

国外生态文明教育研究前沿热点及演变路径

——基于 LDA 主题模型的分析

[摘要]: 生态文明教育作为推动可持续发展的核心路径, 日益成为国际学术界和教育实践关注的焦点。为系统揭示其研究主题演化趋势, 基于 Web of Science 核心数据库, 采用 LDA 主题模型对 2011-2024 年生态文明教育相关主题英文期刊文献进行文本分析。结果显示, 首先, 国外生态文明教育研究随着事件发展呈现出主题拓展的趋势。其次, 该过程呈现出内部核心稳定、外部边缘扩展结构特征, 是基础主题逐渐拓展到实践层次再到多元融合的发展过程。最后, 近年研究热点聚焦于“气候变化”、“食物浪费与可持续消费”、“生物多样性”、“社区参与”与“绿色发展”五个方向, 针对以上五个主题学界已展开了丰富的探索, 但整体仍面临课程碎片化、学科割裂、知行脱节、机制不健全与文化视角单一等问题, 未来需在政策、制度与教学实践等层面协同推进改革。

[关键词]: 可持续发展; LDA 主题模型; 生态文明教育; 文献计量分析

引言

自联合国 1992 通过了《21 世纪议程》以来, 全球范围内有关可持续发展的行动计划日益兴起。“生态文明教育”其作为推动人类与自然和谐共生的价值观念逐步成为全球学术界和实践领域的研究热点。党的十八大报告指出:“必须更加自觉地把全面协调可持续作为深入贯彻落实科学发展观的基本要求。”将生态文明建设为我国未来发展战略。其中, 该报告强调, “加强生态文明宣传教育, 增强全民节约意识、环保意识、生态意识, 形成合理消费的社会风尚, 营造爱护生态环境的良好风气。^[1]”说明, 教育应承担生态文明建设的责任, 生态文明教育作为一种基本的素质教育, 既能够帮助个体提高对生态文明建设的理解、树立正确的生态观、培养创新能力, 健全生态人格, 也能够促进全社会公平发展^[2]。

随着各国对生态环境、可持续发展等问题的持续关注, 全球各界学者围绕其核心内涵、关键影响因素以及实践路径展开深入探讨。为实现学术资源的合理配置, 进而推动学科, 研究前沿热点主题和动态演化研究能够为科研决策提供技术支持和方向指导。期刊文献是对领域探索的重要的科研成果, 通过对国外生态文明教育领域研究文献主题的挖掘和演化路径的探索, 是了解该领域现状, 分析并预测其未来态势是推动我国及世界生态文明教育进步的重要举措。

一、问题的提出

近年来, 文献计量分析方法在生态文明教育研究中得到广泛应用, 是探究该领域发展现状和未来趋势的重要工具。这一方法通过对海量文献的定量分析, 揭示生态文明教育领域的研究热点、学术网络和研究前沿。例如, 陈时见等人利用 citespace 软件对所搜集的文献进行合作网络分析, 绘制国内外生态文明教育研究的知识图谱^[3]; 任帅等人运用 CiteSpace 软件对绿色教育研究进行了可视化分析^[4]。然而, 传统主题分析方法虽然能够以共被引、突现词等方式识别文献主题和研究前沿, 但进行大规模文献分析时略显力不从心^[5]。LDA (Latent Dirichlet Allocation) 作为一种无监督学习算法, 无需人工编码可自动发现文本集合中的隐藏主题。近年来, 研究学者将时间维度引入其中, 如朱光等人基于生命周期理论将主题跨度; 刘雅姝等人运用 LDA 模型对网络舆情数据进行主题划分, 从实体属性、时间属性等多维特征追踪舆情话题的演化情况; 同时, 还可以结合时间序列分析, 对生态文明教育的发展态势进行科学预测, 为研究者提供较为客观、精准的信息支持。

