



# 钻井工程 造价管理概论

INTRODUCTION TO DRILLING  
ENGINEERING COST MANAGEMENT

黄伟和 著

石油工业出版社

# 钻井工程造价管理概论

黄伟和 著

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书概述了钻井工程的基本概念、作用、地位、特点、方法、分类,说明了钻井工程造价的构成及造价管理发展方向,建立了“管理需求、管理手段、管理机制”三位一体的钻井工程造价管理模型。从建设单位和施工单位两个方面,阐述了决策阶段、设计阶段、准备阶段、施工阶段、竣工阶段、后评价阶段钻井工程全过程造价管控重点,详细说明了管理机制运行过程有关内容。运用实际案例分析了“混合制+企业制”和“市场制+混合制”管理机制的实际效果,并说明了钻井工程全面造价管理机制总体效益。还从宏观角度介绍了钻井工程造价管理研究中应用到的主要经济学和管理学相关理论、工程项目管理基本概念和内容、工程造价管理基本概念和发展情况、中国工程造价管理基本制度。

本书可供石油工程相关管理人员、经济研究人员、造价专业人员参考,可作为钻井工程造价管理人员的培训教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

钻井工程造价管理概论/黄伟和著.

北京:石油工业出版社,2016.4

ISBN 978-7-5183-1221-4

I. 钻…

II. 黄…

III. 钻井工程-工程造价-造价管理-中国

IV. F426.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 066525 号

---

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com

编辑部:(010) 64523533

图书营销中心:(010) 64523633

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

---

2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:14.5

字数:370 千字 印数:1—3000 册

---

定价:98.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

# 前言 | Preface

在笔者从事石油钻井工程造价管理和研究工作 15 周年之际,《钻井工程造价管理概论》一书终于可以付梓了。这是一项不懈探索而形成的综合研究成果,经过了实践—认识—再实践—再认识的螺旋式上升发展过程。在个人知识和经验方面,经历了知识学习、问题探索和经验丰富 3 个阶段;在工程造价管理技术体系方面,经历了体系开创、体系发展、体系升华 3 个阶段;在工程造价管理理论方面,经历了工程预算定额管理、全过程工程造价管理到全面工程造价管理 3 个阶段。近年来笔者先后出版的主要著作有《石油钻井系统工程造价技术体系研究》(2008 年)、《石油天然气钻井工程造价理论与方法》(2010 年)、《石油天然气钻井工程工程量清单计价方法》(2012 年)、《石油钻井工程市场定价机制研究》(2013 年)、《石油钻井关联交易长效管理机制研究》(2014 年)。

本书共分 8 章。从第 1 章到第 8 章,总体上是一个从基础到顶层、从微观到宏观逐渐展开的过程。第 1 章主要概述钻井工程基本概念、作用、地位、特点、方法、分类。第 2 章主要阐述钻井工程造价管理的基本概念、发展方向,建立“管理需求、管理手段、管理机制”三位一体的钻井工程造价管理模型,并且在第 3 章、第 4 章、第 5 章分别展开说明。第 3 章主要从钻井工程造价管理基本流程、需求分析、技术体系 3 个方面详细说明管理需求。第 4 章主要从钻井工程计价方法体系、计价标准体系、造价管理平台 3 个方面详细说明管理手段。第 5 章主要从钻井工程造价管理机制设计、机制建立、机制运行 3 个方面论述管理机制。第 6 章主要从建设单位和施工单位两个方面,阐述决策阶段、设计阶段、准备阶段、施工阶段、竣工阶段、后评价阶段钻井工程全过程造价管控重点,进一步详细说明管理机制运行过程的有关内容。第 7 章采用两个实际案例分析“混合制+企业制”和“市场制+混合制”管理机制的实际效果,并且从 5 个方面说明钻井工程全面造价管理机制总体效益。第 8 章从宏观角度介绍钻井工程造价管理研究中应用到的主要经济学和管理学相关理论、工程项目管理基本概念和内容、工程造价管理基本概念和发展情况、中国工程造价管理基本制度。

钻井工程造价管理是一门涉及自然科学和社会科学的综合性交叉专业学科,需要站在经济学和管理学的高度,居高临下总体研究和掌握。在众多复杂的经济学理论丛林中,钻井工程造价管理研究中应用到的主要有新制度经济学的交易费用理论、产权理论、企业理论、制度变迁理论和信息经济学的信息不对称理论、经济机制设计理

论。这些理论的代表性经济学家有 11 位获得诺贝尔经济学奖。在管理学方面主要有科学管理理论和全面造价管理理论，前者由“科学管理之父” F. W. Taylor 所创，标志着现代管理学的诞生；后者代表着 21 世纪工程造价管理发展方向。

这项研究成果也是伴随着中国石油天然气集团公司钻井工程造价管理人员培训教材的编写而发展起来的。2004 年开始举办第 1 期中国石油天然气集团公司钻井工程造价培训班，至今已经举办 12 期。培训教材也在不断改进，总体上已经发展到第 3 套培训教材，包括《钻井工程造价管理概论》、《钻井工程工艺与技术》、《钻井工程计价标准》、《钻井工程计价方法》。

