

新工科与“双碳”背景下《电力系统分析》课程教学改革与实践

闫来清, 王 康

山西大学电力与建筑学院, 山西 太原

收稿日期: 2024年5月20日; 录用日期: 2024年6月20日; 发布日期: 2024年6月27日

摘 要

依据当前的能源形势以及电力系统发展趋势, 分析《电力系统分析》课程教学改革与实践。以山西大学电气工程及其自动化专业为例, 针对教学中存在的问题, 本人提出以新型电力系统应用为主体的“多种理论教学、探究式实验教学、团队课程设计、讨论互动教学课程和竞赛性课程设计”五位一体课程体系。同时, 提出“抓主线, 齐并重, 相结合”课程教学模式, 将为电力教育领域带来新的视野及认知。

关键词

电力系统分析, 课程教学改革与实践, 五位一体课程体系

Teaching Reform and Practice of “Power System Analysis” under the Background of New Engineering and “Double Carbon”

Laiqing Yan, Kang Wang

School of Electric Power, Civil Engineering and Architecture, Shanxi University, Taiyuan Shanxi

Received: May 20th, 2024; accepted: Jun. 20th, 2024; published: Jun. 27th, 2024

Abstract

According to the current energy situation and the development trend of power system, the teaching reform and practice of Power System Analysis are analyzed. Taking electrical engineering and automation major of Shanxi University as an example, in view of the existing problems in teaching, I put forward a five-part integrated curriculum system with the application of new power system

as the main body: “multiple theoretical teaching, inquiry experimental teaching, team course design, discussion interactive teaching course and competition course design”. At the same time, the teaching mode of “grasping the main line, paying equal attention to it and combining it” is proposed, which will bring new vision and cognition to the field of electric power education.

Keywords

Power System Analysis, Curriculum Teaching Reform and Practice, Five-in-One Curriculum System

Copyright © 2024 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. 背景及意义

教育部办公厅在 2018 年 3 月 15 日发布《教育部办公厅关于公布首批新工科研究与实践项目的通知》，提出包含大数据、人工智能、虚拟现实等相关工科专业需要培养实践与创新能力强、具备国际竞争力的，各类高素质创新型、应用型、复合型的优秀人才，使我国工科教育能够对接新经济、新产业发展需求。如何培养符合“新工科”要求的大学生成为各大高校教学改革的目标[1]。

2021 年在中央财经委员会第九次会议上提出了实现碳达峰、碳中和的基本思路和主要举措，即“双碳”目标，并指出要构建清洁低碳安全高效的能源体系，控制化石能源总量，着力提高利用效能，实施可再生能源替代行动，深化电力体制改革，构建以新能源为主体的新型电力系统[2] [3]。所以，未来构建以新能源为主体的新型电力系统是实现“双碳”最主要举措之一，意味着风电和光伏将是未来电力系统的主体，煤电将成为辅助性能源。传统电力系统采取的生产组织模式是“源随荷动”，但是新能源大规模接入后，无论是发电侧还是用户侧都完全不可控，所以传统的技术手段和电力生产模式，已经无法适应高占比新能源电网的运行需求。新的技术手段和电力生产模式对工程创新人才提出了更高的要求，也对电气工程及其自动化专业的主干课程《电力系统分析》教学提出新的要求[4]。

根据以上对当前的能源形势以及电力系统发展趋势的分析，对于构建“清洁低碳、安全高效”的现代能源产业体系，推进我国能源行业供给侧改革、推动能源生产和利用方式变革具有重要战略意义。目前各省包括山西省在内陆续依据智能电网、微电网、多能互补、“互联网+”智慧能源、电动汽车充电设施、电力现货市场等相关政策对“双碳”目标进行支持。同时，太原市自 2012 年 12 月就列入国家第二批低碳城市试点，着力构建低碳产业体系，产业结构明显朝向低碳化方向发展。因此，培养合格的电力专业人才对于我省和太原市的现代电力产业的发展具有重要的现实意义[5]。

2. 《电力系统分析》课程教学中存在的问题

《电力系统分析》课程是山西大学电气工程及其自动化专业的核心主干课程，课程所涉及的内容范围较广，是电力系统工程建设的理论基础，也是应用型、复合型电力人才培养的核心载体。只有全面了解《电力系统分析》课程的理论知识，才能将其充分应用到电力系统的工程建设中，才能保证我国电力系统工程建设的质量与水平，才能为人们提供更加优质的电力服务，保证人们的用电安全。

