

熔炼渣处理过程中的智能管理应用

孙建国

(黑龙江紫金铜业有限公司, 黑龙江 齐齐哈尔 161000)

[摘要] 目前绝大多数冶炼企业熔炼渣在缓冷场的管理依然停留在人工操作、人工倒运、人工记录的阶段,渣包信息、缓冷时间记录、渣包车辆及水冷设备参数等有用的信息无法及时准确的传递到系统的各个环节,无法对缓冷时间进行准确过程控制,影响回收铜颗粒的浮选指标,同时导致缓冷场管理存在诸多问题,若发生事故会严重威胁生产现场作业人员的安全,严重损坏周围设备和设施甚至造成火灾,危害极大。公司熔炼渣缓冷场和生产管理进行深度融合,结合实际需求,在充分论证和试验的基础上,研究制定相应的技术方案和技术路线。以工业物联网、边缘计算、大数据、人工智能、智能控制等新一代信息技术为手段,建设智能化渣缓冷场,按照生产工艺要求,实现渣缓冷场无人值守和渣包运输的智能化调度。

[关键词] 熔炼渣; 智能管理; 无人值守; 渣包识别

[中图分类号] TF273

[文献标志码] B

[文章编号] 1003-8884(2022)05-0019-05

DOI:10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.05.005

0 前言

某冶炼厂熔炼渣设计出渣量为 405 033.76 t/a, 合 1 296.98 t/d, 实际每天出渣量近 1 600 t。缓冷场共有熔炼渣渣包 160 个、冰铜渣包 20 个; 冷却喷淋阀门 180 个、水放空阀门 180 个。针对熔炼渣缓冷生产管理过程中存在的问题和需求, 基于新一代信息技术, 开展渣包识别、渣位识别、喷淋冷却智能控制、人员识别、生产调度等关键问题研究。实现渣位、渣包、渣车、司机的智能化管理, 实现渣包、渣位自动识别, 实现喷淋冷却自动化, 统计渣量及各要素的效率或利用率, 实现渣包全寿命管理、喷淋时间、作业效率、及时通知等精细化管理。结合信息化处理技术实现智能调度, 结合化验数据和渣选矿数据统计渣中含铜资产, 为企业的金属平衡和成本核算提供数据依据。2019 年 8 月投产以来连续安全运转, 并且实现无人值守的目的, 其系统具有结构简单、故障率低、运行可靠、安全性高、维护运行成本低等特点。

[收稿日期] 2022-06-10

[作者简介] 孙建国(1970—), 男, 甘肃酒泉人, 仪表自动化工程师, 主要从事信息自动化研究工作。

[引用格式] 孙建国. 熔炼渣处理过程中的智能管理应用[J]. 有色设备, 2022, 36(5): 19-23.

1 熔炼渣缓冷智能管理系统概述

该公司冶炼厂熔炼渣缓冷智能管理系统目前是国内首创, 攻克了热态渣包识别的难关。该系统采用的技术涉及智能装备的改造和使用, 智能感知复杂信号技术的使用, 4G、Wifi、GPS 无线通讯技术的使用、通过信息关联处理实现智能化等技术, 各技术采用面向对象的设计方法, 具有技术更先进的升级能力和灵活性。系统包括无线通讯(6 个固定 AP 站)、车载系统(3 台套)、渣包识别、渣位识别、喷淋冷却系统(180 个喷淋阀 + 180 个放空阀)和门禁系统等。系统采用自然缓冷 + 喷淋水间接缓冷 + 喷淋水缓冷的工作方式, 合理控制熔炼渣缓冷速度, 能够优化入选熔炼渣铜颗粒的粒度嵌布, 有利于浮选指标的提高。因为通过系统实现保温缓冷, 矿物的结晶就会相应长大, 冷却速度越慢, 结晶越粗, 对后续渣选矿工段的要求就越低, 更有利于选矿。

2 熔炼渣缓冷智能管理系统实施背景

根据“十三五”国家战略性新兴产业发展规划^[1], 国家推动发展智能制造、绿色制造、人工智能、大数据、卫星应用等新一代信息技术与制造业融合发展的一系列产业政策, 以及《集团有限公司 2018—2022 年战略规划》, 熔炼渣缓冷智能管理系

统实施刻不容缓。目前绝大多数熔炼渣缓冷的管理依然停留在人工阶段,渣包信息、缓冷时间记录、渣包车辆及水冷设备参数等的信息无法及时准确的传递到渣缓冷场的各个管理环节,无法对缓冷时间进行准确过程控制,影响回收铜颗粒的浮选指标,同时导致熔炼渣缓冷管理存在诸多问题,若发生事故会严重威胁生产现场作业人员的安全,严重损坏周围设备和设施甚至造成火灾,危害极大。如:

