

姜
仁
编

钻
井
工
程



钻
井
工
程

石油大学出版社

高等学校教学用书

钻 井 工 程

(修订本)

姜 仁 编

石油大学出版社

鲁新登字 10 号

内 容 提 要

本书是为非石油钻井专业学生编写的教学用书。内容包括钻井设备,工艺过程和技术措施等。可作为 40~60 学时的高等学校非钻井专业钻井课教材。也可作为地质勘探、油田开发、石油矿场机械、工业管理等专业技术人员的参考书、和岗位培训用书。

钻 井 工 程

姜 仁 编

*

石油大学出版社出版

(山东省东营市)

新华书店发行

石油大学出版社照排室排版

山东省东营新华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 9.625 印张 245 千字

1993 年 12 月第 1 版 1993 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—2000 册

ISBN 7-5636-0297-6/TE·63

定价: 4.45 元(压膜)

前 言

石油钻井工作在石油工业中占有重要地位。许多专业如地质勘探、油田开发、矿场机械、经济管理等都会与钻井工作发生联系,从事这些专业的人员应该对钻井工作有一个概括的了解。这些专业的教学计划中也总是安排有钻井课程。为反映近年来钻井技术的发展,对以前为非石油钻井专业的“钻井工程”课而编写的《钻井工程》一书作了补充和修订。

本书叙述了石油钻井各个环节的工艺过程、基本概念、技术措施、操作要点,所用设备及工具等项,内容包括岩石性质、钻头结构、洗井工艺、钻进技术、井身质量、井控技术与设备、固井、定向钻井、海洋钻井以及取心、井底动力钻具等。

为了加宽知识面、简要地介绍了地质钻探所用设备及方法。

我国古代的钻井技术有光辉的成就,本书对此作了介绍。

因为读者可能对钻井工作无感性认识,而本书的图片又不多,所以建议安排教学时应加强参观、使用幻灯片、录象片等直观教学手段予以配合。

由于编者水平有限,不当之处敬请批评指正。

编者

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 我国钻井技术发展史	(2)
1.3 钻井过程	(3)
第二章 钻井设备及工具	(6)
2.1 钻井设备	(6)
2.2 钻具	(19)
2.3 钻井工具	(23)
第三章 岩石与钻头	(25)
3.1 岩石	(25)
3.2 岩石的机械性质	(28)
3.3 钻头	(31)
第四章 洗井	(47)
4.1 洗井液的功用与组成	(47)
4.2 洗井液性能	(51)
4.3 性能控制	(58)
第五章 钻井技术	(63)
5.1 技术措施	(63)
5.2 井斜	(74)
第六章 油气井压力控制	(79)
6.1 地层的各种压力	(80)
6.2 地层压力异常	(84)
6.3 井侵	(85)
6.4 关井及求压	(87)
6.5 压井	(88)
6.6 井控设备	(90)
第七章 固井	(97)
7.1 井身结构	(97)
7.2 下套管	(102)
7.3 注水泥	(108)
7.4 套管柱下部结构	(114)
第八章 定向钻井	(116)
8.1 定向井的概念	(116)
8.2 井身剖面设计	(118)

8.3	造斜工具	(120)
8.4	井眼轨迹控制	(122)
8.5	定向	(123)
第九章	海洋钻井.....	(125)
9.1	海上钻井装置	(125)
9.2	工艺技术特点	(128)
第十章	其它钻井法.....	(131)
10.1	取心钻井.....	(131)
10.2	井下动力钻井.....	(133)
10.3	地质钻探.....	(142)
10.4	顿钻钻井法.....	(144)

第一章 绪 论

1.1 概 述

为了生产、生活需要从地下取得矿产资源而发展了钻井技术。井眼直径的大小与井的深度则取决于矿产的性质与埋藏深度。多数固体矿产要求人下入井内采掘,所以要挖掘或钻凿大口径的井(这里是以人是否下入井内工作作为区分大小口径的标准),如煤矿的竖井。国内用国产大口径钻机已钻成了直径 9m,深 508m 的竖井。金属矿与核工业也需要大口径井。

流体矿藏如石油、天然气、盐水、地热资源等的开采,不需人下入井内,故井眼直径可以大大缩小,一般为 100~500mm。井的深度也各不相同,视生产层或目的层所处深度而定,从几百米到几千米。

小口径井除用于开采流体矿藏外,尚广泛用于地质钻探,寻找具有工业开采价值的地下资源,为水坝及各种建筑物探明基础情况,以及其它特殊目的,如武汉长江大桥桥墩就是用钻井的方法下入多根管柱,再用混凝土浇注而成的整体。

本书所述为石油工业用井的钻凿工艺。一般地说,是指用外径为 114~168mm 的钻杆的井(地质部门为了探明深部地层含石油,天然气情况,也使用这类设备钻井)。地质钻探钻井的钻凿工艺与此类似,只是井眼直径更小,常小于 200mm,所用设备更轻便,所用钻杆外径为 42~60mm。

石油及天然气在世界能源构成中占有十分重要的地位,而石油、天然气勘探、开发的各个阶段都离不开钻井工作。为了要找到石油和天然气,首先要寻找有可能储存石油和天然气的地质构造,为此要进行地质普查工作,要钻地质井、基准井、制图井、构造井等。在地质普查阶段之后是区域勘探阶段,这阶段的任务就是确定前一阶段所找到的地质构造中是否含有有工业开采价值的油、气流,并研究其油层性质、含油、气情况、面积、储量等。为此需钻凿预探井、详探井、边探井等。当某一油区已被发现,决定进行开发时,更需要钻井,如生产井、注水井、估价井、观察井等。所以,从寻找油、气到生产出油、气的各个环节都离不开钻井工作。尽管各阶段所钻井的名称、用途,直径大小以及深度各不相同,它们的钻井过程却是相差不多的。

