ATLANTIS PRESS
*Advances in Social Science, Education and Humanities Research, volume 352*
International Conference on Advanced Education, Management and Humanities (AEMH 2019)

# Course Reform and Practice of Linear System Theory for Control Engineering Postgraduate

Linqin Cai[1], Wanxiu Yang[2,*] and Xiaoming Tang[1]
[1]College of Automation, Chongqing University of Posts and Telecommunications, China
[2]President Office, Chongqing University of Posts and Telecommunications, China
*Corresponding author

**Keywords:** Linear system theory, Teaching system, Research based teaching, Practice teaching.

**Abstract.** Oriented to training needs of control engineering postgraduate in the new situation, this paper proposed the curriculum reform and practice methods of linear system theory including the teaching system, teaching mode, practice teaching, and test methods. The course teaching system of combining *Basic Knowledge*, *Optional Modules* and *Simulation Design* was presented. The heuristic and research based teaching mode of adopting *Cases*, *Questions*, and *Discussions* was proposed. The dynamic management of learning process and the practice teaching was strengthened to develop students' comprehensive practical ability, autonomous learning ability, and innovative consciousness.

# 控制工程研究生《线性系统理论》课程改革与实践

蔡林沁[1]，杨万秀[2,*]，唐晓铭[1]
[1]重庆邮电大学自动化学院，重庆，中国
[2]重庆邮电大学校办，重庆，中国
[*]通信作者

**关键词：**线性系统理论；课程体系；研究性学习；实践教学

**摘要：**面向新形势下控制工程硕士研究生人才培养需求，介绍了《线性系统理论》课程改革与实践方法，阐述了课程体系、教学模式、实践教学、考核方式等关键内容。提出了“核心模块+选修模块+仿真设计”相结合的课程教学体系，采用“案例+讨论”的研究性教学模式，改革课程考核方式，加强学习过程的动态管理和实践教学环节，培养学生实践能力、自主学习能力与创新意识。

## 1．引言

自2010年开始国家大幅度提高全日制专业型硕士招生比例，使全日制硕士研究生教育逐渐从以培养学术型人才为主向以培养应用型人才为主转变，以期为国家的建设和发展培养一大批硕士层面的高素质专业技术人才。然而，尽管专业学位研究生教育已经实施一段时间，目前专业型硕士研究培养模式、课程体系等研究尚不够系统深入，致使人才培养与社会需求脱节。课程教学是研究生培养过程中最重要、最直接的环节之一。《线性系统理论》课程目前已成为国内外众多大学系统与控制科学方向的一门最为基础的专业理论课程，其原理、方法和结论对于系统与控制理论的许多学科分支，如最优控制、非线性控制、鲁棒控制、随机系统、智能控制、系统辨识与参数估计、过程控制、数字滤波等，都具有重要和基本作用，

Copyright © 2019, the Authors. Published by Atlantis Press.
This is an open access article under the CC BY-NC license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

成为学习和研究这些学科方向必不可少的基础知识[1-2]。因此，该课程目前也是国内大多数高校控制工程专业硕士研究生的基础课。

目前《线性系统理论》课程改革研究大多面向学术型硕士研究生，而控制工程专业型研究生的《线性系统理论》课程基本是直接沿用学术硕士的教学大纲，其课程体系偏重理论教学，实践环节偏少。课程内容多以专业知识为主，难以保证专业硕士培养质量，不能彰显全日制专业硕士的特色。在教学方式上，大多采用传统的课堂讲授方式为主，学生实践环节难以保证[3-4]。同时成绩考核方式也多采用堂上闭卷考核方式，评价方式单一。本文介绍了面向控制工程专业硕士研究生《线性系统理论》课程改革与实践方法，既考虑到《线性系统理论》课程在培养专业硕士研究生的基础理论方面的重要性，又能兼顾专业硕士研究生培养过程中所强调的实践性，有利于培养新形势下控制工程硕士研究生的实践能力、自主学习能力及创新意识。

## 2. 紧跟学科发展，更新课程体系与教学内容

本世纪以来控制学科所处的环境与以往大为不同，（被控）物理系统与信息网络的规模和复杂程度已大大超出了传统自动化的应用范围。为满足新形势下控制学科人才培养社需求，本课程采用“核心模块+选修模块+仿真设计”的模式，不断优化、完善课程体系与教学内容。“核心模块”采用课程讲授方式，强调线性理论的基本概念、基本原理和基本方法，重点突出线性时不变系统的分析与综合这一主线，即线性系统的状态空间描述（数学模型）---能控性、能观性和稳定性（系统分析）---状态反馈与状态观测器（系统综合与设计），力求让学生由浅入深地抓住重点，对线性系统理论有较全面的深入理解，为进一学习、研究打下坚实基础。“选修模块”着重于线性时变系统、非线性系统、最优控制、等基本原理与方法的介绍，以紧跟学科发展前沿，突出现代控制理论的综合性与先进性，教学中根据课时及学生情况对该模块内容进行选择，力求带给学生最新的知识与强化的技能，以满足其后续科学研究与实际工作的需要。“仿真设计”着重于在每章内容中结合具体案例，通过仿真实验，特别是结合Matlab/Simulink仿真工具，演示、验证线性系统理论的基本原理与方法，以帮助学生理解，提高学生学习积极性，使该课程的教学内容更符合当前普通本科院校的硕士研究生，特别是专业型硕士研究生的教学与能力培养。