- (1) 自然缓冷时间,喷淋时间不够,渣包车倒包时出现红包;
- (2) 渣包摆放时位置混淆,包位错放,发生错包,缓冷时间不足,导致出现红包;
- (3) 渣包随意摆放,工作人员疏忽误将空冷渣包放水冷却,导致爆包;
- (4) 人员人工输入难免有错误,交接班不清出现误放水及错包情况,极易出现安全隐患;
- (5) 冰铜、熔炼渣渣包摆放时位置混淆,包位错放,发生错包,自然缓冷时间不够,开启喷淋后导致冰铜渣包出现爆包;
- (6) 冰铜渣包含铜量过高,人工记录区分不明显,自然缓冷时间不够,形成白皮现象,导致出现爆

包等。

公司利用工业物联网和互联网、人工智能、大数据、云计算、卫星定位等新一代信息技术,建设智能化熔炼渣缓冷场,建立和完善严格渣缓冷操作流程和管理制度,实现渣包的智能化管控,对于提高渣选矿指标、渣包利用率和生产效率,降低渣包维护成本和劳动强度,保障安全生产,提升渣缓冷生产管控信息化和智能化水平,推动该公司高质量发展,具有重要的意义。智能化熔炼渣缓冷场是公司深入实施创新驱动发展战略,创新管理思路和管理模式的重要实践^[2-3]。

3 熔炼渣缓冷智能管理系统的组成

3.1 通讯系统

缓冷场配置 3 台渣包车,每台渣包车设 1 套车载数据处理及无线传送系统,车载系统具备渣包识别功能,识别系统识别后信息通过无线发送到后台控制系统。中控室可以在线监控渣包车的通讯状态(联机和脱机)、车辆状态;通讯系统由车载传感器、管理中心、控制系统、定点无线 AP 站、以太网网络、现场总线多种通讯方式互联成为一个系统。

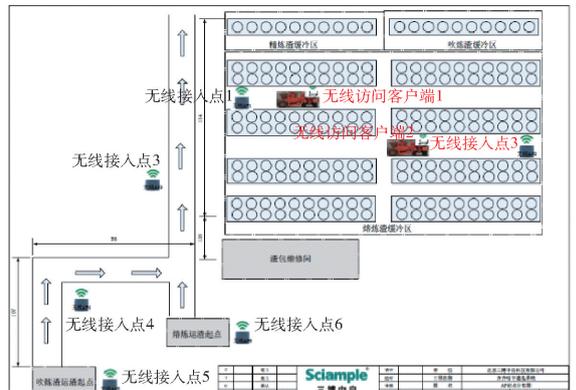
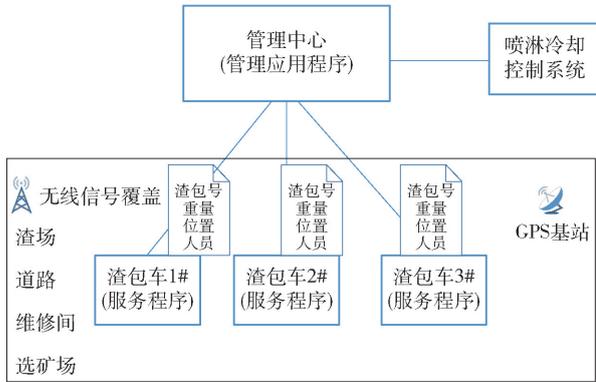


图 1 通讯系统架构图及无线通讯点布置图

3.2 车载系统

渣包车上卫星定位装置采用双模^[4](GPS、北斗)四频接收机,可接收 GPS 和北斗定位信号对渣包车进行定位;采用双天线三角定位方法实现渣位识别,当渣包车取渣包时车载读卡器会读取到渣包固定位置的 RFID 卡,读出内容后与重量信号、渣包编号由嵌入式工控机通过无线通讯 WIFI 方式发送给渣场管理软件。智能系统的调度功能会给驾驶室语音提示,在识别到渣包后,报出渣包号、渣型。到

达指定渣包位时,语音报出位号,车载系统在驾驶室有显示屏,显示系统的所有信息。

3.3 渣包识别

渣包编号自动识别^[5]采用了两种识别方案相结合的方法,从而提高系统的识别可靠性和稳定性。第一种基于渣包地理坐标的方案,通过 GPS 定位与现场实际地图重合的坐标嵌入渣场总貌图中,渣位的位置、渣包的位置、渣车的移动位置、马路位置、维修间、熔炼吹炼接渣位置都是按地理坐标成比



