

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2010.04.036

· 教学改革与实践 ·

系统科学专业《系统建模与参数估计》 课程教学改革

谢美华, 严奉霞

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 本文研究了国内外系统建模与参数估计相关课程的建设现状, 分析了系统科学专业《系统建模与参数估计》课程建设的主要特点, 指出目前该课程的主要不足是在系统建模理论上不够完善、系统, 与之相配套的教材建设、教师队伍培养和教学实践等都需要大力改进。最后, 结合系统科学专业的特点, 探讨了将系统建模理论与参数估计理论有机融合的新的教学内容设置及与之相配套的教学方法。

[关键词] 系统建模; 参数估计; 比较分析; 课程改革

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2010)04-0107-03

Teaching Innovation of the Course "System Modeling and Parameter Estimation" of System Science Major

XIE Mei-hua, YAN Feng-xia

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

Abstract: By studying the national and international actuality and analyzing the characteristics of the course 'system modeling and parameter estimation', its shortcomings are pointed out. The main ones include the lack of perfect system modeling theory, good teaching material, good training of teacher and good teaching practice. Considering the characteristics of system science major, new teaching content and the corresponding teaching method are studied so as to fuse the teaching of system modeling with that of parameter estimation.

Key words: system modeling; parameter estimation; comparative analysis; innovation of course

一、引言

系统建模与参数估计课程是系统分析与集成、系统理论专业硕士研究生的专业核心课, 要求学员在具有工科硕士研究生数学基础上, 掌握系统建模的基础理论、基本方法和参数估计的基本技术。

该课程属于系统方法课, 主要包括系统建模与系统辨识的基本概念、方法与算法, 及其在工程实践中的应用两部分内容。由于系统科学是研究系统的结构、演化和控制规律的科学, 为理学学科, 因此更强调一些建模与参数估计理论的研究, 这就使得该课程不同于一般的工科课程“系统辨识与参数估计”, 更加侧重于阐述系统建模的理论与方法。

但是, 目前有关系统建模与参数估计课程的教学主要是参考工科的《系统辨识》、《系统建模》等课程, 缺乏和系统科学专业特色的有机联系, 不能完全满足系统科学专业学生的教学, 因此, 如何结合系统科学的专业特点, 探索有关该课程的新的教学内容、教学方法等是值得研究的。

本文主要是对比分析国内外系统建模与参数估计相关课程的建设现状, 指出目前国内在系统建模与参数估计这门课程教学上的不足, 并结合系统科学专业的特点, 提出新的教学内容设置方法, 在此基础上探讨与之相配套的教学方法。

二、国内外同类课程现状分析

(一) 国内同类课程开设状况

综合比较清华大学、上海交通大学、华中科技大学等学校的情况后发现, 国内有关该课程以及相关课程建设方面的现状如下:

1、课程开设专业大都为工科专业

受网络资源限制, 目前查阅到的国内与该课程相关的课程主要为《系统辨识》、《系统建模与仿真》、《系统辨识基础》等, 开设对象主要是控制科学与工程等专业学生, 没有直接获得有关系统科学专业该课程的开设情况, 实际上, 目前部分学校未在系统科学专业开设该门课程, 如中科院数学与系统科学研究院就未开设该门课程^[1]。

[收稿日期] 2010-01-29

[基金项目] 国防科技大学研究生重点建设课程项目(1151B008)

[作者简介] 谢美华(1976-), 女, 湖南宁乡人, 国防科学技术大学理学院副教授, 博士, 硕士生导师。

2、参数估计方法的教学内容比较统一,但系统建模理论的教学比较零散

目前各学校在参数估计理论的教学上,以经典辨识理论、最小二乘理论以及最大似然估计为主,教学内容比较统一。但是,在系统建模理论的教学上,由于系统建模涉及的面太广,而每个学校的特色又不相同,因此在系统建模理论的教学上显得很零散,有的以知识驱动建模和数据驱动建模为主,有的以离散事件系统建模为主,有的以时间序列模型为主,缺乏统一性。

3、实验教学内容偏少

在实验教学方面,有部分学校将实验教学的内容列为教学内容,并将实验报告列为考试成绩之一。但是,在实验内容的设计上集中于参数估计方法方面,缺乏有效的系统分析与系统建模能力的培养,对于培养学生的自主分析能力和创新能力不利。

(二) 国外同类课程开设现状

通过比较分析麻省理工学院、Lund 大学、Washington 大学、Karlstad 大学、Stockholm 皇家技术学院、Wisconsin - Madison 大学开设的相关课程,可以发现国外有关该课程以及相关课程建设方面的现状如下:

1、课程开设专业也大都为工科专业

与国内类似,国外与该课程相关的课程主要为《系统辨识》、《系统建模》、《系统建模、辨识及仿真》等,开设对象包括计算机科学与电子工程专业、控制科学与工程等专业等工科专业。

2、教学内容在参数估计方法的基础上,增加了不少系统建模的内容

从这些学校的开设情况来看,国外同样比较重视参数估计部分内容的讲授,在系统建模理论与方法上有一定程度的涉及,如引进了非参数建模技术、时间序列、元建模、Markov 模型、排队模型等内容,但是与系统科学专业的要求相比,仍不够系统。

3、比较注重讨论班式的教学

Wisconsin - Madison 大学采取了论文阅读与课堂报告的方式来开展教学,由教师选定一些论文交给学生读,学生阅读完以后进行课堂汇报。

这一特点在考核方式方面也有体现,各学校采取的考核方法一般为:大作业及论文(40%),期末考试(50%),阅读(10%)。另外还考虑了参加讨论班的出勤率,在论文观点极为优秀时还可适当加分。

(三) 分析

目前,对于系统建模与参数估计课程,国内外总的现状是基本按工科课程的方式开设,主要侧重于系统辨识方法的研究,对于系统建模的先进理论的介绍相对偏弱。国外大学已注意到了该问题,并根据每个学校的特色增加了系统建模理论方面的相关内容,但是内容仍不够体系化。

我们在该课程的教学过程中也注意到了该问题,并作了一些尝试性的改革,将课程内容划分为三大模块:系统建模理论、系统辨识方法以及实践教学与课程报告。通过这种划分,在课堂教学中加入了很多系统建模方法的内容,主要采取的方式是案例教学与理论教学相结合、课堂教学与讲座教学相结合的方式。但是与系统科学专业的要求相

比,在系统建模方法的理论性和系统性方面尚显得不足,这主要受到以下两个因素的制约:

一是教材建设情况的制约。目前,所选用的教材不能完全适应系统科学专业教学的需求,教师在上课时采用了几本教材合用的方法来弥补教材方面的不足,造成了一些衔接上的问题^[2-6]。

二是教师知识面的制约。按照国外的方式讲授该门课程,需要教师掌握多种系统建模方法,涉及的知识面很广,以一个教师之力很难将每个问题都阐述清楚,目前在该问题的处理上,采用了邀请其它教员或高年级博士生讲课的方法,从多个教员不同的知识面出发,向学生介绍更多先进的建模技术。针对该问题,还需进一步研究合理的教学方法,同时优化教师知识结构。

在实践环节教学上,目前我们已经考虑了实践教学的内容,但是体系还不完整,与其它学科的交叉点的挖掘还存在不够。

综上所述,与国外一流大学的同类课程以及系统科学专业的教学要求相比,该课程主要是在系统建模理论方面缺乏系统的讲授,在与之相关的教材建设、实践教学以及师资的培养上还存在不够,下一步需要通过多种方式开阔教师视野,努力完成有系统科学专业特色的教材建设,并完善实践教学环节。

三、改革措施

为适应系统科学专业教学的要求,建设具有系统科学专业特色的系统建模与参数估计课程,需要在教学中大量吸收国际国内一流大学相关课程教学的先进理念,结合系统科学学科的边缘交叉特点,在目前普遍开设的工科系统辨识课程的基础上,结合理科的特点,大量引进先进建模的思想和理论,完善课程教学内容,完成教材建设。同时,考虑到实践教学及教师知识面的需求,需要依托科研项目,挖掘实践教学案例,努力拓宽教师视野,促进本课程与工科课程的有效结合。最后,要继续开展教学研究和改革活动,使理论教学内容更加现代化,使实验教学内容更加多样化,符合该课程理论与实践并重的特点,使学生的基本素质和创新能力得到提高。

(一) 教学内容

通过调研和实践,认为教学内容应该包括系统建模理论、系统辨识方法和实践教学三大部分,其中前两部分为讲授内容,后一部分为实践与讨论内容。

按照课时不同,将课堂学习内容分为以下两个部分:

必学内容:系统建模与系统辨识的基本方法、算法。包括系统建模与辨识的基本概念、数据预处理方法、一维信号与二维信号的节省参数建模方法、多尺度建模、时间序列建模方法、回归分析、微分方程与差分方程建模、模型的经典辨识、最小二乘辨识、极大似然辨识、模型的结构辨识、阶辨识、模型的检验等。

