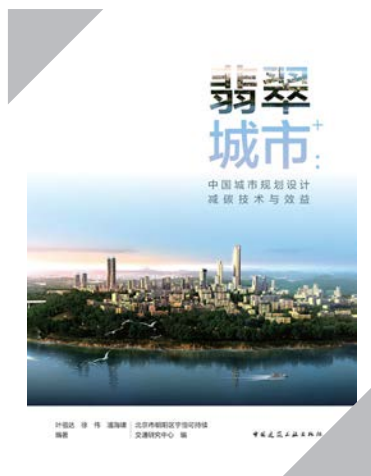


《翡翠城市+》：一本可量化的城市低碳规划工具书

Emerald City+: A Quantifiable Guidebook for Low-Carbon Urban Planning



书籍作者

叶祖达 徐伟 潘海啸 编著

北京市朝阳区宇恒可持续交通研究中心 编

出版社 中国建筑工业出版社

出版时间 2025年6月

书评作者

陆苹

宇恒可持续交通研究中心 高级规划师, 硕士

姜洋 (通信作者)

宇恒可持续交通研究中心 主任

北大国土空间规划设计研究院 总工程师

北京数城未来科技有限公司 首席执行官, 博士

yangjiang@chinastc.org

王悦

能源基金会 低碳城市项目主管, 硕士

王志高

能源基金会 城市与区域发展执行主任, 博士

0 引言

城市是应对气候变化的主战场, 当前中国城市的碳排放占全国总量的75%以上, 且仍存在增长风险。不同于工业、能源、交通、建筑等领域有清晰的碳排放核算方法, 城市规划的减排机理如何界定, 减排效益如何衡量, 如何科学地在规划中融入低碳技术, 仍需探索与建立共识。《翡翠城市+: 中国城市规划设计减碳技术与效益》(以下简称“《翡翠城市+》”)于2025年6月正式出版, 本书由叶祖达、徐伟、潘海啸共同编著, 3位作者分别来自规划、建筑、交通等领域, 跨学科、跨专业的合作与思想碰撞确保了本书兼具专业性和综合性。本书在2016年出版的《翡翠城市: 面向中国智慧绿色发展的规划指南》(以下简称“《翡翠城市》”)基础上进行扩展和延伸, 将低碳城市规划理念标准与具体的减碳技术措施相结合, 并提供碳核算工具与定量实证案例参考, 为行业工作者提供了一部实用的案头工具书。本文梳理了《翡翠城市+》的出版背景, 阐述了书中的主要内容及亮点, 并进一步探讨了该书对未来我国城市减碳工作的启示。

1 著书背景

全球城市区域是能源消耗和碳排放的绝对主体, 根据政府间气候变化专门委员会(IPCC)的第6次评估报告(AR6)第3工作组报告, 城市碳排放约占全球总排放的71%至76%^[1]。2020年9月, 习近平总书记在第75届联合国大会上宣布, 中国力争2030年前碳排放达到峰值, 努力争取2060年前实现碳中和目标。2021年, 碳达峰碳中和工作领导小组第一次全体会议在北京召开。2021年10月, 《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新

发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》印发, 该文件在碳达峰碳中和“1+N”政策体系中承担顶层设计的“1”的核心地位, 作为统领性文件, 明确了碳达峰碳中和工作的总体要求、主要目标和重大举措, 构建了未来工作的基本框架和行动路线^[2]。

中国城市在过去几十年间经历了快速增长与城市规模扩张, 这导致了能源需求的快速增加、碳排放量显著增长、城市生态绿地碳汇减少, 呈现“高资源消耗、高能源消耗、高碳排放”特征, 为我国落实碳达峰、碳中和目标带来多重挑战^[3]。随着中国城镇化进入下半场, 并逐步迈向以绿色、低碳为导向的高质量发展新阶段, 低碳城市规划已从学术议题、局部试点上升为国家战略决策的重要组成部分, 并已融入我国法定规划体制^[4]。

要通过城市规划建设管理控制气候变化, 减低城镇化过程中产生的碳排放量, 以维护生态平衡, 我们需要科学的决策流程、方法、工具, “若我们无法量化碳排放源、碳足迹轨迹和减排效果, 任何气候政策都可能沦为‘无的放矢’”^{[4]前言}。

2016年,《翡翠城市》出版, 首次系统提出了城市规划的10大低碳原则, 既有宏观层面城市增长边界的空间管控作用, 又强调了小街区、功能混合利用、公共空间、公共交通、绿色建筑、市政基础设施等中微观层面的解决方案^[5], 这些原则在多项国家和地方政策中得以体现。

