

# 我国高等数学教学改革的研究述评

## ——基于文献计量研究

鲍丽娟, 郑远广, 潘兴侠

南昌航空大学数学与信息科学学院, 江西 南昌

收稿日期: 2022年9月16日; 录用日期: 2022年10月12日; 发布日期: 2022年10月20日

### 摘 要

以中国知网为数据源, 借助书目共现分析软件BIOMB及社会科学统计软件SPSS, 对2000年至2022年有关我国高等数学教学改革的相关文献进行实证统计分析, 揭示了新世纪以来, 我国高等数学教学改革的研究现状、发展趋势及不足之处。分析结果表明, 近二十余年, 我国高等数学教学改革的年度发文量经历了增长期及震荡期, 研究的主力军为非985、非211的高等院校, 研究主题呈多元化。根据分析结果及目前国家的相关政策, 展望了高等数学教学改革的未来发展趋势。提出了现有研究的不足之处, 并针对不足之处给出了若干建议。

### 关键词

高等数学, 教学改革, 聚类分析, 文献计量法

# A Review of Higher Mathematics Teaching Reform Research in China

## —Based on Bibliometrics Research

Lijuan Bao, Yuanguang Zheng, Xingxia Pan

School of Mathematics and Information Science, Nanchang Hangkong University, Nanchang Jiangxi

Received: Sep. 16<sup>th</sup>, 2022; accepted: Oct. 12<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 20<sup>th</sup>, 2022

### Abstract

Taking China National Knowledge Infrastructure as the data source, with the help of bibliographic co-occurrence analysis software BICOMB and social science statistical software SPSS, this paper

makes an empirical statistical analysis of the relevant literature on higher mathematics teaching reform in China from 2000 to 2022, and reveals the research status, development trend and shortcomings of China's higher mathematics teaching reform since the new century. The results show that the annual number of papers published in the reform of higher mathematics teaching in China has experienced a period of growth and fluctuation in the past 20 years. The main force of research is non-985 non-211 colleges and universities, and the research topics are diversified. According to the analysis results and the relevant national policies, the future development trend of higher mathematics teaching reform has prospected. The shortcomings of the existing research are put forward, and some suggestions are given.

## Keywords

Higher Mathematics, Teaching Reform, Cluster Analysis, Bibliometric Method

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

高等数学是高等工科院校的一门重要基础理论必修课,对学生后续课程的学习及数学素质的培养起着不可或缺的作用。微积分是高等数学的主体部分,费曼曾说:“你最好学学微积分,它是上帝的语言”。随着现代科学技术的发展以及电子计算机器的应用,高等数学在航天技术、机械工程、计算机等诸多领域发挥着愈来愈重要的作用[1]。

由于高等数学在高校课程中的基础性、重要性地位,越来越多的数学教育工作者关注并致力于高等数学的教学改革。李岚总结了 80 年代至 2000 年初国内外高等数学教学改革的历史状况,分析概括出具有代表性的改革成果与经验,并基于个人教学实践,对于需继续深入改革的某些方面提出了若干观点[2]。继 2000 年以后,我国高等数学教学改革必然有了新的进展和新的问题,因此,笔者立足于国内文献,在文献计量研究的视角下,从以下两方面分析新世纪以来,我国高等数学教学改革研究现状。首先,利用中国知网(CNKI)的计量可视化分析功能,对所查阅文献的年度发文量、机构分布、作者分布、高被引文献进行统计,以发现新世纪以来,我国高等数学教学改革的年度发文量趋势及研究力量分布情况。其次,借助书目共现分析系统软件(BICMOB)和社会科学统计软件(SPSS),对所查阅文献的关键词进行统计分析,以发现新世纪以来,我国高等数学教学改革的热点主题。基于研究现状的分析及当下高校的教育形势,预计高等数学教学改革研究未来发展趋势;指出目前教学改革研究中存在的不足,针对不足之处给出若干建议。期望为今后的高等数学教学改革提供理论指导和经验借鉴。

## 2. 研究样本与分析方法

### 2.1. 研究样本

文献样本的采集是进行文献计量研究的基础,以 CNKI 为数据源获得所需研究样本。CNKI 中选择学术期刊,进入高级检索,主题输入“高等数学”和“教学改革”,篇名输入“高等数学”,搜索到 2289 条结果,将时间范围定为“2000 至 2022 年”,获得 2194 篇文献,占总量的 95.8%。研究样本即为这 2194 篇期刊文献。

