

基于 PLC 和组态软件的创新实验活动

周红军^{1,2}, 陈国年^{1,2}, 陈林^{1,2}

(1 冶金自动化与检测技术教育部工程研究中心, 湖北 武汉 430081; 2 武汉科技大学信息科学与工程学院, 湖北 武汉 430081)

摘要: PLC 技术和过程控制监控软件是自动化专业实践性很强的专业课, 以实际工程项目为背景, 基于西门子 PLC, 搭建 PROFIBUS-DP 现场总线控制系统, 开展创新实验, 培养学生的动手能力、工程应用能力和创新能力, 提高教学实践质量, 适应社会对自动化工程技术人员的需要。

关键词: PLC; 组态软件; 创新实验; 教学实践

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A

Innovation and Practice based on PLC and Configuration Software

ZHOU Hong-jun^{1,2}, CHEN Guo-nian^{1,2}, CHEN Lin²

1 Engineering Research Center of Metallurgical Automation and Measurement Technology, Ministry of Education, Wuhan 430081

2 College of Information Science and Technology, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081

Abstract: The *PLC Technology and Process Control Monitoring Software* are automation courses which owing strong professional practicality. A PROFIBUS-DP field bus control system is constructed based on the real project program and Siemens PLC. The students' practical, engineering applied, and creative abilities can be developed by the creative experiments, which improve the quality of teaching practice, and then the social requirement to automation engineering technology person is satisfied at the same time.

Keywords: PLC, Configuration software, Creative experiment, Practice teaching

CLC number: TP273 **Documentcode:** A

1 引言

针对自动化专业而言, PLC技术和组态软件是内容丰富、综合性和实践性很强的课程, 传统的实践教学, 受学时数限制, 往往以验证性和设计性实验为主, 学生局限于一两个基本控制程序的编程调试, 很难形成或上升到全局工程观。如何将专业课程中基础实验的点, 通过综合实验连成线, 达到创新实验的面, 构建完整的工程观念。建立以“验证性实验-设计性实验-综合性实验-创新性实验”为特征的递进式实践教学体系^[1], 提高学生综合运用专业技术知识, 进行创新能力培养, 创新实验的开设势在必行。

为了适应自动化专业系列课程改革需要, 进一步提高实践教学效果, 培养学生的创新思维, 提高

学生的动手实践能力, 培育学生的综合工程素质, 学校一方面加大实验室投资力度, 另一方面积极开展创新实验, 并鼓励学生跨专业、跨学院进行选报。目前, 信息学院的过程控制实验室有15套高级过程控制实验装置, PLC实验室新进18套西门子CPU314—2DP系统已经安装到位并调试完毕, 为创新实验的开展提供了很高的软硬件环境。

2 创新实验平台的搭建

2.1 创新实验的选题

我校前身为武汉钢铁学院, 隶属以前的冶金部, 有很深厚的冶金行业课题背景。结合自动化专业课程的特点, 将多年的科研项目成果引入创新实验的选题, 让学生的创新思维得到展现, 综合能力得到提高, 工程素质得到培养^[2]。

PLC和组态软件在冶金、烟草、啤酒、煤炭、楼宇、公路机械、垃圾处理、水处理、热电厂、煤气处理、锅炉、码头输送等行业有着极为广泛的应

基金项目: 湖北省教育厅重点基金项目 (D20061102)

作者简介: 周红军 (1972-), 男, 讲师。主要从事计算机应用、过程控制等教学科研工作。电话 027-62820041, E-mail: zhj473@163.com

用^[3]，结合我校的特色以及课题组多年科研项目，决定选择有代表性的几个实例供学生创新实验参考。分别是：炼钢厂定氧加铝控制系统设计，焦化厂集气管压力控制系统设计，中板厂浊环水处理控制系统设计、轧钢厂轧线控制系统设计，加热炉控制系统设计，焦化厂推焦信息远程监控系统设计，高炉通风除尘控制系统设计。

从选题的内容可以看出，很具有我校冶金特色，通过实际的设计锻炼，可以使学生了解冶金在国民生产中的地位和作用，深刻理解冶金行业对自动化工程技术人员的素质要求，了解所从事行业同国外先进技术之间的差距，对树立学生强烈的社会使命感具有一定意义。

2.2 PLC和组态软件的选取

PLC在我国也有很多的品牌，有西门子的S7系列、三菱、欧姆龙、施耐德、AB、GE等等^[4]，这里就选用西门子的S7系列PLC作为创新实验的对象。一方面，实验室有此设备支撑，另外，它也是目前在我国使用最广泛的PLC。

