

低碳新城蓝绿空间系统规划方法探索与实践 ——以重庆市永川科技生态城为例

Planning Strategy Research and Practice on Blue-Green Space System of Low-carbon New City: A Case Study in Yongchuan Science and Technology Eco City of Chongqing

陈 丹¹ 杨凌晨^{2*}
CHEN Dan¹ YANG Lingchen^{2*}

(1. 上海交通大学设计学院, 上海 200240; 2. 华建集团上海现代建筑装饰环境设计研究院有限公司, 上海 200041)
(1. School of Design, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China, 200240; 2. Shanghai Modern Architectural Decoration Environmental Design and Research Institute Co., Ltd., Shanghai, China, 200041)

文章编号: 1000-0283(2023)12-0049-09
DOI: 10. 12193 /j. laing. 2023. 12. 0049. 006
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2023-08-14
修回日期: 2023-10-25

摘 要

低碳理念与蓝绿空间系统规划在新城规划建设过程中起着统筹引领作用。通过梳理低碳新城规划策略和蓝绿空间系统规划方法的相关研究, 探索和实践低碳新城蓝绿空间系统规划途径, 以期为同类型新城建设提供可借鉴示范。从蓝绿空间整体格局构建、景城共融多元功能、智慧生态促进绿色低碳和蓝绿空间协同发展4个角度探索低碳新城蓝绿空间规划方法。以重庆市永川科技生态城为例, 对低碳新城蓝绿空间系统规划方法进行实践: 以生态筑底强调蓝绿空间的渗透和系统化、整体化的构建方式; 在景城共融中纳入了山地眺望体系、城市风廊规划、公园和绿道系统规划以满足蓝绿空间多元功能的叠加效应和低碳需求; 在智慧低碳城市建设中, 从低碳目标策略和碳汇城市建设探索低碳可持续发展的途径; 最后, 以海绵设施建设作为韧性提升体系推动低碳新城蓝绿空间可持续发展。

关键词

风景园林; 蓝绿空间; 低碳; 新城建设; 规划方法

Abstract

Low carbon concept and blue-green space system planning play a leading role in the planning and construction of the new town. By summarizing and analyzing the relevant research on low-carbon new town planning strategies and blue-green space system planning practice, this paper explores the blue-green space system planning approach of low-carbon new towns to provide a model for constructing new towns. This study explores the planning methods of a new low-carbon city from four perspectives: constructing the overall pattern of blue-green space, integrating multiple functions of landscape and city, promoting green and low-carbon with smart and ecological means, and collaboratively developing blue and green spaces. Taking Chongqing Yongchuan Science and Technology Eco City as an example, we practice the blue-green space system planning method of low-carbon New Town. Firstly, build an ecological foundation, emphasizing the penetration of blue-green space and the systematic and integrated construction method; Second, integrate the landscape and the town, including the mountain overlooking system, urban wind corridor planning, and park and greenway system planning to meet the superposition effect of multiple functions of blue-green space and low-carbon demand. Thirdly, construct a smart low-carbon city, exploring the ways of low-carbon sustainable development from the low-carbon target strategy and the construction of an urban carbon sink. Finally, sponge facilities construction is the supporting system to promote the sustainable development of blue-green space in low-carbon new towns.

Keywords

landscape architecture; blue-green space; low-carbon; new city construction; planning strategy

陈 丹

1984年生/女/辽宁盘锦人/博士/副教授、硕士生导师/研究方向风景园林规划设计、绿色空间服务功能

杨凌晨

1982年生/男/云南保山人/硕士/景观专项院院长, 华建集团滨水生态景观技术带头人/研究方向生态景观规划设计

2020年联合国生物多样性大会生态文明论坛明确提出了碳达峰、碳中和的战略目标和举措, 城市是实现“双碳”目标的重要阵

地, 城市空间结构、土地利用、交通模式、蓝绿空间质量对于低碳城市发展有着重要影响。20世纪以来, 大规模的新城建设在全球

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: 57398596@qq.com

基金项目:
国家自然科学基金“城市公园生境格局形态对健康行为影响机理与评价”(编号: 32001361)

各地不断发生,截至2015年,全球有3万多个新城和类新城,中国县及县以上的新城新区数量超过3 500个,新城建设快速发展过程和粗放的城市发展模式带来了各类资源和能源消耗以及碳排放快速增长等社会、生态和经济问题^[1-2]。同时,新城建设实践也推动了理论研究与探索,生态低碳的城市建设与更新正在成为城市发展的关注重点,蓝绿空间建设是实现低碳目标的重要手段^[3-4]。《自然资源部关于全面开展国土空间规划工作的通知》(自然资发〔2019〕87号)提到“城市结构性绿地、水体等开敞空间的控制范围和均衡分布要求”,强调蓝绿空间系统的有机融合^[5]。不同于传统绿地和水系规划,蓝绿空间规划更强调其系统化、网络化、融合性和协调性,强调多学科合作。在生态文明作为国家战略的基础上,新城建设如何在规划开始就将低碳理念和蓝绿统筹融入规划建设的过程中是需要进一步探索的重要问题,低碳新城蓝绿空间系统规划方法的探索与实践有其必要性。

1 相关研究进展

1.1 低碳新城规划策略相关研究

当前,国内外诸多城市都在积极探索低碳新城的规划方法与实践应用,已有研究提出低碳城市的主要特征,包括和谐共生、健康多样、高效循环、紧凑复合等方面^[6-7]。国内关于低碳新城建设的理念和策略多集中在总体规划层面,如土地使用、交通模式、节能减排、指标体系构建等^[6-9],低碳理念较难落实到具体的空间规划层面。无锡太湖新城中瑞低碳生态城规划建立了一套相对全面的指标体系,分为可持续城市功能、可持续绿色交通、可持续能源利用、可持续水资源利用、可持续固废处理、可持续生态环境、可

持续建筑设计7大类、26小类、47项指标,在一定程度上关注了指标的可操作性^[10]。这些指标体系一般关注蓝绿空间总量,较少考虑蓝绿空间的系统性。在新城建设中,应进一步思考自然要素对低碳目标的积极作用,构建层级网络化的蓝绿空间系统。

