

# 河北省滦县司家营铁矿南矿区钻探施工工艺

闫文军, 刘建福, 王建兴, 肖静

(河北省地矿局探矿技术研究院, 河北 三河 065201)

**摘要:**针对滦县司家营铁矿南矿区地层特点及要求, 选用绳索取心、绳索取心冲击回转两种钻进工艺方法, 并采取相应的金刚石钻头、冲洗液等技术措施, 取得了良好的钻探效果。

**关键词:**司家营铁矿南矿区; 钻探; 绳索取心钻进; 绳索取心冲击回转钻进; 金刚石钻头; 冲洗液

**中图分类号:** P634    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2009)10-0031-03

**Construction Technology of Drilling in South Section of Sijiaying Iron Mine/YAN Wen-jun, LIU Jian-fu, WANG Jian-xing, XIAO Jing** (The Institute of Exploration Technology, Hebei Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Sanhe Hebei 065201, China)

**Abstract:** According to the formation characteristics and construction requirement of Sijiaying iron mine, both wire-line coring and percussive-rotary wire-line drilling were adopted combined with diamond bit and washing fluid technology, drilling was successful.

**Key words:** south section of Sijiaying iron mine; drilling; wire-line drilling, percussive-rotary wire-line drilling; diamond bit; washing fluid

## 1 工程及地质概述

该矿区位于河北省滦县城南 8 km, 隶属河北省滦县管辖, 交通方便。矿区位于滦河流域, 地形条件较好, 易于搬迁。施工场地均为耕地, 种植的农作物主要为小麦、玉米和花生。施工范围内没有天然水体, 地下水资源丰富, 埋深 3~5 m, 电力不足。

司家营铁矿南矿区深部铁矿勘察是我局 2008 年投资最大的勘察项目, 目的是探明该矿区的铁矿分布与储量。该矿区的铁矿分布普遍较深, 一般在 400~800 m 之间, 最深在 890 m 见矿, 最厚矿层达到 120 m 左右。设计钻孔 11 个, 总工作量为 10140 m, 设计孔深为 750~1150 m。

该矿区主要地层: 0~200 m 为第四系覆盖层(含砾卵石超过 30% 的砾卵砂层); 基岩为片麻状混合岩; 矿层为细粒条纹状磁铁矿石岩、黑云变粒岩等, 部分含辉绿岩、伟晶岩, 矿层可钻等级达到 8~10 级; 也有少量绿泥石地层及少量破碎地层。

该工程于 2008 年 3 月 15 日开钻, 同年 11 月 20 日结束, 历时 8 个多月, 完成了对该矿区钻探、测量及孔内各种试验的测试, 达到了预期的目的。

## 2 该矿区存在的几个钻探难点

(1) 第四系覆盖层较厚, 黄土层、砂砾层、卵砾石等胶结性较差。

(2) 地下水丰富, 2 个含水层(5~15 m, 80~90 m 之间) 均有涌水现象。钻进含水层, 冲洗液容易被稀释, 容易发生坍塌掉块。100 m 以下多为泥包石地层, 可自然造浆。

