

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2011.04.004

国内外理工科微分方程课程标准的对比与分析

黄建华, 朱健民, 李建平, 王晓

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 本文比较了美国麻省理工学院、奥本大学与上海交大、华中科大的工科微分方程课程的教学学时、教学内容和教学要求, 紧密结合我校2009培养方案中的微分方程课程标准, 探索该课程教学改革的新思路。

[关键词] 微分方程; 课程标准; 教学改革

[中图分类号] G642.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2011)04-0015-03

The Comparison and Analysis of Differential Equations Curriculum Standard for Science and Engineering undergraduate Students at Home and Abroad

HUANG Jian-hua, ZHU Jian-min, LI Jian-ping, WANG Xiao

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

Abstract: The comparison and analysis are made of the differential equations curriculum standards in MIT, Auburn University in the USA, and Shanghai Jiaotong University, Huazhong University of Science and Technology and NUDT in China, class teaching hours, instruction requirement, assessment and so on. In the light of our 2009 - curriculum standards for differential equations, some suggestions are presented to facilitate our teaching reform.

Key words: differential equations; curriculum standard; teaching reform

一、引言

微分方程是人们认识和改造自然界、社会的重要工具之一, 是数学联系实际的主要途径之一。人们可根据实际背景利用微分方程建模, 并设法求出模型的解或数值解, 分析模型的变化情况等等, 从而达到认识、改造自然和社会的目的。本科生微分方程课程包括“常微分方程”和“偏微分方程”两门课程, 这两门课程都是本科数学专业的必修课, 部分工科专业也将这两门课列为其专业基础课。关于常微分方程和偏微分方程课程教学研究和教学改革论文很多, 参看文献[1], [2], [3]等, 这两门课程的教材也很多, 中文教材主要有[5-9]等。正如[3]所指出的, 常微分方程和偏微分方程是两个并立的学科, 两个学科的分工不同, 研究的侧重点也不同。例如, 偏微分方程致力解决定解条件下方程的适定性问题, 常微分方程把重心放在整个相空间上的轨道结构上; 偏微分方程致力于解的整体存在性时, 常微分方程把重点放在解对参数的连续依赖性上, 注重时间变量, 强调解关于时间的演变过程、考虑的模型相对宏观, 而偏微分方程注重空间变量, 考虑模型比较微观等。

很多大学和研究单位都有应用微分方程方面的研究集体, 并得到国家工业、科技部门及军方的大力资助。如在国际上有重大影响的美国的 Courant 研究所、IMA 和法国的 INRIA (信息与自动化国立研究所) 都将微分方程列为主要研究方向。英国的剑桥大学和美国的麻省理工大学等国际一流大学都拥有高素质的微分方程教学队伍和先进教学理念, 培养了大批能够将书本理论与实际应用相结合、动手能力强的优秀人才。

目前我校的本科教学中仅有理学院和信息系统与管理学院开设了《常微分方程》, 航天与材料工程学院开设了《数学物理方程》, 理学院与光电科学与工程学院开设了《数学物理方法》, 理学院应用数学专业开设了《偏微分方程》。我们调研了国内、外著名的工科院校, 发现这些著名院校的对微分方程课程的要求较高, 例如美国麻省理工学院的研究生, 基本上都要求掌握一定的常微分方程和偏微分方程理论。

为了探索该课程的教学改革新思路, 为培养数学素质 and 创新能力并重的新型军事人才探索教学新模式, 培养能将理论与实际应用相结合、动手能力强的优秀人才, 我们通过比较美国麻省理工学院、奥本大学与上海交大、华中

* [收稿日期] 2011-07-11

[作者简介] 黄建华(1968-), 男, 湖北随州人, 国防科学技术大学理学院教授, 博士, 主要研究非自治/随机动力系统的动力学。

科大的工科微分方程课程标准和教学内容,紧密结合我校2009培养方案中的微分方程课程标准,探索该课程教学改革的思路,结合教学实践,提出了一些可行的改革措施。

二、国内外常微分方程课程标准与教学比较

(一) 课时对比

(1) 美国麻省理工学院工科专业的常微分方程课程标准是:周学时3,每学时一小时,共计35小时,折算成国内的标准课时42学时(每课时按50分钟折算)。根据作者在美国奥本大学数学与统计学系访问时跟踪的常微分方程教学情况,该校2007年春季学期给理、工学院的学生开设常微分方程为14个教学班,2007年秋季学期开设12个教学班,其课程标准是周学时2,每学时75分钟,共36学时,折算成国内标准学时为54学时。

