

基于 PLC 的自动入库系统实验设计

张 颖, 孙桂玲, 程如岐, 张 维

(南开大学 电子信息与光学工程学院, 天津 300071)

摘 要: 结合可编程控制器 (PLC) 应用与实践课程的教学特点和要求, 以“跟踪新技术、强化创新力”为主导思想, 始终强调“做中学, 学中做”, 基于西门子 S7-1500 和 S7-1200 控制器, 建设自动入库模拟实验平台。针对课程的实验内容和实验形式进行改革, 设计完整的 PLC 自动入库系统实验。对提高学生的动手能力与解决 PLC 实际工程问题的能力具有良好的效果, 具有一定的实际应用价值。

关键词: 可编程控制器; 自动入库系统; 实验教学

中图分类号: TP311; G482 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-4305.2017.06.016

Design of automatic warehousing system experiments based on PLC

ZHANG Ying, SUN Gui-ling, CHENG Ru-qi, ZHANG Wei

(College of Electronic Information and Optical Engineering, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: According to the teaching characteristics and requirements of PLC application and practice courses, as the dominant ideology of “following new technology, strengthening innovation”, always emphasizes “learning by doing, doing in learning”, based on SIEMENS S7-1500 and S7-1200 controller to construct a new automatic warehouse simulation platform. The content and form of the experiment course were reformed, and the complete experiment of PLC automatic warehousing system was designed. It has good effects on improving students’ practical ability and practical ability to solve practical engineering problems of PLC, and has certain practical application value.

Key words: programmable logic controller (PLC); automatic storage system; experimental teaching

可编程控制器 (PLC) 是现代工业自动化控制系统的主导控制产品^[1], 它与机器人、CAD/CAM 统称为工业生产自动化的三大支柱^[2], 其功能强大、可靠性高^[3]、应用广泛、使用方便等优点已被各行各业工程技术人员所广泛认可^[4]。PLC 原理与实践课程, 是电子类专业一门通过讲授生产机械控制方

法来训练学生分析^[5]、思维能力的、实践性很强的专业课^[6], 所学的理论课程, 最后必须以具体的控制系统的构成, 才能得以应用, 因此, 实验课程设计等实践性教学环节在整个教学过程中占据极其重要的位置^[7]。

以西门子 S7-1500^[8] 和 S7-1200^[9] 控制器为核心, 基于 JL-MSP-02 平台, 设计 PLC 自动入库模拟实验平台, 并着重对该平台在 PLC 原理与实践这门课的实验教学内容和形式上进行设计和改革, 重视基本技能训练、重视知识面拓宽、更着重学生系统设计的能力和创新能力培养。并且在实验教学中, 采用教、学、做相结合的教学模式, 运用实际演示与动手实践相结合的教学方法, 边讲授、边演示、边操作, 使学生尽快掌握 PLC 应用系统的设计技能。该实验内容由浅入深, 从基本原理过渡到 PLC 应用系

基金项目: 天津市高等学校本科教学质量与教学改革研究计划项目“电子信息类本科课程体系优化及教学新模式的研究与实践”(项目编号: 171005501C); 天津市科技支撑计划重点项目“果蔬冷链保鲜流通物联网支撑技术的研发”(项目编号: 15ZCZDNC00240); 天津市光电传感器与传感网络技术重点实验室项目; 南开大学自制实验教学仪器设备项目“信号与系统实验与分析平台建设”。

统设计,从指令学习、简单编程过渡到 PLC 应用程序开发,使学生能够逐渐将设计和软件开发结合在一起,具备设计一个可用于实际的 PLC 应用系统的能力。

1 基于 PLC 的自动入库实验平台总体设计

传统的以实验箱为基础的 PLC 实验教学,只注重对于基本原理与指令的验证^[10],缺乏学生的实践性参与,创新的实验平台需要满足本科及以上层次教学与创新的要求,基于 JL-MSP-02 的 PLC 自动入库实验平台,将 PLC、入库单元、装配分拣、触摸屏等模块综合组配,通过博途 TIA portal V13 编程软件仿真和 WinCC 组态软件监控,实现入库系统的实验教学。

硬件结构主要由推料气缸及推料平台、步进电机及两轴滑台、立体仓库、检测开关、警示灯及气源处理组件构成。以西门子 S7-1500 和 S7-1200 为控制核心,集成气动电磁阀组驱动,推料平台上的检料开关检测到物料时,PLC 程序驱动搬料机械手把物料依次推入仓库。图 1 是 PLC 自动入库实验平台的硬件结构。主要包括步进电机、推料气缸、限位开关、检料开关等硬件模块,表 1 描述了这些主要硬件的功能和原理。



