

TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS
高等学校教材

钻井工艺技术基础

(第2版)

• 王瑞和 张卫东 主编 •



中国石化大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS



TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS
高等学校教材

钻井工艺技术基础

(第2版)

王瑞和 张卫东 主编



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

图书在版编目(CIP)数据

钻井工艺技术基础/王瑞和,张卫东主编. —2 版
—东营:中国石油大学出版社,2016.12
ISBN 978-7-5636-4308-0

I. ①钻… II. ①王… ②张… III. ①油气钻井
IV. ①TE24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 301140 号

中国石油大学(华东)规划教材

书 名: 钻井工艺技术基础(第 2 版)
主 编: 王瑞和 张卫东

责任编辑: 穆丽娜(电话 0532—86981531)

封面设计: 青岛友一广告传媒有限公司

出 版 者: 中国石油大学出版社

(地址: 山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号 邮编: 266580)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子邮箱: shiyoujiaoyu@126.com

排 版 者: 汇英文化传媒

印 刷 者: 山东省东营市新华印刷厂

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0532—86981532, 86983437)

开 本: 185 mm×260 mm

印 张: 14.25

字 数: 349 千

版 印 次: 1995 年 1 月第 1 版 2016 年 12 月第 2 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5636-4308-0

印 数: 1—1000 册

定 价: 30.00 元

内 容 提 要

本书是为石油工程专业的学生在专业课学习之前进行钻井认识实习和生产实习而编写的教材。内容包括:石油钻井方法与工艺、钻井地质基础、石油钻井设备、钻井工具与测量仪器、钻井液、钻进基本要素与参数选择、固井与完井、井下复杂情况及事故处理、特殊钻井工艺技术、钻井技术经济与生产组织等方面的基本知识。

本书可作为石油高等院校石油工程专业学生钻井认识实习和生产实习的教材,也可用作非钻井专业学生学习“钻井工程”的教材,亦可供石油钻井现场技术人员和管理人员参考。

第2版前言

《钻井工艺技术基础》第2版是为满足石油工程及相关专业培养方案和课程体系改革需要,在总结应用第1版教材20余年的教学体会和经验的基础上,结合油气井工程领域的最新技术发展修订而成的。

本书在保持第1版全面系统地介绍一般石油钻井工程的各基本工艺环节、技术和方法,特殊钻井工艺,所用工具及设备等基本知识的基础上,增加了近年来发展形成的顶部驱动、随钻测量、旋转导向、套管钻井、连续管钻井等新装备、新仪器及新工艺技术,并对部分陈旧内容进行了删减,更好地体现出教材的系统性、先进性和实用性。

本书在编写过程中得到了中国石油大学(华东)油气井工程学科全体教师的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

由于钻井工艺技术发展迅速、内容丰富,在内容取舍方面难免存在不妥之处,敬请广大师生和读者提出宝贵意见!

编 者

2016年10月

第 1 版前言

本教材是以《钻井生产实习教材》为基础,参考国内外多种教材和文献,结合近十多年钻井专业现场实践教学和非钻井专业的钻井工程课教学的体会和经验,根据石油钻井技术的发展和教学需要而编写的。

本书全面系统地介绍了一般石油钻井工程的各基本工艺环节、技术和方法,同时也介绍了特殊钻井工艺、新钻井技术的发展及基本的经济技术指标等方面的知识,并对所用工具、设备及基本操作给予了必要的阐述。

本书在编写过程中得到了石油大学(华东)钻井教研室全体教师的大力支持和帮助,陈庭根教授审阅了全部教材的初稿,给予了精心指导,提出了许多宝贵意见,姜仁教授在编辑过程中亦给予了精心指导和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间限制,书中缺点和谬误之处在所难免,敬请有关师生和读者提出宝贵意见。

编 者

1994 年 7 月

目 录

第一章 石油钻井方法与工艺	1
第一节 钻井方法	1
第二节 钻井工艺	9
第三节 油气井类型	11
思考题	13
第二章 钻井地质基础	14
第一节 地壳	14
第二节 沉积岩	18
第三节 油气藏	20
第四节 石油勘探	22
思考题	26
第三章 石油钻井设备	27
第一节 起升系统	27
第二节 旋转系统	36
第三节 循环系统	38
第四节 驱动与传动系统	45
第五节 气控系统	47
第六节 井控系统	53
第七节 顶部驱动钻井装置	58
思考题	61
第四章 钻井工具与测量仪器	63
第一节 钻头	63
第二节 钻柱	73
第三节 井口工具	82
第四节 井口仪表	88
第五节 井下测量仪器	92
思考题	98
第五章 钻井液	100
第一节 钻井液的功能及类型	100
第二节 钻井液的性能及处理	102
第三节 钻井液的计算	107
第四节 钻井液原材料及处理剂	110

