

石油科学进展 11

钻井和钻井液

〔美〕 G.V. 奇林格雷 P. 沃布切著

TE254

16

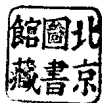
3

石油科学进展 11

钻井和钻井液

〔美〕 G.V.奇林格雷 P.沃布切 著

徐云英 张绍槐 孙维林 李邦达 译



石油工业出版社



464138

内 容 提 要

本书的特点是全面而又系统地介绍了钻井和钻井液技术的基本概念、理论与规律,如粘土一章,详细介绍了钻井液中粘土的结构、分类、鉴定、性质和性能改善。本书可供钻井和泥浆的研究人员、现场技术人员和有关院校的师生学习参考。

本书第一、二、三、七、十、十二、十三、十四、十六、十七和十八章由徐云英和张绍槐翻译;第六、八、九、十五和十七章由李邦达翻译,樊世忠和周大康校订;第四、五和十一章由孙维林翻译,樊世忠和周大康校订。

G. V. CHILINGARIAN P. VORABUTR
Developments in Petroleum Science 11
DRILLING AND DRILLING FLUIDS
ELSEVIER SCIENCE PUBLISHING
COMPANY New York, 1983

石油科学进展11

钻 井 和 钻 井 液

[美] G. V. 奇林格雷 P. 沃布切 著
徐云英 张绍槐 孙维林 李邦达 译

石油工业出版社出版
(北京安定门外外馆东后街甲36号)
抄纸山印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 28¹/₂印张 681千字 印1—1,800
1987年11月北京第1版 1987年11月北京第1次印刷
书号: 15037·2724 定价: 5.55元

目 录

第一章 旋转钻井的历史	(1)
前言.....	(1)
第1节 早期的历史.....	(1)
第2节 萌芽阶段: 1888~1928年.....	(2)
第3节 发展阶段: 1928~1948年.....	(4)
第4节 旋转钻井循环系统.....	(5)
第5节 科学化阶段: 1948~1968年.....	(7)
第6节 自动化阶段(自1968年以来).....	(8)
第二章 钻井液的基本概念	(9)
前言.....	(9)
第1节 钻井液的功能.....	(10)
第2节 钻井液的分类.....	(26)
第3节 钻井液的性能.....	(27)
第4节 水基钻井液的组成和性能之间的关系.....	(29)
第5节 影响钻速的诸因素.....	(31)
第6节 影响钻井液的不利条件.....	(37)
第7节 影响钻井液选择的其他因素.....	(38)
第8节 与钻井液有关的井下复杂问题.....	(39)
附录2.1 表面张力和毛细管力的基本原理.....	(41)
附录2.2 压耗.....	(47)
第三章 影响钻速的诸因素	(54)
前言.....	(54)
第1节 钻头选择.....	(54)
第2节 钻压和转速.....	(58)
第3节 钻头水力参数.....	(64)
第4节 钻井液的性能.....	(68)
第5节 地层特性.....	(70)
附录3.1 钻头和水力参数的计算机设计程序.....	(71)
第四章 钻井液的测试	(83)
前言.....	(83)
第1节 比重.....	(83)
第2节 粘度.....	(85)
第3节 静切力.....	(87)
第4节 滤失性.....	(89)
第5节 氢离子浓度的测定.....	(96)
第6节 含砂量的测定.....	(98)

第7节	油、水、固相和粘土含量的测定	(98)
第8节	粘土阳离子交换容量的测定	(100)
第9节	水和泥浆滤液中含盐量的分析	(102)
第10节	油基泥浆的碱度	(105)
第11节	泥浆滤液的碱度测定	(105)
第12节	石灰含量的估算	(106)
第13节	钙离子含量的测定	(108)
第14节	硫化物的测定	(109)
第15节	苯胺点的测定	(109)
第16节	电阻率的测定	(110)
第17节	乳状液稳定性的测定	(112)
第五章	粘土	(113)
前言		(113)
第1节	粘土矿物的结构	(114)
第2节	粘土的分类法	(116)
第3节	粘土矿物的基本类型	(123)
第4节	粘土的鉴定方法	(137)
第5节	粘土的化学分析	(138)
第6节	粘土矿物的性质	(145)
第7节	粘土性能的改善	(152)
第8节	用于钻井液的粘土	(152)
第六章	除粘土以外的钻井液添加剂	(163)
前言		(163)
第1节	加重材料	(163)
第2节	分散剂(稀释剂)	(165)
第3节	降失水剂	(177)
第4节	各种钻井液产品	(180)
第七章	流变学	(186)
前言		(186)
第1节	流变学在钻井作业中的重要性	(186)
第2节	剪切应力和剪切速率之间的关系	(186)
第3节	剪切应力-剪切速率之间相互关系的测量	(187)
第4节	牛顿液体	(188)
第5节	非牛顿液体	(190)
第6节	用处理剂调整流动性	(193)
第7节	与时间有关的粘度	(194)
第8节	有效粘度	(195)
第9节	岩屑的悬浮	(198)
第10节	漏斗粘度	(199)
第11节	总结和结论	(199)
第八章	水基泥浆	(201)
前言		(201)

