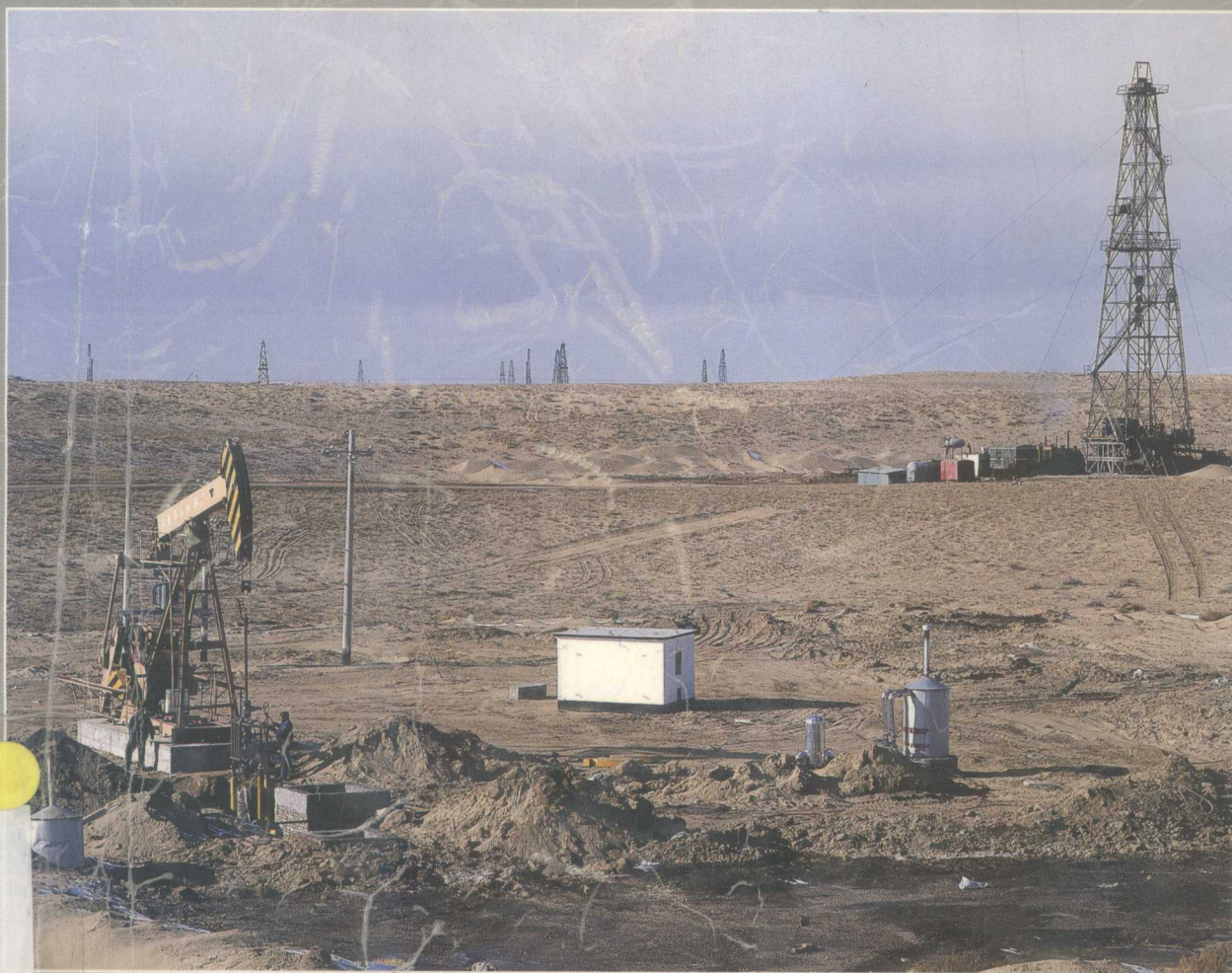


中等专业学校教学用书

钻井概论

高登林 伍成林 主编



石油工业出版社

登录号
分类号
种次号

228904

TE2-43
002

本书为石油工程专业学校教学用书
林群等主编 石油工业出版社 1997年9月第1版 160页 32开 1.50元

钻 采 概 论

高登林 伍成林 主编



I. 钻...
II. ①高...
III. ①石油工业出版社 ②教材 ③石油开采—专业学校—教材
IV. TE2

中国版本图书馆CIP数据核字 (97) 第15709号

石油工业出版社



石油大学 0225695

石 油 工 业 出 版 社

2008SS

号类登

号类代

号类特

内 容 提 要

本书概括讲述了石油钻井、石油开采的基本工艺原理、所用设备结构和工作原理、基本操作方法和程序，可作为中等专业学校石油地质、石油矿场机械等非钻采专业的必修教材。

钻 采 学

编 主 林 高 伍 林 登 高

图书在版编目 (CIP) 数据

钻采概论/高登林, 伍成林主编.
北京: 石油工业出版社, 1997.9
中等专业学校教学用书

ISBN 7-5021-2048-3

I. 钻…

II. ①高…②伍…

III. ①油气钻井-专业学校-教材②石油开采-专业学校-材料

IV. TE2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 12706 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 11½ 印张 285 千字 印 1-2000

1997 年 9 月北京第 1 版 1997 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2048-3/TE·1724 (课)

定价: 14.00 元

前言

(1) 《钻采概论》是根据中国石油天然气总公司人教局 1994 年 9 月在大庆石油学校召开的钻井、采油、地质专业教学工作会议上通过的石油中等专业学校《钻采概论教学大纲》编写的,本教材分上、下篇共十三章,教学总时数为 92 学时。

(4) 参加本书编写的有:长庆石油学校高登林(绪论、第四、六、七、八章)、潘文启(第五章)、中原石油学校赵转玲(第一、二、三章),大港石油学校伍成林(第九、十章)、赵洪星(第十一章)、苏春涛(第十二章)、韩宝金(第十三章)。全书由高登林、伍成林主编,中原石油学校高级讲师李友祯、长庆石油学校高级讲师邹根宝主审。

