

# 《数理统计》研究生课程跨学科融合研究

## ——以河北工程大学为例

柴苑婷, 李明超, 霍京京\*

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15日; 录用日期: 2025年7月15日; 发布日期: 2025年7月25日

### 摘要

本研究以河北工程大学为例, 基于跨学科融合视角探讨《数理统计》研究生课程教学改革。针对多专业教学效果差异, 采用方差分析发现: 材料科学与工程、地质资源与地质工程学生评分显著高于其他专业, 表明实践性强或数据密集型学科更依赖跨学科案例支持; 但学生对跨学科教学的认知程度在各专业间无显著差异。为探究学科特性对优化需求的影响, 采用卡方检验显示: 矿业工程、计算机科学与技术专业对课堂内容优化的需求显著高于平均水平, 而农业工程与市政工程需求较低, 揭示了学科应用场景广度与教学需求呈正相关。通过皮尔逊相关分析验证教学效果多维协同效应, 发现“拓宽知识视野”、“提升跨学科学术能力”、“优化毕业论文质量”三者间相关系数均高于0.725, 存在显著正向协同关系。基于上述发现, 研究提出了分层教学、差异化案例库建设及动态评估机制等改进措施。

### 关键词

课程教学, 跨学科融合, 方差分析, 卡方检验, 皮尔逊相关分析

# Interdisciplinary Integration in the Graduate Course of “Mathematical Statistics”

## —A Case Study of Hebei University of Engineering

Yuanting Chai, Mingchao Li, Jingjing Huo\*

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

Received: Jun. 15<sup>th</sup>, 2025; accepted: Jul. 15<sup>th</sup>, 2025; published: Jul. 25<sup>th</sup>, 2025

### Abstract

This study explores teaching reform initiatives for the graduate course “Mathematical Statistics”

\*通讯作者。

from an interdisciplinary integration perspective, using Hebei University of Engineering as a case study. Analysis of variance revealed significant differences in teaching effectiveness across disciplines: students from Materials Science and Engineering and Geological Resources and Geological Engineering scored significantly higher than other majors. This indicates that practice-oriented or data-intensive disciplines derive greater benefit from interdisciplinary case studies. However, students' perception of interdisciplinary teaching showed no significant difference across disciplines. To investigate the influence of disciplinary characteristics on differentiated optimization needs, Chi-square analysis revealed significantly higher demand for curriculum optimization among Mining Engineering and Computer Science and Technology majors compared to the average level, while Agricultural Engineering and Municipal Engineering demonstrated lower demand. This reveals a positive correlation between the breadth of a discipline's application scenarios and its demand for curriculum optimization. Pearson correlation analysis was conducted to validate the multidimensional synergistic effects of teaching outcomes. The results indicated that the correlation coefficients among "broadening knowledge horizons", "enhancing interdisciplinary academic capabilities", and "improving thesis quality" were all above 0.725, signifying significant positive synergistic relationships among these three dimensions. Based on these findings, the study proposes improvement measures, including tiered instructional strategies, differentiated case library development, and a dynamic assessment mechanism.

## Keywords

Course Teaching, Interdisciplinary Integration, Analysis of Variance, Chi-Square Test, Pearson Correlation Analysis