本研究总体目标是建立一套具有中国特色的钻井工程造价管理机制，解决全过程钻井工程造价信息不对称和钻井管理主体激励不相容问题，并在总体上实现钻井工程造价管理信息有效利用、资源配置合理、激励措施相容，保证中国石油天然气集团公司整体效益最大化。

在研究过程中，中国石油天然气集团公司规划计划部、勘探与生产分公司、工程技术分公司、海外勘探开发公司、各油田公司、各钻探公司，以及中国石油工程造价管理中心、中国石油勘探开发研究院廊坊分局的有关部门领导和专家给予了指导和帮助；中国石油大学（北京）、中国地质大学（北京）、天津大学、天津理工大学等高校的教授和研究生参加了部分研究工作；中国石油工程造价管理中心廊坊分部张纯福、魏伶华、司光、周建平、毛祖平、郭正、陈毓云、刘海、郝明祥、李臻、马建新、孙晓军、胡勇、吕雪晴、丁丹红给予了大力支持。另外，许多数据来自中国石油经济技术研究院，有些数据和知识来自百度百科、MBA 智库百科等网络信息，无法获知作者。此外，由于研究时间很长，提供帮助的人很多，参考资料很多，在参考文献中没有一一列出，在此一并表示感谢。

由于石油天然气钻井行业非常复杂，钻井工程造价管理涉及面非常广，加之笔者水平和知识有限，书中的缺点和不足在所难免，敬请广大同仁、专家、学者批评指正，以便今后不断完善。

# 目录|Contents

<b>1 钻井工程概述</b> .....	(1)
1.1 钻井工程基本概念 .....	(1)
1.2 钻井工程作用和地位 .....	(1)
1.3 钻井工程主要特点 .....	(4)
1.4 钻井工程基本方法 .....	(5)
1.5 现代油气钻井技术发展简介 .....	(6)
1.6 石油天然气井分类 .....	(7)
<b>2 钻井工程造价管理概述</b> .....	(12)
2.1 钻井工程造价概念 .....	(12)
2.2 钻井工程造价构成 .....	(12)
2.3 钻井工程造价特点 .....	(14)
2.4 钻井工程造价管理概念 .....	(15)
2.5 钻井工程造价管理发展方向 .....	(16)
2.6 钻井工程造价管理模型 .....	(17)
<b>3 钻井工程造价管理需求</b> .....	(18)
3.1 钻井工程造价管理基本流程 .....	(18)
3.2 钻井工程造价管理需求分析 .....	(19)
3.3 钻井工程造价管理技术体系 .....	(22)
<b>4 钻井工程造价管理手段</b> .....	(23)
4.1 钻井工程计价方法体系 .....	(23)
4.2 钻井工程计价标准体系 .....	(36)
4.3 钻井工程造价管理平台 .....	(46)
<b>5 钻井工程造价管理机制</b> .....	(48)
5.1 钻井工程造价管理机制设计 .....	(48)
5.2 钻井工程造价管理机制建立 .....	(51)
5.3 钻井工程造价管理机制运行 .....	(60)

<b>6</b>	<b>钻井工程全过程造价管控重点</b>	(63)
6.1	决策阶段钻井工程造价管控重点	(63)
6.2	设计阶段钻井工程造价管控重点	(66)
6.3	准备阶段钻井工程造价管控重点	(75)
6.4	施工阶段钻井工程造价管控重点	(81)
6.5	竣工阶段钻井工程造价管控重点	(86)
6.6	后评价阶段钻井工程造价管控重点	(94)
<b>7</b>	<b>钻井工程全面造价管理机制效果分析</b>	(109)
7.1	“混合制+企业制”管理机制案例分析	(109)
7.2	“市场制+混合制”管理机制案例分析	(113)
7.3	钻井工程全面造价管理机制总体效果分析	(127)
<b>8</b>	<b>钻井工程造价管理相关知识</b>	(131)
8.1	经济学相关理论	(131)
8.2	管理学相关理论	(143)
8.3	工程项目管理概述	(147)
8.4	工程造价管理概念与发展	(164)
8.5	中国工程造价管理基本制度	(177)
<b>附录 A</b>	<b>钻井工程工程量计算规则</b>	(189)
A.1	钻前工程工程量计算规则	(189)
A.2	钻完井工程工程量计算规则	(192)
A.3	试油工程工程量计算规则	(197)
A.4	工程建设其他项目工程量计算规则	(203)
<b>附录 B</b>	<b>钻井工程概算指标模式</b>	(205)
<b>附录 C</b>	<b>钻井工程估算指标模式</b>	(220)
	<b>参考文献</b>	(225)