城市蓝绿空间的系统规划被认为是实现低碳新城建设的重要途径。已有研究表明城市绿化空间的占比规模与生态绩效呈现高度正相关,主要体现在缓解高温、稳固水土、增加碳汇、提高物种多样性等方面^[11]。国内外低碳城市建设均离不开蓝绿空间系统的统筹规划。以波特兰生态城市建设为例,强调城市内部绿色空间的网络化建设和生态环境修复,以及城市生态边界的湿地、廊道等绿色空间和环境保护区划定。西安常宁新城低碳社区规划从社区内、外两大低碳系统提出低碳策略。内系统包括社区绿地系统、节能设计和社区功能的复合,外系统包括更大范围的绿地系统规划、道路交通系统规划、公共服务设施系统规划等^[12]。通过“设计结合自然”划定城市增长边界,注重城市发展的空间结构组织,从系统连接绿化空间和城市结构弹性适应等6个方面提出低碳时代的城市规划途径^[13]。《上海市新城规划建设导则》强调绿地低碳城市建设,实现碳中和,这种低碳城市的建设除了需要节能减排、植树造林、碳交易等形式,还需要蓝绿交织、开放贯通的“大生态”格局^[5]。

1.2 蓝绿空间系统规划方法相关研究

一项来自18个国家调查数据的研究表明人们暴露在蓝绿空间的频率和自然的连通性与幸福感呈正相关^[14]。蓝绿空间不仅具有重要的社会、文化和游憩功能,还是城市韧性支撑系统的重要组成部分^[15-16],能降低雨洪

风险、维持生物多样性、提升水质^[17]。2000年以来以波特兰和西雅图为代表的生态城市最先关注城市蓝绿空间带来的生态效益,在城市规划和风景园林规划中积极结合绿色基础设施规划,并拓展到蓝绿空间区域和廊道的修复和保护。自然解决方案(NBS)多用于蓝绿空间的修复,是通过设计干预下恢复自然要素自身形态,逐渐恢复或实现生态系统的自然运作,是实现蓝绿生态网络生态效能提升的可行策略^[18]。在NBS理论支撑下,荷兰通过扩挖河道、外推防洪堤、增加河滩面积等措施,扩大滞洪区域;同时结合堤防后撤,建设滨水绿带与半岛工程,应对气候变化的同时提升河岸整体景观品质,带动沿线经济社会发展^[19]。

伴随着国内城镇不断开发建设和生态文明国家政策的引导,在学习国外先进经验的同时,国内学者不断探索国土规划中蓝绿空间系统规划技术路径和具体对策措施^[20]。在蓝绿空间生态效益理论研究层面,一项关于上海城市热环境研究发现绿地的冷岛效应强度排序为楔状>放射状>点状>带状,提出整合绿地和水体的生态系统,限制河岸开发,在公园内引入人工水,在老城区插入点状绿地,沿着盛行风的方向在道路上设置绿化带,并在城市边缘规划楔形绿地等蓝绿空间的布局策略^[21]。NBS理论也被应用在河道裁弯工程和海绵城市修复等方面^[22],以生态化手段最大化蓝绿网络的生态服务功能。

在实践方面,英国伦敦地区很早就开始注重泰晤士河与开放空间的网络化联系,让河流在开放空间体系中发挥重要作用^[23]。对蓝绿空间资源的系统识别是蓝绿空间规划的首要任务,不仅包括水系和绿色空间,还涵盖“山水林田”等多要素系统的整体识别、分析与规划^[24]。陈竞姝^[25]提出通过保障生态

基地、蓝线控制和增加洪泛平原来释放水的弹性,联通城乡绿色生态网络来增加绿的弹性,并提升滨水岸线的多样性和设施弹性以实现蓝绿空间的韧性提升。曹靖^[26]以合肥市南淝河为例,从水环境综合整治、蓝绿线划定、生态岸线改造、滨水空间建设等方面,探索蓝绿空间的规划、建设和管理路径。周天庆^[27]通过Inforworks水文模拟和GIS地理分析,识别承载生态功能的潜在蓝绿空间,针对成都市东部新城的雨洪安全影响构建生态防护体系。

近年来,蓝绿空间规划正逐步朝着网络复合化的方向发展,黄铎等^[28]建立了与国土空间规划体系相对应的宏观、中观和微观蓝绿空间规划设计体系与空间模式,强调全域蓝绿空间格局和网络体系的构建和设计引导。如珠三角全域蓝绿空间网络规划,以蓝绿基础设施作为城市韧性支撑系统,提倡再自然化导向的城乡环境修补^[15]。李柳意等^[29]对石家庄都市区的生态系统服务和健康共7大生态因子的供需效能进行定量评估,构建生态系统评价体系,提出蓝绿空间“区—廊—面—线”的生态格局和对应优化策略。

综上所述,目前学者们对低碳发展和蓝绿空间的重要社会生态服务功能有了深入的认识,不断探索低碳新城和蓝绿空间系统规划的方法;具体对策措施从原有的理念探索和指标体系建立走向更为具体的操作措施,从单一城市绿地系统规划和水系规划转向城乡全域的体系构建,强化生态自我调节、修复功能,促进城市与自然和谐共生,实现可持续发展。但是理论研究与实践应用的结合度仍有待进一步提升,尤其是在新城建设中,如何结合低碳目标,实现蓝绿空间系统规划仍是需要解决的问题。

2 低碳新城蓝绿空间规划方法探索

新城建设是中国城镇化进程的重要组成部分,也是“双碳”目标的重要实践场所,新城的规划建设,应从总体规划到控制性详细规划,从生态、景观、产业到生活,不断探索空间规划的应对措施,全面推进低碳理念在各个层面的系统实施。基于对以往国内外相关理论研究和实践探索的经验总结,低碳新城蓝绿空间规划应坚持尊重自然、顺应自然、保护自然,坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主,守住自然生态安全边界,全面系统地实施低碳理念。

