

# “过程控制系统”实验教学的探索与实践

左施施

(成都理工大学工程技术学院, 四川 乐山 614000)

**摘要:** 针对传统实验教学存在的弊端及特殊时期环境下实验教学面临的困难, 构建一种新型的实验教学模式成为当务之急。通过分析“过程控制系统”课程实验教学的特点, 对比线下开设的实验项目, 提出了一种线上线下混合式实验教学的新模式。通过线上直播教学、数字化资源的运用、授课方式的转变、评价体系的调整等一系列应急措施, 在实验教学中取得了较好的效果。不仅保障了实验教学的内容和质量, 而且提高了学生的学习兴趣, 也引发了对高校实验教学改革创新思考, 实验教学模式应持久不断地致力于对学生培养。

**关键词:** 过程控制系统; 实验教学; 教学探索

“过程控制系统”作为自动化专业的核心课程, 其实验教学是理论与实际相结合的重要教学活动, 有助于学生运用专业知识解决实际工程问题。由于过程控制十分复杂, 仅仅通过理论教学难以使学生深刻掌握系统的工作过程及原理, 必须通过实验来加深理解。而本学院的实验教学除了存在实验设备少、实验耗时长以及控制精度低等诸多问题。此外, 针对突发特殊时期环境下, 遇到学生不能准时返校的情况, 如何正常开展实验成为一大难题, 探索一种实验教学新模式成为当务之急。

随着计算机技术的迅速发展和多媒体资源建设的不断更新, 虚拟仿真技术广泛应用于专业实验中, 为实践教学开启了一个新模式。学生在虚拟仿真平台上进行“过程控制系统”实验将不再受时间和场所限制, 在没有实验装置的情况下, 也能正常进行验证实验和应用练习, 通过仿真操作和设计, 观察实验现象、分析系统响应过程, 加深对过程控制理论的理解, 能极大提高学生的兴趣和实际操作能力, 从而提高整体实验效率和教学质量。

## 一、特殊时期环境下传统实验教学面临的困难

高校作为突发特殊时期环境下的高发单位, 学生作为易感人群和防控重点, 一旦遇到紧急情况, 教育部就会发出通知, 各高校就会面临延迟开学, 并充分利用网络资源进行线上教学, 保证“停课不停学、停课不停教”。由于经历了一次重大特殊时期环境事件, 各高校积累了大量经验, 已能保证大部分理论课程的有序开展, 然而针对需要借助设备才能进行的实验教学仍缺乏完善的应对措施。为了保证与理论课程的有效配合及达到对学生实验能力的培养, 本学院对“过程控制系统”传统实验教学模式的弊端及特殊时期环境下实验教学面临的困难进行了分析。“过程控制系统”是自动化专业的一门核心课程, 也是一门以实验为基础的课程。学院在近十余年的实验教学中, 虽然更新并积累了大量的教学资源与经验, 但仍存在以下几方面的不足:

### (一) 实验项目单一, 设备有限, 课时有限, 实验难以展开

根据教学大纲安排, “过程控制系统”实验课程共设 10 学时, 四个实验项目, 四个项目均采用体积庞大的水箱设备, 但由于场地有限, 加上实验设备价格昂贵, 难以大批量引进, 目前本院过程控制实验室仅有 4 台实验装置。同时, 由于单个实验耗时长, 导致同一个实验学生只能分组进行操作, 无法满足以个人为单位的实验教学活动, 容易造成学生参与性下降等问题。如图 1 所示为线下学生做三级液位水箱实验。

### (二) 实验设备故障频发, 维护烦琐, 还存在安全问题

由于现有设备的购买时间久远, 实验过程易出现故障, 维修烦琐容易耽搁教学进度, 实验控制精度也难以保证。并且通过调整水箱结构来搭建具有不同特性的多容过程十分复杂, 一个环节出现故障整个控制效果就不佳。如图 2 所示为“过程控制系统”

实验设备。

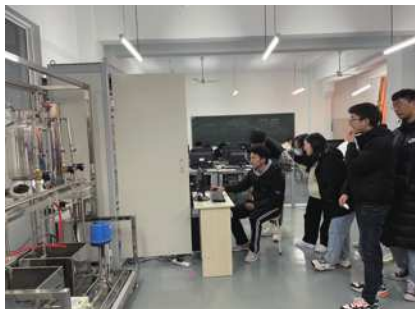


图 1 线下学生做三级液位水箱实验



图 2 “过程控制系统”实验设备

(三) 特殊时期环境影响下, 实验教学开展方式及授课方式困难

由于传统“过程控制系统”实验需要使用配套的实验教学水箱装置, 遇到特殊时期环境事件, 学生不能返校, 在缺乏实验硬件设施的情况下, 如何有序开展线上实验教学, 如何选取适合的实验教学资源, 是传统实验教学开展面临的首要难题。