2019年,《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》发布, 将城市增长边界原则系统性地纳入国土空间规划核心框架, 明确提出统筹划定“三区三线”, 即生态空间、农业空间、城镇空间以

规划书评 Book Overview

及相应的生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界，以此作为国土空间用途管制的基本依据，强化全域全类型的底线约束，并为实现可持续发展预留弹性空间。2020年，自然资源部发布《市级国土空间总体规划编制指南（试行）》，进一步明确要求各城市在国土空间总体规划编制中落实“三区三线”划定。在此政策指引下，全国各大城市相继在总体规划中细化并落实了城市开发边界的管控要求，逐步形成以“三区三线”为核心的全域空间治理结构^[6-7]。“翡翠城市”所倡导的公共交通导向型开发、混合用途、小街区等相关指标已纳入《城市综合交通体系规划标准》《城市居住区规划设计标准》等13项相关国家标准，并在全国城市的相关规划中得以体现，融入率高达80%^{[4]3}。在微观层面，许多“翡翠城市”倡导的低碳技术措施，如屋顶光伏、建筑电气化等，也早已融入专项条例和城市建设中（见图1）。

在《翡翠城市》出版8年之后，《翡翠城市+》在前书基础上进行扩展和延伸，从定性原则转向定量方法，自城市规划设计碳排放核算的基础概念入手，从空间、交通、建筑、市政基础设施4个领域展开，重点探讨了从城市空间层面进行碳核算的思路、方法和实证案例，为低碳城市规划设计工作提供基础数据和关键技术，是一本面向城市规划和建设管理决策者编制的基于应用的工具书。

2 主要内容

全书结构清晰，共分为两大部分、12章节，层层递进地构建了一套完整的城市规划领域碳排放核算与应用体系。核心内容可概括为两大部分、4个领域、10项原则、50余个实证案例、一整套低碳技术资料库。

2.1 两大部分——从概念到应用

本书共包括两部分内容，第一部分“城市规划设计碳排放核算的基础概念”是全书的理论基石，作者简明扼要介绍了城市规划

设计碳排放核算的若干基础概念，包括温室气体排放量度、碳排放核算方法框架、碳排放边界等。在双碳背景下，规划师更加需要在城市多尺度空间层面对碳排放核算的概念有基本认知，有能力科学客观地分析、评估、比较不同规划设计方案的碳排放影响效应，而书中这一部分内容，让即便是非气候专业背景的读者也能快速建立城市碳核算的基本知识框架。不同专业背景的读者既可根据自身基础选择性阅读，也可在阅读第二部分内容时，带着问题返回进行检索。

在第2章介绍城市领域碳排放核算的基本方法时，作者创新性地整合了基于《IPCC国家温室气体清单指南》的“活动量×碳排放因子”碳核算方法与基于城市空间视角的关键减碳领域，有效解决了传统碳排放核算与规划领域口径不一致的问题（见图2）。

第二部分“从碳排放核算看低碳城市规划设计原则的应用”是全书的核心，实现了翡翠城市从原则到实践的深化。作者将《翡翠城市》原书的10项原则重新编排，对标衔接城市减碳的关键领域，并遵循统一的逻辑框架逐一展开。先阐述原则的减碳原理，再明确规划设

计目标，接着列出具体措施，最后通过减碳效益分析和实证案例验证效果，不仅结构清晰易懂，也便于读者将书中方法应用于实践。

2.2 4大领域、10项原则

本书将城市减碳聚焦于4大领域，即空间、交通、建筑、市政基础设施，精准对应了城市碳排放的主要源头。

在翡翠城市的10项原则中，有5项均与建

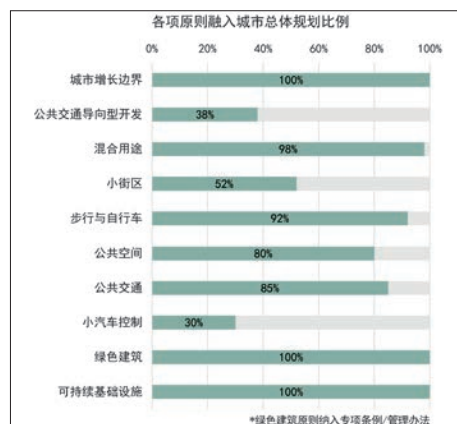


图1 翡翠城市各项原则融入城市总体规划
Fig.1 Integration of Emerald City principles in master plans
资料来源：翡翠城市理念在中国城市的实施绩效评估^[8]。