2.1 生态筑底,构建蓝绿空间整体格局

在宏观尺度上,对城乡区域山、水、林、田、湖等自然要素进行识别,对已划定的具有重要生态服务功能的生态廊道与斑块进行保护与修复。主要途径是划定生态红线、蓝线、绿线,采用自然解决方案、恢复自然植被群落,以及构建人工湿地、生态驳岸等技术手段,逐步恢复破坏的生态环境,以生态价值转化为重要驱动的发展模式。

蓝绿空间应纳入城市“绿线”和“蓝线”进行管控,确保生态空间不被侵占,成为城市的蓝绿基底。“蓝色”空间含河流、湖泊、水库、湿地、坑塘、沟渠等水生态敏感区;“绿色”空间包括具有生态高度敏感、高服务价值的廊道和斑块,以及城区内的绿线、公园绿地、交通绿化隔离带、城市通风廊道、城市绿道系统等。单一的水系空间结构或传统的绿地系统规划布局结构已不能满足低碳新城蓝绿空间建设的目标需求,作为城市中重要的生态功能空间——生态绿地、生态水域,蓝绿生态网络的连接和融合,将实现两者在城市低碳与生态空间结构上的“演变”与交融”。应严格控制蓝绿空间占比,

以系统性、连通性为原则,构建纵横交错、蓝绿交织的生态网络。

2.2 景城共融,实现蓝绿空间多元功能

低碳新城建设关注社会、城市与自然的有机融合,提升蓝绿品质、激发城市活力,实现城市健康有序的可持续发展也是其重要目标。蓝绿空间与城市景观结合而构成的城市生态廊道和公共开放空间体系将充分融合生态、社会和经济服务功能。如上海黄浦江全线45 km的滨水空间三线贯通工程正是一个融合蓝绿空间与城市社会经济生活的有机载体。将城市居民的活动引入蓝绿空间,也是对蓝绿空间的活化与利用,有助于蓝绿空间向城市其他区域辐射,进而提升城市的健康与活力。

2.3 智慧生态,促进城市绿色低碳转型

应在新城建设伊始就制定强有力的既定框架,将低碳理念和策略融入到整体项目发展框架中^[30]。除了常规的土地使用、交通模式、产业布局、节能减排、指标体系构建等低碳策略的应用,蓝绿交织的生态空间系统构建有助于促进城市绿色低碳转型和可持续发展,保障碳汇的空间总量和合理布局。充分利用新一代信息技术,促进生态城市与智慧城市的融合,对绿色低碳目标进行动态监测与过程管理,推动低碳城市的可持续发展。

2.4 海绵建设,统筹蓝绿空间协同发展

“山系、水系、绿系”是基本的自然海绵体,构成了城市蓝绿空间的主体骨架,是绿色低碳城市建设的重要支撑体系。在新城建设过程中,应统筹蓝绿空间协同发展,体现生态结构—过程—功能的有机结合,充分利

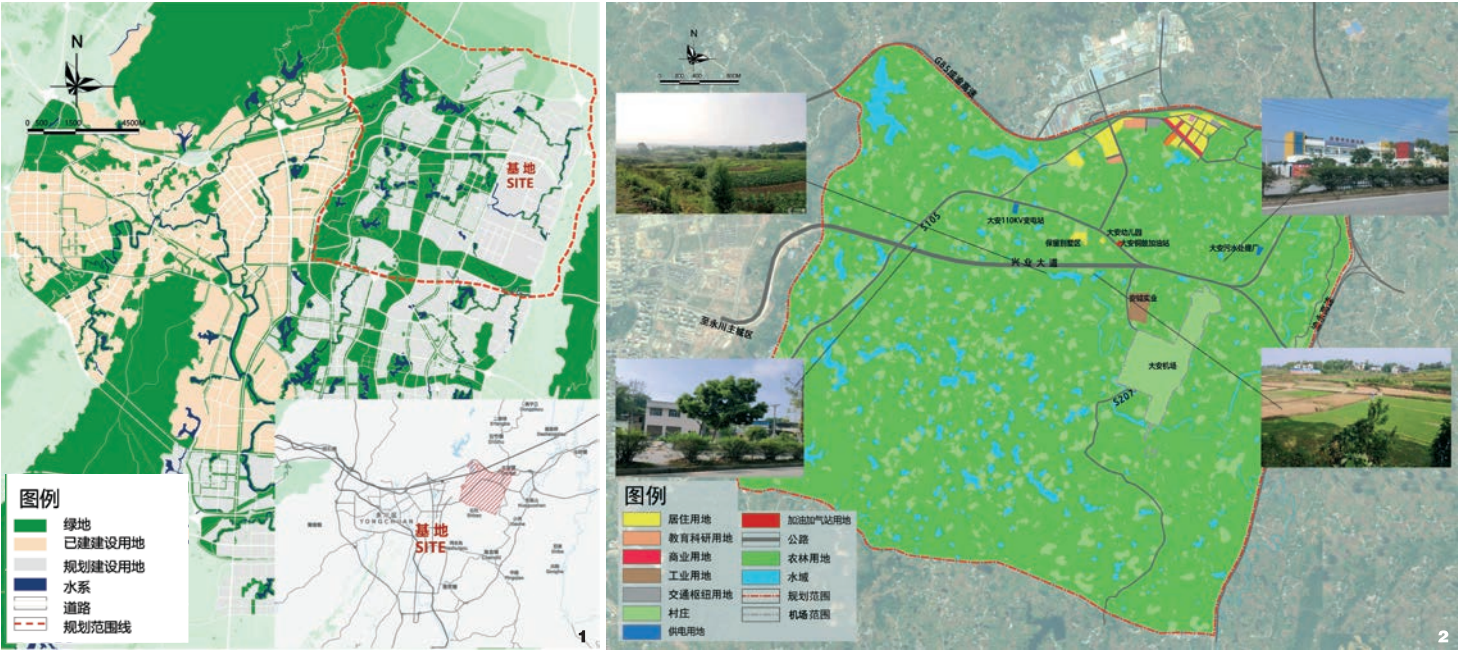


图1 永川科技生态城区位图
Fig. 1 Yongchuan science and technology eco city location
图2 永川科技生态城现状图
Fig. 2 Current status of Yongchuan science and technology eco city

