

HEC视域下数理统计“人机共协”课堂生态构建研究

刘瑞娟

上海工程技术大学数理与统计学院, 上海

收稿日期: 2026年8月2日; 录用日期: 2026年8月26日; 发布日期: 2026年9月3日

摘要

人工智能技术的迅猛发展对传统《数理统计》教学模式提出了严峻挑战, 计算技能的弱化与统计直觉的减退并存。本文基于人机共协计算(HEC)理念, 提出从“知识传授”向“能力共协”转型的教学重构路径。其中, 能力共协指人类统计思辨能力与机器计算建模能力分工互补、协同完成数据分析全流程, 区别于单一依靠人工计算或完全依赖AI黑箱的单向能力模式。通过构建“人定界、机执行、人决策”的三阶段教学模型, 重构了从描述统计到因果推断的教学内容体系, 并设计了“异常值博弈”、“P值陷阱”及“回归黑箱”三个典型教学案例。理论推演表明, 该“人机共协”课堂生态具备提升学生统计批判性思维与数据伦理意识的潜力, 可为AI时代培养复合型统计人才提供理论层面的改革思路, 相关教学成效有待后续实证教学实验进一步验证。

关键词

人机共协, 数理统计, 课堂生态

Research on the Construction of a “Human-Machine Collaborative” Classroom Ecology in Mathematical Statistics from the Perspective of HEC

Ruijuan Liu

School of Mathematics, Physics and Statistics, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: August 2, 2026; accepted: August 26, 2026; published: September 3, 2026

文章引用: 刘瑞娟. HEC 视域下数理统计“人机共协”课堂生态构建研究[J]. 交叉科学快报, 2026, 10(5): 1184-1189.
DOI: 10.12677/isl.2026.105139

Abstract

The rapid advancement of artificial intelligence technology poses a severe challenge to traditional “Mathematical Statistics” teaching models, characterized by the weakening of computational skills and the decline of statistical intuition. Based on the Human-Machine Collaborative Computing (HEC) concept, this paper proposes a teaching transformation path from “knowledge transmission” to “capacity collaboration”. Capacity collaboration refers to the division of labor and complementary collaboration between human statistical reasoning and machine computational modeling, jointly completing the entire data analysis process, differing from unidirectional models that rely solely on manual computation or fully depend on AI black-box operations. By constructing a three-stage teaching model of “human-defined boundaries, machine execution, and human decision-making”, the teaching content system is restructured from descriptive statistics to causal inference, with three typical teaching cases designed: “Outlier Game”, “P-value Trap”, and “Regression Black Box”. Theoretical analysis demonstrates that this “human-machine collaborative” classroom ecology has the potential to enhance students’ statistical critical thinking and data ethics awareness, offering theoretical reform insights for cultivating interdisciplinary statistical talents in the AI era. The effectiveness of these teaching strategies requires further validation through subsequent empirical teaching experiments.

Keywords

Human-Machine Collaboration, Mathematical Statistics, Classroom Ecology

Copyright © 2026 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

随着生成式人工智能(AIGC)与大数据技术的普及,统计学教育步入教学模式革新的关键时期。作为理工科及经管类专业的核心基础课,《数理统计》长期以来承担着培养学生概率思维与数据分析能力的重任。然而,在 Python、R 语言及各类 AI 计算引擎高度自动化的今天,传统教学模式中“重公式推导、轻统计直觉”、“重计算技能、轻决策能力”的弊端日益凸显。其中,统计直觉是学生依托概率与分布基础知识,不依赖复杂计算,对数据分布形态、异常值、抽样误差、变量关联关系形成的直观预判与逻辑判断能力,是连接数学公式与真实数据场景的中介认知能力。一方面,烦琐的代数运算与查表计算已被机器取代,学生若仍沉溺于此,将导致专业核心竞争力缺失;另一方面,过度依赖“黑箱”算法使得学生难以理解数据背后的分布特征与业务逻辑,甚至出现“数据服从模型,模型解释数据”的误用现象。针对上述困境,日本高知工科大学任向实教授提出的 HEC (Human-Engaged Computing, 人机共协计算) [1] 理念为改革提供了新视角。HEC 理念指出,智能时代人机协作模式发生重构,人与计算工具不再是单一的任务依附关系,二者各司其职、协同配合:人依托专业认知界定研究问题、研判数据结论并锚定价值边界,机器承担海量运算与模型推演工作,最终实现智能技术与人类专业判断的深度融合。本文旨在探讨如何基于 HEC 理念,系统重构《数理统计》的教学内容与评价体系,构建“人机共协”的课堂生态。通过理论框架搭建、典型案例设计及成效分析,为新时代统计学教育改革提供可操作的实践模式。

