

# 过程控制实验平台的设计与实现

于亚利, 武 丽\*

(西南科技大学 信息工程学院, 四川 绵阳 621010)

**摘要:**针对我校过程控制实验场地、实验设备有限等问题,首先设计开发了一套过程控制实验平台。该实验平台下位机采用 S7-300 PLC 控制器,对实验对象直接进行控制;上位机选择的是 WinCC 组态软件,通过与下位机通信,从而实现了对实验对象的控制、报警显示以及实时数据的显示和记录等功能。该实验平台的实验对象主要包括高位溢流水箱和夹套锅炉,能够实现液位、流量、温度和压力等参数的单回路、串级和反馈-前馈等控制。然后通过实验平台对锅炉液位进行控制,给出了相应的控制结果。研究结果表明,该实验平台为过程系统的网络化控制奠定了基础。

**关键词:**实验平台;夹套锅炉;S7-300 控制器;WinCC

中图分类号:TH81;TP273.5

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2010)08-0036-03

## Design and Implementation of process control experimental platform

YU Ya-li, WU Li

(College of Information Engineering, Southwest University of Science & Technology, Mianyang 621010, China)

**Abstract:** Aiming at the limited experimental site and equipments in our school, the experimental platform for process control was firstly designed. In this platform, S7-300 PLC controller was used as the slave computer, which directly controls the experimental facilities. While WinCC configuration software was chosen as the host computer. Through the communication between the host and slave computers, the following functions were achieved: control of the experimental facilities, alarm information display, real-time data display and record etc. . The experimental facilities mainly include high level overflow water tanks and jacketed boilers, then, the single loop, cascade or feedback-feed-forward control of the parameters, such as the level, rate of flow, temperature and pressure were realized. Using the experimental platform, the boiler level was controlled, and the experimental results were given. The results indicate that the experimental platform lays the foundation for the network control of process system.

**Key words:** experimental platform; jacketed boiler; S7-300 controller; WinCC

## 0 引 言

过程控制系统是自动化专业的主要课程之一,它不仅要求学生掌握有关控制理论方面的基础知识,而且更重视培养学生的动手操作能力。

为了达到这一教学目标,本研究以西门子 S7-300 控制器为基础,设计开发一套过程控制实验平台<sup>[1-2]</sup>,该实验平台可以以液位、流量、温度、压力等为被控对象进行实验,能够更充分调动学生的积极性和创造性,

使学生了解当前的先进控制技术,让学生更进一步的领悟过程控制的理论和实际价值,提高学生的专业理解力和创造力,从而提高教学质量。

## 1 过程控制实验平台的总体方案

过程控制实验平台主要包括 3 个部分:上位机、下位机和实验对象。上位机(PC 机)通过串口与 PLC 控制系统连接,在 PC 机上可编写相应的控制程序、组态界面等,然后下载到 PLC 控制器中,通过通信通道、模

收稿日期:2010-01-04

作者简介:于亚利(1985-),女,河北承德人,硕士研究生,主要从事过程控制及其网络化控制方面的研究. E-mail: y\_yl\_1983@hotmail.com

通信联系人:武 丽,女,副教授,硕士生导师. E-mail: wuli@swust.edu.cn

拟/数字的输入/输出通道与现场的实验设备进行通信,实现现场设备的数据读入和 PLC 控制器信号写入,从而完成整个实验平台的运行<sup>[3-7]</sup>。该实验平台的连接图如图 1 所示。