地质普查阶段所钻的井,井深一般为几十米到几百米,井的直径在 50~100mm 左右。区域勘探阶段所钻的井则深得多,常为几千米,井的最终直径为 100~150mm 左右,而一口井的开始直径可能大到 400~500mm。以上两个阶段的井都是为地质目的而钻的,在取得了地质资料之后,这些井就完成了使命。而油田开发阶段所钻的井,由于各地油层深度不同,井深范围变化较大,从几百米到几千米,井的直径则与区域勘探阶段的井相近。这一阶段的井是为生产目的而钻凿的,其使用寿命较长,一般为 20~30 年。我国目前生产井井深多在 1~3km。

目前,我国的最深井完钻于 1978 年,井深是 7175m。美国的深井记录是 9583m,是 1974 年完钻的。原苏联已钻过 12km 的深度。德国也在钻深及 10km 以上的井。

如上所述,钻井的目的是为了找到油、气资源并开发它。所以,在钻探井时,必需非常明确钻井的目的不是为了打井而打井,而是为了弄清地下情况,发现油、气藏,评价油、气藏,确定

油、气储量。因此,在钻井过程中必需取全、取准各项地质资料,只有这样,才能用较少的井,较少的投资取得较大的勘探效果,而不能单纯为了加快进度置其它于不顾。再有一点,就是要保护好油、气层,防止对它们的污染与损害。因为污染与损害将引起油、气层产能的降低,甚至无法发现油、气层。如果因保护不好而引起井喷,则必然导致资源的巨大损失。所以,钻井时保护好油气层是十分重要的。

在完成地质目的的同时,也应取全、取准钻井工程方面的各项资料。这是提高钻井水平,加快钻井速度所必需,而钻井速度的提高将会使钻井成本下降。

1.2 我国钻井技术发展史

我国古代钻井技术的发展大体上可分为二个阶段。

第一阶段是大直径井阶段,时间约在公元前三世纪到公元十一世纪,是人下入井内挖掘而成。公元前三世纪至一世纪,战国时期,李冰在四川兴修水利,钻凿盐井。而后在临邛(今邛崃一带)的盐水层中发现了天然气,当时称之为“火井”。公元前 61 年在陕北鸿门(今神木县一带)发现天然气。四川在井内发现石油也早于十五世纪。当时四川的井有很多是为取盐而挖掘的。

第二阶段是小直径井阶段,其井口直径如碗口大小,即“卓筒井”,出现于公元 1041~1053 年前后,以顿钻(或称冲击钻)方式用人力向下冲击岩石使之破碎而钻凿成井。打井的目的是为了采集盐水制盐,以后发展到采天然气熬盐。现将其发展情况简述如下:

庆历(公元 1041~1048 年)、皇祐(公元 1049~1054)年间,顿钻钻井法(详见第十章)已经完善,用这种方法打出的井称为卓筒井,卓筒意为直立之筒。井的直径很小,约 3~5 寸^①。用冲击方式破碎井底岩石,用捞砂筒捞砂,即捞出井底已破碎了的岩石,用竹制绳索悬持井内工具,用立轴大滚筒卷绕竹索,向井内下入木制套管以加固井壁、封隔地层淡水。也有了地质录井。

- 公元 1253 年用牛做动力代替人力转动滚筒以起下井内工具。

- 公元 1521 年,即明正德 16 年,四川嘉州(今乐山)钻盐井时偶得石油,是为泄国第一口油井(美国第一口油井完成于 1859 年,井深 21.7m)。

- 1765 即清乾隆 30 年,老双盛井打到 530m,遇天然气。大井约深 745m。

- 1815 年,即嘉庆 20 年,桂姑井井深 798m,井内产盐水及天然气。

- 1821 年,即清道光元年,在四川钻到了自流井构造顶端(今自贡一带)——三叠系嘉陵江灰岩,这是主气层。

- 1835 年,钻成兴海井,井深 1001.4m,钻到三叠系嘉陵江灰岩气层。

- 1840 年,磨子井打穿了嘉陵江灰岩主气层,井深 1.2km,井喷后失火,火高几十丈,地表冲裂,几里内烧成一片。估计气层压力约 10MPa,日产气约 200km³。

清初,四川有盐井 5637 口,清末有 8456 口,分布于 40 个州县。到 1915 年,四川盐井至少有 64987 口,其中自流井构造上有 11800 口,总进尺约有 200 万米。

① 长度标准,历代不同,说法也不一:

1. 据中国科学院考古研究所:秦以前,1 尺=22cm,汉尺,1 尺=23cm,唐尺,1 尺=29.4cm,明清以后同今尺,1 尺=33.3cm。

2. 据自贡市制盐工业公司井矿调查组:井尺 1 丈约等于 3.5m。

3. 胡勋善“四川盆地自流井构造天然气开采的研究”:井尺 1 丈约等于 3.67m。

4. 钟广言注释“天工开物”:“古代钻井深度习惯用板英尺计量,即以一条板凳长(约 1m)为 1 尺”

