

DOI: 10.3969/j.issn.1002-4639.2023.08.008

一种 PLC 的工业锅炉自动控制系统设计与实现

南 貌

(宝鸡职业技术学院, 陕西 宝鸡 721013)

摘要: 近年来, 工业建设随着国内社会经济水平的不断提高而迅速扩大, 为人们日常生活带来便利的同时加速了工业发展与环境保护之间的矛盾, 让人们更加重视工业生产过程中的节能环保问题。工业锅炉在我国工业生产中有着至关重要的地位, 是一种被广泛应用的热能动力设备。然而, 目前国内中小型企业所使用的工业锅炉大部分都存在自动化技术落后、生产过程安全性较低、产生有害环境废物较多等问题。针对以上工业锅炉现存的问题, 结合市场对自动控制系统的需求, 设计了一种以 PLC 为核心技术的工业锅炉自动控制系统, 通过引入新型技术将工业锅炉生产过程自动化、智能化, 增强锅炉运行的稳定性和安全性, 提高锅炉生产质量和生产效率, 帮助工业锅炉产生更好的社会经济效益。

关键词: PLC; 工业锅炉; 自动控制系统

中图分类号: TK223.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-4639(2023)08-0042-03

Design and Implementation of a PLC Automatic Control System for Industrial Boilers

NAN Mao

(Baoji Vocational & Technical College , Baoji 721013 , China)

Abstract: In recent years , industrial construction with the continuous improvement of the domestic social and economic level and rapidly expanding , for people's daily life to bring convenience at the same time accelerated the contradiction between industrial development and environmental protection , let people pay more attention to the issue of energy conservation and environmental protection in the process of industrial production. Industrial boiler has a vital position in our industrial production , which is a kind of thermal energy power equipment widely used. However , at present , most of the industrial boilers used by domestic small and medium-sized enterprises have problems such as backward automation technology , low safety in the production process and more harmful environmental waste. For industrial boiler above the existing problems , combined with market demand for automatic control system , a PLC is designed as the core technology of industrial boiler automatic control system , with the introduction of new technology to industrial boiler production process automation , intelligence , enhance the stability and safety of boiler operation , improve the production quality and production efficiency of the boiler , to help industrial boilers produce better social and economic benefits.

Key Words: PLC; industrial boiler; automatic control system

20 世纪以来, 随着经济社会的快速发展, 锅炉设备已经被应用到了现代工业的各个领域, 是许多工业发展进步离不开的重要热工设备^[1-3]。工业锅炉作为工业生产的热能来源, 整套锅炉设备在工业生产过程中负责保持较高效率、稳定安全地将燃料的化学能转化为热能, 然后将产生的热能通过转化装置变为所需的能源形态^[4]。目前国内社会的各种资源作为工业快速发展的代价被消耗, 环境资源受到很大的透支, 工业锅炉是在一次能源转化为利于利用的二次能源过程中占据重要地位的动力设备, 在为工业生产提供热能中

有着十分关键的作用^[5-6]。为保证工业锅炉能够安全、高效地投入生产, 减少燃烧过程中对环境资源的破坏, 提高资源的利用率, 需要引入自动化控制技术, 提高锅炉的控制水平, 实现对工业锅炉燃烧更加科学合理的控制。本文从这一问题出发, 基于 PLC 设计了一套工业锅炉的自动控制系统, 希望可以促进工业锅炉进一步发展, 提高其整体节能环保水平^[7-9]。

1 国内工业锅炉自动控制系统的发展现状

直至今日, 我国的主要燃料来源依旧是煤炭, 而工业锅炉中以煤炭为燃料的占有近七成的比例。近年来, 科技水平的不断提高, 自动化控制技术也逐渐成熟, 虽然这一过程提升了国内工业锅炉的控制水平, 但是国内以煤炭为燃料的工业锅炉的运行状态一直落后

