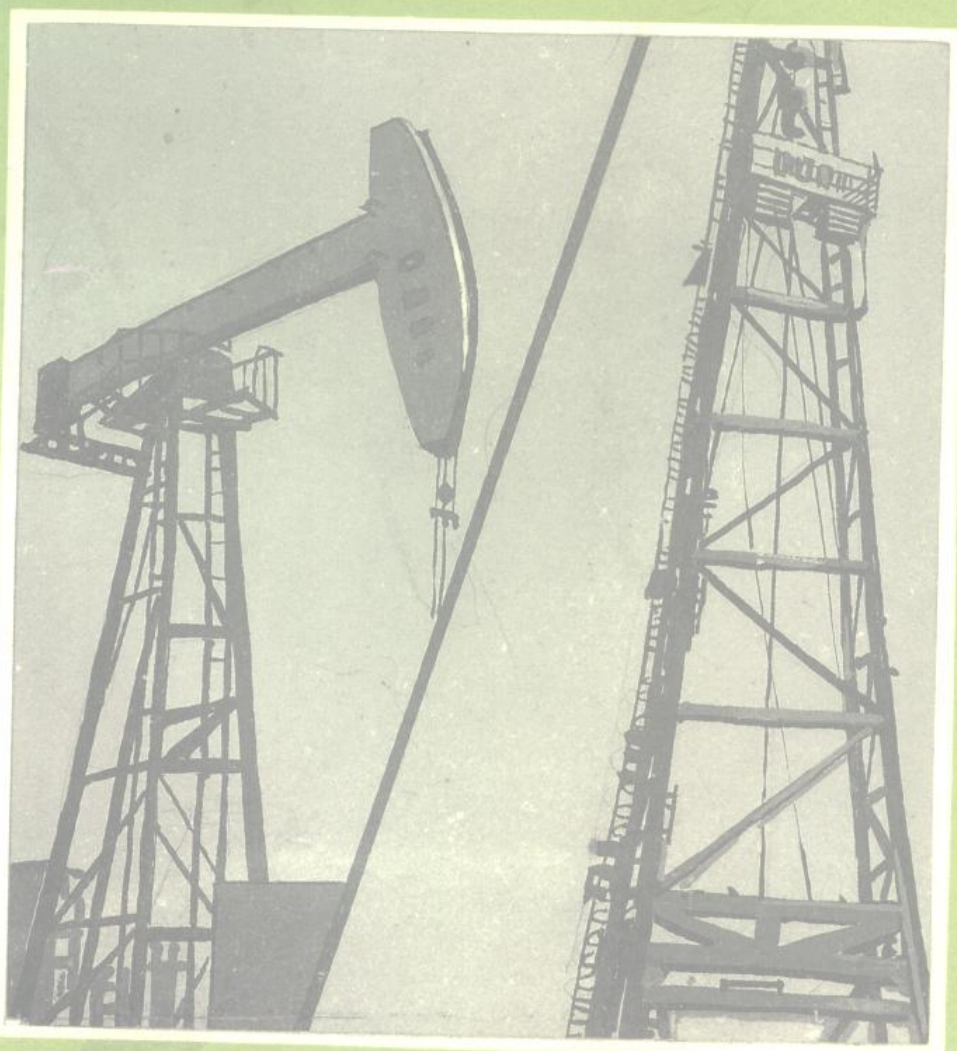


高等学校教学用书

# 石油钻采设备 及工艺概论

SHIYOUZUANCAISHEBEIJIGONGYIGAILUN

李继志 陈荣振 编



GAODENG XUEXIAO JIAOCAI YONGSHU  
LIJIZHI CHENRONGZHEN BIAN  
SHIYOU DAXUE CHUBANSHE

(北京)

2

石油大学出版社

# 石油钻采设备及工艺概论

李继志 陈荣振

石油大学出版社

SPBT  
510

鲁新登字10号

### 内 容 简 介

本书重点介绍石油钻机概况、起升设备、旋转送进设备、驱动与传动装置、气控系统、钻井工具和仪表、钻井泵和泥浆净化设备、柱塞泵和离心泵、机械采油设备、注水和压裂设备、修井设备及油气集输设备的结构特点和工作原理，同时以一定篇幅适当介绍有关石油钻井和采油的基本工艺知识。

本书是石油高等院校（包括函授、电视和职工大学）矿场机械专业的本科、专科学生专业实习教材和教学参考书，也可用作各类石油院校矿机、钻井和采油专业的教学参考书，对于从事石油矿场机械、钻井和采油等现场技术及管理人员具有参考价值。

2038/50

### 石油钻采设备及工艺概论

李继志 陈荣振 编

石油大学出版社出版

山东省东营市

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂德州厂印刷

开本 787×1092 1/16 42印张 1042千字

1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷

印数1—4000册

ISBN 7-5636-0122-8/TE·24

定价：(压膜)11.10元

## 前 言

为适应石油矿场机械的教学要求，我们于1980年编写了《石油钻采工艺基础及设备》，作为矿机专业的实习教材，已在有关石油院校及矿场广为采用。在1986年石油系统教材会议上，有关代表对该教材给予积极的评价，并决定由编者修订后公开出版。

修订后的新教材定名为《石油钻采设备及工艺概论》，保留了原教材中以介绍石油钻采设备的结构与作用原理为主，适当介绍钻井和采油工艺基本知识的特点。考虑到近年来石油钻采设备的新发展和多年使用原教材的经验，在内容编排和取材等方面都做了较大的变动，力图既能大体反映近代石油钻采设备发展水平，又能满足教学的基本要求。目前的矿机专业教材基本可分为两大类型，一类以介绍石油钻采设备的设计计算方法与基本理论为主，主要用于课堂讲授；另一类则以介绍结构、工作原理和应用为主，主要用于专业实习教学，同时作为专业教学和毕业设计的主要参考书，本教材属于后一种类型。在某些开设《石油钻采机械概论》必修专业课的学校，本书可作为专业教材。

