

“建构主义”教学理念对研究生课程建设的启示

——以控制科学与工程学科为例

高明¹,周东华^{2,3},盛立¹

(1. 中国石油大学(华东)信息与控制工程学院,山东 青岛 266580;2. 山东科技大学 电气与自动化工程学院,山东 青岛 266590;3. 清华大学 自动化系,北京 100084)

摘要:课程建设的水平对于研究生培养目标的实现具有重要作用。目前在控制科学与工程学科的研究生教学中,普遍存在课程设置不够合理、脱离工程实践以及评价体系不完善等问题。基于建构主义科学教学理念,应完善课程体系,创新教学内容;加强实践教学,在情景和对话中帮助学生建构新知识;建立科学的教学评价体系,改进考试方式。以利于在教学中激发学生的学习兴趣,促进研究生创新能力培养,提升我国研究生教育的培养质量。

关键词:课程建设;建构主义;教学改革;控制学科

中图分类号:G622

文献标识码:A

文章编号:1008-7699(2017)01-0102-05

一、引言

近年来,由党中央、国务院印发的《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和教育部、发改委、财政部发文的《关于深化研究生教育的意见》中均提出将研究生创新教育作为当前的一项重要工作。课程建设在研究生培养体系中居于核心地位,课程体系的科学构建与优化,对于研究生创新能力与实践能力的培养具有决定性的作用。随着现代科技在各个领域的迅速发展,各学科知识的融合度日益提高,传统的以讲授为主体的课程教学模式已无法系统地实现研究生能力的培养。针对我国研究生教育教学中存在的问题,学者们开展了深入的研究与探讨。^[1-3]其中,学者罗尧成与谢安邦指出研究生教育本质包含“高层次的专业教育”和“以研究为主要特征的探索性教育”两个方面,在实践中需要围绕研究生教育的本质建设研究生课程体系。^{[1]32}结合目前研究生教学中存在的问题,学者章丽萍等介绍了浙江大学在研究生课程建设方面取得的一系列成果。^[2]另一方面,随着教学改革的深入,建构主义教学理念受到了国内外学者的高度关注。^[4-11]建构主义的理论来源主要包括皮亚杰的结构与建构观、维果茨基的心理发展理论以及布鲁纳的认识建构论,强调学习是基于学生原有知识和经验的建构,主张教学的价值体现在“对学生科学素养的培养”,坚持在教学过程中通过“情境对话”来建构知识,以学生的发展为依据科学评价教学质量。^{[8]44}这一理论符合研究生阶段的教育特点和培养目标,对我国研究生教学的开展具有重要的理论指导意义。

自动化技术的应用可以有效地提高工作效率,增强人类改造世界的能力,其发展已经成为衡量国家现代化水平的一个重要标志。在我国研究生培养体系中,“自动化”对应“控制科学与工程”这个一级学

收稿日期:2016-07-21

基金项目:国家自然科学基金重大项目(61490700);国家自然科学基金面上项目(61573377)

作者简介:高明(1981—),女,山东滨州人,中国石油大学(华东)信息与控制工程学院副教授,博士;周东华(1963—),男,江苏江阴人,山东科技大学副校长,教授,博士,教育部高等学校自动化类教学指导委员会主任,长江学者特聘教授,本文通信作者。

科,本学科以控制论、系统论与信息论为基础,培养目标注重理论与实践的紧密结合,在航空航天、制造业、数理金融与生物控制等方面都具有重要的地位。^[12]笔者通过深入调研,发现截止目前我国在控制科学与工程学科研究生课程建设方面的研究鲜有报道。为此,本文以建构主义学习理论为理论基础,深入剖析了控制科学与工程学科研究生课程建设中存在的问题,并结合美国加州大学伯克利分校电气工程与计算机科学(EECS)专业课程设置方面的经验,对我国当前控制科学与工程学科研究生课程建设提出了几点改革建议。

二、控制科学与工程学科研究生课程教学中存在的问题

研究生教育的目标是培养具有独立工作能力的创新型人才,能够通过科研工作来锻炼能力,让学生在研究中获得知识。《中华人民共和国高等教育法》中明确规定,博士研究生教育应当使学生掌握本学科坚实宽广的基础理论、系统深入的专业知识、相应的技能和方法,具有独立从事本学科创造性科学研究工作和实际工作的能力。研究生教育与本科教育之间存在着本质的区别,绝不仅仅是本科教育的延伸。建构主义教学理论以学习者为中心,强调教学过程对学生创造性思维能力的培养,注重培养学生分析问题和解决问题的能力,符合研究生阶段的学习特点。然而,当前许多高校的控制科学与工程学科研究生课程体系并没有完全体现研究生教育的要求,主要表现在以下几个方面。

