

文章编号: 1002-025X(2000)06-0017-02

17-18

大型发电机转子轴径磨损的电火花堆焊修复

TM 311
T4455

黄小鹏, 汪瑞军

(中国农业机械化科学研究院 工艺材料所, 北京 100083)

摘要: 电力工业作为国民经济的基础产业, 一直是国家发展的重点对象。针对电厂大型发电机设备损坏后的修复, 探讨了发电机转子密封段轴径磨损的补焊工艺, 并采用电火花堆焊工艺现场修复, 获得满意效果和成功经验。

关键词: 堆焊; 电火花堆焊; 发电机转子; 原理与应用

中图分类号: TG455 **文献标识码:** B

修复 汽轮发电机

1 引言

随着我国电厂数量的增加, 单机容量和参数的不断提高, 机组的维护、修复日趋复杂重要。作为汽轮发电机组的心脏部件——发电机转子, 因其运行精度高, 运行速度快, 制造成本高, 一旦损坏将直接导致整个机组输出功率下降甚至瘫痪, 成为电厂修复工作的重中之重。针对发电机转子轴径常见的磨损缺陷, 技术人员曾采用热喷涂、氩弧焊等多种工艺进行修复^[1], 但效果均不能令人满意。最近国外也有应用激光熔覆工艺修复发电机转子轴径的报道, 但其昂贵的修复成本, 在国内应用有一定困难。本文采用 DZ-1400 型电火花堆焊设备(简称 ESD)对磨损的发电机转子密封段轴径现场修复, 获得满意效果和成功经验。

2 发电机转子轴径的磨损^[2]

为保证发电机转子的高速运行和冷却效果, 转子轴径(材料为 35CrMo)与轴瓦(材料为哈氏合金)间采用了由氢气、油、水组成的三级密封层。运行中轴径与轴瓦的间隙保持在 0.075~0.125 mm。如果轴径发生磨损或拉伤, 密封层中的油压难以维持均衡, 氢气就会泄露, 轴径与轴瓦间的密封层被完全破坏, 转子的高速运转受到阻碍, 发电机组输出功率降低, 严重时可导致机组不能工作。

3 电火花堆焊

3.1 电火花堆焊工艺原理

电火花堆焊工艺是将电源存储的高能量电能, 在电极与金属母材间瞬时高频释放, 形成空气电离通道, 使高合金电极与母材表面产生瞬间微区高温、高压的物理化学冶金过程; 同时在微电场作用下, 微区内离子态的电极材料熔渗、扩散到母材基体, 形成冶金结合。

由于堆焊过程是在瞬间的高温-冷却中进行的, 在狭窄的堆焊过渡区会得到超细奥氏体组织。另外, 堆焊在微区内快速进行, 对母材的热输入量极低, 焊层的残余应力小至可忽略不计。

综上, 电火花堆焊工艺有别于焊接、喷涂或元素渗入等工艺, 简单地讲, 是介于它们中间的工艺, 是间有焊接等工艺的一些特点, 又有热输入量小、焊层与母材冶金结合等独特优点的工艺。在某些特殊要求应用上, 电火花堆焊工艺弥补了其它工艺的不足。图 1 为电火花堆焊与其它工艺的关系示意图, 图 2 为电火花堆焊工作示意图, 图 3 为堆焊层截面金相照片。

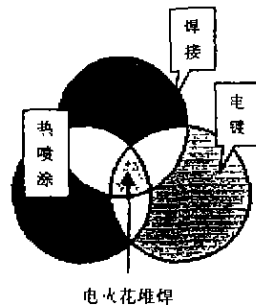


图 1 电火花堆焊工艺

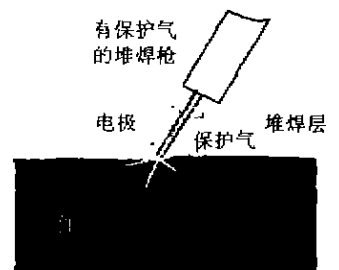


图 2 电火花堆焊示意图

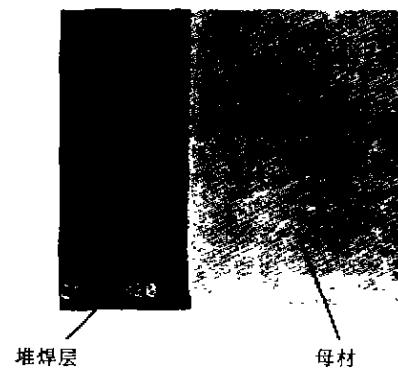


图 3 堆焊层截面

收稿日期: 2000-03-01

3.2 电火花堆焊设备

DZ-1400型电火花堆焊设备的输出功率为1400W,放电频率50~1200Hz。焊接时采用氩气保护,作为阳极的自耗电极在工件磨损部位以4700r/s高速旋转移动,产生高频火花放电,形成致密、均匀的堆焊层,厚度可达到2mm以上;通过调整火花放电频率,可以获得不同的焊层表面粗糙度。该设备可堆焊金属、合金,材料选择范围大,堆焊工艺过程简单,热输入量低(修复中的基体温度保持在60℃左右),基体不变形,不咬边;设备移动方便,适合于现场修复工作。