收稿日期: 2022-09-07

作者简介: 南 貌(1982—), 硕士, 讲师, 研究方向为电气自动控制。

于国外的同类锅炉。国内锅炉主要存在以下几点问题: 第一点, 锅炉的实际运行效率较低, 虽然在设计方案中效率为 70% ~ 80%, 但是实际运行中一般只有 60% 左右, 相较于国外近 80% 的平均效率, 有着较大的提升空间; 第二点, 国内大多数燃煤设备的废物排放严重超标, 就目前对十八个重点城市的污染物统计, 超过一半城市的工业锅炉所造成的污染要比电站锅炉严重, 成为城市大气污染的首要来源; 第三点, 国内处于运行状态的大部分锅炉控制技术落后, 这也是工业锅炉工作效率普遍低于国家标准的主要原因^[10]。目前只有一些大型锅炉采用 DCS、FCS 等等先进技术来提高锅炉的控制水平与安全性, 但是中小型锅炉依据使用落后的控制仪表、继电器控制方式, 最后锅炉系统较低的热效率会浪费大量的环境资源。这一社会现象主要是因为中小企业无法承担大型控制系统的昂贵费用^[11]。

随着环境污染和能源短缺问题的愈加严重, 国家发展政策的改变, 需要淘汰掉过去以牺牲环境, 消耗资源来帮助经济增长的生产方式, 保证工业发展和环境保护同步进行。在这一发展趋势下, 工业锅炉的自动化控制要求被提高, 中小企业只有升级优化现有的控制技术来适应新时代前进脚步。因此, 设计一种拥有合理价格, 适用程度高, 方便使用与维护的工业自动化控制系统非常有必要。

2 工业锅炉的结构与运行过程简述

2.1 工业锅炉结构的简述

工业锅炉可以分为锅炉本体和辅助装置, 本体又可以分为锅和炉两个部分, 图 1 为燃煤工业锅炉的平面结构示意图。锅主要负责接收燃料燃烧后产生的热能, 然后传递给锅内的工质, 由锅壳、水冷壁、汽水分离装置等多个部分组成; 炉主要负责燃料燃烧, 燃烧后热能储存在燃烧所产生的蒸汽中, 由煤斗、炉膛、引风装置等设备组成^[12-13]。

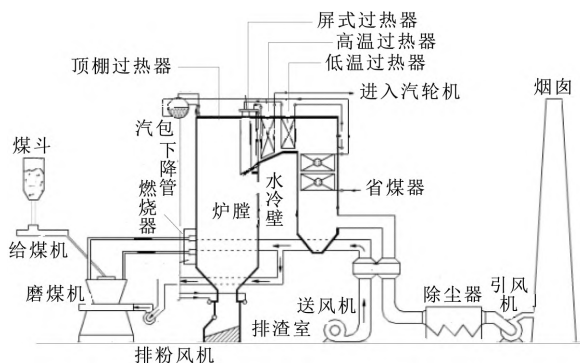


图1 工业锅炉的整体结构图

2.2 工业锅炉工作过程简述

燃料进入炉膛内部后, 在燃烧设备中充分燃烧将内部的化学能转化为热能, 再将产生的热能通过热辐射传递给锅炉的受热部分, 受热部分将热量传递给水, 水被蒸发为高温高压气体后再通过转化装置供工业生产使用, 具体的工作过程如下:

(1) 燃料燃烧: 准备好燃料放入煤斗中后, 然后由炉排将其送入炉膛内部燃料燃烧, 传送完成, 在开始燃烧之后, 开启引风装置向炉膛内部不断输送氧气, 在不断燃烧的过程中将燃烧完全的燃料移出燃烧层, 传送至压渣机, 经过压渣机处理后传送至渣斗内。

(2) 热量转化: 锅炉燃烧燃料产生后的高温蒸汽, 通过热辐射的方式与炉膛的水冷壁相互作用, 通过排风装置向上排出蒸汽, 到达水平管道后, 与热能转化装置产生热量交换。在降温的同时进行脱硫及除尘处理, 最终将符合标准的烟气进行排放。

