

黄山铜镍矿复杂地层钻进技术

覃勋平 马德义

(新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第六地质大队 哈密 839000)

摘 要 在东天山地区,觉罗塔格晚古生代沟弧带中分布着大小十几个岩体,形成了大量镁铁-超镁铁岩石以及大量 Cu-Ni-PGE 矿床,包括土墩-黄山-镜儿泉一带大量铜镍硫化物矿床^[1]。该区地质构造复杂,赋矿岩体蚀变强烈,多已发生滑石化-绿泥石化、蛇纹石化等蚀变,该类蚀变岩石硬度小,遇水松软、膨胀。在该类岩石钻探施工过程中,极易发生卡钻、埋钻、坍塌、孔斜、超径等孔内事故。本文分别从矿区地层特点、常见事故、事故原因、处理方法、预防措施等五个方面进行了详细叙述,另外简要介绍了偏心楔子的作用、设计和操作方法。通过对黄山铜镍矿区钻孔常见事故的研究分析,建立一套详细的应对方法和措施,对今后在该类矿种钻探工程勘察工作具有十分重要的意义,对提高勘察企业的勘察效益十分有益。

关键词 铜镍矿 蚀变 坍塌 超径 卡埋钻 偏心楔

黄山铜镍矿位于觉罗塔格晚古生代沟弧带东部,沿康古尔塔格断裂和次级断裂侵位于石炭系干墩组;赋矿岩体为形成于碰撞造山晚期弛张伸展阶段侵入的基性-超基性杂岩体^[2],侵位时间大致在早二叠世(288 ± 8 Ma)^[3];围岩主要为早石炭世干墩组(C₁gd)的一套火山碎屑浊积岩建造。该区地质因素复杂,表现为地层变化大、蚀变强烈、软硬差别大、断裂构造发育等特点,这给该区的岩心钻探施工带来了很大的难度,其中最主要的难题有两个:

在蚀变带中保持孔壁稳定,防止坍塌、超径,减少孔内事故;

防止钻孔弯曲度超差,确保钻孔质量。如何通过蚀变带和防斜纠斜,采用的施工工艺和技术方法是否与地层相适应是关键。我们在借鉴前人成功经验的基础上,结合现代新的钻探技术和先进的钻探设备,摸索出了一套在铜镍矿区复杂地层中的钻进技术,经过多次实践,我们所选用的技术方案、钻进方法、设备类型是切实可行的,较好地解决了施工中出现的各种难题,取得了较好的勘察效益。

1 矿区岩体特点

矿区围岩地层主要为下石炭统干墩组(C₁gd)的含碳粉砂岩、板岩、砂砾岩、灰岩等。岩体岩石类型主要为角闪辉长岩、角闪橄榄岩,基本已全部发生滑石化-绿泥石化、蛇纹石化等蚀变,岩石硬度不大,可钻性较强,一般在 5~7 级,蚀变带频繁出现,变化多,埋深不等,蚀变的强度各异,对钻探施工影响也迥然不同。

弱蚀变地层破碎,易出现钻孔漏失、岩心堵塞、回次进尺少、效率低等问题;强蚀变孔壁不稳定,遇水膨胀,易出现孔壁剥落,岩粉增多,坍塌、超径,造成孔内事故。钻进中泥浆变质快,泵压增高,孔内沉淀物增多,内管不易到底,提下钻频繁,抽吸作用加重对孔壁造成的破坏,形成恶性循环,加速钻孔超径,断钻杆频繁出现,增加施工难度。蚀变带变化多,造成地层软硬不均,岩石产状陡,钻孔弯曲度难控制,“顺层跑”是造成孔斜超差的主要问题。

蚀变带埋深不等,厚度不同,浅的地表可见,深的 600 m 左右才遇到,薄的几十米,厚的几百米。蚀变强弱不均匀,对孔壁影响也不相同,蚀变弱的钻孔,岩心硬度低,日晒失水后,自动散开,孔壁经长时间浸泡后,出现掉块现象,提下钻时常有阻挡。蚀变强的钻孔,岩心胶结性差松散,遇水膨胀剥落,钻进中岩粉增多,泥浆比重增大,泵压增高,进尺缓慢。提出的钻头,泥包现象严重,钻头水口基本糊死,不通水。冲洗液中的岩粉,不易沉除,需要大量更换泥浆,才能维持钻进。

2 常见事故

在该工区钻探施工过程中,当钻进蚀变带时,常发生卡钻、埋钻、糊钻等钻孔事故,形成超径后,断钻杆频繁。事故案例如下:

1# 钻孔在 512 m~550 m 遇到滑石化绿泥石化蚀变,其中 535 m~545 m 为强蚀变带,取出的岩心松散、遇水膨胀,呈粉末状。钻进中泵压忽高忽低,极不稳定,回钻阻力增大,捞取岩心后,投入内管,钻