(8) 本书在编写过程中受到了长庆石油学校和大港石油学校的领导及有关科室的大力支持和帮助,在此深表感谢。

(11) 由于编者水平有限,书中难免有不少缺点和错误,敬请读者批评指正。

(15) 长庆石油学校 章二第

(17) 长庆石油学校 章一第

(19) 长庆石油学校 编者

(21) 1996 年 10 月

(23) 长庆石油学校 章三第

(25) 长庆石油学校 章一第

(27) 长庆石油学校 章二第

(29) 长庆石油学校 章三第

(31) 长庆石油学校

(33) 长庆石油学校 章四第

(35) 长庆石油学校 章一第

(37) 长庆石油学校 章二第

(39) 长庆石油学校 章三第

(41) 长庆石油学校 章四第

(43) 长庆石油学校

(45) 长庆石油学校 章五第

(47) 长庆石油学校 章一第

(49) 长庆石油学校 章二第

(51) 长庆石油学校 章三第

(53) 长庆石油学校 章四第

(55) 长庆石油学校

目 录

绪论	(1)
----	-----

上篇 石油钻井

第一章 钻井设备	(4)
----------	-----

第一节 概述	(4)
第二节 钻机的提升系统	(6)
第三节 钻机的旋转系统	(8)
第四节 钻机的循环系统	(9)
复习题	(11)

第二章 岩石与钻头	(12)
-----------	------

第一节 岩石	(12)
第二节 钻头	(15)
复习题	(27)

第三章 钻柱	(28)
--------	------

第一节 钻柱的结构	(28)
第二节 钻柱的受力	(35)
第三节 钻柱的疲劳破坏	(37)
复习题	(38)

第四章 钻井液	(39)
---------	------

第一节 概述	(39)
第二节 钻井液的主要性能	(41)
第三节 钻井液的维护和处理	(44)
第四节 钻井液的固相控制	(45)
复习题	(47)

第五章 钻井技术	(48)
----------	------

第一节 影响机械钻速的因素及其规律	(48)
第二节 喷射钻井	(50)
第三节 井斜及其控制	(57)
第四节 定向钻井	(62)
复习题	(72)

第六章 取心钻井	(73)
第一节 取心工具的组成	(73)
第二节 取心工具的类型	(76)
第三节 取心工艺	(79)
复习题	(80)
第七章 油气井压力控制	(81)
第一节 地层各种压力及压力异常	(81)
第二节 溢流和井控	(83)
第三节 压井方法	(87)
复习题	(89)
第八章 固井与完井	(91)
第一节 井身结构	(91)
第二节 套管及套管柱	(93)
第三节 油井水泥与水泥浆	(97)
第四节 注水泥	(99)
第五节 完井	(102)
复习题	(104)

下篇 石油开采

第九章 试油	(106)
第一节 中途测试试油工艺	(106)
第二节 单层试油工艺	(107)
第三节 分层试油工艺	(110)
第四节 试油资料的录取及应用	(113)
复习题	(115)
第十章 采油方法	(116)
第一节 自喷采油	(116)
第二节 机械采油	(123)
第三节 矿场油气集输流程概况	(135)
复习题	(136)
第十一章 注水	(138)
第一节 水源、水处理及注水系统	(138)
第二节 注水井的投注与分层开采	(140)
第三节 注水井的分析与管理	(142)

第四节	恢复油层吸水能力及调整吸水剖面的方法	(143)
第五节	三次采油简介	(144)
复习题		(146)
第十二章	增产增注措施	(148)
第一节	油层水力压裂	(148)
第二节	酸化	(155)
第三节	防砂与堵水	(158)
复习题		(161)
第十三章	修井	(163)
第一节	修井的设备和工具	(163)
第二节	油井小修	(169)
第三节	油井大修	(171)
复习题		(177)
参考文献		(178)

附录

(100)	附录一	第一章
(101)	附录二	第二章
(102)	附录三	第三章
(103)	附录四	第四章
(104)	附录五	第五章
(105)	附录六	第六章
(106)	附录七	第七章
(107)	附录八	第八章
(108)	附录九	第九章
(109)	附录十	第十章
(110)	附录十一	第十一章
(111)	附录十二	第十二章
(112)	附录十三	第十三章
(113)	附录十四	第十四章
(114)	附录十五	第十五章
(115)	附录十六	第十六章
(116)	附录十七	第十七章
(117)	附录十八	第十八章
(118)	附录十九	第十九章
(119)	附录二十	第二十章
(120)	附录二十一	第二十一章
(121)	附录二十二	第二十二章
(122)	附录二十三	第二十三章
(123)	附录二十四	第二十四章
(124)	附录二十五	第二十五章
(125)	附录二十六	第二十六章
(126)	附录二十七	第二十七章
(127)	附录二十八	第二十八章
(128)	附录二十九	第二十九章
(129)	附录三十	第三十章
(130)	附录三十一	第三十一章
(131)	附录三十二	第三十二章
(132)	附录三十三	第三十三章
(133)	附录三十四	第三十四章
(134)	附录三十五	第三十五章
(135)	附录三十六	第三十六章
(136)	附录三十七	第三十七章
(137)	附录三十八	第三十八章
(138)	附录三十九	第三十九章
(139)	附录四十	第四十章
(140)	附录四十一	第四十一章
(141)	附录四十二	第四十二章
(142)	附录四十三	第四十三章
(143)	附录四十四	第四十四章
(144)	附录四十五	第四十五章
(145)	附录四十六	第四十六章
(146)	附录四十七	第四十七章
(147)	附录四十八	第四十八章
(148)	附录四十九	第四十九章
(149)	附录五十	第五十章
(150)	附录五十一	第五十一章
(151)	附录五十二	第五十二章
(152)	附录五十三	第五十三章
(153)	附录五十四	第五十四章
(154)	附录五十五	第五十五章
(155)	附录五十六	第五十六章
(156)	附录五十七	第五十七章
(157)	附录五十八	第五十八章
(158)	附录五十九	第五十九章
(159)	附录六十	第六十章
(160)	附录六十一	第六十一章
(161)	附录六十二	第六十二章
(162)	附录六十三	第六十三章
(163)	附录六十四	第六十四章
(164)	附录六十五	第六十五章
(165)	附录六十六	第六十六章
(166)	附录六十七	第六十七章
(167)	附录六十八	第六十八章
(168)	附录六十九	第六十九章
(169)	附录七十	第七十章
(170)	附录七十一	第七十一章
(171)	附录七十二	第七十二章
(172)	附录七十三	第七十三章
(173)	附录七十四	第七十四章
(174)	附录七十五	第七十五章
(175)	附录七十六	第七十六章
(176)	附录七十七	第七十七章
(177)	附录七十八	第七十八章
(178)	附录七十九	第七十九章
(179)	附录八十	第八十章
(180)	附录八十一	第八十一章
(181)	附录八十二	第八十二章
(182)	附录八十三	第八十三章
(183)	附录八十四	第八十四章
(184)	附录八十五	第八十五章
(185)	附录八十六	第八十六章
(186)	附录八十七	第八十七章
(187)	附录八十八	第八十八章
(188)	附录八十九	第八十九章
(189)	附录九十	第九十章
(190)	附录九十一	第九十一章
(191)	附录九十二	第九十二章
(192)	附录九十三	第九十三章
(193)	附录九十四	第九十四章
(194)	附录九十五	第九十五章
(195)	附录九十六	第九十六章
(196)	附录九十七	第九十七章
(197)	附录九十八	第九十八章
(198)	附录九十九	第九十九章
(199)	附录一百	第一百章

