

中深斜孔绳索取心高强耐磨钻杆的研究与应用

黄贡生, 唐进军, 綦 龙

(湖南省核工业地质局三〇二大队, 湖南 郴州 423000)

摘要:针对中深斜孔钻进中 $\varnothing 60$ mm绳索取心钻杆机械强度低、耐磨性能差、钻杆拆卸难等问题,采用对绳索取心钻杆整体调质处理的方式,大幅提高了绳索取心钻杆的机械强度;对绳索取心钻杆表面高频淬火,提高了钻杆表面的硬度和耐磨性;采用重型绳索取心带切口接手,初步解决了绳索取心钻杆拆卸问题。采用上述钻杆在中深斜孔钻进中取得了较好的效果。

关键词:绳索取心钻进;中深斜孔;绳索取心钻杆;热处理;强度;耐磨性;钻杆拆卸

中图分类号:P634.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)05-0047-03

Study and Application of High Wear-resistance Drilling Rod for Wire-line Coring in Medium-deep Inclined Hole/
HUANG Gong-sheng, TANG Jin-jun, QI Long (No. 302 Geological Brigade of Hunan Nuclear bureau of geology, Chenzhou Hunan 423000, China)

Abstract: Disadvantages of $\varnothing 60$ mm wire-line coring drilling rod in medium-deep inclined hole drilling include: low mechanical strength, poor wear-resistance and inconvenient drilling rod disassembling. Quenching and tempering treatment was adopted to wire-line coring drilling rod, the mechanical strength was greatly improved; high-frequency quenching was made to the surface of drilling rod, the hardness and wear-resistance were increased; and the difficulty of disassembling for wire-line coring drilling rod was preliminary solved by heavy wire-line coring joint with mill groove.

Key words: wire-line coring drilling; medium-deep inclined hole; wire-line coring drilling rod; heat treatment; strength; wear-resistance; drilling rod disassembling

1 概述

绳索取心钻进技术具有钻进效率高、岩心采取率高、事故少、工人劳动强度低等优点。随着地质找矿向深部发展,中深孔施工尤其是中深斜孔施工不断增加,采用绳索取心技术钻进中深孔、中深斜孔,充分发挥其优越性,大幅提高钻进效率,降低劳动强度,具有非常重要的意义。而绳索取心钻进中深孔、中深斜孔面临的关键问题之一是绳索取心钻杆的机械强度低、耐磨性能差及拆卸难等问题。为此我们在广东某矿区用 $\varnothing 60$ mm绳索取心钻进倾角 75° 、孔深900 m以深钻孔时,针对上述问题,采用对绳索取心钻杆整体调质处理的方式,大幅提高了绳索取心钻杆的机械强度;对绳索取心钻杆表面高频淬火,提高了钻杆表面的硬度和耐磨性;采用重型绳索取心带切口接手(简称重索接手,即在常用接手的基础上,加大接手外径,加厚接手壁厚,加高丝扣高度),初步解决了绳索取心钻杆拆卸难的问题,提高了拆卸效率。采用上述钻杆在中深斜孔钻进中取得了较

好的效果。

2 高强耐磨绳索取心钻杆的研制

2.1 绳索取心钻杆管材的选择

目前国内拥有较为先进的无缝钢管机组的厂家主要有宝钢、天津大无缝、包钢等企业,据调研收集的资料介绍,经对多家地质管材的材质、化学成分和热处理性能对比试验,认为宝钢生产的地质无缝钢管最佳,但由于 $\varnothing 60$ mm绳索取心钻杆目前国内需求量少,宝钢基本不生产,目前国内只有新余钢铁有限责任公司按照YB/T 5052-9340标准生产小批量供应国内市场,故项目研究 $\varnothing 60$ mm绳索取心钻杆采用新余钢铁有限责任公司生产的 $\varnothing 55.5$ mm \times 4.75 mm无缝钢管(材质45MnMoB)。