图 1 基于 PLC 的自动入库实验平台硬件结构

图 2 为整体实验系统的结构功能,可划分为如下三大层次,即执行、监控以及控制层。就其监控层而言,属于综合管理系统,涉及到信息、通信等多个部分。就界面显示方面,通过 WinCC 组态软件的运用,完成监控、操作。WinCC 监控系统功能如下:

(1)可监控入库系统所有设备的状态;对升降机等设备工作状态进行实时显示。

(2)可针对设备传感器进行监控,实时对相关位置传感器的工作状态进行显示,并通过约定形式

来显示工作状态。

表 1 基于 PLC 的自动入库实验平台主要硬件模块功能

主要硬件	功能描述
步进电机	采用步进驱动器控制,通过螺纹丝杆精确拖动存储机械手到指定的存储位进行推料入库
推料气缸	双作用气缸由一个二位五通单向电控阀控制,用于控制推料入库动作
限位开关	为扁平式接近开关,主要为 PLC 提供一个输入信号。在运行过程中起到硬限保护作用。只要触到限位开关,PLC 接收到信号,该装置将停止所有运行动作
检料开关	检测到物料开关为光电漫反射型传感器,主要为 PLC 提供一个输入信号,如果检测到物料信号,机械手进行搬料入库动作

(3)库存状态显示,实时对库位存放与否、统计剩余库位等进行显示。

(4)库存信息管理,登记存取信息,依据表格方式来登记存取的时间、位置、日期等信息。

(5)出错报警。依据表格形式,对出错点进行提示。主要包括报警日期、地点等。

(6)手动操作。结合 WinCC 按钮,手动分解系统的功能。

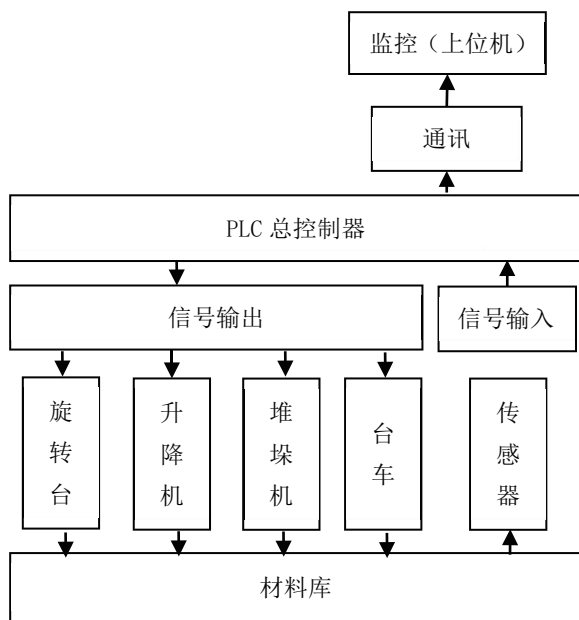


图 2 控制系统结构图

2 PLC 自动入库实验平台的实验课程设计

以“跟踪新技术、强化创新力”为指导思想,始终强调“做中学,学中做”,追求实践教学和理论知

识一体化,重点突出技术应用的能力培养。因此在教学形式上,采用学做一体模式和任务驱动模式,将课堂搬到实验室,实现理论与实践教学交融并进,创建模拟仿真与真实生产环境相结合的学习氛围,不断提高学生分析和解决实际问题的能力。自动入库实验部分的实验教学主要遵循如下实验目的:

(1)了解 S7-1500PLC 的硬件及外部接线,掌握 S7-200PLC 的软件及常用指令。

(2)掌握 S7-1500PLC 的编程软件及编程与仿真方法。

(3)掌握 S7-1200 控制步进电机的方法以及工艺组态。

(4)掌握 S7-1500 与 S7-1200 通信方法。

(5)学习并掌握功能顺序图的程序设计方法,会应用该方法解决实际工程问题。

(6)熟练掌握梯形图的编程与调试方法。

为了达到实验教学目的,根据循序渐进的原则对实验内容与学分分配进行了重新梳理与规划,表 2 描述了该部分课程的具体实验安排。

表 2 自动入库系统平台实验课程具体实验安排

序号	教学内容	所占学时
(1)	S7-1500 与 S7-1200 通信仿真与实验	2 学时
(2)	S7-1200 步进电机的控制以及工艺组态实验	2 学时
(3)	物料检测与气缸控制实验	2 学时
(4)	综合自动入库实验(自主设计)	2 学时

