

面向新工科的储能技术课程教学探索

李琪¹ 雷志斌²

1. 陕西师范大学 陕西西安市 710062

2. 陕西师范大学材料科学与工程学院 陕西省西安市 710119

摘要: 在工业与能源革命相互交融、共同发展的时代大背景下, 储能技术教育迎来了前所未有的机遇, 也遭遇着诸多挑战。储能领域的知识体系处于快速变化之中呈现出裂变式发展态势。然而, 多数院校在课程设置方面依旧采用基于单一学科划分的架构。这种教学方式将知识体系进行了割裂, 无法很好地契合储能在系统集成与协同优化方面的本质特点。基于此, 本文主要分析储能技术课程建设的必要性和现状, 提出面向新工科的储能技术课程教学策略。

关键词: 新工科; 储能技术课程; 教学策略

新工科建设着重强调学科交叉以及工程实践导向, 这为储能技术人才的培养带来了全新命题。当下, 技术迭代的周期不断缩短, 知识体系也在快速演变, 在这双重特点的影响下, 传统教学模式已难以契合储能领域对于复合型创新人才的需求。鉴于此, 学校在构建课程体系时需要将材料科学、电化学、热力学等多学科的知识架构进行有机融合, 充分考虑智能电网、大规模储能等应用场景对工程实践能力的要求。

1. 储能技术教学现状与挑战

1.1 跨学科教学体系尚未完善, 知识整合难度大

据国际能源署和国际可再生能源署研究显示, 随着新能源发电规模迅速扩大, 到 2050 年全球储能容量规模需求将是目前的 300 倍至 500 倍。储能技术融合电化学、热力学、材料工程以及能源系统工程等多学科理论。传统分科教学模式下, 知识体系易出现割裂情况。在实际课程设置中, 各学科教学内容通常独立编排, 缺少系统性的衔接设计。这种碎片化的知识传授方式, 让学生很难构建完整的学科认知框架。另外, 教师团队在跨学科协作上存在显著障碍, 不同专业背景的教师受自身学科视野局限, 在联合备课与课程开发环节难以凝聚有效力量^[1]。

1.2 实验与实践资源不足, 难以满足技术发展需求

储能作为一种新型的电力系统核心发展技术, 国家发改委以及教育部等为能够充分适应能源体系进行了全面改革, 积极推动储能领域新专业相关高等教育人才培养体系的变化革新, 加快推进“新能源材料与器件”专业建设。

当前, 储能技术教学领域面临的关键困境在于实验与实践环节的资源供给与行业发展需求存在较大差距。教学设备在数量和性能上, 难以满足储能技术快速更新换代的实际需求。多数教学单位的基础设施仍处于传统能源存储阶段, 无法有力支持高性能材料与器件储能技术的实践验证。此外, 实验平台建设需要持续投入资金和专业技术力量, 部分院校在设备更新速度和技术创新步伐之间出现明显差距^[2]。这使得学生在校期间很难接触到行业前沿的技术装备, 实际操作能力的培养受到限制。

1.3 教学内容滞后于行业技术迭代速度

当前储能技术的关键性能参数持续改进, 但专业教材更新速度难以匹配技术革新节奏。以电池新材料研发与能量管控系统为例, 这类产业界已普遍应用的创新成果通常需要经历较长时间才能进入教学环节。究其原因, 跨学科知识体系尚未完整建立。电力传输、材料制备、工作机制和自动化控制等不同学科的理论框架仍处于相对独立状态, 未能形成有机衔接的知识网络, 使得教学难以适应行业发展需求。这种脱节现象导致高校培养方向与企业实际岗位要求之间产生错位, 客观上制约了专业人才实践能力的提升^[3]。

2. 面向新工科的储能技术课程教学策略

2.1 构建多学科融合的模块化课程体系

在新工科背景下, 储能技术课程要构建跨学科知识网络, 将传统学科之间的壁垒转变为融合创新的动力源。模块化课程体系作为达成这一目标的有力手段, 能够按照储能技术的特点重新组合知识单元, 进而形成可灵活调整的

教学内容。

以“电化学储能系统设计”课程教学为例,教师可借助动力电池包开发项目,把工程热力学、材料界面科学、电力电子技术等多学科知识有效整合起来。该课程设置“储能材料特性分析”“电化学性能测试优化”“电池安全测试技术”这三大核心模块,每个模块都涵盖基础理论讲解以及工程实践环节。在“电化学性能测试优化”模块中,教师提供某型号商用电池的性能参数,要求学生分组设计出能达商用电池性能的最优方案^[4]。学生要依据所选材料组装电池,通过常规恒流充放电、循环伏安和交流阻抗等电化学测试评估电池实际性能。他们需要全面考量电极材料筛选、电芯设计、电解液选取、电解液注入量等诸多因素,针对不同的工作状况分析电池实际性能与理论值的差距和原因。

