

教育强国背景下中国科学教育研究的使命与发展路径

包 雷^{1*} 孙烨超²

(1. 俄亥俄州立大学 物理系;
2. 宁波大学 教师教育学院, 宁波, 315211)

摘 要: 为响应国家对高质量科学教育的迫切需求,我国科学教育研究亟须从当前普遍存在的偏重宏观理论的模式,根本性地转变到“根植于学科的研究”(Discipline-Based Education Research, DBER)范式上来。该范式强调以学科知识体系和思维方法为基础,深度融合认知科学原理,运用严谨的实证研究方法,构建“研究—实践—技术”良性循环。要实现这一关键转型,必须正视并解决目前我国科学教育研究中严峻的人才断层、师资学科专业性不足两大问题。这些问题的根源在于研究生态的系统性失衡。为打破困境、尽快重构科学教育研究新生态,从而支撑“根植于学科的研究”的范式落地,必须着力提升科学教育相关学科的科研定位与评价权重,实施靶向人才培养战略,并强力推动内容、评估与技术三大关键环节协同发展。

关键词: 科学教育; 根植于学科的教育研究; 实证研究; 教学测评; 教育技术

科学教育是培育创新人才、提升国家科技竞争力的战略基石。然而,长期以来,我国科学教育研究存在明显偏向:过度侧重宏观教育理论和政策层面,而严重忽视对学科教学本身(包括具体内容和方法)的深入实证研究。其直接后果是,科学教育实践普遍缺乏基于学科内容特性和认知规律的理论与实证支撑,教学过程往往固化于以考试为中心的模式,难以建立以认知科学实证研究为基础的高效知识传授和能力培养体系。

近年来,随着教育改革的深入推进,一系列重要政策的出台标志着我国科学教育发展思路正发生重要转变。2024年《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》(下文简称“规划”)明确

* 包雷, baoper@gmail.com。

提出“加强科学教育，强化核心素养培育”^①，将科学教育提升至国家战略高度。而在具体举措上，则以教育部2023年启动的“国优计划”为代表，旨在通过在高水平高校选拔优秀理工科学生并将其培养为中小学科学教师，从源头上提升科学教育质量^②。这一导向既是对过去一些科学教师缺乏坚实理工科背景、难以激发学生科学思维等问题的直接回应^③，也在一定程度上呼应并凸显了一种新的发展思路——即需要从过去偏重宏观教育理论的“泛化”指导，转向强调以科学学科内容和认知规律为核心的“深化”研究，通过加强学科基础、聚焦学科核心素养，提升科学教育的针对性和实效性，从而培养具备深厚学科素养和卓越创新能力的拔尖人才。

然而，必须清醒地认识到，“国优计划”等师资建设项目虽能优化和引领教师队伍发展，为科学教育改革奠定良好基础，但其终究属于“加法”。要实现科学教育质量的根本性、整体性跃升，则必须依靠科学教育研究的“乘法”效应——即通过系统性的、“根植于学科”的实证研究，并将研究成果转化为可操作、可推广、可评估的教学范式与评估体系，从而有效赋能广大基层教师，提升整体教学水平。为此，本研究立足于“教育强国”这一重大政策背景，聚焦“根植于学科”的科学教育研究，通过文献分析、案例研究等方法，深入剖析我国科学教育研究的现状与严峻挑战，并在此基础上提出具有针对性的对策建议，旨在为推动我国科学教育高质量发展，为“国优计划”的有效实施，以及更广泛的科学教育高质量发展提供理论支撑和实践参考。

一、根植于学科：科学教育高质量发展的关键路径

科学教育的高质量发展意味着从传统的、较为泛化的教育学研究，转向更加注重学科特性的科学教育研究。为此，我们就需要一种“根植于学科的研究”（Discipline-Based Education Research，下面简称DBER）。

（一）科学教育DBER的范式结构

DBER科学教育研究作为一种旨在提升特定科学学科教学与学习质量的研究范式，近年来在国际上受到广泛关注。其核心特征在于研究活动深度融入学科内部，不仅关注教学方法，更聚焦该学科特定内容（知识、概念、原理）的学习过程本身及其认知规律^④。在组织结构上，DBER的一个显著特点是其研究团队和人员通常设置在相应的科学技术院系内部，例如物理教育研究组作为物理系的一部分存在，并被正式认定为物理学科的一个子方向。

这种“内嵌”于学科的组织模式，使得DBER天然地与该学科的主流研究和学术文化紧密相连。在较为成熟的DBER体系中，其研究工作被相应的科学学科共同体视为本学科领域内一个有价值的、交叉性的研究方向，获得了学科内部的学术认可和地位。从事DBER的研究者，通常也具备该科学学科的博士学位，拥有深厚的学科专业背景，是学科共同体的一员。与之相对，我国

① 中共中央 国务院印发《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》[EB/OL]. [2025-04-02]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202501/t20250119_1176193.html.

