

工程类专业学位研究生在线示范课程 《有限自动机理论》建设探索与实践

陈文字 余盛季** 刘峤 孙明 戴波

电子科技大学计算机科学与工程学院, 成都 611731

摘要 研究生课程教学是研究生掌握坚实基础理论和系统专业知识的重要途径,是促进研究生教学质量和培养质量提高的重要保证。结合国家和社会对工程类专业学位研究生当前需求和发展趋势,通过打造一流教材、培育一流课程、持续建设课程资源、优化课程内容、探索提高教学效果的教学方法和教学手段、发挥科研引导作用、开展特别培养计划等方法,进行研究生在线示范课程建设,希望为工程类专业学位研究生在线示范课程建设提供有益的借鉴。

关键字 工程类专业学位, 在线示范课程, 有限自动机理论

Exploration and Practice of the Construction of the Online Demonstration Course "Finite Automata Theory" for Professional Degree Postgraduates in Engineering

Wenyu Chen Shenji Yu** Qiao Liu Ming Sun Bo Dai

School of Computer Science and Engineering
University of Electronic Science and Technology of China
Chengdu 611731, China

Abstract—Graduate course instruction is a crucial part of graduate education, serving as an essential means for graduates to master solid foundational theories and systematic professional knowledge. It is also a key guarantee for improving the quality of teaching and training. This paper combines the current needs and development trends of engineering professional degree graduates from national and societal perspectives. By creating top-tier textbooks, cultivating outstanding courses, continuously building course resources, exploring effective methods to optimize course content, investigating ways to enhance teaching effectiveness through innovative teaching methods and tools, leveraging research guidance, and implementing special training programs, we aim to develop online model courses for graduate students. We also hope to provide valuable references for the construction of online model courses for engineering professional degree graduates.

Keywords—Professional Degree in Engineering, Online Demonstration Course, Theory of Finite Automata

1 引言

研究生课程教学是研究生培养工作的重要组成部分,是研究生掌握坚实基础理论和系统专业知识的重要途径,是促进研究生教学质量和培养质量提高的重要保证。课程学习是我国学位和研究生教育制度的重要特征,是保障研究生培养质量的必备环节^[1]

按照《中华人民共和国学位条例》和《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》的规定,硕士研究生必须完成规定课程的学习,教学的最终目的是培养高质量的人才^[2],而要培养高质量的人才,就要研究如何在基础课程教学中培养学生的创造性思维和动手实践

能力^[3]。

教育部、国家发展改革委、财政部《关于加快新时代研究生教育改革发展的意见》要求大力发展专业学位研究生教育,提升研究生课程教学质量,打造精品示范课程,推动优质资源共享^[4]。

国务院学位委员会《关于开展专业学位研究生在线示范课程建设工作的通知》(学位办[2022]22号)要求建设专业学位研究生在线示范课程,构建课程育人新模式,促进线上线下教学融合发展^[5]。

针对工程类专业学位研究生的主要教学问题:研究生深厚的理论基础知识和计算思维能力培养不足;如何兼顾基本理论与工程实践,构建研究生计算机系统性的知识结构;单纯课堂教学模式方法已经无法切合研究生教育的发展趋势;开展了研究生在线示范课程建设。

