

人工智能应用背景下生物统计课程教学的探索应用

郭慧娟 李春艳 雷宇晨 刘涛 石培春

石河子大学, 中国·新疆 石河子 832003

摘要: 随着人工智能技术, 特别是机器学习和深度学习, 在生物医学研究中的爆发式应用, 传统的《生物统计》课程教学面临理论与实践脱节、工具方法滞后等严峻挑战。本文旨在探讨将人工智能应用深度融入生物统计学教学的必要性与可行性。改革核心在于构建一个“统计为基, AI 为翼”的融合课程体系, 通过重塑教学内容、革新教学模式与优化评价体系, 培养学生的数据科学复合能力。本研究提出了一套具体的教改实施方案, 并分析了可能面临的挑战与应对策略, 以期农学背景下生物统计及相关专业的课程改革提供参考。

关键词: 生物统计; 人工智能; 教学改革; 数据科学; 机器学习; 课程融合

Exploration and Application of Biostatistics Course Teaching in the Context of Artificial Intelligence Applications

Guo Huijuan, Li Chunyan, Lei Yuchen, Liu Tao, Shi Peichun

Shihezi University, China Xinjiang Shihezi 832003

Abstract: With the explosive application of artificial intelligence technologies, particularly machine learning and deep learning, in biomedical research, traditional teaching of the *Biostatistics* course faces severe challenges such as a disconnect between theory and practice, and outdated tools and methods. This paper aims to explore the necessity and feasibility of deeply integrating AI applications into biostatistics teaching. The core of the reform lies in constructing an integrated curriculum system of "statistics as the foundation, AI as the wings", by reshaping teaching content, innovating teaching models, and optimizing the evaluation system to cultivate students' data science composite capabilities. This study proposes a specific implementation plan for teaching reform and analyzes the potential challenges and countermeasures, providing a reference for curriculum reform in biostatistics and related majors under the agricultural background.

Keywords: Biostatistics; Artificial intelligence; Teaching reform; Data science; Machine learning; Curriculum integration

0 引言

生物统计学是运用数理统计的原理与方法, 对生物领域的各类现象、实验及调研数据开展分析解读, 是生命科学研究中不可或缺的工具。生物统计学是连接生命科学现象与数学逻辑之间的桥梁, 能从纷繁复杂的生物数据中挖掘内在规律、甄别偶然差异, 让研究结论更具科学性与说服力。这门交叉学科已深度融入现代医学、公共卫生、基因组学、药理学等诸多领域, 既是科研设计、数据分析、成果验证的核心支撑, 也是相关领域发展的基石性方法论学科^[1-3]。

生物统计学是一门应用性与实践性极强的工具课程, 课程核心围绕统计原理展开, 着重培养学生运用各类数据分析方法解决实际问题的能力。它以农业生产、生物科研中积累的大量实测数据为依托, 结合概率论相关知识, 对各类试验结果进行整理、分析与解读, 进而挖掘生命现象与农业生产背后的客观规律, 为相关领域的科学研究筑牢数据根基。对于农学、生物学专业的学生来说, 熟练掌握生物统计学知识, 并灵活运用专业方法处理工作与科研中遇到的各类问题, 有着不可替代的重要意义。该课程不仅能帮助学生规范试验设计、科学处理试验数据, 还能培养

严谨的科研思维与数据分析素养,是开展专业研究、完成学术实践的必备技能。长久以来,国内教育工作者针对生物统计学的教学改革开展了大量探索与实践,目前已取得十分丰富的研究成果。这些实践经验与研究结论,为课程进一步优化教学模式、强化实践教学、推动理论知识与专业应用深度结合提供了有力支撑,也为后续课程提质增效、提升人才培养质量奠定了坚实基础^[4-5]。

然而,近年来随着人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术的迅猛发展,特别是以 OpenAI、DeepSeek 为代表的人工智大模型出现以后,各个学科领域都面临着变革与创新,特别是对于高等教育的课程教学工作。^[7]从高维基因组学数据的模式识别、医学影像的智能诊断,到临床预测模型的构建与药物发现, AI 技术已成为处理大规模、多维度、非线性复杂生物数据的强大引擎。这使得行业对人才的需求发生了根本性转变:从“会使用统计软件的分析者”转向“能理解数据、掌握统计原理、并能运用智能算法解决实际问题的数据科学家”。在 AI 时代,不仅要注重生物统计学课程知识和技能的传授,更要加强课程思政建设,使学生在掌握专业知识技能的同时,形成正确的世界观、人生观、价值观,培养学生的创新精神、团队合作精神和责任感等思政素养,这对于生物信息学学科的发展以及为国家和社会培养高素质人才具有深远意义^[8]。

