

面向应用统计专硕的空间数据分析进阶式案例 教学体系构建与实践

王波, 李哲源*, 杜雲泰

河南大学数学与统计学院, 河南 开封 475000

DOI: 10.61369/TACS.2025140046

摘 要 : 随着空间数据爆发式增长, 培养应用统计硕士生的空间数据分析能力迫在眉睫。针对教学中理论与实践脱节、案例碎片化等问题, 本文构建“基础技能—应用探索”两阶段进阶式教学案例体系, 包含两个典型案例: 河南省空气质量空间插值与可视化、气象要素对冬小麦产量的函数型影响。本文阐述了各案例核心内容及设计理念, 实践表明该体系可贯通全能力链路, 提升学生实践与创新能力, 为高端人才培养提供可复制方案。

关 键 词 : 案例教学; 应用统计专硕; 空间数据分析; 进阶式学习

Advanced Spatial Data Analysis for Master's Degree in Applied Statistics Construction and Practice of Case Teaching System

Wang Bo, Li Zheyuan*, Du Yuntai

School of Mathematics and Statistics, Henan University, Kaifeng, Henan 475000

Abstract : With the explosive growth of spatial data, it is urgent to cultivate the spatial data analysis ability of master's students in applied statistics. This article constructs a two-stage advanced teaching case system of "basic skills – exploring application" to address the problems of theoretical and practical disconnection and fragmented cases in teaching. It includes three typical cases: spatial interpolation and visualization of air quality in Henan Province, and functional impact of meteorological elements on winter wheat yield. This article elaborates on the core content and design concepts of each case. Practice has shown that this system can connect the entire ability chain, enhance students' practical and innovative abilities, and provide replicable solutions for the cultivation of high-end talents.

Keywords : case-based teaching; master's degree in applied statistics; spatial data analysis; advanced learning

引言

案例教学是一种实践型教学方式, 是培养应用统计专硕应用型人才的关键途径, 该专业旨在培养运用统计学理论方法解决各领域实际数据分析和决策问题的专门人才。但传统教学侧重统计理论传授与孤立方法演练, 难以让学生体会统计方法在真实场景的应用价值, 易导致“知行分离”, 空间数据分析领域的的数据预处理、模型实现等难点, 进一步加剧了教学与实践的脱节。空间统计学在智慧城市、精准农业等多领域应用日益凸显, 需掌握专属技术, 案例教学可弥合理论与实践鸿沟, 但现有案例存在碎片化、与行业前沿脱节等不足。

国内外教育研究表明, 案例教学能有效弥合理论与实践的鸿沟。例如, 建构主义学习理论^[1]强调, 学习是学习者主动建构意义的过程, 案例教学通过真实情境^[2]的呈现, 为学生提供了探索和意义建构的平台, 可视化平台可增强案例的交互性和实效性^[3]。但现有案例教学仍存在不足: 案例设计缺乏系统性和进阶性; 与行业前沿需求脱节^[4]; 评价方式单一^[5]。

本文设计了进阶式空间数据分析教学案例体系, 给出两个核心案例由浅入深、覆盖多领域与关键技术, 旨在为应用统计专硕实践教学改革提供有效范本。

项目信息:

2022年度河南大学研究生教育教学改革研究与实践项目“‘双一流’背景下地方高校专业学位研究生创新实训培养模式探索——以应用统计专业硕士研究生为例”(编号: YJSJG2022XJ006);

2023年度河南大学本科教学改革研究与实践项目“基于交互式 Shiny 应用的《时间序列分析》教学实践”(编号: HDXJG2023-063)。

通讯作者: 李哲源, 河南大学数学与统计学院, 研究员, fletingwaves@163.com。

一、案例教学的理论依据与设计理念

建构主义认为学习是学习者主动建构意义的过程^[6-7]，案例教学通过真实情境为其提供探索平台；情境学习理论强调学习与实践情境密不可分^[2]，本体系案例均采用真实数据源，助力学生知识、技能与职业素养协同发展。此外，Vygotsky 的“最近发展区”理论，为案例体系的层级进阶设计提供了理论支撑^[7]。