* **基金资助:** 本文得到电子科技大学 2024 年研究生教研教改重点项目《需求导向的校企协同培养模式研究与实践》支持。

** 通讯作者: 余盛季 sjyu@uestc.edu.cn

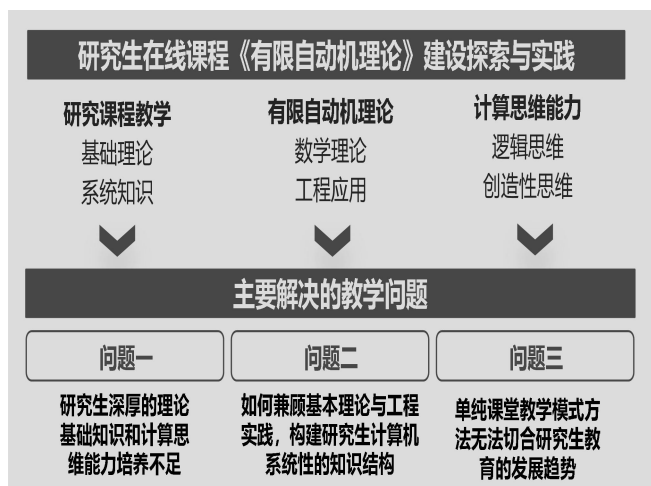


图 1 主要解决的三个教学问题

2 课程建设情况

计算理论是研究使用计算机解决计算问题的数学理论。计算理论包括有限自动机理论、计算的复杂性理论和可计算性理论。《有限自动机理论》论述计算的数学模型的定义和性质，这些模型在电子工程、语言学、计算机科学、生物学、数学和逻辑学等若干学科中起着重要作用；被广泛应用于机器语言、编译原理、自动控制、图像处理当中，是程序设计语言编译器最重要的也是必不可少的理论支撑。在新近研究热点当中，如神经网络、机器学习、机器证明、模式识别等若干科学领域，它都起着十分重要的理论支撑作用，随着人工智能的快速发展，有限自动机理论当中的“图灵机、图灵测试”历久弥新，焕发出了新的生命力。



图 2 课程的重要性

有限自动机理论在工程应用中具有重要的应用前景和广泛的实用价值，其应用范围已被扩展到应用建模、硬件电路系统设计、编译器与解释器、网络协议、文本处理、计算与自然语言、生物工程、自动控制系统、图像处理与模式识别等许多领域，不仅提高了系统的自动化程度和可靠性，还推动了相关领域的技术进步和发展。

《有限自动机理论》是学习计算理论的良好起点，可以使研究生由具体形象思维逐渐向抽象思维过渡，提高发现、判断、分析问题和解决问题的能力^[6]。

《有限自动机理论》是计算理论相关的核心课程。该课程普适和深入地培养计算机专业研究生抽象思维、逻辑思维、创造性思维，提高思维的敏捷性。通过教学，使得研究生考虑问题将更为仔细、严谨、周密、有理有据，提高研究生推理、判断、分析问题和解决问题的能力，促进研究生达到使得思维过程清晰化、条理化、整体化。

3 课程建设实施方案

3.1 打造一流教材、培育一流课程、持续建设课程资源

以一流教材建设为牵引，以培养研究生解决问题的能力为目标，优化教学内容，充实理论深度和工程实践内容，根据相关理论和技术的国内外最新发展趋势，增加前沿技术讨论。作为学校研究生精品课程，该课程普适和深入地培养计算机专业研究生抽象思维、逻辑思维、创造性思维，提高思维的敏捷性，促进研究生达到使得思维过程清晰化、条理化。建设了该课程的MOOC、教学网站等资源。2020年12月建设完成研究生精品课程网站。通过持续更新和完善精品课程网站，已经形成了一个内容丰富、信息准确且具有高度互动性的学习平台。

利用MOOC平台：2021年11月“学堂在线”正式发布《有限自动机理论》课程，吸引了大量来自国内外的学习者，极大地扩大了课程的受众范围，并获得了广泛的好评。

更新教材内容：根据最新的研究成果和技术发展情况，及时修订了教材内容，保持了其前沿性和实用性。教材获批学校十二研究生规划教材（目前已经再版4次）

发表教改论文：在Journal of Mathematics, Science and Technology Education (SSCI)、计算机教育和实验科学与技术期刊发表教改论文3篇：为后续的教学和研究提供了宝贵的参考材料。

