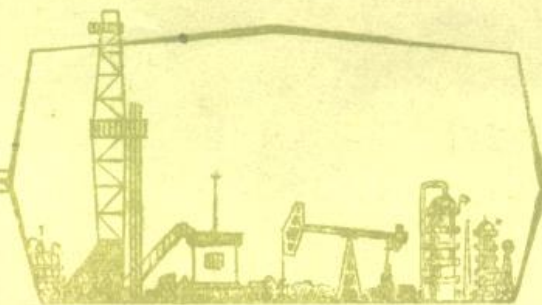


钻井工程

高等学校教学用书

钻井工程

姜仁编



石油工业
工
大学(北京)

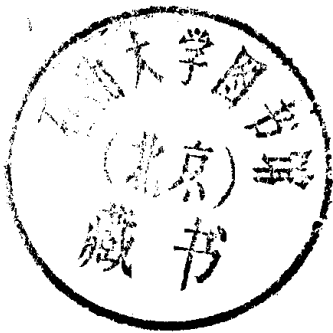
E2
16

石油工业出版社

登录号	086466
分类号	TE 2
种次号	016

钻 井 工 程

姜 仁 编



5972/09



石 油 工 业 出 版 社

前 言

石油工业中，钻井工作是重要的一环，许多专业如地质勘探、油田开发、矿场机械、工业经济管理等都与它有关系。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常安排有这类课程。本教材就是为非石油钻井专业的“钻井工程”课而编写的。

本书叙述了石油钻井各个环节的工艺流程、基本理论、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、完井、定向钻井、海洋钻井以及取芯、井底动力钻具等。

为了加宽知识面，简要的介绍了地质钻探所用设备及方法。

因为读者可能对钻井工作无感性认识，而本书的图片又不够多，所以建议加强参观、幻灯片、录相片等直观教学的配合。

华东石油学院钻井教研室陈庭根副教授担任本书主审工作并提出修改意见，谨此致谢。由于编者水平有限，不当之处请批评指正。

编者

目 录

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 我国钻井技术发展史	2
第三节 钻井过程	3
第二章 钻井设备及工具	6
第一节 钻井设备	6
第二节 钻具	18
第三节 钻井工具	23
第三章 岩石与钻头	25
第一节 岩石形成	25
第二节 岩石机械性质	27
第三节 钻头	32
第四章 洗井	45
第一节 泥浆功用	45
第二节 泥浆性能	48
第三节 性能控制	54
第五章 钻进技术	57
第一节 技术措施	57
第二节 井斜	66
第六章 油气井压力控制	71
第一节 地层各种压力	71
第二节 地层压力异常	73
第三节 溢流	75
第四节 压井	78
第五节 异常高压的预测	82
第七章 固井与完井	85
第一节 井身结构	85
第二节 下套管	89
第三节 注水泥	95
第四节 套管柱下部结构	101
第五节 打水水泥塞、挤水泥	102
第六节 完井方法	102
第八章 定向钻井	105
第一节 定向井的概念	105
第二节 井身剖面设计	107

第三节	造斜工具	108
第四节	井眼轨迹控制	111
第五节	定向	112
第九章	海洋钻井	113
第一节	海上钻井装置	113
第二节	工艺技术特点	115
第十章	其他钻井法	119
第一节	取芯钻井	119
第二节	井下动力钻井	122
第三节	地质钻探	127
第四节	顿钻钻井法	130

第一章 绪 论

第一节 概 述

由于生产、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。目前，国内已用国产钻机钻成了直径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、地下水、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，井的深度各地不同，根据生产层或目的层所处深度来定，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资源，为水坝及各种建筑物探明基础情况，以及其他特殊目的，如武汉长江大桥桥墩就是用钻井的办法下入多根管柱，再用混凝土浇成整体建成的。

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钻杆钻凿的井，它不仅用于石油部门，也用于地质部门的找油。地质钻探及其他工业所钻的井，钻凿工艺与此相类似，只是井眼开口直径更小，常小于0.2m。

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就是区域勘探阶段，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工业性油、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、注入井、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要深得多，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打的，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，由于各地地层层位深度不同，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打的，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成于1978年，井深是7175m。美国的深井记录是9583m，是1974年完成的。苏联目前已钻达12km的深度。

如上所述，钻井的目的是为了找到油、气藏并开发它。所以，在打探井时，必需非常明确打井的目的不是为了打井而打井，而是为了弄清地下情况，发现油气层，评价油气层，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，遇到油、气层必需取岩芯，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。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，而井喷失控将导致资源的巨大损失。对开发井，保护油、气层也是十分重要的。

