

(11) 152-156

镍基碳化钨自熔合金喷焊层与硼化物层 磨损特性的对比研究

许 斌 冯承明 张业民
(山东农业大学工程技术学院 泰安 271018)

+G146.411

摘要 采用MM-200型磨损试验机对火焰喷焊质量分数为35%的WC自熔合金喷焊层和由Fe₂B所组成的硼化物层在油润滑和干摩擦条件下的磨粒磨损、粘着磨损特性进行了对比试验研究。结果表明,镍基WC合金喷焊层具有硬质弥散相可均匀分布于高强韧性镍基固溶体的组织结构中,因而比硼化物层有较高的抗磨粒磨损和抗粘着磨损性能。

关键词 镍基碳化钨自熔合金 火焰喷焊层 磨损特性

分类号 TG146.411

固体渗硼是提高工件耐磨性常用的表面强化工艺,已成功地应用于农业机械中的一些零件^[1,2]。但由于硼化物层薄且脆性较大,其应用受到一定限制。火焰喷焊工艺简便易行,除可强化工件表面外,还兼有修复旧件之功能,并通过改变合金粉末成分可在较大范围内改变喷焊层的性能。在镍基自熔合金粉末中加入WC粉末可提高火焰喷焊层的耐磨性,加入质量分数为35%WC时的耐磨性最佳^[3],然而,对喷焊层和硼化物层磨损特性的对比研究还未见报道。

本文研究了WC质量分数为35%的镍基自熔合金喷焊层与硼化物层摩擦磨损性能对比试验结果,并对其磨损机理进行了分析,找出了一种比较适宜于农业机械零件的表面强化工艺,拓宽了WC增强复合材料的应用范围。

1 试验部分

1.1 试验材料

在镍基自熔合金粉末中加入质量分数为35%镍包WC粉末(均由上海冶炼厂生产),固体渗硼剂由山东安丘热处理材料厂生产,其主要成分为硼铁、氟硅酸钾、氧化铝等。以45#钢为试样底材,采用喷焊或在850℃、4h下固体渗硼处理,经磨削后喷焊层和硼化物层厚度分别为0.2mm和80μm,喷焊层和硼化物层硬度分别为HV_{0.1} 217和HV_{0.1} 585。

1.2 试验方法

磨损试验在MM-200型磨损试验机上进行。磨粒磨损试验的试样接触形式为环-瓦

1997-08-15收到初稿,1998-05-25收到修改稿/本文通讯联系人许斌。

许 斌 男,41岁,硕士、副教授,目前主要从事教学和金属表面工程及摩擦学研究,发表论文20余篇。

冯承明 男,57岁,校长、教授,目前主要从事教学和金属表面工程及摩擦学研究,发表论文20余篇。

张业民 男,41岁,实验师,目前主要从事零件修理工艺研究,发表论文6篇。

式,瓦的内侧有喷焊层或硼化物层,在环的外圆柱面上用快固胶粘牢 320[#]碳化硅砂纸,速度 0.42 m/s,载荷 300~1 100 N. 试验时采用干摩擦和非循环滴注式 HQB-10[#] 机油润滑,滴油量为 0.01 L/min,试验中分别滑动 2 min 和 4 min 后更换一次环试样。

粘着磨损试验试样的接触形式为环-块式,块为喷焊和渗硼试样,对偶均为 45[#] 钢,硬度 HRC 51~55,通过改变对偶直径和转速来调整滑动速度. 粘着磨损同样采取干摩擦和油润滑方式,滴油量为 0.02 L/min. 抗粘着磨损性以摩擦力矩剧增时的载荷和速度来确定,即试样在某一固定速度下,先在 300 N 载荷下磨合 10~20 min,然后间隔 1 min 加载 50 N,直至加载到出现摩擦力矩剧增,记录此时的 p 和 v 值,绘出 p - v 曲线。

