

学术创新导向的研究生理论课程教学方法研究

——以“建模仿真理论”课程为例

李小波, 王涛, 雷永林, 朱一凡, 王维平
(国防科技大学 系统工程学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 针对研究生理论课程教学存在的“基础要求高、内容掌握难、学生态度冷”等问题, 以“建模仿真理论”研究生课程教学为例, 提出了学术创新导向的研究生理论课程教学方法。该方法遵循“学术创新导向、科研项目助推、学术论文落地”的原则, 根据每名学生的理论基础和研究方向针对性地制定学术创新导向的课程学习、考核计划, 开展“学术论文研究、科研项目攻关、课程理论教学”三位一体的立体式教学, 深入挖掘学生的创新学习能力, 凝聚研究生学术创新能力培养各方面的合力。通过该方法的初步探索和实践, 建立了“课程理论知识指导科研项目实践, 科研项目实践支撑学术论文创新”的课程教学闭合链路, 有效提高了课程教学质量。

关键词: 研究生理论课程; 学术创新导向; 课程教学方法; 建模仿真理论

中图分类号: G642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8874(2018)04-0111-06

On the Teaching Method of Academic Innovation Oriented Postgraduate Theoretical Courses: The Case of the Course of Modeling and Simulation Theory

LI Xiao-bo, WANG Tao, LEI Yong-lin, ZHU Yi-fan, WANG Wei-ping

(College of Systems Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: To solve existing problems in postgraduate theoretical courses such as high demand for basic knowledge, difficulty in mastering the content and students' low interest, this paper takes the postgraduate course of Modeling and Simulation Theory as an example and puts forward the teaching method of postgraduate theory course guided by academic innovation. This method follows the principle of "academic innovation orientation, scientific research project promotion, academic paper landing". According to each student's theoretical basis and research direction, it formulates the academic innovation-oriented curriculum learning and assessment plan, and carries out three-dimensional teaching mode of "academic paper research, scientific project research and curriculum theory teaching", which leads to in-depth excavation of students' innovative learning ability and condenses graduate students' academic innovation ability to cultivate all aspects of the joint efforts. Through the preliminary exploration and practice of this method, the closed-loop teaching link of "curriculum theory knowledge—the practice of scientific research projects—the innovation of academic papers" is established, which effectively improves the teaching quality of this course.

Key words: postgraduate theoretical courses; academic innovation orientation; teaching methods; modeling and simulation theory

一、引言

“在本门学科上掌握坚实(宽广)的基础理论和系统(深入)的专业知识”是研究生的重要培养目标。运用这些理论和知识形成学术创新能力则是研究生培养的要求,也是当前研究生培养的难题^[1-2]。研究生阶段的理论课程主要讲授专业方向相关的基础理论和专业理论,能够为研究生的学术研究和科研攻关提供理论支撑。这类课程的主要功能就是实现“掌握知识、转化能力”^[3],对于提高研究生的理论水平和学术创新能力具有较强促进作用,是研究生课程体系的重要组成部分。但是由于其理论知识艰深、逻辑形式化强、内容高度抽象,教学和学习过程相对枯燥。如若不针对以上问题采取有效措施,这类课程很容易成为研究生谈之色变、食之无味的“鸡肋”课程。本文从“建模仿真理论”研究生课程教学实践出发,首先分析了该课程的特点和教学中存在的问题,接着针对这些难点问题提出了学术创新导向的教学方法,最后介绍了近四年对该方法的具体实践和成果体会。

二、“建模仿真理论”课程的特点和问题

“建模仿真理论”是我校控制科学与工程研究生的基础理论课程,课程的主要目标是为学习

建模仿真方法和技术奠定理论基础,使研究生掌握系统规范化描述的思想,掌握模型定义的形式体系及在实际系统中的应用,提高建模与仿真实论水平和解决复杂系统仿真问题的能力。本课程具备以下特点。

1. 理论性强。课程采用离散事件系统规范(DEVS)理论的奠基人 Bernard Zeigler 教授等人合著的《建模与仿真实论(英文版)》^[4]作为教材,讲述建模仿真的基本原理和核心理论,各章节之间具备紧密的逻辑关系,构成一个完整的建模仿真理论体系。

2. 内容抽象。这门课程采用一般系统论和数学系统论来对建模仿真的理论框架和方法技术进行形式化、规范化描述,课程内容较为抽象。

3. 学术创新指导作用大。从建模仿真学科构成(见图1)来看,本门课程讲授的 DEVS 作为学科的基础理论,对于上层的方法技术、支撑工具和应用领域具有重要的支撑作用。并且本门课程能够帮助研究生建立建模仿真技术的理论框架,并在此框架下深入理解现有建模仿真方法和技术的理论内涵和前沿趋势,对研究生运用建模仿真理论和技术开展学术创新和应用实践具有较大的指导作用。

