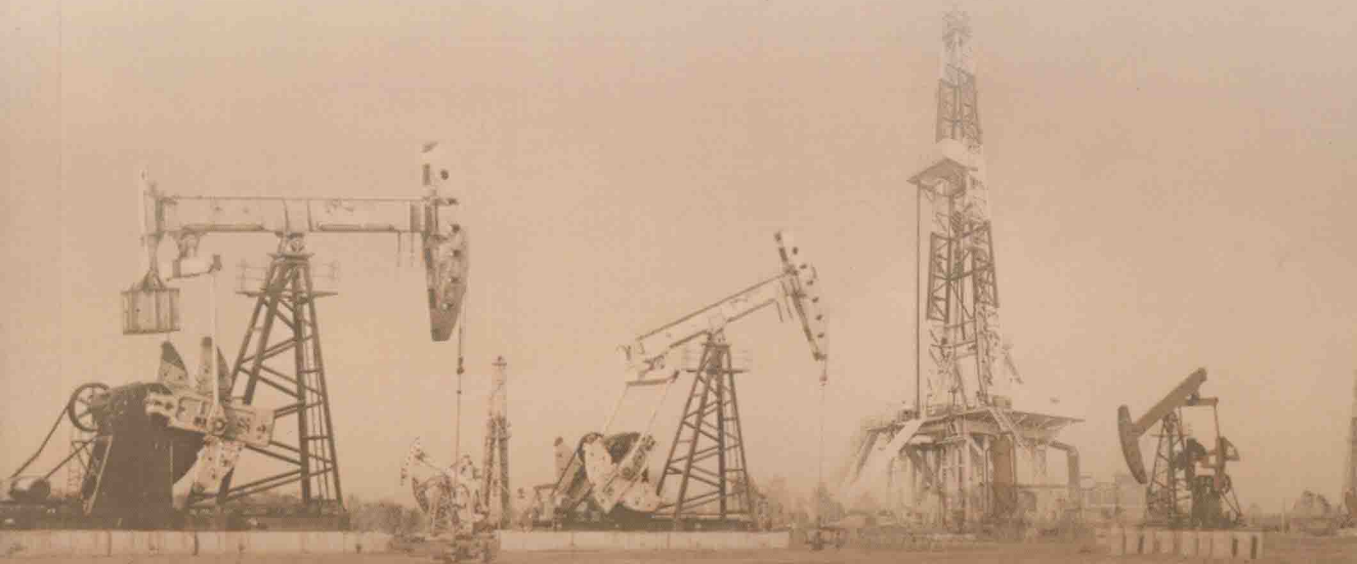


高等职业教育“十二五”规划教材

石油生产及钻采机械概论

孙庆群 主编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

高等职业教育“十二五”规划教材

石油生产及钻采机械概论

主 编 孙庆群
副主编 邹克武 韩光明
参 编 鲁改欣 姚九成 刘春艳
主 审 董双波

中国石化出版社

内 容 提 要

本书概括地介绍了石油生产基本知识,包括地层流体的性质、石油地质、石油物探、石油钻采方法和技术以及石油储运等;简要介绍了石油钻机及旋转设备;重点讲述了石油钻井用柴油机、石油钻机的驱动与传动、钻机的起升系统、往复泵和离心泵、压缩机、钻机气控制系统、石油钻井设备、机械采油设备以及其他常用钻采设备和工具等。

本书主要作为石油院校的石油工程专业和面向石油行业就业的机械类专业高职高专层次的学生用教材,也可作为从事石油钻采和石油机械行业的工程技术人员培训和工作的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

石油生产及钻采机械概论/孙庆群主编. —北京:中国石化出版社, 2011. 6

高等职业教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5114-0907-2

I. ①石… II. ①孙… III. ①石油生产-高等职业教育-教材②油气钻井-钻机-高等职业教育-教材③采油机械设备-高等职业教育-教材
IV. ①TE

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 082284 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 19.25 印张 474 千字

2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

定价:36.00 元

前 言

随着我国高等教育体制改革的不断深入和《国家中长期教育改革和规划纲要》的出台，教育部对高等职业教育提出了更加明确的要求。为了适应新的教育形势，很多学校所办专业以及专业培养目标也随着社会对人才的需求不断地进行调整。为此，不少石油院校将原来的“小石油专业”在保留一定规模的同时，向着更宽泛的“大石油专业”方向拓展，以扩大毕业生的就业面，由此相应的专业培养计划必然要进行一定程度的调整，如将石油机械类专业原来的“石油开发”、“钻井机械”、“采油机械”以及“石油动力机械”等多门必修课予以压缩或合并，同时增加一些通用性更强、涉及面更广的必修或选修课程。同样，原来通用机械类的专业，为了使毕业生能够面向石油行业就业而扩大服务范围，也需逐步压缩原来通用机械类的专业课程而增加“石油味儿”，因此，需要开设一门综合介绍石油开发、石油钻井和采油机械设备方面的课程。鉴于上述多方面的原因，我们编写了这本《石油生产及钻采机械概论》教材，以便能够满足石油院校“大石油专业”和“机械类专业”人才培养的需要。

