

大型铜冶炼企业除尘设备全自动化技术的研究与应用

方项林, 周春虎, 王炜博, 吕鑫宽

(国投金城冶金有限责任公司, 河南灵宝 472500)

[摘要] 可编程控制器具有控制简单方便、可靠性高、简化电气线路等特点。针对原控制的不足及弊端, 针对传统继电器控制方式进行了优化研究。由 PLC 为核心提出控制方案, 并依据工艺需求, 设备的运行情况, 控制要求进行编程并加载运用。可编程控制系统主要由 PLC 控制箱等电气元件组成, 并能够根据生产需求灵活设置运行周期。国投金城冶金有限责任公司针对吹炼电除尘器排灰特点, 采用 PLC 控制系统代替传统的继电器控制系统。改造后该系统的改造大大降低生产劳动强度, 同时也能降低动力消耗, 增长设备的运行周期。

[关键词] 可编程控制器; 热埋刮板机; 溢流螺旋; 灰斗防闭塞装置; 阴阳极振打装置

[中图分类号] TF811

[文献标志码] B

[文章编号] 1003-8884(2021)05-0060-04

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.05.013

0 前言

随着科技的进步, 大型化工企业规模化、现代化的发展, PLC 在工业控制领域的应用越来越广。运用自动化控制的技术措施手段提高设备使用寿命, 提高自动化程度, 减少人员配置, 优化工艺指标等是必然趋势。

目前, 大量依靠继电器控制的各类设备设施仍在许多领域里广为应用, 传统的继电器控制系统必须使用大量的接触器、中间继电器、时间继电器等电器元件, 触点频繁动作, 也会因为元件的老化导致继电器接触不良, 频繁出现故障, 严重时会引起系统停产。传统的继电器控制系统在实际使用和维护的成本也比较高; 另外系统功能越多相对应的线路也会越繁杂, 在设备出现故障后, 故障排查困难, 无法第一时间消除故障, 也会对正常生产造成不利影响。

随着科技的发展, 现在一般的可编程控制器(以下简称 PLC)不仅能够灵活按需编程, 也可以实现非常复杂的控制功能。它和相同功能的继电器控

制系统比较, 具有以下优良特点: ①开发简单, 调试容易, 可以在线修改程序, 改变控制方案; ②具有一定的带负载能力, 可直接驱动一般的电磁网和小型接触器; 因为软件功能取代了继电器控制系统中各类继电器, 因此控制柜的设计、安装、接线乃至运行维护工作量都会大大减少; ③故障减少, 排除故障简单, 对生产的影响小, 使生产效率得以提高; ④PLC 控制系统通过通信联网, 实现分散控制, 集中管理等。

因此, 利用先进成熟的 PLC 控制系统技术改进由传统继电器控制系统的技术具有广泛应用的空间。国投金城冶金有限责任公司吹炼电收尘将刮板机、溢流螺旋、灰斗防闭塞装置、阴阳极振打装置控制系统开展自动化的研究与应用实践。

1 改造背景及需求

1.1 改造背景

国投金城冶金有限责任公司成立于 2013 年 8 月, 是国家开发投资集团有限公司全资子公司国投矿业投资有限公司控股投资企业。公司采用富氧底吹造钼捕金自热熔炼技术, 主要由熔炼底吹炉、吹炼炉、阳极炉三联炉, 熔炼收尘、吹炼收尘、环保收尘、精炼收尘四套收尘系统以及硫酸工段、制氧站、电解车间、阳极泥等车间组成。因工艺需求不同, 熔炼及吹炼收尘系统采用电除尘设备, 环保及精炼收尘采用布袋除尘器。由于熔炼底吹炉处理的矿源杂、处

[收稿日期] 2021-05-03

[作者简介] 方项林(1975-), 男, 河南灵宝人, 工程师, 大学本科, 主要从事有色冶炼烟气处理及污酸污水处理管理工作, 现任国投金城冶金有限责任公司环保分厂厂长。

[引用格式] 方项林, 周春虎, 王炜博, 等. 大型铜冶炼企业除尘设备全自动化技术的研究与应用[J]. 有色设备, 2021, 35(5): 60-63.

