

机械行业典型堆焊零件技术特征及其工艺分析

王成文

(太原汇艺新机电科技有限公司, 太原 030024)

摘 要:通过对重型机械生产中堆焊工艺目标的分类、对典型堆焊零件技术的分类,归纳出堆焊工艺措施的基本规律性,从而简化了工艺制定过程,使堆焊工艺更加可行、合理,在生产实际中取得较好效果。

关键词:堆焊;技术特征;工艺

中图分类号: TG44

文献标识码: A

文章编号: 1007-9289(2006)03-0033-03

Technology Feature and Process Analysis of Typical Overlaying Parts in Machinery Industry

WANG Cheng-wen

(HuiYi new electromechanical Sciences & Technologies Co. Ltd. Taiyuan 031200)

Abstract: According to the classes of overlaying process and the typical overlaying techniques in heavy machinery industry, the fundamental rules in overlaying process were concluded. It simplified the establishment of process, and made the technique feasible and reasonable. It also showed a good effect in manufactures.

Key words: overlaying; technology feature; process

0 引 言

堆焊在重型机械企业应用得十分广泛,覆盖面大,效果突出,是提高产品质量的关键技术之一,也是节省能源,节省材料的重要途径。为使大型企业的设计人员和工艺人员面对诸多产品的零件能够简捷、高效地处理堆焊问题,文中从堆焊工艺目标分类、典型零件技术特征分类出发,归纳出了堆焊工艺措施的基本规律,用于指导生产的组织。

1 机械行业堆焊技术的工艺目标分类

堆焊是机械制造、零件维修领域常用的工艺方法,在重型机械生产中以不同的工艺目标经常使用,常见的堆焊技术多用于以下情况:

1.1 修复

用堆焊手段进行零件的焊接修复,去除零件缺陷,恢复零件力学性能和几何尺寸,这一技术已普遍应用。其中典型的行业标准有 JB/T 5000.7-1999《重型机械通用技术条件 铸钢件补焊》,企业标准有 TZY 91029-1999《太原重型机械(集团)有限公司工厂标准铸锻件补焊通用工艺规程》。如太

重铸钢毛坯焊接修复达到 90%以上,太重集团每年修复零件价值超过数千万元。

1.2 预保护

采用预保护堆焊制造双金属结构,发挥金属材料各自特点,提高零件使用寿命,降低生产成本,提高企业制造核心技术水平,这一设计思想已纳入产品制造方案。通过具有耐磨、耐蚀、抗氧化或其它物理、化学等特殊性能的金属强化层,发挥高合金金属强化层的优异性能。如在压机柱塞表面堆焊 Cr13 型不锈钢代替表面淬火,既保证表面硬度,又具有良好的耐腐蚀性能。又如在碳钢结构表面堆焊铝青铜耐磨层等,既可以节省贵重金属,又保证可靠连接,反复使用。在挖掘机耐磨零件表面堆焊高硬度耐磨材料提高使用寿命等。为循环经济、可持续发展提供良好的技术途径。

1.3 焊过镀层

采用堆焊工艺制备金属过渡层,改善零件焊接性能。重载硬齿面大模数焊接结构齿轮重量 22.7 吨,齿顶圆直径 $\phi 4\ 070\text{ mm}$,其结形式由齿圈、轮毅、双辐板等零件焊接组成。因轮缘要求具有高硬度、耐磨损等性能,常采用中碳合金钢 40CrNi2MoH 或 34CrNiMo 锻件,调质处理硬度达 269 HB~302

收稿日期: 2006-04-09; 修回日期: 2006-04-27

作者简介: 王成文(1965-),男(汉),辽宁锦州人,高工,本科。

HB, 齿面表淬硬度达 53 HRC。轮毂为 35CrMo 锻件, 调质处理。焊接制造的难点是有效控制中碳合金钢焊接质量, 齿圈、轮毂锻件调质处理后, 粗加工采用预热堆焊金属过渡层, 改善零件焊接性能, 降低环缝焊接预热温度, 防止焊接裂纹, 减少焊接变形堆焊层表面磁粉探伤, 再加工坡口, 进行组装焊接, 对接焊缝进行超声波探伤达到 II 级。焊后进行整体消除应力热处理。

