

研究生《数理统计》课程学习体验的群体差异性分析

——以河北工程大学为例

陈玉龙, 王 瑜, 李明超*

河北工程大学数理科学与工程学院, 河北 邯郸

收稿日期: 2025年6月16日; 录用日期: 2025年7月7日; 发布日期: 2025年7月21日

摘 要

随着数理统计方法在日常生活的应用面逐渐扩大, 广泛的应用使得《数理统计》成为高等院校的必备课程之一。本研究通过问卷调查获得数据, 从学生的性别、年级、专业背景、学习史、兴趣以及对课程开设的态度这六个因素出发, 探究造成不同学生群体产生学习体验差异的因素。首先通过卡方检验确定出性别、年级、专业这三个因素对学生学习数理统计课程是否感到困难存在显著性影响; 接着利用K-Means聚类对调研的群体进行类别划分, 最终将学生群体划分为三类: 类别0: “学习不困难者”、类别1: “基础薄弱, 困难较多”、类别2: “基础较好, 重难点章节薄弱”; 最后采用CRITIC权重法对这三类群体进行分析, 确定出“专业”是影响学习困难程度的重要因素, 尤其是在类别1的学生中影响最大。其次是“年级”和“对课程的态度”。最后依据研究结论提出改进建议与措施。

关键词

数理统计, 学习体验感, K-Means聚类, CRITIC权重法

Group Differences in Learning Experience of Graduate “Mathematical Statistic” Course

—A Case Study of Hebei University of Engineering

Yulong Chen, Yu Wang, Mingchao Li*

School of Mathematics and Physics, Hebei University of Engineering, Handan Hebei

Received: Jun. 16th, 2025; accepted: Jul. 7th, 2025; published: Jul. 21st, 2025

*通讯作者。

文章引用: 陈玉龙, 王瑜, 李明超. 研究生《数理统计》课程学习体验的群体差异性分析[J]. 统计学与应用, 2025, 14(7): 141-147. DOI: 10.12677/sa.2025.147191

Abstract

With the increasing application of mathematical statistics methods in daily life, the widespread use has made “Mathematical Statistics” an essential course in higher education institutions. This study collects data through questionnaires, focusing on six factors: students’ gender, grade level, academic background, learning history, interest, and attitude toward the course offering, to explore the factors contributing to differences in learning experiences among different student groups. First, chi-square tests were used to identify that gender, grade level, and academic background significantly influence whether students find the mathematical statistics course difficult. Then, K-Means clustering was applied to categorize the surveyed students into three groups: Category 0: “Students with no learning difficulties”; Category 1: “Students with weak foundations and significant difficulties”; Category 2: “Students with solid foundations but weaknesses in key challenging chapters”. Next, the CRITIC weighting method was employed to analyze these three groups, revealing that “academic background” is the most critical factor affecting learning difficulty, particularly for students in Category 1, followed by “grade level” and “attitude toward the course”. Finally, based on the research findings, improvement suggestions and measures are proposed.

Keywords

Mathematical Statistics, Learning Experience, K-Means Clustering, CRITIC Weight Method

Copyright © 2025 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

《数理统计》是一门基于随机现象，并在概率的意义上对数据进行科学处理的课程，其应用涉及工学、理学、自然科学以及经济等多方面领域，广泛的应用使其成为高等院校的必备课程之一。然而同一门课程在不同的学生群体中其学习体验存在一定的差异，而这种差异也致使不同学生对于知识的掌握程度出现两极化。

近年来，随着教育的个性化和差异化教学理念的兴起，越来越多的学者开始探究学生掌握一门学科的影响因素。宋赞等人应用滞后序列分析法发现和识别 3 个类别大学生的学习风格：混合/无序型，孤立/分解型，整体/规划型，并由此提出差异化干预框架[1]。刘双花等人则利用灰色关联分析模型得出在影响课堂学习效果的 21 个指标中，“听不懂向教师请教”与学习效果关联度最大，而“课堂学习氛围”关联度最小[2]。檀亦丽等人从教学态度、教学内容、教学方法和教学效果四个维度构建课程教学质量评价指标体系，并得出不同专业的学生在教学态度和教学效果两方面具有显著差异[3]；万星火等人运用熵权 TOPSIS 法，对各任课教师课程教学质量进行总体排名并分析，研究表明该方法能够精准评价教师的教学质量[4]。黄炜等人从教学内容、教学方法、教材选用、教学模式及课程思政教育等方面进行深入的探讨与研究，提出概率论与数理统计教学改革的对策与目标[5]。杨盼等人对比分析传统教学与混合式教学实际效果，得出混合式教学模式的有效应用，且该模式可提高学生学习兴趣及自主学习能力[6]。蒙忠传等人对学生进行混合式教学试点，实践表明，混合式教学确实一定程度上激发了学生的学习积极性并提升学习效果[7]。这些研究从不同的角度探讨学生学习的影响因素。