## 3. 实施“案例+问题+讨论”的研究性教学，培养自主创新意识

本课程将创新能力培养的理念贯穿于课程建设的全过程，积极探索研究性学习、探究性学习、协作学习等现代教育理念在教学中的应用，采用了面向领域问题的启发式教学、课堂讨论与交互式教学、个性化学习与因材施教等先进教学方法。一方面在课程第一次课上详细介绍课程目标，明确课程考核方式，详细介绍课程教学中的综合案例，引入课程体系与教学内容，并将一些典型案例的参考文献与学习资源公布给学生，要求学生课下进一步查阅资料，熟悉该课程工程应用背景。另一方面，课程每章以教学案例阐述为起点，引导出具体问题，引发学生积极思考与讨论，培养学生的问题分析能力。第三，结合课程实践教学与考核方式，要求学生课后结合课程教学内容，自由组队，自由选题，完成一份设计报告并在课堂汇报。这样促进学生积极开展研究性学习、探究性学习、协作学习等现代学习方法[6]，引导学生通过文献阅读、课程专题论文写作、学术报告、仿真与实验等方式来培养和激发学生的自主学习能力与创新意识，融知识传授、能力培养、素质教育于一体，让学生学会运用线性系统理论与方法，解决社会实践及实际科研问题的能力。

## 4. 加强实践教学，培养综合实践能力与创新能力

面向控制工程专业硕士培养目标，课程教学过程中注重理论完整性、工程实用性和实践性的有机结合，在不破坏理论的严谨性和系统性的前提下，不刻意追求定理证明中数学上的

严密性，而是结合大量实践案例，突出物理概念，理论阐述力求严谨、实用、简练，内容叙述力求深入浅出，层次分明，重点强调实践教学。一方面课程教学过程中每章布置Matlab/Simulink课后作业，要求学生利用仿真工具，对课后作业进行仿真计算，培养学生实践动手能力和使用现代工具的能力。另一方面，学期一开始就向学生介绍课程体系及考核，明确课程目标，使同学们从整体上把握课程知识结构，并搜集近几年公开发表的线性系统理论相关学术论文，将资料上传到QQ交流群，引导学生阅读、学习科技论文，了解课程涉及的内容。然后要求学生进一步查阅相关文献，自由组队，自选题目，一般每组3-4人，以线性系统理论工程应用为对象，结合自己研究方向，完成课程设计大作业，充分发挥同学们自主学习能力和创造性。课程后半学期，根据学生大作业完成进度，要求所有组学生都必须在课堂上汇报设计内容与成果，并由同学相互评分，得出各小组成绩。

## 5. 改革课程考核方式，加强学习过程管理

本课程加大了考核方式的改革，强调对学生学习过程的动态管理。学生总评成绩由平时成绩、阶段成绩和期末成绩构成。平时成绩根据教学过程中的考勤、课后作业、课堂交流与提问等综合考评，占总评成绩20%。阶段成绩主要由课程设计大作业组成，学生自由分组，一般3-4人一组，结合线性系统理论，自由选题，完成一份设计报告并在课堂汇报，占总评成绩40%。设计大作业由学生根据各小组同学课堂汇报情况和评分标准进行相互评分，得出各小组成绩，再根据各小组每位同学的成绩系数，计算每位同学应得分数。小组成绩系数是各小组根据设计过程中每位同学承担工作量及任务情况，确定每位同学的成绩比例，基本能体现对学生学习过程的考核。期末成绩采用闭卷考核方式，占总评成绩40%。试卷内容重点考查学生对基础理论与基本方法的掌握程度，并充分体现课程教学对学生能力培养要求，考查学生应用线性系统理论分析问题的综合能力。

## 6. 结束语

通过对《线性系统理论》课程的内容体系、教学方法、实践教学、考核方式等环节进行改革与探索，形成新的课程教学内容与方法，有利于培养新形势下学生的实践能力、研究性学习能力及创新意识。本课程采用先进的教学思想与方法，重视学生智力的开发，采取探索式、启发式和讨论式的教学方法，掌握课程基础知识，了解学科发展前沿，培养学生发现问题、解决问题的能力和创新能力，为后续的科学研究打好基础。本文内容为重庆市优质研究生课程《线性系统理论》研究成果，通过近两届学生的教学实践，学生普遍反应教学过程所使用的问题讨论、文献阅读、专题论文写作、学术报告、仿真与实验等多种方式从多个方面培养学生学会科学研究的方法与技能，对随后的课题研究有极大的帮助。

## 致谢

本文为重庆市研究生教育优质教材项目(201725)、重庆市高等教育教学改革研究项目(173066)的阶段性成果之一。

## References

[1] S. Z. Yao, Y. Shao, M. M. Yun. The Teaching Reform of Linear System Thoery, Journal of Qufu Normal University, 43 (2017) 121-124.

[2] W.M. XU, The Exploration for the Course Construction of "Linear System Theory", EDUCATION TEACHING FORUM, 43(2017) 139-140.

[3] Y. Chen, H.B. Li, W.H. Dong, J. Du, Z.C. Liu, Curriculum design and practice for graduate linear systems theory, Computer Era, 7 (2018) 82-85.

[4] M. GAO, D.H. ZHOU,L. SHENG, Enlightenment of Constructivist Teaching Conception to Postgraduate Course Design—Talking the Discipline of Control Science and Control Engineering as an Example. Journal of Shandong University of Science and Technology(Social Sciences), 19 (2017) 102-106.