

基于PLC远程控制网关的线上实践教学探索

程卫东¹ 王淑君² 鹿芳媛¹

1.山东理工大学农业工程与食品科学学院 山东淄博 255000

2.山东理工大学教学质量评估评价中心 山东淄博 255000

摘要:对工厂电气控制课程中PLC相关基础实验进行整合,把工程应用中的PLC远程控制网关模块引入理实一体化教学过程。线上学习的灵活性、实操性和学习效率得到充分提升。学生可随时随地进行线上实操学习,为其基础工程应用能力的培养提供了一种长期有效的实训设备保障。

关键词:PLC; 软件编程; 线上实操; 理实一体化

作为工程基础应用类课程且实践性极强的课程群之一的工厂电气控制技术课程,在理论教学和实践教学设计中消除了教学课时与实验课时的界线,将课程教学全部安排在机电课程群理实一体化实验室(教室)进行。课程分为常规电气控制和计算机控制(PLC控制技术)两部分内容。学生在PLC控制技术部分的学习过程中,充分了解和认知PLC软硬件、工作原理、功能应用、品牌和硬件接线方法。为提高工程应用能力需进行大量的软件编程实践,编程水平以进阶式从初级入门、中级编程到高级应用得到逐步提高。在课程学习期间,学生自主学习达到中级编程水平,需要进行大量的编程练习和联机模拟调试。

以往的课堂教学与实验教学相互独立,而空间教学是一种以学生为中心,线上、线下相互结合,课内、课外相互沟通的教学方式^[1]。本文将实操性极强的PLC编程学习及训练,与工程新技术、新手段同步应用于教学实践环节中,打破时空界限,将线上、线下教学与实验环节交叉融合进行了探索。

一般PLC品牌厂商所提供的编程应用软件,带有仿真功能以方便初级编程者快速入门。但都属于最小硬件系统的编程调试仿真,中、高级编程仿真能力较弱。从入门级学习向中级应用和高级编程提升训练的过程中,联机调试实操非常重要。大量的实操训练是提升编程调试技术水平的关键。

随着互联网技术的飞速发展,借助物联网技术的云端虚拟主机通过远程控制网关,实现远程PLC编程和联机调试训练。将PLC远程控制网关设备引入实验室PLC设备区,PLC设备区24小时待机状态。通过分配给每个组(1~2人组)学生不同的登录账号,他们可

以互不干扰地灵活选择上网地点和时间进行编程实操练习。

1 线下基础性实验教学

1.1 软硬件认知性实验教学

PLC控制部分的初级理论和设备型号等认知在线下理实一体化实验室(教室)完成,学习效率高。这个阶段主要是将一种技术基础和应用展示给学生,以激发其学习兴趣,建立工程设计及应用理念。通过基础的线下实验环节,熟悉相关基础技术、设备配置、特点及选型依据和原则。PLC采用西门子S7-200SMART作为教学及实验用机型。

1.2 基础性编程训练

在以三相异步交流电机正反转、三相异步电机星—三角起动常规电气控制案例实验基础上,将常规电气控制线路的电气原理图、电气接线图,通过进行PLC硬件接线、I/O表和梯形图程序的对应设计和编程,完成常规电气的控制回路的硬件接线到PLC梯形图的软件替代。

1.3 线下相关综合实验

综合性实验实训项目属于课程教学体系中的选修项目,可作为学生提高工程设计及应用能力的选修模块。由于其包含的工程应用技术密集度较高,需要通过任务驱动开展。利用任务驱动法完成PLC基础工程应用程序设计和变频器通讯调速控制应用程序的编制和调试。

任务1:变频器通讯方式调速,驱动三相异步电机通过电机轴头安装的旋转编码器进行电机转速测试

作者简介:程卫东,工学学士,副教授;王淑君,理学硕士,副教授;鹿芳媛,工学博士,讲师。

基金项目:教育部高教司产学协同育人项目“机电课程群理实一体化教学综合改革”(编号:201902203023)。

程序的编制和联机调试。

任务2：在三相异步电机正、反转实验设备基础上，由单向反接制动、双向反接制动的综合技术实现。

任务3：在三相异步电动机星—三角起动实验设备基础上完成反接制动的综合技术实现。

实验用三相异步电机输出轴端装有旋转编码器作为电机速度测试用传感器。旋转编码器高速脉冲输出接入PLC高速脉冲输入端，通过编程对电机实时转速进行测试。电机测速程序是任务2、任务3中反接制动切换的技术关键之一。