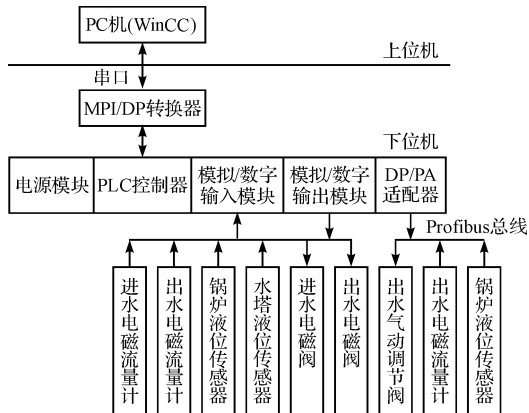


图 1 过程控制实验平台的连接图

## 2 过程控制实验平台硬件设计

本过程控制实验平台主要由 PC 机、现场的实验设备和 PLC 控制系统 3 部分构成。

(1) PC 机:主要用来监控设备的运行,其目的是进行实验,所以对 PC 机的要求不高,只要具备 Windows 2000 或 Windows XP 系统即可。

(2) 实验对象:主要包括 38 L 的高位溢流水箱和 19 L 的热水夹套锅炉,另外还有弹簧管压力表(进水压力指示)Y-100、扩散硅压力变送器(出水压力指示和锅炉液位变送)DBYG、电磁流量传感器(进水流量监测)LDG-10S、电磁流量转换器(进水流量变送和显示)LD2-4B、4.5 kW 铂电阻(锅炉水温监测)WZP-270、电动执行器 QS201、三相电机循环水泵等实验设备。

(3) PLC 控制系统:本研究采用的是德国西门子 S7-300 系列产品<sup>[8]</sup>,构成该系统的主要模块有:中央处理器(CPU)、信号模块(SM)(模拟输入/输出、数字输入/输出)、通信处理模块(CP)、功能模块(FM);辅助模块包括:电源模块(PS)、接口模块(IM),另外有占位模块及仿真模块等,采用背板总线结构,将各个模块连接机架,具体的连接方式如图 2 所示。

## 3 过程控制实验平台的软件实现

由于 PLC 控制系统采用的是西门子 S7-300 系列的设备,所以对于软件,本研究采用该公司的 STEP 7 软件包和 WinCC 组态软件。

(1) STEP 7 V5.0 支持多种 PLC 编程语言,不仅有 3 种基本编程语言 STL(语句表)、LAD(梯形图)、FBD(功能

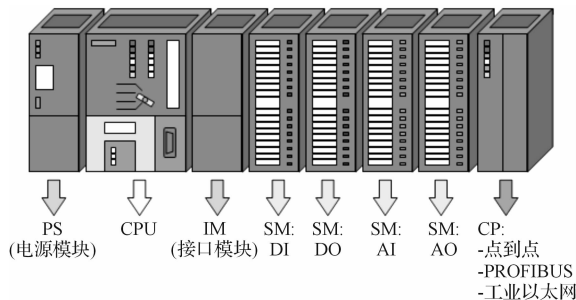


图 2 PLC 控制系统的模块连接图

块图),而且这 3 种语言可以相互转换,另外还有顺序功能图、图形编辑语言等,因而丰富了程序设计的类型,为学生提供了更广的学习空间和更大的选择空间。

在 S7-300 中笔者编写了简单锅炉液位控制程序,既可以实现对实验锅炉液位的手动控制,也可以实现 PID 控制,控制流程如图 3 所示。

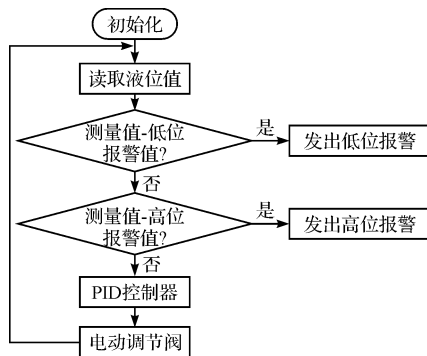


图 3 锅炉液位 PID 控制程序流程

(2) WinCC 组态软件<sup>[9-10]</sup>采用标准的数据库进行生产数据的归档,同时具有 Web 浏览器功能,能够远程浏览生产流程的动态画面,从而能够更好地调度指挥生产。该软件提供了 OLE、DDE、ActiveX、OPC 服务器和客户机等接口,能够更方便地与其他应用程序交换数据,是一款应用非常广泛的组态软件。

在 WinCC 组态软件设计中实现了实验锅炉监控的界面、变量的连接、画面的转换等等,该过程控制实验平台软件的设计主要包括登录界面、主界面、PID 控制界面以及相应的趋势图和报警界面。