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

数理统计是研究随机现象的统计规律性的一门数学学科,理论严谨,应用广泛,发展迅速并且与社会生活实际的联系十分紧密[1]。我校数理统计课程教学目标是使学生具备运用统计思维和方法独立解决本领域研究问题的能力,从而有效提升整体的科研素养和核心竞争力。随着现代科学技术的发展,数理统计的应用范畴已从医学、管理、冶金工程等传统领域扩展至人工智能、大数据等新兴交叉学科[2],这种趋势对《数理统计》课程提出了新的挑战:如何通过教学模式的革新,既夯实学生的数理统计基础,又赋能其将数理统计方法迁移到专业领域的创新能力。李慧敏等人通过将“高等数理统计”课程与研究生学术背景结合,探索了教学与科研能力协同提升的路径[3];万星火等人基于熵权 TOPSIS 模型,从教学质量评价角度强调了课程设计的实践导向[4];赵丽华等人针对研究生数理统计课程特点,结合本校办学定位和学生学情,从内容、教学方法、教学评价、师资队伍建设等方面进行深入探讨,提出建设研究生数理统计精品课程的新思路和方法[5];韦琳娜和黄敢基基于研究生公共基础课“数理统计”的教学现状和存在的问题,根据多年的教学实践,从课程的教学内容、教学方法、实践环节、考核方式等方面对如何提高教学质量进行了探讨[6];刘旭华等人充分利用统计软件,与具体专业相结合以及改革考核方式等教学改革措施,在教学过程中加强对统计思维能力的训练和培养[7];檀亦丽等人通过问卷调查、座谈会等调研方式,从教学态度、教学内容、教学方法和教学效果四个维度构建了课程教学质量评价指标体系,对教学质量进行统计分析[8];冯立超等人以“数据创新能力”为本位、“学术研究”为导向,对《数理统计》的教学模式进行了探讨[9]。本研究以河北工程大学为例,基于跨学科融合视角,通过问卷调查与

方差分析、卡方检验、皮尔逊相关分析等统计分析方法，探讨《数理统计》课程的教学改革路径。

2. 调查方案

本研究选择我校参加《数理统计》研究生课程的学生人群作为调查对象，采用问卷调查、访谈调查、电话调查的方式进行问卷发放，共发放问卷 300 份，回收 287 份，有效问卷为 264 份，有效率在 90%以上。本次调查中，男生占比 66.29%，女生占比 33.71%，对于学生年级分布情况：研究生一年级学生人数为 124 人，研究生二年级学生人数为 72 人，研究生三年级学生人数为 68 人，被调查者专业基本情况如表 1 所示：

Table 1. Professional background information of respondents

表 1. 被调查者专业背景信息表

| 指标 | 分组情况         | 频数 | 百分比    |
|----|--------------|----|--------|
| 专业 | 信息与通信工程      | 56 | 21.21% |
|    | 土木工程         | 15 | 5.68%  |
|    | 机械工程         | 19 | 7.2%   |
|    | 计算机科学与技术     | 34 | 12.88% |
|    | 矿业工程         | 15 | 5.68%  |
|    | 矿山空间信息工程     | 4  | 1.52%  |
|    | 市政工程         | 9  | 3.41%  |
|    | 供热供燃气通风及空调工程 | 8  | 3.03%  |
|    | 环境科学与工程      | 20 | 7.58%  |
|    | 地质资源与地质工程    | 12 | 4.55%  |
|    | 管理科学与工程      | 21 | 7.95%  |
|    | 水利工程         | 22 | 8.33%  |
|    | 农业水土工程       | 10 | 3.79%  |
|    | 农业工程         | 13 | 4.92%  |
|    | 材料科学与工程      | 6  | 2.27%  |

3. 数据分析

3.1. 信度效度检验

进行问卷分析之前，需要对问卷中的量表进行信度和效度检验。问卷共包含三项量表题，对矩阵量表的信度检验结果如表 2 所示，本研究采用 3 个项目对 264 名受试者进行了测量，Cronbach’s  $\alpha$  系数为 0.907，显著高于 0.9 的阈值，表明量表具有较高的内部一致性，通过信度检验。

Table 2. Table of Cronbach’s alpha reliability coefficients

表 2. Cronbach 信度系数表

| 名称             | 校正项总计相关性 | 项删除的 $\alpha$ 系数 | Cronbach’s $\alpha$ 系数 |
|----------------|----------|------------------|------------------------|
| 拓宽知识视野和思维方式    | 0.791    | 0.885            | 0.907                  |
| 跨学科学术研究能力(如竞赛) | 0.811    | 0.871            |                        |
| 毕业论文质量         | 0.84     | 0.840            |                        |