绪 论

石油和天然气埋藏在地下几百米甚至几千米深的岩石中，是地球赋予人类的宝贵财富。寻找和探明祖国的石油储量，科学地开发石油资源是石油职工的职责。为此，必须了解石油是怎样找到的，又如何从地下采出来的。

一、钻井在石油工业中的地位，钻井方法和钻井过程

1. 钻井在石油工业中的地位

寻找石油及天然气，并把它们从地下开采出来的工作称为石油和天然气勘探和开发。石油及天然气勘探和开发大致可分为地质普查、区域勘探和油、气田开发三个阶段。三个阶段的目的不同，任务也不同，但有一个共同点，都是需要钻井。在地质普查中，要钻一些井，如地质井、基准井、制图井、构造井等。在地质普查之后是区域勘探阶段。此阶段也需钻井，如预探井、详探井、边探井等。通过实地钻探取得地质资料，确定地下有无油气，有无工业价值。

最后一个阶段是油、气田开发阶段。当区域勘探证实某地有一个油、气田，决定进行开发时，更需要钻井。此时，钻井的目的是钻凿一个油、气层中的油、气到地面的通道。井的类型有生产井、注水井、估价井、观察井等。由上述可知，从寻找油、气田到生产出原油和天然气的各个环节，都离不开钻井工作，所以，人们称钻井为石油工业的“龙头”。

2. 钻井方法和钻井过程

(1) 钻井方法 在长期的生产实践中，人们创造了很多破碎岩石加深井眼的方法。从机械破岩观点来看，目前使用较为普遍的是旋转钻井方法。旋转钻井法是使用结构较为复杂的设备（钻机）和工具给钻头施加压力和旋转扭矩，使钻头在不断旋转中利用牙齿或刀刃破碎井底岩石，破碎的岩屑由循环的钻井液及时带到地面，亦即破碎岩石和清洗井底同时进行。转盘钻井即是典型代表。在转盘钻井方法的基础上产生了井底动力钻井，常用的有涡轮钻具、螺杆钻具、电动钻具。井底动力钻井与转盘钻井的不同点在于传递给钻头的旋转扭矩不是由转盘通过钻柱提供的，而是由加在钻头与钻柱间的井下动力设备（如涡轮、螺杆钻具、电动钻具）直接提供的。钻井时钻柱是不旋转的。

随着科学技术的发展，钻井方法也有了新的发展，目前国外正在试验和探索中的钻井方法有熔化法、热膨胀法、化学法等等。

(2) 钻井过程 一口井从准备钻井到完成，一般都要经过以下几道工艺程序。

① 准备工作。又称钻前工作，其主要包括定井位、修公路、平井场、打基础（或摆放活动基础）、搬迁和安装钻井设备、井口准备等。

② 钻进。包括以下三个作业程序：

a. 起下钻。为了更换已磨损了的钻头或其它原因，需要将井内的钻柱起出到地面，这叫起钻；将钻柱下入井内，叫下钻。起下钻时一般不是以单根钻杆或钻铤为单位进行接、卸的，而是以二根或三根钻杆或钻铤为一组，称为立根（或立柱），一根立根长 24~27m 左

右。起出井的钻柱以立根的形式斜靠在井架的支梁上。

b. 钻进。是指钻头在钻压和扭矩的作用下，不断旋转中破碎井底岩石，井眼随之加深的过程。

c. 接单根。钻进中随着井眼不断加深，需给井下钻柱增加长度。每次给井下钻柱增加一根钻杆或钻铤的工作叫接单根。在钻进中，接单根是频繁出现的工作。

③洗井。是钻井液在循环时将井底钻头破碎下的岩屑（又称钻屑）带到地面使井底净化的过程。

④完井。一口井钻达目的层前或后，就该进行完井工作。完井主要包括固井、钻开油气层等。

二、采油在石油工业中的地位、采油基本工艺及工艺过程

1. 采油在石油工业中的地位

我们所说的采油工作包括试油、采油、油层改造（注水、压裂、酸化）、油井维修等与油、气生产直接有关的工艺技术。

在区域勘探中钻了许多探井，找到了含油气的构造，但这些含油气构造有无工业性油、气流，含油、气面积多大，储量多少，油、气层物性如何，油、气层压力多大，有多大产能等等，必须由试油回答这些问题。因此，试油是证实勘探成果的重要工艺技术。同时它为编制合理的油田开发方案和生产井的科学开采提供了重要的依据。