在项目实践期间,学生团队察觉到传统蛇形冷却管道存在局部过热点的情况。基于流体力学知识,团队对流道结构加以改进,采用仿生分形流道设计,以此提升冷却的均匀性。为检验改进成效,团队借助3D打印技术制作出等比缩小的散热结构原型,并在搭建的测试平台上开展循环充放电实验。学生将仿真数据与实测温度曲线进行对比,从而直观地认识到理论模型与实际系统之间的差异,进而掌握误差修正方法^[5]。这种教学方式摒弃传统以学科划分的章节架构,把抽象理论转变为具体工程问题。在项目推进进程中,学生能自然而然地融合多学科知识,进而逐步构建起系统级工程思维。

2.2 打造“虚实结合”的实践教学场景

储能原理与技术是一门以新技术为主导、多学科交叉的专业课,涵盖了材料科学与基础、物理化学和电化学储能原理等课程的基础知识。而电力储能产业是一个高度数字化和技术密集型的产业,需要拥有数字化思维能力和具有科学素养的人才。“虚实结合”模式注重虚拟仿真与实体操作的紧密融合,引导学生于数字化环境中预先演练技术流程,随后借助真实设备对理论成果加以验证,进而构建起完整的认知闭环^[6]。这一教学策略能够有效解决实验室硬件资源匮乏的问题,合理把控实践风险。尤其是针对储能系统这类包含高电压、大电流等滥用条件下的实验场景,具有很强的适用性。

在锂离子电池的设计与制造教学单元中,教师要设计

分阶段逐步深入的教学方案。教学起始阶段,学生在虚拟仿真平台开展系统参数设定与运行模拟。该平台设有典型电极材料数据库、模型和器件组装以及安全性能工况测试等环节。学生需依据教师给定的储能容量要求自行挑选电芯类型,选用模型在软件中进行锂离子电池器件组装操作,并在滥用条件下进行安全性能操作测试。比如,当学生对所组装的软包电池进行过充电或过放电测试时,仿真系统会实时呈现电芯正负极的动态变化过程,学生通过分析其相关反应机制,可以增强对过充/过放电池反应的深入理解。

在进阶教学阶段,学生进入实体实验室进行操作。教师为学生提供标准化电池组装所需材料和安全条件下测试仪器,要求学生将在仿真阶段经过验证的设计方案转化为实物系统。在组装软包装电池过程中,学生发现按照仿真阶段计算的电极尺寸,在实际场景中出现了卷绕错位、容易短路及对组装技术要求高等情况。经过对比与分析,学生认识到仿真参数未将组装仪器张力和实际操作难度的影响考虑在内,于是自主对电极尺寸设计方案做出修正。在系统调试环节,教师特意设置电池模组电压不均衡这一故障现象,引导学生运用充放电策略优化方面的知识,借助软件开发工具对均衡控制参数进行调整^[7]。接受虚实结合训练的学生,在实际电池组装和测试中呈现出更强的工程思维能力。他们能够全面考量仿真数据与实物测试结果之间的差别,进而提出更具实际操作价值的优化举措。

2.3 实施“产业命题驱动”教学模式

在面向新工科背景的储能技术课程教学改革中,“产业命题驱动”模式着重把真实的产业需求转变为教学任务。学生在解决实际问题的进程中构建知识体系,该教学模式强调技术应用与理论学习实现有机融合,关键在于搭建起校企协同的创新平台,从而让人才培养目标与产业发展态势保持一致。

学校可与相关电池企业构建合作机制,双方共同设计教学项目。企业工程师向教学团队明确具体需求:在设计特定能量密度和功率密度的单体电池,除达到目标性能指标外,学生需将实验与理论计算相结合,分析电池各组件的工作机制。教师团队把这一命题细分为电极材料选型、材料和理论计算三个关键技术模块,进而形成涵盖材料特性分析、材料表征技术和电极工作机制理论计算等知识领域的综合训练任务^[8]。

在教学实施阶段,学生被划分成不同工作组,每组均有企业导师与专业教师共同指导。小组在构建电池组三维模型时,察觉到企业给出的电芯排布参数和实际测试数据存在偏差。于是,学生主动与企业技术人员取得联系,并带着自行制作的简易测温装置前往生产车间。在车间,学生开展实地测量工作,对电芯间距影响散热通道的系数进行了修正。这一基于真实场景的数据采集过程有效锻炼了学生的工程测量能力,使他们深切领悟到理论模型和工程实践之间存在的本质差异。进入方案设计环节,教师引导学生树立多目标优化思维。学生最初设计的复合相变材料方案,虽能满足温控要求但材料成本却超出预算指标。为此,学生重新规划技术路线,借助仿真平台展开 30 余次参数优化。最终确定采用分层填充策略,即在高温区域选用高导热的石墨烯材料,而在低温区域则改用成本相对较低的膨胀石墨基材^[9]。