2.2 钻杆技术参数

确定中深斜孔钻进用绳索取心钻杆的技术参数如下:

(1) 材质:钻杆体和接头均选用45MnMoB;

收稿日期:2009-03-12

基金项目:湖南省核工业地质局局级科技开发项目(编号:KY2007-302-02)

作者简介:黄贡生(1963-),男(汉族),广西崇左人,湖南省核工业地质局三〇二大队探矿研究所副所长、工程师,探矿工程专业,从事岩心钻探项目管理与技术工作,湖南省郴州市北湖区香花路45号;唐进军(1963-),男(汉族),广西全州人,湖南省核工业地质局三〇二大队副大队长、探矿研究所所长、高级工程师,探矿工程专业,从事岩心钻探项目管理与技术工作;綦龙(1963-),男(汉族),湖南衡阳人,湖南省核工业地质局三〇二大队探矿研究所项目经理、工程师,钻探工程专业,从事岩心钻探项目技术与管理工作。

- (2) 钻杆尺寸: 钻杆体 $\text{Ø}55.5 \text{ mm} \times 4.75 \text{ mm}$;
 (3) 重索接头外径: 58.5 mm ;
 (4) 钻杆定尺长度(含接头): 3 m ;
 (5) 接头螺纹扣高: 1 mm ;
 (6) 钻头直径(外/内): $60.5 \text{ mm}/36 \text{ mm}$;
 (7) 抗拉强度: $\delta_b \geq 1100 \text{ MPa}$;
 (8) 抗扭强度: $> 6000 \text{ N} \cdot \text{m}$;
 (9) 钻杆表面硬度: $\text{HRC}50 \pm 2$ 。

2.3 绳索取心钻杆、接头结构

其结构如图1所示。

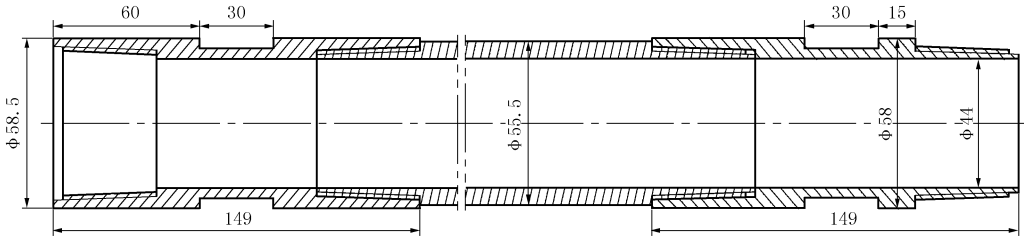


图1 绳索取心钻杆、接头结构图

2.4 绳索取心钻杆、接头热处理和表面处理

2.4.1 绳索取心钻杆热处理和表面热处理

(1) 通过试验和测定表面热处理技术要求, 确定钻杆弯曲度、机械性能参数、表面淬火厚度及硬度。

(2) 绳索取心钻杆调质处理工艺要求: 对绳索取心钻杆进行整体调质, 采用在 4.5 m 井式炉中加热保温, 在 4.5 m 冷却介质炉中淬火, 然后进行回火。考虑到钻杆的加工余量及吊环焊接, 钻杆体长为 2.8 m 。钻杆采用气氛保护, 不允许有氧化现象。

(3) 绳索取心钻杆表面高频淬火处理工艺: 该处理工艺主要是解决斜孔钻进中绳索取心钻杆的耐磨性。此项技术比较成熟, 我们采用卧式高频线圈推进式水冷淬火。

2.4.2 绳索取心钻杆接头热处理及表面处理工艺

试验前期为提高绳索取心钻杆接头在深斜孔钻进中的耐磨性, 对接头适当提高了调质硬度 ($\text{HRC}32 \sim 34$), 但在使用过程中发生微小裂缝和断裂现象。而后采用对钻杆接头渗氮工艺, 但由于渗氮工艺难以控制, 使用过程中开裂现象严重。后期研究决定采用重索接头, 加大接头外径至 58.5 mm , 以增加其抗磨性, 调质硬度为 $\text{HRC}28 \sim 32$ 。

