

35[#]钢35CrMnSi钢激光淬火区耐磨性研究

卜宪章 胡建东* 李 章*

摘要 重点对35[#]钢和35CrMnSi钢两种材料激光淬火组织耐磨性进行了研究。试验结果表明,激光淬火材料比原调质处理材料的耐磨性提高1—3倍。激光淬火层主要由马氏体组成,其高硬度是提高耐磨性的重要原因。

关键词:激光淬火、耐磨性、硬度

一、前 言

机械零件的磨损是工程界一个重要研究方向。零件耐磨性的提高会给机械行业带来巨大效益。目前用来提高零件耐磨性的工艺,主要有渗碳、氮化等化学热处理和镀金属等工艺。前者主要是改变零件表层化学成分,淬火后表层可达较高硬度(HRC60以上);后者是在零件表面附着一层异质金属层,这种金属层硬度高,耐磨及耐腐蚀性较好,但其主要缺点是镀层容易在使用过程中脱落。用激光处理来提高机械零件使用寿命是当前工程界十分重视的研究课题^{[1][2]}。前期的研究表明,20[#]钢激光处理表层是由细板条马氏体组成的高硬度层^{[3][4]},T10钢激光处理层的硬度通常可达HV900以上^[5]。这种淬火层通常使其耐磨性显著提高^[6]。本文选择了工程中常用约35[#]钢和35CrMnSi钢重点研究激光处理材料耐磨性,得出了一些对实践有指导意义的理论成果。

二、试验材料及方法

表1 激光处理工艺参数

材 料 及 编 号		工 艺 参 数		
35 [#] 钢	35CrMnSi钢	功率 (W)	扫描速度(mm/s)	离焦量 (mm)
B	A	1800	40	55
D	C	1800	20	55
F	E	1800	16	55
J	H	1800	12.5	65
K	Z	1800	20	75
M	L	1800	20	95
P	N	1800	20	55
T	S	1700	20	55
Y	V	1600	20	55
O	X	1500	20	55

* 工作单位为吉林工业大学

样品尺寸为 (10×10×14) mm。激光处理试验在 2kW CO₂ 连续激光器上进行, 激光处理前对样品进行酸洗和磷化处理。使用的工艺参数如表 1 所示。

磨损试验在 MM-200 型磨损试验机上进行。磨轮由硬质合金制成, 硬度为 75HRC, 外径为 φ50mm, 磨轮的转数为 20r/min, 载荷 25kg。每个试样均磨 20min。在化学分析天平上测定样品失重 (精确到 0.1mg)。将调质处理的样品 (870℃ 水淬, 650℃ 回火) 和激光处理的样品做磨损对比试验。在 AMRYA 扫描电子显微镜上观察磨损表面。

