

干式搅拌球磨法制备片状锌粉

黄世弘, 蔡晓兰

(昆明理工大学 材料与冶金工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 采用干式搅拌球磨法制备出片状锌粉, 设计出制备片状锌粉的实验流程, 通过试验确定球径、球料比、转速、球磨时间四个主要参数对球磨结果影响最大, 并以正交试验得到了最优参数, 试验中还得出助磨剂对球磨结果具有较大的影响, 最后讨论了几种关键因素对球磨结果的影响。

关键词: 片状锌粉; 球磨; 助磨剂

中图分类号: TF813 文献标识码: A 文章编号: 1007-855X(2006)01-0026-03

Production of Zinc Flake by Rotary Ball Mill

HUANG Shi-hong CAI Xiao-lan

(Faculty of Materials and Metallurgical Engineering Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093 China)

Abstract Zinc flake has been produced by ball mill in the experimentation. The trial flow process has been designed. The experiments confirm us that ball diameters, rate of ball/powder, milling rotational speed and ball milling time are very important to the result and the feasible technologic parameter is carried out by orthogonal experimentation, and the milling assistant is also very important too. The influence of major factors on ball milling result has been discussed at last.

Key words zinc flake, ballmilling, milling assistant

0 引言

达克罗是一种新型的“绿色”表面处理技术, 而片状锌粉是生产达克罗涂料的主要原料。国内在达克罗涂料的研制上, 对该技术已消化并国产化, 但在片状锌粉的研究上和国际水平尚有相当大的差距。国内普遍采用的是湿式球磨法, 所制备的片状锌粉普遍存在着片状化程度差、有球状锌粉、疏松程度不够, 表面能大、质量不稳定等缺点。在片状锌粉的使用上, 国内大部分达克罗产家使用的都是进口片状锌粉。因此, 突破片状锌粉的关键技术, 掌握生产工艺对于降低国内达克罗涂料成本, 促进推广以替代电镀, 从而保护环境等方面都具有十分重要的意义。

1 生产设备的选择及制备的基本原理

在众多球磨设备中搅拌磨是球磨设备中能量利用率最高并具有搅拌和分散作用的一种多功能超细粉磨设备。其搅拌输入功率通过内置搅拌器的旋转直接高速作用在研磨介质以达到磨细物料的目的。搅拌器叶片端的线速度大约在 3~5 m/s 左右, 高速搅拌还要大 4~5 倍^[1]。在搅拌器的搅动下, 磨介与物料作多维循环运动和自转运动, 由研磨重力以及螺旋回转产生的挤压力对物料进行摩擦、冲击、剪切作用, 使物料被球磨及粉碎。由于综合了动量和冲量的作用能有效地进行超细粉碎, 细度可达亚微米级, 而且它的能耗绝大部分用于直接搅拌介质, 而非虚耗于转动或震动笨重的磨筒, 因此能耗比转筒球磨机、振动磨低。本试验所用的球磨机为 HA-1 型干式搅拌磨, 设备图见图 1。

收稿日期: 2005-03-02

第一作者简介: 黄世弘 (1982~), 男, 在读硕士研究生。主要研究方向: 金属粉体。E-mail: hsh_82@136.com

2 工艺流程的确定

2.1 制备过程可能遇到的问题及解决

1) 锌粉是延展性金属, 在球磨过程中会粘附球磨介质从而降低球磨效率. 金属粉末的粘附特性与其基本特性有关^[2], 因此在制备过程中温度的控制以及助磨剂的加入就显得十分重要了.

助磨剂在球磨的过程中包覆在锌粉的表面, 降低锌粉的表面能, 可以很好地防止球磨过程中发生的逆粉磨现象, 减少冷焊, 同时还能起到润滑作用, 提高球磨效率.

2) 粉末的球磨过程是一个高速撞击、摩擦的过程, 在任一时刻, 粉末的表面都会因为机械作用而产生瞬时高温, 同时锌粉在球磨过程中的高表面能使得锌粉此时极易与氧气发生反应生成氧化锌, 为避免此情况的发生就必须通入惰性气体加以保护.

