

矿用高强度钻杆关键制造工艺技术分析

田东庄

(煤炭科学研究总院西安研究院, 陕西 西安 710054)

摘要:在瓦斯抽采钻孔施工过程中, 钻杆承受复杂交变应力的作用, 往往从焊缝区断裂, 选用合理的摩擦焊接工艺和热处理工艺生产钻杆, 增强钻杆焊缝区的机械性能, 是延长钻杆服役时间的有效技术途径。

关键词:矿用高强度钻杆; 关键制造工艺; 摩擦焊接工艺; 热处理工艺; 机械性能

中图分类号: P634.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)07-0043-03

Analysis on Key Manufacturing Technology of High-strength Mine Drilling Rod/TIAN Dong-zhuang (Xi'an Branch of China Coal Research Institute, Xi'an Shaanxi 710054, China)

Abstract: In the process of gas extraction borehole construction, drilling rod bears the effect of complex alternating stress, fractures usually appear in welding seams. Reasonable friction welding and heat treatment technology are effective technical avenue to improve the mechanical property of welding seams and to increase the service life of drilling rod.

Key words: high-strength mine drilling rod; manufacturing technology; friction welding; heat treatment; mechanical property

0 引言

煤炭是我国一次能源的主体。随着煤矿生产效率的提高和开采深度的逐步增加, 煤矿瓦斯灾害问题也越来越突出, 严重制约着我国煤炭工业的发展^[1]。为了确保煤矿安全生产, 国家煤矿安全监察局提出了“先抽后采, 监测监控, 以风定产”的十二字方针, 由此带动了煤矿瓦斯抽采技术的发展。

钻杆是实施钻孔施工传递扭矩的工具。在煤矿井下钻进过程中, 钻杆从孔口把钻机的转矩和动力传递给孔底的钻头, 用以破碎岩石或煤层。由于受到煤矿坑道环境的限制, 钻杆比较短, 长度通常为 1000 ~ 1500 mm。因此, 接头螺纹拧卸频繁, 钻杆容易在接头部位出现失效现象。特别是在施工近水平瓦斯抽放孔过程中, 钻杆承受着复杂交变的拉、压、扭、弯曲、震动等载荷^[2], 加上塌孔和埋钻等孔内事故, 钻杆往往从焊缝区断裂, 恶劣的工况条件要求钻杆整体强度要高。在钻杆的生产加工过程中, 加强对钻杆摩擦焊接工艺和热处理工艺等关键技术的研究, 是提高钻杆焊缝区强度的有效措施。

1 钻杆的摩擦焊接

矿用钻杆结构如图 1 所示, 杆体材料选用宝钢和衡钢等企业生产的 R780 地质无缝钢管。接头材料选用 Cr、Mo 含量高的优质合金钢。

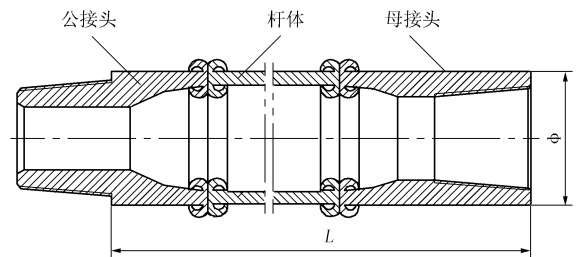


图 1 矿用高强度钻杆结构图

1.1 摩擦焊接原理

钻杆的摩擦焊接就是利用钻杆接头与杆体在一定摩擦压力下相对旋转产生的热量将摩擦接触表面加热到很高的温度(约 1200 ~ 1300 °C), 使金属处于热塑状态, 然后施加一定的顶锻力, 挤掉焊缝中产生的有害夹杂物微粒, 如气孔、偏析、夹渣等缺陷。通过接头和杆体焊接面上的分子互相渗透、扩散再结晶, 形成一个具有一定厚度、金属相互镶嵌的空间结构的坚固结合面。保压一定时间后, 即可将钻杆接头和杆体焊接在一起^[3]。

1.2 影响焊接质量的工艺参数确定

大量的研究表明, 摩擦焊接的焊接质量取决于主轴转速、轴向压力、轴向缩短量、顶锻压力和保压时间等因素。在整个摩擦焊接过程中主轴的转速由电机的功率和泵量决定。而摩擦压力, 调定以后在焊接过程中也是一个不变量。所以, 通常采用定时

