

供热锅炉控制系统应用设计分析

李黄

重庆市建筑科学研究院有限公司

DOI:10.12238/jpm.v4i7.6145

[摘要] 锅炉是现在十分常见的热动力以及能源转换设备,被广泛的应用于工业以及民用取暖等方面。随着技术水平的不断提高,面向供热锅炉的改造已经成为现实,尤其是在 PLC 技术支持下,控制系统功能在不断完善,大大提高了对能源的利用率,避免能源浪费的同时,对环境造成的污染也更小。本文基于供热锅炉运行原理,对其控制系统应用设计要点进行了简单分析。

[关键词] 供热锅炉; 控制系统; 应用设计

Application design analysis of heating boiler control system

Li Huang

Chongqing Building Science Research Institute Co., LTD. 400016

[Abstract] Boiler is now a very common thermal energy power and energy conversion equipment, is widely used in industrial and civil heating and other aspects. With the continuous improvement of the technical level, the transformation of heating boiler has become a reality, especially under the support of PLC technology, the control system function is constantly improved, which greatly improves the utilization rate of energy, avoids energy waste, and causes less pollution to the environment. Based on the operation principle of heating boiler, the paper points analyzes the application of its control system.

[Key words] heating boiler; control system; application design

供热锅炉在长期的使用中所暴露出来的能耗高问题一直都备受关注,为了更好的实现节能降耗发展,就需要在原有基础上对改造优化,充分发挥现代化技术的优势,对运行数据进行完整可靠的采集,促进供热锅炉高效运行,使得资源利用率进一步提升。面对我国锅炉设备更新缓慢的情况,进行控制系统应用设计分析,例如自寻优控制、人工神经网络控制以及模糊控制等智能控制方法的应用,提升锅炉自动化水平,在保证锅炉较高热效率的同时,减小对环境的污染,真正达到节能环保发展的目的。

一、供热锅炉运行原理

供热锅炉又称为采暖锅炉,按照采用的能源方式不同,分为燃煤供暖锅炉、燃油供暖锅炉、燃气供暖锅炉与点供暖锅炉等,满足城市建筑热源供应需求。供热锅炉要根据设计按照既定流程操作,将燃烧材料输送到供热锅炉房并投入到供热锅炉内,调节条件确保燃料在锅炉内得到充分燃烧,过程中产生的大量热能,达到热源供应的目的。由此可见,锅炉内部燃烧效率是影响能量利用以及锅炉中供热效率的关键。在部分燃料完成燃烧后,释放的热能会在多种燃烧物的作用下形成高温燃气,包括大量的高温烟气,其会在锅炉内持续运行,在通过锅炉组件传输到各部件中,完成整个供热流程。供热锅炉的运行

简单地讲便是由高温烟气对水蒸气进行加热处理,在高温燃气持续不断供热的情况下产生水蒸气,最后由锅炉外部供热设备将其传输到采暖设备,系统供热完成^[1]。

二、供热锅炉计算机控制系统

计算机控制系统在日趋成熟,国外部分工业锅炉已经实现了分散控制系统以及现场总线控制系统的设计,相比来讲我国锅炉单机容量还比较小,在控制系统的设计上水平也更加的落后,基本上均采用的监管级与控制级,前者是用于监视与管理,空着则是进行数据采集与控制。按照机型不同,控制级可分为以下几种:

(1) 单片机系统

对单片机扩展更多接口,如 A/D、D/A 转换接口、LED 与 LCD 显示接口、键盘处理接口等,然后再利用 PL/M、C51 等应用软件,来构建功能完善的系统^[2]。比较常见的如 MCS-51 系列单片机,具有高可靠性、高集成度以及投资低等特点。

(2) PLC 系统

PLC 控制系统越来越常见,主控制器基本上均采用的是微处理器,并设置有大量的集成电路作为存储器与 I/O 接口。当前大部分的 PLC 应用的是继电器控制梯形图和命令语句,相比微型计算机的指令明显减少,具有较高的可靠性,能够良好控

制多台大型锅炉。

(3) STD 总线工业控制机系统

当前 STD 总线应用的是小板结构模块化设计, 以实现标准化。对于供热锅炉恶劣的运行环境, 系统设计时在元器件老化筛选、印刷电路板布线、电源抗干扰性等方面均采取更多保护措施^[3]。与此同时, 应用 EPROM 固化操作系统以及多种专业软件, 并配备 Watchdog 监控系统, 可保证较高的可靠性, 模块选用灵活性强, 运行维护简单, 需要投入的成本比较小。