第1节	水相	(201)
第2节	活性固相	(202)
第3节	惰性固相	(208)
第4节	化学相	(208)
第5节	未经处理的淡水泥浆的污染类型及其处理方法	(209)
第6节	抑制性泥浆	(222)
第7节	利用塑性粘度与屈服值的关系曲线来评价钻井液的流动状态	(226)
第九章	乳化钻井液	(231)
第1节	乳化理论入门	(231)
第2节	乳化剂和乳化泥浆	(232)
第3节	乳化泥浆的物理性质	(234)
第4节	乳化泥浆的配制和维护	(236)
第5节	乳化泥浆对钻井参数的影响	(240)
第6节	乳化钻井液对测井结果及其解释的影响	(243)
第7节	乳化泥浆对取心和岩心数据解释的影响	(243)
第十章	油基钻井液	(245)
前言	(245)
第1节	油基泥浆的组成	(246)
第2节	加重材料	(250)
第3节	油基泥浆的流变性	(250)
第4节	滤失作	(251)
第5节	比重(“密度”)	(252)
第6节	油基泥浆的污染	(256)
第7节	在油基泥浆体系中各种组分的作用	(257)
第8节	油基泥浆的应用	(258)
第9节	在油基泥浆中测井	(261)
第10节	油基泥浆的安全设备和经济的处理设备	(262)
第11节	油基泥浆的废弃处理	(263)
附录10.1	苯胺点	(264)
第十一章	聚合物钻井液	(267)
前言	(267)
第1节	聚合物在石油工业中的其它应用	(268)
第2节	聚合物的类型	(268)
第3节	聚合物钻井液	(270)
第4节	无粘土钻井液	(270)
第5节	聚合物钻井液的实验室研究	(272)
第6节	聚合物钻井液的油田研究	(276)
第7节	泥浆污染引起采油产量降低	(282)
第8节	摘要和结论	(284)
第十二章	钻井液固相清除	(288)
前言	(288)
第1节	有关泥浆成本的物料平衡系统	(288)

第2节	泥浆的处理	(290)
第3节	动失水和加水稀释	(290)
第4节	加重泥浆的塑性粘度和总固相含量	(291)
第5节	用泥浆蒸馏器测定固体总含量	(292)
第6节	颗粒尺寸的参考值和有关术语	(292)
第7节	固体颗粒的比表面积与泥浆性质的关系	(294)
第8节	斯托克斯定律和固体颗粒的分离	(298)
第9节	加重泥浆和未加重泥浆之间的差异	(298)
第10节	在加重泥浆中影响总固相控制的各个因素	(299)
第11节	基浆	(301)
第12节	振动筛	(302)
第13节	沉砂池的工作原理	(306)
第14节	除气器	(307)
第15节	水力旋流除砂器	(307)
第16节	沉降式离心分离器	(315)
第17节	带孔的转子离心分离机	(319)
第18节	设备的应用——第一级分离	(320)
第19节	未加重泥浆的全流量处理	(321)
第20节	对分流的第一级分离	(327)
第21节	未加重泥浆的第二级分离(设备的应用)	(332)
第22节	加重泥浆的第二级分离	(334)
第23节	加重泥浆与未加重泥浆之间过渡带的固相控制	(338)
第24节	设备的安装和维护(推断评论)	(339)
第十三章	低比重钻井流体, 隔离液和套管隔离液, 润滑剂与减阻剂	(341)
第1节	低比重钻井流体	(341)
第2节	隔离液和套管隔离液	(350)
第3节	润滑剂和减阻剂	(353)
第十四章	对井漏的认识和措施	(358)
前言		(358)
第1节	易于发生井漏的条件	(358)
第2节	井漏的恶果	(359)
第3节	压裂地层所需酌力	(359)
第4节	确定漏失层位置的方法	(360)
第5节	井漏的预防方法	(362)
第6节	预防井漏所用的材料	(364)
第7节	井眼压力激动的计算	(365)
第8节	抽汲和压力激动的影响	(367)
第9节	井漏的预防——结论意见	(369)
第十五章	钻井过程中的腐蚀	(370)
前言		(370)
第1节	钻井过程中的腐蚀剂	(370)
第2节	电化学腐蚀的条件	(370)

