

多介质反循环复合钻探技术的研究及开发应用

张永勤, 刘 辉, 陈修星, 孙建华, 田志坤

(中国地质科学院勘探技术研究所 新技术一室, 河北 廊坊 065000)

摘 要: 分析了多介质反循环复合钻探技术的特点及技术参数, 介绍了该项技术器具试制、试验研究及生产应用过程、取得的应用效果等。试验证明, 该项钻探技术具有钻探效率高、地质效果好、判层及时等一系列优点。该项技术的研制成功为加速我国地质找矿提供了又一项高效钻探技术, 并展示了良好的应用前景。

关键词: 多介质; 反循环复合钻探技术; 双壁钻杆; 开发应用

中图分类号: P634 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3746(2003)01-0043-03

R&D of Multi-medium Reverse Circulation Drilling Technique/ ZHANG Yong-qin, LIU Hui, CHEN Xiu-xing, SUN Jian-hua, TIAN Zhi-kun (Institute of Exploration Techniques, CAG, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: The technical characteristics and parameters of multi-medium reverse circulation (RC) drilling techniques are analyzed. The trial-manufacture, test-research, application and effects also are introduced. Testing proved that RC drilling has the advantages of higher drilling efficiency, better geological effects and distinguishing formations in time. The success of the RC drilling technique will provide a new drilling method for geological prospecting and have potential application market in China.

Key words: multi-medium; reverse circulation; dual-wall drilling-rod; development and application

1 概述

多介质反循环钻探技术的研究就是借助于空气反循环连续取样及水力反循环连续取心钻探技术各自优点、在满足不同地质条件和地质要求的前提下进一步提高地质钻探效率的综合钻探技术。该技术利用双壁钻杆、以压缩空气和冲洗液作为循环介质, 循环介质经双通道气水龙头、双壁钻杆内外管环隙到达孔底, 在孔底驱动碎岩工具(潜孔锤)后并携带岩屑及岩心经双壁钻杆的内管中心通道到达地表, 以此岩心或岩屑作为地质样品。该项技术克服了单一反循环钻探技术应用过程中对地层适应范围较窄、有时不能完全满足地质要求等缺点。通过该钻探技术的研究, 实现了一套双壁钻杆及辅助器具可以满足不同地质条件下地质钻探目的及要求。

2 器具及施工技术特点

多介质反循环钻探技术的循环介质主要分为空气和液体(清水或泥浆), 反循环钻探技术以其独特的钻杆及钻具结构、循环方式而具有许多优点。由于反循环钻探技术利用循环介质经双壁钻杆的中心通道将所需地质样品连续地输送到地表, 所以对于

复杂破碎取样困难的地层, 能够及时可靠地取出所需地质样品, 具有钻进效率高、可随时了解所钻地层情况、取样质量好等一系列优点。由于空气反循环连续取样在钻进过程中系统循环压力、转速、钻进压力、对钻杆及钻具强度的要求等与水力反循环完全不同, 所以, 为了实现一套钻杆及辅助器具可同时满足空气反循环连续取样钻进时转速低、扭矩大、钻速高、水力反循环连续取心钻进时转速高、循环压力损失大、密封性能高等特殊要求, 钻杆的结构参数要有最佳理论值, 从三环间隙、孔底流场、钻杆强度、管材标准、配套推广应用方便都能达到较合理的值。通过理论计算和室内模拟试验, 确定了较优的钻杆结构和三环尺寸。

3 双壁钻杆的研究

多介质反循环钻探技术主要用于地质找矿小口径较深孔钻探施工, 从钻杆材质、规格都能与常用的地质岩心钻探材质和规格相互换, 以便于推广应用。材质选用目前地质岩心钻探最优质的合金结构钢 45MnMoB, 钻杆接头采用更优质合金结构钢 30CrMnSiA 或 42CrMo。由于工艺的特点, 对钻杆

收稿日期: 2002-12-17

基金项目: 原地矿部“九五”地勘高新研究开发项目(9505403-2)

作者简介: 张永勤(1960-) 江苏沛县人, 中国地质科学院勘探技术研究所新技术一室主任、教授级高级工程师, 探矿工程专业, 从事复杂地层钻探工艺研究及国家科技项目“天然气水合物保真取样技术的研究”等工作, 河北省廊坊市金光道 77 号(0316)2096185 zyqiet@heinfo.net。