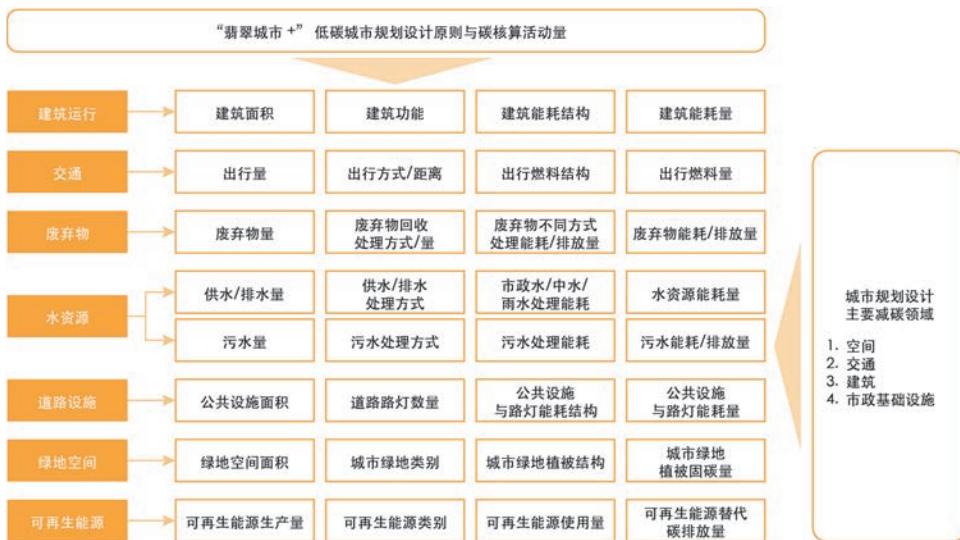


图2 翡翠城市原则与城市规划碳排放核算内的主要活动量类别对标
Fig.2 Alignment of Emerald City principles with key activity categories in urban planning carbon emission accounting
资料来源：《翡翠城市+》。

Book Overview 规划书评

设低碳空间规划有关,分别是城市增长边界、公共交通导向型开发、混合用途、小街区、公共空间(对应原则1—5、书中第3—7章)。作者认为,这5项原则的减碳效果体现在改变城市碳排放活动量,进而减少城市总碳排放。空间领域关注城市形态与土地利用,强调通过有效划定城市开发边界,并采用紧凑布局、混合用途等方式,能够有效减少城市建筑面积,减少交通出行总量,降低小汽车出行比例,减少生产生活产生的污水、废弃物等,提高公共基础设施效能,综合实现“源头减碳”。

作者在第3章指出,设定城市增长边界、规模及强度,能够有效抑制无序扩张,并减少城市碳排放。有实证研究表明,2010—2020年间,上海从以前的扩张建设用地转变为减少工业用地和提升生态林地的土地利用政策,实现碳排放净减少2 893万t,其中仅将具有最高碳排放密度的工业用地转换为其他土地类一项政策,便贡献了1 059万t的减碳量。而一项针对中国51个城市的研究表明,城市面积每增加1%,就将导致0.422%的个人出行能耗增加^{[4]31}。

交通领域(原则6—8,书中第8—10章)包含3项翡翠城市原则,分别是步行与自行车交通、公共交通,以及小汽车控制。低碳交通手段会影响城市交通领域主要的碳排放活动量水平,从而产生减碳效应。书中用一项基于上海市的研究说明:轨道交通通勤产生的单位人公里的碳排仅为小汽车通勤的4%,而靠近轨道站点的小区通勤碳排比远离轨道交通站点的小区减少近50%^{[4]43}。此外,书中也客观指出,交通领域的减碳主要仍依靠交通工具的电气化,但通过规划设计引导公共交通、步行、自行车等出行方式的转变,在实现社会繁荣、居民健康等协同效益方面具有显著价值。

建筑领域(原则9,书中第11章)是城市能源消费的一个大领域,也是造成直接和间接碳排放的主要责任领域之一。建筑主要的碳排放活动量水平由建筑的总量面积规模、建筑能耗水平和能源结构决定。作者认为,面对国家提出