本研究立足于我校研究生群体的客观条件：性别、年级、专业背景、学习史、兴趣、对课程的开设态

度，以探究不同学生群体在学习体验上产生差异的因素，并提出相关的建议和改进措施。

2. 方案设计

本研究通过设计调查问卷，并以我校接受过《数理统计》课程教学的硕士研究生学生群体作为调查对象。通过问卷调查、访谈调查、电话调查三种方法收集样本数据。由于不同专业背景的学生其学习基础存在差异性，本研究采用分层抽样的方法，以专业为单位来抽取样本。本次发放问卷 300 份，回收 287 份，其中有效问卷 264 份，回收率与有效率均达到 90%以上。样本基本信息如图 1 所示。

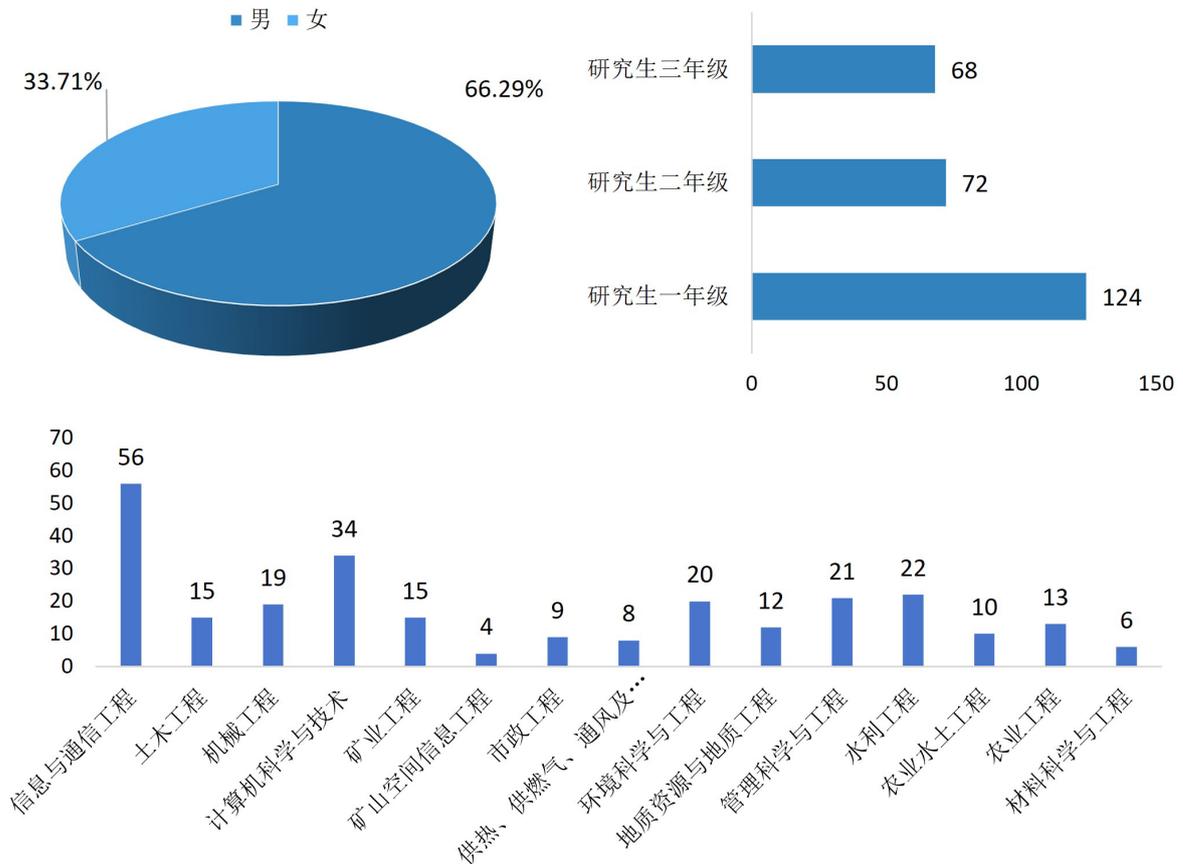


Figure 1. Distribution of sample information
图 1. 样本信息分布

3. 数据分析

3.1. 六个因素一致性检验

本研究纳入被调查者的性别、年级、专业背景、学习史(是否在正式学习本课程之前学习过数理统计相关知识)、兴趣(对数理统计课程是否感兴趣)、态度(开设本课程保持什么态度:同意、不同意),探究这六个因素是否是造成被调查者学习体验产生差异的因素。本研究采用 Kendall 协调系数,检验本次调查的学生群体对这六个因素的排序是否具有-致性。Kendall 协调系数最早由 Maurice Kendall 于 1939 年提出,用于衡量多个评判者(或多个变量)对同一组对象排序结果之间的一致性程度,广泛使用于分类数据,尤其适用于评估多个评判者之间的排序一致性[8]。Kendall 一致性检验结果如表 1 所示。从表中可以确定出六个因素的总体数据通过显著性检验,表明数据呈现一致性。Kendall 协调系数值为 0.636,相关程度偏高,

本次调查的学生群体在这六个因素的评分上具有一致性，表明本次纳入的六个因素可以很好地区分学生群体。

Table 1. Results of Kendall's concordance test

表 1. Kendall 一致性检验结果

名称	Kendall's W 分析结果				
	秩平均值	中位数	Kendall's W	χ^2	P
性别	2.265	1	0.636	840.065	0.0001
年级	2.958	2			
专业	4.833	5			
学习史	1.856	1			
开设本课程的态度	5.402	5			
对数理统计课程是否有兴趣	3.686	2			