思考题.....	112
第六章 钻进的基本要素与参数选择.....	113
第一节 影响钻进的主要因素.....	113
第二节 钻进参数选择.....	118
第三节 井斜及其控制.....	122
思考题.....	130
第七章 固井与完井.....	131
第一节 固 井.....	131
第二节 完 井.....	145
思考题.....	154
第八章 井下复杂情况及事故处理.....	156
第一节 井喷与压井.....	156
第二节 井漏及处理.....	160
第三节 卡钻事故及处理.....	161
第四节 钻具事故及处理.....	166
第五节 落物事故及处理.....	169
思考题.....	171
第九章 特殊钻井工艺技术.....	172
第一节 取心钻井.....	172
第二节 定向钻井.....	177
第三节 水平钻井.....	184
第四节 套管钻井.....	192
第五节 连续管钻井.....	196
第六节 海洋钻井.....	199
思考题.....	206
第十章 钻井技术经济与生产组织.....	208
第一节 钻井时效分析.....	208
第二节 钻井技术经济指标.....	211
第三节 钻井资料的统计和收集.....	214
第四节 钻井生产的组织与井队岗位职责.....	216
思考题.....	218
参考文献.....	219

第一章 石油钻井方法与工艺

钻井是利用一定的工具和技术在地层中钻出一个井眼的过程。石油工业中常用的井一般是直径为 100~500 mm、井深几百米到几千米的圆柱形井眼。石油钻井是油气田勘探开发的重要手段,钻井工作贯穿油气田勘探开发的始终。钻井的速度和质量直接影响着油气田勘探开发的速度和效益。只有快打井、打好井,才能保证高速度、高水平地勘探开发油气田,高效益地采掘地下油气资源,提高油气田勘探开发的综合经济效益,促进石油工业的高速发展。

第一节 钻井方法

所谓钻井方法,是指为了在地下岩层中钻出要求的井眼而采用的钻井方法。不同的钻井方法所采用的工具和工艺不同,其主要区别在于如何破碎岩石、怎样取出岩屑以及如何处理钻井液。石油钻井方法主要有顿钻钻井法、旋转钻井法、高压射流钻井法等。

一、顿钻钻井法

顿钻钻井法又称冲击钻井法,是我国劳动人民发明的一种钻井方法,被誉为我国古代的第五大发明。早在公元 1041—1053 年,用顿钻法钻小口径井的钻井方法在我国就已发展起来。当时把口径只有碗口大小的井称为“卓筒井”。卓筒意为直立之筒,其井眼很小,直径为 0.15~0.30 m。由于井越来越深,地下淡水不断渗入井筒。为了阻隔淡水的侵入,发明了“木竹”,将其下入井内可以隔绝淡水,类似于现在的套管。为了从小口径的井筒内把岩屑清除出来或汲取井内卤水,又创造出装有底部活门的吞泥筒(扇泥筒),即带有底部单流阀的提捞筒。再是以畜力代替了人力。随着钻井、采卤业的发展,靠人力推动绞盘车的劳动强度越来越大,13 世纪出现了用牛力作绞盘车的动力。

卓筒井用冲击方式破碎井底岩石,用提捞筒捞出井底已破碎的岩石,用竹质绳索(简称竹索)悬持井内工具,用立轴绞盘车卷绕竹索,向井内下入木制套管以加固井壁,封隔地层淡水。卓筒井地面所用钻井设备和井身结构如图 1-1 所示。它是一种利用机械原理,以牲畜作动力,木杆作井架,木制的碓架和天车为钻机,又以各种形状和规格的“铤”为钻头,钻出井径小、井深大的井的方法。

