

# 降低传统法电解阴极铜贴标率

孔祥明

(江西铜业集团公司 贵溪冶炼厂, 江西 贵溪 335424)

**[摘要]** 本文介绍了复杂原料下,市场对传统法电解阴极铜外观做出了进一步要求:阴极铜的贴标率需控制在6.24%左右。通过对复杂阳极进行分类管理和攻关,同时优化设备功能、提升电解精细管理,不仅降低了复杂阳极造成的阴极铜贴标率上升的问题,也提升了阴极铜质量。

**[关键词]** 传统电解;复杂阳极;阴极铜质量;作业方式;贴标率

**[中图分类号]** TF811 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2022)04-0077-04

**DOI:** 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.04.017

## 0 引言

江铜集团贵溪冶炼厂电解车间一系列有四套独立的循环系统,分别为7.5万t老系统、7.5万t新系统、五万吨及东扩系统。年产阴极铜35万t。近年来,面对复杂阳极电解,需要消化赞比亚、第一量子、中色云铜、英美、丰城、深圳阳极等多种复杂阳极。市场对阴极铜的物理外观也有了进一步要求,厂部对阴极铜外观质量制定了更详细的标准。根据电铜外观质量,将电铜分七类进行销售:1期货铜、2现货铜、3非交割A级铜、4非交割1号铜、5定向销售始极片、6电积铜、7不合格品。降低贴标铜就是降低非交割A级铜、非交割1号铜的数量。

## 1 贴标现状(2020年1—5月平均711包)

贴阴极铜标的依据:

第一类:阴极铜结晶有关的(圆头、开花、树枝、密集粒子)。

第二类:和清洗有关(电铜表面应洁净,无污泥、油污、电解残渣、硫酸铜结晶等外来杂物);阴极铜表面(包括吊耳部分),单块阴极铜绿色附着物(附酸)总面积不大于一块阴极铜单面面积的1%)。

**[收稿日期]** 2022-03-01

**[作者简介]** 孔祥明(1975—),男,江西铅山人,冶金工程师,大学本科,主要从事铜电解精炼生产管理工作。

**[引用格式]** 孔祥明.降低传统法电解阴极铜贴标率[J].有色设备,2022,36(4):77-80.

表1 传统法阴极铜贴标数量

月份	1月	2月	3月	4月	5月
贴标/包	917	806	929	682	225

## 2 影响贴标率的主要因素

### 2.1 阳极种类

贵溪冶炼厂传统法电解是一个以矿铜阳极为主的生产系统,整个生产系统都是按照矿铜阳极成分控制进行,所以杂铜阳极在传统法电解过程中时常不稳定。高杂质阳极对生产系统冲击性较大。阳极铜中杂质含量的高低,直接影响电解液铜离子浓度的平衡<sup>[1]</sup>。阳极铜杂质含量越高,易导致电解液中杂质升高,从而影响阴极铜的质量和外观。

在以往使用过的清远、梧州、英美杂铜阳极中产生的阴极铜,有明显的液位线粒子、整板面的圆头粒子,阴极铜物理合格率低于85%。超标板产出来的阴极铜,其物理合格率明显低于正常阳极产出来的阴极铜。特别是2018年传统法电解需要消化12万t赞比亚阳极,2019年需要消化10万t赞比亚阳极,而2020年阳极种类繁多,均需传统法电解进行处理。

### 2.2 极板加工

阳极铣耳对电解的导电性及阳极在电解槽内的垂直性有决定性作用。始极片的垂直度对短路有重大影响。电铜密集粒子形成重要原因是阳极铣耳后不垂直以及始极片垂直度不好,二者相叠加,造成阳极和阴极板距远远小于25mm。两极近距离放电过

