

焊接预保护和修复技术的应用 及发展前景浅析

王成文

(太原重型机械集团有限公司技术中心 太原 030024)

摘要:论述了焊接预保护和修复技术的基本范畴及其与可持续发展的关系,介绍了焊接预保护和修复技术的主要特点,通过一些典型零件的焊接预保护和修复技术应用及其成功使用的实例,探讨了未来焊接预保护和修复技术的发展前景,为企业正常生产、合理降低维修成本做出贡献。

关键词:预保护技术 焊接修复 应用 发展

0 前言

在很长的时间里,机械加工工业仍将以金属结构加工为主体,其加工技术不断提高。在我国重型机械装备的技术开发和生产应用中,采用焊接预保护技术提高产品表面性能和焊接修复金属结构等技术,为大型重点工程建设和国民经济发展做出了重大贡献。

1 焊接预保护和修复技术与可持续发展

随着功能材料技术性能与生产成本的综合要求,金属材料复合制造技术使用的越来越多。常用焊接预保护方法主要是指表面堆焊,即采用高合金表面堆焊复合强化的设计及工艺,发挥高合金金属层的优异性能,保护基体材料,延长零件使用寿命,减少贵重金属消耗,降低制造成本,实现良好的功能价值比,达到人类合理利用资源的最佳效果。

焊接修复是采用各种焊接技术、恢复机械设备及零件的使用性能,实现机械设备、零件的“再生”。焊接修复具有结合强度高、费用低、熔敷速度快等特点,应用广泛。焊接修复技术具有良好的技术经济价值,利用了原有金属零件、部件,以修理局部缺陷、恢复整体功能的形式,缩短企业停机、停产时间。具有投入成本低、技术复杂等技术经济特点。

制造金属结构要进行矿产采掘、能源开发、人力劳动,形成大量工业废弃物,可持续发展追求技术、经济、生态环境的综合平衡,但地球上矿产储备及生态环境的承受能力有限,因此物质的合理使用与再生利用是人类活动、经济发展的必然要求。因此金属结构焊接预保护和焊接修复技术是人类可持续发展能够使用的技术手段之一。

2 焊接预保护技术在重型机械生产中的应用

2.1 斗轮式挖掘机铲齿预保护堆焊

斗轮式挖掘机是矿山采掘主要设备,磨料为矿石、煤炭,采掘时铲齿磨损十分严重,为此采用复合技术制造铲齿。基体为 20Mn 铸件,调质处理 HB197~229,采用堆焊焊条 EDPCrMo-A4-03 4mm 及药芯焊丝 KY9-2 1.6mm 进行堆焊,堆焊两层,厚度为 5mm。EDPCrMo-A4-03 堆焊层硬度 \geq HRC50,用于打底堆焊,KY9-2 是金属型有缝药芯焊丝,采用 CO₂ 气体保护焊,焊接规范参数 I=240~260A, U=25~28V,堆焊层硬度 \geq HRC55,用于堆焊工作面。堆焊时,铲齿预热 100~150℃,焊后空冷,堆焊层硬度检测为 HRC62,经过矿山 1000 小时工业性试验达到产品技术要求,已完成铲齿堆焊 200 件,保证采掘工作顺利进行。

2.2 大型水压机柱塞预保护堆焊

大型水压机柱塞是水压机工作时的主要传力和移动部件,要求柱塞表面具有耐磨、耐蚀、耐冲击等性能。大型水压机柱塞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 \geq HRC42。75MN 大型水压机柱塞的外形尺寸为直径 1840mm,重达二十余吨。由于零件堆焊面积大,选用埋弧焊,焊丝为 H2Cr13 4mm,并配合碱性烧结焊剂(SJ101)。焊道搭接量为焊道宽度的 1/2,焊前预热 150~200℃,进行两层堆焊,第一层焊接电流 470~480A,第二层焊接电流 540~550A,焊后后热 250℃×2h 并缓冷,再经 450℃×4h 消应力退火热处理,切削加工并保留厚度 3mm 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 HRC44,采用预保护堆焊工艺已成功地制造了多台大型水压机柱塞。

2.3 大型精锻机锤头预保护堆焊

随着精密锻造技术的发展,精锻机锤头表面不仅要有一定的红硬性,而且还要有一定的耐高温疲劳性能。精锻机锤头堆焊采用焊条电弧焊和钨极氩弧焊两种方法,焊条电弧焊堆焊过渡层,采用 GHNi50 5mm 焊条,焊前烘干 $350^{\circ}\text{C}\times 2\text{h}$;钨极氩弧焊堆焊工作层,采用 HGH520 8mm 镍基合金焊丝。由于基材碳当量较高,焊前需要预热 350°C ,后热处理并进行 $550^{\circ}\text{C}\times 6\text{h}$ 消应力退火处理。焊后表面探伤检查,不允许产生裂纹、未熔合等缺陷,精锻机锤头堆焊层硬度为 HRC45~50。采用预保护堆焊工艺已生产多套精锻机锤头,最佳时可生产火车轴 12000 根,工作寿命达到进口精锻机锤头的 1.5 倍,实现精锻机锤头制造技术国产化。

总之,通过斗轮式挖掘机铲齿堆焊、大型水压机柱塞堆焊、大型精锻机锤头堆焊等焊接预保护应用实例及其良好的使用服务,说明焊接预保护技术在提高重型机械使用性能方面发挥了重要作用。

