

20号钢表面激光熔覆层的电子显微分析

黄德群 苏宝熔

(中国科学院上海光机所)

提要: 用DX-3型扫描电镜和JEOL-733型电子探针对20号钢表面钴基激光熔覆层的显微结构和掺杂元素的分布作了观察与分析。结果指出,表面形成了良好的冶金结合,涂料元素基本上不进入基材。

Electron micro-analysis for cobalt based coating processing with laser on 20# steel surface

Huang Dequn, Su Baorong

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Shanghai)

Abstract: The microstructure and element distribution of cobalt based coating processing with laser on 20# steel surface were studied by means of scanning electron microscope and electron probe. The results show that the fine metallurgical junction has been achieved on the surface and the content of coating elements equal nearly to zero in the host.

一、引言

激光热处理是激光在工业上的一个重要应用。它包括激光相变硬化、激光合金化、激光涂覆、激光上光以及冲击硬化等多种类型^[1~3]。实验采用机械设备中常用的20号钢作基材,钴基粉为涂料(成分见表1),以期通过激光热处理在基材表面形成热强性与抗蚀性优良的熔覆层。

基材与熔覆层的结合区是令人感兴趣的部位。因为它对了解两部分材料的结合机理和结合状态的优劣提供依据。

我们通过扫描电镜和电子探针对基材与

熔覆层交接处的显微组织和元素分布的检测,确定了20号钢表面钴基激光熔覆层的结合类型,讨论了激光热处理工艺对材料组织和性能的影响。选用的激光热处理参数为:功率900~1100W,扫描速度3~6mm/s。

二、实验结果与讨论

1. 激光处理区的材料组织结构

图1分别示出了20号钢基材(a)、热影响区(b)和激光熔覆层(c、d)的显微组织形貌

收稿日期:1986年1月31日。

收修改稿日期:1986年7月28日。

表1 基材与涂层材料的元素组成

材 料	元 素 组 成 (重量%)							
	Fe	C	Si	Mn	Cr	Ni	Co	W
20号钢	98.2~98.8	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.25	≤0.25	—	—
钴基涂层	7.50	—	—	—	23.27	—	55.86	13.27

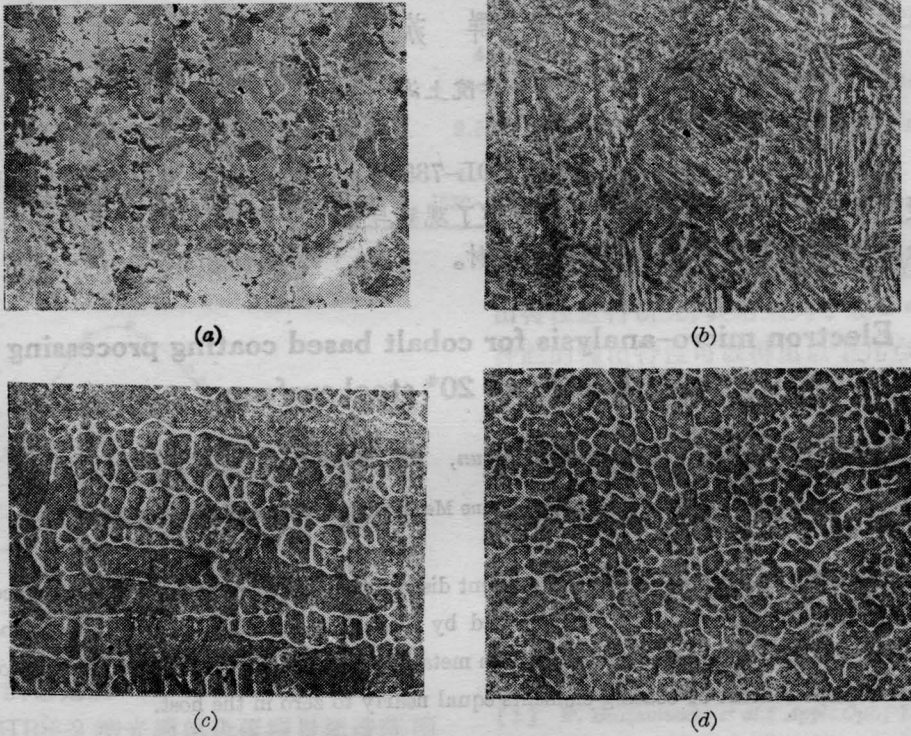


图1 激光热处理试样上不同区域的显微组织

(a) 基体的显微组织, 300×; (b) 热影响区的显微组织, 1000×; (c) 熔覆区显微组织(靠近过渡带), 1000×; (d) 熔覆区显微组织(靠近熔覆区表面), 1000×

