



新工科背景下“电力系统稳态分析”课程教学体系 创新与改革探索

蒋梦瑶 严秋锋

(南通大学电气与自动化学院,江苏南通,226019)

版权说明:本文是根据知识共享署名 - 非商业性使用 4.0 国际许可协议进行发布的开放获取文章。允许以任何方式分享与复制,只需要注明原作者和文章来源,并禁止将其用于商业目的。

摘要:为应对新工科建设对电气工程专业人才培养提出的新要求,针对传统《电力系统稳态分析》课程存在的理论教学与实践应用脱节、学生工程素养与创新能力培养不足等问题,本文开展了全面的教学体系创新与改革探索。改革实践以“产出导向”和“学生中心”为理念,构建了“理论 - 仿真 - 实践”三位一体的教学内容体系,引入了“线上 - 线下”混合式与“项目驱动”相结合的教学模式,并建立了多元过程性考核评价机制。通过一轮教学实践表明,该改革有效激发了学生的学习主动性,显著提升了其解决复杂工程问题的能力与创新素养,为新工科专业核心课程的建设提供了可借鉴的范例。

关键词:新工科;电力系统稳态分析;教学改革;项目驱动学习;混合式教学

DOI: <https://doi.org/10.62177/aper.v1i5.766>

一、引言

新一轮科技革命和产业变革正以前所未有的广度和深度重塑全球竞争格局,对我国高等工程教育的理念、模式与内容提出了严峻挑战。为主动适应未来产业发展需求,推动工程教育转型升级,“新工科”建设应运而生。新工科不仅强调学科交叉与跨界融合,更以培养具备扎实理论基础、卓越工程实践能力、跨学科整合能力以及突出创新精神的复合型未来工程师为核心目标^[1]。

在这一背景下,《电力系统稳态分析》作为电气工程及其自动化专业中一门承上启下的核心主干课程,其地位尤为关键。该课程不仅是学生从前期基础课程如电路、电机学等过渡到后续专业领域如电力系统暂态分析、新能源并网技术等的关键桥梁,更是构建学生专业认知体系、塑造系统思维能力的核心环节。因此,其教学质量的高低,不仅影响学生对专业知识的掌握深度,更直接关系到他们未来能否胜任现代电力系统规划、运行与控制等工作,是培育符合新工科要求的电气工程人才的重要支撑。

然而,该课程的传统教学模式正面临诸多现实困境,难以适应新工科人才培养的新要求。首先,在教学内容上,长期偏重经典理论推导与手算解题技巧,未能充分融入以计算机辅助分析、高比例新能源接入和智能电网技术为特征的现代电力系统发展需求,导致学生知识结构与行业前沿存在脱节。其次,

在教学方法层面，长期沿用以教师为中心的课堂单向讲授模式，学生处于被动接受状态，缺乏主动建构与深度思考，致使抽象的数学模型难以与电力系统实际运行的物理现象和真实工程问题建立有效连接，制约了工程思维的培养。再次，课程考核方式较为单一，过度依赖期末闭卷笔试，强调对理论公式和计算步骤的记忆，而忽视了对学生分析、设计及解决复杂工程问题全过程的综合评估，无法真实反映其工程实践能力与创新素养。因此，对该课程进行系统性的教学改革，已成为顺应新工科发展的必然要求和紧迫任务。本文以电气工程及其自动化专业为例，系统阐述了在新工科建设背景下，对《电力系统稳态分析》课程从教学理念、内容体系、教学模式到评价机制的全方位改革探索，以期为同类院校的工科课程改革提供参考。

二、教学改革总体思路与框架

本改革深刻植根于“学生中心、产出导向、持续改进”的现代教育理念，旨在对传统工程教育模式进行系统性重塑。其中，“学生中心”要求教学活动设计必须围绕学生的学习规律与成长需求展开，确保其主体地位；“产出导向”则强调教学设计与评价应聚焦于学生毕业后应具备的核心能力，而非单纯的教材知识覆盖；而“持续改进”依赖于有效的反馈机制，推动教学质量的螺旋式上升。这三大理念共同引领着教学实践从以教师和教材为主的“知识传授”，向以学生和能力为本的“素养培养”进行根本性的范式转移，为培养适应未来产业需求的卓越工程师奠定了坚实的理论基础。

