

文章编号:1673-9981(2012)01-0078-03

表面工程技术在电力设备部件再制造中的应用

乐有树,高海青,李运初,谢家浩

广东省工业技术研究院(广州有色金属研究院)金棠表面工程技术有限公司 广东 广州 510640

摘要:介绍了再制造工程中的热喷涂及表面复合技术在汽轮机末级叶片、汽缸平面和高温高压阀门等电力生产设备上的应用,利用表面工程技术获得的再制造电力生产设备的零部件性能优异、经济效益和社会效益良好。

关键词:再制造工程;表面工程;电力;热喷涂

中图分类号:TG178

文献标识码:A

电力生产由于过程冗长、工况恶劣,使得电力生产设备的使用与消耗量巨大,用于电力设备的资金投入和人力工时相当巨大。电力生产设备在运行过程中往往都承受着高温氧化、冷热疲劳与应力变形及蒸汽腐蚀等。恶劣的工作环境要求相关的电力生产设备的表面具有高的硬度、耐磨性和耐腐蚀性能。借助再制造工程体系的先进表面技术和先进设计与管理方法^[1],延长电力生产设备的使用寿命和报废期限,不但可以降低制造新产品的能源消耗和环境污染,还大量减少了废弃产品对环境的污染以及处理工业固体垃圾的费用,并可减少设备的维修和停机时间,提高生产效率。

汽轮机末级叶片、汽缸平面及高温高压阀门(阀芯阀座)等是电力生产设备中的主要消耗部件。本文将介绍表面技术在这些关键设备部件再制造中的应用情况。

1 汽轮机末级叶片的表面修复再制造

汽轮机末级叶片是汽轮机系统的关键部件之一,其质量的好坏直接关系到整个电厂的运行效率。汽轮机末级叶片工作在含有水滴的湿蒸汽中,在水滴的作用下叶片发生水蚀,特别是低压末级叶片的工作条件相当恶劣,在有湿蒸汽腐蚀介质的环境

下,受离心力、蒸汽作用力、激振力及湿蒸汽所携带的水滴冲刷的共同作用,叶片极易被水蚀。实际运行中发现,末级叶片的进汽边顶部和出汽边根部经常发生水蚀,使汽轮机的做功能力和效率下降,改变叶片的震动性能,水蚀严重时,叶片的进出汽边缘呈现锯齿状,形成很多细小的裂纹,甚至出现缺口,随着冲刷损伤的进一步恶化很可能造成汽轮机叶片的断裂。

对汽轮机叶片表面强化处理的传统方法是在叶片表面镶焊司太立合金或高频淬火^[2-3]等。但镶焊司太立合金,对操作人员的要求较高,且多次镶焊会使叶片母材的塑性降低,使材料脆化。高频感应加热淬火是采用感应加热后低温回火,在叶片表面产生2~6 mm的回火马氏体,虽然这种工艺的效率,但感应加热的设备复杂,尤其是感应线圈的设计和制作更复杂。

近年来,随着超音速火焰喷涂技术的发展,涂层的硬度和结合强度更高,特别是涂层的孔隙率更低(<1%)。孔隙率愈低,涂层中的氧化物含量也愈少,其抗腐蚀性能就愈好。将超音速火焰喷涂技术与堆焊技术联合应用,在汽轮机末级叶片被腐蚀磨损的表面上制备一层与基体结合性能优良的抗磨耐腐蚀涂层,从而实现叶片的再制造。这不仅是对汽轮机末级叶片尺寸上的修复,高性能的涂层可大大