传统实验教学主要采用“理论讲解—教师演示—学生实操”的授课形式。通常在实验开始前, 需告知学生如何操作及维护实验设备; 实验进行中, 需给学生讲解各实验的原理及方法、具体操作步骤及安全注意事项, 然后进行实验演示及现场指导; 实验后, 需对学生的学习效果进行总结评价。而受突发特殊时期环境影响, 实验教学将从面对面授课方式转为全新的线上授课方式, 如何安排线上授课方式是传统实验教学开展面临的又一难题。

(四) 实验结果缺乏直观的评判依据, 难以客观评价学生水平

传统的“过程控制系统”实验虽然可以根据线下实际操作来评价学生是否熟悉了实验设备的使用方法及操作步骤, 并直接找到学生存在的问题。但由于实验结果缺乏直观的评判依据, 难以客观评价学生水平, 只能通过学生课堂表现、实验报告撰写等方式对学生进行考查, 也无法判断实验结束后, 学生是否熟悉实验设备、掌握实验操作步骤。因此, 建立一个新的考查方式和评价体系, 使其能够尽可能公平、全面地针对每一个学生, 同时还能使学生线上学习效果和返校后的实际操作能力进行同时考核。

上述不足之处严重影响了课程教学效果与学生的学习体验。尤其是在突发特殊时期环境的情况下, 实验课程的在线化, 成为解决问题的关键手段。为响应国家“停课不停学”的号召, 采用在线仿真软件进行实验十分必要, 一方面可以解决当前环境下“过程控制系统”实验难以开展的难题, 与学生共渡难关; 另一方面也为今后实验课程在线化提供更好的解决方案。

## 二、特殊时期环境下启发下新型实验教学模式的构建

与理论教学不同,实验教学主要以“学生操作”为主,“教师讲授”为辅,如何通过线上实验方式来调动学生的积极性,锻炼学生动手实操能力,从而达到和线下实验相同的教学效果,是教师面临的最大挑战。

对于“过程控制系统”这种实践性很强的实验课程来说,如何采用线上方式为学生提供接近真实的实验设备和实验环境条件,使学生通过实验,熟悉工业被控对象的工艺流程、工艺特点、内在机理和对象特性,从而保证教学活动的有效开展;此外,如何考察学生实际的实验操作能力,让学生通过学习和掌握工业控制系统的操作使用,能够在已有的控制系统上进行DCS实操与PID参数整定,在理解工艺和控制系统操作能力的基础上,能够根据给定的对象及控制要求自主设计控制方案和回路,并进行实施与调优。在以上方面线上实验教学都存在较高的难度,面临着严峻的挑战。

为保证突发特殊时期环境下,过程控制系统实验教学进度有序进行,本学院教师进行了大量调查研究,重新制订了一套线上实践教学的实施方案和教学计划,主要采用了北京德普罗尔科技有限公司开发的一套与线下实验平台实现功能类似的“三级液位仿真系统”软件,初步使用效果良好,极大程度上解决了传统实验教学在特殊时期环境影响下的困难问题。

## 三、突发特殊时期环境下启发下新型实验教学模式的实践

### (一) 课前准备工作

线上实验教学的首要工作是给上本课程的学生建立相应的网络平台。主要采用学习通中的签到功能给学生进行考勤点名,采用QQ群给学生进行交流联络、发布教学资料,采用腾讯会议进行在线直播教学,采用北京德普罗尔科技有限公司研发的“三级液位仿真系统”进行线上仿真实验。该仿真系统采用动态系统仿真技术,能够模拟各种工况下的系统状态响应。学生可使用软件自带的控制系统组态功能和趋势曲线分析功能开展控制方案、控制算法的设计与验证,进行探索性实验。教师可通过设备尺寸、阀门属性自定义进行被控对象特性的修改,支持全班学生的个性化实验,这也是现场实验不能解决的难题。这种模式不仅提高了线上实验教学的可操作性,而且教学形式的改变大大激发了学生学习的主动性和积极性,每位学生的控制参数不同其方案就不同,只有认真听讲弄懂原理,才能顺利完成实验,得到较好的实验结果。

