

控制系统综合设计实践与改革研究

李瑞涛, 王玲玲, 梁 勇

(海军航空工程学院 控制工程系, 山东 烟台 264001)

摘 要: 为解决现有院校实验课教学依赖于过度集成化的教学设备, 使得教学归于程式化, 导致学生无法真正将理论所学转化为实践的能力不足, 讨论了在人才培养方案中开设控制系统设计类课程, 并依据 5 年来课程教学经验, 给出课程的实施内容、教学过程、教学效果和反馈、课程改革与完善方案。实践证明, 此类课程的开设与实施能够大幅提升学生的个人综合素质和工程实践能力。

关键词: 教学实践; 控制系统综合设计; 人才培养

中图分类号: G642 文献标识码: A doi:10.3969/j.issn.1672-4305.2017.02.027

Research on practice and reformation about curriculum of comprehensive design of control system

LI Rui-tao, WANG Ling-ling, LIANG Yong

(Department of Control Engineering, Naval Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264001, China)

Abstract: In order to solve the problem that the experiment became formulation because of excessively integrated equipment widely used, which led to the results that students could not change theoretical knowledge to practical skills. Thus, in this paper, it was proposed course about design of control system must be offered in the whole cultivation program. According to five years course teaching experience, offers a set of practical program on contents, process, effect and feedback, revolution and improvement. It was demonstrated that this course could advance students' comprehensive qualities and engineering abilities sharply.

Key words: teaching practice; comprehensive design of control system; talents cultivation

海军航空工程学院控制专业本科生的实践类教学是按照“课程实验”-“课程综合设计”-“毕业设计”进行安排的,其中控制类课程实验主要在“自动控制原理”、“计算机控制”和“自动控制元件”等几门课程的基础上开设实验,目的是验证理论课上的基本概念和理论数据,实验设备是采用固定模式的实验平台,学生按仪器平台规定的步骤或方法进行实验,通过改变参数设置和变更有限数量的连接导线即可得出实验结果。在该过程中学生是被动式的学习,只知道若干个独立的互不相连的理想化的电路或子系统,无法理解这些实验电路和系统在整个系统中的作用及它们之间的关系。实验内容过分注重知识传授的系统性、完整性,忽视了学生创新思维方式的形成和全面素质的培养,无法调动和发挥学生的主观能动性,不能培养学生的独立思考和创新的能力。为满足培养综合应用型人才的需要,提升

学生的创新能力,必须建立以学生为中心的实验教学体系^[1-2],尤其是注重培养学生的态度和能力,提高他们学习的主动性、积极性和创造性,使其从继承性学习走向创新性学习。为此,在控制专业人才培养体系中开设了“控制系统综合设计”课程,该课程是以测控类课程教学的基本内容为基础,将所学内容进行综合应用的实践课,目的是通过比较全面系统的控制系统综合设计实践^[3],使学生完成控制理论、测控知识认知、验证到工程实践的成长过程,培养学生进行系统分析、设计、开发与研究的基本能力,达到拓宽知识面、提高对控制理论的认知能力和控制系统工程设计能力与创新能力,启发学生创新思维和独立解决实际问题的能力。

1 课程综合设计内容与教学实施

“控制系统综合设计”课程是实践教学环节中



承前启后的实践训练,一般安排在大三第二学期,以开放性和综合型实践形式开展。在选题上向学生提供了控制算法设计、测控系统设计与实现、自选题目三大类课题供选择,所涉及的知识点了包括控制学科相关课程中涉及的主要内容,如控制理论、计算机仿真和控制算法,另外还有信号检测、自动控制元件,飞行器控制、自动测控技术、自动化仪表与过程控制、单片机等,所配备的实验设备和手段多样化,题目内容较适合于学生当前的知识水平。

1.1 控制算法类设计课题

控制算法类设计课题的设计目的是训练学生完成控制系统的理论设计与算法实现,能够学习和运用 PID 控制、现代控制理论等知识对典型控制系统进行分析、设计、建模和控制算法设计^[4],完成仿真分析并在实验平台上验证,实验室可提供的验证平台主要有固高公司的开放性实验平台,如磁悬浮控制系统、倒立摆控制、三自由度姿态控制系统等典型控制系统^[5]。

以磁悬浮系统为例,学生在选择该设计课题后,首先在教师的指导下,参照固高公司提供的参考资料,了解磁悬浮系统的工作机理、结构、参数,并完成系统数学模型的建立与分析,然后自主提出控制方案、设计控制算法、进行仿真并编写程序完成在实际系统上调试和验证,最后整理实验数据、撰写设计报告。

