

连续熔炼工艺装备的自动化、智能化设备的配置

李玉珍

(河南豫光金铅股份有限公司, 河南 济源 459000)

[摘要] 随着数字化、智能化技术的发展,冶炼行业生产自动化、智能化建设势在必行;本文针对有色冶炼工艺环境,论述了不同的参数感知对检测仪表进行精细化选型要求;在 DCS 控制系统结构上采用一体化、大型化、网络化配置,实现自动化、信息化、智能化生产控制及管理。

[关键词] 大型化网络;数据融合;熔炼工艺装备

[中图分类号] TF811 [文献标志码] B [文章编号] 1003-8884(2022)02-0004-05

DOI:10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.02.002

0 引言

河南豫光金铅股份有限公司主产业是铅、锌、铜及贵金属冶炼。在其生产过程中,之前的自动化控制水平较低,主要采用人工手动操作;工艺检测数据较少或检测不准确,主要靠经验判断;岗位人员较多;仪表设备和控制系统设备型号杂,互换性差,需要的备品备件多,资金占用量大,生产成本低。且生产工艺数据分散,数据融合性差等制约着信息化管理的建设。

2017 年公司在行业内提出创建“中国有色冶炼的标杆企业”,创建标杆企业需要扩大产能、提高自动化生产水平及信息化管理水平,以提高效益,并提升市场的竞争力,这些符合制造业信息化、数字化生产发展要求。

1 连续熔炼工艺概述

再生铅资源循环利用及高效清洁生产项目目前产能为行业最大。工艺采用底吹富氧熔炼炉、底吹粉煤喷吹还原炉,侧吹烟化炉,蓄热式火法精炼炉四连炉连续熔炼工艺,围绕四台冶炼炉,配置了原配料系统、余热锅炉、烟灰输送系统、烟灰制粒系统、收尘

系统、烟气脱硫系统、循环水系统、硫酸系统、污酸污水系统、水处理系统、余热发电系统、空分系统、压缩空气系统等。

主工艺流程:原料计量后经皮带输送到烟灰制粒系统与氧化炉和还原炉产生烟灰混合制粒后输送到底吹熔炼炉,底吹熔炼炉的高铅渣顺着溜槽自流到底吹还原炉,还原炉的粗铅沿溜槽自流到火法精炼炉,还原炉的渣沿溜槽自流到侧吹烟化炉,烟化收尘烟灰(成品氧化锌)直接打包外卖,渣经粒化后外卖;余热锅炉的热能产出蒸汽送余热发电发电,余热发电的低压蒸汽供管网各用气点;冷凝水输送到 3 台除氧器供锅炉利用。整个工艺配置实现原料—渣—烟灰不落地闭环输送,水—热能—蒸气循环利用,含硫烟气除尘降温后转化为硫酸外卖,尾气达标排放。

2 熔炼工艺装备的自动化、智能化设备的优化配置

2018 年再生铅资源循环利用及高效清洁生产项目开始建设,在建设过程中 DCS 系统采用一体化、大型、网络化结构配置控制系统;仪表设备精细化选型,根据工艺相应配套一类仪表设备。

2.1 DCS 系统采用一体化、大型化、网络化配置

本项目 DCS 系统采用艾默生过程控制有限公司的 DELTAV 控制系统——MQ 控制器,硬件配置和网络采用双冗余配置,共配置 46 对控制器、11 个工程师站、15 个操作员站、20 个 DP 通讯卡件、1 块 MODBUS 通讯卡,包含原料及配料车间、烟灰制

[收稿日期] 2021-12-06

[作者简介] 李玉珍(1972—),女,中级工程师,大学本科,主要从事电气仪表设计及项目管理工作。

[引用格式] 李玉珍.连续熔炼工艺装备的自动化、智能化设备的配置[J].有色设备,2022,36(2):4-8.