在完成地质目的的同时，也应同时取全、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。

第二节 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。

第一阶段是大口井阶段，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。当时四川的井多是为取盐而挖掘的。

第二阶段是小口井阶段，其井口直径如碗口大小，即“卓筒井”，出现于公元1041~1053年前后，以顿钻方式用人力向下钻凿成井。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）年间，顿钻钻井法已经完善，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，用竹质绳索悬持井内工具，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。

·1521年，明正德末年，四川嘉州（今乐山）钻盐井时偶得石油，是为我国第一口油井。（美国第一口油井完成于1859年，井深21.7m）。

·1765年，清乾隆30年，老双盛井打到530m，遇天然气。大溲井约745m。

·1815年，嘉庆20年，桂粘井井深798m，井内产盐水及天然气。

·1821年，清道光初年，在四川打到了自流井构造顶端（今自贡一带）三叠纪嘉陵江灰岩，这是主气层。

·1835年，钻成兴海井，井深1001.4m，打到三叠纪嘉陵江灰岩气层。

·1840年，磨子井打穿了嘉陵江灰岩主气层，井深1200m，井喷后失火，火高几十丈，地表冲裂，几里内烧成一片。估计压力约10MPa，日产约 $2 \times 10^5 \text{m}^3$ 。

清初，四川有盐井5637眼，清末有8456眼，分布于40个州县。到1915年，四川盐井至少

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. 胡砺善“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凳尺计量，即以一条板凳（长约1m）为1尺”。

有64987口（自流井构造上有11800口），总进尺约有 2×10^6 m。

这些情况说明，我们祖先对钻井工艺的发展有着巨大的贡献。

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，买日本设备，聘日本技师在陕北打了一口油井，井深81m，日产油四、五百斤。

•1911年在陕北又打了一口井，井深107m，日产油300斤。

•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4000吨。

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

•1939~1949玉门共打井48口，总进尺25.45km。全国从1907~1948共41年间用新法打井169口，总进尺67.02km。1949年前，井深小于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。

第三节 钻井过程

一口井从开始钻凿到完成，要经过下述各道工序。

一、准备工作

1. **定井位** 地质师根据地质上或生产上的需要确定井身轴线或井底的位置。由于多数井的井身轴线按铅垂线设计，所以井口就是地面上与井底在同一铅垂线上的点，这种井称为直井。

2. **修公路** 应能通行重车。有的满载车总重可达30~40吨或更多。

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 120×90 m²，中型钻机可为 100×60 m²。

4. **打基础** 为了保证施工过程中各设备不因下陷不均匀而歪斜，要打基础。小些的基础用预制件，大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。

二、钻进

当前世界各地普遍使用的打井方法是旋转钻井法，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（即减去浮力后的重量）的一部分产生的。

钻柱把地面的动力传给钻头，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，钻柱重量将逐渐加大，以致于将超过钻压的需要。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，不使作用到钻头上，如图 1-1 所示。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。亦即钻压 = 悬重 - 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。钻时是每进尺 1m 所需时间，以分钟表示。此二者互成倒数。以公式表之，则为

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

式中 v_m ——机械钻速，m/h；
 H —— T 时间内的钻头进尺，m；
 T ——钻进 H 所用时间，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，称为岩屑。岩屑积多了会妨碍钻头钻切新的井底，引起机械钻速下降。所以必需在岩屑形成以后及时地把它从井底上清除掉，并携出地面，这就是洗井。

洗井用洗井液进行。洗井液可以是水、油等液体或空气、天然气等气体。当前用得最多的是水基泥浆，即粘土分散于水中所形成的悬浮液。也有人称洗井液为钻井液，但多数人则把各种洗井液统称之为泥浆。

钻柱是中空的管柱，把洗井液经钻柱内孔注入井中，从钻头水眼中流出而冲向井底，将岩屑冲离井底，岩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，一直返出地面，见图 1-2。岩屑在地面上从洗井液中分离出来并被清除掉，不含岩屑的洗井液再度