# 1 钻井工程概述

## 1.1 钻井工程基本概念

### 1.1.1 钻井工程概念

井是人类探查地下资源并将它们采出地面必要的物质和信息通道，按开采地下矿藏资源的种类可以分为水井、油井、气井、盐井、硫黄井等。

钻井就是利用机械设备和人力从地面将地层钻成孔眼的工作，是围绕井的建设与信息测量而实施的一项资金与技术密集型工程。

从石油工业角度讲，钻井工程是建设地下石油天然气开采通道的隐蔽性工程，即采用大型钻井设备和一系列高精密度测量仪器，按一定的方向和深度向地下钻进，采集地下的地层和石油、天然气、水等资料，并且建立石油天然气生产的安全通道。

### 1.1.2 钻井工程成果

钻井工程的最终成果包括两种形态的资产。第一种是有形资产，即具有石油、天然气开采价值的探井、开发井和做其他用途的地质报废井。第二种是无形资产，即反映地下地质情况和油气藏的生、储、盖、运、圈、保等信息的资料。

## 1.2 钻井工程作用和地位

### 1.2.1 钻井工程作用

钻井工程是石油天然气勘探开发项目中的一个关键工程，其作用主要表现在：

(1) 钻井工程是发现油气田的最终手段。所有通过地质调查、地震、重力、磁力、电法、化探等地球物理、化学勘探得到的对地下认识，所有经各种论证而确定的勘探部署方案，都要钻探井来证实。通过钻开地层，直接从地层取得地下信息资料，发现油气层。因此，决定勘探效益的关键环节落在钻井工程上，钻井工程是油气勘探



部署最终决策的落脚点。

(2) 钻井工程是油气田新增储量和保持产量的主要措施。每年都需要钻大批的评价井、开发井来保证油气田增储上产。根据石油公司年度报告, 2000—2010 年世界排名前 10 位的国际大石油公司年度钻井数量统计结果参见表 1-1, 变化趋势参见图 1-1。中国石油的钻井数量为中国石油天然气股份有限公司国内油田的钻井数量, 不包括中国石油天然气集团公司的海外钻井数量。表中钻井数量数据为净值, 即指扣除其他方权益后的数值。

表 1-1 2000—2010 年世界排名前 10 位国际大石油公司钻井数量统计 单位: 口

年份	沙特	伊朗	埃克森美孚	委内瑞拉	中国石油	英国石油	壳牌	康菲	雪佛龙	道达尔
2000	255.0	152.0	1035.0	691.0	7486.0	974.8	736.0	354.0	1732.0	170.7
2001	269.0	141.0	1429.0	1285.0	7611.0	1145.7	841.0	476.0	1773.0	198.7
2002	312.0	137.0	1385.0	951.0	7232.0	708.3	873.0	462.0	1398.0	198.9
2003	329.0	124.0	1160.0	965.0	9647.0	738.9	762.0	645.0	1508.0	198.4
2004	311.0	176.0	1218.0	1156.0	9950.0	919.4	772.0	940.0	1331.0	225.6
2005	372.0	188.0	997.0	1277.0	13139.0	978.5	763.0	886.0	1422.0	508.9
2006	434.0	180.0	1085.0	1510.0	12996.0	929.9	904.0	1480.0	1607.0	322.4
2007	484.0	240.0	971.0	1553.0	14513.0	806.7	924.0	1286.0	1624.0	439.4
2008	515.0	240.0	763.0	1611.0	16848.0	688.3	953.0	1475.0	1660.0	511.3
2009	454.0	240.0	863.0	1209.0	18109.0	1022.1	992.0	1043.0	1279.0	294.8
2010	440.0	240.0	1249.0	1406.0	19267.0	912.9	1014.0	642.0	1199.0	377.2
年平均	379.5	187.1	1105.0	1237.6	12436.2	893.2	866.7	880.8	1503.0	313.3

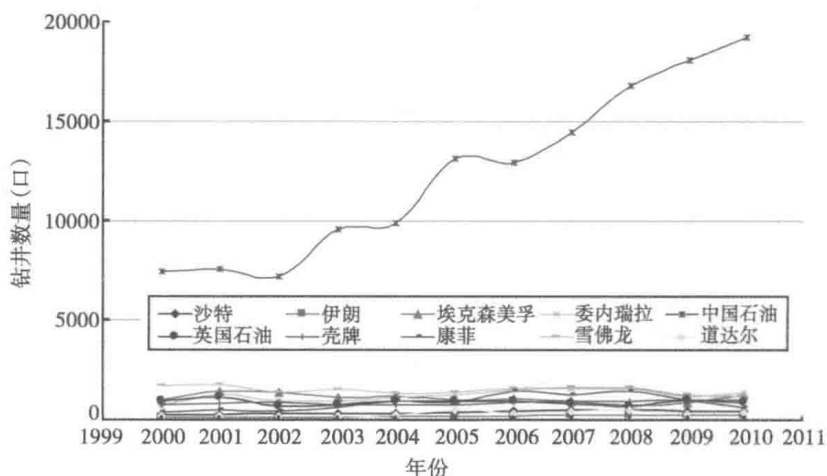


图 1-1 2000—2010 年世界排名前 10 位国际大石油公司钻井数量变化趋势

目前国内石油行业上游市场主要是中国石油、中国石化、中国海油和延长石油 4 家公司。根据公司年报数据和年鉴数据, 2000—2010 年中国国内主要石油公司钻井数量如表 1-2 所示, 变化趋势如图 1-2 所示。表中钻井数量数据为净值, 即指扣除其他方权益后的数值。