随后，使用 KMO 和 Bartlett 检验进行效度检验，从表 3 可以看出：KMO 值为 0.747，介于 0.7~0.8 之间，表明本研究数据适合提取信息。

**Table 3.** Table of KMO and bartlett’s test of sphericity results  
**表 3.** KMO 和 Bartlett 检验结果表

|                |      |         |
|----------------|------|---------|
| KMO 值          |      | 0.747   |
| Bartlett 球形度检验 | 近似卡方 | 509.010 |
|                | df   | 3       |
|                | p 值  | 0.000   |

3.2. 跨学科融合教学对不同专业学生认知差异与成效影响研究

为探究不同专业学生对跨学科融合教学的认知差异及其对学习成效的影响，本研究采用方差分析 (ANOVA)进行组间比较。ANOVA 适用于多组间连续变量的均值差异检验，尤其当自变量为分类变量如专业类别，因变量为连续变量如学习效果评分时，可有效识别各组间是否存在显著差异。本研究中，涉及 15 个专业群体，需比较其课程效果评分的均值差异。

**Table 4.** Table of analysis of variance results  
**表 4.** 方差分析结果表

| 专业(平均值±标准差)         | 学科融合对于学习帮助程度 | 跨学科教学了解程度   |
|---------------------|--------------|-------------|
| 信息与通信工程(n = 56)     | 1.88 ± 0.83  | 2.20 ± 0.77 |
| 土木工程(n = 15)        | 1.73 ± 0.46  | 2.40 ± 0.91 |
| 机械工程(n = 19)        | 1.42 ± 0.61  | 2.26 ± 0.56 |
| 计算机科学与技术(n = 34)    | 1.74 ± 0.83  | 2.18 ± 0.94 |
| 矿业工程(n = 15)        | 2.07 ± 0.96  | 2.47 ± 0.74 |
| 矿山空间信息工程(n = 4)     | 1.75 ± 0.50  | 2.50 ± 0.58 |
| 市政工程(n = 9)         | 1.56 ± 0.53  | 2.00 ± 0.71 |
| 供热、供燃气、通风及空调(n = 8) | 1.63 ± 0.74  | 2.38 ± 0.74 |
| 环境科学与工程(n = 20)     | 1.55 ± 0.51  | 2.30 ± 0.66 |
| 地质资源与地质工程(n = 12)   | 2.17 ± 0.83  | 2.42 ± 0.51 |
| 管理科学与工程(n = 21)     | 1.52 ± 0.51  | 2.10 ± 0.54 |
| 水利工程(n = 22)        | 1.50 ± 0.60  | 2.09 ± 0.68 |
| 农业水土工程(n = 10)      | 1.70 ± 0.67  | 2.20 ± 0.42 |
| 农业工程(n = 13)        | 1.77 ± 0.73  | 2.23 ± 0.44 |
| 材料科学与工程(n = 6)      | 2.67 ± 1.51  | 2.50 ± 0.55 |
| F                   | 1.984        | 0.576       |
| p                   | 0.020*       | 0.883       |

