

文章编号: 1004 - 0609(2003) 03 - 0774 - 04

制取活性锌粉的 $\text{Zn(II)}\text{-NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4$ 体系电解法^①

赵廷凯¹, 唐谟堂², 梁 晶³

(1. 西安交通大学 金属材料强度国家重点实验室, 西安 710049; 2. 中南大学 冶金科学与工程学院, 长沙 410083;
3. 白银有色金属(集团)有限责任公司, 白银 730900)

摘 要: 研究了在 $\text{Zn(II)}\text{-NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4$ 体系中电解制取活性锌粉新工艺。结果表明: 在常温下, 电流效率高达 88.19%, 每吨产品能耗为 3 254.37 kW·h, 其产品质量符合 GB6890-86 标准; 活性锌粉杂质含量低, 锌含量 $\geq 98.78\%$, 有效锌含量 $\geq 96\%$, 锌的总回收率为 97.97%。该法与以金属锌为原料的蒸馏法、雾化法相比较, 成本大幅度降低。

关键词: $\text{Zn(II)}\text{-NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4$; 电解; 活性锌粉

中图分类号: TF 111.3

文献标识码: A

锌粉是一种重要的工业原材料, 主要用于涂料、染料、冶金化工、电子、医药及食品工业等方面^[1]。

目前, 生产锌粉的方法有雾化法^[2]、蒸馏冷凝法^[3]和电解法^[4]。雾化法生产过程简单、便于操作、成本较低、生产率高, 但锌粉粒度较大, 通常为数十微米, 所产锌粉只能适用于一般用途; 蒸馏冷凝法生产的锌粉呈球状, 活性较好, 但工艺对原料要求较高; 电解法生产锌粉的主要特点是: 原料来源广泛, 可以使用各种含锌物料, 如各类锌渣、热镀锌、锌焙砂、氧化矿和挥发窑尘等, 生产的锌粉呈树枝状, 比表面积大, 活性好, 在应用中还原效果好, 可减少锌粉的用量并且生产成本低。因此, 电解法是一种很有发展前途的锌粉生产方法。目前, 用电解法生产锌粉的厂家很少, 有关报道相对较少, 基本处于实验室或半工业试验之中。在我国, 北京矿冶研究总院已对该法进行了一定的研究; 在国外, 美国有相关的研究报道。

本文作者主要研究了在 $\text{Zn(II)}\text{-NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}\text{-(NH}_4)_2\text{SO}_4$ 体系中电解制取活性锌粉的新工艺(简称 AAS 法)。

1 原料与工艺流程

研究用试液是湿法炼锌净化钴渣后所得的除钴后液, 其成分见表 1。这种电解液成分组成单一, 杂

质很低, 符合电积要求。

表 1 电解液成分

Table 1 Chemical composition of electrolyte($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)

Zn	Cu	Cd	Co
20	0.001 6	< 0.003	< 0.000 8
Fe	Pb	As	Sb
< 0.008	< 0.18	< 0.000 1	< 0.000 1

AAS 法制取活性锌粉的工艺流程如图 1 所示^[5]。

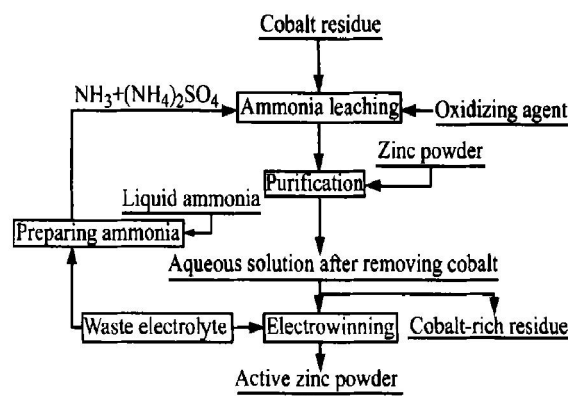


图 1 由湿法炼锌净化钴渣后液制取活性锌粉的 AAS 法原则工艺流程

Fig. 1 Principle flow-sheet of AAS process for treating purified cobalt-residue to produce active zinc powder