为此，本研究尝试借助 LDA 主题模型，对 Web of Science 核心数据库中标题含有“生态文明教育”“环境教育”以及“可持续发展教育”的英文期刊论文进行文本建模分析。通过计算困惑度（Perplexity）来确定 LDA 模型的最优主题数，确保主题划分的科学性和合理性。在对对生成的“文档—主题矩阵”和“主题—词矩阵”进行深入分析后挖掘出生态文明教育领域的核心研究主题。随后，基于 LDA 模型输出结果，计算各时间窗口下的国外生态文明教育研究主题强度，绘制主题热度图，并通过对相邻时间窗口下挖掘出的主题及主题词间的余弦距离值确定主题之间的演化关系。最后，以主题热度和新颖度确定主题热点，以较为客观、全面的方式揭示国外生态文明教育的研究前沿及演变路径，以期为未来国内外生态文明教育的创新发展提供有效参考。

二、研究设计

（一）研究思路

为系统探究国际生态素养教育研究的热点演进，本研究基于 Web of Science Core Collection 构建文献数据集，以摘要文本作为核心分析语料。通过动态时间窗口划分策略，分析不同时序切片，识别各阶段的主题聚类特征。最终可视化呈现生态文明教育研究的主题热度变迁及演化路径。

LDA 主题模型对大规模非结构化文本语料进行“文档-主题-词汇”的三层贝叶斯结构主题挖掘。该生成式模型，无需人工标注即可有效识别潜在语义模式。本文参考借鉴已有文本主体分析方法，在主题演化分析方面，通过向量空间建模方法，将 LDA 输出的主题词概率分布映射为 n 维特征向量，继而基于时序切片构建主题轨迹。以相邻时间窗口主题向量的余弦相似度判定主题之间的演化关系^[6]。在研究前沿识别层面，以生命周期理论为基础，主题热度和新颖度确定主题热点^[7]。

（二）数据来源

本文以“Web of Science Core Collection”作为数据源。“SU”研究主题，检索策略为：“‘SU’ = ‘ecological civilization education’ OR ‘environmental education’ OR ‘sustainable development education’”，时间跨度为 2011–2024，检索时间为 2024 年 12 月 29 日。经过筛选重复和信息不完全文献，最后得到英文文献 40743 篇，并将每篇文章的摘要作为模型的原始语料和研究数据来源。将下载的文献按年份分类。

从图 1 中可以看出，2011–2018 年间发文量相对较少，呈零星分布；从 2019 年之后，尽管存在一定波动，但整体呈现出稳定增长的趋势。为平衡每个时间窗口的发文量，将国外生态文明教育文献按时序划分为三个阶段：2011–2018 年、2019–2022 年、2022–2024 年。随后以文献摘要作为模型的语料来源，利用 Python 的 NLTK 自然语言处理工具包对语料进行分词、词性还原等，以提供模型的准确度。最后，将分词后的文本进行特征提取作为 LDA 模型的输入来源。

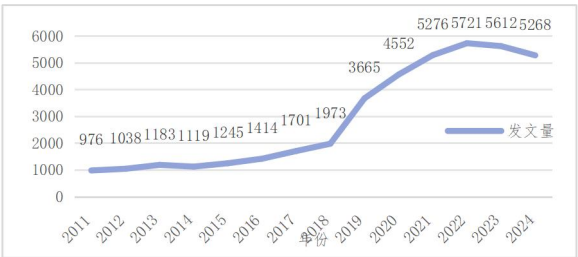


图 1 国外生态文明教育发文趋势

三、实验结果与分析

（一）主题挖掘

在基于 LDA 主题模型的生态文明教育研究分析中，本研究通过困惑度（perplexity）指标优化确定主题数量。针对不同时段文本分别进行交叉验证，选择困惑度最小值或显著拐点对应的 k 值作为最优主题数，具体确定 2011-2018 年段最优主题数为 23 个，2019-2021 年段最优主题数为 22 个，2022-2024 年段最优主题数为 34 个。

