

30 万吨铜电解系统的工艺技术优化

徐鑫 范翔 程良良

(大冶有色有限责任公司冶炼厂, 湖北黄石 435002)

[摘要] 某公司冶炼厂电解车间 30 万吨铜电解系统自 2014 年达产达标后, 面临在不增加设备设施条件下提高产能的问题。通过采取提高作业效率、提高电流密度、修复不锈钢阴极板等工艺措施, 阴极铜产能比设计产能提高了约 12.6%, 取得了良好的经济效益。

[关键词] 铜电解; 阴极铜产能; 高电流密度; 作业率

[中图分类号] TF811 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1008-5122(2021)02-0024-03

DOI: 10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.02.007

Process Optimization of 300 Thousand Tons Copper Electrolysis System

XU Xin, FAN Xiang, CHENG Gen-gen

Abstract: Since reaching the production standard in 2014, the 300 000 tons copper electrolysis system in the electrolytic workshop of a company's smelter had faced the problem of increasing production capacity without increasing equipment and facilities. By improving the operation efficiency, increasing the current density and repairing the stainless steel cathode plate and other process measures. The cathode copper production capacity was increased about 12.6% compared with the design capacity, and good economic benefits were achieved.

Key words: copper electrolysis; cathode copper production capacity; high current density; operation rate

0 前言

30 万吨铜加工清洁示范项目是某公司为实施“五大战略”、打造湖北省千亿有色金属支柱产业而建立的工程, 于 2012 年 10 月竣工投产。该项目生产的“大江 DJ-B”牌阴极铜先后获得中国驰名商标、湖北省著名商标, 于 2014 年通过上海金属交易所注册, 2015 年伦敦金属交易所注册成功。近年来, 随着厂定生产任务的逐年增加, 车间对提升阴极铜产能展开攻关, 通过采取提高作业率、提高电流密度、修复不锈钢阴极板等相关措施, 产量显著提高, 取得了较大的经济效益。

1 30 万吨铜铜电解系统简介

30 万吨铜电解系统拥有国内一流的装备和技术, 以国际一流的永久不锈钢阴极电解工艺生产代替传统的始极片生产工艺, 具有高效率、低能耗、环保等优点。主要设备如专用电解行车和阴极机组均为奥图泰(Outotec)公司进口, 是目前世界同行业中较为先进的装备。厂房内分东西两个生产系列、两套循环系统, 阳极整形机组、残极洗涤机组及阴极剥片机组配置在厂房的中部, 共 64 组 1 024 个铜电解槽, 年设计产能为 30 万 t^[1-4]。设计的主要工艺参数见表 1。

30 万吨铜电解系统经过近 2 年多时间的生产运行, 工艺参数控制较为成熟, 生产作业流程体系较为完善, 电解液成分、添加剂的加入量、电流密度等工艺参数都进行了最优选取。至 2014 年底, 30 万吨铜电解系统在 300 A/m² 电流密度下, A 级铜产出

[收稿日期] 2020-11-25

[作者简介] 徐鑫(1974—), 男, 湖北大冶人, 冶金工程师, 主要从事冶金生产技术工作。

表1 30万吨铜电解系统设计的主要工艺参数

参数	电流 强度/A	电流密度/ $A \cdot m^{-2}$	阴极 周期/d	阳极 周期/d	每槽阳极 数量/块	每槽阴极 数量/片	阴极规格/ mm	阳极规格/ mm	电解槽规格/ mm	电解槽 总数/个
技术条件	28 700 ~ 33 673	280 ~ 300	7	21	55	54	1 010 × 1 029	960 × 1 015	5 840 × 1 170 × 1 400	1 024

率达99%以上,电流效率达96%以上,直流电单耗控制在310 kWh/t-Cu以内,残极率低于16%,直收率达81%以上,各项指标基本达到原设计值,实现了达产达标的要求。但随着产能任务的连年增加,在不增加设备设施的情况下提升30万吨系统的产能,是亟待解决的问题^[5-6]。通过采用提高作业效率、提高电流密度、修复不锈钢阴极板等工艺技术措施,在稳定电流效率及阴极铜质量的同时提高阴极铜产能。

2 30万吨电解系统产能提升生产实践

2.1 提高作业效率

30万吨铜电解系统自2014年达产达标后一直处于满负荷生产状态,作业时间长,尤其阴极铜出装的每天作业时间都超过10h,车间劳动强度增大,产量提升困难。为改善这一局面,通过调研国内外相关厂家、反复对比各项生产数据及工艺参数控制,在经济化运行原则指导下和在确保阴极铜质量的前提下,对电解作业周期进行了优化调整,逐步提高电流密度和缩短阳极的生产周期,将阳极溶解周期由原来的21d逐步调整为18d,将阴极周期由刚开始生产的(7+7+7)d调整为(9+9)d,同时将残极率控制在13%~14%。调整后,每槽阴极铜出装时间压缩为8h,整个系统年产量增加了0.59万t。

同时,为了提高剥片机组的运行效率,保证阴极铜一次剥离率和压缩机组作业时间,加强了对不合格阴极板的挑拣工作,由专人对上槽使用的不锈钢阴极板进行挑选,重新安装松动的夹边条、掉落的阴极板,以降低阴极铜连边率,确保机组运行效率。此外还提高了阳极准备架的使用率。通过采取上述措施改进后,单组出铜时间平均降低了2h,极大地减轻了机组操作人员劳动强度,阴极铜年产量增加了约0.29万t。

