

# 镍基喷焊层的等离子弧重熔试验研究\*

严 密

浙江大学材料科学与工程系, 杭州 310027

**摘要** 以等离子弧为热源, 采用类似激光表面改性的办法, 研究了重熔处理对 Ni 基自熔合金组织和耐磨性的影响. 经等离子弧扫描重熔, 喷焊层表面形成重熔激冷层, 该层基体组织由  $\gamma$ -Ni 转变为化合物  $\text{Cr}_{0.7}\text{Fe}_{0.36}\text{Ni}_{2.90}$ , 并形成晶粒度很小的微晶组织. 重熔后试样的耐磨粒磨损与粘着磨损性能提高, 且 880 W 重熔较 440 W 重熔试样的耐磨粒磨损性能提高程度更大.

**关键词** 等离子弧, 重熔, 表面

迄今为止, 已有很多激光表面改性的研究报道, 包括激光表面硬化, 激光表面合金化, 激光上釉等<sup>[1-4]</sup>. 尽管激光表面改性已被证明是获得所需表面成分和组织的有效途径, 但它的效果受到基体表面反射率的影响. 此外, 激光发生器也相对较为昂贵. 在本文研究工作中, 采用另一种超高温热源——等离子弧, 对镍基等离子喷焊层进行重熔—急冷处理, 研究了等离子弧重熔对镍基喷焊合金显微组织与耐磨性的影响.

## 1 实验方法

基体合金为 45 号钢, 喷焊材料为镍基自熔合金粉末, 粒度在 150 ~ 320 目之间, 其化学成分质量分数为 (%)Cr:24.5, C:4.25, Si:2.63, B:2.71, Fe: < 7.0, Ni: 其余. 等离子喷焊在 L4-400PC 型喷焊设备上, 等离子发生气与送粉气均采用纯 Ar, 操作工艺参数见表 1.

获得的等离子喷焊层厚度约为 3 ~ 5 mm. 喷层表面在丙酮中经彻底清洗、研磨、抛光后, 采用 WLH-10B 型等离子焊机进行微束等离子弧扫描. 试验采用的等离子重熔工艺参数也列于表 1 中.

采用了磨粒磨损和粘着磨损试验, 测定等离子弧重熔对镍基喷焊层耐磨性的影响. 粒磨损试验为盘销式, 将 1 000 目的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  细砂纸平铺在直径为 250 mm 的圆盘上面, 以 100 r/min 的速度旋转. 圆柱形喷焊试样直径为 7 mm, 静止地压在砂纸上. 粘着磨损试验中, 试样加工成 10 mm × 10 mm × 30 mm 的方块, 对磨块为直径 35 mm、厚度 10 mm 的圆盘, 由淬火 45 号钢制成, 硬度为 HRC63. 圆盘以 200 r/min 的角速度旋转, 静止的试样在 75 kg 的加载压力下压在旋转圆盘的侧面. 两种磨损试样均采用 20# 机油润滑, 以磨损失重作为判断耐磨性的指标.

1996-01-22 收稿 第一作者 男 教授

\*国家自然科学基金及冶金部腐蚀-磨石与表面技术开放研究实验室资助

表1 等离子喷焊和等离子重熔工艺参数

等离子喷焊		等离子重熔	
等离子气流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	0.35	等离子气流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	0.001
送粉气流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	0.48	保护气流量/ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	0.01
喷焊速度/ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$	400	扫描速率/ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$	36
送粉量/ $\text{g} \cdot \text{min}^{-1}$	60	束斑直径/ $\text{mm}$	1.5
喷焊电流/A	80	重熔电流/A	2, 4
喷焊电压/V	38	重熔电压/V	220

## 2 结果与讨论

如图1所示, X射线衍射结果表明, 喷焊层基体主要由 $\gamma$ -Ni组成. 析出物的硼化物与金属间化合物有 $\text{CrB}_2$ 、 $\text{Ni}_3\text{Fe}$ , 另外还有一定含量的 $\zeta$ -(Ni, Fe). 喷焊层基体的显微组织见图2a, 喷焊层与基体界面组织形貌见图2b. 由于凝固时由45号钢基体向喷焊层表