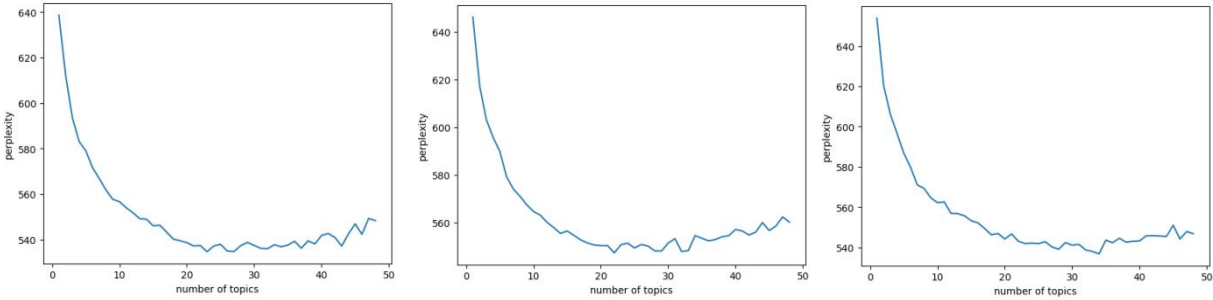


图 2 不同时间窗口下的主题困惑度

表 1 国外生态文明教育不同时间窗口下的主题分布

时间窗口	最优主题数	最终主题数	主题标签
2011-2018 年	23	12	Climate Change（气候变化）、Sustainable Development（可持续发展）、Environmental Research（环境研究）、Teacher Literacy（教师素养）、Student Learning（学生学习）、Knowledge Behavior Perception（知识行为认知）、Childhood Health（儿童健康）、Food Consumption（食品消费）、Social Participation（社会参与）、Conservation Biodiversity（保护生物多样性）、Energy Efficiency（能源效率）、水资源（Water）、Social Wellbeing and Support（社会福祉与支持）、Urban（城市发展）
2019-2021 年	22	13	Sustainable Higher Education（可持续高等教育）、Sustainable Development（可持续发展）、Water（水资源）、School Teaching Curriculum（学校教学课程）、Ecological Conservation Tourism（生态保护）、Community Resilience Participation（社区参与）、Climate Change（气候变化）、Children's Activity（儿童活动）、Green Energy Consumption（绿色能源消费）、Childhood Health（儿童健康）、Student Learning（学生学习）、Knowledge Behavior Perception（知识行为认知）、Social Wellbeing and Support（社会福祉与支持）、Urban Ecological（城市保护）
2022-2024 年	34	22	Community Participation（社区参与）、Professional Educational Development（职业教育发展）、Natural Resources（自然资源）Conservation Awareness（保护意识）、University Student Performance（大学生表现）、Digital Technology Research（数字技术研究）Teacher Literacy（教师素养）、Childhood Health（儿童健康）、Pandemic Activity（疫情期间活动）、Green Innovation in Business（企业绿色创新）、Social Wellbeing and Support（社会福祉与支持）、Sustainable Development（可持续发展）、Online Learning Experiences（在线学习体验）、Sustainable Higher Education（可持续高等教育）、Water（水资源）、Waste Management（废物管理）、Science Curriculum（科学课程）、Energy Efficiency（能源效率）、Sustainable Food Consumption（可持续食品消费）、Climate Change Adaptation（气候变化）、Urban Ecological（城市生态）

模型采用 Gibbs 采样算法，综合考虑文本规模与计算效率，经预实验验证设置 150 次迭代次数以达到稳定收敛。在剔除虚词构成、关联度低于阈值及无文献支撑的主题后，参照 Web of Science 学科分类体系对主题进行语义命名，以满足语义准确性、学科规范性和主题区分度。

（二）主题热度

热度图展示了不同时间窗口（2011-2018、2019-2021、2022-2024）国外生态文明教育研究主题的变化趋势，颜色深浅反映了各主题的研究热度。颜色越深，代表该时间段内该主题受到更多关注；颜色越浅，则说明该主题的研究热度相对较低。通过热度图可以直观地观察研究重点的演变，为深入理解生态文明教育的学术发展提供支持。

从时间角度来看，2011-2018 年的研究主题较少，主要集中在气候变化、可持续发展、学生学习、知识行为认知等领域。2019-2021 年，研究主题有所扩展，高等教育中的可持续发展、城市保护、科学教育等逐渐受到关注。进入 2022-2024 年，研究主题大幅增加，拓展至数字技术、绿色创新、在线学习、生态居民等新兴议题，表明生态文明教育的研究范围不断扩大，并逐步与社会发展趋势相结合。

