

我国概率论与数理统计教学改革研究述评

鲍丽娟*, 潘兴侠, 郑远广

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12月21日; 录用日期: 2023年1月22日; 发布日期: 2023年1月30日

摘要

基于中国知网, 利用BIOMB书目共现分析软件及SPSS统计分析软件, 对2000年至2022年有关概率论与数理统计教学改革研究的986篇文献进行实证统计分析。利用聚类分析发现研究热点主题围绕四大主题展开: 部分理论和实践研究、课程思政及基于现代信息技术的教学模式研究、基本概念的教学研究、分层教学法研究。通过多维尺度分析, 发现有关教学方法、教学手段、考核方式等理论研究是新世纪以来我国概率统计教学研究的研究中心; 课程思政及基于现代信息技术的教学模式研究得到高度关注, 但研究成果还不成熟; 基本概念的教学研究和分层教学法的研究已取得部分成果, 内部联系较紧密。未来的研究应进一步深化概率统计课程融入数学实验、数学建模的教学研究; 从深度、广度、考核评价上加强概率统计课程思政研究。

关键词

概率论与数理统计, 聚类分析, 多维尺度分析, 述评

The Review of Probability and Mathematical Statistics Teaching Research in China

Lijuan Bao*, Xingxia Pan, Yuanguang Zheng

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

Received: Dec. 21st, 2022; accepted: Jan. 22nd, 2023; published: Jan. 30th, 2023

Abstract

Based on CNKI, using BIOMB Bibliographic Co-occurrence Analysis Software and SPSS Statistical Analysis Software, this paper makes an empirical statistical analysis of 986 documents related to probability and mathematical statistics teaching research from 2000 to 2022. Using cluster analysis, it is found that the research hot topics are mainly carried out around four themes: some theoretical and practical research, curriculum ideological and political research and teaching mode

*通讯作者。

research based on modern information technology, teaching research on basic concepts, and level-teaching method research. Through multi-dimensional scale analysis, it is found that theoretical research on teaching methods, teaching means, assessment methods and so on is the research center of probability and Statistics Teaching in China since the new century; The research on Curriculum Ideology and politics and teaching mode based on modern information technology has received great attention, but the research results are not mature; Some achievements have been made in the teaching research of basic concepts and the research of hierarchical teaching method, and the internal relations are relatively close. Future research should further deepen the teaching research of integrating probability and statistics into mathematical experiments and mathematical modeling; strengthen the ideological and political research of probability and statistics course from the depth, breadth, assessment and evaluation.

Keywords

Probability and Mathematical Statistics, Cluster Analysis, Multidimensional Scaling Analysis, Review

Copyright © 2023 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. 问题提出

概率论与数理统计是数学的一个有特色且重要的分支，它不仅有独特的概念和方法，而且同其他学科联系紧密，其理论和方法已广泛应用于医学、经济学、军事学等诸多领域。高等院校将概率论与数理统计设定为理工科各专业的基础理论必修课。该课程在培养学生逻辑思维能力、数学建模能力、数据处理能力、随机事件应变等能力方面，发挥着举足轻重的作用[1]。20世纪中期，国家教委(当今的教育部)将概率论与数理统计课程定为本科生考研的数学课程之一，现占考研数学的22%。

概率论与数理统计在高校课程中发挥着愈来愈重要的作用，引发众多数学教育工作者着手于概率论与数理统计的教学改革。通过中国知网数据库可搜索到大量的相关文献，但缺乏对概率论与数理统计教学改革进行梳理的文献。近二十余年，在新技术、新理念、新形势下，概率论与数理统计教学改革的发展情况是怎样的？有哪些热点主题？为了更好地开展概率论与数理统计课程的教学改革，有必要立足于国内文献，借助文献计量分析法剖析近二十年我国概率论与数理统计教学改革的成果。主要研究以下三个问题：首先，发现我国概率论与数理统计教学改革的研究现状，对此问题的分析途径是利用中国知网掌握近二十年的年度发文量趋势，并借助 BICMOB 软件和 SPSS 软件对高频关键词进行聚类分析和多维尺度分析；其次，结合研究现状的分析结果及当下的国家教育政策，展望我国概率论与数理统计教学改革的未来发展趋势；最后，基于研究现状的分析结果，反思研究中存在的不足。