表 1-2 2000—2010 年中国国内主要石油公司钻井数量情况

单位: 口

年份	合计		中国石油		中国石化		中国海油		延长石油	
	数量	比例 (%)	数量	比例 (%)	数量	比例 (%)	数量	比例 (%)	数量	比例 (%)
2000	10737	100.00	7486	69.72	2297	21.39	103	0.96	851	7.93
2001	11864	100.00	7611	64.15	2649	22.33	132	1.11	1472	12.41
2002	12105	100.00	7232	59.75	2692	22.24	124	1.02	2057	16.99
2003	14569	100.00	9647	66.22	2430	16.68	130	0.89	2362	16.21
2004	17796	100.00	9950	55.91	2955	16.61	154	0.86	4737	26.62
2005	20383	100.00	13139	64.46	2893	14.19	175	0.86	4176	20.49
2006	25246	100.00	12996	51.48	3144	12.45	158	0.63	8948	35.44
2007	32653	100.00	14513	44.45	3533	10.82	183	0.56	14424	44.17
2008	27951	100.00	16848	60.28	3705	13.26	195	0.70	7203	25.77
2009	31182	100.00	18109	58.08	3679	11.80	373	1.20	9021	28.93
2010	33417	100.00	19267	57.66	3940	11.79	418	1.25	9792	29.30
年平均	21627	100.00	12436	57.50	3083	14.26	195	0.90	5913	27.34

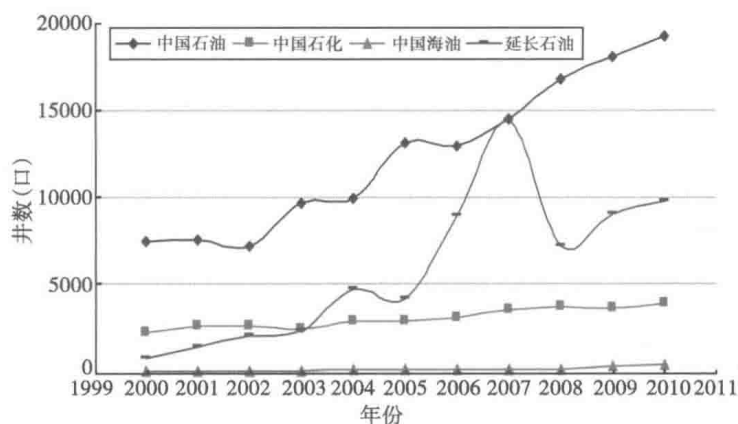


图 1-2 2000—2010 年中国国内主要石油公司钻井数量变化趋势

(3) 钻井工程是石油天然气勘探开发项目中投资最大的工程。钻井工程投资一般占石油天然气勘探开发项目总投资的 60%~70%, 钻井工程造价的高低决定了石油天然气勘探开发项目投资的高低。

### 1.2.2 钻井工程在石油工业中的重要地位

钻井工程是石油工业中的一个基础性、关键性、控制性工程, 相当于航天工业中

的火箭工程。如果没有火箭发射各种设备仪器甚至人员到太空，就不可能有人造卫星和航天员的太空行走，更不可能有今天人人使用的手机和电视。同样，如果没有钻井深入地下数百米至数千米处发现并采出石油天然气，就不可能有汽油、柴油和各种化工产品，更不可能有家家用的天然气和各种日用品。上天靠火箭，入地靠钻井。没有钻井就没有现代石油工业，就没有现代生活。

### 1.3 钻井工程主要特点

钻井工程与一般地面建设工程有很大不同，主要有以下 6 个特点。

(1) 施工对象隐蔽性。钻井工程施工对象在地下，施工范围是直径几十厘米到十几厘米、深度数百米到数千米的圆柱形井筒，看不见，摸不着，是一个完全隐蔽性工程。

(2) 施工手段集成性。钻井工程以大型设备和高精密仪器为主要施工手段，必须是成套的钻井设备、固井设备、测井设备，每一套都是数百万元至数千万元，甚至于上亿元。

(3) 专业技术密集性。施工队伍人员一般以设备为前提设置，钻井队按钻机型号编制队号，如 ZJ50 钻井队、ZJ70 钻井队等；测井队按测井仪器系列编制队号，分为 CSU 测井队、3700 测井队、5700 测井队、EXCELL2000 测井队等。每一套设备的操作和使用都需要很强的专业知识和专业技能，各专业之间不能互相替换，需要共同完成一口井建设。

