

# 凤太矿田复杂地层大口径金刚石绳索取心钻进工艺

杨海珠

(西北有色地质勘查局七一七总队,陕西宝鸡 721000)

**摘要:**介绍了大口径金刚石绳索取心钻具在陕西凤太矿田小梨园金矿区复杂地层中的应用情况及施工工艺。针对以前在此矿区施工时遇到的孔内坍塌、掉块、事故多、效率低、采心困难、施工质量差等问题,从钻进方法、钻孔结构、护孔方法、钻进参数、润滑减阻、钻具级配等方面采取了有效的技术措施,提高了钻探施工效率和工程质量。

**关键词:**大口径金刚石绳索取心钻进;复杂地层;岩心钻探

中图分类号:P634.5 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2011)08-0016-03

**Drilling Technology of Large Diameter Diamond Wire-line Coring Drilling in Complex Formation of Fengtai Ore Field/YANG Hai-zhu** (No. 717 Team of North-west Non-ferrous Geological Exploration Bureau, Baoji Shaanxi 724212, China)

**Abstract:** The paper introduced the application of large diameter diamond wire-line coring drilling tool in complex formation of Fengtai ore field and the construction process. According to the problems of collapsing and block falling in borehole, low construction efficiency, difficult coring and low quality of construction, with the effective measures of drilling method, borehole structure, borehole protection, drilling parameter, reducing resistance by lubrication and drilling tool grading, the efficiency of drilling construction and engineering quality were improved.

**Key words:** large diameter diamond wire-line coring drilling; complex formation; core drilling

## 1 概述

凤太矿田小梨园矿区岩层为第四系(较厚)、铁白云质粉砂质千枚岩、钙质铁白云质粉砂质千枚岩。断层破碎带较多,局部岩层松软呈泥状。1995年曾在此矿区施工,当时开动一台XY-4型钻机,采用 $\varnothing 75$  mm金刚石普通双管钻具钻进,泥浆护孔,提钻取心,施工中孔内坍塌、掉块严重,孔内事故频繁,其中较典型的ZK2001孔,钻进至183.50 m处遇破碎带,孔内坍塌,造成埋钻,处理无效,报废进尺重新开孔;重新开孔后依然存在岩心采取率低、孔内事故频繁、效率低、成本高等问题。2010年对该矿区又进行勘查,开动一台钻机,共施工3个钻孔。施工前,我们认真分析研究了1995年的施工情况,决定采用大口径金刚石绳索取心钻进工艺,使用低固相泥浆,以突破复杂地层钻进。经过实践取得了较好的效果,提高了台效、降低了孔内事故率,岩(矿)心采取率明显提高(各孔的岩(矿)心采取率都达到了90%以上),完全满足设计质量要求。

## 2 主要钻探设备及配套的绳索取心钻具

采用HXY-42T型塔机一体钻机,56 kW柴油机动;BW250型水泵,16.4 kW柴油机动。

大口径金刚石绳索取心钻具采用PQ、HQ钻具(PQ、HQ钻杆两头带接手),夹持工具使用自重夹持器。PQ、HQ钻具的原理与其它型号的绳索取心钻具原理相同,其结构大同小异,只是尺寸不同。PQ、NQ钻具主要参数见表1。

表1 PQ、NQ钻具主要参数表

钻具 型号	钻头内外径 /mm	钻杆规格/mm (外径/内径)	外管规格/mm (外径/内径)	内管规格/mm (外径/内径)
HQ	63.5/95.8	89/77.8	92/78	73/67
PQ	85/122	114/101.3	118.1/102.9	95.6/88.9

## 3 施工方法和工艺技术措施

### 3.1 钻孔施工技术要求

根据2010年地质设计,依次施工ZK1001、ZK3001和ZK4001钻孔,钻孔设计均为斜孔,顶角允许 $1^\circ/100$  m上漂;方位角偏差要求穿过矿层(下盘)点,不得偏离剖面线5 m,终孔口径 $\leq 91$  mm,平均岩心采取率 $\leq 75\%$ ,近矿围岩(3~5 m)矿心采取率 $\leq 85\%$ ,采取率一次为零后,必须采取措施或进行特采。近矿围岩及在矿体中钻进,提升间隔 $\leq 1.00$  m。