第3节	电化学腐蚀	(371)
第4节	腐蚀化学和电动势序	(372)
第5节	电势序	(374)
第6节	铜的腐蚀	(374)
第7节	腐蚀的类型	(374)
第8节	钻井条件下破裂的形式	(376)
第9节	钻井液中的腐蚀剂	(378)
第10节	环境的碱度 (PH)	(381)
第11节	阴极保护	(382)
第12节	腐蚀中的细菌作用	(382)
第十六章	超高压层的钻井	(384)
前言		(384)
第1节	评价超压的概念	(386)
第2节	在超压环境中钻井的概念	(390)
第3节	加重泥浆体系	(403)
第十七章	防喷设备	(407)
前言		(407)
第1节	防喷设备	(408)
第2节	环形防喷器	(409)
第3节	闸板防喷器	(412)
第4节	阻流器和压井系统	(413)
第5节	防喷器动力关闭系统	(415)
第6节	蓄压瓶	(415)
第7节	封闭装置的容量	(416)
第8节	内防喷器	(416)
第9节	手动关闭阀	(416)
第10节	自动阀	(417)
第11节	词汇索引	(417)
第十八章	定向钻井技术	(420)
前言		(420)
第1节	有控制的定向钻井典型应用	(422)
第2节	基本的井身剖面类型	(422)
第3节	造斜工具	(423)
第4节	满眼斜井段的钻进	(426)
第5节	定向钻井中所遇到问题的预防和纠正	(428)
第6节	定向井的测斜	(429)
第7节	井底定向方法	(432)
第8节	计算方法	(434)
附录18.1	增斜图表示例	(437)
附表	常用许用单位和非许用单位换算	(448)

第一章 旋转钻井的历史

James H. Allen

前 言

钻井液首次用于旋转钻井方法中是在1887至1901年之间。最初使用钻井液（泥浆）的主要目的是连续排除钻屑。随着旋转钻井的发展，引起工程上更进一步的注意。它开始只是一种简单的液体，逐渐发展成为一种液体、固体和化学剂组成的高级、复杂的混合物。实验室和现场试验说明在旋转钻井方法中，两种主要因素（即钻井泥浆和水力参数的结合），对钻井速度的影响比其他任何可控变量都大。

在十九世纪三十年代末和四十年代初，钻井泥浆和喷射钻头水力参数之间的相互关系变得明显了。随着对喷射钻头的水力参数更好的了解，得知钻头水马力同钻速、钻压、转速有关。对于某一具体地层的硬度来说，钻压和转速又同合适的牙轮钻头类型有关。

在这本书中，对旋转钻井、钻井液水力参数、钻井液的历史以及发展状况作了简要的介绍。

第1节 早期的历史

为在地球上钻眼的有关旋转钻井方法的第一个专利，是1844年在英国颁发给 Robert Beart的。距今大约2500年，在中国、而后在波斯、埃及和欧洲已经用顿钻钻井法钻了许多井。顿钻钻井法是用一根绳索把重的金属钻头从地面悬挂到井底所组成的。钻头被反复地提起和放下以冲击井底岩石。它周期性地从井中取出，并将捞砂筒下入井中捞出岩屑和水。

旋转钻井方法的基本原理是在井底有一个旋转的钻头，靠切削和刮挤的作用来破碎地层。由一个连接起来的旋转的钻杆带动钻头旋转，钻杆从地面的钻井机械一直延伸到井下。旋转钻井法一般需要通过钻杆连续地循环水以冷却钻头，并从钻杆和井壁之间的环形空间把钻屑从井底返到地面。在Beart的专利中所阐述的循环系统包括使用从环形空间注入水，然后注入的水和钻屑再通过钻杆内返回地面。这种方法现在一般称作“反循环”。

1845年，一位法国工程师Fauvelle报导了用水连续不断地从井底清除岩屑。可以确信，Fauvelle是把水从连接到冲击型钻头上的中空钻柱或钻杆泵入的。

1860年，向另一位法国工程师Leschot颁发了使用金刚石钻头在硬地层中钻井的专利（用于瑞士阿尔卑斯山脉中的隧道建筑计划）。对于金刚石钻井来说，必须有一个带循环系统的完整的旋转钻井系统。冲击钻井作用会震碎或破坏金刚石，并且需要有一个好的钻井液循环系统，以消除金刚石在硬岩石上的刮削作用所产生的热。关于Leschot循环方法的详细材料尚缺。