2. 研究样本与分析方法

2.1. 研究样本

以中国知网为数据源获得研究样本。中国知网中只勾选学术期刊，选择高级检索，以“概率论与数理统计”和“教学”为主题词进行搜索，获得 1290 条结果，其中有很多专业学术论文。再以篇名“概率论与数理统计”或篇名“概率统计”在结果中搜索，得到 1005 条结果，将时间范围定为“2000 至 2022 年”，最终获得 986 篇文献。这 986 篇期刊文献即为研究样本。

2.2. 分析方法

文献计量法是指用数学和统计学的方法,定量地分析一切知识载体的方法[2]。本研究主要借助文献计量法对研究样本进行统计分析。首先,利用中国知网的计量可视化分析功能,对2000年至2022年的年度发文量(2022年为预测值)进行分析。其次,利用书目共现分析软件BIOMB及社会科学统计软件SPSS进行高频关键词的共词分析,共词分析包括聚类分析和多维尺度分析。

3. 分析过程与研究结果

3.1. 年度发文量的趋势

中国知网中选择全部检索结果的可视化分析,可得到年度发文量的趋势图(图1),根据趋势图可对总体趋势进行分析。由图1可见,从整体上看,2000年~2022年我国概率论与数理统计的教学研究可分为三个时期。第一个时期为低位平稳期(2000~2004年),这五年发文量总计19篇,2002年发文量稍高,为6篇。该时期我国概率论与数理统计教学研究的热度偏低。第二个时期为快速增长期(2005~2013年),年发文量从2005年的15篇增长到2013年的83篇,该时期我国概率论与数理统计教学研究的热度持续升温。第三个时期为高位震荡期(2014~2022年),年发文量在50余篇至80余篇之间动荡,2022年的84篇为预测值。该时期我国概率论与数理统计教学研究的热度保持在高位状态。

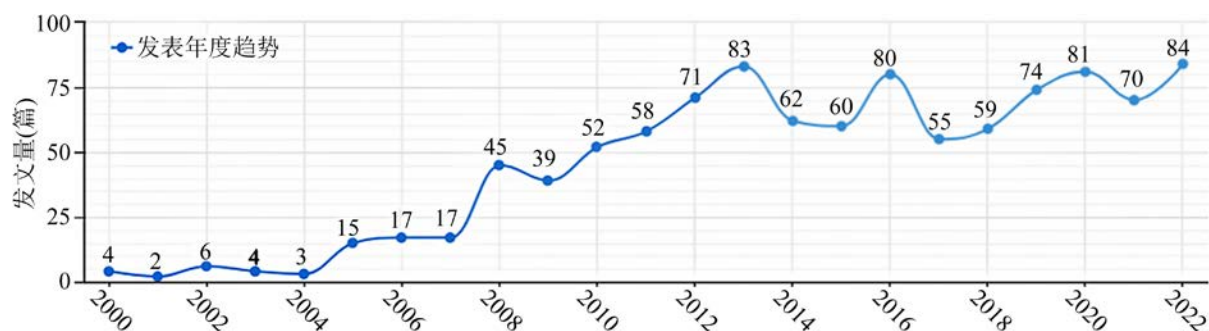


Figure 1. Trend chart of annual publication volume

图1. 年度发文量的趋势图

3.2. 高频关键词的统计

将986篇文献的题名、作者、单位、关键词等信息的TXT文件从中国知网导出,并进行关键词合并(如合并案例教学法、案例教学)。将TXT文件导入BICOMB软件。借助BICOMB软件提取到1034个关键词。设置频次阈值为9,除去搜索篇名词“概率论与数理统计”及“概率统计”,得到35个高频关键词(表1)。排名前10的高频关键词为教学改革、教学方法、案例教学、教学、数学建模、教学模式、数学实验、课程思政、应用能力、改革。文献的关键词是论文核心内容的提炼和浓缩。对高频关键词进行共词分析(聚类分析和多维尺度分析),能探测所研究领域的热点主题,能揭示研究发展的方向。

3.3. 词篇矩阵的聚类分析

聚类分析是文献共词分析的常用手段之一,主要通过对高频关键词出现频率的分析,把联系紧密的高频关键词聚成一类[3]。在BICOMB软件中,频次阈值范围设定为大于等于9且小于等于185,生成高频关键词的词篇矩阵,选择导出矩阵至Txt。利用SPSS软件对高频关键词的词篇矩阵进行系统聚类分析。分析结果中得到高频关键词的谱系图(图2)。根据谱系图,可将高频关键词分成四类热点主题。

