基于 PLC 与 MCGS 虚拟仿真实验平台的设计

徐波[1*] 王玉兰[2] 张成雷[1] 李峰[1] 王延超[1]
1. 临沂大学 机械与车辆工程学院 山东临沂 276000；
2. 临沂大学 土木工程与建筑学院 山东临沂 276000

摘 要：针对 PLC 技术实验教学中实验设备价格高、体积大、更新换代慢等缺点，提出了一种 PLC 与 MCGS 组态软件相结合的虚拟仿真实验方法。在 MCGS 中创建虚拟的控制对象，在 PLC 开发软件中编写梯形图，通过 COSAI_S7200 仿真器建立两者之间的联系，组建与实际被控对象功能相一致的虚拟仿真实验平台，模拟 PLC 控制过程。以交通灯控制为例，介绍 PLC 与 MCGS 虚拟仿真实验平台的设计过程，并进行仿真测试，测试结果表明所设计的仿真实验平台运行有效可靠。

关键词：PLC；组态软件；虚拟仿真；交通灯

1 前言

PLC 技术是工业自动化领域中一种重要的自动控制技术，在工业生产中得到广泛的应用，其核心部件为可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller，简称 PLC），在高校中，大部分工科专业都开设了与 PLC 有关联的课程，重视 PLC 课程的实验实践教学，但由于技术、资金、场地等因素的限制，PLC 实验实践教学设备已不能满足学生的学习需求，而虚拟仿真技术的应用可以弥补这种不足[1]。本文采用 PLC 与组态软件相结合的方法搭建虚拟仿真实验平台，学生通过在计算机上编写程序，搭建控制对象，模拟控制过程，可以像在真实环境中一样观察 PLC 程序运行效果、调试 PLC 程序，从而提高学习的兴趣和积极性[2]。

2 虚拟仿真实验平台组成

实验中选择西门子 S7-200 SMART PLC 作为核心控制器件，该 PLC 具有功能强大、结构紧凑、编程简单、价格低廉等优点，广泛应用于中小企业的自动控制中。西门子 PLC 常用的编程语言是梯形图，要熟练掌握梯形图的指令和编程方法技巧，除此理论上学习 PLC 基本指令和编程思路外，还需要进行大量的实验实践训练，根据运行情况，不断修改调试程序，提高实践动手能力[3]。

组态软件选用了昆仑通态组态软件 MCGS，该软件是一套基于 Windows 平台的上位机监控系统组态软件，它操作简单、功能齐全、界面美观、支持多种类型的 PLC[4]。PLC 编程软件采用 STEP7-Micro/WIN SMART，该软件以其直观的操作界面和强大的功能，在工业自动化领域被广泛应用，该软件主要使用梯形图编程语言，简单易学，入手较快。使用 COSAI_S7200 仿真器作为 PLC 程序与 MCGS 组态连接的桥梁，实现控制理论、控制算法、组态监控等实验测试功能，将编程调试与组态软件连接，使系统在开发阶段发现和排除错误，从而提高控制程序的质量，降低产品开发成本。虚拟仿真实验平台整体结构如图 1 所示。

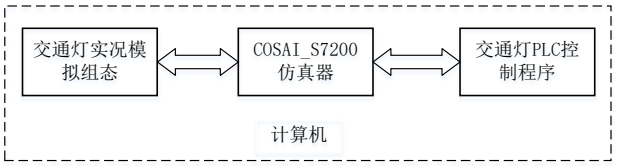


图 1 虚拟仿真实验平台整体结构

3 交通灯控制虚拟仿真实验平台设计

以交通灯控制为例，对 PLC 和 MCGS 联合的虚拟仿真实验平台的建立过程和仿真调试过程进行介绍，然后对虚拟仿真实验平台进行测试，验证平台运行的准确性。

3.1 控制要求

交通灯控制系统要求：按下启动按钮，南北方向控制：南北绿灯亮 10 秒后，闪烁 3 秒后熄灭，南北黄灯亮 3 秒后熄灭，南北红灯亮 16 秒后，南北绿灯亮 10 秒…，如此循环；东西方向控制：东西红灯亮 16 秒后熄灭，东西绿灯亮 10 秒后，闪烁 3 秒后熄灭，东西黄灯亮 3 秒后熄灭，东西红灯亮…，如此循环。按下停止按钮，信号灯全部熄灭[5]。

3.2 交通灯虚拟仿真环境

在 MCGS 组态软件的用户窗口中建立交通灯仿真界面，

通过软件提供的工具，首先模拟道路环境，然后用 12 个圆图形模拟东西、南北方向的绿灯、黄灯和红灯，设置每个模拟灯的动画组态属性。

交通灯模拟仿真界面建立完成后，需要设置 MCGS 与 PLC 之间的连接，在 MCGS 的设备窗口中选择西门子 S72000_CP243-1 以太网，设置其本地 IP 地址和远端 IP 地址为 127.0.0.1，在内部属性中设置交通灯与 PLC 内部寄存器的对应连接。

