

35 t/h 锅炉 PLC 热工监控系统设计

张绍娟, 吕淑菊

(哈尔滨·第七〇三研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036)

摘 要: 介绍了伊朗 SHAZAND 电厂两台 35 t/h 锅炉热工控制系统的系统设计、所采用的 Siemens PLC 硬件结构与软件编程以及监控系统的功能。该系统具有控制功能强、可靠性高、操作方便等特点。

关 键 词: 锅炉; PLC; 监控系统

中图分类号: TK32 文献标识码: B

1 前 言

伊朗 SHAZAND 电厂的辅助锅炉的 2×35 t/h 燃油/燃气锅炉热工监控系统的设计是根据伊朗 MAPNA 电站设备成套公司制定的技术规格书的要求进行系统设计、配置。由于 MAPNA 公司及业主对监控系统的要求比一般国内同类系统高, 针对这种特殊情况, 在系统设计中尽可能采用目前该领域较先进的控制方法及高可靠性设备。控制用主机采用德国 Siemens 公司 PLC, 上位机配研华工业控制机; 变送器选用 1151 系列电容式变送器; 调节阀选用天津自动化仪表四厂生产的精小型气动调节阀, 特别是对安全运行起保护作用的燃油、燃气速关阀选用美国 Fisher 公司气动快关阀, 形成一套完整的高可靠性的锅炉及辅机的 PLC 控制系统。

2 PLC 监控系统的组成

本控制系统由两台操作员站(操作员站可兼做工程师站)、一套冗余主控 PLC 系统、一套冗余保护 PLC 系统、冗余现场总线 (PROFIBUS)、网络通讯卡及打印机等设备组成。

操作员站由一套工业控制计算机组成, 操作员可对锅炉运行工况进行监视和控制。操作员站可提供各回路的过程画面流程图、重要参数实时趋势图, 操作界面及报警显示、事故追忆、故障诊断等功能, 为运行人员提供完善的监控手段。

工程师站完成系统组态、生成与维护。工程师站上运行一套功能齐全的 WINCC 组态软件, 整个 WINCC 组态软件运行在 WIN98 图形界面下, 用户可方便地监视被控对象。为了方便报表打印, 本系统采用一台 EPSON 1600K II 打印机, 另外整个系统还配备一台山特 10 kW 不间断电源。

3 PLC 硬件配置及软件编程

整个控制系统由上位机、PLC 控制器和分布式 I/O 组成, 详见系统硬件配置图(见图 1)。

(1) 上位机系统采用两套工业控制计算机 IPC-610, 实现上位机系统的冗余控制。CPU 为 P III 550E, 内存为 64 M, 1.44 MB 软驱, 硬盘 5.1 G, 显示器为 21"彩色显示器。上位机可对 PLC 进行编程和调试, 对 PLC 现场采集的数据信息进行集中监视、记录; 上位机采用 CP5412 通讯接口, 通过 PROFIBUS 连接器与 PLC 通讯。

(2) PLC 控制器采用冗余配置的 S7-400 PLC 控制器, 实现主控系统的冗余控制; 采用冗余配置的 S7-300 PLC 控制器, 实现保护系统的冗余控制。每套系统具体配置如下:

S7-400 系统: 中央处理器 CPU: CPU412-2DP
电源模板 PS: PS407

通讯模板 CP: CP443-5 PROFIBUS

S7-300 系统: 中央处理器 CPU: CPU315-2DP
电源模板 PS: PS307

通讯模板 CP: CP342-5 PROFIBUS

(3) 分布式 I/O 系统采用 ET200M 分布式 I/O, 通过冗余配置的接口模块 IM153-3, 实现 I/O 通讯网络的冗余。具体配置如下:

接口模板 IM: IM153-3

电源模板 PS: PS307

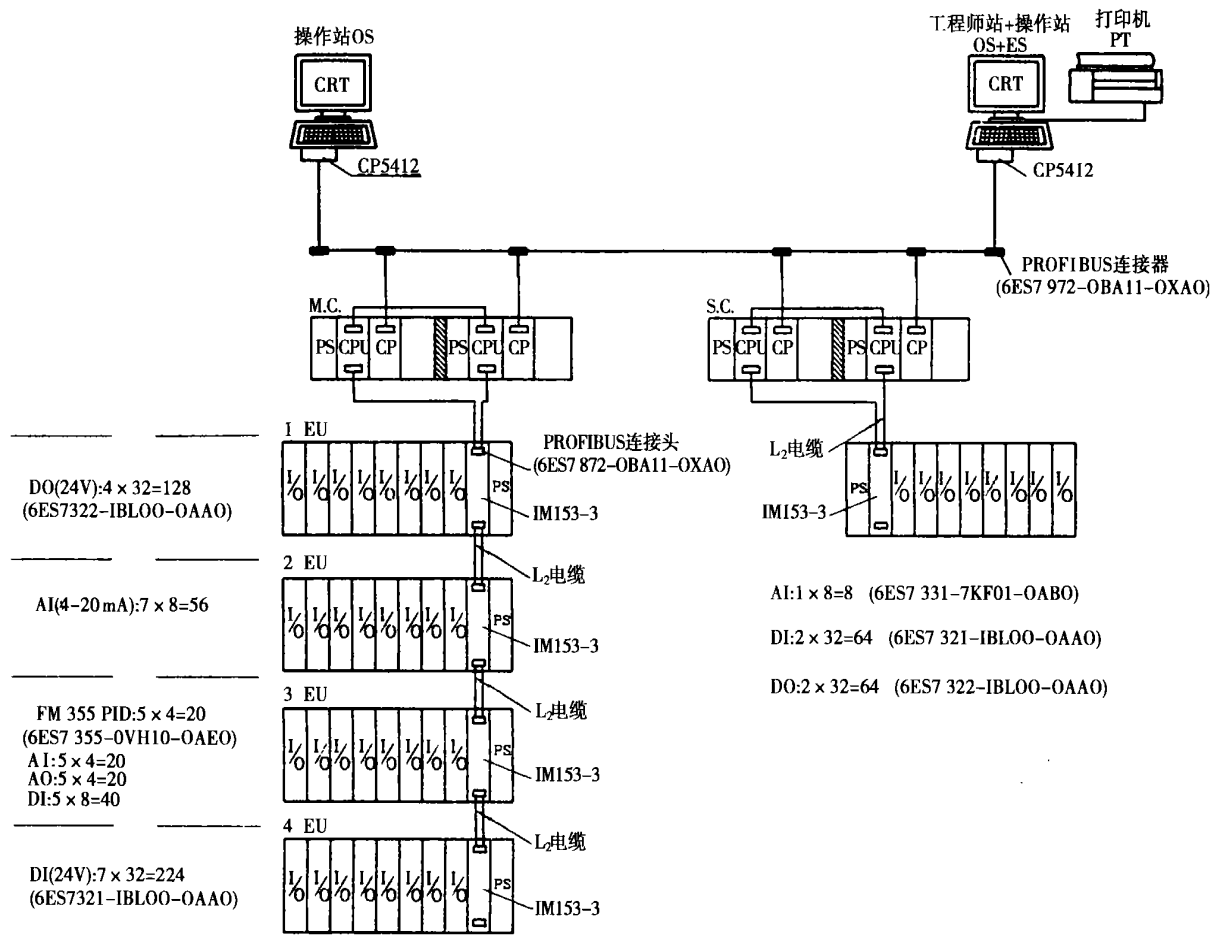


图 1 35 t/h 锅炉 PLC 热工监控系统硬件配置

- 32 点数字输入模块 DI: SM 321/32DI/ 24VDC
- 32 点数字输出模块 DO: SM322/ 32DO/ 24VDC/ 0.5A
- 8 点模拟输入模块 AI: 8AI/ 4— 20 mA/T. C 4AI/ RTD
- 4 通道闭环控制模块 AO: FM355 PID 控制器
- (4) 输入/输出点数: DI: 328 点; DO: 192 点; AI: 84 点; AO: 20 点。

(5) 软件编程。本系统选用 Siemens WINCC 组态软件, 它能够提供方便直观的图形化组态软件, 可以简单快捷地将用户的控制方案在计算机上实现。WINCC 组态软件采用 WIN98 环境下标准的窗口化、图形化用户界面。Siemens WINCC 组态软件可以根据工艺过程绘制、设计画面结构, 建立实时数据库正确组态各种变量参数、设定报警的显示与打印、设定历史趋势的显示与打印以及设定报表的打印。选用

