

电磁振动雾化-速凝法镁粉制备工艺

梁乃茹¹, 解萍¹, 赵军¹, 梁志勇²

(1. 包头稀土研究院, 内蒙古 包头 014010; 2. 包头华美稀土高科有限公司, 内蒙古 包头 014060)

摘要: 采用电磁振动雾化-速凝方法制备了金属镁粉, 熔融金属镁经过带有水冷的电磁振动板雾化后, 速凝成粉. 考察了坩埚喷嘴喷射压力、转盘转速、电磁振动雾化频率、激振力等参数对制备镁粉的影响, 得到了优化制备条件, 获得了粒度 $\leq 0.5\text{ mm}$ 近似球形的镁粉.

关键词: 电磁振动雾化; 速凝; 镁粉; 制备

中图分类号: TF123.1⁺12

文献标识码: A

文章编号: 1009-606X(2006)05-0781-03

1 前言

快速凝固方法制备镁合金可以细化晶粒, 在晶界和晶粒内部生成细小弥散的沉淀相, 从而提高镁合金的物理性能^[1,2]. 镁合金快速凝固的方法有气雾成粉法、快淬成薄带法、雾化沉积法^[3,4]. 气雾成粉方法是用气体将镁合金液流吹散成粉, 实施雾化的下腔体需有保持气流平衡的气循环装置, 装置比较复杂, 其他方法需要破碎和再加工才能成粉. 快速凝固方法成本高, 因此目前仅用于超细粉^[5]或合金粉的制备. 采用电磁振动雾化-速凝方法制备金属镁粉^[6], 将镁或合金液流通过电磁振动雾化成粉, 雾化腔体所承受的压强小. 利用保护气压(氩气压), 通过铸槽的注管使镁液射流进入有一定真空度的电磁振动雾化腔, 为实现熔炼镁制镁粉的生产工序奠定了基础.

铁水预处理是近年来国内外钢铁行业为提高钢质量采用的主要措施之一, 也是炉外精炼技术的主要组成部分^[7]. 金属镁因具有强铁水脱硫能力, 在钝化镁粉铁水脱硫工艺中得到了广泛的应用^[8,9]. 现在钢铁行业所用镁粉是采用铣削的方法获得的, 在制造过程中容易引起爆炸^[10], 而采用本方法制备镁粉没有引起爆炸的危险. 镁粉的阻燃时间为 17~21 s, 比钝化镁粉长 4~6 s^[11], 可直接用于铁水脱硫.

2 实验

采用电磁振动雾化-速凝法制金属粉所用装置如图 1 所示^[6]. 制备过程为, 首先在电磁振动雾化-速凝炉的熔炼坩埚内装入镁块, 然后对被真空阀隔开的上、下炉体同时抽真空, 向上炉体腔内充少量氩气, 开动中频感应装置, 开始熔化镁块. 同时下炉体腔一直抽真空, 使

上、下炉体形成气压差. 启动下炉体腔内的转盘和电磁激振器, 开通分隔上、下炉腔的电动真空插板阀, 向上炉体腔内加氩气, 使坩埚内气压(以下称喷吹气压)达到设定值, 使熔融镁通过坩埚底部的喷孔射流进入下炉腔的旋转转盘上, 形成镁的熔液滴, 液滴被转盘甩到带有水冷的电磁振动板上雾化, 落到带有水冷的炉体底部凝固成粉.

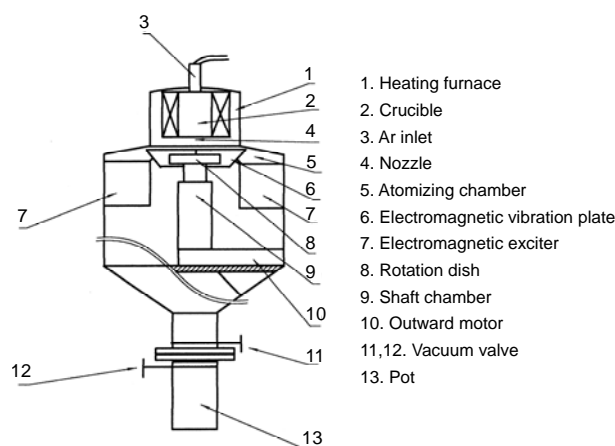


图 1 镁粉制备装置示意图

Fig.1 Sketch of the device for production of Mg powder

用一套标准筛筛分后称重, 求出各层粉粒质量, 计算累积百分数. 选择尺寸分布占总量多的镁片称出质量, 用以下公式求出制备的未成球状镁片的相对粒度 d_0 :

$$d_0 = [6W / (1.738\pi)]^{1/3},$$

其中, W 为镁片质量(g), 1.738 为镁的密度(g/cm^3).

