

# 目 录

|  |     |
|--|-----|
| 02000 《新生研讨课》教学大纲.....   | 1   |
| 02000 《新生研讨课》教学大纲.....   | 4   |
| 02000 《新生研讨课》教学大纲.....   | 6   |
| 02001 《学科前沿知识专题讲座》教学大纲.....  | 8   |
| 02002 《海洋油气技术进展》教学大纲.....  | 9   |
| 02003 《油气田环境保护》教学大纲.....   | 10  |
| 02004 《专业外语》教学大纲.....  | 13  |
| 02004 《专业外语》教学大纲.....  | 15  |
| 02011 《石油工程概论》教学大纲.....  | 17  |
| 02013 《VB 程序设计》教学大纲.....   | 19  |
| 02014 《石油工程 HSE》教学大纲.....  | 21  |
| 02102 《钻井工程》教学大纲.....  | 23  |
| 02102 《钻井工程》教学大纲.....  | 26  |
| 02103 《采油工程》教学大纲.....  | 30  |
| 02104 《油藏工程》教学大纲.....  | 34  |
| 02104 《油藏工程》教学大纲.....  | 37  |
| 02105 《气藏工程》教学大纲.....  | 41  |
| 02105 Syllabus of Gas Reservoir Engineering.....   | 43  |
| 02105 《气藏工程》教学大纲.....  | 45  |
| 02105 Syllabus of Gas Reservoir Engineering.....   | 47  |
| 02106 《采气工程》教学大纲.....  | 49  |
| 02108 《渗流力学》教学大纲.....  | 51  |
| 02108 《渗流力学》教学大纲.....  | 54  |
| 02109 《油层物理》教学大纲.....  | 57  |
| 02109 《油层物理》教学大纲.....  | 60  |
| 02109 《油层物理》教学大纲.....  | 63  |
| 02111 《多相管流理论与计算》教学大纲.....   | 66  |
| 02112 《岩石力学》教学大纲.....  | 68  |
| 02112 Syllabus of Rock Mechanics.....  | 70  |
| 02113 《水射流理论与应用》教学大纲.....  | 72  |
| 02113 Syllabus of Fluid Jet Technology-Fundamentals and Applications Teaching Program..... | 74  |
| 02115 《现代试井解释原理》教学大纲.....  | 77  |
| 02116 《现代钻井技术》教学大纲.....  | 80  |
| 02117 《现代完井技术》教学大纲.....  | 82  |
| 02119 《石油工业概论》教学大纲.....  | 84  |
| 02119 《石油工业概论》教学大纲.....  | 87  |
| 02120 《有杆抽油系统》教学大纲.....  | 90  |
| 02121 《油藏数值模拟基础》教学大纲.....  | 92  |
| 02124 《注蒸汽热力采油》教学大纲.....   | 94  |
| 02125 《油藏驱替机理》教学大纲.....  | 97  |
| 02126 《油水井增产增注技术》教学大纲.....   | 99  |
| 02127 《钻井地质环境描述》教学大纲.....  | 101 |

|   |     |
|---|-----|
| 02128 《定向钻井理论与技术》教学大纲.....  | 104 |
| 02131 《钻录井工程概论》教学大纲.....  | 106 |
| 02134 《油气井防砂理论与技术》教学大纲.....   | 109 |
| 02143 《固井理论与技术》教学大纲.....  | 112 |
| 02144 《泡沫理论与采油技术》教学大纲.....  | 115 |
| 02155 《油藏数值模拟方法与应用》教学大纲.....  | 117 |
| 02156 《石油钻采工程概论》教学大纲.....   | 119 |
| 02157 《现代钻井完井技术》教学大纲.....   | 122 |
| 02202 《海洋环境》教学大纲.....   | 124 |
| 02202 《海洋环境》教学大纲.....   | 128 |
| 02203 《海洋平台工程》教学大纲.....   | 131 |
| 02203 《海洋平台工程》教学大纲.....   | 134 |
| 02204 《海洋法》教学大纲.....  | 138 |
| 02205 《海洋法规与海洋环保》教学大纲.....  | 141 |
| 02206 《海洋腐蚀与防护》教学大纲.....  | 144 |
| 02208 《海洋学》教学大纲.....  | 148 |
| 02208 《海洋学》教学大纲.....  | 150 |
| 02209 《海洋工程施工与安全》教学大纲.....  | 152 |
| 02210 《海洋石油工程》教学大纲.....   | 155 |
| 02210 《海洋石油工程》教学大纲.....   | 157 |
| 02212 《海洋测量与自动化》教学大纲.....   | 159 |
| 02215 《油气田开发工程》教学大纲.....  | 163 |
| 02217 《流体力学模拟与实验》教学大纲.....  | 166 |
| 02220 《流体力学》教学大纲.....   | 168 |
| 02220 《流体力学》教学大纲.....   | 170 |
| 02220 《流体力学》教学大纲.....   | 173 |
| 02220 《流体力学》教学大纲.....   | 176 |
| 02221 《工程流体力学》(全英语)教学大纲.....  | 179 |
| 02221 《工程流体力学》教学大纲.....   | 183 |
| 02221 《工程流体力学》教学大纲.....   | 186 |
| 02221 《工程流体力学》教学大纲.....   | 189 |
| 02221 《工程流体力学》教学大纲.....   | 191 |
| 02221 《工程流体力学》教学大纲.....   | 195 |
| 02221 《工程流体力学》教学大纲.....   | 198 |
| 02223 《船舶原理》教学大纲.....   | 201 |
| 02225 《船舶强度与结构设计》教学大纲.....  | 204 |
| 02227 《船舶结构与制图》教学大纲.....  | 206 |
| 02228 《船舶设计原理》教学大纲.....   | 209 |
| 02229 《船舶建造技术》教学大纲.....   | 212 |
| 02230 《海洋工程设计软件应用》教学大纲.....   | 214 |
| 02231 《船舶可靠性》教学大纲.....  | 216 |
| 02232 《船舶动力装置》教学大纲.....   | 219 |
| 02233 《船舶检验与管理》教学大纲.....  | 221 |
| 02234 《高性能船舶原理与设计》教学大纲.....   | 224 |
| 02234 Syllabus of Principle and Design of High Performance Ships..... | 228 |

|  |     |
|--|-----|
| 02235 《海洋石油工程装备》教学大纲.....  | 232 |
| 02236 《船舶流体力学》教学大纲.....  | 234 |
| 02237 《船舶结构力学》教学大纲.....  | 238 |
| 02238 《海洋土力学》教学大纲.....   | 241 |
| 02238 Syllabus of Offshore Soil Mechanics.....   | 243 |
| 02239 《海洋平台仪表及控制系统》教学大纲.....   | 245 |
| 02241 《船舶工程基础》教学大纲.....  | 247 |
| 02301 《油田化学》教学大纲.....  | 249 |
| 02303 《提高采收率原理》教学大纲.....   | 252 |
| 02303 Syllabus for Principles of Enhanced Oil Recovery.....                              | 254 |
| 02304 《油气层保护技术》教学大纲.....   | 256 |
| 02305 《钻井液工艺原理》教学大纲.....   | 258 |
| 02311 《油田污水处理》教学大纲.....  | 260 |
| 02314 《应用物理化学》教学大纲.....  | 263 |
| 02315 《油田化学品》教学大纲.....   | 266 |
| 02319 《典型油气田开发理论与方法》教学大纲.....  | 268 |
| 02401 《海洋油气工程化学》教学大纲.....  | 270 |
| 02403 《海洋工程作业与安全》教学大纲.....   | 272 |
| 02404 《海洋钻完井液技术》教学大纲.....  | 274 |
| 02405 《海洋油气测试技术》教学大纲.....  | 276 |
| 02406 The Syllabus of Environmental Control in Offshore Oil & Gas Fields Developing..... | 279 |
| 02406 《深水油气流动保障》教学大纲.....  | 281 |
| 02407 《海洋钻井监督》教学大纲.....  | 283 |
| 02409 《油气钻采工艺原理》教学大纲.....  | 285 |
| 02410 《海洋油气工程》教学大纲.....  | 290 |
| 02411 《海洋油气工程管理》教学大纲.....  | 292 |
| 02902 《石油工程综合设计》教学大纲.....  | 294 |
| 02902 《石油工程综合设计》教学大纲.....  | 297 |
| 02906 《海洋油气工程综合设计》教学大纲.....  | 300 |
| 02908 《船舶原理课程设计》教学大纲.....  | 302 |
| 02909 《海洋工程数值仿真课程设计》教学大纲.....  | 303 |
| 02910 《专业综合设计》教学大纲.....  | 304 |
| 02991 《认识实习》教学大纲.....  | 306 |
| 02992 《生产实习》教学大纲.....  | 309 |
| 02993 《专业实习》教学大纲.....  | 310 |
| 02993 《专业实习》教学大纲.....  | 313 |
| 02993 《专业实习》教学大纲.....  | 318 |
| 02999 《毕业设计》教学大纲.....  | 323 |
| 02999 《毕业设计》教学大纲.....  | 324 |
| 02999 《毕业设计》教学大纲.....  | 325 |
| 02999 《毕业设计》教学大纲.....  | 326 |

# 02000 《新生研讨课》教学大纲

英文名称: Freshman Seminars

课程编码: 02000

学分: 1

参考学时: 16

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 齐宁、杨永飞、金业权、黄维安

系(教研室)主任: 董长银、谷建伟、步玉环、吕开河

## 一、课程目标

新生研讨课是由各学科领域的教授面向大学一年级学生开设的小班研讨课程。设置新生研讨课旨在引导学生认知所学专业,感受教授魅力,激发其求知欲、好奇心和研究兴趣,培养其积极思考、讨论和探究式学习的习惯,实现从中学向大学的有效过渡。新生研讨课的教学目标是专业导航、启迪思维、体会研究。

## 二、基本要求

1. 教学形式: 新生研讨课不同于传统理论课程,实行课堂讲授与讨论相结合的教学形式,围绕师生共同感兴趣的问题,采取探究式、启发式、讨论式等灵活多样的教学方法,进行教师与学生、学生与学生的讨论,强调学习过程的研讨性,注重问题的提出、研究与探索,以及资料的收集和阅读、思考、讨论与写作,可根据需要安排实验、参观、调查等实践活动。

2. 教学内容: 每个专业方向会进行两次专题研讨,教师要根据自己对专业人才培养的认识,结合自身的教学与科研经验、心得,涉及新生普遍关注的实际问题。教学内容可以涉及相关领域,既有经典内容,也追踪前沿,鼓励学科交叉。要引导学生研讨,重在激发学生的探索兴趣,强化学生的探索意识,培养学生的认知能力。

3. 课程考核: 教师要根据课程的特点和目的,改革考核评价模式,实行笔试、面试、论文、大作业、专题研讨、调研报告、作品设计等多样化的考核方式,引导学生开展自主性学习和研究性学习。课程平时成绩所占比例原则上不低于 50%。

4. 专业要求: 学生按本大纲学完该课程后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握油藏工程、钻井工程、采油工程、油田化学的专业概况,明确石油工程专业的课程体系结构,了解各专业领域的技术现状及其进展。

5. 素质要求: 该课程的学习应对学生在掌握知识、开拓视野、合作精神、批判思考、交流表达、写作技能等诸多方面进行整体上的培养与训练,并对大学学生的学习生活、职业规划等进行有益的引导。

6. 任课教师: 每年课程的授课教师可能不同,但都应贯彻一致的宗旨——教师大量的独立工作与高超的指导艺术,教师与学生深入的独立思考与交流,团队的协作精神。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 油藏工程

4 学时

#### 1. 石油的来源及世界石油概况

0.5 学时

(1) 近距离感觉石油。包括: 原油的颜色、气味→石油的成分→石油的来源→形成石油的条件。

(2) 石油存在哪里? 包括: 石油在哪里; 油藏的状态; 油藏中的流体。

(3) 如何找到油藏? 包括: 主要的勘探方式; 油藏的描述; 描述油藏的技术, 如测井、物探等。

(4) 石油储量分布。包括: 世界石油储量分布、中国石油储量分布、天然气储量分布。

(5) 石油开发企业介绍。包括: 国际石油开发企业; 国内石油开发企业。

(6) 石油需求和产量。包括: 国际、国内石油需求; 国际、国内石油产量; 石油行业发展展

望；石油工程专业就业形势。

2. 国内石油行业运行流程、油气藏工程研究专业方向介绍 0.5 学时

(1) 从石油上游产业、下游产业和石油销售深加工方面介绍，上游产业：石油勘探、石油开发和石油储运。重点介绍：油气藏工程、油气井工程、采油采气工程和油田化学工程。

(2) 介绍油气藏工程是什么？干什么？如何成为合格的油藏工程师？以及油气藏工程方面课程结构介绍。

3. 专题研讨（一） 1 学时

4. 油气藏物性、渗流规律研究方向介绍 0.5 学时

(1) 储层岩石性质。包括：研究那些参数？如何进行研究？高新技术介绍。

(2) 非常规物性检验。包括：特殊研究技术介绍；新近研究手段介绍。

(3) 流体物性研究。包括：研究那些参数？如何进行研究？高新技术介绍。

(4) 渗流理论方法。常规渗流力学、高等渗流力学研究介绍，发展方向介绍。

(5) 室内物模介绍。物理模拟的方法、手段；物理模拟的成果。

(6) 数值模拟研究。应用介绍，发展方向介绍。

5. 油气藏工程方向职业发展状况 0.5 学时

从从事工作内容介绍、就业状况介绍和名人专家介绍等。

6. 专题研讨（二） 1 学时

**本章重点难点：**让学生从宏观角度了解油气藏工程专业方向的课程体系结构、该专业的技术现状、新进展及其发展前景。

## 第二章 钻井工程

1. 油气钻井工程 1 学时

(1) 油气钻井工程在石油与天然气资源勘探和开发过程中的作用；

(2) 钻井方法的演变与现代油气钻井的基本工艺；

(3) 钻井的装备与工具；

(4) 钻井技术的现状与发展趋势。

2. 专题研讨（三） 1 学时

3. 油气井学科及专业课程结构介绍 1 学时

(1) 介绍油气井学科的现状及各研究方向；

(2) 油气井学科及专业的课程体系结构。

4. 专题研讨（四） 1 学时

**本章重点难点：**钻井工程专业方向课程体系结构，钻井工程领域的技术现状及其新进展。

## 第三章 采油工程

1. 采油工程专业方向介绍 0.5 学时

采油工程的定义、任务、目标、研究内容及其采油工程专业课程结构介绍。

2. 采油工程研究领域介绍 0.5 学时

(1) 采油工程在石油工业中的地位；

(2) 以时间（或油气田开发技术的演变与发展）为主线介绍采油工程的发展历史；

(3) 采油工程的发展趋势。

3. 专题研讨（五） 1 学时

4. 采油工程领域技术新进展 0.5 学时

5. 采油工程专业的发展前景及其从事该专业的职业发展前景 0.5 学时

(1) 采油工程专业的发展前景；

(2) 从事该专业的职业发展前景；

(3) 采油工程专业研究生的发展前景。

6. 专题研讨（六） 1 学时

**本章重点难点：**采油工程专业方向课程体系结构，采油工程领域的技术现状及其新进展，采油工程专业的发展前景。

#### 第四章 油田化学

##### 1. 石油工程中的化学问题及其解决方法 1 学时

(1) 油气钻井工程中的化学问题概论，包括钻井液的作用，井壁稳定失稳现象及防塌基本原理，油气层损害现象及油气层保护技术的基本概念及原理。

(2) 采油工程中的化学问题概论，包括提高采收率的基本原理，油层化学改造化学方法，油水井化学改造方法，油田污水处理的基本原则及方法。

##### 2. 专题研讨（七） 1 学时

##### 3. 油田化学领域国内外研究新进展 1 学时

(1) 深井超深井，大斜度井，大位移水平井，多分支井等复杂结构井钻井液技术；非常规油气层钻井液技术；海洋深水钻井液技术；保护油气层技术发展动态。

(2) 三次采油技术、注水调剖技术、化学防砂技术新进展，稠油开采新技术，油田污水处理新技术。

##### 4. 专题研讨（八） 1 学时

**本章重点难点：**油田化学专业方向课程体系结构，油田化学领域的技术现状及其新进展。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《石油工程概论》，王瑞和、李明忠主编，石油大学出版社，2001；
2. 《油藏工程原理与方法》，姜汉桥、姚军、姜瑞忠，石油大学出版社，2006；
3. 《钻井工程》，陈庭根、管志川主编，石油大学出版社，2000年；
4. 《采油工程原理与设计》，张琪，石油大学出版社，2000；
5. 《油田化学》第二版，赵福麟主编，中国石油大学出版社，2012；
6. 《大学生成才与修养》，包玉琴主编，中央民族大学出版社，2001。

# 02000 《新生研讨课》教学大纲

英文名称: Freshman Seminar

课程编码: 02000

学分: 1

参考学时: 16

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 姜敏、王腾、李志刚、李昌良

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

本课程是为船舶与海洋工程专业本科新生开设的研讨课程。旨在引导学生认知解船舶与海洋工程专业,感受学科魅力,激发其求知欲和研究兴趣,培养其积极思考、讨论和探究式学习的习惯;让学生了解4年所学习课程之间的关系;指导学生根据自己的兴趣与能力做好职业规划、学习计划、选修计划;指导学生改变学习方式,进行自主学习与研究性学习;提高学生参与大学生创新性实验、实践与科研的兴趣。

## 二、基本要求

1. 教学形式: 新生研讨课不同于传统理论课程,实行课堂讲授与讨论相结合的教学形式,围绕师生共同感兴趣的问题,采取探究式、启发式、讨论式等灵活多样的教学方法,进行教师与学生、学生与学生的讨论,强调学习过程的研讨性,注重问题的提出、研究与探索,以及资料的收集和阅读、思考、讨论与写作,可根据需要安排实验、参观、调查等实践活动。

2. 教学内容: 教学内容分船舶与海工两个方向进行专题研讨,教师要根据自己对专业人才培养的认识,结合自身的教学与科研经验、心得,设计新生普遍关注的实际问题。教学内容可以涉及相关领域,既有经典内容,也追踪前沿,鼓励学科交叉。要引导学生研讨,重在激发学生的探索兴趣,强化学生的探索意识,培养学生的认知能力。

3. 课程考核: 教师要根据课程的特点和目的,改革考核评价模式,实行笔试、面试、论文、大作业、专题研讨、调研报告、作品设计等多样化的考核方式,引导学生开展自主性学习和研究性学习。课程平时成绩所占比例原则上不低于50%。

4. 专业要求: 学生按本大纲学完该课程后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握船舶与海洋工程的专业概况,明确船舶与海洋工程工程专业的课程体系结构,了解专业领域的技术现状及其进展。

5. 素质要求: 该课程的学习应对学生在掌握知识、开拓视野、合作精神、批判思考、交流表达、写作技能等诸多方面进行整体上的培养与训练,并对大学生的学习生活、职业规划等进行有益的引导。

6. 任课教师: 每年课程的授课教师可能不同,但都应贯彻一致的宗旨——教师大量的独立工作与高超的指导艺术,教师与学生深入的独立思考与交流,团队的协作精神。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 船舶与海洋工程简述

4 学时

**重点难点:** 让学生从宏观角度了解船舶与海洋工程、船舶与海洋工程专业及目前我国船舶与海洋工程工业的现状。

#### 1. 船舶与海洋工程简述

0.5 学时

从宏观角度介绍船舶、海洋结构物、船舶与海洋工程等。让学生对船舶与海洋工程有个初步的了解。

#### 2. 我国的船舶工业与海洋工程工业

0.5 学时

介绍我国目前船舶与海洋工程工业发展现状、最新进展及发展前景

#### 3. 专题研讨(一)

1 学时

大学与高中的区别,如何适应大学生活?

|   |        |
|---|--------|
| 4. 船舶与海洋工程专业介绍  | 1 学时   |
| 介绍船舶与海洋工程专业培养目标、培养方案、课程体系结构、我校船舶与海洋工程专业特色、往年就业情况等。介绍船舶与海洋工程专业的教学环节、课程构成、每门课程所讲授的主要内容及其在本专业中的地位、各课程之间的衔接关系、不同课程的特点和学习方法指导。 |        |
| 5. 专题研讨（二）  | 1 学时   |
| 船舶与海洋工程的发展趋势  |        |
| 第二章 海洋平台工程  | 2 学时   |
| <b>重点难点：</b> 让学生从宏观角度了解海洋油气开发的历史、海洋平台的类型等。  |        |
| 1. 海洋油气开发的历史  | 0.5 学时 |
| （1）国外海洋油气开发历史   |        |
| （2）国内海洋油气开发历史   |        |
| 2. 海洋平台类型   | 1 学时   |
| （1）固定式海洋平台  |        |
| （2）移动式海洋平台  |        |
| 3. 专题研讨（三）  | 0.5 学时 |
| 我国南海海洋油气开发选用何种平台型式？   |        |
| 第三章 船舶工程  | 4 学时   |
| <b>重点难点：</b> 让学生对船舶的类型、结构、用途等有宏观的认识。  |        |
| 1. 船舶的类型  | 1.5 学时 |
| （1）常见船舶   |        |
| （2）工程船舶   |        |
| 2. 船舶的建造  | 1.5 学时 |
| （1）船舶的建造工艺  |        |
| （2）船舶设计的主要问题  |        |
| 3. 专题研讨（三）  | 1 学时   |
| 海洋油气开发需要配备的船舶类型及发展概况。   |        |
| 第四章 海洋岩土工程  | 4 学时   |
| <b>重点难点：</b> 让学生从宏观角度了解海洋岩土工程研究内容，研究方法及其新进展。  |        |
| 1. 海底管道的类型及安装   | 1 学时   |
| （1）海底管道的用途  |        |
| （2）海底管道的类型  |        |
| 2. 海洋平台桩基承载力  | 1.5 学时 |
| 3. 海洋锚泊系统   | 1.0 学时 |
| 4. 专题研讨（五）  | 0.5 学时 |
| 第五章 实验室或现场参观  | 2 学时   |
| 1. 参观海洋工程实验室，了解各实验室所提供的实验设备、实验内容、与课程的关系、在大学生学习中的作用等。  |        |
| 2. 到船舶与海工企业现场参观（具体时间跟企业协商后再定）   |        |

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《海洋石油平台设计》，陈建民、娄敏、王天霖编著，石油工业出版社，2012 年；
2. 《船舶工程基础》，李志刚，中国石油大学出版社，2011；
3. 《船舶建造工艺学》，徐兆康 编著，人民交通出版社，2000；
4. 《大学生成才与修养》，包玉琴主编，中央民族大学出版社，2001。



# 02000 《新生研讨课》教学大纲

英文名称: Freshmen Seminar

课程编码: 02000

学分: 1

参考学时: 16

实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 孙宝江、刘刚、王杰祥、倪玲英

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

本课程是为海洋油气工程专业开设的通识教育必修课程。主要讲授国内外海洋油气资源开发现状、海洋钻井及主要装备、海洋油气田工程的开发模式、海洋油气田开发平台,水下生产系统、海底管道铺设以及深水测试技术和流动保障等,使学生对海洋油气工程有一个初步概念。

## 二、基本要求

1. 教学形式: 新生研讨课不同于传统理论课程,实行课堂讲授与讨论相结合的教学形式,围绕师生共同感兴趣的问题,采取探究式、启发式、讨论式等灵活多样的教学方法,进行教师与学生、学生与学生的讨论,强调学习过程的研讨性,注重问题的提出、研究与探索,以及资料的收集和阅读、思考、讨论与写作,可根据需要安排实验、参观、调查等实践活动。

2. 教学内容: 教师根据自己对专业人才培养的认识,结合自身的教学与科研经验、心得,涉及新生普遍关注的实际问题。教学内容可以涉及相关领域,既有经典内容,也追踪前沿,鼓励学科交叉。要引导学生研讨,重在激发学生的探索兴趣,强化学生的探索意识,培养学生的认知能力。

3. 课程考核: 教师要根据课程的特点和目的,改革考核评价模式,实行笔试、面试、论文、大作业、专题研讨、调研报告、作品设计等多样化的考核方式,引导学生开展自主性学习和研究性学习。

4. 专业要求: 学生按本大纲学完该课程后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握海洋油气工程的专业概况,明确海洋油气工程专业的课程体系结构,技术现状及其进展。

5. 素质要求: 该课程的学习应对学生在掌握知识、开拓视野、合作精神、批判思考、交流表达、写作技能等诸多方面进行整体上的培养与训练,并对大学生的学习生活、职业规划等进行有益的引导。

6. 任课教师: 主要由专业基础好、科研水平高、能够准确把握专业发展前景的教授或副教授。

## 三、教学内容与学时分配建议

- |  |      |
|--|------|
| 1. 海洋油气工程的专业定位、优势和发展趋势   | 2 学时 |
| 通过本课程的学习,了解我国海洋油气开发现状,我校设立海洋油气工程专业的目的和初衷,专业的发展目标和存在的竞争与优势,以及该专业的发展趋势等。 |      |
| 2. 海洋油气工程的发展历史、现状及前景介绍   | 2 学时 |
| 通过本课程的学习,了解国内外海洋油气工程的发展历史和现状,了解我国发展海洋油气工程存在的技术障碍和发展前景等。                |      |
| 3. 海洋钻井装备(平台)与钻井技术   | 4 学时 |
| 主要讲述海洋油气钻井装备(平台)类型、特点及其优缺点和适用区域、水深等,讲述海洋钻井技术的特点及其与陆地、滩海等钻井技术的相同点与不同点等。 |      |
| 4. 海洋油气田开发过程及管理  | 4 学时 |
| 本节主要讲述海洋油气田开发模式、开发过程、主要设备和工艺技术,以及海洋油气田开发过程中的管理等。                       |      |
| 5. 水面工程、FPSO、深水管道铺设、深水油气集输与流动保障  | 4 学时 |

主要讲述深水（海洋）油气开发过程中的水面工程及装备、浮式生产系统及其主要技术和装备，了解海洋深水油气管道的铺设技术、防腐技术，以及在油气集输过程中的水合物的生成、防治和流动保障等。

#### 四、教材及主要参考资料

略

# 02001 《学科前沿知识专题讲座》教学大纲

英文名称: Seminars on Proceedings of Petroleum Engineering

课程编码: 02001

学分: 1

参考学时: 16

实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 孙宝江

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

学科前沿知识专题讲座是为海洋油气工程专业本科生开设的选修课程。本课程主要介绍海洋油气工程各领域的新理论、新方法、新技术及发展趋势。学生参加讲座后能够了解海洋油气工程各领域发展的过去、现在和未来,了解我国石油工程领域目前所处的水平,有助于学生形成较系统的石油工程知识体系,提高学生的工程意识及综合能力。

## 二、基本要求

本课程是在学生修完海洋油气工程的必要专业课程后学习该课。主要包括:海洋油气工程、海洋钻采装备与平台工程及油气钻采工艺原理等。

## 三、教学内容与学时分配建议

本课程将对海洋油气工程的前沿课题进行介绍,每学期可从下列题目中挑选专题。授课内容由任课教师根据国内外本领域当时的技术发展情况确定,也可采取灵活多样的授课形式。

如有可能,尽可能邀请一些校外经验丰富的业内专家学者来校讲课。

- |                    |      |
|--------------------|------|
| 1. 海洋油气工程发展、现状及前景; | 1 学时 |
| 2. 海洋平台及装备;        | 1 学时 |
| 3. 海洋钻井工艺;         | 1 学时 |
| 4. 海洋油气田开发过程及管理;   | 1 学时 |
| 5. 海洋油气水面工程;       | 1 学时 |
| 6. 海洋油气水处理;        | 1 学时 |
| 7. 海底管线铺设;         | 1 学时 |
| 8. 海洋油气集输工程;       | 1 学时 |
| 9. 海洋油气流动保障;       | 2 学时 |
| 10. 深水钻井技术;        | 2 学时 |
| 11. 海洋智能井技术;       | 1 学时 |
| 12. 深水井控技术;        | 2 学时 |
| 13. 海洋油气增产技术。      | 1 学时 |

**重点难点:** 新的思路、观点、技术和最新成果。

## 四、教材及主要参考资料

略

## 02002 《海洋油气技术进展》教学大纲

英文名称: Seminars on New Technology for Offshore Oil and Gas

课程编码: 02002

学分: 2

参考学时:

实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 王志远

系(教研室)主任: 徐加放

### 一、课程目标

《海洋油气技术进展》是为海洋油气工程专业本科生开设的一门选修课。本课程的目的是在系统的海洋油气工程专业课之外,再给学生广泛介绍国内外海洋油气工程各领域里的新理论、新方法、新技术和最新科技动态。学生参加讲座后能够了解目前世界上海洋油气工程各领域最新的技术水平,了解我国海洋油气工程领域目前所处的位置,开拓学生的眼界,提高学生对海洋油气工程的认识水平。

### 二、基本要求

本课程是海洋油气工程专业的选修课,在学生修完海洋油气工程的必要专业课程后学习该课。主要包括:海洋油气工程、海洋钻采装备与平台工程及油气钻采工艺原理等。

### 三、教学内容与学时分配建议

本课程将对海洋油气工程的前沿课题进行介绍,包括海洋钻井、采油、集输、水面及水下装备等相关的内容。每学期可从下列题目中挑选专题。授课内容由任课教师根据国内外本领域当时的技术发展情况确定,也可采取灵活多样的授课形式。如有可能,尽可能邀请一些校外经验丰富的业内专家学者来校讲课,主要针对海洋油气工程的发展、现状和趋势等工艺、技术和设备,可在以下框架内自由选题。

1. 海洋油气工程发展、现状及前景;
2. 海洋平台及装备,深水平台的发展 (一) TLP、深水平台的发展 (二) SPAR、海洋深水平台分析、大型海洋结构物的定位;
3. 海洋钻井工艺、深水钻井技术、深水井控技术;
4. 中国海洋油气开发,海洋油气田开发过程及管理、深水油田开发工程技术、海洋油气水面工程、海洋油气水处理;
5. 海底管线铺设、海洋油气集输工程、海洋油气流动保障;
6. 新技术,海洋智能井技术、海洋油气增产技术、国内外海洋实验最新技术、水下光学探测。

### 四、教材及主要参考资料

略

# 02003 《油气田环境保护》教学大纲

英文名称: Environment Protection in Oil & Gas Fields

课程编码: 02003

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、船舶与海洋工程

大纲执笔人: 黄维安

系(教研室)主任: 吕开河

## 一、课程目标

本课程是石油工程专业的一门选修课。通过该课程的学习,使石油工程专业的学生了解环境相关基本知识,油气田勘探、开发各个作业环节中的环境污染与控制技术,油气加工过程中的环境污染与控制技术,油气田环境影响评价,石油员工的职业安全常识,为将来从事油气田勘探开发和油气加工学生进行油气田环境保护打下基础。

## 二、基本要求

要求学生在学本课程之前具有一定的化学基本知识(包括无机、有机和物理化学等),以及石油工程专业知识(钻井、测井、采油、修井),因此本课程安排在这些课程之后学习。要求学生学完该课程后,了解环境、环境污染及其保护相关知识,了解油气田勘探开发及油气加工过程中污染物的主要来源、对环境的影响以及进行环境保护的方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一篇 环境概论

#### 第一章 环境基本知识

2 学时

**本章重点难点:** 环境的分类、环境污染、环境保护。

##### 1. 概述

##### 2. 环境的分类

##### 3. 环境污染

##### 4. 环境保护

#### 第二章 环境与资源保护法律通识

2 学时

**本章重点难点:** 环境法、资源保护法基本原则、基本制度。

##### 1. 环境法概述

##### 2. 资源保护法概述

##### 3. 国家的环境管理

##### 4. 国际环境法

#### 第三章 我国石油生产企业的环境保护现状

2 学时

**本章重点难点:** 油气田环境污染特点,国内石油生产企业环境保护现状。

##### 1. 油气田环境污染

##### 2. 油气田环境污染特点

##### 3. 国内主要石油生产企业保护状况

### 第二篇 油气田勘探开发中的环境污染及保护技术

#### 第四章 石油勘探中的环境污染与保护技术

2 学时

**本章重点难点:** 石油勘探中的环境污染特点、防治技术及其原理。

##### 1. 石油勘探中的环境污染

##### 2. 石油勘探中的环境保护技术

#### 第五章 钻井、固井中的环境污染与保护技术

3 学时

**本章重点难点:** 钻井、固井中的污染物来源及其处理技术。

##### 1. 钻井、固井中的污染物来源

|  |      |
|--|------|
| 2. 钻井、固井中的污染物控制与处理技术                       |      |
| 第六章 测井、录井中的环境污染与保护技术                       | 2 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 测井、录井中的污染物来源及其处理技术。         |      |
| 1. 测井、录井中的污染物来源                            |      |
| 2. 测井、录井中的环境保护技术                           |      |
| 第七章 采油工程中的环境污染与保护技术                        | 3 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 采油工程中的环境污染（如采油污水）来源及其处理技术。  |      |
| 1. 采油工程中产生的污染物                             |      |
| 2. 采油工程中的污染物控制与处理技术                        |      |
| 3. 油田污水处理技术                                |      |
| 第八章 井下作业中的环境污染与保护技术                        | 2 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 井下作业中的环境污染来源及其处理技术。         |      |
| 1. 井下作业中产生的污染物                             |      |
| 2. 井下作业中环境保护技术                             |      |
| 第九章 石油集输中的环境污染与保护技术                        | 2 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 石油集输中的环境污染来源及其处理技术。         |      |
| 1. 石油集输中产生的污染物                             |      |
| 2. 石油集输中环境保护技术                             |      |
| 第十章 海洋石油勘探开发中环境污染与保护技术                     | 2 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 海洋环境下石油勘探、开发中的环境污染来源及其处理技术。 |      |
| 1. 海洋石油勘探开发中产生的污染物                         |      |
| 2. 海洋石油勘探开发中环境保护技术                         |      |
| 第三篇 石油加工过程中的环境污染及保护技术                      |      |
| 第十一章 石油加工过程中的环境污染及保护技术                     | 2 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 石油加工过程中的环境污染来源及其处理技术。       |      |
| 1. 石油加工中产生的污染物                             |      |
| 2. 石油加工中环境保护技术                             |      |
| 3. 炼油废水处理技术                                |      |
| 第四篇 油气田环境影响评价                              |      |
| 第十二章 石油工业 HSE                              | 2 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 石油工业 HSE 的进展及要求。            |      |
| 1. HSE 发展历史                                |      |
| 2. 石油工业 HSE 的进展                            |      |
| 第十三章 油气田环境影响评价                             | 3 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 油气田环境评价要素、油气田建设项目环境风险评价。    |      |
| 1. 环境影响评价基础知识                              |      |
| 2. 环境要素评价                                  |      |
| 3. 油气田生产环境风险评价                             |      |
| 4. 环境影响报告书的编制要点                            |      |
| 第五篇 油气田环境影响评价                              |      |
| 第十四章 石油员工的职业安全                             | 3 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 不同工况环境下石油员工易患的职业病及其防治方法。    |      |
| 1. 石油一线员工的职业安全                             |      |
| 2. 石油办公室员工的职业安全                            |      |

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《油气田环境保护》，黄维安主编，中国石油大学出版社，2014；
2. 《环境保护概论》，李定龙、常杰云主编，中国石化出版社，2006；
3. 《ENVIRONMENTAL CONTROL IN PETROLEUM ENGINEERING》，【美】JOHN C. REIS 著，Gulf Publishing Company 出版，1996；
4. 《石油天然气工业企业的环境保护》第一版，【苏】.E. 帕诺夫等著，裴德禄等译，石油工业出版社，1992 年。

## 02004 《专业外语》教学大纲

英文名称: English for Petroleum Engineering

课程编码: 02004

学分: 1

参考学时: 16

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 张志英、宋洵成、董长银

系(教研室)主任: 谷建伟

### 一、课程目标

专业外语为石油工程专业基础类限选课,主要培养学生以英语为工具,获取专业知识和技术的能力。通过学习本课程,学生能够掌握一定的石油工程英语词汇,掌握专业英语的特点和基本翻译方法,掌握石油专业英文文章的基本写作技巧。能够快速准确地阅读和翻译与本专业有关的英文资料,能够用英语进行简单的技术交流。

### 二、基本要求

本课程是在大学基础英语学习结束后开设的,学习本课程之前,学生应具备石油工程基本知识,包括油藏工程、钻井工程和采油工程。本课程是以学习英语为主,专业知识为辅,着重培养学生应用英语的能力。为了提高学生的学习效率,每班学生人数不应超过 30 人。

专业英语学习阶段结束后,应达到如下基本要求:

1. 熟练掌握石油工程专业的的基本英文词汇和短语;
2. 能够快速准确地阅读与本专业领域的英文资料和教科书;
3. 熟悉石油工程专业领域的的英文写作和表达方法;
4. 掌握专业翻译的基本技巧,能够基本准确翻译本专业的英文文献;
5. 掌握石油工程专业英文摘要的写作要点和技巧;
6. 可以使用英语对本专业知识进行简单的交流。

### 三、教学内容与学时分配建议

#### 1. 教学内容

本课程教学内容包括油藏工程、钻井工程及采油工程三部分。除了完成专业内容学习外,还需补充专业翻译训练、英文摘要写作训练两部分内容。

#### 2. 学时分配

| 教学内容  | 学 时    |
|---|--------|
| 油藏工程  | 共 5 学时 |
| Unit 1: Properties of Reservoir Rocks       | 1 学时   |
| Unit 2: Fundamentals of Reservoir Fluids    | 1 学时   |
| Unit 3: Performance of Oil Reservoirs       | 1 学时   |
| Unit 4: Overview of Reservoir Simulation    | 1 学时   |
| Unit 5: Unconventional Gas Reservoir        | 1 学时   |
| 钻井工程  | 共 5 学时 |
| Unit 6: Managing Drilling Operations        | 1 学时   |
| Unit 7: Rig Systems and Equipment           | 1 学时   |
| Unit 8: Drilling Fluids                     | 1 学时   |
| Unit 9: Directional and Horizontal Drilling | 1 学时   |
| Unit 10: Well Control                       | 1 学时   |
| 采油工程  | 共 5 学时 |
| Unit 11: Artificial Lift Methods            | 1 学时   |



|  |       |
|--|-------|
| Unit 12: Beam Pumping in Artificial Lift | 1 学时  |
| Unit 13: Rodless Pumping                 | 1 学时  |
| Unit 14: Hydraulic Fracturing            | 1 学时  |
| Unit 15: Acidizing                       | 1 学时  |
| 英文摘要及翻译技巧                                | 1 学时  |
| 合 计                                      | 16 学时 |

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《石油工程专业英语教程》，张志英、董长银、宋洵成等编，山东东营：中国石油大学出版社，2014；
2. 《油田开发英语》，江淑娟、吴松林主编，北京：石油工业出版社，2002，公开出版；
3. 《石油钻井英语》，江淑娟、吴松林主编，北京：石油工业出版社，2003，公开出版；
4. 《石油钻井实用英语》，李洪乾、赵金海、彭军生编，山东东营：石油大学出版社，2004，公开出版。

所有石油工程相关专业相关的英文文献及教科书均可作为参考资料。

# 02004 《专业外语》 教学大纲

英文名称: English for Special Purposes

课程编号: 02004

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 王腾

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

本课程是船舶与海洋工程专业的限选课, 注重对学生英语实际应用能力的提高。通过学习本课程, 学生能够快速准确地阅读与本专业有关的英文科技文献资料, 能够用英语进行简单的技术交流, 准确地翻译专业文献, 并掌握如何写英语文献摘要。

## 二、基本要求

本课程是在大学基础英语学习结束后开设的, 学习本课程之前, 学生应具备海洋工程基本知识, 包括船舶工程、海洋环境和海洋平台工程。本课程是以学习英语为主, 专业知识为辅, 课堂上不花过多的时间讲解专业知识, 而是着重培养学生应用专业英语的能力。专业英语学习阶段结束后, 应达到如下基本要求:

1. 熟练掌握船舶工程、海洋环境和海洋平台工程的基本英文词汇和短语;
2. 能够快速准确地阅读与本专业领域的英文资料和教科书;
3. 熟悉海洋工程专业领域的英文写作和表达方法;
4. 掌握海洋专业翻译的基本技巧, 能够基本准确翻译本专业的英文文献;
5. 掌握海洋工程专业英文摘要的写作要点和技巧, 能够写作英文摘要。

## 三、教学内容与学时分配建议

|   |      |
|---|------|
| 第一章 Structures in the Offshore Environment  | 4 学时 |
| 重点: types of offshore platforms, MOORINGS, PIPELINES  |      |
| HISTORICAL PERSPECTIVE  | 1 学时 |
| types of offshore platforms   | 1 学时 |
| MOORINGS  | 1 学时 |
| PIPELINES, CHALLENGES   | 1 学时 |
| 第二章 Hull Construction   | 4 学时 |
| 1. Decks and Hatches  | 1 学时 |
| 2. Bulkheads and Pillars  | 1 学时 |
| 3. Shell Plating and Framing  | 2 学时 |
| 第三章 Structure-Environmental Force Interactions  | 6 学时 |
| 1. SINGLE DEGREE OF FREEDOM STRUCTURES  | 1 学时 |
| 2. FLUID-INDUCED STRUCTURAL FORCES  | 2 学时 |
| Classical inviscid fluid flow, real viscous fluid flow, buoyancy and gravity, winds and currents, |      |
| 3. Earthquakes, ice impact, and wave slamming   | 1 学时 |
| 4. Structural mass, damping, and restraint  | 1 学时 |
| 5. 翻译   | 1 学时 |
| 第四章 Deterministic Descriptions of Offshore Waves  | 3 学时 |
| 1. Description of Plane Waves   | 1 学时 |
| 2. Linear Plane Waves   | 1 学时 |
| 3. Nonlinear Waves  | 1 学时 |

|   |        |
|---|--------|
| 4. Domains of Validity for Wave Theories                    | 1 学时   |
| 第五章 Wave Forces on Structures                               | 5 学时   |
| 1. Wave Loading of Flexible Cylinders                       | 1 学时   |
| 2. Classification of Fluid Load Regimes                     | 1 学时   |
| 3. Flow Regimes for Offshore Structures                     | 1 学时   |
| 4. Summary of Flow Coefficients $C_D$ and $C_M$             | 1 学时   |
| 5. Transfer Functions for Wave Loading                      | 1 学时   |
| 第六章 Drilling Risers   | 4 学时   |
| 1. Floating Drilling Equipments                             | 0.5 学时 |
| 2. Key Components of Subsea Production Systems              | 0.5 学时 |
| 3. Riser Design Criteria                                    | 1 学时   |
| 4. Drilling Riser Analysis Model                            | 1 学时   |
| 5. Drilling Riser Analysis Methodology                      | 1 学时   |
| 第七章 Behavior of Piles Supporting Offshore Structures        | 6 学时   |
| 1. Characteristics of Soil and Response to External Loading | 1 学时   |
| 2. Design of Single Piles under Axial Loading               | 1 学时   |
| 3. Design of Single Piles under Lateral Loading             | 2 学时   |
| 4. An Example: Lateral Pile Loading                         | 1 学时   |
| 5. 翻译   | 1 学时   |

#### 四、教材及主要参考资料

1. 海洋工程专业英语, 王腾, 中国石油大学, 2014;
2. 《Offshore Geotechnical Engineering》, Mark Randolph, Susan Gourvenec, Spon Press, 2011;
3. 船舶与海洋工程英语, 陆伟东, 上海交通大学出版社, 2009。

# 02011 《石油工程概论》教学大纲

英文名称: The Conspectus of Petroleum Engineering

课程编码: 02011

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 勘查、材料、材控、工业、车辆、自动化、电信、  
测控、能源、力学、材物、俄语

大纲执笔人: 于乐香

系(教研室)主任: 董长银

## 一、课程目标

石油工程概论是为非石油工程专业本科生开设的限选课。本课程以石油开发、生产的工艺过程为主线,将油藏工程、钻井工程和采油工程等方面的基本知识有机地结合在一起,较全面、系统地介绍石油开采各工艺过程与环节的基本知识、原理、方法以及相关的工艺技术。通过本课程的学习,使这些专业的学生对整个油田的开发过程有比较全面的了解,为今后从事与石油开发有关的工作打下良好的基础。

## 二、基本要求

本课程是一门综合性石油专业基础课,它不仅用到数理化等基础知识,而且与其它基础课和专业基础课有广泛的联系。学习本课程应具有一定的应用数学、物理化学、石油地质学等方面的知识。学生按本大纲学完石油工程基础后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的基本概念、基本理论与工艺分析方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章重点难点:** 石油开采历程,油藏类型。

1. 石油工程课程内容简介,石油开采的一般过程,油藏的形成与类型 1 学时

### 第二章 油藏流体的物理性质

**本章重点难点:** 石油分类、相态、原油的溶解气油比、压缩因子、体积系数、原油粘度。

1. 油、气的化学组成和分类,油气的相态 1 学时
2. 油、气、水的高压物性。 1 学时

### 第三章 油藏岩石的物理性质

**本章重点难点:** 砂岩的粒度组成、孔隙度、饱和度、渗透率、相渗曲线、润湿性。

1. 油藏岩石的孔隙度、渗透率 1 学时
2. 流体的饱和度,油藏岩石的润湿性 1 学时

### 第四章 油田开发设计基础

**本章重点难点:** 驱动方式、驱动能量、方案的编制、面积注水。

1. 油田开发程序、储量计算、油藏的驱动方式及其开采特征 1 学时
2. 油田开发层系的划分、油田开发方案的编制方法与调整、砂岩油藏的注水开发 2 学时

### 第五章 油藏动态分析方法

**本章重点难点:** 稳定试井、不稳定试井、压降试井、压力恢复试井、产量变化规律、含水变化规律。

1. 试井分析方法、经验方法 2 学时
2. 物质平衡方法、油藏数值模拟、油田开发调整 1 学时

### 第六章 油气钻井方法及工艺

**本章重点难点:** 钻井种类、钻头类型、钻柱组成、钻机组成及作用、钻进基本过程。

1. 钻井方法、钻井类型; 1 学时
2. 钻井设备、钻井工具、基本钻井工艺过程。 2 学时

## 第七章 钻井工艺技术

**本章重点难点：**钻井基本要素、井斜、平衡钻井技术、水平井、取心井。

1. 影响钻进的主要因素、钻进参数选择； 1 学时
2. 井斜及控制、洗井与洗井液、特殊钻井工艺。 2 学时

## 第八章 固井、完井与试油

**本章重点难点：**井身结构、固井、完井方式、试油工艺、诱导油流。

1. 固井工艺与井身结构；油气井完成方法 1 学时
2. 试油工艺；生产测试 1 学时

## 第九章 采油技术自喷采油技术

**本章重点难点：**油井自喷生产过程、节点系统分析、气举采油原理、气举井压力变化规律、启动压力、抽油机组成及工作过程、泵的工作原理、管式泵与杆式泵的比较，气体、充不满、漏失影响的示功图、电潜泵的组成及原理、射流泵的采油原理。

1. 油井自喷生产过程；自喷井生产系统分析；自喷井管理 2 学时
2. 气举采油原理及启动过程 1 学时
3. 有杆泵抽油装置及泵的工作原理、影响泵效的因素及提高泵效的措施 2 学时
4. 潜油电泵采油、螺杆泵采油、水力泵采油 2 学时

## 第十章 注水工程

**本章重点难点：**水质处理措施，注水系统组成、吸水指数、注水指示曲线。

1. 水质处理及注水系统；注水井吸水能力分析 1 学时
2. 分层注水技术 1 学时

## 第十一章 油水井增产增注技术

**本章重点难点：**水力压裂、酸化。

1. 水力压裂技术、酸化工艺技术 1 学时
2. 高能气体压裂技术、物理法增产增注技术 1 学时

## 第十二章 提高采收率原理

**本章重点难点：**驱油效率、波及系数、混相驱、热力采油、聚合物驱。

1. 采收率的定义、影响采收率的因素 1 学时
2. 提高采收率的基本方法 1 学时

## 四、教材及主要参考资料

1. 《石油工程概论》，王瑞和、李明忠主编，石油大学出版社，2001年；
2. 《油藏工程基础》，郎兆新主编，石油工业出版社，1991年；
3. 《钻井工艺技术基础》，王瑞和主编，石油大学出版社，1997年；
4. 《采油工程原理与设计》，张琪主编，石油大学出版社，2001年；
5. 《油藏工程与采油工艺基础》，张琪主编，石油大学印刷厂，1984年；
6. 《油气田开发与开采》，张洪亮，石油工业出版社，1997年；
7. 《钻井工艺技术基础》，刘希圣，石油工业出版社，1988年；
8. 《油气藏增产新技术》，马建国，石油工业出版社，1998年；
9. 《EOR 原理》，赵福麟，中国石油大学出版社，2006年；
10. 《注蒸汽热力采油》，陈月明，中国石油大学出版社，2006年。

# 02013 《VB 程序设计》教学大纲

英文名称: The Visual Basic Programming Language

课程编码: 02013

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时: 12

适用专业: 石油工程、船舶与海洋工程、海洋油气工程

大纲执笔人: 罗明良、温庆志

系(教研室)主任: 董长银

## 一、课程目标

Visual Basic 程序设计(以下简称 VB)是以面向对象程序设计的思想和方法为基础的一种常用、简单的 Windows 应用程序开发工具,是为石油工程、船舶与海洋工程以及海洋油气工程等专业的学生开设的程序设计语言课之一,它是一门实践性较强的课程。通过本课程的教学,使学生掌握面向对象程序设计的基本概念,了解 VB 程序设计的基本原理、技巧和方法,并且能够利用 VB 语言编写相应的程序,具有一定的程序调试能力,为以后进一步学习其它程序语言和提高程序设计能力奠定基础。

## 二、基本要求

授课教师应有充分的 VB 编程实践,灵活运用课堂讲授、多媒体演示、实例分析等多种教学形式,帮助学生理解和掌握 VB 编程方法。

VB 程序设计是 Windows 操作系统下的一种面向对象编程的高级程序设计,其先修课程为 C 语言及计算机文化基础,要求学生已具备一定微机操作的基本能力以及对 Windows 操作系统基本了解,并在充分理解课堂教学内容的基础上,通过实验教学环节准确理解 VB 的 Windows 编程基本原理,认真思考 VB 与其他编程手段的联系与区别。熟练掌握 VB 的编程环境、常用控件、过程调用等编程方法,基本掌握程序调试和错误处理的方法与手段。能充分利用各种联网设备,收集网上优秀 VB 程序资源。

## 三、教学内容与学时分配建议

第一章 VB 程序设计的基本知识

1 学时

**本章重点难点:** 面向对象编程。

Visual Basic 简介、VB 的安装过程、VB 的启动和退出、调整 VB 的设计环境、编写第一个程序、保存程序、面向对象编程、寻求帮助。

第二章 窗体设计

2 学时

**本章重点难点:** 窗体的方法与事件。

窗体的属性、多窗体设计、窗体的方法、窗体事件、菜单设计。

第三章 控件的基本知识

4 学时(含 2 上机学时)

**本章重点难点:** 控件的属性与事件。

基本知识、标签、文本框、命令按钮、图片框与图像框、直线与形状控件、控件的属性、控件的事件。

第四章 数据的种类与变量的用法

2 学时

**本章重点难点:** 变量作用域及用法。

基本的数据类型、变量和常量、常量和变量的命名要求、变量和变量的作用域、变体型变量、静态变量、数组、自定义类型、枚举类型、运算。

第五章 内部函数与绘图方法

4 学时

**本章重点难点:** 绘图方法。

常用内部函数、其他函数类别、常用绘图方法、程序书写的基本知识。

第六章 程序控制语句

8 学时

**本章重点难点:** 选择语句与循环语句。

判断语句、选择语句、循环语句、其他程序控制语句。

第七章 控件与编辑

5 学时

**本章重点难点：**控件数组

单选按钮、复选框、使用控件数组、框架、列表框、组合框、滚动条、计时器、数据库访问控件、控件的种类、多媒体控件。

第八章 过程的编写方法

4 学时

**本章重点难点：**过程嵌套调用与递归调用。

过程定义与分类、参数的使用方法、自定义过程示例、过程嵌套调用与递归调用、调用另一个窗体内的过程。

第九章 文件操作程序设计

2 学时

**本章重点难点：**文件的读写方法。

文件系统列表控件、通用对话框控件、文件管理命令、文件的种类、文件的打开与关闭、文件的读写方法。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《VB 程序设计教程》(第 3 版), 梁普选主编, 北京: 电子工业出版社, 2005;
2. 《VB 程序设计教程》(第 3 版), 刘炳文编著, 北京: 清华大学出版社, 2006;
3. 《VB 程序设计教程题解与上机指导》, 刘炳文编著, 北京: 清华大学出版社, 2006;
4. 《VB 数据库系统开发实例导航》, 刘韬等主编, 北京: 人民邮电出版社, 2003;
5. 《Visual Basic 程序设计简明教程》(第 2 版), 龚沛曾等主编, 北京: 高等教育出版社, 2004;
6. 《Visual Basic 程序设计实用教程》(第 2 版), 王栋主编, 北京: 清华大学出版社, 2002。

# 02014 《石油工程 HSE》教学大纲

英文名称: Petroleum Engineering HSE

课程编码: 02014

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 金业权、刘均荣、周童

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

《石油工程 HSE》是石油工程专业学生的一门跨学科发展专业选修课程, 推荐为就业学生选修, 旨在使学生适应现代企业健康、安全与环境管理这一全新的管理模式要求, 熟悉石油安全工程管理的内容和知识, 初步掌握石油安全生产的思想和安全评估的方法, 掌握钻井、油气开采和海洋石油钻采过程中风险识别、预防和控制的基本知识, 为从事石油工程安全生产管理和安全评估奠定基础、培养能力。

## 二、基本要求

本课程的学习必须在修完了石油工程主要专业课程, 并经过专业实习之后进行。学生应具有较扎实的石油工程理论基础, 并了解石油钻采等工艺及设备, 重点了解钻井作业、油气开采作业和海洋石油钻采等工艺过程及其主要设备的作用原理和结构组成。

通过本课程的学习, 使学生掌握石油工程安全设计、安全管理和安全评估的基本方法、特点以及相应的法律法规, 初步具备石油工程安全设计、安全管理和安全评估的工作能力, 学会石油工程中一般安全问题及事故的处理方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章的重点难点:** 石油工程安全生产的特点, 石油工程实施 HSE 管理体系的重要意义。

石油工程安全生产的特点 1 学时

石油工程企业实施 HSE 的重要性 1 学时

### 第二章 HSE 管理体系基础

**本章的重点难点:** HSE 管理体系的核心和运行。

HSE 管理体系的产生和发展、HSE 管理体系的要素 1 学时

HSE 管理体系的建立和运行 1 学时

### 第三章 事故致因及预防基础

**本章的重点难点:** 人的安全行为和理念与工程安全。

事故致因基本理论 1 学时

事故的预防理论 1 学时

人因风险预防及控制 2 学时

### 第四章 HSE 风险识别及评价

**本章的重点难点:** 风险评价的定性和定量评价方法。

危险源辨识 0.5 学时

风险评价及控制 1 学时

环境因素识别与评价 0.5 学时

### 第五章 钻井风险识别、预防及控制

**本章的重点难点:** 钻井关键岗位风险识别及削减与控制技术。

钻井施工工序 1 学时

钻井作业中 HSE 危害和影响的确定 1 学时

钻井作业 HSE 风险评估 1 学时



|                    |      |
|--------------------|------|
| 钻井作业 HSE 风险分类及控制目标 | 1 学时 |
| 钻井作业 HSE 风险削减措施    | 1 学时 |
| 钻井作业 HSE 应急响应计划    | 1 学时 |

#### 第六章 油气开采风险识别、预防及控制

**本章重点难点：**采油采气风险识别与控制、油气集输风险识别、油气水化验过程中的事故预防与处理、井下作业风险识别与评价、井下作业风险削减及控制、压裂酸化作业风险识别与控制、压裂酸化作业环境污染与控制技术。

|   |      |
|---|------|
| 1. 采油采气风险识别及控制                          | 1 学时 |
| 采油采气生产安全特点、采油采气风险识别与控制                  |      |
| 2. 油气集输风险识别及控制                          | 2 学时 |
| 油气集输简介、油气集输风险识别、油气水化验过程中的事故预防与处理        |      |
| 3. 井下作业风险识别、预防及控制                       | 2 学时 |
| 井下作业施工工艺、井下作业风险识别与评价、井下作业风险削减及控制。       |      |
| 4. 压裂酸化作业安全控制                           | 1 学时 |
| 压裂酸化工艺简介、压裂酸化作业风险识别与控制、压裂酸化作业环境污染与控制技术。 |      |

#### 第七章 海洋石油工程 HSE 风险管理

**本章重点难点：**海洋石油工程污染源、海洋石油工程 HSE 风险识别方法、海洋石油工程作业安全做法。

|  |      |
|--|------|
| 1. 海洋石油工程 HSE 风险识别及控制措施  | 2 学时 |
| 海洋石油工程 HSE 风险识别特征，溢油污染风险识别及控制措施，大气污染风险识别及控制措施，水污染风险识别及控制措施，固体废弃物污染风险识别及控制措施。 |      |
| 2. 海洋石油工程作业安全管理  | 2 学时 |
| 海洋石油作业应急、海洋石油物探作业、海洋钻井作业、海洋采油与井下作业、海洋冰期作业、海上人员应急撤离、海上求生与救助。                  |      |

#### 第八章 应急预案及“两书一表”的编制

**本章重点难点：**石油工程应急预案的核心、编制及实施。

|               |      |
|---------------|------|
| 应急预案的编制及实施    | 1 学时 |
| HSE “两书一表”的编制 | 1 学时 |

#### 第九章 石油工程“三防”及人身安全与救治

**本章重点难点：**防火、防暴和防中毒技术

|             |      |
|-------------|------|
| 石油工程三防技术简介  | 2 学时 |
| 人身伤害预防及紧急救治 | 2 学时 |

#### 四、教材及主要参考资料

教材：

《石油工程 HSE》，刘均荣、周童、金业权编，中国石油大学（华东）胶印，2014。

参考书：

1. 《石油工程 HSE 风险管理》，李文华编，石油工业出版社，2008；
2. 《石油安全工程》，中国石油天然气总公司，石油工业出版社，1991；
3. 《石油天然气工程健康安全环境管理》，罗远儒等，石油工业出版社，2002；
4. 《钻井作业 HSE 风险管理》，中国石油天然气集团公司 HSE 指导性计划委员会，石油工业出版社，2001；
5. 《井下作业 HSE 风险管理》，中国石油天然气集团公司 HSE 指导性计划委员会，石油工业出版社，2002；
6. 《油田生产安全技术》，王登文、周长江，中国石化出版社，2003。

# 02102 《钻井工程》教学大纲

英文名称: Well Drilling Engineering

课程编码: 02102

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 资源勘查工程、地质学

大纲执笔人: 金业权

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

《钻井工程》是资源勘查工程和地质学专业本科生的油气开采方向选修课。开设本课程的主要目的是培养石油勘探领域的学生综合运用所学地质、油藏、石油工程等专业基础知识,了解钻井完井理论,认识油气井的钻井完井工艺方法和与石油地质密切相关的油井井下的各种情况,培养学生在钻井完井工艺技术领域解决相关的地质问题的能力,以便在将来从事与钻井和井下作业有关的地质专业技术工作中,能运用这些知识解决在各种场合所遇到的这类技术问题。

本课程的重点是介绍在钻井和完井过程中所遇到的各种石油地质问题,并用相应知识解决问题,使油井顺利完成并达到相应的地质目的。

## 二、基本要求

在本课程进行之前,学生应对钻井工程的作用有一个基本的认识。在基础理论方面,应对《工程力学》、《工程流体力学》、《地质学基础》等课程的基本知识有所了解。学生按本大纲学钻井与完井工程基础后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的基本概念、基本理论与工艺设计方法,并达到下列要求:

1. 钻井的基本方法:了解油井的类型和常用的钻井方法;掌握钻井的基本工艺步骤和工艺流程;掌握常用的钻井设备和工具等。

2. 钻井工艺:掌握影响钻井的主要因素;掌握洗井液的基本概念、组成和功用;掌握喷射钻井的概念以及水力参数设计的基本方法;掌握定向井的基本概念和定向钻井的基本方法,掌握井斜的原因及控制方法,了解水平井及其它特殊结构井的基本概念。

3. 固井:掌握井身结构的观念和套管种类,掌握水泥浆的性能与固井工程的关系,了解固井工艺流程,了解固井质量检测以及补救方法。

4. 完井井底结构:掌握完井所涉及到的基本理论知识;掌握油气储层的类型、井底结构的类型和井底结构的选择方法;掌握常见的井底结构和井底结构的设计;掌握钻开油气层中的岩石变形对完井的影响。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 绪论

1. 油气井的基本类型,钻井技术的发展状况,钻井方法的发展及特点,钻井工程的基本工艺过程。 1 学时

2. 录像 0.5 学时

3. 钻井工程课程与资源勘查工程和地质专业的关系,本课程的特点及学习方法。 0.5 学时

### 第一章 岩石的基本力学性质

**本章的重点难点:** 岩石的强度性质、岩石的变形特性。

1. 岩石的破坏机理和强度性质 1 学时

岩石的全应力—应变曲线,岩石在简单应力状态下强度特性,岩石在三轴应力条件下强度特性。

2. 岩石的变形特性 1 学时

岩石受围压作用时塑脆性,塑性系数,影响岩石力学性质的各因素,岩石的研磨性和可钻性。

### 第二章 石油钻机及钻井工具

**本章的重点难点：**三大工作机组的结构和工作原理，牙轮钻头、PDC钻头破岩原理，钻柱运动状态。

1. 石油钻机 2 学时

钻机的定义、分类和组成，钻机的八大系统及其功用，三大工作机组的结构和工作原理。

2. 钻井工具 2 学时

牙轮钻头、金刚石钻头的结构、工作原理，钻柱的组成及功用，常用井口工具。

### 第三章 地层压力与井身结构

**本章的重点难点：**欠压实成因理论，地层孔隙压力预测与监测，地漏试验，压力剖面与井身结构。

1. 地层孔隙压力欠压实成因，地层孔隙压力预测与监测方法及原理。 1 学时

2. 地层破裂压力实测方法，压力剖面与井身结构。 1 学时

### 第四章 钻井工艺技术

**本章的重点难点：**钻井液的功用，影响破岩速度的因素，喷射钻井能量传递关系，井斜的原因，定向井轨迹控制。

1. 钻井液技术 1 学时

钻井液的定义和功用，钻井液的组成和分类，钻井液的性能及固相控制。

2. 影响钻进速度的因素 1 学时

影响破岩速度的因素及杨格钻速方程。

3. 喷射钻井技术 1 学时

射流的基本概念，射流的作用，水力能量传递和分配原理，水力参数的实质。

4. 防斜打直技术 1 学时

井斜的危害、原因，刚性满眼钻具和钟摆钻具。

5. 定向钻井技术 2 学时

定向井的基本参数和计算参数，井眼曲率的概念。定向井轨迹测量和轨道计算。定向井轨迹控制的基本原理。

### 第五章 油气井压力控制

**本章重点难点：**井眼与地层压力系统及压力平衡关系，地层流体侵入的检测原理及方法，压井原理。

1. 井眼与地层压力系统 0.5 学时

井眼内的各种压力，平衡压力钻井，欠平衡压力钻井。

2. 地层流体侵入的检测 0.5 学时

地层流体侵入的原因，气侵的途径、方式、特点及危害，地层流体侵入的征兆、检测原理及方法。

3. 地层流体侵入控制 1 学时

井控的基本装置，关井的基本方法及步骤，压井钻井液密度计算，压井原理。

### 第六章 固井技术

**本章重点难点：**各层套管的功能，套管柱受力特点，水泥凝结硬化理论，注水泥基本工艺流程。

1. 套管柱及其受力分析 2 学时

各层套管的功能，套管的结构、钢级及尺寸系列，套管柱的受力及载荷分析，套管柱强度特征。

2. 套管串下部结构 1 学时

引鞋、套管鞋、旋流短节、承托环、回压凡尔、扶正器等。

3. 注水泥技术 3 学时

油井水泥的主要成分及分类，水泥浆性能及其与固井工程的关系，注水泥设备及工艺过程，

影响注水泥质量的因素及提高注水泥质量的措施。

#### 第七章 完井技术

**本章的重点难点：**钻开储层时发生的变化，常用的完井方法，射孔参数对油气井产能的影响。

- |                              |      |
|------------------------------|------|
| 1. 钻开储层发生的变化，岩石发生的变化，钻开储层的方法 | 1 学时 |
| 2. 储层的类型和井底结构的类型；井底结构的选择方法   | 1 学时 |
| 3. 射孔井的结构；常规射孔的工艺            | 1 学时 |
| 4. 射孔液、射孔参数对油气井产能的影响         | 1 学时 |

#### 第八章 油气层保护技术

**本章的重点难点：**储层损害原因，钻井过程中储层保护技术，完井过程中储层保护技术。

- |                  |      |
|------------------|------|
| 1. 钻井过程中造成储层损害原因 | 1 学时 |
| 2. 储层保护的钻完井技术    | 1 学时 |
| 机动（课堂讨论/钻井新技术讲座） | 2 学时 |

#### 四、教材及主要参考资料

教材：

《钻井与完井工程概论》，金业权、刘刚，石油工业出版社，2013。

参考书：

1. 《钻井工艺原理》(上、中、下册)，刘希圣主编，石油工业出版社，1988；
2. 《钻井工程理论与技术》，陈庭根、管志川主编，石油大学出版社，2001；
3. 《实用钻井工程》，徐云英等译，石油天然气总公司情报研究所，1989；
4. 《钻井工艺技术》，美·摩尔等，石油工业出版社，1982；
5. 《现代固井技术》，刘大为、田锡君等译，辽宁科学技术出版社，1994；
6. 《平衡钻井与井控》，郝俊芳主编，石油工业出版社，1992；
7. 《现代完井工程》，万仁傅编著，石油工业出版社，2000。

# 02102 《钻井工程》教学大纲

英文名称: Well Drilling Engineering

课程编码: 02102

学分: 3.5

参考学时: 56

实验学时: 6

上机学时:

适用专业: 石油工程、石油工程双学位

大纲执笔人: 管志川

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

本课程是石油工程专业本科生的专业必修课之一。通过本课程的学习,使学生能够掌握在整个钻井过程中所采取的各个工艺环节和技术措施的基本概念、基本原理、基本方法和基本计算;能初步学会运用这些理论和方法分析解决钻井施工中所遇到的技术问题;掌握各工艺环节和技术措施的基本设计方法。

## 二、基本要求

在本课程进行之前,学生应经历过有关钻井工程方面的认识实习,对钻井的基本工艺过程、钻井设备及工具有一定的认识。在基础理论方面,应掌握《工程力学》、《工程流体力学》、《地质学基础》等课程的基本知识。学生学完本课之后,应掌握和了解以下内容:

1. 掌握地下各种压力的基本概念以及确定地下各种压力的基本方法及原理,掌握岩石的基本工程力学性质。
2. 掌握各种钻头的破岩原理;了解钻头的合理使用及评价方法;掌握钻柱的组成及设计原理。
3. 掌握钻井液的基本功用、组成、分类和性能;了解钻井液固相控制以及保持井眼稳定的基本措施。
4. 掌握钻进参数优化设计的基本内容以及钻井过程中所遇到的各种水力计算方法和水力设计的基本原理。
5. 掌握定向井井眼轨迹的基本概念、轨迹测量及计算以及轨道设计方法;了解定向井造斜工具和轨迹控制方法。
6. 掌握井斜的原因及井斜控制的基本原理和方法。
7. 掌握井内各种压力的关系;了解地层流体侵入的检测和控制方法及原理。
8. 掌握井身结构设计和套管柱强度设计的基本原则和方法;了解水泥浆性能调节的主要方法及提高固井质量的主要措施。
9. 掌握保护油气层对钻井的基本要求;了解各种完井方法及井底结构。
10. 了解各种井下复杂情况发生的原因及井下事故处理的方法;了解钻井过程中的其它特殊作业。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论

0.5 学时

油气井的基本类型,钻井技术的发展状况,钻井工程的基本工艺过程。

第一章 钻井的工程地质条件

**本章的重点难点:** 地下各种压力的概念,异常高压的成因,地层压力评价,地层破裂压力,岩石的力学特性。

1. 地下压力特征 3 学时  
静液压力,上覆岩层压力,地层压力,基岩应力,异常压力的成因,地层压力评价,地层破裂压力。
2. 岩石的工程力学性质 3 学时  
岩石的机械性质,井底压力条件下岩石的机械性质及其影响因素,岩石的研磨性,岩石的可钻性。
3. 岩石力学实验 2 学时

## 第二章 钻进工具

**本章的重点难点：**钻头的类型及工作原理，钻头的选型及分类方法，钻头的合理使用，钻柱的组成及功用，钻柱的工作状态及受力，钻柱设计方法。

### 1. 钻头 3 学时

钻头的类型，钻头的性能指标，刮刀钻头，牙轮钻头，金刚石钻头。

### 2. 钻柱 3 学时

钻柱的组成及功用，钻柱的工作状态及受力分析，钻柱设计。

## 第三章 钻井液

**本章的重点难点：**钻井液的功用、分类、性能及固相控制，井塌及防塌措施，油气层保护及完井液。

### 1. 钻井液的功用、分类、性能及固相控制 1 学时

钻井液的组成及功用，钻井液的分类，钻井液的密度及流变性，钻井液的造壁性及滤失量，钻井液的固相控制。

### 2. 井塌及防塌措施，油气层保护及完井液 1 学时

井塌的原因，防塌措施，储层损害的主要原因及防止措施，完井液种类及基本功能。

## 第四章 钻进参数优选

**本章的重点难点：**钻进过程中各参数间的基本关系、钻速方程、牙齿及轴承磨损方程、方程中相关参数的求取方法；钻进参数优选的目标函数，钻进参数优选的基本方法；钻头的水力特性，循环系统水功率传递的基本关系，循环压耗计算，提高钻头水力能量的途径，水力参数优选方法。

### 1. 钻进过程中各参数间的基本关系 2 学时

影响钻速的主要因素及钻速方程，影响钻头寿命的主要因素及磨损方程，钻进方程中有关系数的确定。

### 2. 机械破岩参数优选 2 学时

目标函数的建立，目标函数的极值条件和约束条件，钻头最优磨损量、最优钻压和最优转速的求取。

### 3. 钻头的水力特性及水功率传递原理 3 学时

钻头的水力特性，水功率传递的基本关系，循环系统压耗的计算，提高钻头水力参数的途径。

### 4. 水力参数优化设计 2 学时

钻井泵的工作特性，水力参数优选的标准，最大钻头水功率和最大射流冲击力条件下的水力传递规律及排量和喷嘴直径的优选，水力参数优化设计的步骤。

## 第五章 井眼轨道设计及轨迹控制

**本章的重点难点：**描述井眼轨迹的基本参数，轨迹测量及计算，井斜原因及直井防斜技术的基本原理，定向井井眼轨道设计方法，扭方位计算。

### 1. 井眼轨迹的基本概念 1 学时

井眼轨迹的基本参数，轨迹的计算参数，井眼轨迹的图示法。

### 2. 轨迹测量及计算 2 学时

井眼轨迹测量原理及方法，轨迹计算的平均角法、圆柱螺线法、曲率半径法、校正平均角法。

### 3. 直井防斜技术 2 学时

井斜的原因，满眼钻具组合控制井斜，钟摆钻具组合控制井斜，其它直井防斜技术。

### 4. 定向井井眼轨道设计 2 学时

定向井轨道类型，常规二维定向井轨道设计的基本原则、设计条件、内容、方法及步骤，不同轨道类型关键参数的计算。

### 5. 定向井造斜工具及轨迹控制 2 学时

井底动力钻具造斜工具，转盘钻造斜工具，定向井轨迹控制的基本方法，扭方位计算，造斜工具的定向。

### 6. 轨迹测量实验 1 学时

## 第六章 油气井压力控制

**本章的重点难点：**井眼与地层压力系统及压力平衡关系，地层流体侵入的检测原理及方法，压井方法及压井参数计算。

### 1. 井眼与地层压力系统 1 学时

井眼内的各种压力，平衡压力钻井，欠平衡压力钻井。

### 2. 地层流体侵入的检测 2 学时

地层流体侵入的原因，气侵的途径、方式、特点及危害，地层流体侵入的征兆、检测原理及方法。

### 3. 地层流体侵入控制 3 学时

井控的基本装置，关井的基本方法及步骤，压井钻井液密度计算，压井方法及压井基本参数的计算。

### 4. 井控模拟实验 1 学时

## 第七章 固井与完井

**本章的重点难点：**井身结构设计的基本原理及方法，套管柱的载荷及强度计算，水泥浆性能、注水泥工艺及提高固井质量的措施，完井的基本原则和要求、钻井作业对储集层性质的影响、完井井底结构类型及完井方法。

### 1. 井身结构设计 3 学时

套管的分类及作用，井身结构设计的原则，井身结构设计的基础资料，确定套管层次和下深的基本原理和方法，套管尺寸与钻头尺寸的选择。

### 2. 套管柱设计 3 学时

套管的结构、钢级及尺寸系列，套管柱的受力及载荷计算，套管的强度及计算，套管柱强度设计方法。

### 3. 注水泥技术 2 学时

油井水泥的主要成分及分类，水泥浆性能及其与固井工程的关系，注水泥工艺过程，影响注水泥质量的因素及提高注水泥质量的措施。

### 4. 完井技术 2 学时

完井工程的原则和要求，钻开储集层及钻井作业对储集层性质的影响，完井井底结构类型及完井方法，完井井口装置。

### 5. 水泥实验 2 学时

## 第八章 其它钻井技术及作业

**本章的重点难点：**井下复杂情况的类型、原因及处理，取心的基本工艺、工具及评价方法，套管开窗的基本工艺和工具。

### 1. 井下复杂情况及事故处理 0.5 学时

井喷、井漏、卡钻、钻具事故、井底落物等井下复杂情况的特点、原因及处理。

### 2. 取心技术 0.5 学时

钻进取心的工艺环节、取心钻进的评价指标、取心工具。

### 3. 套管开窗技术 0.5 学时

套管开窗侧钻的方法及基本工具和工艺。

## 四、教材及主要参考资料

1. 《钻井工程理论与技术》，陈庭根、管志川主编，石油大学出版社，2001；

2. 《钻井工艺原理》（上、中、下册），刘希圣主编，石油工业出版社，1988；

3. Applied Drilling Engineering, by Adam T. Bourgoyne Jr., Martin E. Chenevert, Keith K. Millheim and F.S. Young Jr., Society of Petroleum Engineers, Richardson, TX, 1991;

4. Advanced Well Control Manual, by David Watson, Terry Brittenham and Preston Moore. SPE Textbook Series, 2003;

5. 《钻井工程 —— 一整套油井设计方法》，N.J.亚当斯，石油工业出版社，1992；

6. 《定向钻井设计与计算》，韩志勇，石油大学出版社，2007；
7. 《最优化钻井理论基础与计算》，郭学增编著，石油工业出版社，1989；
8. 《油井设计基础和计算》，沈忠厚编著，石油工业出版社，1988；
9. 《现代固井技术》，刘大为、田锡君等译，辽宁科学技术出版社，1994；
10. 《平衡钻井与井控》，郝俊芳主编，石油工业出版社，1992；
11. 《现代完井工程》，万仁傅编著，石油工业出版社，2000；
12. 《井眼轨道几何学》，刘修善著，石油工业出版社，2006；
13. 《实用完井工程》，李克向编著，石油工业出版社，2002。



# 02103 《采油工程》教学大纲

英文名称: Oil Production Engineering

课程编码: 02103

学分: 3.5

参考学时: 56

实验学时: 6

上机学时:

适用专业: 石油工程、应用物理

大纲执笔人: 李明忠

系(教研室)主任: 董长银

## 一、课程目标

《采油工程》是石油工程专业的主干专业课之一。其任务是使学生掌握油气开采中各项工程技术措施的基本原理及工艺设计方法,了解采油工程新工艺、新技术及发展动向。为学生毕业后正确地选择工艺方法、进行工艺设计和动态分析提供理论依据,并为解决采油工程中的实际问题 and 从事科研工作准备必要的专业理论知识。

## 二、基本要求

学生按本大纲学完采油工程基础后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的基本概念、基本理论与工艺设计方法,并达到下列要求:

1. 了解不同油藏类型上的油井流入动态规律,掌握 IPR 计算方法、井筒多相流规律和计算方法。
2. 掌握各种采油方式的工作原理,能够对油井工作状况进行动态分析和举升工艺生产参数设计计算。
3. 掌握注水工艺流程,能够分析注水井生产动态,提出改善注水井工作状况的措施建议。
4. 掌握油气水井常规处理措施(水力压裂和酸化)的机理,能够合理地确定措施工艺参数,编制措施设计方案。
5. 了解复杂条件下石油开采工艺技术及目前采油工程发展动向,掌握油井结蜡、出砂、出水的规律、原因及防治方法的原理以及稠油开采对策。
6. 掌握完井工程的基本工序、完井方式和试油、试采的基本内容。
7. 了解采油工程方案设计的目的、意义、原则、要求及主要内容和设计步骤。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 绪论

采油工作者的任务,采油工程的主要内容,国内外采油工艺技术的发展状况,本课程的特点及学习方法。

### 第一章 油井流入动态与井筒多相流动规律

**本章的重点难点:** 流入动态的基本概念与计算、井筒气液两相流流型的变化、井筒气液两相流能量平衡方程的建立、井筒流体压力分布计算步骤、重要指标的计算。

1. 油井流入动态 3 学时

单相液体的流入动态、油气两相渗流时的流入动态、 $\bar{P}_r > P_b > P_{wf}$  时的流入动态、油气水三

相 IPR 曲线、多层油藏油井流入动态。

2. 井筒气液两相流基本概念 1 学时

井筒气液两相流动的特性、井筒气液两相流能量平衡方程及压力分布计算步骤。

3. 计算气—液两相垂直管流的 Orkiszewski 方法 1 学时

压力降公式及流动型态划分界限、平均密度及摩擦损失梯度的计算。

4. 计算井筒多相流动的 Beggs-Brill 方法 1 学时

基本方程、流型分布图及流型判别式、持液率及混合物密度确定、阻力系数。

- 实验(井筒多相流动实验) 2 学时

### 第二章 自喷与气举采油

**本章的重点难点：**自喷井生产系统组成、节点系统分析方法及其应用、气举采油原理、气举阀工作原理、气举井生产设计。

1. 自喷井生产系统分析 2 学时

自喷井生产系统组成、自喷井节点分析。

2. 气举采油原理及油井举升系统设计方法 2 学时

气举采油原理、气举启动、气举阀、气举设计。

### 第三章 有杆泵采油

**本章的重点难点：**抽油装置及其工作原理、抽油机悬点运动规律、悬点载荷的计算、抽油机平衡、扭矩、功率与效率的计算、影响泵效的因素分析与计算、抽油杆受力特征与强度计算方法、抽油机井生产系统设计、示功图分析。

1. 抽油装置及泵的工作原理 1 学时

2. 抽油机运动规律与悬点载荷 1 学时

3. 抽油机平衡、扭矩与功率计算 2 学时

4. 泵效计算与分析 2 学时

柱塞冲程、泵的充满程度、泵的漏失、提高泵效的措施。

5. 有杆抽油系统设计 2 学时

抽油杆强度计算及杆柱设计、抽油机井生产系统设计、钢杆—玻璃钢杆组合杆柱抽油技术简介。

6. 有杆抽油系统工况分析 1 学时

抽油井液面测试与分析、示功图分析。

7. 抽油机井工况诊断技术 0.5 学时

8. 地面驱动螺杆泵采油技术 0.5 学时

实验（抽油泵工作原理与泵效分析实验） 2 学时

### 第四章 无杆泵采油

**本章的重点难点：**电潜泵井生产系统的组成及其工作原理、电潜泵油井生产系统设计、水力活塞泵井和水力射流泵井生产系统的组成及其工作原理、水力活塞泵井和水力射流泵井生产系统设计。

1. 电潜泵举升技术 2 学时

电潜泵采油装置及其工作原理、电潜泵油井生产系统设计。

2. 水力活塞泵采油 1 学时

水力活塞泵采油系统装置、水力活塞泵井下机组、水力活塞泵油井生产系统设计。

3. 水力射流泵采油 1 学时

水力射流泵采油系统、水力射流泵工作特性、水力射流泵油井生产系统设计。

### 第五章 注水

**本章的重点难点：**注入水处理技术、注水系统流程、注水井吸水能力及其影响因素分析、分层吸水能力及测试方法、注水指示曲线的分析和应用。

1. 水源、水质及注水系统 1 学时

水源选择及水质要求、注入水处理技术、注水系统流程、注水井投注程序。

2. 注水井吸水能力分析 1 学时

注水井吸水能力、影响吸水能力的因素、改善吸水能力的措施。

3. 分层注水技术 1 学时

分层吸水能力及测试方法、分层注水管柱。

4. 注水指示曲线的分析和应用 1.5 学时

指示曲线分析、井下配水工具工作状况的判断、配注准确程度和分配层段注水量检查、嘴损曲线与配水嘴的选择。

5. 注水井调剖技术简介 0.5 学时

## 第六章 水力压裂技术

**本章的重点难点:** 油井应力状况分析、水力压裂造缝条件与裂缝延伸条件、压裂液及其特性、支撑剂及其特性、压裂井增产倍数曲线分析、裂缝几何参数计算模型、压裂效果预测方法。

1. 造缝机理 1 学时

油井应力状况、造缝条件、裂缝延伸条件。

2. 压裂液 1 学时

压裂液类型、压裂液滤失性、压裂液流变性。

3. 支撑剂 2 学时

支撑剂的要求、支撑剂的类型、支撑剂在裂缝内的分布、支撑剂的选择。

4. 压裂设计 2 学时

影响压裂井增产幅度的因素、裂缝几何参数计算模型、压裂效果预测、裂缝参数设计方法。

实验（压裂裂缝导流能力分析实验） 2 学时

## 第七章 酸处理技术

**本章的重点难点:** 常用的酸液、添加剂及其性能、盐酸与碳酸盐岩的化学反应原理、影响酸岩反应速度的因素分析、砂岩油气层的土酸处理原理、酸岩复相反应有效作用距离、酸压裂缝中酸浓度的分布规律。

1. 酸液及添加剂 1 学时

2. 碳酸盐岩地层酸化处理 1 学时

盐酸与碳酸盐岩的化学反应、影响酸岩反应速度的因素。

3. 砂岩油气层的土酸处理 1 学时

砂岩地层土酸处理原理、土酸处理设计。

4. 酸化压裂技术 0.5 学时

酸液的滤失、酸液的损耗、酸岩复相反应有效作用距离、前置液酸压设计方法。

5. 酸处理工艺 0.5 学时

## 第八章 复杂条件下的开采技术

**本章的重点难点:** 油层出砂原因与出砂机理、防砂方法及其适用性分析、清砂方法、油井防蜡机理与油井清防蜡方法、油井出水原因及找、堵水技术原理、稠油及高凝油开采特征、热采技术原理、井筒降粘技术原理与工艺设计需要考虑的问题。

1. 防砂与清砂 1.5 学时

油层出砂原因、防砂方法、清砂方法。

2. 防蜡与清蜡 1.5 学时

油井防蜡机理、油井防蜡方法、油井清蜡方法。

3. 油井堵水 1 学时

油井出水原因及找水技术、油井堵水技术。

4. 稠油及高凝油开采技术 1 学时

5. 井底处理新技术简介 1 学时

## 第九章 完井方案设计与试油

**本章的重点难点:** 完井方式及其选择需要考虑的因素、射孔设计参数设计步骤、射孔工艺设计的内容、油气层损害机理分析、储层敏感性研究内容、试油的任务及工艺方法。

1. 完井方式选择 1 学时

2. 射孔设计 1 学时

射孔参数设计、射孔工艺设计。

3. 油气层保护 1 学时

油气层损害、储层敏感性。

4. 试油 1 学时

第十章 采油工程方案设计概要 1 学时

1. 油田开发总体建设方案的构成。
2. 采油工程方案编制原则及要求。
3. 采油工程方案设计的内容。

#### 四、教材及主要参考资料

教材:

《采油工程原理与设计》，张琪编，石油大学出版社，2000。

主要参考书:

1. 《采油工艺原理》，王鸿勋、张琪，石油工业出版社，1989；
2. 《油气开采工程》，何生厚、张琪，中国石化出版社，2003；
3. 《The Technology of Artificial Lift Method》，Vol. I， II， IV或《升举法采油工艺》，卷 I、II、IV，Brown Kermit E，石油工业出版社，1987；
4. 《现代完井工程》，万仁溥，石油工业出版社，2000；
5. 《水力压裂原理》，王鸿勋，石油工业出版社，1987；
6. 《水力压裂设计数值计算方法》，王鸿勋，石油工业出版社，1998；
7. 《采油工程手册（上、下）》，万仁溥，石油工业出版社，2000；
8. 《油气井防砂理论及其应用》，何生厚、张琪，中国石化出版社，2003。

# 02104 《油藏工程》教学大纲

英文名称: reservoir engineering

课程编码: 02104

学分: 3

参考学时: 48

实验学时:

上机学时: 8

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 油藏工程课程组

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

本课程是海洋油气工程专业的一门专业核心课程。该课程是把学生所学有关专业基础课程(油田开发地质、测井、油层物理、渗流力学、应用数学等)的知识综合应用于解决实际油气田开发设计、动态分析、开发调整等系统工程问题。本课程的基本任务是使学生掌握解决这一系统工程所必须的基本概念、基础知识和基本方法,并具有应用基础理论和知识进行油气田开发设计和开发动态分析与调整的初步能力。

## 二、基本要求

本课程的先修课(除基础课外)为油层物理、渗流力学、物理化学、油田开发地质、测井解释、工程热力学、技术经济等课程。在这些学习这些知识的基础上,掌握油田开发设计方法、动态分析方法、动态监测原理及油藏动态计算方法,主要包括以下主要内容:

1. 掌握油藏工程设计的基本内容和方法。
2. 掌握非混相驱替动态计算的方法。
3. 掌握常规试井及其分析方法,理解现代试井原理及解释方法,理解示踪剂解释方法及生产测井在开发中的应用。
4. 掌握开发动态分析及主要开发指标的概念,掌握物质平衡的原理及应用、水驱油田开发指标预测的方法和内容、产量递减规律,了解合理井网密度、油田经济可采储量的计算方法。
5. 掌握改善开发效果的原理与方法,了解主要提高采收率方法的油藏工程设计原理,掌握油田综合开发综合调整的内容及方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 油藏工程设计基础

**本章的重点难点:** 油藏的主要开发程序,储量的计算方法,不同类型油藏的驱动方式特点,开发层系划分的原则,主要的注水方式和面积注水特征。

1. 油田勘探开发程序 1 学时  
了解油藏从勘探到开发主要经历的步骤和所需要进行的主要工作。
2. 油藏评价 3 学时  
掌握描述油藏油水分布特征的主要参数,容积法计算储量,油藏的驱油能量和驱动方式,不同驱动方式下的开采特征。
3. 开发层系划分与组合 2 学时  
掌握开发层系划分与组合的定义,划分原则和方法。
4. 井网与注水方式 4 学时  
油藏注水的原因,注水的时机,边缘注水的具体方式和适用条件,切割注水的适用条件,面积注水主要的井网类型,面积注水井网特征参数的计算,波及系数的概念以及不同井网形式的波及系数特点。

### 第二章 非混相驱动态预测

**本章的重点难点:** 分流量方程的推导与应用,恒压、恒速注水开发指标计算;重力分异条件下的临界产量影响因素;底水锥进油藏的治理方法;近似法计算面积注水开发指标;数值模拟的原理。

1. 一维不稳定驱替及其动态 4 学时

分流量方程的原理，影响含水率的因素，分流量方程的应用；恒速注水开发指标计算的方法和步骤；恒压注水开发指标计算的方法和步骤。

2. 重力分异及底水锥进 2 学时

重力分异的概念，重力分异情况下临界产量的影响因素，油水界面稳定的条件；底水油藏的锥进特征及其影响因素，底水油藏如何进行治理。

3. 油藏数值模拟原理及应用 讲课 2 学时，上机 2 学时

掌握数值模拟的基本原理和主要步骤；掌握油藏数值模拟工作的主要工作程序。

上机学习内容：了解数值模拟软件的基本使用方法，并能利用计算结果分析油藏开发动态分析。

第三章 油藏动态监测原理与方法

试井的基本概念和压降、压力恢复试井的方法；地层平均压力的确定；流动系数的计算方法；有界地层的试井特征；双重介质油藏的试井特征。

1. 试井及试井分析 1 学时

掌握试井的基本概念和试井技术的流程、应用。

2. 均质油藏试井分析方法 2 学时

掌握压降试井、压力恢复试井、变产量试井的主要原理和参数计算方法。

3. 有界地层的试井分析方法 2 学时

掌握在有限大地层情况下如何核实油藏储量，判断边界性质、求解地层压力，判断井到断层距离的具体试井分析方法。

4. 均质油藏试井分析应用实例 上机 2 学时

达到对常规试井数据能进行解释，并解释出地层压力、地层系数等主要参数。

5. 双重介质油藏的试井分析方法 1.5 学时

掌握双重介质的概念，双重介质油藏试井的原理和试井曲线的主要特征。

6. 垂直裂缝井的试井分析方法 0.5 学时

掌握有限导流能力模型和无限导流能力模型的试井曲线特征。

7. 现代试井分析方法 1 学时

掌握现代试井的特点，试井解释的基本原理，利用现代试井可以求取哪些参数，掌握现代试井典型曲线的曲线特征。

上机学习内容：利用教学案例，对测试资料进行解释，得到油藏的基本参数。

第四章 油藏动态分析方法

**本章的重点难点：**物质平衡方程的原理和应用；地质储量核实的方法；不稳定水侵条件下水侵量的计算方法；产量递减的特征和指标计算；水驱特征曲线的应用；合理井网密度和经济可采储量的计算。

1. 开发动态分析及主要指标的概念 1 学时

掌握油田开发动态分析的主要方法，主要研究内容和各种方法的优缺点；了解描述油田动态的指标种类，并重点掌握采油速度、采出程度、采收率、存水率、递减率等指标的定义。

2. 物质平衡方法 讲课 4 学时，上机 1 学时

掌握物质平衡的基本原理和物质平衡方程的用途；掌握驱动指数、弹性产率、水侵系数等概念；掌握利用物质平衡方程核实地质储量的方法，掌握溶解气驱动态的预测步骤，掌握定态、准定态和非定态水侵的形成条件和水侵量计算方法。上机对水侵量的计算实例进行计算。

3. 水驱特征曲线法 讲课 2 学时，上机 0.5 学时

掌握水驱特征曲线的基本特征，了解水驱特征曲线的原理；掌握水驱特征曲线在开发效果评价和动态预测中的应用。对水驱特征曲线实例进行上机作业。

4. 产量递减分析 讲课 2 学时，上机 0.5 学时

掌握产量递减率的概念，能熟练的应用产量递减理论对处于递减阶段的生产指标进行计算分析；掌握利用判别曲线进行产量递减类型的判断方法；了解翁式旋回等递减计算方法。

### 5. 注采压力系统评价

1 学时

掌握地层能量的评价判断方法；掌握基本的注采压力系统评价方法；能够熟练的运用注采平衡图进行注采压力系统评价。

### 6. 合理井网密度、油田经济可采储量的计算

讲课 1 学时，上机 2 学时

掌握井网密度、经济可采储量的概念，了解计算合理井网密度和经济可采储量的原理与方法。

上机学习内容：利用实例教学案例，计算非稳态水侵下的水侵量；绘制油藏水驱特征曲线，并评价油藏开发调整措施效果，预测水驱采收率；确定产量递减形式，预测经济极限采出程度；编制合理井网密度和经济可采储量的计算程序，并进行实例验算。

## 第五章 油田开发调整

**本章的重点难点：**毛细管数的概念；毛细管数与剩余油饱和度的关系；主要的水动力学调整方法；不稳定注水的增产机理；水平井的流动形态。

### 1. 剩余油饱和度及其可流动性

1 学时

掌握微观驱替效率、残余油、毛细管数、修正毛细管数的概念；掌握毛细管数与剩余油饱和度的关系；掌握影响毛细管数的因素，并能利用毛细管数的定义分析如何提高驱替效率。

### 2. 改善注水开发效果的水动力学方法

1 学时

掌握主要的水动力学方法，了解各种水动力学方法增产的机理；掌握不稳定注水的增产机理和影响因素。

### 3. 水平井技术及应用

1 学时

掌握水平井的流动形态，了解水平井的优点和适用的油藏地质条件。

## 四、教材及主要参考资料

1. 《油藏工程原理与方法》，姜汉桥、姚军、姜瑞忠，石油大学出版社，2000；
2. 《油藏工程基础》，郎兆新，石油大学出版社，1991；
3. 《实用油藏工程方法》，秦同洛等，石油工业出版社，1989；
4. Water Flooding. G. Paul. Willhite, The Society of Petroleum Engineers, TX, 1986；
5. Principles of Petroleum Reservoir Engineering. Gian Luigi Chierici, Springer Verlag, 1995.

# 02104 《油藏工程》 教学大纲

英文名称: reservoir engineering

课程编码: 02104

学分: 3.5 参考学时: 56 实验学时:

上机学时: 4

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 油藏工程课程组

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

本课程是石油工程专业的一门专业核心课程。该课程是把学生所学有关专业基础课程(油田开发地质、测井、油层物理、渗流力学、应用数学等)的知识综合应用于解决实际油气田开发设计、动态分析、开发调整及油藏管理的系统工程问题。本课程的基本任务是使学生掌握解决这一系统工程所必须的基本概念、基础知识和基本方法,并具有应用基础理论和知识进行油气田开发设计和开发动态分析与调整的初步能力。

## 二、基本要求

本课程的先修课(除基础课外)为油层物理、渗流力学、物理化学、油田开发地质、测井解释、工程热力学、技术经济等课程。在这些基础知识的学习基础上,掌握油田开发设计方法、动态分析方法、动态监测原理及油藏动态计算方法,主要包括以下主要内容:

1. 掌握油藏工程设计的基本内和方法。
2. 掌握非混相驱替动态计算的方法。
3. 掌握常规试井及其分析方法,理解现代试井原理及解释方法,理解示踪剂解释方法及生产测井在开发中的应用。
4. 掌握开发动态分析及主要开发指标的概念,掌握物质平衡的原理及应用、水驱油田开发指标预测的方法和内容、产量递减规律,了解合理井网密度、油田经济可采储量的计算方法。
5. 掌握改善开发效果的原理与方法,理解提高原油采收率的机理和主要实施方法,了解提高采收率技术的油藏地质开发条件,了解主要提高采收率方法的油藏工程设计原理,掌握油田综合开发综合调整的内容及方法。

6. 了解稠油、断块、低渗、凝析、缝洞型等复杂油藏的开发主要特征及油藏工程设计方法。

7. 了解油藏管理的内容及方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 油藏工程设计基础

**本章的重点难点:** 油藏的主要开发程序,储量的计算方法,不同类型油藏的驱动方式特点,开发层系划分的原则,主要的注水方式和面积注水特征。

- |  |      |
|--|------|
| 1. 油田勘探开发程序  | 2 学时 |
| 掌握油藏从勘探到开发主要经历的步骤和所需要进行的主要工作。  |      |
| 2. 油藏评价  | 3 学时 |
| 掌握描述油藏油水分布特征的主要参数,容积法计算储量,油藏的驱油能量和驱动方式,不同驱动方式下的开采特征。                                     |      |
| 3. 开发层系划分与组合   | 2 学时 |
| 掌握开发层系划分与组合的定义,划分原则和方法。  |      |
| 4. 井网与注水方式   | 4 学时 |
| 油藏注水的原因,注水的时机,边缘注水的具体方式和适用条件,切割注水的适用条件,面积注水主要的井网类型,面积注水井网特征参数的计算,波及系数的概念以及不同井网形式的波及系数特点。 |      |
| 5. 油田开发方案报告编写  | 1 学时 |
| 开发方案的主要内容。   |      |



## 第二章 非混相驱动态预测

**本章的重点难点：**分流量方程的推导与应用，恒压、恒速注水开发指标计算；重力分异条件下的临界产量影响因素；底水锥进油藏的治理方法；近似法计算面积注水开发指标；数值模拟的原理。

1. 一维不稳定驱替及其动态 4 学时  
分流量方程的原理，影响含水率的因素，分流量方程的应用；恒速注水开发指标计算的方法和步骤；恒压注水开发指标计算的方法和步骤。
2. 重力分异及底水锥进 2 学时  
重力分异的概念，重力分异情况下临界产量的影响因素，油水界面稳定的条件；底水油藏的锥进特征及其影响因素，底水油藏如何进行治理。
3. 面积注水开发指标计算 2 学时  
了解解析法计算的优缺点；掌握近似解法的优缺点，重点掌握反七点面积注水开发指标计算方法的特点。
4. 油藏数值模拟原理及应用 2 学时  
掌握数值模拟的基本原理和主要步骤；掌握油藏数值模拟工作的主要工作程序。

## 第三章 油藏动态监测原理与方法

试井的基本概念和压降、压力恢复试井的方法；地层平均压力的确定；流动系数的计算方法；有界地层的试井特征；双重介质油藏的试井特征。

1. 试井及试井分析 1 学时  
掌握试井的基本概念和试井技术的流程、应用。
2. 均质油藏试井分析方法 2 学时  
掌握压降试井、压力恢复试井、变产量试井的主要原理和参数计算方法。
3. 有界地层的试井分析方法 2 学时  
掌握在有限大地层情况下如何核实油藏储量，判断边界性质、求解地层压力，判断井到断层距离的具体试井分析方法。
4. 均质油藏试井分析应用实例 上机 2 学时  
达到对常规试井数据能进行解释，并解释出地层压力、地层系数等主要参数。
5. 双重介质油藏的试井分析方法 1.5 学时  
掌握双重介质的概念，双重介质油藏试井的原理和试井曲线的主要特征。
6. 垂直裂缝井的试井分析方法 0.5 学时  
掌握有限导流能力模型和无限导流能力模型的试井曲线特征。
7. 均质油藏的 DST 试井分析方法 0.5 学时  
了解 DST 测试的主要工作流程和测试目的。
8. 气井试井分析方法 0.5 学时  
掌握气井测试的基本原理和有油水井测试的区别。
9. 现代试井分析方法 1 学时  
掌握现代试井的特点，试井解释的基本原理，利用现代试井可以求取哪些参数，掌握现代试井典型曲线的曲线特征。
10. 油藏井间示踪动态分析方法 1 学时  
了解示踪剂测试的原理和解释方法。  
上机学习内容：利用实例教学案例，对测试资料进行解释，得到油藏的基本参数。

## 第四章 油藏动态分析方法

**本章的重点难点：**物质平衡方程的原理和应用；地质储量核实的方法；不稳定水侵条件下水侵量的计算方法；产量递减的特征和指标计算；水驱特征曲线的应用；合理井网密度和经济可采储量的计算。

1. 开发动态分析及主要指标的概念 1 学时

掌握油田开发动态分析的主要方法，主要研究内容和各种方法的优缺点；了解描述油田动态的指标种类，并重点掌握采油速度、采出程度、采收率、存水率、递减率等指标的定义。

2. 物质平衡方法 讲课 4 学时，上机 1 学时

掌握物质平衡的基本原理和物质平衡方程的用途；掌握驱动指数、弹性产率、水侵系数等概念；掌握利用物质平衡方程核实地质储量的方法，掌握溶解气驱动态的预测步骤，掌握定态、准定态和非定态水侵的形成条件和水侵量计算方法。上机对水侵量的计算实例进行计算。

3. 水驱特征曲线法 讲课 2 学时，上机 0.5 学时

掌握水驱特征曲线的基本特征，了解水驱特征曲线的原理；掌握水驱特征曲线在开发效果评价和动态预测中的应用。对水驱特征曲线实例进行上机作业。

4. 产量递减分析 讲课 2 学时，上机 0.5 学时

掌握产量递减率的概念，能熟练的应用产量递减理论对处于递减阶段的生产指标进行计算分析；掌握利用判别曲线进行产量递减类型的判断方法；了解翁式旋回等递减计算方法。

5. 注采压力系统评价 1.5 学时

掌握地层能量的评价判断方法；掌握基本的注采压力系统评价方法；能够熟练的运用注采平衡图进行注采压力系统评价。

6. 合理井网密度、油田经济可采储量的计算 1.5 学时

掌握井网密度、经济可采储量的概念，了解计算合理井网密度和经济可采储量的原理与方法。上机学习内容：利用实例教学案例，计算非稳态水侵下的水侵量；绘制油藏水驱特征曲线，并评价油藏开发调整措施效果，预测水驱采收率；确定产量递减形式，预测经济极限产量下的油藏采出程度。

## 第五章 油田开发调整

**本章的重点难点：**毛细管数的概念；毛细管数与剩余油饱和度的关系；主要的水动力学调整方法；不稳定注水的增产机理；水平井的流动形态。

1. 剩余油饱和度及其可流动性 1 学时

掌握微观驱替效率、残余油、毛细管数、修正毛细管数的概念；掌握毛细管数与剩余油饱和度的关系；掌握影响毛细管数的因素，并能利用毛细管数的定义分析如何提高驱替效率。

2. 改善注水开发效果的水动力学方法 1 学时

掌握主要的水动力学方法，了解各种水动力学方法增产的机理；掌握不稳定注水的增产机理和影响因素。

3. 水平井技术及应用 1 学时

掌握水平井的流动形态，了解水平井的优点和适用的油藏地质条件。

4. 油田开发综合调整及实例 1 学时

了解油田开发调整的步骤和相关的主要调整内容。

## 第六章 复杂油田开发

掌握稠油油藏、断块油藏、低渗透油藏、反常凝析气藏的主要开采技术和开发中应该注意的问题，了解这 4 类特殊油藏的开采特点和开发原理。

1. 稠油油藏开发原理及技术 0.5 学时

2. 断块油藏开发原理及技术 0.5 学时

3. 低渗油藏开发原理及技术 0.5 学时

4. 凝析油气藏开发原理及技术 0.5 学时

## 第七章 油藏经营管理

掌握油藏经营管理的概念和主要研究内容。

1. 油藏经营管理的内涵及基本要素 0.5 学时

2. 资料采集、分析和管理的 0.5 学时

3. 油藏管理的基本过程 0.5 学时

4. 油藏管理的技术发展 0.5 学时

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《油藏工程原理与方法》，姜汉桥、姚军、姜瑞忠，中国石油大学出版社，2006；
2. 《油藏工程基础》，郎兆新，石油大学出版社，1991；
3. 《实用油藏工程方法》，秦同洛等，石油工业出版社，1989；
4. Water Flooding. G. Paul. Willhite, The Society of Petroleum Engineers, TX, 1986；
5. Principles of Petroleum Reservoir Engineering. Gian Luigi Chierici, Springer Verlag, 1995.