(4) 生产组织连续性。石油天然气井一旦开钻后，施工过程一般不能中断，必须每天 24h 连续施工，各工种之间配合必须按程序连续作业，如钻井队打完进尺后，必须马上由测井队进行裸眼测井，测井完成后，必须由固井队紧接着下套管固井。

(5) 工程投资大额性。钻井工程投资额度大，每口井的投资一般都在数百万元至数千万元，有些井的投资在亿元以上。2000—2009 年美国陆地钻井平均单井价格为 400~2800 万元，中国石油国内平均单井价格为 280~600 万元。

(6) 风险因素多样性。钻井工程涉及地质风险、环境风险、技术风险、经济风险、政治风险等各种各样的风险。

地质风险：主要指地下情况复杂而对钻井工程造成的影响，如设计地层厚度与实际钻遇地层厚度的变化很大、设计地层压力与实际地层压力差异大等；根据美国《石油基础数据手册》(Basic Petroleum Data Book) 资料分析，由于地下地质条件复杂，1987—2003 年美国干井率为 32.3% 到 12.1%，平均每年为 22.5%，美国平均每年约有 42 亿美元投资花费在干井上，无法回收。

环境风险：一方面指自然环境影响，因为石油天然气钻井常常是在无人区的野外

露天施工,暴风雨、暴风雪、洪水等恶劣天气都会影响施工,以及环保要求导致钻井工程造价发生变化;另一方面指社会关系协调量大,租用土地、开通道路、供水等都需要同当地政府和群众打交道,某个环节出了问题,都会直接影响到施工,甚至可能造成停工,发生额外费用。

**技术风险:** 主要指由于设计、施工操作和测量的不完善,可能导致工程报废,甚至发生井喷、火灾等恶性事故。据近年统计分析,处理复杂情况和钻井事故的时间约占钻井施工总时间的6%~8%。一个拥有上百台钻机的油田,一年之中就相当于有6~8台钻机全年都在处理复杂情况和事故。

**经济风险:** 主要指市场价格变化对钻井工程造价的影响,如油料、化工材料、工具等价格变化对工程成本的影响。

**政治风险:** 主要指考虑油气资源是战略资源,政治经济政策的变化甚至政府的更替都会对工程产生直接影响。

## 1.4 钻井工程基本方法

钻井方法的历史变革归结为4种方式:人工掘井、人工冲击钻井、机械顿钻(绳索冲击钻)钻井、旋转钻井。目前石油天然气钻井方法有顿钻钻井和旋转钻井两大类,旋转钻井又分为转盘旋转钻井、井下动力旋转钻井、顶部驱动钻井3种方法。旋转钻井是从机械顿钻钻井演变而来的,但旋转钻井比顿钻钻井优点多,已被世界各国广泛应用。

### 1.4.1 顿钻钻井

顿钻钻井也叫冲击钻井,它是通过地面提升设备将钢丝绳拉起,使钻头提离井底,再向下冲击,岩石随之破碎;再不断地向井内注水,将岩屑和泥混成泥浆;再下入捞砂筒捞出岩屑,使井眼不断加深,如图1-3所示。

顿钻钻井是一种古老的钻井方法,功率小,速度慢,只适用于几十到几百米的浅井。这种钻井方法虽然早被淘汰,但在某些地区埋藏浅的油层,用顿钻钻井,成本很低;如果用旋转钻机,钻井成本就会大幅度上升。