(3) 矿区矿石为磁铁矿石岩, 上下顶板为变质片麻岩及伟晶岩, 硬度均为 9~10 级。钻进效率低。

(4) 地层破碎夹有绿泥石, 漏失严重, 岩心易堵塞, 取心困难。

(5) 内管总成投放速度慢, 磨损严重。

## 3 主要施工技术工艺

根据地层特点, 为确保第四系砾卵砂层顺利通过, 采用泥浆冲洗液钻进, 下入三级套管护壁进行施工。

钻机为 XY-44 型, 配备 BW-250 型泥浆泵、绳索绞车各一台, 动力为 4105 型柴油机。

(1) 选用山东维坊产钠土, 加入 2‰ CMC, 2‰ 聚丙烯酰胺, 2‰ 火碱, 配制成 23~25 s 高粘度稠泥

收稿日期: 2009-03-30; 改回日期: 2009-08-26

**作者简介:** 闫文军(1974-), 男(汉族), 河北平山人, 河北省地矿局探矿技术研究院工程队队长、助理工程师, 工程地质专业, 从事工程施工技术与管理工作, 河北省三河市燕郊镇; 刘建福(1962-), 男(汉族), 河北徐水人, 河北省地矿局探矿技术研究院高级工程师, 探矿工程专业, 从事钻头、钻具及钻进工艺研究工作, ghj110@163.com; 王建兴(1974-), 男(汉族), 河北三河人, 河北省地矿局探矿技术研究院院长、高级工程师, 探矿工程专业, 从事探矿科研及生产管理工作, wjx2005188@sina.com; 肖静(1981), 女(汉族), 河北三河人, 河北省地矿局探矿技术研究院助理工程师, 探矿工程专业, 从事探矿技术研究工作, Xiaoqing\_bj2008@163.com。

浆,根据地层情况,随时调整控制其性能。

(2)开孔采用 $\varnothing 150$  mm 硬质合金钻头,上部土层、砂土层采用单管取心钻进,砂砾石层采用跟管钻进,钻至30~50 m,下入 $\varnothing 146$  mm 套管。然后在卵砾石层用 $\varnothing 130$  mm 特制金刚石钻头进行钻进(厚胎块、大水口)。砂土、砂砾石地层采用 $\varnothing 130/110$  mm 肋骨钻头钻进,钻至基本接近基岩时,下入 $\varnothing 108$  mm 套管,为降低成本50 m以上为 $\varnothing 108$  mm 地质管材,50 m以下为3 mm厚焊接管。 $\varnothing 108$  mm 套管下入后,起出 $\varnothing 146$  mm 套管,以防长时间泥砂沉淀挤夹,起拔困难。最后用 $\varnothing 91$  mm 金刚石钻头钻至基岩,进入完整基岩后下入 $\varnothing 89$  mm 套管。为便于套管起拔,减少损失, $\varnothing 108$  mm 套管及 $\varnothing 89$  mm 套管入岩部分外壁涂上黄油,孔口处密封好,防止岩粉进入套管间隙,抱死套管。

(3)基岩采用 $\varnothing 75$  mm 绳索取心钻进工艺进行施工。乳化液为冲洗液。考虑到钻孔较深,钻杆选用 $\varnothing 71$  mm 镢粗钻杆。因镢粗钻杆接箍外径大,仍用 $\varnothing 75$  mm 金刚石钻头。水流环状间隙较小,施工时发现泵压偏高浮力大,钻机加压超出正常值,容易发生钻杆弯曲及折断等事故,影响内管总成的投放、打捞,影响钻进效率,后将钻头外径加大到 $\varnothing 77$  mm,解决了这一问题。

①钻压选择:由于S77绳索取心钻头比PS75钻头底唇面面积大,所需钻压也需相应加大,一般为大于PS75钻头钻压的20%左右。该矿区地层应控制在10~13 kN为宜。当遇到较破碎地层时,应适当降低钻压,避免岩心堵塞,引起烧钻。

②转速选择:金刚石钻进中转速是保证效率的重要因素,一般岩石完整、坚硬时可开较高的转速,孔深时可加较好的乳化液作为冲洗液,便于提高转速。但由于本矿区在240 m左右严重漏水,一开始采取一些堵漏措施,效果不佳,考虑到当地地表水比较丰富,为保工期采取顶漏钻进方法进行施工,此时若继续使用乳化液会增加成本,故改用清水钻进,为确保钻杆高速旋转不受阻,采取钻杆抹黄油之法以利于提高转速,本矿区转速控制在600~800 r/min。

③泵量选择:金刚石钻进的冲洗液量应保证可以清除孔底岩粉并使钻头得到充分冷却。绳索取心钻进由于钻头底唇面面积大,岩粉较多(本次选用 $\varnothing 77/46$  mm的钻头),故泵量要比普通金刚石钻进的大些,一般为60~90 L/min。在漏水地层泵量可适当增大些。

④钻头的选择与合理使用:由于该地区基岩以

片麻状混合岩为主,采用HRC25~30金刚石钻头钻进,矿层为较硬的磁铁石英岩,研磨性弱易出现“打滑”现象。所以采用HRC10~12金刚石钻头钻进。

使用新金刚石钻头时要进行初磨,一般先轻压(正常钻压的1/3以内)、慢转(300 r/min左右)5~10 min,再采用正常钻进参数进行钻进,由于钻孔设计较深(750~1150 m),所以钻头及扩孔器要排队使用,避免新钻头和扩孔器下不到孔底,造成重新扩孔及损坏钻头、扩孔时夹钻等孔内事故。