# 02105 《气藏工程》教学大纲

英文名称: Gas Reservoir Engineering

课程编码: 02105

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、海洋油气工程

大纲执笔人: 孙仁远、张志英

系主任: 谷建伟

## 一、课程目标

本课程是石油工程、海洋油气工程专业的一门选修课,重点介绍气藏开发的基本理论和开发技术,包括天然气的性质、气体渗流理论、气藏储量计算、试井分析、气藏开发动态分析等。目的是使学生充分认识气藏开发的重要性,了解气藏开发与常规油藏开发的不同点,培养学生解决气藏开发问题的能力,同时提高学生的专业英语水平。

## 二、基本要求

学生应具有一定的物理化学、油层物理、渗流力学、油藏工程等方面的知识。本课程的先修课程为物理化学、油层物理、渗流力学、油藏工程。

通过本课程的学习,学生应达到下列基本要求:

1. 了解天然气物性参数的计算方法;
2. 掌握气藏储量的计算方法;
3. 了解气体在多孔介质中的渗流规律;
4. 掌握常用气藏试井的类型、理论基础及应用;
5. 掌握气藏常用开发动态分析评价方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 2 学时

天然气的重要性、天然气开发历程、气藏工程、课程目标及研究内容、教材及参考文献。

### 第一章 天然气的性质

1. 天然气的性质参数 2 学时
2. 天然气状态方程 1 学时
3. 地层油的性质 2 学时
4. 地层水的性质 1 学时
5. 天然气水合物 1 学时

本章重点: 天然气藏类型判断及天然气物性参数获取方法

### 第二章 流体在多孔介质中的渗流

1. 理想气藏模型 1 学时
2. 扩散方程 2 学时
3. 叠加原理 1 学时
4. 扩散方程求解 2 学时

本章重点: 扩散方程的推导及求解方法。

### 第三章 气藏储量计算

1. 储量 1 学时
2. 容积法储量计算 2 学时
3. 物质平衡法储量计算 2 学时

本章重点: 不同类型气藏容积法和物质平衡法储量计算方程。

### 第四章 递减曲线分析

1. 气井生产动态 1 学时
2. 气井递减类型 2 学时
3. 典型递减曲线 2 学时

本章重点：递减类型及分析方法。

#### 第五章 气井压力不稳定试井

- |                 |      |
|-----------------|------|
| 1. 试井简介         | 1 学时 |
| 2. 微可压缩流体均质气藏模型 | 1 学时 |
| 3. 压力恢复试井       | 2 学时 |
| 4. 压力降落试井       | 1 学时 |
| 5. 典型试井曲线       | 2 学时 |

本章重点：试井曲线特征；典型曲线分析。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 孙仁远, 等. Gas Reservoir Engineering, 2009;
2. John Lee and Robert A. Gas Reservoir Engineering, Wattenlarger, 1996;
3. 钟孚勋. 气藏工程, 北京: 石油工业出版社, 2001;
4. 李士伦, 等. 气田开发方案设计, 北京: 石油工业出版社, 2006;
5. 王鸣华. 气藏原理, 北京: 石油工业出版社, 1997;
6. 冈秦麟. 气藏开发应用基础技术方法, 北京: 石油工业出版社, 1997。

# 02105 Syllabus of Gas Reservoir Engineering

**Course Name (CH):** 气藏工程

**Course Number:**02105    **Credit:**2    **Course Hours:**32    **Experiment hours:**

**Programming hours:**    **Designed for:** Petroleum Engineering, Marine Oil & Gas Engineering

**Program Designer:** Sun Ren-yuan, Zhang Zhi-ying

**Director of department:** Gu Jian-wei

## I .Objectives

This is a lecture course designed for undergraduate students of petroleum engineering and marine oil & gas engineering. This course is designed to help the students master the basic knowledge of properties of the natural gases, the fluid flow in porous media, gas volumes and material balance calculations, decline curve analysis for gas wells and pressure transient test of gas wells. After studying this course, the students should be able to use the knowledge obtained to analyze and tackle the problems encountered in gas reservoir engineering.

## II .Prerequisites

The students should have studied the following courses: Physical chemistry, petrophysics, fluid flow mechanics and reservoir engineering.

## III.Contents and Proposed Teaching Hours

INTRODUCTION 2hours

The status of natural gas, History of natural gas development, introduction of gas reservoir engineering, objectives and the contents of the course, textbook and references.

Chapter 1 PROPERTIES OF NATURAL GAS 7hours

1.Properties of natural gases 2hours

2.Equation of state of natural gases 1hour

3.Properties of crude oil 2hours

4.Properties of formation water 1hour

5.Gas hydrate 1hour

Keynotes of chapter 1: The determination of the type of gas reservoirs; The methods for the parameters of natural gas correlations.

Chapter 2 FUNDAMENTALS OF FLUID FLOW IN POROUS MEDIUM 6hours

1.Ideal gas reservoir model 1hour

2.Diffusivity equation 2hours

3.Principle of superposition 1hour

4.Solution to the diffusivity equation 2hours

Keynotes of chapter 2: The derivation of the diffusivity equation; The solution to the diffusivity equation.

Chapter 3 GAS VOLUMES AND MATERIAL-BALANCE CALCULATIONS 5hours

1.Reserves of a gas reservoir 1hour

2.Volumetric method 2hours

3.Material-balance method 2hours

Keynotes of chapter 3: The reserve calculation methods for different type of reservoirs.

Chapter 4 DECLINE CURVE ANALYSIS FOR GAS WELLS 5hours

1.Performance of a gas well 1hour

2.Decline types of gas wells 2hours

|   |        |
|---|--------|
| 3. Decline type curves  | 2hours |
| Keynotes of chapter 4: The types of decline and the methods for analysis.                           |        |
| Chapter 5 PRESSURE-TRANSIENT TEST OF GAS WELLS  | 7hours |
| 1. Introduction to well test  | 1hour  |
| 2. Homogeneous reservoir model for slightly compressible liquid                                     | 1hour  |
| 3. Buildup test for gas wells   | 2hours |
| 4. Pressure drawdown test for gas wells   | 1hour  |
| 5. Type curve analysis  | 2hours |
| Keynotes of chapter 5: The Characteristics of well test curves; The method for type curve analysis. |        |

#### **IV. Textbooks and References**

Textbook:

SUN Ren-yuan, ZHANG Zhi-ying, LI Ai-fen. Gas Reservoir Engineering, 2009.

References:

1. John Lee and Robert A. Gas Reservoir Engineering, Wattenlarger, 1996;
2. Zhong Fu-xun. Gas Reservoir Engineering (in Chinese). Beijing: Press of Petroleum Industry, 2001;
3. Li Shi-lun, et al. Design of Gas Field Development Plan (in Chinese). Beijing: Press of Petroleum Industry, 2006;
4. Wang Ming-hua. Gas Reservoir Engineering (in Chinese). Beijing: Press of Petroleum Industry, 1997;
5. Gang Qin-lin. Basic Applied Technology in Gas Reservoir Development (in Chinese). Beijing: Press of Petroleum Industry, 1997.

# 02105 《气藏工程》教学大纲

英文名称: Gas Reservoir Engineering

课程编码: 02105

学分: 2.5

参考学时: 40

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程(全英文)

大纲执笔人: 孙仁远、张志英

系主任: 谷建伟

## 一、课程目标

本课程是石油工程专业的一门选修课,重点介绍气藏开发的基本理论与技术,包括天然气的性质、气体渗流理论、气藏储量计算、试井分析、气藏开发动态分析等。目的是使学生充分认识气藏开发的重要性,了解气藏开发与常规油藏开发的不同点,培养学生解决气藏开发问题的能力,同时提高学生的专业英语水平。

## 二、基本要求

学生应具有一定的物理化学、油层物理、渗流力学、油藏工程等方面的知识。本课程的先行课程为物理化学、油层物理、渗流力学、油藏工程。

通过本课程的学习,学生应达到下列基本要求:

1. 了解天然气物性参数的计算方法;
2. 掌握气藏储量的计算方法;
3. 了解气体在多孔介质中的渗流规律;
4. 掌握常用气藏试井的类型、理论基础及应用;
5. 掌握气藏常用开发动态分析评价方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

|   |      |
|---|------|
| 绪论                                      | 2 学时 |
| 天然气的重要性、天然气开发历程、气藏工程、课程目标及研究内容、教材及参考文献。 |      |
| 第一章 天然气的性质                              | 9 学时 |
| 1. 天然气的性质参数                             | 2 学时 |
| 2. 天然气状态方程                              | 2 学时 |
| 3. 地层油的性质                               | 2 学时 |
| 4. 地层水的性质                               | 2 学时 |
| 5. 天然气水合物                               | 1 学时 |
| 本章重点: 天然气藏类型判断及天然气物性参数获取方法              |      |
| 第二章 流体在多孔介质中的渗流                         | 8 学时 |
| 1. 理想气藏模型                               | 2 学时 |
| 2. 扩散方程                                 | 2 学时 |
| 3. 叠加原理                                 | 2 学时 |
| 4. 扩散方程求解                               | 2 学时 |
| 本章重点: 扩散方程的推导及求解方法。                     |      |
| 第三章 气藏储量计算                              | 6 学时 |
| 1. 储量                                   | 2 学时 |
| 2. 容积法储量计算                              | 2 学时 |
| 3. 物质平衡法储量计算                            | 2 学时 |
| 本章重点: 不同类型气藏容积法和物质平衡法储量计算方程。            |      |
| 第四章 递减曲线分析                              | 6 学时 |
| 1. 气井生产动态                               | 2 学时 |
| 2. 气井递减类型                               | 2 学时 |



|                     |      |
|---------------------|------|
| 3. 典型递减曲线           | 2 学时 |
| 本章重点：递减类型及分析方法。     |      |
| 第五章 气井压力不稳定试井       | 9 学时 |
| 1. 试井简介             | 1 学时 |
| 2. 微可压缩流体均质气藏模型     | 2 学时 |
| 3. 压力恢复试井           | 2 学时 |
| 4. 压力降落试井           | 2 学时 |
| 5. 典型试井曲线           | 2 学时 |
| 本章重点：试井曲线特征；典型曲线分析。 |      |

#### 四、教材及主要参考资料

1. 孙仁远, 等. Gas Reservoir Engineering, 2009;
2. John Lee and Robert A. Gas Reservoir Engineering, Wattenlarger, 1996;
3. 钟孚勋. 气藏工程, 北京: 石油工业出版社, 2001;
4. 李士伦, 等. 气田开发方案设计, 北京: 石油工业出版社, 2006;
5. 王鸣华. 气藏原理, 北京: 石油工业出版社, 1997;
6. 冈秦麟. 气藏开发应用基础技术方法, 北京: 石油工业出版社, 1997。

# 02105 Syllabus of Gas Reservoir Engineering

**Course Name (CH):** 气藏工程

**Course Number:**02105      **Credit:**2.5      **Course Hours:**40      **Experiment hours:**  
**Programming hours:**      **Designed for:** Petroleum Engineering (International students)

**Program Designer:** Sun Ren-yuan, Zhang Zhi-ying

**Director of department:** Gu Jian-wei

## I .Objectives

This is a course designed for international students of petroleum engineering. This course is to make the students know the basic knowledge of properties of the reservoir fluid, the fluid flow in porous media, gas volumes and material balance calculations, decline curve analysis for gas wells and pressure transient test of gas wells. After studying this course, the students should be able to use the knowledge obtained to analyze and tackle the problems encountered in gas reservoir engineering.

## II .Prerequisites

The students should have studied the following courses: Physical chemistry, petrophysics, fluid flow mechanics and reservoir engineering.

## III.Contents and Proposed Teaching Hours

|   |        |
|---|--------|
| INTRODUCTION  | 2hours |
| The status of natural gas, History of natural gas development, introduction of gas reservoir engineering, objectives and the contents of the course, textbook and references. |        |
| Chapter 1 PROPERTIES OF NATURAL GAS   | 9hours |
| 1.Properties of natural gases   | 2hours |
| 2.Equation of state of natural gases  | 2hours |
| 3.Properties of crude oil   | 2hours |
| 4.Properties of formation water   | 2hours |
| 5.Gas hydrate   | 1hour  |
| Keynotes of chapter 1: The determination of the type of gas reservoirs; The methods for the parameters of natural gas correlations.   |        |
| Chapter 2 FUNDAMENTALS OF FLUID FLOW IN POROUS MEDIUM   | 8hours |
| 1.Ideal gas reservoir model   | 2hours |
| 2.Diffusivity equation  | 2hours |
| 3.Principle of superposition  | 2hours |
| 4.Solution to the diffusivity equation  | 2hours |
| Keynotes of chapter 2: The derivation of the diffusivity equation; The solution to the diffusivity equation.  |        |
| Chapter 3 GAS VOLUMES AND MATERIAL-BALANCE CALCULATIONS   | 6hours |
| 1.Reserves of a gas reservoir   | 2hours |
| 2.Volumetric method   | 2hours |
| 3.Material-balance method   | 2hours |
| Keynotes of chapter 3: The reserve calculation methods for different type of reservoirs.  |        |
| Chapter 4 DECLINE CURVE ANALYSIS FOR GAS WELLS  | 6hours |
| 1.Performance of a gas well   | 2hours |
| 2.Decline types of gas wells  | 2hours |
| 3.Decline type curves   | 2hours |

Keynotes of chapter 4: The types of decline and the methods for analysis.

|  |        |
|--|--------|
| Chapter 5 PRESSURE-TRANSIENT TEST OF GAS WELLS                 | 9hours |
| 1.Introduction to well test                                    | 1hour  |
| 2.Homogeneous reservoir model for slightly compressible liquid | 2hours |
| 3.Buildup test for gas wells                                   | 2hours |
| 4.Pressure drawdown test for gas wells                         | 2hours |
| 5.Type curve analysis  | 2hours |

Keynotes of chapter 5: The Characteristics of well test curves; The method for type curve analysis.

#### **IV.Textbooks and References**

Textbook:

1.SUN Ren-yuan, ZHANG Zhi-ying, LI Ai-fen. Gas Reservoir Engineering, 2009.

References:

1.John Lee and Robert A. Gas Reservoir Engineering, Wattenlarger, 1996;

2.Zhong Fu-xun. Gas Reservoir Engineering (in Chinese). Beijing: Press of Petroleum Industry, 2001;

3.Li Shi-lun, et al. Design of Gas Field Development Plan (in Chinese). Beijing: Press of Petroleum Industry, 2006;

4.Wang Ming-hua. Gas Reservoir Engineering (in Chinese). Beijing: Press of Petroleum Industry, 1997;

5.Gang Qin-lin. Basic Applied Technology in Gas Reservoir Development (in Chinese). Beijing: Press of Petroleum Industry, 1997.

# 02106 《采气工程》教学大纲

英文名称: nature gas production engineering

课程编码: 02106

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 薛建泉

系(教研室)主任: 董长银

## 一、课程目标

《采气工程》是为了适应我国天然气工业的发展形势、扩大学生专业知识面而为石油工程专业本科生开设的选修课, 是一门内容较为广泛的综合性课程。通过本课程的学习, 学生能够掌握采气工程的基本原理及其工艺设计步骤和方法, 了解采气工程的新技术及发展动向, 为今后从事天然气开采工作打下初步的基础, 是《采油工程》课程内容有益的补充。

## 二、基本要求

本课程作为一门专业选修课, 可与其它专业选修课同时进行。

本课程以讲授基本理论为主, 同时结合生产实际介绍气田生产的新技术、新工艺和新设备。

## 三、教学内容与学时分配建议

前言

4 学时

**本章的重点难点:** 无。

1. 天然气与采气工程;
2. 世界天然气工业发展趋势;
3. 中国天然气资源状况;
4. 采气工程的主要任务;
5. 采气工程的主要特点;
6. 课程内容体系及学习要求。

第一章 天然气基础知识

2 学时

**本章的重点难点:** 天然气的组成和分类。

1. 天然气的组成和分类;
2. 天然气理化性质。

第二章 气井完井

4 学时

**本章的重点难点:** 完井方法、气层保护技术。

1. 完井方法;
2. 油气层保护技术;
3. 气井完井测试。

第三章 气井产能分析

6 学时

**本章的重点难点:** 气井产能公式、完井方式对气流入井动态的影响。

1. 稳定状态流动的气井产能公式;
2. 拟稳定状态流动的气井产能公式;
3. 气井产能经验方程;
4. 试井的概念机试井曲线;
5. 单相流稳定试井分析;
6. 气井产能试井。

第四章 气井生产系统分析

2 学时

**本章的重点难点:** 气体通过气嘴的流动、气井生产系统节点分析

1. 气体井筒稳定流动能量方程;
2. 气体通过气嘴的流动;

|   |      |
|---|------|
| 3. 气井节点系统分析                                 |      |
| 第五章 排水采气工艺                                  | 4 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 排水采气工艺的机理、各种排水采气工艺的原理及设计方法。 |      |
| 1. 井筒携液及积液诊断；                               |      |
| 2. 优选管柱排水采气；                                |      |
| 3. 泡沫排水采气；                                  |      |
| 4. 气举排水采气；                                  |      |
| 5. 常规有杆泵排水采气；                               |      |
| 6. 电潜泵排水采气；                                 |      |
| 7. 射流泵排水采气。                                 |      |
| 第六章 气井井场工艺                                  | 4 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 采气流程、天然气的分离及脱水脱硫工艺。         |      |
| 1. 采气流程；                                    |      |
| 2. 天然气的计量；                                  |      |
| 3. 气液(固)分离；                                 |      |
| 4. 天然气脱水工艺；                                 |      |
| 5. 天然气脱硫工艺。                                 |      |
| 第七章 气井增产措施                                  | 4 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 气井的酸化、压裂技术。                 |      |
| 1. 气井酸化技术；                                  |      |
| 2. 气井压裂技术；                                  |      |
| 3. 气井酸压技术；                                  |      |
| 4. 储层评价与施工合理性研究。                            |      |
| 第八章 采气工程方案设计                                | 2 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 采气工程方案设计的主要内容。              |      |
| 1. 方案设计的任务和特点；                              |      |
| 2. 方案设计的前期工作；                               |      |
| 3. 方案设计的主要内容。                               |      |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                          |      |
| 教材：   |      |
| 《天然气开采工程基础》，陈德春编，中国石油大学出版社，2007，公开出版。       |      |
| 主要参考书：                                      |      |
| 1. 《天然气工程》，李士伦编，石油工业出版社，2008，公开出版；          |      |
| 2. 《采气工艺基础》，杨继盛编，石油工业出版社，1992，公开出版；         |      |
| 3. 《采气实用计算》，杨继盛编，石油工业出版社，1994，公开出版；         |      |
| 4. 《凝析气藏开发工程》，杨宝善编，石油工业出版社，1995，公开出版。       |      |

# 02108 《渗流力学》教学大纲

英文名称: Seepage Flow Mechanics

课程编码: 02108

学分: 2

参考学时: 32 实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 杜殿发

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

渗流力学是流体力学的一个重要分支,是开发地下流体资源的基础,是海洋油气工程专业的专业基础课,其任务是通过对本门课程的学习,使学生掌握渗流力学的基本知识、基本理论和相应的基本技能。

## 二、基本要求

本课程应达到以下要求:

1. 培养学生以严谨的科学态度和方法来认识、分析和解决渗流问题的能力;
2. 使学生牢固地掌握油、气、水渗流的基本规律以及应用它解决各种渗流问题的基本思路和方法;
3. 为学生运用渗流基本理论解决油田生产实践中与渗流有关的问题奠定坚实的理论基础。

由于本课程是石油工程专业的专业基础课,具有较强的理论性,要求学生必须具有相应的基础,才能完成大纲所要求的内容。要求学生具备较好的石油地质基础知识和坚实的油层物理基础,同时还应具备较好的数学基础,除高等数学外,应具备复变函数、数理方法等应用数学的基础知识。

## 三、教学内容与学时分配建议

渗流力学是一门较为系统和完整的专业基础课,所涉及的内容较多,在学时有限的情况下,难以全面完整地在课堂内完成全部课程的教学工作,因此对某些带\*号的章节不在课堂内要求,对那些学有余力的学生可以自学来完成这些内容的学习。但对基本内容则要求学生熟练掌握。

### 第一章 渗流的基本概念和基本规律

6 学时

**本章重点及难点:** 多孔介质分类及与渗流有关的特性、力学分析及驱动类型、渗流基本规律与渗流方式、连续介质场。

本章需要“油田开发地质学”中有关油气藏的形成、类型、特点等知识点及“油层物理”中岩石的物理性质、饱和流体岩石的物理性质等知识点。

#### 绪论

2 学时

1. 油气藏及其简化 0.5 学时
2. 多孔介质及连续介质场 0.5 学时
3. 渗流过程中的力学分析及各种压力概念 0.5 学时
4. 渗流的基本规律及渗流方式 0.5 学时
5. 非线性渗流规律 1 学时
6. 低速下的渗流规律 0.5 学时
7. 两相渗流规律 0.5 学时

### 第二章 油气渗流的数学模型

4 学时

**本章重点及难点:** 油气渗流数学模型的一般结构、连续性方程。

本章需要“高等数学”微积分及“油层物理”流体、岩石的物理性质等知识点。

1. 建立油气渗流数学模型的原则 1 学时
2. 运动方程、状态方程和连续性方程 1 学时
3. 典型油气渗流数学模型的建立 1 学时
4. 数学模型的边界条件和初始条件 1 学时

### 第三章 单相液体稳定渗流理论 10 学时

**本章重点及难点：**渗流基本方程及其解、势的叠加、镜像反映、复势叠加。本章需要“渗流力学”第 1、2 章、“高等数学”微积分、选修课“复变函数”势函数、复势、解析函数等相关知识点。

1. 单相液体稳定渗流基本方程的解及其应用 1 学时
2. 井的不完善性对渗流的影响 0.5 学时
3. 油井的稳定试井 0.5 学时
4. 势的叠加原理与多井干扰理论 1 学时
5. 势的叠加原理的典型应用 2 学时
6. 考虑边界效应的镜像反映法 2 学时
7. 复势理论在平面渗流问题中的应用 2 学时
8. 用保角变换法求解平面渗流问题 0.5 学时
9. 等值渗流阻力法 0.5 学时

### 第四章 弹性微可压缩液体的不稳定渗流 8 学时

**本章重点及难点：**不稳定渗流物理过程、无限大地层典型解、叠加原理尤其是变产量叠加、有界地层的解。

本章需要“渗流力学”第 1、2、3 章、“油层物理”岩石、流体物性、“高等数学”微积分、微分方程求解及选修课“复变函数”贝塞尔函数等相关知识点。

1. 不稳定渗流的物理过程 1 学时
2. 弹性不稳定渗流无限大地层典型解 2 学时
- 3\*. 弹性不稳定渗流有界地层典型解（自学）
4. 弹性不稳定渗流的叠加与映射 2 学时
5. 圆形封闭地层中心一口井拟稳态时的近似解 1 学时
- 6\*. 带时间变量边界条件的不稳定渗流——杜哈美原理（自学）
7. 油井的不稳定试井 2 学时

### 第五章\* 气体渗流理论（自学）

**本章重点及难点：**气体渗流的基本方程、稳定渗流与不稳定渗流的基本解、压力函数。

本章需要“渗流力学”第 1、2、3、4 章、“油层物理”岩石、气体物性、“高等数学”微积分、微分方程求解等相关知识点。

1. 气体渗流的数学模型
2. 气体稳定渗流
3. 气井的稳定试井
4. 气体不稳定渗流微分方程的典型解
5. 气井的不稳定试井

### 第六章 油水两相渗流理论 4 学时

**本章重点及难点：**分流量方程、等饱和度移动方程、饱和度分布及变化规律。

本章需要“渗流力学”第 1、2、3、4 章、“油层物理”饱和两相流体岩石的物性、“高等数学”微积分、微分方程求解等相关知识点。

1. 油水两相渗流的基本微分方程 0.5 学时
2. 活塞式水驱油 0.5 学时
3. 非活塞式水驱油 3 学时

### 四、教材及主要参考资料

1. 《油气层渗流力学》，张建国等，石油大学出版社，2009，国家级规划教材；
2. 《油气层渗流力学》，张建国等，石油大学出版社，1998，国家级规划教材；
3. 《渗流力学基础》，刘尉宁，石油工业出版社，1985；
4. 《地下水气动力学》，恰尔内著，陈钟祥译，石油工业出版社，1982；

5. 《多孔介质流体力学》，贝尔著，李竟先译，中国建筑工业出版社，1983；
6. 《流体通过多孔材料的流动》，科林斯著，陈钟祥译，石油工业出版社，1984；
7. 《油气地下渗流力学》，郎兆新，石油大学出版社，2001；
8. 《渗流力学》，翟云芳，石油工业出版社，2003；
9. 《油气层渗流力学》，李治平，石油工业出版社，2001；
10. 《渗流力学基础》，王晓冬，石油工业出版社，2006；
11. 《高等渗流力学》，孔祥言，中国科学技术大学出版社，1999；
12. 《现代油藏渗流力学原理》，葛家理，石油工业出版社，2003。



# 02108 《渗流力学》教学大纲

英文名称: Seepage Flow Mechanics

课程编码: 02108

学分: 3

参考学时: 48 实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 杜殿发

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

渗流力学是流体力学的一个重要分支,是开发地下流体资源的基础,是石油工程专业的专业基础课,其任务是通过对本门课程的学习,使学生掌握渗流力学的基本知识、基本理论和相应的基本技能。

## 二、基本要求

本课程应达到以下要求:

1. 培养学生以严谨的科学态度和方法来认识、分析和解决渗流问题的能力;
2. 使学生牢固地掌握油、气、水渗流的基本规律以及应用它解决各种渗流问题的基本思路和方法;
3. 为学生运用渗流基本理论解决油田生产实践中与渗流有关的问题奠定坚实的理论基础。

由于本课程是石油工程专业的专业基础课,具有较强的理论性,要求学生必须具有相应的基础,才能完成大纲所要求的内容。要求学生具备较好的石油地质基础知识和坚实的油层物理基础,同时还应具备较好的数学基础,除高等数学外,应具备复变函数、数理方法等应用数学的基础知识。

## 三、教学内容与学时分配建议

油气层渗流力学是一门较为系统和完整的专业基础课,所涉及的内容较多,在学时有限的情况下,难以全面完整地在课堂内完成全部课程的教学工作,因此对某些带\*号的章节不在课堂内要求,对那些学有余力的学生可以自学来完成这些内容的学习。但对基本内容则要求学生熟练掌握。

### 第一章 渗流的基本概念和基本规律

6 学时

**本章重点及难点:** 多孔介质分类及与渗流有关的特性、力学分析及驱动类型、渗流基本规律与渗流方式、连续介质场。

本章需要“油田开发地质学”中有关油气藏的形成、类型、特点等知识点及“油层物理”中岩石的物理性质、饱和流体岩石的物理性质等知识点。

#### 绪论

2 学时

1. 油气藏及其简化 0.5 学时
2. 多孔介质及连续介质场 0.5 学时
3. 渗流过程中的力学分析及各种压力概念 0.5 学时
4. 渗流的基本规律及渗流方式 0.5 学时
5. 非线性渗流规律 1 学时
6. 低速下的渗流规律 0.5 学时
7. 两相渗流规律 0.5 学时

### 第二章 油气渗流的数学模型

4 学时

**本章重点及难点:** 油气渗流数学模型的一般结构、连续性方程。

本章需要“高等数学”微积分及“油层物理”流体、岩石的物理性质等知识点。

1. 建立油气渗流数学模型的原则 1 学时
2. 运动方程、状态方程和连续性方程 1 学时
3. 典型油气渗流数学模型的建立 1 学时
4. 数学模型的边界条件和初始条件 1 学时

第三章 单相液体稳定渗流理论 14 学时

**本章重点及难点：**渗流基本方程及其解、势的叠加、镜像反映、复势叠加。本章需要“渗流力学”第 1、2 章、“高等数学”微积分、选修课“复变函数”势函数、复势、解析函数等相关知识点。

1. 单相液体稳定渗流基本方程的解及其应用 1.5 学时
2. 井的不完善性对渗流的影响 0.5 学时
3. 油井的稳定试井 0.5 学时
4. 势的叠加原理与多井干扰理论 1.5 学时
5. 势的叠加原理的典型应用 2 学时
6. 考虑边界效应的镜像反映法 2 学时
7. 复势理论在平面渗流问题中的应用 3 学时
8. 用保角变换法求解平面渗流问题 1 学时
9. 等值渗流阻力法 2 学时

第四章 弹性微可压缩液体的不稳定渗流 10 学时

**本章重点及难点：**不稳定渗流物理过程、无限大地层典型解、叠加原理尤其是变产量叠加、有界地层的解。

本章需要“渗流力学”第 1、2、3 章、“油层物理”岩石、流体物性、“高等数学”微积分、微分方程求解及选修课“复变函数”贝塞尔函数等相关知识点。

1. 不稳定渗流的物理过程 1 学时
2. 弹性不稳定渗流无限大地层典型解 2 学时
3. 弹性不稳定渗流有界地层典型解（自学）
4. 弹性不稳定渗流的叠加与映射 2 学时
5. 圆形封闭地层中心一口井拟稳态时的近似解 1 学时
- 6\*. 带时间变量边界条件的不稳定渗流——杜哈美原理（自学）
7. 油井的不稳定试井 4 学时

第五章 气体渗流理论 4 学时

**本章重点及难点：**气体渗流的基本方程、稳定渗流与不稳定渗流的基本解、压力函数。

本章需要“渗流力学”第 1、2、3、4 章、“油层物理”岩石、气体物性、“高等数学”微积分、微分方程求解等相关知识点。

1. 气体渗流的数学模型 0.5 学时
2. 气体稳定渗流 1 学时
3. 气井的稳定试井 0.5 学时
4. 气体不稳定渗流微分方程的典型解 1 学时
5. 气井的不稳定试井 1 学时

第六章 油水两相渗流理论 8 学时

**本章重点及难点：**分流量方程、等饱和度移动方程、饱和度分布及变化规律。

本章需要“渗流力学”第 1、2、3、4 章、“油层物理”饱和两相流体岩石的物性、“高等数学”微积分、微分方程求解等相关知识点。

1. 油水两相渗流的基本微分方程 2 学时
2. 活塞式水驱油 1 学时
3. 非活塞式水驱油 5 学时

第七章 油气两相渗流理论 2 学时

**本章重点及难点：**油气两相稳定渗流与不稳定渗流的分析方法、求解思路。

分流量方程、等饱和度移动方程、饱和度分布及变化规律。

本章需要“渗流力学”第 1、2、3、4、5 章、“油层物理”饱和两相流体岩石的物性、“高等数学”微积分、微分方程求解等相关知识点。

- |                |        |
|----------------|--------|
| 1. 油气两相渗流的物理过程 | 0.5 学时 |
| 2. 油气两相渗流的数学模型 | 0.5 学时 |
| 3. 油气两相稳定渗流    | 0.5 学时 |
| 4. 油气两相不稳定渗流   | 0.5 学时 |

说明：48 学时完成 1-7 章课程的教学任务，其中第 8~9 章分别讲述双重介质渗流、复杂渗流理论等由学生自学，了解相关的基本内容；另本课程与“渗流物理实验”并行，通过实验熟悉并掌握渗流基本现象与规律，具体要求见实验课程教学大纲。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《油气层渗流力学》，张建国等，石油大学出版社，2009，国家级规划教材；
2. 《油气层渗流力学》，张建国等，石油大学出版社，1998，国家级规划教材；
3. 《渗流力学基础》，刘尉宁，石油工业出版社，1985；
4. 《地下水气动力学》，恰尔内著，陈钟祥译，石油工业出版社，1982；
5. 《多孔介质流体力学》，贝尔著，李竟先译，中国建筑工业出版社，1983；
6. 《流体通过多孔材料的流动》，科林斯著，陈钟祥译，石油工业出版社，1984；
7. 《油气地下渗流力学》，郎兆新，石油大学出版社，2001；
8. 《渗流力学》，翟云芳，石油工业出版社，2003；
9. 《油气层渗流力学》，李治平，石油工业出版社，2001；
10. 《渗流力学基础》，王晓冬，石油工业出版社，2006；
11. 《高等渗流力学》，孔祥言，中国科学技术大学出版社，1999；
12. 《现代油藏渗流力学原理》，葛家理，石油工业出版社，2003。

# 02109 《油层物理》教学大纲

英文名称: Physical Properties of Petroleum Reservoir

课程编码: 02109

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、海洋油气工程

大纲执笔人: 李爱芬、孟红霞

教研室主任: 谷建伟

## 一、课程目标

油层物理是为石油工程、海洋油气工程专业开设的一门专业基础课。其目标是培养学生掌握储层流体和岩石性质的基本概念、基本原理和基本规律,了解油层物理的研究方法,能够应用油层物理的理论和方法分析解决油气田开发中的工程问题,为学习后续课程及将来从事石油工程领域的工作奠定基础。

## 二、基本要求

掌握储层流体与岩石物理性质参数的概念、确定方法、影响因素及变化规律;储层流体在岩石孔隙中的分布规律、流动特点、影响因素及在油气田开发过程中的应用;了解油层储层流体与岩石物理性质主要参数的测试方法。

本课程的先修课为:高等数学、普通物理、石油地质、化学原理 I、化学原理 II 和热力学等。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 0.5 学时

油层物理的研究对象、目的、任务及其在油气田开发中的作用;油层物理的研究内容、学习方法、研究方法和发展方向。

第一章 储层流体的物理性质 9.5 学时

**本章重点难点:** 储层流体的化学组成,相态变化及分离计算,高压物性参数计算及变化规律。

1. 储层烃类的组成及分类 0.5 学时

石油、天然气的化学组成及表示方法、商品性质、分类及常规物理性质。

2. 储层烃类体系的相态特征 3 学时

体系、相、组分、组成、相图的定义;储层烃类体系临界点、泡点、露点、临界凝析压力、临界凝析温度的定义;等温反常凝析现象;单组分、双组分及多组分烃的相图特征及应用;典型储层烃类体系的相图特征及对比。

3. 油气体系的溶解与分离 1.5 学时

亨利定律,天然气在原油中溶解的特点及其影响因素;相态方程、泡点方程、露点方程的推导及其应用;油气分离方式及计算。

4. 天然气的高压物性 2 学时

天然气的视相对分子质量和相对密度;理想、真实气体状态方程,压缩因子的确定;等温压缩系数,体积系数,粘度的定义、特点及确定方法;确定天然气高压物性参数的经验公式\*;天然气水合物的基本概念\*。

5. 地层油的高压物性 2 学时

地层油的溶解气油比,密度、相对密度、体积系数,两相体积系数,等温压缩系数,粘度和收缩率的定义、特点、影响因素及变化规律;地层油物性参数的经验计算方法\*;地层油 PVT 高压物性测试\*。

6. 地层水的高压物性 0.5 学时

地层水的组成;矿化度的定义;分类方法及水型;地层水高压物性参数的确定。

第二章 储层岩石的物理性质 8 学时

**本章重点难点:** 储层砂岩骨架和孔隙基本物性参数的定义、测定方法、影响因素及变化规律,砂岩性质对开发效果的影响。

1. 砂岩的骨架性质 1 学时  
砂岩粒度组成的定义、分析方法及评价方法；岩石比面的定义、影响因素及求取方法。
2. 储层岩石的孔隙性 2 学时  
储层岩石孔隙，孔隙类型，孔隙结构；孔隙度的定义、影响因素及测定方法；岩石的等温压缩系数、孔隙压缩系数及综合压缩系数、地质储量、弹性储量、弹性采收率的定义及计算。
3. 储层岩石的渗透性 2 学时  
达西实验及达西定律；绝对渗透率的定义、单位及测定条件；气测渗透率原理及测定方法、Klinkenberg 效应；影响渗透率的因素；非均质储层渗透率的计算\*。
4. 储层流体饱和度 1 学时  
流体饱和度的定义、测定方法及地下、地面饱和度的区别；束缚水饱和度、残余油饱和度和剩余油饱和度的概念及其应用。
5. 岩石的胶结物质及胶结类型 1 学时  
胶结物的定义，常见胶结物的特征及对油气田开发效果的影响，岩石的胶结类型的定义、类型及特征；储层敏感性的定义、类型及对油气田开发效果的影响；储层敏感性评价的基本知识\*。
6. 毛细管渗流模型及其应用 1 学时  
毛细管渗流模型；泊谔叶定律；毛细管渗流定律；渗透率、孔隙度、平均孔隙半径、比面之间的关系。
7. 储层岩石的其它物理性质\*
- 第三章 饱和多相流体的油藏岩石的渗流特性 10 学时  
**本章重点难点：**储层中的界面现象、特点、影响因素及变化规律；多相流体渗流特征、研究方法及应用。
1. 油藏流体的界面张力 2 学时  
两相界面的界面能，油藏流体的界面张力，影响界面张力的因素；吸附及吉布斯等温吸附式
2. 油藏岩石的润湿性和油水分布 2 学时  
润湿，接触角，润湿张力，杨氏方程，润湿滞后，润湿反转的概念；储层岩石润湿性的特点、测定方法及其影响因素；润湿滞后、润湿反转的影响因素；油水在岩石孔隙中的分布。
3. 油藏岩石的毛管力 4 学时  
毛管力公式推导，毛细管力的概念及应用；任意弯液面附加压力公式及其影响，贾敏效应；毛管力曲线的测定原理及毛管力曲线转换；毛管力曲线的特征及特征参数；毛管力曲线的应用，J 函数的应用。
4. 储层岩石的相对渗透率 2 学时  
有效渗透率、相对渗透率的概念及其特点，两相相对渗透率曲线及其特征参数；影响相对渗透率曲线的因素；相对渗透率曲线的获取方法；流度、流度比及含水率的概念，相对渗透率曲线的应用。
5. 微观渗流机理\*
- 互不连通的毛管单相流、两相流；不等径并联毛管孔道的两相流；毛管孔道中的混合液流。
- 第四章 油层物理研究与应用 4 学时  
**本章重点难点：**采收率、波及系数、洗油效率的定义及影响因素；提高采收率方法及其机理。
1. 采收率及其影响因素 2 学时  
原油采收率、波及系数和洗油效率的定义及影响因素；一、二、三次采油；天然驱油能量及驱动方式；不同驱油方式下的原油采收率。
2. 提高原油采收率方法简介 2 学时  
提高原油采收率方法分类及机理。
3. 剩余油饱和度与采收率\*。
4. 物理模拟原理\*。

#### 四、教材及主要参考资料

教材:

油层物理学 (第 3 版), 李爱芬, 中国石油大学出版社, 2011, 国家“十一五”规划教材。

主要参考书:

1. 油层物理学, 杨胜来, 魏俊之, 石油工业出版社, 2004;
2. 油层物理, 何更生, 石油工业出版社, 1994;
3. 油层物理基础, 洪世铎, 石油工业出版社, 1985;
4. 油层物理, 罗蛰潭, 地质出版社, 1985。

# 02109 《油层物理》教学大纲

英文名称: Physical Properties of Petroleum Reservoir

课程编码: 02109

学分: 2

参考学时: 32

实验学时: 8

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 李爱芬、孟红霞

教研室主任: 谷建伟

## 一、课程目标

油层物理是为海洋油气工程专业开设的一门专业基础课。其目标是培养学生掌握储层流体和岩石性质的基本概念、基本原理和基本规律,掌握油层物理的研究方法,能够应用油层物理的理论和方法分析解决油气田开发中的工程问题,为学习后续课程及将来从事石油工程领域的工作奠定基础。

## 二、基本要求

掌握储层流体与岩石物理性质参数的概念、确定方法、影响因素及变化规律;储层流体在岩石孔隙中的分布规律、流动特点、影响因素及在油气田开发过程中的应用;掌握油层储层流体与岩石物理性质主要参数的测试方法,加强实验动手能力培养。

本课程的先修课为:高等数学、普通物理、石油地质、化学原理 I、化学原理 II 和热力学等。

## 三、教学内容与学时分配建议

### (一) 理论

绪论 0.5 学时

油层物理的研究对象、目的、任务及其在油气田开发中的作用;油层物理的研究内容、学习方法、研究方法和发展方向。

第一章 储层流体的物理性质 7.5 学时

**本章重点难点:** 储层流体的化学组成,相态变化及分离计算,高压物性参数计算及变化规律。

1. 储层烃类的组成及分类 0.5 学时

石油、天然气的化学组成及表示方法、商品性质、分类及常规物理性质。

2. 储层烃类体系的相态特征 2 学时

体系、相、组分、组成、相图的定义;储层烃类体系临界点、泡点、露点、临界凝析压力、临界凝析温度的定义;等温反常凝析现象;单组分、双组分及多组分烃的相图特征及应用;典型储层烃类体系的相图特征及对比。

3. 油气体系的溶解与分离 1 学时

亨利定律,天然气在原油中溶解的特点及其影响因素;相态方程、泡点方程、露点方程的推导及其应用;油气分离方式及计算。

4. 天然气的高压物性 2 学时

天然气的视相对分子质量和相对密度;理想、真实气体状态方程,压缩因子的确定;等温压缩系数,体积系数,粘度的定义、特点及确定方法;确定天然气高压物性参数的经验公式\*;天然气水合物的基本概念\*。

5. 地层油的高压物性 1.5 学时

地层油的溶解气油比,密度、相对密度、体积系数,两相体积系数,等温压缩系数,粘度和收缩率的定义、特点、影响因素及变化规律;地层油物性参数的经验计算方法\*;地层油 PVT 高压物性测试\*。

6. 地层水的高压物性 0.5 学时

地层水的组成;矿化度的定义;分类方法及水型;地层水高压物性参数的确定。

第二章 储层岩石的物理性质 7 学时

**本章重点难点:** 储层砂岩骨架和孔隙基本物性参数的定义、测定方法、影响因素及变化规律,

砂岩性质对开发效果的影响。

1. 砂岩的骨架性质 1 学时  
砂岩粒度组成的定义、分析方法及评价方法；岩石比面的定义、影响因素及求取方法。
  2. 储层岩石的孔隙性 1 学时  
储层岩石孔隙，孔隙类型，孔隙结构；孔隙度的定义、影响因素及测定方法；岩石的等温压缩系数、孔隙压缩系数及综合压缩系数、地质储量、弹性储量、弹性采收率的定义及计算。
  3. 储层岩石的渗透性 2 学时  
达西实验及达西定律；绝对渗透率的定义、单位及测定条件；气测渗透率原理及测定方法、Klinkenberg 效应；影响渗透率的因素；非均质储层渗透率的计算\*。
  4. 储层流体饱和度 1 学时  
流体饱和度的定义、测定方法及地下、地面饱和度的区别；束缚水饱和度、残余油饱和度和剩余油饱和度的概念及其应用。
  5. 岩石的胶结物质及胶结类型 1 学时  
胶结物的定义，常见胶结物的特征及对油气田开发效果的影响，岩石的胶结类型的定义、类型及特征；储层敏感性的定义、类型及对油气田开发效果的影响；储层敏感性评价的基本知识\*。
  6. 毛细管渗流模型及其应用 1 学时  
毛细管渗流模型；泊谟叶定律；毛细管渗流定律；渗透率、孔隙度、平均孔隙半径、比面之间的关系。
  7. 储层岩石的其它物理性质\*。
- 第三章 饱和多相流体的油藏岩石的渗流特性 7 学时  
**本章重点难点：**储层中的界面现象、特点、影响因素及变化规律；多相流体渗流特征、研究方法及应用。
1. 油藏流体的界面张力 2 学时  
两相界面的界面能，油藏流体的界面张力，影响界面张力的因素；吸附及吉布斯等温吸附式。
  2. 油藏岩石的润湿性和油水分布 1 学时  
润湿，接触角，润湿张力，杨氏方程，润湿滞后，润湿反转的概念；储层岩石润湿性的特点、测定方法及其影响因素；润湿滞后、润湿反转的影响因素；油水在岩石孔隙中的分布。
  3. 油藏岩石的毛管力 2 学时  
毛管力公式推导，毛细管力的概念及应用；任意弯液面附加压力公式及其应用，贾敏效应；毛管力曲线的测定原理及毛管力曲线转换；毛管力曲线的特征及特征参数；毛管力曲线的应用，J 函数的应用。
  4. 储层岩石的相对渗透率 2 学时  
有效渗透率、相对渗透率的概念及其特点，两相相对渗透率曲线及其特征参数；影响相对渗透率曲线的因素；相对渗透率曲线的获取方法；流度、流度比及含水率的概念，相对渗透率曲线的应用。
  5. 微观渗流机理\*  
互不连通的毛管单相流、两相流；不等径并联毛管孔道的两相流；毛管孔道中的混合液流。
- 第四章 油层物理研究与应用 2 学时  
**本章重点难点：**采收率、波及系数、洗油效率的定义及影响因素；提高采收率方法及其机理。
1. 采收率及其影响因素 1.5 学时  
原油采收率、波及系数和洗油效率的定义及影响因素；一、二、三次采油；天然驱油能量及驱动方式；不同驱油方式下的原油采收率。
  2. 提高原油采收率方法简介 0.5 学时  
提高原油采收率方法分类及机理。
  3. 剩余油饱和度与采收率\*。
  4. 物理模拟原理\*



## (二) 实验

1. 地层油高压物性的测定;
2. 岩石孔隙度测定;
3. 岩石渗透率测定;
4. 流体饱和度测定。

## 四、教材及主要参考资料

1. 《油层物理学》(第3版), 李爱芬, 中国石油大学出版社, 2011.10, 国家“十一五”规划教材。
2. 《油层物理学》, 杨胜来, 魏俊之, 石油工业出版社, 2004.10;
3. 《油层物理》, 何更生, 石油工业出版社, 1994;
4. 《油层物理基础》, 洪世铎, 石油工业出版社, 1985;
5. 《油层物理》, 罗蛰潭, 地质出版社, 1985。

# 02109 《油层物理》教学大纲

英文名称: Physical Properties of Petroleum Reservoir

课程编码: 02109

学分: 3

参考学时: 48

实验学时: 14

上机学时:

适用专业: 应用物理学, 勘查技术与工程

大纲执笔人: 李爱芬、孟红霞

教研室主任: 谷建伟

## 一、课程目标

油层物理是为与石油开发有关的其他专业开设的一门理论和实验并重的专业基础课。其目标是培养学生掌握储层流体和岩石性质的基本概念、基本原理和基本规律, 了解油层物理的研究方法, 能够应用油层物理的理论和方法分析解决油气田开发中的工程问题, 为学习后续课程及将来从事石油工程领域的工作奠定基础。同时结合课程实践性强的特点, 注重培养学生的实验操作能力。

## 二、基本要求

掌握储层流体与岩石物理性质参数的概念、确定方法、影响因素及变化规律; 储层流体在岩石孔隙中的分布规律、流动特点、影响因素及在油气田开发过程中的应用; 掌握油层储层流体与岩石物理性质主要参数的测试方法, 加强实验动手能力锻炼。

本课程的先修课为: 高等数学、普通物理、石油地质、化学原理 I、化学原理 II 和热力学等。

## 三、教学内容与学时分配建议

### (一) 理论学习

绪论 0.5 学时

油层物理的研究对象、目的、任务及其在油气田开发中的作用; 油层物理的研究内容、学习方法、研究方法和发展方向。

第一章 储层流体的物理性质 11.5 学时

**本章重点难点:** 储层流体的化学组成, 相态变化及分离计算, 高压物性参数计算及变化规律。

1. 储层烃类的组成及分类 0.5 学时

石油、天然气的化学组成及表示方法、商品性质、分类及常规物理性质。

2. 储层烃类体系的相态特征 3 学时

体系、相、组分、组成、相图的定义; 储层烃类体系临界点、泡点、露点、临界凝析压力、临界凝析温度的定义; 等温反常凝析现象; 单组分、双组分及多组分烃的相图特征及应用; 典型储层烃类体系的相图特征及对比。

3. 油气体系的溶解与分离 2.5 学时

亨利定律, 天然气在原油中溶解的特点及其影响因素; 相态方程、泡点方程、露点方程的推导及其应用; 油气分离方式及计算。

4. 天然气的高压物性 3 学时

天然气的视相对分子质量和相对密度; 理想、真实气体状态方程, 压缩因子的确定; 等温压缩系数, 体积系数, 粘度的定义、特点及确定方法; 确定天然气高压物性参数的经验公式\*; 天然气水合物的基本概念\*。

5. 地层油的高压物性 2 学时

地层油的溶解气油比, 密度、相对密度、体积系数, 两相体积系数, 等温压缩系数, 粘度和收缩率的定义、特点、影响因素及变化规律; 地层油物性参数的经验计算方法\*; 地层油 PVT 高压物性测试\*。

6. 地层水的高压物性 0.5 学时

地层水的组成; 矿化度的定义; 分类方法及水型; 地层水高压物性参数的确定。

第二章 储层岩石的物理性质 8 学时

**本章重点难点：**储层砂岩骨架和孔隙基本物性参数的定义、测定方法、影响因素及变化规律，砂岩性质对开发效果的影响。

1. 砂岩的骨架性质 1 学时  
砂岩粒度组成的定义、分析方法及评价方法；岩石比面的定义、影响因素及求取方法。
2. 储层岩石的孔隙性 2 学时  
储层岩石孔隙，孔隙类型，孔隙结构；孔隙度的定义、影响因素及测定方法；岩石的等温压缩系数、孔隙压缩系数及综合压缩系数、地质储量、弹性储量、弹性采收率的定义及计算。
3. 储层岩石的渗透性 2 学时  
达西实验及达西定律；绝对渗透率的定义、单位及测定条件；气测渗透率原理及测定方法、Klinkenberg 效应；影响渗透率的因素；非均质储层渗透率的计算\*。
4. 储层流体饱和度 1 学时  
流体饱和度的定义、测定方法及地下、地面饱和度的区别；束缚水饱和度、残余油饱和度和剩余油饱和度的概念及其应用。
5. 岩石的胶结物质及胶结类型 1 学时  
胶结物的定义，常见胶结物的特征及对油气田开发效果的影响，岩石的胶结类型的定义、类型及特征；储层敏感性的定义、类型及对油气田开发效果的影响；储层敏感性的评价基本知识\*。
6. 毛细管渗流模型及其应用 1 学时  
毛细管渗流模型；泊谔叶定律；毛细管渗流定律；渗透率、孔隙度、平均孔隙半径、比面之间的关系。
7. 储层岩石的其它物理性质\* 10 学时  
第三章 饱和多相流体的油藏岩石的渗流特性  
**本章重点难点：**储层中的界面现象、特点、影响因素及变化规律；多相流体渗流特征、研究方法及应用。
1. 油藏流体的界面张力 2 学时  
两相界面的界面能，油藏流体的界面张力，影响界面张力的因素；吸附及吉布斯等温吸附式。
2. 油藏岩石的润湿性和油水分布 2 学时  
润湿，接触角，润湿张力，杨氏方程，润湿滞后，润湿反转的概念；储层岩石润湿性的特点、测定方法及其影响因素；润湿滞后、润湿反转的影响因素；油水在岩石孔隙中的分布。
3. 油藏岩石的毛管力 4 学时  
毛管力公式推导，毛细管力的概念及应用；任意弯液面附加压力公式及其应用，贾敏效应；毛管力曲线的测定原理及毛管力曲线转换；毛管力曲线的特征及特征参数；毛管力曲线的应用，J 函数的应用。
4. 储层岩石的相对渗透率 2 学时  
有效渗透率、相对渗透率的概念及其特点，两相相对渗透率曲线及其特征参数；影响相对渗透率曲线的因素；相对渗透率曲线的获取方法；流度、流度比及含水率的概念，相对渗透率曲线的应用。
5. 微观渗流机理\* 4 学时  
互不连通的毛管单相流、两相流；不等径并联毛管孔道的两相流；毛管孔道中的混合液流。  
第四章 油层物理研究与应用  
**本章重点难点：**采收率、波及系数、洗油效率的定义及影响因素；提高采收率方法及其机理。
1. 采收率及其影响因素 2 学时  
原油采收率、波及系数和洗油效率的定义及影响因素；一、二、三次采油；天然驱油能量及驱动方式；不同驱油方式下的原油采收率。
2. 提高原油采收率方法简介 2 学时  
提高原油采收率方法分类及机理。
3. 剩余油饱和度与采收率\*。

4. 物理模拟原理\*。

注：\*为选学部分

#### (二) 实验

1. 地层油高压物性的测定
2. 岩石孔隙度测定
3. 岩石渗透率测定
4. 流体饱和度测定
5. 岩石比面测定
6. 岩石碳酸盐含量测定

#### 四、教材及主要参考资料

教材：

油层物理学（第3版），李爱芬，中国石油大学出版社，2011.10，国家“十一五”规划教材。

主要参考书：

1. 油层物理学，杨胜来，魏俊之，石油工业出版社，2004.10；
2. 油层物理，何更生，石油工业出版社，1994；
3. 油层物理基础，洪世铎，石油工业出版社，1985；
4. 油层物理，罗蛰潭，地质出版社，1985。

# 02111 《多相管流理论与计算》教学大纲

英文名称: Theory and Calculation of Multiphase Flow in Pipes

课程编码: 02111

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、海洋油气工程、船舶与海洋工程

大纲执笔人: 王卫阳

系(教研室)主任: 董长银

## 一、课程目标

本课程是为石油工程、海洋油气工程、船舶与海洋工程专业学生在接触主干专业课之前开设的一门专业基础选修课。通过本课程的学习, 要求学生初步了解多相流体在管道中运动的一般规律, 掌握多相流体力学的基本概念、基本理论以及进行多相管流压力分布计算的基本方法, 能运用基本理论分析和解决实际问题, 为工程设计和多相流动研究奠定基础。

## 二、基本要求

本课程是一门专业基础课, 预修课程为《工程流体力学》和《油层物理》。《工程流体力学》着重介绍单相流体的流动规律, 本课程着重介绍多相流体流动规律; 《油层物理》着重介绍油藏流体性质, 本课程则从工程设计出发介绍在不同压力、温度下油藏流体物性参数的计算方法。本课程的学习要应用到工程流体力学和油层物理的基本知识。在讲授本课程时, 应将课程内容与工程应用相结合, 以工程实用算法为主线, 阐述基本概念、基本特征以及工程设计计算方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

为加深对多相管流流动规律的认识并为研究多相管流提供基础, 本课程采用系统教学和专题讲座相结合的方法介绍多相流动的基本概念、流动模型、多相管流工程计算方法以及科研和工程应用的实例。由于油井生产系统是由多种不同流动规律的子系统组成, 因而在此基础上, 本课程还将着重介绍垂直管流、水平管流和倾斜管流的压降计算方法。

### (一) 教学内容

#### 前言

学习本课程的目的、意义、基本内容和多相管流研究发展历史和趋势。

#### 第一章 概论

气液两相流的基本特征; 研究两相流的基本方法; 气液两相流的基本参数。

#### 第二章 气液两相流动的模型

流动型态模型; 均相流动模型; 分相流动模型; 漂移流动模型。

#### 第三章 流体物性参数计算

天然气的 PVT 参数计算; 原油的 PVT 参数计算; 水的 PVT 参数计算。

#### 第四章 多相管流温度计算

多相管流温度场的计算方法。

#### 第五章 垂直气液两相管流计算

流型介绍; 丹斯-若斯方法; 哈格多恩-布朗方法; 奥齐思泽斯基方法; 多相管流计算例题、阿济兹-戈威尔-福格拉锡方法; 哈桑-卡比尔方法; 安萨瑞方法; 气液两相环空管流; 油气水混合物的多相流动。

#### 第六章 水平气液两相管流计算

流型介绍; 洛克哈特-马蒂内利方法; 贝克方法; 泰特尔-杜克勒水平管流流型判别法; 肖方法。

#### 第七章 倾斜垂直气液两相管流计算

计算倾斜管流的贝格斯-布里尔方法;

井筒多相流研究与应用专题, 井筒多相流应用背景、井筒多相流研究方法、气液两相流参数测量方法、井筒多相流研究新进展;

泡沫流体流动规律研究与应用专题；  
泡沫流体基本性能、泡沫流体管流规律、泡沫流体渗流规律、泡沫流体在油气田开发中的应用。

(二) 学时分配建议

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 前言              | 1 学时  |
| 概论              | 3 学时  |
| 气液两相流动的模型       | 6 学时  |
| 流体物性参数计算        | 1 学时  |
| 多相管流温度计算        | 1 学时  |
| 垂直气液两相管流计算      | 10 学时 |
| 水平气液两相管流计算      | 4 学时  |
| 倾斜垂直气液两相管流计算    | 2 学时  |
| 井筒多相流研究与应用专题    | 2 学时  |
| 泡沫流体流动规律研究与应用专题 | 2 学时  |
| 合计              | 32 学时 |

四、教材及主要参考资料

教材：

《石油气液两相管流》，第二版，陈家琅，陈涛平编，石油工业出版社，2010，国家统编。

主要参考书：

1. 《抽油机井的气液两相流动》，陈家琅，陈涛平，魏兆胜编，石油工业出版社，1994；
2. 《升举法采油工艺》(第一卷)，K. E. 布朗编，石油工业出版社，1987；
3. 《汽液双相流动和传热》，陈之航，曹柏林，赵在三编，机械工业出版社，1983。

# 02112 《岩石力学》教学大纲

英文名称: Rock Mechanics

课程编码: 02112

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程(含卓越工程师班)

大纲执笔人: 程远方

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

本课程是为石油工程专业(卓越工程师班)学生必修课。通过本课程的学习,使学生掌握岩石材料的基本特点、岩石的变形及破坏特性、常用岩石力学破坏准则、地应力的概念及确定方法等,结合油气工程井眼稳定性力学分析、水力压裂力学及出砂预测方法等岩石力学问题,了解油气工程岩石力学的分析方法及步骤,并对实际工程问题的复杂性有一定的认识。通过双语教学,能够掌握与岩石力学有关的英语专业术语和词汇,提升英语的专业应用能力。

## 二、基本要求

学习本课程应具备地质学和工程力学方面的基本知识,应在地质学基础和工程力学学完之后开设本课程。该课程采用英、汉双语教学,要求学生有较好的英语基础,学完本课程后,要求在专业词汇量及专业英语应用能力上有较大提高。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

2 学时

#### 1. 岩石力学简介

了解岩石力学的定义、研究内容、研究方法,明确岩石力学与材料力学、弹塑性力学的关系与区别,了解岩石力学的发展史。

#### 2. 岩石材料的基本特征

岩石的成因、组织结构特征、岩石材料的特点等。

#### 3. 岩石力学的应用及其发展

明确岩石力学在油气工程中的地位。

### 第二章 应力分析

4 学时

**本章重点难点:** 掌握应力和应变的概念,岩石力学 应力正负号规定,单轴、双轴和三轴应力状态的概念。

应力和应变状态,岩石力学对应力符号和应力大小的规定。任意斜截面应力表征方法、应力的坐标变换。

2 学时

主应力的概念及确定方法,单轴、双轴和三轴应力状态的定义,应力平衡方程。

2 学时

### 第三章 岩石的变形特性

4 学时

**本章重点难点:** 掌握岩石在常温常压下的变形规律,掌握温度、围压、孔隙压力、加载速率对岩石变形规律的影响。

#### 1. 常温常压下岩石力学性质

1 学时

常温常压下岩石的全应力应变曲线,弹性模量、泊松比、单轴抗压强度的确定方法,六类典型的应力应变曲线。

#### 2. 围压对岩石性质的影响

1 学时

围压的定义,围压对岩石变形和强度的影响规律。

#### 3. 温度对岩石力学性质的影响

1 学时

地温随深度的变化规律、温度对岩石变形和强度的影响规律。

#### 4. 孔隙压力对岩石力学性质的影响

0.5 学时

孔隙压力、有效应力的概念,孔隙、孔隙压力对岩石变形和强度的影响规律。

#### 5. 加载速率对岩石力学性质的影响

0.5 学时

加载速率的定义，静态、准静态、动态力学实验的定义，加载速率或应变速率对岩石变形和强度的影响规律。

第四章 岩石的破坏准则 4 学时

**本章重点难点：**掌握岩石在压应力和拉应力状态下的破坏类型，岩石库伦-纳维尔准则、平面格林非斯准则。

1. 岩石破坏类型 0.5 学时

2. 常用的岩石破坏准则 3.5 学时

库伦-纳维尔准则的定义、推导过程，非线性摩尔准则的表征和平面格林非斯准则的推导过程。

第五章 岩石的强度特征 4 学时

**本章重点难点：**掌握岩石力学三轴实验的基本方法和各种岩石强度的基本概念。

1. 岩样的准备 1 学时

2. 岩石单轴抗压强度 1 学时

3. 岩石单轴抗拉强度 1 学时

4. 岩石的抗剪强度 1 学时

第六章 原地应力及其测试技术 4 学时

**本章重点难点：**掌握岩石原地应力的概念、形成机理及确定方法。

1. 地应力的基本概念和描述方法 1 学时

2. 地应力分布规律 1 学时

3. 地应力测试技术 1 学时

4. 地应力计算 1 学时

第七章 井壁稳定的力学问题 4 学时

**本章重点难点：**掌握井壁失稳破坏的主要原因、地层坍塌压力、破裂压力的概念、直井地层坍塌压力和破裂压力的计算方法。

1. 井壁失稳破坏的类型 1 学时

2. 井眼周围岩石的受力分析及破坏预测 2 学时

3. 井壁稳定性的影响因素 1 学时

第八章 水力压裂裂缝的扩展规律 3 学时

**本章重点难点：**掌握水力压裂的基本原理及与岩石力学的关系，井眼起裂与断层类型的关系。

1. 水力压裂简介 1 学时

2. 裂缝类型与地应力的关系 1 学时

3. 施工压力解释 1 学时

第九章 油井出砂预测 3 学时

**本章重点难点：**掌握油井出砂的机理及危害，学会分析计算油井临界生产压差的方法。

1. 出砂的危害。 1 学时

2. 出砂机理及临界生产压差公式推导。 1 学时

3. 防砂措施。 1 学时

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《油气工程岩石力学》，程远方，内部教材，1998；

2. Petroleum Related Rock Mechanics, E. Fjaer et al, Elsevier, 1992;

3. 《岩石力学基础》，J. C. 耶格等，中国科学院工程力学所译，科学出版社，1981；

4. 《岩石力学与工程》，蔡美峰，科学出版社，2002。



# 02112 Syllabus of Rock Mechanics

**Course Name:** Rock Mechanics

**Course Number:** 02112

**Credit:** 2    **Course Hours:** 32    **Experiment hours:**

**Programming hours:**

**Designed for:** Petroleum Engineering

**Program Designer:** Cheng Yuanfang

**Director of department:** Bu Yuhuan

## I. Objectives

This course is an elective for students in petroleum engineering. Learning through this course so that students master the basic characteristics of rock material, rock deformation and damage characteristics of rock, failure criteria used, the concept of In-Situ Stress and the identification methods, combined with oil and gas wells wellbore stability, hydraulic fracturing, and out of Sand prediction of engineering practice in rock mechanics problems, understand the methods of analysis of rock mechanics and procedures, and the complexity of practical engineering problems have some understanding of.

## II. Prerequisites

Learning this course should have the basic geology and mechanical knowledge, should be the basis of geology and engineering mechanics to open this course after completing their studies. The program was in English and Chinese bilingual education and requiring students to have good English foundation for completion of this course, required in the professional vocabulary and professional proficiency in English have been greatly improved.

## III. Contents and Proposed Teaching Hours

### Chapter 1 Introduction

2 Hours

#### (1) Rock mechanics introduction

rock mechanics research content, research methods; the relationship and differences of rock mechanics and materials, mechanics, elastic-plastic mechanics; the history of rock mechanics.

#### (2) The basic characteristics of rock material

The origins of rock, organizational structure characteristics, the characteristics of rock material.

#### (3) Application of rock mechanics and its development.

### Chapter 2 Stress Analysis

This chapter focuses on the concept of stress and strain, rock mechanics provides the sign of stress, uniaxial, biaxial and triaxial state of stress concept.

The definition of stress and strain state; signs of stress in rock mechanics

2hours

Principle stress and uniaxial, biaxial and triaxial stress state.

2hours

### Chapter 3 Deformation characteristics of rock

This chapter will master of rock deformation at room temperature and atmospheric pressure and the law, master of temperature, confining pressure, pore pressure, loading rate on the impact of the law of rock deformation.

#### (1) Mechanical properties of rocks under normal temperature and pressure

2hours

#### (2) Confining pressure on rock properties

#### (3) Temperature on the mechanical properties of rock

2hours

#### (4) Pore pressure on the mechanical properties of rock

#### (5) Of loading rate on mechanical properties of rock

### Chapter 4 Rock failure criterion

This chapter focuses on the failure types in tensile stress and compression stress state, Coulomb-Navier criterion, Mohr criterion and planar Griffith fracture criterion.

- |   |        |
|---|--------|
| (1) The type of rock damage                                     | 1hour  |
| (2) Rock failure criterion (Coulomb-Navier, Mohr and Griffith ) | 3hours |

#### Chapter 5 The strength characteristics of rock

This chapter focuses on the basic methods of Triaxial test of rock mechanics and a variety of rock strength concepts.

- |  |       |
|--|-------|
| (1) Rock sample preparation            | 1hour |
| (2) Uniaxial compressive strength test | 1hour |
| (3) Uniaxial tensile strength test     | 1hour |
| (4) Shear strength test of rock        | 1hour |

#### Chapter 6 In-Situ Stress and its measuring technology

This chapter will be to Grasp the concept of rock in-situ stress, forming mechanism and the determination methods.

- |                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| (1) The description method of stress | 1hour |
| (2) Stress distribution              | 1hour |
| (3) In-Situ Stress Testing           | 1hour |
| (4) In-Situ Stress Calculation       | 1hour |

#### Chapter 7 Wellbore stability mechanical problems

This chapter focuses on the mechanisms of borehole instability, the concept of collapse pressure and fracture pressure, straight-hole formation collapse pressure and fracture pressure calculation.

- |  |        |
|--|--------|
| (1) The types of borehole stability  | 1hour  |
| (2) Stress analysis of the rock surrounding the borehole and damage prediction | 2hours |
| (3) The influence factors of borehole stability                                | 1hour  |

#### Chapter 8 The extension law of hydraulic fracturing

This chapter will be to master the basic principles of hydraulic fracturing in rock mechanics and the relationship between the borehole cracking and fault type of relationship.

- |   |       |
|---|-------|
| (1) Hydraulic Fracturing introduction                           | 1hour |
| (2) The relationship between fracturing type and In-Situ Strsee | 1hour |
| (3) Treatment pressure explanation                              | 1hour |

#### Chapter 9 Sand production prediction

This chaptewill Grasp the mechanism of Sand production hazards, and learn the critical production pressure drop for sanding.

- |                             |       |
|-----------------------------|-------|
| (1) Sand production hazards | 1hour |
| (2) Mechanism of sanding    | 1hour |
| (3) Sand control measures   | 1hour |

#### IV. Textbooks and References

- (1) Rock mechanics in oil and gas engineering, CHENG Yuanfang, Textbook, 1998;
- (2) Petroleum Related Rock Mechanics, E. Fjaer et al, Elsevier, 1992;
- (3) Rock Mechanics Foundations, J. C. Jaeger, 1981;
- (4) Rock mechanics and engineering, CAI Meifeng, Science Press, 2002.

# 02113 《水射流理论与应用》教学大纲

英文名称: Fluid Jet Technology ——Fundamentals and Applications

课程编码: 02113

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、船舶与海洋工程专业

大纲执笔人: 杨永印

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

《水射流理论与应用》(双语课)为石油工程专业和海洋工程专业本科生选修课。其目的是了解高压水射流基本理论、基本原理及射流技术在石油工程中应用现状,为学生毕业后正确运用射流理论,将射流技术应用实际工作中奠定基础。

## 二、基本要求

《水射流理论与应用》(双)作为专业课,完成课程的学习,实现本大纲规定的目标,需要达到以下要求:

1. 本课程中英文授课,要求英语基础较为扎实,具备一定的听说能力;
2. 已经修完《工程流体力学》课程,熟练掌握其中关键的概念和公式;
3. 掌握射流的分类及其特性,了解射流技术发展及现状,包括水射流技术发展历史、应用领域等;
4. 掌握水射流技术中常用的系统设计计算公式和计算方法。
5. 掌握几种不同类型射流的发生原理和基本特性,包括常规连续射流、空化射流、旋转射流、磨料射流等;

掌握纯水射流和磨料射流切割不同材料的工作机理;

掌握高压射流技术在石油工程中应用的几种典型技术、发展现状和趋势。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 引言

4 学时

1. 介绍课程学习目的、讲授方法、预备知识;
2. 射流技术发展简史;
3. 射流分类方法及不同射流的流动特性;
4. 射流技术应用特点。

### 第二章 水射流动力学基础

4 学时

**本章难点:** 连续射流的流场特性,喷嘴流量系数的意义及公式。

**重点:** 提高射流效率的措施,3个射流动力学压力,射流系统的设计方法。

1. 连续射流流场特性;
2. 喷嘴设计方法和经验;
3. 喷嘴流量系数;
4. 射流的动力学压力;
5. 射流系统设计计算。

### 第三章 先进射流技术

5 学时

**本章难点:** 流场空化概念,空化起始方式,聚合物对流场的促进作用机理。

**难点:** 射流空化的方式及评价方法,聚合物射流的机理和应用条件,新型射流的研究方法。

1. 空化射流;
2. 聚合物溶液射流;
3. 星形喷嘴射流。

### 第四章 水射流切割机理

4 学时

**本章难点:** 射流切割脆性材料的机理。

**本章重点：**射流冲击压力分布，参数影响规律，射流切割机理。

1. 射流冲击压力分布；
2. 射流影响因素及规律；
3. 预测射流切割深度方法；
4. 纯水射流切割缺陷材料的机理。

#### 第五章 磨料射流

5 学时

**本章难点：**磨料射流基本影响因素和规律、前/后混磨料射流特性差异、切割破碎机理。

1. 磨料射流产生方法；
2. 影响磨料射流切割深度的因素；
3. 前混合磨料射流与后混和磨料射流；
4. 磨料粒子的描述方法及其对切割效率的影响；
5. 磨料射流切割延性材料的机理。

#### 第六章 射流辅助破岩提高钻速技术

4 学时

**本章难点：**各应用技术提高钻速的机理。

1. 提高射流井底工作效率的措施；
2. 超高压射流辅助钻井技术；
3. 负压脉冲射流及高钻速技术。

#### 第七章 射流钻孔技术在石油工程中的应用

4 学时

**本章难点：**旋转射流破岩机理。

1. 旋转射流钻径向水平井技术；
2. 深穿透钻孔技术；
3. 射流清洗油井技术；
4. 套管切割技术。

观看一次射流清洗技术应用的录像片，建议 2 个学时。

#### 四、教材及主要参考资料

教材：

《FLUID JET TECHNOLOGY ----Fundamentals and Applications》（水射流基础与应用），石油大学胶印本。

主要参考资料：

1. 《工程流体力学》，袁恩熙，石油工业出版社，1982；
2. 《水射流理论与技术》，沈忠厚，石油大学出版社，1998；
3. 美国水射流会议论文集（Conference Proceedings of Water Jet Technology Association）（高压水射流研究中心及石工学院资料室保存有各届会议论文集）。

# 02113 Syllabus of Fluid Jet Technology-Fundamentals and Applications Teaching Program

**English title:** Fluid Jet Technology-Fundamentals and Applications

**Course code:** 02113      **Credits:** 2      **Course Hours:** 32      **Experiment hours:**

**Computer Hours:**      **Designed for:** Petrol. Eng.B、Z, Naval Architecture and Ocean Eng B

**Program Designer:** Yang Yong-yin      **Director of department:** Bu Yuhuan

## I .Objectives

《Fluid Jet Technology-Fundamentals and Applications》(Bilingual Course) is a major course for Petroleum Engineering B, Z and for Naval Architecture and Ocean Eng B. This course mainly introduce theoretic fundamentals of fluid jet technology, principles and work mechanisms for several typical water jet in cutting, and applications of water jet technology to petroleum engineering. Through the learning of this course, students would have a systematic concept, state of the art on water jet technology and help to build a whole knowledge system about petroleum engineering, and help to increase their ability.

## II .Prerequisites

As a major course, there are some perquisites to study it. And after the finish of this course, students should meet the some requirements. These are:

- 1.Bilingual teaching with English and Chinese;
- 2.After learning of <Fluid Mechanics in Engineering> and basic English;
- 3.Grasp the properties of jet flow, historic development and state of art of WJT.
4. Know how to design different jet nozzles, jetting system
5. Get known the work principles of cavitating jet, polymer solution jet and abrasive jet.
6. Get known the cutting mechanisms for water jet to cut brittle materials and for abrasive jet to cut ductile materials.
7. Understand the principles for WJT applications to petroleum engineering.

## III.Contents and Proposed Teaching Hours

Ch.1 Introduction 4 hours

Main points for this chapter: classification of water jet, application characteristics.

1.To introduce the purpose and conducting methods of the course, and background requirements for its study

- 2.Historic development of water jet technology
- 3.Water jet system
- 4.Water jet classification
- 5.Application characteristics of water jet technology

Ch. 2 Fundamental fluid mechanics in water jet system 4hours

Main points for this chapter: flow properties of jet flow field, meaning of discharge coefficient, measures to improve jetting efficiency, concepts of jet pressures and jetting system design method.

- 1.Features of non-submerged jet flow.
- 2.Velocity profiles of submerged jet.
- 3.Considerations and influence of system on jet flow.
- 4.Fluid mechanics in jet flow to show the relation between fluid velocity and jet pressure.

5. Basic fluid dynamics of jetting system.

Ch. 3 Advanced jet

5 hours

Hard points for this chapter: cavitating modes and approval method, mechanisms for polymer to improve jetting.

1. Cavitating jet

(1) Definition and general description of cavitation

(2) Cavitation incipency modes

(3) Cavitation number and parameter effects

(4) Study methods of cavitating jet

(5) Effect characteristics of Cavitation

(6) General observations on cavitation erosion

2. Polymer solution jet

(1) Micro Mechanism of polyacrylamide on jet focusing

(2) Macro Mechanism -- Amplification of flow structure

(3) Macromolecular Polymer Bombardment

(4) Drag-reducing function of polymer structures

(5) Molecule structure breaking at high speed flow

(6) Types and Applications of additives

3. Star-shaped jet ---to give out a method for jet research

(1) Back ground and aim

(2) Comparison research method

(3) Nozzle design

(4) Experiment methods

(5) Experiment results

(6) Conclusion

Ch. 4 Mechanisms of Water Jet Cutting--Influence of basic jet parameters

4 hours

Hard points for this chapter: jet impact pressure distribution, jet influencing factors and the trends, pure jet cutting mechanisms. Cutting prediction method.

(1) Impact pressure distribution in Jet & on material.

(2) Basic rules for jet parameters to influence cutting result.

(3) Hashish theory for cutting prediction.

(4) Mechanism of water jet cutting of brittle materials.

Ch.5 Abrasive jet

5 hours

Hard points for this chapter: influencing factors and the trends in abrasive jet cutting system, abrasive jet cutting mechanisms.

1. Generation of Abrasive water jet

2. Effect of AWJ parameters on the cutting results

3. Premixed abrasive jet or abrasive suspension Jet

4. Other applications of AJ

5. Description of abrasive particles

6. AWJ cutting physics

Ch. 6 Applications of WJT in assisted mechanical drilling

4 hours

Hard points for this chapter: work principles of each application techniques.

1. Effective Use of Jet Energy at bottomhole

2. Ultra-High-Pressure Jet Assisted Mechanical Drilling

3.Negative pressure pulsed jet to improve drilling  
Ch. 7 Applications of WJT in oil production 4hours

Hard points for this chapter: swirling jet and its hole drilling principle.

1.Swirling Jet for USRRHW Drilling

2.High Pressure Water Jet perforation of Wells

3.High Pressure Rotating Jets for Near-Well Formation Cleaning

4.Versatile and Cost Effective Applications

Watch Video on jet cleaning 2hours

#### **IV.Text and Reference**

text

《FLUID JET TECHNOLOGY ----Fundamentals and Applications》(水射流基础与应用), Internal communication, Petroleum university of China;

main reference

1. 《Fluid mechanics in engineering》, YUAN Enxi, Petroleum Industry Publishing House,1982;
2. 《Water jet theory and applications》, SHEN Zhonghou, Petroleum University Publishing House, 1998;
3. Conference Proceedings of Water Jet Technology Association;
4. Internal communication materials in Water Jet Research Center.

# 02115 《现代试井解释原理》教学大纲

英文名称: Principles of Modern Well Testing Interpretation

课程编码: 02115

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时: 4

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 张艳玉、吴明录

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

本课程是石油工程专业的限选课。试井解释是油气藏开发生态监测的重要方法之一,是油气田开发中的一项重要工作。本课程在系统介绍试井解释基本原理的基础上,详细介绍了不同类型油藏和井的试井解释方法,并尽量做到理论与应用相结合。通过学习本课程使学生主要掌握上机解释的基本原理及各种油藏类型和井类型的试井解释方法。

## 二、基本要求

本课程是石油工程专业的选修课。本课程应在工程流体力学、油层物理基础、油气层渗流力学之后开设,它的最直接的基础课是油气层渗流力学。学完本课程后学生应掌握试井解释的基本概念、基本原理和现代试井解释方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 1 学时

试井的地位、发展历史及其在油田中的作用等。

第一章 现代试井分析基础 6 学时

**本章的重点难点:** 试井相关的概念、试井解释流动阶段的识别。

1. 试井分析概述: 掌握试井的概念、试井的目的及分类。

2. 试井分析基本概念: 掌握井筒储存系数、表皮系数、调查半径、流动形态、压力导数等概念。

3. 常规试井分析方法: 掌握井筒储存阶段、线性流动阶段、双线性流动阶段、径向流动阶段、拟稳定流动阶段的压力特征和常规试井解释方法,常规试井分析方法的优缺点。

4. 现代试井分析方法: 了解系统分析与试井的关系,掌握现代试井的解释过程及特点、试井解释模型的概念及组成。

5. 压力导数曲线及其应用: 了解压力导数的定义及计算方法,掌握不同试井解释模型下压力导数曲线的特征、压力导数的应用。

6. 测试数据的预处理: 一般了解。

7. 变流量试井分析: 一般了解。

第二章 均质油藏试井解释 7 学时

**本章重点:** 压降试井分析、压力恢复试井分析方法。

**本章难点:** 均质无限大油藏试井解释模型的建立和求解方法。

1. 均质油藏试井解释模型: 掌握均质无限大油藏试井模型的基本假设条件、数学模型的建立和求解方法,掌握 Laplace 变换及 Steffest 数值反演方法。

2. 试井解释图版及图版拟合方法: 了解几种试井常用图版的构成、特点及使用方法。

3. 均质油藏压降试井分析: 掌握压降公式、压降试井分析的步骤、各个参数的求解方法。

4. 均质油藏压力恢复试井分析: 掌握压力恢复公式、压力恢复试井分析的步骤、各个参数的求解方法。

本章设置 2 个上机学时,主要任务是学习 1 套试井解释软件,通过软件学习了解试井解释的主要流程、方法和步骤等。

第三章 双重介质油藏的试井解释

4 学时

**本章重点:** 双重介质油藏有关概念、双重介质油藏渗流规律及试井曲线特征。



**本章难点：**双重孔隙介质油藏试井解释数学模型及其解。

1. 双重孔隙介质油藏的有关概念：掌握双重介质油藏、弹性储容比、窜流系数、窜流等概念。
2. 双重孔隙介质油藏试井解释数学模型及其解：了解不稳定窜流和拟稳定窜流两种条件下数学模型的建立和求解方法。
3. 基岩向裂缝的流动为拟稳态流动模型：了解基岩向裂缝的流动为拟稳态流动时的双重孔隙介质油藏模型的图版特点和应用方法及其试井分析方法。
4. 基岩向裂缝的流动为不稳态流动模型：了解基岩向裂缝的流动为不稳态流动时的双重孔隙介质油藏模型的图版特点和应用方法及其试井分析方法。
5. 双渗介质油藏试井解释：掌握双渗介质油藏基本概念、数学模型及求解方法、双渗介质油藏试井曲线特征，了解双渗介质油藏试井解释特点及应用方法。

本章设置 1 个上机学时，主要任务是根据双重介质油藏拉氏空间解，利用 Steffest 数值反演的方法，编程绘制双重介质油藏的试井曲线，并借此研究双重介质油藏曲线特征及参数敏感性。

#### 第四章 注水井试井分析方法

3 学时

**本章重点：**注水井压力曲线特征、注水井压降试井分析。

**本章难点：**注水井压力降落试井的典型曲线分析方法。

1. 单位流度比条件下的注水井压力降落测试：掌握流度比等基本概念，了解注水井压力降落试井解释原理。
2. 流度比  $M \neq 1$  时水驱油条件下的注水井压降试井分析方法：了解流度比  $M \neq 1$  时水驱油条件下的注水井试井曲线变化规律与地层参数的关系、了解水驱前缘的试井分析方法。
3. 注水井压力降落试井的典型曲线分析方法：了解注水井试井解释模型及求解方法、注水井压力降落试井曲线的特点及应用方法。

#### 第五章 均质油藏中压裂井试井解释

2 学时

**本章重点：**无限导流、有限导流的概念，有限导流能力垂直裂缝井的试井解释方法。

1. 无限导流能力裂缝模型的试井分析：了解无限导流的概念，了解无限导流能力裂缝井模型的基本假设、数学模型求解方法。
2. 有限导流能力垂直裂缝试井解释：了解有限导流能力裂缝模型的基本假设、数学模型求解方法，掌握有限导流、线性流、双线性流、拟径向流的概念，掌握有限导流能力垂直裂缝井的压力动态及试井解释方法。
3. 压裂井测试解释实例：一般了解。

#### 第六章 水平井试井分析方法

4 学时

**本章重点：**水平井压力曲线特征、各个流动阶段的识别及参数解释方法。

1. 均质油藏水平井的试井解释模型：了解水平井试井的物理模型、数学模型和求解方法。
2. 水平井的试井分析方法：掌握水平井在各个流动阶段的流动形态、水平井的常规试井和现代试井分析方法。

本章设置 1 个上机学时，主要任务是掌握水平井在各个流动阶段的试井曲线特征及水平井的解释方法。

#### 第七章 钻杆测试解释方法

2 学时

**本章重点：**DST测试原理、DST测试资料的解释方法。

1. 钻杆测试原理及压力历史：了解钻杆测试的原理、流程及压力卡片的特点。
2. 钻杆测试资料的解释方法：了解钻杆测试资料的软件解释方法。

#### 第八章 其它的试井解释方法

3 学时

**本章重点：**干扰试井概念、原理，气井的试井解释方法。

1. 干扰试井解释方法：了解干扰试井的数学原理、解释方法。
2. 气井试井解释方法：了解拟压力的概念、气井的试井解释原理与方法。
3. 变井筒储存系数的试井解释方法：了解变井筒的意义、数学模型、试井曲线特征。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《现代试井解释原理与方法》，张艳玉、姚军编，石油大学出版社，2006；
2. 《实用现代试井解释方法》(第四版)，刘能强编，石油工业出版社，2003；
3. 《试井手册》(上、下)，石油工业出版社，1991。

# 02116 《现代钻井技术》教学大纲

英文名称: Modern Drilling Technology

课程编码: 02116

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 张锐、邹德永

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

现代钻井技术是为石油工程专业本科生所开设的选修课。通过本课程的学习,可以使学生了解国内外钻井技术的最新发展状况及发展方向,拓宽学生在该专业领域的技术知识面,启发学生在该专业领域的创新意识。

## 二、基本要求

本课程承接《钻井工程理论与技术》专业基础课,内容主要介绍国内外近期发展和应用的先进钻井技术,主要包括现代钻井地质环境描述与评价技术及方法、高效破岩提速工具及技术、现代钻完井液技术、特殊结构与工艺井、钻井信息化及井筒完整性技术等。要求学生掌握现代钻井地质评价、高效破岩及提速、钻完井、特殊结构与工艺井、钻井信息化及井筒完整性技术的方法、关键及技术特点,并了解各项技术发展的趋势及有待解决的问题。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 现代钻井地质环境描述与评价技术与方法

4 学时

**本章重点难点:** 新评价方法技术关键。

1. 地层三压力剖面(地层、坍塌、破裂等)、岩石力学特性(强度、模量及泊松比等)监测评价新方法;

2. 岩石工程特性(岩层硬度、塑脆性、可钻性、研磨性等)检测评价新方法。

### 第二章 高效破岩提速工具及技术

4 学时

**本章重点难点:** 特殊工艺钻头破岩原理、提速工具及技术的原理。

1. 高效破岩工具的方法原理(特殊工艺钻头);

2. 提速工具及技术(底部钻具组合、井下增压、自激振荡旋冲、空气锤等)。

### 第三章 现代钻完井液技术

4 学时

**本章重点难点:** 各钻完井液体系的关键及配方要求。

1. 耐温钻完井液关键、特点、体系配方及性能;

2. 抗盐钻完井液关键、特点、体系配方及性能;

3. 高密度钻完井液关键、特点、体系配方及性能;

4. 防塌钻完井液关键、特点、体系配方及性能;

5. 堵漏钻完井液关键、特点、体系配方及性能。

### 第四章 特殊结构与工艺井技术

16 学时

**本章重点难点:** 各特殊结构与工艺井技术的方法原理、技术关键。

1. 小井眼连续管钻井技术(概念、设备、关键、用途等);

2. 控压钻井技术(欠平衡、空气、控压技术的概念、设备、关键、用途等);

3. 导向钻井及大位移、分支井技术(导向概念、方法原理、系统设备;大位移井、分支井);

4. 深井超深井技术(概念、设备、关键、用途、提速途径等);

5. 套管钻井技术(概念、设备、关键、用途等)。

### 第五章 钻井信息化及井筒完整性技术

4 学时

1. 钻井信息化技术(地上、井下信息采集、传输、控制技术);

2. 井筒完整性技术(井下复杂情况评价诊断,钻柱套管柱安全评价诊断)。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《现代钻井技术》，张绍槐，石油工业部科学技术研究所；
2. SPE Drilling（期刊）；
3. Petroleum Engineer（期刊）。

# 02117 《现代完井技术》教学大纲

英文名称：现代完井技术

课程编码：02117

学分：2

参考学时：32

实验学时：

上机学时：

适用专业：石油工程

大纲执笔人：刘瑞文

系（教研室）主任：步玉环

## 一、课程目标

完井工程是衔接钻井和采油而又相对独立的工程，完井在石油工程中占有重要的地位。作为石油工程专业的学生，必须了解现代完井的相关工艺技术和理论。

本课程是培养石油工程专业学生综合应用钻井、采油和油藏等专业知识的能力，掌握现代完井方法和完井工具，解决生产过程所遇到完井设计、施工和井下作业等各种技术问题。使学生掌握国内外油气井完井方法，为从事相关研究与应用奠定基础。

## 二、基本要求

本课程是石油工程专业学生的选修课，应在学生修完石油工程的必要专业课程后学习该课。学习本课前，学生应当具有油藏地质、钻井和采油等方面的相关知识。通过本课的学习，学生应掌握常用的完井井底结构和完井方法、复杂储层的完井工艺技术、常用完井工具、油气井的固井、射孔、测试、修井等工艺技术。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 完井工程基础

2 学时

**本章重点难点：**油气藏的构造及储渗类型；油气藏的分类；完井要考虑的主要因素。

1. 油藏类型及储层流体特性；
2. 油气储藏的岩石类型及物性参数；
3. 完井所需资料收集与完井设计；
4. 油气层敏感性分析。

### 第二章 完井方法

**本章重点难点：**完井井底结构类型；直井与水平井常用的完井方式和特点；各种完井方式的优缺点；控制水锥和气锥的措施；完井方式完井方式的选择方法。

1. 常见的完井井底结构及特点 1 学时
2. 直井完井方式 1 学时

基本内容包括射孔完井、裸眼完井、衬管完井、砾石充填完井等完井方法的工艺过程、适用地层及特点；

3. 水平井完井方式 3 学时

- (1) 水平井的特点，水平井完井主要考虑的因素和完井的基本原则
- (2) 水平井裸眼完井
- (3) 水平井独立衬管完井和衬管顶部注水泥完井
- (4) 水平井管外封隔器完井
- (5) 水平井砾石充填完井
- (6) 特种防砂衬管完井
- (7) 水平井常规完井方式的不足与改进措施

4. 完井方式的选择 1 学时

### 第三章 分支井与膨胀管技术

**本章重点难点：**分支井的发展及应用现状；分支井的关键技术；井下分支方法。膨胀管技术的发展及应用。

|   |        |
|---|--------|
| 1. 分支井的概念及分支井的 TAML 分级  |        |
| 2. 分支井的关键技术及井下分支方法  | 1 学时   |
| 3. 膨胀管技术的发展及应用现状, 膨胀管的类型及膨胀方法                                   |        |
| 4. 智能完井的概念  | 2 学时   |
| <b>第四章 射孔</b>   |        |
| <b>本章重点难点:</b> 常用射孔工艺及方法; 新型射孔技术; 射孔参数选择。                       |        |
| 1. 射孔枪与射孔弹的类型及特点  | 1 学时   |
| 2. 射孔工艺—电缆传输射孔、过油管电缆传输射孔、油管传输射孔                                 | 1 学时   |
| 3. 新型射孔技术—复合射孔工艺、超正压射孔与定向射孔等                                    | 1 学时   |
| 4. 射孔参数   | 1 学时   |
| <b>第五章 地层测试</b>   |        |
| <b>本章重点难点:</b> 地层测试的基本原理; 常用的测试工具类型及测试程序。                       |        |
| 1. 地层测试的原理及分类   |        |
| 2. 常用的测试工具类型及特点   | 1 学时   |
| 3. MFE 测试工具的组成及测试程序   |        |
| 4. APR 测试工具的组成及测试程序   | 2 学时   |
| 5. 高压气井的测试的特点及安全措施  |        |
| 6. 海洋深水测试的特点及管柱主要组成部件   | 1 学时   |
| <b>第六章 固井</b>   |        |
| <b>本章重点难点:</b> 固井施工的基本流程; 水泥浆体系; 提高固井质量的措施; 固井设备与工具; 分级固井与尾管固井。 |        |
| 1. 固井基本流程就与浆体组成   | 1 学时   |
| 2. 常用固井设备与工具  | 1 学时   |
| 3. 分级固井与尾管固井  | 1 学时   |
| 4. 特殊水泥浆体系  | 0.5 学时 |
| 5. 复杂环境条件下的固井工艺和技术措施  | 0.5 学时 |
| <b>第七章 套管的损坏与修复</b>   |        |
| <b>本章重点难点:</b> 套管损坏的原因及预防措施; 套损井的套管修复方法。                        |        |
| 1. 套管损坏的原因及预防措施   | 1 学时   |
| 2. 套管损坏的类型及损坏部位检测方法   | 1 学时   |
| 3. 套损井的套管修复   | 2 学时   |
| 4. 套管的开窗侧钻工艺技术  | 1 学时   |
| <b>第八章 连续管技术与应用</b>   |        |
| 1. 连续管技术发展及应用现状   | 1 学时   |
| 2. 连续管钻机的主要组成与特点  | 1 学时   |
| 3. 连续管钻机在特殊井型中的应用   | 1 学时   |
| 4. 连续管钻机在井下作业中的应用   | 1 学时   |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>  |        |
| 1. 《现代完井技术》, 刘瑞文, 石油工业出版社, 2010;                                |        |
| 2. 《完井与井下作业》, 步玉环, 王德新, 中国石油大学出版社, 2006;                        |        |
| 3. 《现代完井工程》(第三版), 万仁溥, 石油工业出版社, 2008;                           |        |
| 4. 《实用完井工程》, 李可向, 石油工业出版社, 2002;                                |        |
| 5. 《海上油气田完井手册》, 张钧, 余克让等, 石油工业出版社, 1998;                        |        |
| 6. 《最新石油固井关键技术应用手册》, 李丰收, 石油工业出版社, 2007;                        |        |
| 7. 《石油作业工艺技术》, 文浩, 杨存旺, 石油工业出版社, 2002;                          |        |
| 8. 《试油测试工程监督》, 沈琛, 石油工业出版社, 2005。                               |        |

# 02119 《石油工业概论》教学大纲

英文名称: Introduction to Petroleum Industry

课程编码: 02119

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 全校各专业

大纲执笔人: 张卫东、孟红霞等

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

本课程是为全校各专业学生全面了解石油工业而开设的课程。本课程旨在完整系统地介绍石油工业的工艺流程、技术进步及对社会发展的影响,目的在于要使学生深刻认识石油天然气在国民经济和社会发展中的重要作用,从而牢固树立起“学石油、懂石油、热爱石油事业”和“科学技术是第一生产力”的观念。本课程注重介绍石油工业基本知识和相关工艺流程。对于理工专业的学生,应从系统工程的角度对石油的生产过程有全面的了解,明确自己所学专业在石油工业中的位置,了解各有关专业之间的相互关系,有意识地学习更多的石油专业知识;对于文科学生来说,应了解石油天然气及其生产的最基本的知识,提高自身的科学素养,强化石油文化特色。

## 二、基本要求

通过本课程的学习,学生应达到下列基本要求:

1. 对世界石油工业的发展历史和目前的经营管理现状有一个基本的了解;
2. 对石油天然气的性质及其产品有一个基本的了解;
3. 掌握油气地质勘探工程的基本原理和工程工艺;
4. 掌握石油工程的基本原理和工程工艺;
5. 掌握油气集输与储存的工艺流程;
6. 掌握石油加工的基本原理和工程工艺;
7. 对石油工业的可持续发展有所了解。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 绪论

**本章重点难点:** 中国的原始创新为世界石油工业的发展奠定了基础;美国强大的石油工业成为超一流强国的基石。

1. 石油工业与国家的强大 1 学时  
薪柴时代与中国;第一次工业革命与英国;第二次工业革命与美国;第三次工业革命与石油时代;

2. 石油工业概论课程体系的建立 1 学时  
建立的出发点;内容体系;特点。

### 第一章 石油天然气的性质

**本章重点难点:** 原油的物理性质;芳香烃的结构及性质。

1. 原油和天然气的组成、分类及性质 1 学时  
石油和天然气的定义;原油的元素组成;原油的分类;原油的物理性质;天然气的元素组成;天然气的分类;天然气的物理性质。

2. 烃的分类及其性质 1 学时  
烃的分类;烷烃的结构及性质;环烷烃的结构及性质;芳香烃的结构及性质。

### 第二章 油气的生成与聚集

**本章重点难点:** 生成油气的条件;掌握油气藏的形成过程。

1. 油气的生成理论 2 学时  
油气成因说;生成油气的物质基础;生成油气的条件;有机质演化成烃模式。

|   |        |
|---|--------|
| 2. 油气的运移与聚集   | 1 学时   |
| 生油气层；油气的储集层；油气的盖层；地质圈闭；油气运移；油气聚集。   |        |
| 3. 地层及岩石现场参观讲解  | 1 学时   |
| 第三章 油气勘探工程  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握地震勘探原理；了解测井方法；掌握油气勘探程序。  |        |
| 1. 油气勘探方法与原理  | 1.5 学时 |
| 地质法；地球物理法；地球化学法；钻井法   |        |
| 2. 油气勘探程序   | 0.5 学时 |
| 区域普查；区带详查；圈闭预探；油气藏评价勘探。   |        |
| 第四章 油气藏工程   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握油气田开发程序；掌握油气田开发方案设计过程和内容；了解油藏数值模拟方法和油藏经营管理。  |        |
| 1. 油层物理基础   | 2 学时   |
| 储层流体的性质：储层烃类体系相图；油气高压物性及变化规律；地层水组成、分类及性质  |        |
| 储层岩石基本物性参数：孔隙结构、孔隙度、渗透率、流体饱和度、胶结物和胶结类型、储层敏感性；储层润湿性；毛管力现象；相渗曲线。  |        |
| 2. 油气田开发程序  | 2 学时   |
| 油气田开发前的准备阶段；油气田开发总体建设方案的内容；油田开发方案的基本内容；油藏工程设计与方案优选（重点内容：开发原则，层系划分与组合，开发方式，井网，注水方式，油田开发指标）；油藏开发动态调整方法。 |        |
| 第五章 油气井工程   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握旋转钻井方法；掌握井身结构的概念。  |        |
| 1. 钻井方法及原理  | 1 学时   |
| 人工挖井方法；冲击钻井方法；旋转钻井方法  |        |
| 2. 油气井工程工艺流程  | 1 学时   |
| 钻前准备；钻进；固井；完井   |        |
| 3. 钻机模型参观讲解   | 1 学时   |
| 第六章 油气开采工程  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握采油树的组成；了解注水方式；掌握抽油机的组成及工作过程  |        |
| 1. 采油工程原理与方法  | 1 学时   |
| 采油原理；自喷采油法；人工举升；油田注水；油层酸化压裂。  |        |
| 2. 复杂条件下的开采技术原理   | 1 学时   |
| 防砂；防蜡与清蜡；油井堵水；稠油及高凝油开采技术；井底处理技术   |        |
| 3. 游梁式抽油机现场参观讲解   | 1 学时   |
| 第七章 油气储运工程  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握油气分离原理；掌握原油脱水原理；掌握原油稳定的概念；了解长距离输油管道的知识   |        |
| 1. 矿场油气集输与储存  | 1 学时   |
| 油气集输系统；油气集输工艺流程；油气分离；原油脱水；原油稳定；天然气净化；油库；储油方式  |        |
| 2. 油气长距离运输  | 1 学时   |
| 长距离输油管道；长距离输气管道   |        |
| 3. 油气集输和长距离输油管道模型参观讲解   | 1 学时   |
| 第八章 油气加工工艺  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握原油的深加工原理；了解润滑油的生产；了解裂解气分离法。  |        |