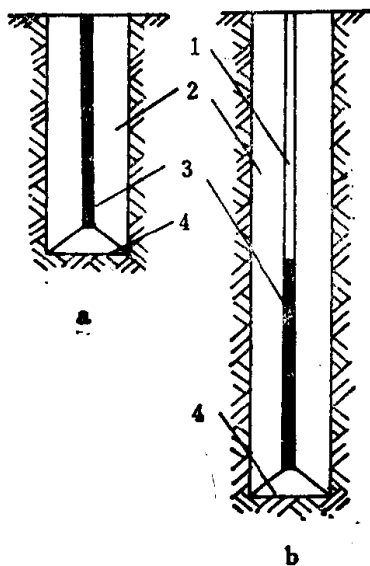


图 1-1 钻柱的受压部分

a—井浅时；b—井深时；1—钻柱被吊悬部分；
 2—井筒；3—钻柱形成钻压的部分，即受压部分；4—钻头

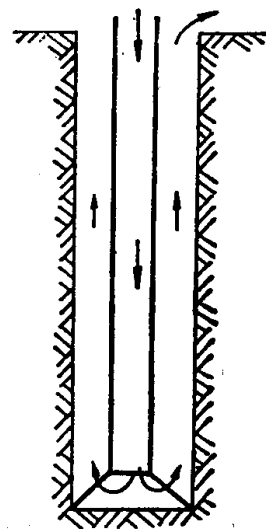


图 1-2 泥浆循环图

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，泵的出口压力要较高。

3. 接单根 在钻进过程中井不断加深，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。

4. 起下钻 为了更换磨损了的钻头，需将全部钻柱从井中起出，换了新钻头以后再重新下入井中，叫起钻或下钻。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24~25m。为了配合这么长的立根，井架高度一般应为41m左右。

也可能是其他原因，如打捞，解决卡钻等也需要进行起下钻操作。

5. 固井 一口井在形成时，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；有的地层则压力很低，易使洗井液漏失；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，应当在适当的时候对井眼进行加固，称为固井。固井的方法是将称做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，封闭住某些地层。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，钻柱被卡在井内则要设法解卡。除落物外，引起井内复杂情况而需处理的原因多系洗井液性能不合要求所造成的。

7. 其他作业 在钻井过程中要进行岩屑录井、气测井、电法测井以及地层测试，交井以后还有射孔、替喷、试油、酸化压裂等项。

第二章 钻井设备及工具

第一节 钻井设备

一、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，面积根据钻机的大小而定，打6km深井的钻机约需 $120 \times 90\text{m}^2$ ，3km钻机 $100 \times 60\text{m}^2$ ，再小些的钻机井场可小到 $60 \times 80\text{m}^2$ 。井场用于安装钻井设备如井架、动力系统、泥浆泵及循环系统等，存放钻杆、套管等管材，放置水罐、油罐、泥浆材料及各种配件，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、固井等作业时大批车辆进出、摆放的需要。对离矿区较远的探井，尚需有职工所需的生活设施如宿舍、厨房等。如在水面上打井，则用钻井平台来代替井场。图2-1给出了一个井场的布置图。

