

# 全球图景与中国路向:STEM 教育研究的知识图谱分析

康云菲

(北京大学 教育学院, 北京 100871)

**[摘要]** STEM 教育是世界教育发展的重要议题, 中国在该领域的迅速发展卓有成效为讲好中国教育故事提供了契机。对 2016 年至 2023 年中外核心期刊数据库中的 STEM 教育研究进行知识图谱分析, 发现中国在该领域研究的国际影响力稳步提升, 但研究关注的议题与视角存在中外差异, 主要表现为对公平议题的关注度较低、学生研究更多沿用国际主流指标、教师研究具有中国模式特色、教学研究与技术的整合性不足等。展望未来, 中国 STEM 教育研究应通过构建关系性叙事、重构公平类议题、加强层次性主体研究、深化教学实证研究, 凝练本土经验, 促进国际对话, 提升我国 STEM 教育研究的国际影响力。

**[关键词]** STEM 教育研究; 知识图谱; 知识生产; 学术话语; 国际比较研究

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 康云菲(1995—), 女, 河北石家庄人。助理研究员, 博士, 主要从事比较教育、全球教育治理研究。E-mail: yfkang@gse.pku.edu.cn。

## 一、引言

近年来, STEM 教育因满足科技创新与社会进步需求, 成为全球教育改革热点。国际组织与主权国家在政策与实践中探索其共性与差异性, 同时, 不同国家对 STEM 教育的政策设计和关注重点各异。对此, 揭示 STEM 教育的共性与差异性, 明确其国际性与本土性边界, 对理论研究和知识生产具有重要意义。与此同时, 在强调教育软实力和构建中国特色教育学知识体系的背景下, 将中国经验置于“中国—世界”的比较框架中, 可彰显其独特价值, 助推中国教育经验的国际传播。实践表明, 中国在 STEM 人才培养和知识生产方面发展迅速: 基础教育阶段, PISA 数学成绩多次领先全球; 高等教育阶段, 2020 年中国 STEM 教育毕业生数量和占比居世界首位; 学术知识生产贡献位列全球第二, 仅次于美国<sup>[1]</sup>。STEM 教育已

成为增强中国教育国际影响力、讲好中国教育故事的重要领域。

基于此, 本研究聚焦世界科技发展与中国教育学术话语体系构建背景下的中国 STEM 教育研究国际定位, 分类探讨 STEM 教育的研究议题, 并以全球知识图谱为依托, 评估中国 STEM 教育研究的现实贡献与未来发展路径。

## 二、分类框架:STEM 教育研究的议题与层次

学界普遍认为, STEM 教育以促进科学、技术、工程和数学领域的知识发展为核心目标, 并具有显著的跨学科特性<sup>[2]</sup>。然而, 对于 STEM 教育的具体内涵、边界及学科整合方式, 学术界尚存诸多争议。在教育实践中, 不同主体对 STEM 教育的关注点与理解亦存在差异。因此, 试图对 STEM 教育研究作统一定义, 既不合理, 也难以实现。在尊重 STEM 教育研究内涵丰富

基金项目:2024 年度全国教育科学规划国家青年课题“美国高水平大学有组织科研与拔尖创新人才培养协同机制研究”(课题编号: CIA240285);2024 年度第 75 批博士后面上资助基金项目“中国教育国际传播体系的现状与发展策略研究”(项目编号:2024M750031)

性的基础上,本研究拟从以下两个方面构建 STEM 教育的知识分类框架。

其一,根据关键议题对 STEM 教育研究进行分类。文献计量分析显示,STEM 教育研究聚焦教育公平、教学法与技术整合、职业发展、K12 教育与高等教育阶段等热点议题<sup>[3-4]</sup>,且在 2016 年后随着越来越多国家出台相关政策呈现出研究热度与议题丰富性的显著提升<sup>[3]</sup>。基于此,本研究选取 2016 年至 2023 年期间的高水平文献,基于 Web of Science 和中国知网核心期刊数据库检索结果,结合 Citespace 软件对文献关键词的分析结果,归纳出四类关键议题:公平、教师、学生、教学。具体而言,公平研究涉及性别公平、全纳教育和代际公平等议题,教师研究涵盖 STEM 教师的职前培养与职后发展,学生研究可按学段(如学前教育、K12 教育和高等教育)或议题(如学业表现、兴趣和自我效能感)进行细分,教学研究则包括思维培养、狭义教学法、广义教学法与技术整合四个方面。