## 2.2. 分析方法

文献计量法是以各种文献外部特征为研究对象的一种量化分析方法[3], 本研究主要运用文献计量法对样本数据进行统计分析。利用 CNKI 的计量可视化分析, 初步了解我国高等数学教学改革现状。鉴于文献的高频关键词能反映特定领域的热点主题, 借助 BICOMB 软件提取样本文献的高频关键词, 导出高频关键词的词篇矩阵。运用 SPSS 软件对词篇矩阵进行聚类分析, 根据分析结果进一步深入探求我国高等数学教学改革的研究现状、发展趋势及不足之处。

## 3. 分析过程与研究结果

### 3.1. 基于 CNKI 的基本数据分析

#### 3.1.1. 计量可视化分析

利用 CNKI 的计量可视化分析功能, 对检索所得的 2194 篇文献进行年度发文量、机构分布、作者分布的可视化分析, 可得发表年度趋势的曲线图(图 1)、机构分布柱图(图 2)、作者分布柱图(图 3)。

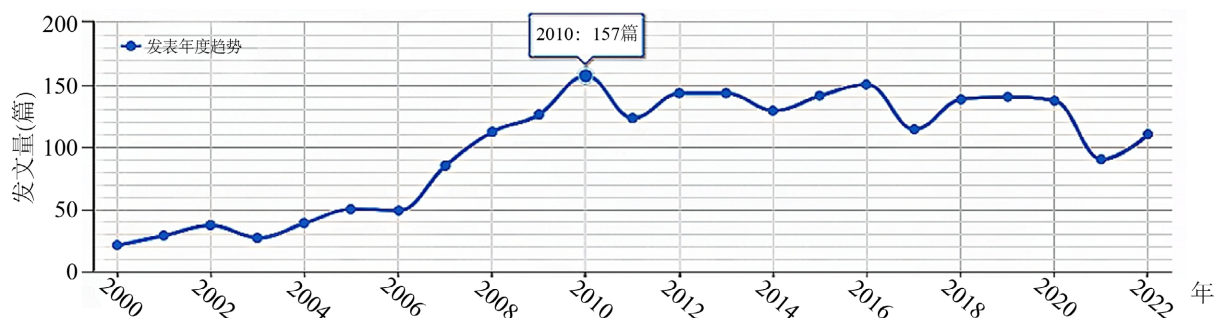


Figure 1. Post annual trends

图 1. 发表年度趋势

由图 1 可见, 2000 年~2022 年, 我国高等数学教学改革的发文量趋势大致可分为两个时期。第一个时期为增长期(2000~2010 年), 其中 2000~2006 年为慢速增长期, 2006~2010 年为快速增长期, 2010 年发文量达到峰值 157 篇。第二个时期为震荡期(2010~2022 年), 发文量处于高位震荡状态, 2021 年发文量达到该时期的谷值 90 篇, 可能是新冠疫情的影响, 使得 2021 年发文量明显低于该时期的发文量平均值。

图 2 为排名前 40 的机构分布柱图。由图 2 可见, 长江大学发文量最多, 为 12 篇。40 个机构中有 1 个 985 高校, 2 个 211 高校, 7 个职业技术学院及专科院校。排名前 40 的机构发文量总和为 294 篇, 占总量的 13.4%。经统计 2194 篇文献来自 2011 个不同的机构单位, 1568 个单位发文量为 1 篇, 占总量的 71.5%。由以上数据可见, 我国有大量高校对高等数学教学改革进行了研究, 但大部分高校的研究成果较少。

图 3 为排名前 10 的作者分布柱图。由图 3 可见, 10 位作者中, 只有 1 位来自 985 高校(国防科学技术大学), 有 5 位来自省重点高校, 其余 4 位均来自普通高校。高产作者主要集中于非 985 非 211 的高等院校。

#### 3.1.2. 高被引文献分析

被引频次大于或等于 40 次的高被引文献有 20 篇。表 1 列出了排名前 10 的高被引文献相关信息, 其中有 8 篇来自于北大核心或 CSSCI 期刊。这 10 篇高被引文献主要涉及教学模式、教学内容、教学方法、应用能力培养、数学实验、数学建模等方面问题。杨宏林教授发表的《高等数学教学改革的几点思考》