随着教学改革的不深入，目前《电力系统分析》课程的课时被逐渐减少，而在新工科和“双碳”背景下，新型电力系统相关新技术的逐步应用，《电力系统分析》课程中的教学内容却越来越多。因此，

造成现阶段该课程在教学过程中主要存在以下几方面问题:

(1) 教学结构不科学

该课程教学时将大部分的课程用于理论知识的教学上, 实践操作课时的比重相对较少, 这样容易造成学生虽然记住很多理论知识, 却无法将学到的理论知识很好的应用于实践操作中, 而且大部分的电力系统分析理论知识过于抽象化, 学生难以理解和记忆, 过段时间后容易遗忘, 从而影响下一步的教学。

(2) 教学内容不合理

目前该课程所使用的教材出版较早, 没有将新型电力系统新的研究理论、新的技术产品等融入其中, 学生学习的内容大多是过去的知识, 这样容易导致学生的学习内容同社会发展的脱节, 影响学生将学习到的知识应用于实践中的效果。而且教师的教学内容没有针对性, 大部分教师所选取的教学内容都比较普遍, 没有深入性的、实质性的教学内容, 使学生学习到的知识大多流于表面, 没有就某一方面知识进行深入的研究分析, 从而影响到学生进一步的学习。

(3) 教学手段过于单一

该课程教学目前仍采用传统的教学方式, 以教师为主体, 采用填鸭式的教学方式, 没有充分利用现代多媒体网络技术进行教学方式的创新, 传统的教学方式已经不能适应现阶段我国教育教学的发展要求。

本课程以“双碳”战略下建设新能源为主体的新型电力系统为指引, 结合课程定位从课堂内容、教学方法和实践环节等方面逐步开展了相关建设工作。针对本课程的教学模式, 将从电力复合型人才的需求出发, 着眼于引导学生主动分析解决复杂工程问题, 进而锻炼、提升工程实践与创新复合能力。所以对《电力系统分析》课程的教学改革势在必行, 只有优化教学结构、创新教学方法、整合教学内容, 才会提高教学质量, 为我国的电力行业培养更多优秀人才。

3. 《电力系统分析》课程教学改革研究

3.1. 课程教改改革内容

(1) 优化整合教学内容, 创新课程教学体系

目前《电力系统分析》课程教学设置为理论教学, 认识实习和课程设计三个教学环节, 各环节之间相对独立, 学生学完本课后, 不能把本课程的基本知识灵活运用到后续专业课程中。针对传统教学体系中存在的这一问题, 同时, 根据新型电力系统的发展要求, 结合专业特点, 应注重新技术、新知识在《电力系统分析》课程中的应用。

(2) 改革教学模式, 注重能力培养

《电力系统分析》课程具有很强的理论性、工程性、实践性和应用性, 内容广、概念多、计算繁、公式推导复杂, 是教、学双方的难点课程。所以, 需要改革教学模式, 注重学生能力培养。

(3) 改革教学方法, 提高教学效果

学生对“电力系统”的概念并不清楚, 虽然该课程一开始便导入了电力系统的概念, 仅停留在理论上, 学生对实际的电力系统设计、建设、运行等并不清楚。而现实的工作环境难以植入教学中, 使学生感觉学习难、内容枯燥, 学习动力不足。