内外管及接头的要求是内外管平滑一致,而且内外管及内外接头之间要有足够的间隙。通过对多种不同类型的钻杆螺纹形式、强度及过流环隙要求的满足分析,强度拉扭测试与试验,得出地质钻探常用的特殊梯形螺纹较为合理优化,但螺纹扣高和锥度有所增加,以提高螺纹强度和拧卸方便。扣高可提高到 1.5~2 mm,锥度增加到 1:16。从简单实用、加工方便等角度出发,通过大量的施工实践证明,双壁钻杆内外管之间采用螺纹粘接形式较方便、可靠实用。内外之间采用一端刚性同轴固定,另一端自由导正轴向不固定的结构形式要比双螺纹、两端同轴刚性固定等形式有更多的优点。内外母接头同为一端,内公接头伸出外公接头。外公母接头采用螺纹连接,且螺纹根部设置一道 O 形密封圈,内公母接头采用插接密封,在内公接头上设有 2 道 O 形密封圈,达到密封作用,并有轴向补偿特点。室内压力密封试验证明,上述连接密封方式可达到 10 MPa 的压力而不泄漏。

4 多介质反循环复合钻探技术钻具组合

多介质反循环复合钻探工艺可实现多种钻具组合,以满足不同地层钻探施工目的的需要。10 种钻具组合如下:

- (1) 硬质合金或复合片取心钻头水力反循环连续取心钻进;
- (2) 普通潜孔锤空气反循环连续取样钻具组合;
- (3) 普通潜孔锤三层管群罩式钻具组合;
- (4) 贯通式潜孔锤钻具组合;
- (5) 普通潜孔锤牙轮钻头钻具组合;
- (6) 空气及水力反循环双壁钻杆牙轮钻头钻具组合;
- (7) 贯通式液动潜孔锤牙轮钻头钻具组合;
- (8) 金刚石钻头水力反循环连续取心钻具组合;
- (9) 贯通式液动潜孔锤金刚石取心钻头反循环连续取心钻具组合;
- (10) 普通单动双管钻具组合。

5 生产应用试验效果

多介质反循环钻探工艺曾在不同地层中进行了生产应用试验。在松散覆盖层进行地质填图、在流沙层及小砾径砾石层进行水文地质普查及勘探钻探施工都具有非常好的效果和非常高的钻探效率。在煤田取心钻探施工中,特别是粉煤及破碎煤层取心都可获得非常好的取样钻探效果。在第四系覆盖层

进行地质填图、水文地质勘探、地球化学勘查取心钻探施工中,采用水力反循环连续取心钻探工艺,可实现一个回次一个孔,钻进时效可超过 120 m,台月效率可超过 1000 m,具有非常好的经济技术效果。在干旱缺水、取心困难的破碎地层、上部地层允许取样钻探施工且水位较深的地质找矿钻探施工,采用空气反循环连续钻探工艺可取得非常好的经济技术效果,不仅效率高、成本低,而且也较容易穿过复杂地层。目前水力反循环连续取心钻探工艺在覆盖层及基岩地层的钻进孔深都已超过 300 m。在覆盖地层的最高台月效率可达 18000 m,在基岩地层台月效率已超过 1000 m。空气反循环连续取样钻探已超过 2000 m/台月。多介质反循环钻探工艺在地质找矿钻探施工中的综合钻探效率已达 1348 m/台月,岩矿心采取率达 100%。

6 多介质反循环钻探技术的开发应用

多介质双壁钻杆反循环钻探技术以其独特的优越性被拓展应用于其他目的钻进施工。

6.1 反循环石油地震物探爆破孔钻进成孔施工技术

随着新一轮油气勘探工程的实施,为了获得更准确的地震物探数据资料,油气地震物探爆破孔的深度越来越深,钻进成孔难度越来越大。现有的常规空气或水钻施工方法已很难满足上述要求,而目前我国近几年油气地震物探爆破孔钻进成孔施工工作量每年都达近千万米。目前以较低效率的钻进方法只能够完成部分工作量,还有相当一部分钻进施工没有较有效的方法去完成。针对我国西部大开发工程和新一轮油气勘探工程的实施,解决沙漠及小砾径砾石地层油气地震物探爆破孔钻进成孔难和无法满足要求的实际问题,开发了双壁钻杆空气反循环油气地震物探爆破孔钻进施工器具与技术。根据孔深、地层、炸药直径、钻孔密度、现有可用设备等实际情况及需要,先后开发了可满足 40、50、60 mm 炸药直径需要的双壁钻杆、钻具、钻头、炸药投放装置等其他辅助器具。目前已在沙漠及小砾径砾石地层中得到大面积推广应用,不仅解决常规钻进成孔方法在上述地层中施工的难题,而且大大地提高施工效率和地震数据采集的准确度,缩短了工期,降低了成本。爆破孔反循环钻杆、钻具的特点就是钻杆要求内外平,钻头要有非常好的反循环效果,由于所钻地层很难形成稳定的孔壁,孔内阻力较大,拧卸、搬运非常频繁,要求钻杆在满足炸药投放的前提下,尽