(4) 工业 PC 系统

即 IPC 系统, 是对个人计算机的进一步改造, 无论是系统结构还是功能模块划分在工业控制中有着更高的适应性。IPC 系统有着与 PC 同样丰富的软件资源, 可以很好的满足程序设计需求。与此同时还兼备了 STD 总线工业控制机优势, 做到了模块化设计, 对于 STD 总线工业控制机的各项功能均可以顺利实现, 开发周期被大大的缩短, 整体成本更低, 对比上述三种控制系统有着更强的适用性。

三、供热锅炉控制系统应用设计方法

1. 监控系统配置

燃煤热水锅炉在我国很多地区依然在使用, 面对技术改造的需求, 需要对锅炉控制系统进行升级优化。本次所研究项目锅炉控制系统包括上位机与下位机, 利用工业以太网 TCP/IP 进行数据通讯, 其中下位机采用的是 Hp1lySys LK 系列 PLC 设备, 对锅炉运行的温度、压力以及电机频率等数据进行可靠采集, 并完成现场设备运行状态的控制^[4]。

系统主控制器对应模块是 LK202 与 LK511 型号两个, 数字量输入模块 LK610 型号两个, 数字量输出模块 LK710 型号两个。其中, 模块基本上均设计为两个背板, 一是本地背板用于 CPU 模块、通信接口模块、高数或普通 I/O 模块以及特殊功能模块的安装, 能够满足高速背板总线以及 PROFIBUS-DP 总线运行需求。另一是扩展背板, 作为通信接口模块与普通 I/O 模块的安装, 可满足 PROFIBUSDP 总线运行需求。在通信模块 PROFIBUS-DP 总线的作用下, 扩展背板实现与主背板 CPU 的数据交换。另外, 上位机采用的是 DELL 服务器, 配套使用 GE 公司 iFIX 软件, 负责系统参数设定、启停控制、报警连锁保护、历史数据查询以及报表打印等功能的实现。

2. PLC 控制程序设计

系统 PLC 控制器应用的编程软件是 HoollySys PowerPro V4, 具有非常好的功能性与便利性, 应用于 Windows 环境, 完成了梯形图、功能快图、连续功能图等不同编程语言的开发, 同时可实现相互转化与调用功能, 以及可满足在线调试、视图以及离线仿真等功能需求, 在程序运行前便可进行功能测试, 极大的提高了控制系统程序调试的便捷性。对于供热锅炉来讲, 系统内的引风机、鼓风机、循环泵以及补水泵等均为优先级控制, 分别配置有独立电气控制柜, 且控制柜中安装有启停按钮以及集中/本柜模式切换旋钮^[5]。如果是本柜模式下, 可以利用电气控制柜起停按钮来完成个风机与泵运行状态的而

控制; 如果是集中模式, 则是由上位机通过 PLC 来控制各风机和泵的运行状态。

本系统中的 PLC 程序分为自动控制与手动控制, 可通过手动切换。例如锅炉初期试运行状态下的燃烧过程缓慢, 出水温度存在着比较明显的波动, 这时就可采取手动控制模式, 待锅炉进入到稳定运行状态后, 再由手动转向自动控制, 提高炉排、引风机以及鼓风机保持较高的运行效率。

第一, 手动控制程序。设计内容包括炉排、引风机、鼓风机、循环泵以及补水泵的启停控制, 与上位机频率全部由操作人员手动输入。

第二, 自动控制程序。设计内容包括锅炉出水温度调节与经济燃烧、给水系统调节和炉膛负压调节。①锅炉出水温度调节与经济燃烧, 利用改进型 Sminth-模糊 PID 控制来调节锅炉温度, 并调节炉排运行频率将就给煤量控制在合理范围内, 并与合风-煤比自寻优控制算法配合完成对鼓风机频率的调节, 将锅炉出水温度控制在稳定状态。②炉膛负压调节。该部分控制回路设计难度比较小, 通过上位机来设定炉膛负压给定值, 检测炉膛压力通过 PID 控制器调节来对引风机频率进行调节控制, 确保炉膛负压始终保持在一定负压范围内。③给水系统调节。在循环泵的作用下实现锅炉与用户间的水循环, 如常见的工频泵。循环泵保持运行状态, 其出口母管压力不发生变化, 但管道与供热设施存在着密封不严、系统检修防水、系统漏水、用户偷水以及事故冒水等情况, 均会造成锅炉系统失水, 为避免此情况对锅炉运行状态的影响, 就需要通过对补水泵的控制完成系统补水, 维持锅炉稳定的运行状态^[6]。其中, 在循环泵出口母管压力的调解下, 可完成补水泵频率的调节。

