

文章编号: 1003-7837(2006)02-0137-04

一种新型耐磨中部槽的强化研究

张丽民¹, 孙冬柏¹, 李惠琪², 刘邦武¹

(1. 北京科技大学腐蚀与防护中心, 北京 100083; 2. 山东科技大学材料学院, 山东 青岛 266510)

摘 要:为提高刮板输送机中部槽的耐磨损性能, 利用等离子束表面冶金技术在中部槽的链道部位堆焊一层耐磨合金条带, 采用金相显微镜、显微硬度计和湿砂橡胶轮式磨损试验机对冶金层的组织和性能进行了研究, 并进行了工况现场试验。研究结果表明: 冶金层与基体呈冶金结合, 组织形态良好, 与普通中部槽相比较, 经过处理的中部槽的耐磨性大大提高, 摩擦系数有所降低, 其使用寿命提高4倍以上。

关键词:等离子束表面冶金; 中部槽; 耐磨性能

中图分类号: TG156.99 **文献标识码:** A

刮板输送机中部槽是煤矿井下运输煤炭的装置, 是煤矿设备中用量最大、磨损最严重的部件。由于物料(煤和矸石)、刮板及链条在中板上滑行, 使中板和槽帮受到严重磨损, 很容易被磨损穿透, 继而报废^[1]。频繁地更换中部槽, 既耗费工时, 又因误工而造成大量的经济损失。为了解决这一问题, 采用自行研制的等离子束表面冶金专用设备^[2], 对刮板输送机中部槽进行局部表面处理。等离子束表面冶金技术的基本原理是: 在按照程序轨迹运行的 DC-Plasma-Jet 等离子束流的高温下, 金属零件表面快速依次形成与弧斑直径尺寸相近的熔池, 将预先配置好的合金粉末同步送入弧柱或熔池中, 粉末经快速加热, 呈熔化或半熔化状态与熔池金属混合扩散, 随着等离子弧柱的移动, 合金熔池迅速凝固, 形成与基体呈冶金结合的涂层。本文介绍了等离子束表面冶金技术在中部槽上的应用及冶金层的组织结构、性能。

1 花纹图案及尺寸的确定

当刮板和链条在中板上滑动时, 煤和矸石便成为磨料。由于刮板和链条对中板有粘着磨损、煤和矸石对中板有磨粒磨损及井下的腐蚀介质对中板有腐

蚀磨损, 所以中部槽的失效部位多为链道处, 特别是两节槽的结合端磨损更为严重。因此, 按一定花纹、尺寸在链道处堆焊一层耐磨合金层, 使链条在合金层上滑动, 脱离与中板的接触, 可有效地保护中板, 减轻磨损^[3]。基于以上分析, 在中板上堆焊的花纹图案及尺寸主要考虑以下因素: 保证刮板均匀磨损; 防止和减小中部槽由于等离子束表面冶金处理而产生的变形; 尽量降低表面处理成本等。经过各种花纹图案对比, 并考虑到等离子束表面冶金强化设备的数控程序设计, 最后选择了与中板成 45° 的平行条纹图案, 如图 1 所示。该图案冶金条带排列整齐, 可以最大程度地保证中部槽的均匀磨损; 各冶金条带不搭接, 很大程度上减小了中部槽的变形程度; 冶金条带的间隔可以根据中部槽的磨损情况适当地调整。经过调研, 设定中部槽上冶金条带的长度为 150 mm, 宽度为 10 mm, 厚度为 5 mm, 间隔为 100 mm。

2 试 验

2.1 工艺参数

试验中采用自行研制的等离子束表面冶金专用设备, 其优化后的工艺参数: 等离子炬扫描速度 400

收稿日期: 2005-12-02

作者简介: 张丽民(1979-), 女, 山东冠县人, 博士研究生。

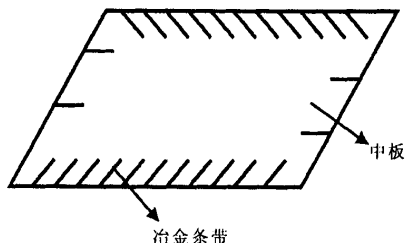


图1 中部槽表面冶金层花纹示意图

Fig. 1 Scheme of cladding pattern in chute

mm/min;送粉气流量 0.6~0.8 m³/h;离子气流量 1.0 m³/h;保护气流量 0.6~0.8 m³/h;等离子束长度 30 mm;电流 280 A.