收稿日期:2011-02-22

作者简介:乐有树(1980-),男,湖北通山人,工程师,硕士。

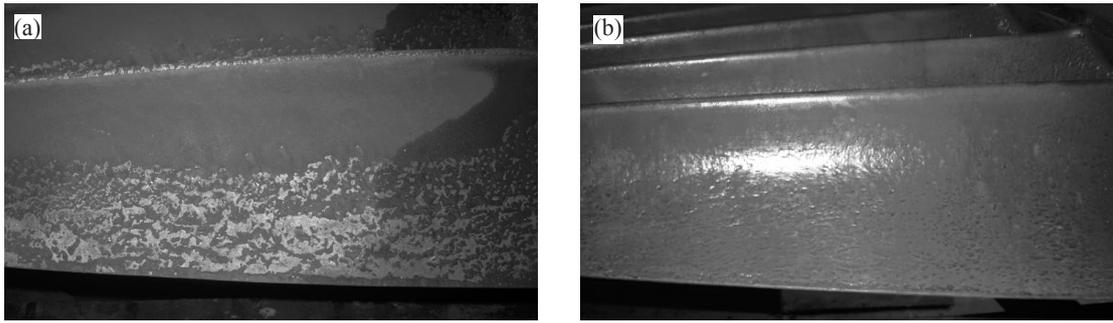


图1 汽轮机叶片再制造前后
(a)再制造前; (b)再制造后

Fig.1 Steam turbine blade before and after remanufacturing
(a) before remanufacturing; (b) after remanufacturing

提高其表面性能,达到延长汽轮机末级叶片使用寿命和降低生产成本的目的.广州金棠公司采用超音速火焰喷涂技术对深圳南天电力有限公司的汽轮机末级静叶片进行了再制造修复(图1),使表面腐蚀严重的叶片经再制造修复后,表面性能如新件,而且使用寿命提高了30%以上.

2 汽缸平面的表面修复再制造

火力发电厂、核电站的汽轮机汽缸经长期使用后,汽缸中分面由于受微振、热气流腐蚀和冲蚀的作用,会发生多处形状不同、大小不等、深浅各异的破损而影响发电机的效率.采用热喷涂表面工程技术对汽缸的中分面进行再制造处理,不仅可以恢复汽缸中分面的尺寸精度,而且可以进一步延长汽缸平面的使用寿命.广州金棠公司已成功地采用热喷涂表面工程技术对大亚湾核电站、韶关电厂、云浮电厂、梅县电厂及上海闸北电厂等电力企业的汽缸平面进行再制造修复,为电厂节省上亿元的设备维



图2 上海闸北电厂汽缸平面再制造

Fig.2 Shanghai Zhabei Power cylinder plane remanufacturing

修和更新费用.图2是上海闸北电厂的汽缸平面再制造现场.

3 高温高压阀门(阀芯阀座阀杆)的表面修复再制造

火力发电厂是使用阀门的大户,无论是蒸汽锅炉还是汽轮机部分都使用着大量各类阀门,火电发电装置中的阀门由于在高温、高压和强冲蚀的条件下工作,工况十分恶劣.阀门的一些关键部件如阀芯、阀座及阀杆等或因氧化导致阀门卡涩,无法灵活开启,引发安全事故;或因高压蒸汽冲蚀造成泄漏,影响设备的正常运行,降低生产效率.特别是随着电力技术的发展,更高压力(27.5 MPa)和更高温度(570 °C)超临界机组的大量投入运行,对阀芯、阀座及阀杆性能的要求更高,国产阀门配件的性能往往不能满足使用要求而需大量进口.进口阀门配件不但价格昂贵,而且有时不能及时供应,严重地影响了电厂的运行.

采用表面技术强化阀门部件的表面性能是一种十分经济和有效的方法,特别是对那些在高温、高压下工作、耐磨性要求高的阀门而言,仅靠改进结构设计或基体材料本身已无法同时满足阀门的加工性能、韧性、强度及耐磨耐蚀等众多性能要求,表面涂层技术是不可缺少的技术措施.

常用的阀门部件表面强化工艺有氮化、镀铬及堆焊等.采用这些工艺虽然可在一定程度上改善阀门的性能,但是由于受其工艺特点的限制,仍有诸多不足之处.如镀铬层的最高使用温度约430 °C,在使用过程中镀层会剥落;堆焊则有工艺过程复杂,工件容易变形,生产效率低等缺点.