② 代蕊华，阙粤红.“国优计划”的战略意义、现实挑战及未来着力点[J]. 教师教育研究 2023, 35(5): 10.

③ 张红霞，郁波.从“探究”到“实践”：科学教育的国际转向与本土应对[J]. 教育研究, 2023, 44(7): 66.

④ Singer S R, Nielsen N R, Schweingruber H A. Discipline-Based Education Research: Understanding and Improving Learning in Undergraduate Science and Engineering [M]. Washington, DC: National Academies Press, 2012: 10.

目前承担科学教育研究任务的“学科教学论”力量，则主要设置在教育学院或师范院校的相关专业（如课程与教学论）之下。这种设置模式使得研究者虽然可能对教育理论和教学实践有深入了解，但往往与相应的理工科院系及其学术共同体存在一定的组织和文化壁垒，缺乏来自科学学科内部的直接认可和深度融合。

在研究范式层面，DBER 国际主流高度强调基于证据的实证研究，注重运用认知科学原理，采用严谨的研究设计收集和分析数据，以探究学生学习的深层机制并开发、验证有效的教学干预。相较而言，我国当前的学科教学论研究虽然也包含实证探索，但从整体上看，理论思辨、教学经验总结、宏观政策分析等研究范式仍占有重要地位，基于严格设计、聚焦认知过程并进行系统性迭代验证的实证研究尚有较大的发展空间。

支撑体系的差异也反映了这两种模式的不同定位。DBER 由于其学科属性和实证研究特点，其发展需要能够认可其科学研究价值的专项经费支持（在国际上通常可以获得国家级科学研究基金资助），以及一套符合其交叉学科特点、能评价其多元化研究成果（包括课程、软件、测评工具及论文等）的、个性化的学术评价标准，这种评价通常在学科内部认可的框架下进行。而我国学科教学论研究所依托的支撑体系，则主要对接教育科学或社会科学领域的基金项目和成果评价规范，这与 DBER 所需的、更强调科学实证和学科内部认可的生态环境存在结构性差异。这些差异也使得学科教育实证研究在我国处于相对“尴尬”的境地，既不能融入所属科学学科的研究体系，也很难获得传统大教育的认可，因而其发展非常困难。而我国目前大力推进科学教育，其政策落地正需要大量有学科背景的教育研究者，因此，需要尽快有效系统地解决这个科学教育的瓶颈问题。

具体而言，根植于学科的科学教育研究主要包含两大核心任务：一是生产优质的教育内容。这需要将科学专家和资深教师的实践经验（即“隐性经验知识”）进行系统化提炼，并通过实证研究将其转化为可操作、可推广的教学理论与方案。二是实施科学测量与评估。这需要研发和运用基于学科特点和核心素养的测评工具与方法，对学生的学习过程与效果进行有效测量，为教学改进和效果评估提供精准的实证依据^①。

（二）生产优质教育内容：将隐性经验知识转化为条件化的普适教学方法

科学教育发展过程中普遍面临的挑战在于教学内容的设计与实施过分依赖教师的个人经验。在缺乏系统的、基于学科的科学教育研究支撑的情况下，教师往往只能凭借自身理解或“师承”模式开展教学，导致知识传授碎片化、教学质量参差不齐。同时，我国至今未能建立系统化、标准化的科学教育内容评估体系，难以对现有教育内容质量进行有效监控和保障，更无法形成教育内容优胜劣汰的动态优化机制^②。“小作坊式”的内容生产模式，不仅使得优质教学资源难以共享和推广，也阻碍了新教师和跨学科教师的专业成长。

DBER 的首要目标，就是打破科学教育能力“小作坊式”传承的困境，将学科专家和资深教师的隐性经验转化为显性的教学知识。这种转化，绝非仅仅是将经验“说出来”，更重要的是要通

^① 郑永和，杨宜洋，陶丹，等. 中国科学教育研究：历史沿革、发展逻辑与未来展望 [J]. 华东师范大学学报（教育科学版），2024，42（11）：95.

^② 王清涛. 新时代我国中小学科学教育的发展路向：以 PISA2025 科学测评框架为鉴 [J]. 课程·教材·教法，2024，44（1）：120.