理量大,产生的烟气体量比较多,熔炼电尘采用24小时不间断进行集中排灰打包,而吹炼炉所产生的灰量较少,吹炼电尘不需要24小时连续排灰。因此对吹炼排灰控制系统进行改造。

1.2 电除尘器的优势

电除尘器是以静电除尘进行收捕烟气中粉尘的装置,是净化熔炼炉及吹炼炉冶炼产生烟气的理想设备。它的净化工作主要依靠放电极和沉淀极这两个系统来完成。在电除尘器各电场中,利用高压直流电(负高压)使气体电离,产生阴、阳离子。含尘的烟气通过含有大量电子、正负离子的电场,使烟尘颗粒荷电,在高压电场作用下,根据同性相斥、异性相吸的原理,大量的带负电荷的尘粒在收尘电极(阳极板)上沉积,放出电荷,而少量的带正电荷的尘粒在电晕极(阴极线)上沉积,达到收尘目的。利用机械振打,振打锤周期性地敲打两极装置时,粘附在其上的粉尘被抖落,落入下部灰斗经排灰装置排出机外,经过仓式泵使用高压氮气输送至白烟尘打包站灰仓,利用自动包装机进行打包回收储存。电除尘器具有除尘效率高;阻力损耗小;能处理高温烟气;运行费用低等优点。

1.3 吹炼电尘排灰原理

国投金城冶金有限责任公司吹炼电除尘器岗位的排灰系统由1台热埋刮板机、5台溢流螺旋、10台灰斗防闭塞装置、4个阳极振打装置以及8个阴极振打装置组成。在运行过程中,主要由4个阳极振打装置将阳极板上吸附的烟灰震落至灰斗内,积存灰斗中的烟灰在自身的重力以及防闭塞装置的作用下进一步将烟灰抖落到溢流螺旋设备内,螺旋内的烟尘在旋片转动的作用下进入热埋刮板机内,最终通过刮板机输送到仓式泵设备后,由氮气作为动能,将烟灰打至白烟尘打包站内进行集中包装。

1.4 吹炼电除尘器改造需求

企业的快速发展,使得设备的自动化运行势在必行。国投金城冶金有限责任公司吹炼电除尘器的刮板机、溢流螺旋、防闭塞装置改造之前的控制及操作是:原控制方式为就地/远程一对一启动方式,运行方式为连续运行,现场必须安排人员进行操作和巡检。因吹炼电除尘器处理的烟气体量并不是太大,在灰量较小的情况时,如果没及时停止设备的运行,会加大电能的消耗,溢流螺旋减速机与旋片连接处的盘根也会被磨碎变形,油杯中的润滑油变质,导致

含金物料洒落、现场环境变差、增加操作人员劳动量、设备的使用寿命缩短,同时在没灰的情况下溢流螺旋长时间的运行,绞龙抽空,大量的冷空气在负压的作用下进入系统内,经过与烟尘内的二氧化硫气体发生化学反应产生稀酸进而腐蚀设备,同时仓式泵设备也需24小时不间断进行输灰,浪费大量的电能。结合本公司生产实际,吹炼系统的生产情况总结,吹炼电除尘器收集的电尘灰每天产量2包计 2 m^3 左右,平均产量 $0.08\text{ m}^3/\text{h}$,一、二电场的产量约为 $0.06\text{ m}^3/\text{h}$,三、四电场的产量约为 $0.02\text{ m}^3/\text{h}$,其排灰系统溢流螺旋的输送能力为 $10\text{ m}^3/\text{h}$,刮板机的输送能力为 $15\sim 20\text{ m}^3/\text{h}$,在目前生产中1#溢流螺旋为间歇性开启(每班开启一次,运行10分钟),2~5#溢流螺旋及刮板机、电除尘器的阴阳极振打为常开状态,灰斗防闭塞装置运行周期为4分钟振5秒。

根据每天的产量来看,目前的排灰方式造成了极大的动能资源浪费,降低了设备的使用寿命,增加了操作人员的劳动量。为了使动能资源有效利用,达到设备使用效率的最大化,降低设备使用寿命损耗,本着不影响电除尘器的工作效率及降低操作人员劳动强度制定以下整改建议及措施。

2 改造方案要求及引用

在原有抽屉柜控制线路的基础上进行改造,改为:(1)保留原有的手动就地模式开停,便于单台设备的操作与维护;(2)在原有的基础上将吹炼电除尘的排灰系统16台电动机控制方式改为PLC自动控制、联动控制的运行方式。具体改造如下:

改造材料:一台S7-1200系列PLC控制器,型号为:1215DCDCRLY、7只直流中间继电器、7只交流中间继电器、3只微型断路器、1台220V/24V开关电源、控制电缆若干,现场配备一台操作箱。