2.5 高强耐磨绳索取心钻杆研制工艺路径

正火状态下钻杆(出厂) → 下料 → 整体热处理 → 抽样试验 → 校直 → 高频表面淬火 → 抽样试验 → 校直 → 机加工。

3 钻杆拧卸问题的解决方法

常规绳索取心钻杆接手不带切口全身光整, 特别是为增加耐磨性事先经过表面高频淬火处理的钻杆, 因表面硬度较大, 在起下钻时, 使用一般钳子经

常出现咬不住打滑现象。在深孔施工中, 起大钻和下钻过程时间很长, 且劳动强度大。为此, 我们经多次实验, 依照普通钻杆接头切口的做法, 在绳索取心钻杆接头上做文章, 首先是将接头外径加大到 58.5 mm , 然后在接头上开一深度为 3 mm 的切口, 在拧卸时用与切口相应的大搬叉进行拧卸。这样就解决了拧卸时打滑的问题, 收到了良好的效果。

4 高强耐磨绳索取心钻杆的应用

4.1 项目生产区地质条件及钻孔设计

项目生产试验区岩石主要有燕山期早期黑云母花岗岩, 深部有燕山期细粒黑云母花岗岩; 9号含矿构造带主要为硅化碎裂岩, 硅化碎裂花岗岩、碱交代碎裂花岗岩等。矿体走向陡峭, 且矿体埋藏较深。

钻孔设计平均孔深 800 m 以上(2006年设计平均孔深 814 m , 2007年设计平均孔深 865 m), 设计倾角均为 75° , 钻探施工难度较大。

4.2 项目生产情况

钻探施工中, 通过3年20000余米工作量的试验, 较好地完成了各项目标任务, 取得了较好的成果, 证明对钻杆、接头所采用的热处理等措施是可行和有效的。

4.2.1 项目对比试验条件

就项目试验区内3个施工机台进行对比试验, 各机台试验条件见表1、表2。

4.2.2 高强耐磨绳索取心钻杆及重索接手试验情况

高强耐磨绳索取心钻杆生产试验情况见表3。

从表3可以看出, 16号机和2号机, 因使用的钻杆经过调质和表面高频淬火, 折断率比较少, 磨损少; 而23号机使用的钻杆为出厂状态, 未经调质和

表1 机台对比试验条件表

机台	钻机型号	钻杆状态	钻杆拧卸	润滑油类型	金刚石钻头
23号机	HGY-1500(飞碟)	出厂状态	重索、切口	TS-302 高效润滑油与普通润滑剂	普通
16号机	HXY-5(连云港)	经调质、高频淬火处理	重索、切口	TS-302 高效润滑油	普通
2号机	GY1600(广探)	经调质、高频淬火处理	重索、切口	TS-302 高效润滑油	普通与特型

表2 机台试验情况表

钻机型号	配置	年份	完成工作量 /m	最深孔深 /m	台月效率 /m	小时效率 /m	机械事故 占用率/%	备注
HGY-1500型 (23号机)	动力:45 kW; 水泵:BW-250型; 钻塔:17 m 四脚铁塔; 钻具:Ø60 mm 绳索取心钻具	2007	2429.68	844	460	1.87	0.50	钻杆未经调质 质淬火处理
		2008	2793.45	820	603	1.71	0.81	
HXY-5型 (16号机)	动力:55 kW; 水泵:BW-250型; 钻塔:17 m 四脚铁塔; 钻具:Ø60 mm 绳索取心钻具	2006	2812.47	938.41	810	2.49	0.30	钻杆经调质 淬火处理
		2007	2564.11	993	598	2.09	0.50	
		2008	1402.12	718.75	720	1.90	1.90	
GY-1600型 (2号机)	动力:55 kW; 水泵:BW-250型; 钻塔:17 m 四脚铁塔; 钻具:Ø60 mm 绳索取心钻具	2006	2791.27	1027.62	680	2.59	0.80	钻杆经调质 淬火处理
		2007	2785.30	994	619	2.37	1.10	
		2008	2832.79	739.80	785	1.92	0.63	