石油钻采设备内容很广，限于篇幅和实际教学的条件和要求，本教材只能在广度和深度上作适当的选择，有些内容（如海洋石油钻采设备及工艺知识等）未予介绍，矿机专业的学生可以从有关选修课中进一步学习，其他读者可参阅有关专著。

本教材第一到第七章由陈荣振编写，第八到第十四章由李继志编写；全书由陈如恒、赵怀文、万邦烈教授审阅，陈如恒教授主审。审阅人对教材初稿提出了许多宝贵的意见和建议，同时，石油大学（华东）矿机教研室的其他教师对本书的编写也给予了热情的关注和支持，在此谨表示衷心的感谢。编写过程中，参阅了大量《石油矿场机械》和《石油机械》等杂志上有关文章、许多厂所和个人提供的资料（如产品样本、说明书、鉴定材料等）以及有关的国家标准。在此，向给予热情帮助和支持的有关单位和个人致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，同时资料尚不够十分充分，修订后的教材仍然会存在许多缺点和不足，恳请广大读者给予批评和指正。

石油大学（华东）李继志 陈荣振

1989年12月

# 目 录

<b>第一章 钻井工艺基本知识</b> .....	( 1 )
第一节 石油地质常识 .....	( 1 )
第二节 钻井方法 .....	( 5 )
第三节 钻井工艺过程 .....	( 12 )
第四节 钻井中的几种事故 .....	( 22 )
第五节 钻井技术 .....	( 24 )
第六节 定向钻井与丛式钻井 .....	( 32 )
<b>第二章 石油钻机总论</b> .....	( 36 )
第一节 概述 .....	( 36 )
第二节 钻机基本参数与标准系列 .....	( 40 )
第三节 机械驱动钻机 .....	( 45 )
第四节 电驱动钻机 .....	( 63 )
<b>第三章 起升设备</b> .....	( 72 )
第一节 钻井井架 .....	( 72 )
第二节 天车、游车、大钩和钢丝绳 .....	( 95 )
第三节 钻井绞车 .....	(111)
第四节 辅助刹车 .....	(132)
第五节 猫头 .....	(140)
<b>第四章 地面旋转送进设备</b> .....	(144)
第一节 转盘 .....	(144)
第二节 水龙头 .....	(152)
第三节 顶驱钻井系统 .....	(164)
第四节 自动送钻装置 .....	(172)
<b>第五章 钻机的驱动与传动</b> .....	(180)
第一节 概述 .....	(180)
第二节 机械驱动与传动 .....	(183)
第三节 钻机用液力变矩器 .....	(201)
第四节 电驱动 .....	(219)
第五节 石油钻机传动滚子链 .....	(234)
第六节 窄V带 .....	(240)
第七节 大型万向轴 .....	(243)
<b>第六章 钻机的气控制</b> .....	(250)
第一节 概述 .....	(250)
第二节 钻机气控系统流程 .....	(251)
第三节 气动控制元件 .....	(263)
第四节 气动执行元件 .....	(276)
<b>第七章 钻井工具与仪表</b> .....	(291)
第一节 钻头 .....	(291)

第二节	钻具	(307)
第三节	井口工具	(315)
第四节	井口机械化装置	(321)
第五节	井口钻进控制设备	(331)
第六节	钻井仪表	(340)
<b>第八章</b>	<b>钻井泵和泥浆净化装置</b>	<b>(350)</b>
第一节	钻井泵的工作原理及分类	(350)
第二节	双作用活塞式钻井泵	(351)
第三节	三缸单作用活塞式钻井泵	(365)
第四节	钻井泵的主要配件	(382)
第五节	泥浆净化装置	(393)
<b>第九章</b>	<b>柱塞泵、离心泵和压缩机</b>	<b>(417)</b>
第一节	柱塞泵的典型结构	(417)
第二节	柱塞密封的结构型式	(426)
第三节	离心泵的工作原理、类型和结构	(430)
第四节	离心泵轴向力的平衡及密封装置	(440)
第五节	压缩机	(449)
<b>第十章</b>	<b>自喷井采油及设备</b>	<b>(454)</b>
第一节	油井自喷基本原理	(454)
第二节	自喷井的采油井口装置	(456)
第三节	自喷井分层配产井下管柱结构	(466)
第四节	油井清蜡	(474)
<b>第十一章</b>	<b>机械采油及设备</b>	<b>(476)</b>
第一节	抽油机	(478)
第二节	抽油泵	(496)
第三节	抽油杆及辅助抽油装置	(513)
第四节	水力活塞泵装置	(523)
第五节	电动潜油离心泵装置	(533)
第六节	其它无杆抽油设备	(542)
<b>第十二章</b>	<b>油田注水、压裂、酸化及其设备</b>	<b>(552)</b>
第一节	油田注水及设备	(552)
第二节	水力压裂及设备	(561)
第三节	油层的酸化处理及设备	(584)
<b>第十三章</b>	<b>修井设备</b>	<b>(590)</b>
第一节	修井机	(590)
第二节	不压井修井设备	(603)
第三节	其它修井设备及工具	(607)
<b>第十四章</b>	<b>油气集输及设备</b>	<b>(619)</b>
第一节	油气集输流程	(619)
第二节	油气集输常用设备	(624)
第三节	量油、测气方法及仪表	(630)
<b>参考文献</b>		<b>(638)</b>

# 第一章 钻井工艺基本知识

石油是宝贵的能源和化工原料，号称“工业血液”。它埋藏在地下几百米到数千米深的岩层中。为了寻找和开采石油，需要钻井，需要一整套的钻井机械及设备（俗称钻机）。设计、研制和使用好石油钻机，是石油矿场机械工作者的任务。