的“双碳”目标,建筑领域标准提升对行业的影响最为广泛。我国现存的150亿m²供暖建筑中,约20%是20世纪八九十年代建造的非节能建筑,其热耗是同一地区节能建筑的2—3倍,这也是北方城镇建筑供暖热耗平均值远高于节能建筑要求的主要原因^[9],未来无论是新建还是更新既有建筑,仅供热这一项就减碳潜力巨大。因此,要加速构建零碳建筑技术标准体系,提出相关计算方法,规范零碳建筑定义、计算边界、评价指标,引导建筑减碳,增强建筑相关企业对碳排放量核算、核查的意识,为未来建筑参与碳排放交易、预测建筑领域中长期碳排放、开展国际比对等工作提供技术支持(见图3)。

此外,书中将全生命周期碳排放纳入建筑碳核算流程,覆盖从建材生产、建造施工到运行使用、拆除处理。以2010—2020年间上海为例,建筑领域的碳排放呈增长趋势,每年建材生产阶段的碳排放量占全生命周期碳排放量的比例始终高于50%,钢材贡献最高,其次是水泥、铝材(见图4)。未来在城市存量发展阶段,如何在建筑改造中有效应用与融合各项低碳技术,如热泵、屋顶光伏、全电厨房等,实现建筑减碳的“开源节流”,是行业工作者需要重点思考的问题。有研究表明,分布式供能、余热利用、建筑光伏及水源热泵等在合理规模配置下,可实现15%—30%的减碳效果,对街区层面的碳减排起到关键作用;而地源热泵、空气源热泵、建筑光热以及超低能耗(近零能耗)技术,也可带来5%—15%的减碳量^[10]。

市政基础设施领域(原则10,书中第12章)则涉及能源、水资源、废弃物、道路设施管理等系统。通过开发可再生能源、推广资源回收利用、提高公共基础设施的效率等手段,可有效减少能源消耗、用水量和垃圾数量。针对成都水务系统的研究案例表明,污水处理占水务系统碳排90%,污水处理的低碳化是整个水务行业减碳的关键。一项针对全国662个城市4类城市道路的分析显示,使用LED灯和可再生能源,城市支路每年可减少38%的碳排放,主干

路可减少31%的碳排放。

2.3 丰富的实证案例

本书收录了50多个案例,汇集了上述4个领域的相关研究成果。这些案例覆盖了北京、上海、深圳等一线城市,也纳入西安、昆明等地区实践,兼具代表性和多样性。案例类型丰富,既有宏观政策评估,也有微观技术验证,且每个案例均以数据支撑。例如,深圳共享单车碳普惠方法学显示,单次骑行减碳0.07 kg;北京胡同社区人均碳排仅1.75 kg,远低于商品房的3 kg。这些案例作为科学实证,有效支撑了各项城市低碳政策与技术措施的减碳效应,更构成了一个知识图谱。行业工作者可对标自身城市条件及研究方向,快速找到可借鉴的路径。

2.4 一整套低碳技术工具箱

本书并不是一部传统的理论著作,而更像是行业工作者的案头书。它构建了一整套可操作、可借鉴的低碳技术资料库。这包括:碳排放核算工具(如净碳排公式、情景分析方法)、参数数据库(如不同交通方式的碳排因子、绿地碳汇能力表)、规划评估框架(如TOD减碳量测算路线),以及案例索引。例如,在公共空间章节,书中直接提供了《天津市城市绿地碳汇设计导则》的植物碳汇能力表,方便读者快速查阅乔木、灌木的固碳量。当然,读者也可以按图索骥查找所在地发布的同类技术指引。这种工具箱式设计,让这本书能够成为从业者的随身指南。此外,书中对碳汇、可再生能源等抵消机制的强调,体现了从“减排”到“净零”的进阶思维,为碳中和目标提供了技术支撑。需要注意的是,案例中既有成功经验也有限制条件分析,需结合本地数据优化参数,避免技术的生硬套用。

总的来看,本书通过两大部分的递进设计、4个领域的全面覆盖、10项原则的定量转化、50余案例的实证支撑,以及一整套技术资料库的工具化赋能,构建了一个完整的低碳规

规划书评 Book Overview



图3 绿色建筑目标与措施
Fig.3 Target and measures of green buildings

资料来源：《翡翠城市+》。

划技术支持体系。

3 本书亮点

一是为行业工作者提供了一本“化繁为简”的工具书，实用性强。低碳领域书籍需要将复杂技术语言转化为可读性强的文本，而本书成功实现了这一目标。书中并未长篇论述抽象的专业术语与理论，而是通过清晰的公式、步骤化的评估流程和直观的案例，帮助读者快速掌握碳核算要点和工作思路，使读者能真正“用起来”。这种从理论到工具的转化，使本书不仅适合快速入门低碳城市领域知识体系，更能成为日常工作中频繁参考的手册，真正推动低碳规划从理念走向实践。