1. 石油炼制工艺 1 学时  
油品及炼制原理；原油的初加工；原油的深加工；石油产品的精制与调和；润滑油的生产；炼厂气加工炼制基本原理。

2. 石油化工工艺 1 学时  
转化原理；合成树脂；合成纤维；合成橡胶；化肥；化学农药；化学洗涤剂；石油食品；精细化工产品乙烯的生产；裂解气分离法；合成塑料的加工工艺；合成橡胶生产工艺；合成纤维的生产工艺；精细化工产品的生产过程。

3. 炼油厂模型参观讲解 1 学时  
第九章 石油工业发展历程及经营管理  
**本章重点难点：**西方石油七姊妹的来龙去脉；目前石油价格的定价机制；企业跨国经营的方式。

1. 西方石油七姊妹的诞生与发展 2 学时  
标准石油公司的发展演变；海湾石油公司的发展演变；德士古石油公司的发展演变；壳牌石油公司的发展演变；英国石油公司的发展演变。

2. 石油成本与石油价格 1 学时  
石油成本；天然气成本；石油价格的演变；目前石油价格的定价机制。

3. 石油企业的跨国经营 1 学时  
石油企业的特点；企业的跨国指数概念；企业跨国经营的方式。  
第十章 石油天然气工业的可持续发展  
**本章重点难点：**掌握油气接替战略；了解绿色石油化工；了解循环经济。

1. 石油工业发展带来的问题 0.5 学时  
资源问题；温室效应；白色污染；石油污染。

2. 石油工业 HSE 管理 0.5 学时  
杜邦 HSE 发展史；石油工业 HSE 管理的形成；石油工业 HSE 管理的内容体系。

3. 石油天然气工业的可持续发展 1 学时  
加快科技进步；节约用油；油气接替战略；绿色石油化工；循环经济。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《石油天然气工业概论》，王瑞和、张卫东，中国石油大学出版社，2007 年；
2. 《石油工程概论》，王瑞和、李明忠，中国石油大学出版社，2008 年。

# 02119 《石油工业概论》教学大纲

英文名称: Introduction to Petroleum Industry

课程编码: 02119

学分: 3

参考学时: 48

实验学时:

上机学时:

适用专业: 工程管理、工商管理、会计、营销等

大纲执笔人: 张卫东、孟红霞等

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

本课程是为石油大学本科生全面了解石油工业而开设的课程。本课程旨在完整系统地介绍石油工业的工艺流程、技术进步及对社会发展的影响,目的在于要使学生深刻认识石油天然气在国民经济和社会发展中的重要作用,从而牢固树立起“学石油、懂石油、热爱石油事业”和“科学技术是第一生产力”的观念。本课程注重介绍石油工业基本知识和相关工艺流程。对于理工专业的学生,应从系统工程的角度对石油的生产过程有全面的了解,明确自己所学专业在石油工业中的位置,了解各有关专业之间的相互关系,有意识地学习更多的石油专业知识;对于文科学生来说,应了解石油天然气及其生产的最基本的知识,提高自身的科学素养,强化石油文化特色。

## 二、基本要求

通过本课程的学习,学生应达到下列基本要求:

1. 对世界石油工业的发展历程和目前的经营管理现状有一个基本的了解;
2. 对石油天然气的性质及其产品有一个基本的了解;
3. 掌握油气地质勘探工程的基本原理和工程工艺;
4. 掌握石油工程的基本原理和工程工艺;
5. 掌握油气集输与储存的工艺流程;
6. 掌握石油加工的基本原理和工程工艺;
7. 对石油工业的可持续发展有所了解。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论

**本章重点难点:** 中国的原始创新为世界石油工业的发展奠定了基础;美国强大的石油工业成为超一流强国的基石。

1. 石油工业与国家的强大 1 学时  
薪柴时代与中国;第一次工业革命与英国;第二次工业革命与美国;第三次工业革命与石油时代。

2. 石油工业概论课程体系的建立 1 学时  
建立的出发点;内容体系;特点。

第一章 石油天然气的性质

**本章重点难点:** 原油的物理性质;芳香烃的结构及性质。

1. 原油和天然气的组成、分类及性质 1 学时  
石油和天然气的定义;原油的元素组成;原油的分类;原油的物理性质;天然气的元素组成;天然气的分类;天然气的物理性质。

2. 烃的分类及其性质 1 学时  
烃的分类;烷烃的结构及性质;环烷烃的结构及性质;芳香烃的结构及性质。

第二章 油气的生成与聚集

**本章重点难点:** 掌握沉积盆地的知识;掌握油气藏的形成过程。

1. 油气的生成理论与沉积盆地 3 学时  
油气成因说;生成油气的物质基础;生成油气的条件;有机质演化成烃模式;外动力地质作用与岩石;内动力地质作用与沉积盆地。

|   |        |
|---|--------|
| 2. 油气的运移与聚集   | 3 学时   |
| 生油气层；油气的储集层；油气的盖层；地质圈闭；油气运移；油气聚集。   |        |
| 3. 地层及岩石现场参观讲解  | 1 学时   |
| 第三章 油气勘探工程  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握地震勘探原理；了解测井方法；掌握油气勘探程序。  |        |
| 1. 油气勘探方法与原理  | 3 学时   |
| 地质法；地球物理法；地球化学法；钻井法。  |        |
| 2. 油气勘探程序   | 1 学时   |
| 区域普查；区带详查；圈闭预探；油气藏评价勘探  |        |
| 第四章 油气藏工程   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握油气田开发程序；掌握油气田开发方案设计过程和内容；了解油藏数值模拟方法和油藏经营管理。  |        |
| 1. 油层物理基础   | 3 学时   |
| 储层流体的性质：储层烃类体系相图；油气高压物性及变化规律；地层水组成、分类及性质  |        |
| 储层岩石基本物性参数：孔隙结构、孔隙度、渗透率、流体饱和度、胶结物和胶结类型、储层敏感性；储层润湿性；毛管力现象；相渗曲线。  |        |
| 2. 油气田开发程序  | 2 学时   |
| 油气田开发前的准备阶段；油气田开发总体建设方案的内容；油田开发方案的基本内容；油藏工程设计与方案优选（重点内容：开发原则，层系划分与组合，开发方式，井网，注水方式，油田开发指标）；油藏开发动态调整方法。 |        |
| 3. 提高采收率方法  | 0.5 学时 |
| 化学驱，混相驱，热力采油，微生物采油。   |        |
| 4. 油藏数值模拟方法   | 0.5 学时 |
| 常用油藏数模方法介绍，油藏数模原理及过程介绍。   |        |
| 5. 油藏物理实验室参观讲解  | 1 学时   |
| 第五章 油气井工程   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握旋转钻井方法；掌握井身结构的概念。  |        |
| 1. 钻井方法及原理  | 2 学时   |
| 人工挖井方法；冲击钻井方法；旋转钻井方法。   |        |
| 2. 油气井工程工艺流程  | 2 学时   |
| 钻前准备；钻进；固井；完井。  |        |
| 3. 钻机模型参观讲解   | 1 学时   |
| 第六章 油气开采工程  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握采油树的组成；了解注水方式；掌握抽油机的组成及工作过程。   |        |
| 1. 采油工程原理与方法  | 2 学时   |
| 采油原理；自喷采油法；人工举升；油田注水；油层酸化压裂   |        |
| 2. 复杂条件下的开采技术原理   | 2 学时   |
| 防砂；防蜡与清蜡；油井堵水；稠油及高凝油开采技术；井底处理技术。  |        |
| 3. 游梁式抽油机现场参观讲解   | 1 学时   |
| 第七章 油气储运工程  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 掌握油气分离原理；掌握原油脱水原理；掌握原油稳定的概念；了解长距离输油管道的知识。  |        |
| 1. 矿场油气集输与储存  | 3 学时   |
| 油气集输系统；油气集输工艺流程；油气分离；原油脱水；原油稳定；天然气净化；油库；储油方式。   |        |
| 2. 油气长距离运输  | 1 学时   |

- 长距离输油管道；长距离输气管道。
3. 油气集输和长距离输油管道模型参观讲解 1 学时
- 第八章 油气加工工艺
- 本章重点难点：**掌握原油的深加工原理；了解润滑油的生产；了解裂解气分离法。
1. 石油炼制工艺 2 学时
- 油品及炼制原理；原油的初加工；原油的深加工；石油产品的精制与调和；润滑油的生产；炼厂气加工。
- 炼制基本原理。
2. 石油化工工艺 2 学时
- 转化原理；合成树脂；合成纤维；合成橡胶；化肥；化学农药；化学洗涤剂；石油食品；精细化工产品乙烯的生产；裂解气分离法；合成塑料的加工工艺；合成橡胶生产工艺；合成纤维的生产工艺；精细化工产品的生产过程。
3. 炼油厂模型参观讲解 1 学时
- 第九章 石油工业发展历程及经营管理
- 本章重点难点：**西方石油七姊妹的来龙去脉；目前石油价格的定价机制；企业跨国经营的方式。
1. 西方石油七姊妹的诞生与发展 2 学时
- 标准石油公司的发展演变；海湾石油公司的发展演变；德士古石油公司的发展演变；壳牌石油公司的发展演变；英国石油公司的发展演变。
2. 石油成本与石油价格 1 学时
- 石油成本；天然气成本；石油价格的演变；目前石油价格的定价机制。
3. 石油企业的跨国经营 1 学时
- 石油企业的特点；企业的跨国指数概念；企业跨国经营的方式。
- 第十章 石油天然气工业的可持续发展
- 本章重点难点：**掌握油气接替战略；了解绿色石油化工；了解循环经济。
1. 石油工业发展带来的问题 0.5 学时
- 资源问题；温室效应；白色污染；石油污染。
2. 石油工业 HSE 管理 0.5 学时
- 杜邦 HSE 发展史；石油工业 HSE 管理的形成；石油工业 HSE 管理的内容体系。
3. 石油天然气工业的可持续发展 1 学时
- 加快科技进步；节约用油；油气接替战略；绿色石油化工；循环经济。
- 四、教材及主要参考资料**
1. 石油天然气工业概论，王瑞和，张卫东，中国石油大学出版社，2007 年；
2. 石油工程概论，王瑞和，李明忠，中国石油大学出版社，2008 年。

# 02120 《有杆抽油系统》教学大纲

英文名称: The Sucker Rod Pumping System

课程编码: 02120

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 齐宁、鲍丙生

系(教研室)主任: 董长银

## 一、课程目标

有杆泵采油是目前油田生产应用最广泛的开采方式,随着有杆泵采油新设备、新工艺和新技术在矿场的推广应用,有必要对石油工程专业的学生系统地介绍有杆泵采油的有关知识,打下扎实的专业基础。本课程是学习《采油工程》之后,在已经掌握了采油工程的基本理论、方法和对有杆泵采油的基本内容已有初步了解的基础上,为深入和详细地介绍有杆抽油系统而开设的限定选修课。要求同学能系统掌握有杆泵采油的基本理论和工艺过程。

## 二、基本要求

1. 本课程作为一门专业限选修课,可与其它专业选修课同时进行。
2. 本课程以讲授基本理论为主,同时结合生产实际介绍油田生产的新技术、新工艺和新设备。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 抽油机

10 学时

**本章的重点难点:** 掌握抽油机的基本运动规律、各部件受力状况;明确抽油机平衡的基本原理和平衡方式的平衡方法;了解无梁式抽油机的基本类型。

1. 抽油机基本知识;
2. 游梁式抽油机的结构及类型;
3. 游梁式抽油机的运动分析;
4. 游梁式抽油机的受力分析;
5. 游梁式抽油机的平衡理论;
6. 游梁式抽油机的减速传动装置;
7. 游梁式抽油机的动力装置;
8. 无游梁式抽油机。

### 第二章 抽油杆

6 学时

**本章的重点难点:** 抽油杆的基本类型、了解抽油杆的受力分析和强度校核、了解抽油杆柱的主要附属设备及其作用。

1. 抽油杆结构和制造工艺;
2. 特种抽油杆;
3. 抽油杆的失效分析;
4. 抽油杆柱附属设备。

### 第三章 抽油泵

8 学时

**本章的重点难点:** 明确抽油泵的基本工作原理;了解不同类型抽油泵的基本结构、适应性。

1. 抽油泵工作原理及工作特点;
2. 抽油泵的类型及结构;
3. 特殊用途的抽油泵;
4. 有杆泵抽油井井下附属设备。

### 第四章 有杆抽油系统研究与分析方法

4 学时

**本章的重点难点:** 有杆抽油系统的协调分析方法及动态预测技术。

1. 有杆抽油系统的协调分析;
2. 有杆抽油系统的动态预测技术。

**本章的重点难点：**有杆抽油系统的效率分析方法，及各部分效率的计算理论。

1. 有杆抽油系统的系统效率分解；
2. 有杆抽油系统的系统效率的计算与测试。

#### 四、教材及主要参考资料

教材：

有杆泵抽油理论与设备，王杰祥、李兆文、郜云飞，石油大学胶印教材，2001。

主要参考书：

1. 有杆抽油系统，崔振华、余国安、安锦高等，石油工业出版社，1994；
2. 抽油机，邬亦炯、刘卓钧、赵贵祥等，石油工业出版社，1994；
3. 抽油杆，吴则中、李景文、赵学胜等，石油工业出版社，1994；
4. 抽油泵，沈迪成、艾万诚、盛曾顺等，石油工业出版社，1994。

# 02121 《油藏数值模拟基础》教学大纲

英文名称: Fundamental of Numerical Reservoir Simulation

课程编码: 02121

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时: 4

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 谷建伟、李淑霞

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

油藏数值模拟是随计算机和计算数学的发展而不断发展起来的一门综合性的工程应用学科, 目前已成为指导油田开发的一种有力工具。本课程的目标: 通过本课程的学习, 增强学生综合运用基础理论、专业知识和计算机工具分析问题、解决问题的能力。使学生理解油藏数值模拟在油田开发中的地位和作用, 掌握油藏数值模拟的基本内容、原理和操作步骤, 了解近年来油藏数值模拟的发展方向及新技术, 能够编制简单的数值模拟软件, 初步学习数值模拟软件的基本应用和操作过程。使学生毕业后能够适应科学研究和现场生产的需要, 为实际工作中进行大型的数值模拟应用打下良好基础。

## 二、基本要求

本课程以流体在多孔介质中的渗流为基础, 是油藏地质、油层物理、渗流力学、油藏工程、应用数学、计算机等学科的交叉学科, 因此要求学生具有上述几个方面的基础知识, 具有计算机操作和编写软件的基本技能。先修课程为: 程序设计语言、计算方法、线性代数、偏微分方程数值解、石油地质、油层物理、渗流力学、油藏工程等。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 2 学时

第一章 油藏数值模拟简介 4 学时

**本章重点难点:** 油藏数值模拟的概念、主要内容、操作过程、在油田开发不同阶段的作用。

1. 油藏数值模拟在油田开发中的作用

油藏描述的方法, 油藏数值模拟在油田开发不同阶段的作用。

2. 油藏数值模拟的主要内容和过程。

3. 油藏数值模拟的发展概况和发展方向。

第二章 基本数学模型 6 学时

**本章重点难点:** 单相流、两相流的数学模型, 数学模型的一般式, 多组分模型和黑油模型。

1. 数学模型的构成及建立步骤

构成数学模型的基本方程, 建立数学模型的步骤。

2. 单相流的数学模型

一维单相流的数学模型, 三维单相流的数学模型。

3. 两相流的数学模型

一维油水两相流的数学模型, 二维气水两相流的数学模型。

4. 数学模型的一般式

5. 多组分模型

多组分模型的推导, 未知量及辅助方程分析。

6. 黑油模型

黑油模型的推导, 未知量及辅助方程分析。

7. 定解条件

初始条件, 边界条件。

第三章 差分方程组的建立

6 学时

**本章重点难点:** 离散化、网格系统、显式差分、隐式差分、差分方程的稳定性。

### 1. 基本有限差分

空间离散和时间离散，块中心网格和点中心网格系统，一阶前差商、后差商、中心差商，等距离网格和不等距网格下的二阶差商。

### 2. 差分方程组的建立

显式差分格式，隐式差分格式，Crank—Nicolson 差分格式。

### 3. 网格排列格式及其系数矩阵

标准排列格式，对角排列格式，点交替排列格式，交替对角排列格式。

### 4. 差分方程的稳定性分析

差分方程的相容性，稳定性及分析方法。

### 5. 边界条件的处理

定压、定流量外边界的处理，定产量、定井底流压内边界的处理。

## 第四章 线性代数方程组的解法

4 学时

**本章重点难点：**线性代数方程组的直接解法和迭代解法。

### 1. 线性代数方程组的直接解法

高斯消元法，LU 分解法，D4 排列格式算法。

### 2. 线性代数方程组的迭代解法

简单迭代法，高斯—赛德尔迭代法，松弛法。

### 3. 交替方向隐式方法

非迭代的交替方向隐式法，交替方向隐式迭代法，加速因子的选择。

### 4. 预处理共轭梯度法

迭代求解的基本原理，矩阵的不完全 LU 分解，ORTHOMIN 加速法。

### 5. 各种方法的对比

## 第五章 一维油藏的数值模拟方法

6 学时（其中上机 2 学时）

**本章重点难点：**一维两相流的 IMPES 求解方法；压力方程、饱和度方程，上游权方法，非线性系数的处理方法；一维径向坐标不等距网格的处理，各种边界条件的处理。

### 1. 一维油水两相水驱油的数值模拟方法

数学模型的建立，数学模型的求解方法及参数处理，差分方程组的建立及求解，编程思路。

### 2. 一维径向单相流数值模拟方法

数学模型，差分方程组的建立，各种内、外边界条件的处理，编程思路。

上机编程：一维油水两相流的数值模拟。

## 第六章 数值模拟技术在油田开发中的应用

4 学时（其中上机 2 学时）

**本章重点难点：**网格划分及数值模型的建立过程，历史拟合的概念、指标、调参方法、拟合步骤，油藏动态预测。

### 1. 油藏数值模拟模型的建立

模型选择，网格划分，油藏数值模型的建立。

### 2. 油藏数值模拟历史拟合

历史拟合的概念和目的，拟合指标，参数调整原则，调参方法，历史拟合质量的评价。

### 3. 数值模拟动态预测

上机内容：软件操作与应用。

## 四、教材及主要参考资料

1. 《油藏数值模拟基础》，李淑霞、谷建伟，中国石油大学出版社，2009；
2. 《油藏数值模拟基础》，陈月明，石油大学出版社，1989；
3. 《油藏数值模拟基础》，韩大匡，陈钦雷、闫存章，石油工业出版社，1993；
4. 《油藏数值模拟》，袁士义、王家禄译，石油工业出版社，2004；
5. 《油藏模拟》，李允，石油大学出版社，1999；
6. 《黑油模型在油田开发中的应用》，袁弈群等，石油工业出版社，1995；
7. 《油气藏数值模拟基本原理》，张烈辉，石油工业出版社，2005。



# 02124 《注蒸汽热力采油》教学大纲

英文名称: Thermal Recovery by Steam Injection

课程编码: 02124

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时: 8

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 侯健

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

注蒸汽热力采油开采技术是进行稠油开采的最有效的手段之一。我国自 80 年代开始应用注蒸汽采油技术, 十几年来我国注蒸汽热力采油得到不断的发展。本课程是为石油工程及应用物理专业高年级学生开设的一门限定选修课。该课程的目的在于扩充学生的知识面, 使学生了解稠油油藏这种特种油藏的开采方法, 为今后从事现场工作打下基础。

## 二、基本要求

本课程的先修课包括: 油层物理学、渗流力学、传热学、油藏工程、采油工艺原理等。传热学为本课程的热量传递、热损失的计算提供理论基础; 油层物理学提供了学生油藏岩石流体性质和相态分析能力; 渗流力学研究了流体在多孔介质中的运移形态和规律; 油藏工程是关于解决实际油气田的开发设计和分析的研究; 采油工艺原理着重于采油生产实践经验的总结。

本课程以讲授基本理论为主, 要求掌握大纲所规定的内容, 并以注蒸汽热力采油机理、油藏岩石流体热物理性质、井筒热损失计算、各种注蒸汽热力采油方法的产能计算为重点, 同时了解近年发展起来的注蒸汽热力采油新技术, 并结合实际稠油油田的例子, 了解油田实际生产和科研工作。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 绪论

热力采油工程的基本任务, 热力采油的主要内容, 国内外热力采油工艺技术的发展状况, 本课程的特点及学习方法。

### 第一章 注蒸汽热力采油介绍

**本章重点难点:** 注蒸汽热力采油机理、注蒸汽油层的筛选标准。

介绍稠油(或重油)的定义, 国内外稠油油藏的特点, 综述稠油开采的方法及最新技术。注蒸汽热力采油方法、注蒸汽热力采油机理、注蒸汽油层的筛选标准。

1. 稠油的概念 1 学时

稠油的定义、稠油分类标准、稠油分布情况。

2. 注蒸汽热力采油的基本方法 1 学时

注蒸汽热力采油基本方法、作用机理、技术条件分析。

3. 注蒸汽油藏的筛选标准 1 学时

注蒸汽开发油藏的国外基本筛选标准、国内筛选标准。

4. 国内外注蒸汽热力采油发展概况 1 学时

蒸汽吞吐采油的矿场应用、产能预测模型、物理模拟及数值模拟技术, 蒸汽驱采油的矿场应用、产能预测模型、物理模拟及数值模拟技术。

### 第二章 油藏岩石和流体的热物理性质

**本章重点难点:** 饱和水蒸汽的性质。

油藏岩石的导热系数、热容量、比热和热扩散系数, 以及油藏流体的粘温关系、饱和水蒸汽的性质。

1. 油藏岩石的导热系数 1 学时

导热系数的测定方法、导热系数的经验公式、导热系数的影响因素及其影响规律分析。

2. 油藏岩石的比热、热容量和热扩散系数 1 学时

介绍比热、热容量、热扩散系数、热膨胀系数等油藏岩石热物性参数的物理含义、单位及测定方法。

3. 油藏流体的热物性参数 2 学时

油、水、蒸汽的基本热物性参数的描述，地层原油、地层水的粘温关系曲线。

第三章 温度对油气水三相相对渗透率影响的计算方法

**本章重点难点：**温度对油气水三相相对渗透率的计算温度对油气水三相相对渗透率的影响机理和计算方法。

1. 油气水三相相对渗透率的计算公式 1 学时

油水、油气两相相对渗透率的分析、油气水三相相对渗透率的推导。

2. 温度变化时三相相对渗透率的计算方法 0.5 学时

温度对相渗曲线影响规律分析、考虑温度变化时三相相对渗透率的建立。

3. 相对渗透率的解析表达式 0.5 学时

相对渗透率解析模型的建立、滞后现象对相对渗透率曲线的影响。

上机编程：不同温度下三相相对渗透率的计算 4 学时

第四章 地面管线的热损失

**本章重点难点：**蒸汽在地面管线中的热损失的计算。

热损失的基本构成和计算方法，蒸汽在地面管线中的热损失和饱和蒸汽干度的计算。

1. 架空管线的热损失 0.5 学时

热量传递的基本方式、架空管线热损失计算公式的推导。

2. 地下埋管的热损失 0.5 学时

地下埋管热损失的基本构成及计算方法。

3. 井口蒸汽干度的计算 1 学时

能量平衡原理的应用、井口蒸汽干度的计算。

第五章 井筒热损失

**本章重点难点：**蒸汽在井筒中的热损失的计算。

考虑井筒压力变化与否，蒸汽在井筒中的热损失和饱和蒸汽到达井底时其干度的计算。

1. 不考虑井筒压力变化的热损失计算 2 学时

不考虑井筒压力变化下，井筒热损失、井筒干度的计算，分析不同深度、注入时间及注入速率对热损失计算的影响。

2. 考虑井筒中压力变化的热损失计算 2 学时

考虑井筒压力变化下，井筒热损失、井筒干度的计算，分析不同深度、注入时间及注入速率对热损失计算的影响。

上机编程：不考虑压力变化的井筒热损失计算 4 学时

第六章 蒸汽吞吐生产能力预测方法

**本章重点难点：**考虑蒸汽超覆的计算方法。

介绍蒸汽吞吐生产能力的 Boberg-Lantz 预测方法和考虑蒸汽超覆的计算方法。

1. Boberg 和 Lantz 的预测计算方法 1 学时

Boberg 和 Lantz 模型的计算过程，包括加热半径、平均温度、产能及余热量的计算。

2. 考虑蒸汽超覆的计算方法 1 学时

蒸汽超覆地质物理模式的建立、生产能力等各项参数的确定。

3. 蒸汽吞吐井产量特征及影响因素 1 学时

蒸汽吞吐井的产量特征、产量特征的影响因素。

4. 吞吐井生产时的井筒工况分析 1 学时

开采工艺介绍、自喷井及抽油井工况分析。

第七章 蒸汽驱生产能力预测方法

**本章重点难点：**蒸汽驱最佳注入速率确定的方法、蒸汽驱产量经验预测方法。

- |  |      |
|--|------|
| 1. 蒸汽驱最佳注入速率<br>蒸汽驱数学模型的描述、蒸汽注入参数的优化过程。        | 1 学时 |
| 2. 半经验产量预测方法<br>地质物理模式的建立、开发指标预测方法的应用、修正系数的确定。 | 2 学时 |
| 3. 蒸汽驱解析解模型<br>地质物理模式的建立、数学模型的建立及求解。           | 1 学时 |

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《热力采油技术》，侯健等，中国石油大学出版社，2013；
2. 《注蒸汽热力采油》，陈月明编，石油大学出版社，1996；
3. 《热力采油》，M·帕拉茨，石油工业出版社，1989；
4. 《热力采油技术原理与方法》，刘慧卿等，石油大学出版社，2000；
5. 《稠油热采技术》，张锐等，石油工业出版社，1999；
6. 《胜利油田稠油油藏热力开采技术》，霍广荣等，石油工业出版社，1999。

# 02125 《油藏驱替机理》教学大纲

英文名称: Displacement Mechanism in Petroleum Reservoir

课程编码: 02125

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 苏玉亮 杨永飞

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

本课程是为石油工程专业高年级学生开设的一门限定选修课。油藏驱替是油藏工程理论和实践的核心部分,例如:一次采油过程中的单相流体弹性驱替,二次采油过程的油水两相弱压缩流体(饱和度波)驱替,三次采油过程的多相多组分流体溶剂混相和非混相(溶剂浓度波)驱替,三次采油过程的热力法采油非等温(温度波)驱替,都是典型油藏驱替问题。本课程从油藏工程和渗流力学角度出发,利用经典数学理论及近代数学中求解非线性问题的一些方法,通过介绍各种驱替的机理、建模、求解及油田实际应用,使学生对复杂油田及其开发方法有较好了解,从原理上掌握提高原油采收率的基本途径,为培养油藏工程专家型人才打下基础。

## 二、基本要求

本课程的任务从数学物理、热力学、表面化学、物理化学、流变学基础理论方面掌握油藏驱替的渗流力学基本原理,并能够从事二、三次采油和油田开发动态指标的计算和开发设计,对目前二、三次采油方法适应性和存在问题以及发展前景有所了解。

本课程的先修课为:油层物理基础、渗流力学、油藏工程基础,上述课程主要为油藏驱替的研究及教学打好理论计算基础,其中有些关于近现代数学的内容需要作必要的介绍和加深。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论

难开发储量地位、开发现状及前景。

2 学时

第一章 水驱油基础理论

**本章的重点难点:**水驱油过程中的贝克莱-列维尔特驱油理论、难开发油藏(裂缝性、稠油、低渗)驱替机理及驱替特征、物理水动力学方法提高采收率原理及应用。

1. 油水两相驱替理论

4 学时

非混相驱替理论、激波理论及特征线法。

2. 天然裂缝油田、稠油油田等特殊油藏开发特征

2 学时

特殊油藏渗流特征及描述方法、驱替机理及开发特征。

3. 物理-水动力学方法的理论与实践

2 学时

周期注水原理及设计、改变液流方向设计。

第二章 物理-化学方法驱油机理及动态计算

**本章的重点难点:**物理-化学驱替驱油机理、溶剂段塞驱替设计、气体驱油机理及设计计算。

1. 二次采油残余油形成原因

2 学时

注水开发效果分析、二次采油残余油形成原因。

2. 物理化学驱替机理

2 学时

浓度扩散方程的建立、溶剂驱及高压气驱等驱油机理分析。

3. 溶剂段塞驱替溶剂量设计计算

2 学时

溶剂驱油数学模型建立及求解、溶剂段塞驱替设计计算方法、矿场应用设计。

4. CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub> 气体驱替和 WAG 交替注气-水驱油

2 学时

CO<sub>2</sub> 及 N<sub>2</sub> 气体驱油机理分析、动态设计方法、交替注气-水动态计算方法及应用。

5. 表面活性剂水溶液和聚合物水溶液驱油机理及动态计算

2 学时

表面活性剂水溶液活塞式驱油模型、表面活性剂水溶液非活塞驱油模型、聚合物水溶液流变

特征、驱油机理、动态计算。

### 第三章 热力法驱油机理及动态计算

**本章的重点难点：**热力驱温度场模型，注冷水-热水过程，注蒸汽开发机理和设计计算。

1. 温度场变化原因和热动力学模型 2 学时

油藏温度场分布及变化、传热方式及特点。

2. 冷水-热水过程数学物理分析 2 学时

注冷水-热水驱油模型的建立及求解、渗流场及温度场的耦合及特点、注冷水-热水对开发效果的影响。

3. 注蒸汽开发的数学物理分析 2 学时

注蒸汽驱油模型的建立及求解、蒸汽超覆、温度场分析。

### 第四章 复合驱替理论

**本章的重点难点：**复合驱替机理分析、数学模型建立及求解、动态设计方法及应用。

1. 热聚合物驱替机理、建模及设计计算 2 学时

热聚合物驱油机理、数学模型建立及求解、动态计算方法及应用。

2. 干式火烧油层动态计算 2 学时

干式火烧油层工艺特点、燃烧计算、动态分析。

3. 湿式火烧油层动态计算 2 学时

湿式火烧油层工艺特点、燃烧计算、动态分析。

### 四、教材及主要参考资料

1. 《油田开发》，[苏] Ю. П. 日尔托夫著，郭美云、栾志安译，石油工业出版社，1992；

2. 《油藏驱替机理》，苏玉亮编著，石油工业出版社，2009。

# 02126 《油水井增产增注技术》教学大纲

英文名称: Well Stimulation Technology

课程编码: 02126

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、海洋油气工程

大纲执笔人: 王杰祥

系(教研室)主任: 董长银

## 一、课程目标

《油水井增产增注技术》是为石油工程专业本科生开设的主要选修课之一。其任务是使学生掌握油气开采中各种增产增注措施的基本原理及工艺方法,了解油气藏增产改造新工艺、新技术及发展动向。为学生毕业后正确地选择增产改造工艺、进行工艺设计和措施效果分析提供理论依据,并为解决增产改造过程中的实际问题和从事科研工作准备必要的专业理论知识。

## 二、基本要求

学生按本大纲学完油水井增产增注技术后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的基本概念、基本理论与工艺设计方法,并达到下列要求:

1. 了解不同类型油藏进行增产改造的原因,掌握储层岩石、流体及措施流体对增产改造措施效果的影响。

2. 了解压裂、酸化技术发展现状,掌握水力压裂、酸化基本原理、基本概念及基本工艺过程,能够进行压裂、酸化工艺优化设计。

3. 了解除压裂、酸化之外各种增产改造新工艺的基本原理及其适用性。

## 三、教学内容与学时分配建议

第一章 油水井增产改造基础知识

4 学时

**本章的重点难点:** 增产改造措施流体基本物理与化学性质

1. 油水井增产增注技术的主要内容,国内外油水井增产增注技术的发展状况,本课程的特点及学习方法;

2. 储层岩石、流体及措施流体基本物理与化学性质;储层伤害原因与评价方法。

第二章 水力压裂工艺技术

12 学时

**本章的重点难点:** 水力压裂增产原理、裂缝导流能力基本概念与评价方法、压裂基本设计方法。

1. 水力压裂增产原理;

2. 造缝机理;

3. 裂缝导流能力及增产效果预测;

4. 压裂液与支撑剂;

5. 压裂设计;

6. 整体压裂改造;

7. 压裂新技术。

第三章 酸化工艺技术

8 学时

**本章的重点难点:** 酸化增产改造原理、酸岩化学反应、酸化效果评价方法、酸化工艺设计方法。

1. 酸化增产原理,酸岩化学作用原理,酸的有效作用距离及增产效果评价;

2. 常用酸液种类、性能及添加剂;

3. 盐酸处理工艺设计;

4. 土酸处理原理及工艺设计;

5. 特种酸处理简介;

6. 酸化新技术。

#### 第四章 物理法增产改造技术

6 学时

**本章的重点难点：**各种物理法增产改造方法的增产原理及适用性。

1. 高能气体压裂理论及增产原理；
2. 井底处理的水力振荡和高压水射流增产增注原理与技术；
3. 超声波、人工地震和井下脉冲放电增产原理与技术；
4. 电磁波与微波加热增产技术。

#### 第五章 微生物法增产改造技术

2 学时

**本章的重点难点：**微生物法增产改造基本原理及适用性。

微生物法增产改造基本原理、优缺点及适用性。

#### 四、教材及主要参考资料

教材：

油水井增产增注技术，王杰祥主编，中国石油大学出版社，2006。

主要参考书：

1. 采油工艺原理，王鸿勋、张琪，石油工业出版社，1989；
2. 《Reservoir Stimulation》(Third Edition), Michael J. Economides and Kenneth G.Nolte. John Wiley&Sons.LTD, 2000;
3. 水力压裂原理，王鸿勋，石油工业出版社，1987；
4. 采油化学，赵福麟，石油工业出版社，1989；
5. 油井酸化原理，威廉姆斯，石油工业出版社，1983；
6. 采油工程手册（上、下），万仁溥，石油工业出版社，2000；
7. 高新采油技术，王仲茂，石油工业出版社，1999；
8. 油气藏增产技术，马建国，石油工业出版社，1998；
9. 石油新技术开发与应用，孙平，石油工业出版社，1997。

# 02127 《钻井地质环境描述》教学大纲

英文名称: Description of Drilling Geological Environment

课程编码: 02127

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 张卫东

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

该课程是为石油工程专业本科生开设的专业选修课。通过本课程的学习,使学生建立起多参数描述钻井地质环境的体系;学会获取各种地质力学参数的方法,重点掌握测井方法和岩石力学实验方法;将多参数描述得到的钻井地质环境应用到石油工程中去,为井壁稳定、钻头优选、地质导向等科学钻井服务。

## 二、基本要求

学生学完该课后,能掌握各种地质力学参数的基本概念、各种参数的获取方法,形成对钻井地质环境的系统认识,并达到下列要求:

1. 掌握岩石弹性力学参数、岩石强度、钻井工程特性力学参数、岩石孔隙弹性参数等岩石力学参数的概念及获取方法;
2. 掌握地应力的基本概念及其获取方法;
3. 学会对断层、褶皱和裂缝的描述;
4. 掌握地震方法和测录井方法获取地质参数的原理;
5. 了解地层压力监测和预测的方法;
6. 学会利用地质参数进行井壁稳定性评价。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 钻井地质环境描述的建立

**本章重点难点:** 钻复杂结构井需要与地质的紧密结合;钻井地质环境描述的定义。

1. 钻高难度井提出的问题 1 学时  
钻深井地质的不确定性;钻复杂结构井需要与地质的紧密结合;钻欠平衡井需要对地层压力的准确掌握。

2. 课程的建立 1 学时

钻井地质环境描述的定义、任务及主要内容;钻井地质参数获取的主要途径。

### 第二章 岩石的力学与工程性质

**本章重点难点:** 岩石单元受力体与莫尔应力圆的对应;库仑-纳维尔破裂准则及其参数;Biot有效应力理论。

1. 岩石力学基础 2 学时  
正应力、剪应力的概念;线应变、剪应变的概念;单元体受力分析;莫尔应力圆的含义。
2. 岩石单轴、三轴实验及其力学参数 2 学时  
岩石单轴实验和三轴实验方法;岩石应力应变曲线分析;实验获取的力学参数。
3. 岩石强度 2 学时  
拉伸破裂准则及其参数;库仑-纳维尔破裂准则及其参数;库仑-莫尔破裂准则及其参数;D-P破裂准则及其参数;H-B破裂准则及其参数;格里菲斯破裂准则及其参数。
4. 岩石孔隙弹性与力学评价 2 学时  
岩石排水与不排水实验的概念;干燥岩石与饱和岩石的概念;Biot有效应力理论;Gassmann方程;岩石物性与力学参数的关系。

### 第三章 地应力描述

**本章重点难点:** 构造运动形成的地应力;水平地应力计算模型;分层地应力获取方法。



|  |      |
|--|------|
| 1. 地应力的形成  | 1 学时 |
| 自重形成的地应力；构造运动形成的地应力。                               |      |
| 2. 地应力的变化规律  | 1 学时 |
| 地应力大小和方向的规律；褶皱、断层等对地应力分布的影响。                       |      |
| 3. 地应力的计算模型  | 1 学时 |
| 上覆岩层压力计算模型；水平地应力计算模型；分层地应力计算模式。                    |      |
| 4. 地应力-系统的获取方法                                     | 1 学时 |
| 点地应力获取方法；分层地应力获取方法；空间地应力场获取方法。                     |      |
| 第四章 地质构造描述   |      |
| <b>本章重点难点：</b> 褶皱的分类与受力分析；不同断层的识别及特点；不同裂缝的识别。      |      |
| 1. 褶皱描述  | 1 学时 |
| 褶皱描述的要素；褶皱的分类与受力分析。                                |      |
| 2. 断层描述  | 1 学时 |
| 断层描述的要素；各种断层的形成与受力关系；不同断层的识别及特点。                   |      |
| 3. 裂缝描述  | 1 学时 |
| 裂缝描述的要素；裂缝形成的成因；不同裂缝的识别。                           |      |
| 4. 地层和岩石现场参观讲解                                     | 1 学时 |
| 岩层剖面认识；岩屑录井认识；地质构造认识。                              |      |
| 第五章 地震测井与地质描述                                      |      |
| <b>本章重点难点：</b> 地震对地质描述的方法和手段；测井对岩石微观组构的描述。         |      |
| 1. 地震对地质的描述  | 1 学时 |
| 地震对地质描述的原理；地震对地质描述的方法和手段。                          |      |
| 2. 测井对地质的描述  | 3 学时 |
| 测井对地质描述的原理；测井对地质描述的方法和手段；测井对岩石微观组构的描述。             |      |
| 第六章 录井与地层压力监测预测                                    |      |
| <b>本章重点难点：</b> 综合录井对地层特性参数的实时计算；地层压力预测。            |      |
| 1. 钻录井方法   | 1 学时 |
| 综合录井技术简介；综合录井对地层特性参数的实时计算；随钻地层识别；区块多井对比分析。         |      |
| 2. 地层压力监测预测  | 1 学时 |
| 地层压力监测；地层压力预测。                                     |      |
| 第七章 井壁稳定性评价  |      |
| <b>本章重点难点：</b> 定向井井周应力分布；坍塌压力剖面的确定；井壁膨胀量随着时间的变化关系。 |      |
| 1. 井壁周围应力分布  | 2 学时 |
| 直井井周应力分布；定向井井周应力分布。                                |      |
| 2. 三个压力剖面的确定                                       | 1 学时 |
| 坍塌压力剖面的确定；破裂压力剖面的确定；孔隙压力剖面的确定。                     |      |
| 3. 井壁漏失分析  | 1 学时 |
| 漏失现象表征；钻井液漏失机理分析。                                  |      |
| 4. 考虑塑性的井壁稳定评价                                     | 1 学时 |
| 岩石蠕变的三个阶段；井壁膨胀量随着时间的变化关系。                          |      |
| 第八章 导向钻井与随钻测井                                      |      |
| <b>本章重点难点：</b> 地质导向的工作原理；随钻测井解释。                   |      |
| 1. 导向钻井  | 2 学时 |
| 几何导向钻井；地质导向钻井；旋转导向钻井。                              |      |

## 2. 随钻测井

1 学时

工作原理：随钻测井解释。

### 四、教材及主要参考资料

1. 张卫东，钻井地质环境描述，内部教材，2013；
2. [挪]Bernt S. Aadnoy, [英]Reza Looyeh 著，韩来聚、王宗钢、冯光通、魏振译，钻井岩石力学，东营：中国石油大学出版社，2013；
3. 程远方，《油气工程岩石力学》，内部教材，1998。

# 02128 《定向钻井理论与技术》教学大纲

英文名称: Directional Drilling Theory and Technology

课程编码: 02128

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、船舶与海洋工程

大纲执笔人: 黄根炉

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

该课程是为石油工程、船舶与海洋工程专业开设的专业选修课。该课程是在《钻井工程》第五章“井眼轨道设计及轨迹控制”内容的基础上,对定向钻井理论和技术的进一步拓宽和加深,使学生掌握定向井设计和计算的基本理论和方法,了解定向井常用工具和仪器的作用、原理和特点,初步具备分析和解决定向钻井过程中具体问题的能力,同时对当前大量出现的定向井新技术有最基本的了解,为以后从事定向井工作打下较好的基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生定向钻井先有一个基本的了解,所以应安排在专业实习和钻井工程理论与技术课学习之后进行。通过本课程的学习,学生应达到:

1. 理解井斜角、井斜方位角、井眼曲率、磁偏角、收敛角、装置角、装置方位角、动力钻具反扭角、轨道自由度等基本概念;
2. 掌握定向井井眼轨迹计算、井身剖面设计、井眼轨迹预测等方法;
3. 能初步进行钻柱摩阻扭矩计算、动力钻具反扭角计算;
4. 掌握螺杆钻具、无磁钻铤选用方法;
5. 了解常规电磁类测量仪器的结构和工作原理;
6. 了解定向井发展中出现的新技术。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 定向井井眼轨迹计算

**本章的重点难点:** 收敛角的概念、井眼曲率的计算、邻井最近距离扫描图。

1. 井眼轨迹的基本概念 1.5 学时  
井深,井斜角,井斜方位角,垂深,南北位移、东西位移、水平位移,水平长度,平移方位角,视平移,井眼轨迹垂直投影图、水平投影图和垂直剖面图。
2. 井斜方位角的校正 1.5 学时  
地磁场,磁偏角,高斯-克吕格投影,收敛角,井斜方位角的校正方法。
3. 井眼曲率的计算 1 学时  
井眼方向矢量,微分几何法,狗腿角公式法、简化计算方法。
4. 测斜计算方法 2 学时  
对测斜计算数据的规定,常规七种测斜计算方法,测斜计算方法的评价。
5. 定向井轨迹绘图 2 学时  
垂直剖面图,水平投影图,垂直投影图,三维视图,邻井最近距离扫描图,邻井水平距离扫描图,邻井法面距离扫描图。
6. 定向井轨迹质量评价 1 学时  
水平靶,垂直靶,水平靶靶心距的计算,垂直靶纵偏、横偏的计算。

### 第二章 定向井井眼轨道设计

**本章的重点难点:** 待钻井眼轨道设计。

1. 轨道设计约束方程 1.5 学时  
轨道自由度,轨道约束数,轨道设计约束方程,轨道设计参数的确定原则。
2. 二维常规轨道设计 1.5 学时

|  |      |
|--|------|
| 二维常规轨道设计通用方程，二维轨道节点参数的计算，二维轨道分点参数的计算。              |      |
| 3. 微曲稳斜轨道设计  | 1 学时 |
| 微曲稳斜轨道，微曲稳斜轨道设计关键参数计算。                             |      |
| 4. 待钻轨道设计  | 1 学时 |
| 待钻轨道，待钻轨道设计关键参数计算，三维轨道节点参数的计算，三维轨道分点参数的计算。         |      |
| 第三章 井眼轨迹预测方法                                       |      |
| <b>本章的重点难点：</b> 三点定圆法、井眼轨迹的几何法预测。                  |      |
| 1. 工具造斜率的预测方法                                      | 1 学时 |
| 三点定圆法，平衡曲率法，极限曲率法。                                 |      |
| 2. 井眼轨迹预测方法  | 2 学时 |
| 井眼轨迹的外推法预测，井眼轨迹的几何法预测，钻头与地层相互作用模型介绍。               |      |
| 第四章 定向井井眼轨迹控制                                      |      |
| <b>本章的重点难点：</b> 恒工具面扭方位、恒工具面角扭方位。                  |      |
| 1. 造斜工具的定向方法                                       | 1 学时 |
| 地面定向法，井底定向法，随钻定向法。                                 |      |
| 2. 各种定向角度的计算                                       | 3 学时 |
| 恒工具面扭方位，恒工具面角扭方位，装置角，装置方位角，反扭角，定向方位角。              |      |
| 3. 定向井钻柱的摩阻扭矩计算                                    | 2 学时 |
| 摩阻扭矩的主要危害，摩阻扭矩计算的现状，摩阻扭矩的影响因素，摩阻扭矩计算的软模型，摩阻扭矩计算步骤。 |      |
| 第五章 定向井常用工具和仪器                                     |      |
| <b>本章的重点难点：</b> 螺杆钻具的分类及选用、井斜角的测量、方位角的测量、工具面角的测量。  |      |
| 1. 螺杆钻具  | 2 学时 |
| 螺杆钻具的组成，螺杆钻具的工作特性，螺杆钻具的分类及选用。                      |      |
| 2. 无磁钻铤  | 1 学时 |
| 影响无磁钻铤使用长度的因素，无磁钻铤使用长度的确定。                         |      |
| 3. 电磁类测斜仪  | 2 学时 |
| 重力加速度计的组成和原理，磁通门的组成和原理，井斜角的测量，方位角的测量，工具面角的测量。      |      |
| 4. 其它工具和仪器   | 1 学时 |
| 涡轮钻具，加重钻杆，MWD，定向接头，弯接头，稳定器。                        |      |
| 第六章 定向井技术的发展                                       |      |
| 1. 水平井钻井技术   | 1 学时 |
| 水平井的分类，水平井的优点，水平井的主要技术问题。                          |      |
| 2. 大位移井钻井技术  | 1 学时 |
| 大位移井定义，大位移井用途，大位移井关键技术。                            |      |
| 3. 分支井钻井技术   | 1 学时 |
| 分支井的分类，分支井的优点，分支井关键技术，分支井完井原则。                     |      |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                                 |      |
| 1. 《定向钻井设计与计算》，韩志勇，石油大学出版社，2007；                   |      |
| 2. 《大地坐标与大地基准》（第一版），边少锋、柴洪洲等，国防工业出版社，2005；         |      |
| 3. 有关定向井的科技论文。                                     |      |

# 02131 《钻录井工程概论》教学大纲

英文名称: Introduction of Drilling and Mud Logging

课程编码: 02131

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 资源勘查工程

大纲执笔人: 李春山

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

本课程是资源勘查工程专业的专业选修课。通过本课程的学习,使学生初步掌握在油气勘探过程中钻井和综合录井技术的基本概念、基本原理、工作流程、油气解释方法和解释原理,能初步学会运用这些理论和方法分析解决录井施工中所遇到的技术问题。

## 二、基本要求

在本课程学习之前,学生应有钻采认识实习的经历,对钻井的基本工艺过程、钻井设备及工具有一定的认识。在理论基础方面,应掌握《地质学基础》、《沉积岩石学及岩相古地理》、《石油天然气地质与勘探》等课程的相关知识。学生学完本课程之后,应该掌握和了解以下内容:

1. 掌握地下各种压力的基本概念以及确定地下各种压力的基本方法及原理;掌握岩石的基本工程力学性质。
2. 掌握各种钻头的破岩原理;了解钻头的合理使用及评价方法;掌握钻柱的组成。
3. 掌握钻井液的基本功用、组成、分类和性能;了解钻井液固相控制以及保持井眼稳定的基本措施。
4. 掌握井内各种压力的关系;掌握地层流体侵入的检测和控制方法及原理。
5. 掌握岩屑录井、钻井液录井、气测录井方法;了解欠平衡钻井条件下的录井方法。
6. 掌握气显示类型及影响气测录井的主要因素;了解气测录井的资料整理、气测录井资料的解释方法。
7. 掌握综合录井仪的结构及功能;掌握综合录井仪录井项目;了解各种工程复杂情况的预报、综合录井信息采集、传输和应用技术。
8. 掌握常规荧光录井方法及应用;掌握定量荧光录井方法及应用;掌握岩石热解地球化学录井及储层评价方法;了解核磁共振录井技术、元素录井技术。
9. 掌握油气层综合解释原则、解释流程和方法;了解油气层定量评价方法;了解储层评价图版的应用。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论

1 学时

油气井的基本类型,钻井工程的基本工艺过程;综合录井的任务、方法及特点;钻井技术和综合录井的发展状况。

第一章 钻井的工程地质条件

**本章的重点难点:** 地下各种压力的概念,异常高压的成因,地层压力评价,地层破裂压力,岩石的力学特性。

1. 地下压力特征

2 学时

静液压力,上覆岩层压力,地层压力,基岩应力,异常压力的成因,地层压力评价,地层破裂压力。

2. 岩石的工程力学性质

2 学时

岩石的机械性质,井底压力条件下岩石的机械性质及其影响因素,岩石的研磨性,岩石的可钻性。

第二章 钻进工具

**本章的重点难点:** 钻头的类型及工作原理,钻头的选型及分类方法,钻头的合理使用,钻柱

的组成及功用。

1. 钻头 2 学时

钻头的类型，钻头的性能指标，刮刀钻头，牙轮钻头，金刚石钻头。

2. 钻柱 1 学时

钻柱的组成及功用，钻柱的工作状态。

### 第三章 钻井液

**本章的重点难点：**钻井液的功用、分类、性能及固相控制，井塌及防塌措施，油气层保护及完井液。

1. 钻井液的功用、分类、性能及固相控制 1 学时

钻井液的组成及功用，钻井液的分类，钻井液的密度及流变性，钻井液的造壁性及滤失量，钻井液的固相控制。

2. 井塌及防塌措施，油气层保护及完井液 1 学时

井塌的原因，防塌措施，储层损害的主要原因及防止措施，完井液种类及基本功能。

### 第四章 油气井压力控制

**本章的重点难点：**井眼与地层压力系统及压力平衡关系，地层流体侵入的检测原理及方法。

1. 井眼与地层压力系统 1 学时

井眼内的各种压力，平衡压力钻井，欠平衡压力钻井。

2. 地层流体侵入的检测 2 学时

地层流体侵入的原因，气侵的途径、方式、特点及危害，地层流体侵入的征兆、检测原理及方法。

3. 地层流体侵入控制 1 学时

井控的基本装置，关井的基本方法及步骤。

### 第五章 常规地质录井方法综述

**本章重点难点：**岩屑录井方法，钻井液录井，气测录井，常规钻井条件下的录井、欠平衡钻井条件下的录井方法。

1. 常规地质录井方法简介 1 学时

岩屑录井；钻井液录井；气测录井；氯离子录井。

2. 不同钻井条件下的常规录井方法 1 学时

常规钻井条件下的录井方法；欠平衡条件钻井的录井方法；水平井录井方法。

### 第六章 气测录井

**本章重点难点：**气显示类型，影响气测录井的主要因素，气测录井的资料整理，气测录井资料的解释方法，气测资料的应用。

1. 概述 0.5 学时

2. 气显示的类型 1 学时

钻井气；钻后气；接单根气和方钻杆气；再循环气；污染气；岩屑气、试验气、碳化钙气。

3. 气测录井的主要影响因素 1 学时

井下影响因素；钻井参数的影响；钻井过程中的污染；气测录井技术自身不完善的影响；气测仪表的影响。

4. 气测资料的整理与标准化 0.5 学时

气测录井资料整理；气体含量标准化校正；地面含气量、地层含气量、地层含气饱和度的计算。

5. 气测资料的解释与应用 1 学时

气测录井资料解释的基本原理；气测录井资料的主要应用。

### 第七章 综合录井仪录井原理

**本章重点难点：**综合录井仪的结构及功能，综合录井仪联机处理系统，综合录井仪录井项目，实时钻井监控，各种工程复杂情况的预报，综合录井信息采集、传输和应用技术。

1. 概述 1 学时  
综合录井技术的主要应用；综合录井仪的总体结构、主要功能及工作流程；综合录井仪联机系统资料处理；综合录井仪录井项目。
2. 实时钻井监控简介 1 学时  
地层压力的实时监控；钻头工况的实时监控；井下复杂情况的实时监控；实时钻井监控的具体参数。
3. 工程复杂情况预报 1 学时  
井涌、井喷；井漏；井塌；跳钻、憋钻；放空；遇阻、遇卡；卡钻；断钻具。
4. 综合录井信息技术 1 学时  
概述；录井信息及采集技术；录井信息的传输技术；录井信息数据库及其应用；地质录井信息技术的发展前景。
- 第八章 其它录井技术简介
- 本章重点难点：**常规荧光录井方法及应用，定量荧光录井方法及应用，岩石热解地球化学录井及储层评价方法，核磁共振录井技术；元素录井技术。
1. 常规荧光录井 0.5 学时  
荧光录井的准备工作；荧光录井的工作方法；常规荧光录井的应用。
2. 定量荧光分析技术 0.5 学时  
定量荧光录井技术简介；定量荧光录井资料的解释与应用；定量荧光录井的影响因素。
3. 岩石热解地球化学录井 1 学时  
岩石热解地化录井仪器结构及分析过程；岩石热解地化录井烃源岩评价；岩石热解地化录井储层评价。
4. 核磁共振录井技术简介 1 学时  
**PK** 仪基本原理；**PK** 仪分析参数的意义及计算公式。
5. 元素录井技术简介 1 学时  
元素录井原理；元素录井方法；元素录井应用。
- 第九章 油气层综合解释
- 本章重点难点：**油气层综合解释原则、解释流程和方法，油气层定量评价方法，储层评价图版的应用。
1. 油气层综合解释原则及其流程 1 学时  
解释常用术语；综合解释原则；解释流程和方法。
2. 油气层定量评价参数及其确定 1 学时  
储层物性评价参数；储层含油性评价参数。
3. 油层、油水同层、水层的定量解释 2 学时  
建立评价图版的思路；参数的优选及其物理意义；油水层解释图版的建立。
- 四、教材及主要参考资料**
1. 《钻井工程理论与技术》，陈庭根、管志川主编，石油大学出版社，2001；
  2. 《钻井工艺原理》（上、中、下册），刘希圣主编，石油工业出版社，1988；
  3. 《实用钻井工程》，徐云英等译，石油天然气总公司情报研究所，1989；
  4. 《钻井工艺技术》，美·摩尔等，石油工业出版社，1982；
  5. 《钻井工程——一整套油井设计方法》，N.J.亚当斯，石油工业出版社，1992；
  6. 《最优化钻井理论基础与计算》，郭学增编著，石油工业出版社，1989；
  7. 《平衡钻井与井控》，郝俊芳主编，石油工业出版社，1992；
  8. 《地质录井原理及应用》，谭丽娟、张立强主编，校内胶印，2008；
  9. 《地质录井方法与技术》，张殿强等主编，石油工业出版社，2001；
  10. 《Mud Logging》，徐炜主编，校内教材，2000；
  11. 《钻探地质录井手册》，石油天然气总公司勘探局，石油工业出版社，1993；
  12. 《地质录井与地质监督》，石油工业出版社，2001。

# 02134 《油气井防砂理论与技术》教学大纲

英文名称: Theory and Technology of sand control of Oil/gas well

课程编码: 02134

学分: 2

参考学时: 32

实验学时: 4

上机学时:

适用专业: 石油工程、船舶与海洋工程

大纲执笔人: 董长银、齐宁

系(教研室)主任: 董长银

## 一、课程目标

《油气井防砂理论与技术》是石油工程专业的专业选修课之一。其任务是使学生掌握油气开采过程中的出砂与防砂基本原理及工艺技术。了解油气井出砂机理、防砂工艺原理与技术。为学生毕业后正确解决疏松砂岩油气藏开采过程中出现的出砂与防砂问题提供理论依据,并为解决防砂综合决策中的实际问题和从事科研工作准备必要的专业理论知识。

## 二、基本要求

学生按本大纲学完该课程后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的基本概念、基本理论与工艺设计方法,并达到下列要求:

1. 掌握油气井出砂与防砂的岩石力学基本知识。
2. 了解疏松砂岩油气层出砂原因、出砂机理,掌握基本出砂预测基本理论与方法。
3. 了解疏松砂岩油气藏防砂方案适应性评价与优选的基本程序、原理和方法,能够针对特定的区块或油气井优选合适的防砂工艺类型。
4. 掌握主要的防砂工艺技术的分类、原理、特点及工艺过程,掌握各种防砂工艺施工参数设计的基本理论与方法。
5. 掌握防砂井产能评价的基本理论与方法,能够根据防砂措施施工参数,评估防砂措施造成的各种表皮系数及产能比。
6. 了解防砂措施效果评价的基本内容、基本原理和方法,了解其评价基本步骤。
7. 了解水平井及大斜度井防砂的特殊要求、基本工艺类型及其原理;了解水平井及大斜度井砾石充填的机理、基本过程、充填工艺技术等。
8. 了解各种防砂工艺的现场施工工艺技术及步骤。

## 三、教学内容与学时分配建议

|   |        |
|---|--------|
| 绪论  | 1 学时   |
| 什么是油气井出砂?什么是油气井防砂?油气井防砂工作环节、防砂工艺综合决策及其基本内容。 |        |
| 第一章 油气井防砂岩石力学基础                             | 2 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 岩石力学实验原理及实验数据的处理。            |        |
| 1. 地层岩石力学特性参数及基本概念                          | 0.5 学时 |
| 2. 通过试验获取岩石力学参数的方法                          | 0.5 学时 |
| 3. 通过测井资料获取岩石力学参数的方法                        | 0.5 学时 |
| 4. 原始地层主应力及其预测方法。                           | 0.5 学时 |
| 本章内容需要学生具有前续课程《岩石力学》的岩石力学参数基础等基本知识。         |        |
| 第二章 油气层出砂机理及系统出砂预测                          | 4 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 出砂临界生产压差预测的基本原理与过程。          |        |
| 1. 油气层出砂原因与出砂机理                             | 1 学时   |
| 2. 定性经验出砂预测与出砂临界生产压差预测                      | 2 学时   |
| 3. 实际生产条件下的出砂半径预测、出砂速度预测                    | 1 学时   |
| 本章内容需要学生具有前续课程《岩石力学》中的岩石力学参数基础、地应力等基本知识。    |        |



|   |        |
|---|--------|
| 第三章 主要防砂工艺及原理   | 3 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 各种防砂工艺的挡砂机理。   |        |
| 1. 防砂工艺分类与基本原理  | 1 学时   |
| 2. 机械防砂、化学防砂、复合防砂的基本原理和技术特点。  | 2 学时   |
| 本章内容需要学生具有前续课程《采油工程》中的完井工程等基本知识。  |        |
| 第四章 防砂工艺方案评价与优选   | 3 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 防砂工艺方案评价与优选的技术评价模型的原理和应用。  |        |
| 1. 防砂方法优选的基本思路、影响防砂效果的因素分析  | 0.5 学时 |
| 2. 各种防砂工艺适应性及知识库、综合模糊评判模型   | 1 学时   |
| 3. 防砂方法技术评价的人工神经网络模型  | 1 学时   |
| 4. 不同防砂工艺的相对经济对比、综合评价指标计算及应用实例  | 0.5 学时 |
| 第五章 防砂工艺设计理论与方法   | 4 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 砾石尺寸设计方法、机械筛管精度设计方法。   |        |
| 1. 地层砂特性分析方法与砾石尺寸优选技术   | 1 学时   |
| 2. 机械滤砂管规格及挡砂精度设计   | 1 学时   |
| 3. 施工泵注程序设计   | 1 学时   |
| 4. 端部脱砂压裂充填防砂设计   | 1 学时   |
| 本章内容需要学生具有前续课程《采油工程》中的完井工程等基本知识。  |        |
| 第六章 防砂井产能预测与评价  | 4 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 防砂井产能预测的基本原理和方法。   |        |
| 1. 防砂井产能评价的基本内容与方法  | 1 学时   |
| 2. 垂直油井防砂产能评价模型、垂直气井防砂井产能评价模型   | 1.5 学时 |
| 3. 油井水平井防砂产能评价、气井水平井防砂产能评价  | 1.5 学时 |
| 本章内容需要学生具有前续课程《渗流力学》中的多孔介质渗流机理及压降计算等基本知识。   |        |
| 第七章 防砂措施效果综合评价体系  | 3 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 防砂措施效果评价的特殊性及基本内容。   |        |
| 1. 防砂措施效果评价的基本内容  | 1 学时   |
| 2. 防砂措施效果评价方法   | 1 学时   |
| 3. 应用实例   | 1 学时   |
| 第八章 水平井与大斜度井防砂  | 2 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 大斜度井砾石充填过程及其基本原理。  |        |
| 1. 水平井与大斜度井主要防砂工艺   | 0.5 学时 |
| 2. 水平井与大斜度井砾石充填机理   | 1 学时   |
| 3. 水平井及大斜度井砾石充填施工参数设计、水平井砾石充填应用   | 0.5 学时 |
| 本章内容需要学生具有前续课程《钻井工程》中的水平井和定向井等基本知识。   |        |
| 第九章 油气井防砂施工工艺技术   | 2 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 无  |        |
| 防砂施工前的井筒处理及辅助工艺、机械滤砂管防砂施工工艺、筛管砾石充填防砂施工工艺技术、压裂充填防砂施工工艺技术、化学剂固砂施工工艺技术、化学胶结人工井壁防砂施工工艺技术。 |        |
| 实验课   | 4 学时   |
| 1. 地层砂筛析分析实验  | 2 学时   |
| 2. 挡砂介质挡砂机理实验   | 2 学时   |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>  |        |
| 教材  |        |

《油气井防砂理论与技术》，董长银，中国石油大学出版社，2012。

主要参考书

1. 《油气井防砂理论及其应用》，何生厚、张琪，中国石化出版社，2003；
2. 《油气井防砂技术》，董长银，中国石化出版社，2009；
3. 《水平井防砂完井理论与技术》，董长银，中国石化出版社，2013；
4. 《现代完井工程》（第三版），万仁溥，石油工业出版社，2008。

# 02143 《固井理论与技术》教学大纲

英文名称: Well Cementing Theory and Technology

课程编码: 02143

学分: 2 参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、石油工程卓越班、海洋油气工程

大纲执笔人: 步玉环

系(教研室)主任: 金业权

## 一、课程目标

本课程是石油工程、石油工程卓越班、海洋油气工程等专业的选修课。通过本课程的学习,学生应该掌握固井水泥的主要成分和水化机理、水泥外加剂的类型和作用机理、前置液和水泥浆的设计原理和性能要求,熟悉固井设计步骤和现场固井工艺技术,了解固井质量评价方法和特殊井的固井设计和工艺技术等。学生学完本课之后,应掌握和了解固井基础理论与工艺技术,了解国内固井技术的研究进展,拓宽学生在该专业领域的知识面,为学生将来从事固井工程设计、施工和管理打下基础。

## 二、基本要求

在本课程进行之前,学生应学习过《钻井工程》、《有机化学》、《无机化学》、《流体力学》、《油田化学》等课程,并经历过有关钻井工程方面的《专业实习》、《油田化学基础实验》,对钻井的工艺过程、固井工艺过程、设备及工具有一定的认识。学生学完本课之后,应掌握和了解以下内容:

1. 固井水泥的主要组分、水化产物类型与结构、水化机理和性能。
2. 水泥外加剂及作用机理。
3. 掌握水泥浆及水泥石的主要性能、固井要求;固井水泥浆体系设计原则与流程。
4. 掌握水泥浆胶凝失重规律、水泥浆中流体窜流特性分析;水泥环封隔性能与流体窜流关系。
5. 掌握前置液设计原则、前置液的类型与适用范围、注水泥顶替设计。
6. 掌握固井设备与工具。
7. 掌握了解特殊固井工艺技术流程及原理。
8. 掌握水平井/大位移井固井、深水固井、大温差长封固段固井等特殊固井的难点、水泥浆性能要求与设计。
9. 掌握了解声波变密度测井(VDL)的评价解释、固井质量评价标准等。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 1 学时

1. 固井的重要性;
2. 固井的特点和主要内容;
3. 固井技术的研究进展。

第一章 固井水泥的组分及水化机理 3 学时

**本章的重点难点:** API 固井水泥的主要组分、水化产物类型与结构、水化机理和性能。

1. API 固井水泥的主要组分、水化产物类型与结构、水化机理和性能;
2. 低温固井水泥、高温固井水泥的类型、主要组分、水化机理和性能简介;
3. 耐酸腐蚀水泥的类型、主要组分、水化机理和性能简介。

第二章 水泥外加剂及作用机理 4 学时

**本章的重点难点:** 分散剂的作用机理和性能,降失水剂的作用机理和性能,缓凝剂的作用机理和性能。

1. 分散剂的作用机理、类型和性能;
2. 降失水剂的作用机理、类型和性能;
3. 早强促凝剂的作用机理、类型和性能;

4. 缓凝剂的作用机理、类型和性能；
5. 其他外加剂性能简介。

### 第三章 水泥浆体系设计与性能

4 学时

**本章的重点难点：**水泥浆稳定性、流变性、失水量、稠化时间、静胶凝强度等性能的测试法和固井要求；固井水泥浆体系设计原则与流程。

1. 水泥浆密度、稳定性、流变性、失水量、稠化时间、静胶凝强度等性能的定义、测试方法和固井要求；

2. 水泥石抗压强度、抗折强度、弹性模量、泊松比和抗冲击吸收能等性能的定义、测试方法和固井要求；

3. 固井水泥浆体系设计原则与流程。

### 第四章 固井窜流机理与防窜技术措施

3 学时

**本章的重点难点：**水泥浆胶凝失重规律、水泥浆中流体窜流特性分析；水泥环封隔性能与流体窜流关系。

1. 水泥浆胶凝失重规律、水泥浆中流体窜流特性分析；

2. 提高水泥浆防窜性能的技术措施；

3. 水泥环封隔性能与流体窜流关系；

4. 提高水泥环封隔性能的技术措施。

### 第五章 前置液和注水泥顶替设计

2 学时

**本章的重点难点：**前置液设计原则；前置液的类型与适用范围。

1. 前置液的定义和作用；

2. 前置液设计原则；

3. 前置液的类型与适用范围；

4. 注水泥顶替设计。

### 第六章 固井设备与工具

3 学时

**本章的重点难点：**分级箍、套管外封隔器和尾管悬挂器等工具的构造、作用原理和功能。

1. 固井设备：水泥车、水泥罐车、供液车和计量系统等设备的主要部件、功能和类型介绍；

2. 固井工具：注水泥头、引鞋、浮箍、浮鞋、扶正器、胶塞、泥饼刷等工具的构造、作用原理和功能；

3. 特殊固井工具：分级箍、套管外封隔器和尾管悬挂器等工具的构造、作用原理和功能。

### 第七章 固井工艺技术

4 学时

**本章的重点难点：**分级固井工艺概述、适用范围和工艺流程；内插管固井工艺的概述、适用范围和工艺流程；尾管固井工艺的流程。

1. 常规固井工艺的概述、适用范围和工艺流程；

2. 分级固井工艺的概述、适用范围和工艺流程；

3. 反循环固井工艺的概述、适用范围和工艺流程；

4. 内插管固井工艺的概述、适用范围和工艺流程；

5. 悬挂尾管固井工艺的概述、适用范围和工艺流程；

6. 筛管顶部注水泥固井工艺的概述、适用范围和工艺流程；

7. 膨胀管固井工艺技术介绍。

### 第八章 特殊井固井水泥浆体系设计与性能

2 学时

**本章的重点难点：**水平井/大位移井固井的难点分析、水泥浆性能要求与设计；深水固井的难点分析、水泥浆性能要求与设计；大温差长封固段固井的难点分析、水泥浆性能要求与设计。

1. 漏失井固井的难点分析、水泥浆性能要求与设计；

2. 水平井/大位移井固井的难点分析、水泥浆性能要求与设计；

3. 深井/超深井/地热井固井的难点分析、水泥浆性能要求与设计；

4. 深水固井的难点分析、水泥浆性能要求与设计；
5. 大温差长封固段固井的难点分析、水泥浆性能要求与设计；
6. 煤层气固井的难点分析、水泥浆性能要求与设计；
7. 调整井固井的难点分析、水泥浆性能要求与设计。

#### 第九章 固井质量评价

2 学时

**本章的重点难点：**声波变密度测井（VDL）的评价解释；扇区水泥胶结测井（SBT）的基本原理。

1. 固井第一界面、第二界面定义，固井质量评价技术的发展介绍；
2. 声波幅度测井（CBL）、声波变密度测井（VDL）、水泥评价测井（CET）和扇区水泥胶结测井（SBT）的概述、基本原理和效果评价。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《钻井手册（甲方）》，该书编写组，石油工业出版社，1990；
2. 《油气井注水泥理论与应用》，刘崇建，黄柏宗等，编著者，石油工业出版社，2001；
3. 《现代固井技术》，刘大为，田锡君，廖润康译，辽宁科学技术出版社，1994；
4. 《固井工艺技术》，张明昌，中国石化出版社，2007。

# 02144 《泡沫理论与采油技术》教学大纲

英文名称: Foam Theory and Oil Production Technology

课程编码: 02144

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 李宾飞

系(教研室)主任: 董长银

## 一、课程目标

《泡沫理论与采油技术》是石油工程专业的专业选修课之一。其任务是使学生掌握泡沫流体的基本理论及其在油气开采过程中相关技术的基本原理及工艺方法,了解复杂油气开采过程中泡沫流体相关技术的新工艺、新技术及发展方向。为学生毕业后正确地选择泡沫流体相关工艺和进行工艺设计提供理论依据,并为解决油气开采中泡沫流体相关技术应用的实际问题 and 从事科研工作准备必要的专业理论知识。

## 二、基本要求

本课程是一门直接面向现场实际问题的专业选修课,它与石油工程专业的基础课和专业基础课有广泛的联系,是石油工程专业课的深入与延伸。在学习本课程之前,学生应具备工程流体力学、油层物理等基础知识,并对石油工程各环节有一个基本的了解和认识。另外,在讲授本课程时,应从泡沫流体基本特性和复杂油气开发中存在的问题出发,以工程应用为主线,阐述基本概念、基本原理、工艺技术和工程设计计算方法。

学生按本大纲学完泡沫理论与采油技术后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的基本概念、基本理论与工艺设计方法,并达到下列要求:

1. 掌握泡沫流体基本性质、泡沫的表征参数及其测量方法。
2. 了解泡沫流体管流特征及其影响因素、掌握泡沫流体管流计算方法。
3. 掌握多孔介质中泡沫产生和消泡机理、泡沫渗流特征及其影响因素。
4. 掌握泡沫钻完井适用条件及特点,了解其主要设备及工艺。
5. 掌握泡沫作业技术的适用条件及特点,掌握泡沫冲砂洗井设计方法,了解泡沫作业技术设备及工艺。
6. 掌握泡沫增产增注措施机理、适用条件及特点,了解泡沫酸化工艺及设计方法。
7. 掌握泡沫调剖堵水机理、不同类型泡沫调堵措施的适用条件及特点,了解泡沫调剖堵水工艺。
8. 掌握泡沫调驱提高采收率机理,泡沫调驱特点及其效果影响因素,了解泡沫调驱工艺及应用。

## 三、教学内容与学时分配建议

|  |        |
|--|--------|
| 第一章 前言   | 1 学时   |
| 泡沫的概念,对泡沫的认识,泡沫的应用,泡沫在油气开采中的特殊应用,本课程的内容体系、特点及学习方法。 |        |
| 第二章 泡沫基础   | 4 学时   |
| <b>本章的重点难点:</b> 泡沫的表征参数及其测量方法,泡沫的基本性质及其影响因素。       |        |
| 1. 泡沫的形成及类型  | 0.5 学时 |
| 2. 泡沫的表征参数及其测量方法                                   | 1.5 学时 |
| 3. 泡沫的基本性质及其影响因素                                   | 2 学时   |
| 第三章 泡沫管流计算   | 3 学时   |
| <b>本章的重点难点:</b> 泡沫管流控制方程,流场分布计算方法,泡沫管流特征及其影响因素。    |        |
| 1. 泡沫管流控制方程及其求解方法                                  | 1 学时   |
| 2. 泡沫管流流场分布  | 1 学时   |

|  |        |
|--|--------|
| 3. 泡沫管流特征及其影响因素                              | 1 学时   |
| 第四章 泡沫渗流                                     | 3 学时   |
| <b>本章的重点难点：</b> 多孔介质中泡沫产生和消泡机理，泡沫渗流特征及其影响因素。 |        |
| 1. 多孔介质中泡沫产生和消泡机理                            | 1 学时   |
| 2. 泡沫渗流特征及其影响因素                              | 1 学时   |
| 3. 泡沫渗流数值模拟方法                                | 1 学时   |
| 第五章 泡沫钻完井技术                                  | 3 学时   |
| <b>本章的重点难点：</b> 泡沫钻完井适用条件及特点、主要设备及工艺。        |        |
| 1. 泡沫钻井液携岩机理、适用条件及特点、设计方法、主要设备及工艺            | 1.5 学时 |
| 2. 泡沫水泥浆固井适用条件及特点、主要设备及工艺                    | 0.5 学时 |
| 3. 泡沫携砾石充填机理、适用条件及特点、主要设备及工艺                 | 1 学时   |
| 第六章 泡沫作业技术                                   | 6 学时   |
| <b>本章的重点难点：</b> 泡沫作业技术的适用条件及特点,泡沫冲砂洗井设计方法。   |        |
| 1. 泡沫冲砂洗井适用条件及特点、泡沫冲砂洗井模型、设计方法、泡沫密度控制、工艺及应用  | 3 学时   |
| 2. 泡沫排液机理、适用条件及特点、工艺及应用                      | 1 学时   |
| 3. 泡沫混排解堵机理、适用条件及特点、设计方法、工艺及应用               | 2 学时   |
| 第七章 泡沫增产增注措施                                 | 4 学时   |
| <b>本章的重点难点：</b> 泡沫增产增注机理、适用条件及特点，泡沫酸化设计方法。   |        |
| 1. 泡沫压裂机理、适用条件及特点、工艺及应用                      | 1 学时   |
| 2. 泡沫酸化类型、泡沫酸化机理、适用条件及特点、设计方法、工艺及应用          | 3 学时   |
| 第八章 泡沫调剖堵水                                   | 4 学时   |
| <b>本章的重点难点：</b> 泡沫调剖堵水机理，不同类型泡沫调堵措施的适用条件及特点。 |        |
| 1. 泡沫调剖堵水机理及类型、流度控制                          | 1 学时   |
| 2. 气窜控制、水驱泡沫调剖、注蒸汽泡沫调剖、复合泡沫                  | 2 学时   |
| 3. 泡沫调剖堵水工艺及应用                               | 1 学时   |
| 第九章 泡沫调驱提高采收率                                | 4 学时   |
| <b>本章的重点难点：</b> 泡沫调驱提高采收率机理，泡沫调驱特点及其效果影响因素。  |        |
| 1. 泡沫调驱、泡沫调驱适用条件及特点、泡沫调驱类型                   | 1 学时   |
| 2. 泡沫调驱提高采收率机理、效果及影响因素                       | 2 学时   |
| 3. 泡沫调驱工艺及应用                                 | 1 学时   |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                           |        |
| 1. 《泡沫流体在油气开采中的应用》，李兆敏，石油工业出版社，2010；         |        |
| 2. 《强化泡沫驱提高原油采收率技术》，王增林，中国科学技术出版社，2007；      |        |
| 3. 《采油工程原理与设计》，张琪，石油大学出版社，2000；              |        |
| 4. 《采油工程手册》（上、下），万仁溥，石油工业出版社，2000年；          |        |
| 5. 《泡沫、乳状液的稳定化及其应用》，燕永利，化学工业出版社，2013；        |        |
| 6. 《空气泡沫调驱提高采收率技术》，吴信荣、林伟民、姜春河，石油工业出版社，2010； |        |
| 7. 《油气开采工程》，何生厚、张琪，北京：中国石化出版社，2003；          |        |
| 8. 《非牛顿流体力学》，李兆敏、蔡国琰，石油大学出版社，1998。           |        |

# 02155 《油藏数值模拟方法与应用》教学大纲

英文名称: Theory and Application of Numerical Reservoir Simulation

课程编码: 02155

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时: 4

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 李淑霞、谷建伟

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

油藏数值模拟是随计算机和计算数学的发展而不断发展起来的一门综合性的工程应用学科, 目前已成为指导油田开发的一种有力工具。本课程的目标: 通过本课程的学习, 增强学生综合运用基础理论、专业知识和计算机工具分析问题、解决问题的能力。使学生理解油藏数值模拟在油田开发中的地位和作用, 掌握油藏数值模拟的基本内容、原理和操作步骤, 了解近年来油藏数值模拟的发展方向及新技术, 能够编制简单的数值模拟软件, 初步学习数值模拟软件的基本应用和操作过程。使学生毕业后能够适应科学研究和现场生产的需要, 为实际工作中进行大型的数值模拟应用打下良好基础。

## 二、基本要求

本课程以流体在多孔介质中的渗流为基础, 是油藏地质、油层物理、渗流力学、油藏工程、应用数学、计算机等学科的交叉学科, 因此要求学生具有上述几个方面的基础知识, 具有计算机操作和编写软件的基本技能。先修课程为: 程序设计语言、计算方法、线性代数、偏微分方程数值解、石油地质、油层物理、渗流力学、油藏工程等。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 2 学时

第一章 油藏数值模拟简介 6 学时

**本章重点难点:** 油藏数值模拟的概念、主要内容、操作过程、在油田开发不同阶段的作用。

### 1. 油藏数值模拟在油田开发中的作用

油藏描述的方法, 油藏数值模拟在油田开发不同阶段的作用。

### 2. 油藏数值模拟的主要内容和过程。

### 3. 油藏数值模拟的发展概况和发展方向。

第二章 基本数学模型 6 学时

**本章重点难点:** 单相流、两相流的数学模型, 数学模型的一般式, 多组分模型和黑油模型。

### 1. 数学模型的构成及建立步骤

构成数学模型的基本方程, 建立数学模型的步骤。

### 2. 单相流的数学模型

一维单相流的数学模型, 三维单相流的数学模型。

### 3. 两相流的数学模型

一维油水两相流的数学模型, 二维气水两相流的数学模型。

### 4. 数学模型的一般式

### 5. 多组分模型

多组分模型的推导, 未知量及辅助方程分析。

### 6. 黑油模型

黑油模型的推导, 未知量及辅助方程分析。

### 7. 定解条件

初始条件, 边界条件。

第三章 差分方程组的建立

6 学时

**本章重点难点:** 离散化、网格系统、显式差分、隐式差分、差分方程的稳定性。



### 1. 基本有限差分

空间离散和时间离散，块中心网格和点中心网格系统，一阶前差商、后差商、中心差商，等距离网格和不等距网格下的二阶差商。

### 2. 差分方程组的建立

显式差分格式，隐式差分格式，Crank—Nicolson 差分格式。

### 3. 网格排列格式及其系数矩阵

标准排列格式，对角排列格式，点交替排列格式，交替对角排列格式。

### 4. 差分方程的稳定性分析

差分方程的相容性，稳定性及分析方法。

### 5. 边界条件的处理

定压、定流量外边界的处理，定产量、定井底流压内边界的处理。

## 第四章 一维油藏的数值模拟方法

6 学时（其中上机 2 学时）

**本章重点难点：**一维两相流的 IMPES 求解方法；压力方程、饱和度方程，上游权方法，非线性系数的处理方法；一维径向坐标不等距网格的处理，各种边界条件的处理。

### 1. 一维油水两相水驱油的数值模拟方法

数学模型的建立，数学模型的求解方法及参数处理，差分方程组的建立及求解，编程思路。

### 2. 一维径向单相流数值模拟方法

数学模型，差分方程组的建立，各种内、外边界条件的处理，编程思路。

上机编程：一维油水两相流的数值模拟。

## 第五章 数值模拟技术在油田开发中的应用

6 学时（其中上机 2 学时）

**本章重点难点：**油藏数值模拟方法的特点，网格划分及数值模型的建立过程，历史拟合的概念、指标、调参方法、拟合步骤，油藏数值模拟结果分析，油藏动态预测。

### 1. 油藏数值模拟技术及特点

油田开发中剩余油描述方法，数值模拟方法描述剩余油分布的特点。

### 2. 油藏数值模拟模型的建立

模型选择，网格划分，油藏数值模型的建立。

### 3. 油藏数值模拟历史拟合

历史拟合的概念和目的，拟合指标，参数调整原则，调参方法，历史拟合质量的评价。

### 4. 油藏数值模拟计算结果分析

层间开发指标对比，小层水淹状况分析，剩余油分析，压力保持状况分析，井网控制程度分析等。

### 5. 数值模拟方案预测。

### 6. 数值模拟实例。

上机内容：软件操作与应用

## 四、教材及主要参考资料

1. 《油藏数值模拟基础》，李淑霞、谷建伟，中国石油大学出版社，2009；
2. 《油藏数值模拟基础》，陈月明，石油大学出版社，1989；
3. 《油藏数值模拟基础》，韩大匡，陈钦雷、闫存章，石油工业出版社，1993；
4. 《油藏数值模拟》，袁士义、王家禄译，石油工业出版社，2004；
5. 《油藏模拟》，李允，石油大学出版社，1999；
6. 《黑油模型在油田开发中的应用》，袁弈群等，石油工业出版社，1995；
7. 《油气藏数值模拟基本原理》，张烈辉，石油工业出版社，2005。

# 02156 《石油钻采工程概论》教学大纲

英文名称: Introduction to Drilling and Production Engineering

课程编码: 02156

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 安全工程

大纲执笔人: 廖华林、齐宁

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

石油钻采工程概论是为非石油工程专业本科生开设的限选课。本课旨在将石油工业的一般情况作一介绍,将石油工程所涉及到的钻井工程、采油工程的基本知识有机地结合在一起,并和其它相关工程的知识结合,较系统全面地介绍石油开采中各过程和工艺环节的基本原理与方法,各工艺环节之间相互的关系和联系。突出石油工程的特点,突出石油工程所应用的基础知识,突出石油工程专业所需的专业知识与后续课程的联系,突出石油工程专业知识的一体化。通过本课程的学习,学生的进一步有意识、有目的地学习各专业基础课和专业课打下基础。

## 二、基本要求

本课在本科大学二年级开设。学生通过本课程的学习,了解石油的整个开采过程和工艺技术,掌握钻井、采油的基本工艺等概念性的知识,对石油钻井的工艺流程、钻井设备及主要工具、钻井技术及应用水平、采油工艺流程、采油设备及主要工具、采油技术及提高采收率的方法措施等有一个全面的了解和认识,从而对后续课程的学习起指导作用。

本课程以课堂授课形式为主,结合使用录象、投影等辅助手段。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 绪论

2 学时

**本章的重点难点:** 对石油生成、储层的理解,并完全了解石油工程所要解决的主要问题。

1. 石油的生成和储存,油藏的形成和类型;
2. 石油开采的一般过程和生产环节;
3. 石油工业的生产过程,包括石油的勘探、开发、储运、炼油、石油化工等基本知识;石油工程的主要内容和任务。

### 第一章 钻井方法和工艺

2 学时

**本章的重点难点:** 钻井设备的基本组成及其相应的功能,钻井的基本工艺流程等。

1. 钻井方法;
2. 钻井类型;
3. 钻井设备组成,主要部件及功能;
4. 钻井工具,包括钻头、钻柱、井口工具等;
5. 基本钻井工艺流程。

### 第二章 石油钻机

4 学时

**本章重点难点:** 钻机的结构组成、分类及特点、机械驱动钻机典型结构。

#### 1. 钻机组成、分类及特点

地面旋转设备,循环系统设备,起升系统设备,动力驱动系统设备,传动系统设备,控制系统和监测仪表,钻机底座,辅助设备;钻机的分类方法与各自的特点。

#### 2. 钻机基本参数

基本参数,主参数与钻机型号,起升系统参数,旋转系统参数,钻井泵功率。

#### 3. 我国常用钻机

常用钻机的分类;机械驱动钻机和电驱动钻机的结构形式、典型代表、驱动传动方案,特点对比及应用范围。

### 第三章 钻井工具

2 学时

**本章的重点难点：**钻头类型及其破岩机理，井下动力钻具组成及工作原理；

1. 钻头，钻头的类型，结构特点和破岩机理；
2. 定向动力钻具工具，定向动力钻具分类、结构功能及特点对比；
3. 取心工具；
4. 扩眼和开窗工具。

#### 第四章 钻井工艺技术

3 学时

**本章的重点难点：**平衡压力钻井原理，定向钻井基本测量参数、井眼轨迹控制技术。

1. 平衡压力钻井技术；
2. 欠平衡钻井技术；
3. 深井、超深井钻井技术；
4. 定向井、水平井钻井技术。

#### 第五章 固井、完井和试油

3 学时

**本章的重点难点：**井身结构、完井的主要类型、方法以及其相应的适应性；试油的基本方法原理。

1. 井身结构；
2. 固井工艺技术；
3. 油井完成的类型和完井工艺；
4. 试油的基本理论、方法。

#### 第六章 自喷采油

1 学时

**本章的重点难点：**自喷井生产系统组成、节点系统分析方法及其应用。

1. 自喷井生产系统组成；
2. 自喷井节点分析。

#### 第七章 人工举升采油技术

7 学时

**本章的重点难点：**气举采油原理及启动过程、抽油装置及其工作原理、抽油机悬点运动规律、悬点载荷的分析与计算、抽油机平衡、泵效的影响因素分析与计算、示功图分析、抽油机井生产系统设计。

1. 气举采油原理与方法  
气举采油原理及启动过程。

2. 有杆泵采油

抽油装置及泵的工作原理、抽油机运动规律与悬点载荷、抽油机平衡、泵效、有杆抽油系统工况分析及诊断技术、有杆抽油系统设计、地面驱动螺杆泵采油技术。

3. 无杆泵采油

电潜泵井生产系统的组成及其工作原理、水力活塞泵井和水力射流泵井生产系统的组成及其工作原理。

#### 第八章 注水

2 学时

**本章的重点难点：**注入水处理技术、注水系统流程、注水井吸水能力及其影响因素分析、分层吸水能力及测试方法、注水指示曲线的分析和应用。

1. 水源、水质及注水系统

水源选择及水质要求、注入水处理技术、注水系统流程、注水井投注程序。

2. 注水井吸水能力分析

注水井吸水能力、影响吸水能力的因素、改善吸水能力的措施。

3. 分层注水技术

分层吸水能力及测试方法、分层注水管柱。

4. 注水指示曲线的分析和应用

#### 第九章 压裂酸化增产技术

4 学时

**本章的重点难点：**压裂方法分类、造缝机理、压裂液及其特性、支撑剂及其特性、压裂井增

产倍数曲线分析、裂缝几何参数计算与压裂效果预测方法、常用的酸液、添加剂及其性能、盐酸与碳酸盐岩的化学反应原理、影响酸岩反应速度的因素分析、砂岩油气层的土酸处理原理、酸岩复相反应有效作用距离。

#### 1. 压裂

压裂方法介绍、造缝机理、压裂液与支撑剂、压裂设计方法简介。

#### 2. 酸处理技术

酸液及添加剂、碳酸盐岩地层酸化处理、砂岩油气层的土酸处理、酸化压裂技术。

### 第十章 复杂条件下的开采技术

1 学时

**本章的重点难点：**油层出砂原因与出砂机理、防砂与清砂方法、油井防蜡机理与油井清防蜡方法、油井堵水与水井调剖、稠油及高凝油开采技术原理。

#### 1. 防砂与清砂

油层出砂原因、防砂方法、清砂方法。

#### 2. 防蜡与清蜡

油井防蜡机理、油井防蜡方法、油井清蜡方法。

#### 3. 调剖堵水。

#### 4. 稠油及高凝油开采技术。

### 第十一章 油气开采技术面临的挑战及发展趋势

1 学时

**本章的重点难点：**油气开采技术面临的挑战、油气开采技术发展趋势。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《石油工程概论》，王瑞和、李明忠，石油大学出版社，2001；
2. 《钻井装置与工具》，金业权、刘刚，石油工业出版社，2012；
3. 《石油钻采设备及工艺》，李继志、陈荣振，石油工业出版社，1989；
4. 《采油工程原理与设计》，张琪，石油大学出版社，2000；
5. 《油气开采工程》，何生厚、张琪，中国石化出版社，2003。

# 02157 《现代钻井完井技术》教学大纲

英文名称: Modern Well Drilling & Completion Technology

课程编码: 02157

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 张锐、刘瑞文、林英松

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

现代钻井完井技术是为海洋油气工程专业本科生所开设的选修课。课程承接《海洋钻井工程理论与技术》专业基础课, 内容主要介绍国内外近期发展和应用的先进钻井和完井技术, 主要包括现代钻井高效破岩提速工具及技术、现代钻完井液技术、特殊结构与工艺钻井完井技术、现代完井方法和射孔及地层测试技术、现代固井及套损修复、钻完井信息化及井筒完整性技术等。通过本课程的学习, 可以使学生了解国内外钻井完井技术的最新发展状况及发展方向, 拓宽学生在该专业领域的技术知识面, 启发学生在该专业领域的创新意识。

## 二、基本要求

本课程应为修完海洋石油工程必要专业课程后的学习课程。学习本课前, 学生应当具有油藏地质、钻井和采油等方面的相关知识。通过本课程的学习, 要求学生掌握现代钻井高效破岩及提速、钻完井液、特殊结构与工艺钻井完井、完井方法、复杂储层完井工艺技术、油气井固井、射孔、测试、修井等工艺技术、钻完井信息化及井筒完整性技术, 并了解各项技术发展的趋势及有待解决的问题。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 现代钻井高效破岩提速工具及技术

2 学时

**本章重点难点:** 特殊工艺钻头破岩原理、提速工具及技术的原理。

1. 高效破岩工具的方法原理(特殊工艺钻头);
2. 提速工具及技术(底部钻具组合、井下增压、自激振荡旋冲、空气锤等)。

### 第二章 现代钻完井液技术

2 学时

**本章重点难点:** 各钻完井液体系的关键及配方要求。

1. 钻完井液(耐温、抗盐、高密度、防塌、堵漏)关键、配方及体系性能;
2. 射孔完井液关键、特点、体系配方及性能。

### 第三章 现代完井方法、射孔与地层测试

8 学时

**本章重点难点:** 完井井底结构类型; 水平井常用完井方式和特点; 各完井方式优缺点; 控制水锥和气锥措施; 完井方式选择方法; 新型射孔技术; 射孔参数选择; 地层测试基本原理、测试工具及测试程序。

1. 常见完井井底结构及特点与完井方式(直井、水平井);
2. 完井方式选择;
3. 射孔工艺—电缆传输射孔、过油管电缆传输射孔、油管传输射孔;
4. 新型射孔技术(复合射孔工艺、超正压射孔与定向射孔等);
5. 射孔参数优选;
6. 现代地层测试工具组成及程序(常用、MFE、APR);
7. 高压气井测试特点及安全措施;
8. 海洋深水测试特点及管柱主要组成部件。

### 第四章 特殊结构与工艺钻井完井技术

12 学时

**本章重点难点:** 各特殊结构与工艺钻井完井技术方法原理、技术关键。

1. 小井眼连续管钻井技术(概念、设备、关键、用途等);

2. 控压钻井技术（欠平衡、空气、控压技术的概念、设备、关键、用途等）；
3. 深井超深井技术（概念、设备、关键、用途、提速途径等）；
4. 套管钻井技术（概念、设备、关键、用途等）；
5. 导向钻井及大位移、分支井技术（导向概念、方法原理、系统设备；大位移井、分支井）；
6. 膨胀管技术及智能完井。

#### 第五章 现代固井技术及套损修复

4 学时

**本章重点难点：**特殊水泥浆体系；分级固井与尾管固井；套管损坏原因及预防措施；套损井套管修复方法。

1. 分级固井与尾管固井；
2. 特殊水泥浆体系；
3. 复杂环境条件下固井工艺和技术措施；
4. 套管损坏原因、类型及预防措施；
5. 套管损坏部位检测及修复方法。

#### 第六章 钻完井信息化及井筒完整性技术

4 学时

**本章重点难点：**钻完井信息化技术方法原理、井筒完整性评价方法。

1. 钻完井信息化技术（地上、井下信息采集、传输、控制技术）；
2. 井筒完整性技术（井下复杂情况评价诊断，钻柱、套管柱、完井管柱安全评价诊断）。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《现代钻井技术》，张绍槐，石油工业部科学技术研究所；
2. SPE Drilling（期刊）；
3. Petroleum Engineer（期刊）；
4. 《现代完井技术》，刘瑞文，石油工业出版社，2010；
5. 《完井与井下作业》，步玉环，王德新，中国石油大学出版社.2006；
6. 《现代完井工程》(第三版)，万仁溥，石油工业出版社，2008；
7. 《实用完井工程》，李可向，石油工业出版社，2002；
8. 《海上油气田完井手册》，张钧，余克让等，石油工业出版社，1998；
9. 《最新石油固井关键技术应用手册》，李丰收，石油工业出版社，2007；
10. 《石油作业工艺技术》，文浩，杨存旺，石油工业出版社，2002；
11. 《试油测试工程监督》，沈琛，石油工业出版社，2005。

# 02202 《海洋环境》教学大纲

英文名称: Ocean Environment

课程编码: 02202

学分: 2.5

参考学时: 40

实验学时: 4

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 张亚

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

海洋环境是船舶与海洋工程专业的一门必修主干课。其目标是使学生通过本课程的学习熟练掌握影响海洋工程设计、施工、营运及影响船舶航行的海洋环境条件,深入了解风、浪、潮汐、海流、海冰、泥沙、地震、海啸、风暴潮等现象的物理特征,并运用所学知识能够进行海洋结构物载荷计算,为其他专业课的学习奠定基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生具备一定的数学、物理和力学基础,要求先修的课程有:概率论与数理统计,工程力学、船舶流体力学、海洋学。后续课程为海洋平台工程、海洋石油工程等。

学生在修完本课程后,需达到以下要求:

1. 对影响海洋工程建筑物和船舶安全的动力因素有充分的了解;
2. 会处理风速资料,能进行不同高度和地貌的换算,会计算设计风压;
3. 掌握线性波理论,立波和波群,了解有限振幅波理论;
4. 了解海浪观测内容和方法,掌握海浪谱的概念和意义,了解几种常用谱型;
5. 掌握涡激共振的原因及计算方法,掌握莫里森方程和单桩、群桩波浪力的计算;
6. 了解分潮的概念、会推算设计潮位;
7. 了解海啸及风暴潮的成因及推算方法;
8. 了解海冰的物理力学特性,会计算海冰对海洋建筑物的作用;
9. 了解海流的观测和数据处理方法,会计算海流作用力;
10. 了解地震成因及地震波特点,掌握地震力的计算方法;
11. 了解泥沙特征和泥沙运动规律,了解岸滩演变规律及研究方法;
12. 能把相关理论用于海洋船舶和结构物的规划、设计、施工和运营活动中。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章的重点难点:** 海洋工程环境的研究方法。

- |                               |        |
|-------------------------------|--------|
| 1. 海洋的开发                      | 0.5 学时 |
| 海洋资源开发、物流、勘探、环保、海岸带开发。        |        |
| 2. 海洋环境的研究内容和意义               | 0.5 学时 |
| 海洋工程物理环境、海洋工程地质地貌环境、海洋工程生物环境。 |        |
| 3. 海洋工程环境的研究方法                | 1 学时   |
| 理论分析法、现场观测法、物模实验法、数值模拟法。      |        |