1.2 测控系统设计与实现类设计课题

测控系统设计与实现类设计课题的设计目的是训练学生将理论知识转化为工程实践活动^[6],并在工程实践中培养创新能力、提高应用能力。要求学生能够学习和运用多种测控知识,自主设计和搭建一个完整的测控系统,并进行功能验证。实验室可以提供 MCS-51 系列的 8 位单片机和 ARM 系列的 16 位/32 位单片机最小系统,温度传感器、超声波传感器、红外传感器、图像传感器、电磁传感器、激光定位传感器、电加热器、RS422 通讯模块、CAN 总线模块、蓝牙通讯模块、无线图传系统、无线数传系统、MEMS 加速度与倾角测量系统、电动车平台和各种集成电路、CPLD 和电子器件,学生可以依据需要选择进行水温控制系统、智能汽车系统的搭建,其主要要求见表 1。

该类设计由于涉及知识面宽、工作量大,要求学生以 4 人为一组进行分工协作完成,这样不但能发挥各自特长,还可以培养团队协作精神。学生接受到课题后需完成资料阅读、总体方案设计、硬软件开

发、安装调试、测试和数据处理、总结验收、撰写报告和答辩等工程设计和科学研究的全过程,可以较好地达到工程锻炼的目的。

表 1 测控系统设计类选题

| 名称 | 设计要求 | 备注 |
|--------|---|--------------------------------|
| 水温控制系统 | 设计与实现水温控制系统,要求测量与控制温度为 30°-85°,控制精度+1°,具备上位机对下位机的控制和数据记录功能。 | 在实现设计要求的前提下,可依据所提供的设备条件自选实现方式。 |
| 智能车 | 以图像、电磁等传感器敏感道路,实现四轮或者二轮直立自主控制赛车设计,并要求实现对赛车信息的远程监控功能。 | |
| 任务机器人 | 以电动车为平台,结合各种传感器设计智能机器人,设计和实现智能灭火车,可以实现自主控制行走、避障、寻找预定道路、寻找火源并完成灭火。 | |

学生也可以依据自身爱好或者在前期学习过程中的工作经历,自主提出和设计题目,在完成课程设计学习任务的同时,有利于培养学生自主设计和创新能力,激发学习的主动性和积极性,也可以延续以往学习的知识和技能。如 2014 年学生结合国际空中机器人大赛(亚太赛区)比赛提出的小型四旋翼无人飞行器室内自主飞行与定位系统,就是一个较好的范例,在该设计中,本科学生负责多飞行器的状态感知与障碍规避,完成了空中飞行器对固定和运动的障碍物探测感知和规避避免碰撞的最优化飞行控制。

1.3 实施

控制系统课程设计是培养学生综合运用所学知识解决实际问题能力的重要环节,要求学生自主选择课程设计内容、自行设计实现方案和完成具体设计,解决实验中遇到的问题。实验过程包括了查阅专业文献资料,提出和制定设计方案,制作、调试等环节。授课过程由开题辅导、设计实践与指导、效果评估与答辩三个环节组成,各环节相互联系,紧密结合,构成了完整的课程体系。在实施过程中,由学生依据自身的学习特点自主选择课题设计类型和内容,一般 2~4 人为一组,采取弹性学时,在课堂时间和课下自主学习阶段组织实施,一般持续 4~8 周。

执行时间一般安排在学期中段,在学期开始由任课教师向学生发布设计任务书,学生自由组合和自主选题,指导教师审核通过后,对学生进行初步指

导,使其可以逐步理解和消化课题,并且能够在课程开始前进行充分协商和查阅相关文献,基本形成总体设计方案。课程开始的第1天为开题审查阶段,由指导教师审查学生的开题报告和总体设计方案,提出修正意见。然后为设计、实现和调试阶段,在此期间为防止学生由于知识与经验欠缺而走弯路,各小组需每周向指导教师汇报和交流进展情况,由教师指导和启发学生按照正确的方向前进;最后3天提交实验报告、进行答辩和效果演示评估。

2 教学效果与心得

2.1 教学效果

通过该课程的学习,使学生学会分工协作,独立完成系统的设计与实现;实验过程可帮助学生理解和消化理论知识,提高分析问题、解决问题的工程实践能力,对于调动学生的主动性、培养学生的创新能力具有相当重要的作用。通过近几年反馈调查,学生反映效果良好,通过课程设计,多名本科学生在国内刊物和会议上发表学术论文,多名学生在课程结束后继续参与“飞思卡尔”杯全国大学生智能车竞赛和国际空中机器人大赛(亚太赛区)比赛,取得了较好成绩^[7-8]。学生的个人综合素质和工程实践能力得到了大幅提升,其中读取研究生的学生在研究生学习期间,进入研究与工作状态快,能够在短时间内参与到导师的科研课题中,并承担主要研究工作,得到了导师的好评。

