

# 套管钻进及其在地质勘探中的应用前景

张 伟

(中国地质调查局汶川地震科学钻探工程中心,北京 100037)

**摘 要:**介绍了石油钻井领域的一项新技术——套管钻井技术的特点、优点、发展历程和研究应用现状;分析了套管钻进技术用于地质钻探的优点和推广前景;提出了地质勘探套管钻进技术研究的主要内容和项目建议。

**关键词:**套管钻进;地质勘探;应用前景

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)07-0001-03

**Casing Drilling and Its Application Prospects in Geological Exploration Drilling/ZHANG Wei** (Wenchuan Earthquake Scientific Drilling Engineering Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China)

**Abstract:** This article introduces casing drilling, a new drilling technology in petroleum drilling field, referring to its characteristics, advantages, development history and current status of its research and application. The possible advantages and application prospects of casing drilling in geological exploration drilling are analyzed and proposals on the research and development of casing drilling technology for geological exploration have been put forward.

**Key words:** casing drilling; geological exploration; application prospects

套管钻进在石油钻井领域被称为套管钻井,是指在钻井过程中,直接利用套管代替钻杆来完成钻井作业,即用套管代替钻杆和钻铤,边钻进边下套管,完钻后作钻柱用的套管留在井内作完井用。套管钻井技术将钻进和下套管合二为一,钻头和井下工具的起下在套管内进行,利用钢丝绳实现不提钻更换钻头、钻具,不再需要常规的起下钻作业。因此套管钻井能够节省起下钻时间,提高施工效率,大幅度节约钻井成本<sup>[1]</sup>。套管钻井是目前石油钻井领域的一项新型的、正得到日益广泛应用的钻井技术。该技术的原理完全适用于地质钻探,该技术的优点同样可在地质钻探施工中得到充分体现。

## 1 套管钻井施工的特点和优点

### 1.1 套管钻井施工的特点<sup>[1]</sup>

(1)套管钻井使用标准的油井套管,钻井和下套管作业同时进行;

(2)井底钻具组合装在套管柱的下端,靠钢丝绳进行更换钻头作业,在取出钻头和取心工具过程中可保持泥浆连续循环;

(3)套管钻井施工中可实施许多常规的钻井作业,如定向钻井、注水泥、测井、取心和试井等作业;

(4)套管钻井采用标准的油田套管,唯一不同的是,套管接箍或螺纹需要改进,以便提供钻井所需

要的扭矩。

### 1.2 套管钻井施工的优点<sup>[1]</sup>

(1)减少起下钻的时间;

(2)节省与钻杆和钻铤有关的采购、运输、检验、维护和更换的费用;

(3)因为井筒内始终有套管,也不再有了起下钻杆时对井筒内的抽吸作用,使井控状况得到改善;

(4)消除了因起下钻杆带来的抽吸作用和压力脉动;

(5)用钢丝绳起下钻头时能保持泥浆连续循环,可防止钻屑聚集,也减少了井涌的发生;

(6)改善环空上返流速,一方面可减少钻机泥浆泵的配备功率,另一方面可改善岩屑的携出状况;

(7)可以减小钻机尺寸、简化钻机结构、降低钻机费用(套管钻井是基于单根套管进行的,不再需要采用类似双根或三根钻杆构成的立根钻井方式,因此井架高度可以减小,底座的重力可以减轻);

(8)钻机更加轻便,易于搬迁和操作,人工劳动量及费用都将减少;

(9)根据 Tesco 公司的测算,打一口 10000 ft (1 ft = 0.3048 m) 的井,可节省钻井时间约 30%。

## 2 套管钻井技术的发展历程和现状

### 2.1 套管钻井的发展历程

收稿日期:2010-06-07

作者简介:张伟(1954-),男(汉族),湖北恩施人,中国地质调查局汶川地震科学钻探工程中心总工程师、教授级高级工程师,探矿工程专业,博士,从事科学钻探工作,北京市西城区阜外大街 45 号院, zhangwei@ wfsd.org。

早在20世纪50年代就有人设想用套管代替钻杆来完成钻井作业,但受当时的技术和装备条件的限制,未能实现这一设想。在20世纪90年代,由于技术的发展和进步,一大批钻井新工艺、新工具和新装备问世,套管钻井技术再一次被人们提出来。加拿大 Tesco 公司1996年钻成了世界上第一口套管钻井的试验井,用9 $\frac{1}{2}$  in 套管钻进了150 m。到2000年底 Tesco 公司采用套管钻井技术一共完成了20多口开发井,取得了良好的经济效益。目前,套管钻井技术作为石油钻井领域的先进技术之一,在世界上正得到越来越多的应用。

