

JD 直连式深孔绳索取心钻杆的研制与应用

许华松, 章强华, 熊海书

(武汉金地探矿机械有限公司, 湖北 武汉 430081)

摘 要:根据深部找矿的需要, 立足于我国目前钻探设备现状和材料冶炼及机械加工水平, 通过对钻杆选材、结构、制造工艺的创新, 研制了一种两端缴粗后整体热处理再车螺纹的新型深孔绳索取心钻杆及配套钻具, 经使用, 效果达到了设计要求。

关键词:直连式钻杆; 深孔; 绳索取心钻杆; 钻具

中图分类号: P634.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2008)10-0033-03

Development and Application of JD Direct-connected Wire-Line Coring Drill Pipe/XU Hua-song, QIN Qiang-hua, XIONG Hai-shu (Wuhan Jindi Exploration Machinery Co. Ltd, Wuhan Hubei 430081, China)

Abstract: In the need of deep ore exploration, with current development of drilling equipment, and with smelting and mechanical processing ability, a new wire-line coring drill pipe and its drilling system were developed. The application result met the design requirement.

Key words: direct-connecting drill pipe; deep hole; wire-line coring drill pipe; drilling tool

1 概述

绳索取心钻进技术在我国应用于生产实践已有 30 多年的历史, 由于它具有钻进效率高、岩心采取率高、事故率低、劳动强度低等优点, 得到广泛的应用, 现已成为我国目前找矿的主要手段。

经过了几十年的勘探开发, 目前我国浅层矿产资源已基本探明, 许多矿产因大量开采已开始紧缺。随着我国经济的快速发展, 对矿产资源的需求日益增大, 为此, 在“九五”~“十一五”期间, 国家对大型危机矿山的资源接替投入了大量资金, 用于深部找矿。

本项目针对 1200~2000 m 深部探矿(金属、煤炭、非金属), 研制开发的 JD 直连式深孔绳索取心钻具, 具有钻进效率高, 岩心采取率高, 钻头寿命长, 劳动强度小等优点, 大大提高了钻探效率, 随着钻孔深度的加深, 其优势更为明显。本项目将国外先进的探矿钻进理念与我国的国情相结合, 通过钻杆及内外管总成一系列的技术创新, 有效地克服了传统钻具不能钻进深孔的缺陷, 显著地提高了钻杆及钻具的钻进深度和可靠性。与其它产品相比, 具有如下特点:

(1) JD 直连式深孔绳索取心钻杆及钻具经现场使用, JD-76SS 钻杆可满足 2000 m、JD-95SS 钻杆可满足 1500 m 深孔钻进的要求;

(2) 钻杆尺寸和螺纹设计采用先进的非对称牙型, 密封及承载能力更好;

(3) 钻杆质量轻、强度高、耐磨性好, 连接方便;

(4) 同类产品比进口产品价格低 55%;

(5) 可以与进口及国产的全液压钻机、立轴式岩心钻机配套使用;

(6) 复杂地层钻杆换径容易, 可用钻杆代替套管;

(7) 内外管总成通过结构创新, 深孔取心性能更稳定。

和普通钻杆一样, 绳索取心钻杆在钻进过程中既要能承受拉伸、压缩、扭转、弯曲应力及冲击载荷, 又要满足捞取岩心的需要。

国内常用的绳索取心钻杆靠接头联接, 钻杆和接头螺纹联接部分在钻进过程中经常折断, 造成孔内事故。

因此, 深孔钻具的关键是提高钻杆、钻杆接头的强度和刚性, 使其在钻进深孔时能承受较大的压力和扭矩。

我公司深孔钻具的核心技术——钻杆采用不用接头直接连接的方式, 整根钻杆采用整体调质处理, 其钻深能力和使用寿命提高 1 倍以上。内外管总成在我公司现有产品的基础上增加了到位报信机构。

目前已形成深孔钻探的系列化口径钻具产品,

收稿日期: 2007-11-07; 改回日期: 2008-09-22

作者简介: 许华松(1968-), 男(汉族), 武汉金地探矿机械有限公司副总工程师、研究所所长, 机械制造专业, 从事钻探机具及金刚石制品的研究工作, 湖北省武汉市青山区吉林街 1 号, xuhuase@126.com。

