

面向新工科需求的建构主义数理逻辑课程教学设计*

吴骏**

宋方敏

南京财经大学计算机与人工智能学院, 南京
210023

南京大学计算机学院, 南京 210023

摘要 面向新工科复合型人才计算思维与逻辑创新能力培养需求, 针对高校数理逻辑课程内容陈旧抽象、产业案例匮乏、灌输式教学效率偏低的痛点, 本文依托建构主义与深度学习理论构建完整课程改革方案。内容搭建“一主线、一核心、一拓展”框架, 以语法语义的分离及统一为脉络, 整合命题/一阶/模态逻辑、核心推理系统与四大关键定理作为理论主体, 补充人工智能、形式验证产业案例; 教学采用“讲授—研讨—翻转实践”三位一体模式, 引导学生自主建构知识。依托南京财经大学连续三学年教学实践数据验证: 全面实施改革后, 课程 95 分以上高满意度评价占比由 55.32% 升至 88.46%, 学生对教学方法认可度从 66.0% 提升至 91.7%, 各项评教指标均实现显著正向增长。实践反馈显示, 该方案可降低理论学习门槛, 衔接理论与工程应用, 提升课程满意度及学生建模、推理、创新综合能力, 可为新工科同类数理课程优化提供参考思路。

关键词 新工科, 计算思维, 数理逻辑, 建构主义理论

Constructivist Instructional Design of Mathematical Logic for Emerging Engineering Education *

Jun Wu

Fangmin Song

School of computer and artificial intelligence
Nanjing University of Finance and Economics,
Nanjing 210023, China;
jwucie@nufe.edu.cn

School of computer science
Nanjing University
Nanjing 210023, China
fmsong@n.ju.edu.cn

Abstract—To meet the demand for cultivating computational thinking and logical innovation ability of interdisciplinary talents under emerging engineering education, this paper addresses prominent drawbacks of university mathematical logic courses, namely outdated abstract contents, insufficient industrial cases and low efficiency of cramming teaching, and constructs a complete curriculum reform scheme based on constructivism and deep learning theory. In terms of content, a framework of "one main line, one core and one expansion" is built around the separation and unification of syntax and semantics, integrating propositional, first-order and modal logic, core deduction systems and four key theorems as theoretical framework, supplemented by industrial cases of artificial intelligence and formal verification. A three-in-one teaching mode combining lectures, seminars and flipped practice is adopted to guide students to construct knowledge independently. Verified by three consecutive academic years of teaching data from Nanjing University of Finance and Economics: after full implementation of the reform, the proportion of high satisfaction ratings above 95 points rose from 55.32% to 88.46%, and students' recognition of teaching methods increased from 66.0% to 91.7%, with all teaching evaluation indicators achieving remarkable positive growth. Teaching feedback indicates that the scheme can reduce the learning threshold of abstract theories, link theoretical knowledge with engineering practice, improve course satisfaction and students' comprehensive abilities of modeling, reasoning and innovation, and provide referable ideas for the optimization of similar mathematical courses for emerging engineering education.

Keywords—Emerging Engineering Education, Computational Thinking, Mathematical Logic, Constructivist Theory

1 引言

为主动应对新一轮科技革命与产业变革浪潮, 精准支撑创新驱动发展、“中国制造 2025”等国家重大战略落地实施, 教育部自 2017 年 2 月起大力推进新工科建设, 致力于探索形成领跑全球工程教育的中国模

式与中国经验, 为高等教育强国建设注入强劲动力。新工科专业以智能制造、云计算、人工智能、机器人技术等前沿领域为核心抓手, 赋能传统工科专业的转型升级; 相较于传统工科人才, 未来新兴产业与新经济发展更迫切需要实践能力突出、创新思维活跃、具备国际竞争力的高素质复合型新工科人才^[1]。