改造方案:将吹炼电除尘排灰系统的16台设备运行方式的时间进行间断性控制;其中包括1台埋式刮板机、5台溢流螺旋输送机、10台仓壁振动器,现场操作箱配备系统运行指示灯作为显示,便于巡检人员查看,红色指示灯表示停止状态,绿色指示灯表示运行状态,操作方式分为手动模式和自动模式。手动模式:将现场各设备通过现场操作箱转换开关转至就地位置,自由按下各操作箱启动、停止按钮进行操作;自动模式:将现场转换开关包括(溢流螺旋、刮板机、防闭塞装置)转至远程位传给PLC作为

启动设备妥条件,操作人员只需要按下启动按钮,运行指示灯亮起,溢流螺旋输送机、埋式刮板机 6 台设备将进入运行状态,首次启动开机先运行 10 分钟,灰斗防闭塞装置为每一分钟从第 56 秒开启振动器,并持续振动 5 秒,运行 10 分钟后停止 16 台设备,休眠间隔 30 分钟后,再次自动进入运行状态,运行 10 分钟,依次循环,每天共运行 360 分钟。

同时将电除尘器的一、二电场阳极振打周期设置为运行 10 分钟停止 20 分钟,三、四电场阳极振打周期设置为运行 10 分钟停止 30 分钟,避免了在震动清灰过程中的二次扬尘,提高了收尘效率。

改造控制图,如图 1 所示。

改造后的优势:(1)按照图 1 所示各元件线路接好后,先用模拟软件对程序模拟进行测试,确认无误后下载至控制箱内 PLC 加载运行。从实际运行情况来看本改造方案成本低廉、简便可行、效果良好,改造时间短,未对系统生产造成延误影响;改造后的控制系统可靠性高。阴阳极振打间歇性运行,保障了电尘阻力不影响系统,使极板极线得以有效排灰,同时避免了二次扬尘,使收尘效率由 98% 提高至 99.5%。

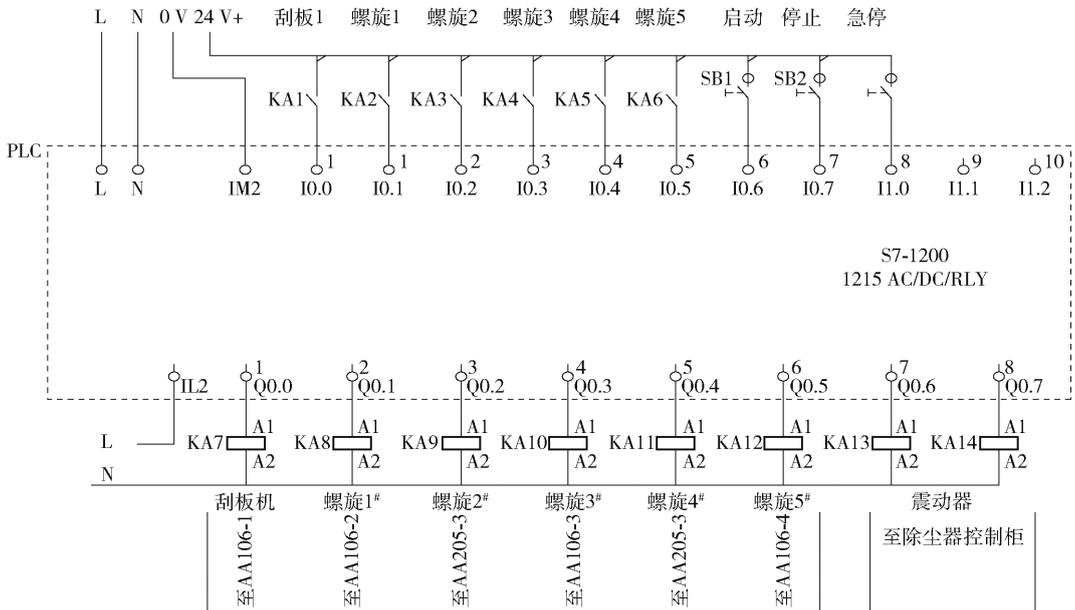


图 1 吹炼收尘除尘系统

(2)将灰斗仓壁防闭塞装置与溢流螺旋、刮板机设置为连锁状态,通过 PLC 自动控制,设置为间断运行,有效地降低了人员操作频率、劳动强度及溢流螺旋漏风率,同时降低了灰斗堵塞的概率,该项技术投入使用 12 个月,未出现灰斗堵塞等现象。