Siemens STEP7 编程软件, STEP7 的编程有梯形图 (LAD) 和语句表两种编程语言, 我们选用梯形图 (LAD) 编程方式, LAD 是一种图形语言, 其组成元件与硬接线控制继电器元件相类似。

4 系统的自动控制、操作及保护功能

4.1 燃烧自动控制回路

锅炉为 SZS35—1.1/220—Q(Y) 型, 主燃料为轻油, 辅助燃料为天然气。燃烧器为油、气组合式燃烧器, 可分别单独燃用轻油和天然气。送风是由中心风和外围风两个独立风道挡板来调节, 燃油工况开中心风门关外围风门, 天然气工况开外围风门关中心风门。空气压力的控制是靠调节风机入口风门挡板开度来实现。

由于主油枪采用带回油机械雾化油枪, 运行时

必须保证油枪上油压稳定($P_1=3.96\text{ MPa}$),所以燃油负荷调节采用回油调节,通过调节回油调节阀开度来控制进入炉膛的喷油量。

天然气采用多枪平流燃烧,共有八只气枪满足全工况的需要。燃气负荷的调节方式采用调节炉前燃气压力来控制进入气枪天然气流量。

由于采用了功能强大的 PLC 控制系统,燃烧控制系统可以方便地应用先进的燃料—空气双交叉限制燃烧控制方式,当升负荷时,先加燃料后加风;当降负荷时,先加风后加燃料,并且燃料和风互相限制,使燃烧过程无论在稳态工况或变工况下,剩余空气系数始终控制在理想范围内,把燃烧过程控制在低氧燃烧区。

4.2 汽包水位自动控制回路

汽包水位采用三冲量水位调节方式,三个被测量包括汽包水位、给水流量及主蒸汽流量,其中主蒸汽流量经温度、压力补偿,汽包水位经汽包压力校正,将以上参数送入 PLC 处理运算,输出控制给水调节阀开度。

4.3 其它自动控制回路

除以上自动控制回路外还有除氧器水位、除氧器压力、冷凝器水位、除盐水箱水位、天然气总管压力、主蒸汽温度等回路。

4.4 锅炉辅机、阀门的控制及连锁保护

锅炉辅机的控制包括给水泵、凝水泵、除盐水泵、燃油泵、风机启/停,阀门的控制包括电磁阀、电动门、气动速关阀、电动挡板的开/关控制。以上设备的操作和执行元件均设在电机控制中心(MCC)上,在 MCC 柜上装有被控设备的操作按钮、状态指示灯及就地/遥控选择开关,当将选择开关转到就地挡时,在 MCC 柜上可实现对被控设备的操作。同时, MCC 柜与 PLC 机柜之间有信号连接,被控设备的状态及操作信号在 CRT 上以模拟图的形式显示,当将选择开关转到遥控挡时,操作人员通过菜单上操作按钮对其进行遥控操作,并能清楚地看到设备目前的运行状态。

在锅炉备用仪表盘上设有连锁保护投入按钮,当按下连锁保护按钮时, PLC 进入连锁保护程序,当某些重要参数及设备状态异常时,连锁保护系统动作。当再次按下连锁保护按钮时, PLC 自动使燃油、燃气速关阀复位,使连锁装置复位,待故障排除再点炉。

4.5 程序点火与熄火保护

每台炉设一台就地点火控制柜,点火前所必需的设备及参数条件分别送往就地点火控制柜和 PLC 机柜,在就地点火控制柜上设有就地/遥控选择开关,可实现 PLC 程序点火和就地遥控点火两种方式。当锅炉点火成功负荷达到 70%以上,操作人员确定锅炉运行平稳后,按下设在控制盘上的保护投入按钮, PLC 熄火保护程序投入工作。

4.6 连锁保护系统

本系统设定以下连锁保护项目:

- (1) 当凝水中含油量超线时,开凝水排放阀;
- (2) 当燃油温度高时,关闭加热蒸汽阀;
- (3) 当燃油压力低时,开备用燃油泵;
- (4) 当汽包水位高时,开紧急放水电动门;当汽包水位超高时,停炉;
- (5) 当汽包水位低时,报警;当汽包水位超低时,停炉;
- (6) 当给水压力低时,开备用给水泵;
- (7) 当主蒸汽压力高时,开过热蒸汽集箱对空排汽电动门。