学生在线下以常规电气实验中两个基础性实验为基础，通过任务项目驱动进行原理性的设计、论证。以项目任务方式完成综合实验的技术可行性论证及硬件电路设计。

2 线上实验实操的设备和技术实现

工程教育理念对实验、实践环节提出了较高要求。以往的教学因课时原因无法满足符合学习认知规律的跨越时间、空间的灵活操作性体验。线上教学(特别是新型冠状病毒肺炎疫情期间网络线上直播教学)的广泛应用，大多数学生逐渐适应了线上学习模式。这些都为线上实验、实操教学准备了成熟的基础条件。

教学路径采取工厂电气控制技术课程中PLC初级入门阶段的软硬件认知，在线下结合理实一体化实验室(教室)真实场景的感性认知；基础实验认知以线下为主，进一步的编程训练借助线上PLC实操及验证，充分体现循序渐进、可随意选择学习地点、实操空间和时间灵活的优点。通过线下教学实践空间到线上实操学习空间的转换尝试，把学习的自主权特别是实践操作环节学习的主动权交还给学生。

2.1 PLC远程控制网关

目前市面上相关PLC远程控制的工业智能网关产品日臻成熟^[2]。智能网关使用云穿透技术采用混合组网的方式，建立专门的、安全的数据穿透通道。

PLC远程控制网关主要功能：多通讯方式组合，支持Wi-Fi、以太网、4G等多种通讯方式；实现现场设备远程控制；程序上下载；实现PLC远程编程、调试；实现触摸屏远程控制；实现组态画面远程映射；实现西门子、三菱等PLC等主流协议硬件解析；可灵活接入各种设备管理平台；可同时与多台PLC或触摸屏远程通讯。

线上实验室教学系统拓扑结构如图1所示。

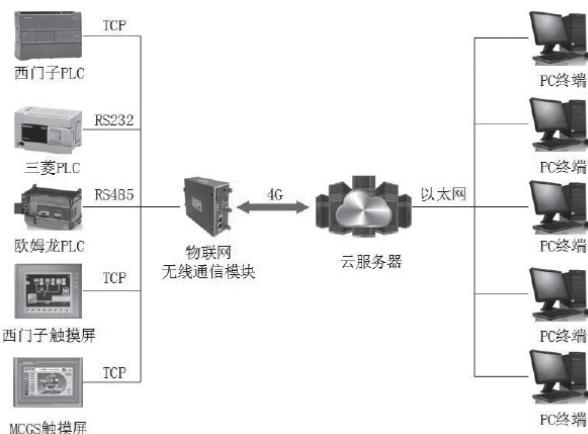


图1 线上实验教学系统拓扑结构

2.2 网关基本设置

工业PLC远程控制网关产品支持用户使用Web端登录方式进行设备参数查看和配置。计算机“本地连接”网络设置自动获取即可(或者计算机网卡设置手动IP，但必须和网关处于同一网段。浏览器地址栏输入：<http://192.168.1.1>并确认，用户名/密码为：admin/admin，登录进入设备Web页面。可以选择“基本网络→有线网络→Lan接口”，进行默认的网关IP地址修改。

3 远程实验项目实施

3.1 线上实验实操原则

最小实验系统：为体现实操的工程原貌，同时兼顾远程PLC软、硬件调试的方便性和实验设备的安全性。针对远程调试的硬件电路，在远程联机调试时，确保调试进程顺利、安全进行的PLC外部系统的最小通电设备系统。如任务驱动项目初期调试的PLC外围24 V供电；中级调试阶段的常规电气辅助电路的220 V或380 V供电接入；高级调试阶段的常规电气主回路380 V供电接入均属于不同实操调试的最小实验系统。为方便远程软硬件调式，PLC输入的按钮类开关设备均采用常开接法(停车按钮、热继电器)。

线下任务驱动教学的综合性应用设计中，由于软件编程相对比较复杂，需用较多的时间进行编程调试。因线下教学受到教学、实验总学时限制以及进入实验室实操验证的约束，采用线上进行相关任务的软件编制和最小系统的联机调试。