用扫描电子显微镜(SEM)观察粉体形态.

3 结果与讨论

在标准大气压下, 镁的熔点是 $650\text{ }^\circ\text{C}$, 沸点是 1000

收稿日期: 2005-07-13, 修回日期: 2005-11-17

基金项目: 内蒙古自治区自然科学基金项目(编号: 200508010711)

作者简介: 梁乃茹(1950-), 女, 河北省蠡县人, 博士, 教授级高工, 金属材料专业; 赵军, 通讯联系人, E-mail: sunxh64@126.com.

℃, 二者的温度差较小, 并且 650~700℃ 间镁熔液粘稠度高, 坩埚喷嘴直径小于 15 mm 时不易射流, 这就使熔化镁的射流温度需要保持在(800±50)℃. 电磁振动雾化-速凝制镁粉的主要工艺参数是坩埚底部的喷嘴尺寸、喷嘴喷吹气压、下炉体中转盘的转速、电磁激振板的激振频率和激振力. 图 2 为坩埚喷嘴直径 5 mm、喷吹氩气压 0.3 MPa、转盘转速 1500 r/min、电磁激振频率 300 Hz、激振力 400 N 的雾化条件下制备的金属镁粉. 可见, 粉粒形状近球形, 粒度在 0.4~0.1 mm 范围内.

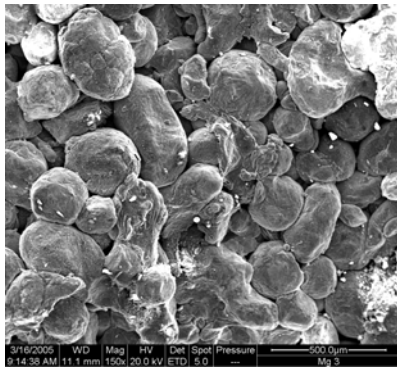


图 2 电磁振动雾化速凝镁粉的反射电子形貌像
Fig.2 SEM image of the magnesium powder

图 3 为镁熔液射流的最低喷吹氩气压力与坩埚喷嘴孔径临界直径的关系. 喷吹氩气压力过高, 会导致喷吹中上、下炉体的漏气, 使喷吹压力降低, 液流不能形成射流, 坩埚喷嘴阻塞. 坩埚喷嘴阻塞后, 坩埚不能再用. 在喷吹气压允许范围内, 若坩埚喷嘴直径过细, 坩埚中镁液不易形成射流, 坩埚喷嘴容易阻塞, 造成坩埚剩余镁液过多; 坩埚喷嘴直径过粗, 镁液形成的射流过粗, 镁液在振动板上粘连成片, 不成粉体. 因此, 坩埚喷嘴直径一般选择在 5~10 mm 范围内, 氩气压力选择在 0.1~0.3 MPa 范围内.

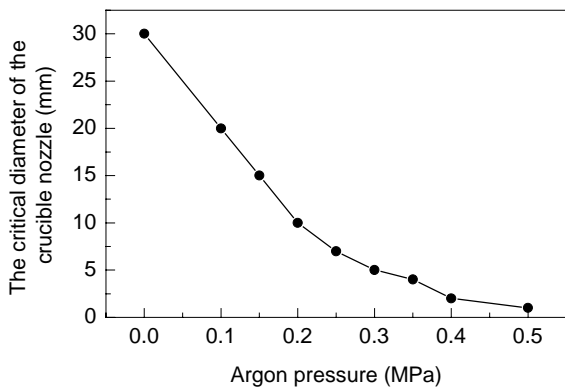


图 3 喷吹氩气压力与坩埚喷嘴孔径临界直径的关系
Fig.3 Curve of Ar pressure vs. critical diameter of crucible nozzle

射流用氩气压力和流量对金属镁粉的粒度分布有很大影响. 图 4 为坩埚喷嘴直径 5 mm 及 1500 r/min 转盘转速、激振器电磁频率 300 Hz、激振力 400 N 条件下, 喷吹氩气压力对镁粒度分布的影响. 在本研究的坩埚喷嘴条件下, 氩气压力 0.15~0.3 MPa 比较理想.

