

刍议 PLC 在钢铁冶金企业电气自动化控制中的应用

袁世鹏

(新余钢铁集团有限公司数智化部,江西 新余 338000)

摘要:为解决钢铁冶金企业生产工序烦琐、控制难度大、劳动强度高的状况,提升冶金生产自动化及信息化程度,保障生产效率及质量,本文引入 PLC 可编程逻辑控制技术,探究将其应用于钢铁冶金企业的优势,指出 PLC 技术具备体积轻便、支持定制、故障率低等特征,同时解析其硬件结构及选型要点,在此基础上归纳融合应用思路和策略,从高炉自动化、配料自动化、除尘自动化等方面进行展开论述。

关键词:PLC 技术;钢铁冶金企业;自动化控制

中图分类号:TP273

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2022)35-0103-03

0 引言

作为国民经济支柱产业,钢铁冶金生产工序烦琐、复杂,涉及的人员、机械等要素十分多样,现阶段自动化控制技术优化发展,给冶金企业的生产管理提供了极大助力,员工劳动强度降低,工艺顺序控制、精度控制都更有保障。但由于现有的自动化技术开放性较差,无法实现自发逻辑编程控制,设备性能、参数设置等很可能不符合企业实际需求,因此造成的能源浪费、效率下降等问题也普遍存在,有必要引进灵活性更高的 PLC 技术进行优化改造。

1 PLC 特点及优势

PLC 技术最早于 20 世纪中后期出现在国内钢铁企业的生产经营中,宝钢是最先引进该技术的企业,初代引进的设备数量高达 200 余台,由于采用成套购置和安装方式,因此支出费用非常高昂。至 20 世纪 90 年代以后,PLC 技术应用范围更加广泛,设计、编程方案也更加完善,在降低费用支出的同时实现了高效的自动化控制,其优势主要体现在以下 3 个方面。

(1) 体积小且安装方便。PLC 编程语言较为丰富,其中梯形图、流程图语言简单易懂,能够满足多数生产控制需求,装置体积较小且非常轻便,只需将现场设备与 PLC 对应的 I/O 接口联通即可,用其替代 PID 控制方法^[1],可以显著提升动静态属性,参数监控的处理能力也比传统的监控设备要强大,因此得到了诸多企业的青睐。

(2) 满足差异化生产需求。钢铁冶金工艺较为烦琐和复杂,钢铁原料称量、流量计算、集料比例配置等均

存在较大差异,而 PLC 采用可程序设计方式,内部配备有丰富的输出输入接口,钢铁冶金企业完全可以根据实际情况设置控制逻辑,对参数阈限、控制阀等进行灵活改进,有助于提升自动控制差异性,保障工业生产效率和质量。

(3) 降低故障发生概率。钢铁冶金生产设备多样、现场环境复杂,因此仪表系统、控制系统等很容易发生故障,而 PLC 技术提供了大量的软触点,可以显著降低磨损概率,且 PLC 硬件架构采用模块化设计方案,电源、CPU、编程器等模块相互独立,设置有配套的故障指示装置,能够明显缩减故障停机时间。

2 PLC 硬件结构及应用要点分析

PLC 技术全称为可程序化逻辑控制器(programmable logic controller),是一种内嵌微处理器的高端装置,能够在指令存储的基础上对各模块进行控制协调,其硬件结构主要分为 7 个模块,电源模块负责能源转化和供应,中央处理器模块负责指令下发、接收以及识别,另设输入输出(I/O)模块、编程模块、通信模块等,可以为装置的平稳运行提供助力(图 1)。现有的 PLC 经过长时间的发展和变革,已经具备了较为完善的技术体系,可以支持多种语言的编程需求,常见的有控制系统流程图、梯形图等,前者主要用于工序过程控制场景,后者则用于离散控制系统 DCS(distributed control system)的设计中,配合基础的语句表编程语言类型,能够为钢铁冶金产业提供更加完善的管理流程。实践中要结合工序情况对 PLC 硬件进行合理选用,根据传感器、智能仪表型号确定 PLC 端口,对控制器反应需求、

