

锌锭生产线的发展现状与未来智能化展望

刘玉芳¹, 张明哲¹, 刘玉弟²

(1. 白银有色集团股份有限公司 铅锌厂, 甘肃 白银 730900; 2. 中车南京浦镇车辆有限公司 技术中心, 江苏 南京 210031)

[摘要] 本文结合白银公司铅锌厂熔铸车间发展、扩建和改造的生产实践, 介绍了锌熔铸生产线由人工操作、引进自动化的码锭机器人和全自动打捆设备、智能设备尝试的发展路程, 装备水平提高、用工人员减少, 设备代替人工解决了重复性繁重体力劳动、恶劣工作环境问题, 生产效率得到提升。随着科技进步、网络信息化的飞速发展, 从锌熔铸生产线整体性的智能化、数字化方面提出了设想, 对未来的“数字化车间”和“智慧工厂”作出展望。

[关键词] 锌熔铸; 智能化生产线; 锌锭

[中图分类号] TF813

[文献标志码] B

[文章编号] 1003-8884(2022)03-0012-04

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.03.003

0 前言

白银有色集团股份有限公司西北铅锌冶炼厂是以生产铅、锌、硫酸为主的大型冶炼厂。锌系统采用湿法工艺, 分为一期和二期两部分, 设计锌产能 25 万 t/a, 主流程由焙烧、浸出、净液、电解、熔铸等系统构成, 辅助产品硫酸 50 万 t/a。焙烧系统是将硫化锌精矿在高温和炉底风机鼓入空气的条件下, 使精矿发生沸腾焙烧, 主要产出 ZnO 的过程, 同时烟气制酸。浸出系统是将焙砂中的 ZnO 制成硫酸锌液体, 同时除去 Fe、Pb 等杂质。净液系统是将硫酸锌液进一步除杂, 降低 Cu、Cd 杂质含量。电解系统是在直流电的作用下, 硫酸锌液中的 Zn^{2+} 在阴极析出形成阴极锌板片。熔铸系统是该厂湿法炼锌的最终产品生产车间, 以电解析出的阴极锌板为原料, 熔化后铸成致密的锌锭, 以方便贮存和运输。

本文重点从锌熔铸的发展、技术进步、升级换代, 分析其装备水平中具有代表性和比较优势的工艺, 并对锌熔铸的今后发展方向提出具体思路。

1 白银公司锌湿法冶炼熔铸系统的发展

1.1 熔铸系统的发展与扩建

熔铸系统的发展分为一期系统、扩建的二期系统和一期系统改造三个阶段。

1.1.1 人工作业的一期系统

一期系统 1992 年投产, 配置 4 条锌生产线和 1 条锌粉吹制线, 锌锭产能 10 万 t/a。锌锭生产线采用人工加料→人工扒渣→人工打眼→人工溜槽放锭→直线机铸锭→人工扒皮→液压推杆(四级)码锭→人工打捆→人工卸锭→人工转运→人工检斤→人工装卸车。

1.1.2 自动化设备初次尝试的二期扩建系统

二期是扩建的系统, 引进了码锭机器人、全自动打捆机等新技术。建成后于 2017 年元月投产, 共 4 条锌锭生产线, 产能 15 万 t/a。采用人工上料→半自动加料→工频感应电炉熔化阴极锌片→人工扒渣→自动浇铸→人工扒皮→机器人自动码锭→自动打捆→人工卸机→人工转运→人工检斤→人工装卸车。

1.1.3 智能设备上线的 10 万吨改造系统

2019 年, 一期系统进行了 10 万吨生产线改造, 该生产线有生产效率高、设备布局合理、自动化装备水平高、运行稳定、人员设置较少等特点。(1) 进口设备占用少。双列的自动扒皮、铸锭、接锭、输送和冷水冷却设施全部国产, 投资少、经济适用。而码锭机器人、全自动打捆机和在线秤主体全部是进口设

[收稿日期] 2021-12-28

[作者简介] 刘玉芳(1972—), 女, 甘肃白银人, 热加工工程师, 大学学历, 主要从事锌熔铸技术工作, 现任白银有色集团股份有限公司铅锌厂熔铸车间主管工程师。

[引用格式] 刘玉芳, 张明哲, 刘玉弟. 锌锭生产线的发展现状与未来智能化展望[J]. 有色设备, 2022, 36(3): 12-15.

