

中国再生有色金属工业的现状与发展趋势

邱定蕃, 王成彦, 江培海

(北京矿冶研究总院, 北京 100044)

摘 要: 再生有色金属的生产具有低投资、低能耗、低成本、低污染和工艺较简单的特点。近几年我国的再生有色金属工业得到了较快的发展, 尤其是在无污染湿法冶金处理方面, 研究成功了一些新的回收、分离工艺, 并建成了一批中小规模的工业生产厂。以铜、铝、铅、锌四种常用金属和镍、钴为例, 介绍中国再生有色金属的生产现状及进展情况, 指出中国再生有色金属的回收还需要做大量的工作。建议强化再生有色金属资源的收集、分类措施和支持再生有色金属回收的新工艺研究。

关键词: 再生有色金属; 铜; 铝; 铅; 锌

中图分类号: TF111 TF803 文献标识码: A 文章编号: 1001-0211(2001)02-0035-04

作为有色金属生产的一个重要组成部分, 再生有色金属的生产以其低投资、低能耗、低成本、低污染和工艺较简单的特点, 日益受到重视。近 20 年来, 中国经济发展很快, 有色金属消耗量迅速上升, 产生了大量可回收的有色金属废料, 同时再生有色金属的生产也取得了较快的发展。据不完全统计, 1999 年, 我国再生有色金属的产量为 67 万 t, 占有色金属总产量的 9.7%。其中再生铜 34 万 t, 再生铝 21 万 t, 再生铅 10 万 t, 再生锌 2 万 t^[1]。本文以铜、铝、铅、锌四种常用金属和镍、钴为例, 介绍了中国再生有色金属的生产现状及进展情况。

1 再生铜

我国杂铜的回收利用是废杂有色金属回收利用最好的一种。1999 年处理杂铜产出的再生金属铜量约 34 万 t, 占当年电铜总产量的 29%。在再生铜的处理工艺上, 尤其是在湿法冶金方面, 近年来取得了很大进步。在收购环节上也加强了对杂铜原料的分类管理。

1.1 原料

国内再生铜的生产原料主要是铜废件、铜合金生产或机械加工过程中的废料、铜渣及铜灰、废旧电线电缆、废电路板等。黄杂铜和紫杂铜是我国再生铜的主要原料, 占铜原料的 90% 以上。近年来, 通过废电路板回收生产的再生铜量也有一定的增长。

1.2 生产现状及工艺

根据原料的不同, 我国再生铜的生产主要有以下几种方法:

(1) 纯净紫杂铜生产线锭铜。熔炼设备一般采用反射炉或竖炉, 经熔化、氧化、还原和浇铸四个阶段。铜回收率大于 99.5%。

(2) 纯净杂铜生产铜合金。将纯净杂铜配入适量的纯金属或中间合金, 经配料、熔化、去气、脱氧、调整成分、精炼、浇铸等环节, 生产出不同牌号的铜合金。过程铜回收率 93%~95%。

(3) 废杂铜生产再生铜。国内一般采用二段法生产。废杂铜经鼓风炉还原熔炼或转炉吹炼, 再经反射炉精炼成阳极铜。过程铜回收率大于 99%。

(4) 氧化铜渣生产硫酸铜。采用氧化焙烧—鼓泡塔浸出—搅拌结晶工艺生产一级品硫酸铜。

1.3 再生铜生产新进展^[2]

除目前常用的火法生产方法外, 国内一些单位针对不同的含铜物料, 采用湿法工艺处理杂铜也有不同程度的进展。如重庆市钢铁研究所用氨浸法处理复铜废钢料、用直接电解法从合金杂铜中制取电铜、采用高电流密度法从废铜料中生产紫铜管。西北矿冶研究院用乙腈法处理含铜杂料生产纯铜粉。北京矿冶研究总院用矿浆电解法从铜渣中生产铜粉和硫酸锌、废杂铜直接电解生产电解铜和铜粉等。用矿浆电解法从铜渣中生产铜粉的原则工艺流程见图 1。