Table 1. High frequency keywords
表 1. 高频关键词

序号	关键词	频次	序号	关键词	频次
1	教学改革	185	19	微课	17
2	教学方法	113	20	随机现象	16
3	案例教学	88	21	实践教学	14
4	教学	88	22	教学手段	14
5	数学建模	70	23	MOOC	13
6	教学模式	44	24	教学实践	13
7	数学实验	40	25	考核方式	12
8	课程思政	37	26	课程建设	12
9	应用能力	33	27	教学质量	12
10	改革	28	28	随机变量	11
11	翻转课堂	27	29	雨课堂	10
12	教学内容	26	30	分层教学	10
13	独立学院	26	31	R 软件	9
14	混合式教学	24	32	创新	9
15	多媒体教学	22	33	人才培养	9
16	教学设计	19	34	统计软件	9
17	学习兴趣	19	35	数学期望	9
18	教学效果	17			

热点主题一为部分理论和实践研究,包含教学内容、考核方式、教学方法等 21 个关键词。既有在概率论与数理统计课程中融入统计软件、数学实验、数学建模等的实践研究,又有教学内容、教学手段、考核方式、教学方法等的理论研究。对这 21 个高频关键词做进一步的聚类分析,得到分成三类的冰柱图(图 3),形成三个副主题。

副主题一为融入多媒体、统计软件的教学实践研究。含有创新、课程建设、统计软件、多媒体教学、改革 5 个关键词。90 年代起,计算机技术的发展促进了教学新技术的引入,在概率论与数理统计课程中引入多媒体和统计软件辅助教学是应运而生的。2009 年,黄敢基,尹长明阐述了优质课件是有效开展多媒体教学的基础,给出了加工制作优质课件的四个原则,并从四个方面讨论了如何在多媒体教学环境下设计有效的教学方式和方法[4]。2017 年,曹红妍结合多年的教学实践经验,给出了在实验班开展概率统计课程教学的几点见解,其中提到结合源于生活的实际案例精心准备多媒体课件,有助于激发学生的学习兴趣[5]。沈晓婧等提倡在教学中开设统计软件实验课程,可充分利用实用易操作的 SPSS 软件,提高学生解决实际问题的能力[6]。秦丽娟等结合具体实例展示了 R 软件在概率统计课程中的应用[7]。

副主题二为有关教学的理论研究。包含教学质量、学习兴趣、教学手段等 6 个关键词。学生学习概率统计课程时通常感到理论难以理解、思维难以突破、问题难以切入等问题,为改善解决这一系列问题,研究文献从教学方法、教学手段、教学内容、考核方式等方面进行了讨论并给出实施策略[8] [9] [10] [11]。

副主题三为培养应用能力的教学实践研究。包含独立学院、R 软件、教学、教学效果、人才培养、应用能力、数学实验、案例教学、数学建模、教学改革 10 个关键词。随着我国经济结构的转型调整,人