2.2 试料

合金粉末为铁基合金粉末,目的是使冶金层与基体匹配,且 Fe 基合金粉末价格低廉,其组成成分列于表 1. 中部槽基体采用常用的 16M 钢板,做成 150 mm×80 mm×20 mm 槽体,在等离子束表面冶金强化设备上表面进行表面冶金试验.

表 1 合金粉末成分

Table 1 Chemical composition of alloy powder

成分	质量分数/%	成分	质量分数/%
C	2.5	Si	5
Cr	38	W	5
Ni	5	Fe	余量
B	0.8~1		

2.3 测试

沿冶金条带横向截取并制得金相样块,首先用王水深度腐蚀冶金层,然后用 3% 硝酸酒精溶液腐蚀基体,最后对其进行组织结构观察、硬度检测、磨损试验及称重. 所用仪器分别为 XJP-100 金相显微镜、HV-1000 型显微硬度计、MLS-225 型湿砂橡胶轮式磨损试验机及 JA5003 型电子天平.

3 等离子束表面冶金层性能分析

3.1 组织形态

通过金相显微镜观察冶金层组织结构,如图 2 所示. 图 2(a)为冶金层与基体结合区的组织结构形貌. 结合区的组织结构呈快速凝固组织特征,在结合

区的底部有一沿基体表面垂直生长的平面结晶带,与基体呈冶金结合状态. 图 2(b)为冶金层上部的组织结构形貌,在奥氏体相上分布着大量的块状和片状碳化物组织. 这是由于试验选用的粉末中含有大量的高碳铬粉,在等离子束扫描过程中,合金粉末和基体快速熔化,然后凝固,析出块状或片状碳化物. 大量研究表明^[4],钢中的碳化物是提高其耐磨性的重要因素之一. 因此,在不影响钢的其它性能的情况下,应尽可能地提高碳含量,以形成大量的硬质相碳化物,提高钢的耐磨性. 研究结果表明,冶金层中的碳化物主要为 (Fe,Cr)₇C₃,其硬度远高于基体,在磨损过程中作为硬质第二相,起到承受载荷和保护基体的作用. 同时,基体的强韧性对提高钢件的耐磨性至关重要. 因为在磨损的过程中,随着载荷的增加,碳化物和基体之间会产生应力集中,如果基体对碳化物的包裹性不好,将导致碳化物的剥落,反而加剧磨损. 因此,具有良好强韧性的基体相对碳化物有稳固的支撑和包裹作用,可充分发挥碳化物良好的耐磨性能.

3.2 硬度检测

图 3 为冶金层及界面附近的显微硬度曲线. 由图 3 可知,冶金层硬度从表面到基体呈梯度分布. 硬度最高值出现在亚表层,因为在熔覆后的快速凝固过程中析出了多种碳化物增强相,因而在距表面 0.3 mm 左右涂层具有较高硬度;而涂层表面因受等离子束的作用时间较长,合金元素发生了较大程度的烧损,从而降低了涂层表面的硬度;等离子束表面冶金过程中加热及冷却速度都非常快,熔池寿命短,熔体来不及扩散均匀,导致微观成分不均,冶金层中硬度出现波动. 靠近基体部分,由于基体成分的稀释作用,硬度逐渐降低.

3.3 磨损试验

分别将 16Mn 钢和冶金样块做成 56 mm×25 mm×6 mm 的标准试样,在磨损试验机上进行磨损试验. 磨料为 1000 g 水和 1500 g 石英砂的混合物(石英砂粒度为 212~270 μm),磨损试验机橡胶轮的转速为 100 r/min. 磨损过程分为预磨和正磨. 预磨时间为 10 min,载荷为 70 N;正磨时间为 20 min,载荷为 70 N. 图 4 为等离子束表面冶金层磨损后的形貌. 由图 4 可见,冶金层表面有断续的犁沟状磨损痕,还有一些“浮雕”和小坑,白亮块状部分为碳化物. 冶金层的主要组织为固溶有大量合金元素的奥

对冶金层有显微切削作用, 导致冶金层形成一些“浮雕”; 当运动的石英砂颗粒遇到碳化物颗粒时, 可能会导致石英砂破碎或碳化物破碎, 且碳化物可能脱离冶金层. 如果碳化物颗粒脱离冶金层, 就会在冶金层上形成小坑. 称重后的试验结果列于表 2. 由表 2 可知, 在湿砂磨粒磨损的情况下, 冶金层与 16Mn 钢相比, 其相对磨损率为 $\epsilon_r = 0.007/0.059 = 1/8.4$, 即冶金层的耐磨性与 16Mn 钢的耐磨性相比, 约提高了 8.4 倍.