表3 高强耐磨绳索取心钻杆试验情况

机号	钻机型号	钻杆状态	完成工作 量/m	最深孔深 /m	断脱情况	钻杆磨损量 /mm	备注
23	HGY-1500型 (动力:45 kW)	规格:Ø55.5 mm × 4.75 mm; 材质: 45MnMo; 出厂正火状态、重索切口接手	5223.13	844	钻杆断88次; 丝扣脱扣103次	0.8~1.2	
16	HXY-5型 (动力:55 kW)	规格:Ø55.5 mm × 4.75 mm; 材质: 45MnMoB; 整体调质、表面高频淬火、重索切口接手	6778.7	993	钻杆断12次; 丝扣脱扣27次	0.30~0.47	
2	GY-1600型 (动力:55 kW)	规格:Ø55.5 mm × 4.75 mm; 材质: 45MnMoB; 整体调质、表面高频淬火、重索切口接手	8409.36	1027.62	钻杆断8次; 丝扣脱扣44次	0.30~0.48	其中在湖南汝城某项目施工一个孔 832.75 m

表面高频淬火处理, 折断率较高, 磨损大。16号机折断率为每钻进565 m折断一次, 2号机折断率为1051 m折断一次, 而23号机的折断率为每钻进59 m即折断一次, 折断率为16号机的9.58倍、2号机的17.81倍, 由此可见钻杆事先经过调质和表面高频淬火处理后, 大大提高了绳索取心钻杆的强度和耐磨性, 减少了事故时间, 提高了生产效率, 延长了钻杆的使用寿命。

项目试验区某孔(孔深1027.62 m、倾角75°)使用重索切口接手的绳索取心钻杆与江西某项目某孔(孔深1028 m、倾角82°)没有使用重索切口接手的绳索取心钻杆进行对比, 在相同孔深(800 m以深)的条件下, 前者相对于后者来讲, 每起一趟大钻的时间节省4个多小时, 且工人的劳动强度大幅降低, 拧卸工具的损耗大幅减少。

5 结论

(1) Ø60 mm 绳索取心钻杆选用45MnMoB合金管材进行调质并表面高频淬火后, 其强度和耐磨性大幅提高, 根据测试, 钻杆的抗扭矩达到6200 kN·m, 相当于Ø75 mm 绳索取心钻杆的抗扭强度。但

由于新余钢厂生产的无缝钢管产品的有效化学成分偏低(但不低于国家标准), 有害元素处于相关标准规定的范围高限, 同时每炉钢管化学成分分散性大, 金属氧化现场较重, 对调质处理的冷却介质要求较高。每一批产品调质后均要进行抗拉试验。

(2) 将接头外径加大到58.5 mm, 并在接手上铣3 mm 拧卸切口的方法, 简单易行, 简化了拧卸工序, 节省了拧卸工具, 提高了拧卸效率, 降低了劳动强度, 且对接手的强度影响不大。

(3) 由于钻杆、接手的强度提高, 且使用重索有切口接头, 大大降低了处理事故时间, 提高了钻探台月效率, 减轻了工人劳动强度, 在中深斜孔钻进中取得了很好的经济效益。

参考文献:

[1] 汤凤林. 岩心钻探学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.
 [2] 曹智本, 等. 金属材料及热处理[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1987.
 [3] 张焱, 等. 深井中钻铤螺纹联接的强度研究[J]. 探矿工程, 1998, (5).
 [4] 孙建华, 等. 复杂地层中深孔绳索取心钻探技术研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(5).