本教材介绍了石油生产基本知识，包括地层流体的性质、石油地质、石油物探、石油钻采方法和技术以及石油储运等，石油钻井用柴油机，石油钻井设备、机械采油设备以及常用的钻采设备和工具等。全书共分为11章，每章均有学习目标要求、重点难点、小结和思考题，以便引导和帮助学生更好地学习、复习及巩固所学知识。本教材主要面向石油院校“大石油专业”和“机械类专业”高职高专层次的学生，既可作为课堂用教材，也可作为石油现场实践性教学的指导用书，同时还可作为石油机械行业技术人员培训和自学的参考书。教材的内容本着注重“实用为主和够用为度”的原则，不讲解高深理论，不涉及工程设计、复杂计算和公式推导，尽量做到深入浅出、通俗易懂、便于施教，使学生在学后能够了解石油基本生产过程，熟悉石油钻采机械和常用工具的结构、

原理、选择、使用及维护保养，达到科学生产和文明操作之目的。

本教材由孙庆群担任主编，邹克武、韩光明担任副主编。其中绪论、第2章、第3章、第4章、第5章由孙庆群编写，第1章由刘春艳编写，第6章由姚九成编写，第7章由邹克武编写，第8章和第9章由韩光明编写，第10章和第11章由鲁改欣编写。全书由孙庆群设计总体框架并负责统稿，由董双波副教授担任主审。

本教材在编写过程中参阅了大量的文献资料和相关标准。尤其是主审对教材的编写给予了很多支持和帮助，为提高教材质量起到了重要作用，罗灯明老师和高书香老师分别对教材的部分内容提出了很多宝贵意见，在此对关心和支持教材编写的所有同仁和所有参考文献的编著者致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之编写时间也不够充裕，教材中缺点和错误在所难免，恳请广大读者和同行不吝赐教。

编 者

目 录

绪论	(1)
0.1 石油工业在国民经济中的地位及作用	(1)
0.1.1 什么是石油工业	(1)
0.1.2 石油是重要的战略物资,影响着世界局势	(1)
0.1.3 石油工业是国民经济的基础产业	(2)
0.2 石油工业的发展现状及趋势	(2)
0.2.1 我国石油工业的简要回顾与发展现状	(2)
0.2.2 我国石油工业的发展前景	(3)
0.2.3 存在的主要问题	(3)
0.2.4 我国石油工业发展趋势	(4)
0.3 本课程的性质、内容、学习要求及方法	(5)
0.3.1 本课程的性质	(5)
0.3.2 本课程的学习内容	(5)
0.3.3 本课程的学习要求	(6)
0.3.4 本课程的学习方法	(6)
第1章 石油生产基本知识	(7)
1.1 地层流体的性质	(7)
1.1.1 石油的组成与性质	(7)
1.1.2 天然气的组成与性质	(9)
1.1.3 地层水的化学组成与分类	(9)
1.2 石油地质	(10)
1.2.1 矿物与岩石	(10)
1.2.2 地层及地质作用	(14)
1.2.3 石油与天然气的生成	(16)
1.2.4 油气运移及油气藏的形成	(17)
1.3 石油物探	(20)
1.3.1 油气田勘探方法	(20)
1.3.2 地球物理测井	(22)
1.4 石油钻井	(24)
1.4.1 钻井方法	(24)
1.4.2 固井与完井	(25)
1.5 石油开采	(28)
1.5.1 油田开发方式	(28)
1.5.2 采油方法	(30)
1.6 油气储运	(32)

