



储能科学与工程专业本科生科研能力培养模式探索

张茜茜, 郑喜颖, 王 坤, 饶中浩*
(河北工业大学能源与环境工程学院, 天津 300401)

摘要: 在“双碳”战略与能源转型的时代背景下, 储能科学与工程作为多学科交叉融合的新兴工科专业, 对本科学生的科研创新能力提出了更高要求。本文采用问卷调查与半结构化访谈相结合的方法, 对全国10所不同层次高校的423名储能专业本科生进行了系统调研。数据显示在科研训练过程中存在学生参与深度不足、制约因素多元、培养体系与需求错位等问题。制约因素分析表明, 知识技能落差、时间精力冲突、人际指导缺失是影响学生科研参与的核心障碍。进一步分析发现, 问题的深层原因在于培养模式存在制度性缺失、结构性缺失以及支持性缺失。针对上述问题, 借鉴西安交通大学、天津大学、华北电力大学等高校的典型经验, 本文从课程体系优化、导师指导优化、实践平台建设和支持机制完善四个维度提出改革措施, 将项目实践、课题研究和产教融合贯穿于科研能力培养全过程, 旨在为储能专业本科生科研能力的提升及储能领域人才培养提供有益借鉴。

关键词: 储能科学与工程; 科研能力; 培养模式; 产教融合

doi: 10.19799/j.cnki.2095-4239.2026.0376

中图分类号: G 42.0

文献标志码: A

文章编号: 2095-4239 (XXXX) XX-1-10

Exploration of the Cultivation Model for Undergraduate Research Capability in Energy Storage Science and Engineering

ZHANG Qianqian, ZHENG Xiyong, WANG Kun, RAO Zhonghao*
(School of Energy and Environmental Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China)

Abstract: Against the backdrop of the "Dual Carbon" strategy and the energy transition, energy storage science and engineering—as an emerging interdisciplinary engineering field—places higher demands on undergraduate students' research and innovation capabilities. This paper employs a combined approach of questionnaire surveys and semi-structured interviews to conduct a systematic survey of 423 undergraduate students majoring in energy storage at 10 universities of varying levels nationwide. The data reveal issues such as insufficient depth of student engagement in research training, diverse constraining factors, and a mismatch between the training system and student needs. An analysis of these constraining factors indicates that gaps in knowledge and skills, conflicts between time and other commitments, and a lack of interpersonal guidance are the core barriers affecting student participation in

收稿日期: 2026-05-06; 修改稿日期: 2026-07-23。

基金项目: 2025年河北省高校创新创业教育教学改革研究与实践项目(2025xcxy025); 2025年度教育部人文社会科学研究专项任务项目(25JDSZ3189)。

第一作者: 张茜茜(1987—), 女, 博士研究生, 副教授, 研究方向高等教育, E-mail: 2014071@hebut.edu.cn; 通信作者: 饶中浩(1985—), 男, 博士, 教授, 研究方向为储能技术, E-mail: raozhonghao@hebut.edu.cn。

引用本文: 张茜茜, 郑喜颖, 王坤, 等. 储能科学与工程专业本科生科研能力培养模式探索[J]. 储能科学与技术, XXXX, XX(XX): 1-10.

Citation: ZHANG Qianqian, ZHENG Xiyong, WANG Kun, et al. Exploration of the Cultivation Model for Undergraduate Research Capability in Energy Storage Science and Engineering[J]. Energy Storage Science and Technology, XXXX, XX(XX): 1-10.

research. Further analysis reveals that the root causes of these problems lie in institutional, structural, and support-related deficiencies in the training model. To address these issues, drawing on best practices from institutions such as Xi'an Jiaotong University, Tianjin University, and North China Electric Power University, this paper proposes reform measures across four dimensions: optimization of the curriculum system, enhancement of faculty mentoring, development of practical platforms, and improvement of support mechanisms. By integrating project-based practice, research projects, and industry-academia collaboration throughout the entire process of cultivating research capabilities, the paper aims to provide valuable insights for enhancing the research capabilities of undergraduate students majoring in energy storage and for talent development in the energy storage field.

Keywords: Energy Storage Science and Engineering; Research Capabilities; Training Model; Integration of Industry and Education

在全球能源转型与我国“双碳”战略深入推进的背景下,储能技术成为能源结构改革的关键支撑。2020年,教育部、国家发展改革委、国家能源局三部委联合印发了《储能技术专业学科发展行动计划(2020—2024年)》,明确提出“加快建立发展储能技术学科专业”“大力培养技术研发型人才和产业应用型人才”^[1]。自2020年教育部批准西安交通大学设立“储能科学与工程”本科专业以来,至今全国已有100余所高校开设该专业。2025年,工业和信息化部等八部门印发了《新型储能制造业高质量发展行动方案》,提出要“加快人才引育”“协调构建高端人才培养网络”^[2]。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》强调要“加快建设新型能源体系”“大力发展新型储能”^[3],对高校储能科学与工程专业的人才培养质量提出了更高要求。

本科生科研是现代大学初期精英培育的制度根基,愈来愈多国家将本科生科研强化视为有效途径,以期在科研起步阶段夯实人才基础^[4]。科研能力已经成为高等教育学生培养的重要目标之一,包括“科研知识”“科研技能”和“科研情感”^[5],其中“科研技能”又包含“实验操作能力”“数据分析能力”“学术表达与写作能力”“问题解决与创新能力”。本科生科研训练作为高质量本科教育的重要组成部分,对学生获得专业知识与实践技能、培育团队合作精神和沟通协调素养、提高发现问题和解决问题能力、养成创新性与探索性思维具有重要作用^[6]。“储能科学与工程”是一个多学科深度交叉融合的新兴专业,它具有多样化的应用背景、多维