(一)研究生课程设置与人才培养目标脱节,无法满足社会对控制科学与工程学科创新型人才的需求

为了培养具有创新能力的人才,需要设置内容丰富的专业课程。通过调研我们发现,有些学校受到师资和设备等教学资源的限制,控制科学与工程学科所开设研究生专业基础课和专业课种类较少,常常出现“有什么老师开什么课”的情况。此外,部分专业课程在内容上存在着一定的“本科化”问题。例如,有的省属一流高校开设的本学科专业基础课仅有“线性系统理论”与“最优控制”两门课,这两门课程均设置为2学分32学时,而且在实际教学中“线性系统理论”与本科“现代控制理论”的区分度不高。建构主义知识观认为知识的建构依赖于学生自身的经验背景,单一专业课程的学习会导致学生知识面狭窄,在研究中不能很好地把握学科前沿。笔者深入调研了加州大学伯克利分校的研究生课程情况,EECS专业共开设30余门相关的专业课程供学生选择,为学生获得相关基础知识和专业背景提供了保障。而且,建构主义知识观强调知识与学习的情境性,主张将学习置于问题情境中,通过解决问题,促使学生主动探索并建构新知识。众所周知,线性系统理论是控制科学与工程学科最为基础的理论课程,是进一步学习诸如“鲁棒控制”“随机控制”等专业课程的基础,该课程重在对学生进行严格的逻辑训练,注重培养研究生的创新性思维。如果将这门课的学时仅设为32学时,容易导致没有足够的学时保障教学情境的创设,而往往只是将知识点作为真理传授给学生,在教学过程中学生更多的是记忆知识,不能深入消化课堂所学知识,在处理复杂工程问题时 would 感到束手无策。

(二)课堂教学仍采用传统的教学模式,忽视实践教学,忽略了研究生科学素养的培养

从建构主义教学观来看,在教学过程中要注重教学情境的设计,除了授课内容以外,还需要将学生亲身经历的实验、良好问题的解决以及师生的互动贯穿整个教学过程。在实践中不断激活已有的知识和经验,找到解决问题的方案,从而实现新知识与旧知识的融合,建构自身知识的体系。而目前高校中研究生教学大多采用“传授—接受式”的教学模式,将教学内容看作是主要的教学资源。就控制科学与工程学科而言,大部分研究生课程在具有较强理论性的同时,还与实际工程问题结合紧密。例如,“鲁棒控制”这门课是本学科普遍开设的一门研究生专业课,主要讲授在外部干扰存在以及建模误差影响下,如何设计控制器,保证控制系统的性能。授课过程中,不仅需要给学生讲授该研究领域所必须的数学和控制理论基础知识,还要将授课的重点放在这门课的研究背景和具体的工程案例上。就目前开课情况来看,大多数

学校只侧重于理论知识的学习,讲课内容以系统建模与分析为主,很少涉及到实验平台的建设及工程案例的设计。这样安排课堂教学会产生两方面的效应,一方面,学生被动的接受知识,虽然已经掌握了基本的概念和理论,但无法深刻的理解相应的知识点。而学生脱离了实践所获得的知识非常抽象,很难灵活运用运用到工程中。另一方面,部分学生理论基础比较薄弱,在学习过程中容易感到内容枯燥,不利于学习兴趣的培养。

(三)教学评价体系不完善,考试方式无法全面评价学生的综合能力

目前研究生课程考试的目的大都为了甄别学生对本门课程知识的掌握情况,判断学生在本专业中的考试名次,并以此作为评价学生优良的标准。而从建构主义课程观来看,教学评价不仅仅是给学生一个合理的分数,更是为了发现在课堂教学中出现的问题,针对问题改革教学方法。由此看来,目前采取的单纯以期末考试为主的评价方式过于片面,缺乏阶段性与动态性。另一方面,传统考试重点考察学生对控制理论中基本概念、分析方法以及设计方法的掌握情况,期末卷面成绩往往能占到总成绩的 60%—70%,以致学生片面追求知识点的记忆,在处理实际工程问题时也仅是“纸上谈兵”,该考试方式显然不利于创新型人才的培养。在加州大学伯克利分校 EECS 专业中,线性系统理论为 4 学分专业基础课,在该课程教学大纲中明确规定考试由“大作业+期中考试+期末考试”三个模块组成,其中,期末考试和平时作业的完成情况各占总成绩的 40%。在该课程 2015 年秋季学期的教学中,共布置了 11 次大作业,每次作业从布置到提交大约一周的时间,作业中涉及的问题均是具有一定深度的习题,其中不乏以工程实践为背景的题目。针对这些习题的解答,可以帮助学生在掌握课堂所学基本概念和原理的同时,锻炼学生的创新性思维。通过复杂问题的解决亦能培养学生的合作精神,在合作学习中共同完成新知识的建构。