照片。由照片可知, 基材为大量铁素体与少量珠光体所构成, 热影响区为大量板条状马氏体所构成, 激光熔覆层由奥氏体和马氏体以及含有 Co、Cr、W 共晶所构成。在热影响区与激光熔覆区交界处有一宽度为 5~10 μm 的过渡层, 我们称其为结合带。图 2 示出了它的显微结构。由图可知, 中间结合带有下列特点: 在热影响区一侧, 过渡带(即结合带)上的晶粒是与基材热影响区的晶粒相互连结长大的(见图 2(b)); 在熔覆层一侧, 也具有基本相同的显微结构, 只是在过渡带上没有共晶析出相出现。用透射电镜在较高倍

率下进一步观察结合带区域显微结构的表面复型, 结果表明在结合带两侧显微组织有相互延伸的迹象, 其中间区域为固溶结晶层(图 3)。这是由于激光熔化高温合金层中的高热传导到基体, 导致基体局部熔化, 熔化温度接近于基体的液相线。当熔化层凝固时, 因基体以极大的速度冷却, 在固液交界处有一个很大的温度梯度, 致使固液相界面上晶体生长的形态基本上保持平面状向前推移, 形成一条有一定宽度的固溶体结晶层。

2. 结合带区域的元素分布

为了进一步弄清结合带的性质, 用电子

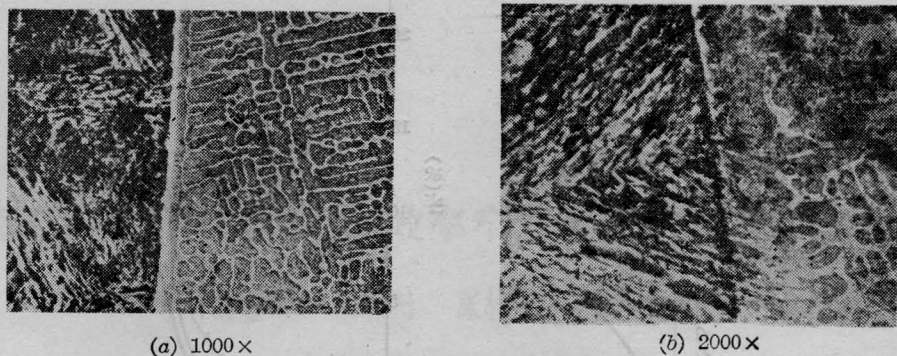


图2 过渡带附近的显微组织

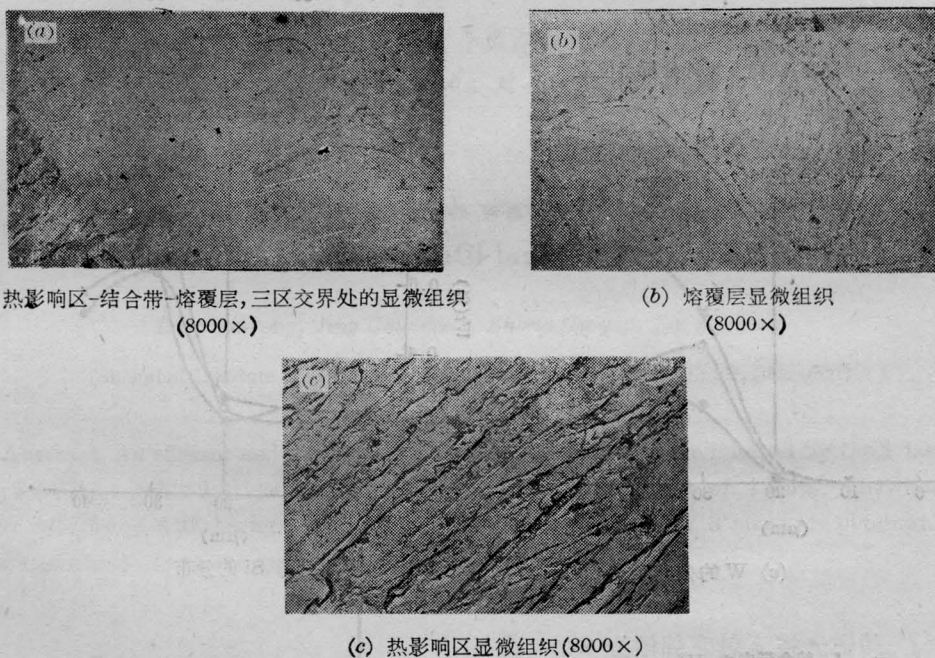