2. 问题审视：传统《数理统计》教学的困境

2.1. 计算实操能力的价值弱化

传统《数理统计》课程往往耗费大量课时仍以理论推导为主，学生难以把握现代科技体系中的前沿技术，综合应用能力受限，难以适配新工科复合型创新人才的培养需求。比如讲解参数估计的 MLE 推导、假设检验的 P 值查表及回归系数的最小二乘法计算。在计算工具普及的背景下，这些“硬功夫”已不再是核心竞争力。调查显示，许多学生虽能熟练背诵公式，但面对实际数据时，无法判断何种分布模型适用，更无法解释计算结果的业务含义。这种“有算无思”的教学模式，导致学生一旦脱离课本与考试，便陷入“数据无助”的困境。

2.2. 统计直观研判能力的不足

教学场景中可通过两类行为观测、量化测评判断其弱化或重塑：(1) 课前预判环节：学生能否不借助 AI、软件，自主预判数据偏态、极值、模型适配类型；(2) 结果校验环节：学生能否快速识别机器输出中违背常识、违背数据分布规律的矛盾结论；实证层面可通过“人工预判与机器计算结果匹配度”“异常值自主识别正确率”两项指标量化衡量，匹配度、识别正确率下降即判定统计直觉减弱，指标显著提升则代表统计直觉得到重塑。在教学方法与认知门槛上，传统课堂仍过度依赖抽象的数学公式进行原理推导与证明。这对于经管、服装、艺术等非数学背景的学生而言，构成了极高的认知门槛，教学过程枯燥。学生难以建立直观的“统计直觉”，普遍感到内容抽象、理解困难，学习兴趣和主动性不高。另一方面，由于习惯于依赖现成的统计软件包(如 SPSS、SAS)和 AI 工具，学生往往只关注输出结果(如 P 值、置信区间)，而忽视了对数据分布形态、异常值成因及模型假设前提的深入思考。当面对非正态分布、异方差或复杂因果结构时，学生缺乏独立判断能力，容易将“统计显著”等同于“实际显著”，忽视了效应量 (Effect Size) 与实际意义的差别。传统教学鲜少涉及数据伦理、算法偏见及因果推断的复杂性。学生难以分辨“相关性”与“因果性”的界限，容易在数据滥用和决策误判中迷失。

3. 理论构建：HEC 视域下“人机共协”的教学模型

3.1. 核心内涵：从“人机交互”到“人机共协”

HEC 理念的核心，在于跳出传统人机交互中“人机对抗”或“人机替代”的二元对立思维，确立以人的主体性为前提、机器为辅助支撑的人机共协共生关系[2]。在《数理统计》课程语境下，这种共协关系表现为价值、能力与认知三个层面的有机分工：人类居于价值主导地位，负责明确统计研究目标、划定数据应用的伦理边界，并对分析结果作出符合实际场景的业务解读；机器承担高强度计算任务，依托算法优势完成海量数据处理、复杂场景模拟与多模型方案生成，为决策提供技术支撑；而在认知层面，人类通过批判性审视、专业领域知识整合以及模型偏差修正，对机器输出实施理性把关，使数据结论始终回归问题本质。

