

# 长白沿江矿区勘查 ZK0902 孔施工技术

全志刚, 王 禹, 杨春柳

(吉林省地矿局第六地质探矿工程大队, 吉林 延吉 133401)

**摘要:**长白沿江矿区钻探施工中遇到的主要问题是煤系地层水化膨胀, 形成陷塘, 钻孔坍塌、掉块, 深部灰岩蚀变, 形成溶洞, 严重漏失, 导致施工周期延长, 现场及时分析原因, 采用针对性的工艺措施, 成功地解决了上述问题, 圆满地完成了矿区施工任务。

**关键词:**煤系地层; 绳索取心钻探; 陷塘

**中图分类号:** P634   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1672-7428(2010)04-0034-03

**Construction Technology of ZK0902 Exploration Hole in Yanjiang Mine of Changbai in Jilin/QUAN Zhi-gang, WANG Yu, YANG Chun-liu** (Sixth Geological Prospecting Engineering Team, Jilin Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Yanji Jilin 133401, China)

**Abstract:** Hydration swelling in coal measure strata with subsidence pool forming was the main difficulty in drilling construction in Yanjiang mine of Changbai; and hole collapsing, block-falling and deep limestone alteration formed karst cave with serious leakage and long construction period. Field analysis was made to solve the above problems by specific technologies.

**Key words:** coal measure strata; wire-line drilling; subsidence pool

## 1 矿区概况

### 1.1 地理概况

本项目位于吉林省长白朝鲜族自治县境内, 与朝鲜惠山铜矿最近距离仅千米之余, 总面积 410 km<sup>2</sup>, 本区大地构造属华北地台北缘东段, 位于国家重点金属成矿区带内, 勘查区东段沿江村恰位于惠山铜矿北延地段, 资料显示, 控制矿床的断裂构造和含矿层位已通过本区, 并在地表及浅部出现示矿标志, 但主矿体埋深较深, 勘查难度较大。

### 1.2 地质概况

矿区主要围岩为: 腐植土、残坡积、紫红色安山岩; 粗砂岩, 页岩, 含煤层, 灰岩, 灰岩含铜, (金) 矿化。岩石级别 5~8 级, 其中煤系地层孔壁易失稳, 造成坍塌、掉块、孔壁超径; 而灰岩含铜(金) 矿化带易形成大小不一的溶洞, 孔内严重漏失。主矿层分布在 1060~1230 m 之间。

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, 在 ZK0902 孔施工时, 走了一些弯路, 台月效率仅 319 m, 钻月效率 279 m, 孔内事故率 6.8%, 但经过该孔的探索和实践, 获取深孔的钻进工艺技术要点, 锻炼了队伍, 后续钻孔施工台月效率

达 460 m 以上。本文以 ZK0902 孔的施工全过程为例, 介绍该矿区钻探施工中出现的主要问题及处理方法。

## 2 ZK0902 孔的基本情况

### 2.1 钻孔设计深度

地质普查设计深度为 1500 m, 钻孔倾角 88°, 方位角 225°。

### 2.2 施工日期

自 2009 年 4 月 16 日开孔, 于 2009 年 9 月 26 日终孔。根据地质测井实际终孔孔深为 1515.88 m, 终孔钻孔倾角为 78°, 方位角 220°, 验收为优质孔。

### 2.3 钻孔结构

0~28 m, Ø150 mm 开孔, 下入 Ø146 mm 孔口管;

28~37.51 m, Ø130 mm 口径钻进, 下入 Ø127 mm 套管;

37.51~406.37 m, Ø95 mm 口径钻进, 下入 Ø89 mm 套管;