其二,根据教育层次对 STEM 教育研究进行分类。在参考比较教育差异的四层次分类基础上<sup>[5]</sup>,本研究将 STEM 教育研究划分为六个层次:跨国区域、国家、地区、学校、教室和个体。其中,跨国区域与国家层次属于宏观层次,注重不同文化与经济背景下教育的异质性特征,如儒家文化圈与西方国家、发达地区与落后地区的差异;宏观层次的研究通常关注文化传统、社会价值与制度背景等描述性指标。相较之下,地区、学校、教室与个体属于微观层次,研究重点在于班级规模、学生成绩和兴趣等测量性指标。宏观层次强调本土性,其解释要素多以定性描述为主,研究结论较难量化和验证;而微观层次则因更具测量性和可迁移性,更容易形成国际共识。从宏观到微观层次,教育研究范式的国际性逐渐增强,本土性逐渐减弱。



图1 STEM教育研究分类框架

综上所述,本研究构建了如图1所示的分类框架,基于此对2016年至2023年中外核心数据库中的相关成果进行类属编码与比较分析,以明确当前中国STEM教育研究的现实贡献与未来发展方向。

### 三、全球图景:世界STEM教育研究的知识图谱

2016年至2023年WOS核心数据库检索结果显示,STEM教育研究中教学议题占比最高(39%<sup>①</sup>),教师研究占比最低(15%),公平与学生研究居中(均为23%)。尽管不乏研究关注欧美、亚洲及拉美等地区的STEM教育现状,但宏观层面的研究相对稀缺,且整体呈现“西强东弱”格局。欧美地区更关注前沿议题,而发展中国家则聚焦于性别公平、学生表现与教师等传统主题。与此同时,发展中国家的研究存在“自我矮化”和过度反思的倾向,相比之下,发达国家具有较强的理论与实践自信。

#### (一)公平研究:聚焦群体差距、成因及其支持举措

公平议题是STEM教育研究的重要领域,其中性别公平占比最高(45%)。女性在STEM领域的弱势地位不仅限制经济潜能发挥,也有损社会公平。尽管这一现象全球普遍存在,但发展中国家研究仍缺乏充分论证和数据支持。

性别公平研究主要包含两大视角。其一是在比较视角下,探讨STEM教育在动机、兴趣、自主性、自我效能和专业选择方面性别差距的表现与成因,其解释性因素或机制包括教学模式、学习经历、社会文化等<sup>[6]</sup>。其二是在社会学视角下分析女性STEM教育的表现及其影响因素。STEM教育中女性的劣势地位表现为退出STEM领域的概率更高、学业表现相对较差等,这一结果由女性榜样缺乏、职业预期差异以及社会性别偏见等原因导致<sup>[7]</sup>。相较于前者,第二类研究往往能够更具针对性地提出支持女性的补偿性策略。

种族与族群公平研究(42%)关注少数族裔和有色人种,揭示资源分配和社会结构的不平等根源,并提出改善家庭文化资本、完善学校支持、加强同伴支持等举措<sup>[8]</sup>。种族与性别公平的交叉研究指出,弱势族群女性面临更大挑战,需获得综合性支持。特殊教育公平研究关注通过教学法与技术创新提升特殊需求群体的STEM学习效果。代际公平则强调家庭背景对个体STEM选择的影响:根据文化资本理论,STEM从业者子女具有明显优势,而初代大学生在专业选择与学业表现方面则通常处于劣势。

#### (二)学生研究:重视学生成功的表现及其影响机制

学生研究主要探讨其在特定维度上的表现及影响机制。从学段分布来看,K12阶段(46%)与高等教育阶段(48%)研究占比接近,学前教育阶段研究较少(6%)。

①括号中比例为该议题文献在该类主题文献中的占比,下文同。

在具体议题中,学生 STEM“成功”研究占比最高(33%),主要衡量标准为学业表现。性别、家庭背景、学习经历、学校资源、文化因素及自我效能感均是其影响因素。其中,亚洲学生的卓越表现备受关注,协作学习、体验式学习和探究式学习等教学方式<sup>[9]</sup>,以及国家规划和资源保障等社会支持<sup>[10]</sup>,被认为是引发学生优异表现的关键。此外,STEM“成功”议题还涵盖技能培养、非认知发展、知识获取与就业等问题。由于STEM学习对学习韧性要求较高,“避免学业失败与退出”成为研究重点。一些学者开发评估工具以识别学习韧性不足的学生,帮助提升其成功的可能性。

STEM兴趣与动机(30%)是另一热门议题,且热度持续上升。兴趣与动机不仅显著影响学习参与度、过程及结果,还与学生未来选择STEM职业密切相关。然而,关于兴趣与动机的影响因素及机制,学界尚未达成共识,这为政策制定带来挑战。

此外,学生对STEM教育的态度、看法与感知(12%)也是研究热点。由于研究对象和情境的本土性较强,其结论的普适性有限,但仍具有现实意义。在不同种族、文化和地域背景下,学生对STEM学习障碍的认知、教育理解及职业期待存在显著差异<sup>[11]</sup>,这启发政策制定者与从业者应关注STEM教育的差异化培养。