## 4 系统的调试

过程控制实验平台建立之后,本研究对硬件系统进行了调试,并在通信正确的情况下,对过程控制系统的软件系统进行了调试。下面以锅炉的液位控制为例,详细介绍了过程控制实验平台的运行情况。

本研究在上位机中对锅炉的液位进行组态,将编译好的界面与下位机 PLC 控制程序进行通信,通过输入/输出模块与现场实验设备通信,实现数据、命令等

的输入和输出。

在进行实验操作时,首先进入到登陆界面,如图 4 所示。输入正确的用户名和密码后,才能进入到锅炉控制的主界面,对实验锅炉进行控制。实验锅炉控制的主界面如图 5 所示。

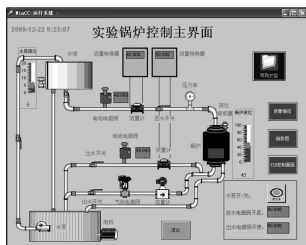
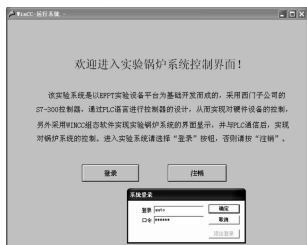
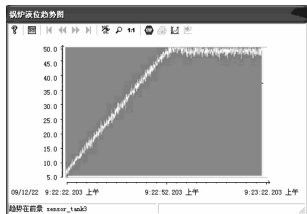


图 4 实验锅炉液位控制登录界面

图 5 实验锅炉液位控制主界面

在该主界面可以实现高位水箱和锅炉的液位控制。水泵打开之后,系统开始运行,通过改变进水调节阀、出水调节阀来控制锅炉液位的变化,监测画面上能够实时显示液位的变化情况。另外,还可以实现锅炉流量、温度以及压力等的监测,从而为学生提供了更大的锻炼空间。如果实验过程中遇到问题,可以点击“帮助文件”图标,会弹出相应的帮助文档,从而给学生以引导。实验时,首先对锅炉的液位进行了手动控制,将出水电磁阀和进水电磁阀打到一定的开度后,实时监测液位的变化和液位的报警情况(如图 6 所示)。



名称	单位	报警报警文本	报警状态
302	MPa	1.000-1.000	报警
304	MPa	1.000-1.000	报警
306	MPa	1.000-1.000	报警
308	MPa	1.000-1.000	报警
310	MPa	1.000-1.000	报警
312	MPa	1.000-1.000	报警
314	MPa	1.000-1.000	报警
316	MPa	1.000-1.000	报警
318	MPa	1.000-1.000	报警
320	MPa	1.000-1.000	报警
322	MPa	1.000-1.000	报警
324	MPa	1.000-1.000	报警
326	MPa	1.000-1.000	报警
328	MPa	1.000-1.000	报警
330	MPa	1.000-1.000	报警
332	MPa	1.000-1.000	报警
334	MPa	1.000-1.000	报警
336	MPa	1.000-1.000	报警
338	MPa	1.000-1.000	报警
340	MPa	1.000-1.000	报警
342	MPa	1.000-1.000	报警
344	MPa	1.000-1.000	报警
346	MPa	1.000-1.000	报警
348	MPa	1.000-1.000	报警
350	MPa	1.000-1.000	报警
352	MPa	1.000-1.000	报警
354	MPa	1.000-1.000	报警
356	MPa	1.000-1.000	报警
358	MPa	1.000-1.000	报警
360	MPa	1.000-1.000	报警
362	MPa	1.000-1.000	报警
364	MPa	1.000-1.000	报警
366	MPa	1.000-1.000	报警
368	MPa	1.000-1.000	报警
370	MPa	1.000-1.000	报警
372	MPa	1.000-1.000	报警
374	MPa	1.000-1.000	报警
376	MPa	1.000-1.000	报警
378	MPa	1.000-1.000	报警
380	MPa	1.000-1.000	报警
382	MPa	1.000-1.000	报警
384	MPa	1.000-1.000	报警
386	MPa	1.000-1.000	报警
388	MPa	1.000-1.000	报警
390	MPa	1.000-1.000	报警
392	MPa	1.000-1.000	报警
394	MPa	1.000-1.000	报警
396	MPa	1.000-1.000	报警
398	MPa	1.000-1.000	报警
400	MPa	1.000-1.000	报警

