

# 本溪台沟铁矿深部坚硬地层孕镶金刚石绳索取心 钻头的选择和使用

黄建国<sup>1</sup>, 赵振峰<sup>2</sup>, 王生<sup>1</sup>, 蔺刚<sup>1</sup>, 薛凡忠<sup>2</sup>

(1. 吉林大学应用技术学院, 吉林 长春 130022; 2. 辽宁省第八地质大队, 辽宁 本溪 117004)

**摘要:**深部坚硬地层绳索取心钻进的特殊性在于钻头易打滑与增加钻头压力受限的矛盾。在分析总结本溪铁矿已施工超深孔成功经验的基础上,提出了孕镶金刚石钻头的选择与使用技术措施,提高了钻进效率,延长了钻头使用寿命,解决了深孔坚硬岩层钻头的打滑问题。

**关键词:**深部坚硬地层;钻探;绳索取心;孕镶金刚石钻头;“打滑”地层

**中图分类号:**P634.4<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)08-0073-03

**Selection of Impregnated Diamond Wire-line Coring Bit for Drilling in Deep Hard Formation of Taigou Iron Mine and the Application/HUANG Jian-guo<sup>1</sup>, ZHAO Zhen-feng<sup>2</sup>, WANG Sheng<sup>1</sup>, LIN Gang<sup>1</sup>, XUE Fan-zhong<sup>2</sup>** (1. Jilin University, Changchun Jilin 130022, China; 2. No. 8 Geological Team of Liaoning Province, Benxi Liaoning 117004, China)

**Abstract:** The characteristic of wire-line coring drilling in deep hard formation is that there is a contradiction of bit pressure increasing limited by bit slipping. Based on the successful experience of the extra-deep well construction of Taigou iron mine, the paper put forward the technical measures of impregnated diamond bit selection and application for improving drilling efficiency and prolong bit service life to solve bit slipping in deep hard formation drilling.

**Key words:** deep hard formation; drilling; wire-line coring; impregnated diamond bit; slipping formation

## 0 引言

本溪铁矿的矿层为赤铁石英岩和磁铁石英岩,源于火山沉积变质岩,预计资源量达到 20 亿 t 以上,铁矿石品位达 34% 左右。矿层相对较深,多位于地下 1100~2000 m 之间,已探明的矿石厚度最大达到 900 余米,其矿层钻探被认为“超深、超斜、超难”<sup>[1]</sup>。目前广泛采用的金刚石绳索取心钻进方法在该矿区大部分层段的钻进中均取得了良好的钻进效果,但是目标矿层是可钻性 10 级以上的极坚硬地层,组织致密、颗粒细小、研磨性弱。在该地层钻进时,存在着时效低,钻头极易磨损、寿命短,钻头易打滑等问题。

## 1 勘探工程概况

该矿区位于本溪市平山区桥头镇台沟村附近,为铁矿矿化带。矿区为山区地形,施工的钻孔多位于山坡,设计钻孔深度均为 1800 m 以深,钻孔均为倾角 80° 的斜孔。地质要求矿心采取率 > 80%,围岩岩心采取率 > 60%。现场选用 HXY-8 型岩心钻机,金刚石钻头配 S75 绳索取心钻具及配套绳索绞

车。

所遇地层情况为:1100 m 以内,钻孔相继穿过泥灰岩、页岩夹泥灰岩、含海绿石石英砂岩夹页岩、蛋青色夹紫色泥页岩、含海绿石石英砂岩、硅化大理岩夹绿泥片岩、绿泥绢云绿泥片岩等层段,各地层硬度都不高,可钻性 4~8 级之间,钻进效率较高,平均日进尺达 40 m。

1100 m 以深进入长段的矿层钻进。岩石为赤铁石英岩、磁铁石英岩、赤磁铁石英岩夹绿泥片岩。含矿段地层硬度大、可钻性 10~11 级,属典型的“打滑”地层<sup>[2]</sup>,同时地下水温较高(58℃),这给钻孔施工造成了严重的困难。

## 2 钻进中遇到的主要技术问题

在深孔钻进中,绳索取心钻进有着诸多的优势,但在可钻性 10 级以上地层钻进比常规钻进更加困难,主要原因是钻具强度低、钻孔易偏斜、加压方式和大小难以合理选择。在大段的含铁石英岩矿层钻进中普遍存在着钻进效率低,钻头寿命短、打滑等问题。新钻头刚开始机械钻速尚可,时效可达到 1.5

收稿日期:2010-05-26; 修回日期:2010-07-16

作者简介:黄建国(1964-),男(汉族),内蒙古赤峰人,吉林大学讲师,钻探工程、岩土工程专业,从事钻探技术教学与超硬材料制品研究与生产工作,吉林省长春市亚泰大街 4026 号, hjg@jlu.edu.cn。

m以上。随着钻进过程的进行,钻进速度逐渐减慢。当纯钻进时间达到5h以后,机械钻速已降到0.10 m/h以下。此后钻头基本不能进尺,进入打滑的状态。提钻观察发现,钻头工作层只磨损消耗掉一小部分(大约1 mm),胎体形状保持完整,用手抚摸底唇面光滑,金刚石无出刃。