5 技术特点

(1) PLC 控制系统的主、从式控制与两台工业控制机共同组成一个网络结构,这种集散型的 PLC 控制系统具有实时性高、运行可靠和结构配置合理的特点。

(2) 采用 Siemens 公司的流程图组态软件制作系统流程图的模拟屏(MIMIC diagram)与实际系统的构成及状态相似,形象地表示出整个锅炉的当前运行状态,形成一个友好的人机界面,使运行人员的操作方便可靠。

(3) PLC 主站及从站采用双 CPU、双电源冗余结构,互为热备用,保证了系统的可靠运行。

(4) 在锅炉燃烧调节回路中采用了先进的燃烧控制方法——双交叉限制燃烧控制方法,保证了锅炉在动态过程中燃料/空气配比合理,燃烧效率高。

参考文献:

- [1] 徐用懋,颜纶亮. 微机在过程控制中的应用[M]. 北京:清华大学出版社,1990

(何静芳 编辑)

ergy equation of an open system the authors have developed a method for measuring the concentration of pulverized coal in primary air for a boiler employing exhaust gas for transporting pulverized coal. This method has been successfully used in production practice, blazing a new path for the on-line monitoring of pulverized coal concentration in primary air. **Key words:** primary air, pulverized coal concentration, energy equation, measurement

炼油厂热动系统优化与节能改造 = **Optimization and Energy Conservation-oriented Modification of the Thermal Energy System of an Oil Refinery** [刊, 汉] / ZHANG Yan-chun, XU Hong-zhi (Department of Thermal Energy Engineering, Tsinghua University, Beijing, China, Post Code: 100084) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(5). — 525 ~ 528

The optimized configuration of the thermal energy engineering system of an oil refinery for energy savings is described. This is followed by an analysis of the low-vacuum heat supply by a steam turbine and the measures taken for the combined heat utilization of various low-temperature heat sources in an oil-refining process plant. A new turbine has been added to realize a flexible regulation of steam use, introducing a rational utilization of condensing-steam latent heat. As a result of the modification and the combined use of low-temperature heat energy significant energy savings and economic benefits have been achieved. **Key words:** thermal energy power, optimized configuration, energy conservation-oriented modification

电站锅炉热效率通用软件制作 = **Development of a Set of General Software for Calculating the Thermal Efficiency of Utility Boilers** [刊, 汉] / ZHAO Yong-gang (Inner Mongolia Electric Power Research Academy, Huhehot, Inner Mongolia, China, Post Code: 010020), REN Run-ping, ZHANG Cun-zhu (Monda Power Generation Co. Ltd., Dalada, Inner Mongolia, China, Post Code: 014300) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(5). — 529 ~ 531

Boiler thermal efficiency tests are listed among the most basic and commonly used thermodynamic tests of boiler equipment. On the basis of analyzing methods of calculating the thermal efficiency of utility boilers the development of a set of general software is expounded along with a description of its makeup. The use of this software can not only enhance the accuracy of thermal efficiency calculation for utility boilers, but also dramatically reduce calculation load, resulting in higher work efficiency. **Key words:** utility boiler, thermal efficiency, software making

35 t/h 锅炉 PLC 热工监控系统设计 = **Design of a Programmable Logic Controller-based Thermotechnical Control and Monitoring System for 35 t/h Boilers** [刊, 汉] / ZHANG Shao-juan, LU Shu-ju (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(5). — 532 ~ 534

The design of a thermotechnical control system for two 35t/h boilers installed at Iran Shazand Power Station is described along with a brief account of the employed Siemens programmable logic controller-based hardware configuration and software programming as well as the functions of a monitoring system. The control system features strong control functions, high reliability and ease of operation. **Key words:** boiler, PLC, monitoring system

波纹管容积式换热器的失效及控制 = **Failure and Control of a Corrugated-tube Positive-displacement Heat Exchanger** [刊, 汉] / YANG Guan-zhen (Wuxi Municipal Inspection Institution for Boilers and Pressure Vessels, Wuxi, China, Post Code: 214025) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(5). — 535 ~ 536
Key words: heat exchanger, failure, control

全自动双效浓缩器控制技术 = **Control Technology for Fully Automatic Dual-effect Concentrating Devices** [刊, 汉] / SHI Jian-ping, LIU Qing-ge (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036), WEI Jing-wei (Harbin Technical Institute of Electric Power, Harbin, China, Post Code: 150040) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(5). — 537 ~ 538