过实证研究,将其中符合科学规律的有效成分转化为条件化的、可比较的、可系统积累的公共知识。所谓“条件化”,是指要明确教学策略、方法适用的具体情境和条件,实现精细个性的设计要求,避免“放之四海而皆准”的空泛说教。正如认知科学已经明确验证了“学习是场景依赖的”^{①②},因此即便有“放之四海而皆准”的教育方法,也必须具体落地到各个学科的内在场景里面。所谓“可比较”,是指要建立统一的标准和规范,对不同的教学策略、方法进行量化评估,从而筛选出更有效的方案。所谓“可系统积累”,是指要将研究成果以结构化的方式进行整理和存储,形成可共享、可检索的知识库,避免重复研究和资源浪费。只有通过运用教育统计学、认知心理学等相关学科的理论和方法,揭示隐藏在隐性经验背后的深层规律,并将其与具体的学科内容有机结合,开发出具有科学性、有效性和可迁移性的教学策略、教学设计和教学资源,广大教师才能够“知其然,更知其所以然”,从而在不同的教学情境中灵活运用,促进学生的深度理解和高阶思维发展。

通过生产优质教育内容,DBER 能够将“小作坊式”的经验积累转变为大规模、可持续的优质资源供给,为科学教育质量的整体提升奠定坚实基础。一个典型案例是美国物理学界开发的 *Physics by Inquiry* 课程,其由华盛顿大学 Lillian McDermott 教授主导开发^③,其核心在于通过严格的认知研究识别出学生在科学推理中的常见困难,并据此设计出模块化的探究式课程体系。例如,在“物理光学”模块教学中,该课程采用循序渐进的实验和问题链,引导学生构建波动模型,明确路径差与相位差的核心概念,旨在克服初学者在理解单缝衍射和双缝干涉时常见的系统性缺陷。前后测数据显示,在“多缝干涉”问题中,学生正确回答率从传统教学的 30% 提升至 80%,且 40% 能给出完整推理^④。这种由学科专家主导、基于证据迭代开发的模式,成功地将个体教学经验转化成为条件化的、可比较的、可系统积累的普适教学方法,证明了 DBER 在提升科学教育效果方面的巨大潜力。

(三) 实施科学的教学测量与评估: 构建基于证据的反馈与改进机制

仅仅生产优质的教学内容并不足以保证科学教育的高质量发展。DBER 要真正落地并持续优化,还必须建立一套科学有效的反馈与改进机制。这在很大程度上依赖于将现代教育测量理论与特定学科的教育实践深度融合,即开展“根植于学科的教育教学测量与评估”。这不仅是 DBER 的一个关键实践环节,其本身也是一个重要的实证研究领域。

DBER 的核心研究任务之一,就是研发、验证和应用能够有效测量学生在特定学科领域学习进展的测评工具与方法。这远不只是编制传统的考试题目,而是要基于对学科核心概念、思维方式(如物理建模能力、化学微观辨识能力)、探究技能乃至科学本质理解的深入分析,结合认知科学关于学生学习过程和困难的研究成果,设计能够有效揭示学生真实理解水平和能力状况的测评

① Bao L, Redish E F. Educational Assessment and Underlying Models of Cognition [J]. The Scholarship of Teaching and Learning in Higher Education: the Contributions of Research Universities, 2004: 221.

② Bao L, Redish E F. Model analysis: Representing and assessing the dynamics of student learning [J]. Physical Review Special Topics-Physics Education Research, 2006, 2 (1): 010103.

③ McDermott L C, Shaffer P S, Rosenquist M L. Physics by inquiry: an introduction to physics and the physical sciences [J]. New York: J. Wiley, 1996: 1.

④ McDermott L C. Oersted Medal Lecture 2001: “Physics Education Research—The Key to Student Learning” [J]. American Journal of Physics, 2001, 69 (11): 1127.

任务。这可能包括概念清单 (Concept Inventories)、态度问卷、表现性任务 (Performance Tasks)、访谈协议、课堂观察量表等多种形式。开发这些工具需要遵循严格的心理测量学和教育统计学规范,通过实证数据收集(如访谈、试测、大样本施测)来检验其信度和效度,确保测评结果的准确性和可靠性。因此,开发高质量的学科测评工具本身就是一项需要长期投入、持续迭代的 DBER 实证研究工作。

而上述研究所产生的、经过验证的测评工具及方法所收集的数据,其价值远超传统的计分排名,更能够为诊断学生学习、评估教学效果、评价课程与项目、制订未来研究计划与政策等重要实践提供了宝贵的实证依据。这种研究导向、证据驱动的测评与测量实践,与当前科学教育中部分常见的评估或考试模式形成了显著区别。后者主要依据课程大纲或教材进行内容覆盖性考察,服务于行政管理(如成绩汇报、升学筛选)而非教学研究与改进,与深层学科能力和素养的联系可能较弱。且其往往缺乏严格的信效度研究支撑,测评数据很少被系统性地用于反馈教学实践并进行迭代优化。DBER 则强调测评的形成性功能和研究价值,旨在利用测评数据驱动“教学—测评—研究—改进”的良性循环。

需要指出的是,开展有效的测量与评估,其逻辑起点依然是清晰、具体且同样“根植于学科”的教育目标。只有首先明确了特定学科期望学生掌握的核心知识、发展的关键能力和核心素养,才能有针对性地设计和选择测评工具与方法,确保测量的内容效度和目标的一致性。因此,对学科教育目标的深入研究与精准界定,是高质量测评与测量工作不可或缺的基础,而这套目标体系本身,也应在 DBER 研究中得到持续的检验和优化。