4 试验与分析

4.1 堆焊试验

根据转子轴径的通用材料,选择35CrMoA作为试样基体材料,尺寸为25mm×10mm×50mm。

根据工厂要求:堆焊层硬度与基体一致,具有自润滑、自磨光、抗气蚀特性及高合金含量,选择规格为 $\phi 3.2\text{mm} \times 6.0\text{mm}$ 的因康镍高合金棒作为堆焊电极。

首先用砂纸、铜丝刷清除试样表面的氧化物,然后用丙酮溶液清洗试样表面油污。预处理后,将试样基体与电火花堆焊机的地线紧固连接,在试样表面堆焊,堆焊厚度为1mm。

4.2 试验分析

电火花堆焊后,用线切割方法获得堆焊层截面,制备金相试样。由堆焊层截面金相照片可知(见图4),堆焊层无气孔、氧化物夹渣、裂纹等焊接缺陷;堆焊层、母材过渡层的晶粒细小,无长大倾向;堆焊层组织为极细小柱状晶结构,证明该堆焊层具有良好的耐腐蚀、耐磨损性能。



图4 堆焊层金相 ×3000

经堆焊层Ni, Cr元素的能谱分析,电火花堆焊的热影响区厚度仅为10 μm 。不仅证明电火花堆焊可得到与母材良好冶金结合的堆焊层,还显示堆焊热影响区极窄,焊接残余应力可忽略不计。

经显微硬度测定,可知堆焊层、热影响区的平均

硬度与基体硬度HV220极其接近。

试验证明,在35CrMoA基体上,采用电火花堆焊工艺堆焊因康镍合金,堆焊层与母材冶金结合,无焊接缺陷。焊后热影响区极窄(当堆焊层达到1mm时,热影响区仅为0.01 μm),堆焊层硬度与基体硬度相符。该结果符合电站方面对电机转子轴径修复的要求。

5 现场修复

5.1 预处理

首先,将轴径磨损部位的边缘锐角用锉锉钝,然后用砂纸或平锉清除待修复面的氧化层和疲劳层。使用铜丝刷或高压空气将铁屑清理干净后,用丙酮溶液清洗轴径表面油污。

5.2 电火花堆焊设备准备

由于电机转子体积巨大,质量达几十吨,拆装、运输困难,修复工作只能在现场进行。将DZ-1400型电火花堆焊机就近安置在轴径待修复处。将氩气流量设定在7L/min(气流过高,会导致保护失效,空气卷入,影响堆焊质量),电极的伸出长度应控制在2~3mm为宜。

5.3 堆焊

参照设备手册提供的工艺,在电机转子轴径磨损处进行电火花堆焊,以得到银白色均匀焊层为最佳效果。每堆焊一层(厚约50 μm),肉眼检查堆焊层是否有氧化物等焊接缺陷,如有则用锉清除缺陷,并用铜丝刷清理后,再堆焊下一层。

堆焊层接近到修复尺寸时,用刃口平尺找平,堆焊层以高出最终修复尺寸50~70 μm 为宜。堆焊完成后,如检查发现存在漏焊点、面,可补焊。

5.4 后加工

电火花堆焊完成后,由钳工对轴径修复面进行尺寸恢复和最终抛光。修复标准参照轴径的技术要求。

6 结论

(1)电火花堆焊层与母材冶金结合,堆焊热影响区极窄,残余应力可忽略不计。

(2)采用电火花堆焊工艺修复电厂转子密封段轴径,可在线操作,工艺简单。补焊后加工量小,减少停机时间。

(3)经与多家电厂合作,采用电火花堆焊工艺对发电机转子密封段轴径修复,取得成功,获得巨大的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1]电站焊接技术展望[A].中国电机工程学会建会六十周年学术报告论文集[C].
- [2]A D Williams, J L Humphries.第十五届国际热喷涂大会(ITSC'98)论文集选[M].