

工程教育专业认证体系下的高等数学教学现状 分析和改革建议——以计算机类专业为例*

韩先君 王华彬**

许淑娟

安徽大学计算机科学与技术学院
合肥 230601

合肥一六八玫瑰园学校东校
合肥 230601

摘要 高等数学为培养具有计算机理论研究和工程实践创新能力的高素质人才而设置。在计算机类专业中，高等数学是一门重要基础课程。同时，工程教育专业认证在本科院校中持续不断推进，要求在培养人才方面要与产业发展契合。但是，目前的高等数学教学过程大多数仍采用传统方式，专门针对计算机类专业的高等数学个性化的教学内容较少。为了让高等数学课程能够更好地为计算机类专业课程所服务，以及达到工程教育专业认证的要求，最终使计算机类的学生核心竞争力得到提高，本文通过分析本学院的高等数学的教学现状，从多个方面对计算机类专业的高等数学教学方式提出改革建议，以促使高等数学课程适应计算机类专业的发展需要，培养拥有较强工程实践和数理基础扎实、创新能力强的高素质计算机工程技术人才。

关键字 工程教育专业认证；高等教育改革；计算机；高等数学

Analysis of the Current Status of Higher Mathematics Education and Reform Suggestions under the Engineering Education Professional Certification System — A Case Study of Computer Science Majors

Han Xianjun Wang Huabin

Xu Shujuan

School of Computer Science and Technology
Anhui University
Hefei 230601, China
hxj@ahu.edu.cn, wanghuabin@ahu.edu.cn

Hefei 168 Rose Garden School
East Campus
Hefei 230601, China
381466861@qq.com

Abstract—Advanced mathematics is an important foundation course for computer science majors in undergraduate universities, aiming to cultivate high-quality talents with research and innovation abilities in computer theory and engineering practice. With the continuous promotion of professional certification in domestic engineering education, there is a growing demand for talents who are highly compatible with industrial development and employer requirements. However, most of the current teaching process of advanced mathematics still adopts traditional methods, with less personalized content reflecting computer science majors' characteristics. In order to make advanced mathematics better serve computer science majors' specialized courses, improve the quality of engineering education, and enhance students' core competitiveness and professional abilities, this paper analyzes the current situation of advanced mathematics teaching, and proposes reform suggestions on the teaching methods of advanced mathematics for computer science majors from multiple aspects. This will help advanced mathematics courses adapt to the development needs of computer science majors, and cultivate high-quality computer engineering technology talents with strong engineering practice ability, solid mathematical and logical foundation, and strong innovation ability.

Keywords—Engineering Education Accreditation; Higher Education Reform; Computer Science; Advanced Mathematics

1 计算机类高等数学课程的教学现状 分析

1.1 高等数学课程与计算机专业的关系

高等数学是计算机类专业课程群中的公共课程，以其高度抽象性、严密逻辑性、广泛应用型为固有特点。当下，计算机的普及使得高等数学的应用领域更

*基金资助：本文得到安徽省质量工程项目资助(2024xjzlgc075)

**通讯作者：王华彬，wanghuabin@ahu.edu.cn

加拓宽, 高等数学正以难以想象的速度广泛和深入地渗透到社会科学领域^[1]。

在计算机专业领域中, 高等数学与计算机各门专业课都有着千丝万缕的关系。例如, 以微积分为基础的概率论被广泛应用在机器学习的各种算法中; 在神经网络中损失函数的各种公式推导; 更重要的是微分在梯度传播的应用, 是构成神经网络的基础性组成部分。其次, 随着社会的发展, 学子们越来越追求更高层次的学历, 考研成为广大学子的求学方式之一, 而高等数学是计算机专业考研专业课, 占比高达70%左右。由此可见, 高等数学为计算机类专业提供必要的基本数理知识。同时, 也可以培养专业学习中所需要的严谨的逻辑推理能力, 使学生有效运用工程知识和技术原理, 解决计算机领域的复杂工程技术问题, 提高学生的分析和解决问题的能力^[2], 增强学生计算思维、系统思维和创新思维的能力。以高等数学为基础的概率论、离散数学是掌握计算机类专业课程: 数据结构、模电、计算机组成原理等课程必不可少的知识。所以, 掌握高等数学是计算机类专业不可或缺的任务。