(四)“根植于学科”的科学教育研究框架

前两节分别论述了“根植于学科”的科学教育研究在“生产优质内容”和“实施科学评估”方面的关键作用。然而,要实现科学教育的高质量发展,还需要将这些要素与先进的教育技术有机整合,形成“研究—实践—技术”相互促进、协同发展的良性循环。我国人工智能信息技术领域已有的积淀为教育技术的创新和发展提供了战略契机。如何充分利用这些优势,实现技术赋能科学教育,是摆在我们面前的重要课题^①。同时,我们也需要明确地认识到,教育技术是一个促进有效教学的实施和传播的工具,其技术本身不能产生优质内容,因此教学内容的产生和验证必须依托基于学科的实证研究。因而科学教育的实践必须从学科教育研究和教育技术开发两个方面平衡推进。

具体来讲,DBER 在构建“研究—实践—技术”良性循环中发挥着核心作用。在这一循环中,优质教育内容是根本,是核心,是科学教育的“灵魂”;而教育技术是“工具”,是“手段”,是实现优质教育内容有效传递和个性化学习的重要“媒介”。二者缺一不可,相辅相成。科学教育研究不仅为优质教育内容的生产和科学评估体系的建立提供理论指导和实证依据,还为教育技术的应用提供方向指引和效果评价。具体而言,科学教育研究可以通过以下方式促进教育技术与科学教育的深度融合,并充分发挥技术的“工具”价值,使其更好地服务于“内容”这一核心:

^① 此处讨论的教育技术,是一个广义的概念,不仅包括计算机模拟、传感器数据采集、在线学习平台(如慕课)等,也涵盖了近年来飞速发展的人工智能(AI)、大语言模型(LLM)等新兴技术形态。

1. 明确技术应用的学科目标

科学教育研究通过构建和完善核心素养目标模型，为教育技术应用明确育人目标导向，防止教育技术异化为单纯的“炫技”工具。

2. 优化技术支持的内容设计

科学教育研究通过揭示学科学习的内在规律和学生的认知特点，为教育技术支持的教学内容设计提供了科学依据。例如，通过对学生在特定概念学习中常见“前概念”和“迷思概念”以及其学习过程中的发展路径的研究，可以指导教育技术更有针对性地设计内容呈现方式、互动环节和学习支架，从而更有效地促进学生的深度理解和概念转变。

3. 建立技术应用的评估标准

科学教育研究通过开发基于学科核心素养的评估工具和方法，为教育技术的应用效果评估提供了客观标准。这不仅可以助力技术迭代，也可以帮助教师更科学合理地选用教育技术，避免为了用而用的盲目使用或简单技术堆叠的低效应用。

4. 促进技术与教学的深度融合

科学教育研究通过将技术融入科学教育研究的全过程，既为技术研发提供真实的教育场景和需求，又通过提供全面、即时和精准的数据，为科学教育测量与评估提供可靠的依据。特别是对于人工智能和大型语言模型，虽然它们展现出强大的信息处理和内容生成潜力，但在科学教育领域，其有效应用的前提仍然是高质量的、经过 DBER 验证的学科知识和教学策略。AI/LLM 需要基于这些研究成果进行训练和内容构建，才能真正服务于学生的深度学习和核心素养发展，而非取代基础性的 DBER 研究。因此，在当前及可预见的未来，AI/LLM 仍是实现 DBER 研究成果规模化、个性化应用的强效工具，而非知识源头本身。

在“研究—实践—技术”良性循环中，教育技术不仅是教学的辅助工具，更是连接科学教育研究与教学实践的桥梁，是获取科学教育优质内容和科学评估的重要支撑。通过科学评估，教育技术的应用效果得以检验，其优势得以发挥，其不足得以改进。同时，教育技术应用过程中产生的大量数据，又为科学教育研究提供了新的研究素材和视角，推动科学教育研究的不断深入。

