

高安村前—宜丰新庄多金属矿区探矿工程施工技术回顾

赵宝书

(江西省地矿局九〇二探矿工程大队,江西 新余 338000)

摘 要:高安村前—宜丰新庄多金属矿区是 3 次钻探施工的铜铅锌老矿区,前两次施工均因浅、中部地层岩溶发育、漏失、涌渣等严重问题的干扰,未达到目的而中途下马。1986 年重新组织施工,采用“多级口径、泥浆护孔、快速穿过、套管隔离”的综合方案和钢粒、硬质合金、金刚石分层钻进的工艺方法,较理想地解决了施工的难题。后期进行的“上部大口径、下部小口径”全孔金刚石钻探工艺的研究试验,又使生产效益有了较大程度的提高。

关键词:铜铅锌多金属矿区;钢粒钻进;硬质合金钻进;金刚石钻进;钻孔结构;冲洗液;套管护孔

中图分类号:P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2004)04-0051-03

江西省高安村前—宜丰新庄铜铅锌多金属矿区,在 1966~1970 和 1975~1978 年间,我队曾两次进行初查钻探施工。1986~1992 年,我队根据赣西地质调查大队的地质项目设计,再度组织上马,进行详查钻探施工,以提高主矿体(Ⅱ₃矿体)浅、中部位(埋深在 200 m 以浅)的工程控制程度,求得部分 C 级储量,并扩大其向东、北的远景,为提交详查报告及今后勘探提供依据。

6 年多的钻探施工,不仅查清了矿区地质构造,主矿体赋存规律和水文地质条件,探明了国家急需的铜铅锌等类矿产,而且积累了一套较为完整系统的钻探生产施工技术和管理经验,取得了较好的经济效益和社会效益。

本文系统回顾详查钻探 6 年多的施工历程,总结探矿工程施工技术方面的经验教训,提供今后矿区详勘和同类矿区探矿施工参考。

1 矿区概况

该矿区位于江西省高安市村前乡和宜丰县新庄乡交界处,面积约 1.3 km²。区内沟渠纵横,流水不断,生产用水方便。地势平坦,标高较低,大部分钻孔坐落在水稻田内,给施工搬迁造成了一定困难。

1.1 矿区地质

钻孔所见地层为第四系白垩系上统南雄组、二迭系下统阳新群、石炭系上统壶天群、中元古界双桥山群岩层。同时燕山期岩浆岩侵入于南雄组之前的地层中,主要岩石有砂砾岩、爆破角砾岩、石英斑岩、黑云母斜长花岗斑岩、灰岩、千枚岩、砂岩等。

矿区第四系覆盖层不深,但松散、坍塌,取心难度大,可钻性 2~4 级;中细粒花岗斑岩可钻性 9~10 级,完整坚硬。区内地下水丰富,岩溶发育,漏失、坍塌、涌渣现象常见,钻探施工难度大。

1.2 各岩层对钻探施工的影响

(1)第四系松散无胶结性,与基岩接触部位均有漏失,孔壁易坍塌,造成卡埋钻事故。

(2)砂砾岩软硬互层,钻进方法要频繁更换,影响钻进效率;同时砾岩胶结性差,孔壁不稳定,钻孔严重漏失,极易造成钻具卡埋。

(3)灰岩溶洞裂隙发育,钻孔普遍漏失,需 2~3 级口径的套管隔离,造成钻孔结构复杂。

(4)斜长花岗斑岩(钻孔多遇 5~8 层,厚度 3~50 m 不等)上部风化,近于粉状,钻进中须用泥浆护孔,但因漏失,需泥浆顶漏钻进。

(5)爆破角砾岩稳定性差,钻孔易超径但不漏失,套管易脱扣、断裂,钻杆易断,处理难度大。

(6)矿层大多赋生于接触氧化带,破碎、松散,易打丢、打薄矿层。

2 钻探施工工艺及应用效果

详查钻探在总结前两次初查施工经验的基础上,于 1986 年 4 月正式开钻,至 1992 年 9 月结束野外工作。经历了 6 年多时间,共施工钻孔 59 个(含外围水文孔 13 个,进尺 925.17 m),累计钻探进尺 23058.48 m,平均孔深 391 m,共开动台月 76.44 个,平均台月效率 302 m,平均台年进尺 2911 m,平均时效 1.53 m,纯钻时间利用率 27.6%,事故及停