组态软件，目前我国工控市场上，用的广泛的国外软件有西门子公司WinCC、Wonderware公司的Intouch，Intellution公司的iFix，Rockwell公司的RSView等，国内软件有组态王、MCGS、FameView、力控等^[5]。综合考虑，兼取国内外代表性软件，创新实验的组态软件就选取FameView、组态王和WinCC。

在课程教学中，用的是国产Fameview软件，它只有四十多兆，安装快且计算机不用重新启动，特点是与控制设备通讯速度很快、报表功能简单强大。在创新实验中，选用该软件，学生用起来会得心应手。WinCC作为西门子公司优秀的HMI产品，在厂矿企业中有着广泛应用，创新实验的下位机是S7系列PLC，选用WinCC更是理所当然。

2.3 硬件平台构建

以实际的集气管压力控制系统项目为背景（该项目2003年获贵州省科技进步二等奖），进行该硬件系统构建。

(1) 主要硬件配置

S7-300系统：CPU315-2DP，CP343-1，SM321，SM322，SM331，SM332，CP5611及附件等；

S7-200系统：CPU214，EM231，EM232，EM277，PPI电缆及附件等；

ABB变频器：ACS800实验箱，含Profibus-DP

总线模块和控制电机；

过程控制实验系统：华晟A3000系统（含西门子MM420变频器）。

(2) 控制系统说明

整个系统可由三级控制系统和两级通讯网络构成。三级控制系统由高性能工业控制计算机（人机接口HMI）、基础自动化系统（可编程控制器PLC）和变频器（ABB）组成，分别完成不同的控制功能。两级通讯网络是HMI与S7-300PLC主站，S7-300PLC主站与远程S7-200从站和ABB变频器之间通过Profibus-DP现场总线进行通讯，实际集气管压力控制项目采用的就是这种总线控制模式。这里，又添加了CP343-1以太网模块，可以让学生同时也学会使用上下位机以太网通讯方式，控制系统结构如图1所示，控制柜实物见图2所示。

变频器实验箱和华晟A3000过程控制实验系统是PLC的两类控制对象。前者是传动控制练习，学习变频器设置、就地和远程控制等；后者是过程控制练习，A3000系统可以对温度、压力、流量、液位等过程参数应用多种控制策略进行控制，可以满足《自动控制原理》、《过程控制》、《自动检测技术与传感器》、《计算机控制》、《PLC技术》等自动化多门专业课程的实验教学，开设包括对象特性研究、位式控制、程序控制、PID控制、串级控制、前馈控制、滞后补偿控制、解耦控制等经典控制。也可以为科研人员提供一个研究平台，进行高级的控制理论研究，例如推理控制、预测控制、自适应控制、专家系统、模糊控制、神经网络控制^[6]。除了满足教学和理论研究之外，该系统全部使用工业现场使用的设备，可以改变学生“看得多，做的少”的模式。

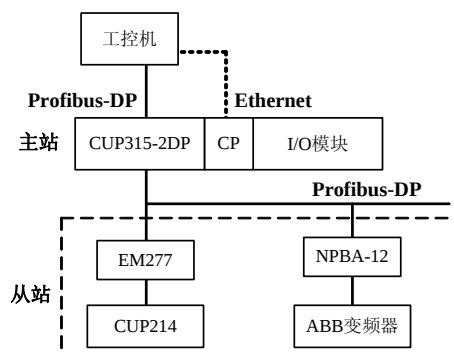


图1 控制系统结构图



图2 PLC柜及过程控制实验装置

通过这个实验平台的搭建,一方面,学生可以进行S7-300, S7-200, 变频器, 组态软件的单独培训和实验;另一方面,可以构建完整的以太网及现场总线系统,以实验装置为对象,模拟现场控制设备,建立工程概念^[7]。

3 创新实验的内容实施

创新实验平台涉及了逻辑控制、过程控制、传动控制,包含了工业以太网技术、现场总线技术等许多先进的控制方法和手段,内容烦杂,知识涉及面宽^[7]。考虑到实际工程的复杂性,学生当前所掌握的技术程度,以及设计任务学时数的限制,设计任务的难易度要认真把握。既不能太简单,使设计任务流于形式,也不能太复杂,让学生高不可攀,没有成就感,积极性受打击。基于此,就前面所提到的几个系统设计,来源于实际科研项目,进行大量简化。结合PLC和组态软件专业课程的知识重点,穿插进设计实验中,达到理论联系现场实际,培养初步工程概念和综合运用能力,提高创新思维的目的。

