

doi:10.13436/j.mkjx.202010044

输送机刮板的等离子堆焊修复方法研究

房敏¹, 杨鸿飞², 鞠晨¹, 原长锁¹

(1. 神东煤炭集团有限责任公司, 内蒙古鄂尔多斯 017000; 2. 西安福莱特热处理有限公司, 西安 710075)

摘要: 矿用刮板输送机在使用过程中,其刮板同坚硬矿石持续摩擦,导致磨损表面呈不规则形状,给再制造利用的修复工作造成困难。提出了基于等离子堆焊工艺的磨损刮板修复方法,对利用线激光扫描仪获得的磨损刮板表面轮廓数据进行预处理和三维重构,合理规划等离子堆焊修复路径。堆焊实验结果表明,基体和焊材融合界面结合强度高,堆焊层组织致密,成形美观,表面光滑,耐磨性好,满足再使用性能要求。

关键词: 刮板修复; 三维重构; 等离子堆焊; 修复路径规划

中图分类号: TD528.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003 - 0794(2020)10 - 0136 - 03

Study on Repair Method of Conveyor Scraper by Plasma Surfacing Welding

Fang Min¹, Yang Hongfei², Ju Chen¹, Yuan Changsuo¹

(1. Shendong Coal Group Co., Ltd., Ordos 017000, China; 2. Xi'an Follett Heat Treatment Co., Ltd., Xi'an 710075, China)

Abstract: In the process of using, the scraper of mine scraper conveyor is in contact with hard ore continuously, which leads to the irregular shape of wear surface, makes it difficult to repair the remanufacturing and utilization. Proposed a repairing method for worn scraper based on plasma surfacing welding technology, the surface contour data collected by line-structured laser sensor were preprocessed and employed to the 3D reconstruction, the repair path of plasma surfacing welding was rationally planned. The experiment result of surfacing welding shows that the bonding strength of the fused interface between matrix and welding material is high, the structure of surfacing welding layer is fine and close, forming is elegant, the surface is smooth and wearable, which meets the requirements of reuse properties.

Key words: repair of scraper; 3D reconstruction; plasma surfacing welding; repair path planning

0 引言

随着现代工业的快速发展,煤矿采煤作业逐渐向机械化自动化方向转变。矿用刮板输送机对实现煤炭采掘机械化起着重要作用。刮板是刮板输送机的关键零部件,且使用量非常巨大。因煤炭运输量大、矸石硬度高,矿用刮板输送机在这种特殊的运行环境下长期工作,其刮板会出现严重的磨损,不再满足正常生产使用要求。目前多采用以新刮板来更换磨损刮板的方式来保证生产的正常运转,造成了严重的资源和经济浪费。将磨损刮板通过再制造方式加以重新利用,形成原材料→产品→再生原材料的循环利用模式,对降低刮板全寿命周期费用具有非常显著的效果,同时也可以有效节约资源、能源以及减少环境污染。

长期工作在有相互运动情况下的零部件,如齿轮、滑台、凸轮轴等,其主要失效形式是磨损。目前

针对磨损件的修复多采用表面覆层再制造技术,有焊接(包括焊补、堆焊和钎焊)、微脉冲冷焊、激光再制造、氧-乙炔火焰粉末喷熔等。

刮板在工作过程中与运输槽及煤矸石相互摩擦产生磨损失效,为提高刮板的使用寿命,降低生产成本,在分析刮板失效形式的基础上,利用线激光扫描仪获取磨损刮板表面轮廓信息,建立三维表达模型,提取磨损部位形状,采用等离子熔覆工艺对其进行修复处理。刮板堆焊实验结果表明,等离子熔覆再制造技术可以使磨损刮板满足使用性能要求,有效延长其使用寿命。

1 刮板失效分析

刮板是刮板输送机的关键零部件,其用量大,属易损件,刮板的失效多以磨损为主,且磨损量可测,通过再制造进行修复的可行性较大,甚至可以通过再制造修复获得与新品同样的品质。刮板通过2根

