

碳中和科普现状与优化策略

——基于 CAC 模型的研究

李映雪 夏冰卿 王 玉 蓝 妮

(广东省科学院生态环境与土壤研究所, 广州 510650)

[摘要] 碳中和科普是推动生态环境建设与促进全面绿色低碳转型的关键环节。本文系统分析了我国碳中和科普工作的实施现状、面临挑战及优化路径。研究表明, 尽管政策体系日趋完善、科普基地覆盖范围不断扩大、科普资源形式日益多元, 但仍存在公众认知浅层化、政策协同不足、资源开发同质化及专业人才匮乏等结构性问题。基于感知—情感—意向 (Cognitive-Affective-Conative, CAC) 模型, 本文提出围绕“碳中和 = 生态安全 + 文明升级”重构认知框架, 开发以“碳中和 = 减排 + 增汇 + 生态保护”为核心的沉浸式科普场景和产品, 并建立“行为—反馈—激励”闭环评估机制。通过政策协同、技术赋能和人才培育三维支撑, 推动科普范式从知识传递向生态责任内化转型, 为实现碳中和目标提供系统化实施路径与策略支撑。

[关键词] 碳中和科普 生态环境 CAC 模型

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.04.008

生态文明建设是关系中华民族永续发展的根本大计。习近平总书记强调:“坚持把绿色低碳发展作为解决生态环境问题的治本之策, 加快形成绿色生产方式和生活方式, 厚植高质量发展的绿色底色。”^[1] 党的二十届三中全会通过《中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定》, 提出, “必须完善生态文明制度体系, 协同推进降碳、减污、扩绿、增长”“积极稳妥推进碳达峰碳中和”^[2]。我国自提出碳中和目标以来, 积极践行, 构建起全球最大、发展最快的可再生能源体系, 建成了全球最大、最完整的新能源产

业链, 还成为全球“增绿”最快最多的国家, 贡献了全球 1/4 的新增绿色面积^[3]。可见, 碳中和对国家发展、全球生态意义非凡。然而, 要真正将碳中和目标落地生根, 让全社会形成合力, 离不开广泛而深入的科普行动。只有当大众充分理解碳中和的内涵、意义与实现路径, 才能在日常生活与生产经营中积极践行绿色低碳理念, 从这个角度而言, 碳中和科普则是连接国家战略与全民行动的关键桥梁。

碳中和科普是通过针对性、个性化的渠道和方式, 向公众普及碳中和的科学知识、理

收稿日期: 2025-04-02

作者简介: 李映雪, 广东省科学院生态环境与土壤研究所助理研究员, 研究方向: 科技政策、科技管理等, E-mail: liyx@soil.gd.cn。夏冰卿为通讯作者, E-mail: bqxia@soil.gd.cn。

念、技术、实践方法和政策等内容。其目的是提高公众对碳中和的认知和理解，引导公众积极参与碳中和行动，推动全社会形成绿色低碳的生活方式和生产方式。在生态环境视角下，碳中和科普承担着双重使命：一是破解“碳认知赤字”，即通过科学传播揭示碳排放与冰川消融、物种灭绝、极端天气等事件的生态关联，使公众理解碳中和是维系地球生命支持系统的必由之路；二是构建“生态责任共同体”，通过代际公平视角阐释碳中和的伦理内涵，将碳足迹管理转化为全民自觉的生态文明实践。

我国已形成碳中和“1+N”政策体系、科普基地与多元资源供给的初步格局，地方实践亦取得一定成效。但碳中和科普仍面临公众知行不一、内容与生活关联弱、专项科普政策不足、资源失衡、基地设施与人才短缺等问题，影响效能提升，需进一步研究破解。

当前，碳中和科普研究聚焦在现状分析^[4]、意义与问题探讨^[5-6]以及传播策略与对策建议^[7-8]等方面。然而，现有研究多侧重于宏观层面的政策解读和概念传播，在系统掌握碳中和科普传播内在机制、融合理论模型诊断、并提供可操作的路径优化方面，尚存在进一步深化的空间。基于此，本研究聚焦以下核心研究问题：如何破解“政策供给与公众认知脱节”与“资源创新与行为转化断层”的现实困境，构建系统化、协同性与实效性并重的碳中和科普体系，以实现从政策驱动、平台与人才赋能到公众自觉参与的闭环机制，切实推动碳中和目标从国家战略向全民行动转化。

因此，本文在系统梳理当前碳中和科普工作的进展与瓶颈基础上，引入认知—情感—意向（Cognitive-Affective-Conative, CAC）传播模型，重构以公众认知与行为转化为中心的科普范式，旨在增强认知薄弱与行为转化群体