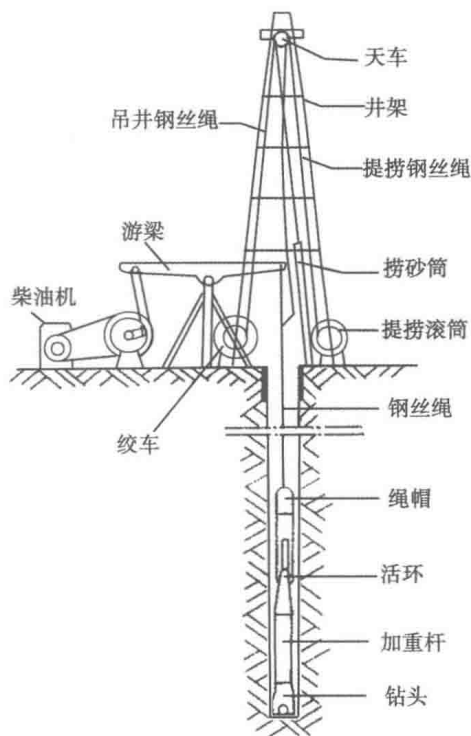


图 1-3 顿钻钻井示意图

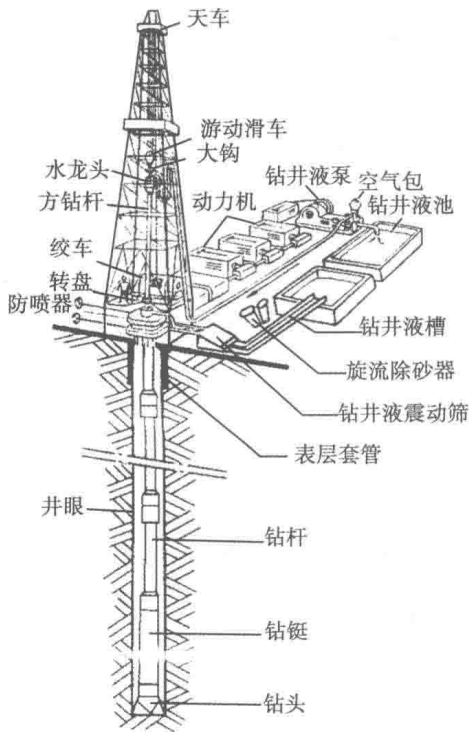


图 1-4 转盘旋转钻井示意图

### 1.4.2 转盘旋转钻井

转盘旋转钻井是通过地面一套设备，即钻机、井架和一套提升、旋转系统，将井下钻具提起、下放、转动，使钻具带动钻头旋转，不断破碎岩石；破碎了的岩屑被泵入井内的钻井液沿着循环系统带到地面；钻头磨损以后，将钻具起出来换上新的钻头，再重新下钻钻进，使井眼不断加深，如图 1-4 所示。

### 1.4.3 井下动力旋转钻井

井下动力旋转钻井就是在钻头上接上井下动力钻具，以钻井液循环作动力，通过井下动力钻具的转子旋转带动钻头破碎岩石，使井眼不断加深。井下动力钻具包括涡轮钻具和螺杆钻具，这类钻具转速高，配合使用金刚石钻头后，大大提高了钻井速度。这种钻井方法特别适用于钻定向井、丛式井和水平井。

### 1.4.4 顶部驱动钻井

顶部驱动钻井是通过安装在水龙头上的顶部驱动装置（TDS），从井架空间上部直接旋转钻柱，并沿井架内专用导轨向下移动，完成钻柱旋转钻进。顶部驱动钻井不仅比转盘旋转钻井具有更大的功率，而且可以节省接单根时间，提高钻井效率。同时，顶部驱动钻井还可以进行倒划眼操作，解除在起下钻过程中出现的卡钻等复杂情况，从而大大缩短了钻井周期，使得这种钻井方法在近些年得到了较快发展。

## 1.5 现代油气钻井技术发展简介

综合分析，现代油气钻井技术发展大体上分为 5 个阶段（表 1-3）。

表 1-3 现代油气钻井技术发展阶段

序号	时间节点	技术发展阶段	主要技术特征
1	1859—1900 年	顿钻钻井	1859 年，德拉克（E. H. Drake）上校在美国宾夕法尼亚州的石油湾采用绳索冲击钻方法钻出第一口具有商业开采价值的油井（井深 21.64m）。普遍认为这是现代石油工业的开始

续表

序号	时间节点	技术发展阶段	主要技术特征
2	1901—1948年	旋转钻井	1901年,采用钻头加压旋转、以机械破岩方式为主的旋转钻井方式问世。1901—1920年为旋转钻井概念时期,将钻进与洗井结合在一起,开始使用牙轮钻头和注水泥固井技术。1921—1948年为旋转钻井发展时期,牙轮钻头、固井工艺及钻井液技术进一步发展,同时出现大功率钻井设备
3	1949—1969年	科学化钻井	钻柱力学与井斜控制技术、喷射钻井技术、无固相不分散钻井液及固控技术、钻井参数优选、地层压力检测和井控技术及平衡钻井技术等得到迅速发展
4	1970—1999年	自动化钻井	工具方面开发出PDC钻头和螺杆钻具,使得井下动力钻井比重逐步上升,转盘旋转钻井比重逐步下降;测量技术方面引入计算机技术,1979年开发出无线随钻测量系统(MWD),1989年开发出无线随钻测井系统(LWD);装备方面开发了用于深井超深井的自动垂直钻井系统(VDS)和顶部驱动装置。这些高新技术的开发极大地提升了钻井水平。20世纪70年代突破定向井,80年代突破水平井,90年代突破深井、大位移井、多分支井和小井眼。1992年在俄罗斯科拉半岛钻成世界最深井CY-3井(12200m);1999年BP公司在英国Wytch Farm油田钻成水平位移达10728m的1M-16SPZ井
5	2000年以后	智能钻井和完井	斯伦贝谢公司研制出测传马达和遥控可变径稳定器,开发出自动旋转导向钻井系统,传感器距钻头仅2m左右,解决了薄油层精确测量问题。贝克休斯公司2001年初采用自动跟踪旋转闭环钻井系统,在15个国家钻井486口、进尺 $71 \times 10^4$ m,节省 $3 \times 10^8$ 美元。大位移井技术、欠平衡钻完井技术、多分支井完井技术、完井投产和增产措施等突飞猛进。斯伦贝谢公司与多家大学合作,研究最大限度提高多分支水平井产量的完井方法,完井从钻井工程的最后一道工序逐渐分离成一个独立的完井工程。1999年哈里伯顿公司组织一批技术专家完成《Petroleum Well Construction—Drilling & Well Completion》(《石油建井工程——钻井和完井》)一书