2 试验结果与讨论

2.1 磨粒磨损

磨粒磨损试验结果见图 1 与图 2 所示. 图 1 是在干摩擦和油润滑时喷焊层和硼化物层磨损质量损失与滑动距离的关系曲线. 由此可见喷焊层的磨损质量损失均小于硼化物层,并

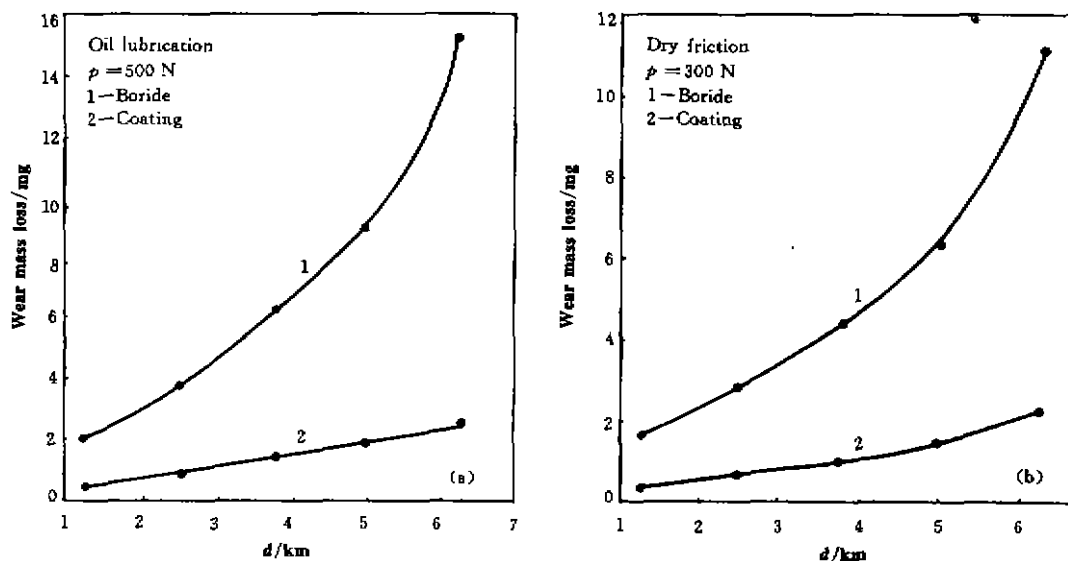


Fig 1 The wear mass loss-distance curves of spray-welded and boronized specimens

图 1 试样的磨损质量损失-滑动距离曲线

且随滑动距离的变化较为平稳. 而硼化物层在滑动 5 km 后因其逐渐被磨去而使磨损质量损失急剧上升. 经过计算可知,在稳定磨损阶段喷焊层的抗磨粒磨损性能比硼化物层提高了 3.9~4.5 倍. 图 2 是在油润滑时喷焊层和硼化物层的磨损质量损失与载荷的关系曲线. 由图可知载荷的增加对喷焊层磨损质量损失影响不大,而在 700 N 之前对硼化物层的影响基本为直线上升关系,尔后呈指数上升关系,这主要是因为高载荷造成硼化物层局部脆性剥落所致. 而在干摩擦时,载荷与磨损质量损失的关系因高载荷下摩擦温度升高而使砂纸易脱落造成数据准确性较差,对此有待于进一步研究。

