

扫描速度对激光熔覆 WC-B₄C-Co 涂层 显微组织和性能的影响

张思玉 郑克全

(兰州大学物理系, 兰州 730001)

郑立

(兰州大学力学系, 兰州 730001)

摘要 本文介绍用 CO₂ 激光器对 20# 钢表面涂敷 WC-B₄C-Co 进行的激光熔覆处理, 对不同扫描速度下熔覆层的显微组织和性能进行了测试和分析。结果表明扫描速度对激光熔覆组织和各种性能影响特别显著。

关键词 激光熔覆, 扫描速度, 显微组织

Influence of scanning speeds on microstructure and properties of laser cladding WC-B₄C-Co

ZHANG Siyu, ZHENG Kequan

(Department of Physics, Lanzhou University, Lanzhou 730001)

ZHENG Li

(Department of Mechanics, Lanzhou University, Lanzhou 730001)

Abstract This article presents our experiments of WC-B₄C-Co cladding treatment on 20# steel surface by means of a high power CO₂ laser. After treating with different scanning speeds, the microstructure and performances of the clad layer are observed, examined and analyzed. The experimental results show the obvious influence of the scanning speeds on the microstructure and properties of the laser cladding.

Key words laser cladding, scanning speed, microstructure

1 引言

WC, TiC, SiC, TaC, B₄C 等硬质碳化物的一种或一种以上与粘结金属钴 (Co) 组成的合金叫做硬质合金, 这类合金通常具有硬度高、耐磨性好、红硬性好、化学热稳定性高、抗压强度高、抗高温氧化能力强和低膨胀系数等优异特性。这类材料熔点高, 制备时需要一种高温热源, 而大功率激光束就是一种理想高温热源^[1~4]。本文介绍了采用 20# 钢作为基体材料, 表面涂敷 WC-B₄C-Co 的混合粉末, 采用大功率 CO₂ 激光进行的熔覆处理, 研究了激光束扫描速度对激

光熔覆层的显微组织和各种性能的影响,结果表明:激光束扫描速度对激光熔覆层的显微组织、结构和性能影响特别显著。

2 实验条件和方法

本实验采用 20# 钢作为基体金属材料,加工成 $20 \times 20 \times 9 \text{ mm}^3$ 的金属试块,经过研磨、去油污和适当的清洁处理后待用。

熔覆材料采用 WC, B₄C、硬质碳化物与粘结金属钴的混合粉末,按 WC40%, B₄C40%, Co20% 的重量百分比配制,将配制好的粉末研磨成粒度小于 200 目的微粒,用有机粘结剂将粉末调合成均匀混合的粉浆,涂敷在 20# 钢基体的表面上,涂敷厚度约为 $\sim 0.3 \text{ mm}$ 。

采用横流 CO₂ 激光器,输出功率为 2 kW,激光束光斑直径为 4 mm,能量为高斯分布,激光束扫描速度为 4 mm/s, 8 mm/s 和 12 mm/s 三种,以氮作保护气体。

3 实验结果的分析 and 讨论

3.1 显微组织分析

将激光熔覆后样品经过研磨和腐蚀处理后,用 S-450 型扫描电镜观察了显微组织。处理后的样品从表至里呈现出三个不同区域:熔覆层区、热影响区和基体区。下面分别对三个区域加以讨论。

基体区: 基体为 20# 钢,其显微组织是由珠光体和铁素体组成,如图 1 (a) 所示。在激光熔覆处理过程中,它起着传导表面吸收的热量的作用,在传热过程中基体的温度并未升得很高,所以处理后的显微组织仍然是原始组织。

热影响区: 热影响区介于熔覆区和基体之间,这个区域受激光辐照影响较大,在各种扫描速度处理中,这个区域的温度都能达到奥氏体转变温度;当移去加热的激光束后,表面大部分热量由基体迅速传走而急剧冷却,此区的奥氏体部分转变成马氏体组织,由于扫描速度不同,表面受激光束辐照时间和冷却速率不同,奥氏体转变成马氏体的分数亦不同。图 1 (b) 是激光扫描速度为 8 mm/s 的热影响区的显微组织,这个区的显微组织由板条马氏体和残余奥氏体所组成。