### 第二章 风及风的作用力

**本章的重点难点:** 风玫瑰图的绘制、风对建筑物的作用力。

- |                              |        |
|------------------------------|--------|
| 1. 气压和风                      | 1 学时   |
| 海平面等压线图、蒲福风级表、利用海面气压图计算海面风速。 |        |
| 2. 风速资料与风向玫瑰图                | 0.5 学时 |
| 风速资料的观测、风向玫瑰图的绘制。            |        |
| 3. 台风的气压与风速分布                | 0.5 学时 |
| 台风风速分布、中心附近最大风速计算。           |        |

|  |        |
|--|--------|
| 4. 风速的统计分布<br>设计频率和重现期、设计风速的标准。                | 1 学时   |
| 5. 风对建筑物的作用力<br>不同高度和地貌的风速换算、风压的计算。            | 1 学时   |
| 第三章 海浪   |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 线性波理论、波动的叠加、波浪理论适用范围。          |        |
| 1. 海水运动的基本方程和边界条件<br>势函数、拉普拉斯方程、伯努利积分。         | 2 学时   |
| 2. 线性波理论<br>势函数理论解、相对深水、相对浅水、波速、水质点轨迹、波压强、波能流。 | 2 学时   |
| 3. 简单波动的叠加<br>立波波面、波腹、波节、立波水质点轨迹、波群和波群速。       | 1 学时   |
| 4. 近岸波浪传播的变形<br>波浪的浅水效应、波浪的折射、绕射、反射和破碎。        | 1 学时   |
| 5. 有限振幅波理论<br>斯托克斯波、椭圆余弦波、孤立波。                 | 2 学时   |
| 6. 波浪理论适用范围的分析                                 | 1 学时   |
| 第四章 海浪观测与海浪谱                                   |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 海浪观测内容方法、海浪的统计谱型。              |        |
| 1. 海浪的观测<br>上跨零点、下跨零点、波高换算系数、波浪观测项目和要求、波高玫瑰图。  | 1 学时   |
| 2. 海浪谱<br>谱的概念和意义、几种常用谱型： $P-M$ 谱，Jonswap 谱。   | 2 学时   |
| 第五章 波浪作用力                                      |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 涡激自振、作用在直立柱体上的波浪力。             |        |
| 1. 绕流力<br>绕流的拖曳力和惯性力、涡激共振。                     | 1 学时   |
| 2. 作用在直立柱体上的波浪力<br>莫里森方程、单个柱体上波浪力计算、群柱上波浪力计算。  | 2 学时   |
| 3. 作用在倾斜柱体上的波浪力<br>矢量形式的莫里森方程。                 | 1 学时   |
| 4. 作用在海底管道上的波浪力<br>海底管道波浪力的计算。                 | 1 学时   |
| 5. 波流联合作用力<br>波流联合作用力的工程计算方法。                  | 1 学时   |
| 6. 大尺度结构物上的作用力<br>粘滞效应和绕射效应、速度势叠加法、弗-克假定法。     | 1 学时   |
| 第六章 潮汐   |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 分潮、极值同步差比法。                    |        |
| 1. 潮汐的观测分析和预报<br>基准面和特征潮位、观测方法、分析方法。           | 1 学时   |
| 2. 海岸工程设计潮位的推算<br>设计潮位的标准、极值同步差比法。             | 1 学时   |
| 第七章 海啸与风暴潮                                     |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 海啸描述与传播、风暴潮的推算。                |        |
| 1. 海啸  | 0.5 学时 |



|   |        |
|---|--------|
| 海啸描述与传播、海啸与海岸相互作用                           |        |
| 2. 风暴潮                                      | 1 学时   |
| 风暴潮的形成过程、风暴潮的推算。                            |        |
| 第八章 海流                                      |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 海流观测和资料分析、近岸海流特征值、海流的作用力。   |        |
| 1. 海流观测                                     | 1 学时   |
| 近岸海流的分类、海流的观测，潮余流的分离。                       |        |
| 2. 海流作用力                                    | 0.5 学时 |
| 近岸海流特征值、海流对建筑物的作用力。                         |        |
| 第九章 冰及冰的作用力                                 |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 海冰的物理力学特性、海冰对建筑物的作用。        |        |
| 1. 海冰概况                                     | 0.5 学时 |
| 海冰的组成和结构、海冰分类、我国冰期和冰情。                      |        |
| 2. 海冰的观测                                    | 0.5 学时 |
| 海冰观测内容、冰情图。                                 |        |
| 3. 海冰的物理力学特性                                | 1 学时   |
| 海冰密度、盐度、温度、孔隙率、海冰压缩强度、弯曲强度、剪切强度。            |        |
| 4. 海冰对海洋建筑物的作用                              | 1 学时   |
| 不同类型冰压的计算、有关冰压计算的几个问题。                      |        |
| 第十章 地震                                      |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 地震波及其特征、地震力的计算。             |        |
| 1. 地震成因及地震波特性                               | 0.5 学时 |
| 地震成因及分布、地震波类型及特征。                           |        |
| 2. 地震力计算                                    | 0.5 学时 |
| 地震力的计算，载荷组合计算方法。                            |        |
| 第十一章 泥沙运动                                   |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 泥沙特征、泥沙运动、岸滩演变规律及研究方法。      |        |
| 1. 泥沙来源与泥沙特征                                | 0.5 学时 |
| 泥沙特性、泥沙分类。                                  |        |
| 2. 海岸泥沙运动                                   | 0.5 学时 |
| 海岸分类、泥沙运动规律。                                |        |
| 3. 砂质海岸岸滩演变                                 | 0.5 学时 |
| 典型海滩剖面、泥沙运移形态、岸线形状和变形。                      |        |
| 4. 淤泥质海岸岸滩演变                                | 0.5 学时 |
| 岸滩剖面变化、海岸工程建筑物对冲淤的影响。                       |        |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                          |        |
| 1. 《海洋工程环境》，陈建民、张亚，校内胶印；                    |        |
| 2. 《海洋石油工程环境—水文分析与计算》，刘德辅、赵耀南，石油工业出版社，1983； |        |
| 3. 《工程环境海洋学》，蒋德才等，海洋出版社，2005；               |        |
| 4. 《随机波浪及其工程应用》，俞聿修，大连理工大学出版社，2003；         |        |
| 5. 《中华人民共和国交通部海港水文规范》，人民交通出版社，1998；         |        |
| 6. 《潮汐原理与计算》，黄祖珂、黄磊，中国海洋大学出版社，2005；         |        |
| 7. 《海洋工程环境概论》，董胜、孔令双，中国海洋大学出版社，2005；        |        |
| 8. 《海洋调查方法》，侍茂崇等，中国海洋大学出版社，1999；            |        |
| 9. 《海岸工程》，严恺，海洋出版社，2002；                    |        |
| 10. 《海洋工程波浪力学》，竺艳蓉，天津大学出版社，1991；            |        |

11. 《深海采油平台波浪载荷及响应》，董艳秋，天津大学出版社，2005；
12. 《波浪对海上建筑物的作用》，李玉成，海洋出版社，1990；
13. 《波浪理论及其在工程中的应用》，邱大洪，高等教育出版社，1985；
14. 《现代水力学四：波浪力学》，夏震寰，高等教育出版社，1992；
15. 《海冰工程学》，杨国金，石油工业出版社，2000；
16. 《泥沙运动学》，钱宁、兆惠，科学出版社，1983；
17. 《水波的数值模拟》，陶建华，天津大学出版社，2005；
18. 《海岸动力学》，吴宋仁等，人民交通出版社，1999。

# 02202 《海洋环境》教学大纲

英文名称: Ocean Environment

课程编码: 02202

学分: 2

参考学时: 32

实验学时: 4

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 张亚

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

海洋环境是海洋油气工程专业的一门必修主干课。其目标是使学生通过本课程的学习熟练掌握影响海洋工程设计、施工、营运及影响船舶航行的海洋环境条件, 深入了解风、浪、潮汐、海流、海冰、泥沙、地震、海啸、风暴潮等现象的物理特征, 并能够运用所学知识进行海洋结构物载荷计算, 为其他专业课的学习奠定基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生具备一定的数学、物理和力学基础, 要求先修的课程有: 高等数学, 概率论与数理统计, 流体力学, 后续课程为海洋钻采装备与平台工程、海洋油气工程等。

学生在修完本课程后, 需达到以下要求:

1. 对影响海洋工程建筑物和船舶安全的动力因素有充分的了解;
2. 会处理风速资料, 能进行不同高度和地貌的换算, 会计算设计风压;
3. 掌握线性波理论, 立波和波群, 了解有限振幅波理论;
4. 了解海浪观测内容和方法, 掌握海浪谱的概念和意义, 了解几种常用谱型;
5. 掌握涡激共振的原因及计算方法, 掌握莫里森方程和单桩、群桩波浪力的计算;
6. 了解分潮的概念、会推算设计潮位;
7. 了解海啸及风暴潮的成因及推算方法;
8. 了解海冰的物理力学特性, 会计算海冰对海洋建筑物的作用;
9. 了解海流的观测和数据处理方法, 会计算海流作用力;
10. 了解地震成因及地震波特点, 掌握地震力的计算方法;
11. 了解泥沙特征和泥沙运动规律, 了解岸滩演变规律及研究方法;

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章的重点难点:** 海洋工程环境的研究方法。

1. 海洋的开发 0.5 学时

海洋资源开发、物流、勘探、环保、海岸带开发。

2. 海洋工程环境的研究方法 0.5 学时

理论分析法、现场观测法、物模实验法、数值模拟法。

### 第二章 风及风的作用力

**本章的重点难点:** 风玫瑰图的绘制、风对建筑物的作用力。

1. 气压和风 0.5 学时

海平面等压线图、蒲福风级表、利用海面气压图计算海面风速。

2. 风速资料与风向玫瑰图 0.5 学时

风速资料的观测、风向玫瑰图的绘制。

3. 台风的气压与风速分布 0.5 学时

台风风速分布、中心附近最大风速计算。

4. 风速的统计分布 0.5 学时

设计频率和重现期、设计风速的标准。

5. 风对建筑物的作用力 1 学时

不同高度和地貌的风速换算、风压的计算。

### 第三章 海浪

**本章的重点难点：**线性波理论、波动的叠加、波浪理论适用范围。

1. 海水运动的基本方程和边界条件 1 学时  
势函数、拉普拉斯方程、伯努利积分。
2. 线性波理论 1.5 学时  
势函数理论解、相对深水、相对浅水、波速、水质点轨迹、波压强、波能流。
3. 简单波动的叠加 1 学时  
立波波面、波腹、波节、立波水质点轨迹、波群和波群速。
4. 近岸波浪传播的变形 1 学时  
波浪的浅水效应、波浪的折射、绕射、反射和破碎。
5. 有限振幅波理论 1 学时  
斯托克斯波、椭圆余弦波、孤立波。
6. 波浪理论适用范围的分析 1 学时

### 第四章 海浪观测与海浪谱

**本章的重点难点：**海浪观测内容方法、海浪的统计谱型。

1. 海浪的观测 1 学时  
上跨零点、下跨零点、波高换算系数、波浪观测项目和要求、波高玫瑰图。
2. 海浪谱 1 学时  
谱的概念和意义、几种常用谱型：P-M 谱，Jonswap 谱。

### 第五章 波浪作用力

**本章的重点难点：**涡激自振、作用在直立柱体上的波浪力。

1. 绕流力 1 学时  
绕流的拖曳力和惯性力、涡激共振。
2. 作用在直立柱体上的波浪力 2 学时  
莫里森方程、单个柱体上波浪力计算、群柱上波浪力计算。
3. 作用在倾斜柱体上的波浪力 0.5 学时  
矢量形式的莫里森方程。
4. 作用在海底管道上的波浪力 0.5 学时  
海底管道波浪力的计算。
5. 波流联合作用力 0.5 学时  
波流联合作用的工程计算方法。
6. 大尺度结构物上的作用力 1 学时  
粘滞效应和绕射效应、速度势叠加法、弗-克假定法。

### 第六章 潮汐

**本章的重点难点：**分潮、极值同步差比法。

1. 潮汐的观测分析和预报 1 学时  
基准面和特征潮位、观测方法、分析方法。
2. 海岸工程设计潮位的推算 1 学时  
设计潮位的标准、极值同步差比法。

### 第七章 海啸与风暴潮

**本章的重点难点：**海啸描述与传播、风暴潮的推算。

1. 海啸 0.5 学时  
海啸描述与传播、海啸与海岸相互作用
2. 风暴潮 0.5 学时  
风暴潮的形成过程、风暴潮的推算。

## 第八章 海流

**本章的重点难点：**海流观测和资料分析、近岸海流特征值、海流的作用力。

1. 海流观测 1 学时

近岸海流的分类、海流的观测，潮余流的分离。

2. 海流作用力 0.5 学时

近岸海流特征值、海流对建筑物的作用力。

## 第九章 冰及冰的作用力

**本章的重点难点：**海冰的物理力学特性、海冰对建筑物的作用。

1. 海冰概况 1 学时

海冰的组成和结构、海冰分类、我国冰期和冰情。

2. 海冰的观测 0.5 学时

海冰观测内容、冰情图。

3. 海冰的物理力学特性 1 学时

海冰密度、盐度、温度、孔隙率、海冰压缩强度、弯曲强度、剪切强度。

4. 海冰对海洋建筑物的作用 1 学时

不同类型冰压的计算、有关冰压力计算的几个问题。

## 第十章 地震

**本章的重点难点：**地震波及其特征、地震力的计算。

1. 地震成因及地震波特性 0.5 学时

地震成因及分布、地震波类型及特征。

2. 地震力计算 0.5 学时

地震力的计算，载荷组合计算方法。

## 第十一章 泥沙运动

**本章的重点难点：**泥沙特征、泥沙运动、岸滩演变规律及研究方法。

1. 海岸泥沙运动 0.5 学时

泥沙来源与泥沙特征、海岸分类、泥沙运动规律。

2. 岸滩演变 0.5 学时

砂质海岸岸滩演变、淤泥质海岸岸滩演变。

## 四、教材及主要参考资料

1. 《海洋工程环境》，陈建民、张亚，校内胶印；
2. 《海洋石油工程环境—水文分析与计算》，刘德辅、赵耀南，石油工业出版社，1983；
3. 《工程环境海洋学》，蒋德才等，海洋出版社，2005；
4. 《随机波浪及其工程应用》，俞聿修，大连理工大学出版社，2003；
5. 《中华人民共和国交通部海港水文规范》，人民交通出版社，1998；
6. 《潮汐原理与计算》，黄祖珂、黄磊，中国海洋大学出版社，2005；
7. 《海洋工程环境概论》，董胜、孔令双，中国海洋大学出版社，2005；
8. 《海洋调查方法》，侍茂崇等，中国海洋大学出版社，1999；
9. 《海岸工程》，严恺，海洋出版社，2002；
10. 《海洋工程波浪力学》，竺艳蓉，天津大学出版社，1991；
11. 《深海采油平台波浪载荷及响应》，董艳秋，天津大学出版社，2005；
12. 《波浪对海上建筑物的作用》，李玉成，海洋出版社，1990；
13. 《波浪理论及其在工程中的应用》，邱大洪，高等教育出版社，1985；
14. 《现代水力学四：波浪力学》，夏震寰，高等教育出版社，1992；
15. 《海冰工程学》，杨国金，石油工业出版社，2000；
16. 《泥沙运动学》，钱宁、兆惠，科学出版社，1983；
17. 《水波的数值模拟》，陶建华，天津大学出版社，2005；
18. 《海岸动力学》，吴宋仁等，人民交通出版社，1999。

# 02203 《海洋平台工程》教学大纲

英文名称: Offshore Platform Engineering

课程编码: 02203

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 姜敏

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

该课程旨在让学生系统了解固定式海洋平台的结构型式及设计基础理论, 了解移动式海洋平台的结构型式、操作方法及设计基础理论, 学会海洋平台的基本设计方法, 为学生毕业后从事海洋油气开发奠定必要的理论基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生具备一定的数学、物理和力学基础, 要求先修的课程有: 工程力学、流体力学。学生按本大纲学完海洋平台工程后, 应对大纲规定的全部内容有系统的理解, 掌握其中的基本概念、基本理论与工艺设计方法, 并达到下列要求:

1. 掌握海洋平台类型;
2. 掌握海洋平台设计荷载类型及其计算方法;
3. 了解导管架平台总体设计方法;
4. 掌握平台支撑结构静力分析方法;
5. 了解移动式结构形式及主尺度确定方法;
6. 掌握浮式钻井平台漂浮稳性要求及其计算方法;
7. 掌握锚泊系统组成及布置方法;
8. 掌握坐底式平台、自升式平台、半潜式平台设计方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章重点难点:** 海洋石油平台类型。

- |                              |        |
|------------------------------|--------|
| 1. 海洋石油平台类型<br>固定式平台、移动式平台。  | 1.5 学时 |
| 2. 海洋石油平台的发展趋势<br>海洋石油平台发展趋势 | 0.5 学时 |

### 第二章 设计荷载

**本章重点难点:** 风荷载、波浪荷载、海流荷载、荷载组合原则。

- |  |        |
|--|--------|
| 1. 设计荷载分类<br>使用荷载、施工荷载和环境荷载。                                 | 1 学时   |
| 2. 使用荷载<br>甲板荷载、直升飞机着降荷载、船舶停靠荷载。                             | 1 学时   |
| 3. 风荷载<br>基本风压计算公式、作用在结构物上的风的作用力。                            | 1 学时   |
| 4. 波浪荷载<br>孤立桩柱波浪力计算、阻力系数和惯性力系数。                             | 1 学时   |
| 5. 海流荷载<br>海流荷载计算、卡门涡流。                                      | 0.5 学时 |
| 6. 冰荷载<br>海冰对平台作用的主要形式及影响因素、大面积冰原挤压直立桩柱时的冰压力计算、流冰对桩柱的冲击荷载计算。 | 1 学时   |

|   |        |
|---|--------|
| 7. 荷载组合                                     | 0.5 学时 |
| 结构构件分类、作用在结构上的荷载、荷载组合原则、荷载组合种类。             |        |
| 第三章 导管架平台总体设计                               |        |
| <b>本章重点难点：</b> 平台方位、结构型式、上部轮廓尺度确定、平台上设备的布置。 |        |
| 1. 设计参数                                     | 1 学时   |
| 使用参数、施工参数、海洋环境参数、海底地质参数。                    |        |
| 2. 平台的方位、结构型式及主要尺寸设计                        | 1 学时   |
| 平台方位设计、结构型式设计、上部轮廓尺度确定。                     |        |
| 3. 平台上的主要设备                                 | 1 学时   |
| 钻井及井口设备、油气处理设备、公用设施与设备。                     |        |
| 4. 平台上设备的布置                                 | 1 学时   |
| 设备布置考虑的因素、设备的布置原则、设备的布置。                    |        |
| 第四章 桩基设计                                    |        |
| <b>本章重点难点：</b> 受压桩轴向承载力计算方法                 |        |
| 1. 单桩轴向承载力计算                                | 1.5 学时 |
| 受压桩的轴向承载力计算方法、开口钢管桩的桩端闭塞效应、受拉桩抗拔力计算。        |        |
| 2. 群桩效应和荷载分布                                | 0.5 学时 |
| 轴向荷载作用下的群桩效应、横向荷载作用下的群桩效应。                  |        |
| 3. 桩体设计                                     | 1 学时   |
| 桩的入土深度和壁厚设计、桩身分段及各桩段结构设计。                   |        |
| 第五章 导管架设计                                   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 直接刚度法解节点位移与杆端力、导管架强度校核。      |        |
| 1. 设计依据及设计内容                                | 0.5 学时 |
| 设计导管架的基本依据、导管架结构的设计内容。                      |        |
| 2. 设计计算模型                                   | 0.5 学时 |
| 整体模型、分部模型。                                  |        |
| 3. 设计计算刚度矩阵                                 | 1 学时   |
| 空间杆件刚度矩阵。                                   |        |
| 4. 杆件端点变位与受力                                | 1 学时   |
| 坐标系与坐标转换、杆件断面要素的确定、直接刚度法解节点位移与杆端力。          |        |
| 5. 导管架构件强度校核                                | 1 学时   |
| 轴向应力、剪应力、环向应力、折算应力。                         |        |
| 第六章 移动式平台结构型式与主尺度                           |        |
| <b>本章重点难点：</b> 平台排水量、平台主尺度。                 |        |
| 1. 平台设计方法和要求                                |        |
| 2. 平台结构组成与平台型式选择                            | 0.5 学时 |
| 平台结构组成、平台型式选择。                              |        |
| 3. 平台排水量的确定                                 |        |
| 4. 平台主尺度                                    | 0.5 学时 |
| 平台长度、宽度型深、主甲板基线高度、立柱尺度。                     |        |
| 第七章 浮式钻井平台的漂浮稳性                             |        |
| <b>本章重点难点：</b> 平台完整稳性、破舱稳性。                 |        |
| 1. 平台的运动                                    | 0.5 学时 |
| 平台在浮态下的运动、钻井作业对平台摇荡运动的要求。                   |        |
| 2. 平台的完整稳性                                  | 2.5 学时 |
| 完整稳性的要求、完整稳性计算方法。                           |        |

|  |        |
|--|--------|
| 3. 平台的破舱稳性<br>破舱稳性要求、破舱稳性计算方法。   | 2 学时   |
| 4. 平台的沉浮稳性<br>沉浮方式、稳性要求、计算方法。  | 1 学时   |
| <b>第八章 锚泊系统</b>  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 锚泊系统的种类和布置。   |        |
| 1. 锚和锚链  | 0.5 学时 |
| 2. 锚泊系统的种类和布置型式<br>移动式平台的锚泊系统、锚泊系统的布置型式、FPSO 浮式生产系统的锚泊。                | 1 学时   |
| 3. 锚泊设备技术与要求<br>临时锚泊设计计算、移动式平台对锚泊定位系统的设计要求。                            | 0.5 学时 |
| <b>第九章 移动式平台设计</b>   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 坐底式平台设计、自升式平台设计、半潜式平台设计。                                |        |
| 1. 坐底式平台设计<br>坐底式平台的结构类型、工作水深与深度基准、沉浮稳性、坐底式平台设计的基本考虑。                  | 1 学时   |
| 2. 自升式平台设计<br>自升式平台工作原理与结构组成、桩腿的型式与构造、桩腿强度校核、拖航工况桩腿结构分析、着底工况自升式平台结构分析。 | 1.5 学时 |
| 3. 半潜式平台设计<br>概述、立柱结构、撑杆结构、半潜式平台设计工况。                                  | 1.5 学时 |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>   |        |
| 《海洋石油平台设计》，陈建民、娄敏、王天霖编著，石油工业出版社，2012 年。                                |        |



# 02203 《海洋平台工程》教学大纲

英文名称: Offshore Platform Engineering

课程编码: 02203

学分: 3

参考学时: 48

实验学时: 4

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 姜敏

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

该课程旨在让学生系统掌握固定式海洋平台的结构型式及设计基础理论, 掌握移动式海洋平台的结构型式、操作方法及设计基础理论, 学会海洋平台的基本设计方法, 为学生毕业后从事平台设计及科研工作奠定必要的理论基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生具备一定的数学、物理和力学基础, 要求先修的课程有: 工程力学、流体力学、海洋学、海洋环境。学生按本大纲学完海洋平台工程后, 应对大纲规定的全部内容有系统的理解, 掌握其中的基本概念、基本理论与工艺设计方法, 并达到下列要求:

1. 掌握海洋平台设计荷载计算方法;
2. 了解导管架平台总体设计方法;
3. 掌握平台上部甲板结构设计方法;
4. 掌握平台支撑结构静力及动力分析方法;
5. 掌握圆管结构强度与稳定性计算方法、管结点的静力强度设计及疲劳分析方法;
6. 了解移动式结构形式及主尺度确定方法、重量及重心确定方法、底撑式平台着底稳性分析方法;
7. 掌握锚泊系统组成及受力分析方法;
8. 掌握坐底式平台、自升式平台、半潜式平台设计方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章重点难点:** 海洋石油平台的发展趋势。

1. 世界海洋石油平台发展概况 0.5 学时  
深水浮式平台发展概况、半潜式平台发展概况、深水 Spar 平台发展概况。
2. 我国海洋石油平台发展概况 0.5 学时  
初级阶段、持续阶段、有所突破阶段。
3. 海洋石油平台的发展趋势 1 学时  
海洋石油平台发展趋势。

### 第二章 设计荷载

**本章重点难点:** 船舶停靠荷载、荷载组合原则。

1. 设计荷载分类 1 学时  
使用荷载、施工荷载和环境荷载。
2. 使用荷载 1.5 学时  
甲板荷载、直升飞机着降荷载、船舶停靠荷载。
3. 波浪荷载 1 学时  
群桩波浪力计算、水下水平构件波浪力计算、阻力系数和惯性力系数、海生物附着对波浪力的影响、设计波高的确定。
4. 荷载组合 0.5 学时  
结构构件分类、作用在结构上的荷载、荷载组合原则、荷载组合种类。

### 第三章 导管架平台总体设计

|  |        |
|--|--------|
| <b>本章重点难点：</b> 平台方位、结构型式、上部轮廓尺度确定、平台上设备的布置。          |        |
| 1. 设计参数  | 1 学时   |
| 使用参数、施工参数、海洋环境参数、海底地质参数。                             |        |
| 2. 平台的方位、结构型式及主要尺寸设计                                 | 1 学时   |
| 平台方位设计、结构型式设计、上部轮廓尺度确定。                              |        |
| 3. 平台上的主要设备  | 1 学时   |
| 钻井及井口设备、油气处理设备、公用设施与设备。                              |        |
| 4. 平台上设备的布置  | 1 学时   |
| 设备布置考虑的因素、设备的布置原则、设备的布置。                             |        |
| 第四章 平台甲板结构设计   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 甲板结构设计。                               |        |
| 1. 甲板结构的计算模型   | 1 学时   |
| 结点构造、支座及杆件的简化、荷载简化。                                  |        |
| 2. 甲板结构的设计   | 3 学时   |
| 甲板铺板厚度确定、梁格的布置与连接型式、梁与立柱的内力计算和截面选择。                  |        |
| 第五章 桩基设计   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 受压桩轴向承载力计算方法、线弹性地基反力法。                |        |
| 1. 单桩轴向承载力计算   | 2 学时   |
| 受压桩的轴向承载力计算方法、打入成层土中受压桩的承载力计算、开口钢管桩的桩端闭塞效应、受拉桩抗拔力计算。 |        |
| 2. 单桩横向承载力计算   | 1 学时   |
| 桩的破坏形状和分类、线弹性地基反力法。                                  |        |
| 3. 群桩效应和荷载分布   | 0.3 学时 |
| 轴向荷载作用下的群桩效应、横向荷载作用下的群桩效应。                           |        |
| 4. 桩体设计  | 0.7 学时 |
| 桩的入土深度和壁厚设计、桩身分段及各桩段结构设计。                            |        |
| 第六章 导管架设计  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 设计计算刚度矩阵、杆件端点变位与受力、导管架强度校核。           |        |
| 1. 设计依据及设计内容   | 0.3 学时 |
| 设计导管架的基本依据、导管架结构的设计内容。                               |        |
| 2. 设计计算模型  | 0.2 学时 |
| 整体模型、分部模型。   |        |
| 3. 设计计算刚度矩阵  | 2 学时   |
| 桩基刚度矩阵、空间杆件刚度矩阵。                                     |        |
| 4. 杆件端点变位与受力   | 1 学时   |
| 坐标系与坐标转换、杆件断面要素的确定、直接刚度法解节点位移与杆端力。                   |        |
| 5. 导管架构件强度校核   | 0.5 学时 |
| 轴向应力、剪应力、环向应力、折算应力。                                  |        |
| 第七章 桩基平台动力分析   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 桩基平台运动分析、平台对规则波的响应分析。                 |        |
| 1. 结构动力学概述   | 0.2 学时 |
| 结构动力计算的特点、种类、体系的自由度。                                 |        |
| 2. 单自由度体系振动  | 1.8 学时 |
| 振动方程的建立、自由振动、简谐荷载作用下的动力响应、任意荷载作用下的动力响应。              |        |
| 3. 多自由度体系振动  | 1 学时   |
| 无阻尼振动方程、无阻尼自由振动、无阻尼强迫振动、有阻尼强迫振动。                     |        |

|   |        |
|---|--------|
| 4. 桩基平台的运动分析  | 2 学时   |
| 作用在平台上的波浪荷载、质量矩阵、刚度矩阵、阻尼矩阵、运动方程。                              |        |
| 5. 平台对规则波的响应分析  | 1 学时   |
| 第八章 圆管构件的强度与稳定计算  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 圆管构件的稳定性计算                                     |        |
| 1. 圆管构件的强度计算  | 0.5 学时 |
| 强度破坏准则、强度计算。  |        |
| 2. 圆管构件的稳定性计算   | 1.5 学时 |
| 轴向压力作用下圆管构件的屈曲、圆管构件在弯矩作用下的局部屈曲、轴向压力和弯矩的联合作用、圆管构件在水压和轴力作用下的破坏。 |        |
| 第九章 管节点的设计与疲劳分析   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 管节点的设计、管节点疲劳分析                                 |        |
| 1. 管节点的应力分析   | 0.5 学时 |
| 2. 管节点的强度分析   | 0.5 学时 |
| 冲剪应力法。  |        |
| 3. 管节点的设计   | 0.5 学时 |
| 简单管节点的设计（冲剪应力法）。  |        |
| 4. 管节点疲劳分析  | 0.5 学时 |
| 疲劳破坏的概念、简单疲劳分析法。  |        |
| 第十章 移动式平台结构型式与主尺度   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 平台排水量、平台主尺度。                                   |        |
| 1. 平台设计方法和要求  | 0.2 学时 |
| 2. 平台结构组成与平台型式选择  | 0.2 学时 |
| 平台结构组成、平台型式选择。  |        |
| 3. 平台排水量的确定   | 0.2 学时 |
| 4. 平台主尺度  | 0.4 学时 |
| 平台长度、宽度型深、主甲板基线高度、立柱尺度。                                       |        |
| 第十一章 移动式平台的重量和重心  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 自升式平台的排水量和重心估算、半潜式平台的排水量和重心估算。                 |        |
| 1. 空平台重量的估算   | 0.3 学时 |
| 平台重量分类及设计工况、平台钢料重量的估算、舾装重量的分析与估算、机电设备重量的分析与估算、钻井设备重量的分析与估算。   |        |
| 2. 平台的排水量和重心估算  | 0.4 学时 |
| 平台排水量估算、平台重心估算。   |        |
| 3. 自升式平台的重量分类与组合  | 0.3 学时 |
| 自升式平台重量分类、重量组合。   |        |
| 4. 半潜式平台重量的估算   | 0.3 学时 |
| 半潜式平台重量分类、重量估算。   |        |
| 第十二章 底撑式平台的着底稳性   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 平台的抗倾和抗滑稳性、平台的桩基稳性。                            |        |
| 1. 平台着底稳性设计标准   | 0.3 学时 |
| 平台基础、平台基础型式选择、平台抗倾标准、平台抗滑稳性标准、地基应力、平台坐底面积丧失率。                 |        |
| 2. 平台的抗倾与抗滑稳性   | 0.3 学时 |
| 平台抗倾稳性计算、平台抗滑稳性计算。  |        |
| 3. 平台的桩基稳性  | 0.6 学时 |

|  |        |
|--|--------|
| 桩腿最大预压载荷、桩腿承载力与桩腿入土深度。   |        |
| 4. 影响平台着底稳性的因素   | 0.5 学时 |
| 平台突然下沉的原因分析、带沉垫的平台冲刷和滑移问题、沙土液化影响平台的稳定性、淤泥地基吸附力。                      |        |
| 第十三章 锚泊系统  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 锚系设计。   |        |
| 1. 锚和锚链  | 1 学时   |
| 2. 锚泊系统的种类和布置型式  | 1 学时   |
| 移动式平台的锚泊系统、锚泊系统的布置型式、FPSO 浮式生产系统的锚泊。                                 |        |
| 3. 锚泊设备技术与要求   | 0.5 学时 |
| 临时锚泊设计计算、移动式平台对锚泊定位系统的设计要求。  |        |
| 4. 锚系设计  | 1.5 学时 |
| 锚链的状态、锚链的悬链线方程、锚链的计算。  |        |
| 第十四章 移动式平台设计   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 坐底式平台设计、自升式平台设计、半潜式平台设计                               |        |
| 1. 坐底式平台设计   | 0.5 学时 |
| 坐底式平台的结构类型、工作水深与深度基准、沉浮稳性、坐底式平台设计的基本考虑。                              |        |
| 2. 自升式平台设计   | 2 学时   |
| 自升式平台工作原理与结构组成、桩腿的型式与构造、桩腿强度校核、拖航工况桩腿结构分析、着底工况自升式平台结构分析、自升式平台自振特性分析。 |        |
| 3. 半潜式平台设计   | 1.5 学时 |
| 概述、立柱结构、撑杆结构、半潜式平台设计工况。  |        |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>   |        |
| 1. 《海洋石油平台设计》，陈建民、娄敏、王天霖编著，石油工业出版社，2012 年。                           |        |

# 02204 《海洋法》教学大纲

英文名称: Maritime Laws

课程编码: 02204

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程 海洋油气工程

大纲执笔人: 陈建民

系(教研室)主任: 娄敏

## 一、课程目标

本课程是船舶与海洋工程专业本科生的一门限选专业课。为了规范各国及各单位在海洋活动中的行为,1982年第三次联合国海洋法会议通过联合国海洋法公约,该公约已于1994年生效。不了解海洋法,在海洋活动中将寸步难行。通过本课的学习,使学生掌握从事海上石油勘探开发所必备的海洋法知识。

## 二、基本要求

通过本课程的学习,应达到以下要求:

1. 了解海洋法发展史;
2. 掌握各类海域法律的主要内容;
3. 掌握海洋环境保护法的主要内容;
4. 了解海上避碰规则及船舶碰撞公约;
5. 掌握海洋石油作业的安全法规与海难救助的主要内容。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

2 学时

**本章重点难点:** 海洋法的基本原则。

#### 1. 海洋法的特点、性质与作用

海洋法的综合性、国际性和科学性。

#### 2. 海洋法的基本原则

海域主权原则,海洋自然资源永久主权原则,人类共同继承财产原则,便利国际交通原则,公平利用海洋及其资源原则,海洋资源的可持续开发与保护原则。

### 第二章 海洋法的形成与发展

1 学时

**本章重点难点:** 第三次联合国海洋法会议关于领海宽度的协商。

#### 1. 海洋法发展史

古代海洋法、中世纪海洋法、近代海洋法和现代海洋法。

#### 2. 历次联合国海洋法会议

海牙国际法编纂会议及第一、第二和第三次联合国海洋法会议简介。

### 第三章 内海

2 学时

**本章重点难点:** 内海的法律制度。

#### 1. 内海的概念

领海基线、内陆水、内海海域和内海的法律地位。

#### 2. 海湾及历史性水域

海湾的概念、海湾的法律地位和历史性海湾。

#### 3. 海港及港口

港口的概念及分类、港口的划定、港口法律、港口法规、对港内外国船舶的司法管辖。

### 第四章 领海与毗连区

2 学时

**本章重点难点:** 领海的法律制度,毗连区的法律制度。

#### 1. 领海的法律

领海的内部界限,领海的外部界限,国家间领海界限的划定,沿海国家在领海内的权利,领

海的航行法规，关于外国军舰通过领海的问题，领海的司法管辖权，沿海国的义务，我国领海的法律制度。

## 2. 毗连区的法律

毗连区的产生与发展、设置毗连区的法理依据、毗连区的法律地位、我国的毗连区制度。

## 第五章 群岛国和岛屿 0.5 学时

**本章重点难点：**群岛水域的法律制度，群岛和群岛国的定义，群岛领海和群岛国制度的历史发展，群岛基线，群岛水域的法律地位，群岛海道通过权。

## 第六章 用于国际航行的海峡 0.5 学时

**本章重点难点：**海峡的法律制度。

海峡概述，各国关于海峡通行的主张，海峡的法律，海峡的过境通行，通行规定，行使过境通行权的条件和限制，海峡沿岸国对海峡过境通行的管理，过境通行制度的例外实行特别制度的海峡。

## 第七章 专属经济区 2 学时

**本章重点难点：**专属经济区的法律制度。

设立专属经济区的意义，专属经济区制度的产生和发展，专属经济区的法律地位，专属经济区与毗连区的关系，专属经济区的外部界限，相邻或相向国家间专属经济区的划界问题，沿海国在专属经济区的主权权利，沿海国在专属经济区内的管辖权，内陆国和地理不利国家的权利，中国关于专属经济区的基本立场，中国专属经济区的法律制度。

## 第八章 大陆架 2 学时

**本章重点难点：**大陆架的法律制度。

### 1. 大陆架概述

大陆架的概念，大陆架制度的萌芽，大陆架制度的提出，对大陆架制度的讨论，大陆架与专属经济区的关系，大陆架上的自然资源。

### 2. 国家间大陆架的划界

国家间大陆架的划界，自然延伸原则，中间线原则，公平原则。

### 3. 大陆架的法律制度

沿海国在大陆架的权利和义务，其他国家在大陆架的权利和自由，大陆架上覆水域和上空的法律地位。

## 第九章 公海 2 学时

**本章重点难点：**公海的法律制度。

### 1. 公海自由

公海制度的发展，公海的法律地位，航行自由，捕鱼自由，飞越自由，铺设海底电缆和管道的自由，建造人工岛屿和其他设施的自由，海洋科学研究自由。

### 2. 公海管辖

海盗行为概述，海盗行为的管辖权和惩罚，船旗国管辖，普遍管辖，管辖方式。

## 第十章 国际海底区域 2 学时

**本章重点难点：**国际海底区域的法律制度。

国际海底区域法律制度的形成，国际海底区域的法律地位，管理国际海底区域的原则，关于国际海底区域开发制度的协商，国际海底区域的开发。

## 第十一章 国际海洋争端 2 学时

**本章重点难点：**国际海洋法法庭。

国际海洋争端的概念，国际海洋争端的种类，关于争端解决方法的协商，解决国际海洋争端的原则，解决国际海洋争端的方法，调解，仲裁，国际海洋法法庭，特别分庭，海底争端分庭。

## 第十二章 战时海洋法 2 学时

**本章重点难点：**战时海洋法规则。

战时海洋法的渊源，战时海洋法的编纂，战时海洋法规则，战争法、海战法，战时封锁，捕

获权，战时海洋法中的中立，中立国概述，中立国的义务。

### 第十三章 海洋环境保护

6 学时

**本章重点难点：**海洋防污的管辖权，国际海上油污损害赔偿制度。

#### 1. 海洋环境保护概述

海洋与人类的关系，海洋污染的定义，污染物进入海洋的途径，国际海洋防污标准。

#### 2. 国际海洋环境保护协定

《油污公约》酝酿签订的经过，《油污公约》的基本内容，《油污公约》的修订，《油污公约》的评价。国际防止海上油污公约，海洋防污的管辖权，“海利”号案例。

#### 3. 海洋污染与国家责任

非偶发海洋污染的国家责任，偶发性海洋跨国污染的国家责任，跨国污染的过失责任、严格责任和绝对责任，科孚海峡案例。

#### 4. 国际海上油污损害赔偿制度

《船东协定》，《货主合同》，《基金公约》，《基金公约》。

### 第十四章 船舶避碰与碰撞

2 学时

**本章重点难点：**海上船舶航行规则。

#### 1. 航行规则

了望规则，安全航速规则，在航道航行规则，追越规则，对遇规则，交叉相遇规则，避碰规则，避碰背离规则。

#### 2. 船舶碰撞

船舶碰撞定义，船舶碰撞的责任划分，船舶碰撞的管辖，船舶碰撞的事故处理。

#### 3. 船舶碰撞

### 第十五章 海难救助

2 学时

**本章重点难点：**“无效果，无报酬”救助原则。

海难救助的国际公约，海难救助的对象，海难救助行为的成立要件，海难救助的种类，“无效果，无报酬”合同，“实际费用”合同，海难救助报酬的请求权，救助报酬数额的确定。

### 第十六章 海洋石油工程作业安全法规

2 学时

**本章重点难点：**钻井作业安全规定，硫化氢防护安全规定。

钻井作业安全规定，试油安全规定，钻井平台意外事故安全措施与应急部署，井控安全规定，防热带气旋的步骤，热带气旋过后返回平台的措施，硫化氢防护安全规定。

## 四、教材及主要参考资料

教材：

《海洋法》，陈建民编著，中国石油大学出版社，2009，学校规划教材。

主要参考资料：

1. 《联合国海洋法公约》，联合国第三次海洋法会议，海洋出版社，1992；
2. 《海洋法律制度》，鹿守本等，光明日报出版社，1992；
3. 《国际海洋环境保护法》，欧阳鑫等，海洋出版社，1994；
4. 《船舶避碰》，袁安平等，大连海运学院出版社，1995。

# 02205 《海洋法规与海洋环保》教学大纲

英文名称: Maritime Laws and Ocean Environmental Protection

课程编码: 02205

学分: 32

参考学时: 32 实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 陈建民

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

本课程是石油工程专业本科生的一门限选专业课。为了规范各国及各单位在海洋活动中的行为, 1982年第三次联合国海洋法会议通过联合国海洋法公约, 该公约已于1994年生效。通过本课程的学习, 使学生掌握从事海上石油勘探开发所必备的海洋法知识。

## 二、基本要求

通过本课程的学习, 应达到以下要求:

1. 了解海洋法发展史;
2. 掌握各类海域法律的主要内容;
3. 掌握海洋环境保护法的主要内容;
4. 了解海上避碰规则及船舶碰撞公约;
5. 掌握海洋石油作业的安全法规与海难救助的主要内容。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

2 学时

**本章重点难点:** 海洋法的基本原则。

1. 海洋法的特点、性质与作用  
海洋法的综合性、国际性和科学性。
2. 海洋法的基本原则

海域主权原则, 海洋自然资源永久主权原则, 人类共同继承财产原则, 便利国际交通原则, 公平利用海洋及其资源原则, 海洋资源的可持续开发与保护原则。

### 第二章 海洋法的形成与发展

1 学时

**本章重点难点:** 第三次联合国海洋法会议关于领海宽度的协商。

1. 海洋法发展史  
古代海洋法、中世纪海洋法、近代海洋法和现代海洋法。

### 2. 历次联合国海洋法会议

海牙国际法编纂会议及第一、第二和第三次联合国海洋法会议简介。

### 第三章 内海

2 学时

**本章重点难点:** 内海的法律制度。

1. 内海的概念  
领海基线、内陆水、内海海域和内海的法律地位。
2. 海湾及历史性水域  
海湾的概念、海湾的法律地位和历史性海湾。
3. 海港及港口

港口的概念及分类、港口的划定、港口法律、港口法规、对港内外国船舶的司法管辖。

### 第四章 领海与毗连区

2 学时

**本章重点难点:** 领海的法律制度, 毗连区的法律制度。

### 1. 领海的法律

领海的内部界限, 领海的外部界限, 国家间领海界限的划定, 沿海国家在领海内的权利, 领海的航行法规, 关于外国军舰通过领海的问题, 领海的司法管辖权, 沿海国的义务, 我国领海的



法律制度。

## 2. 毗连区的法律

毗连区的产生与发展、设置毗连区的法理依据、毗连区的法律地位、我国的毗连区制度。

## 第五章 群岛国和岛屿

0.5 学时

**本章重点难点：**群岛水域的法律制度，群岛和群岛国的定义，群岛领海和群岛国制度的历史发展，群岛基线，群岛水域的法律地位，群岛海道通过权。

## 第六章 用于国际航行的海峡

0.5 学时

**本章重点难点：**海峡的法律制度。

海峡概述，各国关于海峡通行的主张，海峡的法律，海峡的过境通行，通行规定，行使过境通行权的条件和限制，海峡沿岸国对海峡过境通行的管理，过境通行制度的例外实行特别制度的海峡。

## 第七章 专属经济区

2 学时

**本章重点难点：**专属经济区的法律制度。

设立专属经济区的意义，专属经济区制度的产生和发展，专属经济区的法律地位，专属经济区与毗连区的关系，专属经济区的外部界限，相邻或相向国家间专属经济区的划界问题，沿海国在专属经济区的主权权利，沿海国在专属经济区内的管辖权，内陆国和地理不利国家的权利，中国关于专属经济区的基本立场，中国专属经济区的法律制度。

## 第八章 大陆架

2 学时

**本章重点难点：**大陆架的法律制度。

### 1. 大陆架概述

大陆架的概念，大陆架制度的萌芽，大陆架制度的提出，对大陆架制度的讨论，大陆架与专属经济区的关系，大陆架上的自然资源。

### 2. 国家间大陆架的划界

国家间大陆架的划界，自然延伸原则，中间线原则，公平原则。

### 3. 大陆架的法律制度

沿海国在大陆架的权利和义务，其他国家在大陆架的权利和自由，大陆架上覆水域和上空的法律地位。

## 第九章 公海

2 学时

**本章重点难点：**公海的法律制度。

### 1. 公海自由

公海制度的发展，公海的法律地位，航行自由，捕鱼自由，飞越自由，铺设海底电缆和管道的自由，建造人工岛屿和其他设施的自由，海洋科学研究自由。

### 2. 公海管辖

海盗行为概述，海盗行为的管辖权和惩罚，船旗国管辖，普遍管辖，管辖方式。

## 第十章 国际海底区域

2 学时

**本章重点难点：**国际海底区域的法律制度。

国际海底区域法律制度的形成，国际海底区域的法律地位，管理国际海底区域的原则，关于国际海底区域开发制度的协商，国际海底区域的开发。

## 第十一章 国际海洋争端

2 学时

**本章重点难点：**国际海洋法法庭。

国际海洋争端的概念，国际海洋争端的种类，关于争端解决方法的协商，解决国际海洋争端的原则，解决国际海洋争端的方法，调解，仲裁，国际海洋法法庭，特别分庭，海底争端分庭。

## 第十二章 战时海洋法

2 学时

**本章重点难点：**战时海洋法规则。

战时海洋法的渊源，战时海洋法的编纂，战时海洋法规则，战争法、海战法，战时封锁，捕获权，战时海洋法中的中立，中立国概述，中立国的义务。

### 第十三章 海洋环境保护

6 学时

**本章重点难点：**海洋防污的管辖权，国际海上油污损害赔偿制度。

#### 1. 海洋环境保护概述

海洋与人类的关系，海洋污染的定义，污染物进入海洋的途径，国际海洋防污标准。

#### 2. 国际海洋环境保护协定

《油污公约》酝酿签订的经过，《油污公约》的基本内容，《油污公约》的修订，《油污公约》的评价。国际防止海上油污公约，海洋防污的管辖权，“海利”号案例。

#### 3. 海洋污染与国家责任

非偶发海洋污染的国家责任，偶发性海洋跨国污染的国家责任，跨国污染的过失责任、严格责任和绝对责任，科孚海峡案例。

#### 4. 国际海上油污损害赔偿制度

《船东协定》，《货主合同》，《基金公约》，《基金公约》。

### 第十四章 船舶避碰与碰撞

2 学时

**本章重点难点：**海上船舶航行规则。

#### 1. 航行规则

了望规则，安全航速规则，在航道航行规则，追越规则，对遇规则，交叉相遇规则，避碰规则，避碰背离规则。

#### 2. 船舶碰撞

船舶碰撞定义，船舶碰撞的责任划分，船舶碰撞的管辖，船舶碰撞的事故处理。

#### 3. 船舶碰撞

### 第十五章 海难救助

2 学时

**本章重点难点：**“无效果，无报酬”救助原则。

海难救助的国际公约，海难救助的对象，海难救助行为的成立要件，海难救助的种类，“无效果，无报酬”合同，“实际费用”合同，海难救助报酬的请求权，救助报酬数额的确定。

### 第十六章 海洋石油工程作业安全法规

2 学时

**本章重点难点：**钻井作业安全规定，硫化氢防护安全规定。

钻井作业安全规定，试油安全规定，钻井平台意外事故安全措施与应急部署，井控安全规定，防热带气旋的步骤，热带气旋过后返回平台的措施，硫化氢防护安全规定。

## 四、教材及主要参考资料

教材：

《海洋法》，陈建民编著，中国石油大学出版社，2009，学校规划教材。

主要参考资料：

1. 《联合国海洋法公约》，联合国第三次海洋法会议，海洋出版社，1992；
2. 《海洋法律制度》，鹿守本等，光明日报出版社，1992；
3. 《国际海洋环境保护法》，欧阳鑫等，海洋出版社，1994；
4. 《船舶避碰》，袁安平等，大连海运学院出版社，1995。

# 02206 《海洋腐蚀与防护》教学大纲

英文名称: Marine Corrosion and Anticorrosion

课程编码: 02206

学分: 2 参考学时: 32 实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程、海洋油气工程

大纲执笔人: 张亚

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

通过本课程的学习, 学生应理解腐蚀的原理和腐蚀的种类, 以及在海洋的特殊环境下各种腐蚀的现象及各因素对腐蚀的影响机理, 掌握运用防腐理论知识, 解决船舶、海上建筑及海上钻井采油设备等的防腐措施。

## 二、基本要求

本课程综合性较强, 与之相关的课程有大学化学、金属焊接、电工电子学等。这些课程是本课程的基础, 因此本课程安排在它们之后学习。

学生学完本课程之后, 应掌握和了解以下内容:

1. 了解金属腐蚀和防腐的基本概念及分类, 并掌握腐蚀的原理、测试方法;
2. 掌握海洋环境下各种腐蚀现象及其产生的原因, 各因素对腐蚀的影响机理, 了解海洋用金属材料的抗腐蚀性能;
3. 掌握海洋中的钢筋混凝土及非金属材料的腐蚀作用及保护;
4. 掌握电化防腐的机理及方法;
5. 掌握防蚀涂料和缓蚀剂的防腐机理及方法;
6. 理解海洋设备腐蚀机理, 以及熟练掌握运用防腐原理对海洋设备进行防腐的措施。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 1 学时

了解本课程的研究对象, 以及学习本课程的目的、任务、研究范围。

### 第一章 金属腐蚀

**本章的重点难点:** 腐蚀的基本概念、腐蚀的分类、表示方法。

1. 金属腐蚀的基本概念 0.5 学时

2. 腐蚀的分类 0.5 学时

腐蚀的分类、金属腐蚀速度的表示法, 防腐的基本知识。

### 第二章 电化学腐蚀热力学

**本章的重点难点:** 伊文斯盐水滴试验、理论电位-PH 图的绘制。

1. 腐蚀原电池 1 学时

析氢腐蚀、吸氧腐蚀、伊文斯盐水滴试验。

2. 热力学概念 1 学时

自由能、腐蚀电位、标准电位、腐蚀电池电动势。

3. 电位-PH 图 1 学时

理论电位-PH 图的绘制及其在腐蚀中的应用。

### 第三章 电化学腐蚀动力学

**本章的重点难点:** 电化学极化、析氢腐蚀和吸氧腐蚀、钝化。

1. 电化学腐蚀过程 1 学时

2. 腐蚀速度图解分析 0.5 学时

埃文斯图、极化曲线

3. 氢腐蚀和吸氧腐蚀 1 学时

析氢腐蚀的条件和特点、吸氧腐蚀的条件和特点、析氢腐蚀和吸氧腐蚀的对比。

|  |        |
|--|--------|
| 4. 钝化作用                                  | 0.5 学时 |
| 钝化现象和原因、钝化时的极化曲线、影响钝化的因素。                |        |
| 第四章 海洋腐蚀                                 |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 海上腐蚀环境的分区、局部腐蚀、腐蚀疲劳。     |        |
| 1. 海水中腐蚀特点与海上腐蚀环境的分区                     | 1 学时   |
| 2. 海洋中金属的局部腐蚀                            | 1 学时   |
| 点蚀、缝隙腐蚀、空蚀、电偶腐蚀、电蚀、氢脆、晶间腐蚀等。             |        |
| 3. 在海洋中金属的腐蚀疲劳                           | 1 学时   |
| 腐蚀疲劳的原因、钢材在海水中的腐蚀疲劳。                     |        |
| 第五章 金属材料在海洋环境中的腐蚀                        |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 钢铁在海水中的腐蚀过程和腐蚀产物、海洋大气腐蚀。 |        |
| 1. 常用耐腐蚀材料                               | 1 学时   |
| 2. 钢铁在海水中的腐蚀过程和腐蚀产物                      | 1 学时   |
| 腐蚀机理、影响因素。                               |        |
| 3. 海洋大气特性及其腐蚀过程                          | 0.5 学时 |
| 腐蚀过程、腐蚀产物、影响因素                           |        |
| 4. 海洋用金属材料的抗腐蚀性能                         | 0.5 学时 |
| 介绍不同金属材料的抗腐蚀性能及新进展。                      |        |
| 第六章 海洋中的钢筋混凝土及非金属材料的防腐                   |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 海水对混凝土的腐蚀、防锈措施。          |        |
| 1. 海水对于混凝土的腐蚀作用                          | 1 学时   |
| 化学腐蚀过程、水泥-砂-水配比对腐蚀的影响。                   |        |
| 2. 混凝土防海水腐蚀措施                            | 0.5 学时 |
| 浆料、表面涂料及钢筋镀锌(或镀铝)、矿渣水泥，缓蚀剂及其他配方。         |        |
| 3. 钢筋混凝土的阴极保护                            | 0.5 学时 |
| 阴极保护方法、有效性。                              |        |
| 4. 混凝土内部用钢筋及管道合金元素成分的改良                  | 0.5 学时 |
| 材料改良提高钢筋耐海水性。                            |        |
| 5. 其他非金属材料                               | 0.5 学时 |
| 无机材料、有机材料。                               |        |
| 第七章 表面处理与涂镀层技术                           |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 金属表面处理、涂料使用原理、涂装工艺。      |        |
| 1. 金属表面处理                                | 1 学时   |
| 铝及铝合金的氧化、钢铁的氧化和磷化、不锈钢的钝化。                |        |
| 2. 镀层技术                                  | 1 学时   |
| 电镀、热浸镀和热喷涂。                              |        |
| 3. 防腐涂料                                  | 0.5 学时 |
| 涂料的构成及使用原理、涂装工艺。                         |        |
| 4. 内衬和包覆                                 | 0.5 学时 |
| 内衬和包覆用材料、使用方法。                           |        |
| 第八章 缓蚀剂                                  |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 缓蚀机理、缓蚀效果评定。             |        |
| 1. 缓蚀剂的分类                                | 0.5 学时 |
| 2. 缓蚀机理                                  | 0.5 学时 |
| 电化学理论、吸附理论、成膜理论。                         |        |
| 3. 海水介质中缓蚀剂的应用                           | 0.5 学时 |

|  |        |
|--|--------|
| 碳钢缓蚀剂、有色金属缓蚀剂。   |        |
| 4. 缓蚀剂测试评定方法   | 0.5 学时 |
| 失重试验、电化学测定法、物理分析技术。  |        |
| 第九章 电化学保护  |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 阳极保护、阴极保护、杂散电流腐蚀与防护。                                 |        |
| 1. 阳极保护  | 0.5 学时 |
| 保护原理、保护参数、保护的系统结构、保护方式。  |        |
| 2. 阴极保护  | 1 学时   |
| 原理、阴极保护的种类和特点、保护的主要参数、阴极保护的影响因素。                                     |        |
| 3. 牺牲阳极阴极保护法   | 1 学时   |
| 牺牲阳极的性能及种类、牺牲阳极保护设计。   |        |
| 4. 外加电流阴极保护法   | 1 学时   |
| 外加电流阴极保护系统的特点和组成、设计，阴极保护新进展，包括牺牲阳极的发展、外加电流阴极保护的发展、阴极保护的发展方向。         |        |
| 5. 直流杂散电流的腐蚀与防护  | 0.5 学时 |
| 管道杂散电流的腐蚀与防护、排流保护法。  |        |
| 第十章 船体结构的腐蚀与保护   |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 船体水下部分的保护、水上结构的防护、管系的防蚀。                             |        |
| 1. 船体水下部分和交变水线区  | 0.5 学时 |
| 船体结构的特点及影响腐蚀的因素、水下部分保护方法的选择、水下部分的电化学保护、水下部分电腐蚀的防护。                   |        |
| 2. 船舷、甲板及上层建筑  | 0.5 学时 |
| 水上结构的构造特点和影响水上结构腐蚀的因素、船体水上结构的腐蚀保护方法。                                 |        |
| 3. 船体内部结构  | 0.5 学时 |
| 船体内部结构的腐蚀及影响腐蚀的因素、船体内部结构的腐蚀保护、油船油仓的腐蚀与保护。                            |        |
| 4. 船舶水下部分的船体结构和船舶管系  | 0.5 学时 |
| 船舶水下部分的船体结构、船舶管系分类、决定耐蚀性的因素、防蚀方法。                                    |        |
| 第十一章 海洋工程结构的腐蚀与保护  |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 平台的腐蚀特点和规律、防蚀方法、阴极保护。                                |        |
| 1. 海洋平台结构的腐蚀   | 0.5 学时 |
| 平台腐蚀特点、规律、海洋工程钢结构防蚀方法简介。   |        |
| 2. 海洋平台阴极保护参数选择  | 0.5 学时 |
| 海洋工程钢结构阴极保护时常用的参数范围、海洋平台牺牲阳极保护方法参数、实施方法、海洋平台外加电流保护的悬吊阳极法、固定阳极法、远阳极法。 |        |
| 3. 海洋平台混合阴极保护和设计   | 0.5 学时 |
| 混合阴极保护介绍和举例、海洋平台阴极保护设计方法和步骤。   |        |
| 4. 海洋平台常用涂料及其涂装  | 0.5 学时 |
| 不同部位常用涂料及涂装方式。   |        |
| 5. 海洋平台飞溅区和潮差区的特殊防蚀措施  | 0.5 学时 |
| 包覆金属、合金或非金属耐蚀材料、特殊装置的电化学保护、特种涂层或衬材保护、喷涂耐蚀金属保护、采用耐海水钢。                |        |
| 6. 海上石油贮器与海上石油天然气管道的防护   | 0.5 学时 |
| 第十二章 腐蚀试验的方法和对腐蚀破坏的评定  |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 各种腐蚀试验方法、常用的腐蚀程度评定法。                                 |        |
| 1. 腐蚀试验方法的分类和方法介绍  | 0.5 学时 |
| 实验室加速腐蚀试验的主要方法、用于这些实验的设备、台架腐蚀试验方法介绍、在船舶条                             |        |

件下的实船试验。

## 2. 腐蚀状态的评定

0.5 学时

腐蚀评价指标及选择、常用的腐蚀程度评定法。

### 四、教材及主要参考资料

1. 《海洋设备腐蚀与保护》，蒋管澄、张亚编，中国石油大学出版社，2011；
2. 《腐蚀与防腐》，《腐蚀与防腐》编辑小组，中国工业出版社，1965；
3. 《腐蚀与防护手册：腐蚀理论·试验及监测》，化工部化工机械研究院主编，化学工业出版社，1989；
4. 《腐蚀与腐蚀控制：腐蚀科学和腐蚀工程导论》，(美)尤里克·瑞维亚著，翁永基译，石油工业出版社，1994；
5. 《海洋腐蚀环境理论及其应用》，侯保荣等著，科学出版社，1999；
6. 《腐蚀科学与防护技术》，中国科学院金属腐蚀与防护研究所；
7. 《腐蚀与防护手册·耐蚀金属材料及防蚀技术》，化学工业部化工机械研究院主编，化学工业出版社，1990；
8. 《腐蚀与防护手册：耐蚀非金属材料及防腐施工》，化工部化工机械研究院主编，化学工业出版社，1991；
9. 《船舶中的金属腐蚀》，(英)奈杰尔·沃伦著，吴敏、张义译，国防工业出版社，1987；
10. 《海船的腐蚀与保护》，(苏)И. Я. 鲍戈拉德等著，王日义、杜桂枝译，国防工业出版社，1983；
11. 《金属结构的腐蚀与防腐》，吴开源、王勇、赵卫民编著，石油大学出版社，2000；
12. 《化工机械材料腐蚀与防护》，陈匡民主著，化学工业出版社，1995；
13. 《过程装备腐蚀与防护》，陈匡民主著，化学工业出版社，2001。

# 02208 《海洋学》教学大纲

英文名称: Oceanography

课程编码: 02208

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 陈建民

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

本课程是为石油工程专业开设的一门限选专业课。主要讲授风、海浪、海流、海冰、潮汐、海啸、风暴潮、泥沙运动和近海平台基地。通过本课的学习,使学生掌握从事海上石油勘探开发所必备的海洋学知识,并为海上石油工程课程的学习奠定必要的基础。

## 二、基本要求

通过本课程的学习,应达到以下要求:

1. 了解海水的组成、盐度及声光特性;
2. 掌握大气环流与风压计算;
3. 掌握海浪波动方程及海浪的作用力;
4. 掌握各种海流的成因及海水运动的基本方程;
5. 掌握平衡潮理论和潮汐动力理论;
6. 了解海冰的结冰特点。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 地球与海洋

4 学时

**本章重点难点:** 地球结构、海底地形和海底矿物资源。

#### 1. 地球的基础知识

地球的宇宙环境,地球的形状和大小,地球的外部圈层,地球的内部结构,地球的起源与地质时代,地表海陆分布,海水的起源,海洋的划分,大陆漂移说,对流说,海底扩张说,板块构造学说,海岸带,大陆边缘,大洋盆地,大洋中脊,无震海岭。

#### 2. 海底矿物资源

滨海砂矿,海底石油和天然气,磷钙石和海绿石,锰结核和富钴结壳,海底热液硫化物,天然气水合物。

### 第二章 海水的组成及声光特性

3 学时

**本章重点难点:** 海水的盐度和海水的声光特性。

#### 1. 海水的组成和盐度

海水的成分,海水中的溶解氧,海水的盐度,盐度的测定。

#### 2. 海水的声光特性

声速的变化规律、声波传播特性、表面声道、水下声道,声波在海水中的传播特征,光的吸收,光的散射,光的衰减,透明度,水色,水色与透明度的分布。

### 第三章 风及风的作用力

2 学时

**本章重点难点:** 风对建筑物的作用力。

风和气压,海平面的气压场,风向和风力等级表,大气环流,影响我国近海的主要风系,台风,稳定风压计算公式,伯努利方程,基本风压,风压系数的确定,脉动风压计算,我国各海区的基本风压,风对建筑物的作用力,拖曳力,升力,横向力,倾覆力矩。

### 第四章 海水运动的基本方程

4 学时

**本章重点难点:** 科氏力和动量方程。

风应力,引潮力,科氏力,地势梯度力,压强梯度力,正压场,斜压场,科氏力,体积摩擦力,涡动摩擦力,流体静力学方程,连续方程,动量方程。

第五章 海浪 5 学时

**本章重点难点：**海浪波动方程和海浪的作用力。

海浪要素，海浪运动机理，海浪的分类，海浪形成假说，海浪的消衰，海浪的状态，涌浪，海浪波动方程，水质点运动与波形传播的关系，质点运动方程，海浪波动的能量，海浪能量的传播，波的叠加，驻波，海浪的作用力，作用在孤立式建筑物上的波浪力，小尺度孤立桩柱上的波浪力，多桩柱上波力的计算。

第六章 海流 4 学时

**本章重点难点：**无限深海风海流的运动方程及其界。

地转流的成因，地转流方程及其解，无限深海风海流的运动方程及其界，风海流的体积运输，惯性流的运动方程及其界，西边界流、湾流，黑潮。

第七章 海冰 2 学时

**本章重点难点：**海冰的结冰特点，海冰的作用力。

海水的最大密度温度与冰点温度，海冰的结冰特点，海水结冰条件，影响海冰盐度的因素，海冰的盐度和密度，海冰与海洋水文状况，海冰的破碎挤压力的计算，冰块对桩柱冲击力的计算。

第八章 海啸与风暴潮 2 学时

**本章重点难点：**海啸的传播，风暴潮的传播。

海啸的形成，海啸的特点，海啸的传播，海啸波的浅水变形，风暴潮的形成，风暴潮的传播，风暴潮的增水。

第九章 潮汐 2 学时

**本章重点难点：**引潮力，潮汐动力理论。

正规半日潮，全日潮，混合潮，地月运动和月相变化，平动的概念，地-月公共质心，引潮力，月球的引力，惯性离心力，月球引潮力的分布，天体知识，平衡潮理论，潮汐椭圆与潮汐类型，平衡潮的最大潮差，引潮力势，潮汐动力理论，潮汐共振，开尔文波，旋转潮波系统，我国沿海的潮汐。

第十章 泥沙运动 2 学时

**本章重点难点：**海洋平台基础的底部淘刷。

海岸泥沙的分类与运移形态，海浪浅水变形，沙粒的横向运动和纵向运动，海洋平台基础的底部淘刷，沙粒运动的几个阶段，海底最大流速公式，启动流速公式，防止海洋平台基础的底部淘刷的方法。

第十一章 近海平台地基 2 学时

**本章重点难点：**导管架平台桩腿的受力计算。

受侧向载荷作用的桩腿分析，桩的侧向受力计算，受轴向载荷作用的桩腿分析，桩的轴向承载能力桩的沉降曲线，地基土的破坏形式，地基下沉类型，地基压力分布，基础的沉降，底座的抗滑性能。

四、教材及主要参考资料

《石油工程海洋学》，陈建民编著，石油大学出版社，1999，学校规划教材。



# 02208 《海洋学》教学大纲

英文名称: Oceanography

课程编码: 02208

学分: 2

参考学时: 32

实验学时: 4

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 陈建民

系(教研室)主任: 陈建民

## 一、课程目标

本课程是为船舶与海洋工程专业开设的一门限选专业课,是“海洋环境”课的先修课。主要讲授海浪、海流、海冰、潮汐、海啸、风暴潮、海洋气象等内容。通过本课的学习,使学生掌握从事海上石油勘探开发所必备的海洋学知识,并为船舶工程、海洋平台工程等后续课程的学习奠定基础。

## 二、基本要求

通过本课程的学习,应达到以下要求:

1. 了解海水的组成及声光特性;
2. 掌握海浪的形成机理及海浪波动方程;
3. 掌握各种海流的成因及海水运动的基本方程;
4. 掌握平衡潮理论和潮汐动力理论;
5. 掌握大气的水平运动和垂向运动;
6. 了解气旋与反气旋成因。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 地球与海洋

4 学时

**本章重点难点:** 地球结构、海底地形和海底矿物资源。

#### 1. 地球的基础知识

地球的宇宙环境,地球的形状和大小,地球的外部圈层,地球的内部结构,地球的起源与地质时代,地表海陆分布,海水的起源,海洋的划分,大陆漂移说,对流说,海底扩张说,板块构造学说,海岸带,大陆边缘,大洋盆地,大洋中脊,无震海岭。

#### 2. 海底矿物资源

滨海砂矿,海底石油和天然气,磷钙石和海绿石,锰结核和富钴结壳,海底热液硫化物,天然气水合物。

### 第二章 海水的组成及声光特性

4 学时

**本章重点难点:** 海水的盐度和海水的声光特性。

#### 1. 海水的组成和盐度

海水的成分,海水中的溶解氧,海水的盐度,盐度的测定。

#### 2. 海水的声光特性

声速的变化规律、声波传播特性、表面声道、水下声道,声波在海水中的传播特征,光的吸收,光的散射,光的衰减,透明度,水色,水色与透明度的分布。

#### 3. 海冰

海水的最大密度温度与冰点温度,海冰的结冰特点,海水结冰条件,影响海冰盐度的因素,海冰的盐度和密度,海冰与海洋水文状况。

### 第三章 海浪

4 学时

**本章重点难点:** 海浪波动方程。

海浪要素,海浪运动机理,海浪的分类,海浪形成假说,海浪的消衰,海浪的状态,涌浪,海浪波动方程,水质点运动与波形传播的关系,质点运动方程,海浪波动的能量,海浪能量的传播,波的叠加,驻波。

#### 第四章 海流

8 学时

**本章重点难点：**科氏力，动量方程，各种海流的运动方程及其解。

##### 1. 海水的受力分析

风应力，引潮力，科氏力，地势梯度力，压强梯度力，正压场，斜压场，科氏力，体积摩擦力，涡动摩擦力，流体静力学方程，连续方程，动量方程。

##### 2. 各种海流的运动方程及其解

地转流的成因，地转流方程及其解，地转流场与等密面之间的关系，用内压场计算地转流的方法，无限深海风海流的运动方程及其解，风海流的体积运输，倾斜流与近岸流系，升降流，浅海风海流，风海流的副效应，惯性流的运动方程及其解，西边界流，湾流，黑潮。

#### 第五章 潮汐

2 学时

**本章重点难点：**引潮力，潮汐动力理论。

正规半日潮，全日潮，混合潮，地月运动和月相变化，平动的概念，地-月公共质心，引潮力，月球的引力，惯性离心力，月球引潮力的分布，天体知识，平衡潮理论，潮汐椭圆与潮汐类型，平衡潮的最大潮差，引潮力势，潮汐动力理论，潮汐共振，开尔文波，旋转潮波系统，我国沿海的潮汐。

#### 第六章 大气运动

2 学时

**本章重点难点：**大气的稳定度，大气环流，季风。

大气成分，大气的垂直分层，作用干空气质点上的力，空气的垂直运动，空气的水平运动，大气的稳定度，大气中的逆温层，大气环流的模式，地面气压带和行星风带，风和气压，海平面的气压场，风向和风力等级表，大气环流，影响我国近海的主要风系，季风，海陆风，山谷风，焚风。

#### 第七章 气旋与反气旋

4 学时

**本章重点难点：**副热带高压，热带气旋。

气团与风，气团的形成条件，气团的分类和气团天气特征，气团的变性，影响我国的气团，锋，副热带高压，西太平洋副热带高压的结构，西太平洋副热带高压的活动，副热带高压带的天气，温带气旋的形成过程，温带反气旋，冷高压和寒潮，热带气旋，热带气旋的范围和强度，热带气旋的源地，热带气旋形成的基本条件，热带气旋的移动，海啸的形成，海啸的传播，海啸波的浅水变形，风暴潮的形成，风暴潮的传播，风暴潮的增水。

#### 四、教材及主要参考资料

《海洋学》，陈建民编著，石油大学出版社，2003，学校规划教材。

# 02209 《海洋工程施工与安全》教学大纲

英文名称: Construction and Security of Offshore Engineering

课程编码: 02209

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 姜敏

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《海洋工程施工与安全》是船舶与海洋工程专业的主干专业课之一。通过本课程的学习,要求学生掌握海洋工程施工中钢材加工工艺、焊接工艺及基本的加工设计方法,掌握导管架平台、深水浮式平台及海底管道的建造、安装施工方法,并了解基本的安全生产措施和安全应急计划的编制方法。

## 二、基本要求

学生按本大纲学完《海洋工程施工与安全》后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的基本概念、基本理论与施工工艺方法,并达到下列要求:

1. 了解海洋油气开发概况、海洋平台种类、海洋工程施工过程;
2. 掌握海洋平台用钢及其加工工艺;
3. 掌握海洋平台结构焊接方法、焊接工艺、焊接应力和焊接变形、焊接检验;
4. 掌握海洋平台结构加工设计方法;
5. 掌握导管架平台建造工艺;
6. 掌握导管架平台下水和安装方法;
7. 掌握深水浮式平台建造工艺;
8. 掌握深水浮式平台下水和安装方法;
9. 掌握海底管道施工方法;
10. 了解海上固定平台安全规则。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章的重点难点:** 海洋平台的结构型式及海洋工程施工过程。

1. 海洋油气开发概况 0.5 学时

国内外海洋油气开发概况。

2. 海洋平台简介 1 学时

导管架平台、重力式平台、拉索塔式平台、坐底式平台、自升式平台、半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台、钻井船。

3. 海洋工程施工过程 0.5 学时

对海洋平台的基本设计、施工过程做简要介绍。

### 第二章 海洋平台用钢及其加工工艺

**本章的重点难点:** 海洋平台用钢要求及构件成形加工工艺。

1. 海洋平台用钢 0.7 学时

介绍海洋平台用钢的特殊要求。

2. 海洋平台构件加工工艺 1.3 学时

钢材的预处理、边缘加工及成形加工方法。

### 第三章 海洋平台结构焊接

**本章的重点难点:** 海洋平台焊接方法、焊接应力及焊接变形。

1. 对平台结构的焊接要求 0.5 学时

|   |        |
|---|--------|
| 焊接特点及平台对焊接的要求。                              |        |
| 2. 焊接方法                                     | 1 学时   |
| 介绍手工电弧焊、埋弧自动焊、氩弧焊及二氧化碳保护焊的焊接方法。             |        |
| 3. 焊接工艺                                     | 0.5 学时 |
| 影响焊接性能的因素、节点焊接工艺。                           |        |
| 4. 焊前准备和焊后处理                                | 0.5 学时 |
| 海洋平台焊接前的处理及焊后处理工艺。                          |        |
| 5. 焊接应力和焊接变形                                | 1.5 学时 |
| 焊接应力原理及减小焊接应力的的工艺措施；焊接变形原理及减小焊接变形的的工艺措施。    |        |
| 6. 焊接检验                                     | 0.5 学时 |
| 海洋平台常用焊接检验方法。                               |        |
| 第四章 海洋平台结构加工设计                              |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 管节点放样与展开。                   |        |
| 1. 概述                                       | 0.5 学时 |
| 海洋平台坐标系、管件参数、节点类型与构造。                       |        |
| 2. 管节点数学放样与展开                               | 1 学时   |
| 管节点放样与展开的数学推导。                              |        |
| 第五章 导管架平台建造工艺                               |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 场地常用工装的受力分析、导管架建造流程、组块组装过程。 |        |
| 1. 场地布置                                     | 2 学时   |
| 导管架平台建造场地组成及布置原则、场地常用工装。                    |        |
| 2. 导管架建造工艺                                  | 2 学时   |
| 导管架建造流程。                                    |        |
| 3. 组块组装过程                                   | 1 学时   |
| 组块建造流程。                                     |        |
| 第六章 导管架平台的下水和安装                             |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 导管架下水受力分析、组块安装方法。           |        |
| 1. 导管架下水和安装                                 | 1.3 学时 |
| 导管架下水和安装的流程及受力分析。                           |        |
| 2. 组块安装                                     | 0.7 学时 |
| 组块下水、运输及安装方法。                               |        |
| 第七章 深水浮式平台建造工艺                              |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台建造及组装流程。   |        |
| 1. 场地布置                                     | 2.5 学时 |
| 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台建造场地组成及布置原则、场地常用工装。        |        |
| 2. 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台建造工艺                    | 2 学时   |
| 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台建造流程。                      |        |
| 3. 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台分段组装过程                  | 1.5 学时 |
| 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台分段组装流程。                    |        |
| 第八章 深水浮式平台下水和安装方法                           |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台安装方法。      |        |
| 1. 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台的运输                     | 2 学时   |
| 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台运输的流程及分析。                  |        |
| 2. 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台的安装                     | 2 学时   |
| 半潜式平台、张力腿平台、浮筒式平台的安装方法。                     |        |

## 第九章 海底管道施工

**本章的重点难点：**海底管道陆上预制流程、海上安装方法。

### 1. 简介

0.5 学时

海底管道的优缺点及种类。

### 2. 陆上预制

1 学时

海底管道的预制方法。

### 3. 安装方法

1.5 学时

海底管道的安装方法。

## 第十章 海上固定平台安全规则

2 学时

**本章的重点难点：**海上施工作业的安全规则。

主要介绍海上施工作业、起重机及石油作业的安全规则。

### 四、教材及主要参考资料

1. 《海洋工程施工与安全》，娄敏编著，校内胶印，2012 年。

# 02210 《海洋石油工程》教学大纲

英文名称: Offshore Petroleum Engineering

课程编码: 02210

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 王成文、张锐

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、课程目标

《海洋石油工程》是石油工程、船舶与海洋工程专业的限选课。通过本课程的学习,使学生能够对海洋石油开采具有概括性认识,较系统地掌握海上油气钻探、开发、生产、运输主要环节中的海洋石油钻井平台、生产平台、系泊装置的总体性能、结构形式及主要特点,熟悉海上钻井、采油、集输等工程领域的各种工艺方法和流程,了解海洋石油工程领域的新工艺、新技术与发展动态。为学生将来从事海洋石油工程相关工作和进一步学习打下良好的基础。

## 二、基本要求

学生按本大纲学完海洋石油工程后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的基本概念、基本理论与工艺设计方法,并达到下列要求:

1. 掌握海洋钻井平台的稳性、定位及升沉补偿方法;
2. 掌握海洋钻井工艺技术;
3. 掌握海洋采油工艺技术;
4. 掌握海洋油气集输技术;
5. 了解海洋金属的腐蚀与防护技术。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论

2 学时

主要介绍石油工程在石油工业中的位置、海洋石油工业特点、海洋石油资源、我国海洋石油对外合作。

### 第一章 海洋钻井平台

**本章重点难点:** 浮式平台稳定性及摇摆性、定位问题及升沉补偿。

1. 海上钻井平台的分类及特点

1 学时

固定式钻井平台、移动式钻井平台。

2. 底撑式平台的稳固性

1 学时

底撑式平台在外力作用下的强度破坏、稳性及倾覆问题。

3. 浮动钻井平台的稳定性和摇摆性

2 学时

浮动式平台静稳性、动稳性及破损稳性和摇摆性。

4. 浮动平台的定位问题

2 学时

浮动式平台的锚泊定位和动力定位。

5. 浮动平台的升沉补偿

2 学时

钻进过程中的升沉补偿、井深测量的升沉补偿、井下缆线作业的升沉补偿。

实验: 钻柱升沉补偿实验

2 学时

### 第二章 海洋钻井工艺技术

**本章重点难点:** 海洋钻井井口装置、海上井控技术、套管程序及施工、水下释放法固井。

1. 海上钻井井口装置

2 学时

井口装置分类、水下井口装置、隔水管系统。

2. 各次开钻的施工及井口安装

2 学时

各次开钻及井口安装的工艺流程。

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| 3. 海上井控技术                            | 1 学时   |
| 海上地层破裂压力特点、海上井控特点、防喷器组、海上井喷事故处理。     |        |
| 4. 海上固井技术                            | 2 学时   |
| 管内插入法固井、水下释放法固井。                     |        |
| 5. 其他海上钻井工艺技术                        | 1 学时   |
| 海上钻井液类型、海上完井与试油。                     |        |
| 第三章 海洋采油                             |        |
| <b>本章重点难点：</b> 浮式平台采油装置、水下采油系统。      |        |
| 1. 海洋固定平台采油                          | 1 学时   |
| 固定式采油平台、固定式平台上的原油处理系统。               |        |
| 2. 海上浮式采油系统                          | 2 学时   |
| 海上浮式采油系统、立管系统、浮式平台运动对原油处理的影响。        |        |
| 3. 水下采油系统                            | 3 学时   |
| 采油树、管汇、水下管汇中心、水下底盘、水下采油控制系统。         |        |
| 第四章 海洋油气集输                           |        |
| <b>本章重点难点：</b> 海洋油气集输方式、原油存储、系泊系统。   |        |
| 1. 海洋油气集输工程的任务及集输方式                  | 1 学时   |
| 全陆式、全海式、半海半陆式集输方式。                   |        |
| 2. 原油储存                              | 1 学时   |
| 油轮存储、平台储罐存储、海底储罐、重力式平台基础储罐。          |        |
| 3. 原油装载                              | 1 学时   |
| 海上岛式系泊码头、多点系泊、单点系泊。                  |        |
| 4. 海底管道输送                            | 1 学时   |
| 海底管道输送的优缺点、海底管道设计、海底管道铺设、海底管道的保护。    |        |
| 第五章 海洋金属的腐蚀和防护                       |        |
| <b>本章重点难点：</b> 海洋金属腐蚀机理及防护技术。        |        |
| 1. 海洋金属的腐蚀                           | 1 学时   |
| 海洋金属的腐蚀种类及机理                         |        |
| 2. 海上平台金属腐蚀的特征                       | 0.5 学时 |
| 平台腐蚀分区。                              |        |
| 3. 海上金属的防护技术                         | 0.5 学时 |
| 不同腐蚀分区采取的腐蚀防护技术。                     |        |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                   |        |
| 1. 《海洋石油工程》，韩志勇、陈建民编，校内印刷，2001；      |        |
| 2. 《海洋石油钻采设备与结构》，方华灿编著，石油工业出版社，1990； |        |
| 3. 《海洋钻井与采油工艺》，吴德胜等译，1983；           |        |
| 4. 《近海移动式平台》，马志良等编，海洋出版社，1993；       |        |
| 5. 《海洋石油工程概论》，徐兴平编，中国石油大学出版社，2007。   |        |

# 02210 《海洋石油工程》教学大纲

英文名称: Offshore Petroleum Engineering

课程编码: 02210

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 姜敏

系(教研室)主任: 倪玲英

## 一、课程目标

《海洋石油工程》是船舶与海洋工程专业的限选课。根据我国海洋石油工业发展的需要, 我校船舶与海洋工程专业每年都有部分学生到海洋石油公司就业。因此, 本课程的目的在于为学生将来从事海洋石油工程工作奠定一定的基础。

## 二、基本要求

学生按本大纲学完海洋石油工程后, 应对大纲规定的全部内容有系统的理解, 掌握其中的基本概念、基本理论与工艺设计方法, 并达到下列要求:

1. 掌握海洋钻井平台的稳性、定位及升沉补偿方法;
2. 掌握海洋钻井工艺技术;
3. 掌握海洋采油工艺技术;
4. 掌握海洋油气集输技术;
5. 了解海洋金属的腐蚀与防护技术。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论

2 学时

主要介绍石油工程在石油工业中的位置、海洋石油工业特点、海洋石油资源、我国海洋石油对外合作。

### 第一章 海洋钻井平台

**本章的重点难点:** 浮式平台稳定性及摇摆性、定位问题及升沉补偿。

1. 海上钻井平台的分类及特点

1 学时

固定式钻井平台、移动式钻井平台。

2. 底撑式平台的稳固性

1 学时

底撑式平台在外力作用下的强度破坏、稳性及倾覆问题。

3. 浮动钻井平台的稳定性和摇摆性

2 学时

浮动式平台静稳性、动稳性及破损稳性和摇摆性。

4. 浮动平台的定位问题

2 学时

浮动式平台的锚泊定位和动力定位。

5. 浮动平台的升沉补偿

2 学时

钻进过程中的升沉补偿、井深测量的升沉补偿、井下缆线作业的升沉补偿。

实验: 钻柱升沉补偿实验

2 学时

### 第二章 海洋钻井工艺技术

**本章的重点难点:** 海洋钻井井口装置、开钻施工及固井技术。

1. 海上钻井井口装置

2 学时

井口装置分类、水下井口装置、隔水管系统。

2. 各次开钻的施工及井口安装

2 学时

各次开钻及井口安装的工艺流程。

3. 海上井控技术

1 学时

海上地层破裂压力特点、海上井控特点、防喷器组、海上井喷事故处理。

4. 海上固井技术

2 学时



|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| 管内插入法固井、水下释放法固井。                    |        |
| 5. 其他海上钻井工艺技术                       | 1 学时   |
| 海上钻井液类型、海上完井与试油。                    |        |
| 第三章 海洋采油                            |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 浮式平台采油装置、水下采油系统。    |        |
| 1. 海洋固定平台采油                         | 1 学时   |
| 固定式采油平台、固定式平台上的原油处理系统。              |        |
| 2. 海上浮式采油系统                         | 2 学时   |
| 海上浮式采油系统、立管系统、浮式平台运动对原油处理的影响。       |        |
| 3. 水下采油系统                           | 3 学时   |
| 采油树、管汇、水下管汇中心、水下底盘、水下采油控制系统。        |        |
| 第四章 海洋油气集输                          |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 海洋油气集输方式、原油存储、系泊系统。 |        |
| 1. 海洋油气集输工程的任务及集输方式                 | 1 学时   |
| 全陆式、全海式、半海半陆式集输方式。                  |        |
| 2. 原油储存                             | 1 学时   |
| 油轮存储、平台储罐存储、海底储罐、重力式平台基础储罐。         |        |
| 3. 原油装载                             | 1 学时   |
| 海上岛式系泊码头、多点系泊、单点系泊。                 |        |
| 4. 海底管道输送                           | 1 学时   |
| 海底管道输送的优缺点、海底管道设计、海底管道铺设、海底管道的保护。   |        |
| 第五章 海洋金属的腐蚀和防护                      |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 海洋金属腐蚀机理及防护技术。      |        |
| 1. 海洋金属的腐蚀                          | 1 学时   |
| 海洋金属的腐蚀种类及机理                        |        |
| 2. 海上平台金属腐蚀的特征                      | 0.5 学时 |
| 平台腐蚀分区。                             |        |
| 3. 海上金属的防护技术                        | 0.5 学时 |
| 不同腐蚀分区采取的腐蚀防护技术。                    |        |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                  |        |
| 1. 《海洋石油工程》，韩志勇、陈建民编，校内印刷，2001；     |        |
| 2. 《海洋石油钻采设备与结构》，方华灿编著，1990；        |        |
| 3. 《海洋钻井与采油工艺》，吴德胜等译，1983；          |        |
| 4. 《近海移动式平台》，马志良等编，1993。            |        |

# 02212 《海洋测量与自动化》教学大纲

英文名称: Ocean Measurement and Automation

课程编码: 02212

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程、海洋油气工程

大纲执笔人: 包兴先

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《海洋测量与自动化》是船舶与海洋工程、海洋油气工程专业的一门专业技术课。

海洋测量是一门范围很广的课程,涉及海洋天文测量、海洋地理测量、海洋水文测量、海洋地质测量、海洋气象测量、海洋遥感测量、海底地貌测量、海上船舶测量等等。海洋有关自动化的内容更是广泛,限于本课学时,本课程仅选择了与海洋石油开发有关的内容。

通过本课程的学习,使学生了解海洋船舶(特别是海上勘探、钻探船舶,海上石油平台及其辅助作业服务船舶等)与海上石油工程有关的测量问题的提出,解决这些问题的思路、方法和手段,所用测量工具——海洋仪器仪表(传感器)的原理和应用,以及与海洋石油开发有关的各种海洋参数的测量原理和方法。通过介绍一些典型实例让学生了解当前世界上先进的海洋自动化系统的状况。使学生掌握选择适当的测量工具去解决测量问题的基本知识,培养学生分析和处理实际问题、获取新知识的能力。

## 二、基本要求

1. 了解海洋测量发展的历史、现状以及将来的发展趋势,了解现代测量理论,建立有关海洋测量的基本概念。

2. 初步掌握海洋测量使用的各种仪器仪表(传感器)的基本原理,能够根据被测海洋参数的要求选用仪表,并能进行有关基本计算。

3. 了解使用计算机进行综合数据采集和数据处理的基本原理与方法。

4. 了解当今世界上先进海洋测控技术和自动化典型系统的状况。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章重点难点:** 海洋测量的几种主要手段、海洋测量体系的组成。

1. 海洋调查发展简史 1.5 学时

单船走航,多船联合调查;浮标;深潜器;卫星遥感。

2. 我国海洋调查事业的发展历程 0.5 学时

三次有一定规模的海洋调查;基本目标;未来趋势。

3. 全球大尺度研究计划 0.5 学时

热带海洋与大气计划,世界大洋环流实验,极地计划,全球海洋观测系统,ARGO 计划等。

4. 海洋调查的分类及内容 0.5 学时

海洋观测对象;传感器;观测平台;施测方法;数据处理。

### 第二章 海洋导航定位

**本章重点难点:** 现有的几种主要卫星导航系统、水下声学定位系统。

1. 船舶导航及定位系统概述 0.5 学时

定位,导航;常用的导航与通讯设备。

2. 卫星导航定位系统 1.5 学时

GPS; GLONASS; 伽利略; 北斗。

3. 水下声学定位系统 1 学时

系统组成;定位原理;长基线;短基线;超短基线;主要产品。

|   |        |
|---|--------|
| 第三章 水深测量                                      |        |
| <b>本章重点难点：</b> 现有的几种主要测深方法、测深声呐测量。            |        |
| 1. 人工测量                                       | 0.5 学时 |
| 测深锤；测深杆。                                      |        |
| 2. 测深声呐                                       | 1 学时   |
| 单波束；多波束；测深原理；安装；误差来源与质量控制。                    |        |
| 3. 机载激光                                       | 0.5 学时 |
| 系统组成；测深原理；测深能力；应用。                            |        |
| 第四章 海底地形、地貌测量                                 |        |
| <b>本章重点难点：</b> 测线的布设、声呐图像形成原理。                |        |
| 1. 测线布设                                       | 0.5 学时 |
| 测深线的间距；测深线的方向；测深精度。                           |        |
| 2. 水位改正                                       | 0.5 学时 |
| 单站水位改正法；线性内插法；水位分带改正法；时差法；参数法。                |        |
| 3. 声波与海底底质的相互作用                               | 0.5 学时 |
| 声呐方程；回波强度。                                    |        |
| 4. 声呐图像形成原理                                   | 0.5 学时 |
| 原理；多波束；侧扫声呐；海底地貌判读；海底浅层剖面仪。                   |        |
| 第五章 海水温度观测                                    |        |
| <b>本章重点难点：</b> 温度观测的要求、测温仪的使用方法。              |        |
| 1. 概述   | 0.5 学时 |
| 水温观测的意义；世界海洋的水温变化范围。                          |        |
| 2. 温度观测的基本要求                                  | 0.5 学时 |
| 准确度要求；水文观测时次与标准层次。                            |        |
| 3. 测温计  | 1 学时   |
| 液体和机械式温度计；电子温度计；远距离海表温度辐射探测；玻璃液体温度计；温深仪；遥感测温。 |        |
| 第六章 海水盐度、密度测量                                 |        |
| <b>本章重点难点：</b> 盐度的定义及测定方法；海水密度的特点及测定方法。       |        |
| 1. 盐度的定义和演变                                   | 0.5 学时 |
| 克纽森盐度公式；氯度；1969 年电导盐度；1978 年实用盐标。             |        |
| 2. 盐度的测定方法                                    | 0.5 学时 |
| 观测时间、标准层次；比重法；折射法；电导法；声学法。                    |        |
| 3. 密度的定义、特点及分布                                | 0.5 学时 |
| 定义；特点；分布规律。                                   |        |
| 4. 密度的测定                                      | 0.5 学时 |
| 密度模型、公式。                                      |        |
| 第七章 海流观测                                      |        |
| <b>本章重点难点：</b> 观测方法；误差分析。                     |        |
| 1. 海流观测方法                                     | 0.5 学时 |
| 浮标漂移测流法；定点观测；走航测流；注意事项。                       |        |
| 2. 海流计简介                                      | 0.5 学时 |
| 机械旋桨式海流计；电磁海流计；声学多普勒海流剖面仪（ADCP）；其他测流仪。        |        |
| 3. 海流观测持续时间选择                                 | 0.5 学时 |
| 流速场的描述；海洋湍流；观测持续时间长短的选择。                      |        |

|   |        |
|---|--------|
| 4. 近岸异重流现象与观测                             | 0.5 学时 |
| 异重流定义；理论上的近似推导；流速的直接观测。                   |        |
| 5. 近底层海流的观测                               | 0.5 学时 |
| 近底层海流的定义；观测；确定海底粗糙度。                      |        |
| 6. 影响海流观测的误差分析                            | 1 学时   |
| 平台运动快慢的影响；铅鱼和吊链的影响；海洋生物影响；资料分析方法的误差。      |        |
| 7. 海流观测资料的整理与分析                           | 0.5 学时 |
| 流速流向曲线图绘制；流速流向曲线的修匀。                      |        |
| 第八章 海浪与内波观测                               |        |
| <b>本章重点难点：</b> 海浪要素的观测；内波调查。              |        |
| 1. 海浪的基本要素                                | 1 学时   |
| 基本要素；周期、波长和波速；波向和波峰线。                     |        |
| 2. 目测海浪                                   | 1 学时   |
| 海面状况观测；波型、波向观测；周期观测；波长和波速的计算。             |        |
| 3. 测波仪器简介                                 | 1 学时   |
| 光学测波仪；测波杆；波浪骑士；SZF2-1；船舷测波仪；浮标阵列；水下侧波；遥感。 |        |
| 4. 内波调查                                   | 1 学时   |
| 锚系阵列观测；拖曳及投抛观测；中性浮子观测；声学观测；卫星观测。          |        |
| 第九章 潮位观测                                  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 验潮站站址的选择；潮位观测的方法。          |        |
| 1. 潮位观测的基本概念                              | 0.5 学时 |
| 潮位变化的一般规律；验潮站站址的选择；海平面与基准面。               |        |
| 2. 测站的设置                                  | 1 学时   |
| 水尺设置及维护；水准点设置；验潮井设置；井内外水尺的设置。             |        |
| 3. 水准联测                                   | 1 学时   |
| 水准仪结构及原理；测量方法；三、四等水准测量；检验；注意事项。           |        |
| 4. 水位观测的其他手段                              | 0.5 学时 |
| 水尺；浮筒式水位计；水位记录仪；声学水位仪。                    |        |
| 第十章 海冰观测                                  |        |
| <b>本章重点难点：</b> 冰情图的绘制。                    |        |
| 1. 海冰概况                                   | 0.5 学时 |
| 结冰与盐度；海冰类型；冰期与冰情；观测点的选择。                  |        |
| 2. 浮冰及固定冰观测                               | 0.5 学时 |
| 冰量、冰型、冰状、密集度的定义；浮冰运动参数；固定冰堆积状况、范围；观测记录。   |        |
| 3. 海冰监测系统                                 | 0.5 学时 |
| 绘制冰情图；监测系统。                               |        |
| 第十一章 透明度、水色、海发光的观测                        |        |
| <b>本章重点难点：</b> 透明度的定义；水色、海发光的影响因子。        |        |
| 1. 透明度观测                                  | 0.5 学时 |
| 透明度定义；透明度观测。                              |        |
| 2. 水色观测                                   | 0.5 学时 |
| 水色及其成因；水色观测。                              |        |
| 3. 海发光观测                                  | 0.5 学时 |
| 海发光及其影响因子；海发光观测。                          |        |
| 第十二章 海洋地球物理调查                             |        |

**本章重点难点：**重力测量、磁力测量、地震调查的实施。

1. 海洋重力测量 1 学时

重力仪；测量的设计与实施；测量干扰及消除；数据处理。

2. 海洋磁力测量 1 学时

地磁要素；磁力仪；测量的设计与实施；数据处理。

3. 海洋地震调查 2 学时

技术要求及仪器设备；震源类型；接受器；OBS 观测步骤；深拖；海底震源；VLA。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《海洋调查方法导论》，侍茂崇、高郭平、鲍献文编著，中国海洋大学出版社，2008，面向 21 世纪课程教材；

2. 《海洋调查技术及应用》，杨鲲、吴永亭、赵铁虎等编著，武汉大学出版社，2009。

# 02215 《油气田开发工程》教学大纲

英文名称: Oil & Gas Field Development Engineering

课程编码: 02215

学分: 3

参考学时: 48

实验学时: 6

上机学时:

适用专业: 资源勘查工程、地质学

大纲执笔人: 冯其红、范海军、李明川

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

《油气田开发工程》是为资源勘查工程专业开设的一门必修课,其主要目的是培养学生油气田开发与开采中的基础知识和工程应用能力,让学生掌握油气藏流体及岩石的性质和特征,把握油气藏流体的渗流规律,制定油气藏开发基本策略,分析油气藏生产动态特征,选择油气井开发的合理工艺方法,设计基本工艺参数。

## 二、基本要求

本课程的先修课为:高等数学、大学化学、大学物理、地球物理测井和油气田地下地质学等。

通过本课程的学习,要求学生:

- (1) 掌握油气藏岩石和流体的基本物理性质,弄清单相流体在地下渗流的基本规律;
- (2) 掌握油气藏开发设计的原理与方法,初步设计油气藏开发方案,分析油气藏生产动态;
- (3) 掌握油井生产基本原理及设计方法和常用的油水井作业措施;
- (4) 掌握提高油气藏采收率的基本原理,了解油气田开发的新技术。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 储层流体和岩石的物理性质

8 学时

本章重点难点:多组分相图特征及应用,地层油的高压物性参数及变化规律、油藏岩石毛管力曲线及应用、油水相对渗透率曲线特征及应用。

#### 1. 储层流体的高压物性

储层烃类系统相态特征、油气藏类型和相态变化,天然气的高压物性,地层油的高压物性,地层水的高压物性。

#### 2. 储层岩石的物理性质

砂岩的粒度组成和岩石的胶结物及胶结类型,储层岩石的孔隙度,储层岩石的压缩系数,储层流体饱和度,储层岩石的渗透率。

#### 3. 饱和多相流体的储层岩石的渗流特性

界面能及界面张力,油藏岩石的润湿性及油水分布,油藏岩石的毛管力,饱和多相流体岩石的有效渗透率和相对渗透率。

### 第二章 油藏流体的渗流理论

8 学时

本章重点难点:单向流和平面径向流产能计算及地层压力变化规律公式、叠加原理及应用、弹性不稳定渗流物理过程及典型解。

#### 1. 渗流的基本概念和基本规律

油藏分类,各种压力的概念,线性渗流定律(达西定律)及非线性渗流定律;

#### 2. 单相不可压缩液体的稳定渗流

单相及平面径向渗流的产量及压力分布公式,渗流速度与真实速度,油井的不完善性对渗流的影响;

#### 3. 多井干扰和边界影响

多井干扰的实质、压降叠加原理,势的叠加原理,平面上任一点的势,镜像反映法;

#### 4. 弹性微可压缩液体的不稳定渗流

弹性不稳定渗流物理过程,弹性不稳定渗流典型解,变常量压力变化规律,圆形封闭地层中心一口井拟稳定时近似解。

### 5. 油水两相渗流理论（了解）

活塞式驱油，非活塞式驱油，油水两相渗流理论—贝克莱-列维尔特驱油理论。

### 第三章 油田开发设计基础

6 学时

本章重点难点：层系划分组合原则与步骤、面积注采井网类型及转化、油田开发调整的主要方法。

#### 1. 油田开发前的准备阶段

详探阶段的主要任务和方法，开辟生产试验区，油田开发方案设计，油田开发程序。

#### 2. 油藏驱动方式及其开采特征

油藏驱油能量，油藏驱动类型及开采特征。

#### 3. 开发层系的划分与组合

开发层系划分的意义，划分开发层系的原则，划分开发层系的步骤。

#### 4. 注水开发与井网部署

注水时机，注水方式，注采井网，井网部署。

#### 5. 油田开发调整

油田开发调整的准备工作的，油田开发调整的主要方法。

### 第四章 油藏工程分析方法

6 学时

本章重点难点：不稳定试井原理及应用，物质平衡方程应用，产量递减类型及判断方法、水驱特征曲线类型及应用。

#### 1. 常规试井分析方法

不稳定试井理论基础，均质油藏压力降落试井分析方法，均质油藏压力恢复试井分析方法，压力恢复曲线应用。

#### 2. 物质平衡分析方法

物质平衡分析法的原理，物质平衡方程的建立，物质平衡方程的简化，物质平衡方程的应用。

#### 3. 产量递减分析方法

产量递减概念及分类，不同递减类型的产量变化规律，产量递减类型的确定。

#### 4. 水驱特征分析方法

油田含水上升特征，水驱特征曲线及其应用。

#### 5. 油田采收率测算方法

经验方法测算采收率，动态法测算采收率。

### 第五章 油井生产技术原理

6 学时

本章重点难点：井身结构不同套管功用，多组分流体流入动态，气举，深井泵工作原理及理论示功图。

#### 1. 完井与试油

井身结构，完井方式，油井试油。

#### 2. 油井基本流动规律

油井流入动态，气液混合物在井筒中的流动规律，嘴流动态。

#### 3. 自喷及气举采油技术

自喷采油技术，气举采油技术。

#### 4. 深井泵采油技术原理

常规有杆泵采油，深井泵工作原理，深井泵工况，地面驱动螺杆泵采油，电动潜油离心泵采油，水力活塞泵采油，水力射流泵采油。

### 第六章 注水及油水井措施作业

4 学时

本章重点难点：注水井吸水指示曲线，水力压裂增产机理，酸处理机理，油井出砂机理及预防，油井调剖堵水技术。

#### 1. 注水技术

水质及注水系统，注水井吸水能力分析，分层注水技术。

## 2. 水力压裂技术

压裂增产机理，压裂造缝机理，压裂液，支撑剂，压裂设计。

## 3. 酸处理技术

碳酸盐岩地层的盐酸处理，砂岩地层的土酸处理，酸液及添加剂。

## 4. 油井防砂技术

油层出砂原因，防砂方法，清砂方法。

## 5. 调剖堵水技术

油井堵水，水井调剖。

## 第七章 提高采收率技术原理

2 学时

本章重点难点：采收率的影响因素，提高采收率的方法。

### 1. 采收率及提高采收率技术方向

采收率及影响因素，提高采收率技术方向。

### 2. 提高采收率的方法

化学驱采油，气驱采油，热力采油。

## 第八章 油田开发与开采新技术

2 学时

本章重点难点：水平井技术应用，热化学采油原理，微生物采油原理，物理法采油技术原理。

### 1. 水平井开采技术

水平井类型，水平井产能，水平井技术应用。

### 2. 热化学采油技术

热化学采油原理，热化学施工工艺。

### 3. 微生物采油技术

微生物采油技术发展，微生物采油分类及原理，筛选标准。

### 4. 物理法采油技术

微波开采稠油技术，高能气体压裂技术，振动采油技术。

## 四、教材及主要参考资料

1. 冯其红等，油田开发与开采原理，石油大学出版社，2012；
2. 秦积舜等，油层物理学，石油大学出版社，2003；
3. 张建国，油气层渗流力学，石油大学出版社，1998；
4. 韩大匡，油藏数值模拟基础，石油工业出版社，1993；
5. 刘慧卿，油气田开发工程基础，石油大学出版社，1998；
6. 赵福麟，EOR 原理，石油大学出版社，2001；
7. 张琪，采油工程原理与设计，石油大学出版社，2000；
8. 姜汉桥，油藏工程原理及方法，石油大学出版社，2000；
9. 郎兆新，油藏工程基础，石油大学出版社，1993；
10. 洪世铎，油藏物理基础，石油工业出版社，1985。



# 02217 《流体力学模拟与实验》教学大纲

英文名称: Fluid Mechanics Numerical Simulations and Experiments

课程编码: 02217

学分: 2

参考学时: 32

实验学时: 4

上机学时: 18

适用专业: 海洋油气工程、石油工程

大纲执笔人: 谢翠丽

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

流体力学模拟与实验是石油工程和海洋油气工程专业的一门专业基础拓展课程。它的主要任务是通过各个教学环节,使学生掌握流体运动的数值模拟基本概念、基本理论、基本计算方法,工程常用模拟软件的应用和实验验证模拟的技能,提高学生分析和解决实际问题的能力,为以后学习专业拓展,从事专业技术工作和科研打下必要的流体力学模拟基础。

