

池沟铜矿区岩心钻探施工中主要问题及解决办法

柯玉军, 杨鲁飞

(西北有色地勘局, 陕西 西安 710054)

摘要:池沟矿区钻探施工中所遇到的主要问题是第四系松散层及强风化岩层厚, 钻孔易坍塌, 成孔困难, 深部岩层结构复杂, 漏失严重, 导致勘查工程进展缓慢。现场及时分析原因, 采取有针对性的工艺措施, 有效地解决了这些问题, 按期完成了施工任务。

关键词:复杂地层; 岩心钻探; 坍塌; 漏失; 护壁; 堵漏

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2009)01-0022-03

Main Problems of Coring Drilling Construction in Chigou Copper Mining Area and the Solution/KE Yu-jun, YANG Lu-fei (North-west Mining and Geological Exploration Bureau for Nonferrous Metals, Xi'an Shaanxi 710054, China)

Abstract: Quaternary loose soil, heavy strong weathered rock stratum, borehole collapse, complex deep rock structure and leakage were encountered while drilling in Chigou copper mining area, analysis was made according to these problems to take the aimed measures.

Key words: complex stratum; coring drilling; collapse; leakage; wall protection; leaking stoppage

1 概述

池沟铜矿区位于陕西省柞水县境内, 工作区内主要层为第四系坡积物、中泥盆统池沟组浅变质的细碎屑岩——碳酸盐岩、浅成相酸性侵入岩。矿体主要与闪长玢岩脉关系密切。

该矿区首次进行钻探施工, 由于对地层的复杂程度认识不足, 第一个钻孔 ZK101 施工时, 走了一些弯路, 台月效率仅 200 多米。经过该孔的探索、实践, 获得了该矿区的施工技术要点, 后续钻孔台月效率达到 400 m 以上。本文以 ZK101 孔的施工过程为例, 介绍该矿区钻探施工中出现的主要问题及解决措施。

2 钻孔设计情况

根据找矿需要, 该矿区前期只设计 ZK101、ZK1501 两个钻孔, 后又增加 ZK201、ZK2001 两个钻孔, 控制斑岩体接触带及铜矿化体空间分布, 圈定矿体, 了解其品位、厚度的变化。钻孔设计深度 200 ~ 450 m。钻孔所遇到地层从上到下依次为: 第四系坡积物, 厚度 15 ~ 35 m; 强风化粉砂岩, 厚度 15 m 左右; 角岩化粉砂岩, 厚度 100 ~ 130 m; 黑云母斜长花岗岩及其中的铜矿化体, 厚度 150 ~ 220 m, 矿体位于该层下部, 厚度 10 m 左右, 穿过矿层钻进 30 ~ 40 m 即可终孔。

3 钻探设备及施工工艺

施工设备: XY-4 型钻机, BW-250 型泥浆泵, A 形钻塔。

施工工艺: JS75 绳索取心钻进、泥浆护壁。

4 施工中出现的主要问题及解决办法

首先施工的是 ZK101 钻孔, 该钻孔设计深度 300 m, 倾角 84°, 方位 180°。施工采用 110 mm 口径开孔, 穿过坡积层下入 Ø108 mm 井口管之后换 91 mm 口径硬质合金钻头钻进至较完整岩层, 下入 Ø89 mm 技术套管, 然后采用 Ø75 mm 绳索取心钻具钻进至终孔。

4.1 施工中遇到的主要问题

(1) 第四系覆盖层及强风化层成孔困难。由于地质设计下达的施工任务书对覆盖层的厚度没有表述, 现场对开孔措施重视不够, 该孔孔位正好位于山坡冲沟中心, 实际第四系坡积物厚度达到 35 m, 且含碎石量高, 约占体积的 60%。风化岩层厚度达 13 m, 开孔至 48 m 孔段, 漏失坍塌严重。

(2) Ø89 mm 套管下完后, 更换为绳索取心钻进, 在 132 ~ 152, 280 ~ 290, 387 ~ 395 m 等孔段均出现渗漏直至全孔漏失现象, 并伴随坍塌掉块。导致事故频发、施工效率大幅下降、施工成本急剧上升且严重影响施工进度。