## Continued

6	现代教育技术环境下高等数学教学改革的实践与思考	马戈等	高等数学研究	2004	90	540
7	高等数学教学改革的几点思考	闵兰等	西南师范大学学报(自然科学版)	2012	79	1950
8	地方应用型本科高校高等数学课程教学改革的研究与实践	张霞等	中国大学教学	2009	66	1192
9	基于应用型人才培养视角的高等数学课程改革优化研究	董毅等	中国大学教学	2010	65	1145
10	高等数学分层次教学的探索与实践	李春霞等	教育与现代化	2007	57	627

## 3.2. 基于 CNKI 的基本数据分析

从中国知网导出这 2194 篇文献的题名、作者、单位、关键词、摘要等信息，并导入 BICOMB 软件。利用 BICOMB 软件提取、统计得到 1665 个关键词。设定频次阈值为 19，得到 45 个高频关键词，除去检索所用的主题词“高等数学”、“教学改革”，再合并含义相近的关键词(如分层教学、分层次教学)，最后获得有效高频关键词 37 个(表 2)。在 BICOMB 软件中，频次阈值范围设定为大于等于 19 且小于等于 154，生成高频关键词的词篇矩阵，选择导出矩阵至 Txt。

Table 2. High frequency keywords

表 2. 高频关键词

序号	关键词	频次
1	教学方法	154
2	数学建模	144
3	改革	143
4	教学	131
5	高职院校	118
6	教学模式	114
7	分层教学	92
8	数学实验	81
9	教学内容	68
10	独立学院	66
11	教学实践	47
12	教学质量	43
13	高职教育	42
14	高职	40
15	混合式教学	33
16	应用型人才	33
17	素质教育	32
18	课程改革	31
19	应用型本科	30

Continued

20	数学教学	29
21	课程体系	28
22	课程建设	28
23	教学现状	27
24	数学思想	27
25	翻转课堂	26
26	创新	25
27	微课	25
28	分级教学	25
29	教学手段	23
30	应用能力	23
31	创新能力	23
32	课程思政	22
33	文科高等数学	22
34	多媒体教学	22
35	应用型	22
36	医用高等数学	21
37	多媒体	20

为了探求我国高等数学教学改革的热点主题分布情况，利用 SPSS 软件对高频关键词的词篇矩阵进行系统聚类分析。选择菜单路径【分析】→【聚类】→【系统聚类】，运行后得出高频关键词的冰柱图(图 4)。根据冰柱图，结合二次文献法，可将高频关键词分成四类，形成四类热点主题。