进时仍无改观,进尺 0.4 m 时,突然蹿灭钻机,造成卡埋钻事故,处理 416 时,报废进尺 40 m。

2 # 钻孔在 620 m ~ 680 m 遇到蚀变,其中 625 m ~ 640 m 为强蚀变,岩心破碎松散,孔壁极不稳定,钻进时岩粉大量增加,超出正常钻进时的 2 ~ 3 倍,泵压达到 80 以上,回次进尺 0.1 m ~ 0.3 m,在施工到 772 m 时,换钻头下钻,在 630 m 处遇阻,更换泥浆扫孔,将钻孔扫偏,取出半圆形岩心,经过多次努力,无法找到老钻孔,只得在 636 m 处下套管换径。浪费 307 h,报废进尺 136 m。

3 # 钻孔在 660 m ~ 805 m 遇到滑石化蚀变,其中 680 m ~ 800 m 为强蚀变,岩粉增多,泵压增高,取出的岩心多为粉末状,在钻进到 760 m 时,孔内阻力增大,频繁出现断钻杆,打捞钻杆过程中,在 730 m 处出现严重超径,无法捞出事故断头,后经偏斜,下套管换径,继续钻进。浪费 205 h,报废进尺 40 m,遗留孔内钻杆 40 m。

4 # 钻孔 350 m 以上为蚀变带,其中 90 m ~ 120 m 为强蚀变,施工时采用 94 mm 口径金刚石绳索取钻进,下入 300 m 89 mm 绳钻钻杆作套管,终孔起拔套管过程中,在 105 m 处钻孔严重超径,打捞工具无法碰到套管头,放弃处理,遗留孔内 89 mm 绳钻钻杆 195 m。

3 事故原因

通过对几个事故钻孔的对比分析,查出发生事故原因主要有以下 4 个方面:

(1) 操作人员在钻进蚀变带时没有及时更换防塌性能强的优质泥浆或更换泥浆不彻底,造成循环系统的泥浆失水量过大,孔壁不稳定。

(2) 发现孔内和泥浆中岩粉增多时,没有及时向项目部和技术人员汇报,错过最佳处理时间,造成孔壁坍塌,严重超径,发生孔内事故。

(3) 在蚀变地层中钻进,当班操作人员没有认真检查钻具、卡簧、卡簧座,出现内管总投不到底、打单管或岩心脱落在钻杆中,被迫提钻过多,引起孔内压力激变,孔壁失稳坍塌、超径,造成孔内事故。

(4) 操作人员经验不足,应变能力明显不够,在蚀变地层中钻进,孔内出现异常时,钻具没有离开孔底停泵停车,造成埋钻事故。

(5) 在斜孔蚀变地层中扫孔不带导向,将钻孔扫偏,造成事故。

4 处理方法

在蚀变较弱或蚀变带较窄地段,采取在泥浆中增加防塌剂或 KCl 等处理剂,提高泥浆的防塌性能和携带岩粉能力;定期检验泥浆性能,保证泥浆性能达到设计要求,稳定孔壁。优质泥浆的良好应用是在该类地层中钻进的关键。

在强蚀变带或蚀变带较宽地段,孔壁不稳定、掉块、剥落、坍塌的钻孔,采用防塌性能好的泥浆通过蚀变带后,及时下入套管隔离,换小一级口径钻进,穿过蚀变带后,下入同径绳钻钻杆作套管,换小一级口径施工至终孔。

遇到出现超径严重、发生卡钻、埋钻事故,无法继续处理或处理难度较大,耗时较长的钻孔,在争得业主同意,选定较稳定孔段确保钻孔倾角和方位角不超差的情况下,入定向偏心楔子,报废一定工作量,重新恢复钻进。

5 偏心楔子的设计和操作方法

自制偏心楔子,设计角度控制在 2° 以内,楔子长度在 2.5 m 左右,上部要有既便于送到位,又便于到位后脱离的装置,下部有导向、固定装置。

偏心楔子定向是采用钻杆划线和钻杆内掉线相结合方法确定,在钻出新孔 10 m ~ 20 m 时,应及时测斜,确定新钻孔弯曲度变化大小;偏心楔子定位是采用钻杆送到选定孔段定向后,投入卡料固定,钻杆脱离。

偏心楔子固定后,下入圆锥形磨孔钻头,沿偏心楔子斜面扫出新孔,一般需要穿过楔子斜面进尺 4 ~ 5 m,才能换金刚石钻具钻进,及时测斜,检查钻孔倾角和方位角变化情况,恢复正常钻进。

6 预防措施

钻进中严格执行操作规程、技术措施、施工方案,及时观察冲洗液变化情况,监测泥浆性能,达不到设计要求时,应及时调整或更换。发现泥浆中岩粉增多,比重增大,出现变质,应及时全孔更换泥浆,保持孔内压力平衡,孔壁稳定。