(2) 华中科技大学在数学与应用数学专业开设常微分方程,共56学时;经济学院开设常微分方程,共72学时;管理学院开设常微分方程,共48学时;工科专业不开常微分方程。

(3) 上海交通大学:在数学系各专业开设常微分方程,72学时,4个学分。

(4) 国防科技大学2009培养方案的常微分方程(工科)课程标准:40学时,每周两次课,每次课两学时。课时与MIT的课时基本一致;常微分方程(数学专业)课程标准:50学时,周学时4。

(二) 教材与教学内容对比

(1) 麻省理工学院为理工科学生开设的常微分方程的教材为Edwards, C. 与 D. Penney 所著的“Elementary Differential Equations with Boundary Value Problems”(5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2003)。根据该课程标准^[4],他们讲授Fourier级数3学时, Laplace变换7学时,但这部分内容在我校常微分方程的教学计划中没有作要求。

作者在奥本大学做访问学者期间,跟班听过奥本大学的微分方程课程,他们注重利用微分方程进行建模的内容教学,例如用4学时(每学时75分钟)讲授建模知识,混合问题,人口模型,Logistics模型等2学时,热、冷问题1学时,牛顿力学问题1学时,注重Laplace变换内容的教学,教学时数为7学时等等。

(2) 上海交通大学为数学专业的学生开设的常微分方程课选用的教材为丁同仁、李承治的《常微分方程教程》^[5],课程要求与我校的课程标准一致。

(3) 国防科技大学在2002年培养方案中,理、工专业选用的教材均为丁同仁、李承治的《常微分方程教程》^[5]。2009本科培养方案中,应用数学专业的常微分方程教材采用双语教学,英文教材为Hsieh, P. F. 和 Sibuya, Y. 编写的“Fundamental Theorems of Ordinary Differential Equations”^[10],同时参考丁同仁的《常微分方程教程》^[5],

增加两课时的数学实验课,工科专业的常微分方程课程选用自编教材《工科微分方程教程》^[7]。

(三) 考核方式对比

(1) 麻省理工学院的微分方程课程的考核方式为:9次作业占240分,三小时的测验占300分,期末考试占360分,按照总分分别给出A, B, C, D, E和F成绩,其中F是不及格。

(2) 上海交通大学的常微分方程课程考试比较灵活,按照期中30%,期末50%,作业10%,出勤5%,专业兴趣拓展5%,以此加强对平时课程的学期,提高学习该课程的兴趣。

(3) 国防科技大学微分方程课程按照平时作业20%,课程考试80%来考核。

三、国内外偏微分方程课程标准与教学比较

(一) 教学课时与教学内容对比

1. 麻省理工学院给理工科高年级本科生开设“偏微分方程简介”,23次课学时,折合国内标准课时为35课时,主要讲授二阶线性一致椭圆方程和抛物方程,包括Laplace方程, L-调和函数,散度形式二阶椭圆方程,热方程,格林函数,热核,最大值原理, Hopf最大值原理, Harnack不等式, L-调和函数的梯度估计等等,任课教师自编讲义,无指定教材。

2. 华中科技大学为工科专业开设数学物理方程和特殊函数,课程标准为40学时。上海交通大学在数学系开设偏微分方程,72学时,4学分,选用谷超豪等的《数学物理方程》^[9]做为教材。

3. 国防科技大学2009培养方案的偏微分方程仅在应用数学专业开设,定位为专业限选课,40学时,选用姜礼尚、陈亚浙的《数学物理方程》(第二版)^[8],而在工科专业不开设偏微分方程课程,由各院系根据专业需要,开设数学物理方法、或应用偏微分方程等。

(二) 考核方式对比

1. 麻省理工学院的偏微分方程考核很宽松,任课老师根据学生到课情况,作业情况决定学生该门课的成绩,没有期末考试。

2. 上海交通大学偏微分方程课程成绩除了笔试外,还参考平时的作业和练习成绩。

3. 国防科技大学偏微分方程课程考试占80%,平时作业占20%。

四、我校工科微分方程课程改革措施

高等院校工科专业的常微分方程课程部分内容包含在传统的高等数学教材中,主要是用初等积分方法求解一阶线性微分、特殊高阶微分方程和二阶常系数线性微分方程解的结构等,对我校指挥自动化专业、系统工程等专业来讲,这些知识是很不够的。而现行的常微分方程教材

很多是适合数学和其他理科专业的,为保持其内容的完整性和严密的逻辑性,这些教材大多用两到三章内容重复讲授了传统高等数学中的微分方程内容,而且对微分方程基本理论讲述很深入,工科专业的大学生难以理解。