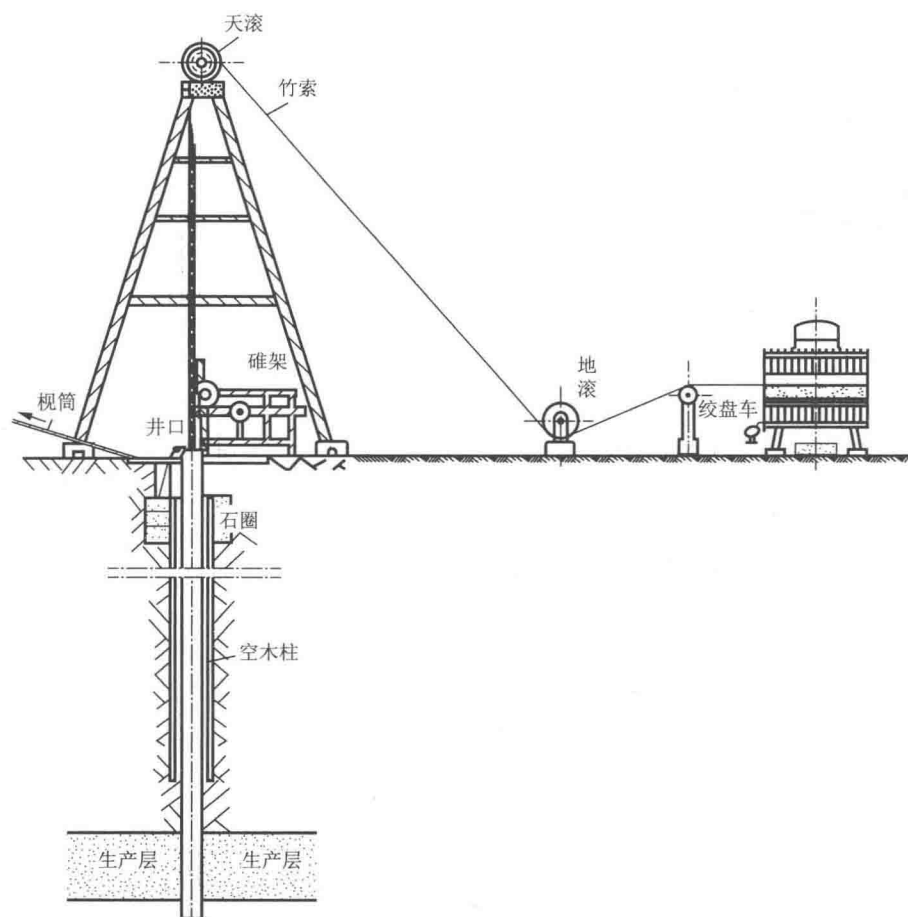


图 1-1 卓筒井地面设备及井身结构示意图

19 世纪中期到 20 世纪初是使用钢铁工具和设备,以蒸汽机作动力进行冲击钻井的近代顿钻阶段,也称机械顿钻阶段。1842 年,蒸汽动力用于石油钻井;1859 年,德雷克使用蒸汽动力的绳式顿钻钻机钻出第一口具有商业开采价值的油井,其设备组成及钻井工作原理如图 1-2 所示。机械顿钻与卓筒井技术一脉相承,是采用中国的原创技术、应用工业社会的成果发展起来的。

顿钻法钻井的工艺过程:绳索悬吊钻头,周期性地将钻头提到一定的高度后再释放,以向下冲击井底并将井底岩石击碎,使井眼向下加深。在不断冲击的同时,向井内注水,使岩屑、泥土混合成泥水浆,当井眼加深了一段距离后,井底堆积的岩屑会阻碍钻头有效击碎井底岩石,这时为了清除岩屑,需将钻头自井内提出,下入提捞筒捞出井内的泥水浆,经过多次提捞后,可基本上将井内的岩屑捞净,使新井底暴露出来,然后继续下入钻头冲击钻进。如此交替进行,直到钻达所要求的深度为止。

顿钻钻井法的钻头和提捞筒都是用绳索下入井内的,所以起下钻费时少,所用设备也很简单。但因为其破碎岩石、取出岩屑的作业都是不连续的,所以钻头功率小,破岩效率低,钻进速度慢,不能进行井内压力控制,且只适用于钻直井。目前该方法在石油钻井中已经很少采用。

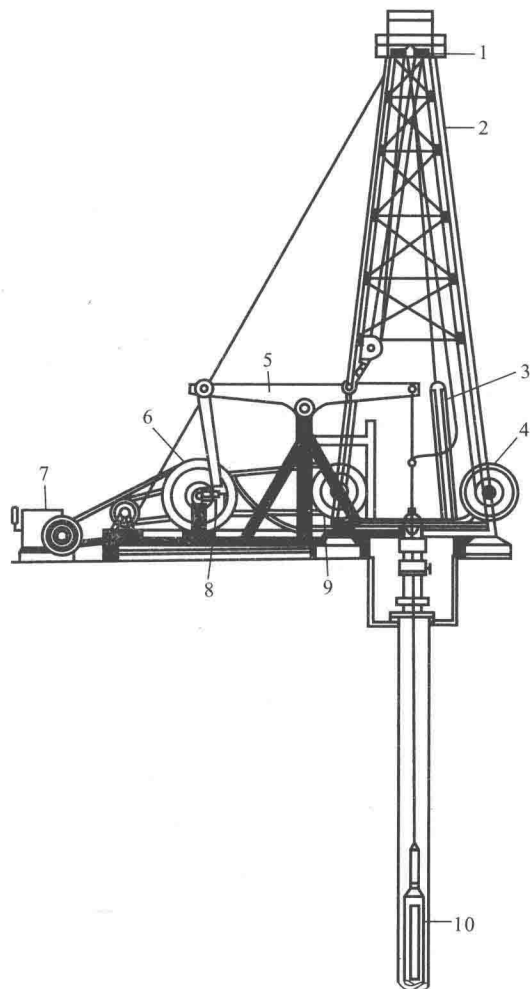


图 1-2 顿钻钻井示意图

1—天车；2—井架；3—提捞筒；4—钻井绳滚筒；5—游梁；6—大皮带轮；
7—动力机；8—曲柄与连杆；9—吊升滚筒；10—钻头

二、旋转钻井法

旋转钻井法是指在钻进时，钻头接触地层并在其上部钻柱的加压下吃入地层，在钻头旋转的过程中破碎井底岩石，同时向井内循环钻井液以携带井底岩屑而持续钻进的方法，包括转盘旋转钻井法、顶部驱动旋转钻井法和井底动力钻具旋转钻井法。