由表 4 结果可知，跨学科融合教学在课程效果上存在显著差异，p 值为 0.02，而学生对于跨学科教学了解程度在各专业间无显著差异，p 值为 0.883。

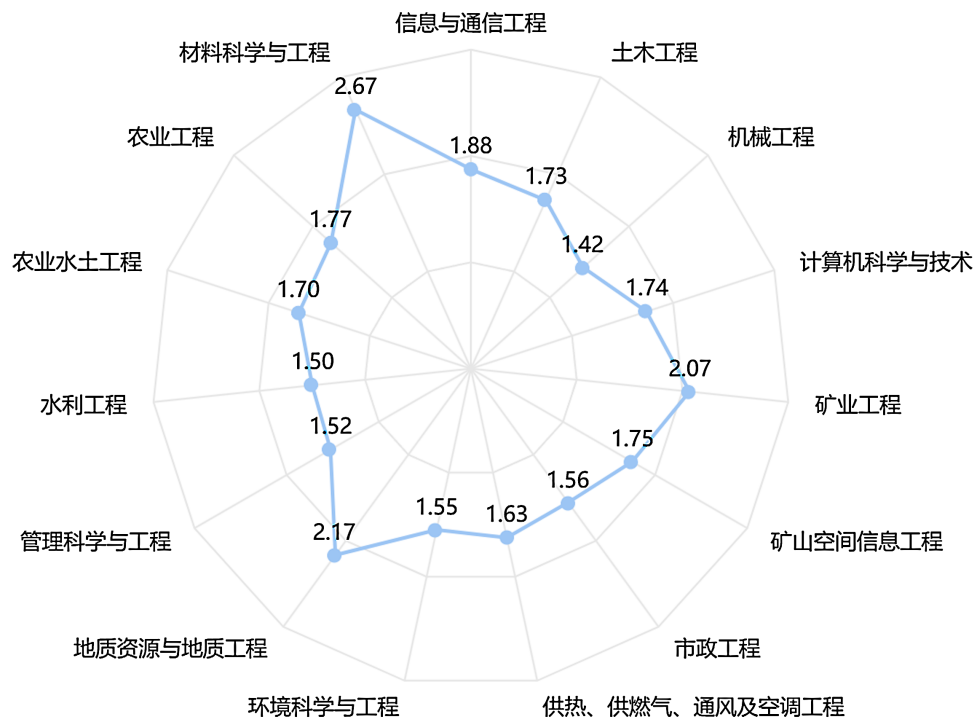


Figure 1. Radar chart of course effectiveness  
图 1. 课程效果雷达图

由图 1 可知，材料科学与工程、地质资源与地质工程及矿业工程专业学生的评分显著高于其他专业，而学生对跨学科教学的认知程度在各专业间无显著差异。

### 3.3. 基于卡方检验的跨专业学科融合需求差异性研究

针对不同专业学生对课程改进需求，即案例设计、课堂内容优化、课后作业和其他四个方面，本研究采用卡方检验，卡方检验适用于分析分类变量间的关联性，可检验观察频数与期望频数的偏离程度。课堂改进需求的四个选项均包含选中与未选中，为二分类变量，本研究需验证每个选项所形成的二分类变量与专业类别这个多分类变量是否独立。

由表 5 可知，案例设计、课后作业及其他改进需求在不同专业间未呈现显著差异，而对于课堂内容改进需求，其  $p$  值为 0.014，存在显著差异。

根据图 2 结果可知在课堂内容需求方面，矿业工程、计算机科学与技术专业的学生需求显著高于平均水平，选中比例分别为 60.00%和 55.88%；而农业工程与市政工程专业学生对课堂内容优化的需求显著低于平均水平，未选中比例分别为 92.31%和 88.89%；因此，在教学过程中需进一步关注教学细节的差异化需求。

### 3.4. 跨学科教学效果三维度关联性研究

为验证跨学科教学在“知识视野”、“学术能力”和“论文质量”三个维度的协同效应，本研究采用皮尔逊相关分析(Pearson correlation)，其核心优势在于能够量化两个连续变量间的线性相关强度，皮尔逊相关系数的取值范围为 $[-1, 1]$ ，绝对值越接近 1 表明变量间关联性越强。

由表 6 结果所示，“知识视野”与“学术能力”的相关系数为 0.725，“知识视野”与“论文质量”的相关系数为 0.773，“学术能力”与“论文质量”的相关系数则达到 0.799，三组系数均显著高于 0.5，表明跨学科教学效果的三个维度之间存在紧密的正向协同关系，可视化结果如图 3 所示。