用地表径流与植被生长的自然规律^[31]。对于城市河湖水面，采用水面+湿地的过渡形式，建设生态水岸与植物净化湿地，增加城市水系的自净化能力。对于城市绿地系统，采用乡土物种、多物种群落，建立森林化的、丰富的植物系统。

3 重庆永川科技生态城蓝绿空间系统规划实践

3.1 区位、现状与目标定位

永川科技生态城既是成渝双城经济圈建设新平台，也是低碳新城建设的进一步探索，对推动国内低碳新城建设具有重要的示范意义。永川科技生态城位于重庆永川的东部，东以久永高速为界，西靠铁岭山，南至强华水库，北至大安产业园，规划面积35 km²，研究面积60 km²（图1）。

研究区域现状自然条件优越，山水格局

突出。规划区为带状丘陵地带，呈台地状，地势整体西北侧高东南侧低，中部与西部有小型山丘。基地水系沟壑丰富，植被繁茂，环境优越。区内海拔最低点为305 m，最高点为425 m，竖向最大高差为120 m。场地坡度在8%以内的区域占90%，坡度相对较平缓，适宜建设。自然生态本底主要以基地西侧的蔡英岩为基础，三条河流穿越基地，分布有隆济河、七一水库、跃进湖水库等水体，基地东北侧有大安街道及大安镇，除此之外还有许多自然村落伴水而生星罗棋布，地形平缓，山水格局天然而成（图2）。

以山水为骨架，绿色为基底，构建全域城乡一体化绿色空间格局。本研究从山系、水系和绿系的问题识别入手，科学定位永川科技生态城蓝绿空间系统发展方向，从生态筑底、景城融合和智慧低碳三个角度，结合海绵城市建设、水系和绿地系统规划作为支

撑体系，编制永川科技生态城蓝绿空间系统规划（图3），兼顾社会、经济和自然的整体效益，满足低碳发展理念和目标，实现新城的绿地低碳可持续发展。

3.2 生态环境优势与劣势

3.2.1 优势

永川区多年平均降水量为1 043.96 mm，属湿润地区。科技生态城内现状以田地山林为主，地形低丘缓坡为主，生态基底良好；现有河流、溪流、水库、池塘等多种水体类型和数量，有利于多种风格水系景观和生态湿地的挖掘与建设；建成区外部基本为天然河道，保留了河流的自然形态，本底条件较好，可塑性强，利于自然山水的塑造；科技生态城西高东低，河道纵坡较陡（远大于一般河道平均0.5‰的纵坡），水动力充足，行洪顺畅。

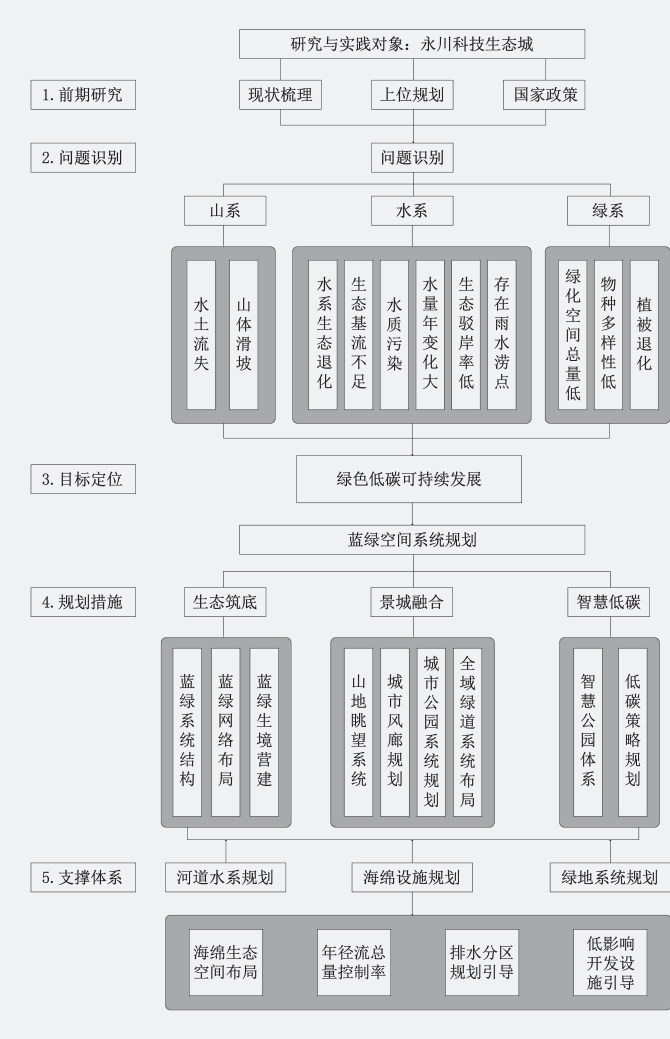


图3 永川科技生态城蓝绿空间体系规划思路
Fig. 3 Planning ideas for the blue-green spatial system of Yongchuan science and technology eco city

图4 以生态价值转化为重要驱动的发展新模式
Fig. 4 A new development model driven by the transformation of ecological value

3.2.2 劣势

永川科技生态城现状绿色空间总量不足, 植被多样性不高; 降水年内变化大, 导致河道水量年内变化较大, 枯水期水源匮乏, 雨季洪峰流量较大; 城内水系均为山地河溪, 完全依靠降水补给, 汇水面积较小; 总体存在水土流失现象, 生态基流不足, 影响水生动植物生长; 水环境质量总体较好, 但也存在部分河流污染现象; 农村居民点分散, 实

施集中处理难度大, 面源污染管防控不足。

3.3 规划策略

3.3.1 以自然、人文和健康为目标的生态筑底

充分识别和分析现状山、水、林、田、湖等自然要素和道路、社区、城市基底等人工要素。梳理水系、绿地等生态基底, 进行生态环境修复; 串联绿道, 提升环境, 建设郊野功能; 植入产业, 提升品质, 引导城市