在蚀变地层中钻进,要认真检查下入孔内各种器具,保证性能可靠,联接牢固。精心操作,判断准确,保证内管到底,不打单管,减少或杜绝岩心脱落,减少提下钻对孔壁的破坏。

施工方案设计合理,孔身结构要留(下转 35 页)

30%,采用有电耙底部结构的浅孔留矿采矿法回采。矿石损失率为15%、贫化率为10%,可采出矿石量157.96万吨,采出矿石品位镍为0.526%,铜为0.327%。

前次设计矿山选择混合竖井开拓方案,井筒净直径6.5 m,目前已掘进竖井100 m,风井120 m,本次设计利用已掘进的开拓工程,不做改变,但根据矿井规模,提升设备采用4#双层罐笼,矿山规模1 000 t/d,井筒内设人行梯子间和管缆间,竖井布置在32号矿体北端114勘探线附近,32号矿体下盘地表错动带外40 m处,经石门与各中段相通,设双面马头门,中段高50 m,风井布置在33号和36号矿体东端126勘探线附近地表错动带外20 m,井筒净直径4.5 m,内设梯子间,形成对角式通风系统。调整后的生产规模为井下采矿1 000 t/d(33万t/a),其服务年限4.8a。

投资概算、建设进度及经济效果

调整后总投资为9 414.9万元,其中工程建设投资9 119.7万元,建设期利息199.8万元,流动资金95.4万元。建设进度安排2年。本项目按电解镍金属价格15.4万元/t、电解铜金属价格4.5万元/t作为计算原矿中镍铜金属的计价基础依据。年均可实现销售收入9 512万元,年均上交税金1 244万元,企业年均净利润3 454万元,平均投资利润率47.4%,内部收益率25.7%,投资回收期4.75 a(含基建期2 a),项目净现值8 812万元。经

过对生产能力利用率分析,项目生产能力达到设计能力的46.4%时,即可保本不亏。

4 结 语

虽然用于开采的矿石量由327.68万t减少到167.25万t,生产能力由2 000 t/d降低到1 000 t/d,但资源及产能的可靠程度却大幅提高,矿石的出矿品位也由镍0.368%大幅提高到镍0.526%,企业的经营风险得到了有效地控制。

方案调整后,工程总投资节省了5 840万元,从方案的经济效果测算的结果与原方案进行同比,就可以看出,无论是投资规模、生产能力、还是最终的效益,调整后的方案是最佳方案。

由于及时地调整了方案,使得业主在严峻的金融危机面前,仍然有足够的信心,加大资金投入,迅速将原停产项目重新启动,使工程能够按计划实施,保证30号矿体也能够按计划投产(30号矿体早投产一年,可为企业增加1.13亿元的净利润)。同时,确保了企业的稳定及战略发展,而不至于长期停工,造成企业及社会的不稳定,有利于推动地方经济的发展,有利于哈密地区社会稳定和劳动就业的安排,促进和谐社会的发展。

收稿:2009-11-27

(上接32页)

备用口径,为预防和处理事故,留出空间,便于扩孔、下套管、换径。

各种泥浆配方要经过试验室浸泡确定,各项性能指标要事先在试验室搅拌测定,施工现场进行调整,保证使用的泥浆性能达到设计要求。

钻进遇到蚀变带时,应尽早更换出刃大、水口多、达水断面大、通水效果好、进尺快、效率高的钻头钻进,减少提下钻,快速通过,及时下入套管换径,防止事故。

7 结束语

在黄山矿区施工,要充分认识到蚀变地层给钻探生产带来的危害,与地质人员保持密切联系,准确判断钻进位置是否为蚀变带,采用与地层相适应的施工工艺和技术方法,充分利用优质泥浆、特殊处理剂的防塌和增强携带岩粉量等功效;另外操作人员要认识

到位,措施得当,及时汇报、及时处理,事故是可以避免的;事故发生后要以最快的时间、以最低的成本,将损失降到最低位,提出切实可行的处理措施,为勘察企业减少损失。当然,孔内事故应以预防为主,治理为辅,发现事故苗头,应尽早采取措施,将事故消灭在萌芽状态,才可提高勘察效率,给勘察企业带来较好的勘察效益。

参 考 文 献

- [1] 郭宏,李霞,毛启贵等.新疆新疆东天山岩浆铜镍硫化物矿床地质特征及成矿环境[J].新疆地质,2006,24(2):135-140.
- [2] 孙赫,秦克章,徐兴旺等.东天山铜镍钴硫化物矿床岩石、岩相、地球化学特征及其形成的构造背景[J].中国地质,2006,33(3):609-615.
- [3] 毛景文,杨建民,曲文俊等.新疆黄山东铜镍硫化物矿床Re-Os同位素测定及其地球动力学意义[J].矿床地质,2002,21(4):323-330.

收稿:2009-08-22