可能地减小径向尺寸,钻杆拧卸方便、机械化程度高。施工过程中岩屑(沙及砾石等)经双壁钻杆内中心通道连续上返至地表,钻进到预定深度后,无须提出孔内钻杆及钻具,直接从气水龙头的上部经内管中心将炸药投放至孔底,所以成孔和投药的成功率达 100%。大量的生产应用证明,该钻进成孔技术的施工效率可比常规的正循环钻进成孔方法提高 8~10 倍,平均 25 m 深钻孔单机最高日完成炮眼 70 多个(包括下药)。

目前反循环钻进成孔技术已在新疆、青海、大庆等工区推广应用 70 多台套,完成勘探线 5000 多千米、炮眼 20 万多个,钻进进尺 250 多万米。先后有近十家物探公司不同程度地应用该项钻进成孔技术。据初步统计,两年多来仅我所钻具及配件销售额达 400 余万元(不含无锡钻探工具厂、石油物探局、大庆物探公司销售钻具及配件费用),钻机改造费用 240 余万元(关键没有合适反循环专用钻机及更理想的空压机)。用户近两年多来采用空气双管反循环钻进技术完成的爆破孔施工合同额超过 1 亿元。

6.2 水力反循环石油地震物探爆破孔钻进成孔施工技术

对于含水流沙、粘土及小砾径砾石层,空气反循环钻进成孔技术就不能有效地发挥其自身的优点,容易发生堵塞、糊钻、效率低、空压机功率消耗大、施工环境差等诸多不足。为了发挥反循环钻进技术效率高、成孔及投药可靠、易于钻进和穿过流沙层等优点,又改进开发了水力反循环物探钻进成孔施工技术。目前正在对钻具、钻机、水泵等进行改进,即将进行生产应用试验。

6.3 水平降水井水力反循环钻进施工技术

为了满足地铁修建及高层建筑地基施工地下开挖需要,一般需要实施降水施工后才能进行开挖施工。对于地铁开挖施工,垂直降水井从降水效果、降水井的数量和施工成本等角度出发,都不尽合理。因此一般地铁施工的地下开挖降水方法都是采用分段钻凿一定直径和深度的竖井,然后在竖井内沿着地铁开挖线路钻进水平降水井。正循环水平降水井施工工艺由于钻进过程中造成大量的涌沙,钻进成井本身增加了对地面沉降的影响,从而增大了对地面建筑物的破坏影响。因此,业主不允许采用常规降水井施工工艺。应北京地质勘察院的要求,我们

开发研制了水平降水井反循环钻进施工工艺及配套钻机。钻进过程中由于孔壁几乎不返水,所以大大降低了地层的涌沙,由此减轻了地面的沉降影响。由于钻进过程中遇到的地层有卵砾石及粉沙层,所以开孔及钻进过程中要不断地调整工艺参数,以达到最佳的钻进效果。由于采用双壁钻杆反循环钻进工艺,不仅效率高,而且还能及时了解所钻地层和保证水平井管安放的可靠性。钻具及钻机技术参数如下:

- (1) 钻杆直径 :114/80 mm ;
- (2) 钻头直径 :122/75 mm ;
- (3) 钻杆长度 :1000 mm ;
- (4) 钻机扭矩 :4200 N·m ;
- (5) 转速 :10~110 r/min ;
- (6) 回拉力 :80 kN ;
- (7) 给进力 :45 kN ;
- (8) 钻机配备动力 :22 kW(电机);
- (9) 钻机动力头给进行程 :1300 mm ;

(10) 钻机驱动方式 :电机驱动液压泵站,泵站驱动钻机的各个动作 ;

- (11) 钻杆拧卸方式 :动力头正、反转拧卸。

初步试验证明,该套钻进成井工艺及设备完全可满足上述施工要求,展示了良好的应用前景。

6.4 反循环钻进技术用于深部砂金矿的开采

为了满足用户开采深部地下砂金矿的要求,开发研制一种三层管反循环钻孔砂金开采工艺方法。其基本工作原理如下:

利用水力反循环原理,通过高压水泵将高压水经三通道气水龙头和三壁钻杆外通道到达孔底,并在孔底形成高压喷射流,起到搅动砂金矿样的作用。通过空压机提供的压缩空气经气水龙头的第二通道,达到孔底一定深度,并在此进入气水混合室,以便形成气举反循环,携带矿样经钻杆中心通道及气水龙头中心和弯管到达地表矿样接收装置。此过程连续重复进行下去,达到开采目的。目前该钻进器具的方案图纸已设计完毕,并将进行试制和生产试验研究。

参考文献:

- [1] 张永勤,靳玉生,刘辉,等.多介质反循环复合钻探技术的研究[J].探矿工程,2000(4):38-41.
- [2] 刘辉,张永勤,陈修星,等.空气反循环钻进工艺在物探爆破孔施工中的试验应用研究[J].探矿工程,2001(1):34-36.