度的知识体系、多层次的专业构架等特征^[7],其知识体系涉及动力工程及工程热物理、化学、物理学、材料科学与工程、电气工程、机械工程等众多学科^[8]。由于储能学科内容的交叉性、复杂性,学生在科研训练中往往需要掌握广泛且深入的理论知识。此外,储能领域的快速发展也导致新理论和技术不断涌现,进一步加剧了学生专业知识更新的压力。

作为一个新兴专业,“储能科学与工程”专业本科生的科研能力培养面临诸多挑战。首先,储能专业呈现“基础学科多、专业方向多、教学资料少、经验丰富教师少”的“两多两少”特点^[9]。其次,储能专业的培养方式呈现多元化趋势,各校间的课程设置、实践教学和师资力量等方面展现出多样化特色^[10]。再次,大部分学生本科阶段的学习过程中缺乏足够的科研训练经历,且专业基础课程里的实验内容并不全面^[11]。目前,关于本科生科研训练的研究已取得一定进展:在科研能力培养效果层面,李雅文等研究了教师情感性支持和专业性支持对提升本科生的科研创新能力的促进作用^[12];在参与意愿层面,陈丽萍等认为本科生与科研团队的价值观匹配正向影响本科生科研能力和意愿,要求一能力匹配正向影响本科生科研能力^[13];在影响因素层面,钟春梅等探讨了项目驱动下本科生科研活动参与行为影响因素^[14]。然而,针对储能专业这一新兴交叉学科学生科研能力培养的系统性研究仍显不足。因此,深入研究储能专业本科生科研能力培养的现状、问题与对策,探索构建与储能专业特点相适应,与培养方案深度融合的本科生科研能力培养

模式，对培养既具备扎实专业知识又能主动适应和引领能源转型需求的储能领域创新人才具有重要参考价值。

1 研究设计与数据来源

1.1 调研对象与方法

为全面了解储能专业本科生科研训练的现状与需求，本文采用问卷调查与半结构化访谈相结合的方法，对重庆大学、河北工业大学、长沙理工大学等10所不同层次高校的储能科学与工程专业本科生进行了深度调研。在高校选取方面，采用分层抽样与立意抽样相结合的调研方法，根据院校层次（985高校、211高校、省属重点高校）和地域分布（华北、华东、华中、西南、西北）进行分层，在每层中选取具有代表性的高校，同时兼顾了储能专业的不同建设阶段，以确保样本的多样性，样本分布见表1。问卷通过线上问卷平台进行发放，每校样本量在30—60份之间，回收有效问卷423份。

问卷设计基于前期文献研究和专家咨询，包含六个维度：①学生基本信息（年级、兴趣程度、学业成绩）；②科研参与状态（参与形式、时间投入、成果层级）；③关键制约因素（知识技能、时间精力、人际指导、未来发展、科研参与体验）；④应对策略（主动求助、自我调节、消极回避）；⑤专

表1 调研样本来源

Table 1 Sources of the Survey Sample

学校	问卷数量	学校	问卷数量
河北工业大学	57	华北电力大学	39
天津大学	48	重庆大学	35
中国矿业大学	39	长沙理工大学	28
昆明理工大学	55	厦门大学	35
西安理工大学	57	西安建筑科技大学	30

业认同与反馈机制；⑥改进建议。问卷采用李克特五点量表进行测量。为确保问卷的信效度，研究团队在正式施测前进行了小范围预测试（n=30），并根据反馈对部分题项表述进行了优化。正式数据分析显示，量表的Cronbach's α 系数为0.892，KMO值为0.845，表明问卷具有良好的信度与结构效度。

1.2 样本特征

本次调研样本的分布特征如表2所示。大一140人（33.1%）、大二102人（24.1%）、大三92人（21.75%）、大四89人（21.04%）。回收的有效问卷中大一学生占比较高，反映了低年级对科研话题的关注度更高。学业表现方面GPA排名前20%的学生占27.9%，中上20%—50%占37.83%，样本整体学业水平较高。科研参与度方面，尚未参与科研训练的学生占比37.59%，参与各类实验/竞赛等科研训练的学生占比62.41%。专业兴趣方面，比较感兴趣及以上者占比84.16%。

表2 调研样本特征分布

Table 2 Distribution of Survey Sample Characteristics

项目	类别	人数	占比	项目	类别	人数	占比
年级	大一	140	33.1%	学业表现（GPA排名）	前20%	118	27.9%
	大二	102	24.1%		中上20%—50%	160	37.83%
	大三	92	21.75%	科研参与度	已参与	264	62.41%
	大四	89	21.04%	专业兴趣	比较感兴趣及以上	356	84.16%

2 储能专业本科生科研训练现状分析

2.1 科研训练参与的基本特征

2.1.1 参与率与参与形式

调研数据显示（见图1），83.16%的学生对储能专业表示出较高的兴趣，但科研训练却存在较为明显的“浅层化”特征，呈现出低年级学生科研参与较少、高年级学科竞赛及导师课题参与深度不足的现象。在已参与科研训练的学生中，“课程内的综合实验/课程设计”在各年级科研训练中的占比

较为均衡，“大学生创新创业训练计划”和“学科竞赛”大二及以上学生参与较多，其中“学科竞赛”大四学生参与的数量最多，占比达34.7%。大一学生未参与科研训练占比达52.2%，且参与科研训练的学生以课程内实验为主。高年级学生更倾向于参与学科竞赛和导师课题组项目，但目前参与的占比分别仅为28.61%和23.40%。进一步分析发现，科研入门机会有限、师生信息不对称、学生专业技能自信不足等问题与科研训练“浅层化”现象