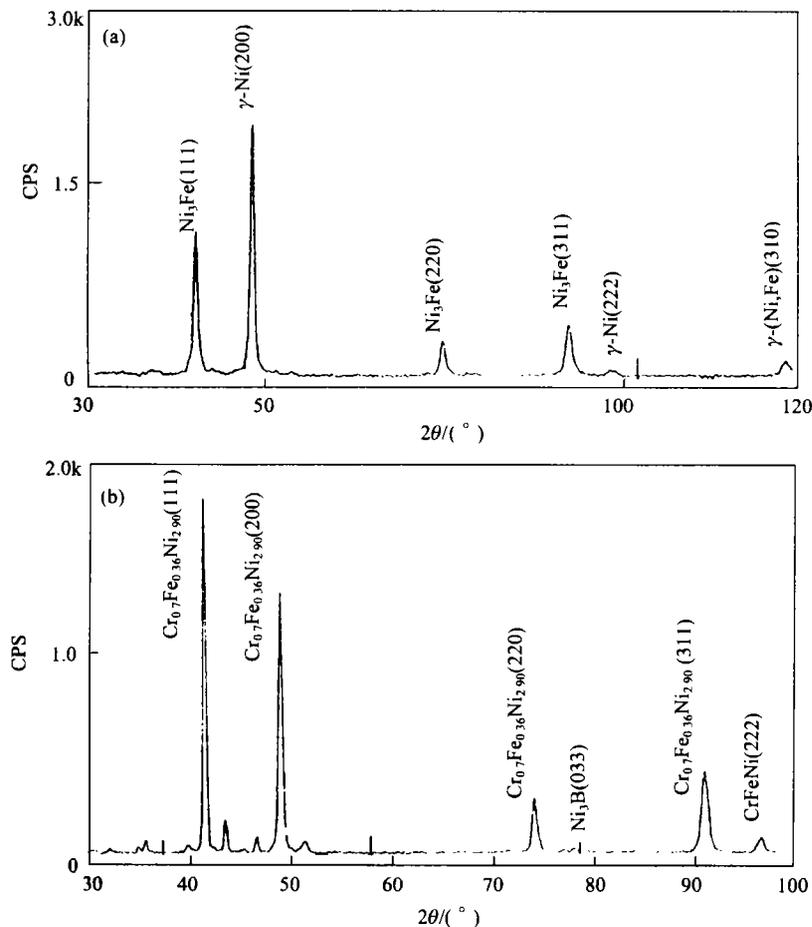
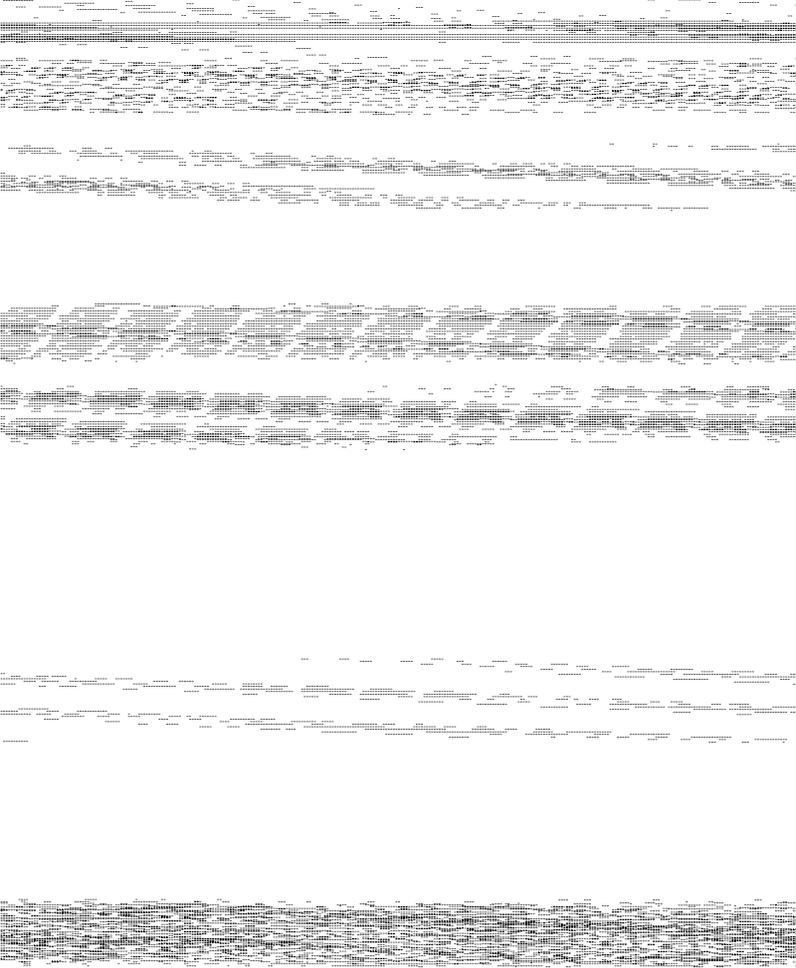


图1 镍基喷层X射线衍射谱

(a) 重熔处理前; (b) 重熔处理后

由重層最後堪築鐵鋼盤煉而  
自于, 築層直徑適量捕快叙作  
水潭) 在房對本重相與須更須  
盤現(爲等具精采淘, 堪築藝作  
層解層根柱圓, 重重傳部結  
B<sub>2</sub>, 將重新析出, 包括Cr  
重表而层休相也精細沒轉  
成观有到鐵混理集6.0如徑  
直產盤爐表疏海處集在表粒



$\text{Cr}_{0.7}\text{Fe}_{0.36}\text{Ni}_{2.90}$ , 以及部分 CrFeNi 和硼化物、碳化物组成. 受基体激冷影响, 重熔层晶粒细化并形成微晶组织; 重熔处理后, Ni 基喷焊层抗磨粒磨损和粘着磨损能力提高.

#### 参 考 文 献

- 1 Yang L J, Loh N L. Surface and Coating Tech, 1991, 71: 196
- 2 Tomoki T, Yasuyuki T, Genzo H, et al. Mater Trans, 1993, 34: 69
- 3 Tong S C, Ku J S, Wu C S. Script Metall Mater, 1994, 31:835
- 4 Wang Y, Zhang Q, Su M, et al. Scripta Metal Mater, 1995,32:891
- 5 雷永平, 史耀武, 周家瑾. 西安交通大学学报, 1994, 28(4): 26
- 6 王彦改. [学位论文]. 浙江大学, 1996

## Experimental Study on the Plasma-Arc Remelting Treatment of Ni-Based PTAW Cladding

*Yan Mi*

Department of Materials Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, PRC

**ABSTRACT** The effect of plasma arc remelting treatment on the microstructure and wear resistance of overlay is investigated and discussed. With plasma arc remelting process, a remelting-chilling layer formed on the overlay surface. In the layer, the matrix structure transformed from  $\gamma$ -Ni to  $\text{Cr}_{0.7}\text{Fe}_{0.36}\text{Ni}_{2.90}$ , and fine crystallite grains were obtained. Both abrasive and adhesive wear resistance were raised by plasma the remelting process.

**KEY WORDS** plasma arc, remelting, overlay