3 综合自动入库实验实例

为了激发学生自主创新意识,提高自我动手能力,以平台为基础设计了综合自动入库实验,该实验为项目驱动形式,要求学生应用顺序功能图的程序设计方法完成系统的控制要求,并用梯形图的方式完成编程,实现在线控制。系统的主要要求为:初次上电后自动复位到初始位置等待物料到达,当推料平台上的光检料开关感应到有物料时,PLC 程序驱动步进电机拖动两轴滑台运动到指定的仓库口处,气动推料气缸得电后,使物料进入仓库内。当仓库料满时,按下清零按钮即可使机械手复位,下次动作又将从第一格开始放料。

培养学生具备专业的设计方法和流程,提高设计效率,首先根据设计要求确定功能要求图,如图 3

所示。

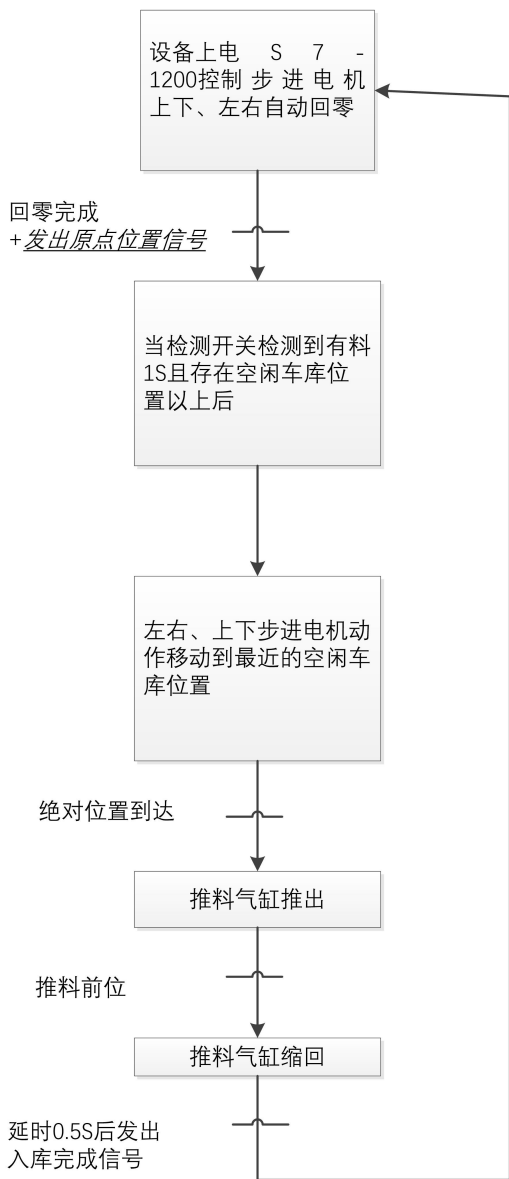


图 3 自动入库平台功能要求图

在系统平台中,S7-1500 用于检测外部信号输入,并进行综合逻辑判别,然后根据库存情况向 S7-1200 发送电机控制指令。S7-1200 主要用于双电机的工艺控制与电机的初始化。而该实验的难点就在于横竖两级电机的控制逻辑以及 S7-1200 和 S7-1500 的通信逻辑,要求学生特别注意。图 4 和图 5 分别为根据功能要求图和 S7-1200 及 S7-1500 的功能分工画出的顺序功能图,再运用起保停法将顺序功能图转换为梯形图,从而实现控制功能。

系统初始在 origin 横向位置,延时一秒后向 1200 二号发送到达原点横向位置指令,延时一秒后查看寄存器,搜索最近的空库,移至搜索到的空库对应的横向位置,延时一秒,向 1200 二号发送到达目标库