收稿日期: 2009-04-01; 改回日期: 2009-06-22

作者简介: 田东庄(1970-), 男(汉族), 陕西富平人, 煤炭科学研究总院西安研究院钻探机具研究所所长、高级工程师、硕士生导师, 钻探机械专业, 博士, 从事钻探机具的研制与推广工作, 陕西省西安市高新技术开发区锦业一路 82 号, tiand1008@163.com。

或定缩短量的方式来控制焊接过程^[4]。顶锻压力是在主轴停止回转后才施加的,可以单独调整。工件的最终缩短量则是各方面因素综合作用的结果。

摩擦压力与主轴转速共同影响着焊接面的发热量。当主轴转速很高,摩擦压力很小时,变形的速率小,会使焊接过程延长,焊接接头产生过热,焊合区的金相组织粗大;当主轴转速很低,摩擦压力很大时,变形速率高,焊接时间缩短,焊接面没有达到足够的温度,接头和杆体的焊接熔合性不好,影响焊接质量。顶锻力的大小和保压时间的长短对焊缝强度及焊合区的金相组织也有很大影响。

由于上述因素的影响是多方面的而且是互相关联的,所以钻杆的摩擦焊接规范还不能通过简单的计算来确定,需要在实际工作中通过大量的试验来总结出焊接工艺参数。部分参数可以近似计算,如:顶锻压力 = 摩擦压力 × (1.5 ~ 2.0), 缩短量 = 直径 × (10% ~ 15%)。

在确定了焊接工艺参数后,钻杆的焊接过程由计算机闭环系统控制完成,基本不受外界环境条件的干扰,确保焊接质量的稳定。

1.3 控制焊接质量的管理措施

虽然影响摩擦焊接质量的因素很多,但只要严格把关,钻杆的焊接质量还是可以得到很好控制的。通过近几年的探索,我们总结出下列几条经验:

(1) 试焊前,认真检查焊机旋转夹具与移动夹具一夹、二夹的同轴度,根据生产经验一般要求同轴度 ≥ 0.2 mm;

(2) 检查并调整好焊接参数;

(3) 控制好杆体的直线度;

(4) 检查杆体和接头焊接端面是否已加工、除锈,并用丙酮溶液擦拭焊接面,以去掉油污、铁屑等脏物;

(5) 焊接过程中,当油温达到 55 °C 时,应停止工作,待油温降下来以后,再进行焊接,以保证钻杆的焊接质量;

(6) 每根钻杆焊接完成后,用肉眼逐根检查焊缝飞边的情况,看有无明显裂纹、未熔合等缺陷,如发现疑点可用无损探伤法作进一步检查。

2 钻杆的热处理

2.1 焊缝的热处理

钻杆焊接过程中,在焊机主轴的高速旋转影响下,接头和杆体焊接面处产生很高的温度,使其产生塑性变形,并伴随着奥氏体组织转变。在顶锻完成

后,由于焊缝两侧冷金属的热传导作用,使发生组织相变的焊缝区域迅速冷却。该区域不仅硬度很高(最高可达 HB520),晶粒及显微组织十分粗大,还存在着不同程度的内应力及焊接脆化现象,其组织和性能难以达到要求^[5]。为了改善焊接区的性能,必须对焊缝进行去应力处理,其主要目的是:

(1) 消除或减少内应力;

(2) 调整硬度,减少脆性,得到所需要的韧性、塑性,以利切削加工;

(3) 促使不稳定的淬火马氏体和残余奥氏体稳定化,以保证工件在以后的使用过程中不再发生尺寸和形状的改变。

2.2 焊区的机械性能分析

为了提高钻杆的综合机械性能,钻杆在焊接前分别对材质为 42CrMo 的钻杆接头和 42MnMo 材料的杆体进行了调质处理,使其机械性能达到 G105 级别钻杆的标准。在对钻杆焊接工艺参数优化的基础上,对接头和杆体进行了摩擦焊接,采用不同的热处理回火温度对焊区进行去应力处理,制成试样后送到兵器工业部西北地区理化检测中心检测,所得焊区机械性能数据见表 1。