1.2 计算机类高等数学课程的教学现状

在计算机类专业中, 高等数学的学时在200课时左右, 分为上下学期, 这样的设置只能勉强保证教师能够讲授完高等数学的基本知识。但是, 大多数教师并没有考虑到高等数学在计算机中的重要性, 认为数学只是计算类专业学生所要学习的基本知识, 或者认为只是一个基本的工具, 对计算机学科的发展以及学生的职业能力可能没有太大的帮助。这导致一部分老师在设计培养方案时, 依照惯例将高等数学课程作为学生的公共课程。在教学中, 与计算机联系紧密的知识点, 并没有过多的涉及, 或者只讲授高等数学中比较基础的理论知识。另外, 在讲授了与计算机相关的; 例子说明, 也都是引用多年前的案例。这些应用的案例一方面达不到与时俱进; 另一方面, 这些案例是否能够服务工程教育和满足工程认证标准, 并没有引起老师的极大的关注。因此, 如今只讲授高等数学的简单理论知识, 这样的课程教学不能更好地培养计算机类学生的数学思维, 达到工程教育认证的目的。

在授课的时候, 由于高等数学的教学内容的特殊性, 侧重于理论推导。所以授课老师为了保证课程成绩, 没有太关注如何利用数学理论知识来解决计算机中的应用性问题。即使涉及到了相关的应用问题, 通常也仅局限于教材里面已有的陈旧案例。同时, 高等数学的经典教材较少, 其核心内容经过几十年的编排, 已经改动不大。内容的编排上也只是体现数学基本知识之间的内在逻辑性。高等数学的教程中的例子已经很多年没有变化, 更谈不上与计算机专业课程

衔接。除此之外, 教材中没有贴近专业前沿知识点的实例。这与现有的计算机专业课程的需求渐行渐远。如此, 很难达到工程教育专业认证标准的要求。

在高等数学课程的教学设计上, 包括基本知识的理论讲解、公式的推导、计算方法剖析、例题精讲, 以及提问答疑等环节的设计和具体实施策略, 都与传统的高等数学教学保持一致。教学设计并没有过多强调增强学生的实践能力。这样的教学设计使得整个课堂教学比较倾向于对数学知识的讲解, 没有体现工程教育的思想。在知识传授上, 大部分教师也仅仅按照PPT上书写的内容进行讲解, 没有过多的扩增到计算机类专业课程上。多媒体教学的辅助手段仅体现在帮助教师授课, 没有体现辅助学生实践操作。这其实和传统的板书教学并没有本质上的差异。

在考核方面, 目前的考核方式相对单一。由于数学类课程从小学到高中一直采用闭卷考试的形式, 所以高等数学课程继续沿用这种形式。相比中小学而言, 大多数学生的成绩评定不仅仅限于期末卷面成绩, 也会与平时成绩进行加权。在试题的内容上, 大多数是对知识的重复考核, 并没有考察学生对运用数学知识解决相关专业问题。题目方面, 大多数也是教材中的例题以及习题的适当变型, 学生只会机械套用方法和公式。而在学习计算机类的专业课程, 会发现数学知识储备不足。比如, 机器学习这门课程, 里面有大量的数学公式, 需要对这些公式进行灵活的推导以及应用在不同的场景。如果使用以前的学习方式, 很可能无法在这门课上做到得心应手。其根本在于之前的教学内容和考核方式与计算机类结合的太少。因此, 要想达到工程认证的要求, 我们对学生的考核方式, 也是一个亟待解决的问题。

2 计算机类高等数学课程的教学改革建议

目前, 国内各高校多采用同济第七版高等数学作为课堂教材, 书本内容详实, 面面俱到, 对学生掌握高数基础知识至关重要。但是, 矛盾的是, 许多高校没有为高等数学这门课程分配足够多的课时, 导致学生无法在课堂所规定的时间内学习到高数所有精彩的部分。其次, 课堂内容大多采用传统方式, 即教师讲授、学生听讲; 学生经历过高考的洗礼, 已经经历过12年的课堂生活, 才来到了开放的大学。完全可以不拘泥于这种教学方式, 在形式上加以创新, 达到教学相长的目的。最后, 部分学生没有意识到高等数学对于本专业的重要性, 不知道数学是如何在计算机软硬件设计、开发和应用中的重要地位, 被动汲取知识是的部分学生对课堂产生依赖性, 而在初期的高等数学课堂上, 教授的是基础知识, 没有和计算机很好的结合, 学生无法理解对这些对计算机专业的重要性, 故