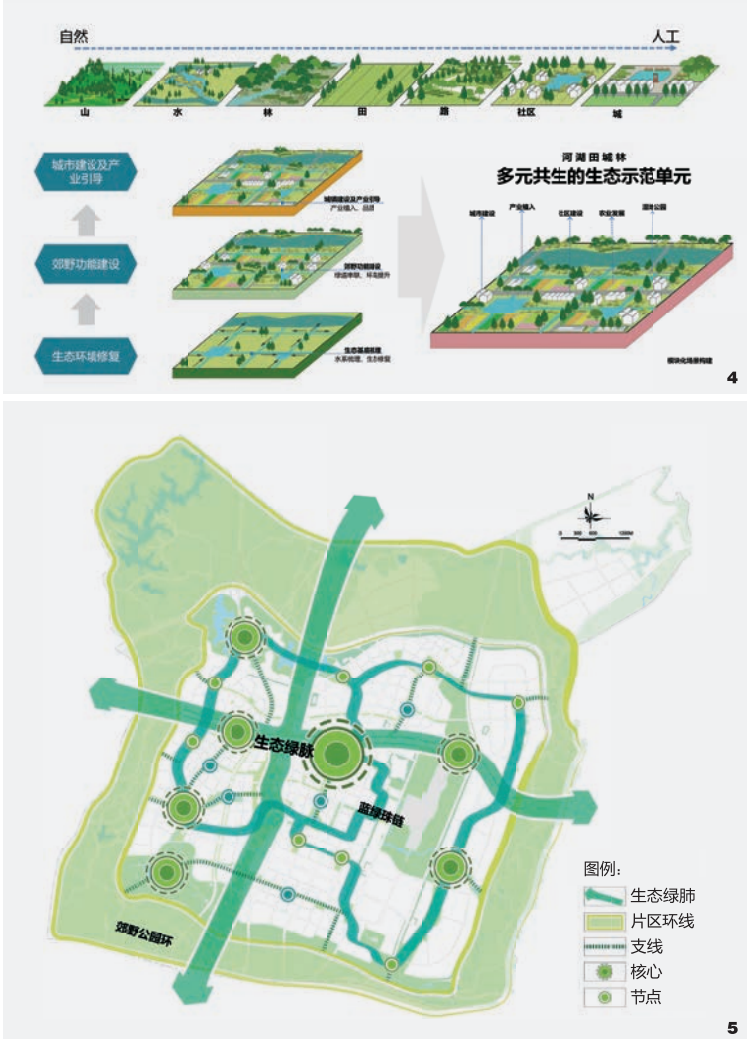


图5 永川科技生态城规划蓝绿空间结构与网络布局
Fig. 5 The blue-green space structure and network layout of Yongchuan science and technology eco city planning

建设及产业。以生态价值转化为重要驱动的发展新模式, 从城市建设、产业植入、社区建设、农业发展和人居环境提升共建河、湖、田、城、林多元共生的生态示范单元 (图4)。

规划将蓝绿空间渗入城市环境, 形成“十字绿脉、蓝绿成环; 七核引领、多点覆盖”, 点、线、面相结合的蓝绿空间系统 (图5)。(1) “十字绿脉”: 南北向的郊野公园与东西向的综合公园构成永川科技生态城中

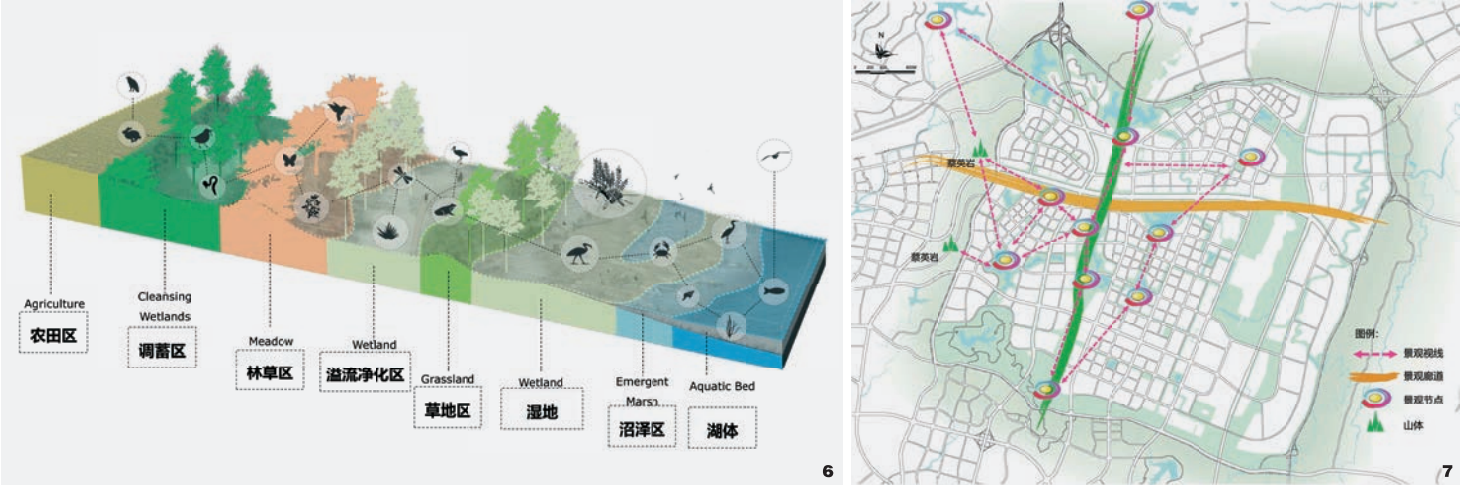


图6 典型断面 (栖息地营建与动物分布关系)
Fig. 6 Typical cross-section (relationship between habitat construction and animal distribution)

图7 永川科技生态城山地眺望系统
Fig. 7 Mountain view system of Yongchuan science and technology eco city