理论课程的这些特点给教学活动带来了一系列难题,从教学实践和学生课堂反馈来看,这门课程与其他理论课程的教学难题类似,存在“高、难、冷”等教学问题^[5-6]。

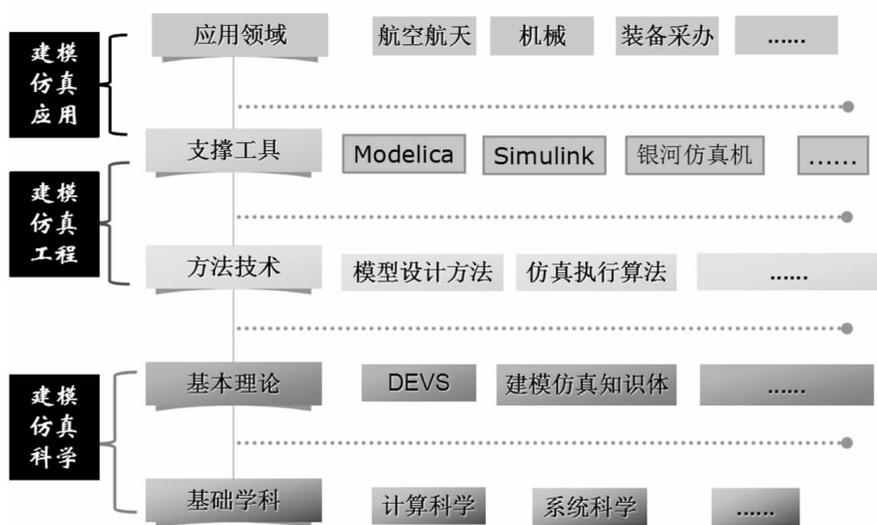


图1 建模仿真学科结构示意图

1. 基础要求高。主要表现在两个方面:一是需要学生掌握数学和系统科学的相应基础知识,才能有效理解和掌握本门课程的两个基础理论,即一般系统论和数学系统论,进而在此基础上理解课程的理论知识体系;二是要求研究生对于建模仿真有一定的了解,例如学习过本科阶段的“离散事件仿真”或者参与过一些建模仿真项目,对于建模仿真活动有一定的经验认识和知识基础,能帮助学生有效理解课程抽象的理论和概念。由于部分学生的基础不甚牢固,经常出现课堂学习吃力的现象。

2. 内容掌握难。课程以一系列抽象的概念为基础构建了整个建模仿真的理论框架,例如层次化系统知识和系统规范、形式体系等内容,学生如果没有深刻理解这些概念,将难以掌握课程的知识体系和理论框架。

3. 学生态度冷。由于课程内容较为抽象,讲授和学习过程必须从底层抽象的理论基础和基本概念开始,加之由于基础要求和内容掌握难度的交叉影响,容易使得学生在教师口若悬河的理论宣讲中逐渐失去兴趣,课堂反应不很热烈,对于课程习题解答也缺乏足够的热情。

综上所述,在承担课程教学任务之初,教师如果对于理论课程的内容特点和教学要求把握不准,缺乏针对性地教学措施,就容易出现课堂效果差、教学质量低等问题。

三、学术创新导向课程教学方法

针对以上特点和问题,本教学团队提出了学术创新导向的理论课程教学方法,按照“学术创新导向、科研项目助推、学术论文落地”的原则,从每位学生的学术方向、科研项目和理论基础出发,选定学生感兴趣的学术创新方向,按此进行课程项目实践和课程学术论文研究。该方法将课程的抽象理论知识与学生的学术研究和科研实践紧密联系,建立“学术论文研究、科研项目攻关、课程理论教学”三位一体的立体式教学模式,让学生感到这门课程学之有味、学之有用,激发学生的内在学习积极性,提高教学效率和课程质量。下面从教学理念、考核标准、教学模式、内容环节和授课方式五个方面对教学方法进