3) 球磨介质的污染. 试验中使用的是锰钢球, 在球磨中必然会引入铁元素的污染, 通过试验可得, 在适宜的球磨条件下, 铁元素的含量可以控制在我们所希望的范围内.

2.2 工艺流程的确定及参数的选择

综合以上, 片状锌粉的制备工艺的全流程见图 2

- 1) 原料为雾化法生产的 D_{50} : $9.0 \mu\text{m}$ 锌粉;
- 2) 研磨介质为 3~8mm 钢球;
- 3) 球磨机转速为 300~600 r/min;
- 4) 助磨剂加入量为 0.8%~1.5%;
- 5) 保护气体为氮气;
- 6) 通过研磨泵外套的循环冷却水进行温度控制.

3 最终参数的确立及试验结果

在正交试验中以球径、球料比、转速、球磨时间为参数, 以松装比、片状化程度、亮度、过筛率为指标, 分别进行了制备片状锌粉、参数优化、寻找合适助磨剂这三个阶段的试验. 通过试验得到的最佳参数为钢球球径 3mm, 球料比 12:1, 转速 600 r/min, 助磨剂为复合试剂 4. 得到的锌粉的粒径分布及 SEM 扫描图见图 3

此片状锌粉的松装比为 1.06 g/mL , 过 200 目筛的过筛率为 91.8%, D_{50} : $22.84 \mu\text{m}$.

从图中及数据结果可以看到所制备的片状锌粉从片状化、粒径分布、松装比等指标上都已达到制备达克罗涂料的要求. 与进口锌粉相比已经十分接近, 通过制备达克罗涂料试验的进一步反馈, 已经能够用其制备出较高质量的涂料.

4 结论

1) 片状锌粉的制备过程中最重要的单元操作为球磨, 锌粉的成片及表面性质的形成都在此过程完成, 因此球磨参数与助磨剂的选择及加入量就显得十分重要了.

2) 通过对表面改性的研究, 可以得出球磨过程中必须加入助磨剂, 这样有利于改善球磨过程, 改变粉末的表面性质. 助磨剂的加入量应根据修饰剂本身的性质来定, 助磨剂具有一一对应特点, 助磨剂选择不当将会产生相反的效果. 同时复合试剂的效果比单一效果好, 这已在第二阶段球磨时间 1.5 h 到最终的 50 min 得到了证明.

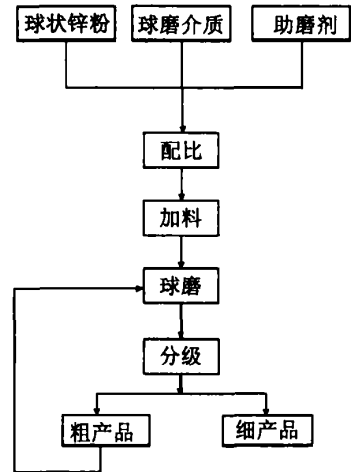
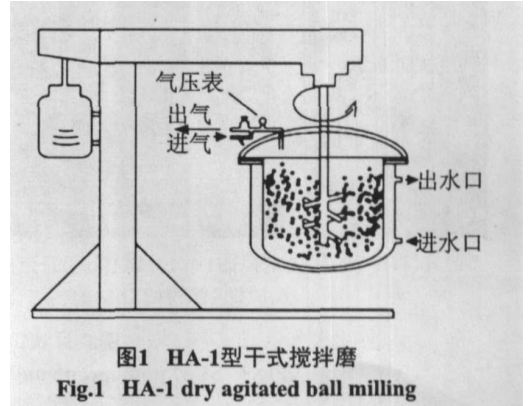