差分方程是一种离散变化的数学模型,在某些场合,用离散变化来刻画连续变化,能使问题便于处理和解决。我校相关专业常常接触到较多的离散模型,如离散事件仿真模型、特拉法尔加战斗模型等都是差分方程模型,而经典的微分方程教材并不包含差分方程理论和方法。

根据我校部分工科专业在专业课程的学习中需要更多更深入的微分方程知识(如我校指挥自动化、系统工程等专业便有这方面的强烈需求),结合多年的教学实践,通过认真论证,精心选择教学内容,我们编写了一本针对性的教材《工科微分方程教程》。教材紧密结合指挥自动化和系统工程专业等专业背景和军事特色,在讲述一阶微分方程的基本理论、线性微分方程组的求解、以及定性理论和稳定性理论初步,满足了自动控制专业、指挥自动化、系统工程专业等的专业要求,增加一阶差分方程的基本理论和求解方法,二阶差分方程组的求解及其稳定性理论初步等内容,最后紧密结合专业特色,给出了具有军事特色和仿真背景的应用案例,供学员学习和参考。在本教材的内容选取和处理中,一方面让读者了解微分方程和差分方程基本理论的概貌,同时考虑工科学生的知识背景,对许多定理舍弃严格的理论证明,而只给出其直观描述和说明,通过具体例子重点讲述定理的应用,这样大大降低了工科学生的学习难度。随着计算机技术的发展,尤其是功能强大的数学软件的出现,使我们能够利用计算机对微分和差分方程的解进行几何表示和数值计算,因此我们在教材中融入数学实验的手段和方法,注重 Mathematica 数学软件的辅助作用,突出数学理论和图形的有机结合,使学习内容更加形象生动。

五、一些建议

1. 根据国内外著名大学给理工科学生开设的课程来看,他们比较重视偏微分方程(数学物理方程)和特殊函数的课程。这是因为偏微分方程在应用中具有广泛的应用领域,例如力学特别是流体力学、航空航天、大气水流等领域都离不开偏微分方程理论。建议学校在加强本科生数学基础的同时,重视数学物理方程和特殊函数的教学,根据相关的工科专业的专业基础要求,加强对 Laplace 变换、

Fourier 变换的内容的教学,夯实他们的数学基础。加强工科专业学生利用微分方程和特殊函数等数学知识的能力。

2. 根据学校 2009 本科生课程标准,建议在第二课堂开设“偏微分方程简介”,使得一部分数学基础扎实的学生能了解和掌握二阶线性偏微分方程的基本理论和方法,在一定程度上做到因材施教,提高他们应用数学的能力。

3. 对 2009 培养方案中在应用数学专业利用双语讲授常微分方程,并增加数学实验的要求,建议抓住常微分方程课程的几个重要知识模块,对比中文教材^[5]和英文教材^[10],比较外文教材的优点和长处,抓住中文教材的重点内容,确保双语教学的质量。

4. 建立微分方程课程的立体化教学资源,建设微分方程部分数学实验,建设利用微分方程建模的典型例子等,建设微分方程课程网站,丰富工科微分方程的教学内容,适时改革课程考核方式等,提高学生的数学建模能力和创新能力等。

[参考文献]

- [1] 陈祖堃,蒋继发.微分方程"课程的教学改革[J].教育与现代化,2004,(1):38-40.
- [2] 刘会民,那文忠,陶凤梅.常微分方程课程教学模式的改革与探索[J].数学教育学报,2006,(1):72-74.
- [3] 张伟年.对本科“常微分方程”课程建设若干问题的思考[J].高等理科教育,2009,(2):25-27.
- [4] 常微分方程、偏微分方程课程标准,麻省理工学院开放课程网站.
- [5] 丁同仁,李承治编.常微分方程教程(第二版)[M].高等教育出版社,2004.
- [6] 周义仓,靳祯,秦军林编.常微分方程及其应用——方法、理论、建模、计算机[M].科学出版社,2003.
- [7] 黄建华,王晓编.工科微分方程教程[M].国防科大出版社,2009.12.
- [8] 姜礼尚,陈亚浙.数学物理方程讲义(第三版)[M].高等教育出版社,2007.
- [9] 谷超豪,李大潜,陈恕行,郑宋穆,谭永基.数学物理方程(第二版)[M].高等教育出版社,2002.
- [10] Hsieh P. F., Sibuya Y. Fundamental Theorems of Ordinary Differential Equations[M].高等教育出版社,2007.

(责任编辑:范玉芳)