链条串联组成刮板链,安装到刮板运输槽中,驱动链轮旋转带动刮板链整体运动,刮板两端在运输槽的卡槽内滑行。刮板在运输槽内运动过程中,刮板下表面与运输槽中板摩擦,其上表面与煤矸石之间相互作用发生磨损。当刮板端部磨损到整体尺寸小于安全尺寸时,刮板可能跳出卡槽,造成安全事故;当刮板下表面磨损到安全厚度以下时,刮板整体强度不足,在运行过程中可能导致刮板断裂,引起停机事故。

2 刮板三维重构及堆焊路径规划

基于三维扫描系统的刮板再制造方法,通过LMI Gotator 激光扫描仪进行刮板表面轮廓数据采集,采用三维点云的K邻近点云精简算法进行点云数据的去噪处理,利用网格插值重构刮板的三维表面模型,采用特征点提取算法提取刮板上表面圆孔中心位置坐标和有效特征数据点。计算磨损刮板距离标准刮板的对应表面栅格点处法线方向差值作为磨损量,结合平行线填充充分层方法,采用等离子熔覆堆焊设备并结合其堆焊工艺,进行刮板的堆焊修复。

(1) 刮板三维模型重构

通过激光扫描仪获得的刮板表面的三维坐标数据,经过对网格节点进行插值处理,生成规则化网格数据,进行插值三维表面重建建模。标准刮板的三维模型重构如图1所示,磨损刮板的三维模型重构如图2所示。

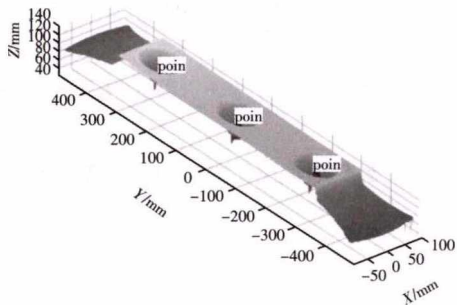


图1 标准刮板的三维模型重构

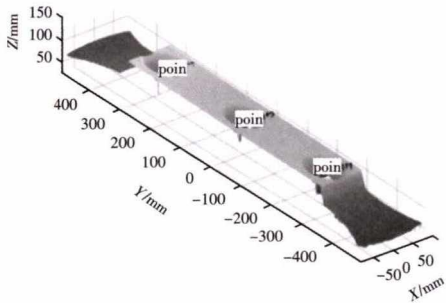


图2 磨损刮板的三维模型重构

提取刮板上表面3个圆孔的中心位置坐标,将中心孔位置进行对齐,采用行对齐求差方法和列对

齐求差方法,获得刮板两端表面磨损量,进行插值三维表面重构,如图3所示。

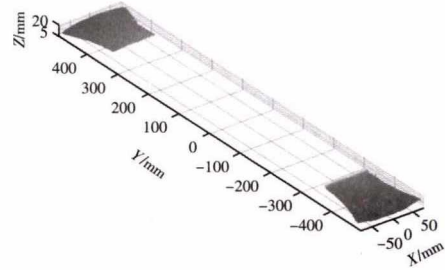


图3 磨损刮板三维表面模型重构

(2) 刮板堆焊路径规划

为了避免在堆焊中由于频繁的起弧与断弧使焊接设备驱动器的电机频繁启停,因此采用平行线轨迹填充算法并结合沿长边平行扫描路径进行堆焊,平行线填充算法成效率高,采用此方法加工实心零件散热均匀,不易产生翘曲变形,适用于刮板的堆焊成形。

通过结合平行线轨迹填充算法,将堆焊路径规划于刮板的两侧,如图4所示。图4中三维模型的下表面为磨损刮板表面,上表面是标准刮板表面,通过采用平行线轨迹填充算法,结合等离子堆焊工艺参数,将磨损刮板堆焊至和标准刮板平齐。

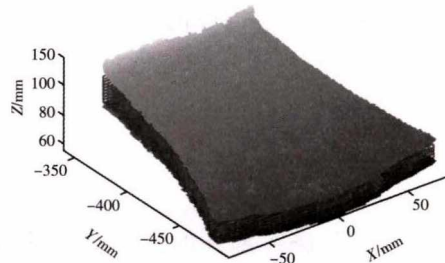


图4 刮板平行线堆焊填充路径

3 等离子堆焊实验

制定合理的堆焊工艺,通过搭建等离子堆焊实验平台来验证堆焊方案的效果和可行性。

对于堆焊工艺需要注意以下几点:

- ①堆焊工件表面清理(清除油、污、裂纹等);
- ②正确选择焊接材料,制定堆焊工艺参数;
- ③控制堆焊层厚度,防止堆焊层剥落。

(1) 堆焊材料的选择

堆焊技术利用不同的焊接方法将特殊性能(耐腐蚀、耐磨损等)的金属熔覆在其他工件表面,熔覆金属的性能与合金成分有直接关系。堆焊工艺评定可检验焊材堆焊金属力学性能是否满足技术指标要求,因此必须根据堆焊工件状况及工作条件,选用不同的堆焊材料和不同的堆焊工艺,才能获得满意的

堆焊效果。

考虑到刮板的实际工作状态和堆焊层的附着性及经济性,选择JG-3型粉末,化学成分如表1所示,其堆焊层结构组织及硬度(HRC≥46)完全满足要求。

表1 堆焊材料化学成分

元素	C	Cr	Si	Mo	Ni	Mn	B	Fe
质量分数/%	0.11	17.28	0.98	0.34	2.92	0.26	0.83	余量

(2)堆焊实验的实施和效果

堆焊实验采用等离子堆焊设备,将等离子焊枪搭接在五轴铣床上,将刮板固定在工作台上,进行堆焊实验。

采用JG-3堆焊粉末在刮板表面进行堆焊实验,粉末熔覆温度为1 020~1 130 ℃,具体等离子堆焊工艺参数:

保护气流量/L·min ⁻¹	14.0
送粉气流量/L·min ⁻¹	5.0
离子气流量/L·min ⁻¹	2.0
焊接电流/A	100
引弧电流/A	40
维弧电流/A	20
送粉转速/r·min ⁻¹	35
进给速率/mm·min ⁻¹	100

待堆焊结束,经过一段时间的自然冷却,对焊缝宽度和厚度进行测量,单条焊缝宽度约6 mm,单层堆焊层高度2 mm,平整度±0.1 mm,基本满足使用要求。

4 结语

为延长煤机设备零部件的服役期,采用离子堆焊工艺对刮板输送机中最易磨损的刮板进行修复,通过失效机理分析、磨损部位的三维重构、堆焊路径

设计以及堆焊工艺研究,验证了刮板堆焊再制造技术的可行性,提升了刮板的使用寿命,降低了生产成本,减少了资源、能源浪费和环境污染。

将自动修复替代人工修复,可以解决人工修复质量不稳定、修复效率低、补焊后仍需进行机加工的问题,减少了人员投入,提高了修复质量,降低了劳动强度,简化了再制造工序,降低了修复成本。随着科学技术的发展,将智能化的相关理论和技术融入到再制造领域中,辅助再制造过程的推理、判断和决策,可有效提高再制造成形过程中的质量与效率。开发基于机器人的柔性现场增材修复设备,建立面向损伤区域的三维扫描与修复路径规划集成系统,是实现刮板等离子堆焊修复的有效方式。

参考文献:

- [1]秦文光.刮板输送机等离子熔覆再制造强化技术的应用[J].中国煤炭,2016(10):82-84.
- [2]刘智超.脉冲冷焊在马道头煤矿提升机主轴轴颈磨损修复中的应用[J].山东煤炭科技,2018(7):150-151+158.
- [3]柳成.截齿齿体的堆焊修复[J].煤矿机械,2008,29(12):186-187.
- [4]王志平.大型锻件支承辊堆焊修复技术研究[J].焊接技术,2019,48(9):62-65.
- [5]成世奇,唐定忠,余波.助卷辊堆焊修复技术及应用[J].装备制造技术,2019(5):89-92.
- [6]郭彬,梁峰.基于激光熔覆技术的刮板再制造工艺研究[J].煤矿机械,2017,38(8):79-80.
- [7]李方义,李振,王黎明,等.内燃机增材再制造修复技术综述[J].中国机械工程,2019,30(9):1119-1127+1133.

作者简介:房敏(1981-),女,辽宁海城人,高级工程师,硕士,主要研究方向:采煤设备零部件修复及制造,电子信箱:30057194@qq.com.

责任编辑:刘宝胜 收稿日期:2020-02-26