

# 浅析高等数学实验化教学模式的 理论研究与实践

刘家乐

长江大学，荆州

**摘要** | 阐述了高等数学实验化教学的理论依据，对高等数学实验化教学模式改革进行了探索。提出了构建现代化的高等数学实验化教学内容，构建基于问题式学习的高等数学实验化教学方法和多元化的学生评价标准等教学改革措施。实践表明，这些措施有助于学生能力的培养，有益于素质教育和创新教育的教学目标的实现。

**关键词** | 高等数学；实验化教学；学生评价

Copyright © 2022 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/>



《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020 年）》指出：教育要着力提高学生的学习能力、实践能力、创新能力，着重培养学生勇于探索的创新精神和善于解决问题的实践能力；坚持以能力为重，强化实践教学环节；改进人才评价方式，做好学生成长记录，完善综合素质评价；鼓励学生利用信息手段主动、自主学习，增强运用信息技术分析、解决问题的能力。

高等数学作为理工科高等院校非数学专业的公共基础课程，在培养学生的自主学习能力、实践能力、探索意识与创新精神，增强运用信息技术发现、分

作者简介：刘家乐，长江大学数学与应用数学在读研究生。

文章引用：刘家乐. 浅析高等数学实验化教学模式的理论研究与实践 [J]. 理论数学前沿, 2022, 4 (1) : 24–31.

<https://doi.org/10.35534/tms.0401003c>

析、探索和解决问题的能力等方面有着其它课程无法替代的作用。由于其课程实验本身的特殊性,高等数学的实验教学在传统教学过程中一直没有受到重视。本文在前人研究与实践的基础上,对高等数学实验化教学过程中的教学、学习和学生多元评价标准的理论基础和教学模式进行深入地研究与分析,并给出在教学改革过程中具体的做法和教学设计案例。

## 1 高等数学实验化教学的理论依据

### 1.1 建构主义学习与教学理论

建构主义认为,知识不是被动的传授,而是学生在已有知识和经验的基础上,把新的知识纳入已有知识结构的一个主动“构造”过程。学生要完成知识的构造必须在一定的情景下,通过合作与交流,在与自身已有经验的对接中才能完成。学生获得知识的多少取决于学生根据自身经验建构相关知识的能力,不取决于学生记忆教师讲授内容的能力。建构主义强调教师的引导者、激励者、协作者、促进者和组织者角色,倡导以学习者为中心的教学模式。数学学习的最好方法是“做”数学,即学生通过问题的发现、挖掘、分析、探索与解决的过程学习数学,真正将数学知识变成自己的经验与知识,只有这样,学习才是一个有效的过程。高等数学实验化教学借助于数学实验环境,构建与现实密切相关的教学与学习情景,在教师的引导下,通过学生的自主探索和合作交流,在问题的解决过程中完成教学与学习任务,实现教学目标,很好地体现了建构主义的学习观与教学观。

### 1.2 布鲁纳的发现学习理论

发现学习理论认为,学生应该像处于科学前沿的科学家那样探求知识,而不是被动的知识灌输。教学应该让学生参与到知识体系的构建过程中,通过对问题的探索、思考、发现和解决的过程,尝试前人构建概念,形成理论与方法的过程与途径,从而获得新的认识与经验,完成对新知识的构建。发现学习理论中的发现一般是指对现存事物的加工改组以及已知要素的重新配置。学生通过这种发现,在“探究——发现”的教学方法指导下,不仅掌握了知识,而且还会激发进一步探求新知识的内在动机,同时在模拟科学研究方法中学会科学地处理信息。高等

数学的实验化教学过程正是融合数学建模的思想,借助于数学实验的方法,使学生在探究式、问题式、任务式等多种教学方法的指导下,在构建的数学情境中自主探究、发现的过程。学生通过问题的解决,从中体会到“发现”的乐趣,从而激发内部动机,并进一步转化为探究知识与问题的动力,实现教学与学习的目标。

### 1.3 基于问题式学习理论

基于问题式学习是以具有实际应用背景的问题为中心,结合多种教学方法实施的教和学活动。在基于问题式学习过程中,教师积极引导、激励、协作学生,通过学生的交流、合作,在对问题的挖掘、发现、分析、探索、解决与拓展的过程中,使学生认识数学理论的发现、形成、应用和发展,学会数学地思维、交流、推理和解决问题,形成对知识深刻、结构化理解和构建。高等数学的实验化教学过程的精髓正是通过问题的实验化探索、解决与拓展过程,发挥问题对教学与学习的指导作用,使学生的学习变成自主探究、合作互动的过程,进而在学习活动的完成过程中培养自主学习、合作交流能力和运用科学方法解决日常问题能力,实现终身学习的目标。

### 1.4 多元智能理论

美国教育家、心理学家霍华德·加德纳认为传统对智力的定义过于狭窄,未能正确反映一个人的真实能力。人的智力应该是一个量度问题解决能力的指标。霍华德·加德纳关于智力结构的多元智能理论将人的智能划分为以下几个范畴:言语/语言、逻辑/数理、视觉/空间、肢体/运动、音乐/节奏、人际交往、自我识别、自然探索、生存智慧能力等。这些正是在实施高等数学实验化教学过程中实现教学个性化、多目标化,改变以测试成绩作为学生学习评价标准,构建科学、合理的多元评价标准的理论依据。

