

关于数学专业“现代控制理论” 课程教学改革的思考

吴婷婷

杭州师范大学数学与应用数学，杭州

摘要 | 针对数学专业学生的专业特点以及现代控制理论的课程特点，指出了面向数学专业学生现代控制理论课程教学中需要注意的问题，并围绕如何解决这些问题从教学内容和教学方法等方面进行了探讨。

关键词 | 现代控制理论；教学实践；研究型教学；教学改革

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



现代控制理论是高校本科自动化专业、电气工程及自动化专业的重要专业基础课。为适应新时期高等教育人才培养的需要以及科学技术发展的新趋势和特点，近年来越来越多的高等院校数学专业，按照专业培养目标和要求，在进行专业培养计划修订时，无论是数学与应用数学专业还是信息与计算科学专业，均将该门课程设为学生的专业必修课。该课程以状态空间作为描述系统模型的数学手段，讨论了控制系统的状态空间描述、能控性和能观性、李雅普诺夫稳定性、系统综合等问题。作为数学专业学生，通过该门课程的学习，对于了解作为信息科学主要组成部分之一的自动控制科学，特别是现代控制理论的体系

作者简介：吴婷婷，杭州师范大学数学与应用数学。

文章引用：吴婷婷. 关于数学专业“现代控制理论”课程教学改革的思考[J]. 理论数学前沿, 2021, 3(4): 81-85.

<https://doi.org/10.35534/tms.0304014c>

和结构,以及认知涉及的相关数学理论和应用均具有重要意义。面向数学专业学生开设该课程,正确把握学生的专业特点和课程特点对于提高教学质量,培养学生分析、解决问题的能力至关重要。

现代控制理论课程的主要特点是理论性强,内容丰富,概念抽象,涉及的数学理论较多。对于数学专业的学生而言,虽然数学公式的推导相对较为容易,但对公式意义和内涵的正确理解并不容易。因此,如何把握数学专业学生的特点,实现该课程的培养目标,在该课程的教学过程中需要注意哪些问题,值得去深入思考和研讨。下面就笔者多年来在教学过程中的一些经验和体会,就上述问题进行阐述。

1 结合数学建模,强化控制工程背景和实际问题的学习

数学专业的学生,具有较强的抽象思维和数学基础,推理能力较强,但往往在涉及实际控制系统建模相关的物理、化学等背景知识方面较为欠缺。他们在学习过程中,其中多数人往往只注重数学的推导和表示,很难从系统控制角度去分析和理解问题。同时,由于用到数学知识以基于复变量方法的频域理论和基于多变量的矩阵分析理论居多,公式推导复杂,容易让学生产生恐惧心理,从而导致无论是教学的实施过程和教学效果,都很难保证该门课程较好的学习效果。为了强化学生系统建模和系统控制的意识,有针对性地选择一些简单的实际控制系统,如简单的RLC电路、质量—阻尼—弹簧系统以及水箱系统等,强化这些典型系统的数学建模过程,理解模型中各个变量的物理含义,并从信息论的角度理解这些变量之间的关系以及系统控制的目的,让学生结合实际问题和具体的控制系统,认识和理解状态变量、控制变量和输出变量等的基本含义,进而对以后系统分析和系统设计的理论学习奠定良好的基础。同时,引导学生在整个学习过程中,时时从系统论、信息论的角度去认识问题,进而分析和解决问题,并注意对其中所用的数学理论和数学方法的认知和理解,争取不要让学生进入一种误区,即学习现代控制理论也不外乎是围绕数学公式进行的推演和证明。

2 关注现代控制理论中的数学知识，强化数学理论和方法的应用

数学作为系统控制科学的基本分析工具，内容涉及了数学的各个学科。如以 W.M. 旺纳姆代表的基于几何概念和方法的几何理论，以 R.E. 卡尔曼为代表的基于抽象代数方法的代数理论，以及以 H.H. 罗森布罗克基为代表的基于复变量方法的频域理论。在现代控制理论课程中，涉及了频域理论、状态空间理论及变分理论等。矩阵分析和微分方程理论是不可或缺的数学工具。在授课过程中，适时地介绍相应的数学基础，是学生学好现代控制理论课程的基础和关键。

在整个教学过程中，注重在学习课程内容的同时，有目的、有针对性地加强数学思想和数学方法的教学。例如，线性非奇变换方法是控制系统建模、分析和设计中最基本的数学方法。基于该方法可以把复杂的问题简单化，有助于突出系统的内部结构特征以及外部特性与内部特性之间的联系，简化系统分析和综合的计算过程等。又如对原系统的能控性问题的研究，可通过构造其对应的对偶系统转化为对其对偶系统能观性的研究。教师要积极引导学生在熟练掌握这些方法。