新工科具有交叉融合、创新引领、前瞻布局的鲜明特征, 其核心要义在于计算思维的培育。计算思维运用计算机科学的基本概念来求解问题、设计系统与

* **基金资助**: 本文得到南京财经大学校级教改课题 (JGY2023068)、国家社科基金一般项目 (23BJL035) 资助。

* **通讯作者**: 吴骏 jwucie@nufe.edu.cn。

理解人类行为,涵盖了一系列普适性的计算机科学思维方法,能够为各行业建设者运用大数据、大模型、人工智能等新技术迭代升级传统工程行业筑牢坚实基础^[2-4]。当前,计算思维能力的培养已成为新一轮大学计算机课程改革的核心导向。如何从计算思维视角重新梳理与组织计算机相关课程的教学内容,如何在教学实施中有效提升学生的计算思维能力,已成为计算机教育领域近年热议的焦点问题^[5]。

数理逻辑与计算思维在思想内核上高度相通,二者均强调抽象化与形式化表达^[6]。作为一门用数学方法研究逻辑推理的学科,数理逻辑以公理系统和数学证明为研究对象,旨在为推理思维建立严谨的数学模型,其理论与方法不仅深刻影响了数学、哲学、计算机科学、软件工程及人工智能等领域,更已渗透到计算机科学与技术的全链条中,成为支撑学科发展的重要基础与方法论。在高校人才培养体系中,数理逻辑相关课程始终是计算机专业的核心课程^[7,8],不仅为计算理论、模型检测与形式化验证、人工智能等专业课程提供了必要的理论支撑,更对培养学生的抽象思维与逻辑推理能力发挥着关键作用。教育部在《关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见》^[9]中也明确提出,要强化基础理论课程的升级改造,而数理逻辑正是支撑计算思维与工程创新能力培养的关键基础课程之一。通过数理逻辑课程的学习,学生不仅能够掌握基本概念、原理、推理规则及公理系统与形式化方法,更能显著提升抽象思维与逻辑推理能力,进而培育计算思维,为未来参与创新性研究、开发与应用筑牢根基,助力新工科建设的纵深推进。

然而,作为一门传统学科,数理逻辑在新工科建设的背景下面临诸多挑战:课程内容体系偏于陈旧,知识点多且抽象度高;实践环节与创新能力培养不足,知识传授效率与教学效果有待提升。有鉴于此,本文拟探索基于建构主义的教学方法,以提升学生实践能力、创新能力与国际竞争力为出发点,优化课程内容与教学方案,紧密对接国家战略需求,充分引导学生开展自主学习与探索,结合先进教育教学理念,推动传统基础理论课程的升级改造。

2 当前数理逻辑教学的问题与挑战

在国家大力推进新工科建设的背景下,数理逻辑课程的教学模式与内容体系逐渐显露出与新时代需求不相适应的短板,具体体现在以下方面:

2.1 内容庞杂、抽象度高,课程体系亟待更新

历经数百年发展,现代数理逻辑已构建起庞大的知识体系:从横向维度看,既包含命题逻辑、一阶逻辑等经典分支,也涵盖时态逻辑、模态逻辑等非经典领域;从纵向维度看,则囊括了模型论、证明论、递

归论和公理化集合论等核心理论模块。这使得数理逻辑课程长期面临“课时有限而内容过载”的困境。如何在有限课时内精准权衡课程内容的深度与广度,以满足学科发展与专业培养的双重需求,始终是相关教育工作者探索的核心挑战^[10]。当前多数数理逻辑的教学内容体系仍沿用数十年前的设计框架,其核心导向是从数学视角完整介绍经典逻辑的概念与结论。这种模式下,知识点分散且高度抽象,缺乏一条面向实际问题的主线来串联内容,难以有效锻炼学生的问题建模与求解能力,与新时代的学科及专业需求已产生明显脱节。学生往往陷入大量抽象定义、复杂符号与繁琐证明的堆砌中,难以建立对数理逻辑的系统性认知,容易出现“只见树木不见森林”的认知偏差;同时,由于课程内容未能充分关联计算机科学的实际应用场景,学生难以体会数理逻辑在专业领域的实用价值,进而导致学习兴趣不足^[11]。