强,造成局部电铜晶体粗糙。粗糙的晶体快速发育成密集型粒子,从而影响阴极铜贴标率。

### 2.3 生产操作

整阳极、打排列、照缸是生产操作;电解液的铜酸、体积、温度是阴极铜一个周期成长的载体,操作精细化和成长载体的稳定性对阴极铜贴标率都有明显的影响。

## 3 优化改进措施

针对以上三条影响贴标率的因素,确定以下优化改进措施。

### 3.1 控制阳极物料 不同阳极分类管理

通过控制阳极物料,解决传统法阴极铜液位线粒子和整板面圆头粒子。

传统法电解装入的阳极以一系统熔炼自产的矿铜阳极为主;掺杂少量杂铜阳极,通过技术攻关并消化。

高杂质阳极先上一槽试用,在不影响化学成分和物理合格率的情况下,再正式安排使用。传统法电解老、新、五万吨系统尽量让物料统一,大量外购阳极单独进入东扩系统。

通过数据分析,发现赞比亚阳极装槽量和贴标率成正比。表1为2019年3月—2020年2月贴标铜量和赞比亚阳极装槽情况。

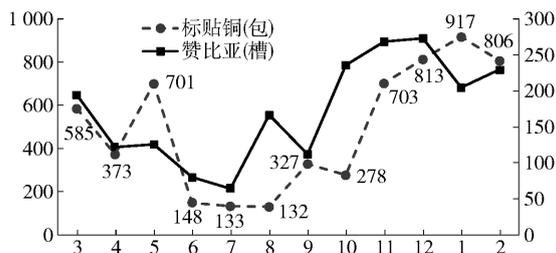


图1 赞比亚阳极与标贴铜的关系

针对赞比亚低砷阳极,先在有整流系统的实验平台(有10个电解槽)进行实验。通过组织不同的电流密度探索,电流密度分别为:250 A/m<sup>2</sup>、260 A/m<sup>2</sup>、270 A/m<sup>2</sup>、280 A/m<sup>2</sup>、290 A/m<sup>2</sup>、300 A/m<sup>2</sup>。得到的结果为:低砷赞比亚阳极在电流密度250 A/m<sup>2</sup>可以组织生产。最终,将用于消化赞比亚的东扩系统电流密度确定为255 A/m<sup>2</sup>。

但在实际大批量组织生产过程中,还需要解决赞比亚阳极飘浮阳极泥的问题,飘浮阳极泥密度小、

难沉降<sup>[2]</sup>。5价砷在电解液中的存在(浓度从10<sup>-5</sup>~10<sup>-1</sup> mol/L),可明显提高铜的溶解反应速度。5价砷可在电解液中累计,并成为减少锑进入电解液的一个重要的控制参数。锑形成砷化物BiAsO<sub>4</sub>和SbAsO<sub>4</sub>,同时分别析出。如果析出发生在阳极表面,便进入阳极泥。倘若析出发生在远离阳极表面的地方,便形成漂浮阳极泥。在电解液中,它们便可漂浮到阴极上,粘附在阴极铜表面或夹杂于铜晶粒之间,如此形成对阴极的污染<sup>[3]</sup>。

赞比亚第一量子阳极含砷量远低于200ppm。在无法改变砷含量的情况下,可以通过改进进液方式和增加干酪素进行优化控制。电解液需要不停地循环,目的是传质传热<sup>[3]</sup>。传统法电解的进液方式均为底进上出,这有利于消除电解液在槽内形成的浓差极化,却不利于飘浮阳极泥的沉降。

为了减少漂浮阳极泥,将东扩系统的进液方式改为上进下出。铜电解精炼生产中使用的主要添加剂有胶、硫脲、盐酸<sup>[4]</sup>;同时新增具有絮凝作用的干酪素,让飘浮阳极泥沿电解液供给方向流动,沉入槽底。

通过生产实践发现:低砷阳极装槽比例低于50%,生产系统比较稳定。同时,在东扩系统配入含砷200~300ppm的中色云铜阳极,以及其它含砷200~500ppm的外购阳极,有效控制了外购阳极生产出来的阴极铜外观差的问题,减少了赞比亚阳极产生电铜被贴标的情况。