有了好的项目背景,有了硬件系统平台,有了难度适中的设计选题,下面就是如何去具体实现了。简单说,就是指导老师的引导和学生的独立实践。注意,这里强调老师的是“引导”,而不是“教”;学生是“独立”,而非老师说该如何做,要充分发挥学生自己的主观能动性。

为了有效提高学生设计能力,避免学生少走弯路,决定将课题设计简单分解,采用“演实例、分阶段、按步骤”的方法,循序渐进,完成创新设计任务。

3.1 实例演示和讲解

首先把所做过的工程项目都做成演示录像,一方面是项目交工前进行现场培训,另一方面也是准

备把它引入课堂教学,让学生了解工业过程现场控制。在工程实例演示过程中做好如下工作:

3.1.1 简单工艺介绍

以进出水液位升降控制系统设计为例,演示录像的整个过程,就相当于把现场直接搬到屏幕上,学生能在尽可能短时间内了解工艺现场,理解控制过程,明白控制要求,需达到的控制效果。同时在操作演示时,提出问题:整个上位机界面由几个画面构成?主工艺画面一般包含有那些内容?要达到什么样的控制效果?控制变量点数如何统计?下位机PLC硬件配置如何选择?流程图应该怎样构建?软件编程如何实现?等等,目的是使学生建立一个全局工程观,了解工程设计流程。

项目演示中,通过按钮的动作,阀门的状态,变量的变化以及构件的动态效果等,使学生深刻了解工艺过程,明白要完成的任务。图3为液位升降控制系统工艺流程图。

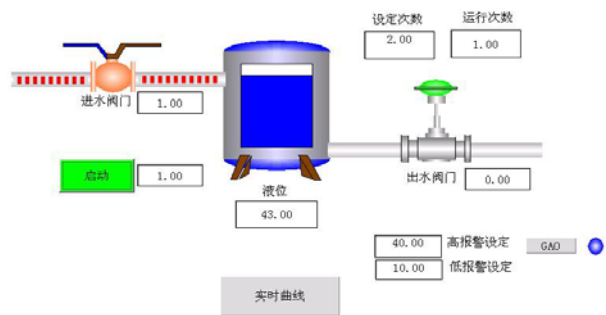


图3 液位自动升降系统演示

3.1.2 简单小结

下位机PLC包含内容:

- (1) 信号列表: 控制变量数量及定义, 上下位机通讯变量及数据格式;
- (2) 硬件选型: 根据通讯方式和变量点数选择各个相关模块(如电源模块、CPU模块、DI模块、DO模块、AI模块、AO模块等);
- (3) 硬件组态: 变量地址分配、参数设置等;
- (4) 软件编程: 流程图构建、结构化程序、软件调试等。

上位机组态画面设计一般包含的画面内容及功能简介:

- (1) 工艺流程画面: 在计算机屏幕上直观、形象、动态显示整个生产过程, 包含有现场设备布局、工艺管道走向、生产数据显示等;
- (2) 实时曲线: 显示被控变量的实时趋势;
- (3) 历史曲线: 查询被控变量的历史趋势;
- (4) 报表: 按照要求的表格方式, 显示、存储、

查询、打印数据报表;

(5) 报警: 提示操作人员系统的工作状态。

3.1.3 工程设计进程说明

讲解设计、施工、调试、交工等注意事项, 让学生学习合理安排工程设计进度, 了解交工资料等方方面面的事项, 对学生进行工程素质锻炼。

3.2 科目训练和实施

在设计开发过程中, 由简入繁, 逐步增加功能难度系数。把设计任务简单分解成“基础科目练习——综合科目训练——创新科目实现”三步走。

第一阶段: 基础科目练习。以 PLC 为例, 时钟脉冲序列电路程序, 方波电路程序, 自锁电路程序、互锁电路程序、闪烁电路程序等, 这些基本电路程序要一一编程调试过关。实际上, 任何复杂的逻辑功能电路, 都可以找到基本电路的缩影。只有牢固掌握好这几个基本电路程序, 充分把握好逻辑时序, 才能灵活运用, 编制出功能复杂的逻辑程序, 满足控制系统任务要求。

第二阶段: 综合科目训练。就是组态软件与 PLC 简单联动调试训练。以前组态软件和 PLC 课程实验、设计, 都只是进行各自的编程调试, 不考虑上、下位机变量间的相互通讯连接。现在, 作为一个完整的控制系统, 就要对二者进行联动编程调试。