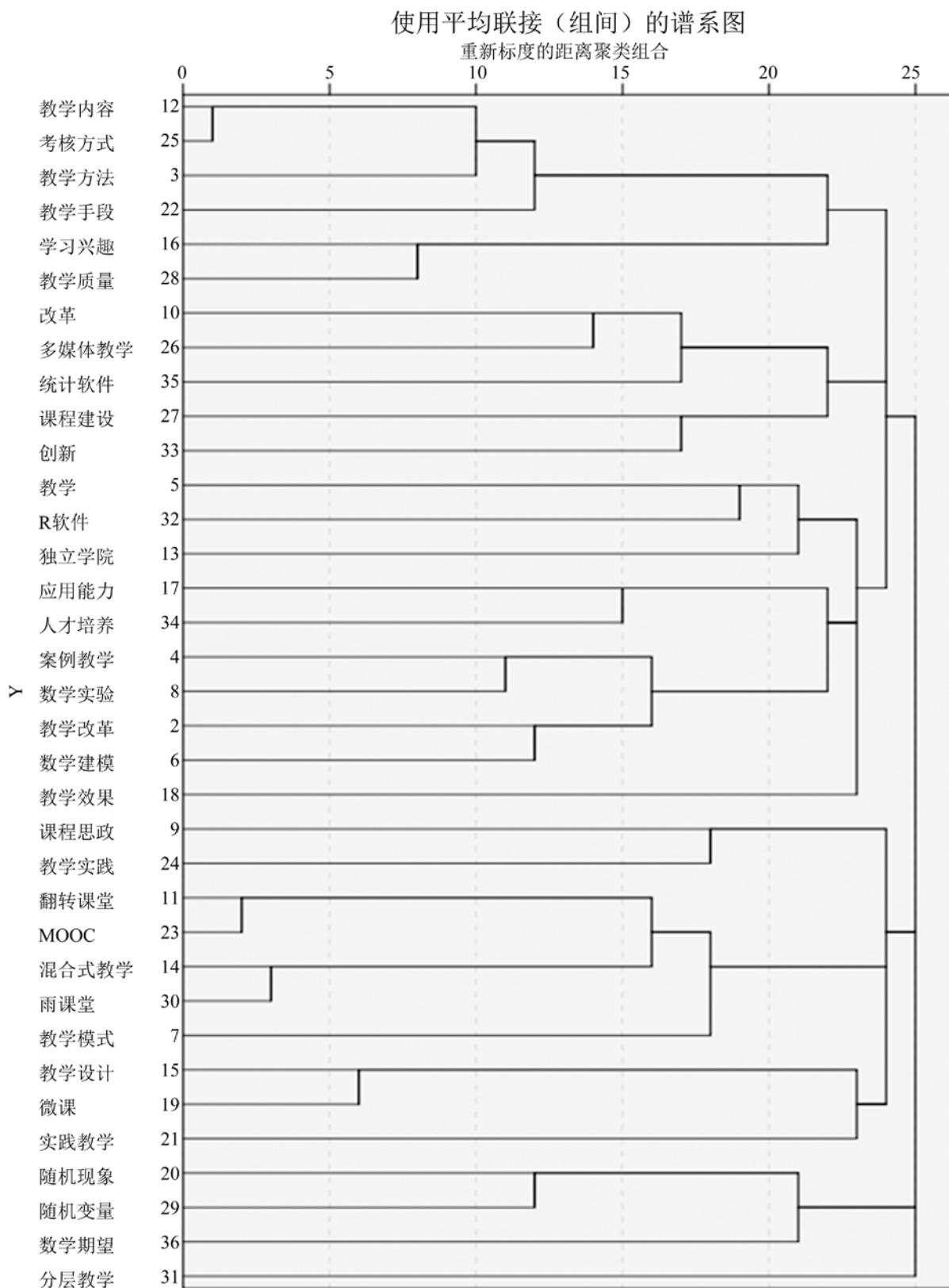


Figure 2. Genealogy map of 35 high-frequency keywords
 图 2. 35 个高频关键词的谱系图

才供给与经济发展需求关系产生了巨大变化，国家对应用型人才的需求越来越旺盛。如何通过概率统计课程的学习提高学生的应用能力是至关重要的研究主题。叶林，邓筱红在教学中融入数学建模的思想及方法，将抽象难懂的概念、性质、理论寓于实际问题中，编写应用性较强、便于操作的实例，让学生去分析、调查、研究、归纳并引导学生上升为概念、性质和理论[12]。徐向红等概括了数学实验渗入概率统计课程教学的作用，并介绍了在实际教学中利用 SPSS 软件开展数学实验的具体做法[13]。