3.2. 六个因素对学习体验感的差异性分析

采用卡方检验探究这六个因素中哪些因素能够对本次调查的学生群体在学习体验感上产生差异，其中学习体验感在本次问卷设计中采用“您认为课程难易程度如何”进行衡量，衡量结果为二分类变量。差异性分析结果如表 2 所示，在这六个因素中性别、年级、专业均通过显著性检验，表明这三个因素对学生学习数理统计课程是否感到困难存在显著性影响。

Table 2. Chi-square test results of difference analysis

表 2. 卡方检验差异性分析结果

题目	χ^2	P
性别	3.957	0.047
年级	6.539	0.038
专业	46.534	0.000
学习史	3.790	0.052
开设本课程的态度	7.749	0.101
对数理统计课程是否有兴趣	0.990	0.610

3.3. 基于 K-Means 聚类的学生群体类型划分

本次调研过程中，共收集到有效问卷数量 264 份，其中学习感到困难的样本群体有 217 份，学习感到不困难的样本群体有 47 份。由于本校对《数理统计》课程的学习集中于“基本概念”、“参数估计”、“假设检验”、“回归分析”这四个章节，因此仅衡量学生群体在这四个章节的掌握程度。首先将本次调研中“学习感到不困难”的 47 份样本定义为类别 0，接着对收集到的“学习感到困难”的样本采用 K-Means 聚类，对在这四个章节的掌握程度不同的学生进行群体类别划分。四个章节在最终的聚类结果的差异性如表 3 所示。

从表 3 中可确定出最终通过 K-Means 聚类获得类别 1、类别 2，四个章节在这两类中均通过差异性检验，表明这两类能够很好地地区分学生群体在这四个章节的掌握程度，聚类有效。类别 1 表现为被调查

者在这四个章节中均出现学习困难，本研究把这类群体定义为“基础薄弱，困难较多”；类别 2 表现为被调查者仅在“回归分析”这一个章节中存在困难，因此将该类群体定义为“基础较好，重难点章节薄弱”。由此将所收集到的全部学生群体划分为：类别 0、类别 1、类别 2。各个类别的样本信息如图 2 所示。在类别 0 中，男性学生群体占该类别的 79%、女性群体占该类别的 21%；在类别 1 中，男性群体占该类别的 65%、女性群体占该类别的 35%；在类别 2 中则是男性群体占该类别的 61%、女性群体占该类别的 39%；三个类别在年级的分布上均表现为研究生一年级的学生数量最高。