1.4 改变形状

采用堆焊工艺改变金属零件几何尺寸及形状。如中国名牌产品 TZ 油膜轴承钢套, 采用 Q345B 钢板卷制成型, 其法兰部位就是采用堆焊方法生产成型。大大提高了材料利用率, 降低了切削加工工时, 缩短加工周期和费用。

2 典型零件堆焊的技术特征

2.1 堆焊部位几何特征

将零件堆焊部位几何形状粗略分为点状、线型、面型、立体形态。在实际堆焊中, 零件上的单个气孔、点状夹渣、加工小孔、局部磕碰凹坑等修复可归于点状; 零件上的独立划痕、线状加工缺陷、线状磕碰凹陷等呈直线、曲线的一维线性部位修复可归于线型; 零件上的平面、弧面、圆周等有一定面积且厚度较小的二维部位堆焊可归于面型; 零件上的具有一定长、宽、高的三维部位堆焊可归为立体形态。在实际电弧焊方法堆焊中, 电弧随焊枪的移动形成的焊缝主要采用直线、圆周、曲线方式。

2.2 典型零件形状、尺寸特征

在机械零件设计中, 因使用场所不同, 零件的形状、尺寸、材料、性能要求等不同, 使得加工手段、工序变化很大。但机械零件设计中, 常采用直线、圆、平面、圆弧面等要素。因而在机械制图中典型的零件有圆柱体、立方体等。

一些堆焊工程的实例特征统计见表 1。

表 1 一些堆焊工程的实例特征统计

Table 1 The statistics of overlaying features in some engineerings

零件名称	堆焊工艺目标	堆焊方法	形状特征	焊枪移动方向	机械化程度
插齿机传动轴	修复	钨极氩弧焊	圆柱/细长	圆周	手工
冶金连杆	预保护	CO ₂ 气保焊	圆柱/细长	纵向直线	半自动
电液锤锤杆	预保护	熔化极氩弧焊	圆柱/细长	纵向直线	半自动
容器法兰	预保护	焊条电弧焊	平面	圆周	手工
花键轴	修复	CO ₂ 气保焊	圆柱/细长	纵向直线	半自动
连铸轧辊	修复	CO ₂ 气保焊	圆柱	圆周	自动
小直径柱塞	修复	CO ₂ 气保焊	圆柱	纵向直线	半自动
水压机立柱	修复	CO ₂ 气保焊	圆柱	圆周	自动
轧机立辊	修复	CO ₂ 气保焊	圆柱	圆周	自动
行车车轮	修复	自动埋弧焊	圆柱	圆周	自动
油膜轴承钢套	改变形状	自动埋弧焊	圆柱	圆周	自动
齿轮齿圈、轮毂	过渡层	自动埋弧焊	圆柱	圆周	自动
大直径活塞	预保护	自动埋弧焊	圆柱	圆周	自动

3 堆焊工艺中的相关因素分析

(1) 当零件堆焊部位几何形状属于面型、立体形态中的圆周型, 实现连续、自动化堆焊的可能性最大, 因此在零件设计及堆焊部位优化设计时, 应首先选择圆周型, 为零件的合理生产和再制造创造条件。对于大型零件, 堆焊部位几何形状为大直径圆周型最为有利, 既可以节约工时, 又可以采用自动化程度较高方法, 保证堆焊质量, 取得良好的效

益。如大型轧辊堆焊修复、大型压机柱塞预保护堆焊等。

(2) 从堆焊工艺目标角度, 以预保护、过渡层、改变形状为目的的零件类型相对一致, 堆焊部位形状、尺寸特征容易设计成易于堆焊的圆形等方案, 实现批量生产, 从而为自动化焊接方法创造条件, 可以使用具有较高的效率和质量稳定的焊接方法。如油膜轴承钢套上的法兰堆焊。

而在修复堆焊中,由于缺陷的不确定,堆焊部位会形成不规则的形状,一般不会形成批量,可以采用手工、半自动的焊接方法,具备条件时也采用一些可行的自动化堆焊。目前CO₂、MAG气体保护半自动堆焊已经应用于铸钢件的焊接修复中,其效率是焊条电弧焊的3倍,大大提高了生产效率和修复质量,取得了良好的效益。