这些情况说明,我们祖先对钻井工艺的发展有巨大的贡献。

欧洲是在十九世纪初才用顿钻法打井的。

我国使用钢铁制钻机,为开发石油与天然气而打井(区别于使用老式木制踩架用顿钻法打井)始于1907年。

- 1907年,买日本钻机,聘日本技师在陕北打了一口油井,井深81m,日产油200kg左右。

- 1911年在陕北又打了一口井,井深107m,日产油150kg。

- 1922与1936年,四川自贡等地买美制钻机打井,皆未打成。

- 1939年在甘肃玉门用德制钻机打成了第一口油井,井深几十米。

- 1941年,玉门4号井打到L油层,井喷后失火。8号井也发生了井喷,每天最多喷出油4000t。

- 1942年,玉门的10号井井喷,地面裂缝长100m以上,宽0.7~0.8m。

- 1939~1949年间,玉门共打井48口,总进尺25.45km。全国从1907年到1948年41年间用新法打井169口,总进尺67.02km。1949年前,井深未超过1.5km。

1949年以后,石油钻井进尺急剧增加,保证了石油、天然气储量与产量的高速增长。

1.3 钻井过程

一口井从开始钻凿到完成,要经过很多道工序,现分述之。

1.3.1 准备工作

1. 定井口位置 地质师根据地质上或生产上的需要确定井底位置。当井身轴线按铅垂线设计时,井口中心与井底中心位置在同一铅垂线上,这就是直井。如果井身轴线对铅直线而言是斜的或是曲线形状,则井口中心位置将不与井底中心在同一铅垂线上,这就是定向井。

2. 修公路 为了将各种设备与物资运入井场,需要修公路。因有时满载车总重可达30~40t或更多,公路应能通行重车。公路不平将减小车速,并使车辆过早损坏。

3. 平井场 在井口周围平整出一块场地以供施工之用。井场面积因钻机而异,大型钻机约需 $120 \times 90\text{m}^2$,中型钻机约为 $100 \times 60\text{m}^2$,形状大致成长方形,可因地制宜。

4. 打基础 为了保证设备在打井过程中不会因下陷不均匀而歪斜,要打基础(或称基墩)。小些的基础可用方木或预制件,大型的基础则在现场用混凝土浇灌。

5. 安装 立井架,安装钻井设备、泥浆泵,安放或挖掘泥浆池、泥浆槽等。

1.3.2 钻进

当前世界各地普遍使用的钻井方法是旋转钻井法(或称转盘钻法),此法始于1900年。本书即按此法叙述。其他的钻井方法将在第十章中介绍。

1. 钻进 直接破碎岩石的工具叫钻头。钻进时用足够的压力把钻头压到井底岩石上,使钻头的刃部吃入岩石中。钻头上边接钻柱,用钻柱带动钻头旋转以破碎井底岩石,井就会逐渐加深。加到钻头上的压力叫钻压,是靠钻柱在洗井液中的重量(即钻柱在空气中的重量减去在洗井液中的浮力后的重量)的一部分产生的。

钻柱把地面上的动力传给钻头,所以,钻柱是从地面一直延伸到井底的,井有多深,钻柱就有多长。随着井的加深,钻柱也逐渐增长,其重量也逐渐加大,以致于会超过钻压的需要。过大的钻压将会引起钻头、钻柱、设备的损坏,所以必需将大于钻压的那部分钻柱重量吊悬起来,不

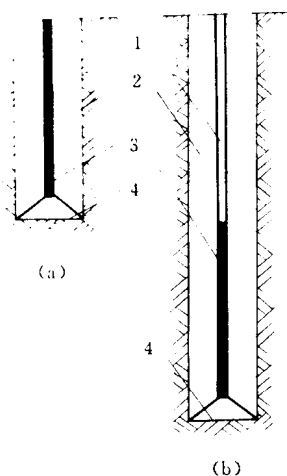


图 1-1 钻柱的受压、受拉

a—井浅时；b—井深时；

1—钻柱被吊悬部分，受拉伸；2—井筒；

3—钻柱形成钻压的部分，受压缩；4—钻头

使作用到钻头上，如图 1-1 所示。形成钻压的部分钻柱处于受压缩应力状态，被吊悬部分受拉伸应力。当井刚开钻时，由于井很浅，钻柱重量小于钻压，所以井内钻柱全部受压；当井变深，钻柱重量超过钻压需要时，上部钻柱被吊悬而处于受拉状态，下部仍处于受压状态。

钻柱在洗井液中的重量称为悬重，大于钻压需要而吊悬起来的那部分重量称为钻重，亦即

$$\text{钻压} = \text{悬重} - \text{钻重}$$

井加深的快慢，即钻进的速度，用机械钻速或钻时表示。机械钻速是每小时破碎井底岩石的米数，即每小时进尺数，通常简称钻速。钻时是每进尺 1m 所需分钟数。

$$v_m = \frac{H}{T} \quad (1-1)$$

式中 v_m — 钻速，m/h；

H — 时间 T 内的钻头进尺数，m， T 单位为 h。

$$T_m = \frac{t}{H} \quad (1-2)$$

式中 T_m — 钻时，min/m；

H — t 时间内的进尺，m；

t — 钻进 H 所用时间，min。

2. 洗井 井底岩石被钻头破碎以后形成小的碎块，称为钻屑，也常称为砂。钻屑积多了会妨碍钻头钻凿新的井底，引起机械钻速下降。所以必需及时地把钻屑从井底清除掉，并携出地面，这就是洗井。

洗井用洗井液进行。洗井液可以是以水、油为基础的悬浮液，也可以是空气或天然气等气体。当前用得最多的是以水为基础的水基洗井液，即粘土分散于水中所形成的悬浮液。也有人把洗井液称为钻井液，但多数人则把各种洗井液统称之为泥浆。用气体洗井时则称为空气钻井。