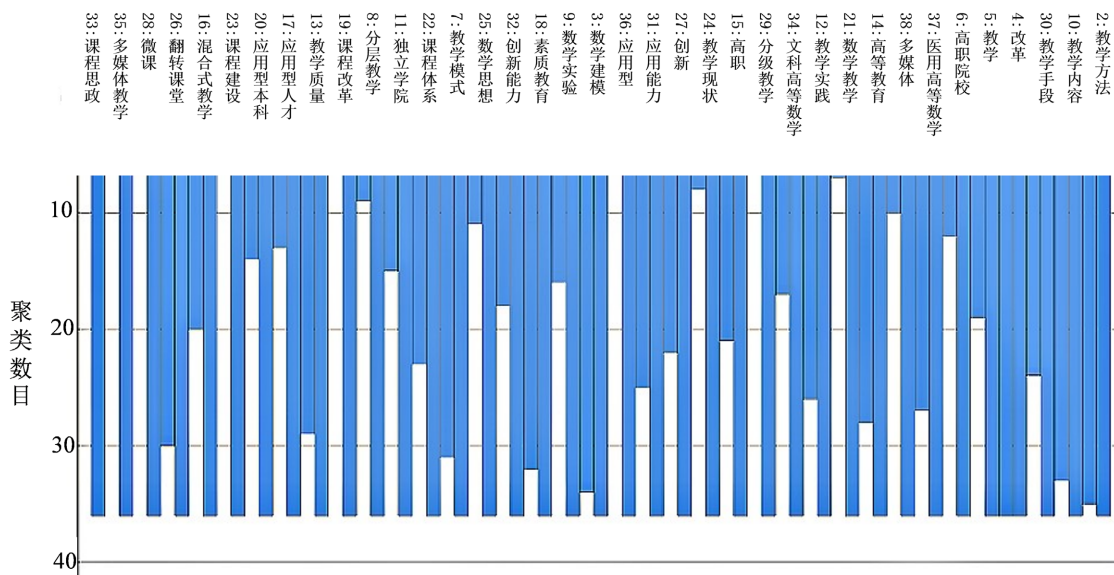


Figure 4. Iceicle chart of high frequency keywords  
图 4. 高频关键词的冰柱图

热点主题一为课程思政研究,仅有高频关键词课程思政。习近平总书记强调“不能把思想政治工作只当作思想政治理论课的事,其他各门课都要守好一段渠、种好责任田,使各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应”[4]。在高等数学的教学过程中做好课程思政工作理应成为一个重要的研究主题。2194 篇文献中含有关键词课程思政的文献有 22 篇。杜晓宁阐述了通过解读生活、融入数学史、介绍数学家故事等五个方面开展高等数学课程的思政教育工作[5]。俞能福等从数学文化角度分析了高等数学教学中尚存的问题,并结合若干具体实例阐述了如何深度挖掘数学文化内涵,以达到知识传授、价值引领、文化育人的有机融合[6]。黄炯介绍了通过充分挖掘数学史、数学思想及数学文化中的思政元素,采用“基因式”方法植入高等数学课堂教学,并总结了所取得的教学效果[7]。

热点主题二为结合现代教育技术的教学模式研究。该热点主题包含 4 个高频关键词:多媒体教学、微课、翻转课堂、混合式教学。随着电子计算机的发展、智能手机的普及、信息技术的引入,教学模式在不断地演变。李未材在高等数学教学中,整合多媒体技术与传统教学手段以提高教学质量,并提出优化多媒体教学的六个策略[8]。杨月梅等阐述了“互联网+教育”时代背景下,教学模式改革的必要性,并提出三个实施策略:融合学校课堂与网络课堂、融合传统课堂与微课、融合翻转课堂与常规课堂[9]。李涵等借助 BB (Blackboard)网络教学平台及微信公众平台在高等数学课程中开展混合式教学,以达到提高教学效率、增强师生的互动性、提高学生在学习积极性的目的[10]。

热点主题三为应用型及创新型人才培养的理论研究。该热点主题含有 4 个高频关键词:课程建设、应用型本科、应用型人才、教学质量。许春根等认为要培养创新型人才,需在高等数学课程教学中融入数学建模思想,并归纳出加强课程建设、培养创新型人才的具体做法[11]。董毅等从应用型人才培养的视角,阐述了地方本科院校高等数学课程优化改革的必要性,并给出了具体的优化改革路径[12]。杨朝丽等指出学生创新素质的培养应放在高等数学教学的第一位,并探讨了如何在应用型本科的高等数学课程中进行教学改革[13]。

热点主题四为部分理论和实践研究。既有在高等数学课程中融入数学建模、数学实验的实践研究,又有教学内容、教学方法、教学手段等的理论研究。该热点主题包含了 76%的高频关键词,根据图 4,可将热点主题四分成两小类。

第一小类包含了课程改革、分层教学、独立学院等 10 个高频关键词,其中关键词“数学建模”出现的频次最高,为 144 次。学生往往面临着学完高等数学不知所学数学知识有何用、怎么用的问题,在高等数学教学中融入数学建模无疑是一个有效的解决路径,近二十余年,有众多高校教育工作者对此问题进行了探究和实践。刘锋在高等数学课程各个章节引入了数学模型案例,如利用极限知识解决蜘蛛模型问题;利用相关变化率知识解决航空摄影的数学模型问题[14]。郑宗剑等通过多种方式在教学中融入数学建模思想,如在概念讲解中渗入数学建模思想,在定理证明过程中渗透数学建模思想,解决建模案例的实践中融入数学建模思想[15]。