的生态认同，推动碳中和科普实现从政策宣贯向生态践行的跃升。

1 碳中和科普工作现状

1.1 碳中和科普工作体系逐步完善

目前，中国大陆31个省（自治区、直辖市）均已编制完成本地区碳中和实施方案，形成了“1+N框架”政策体系，有序推动能源、工业、交通运输、城乡建设、碳汇等重点行业和重点领域的发展升级，并且提出了有关碳中和宣传推广的政策目标。例如，2023年12月，《空气质量持续改善行动计划》提出开展全民大气环境保护行动，广泛宣传解读相关政策举措，大力普及大气环境与健康基本理念和知识，倡导绿色低碳生活方式、提升公民大气环境保护意识与健康素养。但是，对于以碳中和科普宣传、推广等为命名的具体实施方案出台较少。国家层面，以《“十四五”生态环境科普工作实施方案》为纲领，指出我国“十四五”阶段的生态文明建设已进入以降碳为重点战略方向的关键时期，对低碳宣传教育活动、环境科普基地建设、科普作品开发等提出了指导方案。地方层面，四川省在推广和规范碳中和方案中实施分阶段目标管理，推行“碳惠天府”品牌；重庆市以党建融合，建立多部门协同机制，形成了“社会化协同、分众化覆盖”的宣传格局；广西创新边疆科普强化宣传，联动国际辐射；广东、湖北突出科技赋能，推动生态科普融入社会治理；深圳市推行市场化碳抵消机制，建立示范项目（见图1）。

随着政策相继出台，各地区碳中和科普工作也取得了一定成效。例如，重庆市“科普重庆”专题网站中集成了减碳知识、碳中和系列解说视频、读物、典型案例等科普资源，并开展线上知识竞答和短视频征集活动。广西开展青少年研学品牌，利用大气走航观测车、无

人船等“黑科技”展示污染防治成果，开发“桂绿碳”碳普惠平台，通过积分激励公众低碳行为，覆盖近千名青少年，预计带动家庭年均减碳约0.5吨^[9]。天津组织“我为碳达峰碳中和做贡献”竞赛活动，编辑出版了“双碳”百问百答等一批科普读物，积极打造公众自觉参与、推动绿色转型的良好环境^[10]。其次，全国层面地级及以上城市居民小区生活垃圾分类覆盖率超过90%，城市生活垃圾无害化处理率超过99.9%^[11]。

1.2 生态环境科普基地是碳中和普及的重要载体

国家生态环境科普基地是展示生态环境科技成果与生态文明实践的重要场所，也是向公众普及碳中和知识的重要依托。2008年至今，国家生态环境科普基地（国家环保科普基地）从4家扩展到138家^[12]，数量显著提升（见图2），基地覆盖31个省（自治区、直辖市），涵盖科普场馆（13.04%）、自然保护区（29.71%）、企业（27.54%）、产业园区（7.24%）、科研院所（18.84%）和教育培训（3.62%）6个类别（见图2）。其中，两家基地命名融入了“低碳”概念，包括“中国杭州低

碳科技馆”和“天津泰达低碳经济促进中心”。

在地方生态环境科普基地建设中，2019年至今，广西（32家）、山东（29家）、湖南（22家）、安徽（19家）等地方生态环境部门，总计已建设102家省级生态环境科普基地。另外，地方也加强环境教育基地建设，例如，云南省生态文明教育基地已建成42个；广东省环境教育基地自1998年启动建设，截至2023年，全省共命名256个省级环境教育基地^[13-14]。

这些平台在碳中和科普工作中发挥着重要作用，例如，中国杭州低碳科技馆作为全球第一家以低碳为主题的大型科技馆，以低碳为主线，通过“碳的形成与存在”“全球变暖”“低碳生活之旅”和“漫游低碳未来”等100多个展品展项，一系列的“绿色出行·碳中和火炬”传递活动、“生物多样性”“绿色能源与动力”课程，向公众普及绿色低碳的科学知识。天津泰达低碳经济促进中心，近年来，通过组织校园低碳营养计划试点项目、“绿色生态、携手童行”等多项活动，以树立公众绿色低碳意识、“人与自然和谐共生”的