(3)设备的间断运行满足电尘灰产量有效排灰的同时,提高了动能的有效利用,同时电能的消耗降低了一大部分。吹炼除尘器改造前与改造后电量对比:

吹炼刮板机:数量 1 台、电动机 15 kW,运行电流为 12 A,运行功率约 7 kW。

溢流螺旋输送机:数量 5 台、电动机单台功率 5.5 kW,单台运行功率约 4.5 kW。

防闭塞装置:数量 10 台、振动器单台 0.25 kW,共计 2.5 kW。

阳极振打:数量 4 台,单台运行功率约 0.55 kW,共计 2.2 kW。

所有设备每小时总功率计算如下: $7 + (5 \times 4.5) + 2.5 + 2.2 = 34.2 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

全年按设备运行 330 天计算: $34.2 \times 24 \times 330 = 270\ 864 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

按市价 0.67 元/kW:计算 $270\ 864 \times 0.67 = 181\ 478.88$ 元。

改造后开 10 分钟停 30 分钟计算共计 6 h。

运行功率不变: $34.2 \times 6 \times 330 = 67\ 716 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

按市价 0.67 元计算: $67\ 716 \times 0.67 = 45\ 369.72$ 元。

结论:改造前与改造后全年(按 330 天)节约 $270\ 864 - 67\ 716 = 203\ 148 \text{ kW} \cdot \text{h}$,节约电费约 $203\ 148 \times 0.67 = 136\ 109.16$ 元。

表 1 装机功率明细表

设备名称	型号规格	数量	装机功率
电除尘器/个	50 m ² 单室四电场	1	
附:阴极振打电机/个	380 V	8	0.55 kW
附:阳极振打电机/个	380 V	5	0.55 kW
附:防闭塞装置/个	380 V	5	0.25 kW
气力输送泵/个	V = 1.0 m ³	1	
附:储气罐/个	2.0 m ³	1	
溢流螺旋输送机/台	Φ400, 输送能力: 10 m ³ /h. 输送距离: 0.6 m	5	4.5 kW
附:减速机	XWD7-87 - < 5.5 >		5.5 kW
埋刮板输送机/台	RMSM40; 链条节距: 142 mm 输送量: 15 ~ 20 m ³ /h, 运行速度: 0.1 m/s	1	15 kW
附:减速机/台	YE3-160L-4B5-15 kW	1	15 kW

(4) 此项技术改造降低了劳动强度, 之前需要 4 名人员完成的工作, 现在仅需 1 人即可完成, 减少人员 3 名, 可节约人力成本 20 万元/年。

(5) 此项技术改造缩短了仓式泵设备的使用时间, 将之前 24 小时不间断输灰变为每天仅需 1 小时输灰, 延长了设备的使用寿命, 同时在氮气使用方面也节约一大笔开支(仓式泵工作的气源动力为氮气)。

吹炼电除尘器自动化控制的改造不仅在电耗方面节约了一大笔开支, 同时也延长了设备的使用寿命。由于设计合理, 设备运行周期可根据工艺需求

进行调整, 优化了生产工艺, 因此本次吹炼电除尘器排灰系统的改造是可行的, 可以在类似企业进行推广应用。

4 结语

实践证明, 大型铜冶炼电除尘设备全自动化技术的研究与应用完全可行, 利用 PLC 在化工控制领域有着广阔的应用空间, 大力推广对传统控制方式的设备设施进行类似技术的改造, 对经济效益的提升都有较好的作用, 国投金城有限责任公司将会在其他岗位及设备继续探索。

Research on Dust Collection Equipment Automation Technology and Its Application in Large Copper Smelters

FANG Xiang-lin, ZHOU Chun-hu, WANG Wei-bo, LV Xin-kuan

Abstract: The programmable logic controller (PLC) features simple and convenient control, high reliability and simplified electrical circuit. In view of defects in the original control, studies are conducted to optimize the conventional relay control method. Control scheme is proposed with PLC as the core and programmed and loaded for application based on process requirements, equipment operation and control requirements. The control system, which mainly consists of electrical elements including the PLC control box, enables flexible configuration of operation cycle according to production requirements. As regards the dust discharge features of ESP for converting operations, SDIC Jincheng Metallurgy Co., Ltd replaces the conventional relay control system with PLC control system. The modified system substantially reduces production labor intensity, decreases power consumption and expands equipment operation cycle.

Key words: Programmable logic controller (PLC); chain conveyor; overflow screw; dust hopper anti-block device; cathode/anode vibrator