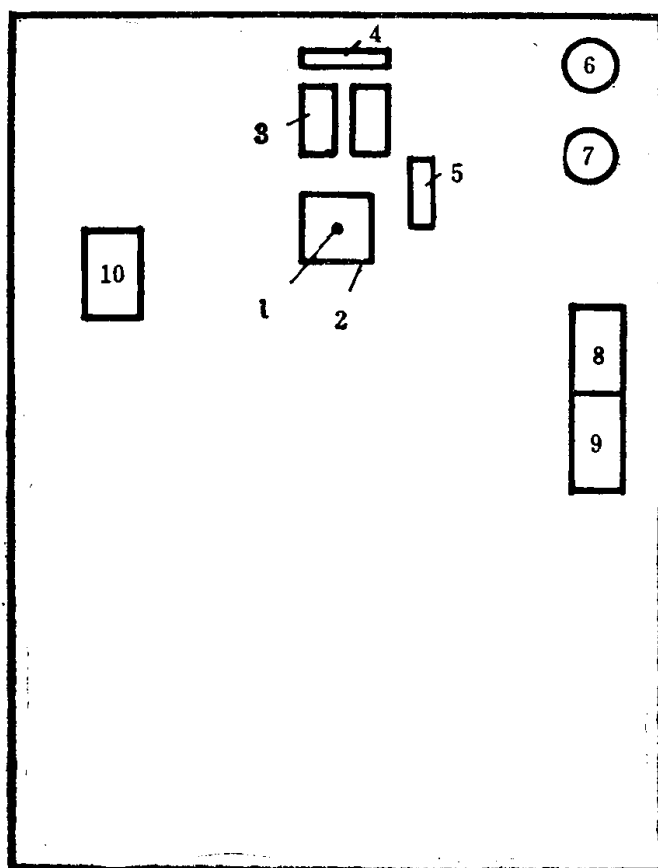


图 2-1 钻井井场

1—井口；2—井架，钻机；3—泥浆泵；4—泥浆池；5—固相清除设备，除气设备；6—水罐；7—油罐；8—值班房；9—库房；10—发电房

二、旋转系统

我们把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以及活动钻具等。该系统简图见图2-2。

1. **转盘** 将经万向轴或链条传来的转动变成水平旋转以驱动方钻杆旋转，其外观如图2-3。

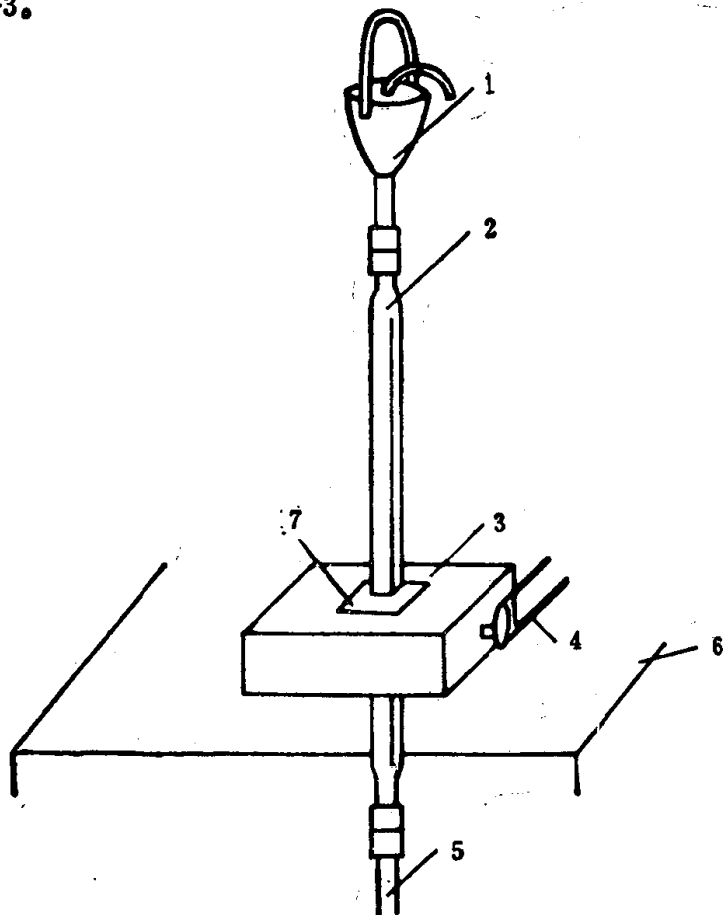


图 2-2 旋转系统

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

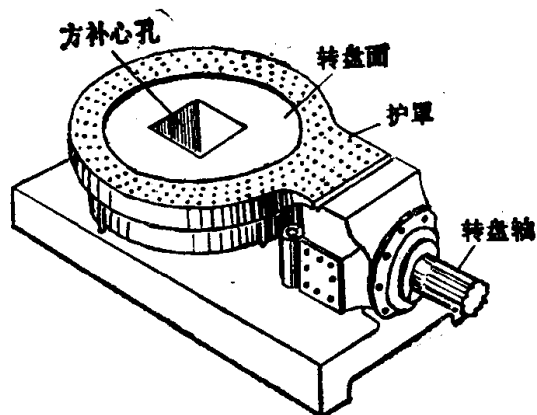


图 2-3 转盘

1) 转盘的主要传动部件是一对伞齿轮，大伞形齿轮水平放置，它中心是空的以容纳方钻杆。

2) 钻头是通过转盘的开口（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拟用的最大直径的钻头。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。为此，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) 起下管柱时，需经常将管柱从大钩上脱卸下来以接、卸钻杆或套管，此时是将全部管柱坐于转盘上，让转盘承其重量。所以转盘应能承载最大管柱重量。

4) 转盘的主轴承承受向下的载荷。由于钻进时常发生上下跳动，所以转盘里尚有防跳轴承以承受向上的载荷。

5) 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。它一般有4个转速。

6) 转盘内设有锁紧装置，可按需要将它锁死，不使转动。

7) 转盘的主要规格是：最大开口直径，最大负荷和最高转速。

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，操作上也很麻烦。而当采用四方形或六方形截面的钻杆时，这一切就变得简单了，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为四方形截面的方钻杆图，这是用得较多的一种。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，在转盘的方孔里上下活动，由转盘驱动旋转。在钻进过程中，当方钻杆方形部分全下到转盘以下，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，用来防止该处旋转时被倒开。