2.2 实践与创新能力培养存在短板

首先,课程内容聚焦于基础原理,对前沿应用场景的介绍较为匮乏,不利于学生实践能力的锻炼。尽管数理逻辑在早期主要作为元数学与数学工具,但近年来已在软硬件自动验证、智能 Agent 设计、知识表示与推理、自然语言处理、机器学习、大数据挖掘与知识发现、数据库查询语言设计与优化等领域取得了一系列重要成果。这些前沿应用既体现了时代特征,也与产业需求深度接轨,具有极强的实践价值,且学生对此类内容普遍抱有浓厚兴趣。然而,根据初步调研,国内多数数理逻辑课程尚未系统纳入这些前沿应用,难以有效支撑学生实践能力的培养。其次,课程内容体系偏重于理论的完备性与封闭性,对交叉研究领域的覆盖不足,不利于学生创新能力的培育。作为一门基础学科,数理逻辑与数学、计算机科学、人工智能、哲学、语言学、法学等多个学科存在深度交叉。系统介绍这些交叉研究领域,不仅能拓宽学生的学术视野、深化其对基础内容的理解,更能培养其融会贯通的能力,从而为开展原创性研究、开拓新思路奠定基础。但由于交叉领域涉及范围极广,目前国内数理逻辑课程尚未对这部分内容进行系统梳理与整合,制约了学生创新思维的发展。

2.3 知识传授效率偏低,教学效果有待提升

当前数理逻辑的教学形式仍以传统的灌输式讲授为主。授课教师往往会投入大量时间与精力,力求向学生讲清抽象的概念体系,以及理论性、技巧性较强的证明方法。对于一些关键证明,为了让学生跟上节奏,教师甚至会在黑板上逐步骤推导讲解。然而实际教学效果却常常事与愿违。一方面,课程内容环环相扣,要求学生具备扎实的数学基础、做好充分预习,并在课堂上保持高度专注。否则,一旦某个环节出现理解断层,后续内容便很难衔接。但在实际教学中,

教师难以对学生的预习质量、课堂专注度等因素进行有效把控。另一方面,“听懂”与“真正理解”存在本质区别。学生在求解综合性较强的应用问题时,常常表现得手足无措,或在推导中漏洞百出。追根溯源,这是因为学生长期处于被动跟随的状态,满足于听懂关键步骤,却缺乏主动思考、总结与知识内化的过程,无形中忽略了知识点间的内在联系与细节,从而丧失了独立操作、融会贯通的能力,始终停留在浅层学习的阶段。“学而不思则罔,授人以鱼不如授人以渔”。若能转变教学重心,从单向灌输转向引导学生自主探索,并将授课重点放在提供探索方向与答疑解惑上,不仅能更有效地锻炼学生的思维能力、鼓励独立探索的精神,还能显著提升知识传授的效率与整体教学效果。

3 基于建构主义教学理论的解决思路

如何在有限课时内满足学科与专业的双重需求?如何依托现代教育信息技术与网络技术提升数理逻辑教学质量?又如何在夯实学生理论基础的同时,培养其创新实践能力,造就符合新工科要求的应用型人才?这些始终是数理逻辑教学工作者的核心问题^[10]。建构主义教学理论为破解上述难题提供了可行的思路与方法。

3.1 建构主义教学理论

建构主义学习理论认为,学生是学习活动的主体,学习的本质是学生在与学习环境的互动中完成意义建构的过程。学习者会基于自身已有的经验、知识与思维方式,对新信息进行解释与理解,从而形成独特的认知结构与知识体系,最终转化为自主的认识活动。在教学过程中,教师的角色是组织者、指导者、帮助者与促进者,需通过创设情境、组织协作、引导会话等方式,充分激发学生的主动性、积极性与创新精神,使学生能够高效地完成对当前知识的意义建构^[12]。因此,教师的核心任务是引导和促进学生的认知活动,帮助其将新知识与已有知识建立关联,形成更完整、更深入的知识结构。

深度学习是典型的建构主义学习方式,它要求学生在理解的基础上,以主动、批判、探究的方式重构原有知识体系,将学习中的感受、感知与感悟融入自身认知结构,从而提升学习层次、强化学习能力,以适应新情境、探索新问题、生成新能力,并能运用新知识解决实际问题^[13]。这种学习模式既强调学生的主体地位,也离不开教师的引导干预与同伴的协作支持。

在深度学习模式下,教师以学生为核心,通过创设问题情境激发学生的学习兴趣,使其感知问题、提出问题;再通过科学的引导驱动学生自主探究,启发学生从已有知识中抽象、领悟出新知识^[14]。深度学习