2.2 心得体会

通过近5年的教学实践和学生成长过程的归纳总结,有如下几点心得体会:

(1)基础知识的学习是学生能力发展的基础,但知识增多不等于能力一定跟着增长,知识要在运用的实践中不断发展才能转化为学生的综合能力。实践教学环节就是集知识学习、理论应用和创新能力培养为一体的三维教育过程,学生通过课程设计等实践环节的开放式学习,其自觉性和主动性得到发挥,就会变被动接受为主动求知,变被动记忆为主动思考,能力就会得到提升。

(2)基础学习阶段多是固定的教学方法重复一些相对固定的内容,而忽视了对学生思维方法的训练和培养,实践教学则注重“如何教会学生学习,如何教会学生思考,如何引导学生发现问题和解决问题”。授课过程中不是将知识简单的传授给学生,而是应当引导学生去发现知识,独立去掌握知识。教师在这一过程中要帮助和引导学生读书,独立思考,加强学生发现问题的能力培养,鼓励学生挑战权

威,质疑传统,独立思考和解决问题;要多给学生自学和研究的机会,不仅要引导学生学会分析问题,更应该让学生学会如何对所研究的问题进行综合归纳和比较,从而学会如何发现新问题,寻找突破点,产生新的知识和能力。授课过程中要讲不同的学术观点,让学生在各种观点中接受启示,发现规律,发展创新能力;要鼓励学生多提出问题并引导争论,因为各种观点的交流、碰撞,能够引起观点的融合与分化,有利于产生创新性成果与能力的培养^[9-10]。

(3)教学计划的制定应保持一定的弹性,避免“齐步走”和“整齐划一”,要为学生自主选择和学习留出一定的空间,不仅可以满足学生个人的兴趣和志向,而且培养了学生负责任的做出选择和判断的能力,以便于调动学生的主观能动性,促进个体发展。

3 课程建设与改革

3.1 存在不足

一是学生主体地位不明确,创新意识有待进一步提升。学生在基础学习阶段多是被动的接受知识,是按照一定的教学方法以同一进度讲授同一内容,逐渐使得学生习惯于接受知识的“灌输”,在课程设计中缺乏主动参与能力和想象力。

二是支持力度缺乏。由于对课程设计经费投入不足等原因,使部分课程设计缺少资金支持,最终难以形成实际产品,学生也难以完成整个论证、设计、制作与调试流程。

三是教师指导不到位。受到教学体制限制,一门课程不能由多个教师同时执行;另一方面,课程设计所涉及的知识面相对宽广,单个教师知识面很难做到大而全,不可能在算法、测控、飞控等领域实现理论与工程实践的全方位指导;同时由于任务繁重,很多教师都处于超负荷的工作状态,也难以额外增加工作量进行辅导^[11-12]。

3.2 改革思路

针对课程实施中存在的不足,课程组经过认真研究提出了相应的解决思路。

(1)遵从我国近代教育家蔡元培早就提出的“好的先生,不是教书,不是教学生,乃是教学生学”的观点,教师在授课过程中应尽可能以学生为主体,引导学生如何发现问题,为了解决这一问题需要通过自学哪些知识,通过这些知识的学习是否能够解决问题,解决的问题与预期的是否一样,不一样的原因又是什么,通过这样一种循序渐进的思路培养学生独立思考、自学、发现问题及创新的能力。



(2)按照教学与科研相结合的原则,将部分课程部分内容同科研课题研究结合起来,进一步完善实验室功能。科研课题可为学生提供良好的研究机会和支持,学生通过参与科研活动可以培养研究能力、体验科学研究过程,掌握真实的科学研究方法,并可通过同课题组的密切合作得到全方位的锻炼,提升研究能力和工程实践能力,有利于个人能力提升和后续研究生阶段的学习。同时,科研课题也可以为课程设计和学生提供适量的设备、资金和情报资料支持,丰富教学资源,对提升教学质量有较大的促进作用。

(3)加强教师能力的培养,努力使任课教师具备雄厚的学科基础知识、精深的学科专业知识和扎实的教育专业理论素养。专业教师如果只教不研,就只能停留在对知识的照本宣科上,就不会有创新,也就谈不上对学生起到启蒙和导向作用。所以,教研室要求教师坚持教学和科研相结合,以便于实现科研促进教学,为教学提供扎实的基础和素材。