粒车间、粉煤车间、底吹熔炼炉、底吹还原炉、火法精炼炉、烟化炉、3套余热锅炉、3套收尘系统、3套通风系统、离子液脱硫系统、硫酸系统、低温余热系统、硫酸尾气脱硫系统、水处理系统、污酸污水处理车间、装酸库、压缩空气系统、循环水系统、余热发电系统共20个控制站3个远程I/O站,共采集20000多点数据。

2.1.1 DCS系统网络架构

DCS系统硬件配置采用冗余配置,包含控制器、直流电源、核心交换机、UPS电源、网络。架构上以

熔炼控制室为中心设置1台数据服务器,1台历史服务器,保证所有采集信号集中储存、集中管理。其余20个远程控制站的数据通过双网络光纤传输到熔炼控制室核心交换机(3个远程I/O站归属于就近远程控制站)。设备检测信号和控制点接入位置不再受区域限制,可以就近选择,灵活安装。不仅实现了不同车间的工艺数据共享、跨车间顺控、连锁保护功能,又节省了建设投资(导线用量减少、安装费减少)和控制室岗位人员。

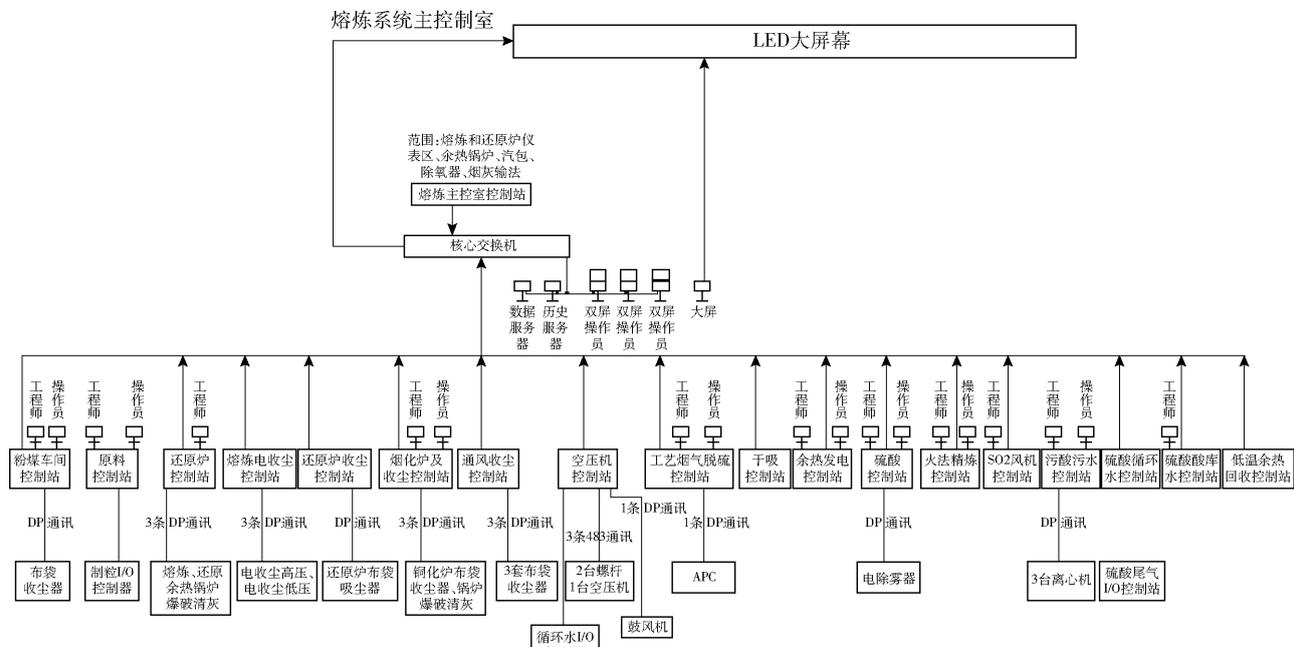


图1 DCS网络结构图

2.1.2 DCS系统功能

(1)检测功能:检测工艺过程参数温度、压力、流量、液位、分析、重量、设备的运行状态。

(2)显示功能:形象、清晰、完整的展现整个工艺流程、过程参数、运行状况、人机操作界面,报警画面、事件画面、历史趋势画面等动态特性。

(3)控制和调节功能:控制所有电气设备的远程操作、控制和连锁;控制烟灰输送系统33条刮板跨车间顺控、连锁保护功能;工艺压力、流量、分析实现PID调节功能;余热锅炉、收尘系统几百台振打实现定时定间隔振打;粉煤仓式泵实现全自动控制输送;硫酸装系统实现一键装车。