### (二) 课上实施过程

课堂开始,主讲教师利用“学习通”的签到功能查看学生上课情况,以保证对没有在线的学生进行及时通知;课堂中,通过“腾讯会议”在线讲解每节课的实验目的、实验原理、实验设备使用方法、实验操作步骤及实验注意事项。在学生操作实验仿真平台之前,通过屏幕共享方式,清晰演示每节课所做实验的具体操作过程以及实验要求。由于实验室平台上具有动态的仿真模型,教师可以一边操作演示,一边生动讲解;此外,该仿真平台中还提供了可选性的实验项目和智能评分系统,学生可以自主选择项目,设计控制方案和评分规则,得到一个客观成绩,从而大大激发学生自主学习的兴趣。

在课堂中教师可以通过“学习通”随机抽取学生来回答问题或布置思考题来考查学生独立思考的能力和知识的掌握情况。与此同时,学生在线上实验操作及撰写实验报告遇到问题时,教师可以通过QQ群进行答疑。学生完成实验后,也能通过QQ群汇报实验完成情况,教师通过学生的反馈可以全面掌握实验的实施情况及学生的掌握程度。如图3所示为教师线上教学,如图4所

示为学生线上操作。

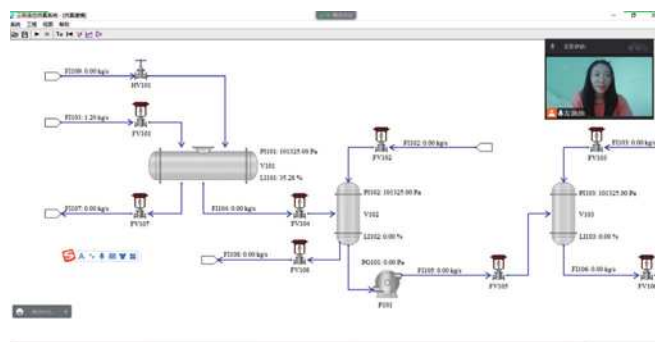


图3 教师线上教学

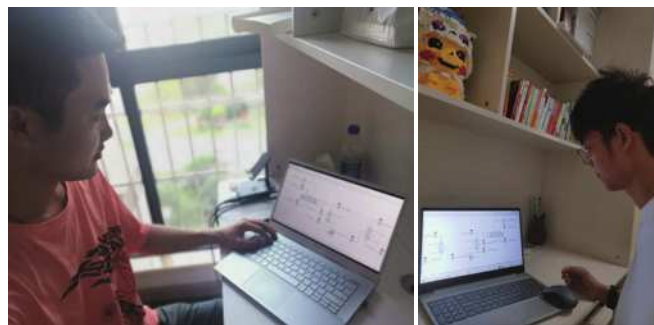


图4 学生线上操作

### (三) 课后成效总结

当突发特殊时期环境下得到正常控制,学生返校学习,线下的综合性实验也井然有序地开展,如“单回路控制实验”“串接控制实验”“比值控制实验”等,学生通过分组合作来完成从选择控制系统方案、被控参数、主副调节器,然后进行参数整定,分析实验结果等内容,整个过程实现学生对理论知识的巩固和线上虚拟仿真实验的真实验证,从而激发学生的学习兴趣和创新思维。最终实现所有学生顺利完成了“过程控制系统”的实验教学计划,达到了较好的教学效果。

## 四、结语

实验是高校大部分专业课程的重要环节,其改革发展不应在突发特殊时期环境的时候才引起重视,实验教学的建设及学生的培训应持久不断地进行。特殊时期环境下,线上实验教学是必须进行的一种创新性尝试,在该教学模式中应充分利用现有的各种优秀网络教学平台,认真制定教学计划和教学方案,做好对学生的组织、管理和引导工作。而线下实操作为实验课程的重要环节,在特殊时期结束后,还应加强线下实操的补充学习,并与线上考察内容合并形成新的评价体系。采用线上线下混合式教学方式既是挑战,也是机遇。以此为契机,探索实验教学模式的转换,挖掘并提升学生的实操能力,推动智慧教学与实践教学的深度融合,同时也是一流课程建设努力的方向。

### 参考文献:

- [1] 林江梅. 新冠疫情下开展云课堂混合式实验教学的研究[J]. 装备制造技术, 2020(08): 192-196.
- [2] 邵冰莓, 刘展. “新冠肺炎”疫情环境下实验教学形式多样化的运用[J]. 力学与实践, 2020, 42(01): 80-84.
- [3] 沈春颖, 邓洪, 何士华, 张代青, 马江霞. 线上线下混合式实验教学新尝试[J]. 科技与创新, 2021(14): 130-132+135.