收稿日期: 2008-08-04

作者简介: 柯玉军(1963-), 男(汉族), 陕西商南人, 西北有色地勘局七一三总队总工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程、岩土工程施工与管理工作, 陕西省西安市雁塔中路 78 号, 85527232@163.com。

(3)近矿围岩孔段采心困难,采取率低。

4.2 施工过程及所采取的技术措施

4.2.1 对于上部第四系松散层漏失、坍塌的处理

ZK101 孔开孔后,由于对该层重视不够,按常规采用大粘度固相泥浆护壁直接钻进到 18 m,漏失严重,增加泥浆粘度和密度防漏无效,随后出现塌孔,反复扫孔后,导致地盘下陷,场地出现裂缝,为保证施工安全,提前下入 $\varnothing 108$ mm 井口管,稳定浅部井壁,从而控制了因孔内坍塌和漏浆引起的地盘变形。之后,换 $\varnothing 91$ mm 口径钻进,但漏失问题仍然存在。由于地形较陡,钻孔到达基岩界面处距地表较近,且地层主要为碎石土层,碎石含量高且松散,极易形成直接通达坡面外的漏失通道,造成地盘下陷,出现安全、环保隐患。为尽快通过松散层,避免大量消耗泥浆,改用干钻法成孔,但钻到 28 m,孔壁失稳,出现坍塌,孔深变为 23 m,被迫停钻。分析原因后,确定采用泥球固壁,泥浆护壁法钻进,即对已成孔段投入含有 CMC 的粘土球。每投入一定量后,下入一锥形重锤反复捣实,直至填到超过上部已固壁段 0.5 m,再进行泥浆循环钻进,钻进一段后再用泥球固一段,如此反复,取得了比较好的护壁堵漏效果,很快就穿过了覆盖层进入强风化层,继续用高固相泥浆循环,硬质合金钻进到完整的岩层下入 $\varnothing 89$ mm 技术套管,换 JS75 mm 绳索取心工艺正常钻进。

为了减小阻力,提高钻进效率,正常钻进采用无固相冲洗液,为叙述方便我们称其为基浆。其配方为:水:广谱护壁剂:高粘防塌剂=100:1.5:0.3(质量比,下同)。其性能为:密度 1.01~1.02 kg/L,漏斗粘度 21~25 s,失水量 10 mL/30 min。该浆液的主要特点是具有良好的护壁防塌和润滑减阻效果,性能参数可调范围大。

4.2.2 渗漏孔段的护壁堵漏措施

由于该地区受断裂带的影响,钻孔在正常施工过程中部分孔段出现渗漏现象。一旦出现渗漏,必须有相应的处理措施,否则漏失会逐渐加重,引发严重后果。因此,现场根据 ZK101 孔的施工经验总结了一套随钻堵漏措施,即一旦出现渗漏,首先确定漏失严重程度,对于漏失量 < 50% 的孔段,在前述基浆中加入高粘随钻堵漏剂进行随钻堵漏即可解决,方法是将粉末状的高粘随钻堵漏剂按泥浆质量的 0.1% 直接撒入基浆中通过自然循环搅拌即可。对于 > 50% 的漏失孔段则需要停钻,调整泥浆,提高粘度,加入固相材料和随钻堵漏剂进行循环堵漏,若效果不明显,再在泥浆中加入惰性材料并将高粘随钻

堵漏剂的加量提高到正常量的 2 倍,将此堵漏泥浆直接由钻杆灌入孔内,合上立轴,开泵送基浆,确认堵漏泥浆进入钻具外环间隙后,封闭孔口处环状间隙,泵压控制在 1 MPa 内,重复 2~3 次使惰性材料在压力的作用下进入孔壁裂缝充填架桥,然后转入正常钻进继续循环,待漏失消失后,恢复无固相泥浆钻进。由于该矿区钻孔漏失段多,出现次数频繁,根据 ZK101 孔成功的经验与方法,我们将上述随钻堵漏的方法进行了总结,并制订了操作规程,现场根据出现漏失的严重程度,随时使用,效果非常好。为该地区后续孔的顺利完成打下了良好的基础。