第二小类包含了应用型、应用能力、创新等 18 个高频关键词,其中关键词“教学方法”出现的频次最高,为 154 次;关键词“高职院校”出现的频次较高,为 118 次。教学方法是实现教学目标、提高教学质量的直接实施方式,所以教学方法的改革是教学改革的重头戏[16]。李雅瑞针对不同的教学内容采用不同的教学方法。概念性内容侧重于运用发现式教学法;理论性内容注重于运用探究式教学法;应用性内容着重于讨论式教学法[17]。王超联总结了在高等数学教学中所采用的多种教学方法,在教学中可灵活运用“课前预习向导式”教学法、“数学游戏式”教学法、“教学做三合一”教学法等[18]。我国 3000 多所高等院校中约有 50%是高职院校,可见高职院校是我国高等教育不可或缺的一部分。有关高职院校的高等数学教学改革的论文颇多。乐敏概况了 2000 年初,全国各地高职院校所尝试的高等数学的教学改革措施[19]。占德胜分析了高职院校的高等数学教学现状,并结合学生特点及教学经验提出了对教学改革

的几点思考[20]。

## 4. 结论和建议

### 4.1. 结论

#### 4.1.1. 研究现状

从研究年度上看,近二十余年,我国高等数学教学改革研究经历了增长期和震荡期。由于1999年教育部颁布《面向21世纪教育振兴行动计划》,我国高等教育规模从2000年至2010年持续扩大。该时期高等数学授课学生的学情发生了巨大变化,引发越来越多的高校教育工作者关注高等数学的教学改革,因此,2000年至2010年发文量处于持续增长阶段。2010年至2022年,发文量呈现高位震荡趋势,年平均发文量为132篇。

从研究力量上看,非985非211的高等院校是研究的主力军。通过排名前40的机构分布柱图可见,只有3个单位为985或211高等院校,93%的单位都是非985非211的高等院校。此外,由排名前10的作者分布柱图可知,只有1位高产作者来自985高校,剩下高产作者全部来自非985非211的高等院校。

从研究主题上看,研究热点主题呈现多元化。文献的高频关键词能反映研究的热点主题,通过BICOMB软件提取的37个高频关键词,可发现我国高等数学教学改革的热点主题既有理论研究又有实践研究。利用SPSS软件的聚类分析,可将热点主题分成四类:课程思政研究、结合现代教育技术的教学模式研究、应用型及创新型人才培养的理论研究、部分理论和实践研究,其中第四类的“教学方法”及“数学建模”研究热度最高。

#### 4.1.2. 发展趋势

首先,依据目前的年度发文量趋势图及国家出台的相关政策,预计高等数学教学改革研究将迎来上升趋势。陈宝生在新时代中国高等学校本科教育工作会议中指出,教师精力要首先在本科集中,教学方法和激励机制要首先在本科创新。高等数学是本科教育的一门重要公共基础课,国家越来越重视本科教育,因此,高等数学教学改革将引起更广泛的关注及更深入的研究。

其次,依据目前的热点主题分布及高校的教育形势,预计课程思政及混合式教学仍是未来高等数学教学改革的重要研究主题,对考核评价问题将会出现更多的优秀成果。党的十九届五中全会指出,要贯彻党的教育方针,坚持立德树人。2020年,教育部印发了具体的《高等学校课程思政建设指导纲要》,中共中央、国务院印发《深化新时代教育评价改革总体方案》。在第十二届新华网教育论坛上,教育部吴岩司长表示混合式教学要成为高等教育教育教学的新常态。由此可见当下高校的教育形势,未来高等数学教学改革的研究热点主题必然依旧包含课程思政及混合式教学,如何完善考核评价是个难点问题,也是需要突破的问题。

#### 4.1.3. 不足之处

首先,现有的研究现状表明研究力量不均衡。普通高校及高职院校对高等数学教学改革的关注度更高,发表的相关文献数量更多,而985、211高校对此问题的研究热度偏低。

其次,高等数学课程思政研究尚处于探索阶段。2194篇文献中含有关键词“课程思政”的论文有23篇,发表的最早年度为2019年。相关论文阐述了高等数学课程中融入思政元素的必要性,给出了具体举措及实施案例,但具体案例主要局限于从数学史、数学文化、数学思想中挖掘思政元素,并缺乏对课程思政考核评价的探讨。

最后,高等数学教材的研究热度不够高。37个高频关键词中没有教材这个关键词,2194篇文献中仅有16篇含有关键词“教材”。教材应当是人才培养的主要剧本,当下高等数学教学改革涉及融入数学建