实际生产过程中, 组态软件的运行, 是要和底层的控制设备打交道, 所以上位机(组态软件)和下位机(PLC)彼此之间有数据的通讯往来。训练时, 只选用有代表性的四种变量即可, DI(开关量输入)、DO(开关量输出)、AI(模拟量输入)、AO(模拟量输出)。通过四类变量上下位机的读写操作, 深刻理解组态软件与 PLC 之间的数据交换。

通过综合科目训练, 学生一方面巩固了 PLC 课程, 了解了西门子 PLC 的编程方法, 锻炼了 PLC 的实际应用能力; 另一方面, 深刻体会了组态软件与 PLC 的工作方式一样, 都是循环扫描工作方式; 同时, PLC 的编程逻辑, 对组态软件的功能逻辑也有很好的借鉴作用。

第三阶段: 创新科目实现。也就整个工控过程从设计、编程、调试的实际实施过程。学生根据实验室所提供的设备, 进行 S7-300 系统设计, S7-200 系统设计, 从简单到复杂, 最后实现主从站总线系统设计, 以及以太网通讯系统设计等。学生的创新思维重点就体现在编程、调试过程中。图 4 和 5 是学生所完成的工程画面设计。

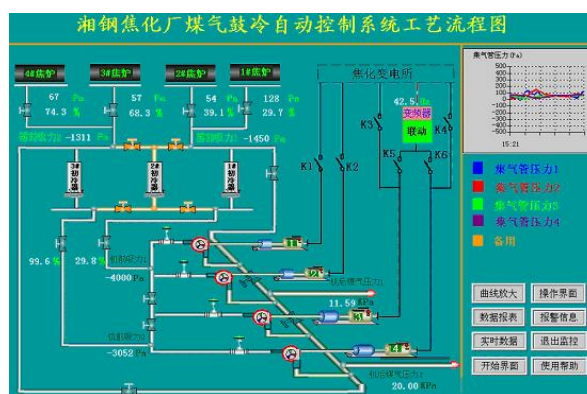


图 4 集气管压力系统设计界面

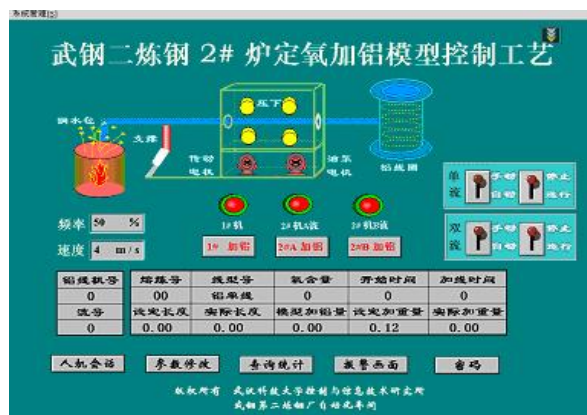


图 5 定氧加铝系统设计界面

4 结语

总的来说, 通过“具体工程实例演示——阶段练习步骤讲解——学生创新设计”, 会取得很好的教学效果。学生不服输的劲头以及啃硬骨头的精神在实训中得到体现, 学生的工程概念, 应用能力和创新能力得到了较好的展现和培养。尤其是学生在实验设计过程中所表现出的自信心、进取心、好奇心和求知欲望以及独立思维能力、逻辑判断能力和举一反三、触类旁通的能力恰恰是创新人才所应具备的素质。通过教学方法和手段不断革新, 以及创新实验的深入开展, 学生的工程应用能力和创新能力必将得到更好地培养, 使学生尽快完成从学校到社会角色的转变, 打下坚实的基础。

参考文献

- [1] 顾桂梅. 加强 PLC 实践教学改革培养高素质创新型人才[J]. 自动与仪器仪表. 2007(2): P73-75.
- [2] 陈语林. 改革实验教学方法培养学生创新能力[J]. 实验室研究与探索, 2003(4): P30-31.
- [3] FameView 组态软件手册[M]. 北京杰控科技有

限公司，2006. 6.

- [4] 杨广才，张丹. 组态软件在 PLC 实验系统中的应用[J]. 苏盐科技. 2006(12): P17-19.
- [5] 林伟. 浅谈组态软件发展趋势[J]. 自动化博览. 2003(1): P45-46.
- [6] A3000 过程控制实验系统实验指导书[M]. 北京华晟科技有限公司. 2007. 8.
- [7] 傅雯. PLC 的控制技术实验系统的开发与应用[J]. 河海大学常州分校学报，2006(3): P65-67.