

坑道钻探中中深斜孔施工技术

闵 东

(江西有色地质勘查三队,江西 新余 338000)

摘 要:从钻探器具选择、钻探硐室设计、钻孔结构、钻具级配、钻进参数、冲洗液、钻头参数等方面总结了江西德兴银山铜铅锌矿山接替资源勘探中在坑道内进行中深斜孔钻探的工艺技术。

关键词:深部找矿;坑道钻探;中深孔;斜孔;防斜预漂

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)08-0012-04

Construction Technology of Medium-length Inclined Hole for Tunnel Drilling/MIN Dong (No. 3 Team of Jiangxi Nonferrous Metals Geological Exploration, Xinyu Jiangxi 338000, China)

Abstract: The replacement resource prospecting of copper, lead and zinc mine was made in Jiangxi. The paper summed up the drilling technology of medium-length inclined hole in tunnel about drilling tool selection, drilling chamber, borehole structure, drilling tool grading, drilling parameter, washing fluid and drilling bit parameter.

Key words: deep prospecting; tunnel drilling; medium-length hole; inclined hole; pre-acclivity angle

1 概述

全国危机矿山接替资源找矿项目是依托大中型矿产资源生产基地,应用新理论、新技术、新方法,开展探明储量保证程度低、找矿潜力大、市场需求好的大中型危机矿山深部的外围接替资源勘查工作,实现危机矿山找矿的重大突破,为一批矿山解决资源接替问题。要探明老矿山的隐伏矿体和深部矿床,就必须设计中深孔钻探施工。特别是在深部坑道内进行中深孔钻探施工,既能达到深部找矿的效果,又能大量地节省钻探成本。

我队2007年4月至2009年7月承接的江西德兴银山铜铅锌矿危机矿山接替资源找矿项目钻探施工,钻孔布置在银山矿区井下北山-240和九区-285中段、-330中段的坑道内,设计的钻孔深度在350~900 m。有9个钻孔施工深度为700~900 m的中深斜孔。最浅的707.77 m,最深的896.00 m,平均深度819.3 m。总进尺7373.7 m。具体各项指标见表1。

在银山矿区施工中深孔,地层条件差,质量要求高,施工难度大。特别是在坑道内施工,施工条件差,受坑道环境限制,场地窄小,安全生产管理难度大。我们在总结以往钻探施工经验教训的基础上,本着勇于探索、大胆创新的精神,克服困难,群策群力,联合各方面技术力量进行攻关,优质高效地完成了钻探施工。其中在九区-330中段(距地面近450

表1 银山矿区9个坑道中深孔钻探技术指标

施工 位置	孔 号	设计孔 深/m	终孔孔 深/m	开孔方位 角/(°)	开孔/终孔 倾角/(°)	台月效 率/m	小时效 率/m
-240	ZK502	570	707.77	355	77/42	471.85	1.09
-285	ZKT702	700	794	355	82/47	529.33	1.23
-285	ZKT502	650	775.68	355	82/51	1007.38	2.00
-285	ZKT1002	750	822.1	355	78/48	600.07	1.39
-285	ZKT1102	650	833.4	355	78/54	656.22	1.52
-285	ZKT901*	600	887	355	85/54		
-285	ZKT801*	650	777.75	355	73/38		
-330	ZKT1004	900	880	355	86/55	822.43	1.91
-330	ZKT802	880	896	355	80/44	705.51	1.64

* 终孔验收后,再加深施工。

m)ZKT1004孔终孔深度880 m,ZKT802孔终孔深度896 m。通过2年多的施工实践,取得了许多的经验与教训,并且摸索出了一些行之有效的施工工艺和方法,对今后坑道中深孔施工有一定的参考和借鉴作用。

2 矿区地层情况

北山区-240中段为银山矿铅锌矿区,钻探主要目的是探明深部赋存铅锌矿体以及已知矿体在深部延伸状态。施工区域的岩性主要为绢云母千枚岩,其片理发育且产状变化较大,在银山背斜-断裂带的北西侧,片理走向近EW,倾向N,倾角65°~85°。