引入多元化考核方式：在过程化考核基础上，新

增动态评估（如阶段性项目答辩）、同行互评（学生间互评报告）、实践能力测试（模拟实际工程问题）。

补充考核指标：课堂讨论细化为“参与频率、观点深度、逻辑性”；课后作业设置“理论应用准确性、创新性思考”评分标准。

思政融入细节：通过“中国自主可控技术发展”案例，引导学生理解自动机理论在国产操作系统研发中的作用。

3.2 探索有效实施课程内容和提高教学效果的教学方法和教学手段

（1）教学注重师生互动，启发式教学，探索研究型教学

注重课堂的互动：将科学思维过程融入研究生的知识结构之中。采用启发式教学，重点强调思想、方法、思路，注重知识的内在联系。

授课内容除了知识体系外，还阐述了理论或技术出现的背景、是什么样的问题需求这样的理论或技术、理论或技术的发展推动原因、在应用中的问题及背后的动因等引发研究生思考的内容，让研究生学到的不仅是知识，更有知识形成的过程。使研究生不仅对该技术有清晰认识。更有助于采用理论或技术的应用创新。把学院的党建成果引入到课程，实现了技术传授与思政的结合，实现专业教学与学生价值观培养共振。

（2）公开线上教学资源，广泛开展线上线下混合式教学模式

从课程内容出发，选择恰当的现代教育技术，有效提高教学效果。利用《编译原理》和本课程的MOOC线上教学资源，引导研究生自主完成线上学习，结合课堂研讨、面授等线下教学活动，调动研究生学习参与度，激发研究生学习和研究兴趣，注重思维培养和方法指导。

在“有限自动机理论”课程中，我们采用启发式教学方法来引导学生深入理解复杂概念。例如，在讲解有限自动机的定义时，通过“自动售货机状态转换”的实际案例进行引导。首先，教师会提出问题：“如何用数学模型描述一台自动售货机的工作流程？”然后，通过逐步分析自动售货机的操作步骤——从插入硬币、选择商品到出货和找零，帮助学生识别各个操作阶段的状态变化。

具体实施过程中，教师会展示一个简化版的自动售货机模型，并让学生分组讨论其工作原理。每个小组需要绘制状态转换图，标识出初始状态（如等待投币）、中间状态（如已投币但未选择商品）和最终状态（如完成交易）。随后，教师引导学生将这些状态

转换抽象为有限自动机的形式化定义，包括状态集合、输入符号集、转移函数、初始状态和接受状态等关键要素。

通过这种启发式教学法，学生不仅能够直观地理解有限自动机的基本概念，还能将其应用于解决实际问题。一位学生表示：“通过自动售货机的例子，我明白了如何将现实中的系统抽象成数学模型，这对后续学习其他复杂的计算理论非常有帮助。”这种方法激发了他们的学习兴趣和主动探索精神，为掌握更为复杂的理论知识奠定了坚实的基础。此外，课堂上还会引入更多类似的实际案例，如交通灯控制系统、文本编辑器的状态管理等，进一步巩固学生的理解和应用能力。

3.3 发挥科研引导作用，促进创新人才能力培养

结合文本语义解析、图像处理、入侵检测系统(IDS)和防火墙规则的定义与匹配、协议状态机、消息解析与生成和自动控制系统等领域中涉及到的有限自动机理论知识，及时反映到教学内容中去。

积极开展教学研究和实践，获批校第一批研究生精品课程建设项目、校十二五规划研究生教材建设项目、校“985工程”2010-2013年建设项目（计算机研究生专业基础课程教学团队建设）、校2024年研究生教研教改项目（需求导向的校企协同培养模式研究与实践，重点项目）；获得四川省和学校的教学成果奖。

为了进一步加强“有限自动机理论”课程的科研融合，我们每学期新增2-3个基于最新科研成果的教学案例，并与企业合作共建实践模块，以提升学生的实际应用能力和创新思维。例如，“自动机理论在工业控制中的应用”这一案例中，学生将学习如何利用有限自动机模型优化自动化生产线的状态转换逻辑，提高系统的可靠性和效率。