必需加意保护方钻杆不使弯曲。弯的方钻杆无法使用。

3. 水龙头 钻进时，钻柱的一部分重量吊悬在大钩上。钻柱要转，大钩不能转，这矛盾用水龙头来解决。

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

三、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、下管



图 2-4 方钻杆

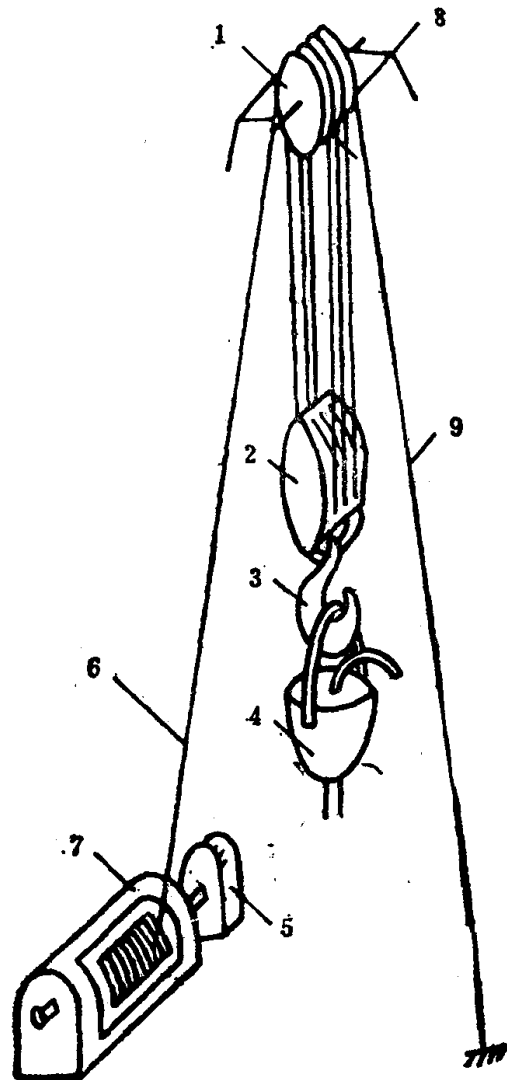


图 2-5 吊升系统

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

柱、钻柱，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是吊升系统的示意图。

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，其外观见图2-6。它的主要规格是轮数和最大负荷。

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荷。有时为了节省高度，将大钩与游动滑车作成一体，如图2-7。

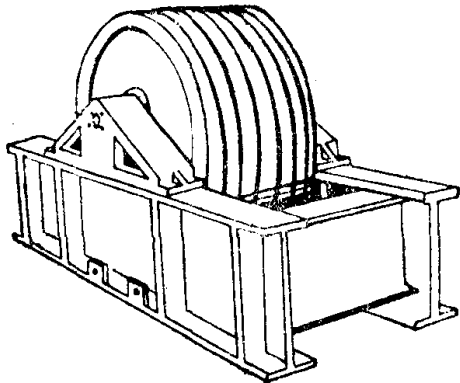


图 2-6 天车

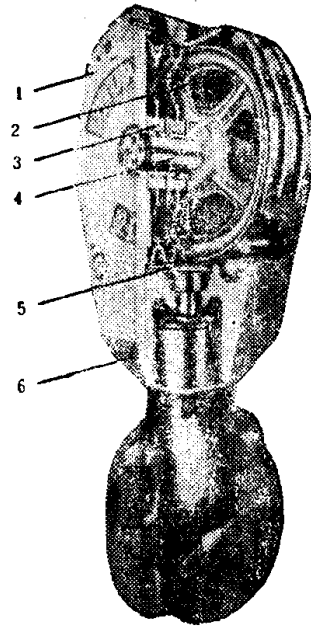


图 2-7 游动滑车及大钩
1—外壳；2—轮子；3—轴承；4—轴；5—轮槽；6—大钩

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，再由股绞成绳，股间有一根麻芯以贮润滑油，其结构见图 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，由于缠绕时速度最快，称为快绳，另一端固定不动，称为死绳，见图 2-5。用量测死绳中的拉力来确定大钩负荷。

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24~27m，井架高度约为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。井架的主要规格是高度及最大负荷量。

5. **绞车** 用于起重及变速，见图2-10。

1) 为了动力传递及变速，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) 快绳绕到滚筒上，游动滑车即升高，大钩将井内管柱提起。由滚筒上放出大绳，管柱即下行。滚筒有数个卷绕速度以适应不同的负荷，负荷大时应用慢速起升。变速是在绞车内部完成的。