从内容角度来看，早期研究主要关注生态文明教育与学校、健康、社会福祉的关系，强调个体认知、行为和参与。随后，研究逐步向更广阔的社会层面延伸，高校的可持续发展、社区参与、水资源管理等议题得到加强。近年来，研究重点进一步向数字技术、创新创业、绿色能源、在线学习等方向拓展，显示出生态文明教育正在与现代科技、经济发展和政策趋势深度融合，呈现出更加综合和实践导向的发展趋势。

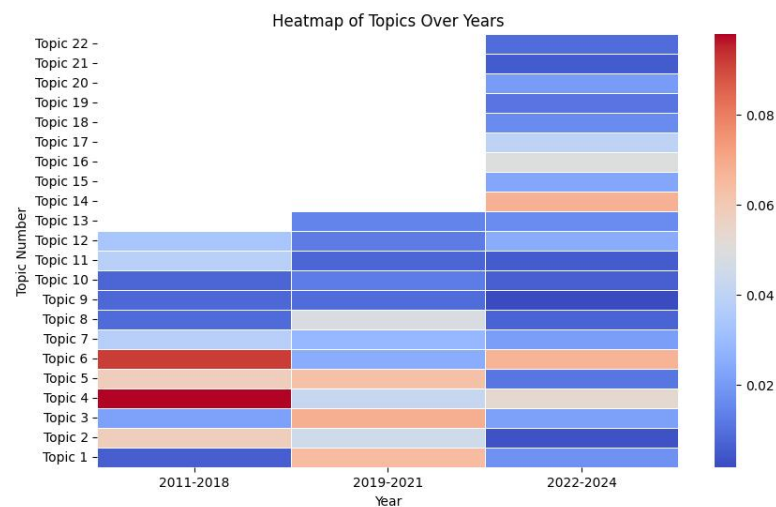


图 3 国外主题热度图

（三）主题演化

桑基图是一种用于可视化流动关系的图表，特别适用于分析主题的演化路径和联系。在本研究中，桑基图直观地展示了不同时间窗口下生态文明教育研究主题的变化趋势，以及各主题之间的相互联系。图中的方块代表不同的研究主题，方块的大小反映了该主题在该时间段的研究热度，即相关研究文献的数量。线条则表示主题之间的流动关系，线条的宽度越大，说明两个时间窗口之间该主题的延续性越强，研究关注度的传承性越高。通过桑基图，我们可以确定演化关系：首先，观察方块的排列方式，可以识别出哪些主题在不同时间窗口中保持稳定，哪些主题发生了演化或消失。例如，“可持续发展（Sustainable Development）”和“知识行为认知（Knowledge Behavior Perception）”在多个时间段都有延续，说明它们是生态文明教育研究的核心议题。而“数字技术（digital technology）”、“绿色创新

(green innovation)”等主题在 2022-2024 年出现，说明研究逐步向科技驱动的方向拓展。其次，分析线条的交汇情况，可以看出不同主题之间的相互影响，“学校 (School)”这一主题在 2019-2021 年向“科学教育 (science education)”和“学习素养 (learning literacy)”方向演化，说明研究关注点从传统学校教育扩展到更广泛的教育素养和科学传播。通过这些可视化关系，我们能够更系统地理解生态文明教育研究的演变路径及其背后的驱动因素。

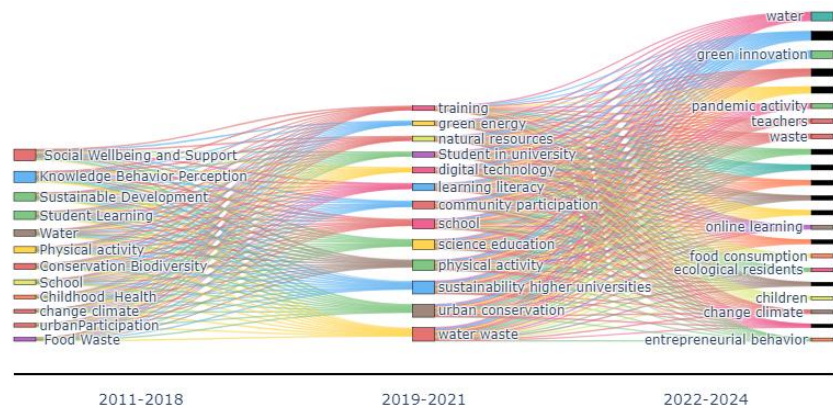


图 4 国外生态文明教育主题演化图

从时间窗口的演变来看，早期的研究重点主要集中在社会福祉、水资源、食物浪费、儿童健康等基础议题，随后研究重心向高校可持续发展、社区参与、科学教育等方向扩展，并进一步进入绿色能源、城市保护、水资源废弃物管理等领域。到 2022 年，研究更加多元化，数字技术、在线学习、绿色创新、生态居民、创业行为等新兴议题的出现，表明生态文明教育不再局限于传统环境教育，而是逐步融入社会发展、科技进步和产业创新。