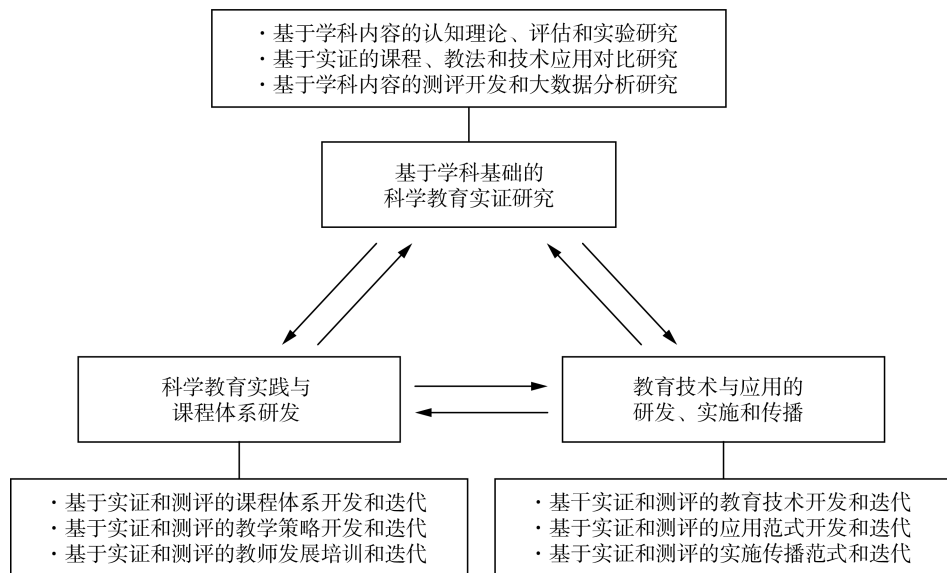


图1 科学教育研究的内容生产与评估理想框架

综上,根植于学科的科学教育研究通过“生产优质内容”“实施科学评估”“促进技术融合”三大关键支柱,构建了一个“研究驱动、实践导向、技术支撑”的科学教育发展新范式,为我国科学教育的高质量发展提供了系统性的解决方案。

二、从人才到生态:我国科学教育研究发展的多重困境

要实现 DBER 范式,必须具备新的研究观念、坚实的人才基础和良好的研究环境。但当前我国科学教育研究的范式观念仍然以思辨为核心而轻视实证探究,同时,在整个学科领域正面临着从人才到生态的多重、深层制约,严重影响了科学教育研究的深入开展和整体水平的提升。

(一) 人才断层导致科学教育研究的后备力量不足

DBER 需要一支具备深厚学科知识和卓越教学转化能力的研究队伍。然而,相关数据揭示了令人担忧的现状:我国科学教育研究人才储备不足,且结构失衡。2022 年的调研数据显示,全国拥有课程与教学论博士授权点的高校中,理化生三个方向的科学教育学术型博士招生总人数仅 27 人^①,培养规模亟待扩大。相比之下,2022 年美国仅“教育方法与科学教育”方向的博士学位获得者就达到 160 人^②,两国同类人才培养体量相差近 6 倍。这种悬殊的人才培养规模差距,正成为制约我国科学教育发展的深层掣肘。

更为紧迫的是,我国科学教育研究人才的梯队结构存在明显的危机。一项针对全国高校科学教育研究人员的调查显示,40 岁及以上的研究人员占比高达 75.45%^③。这意味着,当前活跃在科研一线的大部分研究人员都已接近或超过职业生涯的中后期。随着第一代科学教育博士教授逐渐退休,而新一代科学教育博士的供给数量严重不足,人才“青黄不接”现象日益突出^④。如不采取果断采取措施,未来我国科学教育研究领域的人才断层问题必将加剧,进而严重影响研究水平和学科发展。

(二) 学科专业性不足的师资加剧教育技术应用与评估困境

科学教育的高质量发展,同样依赖于一线教师具备扎实的学科基础。然而,当前我国小学科学教师队伍的学科背景状况有待改善。2021 年年底的调查显示 [J],全国小学科学教师中,具有理工科专业背景的仅占 27.5%;研究生学历者更是低至 1.8%^⑤。

在这种情况下,教育技术本应成为支持教师专业发展、提升教学质量的有力工具,但由于教师普遍缺乏学科专业性和系统的科研训练,加之我国“根植于学科”的科学教育研究尚处于起步阶段,教育技术的应用效果和评估陷入双重困境:一线教师侧重显性指标(如学习时长、答题正确率等“工程目标”),而难以深入评估“建模能力”“科学思维”等核心素养的培养效果;教育

① 胡咏梅,刘雅楠,翟东升.我国高校学科教学论教师队伍建设的现状、问题及对策[J].教育学报,2023,19(5):162.

② 美国大学博士学位获得者:2022 | NSF-美国国家科学基金会——Doctorate Recipients from U. S. Universities: 2022 | NSF-National Science Foundation [EB/OL]. [2025-04-02]. <https://nces.nsf.gov/pubs/nsf24300/table/8-11#group3>.

③ 郑永和,李西营,徐佳蓉,等.我国高校科学教育研究队伍专业素养调查[J].中国教育信息化,2025,31(1):3.

④ 同①.

⑤ 后慧宏,师欢欢.“国优计划”研究生教育政策的三维实施向度——基于哲学逻辑结构的阐释[J].研究生教育研究,2024(5):52.