3.2. 课堂体系和课程教学模式研究

(1) 提出以新型电力系统应用为主体的“多种理论教学、探究式实验教学、团队课程设计、讨论互动教学课程和竞赛性课程设计”五位一体课程体系, 如图 1 所示。

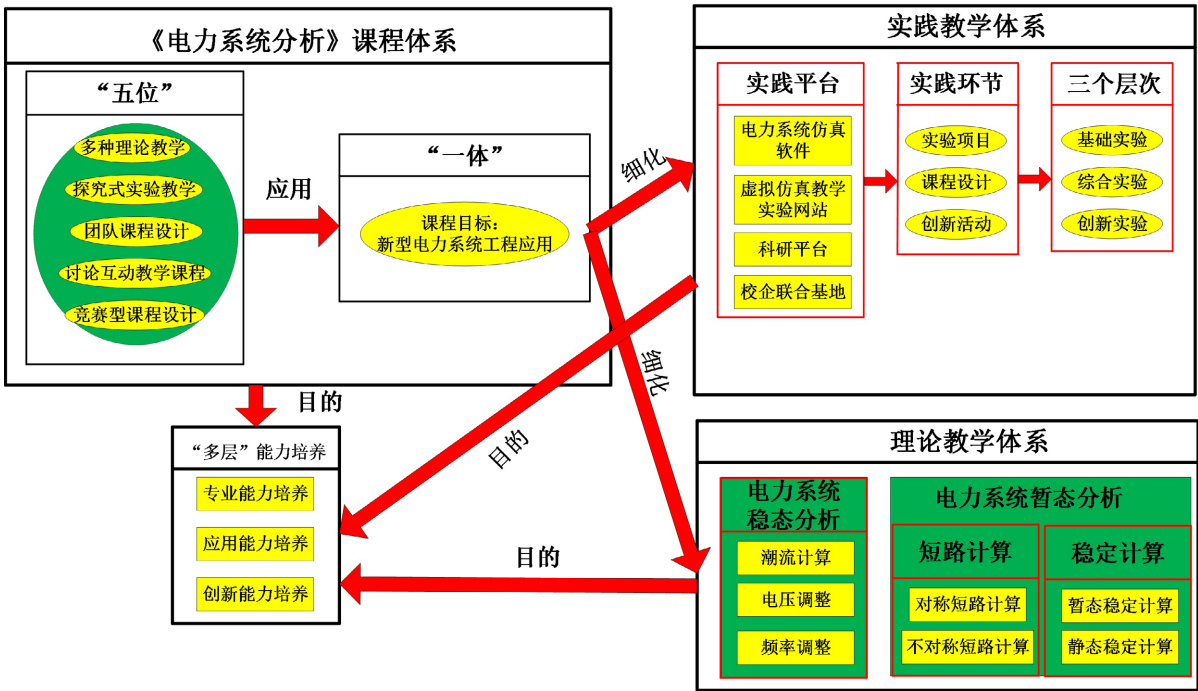


Figure 1. Five-in-one curriculum teaching system
图 1. 五位一体课程教学体系

该体系分理论教学体系和实践教学体系两部分。

① 理论教学体系：

理论教学体系按照“加强基础性，突出应用性”的教学内容改革思路，采用“同类合并，相对集中，教学内容与当前专业最新技术相结合”的原则，将教学内容优化重组为“电力系统暂态分析”和“电力系统稳态分析”两部分，并编写了配套的习题集，在内容编排上按照“基本原理与方法应用技能当前研究动态与热点”的层层诱导递进式顺序，实现对学生的专业基本知识的传授和基本技能的培养。这种教学改革方案与现有教育理论有密切联系，尤其是在教育目标、课程设计和教学方法等方面。学生反馈课堂

② 实践教学体系

按照“面向工程、突出能力培养”的教学改革思路，将课程虚拟仿真实验、课程设计、创新活动三部分内容进行优化整合，基于科研平台或校企联合基地，增加设计性、创新性实验项目比例，编写相配套的实验指导书、课程设计指导书，成立大学生创新小组，建立大学生课外科技创新基地，开展创新活动。同时，在课程设计与创新活动中，采用校企联合培养基地的模式，聘请企业的专业技术人员为客座教授，参与课程教学和实习，从而实现对学生的工程应用能力、创新能力的培养。通过在实践教学环节，采用虚拟仿真实验加强学生理论知识能力，学生反馈有在现场身临其境的体验；在课程设计环节，采用现场实际的发电厂变电站设计图纸加强学生设计能力，学生反馈对现场工程经验有更加具体的认识；在课外环节，采用潮流计算竞赛等活动激发学生的学习兴趣 and 主动性，学生反响强烈，实践应用能力也得到了加强。

以上两大体系相互渗透、相辅相成，重组后的课程教学内容和知识结构更加科学合理、先进实用。

(2) 提出“抓主线，齐并重，相结合”课程教学模式。

① 所谓“抓主线”是指以三大常规计算为主线，即潮流计算、短路计算和稳定计算为主要内容，注

重学生的基本概念、理论和计算方法的学习和理解, 为后续专业课程的学习打好基础。

② 所谓“齐并重”是指将理论教学与实践教学并重, 学生获得知识和学生应用知识的能力并重。在阐述基本理论的基础上, 注重利用电力仿真软件 PSASP、EMTPE 和 PSCAD 等进行理论和方法的应用。学生认识到电力系统的最新发展, 达到“知行合一”, 对于电力系统分析教育改革领域具有重要意义。