整体来看，生态文明教育研究不仅围绕核心主题深化，如知识行为认知、可持续发展等领域内部演化，也呈现出外部演化的特征，即引入新的研究领域，如数字技术、绿色创新、创业行为）。国际形势的变化，如全球气候变化政策、联合国可持续发展目标（SDGs）的推进、新冠疫情对教育模式的影响等，都推动了生态文明教育研究的转型。从基础生态教育到高校可持续发展，再到数字技术赋能和社会创新，生态文明教育正经历从传统认知向现代化、多维度、跨学科的方向演化，体现出研究的高热度和广泛的演化路径。

（四）主题前沿

热点主题识别技术是一种用于挖掘和分析某一研究领域中高影响力主题的方法。该技术通过对大量文献数据的处理，结合文本挖掘、机器学习和网络分析等方法，识别出在特定时间段内研究热度较高、增长迅速或具有前沿性的发展趋势。

基于 LDA 主题模型的分析，本研究提取了 2011-2018 年间生态文明教育相关文献的“文档-主题分布”，计算了各主题的热度（HT）和新颖度（NI）。其中，主题热度衡量该主题在研究中的关注度，计算方式为某主题的文献数量占该时间段所有文献数量的比例，而主题新颖度则反映主题的出现时间，定义为该主题首次出现年份与分析时间的关系。在此基础上，采用主题二维尺度分析法，即通过热度和新颖度两个维度对主题进行分类，借鉴周建等人的处理方式，将所有主题新颖度的平均值设定为新颖度指标的阈值^[8]。最终，依据分类标准，我们将热度高但新颖度低的主题定义为热点主题，并据此识别出国外生态文明教育领域的热点主题数量为 5 个。这一分析能够有效揭示该领域内的发展趋势，为后续研究提供数据支撑。

表 2 国外生态文明教育的热点主题分布

	Topic1	Topic2	Topic3	Topic4	Topic5
主题	change	food	conservation	community	development
	climate	waste	species	local	economic
	green	consumption	ecological	communities	growth
主题词	changes	products	local natural	program	china
	adaptation	recycling	nature	participation	financial
	impacts	consumers	tourism	project	impact
	global	nutrition	biodiversity	research	effect

1 气候变化

气候变化已成为全球环境研究与教育领域的首要热点。气候变化教育是指通过课程、公共宣传和实践活动等手段，提升公众对气候变化知识、风险感知和应对能力的教育活动。联合国教科文组织（UNESCO）指出：“教育对于促进气候行动至关重要”，应赋予公众“知识—价值—行动”一体化的气候素养^[9]。该领域研究内容包括气候变化对生态环境的影响与适应策略，以及公众环保意识培养等方面。近年来，该主题的教育研究不断增加，学者们关注如何通过教育提升公众对气候危机的认知和应对能力。全球各国在实施气候变化教育方面形成了多种路径。例如，欧洲强调跨学科课程整合，以 STEM 与社会科学结合应对复杂环境问题；发展中国家则关注如何在有限教育资源下提高社区对气候的感知与自我保护力。Muccione 等人通过对大量文献的系统回顾指出：应将青少年培养为“气候变革推动者”，使其在未来应对环境风险时具备独立判断与协同应对的能力^[10]。当前气候变化教育面临两个核心挑战：一是适应性教育内容的滞后性，即课程设计未能及时反映最新的科学共识与社会需求；二是公众参与渠道狭窄，特别是青年与农村群体缺乏有效参与机制。Bierbaum 等人指出，美国的气候适应研究虽取得一定进展，但在政策支持与地方化实践方面仍显不足^[11]。对于气候教育来说，气候变化主题已从最初的“污染治理”逐渐过渡到“适应力建设”与“环境韧性”阶段。近年来研究开始强调通过生态系统适应（Ecosystem-based Adaptation）与社区赋权相结合的教育策略来增强学习者的环境行动力^[12]。此外，将气候科学与社会研究融合，借助虚拟现实、AI、数据可视化等技术已成为新兴探索方向^[13]。