钻柱是中空的管柱，把洗井液经钻柱内孔注入井中，从钻头水眼中流出以清洗钻头并冲向井底。将钻屑冲离井底，钻屑随同洗井液一同进入井眼与钻柱之间的环形空间，向地面返升，一直返到地面，其流程见图 1-2。

钻屑在地面上从洗井液中分离出来并被清除掉，称为除砂。不含钻屑的洗井液再被注入井内，重复使用。洗井液为气体时则不再回收。

在钻进时，洗井是与破碎岩石同时进行的。为了维持洗井液不间断地循环，就需用泵连续灌注。液体在流经管路时是要损耗能量的，即要克服流动阻力而损耗洗井液所具有的压力。因此，泵的出口压力应较高以维持循环。

3. 接单根 在钻进过程中，由于井在不断加深，钻柱也要及时接长，每次接入一根钻杆，叫做接单根。打一口井要接很多次单根。

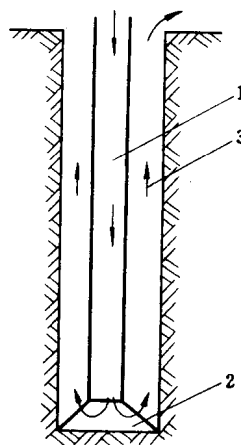


图 1-2 洗井液循环图

1—钻柱；2—钻头；

3—洗井液

4. 起下钻 为了更换磨损了的钻头,需将全部钻柱从井中取出,换了新钻头以后再重新下入井中,叫起钻和下钻。一口井要用很多只钻头才能钻成,所以起下钻的次数是很多的。为了提高效率,节省时间,起下钻时不是以单根钻杆为单位进行接卸,而是以二或三根钻杆为一接卸单位,称为立根。立根长度一般为24~28m。为了配合这么长的立根,井架高度一般为41m左右。

也可能是其它原因,如打捞落入井中的物件,解决卡钻等工作也需要进行起下钻的操作。

5. 固井 一口井在钻凿过程中,要穿过各种性质不同的地层:有的地层岩石坚硬,井眼形成以后可以维持较长时间而不致坍塌;有的地层则很松软、破碎,形成的井壁不稳定,井壁上的岩石极易坍塌落入井内;有的地层内含有高压油、气、水等流体;有的地层强度不高,易被压裂、造成洗井液漏失;有的地层含有某些盐类,会使洗井液性能变坏、……等等。尽管地层复杂多变,还是得设法将这些地层钻穿,否则无法继续向下钻进。当这些地层被钻穿以后,上述的各种复杂情况有的可能消失,对以后的钻井工作不再造成危害,而有的则继续给钻井工作造成麻烦,也许会形成隐患。为了保护已钻成的井眼和使以后的钻井工作顺利进行,或为生产造成通路,防止各层间串通,应当在适当的时候对井眼进行加固,称为固井。固井的方法是将称为套管的薄壁无缝钢管下入井中,并在井眼与套管之间灌注水泥浆以固定套管,封闭环形空间,隔开某些地层。这就是下套管,注水泥作业。一口井从开始到完成,常需下入多层套管并注水泥,即需进行数次固井作业。

6. 事故处理 如物件落入井内,需进行打捞,钻杆断在井内也要打捞;钻柱被卡在井内时则要设法解除卡钻。除落物外,引起井内复杂情况而需要处理的原因多系洗井液性能不符合要求所造成的。

7. 其它作业 在钻井过程中要进行钻屑录井、气测井、电法测井以及地层测试;交井以后还可能有射孔、替喷、试油、酸化压裂等项作业。

第二章 钻井设备及工具

2.1 钻井设备

2.1.1 井场概况

井场是在陆地上打井时为便于钻井施工,在井口周围平整出来的一片平地,面积根据钻机钻探能力的大小而定,钻 6km 深井的钻机约需 $120 \times 90\text{m}^2$, 钻 3km 井深的钻机约需 $100 \times 60\text{m}^2$, 再小些的钻机,井场可小到 $60 \times 80\text{m}^2$ 。井场用于放置钻井设备如井架、动力机、泥浆泵及循环系统、以及存放钻杆、套管等管材,放置水罐、油罐、洗井液罐及堆放洗井液材料,各种配件等。并设有值班房、发电房、库房等临时建筑。

井场的空场大小应能满足搬家、安装、固井及处理事故等作业时大批车辆进出,摆放的需要。

井场的形状大体上为长方形,可因地制宜以减少土方量。但公路应从井架大门前方通入井场,不应从钻井设备后部通入(即所谓倒井场),油罐等也不应放于井场入口附近,以免井场上出现井喷、失火等险情时抢险车辆无法进入井场。