究其原因包括以下2个方面:一是已出刃金刚石在钻进中逐渐磨钝导致钻速下降即钻头钝化;二是胎体消耗滞后、钻头比压较小、未达到该条件下的“锐化比压”<sup>[3]</sup>使钻头锐化不足。从根本说还是钻头胎体性能与岩石性质及钻进情况不能适应。

胎体磨损属于高应力状态下的胎体—岩石—磨粒之间的三体磨粒磨损<sup>[4]</sup>,胎体磨损取决于磨粒的数量、粒度以及接触应力。坚硬地层钻进时,岩粉少而细,所以合理确定钻头比压要比一般地层钻进显得更加至关重要。钻头比压低于“锐化比压”时,胎体消耗滞后,钻头随着金刚石消耗而逐渐磨损变钝直至被抛光。实际的深孔钻进时钻具强度及防斜要求限制了钻头压力的增加,钻头多表现为这种抛光、打滑的情况;钻头比压过高时,胎体消耗过快、金刚石提前脱落、钻头寿命短。实际上胎体硬度过低时也会表现出这样的情况。

另外,适当降低冲洗液在孔底的流速,能够使钻进中产生的岩粉及脱落的金金刚石延长在孔底的滞留时间,这可以从另一个角度强化对工作层胎体的磨损。所以选用水口面积比较大的钻头或钻进中适当减小泵量等措施对于钻头的“锐化”是有利的。

### 3 采取的措施与效果

#### 3.1 合理选择钻头

针对深部坚硬地层钻进的特殊性合理选择钻头:一方面应使钻头的金刚石参数及胎体参数符合“打滑”地层的要求,本工程所用钻头金刚石及胎体参数为:使用MBD8高品级金刚石,金刚石粒度60~80目,金刚石浓度50%,胎体硬度HRC25;另一方面要降低钻头的工作层端面覆盖系数<sup>[5]</sup>,达到0.45~0.55,这就使水口在钻头底端面的覆盖比例显著增加。这样在有利于加压受限条件下能够实现比较大的钻头比压的同时,也为通过减小冲洗液量强化胎体磨损从而锐化钻头提供了条件。

#### 3.2 细化即时钻进效率统计工作

机械钻速持续稳定是孕镶金刚石钻头的正常表现,但在坚硬地层钻进时,无论是从设备功能还是从施工的质量与安全要求来说,试图恒钻速的强制给

进都是不现实的。及时合理调整钻进参数是实现平稳钻进的关键。基于感觉判断与统计数据相比,其可靠性和准确性存在着显著的差异。进行精确的即时钻进效率统计可以快速而准确地掌握机械钻速的变化情况,为及时调整钻进参数提供依据。统计时间间隔应根据钻进情况适当选择,可以是30、15、10 min甚至更短。细化即时钻进效率统计也有利于总结经验,提高钻进操作控制技术水平。对于深部坚硬地层钻进,严谨的和量化的钻进参数控制是非常必要的。只凭感觉粗线条的钻进参数操作控制已经很难行得通了。统计项目与内容举例见表1。

表1 某个钻头进尺情况统计表

统计序号	钻进时间/min	进尺/m	累计进尺/m	机械钻速/(m·h <sup>-1</sup> )	平均钻速/(m·h <sup>-1</sup> )	与前次钻速差/(m·h <sup>-1</sup> )
1	30	0.85	0.85	1.70	1.70	
2	30	0.80	1.65	1.60	1.65	0.10
3	30	0.76	2.41	1.52	1.61	0.08
4	30	0.72	3.13	1.44	1.57	0.08
5	30	0.67	3.80	1.34	1.52	0.10
6	30	0.62	4.42	1.24	1.47	0.10
7	30	0.51	4.93	1.02	1.41	0.22
8	30	0.38	5.31	0.76	1.33	0.26
9	30	0.23	5.54	0.46	1.23	0.30
10	30	0.06	5.60	0.12	1.12	0.34

即时钻速随着钻进过程的进行逐渐降低说明钻进参数不够合理,钻头因锐化不足而未呈现理想的工作状态;第7钻进时间段开始钻速显著降低直至打滑,这已是须采取措施加强钻头锐化的“关口”。

#### 3.3 合理利用加大钻压与减小泵量联动的锐化钻头手段

孕镶钻头在坚硬地层钻进中存在着逐渐钝化的整体趋势,需要随着钻进过程的进行逐渐加大钻压。实践中钻压的逐渐加大对钻进速度的下降趋势起到了比较明显的减缓作用。从破碎含铁石英岩并保持钻头“锐化”出发,钻头比压控制在800~1000 kPa是比较合理的。出于安全和防斜考虑,钻进时钻头压力必须严格控制在15 kN以内,实际操作时钻头压力多控制在10~12 kN之间。另外,钻进中再以适当减小泵量作为配合手段来强化对胎体的研磨,取得了较好的效果。钻头压力和泵量每次调节的量应控制在实际数量的5%~10%。