③ 实施“相结合”是指将课程理论教学与课程虚拟仿真实验教学相结合、课程设计与电力系统仿真相结合、工程训练与课外科技创新活动相结合。根据专业建设的需要, 结合新型电力系统发展前沿, 山西大学传统能源与新能源仿真研发创新实践教学平台, 建立“储能蓄电”大学生创新实验室, 实现对学生专业知识的应用、工程素质训练与创新能力培养的有机结合。

(3) 提出一系列教学方法, 让学生发挥主观能动性。

① 在教学过程中, 运用现场教学、案例教学、讨论式教学等手段, 将理论知识融入实际应用, 让学生在教与学的互动过程中, 灵活运用所学知识, 达到学以致用。在此教学过程中, 学生致知于行, 从实际问题出发, 再利用所学解决实际问题, 达到实践与统一相结合, 在学习的广度和深度上, 取得了更好的效果。

② 采用现代教学手段与传统手段相结合, 利用多媒体技术, 采用图片、视频等手段提高教学效果。采用现代教学手段, 提升了学生们学习的积极性和多样性, 有助于提高学生对所学的兴趣。

③ 开发慕课和电力系统分析虚拟仿真教学实验网站, 实现课程教学网络化。在此过程中, 将所教内容重点上传于电力系统分析虚拟仿真教学实验网站, 学生可结合课后作业对所学进行验证学习。

④ 将新的教学理念和模式融入到课堂教学中, 如模糊点提问、针对性解释、下课前总结、开放式题目、查阅文献、大作业考题、课后作业等。

因此, 以上的教学方法不仅在实践层面提升了教学效果, 更在理论层面为电力教育领域带来了新的视角和认识, 推动了教育教学模式的创新与发展, 将为电力教育领域带来新的视野及认知。

4. 《电力系统分析》课程教学改革特色与创新指出

4.1. 改革特色

- (1) 面向“新工科” + “双碳”背景下, 构建《电力系统分析》完整教学脉络和课程谱系。
- (2) 凝练在“新工科” + “双碳”背景下的新元素, 活化课程时代属性。
- (3) 进化实验模式, 开发虚拟仿真实验和开展校企合作实践。

4.2. 创新之处

- (1) 构建了知识体系和整体优化课程群建设新模式

通过厚植专业核心课程基础, 打通专业课程与创新竞赛、课程设计全过程培养通道, 学生的思维凝练能力和知识整合能力得到有力提升。

- (2) 创新了课堂教学新模式

将专业核心课教学按学理逻辑“纵”向深入, 逐步形成分析和解决复杂电力系统复杂工程问题的完整思维和能力, 将专业课按模块化全过程“横”向延展, 强化全过程能力培养, 将“双碳”“新工科”理念“嵌”入课程, 三者串联形成清晰完整的“纵”、“横”、“嵌”教学脉络, 递进式培养学生发现问题 - 分析问题 - 解决问题的综合能力。

- (3) 构建了实践教学资源和智慧教学新模式

自主研发在线开放课、虚拟仿真实验、规划教材、教学案例库等一系列优质实践教学资源。将创新团队科学研究成果转化为虚拟仿真实验教学资源, 形成“软硬相融、虚实结合”智慧教学新模式。

参考文献

- [1] 于万国, 胡宗森, 隋丽娜, 等. 新工科下软件工程专业实践案例构建研究[J]. 计算机技术与发展, 2021(2): 191-196.
- [2] 宋明珍, 谢吉青, 孔令丞, 谢家平. 双碳目标背景下电力集团储能电站与传统能源碳减排投资决策[J]. 管理工程学报, 2024, 39(1): 1-13. <https://doi.org/10.13492/j.cnki.cmee.2021.17.036>
- [3] 刘九庆, 马新宇, 崔连婧, 杨春梅. “双一流”建设背景下研究生创新型人才培养模式研究与探索[J]. 中国现代教育装备, 2021(117): 116-118.
https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=z-1yOu6aphP5zFybCdj2nZ7nKZC1KEEfgh8TmwUaDxzMJnWDuy473vcNuUXgx1gD_8OOSXYIVcx_Mf-j1x1Y-y2hYZWpzs6oCl8z7g0WqXDg_qZDwtysGi6zzSDt06mNp0rAAXjcfS6E4FryLMA5-e0UQpGoxT-&uniplatform=NZKPT&language=CHS
- [4] 周锦荣. 电类专业教师实践课程案例教学现状与分析[J]. 闽南师范大学学报, 2015(2): 124-127.
- [5] 张婷婷. 高等院校学前教育专业课程设计的理论与实践研究[J]. 吉林工程技术师范学院学报, 2023(12): 21-24.