

中国低碳乡村规划建设研究评述与展望

Review and Prospect of Research on Low-Carbon Rural Planning and Construction in China

谭凯文¹ 董楠楠^{2*} 王怡琪²

TAN Kaiwen¹ DONG Nannan^{2*} WANG Yiqi²

(1.上海奕柯德生态科技有限公司, 上海 200092; 2.同济大学建筑与城市规划学院, 上海 200092)

(1. Shanghai Ecodesk Ecological Technology Company, Shanghai, China, 200092; 2. School of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai, China, 200092)

文章编号: 1000-0283(2024)11-0060-06
DOI: 10.12193/j.laing.2024.11.0060.008
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2024-06-17
修回日期: 2024-08-14

摘要

随着“双碳”目标的提出, 碳乡融合进入了前所未有的机遇期, 低碳乡村的营建与优化成为推动农业生态文明建设的必要举措。通过CiteSpace回顾了我国近十余年低碳乡村规划建设研究发展历程, 对其内容和方向进行评析, 并参考前沿理论与技术, 提出未来发展建议。结论如下: (1) 纵向时间维度上, 相关文献发表具有明显阶段性特征, 当前仍处于上升发展期, 横向分布上集中在以长三角为主的经济发达地区; (2) 早期研究以低碳乡村基础建设为主, 目前可分为相关数据核算、碳排放影响分析、规划设计策略和评价体系应用4个方面; (3) 该领域基本理论框架已形成, 并具备一定实践经验, 但今后仍需关注欠发达地区的乡村低碳化建设进程, 创新清洁能源应用技术, 提升评价标准与内容的综合性, 重视多学科交流融合。

关键词

低碳乡村; 乡村发展; 规划建设; 知识图谱分析; 研究评述; 未来展望

Abstract

With the proposal of the “dual carbon” goal, the integration of carbon towns has entered an unprecedented opportunity period, and the construction and optimization of low-carbon villages have become necessary measures to promote the construction of agricultural ecological civilization. This article reviews the research and development process of China’s low-carbon rural planning and construction over the past decade through CiteSpace, analyzes its content and direction, and proposes future development suggestions based on cutting-edge theories and technologies. The conclusions are as follows: (1) In the vertical time dimension, relevant literature publications have prominent stage characteristics; nowadays, it is still in a period of upward development, and are concentrated in economically developed areas, mainly in the Yangtze River Delta in the horizontal distribution; (2) Early research focused on low-carbon rural infrastructure construction, which can currently be divided into four aspects - relevant data accounting, carbon emission impact analysis, planning and design strategies, application of evaluation systems; (3) The basic theoretical framework of this field has been formed and has specific practical experience, but in the future, more attention should be paid to the low-carbon construction process in underdeveloped rural areas, innovative clean energy application technologies, comprehensive evaluation standards, and content, and emphasis should be placed on the exchange and integration of relevant disciplines.

Keywords

low-carbon rural areas; rural development; planning and construction; knowledge graph analysis; research review; future prospects

谭凯文

1977年生/男/广西桂林人/硕士/研究方向为风景园林规划与设计

董楠楠

1975年生/男/安徽六安人/博士/副教授/研究方向为乡村规划设计

王怡琪

1999年生/女/湖南湘潭人/硕士/研究方向为绿色基础设施生态系统服务

根据二氧化碳信息分析中心数据显示, 2030年“碳达峰”计划, 同年11月国家发展和改革委员会出台《国家应对气候变化规划(2014-2020年)》; 2020年9月, 第七十五届联合国大会上宣布中国力争2060年前实现碳中和。节能减碳、改善气候环境已成为生态

中国已成为全球CO₂排放第一大国, 温室效应、能源危机和盲目建设引发的一系列环境问题也引起了政府的高度重视。2014年9月, 中国在《中美气候变化联合宣言》首次颁布

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: dongnannan@tongji.edu.cn

基金项目:
同济大学“中德合作2.0战略”支撑培育计划“基于气候变化应对的城乡建成环境设计优化技术研发合作”(编号: ZD2023007)