2 再生铝

我国再生铝产量较低, 1999 年再生铝产量为 21 万 t, 只占当年总铝产量的 7.5%。生产厂设备落后, 规模小, 生产效率和热效率低, 回收率也不高。

收稿日期: 2001-04-09

作者简介: 邱定蕃 (1941—), 男, 江西广昌人, 中国工程院院士, 博士生导师

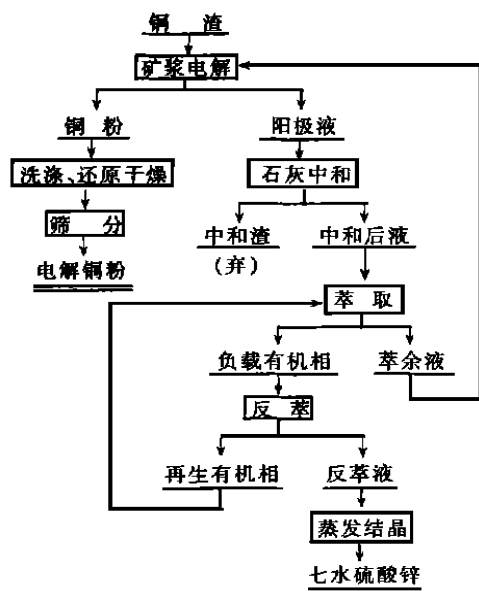


图1 矿浆电解法从铜渣中生产铜粉的原则工艺流程

Fig 1 Principle of SEP flow sheet for making copper powder from copper slag

除广东佛山1989年引进的一条再生铅生产线采用转炉熔炼工艺外,大部分仍采用感应电炉和单室反射炉熔炼工艺。

2.1 原料

我国再生铝和铝合金原料,按物理形态分为三类。(1)含铝废件和块状残料,包括用板材、线材、型材生产铝制品或铸造、锻造铝制品时的废件废料,如飞机、船舶废件、废易拉罐、牙膏皮、废铝电线电缆等。(2)铝和铝合金机加工产生的废屑。(3)熔炼铝和铝合金过程产生的浮渣、烟炉灰等。

2.2 生产现状及工艺^[2]

再生铝的生产工艺比较简单。一般根据废铝原料的组成,采用火法熔炼生产不同牌号的铝合金。我国生产厂规模较小,大部分仍采用感应电炉和单室反射炉。如长沙铝厂采用坩埚感应电炉熔炼生产再生铝,金属回收率91%~95%,热效率65%,电能消耗600~700kWh/t合金。上海宝华冶炼厂采用单室反射炉熔炼生产铸铝合金,金属回收率90%,热效率25%~35%。

2.3 再生铅生产新进展

(1)废旧牙膏皮的回收利用。我国年产牙膏数十亿只,年耗铝近2万t。近年来随着金属包装食品的发展,金属铝的年耗量也在1万t以上。天津有色合金厂为此研究出一种无污染新工艺,采用破碎、洗涤、干燥、筛分、熔炼等工序,可产出纯度99.7%的金属铝锭,回收率大于90%。

(2)废铝破碎直接挤压成材。我国研究的将铝板边角料、铝箔、铝屑破碎,经径向挤压法再生成材的工艺,已应用于生产实践。

3 再生铅

据1999年的统计数据,我国再生铅产量为10万t,占当年总铅产量的10.9%,低于再生铜量和再生铝量而居第三位。再生铅冶炼厂近百家,但规模小,最大产量未超过万t/a,小的只有百t/a。生产工艺流程主要是熔析粗炼—电解精炼—碱性精炼流程以及传统的反射炉熔炼和鼓风炉熔炼流程,此外还有铅矿冶炼搭配处理废杂铅生产再生铅流程、铅基合金废料生产再生铅合金流程等。

3.1 原料

铅和铅合金废料的构成与铅在各部门的消费比例有关。我国铅消费比例大致是:蓄电池工业~40%,合金和铅板~30%,电讯电缆工业~15%,铅焊条~10%,无机涂料~5%。因此再生铅生产的原料主要是:废铅蓄电池、废铅电缆、铅合金及铅加工废料,其中废铅蓄电池约占再生铅原料的80%~90%。

3.2 生产现状及工艺

(1)上海冶炼厂的熔析粗炼—电解精炼—碱性精炼流程。

原料通过熔析粗炼脱除部分Cu和Sb,浇铸铅阳极板,在保持电解液化学成分稳定的情况下直接电解,得到含铅99.64%~99.68%的电铅,再在反应釜中经碱性精炼,得到含铅99.9950%的1号精铅。

主要技术经济指标为:精铅一级品率100%、粗炼直收率97%、电解直收率97.5%、电解总回收率99.5%、碱性精炼直收率99.7%、铅冶炼总回收率98%、电流效率95.2%、总煤耗120kg/tPb、硅氟酸7.5kg/tPb、直流电耗140kWh/tPb。

(2)株洲冶炼厂铅矿冶炼搭配处理废杂铅生产再生铅流程。

该厂再生铅的年产量仅占总铅产量的1%~5%,故废杂铅仅作为铅矿冶炼过程的搭配料,生产1号精铅。

(3)通化冶炼厂鼓风炉熔炼生产再生铅流程。

该厂采用烧结—鼓风炉熔炼—熔析除杂—电解精炼工艺生产电铅。鼓风炉炉渣成分为:SiO₂ 27%~35%、FeO 25%~35%、CaO 10%~15%、Al₂O₃ ≤20%。鼓风炉熔炼能力65~80t/m²d、铅回收率95%、焦率16%~20%、渣含铅0.6%~3.5%。