在此背景下,现有《生物统计》课程暴露出明显短板:内容上,与前沿 AI 应用割裂;方法上,对高维数据、非结构化数据处理能力训练不足;工具上,对 Python、TensorFlow/PyTorch 等 AI 生态工具涉猎甚少。因此,为了适应人工智能时代,推动《生物统计》课程与人工智能应用的深度融合,通过智能化教学平台,以个性化的方式满足学生多样化的学习需求^[9]。这不仅是学科发展的内在要求,更是培养适应未来农学、生命科学、医学等研究的创新型、复合型人才的需求。

1 传统《生物统计》课程教学面临的现状与问题

该课程作为农学、生命科学、医学等领域科研必备的核心工具课程,是连接生物学理论与实证研究、数据解析与科学决策的关键桥梁,其教学质量直接决定学生的科研

素养与数据处理能力。但当前传统教学模式深陷多重困境,课程价值与教学实效严重脱节,难以适配现代生物科学研究与行业发展需求。从学生层面来看,由于多数本科生、研究生尚未接触完整科研训练,缺乏真实科研场景下的数据处理、试验设计与统计分析实践经验,无法深刻理解生物统计在科学研究中的核心作用与应用价值,普遍将其视为抽象难懂的理论课程,进而导致学习目标模糊、主动性匮乏,被动应付式学习成为常态^[10]。

在教师教学与课程实施层面,传统模式弊端凸显。教学内容本身具有较强逻辑性与抽象性,理论原理、公式推导、统计假设等知识点枯燥晦涩,而课堂仍以“教师讲、学生听”的单向灌输式授课为主,形式单一僵化,缺乏互动探究与实践引导,难以激发学生学习兴趣。教材体系与教学案例严重脱离学生认知实际,案例多为理想化的经典场景,与学生专业领域的科研实践脱节,导致学生无法将抽象理论与具体问题关联,理解难度大幅增加。^[11]同时,教学导向严重偏离工具性课程的应用本质,教学重心过度聚焦公式记忆、定理背诵与应试解题,而非引导学生理解统计方法的核心逻辑、适用场景与实践应用,学生虽能机械记忆公式,却无法解决真实科研中的统计问题,完全违背了课程培养科研应用能力的初衷。

更突出的是,课程体系与行业前沿、科研需求严重脱节,呈现明显滞后性。教学内容长期局限于 t 检验、方差分析、卡方检验等经典统计方法,对当前生物科研中广泛应用的机器学习、深度学习等现代预测与模式识别技术缺乏系统讲解,难以满足前沿研究对多维度数据解析的需求。教学案例与数据资源陈旧老化,多依赖小型、标准化、无噪声的结构化经典数据集,无法贴合当下农学、生物学研究中多组学数据、遥感影像数据、原位观测数据等大规模、高精度、非结构化数据的特征,学生难以掌握真实场景下的数据处理逻辑。工具教学与行业需求脱节严重,课程过度依赖 R、SPSS 等传统软件,而前沿科研与产业界已全面转向以 Python 为核心的现代数据科学栈,导致学生掌握的技能与市场、科研所需存在明显鸿沟。此外,能力培养存在严重片面性,课程侧重统计推断的解释性能力训练,忽视预测性模型的构建、评估、优化能力,更缺乏数据清洗、