### (三)教师研究:关切在职教师专业发展与认知表现

全球STEM教师研究以实证研究,尤其是质性研究为主,其中职后发展研究占比高达78%。研究重点包括职前培养的有效措施、职后共同体建设,以及教师对STEM概念、议题、方法和技术的认知。

在职前培养方面,研究主要聚焦动机、自我效能感、信念、知识与技能水平等核心指标,这些因素不仅影响学生认知与非认知技能的发展,还能促进教育公平。然而,当前全球STEM教师职前培养面临多重挑战,如学校结构僵化、教学实践与现实脱节、课程缺乏整合性以及缺乏教学榜样等<sup>[12]</sup>。

在职后阶段,教师共同体建设成为研究热点,研究对象涵盖朋辈教师、行政人员、校领导及教师等不同群体。研究表明,有效的STEM教师专业发展项目需整合学科知识、教学知识与案例材料<sup>[13]</sup>,同时重视学校文化建设、发展机会保障与教师能动性的激发<sup>[14]</sup>。此类研究为全球改进STEM教学与教师专业发展提供了重要的循证基础。

教师认知研究占比27%,是STEM教师研究的重要组成部分,其核心议题涵盖教师对STEM的理解与态度、对不同教学法的认知与实践、对培养项目的评

价、对前沿技术的认知与应用、对教育公平的认知以及对学生多样化需求的理解等。这些研究揭示了STEM教育面临的深层机制与困境,包括教研资源有限、研究成果难以转化为实践<sup>[15]</sup>、专业发展项目与实践需求错配<sup>[16]</sup>等。尽管此类研究多基于本土情境,但其识别了影响STEM教育成效的教师认知障碍与误区,为全球范围内STEM教师团队建设提供了重要启示。

### (四)教学研究:探索前沿实践、新兴技术及其有效性

无论是2016年至2023年的数据集合,还是其他时间范围内的研究,教学始终是STEM教育研究的热点议题。STEM教育以培养学生高阶思维为目标,强调通过教学法创新和新兴技术整合达成这一目标,由此形成了教学法研究、技术整合研究和高阶思维培养三大核心议题。

教学法研究重点关注具有学科整合性且能激发学生积极性的教学方法、工具或平台,如创客教育、项目式学习和主动学习。在理论层面,研究者批判性地审视了创客空间教学法的问题,探讨主动学习的概念框架及其教学生态特征。在实证层面,研究识别了影响项目式学习和主动学习效果的关键因素,指出项目式学习有助于改善学生的STEM观念与职业选择<sup>[17]</sup>,并评估了数十种创客平台的教学有效性<sup>[18]</sup>。

新兴技术是STEM教育促进跨学科教学和高阶思维培养的关键工具。虚拟现实、增强现实、智能学习、机器人和数字游戏等技术与STEM教育的融合成为热点。系统综述和元研究表明,这些技术有助于提高学术表现并深化学生的STEM理解。然而,技术在不同情境下的有效性,特别是其对认知与非认知结果的影响,仍需进一步验证。已有研究揭示了技术与教学法的关系,如机器人技术常用于项目式学习<sup>[19]</sup>,而计算机辅助实施问题中心教学法可提升学生学习效果<sup>[20]</sup>。然而,技术与教学法的整合研究尚显不足,亟须深入探索其在混合教学策略(如翻转课堂、创客教育)中的作用。

高阶思维培养(如计算思维、技术数学思维和空间思维)在信息化时代备受关注,研究主要聚焦于其定义内涵与培养路径两方面。以计算思维为例,多数研究沿用其通用定义,仅少数研究者探讨了其在特定情境下的差异性内涵。此外,现有研究探讨了教学法、技术整合与课程设计对高阶思维培养的效果,以及高阶思维对学生STEM认知的影响。然而,高阶思维研究仍处于起步阶段,规模化研究较少,尚未形成明确共识。未来研究需进一步完善高阶思维的内涵、分类及其培养机制和成效评估。

## 四、实然贡献：中国 STEM 教育研究的知识生产

### (一) 全景概览：国际影响稳步提升，但关注议题与视角差异明显

自 2016 年以来，WOS 核心数据库中关于 STEM 教育的发文量稳步增加(如图 2 所示)。在此期间，中国学者在 WOS 核心数据库中的发文占比显著上升。国内学术期刊的 STEM 教育研究发文量在 2019 年出现下降，这一变化与中国学者在国际 STEM 教育研究中的发文量提升同步发生，表明中国教育在 STEM 研究领域的国际学术话语权正逐步提高。