表 1 试样焊区机械性能

试样	热处理工艺		抗拉强度 /MPa	屈服强度 /MPa	延伸率 /%	冲击功 /J
	回火温度/ °C	保温时间/ h				
1号	500	3.0	平均 958.3	平均 853.3	平均 11.5	平均 36.6
2号	580	3.5	平均 920.6	平均 845.5	平均 13.2	平均 56.5

我国石油天然气行业标准《摩擦焊接钻杆》(SY/T 5561-2008)对焊区机械性能的要求见表 2。

表 2 行业标准 SY/T 5561-2008 对焊区机械性能要求

钢级	抗拉强度 /MPa	屈服强度 /MPa	延伸率 /%	冲击功/J
G105	≥ 724	≥ 655	≥ 13	平均 ≥ 20 ; 最低 ≥ 15

从表 1、表 2 对比可以看出,试样的抗拉强度、屈服强度及冲击功都比石油钻杆行业标准的规定值高,而延伸率一项则略低。2 号试样焊缝区的各项机械性能指标都高于石油钻杆行业标准。因此,焊缝区的最佳回火热处理工艺选用 2 号试样的热处理工艺。

2.3 焊区的金相组织分析

兵器工业部西北地区理化检测中心对 2 号试样焊缝区金相组织(见图 2)做了分析,结论为:焊缝区有明显界面,界面为冶金结合无缺陷,焊区组织为索氏体 + 残余奥氏体 + 少量铁素体。

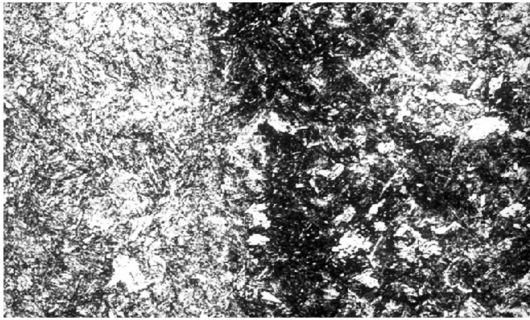


图2 2号试样焊区金相组织照片

3 现场应用情况

2002年12月,Ø89 mm摩擦焊高强度钻杆在铜川矿务局陈家山煤矿进行了现场试验。分别完成2个钻孔,累计进尺1667.5 m。其中一个钻孔深度为865 m,开孔倾角为5.3°,开孔孔径300 mm,终孔孔径153 mm,该孔是国内目前煤矿井下采用回转钻进

工艺技术完成的最深的全煤层近水平长钻孔。钻杆在现场试验过程中质量稳定,应用效果良好。

阳泉煤业集团三矿、新景矿主要使用的是Ø73 mm摩擦焊高强度钻杆,在实际应用过程中,单根平均进尺在1800 m以上,没有发生过钻杆焊缝结合面处断裂的现象,在施工瓦斯抽放大直径钻孔中取得了良好的效果。

参考文献:

- [1] 王君. 通风可靠、抽采达标、监控有效、管理到位把煤矿瓦斯治理攻坚战扎实有效地推向深入[J]. 中国煤炭, 2008, 34(7): 6-9.
- [2] 李世忠. 钻探工艺学(上册)[M]. 北京:地质出版社, 1992.
- [3] 刘雪梅, 张彦华, 邹增大, 等. 先进摩擦焊接技术的开发与应用[J]. 热加工工艺, 2006, 35(7): 49-52.
- [4] 张忠信, 朱海, 吴则中, 等. 摩擦焊在石油机械制造业中的应用[J]. 石油矿场机械, 1998, 27(1): 4-8.
- [5] 史美堂. 金属材料及热处理[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1990.