央超级公园。(2)“蓝绿成环”：依托丰富的水资源，疏浚河道，沿河道设置滨河绿地，串联各个组团，形成长11 km的蓝绿珠链，公园点缀其中。(3)“七核引领”：1个片区级绿地、6个组团级绿地，均匀分布于基地内部，成为组团的生态核心。(4)“多点覆盖”：由组团内布局的各街区和社区的小园林组成，与公共开放空间结合布局，数量庞大。绿脉、绿廊结合城市慢行系统和市政基础设施，串联组团中心、社区公园，形成网络化的蓝绿空间系统。

规划维持现行总规水体边界线作为水体保护线(蓝线)，绿地边界校核洪水位线以上至与坝顶高程齐平的库区范围，或水体保护线陆域纵深不少于30 m，择二者的较高标准作为绿化缓冲带范围线(绿线)。区域蓝绿空间占比达到60%，均衡布局、丰富类型、突出特色、网络串联，绿地指标全面达标国家生态园林城市标准。营建多种栖息地环境，为永川科技生态城各类动植物提供适宜的栖息环境，形成健康的生态系统，以保护生物

多样性(图6)。

3.3.2 风绿联动，具有山水特色的景城融合

3.3.2.1 山地眺望系统

依托基地及周边的生态本底，规划对现状水系和廊道进行梳理，通过水体净化、岸线柔化、周边活化等一系列手法，重构山水廊道。西部以蔡英岩山脉为景观视线高点，中央设置十字景观廊道，各个组团内部以湖面为景观节点，节点与节点之间形成良好的景观视线。规模化的线性公园系统，激活沿线地区，构筑一个卓越、充满活力的城市眺望系统(图7)。

3.3.2.2 城市风廊规划

城市通风廊道被认为是蓝绿空间网络体系构建的重要组成部分，也是优化局部气候，实现低碳目标的重要手段^[32]。针对永川大气及夏季主导风向特征，建设多条清风通道(偏东风)，将冷源空气输送到城市核心区域严格控制清风通道沿线建筑强度、高

度，增加通风面宽通过自然湖面并且在清风通道内开敞空间，预控人工水体室外温度下降2~3℃，以缓解新城热岛效应。在冬季，永川山体较多，冬季极易形成雾霾，建设多条清风通道(偏北风)，将冷源空气输送到城市核心区域严格控制清风通道沿线建筑强度、高度，增加通风面宽通过自然湖面并且在清风通道内开敞空间进行通风，以增强新风效应、减缓冬季雾霾(图8)。

3.3.2.3 城市公园、水系与绿道系统规划

依托生态本底，构建绿心、绿带和绿廊三级绿地体系：覆盖居住用地比例100%。人均公园绿地面积15.8 m²，实现5 min入园、10 min见水、15 min郊游(图9)。串联现状湖面、河流，贯穿流域格局，沿水系打造环状绿廊，实现蓝绿交织、水城共融。分级调控水位水量，全过程保障水系水质，核心区水域空间站比27.1%。