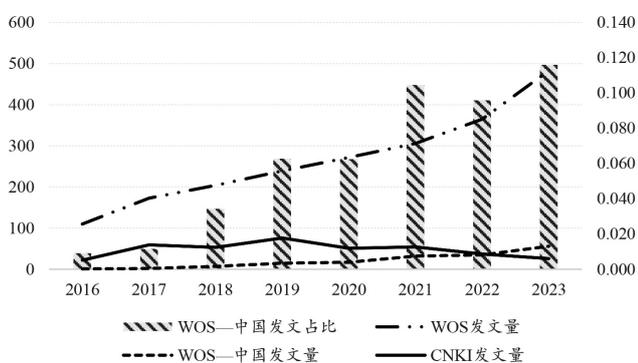


图 2 2016 年至 2023 年中外核心数据库 STEM 教育研究发文趋势<sup>①</sup>

在研究主题上，如图 3 所示，国际学界以教学研究为主，四大主题分布相对均衡；中国学者在国际期刊发表的论文中学生研究占比较高，而国内期刊则以教学研究为主。无论国内或国际期刊，中国学者对公平主题的关注度均较低。

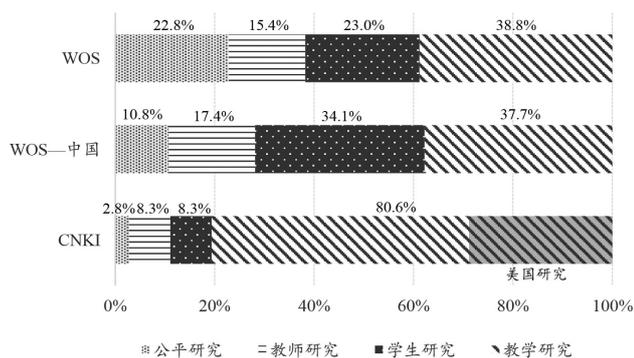


图 3 2016 年至 2023 年中外核心数据库 STEM 教育研究主题分布情况

2016 年至 2023 年，近 30% 的中文文献聚焦美国 STEM 教育，主要探讨 STEAM 框架、STEM 发展历史

及 K-12 和高等教育的 STEM 模式等宏观议题。CNKI 核心数据库关键词聚类结果表明，创客运动、工程教育、教育标准、教学改革和创新网络也是研究热点。作为 STEM 教育发源地，美国凭借丰富的政策与实践经验占据引领地位，其全球实践影响力和发文量均领先。

值得注意的是，中国学者并未照搬美国经验，而是在理解其政策与实践的基础上关注本土适用性。有研究者提出，中国特色 STEM 教育需融入社会、态度、环境、梦想等人文内涵<sup>[21]</sup>。尽管相关研究尚未形成系统理论框架，但其关注点已超越模仿层次，逐步孕育出中国特色的 STEM 教育智慧。

### (二) 公平研究：性别公平备受瞩目，但公平议题的关注整体偏低

教育公平的起点、路径与成效因国家与文化背景的差异而不同。在此语境下，STEM 教育公平作为全球知识体系中本土价值的重要体现，成为传播中国智慧与经验的关键领域之一。关于中国 STEM 教育公平的研究，初步揭示了公平现状及其影响因素。与多数国家类似，中国学生在 STEM 教育中的学业表现、学习兴趣、自我效能感等方面存在性别差距，这一差距受学习经历、家长期望、社会文化等多重因素的共同影响<sup>[22]</sup>。此类研究为理解中国 STEM 教育中的性别公平问题提供了重要补充。在政策与实践层面，中国学者梳理了政府和学术机构在法律保障、学术资助、评价制度等方面促进性别公平的有效举措<sup>[23]</sup>，为全球 STEM 教育性别公平提供了制度化经验。然而，相较于国际学界对 STEM 教育公平的重视程度，中国在该领域的关注度仍显不足。

一方面，无论是全球重点关注的性别公平，还是特殊教育公平、代际公平、区域公平等议题，中国相关研究的数量和比例都明显偏低，特别是在性别公平以外的其他公平类议题方面的探索较为薄弱。另一方面，与国际上普遍采用的实证研究范式和量化方法相比，中国在教育公平领域的数据统计、实地调研与分析仍显不足，这也反映了我国在教育公平数据的统计、公开、管理与使用方面的欠缺。此外，我国尚未凝练出具有中国特色的 STEM 教育公平经验。导致这一现象的原因并非我国缺乏促进 STEM 教育公平的政策与实践，而是不同文化制度背景下对“公平”内涵的多样化理解。要实现公平议题的国际对话，需首先对接国际教育公平话语体系。然而，我国尚未完成本土

<sup>①</sup>“WOS”代表 WOS 核心数据库的 STEM 教育研究成果，“WOS-中国”代表 WOS 核心数据库内中国学者的 STEM 教育研究成果，“CNKI”代表中国知网中文核心数据库的 STEM 教育研究成果。