找到了含油、气构造，获得了有工业性价值的油、气田，这还不是我们的最终目的。我们的最终目的是要充分利用埋藏在地下的这些宝贵资源。因此，科学地从地下把油、气开采出来，不断提高采收率，用最低的成本，获取最多的原油和天然气，是石油工业中一个最重要的环节，也是勘探开发大量投资后取得效益的关键阶段。

2. 采油基本工艺及工艺过程

(1) 试油工艺 所谓试油就是利用一套专用的设备和方法，对井下油、气层直接进行测试，取得有关地下油、气层产能、压力、温度等数据资料，以及采集油、气、水样进行物性分析等的工艺技术。试油分为中途测试和完井测试两种。在油、气勘探和开发中，应用最多的是完井试油。完井试油的工艺程序一般为：通井—洗井与压井—射孔—诱喷—放喷—关井测试。其中诱喷是试油中的一个最重要的环节。

(2) 采油工艺 所谓采油工艺技术，通俗地讲，就是把地下的石油和天然气取到地面上来的工艺技术。由于油、气采出井的方法不同，可分为自喷采油和机械采油。

(3) 油气层改造及油井维修 在采油过程中，为了保持油层压力稳定，从而延长采油期，提高采收率，要用高压注水泵将经过水质处理的水注入油层，这个工艺技术叫注水。注水井与采油井是按一定比例布置在含油区块上。

为了提高油、气层的渗透率，常常采用如压裂、酸化等油层改造措施。压裂是用压裂车等设备将混有压裂砂的压裂液泵入井内并替入地层，使油、气层的孔隙和缝隙增大、延伸，甚至产生新的裂缝。酸化是将特制的酸液泵入井内，用酸液溶解堵塞在油、气层孔隙中的污染物，恢复油、气层的孔隙度和渗透率。

油、气井开采到一定程度，油层会出现水，油、气层底水甚至会淹没油、气层，造成不出油。油、气井生产中常常会出现一些故障，如泵工作失效，油管蜡堵或结垢、井口工具落井、抽油杆折断、套管因腐蚀而断裂等。为了维持正常生产，必须及时排除上述故障或事故，这就需要对油井维修，简称修井。修井分油气井小修和油气井大修。

采出来的原油要输送到原油加工厂——炼油厂或石油化工厂。少量原油是罐车运输（卡车或火车罐车），大量的是采用管道输送。管道输送时原油的流程是：

单井出油管线—计量站—接转站—集中处理站—外输管线—原油加工厂。

在原油的集输过程中，还须加热和加压，加热加压是由泵站承担，所以在长距离输送原油时，中间要建立若干个泵站。

三、本课程在教学和学习中应注意的问题

《钻采概论》是一门实践性很强的专业课程，因此，学习中应力求理论联系实际，注重现场参观和实物教学，从基本工艺过程入手，弄清基本工艺原理、所用设备结构和工作原理、基本操作方法和程序，从而掌握基本工艺技术。同时，注意各个工艺过程之间的内在联系，使所学的知识有机地联系成一个整体。

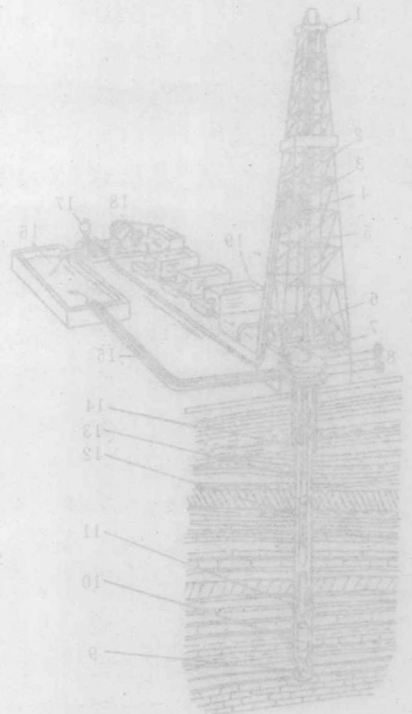


图 1-1 图

- 1—天车；2—游车；3—水龙头；4—钻杆；5—钻铤；6—钻头；7—转盘；8—井架；9—井口；10—套管；11—油管；12—抽油杆；13—采油树；14—分离器；15—计量站。

上篇 石油钻井

第一章 钻井设备

第一节 概述

钻井设备是一套为钻井工程服务的综合性联合工作机组，统称钻机。它由动力机、传动设备和工作机三大部分组成。为满足钻井工艺的需要，钻机必须具有以下能力：

- ①具有旋转钻进的能力，能够带动钻头旋转破碎岩石。
- ②具有起下钻具、悬持钻柱和调节钻压的能力。
- ③具有循环钻井液进行洗井的能力。
- ④具有复杂、多样的传动机构。
- ⑤具有较高的可靠性和适应性。
- ⑥具有高度的运移性，易于拆、装，适应工作地点频繁的更换。

一、钻机的组成

根据钻井工艺中钻进、洗井、起下钻柱等各工序以及处理钻井事故等的需要，一套钻机应具有七个基本系统，如图 1-1 所示。

①提升系统。其主要功用是起下钻柱、套管，控制钻压；主要设备有天车、游动滑车、大钩、绞车和井架。

②旋转系统。其主要功用是给钻柱提供扭矩，驱动钻柱旋转；主要设备有转盘、水龙头。

③循环系统。其主要功用是给钻井液提供能量，使其循环洗井。主要设备包括钻井泵、地面高压管汇，立管、水龙带、水龙头、以及钻井液净化设备如振动筛、除砂器等。

④动力与传动系统。其主要功用是提供动力，传递和分配功率，目前钻井设备中配备的动力设备主要是大功率柴油机，其次是电动机。在海洋石油钻井中用的动力多为柴油机—电动机组合。传动设备主要有