Table 5. Table of chi-square test statistics  
表 5. 卡方分析结果表

| 题目   | 是否选中 | 专业   |      |      |     |      |          |      |          |         |      |      |      |        |      |      | 总计  | $\chi^2$ | p      |
|------|------|------|------|------|-----|------|----------|------|----------|---------|------|------|------|--------|------|------|-----|----------|--------|
|      |      | 信息通信 | 土木工程 | 机械工程 | 计算机 | 矿业工程 | 矿山空间信息工程 | 市政工程 | 供热燃气通风空调 | 环境科学与工程 | 地质资源 | 管理科学 | 水利工程 | 农业水土工程 | 农业工程 | 材料科学 |     |          |        |
| 案例设计 | 未选中  | 31   | 5    | 10   | 13  | 6    | 1        | 3    | 6        | 7       | 5    | 8    | 5    | 6      | 4    | 4    | 114 | 17.113   | 0.250  |
|      | 选中   | 25   | 10   | 9    | 21  | 9    | 3        | 6    | 2        | 13      | 7    | 13   | 17   | 4      | 9    | 2    | 150 |          |        |
| 课堂内容 | 未选中  | 26   | 9    | 12   | 15  | 6    | 3        | 8    | 4        | 12      | 9    | 17   | 13   | 8      | 12   | 5    | 159 | 27.991   | 0.014* |
|      | 选中   | 30   | 6    | 7    | 19  | 9    | 1        | 1    | 4        | 8       | 3    | 4    | 9    | 2      | 1    | 1    | 105 |          |        |
| 课后作业 | 未选中  | 44   | 13   | 17   | 24  | 12   | 4        | 9    | 6        | 11      | 10   | 18   | 13   | 8      | 10   | 5    | 204 | 18.256   | 0.195  |
|      | 选中   | 12   | 2    | 2    | 10  | 3    | 0        | 0    | 2        | 9       | 2    | 3    | 9    | 2      | 3    | 1    | 60  |          |        |
| 其他   | 未选中  | 49   | 11   | 16   | 31  | 13   | 3        | 7    | 7        | 19      | 7    | 18   | 18   | 6      | 11   | 4    | 220 | 16.534   | 0.282  |
|      | 选中   | 7    | 4    | 3    | 3   | 2    | 1        | 2    | 1        | 1       | 5    | 3    | 4    | 4      | 2    | 2    | 44  |          |        |

\*p < 0.05, \*\*p < 0.01.