世界上目前有两种形式的套管钻井系统,即加拿大 Tesco 公司的套管钻井系统和美国 Weatherford 公司的套管钻井系统<sup>[2,3]</sup>。Tesco 套管钻井系统采用不提钻换钻头技术,钻头磨损后可直接更换。Weatherford 套管钻井系统与 Tesco 套管钻井系统原理及设备基本相同,但 Weatherford 套管钻井系统更侧重表层套管的施工,立足于1只钻头打完全部进尺,而不在套管内起下工具串。其所用 PDC 钻头为特制,胎体由易钻材料制成。相比之下, Tesco 套管钻井系统的适应性更强。

## 2.2 我国套管钻井技术研究和应用现状

大港油田从2003年开始进行套管钻井技术的研究,在国内首次开发了陆上油田表层套管( $\varnothing 39.7$  mm)钻井工艺,该项技术填补了国内在该领域的空白。同时,该公司还研发了具有自主知识产权的套管钻井工具( $\varnothing 39.7$  mm 套管驱动器),研制了套管钻井用 $\varnothing 431.8$  mm(17 in)钻鞋,并在理论研究基础上,率先进入工业性生产,填补了国内无套管钻鞋的空白<sup>[2]</sup>。

2006年12月,国家“863”计划“先进钻井技术与装备”的子课题“套管钻井技术研究”课题开始实施,该课题由吉林油田作为依托单位,汇同中石油钻井工程技术研究院、大庆钻探工程公司、渤海钻探工程有限公司和中石油管材研究所联合攻关。通过近3年的研究和攻关,研制成功适应转盘钻井驱动方式的浅开发井套管钻井工具配套系统,自主研发套管驱动头、超短圆螺纹对顶承扭接箍、专用承扭保护器、钻头连接器、抗粘扣型螺纹密封胶等5项专利技术,成功解决了国内陆上油田在现有装备条件下实施套管钻井的难题。同时,运用套管钻井技术进行了8口井的套管钻井现场试验。首创了国内套管钻井实现主力油层裸眼测井的工艺技术,在国内首次完成了井深1000 m以上套管钻井现场试验。该子

课题于2010年1月22日通过了科技部验收<sup>[1]</sup>。

## 3 套管钻进技术在地质钻探中的应用前景

### 3.1 我国不提钻换钻头技术研究应用情况

套管钻进的基础是不提钻换钻头技术。我国很早就开始了此项技术的研发和应用。

原地质矿产部探矿工艺研究所(现中国地质科学院探矿工艺研究所)于1985年2月研制成功 BH75 型扩孔张敛式不提钻换钻头钻具,并通过了技术鉴定。这是当时国内第一台、也是世界上首次投入工业应用的不提钻换钻头钻具。1985年至1986年间,我国先后有8个钻探队使用该钻具,累计进尺近2000 m,最大钻进孔深997.26 m<sup>[4]</sup>。

从1993年起,中国地质大学(北京)地质超深钻探国家重点实验室(以下简称超深钻实验室)开始对几种不同类型的不提钻换钻头钻具进行了对比研究,注意到俄罗斯 ВИТР(全苏勘探与方法研究所)全面迭缩式不提钻换钻头技术具有独特的优点。超深钻实验室于1995年引进了俄罗斯 ВИТР 的不提钻换钻头技术,1995年8~10月中俄专家在超深钻实验室对引进的不提钻换钻头进行了试验,1996年初通过对该项技术引进的验收。

### 3.2 套管钻进技术用于地质钻探的前景分析

据分析,套管钻进技术在地质勘探钻进中具有很好的应用前景。该技术用于地质勘探钻进的优点至少可在以下3个方面得到体现:(1)可减少钻进施工程序;(2)可快速通过复杂地层;(3)保障深孔和复杂地层下套管施工。

#### 3.2.1 套管钻进用于减少施工程序

钻探施工中,钻进和下套管护壁至少分两步完成,第一步是钻进成孔,第二步是下套管。实施套管钻进,可将以上两道工序合二为一,钻进到预定的下套管孔深后,回收不提钻换钻头钻具的内管总成即可。套管钻进使钻进施工程序得到简化,施工时间也可因此得到节省。

#### 3.2.2 套管钻进用于快速通过复杂地层

在一些破碎情况严重的地层,钻头通过并起钻后,钻孔会发生坍塌,下一回次钻到该层时必须重新扫孔和钻进,有时循环往复多天难以进尺。钻进困难,下套管更加困难。有时在一个破碎带,需要耗时数天,甚至数十天。