三、试验结果及分析

1. 激光束功率对磨损量的影响

图 1 显示了激光束功率与磨损量的关系, 由图可见, 在其他参数不变时, 高功率有利于提高耐磨性。在同一处理条件下, 两种材料耐磨性无明显区别。



图 1 激光束功率对磨损量的影响, 扫描速度 20mm/s, 离焦量 55mm

○表示 CrMnSi
△表示 35#

2. 扫描速度对磨损量的影响

从图 2 可以看出, 扫描速度高时有利于提高耐磨性。显微硬度测试表明, 快速扫描具有较高硬度层。由此可以看出, 高硬度层有利于提高抗磨损性能。

3. 离焦量对磨损性能的影响

由图 3 可见, 当离焦量为 55mm 时, 两种材料均具有最佳耐磨性。在激光功率为 1800W, 扫描速度为 20mm/s 时此离焦量可获得高硬度马氏体组织。

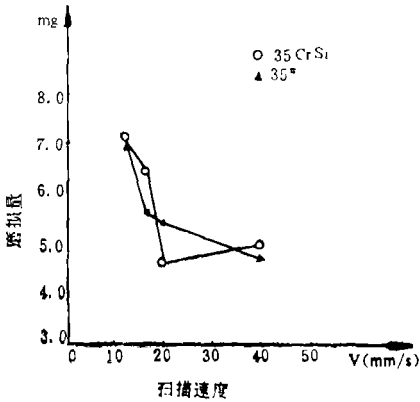


图 2 扫描速度对耐磨性的影响, 功率 1800W, 离焦量 55mm

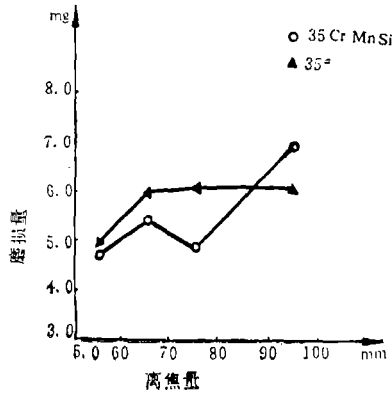


图 3 离焦量对耐磨性的影响, 功率 1800W, 扫描速度 20mm/s

综合图 1, 图 2 和图 3 可以看出, 当激光功率为 1800W, 扫描速度是 20mm/s 和离焦量为 55mm 时, 处理样品有较好的耐磨性。

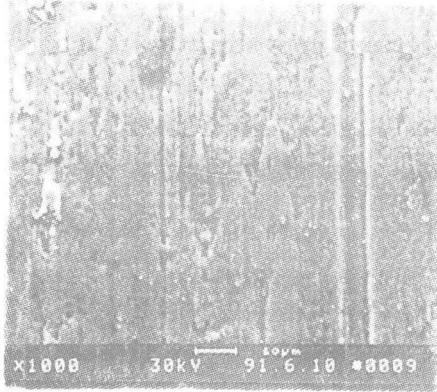
4. 激光处理样品和调质样品耐磨性比较

对 20 块调质样品进行了磨损试验, 其磨损量为 12—16mg, 而激光处理材料的磨损量约

5mg (激光束功率为1800W, 扫描速度是20mm/s和离焦量为55mm时数值)。由以上对比可以看出, 激光处理比调质处理材料的耐磨性至少提高了1—3倍。

5. 磨损形貌观察

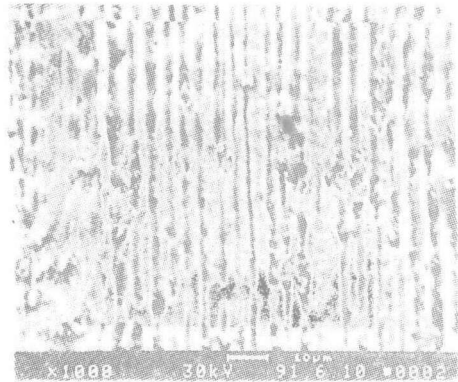
图4(a)、(b)、(c)、(d)是扫描电镜磨损形貌照片, 由这些照片可以看出, 激光处理样品磨痕细, 犁沟浅, 片状剥落现象不严重; 而调质样品表面的犁沟较深, 磨屑粗大, 同时存在较严重的片状剥落, 这种片状剥落主要是由疲劳所引起的。



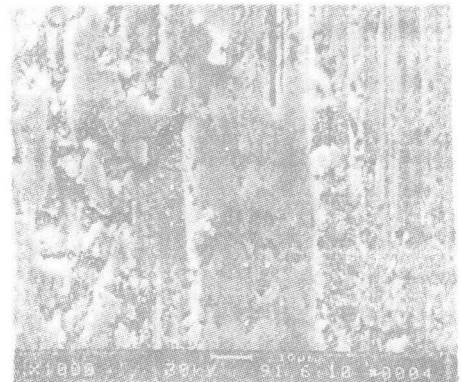
(a)



(b)



(c)



(d)

图4 扫描电镜磨损表面照片 (a) 激光处理 35*, (b) 调质处理35*, (c) 激光处理 35CrMnSi, (d) 调质处理35CrMnSi. 激光处理参数是功率 1800W, 扫描速度 20mm/s和离焦量55mm.