1.6.1	矿场油气集输的主要任务	(32)
1.6.2	油气的收集与输送方式	(32)
1.6.3	油气分离	(33)
	思考题	(34)
第2章	石油钻机总论及旋转设备	(35)
2.1	石油钻机	(35)
2.1.1	石油钻机的组成	(35)
2.1.2	钻机的类型及特点	(38)
2.1.3	钻机的基本参数	(39)
2.1.4	我国石油钻机标准	(41)
2.2	地面旋转设备	(42)
2.2.1	转盘	(42)
2.2.2	水龙头	(46)
2.3	顶部驱动钻井系统	(49)
2.3.1	顶驱钻井系统的特点	(49)
2.3.2	顶驱钻井系统的结构	(50)
2.3.3	国产顶驱钻井系统	(54)
2.3.4	顶驱钻井装置的操作	(56)
	思考题	(57)
第3章	柴油机	(58)
3.1	柴油机的工作原理与基本结构	(58)
3.1.1	柴油机的工作原理	(58)
3.1.2	柴油机的基本结构	(63)
3.2	柴油机的特点及型号编制	(69)
3.2.1	柴油机的特点	(69)
3.2.2	柴油机的型号编制	(69)
3.3	柴油机拆卸及装配	(70)
3.3.1	拆卸时必要的专用工具和量具	(70)
3.3.2	柴油机的拆卸	(73)
3.3.3	柴油机的装配技术要求	(75)
3.3.4	柴油机的装配	(76)
3.4	柴油机装配精度的保证措施及柴油机试验	(82)
3.4.1	柴油机装配精度的保证措施	(82)
3.4.2	柴油机的试验	(82)
3.5	柴油机的使用、维护及保养	(83)
3.5.1	柴油机使用注意事项	(83)
3.5.2	柴油机的日常维护保养	(84)
	思考题	(85)
第4章	钻机的驱动与传动	(86)
4.1	钻机运行基础	(86)

4.1.1	工作机组对驱动与传动系统的要求	(86)
4.1.2	典型驱动方案	(87)
4.1.3	钻机驱动与传动类型	(88)
4.2	柴油机驱动 - 机械传动	(89)
4.2.1	柴油机驱动的特点	(89)
4.2.2	国产 Z190 系列钻井柴油机	(90)
4.2.3	电驱钻机用柴油机	(90)
4.2.4	机械驱动钻机	(91)
4.3	电驱动钻机	(95)
4.3.1	电驱动钻机的发展历程	(95)
4.3.2	国产电驱动钻机	(96)
4.4	柴油机驱动 - 液力传动	(100)
4.4.1	液力传动基本工作原理	(100)
4.4.2	液力传动特点	(100)
4.4.3	液力传动基本元件	(100)
	思考题	(106)
第 5 章	钻机的起升系统	(107)
5.1	起升系统工作原理	(107)
5.1.1	起下钻操作	(107)
5.1.2	游动系统中钢丝绳与滑轮的运动分析	(108)
5.1.3	游动系统中钢丝绳的拉力	(109)
5.2	钻井绞车	(109)
5.2.1	绞车的功用与结构组成	(109)
5.2.2	绞车的工作计算	(112)
5.2.3	绞车选用时应考虑的因素	(114)
5.2.4	绞车的常见故障及排除方法	(115)
5.3	刹车机构	(115)
5.3.1	机械刹车的功用与使用要求	(115)
5.3.2	带式刹车	(116)
5.3.3	盘式刹车	(117)
5.3.4	辅助刹车	(120)
5.4	井架	(123)
5.4.1	井架的功用与基本组成	(124)
5.4.2	井架的使用要求及维护保养	(124)
5.4.3	井架的结构类型及基本参数	(125)
5.5	游动系统	(128)
5.5.1	天车	(128)
5.5.2	游车	(131)
5.5.3	大钩	(132)
5.5.4	钢丝绳	(135)

思考题	(137)
第6章 往复泵与离心泵	(138)
6.1 往复泵工作特点	(138)
6.1.1 往复泵的工作原理及分类	(138)
6.1.2 活塞运动规律	(139)
6.1.3 往复泵的流量	(140)
6.2 往复泵工作参数	(142)
6.2.1 往复泵的有效压头	(142)
6.2.2 往复泵的功率	(143)
6.2.3 往复泵的效率	(143)
6.3 常用往复泵的典型结构	(144)
6.3.1 双缸双作用活塞泵	(144)
6.3.2 三缸双作用活塞泵	(144)
6.3.3 三缸单作用活塞泵	(146)
6.3.4 柱塞泵	(148)
6.4 往复泵的易损件及配件	(148)
6.4.1 活塞-缸套总成	(148)
6.4.2 柱塞-密封总成	(149)
6.4.3 介杆-密封总成	(150)
6.4.4 泵阀结构	(151)
6.4.5 空气包	(153)
6.4.6 安全阀	(153)
6.5 钻井液净化设备	(155)
6.5.1 钻井液净化系统	(155)
6.5.2 钻井液振动筛	(155)
6.5.3 水力旋流器	(158)
6.5.4 离心分离机	(159)
6.6 离心泵	(160)
6.6.1 离心泵的工作原理及类型	(160)
6.6.2 离心泵的整体结构及主要零部件	(163)
6.6.3 离心泵的密封	(165)
思考题	(166)
第7章 压缩机	(167)
7.1 压缩机的类型及应用	(167)
7.1.1 压缩机的型号及分类	(167)
7.1.2 压缩机在油田中的应用	(170)
7.2 活塞式压缩机	(171)
7.2.1 活塞式压缩机的构造及工作原理	(171)
7.2.2 活塞式压缩机的功率与效率	(173)
7.2.3 活塞式压缩机的操作与调节	(174)

