

非晶态合金薄带制取装置

沈楚英 潘庭俭 吴阳阳 苏竞高

(冶金工业部上海钢铁研究所)

应用急冷技术制成非晶态合金薄带的研究工作,目前在国内发展较快。随着产品需求量的增加,新工艺、装备、技术研究必须由实验室走向工业生产。本文介绍 50 kg 级非晶薄带制取装置。该设备设计结构独特,技术先进,是目前我国容量较大、功能较全的非晶薄带制取装置之一。在该装置上已获得 Fe 基和 FeNi 基非晶合金宽带,产品性能良好。

应用急冷技术制备非晶态合金薄带,就是液态金属流喷射到高速旋转的冷辊表面时因急冷而凝固,形成非晶态合金^[1,2]。由于它具有高效、节能、投资少等特点,是当前新材料发展重点之一。

我们研制了 50kg 级非晶态合金薄带制取装置,该装置采用从熔炼包→中间包→喷咀包→金属液流喷射到冷却辊表面上形成非晶态合金薄带。我们突破了急冷设备中一些技术难关,制造出了质量优良的非晶态合金薄带。

一、装置的主要技术指标

1. 生产能力: 单炉钢水装入量 50kg。
2. 产品规格: FeNi 基非晶薄带最大宽度 100mm, 厚度 0.03—0.045mm; Fe 基非晶薄带最大宽度 50mm, 厚度 0.025—0.032mm。
3. 熔注系统: 采用 50kg 中频感应炉熔炼钢水, 中频电源为 100kW, 2500Hz。中间包容量 50—100kg, 预热温度达 1100—1200℃。
4. 冷却辊直径 $\phi 600—800\text{mm}$, 辊面宽 180—200mm, 线速度在 0—40m/s 范围内可调, 辊面光洁度大于 ∇_7 , 并配有清扫装置。
5. 应用激光技术进行咀辊间隙检测与控制, 测量范围 200—800 μm , 精度达 $\pm 5\%$ 。
6. 温度自动控制, 熔融金属最高测量温度达 1500℃, 中间包炉腔温度达 1100—1200℃, 喷咀包炉温 $> 1200^\circ\text{C}$, 测量精度均达 $\pm 0.5\%$ 。

二、装置结构设计

本装置的总体结构设计框图如图 1 所示。

物理

整个装置结构由主机机械设备、电气控制设备、工艺参数检测与控制系统(包括计算机采集系统)、循环水和压缩空气系统等主要部分组成。

1. 主机机械设备

主机包括熔炼炉及倾炉机构, 中间包及塞杆开闭机构, 小车移动装置, 喷咀包及升降移动装置, 液位指示器, 冷却辊及传动装置, 辊面车磨装置, 辊面清扫装置, 气体剥离带装置等。整个主机机械设备大致归纳为二大系统。

(1) 熔注系统

它包括熔炼炉及倾炉机构, 其中倾炉采用液压系统控制。中间包采用高温电阻丝加热, 中间包坩埚为圆形, 水口为下装式, 便于装拆, 中间包钢流由塞杆液压升降机构调节, 可手动控制, 也可通过喷咀包上液位指示器发出信号反馈控制。中间包装在平移小车上, 小车速度可调, 它由液压马达驱动, 运动惯量小, 结构简单, 运动平稳可靠。

(2) 制带系统设备

主要有喷咀包, 采用硅碳棒加热, 加热速度快, 且带有液位显示器, 喷咀包预热温度达 1200℃ 以上。喷咀装于包底, 它通过高精度液压伺服系统和微机控制的步进电机装置完成喷咀包升降移动和咀辊间隙的微距离调节。冷却辊是制带系统主要设备, 它采用单端轴进出水, 单向水密封结构, 安全可靠, 且设计辊径 $\phi 600—800\text{mm}$, 材质为紫铜, 质量重, 热容量大, 辊筒体内壁由强迫流动的冷却水冷却, 这样带走热量快, 瞬间冷却效果显著。例如, 45kg 钢水喷射于冷辊上, 制成 50—100mm 宽非晶

