

校园低碳设计文献综述

徐蕊，谢卓颖，张诗扬

浙江农林大学暨阳学院晨晓艺术与设计学院，浙江 绍兴

收稿日期：2025年3月9日；录用日期：2025年4月4日；发布日期：2025年4月14日

摘要

校园低碳设计是校园可持续发展的重要环节之一，文章通过对校园低碳设计相关文献及案例的查阅检索，对近两年来我国各高校中零碳校园建设及大学生低碳行为的研究进行了整理，从校园低碳设计的不同视角对其进行理论研究、实证研究、关系研究，探讨了低碳设计对未来开展零碳校园建设的重要性，以期为校园低碳设计实践、零碳校园建设工作提供参考。

关键词

零碳校园，低碳设计，设计教育

Literature Review of Campus Low-Carbon Design

Rui Xu, Zhuoying Xie, Shiyang Zhang

Chen's School of Art & Design, Jiyang College of Zhejiang A&F University, Shaoxing Zhejiang

Received: Mar. 9th, 2025; accepted: Apr. 4th, 2025; published: Apr. 14th, 2025

Abstract

As a critical component of campus sustainable development, low-carbon design plays an essential role. This paper reviews relevant literature and case studies on campus low-carbon design, synthesizing research on zero-carbon campus construction and the low-carbon behaviors of college students across various Chinese universities over the past two years. Theoretical, empirical, and relational analyses are conducted from multiple perspectives of campus low-carbon design, emphasizing the significance of low-carbon design for future zero-carbon campus construction. This study aims to provide valuable insights and references for practical applications in campus low-carbon design and the advancement of zero-carbon campuses.

Keywords

Zero-Carbon Campus, Low-Carbon Design, Design Education

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着全球气候变化加剧与“双碳”目标的提出，低碳发展已成为人类社会转型的核心议题。高校作为知识创新与人才培养的枢纽，其校园低碳设计不仅关乎自身可持续发展，更对全社会生态文明建设具有示范意义。本文基于可持续发展理论与生态学理论，关注系统循环与资源再生，通过文献综述与案例分析，系统探讨校园低碳设计的理论框架、实践路径及多维价值，以期通过低碳设计为我国零碳校园建设提供理论支撑与实践参考。

2. 相关概念界定

2.1. 校园低碳设计

2.1.1. 绿色建筑与节能技术的应用

绿色建筑与节能技术是低碳校园的核心支撑体系。通过围护结构优化、暖通系统智能调控及 LED 光环境设计，可降低建筑能耗 35%以上。结合光伏建筑一体化(BIPV)与“光储直柔”技术，厦门大学示范项目实现日均发电 378 kW·h，运营成本下降 20%，碳排放削减 18% [1] [2]。

2.1.2. 校园规划与生态设计

校园规划与生态设计在低碳校园设计中同样占据重要地位。合理的用地布局和设施规划能够有效减少交通碳排放和建筑能耗[3]。通过优化交通组织和功能分区，可以减少师生的出行距离和时间，从而降低交通碳排放[4]。此外，校园绿地和生态景观的设计不仅有助于固碳释氧，还能改善校园微气候，提升环境舒适性[5]。

2.2. 校园低碳行为

2.2.1. 节能减排措施

校园低碳可以通过节能减排措施来减少碳排放。具体措施包括建筑设计和改造，提高建筑的能源效率[6]；优化校园交通规划，鼓励使用公共交通工具和非机动车出行，减少私家车的使用；加强废弃物的分类回收和资源化利用，减少垃圾填埋和焚烧带来的碳排放[7]。通过一系列措施来强调经济、环境、社会的平衡。

2.2.2. 低碳生活方式的推广与教育

低碳生活的推广与教育是引导师生践行低碳生活方式的核心路径，其实现需依托三方面协同推进。其一，低碳理念的普及。通过课程设置、专题讲座与宣传活动提升师生对低碳生活的认知，培养低碳消费意识[8]；其二，行为习惯的改变。从日常生活场景切入，鼓励师生践行节约用水用电、减少一次性用品使用及选择环保材料等具体行动[9]；其三，激励机制的建立。通过设立节能减排竞赛、绿色出行奖励等正向干预措施，以制度驱动低碳行动[9] [10]。图 1 通过对不同高校在碳减排、能耗优化等维度的数