406.37~1515.88 m, Ø76 mm 口径钻进。

收稿日期: 2009-12-17

**作者简介:**全志刚(1957-), 男(汉族), 湖南长沙人, 吉林省地矿局第六地质探矿工程大队大队长、高级工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程、岩土工程管理工作, 吉林省延吉市朝阳川镇胜利西路 10 号, ltdgcb@163.com; 王禹(1963-), 男(汉族), 吉林敦化人, 吉林省地矿局第六地质探矿工程大队总工程师、高级工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程、岩土工程管理工作; 杨春柳(1976-), 男(汉族), 吉林永吉人, 吉林省地矿局第六地质探矿工程大队助理工程师, 工程测量专业, 从事探矿工程、测量施工工作。

## 2.4 钻进方法

开孔到 37.51 m 均为普通单管钻具,硬质合金钻进;孔深 37.51 ~ 1515.88 m 采用绳索取心钻具,孕镶金刚石钻头钻进。

## 2.5 冲洗液的选择和使用

大部孔段使用以 RH 润滑型防塌剂为主的无固相冲洗液,一般坍塌、掉块孔段使用 PAB 无固相冲洗液,坍塌、掉块现象严重孔段使用 42.5 普通硅酸盐水泥加早强剂水泥固井护壁,完全漏失孔段实施以 SD<sub>2</sub> 植物胶为主的无固相冲洗液顶漏钻进。

RH 无固相冲洗液配方:清水 + 植物胶 SD<sub>2</sub> + RH 润滑防塌剂 + K - PAM + Fs + 06 型高效润滑剂 + 随钻堵漏剂;性能参数:粘度 22 ~ 24 s,密度 1.012 g/cm<sup>3</sup>,API 滤失量 12 mL/30 min,pH 值 8 ~ 9,含砂量 < 0.5%。

PAB 无固相冲洗液配方:清水 + PA + PB;性能参数:粘度 22 ~ 24 s,密度 1.015 g/cm<sup>3</sup>,API 滤失量 6.6 ~ 8.0 mL/30 min,pH 值 8 ~ 9。

## 3 钻探设备及机具

钻机:XY - 6B 型钻机;

泥浆泵:BW - 250 型泥浆泵;

钻塔:17.5 m 直斜两用管塔;

动力机:90、150 kW 机组各 1 台;

钻杆:国产普通材质的 Ø89 mm 绳索取心钻杆,Ø71 mm 内外墩粗绳索取心钻杆。

钻头:国产人造孕镶金刚石钻头,HRC30 ~ 35,胎体粒度 46 ~ 60 目。

## 4 钻进工艺参数

871 m 以浅孔段 S76 绳索取心钻进:转速 460 r/min,泵量 52 L/min,钻压 20 ~ 30 kN,电流 50 A。

孔深 871 ~ 1515.88 m 孔段 S76 绳索取心钻进:转速 260 r/min,泵量 52 L/min,钻压 20 ~ 30 kN,电流 50 A,最高到 60 A。

## 5 钻孔施工中遇到的主要问题及采取的措施

### 5.1 坍塌、掉块地层

#### 5.1.1 钻遇主要问题

由于该矿区首次施工,因此对区域地质构造和地层的复杂程度认识不足,钻进工艺选择不当,预防措施不到位,延长了施工周期,造成了一定的经济损失。施工中,主要依据地质设计书,边施工,边掌握地层情况,开孔下入孔口管和表层套管后,换用 S95