而可能产生厌学，导致不重视。因此，从内容和形式上对高等数学的课堂进行改革，是推动计算机专业教育高质量发展的必要措施。

2.1 合理分配教学课时

大多学校计算机类专业采用的高数教材是由同济大学数学系编制的第七版《高等数学》。如果课时较少，完成教学任务的难度很大。受到教学课时的限制，教师会忽略一些重点知识的应用，例如定积分在物理学上的应用、二重积分的应用、幂级数展开式的应用等。但是这些知识对于拓展学生思维、培养数学思想是非常重要的。因此需要合理地增加高数课程的教学课时。不仅如此，高数的知识点繁杂、内容繁琐。需要对教材里面的内容的顺序做出相应的调整，例如在教授数列的极限这一节时，介绍完收敛数列的性质后，可以向学生提问“一个数列满足什么条件的时候存在极限？”，由此开展到极限存在准则。适当调整教材顺序，既增加了学习的系统性，更有利学生全面掌握极限的概念。

2.2 指导学生使用计算机编程语言进行数学计算

计算机不仅可以计算繁杂的基础运算，还可以通过编程来计算极限、微积分等。例如使用MATLAB软件，MATLAB已经被确认为是准确、可靠的数学计算标准软件，在国外已成为多门课程的基本教学工具，在国内更是大学生数学建模竞赛的首选计算工具软件^[3]。相比于被动接受新知识，主动学习对于激发学生积极性更为有效。教师可鼓励学生自学MATLAB，并且分组使用MATLAB编程解决计算微积分等问题。

借助MATLAB，将高数的基础知识与专业课程知识有效结合，既帮助学生理解高数的重要内容，同时锻炼学生的编程能力。通过参加一些基础性、应用性项目实验，激发学生对高等数学和计算机专业的学习兴趣，不断提高学生应用这些知识来解决实际问题的能力^[4]。

2.3 指导学生参加数学建模

由于课时的限制，教师无法在规定时间内向学生传授所有高数的知识点，学生无法在课堂上更好的掌握核心知识点。因此，教师可以将数学建模想关的内容引入到课堂教学中，为传统的教学内容增添了新颖的创新点，提高学生的学习兴趣。数学建模思想具有更高的灵活性和趣味性^[5]，其应用多以学生在实际生活中存在的问题作为基础，帮助学生掌握解决问题的方法，在学习过程中，学生会更加主动、潜移默化地掌握高数的知识点。不仅如此，在教学过程中，可以增加数学知识的背景的介绍，激发学生的学习动力。例如，在介绍微积分之前，可以补充微积分产生的背

景：牛顿和莱布尼茨怎么引入微积分工具的，以及怎么从运动学和几何学入手的。这些独自的研究完成了微积分的创立，可以解决了曲线切线、运动物体的瞬时速度等数学和物理问题。还可以介绍科学家之间的小故事，将数学文化、数学故事贯穿始终，开拓学生的视野。

在课下时间，授课教师可带领学生参与数学建模比赛，以组队的方式，展开团体内的学习，生生互助，形成良性循环。不仅如此，高等数学知识以及计算机的应用对于提高数学建模效率有非常重要的作用，并不是只要完全按照数学建模的要求进行建模就可以保证数学模型能够在计算机上运行，其对于学生使用计算机的能力也有着较高的要求^[6]。由此可见，参加数学建模大赛不仅可以提高学生的自学能力，打牢高等数学基础知识，还可以进一步拓展计算机专业能力，见识到更多高手之间的较量。

2.4 编写计算机学科与高等数学结合的教材

在工程认证背景下，工程知识中要求“能够将数学、自然科学、工程基础和专业用于解决复杂工程问题”^[6]。对学生的提出了“学以致用”的要求。包括两个方面，其一，学生必须具备解决复杂工程问题所需数学、自然科学、计算、工程基础和专业用于解决复杂工程问题。前者是对知识结构的要求，后者是对知识运用的要求^[1]。然而，目前缺乏计算机学科与高等数学结合的教材，不能很好地指导学生对数学和计算机知识的运用。教师授课所需要的教材要么是经典的高等数学教材，要么是经典的计算类教材，这些教材不仅各自为战，缺少知识点的结合，同时也缺乏对“学以致用”的指导^[7]。因此，编写跟上时代发展的计算机学科与数学结合的教材是非常迫切的。

