

# 回火温度对钻杆接头性能的影响

张菊琴

(河北省地矿局第一地质大队,河北邯郸 056001)

**摘要:**在对绳索取心钻杆接头断裂现象分析的基础上,开展了对钻杆接头热处理工艺的研究。经研究改进了热处理工艺,调整了表面处理方式,使钻杆接头断裂现象较调整工艺前有明显减少,延长了钻杆接头的使用寿命,提高了勘探施工效率,减少和预防了孔内事故的发生。

**关键词:**钻杆接头;热处理;硬度;冲击韧性

中图分类号:P634.4;TG156.5 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2012)05-0053-03

**Influence of Tempering Temperature to Drill Pipe Joint Performance/ZHANG Ju-qin** (No. 1 Geological Brigade, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration, Handan Hebei 056001, China)

**Abstract:** Based on the analysis on joint fracture of wire-line coring drill pipe, study was made on the heat treatment process for drill pipe joint. The surface treatments were improved, joint fracture significantly decreased with longer service life of drill pipe joint, higher exploration construction efficiency and downhole trouble prevention.

**Key words:** drill pipe joint; heat treatment; hardness; impact toughness

## 0 引言

钻杆是勘探施工的必备工具。近年来,随着我国地质勘探事业的发展,钻探工作量的逐年增多,钻杆用量越来越大,作为关键连接部件的钻杆接头的用量更是逐年增加。我队在钻杆加工、钻探施工及钻杆维修过程中的统计数字表明,约60%的钻杆失效事故发生在关键连接部位钻杆接头处。钻杆接头作为钻杆的连接部件,在钻进过程中需经常拧卸,需要承受拉伸、扭转、弯曲、振动、冲击等多种复杂载荷的作用,这就要求接头必须具有较高的强度和良好的韧性。但因加工螺纹,又使其强度降低。2009年,在邯郸三陵乡煤矿施工中,在钻孔近1200 m时,由于接头断裂致使该孔报废损失60多万元。所以,研究钻杆接头螺纹部位失效机理,研究提高接头质量,对减少接头早期失效事故,提高钻井效率和节约钻探成本具有十分重要的意义。

影响钻杆接头失效的因素比较复杂,包括结构设计、制造工艺以及操作工艺等因素。本文仅就加工制造中的一个特定环节——热处理工艺展开特定研究。探究影响钻杆接头组织材质变化的热处理工艺,并重点以材质为30CrMnSiA SR绳索取心钻杆接头为研究对象,对现有接头的热处理工艺加以探讨和改进,以期从此环节开始提高钻杆接头的使用效率。

## 1 失效接头的分析

我们首先对取自不同地区、不同工况环境失效接头进行了分析,发现钻杆接头断裂多处在接头外螺纹第一、二扣位置,部分扣顶端处有明显挤压痕迹,断口呈人字形或放射状,断口整齐,分析应属脆性断裂。取同批次钻杆接头做组织状态分析,发现断裂接头金相组织显示为有明显马氏体位向的回火索氏体,及大量未溶条块状铁素体。实测硬度HRC35~40。未断裂钻杆接头组织显示为细致均匀的回火索氏体及少量未溶铁素体(3级以内)。实测硬度HRC32~34。

钻杆接头发生失效断裂有多方面的因素造成,但热处理环节是各环节的第一步,由上述分析可以初步说明钻杆接头断裂与材料塑性、韧性及热处理不当有关。所以,首先需要调整现有热处理工艺参数,降低材料硬度,提高材料的冲击韧性。

## 2 热处理工艺试验方案

合理确定绳索取心钻杆接头热处理及表面处理工艺,是进一步提高绳索取心钻杆连接强度和耐磨性的技术途径之一。为此,我们对接头热处理——调质工艺进行了多次分析研究,结合失效分析结果中材料组织进行改进。

现有钻杆接头材质为30CrMnSiA,热处理工艺

收稿日期:2011-12-28;修回日期:2012-05-08

作者简介:张菊琴(1969-),女(汉族),甘肃武威人,河北省地矿局第一地质大队实验室主任、工程师,应用化学工业分析专业,从事实验测试工作,河北省邯郸市陵园路92号,zhanglan\_01@sina.com。

为850℃淬火,淬火液冷却,520℃回火,空冷。为开展研究,作如下调整比对:

方案一:860℃淬火,淬火液冷却,550℃回火,空冷,硬度HRC28~32;

方案二:860℃淬火,淬火液冷却,550℃回火,水冷,硬度HRC28~32;