结合蓝绿空间系统布局郊野绿道(串联各个郊野公园形成的连续贯通的郊野环线)、

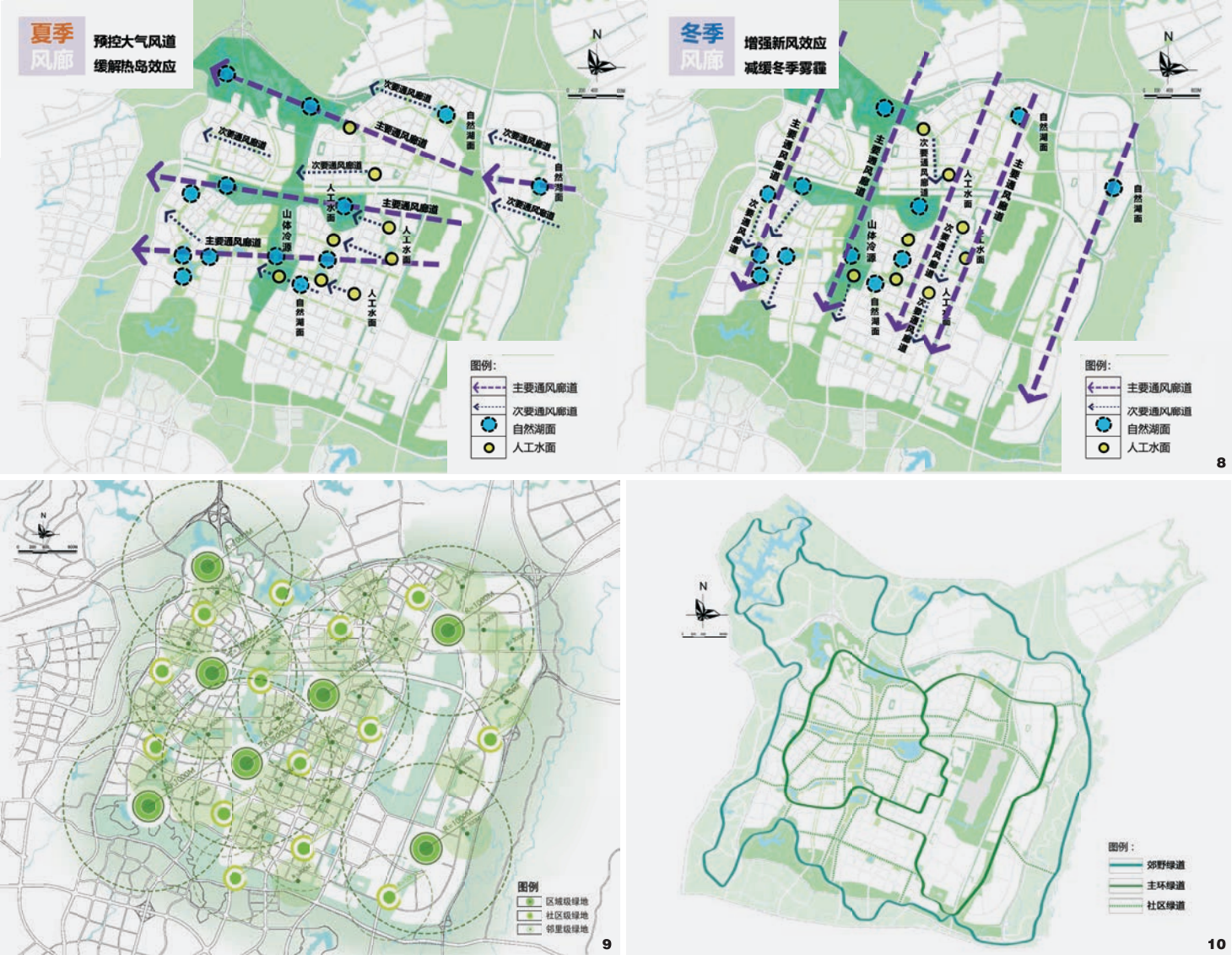


图8 永川科技生态城风廊规划
Fig. 8 Yongchuan science and technology eco city wind corridor planning

图10 贯通全域的绿道体系规划
Fig. 10 Planning of greenway system that connects the whole area

图9 城市公园体系规划
Fig. 9 Urban park system planning

主环绿道（串联各组团的带状绿地形成的绿道）、社区绿道（串联各个绿地节点形成的绿道）三级绿道网络，营造安全舒适的慢行系统，兼顾交通出行与休闲游憩功能（图10）。在绿道的重要景观节点设置具有休闲、健身、娱乐等综合功能的休憩节点。多环串联，多级连接，绿道成网，慢行便捷，形成贯通全

域的绿道系统。

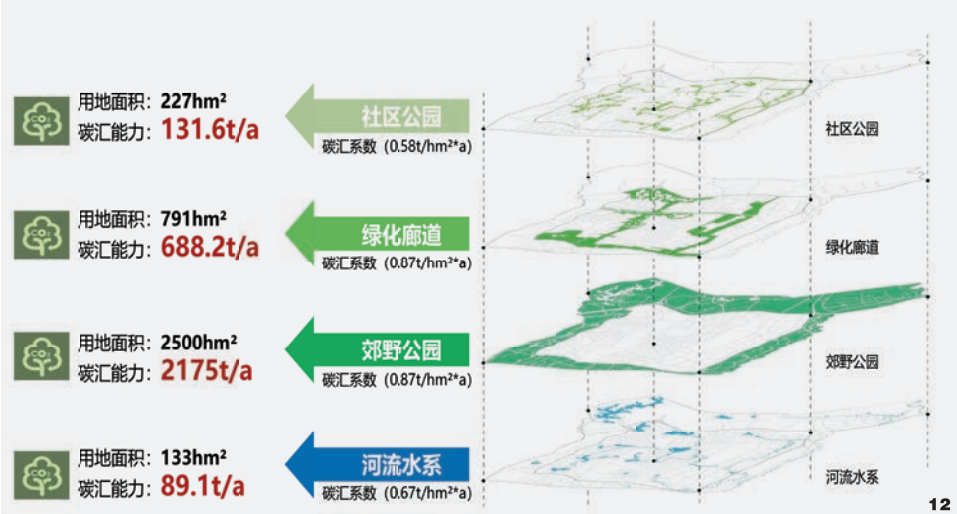
3.3.3 智慧低碳策略

科学推进城市园林绿化建设，完善城市蓝绿生态网络，促进城市绿色低碳转型和可持续发展。城市与自然融合共生的蓝绿空间、安全韧性的城市系统，以及循环高效、资源

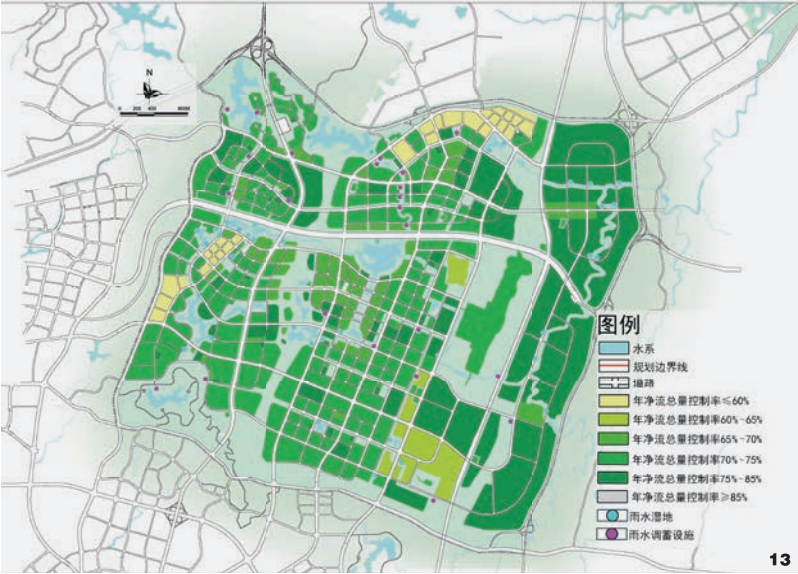
节约的城市发展策略正是低碳新城的最佳体现。规划从生态体系、交通体系、公共服务体系、产业体系、TOD引导和开发策略6个体系提出满足低碳目标的途径（图11），并结合节能减排、植树造林等形式实现碳中和。建立智慧公园体系，实现资源集约利用，同时保障碳汇的空间总量和布局（图12）。



11



12



13



14

图11 永川科技生态城低碳目标系统性规划
Fig. 11 Systematic planning of low-carbon goals for Yongchuan science and technology eco city