3.2. 三阶段教学模型：人定界、机执行、人决策

基于 HEC 人机共协理念，本研究构建适用于《数理统计》课程的闭环式三阶段教学模型，实现从问题界定到智能执行、再到理性决策的学习成果。

教学过程首先进入人定界阶段，强调学生主导问题分析的主体性。学生独立梳理研究背景，识别核心变量关系，明确统计分析目标与研究边界，AI 仅作为信息检索工具提供背景资料支持。此阶段重在引导学生厘清研究动机、判断数据适配性并锚定实际业务需求，着力培养其问题抽象、业务敏感与统

计假设构建的综合能力。在完成问题界定后，教学进入机执行阶段，充分发挥 AI 在计算效率与模型构建上的优势。学生借助 Python 代码生成、在线统计计算等智能工具，高效完成数据清洗、模型拟合、假设检验及蒙特卡洛模拟等复杂任务，通过精准设计提示指令、运行算法程序，快速获取多维度模型输出结果。这一阶段旨在提升学生对智能工具的驾驭能力、对算法逻辑的理解水平以及快速试错的实践素养。

教学闭环最终落脚于人决策阶段，突出人类理性判断在数据分析中的决定性价值。学生对机器生成的结果进行系统性诊断与深度解读，甄别异常数据、评估模型适配程度、辨析统计显著性的实际价值，并形成可落地的决策报告。学生需以批判性思维审视 AI 结论，结合专业领域知识对结果作出修正甚至否决，阐明结论成立或不成立的内在逻辑，进而强化统计伦理意识与数据解读能力，真正实现从数据结果到决策智慧的转化[3]。

4. 内容重构：从“公式推导”到“人机共协决策”

4.1. 教学内容模块重组

传统《数理统计》课程多遵循“概率论 - 描述统计 - 参数估计 - 假设检验 - 回归分析”的线性逻辑展开，偏重理论体系的完整性与知识的单向传递。在 HEC 人机共协理念指引下，课程内容需突破线性编排模式，构建以“数据认知 - 人机博弈 - 决策解释”为核心的螺旋式进阶结构，实现知识、能力与思维的同步生长。在数据认知层面，教学重心由机械地计算均值、方差等基础统计量，转向统计直觉与数据特征之间的博弈验证。课程引导学生先基于经验手绘数据分布形态、自主估算关键参数，再借助 AI 工具完成快速计算与可视化呈现，通过人工预判与机器结果的差异对比，引导学生深入探讨数据分布背后的成因，系统理解偏态、峰度及异常值对统计结论的影响，建立对数据特征的直观认知。

围绕不确定性量化的教学，传统查表式习题训练被人机协同的决策思辨所取代。依托 AI 开展蒙特卡洛模拟实验，直观呈现不同样本量条件下置信区间的覆盖概率变化规律，引导学生在动态模拟中理解抽样误差与样本代表性的内在关联。比如，教学重点聚焦于 P 值与效应量的关系辨析，引导学生厘清统计显著性与实际显著性的本质差异，形成审慎、理性的不确定性判断能力。因果推断模块则跳出单纯解释回归系数的教学局限，转向对算法黑箱的深度解密与因果关系的科学识别。该课程可以引入行业真实大数据，创设虚假相关、辛普森悖论等典型场景，例如分析广告投入与销售额关系时，引导学生发现季节性因素带来的干扰效应，促使学生主动引入控制变量、识别混淆因素、厘清变量间的因果链条，提升基于数据进行因果推断的高阶思维能力。