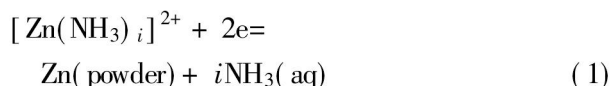
① 收稿日期: 2002-07-08; 修订日期: 2002-09-25

作者简介: 赵廷凯(1970-), 男, 博士研究生。

通讯联系人: 赵廷凯, 电话: 029-2671824; E-mail: ztk-xjtu@163.com

2 基本原理与方法

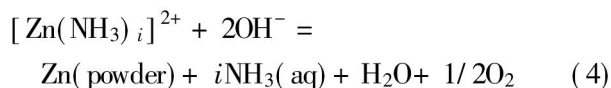
在 $\text{Zn(II)}-\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}-(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 体系中电解的阴极反应为^[6]



阳极反应为



总反应为



在江培海等^[7]、邓良勋等^[8]和杨声海^[9]的研究基础上, 固定条件为: ①温度为自然温度, ②阴极材料为纯铝板, 阳极材料为铅-锑合金, 其中锑占 10% 左右, ③异极距 60 mm, 重点考察电流密度、电解液中锌浓度对电解制锌粉的影响。

试料量为条件试验 500 mL/次, 综合试验 2 000 mL/次。

3 实验结果

在温度为常温, 阴极有效面积为 50 cm^2 的固定条件下, 考察了锌浓度、电流密度对电解过程的影响。

3.1 锌浓度对电流效率的影响

在常温下, 固定电流密度为 600 A/m^2 时锌的质量浓度对电解过程的影响情况如图 2 和 3 所示。

由图 2 和图 3 可以看出: 锌浓度对电流效率的

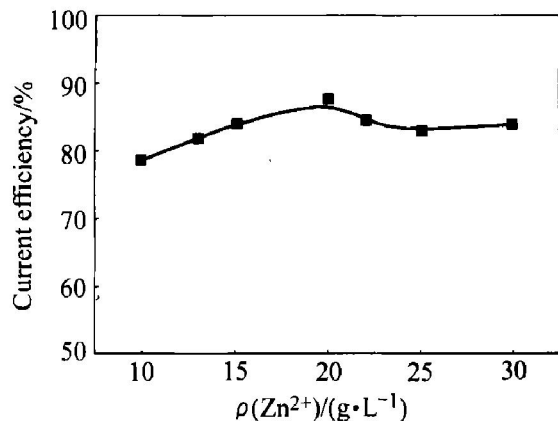


图 2 锌质量浓度对电流效率的影响

Fig. 2 Effect of zinc mass concentration on current efficiency

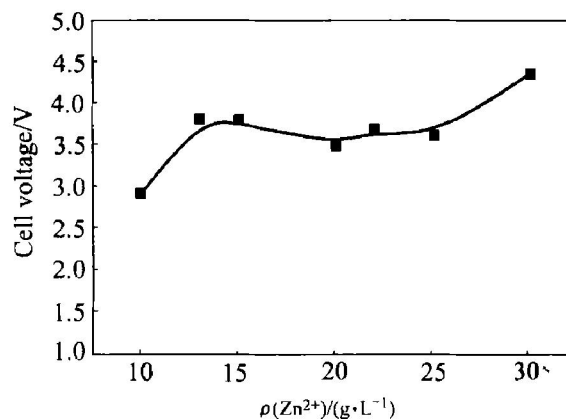


图 3 锌质量浓度对槽电压的影响

Fig. 3 Effect of zinc mass concentration on cell voltage

影响较明显, 随着锌浓度的增加电流效率开始上升, 当锌质量浓度达到 20 g/L 时, 电流效率最高, 然后随锌浓度的升高电流效率下降; 相应的锌浓度对槽电压的影响不太明显。综合考虑选取锌质量浓度最佳值为 20 g/L 。

3.2 电流密度对电流效率的影响

在常温下, 固定锌质量浓度为 15 g/L , 考察电流密度对电流效率和槽电压的影响, 实验结果如图 4 和 5 所示。

由图 4 和 5 可以看出: 电流密度对电流效率的影响较明显, 随着电流密度的增加电流效率开始上升, 达到 800 A/m^2 附近时, 电流效率达到最高值, 随后略有下降; 对槽电压的影响也较明显, 随电流密度的增加槽电压增加。综合考虑选取电流密度最佳值为 800 A/m^2 。