对离矿区较远的探井,尚需有生活设施如宿舍、厨房、饭厅等。

图 2-1(A)给出了一个井场的布置图。

如在水面上打井,则用钻井平台完成上述功能。

图 2-1(B)是整个钻井设备的布置情况。

2.1.2 旋转系统

将整个钻井设备按其功能分成几个系统。旋转系统由使钻柱旋转的一些部件组成,其功用是使钻头旋转以破碎岩石及活动钻具等。本系统的组成部件见图 2 2。

1. 转盘 将经链条或万向轴传来的转动变成水平旋转以驱动方钻杆旋转,见图 2-3。

(1) 转盘的主要传动部件是一对伞齿轮,大伞齿轮水平放置,它中心是空的以使方钻杆通过。

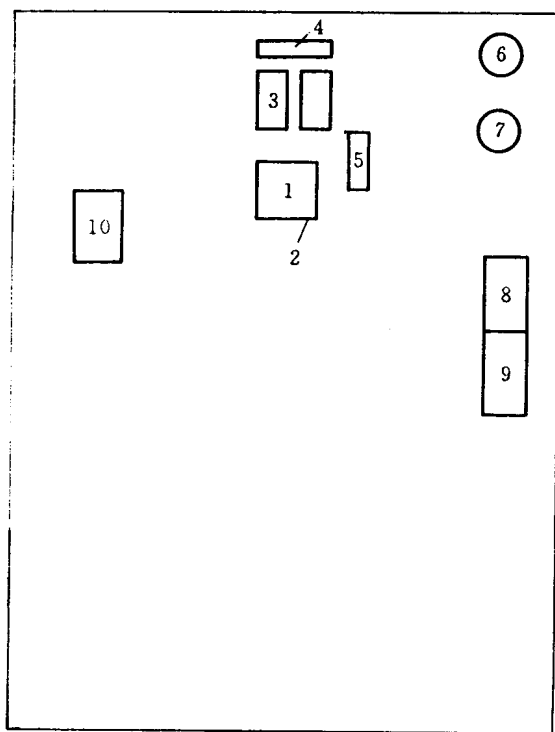


图 2-1(A) 钻井井场

- 1—井口;2—井架底座;3—泥浆泵;4—泥浆池;
5—固相清除设备(泥浆槽,除砂器等)、除气设备;
6—水罐;7—油罐;8—值班房;9—库房;10—发电房

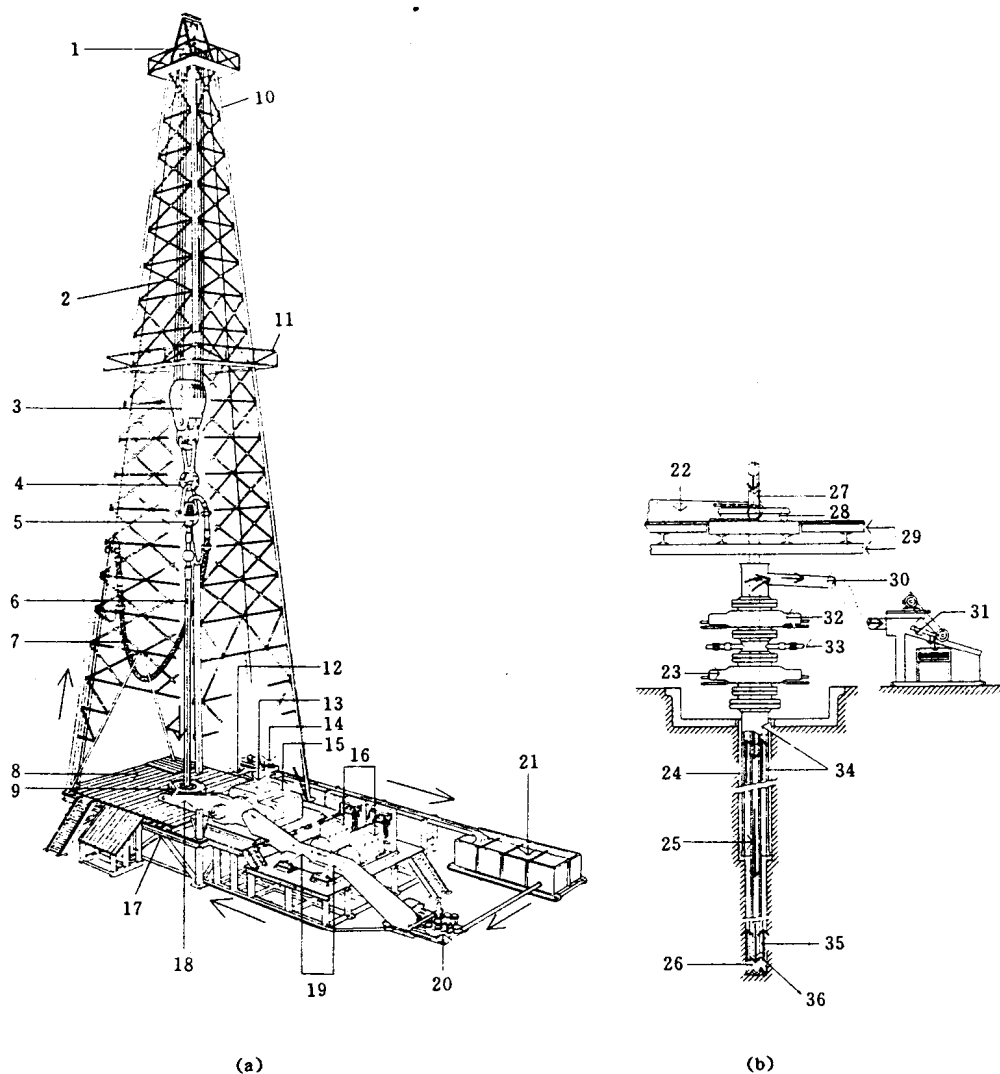


图 2-1(B) 钻井设备布置情况

a—地面以上;b—钻台以下;1—天车台及天车;2—钢丝绳;3—游动滑车;4—大钩;5—水龙头;6—方钻杆;7—水龙头带;8—钻台;9—转盘;10—井架;11—二层台;12—洗井液返出管线;13—司钻工作位置;14—振动筛;15—绞车;16—发动机;17—底座;18—转盘驱动链条;19—动力机到绞车和泵的传动件;20—泥浆泵;21—泵上水池;22—转盘驱动链条;23—防喷器;24—水泥环;25—钻杆;26—钻头;27—方钻杆;28—转盘;29—接钻台;30—洗井液返出管线;31—振动筛;32—防喷器;33—接节流管汇;34—表层套管;35—钻铤;36—洗井液流动路线