收稿日期:2003-05-26

作者简介:赵宝书(1937-),男(汉族),河北满城人,江西省地矿局九〇二探矿工程大队原总工程师、高级工程师,探矿工程专业,从事探矿工程工作,江西省新余市北湖西路 18 号,(0790)6347623。

待时间占 23.4%, 钻孔合格率 100%, 优质孔率 83.1%, 累计投入钻探费用 280.67 万元, 单位直接成本 121.58 元/m。现就施工情况分述如下。

2.1 施工设备

采用 XY-4 型岩心钻机; BW250/50 型变量泥浆泵; SG-18 型钻塔; 0.3 m³ 泥浆搅拌机。

主要设备全部 1:2 配备, 施工动力用 4135-80HP-50 kW 发电机组单机直接驱动, 生产用水由小型离心泵就近送入机台。

2.2 钻孔结构

根据地质设计, 就钻孔地层坍塌、漏失的复杂程度, 以不同钻进方法, 选用了 4 种钻孔结构类型。

(1) 钢粒和硬质合金混合交错施工的钻孔。采用 Ø172 mm 或 Ø150 mm 口径开孔, 穿过第四系下入 Ø168 mm 或 Ø146 mm 套管, 再用 Ø130 mm 或 Ø110 mm 两级口径钢粒、硬质合金钻穿复杂层, 下入 Ø127 mm 或 Ø108 mm 两层套管, 后用 Ø91 mm 钢粒、硬质合金钻至终孔。开工初期采用此类型, 共施工 9 个钻孔。

(2) 地层较稳定, 深度不大的 2 个钻孔。采用 Ø130 mm 口径开孔, 钻穿第四系下入 Ø127 mm 套管, 直接用 Ø110 mm 口径钢粒、硬质合金钻至终孔, 终孔深度 ≥350 m。

(3) 因当时钻具不配套, 有 6 个钻孔分别用 Ø172 mm 和 Ø150 mm 口径开孔, 钻穿第四系下入孔口套管后, 再用 2~3 级口径穿过复杂地层下入 2~3 级套管, 采用 Ø50 mm 外丝钻杆配 Ø76 mm 口径金刚石或 Ø75 mm 口径硬质合金、钢粒钻至终孔。

(4) 其余 29 个钻孔。用 Ø172 mm 或 Ø150 mm 口径开孔, 穿过第四系下入 Ø168 mm 或者 Ø146 mm 套管, 再用 2~3 级口径钻穿复杂地层, 下入 Ø127~89 mm 三层套管, 最后用 Ø73 mm 口径作为技术套管下入孔内, 用 Ø56 mm 金刚石钻头配同径厚壁管作扶正器配套钻进至终孔。后采用全孔金刚石钻进的孔也采用此类型。

2.3 钻进方法

就矿区的地层状况, 施工技术采用了钢粒、硬质合金、金刚石分层多工艺钻进, 多方法取心的超常规的施工措施; 即浅、中部复杂地层采用钢粒、硬质合金钻进, 伴有喷反、双动双管等方法取心; 下部较完整的地层采用以小口径金刚石为主的钻探工艺, 全部采用单动双管钻进方法。

(1) 硬质合金钻进主要用于第四系开孔和浅、中部可钻性 4~6 级的风化花岗岩、爆破角砾岩地层。

第四系开孔使用普通大八角硬质合金钻头, 其通水性能好, 在亚粘土及流砂层中钻进不易糊钻, 且对大小砾石有较强的克取作用, 钻进时效较高。

在钻孔中、深部的风化花岗岩、爆破角砾岩地层, 采用 Ø110 mm 或 Ø91 mm 中八角硬质合金钻头单管钻进, 能保证钻进效率和工程质量。硬质合金钻进在矿区总进尺 3302.08 m, 占总工程量 14.9%。

