

司家营铁矿中深孔复杂地层岩心钻探施工技术

郑思光, 赵志杰, 李志强, 侯军亮, 高孝敏

(河北省地矿局第二地质大队, 河北唐山 063000)

摘要:随着铁矿资源需求的扩大,地质找矿不断向纵深发展,尤其深度在 500~1000 m 的中深孔,如何提高中深孔钻探施工的效率,是当前岩心钻探施工的重点。通过司家营铁矿南区深部钻探施工情况,论述了该工程的施工经验和方法。

关键词:中深孔;岩心钻探;钻探效率;护壁;套管

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)02-0024-03

Construction Technology of Coring Drilling in Medium-deep Hole in Complex Formation of Sijiaying Iron Mine/
ZHENG Si-guang, ZHAO Zhi-jie, LI Zhi-qiang, HOU Jun-liang, GAO Xiao-min (No.2 Geological Party, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration, Tangshan Hebei 063000, China)

Abstract: Improving drilling efficiency in medium-deep hole is key point for coring drilling construction, especially for the medium-deep holes of 500-1000m. With the deep drilling case of Sijiaying iron mine, the paper discussed the construction method and the experience.

Key words: medium-deep hole; coring drilling; drilling efficiency; borehole wall protection; case

1 矿区概况及地层简述

1.1 矿区环境概况

该施工地点紧邻唐钢司家营铁矿(北区),北区为全国特大型铁矿,已于 20 世纪 70 年代完成地质勘探施工工作。该矿区位于冀东平原东南部,矿区内人口较稠密,经济情况一般,以农业生产为主,交通发达,京秦、迁曹铁路和 205 国道横贯矿区,青乐公路纵深南北,出行方便,矿区近邻滦河主河道,地下水位埋藏较浅,水量较大,施工和生活用水较方便,但对钻探施工护壁堵漏却十分不利。

1.2 矿区地层简述

该矿区主要为磁铁石英岩铁矿,矿区内第四系覆盖层较厚,厚度为 80~150 m 不等,主要为砂卵(砾)石层,且具有由北向南渐变厚的趋势。早在 20 世纪 70 年代初期,我队在该矿区进行岩心钻探施工时,就因为覆盖层护壁不好而发生报废的钻探工作量占 90% 左右,出现该情况的主要原因是地层地质构造条件较复杂、地层稳定性极差、漏水较严重、孔壁坍塌严重,限于当时的技术水平,砂卵石覆盖层的钻进主要是采用硬质合金钻进和钢粒钻进,且泥浆材料主要是采用当地产的粘土进行搓泥球护壁堵漏(基本上采用套管护壁的钻孔有限),该方法既费人力且护壁堵漏效果很不好。因此在本次施工中

覆盖层钻探护壁工作做好,就成了重中之重。2008 年,我单位施工的 7 个钻孔中,第四系覆盖层至上而下为:亚粘土、砂卵(砾)石层(卵石直径在 50~60 mm 之间,个别 100 mm 以上)、粉质粘土、砾层。岩层主要为片麻状混合岩,矿物成分以长石、石英为主,岩层夹杂混粘土,其中矿体赋存在太古界滦县群司家营组二段地层中,岩性较单一,主要有黑云变粒岩、磁铁石英岩、角闪变粒岩、斜长角闪岩等组成。矿层中的磁铁石英岩,石英含量在 70% 以上。覆盖层厚度在 80~150 m 之间,磁铁石英岩埋深在 480~860 m 之间,厚度在 30~172 m 之间。