据，直观呈现低碳行为与技术的叠加效应，进一步印证理论框架的实际应用价值。

低碳设计及政策措施等对碳减排的影响数据图

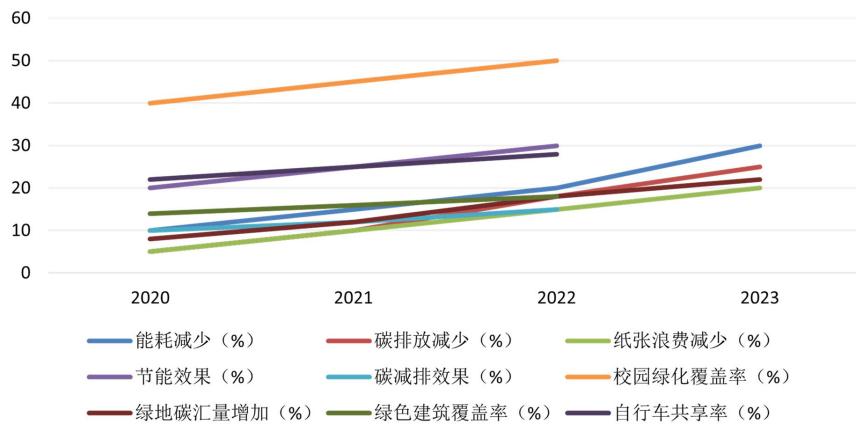


Figure 1. Impact chart of low-carbon design and policy measures on carbon emission reduction

图 1. 低碳设计及政策措施等对碳减排的影响数据图

3. 校园低碳设计研究视角

3.1. 科学理论研究

3.1.1. 国内研究

国内低碳校园建设的研究聚焦三大核心领域——碳排放核算、碳中和路径探索及绿色建筑技术应用。中国高校碳排放核算与碳中和路径研究通过系统分析校园碳排放的核算方法与碳中和策略，提出涵盖技术应用(光伏与储能系统)、碳汇功能强化、规划布局调整及组织行为干预的综合性解决方案[11]。山西高校的实践通过成本效益分析、低碳设施使用反馈及低碳指标量化，为低碳校园设计提供技术可行性与社会接受度的双重支持[12]。在“双碳”目标驱动下，研究指出低碳校园建设不仅是高校自身可持续发展的必然选择，更是推动低碳城市转型与区域经济绿色化的重要微观载体[13]。

3.1.2. 国外研究

国外研究主要集中在环境经济学、能源经济学和生态学等领域。这些理论为低碳校园的建设提供了坚实的理论基础，强调通过节能减排、优化能源使用和推动可持续发展来减少碳排放[14]。例如，英国开放大学的研究探讨了低碳高等教育系统的环境影响，提出了减少能源消耗和碳排放的指导建议。加州大学伯克利分校和东京大学的低碳校园模式经验也为其他国家提供了有益的启示[15]。

3.2. 案例介绍研究

在零碳校园的构建进程中，把低碳设计理念深度植入具体实践案例中，聚焦低碳设计理念所涵盖的低碳行为、能源利用与智能交互等关键要素展开案例剖析，以主动性、可持续性与交互性来探究在校园低碳设计方面切实可行的原则及理念[16]。

3.2.1. 教育理念的生态化重构

基础教育领域通过“课程渗透－特色活动－文化浸润”三位一体模式实现低碳意识培育。典型案例如济南回民中学将低碳理念深度融入办学体系，开发校本课程《生态公民实践手册》，建立“碳积分银行”评价系统，使师生人均碳足迹降低 18%；美里湖第二小学则构建“1+X”特色课程群(1 门必修生态

课 + 环保社团/低碳创意大赛等拓展活动), 其“校园碳循环农场”项目获评国家级劳动教育实践基地。两校的实践验证: 系统化的生态文明教育可使校园纸张消耗量减少 35%, 垃圾分类准确率提升至 92% [17] [18]。

3.2.2. 技术平台的智能化升级

智慧交互系统通过“数据驱动 - 行为引导 - 机制创新”形成闭环管理。

监测层: 上海交大法华校区构建数字孪生平台, 实现建筑能耗可视化(精度达 95%), 年减少无效能源损耗 23%;

引导层: 北京碳惠普平台建立“行为识别 - 量化核算 - 激励兑换”四阶模型, 使高校师生公共交通使用率提升 41%;

干预层: 基于 Fogg 行为模型的饮食小程序, 通过提供信息、教育、社交互动和触发机制等功能, 深入理解用户需求和行为, 通过社交化设计使大学生素食选择率从 12% 增至 29%, 引导大学生采取低碳环保饮食行为[19]-[21]。

3.3. 低碳设计与行为模式的协同演进

低碳设计与行为形成“设计引导行为 - 行为优化设计”的动态协同机制。设计驱动行为变革体现为技术赋能的场景重构, 例如浙江大学紫金港校区图书馆通过 BIM 技术改造, 实现节能率 37%, 空间布局优化使师生步行通勤率提升 28%, 智能照明系统减少非必要开灯行为 63% [22] [23]。行为反哺设计迭代则通过用户反馈推动系统升级, 田文甫慧团队研究显示, 当校园低碳出行率达 45% 时, 停车场改造为碳汇绿地, 二手交易平台活跃度 80% 触发教学楼智能储物舱增设。同济大学四平路校区基于此类反馈机制完成四轮设计迭代, 单位面积碳排放强度下降 52% [24]。