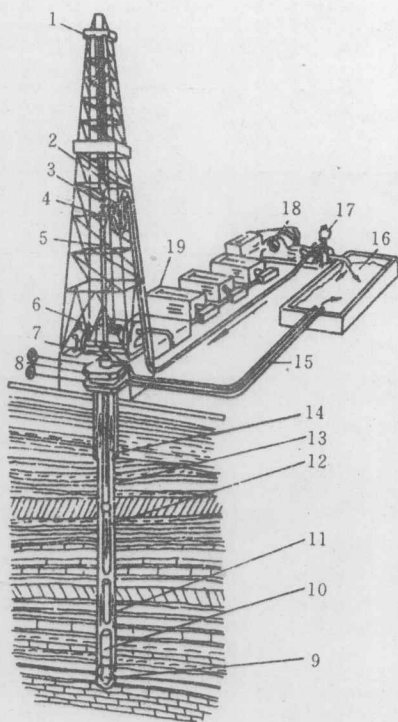


图 1-1 旋转钻机工作示意图

- 1—天车；2—游动滑车；3—大钩；4—水龙头；
5—方钻杆；6—绞车；7—转盘；8—防喷器；
9—钻头；10—钻铤；11—钻井液；12—钻杆；
13—井眼；14—表层套管；15—泥浆槽；16—泥
浆池；17—空气包；18—钻井泵；19—动力机

减速箱、变速箱、变矩器、皮带及链条传动机构。

⑤控制系统。其主要功用是控制各工作机起、停和变速。目前广泛应用的是气控

制；主要设备有空气压缩机、气囊离合器、气控阀等。

⑥井控系统。其用于控制井内压力，防止井喷；主要设备有防喷器、节流与压井管汇、液压控制操作台等。

⑦钻井仪表。其用于显示和记录钻井技术参数，帮助操作人员判断井下情况；常用的有指重表、泵压表、转盘扭矩表等。

此外，一套完整的钻井设备还有钻机底座，以及供水、供电、供暖等辅助设备。

二、钻机的分类

目前使用最广泛的是旋转钻机，又称转盘钻机。随着自动化技术的发展，又研制出了螺杆钻机、全液压自动化钻机等。

应用最广泛的旋转钻机按其钻探深度可分为大型钻机和轻便钻机两大类。

1. 大型钻机

此类钻机使用 $\phi 89 \sim 140\text{mm}$ (即 $3 \frac{1}{2}'' \sim 5 \frac{1}{2}''$) 钻杆，井径在 $160 \sim 400\text{mm}$ 范围内，井深可达数千米。

我国将大型钻机分为六个级别如表 1-1 所列。

表 1-1 钻机的分级

级别	名义钻深范围, m (使用 5" 钻杆)	最大钩载 kN (t)	最大钻柱重量 kN (t)
15	900~1500	900 (90)	490 (50)
20	1300~2000	1350 (135)	686 (70)
32	1900~3200	2250 (225)	1128 (115)
45	3000~4500	3150 (315)	1569 (160)
60	4000~6000	4500 (450)	2157 (220)
80	5000~8000	5850 (585)	2746 (280)

大型钻机是油田普遍使用的钻机，用于钻探井、生产井、注水井等。本章所介绍的均以大型钻机为例。

2. 轻便钻机

这类钻机大多为车装钻机，使用 $\phi 60 \sim 89\text{mm}$ ($2 \frac{3}{8}'' \sim 3 \frac{1}{2}''$) 钻杆，井径不大于 150mm ，最大钩载在 300kN 以下，钻井深度在几米到千余米。这类钻机多用于地质勘探、水文等方面。

三、井场布局

井场是在陆地钻井时为了便于钻井施工，在井口周围平整出来的一块平地，其面积根据钻机的大小而定。当一口井的井位确定后，必须根据所定井位的地形条件平出井场，布置好井场以便进行钻井工作。

1. 井场布局的原则

①井口要位于井场较高的位置，以便于排水，井架基墩不得放在填方处。
②井架大门方向应考虑司钻工作的方便，尽量不要正对南、北方向，以免阳光直射司钻的眼睛，影响安全操作。

- ③选择较高的有利地势安装油罐、水罐及钻井液储备罐。
- ④所有临时房屋如值班房、材料房等都应按其性质摆放在适当位置。
- ⑤钻井液循环槽、沉砂池、泥浆池（或循环罐）的摆放应考虑便于清除岩屑及钻井液净化工作。

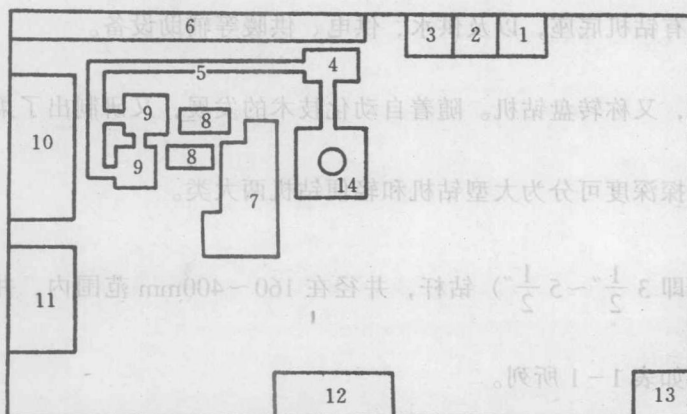


图 1-2 钻井井场布局示意图

- 1—材料房；2—值班房；3—地质房；4—振动筛；5—泥浆槽；
6—岩屑坑；7—动力机组；8—钻井泵；9—钻井泵上水池；
10—钻井液储存罐；11—水罐；12—油罐；13—发电房；14—钻台