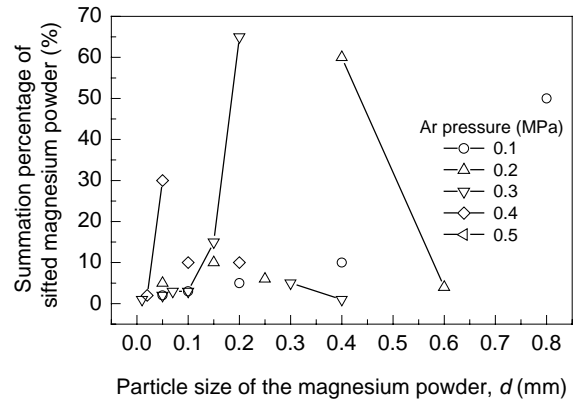


图 4 氩气压力与镁粉粒度的关系
Fig.4 Influence of Ar pressure on grain size and summation percentage of prepared magnesium powder

为了研究转盘转速对成粉粒度的影响, 关闭电磁振动物器, 将转盘甩下镁滴冷却的镁片尺寸换算成相对粒度, 近似看成镁熔滴的直径. 图 5 是转盘速度与镁熔滴大小的关系. 镁熔滴的大小直接影响成粉的粒度. 从图可见, 在转盘速度≤2000 r/min 的条件下, 转盘速度与熔滴大小成反比; 当转盘速度达 2500 r/min 以上时, 镁熔滴被甩到水冷激振板上速凝连成大片状. 所以, 转盘转速选 2000 r/min 以下. 再通过水冷激振板的激振器在一定频率和激振力下振动, 金属镁熔滴被击碎, 速凝成球形粉体. 当转盘甩出的熔滴小到一定尺寸, 在水冷激振板上速凝成粉体.

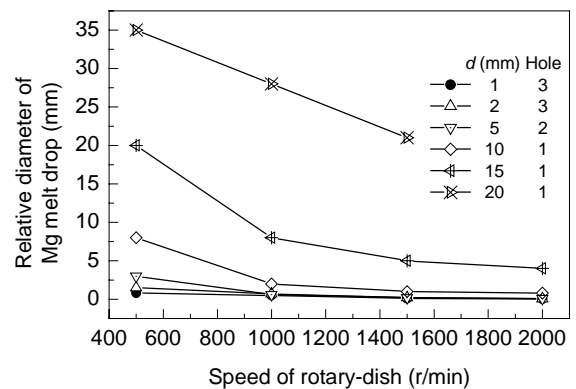
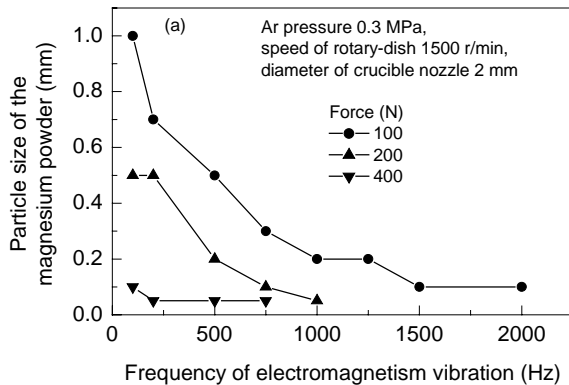


图 5 转盘速度与镁熔滴直径的关系
Fig.5 Relationship between speed of rotary-dish and relative diameter of Mg melt drop

图 6(a)为喷吹压力 0.3 MPa、转盘转速 1500 r/min、

喷嘴直径 2 mm 条件下的电磁激振器激振频率与成粉粒度的关系. 可见, 激振器激振力在 400 N、激振频率在 750 Hz, 成粉粒度为 0.05 mm, 激振器激振力在 100 N、激振频率在 100 Hz, 成粉粒度为 1 mm.

图 6(b)为喷吹气压 0.5 MPa、转盘转速 2000 r/min、



喷嘴直径 1 mm 条件下的电磁激振器激振力、频率与成粉粒度的关系. 由于喷嘴直径的减小, 成粉粒度大大减小, 但镁熔液多半剩余在坩埚中. 在较高喷吹气压下, 自制的耐火材料密封圈产生漏气现象.