7.3	透平式压缩机	(175)
7.3.1	径流式压缩机	(175)
7.3.2	轴流式压缩机	(176)
7.3.3	透平式压缩机的主要性能参数	(177)
7.3.4	透平式压缩机的调节	(178)
7.4	回转式压缩机	(178)
7.4.1	螺杆式压缩机	(178)
7.4.2	滑片压缩机	(180)
7.5	压缩机的选择	(181)
7.5.1	选择原则	(181)
7.5.2	活塞式压缩机的选择方法和步骤	(182)
	思考题	(182)
第8章	钻机气控制系统	(184)
8.1	概述	(184)
8.1.1	钻井工艺对控制系统的要求	(184)
8.1.2	钻机控制系统的作用	(184)
8.1.3	钻机气控制系统的特点	(184)
8.1.4	气动控制系统的组成	(185)
8.2	气源装置	(185)
8.2.1	空气压缩机	(185)
8.2.2	空气处理装置	(187)
8.2.3	储气罐	(187)
8.3	执行元件	(187)
8.3.1	气缸	(187)
8.3.2	气动马达	(188)
8.3.3	离合器	(189)
8.4	气控制元件	(191)
8.4.1	压力控制阀	(191)
8.4.2	流量控制阀	(193)
8.4.3	方向控制阀	(194)
8.5	辅助元件	(198)
8.5.1	导气龙头	(198)
8.5.2	酒精防凝器	(199)
8.5.3	甘油防凝器	(199)
8.6	钻机气控制系统的维护保养	(200)
8.6.1	钻机气控制系统的常规维护保养	(200)
8.6.2	钻机高、低速气路的检查及处理措施	(201)
8.6.3	转盘离合器气路故障的判断及排除	(202)
8.6.4	液气大钳气路系统常见故障的判断及排除	(203)
	思考题	(205)

第9章 海洋石油钻井设备	(206)
9.1 海洋石油钻井平台	(206)
9.1.1 海洋石油钻井平台的组成	(206)
9.1.2 海洋石油钻井的特殊问题	(207)
9.1.3 海洋钻井平台分类	(208)
9.1.4 海洋钻井平台的结构及特点	(208)
9.1.5 海洋钻井平台意外事故与应急部署	(211)
9.2 海上钻井井口装置与升沉补偿	(212)
9.2.1 海上钻井井口装置	(212)
9.2.2 升沉补偿	(215)
思考题	(221)
第10章 机械采油设备	(222)
10.1 机械采油设备及分类	(222)
10.1.1 机械采油设备的分类	(222)
10.1.2 抽油泵采油装置	(222)
10.2 游梁式抽油机	(224)
10.2.1 游梁式抽油机的结构形式	(224)
10.2.2 游梁式抽油机的结构组成	(227)
10.2.3 游梁式抽油机的基本参数与系列	(231)
10.2.4 游梁式抽油机驴头的悬点载荷	(233)
10.2.5 游梁式抽油机的维护保养	(234)
10.3 无游梁式抽油机	(234)
10.3.1 链条式抽油机	(235)
10.3.2 宽带型滚筒抽油机	(235)
10.3.3 曲柄连杆式抽油机	(236)
10.3.4 液压无游梁抽油机	(237)
10.3.5 新型无游梁式抽油机简介	(238)
10.4 抽油泵	(240)
10.4.1 有杆抽油泵的用途及种类	(240)
10.4.2 其他类型的抽油泵	(243)
10.4.3 抽油泵的结构形式及表达方法	(245)
10.4.4 抽油泵的选择与使用	(246)
10.4.5 抽油泵的排量	(247)
10.4.6 抽油泵常见故障及其检修	(248)
10.5 抽油杆及辅助抽油装置	(249)
10.5.1 抽油杆柱	(249)
10.5.2 抽油机悬绳器	(253)
10.5.3 抽油井光杆密封器	(253)
10.5.4 抽油井井口装置	(254)
10.5.5 其他抽油辅助设备及工具	(254)