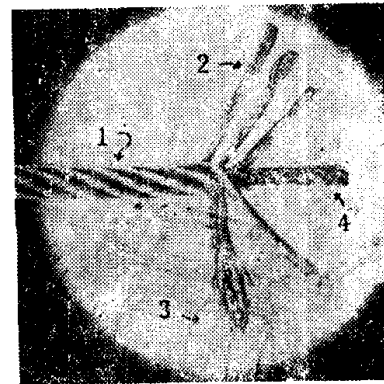


图 2-8 钢丝绳
1—钢丝绳；2—股；3—丝；4—麻芯

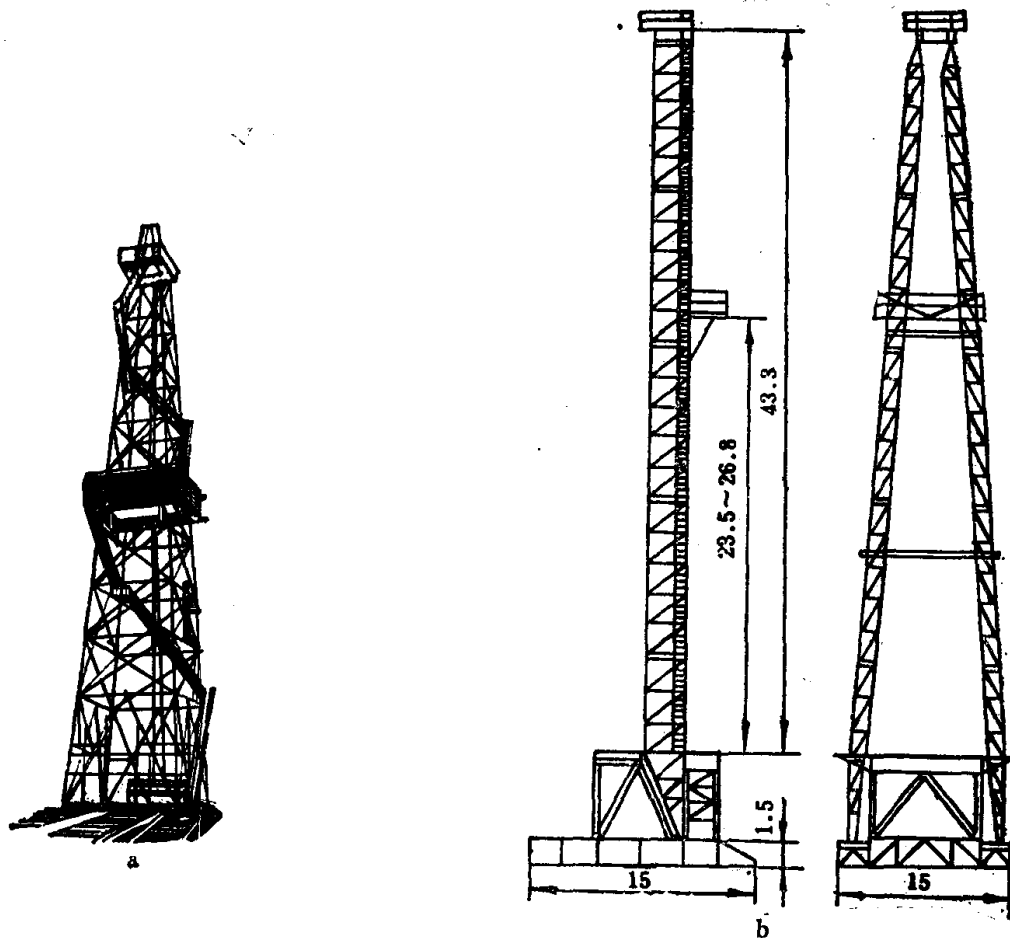


图 2-9 井架
a—塔式井架；b—A字井架

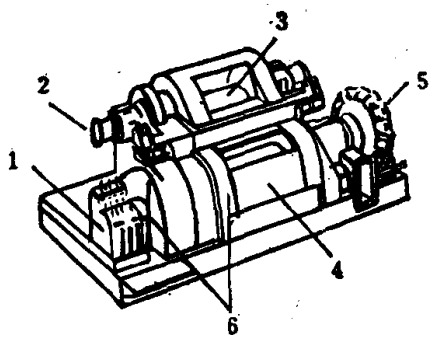


图 2-10 绞车
1—控制台；2—猫头；3—捞砂滚筒；
4—滚筒；5—水刹车；6—刹车把，刹带

3) 捞砂滚筒是一个小型滚筒，它可用钢丝绳向井内下入及起出下井工具。

4) 猫头是一个很小的滚筒，绞车两边都有，它上边不缠存绳索，只提供旋转动力以产生拉力。使用情况见图2-11。用绳子绕到猫头上，人拉绳子一端，在绳的另一端将产生甚大的力量，可用于起吊小物件及拉动大钳上、卸钻柱、管柱丝扣。