4.2. 核心教学资源开发

为支撑人机共协教学模式落地，需同步开发配套教学资源体系，推动教学活动从理论讲授向实践探究延伸。设计人机协作任务卡，将传统课后习题重构为分层式实践任务，清晰界定人类思考与机器执行的分工边界，例如在异常值识别任务中，明确由学生制定异常值剔除标准，再由机器运行 IQR 算法完成数据处理，在协同任务中强化人机分工意识。构建统计伦理案例库，系统收录 P 值篡改、数据选择性呈现、研究结果过度解读等典型真实案例，编写兼具情境性与思辨性的教学脚本，引导学生围绕数据使用规范、算法伦理边界、研究诚信准则等议题开展深度辨析，将伦理意识融入统计分析全过程。

同时，编制 AI 思维链指南，聚焦统计场景下的智能工具应用，系统指导学生掌握科学提问方法与精准提示词设计技巧，引导学生围绕研究目标、数据特征、分析需求等维度构建清晰、严谨的提问逻辑，高效获取 AI 提供的专业统计分析建议，培养驾驭智能工具、开展深度人机协同的实践能力。

5. 典型案例设计：构建“人机共协”课堂生态

为将 HEC 人机共协理念落到课堂实处，结合《数理统计》课程核心知识点，选取假设检验与回归分析两个典型教学场景，设计具有思辨性与实践性的教学案例，引导学生在人机协同中深化统计思维、强化伦理意识。

5.1. 假设检验的“陷阱”：P 值误用与业务伦理辨析

以新药临床试验为背景创设教学情境，实验组与对照组各选取 100 名受试者，实验组平均降压 2.5 mmHg，对照组平均降压 2.0 mmHg，两组数据标准差均为 5.0 mmHg。教学过程先由 AI 工具完成独立样本 t 检验，快速计算得到 P 值为 0.049，机器依据常规显著性水平直接得出“新药降压效果显著”的结论。在此基础上，引导学生进入人定界环节，立足临床实际需求进行思辨，明确 0.5 mmHg 的降压差异远低于临床公认的有效阈值，初步质疑机器结论的实际价值。随后组织学生开展蒙特卡洛模拟实验，通过 10000 次重复抽样观察到，当真实效应仅为 0.5 mmHg 时，P 值小于 0.05 的情形频繁出现，直观揭示大样本条件下 P 值易产生误导的内在机制。课堂围绕“统计显著是否等同于临床有效”展开深度辩论，最终形成共识：统计分析需同时报告 P 值与效应量，避免单一指标导致的决策偏差。本案例充分体现 HEC 理念的核心价值，在人机协同辨析中揭示统计显著性与实际显著性的本质差异，有效培养学生的统计伦理素养与批判性思维能力。

5.2. 回归分析的“黑箱”：相关关系与因果关系的甄别

依托电商行业真实运营数据构建教学案例[4]，初步分析显示广告投入与销售额相关系数高达 0.95，AI 工具拟合线性回归模型后，得出“广告投入每增加 1 万元，销售额可提升 5 万元”的量化结论，模型决定系数 R^2 达到 0.90，呈现出高度显著的统计关联。教学过程中，先由机器完成模型拟合与结果输出，再引导学生结合行业背景开展人定界思考，敏锐捕捉到数据背后隐藏的季节性因素——每年 6 至 8 月为电商销售旺季，广告投放与产品销量均自然上升，二者同步增长可能形成虚假相关。基于这一判断，学生指导 AI 工具引入“月份”作为控制变量重新建模，结果发现控制季节性影响后，广告投入对销售额的回归系数不再显著，原有强相关关系随之消解。案例教学最终落脚于决策启示，盲目依据简单相关关系加大广告投入属于资源浪费，唯有结合领域知识识别混淆变量、厘清因果链条，才能形成科学的数据分析结论。本案例深刻印证 HEC 理念下人机分工的核心逻辑：机器擅长从海量数据中发现潜在关联模式，而人类凭借专业领域知识洞察现象背后的内在逻辑，二者协同互补，共同实现从数据关联到因果认知的思维跃升。