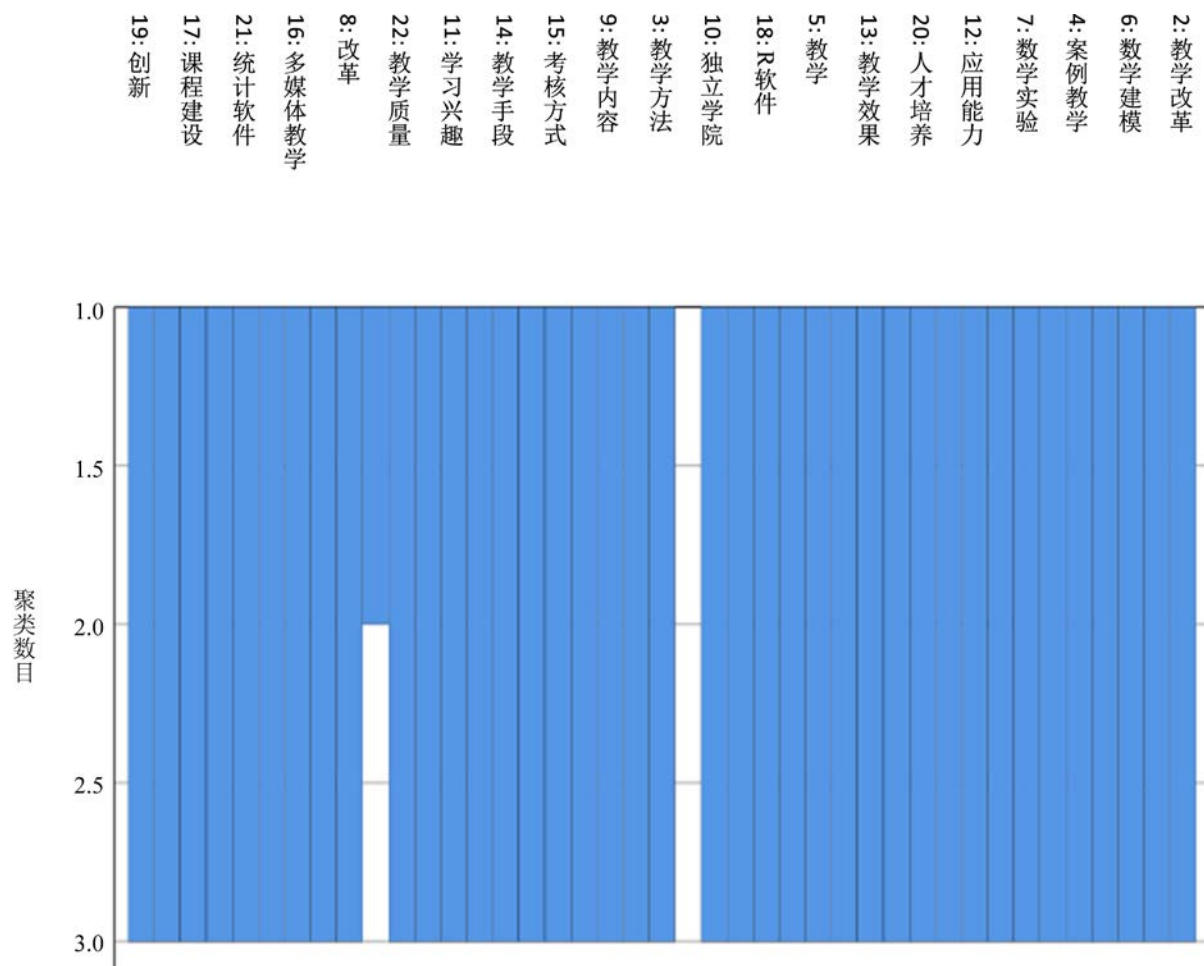


Figure 3. Icicle chart of 21 high-frequency keywords

图 3. 21 个高频关键词的冰柱图

热点主题二为课程思政及基于现代信息技术的教学模式研究。包含课程思政、教学实践、翻转课堂等 10 个关键词。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[14]”。在概率统计课程的教学过程中做好课程思政工作理应成为热点问题。张丽静等结合具体案例阐述了如何在教学设计和教学实践中融入唯物辩证法的认识论与方法论，如利用食堂窗口规划问题带领学生领略蕴含“质量互变”规律的中心极限定理[15]。李晨等介绍了从两方面挖掘概率统计课程的思政元素，一是介绍我国优秀概率统计学者，培养科学精神，二是挖掘知识点中蕴含的思政元素[16]。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，诞生了多种结合现代教育技术的教学模式。丁桂艳等采用混合式教学模式，课程建设中按照线上课程→内化过程→线下翻转→提升过程→线上课程模式进行

[17]。黎薇研究了翻转课堂下概率统计课程的教学,总结了实践过程中面临的问题并给出应对策略[18]。

热点主题三为基本概念的教学研究。由随机现象、随机变量、数学期望 3 个关键词构成。概率统计的基本概念是相关数学知识的重要组成部分,它的建立是解决概率统计问题的前提,因此基本概念的教学研究在本课程教学中处于不容忽视的地位。付胜楠等分析了“随机变量概念及其分类”这节内容的重难点,为突破重难点,优化了教学方法及教学手段[19]。张帼奋分析了“随机变量的分布函数”、“数学期望”、“假设检验”等概念在教学中的问题,并针对不同的概念设计了不同的教学方法和手段[20]。

热点主题四为分层教学法研究。仅有 1 个关键词分层教学。分层教学法是将学生按学业成绩或某方面能力分成不同水平的班组,教师根据不同班组的能力水平进行因材施教。986 篇文献中有 10 篇文献含有关键词分层教学,发表年度最早为 2008 年。袁静等探讨了概率统计课程实施分层教学的必要性,并提出充分利用网络辅助分层教学,在网页中增设概率统计课程的课后习题解答模块、补充知识模块、趣味性知识模块等[21]。常志勇详细介绍了将概率统计课程分成五个层次进行教学时,教学内容如何处理[22]。