的基础是已建立的知识体系,目标是在此基础上通过探究与思考拓展新知识,并将其整合到原有体系中。由于新知识的获取依赖于对已有知识的探索,因此新旧知识的关联需要学习者主动完成认知重构。

深度学习具有三个核心特征:

1) 强调理解与批判:理解包含字面理解、意义理解、批判理解和创新理解四个层次,批判性思维与创新思维是深化理解的核心工具。

2) 注重联系与建构:联系涵盖经历联系、社会联系、世界联系和教育联系四个维度,多维联系与能力建构是实现深度学习的关键。

3) 践行比较与反思:比较包括见解比较、理解比较、结构比较和能力比较四个指向,通过比较认知与反思感悟,实现学习的辩证提升。

3.2 总体解决思路

不难发现,建构主义教学理论与深度学习模式,恰好能够精准应对数理逻辑教学中的现存痛点。

针对内容庞杂、抽象度高、课程体系陈旧的问题,我们可以凝练出适合学生自主探索的问题主线,强化新知识与学生已有基础的内在关联,让抽象概念与学生的认知经验建立联系,从而降低理解门槛;针对实践与创新能力培养不足的问题,可以系统整合前沿研究、交叉领域及产业应用案例,引导学生对比经典理论与前沿实践的关联与延伸,让学生在探索中体会数理逻辑的实用价值;针对知识传授效率低、教学效果不佳的问题,则需要调整教学思路与师生角色,综合运用现代教育技术与多元教学手段,突出学生在教学活动中的中心与主体地位,激发其主动学习的意愿。

总而言之,我们可以面向新工科建设的需求,以建构主义教学理论为指导,系统性地推进课程内容体系优化与教学方案设计升级。

4 基于建构主义的教学内容优化

本课程以构建支持学生自主探索的内容体系为目标,深度整合前沿研究、交叉领域及产业应用案例,深入剖析各内容模块间的逻辑关联,以及模块与学生已有知识基础的内在联系,最终凝练出“一主线、一核心、一拓展”的优化内容体系:以“语法语义分离及统一”为贯穿主线,以“两个推理系统、三种逻辑、四大定理”为知识核心,以前沿领域、交叉研究及产业应用为延伸拓展(如图1所示)。

基于这一内容体系,笔者已出版教材《数理逻辑十二讲》^[15],该教材已在南京大学、南京财经大学等高校使用近十年,并在持续迭代优化中。

4.1 以“语法语义分离及统一”为主线

语法是生成逻辑语句（公式）的基本规则，而语义则是基于模型对公式解释的形式化定义。形式逻辑最根本的特征就是“语法与语义分离”——由语法规则生成的公式本身是抽象的，不具备具体含义，只有关联到特定的模型（背景）时，才会被赋予确切的意义。这种特征与学生熟悉的“列方程求解数学问题”的思想高度相通：两个完全不同的数学问题，可能会列出完全相同的方程（或方程组）。这里的方程本质上就是一种逻辑语句，只有结合具体的问题背景（模型），才能获得实际意义。