## 1.6 石油天然气井分类

石油天然气井分类形式很多,分类的标准也有所不同。石油天然气井的类型不仅体现了钻井的目的,而且是加强钻井工程管理和施工的重要依据。因为探井和开发井、直井和定向井的钻探工艺要求不同,考核的项目不同,各项技术经济指标的水平也不同,风险程度也不同,所以对石油天然气井进行分类是非常必要的。

根据中国石油天然气股份有限公司统计核算研究组编制并于 2004 年出版的《统计核算指标解释》，石油天然气井的 4 种分类如图 1-5 所示。

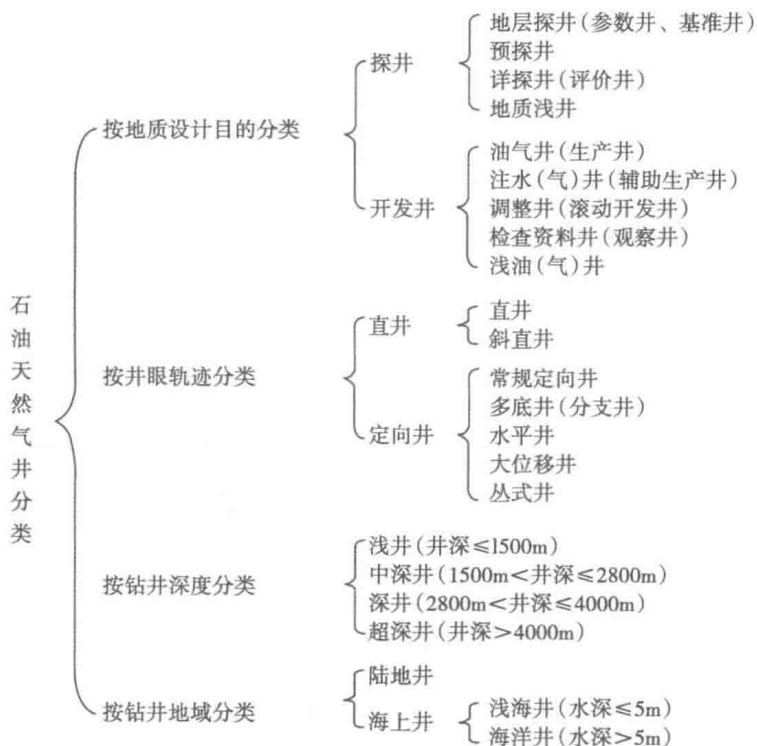


图 1-5 石油天然气井分类

### 1.6.1 按设计目的分类

按照地质设计目的分为探井和开发井两大类。

#### 1.6.1.1 探井

探井指为查明地层及油气藏情况所钻的井，包括地层探井、预探井、详探井和地质浅井等。

(1) 地层探井（也有称区域探井，国外一般称野猫井，又称参数井或基准井）。指以了解构造的地层年代、岩性、厚度、生储盖层组合等，并以为地球物理解释提供各种参数为目的所钻的探井。

(2) 预探井。指在地震详查和地质综合研究后所确定的有利圈闭上，以发现油气藏为目的所钻的探井，以及在已知的油气田上，以发现未知的新油气藏为目的所钻的探井。

(3) 详探井（又称评价井）。指在已发现油气的圈闭上，以探明含油气面积和储量，了解油气层结构和以建产能为目的所钻的探井。

(4) 地质浅井 (又称剖面探井、制图井或构造井)。指为配合地面、地质和地球物理勘探工作,以了解区域地质构造、地层剖面和局部构造为目的所钻的探井。

### 1.6.1.2 开发井

开发井指为开发油气田、补充地下能量及研究已开发地下情况的变化所钻的井,包括油气井、注水 (气) 井、调整井、检查资料井及浅油 (气) 井等。

(1) 油气井 (又称生产井)。指为开发油气田,用大中型钻机所钻的采油井、采气井,包括生产井、基础井、生产探边井、生产评价井、扩边井、控制井、完善井、加密井、更新井、挖潜井、基础准备井等。