1. 转盘旋转钻井法

转盘旋转钻井法是指通过钻台上转盘的旋转带动钻柱、钻头旋转钻进的方法。该方法的设备组成和工作原理如图 1-3 所示。

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中，下部承接钻柱、钻头。钻柱是中空的，可通入钻井液（俗称泥浆）。工作时动力机驱动转盘通过方钻杆带动井中的钻柱旋转，从而带动钻头旋转。通过调节由钻铤重量施加到钻头上的压力（即钻压），使钻头以适当的压力压在井底岩石面上，连续旋转破碎岩石。与

此同时,动力机也驱动钻井泵(俗称泥浆泵)工作,使钻井液经由钻井液罐→钻井泵→地面高压管汇→水龙头→钻柱内孔→钻头→井底→钻柱与井壁的环形空间→高架钻井液槽→钻井液罐,形成循环流动,连续地携带出破碎的岩屑,清洗井底。

钻杆代替了顿钻法中的钢丝绳,它不仅能够完成起下钻具的任务,还能够传递扭矩和施加钻压到钻头上,同时又可提供钻井液的入井通道,从而保证钻头在一定的钻压作用下旋转破岩,变顿钻单纯冲击破碎形式为冲击、挤压、剪切等多种破碎形式,提高了破岩效率,并且在破岩的同时将井底岩屑清除出来,提高了钻井速度和效益。另外,由于该方法采用一套完整的井口装置,并与套管相配合,故能有效地对井内压力进行控制。目前这种方法在世界各国被广泛使用。

2. 顶部驱动旋转钻井法

顶部驱动钻井法是由顶部驱动装置驱动钻柱、钻头旋转钻进的一种钻井方法。该方法可从井架空间直接旋转钻柱,并沿井架内的专用导轨向下送进,完成旋转钻柱、循环钻井液、接立根、上卸扣和倒划眼等多种钻井操作。

顶部驱动钻井是20世纪80年代出现的一种钻井技术,被认为是转盘旋转钻井以来旋转钻井方法发生变化最大的钻井方法。顶部驱动钻井装置把钻机动力部分由下边的转盘移到钻机上部的水龙头处,直接驱动钻具旋转钻进。

由于该方法取消了方钻杆,无论在钻进过程中还是在起下钻过程中,钻柱都可以保持旋转并循环钻井液,因此对于各种原因引起的遇卡遇阻事故均可以及时有效地处理。此外,还可以进行立根钻进,大大提高了钻速。顶部驱动钻井系统如图1-4所示。

3. 井底动力钻具旋转钻井法

由于转盘旋转钻井法是驱动整个钻柱旋转,用长达数千米的钻柱从地面将扭矩传递到钻头进行破岩,钻柱在井中旋转时不仅会消耗过多的功率,而且可能发生钻杆折断事故。为了克服这些缺点,钻井工作者设想用钻柱不旋转的方法进行钻井,这就出现了井底动力钻具旋转钻井法,简称井底动力钻井法。

井底动力钻井法是把转动钻头的动力由地面移到井下,动力钻具直接接在钻头上。钻进时,整个钻柱是不旋转的,此时钻柱的功能只是给钻头施加一定的钻压、形成钻井液通路和承受井下动力钻具外壳的反扭矩。井底动力钻具的动力是交直流电或交流电,或是由地面钻井

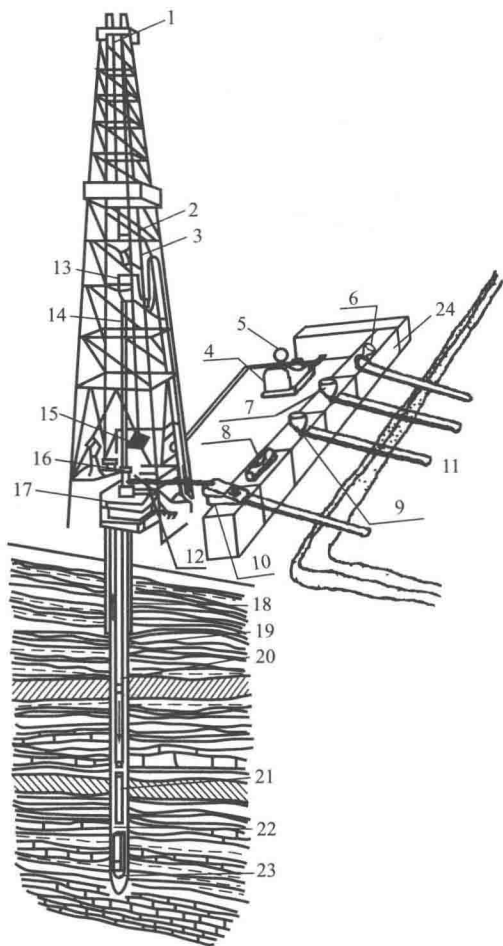


图 1-3 转盘旋转钻井示意图

- 1—天车;2—游动滑车;3—大钩;4—钻井泵;5—空气包;
6—离心机;7—除泥器;8—除气器;9—除砂器;10—振动筛;
11—沉砂池;12—高架钻井液槽;13—水龙头;14—方钻杆;
15—绞车;16—转盘;17—防喷器;18—表层套管;19—井眼;
20—钻杆;21—钻铤;22—钻井液;23—钻头;24—钻井液罐