通过以上几项措施,30万吨电解系统作业率逐步提升,由2014年达产达标初期的94.5%,提升至现在的95%~96%。

2.2 提高电流密度

2.2.1 电流密度提高导致的问题

众所周知,电流密度是铜电解精炼中最主要的技术指标之一。电流密度和阴极铜产量为正比关系,因此提高电流密度,可以在基本不增加设备的情况下,提高阴极铜产量、劳动生产率和经济效益。但随着电流密度的提高,相应的操作管理、工艺控制将发生变化,需要解决的问题也一一出现,主要为:1)槽电压和阴极电极电位上升,导致比铜电位更正的杂质元素更易析出,影响阴极铜质量;2)短路率增加,电流效率难以控制;3)槽电压上升,直流电单耗升高;4)阴极附近的铜离子析出速度较快,易出现阳极钝化现象;5)系统添加剂、电解液成分控制、流量等参数需重新摸索。

2.2.2 应对措施

分析以上问题后,采取以下措施逐一解决:1)通过合理控制电解液中铜离子浓度、硫酸浓度及根据季节变化控制电解液温度,进而达到控制槽电压的目的;2)通过适当提高残极率来保证直流电单耗值;3)通过强化槽面管理作业及检查阴、阳极板的垂悬度来降低短路率;4)通过调整阴极铜添加剂的配比,适当提高电解液循环速度,以保证阴极铜质量。采取以上措施后,系统电流密度得到逐步稳定的提高^[1-2]。截至2019年,电解系统的电流密度超过了设计的300 A/m²,达到了330 A/m²,阴极铜年产量可提高约2.68万t。

同时为了防止电流密度提高对电流效率产生不良影响,在调整电解基础工艺参数的同时,加强槽面管理,确保阴、阳极上槽质量,控制极间短路发生率,建立极间短路考核机制,确保产品质量和产量。

2.3 修复不锈钢阴极板

2.3.1 不锈钢阴极板存在问题

不锈钢阴极板存在以下问题:1)由于不锈钢阴极板长时间浸泡在电解液中,电解液中的部分残胶和杂质粘附在不锈钢板板面上,影响不锈钢板的导电性;2)在使用过程中大部分不锈钢阴极板导电棒出现了变形弯曲的情况;3)由于不锈钢阴极板底部V型槽使用了7年,磨损腐蚀情况较严重,严重影响

机组剥片站的剥离速度。

2.3.2 不锈钢阴极板修复措施

一方面,为了避免不锈钢阴极板老化、磨损带来的诸多生产问题,加大了不锈钢阴极的维护保养频次。通过基层班组结构整合调整,增设整板小组,不仅对机组挑拣出的阴极板重新打磨,还对不锈钢阴极板进行等级分类:对轻微变形的不锈钢阴极板做简单修复;对严重变形的不锈钢阴极板进行返厂维修。另一方面,针对长时间高强度生产造成的阴极板导电棒严重弯曲的问题,进行了批量穿芯工作和导电棒校直工作。此外,针对V型槽磨损腐蚀的问题,采用铣刀重新铣槽。

采取上述措施后,不锈钢阴极板垂直度提高,板面无杂质,在槽面使用过程中,阴极析出质量较好,板面平直,短路率较低,电流效率提高明显,同时设备使用寿命提高了,阴极铜产量也增加了。

3 效果及分析

30万吨铜电解系统自2012年10月建成投产以来,阴极铜产能逐年上升(图1),由2013年的21.5万t上升到2019年的33.8万t。2019年,30万吨铜电解系统阴极铜产量较设计产能提高了约12.6%。通过近7年的生产,对系统生产组织进行了优化,并逐步摸索出30万吨铜电解系统在高电流密度条件下的最佳工艺控制参数,在产量逐年攀升的基础上,阴极铜质量得到进一步保证,取得了良好的经济效益。

4 结束语

综上所述,通过采取提高作业效率、提高电流密度、修复不锈钢阴极板等工艺措施,30万吨铜电解系统产能比设计产能提高了约12.6%,阴极铜的产

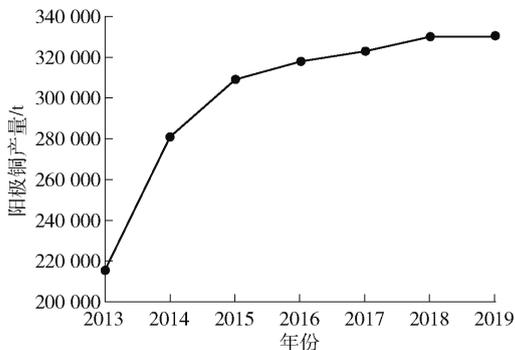


图1 30万吨电解系统2013—2019年阴极铜产量变化图

量和质量得到了保证,取得了良好的经济效益。未来,针对不锈钢板导电棒变形严重的修复工作,由于现有的压板机模具限制,部分导电棒纵向变形量超过30mm,需人工初步校正后再进入压力机进行校正,维修工作的难度加大,下一步应针对导电棒纵向变形进一步优化校正模具,提高模具适应性,降低劳动强度。

[参考文献]

- [1] 朱祖泽,贺家齐. 现代铜冶金学[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [2] 彭容秋. 铜冶金[M]. 长沙:中南大学出版社,2004.
- [3] 陈学文,许卫,马登峰,等. 永久不锈钢阴极电解工艺达产达标生产实践[C]//中国有色金属冶金第一届学术会议. 2014.
- [4] 乐安胜,许卫,马登峰,等. 大冶有色300kt/a铜电解设计与生产实践[J]. 中国有色冶金,2015,44(4):7-9,56.
- [5] 李鹏,刘建萍,王艳. 铜电解提高电流密度的生产实践[J]. 中国有色冶金,2011,40(4):22-24.
- [6] 周松林. 高强度铜电解精炼新工艺与生产实践[J]. 有色金属(冶炼部分),2013(2):1-4.