STEM 教育公平话语体系的建构及国际衔接,这或将影响我国 STEM 教育公平模式和经验的本土叙事与国际传播。

### (三) 学生研究:助力中国经验传播,但议题与视角呈现追随态势

我国学者对 STEM 学生议题的关注在不同数据库中呈现显著差异。如图 3 所示,中国学者在国际发表中对 STEM 学生议题的关注比例(34.1%)高于国际平均水平(23.0%),而国内发表比例则明显偏低(8.3%)。这表明,学生相关议题在中国 STEM 教育“走出去”过程中发挥了重要作用。中国学者不仅研究中国学生的 STEM 教育表现,还展现出对区域性议题的兴趣。有研究指出,亚洲学生的主动学习对 STEM 表现具有积极影响<sup>[24]</sup>,培养高阶思维和激发学习动机等方式是亚洲 STEM 教育的有效经验<sup>[24]</sup>。中国学者的这些贡献回应了国际学界对“亚洲学生神话”现象的关注。

如图 4 所示,在学段分布上,与国际学界对 K12 和高等教育阶段的均衡关注相比,我国学者更偏重 K12 阶段的学生议题,对高等教育阶段的关注明显不足。在研究议题上,中国学者主要集中于学生 STEM 成功、兴趣与动机、自我效能感等少数可观测指标,而中文成果的研究议题则更为单一,较少涉及国际学界关注的 STEM 身份认知或学生对 STEM 的看法、态度等内容。这种结构性差异在一定程度上反映出我国 STEM 学生研究的“追随”特点。多数研究顺应国际趋势,聚焦高度同质化的指标,如自我效能感、兴趣和身份认知,且多围绕个体、家庭、学校和社会等传统教育学维度展开,验证性结论多,创新性成果少。受此影响,中国学者在该领域的原创性与引领性相对不足,鲜有高被引论文<sup>[25]</sup>,这一现象从侧面凸显了我国在 STEM 学生研究领域亟待提升的空间。

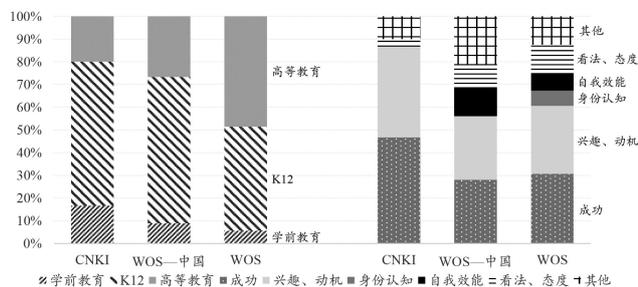


图 4 2016 年至 2023 年中外核心数据库 STEM 学生研究主题分布情况

### (四) 教师研究:研究格局呈现差异,但中国模式与经验具有潜力

如图 3 所示,中国学者在国际期刊中对 STEM 教师的关注度(17.4%)与国际核心数据库(15.4%)接近,

但中文期刊的关注度明显偏低(8.3%)。各数据库均聚焦于 STEM 教师职后发展,但研究范式和热点议题存在差异。

从研究范式看,国际学界偏好质性研究,我国学者在国际期刊中的研究以量化方法为主,而中文期刊更倾向于理论与思辨研究,重点探讨教师数量不足与专业发展薄弱两大核心问题。在研究内容上,我国学者聚焦 STEM 教师的观点、自我效能感和教师素养等全球热点议题,同时结合中国实践,揭示了我国 STEM 教育的挑战,包括课程资源不足、评价体系不健全、硬件设施匮乏及教师专业能力薄弱等问题<sup>[26]</sup>。

整体来看,我国学者对 STEM 教师的研究多集中于经济发达、资源丰富、制度完善地区的探索性实践,知识呈现碎片化特征。然而,依托中国特色的教师教育体系与专业化模式,以及中国学者在国际 STEM 教师研究领域日益增长的影响力,关于中国 STEM 教师的系统性、建构性研究有望成为全球知识体系中的前沿领域。

### (五) 教学研究:前沿探索初具规模,与 STEM 教育融合有待加强

教学研究是全球 STEM 教育研究的重要组成部分,我国学者对此高度关注。如图 5 所示,我国学者在国际期刊发表的 STEM 教学研究成果与全球知识图谱相近,但中外核心数据库的知识结构存在显著差异。国际学界主要聚焦狭义教学法与教育技术,而中文核心期刊以广义教学法为核心,研究主题包括国外教学经验(41%)、STEM 教育内涵(12%)和课程研究(7%)等。这表明,在国内政策和实践语境下,STEM 教育仍处于内涵解构与重构的本土化阶段,不乏学者从不同视角构建 STEM 教育模型或框架<sup>[27]</sup>。

