

的光强减弱,从而导致能量转换效率降低。所以应当尽量避免重铬酸明胶全息波带片与潮湿的空气长期接触。为此用一片同样尺寸的透明度高的玻璃盖在上面,而且四周侧面边沿处与全息波带片的玻璃基片密封胶合。这样就可以避免全息波带片的特性变异。

参 考 文 献

- 1 Magarinos J. *Laser Focus*, 1981; 17 (12): 38
- 2 Bloss W H et al. *Appl. Opt.*, 1982; 21 (20): 3739

(收稿日期:1987年3月19日)

在 20[#] 钢表面激光 C·N 和 C·B 合金化的研究

郑克全 张思玉

(兰州大学物理系)

Study on laser C·N and C·B alloying of 20[#] steel surfaces

Zheng Kequan, Zhang Siyu

(Physics Department, Lanzhou University, Lanzhou)

Abstract: Experimental procedure is presented in 20[#] steel surfaces of carbonitriding and carbo-boronization by employing a transversely-excited CO₂ laser. The results indicate the chemical composition and microstructure in the laser penetrated layers has undergone a radical change and its hardness and resistance to abrasion have been greatly improved.

一、引 言

非金属元素合金化就是将含有碳、氮、硼元素的化合物,按一定的比例制备成添加物,涂敷在金属材料的表面上,在激光束的辐照下,使涂层和基体薄层同时达到熔化程度。在熔池中,添加元素和基体元素同处于液体状态下,由于液体表面张力效应和重力的作用,熔池中各种元素之间相互扩散,混合,移去加热的激光束,熔池吸收大量的热量由基体迅速地传走,而表面急剧冷却,凝固后,基体表面便形成含有添加元素的合金层。采用激光 C·N 和 C·B 合金化与常规化学共渗处理相比其优点是:激光合金化处理时间短,钢件变形小,消耗能源少,不需要淬火介质,无污染,加热处理在钢件表面进行,钢件内部韧性不受影响,容易实现机械化和自动化处理。

二、实验条件和方法

采用横向流动 CO₂ 激光器,输出功率为 500~2000 W 连续可调,激光束采用焦距为 250 mm 的硼

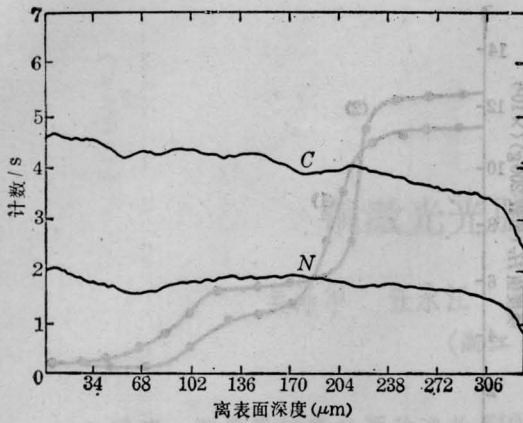
化镱透镜聚焦,光斑为圆形,直径为 3 mm,实验选取的激光功率为 1350 W,扫描速度为 7 mm/s。

在碳氮合金化实验中,添加元素采用碳粉(C)和尿素(CO(NH₂)₂)作为碳氮合金化的添加元素,混合重量比为 1:2。碳硼合金化过程中,采用碳粉(C)和碳化硼(B₄C)粉末作为合金化的添加元素,混合粉末重量比为 1:1,将上述两种混合粉末研磨成粒度小于 300 目的颗粒状粉末,用有机溶液作粘合剂,调合成粉浆并涂敷到基体金属材料的表面上。选用 20[#] 钢作基体材料,并加工成 20×20×6 mm³ 的金属块,其表面进行了必要的清洁处理。表面涂层厚度为 0.2 mm。

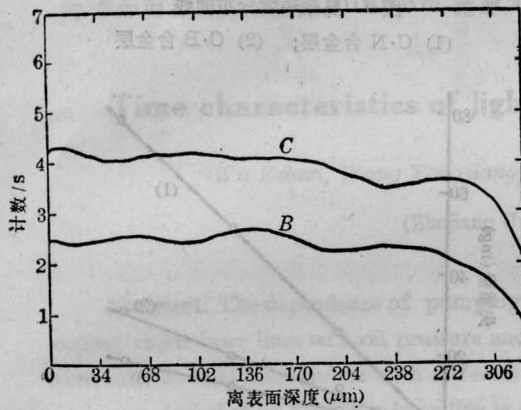
三、实验结果与分析

3.1 添加元素在合金层中的分布

用 PHI595 型多功能俄歇电子能谱仪对两种合金层中各种添加元素分布情况由表向里作了俄歇线扫描观察,图 1(a)、(b) 分别为碳氮和碳硼合金层的线扫描图谱。从图 1 可以得到以下两点结论:(1) 线



