

敦化大蒲柴河金矿区弱研磨性岩层的综合钻探技术

吕洪富¹, 宋健²

(1. 吉林省第五地质调查所, 吉林 九台 130500; 2. 辽宁环宇矿业咨询有限公司, 辽宁 沈阳 110033)

摘要:坚硬弱研磨性地层钻进效率低一直是敦化大蒲柴河金矿区钻探难题,通过投磨料、调整钻头技术参数等措施得到了一些改善,尤其是液动潜孔锤的成功应用,彻底解决了该矿区钻进效率低下难题;此外,对复杂坍塌、漏失、涌水不稳定地层采用重晶石粉加水泥灌注的技术措施,解决了孔壁严重垮塌问题。

关键词:绳索取心;液动潜孔锤;胎体硬度;弱研磨性地层

中图分类号:P634 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2012)08-0026-03

Comprehensive Drilling Technology for Weak Abrasiveness Formation of Dunhua Dapuchaihe Goldmine/LV Hong-fu¹, SONG Jian² (1. Jilin Fifth Geological Institute, Jiutai Jilin 130500, China; 2. Liaoning Huanyu Mining Consulting Co., Ltd., Shenyang Liaoning 110033, China)

Abstract: The low drilling efficiency has been a drilling problem in compact and weak abrasive formation, which is partly improved by casting abrasives and adjusting the technical parameters of the bit and completely solved by the successful application of hydro-hammer. The serious wall collapsing is overcome by barite powder and cement grouting technologies in the complex collapse, leakage and instable water gushing formations.

Key words: wire-line coring; hydro-hammer; matrix hardness; weak abrasiveness

1 工程概况

大蒲柴河金矿区坐落于吉林省敦化市大蒲柴河镇附近的长白山麓,地形山高谷深,林木茂密。区内地层主要有太古宙花岗绿岩地体,下元古界新开河组,中元古界色洛河群,中生代侏罗系及白垩系,新生代第三系及第四系。主要岩性为:斜长角闪片岩、斜长角闪岩、石英岩、变质砂砾岩、角闪糜棱片岩、黑云糜棱片岩、长英质片麻岩等。在局部地段夹有镁质大理岩透镜体。整体上看,岩石硬度较大,且普遍研磨性较弱,可钻性9级左右,局部石英含量高的夹层可钻性可达10级以上。有的钻孔漏失或涌水,给钻探施工带来一定难度。2011年施工完成钻孔14个。其中200~650 m钻孔11个,700~850 m钻孔3个。累计完成钻探工作量7376.24 m。

2 钻探设备

钻孔全部设计为直孔,深度在200~1000 m之间,根据孔深及地形情况,选择XY-5型钻机,BW250型泥浆泵(钻机和泥浆泵均以柴油机为动力),SG-18管塔,集材-50拖拉机。开动钻机2台套,分别独立作业。

3 钻探工艺

正常情况下用HQ口径(钻头外径95.6 mm,扩孔器外径96 mm)开孔,穿过上部覆盖层及风化破碎层后(一般为30~50 m),将HQ钻杆(外径88.9 mm,内径77.8 mm,无接头)下入孔内做套管,之后换NQ绳索取心钻探工艺钻至终孔(钻头外径75.3 mm,钻头内径47.6 mm,扩孔器外径75.7 mm)。如果遇到特别严重的破碎坍塌层,则用HQ口径钻至下套管深度后,不提钻,直接下一特制NQ钻头将孔内HQ钻头破坏掉,再换NQ口径正常钻进。