为此，我们需要学习有关钻井工艺的一些基本知识。了解钻井工艺过程，明确钻井工艺对钻井机械及设备的要求，熟悉钻井机械及各种设备的工作条件和操作情况，为深入学习钻机设计计算等专业课程及将来从事石油钻机的设计、研制、管理和使用奠定必要的基础。

## 第一节 石油地质常识

### 一、地壳

#### 1. 地壳组成

地球自产生到现在约有45~60亿年了，平均半径为6371公里。同一个煮熟的鸡蛋相类似，可分为蛋壳、蛋白和蛋黄三个圈层，地球内部可分为地核、地幔和地壳三个同心排列的圈层，见图1-1。各圈层物理状况如表1-1。

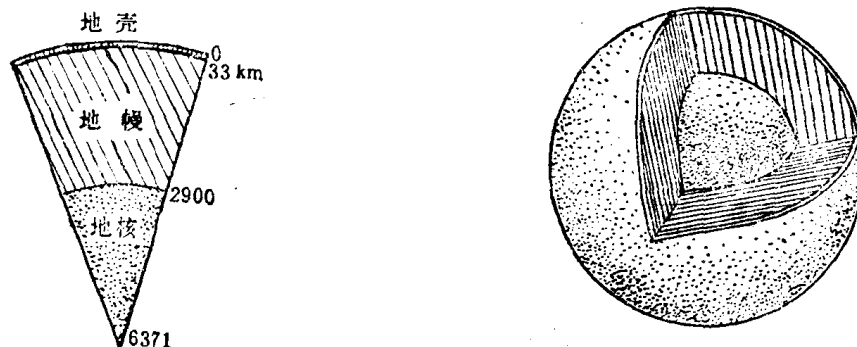


图1-1 地球的内部结构示意图

表1-1 地球内部各圈层物理状况

圈层	深度, km	密度, g/cm <sup>3</sup>	压力, MPa	温度, °C
地壳	33	2.7~2.9	900	15~1 000
地幔	2 900	3.32~5.66	136 800	1 500~2 000
地核	6 371	9.71~16	360 000	>2 000

地壳厚度是各处不等的。最厚处达70~80公里，最薄处只有5~6公里，平均33公里。地壳由岩石组成。岩石依成因的不同可分三大类：火成岩、变质岩和沉积岩。

火成岩（岩浆岩）：是高热的岩浆冷凝后形成的岩石，呈块状，无层次，致密而坚硬，如花岗岩、玄武岩、正长岩等。

沉积岩：火成岩、变质岩和早期形成的沉积岩，经风吹，雨打，温度变化，生物作用等被剥蚀、粉碎、溶解形成碎屑物质及溶解物质，再经风力，水流，冰川，海洋搬运至低凹处沉积下来，越积越厚，经压实、固结而形成了沉积岩。沉积岩有层次、孔隙、裂缝和溶洞，并有化石（各种古代动植物的残骸遗迹）。

变质岩：是沉积岩或火成岩在地壳内部的物理化学因素（如高温高压，岩浆的风化等）影响下，改变了原来的成份和结构变质成为新的岩石，如石灰石变成大理石。

石油和天然气生成在沉积岩中，绝大多数储藏在它的孔隙、裂缝和溶洞里。而在火成岩和变质岩中则很少有石油和天然气。

## 2. 沉积岩种类及特点

沉积岩分：

(1) 砂岩 普通的砂粒由泥质或石灰质胶结而成。依颗粒直径不同又可分为以下几种：

岩石名称	砾石	粗砂岩	中砂岩	细砂岩	粉砂岩
颗粒直径（毫米）	> 1	0.5~1	0.25~0.5	0.1~0.25	0.01~0.1

砂岩具有孔隙，可以储存流体（油、气、水）。

岩石孔隙体积与岩石总体积之比称为孔隙度。

由于岩石存在孔隙，在压力差作用下能通过油、气、水，此称渗透性。砂岩（孔隙大）和灰岩（裂缝发育）都是渗透性好的岩石。

(2) 泥岩 普通的泥土（颗粒直径小于0.01毫米）经成岩作用而形成。呈块状的称泥岩。呈薄片层状的泥岩称为页岩。富含石油质的页岩称油页岩，可以提炼石油。

(3) 石灰岩 俗称石灰石，主要成份为碳酸钙，呈块状，致密而坚硬。由于地壳运动的作用和地下水的侵蚀，常有裂缝和溶洞，石油与天然气即储存其中。

## 3. 钻井地质图例

钻井工作中，常用简明图例来表示各种地质岩层以及钻井时会遇到的油、气、水显示，见图1-2。

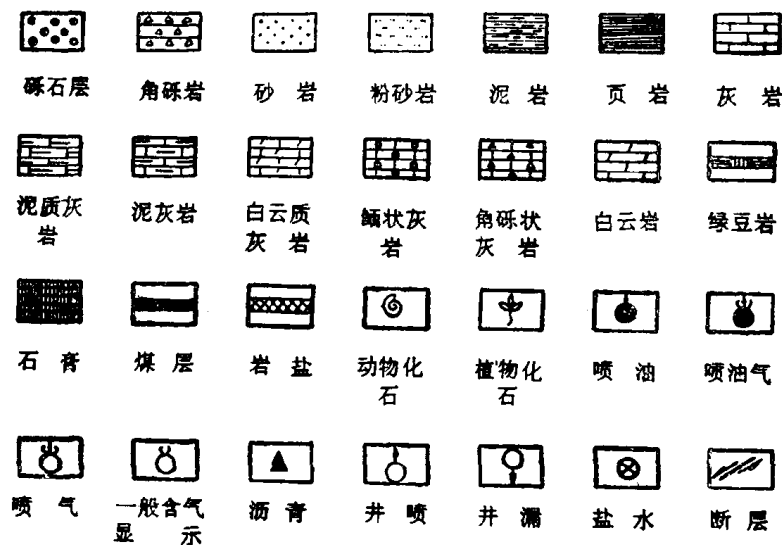


图1-2 钻井地质图例

## 4. 地质构造

由于地壳发生升降、挤压褶皱及水平移动，使原来是一层层平铺着的沉积岩发生变形，



形成地壳的各种构造。

- (1) 背斜构造 是指岩层向上弯曲的褶曲，其核部地层比外圈地层老，见图1-3。
- (2) 向斜构造 是指岩层向下弯曲的褶曲，其核部地层比外圈地层新，见图1-4。
- (3) 单斜构造 岩层向单一方向倾斜，见图1-5。