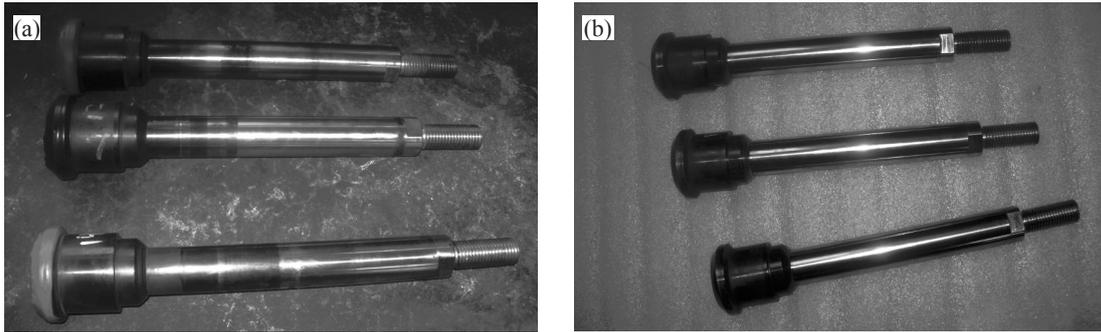


图3 高温高压阀杆再制造前后
(a)再制造前; (b)再制造后

Fig.3 High-temperature, high-pressure valve stem before and after remanufacturing
(a) before remanufacturing; (b) after remanufacturing

阀门是在电力生产中用量多、消耗大、易报废的常用备件,采用超音速火焰喷涂、激光熔覆对阀芯阀座阀杆进行表面处理,可提高其耐磨耐蚀等性能,延长其使用寿命.广州金棠公司采用热喷涂技术对珠江电厂的高温高压阀门阀芯和大亚湾核电站的高温高压阀杆进行再制造,在其表面喷涂硬质合金涂层,图3中的阀杆经长期使用后,密封面已经腐蚀磨损,再制造修复后,表面尺寸得到恢复.经现场运行证实,经再制造修复的阀杆使用寿命提高了一倍以上;阀芯在850℃以内硬度无明显下降、不起氧化皮,抗冲蚀、汽蚀、水蚀和划伤,寿命提高了三倍以上,其性能达到同类进口产品的水平.

除上述汽轮机末级叶片、汽缸平面和高温高压阀门(阀芯阀座)外,电力生产设备中的各种轴类、轴承座、端盖、轴套、风机叶轮、循环泵叶轮、机械密封件等部件,都普遍存在着磨损、腐蚀、高温氧化等现象,采用表面工程技术可以有效地对这些磨损和损伤的部件进行修复再制造,性能如新品.

4 结语

再制造工程是适应先进制造业发展需求的全新功能型体系,它包含了先进而完整的技术、方法和流程等发展制造业的重要元素.再制造工程在电力行业中的应用是一种必然,表面工程技术近年来取得了长足进步,新工艺新方法不断涌现,基于表面技术的自身发展及其在电力生产设备领域中应用的不断深入,它与电力行业的结合将更加紧密和广泛.

参考文献:

- [1] 徐滨士,刘世参,史佩京.再制造工程和表面工程对循环经济的贡献分析[J].中国表面工程,2006,19(1):1-6.
- [2] 申慧杰,孙建中,刘宝贵.汽轮机末级叶片司太立合金焊接技术研究[J].东方电气评论,1995,9(4):228-234.
- [3] 沈卫红,方顺发,宋帆.2Cr12MoV钢自锁式末叶片进汽边高频淬硬试验[J].热力透平,2005,34(1):51-54.

Application of surface engineering technology in electricity equipment components remanufacturing

YUE Youshu, GAO Haiqing, LI Yunchu, XIE Jiahao

Guangdong General Research Institute of Industrial Technology (Guangzhou Research Institute of Nonferrous Metals)
Jintang Surface Engineering Technology Company, Guangzhou 510640, China

Abstract: This paper introduces the application of thermal spraying and surface composite technology in remanufacturing engineering to electricity production equipment such as steam turbine last stage blade, cylinder plane and high temperature and high pressure valve. Components of remanufactured electricity production equipment using the surface engineering technology have excellent performance, good economic and social benefits.

Key words: remanufacturing engineering; surface engineering; electrical power; thermal spraying