(2) 钻头通过转盘的开口(即大伞齿轮的中空部分)下入井内,所以转盘的最大开口直径应能通过设计的最大直径的钻头。刚开钻时用的钻头直径最大,但大量使用的钻头直径则小得多。用方瓦将开口缩到常用大小,用方补心使方瓦开口与方钻杆相配合。

(3) 起下钻柱时,需反复将管柱从大钩上脱卸下来以接、卸钻杆。管柱从大钩上脱卸下来之后,其全部重量则坐于转盘上,由转盘承担其全部重量。所以转盘应能承载最大管柱重量。

(4) 转盘的主轴承受向下的载荷。由于钻进时钻头工作可能不平稳而上下跳动,使钻柱也

上下跳动,故转盘里尚有防跳轴承以承受向上的载荷。

(5) 驱动转盘的动力经过绞车传递时,转盘的变速在绞车里完成,如不经过绞车,则另用变速箱变速。一般有 4 个正档和一个倒档。

(6) 转盘里有锁紧装置,需要时可将它锁住,不使转动。

(7) 转盘的主要规格是:最大开口直径,最大负载和最高转速。

2. 方钻杆 钻进时,钻柱在旋转的同时还应该继续下行以跟上井的逐渐加深。如用圆形钻杆来同时完成这两种动作,机构上将很复杂,操作也很麻烦。而当采用截面为四方形或六方形的钻杆时,这一问题就变得简单了。方形孔允许在转动的同时进行轴向移动,这种钻杆就称为方钻杆。图 2-4 中四方形截面的方钻杆,是用得较多的一种。