在数理逻辑中，推理可以在语法和语义两个层次上分别定义：

1) 语义层次的推理：反映的是“语义结论”的概念，本质上是基于事实的前后关联，相当于对不同情况的分类讨论。

2) 语法层次的推理：由各种推理系统实现，本质上是一种基于规则的符号演算。

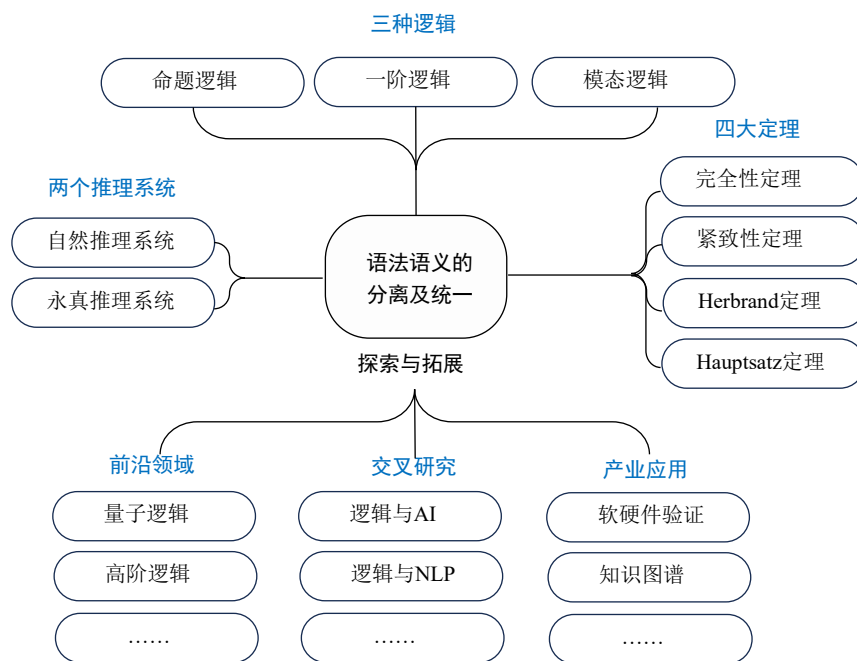


图1 本课程的主要教学内容

解方程的过程与上述两类推理高度相似——既可以通过移项、等式性质等代数演算规则（对应语法推演）实现，也可以通过分类讨论等方式（对应语义推理）实现。数理逻辑的核心目标之一，正是要让这种“分离”的语法与语义最终走向“统一”，这主要体现为语法推理与语义推理的一致性：如果从前提能语法推出某个结论，也必然能语义推出该结论，说明推理系统具备可靠性；如果从前提能语义推出某个结论，也必然能语法推出该结论，说明推理系统具备完全性。语法、语义、语义结论、语法结论（推理系统）、可靠性与完全性，构成了理解任何逻辑系统的核心脉络，也理应成为数理逻辑课程的贯穿主线。

4.2 以“两个推理系统、三种逻辑、四大定理”为核心

历经多年发展，数理逻辑已构建起庞大的理论体系。为了应对多样化的应用场景，需要针对性地设计不同的逻辑系统。本课程的核心目标，正是培养学生理解逻辑系统，并针对具体应用场景设计逻辑系统的基本能力。而“语法语义分离及统一”这一主线，恰恰是理解与设计任何逻辑系统的关键脉络。

课程将循序渐进地介绍三类核心逻辑：

1) 命题逻辑：作为最经典、最基础的逻辑分支，它虽形式简洁，却“麻雀虽小，五脏俱全”，能够覆盖数理逻辑的多数基本概念，帮助学生建立对“语法与语义分离及统一”的初始理解。

2) 一阶逻辑：在命题逻辑的基础上，学生将体会更复杂的语法与语义所带来的表达能力跃升，并学习在更复杂的系统中定义与实现语义推理和语法推理。

通过完全性定理的证明，学生将深入理解不同逻辑系统实现“语法语义统一”的思路与方法。

3) 模态逻辑：作为最贴近现代应用场景的逻辑分支，本课程重点介绍经典模态逻辑、线性时态逻辑与计算树逻辑。通过与命题逻辑、一阶逻辑的系统对比与分析，引导学生再次回顾并深刻领悟形式逻辑“语法语义分离及统一”的核心精髓。

在介绍语法层次的推理时，课程将引入永真推理系统与自然推理系统这两类风格迥异的推理系统，让学生在对比中认识到，可靠且完备的推理系统并非唯一，并深刻理解完全性定理的内涵。此外，课程还将围绕主线，系统介绍紧致性定理、Hauptsatz(主定理)、Herbrand 定理与完全性定理这四大核心定理：

1) 紧致性定理：揭示了公式集的整体可满足性与其有限子集可满足性之间的等价关系，是连接无穷与有限的关键桥梁。

2) Hauptsatz (主定理，又称切消定理)：聚焦于语法推演的结构优化，通过消去证明中的“切规则”，得到更简洁的无切证明，为 Herbrand 定理的构造性证明提供了语法支撑。

3) Herbrand 定理：是连接一阶逻辑与命题逻辑的核心纽带，它将一阶逻辑的不可满足性判定，转化为其有限命题基例集的不可满足性判定，为自动定理证明奠定了理论基础。