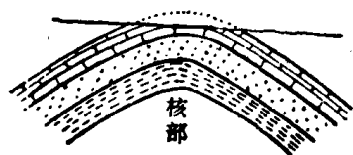


图1-3 背斜构造



图1-4 向斜构造

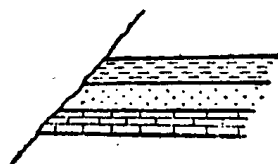


图1-5 单斜构造

(4) 断层 岩层因地壳运动而断裂，在断裂面两侧的岩层发生了显著的相对位移，称这种断裂为断层，见图1-6。

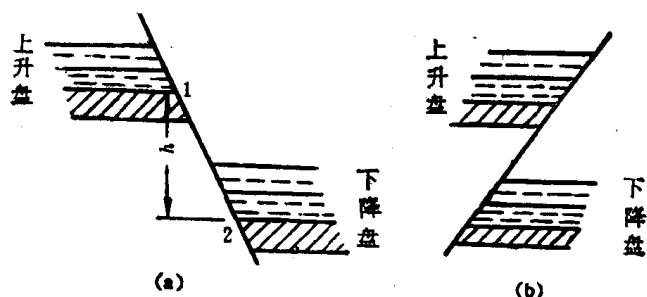


图1-6 断层示意图

(a) 正断层; (b) 逆断层

## 二、油、气藏与油、气田

### 1. 油、气一般特性

自地下采出来的石油，提炼前称原油。主要由碳、氢两种元素化合而成，其中碳约占83~87%，氢占10~14%，此外还有少量的氧、硫、氮等。

天然气主要是由甲烷、乙烷、丙烷和丁烷组成的可燃气体，其中还混杂有少量的二氧化碳、硫化氢和氮气等。

人们一般根据原油的颜色、比重、粘度、溶解性和凝固点等物理特性来评价原油的性质。原油一般呈棕色、褐色或黑色，也有无色透明的凝析油。颜色越淡越好。

原油在20℃的重量与同体积的4℃的纯水的重量之比叫原油重度。一般为0.75~1.0。

原油流动时，分子间产生摩擦阻力，用粘度表示这种阻力的大小。粘度小者，流动性好。

原油溶解于有机溶剂的性质称为溶解性。原油不溶于水，但可与天然气互溶。溶有天然气的石油，粘度小，利于开采。

原油冷却到失去流动性的温度称凝固点。含蜡量少者，凝固点低，有利于原油的开采和集输。

### 2. 石油生成

现在埋藏在地下的石油和天然气是由古代的生物遗体在适宜的自然环境和地质条件下生成的。

古代陆地上的动、植物遗体，被河流带到内陆湖泊或海湾盆地，与原来水中的生物一起混同泥沙沉积下来形成有机淤泥。已形成的有机淤泥又被后沉积的泥砂层覆盖，和空气隔绝，处于缺氧还原的环境。随岁月流逝，有机淤泥中的有机物质经过一系列的复杂的物理化学变化，就转变成石油。天然气即气体状态的石油。

### 3. 油、气藏

有机淤泥中的有机物质，在成岩过程中逐渐变成了石油或天然气，此有机淤泥层叫生油层。

生油层中分散存在的石油或天然气，当遇有适宜的地质构造条件时，便发生运移和聚集形成有工业价值的油、气藏。聚集油气的构造称储油构造。其特点是有不渗透的岩层把聚集的油、气圈闭起来。

储油构造种类很多，常见的有背斜储油构造(图1-7)，断层遮挡储油构造(图1-8)，岩性圈闭储油构造(图1-9)，地层超覆储油构造(图1-10)及地层遮挡储油构造(图1-11)。