起钻时先用崩扣猫头（图2-12）将丝扣卸松然后卸扣。起重用小气动绞车用来代替猫头起重，它比用猫头起重安全，但与这里谈的绞车无关。

5) 绞车动力传动图见图2-13。由三台柴油机并车驱动绞车，转盘及泥浆泵。

6) 绞车变速方案见图2-14。各轴上装有链轮，链轮间用链条相连。链轮有的装死在轴上，有的靠牙嵌离合器与轴相连，依靠各个牙嵌离合器挂合不同的链轮，改变了传动比而达到变速的目的。这个变速方案共有4个速度。图中黑粗线为动力传递路径。由于起下管柱时

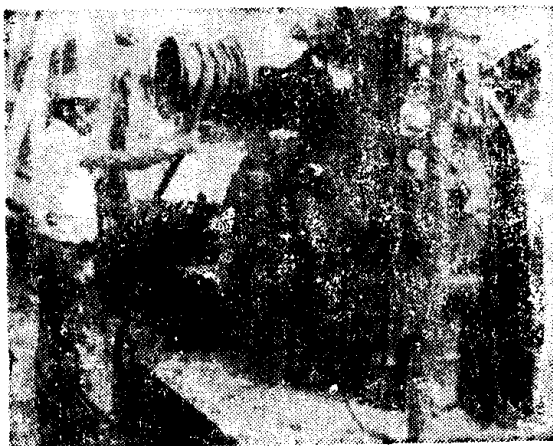


图 2-11 拉猫头

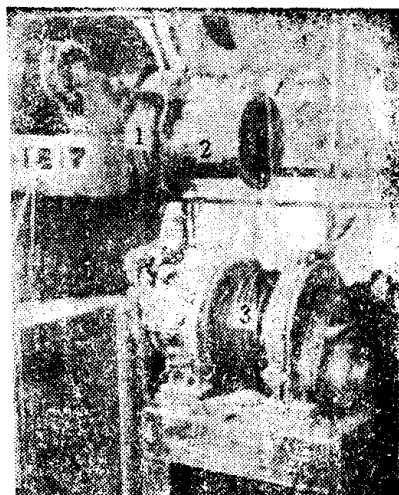


图 2-12 猫头

1—崩扣猫头；2—右侧猫头；
3—起重用气动小绞车

是重载与起放空钩交替出现，为了简化换档手续，设有高速摩擦离合器与低速摩擦离合器以提高操作速度。

7) 绞车的内部结构见图2-15。它是由后向前看的。从图中可清楚看到传动、变速的链条。左侧下部的链条是输入动力用的。

8) 滚筒刹车是控制管柱下放高度，下放速度的机构，见图2-16。刹带块有很高的摩擦系数，能耐高温，装在刹带上，磨损后可以更换。刹带共有两条，分别位于滚筒两侧。手动制动时，用刹把经过杠杆系统控制刹带抱紧滚筒轮鼓的程度以控制滚筒转动的快慢或制动，平衡梁是平衡两侧刹带使之力量相等，防止扭坏滚筒。由于负荷重，刹车很费力，可用气缸加力进行刹车。

6. 水刹车 为了减轻刹带在刹车时的负荷，滚筒轴上装有水刹车，如图2-17。水刹车是靠转子在水中旋转受有阻力而形成制动力矩。控制水刹车内水位高低即可调节制动力矩的大小。水位高，制动力矩大，转轴5转速越快，也就是下钻速度越快，制动力矩越大。大钩静止时，滚筒轴不转，水刹车的转轴也不转，其制动力矩消失，所以它只是下钻或下管柱时的一种辅助手段。

7. 大钩 装在游动滑车下边，用以吊悬井内管柱。有防止脱钩及控制旋转与否的装置。有的产品是与游动滑车做成一体，见图2-7。大钩的主要规格是它的最大起重量。

8. 水龙头 它处于大钩与钻柱之间，应能承受最大管柱重量。

9. 起重力的计算 整个吊升系统所应具有起重能力取决于拟钻井深、管柱重量及动力大小。系统中各部件的最大负荷能力应相当，防止出现强度上的薄弱环节。起重能力应留有余量，一般以比实际最大值大20%左右为宜。