给出井场布局的示意图。在海洋石油钻井中，则由钻井平台替代井场。

⑥井场供水管线的安装应满足固井时的需要。供电供暖应按要求安装齐全。

⑦少占耕地，减少环境污染。

2. 井场布局

井场用于安装钻井设备，存放钻具和套管，放置油、水罐和材料房，以及值班房、发电房等，同时需满足搬家、安装和固井作业等所需大批车辆的进出、摆放，因此必须合理安排，合理布局，做到即满足钻井各工序之需要，又少占耕地。不同级别的钻机，其井场面积大小有差异，而井场布局大同小异。图 1-2

第二节 钻机的提升系统

钻进中需将钻头送至井底，并带动其旋转；随井眼的加深还需不断地接钻杆；为了更换钻头，还需将井内钻柱起出来，而井内钻柱长达数千米，其重量已达几百千牛到数千千牛。因此钻机必需具备一个提升系统。

钻机的提升系统类似吊车，是一套起重量较大的起重设备，它由井架、天车、游动滑车、大钩、钢丝绳、绞车等组成，如图 1-1 所示。

一、井架

井架是由管材或角钢组成的一个金属空间桁架结构。高度在 40~53m 范围内，安装在井架底座上。其主要作用是安放天车、悬挂游动滑车、大钩及吊钳等井口专用工具；承受钻井作业时井内管柱的全部重量；在起下钻过程中，用以存放从井内起出的钻柱等。

井架的基本组成包括井架主体、人字架、天车台、二层台、立管平台、工作梯等。

井架按整体结构型式的主要特点可分为三类，即塔形井架、A 形井架和桅形井架。

二、天车和游动滑车

天车和游动滑车是用钢丝绳（现场称为大绳）联系起来组成一个复滑轮系。天车为定滑轮组，游动滑车为动滑轮组。天车、游动滑车、钢丝绳、大钩统称为游动系统。现场常用的游动系统中复滑轮系用 3×4、4×5、5×6 等表示。前一个数字表示游动滑车的滑轮数，后一个数表示天车的滑轮数。大庆 I-130 钻机的复滑轮系为 5×6。

三、大钩

大钩是提升系统的主要设备，又是连接游动系统和水龙头的纽带。其主要功用是：钻进中悬挂水龙头和井内钻柱；固井时承受套管柱重量；起下钻柱时，悬挂吊卡，用以起下钻柱等。

目前国内油田使用的大钩分为两类：一类为单独的大钩；一类为与游动滑车做成一个整体的游车大钩。无论单独大钩还是游车大钩，其结构大致相似，主要包括提环（游车大钩无提环）、钩身、钩杆、安全锁销、轴承等。

四、绞车

绞车是钻机提升系统的主要设备，是组成一部钻机的核心部件，其作用同起重机机械的卷扬机。

1. 绞车的功用

绞车的主要功用有：

- ①提供不同的起升速度以满足起下钻柱、下套管等作业的需要。
- ②悬挂钻柱、送进钻柱、控制钻压。
- ③利用猫头上、卸钻具螺纹，起吊重物。
- ④充当转盘的变速机构或中间传动机构。