#### 3.4 钻速下降显著时人工出刃

实际钻进时往往因某些因素或措施不当而导致钻速显著下降。当机械钻速低于0.5 m/h时,单纯通过调节钻进参数已经无法改变钻头钝化的趋势,需要采取孔底人工出刃的措施加以补救<sup>[5]</sup>。具体

做法是:当进尺缓慢时停止钻进,打捞内管、提出岩心,通过钻具内通孔投入多棱角、块度适宜的自制硬岩块,进行孔底自磨出刃,然后转入正常的规程钻进。原理是:适当的磨刃可以使钻头工作层切削能力得到一定程度的“恢复”,使钻头的累计进尺在不提钻前提下得以延续。这样在后期每次取心之后将人工出刃作为一种辅助手段,能够使钻头工作层得到更充分的利用。实践证明,人工出刃对延缓和改善钻头钻速逐渐下降的趋势是有帮助的,可使钻头寿命延长到 15~20 m。人工出刃的缺点是会带来一些非进尺的金刚石消耗。

通过将优化钻头参数选择、细化钻进操作控制、注重钻头锐化以及必要时人工出刃等措施合理应用,在保证了 1.5 m/h 左右基本稳定的机械钻速的同时,钻头寿命也基本达到 30 m,取得了满意的钻进效果。在钻孔质量方面,经地质专家审查验收,各施工钻孔钻孔弯曲、岩(矿)心采取与整理、孔深误差测量与校正、简易水文地质观测等 6 项技术指标均较好地满足了地质任务要求。

#### 4 结论

深部坚硬致密地层绳索取心钻进技术是本溪铁矿勘探工作中关键性的技术问题。通过几年的摸索和实践,得出如下结论:

(1) 深部坚硬地层绳索取心钻进的特殊性在于钻头易打滑与增加钻头压力受限的矛盾。

(2) 保持胎体消耗与金刚石磨损的跟进关系是连续稳定钻进的关键,可通过加大钻压、减小泵量来加快胎体消耗使钻头锐化。

(3) 钻头钝化严重时采用人工出刃可在现有条件下延长钻头的使用寿命。

#### 参考文献:

- [1] 孙丙伦,等.山东省地矿局再创钻探孔深新纪录[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(12).
- [2] 徐克里.钻探工程[M].北京:地质出版社,2009.
- [3] 李世忠.钻探工艺学[M].北京:地质出版社,1992.
- [4] 刘广志.金刚石钻探手册[M].北京:地质出版社,1991.
- [5] 易亚东,等.对付打滑地层的简便方法[J].西部探矿工程,2005,(3).

## 《现代矿业》2011 年度征订启事

《现代矿业》杂志,1984 年创刊,中国核心期刊,美国化学文摘(CA)收录期刊,万方数据网上网期刊、中国学术期刊全文收录期刊,国家一类期刊。主办单位为中钢集团马鞍山矿山研究院,协办单位为中国冶金矿山企业协会设备委员会、金属矿山安全与健康国家重点实验室、金属矿产资源高效循环利用国家工程研究中心和中国矿业 114 网。

**办刊宗旨:**繁荣学科发展,促进学术交流;传播现代矿业信息技术、科技成果、改造实践;拓展先进矿业信息技术在矿业领域的应用深度和广度;提升我国传统矿业工程技术水平,活跃学术思想;传播矿业科技成果和技术改造经验;以市场为导向,密切联系现场实际,为行业的科技创新和经济建设服务。

**栏目:**深度报道·人物专访,综合述评·专家论坛,采矿技术·采矿设备,选矿技术·选矿设备,安全环保·综合利用(循环经济),计算机应用·数字矿山,地质·测量,生产实践·经验交流,市场研究报告·统计数据,矿山建设项目信息,国际、国内资讯等。

**发行:**国内、外公开发行人,刊物现已覆盖全国冶金、有色、黄金、煤炭、化工、建材、核工业等行业的矿山系统、大专院校和科研设计院所。每月发行量 8000 份,年发行量 10 万份,覆盖面广、针对性强。

**特点:**集国内外矿业信息与现代矿业技术于一体,信息量大、实用性强,与现场联系密切,与企业领导互动频繁、版式新颖、现代气息浓厚,深受广大矿业行业读者的喜爱。

**订阅方式:**国内外公开发行人(月刊),国际标准大 16K 本,180 个版。国内统一刊号:CN34-1308/TD,国际标准刊号:ISSN1674-6082。国内邮发代号:26-196,国外邮发代号 MO2762。国内每期定价 25 元,全年 300 元。国外每期定价 15 美元,全年 180 美元。订阅期刊的用户每年再加 100 元,即可获得期刊的电子版。读者可到当地邮局订阅。

**联系人:**赵鹏 **地址:**安徽省马鞍山市湖北路 9 号 158 号信箱 **邮编:**243004

**电话:**0555-2404809 **传真:**0555-2475796

**E-mail:**xdky@vip.163.com **网址:**www.ky114.cn