(4)融合成套设备的PLC控制系统功能:DCS系统的容量和功能是强大的,为了保证整个工艺操

作的整体性、工艺数据的关联性,数据的融合性减少岗位、节省投资,成套设备招标时与各厂家沟通,取消厂家自带PLC控制系统,由DCS系统控制。

①粉煤车间DCS控制站融合了2套粉煤输送仓式泵、1套磨机系统、1台布袋收尘器、高温风机等设备的检测、显示和控制。

②工艺脱硫DCS控制站融合了离子液脱硫系统、环集脱硫系统,离子液湿电系统、环集脱硫湿电系统、脱硝系统等设备检测、显示和控制。

③硫酸转化DCS控制站融合了热管锅炉、气泡、除氧器等成套设备的工艺检测、显示和控制。

④硫酸干吸DCS控制站融合了低温余热蒸发器、除氧器、成套设备的工艺检测、显示和控制。

⑤硫酸DCS控制站融合了自动装酸系统,实现

了自动控制、自动计量装酸功能。

⑥熔炼收尘 DCS 系统融合了环保在线检测数据。

(5)通讯功能:为提高数据的融合性、实现成套设备远程显示、监控和控制,减少现场岗位,在项目建设过程中要求所有成套设备自带的 PLC 控制系统与 DCS 系统进行通讯;对关键、需要与外围进行连锁的设备采用硬接线方式进行远程控制、连锁保护。

①熔炼电收尘高、低压各 4 套 PLC 控制系统与熔炼电收尘 DCS 控制站进行 Profibus DP 协议通讯。

②熔炼、还原、火法精炼通风收尘 3 套 PLC 控制系统与通风收尘 DCS 控制站进行 Profibus DP 协议通讯。

③还原工艺收尘 PLC 控制系统与还原收尘 DCS 控制站进行 Profibus DP 协议通讯。

④还原炉 4 套喷煤系统 PLC 控制系统与还原 DCS 控制站进行 Profibus DP 协议通讯。

⑤熔炼、还原余热锅炉 3 套爆破清灰 PLC 控制系统与还原 DCS 控制站进行 Profibus DP 协议通讯。

⑥烟化炉收尘、烟化炉喷煤系统、烟化炉余热锅炉爆破清灰 4 套 PLC 控制系统与烟化 DCS 控制站进行 Profibus DP 协议通讯。

⑦2 台螺杆压缩机、离心风机控制系统与空压机 DCS 控制站进行 Modbus 协议通讯,实现 DCS 远程显示,并采用硬接线实现远程控制。

⑧鼓风机与空压机 DCS 控制站进行 Profibus DP 协议通讯,并采用硬接线实现远程控制。

⑨工艺脱硫 APU 与工艺脱硫 DCS 控制站进行 Profibus DP 协议通讯。

⑩SO₂ 风机 PLC 控制系统与 SO₂ DCS 控制站进行 Profibus DP 协议通讯,并采用硬接线实现远程操作和控制。

⑪电除雾 PLC 控制系统与硫酸 DCS 控制站进行 Profibus DP 协议通讯。

2.2 仪表设备的精细化配置

仪表设备在选型配置上分层级优化工艺,首先详细了解工艺介质、环境、工况,精细化选择设备类型、材质、及详细技术要求;品牌选择上以国产为主,进口为辅,确保每台产品具有最高的性价比。

(1)炉体和渣温检测选用无线测温仪表代替有线连接仪表,避免导线在炉前因温度高而频繁烧坏

现象,降低劳动量、并且改善现场卫生。

(2)汽包液位计选用智能电容液位计代替差压液位计,提高了精度和准确度,液位计不再出现大幅度波动现象,保证了锅炉安全稳定运行,同时也减少了维修人员的调校工作量。

(3)硫酸净化塔、一级洗涤塔、二级洗涤塔、硫酸污水槽等复杂工况的液位计采用高频导波雷达液位计代替现场磁翻板液位计,液位检测准确、稳定,并实现了 PID 自动跟踪液位调节功能。