基于上述理论，本案例体系的设计遵循进阶式学习和全链路能力培养的核心理念，在跨学科整合与前沿方法应用方面，强调案例教学应具备“实践性”和“前沿性”。在教学设计上，本体系还融入了“成果导向教育”（OBE）理念^[8]，以学生最终能达成的能力目标为导向，反向设计案例内容和评价标准。

二、案例体系

本节将详细阐述所构建的两个教学案例，每个案例均围绕案例背景、数据内容、核心方法与技术、实施步骤及预期学习产出展开。案例设计基于真实数据源，避免使用虚构或模拟数据，以增强教学的真实性和实效性。

案例一：基于薄板样条法的空气质量空间插值与交互可视化

随着公众对环境质量关注度提升，空气质量实时可视化成为环境监测关键环节。本案例以河南省空气质量监测为背景，教学目标为培养学生数据爬取清洗、薄板样条空间插值及交互式可视化开发能力，帮助学生理解空间数据的环境应用价值，为后续案例奠定基础。

案例数据来源于中国环境监测总站发布的公开 API，学生通过 Python 编程实现自动爬取数据，用以训练学生的数据工程能力。案例涉及的核心应用统计学方法与技术包括：（1）薄板样条（Thin Plate Spline）空间插值法。案例实施过程中，学生先学习数学原理，再练习通过最小化弯曲能量函数实现平滑插值；（2）可视化技术。学生使用 Web 开发框架（如 Flask）将插值结果集成为交互式网页，支持用户动态查询和地图缩放。

案例的具体实施步骤包括数据获取与清洗、模型构建和系统集成。要求学生产出可动态更新的河南省空气质量交互式网页，以及一份详细的技术报告，报告需包含数据预处理、模型选择依据、可视化设计逻辑等内容。重点培养学生数据爬取与工程能力、基础空间建模能力以及数据产品开发能力。案例难度适中，适合作为入门项目，帮助学生建立空间数据分析的全流程认知。

案例二：基于函数型回归的气象要素对冬小麦产量影响分析

粮食安全是国家重大战略，本案例聚焦农业气象领域，探究河南气象要素连续变化对冬小麦产量的影响。教学目标为引入函数型数据分析（FDA），培养学生处理高维连续数据、解决跨学科问题的能力，让学生通过建立函数型回归模型，体会统计学在精准农业中的应用。

本案例数据包括县级尺度的历史冬小麦单产数据（来自国家统计局）、逐日气象数据（如降水、温度、太阳辐射，来自中国气象局）以及冬小麦物候期资料（如播种、拔节、成熟期）。数据

时间跨度建议为 10-20 年，以捕捉长期趋势。

案例核心是让学生理解和掌握函数型数据分析（FDA）这一应用统计学方法。案例的具体实施步骤包括数据预处理、模型构建和结果解释。最后，由学生撰写学术论文式报告，包括引言、方法、结果、讨论等部分，并提交预测模型原型代码。通过本案例，学生将掌握 FDA 方法的核心思想，产出学术论文报告和预测模型代码，重点培养其处理高维数据、应用前沿方法以及跨学科协作的能力。案例剪难度高，适合作为中高阶探索项目。

三、教学实施过程与效果评估

为验证案例体系的有效性，我们自 2025 年春季起，将案例教学融入应用统计专硕一年级春季学期核心课程“应用统计软件”，实施对象为 2024 级学生 36 人。

教学实施过程包括课前准备、课堂组织和阶段性考核。效果评估借鉴了熊思灿^[9]的评价理念，其中过程性评价占比 60%，包括课堂参与度、小组协作表现、代码质量、中期报告等，成果性评价占比 40%，基于最终产出的技术报告、可视化系统或学术论文，由教师和行业专家共同评分，重点考察方法的正确性、结果的创新性和报告的专业性。