为实现上述范式转移，我们构建了一个逻辑严密、环环相扣的总体改革框架。该系统的核心是明确以“解决复杂工程问题的综合能力”为最终产出目标。为实现此目标，我们首先对教学内容进行了重构与整合，将其作为支撑能力大厦的坚实“基石”。在此基础上，我们强力推行“混合式教学”与“项目式教学”作为实现目标的“双轮驱动”策略：线上线下的混合式教学保障了知识传递的灵活性，而贯穿始终的项目式教学则为能力整合与应用提供了真实情境。这一框架确保了教学策略与最终目标的高度一致。

为确保改革效果并实现“持续改进”，整个系统被设计为一个动态、自我优化的闭环结构。此闭环的关键在于，我们建立了一个与驱动策略紧密配合的“多元化评价体系”。该体系不仅关注最终的学习成果，更贯穿于线上学习、项目实践、团队协作等全部教学环节，从而实现对学习过程的精准评估与反馈。这些评估数据被系统地收集与分析后，将反向输送至教学内容重构与教学方法优化的环节，形成一个“设计－实施－评估－反馈－再设计”的良性循环。这一闭环系统有力地保障了人才培养质量能够与时俱进，不断适应外部需求的变化。

三、教学体系改革的具体举措

（一）教学内容重构：构建“理论－仿真－实践”三位一体新体系

为打破理论与实践的壁垒，我们将课程内容重新整合为三大模块：

（1）基础理论模块：本模块致力于对课程经典核心原理进行系统性梳理与精炼，重点涵盖网络方程、潮流计算、调频调压等关键理论基础。在教学过程中，我们主动“去冗余、强重点”，削减了过于陈旧的手算技巧与繁复的数学推导，转而强调其物理内涵与现代计算机分析方法的联系，确保知识体系既坚实又前沿。该模块的目标是为学生构建一个概念清晰、逻辑严谨的理论框架，从而为后续的工程应用与创新实践模块打下不可或缺的坚实根基。

（2）计算机仿真模块：本模块旨在将现代工程实践工具深度融入教学，要求学生熟练掌握并应用MATLAB、PowerWorld或PSASP等专业仿真软件进行建模与分析。具体实施中，以“潮流计算”专题为例，教学设计要求学生不仅停留在理论层面，理解高斯－赛德尔法和牛顿－拉夫逊法的数学推导，更必

须通过亲手编程或软件操作，独立完成一个简化地区电网的潮流计算案例。在此过程中，学生需对比分析不同算法在相同网络中的收敛特性与计算速度，并提交详细的仿真报告。这一训练链条，有效将抽象理论转化为解决具体工程问题的能力，系统性培养了学生的计算思维与数字工具应用素养。

(3) 工程案例与前沿拓展模块：本模块着力打破传统课程与工程实践的壁垒，精心引入如“高比例新能源接入对系统潮流与电压分布的影响”、“特高压直流输电系统的稳态运行与控制策略”等源自真实电网的典型课题。通过组织专题研讨和案例分析，引导学生将所学的稳态分析理论与“碳达峰、碳中和”等国家重大战略需求相对接，深入理解新型电力系统的发展方向与技术挑战。该模块不仅深化了学生对核心知识的掌握，更有力地拓展了其宏观工程视野，并激发了其作为未来工程师服务国家能源战略的社会责任感与使命担当。

(二) 教学模式创新：推行“线上-线下”混合与“项目驱动”深度融合

我们借鉴在线课程建设经验^[2,3]，构建了立体化的教学路径：

(1) 线上自主探究：依托超星学习通等智慧教学平台，我们将课程核心知识点的系统讲解视频、精选的经典文献与前沿动态、以及具有诊断功能的课前测验等资源与任务全部前置。通过任务驱动，引导学生完成课前的线上自主学习和知识建构，有效将基础知识的传授环节转移到课堂之外。这一设计不仅保障了学生的自主学习权利与路径选择，更将宝贵的课堂时间解放出来，用于开展高阶思维的深度研讨、协作探究与复杂工程问题的解决，从而成功实现了从“教师讲授为主”到“学生探究为本”的“翻转课堂”模式转变，显著提升了教学效率与深度。

(2) 线下深度互动：经过重构的线下课堂彻底告别了传统的单向知识灌输模式，转而演变为一个以学生为中心、充满思辨与协作的高阶能力训练场。在这一空间里，教学活动以多样化的互动形式展开：学生围绕真实工程案例进行分组研讨与辩论，以小组形式汇报其项目解决方案或仿真成果，并在教师与同伴的现场提问下进行答辩；同时，学生可即时进行软件仿真调试，验证理论猜想；教师则扮演引导者与专家的角色，针对共性的知识难点和思维盲区进行精准讲解，并对各小组的阶段性成果予以专业点评。这种高度互动的教学形态，极大地激发了学生的参与感，有效培养了其批判性思维、沟通协作与解决复杂工程问题的综合素养。

