

激光熔覆高熵合金层表面超声冲击组织性能研究

李美艳, 韩彬, 张琪, 李建龙

中国石油大学(华东), 山东青岛, 266580

摘要: 采用激光熔覆制备 CoCrFeNiMo_x ($x=0, 0.25, 0.5, 0.75$) 高熵合金层, 并对其表面进行超声冲击处理, 通过研究超声冲击前后熔覆层组织性能, 探究超声冲击处理 CoCrFeNiMo_x 高熵合金熔覆层的强化机理。结果表明, CoCrFeNiMo_x 高熵合金熔覆层都形成了固溶体结构, 其中 $\text{Mo}0$ 及 $\text{Mo}0.25$ 为单相 FCC 结构, $\text{Mo}0.5$ 及 $\text{Mo}0.75$ 为 $\text{FCC}+\sigma$ 结构。高熵合金熔覆层均与基体形成了良好的冶金结合, 中上部组织为等轴晶, 底部为垂直于熔合线方向生长的柱状晶及树枝晶, 并且 Mo 元素在晶界位置发生偏析。随 Mo 元素含量增加熔覆层平均显微硬度由 $178\text{HV}_{0.1}$ 增大到 $474\text{HV}_{0.1}$, 熔覆层耐磨性也相应提高, 磨损机制由磨粒磨损与疲劳磨损机制转变为磨粒磨损。高熵合金熔覆层耐蚀性随 Mo 元素含量的增加显著提升。

超声冲击后熔覆层的物相并没有发生改变, 但形成了一定厚度的塑性变形层, 组织变得更加细小、致密, 晶间呈网状分布的 σ 相破碎。超声冲击后熔覆层表面的粗糙度显著降低, 显微硬度明显提升, 冲击层摩擦系数及磨损量均减小, 但磨损机制未发生改变。超声冲击后耐蚀性略有提升。 CoCrFeNiMo_x ($x=0, 0.25, 0.5, 0.75$) 高熵合金熔覆层超声冲击后表面晶粒发生变形, 变形晶粒内部位错密度增大, 并且位错不断缠结转变为小角度晶界, 位错继续在小角度晶界处堆积最终转变为大角度晶界从而分割、细化晶粒, 因此超声冲击处理 CoCrFeNiMo_x ($x=0, 0.25, 0.5, 0.75$) 高熵合金熔覆层的强化机理主要为位错强化和细晶强化。

关键词: 高熵合金, 激光熔覆, 超声冲击, 组织性能, 强化机理

参考文献

- [1] Meiyang Li, Jie Yang, Bin Han, Lixin Song, Pu Li, Wenli Dong, Xixin Xue, Comparative investigation on microstructures and properties of WC/Cr3C2 reinforced laser cladding Ni-based composite coatings subjected to ultrasonic impact treatment. *Materials Today Communications*, Volume 34, March 2023, 105219.
- [2] 李美艳, 张琪, 杨洁, 韩彬, 宋立新. 镍基熔覆层表面超声冲击处理组织及耐蚀性研究[J]. 表面技术, 2020, 49(10): 55-60.
- [3] 李朝晖, 李美艳, 韩彬, 李格, 王治中, 孙深振. 高压柱塞高速激光熔覆镍基合金涂层组织和耐磨性[J]. 表面技术, 2020, 49(10): 45-54.
- [4] Meiyang Li, Qi Zhang, Bin Han, Lixin Song, Jianlong Li, Shiyi Zhang. Effects of Ultrasonic Impact Treatment on Structures and Properties of Laser Cladding $\text{Al}_{0.5}\text{CoCrFeMnNi}$ High Entropy Alloy Coatings [J]. *Materials Chemistry and Physics*, 2021, 258: 123850.
- [5] Zhang S, Han B, Li M, et al. Investigation on microstructure and properties of laser clad AlCoCrCuFeNi high entropy alloy coating by ultrasonic impact treatment[J]. *Intermetallics*, 2021, 128: 107017.
- [6] Zhang S, Han B, Li M, et al. Investigation on solid particles erosion resistance of laser clad CoCrFeNiTi high entropy alloy coating[J]. *Intermetallics*, 2021, 131: 107111.
- [7] Zhang, Qi; Li, Meiyang; Han, Bin; Zhang, Shiyi; Li, Yue; Hu, Chunyang. Investigation on microstructures and properties of $\text{Al}_{1.5}\text{CoCrFeMnNi}$ high entropy alloy coating before and after ultrasonic impact treatment [J]. *Journal of Alloys and Compounds*, 2021, 884(160989).
- [8] 李美艳, 薛喜欣, 张琪, 等. 超声冲击强化焊接接头及金属表面强化研究进展 [J]. 表面技术, 2022, 51(6): 89-99.

第一作者(李美艳)联系方式: 李美艳, 18765269660、limeiyan@upc.edu.cn.