

工程教育专业认证和“培养应用型人才”背景下的 《现代控制理论》模块的教学探索

◆孟芳芳 刘 伟 李珊红 谢宇

(合肥学院, 安徽 合肥 230601)

【摘要】在工程教育专业认证背景下,根据本校的“应用型大学”的办学定位,《现代控制理论》模块以学生为中心,根据该模块需要支撑的毕业要求指标点设计了教学大纲、教学内容、教学方法和教学过程。为了激发学生的学习积极性和提高学生的学习成果,教师在本课程教学中采用研讨式教学、案例探究式教学、项目驱动式教学等教学方法。为了实时监控学生的学习成果,教师增加了过程考核,采用 N+2 考核方式,并建立了持续改进机制。近几年的实施效果显示,该模块的教学改革能有效地提高学生的学习质量。

【关键词】学习成果导向;工程教育专业认证;应用型;模块化;持续改进

工程教育专业认证是国际通行的工程教育质量保障制度,也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础。工程教育专业认证的核心理念是以学生为中心,即把全体学生学习成果作为关注的焦点。合肥学院坚持“地方性、应用型、国际化”的办学定位,借鉴德国应用科学大学办学经验,以培养高素质应用型人才为培养目标。模块化教学法(MES)是以现场教学为主,以技能培训为核心的一种教学模式。2013年,合肥学院自动化专业开始进行模块化改革,2014年申请工程教育专业认证,2021年本专业通过了工程教育专业认证。在此背景下,《现代控制理论》模块进行了一系列教学探索和教学改革。

1 模块简介

自动化专业的培养目标就是培养学生设计各种自动控制系统,使学生具备相关的知识、素质和能力。自动化专业各个模块课程也是围绕设计各种自动控制系统而设置的。典型的自动控制系统是如图1中所示的闭环负反馈控制系统。自动化专业各模块课程在人才培养中的地位和作用如图1所示。其中,《现代控制理论》模块面向自动化专业三年级本科生,主要是使学生掌握现代控制的理论和设计方法,这是自动化专业学生最主要的专业基础必修模块、核心模块、学位模块之一。

工程教育认证人才培养逻辑体系框架图如图2所示。工程教育认证人才培养逻辑体系按照 OBE 理念反向设计,以学生为中心,根据国家、社会、用人单位和学生的要求与期望等外部需求,并根据学校办学定位和校训、人才培养定位及培养质量追求等内部需求,结合专业特色制定培养目标。教师根据本专业的培养目标设计毕业要求,毕业要求支撑培养目标。毕业要求由课程体系支撑,将毕业要求进行分解,并制定课程支撑。教师确定每门课程应该支撑的

毕业要求观测点,然后确定能够体现毕业要求观测点内涵的课程目标。教师围绕课程目标制定课程教学大纲,细化课程教学内容、教学方法、考核方式以及评价依据等内容。在课程的教学过程及结束时,教师对学生学习成果进行达成度评价,并据此进行持续改进。教师对毕业要求进行达成度分析,据此结果对专业人才培养体系进行持续改进,形成闭环控制,从而不断提高学生的学习成果与质量。课程的教学方法有利于课程目标的达成,课程的考核内容应与课程目标相适应,考核方法要反映学生的学习成果。

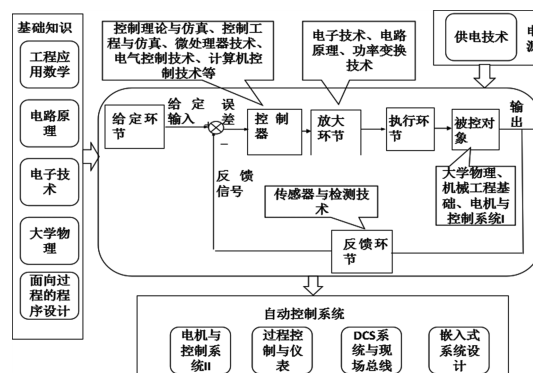


图1 自动化专业各模块在人才培养中的地位与作用图

依据工程教育专业认证的要求以及本学校培养应用型人才的办学定位,结合本专业要求《现代控制理论》模块必须支撑的毕业要求指标点,本模块将计算机辅助分析、现代控制理论、控制系统仿真与 CAD 内容进行重组,旨在培养学生以下三个方面的能力:(1)分析建模能力。根据系统的工作原理或实验数据,建立合理的状态空间模型。(2)认知、理解和分析能力。控制系统的运动分析、能控性和能观性、稳定性的分析能力。(3)设计控制系统及实施能力。根据系统的不可变部分及给出的综合性性能指标,设计出满

