

离子信号。其中 Fe^+ 最强, 其次是 $Fe(CO)_n^+$ ($n=1\sim 5$), 以及比 $Fe(CO)_n^+$ ($n=1\sim 5$) 约小两个数量级的 $Fe_2(CO)_m^+$ ($m=4\sim 9$)^[7], 从而证实了在这种激光下产生离子的可能性。

参 考 文 献

1 James C. Mithen *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, **103**, 975 (1981)
2 Robert L. Whetten *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, **104**,

4270 (1982)
3 卢兴梁等; 有机化学, (5), 340 (1982)
4 Richard F. Heck *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, **86**, 2580 (1964)
5 H. D. Murdoch *et al.*, *Helv. Chim. Acta*, **45**, 1927 (1962)
6 V. S. Letokhov, *Nature*, **305**, 103 (1983)
7 李书涛 *et al.*, 量子电子学, **3**(4), 310 (1986)

(收稿日期: 1988年1月15日)

低合金钢表面激光熔敷层耐磨性的研究

陶曾毅 陈 新 冯树强

(华中理工大学)

Study on abrasion resistance of low alloy steel treated by laser cladding

Tao Zengyi, Chen Xin, Feng Shuqiang

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan)

提要: 本文研究了 16Mn 钢表面激光熔敷处理对耐磨性的影响及熔敷层的组织结构与耐磨性的关系。结果表明激光熔敷 Ni 基合金, 尤其含有 TiC 或 WC 粉末能大幅度地提高低合金钢的耐磨性。

关键词: 激光熔敷, 低合金钢, 耐磨性

一、引 言

一般说来, 低合金钢的耐磨性不如高合金钢, 因此限制了低合金钢在许多部件上的应用。用激光束对金属表面进行合金化或熔敷处理是 70 年代发展起来的一种新技术, 通过激光束对预置在金属基体表面的特定合金进行辐照, 使表面加热至熔化, 形成具有特殊性能的合金层。

本文研究激光熔敷处理对低合金钢耐磨性的影响, 以及熔敷层的组织与耐磨性之间的关系。

二、激光熔敷层实验

将 16Mn 热轧板加工成磨损试验要求的试样尺寸。合金粉末有三种: Ni 基自熔合金粉、WC 粉、TiC 粉。按表 1 的配比设计出了三种熔敷合金方案。Ni 基自熔合金粉的粒度约 $60\mu m$, 碳化物粉的粒度约 $3\sim 5\mu m$ 。

表 1 三种熔敷合金

编号	Ni 基自熔合金粉*Wt%	碳化物粉 Wt%
A	100	0
B	80	TiC-20
C	75	WC-25

* Ni 基自熔合金成分: C 0.8%, Si 4.5%, B 3.5%, Cr 23.0%, Fe 15.0%, 其余 Ni。

用化学粘接剂将配制好的合金粉末预置于试样表面, 在输出功率为 2kW 的 CO_2 激光辐照下进行多道扫描。光斑尺寸 $d=3mm$, 扫描速度 7mm/s, 用氩气进行保护。扫描重叠量为 1.5mm。熔敷层厚度约 0.5mm。

激光熔敷的组织区域同激光合金化一样, 大致

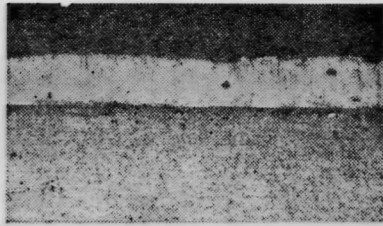


图1 激光熔敷层横断面照片(×32)