三、用建构主义教育观指导研究生课程建设

基于上述认识,加强研究生课程建设,开展建构主义科学教学研究,对提高控制科学与工程学科研究生的培养质量,促进本学科的长远发展十分必要。为此,我们认为应该努力实现以下几个方面。

(一)完善课程体系,增加 4 学分课程,创新教学内容

将课程建设作为研究生培养工作的重中之重,主要从以下三方面着手。首先,大力加强本学科研究生阶段“线性系统理论”“非线性系统理论”“系统辨识”及“凸优化”等专业基础课程的建设,将部分专业基础课设置为 4 学分 64 学时,以保障授课内容的深度和学生知识体系的建构。在课程建设中,可以借鉴加州大学伯克利分校的先进经验,结合热点研究方向来建设课程群。该学校 EECS 专业主页上列出了本学科的热点研究方向,除了介绍某一具体研究方向的内容、意义及团队情况,还列出了从事此方向研究所需要学习的相关课程,例如从事“控制、智能系统与机器人”这一研究方向需要学习的课程群,如图 1 所示。这一方式有助于学生针对感兴趣的研究方向合理选课,增强选课的科学性。在课程建设中,要明确课程群中每门课的教学大纲,加强课程群内部的知识融合,避免相同知识点的重复讲解。其次,大力引进高水平人才,加强研究生导师队伍建设,广泛开设“最优控制”“鲁棒控制”“信号处理”“故障诊断”与“容错控制”等专业课程,通过丰富的教学内容来拓宽和完善学生的知识体系。

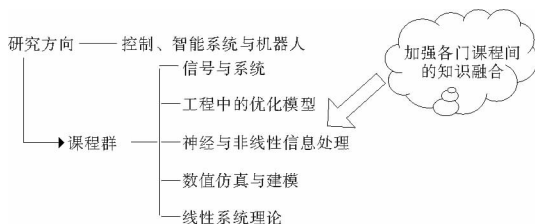


图 1 针对某研究方向的课程群设置

最后,开展研究生精品课程建设,不断创新教学内容。在教材中设置“前沿知识”专题,结合研究热点来充实研究生教材。针对重点建设的研究生精品课程,每年有计划地邀请国内外学术专家来校讲学。山东科技大学在 2015 年先后邀请德国杜伊斯堡大学

Steven Ding 教授、英国布鲁奈尔大学 Zidong Wang 教授等 20 余位著名教授来校举办前沿知识讲座,为控制科学与工程学科研究生举办报告会 20 余场,很大程度上开拓了学生的视野,促进了学生创新理念的培养。

(二) 注重师生互动,加强实践教学,在情景和对话中帮助学生建构新知识

建构主义教学观认为,教学是在“情景对话中建构知识的活动”,科学知识是动态生成的,课堂教学是师生共同参与建构新知识的过程。^{[8][41]}在课堂教学的各环节要努力营造师生互动以及学生之间的互动,发挥学生的主体作用。为了满足日益增多的课堂讨论需求,清华大学 2016 年寒假改造了“变形课桌”,将 30 厘米高的讲台“夷为平地”。课程教学方法的改革对于培养研究型人才非常重要,^[13]在课堂教学中不能视学生为知识的容器,而需要在课堂中采用支架式教学、启发式教学等教学方法,将讲授与问题研讨相结合,注重学生思维能力和研究能力的培养。以“线性系统”理论课程建设为例,将该课程理论学习分为“基础知识+热点问题讨论”两部分。除了讲授控制系统数学建模、系统的运动分析、能控性与能观性等基础理论以外,还要结合网络控制系统、随机跳变控制等研究热点,设计几个有深度的问题或案例,在教学中引发学生积极思考,培养研究生的科研能力。此外,建构主义教学观强调通过实践探究来获取科学知识,而控制科学一个鲜明特色就是面向工程实践,其研究对象来源于实际的工程系统。为了实现控制科学与工程学科的人才培养目标,需要强化实践教学环节,立足于教学大纲并且贴近工程实际来设计综合性、创新型的平台实验。例如,在理论教学中引入倒立摆和三容水箱实验平台,减少验证性的 Matlab 仿真实验,以提高研究生解决实际工程问题的能力。