### 3.2 孔身结构及开孔

#### 3.2.1 孔身结构

收稿日期:2011-01-13;修回日期:2011-04-13

作者简介:杨海珠(1964-),男(汉族),陕西城固人,西北有色地质勘查局七一七总队工程师,探矿工程专业,从事钻探工程施工技术和管理工作,陕西宝鸡市金台大道5号,yzh717@sina.com。

钻孔孔身结构根据钻孔设计深度和第四系厚度而确定,ZK1001孔和ZK3001孔设计深度均为300 m,钻孔位于河漫滩上,第四系较厚,开孔比较困难,钻孔孔身结构确定为 $\varnothing 150\text{ mm}—\varnothing 130\text{ mm}—\varnothing 110\text{ mm}—\varnothing 96\text{ mm}$ (HQ);ZK4001孔开孔为基岩,但岩层风化严重,岩层破碎,该孔孔身结构确定为 $\varnothing 150\text{ mm}—\varnothing 122\text{ mm}$ (PQ)— $\varnothing 96\text{ mm}$ (HQ)。

### 3.2.2 开孔

#### 3.2.2.1 ZK1001孔和ZK3001孔

该两孔第四系较厚,开孔2~3 m即见水位,开孔比较困难,采用跟套管钻进,再用小一级口径的钻具掏取套管内的残渣,即将 $\varnothing 146\text{ mm}$ 套管加工成长度为0.80~1.00 m的短套管,底部用加密硬质合金,但没有内出刃的 $\varnothing 150\text{ mm}$ 硬质合金钻头,加短套管钻进,用泥浆护孔,跟管钻进至一定深度时,再用 $\varnothing 130\text{ mm}$ 钻具掏取 $\varnothing 146\text{ mm}$ 套管内的残渣,直至将 $\varnothing 146\text{ mm}$ 套管跟管钻进至受阻时,再采用 $\varnothing 130\text{ mm}$ 钻具钻进并用大泵量冲孔排粉后,然后用立轴下压 $\varnothing 146\text{ mm}$ 套管,至压不动时,说明 $\varnothing 146\text{ mm}$ 套管已被挤死夹紧。为避免 $\varnothing 146\text{ mm}$ 套管被扭脱口,将 $\varnothing 146\text{ mm}$ 套管留在孔内,作为孔口管,再用 $\varnothing 130\text{ mm}$ 钻具钻进至基岩; $\varnothing 130\text{ mm}$ 钻具钻进时,必须逐渐加长钻具长度,保证 $\varnothing 130\text{ mm}$ 粗径钻具在 $\varnothing 146\text{ mm}$ 套管内。在 $\varnothing 127\text{ mm}$ 套管底部安上没有内出刃的 $\varnothing 130\text{ mm}$ 硬质合金钻头,将 $\varnothing 127\text{ mm}$ 套管下至基岩上,再用 $\varnothing 110\text{ mm}$ 钻具钻进至完整岩层,下入 $\varnothing 108\text{ mm}$ 套管。清除孔底异物后,换用HQ金刚石绳索取心钻具钻进。

#### 3.2.2.2 ZK4001孔

该孔开孔为基岩,设计孔深550 m,但上部岩层风化严重,破碎,采用 $\varnothing 150\text{ mm}$ 硬质合金钻具开孔,至较完整的岩层后下入 $\varnothing 146\text{ mm}$ 的井口管,换用PQ金刚石绳索取心钻具钻进,穿过上部的破碎层,钻进至152 m处见完整的圆柱状岩心,继续钻进至175 m深处岩层完整稳定,下入壁厚4.5 mm的 $\varnothing 114\text{ mm}$ 无缝钢管后,换用HQ金刚石绳索取心钻具钻进。