具体实施方面，首先由教师团队精选当前研究热点和行业需求相结合的科研案例，如机器学习中的状态识别、网络安全中的入侵检测等，确保内容的前沿性和实用性。随后，通过与相关企业的深度合作，共同开发实践模块。这些模块不仅包括理论讲解，还涵盖了实际操作环节，如模拟真实环境下的系统调试和故障排查。此外，邀请企业专家进行专题讲座或工作坊，分享他们在实际工作中应用有限自动机的经验和技術挑战，拓宽学生的视野。

科研与教学的结合使得学生不仅能掌握扎实的理论基础，还能了解其在不同领域的广泛应用，培养解决复杂工程问题的能力。同时，通过校企合作，为学生提供了宝贵的实习机会和职业发展指导，增强了他们的就业竞争力。一位参与该实践模块的学生反馈道：

“通过与企业的合作项目，我学到了很多课堂上学不到的知识，对未来的科研和职业生涯充满了信心。”这种模式有效促进了教育与产业地有机衔接，推动了高层次工程技术人才的培养。

3.4 遵循研究生创新能力培养的整体规划，开展特别培养计划

对计算机研究生正常培养要求以外，实施课程特别培养计划。要求建立自动机的各种变形的理论模型；探索自动机理论在计算理论中的实际运用，进一步进行计算思维能力的培养^[7]，以适应社会对高层次人才的需求。

3.5 提高师资队伍水平，建设教师梯队，培养优秀青年教师

课程教学团队教师的职称和年龄结构合理，系统、科学地将理论知识、工程经验以及思维方法、科学态度、科研作风等传授给研究生。以课程教师为基础，组建了计算机研究生专业基础课程教学团队，有效提高了专业基础课程教学水平。

3.6 探索课程考核方式，全面评价学习效果

考核既要重视课程最终考试的成绩，也重视学习过程中的表现。在传统闭卷考试的基础上引入了多元化的考核方式，包括动态评估、同行互评以及实践能力测试。

（1）动态评估

动态评估旨在通过一系列阶段性的任务或项目来持续跟踪学生的学习进展。具体实施方式如下：

阶段性项目答辩：每个学习阶段结束时，要求学生完成一个小项目，并进行公开答辩。项目主题通常与课程核心内容相关，如设计一个简单的自动机模型或分析现有系统中的有限自动机应用。答辩过程中，学生还需展示他们的研究成果。

团队协作成果展示：鼓励学生以小组形式合作完成某些复杂任务，例如开发一套基于自动机的文本解析工具。最终成果需要在课堂上进行展示，评估标准包括项目的创新性、技术实现难度及团队成员之间的协作效率。

（2）同行互评

同行互评是一种促进学生相互学习的有效手段，它能够帮助学生从不同角度审视自己的工作，并学会给予建设性的反馈。具体实施步骤如下：

作业互评机制：每次布置课后作业后，除了教师批改外，还会随机分配若干份作业给每位学生进行匿

名评审。学生需要根据预设的标准（如逻辑严密性、创新点等）对他人作业进行评分并撰写简短评语。这一过程有助于提高学生的批判性思维能力和责任感。

项目报告互评：对于大型项目报告，同样采用同行互评的方式。每位学生需阅读至少两份其他同学的报告，并给出详细的反馈意见。这种方式不仅能提升学生的写作技巧，还能让他们了解到不同的思考方式和解决方案。

（3）实践能力测试

实践能力测试侧重于考察学生将所学理论应用于实际问题解决的能力，具体实施方案包括：

模拟实际工程问题：定期设置一些贴近现实世界的工程挑战题目，比如设计一套用于网络安全防护的入侵检测系统，该系统应能识别并阻止非法访问行为。学生需要运用自动机理论及相关算法来构建解决方案，并在规定时间内完成测试。

