

“教赛研”融合的过程控制人才培养模式研究与实践

韩 广^{1,2} 胡立强^{1,2} 王明明^{1,2} 何朝峰^{1,2}

(1. 石家庄铁道大学电气与电子工程学院, 河北 石家庄 050043;

2. 石家庄铁道大学 交通电力网智能融合技术与装备协同创新中心, 河北 石家庄 050043)

摘要: 创新型过程控制科技人才培养模式, 需要从课堂教学、学科竞赛、科学研究前沿多个方面相融合。进行教学模式改革, 以竞赛促进学习、以科学研究引导学习已引导本专业学生提升创新实践能力的重要途径。“教赛研”融合的过程控制人才培养模式研究, 旨在使学生接收学科前沿知识, 培养学生创新意识和实践能力、自主学习能力和互助探索能力。

关键词: 过程控制; 课堂教学改革; 学科竞赛; 西门子杯; 科学研究

我国高校自动化专业过程控制工程方向的本科教学几乎都采用过程控制工程课程体系, 该体系针对典型过程控制过程的“三传一反”特性和实际运行操作要求, 培养具有控制工程实践和创新能力的专业人才。柴天佑院士提出一种创新型自动化工程科技人才培养模式, 其中一个核心环节就是对控制工程课程体系进行教学改革。薄翠梅等进行了过程控制课程教学改革方法探索与工程实践方法研究, 有效提高了课程教学效果。罗健旭等从课程体系构建、教学方法改革、实践环节设计等方面探讨了过程控制课程教学新模式, 可用以培养具有学习能力、工程实践能力和创新意识的过程控制人才。

学科竞赛是在校大学生进行创新实践和工程训练的主要平台。自动化专业各类竞赛涉及知识领域较为广泛, 着重锻炼学生解决复杂工程问题的能力。其中, “西门子杯”中国智能制造挑战赛是过程控制类的重要比赛。西门子杯致力于培养中国制造业的高级人才, 在工业 4.0 背景下, 践行新工程师概念。西门子杯中国智能制造挑战赛中涉及的学科知识较多, 针对实际工程提出的问题较为复杂, 对于参赛大学生具有很强的挑战性。

本研究面向过程控制人才培养模式, 进行教学模式和内容改革, 将教学内容和学科竞赛相融合, 教学内容和科学研究前沿知识相融合。主要研究思路如图 1 所示。

一、教学模式改革

经过新一轮的培养方案修订, 我校《过程控制》的课程目前整体为 48 学时, 其中理论 42 学时, 实验 6 学时。本课程的学时安排相对紧张, 经过课程组讨论, 《过程控制》教学内容与毕业

要求指标点对应关系如表 1 所示。

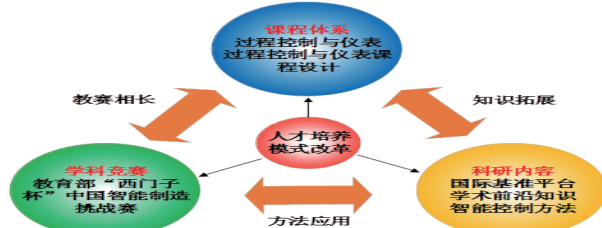


图 1 本文整体研究思路

表 1 《过程控制》教学内容与毕业要求指标点对应关系

教学内容	课程目标	毕业要求指标点
1. 过程控制的一般概念	1	1-4
2. 过程控制系统的组成		
3. 控制对象特性分析		
4. 单回路控制系统分析与设计	2	2-4
5. 单回路控制系统参数整定		
6. 串级控制系统分析与设计	3	3-1
7. 比值控制系统分析与设计		
8. 均匀控制系统分析与设计		
9. 前馈控制系统分析与设计	3	1-4、2-4
1. 单容对象特性分析		
2. 单回路控制系统设计		
2. 串级控制系统设计		