图2 车载系统天线、工控机、显示屏安装位置图



图3 渣包识别安装位置图于缓冷总貌物理坐标图

例的实际反映位置,可以实时动态的显示渣包、渣车的移动位置,通过车载的 GPS 和北斗双定位来实现渣包编号定位识别;第二种采用耐高温结构设计的射频 RFID 识别,通过车载读卡器读取 RFID 内存储的编号来实现渣包编号的识别。两种方案结合,保证渣包识别的准确性,基于渣包识别的准确性指导运包、放包、倒包及喷淋水的自动化管理、记录和指令发送。

3.4 渣位识别

渣位自动识别采用三星双频产品,精确实现渣包定位;通过精确定位技术对渣包的位置和行车路线进行感知和测量。渣包车司机可在人机界面上查看缓冷场渣包的区位布置信息,根据渣包车接收到的语音指令,去相应的渣位取包、放包、倒渣作业,车上的语音会智能提示是否放到正确的位置;在管理中心和渣包车上,系统实现缓冷场渣位的状态显示,空位、空冷、水冷、待倒、故障、待修,用不同颜色直观表示不同状态。

3.5 喷淋冷却控制系统

渣包放到位时自动启动渣包冷却程序,渣包开始计时,按时间设定依次进入:空冷-水冷-待倒-空包-空位。渣包的水冷程序分为两种模式,一种为连续水冷,一种为断续水冷(为了防止连续喷水爆包),前几个小时为断续放水,后面剩下的水冷时间

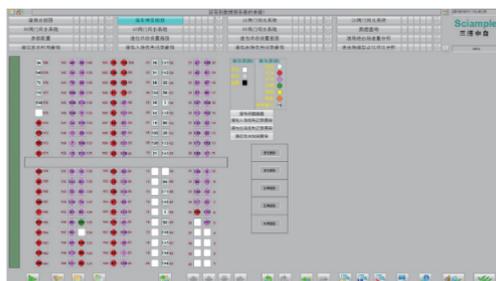


图4 渣位布局画面

进行连续放水。控制系统按程序控制渣包喷水阀门,为了防止冬季由于阀门关闭不严,漏水造成管路结冰,在水冷结束后,关闭喷淋水阀门同时自动联动打开放空阀;再次打开喷淋水阀门的同时联动关闭放空阀。喷淋冷却控制系统通过管理系统分渣型(不同渣型缓冷时间不同)进行可靠判断,精确管理缓冷工艺,实现安全控制。

3.6 门禁系统

在渣包车去取熔炼渣的行驶路线上,有时有其它车辆通过,为确保行车安全在路线上设置自动门禁。在 GPS 结合地理坐标成比例的实际反映位置的地图中,检测到渣包车将到达路口时,系统给门禁系统中的倒计时牌发落杆命令,倒计时牌绿灯变红灯开始进行倒计时 30 s,并语音播报“渣包车通过,禁止通行”,30 s 后道闸落杆。待系统通过坐标检测

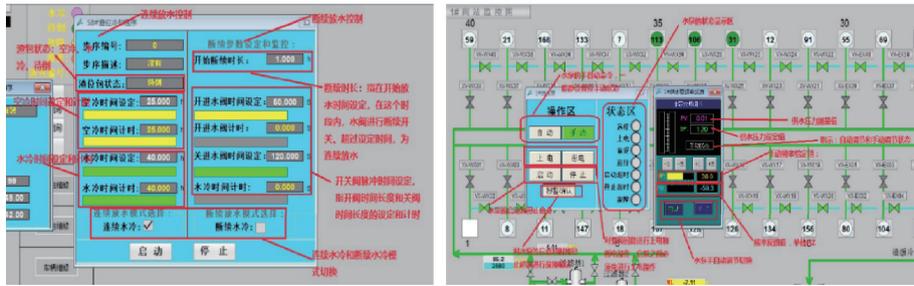


图5 喷淋系统控制图



图6 门禁位置及控制图

渣包车通过后发命令给倒计时牌,倒计时牌红灯变绿灯道闸抬杆。允许其他车辆通行。

3.7 熔炼渣智能缓冷系统其他功能

(1)司机登车插工作卡,可识别并记录当值司机的在岗及工作状态,对人、车、包、位实现精确调度,为人员绩效提供考核依据。

(2)汇总查询统计渣场上空包、熔炼渣总包数、冰铜总包数、待倒总包数、维修总包数、故障包的数量;为渣场存储量提供数据依据。

(3)基于渣包编号识别,可实现每个渣包的使用包次记录并生成相应查询报表;包次记录可提供渣包使用次数查询、渣包使用记录查询、渣包故障维护记录查询、渣包利用率查询、人工调度日志查询等。这样可实现渣包预修、预维护操作,实现渣包全寿命管理,延长渣包使用时间,达到合理安排生产的目的。

