

空气反循环连续取样钻探技术 在新疆乌什磷钒矿区的应用

李 锋

(北京中资环钻探有限公司,北京 100012)

摘 要:通过选取合适的钻探设备和合理的钻进参数,空气反循环连续取样工艺在新疆乌什磷钒矿区取得了良好的应用效果。该工程实践表明,在缺水地区及岩矿样难采取的地层,空气反循环连续取样钻探技术取样率可达到100%,施工成本低,经济效益显著。介绍了施工设备、管材的配置及钻探施工工艺。

关键词:空气反循环连续取样;反循环气动潜孔锤;地质勘探

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2013)05-0023-03

Application of Air Reverse Circulation Continuous Sampling Drilling Technology in a Mine Xinjiang/Li Feng (Sinodrill Co., Ltd., Beijing 100012, China)

Abstract: By selecting the suitable equipments and reasonable drilling parameters, good application effects were obtained by air reverse circulation continuous sampling drilling process in Wushi phosphorus vanadium mine of Xinjiang. The practice shows that this technology can get 100% sample recovery even in arid area and difficult sample recovery formation with low construction cost and effective economic benefits. The paper introduces the construction equipments, pipe configuration and drilling technology.

Key words: air continuous sampling; reverse circulation DTH hammer; geological exploration

1 项目总体概况

乌什县阔西塔阁西磷钒矿区位于乌什县以东27 km,矿区地下100多米处蕴含磷钒矿矿体。施工钻孔深大部分在200 m以内。钻孔在钻进过程中,出现的岩性依次为灰白色白云岩、含硅质条带状白云岩,其中含硅质条带白云岩为钒矿见矿标志层,其下部为钒矿体(由灰黑色硅质条带与土黄色钒土互层构成)、磷矿体,穿过矿体之后仍为灰白色白云岩。在以往施工中,一般采取金刚石绳索取心钻探工艺。由于施工区域严重缺水,距离最近的水源地近50 km。施工地层中裂隙和孔洞比较发育,造成几乎全孔漏水。一般的堵漏措施难以见效,只能顶漏钻进,钻孔冲洗液消耗巨大。施工用水供给非常困难,钻探成本极高。钻进过程中磷矿层遇水水化流失严重,取心难度极大,采取率难以满足地质要求。前期施工采用绳索取心钻探的单位,耗费3个多月才勉强完成了3个钻孔的施工。

由于上述2个因素,使得传统的金刚石绳索取心钻探技术在该矿区难以满足地质要求。因此决定在该矿区采取空气反循环连续取样施工技术。

2 空气反循环连续取样工艺介绍

空气反循环钻探技术在国外较为普及,目前国外地质钻探施工中绝大部分都是采用空气反循环连续取样工艺来完成的。空气反循环钻探是利用高压空气作为动力,驱动孔底潜孔锤做功,冲击破碎岩层,作用后的废气携带岩粉从双壁钻杆的中心通道返回地面集岩样装置的钻探工艺。该工艺方法是利用潜孔锤冲击碎岩,钻进效率高,尤其利用双壁钻杆中心作为岩样上返通道,有效地将碎岩钻进和连续取样两部分工作结合起来,岩样采取率高,且样品无污染,并且不以水作为冲洗冷却介质,非常适合于在该矿区的地质条件和施工环境下施工。

3 施工设备、管材选取

3.1 钻机

选用宣化正远钻采机械有限公司生产的FSL500型反循环多功能钻机,该钻机是一种新型、高效、环保、多功能履带式钻机。其主要技术参数如下:最大钻深280 m,钻孔直径115~305 mm,转速0~150 r/min,提升力120 kN,回转扭矩4000~5700

收稿日期:2013-02-19;修回日期:2013-04-28

基金项目:本工程施工得到了中国地质大调查项目“反循环取样钻探装备及钻探工艺技术研究”(1212011120234)的支持

作者简介:李锋(1984-),男(汉族),陕西宝鸡人,北京中资环钻探有限公司项目经理,勘查技术与工程专业,从事岩心钻探工作,北京市朝阳区安外北苑五号院四区北地大厦一层,lif@sinodrill.com。

N·m,整机质量7t。钻机所配气盒子为中国地质科学院勘探技术研究所生产。

3.2 双壁钻杆

选用中国地质科学院勘探技术研究所生产的Ø89mm外平双壁钻杆,该钻杆采用整体式外管,壁厚9.35mm,打压密封性达到10MPa。作为空气反循环钻探,双壁钻具的密封性极为重要,如双壁钻杆的密封性较差,轻则导致采取率低下,严重时使得通过反循环的冲击器气量、气压不足无法工作。所以双壁钻具的结构性能、技术参数、加工质量好坏,也是决定该工艺实现成败的关键。