(2) 注水 (气) 井 (又称辅助生产井)。指为合理开发油气田,有计划有目的地给地层补充能量所钻的用于注水、注气和开采稠油的注入井。

(3) 调整井 (又称滚动开发井)。指在油田开采过程中,为提高采收率而在老油田上按新井网所钻的井。

(4) 检查资料井 (又称观察井)。指在已开发的油气田内,为了解、研究开发过程中地下情况变化所钻的井。

(5) 浅油 (气) 井。指为开发浅油气层,一般用轻便钻机所钻的 500m 以内的采油井、采气井。

## 1.6.2 按井眼轨迹分类

按照井眼轨迹轴线方向分为直井和定向井两大类。

### 1.6.2.1 直井

(1) 直井。指井眼轴线大体沿铅垂方向,其井斜角、井底水平位移和全角变化率均在要求范围内的井 (图 1-6)。

(2) 斜直井。指根据设计井斜角和方位角的要求,从地面一开始就钻出一条斜直井眼轨迹的井 (图 1-7)。

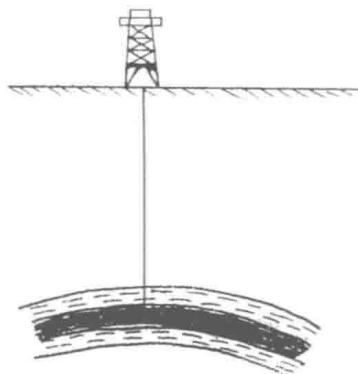


图 1-6 直井

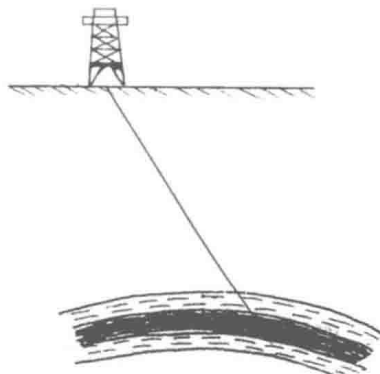


图 1-7 斜直井



### 1.6.2.2 定向井

定向井指采用特殊的钻井工艺，按设计的井斜角和方位角钻达目标点的井。特点是井眼轨迹为倾斜状。定向井又分为常规定向井、多底井（分支井）、水平井、大位移井和丛式井。

(1) 常规定向井。按设计给定的井斜角和方位角，井眼轴线在某一个给定平面内变化（图 1-8）。

(2) 多底井（又称分支井）。采用特殊的钻井工艺，在一个井筒内按设计要求向不同的方向和距离钻两个以上的井眼。特点是下部有多个井底（眼），并呈放射状向不同方向展开，地面只有一个井口（图 1-9）。

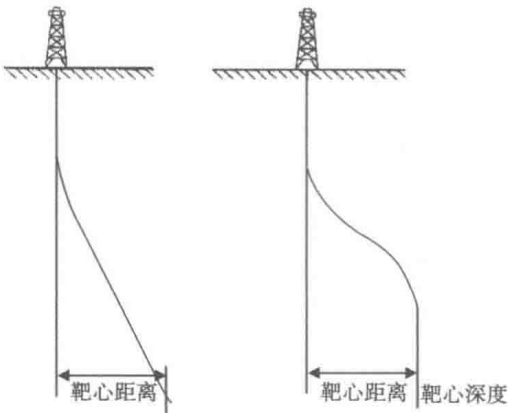


图 1-8 常规定向井  
a—直接造斜；b—S 型弯曲

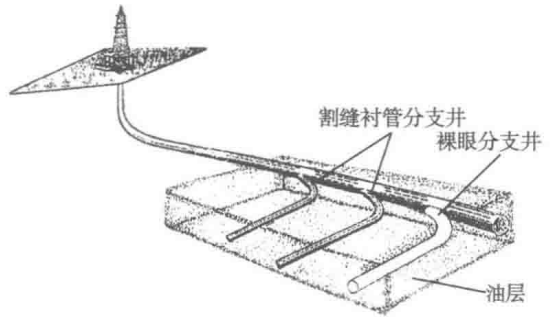


图 1-9 多底井（分支井）

(3) 水平井。井斜角不小于  $86^\circ$ ，达到水平段以后，井眼在目的层中继续延伸一定长度的定向井（图 1-10）。

(4) 大位移井。通常是指井的水平位移与井的垂深之比（ $HD/TVD$ ）不小于 2 的定向井（图 1-11）。

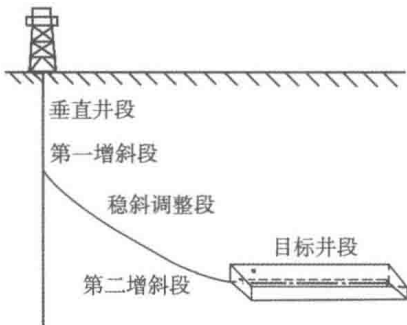


图 1-10 水平井

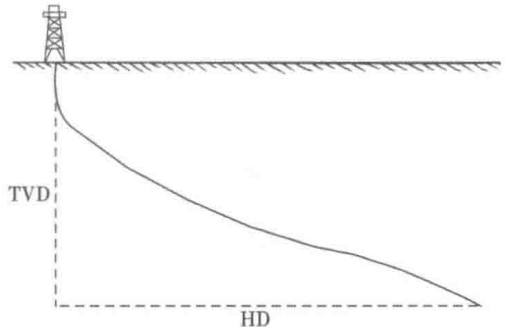


图 1-11 大位移井