4. 校园低碳设计的价值维度

低碳校园作为生态文明建设的微观实践载体, 需通过“技术革新 - 制度重构 - 行为引导”三位一体模式, 实现能耗强度下降(高校建筑单位面积能耗需从 45 kWh/m² 降至 28 kWh/m²)、碳排效率提升(较传统校园减排 30%~50%)及生态服务增值(绿地碳汇量提升 25%) [25], 其核心价值体现在以下几个方面。

4.1. 能源系统转型

针对高校纸张浪费年均消耗量占教学用纸总量 60%、建筑能耗超标教学区单位面积能耗超出公共建筑标准 1.8 倍及水电粗放管理人均日用水量高于城市居民均值 30% 等突出问题, 低碳设计需构建硬件 - 制度 - 行为三维干预机制。硬件层面通过智能控制系统, 例如照明节电系统, 每年节省百万度电力消耗, 并普及双面印刷技术直接降低资源浪费; 制度层面依托能源审计体系与碳足迹追踪平台实现精细化管控; 行为层面以碳积分激励制度引导师生主动参与低碳行动。校际技术协作网络的强化进一步放大干预效能, 清华大学开发的建筑能源管理云平台已在 38 所高校应用, 综合能效提升 17%, 年节电超千万度, 印证了技术协同对低碳转型的规模化价值[26]。

4.2. 生态空间重构

将生态工程原理深度融入校园规划, 构建绿色基础设施 - 微气候调节 - 生物多样性协同体系。建筑层面采用垂直绿化技术实现 3°C~5°C 的降温效果, 搭配转化率达 21.6% 的光伏幕墙强化能源自给能力; 景观层面通过雨水花园削减 65% 的地表径流, 并借由生态廊道提升 40% 的动植物种类多样性; 环境层面设置降噪 10~15 分贝的声屏障与 PM2.5 去除率 52% 的雾森系统, 形成立体化生态干预网络。同济大学四

平校区通过该体系改造后，热岛强度指数从 0.7 显著降至 0.3，被列为城市生态修复标杆案例，印证了技术集成对校园环境品质的系统性提升[27]。

4.3. 教育范式革新

教育范式的革新以“意识培育 - 知识传播 - 实践创新”教育链为核心，系统性重塑高校生态价值观。课程体系增设《低碳系统设计》等 36 门通识课程，强化理论认知；实践层面建成碳中和技术实验室 127 个（覆盖全国高校），推动技术转化与应用；行为养成领域推行“无纸化考试 + 二手教材循环”模式，北京师范大学实施后纸张消耗量降低 42%，印证资源循环理念的实践效能。更具战略意义的是“政产学研”协同创新体的构建，如天津大学地热供暖技术通过产学研合作转化至雄安新区，实现年减排 CO₂ 12 万吨，凸显教育链向产业链延伸的低碳价值[28]-[30]。

4.4. 经济模式创新

通过“节能降耗 + 碳资产开发”组合路径，厦门大学通过合同能源管理(ESCO)模式实现年节约电费超过 500 万元；中山大学通过碳汇交易机制每年创收 120 万元；南京大学则通过循环经济体系使废旧物资的再利用率达到 82%。校园低碳设计不仅有助于推动师生参与低碳行动，还为零碳校园建设和智能交互平台的应用奠定了基础。结合多学科的跨界研究，低碳设计理念在校园建设中有望得到更广泛的推广和应用[31]。

5. 结语

校园低碳设计作为生态理念在教育领域的重要实践，对于调动师生参与低碳行为的积极性、零碳校园建设及数字时代智能交互应用具有重要意义。通过对校园低碳设计研究案例的分析，单一校园领域内的低碳型建筑、产品、服务平台的设计理念主要体现在结构、材料、功能上，在校园建设中得到积极教育引导与广泛应用。