对比 2023 级实施数据可知：学生成绩优秀率（≥ 90 分）由传统教学 20% 提升至 35%，体现案例教学对能力提升的显著作用。问卷显示，95% 学生学习兴趣增强，90% 认为跨学科案例拓宽视野，88% 反映编程与实践能力明显提高。学生还建成可部署空气质量平台，并获 2025 全国应用统计案例大赛华中赛区二等奖，充分彰显案例教学实效。

四、案例设计原因的深度分析

本案例体系的设计绝非方法的简单堆砌，其背后蕴含着对应用统计专硕核心能力培养的深刻思考与系统规划，其深层逻辑主要体现在以下三方面。

首先，案例设计贯彻了知识整合性贯通原则和能力指向性的阶梯式递进策略。本案例打破统计学专业课程壁垒，实现多模块知识有机融合。这一理念体现了袁本涛等^[9]对专业学位培养的“整合性”要求，强调理论向实践的转化。两个案例的能力目标逐层提升，设计符合认知规律，与“三维形式体系”层次性相呼应。

其次，案例选题是对行业新需求与学术前沿的敏锐响应。案例对接环境、交通、农业等热点领域，贴合应用统计专硕就业方向，助力学生积累实践经验；同时，引入 GAM、FDA 等前沿方法，使学生接触到学术界和工业界正在使用的先进工具，保持了教学内容的前瞻性。这体现了周少玲等^[10]强调的案例应“注重实践性”和“符合教学目标”。

第三，案例体系对难度与复杂度进行精细化调控。设计贴合学生认知规律，案例一目标清晰、路径规范，帮助学生快速入门、树立信心；案例二数据与模型更复杂，聚焦前沿理论与

算法。采用逐步递进的方式，有效减轻学习压力、提升教学效果，学术深度与社会价值同步提升，激发学生学术志趣与社会责任感。

五、结论与展望

本文构建的进阶式空间数据分析案例教学体系，是应用统计专硕培养模式的有益探索。该体系以“真实问题、前沿方法、完整流程、能力递进”为核心，通过两个难度与领域逐层递进的案

例，融合统计理论、计算技术与领域知识。实践表明，其可显著提升学生实践能力、创新思维与职业素养，为高端统计人才培养提供可复制方案。

总之，案例教学是连接统计理论与应用实践的关键桥梁。本论文所提出的案例体系框架与设计思路，深化了对于实践型人才培养规律的认识，可为同类院校应用统计专业硕士的实践教学提供有益参考，助力培养出更多能够适应大数据时代要求的高素质、应用型统计人才。

参考文献

- [1]DEWEY J. Experience and Education[M]. New York: Kappa Delta Pi, 1938.
- [2]LAVE J, WENGER E. Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- [3] 刘今子, 邸伟娇, 杜辉, 王晶, 杨云峰, 赵提财. 结合数学建模思想完善研究生《应用统计》案例式教学改革 [J]. 科技视界, 2015(12): 42,75.
- [4] 刘燕, 冯三营. 应用统计专业硕士教学案例建设与评价系统研究 [J]. 高教学刊, 2025(6): 13-17.
- [5] 王丰效. 应用统计专业学位研究生培养模式创新与实践 [J]. 科学咨询, 2023(7): 184-186.
- [6]PIAGET J. Genetic Epistemology[M]. New York: Columbia University Press, 1970.
- [7]VYGOTSKY L S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- [8]SPADY W G. Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers[M]. Arlington: American Association of School Administrators, 1994.
- [9] 袁本涛, 胡轩, 杨力劳. 目标与路径: 专业学位培养方案的内容分析 [J]. 高等工程教育研究, 2015(5): 136-143.
- [10] 周少玲, 王小胜, 张振辉. 应用统计专业硕士研究生课程案例库建设研究 [J]. 教育观察, 2021, 10(21): 106-108.