泵提供、通过钻柱内孔传递到井下、具有一定动能和压力的钻井液。

目前用于钻井生产的井底动力钻具有三种,即涡轮钻具、螺杆钻具和电动钻具。

(1) 涡轮钻具钻井。

涡轮钻具钻井的地面设备和钻井原理与转盘旋转钻井相同,只是其钻头直接由井下的涡轮钻具带动旋转。钻头、涡轮钻具、钻柱、钻井泵组成涡轮钻具钻井的工作系统。工作时,钻井泵将具有一定压力的钻井液经钻柱内孔泵入涡轮钻具中,驱动转子转动,并通过中心轴带动钻头旋转,破碎岩石。流经涡轮钻具的钻井液进入钻头,从钻头水眼喷出,冲击井底,清洗岩屑。涡轮钻具结构如图 1-5 所示。

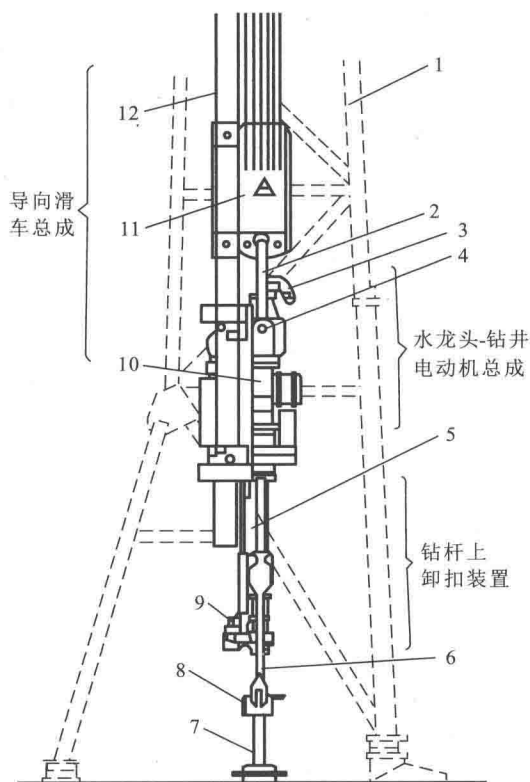


图 1-4 顶部驱动钻井系统

1—井架;2—提环;3—水龙头;4—提环销;5—主轴;6—吊环;
7—钻杆;8—吊卡;9—扭矩扳手;10—钻井马达;11—游车;12—导轨

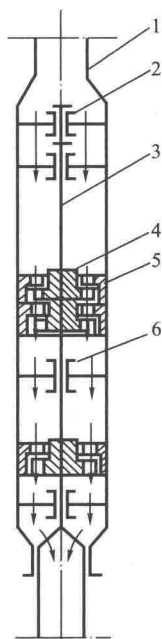


图 1-5 涡轮钻具结构示意图

1—外壳;2—止推轴承;3—主轴;
4—转子;5—定子;6—中轴承

涡轮钻具钻井与转盘旋转钻井相比具有以下优点:其钻柱不转动,故可节约功率,可减小钻柱与井壁的摩擦,使钻杆事故减少,工作寿命延长。由于涡轮钻具钻井在定向造斜过程中的工艺较简单,起下钻次数少,故特别适用于钻定向井和丛式井。这种钻井方法在苏联、罗马尼亚等国家曾为基本钻井方法。我国从 20 世纪 50 年代开始使用涡轮钻具钻井,也取得了较好的效果。

涡轮钻具的结构和工作特性决定其转子的转速较高,这就缩短了牙轮钻头的使用寿命。同时,涡轮钻具的止推轴承等部件在高速转动作用下的寿命也较短。因此,在一段时间内涡轮钻具钻井在打直井和深井方面的应用受到限制。

20 世纪 80 年代出现了聚晶金刚石复合片(Polycrystalline Diamond Compact, PDC)钻头以及在 PDC 钻头基础上发展起来的热稳定聚晶金刚石(Thermal Stable Polycrystalline, TSP)钻头,它们能在高转速和高温下钻井,这给涡轮钻具提供了理想的配套钻头,从而为涡轮

钻具的应用开辟了广阔的前景。

随着钻井生产的需要和科学技术的发展,涡轮钻具本身也在不断更新,多节涡轮钻具、低速大扭矩涡轮钻具及带减速器的涡轮钻具等相继问世,在一定程度上推动了涡轮钻具钻井技术的发展。