## 4 基岩钻进中几点技术措施

### 4.1 破碎地层取心

在本矿区破碎地层钻进中,最初采用绳索取心钻进,回次进尺0.3~0.7 m就会出现堵塞现象,从泵压表可以看出有明显憋泵现象。开始处理方法是调整卡簧座与钻头内台阶间隙,出现堵塞现象后须立即提捞内管,保证岩心不被磨损和不烧钻。但在较深孔段,尤其是钻进深度超过700 m以后,提钻次数增多增加了辅助时间,使纯钻进时间缩短,钻进效率相对下降。针对这一现象决定采用绳索取心冲击回转钻进方法施工,实际证明效果良好,回次进尺可达到1~2 m,大大提高了效率。所用钻具为我院自行研制生产的HSC-75型绳索取心冲击回转组合钻具,该钻具在使用时,为保证其正常工作,必须保证足够的泵量和泵压,以及密封良好的管路系统。

### 4.2 坚硬地层钻进

由于本矿区矿层及上下顶板岩石硬度均为9~10级,钻进易出现打滑现象,普通钻进时效仅0.3~0.7 m,开始时我们除采用低硬度钻头外,还采用孔底投磨料法进行钻进。磨料选用硬的石英岩及碎玻璃,碎至1.5~2 cm,一般一次投入10~15粒,然后投入内管,保证孔底压力10 kN左右,低转速、不给水,转10~20转后将钻头提离孔底,反复8~10次后再正常给水钻进。孔底磨钻头法效果不错,但钻头磨损快,使用需慎重,且辅助时间长、成本高。故此,我们改用绳索取心冲击回转钻进技术配以相应的金刚石钻头,在相同钻进参数下,时效提高1倍以上,解决了钻头打滑问题,达到了预期的效果。

### 4.3 内管总成投放慢,磨损严重

为保证内管总成在投放过程中一次到位,我们采取了以下措施:

- (1)每次提大钻后检查每根钻杆的弯曲度;
- (2)每次打捞内管后及时检查弹卡装置(弹卡钳、弹卡簧、弹卡销)是否安全、灵活、可靠。

在前期的2个孔(ZK607和ZK608)钻进中,由于采用缴粗的绳索取心钻杆,钻杆内径不一,内管总成在钻杆内下行时弹卡钳开放频繁,弹卡簧从收缩状态到放开状态容易(即从内径小处变到内径大处);而从放开状态到收缩状态时较难(即从内径大处变到内径小处),这是因为原弹卡部位结构设计不合理,在冲洗液有浮力和阻力作用下,内管下行速度缓慢,有时卡住,内管投不到底,只得捞起重投,或给水开钻一转一停使内管下行。

针对这一现象,我们将钻具原塞杆控制弹卡改进为张簧控制弹卡,保证了弹卡钳收放自如,且可以自动补偿弹卡钳磨损,克服了内管下行时弹卡钳卡死等现象。改进后的钻具在ZK611和ZK616孔中使用,实际证明钻具投放时内管下放速度提高了,保证了内管总成在投放过程中一次到位,取得了满意的效果。

#### 4.4 钻杆外径与钻头外径匹配不合理,钻进泵压高

因该矿区使用钻杆为S71缴粗钻杆,接箍外径大,采用常规 $\varnothing 75$  mm钻头水阻大,泵压高,故将钻头外径增大到 $\varnothing 77$  mm,解决了这一问题。

### 5 钻探技术效果

通过不同钻孔相应孔段部分数据统计分析,绳

索取心冲击回转钻进技术在“打滑”及破碎地层中钻进,与普通绳索取心钻进相比平均时效提高110%,回次进尺提高92%,材料成本降低25%,详见表1。

表1 绳索取心冲击回转与绳索取心钻进方法效果对比表

钻进方法	钻进时间/h	进尺/m	平均时效/m	时效对比/%	回次数/个	平均回次进尺/m	平均回次进尺对比/%
绳索回转	82.5	49.38	0.60	100	22	0.78	100
HSC-75钻具冲击回转	176.0	221.76	1.26	210	56	1.50	192