4 钻探施工中遇到的主要问题

(1)矿区岩石普遍较硬、致密且颗粒较细,研磨性弱,金刚石钻头胎体消耗少,金刚石不易出露,钻进效率低。

(2)部分钻孔的部分孔段破碎严重,岩性无胶结,孔壁坍塌,伴随漏失、涌水,护壁存在一定难度,影响了施工进度。

5 解决钻进速度低下的几点措施

5.1 孔底投磨料

通过对金刚石钻头破碎岩石的机理进行分析可

收稿日期:2012-04-19; 修回日期:2012-07-12

作者简介:吕洪富(1977-),男(汉族),吉林长春人,吉林省第五地质调查所施工处处长、工程师,钻探工程专业,从事钻探工程施工管理工作,吉林省九台市师范街51号,lvhongfu7732@163.com;宋健(1985-),男(汉族),吉林桦甸人,辽宁环宇矿业咨询有限公司助理工程师,勘查技术与工程专业,从事钻探工程技术管理工作,辽宁省沈阳市皇姑区北陵大街37号,DrillSong@163.com。

知,要获得高的钻进速度,必须满足2个条件,一是金刚石的抗压强度要大于岩石的抗压强度,这样在施加钻压时不至于把金刚石压裂或压碎;二是胎体的消耗速度要略超前于金刚石的消耗速度,如此才能使金刚石及时连续地保持出露以便克取岩石。由于是新矿区,对岩性未作详细了解,选择的孕镶金刚石钻头胎体硬度过大(HRC35~38),岩石的研磨性又弱,致使胎体消耗速度极低,金刚石不能及时出露,故而导致钻进效率低下。因此,为使金刚石能及时出露,在每次提内管取心后,通过绳索钻杆向孔底投入一定量的碎石(先不投内管),开动钻机上下串动钻具对钻头进行预磨损,之后投入内管正常钻进,如果操作得当,预磨一次钻头可进尺1.5~2.0 m。对于胎体较硬的钻头,这是使金刚石及时出露的一种较有效的方法。但此法有一定的缺点,一是每次提完内管投碎石后必须接上主动钻杆才能对钻头进行预磨,磨好后又得卸开主动钻杆投入内管方能正常钻进,操作繁琐浪费时间;二是因操作水平不尽一致,投入石块的硬度及粒度也有差异,有的由于操作不当使钻头过早磨损降低了钻头的使用寿命,还有的直接造成钻头损坏(如掰掉块、胎体脱落等)。因此这是一种不得已而采取的方法。

5.2 调整钻头的技术参数

鉴于投磨料的方法有诸多缺陷,决定从调整钻头技术参数入手,解决钻进效率低下问题。具体做法是:(1)将金刚石浓度由100%降至85%,其用意一是增加胎体与岩石和岩屑的接触机率,加速其磨损;二是增加单粒金刚石与岩石的接触比压;(2)调整胎体硬度为HRC15~18,降低胎体的耐磨性;(3)采用高品质金刚石(钻进时适当增大钻压,以防压

裂压碎金刚石);(4)在胎体中掺入一定量的磨料,钻头工作时磨料能促使胎体加速磨耗。经过如此调整后钻进效率得到较大幅度的提高,进尺效率由原来的0.9~1.2 m/h提高到1.9~2.3 m/h,效果明显,钻头寿命一般80~100 m。

5.3 采用液动潜孔锤

5.3.1 液动潜孔锤选型

通过调整钻头技术参数使钻进效率有了较大幅度的提高,但是否还能通过采用液动潜孔锤使钻进效率进一步提升呢?根据相关文献资料介绍,冲击回转钻进方法适用于坚硬地层和破碎地层,在坚硬地层能提高钻进效率,在破碎地层提高钻进效率的同时,还能提高回次进尺长度和岩心采取率,减少岩心堵塞机率,此2种地层本矿区都存在,因此通过技术论证后,决定在1号机台试用液动潜孔锤,2号机台仍使用普通绳索取心钻进方法,进行对比验证。

选用中国地质科学院勘探技术研究所生产的SYZX75绳索取心液动潜孔锤,其特点是:(1)结构简单,使用维修方便;(2)结构参数可调,能满足多种钻进要求;(3)工作泵量、泵压较低,不需配备附加装置。该钻具的主要技术参数为:冲锤行程15~25 mm,自由行程5~8 mm,工作泵量60~90 L/min,工作泵压0.5~2.0 MPa,冲击频率25~40 Hz,冲击功10~50 J,长度5210 mm,质量75 kg。