10.6 无杆泵采油设备	(255)
10.6.1 水力活塞泵	(255)
10.6.2 潜油电动离心泵	(260)
10.6.3 其他无杆泵采油设备简介	(264)
思考题	(265)
第11章 其他常用钻采工具	(266)
11.1 钻具与石油管材	(266)
11.1.1 钻具	(266)
11.1.2 套管	(273)
11.2 井口、井下工具及井控设备	(275)
11.2.1 井口工具	(275)
11.2.2 井口机械化设备	(278)
11.2.3 井下打捞工具	(281)
11.2.4 防喷器	(285)
思考题	(291)
参考文献	(293)

绪 论

石油(Petroleum)又称原油,它是古代海洋或湖泊中的生物,经过漫长的演化形成储藏在地层岩石空隙内的不可再生的天然矿产资源,主要是以气相、液相烃类(各种烷烃、环烷烃、芳香烃)为主并含有少量非烃类物质的混合物,具有可燃性。在石油行业中,一般把从地下直接采出来、没有经过加工提炼的黏稠液体或半固体石油称为原油(Crude Oil);而主要以气体形式存在的石油一般称为天然气(Natural Gas)。石油主要被用来作为燃料,它也是生产许多化工产品如溶剂、化肥、杀虫剂和塑料等的原料。

0.1 石油工业在国民经济中的地位及作用

0.1.1 什么是石油工业

石油工业分为上游、中游和下游,上、中、下游产业链的关系非常密切,其中,上游从事的业务包括石油、天然气的勘探、开发,中游主要是油气的存储与运输,下游则涵盖炼油、化工、天然气加工等流程型业务及加油站零售等产品配送、销售型业务。通常情况下,将以石油和天然气为原料生产石油产品和石油化工产品的加工工业称为石油化学工业(简称石油化工),而其余统称为石油工业。通常所说的石油工业指的是石油和天然气的勘探、开发、存储和运输。

石油是深藏地下的流体矿藏,这就决定了油气勘探、生产过程必然是一个越来越难、越来越复杂的过程,必须不断采用新技术、新工艺、新装备,才能提高资源探明率和油田采收率。油气勘探风险大、周期长,在一个有油气前景的地区,从普查勘探到发现油田并形成一定生产规模,大约需要9年的时间。石油工业涉及200多种专业学科,就石油科学本身来说就有10大学科:油气地质勘探、应用地球物理、地球物理测井、钻井工程、油气田开发及开采、石油加工、海洋石油、油气集输与储运工程、石油钻采机械与设备、油田化学。后来又增设了资源勘探工程、探查技术与工程、石油工程、油气储运工程、化学工程与工艺、油田应用化学、机械设计制造及其自动化等专业。所有这些专业的特点都使得石油工业成为高风险、高投入和技术密集的行业。

0.1.2 石油是重要的战略物资,影响着世界局势

1859年8月27日,美国人埃德温·德雷克(Edwin L. Drake, 1819~1880年)在美国宾夕法尼亚州的泰特斯维尔小镇(Titusville),用打盐井的冲击钻机钻出了第一口石油井——德雷克井(Drake Well)。这是世界上第一口具有商业性质的油井,从此便发现和开发了第一个油田,这也被认为是现代石油工业的开端,从那以后经过了如同“淘金热”的疯狂时代,石油工业迅速在美国东部兴起,并最终把石油变成了一门巨大的工业。从德雷克油井标志着世界石油工业的诞生至今已有150多年的历史,在这150多年跌宕起伏的发展历程中,石油一直是与国家战略、全球政治和实力紧密地联系在一起。

1914年8月14日,第一次世界大战爆发,法国以石油作动力的出租汽车满载着士兵冲向即将崩溃的前线,阻挡住了德国人的进攻,成为世界上第一支摩托化部队的雏形。使用石

油的英国海军战胜了使用煤的德国公海舰队。从此，石油便开始为战争服务了。

在第二次世界大战期间，对石油供应线的攻击成了战争双方军事进攻的首要目标。日本偷袭珍珠港是为了掠取东印度的石油资源而保护其侧翼；德国进攻前苏联有一个重要因素，就是要夺取高加索地区丰富的石油。战争后期，德国和日本的燃料库都已耗尽，而美国石油方面的优势是保证盟国取得胜利的重要因素。