3.4. 相异矩阵的多维尺度分析

利用 SPSS 软件对表 1 的高频关键词进行聚类分析,同时可以得到高频关键词的相似矩阵,用单位矩阵 E 减去相似矩阵,得到相异矩阵(表 2)。相异矩阵中两关键词对应的数值越接近 0,表明两关键词相似度越大,两者关系越亲密;反之,两关键词对应的数值越接近 1,表明两者关系越疏远。

Table 2. Dissimilarity matrix of high frequency keywords (section)

表 2. 高频关键词的相异矩阵(部分)

	教学改革	教学方法	案例教学	教学	数学建模	教学模式	数学实验	课程思政	改革	翻转课堂
教学改革	0.000	0.889	0.906	1.000	0.842	0.945	0.884	0.879	1.000	0.929
教学方法	0.889	0.000	0.940	0.950	0.921	0.972	0.955	0.985	0.911	1.000
案例教学	0.906	0.940	0.000	0.989	0.873	0.936	0.831	0.965	0.960	0.979
教学	1.000	0.950	0.989	0.000	0.911	1.000	0.983	0.965	0.960	0.918
数学建模	0.842	0.921	0.873	0.911	0.000	0.982	0.906	1.000	1.000	1.000
教学模式	0.945	0.972	0.936	1.000	0.982	0.000	0.952	0.975	0.972	0.913
数学实验	0.884	0.955	0.831	0.983	0.906	0.952	0.000	1.000	1.000	1.000
课程思政	0.879	0.985	0.965	0.965	1.000	0.975	1.000	0.000	1.000	1.000
改革	1.000	0.911	0.960	0.960	1.000	0.972	1.000	1.000	0.000	1.000
翻转课堂	0.929	1.000	0.979	0.918	1.000	0.913	1.000	1.000	1.000	0.000

多维尺度分析是一种将多维空间的研究样本简化至低维空间进行定位、分析和归类,同时又保留样本间原始关系的数据分析方法[23]。下面利用 SPSS 软件对高频关键词的相异矩阵进行多维尺度分析。SPSS 软件中导入相异矩阵,选择菜单路径【分析】→【度量】→【多维尺度(ALSCL(M))】。运行后,输出的数据结果显示应力系数(stress)为 0.06612,拟合优度的平方(RSQ)为 0.84055。通常 stress 的标准为 0 是完美、≤2.5%是优、≤5%是较好、≤10%为满意,≥20%表明拟合效果很差。RSQ 越大越好,通常大于 0.6 即可。通过 stress 和 RSQ 的数值可以看出该相异矩阵适合做多维尺度分析。输出的图形结果为多维尺度分析的二维分布图(图 4)。图中的每个小菱形表示每个关键词的位置。靠近于中心点位置而且分布较集中的关键词,表明该方向是被较高关注的主题;位于边缘的关键词表示该研究主题热度低或正在过渡到其它主题[24]。此外,通常认为位于第一象限的关键词和中心主题联系最为密切,是目前研究的中心;位

于第二象限的关键词代表着有一定潜力、有待进一步研究的主题；位于第三象限的关键词代表着已有部分研究、内部联系较紧密的主题；位于第四象限的关键词代表着处于边缘位置、重要性较弱的主题[25]。

结合聚类分析的谱系图(图 2)和多维尺度分析的二维分布图(图 4)，可以发现热点主题一的关键词分布于第一、三、四象限。其中副主题二的关键词全部落在第一象限，说明有关教学的理论研究是新世纪以来我国概率论与数理统计教学的研究中心。热点主题二的关键词主要集中于第二象限，说明课程思政及结合现代信息技术的教学模式具有很大研究潜力，研究还不完善，有待进一步深入研究。热点主题三、热点主题四的关键词主要位于第三象限，说明基本概念的教学研究及分层教学法的研究已取得部分成果，内部联系较紧密。此外，关键词“多媒体教学、学习兴趣、数学实验、数学建模、案例教学”位于第四象限，说明这些关键词目前处于我国概率论与数理统计教学研究的边缘位置，未能引起研究者的高度关注。