十九世纪五十年代给Catlin颁发了牙轮钻头的专利。



图 1—1 翼型或鱼尾钻头

1866年给Sweeney颁发了为采石场钻眼用的一种小型手动旋转钻的美国专利。这个专利提到了有可能利用空气作为循环流体从井中清除岩屑。Sweeney的专利描述了一种带牙轮的钻头，这种钻头切割岩石是靠剪切-压碎(chipping-crushing)的作用，而不是像金刚石钻头或翼型钻头所需要的刮削(scraping)作用。一种类似于从十九世纪五十年代中期到二十世纪三十年代在旋转钻井中使用的翼型钻头或“鱼尾”钻头示于图1—1中。

1887年，给Chapman颁发了关于用粘土、糠麸、谷物、水泥和类似的物质作钻井液添加剂以封堵井壁的美国专利。认识到钻井液对旋转钻井方法的重要性。

到1890年，有许多钻井承包商在美国得克萨斯和中陆地区钻水井。1893年，得克萨斯州Corsicana附近在钻水井的过程中发现了石油。在此后的十年内，Corsicana附近用旋转钻井的方法钻了1000多口井。在Corsicana开办了一个旋转钻机制造商行，并使许多早期的钻井工具得到了改进。

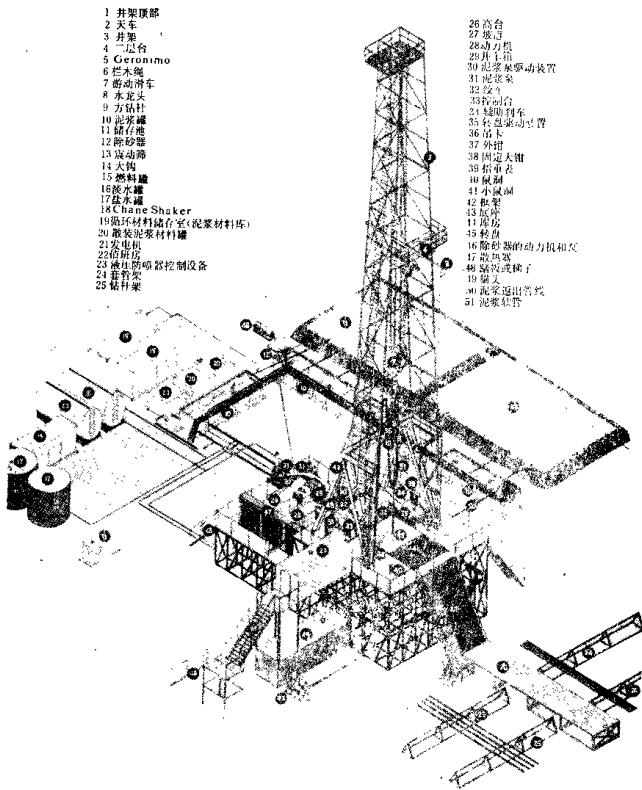
1901年，完成了得克萨斯Gladys附近的Spindletop的Lucas自喷井，当它以每天75000~80000桶的速度出油时(Lucas, 1971年)，得到了全世界的公认。这口井是用旋转钻井法和钻井液钻成的，钻井液是由水、来自井内的磨得很细的岩屑以及取自地面沉积物的粘性粘土循环而成的。队长A.F. Lucas是一位奥地利工程师，在Spindletop早先已经用顿钻(或冲击钻)钻过一口井，由于地层坍塌这口井已经报废了。他雇用了Hamill兄弟，他们从Corsicana带来一台旋转钻机以便钻第二口井。这些人具有旋转钻井方面的经验，以及他们懂得使用泥浆循环来钻易于坍塌或崩落的软地层，这是完成Lucas井并取得成功的关键。这口井用的钻井泥浆是靠驱动钻口在放有地表粘土的泥浆池中前后走动而搅拌配成的(Hamill, 1957年)。在井眼附近的地面泥浆池中搅拌配制泥浆是后来若干年内通常的做法。

到1906年，一种把地表粘土或“粘泥”混入钻井液而使它变“稠”和变“重”的搅拌设备显得很有用。

第2节 萌芽阶段：1888~1928年

旋转钻井的发展可以分为以下四个阶段：(A)1888~1928——萌芽阶段，(B)1928~1948——发展阶段，(C)1948~1968——科学阶段，和(D)1968年以后为自动化阶段。

1908年Sharp和Hughes首创了第一个双牙轮钻头。这是对以前旋转钻硬地层的“鱼尾”形刮刀钻头的一个很大改进。这种钻头的发展和使用时泥浆来钻各种类型的地层，使得旋转钻井方法得到普及，并广泛地传播。