(4)在该课程执行过程,改革现有课程一名教师负责的体制,依据学生选题方向的区别,分别在控制算法类、测控设备类和自选课题类配置多名教师进行指导,避免了由于学科覆盖范围广,一名教师无法兼顾的不足。同时,结合研究生的工作实践需求,推进研究生在该课程中的作用,即部分教师指导工作可以由研究生承担,如负责指导学生学习和自修及写作论文等。

4 结语

在课程学习中以学生为主体,配合教师的指导,通过综合实践环节可以锻炼学生的创新能力、工程实践能力、自主学习能力和发现问题和解决问题的能力,从而大幅提升其综合素质,为其日后发展打下坚

实的基础。根据这门课程5年的开设经验,类似的综合设计课程在本科专业人才的培养中应该广泛推广。

参考文献(References):

- [1] 池丹丹,高锰.在《自动控制系统》教学中加强学生实践能力的培养[J].成功:教育版,2013(8):93-93.
- [2] 朱艺锋,郑征,陶海军,等.“自动控制系统”课程实践教学探索[J].电气电子教学学报,2009,31(S2):7-9.
- [3] 张琳.控制系统设计课创新教学的探讨[J].化工高等教育,2004,79(1):76-77.
- [4] 毛海杰,李炜,刘微容,等.“控制系统计算机仿真”课程教学探讨[J].实验室研究与探索,2005,24(S1):147-148.
- [5] 王仲民,姚合环,王健民.倒立摆控制系统课堂教学与个性化培养模式的研究与实践[J].高等教育研究,2004,20(3):68-69.
- [6] 孙大卫,丁兴俊,毕经存,等.一种典型自动控制原理实验教学设备研究[J].实验技术与管理,2011,28(7):79-81.
- [7] 裘君,何小其,刘毅华.基于竞赛驱动的自动化专业实践教学探索[J].安徽电子信息职业技术学院学报,2012,11(2):67-70.
- [8] 王玲玲,梁勇.将竞赛类成果应用于实践教学的探索[J].中国电力教育,2014(30):89-90.
- [9] 邵晓玲,陈永泰.实验教学与创新人才培养[J].实验科学与技术,2011,9(1):169-172.
- [10] 陆杰,苗夺谦.实验教学中注重过程的认识与实践——同济大学-飞思卡尔微控制器教学联合实验室建设与实践的思考[J].计算机教育,2009(15):120-122.
- [11] 齐晓慧,董海瑞,李建增,等.自动控制类基础课程实践教学体系的探索[J].实验室研究与探索,2005(S1):202-204.
- [12] 孟令雅.自动控制理论课程设计探索[J].实验技术与管理,2013,30(2):182-184.

收稿日期:2016-05-19

修改日期:2016-06-25

作者简介:李瑞涛(1974-),男,河北任丘人,硕士,副教授,主要研究方向为导航制导与控制技术。

(上接第94页)

- [2] 刘文,胡巍,盛桂华,等.课题驱动分子生物学实验教学探索与评价[J].实验室研究与探索,2014,33(5):197-200.
- [3] 谢青,杨广笑.分子生物学创新性实验教学的实践与探索[J].实验室科学,2008(5):65-66.
- [4] 张以顺,黎茵,陈云凤.分子生物学实验的科研型教学模式探索与实践[J].实验室研究与探索,2010,29(8):238-240,270.
- [5] 马景蕃,黄素华,刘喜明,等.分子生物学实验教学探索[J].安徽农业科学,2012,40(12):7589-7590.
- [6] 袁继红,李香花,朱意.分子生物学综合性实验教学的探讨与实践[J].生物学杂志,2011,28(3):99-102.
- [7] 贾沪宁,黄琦,严拯宇.探究性实验教学模式的构建及实施[J].药学教育,2014,30(6):75-77.

- [8] 葛荣朝,齐志广,周春江,等.分子生物学实验教学改革的探索与实践[J].实验室科学,2010,13(1):47-49.

- [9] 高利臣,肖璐,冯涛.分子生物学实验教学改革的几点思考[J].实验室研究与探索,2010,29(4):99-102.

- [10] 来琳琳,张怡轩,刘晓辉,等.生物学实验教学中心开放式网络平台建设[J].实验室研究与探索,2013,32(5):111-114,246.

收稿日期:2016-06-20

修改日期:2016-07-05

作者简介:来琳琳(1982-),女,辽宁沈阳人,硕士,工程师,主要研究方向为生物学科实验技术与应用。