备,一般为德国、美国、瑞士产品,设备费用高昂。该生产线布局对进口设备全部配套了相关设施,进行了资源整合,减少设备占用,投资少、效益高。(2)生产效率高。生产线稳定可靠,人员配置较少,强体力劳动、高温环境、粉尘环境由机器取代,设计年产能 10.35 万 t,安全、环保。(3)产品质量稳定。双勺单铸的锌锭薄厚均匀,自动扒皮设备设计了推刮结合方式杜绝了渣痕,码锭抓手设计了锭踪对齐功能保障了捆踪横平竖直,整体自动化生产线稳定、可

靠,避免了产品外观质量缺陷的产生,以及配套执行了定期脱模剂喷涂和符合实际应用的工艺标准、操作规程,产品质量提升。(4)顺序控制不碰撞。全线采用了顺序自动化控制程序,解决了作业交替过程中发生碰撞问题。(5)设计了起升接锭、平稳落锭和推锭机构,锌锭在脱模、落下、输送、翻锭等过程中能稳定衔接,避免了锌锭与周边设施发生碰撞、卡锭、磨损等缺点。(6)设备占用少,装机容量降低,能耗低,如图 1 所示。

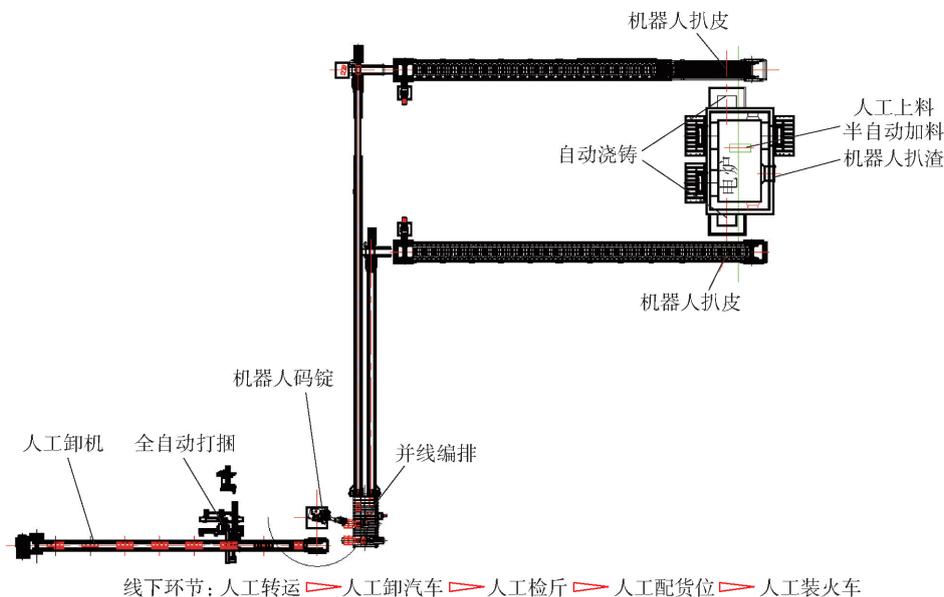


图 1 智能设备的初步使用

目前,该生产线实现了电炉智能扒渣、自动浇铸、锌锭面智能扒皮、机器人码锭、全自动打捆和铸锭线顺序控制的集成系统。但是,熔锌炉阴极锌加料、锌锭堆垛打捆后卸机与装车转运仍采用天车 + 人工挂钢丝绳吊运传统模式,没有实现自动化与智能化;锌锭未实现在线称重贴标,仍需要车辆转运成品库后二次过磅称重贴标,每班岗位人员需要 4~5 人;生产数据以离散的孤岛存在,数据传递及数据流程不通畅、不透明,差错多、彼此隔离,数据的采集、保存、传输仍然通过纸质报表传递。