技术开发者则因缺乏与一线教师的深度沟通及科学教育研究的专业指导，在教育技术产品的研发上多堆砌通用性功能，而忽视学科规律。例如，一些物理教学软件虽提供了精美的三维动画和虚拟实验，但由于缺乏对学生在概念理解和科学探究中常见问题，如“前概念”“迷思概念”等的针对性教学设计，实际教学效果并不理想。最终，教师和技术开发者对于教育技术应用效果的评估可能存在偏差，难以形成合力，影响教育技术与学科教学的深度融合。

（三）生态缺位威胁科学教育研究可持续发展

人才断层与师资专业性不足等问题的根源在于 DBER 学术生态系统的严重缺位。一个健康、可持续的科学教育研究学术生态，必须建立在以下三个相互关联的核心支柱之上。一是稳固的学科平台，须在大学的理工科院系内部设立专门的科学教育研究单元（如科学教育系、研究中心等），提供清晰的组织归属、学科认同和稳定的运行支持，确保研究活动能够紧密围绕学科内容和前沿展开。二是专项的经费支持，要建立稳定、持续、专门面向科学教育的科研基金或项目资助渠道，区别于传统的纯科学研究或泛化的教育研究经费，保障研究者能够开展周期长、投入大的深度研究。三是相关的成果评价与转化机制，应设立能够识别、评价并促进科学教育研究成果多元化传播与应用（包括高质量课程、教学软件、测评工具、教学案例以及学术论文等）的学术期刊、交流平台和评价体系，其评价标准应充分体现科学教育的研究特点和实践价值。然而，当前这三大核心支柱在我国系统性缺失，具体表现在以下几个方面。

1. 职业发展与资源配置失衡

在多数高校理工科院系普遍存在“重学术、轻教育”的固化评价体系下，科学教育研究成果难以获得与传统科学研究同等的认可。这不仅导致现有研究人员晋升压力巨大，职业发展通道狭窄，更使得有潜力的青年学者对投身这一领域望而却步，进一步加剧了人才断层。与发达国家相比，我国在科学教育研究领域的经费投入严重不足。美国具有联邦政府机构引领、公共慈善机构和私人基金会支持的“三位一体”的资助格局^①，仅 2022 财年，17 家联邦政府机构共投入 40.75 亿美元支持 STEM 教育的研究与实践^②。而我国的科学教育研究资助体系尚不健全^③，社会科学和教育类基金对科学教育研究的支持力度也明显不足。这种评价与资源的双重挤压，使得 DBER 研究举步维艰。

2. 研究方向与成果转化困境

一方面，在现行学术评价体系下，为了更快地产出成果，科学教育研究者往往被迫选择“短平快”的普适性教育理论研究，而主动或被动地回避需要长期学科积累的、真正有长期价值的深度内容研究。例如，2022 年和 2023 年全国教育科学规划立项课题中，与科学教育相关的课题占比分别仅为 1.7% 和 4.8%^④，而其中聚焦学科本身的课题更是凤毛麟角。这种“避实就虚”的取向，使得研究成果难以回应“规划”对学科化教学能力提升的迫切需求。

① 陶丹，杨杰，赵芳芳，等. 美国科学教育研究资助体系分析及其启示 [J]. 中国科学基金，2024，38（2）：271.

② 2022 PROGRESS REPORT ON THE IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL STEM EDUCATION STRATEGIC PLAN [EB/OL]. [2025-04-02]. <https://bidenwhitehouse.archives.gov/ostp/news-updates/2023/01/31/nstc-2022-progress-report-on-the-implementation-of-the-federal-stem-education-strategic-plan/>.

③ 杨杰，何雨泽，郑永和. 新时代科学教师教育体系：内涵、现状与建设路径 [J]. 教师教育研究，2024，36（4）：27.

④ 郑永和，杨宣洋，陶丹，等. 中国科学教育研究：历史沿革、发展逻辑与未来展望 [J]. 华东师范大学学报（教育科学版），2024，42（11）：3.

另一方面，即使有少量根植于学科的研究成果，也往往难以转化为实际的教学应用。这其中有多重原因：一是缺乏有效的成果转化机制，高校和科研机构的研究成果难以与中小学的教学实践有效对接；二是缺乏科学教育研究领域的权威期刊平台和资金保障，研究人员难以获得足够的资源支持和学术认可；三是缺乏高水平、常态化的学术交流机制，一线教师难以获取前沿的研究动态和反馈，阻碍了研究成果的推广和应用。

3. 学术评价失衡与国际话语权微弱

当前的学术评价体系也存在严重失衡问题，并直接导致我国在国际科学教育研究领域的话语权微弱。一方面，学术评价过分倚重论文发表，而忽视了科学教育研究成果的多元性与实践价值。例如，优秀的教学设计、教学软件等，即使经过实践验证并被广泛采用，也往往难以在职称评定、绩效考核中获得充分认可，挫伤了研究人员的积极性。另一方面，在国际科学教育研究的学术舞台上，我国学者的声音还比较微弱（见表1），这与我国的科技和教育大国地位极不相称。