绳索取心金刚石钻进,钻穿煤系地层后,下入 Ø89 mm 套管 200 m,改用常规 S76 绳索取心金刚石钻进,钻至 397 m,又遇到 5 m 厚的煤层,此段孔内坍塌、掉块、漏失,起拔 Ø89 mm 套管,采用 S95 绳索取心金刚石扩孔至 406.37 m,重新下入 Ø89 mm 套管,改用 S76 绳索取心钻进,使用 RH 防塌润滑剂为主的无固相冲洗液,该冲洗液能有效地抑制泥页岩的水化膨胀和良好的冷却润滑性能,且有一定的护壁作用,当钻至 530 ~ 630 m 孔段时,又陆续遇到 5 层煤,孔内已有较微掉块,但孔壁尚未失稳,换用 PAB 无固相冲洗液,该冲洗液在孔壁上能吸附成网,成膜的速度快,分子膜致密,胶结性强,其性能特点是在低流速度参数下,具有很强的胶结孔壁的护壁性能。使用该冲洗液钻至孔深 871 m,由于掉块扫孔,降低了钻头寿命,频繁的提下钻产生的人为抽吸作用,使得比较脆弱的泥皮护壁完全失效,530 ~ 630 m 多处孔段坍塌、掉块,最严重孔段是 553 ~ 556 m 处,此时,采用 42.5 普通硅酸盐水泥加早强剂,先封固 530 ~ 550 m 孔段,然后使用 Ø71 mm 钻杆接箍加工的硬质合金钻头,扫孔至 871 m,然后在 635 m 处架桥,仍采用 42.5 水泥固井护壁(530 ~ 635 m 孔段),待透孔时 553 ~ 556 m 处无固状水泥,上下顶底板均未取出完整柱状水泥,此后在此孔段反复封孔固壁 2 次,均无效果。经过现场分析和查找相关资料,得出的结论是:因孔内地下水丰富,加之岩层产状较陡,此段是被称之为陷塘的一种地质现象,如图 1 所示。

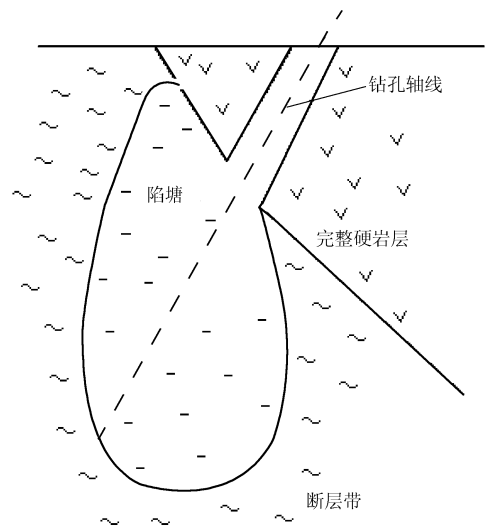


图 1 陷塘现象示意图

从取出的岩心观察断层带的产状多为倾斜的,陷塘在钻孔轴线的上方,注浆时水泥浆不可能占据

整个陷塘空间,窝存在陷塘内的冲洗液占据着极易塌落的陷塘上方(图2),注浆时可能有坍塌物落下,使陷塘内水泥浆失去凝固强度,或者虽无塌落物,水泥浆也有相当部分混入冲洗液而不凝固。而注入的水泥浆大部分在完整孔段内凝固,下钻透孔时被钻碎排除,多次注浆如此反复,最后陷塘依旧敞开。如果在陷塘不大时注浆,透孔后孔壁上的水泥层厚度有限,性质又脆,不会持久。此时,意欲起拔 $\varnothing 89$  mm套管护壁,由于孔深397 m处的煤层坍塌, $\varnothing 89$  mm套管已起拔不出。

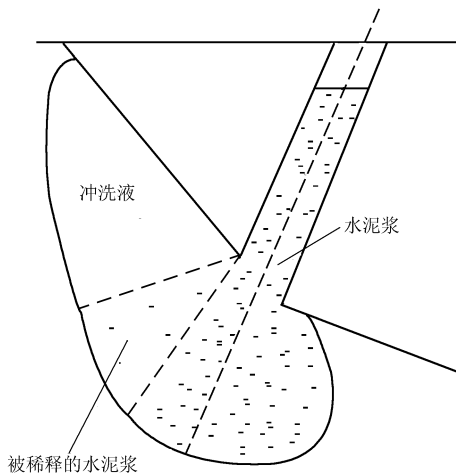


图2 陷塘内冲洗液和水泥浆分布示意图

### 5.1.2 采取的处理措施

与地质人员配合,了解岩性及产状,确定陷塘形状,采取 $\varnothing 59$  mm小径钻具透过坍塌段,先在钻头体上钻两个 $\varnothing 10$  mm小孔,待钻具透过坍塌段后,卸开主动钻杆,投入一泵球,封死钻头底部,实施高压,侧喷注水泥浆,边注边回转钻具,缓慢提升至完整孔壁。采取此种注浆工艺,成功地破解了困扰钻探界多年的陷塘护壁的技术难题。