(3) 加热汽化: 对加压泵进行加压, 将烟气中的热能向加压完毕的水中传递, 然后通过管线进行省煤器, 再次加热后与锅筒中的水一同进入下集箱中, 通过汽水分离器将饱和蒸汽与液体分离后将饱和蒸汽传送至过热器中, 再加热后传送至能量转化装置投入工业生产。

3 工业锅炉自动控制系统的总体设计

3.1 工业锅炉自动控制系统功能分析

根据目前工业发展对锅炉的需求, 设计一款主要由 PLC、温度变送器、变频器、传感器、电气控制柜等等组成的工业锅炉自动控制系统, 系统的主要功能如下:

①单动、联动控制模式, 根据锅炉实际运行状态智能调节锅炉设备的电机转速, 消除人工操作的不稳定性, 实现自动化操作。②远程控制, 保证系统可以同时支持远程控制与现场控制, 通过操作台和可编程控制器完成对整个系统的远程控制。③系统监测, 在控制系统的各节点处安装相应的传感器, 实时监测系统内不同设备的各项运行数据, 然后结合电机的工作状态进行数据分析, 最后通过人机交互平台以图表的形式进行展示。④警报功能, 对工业锅炉内的可能产生的危险部分设定报警程序, 设定工作部分的上下限范围, 一旦工作状态超出设定范围立即发出报警信号, 自动进行初步补救措施, 提高工业锅炉在运行过程中的安全性。

3.2 工业锅炉自动控制系统结构

本文采用西门子 S7-300PLC 作为下位机来进行对锅炉燃烧过程、温度水位等等的控制。将工业锅炉

自动控制系统分为管理层、现场控制层、数据采集与分析层三个部分进行设计,分别对燃料燃烧、补水泵、循环泵三个工作过程进行控制,系统的结构框图如图2所示。

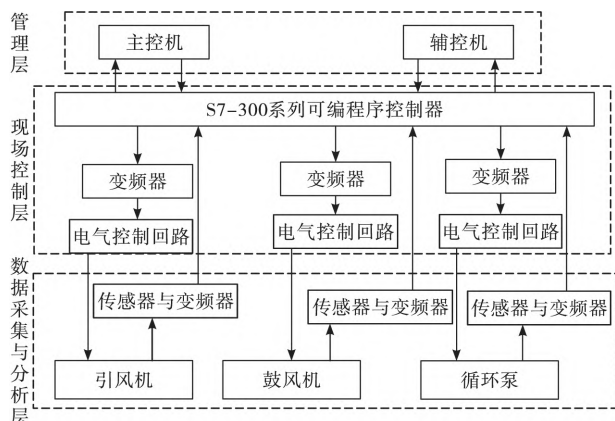


图2 工业锅炉自动控制系统结构框图

管理层即系统的上位机,由主控机与辅控机组成。为保证系统对锅炉的远程控制,在设定锅炉运行过程时采用集中监控、统一调控的远测,使用MPI多点接口连接上位机与下位机PLC^[14]。用户可以通过触控屏这一交互平台完成信息交换来实时监测现场设备的运行状态,根据实际情况及时对运行参数进行调整或及时关闭、开启相应设备。

现场控制层以西门子S7-300系列的可编程控制器作为核心,接收到上位机传来的控制指令后,由总线连接变频器和下位机,来完成对电机设备的转速调整和启停控制。

数据采集与分析层主要负责对工业锅炉工作数据进行收集、分析及处理^[15]。包括变送器采集负荷容量、回水温度、蒸汽流量等设备运行参数的收集,然后将参数转化为电流信号传送至下位机PLC将信号进行分析处理。

3.3 系统控制电路

考虑到工业锅炉在工作过程中会出现强弱电之间的隔离问题,通过编写PLC程序来完成电机、继电器、接触器之间的控制操作。在PLC输出端口与交流电接触器之间安装中间继电器,将这种方式代替传统直接与交流接触器连接的控制操作方式,提高了控制回路的整体安全性与可靠性,也增强了控制对外界的抗干扰能力。控制系统可以同时完成手动控制与系统控制,对电路进行过载、过电压、过电流等保护。综合上述所需的功能,所设计的控制电路示意图如图3所示。