(3) 堆焊部位几何形状、零件形状、尺寸等基本条件一定程度上决定堆焊工艺中焊接方法、焊接材料、焊道布置等工艺内容,从而直接涉及稀释率、合金过渡系数、焊接电流、焊接电压、焊接速度、焊接层数及堆焊厚度等主要焊接技术参数,决定硬度、耐磨性等堆焊层金属的技术指标。例如在修复圆周方向的裂纹缺陷时,当缺陷较长时,可将圆周方向加工一圈,去除裂纹并加工坡口,采用自动化程度较高的埋弧焊等方法焊接;当缺陷较短时,可将裂纹局部去除并制备坡口,采用焊条电弧焊或CO₂气体保护焊等方法焊接。

(4) 在小直径、细长工件的堆焊中,由于金属的熔化及结晶需要一定的时间,圆周型的电弧移动方式在熔池的保护和凝固问题等难点方面,会影响焊接过程稳定性和焊缝成型,增加焊工操作的难度。而更宜采用焊枪直线移动的电弧移动方式,可以选择平焊位置,控制焊接过程稳定性和焊缝成型,同时采用对称焊接,控制焊接变形。如冶金连杆直径 $\phi 100$ mm,长度3 000 mm,表面堆焊硬面层,由于直径小,易变形,采用焊枪直线移动的电弧移动方式,选择CO₂气体保护焊平焊完成堆焊。

4 典型机械产品的堆焊案例

4.1 大型活塞工作表面强化

大型锻压设备活塞是主要传力和移动部件,要求活塞工作表面具有耐磨、耐蚀、耐冲击等性能。

大型活塞工作表面强化工艺是在基体材料表面进行马氏体不锈钢堆焊,堆焊层硬度要求42 HRC。某型锻压设备活塞为圆柱型,直径为1米多,重量达20余吨。由于零件尺寸大,堆焊面积大。采用焊接变位机,进行自动埋弧焊,焊丝为H2Cr13 $\phi 4$ mm,并配合碱性烧结焊剂。沿圆周方向焊接,多层多道焊,焊道搭接量为焊道宽度的1/2,焊前整体预热150 ~ 200 °C,焊后后热处理250 °C $\times 2$ h并缓冷,经450 °C $\times 4$ h整体消应力退火热处理,切

削加工并保留厚度3 mm的堆焊层。堆焊层加工后进行表面着色探伤检查,硬度试验结果为44 HRC,采用堆焊工艺已成功地制造了多台大型锻压设备的活塞。

4.2 大型压机立柱的修复

某型锻压设备采用“三梁四柱”结构。立柱是主要受力构件之一,形状为圆柱型。有一立柱中部长度约420 mm区域内直径严重超差2.5 mm。立柱长度为10余米,直径 $\phi 560$ mm,有较高的形状位置公差、表面粗糙度要求。材质为45钢锻件,调质处理,净重达16吨,出现缺陷时,工件仅留有0.30 ~ 0.60 mm加工余量。

采用CO₂气体保护焊,选择MG50 $\phi 1.2$ mm焊丝。利用机床动力系统控制圆周转动速度。在立柱水平放置时,多点支撑,控制变形。采用局部预热,T 200 °C,层间温度控制在160 ~ 220 °C。进行连续自动焊接,焊接电流300 A,焊后进行300 °C $\times 4$ h的后热处理,并进行520 °C $\times 2$ h的局部消应力热处理。切削加工后质量检查合格,立柱成功修复后,节约价值约10万元。

5 结 语

为了实现不同堆焊工艺目标,通过分析典型零件形状、尺寸特征和堆焊部位几何特征,探索堆焊工艺的规律性,优化堆焊零件设计、提高了堆焊生产效率和焊接质量,加速堆焊技术自动化进程,推动循环经济发展。

参考文献:

- [1] 中国机械工程学会焊接学会. 焊接手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [2] 王成文, 等. 焊接材料手册及工程应用案例 [M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2004.
- [3] 许跃华, 等. 大型水压机立柱的焊接修复 [J]. 焊接技术, 1993, (6):1-4.
- [4] 王成文, 等. 焊接预保护和修复技术的应用及发展前景 [C]. 第二届中国北方焊接学术会议论文集, 西安: 2001.

作者地址: 山西太原市万柏林区西矿街98号 030024

Tel: 13509733702; 13834686702

E-mail: twz618@sohu.com