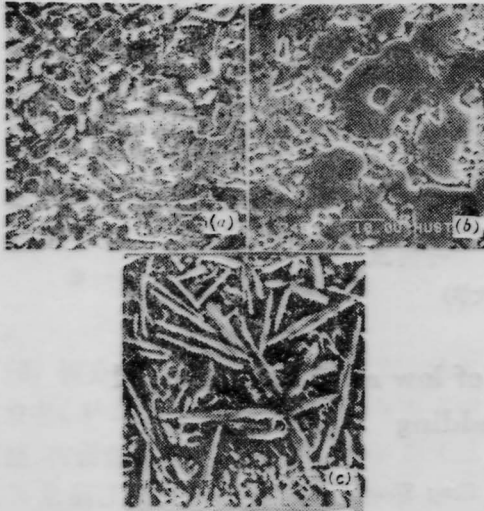


图2 三种熔敷层扫描照片(×2000)

表2 三种熔敷层的相组织及硬度

	(a)	(b)	(c)
相	γ -Ni α -Fe	γ -Ni α -Fe	γ -Ni α -Fe
组	$Fe_{4.5}Ni_{18.5}B_6$	$Fe_{4.5}Ni_{18.5}B_6$	$Fe_{4.5}Ni_{18.5}B_6$
织	Ni_3B CrB	Ni_3B CrB TiC(颗粒)	$W_{3.2}Cr_{1.8}B_3$ (针状)
硬度 (HV)	686	791	936

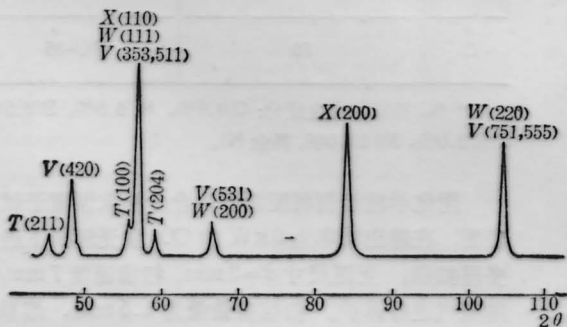


图3 合金C熔敷层的X射线衍射谱

T: $W_{3.2}Cr_{1.8}$; V: $Fe_{4.5}Ni_{18.5}B_6$ W: γ -Ni; X: α -Fe

可以分为三部分:熔化区、淬硬区和基体。不过熔敷处理的熔化区与淬硬区的界线基本呈平直状(图1)。三种不同合金熔敷层的组织如图2所示。相应的组织及硬度示于表2。其中相结构在RIGAKN 3015 X射线衍射-荧光两用仪上测得。测试中采用 FeK_{α} , Mn滤波片,电压30 kV,电流22.5 mA。

熔敷后,颗粒状的WC会熔化而出现图2(c)所示的针状组织的现象。在X射线衍射的基础上,配合扫描电镜下对针状相的能谱分析,初步鉴定这种针状相为钨、铬的硼化物 $W_{3.2}Cr_{1.8}B_3$ 。图3为合金C激光熔敷后的X射线衍射谱。

三、磨损试验及结果

在MM200磨损试验机和干砂橡胶轮磨损试验机上进行磨粒磨损试验。所不同的是前者模拟棱角状高硬磨料在高应力条件下的磨削磨损;后者模拟圆角状较软磨料在低应力条件下的擦伤磨损。磨损运动方向垂直激光扫描方向。

用万分之一精度的天平称量失重(ΔW),然后用不同材料的比重值折算成体积平均值(ΔV)。以未处理的16Mn试样的耐磨性 $\frac{1}{\Delta V}$ 为1,求得其它试样的相对耐磨性,再变换成相对耐磨性,其结果如图4所示。

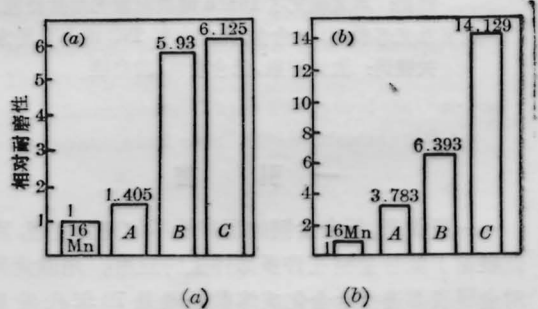


图4 不同表面的相对耐磨性

(a) MM200磨损试验; (b) 干砂-橡胶轮磨损试验

图5为干砂-橡胶轮磨损试验后磨痕表面SEM照片。由这些照片可见,激光熔覆处理后的磨损表面,磨痕很细、很浅。特别是加入TiC或WC的合金,磨痕很不明显。与此相反,16Mn的试样磨损表面有明显的“条状”磨坑,这种差别说明在同样的试验条件下,激光熔覆处理后的表面与未处理的表面磨损机制不一样,后者主要以“刮削”的方式进行。