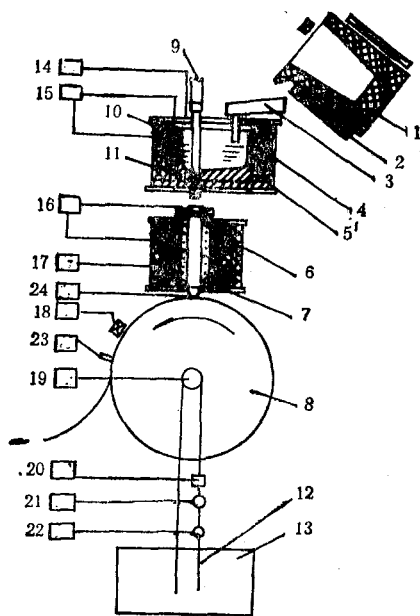


图 1

1. 熔炼包; 2. 感应线圈; 3. 出钢槽; 4. 中间包;
 5. 发热体; 6. 喷咀包保温炉; 7. 喷咀包; 8. 水冷辊;
 9. 导塞杆; 10. 坩埚; 11. 水口; 12. 水处理装置;
 13. 冷却水; 14. 温度计; 15, 16. 温度控制;
 17. 液位检测; 18. 表面温度计; 19. 调速装置;
 20. 进水口装置; 21. 压力计; 22. 流量计;
 23. 测带厚 24. 测间隙

薄带, 辊面温升增加 35°C (平均值), 辊子达热平衡时间 $\leq 30\text{s}$. 冷却辊配有 KZS-1 可控硅直流调速装置, 通过弹性联轴器直接传动, 高速传动精度高, 冷却辊转速在 $300\text{—}750\text{转}/\text{min}$ 时, 辊子径向跳动量为 $3.8\text{—}5.2\mu\text{m}$. 冷却辊配有在位清扫及车磨装置, 以保持制带过程中辊面清洁和有一定光洁度。

2. 电气控制设备

整个装置的主机机械设备上均配有相应的电气控制设备, 设计制带操作控制系统满足工艺生产要求。

(1) 制带过程的电气操作控制设备

采用分散和集中相结合, 即可在现场方便操作, 也可在操作台上集中控制操作, 灵活方便, 简单可靠. 控制对象包括冶炼炉液压倾动、小车液压行走、中间包塞杆开闭、压缩空气开闭、冷却辊与中频电源的供水等. 在实际使用中效果良好。

(2) 制带过程中咀辊间隙的控制

采用定位精度较高的液压伺服系统和微机控制步进电机系统控制与调节. 当一套系统发生故障时, 可用另一套系统来代替. 伺服系统位置控制在 $0\text{—}100\text{mm}$ 有长行程位移传感器, 可作喷咀位置粗调, 同时另有 $0\text{—}3\text{mm}$ 高精度位移传感器, 作为喷咀位置微调. 在行程范围内都可用手动或自动定位. 步进电机控制系统有 16 挡速度. 根据工艺需要, 可编制程序, 选择所需的速度, 将脉冲量换成直线位移量, 直线移动速度在 $1.5\text{—}650\mu\text{m}/\text{s}$ 范围内。

(3) 喷咀包液位控制

采用浮子开关信号 - 液压系统控制喷咀包内液位高度, 即根据工艺对液位高度的要求, 设定浮子的触点位置 (即给定液位上下极限位置). 当液位到达上下极限位置时, 立即将输出开关信号给电气控制器, 由电气控制器输出信号, 驱动中间包塞杆开闭, 使喷咀包的液位在一定高度范围内波动, 允许液位高度波动范围在 $\pm 5\text{mm}$ 内。

3. 仪表检测控制设备

在制带过程中要求各工艺参数能正确测量, 这些参数包括: 熔炼炉内钢水温度、出钢温度、中间包加热电源的控制与包内钢水温度的测量、喷咀包温度与包内钢液温度测量、冷却辊辊面温度、冷却水流量、压力的检测与调节, 非晶制带过程咀辊间隙检测、非晶带材厚度在线检测等, 所有各工艺参数都集中由几个仪表屏控制与操作. 仪表设备运行可靠. 其中咀辊间隙的重要工艺参数是采用独特结构的激光 (能量法) 测量, 测量控制范围在 $(200\text{—}800)\mu\text{m} \pm 5\mu\text{m}$. 该仪器具有三维调节功能, 能在喷带过程中打印咀辊间隙的动态变化数值, 由此数据控制步进电机调节装置, 调节咀辊距离, 保证顺利出带。