通过分类管理、功关及优化阳极物料,外购阳极生产的阴极铜,其贴标率明显地减少。

### 3.2 优化机组对始极片的加工和阴极铜附酸清洗

#### 3.2.1 增设始极片底部切边机

因种板生产工艺决定始极片底部存在的肥边现象,直接导致了阴极铜生成底部粒子,不仅降低了物理外观合格率,还增加了贴标率以及阴极铜洗涤难度。

为解决这一难题,在始极片加工机组增设了始极片底部切边机,投入使用后彻底解决了阴极铜底部粒子问题,以此减少因阴极铜边缘粒子导致的贴标铜数量。

#### 3.2.2 增加专项洗涤喷嘴

为有效解决传统法阴极铜吊耳部附酸这一国内外冶炼厂普遍存在的共性问题,阴极铜洗涤机组入侧增加了7对吊耳专项洗涤喷嘴,消除了吊耳内部

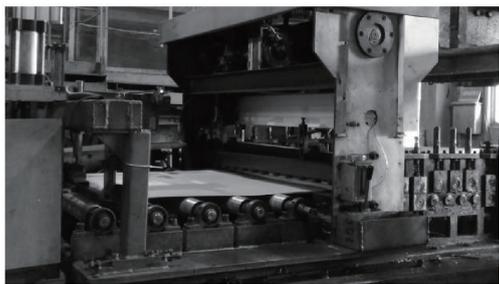


图2 切边机



图3 专项洗涤喷嘴

洗涤盲点,增加了洗涤水冲洗时间,彻底解决了该项难题。同时,为了减少因潮湿空气或其它外部因素导致阴极铜后期产生表面附酸现象,在阴极铜洗涤机组末端增加冷凝水净水洗涤,并采用DCS自动化控制,以此减少因附酸导致的贴标铜数量。

### 3.2.3 始极片压纹棍改进

将原有的窄边压纹棍改进为宽压纹棍,消除压纹粒子。

## 3.3 生产管理和操作精细化

以电解数据模块为主导,精细管理好电解液的铜酸、体积和温度。在生产操作过程中整阳极、打排列、照缸进行操作,精细过程控制。通过生产管理和操作,解决传统法阴极铜板面单个粒子、肥边及电铜四周粒子,提高物理合格率,减少贴标铜。

### 3.3.1 更换电解槽、实心导电排、调整槽帮水平度

2020年,将新系统33、34、35、36组(共108个电解槽)更换为整体树脂槽,完成972块实心导电排更换。在槽帮上面垫绝缘胶皮、导电排、绝缘板。

加工好的始极片压上去后,腐蚀的绝缘胶皮,会造成部分阴极高低不平。对腐蚀了的绝缘胶皮进行有计划更换,共更换老系统、五万吨约340块,保证始极片压在槽帮上面的水平度的统一。

由于基础条件的提升和改进,产出的阴极铜相应得到提高,减少了因老化的电解槽引起粒子铜的

产生,减少了贴标铜。

### 3.3.2 流量管理定期化

高电流密度下电解液的供给量大,而老、新、五万吨系统电解液中的砷含量始终在12~14 g/L,供液管容易结垢。

针对这一问题,对全系统的68根DN150的上酸管、回酸管一年清洗一次;1316个DN50上酸支管、DN12节流孔板、DN50弯管由原来分散式疏通,改为5月、11月各一次,集中定期定量疏通。

电解槽的上酸支管全面疏通,单槽流量均匀控制在28~30 L/m,保证了各槽组供液的一致性,使单槽流量和电解液供给的稳定性得到保证。解决了单槽流量小造成的浓差极化,减少了因浓差极化影响电铜而产生的贴标铜。

### 3.3.3 消除电铜上口、铆耳粒子

根据实际生产需要,在槽面电解生产管理的过程中,应随时关注阳极溶解情况<sup>[6]</sup>。

五万吨、东扩系统为一头进液、一头出液,电解液表面的铜酸浓差被加大,电解液表面流动性弱化,液面处铜离子低;而且电解液表面酸度最高,通电性更好;液面和空气接触,表面温度会偏低,电铜长时间通电后造成上口粒子。