- 1 井架顶部
- 2 天车
- 3 井架
- 4 二层台
- 5 Geronimo
- 6 栏木绳
- 7 游动滑车
- 8 水龙头
- 9 方钻杆
- 10 泥浆罐
- 11 储砂池
- 12 筛砂器
- 13 震冲器
- 14 大钩
- 15 燃料罐
- 16 淡水罐
- 17 盐水罐
- 18 Chane Shaker
- 19 循环材料储存室(泥浆材料库)
- 20 散装泥浆材料罐
- 21 发电机
- 22 值班房
- 23 液生防喷器控制设备
- 24 套管架
- 25 钻杆架

- 26 高台
- 27 坡道
- 28 动力机
- 29 井上筒
- 30 泥浆泵驱动装置
- 31 泥浆泵
- 32 绞车
- 33 控制台
- 34 辅助刹车
- 35 转盘驱动装置
- 36 吊卡
- 37 外钳
- 38 固定大钳
- 39 指甲表
- 40 风动
- 41 小风动
- 42 风架
- 43 风车
- 44 风房
- 45 转盘
- 46 除砂器的动力机和叉
- 47 散热器
- 48 筛网或筛子
- 49 筛网
- 50 泥浆退出管架
- 51 泥浆软管

图 1-2 旋转钻机的基本组成部分

在Spindletop钻井之后旋转钻井方法和各种工具已经逐渐获得改进。1910年采用了第一批专门研制为旋转钻循环钻井液用的泥浆泵。它们是蒸汽驱动的，并且在输出压力为500磅/平方英寸时，泵排量可能不大于250加仑/分。到1916年还正在制造适用于输出压力为1000磅/平方英寸的蒸汽驱动泥浆泵。到1928年就有了冲程长为18英寸和20英寸，输出

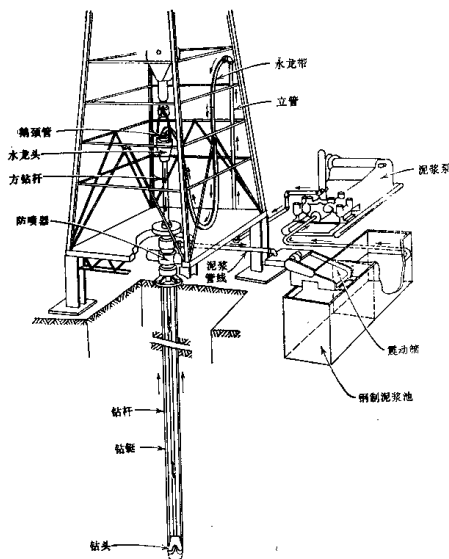


图 1—3 旋转钻机循环系统的基本组成部分

压力为1500磅/平方英寸的泵。旋转钻机循环系统的基本组成部分示于图 1—2和 1—3中。

直到二十世纪二十年代，钻井泥浆才得到工程中的注意，而它是旋转钻井方法所绝对必需的。在二十世纪二十年代早期，认识到氧化铁和硫酸钡（重晶石）可以用来作为一种钻井液的添加剂以增加密度（重率）或高于只用水和粘土混合而得到的密度或重率。因而，发展了具有防止水侵或高压层的液体进入井眼的钻井液。采用磨碎的重晶石成为用以控制钻井液比重的公认的方法。

第3节 发展阶段：1928~1948年

到1930年，在加利福尼亚测试深井中泥浆的粘度和比重已成为普通常事。到1935年，在得克萨斯和路易斯安那海湾地区，深井上也采用了同样的泥浆测试。大致在相同的时间开始了对钻井液滤液或失水的测试。

在二十世纪三十年代早期，当认识到利用高压钻井液冲击井底，有时能使钻速增加一倍以上时，使得钻井液循环喷嘴或水眼靠近刀翼的刮刀钻头普及起来。在1933年，Hu-

ges工具公司制造的三牙轮钻头，开始用于旋转钻井工业。

1935年Harth提出用膨润土悬浮重晶石，这标志着钻井泥浆工业的开端。

在十九世纪四十年代早期，对钻井液通过带内流线型通道的水力喷嘴直接循环到井底的三牙轮钻头首次进行了试验，并于四十年代末和五十年代初应用于钻井工业。喷射钻头示于图1—4中。这项研究进一步增加了钻速，并开始引起工程上对喷射钻头水力和循环系统的注意。钻井承包商发现用高功率的泥浆泵钻井可以钻得更快些，同时为了得到钻头上的水功率需要高压泥浆循环系统。