$$G = nT \quad (2-1)$$

式中 G ——大钩起重量，N；

n ——有效绳数，等于游动滑车工作轮数的两倍；

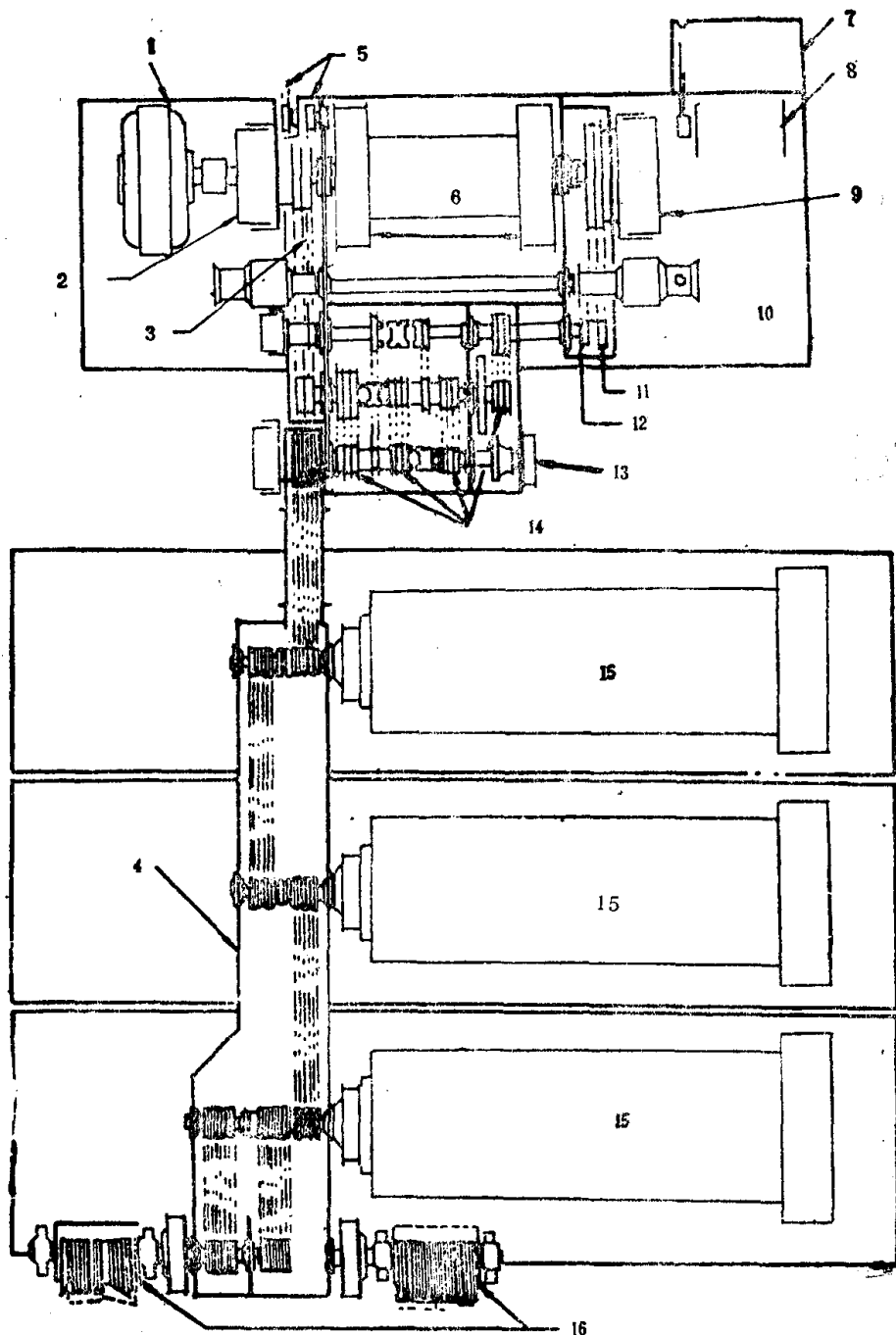


图 2-13 绞车动力传动图

1—水刹车；2—高速离合器；3—高速离合器链条；4—井车箱；5—去转盘；6—滚筒；7—司钻台，
8—控制柜；9—低速离合器；10—猫头轴；11—低速离合器链条；12—猫头轴链条；13—惯性刹车，
14—传动链条；15—柴油机；16—去泥浆泵，用链条或三角胶带

T——绞车快绳拉力，N。

复滑轮系统中，天车轮数比游动滑车轮数多 1。5×6 表示滑车轮数为 5，天车轮数为 6。当井深较浅时，管柱负荷不大，快绳拉力足够时，可以少用工作轮减少有效绳数以增加起升速度，提高工作效率，当然消耗的功率要加大。