(4)大管道和烟气流量选用毕托巴流量计代替威力巴流量计。毕托巴流量计五段折线算法与威力巴的斜率算法相比,提高了计算精度;中心取压代替满管取压,安装方式更简单;双孔取压代替传统的多孔取压,并且取压孔比多孔取压孔大,避免取压孔经常孔堵塞现象,减少了维护工作量等。

(5)市政天然气输送管道采用高精度智能一体式无线涡轮流量计,可以在手机 APP 上实时查看天然气瞬时流量和累计流量;精度提高,与市政公司安装的流量计比较相差很小。

(6)余热锅炉气包放空阀选用了费希尔气动多级降压、降噪、五级泄露等级的气动调节阀,改善了现场环境噪音;同时减少了泄漏量。保证足够的蒸汽压力供给汽轮机发电,提高发电量。

(7)在熔炼炉、还原炉和烟化炉余热锅炉之后配置了在线 SO₂、O₂ 和 CO 分析仪,减少了人工分析;烟气成份的准确分析给工艺控制提供了操作依据,使工艺控制更加准确、更加精细,根据不同的物料合理调节氧料比,控制余热锅炉的漏风量来降低烟气中的 O₂ 含量,防止烟气中 SO₃ 的产生而腐蚀锅炉。

(8)成品 98% 酸分析仪采用蓝宝石折射检测原理的酸浓度计、高温 99.8% 硫酸浓分析仪采用艾默生的超声波酸浓度计,93% 酸浓度计采用带温度修正的电导率浓度计,不同工况使用不同原理的酸浓度计,保证了检测精度、及时跟踪酸浓检测值来调整工况。