分析、可视化、模型迭代等完整数据科学管道的系统化实践训练,最终培养出的学生难以适配现代生物科学研究对复合型数据人才的核心要求^[12]。

2 教学改革理论框架:“STAT-AI”融合模型

针对现阶段农学、生命科学等数据类课程教学中经典统计与人工智能教学割裂、重方法灌输轻思维培养、理论知识与产业实际脱节等普遍性痛点,本文创新性提出 STAT-AI 融合教学模型。该模型立足于生物农学专业的数据教学特征,打破传统统计课程与 AI 课程的教学壁垒,整体核心理念是以夯实经典统计学思想为底层根基,以多元化人工智能技术方法为拓展延伸,双向打通两类技术的内在逻辑关联,弥补单一教学模式的短板,实现数据分析方法论的互补融合与迭代升级,适配新时期生物农学复合型数据分析人才的培养需求。模型拆解为 S、T、A、T、AI 五大核心模块,各模块相辅相成、有机统一,构成完整的立体化教学体系。S (Solid Foundation) 即筑牢扎实的统计底层基础,概率论、概率统计分布、参数假设检验、置信区间构建、线性回归模型等经典统计理论,是所有数据分析模型的本源内核,也是学生读懂 AI 算法底层逻辑、辨析模型优劣的关键前提,因此教学过程中需重点强化基础理论讲解,杜绝重算法套用、轻原理认知的浅层化学习问题。T (Thinking) 指兼顾双向思维培育,平衡统计思维与人工智能思维的教学比重,一方面引导学生依托 p 值完成关联分析、因果推断,养成严谨的统计分析思维;另一方面聚焦模型预测精度、泛化性能两大核心指标,塑造学生适配大数据场景的算法优化思维。A (Application-Driven) 确立问题驱动的教学导向,摒弃传统方法驱动的固化授课模式,所有知识点、算法模型均围绕病虫害预测、作物育种分析、农业资源配置等真实生物农学场景设计教学案例,引导学生结合问题特征自主匹配经典统计或智能算法,提升学生解决实际问题的综合能力。第二个 T (Toolchain) 聚焦现代化工具链赋能,推行 Python 与 R 双语言并行教学模式,在夯实基础数据分析语法的前提下,深耕 scikit-learn 开源函数库的实操教学,覆盖数据预处理、模型训练、结果验证等全机器学习流程,同时普及主流深度学习

框架的基础应用,适配不同层级数据分析任务。最后的 AI (Integration) 强调人工智能与统计学的深度内化融合,摒弃将 AI 作为独立附加内容的教学模式,将人工智能视作复杂生物农学数据分析的自然拓展手段,深度拆解 AI 算法背后蕴含的统计学内核,重点阐释正则化约束、模型筛选机制、梯度下降优化原理、交叉验证策略、偏差-方差权衡等核心逻辑,让学生贯通两类技术的底层本质,真正实现知其然更知其所以然。

3 课程改革实施路径

在 AI 技术的赋能下,生物统计教学目标应在传承知识讲授与基础能力培养的基础上,转向更加注重学生自主学习能力、创新思维能力及运用 AI 工具解决实际问题的综合素质培养。借助 AI 的个性化支持,可引导学生主动探索知识,养成独立思考与自主学习的习惯;鼓励其运用 AI 进行建模、数据分析等实践,提升解决真实问题的能力;同时激发创新意识与探索精神,使学生能够适应未来社会对生物统计应用能力的高层次需求,从而为其终身学习与职业发展奠定坚实基础。

3.1 教学内容重组与模块化设计

将课程分为三大模块:

模块一:核心统计基础与数据探索(1/3 学时)。巩固描述统计、概率分布、参数/非参数检验、相关与线性回归。重点讲授遥感影像、传感器时序数据、基因组序列、气象数据等多源数据的特性,并结合 Python/Pandas, OpenCV 进行数据清洗、标准化、特征工程及可视化,替代部分传统软件教学。

模块二:经典模型到机器学习进阶(1/3 学时)。从广义线性模型(逻辑回归、泊松回归)自然过渡到机器学习概念,讲解两者在解决农学问题上的思想异同与互补性。重点对比讲解:逻辑回归(统计)vs.决策树/随机森林(AI):从线性边界到非线性边界,理解集成学习。线性回归(统计)vs.正则化模型(岭回归、Lasso, AI):引入模型复杂度和过拟合概念。生存分析(Cox 模型)vs.生存预测的机器学习方法。

模块三:人工智能专题与应用实践(1/3 学时)。专题包括:无监督学习(聚类、PCA)在基因表达数据分

析中的应用; 卷积神经网络 (CNN) 入门在作物表型分析中的应用; 以 Python/R 为核心, 教授 scikit-learn, TensorFlow/PyTorch 基础, ggplot2 等分析库扩展包及农业数据分析平台的应用。

3.2 教学模式与方法创新

AI 技术为生物统计学教学带来了范式革新, 推动教学从“知识传授”转向“能力构建”。通过构建 AI 增强的互动课堂, 为学生规划个性化的学习路径, 提供针对性的学习指导和建议, 引导学生高效学习; 自适应学习系统根据学生的实时学习情况, 动态调整学习内容和难度, 实现学习过程的自适应调节, 确保学生始终在“最近发展区”进行学习。教学方法的核心是将 AI 作为认知工具, 让学生从繁琐计算中解放, 聚焦于实验设计、模型解读与批判性思维, 最终通过过程性与创新性的综合评价, 培养能深度融合统计思想与智能技术、解决实际生物数据问题的复合型人才。^[14] 此外, 还可灵活运用游戏化教学、翻转课堂等教学方法, 充分发挥 AI 技术的优势, 进一步激发学生的学习兴趣, 显著提高教学效果。

