

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2009.02.030

# 信号处理系列课教学改革与实践<sup>\*</sup>

罗鹏飞, 吴京, 张文明, 邓新蒲, 谢晓霞

(国防科学技术大学 电子科学与工程学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 信号处理系列课程是“信息与通信工程”学科主干系列课,是电子信息系统的理论基础。本文从该系列课教学团队建设、课程体系整合、教学内容改革、教材建设、教学方法和手段、实践性教学环节及网络课程建设等方面介绍了课程建设的思路和成果,并对下一步建设进行了探讨。

[关键词] 系列课程建设; 信号处理; 教学改革

[中图分类号] G642.0 [文献标识码] A [文章编号] 1672-8874(2009)02-0082-03

## 一、引言

信号处理系列课包括“信号处理与系统”、“随机信号分析与处理”、“统计信号处理”、“数字信号处理”等本科学科基础课、研究生核心课程及部分专业课程。该系列课是电子信息系统的理论基础,是我院“信息与通信工程”学科主干系列课,系列课的建设有力地促进了学科建设,我院一级学科“信息与通信工程”在全国学科评估中排名第三,2007年被评为全国首批重点一级学科,其中精确制导、卫星导航、新体制雷达等方向在国内有明显的优势。

## 二、信号处理系列课教学改革的主要成果和特色

信号处理系列课的建设始于1977年,多年来一直作为我院“信息与通信工程”学科主干课程重点加以建设,我们始终坚持以学科建设为导向,优化整合课程体系,不断更新教学内容,改革教学方法和手段,加强教师队伍和教学资源建设,成效显著。

(一) 科学组织系列课教学团队,结构合理、教学科研水平高

建设高质量的教学团队是系列课程建设的首要任务。教学团队建设的目标是:培养一支军政素质优良、教学科研能力强、结构合理的一流的教师队伍。

在教学团队建设中,强调教师要树立正确的教学理念,培养教书育人的责任心,坚持教学科研相结合,不断提高教学科研能力,发挥学科带头人和教学专家在教师队伍中的传帮带作用。经过多年建设,形成了一支以5名全军院校育才金银奖获得者和学科带头人为核心的29人教学团队,承担着全校本科生和研究生信号处理系列课程的理论与实践教学任务,年教学量约为1500学时,这些课程都是对全校本科/研究生培养目标起重大支撑作用的核心基础性平台课程。教学团队的特点表现在:

团队结构合理。团队现有教师29人,平均年龄39岁,其中教授9人,副教授17人,讲师3人。教师分别来自国内多所重点大学,多人具有国外进修经历,优势互补,学

缘结构合理。

核心作用明显。教学团队带头人为军队院校育才金奖获得者,担任信号处理系列课教学20多年,有着丰富的教学和课程建设经验;团队成员中有“信息与通信工程”一级学科带头人及多名国内电子信息领域的知名专家,他们站在学科前沿的高度参与系列课程建设;团队还有两名全军优秀教师对年轻教师起到了很好的传帮带作用,他们的言传身教和督促指导促进了青年教师的成长。这些教学专家和学科带头人在系列课程建设中发挥了重要作用。

教学长期保持高水平。团队教师长期稳定,这是系列课教学保持高水平的可靠保障。主干课程如“信号处理与系统”、“随机信号分析与处理”、“统计信号处理”均是优秀教师主讲10年以上,教学效果很好。教师长期坚持教学科研相结合、综合素质高。团队成员先后获得国家级教学成果二等奖1项、省部级教学成果一等奖2项、军队级教学成果二等奖2项、全国优秀网络课程一等奖1项,多人多次获教学优秀奖。

(二) 科学整合课程体系,有力支撑学科发展

“信息与通信工程”是我国首批重点一级学科,信号处理系列课涵盖了该学科信号处理系列的本科学科基础课、研究生核心课程和部分专业课,是该学科的基石,同时也为我校其它学科提供信号处理基础。系列课建设本着“厚基础、重实践、强能力”的教学理念,优化整合课程体系,更新教学内容,为学科奠定了坚实的理论基础,培养的学生在重大科研项目中发挥了重要作用。

