

文章编号:1671-6833(2003)01-0082-03

Setlite N 60 等离子弧熔覆层的磨损机理研究

侯俊英, 田 丰, 赵 程

(青岛科技大学机械与电子工程学院, 山东 青岛 266042)

摘 要: 运用热等离子弧熔覆法, 在 Q235 基体表面熔覆了镍基合金, 对合金的组织及形成原因进行了分析, 同时研究了熔覆层和基体的界面. 试验表明, 熔覆层有较好的耐磨性. 指出其原因主要是因为形成大量的高强韧镍基固溶体和耐磨的硬质相及表面形成的细小组织对耐磨性的贡献, 并从多方面分析了耐磨机理.

关键词: 熔覆; 耐磨性; 热等离子弧

中图分类号: TG 115.58; TG 146.15

文献标识码: A

0 引言

提高零件的耐磨性是热等离子弧熔覆的根本目的之一^[1]. 耐磨性是熔覆层复合材料的最重要的性能指标之一, 也是本文的研究内容. 耐磨性的优劣是衡量熔覆层制作工艺的一个重要标准^[2]. 本文将对熔覆层的耐磨性进行详细分析, 并对其耐磨原因和耐磨机理进行研究.

1 试验过程

1.1 试验的准备

本试验进行耐磨性研究所用的设备为宣化试验机厂生产的盘销式磨损试验机, 型号为 MPX-200. 试验装置如图 1 所示.

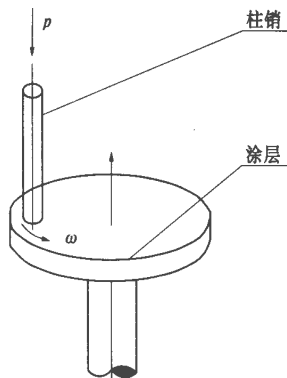


图 1 磨损装置示意图

Fig. 1 Schematic graph of wearing test device

柱销通过传动机构被一电机带动. 适当选择

同步带轮, 可获得三种转速: 370, 549, 1102 r/min. 加载后, 柱销以一定压力压在试样上转动, 盘形试样由定位销固定在底盘上. 试验中所用柱销的材质为 GG 15(淬火, HRC 59~62), 通过螺钉固定在传动机构上. 试样基体为 Q235 普通碳素钢, 熔覆材料为 Setlite N 60 商用自熔性合金粉, 用水玻璃将合金粉末调成糊状, 均匀地涂在试样的表面, 涂层厚为 1 mm. 将涂好后的试样置于烘箱中烘干. 用非转移等离子弧稳定均匀地扫过预置层, 熔覆为多道搭接. 熔覆后的试样用平面磨床将熔覆层磨成平面, 粗糙度为 1.6.

1.2 试验过程

将试样放在试验机底盘上耦合好, 载荷为 50 g, 在 1120 r/min 的转速下进行无润滑干摩擦磨损试验. 每隔 2 h 将试样和销子取出洗净, 放在 TG 328A 分析天平上(精度为百分之一毫克)称重. 计算出磨损量和以行程表示的磨损率, 试验进行 10 h.

2 试验结果及分析讨论

2.1 试验结果

表 1 是试样每 2 h 磨损量. 磨损试验进行时, 柱销与工件发出刺耳的摩擦声, 这时因为磨粒磨损开始后, 磨粒在两个硬质磨面间运动时, 对两个面剧烈地刮擦, 在硬度大致相当时发出尖锐的啸声.

收稿日期: 2002-08-12; 修订日期: 2002-10-09

作者简介: 侯俊英(1967—), 女, 陕西省咸阳市人, 青岛科技大学讲师, 硕士, 主要从事金属材料表面改性处理的基础和应用研究.