Table 3. Analysis of inter-class differences of variables

表 3. 变量的类间差异性分析

	聚类类别(平均值 ± 标准差)		F	P
	类别 1 (n = 145)	类别 2 (n = 72)		
基本概念	0.228 ± 0.421	0.014 ± 0.118	17.841	0.0001
参数估计	0.434 ± 0.497	0.097 ± 0.298	28.048	0.0003
假设检验	0.731 ± 0.445	0.0 ± 0.0	193.889	0.0002
回归分析	0.29 ± 0.455	1.0 ± 0.0	174.944	0.0001

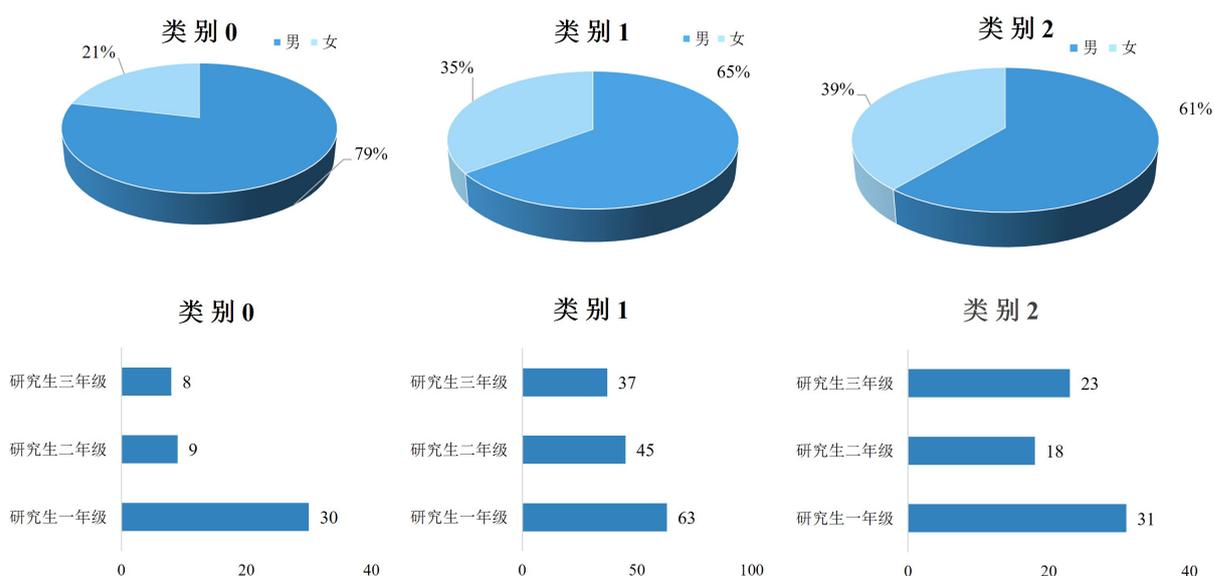


Figure 2. The basic information of the category

图 2. 类别基本信息

3.4. 不同学生群体类别学习体验感的因素分析

本研究通过对比类别 0，探究导致类别 1、类别 2 群体产生学习体验感差异的因素。CRITIC 权重法是一种比熵权法和标准离差法更好的客观赋权法，充分考虑指标变异性大小的同时兼顾指标之间的相关性，并利用数据自身的客观属性进行科学评价[9]。CRITIC 权重法已被广泛用于评估指标因素性能。

本研究利用 CRITIC 权重法综合对比三种不同类别群体造成其学习体验感差异的因素，结果如表 4 所示。根据各因素在不同类别中的权重，可以确定出“专业”是影响学习困难程度的关键因素，尤其是在类别 1 的学生中影响最大，其权重达到 61.498%，“年级”和“对课程的态度”也起到较大作用，权重分别为 11.205%和 10.278%。“对数理统计课程是否有兴趣”在类别 0 中权重最高，达到 7.032%，说明