建议可以根据目前计算机专业与时代契合的相关主题编写对应的教材，可以在激发学生的学习兴趣的同时让“学以致用”与跟上时代的潮流。例如，在人工智能方向中，里面需要用到很多数学知识，大量的数学公式的推导。计算机专业的学生都对里面的机器学习的原理有一定的了解，也阅读过一些关于机器学习的书籍。但遗憾的是，这些书籍都默认读者至少掌握了大学工科专业的数学基础，甚至包括一些研究生阶段的知识，里面的内容比较深奥，晦涩。而高等数学的教学是通识教育，对相关知识都是“点到为止”，并没有深入下去。比如，“超平面”的概念在经典高等数学教材里面只是一个概念，并没有做过多的解释，而这些概率对人工智能或者机器学习非常重要。”

最小二乘”也是重要的例子。这导致了学科之间的衔接最重要的一环——教材，并没有起到应有的作用。作为科技发展的基础学科，数学本身就源于实践，高

等数学中的导数、微积分等更是贴近生活。数学应该充满趣味而不是枯燥无味，应该是友好的而不是拒人于千里之外。因此，编写立足于展示机器学习中常见

的、友好的数学知识的教材，可以起到抛砖引玉的作用，让计算机专业的学生不再惧怕机器学习，不再惧怕数学^[8]。

表 1 教学研究成果统计表

项目	描述	数据
参与学生数	参加数学建模训练的学生总数	相比前一年增加22人
课程开设情况	开设的与计算机科学相关的高等数学课程数量	3门课程
实验课次数	在所开设课程中包含的实验课次数	每门课程平均6次实验
学生满意度调查	学生对新开设课程的满意度（满分5分）	平均4.2分
毕业论文质量提升	在学术期刊上发表与数学建模相关的毕业论文数量	相比前一年增加2篇

最重要的是，这样一本跨专业结合的教材，可以更好地指导学生通过将学到的数学知识作为工具来完成本专业的学习，达到“能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂工程问题”的要求^[9]。

2.5 开设计算机学科与高等数学结合的课程或者实验课

认证要求里面，“3.2问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论。”本标准项对学生“问题分析”能力提出了两方面的要求，其一，学生应学会基于科学原理思考问题，其二，学生应掌握“问题分析”的方法。前者是思维能力培养，后者是方法论教学^[9]。实际上，计算机专业的高等数学教学中，并没有有效地涵盖这部分的要求。高等数学的内容比较偏于数学理论的推导，计算机专业的课程侧重于编程能力，导致课程的教学并没有很好地培养学生的计算机与数学结合的思维能力。因此，有必要开设数学和计算机结合的课程。

建议开设新的课程，重构高等数学的学习内容，重新制定高等数学的教学大纲。这样，使工程教育专业认证的人才培养目标，以及学生的数学素养得以满足。这需要以前期制定的高等数学教学大纲作为基础，进行新的教学实践。需要根据实际需要调整相关高等数学的教学内容。不仅如此，定期总结前期的工作也是必要的，在执行过程中与存在的问题需要及时讨论，为后期进一步改革提供实践依据^[9]。例如，可以开设《数字图像处理中的数学实验》课程，将数学知识直接在图像处理算法中应用，通过代码的编写有效地结合了数学知识的理解和计算机编程能力的训练^[10]。这样将图像处理和数学结合学习，设法建立它们之间的联系。同时，可以深化高等数学知识，包括微积分、向量分析、泛函分析、偏微分方程、复

变函数、变分法等。如果要系统地学习这些数学理论的全部内容，对于一个计算机学生来说可能并不现实。建议尝试总结、归纳、提取了上面这些数学课程在研究图像处理时最容易碰到也最需要知道的一些知识点，然后采取一种循序渐进的方式将它们重新组织到了一起。并结合具体的图像处理算法讨论来讲解这些数学知识的运用，从而建立数学知识与图像处理之间的一座桥梁^[11]。开设这样的一门课程既可以培养学生的计算机编程能力，又深化了数学思维能力，应用数学的基本原理，同时也达到了工程教育专业认证的国际化标准和社会需求^[12]。