输出信号需求等进行深入分析, 并选择适配的 PLC 机型, 同时对各种语言进行搭配使用, 比如步进电机控制中可以采用 PLC 顺序控制语言, 多级分布式控制系统中则更推荐 DCS 方式, 最大限度保障自动化系统优越性。

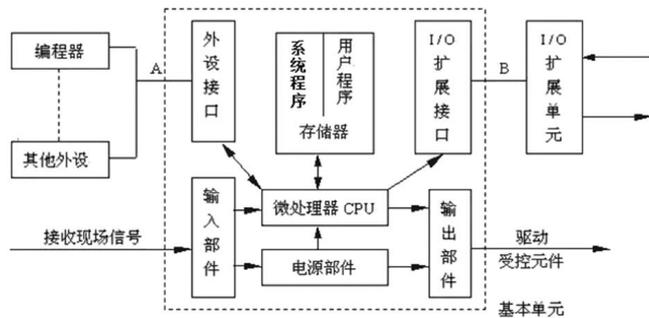


图 1 PLC 硬件模块构成

3 PLC 在钢铁冶金企业中的应用思路及方案

3.1 高炉控制自动化

高炉是钢铁冶金企业重要的生产设备, 外部以钢板作炉壳, 内部衬砌耐火砖进行防护, 按照功能种类的不同, 基本可以分为高炉本体、热风炉、喷煤系统、水处理系统以及上料系统等, 子系统之间关联十分紧密, 任何疏漏均有可能影响冶金生产质量。PLC 技术融合使用过程中, 需要处理好各模块之间的通信连接关系, 推荐采用小型 TCP/IP 以太网通信方式, 以微机联网方式在各数据服务器、工程师站、调度室之间建立沟通桥梁。其中上料系统选用的 PLC 控制器要足够灵敏, 能够连接和控制槽下运料皮带、振动筛、液压油泵等设备, 对于称量斗误差情况还能够进行微波检测和补偿控制。炉顶装料系统同样内嵌 PLC 装置, 可以控制密封阀、节流阀等, 高炉本体采用仪表控制方式, 配额传感器实时采集炉内压力、流量计温度信号, 所有数据实时传送回 PLC 装置, 内部 CPU 判别比较后控制炉顶压力变更, 参数记录还能拷贝、传回数据服务器, 按照实际需求生成历史报表和变化曲线, 为生产管理的统筹协调提供依据。热风炉系统采用两烧一送方式, 内嵌 PLC 装置对热风阀、烟道阀、冷风调节阀等进行管控, 所有控制指令建立在参数分析基础上, 管理效率和质量更有保障(图 2)。

3.2 电机变频调速与降耗增效

高炉鼓风机是冶金生产系统中极为关键的动力设备, 其运行稳定性、高效性直接影响冶金生产效率, 若鼓风机出现故障、停机问题, 将会给企业带来不可估量的损失。与此同时, 该部分也是整个高炉系统中功率载荷最大的部分, 据相关数据统计, 2019 年我国单位钢耗电量基本可以达到 474kWh/t^[2], 其中有多数能耗都来源