虚拟实验平台操作：利用MOOC平台上提供的虚拟实验环境，让学生亲自操作各种实验案例，如编写程序模拟自动售货机的状态转换流程。通过这些实践活动，检验学生是否真正掌握了所学知识，并能在实践中灵活运用。

4 课程建设成效

课程是工程专业学位研究生在线示范课程和校研究生精品课程，不仅在学校取得了显著的教学效果，也在全国范围内树立了良好的示范作用。

4.1 模式创新：线上线下混合式教学

线上教学资源：课程提供了由15个教学节段组成的线上教学资源，这些资源包括视频讲座、案例分析、互动练习等，帮助学生快速掌握基础知识。

线下教学活动：结合40个学时的线下教学，通过面对面的授课和讨论，对重点难点进行细致解析，加深学生对复杂概念的理解。

成效显著：混合式教学模式使得学生能够在短时间内高效地掌握基础知识，并通过线下课堂的深入讨论和实践，进一步巩固和深化理解。教学相长的效果得到了学生的广泛认可。

在“有限自动机理论”课程中，学生反馈混合式教学模式显著提升了学习效率。通过MOOC平台提供的视频讲座和互动练习，学生们能够自主安排预习时间，针对性地复习重点难点，有效节省了预习时间。一位学生表示：“现在有了MOOC上的讲解视频和配套练习，我可以更有针对性地复习，预习时间至少减少了一半。”

在线上预习的基础上，线下课堂得以专注于复杂问题的深入讨论。例如，在关于“有限自动机在网络安全中的应用”的研讨课上，教师引导学生探讨具体应用场景，并鼓励提出创新解决方案。小组讨论和实时反馈系统增强了互动性和参与感，使得课堂讨论更加高效。另一位学生分享道：“现在的课堂变成了一个互动平台，我们可以带着问题来上课，与老师和同学们一起探讨解决方案，学习效果明显提升。”

总体而言，这种混合式教学模式不仅提高了学生的自主学习能力，还增强了他们解决实际问题的能力，为掌握“有限自动机理论”打下了坚实基础。

4.2 方法创新：引入论文读写、前沿技术研讨、自动机的各种应用

论文读写：鼓励学生阅读并撰写相关领域的学术论文，提高他们的科研能力和学术写作水平。通过这一过程，学生能够更好地理解和应用理论知识。

前沿技术研讨：定期组织前沿技术研讨会，激发学生的研究兴趣，培养他们的创新能力。

实际应用：通过介绍自动机理论在不同领域的应用案例（如机器学习、模式识别、网络安全、通讯技术等），增强解决实际问题的能力。

能力提升：学生在创新能力、分析和解决问题的能力以及综合设计与实践能力等方面得到了显著提升。学生在中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛中取得了优异的成绩。

4.3 机制创新：评价方式改革

强化过程考核：引入更加全面的过程考核体系，包括课堂讨论、课后作业和项目实践等多个方面。

明确考核方式：详细规定了过程考核的具体方式方法，确保考核的公平性和透明度。课堂讨论侧重于参与度和质量，课后作业注重独立思考和解决问题的能力，而项目实践则考察学生的综合应用能力。

促进主动学习：新的评价机制引导学生更加注重平时的学习积累和研究方法的掌握，提高了积极性和主动性。

5 总结

课程包含15个教学节段组成的线上教学资源 and 40个学时线下教学环节。在教学活动中，采用线上线下混合方式，既使得基础知识得到快速掌握，又加强了课堂教学对要点、难点的细致解析深度；进行课程的特别培养计划，引入论文读写、前沿技术研讨、自动机的各种应用使研究生在创新能力、分析和解决问题的能力、综合设计与实践能力等方面获得更多的锻炼和培养。明确过程考核的具体方式方法，引导和推动学生主动学习、掌握研究方法。

课程作为工程类专业学位研究生在线示范课程和校研究生精品课程，通过系统性的教学改革与实践，在提升教学质量方面取得了显著成效。表1展示了2019-2024年课程成绩的量化对比，直观反映了教学改革的实施效果。