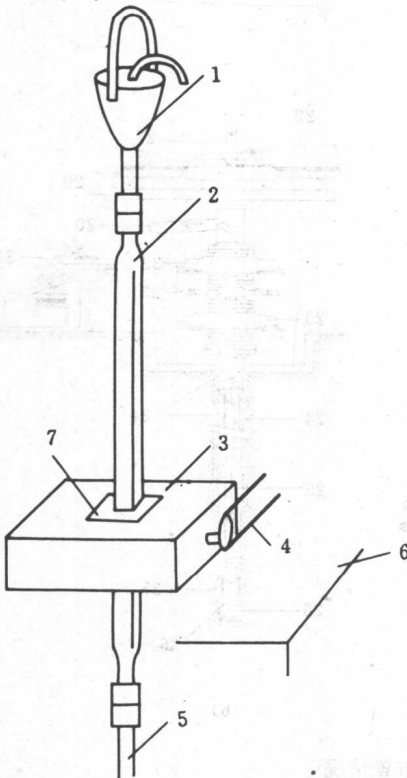


图 2-2 旋转系统

1—水龙头;2—方钻杆;3—转盘;4—驱动链条;
5—钻柱;6—钻台;7—方瓦及方补心

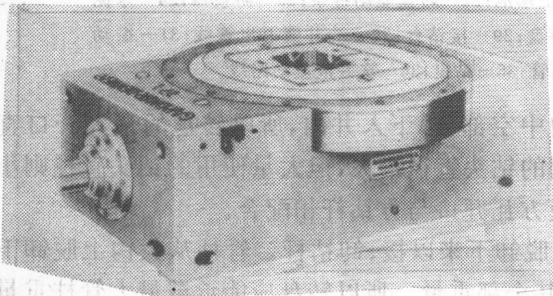


图 2-3 转盘

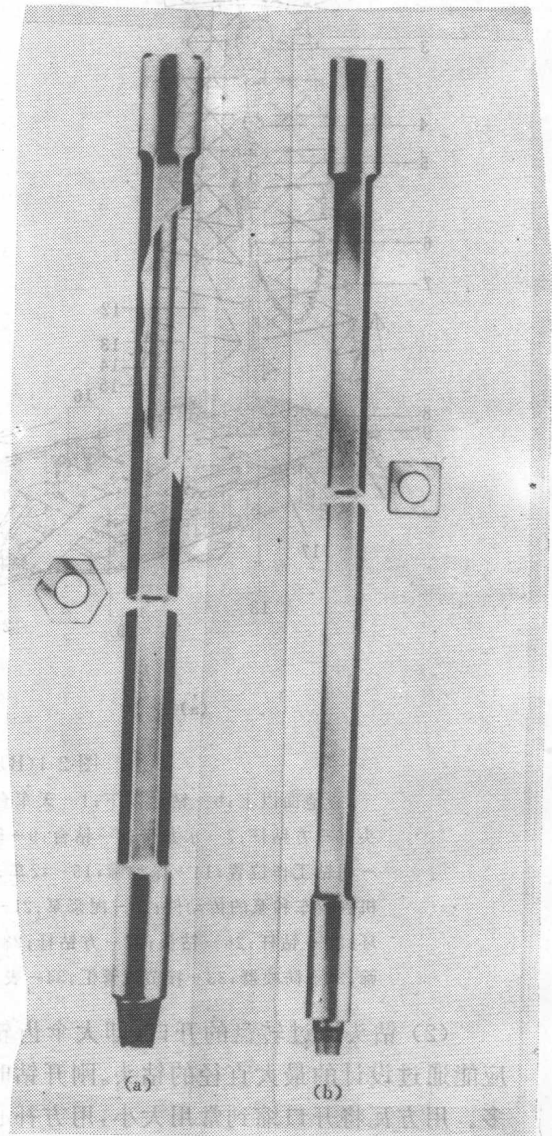


图 2-4 方钻杆

a—六棱形; b—四方形

由于方钻杆的价格很贵,钻井时只用一根。它一直处在钻柱的最上端,在转盘的方补心方

孔中活动,由转盘驱动旋转。在钻进过程中,当方钻杆方形部分全部进入转盘以下,方钻杆上端接近转盘时,就需将方钻杆提上来,在其下接入一根钻杆,即接单根,以便继续钻进。

方钻杆方形部分的长度应大于钻杆单根长度。对于单根长度大于方形部分长度的钻杆,则只能先用一根短的钻杆接入,打完后再换成长的才行。这根短钻杆称为替根,这样做是很麻烦的。

方钻杆上端的丝扣是反扣,即左旋扣,用来防止该处在旋转时被倒开。

必需加意保护方钻杆,不使弯曲。弯曲的方钻杆无法使用。

3. 水龙头 钻进时,钻柱的一部分重量吊悬在大钩上。旋转的钻柱与大钩之间应有一个能旋转的部件,这就是水龙头。水龙头能在吊悬钻柱重量的条件下旋转,并能循环洗井液。

4. 钻柱 由钻杆、钻铤、配合接头、保护接头等组成。其结构在以后的章节中介绍。

2.1.3 吊升系统

钻进时需将多于钻压需要的钻柱重量吊悬起来,换钻头或固井等作业时要进行起、下钻柱或套管柱,其重量常达几十吨,这都要求钻井设备具有较大的起重能力。为此,采用复滑轮系统起重。图 2-5 是吊升系统示意图。

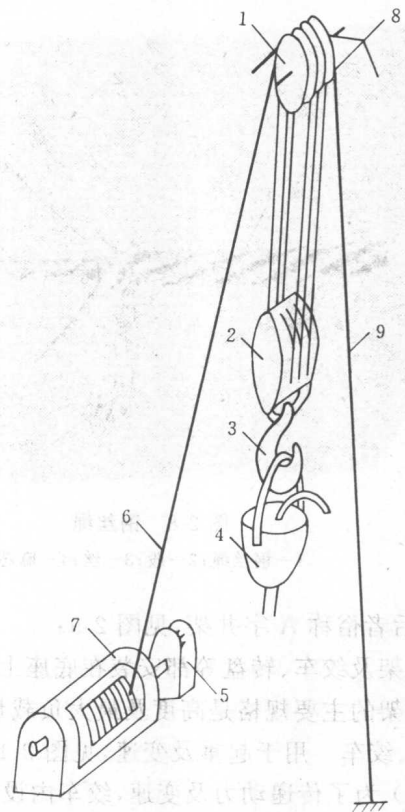


图 2-5 吊升系统

1—天车;2—游动滑车;3—大钩;4—水龙头;5—水刹车;
6—快绳;7—绞车;8—井架;9—死绳

1. 天车 是复滑轮系统中的定滑轮组,固定于井架顶端的天车台上。见图 2-6。它的主要规格是轮数和最大负载。

2. 游动滑车 是复滑轮系统中的动滑轮组,工作时上下移动。它的主要规格是轮数和最大负载。有的产品,设计时为了减小长度,将大钩与游动滑车作成一体,如图 2-7。

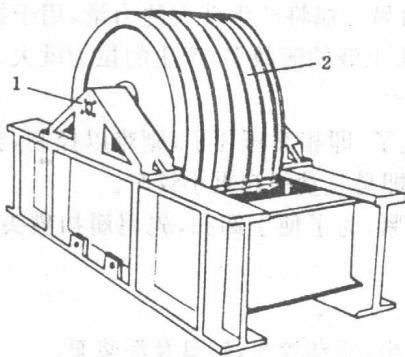


图 2-6 天车

1—轴承;2—绳轮

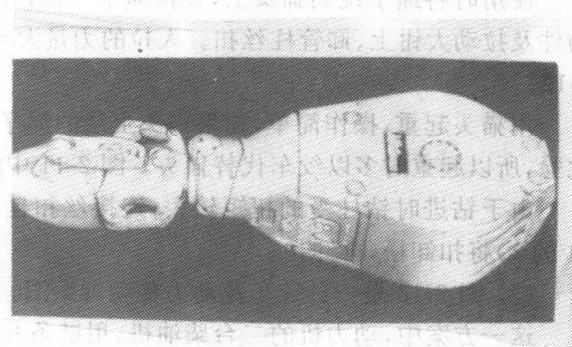


图 2-7 游动滑车及大钩

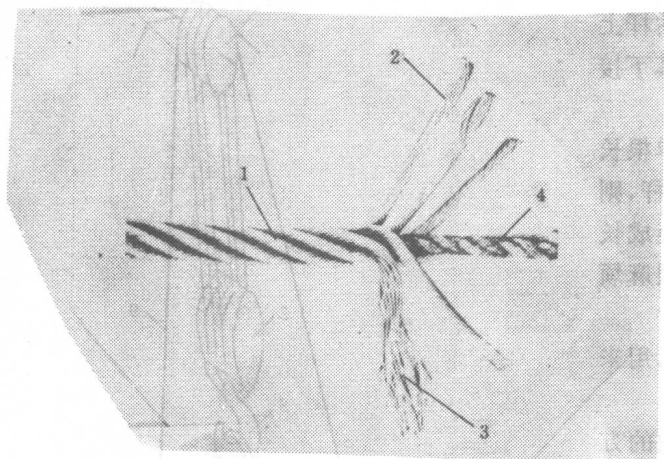


图 2-8 钢丝绳

1—钢丝绳；2—股；3—丝；4—麻芯

3. 大绳 是复滑轮系统中的钢丝绳。钢丝绳是由多根钢丝拧成股，再由数股绞成绳，各股间有一根麻芯以储存润滑油，结构见图 2-8。钻井中常用 6×19 的钢丝绳。 6×19 表示有 6 股，每股有 19 根钢丝。