2 可持续消费

随着人类可持续发展理念的深化，资源消耗和浪费问题日益受到关注。食品浪费与可持续消费作为新兴的研究热点焦于消费行为对环境的影响，旨在通过改变消费者习惯和供应链管理来减少浪费、促进循环经济。研究内容包括粮食供应链各环节的损耗分析、消费者关于食品保质期和过度消费的认知、废弃食物的资源化、以及政策干预的效果评估等。由于全球每年约有 9.31 亿吨食物被浪费，而同时仍有大量人口面临饥饿，减少食物浪费被联合国列为可持续发展目标（SDG12）的重要指标之一。这一议题在过去十年迅速升温，学术研究的热度体现在相关文献数量的增长和跨学科参与度提高上，同时其新颖度在于可持续消费作为理念近年才获得广泛实践和数据支持。

早期研究多关注垃圾处理技术，近年更强调源头减少浪费，优化生产供应链和引导消费者购买/饮食习惯改变，强调从末端治理转向源头预防。因此，该话题更关注消费者行为，宣传教育、经济激励或规范是引导消费者行减少浪费的重要举措^{[14][15]}。许多研究将食物浪费议题置于循环经济框架下，探索从农场到餐桌各环节的闭环管理，同时分析垃圾分类、回收利用的政策效果^[16]。

3 生物多样性保护

IPBES 2019 全球生物多样性评估警示约一百万物种正面临灭绝威胁,生物多样性下降速度前所未有这一危机驱动了学界对保护生物多样性的强烈关注^[17]。面对生物多样性危机的现实危机,物种保护和生态系统管理长期处于生态文明教育研究前沿,关注遏制物种灭绝和维护生态平衡两个方面。具体而言,涵盖野生动植物保护、生境保育、生态旅游和本土生态知识等不同话题。目前,该研究聚焦于“变革性改变”,以恢复自然生态系统将保护目标融入经济社会发展;强调社区共管和原住民知识在保护中的作用;以及探索生态旅游、环境教育对生物多样性保护的助益^{[18][19][20]}。而这些主题又呈现出不同的发展动向,首先是更加强调跨领域合作和政策介入,如将保护目标纳入各国发展规划,推动“基于生态系统的适应”和“基于自然的解决方案”等融合保护与气候应对的策略^[21]。其次,科技赋能生态保护是热点中的热点,如利用遥感、大数据、环境 DNA 监测等新技术评估生态健康和物种分布,从而制定精准的保护措施。再次,社区和利益相关者参与越来越被视为成功保护的关键。使社区文化与科学相结合,实现因地制宜的可持续管理。最后,生物多样性教育被纳入众多学校和公众科普体系,公民可以通过科学项目参与观鸟、物种调查,不仅能够帮助科研机构收集科研数据,也能够提高参与者的环保意识。

4 社区参与

2022 年联合国发起“绿色教育伙伴关系”(Greening Education Partnership),其中一个重要支柱就是“绿色社区”行动,强调将气候变化与可持续发展教育融入社区终身学习,通过社区学习中心、市民大学等平台提升全民生态意识^[22]。生态文明教育不仅限于学校体系,对社会大众的终身学习同样至关重要。该话题包括社区在环保项目中的参与机制、地方知识的融入、社区赋权和环境正义、公民科学以及环境志愿行动等。社区教育、职业培训、公众科普等途径正在成为生态文明教育的新兴阵地。参与“绿色生活”项目,社区成员可以增强主人翁意识和对项目成果的认可度,从而提高环境项目的效率。