模、数学实验、课程思政等，急需与时俱进的高质量教材。

## 4.2. 建议

第一，985、211 高校要提高相关教师对高等数学教学改革关注。985、211 高校师资力量雄厚，若有更多相关教师关注并致力于高等数学的教学改革，必将产出更多高质量的成果，有助于高等数学的教学改革再上一个层次。

第二，高等数学课程思政有待进一步深入探讨研究。教师可借鉴其他优秀课程，从多角度多途径挖掘高等数学课程的思政元素。教师应积极参加高校课程思政比赛，通过比赛发散思维、促进教学能力的提升。课程思政考核评价是个难题，教育理论工作者与教学一线工作者相互合作探讨，有助于该问题的突破。

第三，教学改革改到实处是教材，知名高校应鼓励资深的一线教师关注新教材的开发和编写。高等数学的代表性教材是同济大学编写的教材，但是新时代对高等数学课程提出了新要求，需要注入新元素的优秀教材来辅助教师更好地进行高等数学课程的教学。

## 基金项目

国家自然科学基金项目(11872197)；江西省高等学校教学改革研究项目“《高等数学》混合式对分课堂教学的研究与实践”(JXJG-21-8-22)。

## 参考文献

- [1] 杨宏林, 丁占文, 田立新. 关于高等数学课程教学改革的几点思考[J]. 数学教育学报, 2004, 13(2): 74-76.
- [2] 李岚. 高等数学教学改革研究进展[J]. 大学数学, 2007, 23(4): 20-26.
- [3] 郑文晖. 文献计量法与内容分析法的比较研究[J]. 情报杂志, 2006, 25(5): 31-33.
- [4] 叶志明, 汪德江, 赵慧玲. 课程、教书、育人——理工类学科与专业类课程思政之建设与实践[J]. 力学与实践, 2020, 42(2): 214-218.
- [5] 杜晓宁. 《高等数学》课程思政教学改革探讨[J]. 教育现代化, 2019, 6(52): 60-61+74.
- [6] 俞能福, 闵杰. 挖掘高等数学文化内涵, 践行课程思政教学改革[J]. 大学数学, 2020, 36(5): 15-19.
- [7] 黄炯. 高等数学课程思政“基因植入式”教学改革实践与思考[J]. 教育教学论坛, 2020(39): 61-62.
- [8] 李未材. 优化高等数学多媒体教学的几点策略[J]. 中国大学教学, 2009(11): 58-59.
- [9] 杨月梅, 陈忠民. “互联网+”背景下高等数学课堂教学刍议——基于慕课、微课、翻转课堂的探究[J]. 教育探索, 2018(3): 74-77.
- [10] 李涵, 郑珂. 基于混合式教学的高等数学教学改革研究[J]. 计算机时代, 2017(2): 65-67+70.
- [11] 许春根, 杨孝平, 赵培标, 王为群. 加强高等数学课程建设提高人才培养质量[J]. 中国大学教学, 2009(4): 43-45.
- [12] 董毅, 周之虎. 基于应用型人才培养视角的高等数学课程改革优化研究[J]. 中国大学教学, 2010(8): 54-56.
- [13] 杨朝丽, 沙明娥, 付学德. 应用型本科高等数学教学改革的研究[J]. 昆明大学学报, 2007, 18(4): 79-81+87.
- [14] 刘锋. 高等数学课程教学改革研究与实践——数学建模向高等数学课程的渗透与探索[J]. 大学数学, 2004, 20(4): 38-41.
- [15] 郑宗剑, 刘浏, 张斌儒. 数学建模和数学实验融入高等数学教学改革初探[J]. 四川文理学院学报, 2012, 22(2): 146-149.
- [16] 王爱云, 张燕. 高等数学课程建设和教学改革研究与实践[J]. 数学教育学报, 2002, 11(2): 84-87.
- [17] 李雅瑞. 高等数学教学方法改革与创新能力培养的研究[J]. 工科数学, 2002, 18(4): 43-45.
- [18] 王超联. 浅议高等数学的教学方法[J]. 中国成人教育, 2007(2): 159-160.
- [19] 乐敏. 关于高职院校高等数学教学改革的思考[J]. 浙江工商职业技术学院学报, 2005, 4(2): 95-96.
- [20] 占德胜. 对高职高等数学教学的思考[J]. 职业教育研究, 2007(2): 112-113.