表 1 试样干磨损量

Tab .1 Current of the impedance matching

dry abrasion loss of speci men			
10 ⁻⁵ g			
磨损时间/h	柱销	熔覆层	淬火 45 号钢
2	82	250	1643
4	110	398	3647
6	140	420	5044
8	170	440	6620
10	250	465	8567

柱销的 2h 平均磨损量 $M_1 = -(82\text{g} + 110\text{g} + 140\text{g} + 170\text{g} + 250\text{g}) / 5 = 150.4 \times 10^{-5} \text{g}$;
熔覆层的 2h 平均磨损量 $M_2 = (250\text{g} + 398\text{g} + 420\text{g} + 440\text{g} + 465\text{g}) / 5 = 394.6 \times 10^{-5} \text{g}$;
淬火 45 号钢 2 小时的平均磨损量 $M_3 = (1643\text{g} + 3647\text{g} + 5044\text{g} + 6620\text{g} + 8567\text{g}) / 5 = 5104.2 \times 10^{-5} \text{g}$;

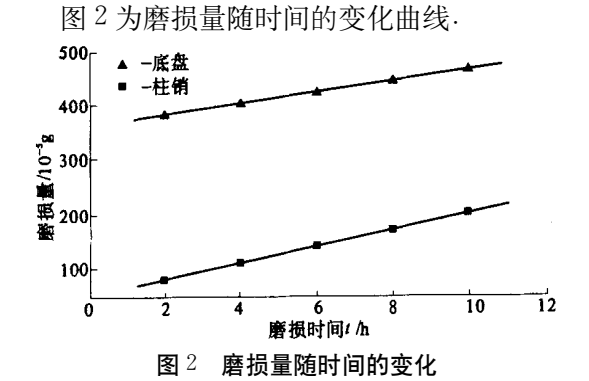


Fig .2 Relation variation of abrasion loss with time

2.2 分析讨论

从 2h 平均磨损量可以看出,本试验得到的熔覆层耐磨性不及 GG-15,但比 45 号钢有大幅度的提高.这种现象也是合理的^[3].柱销材料为 GG-15,经过淬火处理,由于体积较小,淬火处理时几乎被整体淬透,这一点可以通过金相显微镜观察到.检测表明它的硬度为 HRC 58—62,而且在横截面上硬度分布较均匀.实际试验中,GG-15 因其优异的耐磨性而被作为参照物.相比之下,熔覆层在没有元素烧损或烧损较少时,比如喷涂的情形, Sellite N 60 喷涂层的硬度可以达到 HRC 58.若有元素烧损,比如本试验所采用的工艺,熔覆层硬度往往在 HRC 52~58 之间,因此磨损量大也是符合规律的.

图 2 表明,随着时间的增加,熔覆层磨损量逐步变大,这与熔覆层组织特点有密切关系.熔覆层试样与 GG-15 淬火柱销经过一定时间的磨损后,较软的熔覆层开始产生磨屑,磨损进入到磨粒磨损阶段,这些磨屑起到磨粒的作用.一段时间以

后,GG-15 柱销也开始产生磨屑,这种磨屑由于比熔覆层硬,因而进一步加速了熔覆层的磨损.通过对磨损一定时间的熔覆层表面观察得知,磨损形貌是典型的磨粒磨损形貌,有微切削作用造成的划痕和犁沟作用产生塑性变形区^[4],没有发现剥落的痕迹,这说明熔覆层粉末熔化均匀,凝固结晶良好.

45 号钢淬火试样相对 GG-15 淬火柱销来说是相对较软的试样,当较硬的 GG-15 在其表面划过时,产生较深的划痕和较大的犁沟变形痕迹,是典型的软硬面磨粒磨损.本试验中熔覆层和 45 号钢被磨后表面形貌相似,这也说明了熔覆层组织相对较均匀.均匀的熔覆层组织在工业上时很有利的,它避免了因局部剥蚀而造成的工件整体提前翻修.

2.3 耐磨机理

熔覆层中大量镍基固溶体的存在,使得熔覆层的强韧性大大提高.在熔覆过程中,粉末中的元素相互作用,形成 γ -Ni, Cr_2B , Cr_7C_3 , Ni_3B , $\text{M}_{23}(\text{C},\text{B})_6$ 等组织组成物,其中高强韧性的镍基固溶体和高硬度的碳化物,使熔覆层得到强化.由于熔覆层硬质相组织主要是 M_7C_3 ,而不是网状 $\text{M}_{23}(\text{C},\text{B})_6$,它的特点是强韧性高,裂纹也不易扩展,有效地阻止了材料脆裂的发生,提高了熔覆层的韧性,使得熔覆层在被磨损时,需要消耗更多的能量.