## 2 高等数学实验化教学模式改革

### 2.1 构建现代化的高等数学实验化教学内容

我国大部分高校使用的教材在内容上都特别强调其理论的严谨性和系统性,

而忽视了概念、理论的实际背景,理论与方法在生活、生产中的应用。实际教学的内容也让学生感觉高等数学与实际应用的距离越来越大,数学的学习除了需要记忆的定理、公式,就是枯燥乏味的证明、计算,有些应用的举例也显得牵强附会。这样的内容设置与选择不符合学生心智发展的特点和认知规律,很容易让学生产生厌学心理,从而丧失学习的动机。因此需要构建现代化的高等数学实验化教学内容。

首先,贯彻现代教育思想,融入现代教育技术,吸收国内外优秀教材的经验,优化教学内容,实现高等数学教材中概念、符号以及内容的现代化。如在介绍函数概念之前,在集合的基础上,强化映射概念,将一元函数、多元函数、向量值函数等概念统一到映射框架;在数列的极限内容中融入差分方程思想和蛛网图描述,加强相关理论与方法的理解与应用;将相关的极值概念、方法与最优化理论中的描述形式统一;为构建教学情景与加强对数学理论与方法的理解,将科学计算中常用的数值计算思想与方法,如插值、拟合、迭代、变分、最小二乘法等融入教材内容;对多元函数内容的处理多采用向量理论进行描述与分析;对切向量与法向量的位置关系使用复数的向量描述与线性变换方法进行讨论。这样,不仅加强了各课程之间的联系,为后续的学习打下良好基础,也使得数学内容的描述具有实际背景而更加直观、形象,降低了理解的难度,减少了认知负担。

其次,根据各专业需求的不同采取分层次教学,通过修改实际教学内容,在理论与应用、经典与现代、知识与能力等内容的定位上,力争教学内容更符合不同学生的实际需要。并在分析学生已有知识、经验和专业应用的基础上,加强与专业、现代理论与方法和实际应用的结合。如在集合内容中引入对模糊集和区间数的介绍;在一元函数中引入图像信息的融合与伪装应用;在分析导数存在性时引入分形几何与函数的级数描述;在导数应用的非线性方程求根中介绍现代近似计算和误差分析的一些现代方法;在方向导数与梯度内容中介绍最速下降法;在格林公式内容中介绍GPS面积测量仪的原理;在傅里叶级数内容中介绍傅里叶分析与小波分析在现代信号处理中的应用等。这样处理,既加强了学生应用数学知识的意识,也为学生的自由思维与发展留下广阔空间。

最后,为实现内容的直观、准确地描述、分析与验证,将数学建模思想和数学实验内容直接融入到教材,并贯穿于整个教学过程。一方面利用数学软件开展数学实验,构造教学情景,通过数学建模与实验加强理论验证与理解;另一方面,通过实际问题的实验分析、探索与解决,培养学生多角度、多层次地思考问题的习惯,提高学生的自主探索、自主学习的能力和创新意识,形成富有个性的解决问题的思路与方法。如借助于数学软件构建数学情景引入概念与方法;使用数学软件的数值模拟与直观图形、动画进行理论验证与分析。为加强实践能力,在教材的课后练习和专门的高等数学课程实验参考书中还布置了与数学实验及数学建模相关的基础性、探索性与开放性的数学实验问题。

## 2.2 构建基于问题式学习的高等数学实验化教学方法

基于问题式学习的高等数学实验化教学是以问题为载体,以计算机为手段,以数学软件为工具,以学生为主体的探索性活动。高等数学实验化教学过程整合了多种教学方法,如讲授演示式、问题探究式、任务案例式、自主发现式、讨论合作式、练习实践式等。在实际教学中,根据数学思想的发展,理论的形成过程,创造情境,模拟过程,综合抽象,延伸拓广,使学生在有实际应用背景的图形、数据观察或演算中,在已有知识经验的基础上,将新知识纳入已有知识结构,构建新的知识体系与认知能力。在教学中强调提出问题、发现问题、合作交流、自主探索、自主学习能力和质疑意识的培养,鼓励独立判断和批判性思维的建立。因为只有在寻求问题的解答和质疑的分析、验证的过程中,在不同意见和观点相互交流或交锋的过程中,才能将新的认知融入到已有认知结构,才能真正培养出具有创新思维的人才。如对于常数项无穷级数的概念与性质内容的教学,可以回顾割圆术与圆周率的由来,介绍我国这方面研究在世界数学发展史上的地位,并借助于数学软件通过简单的三角形面积求和再现我国古代数学家刘徽求解圆周率近似值的思想。课堂上实验性的图形演示分割逼近的效果与迭代数值计算逼近,将刘徽的“割之弥细,所失弥少,割之又割,以至于不可割,则与圆合体,而无所失矣”与现代极限的思想结合起来,从而引导学生得出无穷项求和的方法与思想,轻松地掌握了相关的概念与计算方法。