注 释

图 1 为作者自制。

基金项目

浙江农林大学暨阳学院 2024 年度国家级大学生创新创业训练项目“校园低碳设计文献综述”(项目编号：202413283007)。

参考文献

- [1] 程娜, 邱文航, 吴银光, 等. 绿色低碳理念下的校园规划与设计——以中共湖北省委党校(湖北省行政学院)新校区为例[J]. 华中建筑, 2022, 40(7): 71-76.
- [2] 高航. “光储直柔”技术在低碳校园建筑设计中的应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2024(15): 92-94.
- [3] 汪潇潇, 杨海勇, 龙奋杰. 高校低碳校园规划与建设路径研究[J]. 建筑经济, 2013(7): 82-85.
- [4] 李于雄. 低碳校园规划的策略研究[J]. 中国林业教育, 2013, 31(1): 28-31.
- [5] 吴知易, 黄雅婷, 王美亭. 基于低碳生态条件下的校园环境设计探索与研究[J]. 艺术科技, 2015, 28(6): 187.
- [6] 赖若玥, 刘莹琳, 曹宏枢, 等. 广州市某高校碳排放现状与减排措施分析[J]. 低碳世界, 2023, 13(9): 1-3.
- [7] 徐斌. 中国低碳校园建设——复旦大学案例分析[D]: [硕士学位论文]. 上海: 复旦大学, 2011.
- [8] 辛若晨, 刘璇. 低碳理念行校园, 节能环保绿生活[J]. 科技信息, 2012(28): 332.
- [9] 张雅琦. 构建低碳校园——大学生行为碳足迹评估及改进策略分析[J]. 科技信息, 2013(3): 207, 225.

-
- [10] 周安勇, 袁达, 肖靓莎. 基于低碳生活视角下的高校校园节能减排制度探讨[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2012(4): 125-126.
 - [11] 崔鹏, 周思好. 中国高校碳排放核算与碳中和路径研究——基于 2008-2021 年数据库的文献分析[J]. 中国高校科技, 2022(10): 33-39.
 - [12] 秦良. 山西高校低碳建设的应用与研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 太原理工大学, 2013.
 - [13] 孙然, 李波, 谢斌, 等. “双碳”背景下高校低碳校园建设路径研究[J]. 科技与创新, 2024(8): 145-147, 151.
 - [14] 郝秀芬, 李秀梅, 陈文敏, 等. 建设低碳校园: 国外高校的做法与启示[J]. 河北省社会主义学院学报, 2012(1): 82-85.
 - [15] 赵晶. 国际低碳校园建设之于中国高校的经验[J]. 国际城市规划, 2010, 25(2): 106-110.
 - [16] 时潇潇, 李雪艳. 生态设计文献综述[J]. 大众文艺, 2018(24): 76-77.
 - [17] 杨长寨. 建设低碳校园, 培养绿色公民——济南回民中学低碳校园建设的实践与反思[J]. 环境教育, 2021(Z1): 78-81.
 - [18] 王金忠, 代君. 践行绿色理念, 共筑低碳校园——济南市美里湖第二小学低碳校园教育纪实[J]. 环境教育, 2023(8): 117.
 - [19] Wang, L., Yan, X., Fang, M., Song, H. and Hu, J. (2023) A Systematic Design Framework for Zero Carbon Campuses: Investigating the Shanghai Jiao Tong University Fahua Campus Case. *Sustainability*, **15**, Article 7975. <https://doi.org/10.3390/su15107975>
 - [20] 沈雪瑶. “双碳”目标下的低碳消费引导机制研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京外国语大学, 2023.
 - [21] 李佩璇. 基于 Fogg 行为模型的高校大学生低碳排环保饮食小程序设计研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2023.
 - [22] 陈丹妮. 浅析如何在艺术设计教育中融入低碳设计理念[J]. 大众文艺, 2011(2): 254-255.
 - [23] 林庆, 吴贝, 赵雨荷, 富晓博, 康栩洋. BIM 技术助力绿色低碳校园建设[C]//中国图学学会. 2023 第十二届“龙图杯”全国 BIM 大赛获奖工程应用文集. 2023: 344-353
 - [24] 田文甫慧. 高校校园低碳化发展研究[J]. 合作经济与科技, 2021(12): 104-107.
 - [25] 赵彦龙. 关于低碳校园建设的若干问题研究[J]. 会计之友(中旬刊), 2010(9): 42-43.
 - [26] 陈丽华, 陈美玲, 刘劭. 高校能源节约型指标体系的构建[J]. 建设科技, 2020(13): 26-31.
 - [27] 孙阳. 绿色校园规划建设中的低碳生态措施探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020(19): 123-124.
 - [28] 郑士鹏, 王永明. 低碳社会背景下大学生生态价值观教育的考量[J]. 黑河学刊, 2011(1): 105-106.
 - [29] 蒋慧. 新时期低碳校园的设计策略研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(13): 63.
 - [30] 邱永红. 低碳经济导向下节约型校园的建设——以龙岩学院为例[J]. 龙岩学院学报, 2011, 29(1): 133-135.
 - [31] 耿海斌. 引入低碳经济思想对高等教育的意义[J]. 现代经济信息, 2010(15): 5, 7.