5.3.2 对比试验成果

1号机台使用液动潜孔锤的几个钻孔,钻探效率明显提高,且在破碎地层中回次进尺长度亦明显增加,具体情况见表1和图1。

5.3.3 液动潜孔锤使用中应注意的几个问题

5.3.3.1 钻头的选用问题

表1 不同地层绳索取心液动锤和普通绳索取心钻进效果对比

地层情况	岩性	可钻性	孔号	施工工艺	试验孔段/m	进尺/m	纯钻时间/h	纯钻时间利用率/%	回次长度/m	时效/m	岩心采取率/%
坚硬地层	斜长角闪岩、石英岩		ZK708	绳索	15~550		205	48.83		2.68	
			ZK711	绳冲	15~800.78		215	35.30		3.72	
			ZK1501	绳索	20~700.9		332	46.95		2.11	
			ZK1505	绳冲	20~720.6		233	38.07		3.09	
“打滑”地层	斜长角闪岩、石英岩	9~10	ZK1502	绳索		35.60			0.60	0.55	100
				绳冲		72.50			1.25	0.95	100
			ZK1104	绳索		45.30			0.80	0.75	100
				绳冲		95.60			1.80	2.10	100
			ZK013	绳索		160.50			0.70	1.05	100
				绳冲		435.00			1.55	3.05	100
破碎地层			ZK1501	绳索	393.70~423.90				0.43		87
			ZK1505	绳冲	361.65~393.45				0.90		95
			ZK708	绳索	268.40~293.90				1.26		85
			ZK711	绳冲	273.10~297.39				2.83		96



图1 破碎地层取出的岩心

从绳索取心液动潜孔锤开始使用,我们就把工作重点放在了钻头的选配上,经过几个钻孔的观察发现,对于颗粒细小致密、研磨性弱的坚硬岩石,金刚石颗粒大、浓度低的钻头钻进效率要比金刚石颗粒小、浓度大的钻头钻进效率高,而二者寿命相差不大,钻头选用情况见表2。

表2 SYZX75 绳索取心液动潜孔锤钻头选型

序号	地质情况	胎体硬度 HRC	金刚石		水口 /个	底唇面形状
			粒度/目	浓度/%		
1	致密坚硬、“打滑”地层	15~20	40~60	75~100	8	尖环槽形
2	坚硬破碎地层	20~25	60~80	75~100	8	尖环槽形
3	中等硬度完整地层	25~30	60~80	100	10	尖环槽形

5.3.3.2 较高的钻进效率与辅助时间增大的矛盾问题

从表2数据中可以看出,与使用普通绳索取心钻进工艺相比,使用绳索取心液动潜孔锤之后,虽然钻进效率显著提高,但纯钻时间所占比例却下降了,这主要由3方面原因:(1)由于是第一次使用绳索取心液动潜孔锤,操作人员还不够熟悉,现场人员还没能完全掌握一些技术要领,出现故障不能及时处理;(2)绳索取心液动潜孔锤的内管总成比普通绳索取心内管总成长,但是内管上面的单向阀出水口较小,造成即使使用水泵送内管,内管到位的时间也较长,随着孔深加大,该现象更加明显;(3)液动潜孔锤的弹卡机构是靠涨簧控制伸缩的,而涨簧本身没有定位装置,加上涨簧的加工质量差异较大,这就增加了故障发生率,弹卡板收不回来提拉不动内管,以致造成提大钻。

6 解决护壁困难问题的措施

6.1 一般不稳定孔段的处理

液动潜孔锤工作时其冲锤不断往复运动,频率很高,因此,要求冲洗液具有低粘度、低密度、润滑性、流变性好等性能。该矿区大部分钻孔地层较完整,对冲洗液护壁性能要求不高,这时冲洗液以润滑