文明建设的新使命,对完成资源节约、环境友好型社会转型具有重大意义。随着城镇人口增加,建成区域扩张,牺牲了大量城市边缘乡村用地,消耗建造能源的同时,对乡村的实际承载能力和经济社会基础差异性缺乏考量^[1],造成空间形态破碎化、能源结构异动和非生态性消费行为蔓延等问题,进而导致乡村碳源逐年增长,减排能力日益减弱^[2]。因此对过往乡村土地利用、居住空间和能源消耗等研究进行归纳总结,探讨未来值得深耕的领域,是优化中国低碳乡村规划建设理论体系的必要环节。

本研究以中国知网(CNKI)为中文数据源,Web of Science(WoS)中Science Citation Index Expanded(SCI-EXPANDED)、Social Sciences Citation Index(SSCI)和Arts & Humanities Citation Index(A & HCI)三类数据库为英文数据源。为保证检索文献的全面性、准确性以及学科相关度,中文数据以“低碳乡村”为主题词限定在建筑科学与工程领域,对2010-2023年的学术成果进行检索,经筛查后得到264篇相关论文;英文数据检索确定主题为“low carbon rural”,通过分析摘要排除无关研究,得到2010-2023年间国内学者发表的共636篇文章。之后利用CiteSpace知识图谱回顾研究发展历程,评析当前主要方向和内容,再参考相关前沿理论与应用实践,为今后该课题的深度挖掘提供借鉴。

1 低碳乡村内涵及国内现状

1.1 概念定义

低碳乡村的定义最早于1991年丹麦低碳基金提出,即人类在农村及周边自然环境中实现永续生存和发展的栖息地,集中表现在实现自然与人类社会的循环系统发展,在这一概念中,低碳乡村应具备“环保的农业生

产用具、先进的种植技术和清洁的能源结构”三大特征^[3]。随着时代发展并结合中国国情和业内学者的研究成果,当今的低碳乡村可界定为乡村地域内,以自然环境资源循环利用为原则,经济转型为动力,打造宜居人居环境为目标,通过减碳调控与空间优化相结合的模式,构建而成的复合共生体^[4]。其实质是解决生产过程中的能源问题,形成多方位低碳化发展体系。虽然理论界对低碳乡村的关注侧重点各有不同,但都强调依靠制度与技术改革^[5],减少碳排放量、增加碳汇、提高能源利用效率,实现社会、经济、生态效益最大化^[6]。

1.2 国内现状

低碳乡村要求以经济发展为首要前提,在保留本土建筑样式、民俗文化、自然格局的基础上,采用绿色环保的公共设施和多元化能源结构,同时村民作为社会经济和日常生活主体,需具有良好的低碳生活意识和行为,以协助乡村实现可持续发展^[7]。乡村的低碳化转型是减少过度城镇化对人居环境所造成的负面影响的必然举措。但中国地域辽阔,乡村人口众多,不同地域的低碳化进程存在差异,例如长三角、珠三角地区许多村落低碳发展与当地产业保持协调关系,甚至可产生经济效益,反观西南、西北地区大量乡村受制于客观环境因素,仍沿用传统能源结构和碳排方式,且当地居民并不具备低碳环保意识^[8]。总体而言,目前国内乡村低碳化发展水平不均,受自然地理区位、支柱产业类型、群众文化素质等因素影响较大。

2 中国低碳乡村规划建设研究发展趋势

CiteSpace对文献共引、作者贡献与合作的分析功能较为完善,可将文献网络分解聚类,

便于理解与诠释主题,是常用的文献计量分析工具^[9]。采用CiteSpace 6.2.R4对文献检索结果进行图谱可视化分析,总结发表在国内外学术平台的相关成果在发展趋势、关注热点、研究视角等方面的异同点,以此初步掌握过去十余年来中国低碳乡村规划建设研究动态。

2.1 文献数量及来源统计

中国低碳乡村规划建设研究成果数量变化与政策关联紧密,在“碳达峰”计划问世后陆续有研究人员对乡村低碳经济与生活模式展开探索,经历了数年的沉淀,并随着碳中和目标的提出,2021年后期刊发表量逐年增加(图1)。国内出版物来源为《小城镇建设》《建筑与文化》《建设科技》等,国际上则以*Sustainability*、*Land*、*Science of The Total Environment*等SCI期刊为主;发表论文较多的院校有清华大学建筑学院、浙江大学建筑工程学院和西安建筑科技大学建筑学院等,代表学者包括王竹、朱晓青及李王鸣等。