1.2 生产现状及存在的问题

熔铸系统经过发展、扩建、改造升级后,自动化装备水平提高、产能提升、作业环境改善,车间人均金属吨由 255 t/人提高至 1 087 t/人。由生产效率低、自动化程度低、能耗高、控制系统落后、关键工序靠人工作业完成的状况,逐步发展为在二期系统将

自动加料机、码锭机器人、全自动打捆机等自动化设备引进生产线,产能提升、生产效率提高、作业环境改善。在一期改造中,进一步采用智能化设备。但仍然存在以下问题:(1)岗位人员多,用工成本高。阴极锌采用人工上料、半自动加料、人工称重贴标和成品人工装卸车。(2)有单体的电炉扒渣、锌锭面扒皮、机器人码锭等智能设备的投入使用,但距离生产线整体性智能化差距较大。(3)阴极锌物料检斤量、锌锭成品产量数据,由人工获取,效率低。(4)生产数据不能及时、有效地服务于过程控制,故障预判性不强。(5)直收率有待提高,产能释放有待进一步提升。

2 “数字化车间”、“智慧工厂”的未来展望

2021 年 10 月,全球工业互联网大会以“赋能高质量,打造新动能”为主题,提出了工业互联网是大

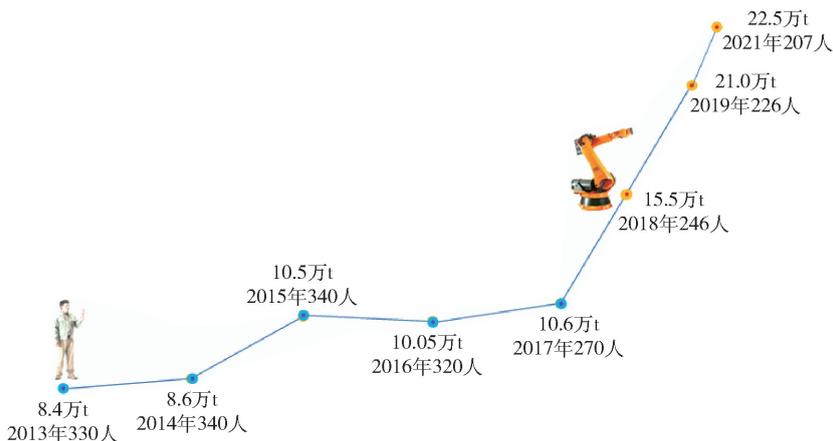


图2 车间人均金属吨的发展

趋势,其前景广阔,已经成为主要工业国家抢占国际制造业竞争的制高点。国家工业和信息化部提出“2021年至2023年是我国工业互联网的快速成长期,将加大力度提速工业互联网建设,实现产业链各环节智能协同。”其数据显示,目前全国“5G+工业互联网”在建项目超过1800个,覆盖原材料、装备制造、消费品等领域。2021年“十四五”规划中再次提出要推动传统产业高端化、智能化、绿色化,推进数字产业化和产业数字化,推动数字经济和实体经济深度融合,打造具有国际竞争力的数字产业集群。

2021年白银公司“两会”工作报告中明确提出构建“一体两翼”发展布局,要提高对数字化转型的认识,统筹规划重点突破,尽快推进重点“三化”项目落地见效,持续改造升级传统产业,加速数字化转型,加快建设数字企业、智慧企业,打造数字化白银集团。

2.1 智能生产线集成化的设想

随着人工智能、大数据、云计算等技术的发展,工矿企业的设备由人工、简单的自动化走向集绿色化、智能化、数据化于一体的智能设备是未来发展的必然选择。熔铸二期在码锭、打捆等工序全面引进了自动化设备,由机器代替人工完成24小时强体力劳动,但受不同时期技术发展的限制,重复性、粉尘环境的人工作业点还继续存在,在现有生产线基础上,通过改造建设数字化系统投资较大,且建成后分散点多、用电设备负荷相对较高、人员巡检点多,不尽合理。如果集中新建一条智能化的锌锭生产线,配套建设数字化系统,对生产过程产量、设备运行、能耗等关键数据进行充分采集,结合库存管理、作业