行详细介绍。

1. 树立“以学生为中心”的教学理念。解决理论课程教学高、难、冷等问题的根本途径是树立以学生为中心的教学理念,具体来说包括以下三个方面。(1)详细了解学生的课程学习基础、学位论文研究方向、承担科研项目情况和学术创新兴趣等信息;(2)重视学生个体差异,注重因材施教,根据以上信息制定针对性的课程学习计划,并在教学过程中及时收集学生的反馈,了解各位学生的进度,针对每位学生的学习计划对其学习过程形成闭环控制;(3)课程结束之后要对每位学生的学习情况进行小结,采取跟踪回访等方式,分析课程知识在每位学生的后续建模仿真活动中(包括学术研究和科研项目实践等方面)的作用,并根据反馈对教学方法进行调整改进。

2. 设置以课程学术论文为核心的综合考核标准。研究生理论课程的教学效果不仅要看学生对理论知识内容的掌握情况,更要考查学生利用理论知识进行学术创新和项目实践的能力。本课程的核心内容——离散事件系统规范(DEVS)是建模仿真学科的公认基础理论之一,DEVS研究是建模仿真学术界的热点研究领域,国际仿真学会每年都举办建模仿真理论暨DEVS会议^[7]。因此,基于DEVS进行建模仿真方面的学术创新不但有大量范本和模式可资借鉴,而且容易与学术方向和工程项目结合,具备较强的可行性。课程考核标准及其比例如下:DEVS学术创新课程学术论文(50%)、DEVS工具案例实践项目(20%)、DEVS研究进展课堂报告(20%)、课堂综合表现(10%)。其中,课程实践项目是为课程学术论文的案例部分研究服务,能够培养学生运用理论解决实践问题的动手能力;课堂报告主要汇报与学术论文创新方向相关的研究现状综述,锻炼学生的课堂表达能力。复合考核标准的设置有利于提高学生的学习积极性和学术创新能力,并且能够锻炼学生“动脑思考、动嘴交流和动手实践”的综合能力。

3. 构建“学术论文研究、科研项目攻关、课程理论教学”三位一体的教学模式。研究生在培养过程中既要进行理论学习,又要进行学术创

新研究,还要接受一定的科研项目工程训练。将三个方面的培养工作有机融合,以学术创新为主线形成研究生培养的合力,能够有效提高培养质量。前已述及,DEVS理论是建模仿真界学术研究的重要方向,在建模仿真学科中具有理论核心作用,并且DEVS方法和工具在科研项目中得到了广泛的应用;因此,能够在DEVS为核心的建模仿真理论上开展课程、学术和科研三位一体综合教学。在开课之初,以问卷调查^[8]的方式收集学生的学位论文研究方向、参与课题研究基本情况和建模仿真理论储备与实践经验,在此基础上与学生共同商定课程学术论文选题,再根据选题和科研课题要求选定课程实践项目,并参考学位论文研究方向和课程学术论文选题确定用于课堂报告的现状综述领域。在教学过程中,鼓励学生在掌握课程理论知识的基础上,积极思考所学理论知识如何为学术创新和科研课题服务,并从课题实践中提炼出学术创新研究问题,作为课程学术论文的研究内容。这种三位一体的教学模式将原本“高、难、冷”的理论课程教学与学生的学术方向、科研任务和兴趣有机融合,促使学生在课程学习中产生主动锻炼自身能力、积极达成培养目标的浓厚兴趣和内在动力。

4. 将DEVS工具与案例应用这一实践性教学环节作为重要的课程内容。要解决“高、难、冷”的教学难题,关键是要将课程的核心理论内容——DEVS通过工具落地,即让学生掌握如何将建模方法和仿真算法通过软件工具实现,并运用该工具软件解决一些工作和生活中常见的实际问题。因此,本课程在理论内容讲授和DEVS理论研究综述课堂汇报的基础上,设置了六个学时的DEVS工具与案例应用实践性教学环节。其中,三个学时用于学生学习DEVS工具的基本操作,建模仿真界针对DEVS理论开发了一系列基于各种技术平台的支撑工具^[9-10],例如基于JAVA语言的DEVSJAVA、基于Python语言的PythonDEVS、基于C++语言的CD++等,根据学生的软件工程基础选择相应的工具,掌握DEVS模型规范和仿真器算法的软件实现和软件工具的基本功能;三个学时用于学生运用该工具

构建一个具体的应用案例(例如订票系统建模仿真、电梯行为建模仿真等),完成从问题分析、模型构建、仿真实验、结果分析的全过程。该环节能够将抽象的建模仿真理论具象为软件工具,并通过工具案例研究让学习掌握建模仿真解决问题的流程步骤和技术难点。