由此可见,基于真实产业命题开展的教学设计能切实激发学生主动学习的动力。这一教学模式成功落地实施为储能领域新工科人才的培养提供了可借鉴的实践路径,其经验对于同类院校的课程改革而言具备重要的参考意义。

2.4 组织产业导师协同授课

作为一门新兴的工科产业,全方位培养高质量人才、充分适应新型产业的蓬勃发展,已成为了储能专业培养的首要任务。面向新工科的储能技术课程注重学科交叉与实践能力的培养,产业导师协同授课这一模式能有力推动产教资源融合,助力学生形成工程实践思维。该模式把企业的实际需求引入课堂教学中,让理论教学紧跟产业技术发展步伐。

学校可在储能系统集成课程里开展校企联合教学项目,此课程围绕新能源科技公司实际研发的锂离子电池储能系统设置。企业技术总监出任产业导师,与校内教师一同制定教学计划。在储能系统热管理模块教学时,企业提供正在研发的工商业储能系统运行相关资料,如电池组温度分布情况、散热结构设计图纸等。学生分组对该储能系统在高温环境下的热失控风险展开分析,发现现有的风冷结构存在散热不均衡问题。产业导师依据企业项目经验,指导学生运用计算流体力学软件对散热风道进行三维建模,对导流板角度以及风机布局参数做出调整。经仿真优化,学生团队提出把传统单侧进风改为双侧对称进风的设计方案,

有效降低了电池模组间的温差。

在课程实施阶段,产业导师着重讲授企业技术标准与行业规范。以储能系统安全设计为例,详细讲解温度梯度控制指标。到了方案评审环节,学生需要按照企业技术文档格式撰写设计报告,并模拟企业技术部门方案汇报的流程。这种教学模式突破了传统实验课仅进行验证性操作的局限,学生在应对实际工程矛盾时要全面考量材料成本、加工工艺、运维便利性等诸多因素。该教学模式为新工科人才培养提供了可借鉴的实践路径,有助于促进高校教学与产业需求紧密衔接。

结束语:

总而言之,储能技术教育的革新实践彰显了新时代工程人才培养模式的根本性转变,相关经验为新工科专业建设带来普遍适用的启示。学校可以通过构建多学科融合的模块化课程体系、打造“虚实结合”的实践教学场景、实施“产业命题驱动”教学模式、组织产业导师协同授课等方式,使人才培养质量真正匹配能源革命对工程技术人才的需求。

参考文献:

- [1] 郝亮.“双碳”目标下储能科学与工程微课程建设路径探索[J].教育观察,2025,14(04):66-69.
- [2] 刘璐,胡南,赵麒,等.“双碳”目标背景下《储能技术》课程教学模式改革研究[J].长春工程学院学报(社会科学版),2024,25(04):124-127.
- [3] 雷涛,张晓斌,姚文利,等.行业特色型大学电气工程储能技术方向课程体系优化研究[J].中国电力教育,2024,(12):78-79.
- [4] 王期文,刘威.基于成果导向和实践性的教学模式探究——以“储能技术及应用”课程改革为例[J].公关世界,2024,(18):91-93.
- [5] 常龙,李志伟,于昊,等.储能技术学科建设及本科生培养探索[J].化工管理,2023,(26):32-35.
- [6] 高小飞,王育飞,薛花,等.电力储能产业与数字电子技术课程产教融合初探[J].中国电力教育,2023,(05):57-58.
- [7] 王菁,邓翔天,罗冰洋.“电池储能技术”课程思政建设探索[J].教育教学论坛,2022,(37):101-104.
- [8] 刘凤国,刘艳慧,于江玉,等.储能原理与技术课程思政[J].中国冶金教育,2022,(03):86-88.

[9] 刘云花, 邹树良, 马先果. 储能原理与技术课程教学探索 [J]. 山东化工, 2021, 50(06): 214-216.

基金项目: 2023 年陕西师范大学教育教学改革研究项目: 面向新工科的储能技术课程教学探索 (编号: 23JG25); 第二届校级“课程思政示范课程”项目。

作者简介: 李琪 (1988.11—), 女, 汉族, 陕西阳泉人, 博士, 陕西师范大学副教授,

研究方向: 新能源材料与器件。

雷志斌 陕西师范大学材料科学与工程学院 博士;