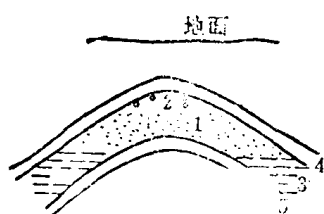


图1-7 背斜储油构造

1—油；2—气；3—水；4—不渗透泥岩盖层；5—不渗透泥岩底层。

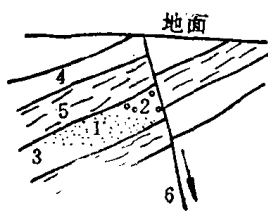


图1-8 断层遮挡储油构造

1—油；2—气；3—水；4—砂岩；5—泥岩；6—不渗透断层。

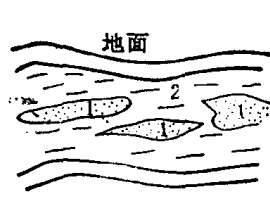


图1-9 岩性圈闭储油构造

1—被圈闭的油砂体；2—不渗透泥岩。

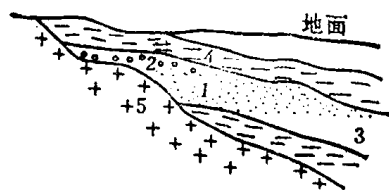


图1-10 地层超覆储油构造

1—油；2—气；3—水；4—泥岩；5—变质岩基底。

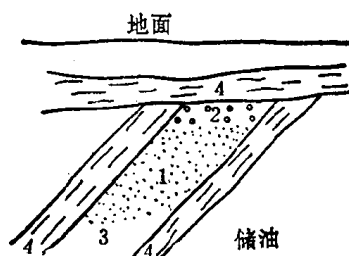


图1-11 地层遮挡储油构造

1—油；2—气；3—水；4—不渗透岩层。

前两者所圈闭的油、气聚集统称为构造油气藏。余者所圈闭的油、气聚集称地层油气藏。

### 4. 油、气田

我们把同一面积范围内的油、气藏称为油气田。同一油气田可以具备同一类型的油、气藏，也可以由多种类型的油、气藏所组成。

## 三、石油勘探

要找到油气藏，就要进行石油的勘测和探查。随着生产经验的积累和科学技术的进步，目前常用的找油方法有三种，即地质法、地球物理勘探法和钻探法。

### 1. 地质法

地质法，即地面地质调查法，就是直接观察地表的地质现象，看是否有露在地面的“油气苗”，研究岩石、地层情况，分析地下是否有储油构造。

### 2. 地球物理勘探法

不同的岩石，具有不同的物理性质（如密度、磁性、电性、弹性等）。在地面上利用各种精密仪器进行测量，了解地下的地质构造情况，以判断是否有储油构造，此即所谓的地球物理勘探法。常用的有重力勘探、磁力勘探、电法勘探和地震勘探四种。

### 3. 钻探法

钻探法，即钻井法，就是在通过地质法、地球物理法已初步查明的储油构造上钻井，看是否有油、气，并通过地质录井，能取得第一手地质资料。

## 四、钻井中的地质录井工作

钻井过程中收集地下地质资料的工作叫做地质录井工作。

通过地质录井，可以掌握第一手资料，搞清地下的地质情况。

### 1. 砂样录井

规定新探区每进尺一米，地质工便到泥浆筛前取一次砂样，洗净、晾干，用砂样袋装好，依次编号，注明井号、井深、日期，妥为保存。若发现含油砂样，应立即进行化验，据以了解含油情况。

### 2. 岩芯录井

在生产层或其它关键层位，可用取芯钻进方法取出整段的岩芯，它是最能确切反映地下岩层情况的宝贵资料。

### 3. 钻时录井

记录每钻进一米所需时间，并依井的深度绘成钻井的深度-时间曲线。因地层岩石不同则软硬有别，反映出钻进速度各异。故可作为判断地层情况时一种参考资料。

### 4. 泥浆录井

不同地层对泥浆性能的变化有不同的影响。例如，钻到油、气层时，泥浆粘度增加，比重下降，返回的泥浆中会出现油花等。因此，记录泥浆性能的变化也可作为研究地层的一项资料。

### 5. 地球物理测井

每口井完钻后，测井车就来进行地球物理测井工作。

不同岩石的导电能力、自然电位、自然放射伽马射线及受中子冲击作用后放射伽马射线的强度是不同的。同一钻头钻穿不同岩层时井径也不一样。地球物理测井，就是沿井眼自上而下测出岩层的各种物理性质曲线。根据测井曲线，配合其它录井方法得来的资料，进行综合对比，分析解释，便能正确分辨地层，了解地层含油、气、水的情况。

## 第二节 钻井方法

从地面钻一孔道直达油层，即钻井。究其实质，钻井就是（一）破碎岩层；（二）设法取出岩屑，继续加深钻进。井的示意图见图1-12。

劳动人民在长期生产实践中，创造和发展了多种钻井方法。随着生产力的发展和科学技术的进步，钻进方法和相应的钻井设备也日趋现代化。

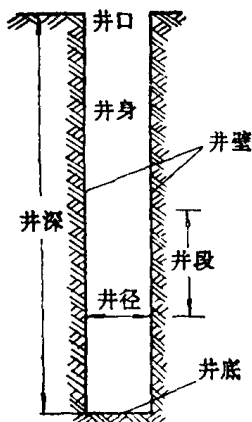


图1-12 井的示意图

### 一、顿钻钻井法

顿钻钻井又名冲击钻井。相应的钻井设备称顿钻钻机或钢绳冲击钻机。其设备组成及工作原理如图1-13所示。

周期地将钻头提到一定高度向下冲击井底，破碎岩石。在不断冲击的同时，向井内注水，将岩屑、泥土混成泥浆。等井底泥浆碎块积到一定数量时，便停止冲击，下入捞砂筒捞出岩屑。然后再开始冲击作业。如此交替进行，加深井眼，直至钻到预定深度为止。