这两个单边出液的系统,进液端比出液端的液位会高出约2 mm。始极片装槽通电12 h后,以始极片上口为标准,通过新式液位器,把出液端液位降低4 mm,使整槽电铜的最上沿全部露出电解液。

12天周期中,电铜的上口控制在24 h,厚度约1.6 mm。此处减少通电约130 h,比以前厚度少20 mm。高液位时,电铜上口露出电解液,把槽内电解液分割成102个小空间,电解液更容易克服液面张力。流动性加强,减少了铜酸浓差;同时,上口电铜的厚度减薄,消除了上口粒子。

传统法的老、新、五万吨、东扩系统降低中液位。以始极片铆耳孔为标准,低液位低于铆耳孔4 mm。减少铆花通电时间72 h,铆花处通电时间减少,电流均匀在电铜板面通过。特别是双极电解槽内,消除了因电流提升造成铆花凸出,极距减少而产生的铆耳粒子。

通过以上改进,提升了电铜外观,减少了贴标铜数量。

## 4 优化及改进工艺后效果

由图5可见,贴标铜数量由原来平均771包/

月,下降至小于120包/月,所占百分比从原来的6.24%下降至小于1%。



(a) 底部无切边的阴极铜



(b) 底部切边后的阴极铜

图4 始极片底部切边前后对比图

## 5 结语

随着公司生产原料发生变化,贵溪冶炼厂自2018年起大量进口外购阳极。由于外购阳极成分差异,导致阴极铜物理合格率不断下降,“贴标铜”数量不断攀升。降低贴标率作为一个目标,在完成

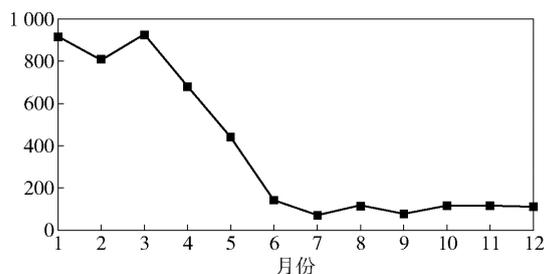


图5 2020贴标铜数据 (单位:包)

该目标的过程中,对低砷阳极电解有实质性的认识和进步,使低砷阳极电解能力走在国内前列。通过物料分类、机组加工、生产精细管理、技术上创新、管理上突破,减少了贴标铜,提升了阴极铜的品质,达到提质增效的目的。

### [参考文献]

- [1] 侯娟奇. 降低铜电解蒸汽单耗的研究与实践[J]. 铜业工程, 2020(5): 43-46.
- [2] 林欣. 提升阴极铜外观质量的生产实践[J]. 铜业工程, 2018(4): 71-76.
- [3] 周楠. 铜电解极间短路的分析与控制[J]. 铜业工程, 2018(2): 63-67.
- [4] 何海红. 浅谈不同给液方式在铜电解车间的应用[J]. 铜业工程, 2020(4): 76-78.
- [5] 邹贤. 铜电解精炼添加剂和平实践与精细化管理探索[J]. 铜业工程, 2020(3): 59-62.
- [6] 刘心想. 减少铜电解系统残极断落的生产实践[J]. 铜业工程, 2019(4): 91-93.

## Reduce Labeling Rate of Electrolytic Cathode Copper Obtained by Conventional Method

KONG Xiang-ming

**Abstract:** This paper introduces that the market has made further requirements on the appearance of electrolytic cathode copper obtained from complex materials by conventional method; the labeling rate of cathode copper should be controlled at about 6.24%. By classifying complex anodes and overcoming the difficulties, optimizing equipment functions and improving fine management of electrolysis, not only the problem of increasing cathode copper labeling rate caused by complex anodes is relieved, but also the quality of cathode copper is improved.

**Key words:** conventional electrolysis; complex anodes; quality of cathode copper; operating type; labeling rate