并且让学生利用课余时间查找与探索有关圆周率的不同数学方法与计算工具,通过实验比较它们的差异与计算的思想,这不仅唤起了学生探索数学的乐趣,也拓宽了其他相关学科的知识,既看到了数学知识来源于实际应用的事实,也看到了其抽象化的实用价值。同时通过课余任务的完成,培养了学生的文献查找能力,自主发现问题、分析探索问题,解决问题、自主学习以及交流写作的能力。

为了保证高等数学实验化教学过程的有效实施,让学生认识、理解,并积极参与到实验化教学过程,搭建了高等数学课程和数学建模与数学实验网站,并设置了专门的实验化教学模块;在校园网上建立了专门的高等数学实验交流论坛、学生与教师的博客交流平台、电子邮件交流平台,教师和学生可以方便地进行互动与交流。

## 2.3 构建多元化的学生评价标准

课程结束后的期末考试成绩是我国现行的检验学生学习情况的主要方式。这样的评价方式扼杀了学生的创造能力,束缚了学生的个性发展,形成了错误的、功利性的学习目的,最终造成的结果是学生会考试、会推导,但是不会分析、探索与应用,缺乏学习兴趣和正确的学习动机,造成创新能力缺失。正如华裔物理学家、诺贝尔奖获得者丁肇中所说“仔细分析一下,考试是考人家已经做过的事情,科学的进展是要推翻别人做过的事情,会考试并不能代表以后会有特别的成就”。学习成绩不佳的数学大师埃尔米特的成功就证明了“一个不会考试的人,仍然能有胜出的人生”。而加德纳的多元智能理论更是强调了对学生的评价应该是一个多元的评价。因此,教师应构建以激发学生创新能力和提高解决问题能力为目标的多元化的学生评价标准,充分激发学生的潜能,培养其综合能力。

在实践过程中,将高等数学课程的学习评价分为平时表现、单元测试、期中考试、期末考试、课程实验和课程大作业等7个部分。其中考试内容分为基本知识题、综合题、能力考察题和与现实问题紧密结合的实际应用性问题;课程实验包括了基本问题,验证性问题,探索性、半开放性问题,实验问题解决



过程需要形成包括理论分析、实验结果分析与个人总结性与拓展性的报告形式；课程大作业则是由教师结合所学课程内容，指定或学生自己选择现实社会热点问题，采取学生分组讨论、研究，最后形成研究报告，并参加答辩的考核方式。

### 3 结论与展望

现代数学技术的发展不仅改变了数学教学与学习的方法，也改变了数学的研究方法和应用模式。借助数学技术的高等数学课程实验化教学过程，将数学知识、数学建模与实验、计算机应用以及与相关学科的知识很好地融为一体，克服了传统教学的许多不足，体现了理解性地掌握数学思想与方法的教学宗旨和知识应用于实践的教学目标。实验化教学实践表明，实验化教学过程是现代素质教育和创新教育的一种有效形式。但是，在教学实验化的具体实施过程中也还存在有诸多值得探讨的问题和当前难以解决的问题，如实验化教学对传统演绎数学的挑战与影响，对教师的教学评价的影响，以及目前我国高校高等数学教学班动辄上百人的教学规模对实验化教学实施的影响等，这些问题都需要在实践中不断地进行研究、探索与改革。

### 参考文献

- [1] 《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》规划纲要工作小组[EB/OL].（2010-02-28）[2012-07-20].
- [2] 王海明. 实验数学对传统演绎数学的挑战与影响[J]. 青海师范大学学报（自然科学版），2004（2）：19-23.
- [3] 何克抗. 建构主义革新传统教学的理论基础[J]. 中学语文教学，2002（8）：58-60.
- [4] 吕康清. 论布鲁纳的发现学习对研究生教学的启示[J]. 西安社会科学，2011，29（3）：104-105.
- [5] 陈爱萍，黄甫全. 问题式学习的内涵、特征与策略[J]. 教育科学研究，2008（1）：38-42.
- [6] 张建伟. 基于问题式学习[J]. 教育研究与实验，2000（3）：55-60.

- [7] 郅庭瑾. 多元智能教学 [M]. 天津: 天津教育出版社, 2004.
- [8] 李建平, 朱健民, 刘雄伟, 等. 高等数学课程实验 [M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [9] 陈九威, 朱俊峰. 数学成绩不佳的数学大师 [J]. 教师博览, 2009 (7): 17-17.

## Analysis of the Theoretical Research and Practice of Experimental Teaching Mode of Higher Mathematics

Liu Jiale

*Yangtze University, Jingzhou*

**Abstract:** This paper expounds the theoretical basis of experimental teaching of higher mathematics, and explores the reform of experimental teaching mode of higher mathematics. This paper puts forward some teaching reform measures, such as constructing modernized experimental teaching content of higher mathematics, constructing experimental teaching method of higher mathematics based on question-based learning and diversified evaluation standards of students. The practice shows that these measures are beneficial to the cultivation of students' ability and the realization of the teaching objectives of quality education and innovation education.

**Key words:** Higher mathematics; Experimental teaching; Student assessment