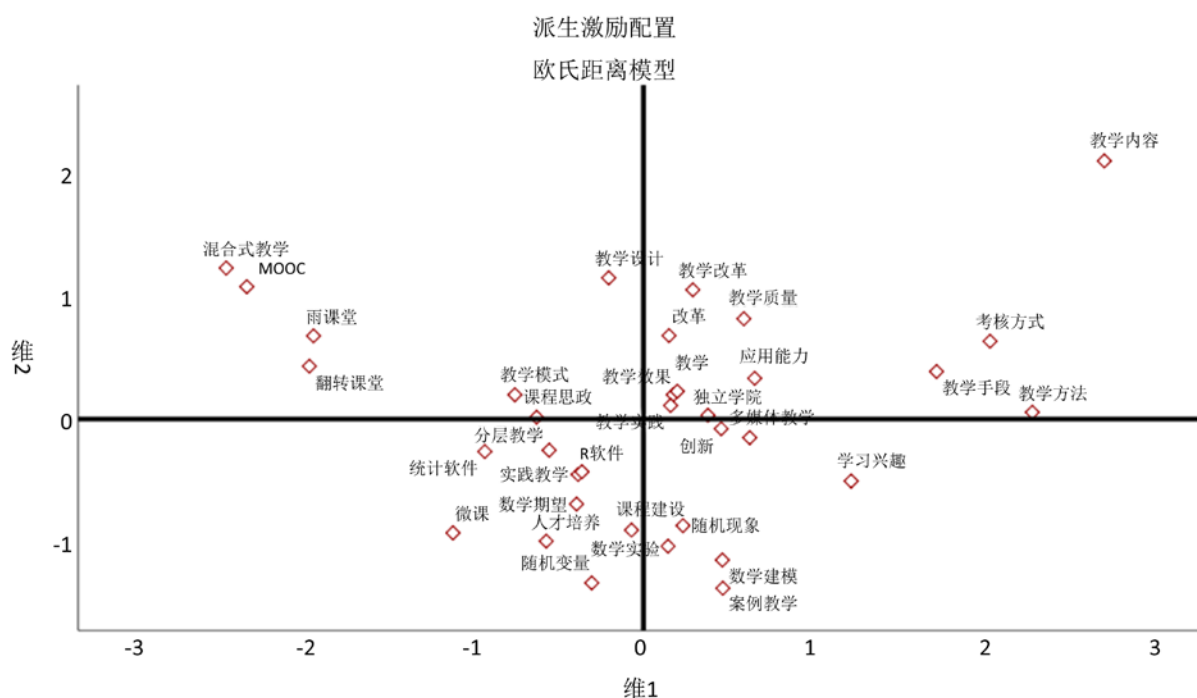


Figure 4. 2D distribution map

图 4. 二维分布图

4. 结论

4.1. 研究现状与发展趋势

基于研究年度的分析，可发现近二十多年，我国概率论与数理统计教学研究经历了低位平稳期、快速增长期以及高位震荡期。2004 年是低位平稳期与快速增长期的分界点，2013 年是快速增长期与高位震荡期的分界点。2022 年的预测度发文量将达到 84 篇，可能是 2000 年以来最高数量。近几年，国家越来越重视本科教育，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。概率论与数理统计是本科教育的一门重要的公共基础课，必将有更多的教学工作者对其进行深入研究。根据以上分析，可以预测概率统计教学研究的年度发文量将进入下一个增长期。

基于研究主题的分析，可发现研究热点主题呈现多元化。我国概率论与数理统计教学研究的热点主题包含理论研究和实践研究。利用 SPSS 软件的聚类分析，研究主题被分为如下四大热点主题：部分理

论和实践研究、课程思政及基于现代信息技术的教学模式研究、基本概念的教学研究、分层教学法研究。根据 SPSS 软件的多维尺度分析结果可知,有关教学的理论研究(教学方法、教学手段、考核方式等)是新世纪以来我国概率统计教学的研究中心;课程思政及基于现代信息技术的教学模式研究得到高度关注,但研究成果还不成熟,有待进一步深入研究;基本概念的教学研究及分层教学法的研究已取得部分成果,内部联系较紧密。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。针对高校教师,教育部组织了多场课程思政培训、开展了全国课程思政教学比赛。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,从而可以预测概率统计的课程思政研究及混合式教学模式研究极大可能发展为未来研究主题的研究中心。

4.2. 研究不足之处

第一,概率统计教学中融入数学实验、数学建模的研究处于研究热点主题边缘位置。通过多维尺度分析的二维分布图可知,关键词“数学实验、数学建模”位于第四象限,而且不是非常靠近中心点,说明目前该方向的研究未能引起研究者高度重视。

第二,概率统计的课程思政研究尚处于探索阶段。986 篇文献中含有关键词“课程思政”的论文有 37 篇,发表的最早年度为 2018 年,全部是一般期刊论文,缺乏高质量论文。相关论文阐述了概率统计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名人事迹、应用案例、统计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。