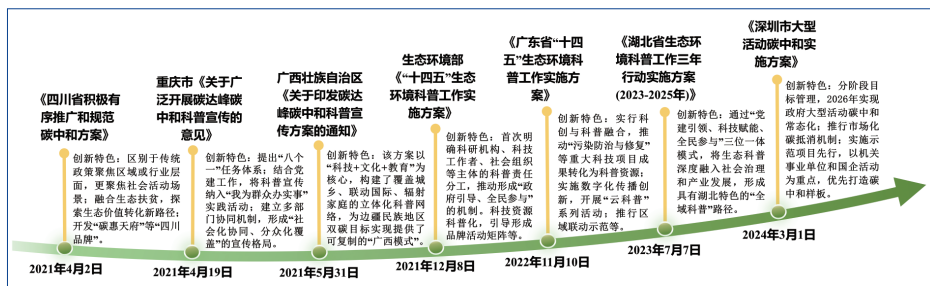


图1 2021年以来国家和省（自治区、直辖市）出台的与“碳中和”科普工作相关政策

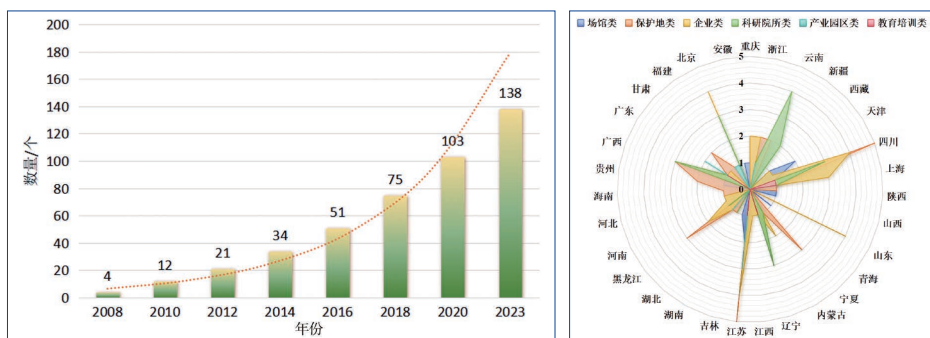


图2 2008—2023年国家生态环境科普和环保基地累计建设数量、类别及分布图

科学自然观。中国科学院西双版纳热带植物园通过特别策划“守护雨林”主题的系列科普活动，以线上直播、线下体验以及科普展览等20余项活动，致力于向公众普及热带雨林生物多样性与碳中和之间的联系。

1.3 碳中和科普资源供给逐渐多元化

科普资源一般指为社会和公众提供

科普服务的科普信息、科普活动、科普作品和产品等^[15]。目前,碳中和科普资源供给形式主要包括公众科学日活动、社区和学校活动、青少年科普系列活动、线上平台和云科普活动、线上虚拟展览、专家政策解读和科学辟谣专题讲座等。对于公众科学日活动,早在2008年,世界环境日以“转变传统观念,推行低碳经济”为主题,首次在此科学日推行“低碳”概念;2010年,世界环境日,我国以“低碳减排·绿色生活”为主题,推广低碳减排的生活方式;2013年,我国设立了全国低碳日,倡导低碳生活和环保意识。当前,随着碳中和科普工作的推进,各生态环境部门、社会团体和组织、高校院所、企业等积极响应,全方位、多角度推动系列碳中和科普活动的开展,例如,2022年“守护行动”碳中和科普活动、2024年省生态学会秒懂“双碳”系列生态科普宣传活动、“中国承诺,大国担当——‘30·60’碳达峰碳中和专题展览”等。

碳中和科普作品和产品逐步多元化和推陈出新,包括科普文章、科普图书、漫画、互动式学习平台、短视频和动画等,也出现了舞台剧、游戏等新型作品。例如,大型舞台剧《碳捕捉计划》以拟人手法向公众传达碳捕集技术的重要作用;舞台剧《点灯》别开生面地演绎出我国能源结构转型的故事;腾讯推出的科普游戏《碳碳岛》通过模拟现实世界的“双碳”过程,让玩家体验从大兴土木、经济效益优先到产业升级、可持续发展的全流程。

2 碳中和科普工作中存在的问题

2.1 碳中和科普工作缺乏公众视角,内涵有待进一步明晰

我国碳中和科普工作存在公众视角方面科普成效不足的现状,其主要原因是未能明确面向公众开展碳中和科普工作的内涵和外

延。首先,碳中和科普工作的范畴应当涵盖碳排放、碳减排、碳抵消、碳普惠等基本概念,以及与公众生活密切相关的低碳行为和措施。然而,现有碳中和科普活动侧重于理论和技术层面,忽视了与公众生活的紧密结合。部分公众不清楚“双碳”行动将带来的现实和潜在收益,认为“双碳”目标的实现是一个政治问题,与己无关,甚至认为会给自己带来损失^[6]。根据《中国公众低碳意识与低碳行为网络调查报告》,公众对“双碳”目标及“碳普惠”机制这类新概念的知晓率较低^[16],甚至接受过高等教育的大学生对“双碳”的认知程度也有待提高,同时缺乏专业的指导^[17]。其次,碳中和科普工作往往局限于特定群体,如学生、企业员工等,未能全面覆盖社会公众。据研究统计,公众对碳中和目标的认知度与教育水平呈正相关关系,具有大学及以上学历的受访者对碳中和目标认知度高于调查平均值(55%),高中及以下的受访者低于平均值,其中小学及以下学历的受访者最低,仅为24%。另外,不同职业、收入的人群,对碳中和目标认知度也有显著差异,总体表现为基础条件较高人群更积极,基础条件较弱人群更消极^[18]。