密切相关，数据表明这些问题可能源于现有培养方案缺乏阶梯式的科研训练路径与学分保障机制，科

研训练主要依赖学生课外自发参与，未能从制度层面实现从“课程实验”到“科研训练”的跨越。

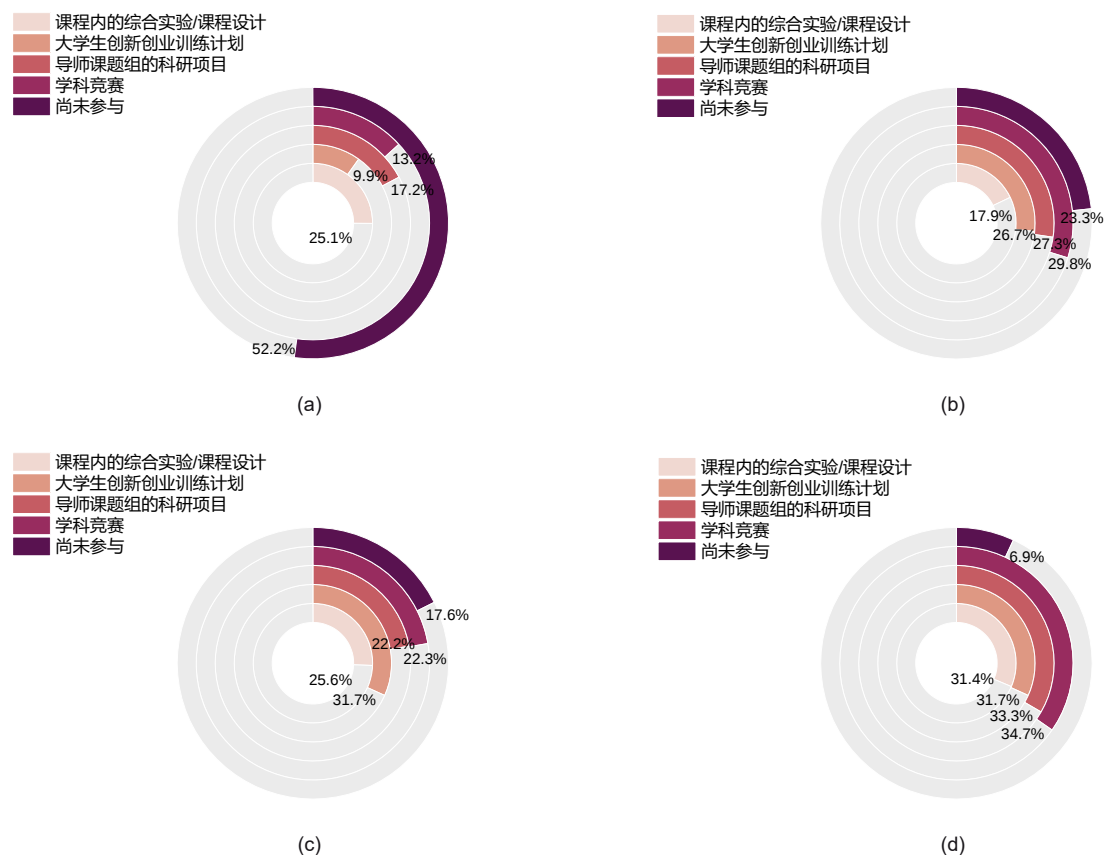


图1 不同年级学生科研参与形式分布: (a)大一年级学生参与科研形式;(b)大二年级学生参与科研形式;(c)大三年级学生参与科研形式;(d)大四年级学生参与科研形式

Figure. 1 Distribution of research participation formats among students in different grade levels: (a) Research participation formats among first-year students; (b) Research participation formats among second-year students; (c) Research participation formats among third-year students; (d) Research participation formats among fourth-year students

2.1.2 时间投入与成果层级 在时间投入方面，超过50%的学生每周科研时间不足5小时，如图2所示。其中，每周投入5小时以内的占53.4%，5—10小时占28.8%，10—20小时占12.12%，20小时以上仅占5.7%。数据显示，科研时间投入越多的学生，取得的科研成果层级越高，表明时间投入与成果层级可能呈正相关 ($r=0.44$, $p<0.01$)。在能够以主要作者身份发表论文的“学术期”学生中，每周投入20小时以上的比例达到50%，而探索期学生该比例仅为1.5%。此外，受时间投入的影响，在参与科研训练的学生中，50.8%的学生仍处于探索期（仅完成基础操作学习，暂无有效数据或结论），29.9%处于数据期（获得有效数据但未

形成完整报告），16.3%处于成果期（获得竞赛奖项或申请专利），仅3.0%处于学术期（发表学术论文）。数据反映当前的培养体系较难为学生提供持续、深度的科研制度保障和时间空间，这可能会较大程度地影响大多数学生的科研训练成果，使其停留在探索期。

进一步分析发现，学生本身的学业基础对其科研投入也有一定程度上的影响。学生的科研训练参与程度、科研进展和科研满意度均与高GPA正相关。GPA排名越靠前的学生，参与科研训练的比例越高。图3为科研训练成果期和学术期学生GPA与满意度的关系。GPA在前20%的学生对科研训练的“非常满意”的程度可达57%，而GPA在后

5小时以内
5-10小时
10-20小时
20小时以上

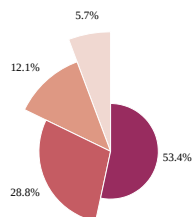


图2 学生科研投入时间

Figure. 2 Time Students Devote to Research

20%的学生在“非常满意”一项中占比为0，这一数据显示良好的学业基础更大程度上有助于学生更从容地投入科研，另一方面也提示科研训练所强化的逻辑思维、问题解决与自我管理能力可能反哺课程学习。