5. 建议

第一,结合新型教学模式,进一步深化概率统计课程融入数学实验、数学建模的教学研究。教学中融入数学建模、数学实验是培养应用型人才的重要途径,教师可充分利用现代信息技术,结合新型教学模式(如混合式),设计融入数学实验、数学建模的方式和案例,布置一些开放性作业,改善考核方式,以体现课程的高阶性和挑战度。

第二,从深度、广度、考核评价上加强概率统计课程思政研究。教师可借鉴其他优秀课程,从多角度多途径挖掘概率统计课程的思政元素。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。

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] 刘淑环. 知识传授与价值引领——“概率论与数理统计”课程思政的教学探索[J]. 中国大学教学, 2021(3): 60-65.
- [2] 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.
- [3] 郭文斌, 方俊明. 关键词共词分析法: 高等教育研究的新方法[J]. 高教探索, 2015(9): 15-21+26.
- [4] 黄敢基, 尹长明. 概率论与数理统计多媒体教学有效性研究[J]. 高教论坛, 2009(7): 59-61.
- [5] 曹红妍. 关于实验班概率统计课程教学的几点思考[J]. 青岛科技大学学报(自然科学版), 2017, 38(S1): 203-204.
- [6] 沈晓婧, 周介南. 概率论与数理统计课程改革的创新机制[J]. 高等数学研究, 2011, 14(1): 114-117.
- [7] 秦丽娟, 黎虹, 梁玥, 张迪, 赵有益. R 软件在农业院校《概率论与数理统计》教学中的应用[J]. 兰州文理学院学报(自然科学版), 2019, 33(5): 99-103.

- [8] 李明. 概率论与数理统计教学方法之体会[J]. 统计教育, 2006(7): 22-23.
- [9] 李双. 《概率论与数理统计》教材与实践[J]. 数学教育学报, 2012, 21(5): 84-87.
- [10] 陈海杰, 沙荣方, 刘明华. 应用案例分析提高概率论与数理统计教学效果[J]. 东北农业大学学报(社会科学版), 2012, 10(1): 98-100.
- [11] 谭希丽, 徐冬梅. 概率统计课程教学方法的几点体会[J]. 高等数学研究, 2011, 14(1): 97-98.
- [12] 叶林, 邓筱红. 将数学建模思想、方法融入概率论与数理统计课程教学的一点尝试[J]. 工程数学学报, 2003, 20(8): 93-96.
- [13] 徐向红, 张艳妮, 李立明. 数学实验融入农科概率统计课程教学的探索与实践[J]. 吉林广播电视大学学报, 2017(7): 118-119.
- [14] 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.
- [15] 张丽静, 赵鲁涛, 李娜. 基于唯物辩证法的概率论与数理统计课程思政建设与实践[J]. 大学数学, 2022, 38(2): 51-65.
- [16] 李晨, 陈丽萍. 概率论与数理统计课程教学中思政元素的挖掘与实践[J]. 大学教育, 2021(9): 104-106.
- [17] 丁桂艳, 刘昊, 郭良栋, 屠良平. 课程思政+线上线下混合式教学下的概率论与数理统计课程教学研究[J]. 产业与科技论坛, 2022, 21(6): 169-170.
- [18] 黎薇. 基于翻转课堂概率论与数理统计课程教学研究[J]. 当代教育实践与教学研究, 2020(4): 23-24.
- [19] 付胜楠, 崔晓静, 陈旭. 独立学院《概率论与数理统计》教学的几点思考——以《随机变量概念及分类》为例[J]. 科技信息, 2014(14): 12+15.
- [20] 张帼奋. 《概率论与数理统计》教学中典型问题剖析[J]. 大学数学, 2014, 30(6): 93-97.
- [21] 袁静, 袁德强. 概率论与数理统计的分层教学研究[J]. 科技信息(科学教研), 2008(2): 223.
- [22] 常志勇. 《概率论与数理统计》分层教学内容研究[J]. 中国多媒体与网络教学学报(下旬刊), 2020(1): 46-47+50.
- [23] 翁胜斌. CNKI 数据源的关键词共现分析与多维尺度分析的现实方法[J]. 现代情报, 2013, 33(4): 27-30+38.
- [24] 许梅华. 基于共词分析的近年国内发展心理学研究热点分析[J]. 现代情报, 2010, 30(8): 171-175.
- [25] 丁亚东, 薛海平. 我国教育管理研究热点的追溯——基于《现代教育管理》(2009-2016 年)的文献计量和共词分析[J]. 现代教育管理, 2017(12): 1-7.