“探矿工程在线网站开通暨杂志/在线理事会成立大会”在北京召开

本刊讯 2009年7月12日,“探矿工程在线网站开通暨杂志/在线理事会成立大会”在北京举行,参加本次大会的代表包括本刊第七届编辑委员会委员、《探矿工程》杂志/探矿工程在线理事会成员、本刊审稿专家、特约代表等40余人。大会由中国地质科学院勘探技术研究所张金昌副所长主持。

2009年7月12日上午9点38分,随着《探矿工程》杂志第七届编委会主任委员、中国地质调查局副局长王学龙用鼠标轻轻的一击,经过半年试运行的探矿工程在线(www.tkge.net.cn)网站正式开通了!探矿工程在线网站的开通,标志着《探矿工程》杂志向数字化、信息化、网络化迈出了重要的一步。

《探矿工程》杂志副主编周红军介绍了网站的建设背景及建设目标,网站的组成和功能,网站的建设、维护以及试运行情况,并提出了把探矿工程在线打造成探矿工程行业门户网站的愿望和目标。

《探矿工程》杂志主编李艺介绍了《探矿工程》杂志/探矿工程在线理事会组建宗旨及工作目标,组织机构,理事单位的权利和义务,会费标准及用途等,并宣读了理事会成员名单。目前已有21家单位加入了理事会。

在听取了编辑部的上述汇报后,王学龙副局长对在线网站的开通和理事会的成立致辞。他认为,探矿工程在线网站的开通,为探矿工程行业的技术交流搭建了很好的平台,这个平台具有广泛性、时效性、互动性。他相信,借助《探矿工程》杂志强大的影响力和广泛的人脉资源,依靠包括在座同行们在内的全国岩土钻掘工程从业人员的大力支持,通过编辑部同志们的努力工作,探矿工程在线一定会建成名副其实的探矿工程专业门户网站。他也对编辑部的辛勤工作给予了充分肯定。他强调,期刊的发展离不开社会各界的支持,企业的发展也需要借助媒体的推介和宣传,探矿工程杂志/在线理事会的成立,正是探索实现资源共享和共同发展的一种新思路。他希望编辑部多想办法,多建渠道,为理事单位提供优质、有效的超值服务。

《探矿工程》杂志第七届编委会常务副主任委员、中国地质调查局原副局长王达教授发表了热情洋溢的讲话,他回顾了自己与探矿工程杂志几十年的情缘,表达了自己对《探矿工程》杂志数字化、网络

化的期望,高度评价了探矿工程在线的建设与功能,并提出了不足之处,要打造成为真正的探矿工程专业门户网站,还需要做很多的工作,他希望主办单位和承办单位给予编辑部实实在在的支持。

编委会副主任委员、中国地质调查局科技外事部主任叶建良也对在线网站的开通和理事会的成立表示祝贺,并对网站今后的完善和维护提出了要求。

最后,探矿工程杂志/在线理事会理事长张金昌副所长发表讲话,他说,办好探矿杂志需要编辑部人员的辛勤劳动,也离不开大家的帮助,探矿工程行业的人士非常团结,这也离不开探矿工程杂志从中发挥的桥梁纽带作用,理事会的成立,又给大家提供了一个团结、合作、交流的平台,希望大家为了探矿工程行业的发展共同努力。

“探矿工程在线网站开通暨杂志/在线理事会成立大会”后,召开了第七届编委会扩大会议和理事会第一次会议,分别对如何把探矿工程在线打造成探矿工程专业门户网站、提高《探矿工程》杂志的影响力、发挥审稿专家的作用以及理事会章程及如何开展活动内容进行了讨论,编委和理事们提出了很多很好的建议和意见,对编辑部进一步的工作有很好的指导作用。

会议期间,还召开了“探矿工程在资源和环境发展中的作用研讨会”,会议以4个专题报告为主题,对探矿工程在资源和环境发展中的作用进行了研讨,4个专题报告分别是:(1) 岩土钻探规程修订说明(中国地质调查局原副局长王达教授);(2) 汶川科学钻探概况及进展(中国地质调查局科技外事部新技术处处长、汶川地震科学钻探工程中心总工程师张伟教授);(3) 开展“地质找矿改革发展大讨论”的背景、意义、目标及工作内容等情况(中国地质调查局地质找矿改革发展大讨论办公室甘行平教授);(4) 探矿工程在地质资源勘查和地球科学研究中的作用与地位(河南地矿局水文二队副队长卢予北教授)。经过研讨,大家一致认为,探矿工程技术在矿产资源勘探和地学研究中的重要作用是有目共睹的、毋庸置疑的,只有探矿工程技术水平真正提高了,探矿工程的地位才能得到真正意义的提升。