图2 片状锌粉制备流程图

Fig.2 Flowsheet for preparation of zinc flake

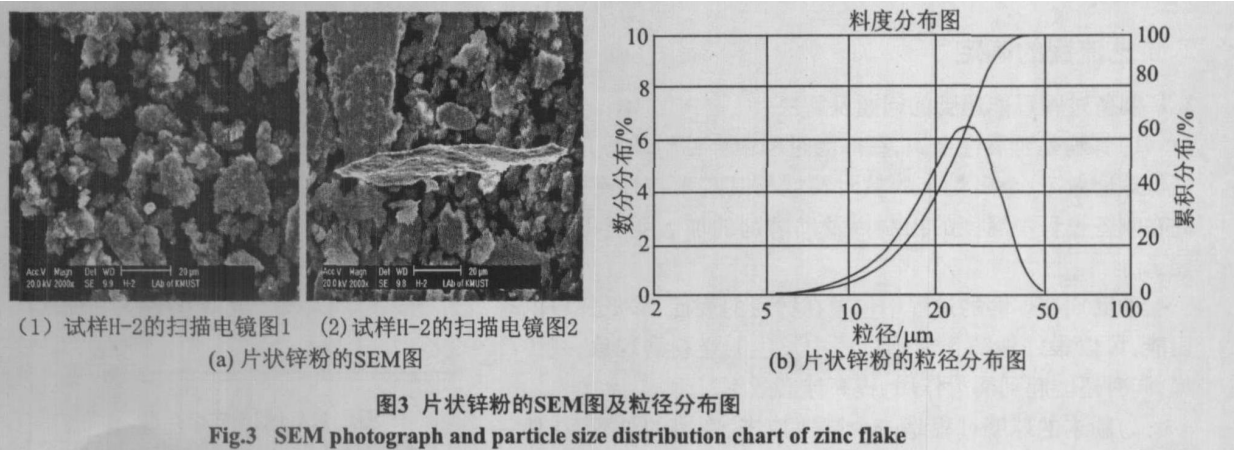


图3 片状锌粉的SEM图及粒径分布图

Fig.3 SEM photograph and particle size distribution chart of zinc flake

3)球磨与表面改性可以合二为一,但温度控制不好,球磨过程中局部的高温可能使助磨剂分解或分子结构被破坏,从而影响球磨效果^[3]。

4)球磨工艺对整个粉末的形态、微观结构具有决定作用,助磨剂则对粉末表面性质、外观具有重要的作用。

参考文献:

- [1] 卢寿慈. 粉体加工技术 [M], 北京: 中国轻工业出版社, 1999
- [2] 马幼平. 高能球磨过程中金属粉末的粘附特性 [J]. 热加工工艺, 2002, (1): 3
- [3] 郑水林. 影响粉体表面改性效果的主要因素 [J]. 中国非金属矿工业导刊, 2003, 31(1): 13

(上接第 25页)

参考文献:

- [1] 朱小龙, 苏雪筠. 多孔陶瓷材料 [J]. 中国陶瓷, 2000, 36(4): 36~39
- [2] 黄校先, 薛璇娟. 反映烧结氮化硅-碳化硅 [J]. 硅酸盐学报, 1980, 8(3): 278~281
- [3] 郭瑞松. 工程结构陶瓷 [M]. 天津: 天津大学出版社, 2002
- [4] 苏盛彪, 包亦望, 王黎, 等. Y_2O_3 和 CaO_2 对氮化硅烧结性能的影响 [J]. 中国稀土学报, 2002, 20(1): 35~37
- [5] 于之东, 刘大成. 氮化硅陶瓷的烧结 [J]. 中国陶瓷, 1999, (3): 21~25
- [6] MOULSON A J Review reaction-bonded silicon nitride its formation and properties [J]. J Mater Sci, 1979, 14: 1017~1051.
- [7] TANAKA J IGASHIRA K, OKAMOTO T, et al High-temperature fracture mechanism of low-Ca-doped silicon nitride [J]. J Am. Ceram. Soc, 1995, 78(3): 673~679.
- [8] MUKERJI J, BISWAS S K. Effect of iron, titanium, and hafnium on second-stage nitriding of silicon [J]. J Am. Ceram. Soc, 1981, 64(9): 549~552