



激光熔覆技术在零件修复上的应用

常熟虞山激光技术有限公司 (江苏 215500) 孙晓辉

激光熔覆技术在 20 世纪后期逐步发展起来,国际上对此有着大量报道,其应用前景十分广阔,国内近两年也有了許多成功经验。

激光熔覆是一种新的表面改性技术,它通过在基材表面添加熔覆材料,并利用高能密度的激光束使之与基材表面薄层一起快速熔凝,在基材表面形成与基材相互融合的且具有完全不同成分与性能的合金覆层。与传统修复方式相比这种技术有着如下几种独特优势。

- (1) 热影响区小,不破坏基体的力学性能。
- (2) 变形小,一般可忽略不计。
- (3) 可实现选择性精确加工,用极小的成本在零件的不同部位实现不同的力学性能。
- (4) 熔覆材料品种多,包括镍基、钴基、铁基甚至陶瓷、非金属材料。
- (5) 对基体材料的要求低,几乎绝大多数的材料上都可应用此项技术。
- (6) 可实现较大面积和较深厚度的修复。
- (7) 熔覆层与基材间实现的是冶金结合,结合强度高。

在实际应用中,决定激光熔覆是否成功的因素十分复杂,一般包括是否选择了合理的工艺配置、熔覆材料的选择、需修复零件的使用工况条件、损坏机理等等;这些问题解决起来非常困难,从而制约了该项技术在工业上的应用。近两年,在广大工程技术人员努力下,国内在把实验室技术转化为实用技术方面取得了重大突破,在石化行业的烟气轮机类、电力行业的汽轮机、电机转子、压缩机类、冶金机械等行业的轴类件、齿轮、阀杆、泵类件等等零件的修复上获得了成功,为服务对象赢得了可观的直接或间接的经济效益。

一、常用熔覆材料

目前激光熔覆常采用的材料主要是在热喷焊或热喷涂类材料的基础上的改进型,包括自熔性合金

材料、碳化物弥散或复合材料、陶瓷材料等。

这类材料通常是以粉末或丝的形式使用,根据不同的需要分别具有耐磨、耐温、耐不同环境的腐蚀等性能。

1. 自熔性合金

自熔性合金根据成分不同可分为镍基、钴基和铁基三大类,其主要特点是材料中添加有硼和硅,因而具有自我造渣的性能,即所谓的自熔性。目前激光熔覆使用最多的就是这一类。

这种材料的硬度则与合金中的含硼量和含碳量有关,随硼、碳含量的增加而提高。由于合金中含有较高的铬、镍、钴、钼等元素,所以这类合金还可以有较优异的耐温、耐腐蚀以及抗氧化性能。

自熔性合金对基材有较大的适应性,几乎可以用于任何基材,包括各类碳钢、合金钢、不锈钢和铸铁类材料,但对于硫含量较大的钢及铸铁要慎用,这是因为硫的存在会在交界面处形成一种低熔点的、脆性的镍硫化物,使覆层易于剥落。

2. 碳化物复合粉末

碳化物复合粉末系由碳化物硬质相与金属或合金作为粘结相所形成的粉末体系,可分为 (Co、Ni)/WC 和 (NiCr、NiCrAl)/Cr₃C₂ 等系列。这类粉末作为硬质耐磨材料,具有很高的硬度和良好的耐磨性,它们有的适应低温 (低于 560℃),有的适应于高温工作环境,有的还可以与自熔性合金粉一起使用。

该类材料因裂纹倾向较大一般作为局部小面积的熔覆,对基材的要求较为苛刻,大面积的使用还有待于进一步攻关。

3. 氧化物陶瓷粉末

氧化物陶瓷粉末具有较优良的抗高温氧化和耐热、耐磨、耐腐蚀等性能,它主要分为氧化铝和氧化锆两个系列。其中氧化锆系列陶瓷粉末比氧化铝系列陶瓷粉末具有更低的热导率和更好的抗热震性能,因而主要被用作热障层材料。



陶瓷系列材料的激光熔覆技术的研究目前倍受重视,可以预见这是激光熔覆技术的一个重要发展方向。

二、激光熔覆工艺及其应用

1. 激光器的选择

激光熔覆的光源一般选用二氧化碳激光器或YAG激光器,目前使用较多且效果较理想的是二氧化碳激光器,这种激光器功率大,能量分布均匀,特别适用于大面积熔覆。

2. 激光熔覆的工艺流程

激光熔覆按熔覆材料的供给方式大致可分为两大类,即预置式激光熔覆和同步式激光熔覆。

预置式激光熔覆是将熔覆材料预先置于基材表面的熔覆部位,然后采用激光束辐照扫描熔化;同步式激光熔覆则是将熔覆材料直接送入激光束中,使供料和熔覆同步完成;熔覆材料以粉、丝、板的形式加入,其中以粉末的形式最为常用且相对技术成熟。

预置式激光熔覆的主要工艺流程:基材熔覆部位预处理→预置→熔覆材料→预热→激光熔化→后热处理。

同步式激光熔覆主要工艺流程:基材熔覆部位预处理→送料→激光熔化→后热处理。

其中预热和后热处理并不是必需的,目前在应用中往往不能采用,目的是尽可能不破坏基体原始力学性能,减少热变形。

3. 应用实例

激光熔覆的应用范围很广,下面是应用的部分实例。

(1) 宝钢卡罗塞尔箱体激光修复(见图1)

重量:50t;基体材料:45号钢;修复部位:轴承圈内外侧;修复层厚度0.6mm;性能要求:调质。



图1

(2) 轧机液压缸接头激光修复(见图2) 基体材料:35CrMo;修复部位:前端;修复层厚度:2~3mm;性能要求:调质。



图2

(3) 大众桑塔纳汽车行李箱横梁拉深凹模表面激光修复 部位:两端圆弧角;基体材料:球墨铸铁;性能要求:耐磨,50~55HRC;厚度3mm左右。

(4) 大型轧辊激光修复 部位:轴颈部位;修复层厚度:0.5mm;性能要求:调质;基体材料:合金钢。

(5) 750 齿轮机座 基体材料:42CrMo;修复层厚度:0.6mm,性能要求:调质;修复部位:齿轮档。

(20031028)

=====

《机械工人》(冷加工)2003年第11期要目

卧式车床的数控改造
X52K铣床数控化改造
齿轮磨床的数控改造
数控淬火机床及故障检修
槽轮机构在加工中心刀库中的应用
加工中心自动换刀装置故障与排除
数控回转台超重问题的解决
双牙棒在机床数控改造中的应用
高速精密电主轴
滚珠丝杠振动时效可行性分析

在万能磨床上进行精密磨削
圆弧齿形的滚削加工
用端铣刀盘铣圆弧
不锈钢零件内侧面沉槽的倒角加工
加工插齿机加长刀杆的同轴度问题
组合式端面铣刀
倒角平面刀具
龙门刨床定尺寸自抬刀装置
改车床作专用拉床的简易工艺装置
角板相互垂直面的铣夹具