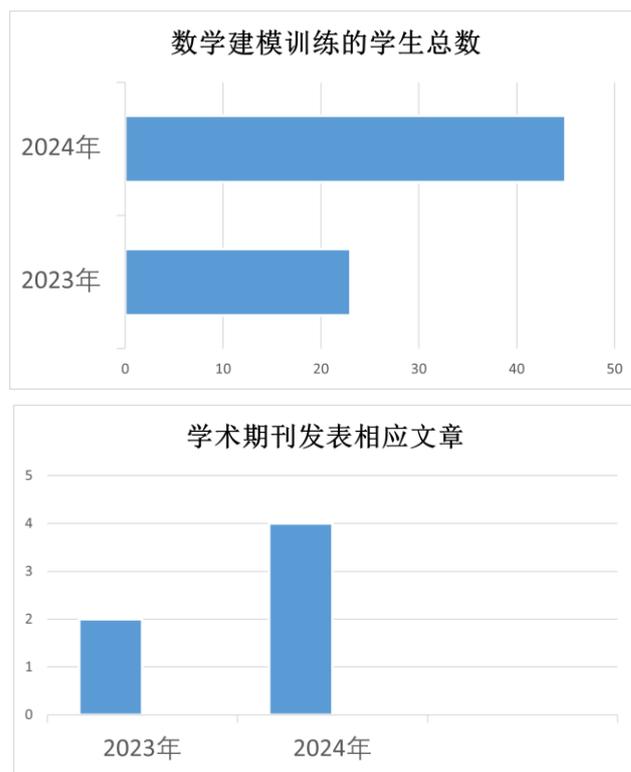


图 1 教学改革实践成效

3 结束语

为了展示基于工程教育专业认证体系下,结合数学建模训练和开设与计算机科学相关的高等数学课程或实验课的教学研究成果,我们统计了本学院某专业学生近一年的相关数据,如表1和图1所示。通过表1和图1可以看出,这些措施在一定程度上提高了教学效果。

传统的计算机类专业高等数学教学方式已经无法服务于工程认证标准,更无法适应于社会高速发展对计算机人才培养的需求^[13]。为了不断更新对高质量人才的培养方式,本文分析了计算机类高等数学教学现状,从课前、课中、课后三个角度对高等数学的教学方式提出了改进。通过教学方式的改革让学生能够深层次掌握数学的知识,理解数学与计算机领域复杂工程问题的相关性;让学生能够在计算机软硬件设计、开发和应用等具体过程中,将数学的知识用于复杂工程问题的表述和建模;让学生能够将计算机专业知识和数学知识结合用于推演、分析专业工程问题。提出的改革建议充分调动学生对高等数学的学习热情,通过理论结合实际提高教学质量,增强学生的独立自主学习能力和自主研究兴趣,培养科技创新与实践意识。

参考文献

- [1] 林健. 工程教育认证与工程教育改革和发展[J]. 高等工程教育研究, 2015, (02): 10-19.
- [2] 王红胜. 基于专业融合的高等数学教学模式的探索与实践——以计算机类专业为例[J]. 科技视界, 2020, (25): 57-58.
- [3] 毕学慧, 刘华明, 李怀敏. 新工科背景下Matlab在计算机专业数学教学中的应用[J]. 宁德师范学院学报(自然科学版), 2021, 33(03): 329-336.
- [4] 李睿. 高等数学中极限的几种求法分析及Matlab仿真[J]. 科技创新导报, 2013(07): 254. DOI: 10.16660/j.cnki.1674-098x.2013.07.004.
- [5] 毕学慧, 刘华明, 李怀敏. 新工科背景下Matlab在计算机专业数学教学中的应用[J]. 宁德师范学院学报(自然科学版), 2021, 33(03): 329-336.
- [6] 唐胜达. 基于考研率谈谈高等数学的教学改革[J]. 科教文汇(上旬刊), 2018, (05): 61-62.
- [7] 夏天. 考研高等数学中的极限试题分析[J]. 科技视界, 2015(03): 26-27. DOI: 10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2015.03.015.
- [8] 古丽努尔·里瓦依丁. 高等数学教学中数学建模思想的融入[J]. 产业与科技论坛, 2021, 20(18): 192-193.
- [9] 林洪生, 崔国生. 工程教育专业认证背景下的高等数学课程教学改革研究——以电气信息类专业为例[J]. 沈阳工程学院学报(社会科学版), 2023, 19(1): 110-114.
- [10] 刘艺林. 高等数学、计算机与数学建模教学的关系分析[J]. 信息记录材料, 2019, 20(03): 165-166.
- [11] 张磊, 何杰, 齐悦, 王建萍, 郑榕, 单柳昊. 工程认证背景下计算机组成原理课程设计改革[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(04): 179-185.
- [12] 黄永梅, 桑志英, 王翔. 微积分的产生与发展[J]. 中国教育技术装备, 2009(33): 48.
- [13] 韩先君. 工程教育专业认证体系下的计算机类专业硕士研究生产学研育人模式探索, 计算机技术与教育学报, 2023年09月第11卷第3期, P149-153.