(4)渣位放水时间查询,为每个渣位提供放水时间历史查询功能,可追溯放水曲线。

(5)渣包进出场优先记录查询,可根据进出场渣包编号、渣型、车次、班次、日期范围等多维度查询,对查询范围内的进出记录进行渣量和包次统计。

(6)渣场进出场渣量和铜量分析柱图,为进出场渣量、进出场铜量分析工作提供参考依据。

(7)进出场渣型渣量占比对比分析图,根据查询日期范围,为进出场渣型渣量占比分析提供参考,有利于指导下一工序的生产计划。

4 熔炼渣缓冷智能管理系统践行成果

智能管理系统经过一年多的运行,可实现超过设计能力20%的处理量,优化了熔炼渣铜颗粒的粒度嵌布,提高浮选指标,现选矿日处理渣量近1600t。系统运行稳定,渣场未出现红包、爆包事故,实现了无人值守的全自动精细化管理。渣场通过精细化管理降低了生产和管理成本,达到了本质安全。

(1)对渣缓冷进行精细化管理,可以逐步优化



图7 进出场渣量及渣型分析图

工艺参数,提高有价金属(Cu)回收率:熔炼渣含铜2.30%、铜精矿含铜19.75%、铜回收率为87.91%、尾矿含铜0.29%。年产15万t铜约产生405 033.76 t熔炼渣,则熔炼渣中含铜约9 315 t。实际熔炼渣选矿铜回收率为89%,增加1.1%,铜产量增加101 t/a。经济效益增加 $101 \times 5.564 0$ (2020年11月27日铜价)=562万。

(2)合理使用渣包可以及时释放渣包应力,同时对每个渣包预防性维护,渣包寿命延长10%。假设每个渣包20万,该厂有渣包180个,则在渣包生命周期内可以节省费用为 $20 \times 10\% \times 180 = 360$ 万。

(3)熔炼渣缓冷循环泵的功率160 kW,工频运行时电流为278 A。现由系统通过流量调节回路控制循环泵的变频,频率大约在30 Hz时即可满足现场水量要求,此时运行电流为205 A。

(4)实现无人值守、降低人员成本。按渣场有人值守时,需要1名班长、4名岗位人员,每人费用支出10万元/年,可节约管理成本 $5 \times 10 = 50$ 万/年。

5 结论

渣场智能管理系统能够实现渣包、渣位自动识别,实现喷淋冷却自动化控制,统计渣量及各要素的

效率或利用率,实现对渣位、渣包、渣车、司机的智能化管理,实现无人值守。该系统对冷却状态的记录和指示实现冷却过程安全控制,结合环境因素优化冷却作业,提高生产效率和设备使用率;通过智能调度实现合理作业和渣包均衡使用管理;统计渣包使用次数、渣车作业时间、渣量实现渣包全寿命管理;基于地理坐标的画面显示和表达,对渣包位置、渣包缓冷状态、渣车位置实时在线监控,提升了安全管理水平。本套系统投运开启了熔炼渣换冷场智能化管理的先河,在同行业企业具有推广应用的前景。

[参考文献]

- [1] 葛成元. 将战略性新兴产业培育成经济发展的主动力——“十三五”战略性新兴产业发展思路的初步考虑[J]. 中国经贸导刊,2015(36):49-51.
- [2] 徐兆超. 无线数据传输技术在渣缓冷场控制系统中的应用[J]. 世界有色金属,2019(8):170-171.
- [3] 周安梁,李田玉,宋奎华,等. 一种缓冷场渣包位置定位装置:CN207811779U[P]. 2018.
- [4] 辛德奎,黄操军,甘龙辉. 基于北斗和GPS的双模田间作业机车定位系统[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2014,26(1):85-87+112.
- [5] 李小平,段锴,赵健龙. 利用BP算法实现集装箱编号识别[J]. 北京理工大学学报,2001,21(3):345-347.

Intelligent Management Applications in the Melt Slag Handling Process

SUN Jian-guo

Abstract: At present, for the vast majority of smelting enterprises, management for smelting slag in the slow cooling field still remains manually operated, backed, and recorded. Slag bag information, slow cooling time records, slag bag vehicles, water cooling equipment parameters and other useful information cannot be timely and accurately transferred to all parts of the system, and cannot apply accurate control to the slow cooling time. This affects the recovery of copper particles flotation index, and leads to many problems in the slow cooling field management. Any potential accident would seriously threaten the safety of production site operators, damage surrounding equipment and facilities, and pose a fire hazard. Taking into account practical conditions, company carries out thorough integration of the melting slag slow cooling field and production management. The company conducts research and formulates corresponding technical solutions and technical routes on the basis of careful consideration and experimentation. With a new generation of information technology such as industrial Internet of Things, edge computing, big data, artificial intelligence, and intelligent control, an intelligent slag cooling field is built, and the unattended slag cooling field and intelligent scheduling of slag package transportation are realized in accordance with the requirements of the production process.

Key words: smelting slag; intelligent management; unattended; slag bag identification

▲