### 3.3 大口径金刚石绳索取心钻进工艺

#### 3.3.1 钻进参数

换用PQ或HQ钻具后,根据岩石的可钻性和完整程度选择钻进参数,选择的钻进参数见表2。

在松软岩层及破碎带中钻进,减小钻压,降低转速,以控制进尺速度。钻压一般降低25%~50%,转速控制在400 r/min以下,使进尺保持均匀平稳。

表2 PQ、HQ钻具钻进参数选择一览表

钻具型号	金刚石钻头类型	钻进参数		
		钻压/kN	转速/(r·min <sup>-1</sup> )	泵量/(L·min <sup>-1</sup> )
PQ	孕镶金刚石钻头	14~18	250~500	90~110
HQ		12~15	350~700	60~90

### 3.3.2 技术措施

#### 3.3.2.1 钻具的装配和使用

(1)认真按说明书组装和维护保养钻具;严格按照《地质岩心钻探规程》进行操作。

(2)因受HXY-42T型钻机回转器立轴通孔直径的限制,使用PQ钻具时,采用六方钻杆作为主动钻杆,使用HQ钻具时,采用HQ钻杆作为主动钻杆,在钻进至软岩层或断层破碎带加钻杆困难时,可卸掉水龙头从回转器上部打捞或投放内管并加钻杆钻进。

(3)打捞岩心时提升速度要慢,提钻时必须先捞出内管再提钻,减小“活塞效应”对孔壁造成的危害。

(4)每次下钻或加钻杆时使用丝扣油。

(5)使用底喷金刚石钻头时,必须使用与底喷钻头配套的卡簧座。

#### 3.3.2.2 护孔方法

该矿区地层比较复杂,局部孔段岩层松软,呈泥状,施工中多遇破碎带,孔内坍塌、超径、缩径、岩粉多,钻进阻力大,但孔内无漏失。在总结以前施工经验的基础上,我们采用套管和浆液护孔相结合,即上部主要以套管护孔,下部主要以泥浆护孔,遇破碎带及时采用灌注水泥浆护孔。

采用泥浆的配方为:3%~6%膨润土+3%~5%Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+300 ppm CMC+100~300 ppm PHP。

泥浆性能为:密度1.02~1.05 g/cm<sup>3</sup>,漏斗粘度25~28 s,失水量7~10 mL/30 min。

在施工ZK1001孔和ZK4001孔时,钻进至263.08 m和545.50 m处时发现取出的岩心呈泥状,且有较明显的缩径夹钻现象,及时调整了泥浆的配比,增加膨润土加量,再加入5% KHm(占粘土量),为防止钻杆内壁结泥皮,将转速控制在400 r/min左右,孔内缩径现象有了明显的改善,钻进至终孔,没有再发现比较明显的缩径夹钻现象。施工的ZK3001孔,钻进至214 m处遇断层破碎带,孔内坍塌,钻具提离井底后放不到位,无法加进钻杆,此时将钻具放在孔底,卸掉水龙头捞心后加钻杆钻进,穿过破碎带后,及时采用水泵灌注水泥浆封闭破碎带孔段,水泥浆的水灰比为0.50~0.55,加入4%的速凝剂,边灌注边开机慢慢上扫钻具,水泥浆全部灌入

孔内后,再注入约 70 L 的替浆水(水泵 2 挡运转约 50 s),取得了较好的效果。

### 3.3.2.3 润滑减阻

大口径钻进时阻力较大,必须保证合理的钻孔孔身结构和钻具级配,使钻具“满眼”。

在施工 ZK4001 孔时,我们采用 PQ 钻具钻进至 175 m,尝试下入壁厚为 4.5 mm 的  $\varnothing 114$  mm 无缝钢管,用壁厚为 8 mm 的  $\varnothing 114$  mm 无缝钢管加工中接箍并进行表面调质处理,这样在  $\varnothing 114$  mm 套管内形成了“内扶正”,减少了钻杆柱与套管内壁的接触面积,减小了钻进时的阻力。钻孔竣工后从起出的  $\varnothing 114$  mm 套管发现,套管中接箍磨损较多,而  $\varnothing 114$  mm 套管内壁磨损甚微,这也证明了下  $\varnothing 114$  mm 无缝钢管护孔的可行性。

使用泥浆并加强管理,勤捞粉,勤测试泥浆性能,发现泥浆性能不合要求,要及时调整或更换,防止冲洗液恶性循环;保持泥浆的性能,在孔壁上形成薄而韧的泥皮,以减小钻杆柱与孔壁岩石的摩擦阻力,再加入适量切削膏或皂化油,润滑效果更明显。