研究中得到了武汉材保所磨损研究室和华中理工大学微观中心的协助,特此感谢。

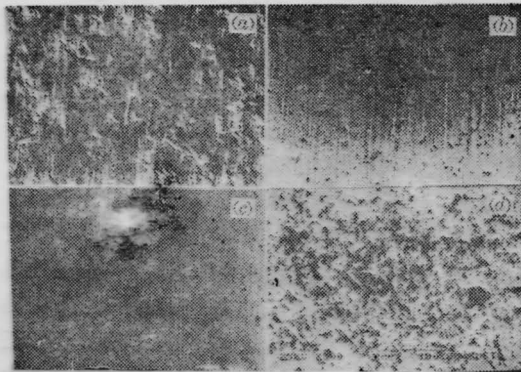


图5 干砂-橡胶轮磨损试验后的试样表面

参 考 文 献

- 1 Conducting dry sand-rubber wheel abrasion tests ASTM stand. G65, 1984 (ASTM Philadelphia PA)
- 2 H. S. Avery, An Analysis of the rubber wheel abrasion test, Proc. Int. Conf. on wear of materials 1981, American Society of Mechanical Engineers, New York 1981, 372
- 3 S. Timoshenko, Theory of Elasticity, 3d Ed, 1979, 412

(收稿日期: 1988年1月13日)

激光快速熔凝钢的表面微晶化与疲劳性能

才庆魁 李好平 傅淑云 战效文 王维国

(东北工学院, 沈阳)

秦思展

(北京电光源公司)

Surface microcrystallization and fatigue property of laser-glazed steels

Cai Qingkui, Li Haoping, Fu Shuyun, Zhan Xiaowen, Wang Weiguo

(Northeast University of Technology, Shenyang)

Qin Sizhan

(Beijing Electric Light Source Co., Beijing)

提要: 本文报道激光快速熔凝钢的冷却速度为 $10^4 \sim 10^6$ °C/s, 当激光辐照的工艺参数控制得当时, 可在钢的表面形成极薄的微晶层和相变硬化层, 使疲劳区内移, 在次表层形成疲劳裂纹核心, 因而使疲劳性能显著提高。

关键词: 钢, 表面微晶化, 疲劳

一、引 言

通常情况下, 材料的疲劳断裂始于表面, 材料的表面层状态对疲劳性能有直接影响。因此, 研究材料的表面状态和结构, 进而强化材料表面对疲劳研究工作者是很重要的。

将激光表面加工新技术引入材料研究中, 尤其是引入疲劳研究中, 大大地促进了疲劳研究的进程。

本试验是在已有的工作基础上^[1-4], 考虑到材料的应用前景, 采用了光滑圆棒型疲劳试样, 进一步探讨了用 CO₂ 激光束对材料表面实行连续、搭接式整

体辐照, 使材料表面微晶化, 改善材料的疲劳性能的可行性。试验的结果表明, 在工艺上是可行的, 而且效果显著。

二、试验方法

试验用的 40Cr 钢疲劳试样由圆棒经调质处理后加工成如图 1 所示的形状和尺寸。激光快速熔凝处理采用 JK-13 型横流电激励 CO₂ 激光加工机, 其窗口输出光束直径小于 $\phi 30$ mm, 转换效率为 13.4 ~ 15.0%, 多模连续输出, 额定功率为 2 kW。由 GJXK-1 功率反馈自动监控。为了保证材料对激