5. 采取“知识图谱整体推进、核心案例主线牵引”的启发式课程讲授方式。一方面,针对课程知识点多、逻辑性强的特点,课程开始时先给出以纵向系统规范层级和横向建模仿真形式体系为框架的课程知识图谱,每堂课前都要考察纵横两个框架的知识掌握情况,并根据学生的课堂反馈随时对基础知识进行查漏补缺,确保学生始终跟上授课节奏和课程进度;在讲解每个理论知识时,都要阐述其在知识图谱中的位置和与其他知识点的关系,帮助学生持续梳理理论脉络,逐步掌握建模仿真的理论体系。另一方面,针对课程知识内容抽象、难以理解的特点,在课程知识讲授的过程中,采用“森林大火”和“生命游戏”两个浅显易懂的应用案例作为主线,以生动形象的方式例释理论知识,并且带领学生领会在知识图谱不断丰富的前提下,如何将新增知识点用于案例研究的逐步推进和不断完善。

四、初步实践与成果体会

本团队在2015—2018春季学期的“建模仿真理论”中实行学术创新导向课程教学方法,在四年的初步实践中有以下几点体会。

1. 公布考核标准和公示拟评定成绩,为学生课程学习提供正确引导和规范标尺。开课前,将考核标准及其实施细则提前公布,并公布上一年度的打分情况(表1所示),让学生了解本课程考核标准由课程知识考试向课程学术论文为主转变的相关要求,指导学生制定针对性地学习计划。在课程阶段性考核完成以后(例如课程实践性教学环节、课堂报告等),立即公示考核结果和相关依据,提高结果的准确性和公信力。这些公布和公示让学生充分认识到了本门理论课程学习的特点和要求,为学术创新导向教学实施提供了有力抓手。

2. 密切关注学生课堂反应和学习进度,根据

反馈情况适当调整授课内容、方式和考核标准。每年度学生的学习基础有差异, 在实际教学过程中必须通过课堂提问和课后作业等途径了解学生的知识掌握情况, 发现问题要采取针对性措施予以解决。例如, 在课程学习中间阶段发现大部分学生对基础知识掌握不够牢固, 于是专门为学生安排了一堂知识点测试课, 系统了解学生的知识点掌握情况, 并在后续课堂教学中采取了补讲和针对性提问等措施来查漏补缺, 收到了较好的效果。

3. 针对学生研究基础和方向兴趣, 充分做好工具与案例应用实践性教学环节的准备。由

于学时较短、教学任务重, 实践性教学环节必须提前做好以下几个方面的工作: 首先要提前根据每位学生的特点从将近二十个 DEVS 工具中挑选合适的工具集合, 并做好讲解准备, 从而能够通过简单讲解让学生快速了解各个工具的特点和要求; 其次要根据学生的学术论文方向选择合适的案例应用项目, 并根据学生的实际情况对以往案例进行针对性改造, 确保三小时的案例研究取得良好的效果; 最后还要根据学生研究方向的相关性和研究基础做好分组初步方案, 为合理分组奠定良好基础, 有效培养学生的团队协作能力。

表 1 课程成绩样表

序号	姓名	出勤情况	作业答题	课堂报告	工具案例	课程论文	综合得分
1	赵 × ×	满勤	A	A 91	A 95	A 93	A 95
2	郑 ×	满勤	B +	A 92	A 93	A 90	A 91
3	张 ×	请假 1 次	A	B + 85	B 81	B 80	B 83
4	陈 ×	请假 2 次	A	A 90	A 92	A 92	A 90
5	马 ×	请假 2 次	A	B 83	B 80	A 95	B + 86
6	包 × ×	满勤	A	B + 89	B + 88	C + 75	B + 85
7	胡 × ×	请假 4 次	B +	B 83	B 80	B 84	B 81
8	陆 × ×	请假 1 次	A	A 90	B + 87	B + 85	B + 88
9	刘 × ×	请假 3 次	C	A 70	B + 75	B + 72	C 72

4. 采用理论与实践结合的教学方式, 增强理论课程的教学效果。在教学过程中, 既要运用实践案例讲解抽象理论, 又要激励学生从科研实践中提炼理论问题, 形成理论与实践的闭环^[11]。只有让学生学以致用, 在科学项目实践中理解和掌握建模仿真的科学原理和基本规律, 才能让建模仿真世界观和方法论入脑入心, 帮助学生将建模仿真实理论融入自身的知识结构。

5. 培养学生学术论文写作能力, 为高水平的课程学术论文撰写打下基础。本门课程的学生大多为低年级研究生, 在学术论文研究的方法和写作技巧方面还缺乏训练。为了让学生掌握学术创新研究的基本方法, 有效提高课程论文质量, 需要针对建模仿真领域学术研究和论文撰写的特点为学生提供针对性地指导。通过结合学生的课程