2 勘探钻孔技术要求

(1) 执行《铁、锰、铬矿地质勘查规范》(DZ/T 0200-2002)和《岩心钻探规程》标准施工。

(2) 全孔取心,岩心采取率 $\leq 80\%$,矿心采取率 $\leq 85\%$ 。

(3) 钻孔为直孔,终孔直径 ≤ 75 mm,提下钻时必须进行水文观测,孔斜每百米不大于 1%,同时校正孔深。

(4) 钻孔结束后测井,满足地质要求时方可终孔,最后按封孔技术要求进行封孔,并提交原始班报表。设计孔深范围在 450~1000 m 之间,每孔穿过

收稿日期:2009-11-27; 修回日期:2009-12-31

作者简介:郑思光(1980-),男(汉族),河北滦县人,河北省地矿局第二地质大队探矿工程处经理、助理工程师,土木工程、水文水资源利用专业,从事岩土钻掘工程技术与管理工作,河北省唐山市路北区北新西道 157 号, siguang103@163.com。

矿层底板 30 m 后可终孔。

3 钻探设备及器具选择

根据当今岩心钻探发展趋势和现状,并结合以往的施工经验,综合考虑,主要以适用于中、深钻孔施工的设备、管材、钻具等为主,全力追求以优质的设备、管材及钻具,确保高效高质的生产效果。

钻机:采用 XY-44 型钻机(最大钻深能力 1400 m)2 台,通过实践证明,该钻机性能稳定,能够符合本次勘探技术参数要求。

水泵:采用 BW300/12 型水泵 2 台,该泵压力、泵量可调范围大,能够适应中、深孔尤其是覆盖层较厚且地层复杂的岩心钻探施工。

钻塔:采用 17 m 直斜两用四角塔 2 部,该塔具有性能稳定、拆卸方便、安全度高、适用范围广、强度大等特点。

钻杆:采用 $\varnothing 71$ mm 加厚型绳索取心钻杆 2000 m,由于采用了加厚技术,拉力、扭矩比普通绳索取心地质钻杆有了较大的提高,能够满足中、深孔施工要求。

套管及钻具: $\varnothing 127$ mm 套管 100 m, $\varnothing 108$ mm 套管 360 m, $\varnothing 89$ mm 套管 400 m,开孔钻具为 $\varnothing 130$ mm 单管钻具 4 套(0.7 m),长钻具为 $\varnothing 108$ 、91 mm 单管钻具(2~3 m)4 套, $\varnothing 75$ mm 绳索取心双管钻具(3~4 m)8 套,S75 普通绳索取心钻具。

4 钻孔结构设计

$\varnothing 130$ mm 硬质合金钻头开孔,穿过上部砂土层及部分卵砾石层下入 35~45 m $\varnothing 127$ mm 套管;然后改用 $\varnothing 110$ mm 金刚石钻头钻进至卵砾石层下 5 m 左右的粘土层中,下入 $\varnothing 108$ mm 套管;使用 $\varnothing 91$ mm 小八角硬质合金肋骨钻头钻过风化层,直至钻进完整基岩 1 m 左右时下入 $\varnothing 89$ mm 套管;最后改换 $\varnothing 77.5$ mm 金刚石绳索取心钻头钻至终孔。

5 施工技术及经验方法

5.1 施工方案的制定

依据钻孔设计和地质技术要求,制定相应的施工技术方案和事故应急预案,确定施工技术参数。同时备好备足施工材料,如:不同岩层取心钻具及膨润土、泥浆处理剂、堵漏剂、润滑剂及孔口管、技术套管等,避免开钻后停工待料现象。