3 DCS 系统控制画面

(1)余热锅炉振打定时控制和爆破清灰通讯控制

爆破清灰参数和控制通讯到 DCS 系统,实现了远程操作,减少爆破清灰岗位人员;一百多台振打按

顺序、定时、定间隔控制,避免了振打同时振打造成刮板堵塞现象,同时也减少岗位人员的操作。

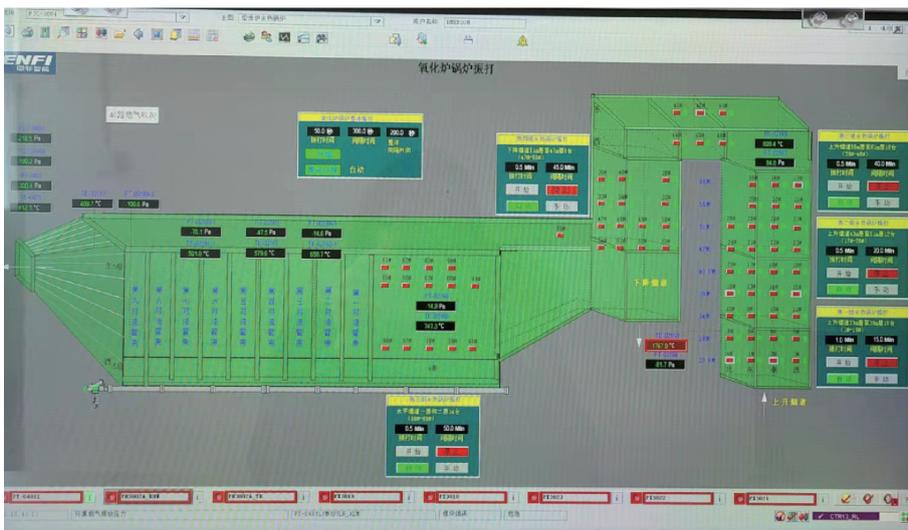


图2 余热锅炉振打定时控制和爆破清灰通讯控制画面

(2)粉煤车间 DCS 融合粉煤仓式泵、立式磨机、热风炉、定量给料机、布袋收尘器的控制,方便生产

操作,人员不需要再去现场操作单台设备,提高自动化管理水平,并减少了建设投资。

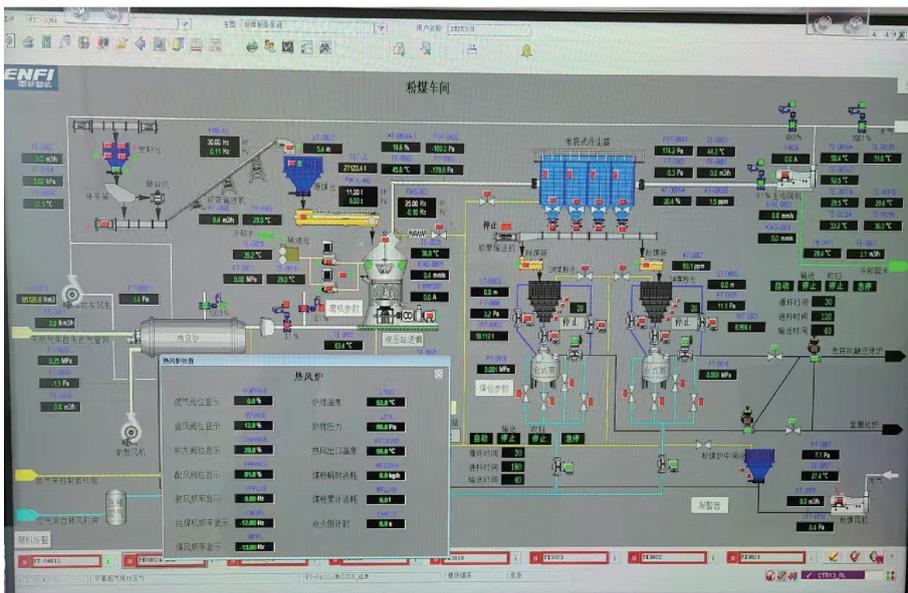


图3 DCS 融合辅助设备的控制画面

(3)液位连锁成品酸泵实现自动控制后的液位趋势,酸泵跟踪液位连锁控制,高液位启动,低液位停止,节省了人员操作、提高了安全。

(4)硫酸浓度分析仪检测值与化验分析比较
分析仪表检测正常、准确,实现了自动跟踪酸浓值进行调节控制阀门,减少了手工化验次数,实现自动化操作。

4 自动化设备优化配置后的效果

(1)一体化大型 DCS 系统的应用实现了自动化、智能化生产控制水平;达到了不同车间的工艺数据共享;并实现跨车间连锁保护;设备控制和检测点不再受区域限制,安装灵活;减少了控制室岗位人员;节省项目投资(导线用量减少、安装费减少);打破了各车间信息“孤岛”现象,实现了信息化

管理水平。

(2) 仪表设备经过优化配置,提高了整个工艺检测数据完整性、精准性、及时有效性,便于快速判断生产工艺状况、设备运行状况,实现节能降耗;减少设备故障率,提高生产率;降低操作人员的劳动工作量,减少仪表人员的维修量,减少了备品备件。

(3) 大型的自动化、智能化的优化配置应用,实现数字化、精准化的操作,年可节约成本千万元

左右。

(4) 转化了成套设备的控制技术,逐步实现在控制系统集中控制、传统设备操作转型升级。

5 结束语

企业数字化的转型升级势在必行,提升生产自动化、管理信息化,实现生产智能化决策,能提高企业效益及市场竞争力。

Automatic and Intelligent Equipment Configuration of Continuous Smelting Process Equipment

LI Yu-zhen

Abstract: With the development of digital and intelligent technology, the establishment of automation and intelligence in smelting industry is imperative. This paper expounds requirements of different parameter perception on fine selection of detection instruments used in nonferrous metals smelting environment. The DCS control system structure is of integral, large-scale and networked configuration to realize automation, informationization and intellectualization in production control and management.

Key words: large-scale network; data fusion; smelting process equipment



敬告读者

为了加快稿件处理速度,缩短稿件出版周期,方便广大作者投稿及查询稿件处理情况。本刊开通由中国知网提供的“腾云”网络采编系统,作者投稿请注册并登录本刊主页上的“作者投稿系统”进行相关操作,网址 <https://yssb.cbpt.cnki.net/>。注册登录后可以向本刊投稿并查询稿件处理状态。请勿重复注册,否则可能导致您的信息查询不完整。

本刊文章数字版可在中国知网(<http://www.cnki.net>)、万方数据知识服务平台(<https://www.wanfang-data.com.cn/>)、维普网(<http://www.cqvip.com/>)下载使用。本刊从未委托任何单位或个人组稿或代收、代转稿件,作者咨询投稿事宜请拨打编辑部办公电话 010-63936591 联系。

《有色设备》编辑部