(三) 采用引进与自编相结合的教材建设模式,自编教材不断推陈出新

积极引进优秀的英文原版教材。教材建设是系列课程建设的重要内容,我们采用引进国际知名教材结合自编教材的建设模式。如“信号处理与系统”选用了《Signal Processing and Linear Systems》(B. P. Lathi, Oxford University Press),“随机信号分析与处理”先后选用了《An Introduction to Statistical Signal Processing with Applications》、《Fundamentals of Applied Probability and Random Processes》(Oliver C. Ibe, Elsevier Academic Press)。“统计信号处理”采用原版教材《Fundamentals of Statistical Signal Processing》(Steven M. Kay,

\* [收稿日期] 2009-05-18

[作者简介] 罗鹏飞(1962-),男,湖南安化人,国防科学技术大学电子科学与工程学院教授,硕士生导师。

Prentice Hall PIR), 这些教材均为国际知名教材。

自编教材推陈出新。课程建设中十分注重编写自编教材, 在课程建设的各个不同时期都有高水平的教材出版, 及时将最新教学改革和科学研究成果体现在教材中, 先后编写和出版了教材 20 部, 其中全国统编教材 1 部, “九五”和“十一五”规划教材各 1 部。这些教材既有主教材、又有学习指导书和实验指导书等辅助教材, 既有本科生教材、又有研究生教材, 形成了一套从本科生到研究生、从主教材到辅助教材的信号处理自编系列教材, 使得教学内容在不同的教学层次、在理论与实践之间很好地衔接起来。这些教材被国内许多大学采用。

(四) 贯彻研究型教学理念, 更新教学内容、改革教学方法, 提高教学质量

贯彻研究型教学理念。近年来, 在信号处理系列课的建设中加强了研究型教学模式的研究与实践, 强调教师要以科研的精神、方法对待教学问题, 学生要以研究和探索的精神对待所学问题, 注重在探索和研究的教学中激发学生求知欲、好奇心和学习兴趣; 教学内容强调与军队信息化建设和学科发展紧密结合, 教学方法强调师生互动; 教学形式由“单一课堂教学”转化为“多形式的互动式教学”。

适时更新教学内容。根据新的人才培养方案和课程体系, 深化教学内容改革, 科学地组织每门课程的教学内容、淘汰过时的知识, 减少各课程之间的内容交叉。

在信号与系统的教学中, 将“信号与系统”与“数字信号处理”两个课程进行整体规划, 以连续信号分析和处理为基础, 以数字信号分析和处理为应用, 强调三大变换的数学概念、物理概念和工程概念。在随机信号的教学中, 在国内率先将“随机信号分析”、“信号检测与估计”整合成“随机信号分析与处理”, 减少了内容的交叉, 压缩了课时, 理论与应用的结合更为合理, 内容更为系统性。积极跟踪国内外信号处理系列相关课程的教学和技术发展情况、新的理论和技术知识, 及时将最新教学改革和科学研究成果体现在教材和教学内容中。

系列课经过近年的课程整合、课程内容的整体规划, 使得课程在本科、硕士生、博士生的不同层次之间、以及同一层次的不同课程之间有机地联系在一起。

改革教学方法。教学方法的改革是提高教学质量的关键, 在系列课教学中广泛地采用了研究式教学、讨论互动式教学、实践性教学、基于 MATLAB 的教学、基于网络的教学、双语教学等多种教学形式和教学方法。

研究式教学: 对于信号处理应用实例的教学采用的一种教学方法。教师根据装备或技术的实际情景, 综合运用所学内容, 提出要解决的问题和条件, 由学生自己选择解决问题的方案、路线, 通过综合性仿真作业或实验加以实现, 并最终写出研究报告。目的是使学生能运用所学内容解决工程中的实际问题。

讨论互动式教学: 这是一种学生为主体、教师为主导的课堂讨论式教学方法, 其重要特征是体现学生的参与性, 由被动接受知识向主动学习转变。在各课程制定教学日历时, 要求每个课程要有一定课时的讨论课, 教案中要明确每次讨论课的主题和实施过程。主要体现在如下方面: (1)

精心组织教学内容, 把教学内容以“问题”、“任务”形式提前提出来, 让学生通过自主学习对所提问题形成自己的独立见解, 再通过课堂讨论各抒己见。(2) 习题课由教师组织、学生主讲。(3) 对于应用实例, 采用研究式教学, 学生以“问题”为中心, 主动寻找参考资料, 通过自主研究得出结果, 然后在课堂讨论中“发表”各自的杰作。(4) 在学生完成计算机作业和课内实验后, 都安排一定的时间进行课堂讨论, 让学生展示各自实验成果和心得。