横向位置,在该库对应寄存器上置位。1500 控制推料气缸推出,延时一秒,控制推料气缸收回,延时一秒,向 1200 二号发送入库完成指令。

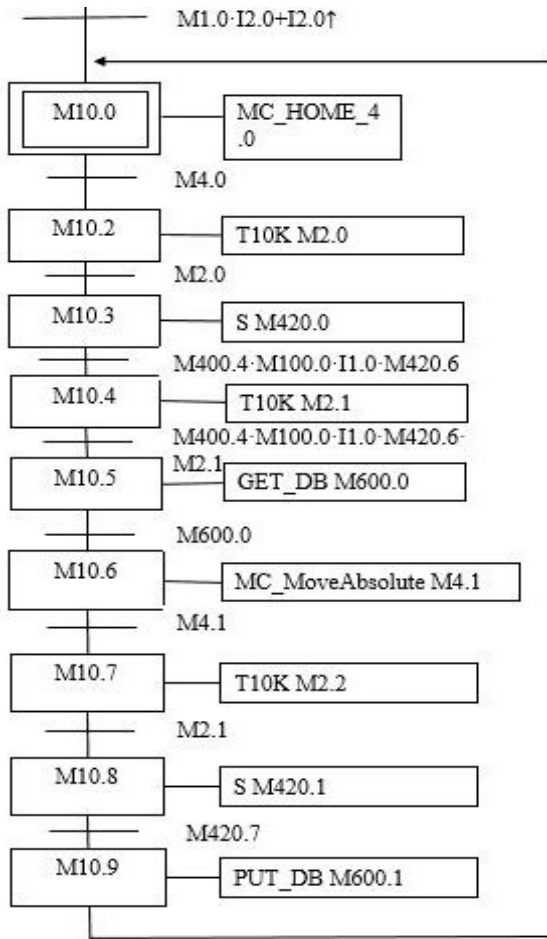


图 4 S7-1200 的功能顺序图

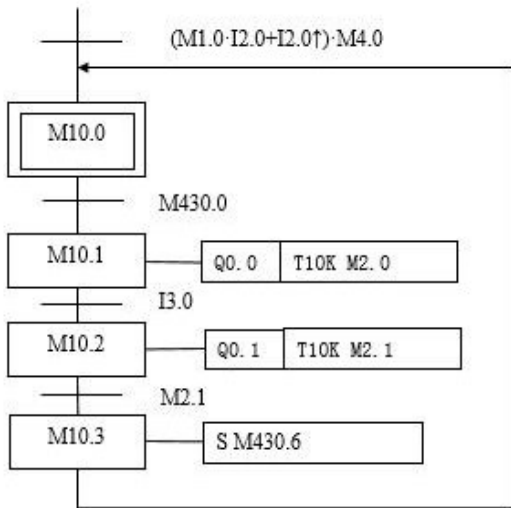


图 5 S7-1500 顺序功能图

4 结语

PLC 课程作为电子信息类学科的一门专业主干课程,具有理论与实践联系紧密,实践性强特点,因此,在实际的教学中特别强调学生的主动参与性,充分调动学生的学习积极性,培养学生良好的工程习惯与动手能力。根据 PLC 教学的实际特点,以西门子 S7-1500 和 S7-1200 为核心控制,基于 JL-MSP-02 系统,设计了自动入库实验平台,并对相应的实验内容和形式进行了设计与改革,课程经过具体的教学实践,对于提高学生的动手能力与解决 PLC 实际工程问题的能力具有良好的效果,并具有一定的实际应用价值。

参考文献 (References):

- [1] 许建凤,傅永锋.多模式 PLC 实训平台设计与研制[J].实验技术与管理,2012,29(11):65-67.
- [2] 杨鸽,郑萍,叶建平,等.基于 PLC 和单片机的多模式综合实验系统设计[J].实验技术与管理,2013,30(10):83-86.
- [3] 李一博,孙立瑛,李凌阁.PLC 仿真实验教学内容的探索与发展[J].实验室科学,2012,15(5):17-20.
- [4] 田丰,丁保华,陈军,等.基于 PBL 可编程控制技术综合实验教学研究[J].实验室科学,2014,17(6):59-62.
- [5] 赵亚范.电气控制实验室管理模式研究与实践[J].实验室科学,2013,16(1):140-142.
- [6] 石岗.PLC 综合性实验设计[J].实验室科学,2013,16(8):7-10.
- [7] 彭秀艳,马忠丽,刘胜.基于 PSCAD 与 PLC 的供配电控制实验系统[J].实验室科学,2017,20(2):65-68.
- [8] 韩丽.基于 S7-1500 的物料混合系统设计[J].自动化技术与应用,2017,36(3):55-58.
- [9] 余涛,王伟,孙艺峻,等.西门子 S7-1200PLC 在电梯运行控制系统中的应用设计[J].自动化技术与应用,2016,35(11):59-61.
- [10] 董增文,徐建宁,刘国平.基于组态王模拟机电对象的 PLC 实验系统设计与开发[J].实验室研究与探索,2012,31(9):48-51.

收稿日期:2017-11-10

修改日期:2017-12-07

作者简介:张颖(1985-),女,天津人,博士,实验师,主要研究方向为信号与信息系统、无线传感器网络、压缩传感。