表 1 2019-2024 年课程成绩对比分析

| 年份 | 选课人数 | 平均分 | 90分以上人数（占比） | 80~89分人数（占比） | 70~79分人数（占比） | 60~69分人数（占比） | 60分以下人数（占比） | 主要改革措施 |
|-------|------|-----|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|
| 2019年 | 213 | 77 | 28 (13.1%) | 76 (35.7%) | 63 (29.6%) | 30 (14.1%) | 15 (7.0%) | 传统教学模式 |
| 2020年 | 148 | 80 | 7 (4.7%) | 87 (58.8%) | 33 (22.3%) | 17 (11.5%) | 4 (2.7%) | 启动混合式教学试点 |
| 2021年 | 157 | 83 | 66 (42.0%) | 67 (42.7%) | 17 (10.8%) | 7 (4.5%) | 0 (0%) | MOOC平台上线，案例教学引入 |
| 2022年 | 154 | 90 | 93 (60.4%) | 52 (33.8%) | 9 (5.8%) | 0 (0%) | 0 (0%) | 教材再版，动态评估实施 |
| 2023年 | 154 | 90 | 107 (69.5%) | 44 (28.6%) | 3 (1.9%) | 0 (0%) | 0 (0%) | 项目全面开展 |
| 2024年 | 143 | 83 | 56 (39.2%) | 77 (53.8%) | 7 (4.9%) | 3 (2.0%) | 0 (0%) | 新增前沿内容，课程难度调整 |

从表1可以看出，自2020年启动教学改革以来，课程建设取得了显著成效：

① 学业水平显著提升：平均分从77分（2019年）

提升至90分（2022-2023年），增幅达16.9%；高分（90分以上）学生比例从13.1%提升至最高69.5%，增长超过4倍。

② 教学质量更加均衡：不及格现象完全消除（60分以下人数从15人降至0），表明改革措施有效惠及全体学生。

③ 改革措施效果显著：2021年MOOC平台上线后，高分率实现飞跃（4.7%→42.0%）；2022年动态评估实施后，平均分达到峰值90分。

④ 持续优化空间：2024年新增前沿内容，课程难度调整，导致成绩有所回落，这为后续改进指明了方向。

课程通过打造一流教材、创新教学方法、强化实践环节、完善评估体系等一系列改革措施，不仅显著提升了学生的理论水平和实践能力，也为工程类专业学位研究生课程建设提供了可复制的经验。未来将继续优化教学内容，平衡基础理论与前沿技术，进一步提升课程质量。课程是学校研究生精品课程，获批工程类专业学位研究生在线示范课程。课程除了为电子科技大学本校的研究生提供一流的教育教学资源的同时，也为兄弟院校提供良好的榜样和示范作用。

参考文献

- [1] 教育部.关于改进和加强研究生课程建设的意见[EB/OL]. www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/201412/t20141205_182992.html,2025-03-30
- [2] 蒋宗礼.计算机科学与技术学科硕士研究生培养研究[J]. 计算机教育, 2004, (Z1): 72-77
- [3] 蒋宗礼.计算机学科的形态与研究生培养的关系[J]. 学位与研究生教育, 2004, (11): 11-15
- [4] 教育部.关于改进和加强研究生课程建设的意见[EB/OL]. www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/201412/t20141205_182992.html,2025-03-30
- [5] 教育部.教育部、国家发展改革委、财政部关于加快新时代研究生教育发展的意见[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/202009/t20200921_489271.html.2025-03-20
- [6] 王伟,杨翰霖,孙鑫.形式语言与自动机理论课程的教学方法探索[J].计算机技术与教育学报,2024,12(3):172-176
- [7] 王梅,梁嫻,梁吉胜.基于模糊综合评判法的计算机类研究生思维能力评价研究[J].计算机技术与教育学报,2023,11(3):11-15