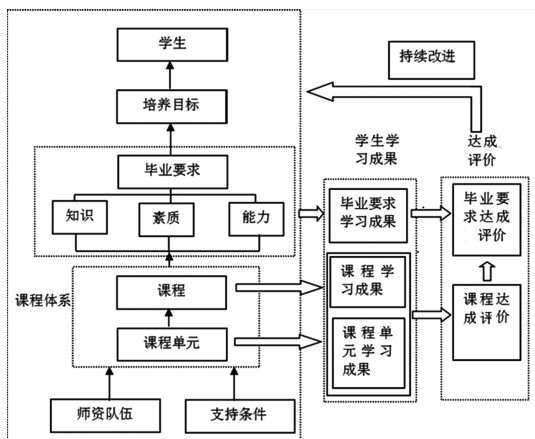


图2 工程教育认证人才培养逻辑体系框架图

足控制要求的控制系统。通过本模块的学习为控制系统的开发与设计奠定基础,并为学生的第二课堂和毕业设计提供有力的支撑。

2 教学环节的设计

以往自动化专业的现代控制理论课程主要是讲授控制理论知识,其中大量的数学公式、理论推导和计算难以激发学生的学习兴趣,学生学习成果较低。为了提高学生的学习兴趣和学习成果,培养学生的应用能力,《现代控制理论》模块将毕业要求指标点所要求的知识、素质和能力进行分解,将现代控制理论、计算机辅助分析、控制系统仿真与CAD内容进行重组,组成了7个模块。教师将教学环节分解为理论教学、实践教学和自主学习3个教学环节。教师在教学过程中采用研讨式教学、案例探究式教学、项目驱动式教学等教学方法。

2.1 教学内容的设计

《现代控制理论》模块4个学分,理论48学时,实验16学时,并增加了课外自主学习56学时。

设计控制系统的一般步骤如图3所示。根据设计控制系统的一般步骤,将《现代控制理论》模块理论部分分为:现代控制理论简介、控制系统的数学模型、线性控制系统的运动分析、线性控制系统的能控性和能观测性分析、控制系统的李亚普诺夫稳定性分析、线性定常系统的综合(设计)、最优控制7个模块。在后六个章节中,每个章节都包括相关理论和matlab仿真指令的讲授。

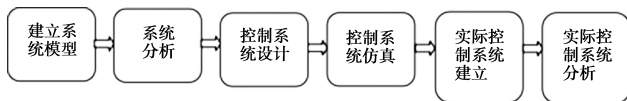


图3 控制系统设计的一般步骤

之前的现代控制理论课程只有8个学时的验证性实验,《现代控制理论》模块增加了8个学时实验,并将实验内容整改为:以直线一级倒立摆和球杆系统为被控对象做课程设计,将课程设计分成4个小实验:建模实验,运动分析、能

控性及能观性、稳定性分析实验,极点配置实验,最优控制实验。通过实验课,学生可以更好地了解实际控制系统设计和实现的一般步骤和方法,从而更好地培养学生的应用能力。

自主学习环节不仅包括传统的自主学习内容,如课后作业、课后学习笔记、课前预习、实验预习、实验后对实验数据进行分析处理总结和撰写实验报告,另外还要求学生对所学知识进行总结,并要求学生上网查阅资料了解现代控制方法的研究现状和发展趋势,撰写课程综述报告,使学生了解现代控制的方法及其最新研究现状和发展趋势。同时,教师还增加了项目设计题目:(1)直线一级倒立摆的控制。(2)球杆系统的控制。教师将这两个项目分为系统的数学建模,运动分析,能控性、能观性和稳定性分析,极点配置、最优控制4个部分。教师要求学生每学完相关章节内容,就要完成相关部分的任务。如学生学习模块2控制系统的数学模型后,学生需完成直线一级倒立摆和球杆系统的数学建模部分。在学生自主学习过程中,教师针对项目的每一部分都会集中对几个学时进行指导答疑。学生自主学习完成项目设计后,在实验课上学生可以上机仿真,还可以在实验平台上做实验,从而完成“理论-设计-仿真-实施”整个流程,使学生更系统地掌握实际控制系统设计的流程和方法。

2.2 教学方法

教学改革前,现代控制理论课程的教学方式采用以教师教授为主的教学方法,教师侧重于让学生掌握现代控制的理论。由于现代控制理论包含大量的理论和数学公式,学生学习起来觉得枯燥,学习效果不好。《现代控制理论》模块改变之前的教学侧重点和教学方法,侧重于利用现代控制理论来建立系统的状态空间模型,引导学生进行系统分析和控制系统的设计。教师教学中结合多媒体教学设备,采用讲授法、基于问题学习法、互动法等教学方法,提高学生的学习兴趣和学习的主观能动性,力争通过生动详实的多媒体教学课件创造出轻松易学的学习环境。同时,教师采用研讨式教学,其教学主题为“李雅普诺夫意义下的稳定性的定义”,通过研讨李雅普诺夫意义下的稳定、渐进稳定、大范围渐进稳定、不稳定的定义和含义,提升学生的学习兴趣和主观能动性,将枯燥的以教师讲授定义的模式变成了生动的课堂讨论,使学生更深刻地理解几个“稳定”的定义和区别,而不是只死背概念。此外,教师将案例研究式教学贯穿整个教学环节中,共计6学时,其设计的教学主题包括以下几个方面:(1)直线一级倒立摆系统和球杆系统的数学建模。(2)直线一级倒立摆系统和球杆系统的运动分析。(3)直线一级倒立摆系统和球杆系统的能控性和能观性分析。(4)直线一级倒立摆系统和球杆系统的稳定性分析。(5)直线一级倒立摆系统和球杆系统的极点配置。(6)直线一级倒