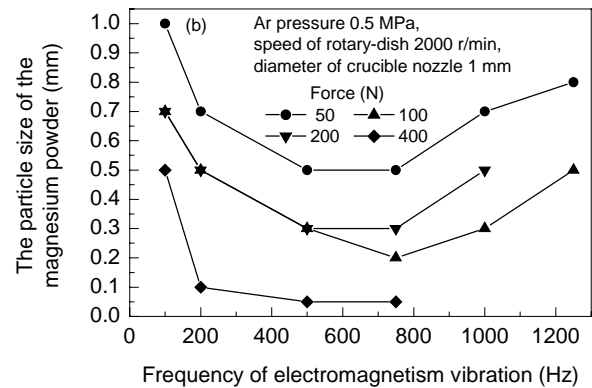


图 6 电磁激振器激振频率、激振力与粒度的关系

Fig.6 Effects of frequency and force of electromagnetism vibration on gain size of the Mg powder

4 结论

(1) 采用电磁振动雾化-速凝方法制备了粒度 ≤ 0.5 mm 的近球形镁粉.

(2) 研究了电磁振动雾化-速凝制镁粉的工艺参数. 较佳制粉条件为: 坩埚喷嘴尺寸 5~10 mm, 喷射压力 0.3 MPa, 转盘转速 1000~1500 r/min, 电磁振动雾化装置的电磁频率 300~750 Hz, 电磁激振力 300~400 N.

参考文献:

- [1] 余琨, 黎文献, 李松瑞, 等. 含稀土镁合金的研究与开发 [J]. 特种铸造及有色合金, 2001, (1): 41-43.
- [2] 刘正, 范立坤, 林立, 等. 镁基快速凝固合金的研究与开发 [J]. 汽车工艺与材料, 2003, (6): 20-24.
- [3] 陈刚, 陈鼎, 严红革. 高性能镁合金的特种制备技术 [J]. 轻合金加工技术, 2003, 31(6): 40-45.

- [4] 陈吉华, 陈振华, 严红革. 快速凝固镁合金的研究进展 [J]. 化工进展, 2004, 23(8): 816-821.
- [5] 董颖, 董守信. 用真空蒸发沉积法制取超细铝、镁粉的研究 [J]. 轻合金加工技术, 2001, 29(2): 43-45.
- [6] 梁乃茹, 梁志勇. 速凝、电磁振动雾化制金属与合金粉末的方法与设备 [P]. 中国专利: ZL02128313.3, 2005-05-11.
- [7] 宋平穗. 金属镁粉在铁水预处理脱硫生产中的应用 [J]. 山西冶金, 2000, 77(2): 29-31.
- [8] 肖盛. 钝化镁粉铁水脱硫技术在南钢的应用 [J]. 南钢科技, 2003, 2: 19-20.
- [9] 堵亚光, 戴守军. 铁水应用镁粒脱硫技术简介 [J]. 天津冶金, 1999, (4): 19-20.
- [10] 党群祥, 钟圣俊, 李刚, 等. 铣削镁粉爆炸危险性及防爆措施 [J]. 中国粉体技术, 2002, 8(6): 16-18.
- [11] 梁乃茹. 电磁振动雾化速凝金属镁粉的表征分析 [J]. 包钢科技, 2005, 31(5): 1-4.

Production of Magnesium Powder with a Method of Electromagnetic Vibration Atomizing and Quenching

LIANG Nai-ru¹, XIE Ping¹, ZHAO Jun¹, LIANG Zhi-yong²

(1. Baotou Res. Inst. Rare Earth, Baotou, Inner Mongolia 014010, China;

2. Baotou Huamei Rare Earth Products Co. Ltd., Baotou, Inner Mongolia 014060, China)

Abstract: Magnesium powder was prepared by the method of electromagnetic vibration atomizing and quenching. The molten magnesium was atomized and quenched into the metal powder by the water-cooled plate of the electromagnetic vibration was studied. The grain sizes of Mg powder obtained in the range ≤ 0.5 mm with a round shape. The influential factors of Mg powder formation such as jetting pressure of the spray nozzle at the crucible bottom, the speed of the rotation dish, the vibration atomizing electromagnetic frequency and power were investigated, and optimized conditions obtained. SEM image shows that Mg particles are in a nearly round shape.

Key words: electromagnetic vibration atomizing; quenching; magnesium powder; preparation