2.2 碳中和科普工作保障体系有待进一步健全

当前,我国碳中和领域还处于起步阶段,碳中和相关政策、技术创新、技术推广等环节还较薄弱^[19]。根据各省市发布的碳中和工作实施方案,科技创新与科学普及存在脱节现象,关于碳中和技术创新内容较多,如主要针对能源、化工、建材、交通等行业和产业作出具体的低碳指导策略,而对于碳中和科普宣传工作缺乏实用性和操作性。我国有较多省市未建立独立的碳中和科普工作实施方案,缺乏有效的碳中和科普推广机制^[6]。其次,碳中和科普工作涉及多个部门,如环保、教育、科技、工业等,存在协调不一致,政策难以

形成合力的情况。此外，全社会共同参与碳中和科普工作的激励机制不够完善，城乡、区域科普工作发展不平衡，相关科研企事业单位普遍存在科普支撑能力、科普生产能力和科普服务能力不足等问题。

2.3 碳中和科普资源开发有待进一步丰富和优化

随着社会发展和人民科普需求的变化，科普的内容结构也在发展和变化^[20]。当前，有关碳中和的科普资源产出形式较为丰富，但其数量和质量依然有待提升。王超群等人^[21]在国家出版发行信息公共服务平台上共搜索到233本碳中和主题相关图书，其中碳中和科普图书仅占18.5%，说明适合大众阅读的碳中和科普类图书数量还有较大的提升空间。对于科普漫画，尽管有少数亮眼之作，如《一分钟扯碳》《啥是碳中和》，但大多数作品内容上存在科学性有余、趣味性不足，容易陷入既像公文报告又像概念介绍的尴尬境地^[22]。科普短视频的制作水平参差不齐，部分作品在视觉效果和叙事逻辑上存在不足，影响了观众的观看体验^[22]。例如，《能上千年的清洁能源了解一下》虽然在传播核心知识点方面做得不错，但在深入解释某些技术细节和概念上仍有所不足，在介绍储能系统的研发现状和能源转型主题时，内容显得较为抽象和僵硬^[23]。2021科普游戏产业报告摘要显示，中国科普游戏市场全球占比低于2%^[24]，娱乐性不足，需提升玩法与科普结合，内容专业性有待提升，例如，万媛媛认为《碳碳岛》游戏在内容的全面性和深度上有待提升^[25]。科普传播依赖传统媒体和新媒体，信息覆盖范围和深度有限，如媒体关于气候变化的报道，仅停留在现象描述阶段，不能深度普及低碳技术和实践方案，公众难以进一步实践，无法产生共鸣。

2.4 碳中和科普平台和人才队伍建设有待加强

在平台建设方面，碳中和科普基地正在

逐步建立和完善，涵盖园区、社区等多个场所，开设了具备碳中和科普服务功能的设施和场地。然而，当前仍面临一些问题，包括部分配套设施不齐全、设备老旧、基础设施建设成本高昂、数字化和信息化渗透率较低等情况，影响了平台效能的最大化。在人才队伍建设方面，缺乏既懂碳中和专业知识又擅长科普传播的复合型人才。碳中和的知识体系尚未完全建立，研究团队分散，专业碳中和科普从业者队伍匮乏，包括专职科普人员和志愿者等。此外，科普人才选拔、培养、激励机制尚未健全^[26]。这不仅影响了碳中和科普的专业性和深度，也限制了公众对这一领域的深入理解和参与。

3 基于CAC模型的碳中和科普体系构建

基于碳中和科普工作的不足，可以总体归纳为三大核心要点：公众视角对碳中和内涵理解浅层化（“知识断层”）；科普资源和作品开发缺乏共鸣（“情感疏离”）；专业人才、平台和政策的保障、激励不足导致公众行为转化程度低（“知行脱节”）。成振珂在传播学中提到信息流的传递是经历从信源传播至舆论领袖，再到社会大众的过程^[27]。基于此，碳中和科普从信息流传递上可以分为三个自上而下的维度：政策层、科普转化层和公众实践层。而一切传播都是一种叙事方式，叙事方式所传达的效果尤其重要^[8]。通过借鉴CAC模型，通过“感知—情感—意向”三阶段的递进叙事逻辑，能够搭建一套适合碳中和科普工作的理论体系，以系统性解决碳中和科普传播过程中的核心痛点。

感知阶段（Cognitive Layer），主要指个体对客体的信念与知识（如“该行为是否有益”），通过结构化叙事（如政策目标锚定）帮助公众建立对碳中和的科学理解，这与莫斯（Moser）提出的“气候知识可及性”理论