兴趣对学习有积极影响。相比之下,“性别”影响较小,在三个类别中权重差异不大,表明对学习困难影响较弱。

Table 4. Empowerment of indicators of learning experience of different group types

表 4. 不同群体类型学习体验感指标赋权

因素	类别 0	类别 1	类别 2
	权重(%)		
性别	6.749	6.755	6.671
年级	11.857	11.205	12.193
专业	57.843	61.498	59.275
学习史	3.874	5.046	4.928
开设本课程的态度	12.644	10.278	11.140
对数理统计课程是否有兴趣	7.032	5.218	5.793

4. 结论与建议

针对不同的学生群体,造成其学习体验感产生差异的原因也有所不同。本研究对不同学生群体进行类别划分,确定出类别 0、类别 1、类别 2,即“学习感到不困难”、“基础薄弱,困难较多”、“基础较好,重难点章节薄弱”。通过分析这三个类别的学生群体,得出专业背景不同的学生群体是“学生是否感到学习困难”的重要因素,不同年级和性别的学生群体同样也表现出显著性差异,说明这两个因素在不同学习群体的分布存在统计学上的显著关联。

依据本研究结论可提供以下三点建议:

一、在教学实践中加强对专业背景的适配性教学设计,针对不同专业学生提供分层次的教学支持。如可以采用“项目 + 案例教学”模式,引入与各专业相适配且与实际生活相关的项目与案例,推行“研讨引导 + 情境模拟”教学。

二、针对类别 1 的学生群体,可以设置先导课或基础辅导环节,提供视频、讲义等辅助资源,帮助其夯实基础;对于类别 2 的学生,则应加强针对性讲解和专题训练,提升其解决复杂问题的能力。同时建议建立学生学习进展反馈机制,如自评表,每隔一到两周的时间提供一次定向的反馈表,依据反馈表信息,动态调整教学策略,针对性提高学生的学习效果。

三、不同年级的学生群体对于知识的接受程度不同,应充分考虑学生年级所处阶段的学习需求,安排教学进度与内容:针对研究生一年级学生,应注重基础知识体系的构建,系统讲授这四个章节的内容,帮助学生打好科研基础;对于研究生二年级及以上学生,由于不再进行课堂学习,可以通过科研数据或者是做项目、开设专题讲座、案例研讨等方式,继续深化对数理统计的理解,并将其应用于毕业论文或课题研究。

基金项目

2025 年河北省省级研究生示范课程立项建设项目:数理统计(项目编号:KCJSX2025076)。

参考文献

- [1] 宋贇,陶桂洪,吕振环,等. 学习行为分析支持的差异化教学模式研究——以概率论与数理统计课程为例[J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版), 2024, 26(4): 490-498.

-
- [2] 刘双花, 岑鸿, 刘海全, 等. 灰色关联分析模型在“概率论与数理统计”课堂学习状态评价中的应用[J]. 科技风, 2023(32): 53-55.
- [3] 檀亦丽, 于增平, 于珊, 等. 研究生《数理统计》课程教学质量调查与统计分析——以华北理工大学为例[J]. 课程教育研究, 2020(17): 242-243.
- [4] 万星火, 于珊, 于增平, 等. 基于熵权 TOPSIS 模型的研究生课程教学质量评价研究——以《数理统计》课程为例[J]. 教育现代化, 2019, 6(96): 149-150, 176.
- [5] 黄炜, 马花萍, 章庆勇, 等. 概率论与数理统计教学探索与实践——以新疆第二医学院为例[J]. 科学咨询, 2025(5): 112-116.
- [6] 杨盼, 李小霞, 程琦. 混合式教学模式应用分析——以概率论与数理统计课程为例[J]. 中国多媒体与网络教学学报(中旬刊), 2025(3): 91-94.
- [7] 蒙忠传, 黄敢基, 冯海珊. 概率论与数理统计混合式教学探索与实践[J]. 科教导刊, 2024(36): 83-85.
- [8] Kendall, M.G. and Smith, B.B. (1939) The Problem of m Rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*, **10**, 275-287. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177732186>
- [9] Diakoulaki, D., Mavrotas, G. and Papayannakis, L. (1995) Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The Critic Method. *Computers & Operations Research*, **22**, 763-770. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-h](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-h)