熔覆区: 熔覆区是试样的最表层区域,它直接受激光辐照,图 1 (c), (d), (e) 分别为相同的涂敷厚度和激光功率下,扫描速度分别为 4 mm/s, 8 mm/s 和 12 mm/s 时的熔覆层的显微组织。图 1 (c) 的扫描速度为 4 mm/s,其显微组织呈现出粗大片状晶和带状晶,带状晶是由片状晶联结而成。有些区域片状晶独立分布,排列和粗细不均匀。图 1 (d) 的扫描速度为 8 mm/s,其显微组织呈现出胞状晶组织,胞状晶大小不均匀,排列较为均匀,有些区域为由几个较小胞状晶组成的晶团。图 1 (e) 的扫描速度为 12 mm/s,其显微组织呈现黑色细小颗粒的均匀分布,其中有一些白色线状网络,网络的分布也是均匀的,由此可见,对不同扫描速度其显微组织差别极大。扫描速度慢,激光辐照时间长,表面吸收热量多,在相同传热条件下,晶粒长得较大,而扫描速度快,晶粒较为细小。

3.2 X 射线衍射相分析

本实验采用 XD-3A 型 X 射线衍射仪进行了激光熔覆处理试样的 X 射线相分析。图 2 为扫描速度为 8 mm/s 时的 X 射线衍射谱。经鉴定,组成相为 WC, B₄C, CoW₂C, Fe₂W₃C, Co₁₁B₂C, Co₂W₂C 等各种硬质碳化物相在熔覆层中比例很高。