图3 结合带附近显微组织的透射电镜照片

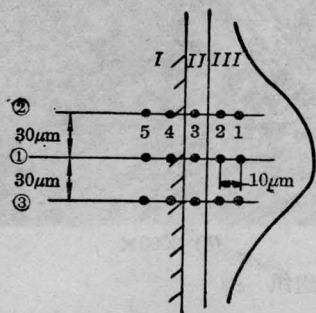
探针在结合带区域逐点测量了作为20号钢和钴基涂层主要成分的Fe、Si、Mn、Cr、Ni、Co、W 7种元素的含量,并画出了各元素的分布曲线(图4)。图5是试样上被检测区域的显微形貌照片,图上同时显出了各种元素含量的线分布曲线。

电子探针分析结果表明,钴基涂层在激光熔覆处理过程中,其组成元素Co和W只有极少量进入结合带,在距离结合带 $10\mu\text{m}$ 以外的基材中已检测不到Co和W。然而,基材组成元素Si、Mn、Ni在激光处理过程中比较容易进入结合带和钴基熔覆层中。这种元

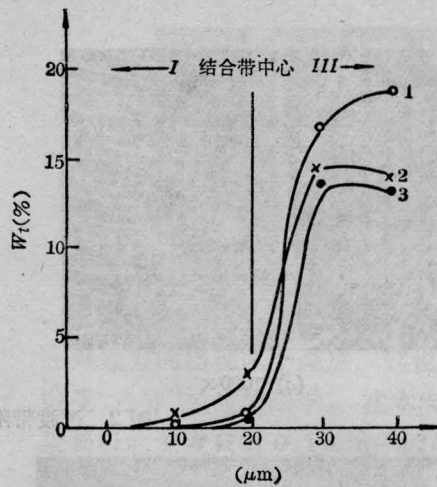
素分布规律可能同物质的扩散与对流随温度升高而加剧有关。基材处于低温,钴基熔覆层处于高温,所以某些物质的输运往钴基熔覆层方向占优势。

3、激光处理区的硬度变化规律

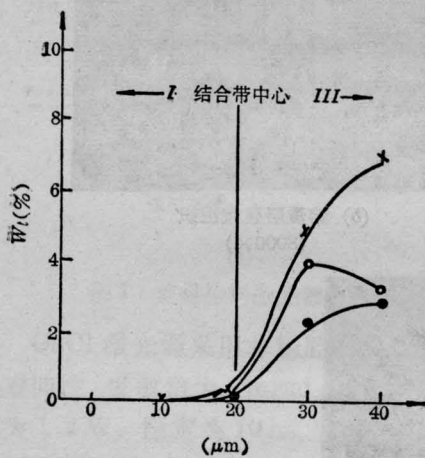
用显微硬度计测量了20号钢表面激光处理区横截面上的硬度分布。图6示出了测量结果。硬度分布曲线具有典型的三阶梯形式。熔覆层表面硬度最高,热影响区其次,基材硬度最低。这是由于熔覆层表面冷却速度快,结晶颗粒小,在热影响区形成高温马氏体,所以硬度也比基材高。