5.2 泥浆的调制

每个钻孔开钻前,必须调制好足够的泥浆,根据

不同岩层情况,调好不同的配比密度,以确保覆盖层快速钻进,并顺利通过,提高第四系覆盖层的钻进效率。

5.3 施工过程的控制

对于每个钻孔施工过程大致可以按以下工序分别控制,严把施工工序质量关。

(1) 开孔钻具钻进及表层套管(孔口管)下入深度。我们选择直径为 130 mm 的硬质合金肋骨钻头进行开孔穿过上部砂土层及部分卵砾石层下入 35~45 m $\varnothing 127$ mm 套管;然后改用 $\varnothing 110$ mm 金刚石钻头钻进,主要采用淡水乳化泥浆进行护壁,以水为外相,粘土和火碱为内相用的表面活性剂作乳化剂配制成稳定的泥水乳状液具有良好的润滑性,该泥浆主要用于松散、破碎及坍塌等不稳定地层中,且携带岩屑能力强,能有效地清除孔底岩粉。采用泥浆配比为(每立方米泥浆加量):粘土 100 kg 以下,水 900~950 kg,纯碱占粘土量的 3%~5%。配制后泥浆主要性能为:密度 1.07 kg/L,粘度 18~27 s,失水量每 6~8 mL/30 min,含砂量 0.1% 以下,泥饼厚度 0.5 mm。经过 7 个钻孔施工证明,该泥浆配比比较适合亚粘土地层护壁,有利于冲洗孔底岩粉,钻遇砂卵(砾)石层后下入 $\varnothing 108$ mm 套管重新调制泥浆改用 $\varnothing 91$ mm 钻具钻进。

(2) $\varnothing 91$ mm 小八角硬质合金肋骨钻具钻进。泥浆配置适当提高粘土加量,将纯碱改为火碱,个别地段加入甲基纤维素 CMC,以防坍塌。该泥浆能形成高粘度的胶体溶液,有粘着、增稠、流动、乳化分散等重要特性,具有携带岩屑能力强,钻速快、机械磨损小的优点,同时能使孔壁形成一层较致密的“保护膜”。泥浆配比(每立方米泥浆加量)为:加水 900~950 kg,粘土 100~150 kg,火碱占粘土含量的 3%,CMC 占泥浆体积的 0.3%。配制后泥浆性能为:密度 1.10~1.20 kg/L,粘度 20~30 s,泥饼厚 1 mm。对于该地层钻进,维护好泥浆性能很重要。每班泥浆质量要保持一致,当泥浆消耗时切忌盲目加水;CMC 加入前要充分溶解,禁止加干料;为稳定护壁,提钻、下钻要慢,尽量减少对钻孔的抽吸和激动压力,钻进至一定深度后,做好提钻时泥浆的回灌工作;另外对泥浆循环系统要加强,增加沉淀坑数量和循环槽长度,并经常派人清除循环槽、沉淀坑内的砂子和岩粉,以确保泥浆性能的稳定。同时,更重要的是,在砂卵(砾)石层中时,要快速穿过,减少扰动孔壁的时间,以便为保证钻进完整基岩后下入 $\varnothing 89$ mm 技术套管打下良好的施工基础。

(3) 钻遇强风化基岩时,除维护好泥浆性能外,还要及时更换钻具,采用双动双管钻具,确保岩心采取率。钻进至完整基岩并取出完整岩心柱后方可下入 $\text{Ø}89\text{ mm}$ 技术套管。

(4) 下入技术套管后,换用 $\text{Ø}75\text{ mm}$ 绳索取心钻进。由于中、深孔钻进岩层普遍较厚,裂隙较多,尤其是岩层中常夹有混粒土层,此岩层遇水膨胀且有缩径现象,岩石遇混粒土接合面有漏失,采用清水钻进不能起到护壁效果,并且更不能清除孔底垮塌物,因此,我们采用了低固相泥浆护壁,漏失严重的部位得到较好的改善,最终取得了明显的效果。

(5) 对于个别钻孔矿层顶部围岩遇有破碎带,钻孔漏失严重,采用低固相泥浆加锯末随钻堵漏仍不能奏效时,采取灌注素水泥浆加早强剂的护壁堵漏方法,先后采用水泥护壁堵漏 10 次,使用水泥近 10 t,成功或具有一定效果的 6 次。水泥浆液水灰比 1: (0.45 ~ 0.5), 掺入三乙醇胺占水泥用量的 10%, 食盐 1% 作快干早强剂。水泥浆液凝固时间控制在 36 h。

(6) 钻进技术参数的选择。合理选择钻进技术参数,提高钻探效率,是减少孔内事故的保障。由于

$\text{Ø}75\text{ mm}$ 绳索取心钻进口径大,钻杆柱扭力大,钻头底唇面积大,需要的轴心压力较大,克取岩石面积增大从而产生的岩粉、岩屑量增大。因此,需要较大的冲洗液量。我们选择的钻进参数如下:钻压 10 ~ 15 kN(轴心压力)、转速 700 ~ 1000 r/min、泵量 120 L/min。