## 二、基本要求

通过本课程的学习,使学生了解流体数值模拟的计算方法,掌握流体的模拟方程组,离散格式,网格构建方法,工程常用流动模拟软件的相关知识及使用方法,能对与专业相关的流体流动问题进行软件模拟与实验验证。需先修工程流体力学课程。

## 三、教学内容与学时分配建议

|  |       |
|--|-------|
| (一) 理论教学                                 | 10 学时 |
| 第一章 绪论                                   | 1 学时  |
| 1. 计算流体力学概述                              |       |
| 2. 计算流体力学的发展与应用                          |       |
| 第二章 流体力学与计算流体力学基础                        | 7 学时  |
| <b>本章重点难点:</b> 湍流模型理论与应用范围               |       |
| 1. 流体动力学基本方程                             | 1 学时  |
| 连续方程, 动量方程, 能量方程。                        |       |
| 2. 湍流模型理论                                | 2 学时  |
| 零方程, 一方程, 两方程湍流模型与应用范围。                  |       |
| 3. 边界层基础                                 | 2 学时  |
| 边界层定义与特性, 边界层方程简介, 平板边界层近似计算, 边界层分离。     |       |
| 4. 数值模拟的离散方法和分类                          | 2 学时  |
| 有限差分, 有限元, 有限体积法。                        |       |
| 第三章 Fluent 软件简介                          | 2 学时  |
| 1. Fluent 软件原理与应用说明                      | 2 学时  |
| 软件原理, 封闭方程的初始条件与边界条件的选择与说明。              |       |
| (二) 实验教学                                 | 4 学时  |
| 1. 局部阻力实验                                | 2 学时  |
| 掌握测定局部阻力损失系数的方法。                         |       |
| 2. 流动演示实验                                | 2 学时  |
| 观察各种流动现象; 加深理解流动阻力、绕流阻力、卡门涡街的发生机理。       |       |
| (三) 上机实验                                 | 18 学时 |
| 1. Gambit 的使用与入门实例                       | 2 学时  |
| Gambit 的结构, 几何建模, 网格绘制, 边界条件定义。          |       |
| 2. Fluent 的计算步骤与流动显示: 圆管层流紊流实例           | 4 学时  |
| 以圆管层流紊流实例, 说明计算步骤与计算结果后处理方法。数值解与解析解对比结果。 |       |

3. 流动与传热的模拟应用：冷热水混合器内的三维流动与换热 4 学时  
给定几何模型尺寸，上机完成冷热水混合器建模与网格划分，完成三维流动与换热结合计算，并根据模拟结果完成对流动进行强化换热的设计与计算。

4. 多相流模型与模拟应用：船舶行驶阻力特性 4 学时  
了解多相流模型，上机完成模型建模与网格划分，完成船舶流动计算，并根据模拟结果完成对流动优化减阻的计算。

5. UDF 应用基础：气井井下节流流场模拟 4 学时

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《工程流体力学》，倪玲英主编，石油工业出版社，2012.7；
2. 《FLUENT 流体分析及仿真实用教程》，朱红钧等编，人民邮电出版社，2010.4；
3. 《FLUENT：流体工程仿真计算实例与分析》，韩占忠编，北京理工大学出版社，2009.8；
4. 《FLUENT 技术基础与应用实例》，王瑞金编，清华大学出版社，2007.2。

# 02220 《流体力学》教学大纲

英文名称: Fluid Mechanics

课程编码: 02220

学分: 2

参考学时: 32

实验学时: 0

上机学时:

适用专业: 环境工程

大纲执笔人: 高慧

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

《流体力学》是环境工程专业的一门专业技术基础课,通过本课程的学习,使学生掌握流体静力学、流体动力学的基本概念、基本原理、基本计算方法,理解相似理论与量纲分析的一般原理,掌握流动阻力与水头损失以及有压管路、孔口管嘴的分析与计算方法,掌握明渠均匀流与非均匀流以及堰流的计算方法,学会分析、解决理论问题的方法,为学习专业课、从事技术工作、获取新知识和进行科学研究打下基础。

## 二、基本要求

在学习《流体力学》之前,应预修《高等数学》、《大学物理》、《工程力学》等课程。只有这样,学生们对有关内容,如偏导数、泰勒公式、微分方程、动能定律、动量定律、达朗贝尔原理、势函数等已有一定基础,在流体力学教学中主要是运用而不必再作详细讲解。

## 三、教学内容与学时分配建议

|  |        |
|--|--------|
| 第一章 流体及其主要物理性质   | 2 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 流体的粘性、牛顿内摩擦定律、作用在流体上的力。   |        |
| 1. 流体的概念   | 0.5 学时 |
| 流体的概念,连续介质假设。  |        |
| 2. 流体的主要物理性质   | 1.5 学时 |
| 流体的惯性,流体的可压缩性,流体的粘性,牛顿内摩擦定律。   |        |
| 第二章 流体静力学  | 6 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 流体平衡微分方程式、静止流体作用在平面上的总压力计算、静止流体作用在曲面上的总压力计算。                    |        |
| 1. 流体静压强及其特性   | 0.5 学时 |
| 2. 流体平衡微分方程式   | 1.5 学时 |
| 流体平衡微分方程式的推导、势函数、等压面。  |        |
| 3. 重力作用下的流体平衡  | 1 学时   |
| 静力学基本方程式、压强的不同表示方法、压强分布图。  |        |
| 4. 静止流体作用在平面上的总压力  | 1.5 学时 |
| 总压力大小计算公式、总压力的作用点计算公式。   |        |
| 5. 静止流体作用在曲面上的总压力  | 1.5 学时 |
| 总压力大小和方向、压力体。  |        |
| 第三章 流体运动学及动力学基础  | 6 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 流体运动学的基本概念、连续性方程的推导及应用、理想流体运动微分方程的推导、伯努利方程的推导及其应用、定常流的动量方程及其应用。 |        |
| 1. 研究流体流动的两种方法   | 1 学时   |
| 拉格朗日法、欧拉法、加速度。   |        |
| 2. 流体运动学的基本概念  | 1 学时   |
| 流动的分类、流线与迹线、流管、过流断面、元流和总流、流量、断面平均流速。   |        |
| 3. 连续性方程   | 1 学时   |
| 一元定常总流的连续性方程、空间运动连续性微分方程。  |        |

|   |        |
|---|--------|
| 4. 理想流体运动微分方程及流线伯努利方程<br>理想流体运动微分方程、理想流体流线的伯努利方程、伯努利方程的意义。                              | 1 学时   |
| 5. 实际流体总流（包括有泵时）的伯努利方程<br>实际总流的伯努利方程的推导及其应用、有泵时的伯努利方程。                                  | 1 学时   |
| 6. 定常流的动量方程及其应用<br>定常总流的动量方程的推导及其应用。  | 1 学时   |
| 第四章 流体阻力和水头损失   | 9 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 两种流动状态及其判别标准、实际流体运动微分方程式——Navier-Stokes 方程的推导及其简化求解、因次分析和相似原理、管路的水头损失计算。 |        |
| 1. 管路中流动阻力产生的原因及分类<br>管路中流动阻力产生的原因、流动阻力和水头损失的分类。  | 1 学时   |
| 2. 两种流动状态及其判别标准<br>雷诺实验、流态的判别、流动状态与沿程水头损失的关系。   | 1 学时   |
| 3. 实际流体运动微分方程式——Navier-Stokes 方程<br>粘性流体的受力分析、Navier-Stokes 方程的推导及其简化求解方法。              | 2 学时   |
| 4. 因次分析和相似原理<br>因次分析方法、相似原理、常用的相似准则数。   | 2 学时   |
| 5. 圆管层流分析<br>圆管层流的速度分布、切应力分布。   | 1 学时   |
| 6. 圆管湍流分析<br>湍流的特征与时均化、粘性底层、速度分布。   | 1 学时   |
| 7. 管路沿程水头损失及局部水头损失计算<br>尼古拉兹实验、阻力区的判别、沿程摩阻系数的经验公式、沿程水头损失计算的达西公式、局部水头损失计算公式。             | 1 学时   |
| 第五章 压力管路的水力计算   | 3 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 复杂长管的水力计算、孔口和管嘴泄流的计算。  |        |
| 1. 简单长管的水力计算<br>长管的能量方程、管路特性曲线、管路计算的三类问题。   | 0.5 学时 |
| 2. 复杂长管的水力计算<br>串联管路的水力特性及其水力计算、并联管路的水力特性及其水力计算。  | 1 学时   |
| 3. 短管的水力计算<br>综合阻力系数、短管实用流量计算通式。  | 0.5 学时 |
| 4. 孔口和管嘴泄流<br>定水头薄壁圆形小孔口泄流计算、管嘴泄流流量计算公式。  | 0.5 学时 |
| 5. 压力管路中的水击现象<br>水击现象和水击波的传播、水击的分类、水击压力的计算、水击的预防。                                       | 0.5 学时 |
| 第六章 明渠均匀流与堰流  | 4 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 明渠均匀流的水力计算、堰流的水力计算。  |        |
| 1. 明渠均匀流的水力特征及其发生条件   | 0.5 学时 |
| 2. 明渠均匀流的水力计算<br>明渠均匀流的基本公式、水力最优断面、梯形断面明渠均匀流的水力计算。                                      | 1.5 学时 |
| 3. 堰流的基本公式和水力计算<br>薄壁堰、实用堰、宽顶堰的水力计算方法。  | 2 学时   |
| 机动  | 2 学时   |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>  |        |
| 1. 《工程流体力学》，倪玲英，中国石油大学出版社，2012 年；   |        |
| 2. 《工程流体力学》，袁恩熙，石油工业出版社，1986；   |        |
| 3. 《流体力学》，吴望一，北京大学出版社，1995。   |        |

# 02220 《流体力学》教学大纲

英文名称: Fluid Mechanics

课程编码: 02220

学分: 3.0

参考学时: 48

实验学时: 4

上机学时: 0

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 赵欣欣

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

流体力学是力学的一个分支,是研究流体运动和平衡规律以及流体和固体之间相互作用的一门科学。本课程的任务是通过各种教学环节,使学生掌握流体力学的基本知识、原理和计算方法,包括流体的基本性质,流体平衡及运动的基本规律,简单的管路计算和边界层基本知识,能运用基本理论分析和解决工程实际问题,并掌握基本的实验技能,为从事海洋油气工程专业工作、科研和其它专业课的学习打下良好的基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生具备较好的数学、物理和力学基础。先修课程应包括高等数学、大学物理学、工程力学等。教学过程中要求侧重于流体力学的基本知识、原理和计算方法讲解,同时还应注意结合实验和工程实际问题,进行流体力学分析问题、解决问题思维方式和能力的全面培养。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 2 学时

流体力学的发展简况、应用领域及研究内容;流体力学在石油工业中的地位和作用;本课程的特点及研究方法、学习要求;常用单位制简介(国际单位、工程单位、物理单位)。

第一章 流体的主要物理性质 2 学时

**本章重点难点:**流体的概念,连续介质假设,流体的主要物理性质,牛顿内摩擦定律,作用在流体上的力。

1. 流体的概念及连续介质假设 0.5 学时

流体的概念,并从流体力学角度比较液体与气体有何不同,连续介质模型及其引入的目的意义。

2. 流体的物理性质 1 学时

密度、重度、相对密度,压缩性、膨胀性,粘性,表面张力,流体的分类:理想流体与实际流体、可压缩流体与不可压缩流体、牛顿流体与非牛顿流体。

3. 作用在流体上的力 0.5 学时

质量力,单位质量力;表面力。

第二章 流体静力学 8 学时

**本章重点难点:**静压强的两个基本特性,流体平衡微分方程式,等压面的概念及特性,静力学基本方程及其应用,平面上静水总压力的大小计算及作用点位置的确定,曲面上静水总压力的大小计算及压力体的确定。

1. 流体静压强及其特性 1 学时

流体静压强的概念、两个特性及其证明。

2. 流体平衡微分方程式 1 学时

流体平衡微分方程(欧拉平衡微分方程)的推导思路、方法、结论、意义,等压面概念及特性。

3. 重力作用下的流体平衡 2 学时

流体静力学基本方程及其物理意义和几何意义,各种压强(绝对压力、表压、真空压力)的表示方法,压强分布图,液式测压计。

4. 静止流体作用在平面上的总压力 2 学时

|  |        |
|--|--------|
| 静止流体作用在任意形状平面上总压力的大小、方向以及作用点的计算。   |        |
| 5. 静止流体作用在曲面上的总压力  | 2 学时   |
| 静止流体作用在曲面上总压力的大小、方向以及作用点的计算，压力体的绘制。  |        |
| 第三章 流体运动学与动力学基础  | 12 学时  |
| <b>本章重点难点：</b> 拉格朗日法和欧拉法，流体运动的基本概念，一元连续性方程的熟练应用和空间运动连续性方程的推导及物理意义，理想流体运动微分方程的推导，实际流体总流的伯努利方程的推导及熟练应用，缓变流的概念及特性、动能修正系数及其物理意义，伯努利方程的几何表示（水头线），动量方程的熟练应用。                                   |        |
| 1. 研究流体运动的两种方法   | 1 学时   |
| 欧拉法、拉格朗日法及其关系，欧拉法中加速度流场的描述。  |        |
| 2. 流体运动的基本概念   | 1.5 学时 |
| 稳定流和非稳定流，流线和迹线，流管、流束和总流，有效断面、流量和平均流速。  |        |
| 3. 连续性方程   | 1.5 学时 |
| 一元流体流动的连续性方程，空间流体流动的连续性方程。   |        |
| 4. 理想流体运动微分方程  | 1 学时   |
| 理想流体运动微分方程（欧拉方程）的推导，理想流体沿流线的能量方程（伯努利方程）的推导。  |        |
| 5. 伯努利方程及其应用   | 4 学时   |
| 实际流体总流的能量方程（伯努利方程）的推导，缓变流断面和动能修正系数的概念、特性、引入意义，伯努利方程的应用（一般的水力计算、节流式流量计、测速管、流动吸力等），水头线及水力坡降。   |        |
| 6. 泵对液流能量的增加   | 1 学时   |
| 管路中设有泵站系统情况下，管流伯努利方程的应用，泵的排量、扬程和功率。  |        |
| 7. 稳定流动量方程及其应用   | 2 学时   |
| 稳定流动量方程的应用（弯管水力计算问题、射流的反推力及自由射流对挡板的冲击力计算）。   |        |
| 第四章 液流阻力与水头损失  | 8 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 水力半径、当量直径等基本概念及相关计算，流动阻力产生的原因，雷诺实验，层流、紊流的特征及判别标准，实际流体运动微分方程式的应用，量纲分析的雷利法及 $\Pi$ 定理，牛顿数及常用相似准数，圆管层流流动规律，紊流的基本概念，层流边层、水力光滑管与水力粗糙管，沿程水力摩擦系数的实验分析，莫迪图的理解及应用，沿程水头损失及局部水头损失的计算。 |        |
| 1. 液流阻力产生的原因及分类  | 0.5 学时 |
| 湿周、水力半径、粗糙度等基本概念，流动阻力产生原因（内因及外因），水头损失的分类。  |        |
| 2. 流体的两种流动状态   | 0.5 学时 |
| 雷诺实验，层流、紊流流态的定义、特征及判别标准，雷诺数。   |        |
| 3. 实际流体运动微分方程式   | 1 学时   |
| 实际流体运动微分方程式（N~S 方程）的推导思路简介、意义及其应用。   |        |
| 4. 相似原理和量纲分析   | 2 学时   |
| 量纲和谐性原理，量纲分析的雷利法及 $\Pi$ 定理，流动相似的几何相似、运动相似和动力相似，常用相似准数（牛顿数、雷诺数、富劳德数、欧拉数等的定义及物理意义）。  |        |
| 5. 圆管层流流动  | 1 学时   |
| 应用 N~S 方程分析圆管层流的流速分布、流量、切应力以及沿程水头损失等，得到圆管层流流动规律。   |        |
| 6. 圆管紊流流动  | 1 学时   |
| 紊流的产生原理和特性，紊流的时均流场与脉动，紊流流速分布，层流边层、紊流水力光滑、水力粗糙的定义。  |        |

|   |        |
|---|--------|
| 7. 紊流沿程水头损失的分析及计算   | 1 学时   |
| 计算沿程水头损失的达西公式,沿程水力摩阻系数的实验分析及求解,莫迪图的理解及应用,非圆管的当量直径。  |        |
| 8. 局部水头损失分析及计算  | 1 学时   |
| 局部水头损失产生的原因及包达公式的应用,局部水力摩阻系数的确定。  |        |
| 第五章 压力管路的水力计算   | 5 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 压力管路、管路特性曲线、串联、并联、长管、短管、孔口、管嘴等基本概念,长管、短管及复杂管路的水力计算及其管路特性曲线,串并联管路的水力特征,能量方程在孔口与管嘴出流中的应用,孔口、管嘴出流流量的基本计算公式,变水头泄流的计算,水击现象及水击压力的计算。 |        |
| 1. 压力管路的水力计算  | 2 学时   |
| 压力管路、长管和短管、简单管路和复杂管路等基本概念,管路特性曲线;工程中常见的长管计算的三类问题,简单长管的水力计算,复杂长管(串联管路、并联管路以及分支管路)的水力计算及实例;短管的水力计算,综合阻力系数、作用水头的概念。                              |        |
| 2. 孔口与管嘴泄流  | 2 学时   |
| 孔口、管嘴的定义、特点,孔口、管嘴出流流量的计算及比较;变水头薄壁圆形小孔口泄流。   |        |
| 3. 压力管路中的水击现象   | 1 学时   |
| 水击的定义、产生原因,水击波的传播过程,水击分类,水击压力的计算,水击的预防。   |        |
| 第六章 边界层理论基础   | 5 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 边界层的概念,普朗特边界层微分方程,边界层动量积分关系式及应用,平板边界层近似计算,边界层的分离与控制,绕流物体的阻力。   |        |
| 1. 边界层概念  | 0.5 学时 |
| 边界层概念;边界层的流态;边界层的特点;边界层厚度。  |        |
| 2. 边界层微分方程式   | 0.5 学时 |
| 无因次化处理,量级对比分析,边界层微分方程   |        |
| 3. 边界层动量积分方程及应用   | 1 学时   |
| 边界层动量积分方程,边界层动量积分方程分析。  |        |
| 4. 平板边界层近似计算  | 1 学时   |
| 层流平板边界层近似计算,湍流平板边界层近似计算,平板混合边界层近似计算,层流边界层和湍流边界层特性比较。  |        |
| 5. 边界层的分离和控制  | 1 学时   |
| 曲面边界层的流动和分离机理,锐缘效应,边界层的控制方法。  |        |
| 6. 绕流物体的阻力  | 1 学时   |
| 卡门涡街,斯特罗哈数,绕流阻力计算。  |        |
| 机动  | 2 学时   |
| 实验  | 4 学时   |
| 1. 流体静力学实验  |        |
| 2. 流动状态实验   |        |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>  |        |
| 1. 《工程流体力学》,倪玲英主编,石油大学出版社,2012;   |        |
| 2. 《流体力学》,丁祖荣编著,高等教育出版社,2003;   |        |
| 3. 《流体力学及其工程应用》,(美)E·约翰芬纳莫尔,约瑟夫 B·弗朗兹尼编著,机械工业出版社,2006;  |        |
| 4. 《工程流体力学》,闻德荪主编,高等教育出版社,2004;   |        |
| 5. 《船舶流体力学》,夏国泽,华中科技大学出版社,2003;   |        |
| 6. 《流体力学》,张兆顺,崔桂香,清华大学出版社,2006;   |        |
| 7. 《工程流体力学》,袁恩熙主编,石油工业出版社,1986;   |        |
| 8. 中国石油大学(华东)工程流体力学精品课程网站: <a href="http://jpkc.upc.edu.cn/jpkc/C76/zcr-1.htm">http://jpkc.upc.edu.cn/jpkc/C76/zcr-1.htm</a> 。                |        |

# 02220 《流体力学》教学大纲

英文名称: Fluid Mechanics

课程编码: 02220

学分: 3.0

参考学时: 48

实验学时: 8

上机学时: 0

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 刘成文

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

流体力学是力学的一个分支,是研究流体平衡和运动规律以及流体和固体之间相互作用的一门科学。本课程的任务是通过各种教学环节,使学生掌握流体力学的基本知识、原理和计算方法,包括流体的基本性质、流体平衡及运动的基本规律、简单的管路计算,能运用基本理论分析和解决实际问题,并掌握基本的实验技能,为从事专业工作、科研和其它专业课的学习打下基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生具备较好的数学、物理和力学基础。先修课程应包括高等数学、大学物理、工程力学等。教学过程中要求侧重于流体力学的基本知识、原理和计算方法讲解,同时还应注意结合实验和工程实际问题,进行流体力学分析问题、解决问题思维方式和能力的全面培养。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 绪论

1 学时

流体力学的定义及学科范畴,流体力学发展简史、应用领域及研究内容和研究方法,流体力学在石油工业中的地位和作用,单位制介绍(国际单位制,物理单位制,工程单位制),本课程特点与学习要求。

### 第一章 流体及其主要物理性质

3 学时

**本章重点难点:** 流体的概念、流体的主要物理性质、牛顿内摩擦定律、作用在流体上的力。

#### 1. 流体的概念及连续介质假设

0.5 学时

流体的概念,流体的基本特征,连续介质模型及其引入的目的意义。

#### 2. 流体的主要物理性质

1.5 学时

密度、重度、相对密度、压缩性、膨胀性、粘性、表面张力等;流体分类:理想流体与实际流体、可压缩流体与不可压缩流体、牛顿流体与非牛顿流体。

#### 3. 作用在流体上的力

1 学时

作用在流体上力的分类,单位质量力的概念。

### 第二章 流体静力学

8 学时

**本章重点难点:** 静压强的两个重要特性、流体平衡微分方程式、等压面的概念及特性、静力学基本方程及其应用、几种质量力作用下流体的平衡、平面上流体总压力的大小、方向和作用点位置的确定、曲面上流体总压力的大小、方向和作用点位置的确定,压力体的概念及画法。

#### 1. 流体静压强及其特性

1 学时

流体静压强的概念、两个重要特性及其证明。

#### 2. 流体平衡微分方程式

1 学时

流体平衡微分方程(欧拉平衡方程)的推导方法与物理意义,欧拉平衡方程的全微分形式,力函数与有势的力的概念,等压面概念及特性,等压面微分方程式。

#### 3. 重力作用下的流体平衡

1 学时

流体静力学基本方程式及其几何意义和物理意义,各种压强(绝对压力、表压、真空压力)的表示方法,压强的度量单位,压强分布图。

#### 4. 测压计

1 学时

各种液式测压计的计算,金属测压计简介。

#### 5. 静止流体作用在平面上的总压力

1 学时



|   |        |
|---|--------|
| 静止流体作用在任意形状平面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法。  |        |
| 6. 静止流体作用在曲面上的总压力   | 2 学时   |
| 静止流体作用在曲面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法，浮力的概念。  |        |
| 7. 几种质量力作用下的流体平衡  | 1 学时   |
| 等加速水平直线运动流体的相对平衡，等角速旋转运动流体的相对平衡。  |        |
| 第三章 流体运动学与动力学基础   | 10 学时  |
| <b>本章重点难点：</b> 拉格朗日法和欧拉法，流体运动的基本概念，一元连续性方程的熟练应用和空间运动连续性方程的推导及物理意义，理想流体运动微分方程的推导，实际流体总流的伯努利方程的推导及熟练应用，缓变流的概念及特性、动能修正系数及其物理意义，伯努利方程的几何表示，动量方程的熟练应用。                                 |        |
| 1. 研究流体运动的两种方法  | 1 学时   |
| 欧拉法、拉格朗日法及其关系，欧拉法中加速度流场的描述。   |        |
| 2. 流体运动学的基本概念   | 1 学时   |
| 定常流和非定常流，迹线和流线，流管、流束和总流，有效断面、流量和平均流速。   |        |
| 3. 连续性方程  | 1 学时   |
| 一元定常流动的连续性方程，空间运动连续性微分方程。   |        |
| 4. 理想流体运动微分方程及流线伯努利方程   | 1 学时   |
| 理想流体运动微分方程（欧拉方程）的推导，理想流体沿流线的伯努利方程的推导。   |        |
| 5. 实际流体总流伯努利方程及其应用  | 3 学时   |
| 实际流体总流的伯努利方程的推导，缓变流断面和动能修正系数的概念、特性、引入意义，伯努利方程的应用（一般的水力计算、节流式流量计、测速管、流动吸力等），水头线及水力坡降。  |        |
| 6. 泵对液流能量的增加  | 1 学时   |
| 管路中设有泵站系统情况下管流伯努利方程的应用，泵的排量、扬程和功率。  |        |
| 7. 定常总流的动量方程及其应用  | 2 学时   |
| 定常总流动量方程的推导及应用（弯管推力、射流的反推力及自由射流对挡板的冲击力计算）。  |        |
| 第四章 流体阻力和水头损失   | 8 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 水力半径、当量直径等基本概念及相关计算，管路中流动阻力产生的原因，雷诺实验，层流、湍流的特征及判别标准，实际流动运动微分方程式的应用，量纲分析的瑞利法及 $\pi$ 定理，相似准数，圆管层流流动规律，湍流的基本概念，层流边层、水力光滑与水力粗糙，沿程阻力系数的实验分析，莫迪图的理解及应用，沿程水头损失及局部水头损失的计算。 |        |
| 1. 管路中流动阻力产生的原因及分类  | 0.5 学时 |
| 湿周、水力半径、当量直径、粗糙度等基本概念，流动阻力产生原因（内因及外因），水头损失的分类。  |        |
| 2. 两种流动状态及判别标准  | 1 学时   |
| 雷诺实验，层流、湍流的特点及判别标准，雷诺数。   |        |
| 3. 实际流体运动微分方程式  | 0.5 学时 |
| 实际流动运动微分方程式（N-S 方程）的推导思路简介、物理意义及其应用。  |        |
| 4. 因次分析和相似原理  | 2 学时   |
| 因次的齐次性原理，因次分析的瑞利法及 $\pi$ 定理，流动相似的条件：几何相似、运动相似和动力相似，常用相似准数（雷诺数、富劳德数、欧拉数等）定义、物理意义及其在模型试验中的应用。   |        |
| 5. 圆管层流分析   | 1 学时   |
| 应用 N-S 方程分析圆管层流的流速分布、流量、切应力以及沿程水头损失等，得到圆管层流流动规律。  |        |
| 6. 圆管湍流分析   | 1 学时   |
| 湍流的产生和特性，湍流的时间平均方法，雷诺分解，湍流平均运动的基本方程（连续性方  |        |

程和运动方程), 圆管内湍流结构, 圆管内平均速度分布, 水力光滑和水力粗糙的概念。

7. 湍流沿程水头损失的分析及计算 1 学时  
计算沿程水头损失的达西公式, 沿程阻力系数的实验分析及计算, 莫迪图的理解及应用, 非圆管沿程水头损失的计算。

8. 局部水头损失分析及计算 1 学时  
局部水头损失产生的原因及计算, 包达公式, 局部阻力系数的确定。

第五章 压力管路的水力计算 6 学时

**本章重点难点:** 压力管路、管路特性曲线、串联和并联、长管和短管、孔口和管嘴等基本概念, 长管、短管的水力计算, 串联、并联管路的水力特征, 孔口、管嘴泄流的特点及定水头和变水头两种情况下的水力计算问题, 水击现象与水击压力的计算。

1. 管路特性曲线 0.5 学时  
压力管路、长管和短管、简单管路和复杂管路等基本概念, 管路特性曲线。

2. 长管的水力计算 1.5 学时  
工程中常见的长管计算的三类问题, 简单长管的水力计算, 复杂长管(串联管路、并联管路以及分支管路)的水力计算及实例。

3. 短管的水力计算 1 学时  
综合阻力系数、作用水头的概念, 流量计算通式, 短管的水力计算。

4. 孔口与管嘴泄流 2 学时  
孔口、管嘴的定义和泄流特点, 定水头孔口、管嘴出流流量的计算及比较, 变水头孔口、管嘴泄流排空时间的计算。

5. 压力管路中的水击现象 1 学时  
水击的定义、产生原因, 水击波的传播过程, 水击分类, 水击压力的计算, 水击的预防。

第六章 非牛顿流体运动基础 4 学时

**本章重点难点:** 非牛顿流体的分类及其流变曲线和流变方程, 塑性流体管流受力分析, 塑性流体的结构流, 塑性流体和幂律流体的流动规律。

1. 非牛顿流体的分类及其流变方程 1 学时  
非牛顿流体的分类, 牛顿流体及与时间无关的非牛顿流体的流变性、流变模式和流变曲线, 常用流变模式(宾汉模式、幂律模式、卡森模式)。

2. 非牛顿流体的结构流 1 学时  
塑性流体管流受力分析, 塑性流体的结构流。

3. 塑性流体的流动规律 1 学时  
塑性流体圆管结构流状态下的流动规律: 切应力、流速分布、流量、断面平均流速、水力坡降、流态的判别: 综合雷诺数、水头损失。

4. 幂律流体的流动规律 1 学时  
幂律流体圆管层流状态下的流动规律: 切应力、流速分布、流量和压降、断面平均流速、水头损失。

实验 8 学时

1. 流体静力学实验

2. 流量计实验

3. 流动状态实验

4. 沿程阻力实验

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《工程流体力学》, 倪玲英主编, 中国石油大学出版社, 2012;

2. 《工程流体力学》, 袁恩熙主编, 石油工业出版社, 1986;

3. 《工程流体力学》, 贺礼清主编, 石油工业出版社, 2004;

4. 《流体力学》, 丁祖荣编著, 高等教育出版社, 2003;

5. 《流体力学》, 许维德, 国防工业出版社, 1989;

6. 《流体力学》, 张兆顺, 崔桂香, 清华大学出版社, 2006;

7. 《流体力学》(上下册), 周光炯等, 高等教育出版社, 2000;

8. 中国石油大学(华东)工程流体力学精品课程网站: <http://jpkc.upc.edu.cn/jpkc/C76/zcr-1.htm>。

# 02220 《流体力学》教学大纲

英文名称: Fluid Mechanics

课程编码: 02220

学分: 4.0

参考学时: 64

实验学时: 8

上机学时: 0

适用专业: 工程力学

大纲执笔人: 刘成文

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

流体力学是力学的一个分支,是研究流体平衡和运动规律以及流体和固体之间相互作用的一门科学。本课程的任务是通过各种教学环节,使学生掌握流体力学的基本知识、原理和计算方法,包括流体的基本性质、流体平衡及运动的基本规律、简单的管路计算,能运用基本理论分析和解决实际问题,并掌握基本的实验技能,为从事专业工作、科研和其它专业课的学习打下基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生具备较好的数学、物理和力学基础。先修课程应包括高等数学、大学物理、工程力学等。教学过程中要求侧重于流体力学的基本知识、原理和计算方法讲解,同时还应注意结合实验和工程实际问题,进行流体力学分析问题、解决问题思维方式和能力的全面培养。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 2 学时

流体力学的定义及学科范畴,流体力学发展简史、应用领域及研究内容和研究方法,单位制介绍(国际单位制,物理单位制,工程单位制),本课程特点与学习要求。

第一章 流体及其主要物理性质 4 学时

**本章重点难点:** 流体的概念、流体的主要物理性质、牛顿内摩擦定律、作用在流体上的力。

1. 流体的概念及连续介质假设 1 学时

流体的概念,流体的基本特征,连续介质假设及其引入的目的意义。

2. 流体的主要物理性质 2 学时

密度、重度、相对密度、压缩性、膨胀性、粘性、表面张力等;流体分类:理想流体与实际流体、可压缩流体与不可压缩流体、牛顿流体与非牛顿流体。

3. 作用在流体上的力 1 学时

作用在流体上力的分类,单位质量力的概念。

第二章 流体静力学 10 学时

**本章重点难点:** 静压强的两个重要特性、流体平衡微分方程式、等压面的概念及特性、静力学基本方程及其应用、几种质量力作用下流体的平衡、平面上流体总压力的大小、方向和作用点位置的确定、曲面上流体总压力的大小、方向和作用点位置的确定,压力体的概念及画法。

1. 流体静压强及其特性 1 学时

流体静压强的概念、两个重要特性及其证明。

2. 流体平衡微分方程式 1.5 学时

流体平衡微分方程(欧拉平衡方程)的推导方法与物理意义,欧拉平衡方程的全微分形式,力函数与有势的力的概念,等压面概念及特性,等压面微分方程式。

3. 重力作用下的流体平衡 2 学时

流体静力学基本方程式及其几何意义和物理意义,各种压强(绝对压力、表压、真空压力)的表示方法,压强的度量单位,压强分布图。

4. 测压计 1 学时

各种液式测压计的计算,金属测压计简介。

5. 静止流体作用在平面上的总压力 1 学时

静止流体作用在任意形状平面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法。

|   |        |
|---|--------|
| 6. 静止流体作用在曲面上的总压力   | 2 学时   |
| 静止流体作用在曲面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法，浮力的概念。  |        |
| 7. 几种质量力作用下的流体平衡  | 1.5 学时 |
| 等加速水平直线运动流体的相对平衡，等角速旋转运动流体的相对平衡。  |        |
| 第三章 流体运动学与动力学基础   | 12 学时  |
| <b>本章重点难点：</b> 拉格朗日法和欧拉法，流体运动的基本概念，一元连续性方程的熟练应用和空间运动连续性方程的推导及物理意义，理想流体运动微分方程的推导，实际流体总流的伯努利方程的推导及熟练应用，缓变流的概念及特性、动能修正系数及其物理意义，伯努利方程的几何表示，动量方程的熟练应用。                               |        |
| 1. 研究流体运动的两种方法  | 1 学时   |
| 欧拉法、拉格朗日法及其关系，欧拉法中加速度流场的描述。   |        |
| 2. 流体运动学的基本概念   | 1 学时   |
| 定常流和非定常流，迹线和流线，流管、流束和总流，有效断面、流量和平均流速。   |        |
| 3. 连续性方程  | 1.5 学时 |
| 一元定常流动的连续性方程，空间运动连续性微分方程。   |        |
| 4. 理想流体运动微分方程及流线伯努利方程   | 1.5 学时 |
| 理想流体运动微分方程（欧拉方程）的推导，理想流体沿流线的伯努利方程的推导。   |        |
| 5. 实际流体总流伯努利方程及其应用  | 4 学时   |
| 实际流体总流的伯努利方程的推导，缓变流断面和动能修正系数的概念、特性、引入意义，伯努利方程的应用（一般的水力计算、节流式流量计、测速管、流动吸力等），水头线及水力坡降。  |        |
| 6. 泵对液流能量的增加  | 1 学时   |
| 管路中设有泵站系统情况下管流伯努利方程的应用，泵的排量、扬程和功率。  |        |
| 7. 定常总流的动量方程及其应用  | 2 学时   |
| 定常总流动量方程的推导及应用（弯管推力、射流的反推力及自由射流对挡板的冲击力计算）。  |        |
| 第四章 流体阻力和水头损失   | 12 学时  |
| <b>本章重点难点：</b> 水力半径、当量直径等基本概念及计算，管路中流动阻力产生的原因，雷诺实验，层流、湍流的特征及判别标准，实际流动运动微分方程式的应用，量纲分析的瑞利法及 $\pi$ 定理，相似准数，圆管层流流动规律，湍流的基本概念，层流边层、水力光滑与水力粗糙，沿程阻力系数的实验分析，莫迪图的理解及应用，沿程水头损失及局部水头损失的计算。 |        |
| 1. 管路中流动阻力产生的原因及分类  | 1 学时   |
| 湿周、水力半径、当量直径、粗糙度等基本概念，流动阻力产生原因（内因及外因），水头损失的分类。  |        |
| 2. 两种流动状态及判别标准  | 1 学时   |
| 雷诺实验，层流、湍流的特点及判别标准，雷诺数。   |        |
| 3. 实际流体运动微分方程式  | 1 学时   |
| 实际流动运动微分方程式（N-S 方程）的推导思路简介、物理意义及其应用。  |        |
| 4. 因次分析和相似原理  | 2 学时   |
| 因次的齐次性原理，因次分析的瑞利法及 $\pi$ 定理，流动相似的条件：几何相似、运动相似和动力相似，常用相似准数（雷诺数、富劳德数、欧拉数等）定义、物理意义及其在模型试验中的应用。   |        |
| 5. 圆管层流分析   | 1 学时   |
| 应用 N-S 方程分析圆管层流的流速分布、流量、切应力以及沿程水头损失等，得到圆管层流流动规律。  |        |
| 6. 圆管湍流分析   | 2 学时   |
| 湍流的产生和特性，湍流的时间平均方法，雷诺分解，湍流平均运动的基本方程（连续性方程和运动方程），圆管内湍流结构，圆管内平均速度分布，水力光滑和水力粗糙的概念。   |        |

|  |        |
|--|--------|
| 7. 湍流沿程水头损失的分析及计算  | 2 学时   |
| 计算沿程水头损失的达西公式, 沿程阻力系数的实验分析及计算, 莫迪图的理解及应用, 非圆管沿程水头损失的计算。  |        |
| 8. 局部水头损失分析及计算   | 2 学时   |
| 局部水头损失产生的原因及计算, 包达公式, 局部阻力系数的确定。   |        |
| 第五章 压力管路的水力计算  | 8 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 压力管路、管路特性曲线、串联和并联、长管和短管、孔口和管嘴等基本概念, 长管、短管的水力计算, 串联、并联管路的水力特征, 孔口、管嘴泄流的特点及定水头和变水头两种情况下的水力计算问题, 水击现象与水击压力的计算。     |        |
| 1. 管路特性曲线  | 1 学时   |
| 压力管路、长管和短管、简单管路和复杂管路等基本概念, 管路特性曲线。   |        |
| 2. 长管的水力计算   | 2 学时   |
| 工程中常见的长管计算的三类问题, 简单长管的水力计算, 复杂长管(串联管路、并联管路以及分支管路)的水力计算及实例。   |        |
| 3. 短管的水力计算   | 1 学时   |
| 综合阻力系数、作用水头的概念, 流量计算通式, 短管的水力计算。   |        |
| 4. 孔口与管嘴泄流   | 2 学时   |
| 孔口、管嘴的定义和泄流特点, 定水头孔口、管嘴出流量的计算及比较, 变水头孔口、管嘴泄流排空时间的计算。   |        |
| 5. 压力管路中的水击现象  | 2 学时   |
| 水击的定义、产生原因, 水击波的传播过程, 水击分类, 水击压力的计算, 水击的预防。  |        |
| 第六章 边界层理论基础  | 4 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 边界层的概念, 普朗特边界层理论模型, 边界层动量积分关系式及应用, 边界层的分离与控制。   |        |
| 1. 普朗特边界层理论模型  | 0.5 学时 |
| 边界层的概念, 两个流区, 边界层厚度的估计。  |        |
| 2. 边界层微分方程式  | 0.5 学时 |
| 利用量级对比法推导边界层微分方程式  |        |
| 3. 卡门动量积分关系式及应用  | 2 学时   |
| 卡门动量积分关系式的推导, 平板层流边界层的近似计算, 平板湍流边界层的近似计算。  |        |
| 4. 边界层的分离和控制   | 1 学时   |
| 曲面边界层的流动和分离, 绕流阻力, 边界层的控制方法。   |        |
| 习题课  | 4 学时   |
| 第 1 次习题课(复习第一、第二章)   | 2 学时   |
| 第 2 次习题课(复习第三、第四章)   | 2 学时   |
| 实验   | 8 学时   |
| 1. 流体静力学实验   |        |
| 2. 流量计实验   |        |
| 3. 流动状态实验  |        |
| 4. 沿程阻力实验  |        |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>   |        |
| 1. 《工程流体力学》, 倪玲英主编, 中国石油大学出版社, 2012;   |        |
| 2. 《工程流体力学》, 袁恩熙主编, 石油工业出版社, 1986;   |        |
| 3. 《工程流体力学》, 贺礼清主编, 石油工业出版社, 2004;   |        |
| 4. 《流体力学》, 丁祖荣编著, 高等教育出版社, 2003;   |        |
| 5. 《流体力学》, 许维德, 国防工业出版社, 1989;   |        |
| 6. 《流体力学》, 张兆顺, 崔桂香, 清华大学出版社, 2006;  |        |
| 7. 《流体力学》(上下册), 周光炯等, 高等教育出版社, 2000;   |        |
| 8. 中国石油大学(华东)工程流体力学精品课程网站: <a href="http://jpkc.upc.edu.cn/jpkc/C76/zcr-1.htm">http://jpkc.upc.edu.cn/jpkc/C76/zcr-1.htm</a> 。 |        |

# 02221 《工程流体力学》(全英语) 教学大纲

英文名称: Engineering Fluid Mechanics (Bilingual Education)

课程编码: 02221

学分: 5.0 参考学时: 80

实验学时: 8

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 付静

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

工程流体力学是力学中的一个分支,是研究流体运动和平衡规律以及流体和固体之间相互作用的一门科学,是石油工程专业的专业技术基础课。本课程的主要任务是通过各种教学环节,使学生掌握流体力学的基本知识、原理和计算方法,包括流体的基本性质;流体平衡和运动的一般规律及有关的基本概念、基本理论;简单的管路计算,使学生理解熟练掌握流体力学的基本计算方法和基本实验技能,为今后学习专业知识,从事专业工作和将来的科学研究打下良好的基础。

## 二、基本要求

工程流体力学以物理为基础,以力学为依据,以数学为工具,是根据基础学科的普遍规律建立理论基础而发展起来的一门学科。要求学生具备较好的数学和物理基础。预修课程为:高等数学、大学物理、工程力学等。本课程是一门专业技术基础课,需要适当联系专业,教学过程中要求侧重于流体力学的基本知识、原理和计算方法讲解,以分析流动现象,讲明理论为主,不应过分强调专业而削弱基本理论的讲授,同时还应注意结合实验和工程实际问题,进行流体力学分析问题、解决问题思维方式和能力的全面培养。

## 三、教学内容与学时分配建议

### Chapter1: Properties of Fluids (6 学时)

Emphasis & Difficulties: the concept of fluid, properties of fluids, Newtonian law of viscosity, forces on fluid.

#### 1. Fluid Category 0.5 学时

the concept of fluid, comparison the differences between liquid and gas of fluid mechanics view.

#### 2. Continuum 0.5 学时

continuous medium hypothesis, the purpose of the introduction.

#### 3. The main physical properties of fluid 4.5 学时

density, specific weight, specific gravity, compressibility, surface tension, fluid categories: ideal fluid and real fluid, compressible fluid and incompressible fluid, Newtonian fluid and non-Newtonian fluid.

#### 4. Forces on Fluid 0.5 学时

the force acting on the fluid category.

### Chapter2: Fluid Statics (18 学时)

Emphasis & Difficulties: characteristics of pressure, Euler equilibrium differential equations, equipressure surface and characteristics, the equations of pressure distribution under gravity, calculation of hydrostatic force on a plane surface and determination of the role of point location, calculation of hydrostatic force on a curved surface and the way of how to get the volume.

#### 1. Pressure and Characteristics 2 学时

the concept of fluid static pressure, the two characteristics and its proof.

#### 2. Variation of Pressure in a Static Fluid 2 学时

Euler equilibrium differential equations' derivation of ideas, methods, conclusions, meaning, the law of static pressure distribution, the concept of equipressure surface and characteristics.

#### 3. Pressure Distribution under Gravity 4 学时

the equations of pressure distribution under gravity, physical meaning and geometric meaning,

pressure classification, absolute pressure ,relative pressure, vacuum pressure, manometer.

4. Hydrostatic Force on Plane Surface 4 学时

the force calculation of static fluid on arbitrary shape plane surface: the size, direction and the role of the point.

5. Hydrostatic Forces on Curved Surfaces 4 学时

the force calculation of static fluid on arbitrary two or three direction curved surface: the size, direction and the volume.

6. Liquid Masses Subjected to Acceleration 2 学时

uniform linear acceleration, rigid body rotation.

Chapter3: Basics of Fluid Flow (8 学时)

Emphasis&Difficulties: types of flow, Reynolds test, the concept of path lines and stream lines, properties of the streamline, the concept of flow rate and mean velocity, skilled applications of continuity equation by one-dimensional and continuity equation by three-dimensional and physical meaning.

1. Types of Flow 1 学时

real fluid flow and ideal fluid flow, incompressible fluid flow and compressible fluid flow, steady flow and unsteady flow, uniform flow and varied flow, laminar flow and turbulence flow.

2. Laminar and Turbulence Flow 1 学时

Reynolds test, the concept of laminar flow and turbulent flow.

3. Steady Flow and Uniform Flow 1 学时

the concept of steady flow and uniform flow.

4. Pathlines and Streamlines 1 学时

the concept of pathlines and streamlines, properties of the streamline, streamline formula.

5. Flow Rate and Mean Velocity 1 学时

the concept of cross section, flow rate and mean velocity.

6. Fluid System versus Control Volume 1 学时

the concept of fluid system and control volume, the Reynolds transport theorem.

7. Continuity Equation 1 学时

derivation and application of continuity equation by one-dimensional, derivation of continuity equation by three-dimensional.

8. Velocity and Acceleration in Flow 1 学时

Lagrangian approach, Eulerian approach, the acceleration field of a fluid.

Chapter4: Energy in Steady Flow (16 学时)

Emphasis&Difficulties: derivation of Bernoulli's equation for ideal fluid, derivation and skilled application of Bernoulli's equation for real fluid, the physical meaning of kinetic-energy correction factor, the basic principle of Venturi tube, the painting of hydraulic grade line and energy line, power considerations in fluid, the energy head, effective power of the pump.

1. Energies of a Flowing Fluid 2 学时

kinetic energy, potential energys, pressure energy.

2. Bernoulli's Equation for Ideal Fluid Along A Streamline 2 学时

derivation of Bernoulli's equation for ideal fluid.

3. Bernoulli's Equation for Real Fluid Along A Streamline 8 学时

derivation of Bernoulli's equation for real fluid, skilled application of Bernoulli's equation for real fluid, the scope of application, Venturi tube.

4. Hydraulic Grade Line and Energy Line 2 学时

definition of location of the head, pressure on the head, velocity head, hydraulic grade line and

energy line, the painting of hydraulic grade line and energy line.

5. Power Considerations in Fluid 2 学时

the concept of pump, energy input (pump) Bernoulli's equation, effective power of the pump, efficiency.

Chapter5: Momentum and forces in Fluid Flow (4 学时)

Emphasis&Difficulties: skilled application of momentum equation.

1. Momentum Equation 1 学时

derivation of momentum equation.

2. Application of the Momentum Equation 3 学时

description of momentum equation, problem-solving steps, force calculation on pressure conduits, the back-pressure jet and free jet impact on the baffle.

Chapter6: Similitude and Dimensional Analysis (6 学时)

Emphasis&Difficulties: principle of dimensional homogeneity, Raleigh methods, the Buckingham  $\Pi$  theorem, Newton number, Reynolds number, Froude number, Mach number, Euler number.

1. Similitude 3 学时

definition of similitude, geometric similarity, kinematic similarity, dynamic similarity, Newton number, Reynolds number, Froude number, Mach number, Euler number.

2. Dimensional Analysis 3 学时

definition of dimensional analysis, principle of dimensional homogeneity, Raleigh methods, the Buckingham  $\Pi$  theorem.

Chapter7: Steady Incompressible Flow in Pressure Conduits (14 学时)

Emphasis&Difficulties: laminar flow characteristics, turbulent flow characteristics, determine the flow of state standards, true critical Reynolds number, hydraulic radius and equivalent diameter, friction head loss reason, friction head loss classification, the law of laminar flow tube, hydraulic smooth pipe and hydraulic rough pipe, pipe roughness, governing equations of single-pipe flow, calculation of minor losses, hydraulic characteristics of branching pipes, hydraulic characteristics of pipes in series, hydraulic characteristics of pipes in parallel, flow formula of orifice and nozzle.

1. Laminar and Turbulent Flow 0.5 学时

laminar flow characteristics, turbulent flow characteristics, determine the flow of state standards.

2. Critical Reynolds Number 0.5 学时

true critical Reynolds number.

3. Friction Head Loss in Conduits 2 学时

basic concept of hydraulic radius and equivalent diameter, friction head loss reason, friction head loss classification.

4. Laminar Flow in Circular Pipes 1 学时

velocity formula deduction of laminar flow in circular pipes, formula of flow rate, mean velocity, shear stress, and friction head loss.

5. Pipe Roughness 1 学时

experimental methods, Moody chart and curve analysis.

6. Single-Pipe Flow:Solution Basics 1 学时

governing equations of single-pipe flow, solution of special cases.

7. Minor Losses in Turbulent Flow 0.5 学时

formula of minor Losses in turbulent flow, loss coefficient.

8. Loss of Head at Entrance 0.5 学时

formula of loss of head at entrance.

9. Loss of Head at Submerged Discharge 0.5 学时



|   |        |
|---|--------|
| formula of loss of head at submerged discharge.                                   |        |
| 10. Loss Due to Contraction   | 1 学时   |
| formula of loss due to contraction.   |        |
| 11. Loss Due to Expansion   | 1 学时   |
| formula of loss due to expansion.   |        |
| 12. Loss in Bends and Elbows  | 0.5 学时 |
| formula of loss in bends and elbows.  |        |
| 13. Branching Pipes   | 1 学时   |
| the concept of branching pipes, hydraulic characteristics of branching pipes.     |        |
| 14. Pipes in Series   | 1 学时   |
| the concept of pipes in series, hydraulic characteristics of pipes in series.     |        |
| 15. Pipes in Parallel   | 1 学时   |
| the concept of pipes in parallel, hydraulic characteristics of pipes in parallel. |        |
| 16. Orifice and Nozzle  | 1 学时   |
| general concept of orifice and nozzle, flow formula of orifice and nozzle.        |        |

#### Chapter8: Experiments(8 学时)

1. Water Static Pressure Experiment
2. Flow Experiment
3. Flow Patterns Experiment
4. Resistance Along the Pipes Experiment

#### 四、教材及主要参考资料

1. Fluid Mechanics with Engineering Applications, by E.John Finnemore;
2. 《工程流体力学》，袁恩熙主编，石油工业出版社，1986;
3. 《工程流体力学》，贺礼清主编，石油大学出版社，2000;
4. 《工程流体力学》，闻德荪主编，高等教育出版社，1996;
5. 中国石油大学(华东)工程流体力学精品课程网站: <http://202.194.145.70/jpkc/C76/index.htm>。

# 02221 《工程流体力学》教学大纲

英文名称: Engineering Fluid Mechanics

课程编码: 02221

学分: 2.0

参考学时: 32

实验学时: 0

上机学时: 0

适用专业: 测控技术与仪器专业

大纲执笔人: 付静

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

工程流体力学是力学中的一个分支,是研究流体的平衡和运动规律以及流体和固体之间相互作用的一门科学。本课程的任务是通过各种教学环节,使学生掌握流体平衡和运动的一般规律及有关的基本概念、基本理论、流体力学分析和计算方法,掌握基本的实验技能,培养动手能力,提高应用基本理论和解决实际问题的能力,为从事专业工作、科研和其它专业课的学习打下基础。

## 二、基本要求

工程流体力学以物理为基础,以力学为依据,以数学为工具,是根据基础学科的普遍规律建立理论基础而发展起来的一门学科。先修课程应包括高等数学、大学物理学、工程力学等课程。教学过程中要求侧重于应用工程流体力学理论分析问题、解决问题的方法培养,同时还应注意结合实验和工程实际问题进行讲解,全面培养学生解决实际问题的能力。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 1 学时

流体力学的研究内容、发展简史与研究方法,流体力学在石油工业中的地位和作用。本课程的特点及研究方法、学习要求。常用单位制简介(国际单位、工程单位、物理单位)。

第一章 流体及其主要物理性质 3 学时

**本章重点难点:** 流体的概念、流体的主要物理性质、牛顿内摩擦定律、作用在流体上的力。

1. 流体的概念 1 学时

流体的概念,并从流体力学角度比较液体与气体有何不同,连续介质模型及其引入的目的意义。

2. 流体的主要物理性质 1.5 学时

密度、重度、相对密度、压缩性、膨胀性、粘性、表面张力等;流体的分类:理想流体与实际流体、可压缩流体与不可压缩流体、牛顿流体与非牛顿流体。

3. 作用在流体上的力 0.5 学时

作用在流体上的力分类。

第二章 流体静力学 8 学时

**本章重点难点:** 静压强的二个基本特性、流体平衡微分方程式、等压面的概念及特性、静力学基本方程及其应用、几种质量力作用下流体的平衡、平面上总压力的大小计算及作用点位置的确定、曲面上静水总压力的大小计算及压力体的确定。

1. 流体静压强及其特性 1 学时

流体静压强的概念、两个特性及其证明。

2. 流体平衡微分方程式 1 学时

欧拉平衡微分方程(欧拉平衡微分方程)的推导思路、方法、结论、意义,静压强的分布规律,等压面概念及特性。

3. 重力作用下的流体平衡 1.5 学时

流体静力学基本方程及其物理意义和几何意义,各种压强(绝对压力、表压、真空压力)的表示方法,压强分布图。

4. 测压计 0.5 学时

静力学基本方程的应用:多种液式测压计介绍

5. 流体作用在平面上的总压力 1 学时  
静止流体作用在任意形状平面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法。
6. 流体作用在曲面上的总压力 2 学时  
静止流体作用在任意二向或三向曲面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法。
7. 几种质量力作用下的流体平衡 1 学时  
等加速直线运动流体的相对平衡，等角速旋转运动流体的相对平衡。
- 第三章 流体运动学与动力学基础 9 学时
- 本章重点难点：**拉格朗日法和欧拉法，流体运动的基本概念，一元连续性方程的熟练应用和空间运动连续性方程的推导及物理意义，理想流体运动微分方程的推导，实际流体总流的伯诺利方程的推导及熟练应用，缓变流的概念及特性、动能修正系数及其物理意义，伯诺利方程的几何表示，动量方程的熟练应用。
1. 研究流体运动的两种方法 1 学时  
欧拉法、拉格朗日法及其关系，欧拉法中加速度流场的描述。
2. 流体运动学的基本概念 1 学时  
稳定流和非稳定流，流线和迹线，流管、流束和总流，有效断面、流量和平均流速。
3. 连续性方程 1 学时  
一元流体流动的连续性方程，空间流体流动的连续性方程。
4. 理想流体运动微分方程及流线伯努利方程 1 学时  
理想流体运动微分方程（欧拉方程）的推导，理想流体沿流线的能量方程（伯诺利方程）的推导。
5. 实际流体总流的伯努利方程 3 学时  
实际流体总流的能量方程（伯诺利方程）的推导，缓变流断面和动能修正系数的概念、特性、引入意义，伯诺利方程的应用（一般的水力计算、节流式流量计、测速管、流动吸力等），水头线及水力坡降。
6. 泵对液流能量的增加 0.5 学时  
管路中设有泵站系统情况下，管流伯努利方程的应用，泵的排量、扬程和功率。
7. 定常总流的动量方程及其应用 1.5 学时  
稳定流动量方程的应用（弯管水力计算问题、射流的反推力及自由射流对挡板的冲击力计算）。
- 第四章 流体阻力和水头损失 7 学时
- 本章重点难点：**水力半径、当量直径等基本概念及相关计算，流动阻力产生的原因，雷诺实验，层流、紊流的特征及判别标准，实际流动运动微分方程式的应用，量纲分析的瑞利法及  $\Pi$  定理，牛顿数及常用相似准数，圆管层流流动规律，紊流的基本概念，层流边层、水力光滑管与水力粗糙管，沿程水力摩擦系数的实验分析，莫迪图的理解及应用，沿程水头损失及局部水头损失的计算。
1. 管路中流动阻力产生的原因及分类 1 学时  
湿周、水力半径、粗糙度等基本概念，流动阻力产生原因（内因及外因），水头损失的分类。
2. 两种流体状态及判别标准 0.5 学时  
雷诺实验，层流、紊流流态的定义、特征及判别标准，雷诺数。
3. 因次分析和相似原理 2 学时  
量纲和谐性原理，量纲分析的瑞利法及  $\Pi$  定理，流动相似的几何相似、运动相似和动力相似，常用相似准数（雷诺数、富劳德数、欧拉数等的定义及物理意义）。
4. 圆管层流分析 0.5 学时  
应用  $N-S$  方程分析圆管层流的流速分布、流量、切应力以及沿程水头损失等，得到圆管层流流动规律。
5. 圆管湍流分析 1 学时  
紊流的产生原理和特性，紊流的时均流场与脉动，流速分布，层流边层、紊流水力光滑、水

力粗糙的定义。计算沿程水头损失的达西公式，沿程水力摩阻系数的实验分析及求解，莫迪图的理解及应用。

6. 非圆管沿程水头损失 0.5 学时

非圆管的当量直径，沿程水头损失计算方法。

7. 局部水头损失 1.5 学时

局部水头损失产生的原因及包达公式的应用，局部水力摩阻系数的确定。

第五章 压力管路的水力计算 4 学时

**本章重点难点：**压力管路、管路特性曲线、串联、并联、长管、短管、孔口、管嘴等基本概念，长管、短管及复杂管路的水力计算及其管路特性曲线，串并联管路的水力特征，能量方程在孔口与管嘴出流中的应用，孔口、管嘴出流流量的基本计算公式。

1. 简单长管的水力计算 1 学时

压力管路、长管和短管、简单管路和复杂管路等基本概念，管路特性曲线，工程中常见的长管计算的三类问题，简单长管的水力计算。

2. 复杂长管的水力计算 1 学时

复杂长管（串联管路、并联管路以及分支管路）的水力计算及实例。

3. 短管的水力计算 1 学时

综合阻力系数、作用水头的概念及其理解，短管的水力计算及综合实例。

4. 孔口和管嘴泄流 1 学时

孔口、管嘴的定义、特点，孔口、管嘴出流流量的计算及比较。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《工程流体力学》，倪玲英主编，中国石油大学出版社，2012。

2. 《工程流体力学》，袁恩熙主编，石油工业出版社，1986。

3. 《流体力学》，丁祖荣编著，高等教育出版社，2003。

4. 《流体力学》，许维德，国防工业出版社，1989。

5. 《流体力学》，张兆顺，崔桂香，清华大学出版社，2006。

6. 《流体力学》（上下册），周光炯等，高等教育出版社，2000。

7. 中国石油大学（华东）工程流体力学精品课程网站：<http://jpkc.upc.edu.cn/jpkc/C76/zcr-1.htm>。

# 02221 《工程流体力学》教学大纲

英文名称: Engineering Fluid Mechanics

课程编码: 02221

学分: 2.0

参考学时: 32

实验学时: 4

上机学时:

适用专业: 土木工程

大纲执笔人: 李爱华

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

工程流体力学是力学中的一个分支,是研究流体的平衡和运动规律以及流体和固体之间相互作用的一门科学。本课程的任务是通过各种教学环节,使学生掌握流体平衡和运动的一般规律及有关的基本概念、基本理论、流体力学分析和计算方法以及基本实验技能,培养动手能力,提高应用基本理论和解决实际问题的能力,为今后学习专业知识,从事专业工作和将来的科学研究打下良好的基础。

## 二、基本要求

工程流体力学以物理为基础,以力学为依据,以数学为工具,是根据基础学科的普遍规律建立理论基础而发展起来的一门学科。要求学生具备较好的数学和物理基础,预修《高等数学》、《大学物理》、《工程力学》等课程。教学过程中要求侧重于应用工程流体力学理论分析问题、解决问题的方法培养,同时还应注意结合实验和工程实际问题进行讲解,全面培养学生解决实际问题的能力。

## 三、教学内容与学时分配建议

|  |        |
|--|--------|
| 绪论   | 0.5 学时 |
| 流体力学的研究对象、任务和方法,流体力学的发展简况。   |        |
| 第一章 流体及其主要物理性质   | 1.5 学时 |
| <b>本章重点难点:</b> 流体的概念,流体的主要物理性质,牛顿内摩擦定律,作用在流体上的力。                                   |        |
| 1. 流体的概念   | 0.5 学时 |
| 流体的概念,连续介质假设的引入。   |        |
| 2. 流体的主要物理性质及作用在流体上的力  | 1 学时   |
| 密度、重度、压缩性、膨胀性、粘性等基本概念,牛顿内摩擦定律,作用在流体上的力的分类(质量力和表面力)。                                |        |
| 第二章 流体静力学  | 8 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 静压强的基本特性,流体平衡微分方程式,静力学基本方程及其应用,平面上静水总压力大小及作用点的确定,曲面上静水总压力大小及压力体的确定。 |        |
| 1. 流体静压强及其特性   | 1 学时   |
| 流体静压强的概念及两个特性。   |        |
| 2. 流体平衡微分方程式   | 1 学时   |
| 流体平衡微分方程(欧拉平衡微分方程)的推导思路、方法、结论、意义,等压面概念及特性。   |        |
| 3. 重力作用下流体的平衡  | 2 学时   |
| 流体静力学基本方程及其物理意义和几何意义,各种压强(绝对压强、相对压强、真空压强)的表示方法,液式测压计。                              |        |
| 4. 流体作用在平面上的总压力  | 2 学时   |
| 静止流体作用在任意形状平面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法。   |        |
| 5. 流体作用在曲面上的总压力  | 2 学时   |
| 静止流体作用在任意二向或三向曲面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法。  |        |
| 第三章 流体运动学与动力学基础  | 8 学时   |

**本章重点难点：**流体运动的基本概念，连续性方程的推导及物理意义，理想流体运动微分方程的推导，实际流体总流伯努利方程的推导及熟练应用，定常流动量方程的熟练应用。

1. 流体运动的基本概念 1 学时  
欧拉法，定常流和非定常流，流线和迹线，流管、流束和总流，有效断面、流量和平均流速。
  2. 连续性方程 1 学时  
一元流体运动的连续性方程，空间流体运动的连续性方程。
  3. 理想流体运动微分方程 1 学时  
理想流体运动微分方程（欧拉方程）的推导，理想流体沿流线的能量方程（伯努利方程）的推导。
  4. 伯努利方程及其应用 3 学时  
实际流体总流能量方程（伯努利方程）的推导，缓变流断面和动能修正系数的概念、特性及引入意义，伯努利方程的应用，水头线及水力坡降，泵对液流能量的增加，泵的扬程和功率。
  5. 定常流的动量方程及其应用 2 学时  
定常流动量方程的应用（弯管受力问题、射流反推力及自由射流对挡板冲击力等）。
- 第四章 液流阻力与水头损失 6 学时
- 本章重点难点：**层流、紊流的流态特征及判别标准，圆管层流流动规律，因次分析和相似原理，圆管湍流流动规律，水力光滑管与水力粗糙管，沿程水头损失及局部水头损失的计算。
1. 管路中流动阻力产生的原因及分类 0.5 学时  
湿周、水力半径、粗糙度等基本概念，流动阻力产生原因，水头损失的分类。
  2. 两种流动状态及判别标准 0.5 学时  
雷诺实验，层流、紊流流态的定义、特征及判别，雷诺数及其物理意义。
  3. 因次分析和相似原理 2 学时  
量纲和谐性原理，量纲分析的 $\Pi$ 定理，流动相似的几何相似、运动相似和动力相似，牛顿数及常用相似准数的定义及物理意义。
  4. 圆管层流分析 1 学时  
圆管层流流速、流量、切应力及沿程水头损失等流动规律分析。
  5. 圆管湍流分析 2 学时  
紊流层流边层、紊流水力光滑、水力粗糙的定义，计算沿程水头损失的达西公式，沿程水力摩擦系数的实验分析，莫迪图的理解及应用，局部水头损失的通用计算公式。
- 第五章 明渠均匀流与堰流 2 学时
- 本章重点难点：**明渠均匀流的水力特征，明渠均匀流的产生条件，明渠均匀流的基本公式，堰流的概念，堰流的类型，堰流水力计算的基本公式。
1. 明渠均匀流的水力特征及其发生条件 0.5 学时  
明渠、明渠流的概念及分类，明渠均匀流的主要水力特征，明渠均匀流的发生条件。
  2. 明渠均匀流的水力计算 0.5 学时  
明渠均匀流的连续性方程、达西公式、谢才公式及谢才系数。
  3. 堰流的概念及其类型 0.5 学时  
堰流的定义，堰流的分类（薄壁堰、实用堰及宽顶堰）。
  4. 堰流的基本公式 0.5 学时  
堰流水力计算的基本公式，堰流的淹没系数、收缩系数及流量系数。
- 第六章 渗流 2 学时
- 本章重点难点：**渗流的基本概念，渗流的基本定律（达西定律）及其适用条件，渗流系数。
1. 渗流模型 1 学时  
水在土壤中的状态（重力水、毛细水、吸着水等），土壤的渗流特性（土壤的孔隙度、不均匀系数等），土体的分类（均质土与非均质土、各向同性土与各向异性土），渗流模型的提出。
  2. 达西定律 1 学时

达西实验，达西定律的提出，达西定律的适用条件，渗流系数的确定。

实验

4 学时

1. 流体静力学实验

2. 流动状态实验

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《工程流体力学》，倪玲英主编，中国石油大学出版社，2012；

2. 《工程流体力学》，袁恩熙主编，石油工业出版社，1986；

3. 《流体力学及其工程应用》，(美) E·约翰芬纳莫尔，约瑟夫 B·弗朗兹尼编著，机械工业出版社，2006；

4. 《流体力学》，丁祖荣编著，高等教育出版社，2003；

5. 《流体力学》，张兆顺，崔桂香，清华大学出版社，2006；

6. 《工程流体力学》，闻德荪主编，高等教育出版社，2004；

7. 中国石油大学(华东)工程流体力学精品课程网站：<http://jpkc.upc.edu.cn/jpkc/C76/zcr-1.htm>。

# 02221 《工程流体力学》教学大纲

英文名称: Engineering Fluid Mechanics

课程编码: 02221

学分: 3.0

参考学时: 48

实验学时: 4

上机学时: 0

适用专业: 环保设备工程、过程装备与控制工程

大纲执笔人: 高慧

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

《工程流体力学》是环保设备工程专业的一门专业技术基础课,通过本课程的学习,使学生掌握流体静力学、流体动力学的基本概念、基本原理、基本计算方法,理解相似理论与量纲分析的一般原理,掌握流动阻力与水头损失以及有压管路、孔口管嘴的分析与计算方法,掌握边界层基本理论,学会分析、解决问题的方法,为学习专业课、从事技术工作、获取新知识和进行科学研究打下基础。

## 二、基本要求

在学习《工程流体力学》之前,应预修《高等数学》、《大学物理》、《工程力学》等课程。只有这样,学生们对有关内容,如偏导数、泰勒公式、微分方程、动能定律、动量定律、达朗贝尔原理、势函数等已有一定基础,在流体力学教学中主要是运用而不必再作详细讲解。

## 三、教学内容与学时分配建议

|  |       |
|--|-------|
| 第一章 流体及其主要物理性质   | 3 学时  |
| <b>本章重点难点:</b> 流体的粘性、牛顿内摩擦定律、作用在流体上的力。   |       |
| 1. 流体的概念   | 1 学时  |
| 流体的概念,连续介质假设。  |       |
| 2. 流体的主要物理性质   | 2 学时  |
| 流体的惯性,流体的可压缩性,流体的粘性,牛顿内摩擦定律。   |       |
| 第二章 流体静力学  | 8 学时  |
| <b>本章重点难点:</b> 流体平衡微分方程式、静止流体作用在平面上的总压力计算、静止流体作用在曲面上的总压力计算。                    |       |
| 1. 流体静压强及其特性   | 2 学时  |
| 2. 流体平衡微分方程式   | 1 学时  |
| 流体平衡微分方程式的推导、势函数、等压面。  |       |
| 3. 重力作用下的流体平衡  | 1 学时  |
| 静力学基本方程式、压强的不同表示方法、压强分布图。  |       |
| 4. 静止流体作用在平面上的总压力  | 2 学时  |
| 总压力大小计算公式、总压力的作用点计算公式。   |       |
| 5. 静止流体作用在曲面上的总压力  | 2 学时  |
| 总压力大小和方向、压力体。  |       |
| 第三章 流体运动学及动力学基础  | 10 学时 |
| <b>本章重点难点:</b> 流体运动学的基本概念、连续性方程的推导及应用、理想流体运动微分方程的推导、伯努利方程的推导及其应用、定常流的动量方程及其应用。 |       |
| 1. 研究流体流动的两种方法   | 2 学时  |
| 拉格朗日法、欧拉法、加速度。   |       |
| 2. 流体运动学的基本概念  | 1 学时  |
| 流动的分类、流线与迹线、流管、过流断面、元流和总流、流量、断面平均流速。   |       |
| 3. 连续性方程   | 1 学时  |
| 一元定常总流的连续性方程、空间运动连续性微分方程。  |       |
| 4. 理想流体运动微分方程及流线伯努利方程  | 3 学时  |



|   |        |
|---|--------|
| 理想流体运动微分方程、理想流体流线的伯努利方程、伯努利方程的意义。   |        |
| 5. 实际流体总流（包括有泵时）的伯努利方程<br>实际总流的伯努利方程的推导及其应用、有泵时的伯努利方程。                                  | 1 学时   |
| 6. 定常流的动量方程及其应用<br>定常总流的动量方程的推导及其应用。  | 2 学时   |
| 第四章 流体阻力和水头损失   | 12 学时  |
| <b>本章重点难点：</b> 两种流动状态及其判别标准、实际流体运动微分方程式——Navier-Stokes 方程的推导及其简化求解、因次分析和相似原理、管路的水头损失计算。 |        |
| 1. 管路中流动阻力产生的原因及分类<br>管路中流动阻力产生的原因、流动阻力和水头损失的分类。  | 1 学时   |
| 2. 两种流动状态及其判别标准<br>雷诺实验、流态的判别、流动状态与沿程水头损失的关系。   | 2 学时   |
| 3. 实际流体运动微分方程式——Navier-Stokes 方程<br>粘性流体的受力分析、Navier-Stokes 方程的推导及其简化求解方法。              | 2 学时   |
| 4. 因次分析和相似原理<br>因次分析方法、相似原理、常用的相似准则数。   | 2 学时   |
| 5. 圆管层流分析<br>圆管层流的速度分布、切应力分布。   | 1 学时   |
| 6. 圆管湍流分析<br>湍流的特征与时均化、粘性底层、速度分布。   | 2 学时   |
| 7. 管路沿程水头损失及局部水头损失计算<br>尼古拉兹实验、阻力区的判别、沿程摩阻系数的经验公式、沿程水头损失计算的达西公式、局部水头损失计算公式。             | 2 学时   |
| 第五章 压力管路的水力计算   | 7 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 复杂长管的水力计算、孔口和管嘴泄流的计算。  |        |
| 1. 简单长管的水力计算<br>长管的能量方程、管路特性曲线、管路计算的三类问题。   | 1.5 学时 |
| 2. 复杂长管的水力计算<br>串联管路的水力特性及其水力计算、并联管路的水力特性及其水力计算。  | 2 学时   |
| 3. 短管的水力计算<br>综合阻力系数、短管实用流量计算通式。  | 0.5 学时 |
| 4. 孔口和管嘴泄流<br>定水头薄壁圆形小孔口泄流计算、管嘴泄流流量计算公式。  | 2 学时   |
| 5. 压力管路中的水击现象<br>水击现象和水击波的传播、水击的分类、水击压力的计算、水击的预防。                                       | 1 学时   |
| 第六章 边界层理论基础   | 2 学时   |
| <b>本章重点难点：</b> 边界层概念、边界层分离现象、绕流物体的阻力。   |        |
| 1. 边界层概念  | 0.5 学时 |
| 2. 边界层分离现象  | 1 学时   |
| 3. 绕流物体的阻力  | 0.5 学时 |
| 机动  | 2 学时   |
| 实验  | 4 学时   |
| 1. 流体静力学实验  |        |
| 2. 流动状态实验   |        |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>  |        |
| 1. 《工程流体力学》，倪玲英，中国石油大学出版社，2012 年；   |        |
| 2. 《工程流体力学》，袁恩熙，石油工业出版社，1986，等级；  |        |
| 3. 《流体力学》，吴望一，北京大学出版社，1995，等级。  |        |

# 02221 《工程流体力学》教学大纲

英文名称: Engineering Fluid Mechanics

课程编码: 02221

学分: 3.5

参考学时: 56

实验学时: 8

上机学时: 4

适用专业: 油气储运

大纲执笔人: 李爱华

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

工程流体力学是力学中的一个分支,是研究流体的平衡和运动规律以及流体和固体之间相互作用的一门科学,是油气储运专业的一门重要的专业技术基础课。本课程的任务是通过各种教学环节,使学生掌握流体平衡和运动的一般规律及有关的基本概念、基本理论、流体力学分析和计算方法以及基本实验技能,培养动手能力,提高应用基本理论和解决实际问题的能力,为今后学习专业知识,从事专业工作和将来的科学研究打下良好的基础。

## 二、基本要求

工程流体力学以物理为基础,以力学为依据,以数学为工具,是根据基础学科的普遍规律建立理论基础而发展起来的一门学科。要求学生具备较好的数学和物理基础,预修《高等数学》、《大学物理》、《工程力学》等课程。教学过程中要求侧重于应用工程流体力学理论分析问题、解决问题的方法培养,同时还应注意结合实验和工程实际问题进行讲解,全面培养学生解决实际问题的能力。

## 三、教学内容与学时分配建议

|  |        |
|--|--------|
| 绪论   | 1 学时   |
| 流体力学的研究对象、任务和方法,流体力学的发展简况。   |        |
| 第一章 流体及其主要物理性质   | 3 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 流体的概念,流体的主要物理性质,牛顿内摩擦定律,作用在流体上的力。   |        |
| 1. 流体的概念   | 0.5 学时 |
| 流体的基本概念,连续介质假设的引入。   |        |
| 2. 流体的主要物理性质   | 1.5 学时 |
| 密度、重度、相对密度、压缩性、膨胀性、粘性、表面张力等基本概念,牛顿内摩擦定律。   |        |
| 3. 作用在流体上的力  | 1 学时   |
| 作用在流体上的力分类(质量力和表面力)。   |        |
| 第二章 流体静力学  | 8 学时   |
| <b>本章重点难点:</b> 静压强的基本特性,流体平衡微分方程式,等压面的概念及特性,静力学基本方程及其应用,平面上静水总压力大小及作用点的确定,曲面上静水总压力大小及压力体的确定。 |        |
| 1. 流体静压强及其特性   | 1 学时   |
| 流体静压强的概念、静压强的两个特性及其证明。   |        |
| 2. 流体平衡微分方程式   | 1 学时   |
| 流体平衡微分方程(欧拉平衡微分方程)的推导思路、方法、结论、意义,静压强的分布规律,等压面概念及特性。  |        |
| 3. 重力作用下流体的平衡  | 2 学时   |
| 流体静力学基本方程及其物理意义和几何意义,各种压强(绝对压强、相对压强、真空压强)的表示方法,液式测压计。  |        |
| 4. 流体作用在平面上的总压力  | 2 学时   |
| 静止流体作用在任意形状平面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法。   |        |
| 5. 流体作用在曲面上的总压力  | 2 学时   |

|  |              |
|--|--------------|
| 静止流体作用在任意二向或三向曲面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法。  |              |
| <b>第三章 流体运动学与动力学基础</b>   | <b>10 学时</b> |
| <b>本章重点难点:</b> 拉格朗日法和欧拉法, 流体运动的基本概念, 连续性方程的推导及物理意义, 理想流体运动微分方程的推导, 实际流体总流的伯努利方程的推导及熟练应用, 缓变流的概念及特性、动能修正系数及其物理意义, 定常流动量方程的熟练应用。   |              |
| 1. 研究流体运动的两种方法   | 1 学时         |
| 欧拉法、拉格朗日法及其关系, 欧拉法中加速度场的描述。  |              |
| 2. 流体运动的基本概念   | 1 学时         |
| 定常流和非定常流, 流线和迹线, 流管、流束和总流, 有效断面、流量和平均流速。   |              |
| 3. 连续性方程   | 1 学时         |
| 一元流体运动的连续性方程, 空间流体运动的连续性方程。  |              |
| 4. 理想流体运动微分方程  | 2 学时         |
| 理想流体运动微分方程(欧拉方程)的推导, 理想流体沿流线的能量方程(伯努利方程)的推导。   |              |
| 5. 伯努利方程及其应用   | 3 学时         |
| 实际流体总流的能量方程(伯努利方程)的推导, 缓变流断面和动能修正系数的概念、特性及引入意义, 伯努利方程的应用, 水头线及水力坡降, 泵对液流能量的增加, 泵的扬程和功率。  |              |
| 6. 定常流的动量方程及其应用  | 2 学时         |
| 定常流动量方程的应用(弯管受力问题、射流反推力及自由射流对挡板冲击力等)。  |              |
| <b>第四章 液流阻力与水头损失</b>   | <b>8 学时</b>  |
| <b>本章重点难点:</b> 流动阻力产生的原因, 雷诺实验, 层流、湍流的流态特征及判别标准, 实际流体运动微分方程, 量纲分析的雷利法及 $\Pi$ 定理, 牛顿数及常用相似准数, 圆管层流流动规律分析, 湍流的层流边层、水力光滑与水力粗糙等基本概念, 沿程水力摩阻系数的实验分析, 莫迪图的理解及应用, 沿程水头损失及局部水头损失的计算。 |              |
| 1. 管路中流动阻力产生的原因及分类   | 1 学时         |
| 湿周、水力半径、粗糙度等基本概念, 流动阻力产生原因, 水头损失的分类。   |              |
| 2. 两种流动状态及判别标准   | 1 学时         |
| 雷诺实验, 层流、湍流流态的定义、特征及判别, 雷诺数及其物理意义。   |              |
| 3. 实际流体运动微分方程  | 1 学时         |
| 实际流动运动微分方程式(NS 方程)的推导思路、结论及其意义。  |              |
| 4. 因次分析和相似原理   | 2 学时         |
| 量纲和谐性原理, 量纲分析的雷利法及 $\Pi$ 定理, 流动相似的几何相似、运动相似和动力相似, 牛顿数及常用相似准数的定义及物理意义。  |              |
| 5. 圆管层流分析  | 1 学时         |
| 圆管层流的流速、流量、切应力及沿程水头损失等流动规律分析。  |              |
| 6. 圆管湍流分析  | 2 学时         |
| 湍流层流边层、湍流水力光滑、水力粗糙的定义, 计算沿程水头损失的达西公式, 沿程水力摩阻系数的实验分析及求解, 莫迪图的理解及应用, 局部水头损失计算。   |              |
| <b>第五章 压力管路的水力计算</b>   | <b>6 学时</b>  |
| <b>本章重点难点:</b> 长管、短管、孔口、管嘴等基本概念, 简单长管、复杂长管(串联、并联、分支)的水力计算, 孔口和管嘴泄流的水力计算, 水击的概念和水击波的传播。   |              |
| 1. 简单长管及复杂长管的水力计算  | 2 学时         |
| 长管、短管的基本概念, 工程中简单长管水力计算的三类问题, 复杂长管(串联、并联、分支)的水力特性及水力计算。  |              |
| 2. 孔口和管嘴泄流   | 2 学时         |
| 孔口、管嘴的定义、特点, 孔口、管嘴自由出流、淹没出流的流量计算公式, 变水头薄壁圆   |              |

形小孔口泄流。

3. 压力管路中的水击现象 2 学时

水击的定义及产生原因，水击波的传播过程，水击分类，水击压力的计算，水击的预防。

第六章 气体动力学基础 4 学时

**本章重点难点：**气体动力学基本方程，微弱扰动在可压缩流动中的传播，气体运动的参考状态及气体参数。

1. 气体动力学诸方程 2 学时

气体运动的状态方程，连续性方程，能量方程及动量方程。

2. 微弱扰动在可压缩流动中的传播 1 学时

微弱扰动在一元可压缩流动中的传播，音速，马赫数，微弱扰动在气体中的传播。

3. 气体运动的三种参考状态 1 学时

气体运动的滞止状态与滞止参数，临界状态与临界参数，极限速度状态与最大速度。

第七章 边界层理论基础 2 学时

**本章重点难点：**边界层、边界层的流量厚度、动量厚度、能量厚度等基本概念，边界层的分离现象及分离机理，物体的绕流阻力分类。

1. 边界层概念 1 学时

边界层的定义，边界层的流态，边界层的流量厚度、动量厚度及能量厚度。

2. 边界层分离现象 0.5 学时

边界层的分离现象，边界层的分离机理。

3. 绕流物体的阻力 0.5 学时

物体的绕流阻力的类型（摩擦阻力和压差阻力），绕流阻力的计算。

第八章 计算流体力学（CFD）基础 2 学时

**本章重点难点：**流体运动基本方程组，雷诺方程，湍流模型，网格的生成及湍流模型的离散求解。

1. 流体运动的基本方程及湍流模型理论 1 学时

流体运动的基本方程组：连续方程、动量方程、能量方程，湍流的零方程、一方程及双方程模型。

2. 湍流模型的离散方法和分类 1 学时

湍流模型离散的有限差分法、有限元法及有限体积法。

实验 8 学时

1. 流体静力学实验 2 学时

2. 流量计实验 2 学时

3. 流动状态实验 2 学时

4. 沿程阻力实验 2 学时

上机 4 学时

1. Gambit 软件简介与入门 1 学时

Gambit 软件的界面、功能及操作简介。应用 Gambit 软件进行流场几何建模，包括：绘制流场计算区域，生成计算网格，定义流场边界条件。

2. Fluent 软件简介与入门 1 学时

Fluent 软件的界面、功能及操作简介。应用 Fluent 软件进行流场数值模拟，包括：导入流场计算区域和网格，选择方程解算的湍流模型，给定流场初始条件和边界条件，进行迭代求解并进行计算结果后处理。

3. 案例练习 2 学时

以圆管层流和湍流的流场模拟问题为例，绘制流场区域，生成计算网格，合理选择湍流模型及相关参数，给定边界条件和初始条件，进行数值模拟计算。通过计算结果的后处理，与圆管层流、湍流相关理论进行对比分析。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《工程流体力学》，倪玲英主编，中国石油大学出版社，2012；
2. 《工程流体力学》，袁恩熙主编，石油工业出版社，1986；
3. 《流体力学及其工程应用》，(美) E·约翰芬纳莫尔，约瑟夫 B·弗朗兹尼编著，机械工业出版社，2006；
4. 《流体力学》，丁祖荣编著，高等教育出版社，2003；
5. 《流体力学》，张兆顺，崔桂香，清华大学出版社，2006；
6. 《工程流体力学》，闻德荪主编，高等教育出版社，2004；
7. 中国石油大学(华东)工程流体力学精品课程网站：<http://jpkc.upc.edu.cn/jpkc/C76/zcr-1.htm>。

# 02221 《工程流体力学》教学大纲

英文名称: Engineering Fluid Mechanics

课程编码: 02221

学分: 4

参考学时: 64

实验学时: 8

上机学时: 4

适用专业: 建筑环境与能源应用

大纲执笔人: 白莉

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

工程流体力学是建筑环境与能源应用专业的一门技术基础课。本课程的目标是通过各个教学环节使学生掌握流体平衡和宏观机械运动的一般规律。掌握和理解流体力学基本规律、基本理论、常用计算方法和基本实验技能以及动手能力,提高应用基本理论解决实际问题能力和工程应用的能力,为今后学习专业知识、从事专业工作和科学研究打下理论基础。

## 二、基本要求

《工程流体力学》以物理学为基础,以工程力学(或者理论力学、材料力学)为依据,以数学为工具,本课程应在预修《高等数学》、《线性代数》、《大学物理》、《理论力学》、《材料力学》(或《工程力学》)等课程基础上开设。教学过程中要求侧重于应用基本的流体力学理论和基本规律分析和解决实际工程问题的方法培养,同时还应注意结合实验和工程实际问题进行讲解,注重学生思考,培养学生主动解决实际问题的能力。

## 三、教学内容与学时分配建议

|   |       |
|---|-------|
| 绪论  | 1 学时  |
| 1. 工程流体力学的任务  |       |
| 2. 流体力学的发展  |       |
| 3. 工程流体力学的研究方法  |       |
| 第一章 流体及其主要物理性质  | 3 学时  |
| <b>本章重点难点:</b> 连续介质, 粘性, 牛顿内摩擦定律                                  |       |
| 1. 流体的概念  | 1 学时  |
| 2. 流体的主要物理性质及作用在流体上的力   | 2 学时  |
| 第二章 流体静力学   | 10 学时 |
| <b>本章重点难点:</b> 流体静压强的基本特性, 流体平衡微分方程, 等压面, 静力学基本方程, 平面总压力和曲面总压力的计算 |       |
| 1. 流体静压强的特点及流体平衡微分方程  | 2 学时  |
| 流体平衡综合式, 等压面的特性   |       |
| 2. 流体静压强的分布规律   | 4 学时  |
| 绝对静止的压强分布规律, 测压原理, 相对静止压强分布规律                                     |       |
| 3. 静止流体总压力的计算   | 4 学时  |
| 平面总压力的计算, 曲面总压力的计算, 浮力定律  |       |
| 第三章 流体运动学及动力学基础   | 10 学时 |
| <b>本章重点难点:</b> 连续性方程、伯努利方程、动量方程及其工程应用                             |       |
| 1. 流体运动学基础  | 4 学时  |
| 运动的欧拉描述方法, 定常流与非定常流, 均匀流与非均匀流, 流线与迹线, 一维、二维与三维流, 定常流的连续性方程        |       |
| 2. 流体动力学基础  | 6 学时  |
| 流体运动微分方程, 定常总流的伯努利方程, 带泵的管路系统的伯努利方程, 定常总流的动量方程, 三大方程的综合应用         |       |
| 第四章 流动阻力与水头损失   | 10 学时 |

|  |  |      |
|--|--|------|
| <b>本章重点难点：</b> 流动状态，圆管层流运动规律，圆管紊流运动规律，粘性流体运动微分方程，量纲分析，模型相似原理，沿程水头损失计算                                |  |      |
| 1. 流动阻力成因及流动状态   |  | 2 学时 |
| 流动阻力产生的内因与外因，雷诺实验，流动状态对水头损失的影响   |  |      |
| 2. 粘性流体运动微分方程（N-S 方程）  |  | 2 学时 |
| 3. 量纲分析方法与模型相似原理   |  | 2 学时 |
| 量纲分析方法，模型相似原理  |  |      |
| 4. 圆管层流运动规律与沿程水头损失计算   |  | 1 学时 |
| 5. 圆管紊流运动及水头损失计算   |  | 3 学时 |
| 紊流的基本概念，圆管紊流水头损失计算，局部水头损失计算  |  |      |
| 第五章 压力管路的水力计算  |  | 8 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 简单管路的水力计算，串并联管路的水力计算、孔口与管嘴出流，水击现象   |  |      |
| 1. 压力管路的水力计算   |  | 2 学时 |
| 简单管路的水力计算，串并联管路的水力计算   |  |      |
| 2. 分支管路及管网的水力计算  |  | 2 学时 |
| 3. 自流管路计算  |  | 2 学时 |
| 孔口出流，管嘴出流  |  |      |
| 4. 水击现象  |  | 2 学时 |
| 水击的成因，过程，水击相长，直接水击和间接水击  |  |      |
| 第六章 边界层理论基础  |  | 4 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 边界层概念，边界层厚度，边界层分离，边界层方程   |  |      |
| 1. 边界层定义   |  | 2 学时 |
| 边界层概念，边界层厚度  |  |      |
| 2. 边界层理论   |  | 2 学时 |
| 边界层分离，边界层方程  |  |      |
| 第七章 一元气体动力学基础  |  | 4 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 可压缩流体的基本参数，一元气体的等熵流动，渐缩喷管，气体在管道中的等温流动和等熵流动的计算   |  |      |
| 1. 可压缩流体的基本参数，流动分类   |  | 1 学时 |
| 2. 一元恒定气体运动方程  |  | 2 学时 |
| 一元恒定气体的连续性方程、运动方程、能量方程的推导，一元气体的等熵流动  |  |      |
| 3. 气体在管道中的等温流动和等熵流动的计算   |  | 1 学时 |
| 机动   |  | 2 学时 |
| 实验   |  | 8 学时 |
| 1. 静水压强实验  |  | 2 学时 |
| 2. 流量计实验   |  | 2 学时 |
| 3. 流态实验  |  | 2 学时 |
| 4. 沿程阻力实验  |  | 2 学时 |
| 上机   |  | 4 学时 |
| 1. Gambit 软件简介与入门  |  | 1 学时 |
| Gambit 软件的界面、功能及操作简介。应用 Gambit 软件进行流场几何建模，包括：绘制流场计算区域，生成计算网格，定义流场边界条件。                               |  |      |
| 2. Fluent 软件简介与入门  |  | 1 学时 |
| Fluent 软件的界面、功能及操作简介。应用 Fluent 软件进行流场数值模拟，包括：导入流场计算区域和网格，选择方程解算的湍流模型，给定流场初始条件和边界条件，进行迭代求解并进行计算结果后处理。 |  |      |

### 3. 案例练习

2 学时

以圆管层流和湍流的流场模拟问题为例，绘制流场区域，生成计算网格，合理选择湍流模型及相关参数，给定边界条件和初始条件，进行数值模拟计算。通过计算结果的后处理，与圆管层流、湍流相关理论进行对比分析。

### 四、教材及主要参考资料

1. 《工程流体力学》，倪玲英，中国石油大学出版社，2012；
2. 《工程流体力学》，袁恩熙主编，石油工业出版社，1986；
3. 《工程流体力学》，闻德荪主编，高等教育出版社，1996；
4. 《流体力学及其工程应用》（翻译版；原书第 10 版），E. 约翰芬纳莫尔，机械工业出版社，2009。



# 02221 《工程流体力学》教学大纲

英文名称: Engineering Fluid Mechanics

课程编码: 02221

学分: 4.0

参考学时: 64

实验学时: 6

上机学时:

适用专业: 能源与动力工程

大纲执笔人: 付静

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

工程流体力学是力学中的一个分支,是研究流体的平衡和运动规律以及流体和固体之间相互作用的一门科学。本课程的任务是通过各种教学环节,使学生掌握流体平衡和运动的一般规律及有关的基本概念、基本理论、流体力学分析和计算方法,掌握基本的实验技能,培养动手能力,提高应用基本理论和解决实际问题的能力,为从事专业工作、科研和其它专业课的学习打下基础。

## 二、基本要求

工程流体力学以物理为基础,以力学为依据,以数学为工具,是根据基础学科的普遍规律建立理论基础而发展起来的一门学科。先修课程应包括高等数学、大学物理学、工程力学等课程。教学过程中要求侧重于应用工程流体力学理论分析问题、解决问题的方法培养,同时还应注意结合实验和工程实际问题进行讲解,全面培养学生解决实际问题的能力。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论 2 学时

流体力学的研究内容、发展简史与研究方法,流体力学在石油工业中的地位和作用。本课程的特点及研究方法、学习要求。常用单位制简介(国际单位、工程单位、物理单位)。

第一章 流体及其主要物理性质 4 学时

**本章重点难点:** 流体的概念、流体的主要物理性质、牛顿内摩擦定律、作用在流体上的力。

1. 流体的概念 1 学时

流体的概念,并从流体力学角度比较液体与气体有何不同,连续介质模型及其引入的目的意义。

2. 流体的主要物理性质 2 学时

密度、重度、相对密度、压缩性、膨胀性、粘性、表面张力等;流体的分类:理想流体与实际流体、可压缩流体与不可压缩流体、牛顿流体与非牛顿流体。

3. 作用在流体上的力 1 学时

作用在流体上的力分类。

第二章 流体静力学 6 学时

**本章重点难点:** 静压强的二个基本特性、流体平衡微分方程式、等压面的概念及特性、静力学基本方程及其应用、几种质量力作用下流体的平衡、平面上总压力的大小计算及作用点位置的确定、曲面上静水总压力的大小计算及压力体的确定。

1. 流体静压强及其特性 1 学时

流体静压强的概念、两个特性及其证明。

2. 流体平衡微分方程式 1 学时

欧拉平衡微分方程(欧拉平衡微分方程)的推导思路、方法、结论、意义,静压强的分布规律,等压面概念及特性。

3. 重力作用下的流体平衡 1 学时

流体静力学基本方程及其物理意义和几何意义,各种压强(绝对压力、表压、真空压力)的表示方法,压强分布图。

4. 测压计 0.5 学时

静力学基本方程的应用:多种液式测压计介绍

|  |        |
|--|--------|
| 5. 流体作用在平面上的总压力  | 1 学时   |
| 静止流体作用在任意形状平面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法。   |        |
| 6. 流体作用在曲面上的总压力  | 1.5 学时 |
| 静止流体作用在任意二向或三向曲面上总压力的大小、方向以及作用点的计算方法。  |        |
| 第三章 流体运动学与动力学基础  | 14 学时  |
| <b>本章重点难点：</b> 拉格朗日法和欧拉法，流体运动的基本概念，一元连续性方程的熟练应用和空间运动连续性方程的推导及物理意义，理想流体运动微分方程的推导，实际流体总流的伯诺利方程的推导及熟练应用，缓变流的概念及特性、动能修正系数及其物理意义，伯诺利方程的几何表示，动量方程的熟练应用。  |        |
| 1. 研究流体运动的两种方法   | 1 学时   |
| 欧拉法、拉格朗日法及其关系，欧拉法中加速度流场的描述。  |        |
| 2. 流体运动学的基本概念  | 1 学时   |
| 稳定流和非稳定流，流线和迹线，流管、流束和总流，有效断面、流量和平均流速。  |        |
| 3. 连续性方程   | 1.5 学时 |
| 一元流体流动的连续性方程，空间流体流动的连续性方程。   |        |
| 4. 理想流体运动微分方程及流线伯努利方程  | 1.5 学时 |
| 理想流体运动微分方程（欧拉方程）的推导，理想流体沿流线的能量方程（伯诺利方程）的推导。  |        |
| 5. 实际流体总流的伯努利方程  | 5 学时   |
| 实际流体总流的能量方程（伯诺利方程）的推导，缓变流断面和动能修正系数的概念、特性、引入意义，伯诺利方程的应用（一般的水力计算、节流式流量计、测速管、流动吸力等），水头线及水力坡降。   |        |
| 6. 泵对液流能量的增加   | 1 学时   |
| 管路中设有泵站系统情况下，管流伯努利方程的应用，泵的排量、扬程和功率。  |        |
| 7. 定常总流的动量方程及其应用   | 3 学时   |
| 稳定流动量方程的应用（弯管水力计算问题、射流的反推力及自由射流对挡板的冲击力计算）。   |        |
| 第四章 流体阻力和水头损失  | 14 学时  |
| <b>本章重点难点：</b> 水力半径、当量直径等基本概念及相关计算，流动阻力产生的原因，雷诺实验，层流、紊流的特征及判别标准，实际流动运动微分方程式的应用，量纲分析的瑞利法及 $\Pi$ 定理，牛顿数及常用相似准数，圆管层流流动规律，紊流的基本概念，层流边层、水力光滑管与水力粗糙管，沿程水力摩擦系数的实验分析，莫迪图的理解及应用，沿程水头损失及局部水头损失的计算。 |        |
| 1. 管路中流动阻力产生的原因及分类   | 1 学时   |
| 湿周、水力半径、粗糙度等基本概念，流动阻力产生原因（内因及外因），水头损失的分类。  |        |
| 2. 两种流体状态及判别标准   | 1 学时   |
| 雷诺实验，层流、湍流流态的定义、特征及判别标准，雷诺数。   |        |
| 3. 实际流体运动微分方程式   | 2.5 学时 |
| 实际流动运动微分方程式（ $N\sim S$ 方程）的推导思路简介、意义及其应用。  |        |
| 4. 因次分析和相似原理   | 3 学时   |
| 量纲和谐性原理，量纲分析的瑞利法及 $\Pi$ 定理，流动相似的几何相似、运动相似和动力相似，常用相似准数（雷诺数、富劳德数、欧拉数等的定义及物理意义）。  |        |
| 5. 圆管层流分析  | 1 学时   |
| 应用 $N\sim S$ 方程分析圆管层流的流速分布、流量、切应力以及沿程水头损失等，得到圆管层流流动规律。   |        |
| 6. 圆管湍流分析  | 4 学时   |
| 湍流的产生原理和特性，湍流的时均流场与脉动，基本方程，流速分布，层流边层、湍流水   |        |

力光滑、水力粗糙的定义。计算沿程水头损失的达西公式，沿程水力摩阻系数的实验分析及求解，莫迪图的理解及应用。

7. 非圆管沿程水头损失 0.5 学时

非圆管的当量直径，沿程水头损失计算方法。

8. 局部水头损失 1 学时

局部水头损失产生的原因及包达公式的应用，局部水力摩阻系数的确定。

第五章 压力管路的水力计算 9 学时

**本章重点难点：**压力管路、管路特性曲线、串联、并联、长管、短管、孔口、管嘴等基本概念，长管、短管及复杂管路的水力计算及其管路特性曲线，串并联管路的水力特征，能量方程在孔口与管嘴出流中的应用，孔口、管嘴出流流量的基本计算公式。

1. 简单长管的水力计算 2 学时

压力管路、长管和短管、简单管路和复杂管路等基本概念，管路特性曲线，工程中常见的长管计算的三类问题，简单长管的水力计算。

2. 复杂长管的水力计算 2 学时

复杂长管（串联管路、并联管路以及分支管路）的水力计算及实例。

3. 短管的水力计算 1 学时

综合阻力系数、作用水头的概念及其理解，短管的水力计算及综合实例。

4. 孔口和管嘴泄流 2 学时

孔口、管嘴的定义、特点，孔口、管嘴出流流量的计算及比较。

5. 压力管路中的水击现象 2 学时

水击的定义、产生原因，水击波的传播过程，水击分类，水击压力的计算，水击的预防。

第六章 边界层理论基础 7 学时

**本章重点难点：**边界层概念，量级对比法，边界层微分方程，边界层动量积分关系式及应用，平板阻力的估算，边界层的分离现象。

1. 边界层概念 1 学时

边界层概念，流态，边界层厚度。

2. 边界层微分方程式 1 学时

量级对比法，边界层微分方程。

3. 边界层动量积分方程及应用 2 学时

边界层动量积分方程与应用分析。

4. 平板边界层近似计算 2 学时

层流平板边界层近似计算，湍流平板边界层近似计算，平板混合边界层近似计算。

5. 边界层分离现象 1 学时

边界层的分离现象，分离过程及原因。

机动 2 学时

实验课 6 学时

1. 流量计实验

2. 流动状态实验

3. 沿程阻力实验

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《工程流体力学》，倪玲英主编，中国石油大学出版社，2012。

2. 《工程流体力学》，袁恩熙主编，石油工业出版社，1986。

3. 《流体力学》，丁祖荣编著，高等教育出版社，2003。

4. 《流体力学》，许维德，国防工业出版社，1989。

5. 《流体力学》，张兆顺，崔桂香，清华大学出版社，2006。

6. 《流体力学》（上下册），周光炯等，高等教育出版社，2000。

7. 中国石油大学(华东)工程流体力学精品课程网站：<http://jpkc.upc.edu.cn/jpkc/C76/zcr-1.htm>。

# 02223 《船舶原理》教学大纲

英文名称: Principles of Naval Architecture

课程编码: 02223

学分: 4

参考学时: 64

实验学时: 4

上机学时: 0

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 李志刚

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《船舶原理》是船舶与海洋工程专业的一门重要的专业课。其目标是使学生对船舶及海洋结构的基本原理有一个全面和深入的认识, 并可以进行一些基本的计算, 以便在今后的学习和工作中正确处理与船舶和海洋结构有关的技术问题。