(4) 广州星星冶炼厂反射炉熔炼生产再生铅锑合金流程。

该厂再生铅原料主要是废铅蓄电池, 生产铅蓄电池用再生铅锑合金, 工艺流程为反射炉熔炼—熔析精炼, 用铁屑—焦粉—石灰混合熔剂造渣, 采用低温熔化—煅烧和还原—造渣两段熔炼, 提高金属直收率, 降低渣量和渣含铅, 经济效益较好。

3.3 再生铅生产新进展^[3]

我国从废铅蓄电池回收铅的研究起步较晚, 但近年来取得了很大进展。固相电还原技术首先在我国实现了小规模工业生产, 东北大学和北京矿冶研究总院研究的湿法脱硫低温还原回收铅技术也在工业化中, 其原则工艺流程见图 2。

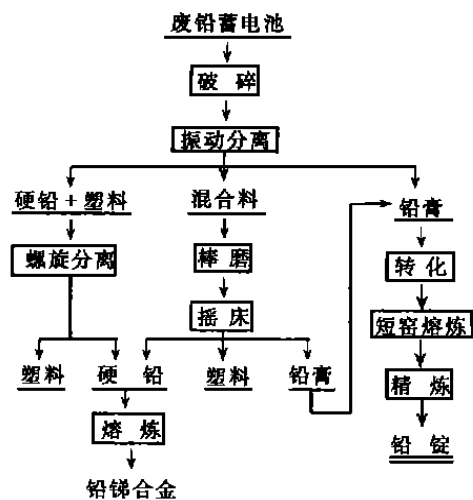


图2 湿法脱硫低温还原回收铅原则工艺流程

Fig 2 Principle of lead recovering flow sheet through wet desulphurization and reduction at low temperature

该工艺特点为: (1) 预处理机械化, 分选指标高。(2) 铅膏用碳氮转化, 消除铅熔炼时 SO_2 的污染, 社会环境效益好。(3) 采用短窑熔炼, 金属回收率高, 根除了铅的挥发污染, 实现了蓄电池的直接循环, 综合利用好。(4) 设备投资低, 经济效率高。

4 再生锌

1999 年我国的再生锌产量只有 2 万 t, 占当年锌总产量的 1.2%。再生锌生产所用的原料主要来自热镀锌灰及锌渣、锌制品生产过程的废品废件及次氧化锌、含锌工业垃圾等。我国再生锌的生产主要以火法为主, 有平罐法、精馏法、电热法等, 生产再生锌锭和锌化工产品如锌粉、氧化锌等。在湿法回收生产再生锌方面, 北京矿冶研究总院采用氨法生产活性氧化锌的工艺已应用于工业生产, 活性电解锌粉的生产工艺已取得了专利并应用于工业生产,

另外锌锰干电池综合回收工艺也已有工业实践, 可同时回收锌、铜和二氧化锰等, 金属锌回收率 81.3%, 铜回收率 85.5%。

5 再生镍、钴

由于中国国内的镍钴产量远不能满足国内经济发展的需要(尤其是钴), 加之国际金属钴价近年来的大幅上扬, 镍钴的再生回收在中国得到了很大的发展, 通过镍钴废料回收再生镍、钴化工产品的生产厂已达 20 余家, 生产规模 50~200t Co/a, 年总产量折合金属钴量约为 2500t。

5.1 原料

中国国内的镍钴废料主要来自高温合金钢、镍铬合金钢废料, 废硬质合金、废磁钢、废镍钴催化剂等。近年来, 来自俄罗斯、美国、加拿大和非洲的进口镍钴废料占了镍钴再生原料的很大一部分。

5.2 生产现状及工艺

(1) 熔铸—电解造液—净化—电解流程。

国内早期的镍钴废料再生厂如南京钢厂钴车间, 主要是针对国内镍钴废料的特点设计建造的。废合金钢经吹炼除杂—浇铸, 再经电溶解造液、中和除铁、三异辛胺萃取除 Cu、Co、氯气深度净化、净化后液返回电解生产电镍。被萃取的钴经反萃后, 再经三异辛胺萃取分离、离子交换除铅、铜、不溶阳极电积生产电钴。

(2) 废料酸溶— D_2EHPA 萃取除杂—PC—88A 萃取分离镍钴—草酸沉淀流程。

该流程是目前国内普遍采用的处理镍钴废料包括进口废料的流程。镍钴废料经盐酸或硫酸酸溶— D_2EHPA 萃取除 Fe、Cu、Zn—PC—88A 或 Cyanex272 萃钴—盐酸反萃— CoCl_2 草酸沉淀—草酸钴煅烧生产氧化钴。PC—88A 萃余液经碳铵沉淀生产碳酸镍或浓缩结晶生产硫酸镍。北京矿冶研究总院研究采用此工艺已在国内建厂六家, 其镍钴回收率均大于 90%, 其原则工艺流程见图 3。