相契合，其研究表明，复杂环境议题需通过认知框架简化以降低公众理解门槛^[28]。通过主题锚定、认知冲突等方式，使受众能准确地识别生态内涵和碳中和核心概念，以建立“个人行为—碳排放”初步关联认知。

情感阶段 (Affective Layer)，主要指个体对客体的情绪反应（如“我是否喜欢该行为”），通过沉浸式体验和群体共鸣设计，能够有效唤醒生态责任感，佩祖洛 (Pezullo) 在《环境传播：文化与生态的批判性视角》中强调，情感联结是环境行动的关键驱动力，感性叙事可显著提升公众参与意愿^[29]。通过场景化、沉浸式体验引发群体共鸣，形成“减碳紧迫性”情感共识，提升公众主动传播意愿。

意向阶段 (Conative Layer)，主要指个体对客体的行为倾向（例如，“我是否愿意采取行动”），通过阶梯式实践体系推动行为转化。赛义德 (Syed) 对实现碳中和的不同策略和技术进行了综述，探讨了碳中和行为激励机制的多样性及其对行为持续性的影响^[30]。相较传统传播模型，CAC 模型不仅符合环境传播领域“认知—态度—行为”的转化规律，还通过闭环评估工具（如碳行为转化指数）实现了传播效果的动态优化，为碳中和科普提供了兼具理论适配性与实践操作性的框架^[31]。

通过该模型框架，以生态政策层、科普转化层和公众实践层自上而下的三维视角切入，倡导生态导向的顶层设计、生态价值传

递和行为引导、生态友好型参与实践，构建从“政策驱动”到“公众自觉”的感知升级和结构闭环，推动碳中和目标从国家战略转化为社会共识与集体行动。通过生态目标锚定，以反常识制造认知冲突等方式，使受众能准确识别生态内涵和碳中和核心概念，建立“个人行为—碳排放”的初步关联认知。通过区域生态协同路径政策优化，以场景化、沉浸式等方式普及生态系统功能和修复案例，以“碳中和 = 减排 + 增汇 + 生态保护”为核心逻辑，引发群体共鸣，提升公众主动传播意愿。通过完善生态补偿机制，开发生态感知工具，构建“行为—反馈—激励”闭环，将公众低碳行为转化为成果价值，从短期行动积累形成习惯固化，从而推动碳中和科普可持续发展。

4 生态型碳中和科普创新策略优化

4.1 建立基础认知与信息锚点：以生态目标锚定重构公众碳中和认知框架

提高公众对生态内涵的理解，是有效促进我国碳中和目标达成的关键环节。将针对物种灭绝加速、生态系统退化等生态危机的重要性、紧迫性，明确重点目标、内容、方法和评估机制，以“碳中和 = 生态安全 + 文明升级”为认知锚点，深化认知共识。在此基础上，进一步提高碳中和科普工作指南的升级和细化。加强国家战略层面的顶层设计，确保科普工作的站位高度和意义深度。将碳

中和目标与生态保护红线、生物多样性保护目标（如《昆明—蒙特利尔全球生物多样性框架》）深度绑定，制定“双碳”+“双生”（碳减排 + 生态保护与生物多样

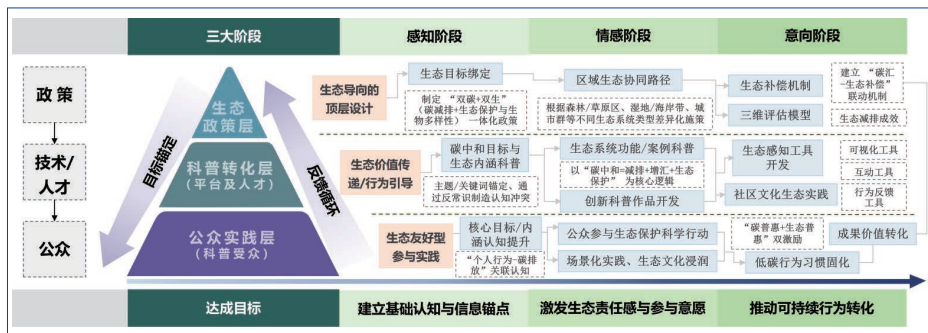


图3 基于CAC模型的“碳中和”科普体系构建图

性)一体化政策。在生态政策层上,通过建立高效的跨部门协同机制,破解政策协同不足的困境。建议构建“国家生态环境部门牵头—多部门联席决策—省级试点推广”的三级协同治理框架,例如,由生态环境部牵头设计一体化行动规划、制定标准和评估体系,由教育部、科技部、文化和旅游部、国家林草局、国家发展改革委等部门协同,分别在课程教材开发、科技项目布局、文化生态资源整合、碳汇数据案例汇总、行业政策协同等方面明确分工,并选择生态本底好、工作基础扎实的省份(如广东、浙江、云南等)开展先行先试,基于省级多部门联席攻关机制,探索符合地方特色的协同模式和创新实践,形成可复制、可推广的经验并全国推广。以此打破部门壁垒,通过制度化协商实现政策目标和资源的整合。

