

计算得到的 $\alpha_1 = 3\omega_0$, $\alpha_2 = \infty$ 组合只能是一个较佳的组合, 是一个特例。

参 考 文 献

- 1 吴大元 *et al.*, 中国激光, **16**(8), 507(1989)
- 2 诸葛向彬 *et al.*, 中国激光, **16**(9), 569(1989)
- 3 H. Michael Tenny and John C. Purcupile, *EOSD*, Oct., **40** (1975)

(收稿日期: 1988 年 5 月 2 日)

激光熔敷的极限厚度

陈 新 陶曾毅

(华中理工大学, 武汉)

Maximum thickness of laser cladding

Chen Xin, Tao Zengyi

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan)

Abstract: Maximum thickness of deposited powder in cladding NiCrSiB alloy on the surface of a low alloy steel by CO₂ laser with different laser irradiation parameters, and the relationship between the maximum thickness and irradiation parameters was obtained.

Key words: laser cladding, maximum thickness, irradiation parameter

本文在激光输出功率不变的条件下, 系统地研究光斑尺寸、功率密度、扫描速度与熔敷极限厚度之间的关系, 探讨影响激光熔敷的本质参数, 指出激光熔敷的必要条件。

一、实 验 条 件

为便于研究不同辐照条件下的最大熔敷厚度, 特设计了一种坡形试样(见图 1), 其上开有坡形槽。激光束从粉末厚度为零的一端开始向厚度为 h 的一端扫描。

基体材料选用 16Mn 钢, 被熔敷的合金为 NiCrSiB 粉末。合金粉末用化学粘接剂调和, 预置于坡形试样槽中。激光辐照时, 用氩气进行保护。辐照工艺参数范围为 $P = 2000 \text{ W}$, $D = 2 \sim 5 \text{ mm}$, $V = 2.8 \sim 25 \text{ mm/s}$,

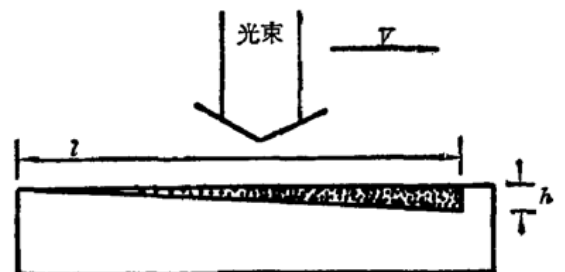


图 1 激光熔敷极限厚度实验的示意图

二、实 验 结 果

影响激光处理的辐照参数主要是输出功率(P)、光斑尺寸(D)、扫描速度(V)。在输出功

率保持 2000 W 不变的条件下,通过光斑尺寸、扫描速度的变化来观察功率密度(Q)和作用时间对熔敷极限厚度的影响。

测量经激光辐照后得到的连续熔敷带的长度便可换算成最大熔敷厚度。

本文中,坡形试样的 $l=130\text{ mm}$, $h=2.73\text{ mm}$ 。经测量和换算,得到了不同辐照条件下的熔敷极限厚度值。熔敷极限厚度随功率密度和扫描速度的变化规律示于图 2(a)、(b)。

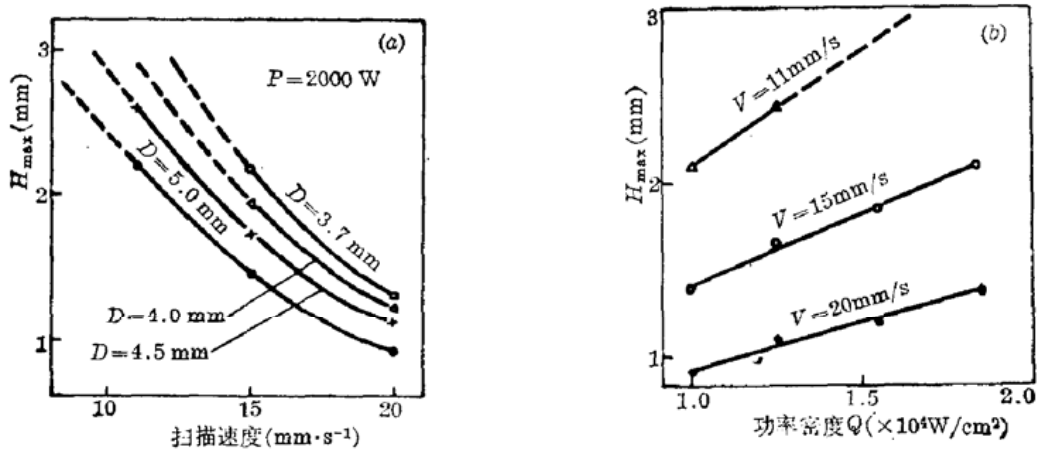


图 2 (a) H_{\max} 与 V 的关系; (b) H_{\max} 与 Q 的关系

三、讨 论

增加功率密度(Q)降低扫描速度(V)的作用都相当于增加了单位面积内试件得到的能量。引入比能量 E_s (即单位面积内接受的能量)就可将功率密度和扫描速度综合在一起

$$E_s = Q \cdot t \quad (1)$$

为计算方便,多模输出的 CO_2 激光束经聚焦后,光斑形状近似为矩形,其光斑面积 $S = D \cdot b$ (b 为沿扫描方向的光斑尺寸, D 为垂直于扫描方向的光斑尺寸)。辐照作用时间 $t = b/V$ 。将 s 、 t 代入式(1)得到

$$E_s = Q \cdot t = \frac{P}{Db} \cdot \frac{b}{V} = \frac{P}{DV} \quad (\text{单位: J/mm}^2) \quad (2)$$

将辐照参数直接用(2)式表示,发现 H_{\max} 与 E_s 有良好的线性关系:

$$H_{\max} = -0.737 + 0.0809 P/DV \quad (3)$$

实验点与该直线的相关系数 $R=0.9899$ 。

结果说明,决定熔敷极限的本质是辐照比能量。要使一定厚度的粉末能熔敷在基体上,比能量一定要大于或等于式(3)所对应的值,即最小比能量。这就是激光熔敷处理的必要条件。

结果还说明,在确定最大熔敷厚度时,扫描速度与光斑尺寸(或功率密度)的作用具有等价性。除辐照参数外,粉末的性质、基材的性质以及粉末的预置方式,也不同程度地影响激光熔敷的极限厚度,其中粉末的熔点影响最显著。另外,实际熔敷过程还需考虑其它条件。例如,熔敷层与基体的结合强度、熔敷后的组织与硬度、表面光洁度和缺陷的防止等因素。为此,熔敷处理的比能量选择往往大于熔敷极限的比能量。还应指出的是熔敷厚度上的比能量的等价性不能移植到组织变化上,因为快速扫描获得的组织及性能与低速扫描会有较大的差别。

(收稿日期:1988年5月24日)