当前社区参与方向的研究呈现以下趋势。一是共创式治理兴起,即科研人员、政府与社区居民共同定义问题和解决方案。这在气候变化适应、生物多样性保护等方面已有成功案例。二是传统生态知识的重视,学者关注原住民和在地知识如何用于环境决策,使社区文化与科学相结合,实现因地制宜的可持续管理。三是教育赋能社区,通过环境教育项目提升社区成员的能力,使其更有效参与可持续行动。如探讨学校教育与社会实践的结合,让学生将课堂所学应用于本地环境项目,从而带动家庭和邻里参与。四是数字时代的公众参与,网络和社交媒体提供了新的公众动员方式,如线上环境倡议、众筹生态项目、数据众包等,成为研究者探索的新领域。总的来看,社区参与作为生态文明实践的社会基础,虽然不像气候等宏观议题那样“前沿新颖”,但在实现任何环境目标过程中都扮演着关键角色,因此相关研究热度保持稳定且不断与新技术、新理念相结合。

5 绿色发展

“经济增长 vs 环境”一直是可持续发展领域的核心议题,而近期的研究前沿在于寻求“双赢”路径,即在推动经济繁荣的同时实现生态修复和低碳转型。我国提出的“生态文明”理念是该领域的重要实践之一,主张将生态环保融入文明发展的各方面,国际研究亦侧重于绿色经济政策、环境规制对经济的影响、以及企业的可持续转型等。政策与制度研究占据主导,大量文献评估碳税、排放交易、环保法规等环境政策对经济发展的影响,以及反之经济活动对生态环境的外部性。由于政府大力倡导生态文明建设,高校和科研机构展开了对生态文明教育的研究和实践,总结经验供国际借鉴。

四、研究结论

首先,从不同时间窗口来看,国外生态文明教育研究的重点议题主要有气候变化、可持续发展、儿童健康、学生学习、知识行为认知、社会福祉、可持续高等教育、社区参与、生态保护、绿色能源消费等领域、数字技术、在线学习、绿色创新、创业行为、生态居民等新兴议题。

其次,不同时间窗口下的研究主题热度差异明显,可持续发展、知识行为认知、学生学习等核心议题在各时间段均保持较高热度,说明其在生态文明教育领域中的长期影响力。此外,高校可持续发展、社区参与、科学教育、绿色能源等主题在 2019-2021 显著增长,而数字技术、在线学习、绿色创新等主题 2022-2024 年成为新的研究热点。这一趋势表明,生态文明教育研究在全球环境政策、科技创新以及社会发展需求的推动下,正经历从传统认知教育向技术赋能、实践导向和社会创新的转变。

最后,热点主题分析显示,气候变化、绿色发展、生物多样性保护、可持续消费、社区参与是生态文明教育领域的重要研究方向。其中,气候变化研究聚焦于如何通过教育提升公众对气候危机的认知和适应能力,绿色发展强调经济增长与环境保护的协同,生物多样性保护关注生态系统管理与本土知识,可持续消费研究如何减少浪费、优化资源利用,而社区参与则探讨如何通过公众赋权和地方治理提升环境项目的可持续性。这些热点主题不仅反映了当前生态文明教育研究的核心关注点,也揭示了其未来的发展方向。

五、总结与展望

本研究基于 LDA 主题模型对国外生态文明教育研究的核心期刊论文进行主题挖掘,并利用可视化方法展示主题强度及演化路径,同时结合新颖度和热度指标识别研究热点,以客观揭示该领域的研究现状与发展趋势。研究发现,国外生态文明教育的研究主题随着时间推移呈现出由基础生态教育向可持续发展、数字技术赋能、绿色创新等方向演化的趋势。同时,数字技术、绿色创新、在线学习、生态居民等新兴主题在近年来兴起,表明生态文明教育正逐步与社会发展、科技创新、产业转型相结合,呈现出更加多元化、跨学科的研究特征。

本研究仍存在一定的局限性:一是数据只提取了文献的摘要部分,未对标题、关键词和全文分析;二是数据来源仅限于核心期刊论文,未涵盖会议论文、政策文件及专利文献,可能导致部分实践导向型研究未能充分纳入分析;三是主题挖掘主要依赖 LDA 模型,缺乏专家指导可能影响主题划分的准确性,从而对研究结论产生一定偏差。期望未来的研究将结合专利数据、政策文件及多模态文献,进一步探索生态文明教育研究的实际应用情况,同时采用更先进的主题建模方法,如 BERTopic、神经主题模型等优化主题提取的精准度,以更全面地揭示生态文明教育的全球发展态势。

参考文献

^[1] 胡锦涛. 坚定不移沿着中国特色社会主义道路前进 为全面建成小康社会而奋斗——在中国共产党第十八次全国代表大会上的报告[M]. 北京:人民出版社,2012.