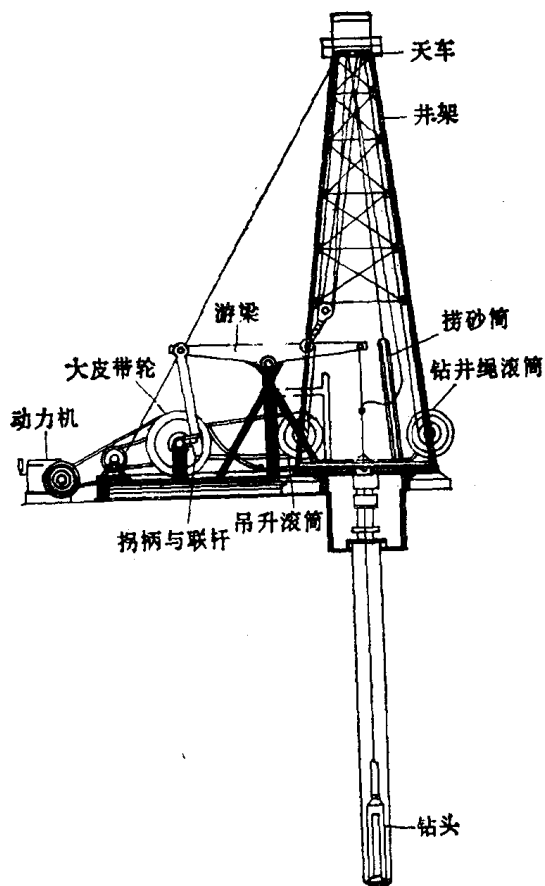


图1-13 顿钻钻井示意图

用这种方法钻井，破碎岩石，取出岩屑的作业都是不连续的，钻头功率小、效率低、速度慢，远不能适应现阶段石油钻井中优质快速打深井的要求。代之而起的便是旋转钻钻井法。

### 二、旋转钻钻井法

旋转钻钻井法包括地面发动转盘旋转钻井法和井下动力钻具旋转钻井法。

#### 1. 转盘旋转钻井法

该钻井法的设备组成和工作原理如图1-14。

井架、天车、游车、大钩及绞车组成起升系统，以悬持、提升、下放钻柱。接在水龙头下的方钻杆卡在转盘上，下部承接钻杆柱、钻铤、钻头。钻杆柱是中空的，可通入清水或钻井液。工作时，动力机驱动转盘，通过方钻杆带动井中钻杆柱，从而带动钻头旋转。控制绞车刹把，可调节由钻杆柱重量施加到钻头上的压力（俗称钻压）大小，使钻头以适当压力压在岩石面上，连续旋转破碎岩层。与此同时，动力机驱动钻井泵，使泥浆经由地面管汇——水龙头——钻杆柱内腔——钻头——井底——环形空间——泥浆槽——泥浆池，进行钻井液循环，以连续带出被破碎的岩屑。

钻杆代替了顿钻中的钢丝绳，钻头加压旋转代替了冲击，所以，转盘旋转钻井法破碎岩石和取出岩屑都是连续的，克服了冲击钻的缺点，钻井效率高。

#### 2. 井下动力钻具旋转钻井法

从顿钻到转盘钻，是钻井方法上的一次革命。但随着钻井深度的增加，钻杆柱在井中旋转不仅要消耗过多的功率，且容易引起钻杆折断事故，这就促使人们朝钻杆不转或不用钻杆的方向去寻求钻头传送动力和运动的方法，将动力装置放到井下去，从而诞生了井下动力钻具旋转钻井法。

井下动力钻具有三种，即涡轮钻具，螺杆钻具和电动钻具。

(1) 涡轮钻具

涡轮钻具是一种特殊结构的井下动力钻具。它下接钻头，上接钻杆柱。工作时，钻井泵将高压钻井液经钻杆柱内腔泵入涡轮钻具中，驱动转子并通过主轴带动钻头旋转，实现破岩钻进。

涡轮钻具钻井的地面设备同转盘钻。但钻杆柱是不转动的，故节约了功率，磨损小，事故少，使用寿命长，特别适用于钻定向井和丛式井。

但涡轮钻具转速高，降低了牙轮钻头的使用寿命，在一段时期内限制了它在打直井和深井方面的应用。

80年代出现了聚晶金刚石切削块钻头(PDC钻头)及在PDC钻头基础上发展起来的、热稳定性更好的巴拉斯钻头(BDC钻头)，它们能在高转速和高温下钻井。前者适用于软及中