2.2 关键词共现

通过提炼文献核心内容可获得关键词,共现分析可较为直观地展示学科领域内各热点间的关联性。以CNKI为数据源进行文献检索后得到的共现图谱(图2)显示:“低碳”“乡村景观”“乡村规划”“乡村振兴”“乡村旅游”“乡村住宅”等词汇出现频次较高,可见相关研究主要集中于低碳乡村景观设计、生态休闲农庄旅游和乡土建筑改造等。WoS核心合集的英文文献关键词共现(图3),以“CO₂ emissions(二氧化碳排放量)”、“impact(影响)”和“energy consumption(能源消耗)”等词汇为主,对“land use(土地利用)”、“renewable energy(可再生能源)”和“economic growth(经济增长)”等领域也给予了高度关注。

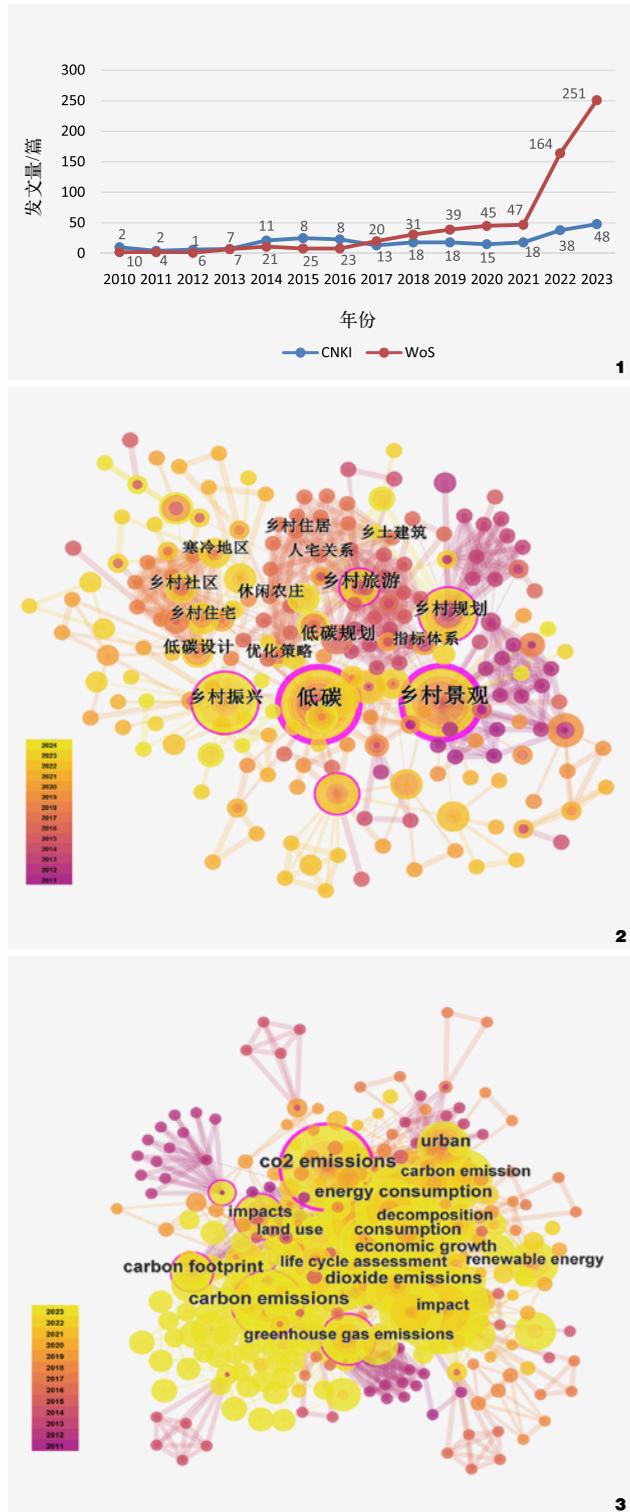


图1 文献发表数量统计图
Fig. 1 Statistical chart of literature publication quantity

图2 CNKI关键词共现图
Fig. 2 Co-occurrence map of keywords on CNKI

图3 WoS关键词共现图
Fig. 3 Co-occurrence map of keywords on WoS

2.3 突现词分析

基于关键词共现网络利用Burst指数进行突现检验，频次增长速度快的即为突现词，这有利于掌握特定时间节点内的研究热点演化趋势。通过CNKI突现词表(图4)，可知早期研究以低碳乡村基础设施建设为主，2019年后致力于在乡村振兴战略、国土空间规划大背景下，创新相关技术理论，打造环境友好型未来社区。WoS突现词表(图5)显示，关于“urban(都市化)”的研究持续时间长达5年，词汇强度最高，同时十分重视“policy(政策)”和“industry(工业)”对乡村低碳化发展的影响，近年则逐渐开始对以“residential buildings(住宅建筑)”、“households(家庭)”为单位的碳排放特征展开研究。