1990年，伊拉克入侵科威特。以美国为首的西方国家大兵压境，发起“沙漠风暴”打败了伊拉克，以保护工业化世界赖以生存的石油资源。石油与政治密不可分得到了充分证明。

现代化社会的经济基础已深深地建立在石油之上。百年回眸，从来没有一种商品能像石油这样在人类社会生活中打下如此深刻的烙印；从来没有一种能源，能像石油这样成为人类社会安全、繁荣的关键和文明的基础。已经过去的20世纪，是石油影响世界局势的世纪！

0.1.3 石油工业是国民经济的基础产业

在20世纪以前漫长的岁月里，由于我国石油勘探、开发和加工技术等多方面的原因，石油仅仅用于照明、医药、建筑等。随着科学技术飞速发展，石油的用途已经非常广泛，包括机械、电力、石化、汽车和建筑5大部门。石油可以加工成汽油、柴油、煤油、润滑油、石蜡、沥青、合成纤维、合成橡胶、合成塑料、合成氨等产品。目前石油、天然气经过深加工，可以生产5000多种化工产品或化工原料，在工业、农业、交通运输、国防和人们日常生活中的衣、食、住、行等方面，石油几乎已经达到了无所不在、无所不能、无所不用的程度。在财政上缴方面，石油石化、与烟草、电力一道成为四大金刚。毫无疑问，石油工业不仅早已成为国民经济的基础产业，而且还是国民经济发展的支柱产业。

0.2 石油工业的发展现状及趋势

0.2.1 我国石油工业的简要回顾与发展现状

我国石油工业的发展经历了四个阶段，一是探索成长阶段(20世纪50年代)；二是快速发展阶段(20世纪60~70年代)；三是稳步发展阶段(20世纪80年代)；四是战略转移阶段(20世纪90年代至今)。

新中国成立时全国油气产量远不能满足需要(原油年产量仅12万吨，天然气年产量0.1亿立方米)，仍依赖于“洋油”，能否尽快实现石油自给，是保障新中国能源安全和经济稳定发展的紧迫问题。1953年，“一五”计划(中国发展国民经济第一个五年计划)即将开始实施时，毛泽东、周恩来和邓小平等国家领导人就清醒地认识到了石油是“工业血液”，并用“没有石油都转不动”来表述石油在国民经济中的重要地位。

自“一五”计划开始，石油工业便进入了一个崭新的阶段，1955年国家决定成立了石油工业部，并在几年内就取得了两次重大突破。第一次突破是1958年克拉玛依油田的发现，表明在陆相沉积地层中找油是有前景的；第二次突破是1959年大庆油田的发现，占地面积5479平方公里的大庆油田是中国第一大油田和世界第五大油田，大庆油田创造了一个连续27年(1976~2003年)保持年产原油5000万吨以上的纪录。最近几年产量稍有下降，2005年产量为4495万吨，2009年产量为4000万吨。50年来，大庆油田累计生产原油20亿吨，上缴利税1.7万亿元，为国民经济作出了巨大贡献。几代石油人经过半个多世纪的不懈奋斗，继大庆油田之后，胜利、辽河、新疆、四川、长庆、渤海和南海等一个又一个油田陆续被发现并开发。全国的石油总产量1978年突破1亿吨大关，2009年达到1.894亿吨，成

为世界第四大石油生产国(俄罗斯排名第一,年产量为4.96亿吨;沙特阿拉伯排名第二,年产量为4.93亿吨;美国排名第三,年产量为2.67亿吨)。正是由于我国手中握有近2亿吨的石油,所以,在历次世界石油危机和海湾战争中,中国才能够从容自若,积极主动,在国际上保持灵活独立的政治地位,国内经济也未受世界石油动荡的影响,这在很大程度上与中国位居世界第四大产油国有一定的关系。

经过半个多世纪不平凡的发展历程,我国的石油工业在油气资源开发、管道建设、炼油化工及油气田对外合作、国际化经营等方面取得了一定成绩。但是,我们一定要清醒地认识到,尽管我国的石油产量已进入世界第四,但总产量仅占世界石油总产量的5.4%,而我国又是世界第二大石油需求国(年石油需求量约为3.93亿吨),这是由于近几年我国的经济增长速度较快,使得石油产量的年增长率(约为1%~2%)落后于国内石油消费需求量的年增长率(约为5%),比如仅2009年一年国内汽车的销售量就有1360万辆,所以,我国的石油仍然存在较大缺口,这就需要中国石油人必须加快石油生产的步伐,为祖国的现代化建设和繁荣富强作出更大的贡献。