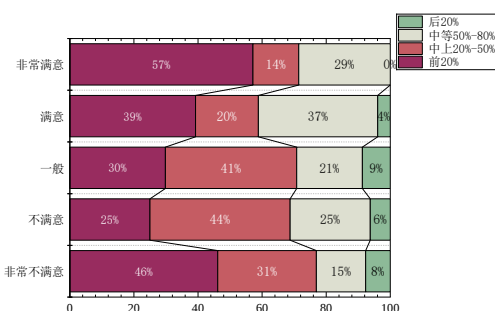


图3 GPA与满意度的关系

Figure. 3 The Relationship Between GPA and Satisfaction

2.2 科研训练中的关键制约因素

2.2.1 知识与技能落差

数据显示，知识与技能落差是制约学生科研参与的首要因素。不同知识技能的制约特征如图4。数据显示，65.5%的学生将“知识储备量少”列为主要困难，65.2%的学生认为“寻找创新切入点困难”存在中等及以上困难，反映出学生从“知识接受者”向“知识创新者”转变的过程中缺乏有效的过渡支持。结合储能专业背景，这一数据的出现可能是由于储能学科的学科交叉性极强，要求学生既要懂热力学、流体力学等传统工科知识，又要掌握电化学、材料表征等前沿技术，还要熟悉编程仿真、数据分析等数字化工具^[15]。

相比之下，“不会使用专业仪器”的困难程度相对较低，中等及以上困难比例为54.9%，其中显

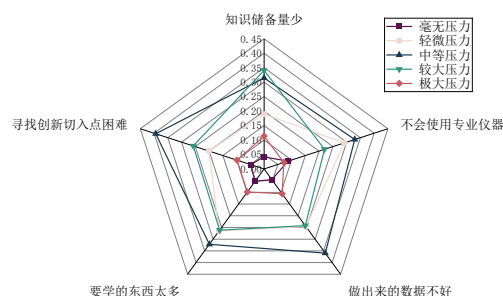


图4 科研训练中的制约因素

Figure. 4 Constraints in Research Training

著困难仅占22.0%。这一数据表明学生对于操作性技能的学习适应较快，主要科研瓶颈在于如何将课堂上学习的专业知识整合并应用于解决一个开放性、复杂性的真实工程问题。同时，这也揭示了现有课程体系与科研训练之间存在断层，当前课程体系仍以知识传授为主，缺乏“如何做科研”等科研方法的系统训练，学生在科研训练过程中难以将所学知识有效转化为研究能力。

2.2.2 时间与精力冲突

在时间与精力冲突方面，28.0%的学生将“专业课作业太多实验时间不足”列为较大困难或极大困难。“投入时间多但短期看不到成果”的问题也较为突出，26.9%的学生存在较大困难或极大困难（表3），这反映了当前培养方案中课程体系与科研训练在时间资源分配上存在一定冲突。学生需要在完成课程作业与投入科研实验之间做出取舍，而科研实验本身具有周期性和不确定性，常常使学生在时间安排上处于被动。此外，实验失败造成计划被打乱（中等及以上困难占54.5%）、科研占用休息时间（中等及以上困难占43.1%）等问题也普遍存在，这也会进一步加剧学生的精力分散与心理负担。

表3 时间与精力冲突问题分布（%）

Table 3 Distribution of Time and Energy Conflicts (%)

具体问题	无困难	轻微困难	中等困难	较大困难	极大困难
专业课作业太多	18.2	27.3	26.5	20.5	7.5
科研占用休息时间	23.2	32.6	28.0	12.1	3.0
实验失败打乱计划	18.2	27.3	33.3	16.7	4.5
投入多、短期无成果	15.9	28.0	29.2	20.5	6.4

2.2.3 人际与指导缺失

人际与指导缺失问题分布如图5所示，区域1为学生反馈“不敢问问题”的困难程度，区域2为“老师太忙无人指导”问题程度反馈，区域3为“看到同龄人成就”的压力问题反馈，学生在以上三个问题中选择“中等困难”的比例均较高，分别为31.4%、33.3%、31.1%，选择“较大困难”的比例依次为15.5%、15.5%、18.6%，表明现有导师制在功能和机制上未能完全有效对接本科生的实际科研需求。进一步分析数据可得，导师赋能对学生科研热情有显著影响，获得导师及时指导的学生，其科研热情显著高于缺乏指导者，有效的导师支持不仅包括学术指导，更包括心理关怀与职业引领。

2.2.4 科研训练中的负面体验

分析科研训练体验相关问题，如表4可得“因实验反馈周期长而产生的不确定感”是最普遍的负面体验，46.2%的学生表示“有时”“经常”或“总是”出现该情况。针对“科研兴趣出现衰减”一项，选择“从不”和“很少”的学生比例42.5%。“经常”或“总是”出现“缺乏正向反馈”，

表4 科研参与中的负面体验频率分布（%）

Table 4 Frequency distribution of negative experiences in research participation (%)

负面体验	从不	很少	有时	经常	总是
第一项：因实验反馈周期长而产生的不确定感	11.6	22.0	31.8	21.2	13.4
第二项：自我能力质疑	15.9	31.1	28.8	18.2	6.0
第三项：缺乏正向反馈，持续投入意愿下降	18.2	28.8	29.5	16.7	6.8
第四项：成就感缺失	16.7	31.8	28.8	15.9	6.8
第五项：科研兴趣出现衰减	15.2	27.3	33.3	15.2	9.0

2.3 现有支持体系的有效性评估

调查显示，目前科研训练的正向反馈存在明显不足（如图6）。在参与科研训练的学生中，仅有29.2%的学生“经常得到导师/师兄的肯定和鼓励”，43.2%“偶尔得到肯定”，25.0%“很少得到反馈，感觉在‘单机游戏’”，2.7%“从未得到过正面反馈”。进一步分析数据可知，正面反馈频率与科研满意度呈显著负相关（ $r=-0.31$ ， $p<0.05$ ），与科研热情呈显著正相关（ $r=0.45$ ， $p<0.01$ ），与努力-成果匹配度呈显著正相关（ $r=0.31$ ， $p<0.05$ ）。