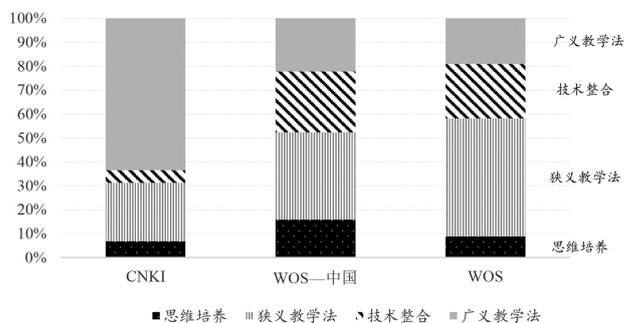


图 5 2016 年至 2023 年中外核心数据库 STEM 教学研究的主题分布情况

近年来,我国学者对创客教育、项目式学习、主动学习等狭义教学法的关注显著提升,研究规模和影响力不断扩大。然而,STEM 教学法的整合性研究仍较薄弱。例如,尽管项目式学习相关研究结合了中国情

境,但多强调学科边界,较少涉及跨学科应用场景。此外,我国超过一半的狭义教学法研究以理论探讨为主,缺乏国际学界常见的实证研究支持。

在技术整合与思维培养领域,当前我国的研究基础扎实,但具体应用不足。例如,虚拟现实、增强现实、机器人、数字游戏等技术虽备受关注,但多以 STEM 教育为背景,缺乏对其在教学实践中的深入探讨。国际学界强调技术的应用性与创新性结合,而我国研究更偏向直接应用,较少涉及平台构建或环境开发等创新议题。尽管我国部分学者开始探索机器人与数字游戏等技术在教学环境革新中的潜力,但整体研究仍显不足。

值得一提的是,我国学者对项目式学习、数字游戏和计算思维等议题的教学有效性进行了再研究<sup>[28-29]</sup>,在综述性研究中贡献突出。在地方性实证结论存在分歧的背景下,综述和元分析为整合成果、明确研究方向提供了重要支撑,也有望强化中国在 STEM 教学研究中的地位 and 影响。

## 五、潜在价值:中国 STEM 教育研究的未来路向

基于 STEM 教育研究的知识图谱以及中国在该领域的贡献与不足,我国可从以下四方面加强 STEM 教育研究,以提升国际影响力与未来价值。

### (一)构建主场意识,形成关系性宏观叙事

中外 STEM 教育研究在公平、教师、教学等议题上的对比显示,中国 STEM 教育叙事偏重借鉴发达国家经验,忽视本土经验的生成与传播。作为外生型学术系统,中国学术话语体系存在模仿与移植中心国家话语的倾向<sup>[30]</sup>,STEM 教育正是西方话语移植的典型代表。然而,STEM 教育的理论、实践与方法尚未定型,发达国家也在探索中。同时,我国科技、科学与工程教育的理论与实践特色可为 STEM 教育目标的实现提供助力。中国应从“追赶者”转向“探索者”与“共建者”角色,构建体现中国特色的 STEM 教育叙事。

实现这一转变需超越单一国家分析框架与科学主义范式,采用关系主义视角,从三类关系性叙事展现中国 STEM 教育的独特价值。其一,区域与群体性叙事。将中国 STEM 教育置于“一带一路”共建国家、金砖国家及其他发展中国家的群体中,分析区域模式与独特困境,为国际对话提供新视角。其二,情境与本土性叙事。结合中国制度与文化背景,探讨 STEM 教育如何嵌入教育现代化、科技强国及数字发展战略,展现其独特模式与支持体系。其三,地区品牌叙事。依托北京、上海、广州等城市的政策与资源优势,打造中

国 STEM 教育的地区品牌,推动城市教育品牌建设,并助力讲好中国教育故事。

### (二)立足中国情境,重构传统公平议题

在 STEM 教育公平领域,各国教育公平的现状与作用机制存在显著差异。我国 STEM 教育公平研究尚处于起步阶段,现状描绘与影响机制的实证研究仍有较大拓展空间。为此,需加快公平指标数据库建设,围绕性别公平、特殊教育公平、代际公平、城乡公平等关键议题,开展广泛调查与系统分析,掌握我国 STEM 教育公平的现状、成因及发展路径,为国际公平议题对话提供实证支撑。

在拓展实证研究的同时,应探索中国教育话语体系下 STEM 教育公平的内涵与路径特色。在国家宏观语境下,中国教育公平具有两大特色。其一是对公平内涵的“新理解”。国际社会主要关注分配公平、机会公平和承认公平等群体间资源分配问题,而我国更强调公平与质量的协同发展。这一理解赋予教育公平新的目标与挑战,体现在构建公平与质量协同机制、促进主体间互动关联、完善教育评价体系等方面。这些复杂议题为我国 STEM 教育公平研究开辟了新方向,并构建了与全球 STEM 教育议题的新联结。其二是对公平路径的“新探索”。党的十八大以来,我国信息化、数字化发展迅猛,教育数字化战略成为促进教育公平、提升教育质量的重要手段。事实表明,数字化发展在缩小地区和城乡差距方面成效显著<sup>[31]</sup>,这一经验为全球应对数字鸿沟问题提供了新路径,也为推动 STEM 教育公平发展注入了强大动力。