## 二、基本要求

通过学习本课程, 学生应掌握船舶的主要要素, 理解并掌握船舶浮性、稳性、抗沉性、船舶阻力和耐波性的概念及基本计算方法, 掌握船舶推进和操纵的基本概念。能够进行基本的船舶静力学和船舶阻力计算。本课程的预修课程为工程力学和流体力学。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 船体形状与近似计算

**本章重点难点:** 船体近似计算方法

1. 船体形状的表达 1 学时

船舶主要尺度、船型系数和型线图。

2. 船体近似计算

船体型表面的近似计算方法; 2 学时

船舶近似计算的内容。 2 学时

### 第二章 船舶浮性

**本章重点难点:** 船舶排水量和浮心的计算

1. 概述 2 学时

船舶浮性的概念, 船舶平衡条件, 船舶浮态的表达。

2. 船舶重量与重心的计算 0.5 学时

船舶重量与重心的计算方法, 船舶重量的构成。

3. 船舶排水量与浮心的计算

船舶排水量和浮心位置的纵向计算法和垂向计算法; 2 学时

排水量曲线, 漂心、浮心坐标曲线, 横剖面面积曲线。 2 学时

4. 船舶在纵倾状态下的排水量和浮心位置的计算 1.5 学时

邦戎曲线的构成、绘制和使用, 费尔索夫图谱。

5. 船舶在任意浮态下的排水量和浮心位置的计算 0.5 学时

符拉索夫曲线的内容、绘制和使用方法。

6. 航区水密度改变对船舶浮态的影响 1 学时

航区水密度变化时船舶浮态的计算。

7. 浮性衡准 0.5 学时

储备浮力的概念, 载重线标志。

### 第三章 船舶稳性

**本章重点难点:** 初稳性, 船舶静稳性曲线及其计算, 动稳性。

1. 稳性概述 1 学时

稳性、复原力矩的概念, 主要研究内容、研究方法, 稳性的分类。

2. 初稳性 1.5 学时

|  |        |
|--|--------|
| 初稳性公式、初稳性高及其计算方法。                              |        |
| 3. 船舶静水力曲线图                                    | 0.5 学时 |
| 船舶静水力曲线图的构成内容和使用。                              |        |
| 4. 船舶运行状态对浮态和初稳性的影响                            |        |
| 移动重物对船舶浮态和稳性的影响；                               | 1 学时   |
| 装卸小量货物对船舶浮态和稳性的影响；                             | 1 学时   |
| 自由液面的影响，悬挂重物的影响。                               | 0.5 学时 |
| 5. 船舶倾斜试验                                      |        |
| 船舶倾斜试验的目的、原理、实施方法和注意事项。                        | 1 学时   |
| 6. 大倾角稳性                                       |        |
| 大倾角稳性的主要研究内容，船舶静稳性曲线及其计算方法；                    | 2 学时   |
| 稳性横截曲线，进水角和进水角曲线，自由液面等因素的影响。                   | 1 学时   |
| 7. 动稳性   |        |
| 动稳性的概念，动稳性曲线，静稳性曲线和动稳性曲线的应用。                   | 2 学时   |
| 8. 稳性的影响因素和改善稳性的措施                             | 0.5 学时 |
| 重心高度、船体几何要素等对稳性的影响，改善船舶稳性的措施。                  |        |
| 9. 船舶稳性的校核与衡准                                  | 1 学时   |
| 与稳性衡准有关的规范和规定，稳性衡准数及其计算。                       |        |
| 10. 移动式平台的稳性                                   | 1 学时   |
| 坐底式平台、自升式平台和半潜式平台的稳性计算概述。                      |        |
| 第四章 船舶抗沉性                                      |        |
| <b>本章重点难点：</b> 舱室进水后浮态和稳性的计算，可浸长度计算，分舱因数和许用舱长。 |        |
| 1. 进水舱的分类及渗透率                                  | 0.5 学时 |
| 进水舱室的分类、渗透率的概念。                                |        |
| 2. 舱室进水后浮态和稳性的计算                               | 2 学时   |
| 不同舱室进水后的计算方法。                                  |        |
| 3. 可浸长度计算                                      | 2 学时   |
| 可浸长度的计算方法。                                     |        |
| 4. 分舱因数和许用舱长                                   | 0.5 学时 |
| 分舱因数，许用舱长的确定。                                  |        |
| 5. 抗沉性衡准                                       | 0.5 学时 |
| 船舶分舱和破舱稳性的有关公约和规则，主要抗沉性要求及衡准。                  |        |
| 第五章 船舶快速性                                      |        |
| <b>本章重点难点：</b> 船舶阻力相似理论和阻力换算，船舶摩擦阻力的计算。        |        |
| 1. 概述  | 0.5 学时 |
| 船舶快速性的概念，快速性的主要内容。                             |        |
| 2. 船舶阻力的构成                                     | 1 学时   |
| 船舶阻力的分类，粘性阻力、兴波阻力和附加阻力的成因和特点。                  |        |
| 3. 船舶阻力估算方法                                    |        |
| 相似理论和阻力换算；                                     | 1.5 学时 |
| 估算船舶阻力的近似方法；                                   | 1.5 学时 |
| 船舶摩擦阻力的计算；                                     | 1 学时   |
| 兴波阻力的估算；                                       | 1.5 学时 |
| 附加阻力的估算。                                       | 0.5 学时 |
| 4. 船模试验及船舶阻力换算方法                               | 2 学时   |
| 船模试验设备构成及特点，船模试验方法及内容，结合船模试验的阻力换算方法。           |        |

|  |      |
|--|------|
| 5. 船舶推进  | 1 学时 |
| 船舶推进器, 螺旋桨的几何特征, 设计螺旋桨时应考虑的因素。                         |      |
| 6. 船、机、桨的配合  | 1 学时 |
| 船舶推进效率, 主机、船体和螺旋桨之间的互相影响与阻力损失, 主机功率、螺旋桨输出功率和有效功率的计算方法。 |      |
| 第六章 船舶操纵性  |      |
| <b>本章重点难点:</b> 航向稳定性, 船舶回转运动。                          |      |
| 1. 概述  | 1 学时 |
| 船舶操纵性的概念, 主要研究内容。                                      |      |
| 2. 操纵性要求   | 2 学时 |
| 航向稳定性及其衡量指标, 船舶回转运动及其评价指标。                             |      |
| 3. 船舶操纵性的影响因素及改善措施                                     | 2 学时 |
| 操纵性标准, 舵的几何要素、种类、基本的设计思想, 船舶操纵性的影响因素。                  |      |
| 第七章 船舶耐波性  |      |
| <b>本章重点难点:</b> 船舶在波浪上的运动                               |      |
| 1. 概述  | 1 学时 |
| 船舶耐波性的概念及主要内容。   |      |
| 2. 船舶在波浪上的运动   | 2 学时 |
| 船舶在波浪上的运动形式, 船舶摇荡运动及运动方程。                              |      |
| 3. 船舶横摇、纵摇与垂荡  | 2 学时 |
| 船舶横摇的基本概念、横摇微分方程、横摇水动力系数。                              |      |
| 船舶纵摇与垂荡的基本概念和相关系数计算。                                   |      |
| 4. 耐波性的影响因素  | 1 学时 |
| 耐波性的影响因素, 耐波性指标和改善措施。                                  |      |
| 5. 耐波性指标与实船试验  | 1 学时 |
| 船舶耐波性的单项指标和综合性指标, 耐波性实船试验的种类和实施方法。                     |      |
| <b>实验</b>  |      |
| 1. 船舶稳性实验。   | 2 学时 |
| 2. 船舶横摇实验。   | 2 学时 |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                                     |      |
| 1. 《船舶工程基础》, 李志刚, 中国石油大学出版社, 2011;                     |      |
| 2. 《船舶原理》, 盛振邦等, 上海交通大学出版社, 2004;                      |      |
| 3. 《船舶结构与设备》, 马家法等, 大连海事大学出版社, 2000;                   |      |
| 4. 《船舶静力学》, 盛振邦等, 上海交通大学出版社, 1992;                     |      |
| 5. 《船舶阻力》, 邵世明等, 国防工业出版社, 1995;                        |      |
| 6. 《船舶推进》, 王国强等, 国防工业出版社, 1985;                        |      |
| 7. 《船舶操纵性与耐波性》, 吴秀恒, 人民交通出版社, 1999;                    |      |

# 02225 《船舶强度与结构设计》教学大纲

英文名称: Ship Strength and Structure Design

课程编码: 02225

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 李昌良

系(教研室)主任: 娄敏

## 一、课程目标

使学生掌握船体强度分析基本理论和结构设计主要方法。包括船体所受各种载荷计算, 结构响应分析, 强度标准, 结构设计概念和过程。对船体强度和结构设计学科发展趋向有所了解, 使学生具备进行实船结构设计和强度分析以及从事有关科学研究的知识 and 能力。

## 二、基本要求

在本课程学习之前, 应掌握材料力学、船舶结构力学等课程的基本知识。学生学完本课程之后, 应掌握和了解以下内容:

1. 对船体外载荷的基本概念和求解方法有明确的认识。
2. 理解总纵强度分析的基本概念并熟练地进行总纵强度分析。
3. 能熟练构建船体结构的计算模型, 并对其进行强度分析。
4. 理解型材剖面、船体中剖面、船体结构规范设计的基本概念并熟练对其进行设计。
5. 理解应力集中的基本概念并对甲板和上层建筑中的应力集中部位进行加强设计。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

2 学时

**本章重点难点:** 强度校核常用的许用应力法; 结构设计的规范设计。

1. 本课程的任务、内容、要求;
2. 强度计算的常用方法;
3. 结构设计的基本原理和常用方法。

### 第二章 船舶静置在波浪上的外力计算

4 学时

**本章重点难点:** 重量曲线, 静水浮力曲线的计算, 静水剪力和弯矩的计算。

1. 船体梁受力与变形;
2. 重量曲线;
3. 静水浮力曲线的计算方法过程;
4. 静水载荷曲线; 剪力曲线; 弯矩曲线的计算方法和过程;
5. 静置于波浪上的剪力和弯矩计算: 坦谷波要素, 船舶平衡位置的确定, 附加剪力和弯矩计算。

### 第三章 总纵强度计算

6 学时

**本章重点难点:** 船体总纵弯曲应力的第一近似计算, 总纵弯曲应力的逐次近似计算, 总合应力与强度校核。

1. 船体总纵弯曲应力的第一近似计算等值梁的概念, 构件计入等值梁的条件, 等值梁剖面要素计算弯曲应力计算。

2. 总纵弯曲应力的逐次近似计算: 折减计算的概念和方法, 等值梁折减计算, 折减后的弯曲正应力。

3. 总合应力与强度校核: 强力构件应力合成计算的方法, 许用应力的确定方法, 强度校核方法。

4. 极限弯矩计算: 过载能力的概念, 极限弯矩的定义和计算方法。

### 第四章 船体局部强度分析

4 学时

**本章重点难点：**船体结构的计算简图，船底板架和甲板板架的强度分析。

局部强度计算的力学模型；局部强度外力确定；船体骨架中的带板；局部强度计算方法。

#### 第五章 型材剖面设计

4 学时

**本章重点难点：**型材剖面要素计算；型材剖面要素的力学特性。

型材种类和特点；型材剖面要素计算；型材剖面要素的力学特性；型材剖面的优化设计；优化设计的数学表示方法，求解法，设计步骤和方法。

#### 第六章 船体中剖面计算法设计

4 学时

**本章重点难点：**根据总纵强度的要求进行外板和甲板设计。

设计基本任务和设计要求；中剖面纵向构件相当厚度的确定；纵向加筋板的设计；考虑构件剖面折减后的中剖面设计。

#### 第七章 船体结构规范法设计

4 学时

**本章重点难点：**规范对总纵强度的要求，外板和甲板设计，双层底设计，底部骨架设计，舷侧骨架设计，甲板骨架设计。

1. 船体结构规范通则：我国规范对主尺度和结构名称的规定，我国规范适用范围。
2. 规范对总纵强度的要求：规定中横剖面模数的要求值，计算公式和要求。
3. 外板和甲板设计：规范规定的设计标准，计算和选取方法。
4. 双层底设计：双层底的结构特点，受力情况，设计标准和计算方法。
5. 舷侧骨架的结构和受力特点，设计标准和计算方法。
6. 甲板骨架的结构和受力特点，设计标准和计算方法。

#### 第八章 应力集中

2 学时

**本章重点难点：**应力集中，防止应力集中破坏的结构措施。

应力集中与应力集中系数；开口的应力集中及降低角隅处应力集中的措施。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《船体强度与结构设计》，王杰德等编著，国防工业出版社，1995；
2. 《船体强度与结构设计》，杨代盛编著，国防工业出版社，1981；
3. 《船舶计算结构力学》，张圣坤等编著，上海交通大学出版社，2002。



# 02227 《船舶结构与制图》教学大纲

英文名称: Ship Structure & Graphing

课程编码: 02227

学分: 3

参考学时: 48

实验学时:

上机学时: 24

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 王宏涛

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《船舶结构与制图》是船舶与海洋工程专业的一门专业基础课程。目的是使学生通过学习船体图样的主要内容和表达方法,熟悉船体制图的国家 and 行业标准及有关规定。课程的主要任务是通过讲授使学生了解船舶设计与制造过程中的图示和图解问题,培养学生绘制和阅读船体图样的能力,以及培养学生对船体工程中空间几何问题的想象与解决能力。

## 二、基本要求

《船舶结构与制图》主要讲授运用正投影法绘制船体图样,并介绍在船舶设计和建造过程中遇到的空间几何问题的理论和方法,是一门理论与实践相结合的专业基础课程。学习本课程需要具备工程制图方面的基本知识。需要先修的课程有:工程制图。学习完本课程后,学生应具有绘制和阅读船体图样的能力,并能解决船舶工程中的实际图解问题。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论

0.5 学时

**本章重点难点:** 船图的分类、船图的历史沿革。

1. 船体图样的分类与作用
2. 船体图样的发展沿革
3. 关于本课程学习方法的建议

第一章 船体图样和船舶标准

2.5 学时

**本章重点难点:** 船体图样的相关标准及送审图样,船体制图的基本表达方法,船体图样的图线及表达内容。

1. 船体图样的相关标准及送审图纸  
船舶设计与图纸,船体制图的一般规定,船体图样中的图形符号。
2. 船体图样的投影体系与表达方式  
投影体系与图名,船体图样的表达方法。
3. 船体制图图线及其应用
4. 金属船体构件理论线  
金属船体构件理论线的基本原则及其它规定。

5. 船舶焊缝符号及标注

焊缝形式,焊缝符号。

第二章 型线图

3.5 学时

**本章重点难点:** 型表面与型线的概念,型线的投影;型值与型表面,型线与型表面的关系;船体表面求作任意几何要素、梁拱作用、舷弧线(甲板边线)作图等几个基本作图方法;型线三个视图之间的空间关系。

1. 船体型表面与主尺度  
船体型表面及特殊型线,船体形状的描述,船体主尺度。
2. 型线图的基本视图  
纵剖线图,横剖线图,半宽水线图,型线图的布置。
3. 型值表  
型值,型值表。

#### 4. 型线图的标注

编号与标注，尺寸标注。

#### 5. 型线图绘制与识读

绘制格子线，绘制肋位线，轮廓线的绘制，横剖线的绘制，半宽水线的绘制，纵剖线图的绘制，其它图线的绘制，型表面上几何要素的求作。

### 第三章 总布置图

2.5 学时

**本章重点难点：**总布置图的表达方法，总布置图的常用图线及应用范围，熟悉的图形符号，识读总布置图。

#### 1. 总布置图表达方法的特点

图形符号表示，视图省略尺寸。

#### 2. 总布置图的组成和画法

侧面图的画法，甲板和平台图的画法，舱底图的画法，总布置图的图线应用，总布置图的图形符号及梯道表达特点。

#### 3. 总布置图的表示内容及识读方法

布置图表示的内容，识读总布置图。

#### 4. 总布置图的绘图步骤

### 第四章 节点图

2.5 学时

**本章重点难点：**几种基本型材（板材、角钢、T 型材、球扁钢）的图示方法和尺寸标注，节点图的绘制方法，船体构件的连接方法和节点形式以及各种构件的空间关系。

#### 1. 船体板材与各种型材的视图表达和尺寸标注

板材的表达方法，板材与肘板的尺寸标注，常用型材的画法及尺寸标注，型材的端部形式。

#### 2. 板材和型材的连接画法

板与板的连接，型材与型材的连接，板材与型材的连接，型材的贯穿，结构上的流水孔、透气孔和通焊孔。

#### 3. 典型节点读图

典型节点图例，典型节点及尺寸标注举例。

#### 4. 绘制节点图

### 第五章 船体主要结构与中横剖面图

2.5 学时

**本章重点难点：**三种基本船体骨架形式，船体甲板、舷侧和船底结构的形式和特点、构件名称，横剖面图的绘制方法，各种船体结构、船体构件的连接方法和节点形式，横剖面图的节点处理。

#### 1. 船体强度与船体骨架

#### 2. 船体骨架的结构形式

#### 3. 船体基本结构（一）

船底结构、舷侧结构、甲板结构、舱口结构、舷墙、支柱。

#### 4. 典型横剖面结构

#### 5. 中横剖面图

### 第六章 船体结构与基本结构图

1.5 学时

**本章重点难点：**船体构件的名称、形式和特点，基本结构图的绘图方法，船体艏艉结构的骨架形式，基本结构图各构件之间的空间关系。

#### 1. 船体基本结构（二）

艏艉结构，艏、艉柱结构，舱壁结构。

#### 2. 基本结构图

基本结构图的表达内容，基本结构图的绘制。

### 第七章 肋骨型线图与外板展开图

2.0 学时

**本章重点难点：**肋骨型线图和在外板展开图的绘图方法，肋骨型线图和在外板展开图中船体构件

与外板交线的表达方式，两图中板缝线的绘制，布板原则在实际作图中的应用。

1. 肋骨型线图

肋骨型线图的组成、表达内容和图线的运用，绘制肋骨型线图。

2. 外板与甲板板

外板，甲板板。

3. 外板展开图

外板展开图的表达内容及特点，外板展开图的图线应用，绘制外板展开图。

第八章 船体分段划分与分段结构图

1.5 学时

**本章重点难点：**分段划分与加工工艺的关系及其相关的技术要求，分段结构图中各种构件的空间关系和节点详图的使用与表达，分段结构图的正确表达与标注。

1. 分段划分图的组成、表达内容和特点

分段划分图的视图，船体分段的编号，分段划分图的特点，分段划分图绘制方法和步骤。

2. 船体分段结构图

分段结构图的作用，分段结构图的组成和表达内容，分段结构图的绘制方法和步骤。

第九章 船体舾装图简介

1.5 学时

**本章重点难点：**船体舾装图样，舾装布置图的绘制与读识，舵系布置图、锚泊布置图的绘制与读识。

1. 舾装设备布置图

舾装设备布置图的特点，各种典型舾装布置图，舵装置图，其它船体舾装布置图。

2. 舾装结构图

舵设备结构图，锚设备结构图，其它舾装结构图。

第十章 计算机船舶绘图基础

3.5 学时

**本章重点难点：**CAD 的环境设置，CAD 操作的基本命令。

1. 概述

AutoCAD 的功能特点，AutoCAD 的绘图环境。

2. 用户绘图环境设置

绘图单位与幅面，绘图辅助工具，绘图的常用术语，层的概念及线型和色彩设置。

3. 基本作图

坐标系，数据的输入，命令的输入与执行，基本绘图命令及选项。

4. 图形显示控制

图形缩放，图形移动。

5. 图形编辑

目标选择的方式，基本图形编辑命令。

6. 块的定义与应用

7. 图样文本标注

建立文本样式，文本标注。

8. 图样尺寸标注

9. 船体图样绘制示例

绘型线图，绘结构和节点图，绘总布置图。

10. 绘图机输出

四、教材及主要参考资料

1. 《船体结构与制图》（第2版），龚昌奇，刘益清，谢玲玲编著，国防工业出版社，2013；
2. 《船体制图》，杨永祥主编，人民交通出版社，2011；
3. 《船舶设计原理》（第二版），顾敏童主编，上海交通大学出版社，2001；
4. 《船舶建造工艺》，陆伟东编著，上海交通大学出版社，1991。

# 02228 《船舶设计原理》教学大纲

英文名称: Principles of Ship Design

课程编码: 02228

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 王宏涛

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《船舶设计原理》是船舶与海洋工程专业的核心课程。本课程以船舶总体设计为主线,要求学生掌握船舶总体设计的基本概念、原理和方法,指导学生将基础和专业理论知识综合运用于船舶设计,使学生了解船舶设计的思维方式和方法,重点是提高学生对船舶设计实际问题的综合分析解决能力。

## 二、基本要求

本课程主要介绍船舶总体设计的基本原理和方法。学习本课程需要具备船舶原理、船体结构、船舶建造等方面的专业基础知识。要求先修的课程有:船舶结构与制图、船舶原理、船舶流体力学、船舶结构力学。学习完本课程后学生应能综合运用这些知识来分析和解决船舶总体设计中的各种问题:

1. 了解船舶设计工作的一般方法;
2. 了解船舶法规与船舶设计之间的关系,掌握载重线、完整稳性和破舱稳性、船舶吨位丈量的概念和相应的计算方法;
3. 了解船舶重量重心与总体性能的关系,空船重量、载重量和重心的估算方法;
4. 掌握船舶总体设计中舱容的校核与估算以及船舶的布置地位;
5. 了解新船总体设计方案构思的基本方法,主尺度的分析和选择步骤,主尺度和主要性能的估算方法,船舶经济性估算的基本原理和方法;
6. 了解横剖面面积曲线的要素特征、生成及改造方法,型线图设绘的基本方法;
7. 掌握船舶总布置设计的工作内容和方法;
8. 了解计算机辅助船舶设计系统,船舶尺度方案的优化,船舶型线生成的计算机方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 船舶设计概要

2 学时

**本章重点难点:** 船舶设计工作的一般方法,设计阶段的划分以及各阶段设计工作的内容。

1. 船舶设计的特点和要求;
2. 船舶设计工作方法;
3. 船舶设计阶段的划分和工作内容。

### 第二章 海船法规的相关内容

5 学时

**本章重点难点:** 船舶法规与船舶设计之间的关系,载重线法规和最小干舷的计算方法,法规对完整稳性的要求,法规破舱稳性规定对船舶分舱的要求,吨位的作用和吨位的计算方法,船舶消防法规以及消防法规对船舶结构防火的要求。

1. 船舶载重线;
2. 完整稳性;
3. 分舱与破舱稳性;
4. 船舶吨位丈量;
5. 船舶消防。

### 第三章 船舶重量与重心

4 学时

**本章重点难点:** 船舶重量重心与总体性能的关系,设计中估算和控制船舶重量重心的重要性和复杂性,船舶重量的分类和典型装载情况,船舶主要要素对空船重量的影响关系,空船重量和

载重量以及重心的估算方法，重力和浮力的平衡方法。

1. 空船重量估算；
2. 载重量估算；
3. 排水量的初步估算和重力与浮力的平衡；
4. 重心估算。

#### 第四章 舱容和布置地位

3 学时

**本章重点难点：**船舶总体设计中对建筑地位的考虑，新船所需容积的估算方法，船舶容积计算及平衡方法，布置地位型船舶的布置地位和设计中的考虑。

1. 新船所需的舱容；
2. 舱容的校核与计算；
3. 船舶的布置地位。

#### 第五章 方案构思与主尺度选择

4 学时

**本章重点难点：**新船总体设计方案构思的基本方法，船舶各项技术性能与主要要素之间的关系，主要性能的分析与估算方法，确定新船主要要素的方法和步骤，新船主要要素优选的原理和方法，船舶经济性估算的基本原理和方法。

1. 总体设计方案构思；
2. 主尺度的分析和选择步骤
3. 主尺度和主要性能的估算方法；
4. 设计方案的优化与技术经济性评估。

#### 第六章 型线设计

4 学时

**本章重点难点：**横剖面面积曲线的要素特征、生成及改造方法，型线的形状特征和参数的选择方法，型线图设绘的基本方法，各种特殊型线的特点、设计和应用原理。

1. 横剖面面积曲线；
2. 型线几何形状特征和参数的选择；
3. 型线图设绘方法；
4. 特殊的首尾型线。

#### 第七章 总布置设计

4 学时

**本章重点难点：**船舶总布置设计的工作内容和要求，总体布局区划与布置的原理和方法，浮态调整的原理和方法，舱室布置和通道布置的要求和方法，船舶主要舾装设备配备和布置的基本要求。

1. 总体布局的区划；
2. 浮态调整；
3. 舱室和通道的布置；
4. 主要舾装设备布置；
5. 外部造型与内装设计。

#### 第八章 计算机辅助船舶设计简介

3 学时

**本章重点难点：**计算机辅助船舶设计系统，船舶尺度方案的优化、船舶型线生成的计算机方法和计算机辅助总布置设计。

1. 计算机辅助船舶设计系统；
2. 船舶主要尺度方案的优选；
3. 型线生成的计算机方法；
4. 计算机辅助总布置设计。

#### 第九章 海洋移动式平台设计

3 学时

**本章重点难点：**移动式平台在海洋工程中的作用，移动式平台与船舶的主要区别和性能特点。

1. 海洋平台的环境载荷；
2. 平台总体性能；

3. 移动式平台总体设计简介。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《船舶设计原理》（第二版），顾敏童主编，上海交通大学出版社，2001；
2. 《船舶设计原理》，刘寅东主编，国防工业出版社，2010；
3. 《船舶设计实用手册》（总体分册），中国船舶工业总公司编，国防工业出版社，1998；
4. 《船舶与海上设施法定检验规则》（国际航行海船法定检验技术规则），中华人民共和国海事局，人民交通出版社，现行版。

# 02229 《船舶建造技术》教学大纲

英文名称: Building Technology of Ship

课程编码: 02229

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 包兴先

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《船舶建造技术》是船舶与海洋工程专业的一门重要的专业必修课。其目标是使学生对船舶建造的基本过程、主要内容、主要工艺和主要方法有一个全面的认识。

## 二、基本要求

通过学习本课程,学生应掌握船舶建造的基本过程、主要内容和主要工艺方法,了解常见的造船设备,以及船厂布置等方面的内容。本课程的预修课程为船舶原理。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 造船概述

**本章重点难点:** 造船工艺的内容和工艺流程。

1. 造船工艺的内容和工艺流程 1 学时  
船体建造的基本工艺过程和主要工作内容。
2. 船厂的类型及总布置 1 学时  
船厂的主要车间及其总体布置原则。
3. 现代造船模式 1 学时  
船舶建造方法的演变,现代造船模式及其发展趋势。

### 第二章 船体放样与号料

**本章重点难点:** 船体型线放样,船体构件展开。

1. 船体放样概述 1.5 学时  
船体放样的概念和主要工作内容。
2. 船体结构放样 1.5 学时  
船体型线放样,船体结构线放样,船体构件展开,样板和号料,计算机船体放样。

### 第三章 船体钢料加工

**本章重点难点:** 构件的成组分类方法。

1. 船体成组方法 2 学时  
成组方法,构件的成组分类方法。
2. 船体钢料加工 2 学时  
船体钢材预处理,船体构件的边缘加工方法,船体构件的成形加工方法。

### 第四章 船体结构预装配焊接工艺

**本章重点难点:** 船体部件装配焊接工艺,船体分段装配焊接工艺,船体总段装配焊接工艺。

1. 概述 2 学时  
船体结构预装配焊接的常用工艺及装备。
2. 船体结构的预装焊 2 学时  
船体部件装配焊接工艺,船体分段装配焊接工艺,船体总段装配焊接工艺,船体分段制造生产线,分段的临时加强及吊运翻身。

### 第五章 船体总装

**本章重点难点:** 船体总装方式,船台(船坞)装配焊接工艺,船体建造精度管理。

1. 概述 2 学时  
船台的类型及其工艺装备,船体总装方式。

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| 2. 船体总装                               | 2 学时   |
| 船体总装的准备工作, 船台(船坞)装配焊接工艺, 船体建造的精度管理。   |        |
| 第六章 船舶舾装和涂装                           |        |
| <b>本章重点难点:</b> 壳、舾、涂一体化技术。            |        |
| 1. 船舶舾装                               | 1.5 学时 |
| 船舶舾装的工作内容, 作业模式。船体、机舱和电气系统的舾装。        |        |
| 2. 船舶涂装                               | 1.5 学时 |
| 船舶涂装的工作内容和作业模式。                       |        |
| 3. 壳、舾、涂一体化技术                         | 1 学时   |
| 第七章 造船生产设计                            |        |
| 1. 概述                                 | 1 学时   |
| 建造方案、分段划分和总装的生产设计内容。                  |        |
| 2. 中间产品制造、零件加工的生产设计内容                 | 1 学时   |
| 图标种类及其特征。                             |        |
| 第八章 船舶下水                              |        |
| <b>本章重点难点:</b> 船舶下水的主要方法和设施。          |        |
| 1. 船舶下水方法                             | 1 学时   |
| 常见的船舶下水方法和设施。                         |        |
| 2. 重力式下水                              | 1.5 学时 |
| 重力式下水的分类、相关设施和实施方法。                   |        |
| 3. 漂浮式下水                              | 1.5 学时 |
| 漂浮式下水的相关设施和实施方法。                      |        |
| 第九章 船舶试验与交船                           |        |
| <b>本章重点难点:</b> 各种试验的内容和交船程序。          |        |
| 1. 概述                                 | 1 学时   |
| 船舶试验和交船的基本程序和主要内容。                    |        |
| 2. 船舶试验                               | 1.5 学时 |
| 船体密性试验、系泊试验和航行试验的主要工作内容和方法。           |        |
| 3. 交船                                 | 1.5 学时 |
| 交船的基本程序和主要内容。                         |        |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                    |        |
| 1. 《船舶建造工艺学》, 徐兆康编著, 人民交通出版社, 2000;   |        |
| 2. 《船舶建造工艺》, 魏莉洁编著, 哈尔滨工程大学出版社, 2006。 |        |



# 02230 《海洋工程设计软件应用》教学大纲

英文名称: The Application of Offshore Engineering Software

课程编码: 02230

学分: 2

参考学时: 28

实验学时:

上机学时: 4

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 王腾

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《海洋工程设计软件技术》是为船舶与海洋工程专业开设的一门必修课程。通过本课程的学习,使学生能够深刻理解和掌握有限单元法的基本思想和求解原理。目的是在海洋工程结构分析原理与实际应用之间架起一座桥梁,使学生了解并掌握海洋工程结构有限元分析的基础理论、计算方法、分析手段。并熟练掌握有限元软件的使用方法、步骤和分析计算结果的方法,并在设计工作中应用这些理论、方法和手段进行海洋工程结构力学响应分析。

## 二、基本要求

本课程的先修课程有:高等数学、线性代数、材料力学、理论力学、海洋工程环境。通过对本课程的学习,学生应该能够结合有限元法的理论基础,运用有限元软件对海洋结构物进行建模、施加环境荷载、求解并对数据结果进行分析,解决简单的工程实际问题。

## 三、教学内容与学时分配建议

第一章 AQWA 软件基本原理 6 学时

**本章重点难点:** AQWA 水动力学荷载基本理论。

1. 有限单元法的基本思想和求解原理 2 学时

2. AQWA 模块及理论介绍 4 学时

AQWA 软件模块组成及功能, AQWA 求解风浪流荷载的基本原理。

第二章 workbench 建模操作 8 学时

**本章重点难点:** 自底向上建模的操作方法。

1. Workbench 环境介绍 2 学时

2. 工作平面的概念,有限元模型的直接建立方法,自底向上建模 2 学时

3. 自底向上建模操作 2 学时

4. 概念模型 2 学时

第三章 网格划分 2 学时

**本章重点难点:** 网格划分器的使用。

网格划分的过程,网格划分控制,实体模型网格划分,网格检查。

第四章 加载和求解 2 学时

**本章重点和难点:** 位移约束,三种载荷。

边界约束的施加,集中载荷、面载荷和体载荷的加载方法,求解方法。

第五章 后处理 2 学时

**本章重点难点:** 数据提取及应力云图应用。

通用后处理方法,等值线,单元表应用,图表显示应用。

第六章 管柱结构波浪荷载计算 6 学时

**本章重点难点:** pipe59 单元的正确应用。

1. 管柱 pipe59 单元介绍及数据表参数物理意义 2 学时

2. 管柱结构 Morison 波浪荷载计算 2 学时

3. 上机操作 2 学时

第七章 船体波浪荷载及响应计算 6 学时

**本章重点难点:** AQWA 软件操作及数据处理。

- |                       |      |
|-----------------------|------|
| 1. AQWA line 波浪荷载操作计算 | 2 学时 |
| 2. 船体响应结果的分析          | 2 学时 |
| 3. 上机操作               | 2 学时 |

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《ANSYS AQWA Help in Workbench》，ANSYS Inc.，ANSYS，2012；
2. 《ANSYS Workbench 14.0 超级学习手册》，黄志新、刘成柱编著，人民邮电出版社，2012；
3. 《有限元原理与 ANSYS 应用指南》，商跃进，清华大学出版社，2004。

# 02231 《船舶可靠性》教学大纲

英文名称: Ship Reliability

课程编码: 02231

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 王宏涛

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《船舶可靠性》是船舶与海洋工程专业本科高年级的一门选修课程。本课程主要介绍可靠性的基本知识及其在船舶方面的应用。在基础知识方面,重点介绍在船舶可靠性工程中得到广泛应用的基本方法;在可靠性工程方面,重点介绍船舶总体可靠性机理,船舶总体可靠性参数体系,船舶总体可靠性模型及评价方法。为学生以后从事船舶可靠性工程方面的工作打下基础。

## 二、基本要求

本课程主要介绍船舶可靠性的基本原理和方法。学习本课程需要具备船舶工程和工程数学概率论及数理统计方面的知识。要求先修的课程有:高等数学、船舶原理、船舶建造技术。学习完本课程后学生应对船舶可靠性的基本概念、原理和方法有较系统的了解,应能运用船舶可靠性工程的基本方法对船舶的总体可靠性进行建模和评价。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 可靠性及可靠性工程

1.5 学时

**本章重点难点:** 可靠性和船舶可靠性工程的概念。

1. 可靠性简介;
2. 可靠性理论的发展过程;
3. 可靠性技术的作用;
4. 船舶可靠性工程;
5. 船舶可靠性工程的学习方法。

### 第二章 可靠性特征量

1.5 学时

**本章重点难点:** 可靠度,可靠度函数,失效率,产品的寿命特征,可靠性参数及随机变量的概率分布。

1. 可靠度和可靠度函数;
2. 失效率与“浴盆曲线”;
3. 产品的寿命特征;
4. 不可维修系统可靠性参数之间的关系;
5. 可维修系统的可靠性参数;
6. 可靠性工程中常用的概率分布。

### 第三章 典型系统的可靠性分析

1.5 学时

**本章重点难点:** 典型系统中单元故障对系统的影响,系统的可靠性框图,串联系统,并联系统,  $n$  中取  $r$  系统。

1. 原理框图和可靠性框图
2. 串联系统的可靠性
3. 并联系统的可靠性
4.  $n$  中取  $r$  系统的可靠性

### 第四章 一般系统的可靠性分析

2.5 学时

**本章重点难点:** 状态枚举法,全概率公式分解法,网络法,故障模式及效应分析法。

1. 一般系统的结构函数;
2. 最小割集和最小路集;

3. 状态枚举法;
4. 全概率公式分解法;
5. 网络法;
6. 失效模式及影响分析法 (FMEA)。

#### 第五章 故障树分析法

5.5 学时

**本章重点难点:** 故障树分析法的基本概念、名词、术语、符号, 故障树的建立及定性定量分析。

1. 故障树分析法概述;
2. 故障树分析法中的基本名词术语和符号;
3. 故障树的建立;
4. 故障树结构函数、最小割集和最小路集;
5. 故障树定性分析;
6. 故障树定量分析;
7. 重要度;
8. 故障树分析的 NP 困难及缓解方法;
9. 计算机辅助故障分析。

#### 第六章 可维修系统和可靠性数字仿真

2 学时

**本章重点难点:** 随机数及其抽样方法, 随机向量的一般抽样方法, 可靠性数字仿真。

1. 可维修系统和可靠性数字仿真;
2. 随机抽样序列和随机数;
3. 离散型随机变量的抽样方法;
4. 连续型随机变量的随机抽样;
5. 随机向量的一般抽样方法;
6. 以最小割集 (最小路集) 为基础的可靠性数字仿真。

#### 第七章 船舶可靠性参数体系及指标的确定

2 学时

**本章重点难点:** 军、民用船舶可靠性参数体系及船舶可靠性指标的确定原则。

1. 船舶可靠性参数体系的一般要求;
2. 运输船舶的可靠性参数体系;
3. 军用船舶的可靠性参数体系;
4. 船舶可靠性指标的确定原则。

#### 第八章 船舶可靠性模型

4 学时

**本章重点难点:** 船舶可靠性模型及建模一般程序。

1. 可靠性模型及建模的一般程序;
2. 船舶的组成;
3. 民用船舶的可靠性模型;
4. 舰船总体可靠性建模。

#### 第九章 船舶可靠性设计

4 学时

**本章重点难点:** 船舶可靠性设计的概念及一般程序。

1. 可靠性设计的一般概念;
2. 可靠度分配;
3. 系统可靠性设计方法和维修性设计
4. 船舶可靠性设计的一般程序。

#### 第十章 船舶可靠性管理

3 学时

**本章重点难点:** 可靠性管理的概念, 船舶设计、建造、使用过程中的可靠性管理。

1. 可靠性管理概述;
2. 船舶设计过程中的可靠性管理;

3. 船舶建造及定型过程中的可靠性管理；
4. 船舶使用过程中的可靠性管理；
5. 装备研制与生产的可靠性通用大纲；
6. 可靠性标准及其应用。

#### 第十一章 船舶可靠性试验和评估

2.5 学时

**本章重点难点：**可靠性试验，环境应力，船舶总体可靠性评估。

1. 可靠性试验概述；
2. 环境应力筛选试验；
3. 可靠性增长试验；
4. 可靠性测定试验；
5. 可靠性鉴定试验；
6. 可靠性验收试验和船舶总体可靠性评估。

#### 第十二章 船舶可靠性数据的收集和数据管理系统

2 学时

**本章重点难点：**船舶可靠性数据及其收集、处理和管理系统。

1. 船舶可靠性数据的特征；
2. 可靠性数据的收集；
3. 可靠性数据的处理；
4. 船舶可靠性数据管理系统。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《船舶可靠性工程导论》，易宏主编，国防工业出版社，1995；
2. 《船舶与海洋结构物可靠性原理》，余建星等编著，天津大学出版社，2001；
3. 《船舶与海洋工程结构疲劳可靠性分析》，胡毓仁，陈伯真编，人民交通出版社，1996。

# 02232 《船舶动力装置》教学大纲

英文名称: Marine power plant

课程编码: 02232

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 张敬

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

通过该门课程的学习, 期望学生能全面地了解船舶动力装置的基本组成, 基本类型及特点, 总体设计思想; 并掌握各类型主机的结构原理, 工作参数和特性; 推进轴系和传动装置的组成, 结构原理及特性; 船舶主要辅助机械与设备的工作原理、基本性能等。

## 二、基本要求

1. 熟练掌握动力装置的基本概念、性能及相关的技术指标。
2. 熟练掌握船舶推进装置的组成、布置、型式及主要设备的工作原理。
3. 了解各种后传动设备的结构、工作原理与选型。
4. 了解船舶动力设计过程。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章重点难点:** 船舶动力装置的含义、任务及组成。

1. 船舶动力装置的含义及组成 0.5 学时  
船舶动力装置定义, 船舶动力装置的组成。
2. 船舶动力装置的类型及特点 0.5 学时  
柴油机动力装置, 汽轮机动力装置, 燃气轮机动力装置, 联合动力装置, 核动力动力装置。
3. 船舶动力装置的基本特性指标 0.5 学时  
船舶动力装置的性能指标, 船舶动力装置的技术指标, 船舶动力装置的经济指标。

### 第二章 推进装置设计

**本章重点难点:** 推进装置的传动方式, 轴系的任务及组成, 中间轴承的位置。

1. 概述 0.5 学时  
推进装置的形式及特点
2. 推进装置型式的确定与选型分析 1 学时  
初步匹配设计, 终结匹配设计, 主机选型
3. 轴系的任务、组成与设计的要求 1 学时  
标准化结构
4. 轴系布置设计 2 学时  
轴线概念、轴线数目, 轴线与轴段长度的确定, 轴承的位置(数量、间距)。轴系布置的典型实例: 高速快艇轴系布置图讲解; 远洋轮单轴系布置图讲解。
5. 传动轴设计 2 学时  
螺旋桨轴和尾轴的结构图分析, 各部分尺寸的由来, 联接方式, 推力轴结构图分析, 各部分尺寸的由来, 中间轴结构图分析, 各部分尺寸的由来, 传动轴的材料、技术加工要求。

6. 轴承与轴系附件 1 学时  
各类轴承的使用范围和选型。

### 第三章 船舶传动设备

**本章重点难点:** 船舶传动设备的基本结构及工作原理。

1. 概述 1 学时  
传动设备的含义, 传动设备的任务。
2. 船用摩擦离合器 2 学时  
摩擦离合器的传扭能力与主要参数的选择, 摩擦离合器设计中的问题。
3. 船用减速齿轮箱 2 学时

船用齿轮箱型式与主要技术性能，多片式摩擦离合、倒顺、减速箱工作原理，船用减速齿轮箱的主要性能与选配。

4. 船用液力耦合器 1 学时

船用液力耦合器的工作原理与分类，船用液力耦合器的选型设计。

5. 船用弹性联轴器 1 学时

弹性联轴器的作用与种类，弹性联轴器的选型。

6. 可调螺距螺旋桨 1 学时

调距桨的特性曲线与基本工作特性，调距桨的优缺点，调距桨装置的组成及结构，调距桨程序控制设计，调距桨选用要点。

#### 第四章 船舶推进装置的特性和匹配

**本章重点难点：**船机桨三者的能量关系，机桨配合两种基本情况。

1. 概述 1 学时

船舶推进装置的功率与效率，船、机、桨三者的能量关系特性，工况，研究特性、工况与配合的目的。

2. 船、机、桨的基本特性 1 学时

船舶阻力特性，船用柴油机的工作特性，螺旋桨的推进特性。

3. 机桨匹配 2 学时

机桨的配合性质，几种机型的配合特点与实例。

4. 典型推进装置的特性与配合 2 学时

单机直接带桨，减速传动时的特性与配合，多机多桨传动的特性与配合，单机经液力耦合器带桨的特性与配合，调距桨传动的特性与配合。

5. 船、机、桨在变工况时的匹配 1 学时

系泊工况，过渡工况，营运时的变工况。

#### 第五章 船舶推进节能和特种推进器

**本章重点难点：**附加流体动力节能装置。

1. 概述 1 学时

2. 能船型的研究 1 学时

3. 附加流体动力节能装置 1 学时

4. 高效节能特种推进器 1 学时

#### 第六章 船舶动力装置设计

**本章重点难点：**总体设计中应考虑的几个问题。

1. 船舶动力装置设计的观点、内容与程序 1 学时

设计观点，设计内容与程序。

2. 船舶动力装置设计发展概况 1 学时

船舶动力装置电子计算机辅助设计，船舶动力装置优化设计。

3. 总体设计中应考虑的几个问题 1 学时

可靠性与机动性，经济性，辅锅炉与电站，振动与噪声。

4. 机舱中机械设备的布置与规划。 1 学时

机舱的位置与尺寸，机舱布置的原则及要求，机舱布置的方法与步骤，机舱布置实例。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《船舶动力装置》，张骞，哈尔滨工程大学出版社，2006；

2. 《船舶动力装置》，刘兴永，人民交通出版社，2006；

3. 《船舶动力装置设计》，陆金铭，国防工业出版社，2006；

4. 《船舶机电基础》，刘强主编，哈尔滨工程大学出版社，2006；

5. 《船舶原理》，潘晓明主编，人民交通出版社，2006；

6. 《船舶设计基础》，蔡厚平主编，哈尔滨工程大学出版社，2006。

# 02233 《船舶检验与管理》 教学大纲

英文名称: Ship Survey and Management

课程编码: 02233

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 张敬

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

通过该门课程的学习,使学生能全面地了解船舶建造过程中各主要阶段的检验要求、内容与方法,使学生具有船舶建造质量检验的基本能力;具备保障海上人命财产安全,保护海洋环境等方面的基本概念、基本理论和基本技能,为学习后继课程和以后的实践工作奠定基础。

## 二、基本要求

1. 了解船舶检验工作的目的、意义、地位、作用。
2. 熟练掌握船舶建造检验的要求、内容和方法。
3. 了解掌握船用材料的检验、系泊试验、航行试验的要求、内容和方法。
4. 掌握船舶检验,港口国监督的基本概念和它们之间的内在联系。
5. 掌握船舶安全应急处理措施。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 概述

**本章重点难点:** 船舶检验术语、过程。

- |                              |      |
|------------------------------|------|
| 1. 船舶质量检验的概念、术语<br>检验的概念、术语。 | 1 学时 |
| 2. 船舶检验的过程<br>检验的过程。         | 1 学时 |
| 3. 船舶检验组织。<br>检验的各种组织、职能。    | 1 学时 |

### 第二章 船用材料检验

**本章重点难点:** 钢材检验,焊接材料检验。

- |                         |      |
|-------------------------|------|
| 1. 概述<br>材料检验           | 1 学时 |
| 2. 钢材检验<br>检验内容、方法      | 1 学时 |
| 3. 焊接材料检验<br>检验内容、方法    | 1 学时 |
| 4. 铸钢件和焊钢件检验<br>检验内容、方法 | 1 学时 |

### 第三章 船体建造检验

**本章重点难点:** 焊接质量检验,船体建造精度标准和偏差许可。

- |                          |      |
|--------------------------|------|
| 1. 放样、号料检验<br>检验内容、方法。   | 1 学时 |
| 2. 零件和部件检验<br>零件名称、部件名称。 | 1 学时 |
| 3. 分段制造检验<br>检验内容、方法。    | 1 学时 |
| 4. 船台装配检验                | 1 学时 |



|   |        |
|---|--------|
| 装配过程检验内容、方法。  |        |
| 5. 焊接质量检验<br>检验内容、方法。   | 1 学时   |
| 6. 船体密性检验<br>检验内容、方法。   | 1 学时   |
| 7. 船体完工检验<br>检验内容、方法。   | 1 学时   |
| 8. 船体建造精度标准和偏差许可<br>船体建造精度标准规范。   | 1 学时   |
| <b>第四章 系泊试验</b>   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 甲板机械及各类辅机试验，倾斜试验。  |        |
| 1. 主机和轴系系泊试验<br>试验目的和工况。  | 1 学时   |
| 2. 柴油发电机组和配电板试验<br>试验目的和内容。   | 1 学时   |
| 3. 甲板机械及各类辅机试验<br>试验目的和内容。  | 1 学时   |
| 4. 船舶系统试验<br>试验目的和内容。   | 1 学时   |
| 5. 电器设备试验<br>试验目的和内容。   | 1 学时   |
| 6. 倾斜试验<br>试验目的和内容。   | 1 学时   |
| <b>第五章 试航试验</b>   |        |
| <b>本章重点难点：</b> 船舶性能试验。  |        |
| 1. 航行试验条件   | 0.5 学时 |
| 2. 船舶性能试验   | 0.5 学时 |
| 3. 主机、轴系和其它装置试验   | 0.5 学时 |
| 4. 航海和通讯设备试验  | 0.5 学时 |
| <b>第六章 船舶适航性控制</b>  |        |
| 1. 船舶的发展<br>客船、集装箱船、散货船、油船、液化气体船、液体化学品船的概况、结构特点和性能特点。   | 1 学时   |
| 2. 船舶的强度和结构<br>中拱与中垂的基本概念及总纵弯曲的原因，船体结构形式，各种船体结构构件的所在部位、作用和特点，各舱室的布置、用途和要求，空气管、测深管、污水井、海底阀和船底塞的作用、布置和要求。 | 1.5 学时 |
| 3. 船舶适航性控制<br>抗沉性基本概念，三类进水舱，船舶分舱原则，平衡船舶的目的、方法，船舶部分丧失浮力的控制，船舶密封与堵漏，船舶进水的应急措施，减摇装置。                       | 1.5 学时 |
| <b>第七章 船舶防污染管理</b>  |        |
| 1. 船舶对海洋的污染<br>船舶对海洋的污染的方式、途径和特点。   | 0.5 学时 |
| 2. 船舶防污染公约和法规<br>国际公约、区域性协议和我国的有关法规。  | 0.5 学时 |
| 3. 船舶防污染技术与设备<br>船舶防污染的方法与技术，油船残油处理的方法和技术，油水分离的基本方法，对油水分离   | 1 学时   |

器的基本要求和使用的管理，生活污水处理装置的基本要求和使用的管理，焚烧炉的基本要求和使用的管理，油水分离器、生活污水处理装置和焚烧炉等的操作步骤与注意事项。

4. 船舶防污染文书 0.5 学时

73/78 国际防污公约对国际防止油污证书、油类记录簿的规定，船上油污应急计划。

5. 污染事故后的处理方法 0.5 学时

船舶污染事故的处罚处理程序，事故报告的有关规定，油污处理技术及其注意事项。

第八章 船舶安全应急处理 2 学时

船舶搁浅、碰撞后的应急安全措施；船舶在恶劣海况下轮机部安全管理事项；机动车辆及主机、副机和舵机发生故障时的应急安全措施；船舶应变部署与应急反应的内容和规定；轮机部安全操作注意事项；机舱应急设备的使用和管理的内容和规定；船内通讯系统的组成、作用和使用的注意事项。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《船体检验》，饶小江，人民交通出版社，2007；
2. 《船舶轮机管理》，成春祥，武汉理工大学，2011；
3. 《海洋船舶轮机管理》，陈宝忠，大连海事大学出版社，2004；
4. 《船舶管理》，许乐平，大连海事大学出版社，2000。

# 02234 《高性能船舶原理与设计》教学大纲

英文名称: Principle and Design of High Performance Ships

课程编码: 02234

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 王宏涛

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《高性能船舶原理与设计》是船舶与海洋工程专业的一门选修课程。本课程主要介绍各类型高性能船舶的基本概念、基础理论、主要特点、性能及其历史概况,同时对船型优化与设计、性能计算与评估、以及提高和改善高速船舶航行性能的技术与方法予以较全面的介绍。旨在为学生将来从事高性能船舶设计和研发方面的工作打下理论基础与培养其创新能力。

## 二、基本要求

本课程主要介绍各类型高性能船舶的基础理论、主要特点、设计应用及历史概况等。学习本课程需要具备船舶流体力学、船舶阻力和推进、船舶耐波性和船舶设计原理等方面专业知识。需要先修的课程有:船舶流体力学、船舶原理、船舶设计原理。学习完本课程后学生应对高性能船舶的基本概念、基本原理、新方法和新技术有较系统全面的了解,能运用所学到的专业知识对新型高性能船舶的设计研发有较专业的评价和分析。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

1 学时

**本章重点难点:** 高性能船舶的基本概念、特点、发展概况、研究方法和耐波性评估标准。

#### 1. 高性能船舶的基本概念及特点。

高性能船舶的基本概念, 高性能船舶的特点。

#### 2. 船舶水动力技术与船型演变

船舶航态与船舶性能, 船型演变的一般趋势及高性能船舶的种类。

#### 3. 高性能船舶发展概况。

#### 4. 高性能船舶航行性能的研究方法

理论计算方法, 船模试验, 实船试验。

#### 5. 高性能船舶耐波性评估标准

正常营运限制, 预定最坏条件限制, 航行舒适性限制。

### 第二章 高速排水型船舶与兴波阻力表达式

1 学时

**本章重点难点:** 高速排水型船舶相关概念, 兴波阻力表达式。

#### 1. 基本概念与船型

相对航速概念, 高弗劳德数减阻概念, “薄船”或瘦长船概念。

#### 2. 不同形式的片体组合及其兴波阻力表达式

单体、双体、三体、四体和五体“薄船”及其兴波阻力。

### 第三章 高性能排水型单体船

2.5 学时

**本章重点难点:** 阻力和耐波性能与船型参数的关系, 高速方尾排水型船和高速深 V 型船的主要性能。

#### 1. 主要性能与船型的关系

阻力性能与主要船型参数的关系, 耐波性能与主要船型参数的关系。

#### 2. 高速方尾排水型船的阻力性能及预报方法

方尾型船的水动力特点, 前苏联《方尾图谱》的应用, NPL 型船系列图谱, 应用回归分析法估算过渡型快艇的阻力, 预报高速方尾排水型船舶阻力性能的电子方尾图谱。

#### 3. 高速深 V 型船

深 V 型船的船型特征，船体 V 度和尾板形状对阻力的影响，深 V 型船与常规圆舳型船在流体动力性能上的比较，横剖面形状对耐波性的影响，半潜首对阻力和耐波性的影响。

#### 第四章 高速常规双体船与非对称型双体船

4 学时

**本章重点难点：**高速常规双体船的船型特征、阻力特性及临界航速概念、阻力计算，常规高速双体船的耐波性，非对称型高速双体船的特点和兴波阻力计算。

##### 1. 高速常规双体船的船型特征

双体船的优点，双体船的缺点。

##### 2. 高速双体船的阻力特性及临界航速概念

高速双体船的阻力特性，临界速度和无干扰弗劳德数概念，片体间距对阻力的影响，修长系数和长宽比对阻力的影响，片体横剖面形状对阻力的影响，高速双体船兴波阻力理论公式，双体船航行升沉与纵倾变化特点。

##### 3. 高速双体船阻力计算

阿尔费里耶夫高速双体船剩余阻力图谱，用 NPL 高速双体船试验资料估算阻力，用双体母型资料和影响系数估算双体船的阻力，用单体船图谱或试验资料估算双体船的阻力。

##### 4. 常规高速双体船的耐波性

船舶耐波性研究的现状，与耐波性有关的基本概念，常规高速双体船耐波性的简化计算。

##### 5. 非对称型高速双体船

非对称型双体船的特点，非对称型双体船的兴波阻力计算。

#### 第五章 小水线面双体船与隐身船型

2.5 学时

**本章重点难点：**小水线面双体船的性能特点，船型与性能的关系，船型优化和改进，小水线面隐身船型。

##### 1. 综述

SWATH 发展简史，主要优缺点和性能特点。

##### 2. 小水线面双体船的快速性特点

SWATH 阻力性能与常规船比较，耐波性与波浪中的失速，推进性能。

##### 3. 小水线面双体船船型与性能的关系

SWATH 的阻力性能、运动性能。

##### 4. 小水线面双体船的船型优化和改进

##### 5. 小水线面隐身船型

隐身船概念，小水线面隐身船的性能与船型特征。

#### 第六章 穿浪双体船(WPC)

2.5 学时

**本章重点难点：**WPC 船型参数对性能的影响，航行性能的改善措施，最小兴波阻力船型优化。

##### 1. 概述

##### 2. WPC 船型参数对性能的影响

片体的长度系数和长宽比，横剖面的选择，尾端形状，首端形状，浮心纵向位置(LCB)，干舷与储备浮力，连接桥和中央船体的形状，片体间距对性能的影响。

##### 3. WPC 与相当单体船航行性能的比较

快速性，耐波性能。

##### 4. 改善高速穿浪双体船航行性能的措施

##### 5. 最小兴波阻力双体船船型优化

二次型数学规划法的基本概念，用“帐篷”函数法解最小兴波阻力双体船船型优化问题，约束的标准形式，二次规划问题的解法。

#### 第七章 高速多体船与复合船型

4 学时

**本章重点难点：**高速多体船船型、性能特点、阻力与耐波性估算，高性能复合船型。

##### 1. 概述

##### 2. 高速三体船船型与性能特点

### 3. 高速三体船阻力与耐波性估算

高速三体船阻力估算，高速三体船耐波性估算。

### 4. 高速四体船

高速并列四体船，高速小水线面四体船。

### 5. 高速五体船

主侧五体船，等片体五体船。

### 6. 高速三体船、五体船在迎/顺浪中的“参数谐振”问题

现象与安全问题，参量横摇基本概念与机理，船型对参量横摇运动的影响，减小与避免参量横摇与同步横摇的措施。

### 7. 三体船、主侧五体船与相当单体船性能比较

阻力性能比较，完整稳性比较，耐波性能比较，侧体设计的相关问题，其他有关结论。

### 8. 多体船的应用与发展前景

### 9. 高性能复合船型

动力增升体/动力增潜体型船，动力增升体型船的优点、实例与几种船型概念的设想，关于水动力学船型概念的注记。

## 第八章 常规滑水艇与槽道滑水艇

5 学时

**本章重点难点：**常规滑水艇基本原理、阻力性能计算、运动稳定性、艇型特点，W 型槽道滑水艇，W 型槽道水翼滑水艇，单 M 型槽道滑水艇与多 M 型槽道滑水艇。

### 1. 常规滑水艇基本原理

滑水艇的受力分析与二元滑水平面，实际流体中的滑水面。

### 2. 常规滑水艇阻力性能计算

应用滑水平板资料估算滑水艇阻力，应用系列模型试验资料估算滑水艇阻力。

### 3. 常规滑水艇的运动稳定性

滑水艇的横稳性，滑水艇的纵向运动稳定性条件，纵向稳定运动的界限。

### 4. 常规滑水艇的艇型特点

滑水艇主尺度及主要船型参数，滑水艇剖面形状对艇性能的影响，改善滑水艇性能的一些特殊措施。

### 5. W 型槽道滑水艇

W 型槽道滑水艇的基本原理，槽道尺度对滑水艇航行性能的影响，W 型槽道滑水艇的阻力计算。

### 6. W 型槽道水翼滑水艇

W 型槽道水翼滑水艇的基本原理及船型特征，槽道水翼对滑水艇快速性的影响。

### 7. 单 M 型槽道滑水艇与多 M 型槽道滑水艇

M 型艇的起源与船型概念，M 型槽道滑水艇的技术特点和基本原理，M 型与 W 型槽道滑水艇性能的比较，M 型与 W 型槽道滑水艇的推进性能与特点。

## 第九章 水翼艇

3.5 学时

**本章重点难点：**水翼艇的工作原理，水翼系统的设计，水翼艇的性能。

### 1. 水翼艇的发展

### 2. 水翼艇的工作原理

水翼工作原理，水翼的升力、阻力，水翼浅浸效应，水翼空化现象。

### 3. 水翼系统的设计

水翼类型和水翼系统，水翼要素的确定，水翼装置的上翻和收缩，水翼结构及强度计算，水翼的自动控制。

### 4. 水翼艇的性能

水翼艇翼航状态的吃水、阻力和稳性，水翼艇的适航性和操纵性。

## 第十章 气垫船

3 学时

**本章重点难点：**气垫技术的基本原理，气垫船的阻力和航海性能。

1. 气垫船概述

气垫船的发展过程、类型、特点和应用，气垫围裙。

2. 气垫技术的基本原理

气垫的形成与维持，气垫船的基本参数及其相互关系，早期的垫升性理论，实用的垫升性表达式，垫升功率的确定。

3. 气垫船的阻力

气动阻力，水动阻力，主要因素对阻力性能的影响。

4. 气垫船的航海性能

气垫船的稳性、操纵性和适航性。

第十一章 掠海地效翼船

3 学时

**本章重点难点：**地效翼船的基本原理，地面效应、水面效应与水翼浅浸效应比较，地效翼船的快速性能，地效翼船的运动稳定性，动力增冲和动力气垫技术，地效翼船耐波性、操纵性与方向控制，地效翼船飞行性能设计参数。

1. 掠海地效翼船的发展背景

2. 地效翼船的基本原理

地面效应原理，机翼的几何特征与空气动力特性。

3. 地面效应、水面效应与水翼浅浸效应的比较

地面效应（刚性固面情况），水面效应（机翼低速飞行时的水面情况），水翼浅浸效应。

4. 地效翼船的快速性能

地效翼船阻力曲线特征与变化规律，阻力计算。

5. 地效翼船的关键技术——运动稳定性

纵向稳定性，地效翼船的横向稳性。

6. 动力增冲和动力气垫技术

动力增冲（PAR）技术与动力增冲地效翼船，动力气垫（DAC）技术与动力气垫地效翼船。

7. 地效翼船耐波性、操纵性与方向控制

耐波性、操纵性。

8. 地效翼船的经济性

9. 地效翼船飞行性能设计参数

设计规格特征，发动机的安装与选择。

10. 地效翼船的优缺点与应用前景。

**四、教材及主要参考资料**

1. 《高性能船舶原理与设计》，赵连恩，谢永和编著，国防工业出版社，2009；

2. 《船舶阻力》，邵世明，赵连恩等编著，国防工业出版社，1995；

3. 《船舶在波浪上的运动理论》，刘应中，缪国平编著，上海交通大学出版社，1987；

4. “High Performance Marine Vessels”, by Liang Yun, Alan Bliault, Springer-Verlag New York Inc., 2012.

# 02234 Syllabus of Principle and Design of High Performance Ships

**Course Name:** Principle and Design of High Performance Ships

**Course Number:** 02234      **Credit:** 2      **Reference Hours:** 32      **Experiment hours:**

**Computer Hours:**      **Designed for:** Naval Architecture and Ocean Engineering

**Program Designer:** Wang Hongtao

**Director of department:** Lou Min

## I. Objectives

Principle and Design of High Performance Ships is an optional course for students in Naval Architecture and Ocean Engineering. The course systematically introduces the basic concepts, principles, characteristics, performance and historical development of high performance ships, and discusses the new technology and methods in the optimization and design of new shipforms, the calculations and assessment of new ships' performance and their improvements. The purpose of the course is to lay the theoretical foundation for students to be innovative in the future work of design, research and development of high performance ships.

## II. Prerequisites

To select the course students need to be equipped with the previous knowledge on ship fluid mechanics, ship resistance and propulsion, ship seakeeping, basic ship design, etc. The prerequisite courses include ship fluid mechanics, ship principles, and principles of ship design. On completion of the course, students should be systematically familiarized with the basic concepts, principles, new methods and technology of high performance ships and should be able to apply the knowledge they have learned to the assessment and analysis of the design and R&D of high performance ships.

## III. Contents and Proposed Teaching Hours

|  |           |
|--|-----------|
| Chapter 1 Introduction   | 1 hour    |
| 1. Basic concepts and characteristics of HPV   |           |
| 2. Ship hydrodynamic technique and ship form evolution   |           |
| Navigate state and performance of ships.   |           |
| 3. Development survey of HPV   |           |
| 4. Methodology of investigation on ship performance  |           |
| Method of theoretical calculation, model experiments, full scale trial.  |           |
| 5. Criteria of seakeeping assessment for HPV   |           |
| Limits for normal operation, limits for worst-intended condition, assessment of limits for comfortable cruise. |           |
| Chapter 2 High speed displacement ships and its wave resistance expression                                     | 1 hour    |
| 1. Basic concepts and ship forms   |           |
| Relative speed, reducing resistance at high Froude number, "thin ship" or slender body.                        |           |
| 2. Different combination of semihulls and wave resistance expressions  |           |
| Wave making resistance expressions of thin monohull, catamaran, trimaran, four-hulls and pentamaran.           |           |
| Chapter 3 High performance displacement monohull   | 2.5 hours |
| 1. Relations between main performance and shipforms  |           |
| Relation of resistance performance and shipform parameters, relation of seakeeping and shipform                |           |

parameters.

2. Resistance prediction methodology of high speed displacement ships with transom

Hydrodynamic characteristics of shipforms with transom, application of USSR “resistance diagram of ships with transom”, NPL series “resistance diagram”, estimation of transition type ship resistance by regress analysis method, method of predicting resistance of high speed displacement ships with transom by electronic program diagram.

3. High speed deep-Vee shipforms

Characteristics of deep-Vee shipforms, influence of Vee degree and transom form on resistance, Comparison of deep-V-type ships and conventional round-bilge-type ships on hydrodynamic performance, influence of transverse section forms on seakeeping, influence of SSB on resistance and seakeeping.

Chapter 4 High speed conventional catamaran and unsymmetrical catamaran 4 hours

1. Characteristics of high speed conventional catamaran forms

Advantages and disadvantages of catamaran forms.

2. Resistance characteristics and critical speed concept of fast catamaran.

Resistance characteristics of fast catamaran, concepts of critical speed and noninterference Froude number, influence of semihull clearance on resistance, influence of slender coefficient and length-width ratio on resistance, influence of semihull transverse section forms on resistance, wave-making resistance expressions of fast catamaran, running trim and sinkage characteristics of catamaran.

3. Calculation of fast catamaran resistance

M. Я. Арфильев's residual resistance diagram of fast catamaran, estimation of resistance for fast catamaran by the data of NPL series tests, estimation of resistance for fast catamaran by the data and the interference factors of parent ships.

4. Seakeeping of fast conventional catamaran

Status quo of seakeeping investigation, basic concepts relevant to seakeeping, simplified calculation methods of seakeeping for fast conventional catamaran.

5. Unsymmetrical type fast catamaran

Characteristics of unsymmetrical type fast catamaran and their resistance calculation.

Chapter 5 Small water-plane-area twin-hull ships and stealth ship forms 2.5 hours

1. Conspectus

History of SWATH development, strong and weak points of SWATH, characteristics of SWATH performance.

2. Speed performance of SWATH

Comparison of SWATH resistance performance with monohull, SWATH seakeeping and speed loss in waves, propulsion performance of SWATH.

3. Relation of SWATH forms and performance

Resistance and motion performance of SWATH.

4. Optimization and improvement of SWATH forms

5. Stealth ship forms

Concept of stealth ships, ship form features of “sea shallow” SWATH stealth vessels, stealth technology.

Chapter 6 Wave piercing catamaran (WPC) 2.5 hours

1. Summarization

2. Influence of WPC form parameters on performance

Length-to-displacement ratio and length-beam ratio of semihull, selection of ship section, stern forms of semihull, stem forms of semihull, longitudinal center of buoyancy (LCB), freeboard and safety



buoyancy, forms of connection bridge and main hull, influence of semihull clearance on ship performances.

3. Performance comparison between WPC and equivalent monohull

Fast performance, seakeeping.

4. Improvement measures of WPC performance.

5. Optimal catamaran forms for minimum wave resistance

Basic concepts of quadratic mathematic programming, “Tent” function and ship form optimization for minimum resistance, standard format with restrictions, solution of quadratic mathematic programming problem.

Chapter 7 High speed multihull ships and hybrid ship forms

4 hours

1. Summarization

2. Ship forms and performance characteristics of fast trimaran

3. Resistance and seakeeping calculation of fast trimaran

4. Small-water-plane-area four-hull ships

Fast parataxis four-hull ships, fast small-water-plane-area four-full ships.

5. Fast pentamaran

Main-side pentamaran, equi-demihull pentamaran.

6. Parametric & synchronous rolling motion of fast trimaran and pentamaran in near head/stern waves

Phenomena and problems about safety, basic concepts and mechanism of parametric rolling, influence of ship forms on parametric rolling, measures of reducing and avoiding parametric rolling.

7. Performance comparison of trimaran, pentamaran and equivalent monohull

Resistance performance comparison, intact stability comparison, seakeeping comparison, relevant problems to side-hull design.

8. Application and development prospects of multihull ships

9. High performance compound (hybrid) ship forms

Dynamic lifting/sinking body ships, advantages of dynamic lifting body ships.

Chapter 8 Conventional planning boats and channel planning boats

5 hours

1. Keystones of planning boats

Analysis of forces acting on planning boats and 2-D planning flat, planning flat in factual water.

2. Resistance calculation of conventional planning boats

Estimation of planning boat resistance using the data of planning flat and the series model test data.

3. Running stability of conventional planning boats

Transverse stability of planning boats, longitudinal steady running conditions of planning boats, longitudinal steady running limit of planning boats.

4. Characteristics of conventional planning boat forms

Principal dimensions and lines coefficients, influence of transverse section forms on boat performance, measures of improving performance of planning boats.

5. W-hull channel planning boats

Rationale of W-hull channel planning boats, influence of channel dimensions on riding performance, resistance calculation of W-hull channel planning boats.

6. W-hull channel planning boats with hydrofoils

Rationale and form features of W-hull channel planning boats with hydrofoils, influence of channel hydrofoils on fast performance.

7. M-Hull and multi M-hull channel planning boats

Origins and concepts of M-hull, technical features and rationale of M-hull channel planning boats, performance comparison between M- and W-hull channel planning boats, propulsion performance and

features of M- and W-hull channel planning boats.

Chapter 9 Hydrofoil boats

3.5 hours

1. Development of hydrofoil boats

2. Work elements of hydrofoil boats

Work elements of hydrofoils, lift and resistance of hydrofoil, shallow immersion effect of hydrofoils, cavitations of hydrofoils.

3. Design of hydrofoil system

Type and system of hydrofoil, determination of hydrofoil elements, turning up and shrinking of hydrofoil sets, structures and strength of hydrofoil, autocontrol of hydrofoil.

4. Performance of hydrofoil boats

Draft and resistance of hydrofoil boats at foil running, stability of hydrofoil boats at foil running, seakeeping and maneuverability of hydrofoil boats.

Chapter 10 Air cushion vehicles

3 hours

1. Conspectus

Development, types, characteristics and applications of hovercrafts, air cushion skirt configuration.

2. Keystones of air cushion technology

Forming and maintaining of air cushion, basic parameters and relations with one another, early theories of hovering performance, applied expressions of hovering performance, determination of lift-off power.

3. Hovercraft resistance

Aerodynamic resistance, water resistance, influence of main factors on resistance performance.

4. Performance of hovercraft

Stability, maneuverability and seakeeping of hovercraft.

Chapter 11 Wing in ground vehicles (WIGV)

3 hours

1. Development of WIGV

2. Keystones of WIGV

Rationale of ground effect, geometric and aerodynamic performance of wings.

3. Comparison of ground, surface and shallow-submerge effects

Ground, surface and shallow-submerge effects of wings.

4. Fast speed performance of WIGV

Resistance curves and their features of WIGV, resistance calculation of WIGV.

5. Key technology of WIGV – motion stability

Longitudinal and lateral stability of WIGV.

6. Technology of power augmentation of ram wing and power air cushion

7. Seakeeping, maneuverability and directional control

8. Economy of WIGV

9. Design parameters of air-borne performance

Major specification features, engine placement and selection.

10. Applications and prospects of WIGV

**IV. Textbooks and References:**

1. “Principle and Design of High Performance Ships”, by Lianen Zhao, Yonghe Xie, National Defense Industry Press, 2009;

2. “Ship Resistance”, by Shiming Shao, Lianen Zhao, etc., National Defense Industry Press, 1995;

3. “Theory of Ship Motions on Waves”, by Yingzhong Liu, Guoping Miao, Shanghai Jiao Tong University Press, 1987;

4. “High Performance Marine Vessels”, by Liang Yun, Alan Bliault, Springer-Verlag New York Inc., 2012.

# 02235 《海洋石油工程装备》教学大纲

英文名称: Equipment for Offshore Petroleum Engineering

课程编码: 02235

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 李志刚

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《海洋石油工程装备》是船舶与海洋工程专业的专业选修课。本课程的教学任务是使学生了解用于海洋油气资源开发的各种设备和装置,掌握其用途、结构和工作原理,为后续从事海洋油气工程工作打下良好基础。

## 二、基本要求

通过本课程的学习,学生应能掌握海洋石油工程中通用设备、海洋石油船舶以及海洋钻完井、采油和油气集输等主要生产环节中使用的主要设备和装置,掌握这些设备和装置的类型、基本结构形式、组成、特点和应用情况。本课程的先修课程为海洋石油工程。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 海洋石油通用设备

**本章重点难点:** 各设备的用途和特点。

- |                               |      |
|-------------------------------|------|
| 1. 电站和热站                      | 1 学时 |
| 海洋石油常用电站和热站的类型、用途、结构、工作原理和特点。 |      |
| 2. 泵和压缩机                      | 2 学时 |
| 海洋石油常用泵和压缩机的类型、用途、结构、工作原理和特点。 |      |
| 3. 吊机                         | 1 学时 |
| 海洋石油常用吊机的类型、用途、结构、工作原理和特点。    |      |
| 4. 容器类                        | 2 学时 |
| 海洋石油常用容器类设备的类型、用途、结构、工作原理和特点。 |      |

### 第二章 海洋石油船舶

**本章重点难点:** 各种船舶的用途和特点。

- |                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| 1. 勘探船的用途、类型、基本结构和工作特点。          | 1 学时   |
| 2. 钻井船的用途、类型、基本结构和工作特点。          | 1 学时   |
| 3. 油轮、FPSO、液化气船的用途、类型、基本结构和工作特点。 | 1.5 学时 |
| 4. 油田守护船、多用途工作船的用途、类型、基本结构和工作特点。 | 1 学时   |
| 5. 起重船、铺管船、布缆船等的用途、类型、基本结构和工作特点。 | 1.5 学时 |

### 第三章 海洋石油钻井主要装备及系统

**本章重点难点:** 各系统的构成和工作原理。

- |  |      |
|--|------|
| 1. 概述  | 1 学时 |
| 海洋石油钻井设备的总体构成,各部分的主要作用和功能。   |      |
| 2. 海洋石油钻机主系统   |      |
| 海洋石油钻机的发展、类型和特点,国内外典型石油钻机的类型、主要参数和特点。海洋顶部驱动设备、海洋钻井泥浆泵、泥浆固控设备以及固井设备等的构成、类型、工作原理和工作特点。 | 2 学时 |
| 钻机主系统的发展和国内外典型设备的类型、主要参数和特点。   | 1 学时 |
| 3. 井控系统  | 2 学时 |
| 井控系统的构成、类型、工作原理和工作特点,井控系统的发展、类型和特点,国内外典型井控系统和设备的类型、主要参数和特点。                          |      |

4. 升沉补偿系统 2 学时  
升沉补偿系统的构成、类型、工作原理和工作特点，升沉补偿系统的发展、类型和特点，国内外典型升沉补偿系统和设备的类型、主要参数和特点。

5. 其他设备和系统 2 学时  
水下井口、立管系统和其他特殊钻井工艺所需设备的构成、类型、工作原理和工作特点，立管系统的发展、类型和特点，国内外典型立管系统和设备的类型、主要参数和特点。

#### **第四章 海洋完井采油主要装备及系统**

**本章重点难点：**各设备的构成和工作原理。

1. 平台完井采油设备 2 学时  
回接系统器材、井内采油管柱、井内采气管柱、平台采油树、平台采油管汇与控制系统的发  
展、类型、构成、工作原理和工作特点。

2. 海底完井采油设备 2 学时  
海底采油树总成、海底采油控制系统、海底管汇和采油管缆的发展、构成、工作原理、布设  
情况和工作特点。

3. 平台机械采油提升系统 2 学时  
平台机械采油提升系统的发展、类型、构成、工作原理和工作特点。

#### **第五章 海洋油气集输主要装备及系统**

**本章重点难点：**管道维护设备的用途和特点。

1. 海底管道 1 学时  
海底管道的构成和特点。

2. 海底管道维护设备 1.5 学时  
清管器，焊接与维修装置的类型、用途、基本构成和工作特点。

3. 海底管道检测设备 1.5 学时  
管道检测装置的类型、用途、基本构成和工作特点。

#### **四、教材及主要参考资料**

待编。

# 02236 《船舶流体力学》教学大纲

英文名称: Ship Fluid Mechanics

课程编码: 02236

学分: 3.0

参考学时: 48

实验学时: 4

上机学时: 0

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 倪玲英

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

船舶流体力学主要介绍流体的基本物理概念、流体运动和平衡规律、流体和固体之间相互作用、绕流问题等基础知识、基本计算方法和分析方法。本课程的任务是通过各种教学环节,使学生掌握流体的基本物理性质、流体静力学、流体运动描述方法和运动的基本规律、流体微团运动分析、无旋流动场描述、粘性流体力学流动阻力计算、流体力学因次分析与相似原理、边界层基本知识、涡流场基本定理,能运用基本理论分析和解决工程实际问题,并掌握基本的实验技能,为从事专业工作、科研和其它专业课的学习打下良好的基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生具备较好的数学、物理和力学基础。先修课程应包括高等数学、大学物理学、工程力学等。教学过程中要求侧重于船舶流体力学的基本知识、原理和计算方法讲解,同时还应注意结合实验和工程实际问题,进行船舶流体力学分析问题、解决问题思维方式和能力的全面培养。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 绪论

1 学时

船舶流体力学的发展简况、应用领域及研究内容;船舶流体力学在船舶与海洋工程中的地位 and 作用;本课程的特点及研究方法、学习要求;常用单位制简介(国际单位、工程单位、物理单位)。

### 第一章 流体的主要物理性质

3 学时

**本章重点难点:**流体的概念和连续介质假设,流体的主要物理性质,牛顿内摩擦定律,作用在流体上的力。

#### 1. 流体的概念及连续介质假设

0.5 学时

流体的概念,流体包括液体和气体,并从流体力学角度比较液体与气体有何不同;连续介质模型及其引入的目的意义。

#### 2. 流体的物理性质

2 学时

密度、重度、相对密度;压缩性、膨胀性;粘性;牛顿内摩擦定律;流体的分类:理想流体与实际流体、可压缩流体与不可压缩流体、牛顿流体与非牛顿流体。

#### 3. 作用在流体上的力

0.5 学时

根据作用方式分为质量力和表面力。

### 第二章 流体静力学

7 学时

**本章重点难点:**静压强的两个基本特性,流体平衡微分方程式,等压面的概念及特性,静力学基本方程及其应用,平面上静水总压力的大小计算及作用点位置的确定,曲面上静水总压力的大小计算及压力体的确定,潜体和浮体在静止流体中平衡和稳定原理。

#### 1. 流体静压强及其特性

1 学时

流体静压强的基本概念、两个基本特性及其证明。

#### 2. 流体平衡微分方程式

1 学时

流体平衡微分方程(欧拉平衡微分方程)的推导思路、方法、结论、意义,等压面概念及特性。

#### 3. 重力作用下的流体平衡

1 学时

流体静力学基本方程及其物理意义和几何意义,压强分布图,各种压强(绝对压力、表压、

真空压力) 的表示方法。

4. 静止流体作用在平面上的总压力 1 学时

静止流体作用在任意形状平面上总压力的大小、方向以及作用点的计算。

5. 静止流体作用在曲面上的总压力 2 学时

静止流体作用在曲面上总压力的大小、方向以及作用点的计算, 压力体的确定。

6. 物体在液体中的潜浮原理 1 学时

浮力的实质, 潜体和浮体在静止流体中平衡和稳定原理。

第三章 流体运动学基础 6 学时

**本章重点难点:** 研究流体运动的两种方法: 拉格朗日法和欧拉法, 流体运动的基本概念, 一元连续性方程的熟练应用和空间运动连续性方程的推导及物理意义, 流体微团运动分析与速度分解定理, 无旋流动速度场。应用无旋流动基础理论, 自学势流叠加原理, 圆柱体无环量和有环量流动, 理解附加惯性力和附加质量的概念和计算公式。

1. 研究流体运动的两种方法 1 学时

欧拉法、拉格朗日法基本概念及其关系, 定常流和非定常流, 均匀流和非均匀流, 欧拉法中加速度流场的描述。

2. 流体运动的基本概念 1 学时

流线和迹线, 流管、流束和总流, 有效断面、流量和平均流速。

3. 连续性方程 1 学时

一元流体流动的连续性方程, 空间流体流动的连续性方程, 说明其物理意义。

4. 流体微团运动分析 1 学时

流体微团运动分析与速度分解定理, 引入有旋流动与无旋流动基本概念。

5. 流体的无旋流动 2 学时

无旋流动速度场描述, 引入速度势和流函数的概念。

6. 自学

应用无旋流动基础理论, 学习势流叠加原理, 圆柱体无环量和有环量流动的速度势、速度、压力的计算公式。正确理解流体作变速运动时附加惯性力和附加质量的概念和计算公式。

第四章 流体动力学基础 7 学时

**本章重点难点:** 实际流体运动微分方程的推导、意义及其应用, 实际流体总流的伯努利方程的推导及熟练应用, 缓变流的概念及特性、动能修正系数及其物理意义, 动量方程的推导和熟练应用。

1. 实际流体运动微分方程 2 学时

实际流体运动微分方程 (N-S 方程) 推导及应用,

2. 理想流体沿流线的能量方程 (伯努利方程) 0.5 学时

理想流体运动微分方程, 理想流体沿流线的能量方程 (伯努利方程)。

3. 实际总流伯努利方程及其应用 2.5 学时

实际流体总流的能量方程 (伯努利方程) 的推导, 缓变流概念及其断面上特性, 动能修正系数的物理意义, 伯努利方程的应用 (一般的水力计算、节流式流量计、测速管、流动吸力等)。

4. 稳定流动量方程及其应用 2 学时

稳定流动量方程的应用 (弯管水力计算问题、射流的反推力及自由射流对挡板的冲击力计算)。

第五章 液流阻力与水头损失 7 学时

**本章重点难点:** 流动阻力产生的原因, 水力半径、当量直径等基本概念及相关计算, 雷诺实验, 层流、湍流的特征及判别标准, 因次分析和相似原理, 牛顿数及常用相似准数, 圆管层流流动特点, 湍流的流动规律, 脉动现象, 时均值, 层流边层、水力光滑管与水力粗糙管, 沿程水力摩擦系数的实验分析, 莫迪图的理解及应用, 沿程水头损失及局部水头损失的计算。

1. 液流阻力产生的原因及分类 0.5 学时

湿周、水力半径、粗糙度等基本概念, 流动阻力产生原因 (内因及外因), 水头损失的分类。

|   |        |
|---|--------|
| 2. 流体的两种流动状态<br>雷诺实验, 层流、湍流流态的定义、特征及判别标准, 雷诺数。  | 0.5 学时 |
| 3. 相似原理和量纲分析<br>量纲和谐性原理, 量纲分析的雷利法及 $\Pi$ 定理, 流动相似的几何相似、运动相似和动力相似, 常用相似准数 (牛顿数、雷诺数、富劳德数、欧拉数等的定义及物理意义)。                   | 2 学时   |
| 4. 圆管层流流动<br>应用 N-S 方程分析圆管层流的流速分布、流量、切应力以及沿程水头损失等, 得到圆管层流流动规律。  | 1 学时   |
| 5. 圆管湍流流动<br>湍流的产生原理和特性, 湍流的时均流场与脉动, 湍流流速分布, 层流边层、湍流水力光滑、水力粗糙的定义。   | 1 学时   |
| 6. 湍流沿程水头损失的分析及计算<br>计算沿程水头损失的达西公式, 沿程水力摩阻系数的实验分析及求解, 莫迪图的理解及应用。  | 1 学时   |
| 7. 局部水头损失分析及计算<br>局部水头损失产生的原因及包达公式的应用, 局部水力摩阻系数的确定。   | 1 学时   |
| 第六章 边界层理论基础<br><b>本章重点难点:</b> 边界层的概念, 普朗特边界层微分方程, 边界层动量积分关系式及应用, 平板边界层近似计算, 边界层的分离与控制, 绕流物体的阻力。                         | 7 学时   |
| 1. 普朗特边界层概念<br>边界层的概念, 两个流区, 边界层流态划分, 边界层厚度的计算。   | 1 学时   |
| 2. 边界层微分方程式<br>无因次化处理, 量级对比分析, 边界层微分方程。   | 1 学时   |
| 3. 边界层动量积分关系式及应用<br>卡门动量积分关系式的推导, 平板层流边界层的近似计算, 平板湍流边界层的近似计算。   | 2 学时   |
| 4. 边界层的分离和控制<br>曲面边界层的流动和分离机理, 锐缘效应, 边界层的控制方法。  | 1 学时   |
| 5. 绕流物体的阻力<br>卡门涡街, 斯特罗哈数, 绕流阻力计算。  | 2 学时   |
| 第七章 流体的旋涡运动<br><b>本章重点难点:</b> 理解涡量场、涡线、涡管、涡丝、涡通量、旋涡强度、速度环量、点涡的基本概念, 重点讲解 Stokes 定理, 汤姆孙定理, 旋涡不生不灭定理, 旋涡场 Helmholtz 三定理。 | 4 学时   |
| 1. 旋涡运动的基本概念<br>涡量场、涡线、涡管、涡丝、涡通量、旋涡强度的基本概念。   | 1 学时   |
| 2. 斯托克斯定理<br>速度环量基本概念, Stokes 定理。   | 1 学时   |
| 3. 汤姆孙定理和亥姆霍兹定理<br>汤姆孙定理和亥姆霍兹定理三大定理。  | 2 学时   |
| 机动  | 2 学时   |
| 实验  | 4 学时   |
| 1. 流体静力学实验  |        |
| 2. 流动状态实验   |        |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>  |        |
| 1. 《工程流体力学》, 倪玲英主编, 石油大学出版社, 2012;  |        |
| 2. 《船舶流体力学》, 夏国泽, 华中科技大学出版社, 2003;  |        |
| 3. 《工程流体力学》, 贺礼清编, 石油工业出版社, 2004;   |        |
| 4. 《流体力学及其工程应用》, (美) E·约翰芬纳莫尔, 约瑟夫 B·弗朗兹尼编著, 机械工业出版   |        |

社，2006；

5. 《流体力学》，丁祖荣编著，高等教育出版社，2003；
6. 《流体力学》，张兆顺，崔桂香，清华大学出版社，2006；
7. 《工程流体力学》，闻德荪主编，高等教育出版社，2004；
8. 中国石油大学(华东)工程流体力学精品课程网站：<http://jpkc.upc.edu.cn/jpkc/C76/zcr-1.htm>。



# 02237 《船舶结构力学》教学大纲

英文名称: Ship Structural Mechanics

课程编码: 02237

学分: 3

参考学时: 48

实验学时: 4

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 李昌良

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《船舶结构力学》是船舶与海洋工程专业的学科基础课。通过本课程的学习,要求学生具备船体结构(杆件、板)强度与稳定性问题的分析能力和计算能力,为后续课程学习以及有关的工程技术工作和科学研究工作打下基础,本课程理论严谨,对提高学生的分析问题解决问题能力有着重要的作用。

## 二、基本要求

在本课程学习之前,应掌握材料力学、理论力学、船体结构、和线性代数等课程的基本知识。学生学完本课程之后,应掌握和了解以下内容:

掌握船体结构力学模型的建立;掌握船体结构强度及稳定性的基本概念以及船体结构简单构件(杆、杆系、板)强度及稳定性分析的基本方法、思路;掌握力法、位移法、能量法、矩阵法求解杆、板及简单板架的弯曲问题及稳定性问题;了解有限元法的一般原理和解题方法,了解船体结构强度分析基本问题及船体结构强度分析最新研究进展。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

2 学时

**本章的重点难点:** 船舶结构力学的内容及任务,结构力学模型的建立。

#### (一) 教学内容

1. 船舶结构力学的内容、任务与研究方法以及船舶结构力学的发展;
2. 船体结构力学模型的简化。

#### (二) 基本要求

1. 了解船舶结构力学的内容、任务与研究方法以及船舶结构力学的发展;
2. 掌握船体结构力学模型的建立。

### 第二章 单跨梁的弯曲理论

8 学时

**本章的重点难点:** 梁的弯曲微分方程式及其通解,梁的弯曲要素表及其应用。

#### (一) 教学内容

1. 梁的弯曲微分方程及其解(初参数法);梁的支座及边界条件; 4 学时
2. 梁的弯曲要素计算(解析法、迭加法);梁的内力计算; 2 学时
3. 剪切对梁弯曲变形的影响;梁的复杂弯曲及弹性基础梁。 2 学时

#### (二) 基本要求

1. 掌握:符号法则,边界条件,初参数法,迭加法画弯矩图,复杂弯曲梁及弹性基础梁的解题思路,辅助函数查表法。

2. 了解剪切、轴力、弹性地基对梁弯曲的影响。

### 第三章 力法

6 学时

**本章的重点难点:** 超静定结构的组成及超静定次数的确定,力法原理及应用。

#### (一) 教学内容

1. 力法原理及三弯矩方程; 2 学时
2. 力法的应用(连续梁、简单刚架、板架)、弹性固定端和弹性支座的实际概念; 2 学时
3. 弹性支座上连续梁的计算(五弯矩方程); 1 学时
4. 一根交叉构件板架计算。 1 学时

|   |        |
|---|--------|
| (二) 基本要求  |        |
| 1. 掌握力法原理及三弯矩方程;                                  |        |
| 2. 掌握弹性支座上连续梁的计算、一根交叉构件板架计算;                      |        |
| 3. 基本掌握弹性固定端和弹性支座的实际概念;                           |        |
| 4. 了解多根交叉构件板架计算(自学)。                              |        |
| 第四章 位移法   | 4 学时   |
| <b>本章的重点难点:</b> 位移法原理及应用。                         |        |
| (一) 教学内容  |        |
| 1. 位移法原理;   | 2 学时   |
| 2. 位移法在杆系中的应用。                                    | 2 学时   |
| (二) 基本要求  |        |
| 1. 掌握位移法原理;                                       |        |
| 2. 掌握位移法在杆系中的应用;                                  |        |
| 3. 了解弯矩分配法(自学)。                                   |        |
| 第五章 矩阵法   | 4 学时   |
| <b>本章的重点难点:</b> 位移法原理及应用。                         |        |
| (一) 教学内容  |        |
| 1. 术语及概念, 杆元的基本类型;                                | 0.5 学时 |
| 2. 杆单元刚度矩阵、结构刚度矩阵;                                | 2.5 学时 |
| 3. 节点载荷、约束处理                                      | 1 学时   |
| (二) 基本要求  |        |
| 1. 掌握杆元的基本类型;                                     |        |
| 2. 了解刚度矩阵的物理意义;                                   |        |
| 3. 了解节点载荷的分类及性质。                                  |        |
| 第六章 能量法   | 4 学时   |
| <b>本章的重点难点:</b> 应变能和余能, 虚位移原理和虚力原理的应用。            |        |
| (一) 教学内容  |        |
| 1. 应变能与余能; 杆件的应变能计算; 虚功原理;                        | 2 学时   |
| 2. 虚位移原理的应用; 位能驻值原理的近似解法;                         | 1 学时   |
| 3. 虚力原理的应用。                                       | 1 学时   |
| (二) 基本要求  |        |
| 1. 掌握位能驻值原理(李兹法)、应力能(卡氏定理)原理、最小功原理; 掌握位移法在杆系中的应用; |        |
| 2. 理解能量法其他相关原理                                    |        |
| 3. 了解应变能原理、单位位移法、余位能驻值原理、单位载荷法。                   |        |
| 第七章 平面应力问题的有限元法                                   | 6 学时   |
| <b>本章的重点难点:</b> 常应变三角形单元、有限单元法的解题过程。              |        |
| (一) 教学内容  |        |
| 1. 平面应力问题及基本方程;                                   | 2 学时   |
| 2. 解题方法与有限单元法概念;                                  | 1 学时   |
| 3. 三角形单元的位移函数;                                    | 1 学时   |
| 4. 有限单元法的解题过程。                                    | 2 学时   |
| (二) 基本要求  |        |
| 1. 掌握弹性体的应力、位移与应变;                                |        |
| 2. 掌握平面应力问题及基本方程;                                 |        |
| 3. 了解三角形单元及有限元法的解题过程。                             |        |

|   |      |
|---|------|
| 第八章 薄板的弯曲理论                             | 4 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 薄板的筒形弯曲理论，薄板的弯曲微分方程及其解。 |      |
| (一) 教学内容                                |      |
| 1. 薄板的筒形弯曲；                             | 1 学时 |
| 2. 薄板的弯曲微分方程式；                          | 2 学时 |
| 3. 薄板弯曲问题的解法。                           | 1 学时 |
| (二) 基本要求                                |      |
| 1. 理解薄板的筒形弯曲，板条梁的概念；                    |      |
| 2. 了解单三角基数、双三角基数求解刚性板的弯曲问题；查表法求解板的弯曲问题； |      |
| 3. 掌握板的分类及刚性板、柔性板的计算（外加中面力柔性板、大挠度柔性板）；  |      |
| 4. 基本掌握板的弯曲问题的解法。                       |      |
| 第九章 杆与板的稳定性                             | 6 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 结构失稳的概念，单跨压杆的稳定性及其解法。   |      |
| (一) 教学内容                                |      |
| 1. 单跨压杆的稳定性；多跨压杆的稳定性；                   | 2 学时 |
| 2. 甲板板架的稳定性；                            | 2 学时 |
| 3. 板的中性平衡微分方程式及其解；板稳定性的能量法；             | 2 学时 |
| 4. 板的后屈曲性能（自学）。                         |      |
| (二) 基本要求                                |      |
| 1. 单跨压杆解析法，能量法，                         |      |
| 2. 非弹性稳定性，多跨压杆稳定性，                      |      |
| 3. 板架(中间弹性支座)稳定性临界刚度，                   |      |
| 4. 板的稳定性的计算(解析法、能量法)。                   |      |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                      |      |
| 1. 《船舶结构力学》，刘虢，华南理工大学出版社，2010；          |      |
| 2. 《船舶结构力学》，苏恒煜，谭林森，华中科技大学出版社，2008；     |      |
| 3. 《船舶结构力学》，陈铁云，陈伯真，上海交通大学出版社，1991；     |      |
| 4. 陈铁云，陈伯真，《船舶结构力学》，上海交通大学出版社，1994；     |      |
| 5. 陈伯真，阮先政，《船舶结构力学习题集》，上海交通大学出版社，1994。  |      |

# 02238 《海洋土力学》 教学大纲

英文名称: Offshore Soil Mechanics

课程编号: 02238

学分: 2.5

参考学时: 40

实验学时: 4

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 王腾

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

本课程是海洋与船舶专业本科生的专业基础课。通过本课程的学习,使学生了解海洋土的成因和分类方法,熟悉土的基本物理力学性质,掌握土的渗透性、地基沉降、地基承载力、海洋平台桩基承载力的计算方法和土坡稳定分析方法,达到能应用土力学的基本原理和方法解决海洋工程中稳定、变形和渗流等问题的目的。

## 二、基本要求

在本课程学习之前,应掌握高等数学、工程力学、地质学基础等课程的基本知识。通过海洋土力学的学习,熟悉土的基本物理力学性质和分类方法,掌握浅基础的地基承载力、地基沉降、海洋平台桩基承载力的计算方法和土坡稳定分析方法,能应用土力学的基本原理和方法解决实际工作中的地基稳定、变形和渗流等问题。

## 三、教学内容与学时分配建议

- |   |      |
|---|------|
| 绪论  | 1 学时 |
| <b>重点:</b> 了解海洋岩土工程的性质其在工程技术中的应用。<br>海洋岩土工程的性质,土力学发展,海上能源的开发过程及海上岩土工程设计的目标和工具。                              |      |
| 第一章 土的物理性质及工程分类   | 4 学时 |
| <b>重点:</b> 土的三相组成、土的物理力学性质指标及其测定方法、三相比例指标之间的换算关系、土的工程分类。  |      |
| 1. 土的成因和三相组成,土的物理性质和物理状态指标  | 2 学时 |
| 2. 无粘性土和粘性土的物理性质,土的结构性和土的工程分类   | 2 学时 |
| 第二章 土的渗透性与渗流  | 3 学时 |
| <b>重点:</b> 土的渗透规律、渗透性指标的测定方法及影响因素、渗流量计算。  |      |
| 1. 土的渗透性及达西定律,渗透系数及测定方法   | 1 学时 |
| 水头与水力坡降,渗透试验和达西定律,达西定律的适用范围,渗透系数的测定及影响因素,成层土的平均渗透系数。  |      |
| 2. 二维渗流、流网及其工程应用,渗透力与渗透破坏   | 2 学时 |
| 渗流的基本微分方程,流网及其绘制,流网的应用,渗透力和临界水力坡降,渗透破坏(渗透变形)的类型和判断,渗透破坏的防治。   |      |
| 第三章 土体中的应力计算  | 4 学时 |
| <b>重点:</b> 土中自重应力、地基附加应力、基底附加压力,土的有效应力原理。   |      |
| 1. 应力状态和土体的自重应力计算   | 1 学时 |
| 2. 基底压力和地基中的附加应力  | 2 学时 |
| 基底压力的分布规律,基底压力的简化计算,集中荷载作用下的附加应力计算,矩形面积上各种分布荷载作用下的附加应力计算,线荷载和条形分布荷载作用下的附加应力,均布圆形荷载作用时中心点下的附加应力,影响土中应力分布的因素。 |      |
| 3. 有效应力原理   | 1 学时 |
| 有效应力原理的基本概念,饱和土中孔隙水压力和有效应力的计算。  |      |
| 第四章 土的压缩性及地基沉降计算  | 6 学时 |
| <b>重点:</b> 土的压缩特性,室内、现场试验测定土的压缩性指标,太沙基一维固结理论,地基最  |      |

终沉降量计算方法，地基沉降随时间变化规律。

1. 土的压缩特性 2 学时  
压缩变形的本质，土的压缩试验与压缩性指标，土的变形模量，先期固结压力的确定。
  2. 地基最终沉降量计算 2 学时  
单向分层总和法计算地基最终沉降量，考虑应力历史的地基沉降量计算，粘性土的沉降计算。
  3. 饱和土体一维固结理论 2 学时  
一维渗透固结模型，沉降与时间的关系。
- 第五章 土的抗剪强度 5 学时  
**重点：**莫尔-库伦抗剪强度理论和极限平衡理论，抗剪强度指标的测定方法，不同固结和排水条件下土的抗剪强度指标的意义及应用。
1. 土的抗剪强度和破坏理论 1 学时  
剪力作用下土体的典型响应，土抗剪强度模型，
  2. 土的抗剪强度试验方法 1 学时  
直接剪切试验，无侧限压缩试验，
  3. 土的抗剪强度机理和影响因素 1 学时
  4. 土在剪切中的性状和各类抗剪强度指标及选用 2 学时  
抗剪强度指标，三轴不固结不排水剪切试验和直剪快剪试验，三轴固结排水试验和慢剪试验，抗剪强度指标的选用。
- 第六章 地基承载力 4 学时  
**重点：**地基承载力计算公式，载荷试验方法，地基极限承载力。
1. 地基的变形和失稳 1 学时  
临塑荷载和极限承载力，浅基础的地基破坏模式。
  2. 地基的临塑荷载和临界荷载 1 学时  
地基塑性变形区边界方程，临塑荷载和临界荷载。
  3. 地基的极限承载力 2 学时  
极限平衡理论的原理，无重地基的极限承载力，太沙基极限承载力，浅基础地基承载力设计。
- 第七章 导管架海洋平台 7 学时  
**重点：**防沉板的设计计算，桩基极限承载力计算，桩的轴向响应，水平荷载下单桩的设计。
1. 导管架平台建造和安装 1 学时  
安装过程中底部的临时性支撑，防沉板的设计计算，桩的安装，海上打桩。
  2. 单桩轴向极限承载力 1 学时
  3. 桩的轴向响应 2 学时
  4. 水平荷载下单桩的设计 1 学时
- 第八章 土坡稳定分析 2 学时  
**重点：**整体圆弧滑动法，BISHOP 法条分法，无粘性土坡的稳定性。  
无粘性土坡的稳定性，粘性土坡的稳定性，边坡稳定分析的总应力法和有效应力法，抗剪强度指标的选用。
- 四、教材及主要参考资料**
1. 《海洋土力学》，王腾编，中国石油大学出版社，2013，校内胶印；
  2. 《Offshore Geotechnical Engineering》，Mark Randolph, Susan Gourvenec, Spon Press, 2011；
  3. soil mechanics and foundations, Muni budhu, John wiley & sons inc., 2007；
  4. 《土力学》，东南大学，浙江大学，湖南大学，苏州城建环保学院，中国建筑工业出版社，2001；
  5. 《土力学地基基础》，陈希哲编著，清华大学出版社，2000；
  6. 《土力学》陈仲颐、周景星、王洪瑾，清华大学出版社，1997。

# 02238 Syllabus of Offshore Soil Mechanics

**Course name:** Offshore Soil Mechanics

**Course Number:** 02238

**Credit:** 2.5

**Reference Hours:** 36

**Experiment hours:**

**Programming hours:** 4

**Designed for:** Naval Architecture and Ocean Engineering

**Program Designer:** Wang Teng

**Director of department:** Naval Architecture and Ocean Engineering

## I .Objectives

Offshore soil mechanics is a required bilingual course. This course is to provide students with basic knowledge about soil properties; the importance of water in the soil and the effects of water movement; Consolidation and consolidation settlements; Stresses in soil; shear strength; bearing capacity of pile foundation; stability of slopes and Laboratory testing of soils. To teach students how to apply the principles of soil mechanics to analyze and design the stability of the foundation, deformation and seepage in offshore geotechnical design practice.