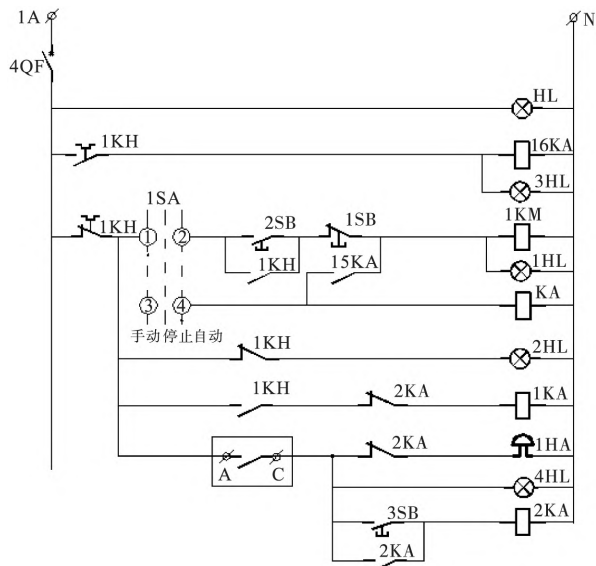


图3 系统控制电路示意图

3.4 控制系统的硬件选择

首先是主机的选择,选用双机冗余系统作为主机系统,即两台工业计算机作为主要硬件装置,分别为主控机与辅控机;其次是可编辑控制器的选择,本文采用西门子的S7-300系列可编辑控制器,这一系列的控制器由电源、CPU、信号、接口、功能、通信处理器、导轨等等模块组成,拥有编辑方式简单方便、模块化工作、强抗干扰能力、指令功能风度、维修成本低且维修方便等优点,很好地满足了中小企业对自动控制系统的各项生产需求;其次,仪表设备的选择需要能够保证控制系统可以长期稳定工作,加强所有的仪表需要进行抗干扰设计;最后是变频控制室的选择,本文采用三菱公司的FR系列变频器,该变频器具有控制功能强、通讯能力稳定、噪声小等优势。

3.5 控制系统的抗干扰设计

干扰信号大致分为四种类型:外界电源干扰、外部空间电磁辐射干扰、信号传输线干扰、数字电路干扰。综合考虑后采用出以下四种措施抗干扰:

(1) 安装屏蔽装置,使用有较强性能电源来抵御干扰,对CPU、PLC等进行屏蔽,保证电源的稳定性、可靠性及安全性。

(2) 电缆的选择,选用具有较强屏蔽性能的电缆来减少工作电缆之间的电磁干扰。在铺设电缆时,然后在电缆铺设时,分别对动力线、电源线、控制线进行配线,采用双绞线的铺设方式连接,减少系统内部工作电缆之间的干扰。

(3) 优化接地系统,接地在有效保证工作人员与工作设备的安全之外还能抑制外界对系统的干扰。为减

(下转至第61页)

碳战略”号召的积极探索实践过程;开炉过程中捅风口按炉温热量进行,有利于加风保证了气流稳定和中心气流的通畅。

参考文献

- [1] 张福明. “双碳”形势下高炉炼铁技术该如何发展. [N]. 中国冶金报 2022-1-6.
- [2] 任可飘,刘燕军,余雪峰,等. 德龙2号高炉开炉经验[J]. 炼铁 2023(1):48.
- [3] 聂正其,马群. 马钢1000 m³高炉开炉达产实践[J]. 安徽冶金科技职业学院学报 2019(3):32.
- [4] 宫文垒. 莱钢1880 m³高炉热风炉烘炉实践[J]. 山东冶金, 2019(3):4.
- [5] 葛慧超,陈红升. 矮胖型小高炉开炉快速达产实践[J]. 山

东冶金 2019(6):68.