3.3 电解最佳条件

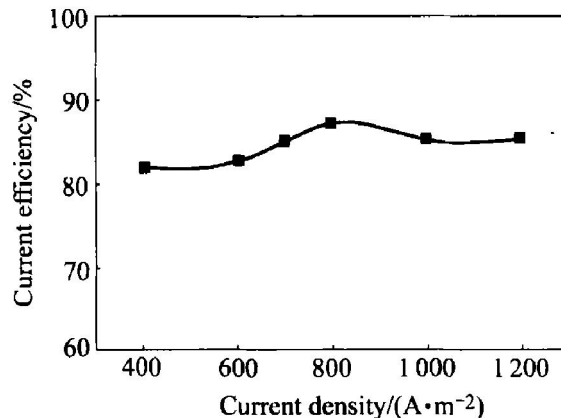


图 4 电流密度对电流效率的影响

Fig. 4 Effect of current density on current efficiency

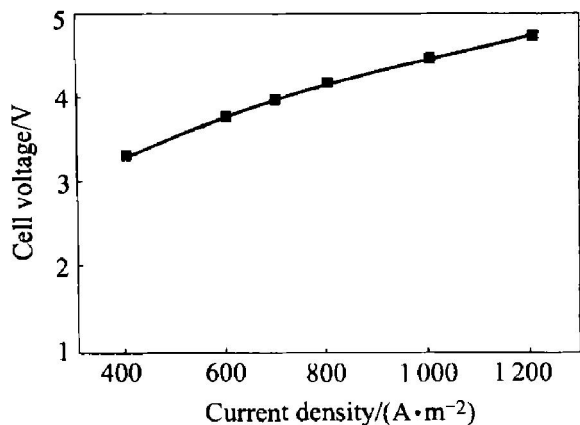


图5 电流密度对槽电压的影响

Fig. 5 Effect of current density on cell voltage

在温度为常温, 锌起始质量浓度为 20 g/L, 电解液体积 2 000 mL, 电流密度 800 A/m² 的最佳条件下, 进行了电解实验, 实验结果见表 2, 3。

从表 2 和 3 可以看出, 电解实验获得较好效果, 得到质量优于 1 级的锌粉。

表 2 电解综合试验各项指标

Table 2 Results of comprehensive tests of electrolysis

Index	$\rho(\text{Zn}^{2+}) / (\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	Volume of waste solution/L	Electrolytic time/h	Current efficiency/%
Value	14.66	1.995	1.2	88.19

Index	Cell voltage/V	Energy consumption for per ton zinc/(kW·h)	Recovery rate of zinc/%
Value	3.5	3 254.37	97.97

表 3 电解锌粉质量及其国家标准

Table 3 Quality and national standard of zinc powders(%)

Component	Zn	Pb	Fe	Cd
Zinc powder	98.78	0.16	0.007	0.002
GB6890-86 standard	98.00	< 0.20	< 0.200	< 0.200

Component	Cu	Co	Undissolved substance with acid
Zinc powder	0.001 4	0.000 1	-
GB6890-86 standard	< 0.200 0	< 0.200 0	< 0.2

4 结论

1) 在氨性体系中电解制取锌粉电流效率较高, 达 88.19%, 每吨产品能耗为 3 254.37 kW·h。

2) 产品锌粉的结构呈树枝状或片状, 含锌为 98.78%, 杂质含量低, 其化学成分已达到或超过

GB6890-86 标准中的 1[#] 标准, 也达 ISO3459-1976 国际标准; 与以金属锌为原料的蒸馏法、雾化法相比较, 其成本大幅度降低, 具有广阔的应用前景。