4.2.3 全漏失孔段的护壁堵漏措施

全漏失孔段一般是先出现渗漏,之后迅速转为全部漏失。ZK101 孔在钻进到孔深 137 m 时,泥浆由渗漏发展到全漏,采用上述解决严重渗漏的措施,经过一个班处理无效,之后采用常规的灌注水泥浆法处理,一次性灌入速凝水泥浆 0.3 m³,停待 24 h 后证实灌注高度为 10.6 m,扫孔至原孔深时泥浆又全部漏掉,灌注水泥失败。由于前期耽误时间较长,堵漏失败后,为赶进度,决定用润滑涂膏涂抹钻杆顶漏钻进,钻进到孔深 146 m 时,又出现了塌孔现象,被迫停钻。经调研后决定试验采用新型堵漏材料——瞬间堵漏剂进行堵漏,试验结果表明,其堵漏效果很好。

具体做法是:将钻杆下入孔内全漏孔段,在井外把瞬间堵漏剂和水按 1:1 的比例混合搅拌均匀后,在井口从钻杆内直接灌入孔底,然后提出钻杆,停止 20 h 后进行扫孔钻进,在接下来的漏失层即采用钻一段,灌一段,一般每 2 m 为一段,直到进入较为完整地层不漏为止。该堵漏剂主要特点是:流动性好,容易渗入破碎地层,对破碎地层有胶结作用,凝结速度快,抑制了井壁的坍塌掉块,因而用量少,封堵效果好。缺点是不能泵送,只适宜全漏失孔段,固结体强度低,不能承受长时间的井壁扰动破坏,堵漏成功后,需使用优质泥浆及合理的工艺参数,快速完成钻孔。

4.2.4 提高近矿围岩段岩矿心采取率低的施工措施

该矿区钻进到近矿围岩段,因其特殊的岩性及构造,时有掉块夹钻和岩心采取率低的现象发生,直接影响钻孔安全及质量。为解决这一问题,ZK101 孔施工中采用了从泥浆及钻进工艺两方面的综合措施。其一是调整泥浆参数,在基浆中加入白泥及改性沥青,其配方为:水:广谱护壁剂:高粘防塌剂:

白泥: 改性沥青 = 100: 1.5: 0.3: 5: 1; 其性能为: 密度 1.03 ~ 1.06 kg/L, 漏斗粘度 22 ~ 28 s, 失水量 7 ~ 10 mL/30 min。其主要作用机理是提高了泥浆密度及粘度, 水头压力增大, 使泥浆容易渗入破碎层, 沥青颗粒软化后胶结破碎层。其二是采用底喷钻头辅以间隔性无水干钻措施提高岩心采取率。通过施工实践, 成功地抑制了掉块的发生, 提高了岩矿心的采取率。

5 应用效果

有了第一个孔的经验, 施工 ZK1501 及 ZK201、ZK2001 等钻孔时, 有针对性地采取了预防措施, 取得了良好的效果, 特别是 ZK201 孔, 该孔从开钻到终孔仅用 30 天时间, 实际终孔深度 490 m。各钻孔施工情况见表 1。

从表 1 可以看出, 该矿区地层基本相似, 都存在严重漏失和全孔漏失的孔段, 在第一个钻孔经验的基础上, 后续钻孔都大大缩短了施工时间, 岩(矿)心采取率也有明显提高, 取得了较好的经济效益, 所有钻孔综合评定均为一级孔。

6 结语

(1) 随着有色金属矿产勘查逐步向深部及复杂

表 1 矿区钻孔设计与施工情况一览表

孔号	设计孔深/m	实际孔深/m	施工耗时/天	覆盖层及风化层厚度/m	漏失孔段/m	全孔采取率/%
ZK101	300	496	65	48	120 ~ 152、 280 ~ 290、 387 ~ 395	86
ZK1501	440	450	28	50	80 ~ 120、 206 ~ 230、 370 ~ 416	90
ZK201	450	490	30	42	260 ~ 265、 420 ~ 436	89
ZK2001	200	200	10	30	130 ~ 140	92