3.3 PLC 控制程序

根据交通灯控制要求，在 S7-200 SMART 编程软件 STEP7-Micro/WIN SMART 中编写交通灯控制梯形图，首先建立交通灯控制的输入 / 输出寄存器分配表，然后编写符合控制要求的梯形图程序 [6]。

（1）I/O 分配表

在交通灯控制要求中，输入控制信号有 2 路：启动和停止，输出信号有 8 路：南北方向绿灯、南北方向绿闪、南北方向黄灯、南北方向红灯、东西方向绿灯、东西方向绿闪、东西方向黄灯、东西方向红灯。其 I/O 分配表如表 1 所示。

表 1 交通灯控制 I/O 分配表

输入		输出			
输入寄存器	功能	输出寄存器	功能	输出寄存器	功能
M0.0	启动按钮	Q0.0	南北方向绿灯	Q0.4	东西方向绿灯
M0.1	停止按钮	Q0.1	南北方向绿闪	Q0.5	东西方向绿闪
		Q0.2	南北方向黄灯	Q0.6	东西方向黄灯
		Q0.3	南北方向红灯	Q0.7	东西方向红灯

（2）梯形图

在 STEP7-Micro/WIN SMART 中编写的部分交通灯控制梯形图如图 2 所示。编译好的程序需导出为 .awl 格式的文件，该格式文件可以被仿真器调用运行 [7]。

3.4 交通灯控制虚拟仿真实验平台运行

为了将 PLC 程序与 MCGS 组态软件连接融通，本文使用 COSAI_S7200 仿真器作为二者之间连接的桥梁，打开仿真器后，选择“设置”-“串口与网口设置”，勾选“PORTO-从站”通信和 CP243-1 以太网模块通信，建立起 PLC 程序与 MCGS 组态软件的连接。

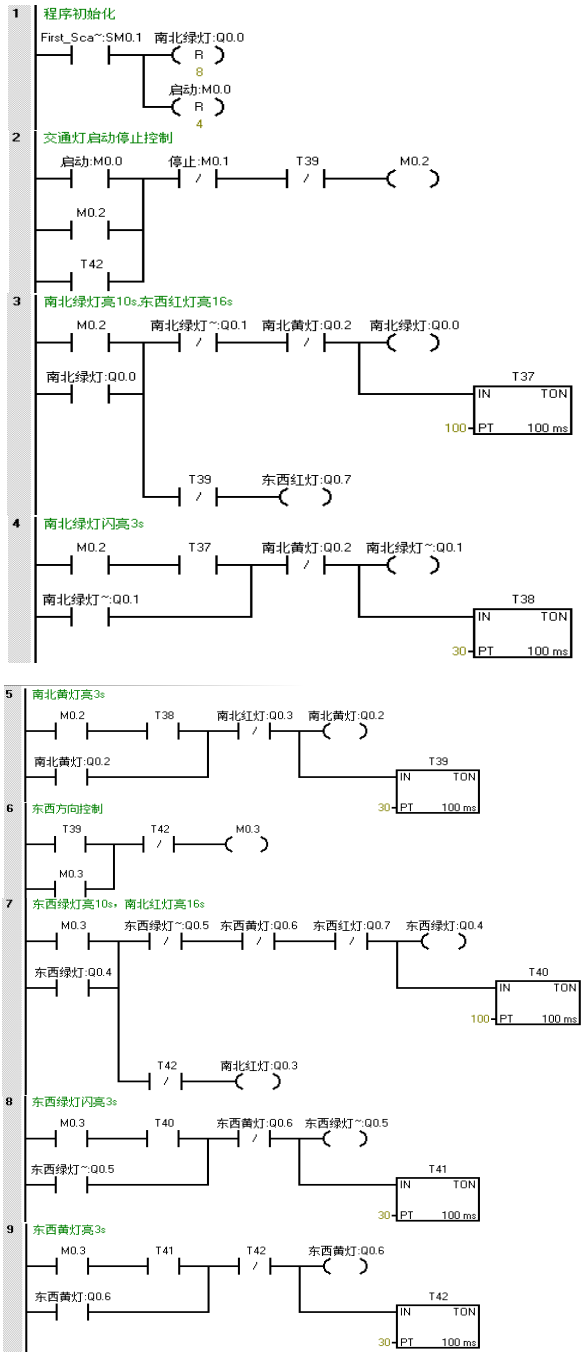
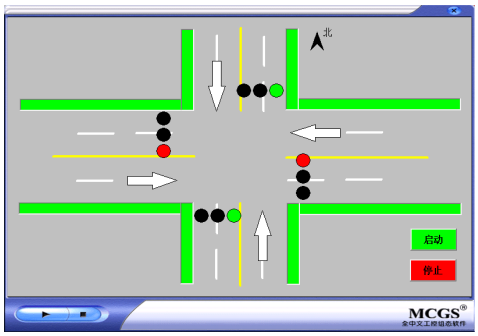
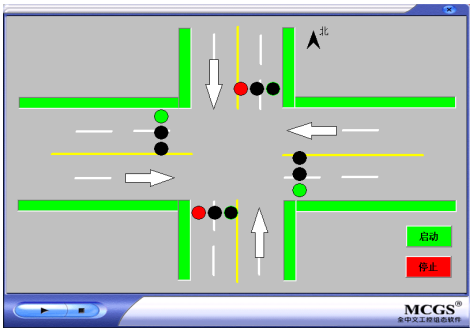