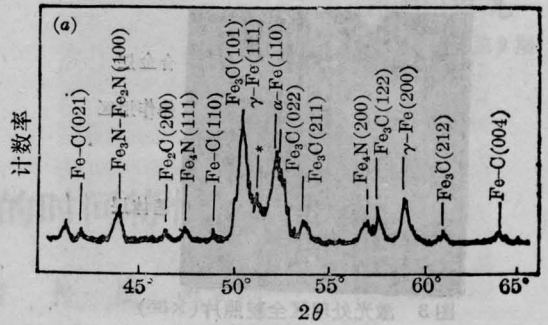
(a) C·N 合金层线扫描图谱



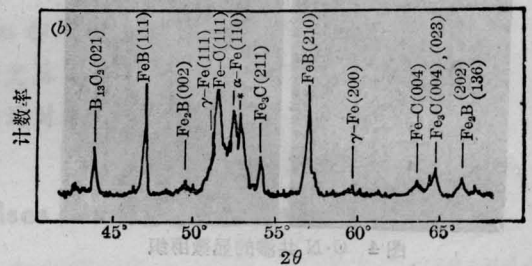
(b) C·B 合金层线扫描图谱

图1 激光合金层添加元素分布扫描图谱

扫描图谱起伏程度很小。这就说明添加元素在合金层中的分布是均匀的。(2)合金层中各种添加元素的含量与表面涂敷各种元素的含量成一定比例关系;表面涂层中某种元素多,相应地合金层中这种元素含量就多。从我们添加元素混合比例来看,两种混合比例中碳元素多于N和B元素,两种图谱中碳的图谱都高于N和B的图谱,这个结果对控制合金层的化学成分是非常有利的。从上述规律还可以了解到,激光合金化与常规化学热处理渗入元素的渗透机理不同。常规化学热处理渗入元素的浓度和深度与渗入元素的表面浓度、活性原子的半径和能量以及渗入时间都有关系,而激光合金化渗入元素浓度和深度与表面涂层中的元素含量和激光处理条件有关,与原子的半径大小无关。这是由于原子之间的相互扩散在液体状态下进行的,原子之间的扩散距离比固体大得多的缘故。



(a) C·N 合金层 X-射线衍射图谱



(b) C·B 合金层 X-射线衍射图谱

图2 X-射线衍射图谱

3.2 合金层的物相

采用 XD-3A 型 X 射线衍射仪对合金层的物相进行了分析,图 2(a)、(b)分别为 C·N 和 C·B 合金层的衍射图谱,从衍射图谱中可以清楚地看出,经激光共渗处理后的合金层中碳氮和硼中在各自的合金层中以多种类型硬质化合物相出现。如碳氮共渗中的 Fe-C、Fe₄N、Fe₃N、Fe₂N,在碳硼共渗中的 Fe-C、Fe₂B、FeB 等。从俄歇线扫描可知 N 和 B 线扫描图谱起伏程度很小,这说明以上物相在合金层中的分布是均匀的。

3.3 合金层显微组织

我们采用金相显微镜和 S-450 型扫描电镜检查合金层的显微组织。图 3 是扫描电镜拍摄的处理区全貌照片,从中可以看出有三个不同的显微组织区域,表面为合金层,中间为热影响区,下面为基体。为了看清合金层和热影响的形貌,对两种合金层和热影响区分别拍摄了放大倍数为 1500 和 1000 倍的显微组织照片,如图 4(a)、(b)和图 5(a)、(b)所示。

3.4 合金层的显微硬度分布

采用 71 型显微硬度计测定了硬度分布曲线,结果如图 6 所示。处理区出现了三个不同显微组织结构区域,在三个区域的硬度也是不同的,在合金区硬度值高达 1240 HV,这是由于表面渗入了大量添加元素,经激光处理后产生了大量的硬化物相,如氮化