图 6 实验锅炉(手动控制)液位趋势图

图 7 实验锅炉液位报警信息

另外,通过主界面中的 PID 控制按钮,可以进入到实验锅炉液位的自动控制系统,该自动控制界面如图 8 所示。

在设定 PID 参数后,对锅炉的液位进行自动控制,液位的变化情况如图 9 所示。

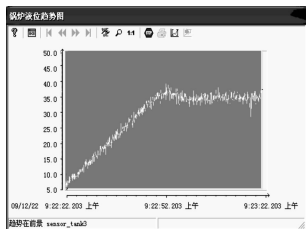
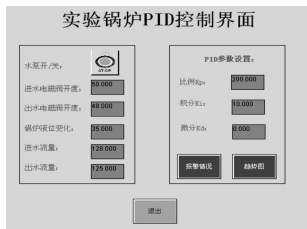


图 8 实验锅炉液位的 PID 控制界面

图 9 实验锅炉液位的 PID 控制曲线图

将相应的参数设置好后,并下载到 S7-300 中,通过控制程序作用在实验设备上,完成了实验锅炉液位的自动调控过程。在 PID 控制的实验过程中,仍然可以对实验锅炉液位的趋势图和报警信息进行监测。

### 5 结束语

该过程控制实验平台,模拟了真实的工业生产现场环境,给学生提供了最直接的操作现场和操作对象,从而提高了学生的学习兴趣,锻炼了学生的实践技能。不仅如此,该平台除了能够实现锅炉的液位控制、温度控制之外,还能实现温度、液位、流量以及压力等的串级控制,为学生提供了更广阔的实践舞台,为学生从学校到工厂环境、从理论到实践的角色转换提供了有利条件,因而在改善教学环境,提高教学质量上具有一定的实际应用价值。

### 参考文献(References):

[1] 项伟灿,张路,武传宇,等. 直插式自动焊接机控制系统的设计[J]. 机电工程,2009,26(10):52-53,61.

[2] 王万强,陈国金,张俊芳. S7-300 PLC 和 WinCC 组态软件在电厂的应用[J]. 机电工程,2004,21(7):4-7.

[3] DUMITRU I, FAGARASAN I, ILIESCU S S, et al. A modular process simulator with PLC[C]//Proceedings of the 10<sup>th</sup> WSEAS International Conference on Mathematics and Computers in Science and Engineering,2009:391-394.

[4] WANG Lan-hua, CHU Yao-ming, WANG Yung-dian, et al. Learning PLC by Using Computerized Ladder Diagrams[J]. WSEAS Transactions on Computers,2006,11(5):2862-2866.

[5] LI Peng-fei, LI Jia-kun. Application of Communication and Remote Control in PLC based on ZigBee[C]//Proceedings of the 2009 International Conference on Computational Intelligence and Security,2009:533-536.

[6] 周宇罕. S7-300PLC 和 WinCC 在钢管热处理中的应用[J]. 电工技术,2008(6):37-38;80-81,82.

[7] 罗秋芳. 基于 PLC 和 WinCC 的空调温湿度自控系统[J]. 自动化仪表,2008,29(5):45-46,50.

[8] 胡健. 西门子 S7-300 PLC 应用教程[M]. 北京:机械工业出版社,2007.

[9] DONG Nan-ping, SU Wei, ZHOU Guan-ling. Application of S7-300 and WinCC in Dense Phase System[C]//Proceedings of the 2009 Third International Symposium on Intelligent Information Technology Application Workshops,2009:352-355.

[10] 苏昆哲. 深入浅出西门子 WinCC V6[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004. [编辑:柴福莉]