4) 完全性定理：则直接确立了语法推演与语义有效性之间的等价关系，是“语法语义统一”的终极体现，证明了逻辑系统的推演能力足以刻画所有语义上的有效结论。

通过对这些定理的系统讲解，引导学生进一步思考语法与语义的本质区别与内在联系，从而深化对课程核心主线的理解。这种围绕核心主线、层层递进的内容设计，恰恰契合了“主动建构、深度理解”的教育理念。它不再是让学生被动记忆零散的知识点，而是引导他们以“语法语义分离及统一”为锚点，主动将不同逻辑、推理系统和核心定理串联成一个有机的知识网络。在这个过程中，学生通过对比、分析和自主推导，不仅能深刻理解数理逻辑的理论内核，更能逐步建立起自主探索、批判性思考的能力，最终实现对知识的深度意义建构，为后续在前沿领域开展创新研究与实践应用筑牢坚实的认知基础。

4.3 以前沿领域、交叉研究及产业应用为拓展

本课程将以核心教学内容为基础，以提升学生实践能力、创新能力与国际竞争力为出发点，对教学内容进行拓展延伸：

1) 前沿研究：聚焦理论计算机科学与人工智能领域的顶会顶刊(如 FOCS、STOC、SODA、AAAI、IJCAI、AAMAS、JACM、AIJ 等)，系统梳理数理逻辑的最新研究进展。

2) 产业应用：以软硬件自动验证、智能 Agent 设计、自然语言处理、机器学习、大数据挖掘与知识发现为核心，介绍数理逻辑在产业界的实际应用。

3) 交叉研究：围绕数理逻辑与人工智能、哲学、语言学、法学等领域的交叉方向，综述相关研究成果，拓宽学生的学术视野。

从建构主义教学理论的视角来看，这种立足核心、向外拓展的内容设计，正是对“情境化学习、意义建构”理念的深度践行。它不再将数理逻辑局限于抽象的理论推演，而是通过前沿研究、产业应用与交叉学科的真实场景，让学生在具体问题中理解理论的实用价值，主动将核心知识与现实需求建立关联。在这个过程中，学生不仅能拓宽学术视野、提升实践创新能力，更能在探索真实问题的过程中，完成对知识的深度内化与主动建构。

5 基于建构主义的教学方案优化

本教学方案以激发并支持学生自主探索为核心目标，充分运用情境创设、协作学习、会话研讨等建构主义教学要素，全方位调动学生的主动性、积极性与创新精神。方案引入研讨课与翻转课堂等先进教学方法，对传统的教师讲授模式进行升级，将学生的课外调研、课堂听讲与随堂研讨有机结合，引导学生更主动、更深入地获取知识。

5.1 面向联系与对比的核心理论内容讲授

针对经典概念与核心方法等基础内容，我们将其设计为核心讲授模块，由教师在课堂上进行深度讲解。在讲授中，教师将重点突出知识点之间的内在联系，并通过对比不同概念、方法的适用场景与核心差异，帮助学生建立系统的知识框架。例如，在讲解命题逻辑与一阶逻辑时，会对比两者在表达能力与推理复杂度上的区别；在介绍不同推理系统时，会对比其可靠性与完全性的证明思路，从而让学生在联系与对比中深化对课程主线的理解。

5.2 融入引导同学的交互与互助的研讨课

针对前沿研究与交叉学科相关内容，我们将其设计为研讨课模块。教师首先会提供研究关键词、经典文献与背景介绍，引导学生自主查阅文献、梳理研究脉络，并以小组为单位进行文献综述汇报。随后，通过课堂研讨与学术交流，鼓励学生分享见解、提出疑问、相互启发。这种模式不仅让学生深入了解数理逻辑的前沿动态与交叉应用，更能锻炼其文献检索、

批判性思维与学术表达能力，在互助协作中完成知识的深度建构。

5.3 适当补充引导学生自主探索的翻转课

针对产业应用相关内容，我们将其设计为翻转课堂模块。学生需要在课前自主调研具体应用场景（如软硬件形式化验证、智能 Agent 逻辑设计等），梳理应用背景、核心方法、实际效果与改进方向，并在课堂上进行讲解与展示。教师则以引导者的身份，针对学生的展示提出问题、组织讨论，帮助学生将理论知识与产业实践建立关联，体会数理逻辑的实用价值，从而提升其解决实际问题的能力。