在主动求助行为方面，学生表现出“向同辈倾斜、向导师回避”的特征（如图7）。“向师兄师姐

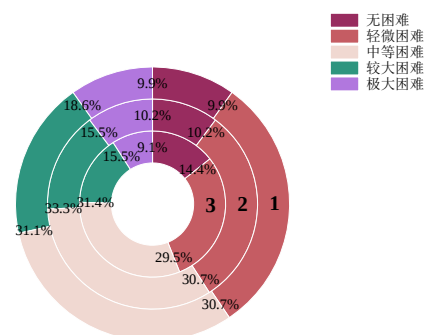


图5 人际与指导缺失问题分布

Figure. 5 Distribution of Issues Related to Interpersonal Relationships and Lack of Guidance

持续投入意愿下降”的比例为34.6%。这反映出相当比例的学生在科研训练中面临显著的持续投入动力不足问题。数据显示，心理韧性是学生持续参与科研训练的核心内驱力。持有“即使没有成果，探索过程也有价值”信念的学生，其科研训练投入与成果显著高于“没有成果就放弃”者。当学生将科研视为“学习过程”而非“成果竞赛”时，更能从挫折中学习，在科研压力中成长。

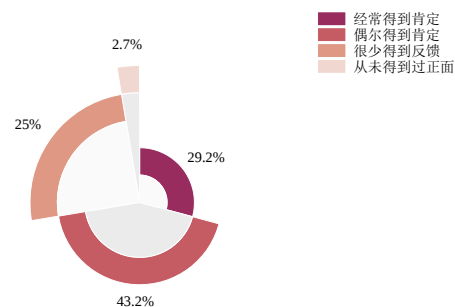


图6 科研正面反馈获取情况

Figure. 6 Status of Receiving Positive Feedback on Research

请教”的积极反馈率（比较符合+完全符合）为44%，而“主动找老师讨论课题”占比仅为35%。

在学生最希望获得的科研入门支持中（如图8），“基础操作视频教程”需求最高（67.8%），其次是“允许失败的容错机制”（62.9%）、“配备朋辈导师”（59.5%）和“科研入门培训营”（56.8%）。在激励措施方面，“学分置换”（73.0%）和“科研经历证书”（72.0%）的认可度最高。

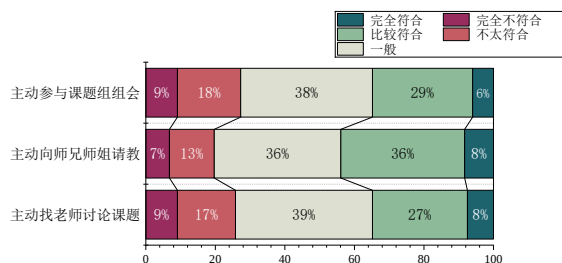


图7 学生科研训练主动求助行为反馈

Figure 7 Feedback on Students' Proactive Seeking of Assistance in Research Training

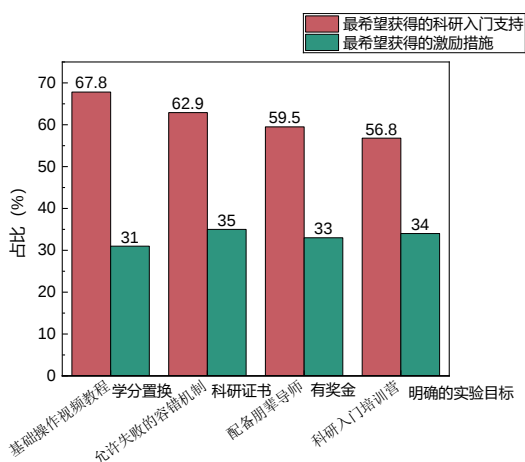


图8 学生希望获得的科研入门支持及激励措施

Figure 8 Support and Incentive Measures Students Hope to Receive for Getting Started in Research

3 本科生科研能力培养模式构建

基于调研数据及分析可得，储能专业本科生科研训练的核心问题是现有培养体系“不支持其有效地做科研”。问题成因可归纳为三个维度：一是制度性缺失，培养方案中缺乏阶梯式、学分化的科研训练路径；二是结构性缺失，课程体系与科研训练在时间、内容上存在冲突；三是支持性缺失，导师指导、朋辈互助等支持机制不健全。但需要说明的是，储能科学与工程作为多学科深度交叉融合的新兴专业，其培养模式的有效性依赖于高校自身的学

科生态与资源平台。不同高校在动力工程及工程热物理、电气工程、材料科学与工程、化学等支撑学科上的优势各不相同，区域产业需求与校企合作资源亦存在显著差异。因此，高校在进行本科生科研能力培养模式改革时，应重点考量四个维度的实际情况：院校层次与办学定位、师资队伍结构、学科基础与优势方向、区域产业需求与校企合作资源，因校制宜进行本土化转化，方能实现改革措施的有效落地。针对上述问题，本文从课程体系、导师指导、实践平台、支持机制四个维度提出改革措施，形成“制度保障—人际支持—环境赋能—过程保障”的闭环模式（见图9），以培养储能领域的卓越创新人才。

（1）课程体系优化：将科研训练纳入培养方案。第一，开设阶梯式科研训练课程。针对“低年级缺少科研入门机会、高年级科研参与深度不足”的问题，参考华北电力大学在大二设置选修课程《科研基础训练》，大三设置必修课程《科研训练》等措施，构建“认知—实践—研究”阶梯式科研训练课程体系。课程设置上做“科研学分加法”和“课程作业减法”，从制度上为科研训练预留时间空间。第二，开发个性化、模块化教学资源。针对储能宽基础、多学科交叉的特点，借鉴西安交通大学设置热质储能、电化学与电磁储能、系统储能3个方向子模块。根据各子专业模块的特征，分别设置了独立的相关课程群，满足学生个性化发展需求^[16]，学生在进入实验室前可自主选学对应模块，降低“知识储备不足”带来的入门焦虑，实现“因材施教”。第三，在专业课程中嵌入微研究项目。针对“课程内容与科研方法脱节”的问题，参考天津大学以项目为牵引开展项目式教学，培育了18门储能专业定制的“项目式课程库”^[17]，使学生在课程学习中同步获得科研方法训练，弥补“课程内容”与“科研实践”之间的断层。第四，推动科研置换学分制度。针对“课业负担重、科研时间被挤压”的现实矛盾，允许学生将参与的“全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛”“中国国际大学生创新大赛”等相关学科竞赛成绩，以及获得的论文成果等，置换为“综合实验”或“专业选修课”学分，以缓解课业冲突，赋予科研训练合法的“时间身份”。