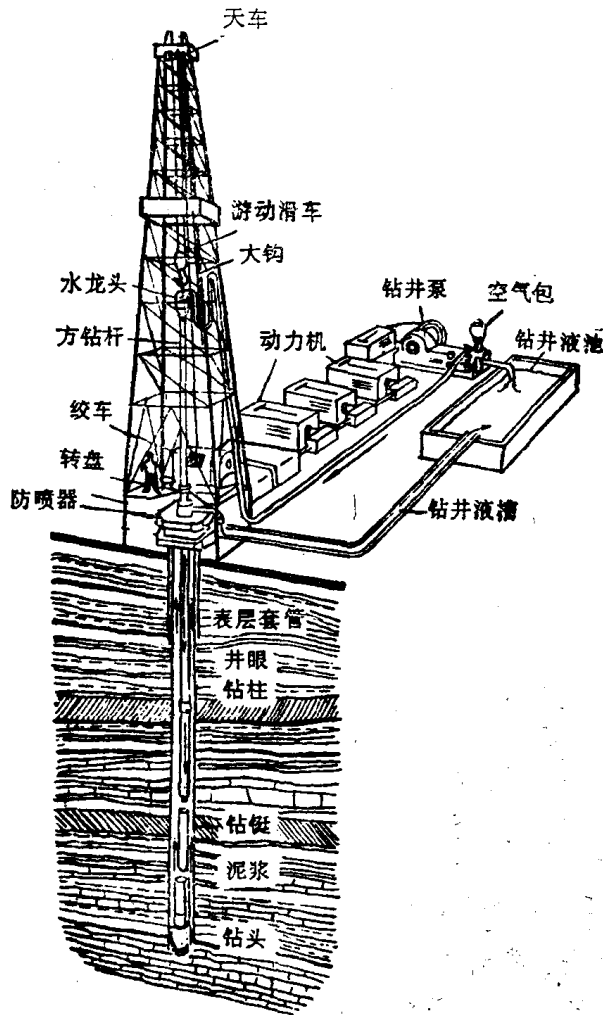


图1-14 转盘旋转钻井示意图

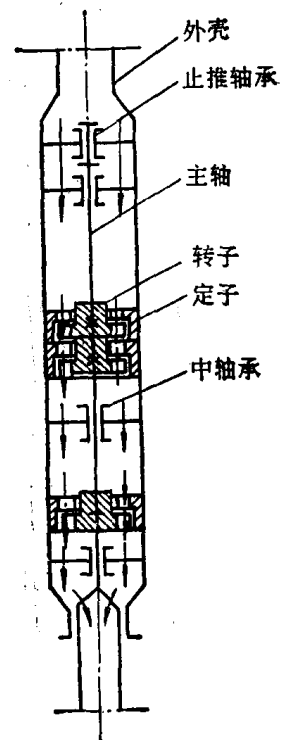


图1-15 涡轮钻具结构示意图

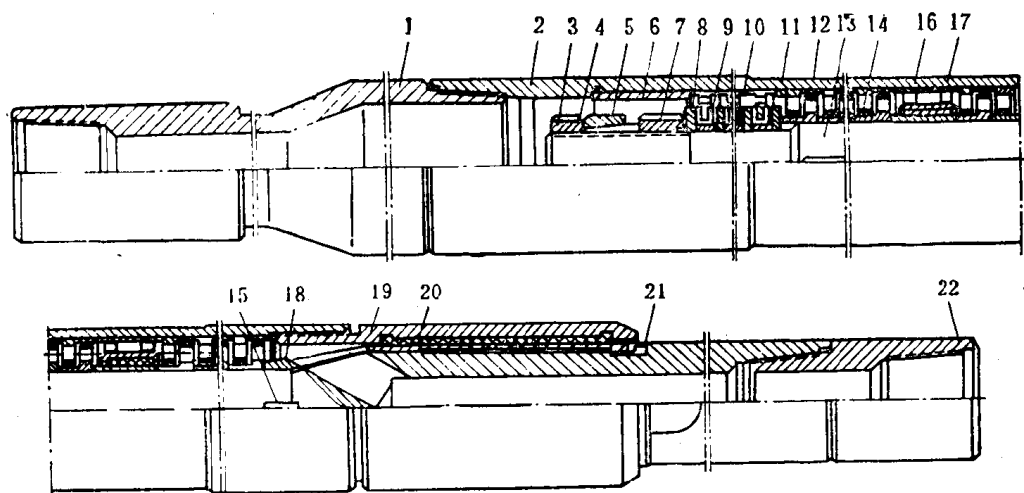


图1-16 国产WZ-215型涡轮钻具结构

1—大小头；2—外壳；3—防松螺母；4—锁紧垫圈；5—帽罩；6—支承套筒；  
7—转子螺母；8—支承盘；9—支承环；10—止推轴承；11—调节环；12—定  
子；13—轴；14—转子；15—销；16—中轴承套；17—中轴承；18—撑套；  
19—下部短节；20—下部轴承套；21—键；22—轴接头。

软地层，后者适用于中硬、硬及具有中等研磨性的地层，是涡轮钻具理想的配套钻头。因此，PDC和BDC钻头的出现，加上近年来随钻测量技术的发展，为涡轮钻具的应用开辟了广阔的前景。

单式涡轮钻具如图1-15和图1-16所示。

## (2) 螺杆钻具

螺杆钻具是一种由高压钻井液驱动的容积式井下动力钻具。压力钻井液驱动转子(螺杆)在衬套中转动，带动装在它下端的钻头破岩钻进。单螺杆钻具结构如图1-17所示。

螺杆钻具钻井，钻杆柱也是不转动的，特别适用于定向井、丛式井和其它特种作业钻井。可做成小尺寸钻具，用于小井眼和超深井钻井。近年来国外钻井实践表明：螺杆钻具用于钻直井的深度已达九千米，机械钻速一般为转盘钻的2~4倍。

螺杆钻具结构简单，工作可靠；能提供大扭矩、低转速的特性。适于配用普通牙轮钻头，也可配用金刚石钻头，可提高钻头进尺和使用寿命，这些性能优于涡轮钻。因此，螺杆钻具也是一种钻定向井、丛式井、深井的很有发展前途的井下动力钻具。

美国50年代开始研制螺杆钻具，如迪纳钻具(Dyna-Drill)，见图1-18。与迪纳钻具类似的有纳维钻具(Navi-Drill)和普西钻具(Posi-Drill)。苏联60年代开始研制多头螺杆钻具，如ДП-170(图1-19)。

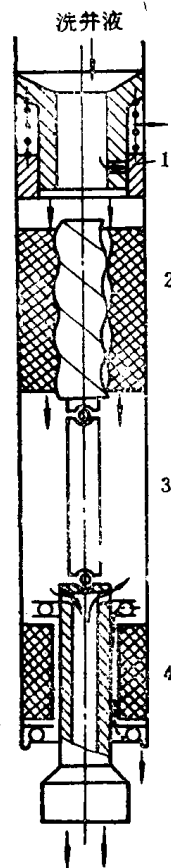


图1-17 螺杆钻具结构示意图

1—旁通阀；2—单螺杆马达总成；  
3—万向轴总成；4—传动轴总成。

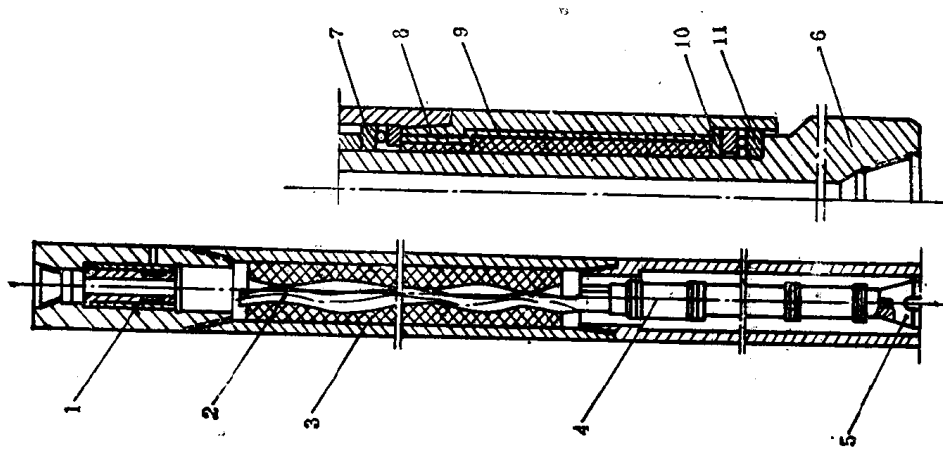


图1-18 迪纳单螺杆钻具结构简图

1—旁通阀；2—单螺杆(转子)；3—衬套(定子)；4—万向联轴节；5—主轴；6—钻头接头；7—上止推球轴承；8—橡胶限流衬套；9—橡胶径向轴承；10—盘形弹簧；11—下止推球轴承。