6 中国再生有色金属工业与国外先进水平的差距

从以上介绍的我国再生有色金属工业的生产现状可以看出, 我国的再生有色金属工业近几年虽然得到了较快的发展, 但与国外先进水平相比仍有很大差距, 主要表现在:

(1) 生产规模小, 设备陈旧, 环境污染没有完全解决。我国从事再生有色金属生产的工厂年产量在

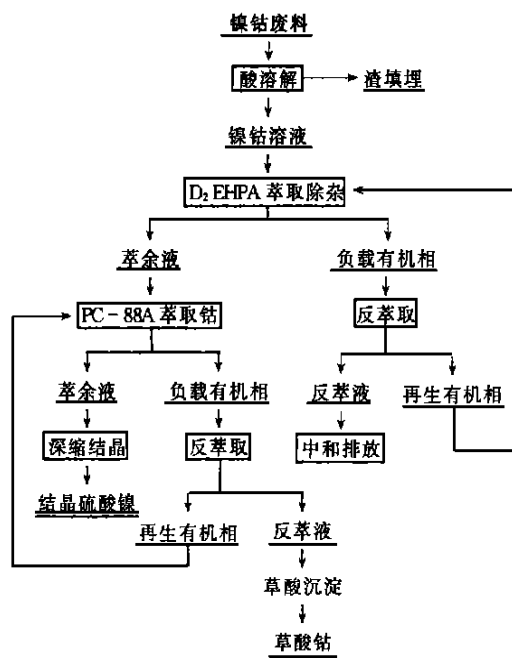


图 3 从镍钴废料生产镍钴化工产品
原则工艺流程

Fig 3 Principle technological flow sheet for making
Ni & Co chemicals from their scraps

5000 ~ 10000t 的只有 5 家, 其它均是小厂。这些大厂采用的生产工艺落后, 金属回收率低, 综合利用差, 环境污染严重。

(2)原料的分类及预处理简单粗糙, 不利于合理

利用。我国 1992 年颁布了全国统一的废杂金属分类标准, 许多地区和部门尚未能认真执行, 分类仍简单粗糙。在预处理中, 也大都采用手工分检, 生产效率低。

(3)再生金属原料收集困难。以废旧干电池为例, 我国废旧干电池的年产量约 100 亿只, 年耗锌量约 20 万 t。但由于干电池收集困难, 这部分再生锌的重要原料至今仍没能很好利用。再如牙膏皮每年用铝近 2 万 t, 目前亦未完全回收。这不仅造成了环境污染, 也造成了资源的浪费。

7 结语

我国的再生有色金属工业近几年得到了较快的发展, 尤其是在无污染湿法冶金处理方面, 做了大量的研究工作, 建成了一些污染轻、金属回收率高的工厂。回收再生有色金属的产量占中国有色金属总产量的比例正在逐步上升。国家开始重视再生有色金属的收集、分类及回收工作。但是, 目前中国回收再生有色金属的企业规模较小, 有些企业环境污染比较严重。再生有色金属资源分散, 难于收集。随着中国经济发展, 有色金属用量上升, 产生可回收的再生有色金属资源增加, 政府有必要制订更优惠的政策鼓励再生有色金属资源的回收, 科研机构应该研究更为先进的回收技术, 以保护环境、合理利用有色金属资源。

参 考 文 献

- 1 中国有色金属工业年鉴编辑委员会. The 2000 yearbook of nonferrous metals industry of China. 北京, 2000. 09
- 2 丁朝模. 有色金属进展(重有色金属). 长沙: 中南工业大学出版社, 1995
- 3 陈家镛, 杨守志, 柯家骏. 湿法冶金的研究与发展. 北京: 冶金工业出版社, 1998

SECONDARY NON-FERROUS METALS INDUSTRY IN CHINA: PRESENT SITUATION AND DEVELOPMENT TREND

QIU Dingfan, WANG Chengyan, JIANG Peihai

(Beijing General Research Institute of Mining & Metallurgy, Beijing 100044, China)

ABSTRACT

The production of secondary non-ferrous metals(SNM) is characterized by low investment, energy consumption and cost, less pollution as well as rather simple technology. In the past years, the SNM industry has made relevantly rapid progress in China. Especially in the field of clean hydrometallurgical treatment certain novel technologies for recovery and separation have successfully been elaborated, and some of medium and small commercial plants established. On the basis of Cu, Al, Pb, Zn and Ni, Co, the status and progress of SNM industry in China is described, there are a lot of work to do for salvaging waste metals. It is recommended that SNM resource collecting and classifying should be strengthened and the research on new technologies for recovering such metals should be supported.

KEY WORDS secondary non-ferrous metals; copper; aluminum; lead; zinc