3.3 反循环气动潜孔锤

选用中国地质科学院勘探技术研究所研制的派生系列KFQC-335、KFQC-345中空式气动潜孔锤。该潜孔锤能量消耗低,冲击能量大,能量传递效率高;排屑能力强,钻进效率高;结构比较简单,维护保养方便。主要技术参数如下。

KFQC-335型:冲击器外径90mm;钻孔直径95~105mm;使用风压0.7~2.1MPa;耗风量4.2~11.7m³/min。

KFQC-345型:冲击器外径105mm;钻孔直径110~130mm;使用风压0.7~2.1MPa;耗风量5.7~14.7m³/min。

3.4 空压机

空压机的技术参数的选择,主要考虑到所用潜孔锤的额定工作气压和耗风量大小,还有不同井深带来的循环管道的管路损失及用来克服孔内水位背压的压力损失,并在此基础上留有一定的余量。根据该矿区施工钻孔孔深绝大部分为200m之内,且孔内没有水位影响。因此选用了阿特拉斯的XRVS976型移动螺杆空压机。主要技术参数如下:工作压力25bar(2.5MPa);工作流量27.7m³/min;额定功率328kW。

4 钻进工艺

4.1 钻进参数选取

4.1.1 钻压

空气潜孔锤钻进过程,是在钻压、冲击力和回转力3种力作用下碎岩的。其钻压的主要作用是为保证钻头齿能与岩石紧密接触,克服冲击器及钻具的反弹力,以便有效地传递来自冲击器的冲击功。钻压过小,难以克服冲击器工作时的背压和反弹力,直接影响冲击功的有效传递;钻压过大,将会增大回转阻力和使钻头早期磨损。在该白云岩地层,根据孔

内地质构造情况,钻压一般多选用为3~5kN。

4.1.2 转速

转速的高低主要取决于潜孔锤的冲击频率、规格大小以及所钻岩层的物理力学性质。根据经验,一般情况下选用30r/min左右为好,过高的转速会造成孔底的重复破碎和锤头的过度磨损,导致钻进效率的降低。气动潜孔锤钻进是以冲击碎岩的,回转速度是为改变锤头硬质合金的冲击碎岩位置,避免重复破碎。因此合理的转速应保证在最优的冲击间隔范围之内。最优冲击间隔的确定,多采用两次冲击间隔的转角表示,转速与冲击频率和最优转角的关系式如下:

$$A = 360n/f$$

式中:A——最优转角,(°);n——钻具转速,r/min;
f——冲击频率,次/min。

根据美国水井学会康伯尔推荐的在硬岩中两次冲击间的最优转角取11°,当KFQC-345型反循环气动潜孔锤的冲击频次≥800次/min时,可得理论转速≥24.4r/min。

4.1.3 风压

在一定范围内,风压与钻进速度成正比关系,风压越高钻进速度越快,但是过高的风压又会带来锤头磨损过快,对孔壁冲刷严重,燃油消耗增加等不利影响。因此必须权衡多方因素,为保证较高的钻进效率及较低的燃油消耗量,在该地区施工空压机风压按经验选择范围为:0~30m,1.3~1.5MPa;30~100m,1.5~1.8MPa;100~200m,1.8~2.0MPa。

4.2 技术措施

4.2.1 冲击器及锤头使用注意事项

(1)及时检查冲击器,保证其正常工作。在反循环连续取样钻进过程中,冲击器受着冲击、回转扭矩及静压等复杂的应力作用,如若使用不当极易损坏,严重影响施工进度并会带来较大损失。因此应定时对冲击器的气缸、活塞及连接件进行清洗检查保养。安装时涂抹冲击器专用油,发现问题立即解决。钻进中出现异常或工作不稳定时,要提钻检查冲击器,必须使各部件处于良好的工作状态。下钻前和每次提钻后,都需要在地面通气测试冲击器,确保工作正常方可下钻施工。

(2)锤头要排队轮换使用。根据钻孔设计孔深及钻进地层特点,锤头应当排队轮换使用,先用外径大的,后用外径小的,更换锤头后要保证锤头能顺畅的下到孔底,避免扫孔、卡钻问题的发生。

4.2.2 钻进中清孔要注意的事项

在一个回次施工结束加接钻杆之前,在不关闭高压空气的情况下,上下活动钻具,来回清孔至少2次,保证孔内没有卡阻的情况下,并观察旋流器和井壁间隙没有粉尘冒出的时候,才可关闭高压空气进行加杆继续施工。下钻未到孔底前,应先开空压机强力清孔到底,正常钻进中要根据进尺速度,旋流器岩粉上返情况,适当停止钻进,间隔清孔,始终保持孔内清洁,提下钻顺畅,减少孔内事故的发生。

4.2.3 遇到卡钻处理方法

提下钻过程中若遇到塌孔、掉块卡钻,切忌强力提钻,应及时送风,将堵塞的岩粉从孔内清理干净。遇到井壁不返风时,可在动力头下面加下冲堵器,改变高压气流方向,适当加大风压,使高压空气将孔壁堵塞的岩粉通过孔口密封装置排出。同时上下活动或者回转钻杆,慢慢将细小的颗粒排出,稍大的颗粒磨碎后排出。