6 钻探工作量及钻探效率

2008 年我们完成的钻探工作量共计 5384.65 m,施工时间、覆盖层厚度及台月钻探效率详见表 1。本次钻探与以往钻探效果对比见表 2。

表 1 2008 年完成的钻探工作量及经济技术指标

| 孔号 | 终孔深度 /m | 覆盖层厚度 /m | 岩心采取率 /% | 矿心采取率 /% | $\text{Ø}89\text{ mm}$ 套管深度 /m | 台月效率 /m | 钻进成本/(元 $\cdot\text{m}^{-1}$) |
|-------|---------|----------|----------|----------|--------------------------------|---------|--------------------------------|
| ZK603 | 652.00 | 156 | 88 | 98 | 160 | 377 | 438 |
| ZK609 | 858.21 | 126 | 91 | 100 | 143 | 780 | 352 |
| ZK602 | 862.87 | 108 | 90 | 100 | 151 | 764 | 361 |
| ZK615 | 737.31 | 142 | 90 | 99 | 191 | 567 | 402 |
| ZK617 | 511.26 | 141 | 87 | 98 | 197 | 527 | 415 |
| ZK622 | 908.35 | 149 | 92 | 100 | 181 | 715 | 379 |
| ZK704 | 854.65 | 86 | 86 | 99 | 120 | 624 | 395 |

表 2 本次钻探施工效果与以往施工资料对比表

| 施工情况 | 终孔深度 /m | 孔数 /个 | 完成工作量 /m | 平均台月效率 /m | 平均每米成本 /元 | 平均岩心采取率 /% | 平均矿心采取率 /% | 备注 |
|------|-----------|-------|----------|-----------|-----------|------------|------------|--------------|
| 以往钻孔 | 400 ~ 950 | 12 | 6892.34 | 291 | 837.26 | 57 | 70 | 多数钻孔未能完全满足要求 |
| 本次钻孔 | 510 ~ 910 | 7 | 5384.65 | 622 | 391.71 | 89 | 99 | 全部为优良 |

7 结语

(1) 做好施工前的准备工作,制定可行的施工组织设计方案,选择好施工新工艺、新方法,并建立相应的施工事故处理方案。

(2) 钻进覆盖层,特别是钻进砂卵(砾)石层时,一定在确保使用好淡水乳化泥浆和维护好泥浆,同时加大泵压,提高转速,快速钻进通过。如果停留在此层的时间过长,钻孔孔壁长期处在泥皮保护下,会耽误进尺效率。因此,钻进该层时,一定要稳定而快速地穿过,减少钻进停留时间,及时下入技术套管,为下一步工作打下好的基础,减少或降低钻进事故的发生率。

(3) 合理选择使用金刚石钻头,以提高钻探效率。根据岩石的软、硬程度及研磨性强、弱,合理选择金刚石钻头。遇石英含量高、研磨性弱的岩层要及时更换软胎体孕镶金刚石钻头,并及时投入研磨

骨料,随时准备提钻,坚决克服打懒钻、不提钻磨看的工作作风。因为多数软胎体钻头金刚石粒度较大,金刚石质量更有保障;而胎体稍硬(HRC30 以上)的钻头金刚石粒度小,即便出刃很好,也无法确保有效地钻取岩心。

(4) 现场管理和施工人员的责任心尤为重要。因此,现场管理人员和施工人员要有高度责任心,以防为主,对岩心钻探施工中各个施工环节要充分重视并精心施工,只有重视,岩心钻探的质量才能得到保证。

参考文献:

- [1] 张春波,等. 绳索取心金刚石钻进技术[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [2] 石立明. 复杂地层岩心钻探综合治理技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(2).
- [3] 宋希雄. 钻孔漏失原因及防漏方法[J]. 探矿工程,1985,(3).