（2）导师指导优化：建立多层、多导师体系

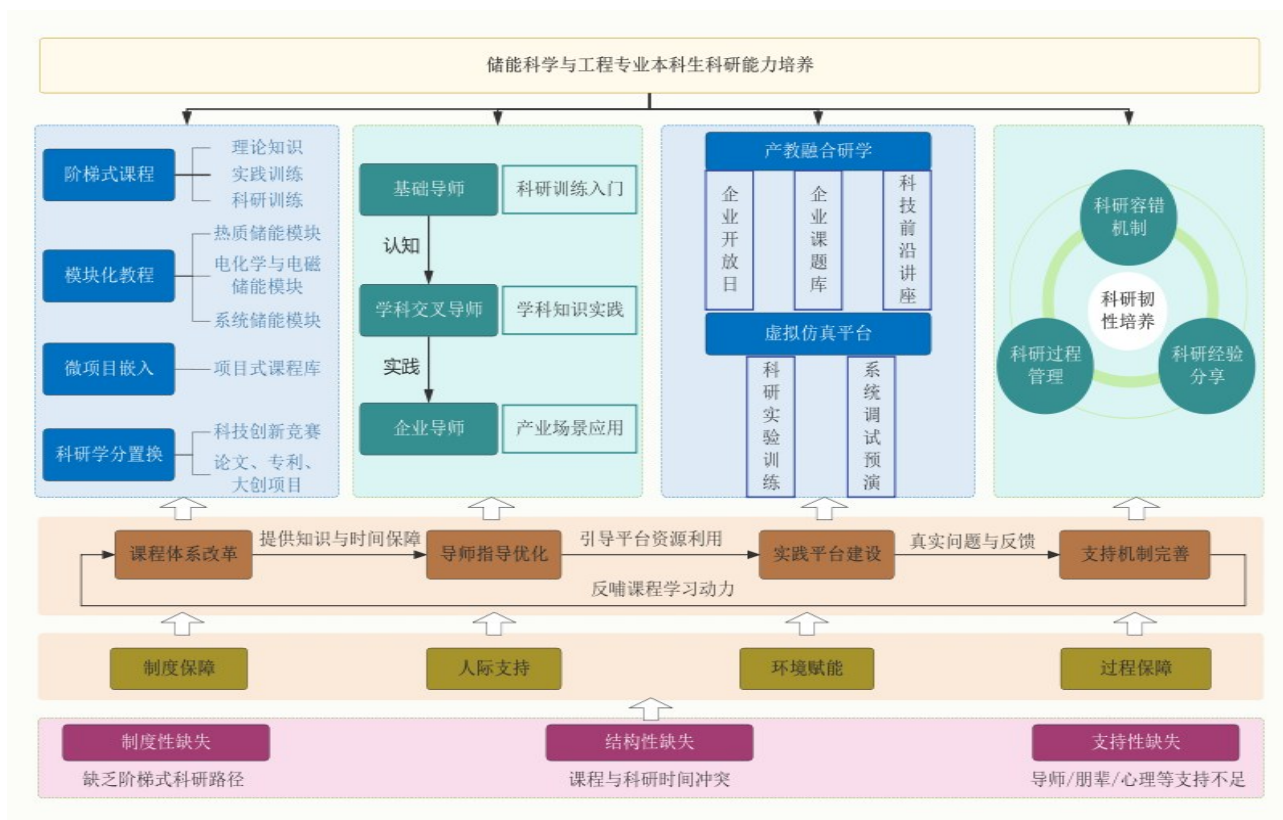


图9 本科生科研能力培养模式

Figure. 9 Undergraduate research capability training model

系。针对科研训练存在“人际指导缺失”问题，特别是储能科研的“高复杂度”与“高试错成本”特征，构建多维导师制度。一是设置“基础导师”，针对“低年级学生不知如何联系导师、不敢主动沟通”的信息壁垒和心理障碍，借鉴河北工业大学本科生全程导师制，开发线上“导师—学生”匹配平台，大一入学即为每位学生匹配基础导师。基础导师负责科研入门引导、选课建议、科研规划等方向指导，帮助学生建立科研信任关系。二是构建“学科交叉导师团队”。针对储能学科涉及多领域、单一学科导师难以全面指导的困境，借鉴重庆大学“本硕博贯通”及“前沿交叉课题牵引”的经验，为学生配备经验丰富的导师^[18]，由来自能源、材料、电气等多学科交叉的教师组成指导团队。学生可根据课题需要跨学科寻求指导，拓宽科研学术视野。三是引入“企业导师”。借鉴南京工业大学企业导师模式，让学生深入企业，参与到真实的工程项目中，使学生能够及时获取行业最新动态和技术发展趋势^[19]。同时，设立“优秀本科生导师”奖，明确将担任本科生导师、指导本科生发表论文或申