图 4 冶金层磨粒磨损形貌

Fig. 4 Grain-abrasion pattern of metallurgical coating

图 2 冶金层组织结构
(a) 界面处组织; (b) 冶金层中上部组织
Fig. 2 Microstructure of cladding coating
(a) Microstructure next to interface;
(b) Microstructure in middle and upper coating

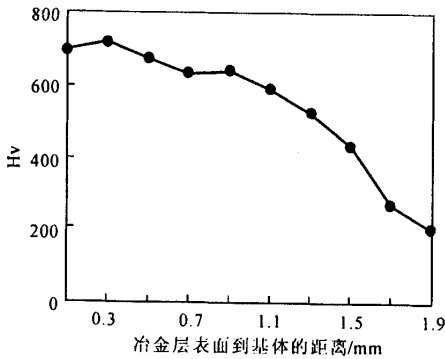


图 3 冶金层的显微硬度曲线
Fig. 3 Microhardness curve of alloy coating

表 2 磨损试验结果
Table 2 Results of abrasive test

试样	冶金样块	16Mn 钢
试验前质量/mg	65500	72444
试验后质量/mg	65486	72326
失去的质量/mg	14	118
磨损率/(mg · r ⁻¹)	0.007	0.059

4 应 用

利用等离子束表面冶金技术处理的中部槽, 在煤矿使用后表明, 其使用寿命比未经强化处理的提高 4 倍以上, 摩擦系数明显减小, 刮板机运行平稳、震动小、耗能低, 刮板链条寿命也相应地提高, 大幅度减少了返修工作量.

5 结 论

磨粒磨损、腐蚀磨损和粘着磨损是中部槽失效的主要原因. 经等离子束表面冶金处理的中部槽的

氏体, 其韧性比较好. 在圆滑的石英砂磨粒的作用下材料被挤压推移到磨粒运动路径的两侧, 中间形成“犁沟”, 两侧形成堆积隆起; 带有棱角的石英砂颗粒

硬度和耐磨性都有了很大的提高,使用寿命提高 4 倍以上. 等离子束表面冶金技术在中部槽上的应用, 降低了煤矿生产成本, 提高了经济效益, 具有广阔的应用前景.

参考文献:

[1] 唐果宁, 李颂文. 刮板输送机中部槽链道磨损分析及复

合渗硼试验研究[J]. 矿山机械, 1998, (12):52-54.

[2] 李惠琪, 李惠东, 李敏, 等. DC-Plasma-Jet 表面冶金技术研究[J]. 材料导报, 2004, 10(增): 194-197.

[3] 葛长路, 叶荣昌. 刮板输送机中部槽大面积耐磨花纹堆焊新工艺[J]. 煤炭学报, 1997, 4(6):35-37.

[4] 江利, 孙智, 吴玉萍. 现代金属材料[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 2000:10.

Study on a new type of wear-resisting strengthen chutes

ZHANG Li-min¹, SUN Dong-bai¹, LI Hui-qi², LIU bang-wu¹

(1. Corrosion and Protection Center, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;

2. Department of Materials Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China)

Abstract: In order to improve wear-resistance of chutes, plasma cladding technique is employed to obtain wear-resistant stripped coating on path of chain in chutes. Metallographic microscope, microhardness instrument and greensand abrasion machine were adopted to study the microstructure and performance of the alloy coating. Field study was made on the base of lab study. Results show that the alloy coating is bonded with substrate metallurgically and its microstructure are good. Wear-resisting property of chutes after PTA alloy technique rise notably and their service life increases by 4 times compared with common chutes.

Key words: plasma cladding; chute; wear-resisting property