- [6] 孙小东,何海熙,赵宽,等. 高炉炉缸长寿现状分析与技术研究[J]. 工业加热 2022(9):62.
- [7] 杨陶,刘崇,吴宏亮,等. 高炉喷吹用煤指标的冶金性能试验与研究[J]. 工业加热 2021(11):30.
- [8] 葛慧超,陈红升. 矮胖型小高炉开炉快速达产实践[J]. 山东冶金 2019(6):68-70.
- [9] 曹辉,耿磊. 日照钢铁炼铁制造部14#高炉大富氧干熄焦实践[J]. 山东工业技术 2016(17):13.
- [10] 钟星立,季林红,刘勇谋. 系统创新方法在高炉炉缸侵蚀问题中的应用[J]. 工业加热 2020(7):39.
- [11] 张锁江,张香平,葛蔚,等. 工业过程绿色低碳技术[J]. 中国科学院院刊 2022(4):520.

(上接第44页)

少输入、输出端之间的干扰,结合系统工作信号频率,根据实际情况采用多点接地或者一点接地方式优化接地系统,增强系统的抗干扰能力。

4 结 语

国内工业经济不断发展,未来会有更多的中小工业涌入国内市场,本文就中小企业的生产需求出发,基于PLC技术,分管理层、现场控制层、数据收集与分析层三个层面设计了一种成本较低,适用范围广的工业锅炉自动控制系统,在传统控制系统的基础上做了全面优化和更新,实现工业锅炉控制系统的自动化,在系统的安全性和可靠性上有了较大的提升,为中小企业节约生产成本的同时满足了其对工业锅炉自动控制系统的需求。

参考文献

- [1] 欧娟娟,段向军,王春峰. 基于PLC技术的电气设备自动控制系统[J]. 淮阴师范学院学报:自然科学版 2022 21(2):132-137.
- [2] 叶伟. 电气设备自动控制系统中PLC的设计[J]. 电子技术与软件工程 2021(19):111-112.
- [3] 周小凤. 基于PLC的锅炉自动控制系统设计[J]. 包头职业技术学院学报 2020 21(3):8-10.

- [4] 董红丽,高芳. 基于PLC的锅炉脱硫自动控制系统设计[J]. 内蒙古煤炭经济 2020(4):162-163.
- [5] 邹洪磊. 基于PLC的锅炉除尘自动控制系统设计[J]. 内蒙古煤炭经济 2020(5):167-168.
- [6] 邹雯,孔祥振. 基于PLC的机电设备自动控制系统设计与应用[J]. 电子技术与软件工程 2020(23):99-10.
- [7] 董宗哲. PLC自动控制系统的可靠性研究及设计方案分析[J]. 科技创新与品牌 2020(11):68-69.
- [8] 杨雨佳,张筱璐. 电气设备自动控制系统中PLC的设计与运用研究[J]. 内燃机与配件 2020(19):90-91.
- [9] 邹海龙. PLC自动控制技术在焦化厂煤系统中的应用[J]. 技术与市场 2020 27(8):96-97.
- [10] 尚鹏宾. 煤矿主通风机PLC自动控制系统设计探析[J]. 内蒙古煤炭经济 2020(14):32-33.
- [11] 刘平元. 互联网技术在工业锅炉远程控制领域的运用[J]. 电子技术与软件工程 2020(20):22-23.
- [12] 刘文贵. 福建省沿海区域工业锅炉执行大气污染物特别排放限值的可行性研究[J]. 海峡科学 2022(4):31-35.
- [13] 王松林. 工业锅炉运行及其烟气治理[J]. 能源与节能, 2022(1):74-75 86.
- [14] 陈坤林. 工业锅炉能效检测及工业锅炉的节能技术措施[J]. 造纸装备及材料 2021 50(11):113-115.
- [15] 刘红征,耿亚鸽. 工业锅炉外部检验中的常见问题综述[J]. 化工机械 2022 49(1):5-8.