0.2.2 我国石油工业的发展前景

中国油气资源相对丰富,根据中国第三次油气资源评价初步结果,全国石油总资源量约为1021亿吨,其中陆上约为775亿吨;天然气总资源量约为47万亿立方米,其中陆上约为38.9万亿立方米。通过对不同类型盆地、凹陷储量增长规律的分类研究,认为最终石油可采资源量约为140亿~160亿吨,最终天然气可采资源量约为10万亿~15万亿立方米。从整体上看,目前中国石油可采资源探明率约为40%,处于勘探中期阶段,仍然具有较大的发展潜力;天然气可采资源探明率约为20%,尚处于勘探早期阶段,属于快速增长期。

预测未来15~20年内,随着勘探投入增加,中国天然气储量将进入高基值稳定增长阶段,年均增长量为1500亿~2000亿立方米,储量增长将为天然气产量提高奠定资源基础。石油资源勘探难度虽不断加大,但从石油资源总量和平均探明程度分析,中国石油资源还有较大的潜力,通过加大勘探力度、提高采收率、增加资金投入、科技创新提高技术水平等手段,可以有效弥补产能递减,实现稳产增产目标,并有可能发现大型油田。

0.2.3 存在的主要问题

1. 石油供需缺口加大,进口依存度进一步提高

目前,我国的石油工业虽然取得了一定成绩,但是,我国的石油产量占世界石油总产量的比例还很低,而我国又是世界第二大石油需求国,所以,我国的石油仍然存在较大缺口,进口量逐年增加,这就需要中国石油人必须加快石油生产的步伐,为祖国的现代化建设和繁荣富强作出更大的贡献。

2. 资源相对不足,石油储量增长的难度大

我国的最终石油可采资源量即使按160亿吨计,也只占全球的3.9%;人均拥有石油最终可采资源量和产量只有世界人均水平的1/5左右。而且,黏度大的重油和低渗透石油资源占总资源量的43.6%,这些资源埋藏较深,工艺技术要求高,勘探技术难度很大。从近几年储量增长的构成看,约65%的增量来自于已开发油田的老区,增长潜力有限,储量接替难度较大。

3. 主力油田进入稳产后期,新区上产任务重

我国的原油生产主要集中在东部地区,占全国产量的2/3,但其主力油田已进入高含水(88%)、高采出程度(75%)和高采油速度的“三高”阶段。特别是大庆油田原油产量连续27

年超过 5000 多万吨，从 2003 年开始年产量已在逐年递减。西部和海上原油产量最近几年呈快速增长态势，但原油产量只占全国的 1/5；海上原油产量只占全国的 1/8。从近期看，这两个区域的产量增长难以弥补东部的递减。

4. 石油安全形势不容乐观

对我国的石油安全问题，从上世纪 90 年代至今，来自社会各界的担忧有增无减。

一是出于石油进口来源方面的安全考虑。美伊战争结束后，美国加强了对中东的控制，实际上间接控制了我国进口石油的资源地。另一方面，我国运输石油的路线缺少选择性，85% 以上要经过印度洋—马六甲海峡—南中国海航线，极易遭到封锁和控制。近年来，美国在东亚沿日本群岛、台湾岛和菲律宾群岛，精心构筑“太平洋锁链”，拟形成对中国的东向包围；在新加坡设立军用港口，拟控制马六甲海峡；在印度全面推行所谓的“有效控制”，试图将南中国海纳入控制范围。此外，马六甲海峡经常遭到组织严密的海盗袭击。所有这些，直接地威胁着中国的对外贸易和石油进口安全。

二是出于战略石油储备方面的考虑。虽然我国目前已确定分期建设国家石油储备库，但离战略石油储备体系的建立尚为时过早。这样，在资源供应地，因各种不确定因素如政治风波、军事冲突等，导致国际油价上涨或出现供应中断时，我国便丧失了储存进口石油、平抑国内石油市场动荡的手段和能力。

三是出于油价大幅上扬的考虑。目前我国尚未大规模参与世界石油衍生品交易，没有市场保护屏障，不能对进口石油进行套期保值。无论油价涨幅多大，都只能被动地接受。尽管我国在国外已开发了一些油田，但大多位于敏感地区，易受各种因素干扰，从油价上涨中获得利益的机会不大。