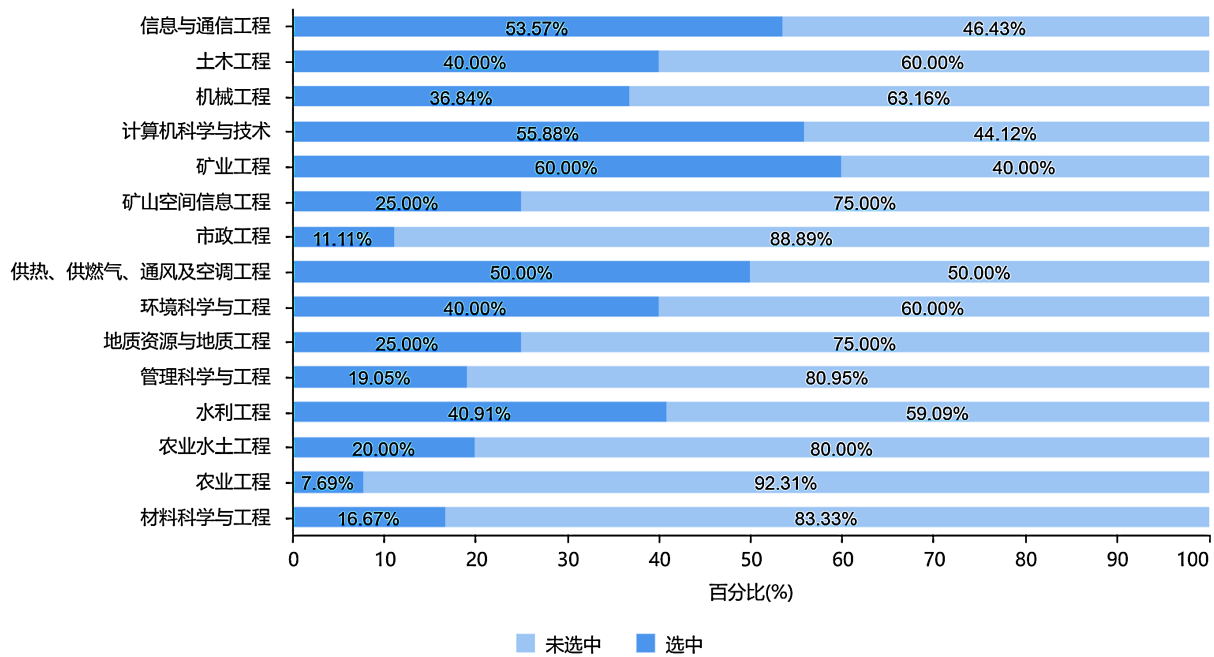


Figure 2. Cross-tabulation chart of academic major and classroom content needs  
图 2. 专业与课堂内容需求交叉分析图

Table 6. Table of Pearson correlation coefficients  
表 6. 皮尔逊相关分析表

|             | 平均值   | 标准差   | 拓宽知识视野和思维方式 | 跨学科学术研究能力 | 毕业论文质量  |
|-------------|-------|-------|-------------|-----------|---------|
| 拓宽知识视野和思维方式 | 4.652 | 0.663 | 1           | 0.725**   | 0.773** |
| 跨学科学术研究能力   | 4.699 | 0.638 | 0.725**     | 1         | 0.799** |
| 毕业论文质量      | 4.629 | 0.719 | 0.773**     | 0.799**   | 1       |

\*\*p < 0.01.