项目式学习: 以小组形式, 贯穿整个学期完成一个基于真实或仿真生物学数据集的完整分析项目, 例如“基于多组学数据的碳转化功能微生物分类与预后预测”。项目必须经历从问题定义、文献调研、数据预处理、多方法尝试与比较、结果可视化到撰写分析报告的完整流程。“案例对比”教学法: 针对同一数据集, 展示如何用传统统计方法和 AI 方法分别进行分析, 对比其结果、侧重点和优劣, 深化学生对方法适用范围的理解。“翻转课堂”与代码工作坊: 将工具使用和代码实现制作成微视频, 供学生课前学习。课堂时间则用于深入讨论原理和解决实践中的“坑”。

3.3 评价体系改革

为打破传统课程单一化期末笔试考核模式的弊端, 规避“重应试、轻能力”的教学问题, 全方位衡量学生综合素养, 本课程推行多元化评价体系改革。改革核心在于重构考核分值占比, 下调期末笔试成绩的考核权重, 弱化纸面理论考试的主导地位, 同时大幅提升过程性评价的整体占比, 建立全过程、全方位的综合性考核机制。在日常考核环节, 重点拔高课程专题报告、课后师生答疑两大模块

的评分比重, 不再局限于理论知识点记忆, 聚焦考核学生数据分析、问题拆解、方案落地的实操能力, 从问题解决思路、研究方法适配性、程序代码规范性、方案创新程度多维度进行精细化评分。与此同时, 丰富过程考核载体, 常态化布置分层化编程实操习题, 并参照 Kaggle 赛事运行模式, 定期发布小型数据分析、数据预测类实战任务, 依托课程平台组织专项小型竞赛。以实战化、竞技化的考核形式, 倒逼学生主动深耕专业知识, 调动自主学习与探究热情, 有效补齐学生实操短板, 实现以评促学、以评促练, 达成理论知识与实践能力双向培养的教学目标。

4 实施挑战与应对策略

4.1 学生基础参差

部分生物专业学生数学与编程基础薄弱。生物统计学引入 AI 工具后, 对学生提出了跨学科能力要求。传统的生物或农学专业学生, 其数学背景可能停留在基础微积分, 对线性代数、概率论的理解不够深入, 而这正是许多机器学习算法的数学基础。同时, 他们普遍缺乏编程经验和计算思维, 面对 Python 环境配置、代码调试、数据结构和算法时会感到巨大压力。这种基础差异会导致课堂两极分化: 少数有基础的学生快速前进, 而多数学生则可能在技术门槛前停滞不前, 不仅无法掌握 AI 工具, 甚至可能影响其对核心统计概念的理解。

应对: 一方面可开设“Python for Life Sciences”前置选修模块或提供从基础语法到数据分析的强化学习资源包, 帮助学生在课程开始前补齐关键技能短板; 另一方面在课程初期精心设计梯度练习, 从引导式任务逐步过渡到开放性问题, 并通过有意识的“强弱搭配”组建学习小组, 促进同伴互助与协作学习, 确保所有学生都能在适当的支持下跨越初始门槛, 跟上教学进度。

4.2 师资知识结构更新

其技术引用复杂, 导致原有统计教师可能缺乏一定的 AI 实践背景。教授生物统计学的教师多为数学、统计学或传统生物学背景, 其知识体系和研究经验集中在经典统计方法。AI, 特别是机器学习, 是一个快速演进、实践性极强的领域, 涉及新的软件栈、开发流程和思维模式。教师可能面临“懂原理, 难实操”的困境, 无法有效指导学生

进行数据清洗、特征工程、模型训练与评估等全流程实践,也难以设计出贴合生物学前沿的真实 AI 案例,导致教学停留在理论介绍层面。

应对:建立完善且系统的教师 AI 技术培训体系,开展多层次、多形式的培训活动,如线上课程、线下工作坊、专题讲座、实践操作培训等,全面提升教师的 AI 技术应用能力和信息素养,使教师能够熟练运用 AI 教学工具进行教学设计、教学实施和教学评价。^[9]组织教师参加 AI 培训;组建跨学科教学团队,邀请生物信息学、计算机科学的教师共同授课或开设讲座;与 AI 企业或研究所合作,引入行业导师。