4. 微机数据采集系统

本系统采用了 APPLE-II 系统, 能进行数据实时显示. 实时打印最快四秒一次. 本系统软件用汇编语言进行数据采集、滤波、定时. 用 BASIC 语言进行数据快速记录, 使系统采

集记录功能增强.由于采用 BASIC 语言进行数据转换,使系统显得灵活,应用更方便,它为工艺试验研究能尽早地找到合理的科学的工艺控制参数,缩短了试验周期.

5. 带材厚度检测装置

在主机设备上配置设计独特结构的 Vollmer 接触式测厚仪和 VPI 信号处理控制单元系统.由于目前喷出非晶薄带不能进行自动卷取,故对带材厚度测量采用接触式测量法,即利用两个测量传感器,其中一个直接接触工作辊,另一个接触带材表面,测出二者差值,即是要测

量带材的厚度值.带材厚度测量范围在 0.02—0.06mm,宽度小于 200mm,测量精度为一级,响应时间为 0.2s.

三、实验结果

用本装置制得不同规格的 Fe 基和 FeNi 基非晶带材,FeNi 基非晶的最大宽度为 100 mm,厚度 0.025—0.045mm; Fe 基非晶的最大宽度为 50mm,厚度为 0.025—0.032 mm. Fe 基非晶态合金样品性能列于表 1.

表 1

No.	B_{30}	B_{10}	B_1	B_r	H_c	$P_{10}/50^*$	$P_{10}/400$	$P_8(8K)$
	(Gs)	(Gs)	(Gs)	(Gs)	(Oe)	(W/kg)	(W/kg)	(W/kg)
SFe-1 淬态	10200	7600	4000	2500	0.2			
SFe-2 淬态	10000	7600	4200	2800	0.2			
SFe-1 磁场退火	12800	12400	11200	9600	0.02	0.100	1.26	50.69
SFe-2 磁场退火	12800	12400	12000	10800	0.018	0.066	1.03	54.86

* $P_{i/i}$ 为磁通密度,为 ikGs, \dot{y} Hz 时的功率损耗.

为领先的一套装置.

本设备结构设计严谨,配套完善,功能全,是目前国内大容量制取非晶态合金薄带设备较

[1] M. C. Narasimhom, V. S. Pat., 4142571.

[2] T. R. Anthony, J. APPL. Phys, 49-2(1978), 822.

(上接第 60 页)

表 2

晶体	T_c	P ($10^{-8}C/cm^2 \cdot K$)	θ	$\lg \delta$	P/θ ($10^{-10}C/cm^2 \cdot K$)	退极化
TGS	49°C	3.1	39	5×10^{-3}	8	退
TGSe	23°C	4.7($t = 10^\circ C$)	45	5×10^{-3}	10	退
TGFB	72°C	2.1	16		13	退
LiTaO ₃	650°C	2.0	45		5	
ATGSAs	49°C	4.5	30	4×10^{-4}	15	不退

双掺单畴 ATGSAs 晶体问世以来,引起了美、英、法等国制作热释电器件公司的重视,他们已纷纷要求订货.在 1988 年国际铁电体应用会议上,一些外国知名专家认为本发明实现了国际上十几年来想提高 TGS 类晶体热释电品质因数的目的,将会在高技术领域中有重要应用.

[4] Fang Chang shui et al., Materials Sci. Lett., 2-2 (1983), 134.

[5] 王民等,山东大学学报, 21-1(1986), 94.

[6] 房昌水等,科学通报, 30-8(1985), 580.

[7] 王民、房昌水,物理学报, 36-1(1987), 125.

(山东大学晶体材料研究所 房昌水

王民 卓洪升)

[1] P. J. Lock, Appl. Phys. Lett., 19 (1970), 390.

[2] K. L. Bye et al., Ferroelectrics., 7 (1974), 179.

[3] Fang Chang shui et al., Ferroelectrics., 51 (1983), 9.