### (三)促进国际对话,加强主体层次研究

与关注本土经验的宏观叙事和公平议题不同,学生和教师的微观研究因对象、核心议题及结论的国际共性,为国际对话、经验推广与互鉴奠定了基础。社会科学领域的知识在普遍化之前往往具有地方性,而微观研究则更容易成为普遍化知识的“预备”阶段。为此,我国应提升 STEM 教育研究的主体性,推动学生与教师研究的国际对话,以本土经验促进国际规律的生成,实现从“追随者”向“贡献者”和“引领者”的转变。

鉴于我国当前在 STEM 学生与教师研究领域基础薄弱,提升国际对话能力需聚焦两方面。其一,强化研究范式互动。实证研究强调标准化与科学性,思辨研究助力理论生成,两者需相辅相成。我国应发挥思辨研究优势,同时深化实证研究,聚焦新现象、新要素、新机制,以思辨研究引领实证探索,以实证研究支撑理论创新,推动不同范式间的互动,生成具有国际影响力的“预备性”规律。其二,优化研究议题和对象

策略。学生研究需突破兴趣等常规因素的验证性研究,进一步探究其影响机制,为国际对话奠定基础。教师研究应结合中国特色,从职前培养到专业发展提出新要素、新结构、新模式,兼顾阐释性与可测量性指标,推动项目与制度层面的引领性探索。

#### (四)衔接概念体系,深化教学实证研究

STEM教育与教学法、新兴技术应用、高阶思维培养紧密相关,但我国STEM教育研究尚未充分整合这些领域,且实证研究相对薄弱。概念模糊、地方政府重视不足、教师能力欠缺等问题<sup>[32]</sup>进一步限制了有效教学实践与技术整合经验的传播。

为加强我国STEM教学研究,可从以下两方面塑造未来价值:其一,整合STEM教育与教学法、教育技

术及高阶思维培养,扩大知识生产规模。尽管我国已有丰富的理论与实践探索,但中外学术话语体系的差异限制了国内研究的国际认可度。需对接本土与国际概念体系,加强对西方主流话语的理解与解构,构建具有国际影响力的中国话语体系,并推动中外STEM教学对话标准的形成。其二,加强实证研究,提升本土知识的国际影响力。我国STEM教学研究在基于一手数据的实证研究上较为薄弱,而基于二手数据的综述与元分析具有优势。应“扬长补短”,在深化本土教学法与技术应用实证研究的同时,利用综述与元分析探索关键教学方法和机制的效果,推动前沿知识生成,提升我国在国际STEM教学研究中的话语权与影响力。

#### [参考文献]

- [1] CAI Z L, ZHU J X, TIAN S Q. Research progress of STEM education based on visual bibliometric analysis [J/OL]. Sage open, 2023,13(3)[2025-02-08]. <https://doi.org/10.1177/21582440231200157>.
- [2] FALLOON G, HATZIGIANNI M, BOWER M, et al. Understanding K-12 STEM education:a framework for developing STEM literacy[J]. Journal of science education and technology,2020,29(3):369-385.
- [3] ZHAN Z H, SHEN W Y, XU Z C, et al. A bibliometric analysis of the global landscape on STEM education (2004-2021):towards global distribution, subject integration, and research trends[J]. Asia Pacific journal of innovation and entrepreneurship,2022,16(2):171-203.
- [4] 杜文彬. 国外STEM教育研究的热点主题与特点探析[J]. 电化教育研究,2018,39(11):120-128.
- [5] CHEONG C Y. Cultural factors in educational effectiveness: a framework for comparative research[J]. School leadership & management, 2000,20(2):207-225.
- [6] MODREK A S, HASS R, KWAKO A, et al. Do adolescents want more autonomy?Testing gender differences in autonomy across STEM[J]. Journal of adolescence,2021,92(1):237-246.
- [7] PIATEK -JIMENEZ K, CRIBBS J, GILL N. College students' perceptions of gender stereotypes: making connections to the underrepresentation of women in STEM fields[J]. International journal of science education,2018,40(12):1432-1454.
- [8] PARK J J, KIM Y K, LUE K, et al. Who are you studying with? The role of diverse friendships in STEM and corresponding inequality[J]. Research in higher education,2021,62(8):1146-1167.
- [9] TING F S T, Shroff R H, Lam W H, et al. A meta-analysis of studies on the effects of active learning on Asian students' performance in science, technology, engineering and mathematics (STEM) subjects [J]. The asia-pacific education researcher, 2023,32(3):379-400.
- [10] TAN M. STEM as opportunity to get TSLN right:science education for economically productive creativity [J]. Asia pacific journal of education,2020,40(4):485-500.
- [11] RADMEHR F, NIAZI N, REZVANIFARD F, et al. How do university students of different ethnic backgrounds perceive factors that hinder learning in STEM and non-STEM majors?[J]. Higher education research & development,2022,41(5):1693-1709.
- [12] RYU M, MENTZER N, KNOBLOCH N. Preservice teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation[J]. International journal of technology and design education,2019,29(3):493-512.
- [13] LO C K. Design principles for effective teacher professional development in integrated STEM education [J]. Educational technology & society,2021,24(4):136-152.
- [14] HITE R L, MILBOURNE J D. Divining the professional development experiences of K-12 STEM master teacher leaders in the United States[J]. Professional development in education,2022,48(3):476-49.
- [15] BOOHER L, NADELSON L S, NADELSON S G. What about research and evidence? Teachers' perceptions and uses of education