(2) 螺杆钻具钻井。

螺杆钻具钻井的过程类似于涡轮钻具钻井。钻头、螺杆钻具、钻柱和钻井泵组成螺杆钻具钻井的工作系统。高压钻井液自钻柱内孔进入螺杆钻具,从螺杆与衬套之间的空间往下挤,依靠其压力迫使螺杆不断旋转,产生扭矩。钻井液连续不断地下挤,螺杆保持旋转,通过万向轴带动钻头破碎岩石。流经螺杆钻具的钻井液进入钻头,从钻头水眼喷出,冲击井底,清洗岩屑。典型的螺杆钻具结构如图 1-6 所示。

螺杆钻具的结构简单,工作可靠,小尺寸时能得到较大的扭矩和功率,且可实现与常规钻头相匹配的低转速,其钻头进尺比涡轮钻具高得多,并可在小排量下工作,对钻井液的含砂量要求也不高。另外,可做成小尺寸螺杆钻具,用于小井眼和超深井钻井,并能按照地面钻井泵排出压力的变化控制钻井技术参数。所有这些优点使得螺杆钻具得到了比涡轮钻具更广泛的应用,尤其是用于打定向井、水平井和丛式井,是目前使用最普遍的井下动力钻具。

(3) 电动钻具钻井。

电动钻具钻井是利用井下电动钻具带动钻头破碎岩石的方法。电动钻具钻井示意图如图 1-7 所示。电动钻具使用一台细长的电动机带动钻头旋转。电缆装在钻杆中,靠钻杆接头中的

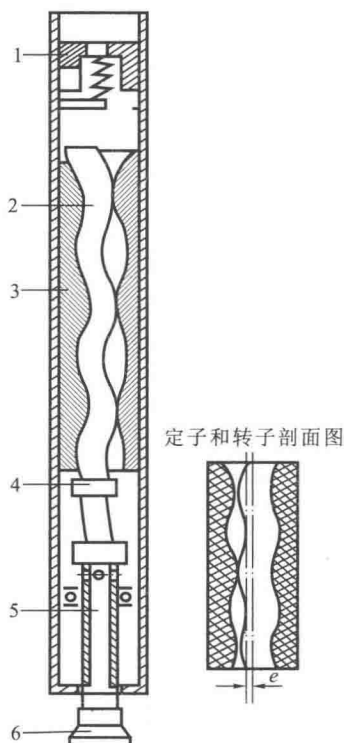


图 1-6 螺杆钻具结构示意图

(e 为偏心距)

1—旁通阀;2—螺杆;3—定子;

4—万向轴;5—主轴;6—接头

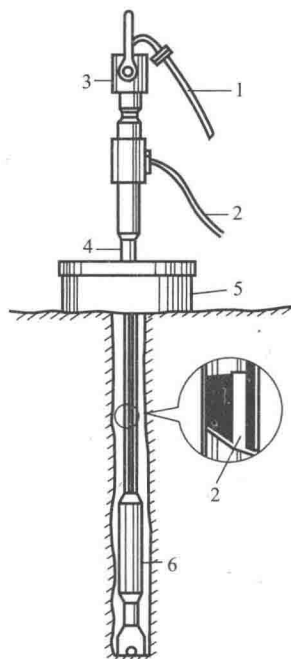


图 1-7 电动钻具钻井示意图

1—水龙带;2—电缆;3—水龙头;4—方钻杆;

5—转盘;6—电动钻具

特殊接头连通。电动钻具钻井时除动力用交流电以外,其他与涡轮钻具和螺杆钻具相同。其优点是电力驱动便于操纵控制;缺点是电机结构复杂,工作条件恶劣,需要特殊的电缆,检查电路故障及换钻头都不方便。

三、高压射流钻井法

顿钻和旋转钻井方法主要靠钻头破岩,能量传递或转化的最终形式是机械能,能量的有效利用率较低。人们经过不懈的探索试验,成功地研发出高压射流钻井法。此法利用高压、高速射流直接冲击井底,使岩石破碎,并随时由射流流体将破碎的岩屑清除出去,可极大地提高破岩效率,减少能量的损失和浪费。由于钻柱和钻头可以不旋转,不需给钻头施加钻压,因此可以减少井下事故的发生,简化工艺过程,甚至可以用软管代替钻杆钻进。

高压射流钻井法示意图如图 1-8 所示。大功率钻井泵提供的大排量、高压钻井液通过钻柱内孔(或软管)进入水力钻头的喷嘴,经过面积较小的喷嘴后以较高的速度冲击井底岩石,破碎岩石,加深井眼。在整个钻井过程中,高压钻井液流体是唯一的能量载体,它不仅冲击破碎井底岩石,还对水力钻头施以足够的静液压力,推动钻头向前运动,既起到送钻的作用,同时又完成清洗井底、携带岩屑的任务。