2.4 时间线演变

将研究动态演变过程可视化，可探寻每个聚类间表征关键词的联系。由CNKI关键词时间线图(图6)可知，低碳景观营造、社区空间规划是近十余年的主要研究内容，2015年后开始根据村落地理条件、产业类型、发展模式等细化分类，并重视多学科的融合交流。WoS关键词时间线图(图7)表明，早期学者集中于讨论乡村二氧化碳排放量与biochar(生物碳)、agricultural(农业生产)的关联性，如今更关注村民日常生活产生的carbon footprint(碳足迹)，从个体层面出发进行分析。

3 中国低碳乡村规划建设研究内容评析

厘清研究内容有助于了解学科发展现状。近年来国内低碳乡村规划建设研究主要集中于碳排放核算模型构建、碳排放特征及影响因素分析、低碳乡村空间设计策略和低碳乡村评价体系应用4个方面。

3.1 碳排放核算模型构建与评估

当前乡村碳排放核算的主要方法有排放系数法(ECM)、实测法和投入产出法(IOM)等，不同尺度的核算为针对性开展优化建设提供了重要的数据基础。对村域的宏观核算大多以三生空间为基本单位，利用地理遥感技术实现碳模型的具象化表达。如李哲^[10]依托GIS平台关联对应面积，获取碳系数，并根据景观要素SHP图形数据库实现碳量集成与测度解析；尚雅婕^[11]通过构建乡村碳要素整体代谢网络模型，识别各类空间格局演变规律，定量测度碳源、碳汇特征以及碳要素时空动态变化；嵇薪颖^[12]在碳源梳理、分析碳排放和碳汇变化的基础上，以“碳密度”测算了乡村规划前后土地利用转换对区域碳计量的影响。

微观层面则以建筑碳排放测算为主，从生命周期出发，在建材生产及运输、建造及拆除、建筑运行三个阶段入手。随着时代发展，相关核算体系愈发

完善,如李彩琼^[13]增加了建筑占地导致的土壤和植被碳汇流失测算;崔艳秋^[14]选取影响建筑碳排放的6个主要设计因素为自变量,运用SPSS软件进行正交实验,分析各因素影响力和组合实验碳排放量,总结了最佳设计方案。

3.2 碳排放时空差异及影响因素

国内乡村尺度的碳排放时空特征研究最早由段德罡等^[15]提出,在碳排放核算的基础上利用空间叠加法,分析乡村能源碳排放的空间格局;邹轶群等^[16-17]根据以宅基地、工厂等为基本单元的乡村碳排放测算模型,采用图谱形式实现其时空特征可视化,发现不同产住类型主导的乡村碳空间形态差异明显,具有分散式点状、梯度式层推和核域式集聚分布等特征;此外,尹倩倩^[18]利用乡村交通等时线测算,划定了县域镇村居民点中心体系的低碳空间职能与分区,并从空间结构、布局模式、规划管理等角度确定各分区内居民点的低碳发展路径。

同时,越来越多学者开始对不同地理环境的村落碳排放格局形成的影响因素展开讨论,如浙江大学李王鸣及其团队系统提炼了浙江省山区型^[19]、海岛型^[20]乡村规划主导因素的可能表征和对碳系统的影响;另一方面,历史文化与低碳生态的关联性也逐渐成为研究热点之一,如刘建浩等^[21]剖析低碳景观在西南乡土聚落中的特点,对生态性和传统性问题进行思想、技术、材料等方面的思考。可见基于自然、社会、经济等客观因素差异进行乡村碳排放特征及影响因素的专类分析是未来研究发展的必然趋势。