表1 2018—2023年学科教育类SSCI期刊发文数据

科学教育类SSCI期刊	2018—2023年			
	中国大陆发文总量	美国发文总量	中国大陆发文占比	美国发文占比
<i>Physical Review Physics Education Research</i>	27	465	4.46%	76.86%
<i>Chemistry Education Research and Practice</i>	26	223	5.86%	50.23%
<i>Journal of Chemical Education</i> (JCE)	197	1824	6.83%	63.25%
<i>CBE—Life Sciences Education</i> (LSE)	0	427	0.00%	93.64%
<i>Journal of Biological Education</i> (JBE)	16	75	4.10%	19.23%

上述生态失衡问题相互交织，形成恶性循环，严重制约了科学教育研究发展：学科化研究得不到资源支持和学术认可，导致成果质量低下；低质量成果更难以获得学术共同体认可，进一步加剧了研究者的边缘化；研究者被迫转向非学科化研究或放弃该领域，使得学科生态持续恶化。在此背景下，“规划”和“国优计划”所急需的高水平学科教育研究队伍可能面临“培养难、留不住、用不好”的多重挑战，最终将影响我国科学教育的整体发展和国家创新人才培养战略的实现。

三、重构科学教育研究新生态的对策与建议

（一）夯实基础：构建“根植于学科”的科学教育研究支持体系

为强力推动“根植于学科”的科学教育研究发展，必须从学科建设、组织保障和学术交流三个方面入手，构建完善的科学教育研究支持体系。

在学科建设方面，国家层面应尽快出台专项政策，鼓励和支持有条件的高校（特别是“双一流”高校）在理、工、农、医等科学技术院系内部设立独立的科学与工程教育系（或研究中心/研究所），或在现有教育学科框架下设立并强化“根植于学科”的科学教育博士点（或方向），确保其拥有明确的学科归属、稳定的师资队伍和专属的资源支持。这旨在从根本上解决DBER研究缺乏稳固学科“家园”的问题，赋予其与传统学科研究同等的学术地位和发展空间，而非仅仅作为教育学或具体科学学科的边缘附属。

在组织保障方面，必须以“双一流”高校的科学教育系或科学教育中心为依托，系统开展学科教育理论研究、课程开发、教师培养、教学评估等工作，形成“研究—实践—评估—改进”的闭环，为科学教育研究和实践输送高质量师资与成果。

在学术交流方面，积极推动现有学术共同体向“根植于学科”的方向转型。建议学术期刊鼓励“根植于学科”的科学教育实证研究。鼓励并支持国内相关学术组织下设的科学教育研究分会定期举办高水平的“根植于学科”的科学教育研究学术会议，大力促进国内外学术交流与合作。支持“双一流”高校和科研机构建立跨学科的科学教育研究中心，重点加强与“国优计划”的对接，形成多学科交叉融合的研究范式，坚决推动研究从“泛化”的教育理论转向聚焦学科核心内容、思维方法和实践创新的深度内容性研究。

（二）强化核心：以人才培养为靶向激活内生动力

针对我国科学教育研究人才队伍存在的断层和不足，必须以精准的政策靶向培养人才，以完善的机制激活内生动力，切实加强队伍建设，激发研究活力。

在人才队伍建设方面，必须实施“扩容提质”双轨战略。在招生环节，应制定强有力的倾斜性政策，确保相关高校及科研院所在科学教育方向博士研究生招生名额上有显著且稳定的增长；同时，为“国优计划”毕业生开辟专项招生通道，吸引其中的优质生源继续攻读科学教育方向博士学位。在培养环节，要彻底完善培养机制，鼓励“双一流”高校和科研院所试点设立科学教育博士后流动站，制定与“国优计划”相衔接的培养方案，为博士和博士后提供参与“国优计划”教学实践和研究的机会，显著提升其教学实践能力和学科教育研究能力；设立国家级科学教育研究专项奖学金，激励更多理工科优秀学子投身科学教育研究。此外，要加大国际人才引进力度，吸引海外优秀科学教育博士来华工作，并通过国际合作项目培养具有国际视野的高层次人才，从而全面提升我国科学教育研究队伍的整体水平和国际竞争力。

在激励机制方面，必须着力解决科学教育研究人员职业发展受阻的核心问题，营造真正良好的学术环境，激发其内在的科研热情和创造力。首先，高校应在理科院系设立专门的科学教育研究教职岗位，并在教师聘任、考核和晋升等环节，确保科学教育研究成果与传统学科研究成果具有完全同等的学术地位和具有领域特点的评价权重体系。其次，建立科学、合理的评价机制和激励机制，为科学教育研究人员提供清晰、稳定的职业发展通道，鼓励他们潜心研究，多出高质量、多样化的成果。同时，要大力推动各理工学科学术共同体根本性地转变“重（传统）学术、轻（学科）教育”的传统观念，充分认识科学教育研究在知识创新、人才培养和社会服务中的独特价值，并在学术评价、资源分配等方面，给予科学教育内容性实证研究必要的、实质性的倾斜。