^[2] 刘贵华,岳伟. 论教育在生态文明建设中的基础作用[J]. 教育研究,2013,34(12):10-17.

^[3] 陈时见,刘雅琪. 全球生态文明教育研究的主要进展与发展趋势[J]. 西北师大学报(社会科学版),2024,61(05):81-90.

^[4] 任帅,张志华. 基于 CiteSpace 的绿色教育研究热点及趋势可视化分析[J]. 绿色科技,2021,23(13):274-276.

^[5] 刘自强,王效岳,白如江. 多维度视角下学科主题演化可视化分析方法研究——以我国图书情报领域大数据研究为例[J]. 中国图书馆学报,2016,42(06):67-84.

^[6] 刘自强,王效岳,白如江. 多维度视角下学科主题演化可视化分析方法研究——以我国图书情报领域大数据研究为例[J]. 中国图书馆学报,2016,42(06):67-84.

-
- ^[7] 周健, 张杰, 屈冉, 等. 基于 LDA 的国内外区块链主题挖掘与演化分析[J]. 情报杂志, 2021, 40 (09) : 161-169.
- ^[8] 周健, 张杰, 屈冉, 等. 基于 LDA 的国内外区块链主题挖掘与演化分析[J]. 情报杂志, 2021, 40 (09) : 161-169.
- ^[9] Climate change education
Education is crucial to promote climate
action <https://www.unesco.org/en/climate-change/education#:~:text=Education%20is%20crucial%20to%20promote,climate%20action>
- ^[10] Muccione, Veruska, Tracy Ewen, and Saeid Ashraf Vaghefi. "A scoping review on climate change education." PLOS Climate 4.1 (2025): e0000356.
- ^[11] Bierbaum, Rosina, et al. "A comprehensive review of climate adaptation in the United States: more than before, but less than needed." Mitigation and adaptation strategies for global change 18 (2013): 361-406.
- ^[12] Ruiz-Mallén, Isabel, et al. "Community climate resilience and environmental education: Opportunities and challenges for transformative learning." Environmental Education Research 28.7 (2022): 1088-1107.
- ^[13] Canlas, Ian Phil, and Roza Kazakbaeva. "Interdisciplinary approach to climate change education." University Initiatives on Climate Change Education and Research. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. 1-19.
- ^[14] McGregor, Sue. "Education for sustainable consumption." Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation 42.3 (2019): 745-766.
- ^[15] Glavič, Peter. "Evolution and current challenges of sustainable consumption and production." Sustainability 13.16 (2021): 9379.
- ^[16] Soma, Tammara. "Critical food guidance for tackling food waste in Canada: A closed-loop food system alternative to the food recovery hierarchy approach." Canadian Food Studies/La Revue canadienne des études sur l'alimentation 9.1 (2022).
- ^[17] Ruckelshaus, Mary H., et al. "The IPBES global assessment: pathways to action." Trends in Ecology & Evolution 35.5 (2020): 407-414.
- ^[18] Fougères, Dorian, et al. "Transformative conservation in social-ecological systems." IUCN Commission on Ecosystem Management (CEM): Geneva, Switzerland (2020).
- ^[19] Selemani, Ismail Saidi. "Indigenous knowledge and rangelands' biodiversity conservation in Tanzania: success and failure." Biodiversity and conservation 29.14 (2020): 3863-3876.
- ^[20] Van Oosterzee, Penny. "Ecotourism and biodiversity conservation-two way track." Pacific Conservation Biology 6.2 (2000): 89-93.
- ^[21] Nalau, Johanna, Susanne Becken, and Brendan Mackey. "Ecosystem-based Adaptation: A review of the constraints." Environmental science & policy 89 (2018): 357-364.
- ^[22] Gibb, Natalie. Getting climate ready: A guide for schools on climate action and the whole-school approach. UNESCO publishing, 2016.