请专利、指导竞赛获奖等纳入职称评审和绩效考核的观测点，通过制度保障激励教师投入本科生科研训练的指导工作。

(3) 实践平台建设：行业引领产教融合的机制。第一，深化“产教融合”实地研学。组织学生进入宁德时代、比亚迪等储能龙头企业实地研学，邀请企业工程师开设“产业前沿讲座”，为学生构建贯穿全过程、低门槛的产业接触和实习实践平台；建立“企业课题库”，将科研项目、毕业设计与企业课题绑定，实现人才培养、科学研究和行业的共同发展，强化科研自信与专业认同。第二，建设虚拟仿真实验平台。针对学生“仪器设备使用不熟练”的问题，可开发储能虚拟仿真实验平台。例如，让学生通过仿真软件进行电池组装、系统调试等操作预演后再进入实体实验室。教育部办公厅于2022年2月公布了《关于公布首批虚拟教研室建设试点名单的通知》，厦门大学联合20余所高校和多家企业共同申报的储能科学与工程专业虚拟教研室成功入选^[20]，将为储能人才培养提供“智能+”时代的产教融合与协同平台。天津大学提出

了学科交叉、科教融汇、产教融合的三层次储能科学与工程专业实验教学体系,该体系包含基础实验、虚拟仿真、项目式实践教学等环节,可聚焦培养具有创新思维和综合实践能力的专业型人才^[21]。

(4) 支持机制完善:加强科研过程的韧性培养。针对学生“因实验反馈周期长而产生不确定感”“缺乏正向反馈,持续投入意愿下降”等问题,强化学生的科研韧性。一方面,针对储能专业科研训练存在的高风险、高成本等特性,建立容错机制,并在课程中融入科研过程管理相关内容。例如在《科研训练基础》课中,教授学生科研时间管理(如任务分解、优先级排序)及科研认知调整等实用技能等。另一方面,科研训练不仅是认知和技能的挑战,也是心理层面的挑战,在实验周期内定期举办“科研经验分享会”,邀请教师、研究生、本科生共同分享科研中遇到的困难和解决的措施,将其转化为教学案例、工程经验,帮助学生建立对科研学习的合理认知。

4 结 论

本文对 10 所高校 423 名储能专业本科生科研训练的调研数据进行了分析,发现当前科研训练中存在制度性缺失、结构性缺失和支持性缺失的问题。目前,学生科研参与呈现“高兴趣、浅层化”的特征,关键制约因素包括知识技能落差、时间精力冲突、人际指导缺失等。针对上述问题,本文从课程体系优化、导师指导机制优化、实践平台建设和支持机制完善等 4 个方面提出了具体改革措施,并讨论了培养方案调整、平台资源开放和数字化工具配套等实施保障,将项目实践、课题研究和产教融合贯穿科研能力培养全过程,旨在培养理论基础扎实、工程能力卓越、创新视野开阔的卓越储能人才,从而为国家能源结构转型与“双碳”目标的实现提供坚实的储能领域人才支撑。

参 考 文 献

- [1] 教育部,国家发展改革委. 国家能源局关于印发《储能技术专业学科发展行动计划(2020-2024 年)》的通知[EB/OL].[2020-01-19]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202002/t20200210_419693.html. Ministry of Education, National Development and Reform Commission, National Energy Administration. Notice on Issuing the "Action Plan for the Development of the Energy Storage Technology Discipline (2020—2024)" [EB/OL]. [January 19, 2020]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202002/t20200210_419693.html.
- [2] 中华人民共和国中央人民政府. 工业和信息化部等八部门关于印发《新型储能制造业高质量发展行动方案》的通知[EB/OL].[2025-02-10]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202502/content_7004135.htm. Central People's Government of the People's Republic of China. Notice from the Ministry of Industry and Information Technology and Seven Other Departments on Issuing the "Action Plan for High-Quality Development of the New Energy Storage Manufacturing Industry" [EB/OL]. [February 10, 2025]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202502/content_7004135.htm.
- [3] 中华人民共和国中央人民政府.《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》[EB/OL].[2025-10-28]. https://www.gov.cn/zhengce/202510/content_7046050.htm. Central People's Government of the People's Republic of China. "Proposal of the Central Committee of the Communist Party of China on Formulating the 15th Five-Year Plan for National Economic and Social Development" [EB/OL]. [October 28, 2025]. https://www.gov.cn/zhengce/202510/content_7046050.htm.
- [4] 徐国兴,宋颖颖. 本科生科研的研究图景及未来方向[J]. 高教发展与评估,2026,42(4):111-124+186. Xu Guoxing, Song Yingying. "The Research Landscape and Future Directions of Undergraduate Research" [J]. Higher Education Development and Evaluation, 2026, 42(4): 111-124+186.
- [5] 吴忼,李凤鸣,胡艺龄. 生成式人工智能赋能本科生科研能力培养——ChatGPT 支持的 CUREs 教学模式[J]. 现代远程教育研究,2024,36(3):3-10+28. Wu Qian, Li Fengming, Hu Yiling. Generative Artificial Intelligence Empowering the Development of Undergraduate Research Skills: The ChatGPT-Supported CUREs Teaching Model [J]. Research on Modern Distance Education, 2024, 36(3): 3-10+28.
- [6] 吴荻萱,李锐. 本科生科研:大学拔尖创新人才培养现代化的逻辑进阶[J]. 江苏高教,2025,(3):72-81. Wu Jinxuan, Li Rui. "Undergraduate Research: A Logical Approach to Modernizing the Cultivation of Top-Tier Innovative Talent in Universities" [J]. Jiangsu Higher Education, 2025, (3): 72-81.
- [7] 何雅玲,陶文铨,郑庆华,等. 储能科学与工程专业的建设与实践[J]. 高等工程教育研究,2023(S1):14-16. He Yaling, Tao Wenquan, Zheng Qinghua, et al. Development and Implementation of the Energy Storage Science and Engineering Program [J]. Research on Higher Engineering Education, 2023(S1):14-16.
- [8] 何雅玲. 储能科学与工程本科专业知识体系与课程设置[M]. 北京:高等教育出版社,2021. He Yaling. Knowledge Framework and Curriculum Design for the Undergraduate Program in Energy Storage Science and Engineering [M]. Beijing: Higher Education Press, 2021.
- [9] 巨星,徐超,沈国清,等. 储能科学与工程新工科本科培养模式探讨[J].