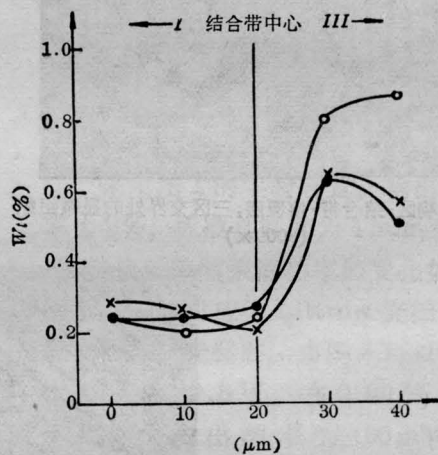
(a) 试样上探针分析点位置



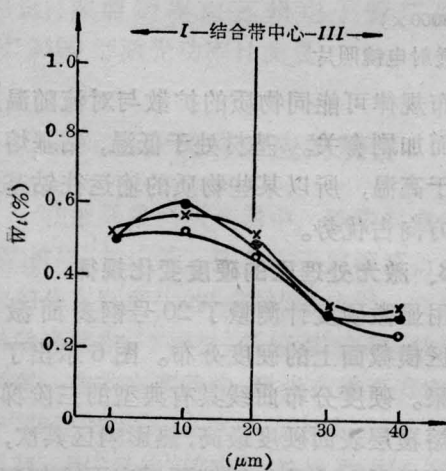
(b) Co 的分布



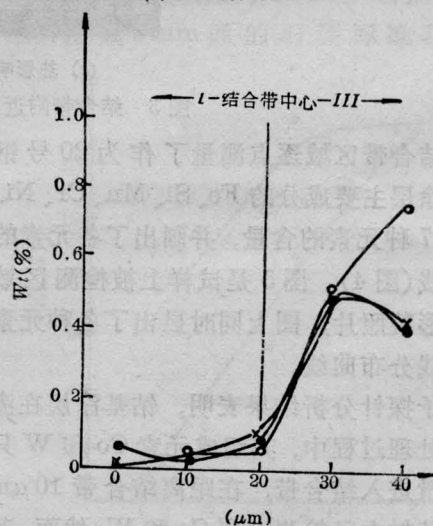
(c) W 的分布



(d) Si 的分布



(e) Mn 的分布



(f) Ni 的分布

图4 结合带区域的元素分布

I—基材; II—结合带; III—熔覆层; —①; ×—②; ●—③

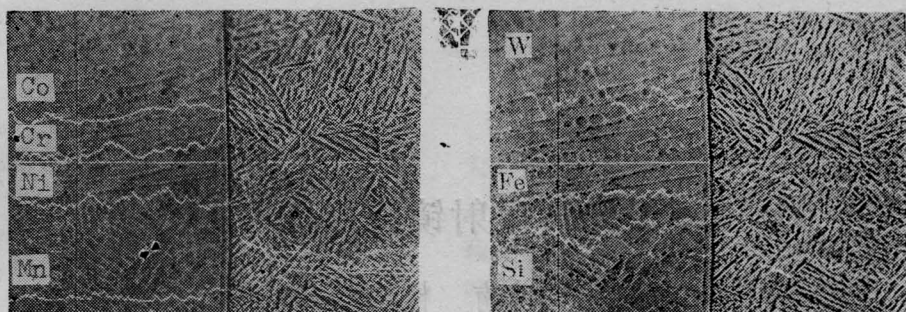


图5 结合带附近区域显微结构和元素分布曲线

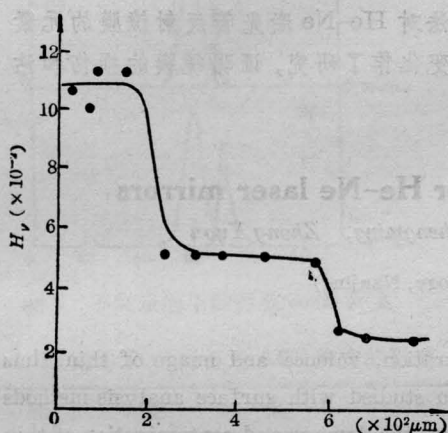


图6 试样横截面上的显微硬度分布

材交接处的显微结构观察表明,经激光处理后在钴基涂层与基材之间存在一个宽度为5~10 μm的结合带。此结合带与基材和钴基熔覆层之间呈良好的冶金结合。

由结合带区域的元素分布情况表明,在进行激光熔覆处理过程中,钴基涂层元素基本上不被基材所“稀释”。所以,可以确定在20号钢表面的钴基涂层经激光熔化处理后形成“激光涂覆”而不是“激光合金化”。显微硬度的三阶梯分布形式也说明了这一点。

四、结 论

从扫描电镜和透射电镜对钴基涂层与基

参 考 文 献

- [1] Edward M. Breinan et al.; *Phys. Today*, 1976, 29, No. 11, 44~51.
- [2] 《机械と工具》, 1979, 23, No. 2, 101~107.
- [3] *Iron Age Metallurgical International*, 1977, 16, No. 11, 31~33.

(上接第443页)

是低于白人而高于黑人。

有些学者^[2,3]认为激光和普通光对生物体的反射比与透射比是等效的,这种说法未得到实验证明。本实验的表2说明,对几mW的激光而言,考虑到它的“非线性效应”可忽略,它的反射、透射比和普通光可看作大致等效。因此本实验为光和几mW的激光的治疗、防护与生物效应的研究提供了某些

参数。

参 考 文 献

- [1] 刘德傅等;《上海第二医学院学报》, 1982, No. 4, 115.
- [2] 刘普和等;“医学物理学”,人民卫生出版社, 1980, 764—765.
- [3] J. R. Cameron, J. G. Skofronick; “Medical Physics”, 1981, pp. 168~170.