(三) 建立科学的教学评价体系,改进考试方式,增加考试通过难度

传统教学观强调教学评价为课程的终结性评价,而建构主义课程观将教学评价视为课堂教学的一个重要构成环节,评价的目的不仅是为了给学生打分,而是以评促教,诊断在教学中出现的问题,促进学生的后续发展。因此,教学评价不仅仅发生在课程结束时,更需要动态的呈现于教学过程环节中。笔者借用自动控制原理中反馈的概念,^[14]在教学中,以系统的观点来看待课堂教学的整个过程,将课堂教学设计为一个反馈控制系统。教学目标为给定输入,将学生看作被控对象,学生能力的发展看作系统输出。由任课教师结合教学目标和学生的知识背景,设计调查问卷,在教学过程中通过阶段性的教学评价,了解学生对教学内容的掌握情况,及时发现教学中存在的问题,以便改进教学方法,进一步提高教学质量,具体运行机制如图 2 所示。另一方面,为了更好地提高研究生的创新能力和实践能力,需要建立合理的考核机制。可采取“平时作业+平时测验+期末考试+综合实验”相结合的考核方式,提高平时成绩与实验成绩的比重,在考核学生对教学知识点掌握情况的同时,



图 2 科学教学评价体系结构图

更侧重考察学生分析及解决问题的能力。此外,建构主义教学观强调学生对知识的自主建构,简单的考试题目较易达到的考试要求,往往无法很好地激发学生学习的积极性。笔者调研了加州大学伯克利分校 EECS 专业的课程考试要求,发现博士研究生毕业需要修满 24 学分,而且专业基础课的成绩要达到 3.5GPA(90 分以上),专业课程要达到 3.0GPA(85 分以上),在规定学生毕业学分的同时,强调所修课程的考试需达到相应的分数值,增加了考试通过的难度。这一措施可以激发学生的探索精神,促进学生深度学习知识点,积极建构自身知识。

综上所述,本文以控制科学与工程学科典型课程的建设为例,深入分析了本学科研究生教学中存在的问题。基于建构主义在教学观、知识观与课程观等方面的科学理念,并结合加州大学伯克利分校在课程建设方面的先进经验,提出了相应的改革措施。课程建设是一项长期而又复杂的工作,在教学实践中要以学生为主体,以学生能力的发展为培养目标,加强导师队伍建设,改进传统的教学方法,加强实践教

学,不断提升研究生的培养质量。

参考文献:

- [1]罗尧成,谢安邦.论研究生教育课程体系开发的三个理论基础[J].教育研究,2008(4).
- [2]章丽萍,赵张耀,徐敏娜,叶恭银.研究生课程体系的重塑与优化——浙江大学研究生课程建设的思考与实践[J].学位与研究生教育,2013(6):38-41.
- [3]张磊,高春侠.知识共享模式下研究生课程体系的探索与实践[J].电力系统及其自动化学报,2015(10):98-102.
- [4]PERKINS D N. Technology meets constructivism: do they make a marriage? [J]. Educational Technology,1991(3):18-23.
- [5]KATZ J E, HALPERN D. Can virtual museums motivate students? toward a constructivist learning approach[J]. Journal of Science Education and Technology,2015(24):776-788.
- [6]GARCIA I, PACHECO C. A constructivist computational platform to support mathematics education in elementary school[J]. Computers & Education,2013(66):25-39.
- [7]LI X S. On instructional strategies based on constructivist theories—with teaching advanced mathematics as an example[J]. Journal of Southwest China Normal University. Natural Science Edition,2014(39):152-155.
- [8]袁维新.科学教学概论——建构主义观点[M].徐州:中国矿业大学出版社,2007.
- [9]滕飞,赵琼.追问建构主义在基础教育课程改革中的适切性[J].教育科学研究,2005(6):9-11.
- [10]赵长林.社会建构主义视野中的科学知识观[J].山东科技大学学报(社会科学版),2005(7):11-15.
- [11]田焯.浅议建构主义视野下高校思政课教学模式的创新与发展[J].山东科技大学学报(社会科学版),2015(17):98-102.
- [12]吴美平.一流控制科学与工程学科建设的思考[J].高等教育研究学报,2008(4):40-41.
- [13]赖绍聪,华洪.课程教学方式的创新型改革与探索[J].中国大学教学,2013(1):30-32.
- [14]胡寿松.自动控制原理[M].北京:科学出版社,2013.

Enlightenment of Constructivist Teaching Conception to Postgraduate Course Design ——Taking the Discipline of Control Science and Engineering as an Example

GAO Ming¹, ZHOU Donghua^{2,3*}, SHENG Li¹

(1. College of Information and Control Engineering, China University of Petroleum (East China), Qingdao 266580, China;

2. College of Electrical Engineering and Automation, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China;

3. Automation Department, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The design of postgraduate courses plays an important role in achieving postgraduate training objectives. There exist many problems in the current postgraduate education for the discipline of control science and engineering, such as the unreasonable curriculum, the lack of engineering practice and the imperfection of evaluation systems. By employing the constructivist teaching conception, the reform and exploration of the design of postgraduate courses are discussed for the control discipline, which may stimulate students' interest in learning, improve postgraduate students' innovative abilities and enhance the quality of postgraduate education in China.

Key words: Course design; Constructivism; Educational reform; Control discipline

(责任编辑:魏 霄)