立摆系统和球杆系统的线性二次最优控制。教师将案例式教学、自主学习环节和实验环节相互配合,共同完成直线一级倒立摆和球杆系统的控制设计和实现。

3 学生学习成果评价体系

一门课程的教学实际上也是一个控制系统,控制目标是保证学生取得特定的学习成果,被控对象是学生,执行环节是教学环节的实施,检测是教学环节考核评价体系。为了使 学生获得良好的学习成果,《现代控制理论》模块不只以期末成绩作为唯一的考核评价标准,还采用 N+2 考核方式,增加了过程监控,并采取持续改进机制不断改进考核评价体系,从而提高学生学习成果。

3.1 N+2 过程考核

教师对学生成绩的考核方案采用 N+2 考核方案,考核成绩(100%)=笔记(10%)+过程考核(30%)+期末笔试(50%)+实验(10%)。具体考核方式如下:(1)笔记主要考查学生上课及课后的认真程度,考查学生笔记内容是否完整(60%);是否认真画出重点难点,并做详细标记(30%);笔迹是否工整(10%)。(2)过程考核次数 N=3,包括 2 次阶段性测试、1 篇课程综述。其中阶段性测试是模块 2、3 知识测试 1 次,主要考查控制系统的状态空间数学模型建立、线性控制系统的运动分析;模块 4、5 知识测试 1 次,主要考查控制系统的能控性和能观性、控制系统的稳定性。课程综述报告是学生通过上网查阅资料了解现代控制方法的研究现状和发展趋势,然后撰写课程综述报告。这主要考查学生应用网络搜索工具检索文献、查询资料的能力、归纳总结的能力,学生是否能认识到探索和学习的重要性,学生是否具有自主学习和终身学习的意识。课程综述成绩=内容(60%)+语言组织(25%)+格式(15%)。(3)期末笔试采用闭卷形式。卷面题型为填空、判断、分析计算、综合。(4)实验成绩 ≥ 60 分,否则学生不能参加期终考试。实验主要是考查学生建立针对实际系统建立状态空间模型的能力,运动分析,能控能观性分析能力,设计状态反馈与状态观测器的设计能力。

3.2 闭环持续改进机制

根据自动控制原理的知识,开环控制系统和闭环反馈控制系统有各自的优缺点。开环控制没有和输入给定量进行比较,所以其控制效果没有闭环控制的控制效果好。所以

《现代控制理论》模块改变以往的“教学-评价”的开环控制模式,建立了“教学-评价-反馈-改进-教学”的闭环控制系统,形成持续改进机制。通过这种方式,教师能够根据考核评价检测到的学生学习成果来持续调整教学环节,从而使学生的学习成果逐渐接近学习目标。

4 结束语

综上所述,《现代控制理论》模块经过近几年的教学改革探索,该模块将计算机辅助分析、现代控制理论、控制系统仿真与 CAD 内容进行重组,采用理论、实验、自主学习 3 个教学环节,并将讲授法、基于问题学习法、互动法、研讨式教学、案例式教学等多种教学方法有机结合。《现代控制理论》模块考核方式采用 N+2 过程考核方式,并采用“教学-评价-反馈-改进-教学”的闭环控制持续改进机制。近几年的学生学习成果表明,《现代控制理论》模块可以激发学生的学习兴趣,提高学生对知识的应用能力,为学生后续学习打下了坚实的基础。

参考文献:

- [1]李志义.解析工程教育专业认证的学生中心理念[J].中国高等教育,2014(21):19-22.
- [2]王国强,卢秀泉,金祥雷,等.成果导向教育理念的新工科通识教育体系构建研究[J].高等工程教育研究,2021(04):29-34.
- [3]房树田,赵倩倩,崔娜,等.基于工程教育认证标准的持续改进评价体系研究[J].山西建筑,2020,46(13):163-165.
- [4]张舰.工程教育专业认证标准下持续改进运行机制与评价体系研究[J].黑龙江教育(理论与实践),2021(05):52-53.

基金项目:

安徽省质量工程项目教学研究一般项目,项目名称:工程教育专业认证与课程思政背景下《现代控制理论》模块的教学研究与改革探索,项目编号:2021jyxm1281;合肥学院质量工程项目教学研究重点项目,项目名称:工程教育专业认证与课程思政背景下《现代控制理论》模块的教学研究与改革探索,项目编号:2020hfujyxm21。

作者简介:

孟芳芳(1984—),女,汉族,河南新乡人,博士,副教授,研究方向:控制理论及应用。