在磨粒磨损过程中,微观切削破坏是造成磨损的重要原因. 虽然喷焊层硬度低于硼化物

层,但喷焊层未熔的WC和其它硬质弥散相质点均匀分布和镍基固溶体的固溶强化^[3,4],提

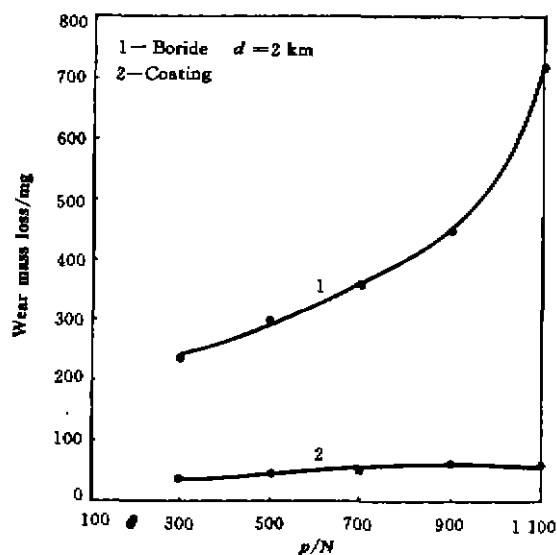


Fig 2 The wear mass loss-load curves of spray-welded and boronized specimens

图2 试样的磨损质量损失-载荷曲线

提高了基体的韧性和基体与WC质点的结合强度,使得磨粒不易嵌入基体,可有效地承受和抵抗磨粒的微观切削,保护了WC赖以存在的基础;还可使磨粒在与硬质相的摩擦和碰撞挤压中,部分磨粒被磨钝或脱落,而WC质点仍嵌固于基体之上。

与喷焊层相比,硼化物层属脆性材料,材料表层的微观脆性断裂是其磨粒磨损的主要方式。正如文献[5]指出的那样,在挤进的磨粒下部形成压应力,与其相毗邻表面附近区域内存在拉应力。对于脆性材料,这种拉应力可迅速导致显微裂纹的形成和扩展。

2.2 粘着磨损

图3是喷焊层和硼化物层在油润滑条件下的载荷-速度曲线,可见喷焊层在不同速度下的临界承载能力均高于硼化物层,且高速滑动比低速滑动

提高的幅度较大。经计算,当速度为0.31~1.05 m/s时,喷焊层比硼化物层的抗粘着磨损性提高了15%~40%。然而在干摩擦时 p - v 值数据的规律性较差。试样在油润滑时的摩擦因数随滑动时间变化的关系曲线如图4所示。可见磨合后喷焊层的滑动摩擦因数较小,随时间的变化也较平稳,而且低速高载比高速低载时的摩擦因数随时间的波动幅度大。在干摩擦时,由于载荷较小,2种试样的摩擦因数随时间的波动幅度不大,但喷焊层的摩擦因数略低,约为0.4左右。

分析认为,造成喷焊层与硼化物层的抗粘着磨损性差异的主要原因是它们的组织结构不同。喷焊层中的WC和其它硬质弥散相质点均匀分布于镍基固溶体之上,其组织结构类似于滑动轴承中的“巴氏合金”,即在相对软基体上分布着硬质点。这种组织的抗粘着磨损能力较强的原因是:① 利于连续油膜的形

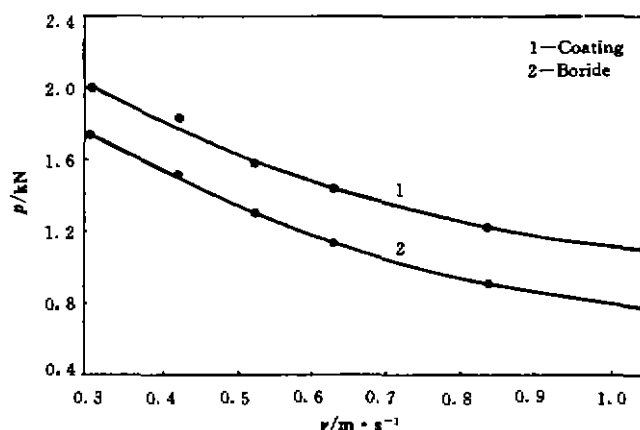


Fig 3 The p - v curves of spray-welded and boronized specimens with oil lubrication

图3 试样在油润滑时的 p - v 曲线

成. 它经磨合以后, WC 等硬质相则变得凸起来, 软基体则凹下去, 凹坑可贮存润滑油, 从而可保证较低的摩擦因数. ② 在摩擦时的实际接触面积 A_r 较小^[6].