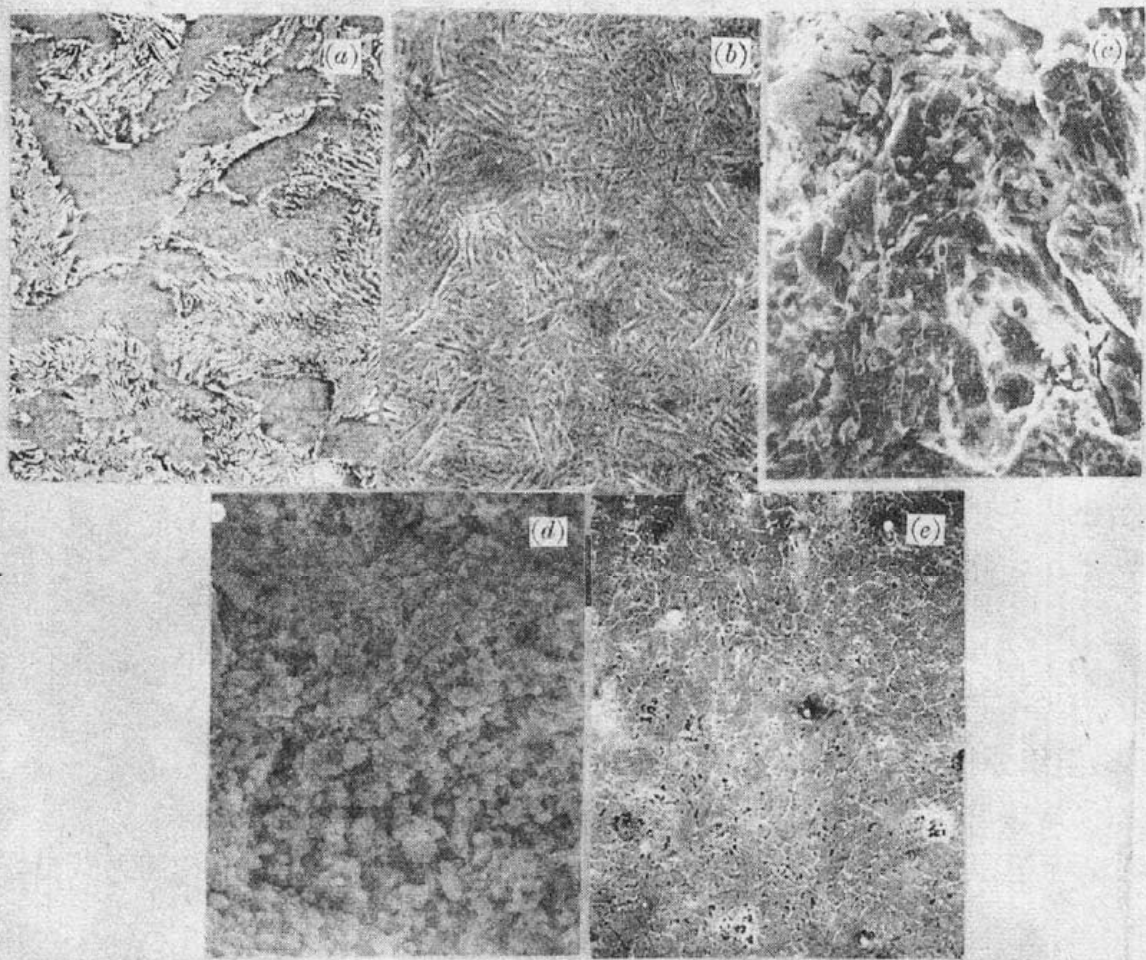


Fig. 1 Photos of microstructure

(a) Microstructure of 20# steel substrate ($\times 1000$); (b) Microstructure of the heat affected zone ($\times 1000$); (c) Microstructure at scanning speed of 4 mm/s ($\times 1600$); (d) Microstructure at scanning speed of 8 mm/s ($\times 1600$); (e) Microstructure at scanning speed of 12 mm/s ($\times 1600$). Etchant : Nital (4% HNO_3)