进行教学模式和内容改革, 引入过程控制领域国际基准平台作为工程背景, 提升课程内容的实用性。在教学中, 针对过程控制类课程教学内容偏重理论, 与实际流程工业过程联系不紧密的问题, 结合过程控制课程结构模块化的特点, 针对过程控制对象引入国际基准平台仿真平台, 帮助学生更好地理解和掌握实际流程工业过程中的控制方案设计。目前, 已具备国际水质协会 (IWAQ) 提出的 BSM (Benchmark Simulation Model, 简称 BSM) 系列仿真平台, 如图 2 所示。

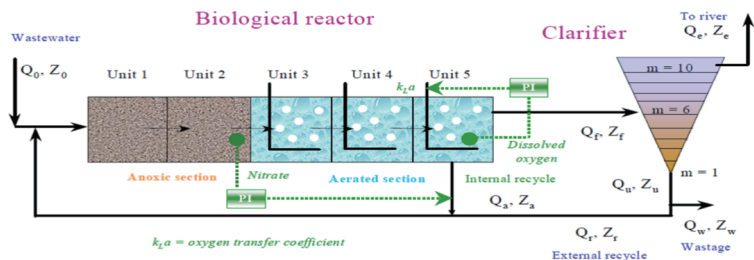


图 2 国际水协会提出的 BSM 仿真平台框架

教学手段上, 课程组在课堂教学中引入了雨课堂的手段。并将雨课堂的使用形式确定为: 课前雨课堂预习 + 课上的客观题随堂测试 + 课后的雨课堂复习。在课前预习、课后复习两个环节中, 学生们可以随时在雨课堂的 PPT 上点击“不懂”, 并留言给任课老师; 在课堂学习中, 可以随时发送弹幕或者图片资料。这样可

以提升师生之间的交流效率, 也为不少因为害羞等原因不敢和老师交流的学生, 提供了一个交流途径。

二、以竞赛促进学习

将本课程的学习, 与本专业的教育部认证赛事: “西门子杯”中国智能制造挑战赛: 流程行业自动化赛项有机结合, 提升学生

的实践能力。在课程教学课程设计中,结合竞赛和实验室现有设备,全面提升实验题目、课设题目和要求的自由度,要求学生在允许范围内自主命题,自主设计,自主验证,进一步提升学生的自主学习能力。在比赛中,学生将根据赛题要求,如图3所示,

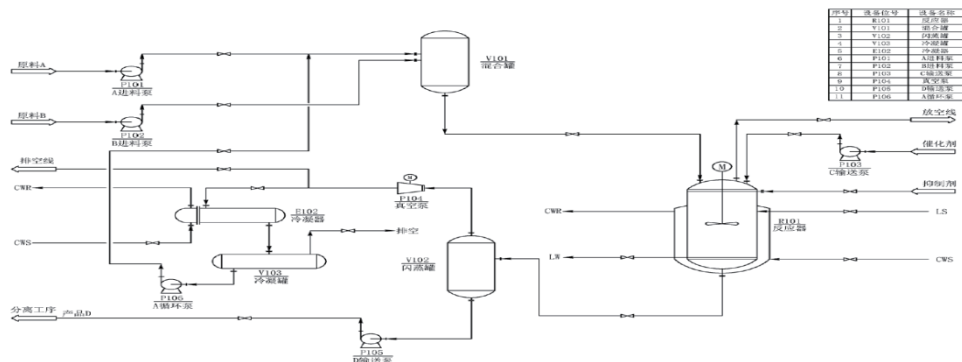


图3 2023年西门子杯流程行业自动化赛项样题工程



图4 “西门子杯”部分获奖证书

2022年和2023年,我校学子共获得“西门子杯”国家级一等奖1项,国家级二等奖1项,省级奖项12项。我校获得2023“西门子杯”高校优秀组织奖,韩广老师获得2023“西门子杯”全国优秀指导教师。学科竞赛如火如荼地开展,不仅提升了学生们学