固定在滚筒上的钢丝绳端，由于缠绕时速度很快，称为快绳，另一端固定不动，称为死绳，见图 2-5。

用测量死绳中的拉力来量测大钩负荷。

4. 井架及底座 井架用于安装天车，提供接卸立根的高度及存放立根。立根长度一般为 $24 \sim 28\text{m}$ ，井架高度约 41m 。井架结构有塔式及桅杆式

两种，后者俗称 A 字井架，见图 2-9。

井架及绞车、转盘等都安装在底座上，因为井口装有防喷器，所以底座较高。

井架的主要规格是高度及最大负载量。

5. 绞车 用于起重及变速，见图 2-10。

(1) 为了传递动力及变速，绞车内设有几根轴，分别称为传动轴、猫头轴、滚筒轴等。滚筒装在滚筒轴上，猫头装在猫头轴两端，左右各一个。

(2) 快绳端固定在滚筒上，滚筒旋转时，钢丝绳即绕到滚筒上，复滑轮系统中的绳长缩短，游动滑车即升高，大钩上升，将井内管柱提起。从滚筒上放出大绳，管柱即下行。滚筒有数个卷绕速度以适应不同的负载，负载大时使用慢档起升。变速是在绞车内几个轴之间完成的。

(3) 有的绞车上有捞砂滚筒，它是一个稍小一些的滚筒，用来向井内下入及取出下井工具。

(4) 猫头 猫头是一个很小的滚筒，安在猫头轴的两端，即绞车的两侧都有，它上边不缠存绳索，只提供旋转力矩以产生拉力。见图 2-11。

使用时将绳子绕到猫头上，人拉绳子一端，在绳的另一端将产生甚大的力量，用于提吊小物件及拉动大钳上、卸管柱丝扣。人拉的力量大或猫头上绕的圈数多，产生的拉力就大。见图 2-12。

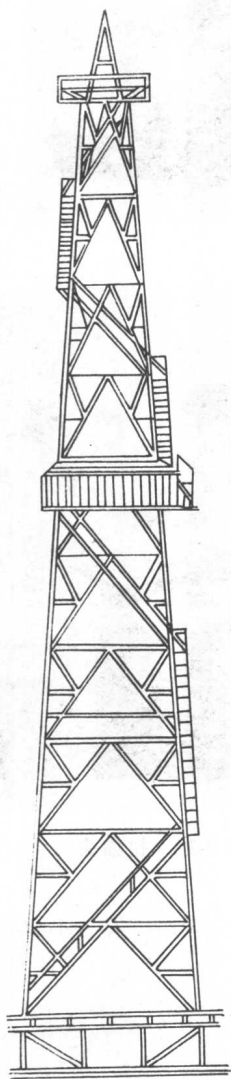
用猫头起重，操作简单，如果猫头上绕的绳子缠乱了，即相互压住了，则难以控制，会引起危险，所以起重时多以绞车代替猫头。图 2-11 中的 3 即是气动的起重小绞车。

由于钻进时钻柱受的扭矩较大，连接丝扣自行上紧，为了便于卸扣，先用崩扣猫头(图 2-11 的 1)将扣卸松，再卸扣。

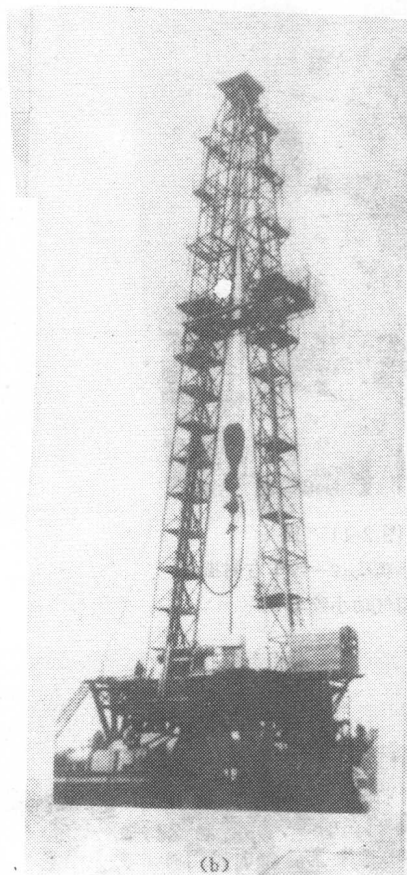
(5) 图 2-13 是一种绞车及动力传动方案图。

这一方案中，动力机的二台柴油机，用链条并车传出，驱动绞车，转盘及泥浆泵。

(6) 绞车的变速 绞车的各个轴上装有链轮，有的链轮装死在轴上，有的靠牙嵌离合器与轴相连，当各个牙嵌离合器挂合不同的链轮时，其传动比不同，而达到变速的目的。



(a)



(b)

图 2-9 井架
a—塔式井架；b—A 字井架