由于逐层下套管使井眼直径随井深增加而减小，使能够经过最小套管而下入的钻头尺寸受到了限制。为此，发展了一种特殊的工具，它称谓“可伸开式扩大器”，如图1—5所示，它可用在最小尺寸套管以下获得一个较大井径的井眼，例如为注水泥提供更大的空间。可伸开式扩大器有几个能伸开的、上面牢固地安着牙轮的臂。在扩眼时，可伸开式扩大器扩铤钻头之上的这段地层，从而能够极大地扩大井径。

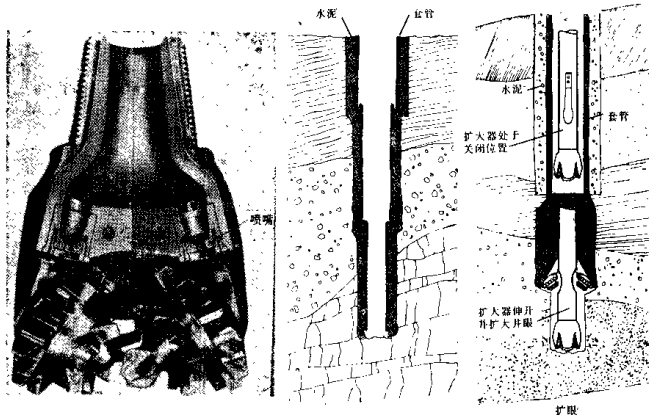


图1—4 喷射式钻头

图1—5 可伸开式扩大器的工作方法

第4节 旋转钻井循环系统

在旋转钻井发展阶段后期，在已具备较高压力的泥浆泵和喷射钻头之后，大量的研究和调查集中于水力循环系统。水力循环系统的基本组成部分示于图1—6中。

泥浆泵是旋转钻井作业的中心。通常每台钻机有两台泥浆泵，并用两台泵来钻直径大于12 $\frac{1}{2}$ 英寸的表层井段。泥浆泵的作用是把能量（压力）给钻井液，以使钻井液从泥浆罐流出通过钻杆到达钻头，钻头水马力使液流产生喷射作用，然后由环空上返回到泥浆罐。在七十年代，旋转钻井泥浆泵的额定输入功率达到1750马力以上。它们能在泵压3000磅/平

方英寸时，具有大的排量。泥浆泵用烧天然气或柴油的内燃机或电动机驱动。在原动机和泵的动力端之间的功率传输损失通常认为大约是15%。泵的液力端在与泥浆罐吸入管相连的吸入管线吸入泥浆。泥浆泵液力端的容积损失可能在0到15%之间，这取决于泵吸入是如何安排的，以及泵液力端的机械条件。有些泵从较小的称之为灌注泵的离心泵排出管得到钻井液，一般来说，灌注泵能提高泥浆泵的容积效率。

钻井液从泥浆泵排出，在高压下流经地面管线、立管、水龙头、水龙带、水龙头和方钻杆。这些组成部分称为地面管汇。当循环钻井液和旋转方钻杆时，为了能使方钻杆上下活动和钻柱下放入井，就需要有水龙带和水龙头。

钻井液从方钻杆经过钻杆孔和钻铤孔流到钻头。通过钻杆和钻铤把旋转的或扭转的能量传给钻头。钻压或钻头上的力是由钻铤供给的图1-7。在钻头上，当钻井液流过三个

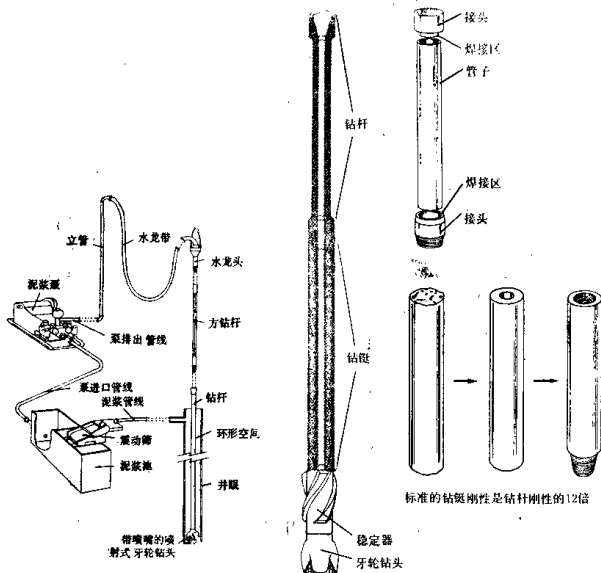


图 1-6 水力循环系统的基本组成部分

图 1-7 钻杆和钻铤的图解

抗磨蚀（碳化钨）的小直径喷嘴时，压能转变为动能。在合理的水力设计程序中，通过钻头喷嘴的压降应为地面有效压力的50到66%。冲击到井底的钻井液正对着旋转的牙轮钻头迎地层面而来的牙齿的正前方。高速喷射作用使钻井液得以侵入井底表面的裂缝中，并有助于使由钻头牙齿产生的钻屑脱离井底。钻井液和岩屑在钻铤和井壁之间的环空向上升