基于网络的教学: 这是一种以网络教学平台为主的教学, 学生利用网络课程自主地进行学习。这种教学形式倡导学生自主学习、勇于探究、勤于动手, 培养学生搜集和处理信息的能力、交流与协作学习的能力、获取新知识的能力, 使学生自学能力和协作学习的能力得到提升。

基于 MATLAB 的教学: 这是一种将复杂数学公式、图形、算法及应用实例用 MATLAB 进行处理和展示结果的一种教学方法。信号处理系列课程普遍都有数学公式多、抽象、难懂的特点, 近年来, 各课程普遍采用了这种教学方法, 将抽象的教学内容形象化、具体化。基于 MATLAB 的教学体现在: (1) 课程的图形、例题、信号处理实例用 MATLAB 描述; (2) 介绍基于 MATLAB 的信号分析与处理方法; (3) 以 MATLAB 为主的计算机作业; (4) 实验和课程设计用 MATLAB 完成。

双语教学: 这是一种选用英文原版教材、采用全英文课件、讲授时英文和汉语交替使用的一种教学方法, 考试试题和答案全部采用英文, 鼓励学生用英文撰写实验报告。“信号处理与系统”、“随机信号分析与处理”、“统计信号处理”等课程都积极进行了双语教学的探索与实践, 通过双语教学使教学内容与国际接轨, 培养学生英文技术资料的阅读能力和写作能力。

(五) 深化实践性教学环节改革, 提高学生的实践能力和创新能力

针对系列课程理论性强、内容抽象的特点, 深化实践性教学环节改革, 加大实践性教学平台的建设, 以实践能力和创新能力培养为主线构建了信号处理系列课的多层次实践教学体系。

建设一流的实验教学平台和实习基地, 为学生实践能力和创新能力的培养提供优良的硬件环境。我院筹集资金建设了信号处理系列课实验教学平台, 内容包括: 结合专业基础实验室建设的本科信号处理系列实验平台; 结合专业实验室建设的与信号与信息处理系列课相关的实验平台; 依托研究生实验室为高年级本科优生和研究生建设的学生自主创新实践基地。在实验室建设基础上, 进一步加大了校外实习基地的建设, 学院在校外投资建设了一个本科专业实习基地和 3 个专业实习点。学生通过实习了解各种武器装备的组成、信号处理能力等, 强化了实践教学的效果。

加强了实践教学体系的设计。(1) 在本科课程设置上新增“信号处理系列课课程设计”课程; 新设“数字信号处理应用”选修课程。该课程以信号处理器的硬件实验为主。(2) 在研究生培养方案中新设一门“信号处理仿真”的实践性课程作为学科研究生核心课程。(3) 增加课程的课内实验, 课内实验学时数大于总学时的 10%。实验内容

涉及学科的各个技术领域,综合性强。

将优质的科研和学术资源转化成教学资源,培养学生的科研素质。信号处理系列课教学中设置了课程论文环节,课程论文的选题很大一部分是源自教师承担的科研项目;在本科三年级设立本科优生导师制,为优秀学生配备导师,让学生参与科研项目;开设“博导系列讲座”,介绍科学研究成果和学科前沿进展;教师结合自身的科研项目和技术进展,将最新的技术成果经过精心提炼引入到教学中,更新教学内容和教材。

积极引导学生参与课外创新实践活动,培养学生的实践能力和创新能力。教师通过学术讲座、座谈会等形式积极参与学生自主组织的电子科技苑活动,该项活动旨在培养学生科技创新和协调能力;组织和指导学生参加“全国大学生电子设计竞赛”、“全国大学生信息安全竞赛”等学科竞赛活动。

通过多年建设,实践性教学环节不断完善。学生学位论文水平逐年提高,实践能力和创新能力不断提高。

#### (六) 加强网络课程和多媒体课件建设,提高教学效率

信号处理系列课高度重视信息技术在教学中的运用,重视网络课程建设和多媒体课件的制作,每门课程都开发了网络课程,网络课程的基本功能有:(1)丰富的教学资源:包括习题解答、试题库、教学课件、教案、参考资料等;(2)自主学习功能:提供课程模块化知识点及视频教程教学片,与课堂教学相互补充;(3)在线实验功能:提供基于信号分析与处理交互式教学软件(RSAP)平台和基于JAVA的在线实验;(4)课程交互功能:包括答疑、课程论坛、提交和批改作业等。目前网络课程已成为学生学习的第二课堂,其中“随机信号分析与处理网络课程”2008年获全国第十二届多媒体教学软件大奖赛高教组网络课程一等奖。此外,课程组还研制了信号分析与处理交互式教学软件(RSAP)和FLASH演示程序,利用这些软件教师既可以在课堂进行演示,也可以嵌入到网络课程上运行,使学生加深对教学内容的理解。