0.2.4 我国石油工业发展趋势

(1) 全球经济温和复苏，我国经济平稳、快速增长，国民经济对石油需求旺盛；

(2) 全球石油探明储量增长率低于产量及消费量增长率，石油作为“稀缺资源”的特征将进一步体现，价格将不断提升；

(3) 世界石油投资近几年持续增长，海洋石油投资所占比重持续增加，油田服务行业处在超级景气周期；

(4) 中国海洋石油总公司加强了对中国近海油气勘探开发的投资力度，油田生产规模的迅速扩大，为海上油田服务行业的发展提供了强劲的动力；

(5) 中国海洋石油总公司及中国其他石油公司“走出去”的战略，及国际市场对油田服务行业的强烈需求，加快了中海油服务股份有限公司走向国际市场的步伐；

(6) 石油公司从技术贡献者向技术消费者转变，油田服务公司是技术的主要创造者、贡献者；

(7) 资本规模竞争与细分专业市场竞争是油田服务行业主要的竞争方式；

(8) 与油田增产提高采收率相关的技术及服务是油田服务行业增长最快的领域；

(9) 国家石油公司掌握着全球 70% 以上的油气储量，对独立油田服务公司的服务需求日益增加；

(10) 油田服务各专业需求出现不同程度增长，其中围绕油田生产有关的服务和技术需求成为市场增长最快的部分。其中世界测井市场规模约为 50 多亿美元，市场增长近 90%。

0.3 本课程的性质、内容、学习要求及方法

0.3.1 本课程的性质

石油工业包括石油勘探、石油开采和石油提炼三大板块。其中石油开采技术是推动石油工业发展的重要方面，而石油钻采设备在石油开采过程中又起着决定性的作用。本课程主要研究石油钻采设备，并对石油生产过程作概括性讲解。本课程是由《石油钻井机械》、《采油机械》和《石油工程概论》等多门石油工程专业的课程经整合而成的综合性专业课程，是石油院校高职高专层次石油及机械类专业必修的一门实践性较强的专业课程。

本课程为石油院校石油及机械类专业学生在学习完《高等数学》等所有的公共基础课和《工程制图》、《材料与成型工艺》、《几何精度测量技术》、《电工电子技术》、《机械基础》等技术基础课的基础上开设，同时，与本课同步开设的《液压与气动技术》、《机床电气控制技术》和《机械制造技术》等相关专业课也为本课的顺利学习起到了相辅相成的帮助作用。本课程的开设为培养高素质技能型人才提供必要的专业基本知识和操作技能，为今后进入石油行业从事石油机械设备的运行、安装、操作、调试和维护保养等实际工作奠定了一定的理论和实践基础。本课程融理论知识与技能培养为一体，通过学习，让学生了解石油工程基本常识，熟悉石油钻井机械、采油机械、石油流体机械的基本构造和工作原理，初步掌握石油钻采设备的运行、安装与操作技能，学会对这些设备进行正确地调试和维护保养，同时，使相关专业的学生，形成良好的重实践、重技能、重工程应用的理念和脚踏实地、一丝不苟、科学分析的职业素养。本课程的后续课程是：顶岗实习和毕业实践。

0.3.2 本课程的学习内容

本课程共包括十二个单元(章)的学习内容。第一单元即绪论：简要介绍石油工业在国民经济中的地位及作用、石油工业的发展现状及趋势以及本课程的性质、内容、学习要求及方法等。第二单元是石油生产基本知识：概括介绍地层流体的性质、石油地质、石油物探、石油钻井、石油开采和油气储运等方面的常识。第三单元是石油钻机总论及旋转设备：较系统地介绍石油钻机、地面旋转设备和顶部驱动钻井系统。第四单元是柴油机：简要介绍钻井用柴油机的工作原理和基本结构、柴油机的特点及型号编制、柴油机拆卸及装配、柴油机装配精度的保证措施及柴油机试验、柴油机的使用、维护及保养等。第五单元是钻机的驱动与传动：介绍钻机运行基础、柴油机驱动—机械传动、电驱动钻机和柴油机驱动—液力传动。第六单元是钻机的起升系统：介绍起升系统的工作原理、钻井绞车、刹车机构、井架和游动系统。第七单元是往复泵与离心泵：介绍往复泵工作特点、往复泵工作参数、常用往复泵的典型结构、往复泵的易损件及配件、钻井液净化设备和离心泵。第八单元是压缩机：介绍压缩机的类型及应用、活塞式压缩机、透平式压缩机、回转式压缩机以及压缩机的选择。第九单元是钻机气控系统：介绍钻井工艺对气控制系统的要求、钻机气控系统的作用、特点及组成、气源装置、执行元件、气控制元件、辅助元件和钻机气控制系统的维护保养。第十单元是海洋石油钻井设备：介绍海洋石油钻井平台、海上钻井井口装置与升沉补偿。第十一单元是机械采油设备：介绍机械采油设备及分类、游梁式抽油机、无游梁式抽油机、抽油泵、抽油杆及辅助抽油装置和无杆泵采油设备。第十二单元是其他常用钻采工具：简要介绍钻具与石油管材、井口和井下工具以及井控设备等。