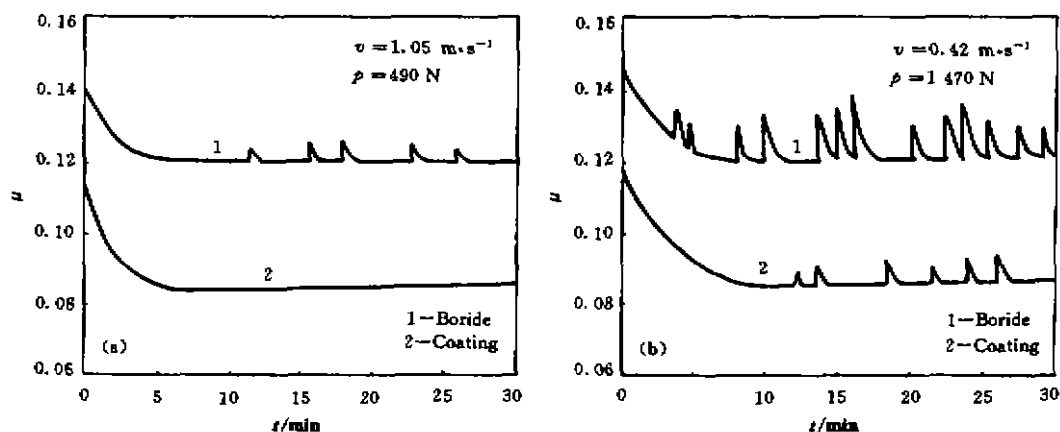


Fig 4 Friction factor-time curves of spray-welded and boronized specimens with oil lubrication

图4 2种试样在油润滑时的摩擦因数随时间变化曲线

3 结论

- a. 与固体渗硼工艺相比, 火焰喷焊镍基 WC 自熔合金工艺可明显提高工件的抗磨粒磨损和粘着磨损性能, 较适用于在苛刻工况条件下的农业机械等零部件的表面强化和修复.
- b. 与脆性较大的硼化物层相比, 镍基 WC 自熔合金喷焊层具有硬质弥散相均匀分布于高强韧性镍基固溶体内的组织特征, 因而具有良好的抗磨粒磨损和粘着磨损性能.

参 考 文 献

- 1 朱沅铺, 火树鹏. 热处理手册(第二卷). 北京: 机械工业出版社, 1991. 309
- 2 冯承明, 许斌, 华磊. 粉碎机锤片的固体渗硼. 金属热处理, 1992(8): 41~42
- 3 王长生, 杨蕴林. WC 加入量对 Ni60 自熔合金喷焊层磨粒磨损性能影响. 热加工工艺, 1997(1): 28~30
- 4 李全安, 于宗汉, 王长生等. FeNiWC15 喷焊层的显微组织和耐磨性研究. 摩擦学学报, 1995, 15(3): 165~170
- 5 中国农机院工艺材料研究所. 磨粒磨损与抗磨技术文集. 北京: 机械工业出版社, 1982. 5~21
- 6 全永昕, 施高义. 摩擦磨损原理. 杭州: 浙江大学出版社, 1988. 130~133

Comparison of Wear Behaviour of Ni-Based Self-Fluxing Spray-Welded Coating Containing WC and Boride Layer

Xu Bin Feng Chengming Zhang Yemin

(Institute of Engineering and Technology

Shandong Agricultural University Taian 271018 China)

Abstract The abrasion and adhesion behaviours of Ni-based spray-welded coating containing 35% WC have been studied and compared with that of boride layer containing Fe_2B phase using an MM-200 wear tester. The results show that the abrasion and adhesion resistance of Ni-based spray-welded coating is better than that of boride layer.

Key words Ni-based self-fluxing alloy WC flame spray-welded coating wear behaviour

Classifying number TG146.411