图 2 交通灯控制梯形图

设置完通信协议后，在 MCGS 组态软件中下载运行交通灯虚拟仿真平台，然后将保存的 PLC 交通灯控制程序 .awl 文件载入到仿真器中进行运行，点击交通灯虚拟仿真平台的启动按钮，交通灯控制虚拟仿真实验平台根据编写的 PLC 程序进行工作，首先进行南北方向通行，然后进行东西方向通行，如此循环，仿真平台运行结果如图 3 所示。



（a）南北方向绿灯亮 东西方向红灯亮



（b）南北方向红灯亮 东西方向绿灯亮

图 3 交通灯控制虚拟仿真实验平台运行结果

4 结论

论文提出的基于 PLC 与 MCGS 虚拟仿真实验平台采用了 MCGS 组态软件、STEP7-Micro/WIN SMART 编程软件和 COSAI_S7200 仿真器联合搭建，在缺少 PLC 硬件设备的条件下，实现了西门子 S7-200 SMART PLC 与 MCGS 的实时在线虚拟通信 [8]。该虚拟仿真实验平台的推广和应用，一方面可以提高学生学习 PLC 技术灵活性和学习效果，学生只需要具有一台电脑就可以像在控制现场环境中编写、运行、调试 PLC 程序，观察程序运行的结果，同时学生在学习 PLC 技术的过程中不受时空的限制，仿真过程生动逼真，从而为学生的学习提供一条便捷的路径；另一方面降低了学校实验设备升级改造和维护维修的费用，目前 PLC 实验设备更新换代较快，价格昂贵，而学校经费有限，无法保证 PLC 实验设备的投入 [9]。

交通灯控制虚拟仿真实验平台的运行结果表明，论文提出的虚拟仿真实验平台搭建方法操作简单，使用方便，结果运行有效可靠，能满足广大学生学习 PLC 技术的需求，具有推广应用的价值。

参考文献：

[1] 张凤翠 , 贡翊然 . 虚拟仿真实验的教学平台设计 [J]. 电子技术 ,2024,53(07):345-347.

[2] 杨丽娟 . 基于组态技术的 PLC 仿真实验教学平台设计 [J]. 信息与电脑 (理论版),2024,36(06):245-247.

[3] 李秋明 , 刘志刚 . 基于虚拟仿真技术的 PLC 实训平台设计研究 [J]. 科技创新与应用 ,2024,14(16):62-65.

[4] 窦艳艳 . 基于 PLC 和组态的自动门控制系统全虚拟仿真 [J]. 湖南邮电职业技术学院学报 ,2023,22(03):25-28.

[5] 马俊强 , 叶建兰 , 梁洸强 . 基于西门子 PLC 与 MCGS 的虚拟仿真方法的实现 [J]. 电气传动自动化 ,2023,45(01):30-34.

[6] 秦毅 , 王福杰 , 任斌 , 等 .PLC 原理及应用在新工科背景下课程实验教学改革与探索 [J]. 当代教育实践与教学研究 ,2020,(05):185-186.

[7] 郭金梅 , 赵立萍 , 周美兰 . 基于组态技术的 PLC 仿真实验教学平台 [J]. 电气电子教学学报 ,2018,40(01):134-138.

[8] 徐立剑 .PLC 控制技术实验教学改革的研究与探索 [J]. 电子制作 ,2014,(14):207-208.

[9] 周建萍 , 王志萍 , 李志斌 . 基于 S7-200PLC 实验教学改革的研究 [J]. 中国电力教育 ,2008,(17):138-139.

基金项目：

2023 年临沂大学实验教学改革与实验技术研究项目：PLC 技术虚拟仿真实验项目研究（编号：SYJG2023Z12）；2023 年临沂大学实验教学改革与实验技术研究项目：元宇宙结合 ChatGpt 技术实现高端装备制造产品虚拟化体验方式研究（编号：SYJG2023M08）； 2024 年山东省高校治理专项课题：基于校企协同育人新模式的机械类专业大学生创新创业人才培养（编号：SDGX2024037）；2024 年度山东省高等教育研究项目：基于创新创业导向的高等应用型本科院校机械类专业人才培养的新理念与新动向研究（编号：24HER001）