及携粉能力为主,冲洗液配方采用:清水+PHP(30%水解度)+皂化油。但个别钻孔因地层变化频繁、岩石破碎,孔内压力不平衡时,坍塌、掉块等现象时有发生。为了维持孔内压力平衡,需要适当提高冲洗液的密度,提高密度简捷有效的方法是加入固体造浆材料,在保证液动潜孔锤能正常工作的情况下,尽量加大泥浆的固相含量。具体配方如下:LBM-1 增效粉 40 kg, PHP 0.2 kg(干粉加量), KP 共聚物 6 kg, 皂化油 3 kg(以上均为 1 m³的加量)。性能指标为:粘度 21 s, 密度 1.04 g/cm³, 失水量 6~8 mL。不是特别严重复杂的孔段,此泥浆基本能维持孔内的压力平衡,满足液动潜孔锤的钻进要求。

6.2 特别严重复杂孔段的处理措施

对于特别严重的坍塌、漏失、涌水孔段,单靠泥浆不能完全解决问题,下面以 ZK708 孔为例简述治理的技术措施。

该孔钻进至 266 m 发生漏水和涌水现象,钻进时发生漏失,停泵卸开主动钻杆后,即从绳索取心钻杆往外返水,钻进至 276 m 发生孔壁严重坍塌现象,经水泥+水玻璃等加重泥浆处理后仍不见效,用岩心管抓捞(岩心管前端制成锯齿状,下到孔底坍塌部位后不给水轻转轻压,到位后加大压力将前部爪子压弯收拢)上来的全部是无胶结、松散的岩石颗粒,颗粒直径多为 1~2 mm,几次抓捞钻具都下至同一孔深,据此判断孔壁发生严重坍塌(边抓取边坍塌)。经研究决定用水泥灌注坍塌部位,灌至坍塌部位以上 10~15 m。按计算好的体积灌完水泥浆后,卸开主动钻杆准备提钻时,孔内灌注的水泥浆从钻杆内全部返出来,此情况表明孔内坍塌部位水路已经与外部承压水路连通,外部水头高度大于钻孔水头高度,将灌注的水泥浆压出孔外。要想止住涌水现象,必须增大液柱压力。最后在 1 m³水泥浆(0.5 水灰比,加减水剂以增加流动性)中加入 300 目重晶石粉 100 kg,进行全孔灌注(以加大液柱压力),止住涌水获得成功。待上部水泥稍有强度后即可透孔(为加快透孔速度,不必等待完全硬化),透孔至坍塌部位以上 15~20 m,停钻等待水泥完全硬化后再继续透至孔底。钻头穿过坍塌部位时不要立即换轻质泥浆,也不使用液动潜孔锤(以防振开已封闭的岩石裂隙通道),待穿过该部位 30 m 后如无异常情况发生,再逐步换轻质泥浆恢复使用液动潜孔锤。

(下转第 35 页)

6 结语

(1)从统计数据不难看出,在同等条件下,空气泡沫钻进比传统顶漏钻进显示出较大的优势。

(2)空气泡沫钻进的功效为传统钻进的2~3倍,成本只为其1/3~1/2,并更大限度地提高了纯钻进时间,大大降低了工人的劳动强度。

(3)随着逐步掌握空气泡沫钻进的工艺方法,排除与克服了因设备能力所造成的井(孔)排渣、粘壁等客观因素影响以及孔内易出现的不安全隐患。实践证明,空气泡沫钻进技术可进行各类基岩地层条件下施工井(孔)的尝试与推广。

(4)通过这次在水井复杂漏失地层的尝试采用空气泡沫钻进工艺,为水井钻探摸索出了一种行之有效的新技术,也为其他钻探施工遇到困难时提供了参考借鉴。

(上接第28页)