第三, 模拟量处理程序。包括量程变换、数据类型转换以及数据公式运算等。模拟量输入、输出模块 I/O 变量是 DWORD 类型变量, 必须要先经过处理能够在 PLC 内部运算以及上位机显示, 即将 DWORD 类型处理转变为 REAL 类型或 INT 类型。同时结合传感器量程范围由专业软件来设置输入、输出模拟量量程。最后由 PLC 计算煤流量与热量, 再传输到上位机显示。

第四, 信号指示, 报警子程序。对鼓风机、炉排、引风机、循环泵以及补水泵等设备的运行状态进行实时监控, 就需要赋值到给 PLC 内部寄存器以及上位机数据链接。假如锅炉运行时出水温度存在过高与压力过低等异常情况时, 系统将会自动报警, 提醒操作人员及时处理。

第五, 连锁控制子程序。包括鼓风机与引风机连锁控制、温度超过与压力极低连锁停炉控制、循环泵连锁控制。对于供热锅炉来讲, 安全运行十分重要, 需要由系统来调节控制炉膛压力, 始终维持在负压状态, 按照程序要求必须要先启动引风机然后再是鼓风机, 停炉时则顺序相反, 先停鼓风机然后是引风机。循环泵连锁对锅炉运行状态也有着极大影响, 如果循环泵停止要求锅炉必须停止, 否则炉膛集热管水温持续升高, 最终会因为气温过高而造成汽化炸炉。根据程序设计, 出水温度超出设定值或者压力过低时, 锅炉将停止运行, 以此来杜绝安

全事故的发生。

3. iFIX 组态界面

iFIX 是一种得到广泛应用的自动化工业控制组态软件, 利用的是 iFIX 图形编辑器来对监控界面进行编辑, 同时控制和显示对象以及对数据库变量建立动态连接。且 iFIX 可提供多种图形对象与丰富的图符集, 这样就大大降低了人机界面设计的难度。此次研究的系统内, 人机界面设置了“锅炉工艺流程”与“公共水处理工艺流程”两大主控界面, 以及“燃烧自动控制调节”、“报警”、“工艺参数”、“历史趋势”等多个辅助界面。

以“锅炉工艺流程”主控界面为例, 界面内可选择的控制对象包括炉排、鼓风机以及引风机, 可对设备的启停状态进行控制。通过主控界面可以了解到锅炉运行的各项数据, 包括炉膛温度、炉膛压力、锅炉出水温度、锅炉出水流量、锅炉出水压力、炉排运行效率、鼓风机运行效率以及引风机运行频率等。并且对于炉排、鼓风机以及引风机的运行状态可以和输出集中/本柜控制方式进行动态显示, 便于根据锅炉运行需求进行灵活调节。同时, 系统内各设备的运行参数均可以在此界面进行设定, 包括手动控制和自动控制模式的切换。

与此同时, 系统设计要提高对公共水处理控制的重视, 通过合理控制循环泵以及补水系统状态, 来将锅炉出水温度控制

在稳定状态下, 避免发生安全事故。在“公共水处理工艺流程”主控界面内可以实现对各设备运行状态的控制, 并实时显示设备压力以及温度等关键数据, 便于对设备状态进行调节。

结束语:

综上所述, 供热锅炉控制系统设计是一项专业性非常强的工作, 对提高锅炉运行效率和资源利用率有着重要意义, 通过灵活选择控制方式来确保各设备保持在稳定运行状态, 避免各种意外情况的发生, 提高锅炉运行安全性, 满足城市供热需求。

[参考文献]

- [1]王朝.基于模糊 PID 集中供热燃气锅炉控制系统的设计[J].机械管理开发,2023,38(03):170-171+174.
- [2]侯燕.供热锅炉控制系统的节能措施分析[J].集成电路应用,2021,38(12):110-111.
- [3]潘明滨.火电机组锅炉控制系统的优化分析[J].集成电路应用,2021,38(11):262-263.
- [4]张变变.煤粉供暖锅炉控制系统设计及应用[D].兰州理工大学,2021.
- [5]孙晓晴.基于 PLC 的锅炉供热控制系统的设计分析[J].现代工业经济和信息化,2015,5(20):19-20+23.
- [6]徐杰.供热锅炉控制系统应用设计[D].天津理工大学,2013.