地区发展, 该矿区复杂地层所采取的以预防为主、护壁堵漏及综合治理钻进措施, 对类似的矿区勘查施工有借鉴作用。

(2) 同一钻孔中在基浆不变时, 出现漏浆即加入固相泥浆材料、随钻堵漏材料、惰性材料等对渗漏地层堵漏操作简便, 效果明显。

(3) 瞬时堵漏剂在全漏失孔段堵漏效果好、使用方便, 在顶角 $> 10^\circ$ 的斜孔只在浅部有效果, 深部效果不明显, 还有待于进一步探讨。

(4) 在特别破碎地层提高岩(矿)心采取率, 用底喷钻头加无水干钻相结合的措施具有良好的效果, 但要求操作班长要有丰富的经验, 否则会造成井内事故, 在施工中要严格控制操作程序, 推广应用要慎重。

绳索取心钻杆专用高钢级精密无缝钢管新产品发布会在海宁举行

本刊讯 2008 年 12 月 8 ~ 9 日, 由中国地质科学院勘探技术研究所、浙江新纪元钢管公司联合组织的高钢级精密绳索取心钻杆专用钢管新产品发布会在浙江省海宁市举行。来自全国近 20 个钻具生产厂家、科研机构的 60 余人参加了新产品发布会。会间, 参会人员赴桐乡市参观了浙江新纪元公司地质钢管生产厂区。

2008 年初, 根据国内外地质勘查需求和未来钻探技术发展形势, 中国地质科学院勘探技术研究所与浙江新纪元钢管公司签署协议, 依托国家 863 计划“大深度地质岩心钻探装备及关键技术研究”重大项目联合开发大深度绳索取心钻杆用高强度无缝钢管。经过半年多的艰苦努力, 近期成功开发了适合大深度绳索取心钻探应用的高钢级钻杆材料——XJY850 高钢级无缝钢管。该钢管综合机械性能达到了法国瓦卢瑞克-曼内斯曼无缝钢管公司高端产品的水平(瓦卢瑞克-曼内斯曼公司是长年、阿特拉斯·科普柯、山特维克等国外绳索取心钻杆制造商的钢管供应商), 有望成为钻探装备生产企业开拓国外钻探产品市场、占据国内高端绳索取心产品市场的最佳选择之一。

XJY850 高钢级无缝钢管坯料采用专供出口的高质量石油钻杆接头用钢, 由江阴澄源特种钢铁有限公司炼制。该钢种是江苏省国家级火炬计划项目。钢坯采用连铸连轧工艺

生产, 钢的洁净度高, 钢中的气体含量低。钢中硫、磷、有害元素和 As、Sn、Sb、Pb、Bi 五害元素的含量控制严格。钢中气体含量达到较好的控制水平, 可较大幅度提高钻杆螺纹副疲劳寿命。钢管由浙江新纪元公司嘉兴厂采用多次精密冷拔工艺制造, 外形尺寸、形位公差精度高于国内其它产品。产品经过中国地质科学院勘探技术研究所、无锡钻探工具厂、中科院沈阳金属所、浙江技监局等部门检测试验, 综合机械性能优异。目前, 无锡钻探工具厂、苏州苏新探矿工具厂、唐山金石超硬材料有限公司等钻具专业厂家已经采用该钢级钢管生产直连式绳索取心钻杆。

浙江新纪元钢管公司经营总监肖红、中国地质科学院勘探技术研究所项目负责人孙建华、无锡钻探工具厂厂长高申友、唐山金石超硬材料有限公司田波等分别介绍了高钢级精密绳索取心钻杆专用钢管研制、测试和应用情况。会上代表们倡议钻具行业同仁继续深入研究高钢级调质钢绳索取心钻杆制造工艺, 开发新型大深度绳索取心钻探产品, 结束外资暴利, 增加企业盈利水平, 回馈地勘行业用户。同时, 部分参会代表建议浙江新纪元钢管公司扩大生产批量, 逐步降低高钢级钻杆材料制造成本。

(孙建华 供稿)