采用套管钻进方法,可实现跟管钻进,通过复杂地层孔段后不用起钻,一次就将套管下到位,封隔住破碎带。如果地层破碎情况严重,还可采用套管钻

进与固孔相结合的办法。

### 3.2.3 保障深孔和复杂地层下套管施工

地质钻探的套管程序属于极小间隙套管程序,套管与孔壁的间隙一般只有2~3 mm,下套管遇阻的情况经常发生。下套管遇阻后,有时需要拔出套管扫孔后再下。还有时出现套管拔不出又下不去的情况,结果套管下不到位,这样一方面未能实现套管护壁的目的,另一方面钻进施工极易发生套管脱扣和断裂事故。对于较破碎的地层和下套管长度较大时,这种下套管遇阻和发生套管事故的可能性较大。采用套管钻进,可以解决这种问题,基本上是钻进到什么地方,就把套管下到什么地方,大大改善了破碎地层和深孔下套管施工的可靠性。

## 4 地质勘探套管钻进技术研究内容

在地质勘探中应用套管钻进技术需要解决的技术问题包括:不提钻换钻头取心钻具的可靠性问题、套管强度问题、复杂地层快速固孔问题和套管钻进施工工艺问题。

### 4.1 不提钻换钻头钻具

尽管不提钻换钻头取心钻具在我国早已开发和成功,但现有钻具的可靠性还须进一步改善。根据地层情况不同,目前扩孔张敛式不提钻换钻头钻具的内管总成到位及打捞成功率在85%~95%之间。今后研发工作的重点是解决该问题,尤其要解决在破碎复杂地层钻进时的内管总成到位及打捞成功率的问题。该问题不解决,就需要经常起钻,套管钻进的优势就不能体现。

### 4.2 适用于套管钻进的套管

地质套管与石油套管相比有较大的不同,石油套管要经受地层孔隙压力的作用,在机械强度方面有较高的要求;而地质钻探的地层一般很致密,孔隙度和孔隙压力很低,基本可以忽略,对套管的强度要求也相应降低。目前地质套管的机械强度一般很低,不能满足套管钻进的需要。用于地质勘探套管钻进的套管,可在现有地质套管的基础上进行改进,有以下几方面措施可以采用:

- (1)适当加大套管壁厚;
- (2)对套管接头部分进行热处理,提高其机械性能;
- (3)套管螺纹连接可参照常规的绳索取心钻

杆。

值得注意的是,套管钻进的套管(同时也是钻杆)在施工中是一次性应用,不像普通钻杆那样是多次重复使用,因此对其机械性能的要求可低于一般的钻杆,以便降低钻具成本。

目前可首先考虑 $\varnothing 114$  mm套管和 $\varnothing 89$  mm(或 $\varnothing 91$  mm)套管的套管钻进技术研发,因为这2种规格套管是最常用的套管,相应的钻孔直径为122 mm和95 mm。

### 4.3 套管钻进中的快速固孔

遇到地层破碎情况严重时,由于孔壁垮塌强烈,采用套管钻进也难以正常施工。此时,可采用边固孔、边钻进的方法通过破碎带。实施步骤如下:回收不提钻换钻头钻具内管总成,在套管内下入快速灌浆工具在部分孔段进行灌浆。待浆液凝固后,再下入内管总成取心钻进。根据取心的结果判断是继续灌浆固孔,还是向下钻进,直至通过破碎带。

## 5 结语

套管钻具具有可减少钻进施工程序、快速通过复杂地层和保障深孔下套管施工等一系列优点,对于当前地质钻探施工的技术难题,即复杂地层钻进问题和深孔钻进问题,提供了一种很好的解决方案,是一种值得大力推广应用的钻进施工技术。目前的当务之急是要尽快开展与此有关的技术研究与开发,解决实施套管钻进所需解决的不提钻换钻头技术、可充当钻杆的套管、快速灌浆固孔技术和钻进施工工艺等问题,使该项技术尽早在地质勘探钻进中发挥其良好的作用。

## 参考文献:

- [1] 王绪华. 套管钻井技术发展与应用[J]. 焊管, 2009, 32(10): 33-36.
- [2] 郑锋辉, 韩来聚, 杨利, 等. 国内外新兴钻井技术发展现状[J]. 石油钻探技术, 2008, 36(4): 18-21.
- [3] 冯来, 王辉, 王力, 等. 可更换钻头套管钻井工具及工艺研究[J]. 石油钻探技术, 2007, 35(5): 18-21.
- [4] 薛万成. 不提钻换钻头岩心钻探技术[J]. 地质与勘探, 1989, 23(11): 62-65.
- [5] 薛军, 何德成, 马孝春. 全面缩径式不提钻换钻头技术应用于中国大陆科学钻探的前期研究[J]. 探矿工程, 1998, (2): 1-3.