research to inform STEM teaching[J]. The journal of educational research,2020,113(3):213-225.

- [16] MARGOT K C, KETTLER T. Teachers' perception of STEM integration and education:a systematic literature review[J]. International journal of STEM education,2019,6(1):1-16.
- [17] BEIER M E, KIM M H, SATERBAK A, et al. The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM[J]. Journal of research in science teaching,2019,56(1):3-23.
- [18] LIN Q, YIN Y, TANG X D, et al. Assessing learning in technology-rich maker activities: a systematic review of empirical research [J]. Computers & education,2020,157:103944.
- [19] Darmawansah D, Hwang G J, Chen M R A, et al. Trends and research foci of robotics-based STEM education: a systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model[J]. International journal of STEM education,2023,10(1):12.
- [20] KIM N J, BELLAND B R, LEFLER M, et al. Computer-based scaffolding targeting individual versus groups in problem-centered instruction for STEM education:meta-analysis[J]. Educational psychology review,2020,32(2):415-461.
- [21] 赵兴龙,许林. STEM教育的五大争议及回应[J]. 中国电化教育,2016(10):62-65.
- [22] CHAN R C H. A social cognitive perspective on gender disparities in self-efficacy, interest, and aspirations in science, technology, engineering, and mathematics (STEM):the influence of cultural and gender norms [J]. International journal of STEM education, 2022, 9(1):1-13.
- [23] “支持女性科技人才在科技创新中发挥更大作用研究”课题组. 关于支持女性科技人才在科技创新中发挥更大作用的政策研究报告[J]. 中国科技人才,2023(1):1-7.
- [24] WAHONO B, LIN P L, CHANG C Y. Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes [J]. International journal of STEM education,2020,7(1):36.
- [25] LI Y, XIAO Y, WANG K, et al. A systematic review of high impact empirical studies in STEM education[J]. International Journal of STEM Education,2022,9(1):72.
- [26] 彭敏,朱德全. STEM教育的本土理解——基于 NVivo11 对 52 位 STEM 教师的质性分析[J]. 教育发展研究,2020,40(10):60-65.
- [27] 杨彦军,张佳慧,吴丹. STEM 素养的内涵及结构框架模型研究[J]. 电化教育研究,2021,42(1):42-49.
- [28] 张文兰,胡姣. 项目式学习的学习作用发生了吗?——基于 46 项实验与准实验研究的元分析[J]. 电化教育研究,2019,40(2):95-104.
- [29] CHEN P, YANG D, METWALLY A H S, et al. Fostering computational thinking through unplugged activities: a systematic literature review and meta-analysis[J]. International journal of STEM education,2023,10(1): 47.
- [30] 阎凤桥.我国高等教育“双一流”建设的制度逻辑分析[J]. 中国高教研究,2016(11):46-50.
- [31] 胡钦太,林晓凡,张彦. 信息化何以促进基础教育的结果公平——基于中国教育追踪调查数据的分析[J]. 教育研究,2021,42(9):142-153.
- [32] 杨明全. 论 STEM 教育的本土化建构:内涵、价值及实践探索[J]. 现代远程教育研究,2024,36(1):39-45,53.

## Global Landscape and China's Pathway: A Knowledge Mapping Analysis of STEM Education Research

KANG Yunfei

(Graduate School of Education, Peking University, Beijing 100871)

**[Abstract]** STEM education is an important issue in the world's education development, and China's rapid development and remarkable achievements in this field provide an opportunity to tell the story of China's education. A knowledge mapping analysis of STEM education research in Chinese and foreign core journal databases from 2016 to 2023 reveals that the international influence of China's research in this field has been steadily increasing, but there are differences between Chinese and foreign countries in

(下转第 128 页)