扩展论文阅读和研究现状综述论文报告这两个环节, 让学生了解和掌握学术论文写作的基本套路和技巧。

通过四个学年的课程教学实践, 探索了以“课程学术论文研究为主线, 教学、科研、学术三位一体”的专业理论课程教学方法, 建立了“课程理论知识指导科研项目实践, 科研项目实践支撑学术论文创新”的课程教学闭合链路, 初步解决了课程教学“高、难、冷”等问题, 学生课程学习的兴趣逐渐加强, 教学效果显著改善, 体现在以下几个方面。(1) 学生通过实践性教学环节基本掌握了至少一种 DEVS 建模工具, 并且部分学生能够在科研项目和学术论文的案例研究中运用工具开展建模仿真实验; (2) 从理论研究综述课堂汇报情况来看, 学生能够针对相关主题的研究

现状进行系统梳理、进展总结和发展趋势分析,汇报交流效果较好,说明学生掌握了建模仿真学术研究的基础知识和基本方法。(3)学生完成的课程学术论文与本人研究方向和科研实践项目结合紧密,能够初步运用课程知识解决科研项目问题和开展学术创新研究,课程论文中有接近50%向建模仿真领域学术会议投稿,约有10%被会议录用,并有一名学生的课程学术论文被提名为亚洲仿真会议优秀论文奖。

尽管本方法取得了一定成效,但是还存在以下不足,需要在后续的课程教学实践中不断改进。(1)教学案例的时效性和针对性仍需加强。课程案例库相对比较陈旧,需要根据建模仿真的发展及时更新,并结合学生项目研究需要进行针对性改造,例如基于主体(Agent)的建模方法在学术研究和项目实践中得到了广泛应用,可引入DEVS与Agent建模实例^[12]用于实践性教学环节。(2)课程学术论文选题要更加精准,过程指导需要加强。总体来看,课程学术论文离正式发表仍有一定距离,需要采取多方面措施提高论文质量:一是要结合每名学生的特点选择更为精准的题目,兼顾可行性、研究方向相关性、创新性;二是与学生所在的课题组和导师一起加强论文过程中的指导,从现状综述、技术路线、案例实验等多个方面提供具体的帮助。

参考文献:

- [1] 陈新忠,未增阳.学术型研究生培养现状及改善策略[J].研究生教育研究,2013(5):48-52.
- [2] 吴照云.对研究生学术创新能力培养的几点思考[J].学位与研究生教育,2007(11):19-23.
- [3] 齐晓慧.研究生专业课程教学侧重点的探讨与做法

[J].中国电子教育,2010(4):41-46.

- [4] Zeigler B P, Kim T G, Praehofer H. Theory of Modeling and Simulation [M]. Pittsburgh, Pennsylvania, USA: Academic Press, 2000.
- [5] 杨建华,高景明.粒子模拟手段在研究生理论课程教学实践中的应用[J].高等教育研究:成都,2015(2):75-78.
- [6] 赵黎,焦晓露,张峰.能力本位教育在研究生理论课程教学中的实践应用——以信息理论与编码课程为例[J].教育教学论坛,2017(48):161-162.
- [7] Barros F, Wang M H, Prähofer H, etc. Proceedings of the Symposium on Theory of Modeling & Simulation: DEVS Integrative M&S Symposium [C]// ACM Spring Simulation Multiconference, Alexandria, VA, USA: ACM, 2015.
- [8] 于松华.专业理论课教学改革实践初探[J].教育探索,2007(2):36-37.
- [9] Li X, Vangheluwe H, Lei Y, etc. A testing framework for DEVS formalism implementations [C]// Proceedings of the 2011 Symposium on Theory of Modeling & Simulation: DEVS Integrative M&S Symposium, Boston, MA, USA: ACM, 2014:183-188.
- [10] Tendeloo Y V, Vangheluwe H. An evaluation of DEVS simulation tools [J]. Simulation Transactions of the Society for Modeling & Simulation International, 2016(2):103-121.
- [11] 郑春满,韩喻,谢凯,等.材料学研究生基础理论——工程实践一体化教学模式设计[J].高等教育研究学报,2013(3):83-85.
- [12] Camus B, Bourjot C, Chevrier V. Combining DEVS with multi-agent concepts to design and simulate multi-models of complex systems (WIP) [C]// Symposium on Theory of Modeling & Simulation: DEVS Integrative M&S Symposium, Alexandria, Virginia: ACM, 2015:85-90.

(责任编辑:陈勇)