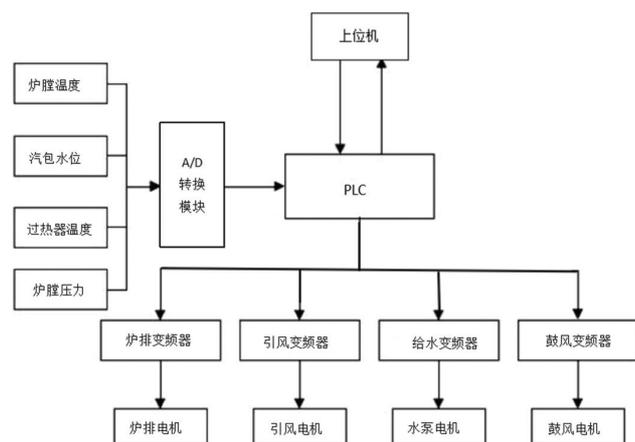


图 2 钢铁冶金高炉 PLC 自动化控制系统

于鼓风机, 因此强化电机变频调控势在必行。分析能耗问题时, 可以发现无功功率在其中扮演了极其重要的角色, 无功功率的增大不仅会影响电压, 还会导致严重的线损、变压器损耗问题, 加剧资源浪费问题, 因此设计过程中完全可以借助 PLC 装置对无功功率情况进行实时监测, 数据返回计算后生成相应的优化方案, 并将指令回馈 PLC 装置, 实现电机的变频调速与降耗增效。

此外, 钢铁冶金生产工艺中, 热轧工艺也是导致能耗急剧上升的重要诱因, 借助 PLC 技术对其进行优化改造时应当做好流程把控和针对性分析, 第一道加热炉均热工序中, 可以设置 PLC 自动调温控温程序, 通过电热偶、电控烧嘴的参数调控保障均热处理质量, 减少危险因素。第二道的高压水除磷系统中, 可以借助 HMD 探测板坯位置, 并依托 PLC 装置控制喷射阀组启闭, 最大限度保障精准性。第三道压机系统运行环节, 同样可以借助 PLC 技术对 AGC 厚度、HGC 辊缝^[3]等进行调整控制, 保证板坯加工塑性质量, 在最后的冷却、卷曲工艺中, 需要通过快冷、层流等方式对板材进行优化处理, 可以借助 PLC 技术对侧导板、助卷辊踏步等进行控制, 简化工艺的同时提升轧钢质量。

3.3 配比计算与配料调控

铁矿粉、焦炭等是钢铁冶金生产链中不可或缺的原料物资, 其供应速度、配比均会影响生产效率和质量, 传统进料场控制多依赖继电器、接触器装置完成, 其中包含的元器件种类非常多样, 接线也十分复杂, 单个部位的故障问题很容易扩散、蔓延, 造成大规模的停机隐患。PLC 技术与传统的控制装置相比, 稳定性、高效性都要更加明显, 开关动作由无触点半导体电路完成, 设备接线显著简化, 限位开关、传感器等直接与 PLC 端子连接, 即可满足联通控制需求, 内部配备的故障指示装置还能实时检测和警报, 大幅简化了故障检修工作量(图 3)。融合设计时注意做好控制需求分析,

作业流程应当具备自由选择、取消功能,支持人为远程输入指令,流程之间也要建立起互锁关系,凡是含有一个或一个以上相同设备的流水线,绝对不能同时启动,避免现场出现不同原料混合输送的情况,减少多来源原料同时汇聚可能造成的堆料、压带问题。单条流水线之中则要处理好上下游设备的联锁启动关系,防止原料已经进入但胶带机却静止的状况,减少现场堆料造成的不良影响,同时配备现场急停功能,若生产线中出现打滑、堆料等情况时,要能够及时停车并发出提示,待到上游空出并排除故障隐患后方可重新启动。