起，然后进入钻杆和井眼或套管壁之间的环空中。把钻屑或岩屑从井眼环空向上输送并返回到沉淀池的能力，部分地取决于钻井液的环空流速，部分地取决于与泥浆携带能力有关的泥浆性能。岩屑通过静止的或不运动的液柱下落或滑落，而且岩屑通过“稀的”钻井液下落得比通过“稠的”粘性钻井液快些。为了把岩屑传输到地面，钻井液的流速必须比岩屑的滑落速度大些。当泵排量太低不能保证足够的环空返速以充分地输送岩屑时，可以增加钻井液的粘度以降低岩屑的滑落速度。

在地面，必须排出泥浆中的岩屑以避免再循环到井下。

地面泥浆循环系统的安装应该能保证：（1）清洁；（2）冷却；（3）混合；（4）加化学剂、加重物质等；以及（5）从泥浆中排除空气或天然气。因而，需要下述部分设备或全部设备：（1）振动筛；（2）泥浆罐；（3）泥浆除气器；（4）除砂器；（5）除泥器；（6）泥浆枪，机械式搅拌器或搅伴器；以及（7）上水管滤网。

从钻井液中分离掉某些较大的钻屑是靠携带钻屑的钻井液从振动筛网流过的方法来实现的。由于某些固体颗粒太小而不能在振动筛上排除的，可以在泥浆沉淀池中沉淀。尺寸小于75微米的，小固体颗粒，用水力旋流除砂器清除。颗粒尺寸在30微米以下的，用除泥器清除。

相当清洁、冷却、混合好并且排去了气体的钻井液从泥浆沉淀池流到泥浆吸入罐，在此它再循环到泵的吸入管。原先只是把钻井液当作输送钻屑返到地面的介质，而现在公认它是有关旋转钻井作业成功与否的主要因素之一。

好的钻井液其功能可以概括为：

- （1）钻井液能将钻屑或岩屑从井底带到地面进行处理。
- （2）钻井液要能传递水马力给钻头帮助清洁井底，为此能在较低的钻井成本下实现最高的钻速。
- （3）钻井泥浆能冷却和润滑钻头、钻柱。
- （4）正确地设计及维护的钻井液能在井眼周围的渗透性地层表面覆盖一层薄而坚韧的泥饼。
- （5）钻井液柱对井壁施加的压力（或静水压头）有助于防止地层坍塌或崩落。
- （6）当循环中断时，例如接卸钻杆（加一单根）时，钻井液能悬浮岩屑以及加重物质（即重晶石）。
- （7）钻井液在地面应能很快地排出砂子和钻屑。
- （8）在钻进时由于浮力作用能承受钻柱的部分重量。
- （9）钻井液液柱应该具有足够的静水压力，以防止地层流体（油、气或水）进入井眼和喷出。
- （10）钻井泥浆应能保护所有必须的资料，以便评价已钻的地层，例如，使用测井仪作地层评价。

第5节 科学化阶段：1948~1968年

在旋转钻井和钻井工业中已经取得的最重大的发展之一是钻井深度增加。美国的井深纪录从1947年的17832英尺增至1974年的31000英尺以上。

Gray和Young (1973年)回顾了25年来钻井工艺的进展和所取得的成就,并得出结论:虽然在那个时期旋转钻井的基本原理没有发生变化,但在工艺和设备方面已经发生了许多根本的改进。喷射式钻头、碳化钨镶齿钻头、密封轴承钻头和滑动轴承钻头的设计改进,使钻头寿命和钻进时间增高到二十倍。岩石破碎、岩屑携带、钻井液和异常地层压力预测技术的基础研究,与此同时在设备设计制造方面的改进已经使旋转钻井的效率和经济得到了改进。

第6节 自动化阶段(自1968年以来)

自从1901年在Spindletop地区Lucas和Hamill兄弟用钻深能力为2000英尺的钻机和“泥状的水”钻井以来,在旋转钻机和钻井液的研究工作中已经取得了很大的进步。并做出了许多建议和设计了输入功率达9000马力、钻深约50000英尺的钻机。