公司生产的2000 m深孔绳索取心钻具为国内领先水平。

2 研究方案和内容

2.1 钻杆的结构设计

2.1.1 钻杆(接头)设计

钻杆结构的设计,关键是钻杆的连接强度和刚度。

(1)钻杆连接采用直连式(不加接头),同时根据用户要求,也可以将钻杆镦粗后加接接头,但螺纹参数与直连式螺纹参数一致。

钻杆采用直连式连接,每根钻杆螺纹头由6个头减至2个头,大大减少了钻杆螺纹折断的概率。

(2)通过钻杆端部加厚,使接头壁厚由5.5 mm加厚至6.75 mm,可增加强度23%。

(3)在保证钻杆螺纹不滑扣的前提下,改变螺纹锥度,加大螺纹根部的尺寸,从而增大了螺纹的强度,通过优化设计,螺纹根部厚度可增加0.42 mm,增加强度13%。

(4)螺纹的牙型设计了2种:一种是“正角度面”牙型,此牙型加工简单,技术成熟;另一种“负角度”牙型,对防脱扣螺纹技术上有一定的优势,但加工复杂,我们把它作为产品开拓市场、创新的一个试点。

(5)采用薄壁的优质调质钢管作为钻杆料,原钻杆壁厚5 mm,现钻杆壁厚4.5 mm,钻杆质量减轻9%,既减少了原材料的消耗,降低了成本,更重要的是减轻钻机的提升载荷和回转矩,从而提高了钻机的钻深能力。优选钻杆材料,使钢材的强度由850 GPa提高至1100 GPa。

2.1.2 钻具结构

深孔钻杆可与国内外钻具配用,因为钻孔加深,我们在保持原ZN-75S钻具结构的基础上增设了到位报信装置,使钻具功能更加完善。

2.1.3 钻杆加工工艺流程

下料→端部加热→端部镦粗→整体淬火→整体回火→钻杆硬度检测→钻杆校直→钻杆螺纹加工→钻杆螺纹检验→后处理→包装入库。

2.2 管端加厚工艺的研究

2.2.1 管端加厚工艺的制定

通过实践,将原先设计的管端加厚2次变成一次加厚成型,加热温度根据钻杆材料的锻造温度范围确定为 1150 ± 20 °C。

我们将原设备的电路进行了改造,增加了一套

激光测温系统和自动化温控系统,有效地防止了过烧和烧不透的情况。

2.2.2 管端加厚模具的设计及制造

第一套模具是采用H11模具钢整根棒料制作而成,冲头与机座联接部分最大直径处为145 mm,总长度为740 mm,而最小端部直径为58 mm。机加工量相当大,而且浪费了大量昂贵的热模具钢。

通过分析设计,将模具冲头做成2部分,尾部用40Cr,头部用性能更高的H13热模钢。这样做的好处为:(1)在保证管端墩厚质量的前提下,减少了模具钢的用量;(2)当模具达到寿命极限后,只需换上冲头新的头部即可,节约了大量的热模钢;(3)使用H13钢后,冲头的寿命提高了1/3。通过上面的设计,每套模具成本降低了4000多元。

2.2.3 管端加厚工艺的改进

选择适宜的模具冷却液,再对模具的心模进行水冷却,既提高了生产效率,又提高了产品质量。

2.2.4 管端加厚模具润滑材料

通过反复实践,我们研制出一种管端加厚模具润滑材料,是用石墨、二硫化钼、机油按2:1:2配制而成。经使用,提高了模具的耐用度和产品的质量,也使脱模更容易。

2.3 热处理工艺的研究

2.3.1 钻杆整体热处理工艺的研究和制定

加热炉为3.5 m专用深井炉。

钻杆热处理摆放方式为:采用挂吊的方式入炉和入池,有效地防止了细长的钻杆热处理后弯曲变型的难题。

我们研制了全自动深井炉盖,炉盖可根据操作人员的指令自动升降和开合,还能承受挂吊工件的重力,具有性能稳定、安全、密封好、热能损失少的特点。

结合环保和安全因素,我们设计制造了一套全自动钻杆清洗设备,用于淬火后、回火入炉之前的钻杆体上残留淬火油的清洗,减少了回火时油烟排放的95%,消除了因深井炉油烟排放不出发生爆炸的严重安全隐患,同时也提高了热处理量效率。