## 5.2 灰岩蚀变形成溶洞,完全漏失

### 5.2.1 钻遇主要问题

长白沿江铜(金)矿床顶底板为灰岩蚀变带,厚度40~100 m不等,部分钻孔遇见溶腔高度0.3~0.8 m的溶洞。ZK0902孔钻至孔深1218.59 m处遇到溶腔高度0.5 m的溶洞,此时,冲洗液全部漏失,静水位150~180 m,水站24 h不间断送水,孔内岩粉多,回转阻力大。

### 5.2.2 处理措施

对部分漏失溶洞,采用水泥封闭效果比较好,成功率高,但对完全漏失的溶洞采用水泥封堵成功率小,原因是与其地下水联系通道完全贯通,密度大的

水泥泵送入孔内后,将在上部替浆水液柱压力下全部漏失,为此尝试采用水泥粘土球体实施封堵,实施方法是把 $\varnothing 71$  mm绳索取心钻杆下至溶洞上部0.5 m左右,测量墩粗钻杆内通孔直径为 $\varnothing 58$  mm,现场搅拌水泥与粘土,其配比为1:2,加水少许制成 $\varnothing 39$  mm球体,外用保鲜膜包裹从孔口投入,待投入球体遇到静水位,听到落水声后,间隔6~8 s,再投入下一个球体,如此反复,若听不到球体落水声,即对上立轴开泵,若泵压升高,就卸掉一单根,续投。经过计算和现场实物实验,共投入 $\varnothing 39$  mm水泥粘土球体近万个,提钻后仅在钻杆内腔携带出310个球体。然后下入锥形钻具挤压球体后,又对此段实施水泥封堵,待下入正常钻具透孔仍未见柱状水泥粘土体,如此反复2次,均未成功。采用上述方法处理,共耗时60余小时,而有效的 $\varnothing 89$  mm套管隔离又无法实现,小一级的钻具级配又不具备,咨询现场地质工程师,得知深部地层为灰岩,岩层较为完整,实施顶漏钻进,具体步骤是:孔口投入内管后,合上立轴,开泵大泵量送浆,依据实测的静水位来确定送浆时间,并观察泵压表反映,泵压表指标稍有位移,证明内管到位,泥浆到孔底,合车,低转速钻进15 min后,再恢复到正常钻进参数,泵入孔内泥浆采用以SD<sub>2</sub>植物胶、06润滑剂为主的无固相冲洗液,地表同时回灌该冲洗液,加单根时,钻杆涂抹润滑脂,其配方为:黑机油70%+松香25%+沥青5%,9月10~26日,共实施顶漏钻进297.27 m,该孔1515.88 m终孔。

## 6 结语

在“攻深找盲,探边摸底”工作中,钻孔深度较深,钻进中所遇到的技术难题将成倍增加。因此,要根据自身状况,结合矿区区域地质构造,地层特点,合理选择钻探设备和机具,选择使用的钻头要有较高的使用寿命和钻进速度,延长钻头在孔底的工作时间,最大限度的减少起下钻次数。

此外,要选择思想素质高,责任心强,技术精湛,实际操作经验丰富的老同志任班长,挑选文化水平高,积极上进,工作中不怕苦的年轻技术工人充实到机台,同时,钻探技术管理人员要深入一线,及时指导,对孔内出现的问题做出正确的判断,采取行之有效的措施超前处理,避免被动局面,方能确保钻探施工质量和施工安全。