### 3.3.2.4 提高岩矿心采取率的措施

1995 年在此矿区施工时,采用的钻具级配是  $\varnothing 54$  mm 钻杆、 $\varnothing 75$  mm 金刚石普通双管钻具,提钻取心,由于孔径相对较小,有些特殊的取心钻具无法实施;卡簧座与钻头内台阶必须存在的 3~5 mm 的间隙,钻进至泥状岩层或破碎带时,岩心被冲蚀,很难取出,曾采用抓捞、硬质合金钻头干钻补采岩(矿)心,都没有取得明显的效果,造成岩(矿)心采取率低,孔内事故多,工程质量差。

在 2010 年的施工中,我们着重抓好泥浆的使用和管理,保证泥浆有良好的护壁润滑和排粉效果;采用大口径金刚石绳索取心钻进,选用金刚石品级好的钻头,以减少提大钻的次数,保持孔壁的相对稳定;采用金刚石底喷钻头与其配套的卡簧座,保证钻具良好的单动性,减少冲洗液对岩(矿)心的冲蚀和磨损;选择合理的钻进参数,在松软岩层及破碎带岩层中钻进,钻压控制在 8~10 kN、转速控制在 400 r/min 以下、泵量控制在 90 L/min 左右,并将回次进尺严格的控制在 1.00 m 以下,取得了较好的效果,岩(矿)心采取率有了明显的提高。表 3 是 1995 年和 2010 年完工钻孔技术指标情况对比。

表 3 1995 年和 2010 年完工钻孔主要技术指标情况对比表

施工年份	孔号	设计孔深 /m	完工孔深 /m	台月数	台效 /m	岩心采取率 /%	井故率 /%	开孔倾角/方位 /( $^{\circ}$ )	终孔倾角/方位 /( $^{\circ}$ )
1995	ZK2001	425	269.07	1.82	148	61	36	75/25	67.5/24
	ZK002	450	363.20	1.40	260	73	17	75/25	68/17
	ZK003	400	403.55	1.30	312	76	13	75/25	65.5/25
	ZK1902	380	345.10	1.99	193	42	33	77/25	67/26
2001	ZK1001	300	302.58	0.86	352	96	5	69/25	68/23
	ZK3001	300	301.24	0.90	365	97	3	73/25	72/23
	ZK4001	550	600.53	1.81	332	92	4	72/25	69/27

## 4 结语

大口径金刚石绳索取心钻进在小梨园矿区的应用,比较有效地解决了以前在此矿区钻探施工时遇到的孔内坍塌、掉块、孔内事故多、效率低、采心困难、工程质量差等问题,而且钻孔的弯曲也得到了很好的控制,台效和岩(矿)心采取率都有了很明显的提高,钻孔完工孔深都达到或超过了设计孔深,工程施工质量全部合格。

采用大口径金刚石绳索取心钻进,确定合理的钻孔结构和钻具级配,使钻具“满眼”;选择金刚石品级好的钻头,减少提钻次数;使用低固相泥浆护孔,能较好地保持孔壁的相对稳定,突破复杂地层的钻进。使用证明,将转速控制在 400 r/min 左右,钻杆内壁不会形成泥皮。

在松软破碎岩层中钻进,采用底喷金刚石钻头和配套的卡簧座,选择合理的钻进参数,控制进尺速度和回次长度,减少冲洗液对岩(矿)心的冲蚀,可有效的提高岩(矿)心采取率,保证钻孔的施工质量。

## 参考文献:

- [1] 屠厚泽. 钻探工程学[M]. 湖北武汉, 中国地质大学出版社, 1988.
- [2] 曾祥惠, 等. 钻孔护壁堵漏及减阻[M]. 北京: 地质出版社, 1981.
- [3] 李建平. 丰山铜矿复杂地层钻进护壁技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(3).
- [4] 李国志, 等. 浩布高矿区复杂地层钻进护壁堵漏技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(8).
- [5] 张云峰, 等. 新疆准东煤田复杂地层钻井技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(12).
- [6] 地工[1982]558号, 岩心钻探规程[S].