- 储能科学与技术,2022,11(12):4084-4091.
- Ju Xing, Xu Chao, Shen Guoqing, et al. Energy Storage Science and Technology, 2022, 11(12): 4084-4091.
- [10] 饶中浩,刘臣臻,霍宇涛,等.面向储能技术的跨学科拔尖创新人才培养教学实践与探索[J].储能科学与技术,2021,10(03):1206-1212.
- Rao Zhonghao, Liu Chenzhen, Huo Yutao, et al. Energy storage technology oriented interdisciplinary top creative talent training teaching practice and exploration [J]. Energy storage science and technology, 2021, 10 (3) : 1206-1212.
- [11] 李猛,苟倩誌,郑玉杰,石万元,付乾,李俊,李鸿义,孙宽,廖强.学科交叉背景下储能科学与工程专业硕博贯通培养实践[J].储能科学与技术, 2025, 14 (5): 2141-2148.
- [12] 李雅文,梁競文.教师情感性与专业性支持对本科生科研创新能力的影响研究[J].华中师范大学学报(人文社会科学版),2025,64(03): 175-188.
- Li Yawen, Liang Jingwen. A Study on the Impact of Teachers' Emotional and Professional Support on Undergraduates' Scientific Research and Innovation Abilities [J]. Journal of Central China Normal University (Humanities and Social Sciences Edition), 2025, 64(03): 175-188.
- [13] 陈丽萍,晏梦灵,方姝,等.本科生-团队匹配度对科研能力和意愿的影响——基于个人-环境匹配理论的混合研究[J].高等工程教育研究, 2024,(05):140-146.
- Chen Liping, Yan Mengling, Fang Shu, et al. The Impact of Undergraduate-Team Fit on Research Ability and Motivation: A Mixed-Methods Study Based on Person-Environment Fit Theory [J]. Research on Higher Engineering Education, 2024, (05): 140-146.
- [14] 钟春梅,周君佐,咸春龙.项目驱动下本科生科研活动参与影响因素研究——基于叙事研究的视角[J].中国高校科技,2022,(03):50-56.
- Zhong Chunmei, Zhou Junzuo, Xian Chunlong. A Study on Factors Influencing Undergraduate Participation in Research Activities in a Project-Driven Context: A Narrative Research Perspective [J]. Science and Technology in Chinese Universities, 2022, (03): 50 - 56.
- [15] 席奂,兰剑,何雅玲.学科交叉视角下储能科学与工程专业课程体系建设的探索与实践[J].高等工程教育研究,2023,(S1):21-23+37.
- Xi Huan, Lan Jian, He Yaling. Exploration and Practice in the Development of a Curriculum System for the Energy Storage Science and Engineering Program from an Interdisciplinary Perspective [J]. Research on Higher Engineering Education, 2023, (S1): 21 - 23+37.
- [16] 饶中浩,刘新健,刘臣臻,等.储能科学与工程专业建设与人才培养模式进展与探讨[J].储能科学与技术,2024,13(03):1083-1095.
- Rao Zhonghao, Liu Xinjian, Liu Chenzhen, et al. Energy storage science and engineering construction and personnel training mode progress and discussion [J]. Energy storage science and technology, 2024, 13 (3) : 1083-1095.
- [17] 中国教育报. 天津大学国家储能技术产教融合创新平台聚焦储能领域"高精尖缺"人才培养——构筑融合之力打通储能技术链条[N]. 中国教育报, 2023-09-04(7).
- China Education Daily. Tianjin University's National Innovation Platform for Industry-Education Integration in Energy Storage Technology Focuses on Cultivating "High-Level, Specialized, and Scarce" Talent in the Energy Storage Field—Harnessing the Power of Integration to Bridge the Energy Storage Technology Chain [N]. China Education Daily, September 4, 2023 (Issue 7).
- [18] 李猛,苟倩誌,郑玉杰,等.学科交叉背景下储能科学与工程专业硕博贯通培养实践[J].储能科学与技术,2025,14(05):2141-2148.
- Li Meng, Gou Qianzhi, Zheng Yujie, et al. Practice of Integrated Undergraduate-Master's-Doctoral Training in Energy Storage Science and Engineering in an Interdisciplinary Context [J]. Energy Storage Science and Technology, 2025, 14(05): 2141 - 2148.
- [19] 李威,凌祥.储能科学与工程本科教育模式的创新与探索:新质生产力要求下的新工科教育[J].高等工程教育研究,2024,(05):21-26.
- Li Wei, Ling Xiang. Innovation and Exploration of Undergraduate Education Models in Energy Storage Science and Engineering: New Engineering Education in Response to the Requirements of New-Quality Productive Forces [J]. Research on Higher Engineering Education, 2024, (05): 21 - 26.
- [20] 教育部办公厅.《关于公布首批虚拟教研室建设试点名单的通知》[EB/OL]. [2022-02-21]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202203/t20220322_609822.html.
- General Office of the Ministry of Education. "Notice on the Announcement of the First Batch of Pilot Projects for the Construction of Virtual Teaching and Research Rooms" [EB/OL]. [February 21, 2022]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202203/t20220322_609822.html.
- [21] 李巾锭,宋关羽,樊林浩,等."新工科"背景下储能专业实验教学新模式探索与实践[J].储能科学与技术,2025,14(4):1718-1726.
- Li Jindin, Song Guanyu, Fan Linhao, et al. " Exploration and Practice of a New Model for Experimental Teaching in Energy Storage Programs Against the Background of the "New Engineering" Initiative [J]. Energy Storage Science and Technology, 2025, 14(4): 1718 - 1726.