另一方面，控制学科有其自身的学科内涵。其中，反馈和优化是控制理论中最基本的概念。如何强化数学学生树立反馈和优化的系统意识，也是现代控制理论课程教学过程中必须关注的内容。从系统分析和设计的角度来看，后者是性能指标，而前者仅仅是实现途径之一。但从系统实现和算法设计来看，上述目标的实现必然依赖于相关的数学理论。其中，优化理论和方法、算法设计和分析理论以及方程数值解法等都是不可或缺的数学基础。作为数学专业的学生，在现代控制理论课程的学习中，必须有意识地对数学可控制两个学科之间的关联进行思考，这不仅对学好该门课程本身有意义，而且对了解系统控制学科架构，培养学生对控制学科具有重要作用。

3 倡导和加强交互式和研究型教学模式，提高学生的自主学习能力和动手能力

掌握知识和创造知识的最好方法是主动学习，而交互式教学则在培养学生

的主动学习习惯、发现问题能力、观察能力和推理能力等方面具有极大的优势。传统的直接教授法,包括多媒体教学,其教学效果大大低于交互式教学法。因此,贯彻以问题为基础、以学生为中心、以讨论和实践为主要途径的教学模式是现代控制理论课程教学改革的必然选择。因此,引入启发式教学,可通过学生讨论、师生交流等多种方式来提高学生学习的积极性和主动性,改善教学效果。

加强讨论式的教学互动模式。教师在教学过程中要积极贯彻以学生为中心的教学模式,这就要求教师在教学过程中保证知识体系结构完整的同时,必须创设学生们能够积极参与的问题,提供课程相关材料,不断创设问题情境。这种情境的设置,不仅体现在课堂上,也可以延伸在课堂外。可以借助互联网,实现网上材料的链接和网上讨论,激发学生对控制理论及其控制学科的兴趣。这种讨论模式强调知识的融会贯通和举一反三,同时,这种讨论方式对密师生关系,培养学生的创造力具有重要作用。

积极引导学生参与课题研究。当学生掌握了控制理论基本的理论知识以后,教师可以帮助学生确立自己感兴趣的问题领域或项目,鼓励学生应用所学的知识 and 理论来完成该问题。学生通过探索和研究,成功解决问题完成了自己的小项目后产生的成就感远比解出书本上习题之后的满足感要大,因此学生通过自主控制自己的学习力,极大地提高了学习兴趣。当然,教师也可以从自己的在研项目和课题中选择合适的题目和子课题,尽可能地吸引学生参与,并进行适当的奖励;或者,教师或课程组可以将现代控制理论课程中的相关内容按照专题设置相应的小课题,通过设立“课程科研计划”或“课程实验计划”的方式,引导学生组建以教师为主的研究小组去探索师生感兴趣的问题,培养学生围绕某主题进行信息搜集处理、科研创新和综合性能力。

围绕上述交互式教学和研究型教学,传统的考核方式必须做出相应的调整和改革,围绕课堂表现、平时作业、科研实践和期末考试等,从比例上必须进行科学合理的调整,从而保证课程培养目标的实现。

总之,现代控制理论课程的教学改革涉及了教学理念、教学方法、教学内容等多方面的改革,是一个值得长期探索的问题。特别是针对数学专业的学生,由于学生主体专业的特点,如何更好地实现专业和课程教学目标,仍然有大量

的问题需要在课程教学实施过程中继续尝试和探索。

参考文献

- [1] 张向文, 许勇, 潘明, 等. 《现代控制理论》课程教学改革的探讨 [J]. 科技咨询导报, 2007 (30): 3.
- [2] 齐晓慧, 王敬. 线性系统理论教学与研究生科学方法论培养 [J]. 科教文汇, 2009 (6): 2.
- [3] 段晓刚, 黄百渠, 曾宪录, 等. 管窥美国研究型大学的教学改革 [J]. 中国大学教学, 2005 (5): 60-64.

Thoughts on Teaching Reform of “Modern Control Theory” Course for Mathematics Majors

Wu Tingting

Mathematics and Applied Mathematics, Hangzhou Normal University, Hangzhou, China

Abstract: In view of the specialty characteristics of mathematics major students and the course characteristics of modern control theory, this paper points out the problems that should be paid attention to in the course teaching of modern control theory for mathematics major students, and discusses how to solve these problems from the aspects of teaching content and teaching methods.

Key words: Modern control theory; Teaching practice; Research-based teaching; The teaching reform