九区-285中段、-330中段为银山铜矿区,钻

收稿日期:2011-01-09

作者简介:闵东(1965-),男(汉族),江西赣州人,江西有色地质勘查三队工程师,探矿工程专业,从事探矿工程施工生产和技术管理工作,江西省新余市竹山路88号,minpufu@126.com。

探主要目的是探明深部赋存铜矿体以及已知矿体在深部延伸状态。施工区域的岩性为千枚岩、英安斑岩。

矿区千枚岩产状陡立,层理片理发育,且时有石英脉穿插,形成软硬互层,千枚岩与英安斑岩接触带局部地层松散破碎。地层特点构成了本矿区的强造斜特性。钻孔跑斜、倾角上漂严重历来是本矿区钻探施工的一大难题。

岩层产状陡,钻孔都设计为斜孔,加上局部地层破碎,这对坑道内钻探施工中深孔进一步提高了难度,增加了施工的困难。

3 施工设备选择

选择好施工钻机及其配套设备、附属机具、材料是坑道内钻探施工中深孔的首要前提。施工前我们既考虑必须满足中深孔施工的需要,还必须根据坑道施工的特点,同时兼顾本矿区钻孔施工易跑斜的特性,综合选择现有国内钻探设备。

3.1 钻机

选用 XY-44 型钻机,此钻机是在 XY-4 型及 XY-42 型钻机基础上改型设计的一种钻进能力较大的岩心钻探设备。钻进能力是用 $\varnothing 71$ mm 钻杆钻深 1000 m,共有 8 挡转速,最高为 970 r/min,最低为 83 r/min,低速扭矩最大达 3200 N·m,升降机最大提升能力(单绳)为 45 kN,立轴最大提升力 120 kN,立轴最大加压力 90 kN,立轴通孔直径 93 mm,双油缸液压给进,行程达 600 mm。该钻机性能稳定,劲大,工作可靠,结构紧凑,布局合理,质量轻,可拆性好(钻机净重 2150 kg,主机可拆分为 10 个部件,最大的部件质量 300 kg),便于坑道搬迁运输,机故率低,使用情况良好。

3.2 水泵

选用 BW-250 型泥浆泵,其最高泵压 7 MPa,流量从 35 ~ 250 L/min,有 4 个挡位。该泵性能良好,工作稳定,泵量泵压可以满足 1000 ~ 1500 m 小口径钻孔使用。不但能排送清水,也能排送相当浓的泥浆和注水泥浆,其外形尺寸和质量不大,且易分解。

3.3 钻杆、钻具

深孔、斜孔施工用绳索取心钻杆必须满足强度高、耐磨性强以满足深孔负荷需要;丝扣加工精度高,连接密封可靠,在高泵压下不漏水。要求绳索取心钻具性能稳定,结构简单,坚固耐用,打捞效率高,便于维修。通过市场考察,我们选用无锡钻探工具

厂生产的 S75A 钻头(加厚)钻杆,其螺纹参数设计合理,密封压力较一般钻杆有很大的提高,螺纹强度更高,经扭转试验,在扭矩达 24.36 kN·m 时,钻杆出现裂纹,而螺纹却没有出现变形、拉毛、咬扣等现象。使用效果良好。同时选用该厂生产的 S75 绳索取心钻具,其性能稳定,地质效果好,生产效率高,钻进成本低。

3.4 配套机具

选用木马夹持器,其利用钻杆的自重作用,进一步带动卡瓦和椭圆重头向下,因而钻杆愈重,其夹持力也愈紧。松开钻杆时,在提升钻杆的同时脚踩脚踏板,偏心座在其支点转动的同时,卡瓦也就把夹紧钻杆松开。其结构简单,夹持牢固,坚固耐用。

4 坑道内钻探硐室

为了满足本工程中深孔钻探施工要求,实现一个硐室能施工 2 个不同倾角的钻孔,便于钻探设备安装施工,在保证施工安全的基础上,充分利用银山矿区岩石强度较高、含水及透水性差的特点。在参考类似矿区坑道钻探硐室设计基础上,我们设计施工能兼顾不同方向倾角钻孔施工要求的钻探硐室。实现了在坑道内无塔钻探施工。