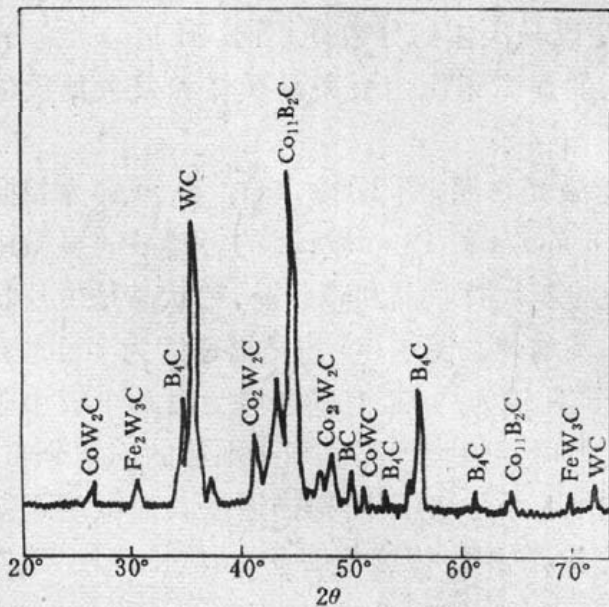


Fig. 2 X-ray diffraction spectrum at scanning speed of 8 mm/s

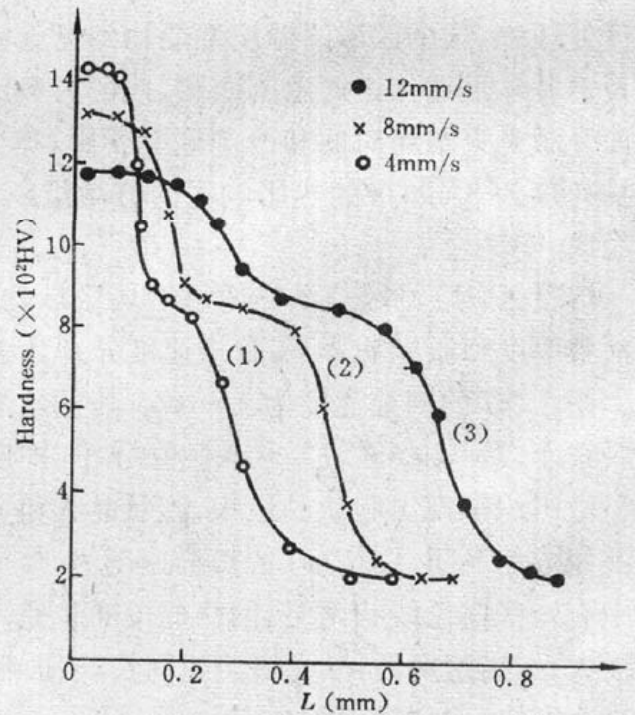


Fig. 3 Diagram hardness distribution

3.3 扫描速度对硬度分布的影响

图 3 是三种不同扫描速度样品的硬度分布曲线, 曲线(1), (2), (3)的扫描速度分别为 12

mm/s, 8 mm/s 和 4 mm/s。由图可见, 当扫描速度快时, 熔覆层的厚度薄, 硬度值高, 而热影响区厚度较厚而硬度偏低; 当扫描速度慢时, 熔覆层的厚度厚, 硬度值低, 而热影响区厚度较厚, 而硬度偏高, 实际上此时由于扫描速度慢, 基体材料表面已熔化了一薄层, 改变了熔池的化学成分, 严格说来, 此时表层已是合金化层。

3.4 熔覆层耐磨性的测定

在 DM1-1 型耐磨试验机上用 600 目水砂纸对激光熔覆处理试样和 20[#] 钢试样进行对比磨损测量, 测量结果如图 4 所示, 曲线(1)~(4)分别为扫描速度 12 mm/s, 8 mm/s 和 4 mm/s 及基材耐磨曲线, 由图可见, 三种熔覆处理试样与基体材料耐磨性能相比都有很大的提高, 而且扫描速度快的耐磨性能好, 扫描速度慢的耐磨性能差一些, 由此可知, 表面硬度高的耐磨性好, 表面硬度低的耐磨性差。

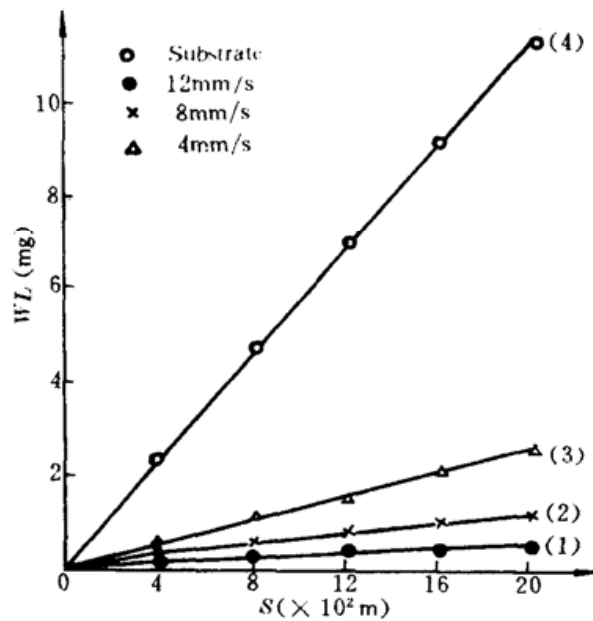


Fig. 4 Abrasion comparison test

参 考 文 献

- 1 Gnanamuthu. D., *Opt. Eng.*, **19**(5), 782~791(1980)
- 2 株洲硬质合金厂著, 硬质合金的生产, 冶金工业出版社, 1974, 50~170
- 3 郑克全, 张思玉, 科学通报, **33**(15), 1144~1147(1988)
- 4 张思玉, 郑克全, 中国激光, **18**(6), 466~470(1991)