方案三:860℃淬火,淬火液冷却,570℃回火,空冷,硬度HRC28~32;

方案四:860℃淬火,淬火液冷却,570℃回火,水冷,硬度HRC28~32;

方案五:860℃淬火,淬火液冷却,600℃回火,空冷,硬度HRC28~32;

方案六:860℃淬火,淬火液冷却,600℃回火,水冷,硬度HRC28~32。

为增强接头的耐磨性能,对经过上述方案处理的加工件进行液体渗氮处理。渗氮处理工艺方案如下:

方案一:550℃加热2.5h,液体渗氮;

方案二:570℃加热2.5h,液体渗氮;

方案三:600℃加热2.5h,液体渗氮。

### 3 试验分析数据

对不同工艺处理的接头做金相组织分析(组织状态见图1~3)。

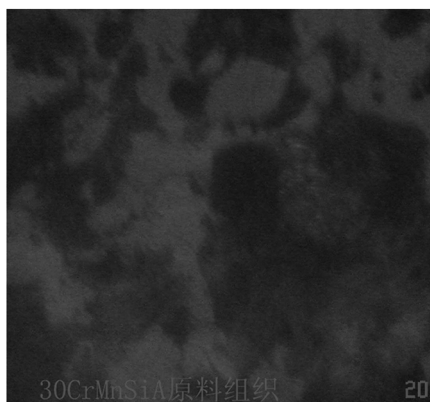


图1 图1 30CrMnSiA 原始组织

从金相组织分析,原材料属热轧状态,基体组织为正火态的铁素体和珠光体,100×观察存在1级带状组织(见图1)。

550℃回火空冷、水冷(图2)组织无明显区别,基体为有明显马氏体位向的回火索氏体及残余奥氏体,另有少量未溶铁素体,实测硬度符合技术要求HRC28~32。

570℃回火空冷、水冷(图3)无明显区别,基体

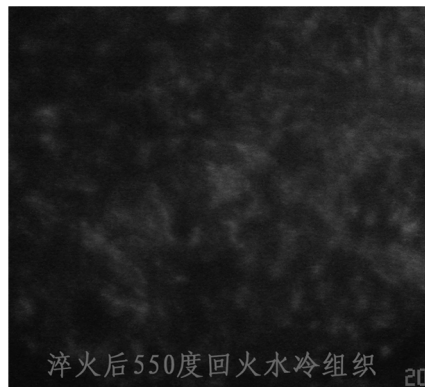


图2 淬火后550℃水冷回火组织

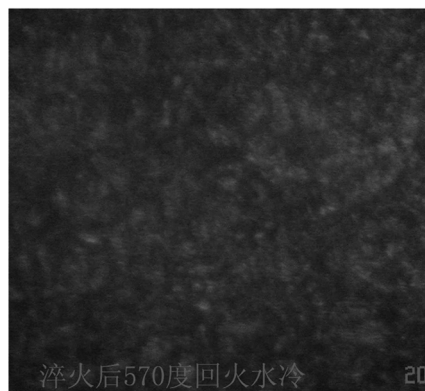


图3 淬火后570℃回火水冷组织

为细致均匀的回火索氏体及残余奥氏体,另有极少量未溶铁素体。实测硬度HRC28~32符合技术要求。

600℃回火空冷、水冷无明显区别,基体组织为细致均匀的回火索氏体及残余奥氏体,另有极少量未溶铁素体。实测硬度HRC25~30,低于技术要求值。

加工件经不同工艺渗氮处理后,基体组织与原组织相似,无明显区别。仅在外表面有约12~15μm的白亮致密氮化层。表面硬度HRC55~65。

对不同工艺状态处理的钻杆接头试样做夏洛比常温冲击韧性试验,结果见表1。

对经不同工艺渗氮处理的接头做48h无间歇磨损试验,200次拧卸,无粘扣,外表银灰色氮化层无明显损伤。

### 4 试验结果分析

结合金相组织分析情况和冲击试验数据分析,可以得出以下几点认识。

(1)理论上,30CrMnSiA中含有Cr、Si这些有过热倾向和回火脆性的元素,回火脆性区域内回火时,

表1 不同工艺状态处理的钻杆接头冲击韧性

回火温度/℃	热处理状态	冲击韧性/(J·cm <sup>-2</sup> )
原材料	热轧态	128.3
失效件	520℃回火空冷	124.2
550	空冷	121.1
	空冷+渗氮	125.9
	水冷	130.6
	水冷+渗氮	135.8
570	空冷	134.8
	空冷+渗氮	138.8
	水冷	146.4
	水冷+渗氮	148.2
600	空冷	142.2
	空冷+渗氮	140.1
	水冷	144.5
	水冷+渗氮	145.5