3.2 远程实验系统登录

学生在远程客户端连接至Internet后，输入VPN服务器上设置的用户名和密码，接入VPN服务器，即成为VPN客户端。将远程客户端PLC软件中的编程通讯

端口地址与远程PLC通讯端口地址设置为同一网段(如192.168.1.×××)，即可通过PLC编程软件直接与理实一体化实验室(教室)对应的已开机的PLC最小系统进行通讯。

3.3 线上实操项目实施

PLC入门阶段的最小实验系统的软硬件认知教学过程，可在线下、线上同时展开。该阶段的学习将为线上实操项目积累经验。同时，这个部分也是所有学生必须进行的实操过程，属于基础实验范畴。在线下积累的PLC系统软件联机调试、上传下载程序、最小系统调试梯形图程序等能力以及线下获得的初步经验，均可在线上实操过程中全面应用。

线上实操项目以综合性实验实训为基础，采用任务驱动的方式展开。线上编程、程序最小系统方式联机调试，学生可灵活进行项目任务的学习。任务1~任务3作为线上实操项目，最大限度地提高理实一体化实验室(教室)的利用率，极大地方便了学生工程实操练习。

为保证线上实操项目任务的顺利进行，任务驱动项目线上实操需要提交项目任务过程设计技术文档的最小实验系统方案进行审定，结合线下各阶段实操(包括线上)调试结果的综合成绩。方案审定通过及线下各阶段综合成绩合格者，方可提出下一个阶段的相关设备连接和通电计划，由实验实训指导教师(或任课教师)审核并给出本阶段的综合成绩。

3.4 远程实训与继续学习

工程教育的目的之一是建立与工程师制度相衔接的工程教育专业认证体系，促进工程教育与工业界的联系，增强工程教育人才培养对产业发展的适应性^[3]；学业内课程各教学环节后和毕业后的继续学习和提高，也属于高校工程教育专业认证中不断改进的

教学活动范畴。

PLC远程实验实训，可为毕业后学生继续提高控制工程应用能力和新技术应用能力提供有效的实训平台。

4 结语

灵活、分散的实操训练坚持“以学生为中心”的教学理念，给学生创造更加自主的学习环境。虽处在不同的环境场景，“一台笔记本电脑+网络+PLC系统软件+一个PC远端账号”，几分钟时间即可验证一个学习“感悟”、纠正一个认知“偏差”。在进阶式学习过程中，对工程应用基础能力的积累和巩固有事半功倍的效果。将学生由被动学习转为主动学习，提供了实验实训的设备支持。学生主动、灵活地完成学习认知和验证，学习效率和学习效果显著提高。

课程群理实一体化实验室(教室)教学过程中引入PLC远程网关技术的应用，不仅适用于在校相关专业学生的学习实践，对于在理实一体化实验室学习过的学生的编程能力、设备调试能力的进阶提高都有极大的辅助作用。

参考文献

- [1] 刘晓.空间教学促进学习方式的转变[J].世界教育信息,2015(15):32-44.
- [2] 李瑾博.基于TCP/IP协议的工业控制网络远程数据通信网关[J].电子技术与软件工程,2017(9):13.
- [3] 中国工程教育专业认证协会.工程教育认证标准(2017年11月修订)[EB/OL]. <http://www.ceeaa.org.cn/gcjzyrzxh/rzcxjbz/gejyrbz/tybz/index.html>.

The Development of Online Practice Teaching Based on PLC Remote Control

Cheng Weidong, Wang Shujun, Lu Fangyuan

1. School of Agricultural Engineering and Food Science, Shandong University of Technology, Zibo, 255000, China

2. Teaching Quality Evaluation Center, Shandong University of Technology, Zibo, 255000, China

Abstract: The integration of PLC related basic experiments in the electric control technology in industry course and the introduction of PLC remote control gateway module in engineering application into the integrated teaching process. The flexibility, practicality and efficiency of online learning have been fully improved. Choosing online practice learning time anytime and anywhere provides a long-term and effective guarantee for the training of students' basic engineering application ability.

Key words: PLC; software programming; on-line operation; integration of theory and practice