5.4 持续迭代的动态优化机制

在日常教学过程中，我们将通过课堂观察、作业反馈、问卷调查等多渠道收集学生的学习体验与意见，持续验证新教学方案的有效性，并从中发现潜在问题。基于这些反馈，我们将对文献综述的选题、课程内容的选择、教学活动的设计进行循环迭代优化。通过多轮滚动改进，最终打造出一门既能帮助学生夯实数理逻辑理论基础，又能激发其在相关领域开展创新研究与产业化应用的优质课程。

6 教学实践效果

为验证本文建构主义导向的数理逻辑课程教学设计的实际成效，笔者在南京财经大学计算机与人工智能学院开展连续三学年教学实践，前期持续优化课程内容框架、扩充工程应用案例、迭代作业体系；自2024-2025-1 学期起，全面落地本文提出的“核心讲授—研讨互动—翻转实践”三位一体课堂改革方案。相关量化结果如图 2、表 1 所示。

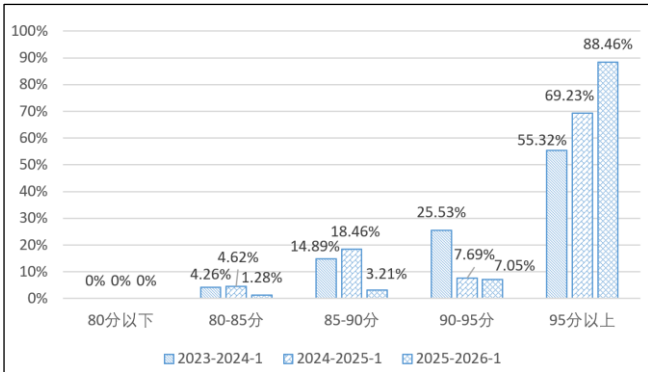


图2 本课程近三年的教评情况

图 2 为近三学期学生对本课程整体评分的分数段人数占比分布。2023-2024-1 学期仅完成基础内容优化、未全面推行课堂改革，给出 95 分以上课程高分评价的学生占比为 55.32%；2024-2025-1 学期正式启动本文全套课堂教学改革方案后，95 分以上课程评价占比提升至 69.23%；2025-2026-1 学期持续深化落实研讨、翻转实践等教学举措，95 分以上课程评价占比大

幅上涨至 88.46%。三个学期内 80 分以下的低分评价占比始终为 0，直观反映随着教学改革不断推进，学生对本课程的整体满意程度持续攀升，无学生对课程给出负面低分评价。

表 1 本课程近三年的问卷调研情况

	评价内容	认为完全符合的学生比例		
		2023-2024-1	2024-2025-1	2025-2026-1
1	授课内容充实，条理清楚，重点突出	76.6%	81.5%	94.9%
2	通过老师的教学，我能掌握该门课程的主要内容和基本思想，并能提出自己的观点和看法	78.7%	78.5%	94.9%
3	老师经常和学生交流，并能听取我们的意见，积极改进教学	78.7%	81.5%	93.6%
4	老师布置的作业能够帮助我更好地学习和掌握该门课程的知识，并能及时批改和反馈	78.7%	80.0%	94.2%
5	老师的教学富有启发性，注重培养学生的学习能力，能够促使我独立思考	80.9%	78.5%	92.9%
6	我喜欢老师的教学手段和教学方法	66.0%	78.5%	91.7%
7	老师采用各种方式鼓励我参与课堂教学活动，使我保持上课的兴趣	76.6%	78.5%	90.4%
8	老师讲授的内容信息量大，时代性强，注重理论联系实际，对我的学习有很大的帮助	74.5%	78.5%	92.9%

表 1 为校内官方学生评教问卷中，选择“完全符合”的学生占比统计。纵向对比三个学期数据可见，2024-2025-1 学期全面落地课堂改革后，全部评教指标的学生认可度均稳步提升，2025-2026-1 学期各项指标均实现大幅增长。其中提升幅度最突出的指标为“我喜欢老师的教学手段和教学方法”，占比从改革前 2023-2024-1 学期的 66.0%提升至 91.7%；“授课内容充实，条理清楚，重点突出”“通过老师的教学，我能掌握该门课程的主要内容和基本思想，并能提出自己的观点和看法”两项核心教学能力评价指标，最