3.3 低碳乡村空间形态营建策略

目前中国低碳乡村空间规划研究多集中于长三角地区,以浙江大学王竹^[7]为代表,

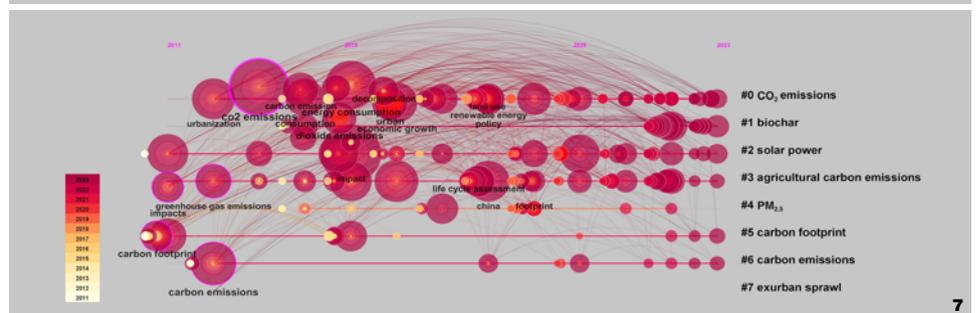
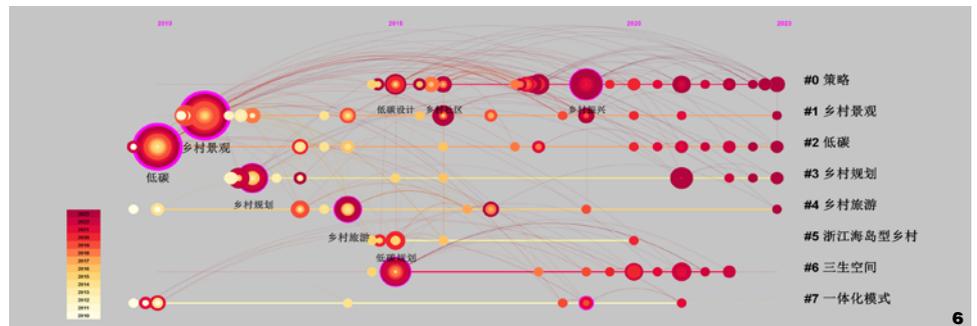
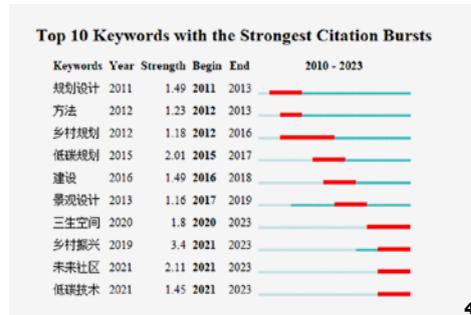


图4 CNKI突现词表
Fig. 4 List of emerging terms on CNKI

图5 WoS突现词表
Fig. 5 List of emerging terms on WoS

图6 CNKI关键词时间线图
Fig. 6 Timeline of keywords on CNKI

图7 WoS关键词时间线图
Fig. 7 Timeline of keywords on WoS

对乡村低碳化设计进行了深入探索,结合大量实践案例提出了针对性改造、调控方法。近年,以欠发达地区乡村为对象的特色低碳空间研究也开始涌现,如刘慧敏^[22]对甘肃西定的传统村落开展地域化特征、低碳规划契合度与适应性研究,总结了低碳乡村实践在经济落后地区面临的挑战;范志强等^[23]根据位于河西走廊的土门镇大湾村碳源碳汇情况提出了建筑、交通、资源等方面的优化路径;赵海清^[24]利用热环境模拟软件对黄土高原乡村进行微气候模拟,验证各营建要素的气候

适应性,从能耗角度分析低碳特性,总结本土建造策略。总体而言,目前国内低碳乡村空间规划设计类理论研究具有方向更细化、方法更多样、范围更广泛的积极发展趋势。

3.4 低碳乡村评价体系构建与应用

乡村界域的低碳建设评价体系雏形最早于2011年由彭文俊^[25]提出,主要针对绿地、建筑、交通等基础设施,之后董魏魏等^[26]运用复合法添加了能源结构、农业生产、生活方式等指标,对其进行完善。如今许多学者