在坑道钻探硐室设计上,首先考虑满足钻探设备安装及钻机滑移有足够的位置、升降钻具有合适空间、操作钻机有必要的场所、人员进出有适宜的安全通道;其次着重考虑硐室施工的经济性,减少硐室开凿工作量和岩石裸露面积,尽可能减小硐室开凿对岩体稳定性的影响。此外,对自由面大、裂隙发育的裸露岩面加以适当锚固支护。为此设计硐室底部工作面为 6 m × 4.5 m,高度 9 m,上窄下宽,可满足 XY-44 型钻机安装施工,最大可安装施工倾角 60° 钻孔。硐室开口方向与巷道延伸方向一致,便于实现钻孔方位 180° 可调。沿硐室开口方向前后 4 m 巷道加宽到 3 m(原巷道宽 2.2 m),便于升降钻具时钻杆起落摆放。

为实现坑道内钻探无塔施工,在硐室顶部高 7.5 m 处,布置 2 个与钻孔方位角同向的耳硐,耳硐的尺寸(高 × 宽 × 深)控制为 0.7 m × 0.5 m × 0.7 m。为增强耳硐的强度,宜分别在耳硐内壁打孔安装 2 ~ 3 根 $\varnothing 30$ mm 长 1.0 ~ 1.2 m 圆钢,底部加垫 20 mm 厚钢板,两耳硐间安装两根平行并拢的工字钢为钻机天车梁,采用焊接方法使两根工字钢形成的天车梁成为一个整体。两端在耳硐段内与 20 mm 厚钢板焊接,并浇筑砼固定。钻机天车轮安装在两

工字钢上方,对于不同倾角的钻孔,采用在天车轮底部加不同角度斜垫铁板方式得以实现。

5 钻进工艺

与浅孔、直孔相比,中深斜孔钻进难度大且复杂,本矿区施工有不少的教训,也取得了相当的成功经验。

5.1 钻进方法

结合当今钻探工艺技术的高速发展,根据项目勘探设计和矿区地层特性、坑道钻孔在基岩上开孔特点,主要选用 $\varnothing 75$ mm 绳索取心金刚石钻进方法。

5.2 钻孔结构

根据项目勘探设计终孔口径 ≤ 75 mm,考虑地层相对稳定,坑道钻孔在基岩上开孔特点,同时考虑孔深及其它特殊工艺要求。我们一般采用 $\varnothing 110$ mm 开孔,下 3~4 m 套管,用砼封好孔口外侧,采用 $\varnothing 75$ mm 钻进,中间预留 $\varnothing 91$ mm 口径备用。

5.3 钻具级配

依照绳索取心钻具系列,采用 S75 绳索取心钻具,钻具级配为(单位:mm):钻头内径/外径 49/75,扩孔器内径/外径 62/75.5,外管内径/外径 63/73,内管内径/外径 51/56,钻杆内径/外径 61/71,接头内径/外径 61/72。钻具钻进深度 1000 m。

5.4 钻孔防斜预漂处理

根据银山矿区早年钻探施工经验,钻孔施工中倾角往往上漂,所以在钻孔倾角设计时必须充分考虑到钻孔的自然弯曲规律,同时针对北山区、九区不同的弯曲规律对钻孔按照不同角度给予预漂处理。

在 -240 中段北山区钻孔施工中倾角上漂较快,钻孔倾角设计时一般按照 $4^\circ \sim 6^\circ/100$ m 预漂处理。例:北山区 5 线 ZK502 孔施工开孔倾角 78° ,终孔深度 707.77 m,终孔倾角 42° ,倾角上漂 $5.09^\circ/100$ m。

-285 九区钻孔施工倾角上漂较北山区慢,钻孔倾角设计时一般按照 $2^\circ \sim 4^\circ/100$ m 预漂处理,例:ZKT1102 孔施工开孔倾角 78° ,终孔深度 833.4 m,终孔倾角 54° ,倾角上漂 $2.88^\circ/100$ m。