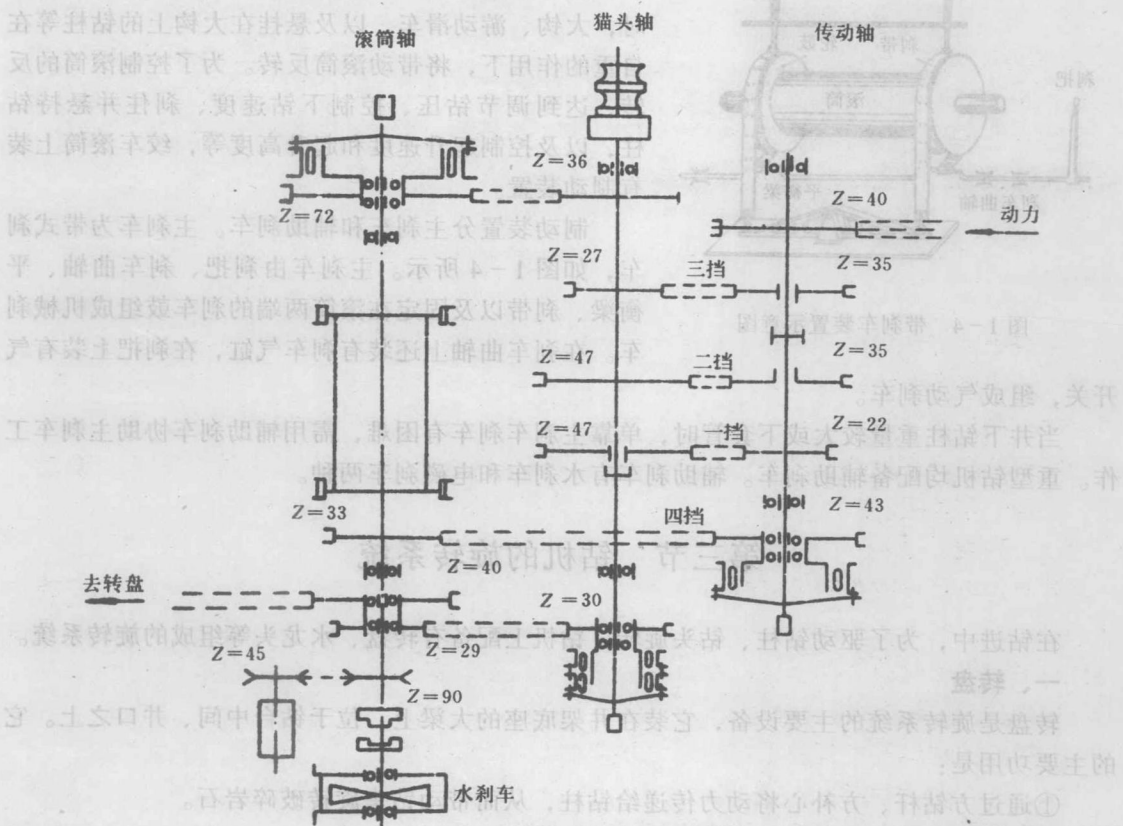


图 1-3 JC₁-14.5 绞车传动示意图

⑤采用整体起升式井架时，用来起放井架。

⑥完成其它辅助作业。

2. 绞车结构

绞车的结构和我们常见到的起重机大致相同，它可分为三部分即传动部分、制动部分和控制部分。以大庆Ⅰ-130钻机所配备的JC₁-14.5型绞车为例，简述如下：

(1) 传动部分 绞车传动部分如图1-3所示，它由三根轴，即传动轴、猫头轴和滚筒轴，以及链条、链轮等组成。动力由三排滚子链条传递给传动轴端的链轮（ $Z=40$ ），带动传动轴旋转，传动轴分别通过三根链条带动猫头轴旋转。即它有三个正挡，根据作业需要，通过离合器可任选其中一个挡。动力通过猫头轴传递给滚筒轴则由链轮齿数36与72匹配来实现。也可由链轮齿数43与33直接将动力由传动传递给滚筒轴，即第四挡，现场又称高速挡。当滚筒轴旋转时，装配在滚筒轴上的滚筒随着旋转，钢丝绳在滚筒上绕进，从而使跑车、大钩上行，完成起升工作。

由上所述，JC₁-14.5型绞车的滚筒可以得到四种不同的转速，也就是说起升作业速度有四个挡次可供选择。

转盘的动力是通过齿数30与29两链轮传递给滚筒轴，再由滚筒轴上的齿数40的链轮传递给转盘主轴。

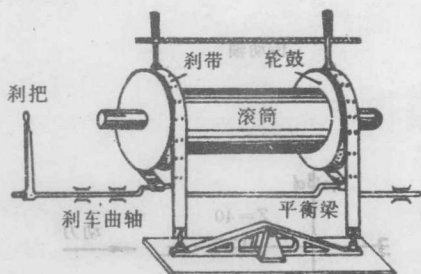


图 1-4 带刹车装置示意图

(2) 制动部分 当滚筒轴未得到传递来的动力时，大钩、游动滑车、以及悬挂在大钩上的钻柱等在自重的作用下，将带动滚筒反转。为了控制滚筒的反转，达到调节钻压、控制下钻速度、刹住并悬持钻柱，以及控制起升速度和起升高度等，绞车滚筒上装有制动装置。

制动装置分主刹车和辅助刹车。主刹车为带式刹车，如图1-4所示。主刹车由刹把、刹车曲轴、平衡梁、刹带以及固定在滚筒两端的刹车鼓组成机械刹车。在刹车曲轴上还装有刹车气缸，在刹把上装有气

开关，组成气动刹车。

当井下钻柱重量较大或下套管时，单靠主刹车刹车有困难，需用辅助刹车协助主刹车工作。重型钻机均配备辅助刹车。辅助刹车有水刹车和电磁刹车两种。

第三节 钻机的旋转系统

在钻进中，为了驱动钻柱、钻头旋转，钻机上配备有转盘、水龙头等组成的旋转系统。

一、转盘

转盘是旋转系统的主要设备，它装在井架底座的大梁上，位于钻台中间、井口之上。它的主要功用是：

- ①通过方钻杆、方补心将动力传递给钻柱，从而带动钻头旋转破碎岩石。
- ②在起下钻或下套管时，悬持全部管柱的重量。
- ③完成起钻和接单根时的卸扣工作。
- ④满足处理事故时对旋转钻柱的要求。

⑤在使用井底动力钻井时，承受钻柱的反扭矩。

转盘是一个一级的圆锥齿轮减速器，它将滚筒轴传给的水平轴的水平旋转运动变为转台绕井口中心的垂直旋转运动。转盘的结构如图1-5所示。

转台为一中心有四方通孔的圆盘，盘下用螺栓固定有一个大圆锥齿圈。中心孔用以安放大方瓦与方补心，以便与方钻杆配合，将扭矩传递给钻柱。转台坐在主轴承上。水平轴内端的小圆锥齿轮与大圆锥齿圈啮合，水平轴外端装有链轮。起下钻或下套管时，管柱由卡瓦或吊卡悬挂坐于转台之上。

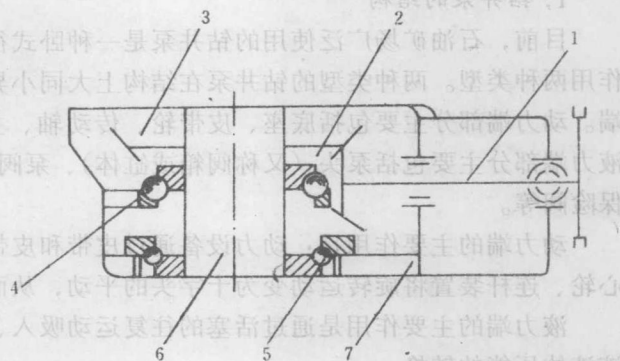


图1-5 转盘结构示意图

1—水平轴；2—锥齿轮副；3—转台；4—主轴承；
5—辅助轴承；6—通孔；7—底座

二、水龙头

水龙头在钻机中具有特殊的作用。

它既可属于旋转系统，又是循环系统中的一个重要部件，同时又是旋转系统和提升系统连接的一个重要纽带。它悬挂在大钩上，上与水龙带相接，下与方钻杆相接。

水龙头的主要功用：一是钻进时悬挂并承受井内钻柱的重量；二是连接旋转与不旋转之间的纽带，从而改变运动方式；三是与水龙带、方钻杆、钻柱等共同组成了钻井液的循环通道。

水龙头的结构主要包括提环、壳体、中心管、鹅颈管、密封圈及旋转轴承等。固定不转的壳体两侧槽内用轴销固定着提环。中心管的蘑菇形法兰坐在主轴承上从而将载荷传递给壳体，中心管可随方钻杆旋转。中心管下接保护接头，用以连接方钻杆，上部有冲管和鹅颈管。正常钻进时，来自钻井泵的钻井液通过地面管汇、立管、水龙带、鹅颈管、冲管、中心管进入方钻杆进行循环。