应在回火后进行快冷。在570℃回火后用水冷方式进行快速冷却,是可以消除二次回火脆性的,所以,采用570℃回火后水快速冷却的工艺符合合理要求,同时试验表明这种方式处理的材料韧性优于空冷处理方式。

(2)对于中碳合金钢30CrMnSiA材料加工的接头,回火温度的提高,硬度有所减低,材料的冲击韧性得到一定提高。试验结果符合Mn-Si-Cr系贝氏体-马氏体钢的研究结论,即对中碳及中高合金钢,由于有一定量的Si的存在,可使钢的回火脆性出现的温度升高,使钢可以在较高温度下回火,更多地消除淬火应力,同时还能抑制渗碳体的析出,形成由贝氏体铁素体和片间或片条内的富碳膜状残留奥氏体构成的无碳化物贝氏体,这种组织不仅提高钢的强韧性还可明显改善钢的延迟断裂性能。

(3)600℃回火处理的接头再经过渗氮570℃的二次回火后冲击值无明显提高反有降低,从经济效益考虑,采用570℃回火较为适宜。

(4)从试验数据看,材料经渗氮处理与非渗氮处理,在冲击韧性上表现不明显,差异不大。但渗氮后可增加材料的耐磨性能,提高了钻杆接头的使用率,节省了成本。

## 5 热处理方案的改进

根据上述试验结果及分析,对材料的热处理基本工艺调整为:860℃淬火,570℃回火后水冷,后经570℃液体渗氮。在实际操作中只要操作得当,严格按工艺执行,既可消除材料的回火脆性,又可在一定程度上提高材料的冲击韧性,且合理的渗氮处理,还增强了接头的耐磨性能,极大的延长了接头的使用寿命,提高了接头的使用率。

## 6 野外生产应用成效

经近6个月对不同地区、不同工况条件用户使用情况的跟踪及反馈情况,使用改进工艺处理的钻杆接头,失效事故率较改进前减少近20%,耐磨性能有较大提高,已得到了用户的认可,创造了一定的经济效益。其中2008年9月,我厂生产的专利产品——端部加厚摩擦焊接绳索取心钻杆,在河北隆化境内大乌苏南沟钒钛磁铁矿矿区,由河北省地矿局第四地质大队使用并创造了ZK2405钻孔孔深2010.26m的纪录。这充分表明该类钻杆钻具的各项加工技术在中深孔和复杂地层钻进施工中有了更大的可靠性和把握性,从而大大提高了施工的效率,节省了施工成本。

## 参考文献:

- [1] 孙建华. 大深度复杂地层绳索取心钻探技术[J]. 地质装备, 2008, (4).
- [2] 上海市技术制造工艺研究所. 金相分析技术[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1987.
- [3] 国家机械工业委员会. 中温热处理工工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.
- [4] 韦德骏. 材料力学性能和应用测试[M]. 湖南长沙: 湖南大学出版社, 1997.
- [5] 夏立芳. 金属热处理工艺学[M]. 黑龙江哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2007.
- [6] 屠海令, 干勇. 金属材料理化测试全书[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [7] 章立群, 刘自成, 刘东雨, 等. Mn系贝氏体/马氏体复相钢的研究及应用进展[J]. 金属热处理, 2006, (12).
- [8] 王振志, 李艳丽, 廖红玲. 旋转台肩式螺纹的粘扣问题分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(1).

## 勘探技术研究所“钻探工艺及器具展厅”揭牌

本刊讯 2012年4月20日,中国地质科学院勘探技术研究所举行了“钻探工艺及器具展厅”揭牌仪式。所长张金昌为展厅揭牌并讲话。他说,钻探工艺及器具展厅为大家提供了钻探器具的实物展示,很有示范和教育意义。2012年4月22日是第43个世界地球日,其主题为“珍惜地球资源 转变发展方式——推进找矿突破,保障科学发展”,我们将用创新的钻

探工艺和器具节约资源并为发展提供坚实有力的技术支撑。

该展厅由勘探所新技术二室建设,旨在加强学术交流,促进科技成果转化,宣传科研成果。主要展示液动潜孔锤钻探技术、绳索取心与孔内事故处理技术、多工艺空气钻进技术等钻探工艺新技术。厅内展出的钻具种类齐全、功能先进,成为勘探所又一个对外交流展示的平台。