选学内容包括:试验设计方法、半参数与非参数建模、元建模理论、非线性模型参数估计、信息论基础、系统仿真与分析、系统评价与决策等。

实践教学主要是采用课后个别实践和课堂讨论相结合的方法,一方面学生将结合各自的研究课题进行实践,通

过课堂报告和课程论文进行实践教学检验,另一方面教师将结合自己的科学研究提供一些实践案例,供学生进行课后研究,通过课堂讨论的形式来分享实践结果和实践体会。

理论教学部分在传统的系统建模方法基础上,引进数学建模领域的最新研究成果,包括稀疏表示、多尺度建模等内容。在部分概念和方法的教学上提供具有很好应用背景的案例,通过专题教学、讲座教学的方式使教学内容形象化,为学生未来的研究工作起到举一反三的作用。

(二) 教学方法

在教学方法上,将主要结合研究生的“高层次”特点,实现教学方法多样化,改革传统的单一课堂讲授形式,推广案例教学、专题讨论、讲座教学以及开放性教学等教学形式^[7]。力争完全将教师讲授与学生自学、讨论和研究有机地结合起来。

案例教学主要是结合教师个人的科研实践,从中浓缩出适合课堂教学的内容,采用案例分析与逐步引导的方法,阐述具体建模方法的建模思想、建模过程,并通过实践结果,分析该建模方法的适用范围。该方法有助于培养学生将抽象的理论知识运用于实际研究的能力,留给学生较大的独立学习与思考空间,并给学生更深刻的认识和启发。在案例教学过程中,要注意加强课程实验等实践性教学环节,培养学生发现问题、提出问题和解决问题的能力。在教学过程中,我们曾分别以弹道跟踪数据建模和图像数据建模为例,阐述了一维系统与二维系统的节省参数建模方法,并引进了稀疏表示建模等先进的建模技术,既扩大了学生的知识面,使学生掌握了更广的建模工具,又使学生很好地了解了相应建模方法的应用背景。

专题讨论主要采取的是教师布置教学专题,学生进行课后实践,在课堂上进行集体交流讨论的方法,该方法在实施过程中,不要求学生按某一模式进行建模,而是鼓励学生各尽所能,充分发挥利用各种建模方法和手段来解决问题,然后通过交流讨论的方法来相互学习、相互促进,并扩展学生知识面。在教学过程中,我们曾以多项式建模方法的应用为例进行了专题讨论,学生从不同的问题出发,阐述了多项式建模方法的使用方法,并从自己的理解出发指出了该方法的优点和适用范围,取得了很好的效果。

讲座教学主要是通过邀请其他老师或高年级博士生讲

课的方法来拓展教学内容,起到弥补教师知识面不足的特点。在教学过程中,我们曾邀请其他老师针对试验设计、多尺度建模等内容进行了讲座教学。

开放性教学是指在课堂讲授内容结束后,预留十分钟时间给学生进行开放性的讨论,学生可从各自的角度对该堂课所学内容发表自己的看法,包括对内容的评价和讨论以及对教师教学方法的建议等,一方面通过讨论,促进学生进行思考,加深对所学内容的认识,另一方面,促进教师更好地了解学生的思维,改进以后的教学。例如,在最小二乘、广义最小二乘、增广矩阵法、极大似然估计等教学中,我们都预留了时间给学生就课堂所学的内容发表看法,不少学生提出了很多很有见地的想法,包括方法的改进思路等等,极大地加深了学生对所学问题的理解。

最后,在教学手段上,需要实现教学手段的现代化,将现代教学技术和科技成果充分用于教学。多开发和推广运用计算机模拟、计算机仿真、CAI软件和系列电视教学片等各种教学软件,提高教学效率。

[参考文献]

- [1] 中科院数学与系统科学研究院研究生培养.
<http://www.amss.ac.cn/yjsjy/kcjx/bsxwkc/200907/t20090731-2290166.html>.
- [2] 王秀峰,卢桂章.系统建模与辨识[M].北京:电子工业出版社,2004.
- [3] Katsuhiko Ogata.系统动力学(英文版第四版)[M].北京:机械工业出版社,2004.
- [4] P.艾克霍夫.系统辨识-参数和状态估计[M].北京:科学出版社,1980.
- [5] 李言俊,张科.系统辨识理论及应用[M].北京:国防工业出版社,2003.
- [6] 王晓陵.系统建模与参数估计[M].哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2003.
- [7] 王全林.国外四种研究生培养模式之比较及其启示[J].大学教育科学,2005,(1).

(责任编辑:阳仁宇)