从科普转化层上,将政策关键词、反常识数据、趣味知识等作为传播思路,激发公众的认知兴趣,使其建立“个人行为—碳排放”的初步关联认知。围绕“减排(灰色系统:工业)—增汇(绿色系统:林草)—共生(蓝色系统:海洋)”框架设计核心术语。结合碳中和政策关键词,如碳足迹、温室气体排放、生命周期评价、能源、模型、CCUS技术(二氧化碳捕集、利用与封存技术)、碳金融体系等^[32],构建知识框架。以生态反常识挑战突破认知惯性,例如,1公顷森林年固碳量 $\approx 2.4 \pm 0.4$ 吨^[33](相当于一辆燃油车行驶1~2万公里的排放),普及碳汇功能;传粉昆虫减少将威胁农业碳减排(如欧盟“授粉者危机”预警),普及生物多样性价值及生态关联性;“打嗝放屁与全球变暖的关联”(反刍动物甲烷排放),将抽象概念转化为生活场景。

4.2 激发生态责任感与参与意愿:以情感联结提升公众碳中和行动意愿

以“碳中和=减排+增汇+生态保护”

为核心逻辑,沉浸式互动与情感共鸣设计,将碳中和从知识传递转化为责任内化,推动公众从“旁观者”向“生态守护者”角色转变。2020年,联合国环境规划署“玩游戏·救地球”联盟发起了“绿色游戏创意竞赛”,通过游戏工作室之间的良性竞争,找到应对气候变化的游戏化传播创新方法^[34]。科普转化层可以通过开发环保型电子游戏或产品,以“游戏化+场景化”驱动公众参与意愿,例如,开发一款“碳迹追踪者”手游,用户通过减少虚拟碳排放(如模拟关停高耗能工厂)修复对应现实生态点位(如长江江豚栖息地),同步推送真实生态修复进展,形成“游戏行为—现实影响”闭环。

以国内原创环保游戏《碳碳岛》为例,玩家在游戏中通过优化虚拟城市能源结构、推广绿色出行等行为获得减排成就,并兑换为现实中的“碳积分”,积分累积到一定目标后,系统会联动公益机构在荒漠地区种植真实树苗,同时,向玩家推送树木生长的实时监测数据,形成“游戏减排成就—现实碳积分—生态补偿”的完整价值链条。有研究者通过探究环保型游戏对公众环保行为的影响,结果显示,相比“从未玩过”的人,“目前在玩”和“已经退出”的玩家具有更强的环保行为意愿,表明环保型游戏可作为环保行为灵活的外在干预方式^[35]。

植入生态文化符号,将傣族“林—田—水”共生系统等拍摄成科普纪录片,塑造“低碳即文化传承”的集体记忆。通过真实生态故事建立情感纽带,如拍摄类似《消失的冰川》的微纪录片,记录青藏高原牧民因冰川退缩失去传统牧场的故事,将碳中和目标与“守护家园”绑定,使抽象气候问题具象为“救赎身边风景”。将碳排放转化为情感符号,如设计“碳足迹温度计”,显示个人年度碳排放量对应北极冰盖融化面积(1吨二氧化

碳 $\approx 3\text{m}^2$ 冰层消失^[36]),通过直观冲击激发愧疚感与行动补偿欲,形成“减碳紧迫性”情感共识。

以创新科普作品创作和强化科普平台软硬件建设,向公众展示多元化碳中和相关知识,提升公众生态危机的警惕性。促进多元科普传播主体的融合和协同创新,包括图书、微视频、剧本、漫画、动画、游戏、H5等。征集公众对碳中和科普工作的反馈,了解科普内容的接受度和影响力,不断改进科普内容创作和传播方式。加强碳中和实体科普基地和新媒体软平台建设,优化科普平台开放共享机制。鼓励全国生态环境实验室、观测站等创新平台,污水处理厂、垃圾填埋站等环保站点,面向公众增设碳中和科普设施及功能,开放实时数据供公众参与治理决策,提升公众的主动参与传播意愿。

4.3 推动可持续化行为转化:以实践体系促进公众低碳行为固化

通过构建“行为—反馈—激励”闭环评估机制,将低碳行为从短期行动转化为长期习惯,形成社会集体认同,推动可持续行为转化。从生态政策层上,实施生态补偿机制,建立“碳汇—生态补偿”联动机制。例如,实施“生态保护地碳交易”机制,将自然保护区碳汇纳入碳市场,激励公众通过低碳行为获取生态收益。开发三维评估模型,如“生态足迹可视化平台”,实时显示个人行为对区域水循环、生物多样性的影响,以监测减碳成效。应用区块链技术追溯碳普惠行为数据,确保生态贡献的可信度与激励公平性。制定《公民生态环境行为规范实施条例》,明确个人在生物多样性保护、外来物种防控等方面的法律责任。