REFERENCES

- [1] 贺惠生, 梁 进. 超细锌粉的生产与应用[J]. 有色金属(冶炼部分), 1998(5): 41-44.
HE Huì sheng, LIANG Jing. Production and application of ultrafine zinc powders[J]. Nonferrous Metals (Extractive Metallurgy), 1998(5): 41-44.
- [2] 陈世柱. 制备细锌粉的组合雾化新工艺[J]. 有色金属(冶炼部分), 1998(5): 11-13.
CHEN Shì zhū. A new process of atomization to prepare fine zinc powders[J]. Nonferrous Metals (Extractive Metallurgy), 1998(5): 11-13.
- [3] 王子谦, 王乐津. 锌锭反射炉法生产锌粉实践[J]. 有色冶炼, 1998(5): 20-22.
WANG Zǐ qián, WANG Lè jīng. Making zinc powder from zinc ingot with reverberatory furnace process[J]. Nonferrous Smelting, 1998(5): 20-22.
- [4] 江培海, 胡 敏, 张寅生, 等. 一种浸出电解法从含锌物料中生产锌粉的方法[P]. CN1069297A, 1993.
JIANG Pèi hǎi, HU Mǐn, ZHANG Yǐn shēng, et al. A process to produce zinc powders from zinc-bearing materials by electrolysis[P]. CN1069297A, 1993.
- [5] 赵廷凯, 唐谟堂. 湿法炼锌净化钴渣新处理工艺[J]. 中南工业大学学报, 2001, 32(4): 371-375.
ZHAO Tíng kǎi, TANG Mò táng. A new process for treating cobalt residue in the purifying process of hydrometallurgy of zinc[J]. Journal of Central South University of Technology, 2001, 32(4): 371-375.
- [6] 赵廷凯. 氨法处理湿法炼锌净化钴渣制取锌粉和回收钴[D]. 长沙: 中南大学, 2001.
ZHAO Tíng kǎi. Ammonia process for treating a waste residue cobalt-bearing in the purification process of zinc hydrometallurgy to produce zinc powders and to recovery cobalt[D]. Changsha: Central South University, 2001.
- [7] 江培海, 胡 敏, 张寅生, 等. 电解法生产活性锌粉[J]. 有色金属(冶炼部分), 1998, (6): 14-17.
JIANG Pèi hǎi, HU Mǐn, ZHANG Yǐn shēng, et al. Preparation active zinc powders with electrolysis[J]. Nonferrous Metals (Extractive Metallurgy), 1998(6): 14-17.
- [8] 邓良勋, 吴保庆. 络合物电解制锌[J]. 有色金属(冶炼部分), 1996, (3): 16-18.
DENG Liáng xūn, WU Bǎo qīng. Preparation zinc by electrolysis with coordination compound[J]. Nonferrous Metals (Extractive Metallurgy), 1996(3): 16-18.
- [9] 杨声海. Zn(II)-NH₃-NH₄Cl-H₂O 系湿法炼锌新工艺及

- 理论研究[D]. 长沙: 中南工业大学, 1998.
- YANG Sheng-hai. Study on a new process and mechanism in the system of $\text{Zn(II)}-\text{NH}_3\cdot\text{NH}_4\text{Cl}\cdot\text{H}_2\text{O}$ system[D]. Changsha: Central South University of Technology, 1998.
- [10] 杨声海, 唐谟堂. $\text{Zn(II)}-\text{NH}_3\cdot\text{NH}_4\text{Cl}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 体系电积锌及阳极过程机理[J]. 中南工业大学学报, 1999, 30

(2): 153 - 156.

YANG Sheng-hai, TANG Mo-tang. Electrowinning zinc in the system of $\text{Zn(II)}-\text{NH}_3\cdot\text{NH}_4\text{Cl}\cdot\text{H}_2\text{O}$ and mechanism of anodic reaction[J]. Journal of Central South University of Technology, 1999, 30(2): 153 - 156.

Preparation of active zinc powder by electrowinning in system of $\text{Zn(II)}-\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}-(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

ZHAO Ting-kai¹, TANG Mo-tang², LIANG Jin³

- (1. State Key Laboratory for Mechanical Behavior of Materials, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;
2. School of Metallurgical Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083, China;
3. Baiyin Nonferrous Metals(Group) Co. Ltd., Baiyin 730900, China)

Abstract: A new process for preparing active zinc powder by electrowinning in the system of $\text{Zn(II)}-\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}-(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ was studied. Electrowinning at room temperature has a good result. The current efficiency is about 88.19%, the energy consumption for per ton zinc is about 3 254.37 kW·h. The active zinc powder contains zinc 98.78% and the impurities included in product are low, meeting with the standard of GB6890-86. The total recovery of zinc is about 97.97%. This process has the lowest cost compared with the traditional processes.

Key words: ammonia ammonium sulphate; electrowinning; active zinc powder

(编辑 吴家泉)