

优质非晶宽带的制作

沈楚英 庞云舟 徐祖浩 潘庭俭 汪锡林

(上海钢铁研究所)

1981年1月19日收到

非晶态合金具有优良的物理、机械特性,经济地制取尺寸均匀、性能稳定的优质宽带则更能迅速扩大它的应用范围。因此,需要改进制取它的复杂的工艺条件,设计合理的制作方案。本文结合影响金属射流及熔潭 (puddle) 稳定因素,讨论制取宽带的合理方式及实验结果,并指出牵引技术的优良效果。

1. 影响优质金属玻璃宽带形成的因素

(1) 射流稳定性

当熔融金属流喷射到旋转辊面上时,由于气流与射流间的作用,在射流上会形成静止或传播的毛细波^[1],产生射流不稳定,并对熔潭冲击,引起熔潭尺寸随时间的变化,带的尺寸也会有类似的变化,这需要有足够大的射流速度才可加以消除。

(2) 熔潭稳定性

如果喷射速度大,在基体上会形成类似于散乱圆珠液滴的跳跃,使熔潭在空间和时间上不均匀,所以靠喷射法难以制作稳定的优质宽带。

(3) 旋转基体周围气体界面层对熔潭的扰

动

它的性质与金属熔潭的相互作用对非晶薄带质量影响甚大。当雷诺数 $Re > Re_{临界}$ 时,熔潭受气体湍流影响,使带成锯齿边缘,表面粗糙。我们用 QTM720 图像仪测定灰度分布曲线看出气体湍流的影响。在 740 Torr, $Re = 4950$ 时,测试样品表面灰度分布在暗区,说明表面粗糙。在 260 Torr, $Re = 1720$ 时,其灰度分布在亮区,说明试样表面光亮平整(见图 1)。

在本试验中用 16 HD 高速摄影机以 2000 帧/秒的速度拍摄喷射图片,看出用喷射法,由于喷射压力大,射流速度高,喷出金属大部分沿旋转辊反方向飞溅,并有大量气体卷入,产生熔潭湍流。这说明,利用单辊急冷装置制取非晶态薄带,其喷射压力,冷辊转速及喷嘴形状尺寸等工艺参数的选择,均应以获得稳定的金属熔潭和足够冷却速率为依据。理想的喷嘴条件应为:(a) 喷嘴处射流应是层流而不是湍流;(b) 喷嘴横截面上流体流动速度应是均匀的;(c) 喷嘴几何形状应使射流离开喷嘴时,截面积收缩最小,使产生一个恒定的附加速度增量,消除由容器产生的液体速度分量。正常条件下,带宽等于熔潭宽度,用数学式表示为

$$W = \frac{S_n \cdot V_i}{h \cdot V_s}$$

式中 W 为带宽; V_i 为喷射速度; S_n 为喷嘴孔截面积; h 为带平均厚度; V_s 为辊速。

上式表示,要制造均匀薄带,必需有相匹配的 V_i , V_s , S_n 值。此外固定喷嘴尺寸,改变喷射角 α , 熔潭长度随 α 角增加而增长,薄带的厚度也增加,这符合 H. Hillmann 等