从科普转化层上,基于生态环境特性设计场景化实践载体,将抽象目标转化为可

感知、可参与的生态保护行动。例如,开展“低碳实验室”(如自己动手制作太阳能充电器)体验活动,更生活化地普及公众如何践行低碳方式,促进知行合一。拓展碳积分与生态效益的直接兑换,落实和深化碳普惠机制,如个人碳账户积分可以兑换湿地公园门票,形成“减排—护生态”的直观联结。通过生态修复参与式设计,开放公众参与海岸带红树林种植、荒漠化治理等工程,通过“云认领+实地监测”模式,使个体行为直接贡献于生态系统恢复^[37]。通过生态环境敏感型基础设施建设,为低碳行为提供可持续支撑,将污水处理厂、垃圾填埋场等设施升级为“碳中和教育基地”,动态展示碳捕获技术对水体净化的作用。开展群众性和社会性的科普活动,组织“24小时零碳挑战”社群活动,强化集体身份认同。

培养素质优良、专业过硬的碳中和科普人才队伍,调动高校、科研机构,以及广大工作者加入社会化科普发展格局,推动碳中和科普人才的可持续供应和发展。形成一套精细化的科普工作人才体制,例如,为公众提供基础性科普的工作人员可优先选择高校、科研机构等专业组织的专家(院士、教授、领军人物牵头组建的专业团队);而针对碳排放核算、碳排放管理等重要业务科普,应培养一批具有市场化经验的从事碳管理、咨询管理的专业服务型人才培养和发展“双碳”科普员成为国家认证的职业技能标准,健全科普工作者职业发展路径和激励机制,包括职称评定、奖励和荣誉认可等。

5 结语

实现碳中和战略目标是全球生态环境治理的重要任务和挑战,亟须构建全民参与、高效行动的生态治理共同体。当前,我国碳

中和科普工作已取得显著进展：“1+N”政策体系基本建成，生态环境科普基地建设全面铺开，科普资源形态日趋多元。然而，深层次结构性问题依然突出，具体表现为公众认知浅层化、科普资源同质化严重、跨部门协同不足与专业人才匮乏，制约了碳中和科普效能从“理论知晓”向“高效践行”的跃升。

针对以上瓶颈，本文基于CAC模型，构建的“认知重构—情感共振—行为闭环”三维驱动体系，推动碳中和科普从知识传递向生态责任内化转型。基于模型理论，即以“碳中和=生态安全+文明升级”为核心重塑认知框架，开发“碳迹追踪者”等沉浸式

产品激活情感认同，并通过“行为—反馈—激励”闭环实现低碳实践固化。并结合当前碳中和科普的困境，进一步提出生态型碳中和科普创新优化策略，通过依托“双碳+双生”政策协同机制与数字技术赋能，强化多部门联动与人才支撑，为破解传统科普困境提供了理论依据与实践路径。

碳中和科普不仅是知识传播，更是生态文明培育的重要过程。推动碳中和、生态环境科普范式向责任内化转型，将有效贯通国家战略与社会行动，为加速形成人与自然和谐共生的现代化格局提供理论支撑，为全球生态环境治理贡献中国智慧。