选用快速淬火油,油池形状为圆形,内径为2 m,深度为4.2 m。通过一定排量的齿轮泵从油池上部吸入,油从外部冷却池冷却后排回油池,形成油循环;圆形油池周边设计一圈密封夹层,里面装满水,与车间外面的水池通过水泵形成水循环。上面的措施降低了淬火时的油温,同时使油池里的上下油温几乎一致。油池设计了一套油温监测系统,以便动

态掌握油温。

2.3.2 解决钻杆两端处理硬度不一致的问题

工件束上部用保温罩保温,订制专用行车,起吊设置快慢速,从井式炉起吊热工件和往油池放入工件时用快速,其余时间用慢速挡。

通过上述方式将工件的上下两端热处理的硬度差控制在洛氏 2 度范围内。

2.3.3 解决淬火油池的起火问题

加设防火盖板,并采用氮气隔氧层。

3 本项目的技术关键和创新点

3.1 技术关键

(1) 钻杆螺纹参数进行了优化。如螺纹锥度、牙型等,提高螺纹强度和防脱扣能力。

(2) 选用优质调质钢,端部加厚,整体热处理,从而大大提高了钻杆的强度和刚性。

3.2 创新点

(1) 采用了最新国内外绳索取心钻杆优化的技术参数。

(2) 采用了薄壁的优质调质钢管作为钻杆材料。

(3) 采用了直连式无钻杆接头的连接形式,整体热处理。

(4) 在缴粗时,对心模进行水冷却,控制心模的最佳温度。

(5) 在整体热处理时,用氮气气幕防止油池起火,使热处理安全有保障。

4 关键工序的质量保证及检测

深孔钻杆性能的好坏、钻杆强度和刚性高低、产品质量是否能稳定保持一致性,生产过程中的质量

(上接第 17 页)

由表 1 可以看出,使用螺杆钻具和 PDC 钻头组合后,机械钻速有了大幅度的提高,而且 PDC 钻头使用时间比牙轮钻头要长得多,节约了更换钻头的时间,钻井周期明显缩短,同时也避免了牙轮钻头牙轮脱落事故的发生。

6 结语

(1) 螺杆钻具配合 PDC 钻头钻井,可以大大地提高机械钻速,降低钻井成本,缩短钻井周期。

(2) 采用螺杆钻具配合 PDC 钻头钻进方式,首先选择配合较好的螺杆钻具和 PDC 钻头,才能发挥

控制是很重要的环节。在钻杆热处理工序和钻杆机加工中建立了质量控制点,严格按工艺质量检验标准进行控制。

原材料入厂时,严格执行检验制度,把好质量的第一关。

对热处理工艺的淬火和回火工艺的硬度进行全检。

对机加工的质量控制,针对钻杆的每一个尺寸的公差都设计和加工了量具,每个尺寸都进行全检,从而保证了机加工的精度。

5 JD 直连式深孔绳索取心钻杆在大冶铁矿深孔找矿中的应用

大冶铁矿深部找矿属国家危机矿山接替资源项目,武汉中南冶勘资源环境工程有限公司购置我公司 $\varnothing 71\text{ mm}$ (JD-76SS) 直连式深孔绳索取心钻杆 4000 m,用于深孔钻进。采用 XY-6B 型全液压钻机, BW250 型水泵, AT02 型 (16.5 m) 两脚钻塔,成功地完成了深度为 1535.8 m 的钻孔施工,取得了良好的效果。

6 结论

(1) 经现场使用, JD 直连式深孔绳索取心钻杆及钻具可满足深孔钻进的要求。

(2) 尺寸和螺纹设计是先进合理的。

(3) 国产的管材经过调质后完全可以满足深孔钻探的要求。

(4) 同类产品比进口产品价格低 42%。

(5) 可以与进口及国产的全液压钻机、立轴式岩心钻机配套使用。

该组合的最大效率。

(3) 采用螺杆钻具配合 PDC 钻头钻进方式,应严格遵守螺杆钻具的使用规程,否则会损伤其寿命。

(4) 由于 PDC 钻头所需钻压小,切削出来的岩屑很细,因此钻井液中的固相含量很高,所以要及时清除钻井液中的固相含量和岩屑,保持泥浆的洁净度,否则也会影响机械钻速。若密度过高,还可能压漏地层。

参考文献:

- [1] 祝效华, 吴爱民, 于万龙, 等. 螺杆钻具结构改进[J]. 石油钻探技术, 2008, (2): 51-53.