致力于综合多学科理论并与实践应用融合,如罗晓予^[27]基于碳排放定量核算模型,对长三角地区不同地貌的8个典型乡村开展包含碳排、碳汇和生态度的多维度综合评价,提出主要影响因素和改善措施;范理扬^[28]从碳循环理论出发,探讨包含空间结构、交通体系、建筑减碳等各领域“低碳词汇”的设计导则,建立以空间策略定性引导为主,定量控制为辅的评价系统;唐威^[29]则根据碳效率要素系统,筛选出含147项的三级指标基础库,结合德尔菲法,提出了村镇三生空间发展碳效率评价体系。随着研究的深入开展,评价标准不断被创新深化,结果也越来越准确可靠。

4 未来亟待开展的课题

对现有成果进行系统分析后,总结目前存在的缺陷和不足,帮助未来研究清晰方向及定位。主要可通过发展清洁能源技术、加强多学科领域合作、提高对落后地区乡村低碳化建设的关注度和构建综合视角的评价体系,实现对我国低碳乡村规划建设研究的进一步探索。

4.1 乡村界域新能源技术与基础设施优化

技术革新是实现乡村低碳化进程跨越性发展的必要前提,因此在对国内不同类型乡村进行碳排放量核算和碳汇能力评估后,通过建造手段和基础设施优化减少能源消耗是今后相关研究亟待攻克的难题。Siksnelyte-Butkiene等^[30]在归纳立陶宛乡村能源景观要素后,总结适当地社区的可再生能源技术和相关设施应用方法;Wisniewski等^[31]根据波兰斯塔洛加德县低碳发展试点项目的技术模型,分析提高农业用地和土壤碳汇能力的可能性,提出建设农业沼气厂、风能和光伏农场的改进措施。这些综合各类工程技术理论与应用

的成果都十分值得相关研究学习采纳。

4.2 融合各类学科视角的乡村碳系统研究

近年来国内对乡村碳排放格局影响因素的讨论大多仅停留在建成环境层面,缺乏社会科学领域的思考。中国有大量至今仍保留浓郁地域特色、风土人情的传统村落,蕴含其规划布局、生产生活、建筑设计等过程中的自然生态伦理观对乡村可持续发展具有启示作用,因此对其民俗传统、历史文化与碳系统的相关性研究是十分必要的。

同时,研究还需结合具体国情和社会背景与时俱进,如日本东京大学探讨了人口老龄化时代如何提供既符合绿色生态标准,又能满足老年人需求的乡村设施和服务,实现低碳城乡协调发展^[32]。国内学者林允照等^[33]也提出低碳视角下乡村可持续性生态康养疗愈空间的规划模式,但其理论体系仍需完善,具体设计方法的可行性也有待考证。

4.3 欠发达地区的低碳乡村空间营建策略

低碳社区建设对社会经济基础和居民意识形态有着主客观兼具的要求,因此过去国内低碳乡村实践多在发达地区进行,在拥有一定理论和技术经验后,相关学者开始将研究视野扩大到全国范围,对落后地区低碳乡村空间营建给予了关注,但当下在成果数量、探索深度广度上还需提升和补足。事实上,这类村落往往有着更复杂的地理环境、人口构成和历史背景,在国际上也受到众多学者青睐,例如Komatsu等^[34]分析了越南河内地区城镇化和人口迁移对乡村住宅能源消耗和碳排放的影响,并探寻背后的社会原因,提出针对性的空间改造方案。可以预见,此类研究的开展对实现我国低碳乡村营建的多元化与差异化具有重要意义。

4.4 构建综合内容的低碳乡村评价体系

当前国内此类研究主要围绕乡村生态度评估展开,对不同群体低碳行为选择与方式的调查成果有限。Piwowar^[35]以波兰的农业生产者、控股公司和专家为对象进行定量定性相结合的问卷评价,总结低碳经济在不同地区的表现形式,讨论以减少生产活动对乡村自然生态的负面影响为目标的亲环境创新活动类型和实施情况;Anttonen等^[36]通过对北欧5个国家约8000名受访者的数据调查,比较城市与乡镇居民的气候意识和碳缓解行动参与度,将其与碳足迹计算结果进行关联分析,强调建筑环境对居民低碳行为的影响。只有在未来研究中综合考虑客观环境和主体意识形态,才能实现对我国乡村低碳化水平进行科学有效的评价。

5 结论与展望

5.1 结论

文章先通过CiteSpace对中国低碳乡村规划建设相关文献进行可视化分析,总结研究热点和发展趋势,归纳主要内容并提出未来可深入的方向,主要结论如下:

(1) 纵向时间维度上,相关文献发表具有明显阶段性特征,受政策影响较大,目前仍处于快速增长阶段,横向分布上集中在以长三角为主的经济发达地区。研究热点早年间以低碳乡村基础建设和规划设计为主,目前为打造未来乡村社区、发展生态农业旅游、不同人群的碳足迹分析等。

(2) 相关研究在数据测算、影响分析、规划设计和生态评价等方面均已初具规模,并在政策积极引导,地方机构部门和科研院所的共同努力下,发达地区出现许多成功的实践案例,形成精细化、差异化和多元化的研究发展趋势,对其他地区相关工作的开展

起到良好示范作用。

(3) 国内许多乡村经济基础和自然环境差异巨大, 先进理论与技术的普及存在一定客观条件限制, 这也导致对落后地区乡村低碳化建设关注度不足。其次, 目前多数成果缺乏跨学科思维, 造成在未来动态预测上常常失误, 研究发展方向和路径仍有待明晰。

5.2 研究不足与展望

中国节能减排、应对气候变化的主要载体和关键战场往往集中于城市, 乡村生产资源高度消耗、能源利用技术落后、生态宜居特性消亡等问题一直被大众所忽视, 在过去的十余年中, 相关研究虽已逐渐形成基本理论框架, 但发展不均衡、经验不充足、探索不深入等问题仍长期存在。

同时, 国际范围内的研究已不仅局限于对静态现状的定性分析, 而是进入融合材料学、能源学、生物学等领域视野, 提出针对性更强、可行性更高的综合建设方案的新阶段, 这对中国低碳乡村在地应用技术发展具有借鉴作用。但由于技术创新在提高能效的同时, 也有引起反弹效应的可能^[37], 今后在具体操作时仍需仔细甄别, 根据不同类型乡村考虑其适地性、持久性及可操作性加以改良。只有不断吸纳前沿理论技术的优点, 加强各领域间的合作交流, 提升研究内容综合性, 才能帮助中国低碳乡村规划建设迈向新的高度。 

注: 文中图片均由作者绘制。

参考文献

[1] 张群, 成辉, 梁锐, 等. 乡村建筑更新的理论研究和实践[J]. 新建筑, 2015(01): 28-31.
[2] 陈晓春, 唐娟军, 胡婷. 中国低碳农村建设探析[J]. 云南社会科学, 2010(02): 109-114.