今天为钻井配制钻井液所需材料的生产由很多的工业部门经营。在世界上主要的石油钻井地区附近,泥浆公司保存着大量的膨润土、重晶石、聚合物、化学剂和许多其他添加剂。

在本世纪六十年代末,许多钻井工程师认为计算机控制的钻井设备的使用将会比现在实际上使用的更为广泛。这项研究落后的原因较复杂,但是诸影响因素中可能包括钻井工作量大大增加、缺乏有经验的钻井人员以及钻井实践中的某些变化。

在七十年代早期,由于很成功地发展并广泛使用了软地层、碳化钨镶齿、滑动轴承钻头,导致在确定钻压和转速的实践方面有了许多改进。但这些操作方面的实践与某些早期的钻井预测技术所提供的最优化钻压和钻速的建议是不能相提并论的。

研究发展了适用于中硬和硬地层铣齿钻头的某些早期预测技术。这种类型的钻头实际上在所有的钻井地区已经为碳化钨镶齿钻头所取代。早期预测技术需要用计算机来求解,并受到许多限制性的假设所约束,且常常忽略水力条件和泥浆性能的影响。

假如对影响钻速的基本因素予以认真的注意,则从当今的滑动轴承镶齿钻头,可以取得显著的钻井成果。确定影响钻速的参数和变量的现代方法,应该包括使用最新的预测技术和使钻井成本最低的计算机程序。

钻井预测技术应该改进,并且在采用钻井新产品和新技术时应同时研究现代的、新的计算方法。

参 考 文 献

- Drantley, J.E., 1971 (original 1892). *History of Oil Well Drilling*. Gulf Publishing Co., Houston, Texas, 1525 pp.
- Gray, G.R. and Young, F.S., 1973. 25 years of drilling technology — A review of significant accomplishments. *J. Pet. Technol.*, 25 (12, Dec.): 1347—1354.
- Hamill, C.G., 1957. *We Drilled Spindletop*. C.G. Hamill, Houston, Texas.
- Lucas, A.F., 1971. The great oil-well near Beaumont, Texas. *J. Pet. Technol.*, 23 (11, Nov.): 1328—1333.
- Smith Tool, 1977. *The Techniques, Tools, and Terminology of Drilling*. Division of Smith International, Inc., Publ., 13 pp.

第二章 钻井液的基本概念

G.V.Chilingarian和P.Vorabutr

前 言

钻井液工艺技术在第一口旋转钻井取得成功之后，变得重要了。1863年以前，钻井液是顿钻钻井中的一个不受重视的项目。Stroud或许是第一位“钻井液工程师”，1921年当他尝试用专门制备的添加剂来控制钻井液性能时，开创了钻井液的现代史(Rogers1953, P.42)。

在1916到1929年期间只有三种关于钻井液方面的出版物。1930年这个数字增加到23种，因而标志着意识到了钻井液的重要(Tschirley, 1978, P.11)。而1931年，钻井液工艺技术的发展达到了真正的高潮。

自从钻了著名的Spindletop井以来，今天各种钻井液的复杂性和众多类型的泥浆和添加剂的有效性，表明了钻井液工艺技术领域中已经取得的进步。那口井是用一个浅的水池靠牲口作动力来配制钻井液钻成的。

钻井液高昂的费用以及在钻井前和在钻井过程中花费在它们上面的时间和精力，说明了它们的极端重要性。

在旋转钻井中，钻井液通过井眼循环的情况示于图2-1中。钻头靠一直延伸至地面的钻杆向井底加压和旋转。钻井液在钻杆内向下循环，通过钻头的水眼流出，经过井壁和钻杆的环形空间上返。

钻屑被携带举升到地面，在那里再从钻井液中分离出来。钻井液通过泥浆筛，而钻屑留在筛布上；然后钻井液流经泥浆槽到泥浆池。钻井液用泥浆泵从泥浆池泵到钻杆内，再向下循环到钻头。

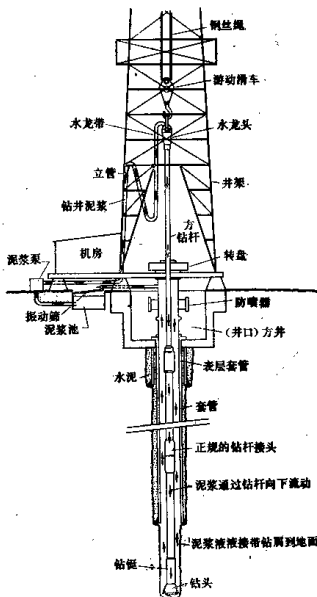


图 2-1 表示在旋转钻井中钻井液通过一口井循环的简图