第四节 钻机的循环系统

钻机循环系统的设备主要包括钻井泵、地面管汇、水龙带以及钻井液净化设备等。其主要任务是不断地通过钻柱向井内注入钻井液，清洗井底，并迫使钻井液携带岩屑通过钻柱与井壁之间的环形空间返回到地面。钻井液携带的岩屑在地面被清除后，钻井液流入钻井泵上水池，再被泵入井内，如此反复进行。

一、钻井泵

钻井液在正常循环中要克服流动阻力而消耗能量，因此，地面必须配备能够给钻井液提供能量的设备。这个设备就是钻井泵。正如人体血液循环需要心脏一样，钻井泵也是钻井液循环的“心脏”。

钻井泵的主要功用是：提高钻井液的压力，维持其正常循环，以利及时清洗井底携带岩屑；在喷射钻井或采用涡轮钻具（或螺杆钻具）钻井时，提供能量，即将动力设备传递的机械能转换为钻井液的液体能——压能，使钻井液高速从钻头喷嘴射出或驱动涡轮、螺杆钻

具旋转，从而带动钻头旋转破碎岩石。

1. 钻井泵的结构

目前，石油矿场广泛使用的钻井泵是一种卧式往复活塞泵。它分为双缸双作用和三缸单作用两种类型。两种类型的钻井泵在结构上大同小异，主要由两部分组成，即动力端和液力端。动力端部分主要包括底座、皮带轮、传动轴、主轴、齿轮、偏心轮、连杆、十字头等。液力端部分主要包括泵头（又称阀箱或缸体）、泵阀、阀盖、缸套、活塞、活塞杆、空气包、保险阀等。

动力端的主要作用是：动力设备通过皮带和皮带轮带动传动轴做旋转运动，由齿轮、偏心轮、连杆装置将旋转运动变为十字头的平动，从而带动活塞杆、活塞做往复运动。

液力端的主要作用是通过活塞的往复运动吸入、压缩、排出液体，完成由机械能向钻井液液体压能的转换。

2. 钻井泵的工作原理

钻井泵就其缸数多少可分为双缸和三缸钻井泵。就其活塞运动一个往返，吸入、排出液体的次数可分为单作用和双作用钻井泵，目前现场广泛使用的是三缸单作用泵。下面介绍单作用钻井泵的工作原理，由于三个缸的工作状态基本相同，为了叙述简便，我们取一个缸作为研究对象。

单作用泵的工作原理如图 1-6 所示。

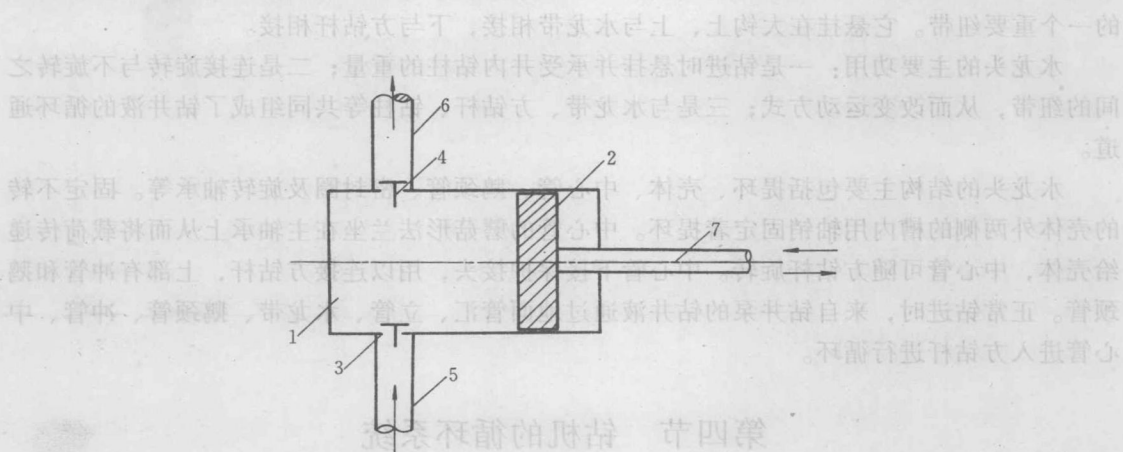


图 1-6 单作用泵工作原理示意图

1—缸体；2—活塞；3—吸入阀；4—排出阀；5—吸入管；6—排出管；7—活塞杆

活塞 2 在活塞杆 7 的带动下向右运动时，缸内容积逐渐增大，压力降低，形成负压。此时上水池的液体在大气压的作用下推开吸入阀 3，进入缸内。当活塞运动到右死点，吸入过程中止。活塞从右死点向左运动，使缸内容积减小，液体受挤压，压力升高。此时在压力的作用下吸入阀关闭，排出阀开启，液体被排到排出管内。当活塞运动到左死点，排出过程中止。活塞从左死点向右运动，吸入过程开始，如此周而复始运动着，吸入、排出交替进行着。曲轴旋转一周，活塞往返一次。活塞每分钟的往返次数叫做钻井泵的冲数，常用 n 来表示。活塞从右死点到左死点的移动距离叫做泵的冲程，用 s 表示。

由于活塞做不等速的往复运动。因此，单缸泵的瞬时排量不均匀，会引起高压管线的振