[3] 张蕾, 蔡志坚, 牛利民. 低碳经济与我国农村发展[J]. 生态经济, 2010(09): 73-76.
[4] 吴盈颖, 王竹, 朱晓青. 低碳乡村社区研究进展、内涵及营建路径探讨[J]. 华中建筑, 2016, 34(06): 26-30.
[5] 李友华, 续珊珊. 建设低碳型社会主义新农村——基于推广应用低碳技术[J]. 农业经济与管理, 2010(01): 44-51.
[6] 陈振库, 覃舟. 杭州市建设低碳农村的思考与构想[J]. 农业资源与环境学报, 2010, 27(06): 48-50.
[7] 王竹. 长江三角洲地区低碳乡村人居环境营建体系[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2022: 35-36.
[8] 杨彬如. 中国低碳乡村战略研究[M]. 北京: 法律出版社, 2021: 69-89.
[9] NAVONIL M, NIK B, SIMON J T, et al. Exploring the E-science Knowledge Base Through Co-citation Analysis[J]. Procedia Computer Science, 2013, 19: 586-593.
[10] 李哲, 袁福甜, 王立亚, 等. 基于面积系数法的乡村景观碳模型建构及测度研究——以直山村为例[J]. 中国园林, 2024, 40(01): 99-105.
[11] 尚雅捷, 王蕾, 贾佳, 等. 滨县三生空间格局演变的碳流转路径动态研究[J]. 水土保持研究, 2024, 31(04): 1-10.
[12] 嵇薪颖, 张立. 国土空间规划视角下乡村地区碳测算与格局优化研究——以西部S镇为例[J]. 小城镇建设, 2023, 41(04): 11-18.
[13] 李彩琼. 曲靖农村住宅碳排放及低碳优化研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2023.
[14] 崔艳秋, 刘晓明. 乡村振兴背景下鲁南地区农村住宅低碳设计探究[J]. 住宅科技, 2023, 43(05): 56-59.
[15] 段德置, 刘慧敏, 高元. 低碳视角下我国乡村能源碳排放空间格局研究[J]. 中国能源, 2015, 37(07): 28-34.
[16] 郭轶群, 王竹, 朱晓青, 等. 低碳乡村的碳图谱建构与时空特征分析——以长三角地区为例[J]. 南方建筑, 2022(01): 98-105.
[17] 郭轶群, 朱晓青, 王竹, 等. 基于产住元胞的乡村碳图谱建构与优化策略解析——以浙江地区发达乡村为例[J]. 西部人居环境学刊, 2018, 33(06): 116-120.
[18] 尹倩倩. 低碳导向下的盐津县域镇村民点布局规划研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2020.
[19] 李王鸣, 冯真, 吴宁. 山区型乡村人居环境高碳源趋势影响要素研究——以浙江省安吉县景坞村为例[J]. 华中建筑, 2015, 33(01): 174-178.
[20] 李王鸣, 倪彬. 海岛型乡村人居环境低碳规划要素研究: 以浙江省象山县石浦镇东门岛为例[J]. 西部人居环境学刊, 2016, 31(03): 75-81.
[21] 刘建浩, 余压芳. 低碳性与传统性的思考——论西南传统乡土聚落中的低碳型景观[J]. 中国园林, 2010, 26(10): 84-86.
[22] 刘慧敏. 西北欠发达地区低碳乡村社区规划研究——以岷县村庄为例[D]. 西安: 西安建筑大学, 2017.
[23] 范志强, 苏毅, 杨仕恩, 等. 基于低碳理念的河西走廊村庄规划策略探索——以武威市大湾村为例[J]. 小城镇建设, 2023, 41(06): 46-54.
[24] 赵海清. 西北黄土高原沟壑区传统村落低碳特性的实证研究——以梅江村为例[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2020.
[25] 彭文俊. 农村社区低碳建设评价研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2011.
[26] 董巍巍, 马永俊, 毕蕾. 低碳乡村指标评价体系探析[J]. 湖南农业科学, 2012(01): 154-156.
[27] 罗晓予. 低碳生态乡村评价——以长三角地区乡村为例[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2020.
[28] 范理扬. 基于长三角地区的低碳乡村空间设计策略与评价方法研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
[29] 唐威. 基于碳效率的严寒地区村镇三生空间发展评价研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2021.
[30] SIKSNELYTE-BUTKIENE I, STREIMIKIENE D, AGNUSDEI G P, et al. Energy-space Concept for the Transition to a Low-carbon Energy Society[J]. Environment Development and Sustainability, 2022, 25(12): 14953-14973.
[31] WISNIEWSKI P, KISTOWSKI M. Agriculture and Rural Areas in the Local Planning of Low Carbon Economy in Light of the Idea of Sustainable Development - Results from a Case Study in North-central Poland[J]. Fresenius Environmental Bulletin, 2017, 26(08): 4927-4935.
[32] HAN J, FONTANOS P, FUKUSHI K, et al. Innovation for Sustainability: Toward a Sustainable Urban Future in Industrialized Cities[J]. Sustainability Science, 2012(07): 91-100.
[33] 林允熙, 曾玲晖, 于翔, 等. 乡村振兴低碳视角下可持续性生态康养疗愈老年人居住空间规划模式探析[C]// 中国老年学和老年医学学会2023年学术大会论文集. 北京: 中国老年学和老年医学学会, 2023: 1040-1045.
[34] KOMATSU S, HA H D, KANEKO S. The Effects of Internal Migration on Residential Energy Consumption and CO2 Emissions: A Case Study in Hanoi[J]. Energy For Sustainable Development, 2013, 17(06): 572-580.
[35] PIWOWAR A. Challenges Associated with Environmental Protection in Rural Areas of Poland: Empirical Studies' Results[J]. Economics & Sociology, 2020, 13(01): 217-229.
[36] ANTONONEN H, KINNUNEN A, HEINONEN J. The Spatial Distribution of Carbon Footprints and Engagement in Pro-climate Behaviors - Trends Across Urban-rural Gradients in the Nordics[J]. Cleaner and Responsible Consumption, 2023, 11: 139.
[37] GREENING L A, GREENE D L, DIFIGLIO C. Energy Efficiency and Consumption - the Rebound Effect - a Survey[J]. Energy Policy, 2020, 28: 389-401.