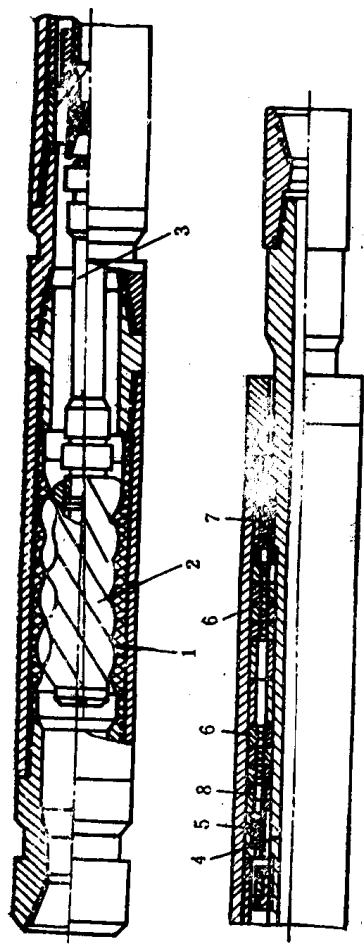


图1-19 П1-170型多头螺杆钻具

1—定子衬套；2—螺杆；3—万向轴；4—主轴；5—支承节外壳；6—多排径向止推球轴承；7—径向橡胶-金属轴承；8—端面密封。

表1-2 钻具规格和操作数据表

钻具规格 Tool SIZE O. D.	5		6 1/2				7 3/4		8 1/2			
	D500 DELTA 500	D1000 DELTA 1000	D500 DELTA 500	D1000 DELTA 1000	D500+4 DELTA 500 Plus 4	D500 DELTA 500	D1000 DELTA 1000	D500 DELTA 500	D1000 DELTA 1000	D500+4 DELTA 500 Plus 4		
输入流量范围 Input Volume (Pump Rate) Range	L/min GPM	681-946 180-250	946-1325 250-350	946-1325 250-350	946-1325 250-350	1230-1703 325-450	1230-1703 325-450	1230-1703 325-450	1230-1703 325-450	1230-1703 325-450	1325-2270 350-600	1325-2270 350-600
钻头水眼降压范围 Bit Differential Pressure Range	MPa PSI	1.05-3.5 150-500	1.05-3.5 150-500	1.05-3.5 150-500	1.05-3.5 150-500	1.05-3.5 150-500	1.05-3.5 150-500	1.05-3.5 150-500	1.05-3.5 150-500	1.05-3.5 150-500	1.4-7.0 200-1000	1.4-7.0 200-1000
马达级数 Number of Stage		3	3	4	4	3	4	3	4	4	2	4.75
马达降压 Motor Differential Pressure (125 PSI per stage)	MPa PSI	2.53 360	2.53 360	3.5 500	3.5 500	2.53 360	3.5 500	2.53 360	3.5 500	3.5 500	1.76 250	2.74 380
钻头转速范围 Bit Speed Range	r/min	350-482	292-431	275-395	275-395	292-431	275-395	275-395	242-337	242-337	90-150	90-160
输出扭矩 Available Torque	N·m Ft Lbs	650 480	1085 801	1897 1400	1897 1400	1085 801	1897 1400	1572 1160	2851 2104	2851 2104	2439 1800	5691 4200
功率 Horsepower	kW 马力	23.8-32 32-44.1	33.2-49.0 44.5-65.7	54.7-78.5 73.3-105.3	54.7-78.5 73.3-105.3	33.2-49.0 44.5-65.7	54.7-78.5 73.3-105.3	37.9-54.7 50.8-73.3	72.4-100.7 97.1-135	72.4-100.7 97.1-135	22.9-38.3 30.8-51.4	53.7-85.4 72-128
工具总长 Overall Length	m ft	6.03 19.8	6.06 19.9	7.54 24.75	7.54 24.75	6.06 19.9	7.23 23.73	6.4 21	9.22 27	7.68 25.21	5.85 19.21	7.04 23.10



续表 1-2

钻具规格 Tool SIZE O.D.	5		6 1/2		7 3/4		6 1/2 D 1000 低速	7 3/4 D 1000 低速
	D500 DELTA 500	D1000 DELTA 1000	D500 DELTA 500	D1000 DELTA 1000	D500+4 DELTA 500 Plus 4	D1000 DELTA 1000	D500+4 DELTA 500 Plus 4	DELTA 1000 SLO. SPEED
工具总重 Tool Weight	kg 413.2	498.5	717.0	907.2	866	1281.4	1168	800
	lbs 911	1099	1582	2020	1905	2825	2520	1728
联接螺纹 Thread Connections 上端内螺纹 API 正规 Box-up(API-Reg) 下端内螺纹 API 正规 Box-Down(API-Reg)	in 3 1/2	3 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2	5 1/2	5 1/2	4 1/2
	3 1/2	3 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2	5 1/2	5 1/2	4 1/2
井眼尺寸范围 Hole Size Range 不用扶正器 Without Stabilizer 用扶正器 With Stabilizer	in 4 1/8-6 7 5/8-7 7/8	6 1/8-7 7/8 7 5/8-7 7/8	8 5/8-9 7/8 8 5/8-9 5/8	8 5/8-9 7/8 8 5/8-9 5/8	8 5/8-9 7/8 N/A	9 7/8-12 1/4 9 3/4-12 1/4	9 7/8-12 1/4 N/A	8 5/8-9 7/8 8 7/8-9 5/8
	定向	打直井	定向	打直井	硬地层 定向	打直井	硬地层 定向	打直井 定向
适用作业范围	定向	打直井	定向	打直井	硬地层 定向	打直井	硬地层 定向	打直井 定向