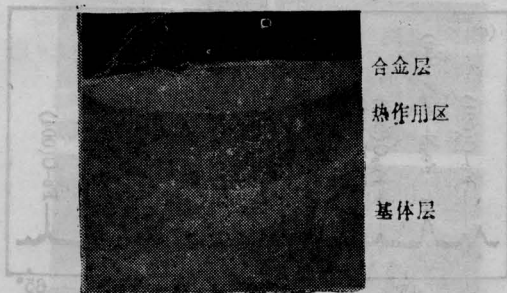


图3 激光处理区全貌照片($\times 35$)

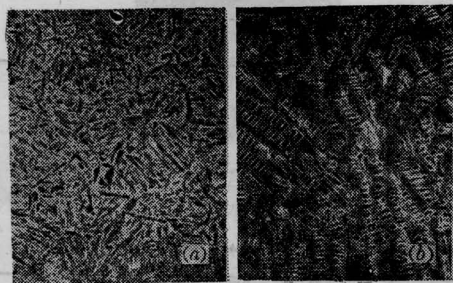


图4 C·N 共渗的显微组织

- (a) C·N 共渗热影响区的显微组织($\times 1000$)
 (b) C·N 共渗层的显微组织($\times 1500$)

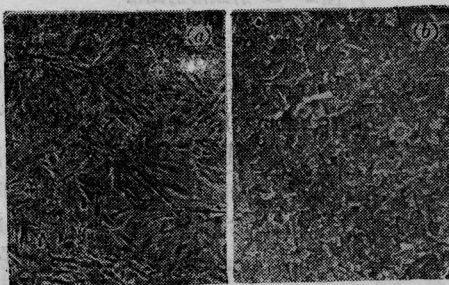


图5 C·B 共渗显微组织

- (a) C·B 共渗热影响区的显微组织($\times 1000$)
 (b) C·B 共渗层的显微组织($\times 1500$)

物和硼化物,这些硬质物的存在,使得表面硬度与基体相比有很大的提高,随着合金层向内部推进到热影响区,由于受到热影响,温度已达到了奥氏体化温度,故冷却后形成了淬火马氏体,其硬度值高于基体。

3.5 磨损试验

将激光 C·N 和 C·B 共渗处理的样品和基体分

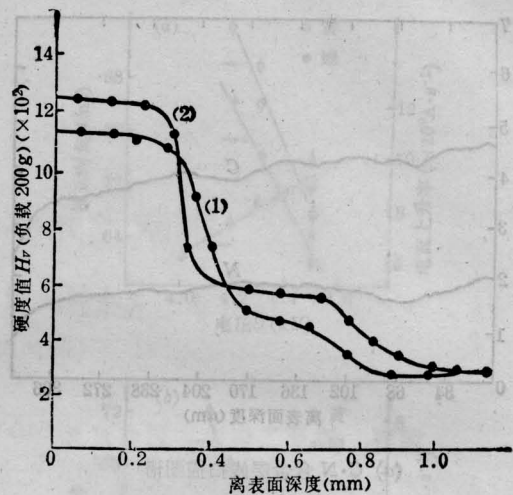


图6 显微硬度分布曲线

- (1) C·N 合金层; (2) C·B 合金层

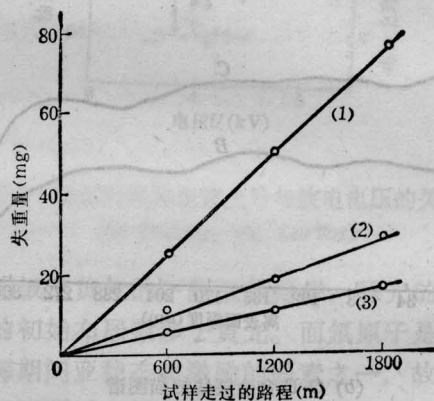


图7 C·N 和 C·B 合金层的磨损曲线

- (1) 基体; (2) C·N 合金层; (3) C·B 合金层

别加工成 $20 \times 20 \times 6 \text{ mm}^3$ 的试验样品,在一台往返磨损试验机上进行磨损试验。用 2# 金刚砂作磨料,样品往返一次所走过的路程为 24cm,负载为 2kg,每次走完 600m 的路程后,用十万分之一的精密分析天平测定磨损失重量,试验结果如图 7 所示,从图可知,激光 C·N 和 C·B 合金层具有优良的耐磨性能。

(收稿日期:1987年3月30日)