在遇有可钻性 3~4 级氧化铅锌矿或褐铁矿的个别钻孔, 矿层破碎、无胶结性, 有的近似粉状, 水敏性强, 遇水粉化。为解决矿心难取的难题, 采用了内管超前(30~50 mm)的双动双管单肋骨硬质合金钻头钻进, 保证了工程质量。总进尺 59.51 m, 占总工程量 0.27%。

(2) 在矿区浅、中部可钻性 6~8 级的岩层中使用钢粒钻进, 其中在破碎层、硬脆碎层, 为保证岩矿心采取率, 则改用孔底喷射式反循环钻进。钢粒钻进总进尺 8544.87 m, 占总工程量 38.6%。

在变化频繁的软硬互层中, 选用钢粒钻头镶大八角硬质合金片, 遇软岩用硬质合金, 遇硬岩时投入少量钢粒, 用小水量钻进。此方法在胶结性差的砂砾岩、含砾粗砂岩层较见效。总进尺 272.35 m, 占总工程量 1.2%。

(3) 矿区有 32 个钻孔(含 3 个全孔金刚石钻进孔)在下部地层采用了金刚石钻探工艺, 占矿区钻孔的 69.6%, 累计钻探进尺 9511.18 m, 占总工程量 42.92%, 钻孔平均台效 315 m, 时效 1.7 m, 比单钢粒、硬质合金施工的钻孔分别提高 1.9% 和 45%; 金刚石钻头平均进尺 22.66 m(最高钻头进尺 371.78 m), 平均钻头费用 9.77 元/m。

(4) 矿区采用硬质合金、钢粒、金刚石分层钻进的超常规施工方法, 突破了上部复杂地层和深部施工的问题, 与 1966 年前两次初查钢粒、硬质合金钻进效果相比, 质量效率均有较大程度的提高。但因工艺方法难以配套, 施工程序的繁琐, 特别是物资备料的增多, 金刚石钻头寿命低劣等问题, 又阻碍了生产的进一步发展。针对这种情况, 1991~1992 年开展了“上部复杂地层用大口径(Ø91~130 mm)金刚石钻头钻进、下部用 Ø56 mm 钻头钻进终孔”的全孔实施金刚石钻探工艺的试验研究工作。通过 3 个较深钻孔的实践, 取得了理想效果。

① 3 个钻孔共进尺 1929.94 m, 平均台效 444 m, 平均时效 2.32 m, 超过 500 m 的深孔, 施工周期缩短 20%~25%。

② 实施全孔金刚石钻探, 简化了施工的工艺程

序,克服了上部复杂地层以往“小径打,大径扩”的繁琐被动,有效地减少了孔内事故,3 个钻孔平均孔故率 5.9%,是矿区 3 次施工以来最好的水平。

③在角砾岩、斜长花岗斑岩、大理岩、花岗斑岩等破碎地层,采用金刚石双管钻进后,采取率分别达到 91%、81%、94%、70% 以上,回次进尺均在 2 m 以上,而且保证了钻孔按预定轨迹进入靶区。试验的 3 个钻孔均评为一类钻孔。

④复杂地层共投入 $\varnothing 91 \sim 130$ mm 人造金刚石

孕镶电镀钻头 14 个,属正常磨损的 6 个,平均进尺 66.67 m,其中 4 个 $\varnothing 110$ mm 钻头,在破碎、软硬不均的角砾岩、斜长花岗斑岩中,平均进尺 77.98 m (最高进尺 94.27 m),平均钻头费用 14.24 元/m,较钢粒钻进费用降低 1.8 元/m。