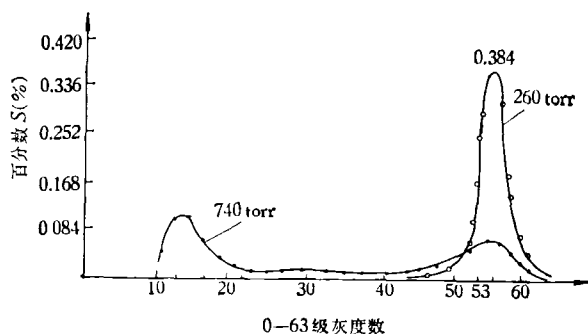


图 1 QTM 720 图像仪测定的灰度分布曲线

人所得的 $h \sim l^m V^m$ ($0.5 < m < 1$) 的规律^[2] (其中 l 为熔潭长度, V 为基体速率)。

H. H. Liebermann 和 Walter^[3,4] 曾用一排圆形金属流制造大于 10mm 的宽带。这种多股射流制成的薄带, 通常沿带的长度方向出现一种“线结构”, 可能产生纵向裂纹。另一种直接采用狭缝状扁喷口、喷射平板状的金属流, 可是它只有在排除基体周围气流的有害作用时才能成功, 一般需在低真空下铸造。而根据 M. C. Narasimham^[5] 提出的“平坦流铸造”似乎有显著的优点。我们采用牵引技术, 即机械地限制金属熔潭, 狭缝状的喷口非常靠近旋转基体表面。在很低的压力下, 熔融金属在喷口处由于表面张力保持着弯液面, 冷基体表面迅速旋转, 将熔融金属牵引出来。本试验在 $\phi 220\text{mm}$ 紫铜辊, 转速 3000 转/分(可调)及 $\phi 32\text{mm}$ 石英扁平收缩型喷口等单辊急冷装置上, 采取有效措施, 进行大量实验, 获得了工艺参数并制取表面光洁、厚度均匀、边缘整齐的优质宽带。非晶态薄带 $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$ 和 $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{38}\text{Mo}_4\text{B}_{18}$ 宽为 32mm, 厚为 $35\mu\text{m}$ 。用光导检测探头测量熔化金属温度, 并能自动记录。检验宽 12mm、厚 0.04mm 样品, 沿带方向厚度变化为 $5\mu\text{m}$ 。

2. 牵引技术实验的主要结果

(1) 固定熔融金属温度, 变化辊速与喷射压力, 得出带厚随辊速增大而减小。随压力增加而增加。在阴影区域内 V_s 与 p 的匹配, 均能

得到均匀非晶薄带(见图 2)。

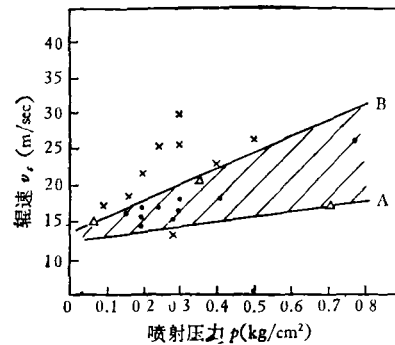


图 3

× 为成形性差; △ 为成形性中等; ● 为成形性好
($\phi 200$ 紫铜辊, $T_m = 1250^\circ\text{C}$, $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$ 合金)

(2) 非晶合金连续形成条件如图 3 所示。形成质量均匀的非晶态薄带都在固化线 A, B 间的阴影区内。在 A 线以下, 熔融金属离开辊面没有足够冷却。在 B 线以上, 获得多孔非晶薄带。

(3) 在恒定喷压 0.2kg/cm^2 和辊速 17m/s

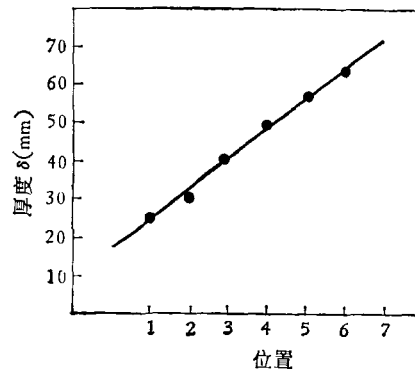


图 4

1335# 合金, $T_m = 1250^\circ\text{C}$

表 1*

工艺	直流磁性					硬度 (H_v)
	H_c (Oe)	B_i (Gs)	B_r (Gs)	B_r/B_i	B_{10} (Gs)	
自由喷射法	0.14	3450	2200	64	6500	909
牵引技术	0.07	5100	3600	70	8200	985

* B_r 是剩余磁感应强度; B_i 是 1 奥斯特的磁感应强度;
 B_r/B_i 是矩形度; B_{10} 是 10 奥斯特的磁感应强度;
 H_c 是矫顽力; H_v 是 50g 载荷下的维氏硬度。