高压射流钻井法最突出的优点是:设备简单,合理地利用钻井液作为破岩、送钻、清洗井底的能量载体,不需经过任何形式的能量转换,从而保证能量传递的方便和高效率,大幅度提高钻进速度。另外,钻柱和钻头不旋转可减少钻柱事故的发生,提高钻头的使用寿命,并给随钻监测和控制带来极大的方便。目前这种钻井方法已在水平井钻进中取得成功应用。

四、其他钻井方法

1. 旋冲钻井

旋冲钻井是指在普通旋转钻井钻头上部加装冲击器,在旋转破岩的同时对钻头施加一个高频冲击力,从而实现旋转与冲击联合破岩的钻井技术。该方法在硬地层中钻进,可显著提高机械钻速。

冲击器是一种井底动力机械,一般接在井底钻头或岩心管的上部,依靠高压气体或钻井液推动其活塞和冲锤上下运动,撞击钻头,破碎岩石。如图 1-9 所示,液动射流式冲击器依靠高压钻井液推动其活塞和冲锤上下运动,撞击铁砧,并通过滑接套将冲击力传递给钻头,钻头在冲击动载和静压回转的联合作用下破碎岩石。

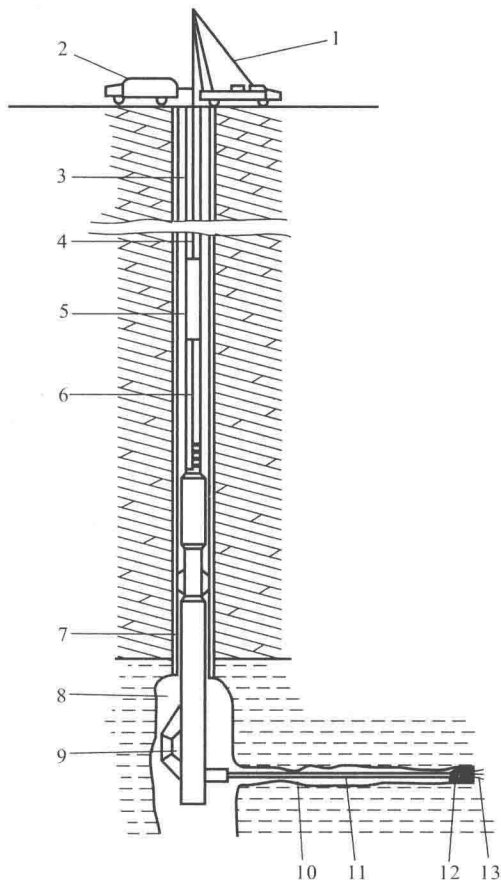


图 1-8 高压射流钻水平井示意图

- 1—车载钻机;2—缆绳车;3—高压管柱;
4—钢丝绳;5—运动控制器;6—钻杆;
7—套管;8—扩眼段;9—斜向器;10—水平井眼;
11—生产管(钻杆);12—水力钻头;13—高压水射流

冲击力不同于静压力,它是一种加载速度极大的动载荷,作用时间极短,岩石中的接触应力瞬时可达最大值并引起应力集中,岩石不易产生塑性变形,表现为脆性增大,易形成大体积破碎,提高钻井速度。

2. 粒子冲击钻井

粒子冲击钻井(Particle Impact Drilling, PID)是指在不改变现有钻井设备和工艺的基础上,将小于总流量 5% 的钢质粒子(颗粒)通过注入系统注入,并混入高压钻井液中,携带粒子的钻井液通过钻具向下行进,通过特殊设计的粒子冲击钻头的水眼获得加速,使粒子从钻头喷嘴高速喷出,对井底产生强大的冲击力,破碎井底岩石,实现高效破岩、提高钻井速度的一项新的钻井技术。现场试验表明,粒子冲击钻井钻硬地层比常规钻井快 3~6 倍。粒子冲击钻井工艺流程如图 1-10 所示。