二是系统构建低碳规划的量化方法体系，科学性高。本书的核心突破在于将翡翠城市10项原则转化为可量化的技术指标及可核算的减碳效益。以公共交通导向开发（TOD）为例，书中不仅阐释其规划理念，更提供了具

体的碳排测算公式与情景分析方法，使规划师能对比不同开发强度下的碳减排效果。同时，通过昆明贡贡新区、广州南沙等案例，验证了小街区密路网与TOD结合的协同减碳效益。后者数据显示，此类综合策略可实现62.9%的碳减排提升。这种以数据支撑规划决策的思路，标志着中国低碳城市规划从经验主导迈向科学化、精细化的重要转变。

三是整理收录大量低碳规划评估实证案例，借鉴性好。全书收录的50余个案例和研究覆盖不同城市规模、地域特征和发展阶段，不仅验证了理论方法的可行性，更呈现了差异化实施路径下的碳减排潜力，为读者提供了可对标、可调整的实践模板。值得一提的是，考虑到国情差异，本书分享的案例以国内实证为主，同时针对交通拥堵收费、市民自愿停驶小汽车等前沿交通需求管理措施，亦纳入了国外城市成功实践下的减碳效益评估案例，兼顾与国际化语境的融入，引导国内行业工作者开展相关

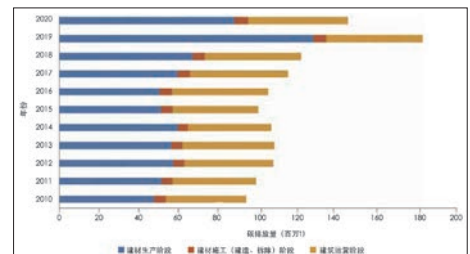


图4 2010—2020年上海市建筑（住宅和非住宅建筑）生命周期各阶段碳排放量
Fig.4 Carbon emissions at various life-cycle stages of buildings (residential and non-residential) in Shanghai, 2010—2020

资料来源：《翡翠城市+》。

探索性研究与实践。

4 对未来的启示

我国有2/3的人居住在城市里，持续城市化带来生活便利的同时，也让城市贡献了大部分的二氧化碳排放量。在气候变化的宏大议题和我国“双碳”目标背景下，城市低碳化转型仍面临着一项项具体的现实挑战，尤

其是在存量更新阶段,既有建筑光伏安装空间不足、老旧小区配电系统改造困难、热泵布局与建筑空间矛盾等技术难题,也有技术改造成本与收益分配、电力生产与消纳空间时序不平衡等问题亟待破解。

从《翡翠城市》到8年后的《翡翠城市+》,前者以国际视野引入低碳城市理念,而后者则通过量化分析与中国案例,实现了从理论到实践、从定性原则向定量方法转型的深化。在应用场景方面,本书的方法学可广泛用于国土空间规划低碳专项规划、街区控规低碳评估、零碳园区规划、低碳维度城市体检等行业工作。此外,鉴于世界银行、亚洲基础设施投资银行等国际多边开发银行日益重视在能源、交通、市政等城市基础设施投资中的减碳效益等全球公共产品价值实现^[11],本书所提出的技术框架可为其方法学建设提供参考,并直接支撑相关投资活动的社会经济效益专项评估工作。

需要指出,目前国内低碳规划评估研究与实践总体处于起步阶段,本书并未能开展基于海量实证案例的荟萃性分析,难以进一步量化某类低碳规划措施的减碳效益影响区间,因此实操层面普适性的研究结论仍很有限。此外,当前片区尺度的城市更新逐渐成为中国新时期城市规划设计工作的主战场,一些学者已在开展社区生活圈规划的减碳效益实证研究^[12-13],本书对此类特定场景下低碳规划技术措施以及减碳评估技术的探讨相对较少,书中相关实证实践案例也存在缺失,有待后续进一步深化研究,及时总结先进案例做法。

面向未来,随着基于总量和强度的碳排放双控制度的建立,聚焦国土空间的高分辨率碳排放地图的构建、碳排放责任的时空分解和主体的明确、项目级碳评价等基础性制度的强化,城市低碳发展将实现从方法到广泛实践和政策融入的深刻转型。这要求每一位规划行业工作者算好空间账、能源账、经济账、碳排账,将碳管理融入规划设计全过程。对政策制定者