## II .Prerequisites

Bilingual teaching runs through the entire course. The foundation of this course, including engineering mechanics, geology, college English for science and technology should be learned first. The students show master the basic knowledge about soil properties and learn how to apply the principles of soil mechanics to analyze and design the stability of the foundation, deformation and seepage in offshore geotechnical design practice.

## III.Contents and Proposed Teaching Hours

|  |        |
|--|--------|
| Chapter 0 INTRODUCTION   | 1hours |
| Nature of offshore geotechnical engineering, Historical development of soil mechanics, Development processes for offshore energy resources ,Geotechnical design Objectives and tools, Development of Soil Mechanics, Contents of Soil Mechanics. |        |
| Chapter 1 PHYSICAL PROPERTIES AND CLASSIFICATION OF SOIL   | 4hours |
| 1. Formation of Soil   |        |
| 2. Components of Soil  |        |
| 3. Physical Features and Indexes of Soil   |        |
| 4. Soil Fabric   |        |
| 5. Soil Classification   |        |
| Chapter 2 WATER FLOW THROUGH SOIL  | 3hours |
| 1. Introduction  |        |
| 2. Driving Potential——Total Head   |        |
| 3. Darcys Law  |        |
| 4. Determination of the Coefficient of Permeability  |        |
| 5. Two-Dimensional Flow of Water through Soil and Flow Net   |        |
| 6. Seepage Force and Critical Hydraulic Gradient   |        |
| Chapter 3 STRESSES IN SOIL   | 4hours |
| 1. Introduction  |        |
| 2. Effective Overburden Pressure in the Ground   |        |
| 3. Contact Pressure between the Foundation and the Ground  |        |
| 4. Stress Increase in the Ground   |        |
| 5. Effective Stress and Pore Water Pressure in soil  |        |

|  |        |
|--|--------|
| Chapter 4 COMPRESSION AND CONSOLIDATION OF SOIL  | 6hours |
| 1. Introduction  |        |
| 2. Soil Compressibility Characteristics  |        |
| 3. Fundamentals of Consolidation   |        |
| 4. Foundation settlement calculation   |        |
| 5. Terzaghi's Theory of One-dimensional Consolidation                                    |        |
| Chapter 5 SHEAR STRENGTH OF SOIL   | 5hours |
| 1. Introduction  |        |
| 2. SHEAR STRENGTH and Mohr-Coulomb Failure Criterion                                     |        |
| 3. Shear Strength Test   |        |
| 4. The shear strength characteristics of soil  |        |
| 5. Residual strength   |        |
| Chapter 6 BEARING CAPACITY OF FOUNDATIONS  | 4hours |
| 1. Introduction  |        |
| 2. Allowable Bearing Capacity of Foundations   |        |
| 3. Ultimate Bearing Capacity of Shallow Foundations                                      |        |
| 4. Characteristic Value of Bearing Capacity of Shallow Foundations                       |        |
| 5. code recommendations for bearing capacity   |        |
| Chapter 7 OFSHORE JACKET PLATFORMS   | 7hours |
| 1. Introduction  |        |
| 2. Temporary on-bottom support during installation                                       |        |
| 3. Pile installation   |        |
| 4. Ultimate axial pile capacity  |        |
| 5. Axial pile performance  |        |
| 6. Lateral pile performance  |        |
| 7. Ultimate lateral pile capacity  |        |
| Chapter 8 SLOPE STABILITY  | 2hours |
| 1. Introduction  |        |
| 2. Slope Stability of Cohesionless Soil  |        |
| 3. Slope Stability of Cohesive Soil  |        |
| 4. usage of shear strength of soil   |        |
| <b>IV.Textbooks and References</b>   |        |
| 1. 《海洋土力学》，王腾编，中国石油大学出版社，2013，校内胶印；  |        |
| 2. 《Offshore Geotechnical Engineering》，Mark Randolph, Susan Gourvenec, Spon Press, 2011； |        |
| 3. soil mechanics and foundations, Muni budhu, John wiley &sons inc., 2007；              |        |
| 4. 《土力学》，东南大学，浙江大学，湖南大学，苏州城建环保学院，中国建筑工业出版社，2001；   |        |
| 5. 《土力学地基基础》，陈希哲编著，清华大学出版社，2000；   |        |
| 6. 《土力学》陈仲颐、周景星、王洪瑾，清华大学出版社，1997。  |        |

# 02239 《海洋平台仪表及控制系统》教学大纲

英文名称: Offshore Platform Instrument and Control System

课程编码: 02239

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 李志刚

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

海洋平台仪表及控制系统是船舶与海洋工程专业的一门专业课程。通过本课程的学习,使学生了解海洋石油平台(包括钻井平台、采油平台、储油平台、作业平台等)上的仪表(传感器)的原理和应用、各种平台工程参数的测量原理和方法,海洋石油平台上各种不同类型自动控制系统的基本知识。使学生掌握合理选择适用的仪器仪表(传感器)去解决测量问题的基本技能;培养学生分析和处理海洋石油平台测量和控制问题的基本能力。

## 二、基本要求

了解现代测量理论、误差理论,建立有关测量的基本概念。初步掌握海洋石油平台上使用的各种仪器仪表(传感器)的基本原理,能够根据被测参数的要求选用仪表,并能进行有关基本计算。了解海洋石油平台测控技术和典型控制系统的发展状况、基本构成和工作原理。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章重点难点:** 测量、仪表与自动化的基本概念。

#### 1. 测量、仪表与自动化的基本概念

2 学时

测量的基本概念,误差理论,仪表,基本构成与功能,仪表的常用技术指标,仪表的防护与防爆,自动化,自动控制系统的基本构成和功能。

#### 2. 海洋平台仪表及自动化设备的特点

2 学时

海洋平台环境特征,对仪表的特殊要求。

### 第二章 海洋石油平台通用仪表

**本章重点难点:** 各参数测量仪表及选用。

#### 1. 流体压力的测量及仪表

压力及其测量方法;

1 学时

常用压力测量仪表和传感器;

1.5 学时

测压仪表的选择、使用和标定。

0.5 学时

#### 2. 温度的测量及仪表

温度及其测量方法;

1 学时

常用温度测量仪表和传感器;

1.5 学时

测温仪表的选择和使用。

0.5 学时

#### 3. 流量的测量及仪表

流量及其测量方法;

1 学时

常用流量测量仪表;

1.5 学时

流量测量仪表的选择、使用和标定。

0.5 学时

#### 4. 物位的测量及仪表

物位及其测量方法;

1 学时

常用物位测量仪表;

1.5 学时

物位测量仪表的选择和使用。

0.5 学时

### 第三章 钻采平台特有工艺参数的测量及仪表

**本章重点难点:** 各参数测量仪表及工作原理。



|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| 1. 钻井工艺参数的测量及仪表                |        |
| 钻压和悬重的测量方法和仪表；                 | 1.5 学时 |
| 井深和转盘转数的测量方法和仪表；               | 1.5 学时 |
| 钻井液排量和泵冲数的测量方法和仪表；             | 1 学时   |
| 钻井液密度和泥浆池液位的测量方法和仪表。           | 1.5 学时 |
| 2. 采油工艺参数的测量及仪表                |        |
| 井下温度、压力的测量方法和仪表；               | 1 学时   |
| 注水量、产液量、动液面等的测量方法和仪表。          | 1.5 学时 |
| 第四章 自动化装置与自动控制系统               |        |
| <b>本章重点难点：</b> 常用自动化装置及工作原理。   |        |
| 1. 常用自动化装置                     | 2 学时   |
| 控制器，调节阀，关断阀，安全阀等的基本构成和工作原理。    |        |
| 2. 自动控制系统                      | 2 学时   |
| 自动控制系统的发展、分类和特点。               |        |
| 第五章 海洋平台常见控制系统                 |        |
| <b>本章重点难点：</b> 各控制系统的作用及工作原理。  |        |
| 油气生产过程自动控制系统和紧急关断系统的基本构成和工作原理； | 1 学时   |
| 自升式平台桩腿自动升降系统的基本构成和工作原理；       | 1 学时   |
| 升沉补偿系统等的基本构成和工作原理；             | 1 学时   |
| 管子自动处理系统的基本构成和工作原理；            | 0.5 学时 |
| 动力定位系统的基本构成和工作原理。              | 0.5 学时 |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>             |        |
| 《海洋平台仪表及自动化》，李志刚，中国石油大学校内胶印教材。 |        |

# 02241 《船舶工程基础》教学大纲

英文名称: Introduction to Ship Engineering

课程编码: 02241

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 李志刚

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、课程目标

《船舶工程基础》是海洋油气工程专业的一门专业基础课。其目标是使学生对船舶工程各方面有一个全面和基本的认识,以便在今后的学习和工作中正确处理与船舶有关的技术问题。

## 二、基本要求

通过学习本课程,学生应掌握船舶的基本构成、基本参数、主要结构形式,理解船舶浮性、稳性、抗沉性、船舶快速性、操纵性和耐波性的概念和主要内容,了解常见的船舶动力装置、常用的船舶设备,以及船舶设计、建造、检验及维修等方面的基本知识和基本过程。本课程的预修课程为工程力学和流体力学。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 船舶基本概念

**本章重点难点:** 船舶基本参数, 船舶基本构成。

#### 1. 船舶与船舶工程

船舶、船舶工程的概念, 船舶的发展历程

1 学时

船舶的基本构成

2 学时

#### 2. 船舶的基本参数及主要标志

船舶基本尺度和基本参数

1 学时

船舶吨位、船舶载重量和排水量

1 学时

船舶吃水和载重线标志

1 学时

#### 3. 船舶类型

2 学时

常见的民用和军用船舶类型及特点。

### 第二章 船体形状的表达

2 学时

**本章重点难点:** 船型系数和型线图。

#### 1. 船舶主要尺度和主尺度比值

#### 2. 船型系数和型线图。

### 第三章 船舶航行性能

**本章重点难点:** 船舶浮性、稳性、抗沉性、快速性、操纵性和耐波性的概念及其基本衡准方法。

#### 1. 浮性

2 学时

船舶浮性的概念, 船舶重量的构成, 船舶排水量与浮心的概念及基本计算方法; 邦戎曲线, 费尔索夫图谱; 航区水密度改变对船舶浮态的影响, 储备浮力的概念, 载重线标志。

#### 2. 稳性

稳性、复原力矩的概念, 初稳性公式、初稳性高, 船舶静水力曲线图的构成内容和使用, 货物装载状态对船舶浮态和稳性的影响, 船舶倾斜试验。

2 学时

船舶大倾角稳性, 稳性的影响因素和改善稳性的措施, 与稳性衡准有关的规范和规定, 稳性衡准数, 移动式平台的稳性概述。

2 学时

#### 3. 船舶抗沉性

1 学时

进水舱室的分类、渗透率的概念, 可浸长度, 分舱因数, 许用舱长, 船舶分舱和破舱稳性的有关公约和规则, 主要抗沉性要求及衡准。

|   |      |
|---|------|
| 4. 船舶快速性  | 1 学时 |
| 船舶快速性的概念，船舶阻力的分类及成因，估算阻力的近似方法，阻力相似理论和阻力换算，船舶推进器，螺旋桨的几何特征，影响船舶推进效率的因素。 |      |
| 5. 船舶操纵性  | 1 学时 |
| 船舶操纵性的概念，操纵性要求，航向稳定性，船舶回转运动，操纵性标准，舵的几何要素、种类，船舶操纵性的影响因素。               |      |
| 6. 船舶耐波性  | 1 学时 |
| 船舶耐波性的概念，主要内容，船舶在波浪上的运动形式，耐波性的影响因素，耐波性指标。                             |      |
| <b>第四章 船体结构与强度</b>  |      |
| <b>本章重点难点：</b> 主船体结构。   |      |
| 1. 船体强度的基本概念  | 1 学时 |
| 总纵强度、横向强度和局部强度的概念。  |      |
| 2. 船体结构的主要形式及主要作用   | 2 学时 |
| 船体外板和甲板板、船底结构、甲板结构；   |      |
| 舷侧结构、首尾结构和上层建筑结构。   |      |
| 3. 船体结构主要图纸   | 1 学时 |
| 总布置图、基本结构图、外板展开图和肋骨型线图。   |      |
| <b>第五章 船舶设计概述</b>   |      |
| <b>本章重点难点：</b> 船舶设计的主要内容和基本过程。  |      |
| 船舶设计的主要内容和基本过程。   |      |
| <b>第六章 船舶建造概述</b>   |      |
| <b>本章重点难点：</b> 船舶建造的主要内容和基本过程。  |      |
| 船舶建造的主要内容和方法；   |      |
| 船舶建造的主要设备、工具和工艺过程。  |      |
| <b>第七章 船舶检验</b>   |      |
| <b>本章重点难点：</b> 船舶检验的内容。   |      |
| 船舶检验的内容和验船机构。   |      |

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《船舶工程基础》，李志刚，中国石油大学出版社，2011；
2. 《船舶原理》，盛振邦等，上海交通大学出版社，2004；
3. 《船舶结构与设备》，马家法等，大连海事大学出版社，2000；
4. 《船舶设计原理》，顾敏童，上海交通大学出版社，2001；
5. 《船舶建造工艺》，陆伟东等，上海交通大学出版社，1991；

# 02301 《油田化学》教学大纲

英文名称: Oilfield Chemistry

课程编码: 02301

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 黄维安

系(教研室)主任: 吕开河

## 一、课程目标

本课程是石油工程专业的一门必修课程,包括钻井化学、采油化学和集输化学三篇。要求了解钻井液和水泥浆的性能及其控制与调整;油层的化学改造和油水井的化学改造的方法及其化学原理;原油集输过程中涉及的问题及其解决这些问题的化学方法。通过该课程的学习,为将来从事油田化学和与之相关的工作打下基础。

## 二、基本要求

本课程为一门专业性质较强的必修课程,与之相关的课程有大学化学、有机化学、应用物理化学、油层物理、油田开发地质学等,这些课是本课程的基础,因此本课程安排在它们之后学习。要求学生学完该课程后掌握钻井、固井、采油和集输过程中存在问题的化学本质和解决这些问题的化学原理、化学用剂及其作用机理。

## 三、教学内容与学时分配建议

第一篇 钻井化学 12 学时

第一章 粘土矿物 2 学时

**本章重点难点:** 粘土矿物的基本构造、常见粘土矿物以及粘土矿物的基本性质。

1. 粘土矿物的基本构造

2. 粘土矿物

3. 粘土矿物的性质

第二章 钻井液化学 8 学时

**本章重点难点:** 钻井液的功能与组成、钻井液的性质及其控制、复杂地质条件下的钻井液技术对策。

1. 钻井液的功能与组成

2. 钻井液的密度及其调整

3. 钻井液的酸碱性及其控制

4. 钻井液的滤失性、流变性、润滑性及其调控

5. 钻井液中的固相及其含量的控制

6. 钻井液中的固相及其含量的控制

7. 复杂地质条件下的钻井液技术,包括井壁稳定、防卡钻、防井漏钻井液技术

8. 钻井液体系简介

第三章 水泥浆化学 2 学时

**本章重点难点:** 水泥浆的功能与组成、水泥浆的性质及其控制、常见水泥浆体系。

1. 水泥浆的功能与组成

2. 水泥浆的密度及其调整

3. 水泥浆的稠化及稠化时间的调整

4. 水泥浆的流变性、滤失性及其调整

5. 气窜及其控制

6. 水泥浆的漏失及其处理

7. 水泥浆体系简介

第二篇 采油化学 15 学时

|  |      |
|--|------|
| 第四章 化学驱与混相驱  | 5 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 聚合物驱、表面活性剂驱、碱驱、复合驱、混相驱的提高采收率原理与所用化学剂及其机理。 |      |
| 1. 聚合物驱  |      |
| 2. 表面活性剂驱  |      |
| 3. 碱驱  |      |
| 4. 复合驱   |      |
| 5. 混相驱   |      |
| 第五章 注水井调剖与油井堵水   | 3 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 注水井调剖剂及其作用机理、油井堵水剂及其作用机理。                 |      |
| 1. 注水井调剖   |      |
| 2. 油井堵水  |      |
| 第六章 稠油降粘   | 1 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 稠油降粘方法及其相应的机理。                            |      |
| 1. 稠油  |      |
| 2. 稠油的升温降粘法  |      |
| 3. 稠油的稀释降粘法  |      |
| 4. 稠油的乳化降粘法  |      |
| 5. 稠油的氧化降粘法  |      |
| 6. 稠油的催化水热解降粘法   |      |
| 第七章 酸化用酸及酸化用添加剂  | 2 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 酸化用酸类型、适应性，酸化用添加剂及其作用机理。                  |      |
| 1. 酸化用酸  |      |
| 2. 酸化用添加剂  |      |
| 第八章 压裂液及压裂用添加剂   | 2 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 压裂液类型、适应性，压裂用添加剂及其作用机理。                   |      |
| 1. 压裂液   |      |
| 2. 压裂用添加剂  |      |
| 第九章 油水井防砂  | 1 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 稠油降粘方法及其相应的机理。                            |      |
| 1. 化学桥接防砂法   |      |
| 2. 化学胶结防砂法   |      |
| 3. 人工井壁防砂法   |      |
| 4. 滤砂管防砂法  |      |
| 5. 绕丝管砾石充填防砂法  |      |
| 第十章 油井的防蜡与清蜡   | 1 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 油井防蜡、清蜡方法，防蜡剂、清蜡剂及其作用机理。                  |      |
| 1. 油井的防蜡   |      |
| 2. 油井的清蜡   |      |
| 第三篇 集输化学   | 5 学时 |
| 第十一章 埋地管道的腐蚀与防腐  | 1 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 埋地管道的腐蚀机理与防腐方法。                           |      |
| 1. 埋地管道的腐蚀   |      |
| 2. 埋地管道的防腐   |      |
| 第十二章 乳化原油的破乳与起泡沫原油的消泡                                    | 1 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 乳化原油的破乳剂及其机理，原油消泡剂及其机理。                   |      |

1. 乳化原油的破乳
  2. 起泡沫原油的消泡
- 第十三章 原油的降凝、减阻输送 1 学时

**本章重点难点：**原油的降凝方法及其原理，原油减阻剂及其机理。

1. 原油的降凝输送
2. 原油的减阻输送

第十四章 天然气处理 1 学时

**本章重点难点：**天然气脱水、脱酸性气体方法及用剂，天然气水合物生成抑制机理。

1. 天然气脱水
2. 天然气脱酸性气体
3. 天然气水合物生成的抑制

第十五章 油田污水处理 1 学时

**本章重点难点：**油田污水处理剂及其作用机理。

1. 污水的除油
2. 污水的除氧
3. 污水中固体悬浮物的絮凝
4. 污水的防垢
5. 污水的缓蚀
6. 污水的杀菌

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《油田化学》 赵福麟主编，中国石油大学出版社，2012 第二版，国家级；
2. 《油田化学》，佟曼丽主编，石油大学出版社，1996；
3. 《油田化学原理与技术》，马宝歧，石油工业出版社，1995；
4. 《油田化学品》，郑晓宇，化学工业出版社，2000。

## 02303 《提高采收率原理》教学大纲

英文名称: Principles of Enhanced Oil Recovery

课程编码: 02303

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、海洋油气工程

大纲执笔人: 戴彩丽、周洪涛

系(教研室)主任: 吕开河

### 一、课程目标

本课程为石油工程专业与海洋油气工程的专业选修课。通过对该课程的学习,使学生掌握目前各种提高原油采收率技术的现状与发展趋势及其概念、机理、类型、存在的问题和筛选标准,达到对各种提高原油采收率方法原理的熟练掌握,从而实现根据油田的油藏特点及存在问题提出相应的提高采收率方法。

### 二、基本要求

要求选修该课程的同学已掌握基本的化学知识、油层物理知识、油气水地下基本渗流规律。与本课程相关的课程:大学化学、有机化学、应用物理化学、油田化学、油层物理、渗流力学。后续课程:油藏工程、采油工程。

### 三、教学内容与学时分配建议

绪论

2 学时

**本章的重点与难点:** 原油采收率的定义及影响采收率的因素。

1. 提高原油采收率的定义
2. EOR 与 IOR 的关系
3. 影响采收率的因素
4. EOR 的过去、现在和将来

第一章 油层中的界面现象

6 学时

**本章的重点与难点:** 本章内容属于提高采收率的基础知识,均为重点,其中难点内容为不同情况下的曲界面两侧的压力差及剩余油分布与水驱油分散现象的公式的推导与理解。

1. 曲界面两侧的压力差
2. 毛细管现象
3. 润湿现象
4. 吸附现象
5. 岩石表面的带电现象
6. 剩余油分布与水驱油分散现象

第二章 改善水驱技术

4 学时

**本章的重点与难点:** 水井调剖与油井堵水的区别与联系,调剖与调驱的区别与联系。

1. 水驱提高采收率的基础问题
2. 水井调剖与调驱
3. 油井堵水
4. 堵水与调驱的关键区别与结合

第三章 化学驱

8 学时

**本章的重点与难点:** 不同化学驱用剂的基本结构特征与驱油性能的关系及不同化学复合驱的驱油原理的真正理解。

1. 聚合物驱
2. 表面活性剂驱与碱驱
3. 化学复合驱
4. 泡沫驱

#### 第四章 混相驱

4 学时

**本章的重点与难点：**不同混相注入剂混相驱的驱油过程准三组分相图的分析与理解及它们的区别与联系。

1. 混相驱提高原油采收率的机理
2. 混相剂与非烃类混相剂
3. 适合于混相驱油田的筛选标准
4. 混相驱存在的问题
5. 非混相驱

#### 第五章 微生物驱

2 学时

**本章的重点与难点：**微生物基本知识、筛选与培养、驱油原理。

1. 微生物基本知识
3. 微生物筛选与培养
4. 微生物驱原理
5. 微生物驱的存在趋势与发展

#### 第六章 热力采油

2 学时

**本章的重点与难点：**热力采油分类及其驱油机理。

1. 热力采油定义、分类及其机理
2. 适合于热力采油油田的筛选标准
3. 热力采油存在的问题

#### 第七章 提高原油采收率况场实例分析

4 学时

**本章的重点与难点：**根据油田情况与特点,选择合适的提高采收率方法并提出合理实施方案。

1. 对国内一个油田的提高采收率况场实验的方案、实施效果和存在问题分析
2. 结束语, 如何选择提高原油采收率方法

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《EOR 原理》，赵福麟，石油大学出版社，2001；
2. 《提高原油采收率的原理》，H. K. 范·波伦著，唐养吾等译，石油工业出版社，1983；
3. 《化学和热力采油工艺与原理》，L. W. 拉里著，何生厚等译，山东科学技术出版社，1992；
4. 《物理化学渗流微观机理》，郭尚平等著，科学出版社，1992；
5. 《提高原油采收率原理》，叶仲斌，石油工业出版社，2007；
6. 《提高石油采收率的原理及方法》，岳湘安，石油工业出版社，2008。



# 02303 Syllabus for Principles of Enhanced Oil Recovery

**Course name:** Principles of Enhanced Oil Recovery

**Course Number:** 02303    **Credit:** 2    **Course Hours:** 32    **Experiment hours:**

**Programming hours:**    **Designed for:** Petroleum engineering, Offshore oil and gas engineering

**Program Designer:** Dai caili, Zhou Hongtao

**Director of department:** Lv kaihe

## I .Objectives

This course is optional for students majored in Petroleum engineering and Offshore oil and gas engineering professionals. Through this course, students will master a variety of enhanced oil recovery techniques currently undergoing and the development trend along with its concept, mechanism, type, challenges and screening criteria, to achieve the various principles of enhanced oil recovery methods, and an ultimate recovery potential based on oilfield reservoir characteristics and problems.

## II .Prerequisites

The students who want to pursue this course must possess considerable knowledge in chemistry, petrophysics, hydrology, filtration mechanics of oil and gas. Relevant courses are: General chemistry, Organic chemistry, Applied Physical chemistry, Oilfield chemistry, petrophysics, and fluid mechanics. Subsequent courses are: reservoir engineering, and production engineering.

## III.Contents and Proposed Teaching Hours

Introduction 2 hours

**Highlights:** The definition of EOR, challenges in EOR process, and oil recovery factors affecting recovery.

1. Definition of enhanced oil recovery
2. EOR and IOR relationship
3. Factors affecting recovery
4. State of art EOR

Chapter 1 The interfacial phenomena in reservoir 6 hours

**Highlights:** This chapter is based on the key understanding EOR, in which the content emphasize on different circumstances posed by pressure differentials across the oil-water interface and residual oil distribution and dispersion phenomena during and aftermath of waterflood, and grasp the mathematical derivation.

1. Differential pressure across the interface
2. Capillary phenomenon
3. Wetting phenomena
4. Adsorption phenomena
5. Rock surface phenomena
6. Residual oil distribution and oil dispersion phenomena

Chapter 2 Improved waterflooding technology 4 hours

**Highlights:** Well profile control, modification and plugging for different flooding cases.

1. Screening criteria for EOR during waterflooding
2. Well profile control and oil displacement
3. Plugging wells
4. Plugging and oil displacement in conjunction with the key difference

Chapter 3 Chemical flooding 8 hours

**Highlights:** Mainly focuses on different chemical agents, the basic structural features and relationship between performance and flooding, portraits the principle, compatibility and real understanding of flooding mechanism and ultimate recovery

- 1.Polymer Flooding
- 2.Surfactant flooding
- 3.Chemical Flooding
- 4.Foam flooding

Chapter4 Miscible flooding 4 hours

**Highlights:** Different miscible injectant during miscible flooding, process of quasi-three-component phase diagram analysis and understanding, and their differences and similarities.

- 1.Miscible enhanced oil recovery mechanism
- 2.Miscible agent and non-hydrocarbon miscible agent
- 3.Screening criteria for miscible displacement
- 4.Existing problems in miscible flooding
- 5.Immiscible displacement

Chapter 5 microbial flooding 2 hours

**Highlights:** Basic knowledge of microbes, screening criteria, culture, application, and displacement principle.

- 1.Conceptual knowledge of microbial
- 2.Microbial Screening and culture
- 3.Microbial flooding principle
- 4.Existing microbial flooding trends and developments

Chapter 6 Thermal recovery 2 hours

**Highlights:** Classification and thermal recovery flooding mechanism.

- 1.Thermal recovery definition, classification and mechanism
- 2.Suitable for thermal recovery field screening criteria
- 3.Existing problems in thermal recovery

Chapter 7Field case study and status of EOR 4 hours

**Highlights:** Screening criteria and methods of EOR based on Field conditions and characteristics.

- 1.Domestic field test program of EOR methods, implementation and success results
- 2.Conclusion,Screening criteria and methods of EOR

#### IV.Textbooks and References

- 1."EOR principle," Zhao Fulin, China university of Petroleum Press, 2001;
- 2."The principle of enhanced oil recovery", H.K. Fan Bo lunzhe, et.al Petroleum Industry Press, 1983;
- 3."Chemical and thermal recovery processes and principles", L. W. Larry, HE Sheng, G., Shandong Science and Technology Press, 1992;
- 4."Physical Chemistry seepage microscopic mechanism," Guo Shang ping, Science Press, 1992;
- 5."Enhanced oil recovery principle," Ye Zhongbin, Petroleum Industry Press, 2007;
- 6."Enhanced oil recovery methods and principles", Yue Xiang An, Petroleum Industry Press, 2008.

# 02304 《油气层保护技术》教学大纲

英文名称: Oil-gas Reservoir Protection Technology

课程编码: 02304

学分: 2 参考学时: 32 实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、海洋油气工程

大纲执笔人: 吕开河、王富华等

系(教研室)主任: 吕开河

## 一、课程目标

油气层保护技术是一项保护油气资源和“少投入、多产出”的重要技术,也是一项涉及多学科、多部门、多专业的系统工程,目前,已发展成为包括钻井、完井、采油、增产等油气生产全过程对油气层预防污染、进行保护和有效处理的一项重要技术。

本课程是石油工程专业的一门专业选修课程。通过本课程的学习,使学生能够系统掌握保护油气层技术的基本理论、基本方法和国内外的最新发展动态,为将来从事保护油气层的现场技术工作或教学科研工作打下基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生在学本课程之前具有一定的无机化学、有机化学、物理化学、地质学基础等方面的基本知识,以及石油勘探、开发等工程专业知识,学生学完后应达到以下要求:

1. 对“油气层保护是一个系统工程”有一个清楚的认识和体会;
2. 全面了解保护油气层技术的基本理论和方法以及与石油工程专业的关系;
3. 能运用该门课程的基本理论和方法,解决生产过程中出现的油气层损害问题。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

1 学时

**本章重点及难点:** 保护油气层技术的研究思路。

1. 保护油气层的基本概念
2. 保护油气层的重要性
3. 保护油气层技术的研究思路
4. 保护油气层技术发展概况

### 第二章 油气层损害机理

6 学时

**本章重点及难点:** 外来流体与岩石及地层流体不配伍造成的损害和岩石毛细管阻力造成的油气层损害。

本章对前续课程的要求: 要求掌握大学化学、有机化学、应用物理化学,油田化学、地质学基础等课程中的相关知识。

1. 固相颗粒堵塞造成的油气层损害
2. 外来流体与油气层岩石不配伍所造成的损害
3. 外来流体与油气层流体不配伍所造成的损害
4. 岩石毛细管阻力造成的油气层损害
5. 应力敏感性损害

### 第三章 油气层损害的评价实验

10 学时

**本章重点及难点:** 岩心流动实验。

本章对前续课程的要求: 要求掌握地质学基础、应用物理化学,油田化学、钻井工程等课程中的相关知识。

1. 评价实验的目的、程序及方法
2. 岩心分析实验
3. 岩心流动实验

### 第五章 钻井过程中的保护油气层技术

5 学时

**本章重点及难点：**保护油气层的钻井液技术。

本章对前续课程的要求：要求掌握应用物理化学，油田化学、地质学基础、钻井工程等课程中的相关知识。

1. 钻井过程中油气层损害原因及影响因素
2. 保护油气层的钻井液技术
3. 保护油气层的钻井工艺技术
4. 保护油气层的固井技术

第六章 完井过程中的保护油气层技术

2 学时

**本章重点及难点：**完井方式的选择及相应的油气层保护技术。

本章对前续课程的要求：要求掌握应用物理化学，采油工程、地质学基础等课程中的相关知识。

1. 完井方式的选择
2. 裸眼完井的保护油气层技术
3. 射孔完井的保护油气层技术
4. 防砂完井的保护油气层技术
5. 试油过程中的保护油气层技术

第七章 采油与注水过程中的保护油气层技术

2 学时

**本章重点及难点：**采油与注水过程中油气层损害的特点及采油过程中的保护油气层技术。

本章对前续课程的要求：要求掌握采油工程、地质学基础等课程中的相关知识。

1. 采油与注水过程中油气层损害的特点
2. 采油过程中的保护油气层技术
3. 注水过程中的保护油层技术

第八章 井下作业过程中的保护油气层技术

2 学时

**本章重点及难点：**酸化及压裂作业中的保护油层技术。

本章对前续课程的要求：要求掌握采油工程、地质学基础、油田化学等课程中的相关知识。

1. 酸化作业中的保护油层技术
2. 压裂作业中的保护油气层技术
3. 修井作业中保护油气层技术

第九章 油气层损害的矿场评价技术

4 学时

**本章重点及难点：**油气层损害现场评价的重要性及各种矿场评价的原理及方法。

本章对前续课程的要求：要求掌握采油工程、地质学基础、油藏工程等课程中的相关知识。

1. 油气层损害矿场评价的重要性
2. 油气层损害的试井评价
3. 油气层损害的测井评价
4. 油气层损害的生产动态评价

#### 四、教材及主要参考资料

**教材：**《保护油气层技术》（第1版），吕开河，中国石油大学出版社，2010。

**参考书：**

1. 《保护油气层技术》（第2版），徐同台、赵敏、熊友明等编著，石油工业出版社，2003；
2. 《保护储集层技术》，张绍槐、罗平亚等编著，石油工业出版社；
3. 《保护油气层的钻井完井技术》，李克向著，石油工业出版社。

# 02305 《钻井液工艺原理》教学大纲

英文名称: Principles of Drilling Fluid Techniques

课程编码: 02305

学分: 2

参考学时: 32

实验学时: 8

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 邱正松

系(教研室)主任: 吕开河

## 一、课程目标

本课程为石油工程专业(油田化学方向)的专业选修课。通过本课程的学习,使学生比较系统地掌握当代钻井液的基本概念、性能、体系和工艺的基本原理,以及处理钻井液复杂问题的基本技能,了解钻井液工艺技术最新发展趋势,为将来从事现场钻井液技术工作或相关的教学科研工作打下基础。

## 二、基本要求

要求在学习本课程之前具有一定的化学基本知识(包括无机、有机和物理化学等),以及钻井工程专业知识。学生学完后应达到以下要求:

1. 掌握钻井液的基本概念、设计的基本原则,了解其发展趋势;
2. 掌握钻井液的性能及其调整原理和方法;
3. 掌握钻井液主要体系的配制原理,了解现场工艺;
4. 掌握处理复杂钻井液问题的基本知识和技能。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 钻井液概论

2 学时

**本章重点难点:** 钻井液循环流程及其功用、钻井液分类及发展概况。

1. 简介本课程的特点、要求、教学计划
2. 钻井液定义、循环流程及其作用
3. 钻井液设计的内容和基本原则
4. 钻井液主要性能及其测试
5. 钻井液分类及发展概况

### 第二章 粘土矿物和粘土胶体化学基础

4 学时

**本章重点难点:** 粘土胶体化学基础。

1. 粘土矿物的晶体构造与性质
2. 粘土胶体化学基础

### 第三章 钻井液的流变性

3 学时

**本章重点难点:** 流变参数物理意义及其调整原理和方法、流变性与钻井的关系。

1. 流变性基本概念、流型、模式、流变参数物理意义及其调整原理和方法;
2. 流变性测量原理和计算;
3. 流变性与钻井的关系等;
4. 常用降粘剂、增粘剂及其作用机理;
5. 聚物流变性优选技术。

### 第四章 钻井液的滤失和润滑性能

3 学时

**本章重点难点:** 滤失造壁性影响因素分析、滤失造壁性与钻井的关系、钻井液润滑剂及其作用机理。

1. 基本概念;分析滤失造壁性影响因素(其中主讲静滤失基本方程推导,瞬、静、动滤失的区别,动滤失测试及影响因素分析等),润滑性的影响因素分析;
2. 滤失造壁性与钻井的关系;
3. 常用降滤失剂及其作用机理;

4. 两类典型润滑剂及其作用机理。
- 第五章 钻井液配浆原材料与处理剂 3 学时
- 本章重点难点：**无机处理剂作用机理、有机处理剂类型及其作用机理。
1. 钻井液配浆原材料
  2. 无机处理剂
  3. 有机处理剂
- 第六章 水基钻井液 2 学时
- 本章重点难点：**分散钻井液特点、配制原理、受侵及其处理，抑制钻井液的类型及各自基本特点。
1. 分散钻井液
  2. 钙处理钻井液
  3. 盐水钻井液
  4. 聚合物钻井液
  5. 正电胶钻井液
  6. 抗高温深井水基钻井液
  7. KCl/硅酸盐聚合物钻井液
- 第七章 油基与合成基钻井液 2 学时
- 本章重点难点：**油基钻井液基本组成、特点和类型，活度平衡油包水乳化钻井液的配置原理及特点，合成基钻井液的特点及新发展。
1. 油基钻井液的组成与性能
  2. 活度平衡的油包水乳化钻井液
  3. 低毒油包水乳化钻井液
  4. 合成基钻井液
- 第八章 气体型钻井流体 1 学时
- 本章重点难点：**气体型钻井流体类型、特点、适用地层及其缺点。
1. 纯气体和雾化钻井
  2. 泡沫钻井流体
  3. 充气钻井液
- 第九章 钻井液固相控制 1 学时
- 本章重点难点：**钻井液固相控制重要性、基本原理与工艺。
1. 固控设备概述
  2. 固控工艺与原理
  3. 钻井液固相含量的测定与计算
  4. 固相控制的经济分析
- 第十章 防治井下复杂情况的钻井液技术 2 学时
- 本章重点难点：**井壁失稳机理与对策，漏失、井喷、卡钻的原因及处理技术。
1. 井壁失稳的机理与对策
  2. 防漏与堵漏
  3. 井喷的预防与处理
  4. 卡钻的预防与解除
- 第十一章 保护油气层的钻井液技术 1 学时
- 本章重点难点：**油气层损害机理、保护油气层的钻井液类型及其应用。
1. 保护油气层技术概论
  2. 保护油气层的钻井液类型及其应用
- 四、教材及主要参考资料**
1. 《钻井液工艺学》，鄢捷年，中国石油大学出版社，2012，省部级。
  2. 《泥浆工艺原理》，黄汉仁等编，石油工业出版社，1981。

# 02311 《油田污水处理》教学大纲

英文名称: Oilfield wastewater Treatment

课程编码: 02311

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程、材料物理

大纲执笔人: 刘德新

系(教研室)主任: 吕开河

## 一、课程目标

本课程为石油工程专业的专业限选课。通过本课程的学习,要求学生了解油田污水处理工程的任务,掌握污水处理的物理、化学和生物学方法的基本理论与技术,以及油田污水处理方法与处理流程的设计原则,对油田污水处理工程的现状及发展动向有初步的了解。

## 二、课程基本要求

本课程要求学生修完大学化学、应用物理化学、油田化学、油田生产实习等课程后进行。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

2 学时

**本章的重点难点:** 油田污水中污染物的种类与来源, 污水处理标准。

#### 第一节 油田污水来源及特点

#### 第二节 油田污水中的污染物与危害

#### 第三节 油田污水性质

#### 第四节 油田污水处理标准

#### 第五节 油田污水处理方法简介

#### 第六节 油田污水处理的意义

### 第二章 沉淀法

2 学时

**本章的重点难点:** 沉淀法的基本原理, 隔油池的设计原理与应用, 化学沉淀法的原理与应用。

#### 第一节 沉淀法原理、类型

#### 第二节 沉淀工艺过程

#### 第三节 隔油池

#### 第四节 化学沉淀

### 第三章 气浮法

2 学时

**本章的重点难点:** 气浮法的基本原理与工艺, 气浮法在油田污水处理中的应用。

#### 第一节 气浮法的基本理论

#### 第二节 气浮分类与工艺过程

### 第四章 混凝

3 学时

**本章的重点难点:** 混凝法的基本原理, 混凝剂的作用机理, 混凝工艺过程。

#### 第一节 胶体的性质

#### 第二节 混凝机理

#### 第三节 混凝剂与助凝剂

#### 第四节 混凝影响因素

#### 第五节 混凝设备

### 第五章 过滤

3 学时

**本章的重点难点:** 过滤法的基本原理, 滤池结构, 过滤工艺过程。

#### 第一节 过滤理论

#### 第二节 滤池工艺过程

#### 第三节 滤池类型与滤层结构

#### 第四节 滤料、垫层和配水系统

|  |      |
|--|------|
| 第五节 快滤池的运行管理   |      |
| 第六节 其他滤池   |      |
| 第六章 吸附   | 2 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 吸附法的基本原理，吸附剂种类与作用机理，吸附工艺过程。                  |      |
| 第一节 吸附的基本理论  |      |
| 第二节 吸附剂及其再生  |      |
| 第三节 吸附装置及操作  |      |
| 第七章 离子交换法  | 2 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 离子交换法的基本原理，离子交换剂的种类与作用机理，离子交换工艺过程。           |      |
| 第一节 离子交换法的基本理论   |      |
| 第二节 离子交换树脂   |      |
| 第三节 离子交换工艺   |      |
| 第八章 膜分离法   | 2 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 电渗析法的基本原理，反渗透的基本原理，超过滤的基本原理，膜分离法在油田污水处理中的应用。 |      |
| 第一节 渗析法  |      |
| 第二节 电渗析  |      |
| 第三节 反渗透  |      |
| 第四节 超过滤  |      |
| 第五节 微孔过滤   |      |
| 第六节 膜技术处理油田污水  |      |
| 第九章 污水生物处理法  | 4 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 生物处理法的基本原理，活性污泥法的基本原理，生物膜法的基本原理，氧化塘法的基本原理。   |      |
| 第一节 生物处理基本理论   |      |
| 第二节 活性污泥法  |      |
| 第三节 生物膜法   |      |
| 第四节 氧化塘  |      |
| 第十章 油田污水除油技术   | 2 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 污水中油的存在形态，主要的除油方法，除油剂的种类与作用机理。               |      |
| 第一节 油田污水中油的存在形态  |      |
| 第二节 除油方法   |      |
| 第三节 除油剂  |      |
| 第十一章 油田污水防垢技术  | 2 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 结垢基本原理与预测方法，除垢剂的种类与作用机理。                     |      |
| 第一节 油田污水结垢机理   |      |
| 第二节 结垢趋势的预测  |      |
| 第三节 防垢和除垢技术  |      |
| 第四节 油田常用的防垢剂及作用机理  |      |
| 第五节 油田化学除垢   |      |
| 第十二章 油田污水杀菌技术  | 2 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 油田污水中细菌种类，杀菌剂种类与作用机理。                        |      |
| 第一节 油田污水中的细菌   |      |
| 第二节 杀菌剂  |      |
| 第十三章 油田污水防腐技术  | 2 学时 |



**本章的重点难点：**油田污水腐蚀的基本原理，缓蚀剂的种类与作用机理，电化学防腐技术。

第一节 油田污水中的腐蚀机理

第二节 腐蚀速率的测定

第三节 防腐技术

第十四章 油田污水处理流程

2 学时

**本章的重点难点：**油田污水处理流程的设计原则。

第一节 处理流程的确定原则

第二节 常见的油田污水处理流程

第三节 典型的污水处理流程

**四、教材及主要参考资料**

1. 《油田污水处理》，刘德新编写，中国石油大学胶印，2010；
2. 《废水处理工程》，唐受印等，化学工业出版社，1999。

# 02314 《应用物理化学》教学大纲

英文名称: Applied Physical Chemistry

课程编码: 02314

学分: 2.5

参考学时: 40

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 王业飞

系(教研室)主任: 吕开河

## 一、课程目标

本课程是石油工程专业学生不可缺少的专业基础课。其任务是为学生学习专业课及今后从事石油工程研究工作打下基础。

## 二、基本要求

本课程要求学生掌握气体、溶液与相平衡、电化学基础、界面现象、表面活性剂与高分子、分散体系与高分子溶液的一些定律及有关基本知识。

本课程是在大学化学、有机化学基础上的进一步深化,要求掌握基本概念、基本定律,学会理解、分析规律等。本课程是油田化学、油层物理、钻井工程、采油工程等课程的基础。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 气体

4 学时

**本章重点难点:** 气体的液化与临界状态; 压缩因子与实际气体的有关计算。

#### 1. 理想气体

1 学时

理想气体的概念、状态方程式及通用气体常数; 理想气体混合物中的分压力与分体积。

#### 2. 实际气体

实际气体的行为与状态方程式; 范德华气体状态方程式;

1 学时

气体的液化与临界状态、超临界状态; 压缩因子与实际气体(CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>与天然气)的有关计算。

2 学时

### 第二章 溶液与相平衡

9 学时

**本章重点难点:** 拉乌尔定律、亨利定律的理解与应用; 理想溶液的相关概念与计算; 相图的分析与应用。

#### 1. 溶剂、溶质与溶液组成的表示法

1 学时

#### 2. 稀溶液中的两个经验定律

2 学时

拉乌尔定律; 亨利定律; 理想液态混合物; 理解稀溶液的依数性; 溶液沸点上升与凝固点降低; 分配定律与萃取。

#### 3. 相律

1 学时

基本概念; 相律推导。

#### 4. 相图

单组分体系的相平衡; Clapeyron 方程; 水的相图; CO<sub>2</sub>的相图; N<sub>2</sub>的相图; 二组分体系相图及其应用; 理想的二组分体系相图; 杠杆规则;

2 学时

蒸馏原理; 非理想的二组分体系相图; 正偏差与负偏差体系; 恒沸混合物; 逆蒸发和反凝结现象;

2 学时

三组分体系的相图及其应用; 混相原理。

1 学时

### 第三章 电化学基础

4 学时

**本章重点难点:** 电极反应; 盐桥; 标准电极和参比电极; 玻璃电极和 pH 计; 析氢腐蚀与吸氧腐蚀。

#### 1. 原电池及其组成

2 学时

原电池的概念; 常见电极; 电极反应; 盐桥; 标准电极和参比电极; 电池电动势及其测定; 玻璃电极和 pH 计; 电极电势的表征及其影响因素; 蓄电池; 燃料电池。

|   |      |
|---|------|
| 2. 金属的电化学腐蚀   | 1 学时 |
| 金属腐蚀的分类与影响因素；析氢腐蚀与吸氧腐蚀。   |      |
| 3. 金属的电化学保护   | 1 学时 |
| 金属的钝化；阴极保护；阳极保护   |      |
| 第四章 界面现象  | 7 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 曲界面两侧的压力差；各种界面吸附规律与特点；润湿性表征与决定因素；毛细管上升或下降现象；贾敏效应。                        |      |
| 1. 表面能和表面张力   | 1 学时 |
| 表面张力的测定方法   |      |
| 2. 曲界面两侧的压力差  | 1 学时 |
| 3. 毛细管现象  | 1 学时 |
| 毛细管上升或下降现象；贾敏效应。  |      |
| 4. 吸附   | 2 学时 |
| 气液界面上的吸附；Gibbs 吸附等温式；气固界面上的吸附；吸附等温线；Langmuir 吸附等温式；液液界面上的吸附；固体从溶液中吸附；常用吸附剂。             |      |
| 5. 润湿   | 2 学时 |
| 润湿产生的原因；润湿程度的衡量标准；接触角与润湿方程；多孔介质润湿性表征；润湿程度的决定因素和润湿反转现象。                                  |      |
| 第五章 表面活性剂与高分子   | 7 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 表面活性剂的稀溶液与浓溶液；表面活性剂的几个重要作用；重要的表面活性剂；重要的高分子。                              |      |
| 1. 表面活性剂  |      |
| 表面活性剂的定义；表面活性剂的分类；表面活性剂的命名；表面活性剂的稀溶液与浓溶液；   | 2 学时 |
| 表面活性剂的几个重要作用；表面活性剂的分子结构与使用性质；表面活性剂的 HLB 值；  | 2 学时 |
| 重要的表面活性剂。   | 1 学时 |
| 2. 高分子  | 2 学时 |
| 高分子的结构特点；高分子的相对分子质量及其分布；聚合反应；高分子的分类；高分子的命名；重要的高分子。                                      |      |
| 第六章 分散体系与高分子溶液  | 9 学时 |
| <b>本章重点难点：</b> 流变性的表征；扩散双电层理论与溶胶结构；乳状液的稳定性与破坏；泡沫的稳定性与破坏；常见凝胶及其应用；高分子溶液的粘性与弹性；聚合物溶液的稳定性。 |      |
| 1. 分散体系分类   | 1 学时 |
| 2. 分散体系的流变性   | 1 学时 |
| 流变性的含义；流变曲线；流变性的表征。   |      |
| 3. 溶胶   | 2 学时 |
| 溶胶的制备；溶胶的性质；扩散双电层理论与溶胶结构；溶胶的稳定性与聚沉；溶胶的胶凝作用与触变作用。  |      |
| 4. 凝胶   | 1 学时 |
| 凝胶的分类；凝胶的形成；凝胶的性质；凝胶的粘弹性及其表征；凝胶的应用；常见的凝胶。   |      |
| 5. 乳状液  | 1 学时 |
| 乳状液的形成；乳状液的类型；乳状液的性质；乳状液的稳定性与破坏；微乳及其应用  |      |
| 6. 泡沫   | 1 学时 |
| 泡沫的形成；泡沫的性质；泡沫的稳定性；泡沫的抑制与破坏。  |      |
| 7. 高分子溶液  | 1 学时 |

高分子的溶解；高分子在溶液中的形态；高分子溶液的粘性与弹性；聚合物溶液的稳定性和渗透压；聚电解质溶液与 Donnan 平衡；高分子对溶胶的絮凝和稳定作用。

8. 表面活性剂与高分子在溶液中的相互作用

1 学时

高分子诱导表面活性剂聚集；表面活性剂影响高分子溶液的粘度。

#### 四、教材及主要参考资料

教材：

1. 《应用物理化学》，王业飞，中国石油大学出版社，2014 年。

主要参考资料：

1. 《化学原理 II》，赵福麟，石油大学出版社，1995 年；

2. 《物理化学》(第五版)傅献彩等编，高等教育出版社，2005 年第 5 版；

3. 《应用物理化学》，刘志明，吴也平，金丽梅编，化学工业出版社，2009 年第 1 版；

4. 《水溶液中的表面活性剂和聚合物》，K. 霍姆博格，B. 琼森，B. 科隆博格，B. 林德曼著，韩丙勇，张学军译，化学工业出版社，2005 年第 1 版；

5. 《应用胶体化学》，侯万国、孙德军、张春光编著，科学出版社，1998 年第 1 版。

# 02315 《油田化学品》教学大纲

英文名称: Oilfield Chemicals

课程编码: 02315

学分: 2

参考学时: 32

实验学时

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 周洪涛

系(教研室)主任: 吕开河

## 一、课程目标

本课程是石油工程专业油田化学板块的限选课。通过本课程的学习, 学生将掌握油田化学品的合成(表面活性剂的合成、聚合物的合成、生物质油田化学品的合成与生产)、油田化学品在各种工艺过程中的应用、油田化学品的性能评价方法、以及苛刻环境下油田化学品的发展趋势。

## 二、基本要求

要求掌握各种油田化学品的合成、应用与性能评价方法, 以及苛刻环境下油田化学品的发展趋势。

与本课程相关的课程有大学化学、有机化学、应用物理化学、油田化学、油层物理、渗流力学、地质学基础, 这些课程为本课程的基础。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 表面活性剂的合成

6 学时

**本章的重点难点:** 各种表面活性剂合成的原材料和化学反应。

#### 第一节 前言

#### 第二节 阴离子表面活性剂

##### 1. 羧酸盐表面活性剂

##### 2. 磺化技术

##### 3. 脂肪酸的缩合反应

##### 4. 磷酸盐衍生物

#### 第三节、非离子表面活性剂的合成

##### 1. 聚氧乙烯化反应

##### 2. 胺氧化反应

#### 第四节 糖基表面活性剂

#### 第五节 阳离子表面活性剂的合成

##### 1. N-基离子型表面活性剂的合成

##### 2. 元素有机阳离子表面活性剂的合成

#### 第六节 两性表面活性剂的合成

#### 第七节 含氟表面活性剂的合成

#### 第八节 生物表面活性剂的生产

### 第二章 聚合物的合成与改性

2 学时

**本章的重点难点:** 聚合反应机理以及反应的控制。

#### 第一节 聚合反应

#### 第二节 聚丙烯胺的合成与改性

### 第三章 生物质油田化学品

4 学时

**本章的重点难点:** 各类生物质的来源与改性反应以及产品特性。

#### 第一节 纤维素类油田化学剂的生产与改性

#### 第二节 木质素类油田化学剂的生产与改性

#### 第三节 腐殖酸化学以及改性

#### 第四节 淀粉类油田化学剂

|   |       |
|---|-------|
| 第五节 多糖类表面活性剂的合成   |       |
| 第六节 磺化沥青  |       |
| 第四章 功能油田化学品   | 10 学时 |
| <b>本章的重点难点：</b> 石油工程工艺过程中化学品性能要求与化学剂的作用机理。                |       |
| 第一节 钻井液以及添加剂  |       |
| 第二节 水泥浆以及添加剂  |       |
| 第三节 采油用剂  |       |
| 第四节 油气水处理剂  |       |
| 第五章 油田化学品性能评价方法   | 8 学时  |
| <b>本章的重点难点：</b> 各种油田化学品性能评价原理与指标体系。                       |       |
| 第一节 钻井液处理剂评价方法  |       |
| 第二节 水泥浆性能评价方法   |       |
| 第三节 采油用剂性能评价方法  |       |
| (1) 聚合物驱用聚合物性能评价方法  |       |
| (2) 冻胶性能评价方法  |       |
| (3) 化学驱用表面活性剂性能评价方法                                       |       |
| 第四节 油气水处理化学性能评价方法   |       |
| 第五节 油田化学剂的生物与环境毒性评价                                       |       |
| 第六章 环境条件下的油田化学剂   | 2 学时  |
| <b>本章的重点难点：</b> 提高耐温耐盐性能的机理。                              |       |
| 第一节 表面活性剂的耐温耐盐性能  |       |
| 第二节 耐温耐盐聚合物的合成  |       |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>  |       |
| 1. 《油田化学品》，编写中；   |       |
| 2. 《当代聚合物化学》，H.R.阿尔库克等著，化学工业出版社，2006；                     |       |
| 3. 《表面活性剂和洗涤剂：制备、性质应用》，梁梦兰，科学技术文献出版社，1990；                |       |
| 4. 《采油用剂》，赵福麟著，石油大学出版社，1997；                              |       |
| 5. 《钻井液有机处理剂》，夏俭英编，石油大学出版社；                               |       |
| 6. 《油田化学剂新发展：美国专利文献汇编》，J. I. 迪斯塔肖编，金静芷、罗梯夫译，石油工业出版社，1998； |       |
| 7. 《油田化学品》，王中华主编，中国石化出版社，2000；                            |       |
| 8. 《油田化学新进展》，陈立滇等编译，石油工业出版社，1999；                         |       |
| 9. 《混凝土微观结构、性能与材料》，覃维祖等译，中国电力出版社，2008。                    |       |

# 02319 《典型油气田开发理论与方法》教学大纲

英文名称: Development theory and methods of typical oil and gas fields

课程编码: 02319

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 石油工程, 海洋油气工程

大纲执笔人: 崔传智

系(教研室)主任: 谷建伟

## 一、课程目标

《典型油气田开发理论与方法》是为石油工程专业和海洋油气工程专业本科生开设的选修课程。本课程主要介绍稠油油藏、低渗透油藏、断块油藏、深水油气田、天然气水合物等典型油气藏的开发理论和方法。通过本课程的学习,使学生能够了解目前典型油气田开发所采用的技术方法、技术水平及发展趋势,了解所学知识在油气田开发中的应用,有助于学生形成较系统的石油工程知识体系,拓宽学生视野,提高学生综合素质能力。

## 二、基本要求

本课程为一门专业性、综合性较强的选修课程,与本课程相关的课程有油层物理、渗流力学、油藏工程、采油工程、提高采收率原理等。要求选修该课程的同学已掌握基本的油层物理知识、油气水地下渗流规律、油藏工程基础知识等。

本课程在第八学期开设,学生按本大纲学完该课程后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握典型油气田开发的技术方法、技术水平及发展趋势,并达到下列要求:

1. 了解稠油油藏的油气渗流理论、开发技术及发展趋势;
2. 了解低渗透油藏的油气渗流理论、开发技术及发展趋势;
3. 了解碳酸盐岩油藏的油气渗流理论、开发技术及发展趋势;
4. 了解断块油藏的类型、开发技术及发展趋势;
5. 了解边底水油藏开发技术及发展趋势;
6. 了解非常规油气田的开发技术及发展趋势;
7. 了解典型气田的油气渗流理论、开发技术及发展趋势;
8. 了解天然气水合物的开发技术及发展趋势。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 稠油油藏开发理论与方法

**本章重点难点:** 稠油油藏的渗流理论,高含水期稠油油藏的开发技术。

- |                     |      |
|---------------------|------|
| 1. 稠油油藏分类、流体特征及渗流理论 | 2 学时 |
| 2. 典型稠油油藏开发技术       | 2 学时 |

### 第二章 低渗透油藏开发理论与方法

**本章重点难点:** 低渗透油藏非达西渗流理论,低渗透油藏合理井距确定。

- |                 |        |
|-----------------|--------|
| 1. 低渗透油田的有关概念   | 0.5 学时 |
| 2. 低渗透油藏地质与开发特征 | 1 学时   |
| 3. 低渗透油藏的储量分布特征 | 0.5 学时 |
| 4. 低渗透油藏的开发方法   | 2 学时   |

### 第三章 碳酸盐岩油藏开发理论与方法

**本章重点难点:** 碳酸盐岩油藏的渗流理论。

- |                   |      |
|-------------------|------|
| 1. 碳酸盐岩油藏特征及渗流理论  | 1 学时 |
| 2. 典型碳酸盐岩油藏高效开发技术 | 3 学时 |

### 第四章 断块油藏开发理论与方法

**本章重点难点:** 不同类型断块油藏特征、复杂断块油藏的开发技术

- |                 |      |
|-----------------|------|
| 1. 断块油藏的储层特征及分类 | 1 学时 |
|-----------------|------|

|  |      |
|--|------|
| 2. 不同类型断块油藏的开发技术                                   | 3 学时 |
| 第五章 边底水油藏开发理论与方法                                   |      |
| <b>本章重点难点：</b> 边底水渗流特征、边水、底水油藏合理开发技术与方法。           |      |
| 1. 边水油藏油水渗流规律及开发技术                                 | 2 学时 |
| 2. 底水油藏油水渗流规律及开发技术                                 | 2 学时 |
| 第六章 非常规油气田开发理论与方法                                  |      |
| <b>本章重点难点：</b> 非常规油气田的开采机理及方法。                     |      |
| 1. 非常规油气田储层特征及开采机理                                 | 1 学时 |
| 2. 典型非常规油气田高效开发技术                                  | 3 学时 |
| 第七章 典型气田开发理论与方法                                    |      |
| <b>本章重点难点：</b> 气体渗流理论。                             |      |
| 1. 气体物性特征及渗流理论                                     | 1 学时 |
| 2. 典型气田开发技术及发展趋势                                   | 3 学时 |
| 第八章 天然气水合物开发理论与方法                                  |      |
| <b>本章重点难点：</b> 天然气水合物开采机理与技术。                      |      |
| 1. 天然气水合物的基础物性特征及开采机理                              | 1 学时 |
| 2. 天然气水合物开发技术及发展趋势                                 | 3 学时 |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                                 |      |
| 1. 《油藏工程原理与方法》，姜汉桥、姚军、姜瑞忠，石油大学出版社，2000；            |      |
| 2. 《油藏工程基础》，郎兆新，石油大学出版社，1991；                      |      |
| 3. 《实用油藏工程方法》，秦同洛等，石油工业出版社，1989；                   |      |
| 4. 《复杂断块砂岩油藏开发模式》，余守德等编著，石油工业出版社，1997；             |      |
| 5. 《油藏工程手册》，塔雷克·艾哈迈德，冉新权翻译，石油工业出版社，2002；           |      |
| 6. 《天然气水合物开采理论与技术》，陈月明、李淑霞、郝永卯、杜庆军，中国石油大学出版社，2011； |      |
| 7. 《低渗透油田开发》，李道品著，石油工业出版社，1999。                    |      |



# 02401 《海洋油气工程化学》教学大纲

英文名称: Offshore Oil Engineering Chemistry

课程编码: 02401

学分: 2.0 参考学时: 32 实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程、船舶与海洋工程、石油工程、应用化学

大纲执笔人: 徐加放、戴彩丽

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

本课程是海洋油气工程专业的一门专业基础类选修课程, 要求学生了解海洋钻井、采油和集输过程中存在的化学问题及其处理方法。主要包括钻井液、水泥浆的性能及其控制与调整; 油层的化学改造和油水井的化学改造的方法及其化学原理; 原油及天然气集输过程中涉及的化学问题, 以及天然气水合物的化学防治措施等。通过该课程的学习, 为将来从事油田化学和与之相关的工作打下基础。

## 二、基本要求

本课程为一门专业性较强的选修课程, 与之相关的课程有大学化学、有机化学、油层物理、新生研讨课等, 这些课是本课程的基础, 因此本课程安排在它们之后学习。要求学生学完该课程后了解钻井、采油和集输过程中存在问题的化学本质和解决这些问题的化学用剂及其作用机理。

## 三、教学内容与学时分配建议

|   |       |
|---|-------|
| 第一篇钻井化学                                       | 12 学时 |
| 第一章粘土矿物                                       | 2 学时  |
| 1. 粘土矿物                                       |       |
| 2. 粘土矿物的基本构造                                  |       |
| 3. 粘土矿物的基本性质                                  |       |
| 第二章钻井液化学                                      | 7 学时  |
| 1. 钻井液的功能与组成                                  |       |
| 2. 钻井液主要性能参数(密度、酸碱性、滤失性、流变性、润滑性、固相及其含量等)及其调控。 |       |
| 3. 海洋环境对钻井液性能(密度、粘度、切力等)影响及其控制                |       |
| 4. 天然气水合物及其防治                                 |       |
| 5. 井下复杂情况(井壁稳定性、卡钻、地层漏失等)及其控制                 |       |
| 6. 海上常用钻井液体系                                  |       |
| 第三章水泥浆化学                                      | 3 学时  |
| 1. 水泥浆的功能与组成                                  |       |
| 2. 水泥浆密度及其调整                                  |       |
| 3. 水泥浆稠化及稠化时间的调控                              |       |
| 4. 水泥浆流变性及其调整                                 |       |
| 5. 水泥浆滤失性及其控制                                 |       |
| 6. 气窜及其控制                                     |       |
| 7. 水泥浆漏失及其处理                                  |       |
| 8. 水泥浆体系                                      |       |
| 低温早强  |       |
| 第二篇采油化学                                       | 12 学时 |
| 第四章 化学驱与混相驱                                   | 6 学时  |
| 1. 聚合物驱                                       |       |
| 2. 表面活性剂驱                                     |       |

|  |      |
|--|------|
| 3. 碱驱                                  |      |
| 4. 复合驱                                 |      |
| 5. 混相驱                                 |      |
| 第五章 注水井调剖与油井堵水                         | 6 学时 |
| 1. 注水井调剖法                              |      |
| 2. 油井堵水法                               |      |
| 3. 油水井防砂法                              |      |
| 4. 油井的防蜡法与清蜡法                          |      |
| 5. 稠油乳化降粘开采法                           |      |
| 6. 油水井的酸处理及酸处理用的添加剂                    |      |
| 7. 压裂液及压裂用添加剂                          |      |
| 第三篇集输化学                                | 8 学时 |
| 第六章 海洋设备的腐蚀与防腐                         | 2 学时 |
| 海上设备腐蚀原理与防腐技术。                         |      |
| 第七章 天然气处理与污水处理                         | 2 学时 |
| 1. 天然气处理                               |      |
| 2. 污水处理                                |      |
| 第八章 原油的降凝、减阻输送                         | 2 学时 |
| 1. 原油的降凝输送                             |      |
| 2. 原油的减阻输送                             |      |
| 第九章 乳化原油的破乳与起泡沫原油的消泡                   | 2 学时 |
| 1. 乳化原油的破乳                             |      |
| 2. 起泡沫原油的消泡                            |      |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>                     |      |
| 教材：暂无。                                 |      |
| 主要参考资料：                                |      |
| 1. 《油田化学》（第 2 版），赵福麟主编，中国石油大学出版社，2010； |      |
| 2. 《油田化学原理与技术》，马宝歧，石油工业出版社，1995；       |      |
| 3. 《钻井液工艺学》，鄢捷年，中国石油大学出版社，2006；        |      |
| 4. 《油田化学品》，郑晓宇，化学工业出版社，2000。           |      |

# 02403 《海洋工程作业与安全》教学大纲

英文名称: Safety in Ocean Engineering and Operation

课程编码: 02403

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 朱渊、陈国明

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

本课程为海洋石油工程专业的一门选修课程。本课程重点讲述海洋油气开采中涉及的安全基本理论、风险评价方法、作业安全技术、风险控制措施、应急救援、安全管理等方面的知识,以培养学生的安全生产意识,提升学生的安全生产技能,结合其它课程的学习,为解决海洋油气开采中的安全生产问题打下基础。

## 二、基本要求

本课程以“海洋油气工程”为先导课程。学生在完成本课程学习后,应满足以下要求:

1. 熟悉海洋油气开采中面临的重大事故危害。
2. 掌握海洋油气开采中的常用定性、定量风险评价方法并能够进行一般工程应用。
3. 掌握海洋油气开采作业安全分析技术并能够进行一般作业分析。
4. 熟悉海洋油气开采风险控制措施和应急救援体系。
5. 了解海洋油气开采 HSE 管理体系。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 前言

2 学时

介绍海洋油气开采面临的主要安全生产问题,引出安全保障技术在海洋开采中的重要作用。

### 第二章 海洋油气开采事故危险源分析

4 学时

**本章重点难点:** 危险源辨识技术、火灾爆炸危险源辨识、碰撞危险源辨识、油气作业风险识别等。

1. 危险源辨识技术
2. 火灾爆炸危险源
3. 碰撞危险源
4. 泄漏危险源

### 第三章 海洋油气开采风险评价方法

8 学时

**本章重点难点:** 风险的定义与概念,定性和定量风险评价方法,火灾爆炸风险评价等。

1. 风险定义与概念
2. 风险评价方法
3. 可接收风险准则
4. 事故风险评价

介绍火灾、爆炸、碰撞等事故的风险评价模型和计算方法。

### 第四章 海洋油气开采作业安全技术

4 学时

**本章重点难点:** JSA 作业安全分析方法,海上特种作业安全要求,作业变更管理等。

1. JSA 作业安全分析方法
2. 特种作业安全
3. 作业变更管理

### 第五章 海洋油气开采风险控制与应急救援

7 学时

**本章重点难点:** 风险控制模型、风险预防、风险监控、应急救援等。

1. 风险控制模型与措施
2. 基于风险的事故预防与设计

3. 基于风险的作业安全监控
4. 基于风险的重大事故应急救援

以海洋井喷控制为对象，探讨应急救援基本概念、体系构成、组织实施流程，以及井喷及其次生灾害如火灾、爆炸等的应急处置预案。

第六章 海洋油气开采安全管理系统 3 学时

**本章重点难点：**HSE 体系构成和实施。

1. HSE 体系构成
2. 体系功能
3. 体系运转实施

第七章 海洋油气开采重大事故教训 4 学时

**本章重点难点：**重大事故分析与安全教训。

1. Pipe Alpha 事故
2. 深水地平线事故

#### 四、教材及主要参考资料

- 1 陈国明，朱渊，海洋油气作业安全. 青岛：中国石油大学出版社，待出版；
2. Jan Erik Vinnem. Offshore Risk Assessment Principles, Modelling and Applications of QRA Studies, Springer, 2013;
3. 《海洋钻井手册》编委会，海洋钻井手册，石油工业出版社，2009；
4. DNV, RISK MANAGEMENT IN MARINE - AND SUBSEA OPERATIONS, DNV, 2003;
5. 宋立崧，海洋石油健康安全环保理念与实践[M]. 东营：中国石油大学出版社，2008；
6. 冯景信，海洋石油作业风险管理与实践[M]. 东营：中国石油大学出版社，2007。

# 02404 《海洋钻完井液技术》教学大纲

英文名称: Offshore Drilling & Completion Fluids Technology

课程编码: 02404

学分: 2

参考学时: 32

实验学时: 8

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程、船舶与海洋工程、石油工程

大纲执笔人: 徐加放、王成文

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

本课程为海洋油气工程专业的专业选修课。通过本课程的学习,使学生比较系统地掌握钻井、完井液的基本概念和海洋环境对钻完井液性能、体系和工艺的要求和基本原理,以及处理钻完井液复杂问题的基本技能,了解钻完井液工艺技术最新发展趋势,为将来从事现场钻完井液技术工作或相关的教学科研工作打下基础。

## 二、基本要求

要求在学习本课程之前具有一定的化学原理(包括无机、有机和物理化学等)的基本知识,以及钻井工程专业知识。学生学完后应达到以下要求:

1. 掌握钻井液的基本概念、设计的基本原则,了解其发展趋势;
2. 掌握钻井液的性能及其调整原理和方法;
3. 掌握钻井液主要体系的配制原理,了解现场工艺;
4. 掌握处理复杂钻井液问题的基本知识和技能;
5. 掌握深水环境对钻井液性能的影响特性及调整方法;
6. 掌握油井水泥的主要成分和水化规律、水泥外加剂的类型和作用机理;
7. 掌握固井水泥浆的设计原理、性能要求及调整方法;
8. 掌握深水环境对固井水泥浆性能的影响特性及调整方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一编 钻井液

#### 第一章 绪论

2 学时

1. 介绍本课程的特点、要求、教学计划
2. 钻井液、完井液的定义、分类、循环流程及其作用

#### 第二章 粘土矿物和粘土胶体化学基础

4 学时

1. 粘土矿物的晶体构造与性质
2. 粘土胶体化学基础

#### 第三章 钻井液的流变性与滤失造壁性

4 学时

1. 流变性基本概念、流型、模式、流变参数物理意义及其调整原理和方法;
2. 流变性测量原理和计算;
3. 流变性与钻井的关系等;
4. 常用降粘剂、增粘剂及其作用机理;
5. 聚物流变优选技术;
6. 滤失造壁性与钻井的关系;
7. 常用降滤失剂及其作用机理。

#### 第四章 海洋钻井常用钻井液体系及其维护

4 学时

##### 1. 淡水钻井液

基本特点和配制原理;受侵及其处理;性能调节。

##### 2. 聚合物钻井液概念和分类

##### 3. 油基钻井液

##### 4. 钻井液固相控制重要性、基本原理与工艺

|   |      |
|---|------|
| 第五章 复杂情况下的钻井液   | 2 学时 |
| 1. 井塌与防塌  |      |
| 简要回顾井壁不稳定(井塌)及其危害;分析井塌原因与类型;防塌原理与体系及其新发展;井壁稳定性评价实验方法介绍;回顾常用防塌剂及其作用机理。 |      |
| 2. 卡钻与解卡  |      |
| 卡钻类型;泥饼压差卡钻的原因与预防;解除泥饼卡钻的钻井液工艺要点。                                     |      |
| 3. 井漏与堵漏  |      |
| 井漏类型及原因;井漏预防措施;堵漏机理与措施。   |      |
| 4. 井喷与压井钻井液   |      |
| 井喷原因、类型;高压油气层钻井液工艺要点。   |      |
| 第二编 固井水泥浆   | 8 学时 |
| 第六章 油井水泥的成分及水化规律  | 2 学时 |
| 1. 油井水泥及性能  |      |
| API 油井水泥的生产流程、主要成分、水化历程、水化反应、水化产物微观结构形貌和性能。                           |      |
| 2. 低温固井水泥介绍   |      |
| 低温对油井水泥水化及性能的影响,低温固井水泥的类型、主要组分和性能介绍。                                  |      |
| 第七章 油井水泥外加剂及作用机理  | 2 学时 |
| 油井水泥分散剂、降失水剂、早强剂、缓凝剂、防气窜剂的作用机理、类型和性能。                                 |      |
| 第八章 海洋固井水泥浆体系与性能  | 2 学时 |
| 常规水泥浆、低密度水泥浆、膨胀水泥浆、胶乳防窜水泥浆体系的组成、性能及用途。                                |      |
| 第九章 深水固井水泥浆的设计原理及性能特点   | 2 学时 |
| 深水环境对水泥浆性能的影响规律,水泥浆体系的设计原理,低温快硬水泥浆体系的性能及用途,泡沫水泥浆体系的性能及用途。             |      |
| 第十章 油气层损害与钻井完井液   | 2 学时 |
| 1. 储层损害机理   |      |
| 2. 保护储层的钻井完井液类型   |      |
| 实验  | 8 学时 |
| 六速旋转粘度计测定钻井液流变性;固相含量及膨润土含量测定;API 滤失量测定;润滑性测定;低温对钻井液流变性影响测定;油井水泥浆性能实验。 |      |
| <b>四、教材及主要参考资料</b>  |      |
| 1. 《钻井液工艺学》, 鄢捷年等著, 石油大学出版社, 2001;                                    |      |
| 2. 《泥浆工艺原理》, 杨坤鹏等编, 石油工业出版社, 1981;                                    |      |
| 3. 《油气井注水泥理论与应用》, 刘崇建等编, 石油工业出版社, 2001。                               |      |

# 02405 《海洋油气测试技术》教学大纲

英文名称: offshore oil & gas well testing

课程编码: 02405

学分: 2

参考学时: 32 实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 刘均荣

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

本课程是海洋油气工程专业本科生的专业限选课。通过本课程的学习,使学生能够掌握海洋油气测试各项工艺技术措施的基本原理及工艺设计方法,了解海洋油气测试新工艺、新技术及发展方向,学会运用这些理论和方法分析、解决油气测试过程中遇到的实际问题的基本思路,基本掌握主要测试工艺和技术措施的设计制定方法。

## 二、基本要求

1. 先修课程: 海洋油气工程、油气钻采工艺原理、海洋油气工程管理、海洋工程作业与安全
2. 了解海洋油气测试系统的组成及海洋油气测试的特点与要求。
3. 掌握油气测试的主要设备类型及特点。
4. 了解油气藏流体的特点,掌握各种油气藏流体采样技术的工作原理,能够进行油气藏流体采样方案设计。
5. 掌握各种射孔工艺的工作原理,能够进行射孔工艺方案设计。
6. 了解钻杆地层测试、电缆地层测试、随钻地层测试、延长测试的原理,能够进行测试方案设计并对测试结果进行分析。
7. 了解试油、试气的工艺程序,能够利用试油、试气数据进行产能分析。
8. 掌握压力试井的方法、原理,能够进行压力试井数据解释,了解温度试井的基本原理及特征曲线的诊断方法。
9. 掌握生产井、注入井的测试工艺,了解特殊井的测试方法。
10. 了解生产测井的目的和作用以及生产剖面测试、工程测井的一般方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 前言

2 学时

**本章的重点难点:** 油气测试的目的及方法,海洋油气测试系统的组成。

1. 油气测试目的
2. 油气测试方法
3. 海洋油气测试系统的基本组成
4. 海洋油气测试的特点与要求

### 第二章 油气测试设备

**本章的重点难点:** 井下压力、温度、流量、液位的测量原理和方法,水下测试系统的组成,地面测试系统的组成。

#### 1. 井下测试设备

2 学时

井下压力计、井下温度计、井下流量计、井下取样器、井下测试管串。

#### 2. 水下测试设备

1 学时

水下测试树(SSTT)、止回阀、防喷阀、立管控制模块、蓄能模块、剪切短节、悬挂器。

#### 3. 地面测试设备

1 学时

地面测试树、分离器、油嘴、计量设备、捕砂器、管汇、燃烧器、放空管线、火炬管线、紧急关闭系统、液位测量方法。

### 第三章 油藏流体采样技术

**本章的重点难点:** 流体采样原理及方法。

|  |        |
|--|--------|
| 1. 油气藏流体特征<br>油藏特征、气藏特征。   | 0.5 学时 |
| 2. 油藏流体采样程序及采样技术<br>采样程序、稳定流动、井下采样条件、电缆线采样、钢丝绳采样、反循环采样、地面采样点、单相地面采样、油气再混合采样  | 1.5 学时 |
| 第四章 射孔工艺技术   |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 射孔参数设计方法、射孔参数对产能的影响、射孔工艺的选择。   |        |
| 1. 射孔器材及装置<br>射孔器，射孔弹，射孔枪，雷管、起爆器及起爆装置，传爆管、导爆索及传爆装置，特殊射孔器，射孔地面控制仪，射孔井下深度、方位测量仪器，射孔监测仪，配套工具。                                 | 1 学时   |
| 2. 射孔工艺<br>电缆输送射孔、电缆输送射孔分次起爆技术、油管输送射孔、油管输送射孔多级起爆技术、联作射孔、复合射孔、定方位射孔、水平井射孔、负压射孔、超正压射孔、井口带压射孔、全通径射孔、高压气井射孔、含硫化氢气井射孔、连续油管输送射孔。 | 1 学时   |
| 3. 射孔方案设计<br>常规射孔设计、复合射孔设计、水平井射孔设计、射孔液优选、负压值设计、射孔参数对油气井产能的影响。  | 2 学时   |
| 第五章 试油工艺   |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 试油的工作程序、常规的试油工艺原理及方法、油井产能计算方法、油层保护技术。  |        |
| 1. 概述<br>试油目的与任务、试油主要工序。   | 0.5 学时 |
| 2. 试油准备工作及试油工艺<br>井场布置，封隔器分层试油工艺、注水泥塞试油工艺、桥塞试油工艺。  | 1.5 学时 |
| 3. 诱喷及排液工艺<br>替喷法、抽汲法、气举法、水力射流泵法、螺杆泵法、纳维泵法。  | 0.5 学时 |
| 4. 试油资料的录取与处理<br>录取主要资料、各工序资料录取标准、数据处理与储层评价、产能计算   | 1 学时   |
| 5. 试油过程中的油层损害与油层保护技术<br>油气层损害原因和类型、射孔作业对油层的潜在损害及保护措施、试油作业对油层的潜在损害及保护措施、压井液对油层的潜在损害及保护措施                                    | 0.5 学时 |
| 第六章 试气工艺   |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 试气的工作程序、试气工艺原理及方法、气井产能计算方法。  |        |
| 1. 概述<br>试气目的与任务、试气主要工序。   |        |
| 2. 试气设备及流程<br>试气地面设备与流程、试气方案设计。  | 0.5 学时 |
| 3. 试气准备工作及试气工艺<br>井场布置；常规回压试气、等时试气、改进后的等时试气、一点法试气。   | 1 学时   |
| 4. 试气资料的录取与处理<br>录取主要资料、各工序资料录取标准、数据处理与储层评价、产能计算。  | 0.5 学时 |
| 第七章 地层测试技术   |        |
| <b>本章的重点难点：</b> 钻杆地层测试的工作原理与工艺设计、钻杆地层测试压力卡片的分析与解释方法、电缆地层测试的工作原理与工艺设计、随钻地层测试的工作原理与工艺设计、延长测试的工作原理与工艺设计                       |        |
| 1. 钻杆地层测试技术  | 3 学时   |



测试原理、测试工具、测试程序、测试设计、测试资料收集与数据记录方式、压力卡片的解释技术。

2. 电缆地层测试技术 1 学时

测试原理、测试工具、测试程序、测试设计、测试资料收集与数据记录方式。

3. 随钻地层测试技术 1 学时

测试原理、测试工具、测试程序、测试设计、测试资料收集与数据记录方式。

4. 延长测试技术 1 学时

测试原理、测试工具、测试程序、测试设计、测试资料收集与数据记录方式。

#### 第八章 试井方法与理论

**本章的重点难点：**压力试井模型、温度试井模型、特征曲线诊断、试井方案设计。

1. 压力试井 3 学时

压力试井解释模型、压力试井特征曲线诊断、压力试井设计原则与设计方法、压力不稳定试井、压力稳定试井。

2. 温度试井 1 学时

温度试井解释模型、温度试井特征曲线诊断。

#### 第九章 生产井测试

**本章的重点难点：**电泵井、螺杆泵井、气举井、注水井的测试方法及程序。

1. 机采井测试工艺 1 学时

电泵井、螺杆泵井、气举井测试工具、测试方案设计及测试程序，测试资料录取。

2. 注水井测试工艺 0.5 学时

注水井测试工具、测试方案设计及测试程序，测试资料录取。

3. 特殊井测试工艺 0.5 学时

高温高压井、含硫井、水平井、分枝井等特殊井的测试工艺。

#### 第十章 生产测井

**本章的重点难点：**产液剖面测试方法、注入剖面测试方法、测试结果解释方法。

1. 概述

生产测井目的与作用、生产测井方法与设备。

2. 生产剖面测试 1.5 学时

产液剖面、注入剖面的测试原理、测试仪器、测试方法及解释技术。

3. 工程测井 0.5 学时

工程测井仪器、工作原理、测井方法。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《油气井地层测试》，马建国，北京：石油工业出版社，2006；

2. 《油气井测试工艺技术》，马永峰、唐建山、张绍礼，北京：石油工业出版社，2007；

3. 《试井手册》，《试井手册》编写组，北京：石油工业出版社，1992；

4. 《Fundamentals of Formation Testing》，Schlumberger，2006；

5. 《Operational Aspects of Oil and Gas Well Testing》，Stuart McAleese，Elsevier，2006；

6. 《Well Testing Project Management - Onshore and Offshore Operations》，Paul J. Nardone，Elsevier，2009；

7. 《Well Logging and Formation Evaluation》，Toby Darling，Elsevier，2005；

8. 《Oil Well Testing Handbook》，Amanat U. Chaudhry，Elsevier，2004；

9. 《Gas Well Testing Handbook》，Amanat U. Chaudhry，Elsevier，2003；

10. 《海上油气田完井手册》，张钧、余克让等，石油工业出版社，1998；

11. 《试油测试工程监督》，沈琛，石油工业出版社，2005；

12. 《海上采油工程手册》，《海上采油工程手册》编写组，石油工业出版社，2001。

# 02406 The Syllabus of Environmental Control in Offshore Oil & Gas Fields Developing

**Course Name (CH):** Environmental Control in Offshore Oil & Gas Fields Developing (bilingual)

**Course Number:** 02406      **Credit:** 2      **Course Hours:** 32      **Experiment hours:**

**Programming hours:**      **Designed for:** Petroleum engineering

**Program Designer:** Xu Jiafang, et al

**Director of department:** Xu Jiafang

## I. Objectives

Environmental control in offshore oil & gas fields is an elective bilingual course. Students majored in petroleum engineering could understand the environmental impacts of drilling & production operations and the measures of treating petroleum wastes for environment protection from this course. Additionally, study of this course could lay the foundation for those who want to engage in environmental protection for oil and gas fields.

## II. Prerequisites

Bilingual teaching runs through the entire course. The foundation of this course including University Chemistry, Oilfield Geology, Petroleum Drilling and Producing Operations, Offshore Oil & Gas Engineering Chemistry, Professional English, should be learned first. Requirements for students: 1) understanding the chief source and environmental influence impacts of oil & gas field pollutants 2) the significant meaning of environmental protection 3) the measures for treating oilfield pollutants 4) proficiency in professional English related to this course.

## III. Contents and Proposed Teaching Hours

|          |  |         |
|----------|--|---------|
| Chapter1 | introduction                                     | 4hours  |
| 1.       | Environment                                      |         |
| 2.       | OVERVIEW OF ENVIRONMENTAL ISSUES IN OILFEILD     |         |
|          | Sources of Wastes                                |         |
|          | Environmental impact of wastes                   |         |
| Chapter2 | drilling and production operations               | 8hours  |
| 1.       | Drilling   |         |
|          | Summary of the drilling operation                |         |
|          | Drilling Fluids                                  |         |
|          | Unwanted components                              |         |
|          | Drilling Fluid Separations                       |         |
| 2.       | Production                                       |         |
|          | Overview of production processes                 |         |
|          | Produced Water                                   |         |
|          | Production Chemicals                             |         |
|          | Well stimulation                                 |         |
| 3.       | Natural gas production                           |         |
| 4.       | Other operations                                 |         |
| Chapter3 | The impact of drilling and production operations | 12hours |
| 1.       | Toxicity Measurement                             |         |
|          | dose   |         |

concentration

2. Hydrocarbons

Hydrocarbon Families

Hydrocarbon Toxicity

3. Salt

Impact on Plants

Impact on Aquatic Organisms

4. Heavy Metals

5. Production Chemicals

6. Drilling fluids

Bioassays of drilling fluids

Treatment methods of drilling fluids

Impact on environment

7. Production waters

8. Nuclear Radiation

9. Air Pollution

10. Acoustic Impacts

11. Effects of Offshore Platforms

12. Risk assessment of environment

Chapter 4 Environmental Transport of Petroleum Wastes and Its Treatment Methods 4hours

1. Pathway of petroleum waste

SURFACE PATHS

SUBSURFACE PATHS

ATMOSPHERIC PATHS

2. Waste treatment methods

Treatment of Water

Treatment of Solids

Treatment of Air Emis

Chapter 5 Planning for Environmental Protection 4hours

1. ENVIRONMENTAL AUDITS

2. WASTE MANAGEMENT PLANS AND ACTIONS

3. CERTIFICATION OF DISPOSAL PROCESSES

Review and generalization

**IV. References**

《ENVIRONMENTAL CONTROL IN PETROLEUM ENGINEERING》, 【USA】 JOHN  
C. REIS, Gulf Publishing Company, 1996.