终均达到 94.9%。评教数据充分说明,依托建构主义设计的互动探究式课堂,改变了传统单向灌输教学模式,学生对课程内容、课堂形式、师生交流、实践引导等各维度均高度认可。

综合课程评分分布与官方学生评教两组真实校内一手数据可得到明确结论:本文提出的课程内容重构方案与三位一体课堂改革方案具备显著、量化的实践成效。以“语法与语义分离统一”为主线搭建结构化知识体系,搭配研讨互动、翻转实践的多元课堂模式,解决了传统数理逻辑课程知识点零散、抽象难懂、理论脱离工程应用等痛点,既大幅提升学生对课程的主观评价,也显著增强学生自主思考、逻辑建模的知识建构能力,完全适配新工科复合型工程人才的培养需求,可为同类高校数理逻辑课程改革提供可复制的实践参考。

7 结语

在新工科建设的时代背景下,数理逻辑作为支撑计算思维与工程创新能力的核心基础课程,其教学改革既是顺应时代发展的必然要求,也是面向未来的重要机遇。本文针对当前数理逻辑教学中内容体系陈旧、实践能力培养薄弱、知识传授效率偏低等痛点,提出了一套以建构主义教学理论为指导、以深度学习为路径的系统性优化方案。通过以“语法语义分离及统一”为主线重构教学内容,以“核心讲授—研讨互动—翻转实践”三位一体的模式革新教学方法,我们不仅能够帮助学生夯实数理逻辑的理论基础,更能引导其建立理论与前沿研究、产业应用的深度关联,从而真正提升学生的抽象思维、逻辑推理与创新实践能力。

教学改革是一个持续迭代、动态优化的过程。未来我们将继续在教学实践中检验并完善这套方案,力求打造一门既符合新工科人才培养要求,又能激发学生探索热情的数理逻辑课程,为培养面向未来的高素质复合型人才贡献力量。

参考文献

- [1] 刘晓,杨玉中,李东印,等.新工科背景下线上线下混合式一流专业课程建设探索[J].高教学刊,2025,11(35):41-44+49.
- [2] 杨华利,阮晓莉,王晨,等.新工科背景下数据驱动的师生协同的计算思维培养[J].计算机教育,2026,(01):42-48.
- [3] 陈燕敏,赵建伟,叶敏超,楼喜中.新工科背景下的人工智能教学改革研究与实践[J].计算机技术与教育学报,2025,13(2):97-101.
- [4] 覃福钿,李晶,杜晓辉,等.“新工科”背景下人工智能教学的改革探索[J].计算机技术与教育学报,2025,13(6):244-247.
- [5] 何钦铭,陆汉权,冯博琴.计算机基础教学的核心任务是计算思维能力的培养——《九校联盟(C9)计算机基础教学发展战略联合声明》解读[J].中国大学教学,2010,(09):5-9.
- [6] 张晓如,张再跃.面向学科素养培养的数理逻辑教学[J].计算机教育,2016,(12):120-123+127.
- [7] ACM & IEEE Computer Society. Computer Science Curricula 2023 (CS2023)[S]. New York: ACM Press, 2023.
- [8] ACM & IEEE Computer Society. Computing Curricula 2020 (CC2020)[S]. New York: ACM Press, 2020.
- [9] 教育部、工业和信息化部、中国工程院.关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划2.0的意见[EB/OL].(2018-10-08)[2026-02-03].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_742/s3860/201810/t20181017_351890.html
- [10] 刘丽珍,尚媛园,宋巍,等.基于SPOC的“数理逻辑”在线课程教学改革探究[J].计算机教育,2016,(10):30-33.
- [11] 常亮,徐周波,孟瑜,等.基于计算思维的数理逻辑教学改革探索[J].计算机教育,2015,(15):31-35.
- [12] 冯小明.基于建构主义的网络课程交互性层次结构设计[J].计算机教育,2007,(23):66-69.
- [13] 姚敦红,钟晓芳,杜敏.基于深度学习的程序设计课程自适应教学模型研究[J].计算机技术与教育学报,2025,13(05):32-38.
- [14] 赵男男,林桂明,关棋元.基于建构主义理论的离散数学课程深度学习模式探索[J].计算机教育,2024,(04):130-134.
- [15] 宋方敏,吴骏.数理逻辑十二讲[M],机械工业出版社,2018.