Sellite N 60 自熔合金粉末在制备时,加入了大量的非金属元素,诸如 B, S, C 等元素,这些元素在熔覆过程中可以起到造渣、脱氧的作用^[3].由于它们形成化合物时比重比镍小,因此,如果熔池停留时间足够长,这些化合物可以充分上浮,有效地避免了夹渣和氧化物的产生,使得熔覆层致密,气孔率极低,熔覆层中的缺陷大大下降. B, S 这些元素对金属还具有润湿性,减小了金属凝固生长时的斥力,这一切都使得熔覆层材料被磨损时产生磨损微裂纹的裂纹源与裂纹扩展的路径得到了极大限制,减少了熔覆层材料被磨损时产生脆性剥落的可能性,对提高熔覆层的耐磨性有很大帮助.

实验中观察到熔覆层大体分三层,表层为细小的无方向晶粒,中部为较细小的枝晶,底部为按一定方向生长的粗大枝晶.熔覆层原厚为 1 mm,经过磨削加工后,只剩下 0.3 mm.取试样的纵抛面,用显微镜观察,在此厚度熔覆层组织为典型的粗大枝晶.熔覆时熔池典型的流动特征决定了这些枝晶的生长只是有沿一定方向的趋势,并非完

全平行排布^[9]。枝晶生长时都沿一定取向方向生长,不可避免地在一时刻开始互相抑制,生长随之停止。枝晶间隙的未凝固液体在高温梯度下开始凝固,形成细小晶粒。粗大枝晶和细晶粒强度不同,耐磨性也不同。细晶粒起主要作用,枝晶的作用更类似于载体,容纳耐磨的细晶粒,这也有利于耐磨性的提高。

熔覆时熔池原子向基体扩散,与基体形成固溶体的同时,也为熔池原子在基体上结晶生长创造了有利条件。镍和铁都是面心立方,晶格常数相近,在高温时可形成固溶体,熔覆时熔池中的镍在铁基体上形核长大。这种冶金结合方式使熔覆层与基体结合牢固,抗剥落能力很强,从而提高了熔覆层的耐磨性。

3 结论

- (1) 本实验中熔覆层的耐磨性很好。
- (2) 熔覆层中大量镍固溶体的存在,使得熔覆层的强韧性大大提高。
- (3) 自熔性合金粉末中存在的脱氧、造渣元素,使得熔覆层组织致密,缺陷相对较少。
- (4) 熔覆层与基体的冶金结合,使它们结合牢固。

参考文献:

- [1] WOODRUFF D P, DDLCHAR T A. Modern Techniques of Surface Science [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.
- [2] ATAMERT S. Comparison of the microstructure and abrasive wear properties of stellite hardfacing alloys deposited by arc welding and laser cladding [J]. Metallur Trans, 1989, 20: 126~128.
- [3] WANG Xi bao, LIU Hua. Metal powder thermal behavior during the plasma transferred arc surfacing process [J]. Surface and Coatings Technology, 1998, 106: 156~161.
- [4] LI Q, LEI T C, CHEN W Z. Microstructure characterization of laser clad Ti-Cp reinforced N-G-B-Si-C composite coatings on steel [J]. Surface and Coatings Technology, 1999, 114: 278~284.
- [5] ZHANG Da wei, LEI T C, ZHANG Ji ge, et al. The effect of heat treatment on microstructure and erosion properties of laser surface clad N base alloy [J]. Surface and Coatings Technology, 1999, 115: 176~183.
- [6] SONG Wu lin, ZHU Pei di, CUI Kun. Effect of N content on cracking susceptibility and microstructure of laser clad Fe-G-N-Si alloy [J]. Surface and Coatings Technology, 1996, 80: 279~282.

Research on Abrasion Mechanism of Stellite N⁶⁰ Coatings Cladded by Hasma Arc

HOU Jun ying, TIAN Feng, ZHAO Cheng

(College of Mechanical & Electrical Engineering, Qingdao University of Science & Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: N based alloy is clad on Q²³⁵ substrate by thermal plasma arc cladding. The organization and forming mechanism of alloy coatings are analyzed, and the interface between the cladding layer and the substrate is studied. The anti abrasive test results show the clad coating is good at anti abrasive. The main reason is that there are a lot of nickel compound phase. Small crystals of clad coating surface also contribute to the property. The principles are analyzed.

Key words: cladding; anti abrasion properties; thermal plasma arc