4.3 教学资源建设

市场上通用的 AI 或统计学教程案例与生物、农学的专业语境脱节,难以激发学生共鸣并建立知识迁移。教师个人收集、清理和注释高质量的领域特异性数据集需要耗费巨大精力。此外,学生个人电脑的软硬件环境千差万别,安装配置 Python、R、各种库常成为第一道“拦路虎”,大量课堂时间可能浪费在解决环境报错上,而非学习核心概念。

应对:联合多所院校共同开发并共享一个高质量、注释清晰的生物医学开源数据集与教学案例库,确保每个案例都紧扣真实的科研问题;同时,应部署基于 Jupyter Hub 等技术的云端一体化实验环境,为学生提供预配置好所有软件、工具包和数据集的在线编程空间,彻底消除本地环境配置的障碍,使师生能将精力完全集中于数据分析方法与生物学意义的探究本身。

5 结语

将人工智能融入《生物统计》课程,并非单纯增补知识点或用智能工具取代传统教学内容,而是顺应智能化时代发展趋势,围绕科研与产业实际问题、聚焦复合型应用能力培养,对现有课程模式进行全方位、深层次的范式重构。该教学改革要求教师打破生物学、统计学与人工智能之间的学科壁垒,革新固有教学思维,统筹整合专业理论与前沿智能技术,构建动态开放、与时俱进的现代化教学体系。从学科与人才培养层面而言,此举既能弥补传统生物统计课程教学的局限性,推动课程内容更新与学科现代

化转型;也能精准匹配农学、生命科学等领域的人才需求,定向培养兼具生物素养、统计思维与 AI 实操能力的复合型人才,为国家输送懂生物学的 AI 技术人才与懂智能技术的生物科研人员,具备深远的教学价值与战略意义。未来还需完善标准化课程资源、推进跨校教研协作,联动行业产业建立长效反馈机制,优化产学研协同育人模式,稳步推进课程融合改革。

参考文献:

- [1] 冯世静,柴宗政.大数据时代的挑战:《生物统计学》教学改革思考与实践[J]. Creative Education Studies, 2023, 11: 1993.
- [2] 王崇龙.《生物统计学》课程教学改革研究[J]. 教育教学论坛, 2019(46):228-229.
- [3] 赵静,单雪松,刘红羽.生物统计学课程考核改革实践与思考——以吉林农业大学动物医学专业为例[J]. 教育与教学, 2021(1):149-152.
- [4] 李春喜,姜丽娜,邵云等.生物统计学[M]. 北京:科学出版社, 2008.
- [5] 李所,郑鑫,单雪松等.大数据时代下的生物统计学教学改革研究[J]. 教育现代化, 2017, 4(48): 45-46+65.
- [6] 袁业业,彭惠茹,张洪亮等.基于网络教学平台的“生物统计学”教学改革及实践效果分析[J]. 中国农学通报, 2011, 27(4):478-482.
- [7] 赵志新,吴珍,常伟东等.人工智能时代下生物信息学课程思政教学改革探索[J]. Advances in Education, 2025, 15: 651.
- [8] 赵志新,吴珍.应用型本科高校生物信息学课程教学改革初探[J]. 教育教学论坛, 2018(34): 248-249.
- [9] 李春亚,王国强.人工智能时代下概率论线上线下混合式教学改革探索[J]. Advances in Education, 2024, 14: 101.
- [10] 符裕红,韦雪娇,刘树文等. ARCS 动机理论在生物统计学课程教学中的应用[J]. 安徽农学通报, 2023, 29(22):155-157.
- [11] 韩珍,冯世静.课程思政建设背景下《生物统计学》“赛教融合”教学改革与实践探索[J]. Creative Education

Studies, 2024, 12: 190.

[12] 林冰, 钟晓妮, 谢彪. 基于人工智能技术的研究
生医学统计学课程教学改革探索与思考[J]. 中华医学教育探
索杂志, 2026, 25(2):144-149.

[13] 张忠志. 高等数学 AI 教学改革模式探究与实践[J].
教育研究与实践, 2025, 1(4).

[14] 闫高明, 梁小燕. AI 赋能下的理论力学课程教学

改革探索[J]. Advances in Education, 2025, 15: 1376.

基金项目: 石河子大学本科教育教学改革研究项目
“新农科背景下试验设计与统计分析课程 “AI 赋能”: 教学
实践与效果评估” 项目编号: JGY-2025-31。

作者简介: 郭慧娟 (1989-), 女, 河南周口人, 石
河子大学农学院, 副教授, 硕士生导师, 博士后, 研究方
向: 土壤肥力与调控研究。