而言,一项关键任务在于将经过实践验证的低碳技术路径,系统转化为国家、地方及行业的标准与规范,并通过刚性约束与激励政策相结合,以可测量、可报告、可验证的方式推动规模化的城市低碳转型,从而为全球气候治理贡献中国城市的智慧与方案。

参考文献 References

- [1] IPCC. Climate change 2022: mitigation of climate change[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
- [2] 中共中央,国务院. 中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见[Z]. 2021.
Central Committee of the Communist Party of China, State Council. Opinions on completely, accurately and comprehensively implementing the new development concept and effectively performing carbon peak and carbon neutrality work[Z]. 2021.
- [3] 王凯. 中国城镇化的绿色转型与发展[J]. 城市规划, 2021, 45(12):9-16.
WANG Kai. Green transformation and development of urbanization in China[J]. City Planning Review, 2021, 45(12): 9-16.
- [4] 叶祖达,徐伟,潘海啸,等. 翡翠城市+: 中国城市规划设计减碳技术与效益[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2025: 5.
YE S, XU Wei, PAN Haixiao, et al. Emerald cities+: a study on quantifying the carbon emissions mitigation impacts of urban planning and design principles for Chinese cities[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2025: 5.
- [5] 卡尔索普事务所,宇恒可持续交通研究中心,高觅工程顾问公司. 翡翠城市: 面向中国智慧绿色发展的规划指南[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017: 348.
Calthorpe Associates, China Sustainable Transportation Center, Glumac Engineering Consultants Co., Ltd. Emerald city: a planning guide for China's smart and green development[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2017: 348.
- [6] 中共中央,国务院. 中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见[Z]. 2019.
Central Committee of the Communist Party of

- China, State Council. Several opinions of the Central Committee of the Communist Party of China and the State Council on establishing a territorial spatial planning system and supervising its implementation[Z]. 2019.
- [7] 自然资源部办公厅. 市级国土空间总体规划编制指南(试行)[Z]. 2020.
General Office of the Ministry of Natural Resources. Guideline for compiling city-level territorial spatial master plans (trial implementation)[Z]. 2020.
- [8] 能源基金会,宇恒可持续交通研究中心,北京数城未来科技有限公司. 翡翠城市理念在中国城市的实施绩效评估[R]. 2024.
Energy Foundation China, China Sustainable Transportation Center, CityDNA. Performance evaluation report on the implementation of emerald city principles in Chinese cities[R]. 2024.
- [9] 江亿,胡珊. 中国建筑部门实现碳中和的路径[J]. 暖通空调, 2021, 51(5):1-13.
JIANG Yi, HU Shan. Paths to carbon neutrality in China's building sector[J]. Heating Ventilating & Air Conditioning, 2021, 51(5): 1-13.
- [10] 孙娟. 城市街区减碳规划方法集成体系[J]. 城市规划学刊, 2022(6):102-109.
SUN Juan. Methodology of integrated planning toward urban block-level carbon reduction[J]. Urban Planning Forum, 2022(6): 102-109.
- [11] 舒晓婷. 专访白乐夫: 亚投行致力于支持成员低碳发展与推进绿色转型[EB/OL]. (2025-04-21) [2026-03-11]. <https://www.21jingji.com/article/20250421/herald/fbe930973c25c826ac691249e316097e.html>.
SHU Xiaoting. Interview with BAI Lefu: AIIB committed to supporting members' low-carbon development and promoting green transformation[EB/OL]. (2025-04-21)[2026-03-11]. <https://www.21jingji.com/article/20250421/herald/fbe930973c25c826ac691249e316097e.html>.
- [12] 王璇,陈宇琳,韩治远,等. 绿色出行视角下社区生活圈规划的减碳潜力评估——以上海市北新泾街道为例[J]. 城市发展研究, 2024, 31(6):81-89.
WANG Xuan, CHEN Yulin, HAN Zhiyuan, et al. Carbon reduction potential assessment of community life circle planning: from the perspective of green travel[J]. Urban Development Studies, 2024, 31(6): 81-89.
- [13] 张元龄,陈宇琳,姜洋,等. 社区生活圈低碳出行环境评价与规划启示——以北京、上海、深圳、海口4个城市为例[J]. 上海城市规划, 2024(4):24-30.
ZHANG Yuanling, CHEN Yulin, JIANG Yang, et al. Low-carbon transport environment evaluation for community life circles and planning enlightenment: a case study of Beijing, Shanghai, Shenzhen, and Haikou[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2024(4): 24-30.