管理、设备管理等需求,建设统一的数据采集分析系统,实现数据价值开发,真正把数据价值用于指导生产、管理、决策。

2.2 建设方案的构思

可以利用行业已经成熟应用的智能化片段,集成一条年产15万吨锌锭智能生产线,涵盖电炉系统、铸锭机系统、自动码锭、自动打捆、阴极锌自动化上料、电炉自动扒渣、锌锭自动扒皮、自动称重贴标、成品自动转运和装车等。整条生产线通过PLC完成设备控制,通过5G通信技术完成和调度控制系统通信,实现整条产线的信息互通、自动计量分析,优化工序的良好衔接。

2.2.1 智能上料,数据自动采集

通过链运机输送,RGV移垛、自动提升及称重、数据传送、送料、推料的方式,替换现有的人工上料、半自动加料,实现阴极锌智能上料和数据自动采集,并实现加料与浇铸的呼应功能,可提高直收率,产能也得到有效释放。

2.2.2 电炉智能扒渣

近几年,智能扒渣机器人在同行业研发、投用,可代替人工完成电炉锌浮渣的扒出作业,与人工相比,连续性增强,避免了人工作业时停歇间隔过长锌浮渣结块的弊端。另外,扒渣设备可以与阴极锌自动上料、锌锭面自动扒皮智能设备设置关联,之间形成呼应关系,保障炉料不积压、炉膛液位不忽高忽低。

2.2.3 在线称重贴标

使用自动称重、自动贴标机器人替代传统人工检斤、人工贴标入库模式,将大幅缩短入库流程,实

现人力资源优化整合,提高劳动生产效率。

2.2.4 锌锭面自动扒皮,并与自动加料之间互相具备呼应功能

代替人工完成每块锌锭面的氧化皮扒除工作,人员由高温操作环境改变为巡检工作。同时,避免大夜班人员精神状况不佳下操作导致的夹渣现象。

2.2.5 自动卸机、成品自动转运及装卸车

经过在线称重贴标的锌锭捆垛,由 AGV 自动从锭垛输送机上卸至地面,并在 AGV 控制系统的统一调度下摆放至指定位置,调配装车转运,自动在成品库卸车、摆放、装火车或汽车,智能收集数据、贮存、分析、传送。

3 未来展望

锌熔铸生产线从阴极锌加料至成品发运,建立

全流程智能化生产线,阴极锌自动加料、电炉自动扒渣、自动舀锌浇铸、锌锭自动扒皮、锌锭自动码锭、自动打捆、自动卸机、成品管理流程智能化。阴极锌消耗量、产量数据和成品库管理数据获取准确、便捷。生产线岗位人员由操作性质转变为巡检、维护、产品检查、卫生清洁等,劳动强度降低,高温环境停留时间缩短。人工强体力劳动岗位基本由机器代替,生产预判和生产过程控制能力提升,原料、产品及生产数据能准确、及时记录并自动分析、快捷传输,既保证生产稳定控制及精细化操作,提高工作效率,又能够最大限度优化用工,具备“数字化车间”和“智慧工厂”的条件,可在同行业中具备领先优势。

[参考文献]

[1] 彭容秋. 铅锌冶金学[M]. 北京:科学出版社,2003.

Current Development and Outlook of Intelligent Zinc Ingot Production Line.

LIU Yu-fang, ZHANG Ming-zhe, LIU Yu-di

Abstract: Based on the production practice of the development, expansion and transformation of the Pb-Zn casting workshop of Baiyin Nonferrous Group Co., Ltd, this paper introduces the development path of the zinc melting and casting production line from manual operation, to the introduction of automatic ingot stacking robots, automatic bundling equipment, and intelligent equipment. The level of equipment has been improved and the number of labors has been reduced. The equipment has replaced labor, which solves the issues of repetitive and heavy physical labor and harsh working environment, and improves the production efficiency. With the progress of science and technology and the rapid development of network information, the ideas of the overall intelligence and digitization of zinc melting and casting production lines have been put forward, and “digital workshop” and “smart plant” in the future are envisioned.

Key words: zinc melting and casting; intelligent production line; zinc ingot

▲