（三）聚焦关键：内容、评估与技术的协同发展

为实现科学教育的高质量发展，必须在优质教育内容生产、科学评估体系建立和教育技术深度融合三个关键环节上协同发力，形成合力。

在课程内容生产方面，要大力加强“根植于学科”的优质教育内容供给。鼓励科学教育研究者与一线教师、学科专家深度合作，系统开展基于学科核心概念、思想方法、探究实践的教学内容开发与严格的实证研究；重点开发与“国优计划”相适应的、体现学科前沿进展、促进学生高阶思维发展的优质教学资源；对于经过验证的标杆性优质内容，应组织专业化团队进行系统性推

广，以确保其能惠及更广大的师生，实现更大范围、更高质量的科学教育。

在科学测量与评估方面，要加紧建立“根植于学科”的科学教育测量与评估体系。构建涵盖知识理解、过程表现、能力发展等多维度的学科化测评框架，重点关注对学生科学思维品质、实践创新能力的综合测评；开发基于学科特征的、信效度高的测评工具与方法（如概念清单、表现性任务等），为教学改进提供精准反馈。要破除“唯论文”倾向，除传统的学术论文和科研项目外，应将高质量的教材开发、教学案例、实验教具、教育软件等实践成果正式纳入评价指标，明确各类成果的认定标准和转化路径，并在职称评定、绩效考核中予以充分考虑和体现。

在技术融合方面，要着力促进教育技术与学科教学的深度融合。鼓励科学教育研究者深度参与教育技术研发，为技术应用提供学科视角的专业指导，确保技术工具的设计与使用真正符合学科教学规律。应认识到，即使是先进的人工智能技术，其在教育领域的有效应用也必须基于DBER所提供的关于学科学习和有效教学的深刻见解，并以此为基础进行模型训练和应用设计，使其成为赋能高质量教学的工具，而非内容的最终来源。建立教育技术应用的独立、客观评估机制，重点评估技术在促进学科核心素养发展方面的实际效果，为技术优化提供可靠依据，从而实现技术有效赋能教育的目标，最终实现高质量且普惠的科学教育。

四、结论

《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》的启动，为我国科学教育发展带来了新的机遇，也对科学教育研究提出了前所未有的更高要求。面对新形势，我国科学教育研究别无选择，必须以“根植于学科”为核心，下大力气解决教师队伍建设和研究环境改善等关键问题，构建良性发展的学术生态。这不仅是确保“规划”取得成功的必然选择，也是提升我国科学教育整体水平、建设教育强国和科技强国的紧迫战略需要。为此，需要社会各界凝聚共识、协同努力，以更大的决心和更实的举措，共同推动我国科学教育实证研究的繁荣发展。

基金项目

宁波市教育科学规划2024年重点课题“基于‘宽广纵深’理念的大中小学贯通式拔尖创新人才培养体系研究”（2024YZD005）；2023年度浙江省教育厅一般科研项目“资优教育社会嵌入模式的国别差异与本土构建研究”（Y202353098）。

作者简介

包雷，俄亥俄州立大学物理系教授，研究方向：STEM科学教育、认知模型、AI智能学习。
孙烨超，宁波大学教师教育学院讲师，研究方向：小学科学教育。

The Mission and Development Pathway of Science Education Research in China in the Context of Building a Strong Education Nation

Bao Lei¹, Sun Yechao²

- (1. Department of Physics & School of Teaching and Learning, Ohio State University;
2. College of Teacher and Education, Ningbo University, Ningbo, 315211)

Abstract: In response to the urgent demand for high-quality science education, China's science education research must fundamentally shift from the current prevalent macro-theory-oriented model to the paradigm of Discipline-Based Education Research (DBER). This paradigm emphasizes building upon disciplinary knowledge systems and thinking methods, fostering deep integration between educational technology and subject content, thereby constructing a virtuous cycle of "research-practice-technology". To achieve this critical transformation, we must confront and resolve two major challenges in China's current science education research: severe talent gaps and insufficient disciplinary expertise among educators. The root causes of these issues lie in systemic imbalances within the research ecosystem. To break through these constraints and rapidly reconstruct a new ecology for science education research that supports the effective implementation of the DBER paradigm, it is imperative to elevate the academic positioning and evaluation weight of science education-related disciplines, implement targeted talent cultivation strategies, and vigorously promote coordinated development across three key areas: content development, assessment systems, and educational technology.

Key Words: Science Education; Discipline-Based Education Research; Empirical Education Research; Education Assessment; Educational Technology