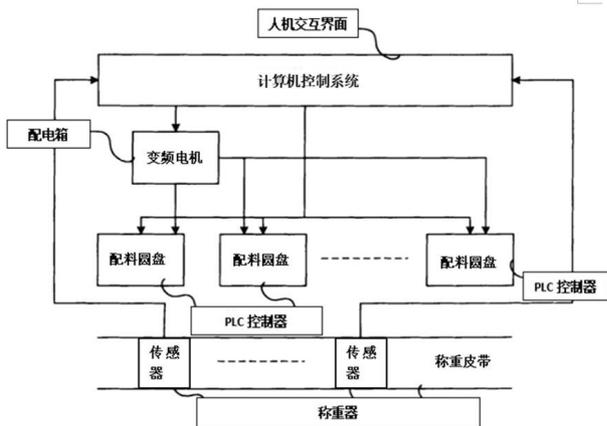


图 3 钢铁冶金企业 PLC 自动供配料系统结构

3.4 烧结除尘与炼铁除尘

粉尘污染是钢铁企业烧结、冶金生产中较为常见的污染类型,原料运输、装卸过程中会产生大量含尘废气,生产中涉及的多种化学反应还会加剧废气产生量,部分气体成分较为复杂,含有大量的氧化铁烟尘,粒度比常规粉尘小且吸附力极强,治理净化难度较高。PLC 技术的出现可以较好地解决这些问题,将之内嵌于原料准备系统中,原料从破碎、混合至筛分、运输均在监控范围之内,通过逻辑设计定时喷洒水雾实现水利除尘,筛分环节则设置密闭抽风除尘系统,传感器感应到原料运送到位后,由 PLC 负责指令下达和远程控制,另配备分散式除尘系统,可以根据实际情况选取泡沫式或脉冲式设备,与 PLC 互为配合最大限度保障除尘效果。烧结机系统内同样可以装设 PLC 装置,对烧结过程中的二氧化硫浓度进行检测,当其达到一定浓度后启动脱硫引入开关,二氧化硫经过专门的石灰石膏处理或钢渣石膏处理后,浓缩和凝练成硫酸铵,方便后期回收使用。球团竖炉、炉前矿槽等处同样可以采用类似的除尘优化技术,为企业经济效益、环保效益的提升奠定基础。

3.5 故障响应与自动停车

冶金生产现场环境较为复杂,设备连续运行时间长且工作强度大,很容易出现各种各样的故障,常见的

比如松动故障,多发于振动筛、球磨机等设备中,基础松动是其中较为典型的类别,表现为机械底部支座、承座的紧固螺栓松动^[4]、轴承外套松动等。再比如变形故障,多是由于安装、制作不当,致使轴类零件长期承受偏心应力,进而出现变形弯曲现象。此外磨损性故障也是非常多见的种类,多发于齿轮、链轮等对转零件中,其中的元部件相互接触,在长期的运行过程中发生损耗。钢铁冶金企业现场粉尘较大,酸碱环境较为复杂,设备长时间投产运营后外部密封壳很容易发生损坏裂缝情况,粉尘随间隙进入设备内部,也会进一步加剧磨损问题。故障发生后不仅会干扰正常生产秩序,造成停工降产等问题,还会带来严重的安全隐患,PLC 技术引进后,可以根据实际需求设定故障检测参数和阈值,比如动作超时判定、过动作判定等,一旦超过预设值上限即可发出警报,提醒现场人员检查定位,对于严重故障问题还可以及时停车,防止故障扩大造成高额损失或滋生安全问题。实践中也可以与人工智能技术、专家系统等^[9]联用,发生故障后 PLC 直接返回相关数据,系统后台计算分析,并得出相应的定位和检修解决方案,供检修人员查看参考,加快检修速度的同时保障流水线正常运行。

4 结语

综上所述,钢铁冶金工艺具有鲜明的烦琐性、复杂性特征,冶炼温度、压力、送料速度等均会影响冶金成效,实践中务必要给予充分重视,利用 PLC 技术对高炉装料系统、仪表控制系统等进行优化,结合高效感应、控制器改进料场供应链,同时借助 PLC 技术高端性能提升除尘系统、故障响应系统性能,完善热轧工序生产线,降低能耗的同时保障生产安全性和高效性,为钢铁企业的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 朱学森,孟超.PLC 在钢铁冶金企业电气自动化控制中的应用分析[J].冶金管理,2020(17):54-55.
- [2] 王伟哲.PLC 在钢铁冶金企业电气自动化控制中的应用[J].科技风,2020(6):118.
- [3] 陆林.PLC 在钢铁冶金企业电气自动化控制中的实践研究[J].中国设备工程,2020(1):34-36.
- [4] 王洋.PLC 在钢铁冶金企业电气自动化控制中的应用[J].中国金属通报,2019(9):67-68.
- [5] 刘星.PLC 技术在冶金自动化控制中的应用[J].电子技术,2021,50(7):128-129.

作者简介:袁世鹏(1992—),男,汉族,江西新余人,本科,助理工程师,主要从事设备点检工作。