(3) 项目贯穿始终：为打破各知识模块间的壁垒，实现理论、仿真与工程的无缝融合，我们精心设计了一个贯穿整个学期的核心项目——“区域电网规划与运行分析”。该项目要求学生以4-6人小组为单位，模拟真实电力工程师团队的工作模式，完整地经历从“基础数据收集与负荷预测→电网等效网络建模与参数设定→多种算法下的潮流计算与结果分析→系统调频调压方案设计与论证→最终进行初步的经济性与稳定性评估”的全流程。通过完成这一项逼近真实的复杂工程任务，学生被置于问题解决的核心位置，他们必须主动地将分散在基础理论、计算机仿真和前沿案例等模块中的知识点进行提取、关联与整合，从而在动态的实践应用中，深刻地理解各理论工具的价值与局限，实现从孤立知识点到系统性工程能力的转化与深化。

(三) 考核评价机制改革：强化过程性、实践性与团队协作

为彻底破除传统“一考定乾坤”的单一评价弊端，我们遵循“产出导向”与“持续改进”理念，建立了一套聚焦于学生学习全过程与核心能力达成的多元化、形成性考核方案。该方案旨在将评价贯穿于教学始终，实现对知识、能力与素养的综合评估。具体构成如下：

(1) 线上学习与测验(20%)：通过平台数据客观考核学生的课前自主学习进度及对基础理论的掌握程度；

(2) 项目实践报告(30%)：作为考核核心，全面评估学生在贯穿学期的PBL项目中的仿真建模准确性、数据分析深度、技术论证逻辑及专业报告撰写水平；

(3) 实验与操作(20%)：以上机操作形式，重点检验学生运用专业软件解决特定工程问题的实践技能与熟练度；

(4) 团队协作与展示(10%)：通过小组专题汇报、答辩及规范的组内互评机制，量化评估学生的沟通协作、公开表达与团队贡献意识；

(5) 期末考试(20%)：在保证评估基础的前提下进行改革，大幅降低记忆性内容，侧重考核对核心概念、原理与方法的系统性理解与综合应用，显著增加开放性论述与复杂工程案例分析等题型的比重。

此多元考核体系不仅公正衡量了学生的综合能力，其反馈数据更为教学改进提供了精准依据。

四、改革成效与分析

本改革方案经过两轮教学实践，通过成绩分析、问卷调查和学生访谈等方式进行评估，成效显著：

(1) 综合能力明显增强：超过90%的学生认为“工程项目极大地锻炼了解决复杂问题的能力”；通过一学期的训练，学生普遍能够熟练使用至少一种专业仿真软件，并具备初步的工程文档撰写能力。

(2) 学习兴趣与满意度提高：问卷结果显示，学生对课程教学改革的满意度较高。多数学生反馈：“虽然课程任务更具挑战性，但通过做项目真正理解了知识怎么用，成就感很强。”

五、结语与展望

在新工科建设浪潮中，课程教学改革是提升人才培养质量的核心环节。本文针对《电力系统稳态分析》课程，进行了一次以能力培养为导向的系统性教学改革实践。通过重构教学内容、创新教学模式、改革评价机制，有效激发了学生的学习内驱力，培养了其工程实践与创新能力。

未来，我们计划进一步深化改革：一是加强与电力企业的产教融合，引入更多真实的工程数据和项目；二是探索与《电力系统暂态分析》、《新能源发电技术》等课程构建跨课程的综合项目，培养学生系统性的专业知识体系；三是利用人工智能技术，开发自适应的学习分析与预警系统，为学生的个性化成长提供更精准的支持。

利益冲突

作者声明，在发表本文方面不存在任何利益冲突。

参考文献

- [1] 李向玲, 殷晶晶, 谢婧婧. OBE 理念下新工科研究生科技论文写作课程改革 [J]. 高教学刊, 2024, 10(33):123–126.
- [2] 薛成龙, 郭瀛霞. 高校线上教学改革转向及应对策略 [J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2020, 38(7):65–74.
- [3] 刘燚, 张辉蓉. 高校线上教学调查研究 [J]. 重庆高教研究, 2020, 8(5):66–78.