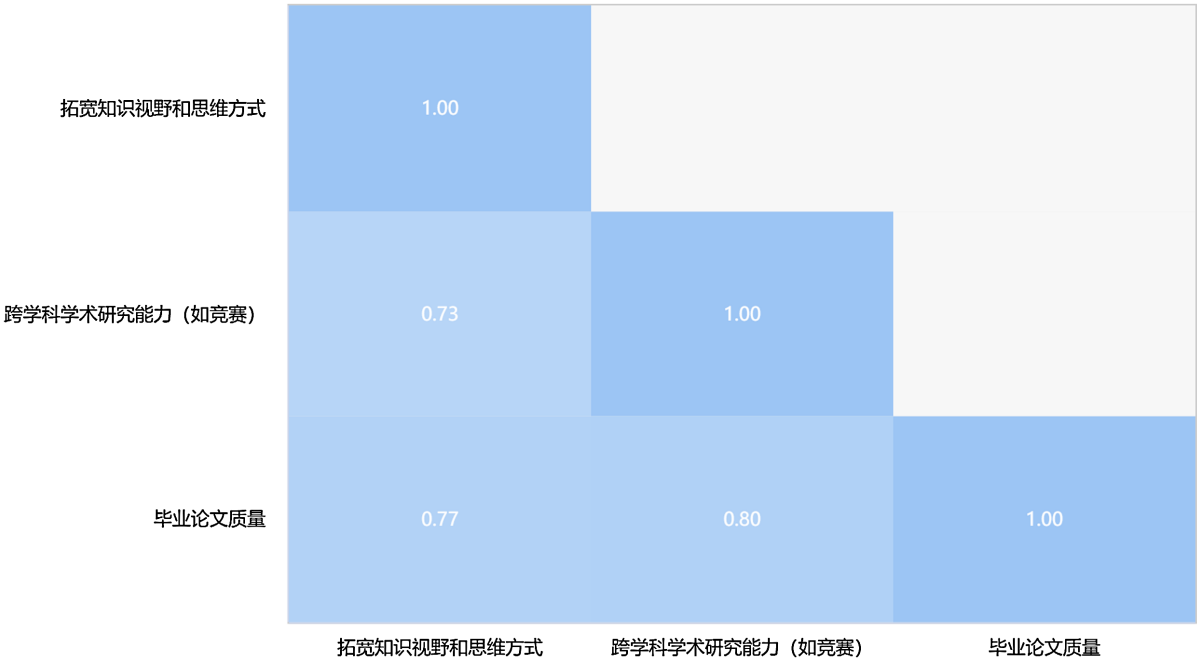


Figure 3. Visualization of Pearson correlation  
图 3. Person 相关可视化图

4. 结论与建议

本研究基于跨学科融合视角，系统探讨了《数理统计》研究生课程的教学效果、专业差异与需求特征，揭示了以下结论：

1. 教学效果具有专业差异性，跨学科教学模式的引入对于材料科学与工程、地质资源与地质工程及矿业工程的教学效果更为显著，而机械工程、水利工程等专业评分较低，说明不同专业学生的研究方向不同，从而对于跨学科融合接受程度存在一定差异。
2. 不同专业的学生在跨学科融合需求方面具有分化特征，矿业工程、计算机科学与技术专业的学生对于课堂内容的需求显著高于平均水平，而农业工程与市政工程专业学生对课堂内容优化的需求低于平均水平。因此，在教学过程中需进一步关注课堂内容的差异化需求。
3. 课程教学效果在“知识视野”、“学术能力”和“论文质量”三个维度之间存在较高正相关性，打破传统课程设计中各目标相互孤立的误区，证明知识视野的拓宽会同步提升学术能力与论文质量。

据此提出以下改进措施：

1. 对于课程教学效果差异，建议分层优化教学策略：对机械工程、水利工程等低评分专业，设计结合学科场景的统计案例；对材料科学、地质资源等高评分专业，引入更多相关学科的前沿知识和技术，开展跨学科的研究项目、案例分析等，强化学生复杂问题解决能力。
2. 跨学科融合需求方面，可同步优化课后作业，并提供线上资源支持。对于矿业工程、计算机科学与技术专业可融合数据分析模型、算法性能验证等实践内容，而农业工程与市政工程专业则精简理论冗余，增设前沿案例，激发学习兴趣。此外可通过对学生进行问卷调查、访谈或数据分析等方式，精准把握不同专业学生对课堂内容的具体需求和期望。
3. 为提升课程综合效果，建议将数学建模、创新创业竞赛等嵌入教学，促进知识迁移；针对论文质量短板，可实施分层教学，将课程分为基础和高阶模块，满足差异化需求。此外可通过模块化习题，定

期反馈机制与动态评估体系，持续优化学科融合路径，确保统计方法与专业需求的高效协同。

## 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] 李星军. 《概率论与数理统计》的学习方法介绍[J]. 科技信息, 2009(6): 425.
- [2] 宫春梅. 基于创新能力培养的研究生《数理统计》课程教学研究[J]. 创新创业理论与实践, 2020, 3(16): 25-26.
- [3] 李慧敏, 江绍萍, 覃文杰. 学科交叉背景下研究生“高等数理统计”课程建设路径探析[J]. 科教导刊, 2024(8): 68-70.
- [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] 赵丽华, 牛晓星, 王旦霞. 工科硕士研究生数理统计课程教学改革与实践[J]. 大学数学, 2024, 40(6): 47-56.
- [6] 韦琳娜, 黄敢基. 研究生公共基础课“数理统计”教学研究[J]. 高教学刊, 2017(15): 79-80, 83.
- [7] 刘旭华, 田英, 陈薇. 对研究生数理统计课程教学的思考与探索[J]. 高等农业教育, 2010(7): 76-78.
- [8] 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.
- [9] 冯立超, 刘春风, 阎少宏, 等. 大数据时代下研究生“数理统计”的教学模式新探讨[J]. 科技创新导报, 2017, 14(34): 153-154.