通过对矿区不同矿段钻孔施工跑斜规律的摸索,分析不同预漂措施下可能形成的成孔轨迹,合理确定钻孔施工预漂角,选择合适的钻进工艺参数,从而使钻孔弯曲度基本控制在设计范围内,对提高勘查效果具有显著的现实意义。

5.5 钻进参数

金刚石钻进参数的选择直接影响钻进效率,而

钻进工艺参数受岩石的性质、钻孔结构、钻头类型、孔深等许多因素的影响,因此必须根据具体情况进行合理设计。

5.5.1 钻压

选用孕镶金刚石钻头,故钻压为:

$$P = Sp$$

$$S = \pi(D_2 - d_2)/4$$

式中: P ——钻压,kN; S ——钻头环状胎体面积, m^2 ; p ——破碎岩石所需压力,根据矿区内岩石情况和有关资料,取 3500 ~ 5000 kPa; D ——钻头外径,m; d ——钻头内径,m。

计算得: $P = 8.86 \sim 12.65$ kN。

考虑影响钻进因素较多,S75 绳索取心金刚石钻进钻压范围宜控制在 8 ~ 15 kN 之间。

5.5.2 转速

$$n = 60V/(\pi D_{\text{均}})$$

$$D_{\text{均}} = (D_{\text{外}} - D_{\text{内}})/2$$

式中: n ——转速,r/min; V ——孕镶钻头圆周线速度要求,根据经验和有关资料,取值 1.5 ~ 2.5 m/s; $D_{\text{均}}$ ——钻头底面平均直径; $D_{\text{外}}$ ——钻头底外径, 7.5×10^{-2} m; $D_{\text{内}}$ ——钻头底内径, 4.9×10^{-2} m。

计算得: $n = 462 \sim 770$ r/min。

考虑到设备和孔深的因素,转速为 316 ~ 667 r/min。

5.5.3 泵量

在不考虑漏失的情况下,按照经验,冲洗液上返速度 $V_{\text{返}}$ 达到 0.5 m/s 时,能满足冷却钻头和排出孔内岩粉的需要。

$$Q = 60S_{\text{环}} V_{\text{返}}$$

$$S_{\text{环}} = \pi(D_{\text{孔}}^2 - D_{\text{杆}}^2)/4$$

式中: Q ——泵量,L/min; $S_{\text{环}}$ ——钻孔环状间隙截面积, m^2 ; $D_{\text{孔}}$ ——钻孔直径, 7.75×10^{-2} m; $D_{\text{杆}}$ ——钻杆外径, 7.1×10^{-2} m。

计算得: $Q = 0.0227 m^3/\text{min} \approx 23$ L/min。

在此基础上,综合漏失、孔壁、水泵功率,确定泵量为 42 ~ 52 L/min,即 BW-250 型泵一档泵量。

5.6 冲洗液

开孔为 $\varnothing 110$ mm 金刚石钻进,下好套管换 S75 绳索取心钻进。正常时冲洗液配方为:清水 + 1% 高效润滑剂 + (0.3% ~ 0.5%) HPHP。

遇松散、破碎地层在上述冲洗液中加入 KP 共聚物。

采用聚丙烯酰胺无固相泥浆作金刚石绳索取心钻进冲洗液,能有效地使孔壁保持稳定,及时排出岩

粉,减小钻进阻力,保证钻孔的顺利施工。

坑道内施工场地窄小,循环槽不可能长,沉淀池、泥浆池也不大,为保持孔内干净,必须及时清理泥浆循环系统,更换泥浆。

5.7 钻头的选择

绳索取心钻进工艺很大程度上减少钻探施工的辅助时间。但坑道钻探施工升降钻具不便,特别是深孔段施工时,每次升上换钻头要耗去很多时间和人力。要充分提高钻进效率,必须在金刚石钻头选用上做足功夫,找到适用本矿区不同地层进尺效率高、寿命长的质量稳定的金刚石钻头,减少换钻头次数。通过不断摸索发现:在-240北山区铅锌矿区,在正常钻进转速、钻压、泵量状态下,选用浓度100%、粒度46~80目、HRC30~35的金刚石钻头效果较好,钻头平均寿命达110 m,最长寿命达260 m;在-285九区铜矿区,在正常钻进转速、钻压、泵量状态下,选用浓度100%、粒度46~80目、HRC35~40的金刚石钻头效果较好,钻头平均寿命达120 m,最长寿命达280 m。