表2 绳索取心冲击回转与绳索取心钻进方法材料消耗及成本对比表

钻进方法	钻头单价/元	钻头数/个	进尺/m	总成本/元	单位成本/(元·m <sup>-1</sup> )	单位成本对比/%
回转	420	7	136.16	2940	21.59	125
HSC-75钻具冲击回转	440	10	254.88	4400	17.26	100

### 6 结语

通过绳索取心、绳索取心冲击回转钻具的合理使用,有效地解决了破碎地层取心问题;通过金刚石钻头的合理选择,保证了坚硬地层的钻进效率,按质按量地完成了钻探任务,达到了地质要求,取得了较好的社会及经济益。

## 2009 中国(北京)国际地质技术装备展览会暨论坛顺利闭幕

本刊讯 2009中国(北京)国际地质技术装备展览会暨论坛于2009年9月16~17日在北京全国农业展览馆顺利召开。在为期2天的展会中,举办了各类丰富多彩的活动。

在首日的开幕式上,中国地质调查局副局长王宝才,中国机械工业集团有限公司副总经理刘大山,中国地质装备总公司总经理关键,国土资源部地质勘查司副司长于海峰,国土资源部科技与国际合作司副司长孙宝亮,中国矿业联合会常务副会长曾绍金,中国地质科学院常务副院长、中国地质学会秘书长朱立新,中国地质大学(北京)党委副书记刘志方,意大利驻华使馆科技参赞 Mr. Rao Giuseppe,法国驻华使馆商务参赞 Mr. Philippe Marce,中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所所长韩子夜等领导悉数出席。开幕仪式由中国地质装备总公司副总经理周寅伦主持,国土资源部地质勘查司于海峰副司长宣读国土资源部副部长、中国地质调查局局长汪民为本次展会的贺词;另外中国地质调查局王宝才副局长、中国地质装备总公司关键总经理等在开幕式上致辞;随后举行了隆重的开幕式剪彩仪式。贵宾领导还参观了展会现场,与各展商进行了简短的交流。

随后,中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所和中国地质装备总公司举行了战略合作协议签字仪式。

为了让国内外厂商和地质行业相关单位更好地了解地质行业市场,更深入地交流、探讨地质技术的发展前景。展览会同期举办了主旨报告会及技术报告会。主旨报告会由中国地质调查局领导王瑞江、王达、林君等领衔主讲(题目:关于我国战略性矿产资源勘查若干问题的思考、我国地质钻探设备发展战略探讨、我国高端地球物理仪

器的研究水平和应用现状);中国地质调查局汶川地震科学钻探中心总工程师张伟(题目:深孔取心钻探设备的优化配置)、劳雷工业公司(题目:一张新型固体数字地震漂浮缆在海洋三维地震精细勘探中的应用、海洋电法勘探技术的最新发展等6个)、3DMine胡建明(题目:全新的3DMine三维矿业工具软件介绍)、成都李工钻探设备有限公司李月良(题目:提高复杂地层钻探取心质量的关键技术)等单位代表举办多场技术报告会,介绍地质行业领域的新技术、新产品和最新应用案例。

本届展会的主办单位中国地质调查局和中国矿业联合会地质与矿山装备分会都前来参展,并组织其直属单位组团参展,形成了颇具规模的中国地质调查局直属单位展团和中国矿业联合会地质与矿山装备分会展团。除此以外还吸引了来自11个国家和地区近百家实力雄厚、服务一流制造商以及供应商,展出总面积达近6000m<sup>2</sup>,展出的展品数量大大超过了前两届,其中不乏各类新型研发的产品,尤其是今年近千平米的室外展区,各参展商展出了各类钻机、泥浆泵等各自最新研发、生产的地质产品,成为本届展会的亮点。

据主办方统计,展期共有来自11个国家约4500人次观众前来参观,包括设备生产单位、地质勘探单位、贸易公司、政府管理机构、社团协会组织及科研院所等专业观众,其中设备生产单位和地质勘探单位占观众总数六成;各省市地矿局、国土资源厅今年也积极组团前来参观。由此可见,此展会已成为国内外地质行业最具专业性的盛会。