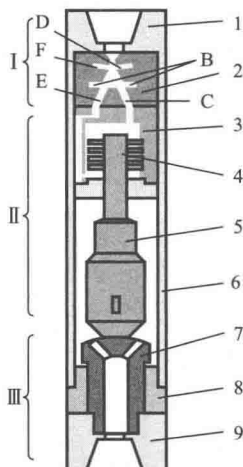


图 1-9 液动射流式冲击器结构示意图

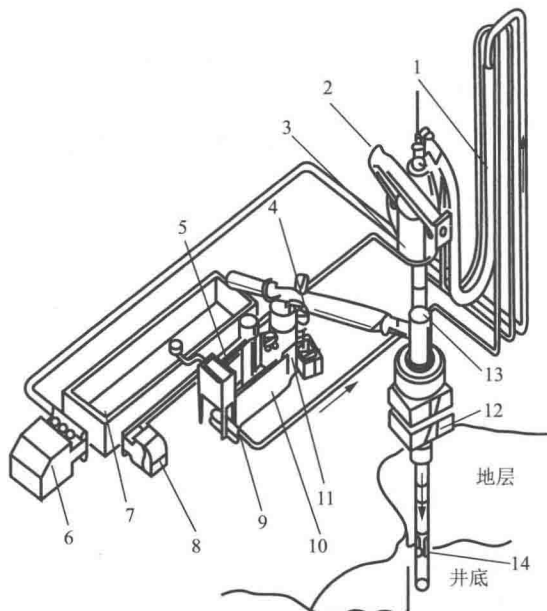


图 1-10 粒子冲击钻井工艺流程

1—上接头;2—射流元件;3—缸体;4—活塞;
5—冲锤;6—外缸;7—铁砧;8—滑接套;9—下接头;
C, E—输出隧道;D, F—控制孔;B—放空孔;
I—控制机构;II—动力机构;III—功率传递机构

1—水龙带;2—钻机系统;3—水龙头;4—回收系统;5—注入系统;
6—钻井泵;7—钻井液罐;8—小排量泵;9—粒子入口;10—储存罐;
11—振动筛;12—防喷器组;13—方钻杆;14—PID 钻头

3. 激光钻井

激光钻井从本质上讲就是将能量转换成光子,光子经聚焦成为强光束,可使岩石熔融、蒸发,或将岩石粉碎。具体来讲,就是将激光束聚焦在一个要钻入地层的环形区域上(即待钻井眼直径范围内很小的一部分),形成很高的温度,使要钻入的地层材料熔化、蒸发,强大的热冲击也可使要钻入的岩石材料被击成细粒,而环形区域内熔化材料蒸发产生的强大的压力足以使被击碎的岩石材料升腾到地面上。为了增强热冲击的作用,以使要钻的岩石材料成为细粒并喷出井口,可以向要钻的部位喷射膨胀性能强的液体流。液体射流和激光交替作用在待钻部位,使激光束和液体射流都成为脉冲式的。液体射流所用液体的特性要易于使待钻岩石材料熔化与震碎,有助于井壁的光滑。为了使从已钻成的井眼中排出的岩石材料离开地面设备,在井头可安装转向器,当震碎的岩石材料从井中喷出时,转向器可使其改变方向而易于从井口吹离。

第二节 钻井工艺

顿钻钻井方法自北宋年间诞生以来得到了不断的发展和完善,到清代,我国已形成了由“相井、开井口、下石圈、抽小眼、刮大口、扇泥、下木竹、铰小口、见功”等配套的钻井工序,即从定井位、安装开钻、下套管直至钻出卤水或油气完井。

旋转钻井方法是现代石油钻井应用最普遍的钻井方法。在我国的石油钻井中,大多数油井都是用转盘旋转钻井法钻出来的,因此下面以转盘旋转钻井法为基础介绍钻井工艺。

一口油气井从定井位开始到最后对生产层进行射孔、试油,直至建成一条永久性的油气流通道要经过许多工艺过程。按顺序可分为三个阶段,即钻前准备阶段、钻进阶段和固井与完井阶段,而每阶段又包括许多具体工艺过程。

一、钻前准备

在确定好井位之后,开展钻进前的准备工作是非常重要的,这是钻井工程的第一道工序,是钻井工作的基础。钻前准备主要包括:

1. 道路施工

建立通往井场的运输通道,保证钻井设备、器材和原材料的供应。油气田的干道公路宜采用三级公路标准,单井井场道路宜采用四级公路标准。根据油气田地质构造和井位布局确定道路走向。对于钻井作业周期较长或雨季施工的井场道路,路面以能使车辆顺利通行为原则,并预留会车台。通往井场的临时公路可铺垫碎石、钢渣、钻杆排等。

2. 平井场

井场是指陆上打井时为了便于钻井施工而在井口周围平整出来的一片平地。目前国内钻井现场所用的不同类型钻机需要的井场大小不同。一般情况下,除要求井场能摆放下钻机及动力设备、钻井液固控设备外,井架大门前的长度应保证能进行井架的整体安装与拆卸作业,其宽度应保证能摆下该井设计的全部油层或技术套管(按三层排列计算),并能使卡车倒车。

各类钻机所要求的井场面积可参考表 1-1。

表 1-1 推荐的井场面积

钻机钻探能力/km	3.2	3.5	5	6	7
井场面积/(m×m)	65×35	75×35	80×40	95×45	100×50

3. 排污池施工

井场应设置排污池,用于储存钻井过程中产生的污水和固体废弃物。

4. 基础施工

钻井设备不能直接放在地面上,而要放在基础上。基础的作用是保证钻井设备在自重和最大负荷下不下沉,防止钻井设备在运转过程中跳动或移动,使各个设备处在所要求的高度上,以保证正常运转。钻井设备的基础可以是混凝土基础、木方基础以及条石基础等。

5. 钻井设备的搬迁和安装

钻井设备的搬迁和安装包括井架下放和拆卸、设备装车、设备运输及卸车、绞车及并车链