### 三、下一步建设的思路

在今后几年中,我院信号处理系列课程建设的总目标为:根据09新的人才培养方案以及信号处理系列课的特点,以研究型教学理念为指导,以提高学生的实践能力和创新能力为主线,以教学内容和教学方法的改革为着力点,适时地对系列课程进行全方位的改革和建设。

#### (一) 教学科研相结合,提高教师队伍的整体素质

教师队伍的建设要以提高教师的教学科研能力和水平为目标,建设一支结构合理、充满活力、富有奉献精神和创新精神的队伍。在队伍组织上,采用“稳定骨干、岗位轮换”的管理机制,在学院设置专职教学岗位,本系列课的主讲教师以专职教学岗位的教师为主、部分教学科研岗位教师为辅,既保持教学队伍稳定,又能促进教师队伍的更新;加强教师队伍的岗位培训和教学研讨,提高青年教师的教学水平;邀请本系列课领域国际、国内教学知名教学专家来校讲课、交流;加强国际交流和合作,派出更多

的优秀教师出国进修,吸收国际先进的教学理念和教学方法,推进课程的国际化,促进信号处理系列课向更高水平迈进。

#### (二) 深化教学内容和教学方法的改革,促进教学质量稳步提高

紧跟信号与信息处理学科发展前沿和社会需求,深化以教学内容为核心的教学改革,重点加强信号处理教学案例的研究,加强系列课理论与应用的结合,适时更新教学内容。在信号处理系列课中全面贯彻实施研究型教学方法,加强学生实践能力和创新能力的培养。加强系列课的教学设计,科学地设计“三个基本教学平台”(理论教学、实践教学、第二课堂)、“六个基本教学环节”(课堂教学、实践教学、网络教学、作业、课程研讨、考核),逐步构建一套理论与应用相结合、课内和课外相结合、“知识、能力、素质”教育融于一体的新型教学模式。

#### (三) 完善教材建设,推进精品课程建设

进一步加强系列课程立体化教材建设,使该系列课程教材在更高的起点上全部实现数字化、网络化和成龙配套,通过教材建设不仅固化教学改革成果,而且也推动课程的全面建设。

按照军队优质课程和国家精品课程标准,继续全方位地做好、做实本科专业基础课程建设,积极探索研究生精品课程的建设,争取更多的课程进入省级、军队级和国家级精品课程。

#### (四) 加强实践性教学环节建设,更新实验内容

配合学校“十一五”本科教学实验室建设,做好“信号处理”实验室的建设工作,力争达到国内一流水准。对学员进行系统的科学实验基本技能的训练,培养学员理论联系实际、分析和解决问题的能力,同时加强教辅资料的建设,出版学生学习指导书和课程实验指导书。开设示教实践和增开新实验,增加硬件实验项目,提高学员软硬结合的能力。

#### (五) 进一步加强网络课程建设

目前我校的网络教学平台已经很好地实现了课程的基本教学资源以及网上答疑和网上作业的功能,今后将重点开发网络课程课件和网上虚拟实验。通过网络课程课件,使学生利用网络课程能够自主进行学习。利用Flash和Java Applet开发信号与信息处理学科的虚拟实验,使学生能够利用网络虚拟实验环境完成课程的仿真实验。

### [参考文献]

- [1] 卢德鑫. 研究型教学20年—理念、实践、物理[M]. 北京:清华大学出版社,2008.
- [2] Ralph W. Thler, 罗康、张阅译. 课程与教学的基本原理[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008.
- [3] 李艳梅,冯范玲. 研究型教学模式下的本科精品课程建设[J]. 中国大学教学,2008,(3).
- [4] 罗桂斌,陈明义. 电工电子系列课程改革的研究与实践[J]. 电气电子教学学报,2004,(6).

(责任编辑:阳仁宇)