3 焊接修复技术在重型机械生产中的应用

3.1 大型水压机立柱的焊接修复

我公司生产的“三梁四柱”结构水压机,有一立柱加工失误,造成立柱中部长度约 420mm 区域直径严重超差 2.5mm。立柱长度为 10 900mm,直径 560 mm,有较高的形位公差、表面粗糙度要求。材料为 45 钢锻件,调质处理,重量 16 T,出现缺陷时,工件仅留有 0.30~0.60 mm 加工余量。在焊接修复中,采用 CO_2 气体保护焊, MG50 1.2 mm 焊丝。利用加工车床动力系统控制焊接速度,实现自动焊接。立柱水平放置并支撑,控制变形。采用远红外线加热装置进行局部预热, $T\geq 200^{\circ}\text{C}$,层间温度 $160\sim 220^{\circ}\text{C}$ 。焊接规范参数: $I=300\text{ A}$ $U=36\text{ V}$ $V=11\text{ cm/min}$,连续焊接 35 kg 焊丝,焊后进行 $300^{\circ}\text{C}\times 4\text{ h}$ 的后热处理,并采用 DWK—A 型电脑热处理设备进行 $520^{\circ}\text{C}\times 2\text{ h}$ 的局部消应力热处理。焊后质量检查合格,节约价值约 10 万元。

3.2 大型轧机组连接轴的焊接修复

大型初轧机连接轴有四处裂纹,裂纹深度 10~30mm,累积长度 600mm,并处于受力区域,要求修复后等强度匹配,恢复力学性能。连接轴材料为 40CrNiMo 钢,用角磨机清理裂纹,并采用红外线加热技术,局部预热 $350\sim 400^{\circ}\text{C}$,采用富氩气体熔化极保护焊,焊丝为进口的 NiCrMo2.5IG 实芯焊丝,保护气体为 82%Ar+18% CO_2 混合气体,小电流,断续焊,焊后进行后热处理和消应力退火处理($400^{\circ}\text{C}\times 5\text{h}$)。修磨焊缝后进行着色探伤,未发现裂纹、未熔合、夹渣等缺陷,硬度等技术指标符合用户要求,成功地完成高强度锻件的修复,节约大量资金。

3.3 大型轧机铸轧辊的焊接修复

某铝厂的两根铸轧辊,因表面腐蚀磨损,需要大面积堆焊,厚度 5~10mm,并严格控制焊接变形。铸轧辊每根重量约 4 T,直径为 520 mm,材质为 42 CrMo,调质处理。根据修复要求,加工去除表面锈蚀层并确定堆焊基准。采用远红外线加热技术,局部加热 300°C ,控制层间温度 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ 。采用富氩气体保护焊,焊丝为 NiMo1IG 1.2 mm,保护气体为 80%Ar+20% CO_2 混合气体,焊接时对称操作,使用焊丝 500 kg,堆焊面积超过 8 m^2 ,焊后后热处理 $300^{\circ}\text{C}\times 6\text{ h}$ 。着色探伤检查,未见裂纹、夹渣、剥离等缺陷,铸轧辊变形量小于 0.5 mm。两根铸轧辊的成功修复,为用户节省资金 20 万元,延长了铸轧辊的工作生命周期。

3.4 大型压机机架顶板焊接修复

25000kN 压机属于焊接框架结构,由于压机使用达到一百万次以上,压机机架上部结构产生严重的疲劳开裂,裂纹达 20 余米,压机机架顶板($\delta=120\text{mm}$)已基本破碎,难以保证压机的正常工作。采用 CO_2 气体保护焊,药芯焊丝 YJ—502Ni $\phi 1.2\text{ mm}$ 。修复压机机架顶板裂纹,并补强整块厚钢板(材料: SM50B $\delta=120\text{mm}$),采用多层多道焊,控制焊接变形和残余应力。使用焊丝 600 公斤,完成焊缝 50 余米,焊缝探伤检查合格。成功的修复为用户节省大量资金,也为大型焊接结构的修复积累了经验。

综上所述,采用焊接修复技术修理了大量齿轮、轴等金属零件及焊接结构,节约资金,缩短维修时间,不仅可以免去再次采矿、冶炼、锻造、退火、粗加工、调质等生产工序,减少矿产开发、能源消耗、环境污染,而且缩短产品加工周期,延长其使用寿命。特别是省去的工序恰恰又是生产流程中能耗大、污染大、工作条件差的工序,所以可以节省约 40%~80%能源,使得焊接修复成为一种具有良好力学性能、先进的“绿色生产”,具有可持续发展的特点。

4 结论

焊接预保护和焊接修复技术是现代机械工程中实用先进技术,具有技术含量高、经济效益好等

特点,符合发展中国家的国情及人类发展的要求,焊接预保护和修复技术将推动产品设计、制造技术的改进,符合可持续发展战略,具有良好推广价值和发展前景。

参 考 文 献

- 1 王成文等.大型调质钢零件焊接修复技术的研究及应用【H-I_c-034-99】.北京:机械工业出版社,哈尔滨焊接研究所,1999
- 2 王成文等.TZY91029—1999《铸锻件补焊通用工艺规程》.太原重型机械(集团)有限公司,1999
- 3 王成文等.展望二十一世纪焊接修复工程的发展前景.兵器材料科学与工程,1999.139~142
- 4 王成文等.预保护堆焊技术在重型机械生产中的应用.首届中国北方焊接学术会议,太原:2000 139~142

作者简介:王成文,男,1965年生,高级工程师,太原重型机械(集团)有限公司技术中心冷焊所 副所长,焊接工艺,焊接试验,技术开发,

联系人: 王成文

联系地址: 山西太原重型机械(集团)有限公司技术中心冷焊所 030024

联系电话: 0351—6362634