7 结语

对于坚硬弱研磨性及破碎地层,液动冲击回转钻进是提高钻进效率的有效技术手段。就本矿区而言,当钻头选择合理时,钻速可成倍提高,在破碎地层中回次进尺长度提高1~3倍,节约了施工成本,经济效益十分显著。本工程的实践证明,液动冲击回转钻进技术是很有发展前景的先进的钻进方法,值得推广应用。由于该技术对操作人员的技术水平有一定要求,开始使用时容易出现使用方法不当的情况,建议厂家加大宣传和服务力度,可举办学习班

(上接第31页)

此工艺。

(3)建议进一步对郑州沿黄地下水源地地区钻井工艺进行施工成本、钻进中各工序的效率等因素的研究,以便得出更优化的该地区钻井施工方式,在保证成井质量的前提下,最大限度降低该地区水井施工成本和成井周期。

参考文献:

- [1] 赵志强,安美艳,赵永安,等.沿黄地区浅层淡水水源地傍河取水技术探讨——以新矿集团济阳矿井傍河取水水源地勘察为例[J].山东国土资源,2009,(12):38-41.
- [2] 俱养社,郭文祥.陕西省韩城市水源地水井钻井技术[J].探矿工程,2002,(5):39-40.
- [3] 张永江,戴朝晖.北京平谷电厂水源地勘探工程施工技术[J].

参考文献:

- [1] 许刘万,曹福德,葛和旺.中国水文水井钻探技术及装备应用现状[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(1).
- [2] 赵长福,等.煤田勘探采用空气泡沫钻进的优势分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(9).
- [3] 王艳丽.岩屑对泡沫剂性能影响的试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(7).
- [4] 顾新鲁,赵清海,等.空气泡沫钻进在干旱地区水井钻探方面的应用[J].西部探矿工程,2005,(8).
- [5] 许刘万,刘智荣,赵明杰,等.多工艺空气钻进技术及其新发展[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10).
- [6] 许刘万,史兵岩,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).
- [7] 许刘万,王艳丽,左新明.我国水井钻探装备的发展及应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(5).
- [8] 莫日和,郭本广,等.空气钻井技术在柳林煤层气井的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(2).
- [9] 董润平,胡忠义.RD20 II型钻机及空气潜孔锤钻进施工中若干问题探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(12).
- [10] 杜绪,王建兴.多工艺空气钻进技术的形成与发展[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(2).

或到现场实际指导应用,使这项先进适用的钻探技术得到更广泛的推广应用。

参考文献:

- [1] 刘广志.金刚石钻探手册[M].北京:地质出版社,1991.
- [2] 傅丛群.绳索取心液动锤在多类型矿区的应用及其效果[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):24-26.
- [3] 苏长寿,谢文卫,杨泽英,等.系列高效液动锤的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(3):27-31.
- [4] 代万庆,等.桐柏老湾金矿上河矿区金刚石钻进“打滑”地层所遇问题及对策[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,38(7):32-35.
- [5] 宋端正.甘肃西和大桥金矿区复杂地层钻探技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(3):34-36.
- [6] 探矿工程,1995,(6):15-16.
- [4] 王世贵.黄河下游沿黄地区地下水的开发[J].人民黄河,1988,(4):18-21.
- [5] 顾孝同.黄河下游沿黄开采地下水干扰抽回试验研究[J].人民黄河,2006,(10):49-50.
- [6] 徐建新,张娜,刘尊黎,等.河南省沿黄地区水资源开发利用潜力综合评价[J].人民黄河,2007,(4):44-45.
- [7] 邝乐龙.供水井水量设计方法研究[J].民营科技,2008,(8):12-13.
- [8] 卢予北.泵吸反循环成井工艺应用[J].探矿工程,1993,(1):32-33.
- [9] 戴岳.泵吸反循环钻进中的问题探讨[J].探矿工程,1992,(4):11-13.
- [10] 佟金和.泵吸反循环在水文地质钻探中的应用[J].探矿工程,1987,(4):4-5.
- [11] 左庆洪,刘兴华.郑州沿黄水源地地下水资源量评价[J].地质灾害与环境保护,2012,(3):68-72.