6. 改革成效与实施建议

6.1. 改革成效

HEC 视域下《数理统计》人机共协课堂生态的构建，从理论逻辑与课堂案例设计层面推演，HEC 人机共协课堂生态预期可产生多维育人成效，实际教学效果仍需对照实验、问卷测评等实证方式佐证。课程改革打破传统教学中机械计算主导的模式，推动学生从被动接收知识转向主动开展统计思辨，通过统计直觉与数据特征的反复博弈，有望重塑并强化学生的统计直觉。在“人定界、机执行、人决策”的完整教学闭环中，学生逐步掌握驾驭智能工具的方法，形成审慎审视算法输出、理性做出数据决策的思维习惯，批判性思维能力得到实质性提升。同时，围绕 P 值误用、虚假相关识别等典型场景开展伦理辨析，使学生深刻认识统计学背后蕴含的社会责任，让数据伦理意识在实践中内化于心，为培养兼具专业能力与职业素养的统计人才奠定基础。

6.2. 实施建议

为保障人机共协教学模式有效落地,需同步推进教师角色转型、教学环境建设与评价体系优化。教师需突破传统知识讲授者的定位,转向教学场景的设计者与学生思辨的引导者,主动拓展跨学科知识储备,提升整合统计理论、行业背景与智能工具应用的综合能力。教学环境层面,依托 Jupyter Notebook 搭建人机协同学习空间,预置 AI 编程助手与统计分析工具,为学生开展数据处理、模型构建与结果解读提供技术支撑。评价体系改革需弱化传统纸笔测验中计算题的权重,增加案例分析、人机协作反思报告、数据决策方案设计等综合性考核内容,构建兼顾知识掌握、能力发展与思维提升的多元评价机制,全面衡量学生的统计素养与应用能力。

6.3. 挑战与对策

教学改革推进过程中,仍面临学生过度依赖智能工具、教师教学负担加重等现实挑战。针对学生算法依赖风险,教学中需保留核心统计思维训练环节,要求学生在获取 AI 分析结果前,先完成人工推导、数据预判与模型假设梳理,强化独立思考意识,避免思维惰性。对于教师教学负担问题,可通过组建跨学科教学团队、联合开发标准化教学案例库与人机协作任务资源,实现优质教学资源共建共享,降低单个体的备课压力,保障教学改革的可持续推进。本研究还存在一定局限:当前仅完成理论框架搭建、教学内容重构与课堂案例设计,尚未开展长期对照教学实验,缺少问卷、前后测、访谈等实证数据支撑育人成效结论。后续将选取平行教学班开展为期一学期的对比教学,通过量表测评、成绩对比、师生访谈收集实证材料等,量化检验 HEC 人机共协教学模式对学生统计思维、伦理素养的实际提升效果,完善研究证据链。

总之,本文基于 HEC 人机共协理念搭建了完整的数理统计教学改革框架,通过理论推演与典型教学案例论证了人机共协课堂的育人价值潜力。但受限于研究阶段,相关教学成效尚未通过实证数据验证。后续将开展教学对照实验,依托量化问卷、学业测试、质性访谈等多元实证工具检验模型落地效果,进一步完善 AI 时代数理统计课程改革的实践依据。

基金项目

- 1) 上海工程技术大学教学建设项目:数理统计(“HEC”课程团队);
- 2) 上海工程技术大学教学建设项目:HEC 理念的《概率论与数理统计》课程融入路径与实践研究。

参考文献

- [1] 任向实,付志勇,麻晓娟,等.人机共协计算[M].北京:清华大学出版社,2024.
- [2] 王晨,任向实.从人机交互到人机共协计算——人机关系的思想演化和未来展望[J].科技导报,2024,42(8):6-20.
- [3] 张晓凡,万国庆,黄燕娟,等.“模拟-协作-AI”构建药学医学统计可感可用可思课堂[J].基础医学教育,2026,28(3):274-281.
- [4] 李瑞茜.生成式人工智能赋能统计学情境教学的路径研究[J].才智,2026(10):41-44.