6 其它措施要点

坑道内施工中深斜孔难度大、钻具磨损快,对钻机设备安装稳定、钻具质量要求高。通过摸索实践,总结出在本工程中深斜孔施工的若干要点。

(1)要注意钻机定位准确。坑道内无塔施工,天车轮绳槽中心、钻机立轴和钻孔轴心必须在同一轴线上重合。钻机锚固牢靠。

(2)必须选择相对强度高、耐磨性强、质量稳定的钻具、钻杆。坑道内无塔施工中深斜孔,出现孔内事故不易处理,要经常性地对设备和钻具进行检查,把防止孔内事故的发生放在首位,发现隐患及时处理。

(3)上下钻要稳,深孔、斜孔施工中内管总成下行速度慢,有时会出现中途滞留,必要时应连接上主动钻杆,开动水泵通过水压提高下行速度,观察水压表压力变化来判断内管总成是否到位。

7 结语

通过这次危机矿山接替资源找矿项目勘探,特别是坑道内9个中深斜孔施工,银山铜铅锌危危机矿山接替资源找矿项目取得重大的突破。我们摸索出了一套坑道内中深斜孔施工工艺,取得了许多有益的经验教训,为今后该矿区及同类矿区钻探施工提供可借鉴的方法与经验。

参考文献:

- [1] 吉孟瑞,等. S95绳索取心钻进技术应用及工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(S1).
- [2] 盛广业. 矿区坑道安全支护[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(S1).
- [3] 张阳明. 危机矿山接替资源找矿钻探技术的新战场[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(S1).
- [4] 朱恒银, 马中伟. 深部找矿藏分布中加强钻探技术工作的几点认识[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(S1).
- [5] 张志民. 江西银山矿区深孔施工经验[Z]. 中国有色金属工业总公司地质局:探矿科技成果汇编, 1991.

辽宁省国土资源厅开始勘查百余个地热项目

国土资源网消息(2011-08-04) 2011年8月2日,由辽宁省国土资源厅做出的《辽宁省地热资源调查评估报告》和《辽宁省地热资源勘查实施方案》通过专家评审,全省百余个地热项目将用3年分3批进行勘查。

辽宁省地热资源丰富,分布面积较广。目前已有13个市发现了地热资源,共发现地热田79处,已形成规模开采的27处。2011年初,省政府提出用5年时间打造辽宁温泉旅游集群品牌,使温泉旅游成为辽宁旅游产业大发展的突破口和产业结构调整的新增长极,实现“中国温泉旅游大省”的奋斗目标。

为了落实省政府关于加强温泉旅游工作的总体部署,查清辽宁省地热资源分布和生成规律、计算地热资源储量,以便有的放矢地开展下一步地热资源勘查和开发利用,省国土资源厅迅速组成了由多名水文地质专家组成的地热勘探组。通过实地调查和资料收集,对全省地热资源及地热地质条件

进行研究,总结地热田地热地质特征,从而确定了地热田范围,圈定了地热有利地段,同时对全省地热资源潜力进行了初步评估,提出了勘查规划建议。从而做出了《辽宁省地热资源调查评估报告》,并在此基础上,编制了《辽宁省地热资源勘查实施方案》。

根据该实施方案,辽宁省将用3年分3批,对百余个地热项目进行勘查:第一批为地热条件和开发潜力大的52个项目,第二批为地热成矿区带内的38个项目,第三批为目前无地热显示但有资源潜力、地热生成条件较好的27个项目。

参加评审的专家认为,《报告》和《实施方案》所确定的项目目的任务明确,编制的资料依据比较充分,按地热显示特点划分出断裂对流型地热成矿带7个,盆地传导型地热成矿带11个,具有科学依据。同时,依据“特征明显、资源可求、位置优越、现有择优、统筹兼顾”的原则,确定了22个重点地热田,为温泉小镇和温泉旅游聚集区建设奠定了基础。