参考文献

- [1] 习近平. 以美丽中国建设全面推进人与自然和谐共生的现代化 [EB/OL]. (2024-01-01) [2025-05-05]. <https://data.people.com.cn/pd/qiushi/detail.html?id=17d2437b477e42279152611c2a403746>.
- [2] 中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定 [M]. 北京: 人民出版社, 2024.
- [3] 习近平. 共迎时代挑战携手推进全球气候治理——在气候和公正转型领导人峰会上的致辞 [J]. 中华人民共和国国务院公报, 2025(13): 4-5.
- [4] 吉雅喆, 冯祖光, 申子嫣. 碳中和目标与我国科普工作开展的路径 [J]. 天津科技, 2022, 49(12): 69-73.
- [5] 孙明轩, 李军, 郑凌莺, 等. 碳中和科普工作的探索及意义 [J]. 科技视界, 2022(1): 7-9.
- [6] 吴海荣, 张虹霞, 赵沛. “双碳”科普实践: 意义、问题与路径 [J]. 科普研究, 2022, 17(1): 19-21.
- [7] 王克, 庄世龙. “双碳”科普的难点与建议 [J]. 科普研究, 2022, 17(1): 22-24.
- [8] 刘立成, 栾云镗, 李浩铭. “碳中和”科普传播策略: 共理、共情、共识 [J]. 中国地市报人, 2022(9): 28-30.
- [9] 广西环科院为筑牢南方生态屏障注入科普力量 [EB/OL]. (2025-03-12) [2025-08-01]. https://www.toutiao.com/article/7480840533427061300/?&source=m_redirect.
- [10] 各地区认真谋划周密部署积极稳妥推进碳达峰碳中和工作——“碳达峰十大行动”进展(六) [EB/OL]. (2022-11-30) [2024-11-30]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/hjzyz/t/202211/20221130_1343072.html.
- [11] 碳达峰碳中和重大宣示四周年“碳达峰十大行动”取得积极成效 [EB/OL]. (2024-09-23) [2024-11-30]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/202409/t20240923_1393135.html.
- [12] 第八批国家生态环境科普基地成功创建, 生态环境科普基础能力进一步提升 [EB/OL]. (2023-08-22) [2024-07-24]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/kjycw/sthjkcjx/sthjkcjx/kpj/202308/t20230822_1039064.shtml.
- [13] 黄金平, 黄慧诚, 王波. 打造习近平生态文明思想宣传新阵地——推进广东省环境教育基地高质量发展调研报告 [J]. 环境教育, 2023(12): 30-33.
- [14] 广东省生态环境厅关于命名2023年“广东省环境教育基地”的通知 [EB/OL]. (2024-01-02) [2024-07-25]. https://gdee.gd.gov.cn/shbtwj/content/post_4337747.html.
- [15] 王唯滢, 王丽慧, 王挺. 加强国家科普能力建设: 时代使命、基本内涵与实践路径 [J]. 科普研究, 2024, 19(1): 5-16.
- [16] 李平沙. 科普赋能, 助力实现“双碳”目标 [J]. 环境教育, 2024(11): 4-9.
- [17] 陈一冰, 孟光兴, 王洲, 等. 广东省大学生对实现“双碳”目标的认知调查 [J]. 环境教育, 2023(4): 61-63.
- [18] Wang B, Lu D, Xing J, et al. Chinese Public Awareness, Support, and Confidence in China's Carbon Neutrality Goal [J]. Environment: Science and Policy for Sustainable Development, 2024, 66(6): 25-36.
- [19] 王苗. “双碳”背景下科技馆展示教育探讨 [J]. 环境教育, 2023(11): 35-38.

Current Situation and Optimization Strategies of Carbon Neutrality Science Popularization: A Study Based on the CAC Model

Li Yingxue Xia Bingqing Wang Yu Lan Ni

(Institute of Eco-environmental and Soil Sciences, Guangdong Academy of Sciences, Guangzhou 510650)

Abstract: Carbon neutrality science popularization is a critical component in facilitating ecological environmental construction and fostering a society-wide transition to low-carbon practices. This paper systematically analyzes the implementation status, challenges and optimization path of carbon neutrality science popularization in China. The research reveals that, despite gradual improvements in the policy framework, expanded coverage of science popularization bases, and increasing diversity of science communication resources, persistent issues remain. These include superficial public understanding, insufficient policy coordination, homogeneity of resource development and a shortage of professional talents. Based on the CAC (Cognitive-Affective-Conative) communication model, this study proposes reconstructing the cognitive framework around “carbon neutrality=ecological security+civilization advancement”, developing immersive science popularization scenarios and products centered on the logic of “carbon neutrality=emission reduction+carbon sink enhancement+ecological protection”, and establishing a closed-loop assessment mechanism based on “behavior-feedback-incentive”. Supported by a three-dimensional strategy encompassing policy coordination, technological empowerment, and talent cultivation. This approach promotes a paradigm shift in science popularization—from knowledge dissemination to internalization of ecological responsibility—thereby providing systematic strategies and implementation pathways for achieving carbon neutrality goals.

Keywords: carbon neutrality science popularization; ecological environment; CAC model

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.04.008

Research on the Trends in the Compilation and Selection of Science Popularization Articles in Junior High School Chinese Textbooks Since the Reform and Opening Up

Wang Junqing¹ Yao Lifan² Zhang Liqiang³

(School of Literature, Shanxi Datong University, Datong 037009)¹

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081)²

(Linjiang Central School of Tunliu District, Changzhi 046100)³

Abstract: Taking the six versions of the Chinese textbooks for junior high schools published by People's Education Press from 1978 to 2013 as a closed corpus, this research conducts a quasi-quantitative analysis on the compilation characteristics of science popularization articles, and explores their evolutionary laws in dimensions such as quantity, unit themes, genre forms, illustration designs, sources of authors and creation times. The research shows that from 1978 to 2013, the selection and compilation of science popularization articles in Chinese textbooks for junior high schools presented a wavelike upward trajectory in terms of quantity changes, dynamically conforming to the national