实施全孔金刚石钻探工艺,把生产效益又向前推进了一大步,问题是这项工作开展得较晚,加之矿区施工任务的变更,实施工作量受到限制。矿区不同钻进工艺技术指标详见表 1。

表 1 不同钻进方法技术指标对比

钻进方法	钻孔数/个	累计进尺/m	开动台月/个	台月效率/m	小时效率/m	纯钻时间		孔故时间		平均孔深/m	岩心采取率/%	矿心采取率/%	优质孔率/%
						/h	/%	/h	/%				
钢粒、硬质合金混合钻进	14	4985.10	18.85	264	1.17	4248	31.3	2131	15.7	356.07	75.8	86	78.6
钢粒、硬质合金、金刚石分层钻进	29	15245.27	50.12	304	1.64	9320	25.6	5124	14.2	525.70	75.9	86	79.3
金刚石钻进	3	1929.94	4.35	444	2.32	833	26.6	185	5.9	634.31	91.5	95.3	100
合计	46	22160.31	73.23	302	1.55	14319	27.1	7440	14.1	481.75	77.3	87	83.1

2.4 冲洗液选用及护孔堵漏

针对矿区地层风化程度高,钻孔常遇严重垮塌、漏失、超径等技术难题,采用的对策是不同类型的优质泥浆分层护孔,多层套管隔离的综合治理方案。

2.4.1 冲洗液选用

(1)第四系地层选用高粘度普通 PAM 泥浆护孔,防止亚砂土及流砂层的垮塌和接触部位的漏失,保持孔壁稳定,用 8~16 h 快速钻穿,见基岩后立即下入套管隔离。

(2)溶洞、裂隙发育,严重漏水、涌渣的灰岩和大理岩地层,采用细分散泥浆扫孔排渣,清水钻进,再用泥浆冲孔取心,直至见完整岩层,下套管封隔。

(3)强风化的花岗斑岩地层,遇水膨胀,钻孔严重垮塌、超径,接触带严重漏失。采用细分散泥浆顶漏钻进,形成临时泥皮,保护孔壁短时的稳定,通过快速钻进,见到下部硬岩钻进 1~2 m 后,迅速下入套管。

(4)在微漏失(日消耗量 $<0.5\text{ m}^3$)或不漏失地层,则采用 KHM-PAM 低固相泥浆或清水加润滑剂钻进。

2.4.2 套管护孔

套管作为护孔堵漏的常规措施,在矿区内入层多(一般 $\varnothing 146 \sim 73$ mm,个别钻孔从 $\varnothing 168$ mm 开始,下到 6 层)、量大(一般为钻孔深度的 1~1.6 倍),在实践中,只要设计准确,操作严格,既能消除上部复杂地层的影响,保证全孔安全钻进,又能保证终孔套管的有效回收。矿区套管实施采取如下措施。

(1)充分了解地层变化情况,严格单孔设计,保

证拟封孔段套管到位,尽量减少套管层数。

(2)提前做好下套管的准备工作,严格检查弯直程度和丝扣的好坏,用粘结剂紧密联接,不合格者必须推倒重来,严禁马虎凑合。

(3)溶洞、超径孔段选用直、长的新套管,连接部位尽量避开该孔段,防止套管悬空被钻具回转打断。

(4)套管下放到位后,直接水龙头大泵量清洗外壁泥砂,孔口套管必须严格封闭,套管间要认真封隔,防止泥浆和岩粉回流带来的隐患。

(5)换径钻进,粗径钻具未超出套管底部前,必须轻压慢转,小口径金刚石钻进实行钻进孔底加压,并严格控制回转速度。

实施上述措施后,较好解决了施工初期套管返工、护孔效果差、回收率低的问题,特别是 1991 年矿区共下入各类套管 2472.49 m,遗留孔内仅 33.99 m,回收率为 98.6%;1992 年施工的 5 个深孔,未发生套管脱扣事故和返工问题,回收率 100%。

3 结语

矿区在 6 年多的施工时间里,生产、技术均取得了经验。探矿工程实施的“多级口径,泥浆护孔,快速穿过,套管隔离”的施工方法和分层钻进的工艺措施,是当时条件和水平下解决复杂地层钻探施工的技术关键。

实践证明,实施全孔金刚石钻探工艺,能大幅度提高工程质量和钻进效率,大大降低事故率,是矿区全面、优质、高效、安全施工的最有效途径。