5 空气反循环连续取样钻探施工效果

表1列出了部分钻孔的钻进参数和施工效率。

表1 部分钻孔施工参数及时效

孔号	孔深/m	风压 /bar	转速/(r· min ⁻¹)	钻机压力 /MPa	时效 /m
RZK1819	0~30	13~15	30~40	1.5~0.7	6.67
	30~60	15~18	30~40	0.7~0	6.97
	60~90	18~20	30~40	0~-0.7	6.81
	90~120	18~20	30~40	-0.7~-1.2	6
	120~142	18~20	30~40	-1.2~-1.5	5.4
RZK1409	0~30	13~15	30~40	1.5~0.7	6.67
	30~60	15~18	30~40	0.7~0	4.28
	60~90	18~20	30~40	0~-0.7	5
	90~120	18~20	30~40	-0.7~-1.2	6
	120~166	18~20	30~40	-1.2~-1.7	6.67
RZK1408	0~30	13~15	30~40	1.5~0.7	6.97
	30~60	15~18	30~40	0.7~0	6.52
	60~90	18~20	30~40	0~-0.6	6
	90~125	18~20	30~40	-0.6~-1.3	6
	RZK18N06	0~30	13~15	30~40	1.5~0.7
30~60		18~20	30~40	0.7~0	6.97
60~90		20~24	30~40	0~-0.7	6.67
90~131		20~24	30~40	-0.7~-1.3	6.34
RZK18N05		0~30	13~15	30~40	1.5~0.7
	30~60	18~20	30~40	0.7~0	6.97
	60~90	20~22	30~40	0~-0.7	6.52
	90~133	20~22	30~40	-0.7~-1.4	6.67

通过初勘、详勘、补勘3个阶段不连续的施工,2009年完成18个钻孔,进尺2689 m,2010年完成35个钻孔,进尺4893 m,2012年完成28个钻孔,进尺4005 m。3个年度累计完成有效进尺11587 m,完成最深孔深230 m,最浅孔深105 m。钻进最高时

效10 m,最低时效4.28 m。钻孔取样率均可达到100%,有效地解决了矿层无法取样(心)的困难问题。钻孔垂直度高,经过后期坑道施工验证了前期施工钻孔孔斜率 $<0.5^\circ/100\text{ m}$ 。钻孔的施工质量和高效得到了业主等单位的广泛认可与好评。

6 结语

通过近几年来空气反循环连续取样钻探在该矿区施工,得出了以下经验和体会。

(1)选取合适的配套设备和钻进参数,空气反循环钻探可以有效解决缺水地区的地质钻探施工。

(2)钻进过程中岩粉通过双壁钻具中心通道连续排出到旋流器,岩样不会因接触孔壁而污染,而且能够快速准确地判定地层情况。

(3)高压空气和岩粉在双壁钻杆的环状间隙和中心孔循环,避免了对孔壁冲刷,保持了孔壁的稳定,降低了孔内事故发生的机率。

(4)反循环潜孔锤通过冲击碎岩,钻进时效远高于绳索取心钻探,经济效益高,具有很好的应用前景。特别对我们公司去海外承包这方面的地质勘探工程奠定了坚实基础。

(5)对于破碎坍塌地层施工,由于缺少套管护壁,容易发生卡钻埋钻事故,因此需要采取措施,尤其双壁钻具的结构性能以及合理的匹配关系至关重要。

参考文献:

- [1] 莫日和,郭本广,孟尚志,等.空气钻井技术在柳林煤层气井中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(2):35-38.
- [2] 刘家荣,王建华,王文斌,等.气动潜孔锤钻进技术若干问题[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(5):40-44.
- [3] 许刘万,刘智荣,赵明杰,等.多工艺空气钻进技术及其新进展[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10):8-14.
- [4] 许刘万,史兵言,李国栋.大力推广气动潜孔锤及气举反循环组合钻进技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(9):41-45.
- [5] 付兵,邱太宝,成体海.潜孔锤钻进技术在深厚砂卵石层中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(1):42-43,49.
- [6] 刘军,王春毅,何亚青,等.贯通式潜孔锤反循环钻进技术在探矿中的应用[J].采矿技术,2007,7(2):108-109,113.
- [7] 安民,尹晋忠,张许平,等.潜孔锤钻进技术在施工中的应用[J].山西水利,2002,(5):49-50.
- [8] 鄢泰宁,等.岩土工程钻掘工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.
- [9] 耿瑞伦,陈星庆.多工艺空气钻探[M].北京:地质出版社,1995.

致谢:本工程实施期间得到了中国地质科学院勘探技术研究所许刘万教授级高工的技术指导,在此表示衷心的感谢。