四、讨 论

影响材料耐磨性的原因通常有多种, 其中硬度是一重要因素, 材料的耐磨性随硬度的增加而成正比增加^[6]。当磨料作用于被磨表面时, 其作用方式主要是显微切削和“犁沟”擦伤。当材料硬度高时, 磨料不易刺入材料表面, 对材料的显微切削和“犁沟”擦伤都比较轻微。故材料硬度高时耐磨性亦高。我们把硬度和磨损量绘制成了曲线 (见图5), 由图可见, 两者基本呈线性变化。这说明耐磨性和硬度成正比规律适合于激光处理材料。

在对调质样品的磨痕进行观察时, 经常发现层状剥落区和片状磨粒见 图4(b)(d)。

随着摩擦滑动的进行，位错在次表面堆集进而形成微孔。这时如果材料中有硬的第二相质点，微孔形成数量会增加。由微孔的长大和联接，最后形成平行于磨损面的裂纹。当裂纹扩展到临界长度时，裂纹和表面之间的材料被剪切而形成片状磨粒。以上观察到的现象符合文献^[7]提出的分层机制所产生的结果。如果提高材料强度来减少次表面变形，可达到减少裂纹形核率并最终达到减少磨损的目的。激光处理区外表面有一层很硬的马氏体层（约30 μm ），在磨损过程中，这一坚

硬层中的位错移动困难，不易发生塑性变形和产生裂纹，进而可以减缓最终的片层状断裂，在激光淬火层中除马氏体组织外，还有部分残余奥氏体存在。奥氏体相具有面心立方晶体结构，是一种非平衡相，在应力作用下能转变成马氏体组织。前期的研究工作表明，T10钢激光淬火区中的奥氏体可由应力诱发而转变成马氏体^[8]。类似现象在其他文献中还有报道^{[9][10]}。虽然残余奥氏体相硬度较低，但它可在磨损过程中转变成马氏体。因此残余奥氏体相的存在不会损害激光淬火区的抗磨损能力。

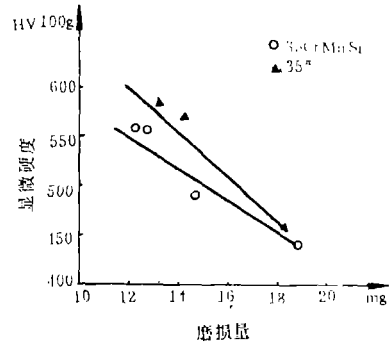


图5 磨损量和硬度关系曲线

五、结 论

激光处理材料比调质处理材料的耐磨性提高1~3倍。激光淬火层的高硬度是提高其耐磨性的重要原因。当激光束功率为1800W，扫描速度20mm/s和离焦量是55mm时，激光处理材料有最佳耐磨性。本试验条件下，合金元素对耐磨性无明显影响。

参 考 文 献

[1] J.R.Bradley and S.H.Kim; Metall.Trans.,19A (1988) 2013
 [2] H.J.Hegge et al.; Metall,Trans.,21A (1990) 987
 [3] 胡建东、李章; 金属热处理学报, 1 (1989) 98
 [4] 胡建东、李章; 电子显微学报, 5 (1986) 72
 [5] 胡建东、李章、王玉芬; 金属热处理学报, 11 (1990) 19
 [6] T.S.Eyre; Met.Tech.,11 (1984) 81
 [7] 蔡泽高等;《金属磨损与断裂》上海,上海交大出版社,1985
 [8] Hu.Jiandong; Mater.Sci.Tech.in Press, 1991
 [9] Lu Guanxi and Zhang Hong; Wear, 138 (1990) 1
 [10] C.P.Jv,C.H.Chen and J.Mrigsbee; Mater.Sci.Tech.,1 (1988) 167

A Study on Wear Resistance of Laser-Hardened Steels 35* and 35 CrMnSi

Bu Xianzhang, Hu Jiandong and Li Zhang

Abstract

Wear resistance of steels 35* and 35CrMnSi hardened by laser has been investigated. It was showed that wear nesistance of the laser-hardened materials was increased by a factor of 1—3 as compared with that conventionally treated. The laser-hardened layer of the materials maily consisted of martensiste, and it is the reason of the wear resistance enhance.

Key words: Laser Hardening, Wear Resistance, Hardened.