# 02406 《深水油气流动保障》教学大纲

英文名称: Deep Water Oil and Gas Flow Assurance

课程编码: 02406

学分: 2

参考学时: 32

实验学时: 0

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程 油气储运工程

大纲执笔人: 李玉星

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

深水油气流动保障针对海洋油气工程和油气储运工程专业开设的专业选修课,目的是培养学生掌握在深水油田开发中低温高压环境下出现的流体在生产系统流动过程中有关安全问题的基础理论知识、解决措施和方案。通过本课程的学习,培养学生运用基础知识解决深水流动中的多相流动、水合物、沥青质、结蜡结垢、立管段塞控制等实际问题的能力。

## 二、基本要求

本课程是《工程热力学》、《传热学》、《流体力学》等的后续课程。通过本课程的学习,学生应达到下列要求:

1. 了解当前国内外深水油田开发、集输模式等发展现状和趋势;掌握与流动安全有关的油田采出液组成、特点、物理化学性质;
2. 了解深水流动中石蜡的沉积特性、预测模型以及防治措施;
3. 掌握低温高压深水环境下水合物的结构、形成条件预测以及预防措施;
4. 了解沥青质的化学性质、预测方法以及预防措施;
5. 了解固体垢的沉积特性、预测方法以及预防措施;
6. 了解深水立管流体流动特性、段塞流预测方法以及抑制措施。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 绪论

**本章重点难点:** 深水油田开发模式和集输系统的特点以及发展趋势,以及流体的分析,多组分流体相特性,石油组分特征,采出水特性。

- |  |      |
|--|------|
| 1. 深水油田开发模式<br>深水油田生产现状、油田开发模式、关键设备。                                   | 1 学时 |
| 2. 深水集输系统的特点以及发展趋势<br>集输方式、集输特点、主要的流动安全问题、发展趋势分析。                      | 1 学时 |
| 3. 流体组成及分析<br>脂肪烃、饱和环状分子、不饱和环状分子,混合烃分子,硫和含氧化合物,饱和烃,芳烃,胶质和沥青质分析,气相色谱分析。 | 1 学时 |
| 4. 流体性质及油藏流体特性分析<br>纯物质相特性,多组分体系相特性,油藏流体分类,黑油模型,组分模型,石油组分特性及表征,采出水特性。  | 3 学时 |

### 第二章 石蜡沉积及防治措施

**本章重点难点:** 原油蜡含量,实验测试方法,石蜡沉积机理,蜡沉积量确定,多相流中的蜡沉积

- |  |      |
|--|------|
| 1. 石蜡特性<br>石蜡的定义,石蜡沉积对流动安全的影响,原油蜡含量,吸蜡温度,溶解曲线,凝点,石蜡对原油粘度的影响。 | 1 学时 |
| 2. 实验测试方法<br>取样,差示扫描量热法,显微镜法,过滤技术,低温法,试验环道法,蜡沉积量确定           | 1 学时 |
| 3. 石蜡沉积预测模型  | 1 学时 |

石蜡沉积机理, 剪切剥离和脱落, 老化, 保温效应, 耗尽效应, 对沉积的影响变量, 多相流中的蜡沉积

4. 蜡沉积防治措施 1 学时

绝热, 清管, 加热, 化学药剂。

### 第三章 水合物防治工艺技术

**本章重点难点:** 水合物的结构参数, 水合物相平衡计算, 水合物的动力学特性, 深水水合物的控制。

1. 水合物性质与结构 1 学时

水合物定义, 水合物性质, 水合物结构类型及参数。

2. 水合物相平衡 2 学时

水合物相图, 水合物相平衡计算, 抑制剂对相平衡的影响, 液态烃与水合物的相平衡。

3. 水合物生长动力学 3 学时

水合物形成实验与测试方法, 水合物聚结成核、生长, 传热对水合物生长的影响分析, 管线堵塞分析。

4. 水合物的防治措施 2 学时

脱水技术, 加热与保温, 热力学抑制剂法, 乙二醇在深水中的应用, 动力学抑制剂。

### 第四章 沥青质沉积及防治措施

**本章重点难点:** 沥青质溶解性预测模型, 沥青质的沉积, 原油中沥青质含量测定, 控制技术。

1. 沥青质的物理化学性质 2 学时

沥青质化学结构, 溶解性与热力学特性, 海尔斯伯格预测模型, SAFT 状态方程, 压力温度对溶解性的影响分析, 沥青质的沉积。

2. 沥青质的实验测试分析 1 学时

原油中沥青质含量测定, SARA 分析, 沥青溶解度和滴定实验, 染色测试, 抑制剂的选择。

3. 沥青质控制技术 1 学时

沥青质沉淀, 控制方法

### 第五章 固体垢沉积及防治措施

**本章重点难点:** 垢的形成机理, 水的成分分析, 垢的类型特征, 控制措施。

1. 采出水化学特性 2 学时

垢的形成机理, 酸、碱和盐, 水抽样检验程序及分析, 采出水成分, 悬浮固体。

2. 固体垢 1 学时

垢的类型, 碳酸钙的形成, 硫酸钙的形成, 硫酸钡的形成, 硫酸锶的形成, 铁化合物。

3. 垢的形成预测与控制措施 1 学时

实验测试方法, 静态试验, 堵塞实验, 垢的控制措施。

### 第六章 立管流动保障工艺技术

**本章重点难点:** 立管在海水中的流动特性, 强烈段塞流的预测模型, 立管内强烈段塞流控制措施。

1. 立管类型 1 学时

深水立管类型, 立管作用及结构, 立管在海水中的流动特性。

2. 立管内多相流动 3 学时

立管多相流动, 立管强烈段塞流定义及特征, 强烈段塞流的预测模型。

3. 立管流动安全控制 2 学时

立管的安装及疲劳, 立管内强烈段塞流控制措施。

### 四、教材及主要参考资料

1. 《油气水多相管流》, 李玉星, 冯叔初编著, 中国石油大学出版社, 2009 年;

2. 《Multiphase flow in well》, J.P.Brill, Society of Petroleum Engineer, 1999。

# 02407 《海洋钻井监督》教学大纲

英文名称: Offshore drilling supervision

课程编码: 02407

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 刘刚

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

本课程是为海洋油气工程专业本科生选修课程,也可以作为海洋钻井监督的参考资料。主要讲授海洋油气钻完井特点,海洋钻井监督的工作特点及职责,钻完井方案的制定及相关规范,钻完井项目的协调与管理,钻进过程的运行管理及相关规范,完井过程的运行管理及相关规范,钻完井过程的复杂情况处理及相关规范,钻完井质量验收、总结及相关规范,钻完井施工过程的安全管理及相关规范。通过本课程的学习,使学生掌握海洋油气田钻完井施工的基本特点;熟悉钻完井方案的制定、钻完井施工管理、钻完井复杂情况的处理、钻完井安全管理,以及钻完井项目验收总结及相关规范等内容,为毕业生从事海上钻井监督工作奠定基础。

## 二、基本要求

通过本课程的学习,应达到以下要求:

1. 了解海洋油气钻完井特点;
2. 熟悉海洋钻井监督的工作特点及职责;
3. 熟悉钻完井项目的协调与管理;
4. 掌握钻完井方案的制定,熟悉相关规范;
5. 掌握钻进过程的运行管理,熟悉相关规范;
6. 掌握完井过程的运行管理,熟悉相关规范;
7. 熟悉钻完井过程的复杂情况处理及相关规范;
8. 掌握钻完井过程中的报表填写,熟悉质量验收、总结及相关规范;
9. 掌握钻完井施工过程的安全管理,熟悉相关规范。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 概述

2 学时

**本章重点难点:** 海洋油气钻完井的基本过程及特点,钻井监督的主要工作内容及职责。

1. 海洋油气田钻完井的环境条件
2. 海洋钻井监督的素质要求
3. 海洋钻井监督的职责及权利
4. 钻完井项目的协调与管理

### 第二章 钻完井方案的制定

6 学时

**本章重点难点:** 海洋钻完井方案的基本内容,钻完井方案的制定等。

1. 钻井地质设计;
2. 钻完井工程设计、工期安排;
3. 钻完井投产、施工方案的确立;
4. 相关服务公司的资质认证及准备;
5. 分包合同的审查及监督。

### 第三章 钻进过程的运行管理

6 学时

**本章重点难点:** 海洋钻井过程的基本内容,钻进作业的运行控制及管理,钻进施工的相关规范、规定等。

1. 钻进作业的基本内容及程序;
2. 钻进作业的运行控制及管理;

3. 钻进作业指令的编制及管理；
4. 钻进过程中的报表；
5. 钻进过程中的运行与协调；
6. 钻进施工的相关规范、规定。

#### 第四章 完井过程的运行管理

4 学时

**本章重点难点:**海洋完井过程的基本内容,完井作业的运行控制及管理,完井施工的相关规范、规定等。

1. 钻进作业的基本内容及程序；
2. 完井作业的运行控制及管理；
3. 完井作业指令的编制及管理；
4. 完井过程中的报表；
5. 完井过程中的运行与协调；
6. 完井施工的相关规范、规定。

#### 第五章 钻完井过程的复杂情况处理

6 学时

**本章重点难点:**海洋钻完井过程的常见复杂情况及处理方法,复杂情况处理的相关规范、规定等。

1. 钻井过程的常见复杂情况及处理；
2. 完井过程的常见复杂情况及处理；
3. 复杂情况的处理报表；
4. 复杂情况处理的运行与协调；
5. 复杂情况处理相关规范、规定。

#### 第六章 钻完井项目验收总结

4 学时

**本章重点难点:**海洋钻完井项目的验收的基本内容,项目结算、验收的相关制度、规定等。

1. 项目的结算的主要内容；
2. 工程质量验收的主要内容及程序；
3. 工程资料的交接；
4. 工程项目的总结；
5. 项目结算、验收的相关制度及规定。

#### 第七章 钻完井施工过程的安全管理

4 学时

**本章重点难点:**海洋油气田钻完井过程主要风险分析及预防,钻完井施工中的职业安全、环保要求,重大事故应急预案。

1. 钻完井过程主要风险分析；
2. 钻完井过程中的事故预防；
3. 钻完井过程中的安全监控；
4. 处理钻完井过程中的重大事故的相关规范
5. 重大事故应急预案。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《海洋钻井手册》，董星亮，石油工业出版社，2011；
2. 《钻井监督手册》，石兴春，中国石化出版社，2008；
3. 《钻井监督技术手册》，王胜启，石油工业出版社，2008；
4. 《钻井监督指南》，塔里木石油勘探开发指挥部钻井监督办公室，石油工业出版社，1999。

# 02409 《油气钻采工艺原理》教学大纲

英文名称: Oil & Gas Drilling and Production Engineering

课程编码: 02409

学分: 4

参考学时: 64

实验学时: 8

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 刘刚、刘均荣

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

本课程是海洋油气专业本科生的专业必修课之一。通过本课程的学习,使学生能够掌握在整个油气钻采过程中所采取的各个工艺环节和技术措施的基本概念、基本原理、基本方法和基本计算;能初步学会运用这些理论和方法分析解决石油钻井和采油施工中所遇到的技术问题;掌握各工艺环节和技术措施的基本设计方法。

## 二、基本要求

在本课程进行之前,学生应经历过有关石油工程方面的认识实习,对石油钻井和采油的基本工艺过程、海洋油气设备及工具有一定的认识。在基础理论方面,应掌握《工程力学》、《工程流体力学》、《地质学基础》等课程的基本知识。学生学完本课后,应掌握和了解以下内容:

1. 掌握地下各种压力的基本概念以及确定地下各种压力的基本方法及原理,掌握岩石的基本工程力学性质。

2. 掌握各种钻头的破岩原理;了解钻头的合理使用方法;了解钻柱的组成。

3. 了解钻井液的基本功用、组成、分类;了解钻井液固相控制的基本措施。

4. 掌握钻进参数优化设计的基本内容及水力参数计算的基本方法。

5. 掌握定向井井眼轨迹的基本概念;掌握井眼轨迹测量及计算以及井眼轨道设计的基本方法;了解定向井造斜工具和轨迹控制方法。

6. 掌握井斜的原因及井斜控制的基本原理和方法。

7. 掌握井内各种压力的关系;了解地层流体侵入的检测和控制方法及原理。

8. 掌握井身结构设计和套管柱强度设计的基本原则和方法。了解各种完井方法及井底结构。

9. 了解不同油藏类型上的油井流入动态规律,掌握 IPR 计算方法、井筒多相流规律和计算方法。

10. 掌握海上采油(气)方式的工作原理,能够对油(气)井工作状况进行动态分析和举升工艺生产参数设计计算。

11. 掌握海上注水工艺流程,能够分析注水井生产动态,提出改善注水井工作状况的措施建议。

12. 掌握油气水井储层改造(水力压裂和酸化)的机理,能够合理地确定措施工艺参数,编制措施设计方案。

13. 了解复杂条件下石油开采工艺技术,掌握油井结蜡、出砂、出水的规律、原因及防治方法的原理、稠油开采的对策以及油水井调剖堵水的机理和方法。

## 三、教学内容与学时分配建议

绪论

1 学时

油气井的基本类型,钻井技术的发展状况,钻井工程的基本工艺过程。

第一章 钻井的工程地质条件

**本章的重点难点:** 地下各种压力的概念,异常高压的成因,地层压力评价,地层破裂压力的概念,岩石的力学特性。

1. 地下压力特征

2 学时

静液压力,上覆岩层压力,地层压力,基岩应力,异常压力的成因,地层压力评价,地层破裂压力。



2. 岩石的工程力学性质 1 学时  
岩石的机械性质，井底压力条件下岩石的机械性质及其影响因素，岩石的研磨性，岩石的可钻性。

## 第二章 钻进工具

**本章的重点难点：**钻头的类型及工作原理，钻头的选型及分类方法，钻头的合理使用，钻柱的组成及功用。

1. 钻头 2 学时

钻头的类型，钻头的性能指标，牙轮钻头，金刚石钻头。

2. 钻柱 2 学时

钻柱的组成及功用，钻柱的工作状态及受力分析。

## 第三章 钻井液

**本章的重点难点：**钻井液的功用、分类、性能及固相控制。井塌及防塌措施，油气层保护及完井液

1. 钻井液的功用、分类、性能及固相控制 1 学时

钻井液的组成及功用，钻井液的分类，钻井液的密度及流变性，钻井液的造壁性及滤失量，钻井液的固相控制。

2. 井塌及防塌措施，油气层保护及完井液 1 学时

井塌的原因，防塌措施，储层损害的主要原因及防止措施，完井液种类及基本功能。

## 第四章 钻进参数优选

**本章的重点难点：**钻进过程中各参数间的基本关系、钻速方程、牙齿及轴承磨损方程；钻进目标函数及参数优选的基本概念；钻头的水力特性，循环系统水功率传递的基本关系。

1. 钻进过程中各参数间的基本关系 2 学时

影响钻速的主要因素及钻速方程，影响钻头寿命的主要因素及磨损方程，钻速方程、牙齿及轴承磨损方程。目标函数的极值条件和约束条件。钻进参数优选的基本概念。

2. 钻头的水力特性及水功率传递原理 2 学时

钻头的水力特性，水功率传递的基本关系，循环系统压耗的计算，提高钻头水力参数的途径。

## 第五章 井眼轨道设计及轨迹控制

**本章的重点难点：**描述井眼轨迹的基本参数，轨迹测量及计算，井斜原因及直井防斜技术的基本原理，定向井井眼轨道设计方法，扭方位计算。

1. 井眼轨迹的基本概念 1 学时

井眼轨迹的基本参数，轨迹的计算参数，井眼轨迹的图示法。

2. 轨迹测量及计算 1 学时

井眼轨迹测量原理及方法，轨迹计算的平均角法、圆柱螺线法、曲率半径法、校正平均角法。

3. 直井防斜技术 1 学时

井斜的原因，满眼钻具组合控制井斜，钟摆钻具组合控制井斜，其它直井防斜技术。

4. 定向井井眼轨道设计及控制 2 学时

定向井轨道类型，常规二维定向井轨道设计的基本原则、设计条件、内容、方法及步骤，关键参数的计算。井底动力钻具造斜工具，定向井轨迹控制的基本方法。

## 第六章 油气井压力控制

**本章的重点难点：**井眼与地层压力系统及压力平衡关系，地层流体侵入的检测原理及方法，压井方法。

1. 井眼与地层压力系统 2 学时

井眼与地层压力系统及压力平衡关系。

2. 地层流体侵入的检测 1 学时

地层流体侵入的原因，气侵的途径、方式、特点及危害，地层流体侵入的征兆及检测。

3. 地层流体侵入控制 2 学时

井控的基本装置, 关井的基本方法及步骤, 压井钻井液密度计算, 压井方法。

## 第七章 固井与完井

**本章的重点难点:** 井身结构设计的基本原理及方法, 套管柱的载荷及强度计算, 注水泥工艺及提高固井质量的措施, 完井的基本原则和要求, 完井井底结构类型及完井方法。

### 1. 井身结构设计 1 学时

套管的分类及作用, 井身结构设计的原则, 确定套管层次和下深的基本原理和方法, 套管尺寸与钻头尺寸的配合及选择。

### 2. 套管柱设计 1 学时

套管的结构、钢级及尺寸系列, 套管柱的受力及载荷分析, 套管的强度。

### 3. 注水泥技术 1 学时

水泥浆性能及其与固井工程的关系, 注水泥工艺过程, 影响注水泥质量的因素。

### 4. 完井技术 1 学时

完井的原则和要求, 钻井作业对储集层性质的影响, 完井井底结构类型及完井方法, 完井井口装置。

## 第八章 油气井流入动态与井筒多相流动

**本章重点难点:** Vogel 方程、油气水三相流入动态方程、流型、井筒压力分布计算。

### 1. 油井流入动态 3 学时

#### (1) 单相液体渗流时的油井流入动态

直井的达西方程、采油指数、斜井和水平井的采油指数计算方法、非达西渗流二项式。

#### (2) 油气两相渗流时的油井流入动态

Vogel 方程、非完善井 Vogel 方程的修正、费特柯维奇方程、cheng 方程、Bendakhlia 方程。

#### (3) 油井组合型流入动态

直井、斜井、水平井统一的油井组合型流入动态方程。

#### (4) 油气水三相渗流时的油井流入动态

直井、斜井、水平井统一的油气水三相油井流入动态方程。

#### (5) 多层油藏油井的流入动态

多层油藏流入动态的叠加(转渗现象)、不同压力水层与油层合采时的含水变化规律。

### 2. 井筒气液多相流 2 学时

#### (1) 井筒气液两相流动特征

气液两相流动与单相液体流动的比较、气液混合物在垂直管中的流动型态、气液混合物在水平管中的流动型态、滑脱损失。

#### (2) 井筒气液两相流能量平衡方程及压力分布计算

能量平衡方程、多相垂直管流压力分布计算。

#### (3) 计算井筒多相流的方法

Orkiszewski 方法、Beggs-Brill 方法。

#### (4) 井筒流体温度计算

Ramey 井筒温度场计算模型。

## 第九章 油井举升方法和设计

**本章重点难点:** 节点系统分析方法、自喷井协调生产分析、气举阀工作原理、气举采油原理与生产设计、电泵采油原理与生产设计。

### 1. 自喷采油与节点系统分析方法 2 学时

自喷井生产系统的组成、自喷井节点系统分析、节点系统分析方法在设计及预测中的应用、自喷井生产设计与分析。

### 2. 气举采油 2 学时

气举采油原理、气举启动过程、气举阀工作原理及类型、气举设计、影响气举生产的因素。

### 3. 电动潜油离心泵采油 2 学时

电动潜油离心泵采油工作原理及其系统组成、电动潜油离心泵油井生产系统设计、电动潜油离心泵油井液面测试方法、电动潜油离心泵油井工况分析。

4. 水力射流泵采油 1 学时

水力射流泵采油系统、水力射流泵工作特性、水力射流泵油井生产系统设计方法及步骤、水力射流泵油井工况分析。

5. 螺杆泵采油 1 学时

螺杆泵采油系统、螺杆泵工作原理及系统组成、螺杆泵油井生产系统设计方法及步骤、螺杆泵油井工况分析。

第十章 采气方法和设计 2 学时

**本章重点难点：**气井工作制度的确定、排水采气工艺原理及设计方法。

1. 气井产能计算

稳定状态流动的气井产能公式、拟稳定状态流动的气井产能公式、气井产能经验方程、完井方式对气流入井动态的影响。

2. 气井生产系统分析

气体井筒稳定流动能量方程、气体通过气嘴的流动、气井节点系统分析。

3. 排水采气方式

优选管柱排水采气、泡沫排水采气、气举排水采气、电动潜油离心泵排水采气工艺、水力射流泵排水采气工艺。

第十一章 注水技术 3 学时

**本章重点难点：**水源选择、水质要求及注水地面系统、注水井吸水能力及改善吸水能力的措施、注水井系统设计、分层吸水能力及调剖技术。

1. 水源、水质及注水系统

水源及水质要求、海水处理技术、含油污水处理技术、注水地面系统、注水井投注程序。

2. 注水井吸水能力分析

注水井吸水能力、注水井指示曲线、影响吸水能力的因素。

3. 分层注水技术

分层吸水能力及测试方法、分层注水管柱。

4. 注水井指示曲线的分析与应用

注水井指示曲线分析地层吸水能力变化、井下配水工具工作状况诊断、配注准确程度和分配层段注水量检查、嘴损曲线与配水嘴选择。

第十二章 压裂酸化技术

**本章重点难点：**油井应力状况分析、水力压裂造缝条件与裂缝延伸条件、压裂液及其特性、支撑剂及其特性、压裂井增产倍数曲线分析、裂缝几何参数计算模型、压裂效果预测方法；常用的酸液、添加剂及其性能、盐酸与碳酸盐岩的化学反应原理、影响酸岩反应速度的因素分析、砂岩油气层的土酸处理原理、酸岩复相反应有效作用距离、酸压裂缝中酸浓度的分布规律。

1. 水力压裂技术 2 学时

造缝机理（油井应力状况、造缝条件、裂缝延伸条件）、压裂液（压裂液类型、压裂液滤失性、压裂液流变性）、支撑剂（支撑剂的要求、支撑剂的类型、支撑剂在裂缝内的分布、支撑剂的选择）、压裂设计（影响压裂井增产幅度的因素、裂缝几何参数计算模型、压裂效果预测、裂缝参数设计方法）。

2. 酸化技术 4 学时

酸液及添加剂、碳酸盐岩地层的盐酸处理（盐酸与碳酸盐岩的化学反应、影响酸岩反应速度的因素）、砂岩地层的土酸处理（砂岩地层土酸处理原理、土酸处理设计）、酸化压裂（酸液的滤失、酸液的损耗、酸岩复相反应有效作用距离、前置液酸压设计方法）、酸处理工艺。

第十三章 井筒生产保障技术

**本章重点难点：**油层出砂原因与出砂机理、防砂方法及其适用性分析、清砂方法、油井防蜡

机理与油井清防蜡方法、油井出水原因及找、堵水技术原理、调剖技术原理、稠油及高凝油开采特征、热采技术原理、井筒降粘技术原理与工艺设计。

1. 防砂与清砂 1 学时  
油层出砂原因、防砂方法、清砂方法。
2. 防蜡与清蜡 1 学时  
油井防蜡机理、油井防蜡方法、油井清蜡方法。
3. 调剖堵水 1 学时  
油井出水原因及找水技术、油井堵水技术、水井调剖原理、调剖剂及类型、调剖技术
4. 稠油及高凝油开采技术 1 学时  
稠油及高凝油开采特征、油层热处理技术、井筒降粘技术。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《钻井工程理论与技术》，陈庭根、管志川主编，石油大学出版社，2001；
2. 《钻井工艺原理》（上、中、下册），刘希圣主编，石油工业出版社，1988；
3. Applied Drilling Engineering, by Adam T. Bourgoyne Jr., Martin E. Chenevert, Keith K. Millheim and F.S. Young Jr., Society of Petroleum Engineers, Richardson, TX, 1991；
4. Advanced Well Control Manual, by David Watson, Terry Brittenham and Preston Moore. SPE Textbook Series, 2003；
5. 《钻井工程 —— 一整套油井设计方法》，N.J.亚当斯，石油工业出版社，1992；
6. 《定向钻井设计与计算》，韩志勇，石油大学出版社，2007；
7. 《最优化钻井理论基础与计算》，郭学增编著，石油工业出版社，1989；
8. 《油井设计基础和计算》，沈忠厚编著，石油工业出版社，1988；
9. 《现代固井技术》，刘大为、田锡君等译，辽宁科学技术出版社，1994；
10. 《平衡钻井与井控》，郝俊芳主编，石油工业出版社，1992；
11. 《现代完井工程》，万仁溥编著，石油工业出版社，2000；
12. 《井眼轨道几何学》，刘修善著，石油工业出版社，2006；
13. 《实用完井工程》，李克向编著，石油工业出版社，2002。
14. 采油工艺原理，王鸿勋、张琪，石油工业出版社，1989；
15. 海上采油工程手册，《海上采油工程手册》编写组，北京：石油工业出版社，2001年；
16. 海上油气田完井手册，《海上油气田完井手册》编委会，北京：石油工业出版社，1998年；
17. 海洋石油工程设计指南：第一册 海洋石油工程设计概念与工艺设计，《海洋石油工程设计指南》编委会，北京：石油工业出版社，2007；
18. 《The Technology of Artificial Lift Method》，Vol. I， II， IV或《升举法采油工艺》，Brown Kermit E，石油工业出版社，1987；
19. 深井泵采油，J，扎巴，石油化学工业出版社，1978；
20. 水力压裂原理，王鸿勋，石油工业出版社；
21. 采油工程手册（上、下），万仁溥，石油工业出版社，2000年。

# 02410 《海洋油气工程》教学大纲

英文名称: Offshore Oil and Gas Engineering

课程编码: 02410

学分: 4

参考学时: 64

实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 孙宝江

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

《海洋油气工程》是为海洋油气工程专业本科生开设的一门必修课。本课程旨在使学生系统掌握海洋油气工程中所涉及的基本概念、原理、设计计算方法、工程施工新技术和工艺。

## 二、基本要求

本课程是海洋油气工程专业的必修课,辅助课程主要包括:海洋油气装备与平台工程、海洋环境、石油钻采工艺原理、海洋油气工程、油藏工程、海洋油气工程管理。

在本课程进行之前,学生应经历过有关海洋油气工程方面的认识实习,对海洋油气工程的基本工艺过程、设备及工具有一定的认识。在基础理论方面,应掌握《海洋油气装备与平台工程》、《海洋环境》、《石油钻采工艺原理》、《油藏工程》等课程的基本知识。学生学完本课之后,应掌握或了解以下内容:

掌握深水钻完井作业程序、深水钻井井身结构、深水钻井水力参数设计与井控技术、深水钻完井液以及特殊深水钻完井技术;

掌握深水油气田开发模式、深水油气测试、水下生产系统、深水采油举升工艺以及深水油气总体开发方案;

掌握立管流动保障、油气水分离与计量、FPSO 工艺系统以及深水油气集输流动保障;

了解海洋环境对油气工程安全的影响,掌握海洋油气工程的安全评价与风险分析及海洋油气工程的安全生产管理;

了解深水油气田弃井法律法规、掌握深水油气田弃井方案设计及深水油气田弃井技术。

## 三、教学内容与学时分配建议

第一章 绪论 2 学时

海洋油气工程发展、现状及前景。

第二章 深水钻完井工艺 22 学时

第一节 深水油气钻完井作业程序 3 学时

1. 深水油气钻井井场勘察及前期准备工作

2. 深水油气钻井作业程序

3. 深水油气固井作业

4. 深水油气完井作业

第二节 深水钻井井身结构 5 学时

1. 深水井身结构设计特点

2. 深水常用井身结构

3. 喷射下导管

4. 表层套管下入深度确定

第三节 深水钻井水力参数设计与井控技术 8 学时

1. 深水钻井水力参数设计

2. 深水井筒压力控制方法

3. 深水钻井条件下的溢流早期检测

4. 深水压井参数设计

5. 深水救援井

|  |       |
|--|-------|
| 第四节 深水钻井液  | 2 学时  |
| 1. 深水钻井液技术难点及要求  |       |
| 2. 常用深水钻井液体系   |       |
| 第五节 深水完井液  | 2 学时  |
| 1. 深水完井液技术难点及要求  |       |
| 2. 深水完井液体系   |       |
| 第六节 特殊钻完井技术  | 2 学时  |
| 第三章 深水油气开发   | 14 学时 |
| 第一节 深水油气田开发模式  | 2 学时  |
| 第二节 深水油气测试   | 4 学时  |
| 1. 深水油气测试管柱及工艺   |       |
| 2. 天然气水合物相态预测  |       |
| 3. 深水油气测试井筒温度场和压力场   |       |
| 4. 深水油气测试天然气水合物防治  |       |
| 第三节 水下生产系统   | 2 学时  |
| 第四节 深水采油举升工艺   | 2 学时  |
| 第五节 深水油气总体开发方案 (ODP)   | 4 学时  |
| 第四章 深水油气流动保障与储运  | 12 学时 |
| 1. 立管流动保障  | 2 学时  |
| 2. 油气水分离与计量  | 3 学时  |
| 3. FPSO 工艺系统   | 3 学时  |
| 4. 深水油气集输流动保障  | 4 学时  |
| 第五章 海洋油气工程作业安全   | 8 学时  |
| <b>重点难点:</b> 海洋油气工程安全分析方法、海洋油气工程的安全评价与风险分析。  |       |
| 1. 海洋环境对油气工程安全的影响  | 2 学时  |
| 2. 海洋油气工程的安全评价与风险分析  | 4 学时  |
| 3. 海洋油气工程的安全生产管理   | 2 学时  |
| 第六章 深水油气田弃井技术与管理   | 6 学时  |
| 1. 深水油气田弃井法律法规   | 1 学时  |
| 2. 深水油气田弃井方案设计   | 3 学时  |
| 3. 深水油气田弃井技术   | 2 学时  |
| <b>四、教材及主要参考资料:</b>  |       |
| 1. 《海洋石油工程》，方华灿，石油工业出版社，2010;  |       |
| 2. 《Deepwater Petroleum Exploration& Production- a Nontechnical Guide》，William L. Leffler, PennWell Corporation. |       |
| 3. 《海洋石油工程》，韩志勇、陈建民编，校内印刷，2001;  |       |
| 4. 《海洋石油钻采设备与结构》，方华灿编著，1990。   |       |

# 02411 《海洋油气工程管理》教学大纲

英文名称: Management of Offshore Petroleum Development Engineering

课程编码: 02411

学分: 2

参考学时: 32

实验学时:

上机学时:

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 王杰祥

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、课程目标

本课程是为海洋油气工程专业本科生及从事海洋油气田开发工作者了解和掌握海洋油气田开发与管理的一门必修课。主要讲授海洋油气开发特点、开发方案及管理、钻完井与生产管理、HSE 与经济评价、油气田废弃技术与管理等。通过本课的学习,使学生掌握海洋油气田开发的基本过程与特点、海洋油气田开发方案基本内容、海洋油气钻完井工艺及设备管理、采油生产操作与管理、海洋油气工程建设管理、HSE 要求及经济评价、生产维护操作与管理、海洋油气田废弃技术与管理,为从事海上油气开发管理与操作工作奠定基础。

## 二、基本要求

通过本课程的学习,应达到以下要求:

1. 掌握海洋油气田开发的基本过程与开发特点;
2. 掌握海洋油气田开发方案的基本组成;
3. 掌握海洋油气钻完井工艺技术及设备管理;
4. 掌握海洋采油生产方式、生产操作、生产维护与管理;
5. 掌握海洋油气田开发 HSE 基本要求与经济评价;
6. 掌握海洋油气井的废弃技术管理。

## 三、教学内容与学时分配建议

### 第一章 概述

4 学时

**本章重点难点:** 海洋油气田开发过程及特点。

1. 海洋油气田自然环境;
2. 海洋油气开发工作条件;
3. 海洋油气田开发建设特点;
4. 海洋工作者素质要求;
5. 海洋油气开发设备要求;
6. 海洋油气生产交通运输;
7. 海洋油气田勘探开发的基本过程。

### 第二章 海洋油气田开发方案及管理

6 学时

**本章重点难点:** 海洋油气田开发方案的主要组成。

1. 油气藏 ODP 编写及依据;
2. 地质工程与油藏开发方案;
3. 海洋钻井工程方案;
4. 海洋采油工程方案;
5. 海洋地面、集输与作业方案;
6. 海洋安全、环境、经济评价。

### 第三章 海洋钻完井技术及设备管理

4 学时

**本章重点难点:** 海洋钻完井技术、设备与管理。

1. 海洋钻完井设备;
2. 海洋钻完井工艺;
3. 海洋钻完井技术管理。

#### 第四章 海洋生产操作与管理

6 学时

**本章重点难点：**重点介绍油气水处理、生活系统、生产系统、油气田生产数据采集与管理及生产维护技术。

1. 原油处理系统：处理流程、油气水分离技术与设备等；
2. 水处理系统：水质及水处理、污水处理；
3. 油气水计量与数据采集：计量参数、计量与采集设备；
4. 海上仪表与自动控制：控制系统及作用；
5. 油气生产管理：日常生产管理、生产设备管理、设备检验与维护；
6. 公用系统与安全生产：公用系统、安全系统、消防系统、救生逃生系统、生产安全防护。

#### 第五章 健康安全环保

4 学时

**本章重点难点：**油气田生产中的职业安全环保主要内容。

1. 安全危险辨识与风险评价：事故预防、危险与风险的基本概念、危险辨识、风险评价风险控制。
2. 健康安全环保管理体系：健康安全环保理念与政策、管理体系文件、油气田生产全方位、全过程的安全管理、应急事件处理、安全监督与培训。
3. 事故调查：事故调查、原因分析、措施制定、跟踪管理。

#### 第六章 经济评价

4 学时

**本章重点难点：**油气田生产中的经济评价分析。

1. 经济评价的基本概念：现金流量、NPV、资金时间价值和资金、经济评价的主要方法和指标。
2. 海洋石油建设项目投资计算：投资的构成、投资的计算方法、海洋是由单项工程费用的编制。
3. 经济评价：经济评价的基础、油田现金流的计算、油田生产经济性分析。

#### 第七章 海洋油气田弃置技术与管理

4 学时

**本章重点难点：**海洋油气弃置技术。

1. 应遵守的法律法规：国际公约、国内法律法规、行业法规；
2. 平台及管线的弃置原则：原地弃置、异地弃置、改作它用、混合弃置；
3. 弃置方案的编制：油气田资料收集、弃井作业方案与施工作业程序、弃井作业进度与考虑因素、弃井作业经济概算；
4. 油气井弃置技术：弃井作业方式、弃井作业工具；
5. 海洋工程的废弃技术：环境影响评价、海洋平台设备清洗与废弃、生产工程设施的废弃等。

#### 四、教材及主要参考资料

教材：

《海洋油气开发生产与管理》，待编。



# 02902 《石油工程综合设计》教学大纲

英文名称: Comprehensive Design of Petroleum Engineering

课程编码: 02902

学分: 6.0 实践周数: 8周

上机学时: 1.5周

适用专业: 石油工程(卓越)

大纲执笔人: 步玉环、薛建泉、吕爱民

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、教学目标

石油工程综合设计是石油工程专业本科生必修的实践性课程。通过本课程的学习,培养学生综合运用所学基础知识和专业知识解决实际生产问题的能力。目的是使学生掌握石油工程设计中开发方案设计、钻井工程设计、采油工程设计和油藏工程评价、增产措施技术方案等的设计方法和设计步骤,提高学生工程设计能力和综合运用知识的能力。

## 二、基本要求

学生在修完全部基础及专业课程后进行综合设计。按本大纲完成石油工程综合设计后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的工艺设计方法及设计思路,并达到下列要求:

1. 掌握油藏工程设计的基本方法,会编写简单的油田开发方案;
2. 学会井身结构的设计方法;
3. 学会钻井工具的选用及钻井参数的设计计算;
4. 掌握钻机的选择和井控设备及预案编制;
5. 掌握固井工程设计方法,包括套管柱强度设计、注水泥设计等;
6. 掌握完井方法、生产管柱尺寸及射孔工艺参数的优选方法;
7. 掌握常规有杆泵抽油系统设计的主要思路和工艺设计方法。

## 三、教学内容与学时分配

综合设计在教师指导下进行。学生根据所提供的以下基本数据进行设计:油藏地质特征参数、测井资料、取心资料、试采、开发试验等动静态资料;以及井别、井深、地质概况、油层位置、完井方式、地层孔隙压力、地层破裂压力、地层温度、流压及对应产量、饱和压力、套管直径、含水、生产气液比、原油密度、水密度、天然气相对密度、出砂情况、结蜡情况等,完成以下设计内容:

### (一) 油藏工程设计

2.5周

#### 1. 开发方式确定

根据油藏基础参数,计算油藏弹性能大小。结合油藏边底水和气顶等情况对油藏天然能量进行分析,论证注水开发的必要性。

#### 2. 开发层系划分与组合

计算各小层的储量和层间的隔层厚度;分析储层的非均质特点(可采用渗透率级差、突进系数和变异系数等指标);结合渗透率分布直方图分析油藏的韵律特征;根据层系划分与组合原则对层系划分的可行性和必要性进行综合分析和论证;计算各层系的平均参数(包括孔隙度、渗透率、含油饱和度和有效厚度)和地质储量。

#### 3. 注水方式及井网密度确定

根据油藏特点确定油藏的注水方式;计算油藏的单井产量,根据油田的采油速度和稳产要求确定油井数及注采井距等指标。

#### 4. 开发指标概算

##### (1) 考虑水驱油的非活塞特点计算排状注水的以下开发指标:

开发年限,无水采油期,日产液量、日产油量、日注水量,累产液量、累产油量、累注水量,含水率,采出程度等。

(2) 计算五点法面积注水的以下开发指标:

开发年限, 无水采油期, 日产液量、日产油量、日注水量, 累产液量、累产油量、累注水量, 含水率, 采出程度等。

#### 5. 经济评价

计算油田历年的投入产出情况, 绘制净现金流量曲线; 应用盈亏平衡原理确定油田的经济极限含水率和单井经济极限产量; 确定油田的投资回收期、投入产出比、净现值等经济指标。分析方案的经济可行性。对两种注水方案进行对比, 推荐最佳方案。

#### 6. 采收率预测

应用概算得到的开发数据, 采用水驱曲线和递减分析方法确定油田的采收率。

### (二) 钻井工程设计

2.5 周

#### 1. 井位确定

井位的确定、目的层钻深的确定、钻井地质资料、完钻要求等。

#### 2. 井身结构设计

设计套管的下入层次, 各层套管的下入深度, 各层套管对应的钻深及对应钻头尺寸, 各层套管的直径, 水泥上返的高度等, 要求画出井身结构示意图、设计结果列表。

#### 3. 钻井工具的选用

根据各地层的特点选择钻头的类型, 各钻头的主要钻进参数选择、预测各层位的机械钻速, 预测全井不同类型(不同尺寸)钻头的使用数量, 总的钻进时间等, 要求设计结果列表。

#### 4. 钻具设计

设计二开塔式钻具组合、最后一开次的刚性满眼钻具组合, 进行最后一开次的钻杆强度设计、扶正器安放位置, 选择钻进过程中使用的方钻杆类型及性能参数等, 要求画出钻柱串接示意图、满眼钻具扶正器安放位置示意图, 设计结果列表。

#### 5. 钻机的选择

根据钻具设计结果、井深要求, 选择合理的钻机设备, 配套钻井性能参数。

#### 6. 钻进参数设计

进行最后开次的水力参数设计, 包括选择钻井泵、缸套直径、额定工作参数、最优排量、喷嘴直径, 计算射流及钻头水力参数等, 要求设计结果列表。

#### 7. 钻井液设计

钻井液类型选用, 性能设计及日常维护方法, 常用处理剂的选用, 固控设备应用等, 要求设计结果列表。

#### 8. 套管柱强度设计

各层套管柱的强度设计, 套管串的下部结构等, 要求设计结果列表。

#### 9. 固井和完井设计

注水泥浆柱的设计与校核, 水泥类型的选择, 注水工艺泥设计及其计算, 完井方法选择及工艺等, 要求设计结果列表。

#### 10. 井控设计

井控设备的尺寸、耐压设计, 优选井控设备型号、对应的性能参数以及井控预案的编制。

### (三) 采油工程设计

2.5 周

#### 1. 完井工程设计

(1) 完井方式选择: 计算产能比、表皮系数;

(2) 生产管柱尺寸选择;

(3) 射孔完井工艺参数优选, 计算有效负压值。

#### 2. 常规有杆泵抽油生产系统设计

(1) 常规有杆泵抽油生产系统设计原理;

(2) 油井流入动态计算, 并绘制 IPR 曲线;

(3) 井筒温度场计算、流体物性参数计算及井筒压力分布计算, 确定下泵深度, 计算动液面;

- (4) 抽油杆柱设计;
- (5) 抽油机校核;
- (6) 泵效计算;
- (7) 抽油系统效率计算。

3. 防砂工艺选择及施工参数设计

- (1) 地层砂粒度分析方法及砾石尺寸选择方法;
- (2) 支撑砾石层机械筛管规格及缝宽设计;
- (3) 管外地层充填砾石量估算;
- (4) 管内地层充填砾石量估算;
- (5) 携砂液用量及施工时间估算。

(四) 教师介绍设计思路及设计计算方法

0.5 周 (20 学时)

全部综合设计应在 8 周内完成。

学生完成设计时应提交综合设计报告, 计算应准确, 图表应齐全, 文字说明应简明。

#### 四、教材及主要参考资料

(一) 教材

1. 《石油工程综合设计》, 步玉环、谷建伟、薛建泉, 中国石油大学出版社, 2012。

(二) 参考书

1. 《钻井工程理论与技术》, 陈庭根、管志川主编, 中国石油大学出版社, 2010;
2. 《采油工程原理与设计》, 张琪主编, 中国石油大学出版社, 2000;
3. 《油藏工程原理与方法》, 姜汉桥、姚军、姜瑞忠主编, 中国石油大学出版社, 2006;
4. 《实用油藏工程方法》, 秦同洛等编, 石油工业出版社, 1989;
5. 《油藏工程基础》, 郎兆新主编, 石油大学出版社, 1991;
6. 《油气层渗流力学 (第 2 版)》, 张建国主编, 中国石油大学出版社, 2009。

# 02902 《石油工程综合设计》教学大纲

英文名称: Comprehensive Design of Petroleum Engineering

课程编码: 02902

学分: 5.0

实践周数: 5

上机学时: 108

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 步玉环、薛建泉、吕爱民

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、教学目标

石油工程综合设计是石油工程专业本科生必修的实践性课程。通过本课程的学习,培养学生综合运用所学基础知识和专业知识解决实际生产问题的能力。目的是使学生掌握石油工程设计中开发方案设计、钻井工程设计、采油工程设计和油藏工程评价等的设计方法和设计步骤,提高学生工程设计能力和综合运用知识的能力。

## 二、基本要求

学生在修完全部基础及专业课程后进行综合设计。按本大纲完成石油工程综合设计后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的工艺设计方法及设计思路,并达到下列要求:

1. 掌握油藏工程设计的基本方法,会编写简单的油田开发方案;
2. 学会井身结构的设计方法;
3. 学会钻井工具的选用及钻井参数的设计计算;
4. 掌握固井工程设计方法,包括套管柱强度设计、注水泥设计等;
5. 掌握完井方法、生产管柱尺寸及射孔工艺参数的优选方法;
6. 掌握常规有杆泵抽油系统设计的主要思路和工艺设计方法。

## 三、教学内容与学时分配

综合设计在教师指导下进行。学生根据所提供的以下基本数据进行设计:油藏地质特征参数、测井资料、取心资料、试采、开发试验等动静态资料;以及井别、井深、地质概况、油层位置、完井方式、地层孔隙压力、地层破裂压力、地层温度、流压及对应产量、饱和压力、套管直径、含水、生产气液比、原油密度、水密度、天然气相对密度、出砂情况、结蜡情况等,完成以下设计内容:

### (一) 油藏工程设计

1.5 周

#### 1. 开发方式确定

根据油藏基础参数,计算油藏弹性能大小。结合油藏边底水和气顶等情况对油藏天然能量进行分析,论证注水开发的必要性。

#### 2. 开发层系划分与组合

计算各小层的储量和层间的隔层厚度;分析储层的非均质特点(可采用渗透率级差、突进系数和变异系数等指标);结合渗透率分布直方图分析油藏的韵律特征;根据层系划分与组合原则对层系划分的可行性和必要性进行综合分析和论证;计算各层系的平均参数(包括孔隙度、渗透率、含油饱和度和有效厚度)和地质储量。

#### 3. 注水方式及井网密度确定

根据油藏特点确定油藏的注水方式;计算油藏的单井产量,根据油田的采油速度和稳产要求确定油井数及注采井距等指标。

#### 4. 开发指标概算

考虑水驱油的非活塞特点计算排状注水的以下开发指标:

开发年限,无水采油期,日产液量、日产油量、日注水量,累产液量、累产油量、累注水量,含水率,采出程度等。

#### 5. 经济评价

计算油田历年的投入产出情况，绘制净现金流量曲线；应用盈亏平衡原理确定油田的经济极限含水率和单井经济极限产量；确定油田的投资回收期、投入产出比、净现值等经济指标。分析方案的经济可行性。

#### 6. 采收率预测

应用概算得到的开发数据，采用水驱曲线和递减分析方法确定油田的采收率。

### (二) 钻井工程设计

1.5 周

#### 1. 井位确定

井位的确定、目的层钻深的确定、钻井地质资料、完钻要求等。

#### 2. 井身结构设计

设计套管的下入层次，各层套管的下入深度，各层套管对应的钻深及对应钻头尺寸，各层套管的直径，水泥上返的高度等，要求画出井身结构示意图、设计结果列表。

#### 3. 钻井工具的选用

根据各地层的特点选择钻头的类型，各钻头的主要钻进参数选择、预测各层位的机械钻速，预测全井不同类型（不同尺寸）钻头的使用数量，总的钻进时间等，要求设计结果列表。

#### 4. 钻具设计

设计二开塔式钻具组合、最后一开次的刚性满眼钻具组合，进行最后一开次的钻杆强度设计、扶正器安放位置，选择钻进过程中使用的方钻杆类型及性能参数等，要求画出钻柱串接示意图、满眼钻具扶正器安放位置示意图，设计结果列表。

#### 5. 钻进参数设计

进行最后开次的水力参数设计，包括选择钻井泵、缸套直径、额定工作参数、最优排量、喷嘴直径，计算射流及钻头水力参数等，要求设计结果列表。

#### 6. 钻井液设计

钻井液类型选用，性能设计及日常维护方法，常用处理剂的选用，固控设备应用等，要求设计结果列表。

#### 7. 套管柱强度设计

各层套管柱的强度设计，套管串的下部结构等，要求设计结果列表。

#### 8. 固井和完井设计

注水泥浆柱的设计与校核，水泥类型的选择，注水工艺泥设计及其计算，完井方法选择及工艺等，要求设计结果列表。

### (三) 采油工程设计

1.5 周

#### 1. 完井工程设计

- (1) 完井方式选择：计算产能比、表皮系数；
- (2) 生产管柱尺寸选择；
- (3) 射孔完井工艺参数优选，计算有效负压值。

#### 2. 常规有杆泵抽油生产系统设计

- (1) 常规有杆泵抽油生产系统设计原理；
- (2) 油井流入动态计算，并绘制 IPR 曲线；
- (3) 井筒温度场计算、流体物性参数计算及井筒压力分布计算，确定下泵深度，计算动液面；
- (4) 抽油杆柱设计；
- (5) 抽油机校核；
- (6) 泵效计算；
- (7) 抽油系统效率计算。

#### 3. 防砂工艺选择及施工参数设计

- (1) 地层砂粒度分析方法及砾石尺寸选择方法；
- (2) 支撑砾石层机械筛管规格及缝宽设计；
- (3) 管外地层充填砾石量估算；

(4) 管内地层充填砾石量估算；

(5) 携砂液用量及施工时间估算。

(四) 教师介绍设计思路及设计计算方法

0.5 周（20 学时）

全部综合设计应在 5 周内完成。

学生完成设计时应提交综合设计报告，计算应准确，图表应齐全，文字说明应简明。

#### 四、教材及主要参考资料

##### (一) 教材

1. 《石油工程综合设计》，步玉环、谷建伟、薛建泉，中国石油大学出版社，2012。

##### (二) 参考书

1. 《钻井工程理论与技术》，陈庭根、管志川主编，中国石油大学出版社，2000；

2. 《采油工程原理与设计》，张琪主编，中国石油大学出版社，2000；

3. 《油藏工程原理与方法》，姜汉桥、姚军、姜瑞忠主编，中国石油大学出版社，2006；

4. 《实用油藏工程方法》，秦同洛等，石油工业出版社，1989；

5. 《油藏工程基础》，郎兆新主编，石油大学出版社，1991；

6. 《油气层渗流力学（第 2 版）》，张建国主编，中国石油大学出版社，2009。

# 02906 《海洋油气工程综合设计》教学大纲

英文名称: Comprehensive Design of Offshore Oil & Gas Engineering

课程编码: 02906

学分: 5.0

实践周数: 5

上机学时: 120

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 王志远

系(教研室)主任: 徐加放

## 一、教学目标

海洋油气工程综合设计是海洋油气专业本科生必修的实践性课程。通过本课程的学习,培养学生综合运用所学基础知识和专业知识解决实际生产问题的能力。目的是使学生掌握海洋油气工程设计中深水钻完井工程、深水油气开发方案、深水油气流动保障与储运和海洋油气工程作业安全评价等的设计方法和设计步骤,提高学生工程设计能力和综合运用知识的能力。

## 二、基本要求

学生在修完全部基础及专业课程后进行综合设计。按本大纲完成综合设计后,应对大纲规定的全部内容有系统的理解,掌握其中的工艺设计方法及设计思路,并达到下列要求:

1. 掌握深水油气田开发的基本方法,会编写简单的深水油气田开发方案(ODP);
2. 掌握深水钻井井身结构的设计方法;
3. 掌握深水钻进水力参数及井控水力参数设计方法;
4. 掌握深水钻完井液的选型及流变参数设计方法;
5. 掌握基本的深水油气流动保障及储运设计方法;
6. 掌握基本的海洋油气工程作业安全评价方法。

## 三、教学内容与学时分配

综合设计在教师指导下进行。学生完成设计时应提交综合设计报告,计算应准确,图表应齐全,文字说明应简明。教师介绍设计思路及设计计算方法 0.5 周共 20 学时。全部综合设计应在 5 周内完成。

(一) 深水油气田开发方案设计 2 周

1. 开发模式设计
2. 举升工艺设计
3. 水下生产系统设计
4. FPSO 工艺系统设计
5. 立管流动保障设计
6. 深水油气集输流动保障设计
7. 深水油气田开发方案编写

(二) 深水钻完井工程设计 1.5 周

1. 深水钻井井身结构设计
2. 水钻完井液的选型及流变参数设计
3. 深水钻进水力参数设计
4. 深水井控水力参数设计

(三) 海洋油气工程作业安全评价 1.5 周

1. 海洋油气工程安全评价
2. 海洋油气工程风险分析
3. 海洋油气工程的安全生产管理规程设计

## 四、教材及主要参考资料

1. 《海洋石油工程》(套装上下册), 方华灿, 石油工业出版社, 2010;
2. 《Deepwater Petroleum Exploration & Production- a Nontechnical Guide》, William L. Leffler、

Richard Pattarozzi and Gordon Sterling, PennWell Corporation, 2003;

3. 《海洋石油工程》，韩志勇、陈建民编，校内印刷，2001；
4. 《海洋石油钻采装备与结构》，方华灿编著，石油工业出版社，1990；
5. 《油气水多相管流》，李玉星、冯叔初主编，中国石油大学出版社，2011；
6. 《采油工程原理与设计》，张琪主编，中国石油大学出版社，2000。



# 02908 《船舶原理课程设计》教学大纲

英文名称: Projects on Principles of Naval Architecture

课程编码: 02908

学分: 1.0

实践学时: 1 周

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 李志刚

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、教学目标

《船舶原理课程设计》是船舶与海洋工程专业的一门学科基础课。其目标是使学生掌握船舶静力学的基本计算内容和计算方法,以便在今后的学习和工作中正确处理与船舶计算有关的技术问题。

## 二、基本要求

通过学习本课程,学生应掌握船舶浮性和稳性的基本计算内容和计算方法,学会绘制静水力学曲线和邦戎曲线。本课程的预修课程为船舶原理。

考核成绩由出勤情况(20%)、平时表现(20%)、报告撰写(60%)等三部分综合得出。

## 三、教学内容与学时分配

第一章 课程设计基础知识准备

1 天

本章重点难点: 端点修正方法

1. 预习设计内容。
2. 熟悉设计图纸。
3. 复习计算公式和端点修正方法等。

第二章 静水力曲线计算与绘制

1.5 天

本章重点难点: 静水力曲线表格运算

1. 静水力曲线表格运算。
2. 绘制静水力曲线图。

第三章 邦戎曲线计算与绘制

1.5 天

本章重点难点: 邦戎曲线表格运算

1. 邦戎曲线表格运算。
2. 绘制邦戎曲线图。

第四章 撰写报告

1 天

本章重点难点: 检查,核对,整理,总结。

1. 检查,核对,整理,总结;
2. 编制报告,装订成册。

## 四、教材及主要参考资料

1. 《船舶工程基础》,李志刚,中国石油大学出版社,2011;
2. 《船舶原理》,盛振邦、刘应中主编,上海交通大学出版社,2004。

# 02909 《海洋工程数值仿真课程设计》教学大纲

英文名称: The Course Design of Offshore Engineering Simulation

课程编码: 02909

学分: 3.0

实践周数: 3 周

上机学时: 90

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 王腾

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、教学目标

本课程设计是配合《海洋工程设计软件应用》课程而开设的一门实践课程,是培养学生分析和解决实际问题能力的重要实践教学环节。在掌握海洋工程有限元软件的基本理论和方法的基础上,重点培养学生熟练使用海洋工程软件对结构物的强度和变形进行计算分析的能力,对巩固和深化学生所学课程的理论知识以及增强学生的应用能力具有重要作用。

## 二、基本要求

通过对本课程的学习,使学生熟练掌握利用海洋工程有限元软件进行结构分析的操作步骤,对结构物的强度和变形进行实际的工程设计和计算分析,得到波流荷载及结构物响应,提高学生应用软件解决实际工程问题的能力。

考核成绩由出勤情况(20%)、平时表现(30%)、报告撰写(50%)等三部分综合得出。

## 三、教学内容与学时分配

1. 梁及钢架的有限元分析 10 学时

梁及钢架的有限元建模,定义边界条件和施加外部载荷,计算与结果提取。

2. 板结构的有限元分析 10 学时

板的有限元建模,定义边界条件和施加外部载荷,计算与结果提取。

3. 深水立管有限元分析 10 学时

建立立管有限元模型,施加波浪、流体荷载,计算结构的响应,并对结果进行处理。

4. 导管架海洋平台设计 30 学时

在给定的环境荷载条件下,进行导管架海洋平台设计。建立有限元模型,确定结构构件尺寸,进行环境工况组合,应用 pipe59 施加波浪和流荷载,进行导管架海洋平台的静力分析,确定最危险节点及位移响应最大点,得到响应的应力云图和变形曲线图。

5. 船体水动力响应分析 30 学时

进行船体建模,建立有限元模型,用 AQWA—LINE 模块计算波浪力及结构的响应,进行多个方向和周期的波浪荷载计算,确定幅值响应算子,并考虑用 3D hydrodynamic Diffraction 理论考虑 2 阶波浪力作用。并产读取压力和运动形式的结果,作为压力和加速度应用到 ASAS /ANSYS 有限元模型中。

## 四、教材及主要参考资料

1. 《ANSYS AQWA Help in Workbench》, ANSYS Inc., ANSYS, 2012;
2. 《ANSYS Workbench 14.0 超级学习手册》, 黄志新、刘成柱编著, 人民邮电出版社, 2012;
3. 《有限元原理与 ANSYS 应用指南》, 商跃进主编, 清华大学出版社, 2005。

# 02910 《专业综合设计》教学大纲

英文名称: Professional integrated design

课程编码: 02910

学分: 4.0

实践周数: 4 周

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 李昌良

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、教学目标

专业综合设计是船舶与海洋工程专业的一门重要的必修课,其目标是培养学生运用所学基础知识和专业知识解决海洋工程问题的能力;复习和巩固学习过的导管架平台设计基本内容,为以后导管架平台设计打下坚实的基础;复习和巩固学习过的船舶静力学以及船舶结构设计知识,为以后的船舶和海洋浮体设计打下基础。

## 二、基本要求

掌握以导管架平台设计资料为基础,进行平台甲板设计及支撑结构设计的基本方法;掌握以船舶设计资料为基础,核算船舶浮性和初稳性的计算方法、计算公式和计算过程,熟悉各计算表格的含义,并绘制船舶静水力曲线图;能完成典型船舶船体中剖面的结构设计,掌握按相关规范要求对船体总纵强度的校核方法,能够正确绘制船体中剖面图。

考核方式:提交设计书。

成绩评定:成绩由五部分组成,每一部分占 20%。

## 三、教学内容与学时分配

### 1. 导管架平台设计

#### (1) 甲板设计

4 天

a.上部结构计算简图选取

b.梁格的布置及连接形式

c.甲板厚度设计

d.梁与立柱的内力计算和截面选择

#### (2) 导管架设计

4 天

重点难点:荷载计算和结构分析

a.导管架尺寸选择

根据设计要求通过方案论证和比较初步确定导管架尺寸

b.荷载计算,包括使用荷载和环境荷载

根据规范要求计算外部荷载

c.导管架结构分析

对导管架进行受力分析,进行结构强度校核。

#### (3) 桩基设计

4 天

重点难点:桩基的受力分析

a.根据给定场地土体勘察报告,确定桩基的极限承载力;

b.根据 API 规范,进行竖向荷载作用下桩基性能计算,确定荷载——沉降曲线;

c.根据 API 规范,利用 p-y 曲线进行波浪循环荷载作用下桩基水平响应的计算,给出弯矩、转角、土抗力、位移随深度变化曲线,并对桩身强度进行校核。

### 2. 船舶静水力要素计算及结构设计

4 天

#### (1) 船舶静水力要素计算

根据所提供的船体型线图和型值表,计算各静水力要素并绘制以下曲线:

型排水体积曲线。

浮心纵向坐标曲线。

浮心垂向坐标 (或 KB)曲线。

漂心纵向坐标曲线。

水线面面积曲线。

每厘米吃水吨数 TPC 曲线。

横稳心半径 BM 曲线(或横稳心垂向坐标曲线)。

纵稳心半径  $BM_L$  曲线(或纵稳心垂向坐标曲线)。

每厘米纵倾力矩 MTC 曲线。

水线面系数  $C_{wp}$  曲线。

中横剖面系数  $C_M$  曲线。

方形系数  $C_B$  曲线。

棱形系数  $C_P$  曲线。

额定吃水下的横剖面面积曲线

邦戎曲线

## (2) 船舶结构规范设计

4 天

重点难点：按照规范确定构件尺寸，绘制船体中剖面图

a.根据对设计船的要求，任务书和船东的要求，分析所设计船的船体强度要求，选择合适的规范。

b.根据型线图、总布置图及任务书的要求，通过调查研究，总体分析同类船舶在结构上的优缺点，定出结构的形式、肋骨间距和改进措施。

c.按规范计算主要构件尺寸，然后参考母型船的实际结构尺寸并结合使用要求及材料供应情况选取新设计船的构件尺寸（尺寸应符合材料规格与型号），对某些规范上未规定的构件许参考型船按经验决定或用计算方法决定，在这过程中逐渐绘制出船体中部横剖面。规范计算与船体中部剖面图绘制是交叉进行的。

d.准确绘制船体中部剖面图与基本结构图。

## 四、教材及主要参考资料

- 1.《海洋石油平台设计》，陈建民、姜敏、王天霖，石油工业出版社，2011；
- 2.《船舶工程导论》，李志刚，中国石油大学出版社，2009；
- 3.《船舶静力学》，盛振邦等，上海交通大学出版社，1992；
- 4.《船体强度与结构设计》，王杰德等编著，国防工业出版社，1995；
- 5.《海洋土力学》，王腾主编，石油大学出版社胶印，2013。

# 02991 《认识实习》教学大纲

英文名称: Cognition Practice of Petroleum Engineering

课程编码: 02991

学分: 2.0

实践周数: 2 周

上机学时: 0

适用专业: 石油工程(卓越)

大纲执笔人: 廖华林、王卫阳

系(教研室)主任: 步玉环

## 一、教学目标

认识实习的目标是让石油工程的学生认识和了解石油的整个开采过程和工艺技术。要求学生了解石油钻井的工艺流程、钻井设备及工具使用、各项钻井技术及应用水平、采油工艺流程、采油设备及主要工具、采油技术及提高采收率的方法措施等有一个全面的了解和认识,增强学生对石油工程专业的感性认识,了解石油工业的现状,激发学生学石油爱石油的使命感和责任感,为以后的学习和工作打下良好的基础。

## 二、基本要求

课程安排在学习专业课之前进行,为后续钻井工程、采油工程、完井与井下作业概论等课程的学习做准备。学生应在指导教师的指导下,通过电化教学、现场参观和专题讲座等教学活动,了解石油工程生产实际中的基本内容,包括基本的生产环节、常用的生产设备、工具和装置等,同时还应对目前的生产和技术现状有一个全面的感性的认识。

实习成绩由实习出勤情况、学习效果、实习报告的编写和考核等几方面的综合测评而定,由于实习课时少,考核不专门安排时间,可穿插在实习期间进行或安排在实习后。

## 三、教学内容与学时分配

### (一) 校内教学

2 天

在实习开始阶段,通过课堂教学、电化教学和专题讲座等,让学生对石油工程的生产过程、工艺环节、设备及工具、工艺技术等有初步的认识。

### (二) 现场参观实习

#### 第一部分: 钻井工程部分

4 天

#### 1. 钻井装备与工具

(1) 了解钻机的系统组成、各系统的主要功用及主要部件及其工作原理;

(2) 认识主要钻井工具: 钻头、钻杆、钻铤、方钻杆、井底动力钻具、钻柱稳定器及大钳(液压大钳及手动吊钳)、吊卡、卡瓦、安全卡瓦等起下钻工具;

(3) 了解钻柱的基本组成和功用;

(4) 了解钻头的主要类型、结构特点、工作原理、适用范围。

#### 2. 钻井工艺与技术

(1) 了解一口井的建井过程和各个工艺环节;

(2) 了解一口井的基本参数: 井号、井别、井位、设计井深、钻探目的、完钻原则、下套管及注水泥要求;

(3) 了解钻进基本工艺过程;

(4) 了解钻井工程的生产组织情况(包括钻前准备、钻井、固井、钻井液、管具、定向服务、录井、测井等);

(5) 了解各种钻井技术(钻进参数优选、喷射钻井技术、平衡压力钻井技术、油气井压力控制技术、定向钻井技术)的基本原理和应用情况。

#### 3. 钻井液

(1) 了解钻井液的组成、类型、功用和配制方法;

(2) 了解钻井液的主要性能参数及测试方法;

(3) 了解钻井液处理剂的种类、功用和使用方法;

- (4) 了解钻井液固控设备的类型、功用、工作原理；
- (5) 了解钻井液性能对钻井工作的影响；
- (6) 绘制钻井液循环系统流程图。

#### 4. 定向钻井技术

- (1) 了解定向井的轨道、轨迹的概念，钻井目的和意义；
- (2) 了解造斜工具和造斜方法；
- (3) 了解定向仪器的类型、结构和工作原理；
- (4) 了解井眼轨迹的控制方法；
- (5) 了解造斜工具的井底定向方法。

#### 5. 固井和完井

- (1) 了解套管程序、套管的类型及各自的主要作用。
- (2) 了解套管柱的结构及各附件的功用。
- (3) 了解下套管作业的工艺过程。
- (4) 了解注水泥设备及功用。
- (5) 了解油井水泥的类型、水泥浆的性能、水泥添加剂的类型及作用。
- (6) 了解注水泥工艺过程。
- (7) 了解完井井底结构及主要完井方法。

#### 第二部分：采油工程部分

4 天

采油工程部分可根据情况到油气生产基层单位、工艺技术研究单位以及采油设备生产单位等进行参观实习，通过实习主要了解和掌握以下内容：

##### 1. 机械采油技术

- (1) 了解机械采油技术的分类及各类技术的组成；
- (2) 了解常规有杆泵采油技术的设备构成及工作原理；
- (3) 了解抽油机的分类及各自的结构特点；
- (4) 了解地面驱动螺杆泵采油技术的设备工程及工作原理；
- (5) 了解电潜泵的结构、工作原理、适用条件。
- (6) 了解机械采油新技术、新工艺的发展状况。

##### 2. 油水井管理技术

- (1) 了解采油队的工作职能；
- (2) 了解油、水井地面设备，包括抽油机，采油树等设备的结构；
- (3) 了解油水井日常管理的内容；
- (4) 了解抽油机调节冲程和冲次的方法；
- (5) 了解判断抽油机平衡以及调节平衡的方法；
- (6) 了解计量站的作用与流程；
- (7) 了解量油、测气的基本原理和方法；
- (8) 了解配水间的作用与流程；
- (9) 了解采油队资料室的日常工作内容。
- (10) 了解油水井的井身结构和管柱结构；
- (11) 了解油水井井史资料的查阅方法；
- (12) 了解各种油样、水样的获取和化验分析方法。

##### 3. 油井产出液处理技术

- (1) 了解联合站的作用。
- (2) 了解油、气、水的分离原理及工艺流程。
- (3) 了解油、水的分离指标。
- (4) 了解原油稳定的设备及原理。
- (5) 了解污水处理的设备及原理。

(6) 了解联合站采用的监测和控制技术。

#### 4. 油井增产措施

(1) 水力压裂的原理、设备及工艺过程。

(2) 酸化的原理、设备及工艺过程。

(3) 目前国内外压裂、酸化技术状况。

#### 5. 修井作业技术及井下工具

(1) 修井作业的职责及分类。

(2) 修井作业的地面设备构成。

(3) 井下打捞工具的名称及用途。

(4) 封隔器、配水器等的结构和作用。

(5) 掌握主要井下工具如封隔器（配水、配产器）的规范和作用。

(6) 抽油泵的结构及工作原理。

(7) 掌握目前常用的抽油泵类型、型号及工作原理。

(8) 掌握管式泵、杆式泵的结构和工作原理及规格、使用条件。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《石油工程概论》，王瑞和、李明忠主编，石油大学出版社，2001；

2. 《钻井工艺技术基础》，王瑞和主编，中国石油大学出版社，1995；

3. 《采油工程原理与设计》，张琪主编，中国石油大学出版社，2000。

#### 五、其它说明

1. 注意安全，服从教师和现场技术人员的统一指挥，不允许擅自行动；

2. 现场实习时要求同学们配带安全帽，一律不许穿拖鞋、凉鞋，女同学不许穿裙子；

3. 认真听取油田同志的讲解，做好笔记，实习教师随时检查；有疑问及时请教，以认真的态度上好每一次现场课；

4. 各班实习结束后一周内交实习报告，每个方向篇幅在 3000 字以上，实习报告采用统一封面。

# 02992 《生产实习》教学大纲

英文名称: Production Practice

课程编码: 02992

学分: 4.0

实践周数: 4

上机学时: 0

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 李昌良

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、教学目标

生产实习是船舶与海洋工程专业学生学完有关专业基础课后必修的实践学习课程。本课程的目的是通过现场实践使学生进一步理解和加强在学校课堂教学中所学到的理论知识, 增强对海洋工程的感性认识, 扩大知识面, 把理论知识和生产实践有机地结合起来。通过实习让学生了解当前国内先进的海洋船舶与海洋工程的现状和水平。培养学生分析和处理实际问题、从实际中获取新知识的能力。同时也培养学生实事求是、踏实肯干、不怕困难、吃苦耐劳的精神。

## 二、基本要求

1. 系统的了解船舶与海洋工程各个生产环节的相互联系、地位和作用, 了解船舶与海洋工程发展的历史、现状以及将来的发展趋势。

2. 通过实习, 使学生了解海洋船舶(特别是海上勘探、钻探船舶, 海上石油平台及其辅助作业服务船舶等)与海上石油开发有关设备的生产过程、工艺技术, 以及设计、施工的思路和方法, 所用的设备、工具的原理和应用。特别是高新技术在船舶与海洋工程中的应用。(船舶与海洋工程是一门范围很广涉及诸多的学科, 限于学时, 本实习仅涉及了与海洋石油开发有关的船舶与海洋工程内容)。

3. 了解海港码头的地形地貌、周围环境、常年海况、码头种类、工作性质和用途。

4. 了解海上生产的安全规章制度, 为将来在海上工作打下一个基础。

5. 要求学生勤于动口、善于动手、虚心好学、开动脑筋, 向现场工程技术人员和工人师傅认真学习。

6. 现场实习结束后应写出书面实习报告。

7. 考核方式: 实习成绩由平时成绩(占 20%)、模型制作(占 30%)和实习报告(占 50%)三部分成绩组成。

## 三、教学内容与学时分配

船舶与海洋工程生产实习分为校内和现场两部分。

- |                       |     |
|-----------------------|-----|
| 1. 校内学习(看录像、海上安全教育)   | 1 天 |
| 2. 模型制作(船舶及海洋平台模型)    | 3 天 |
| 3. 现场实习 I(浅海码头)       | 2 天 |
| 4. 现场实习 II(船厂、海洋类博物馆) | 4 天 |
| 5. 现场实习 III(海洋平台建造基地) | 8 天 |
| 6. 实习总结报告及考核          | 2 天 |

注: 因为学校条件所限, 海工实习受外界因素影响很大。常因临时原因(如现场工作进展、生产过程改变、海上气象条件等)在现场改变实习进程安排、实习地点、实习内容等等, 所以上计划安排仅供参考, 应视每年的具体情况进行调整。

## 四、教材及主要参考资料(略)

## 五、其它说明

实习人员必须佩戴安全帽, 有时需配齐全套安全套装(工服、工鞋、安全帽、防护镜)。



# 02993 《专业实习》教学大纲

英文名称: Professional Practice

课程编码: 02993

学分: 4.0

实践周数: 4

上机学时: 0

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 徐加放、谷建伟、步玉环、董长银、娄敏 系(教研室)主任: 徐加放

## 一、教学目标

专业实习的目标是海洋油气工程专业学生学完有关专业基础课后必修的实践学习课程。本课程的目的通过现场实践使学生进一步理解和加强在学校课堂教学中所学到的理论知识, 增强对海洋油气工程的感性认识, 扩大知识面, 把理论知识和生产实践有机地结合起来。通过实习让学生了解当前国内先进的海洋钻采平台的设计与建造、油气藏开发基本知识、石油钻井和采油的设备、工艺流程和技术现状。培养学生分析和处理实际问题、从实际中获取新知识的能力。同时也培养学生实事求是、踏实肯干、不怕困难、吃苦耐劳的精神。

## 二、基本要求

课程安排在专业基础课之后, 学习专业课之前进行, 是对石油钻采工艺原理的再认识和海洋油气工程课程学习做准备。学生应在指导教师的指导下, 通过电化教学、现场实习和专题讲座等教学活动, 有组织、有计划地完成所要求的实习内容。

## 三、教学内容与学时分配

建议本课程教学可分为校内教学、现场实习和总结与考核三个环节进行, 分以下 4 个部分构成。

### 第一部分 油藏工程部分

6 天

设置在相对集中的四个重点生产岗位上进行实习:

#### (一) 油藏描述岗位

设置该岗位的目的是让学生以沉积学、构造地质学和石油地质学的理论为指导, 利用地震地质学、测井地质学和计算机等手段, 定性和定量描述在三维空间油气藏类型、油藏结构、几何形态和大小、储层参数变化和流体分布状况。综合分析各项地质资料, 建立油藏地质模型, 为油藏工程设计研究提供地质依据。该岗位的主要实习内容包括:

1. 基础资料收集: 地震、岩心、测井和测试四类资料。
2. 油藏构造描述: 建立起目的层三维空间形态的概念。
3. 储层描述: 对储层结构及各种属性的空间分布进行描述。包括层系划分和对比, 沉积相及成岩史, 测井解释, 微观孔隙结构, 基础岩性、物性, 层内非均质性, 砂体连续性与平面非均质性, 层间非均质性, 隔层以及储层描述成果和储层综合评价及分类等。
4. 油气水系统研究: 包括流体界面的确定, 油藏含油气面积, 油气水性质, 压力系统等。
5. 建立油藏地质模型: 建模方法, 建模程序, 油藏地质模型内容, 随机建模, 三维地质模型显示系统, 不同开发阶段对油藏描述的要求等。

通过上述环节和内容的实习, 要求学生建立油藏描述的概念, 对油气藏的原始地质特征, 即“静态”特征进行描述, 写出油藏描述报告。

#### (二) 油藏流体和岩石物性参数分析应用岗位

设置该岗位的目的是让学生通过对岩石及流体的物性参数的测定、处理, 建立水动力场的概念, 并使之与油藏地质模型结合, 形成饱和油、气、水的油藏模型。在实习期间, 学生应有计划地完成以下任务:

油藏岩心及流体的获取。

各物性参数的测定。

参数的处理。

物理建模。

水动力场的建立。

通过上述环节和内容的实习，要求学生了解各参数的测定和处理方法，建立油藏岩石和流体物性参数及油藏流场的概念，结合油藏描述部分，形成饱和油藏流体的油藏地质模型。

### （三）编制油藏开发方案岗位

设置本岗位的目的是让学生通过了解油藏开发方案编写的过程，建立油藏描述和油藏开发方案的概念，形成油田开发的初步轮廓。本岗位的实习内容包括：

#### 1. 专题论证

包括层系划分与组合，开发方式（驱动方式）的选择，井网和井距的确定。

#### 2. 油藏数值模拟

包括建立数学模型，历史拟合，开发指标预测等。

#### 3. 油藏工程设计

包括油田开发设计原则，层系划分与组合，开发方式（驱动方式）的选择，井网和井距及开采速度的确定，油田开发指标预测，经济评价及方案优选。

#### 4. 编制油藏开发方案

包括油田概况、油藏描述以及油藏工程、钻井工程、采油工程、地面建设工程设计的要求，方案实施要求。

通过上述环节的实习，要求学生掌握油藏开发方案的主要内容和编制方法，建立油藏数值模拟、油藏开发方案的概念，编写出该油藏的开发方案。

### （四）生产及开发动态分析岗位

设置本岗位的目的是让学生以齐全准确的静态、动态及监测资料为依据，运用多种方法，对油气水运移规律进行全面系统的分析，预测发展趋势，发现开发中的问题，抓住主要矛盾，找出油田潜力，为提高油田采油速度、增加可采储量、改善最终开发效果，提出下一步开发调整措施。实习内容包括：

#### 1. 收集资料

静态资料，动态资料（生产数据），监测资料。

#### 2. 编绘图件及动态分析曲线，建立数据表。

#### 3. 生产及开发动态分析

利用地质图件、生产资料、开发数据和生产动态监测资料，应用数值模拟和油藏工程方法，研究和分析各断块及各油层的储量动用状况及影响因素、开发层系和井网的适应性、分断块分层系生产和开发数据的变化情况、油层改造和各种增产措施的效果及影响因素，然后根据油田开发中存在的问题及潜力，提出改善储量动用状况、提高采油速度和油田开发水平的调整措施和意见。

#### 4. 编写油田开发调整方案。

通过上述环节的实习，要求学生掌握油田开发动态分析所需要的资料、常用的分析方法，建立油田开发动态分析的概念，学会进行油田开发调整，编写油田开发调整方案。

综合以上四个岗位的实习，要求完成从建立油藏地质模型到油田开发的实践过程，系统建立油藏描述、油藏水动力场、油田开发方案、油田开发动态分析及调整的概念，实现对实际油田开发的认识，了解油田开发中所用的基本方法，了解编写油田开发方案及油田开发调整方案的基本步骤及过程。

## 第二部分 钻井工程部分

6天

#### 1. 了解一口井的建井过程和各个工艺环节。

#### 2. 了解钻机的系统组成、各系统的主要功用及主要部件。

3. 认识主要钻井工具：钻头、钻杆、钻铤、方钻杆、井底动力钻具、钻柱稳定器及大钳、吊卡、卡瓦、安全卡瓦等起下钻工具。

#### 4. 了解钻头的主要类型、结构特点、工作原理、适用范围。

#### 5. 了解钻柱的基本组成和功用。

6. 了解钻进基本工艺过程。
7. 了解钻井液的功用、类型、基本组成、性能参数及固相控制方法。
8. 了解各种钻井技术（钻进参数优选、喷射钻井技术、平衡压力钻井技术、油气井压力控制技术、定向钻井技术）的基本原理和应用情况。
9. 了解固井的目的、意义和固井工艺过程。
10. 了解井身结构设计的内容和设计方法。
11. 套管的类型及各自的主要作用。
12. 了解套管柱的组成及各附件的作用。
13. 认识注水泥设备，了解注水泥工艺过程。
14. 了解完井井底结构及各种完井方法。
15. 了解钻井工程的生产组织情况（包括钻前准备、钻井、固井、钻井液、管具、定向服务、录井、测井等）

#### 第三部分 采油工程部分

6 天

1. 了解油水井基本结构及各部件的功用。
2. 了解海上油田常用采油工艺类型、工作原理及适用性。
3. 了解井内管柱结构及井史。
4. 了解井下打捞工具的名称及用途。
5. 了解封隔器、配水器等井下工具的结构和作用。
6. 了解目前常用的抽油泵类型、型号、结构及工作原理。
7. 了解实习井的开发历史、油层流体和岩石的物理性质、油井的静态资料和动态资料的综合分析以及生产状况。
8. 了解油井的增产措施工艺、设备及相关技术。
9. 了解污水处理流程及水质监测技术。
10. 了解油、气、水分离原理及流程。
11. 了解生产测试的工艺和资料的处理方法。
12. 熟悉采油队的日常工作内容。
13. 掌握常用地质图件的绘制方法及其用途。
14. 了解开发试验的目的、分析项目、分析方法、仪器设备等。
15. 了解目前新技术、新工艺的应用现状和发展动向。

#### 第四部分 海洋钻采装备部分

6 天

1. 校内学习（看录像、海上安全教育）
2. 胜利油田海洋采油厂 导管架、后勤供应基地（东营港） 2-3 天
3. 胜利海洋钻井公司（莱州湾） 0.5 天
4. 现场实习（浅海码头、海洋平台、武船重工、黄岛码头、中海油和中石油海工基地）
5. 实习总结报告及考核（返校后）

合计

24 天

注：实习成绩由实习出勤情况、学习效果、实习报告的编写和考核等几方面的综合测评而定，由于实习课时少，考核不专门安排时间，可穿插在实习期间进行或安排在实习后。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《油藏工程原理与方法》，姜汉桥、姚军、姜瑞忠主编，中国石油大学出版社，2006；
2. 《钻井工程理论与技术》，陈庭根、管志川等主编，中国石油大学出版社，2000；
3. 《采油工程原理与设计》，张琪主编，中国石油大学出版社，2000。

# 02993 《专业实习》教学大纲

英文名称: Field Production Practice

课程编码: 02993

学分: 4.0

实践周数: 4

上机学时: 0

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 杨永飞、金业权、王卫阳 系(教研室)主任: 谷建伟、步玉环、董长银

## 一、教学目标

专业实习是为石油工程专业学生设置的实践教学环节,目的是使学生熟悉石油工程的全部工艺技术过程;认识石油工程设备、工具及仪器仪表的结构、原理、性能和用途;掌握油气田开发设计、分析、调整、评价的流程。通过实习把理论知识与生产实践有机地结合起来,增强感性认识,加深对石油工程的理解,进一步掌握有关油气田开发实践知识,同时培养学生严谨求实的科学作风和吃苦耐劳的精神,把学生真正培养成合格的石油工程师。

## 二、基本要求

该实习是在学生学完专业基础课程和油藏工程、钻井工程、采油工程等专业课之后进行。学生在指导教师的带领下,有组织、有纪律、有计划地深入到生产第一线,积极参与各项生产实践活动,通过观摩、动手实践、讲座等教学活动,全面系统地了解油藏工程、钻井工程、采油工程的内容、设计方法、生产过程、工艺技术、生产设备和工具等方面的实践知识,为后续专业选修课程、石油工程综合设计和毕业设计的学习打下良好的基础。实习考核由实习出勤情况、实习学习效果、实习报告的编写、考试、答辩等几方面的综合测评组成。

## 三、教学内容与学时分配

石油工程实习分为油藏工程实习、钻井工程实习、采油工程实习和实习总结及考核四个阶段进行。

### 第一部分 油藏工程部分

1.2 周

设置在相对集中的四个重点生产岗位上进行实习:

#### (一) 油藏描述岗位

设置该岗位的目的是让学生以沉积学、构造地质学和石油地质学的理论为指导,利用地震地层学、测井地质学和计算机等手段,定性和定量描述在三维空间油气藏类型、油藏结构、几何形态和大小、储层参数变化和流体分布状况。综合分析各项地质资料,建立油藏地质模型,为油藏工程设计研究提供地质依据。该岗位的主要实习内容包括:

1. 基础资料收集:地震、岩心、测井和测试四类资料。
2. 油藏构造描述:建立起目的层三维空间形态的概念。
3. 储层描述:对储层结构及各种属性的空间分布进行描述。包括层系划分和对比,沉积相及成岩史,测井解释,微观孔隙结构,基础岩性、物性,层内非均质性,砂体连续性与平面非均质性,层间非均质性,隔层以及储层描述成果和储层综合评价及分类等。
4. 油气水系统研究:包括流体界面的确定,油藏含油气面积,油气水性质,压力系统等。
5. 建立油藏地质模型:建模方法,建模程序,油藏地质模型内容,随机建模,三维地质模型显示系统,不同开发阶段对油藏描述的要求等。

通过上述环节和内容的实习,要求学生建立油藏描述的概念,对油气藏的原始地质特征,即“静态”特征进行描述,写出油藏描述报告。

#### (二) 油藏流体和岩石物性参数分析应用岗位

设置该岗位的目的是让学生通过对岩石及流体的物性参数的测定、处理,建立水动力场的概念,并使之与油藏地质模型结合,形成饱和油、气、水的油藏模型。在实习期间,学生应有计划地完成以下任务:

1. 油藏岩心及流体的获取。

2. 各物性参数的测定。
3. 参数的处理。
4. 物理建模。
5. 水动力场的建立。

通过上述环节和内容的实习，要求学生了解各参数的测定和处理方法，建立油藏岩石和流体物性参数及油藏流场的概念，结合油藏描述部分，形成饱和油藏流体的油藏地质模型。

### （三）编制油藏开发方案岗位

设置本岗位的目的是让学生通过了解油藏开发方案编写的过程，建立油藏描述和油藏开发方案的概念，形成油田开发的初步轮廓。本岗位的实习内容包括：

#### 1. 专题论证

包括层系划分与组合，开发方式（驱动方式）的选择，井网和井距的确定。

#### 2. 油藏数值模拟

包括建立数学模型，历史拟合，开发指标预测等。

#### 3. 油藏工程设计

包括油田开发设计原则，层系划分与组合，开发方式（驱动方式）的选择，井网和井距及开采速度的确定，油田开发指标预测，经济评价及方案优选。

#### 4. 编制油藏开发方案

包括油田概况、油藏描述以及油藏工程、钻井工程、采油工程、地面建设工程设计要求，方案实施要求。

通过上述环节的实习，要求学生掌握油藏开发方案的主要内容和编制方法，建立油藏数值模拟、油藏开发方案的概念，编写出该油藏的开发方案。

### （四）生产及开发动态分析岗位

设置本岗位的目的是让学生以齐全准确的静态、动态及监测资料为依据，运用多种方法，对油气水运移规律进行全面系统的分析，预测发展趋势，发现开发中的问题，抓住主要矛盾，找出油田潜力，为提高油田采油速度、增加可采储量、改善最终开发效果，提出下一步开发调整措施。实习内容包括：

#### 1. 收集资料

静态资料，动态资料（生产数据），监测资料。

#### 2. 编绘图件及动态分析曲线，建立数据表。

#### 3. 生产及开发动态分析

利用地质图件、生产资料、开发数据和生产动态监测资料，应用数值模拟和油藏工程方法，研究和分析各断块及各油层的储量动用状况及影响因素、开发层系和井网的适应性、分断块分层系生产和开发数据的变化情况、油层改造和各种增产措施的效果及影响因素，然后根据油田开发中存在的问题及潜力，提出改善储量动用状况、提高采油速度和油田开发水平的调整措施和意见。

#### 4. 编写油田开发调整方案。

通过上述环节的实习，要求学生掌握油田开发动态分析所需要的资料、常用的分析方法，建立油田开发动态分析的概念，学会进行油田开发调整，编写油田开发调整方案。

综合以上四个岗位的实习，要求完成从建立油藏地质模型到油田开发的实践过程，系统建立油藏描述、油藏水动力场、油田开发方案、油田开发动态分析及调整的概念，实现对实际油田开发的认识，了解油田开发中所用的基本方法，了解编写油田开发方案及油田开发调整方案的基本步骤及过程。

## 第二部分 钻井工程部分

1.2 周

### （一）实习井的基本认识

1. 收集实习井的基本参数：井号、井别、井位、设计井深、钻探目的、完钻原则、下套管及注水泥要求；

2. 收集实习井的区域构造概况、构造类型、油层位置；

3. 收集实习井的地层分层情况、岩性特点及复杂地层；
4. 收集实习井的地层压力、地层破裂压力资料，实习井的井身结构；
5. 了解实习井的建井过程。

#### （二）钻井设备

1. 掌握实习井队的钻机类型、组成、性能及使用范围。
2. 掌握钻机的提升系统、旋转系统、循环系统、动力及传动系统、控制系统以及井控系统的组成、功用及工作原理。

#### （三）钻井工具

1. 了解并掌握实习井所用钻头类型、适钻地层、井深范围、进尺、钻速、喷嘴组合、每米钻进成本。
2. 了解并掌握钻柱的组成规范及功用，熟悉本井不同钻井阶段（一开、二开、三开）的钻具组合。
3. 了解处理井下事故的各种工具（打捞锥、打捞矛、打捞篮、磨鞋、震击器、套铣筒）的结构、功用及工作原理。
4. 了解并掌握各种井口工具（大钳、吊卡、吊环、卡瓦、安全卡瓦等）的结构、功用及工作原理。

#### （四）钻进技术

1. 了解影响钻井速度和成本的各种因素及影响规律和提高机械钻速的措施。
2. 了解如何合理选择，使用及评价分析钻头，熟悉本井所使用钻头情况。
3. 了解喷射钻井的概念以及水力参数设计的内容。熟悉本井采用的水力参数。
4. 了解钻进参数优选的原则、意义、内容。熟悉本井采用的钻进参数。
5. 了解防斜打直钻具组合的结构、工作原理及技术措施。

#### （五）井控技术

1. 了解实习井防喷装置的类型、组成、结构、工作原理、功用。
2. 平衡压力钻井的概念、意义及钻井液密度的确定方法。
3. 井漏、井涌、井喷发生的原因及处理方法。

#### （六）固井和完井

1. 了解套管柱的结构及各附件的功用。
2. 了解下套管作业的工艺过程。
3. 了解注水泥设备及功用。
4. 了解注水泥工艺过程。
5. 了解固井质量的评价标准和评价方法。

#### （七）钻井液

1. 了解钻井液的组成、类型、功用和配制方法。
2. 了解钻井液的主要性能参数及测试方法。
3. 了解钻井液固控设备的类型、功用、工作原理。
4. 绘制钻井液循环系统流程图。

#### （八）定向钻井技术

1. 了解定向井的轨道、轨迹的概念，钻井目的和意义。
2. 了解造斜工具和造斜方法。
3. 了解测斜定向仪器的类型、结构、工作原理及使用方法。

#### （九）钻井工程 HSE

1. 钻井作业 HSE 风险识别及评价。
2. 钻井作业风险削减及控制。

### 第三部分 采油工程实习

1.2 周

采油工程方向可根据情况到采油基层生产单位（采油队、作业大队、综合大队等）或到研究

单位（采油工艺研究院、研究所等）进行参观和实践，通过实习主要了解和掌握以下内容：

（一）采油地面及井下主要设备

1. 了解采油树的规范、基本结构及部件的名称和功用。
2. 了解目前常用的抽油泵类型、型号及工作原理。
3. 了解主要井下工具如封隔器、配水器、配产器等的结构、规范和作用。

（二）机械采油技术

1. 了解机械采油技术的分类及各类技术的组成。
2. 了解常规有杆泵采油技术的设备构成及工作原理。
3. 了解抽油机的分类及各自的结构特点。
4. 了解常规抽油机的基本结构、工作原理、各部件的名称和功用。
5. 了解地面驱动螺杆泵采油技术的设备构成及工作原理。
6. 了解电潜泵、水力活塞泵、水力射流泵等的结构、工作原理、适用条件。
7. 了解机械采油新技术、新工艺的发展状况。

（三）油水井管理技术

1. 了解采油队的工作职能。
2. 了解油水井地面设备，包括抽油机，采油树等设备的结构。
3. 了解油水井日常管理的内容。
4. 了解抽油机冲程、冲次的测量和调节方法。
5. 了解抽油机平衡的判断以及调节方法。
6. 了解抽油机示功图、动液面测试的设备、原理、作用及分析方法。
7. 了解计量站的作用与流程。
8. 了解量油、测气的基本原理和方法。
9. 了解配水间的作用与流程。
10. 了解采油队资料室的日常工作内容。
11. 了解油水井的井身结构和管柱结构。
12. 了解油水井井史资料的主要内容以及查阅方法。
13. 了解各种油样、水样的获取方法以及化验分析的主要指标和方法。
14. 了解油水井注采井组的动态分析方法。

（四）油井产出液处理技术

1. 了解联合站的作用。
2. 了解油、气、水的分离原理及工艺流程。
3. 了解商品原油和回注水的主要指标。
4. 了解原油稳定的设备及原理。
5. 了解污水处理的设备及原理。
6. 了解联合站采用的监测和控制技术。

（五）油水井增产措施

1. 了解水力压裂的原理、设备及工艺过程。
2. 了解酸化的原理、设备及工艺过程。
3. 了解油水井措施效果的评价方法。
4. 了解目前国内外压裂、酸化技术发展状况。

（六）修井作业工艺技术

1. 了解修井作业的职责及分类。
2. 了解油水井大修的主要内容和职责。
3. 了解油水井小修的主要内容和职责。
4. 了解修井作业主要地面设备的构成。
5. 了解井下打捞工具的名称及用途。

#### (七) 采油工艺技术动态

1. 了解某油田采油工艺研究院的职能及采油工艺技术研发状况。
2. 了解某采油厂采油工艺研究所的职能及采油工艺技术应用状况。
3. 了解国内外采油工艺新技术、新工艺的应用现状和发展动向。

#### 第四部分 总结及考核

0.4 周

1. 实习情况总结。
2. 生产实习报告。
3. 考核。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《油藏工程原理与方法》，姜汉桥、姚军、姜瑞忠主编，中国石油大学出版社，2006；
2. 《钻井工艺技术基础》，王瑞和主编，中国石油大学出版社，1995；
3. 《钻井工程》，姜仁编，石油工业出版社，1987；
4. 《钻井手册（甲方）》(上册、下册)，《钻井手册(甲方)》编写组编，石油工业出版社，1990；
5. 《采油工程原理与设计》，张琪主编，中国石油大学出版社，2000；
6. 《采油技术手册》第三版(上册、下册)，罗英俊、万仁溥主编，石油工业出版社，2005。



# 02993 《专业实习》教学大纲

英文名称: Field Production Practice

课程编码: 02993

学分: 6.0

实践周数: 6

上机学时: 0

适用专业: 石油工程(卓越)

大纲执笔人: 杨永飞、金业权、王卫阳 系(教研室)主任: 谷建伟、步玉环、董长银

## 一、教学目标

专业实习是为石油工程专业学生设置的实践教学环节,目的是使学生熟悉石油工程的全部工艺技术过程;认识石油工程设备、工具及仪器仪表的结构、原理、性能和用途;掌握油气田开发设计、分析、调整、评价的流程。通过实习把理论知识与生产实践有机地结合起来,增强感性认识,加深对石油工程的理解,进一步掌握有关油气田开发实践知识,同时培养学生严谨求实的科学作风和吃苦耐劳的精神,把学生真正培养成合格的石油工程师。

## 二、基本要求

该实习是在学生学完专业基础课程和油藏工程、钻井工程、采油工程等专业课之后进行。学生在指导教师的带领下,有组织、有纪律、有计划地深入到生产第一线,积极参与各项生产实践活动,通过观摩、动手实践、讲座等教学活动,全面系统地了解油藏工程、钻井工程、采油工程的内容、设计方法、生产过程、工艺技术、生产设备和工具等方面的实践知识,为后续专业选修课程、石油工程综合设计和毕业设计的学习打下良好的基础。实习考核由实习出勤情况、实习学习效果、实习报告的编写、考试、答辩等几方面的综合测评组成。

## 三、教学内容与学时分配

石油工程实习分为油藏工程实习、钻井工程实习、采油工程实习和实习总结及考核四个阶段进行。

### 第一部分 油藏工程部分

2周

#### (一) 技术讲座

邀请油田公司或采油厂的油藏工程专家结合油田的开发形势、油藏工程技术挑战及对策、油藏工程实用技术及前沿技术等进行专题讲座。

#### (二) 参观实践

根据实际情况到胜利油田地质博物馆等场所进行参观和实践,使学生加深油气田开发的整个流程及油藏工程的重要作用,了解油气田开发的现状及未来发展趋势等。

设置在相对集中的四个重点生产岗位上进行实习,通过参观实践主要了解和掌握以下内容:

#### 1. 油藏描述岗位

设置该岗位的目的是让学生以沉积学、构造地质学和石油地质学的理论为指导,利用地震地层学、测井地质学和计算机等手段,定性和定量描述在三维空间油气藏类型、油藏结构、几何形态和大小、储层参数变化和流体分布状况。综合分析各项地质资料,建立油藏地质模型,为油藏工程设计研究提供地质依据。该岗位的主要实习内容包括:

(1) 基础资料收集:地震、岩心、测井和测试四类资料。

(2) 油藏构造描述:建立起目的层三维空间形态的概念。

(3) 储层描述:对储层结构及各种属性的空间分布进行描述。包括层系划分和对比,沉积相及成岩史,测井解释,微观孔隙结构,基础岩性、物性,层内非均质性,砂体连续性与平面非均质性,层间非均质性,隔层以及储层描述成果和储层综合评价及分类等。

(4) 油气水系统研究:包括流体界面的确定,油藏含油气面积,油气水性质,压力系统等。

(5) 建立油藏地质模型:建模方法,建模程序,油藏地质模型内容,随机建模,三维地质模型显示系统,不同开发阶段对油藏描述的要求等。

通过上述环节和内容的实习,要求学生建立油藏描述的概念,对油气藏的原始地质特征,即“静

态”特征进行描述，写出油藏描述报告。

## 2. 油藏流体和岩石物性参数分析应用岗位

设置该岗位的目的是让学生通过对岩石及流体的物性参数的测定、处理，建立水动力场的概念，并使之与油藏地质模型结合，形成饱和油、气、水的油藏模型。在实习期间，学生应有计划地完成以下任务：

- (1) 油藏岩心及流体的获取。
- (2) 各物性参数的测定。
- (3) 参数的处理。
- (4) 物理建模。
- (5) 水动力场的建立。

通过上述环节和内容的实习，要求学生了解各参数的测定和处理方法，建立油藏岩石和流体物性参数及油藏流场的概念，结合油藏描述部分，形成饱和油藏流体的油藏地质模型。

## 3. 编制油藏开发方案岗位

设置本岗位的目的是让学生通过了解油藏开发方案编写的过程，建立油藏描述和油藏开发方案的概念，形成油田开发的初步轮廓。本岗位的实习内容包括：

### (1) 专题论证

包括层系划分与组合，开发方式（驱动方式）的选择，井网和井距的确定。

### (2) 油藏数值模拟

包括建立数学模型，历史拟合，开发指标预测等。

### (3) 油藏工程设计

包括油田开发设计原则，层系划分与组合，开发方式（驱动方式）的选择，井网和井距及开采速度的确定，油田开发指标预测，经济评价及方案优选。

### (4) 编制油藏开发方案

包括油田概况、油藏描述以及油藏工程、钻井工程、采油工程、地面建设工程设计要求，方案实施要求。

通过上述环节的实习，要求学生掌握油藏开发方案的主要内容和编制方法，建立油藏数值模拟、油藏开发方案的概念，编写出该油藏的开发方案。

## 4. 生产及开发动态分析岗位

设置本岗位的目的是让学生以齐全准确的静态、动态及监测资料为依据，运用多种方法，对油气水运移规律进行全面系统的分析，预测发展趋势，发现开发中的问题，抓住主要矛盾，找出油田潜力，为提高油田采油速度、增加可采储量、改善最终开发效果，提出下一步开发调整措施。实习内容包括：

### (1) 收集资料

静态资料，动态资料（生产数据），监测资料。

### (2) 编绘图件及动态分析曲线，建立数据表。

### (3) 生产及开发动态分析

利用地质图件、生产资料、开发数据和生产动态监测资料，应用数值模拟和油藏工程方法，研究和分析各断块及各油层的储量动用状况及影响因素、开发层系和井网的适应性、分断块分层系生产和开发数据的变化情况、油层改造和各种增产措施的效果及影响因素，然后根据油田开发中存在的问题及潜力，提出改善储量动用状况、提高采油速度和油田开发水平的调整措施和意见。

### (4) 编写油田开发调整方案。

通过上述环节的实习，要求学生掌握油田开发动态分析所需要的资料、常用的分析方法，建立油田开发动态分析的概念，学会进行油田开发调整，编写油田开发调整方案。

综合以上四个岗位的实习，要求完成从建立油藏地质模型到油田开发的实践过程，系统建立油藏描述、油藏水动力场、油田开发方案、油田开发动态分析及调整的概念，实现对实际油田开发的认识，了解油田开发中所用的基本方法，了解编写油田开发方案及油田开发调整方案的基本

步骤及过程。

#### 5. 总结及考核

(1) 实习前分配重点实习任务，针对专题及方向进行答辩考核。

(2) 撰写生产实习报告。

### 第二部分 钻井工程部分

2周

#### (一) 实习井的基本认识

1. 收集实习井的基本参数：井号、井别、井位、设计井深、钻探目的、完钻原则、下套管及注水泥要求；

2. 收集实习井的区域构造概况、构造类型、油层位置；

3. 收集实习井的地层分层情况、岩性特点及复杂地层；

4. 收集实习井的地层压力、地层破裂压力资料，实习井的井身结构；

5. 了解实习井的建井过程。

#### (二) 钻井设备

1. 掌握实习井队的钻机类型、组成、性能及使用范围。

2. 掌握钻机的提升系统、旋转系统、循环系统、动力及传动系统、控制系统以及井控系统的组成、功用及工作原理。

#### (三) 钻井工具

1. 了解并掌握实习井所用钻头类型、适钻地层、井深范围、进尺、钻速、喷嘴组合、每米钻进成本。

2. 了解并掌握钻柱的组成规范及功用，熟悉本井不同钻井阶段（一开、二开、三开）的钻具组合。

3. 了解处理井下事故的各种工具（打捞锥、打捞矛、打捞篮、磨鞋、震击器、套铣筒）的结构、功用及工作原理。

4. 了解并掌握各种井口工具（大钳、吊卡、吊环、卡瓦、安全卡瓦等）的结构、功用及工作原理。

#### (四) 钻进技术

1. 了解影响钻井速度和成本的各种因素及影响规律和提高机械钻速的措施。

2. 了解如何合理选择，使用及评价分析钻头，熟悉本井所使用钻头情况。

3. 了解喷射钻井的概念以及水力参数设计的内容。熟悉本井采用的水力参数。

4. 了解钻进参数优选的原则、意义、内容。熟悉本井采用的钻进参数。

5. 了解防斜打直钻具组合的结构、工作原理及技术措施。

#### (五) 井控技术

1. 了解实习井防喷装置的类型、组成、结构、工作原理、功用。

2. 平衡压力钻井的概念、意义及钻井液密度的确定方法。

3. 井漏、井涌、井喷发生的原因及处理方法。

#### (六) 固井和完井

1. 了解套管柱的结构及各附件的功用。

2. 了解下套管作业的工艺过程。

3. 了解注水泥设备及功用。

4. 了解所用油井水泥的类型、水泥浆的性能、水泥添加剂的类型及作用，顶替液和隔离液的类型及作用。

5. 了解注水泥工艺过程。

6. 了解固井质量的评价标准和评价方法。

7. 了解打开生产层时应注意的事项和采取的措施。

8. 了解完井井底结构及完井方法。

#### (七) 钻井液

1. 了解钻井液的组成、类型、功用和配制方法。
2. 了解钻井液的主要性能参数及测试方法。
3. 了解钻井液处理剂的种类、功用和使用方法。
4. 了解钻井液固控设备的类型、功用、工作原理。
5. 了解钻井液性能对钻井工作的影响。
6. 绘制钻井液循环系统流程图

#### (八) 定向钻井技术

1. 了解定向井的轨道、轨迹的概念，钻井目的和意义。
2. 了解造斜工具和造斜方法。
3. 了解测斜定向仪器的类型、结构、工作原理及使用方法。
4. 了解井眼轨迹的控制方法。
5. 了解造斜工具的井底定向方法。

#### (九) 钻井工程 HSE

1. 钻井作业 HSE 风险识别及评价
2. 钻井作业风险削减及控制

#### (十) 钻井工程相关机构及井队组织与管理

1. 管理局（钻探公司）钻井工程相关机构设置与管理方式
2. 钻井队岗位设置及职责
3. 日费井和总包井施工及管理

### 第三部分 采油工程实习

2 周

#### (一) 技术讲座

邀请油田公司或采油厂的采油专家结合油田的开发形势、采油工程技术挑战及对策、采油工程实用技术及前沿技术等进行了专题讲座。

#### (二) 参观实践

根据实际情况到采油基层生产单位（采油队、作业大队、综合大队等）或到研究单位（采油工艺研究院、研究所等）进行参观和实践，使学生加深对采油工程各环节的基本原理、作用和使用方法等方面的认识，了解采油工程技术的发展现状及未来可能的工作岗位。通过参观实践主要了解和掌握以下内容：

1. 采油地面及井下主要设备
  - (1) 了解采油树的规范、基本结构及部件的名称和功用。
  - (2) 了解目前常用的抽油泵类型、型号及工作原理。
  - (3) 了解主要井下工具如封隔器、配水器、配产器等的结构、规范和作用。
2. 机械采油技术
  - (1) 了解机械采油技术的分类及各类技术的组成。
  - (2) 了解常规有杆泵采油技术的设备构成及工作原理。
  - (3) 了解抽油机的分类及各自的结构特点。
  - (4) 了解常规抽油机的基本结构、工作原理、各部件的名称和功用。
  - (5) 了解气举采油技术的设备构成及工作原理。
  - (6) 了解地面驱动螺杆泵采油技术的设备构成及工作原理。
  - (7) 了解电潜泵、水力活塞泵、水力射流泵等的结构、工作原理、适用条件。
  - (8) 了解机械采油新技术、新工艺的发展状况。
3. 油水井管理技术
  - (1) 了解采油队的工作职能。
  - (2) 了解油水井的地面设备，包括抽油机，采油树等设备的结构。
  - (3) 了解油水井日常管理的内容。
  - (4) 了解抽油机冲程、冲次的测量和调节方法。

- (5) 了解抽油机平衡的判断以及调节方法。
- (6) 了解抽油机示功图、动液面测试的设备、原理、作用及分析方法。
- (7) 了解计量站的作用与流程。
- (8) 了解量油、测气的基本原理和方法。
- (9) 了解配水间的作用与流程。
- (10) 了解采油队资料室的日常工作内容。
- (11) 了解油水井的井身结构和管柱结构。
- (12) 了解油水井井史资料的主要内容以及查阅方法。
- (13) 了解各种油样、水样的获取方法以及化验分析的主要指标和方法。
- (14) 了解油水井注采井组的动态分析方法。

#### 4. 油井产出液处理技术

- (1) 了解联合站的作用。
- (2) 了解油、气、水的分离原理及工艺流程。
- (3) 了解商品原油和回注水的主要指标。
- (4) 了解原油稳定的设备及原理。
- (5) 了解污水处理的设备及原理。
- (6) 了解联合站采用的监测和控制技术。

#### 5. 油水井增产措施

- (1) 了解水力压裂的原理、设备及工艺过程。
- (2) 了解酸化的原理、设备及工艺过程。
- (3) 了解油水井措施效果的评价方法
- (4) 了解目前国内外压裂、酸化技术发展状况。

#### 6. 修井作业工艺技术

- (1) 了解修井作业的职责及分类。
- (2) 了解油水井大修的主要内容和职责。
- (3) 了解油水井小修的主要内容和职责。
- (4) 了解修井作业主要地面设备的构成。
- (5) 了解井下打捞工具的名称及用途。

#### 四、教材及主要参考资料

1. 《油藏工程原理与方法》，姜汉桥、姚军、姜瑞忠主编，中国石油大学出版社，2006；
2. 《钻井工艺技术基础》，王瑞和主编，中国石油大学出版社，1995；
3. 《钻井工程》，姜仁编，石油工业出版社，1987；
4. 《钻井手册（甲方）》(上册、下册)，《钻井手册(甲方)》编写组编，石油工业出版社，1990；
5. 《采油工程原理与设计》，张琪主编，中国石油大学出版社，2000；
6. 《采油技术手册》第三版(上册、下册)，罗英俊、万仁溥主编，石油工业出版社，2005。

# 02999 《毕业设计》教学大纲

英文名称: Graduation Project

课程编码: 02999

学分: 13.0

实践周数: 18

上机学时:

适用专业: 石油工程(卓越)

大纲执笔人: 步玉环

系(教研室)主任: 步玉环、董长银、谷建伟

## 一、教学目标

毕业设计(论文)是石油工程卓越计划专业必修的一门实践性课程,在教师指导下,由学生综合运用所学的基础理论、专业知识并结合科研、油田生产实际而进行的一项创造性工作,是对学生运用在校期间学习和掌握的理论知识、专业知识综合分析和解决生产实际问题的能力进行的一次综合训练和考评。考虑卓越工程师计划培养目标的特殊性,原则要求学生结合现场的实际问题,通过文献查阅、科学研究、提升总结、撰写论文、外语翻译等方面的基本训练,达到提升学生提出问题、分析问题和解决问题的科研能力,最终完成一篇与专业密切相关的科研论文或设计。因此,毕业设计(论文)是对学生进行工程师基本训练的一个重要的实践性教学环节。

## 二、基本要求

1. 学生应在修完全部必修课、选修课以及除本课之外的所有实践性课程后进行;
2. 毕业设计(论文)选题必须符合石油工程专业方向的培养要求;
3. 学生应按指导教师指定论文或设计内容,在教师的指导下独立完成一篇与石油工程专业密切相关的论文或设计;
4. 课题应结合科研工作或油田生产实际问题,使学生能够得到综合训练,提高学生运用所学知识解决实际工程问题的能力;
5. 课题应能使学生全面地运用专业知识,系统训练从事科学研究与工程设计的能力以及使用现代科学研究手段和新设备的能力;
6. 课题的难易程度、份量要适中。
7. 每个学生在完成论文之后,必须参加公开答辩方能取得成绩。

关于毕业设计(论文)的其它相关要求与规定,参见中国石油大学(华东)关于《毕业设计(论文)环节管理规定》及石油工程学院《关于石油工程专业本科毕业设计指导与管理的办法》等的相关要求和规定。

## 三、教学内容与学时分配

毕业设计内容在遵守毕业设计指导思想及基本要求的前提下由指导教师确定,毕业设计时间安排因人而异。应包括以下环节:调研、收集资料,学习有关知识;课题的设计和研究工作;总结或测试,编写论文提纲、撰写初稿、修改定稿等;交流、答辩等。

## 四、教材及主要参考资料

根据毕业设计题目由指导教师推荐有关参考书。

# 02999 《毕业设计》教学大纲

英文名称: Graduation Project

课程编码: 02999

学分: 13.0

实践周数: 13

上机学时:

适用专业: 船舶与海洋工程

大纲执笔人: 李昌良

系(教研室)主任: 姜敏

## 一、教学目标

毕业设计(论文)是船舶与海洋工程专业必修的一门实践性课程,它要求学生通过完成一篇与船舶与海洋工程专业密切相关的科研论文或设计,接受文献查阅、科研方法、撰写论文、外语翻译等科研能力的基本训练。因此,毕业设计(论文)是对学生进行专业知识综合训练的一个重要实践性教学环节。

## 二、基本要求

1. 学生应在修完全部必修课、选修课以及除本课之外的所有实践性课程后进行;
2. 学生应按指导教师指定论文或设计内容,在教师的指导下独立完成一篇与船舶与海洋工程专业密切相关的论文或设计;
3. 论文或设计至少应有:摘要、正文和参考文献三个部分,其中正文包括前言、研究内容和结论。
4. 每个学生在完成论文之后,必须参加公开答辩方能取得成绩。

选题的基本要求如下:

1. 符合船舶与海洋工程专业方向的培养要求;
2. 能系统地培养学生的科学研究与工程设计的能力,运用现代科学研究手段和新设备的能力;
3. 课题应尽可能地结合生产实际,培养学生能够运用所学知识解决实际问题的能力;
4. 课题的难易程度、份量要适中。

关于毕业设计(论文)的其它相关要求与规定,参见中国石油大学(华东)关于《毕业设计(论文)环节管理规定》及石油工程学院《关于石油工程专业本科毕业设计指导与管理的办法》等的相关要求和规定。

## 三、教学内容与学时分配

毕业设计内容在遵守毕业设计指导思想及基本要求的前提下由指导教师确定,毕业设计时间安排因人而异。应包括以下环节:调研、收集资料,学习有关知识;课题的设计和研究工作;总结或测试,编写论文提纲、撰写初稿、修改定稿等;交流、答辩等。

## 四、教材及主要参考资料

根据毕业设计题目由指导教师推荐有关参考书。

## 02999 《毕业设计》教学大纲

英文名称: Graduation Project

课程编码: 02999

学分: 13.0

实践周数: 13

上机学时: 0

适用专业: 海洋油气工程

大纲执笔人: 付静

系(教研室)主任: 徐加放

### 一、教学目标

毕业设计(论文)是海洋油气工程专业必修的一门实践性课程,在教师指导下,由学生综合运用所学的基础理论、专业知识并结合科研、油田生产实际而进行的一项创造性工作,是对学生运用在校期间学习和掌握的理论知识、专业知识综合分析和解决生产实际问题的能力进行的一次综合训练和考评,要求学生通过完成一篇与专业密切相关的科研论文或设计,接受文献查阅、科研方法、撰写论文、外语翻译等科研能力的基本训练。因此,毕业设计(论文)是对学生进行工程师基本训练的一个重要的实践性教学环节。

### 二、基本要求

1. 学生应在修完全部必修课、选修课以及除本课之外的所有实践性课程后进行;
2. 学生应按指导教师指定论文或设计内容,在教师的指导下独立完成一篇与海洋油气工程专业密切相关的论文或设计;
3. 课题应尽可能结合科研工作或油田生产实际问题,使学生能够得到综合训练,提高学生运用所学知识解决实际工程问题的能力;
4. 课题的难易程度、份量要适中。
5. 每个学生在完成论文之后,必须参加公开答辩方能取得成绩。

关于毕业设计(论文)的其它相关要求与规定,参见中国石油大学(华东)关于《毕业设计(论文)环节管理规定》及石油工程学院《关于石油工程专业本科毕业设计指导与管理的办法》等的相关要求和规定。

### 三、教学内容与学时分配

毕业设计内容在遵守毕业设计指导思想及基本要求的前提下由指导教师确定,毕业设计时间安排因人而异。应包括以下环节:调研、收集资料,学习有关知识;课题的设计和研究工作;总结或测试,编写论文提纲、撰写初稿、修改定稿等;交流、答辩等。

### 四、教材及主要参考资料

根据毕业设计题目由指导教师推荐有关参考书。



## 02999 《毕业设计》教学大纲

英文名称: Graduation Project

课程编码: 02999

学分: 13

实践周数: 13

上机学时:

适用专业: 石油工程

大纲执笔人: 程远方、董长银

系(教研室)主任: 步玉环、谷建伟、董长银

### 一、教学目标

毕业设计(论文)是石油工程专业必修的一门实践性课程,在教师指导下,由学生综合运用所学的基础理论、专业知识并结合科研、油田生产实际而进行的一项创造性工作,是对学生运用在校期间学习和掌握的理论知识、专业知识综合分析和解决生产实际问题的能力进行的一次综合训练和考评,要求学生通过完成一篇与专业密切相关的科研论文或设计,接受文献查阅、科研方法、撰写论文、外语翻译等科研能力的基本训练。因此,毕业设计(论文)是对学生进行工程师基本训练的一个重要的实践性教学环节。

### 二、基本要求

1. 学生应在修完全部必修课、选修课以及除本课之外的所有实践性课程后进行;
2. 毕业设计选题应符合石油工程专业方向的培养要求;能使学生全面地运用专业知识,系统训练从事科学研究与工程设计的能力以及使用现代科学研究手段和新设备的能力;
3. 学生应按指导教师指定论文或设计内容,在教师的指导下独立完成一篇与石油工程专业密切相关的论文或设计;
4. 课题应尽可能结合科研工作或油田生产实际问题,使学生能够得到综合训练,提高学生运用所学知识解决实际工程问题的能力;
5. 课题的难易程度、份量要适中;
6. 每个学生在完成论文之后,必须参加公开答辩方能取得成绩。

关于毕业设计(论文)的其它相关要求与规定,参见中国石油大学(华东)关于《毕业设计(论文)环节管理规定》及石油工程学院《关于石油工程专业本科毕业设计指导与管理的办法》等的相关要求和规定。

### 三、教学内容与学时分配

毕业设计内容在遵守毕业设计指导思想及基本要求的前提下由指导教师确定,毕业设计时间安排因人而异。应包括以下环节:调研、收集资料,学习有关知识;课题的设计和研究工作;总结或测试,编写论文提纲、撰写初稿、修改定稿等;交流、答辩等。

### 四、教材及主要参考资料

根据毕业设计题目由指导教师推荐有关参考书。