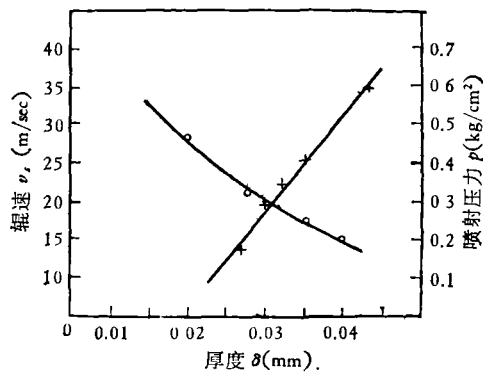


图 2

× 为 $V_s = 18.34\text{m/s}$ 时, δ 随 p 的变化;
○ 为 $p = 0.3\text{kg/cm}^2$ 时, δ 随 V_s 的变化
($\phi 200$ 紫铜辊, $T_m = 1250^\circ\text{C}$, $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$ 合金)

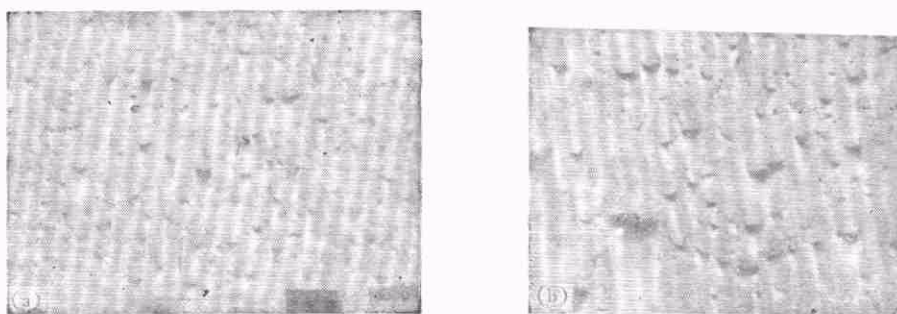


图 5

(a) 牵引法铸态样品背部 ×100 倍;

(b) 喷射法铸态样品背部 ×100 倍

的条件下,改变喷口距辊面的位置,带厚随喷口与辊面间距离增加而增加(见图 4)。

(4) 应用牵引技术的铸造样品,由于周围气体卷入少,使与辊接触面仅有微小气泡卷入而呈光洁。图 5 示样品背部通过扫描金相放大 100 倍检测结果。

最后,比较铸造样品 ($\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$) 的磁性能和硬度(见表 1)。由表看出,牵引技术制取的试样磁性能优良,矫顽力低,磁感应值高,硬度也高,同时也获得尺寸均匀、表面光洁的薄

带。

参 考 文 献

- [1] T. R. Anthony, *J. Appl. Phys.*, 49-2(1978), 829.
- [2] H. Hillman and H. R. Hilgrnger, *Rapidly Quenched Metals III*, Vol. 1, B. Cantor, The Metals Society (1978), 22.
- [3] H. H. Liebermann, *IEEE Transactions on magnetics MAG-15-6* (1979), 1393.
- [4] John, L. Walter, *Rapidly Quenched Metals III*, Vol. 1, B. Cantor, The Metals Society (1978), 30.
- [5] M. C. Narasimhom, U. S. Pat. 4142571.

静电场中的 $\alpha\text{-LiIO}_3$ 单晶沟道效应实验

孙相富 李祖玉 王大延 顾红梅

(中国科学院近代物理研究所)

温良弼 郭华聪 郝士琢 何福庆 彭秀峰

(四川 大学)

1980 年 10 月 28 日收到

自从杨楨等发现在静电场中 $\alpha\text{-LiIO}_3$ 单晶的中子衍射^[1]有异常现象以来,我国科学工作者对 $\alpha\text{-LiIO}_3$ 相继进行了在静电场作用下的介电常数^[2]、光的衍射^[3]、X 射线衍射^[4]等方面的研究,都发现了不同程度的异常现象^[5]。理论工作者也进行了相应的研究。目前倾向性的看法是,认为这种异常现象是在静电场作用下,由于空间电荷在生长层边缘或其它宏观缺陷附近富集的结果。这种富集会造晶体局部晶格常数

变化和晶格原子的位置移动。如果我们来观测带电离子束在该晶体中的沟道效应,则这种晶格原子的位置移动将改变晶格原子与沿晶轴方向入射的带电离子之间的相互作用势的分布。若这种改变足够大,则测得的沟道坑形状会有所变化。根据这种变化,可对静电场中晶体的晶格原子位置的移动作出判断。所以,我们对 $\alpha\text{-LiIO}_3$ 晶体的沟道效应进行了初步研究。