针对混合罐、反应罐、闪蒸罐等控制对象,设计温度、压力、液位、流量控制方案,将所学知识灵活应用于比赛中,实现以赛促教,教赛相长。

习的平均水平,而且涌现出了多名高水平“尖子生”,两年来11名推免研究生的学生中,有8人是“西门子杯”的获奖同学。部分获奖证书如图4所示。

三、以科学研究引导学习

在课堂教学中,结合教师科研团队近期的研究和科技文献调研进展,与课程各模块相结合,丰富教学内容,使学生更好地接触到学科前沿知识。以过程控制领域,《自动化学报》《控制理论与应用》《控制与决策》等国内顶级学术期刊和国际自动控制联合会(IFAC)旗下的Journal of Process Control(过程控制杂志),电气与电子工程师协会(IEEE)旗下的IEEE Transactions on Automatic Control(IEEE自动控制汇刊),IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement(IEEE测量与装置汇刊)等国际顶级学术期刊的精选文章为依托,结合课程内容引入最新研究进展,提升学生的创新意识。

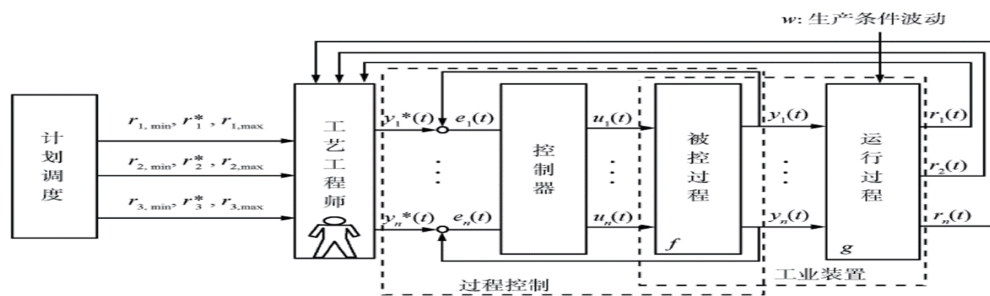


图5 工业过程的运行控制过程

如图5所示,引入柴天佑院士在国内顶级刊物《自动化学报》50周年特刊上的控制框图,系统讲授过程控制检测变送-执行器-控制器-研究对象-单回路控制系统-复杂控制系统的整体章节脉络。并在课程知识的基础上,扩展实时优化(Real-Time Optimization,简称RTO)等前沿科学概念,激发学生对于科学研究的向往。

四、总结

本研究周期覆盖两轮《过程控制》《过程控制课程设计》的讲授过程和2022、2023两届教育部“西门子杯”中国智能制造挑战赛的全过程。学生的过程控制学习水平取得了显著提高。坚持“教赛研”融合的过程控制人才培养模式研究,能够有效提升学生的学习水平、学习兴趣和专业能力。在未来,课程组将继续探索并扩展学科竞赛的参赛范围,及时更新学科前沿研究内容,进一步完善“教赛研”相融合的人才培养模式。

参考文献:

- [1] 柴天佑. 创新型自动化工程科技人才培养模式研究与实践[J]. 高等工程教育研究, 2019(3): 1-4.
- [2] 刘涛, 张继研, 薄翠梅, 仲崇权. 过程控制工程课程体系创新与教改探讨[J]. 化工高等教育, 2021, 38(5): 82-87.
- [3] 罗健旭, 顾幸生, 刘漫丹. 过程控制工程课程教学的创新与改革[J]. 化工高等教育, 2012(2): 19-22.
- [4] 曹星慧, 程辉. 以“中国制造2025”为需求牵引的过程装备控制技术及应用课程教学改革研究[J]. 化学工程与装备, 2021(11): 299-300.
- [5] 高哲. 电气工程专业学生创新实践能力培养研究——以西门子杯中国智能制造挑战赛为例[J]. 就业与保障, 2021(2): 63-64.

石家庄铁道大学校级重点教改项目(编号:Z2021-15)资助