图12 碳汇的空间总量和布局
Fig. 12 The total amount and layout of carbon sink space

图13 地表径流空间分布图
Fig. 13 Spatial distribution map of surface runoff

图14 海绵生态空间布局
Fig. 14 Sponge ecological space layout

海绵城市生态空间是区域内雨水循环利用的重要载体。通过建筑与小区对雨水应尽收、市政道路确保绿地集水功能、景观绿地依托地形自然收集、骨干调蓄系统形成调蓄枢纽，形成四级雨水综合利用系统，达到对雨水的“渗、滞、蓄、净、用、排”，实现雨水全生命周期的管控利用。用地内部的绿地空间与街道绿地进行空间上的组织连接，再通过绿道的连通，如道路绿化带与河岸缓冲绿化带进行串联，将绿色空间与蓝色空间有机联系起来；同时，在绿地空间布置相应的海绵设施，如小区内部或街道绿地中可布置雨水花园、调蓄池等，道路绿化带可布置植草沟、下凹式绿地等，通过地形高差处理，在降雨过程中，形成连贯的地表径流通道，实现蓝绿空间融合、海绵设施高效运作的目的。

4 结语

低碳新城蓝绿空间系统规划是一项具有交叉学科特点的创新性工作，需要在实践中不断进步。本研究基于永川科技生态城蓝绿空间系统规划实践，以低碳可持续为目标，提出了生态筑底、景城共融、智慧低碳和海绵设施建设等措施，探索低碳新城蓝绿空间系统建设的发展思路。生态筑底强调了蓝绿空间的保护与修复，渗透与融合和系统化建立方式；景城共融纳入了山地眺望体系、城市风廊规划和城市公园、水系与绿道规划以满足景观游憩和低碳目标；智慧低碳则从低碳目标策略和保障碳汇的空间总量和布局挖掘低碳途径；最后纳入海绵设施建设途径以支撑低碳新城蓝绿空间系统可持续发展。希望通过本研究的尝试性探索，为中国低碳新城建设和蓝绿空间系统规划提供一个可借鉴的示范。



注：文中图片均由作者绘制。

参考文献

[1] FORSYTH A. The British New Towns: Lessons for the World from the New-town Experiment[J]. Town Planning Review, 2019(3): 239-246.

[2] 冯奎. 中国新城新区发展报告[M]. 北京: 中国发展出版社, 2015.

[3] 郑德高, 王英. 新城发展取向与创新试验——基于国际建设经验与未来趋势[J]. 上海城市规划, 2021(04): 30-36.

[4] 黄晋, 张逸, 蔡颖, 等. 《上海市新城规划建设导则》编制的思路与方法[J]. 上海城市规划, 2021(04): 7-13.

[5] 自然资源部. 自然资源部关于全面开展国土空间规划工作的通知[R/OL]. (2019-05-28)[2019-10-11]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-06/02/content_5396857.htm

[6] 高侠. 长沙梅溪湖新城低碳生态城市规划探索与实践[J]. 住宅科技, 2015, 35(04): 1-5.

[7] 颜文涛, 王正, 韩贵锋, 等. 低碳生态城规划指标及实施途径[J]. 城市规划学刊, 2011(3): 39-50.

[8] 王晓君, 郭君君. 基于低碳生态导向的新城新区控规策略与实践——以山西科技创新城为例[C]// [出版者不详]. 持续发展 理性规划——2017中国城市规划年会论文集(15控制性详细规划), 2017: 219-226.

[9] 林秀明, 高鹤鹏, 郭凯. 基于产城融合的生态新城控详规划创新探索——以沈阳市浑河新城西区控制性详细规划为例[C]// [出版者不详]. 持续发展 理性规划——2017中国城市规划年会论文集(15控制性详细规划), 2017: 168-176.

[10] 杨晓凡, 李雨桐, 贺启滨, 等. 无锡太湖新城的生态规划和建设实践[J]. 城市规划, 2014(02): 31-36.

[11] 杨东峰, 殷成志. 城市空间快速增长的区域生态风险防御——国际经验检讨与规划调控初探[J]. 国际城市规划, 2014(3): 76-82.

[12] 侯全华, 张杰. 西安常宁新城低碳社区规划策略研究[J]. 华中建筑, 2014, 32(06): 104-108.

[13] 周岚, 于春. 低碳时代生态导向的城市规划变革[J]. 国际城市规划, 2011, 26(1): 5-11.

[14] WHITE M P, ELLIOTT L R, GRELLIER J, et al. Associations Between Green/Blue Spaces and Mental Health Across 18 Countries[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 8903.

[15] KÜHN M. Greenbelt and Green Heart: Separating and Integrating Landscapes in European City Regions[J]. Landscape and Urban Planning, 2003, 64(1-2): 19-27.

[16] 王世福, 刘联璧. 从廊道到全域——绿色城市设计引领下的城乡蓝绿空间网络构建[J]. 风景园林, 2021, 28(08): 45-50.

[17] JONGMAN R H G, KOLVIK M, KRISTIANSEN I. European Ecological Network Sand Greenways[J].

Landscape and Urban planning, 2004(68): 305-319.

[18] KEESSTRA S, NUNES J, NOVARA A, et al. The Superior Effect of Nature Based Solutions in Land Management for Enhancing Ecosystem Services[J]. Science of the Total Environment, 2017, 610-611: 997.

[19] MIQAM D G, WOUTER T D G. "Room for River" Measures and Public Visions in the Netherlands: A Survey on River Perceptions Among Riverside Residents[J]. Water Resources Research, 2009(45): 1-11.

[20] 吴岩, 贺旭生, 杨玲. 国土空间规划体系背景下市县蓝绿空间系统专项规划的编制构想[J]. 风景园林, 2020, 27(01): 30-34.

[21] DU H Y, CAI Y L, ZHOU F Q, et al. Urban Blue-Green Space Planning Based on Thermal Environment Simulation: A Case Study of Shanghai, China[J]. Ecological Indicators, 2019, 106: 105501.

[22] 王向荣, 林箐. 自然的含义[J]. 中国园林, 2007, 23(1): 6-17.

[23] TURNER T. Greenways, Blueways, Skyways and Other Ways to a Better London[J]. Landscape and Urban Planning, 1995, 33(1-3): 269-282.

[24] 余俏. 山地河谷型城市蓝绿空间规划管控研究——以重庆开州区为例[C]// 中国城市规划学会, 成都市人民政府. 面向高质量发展的空间治理——2021中国城市规划年会论文集(15山地城乡规划), 2021: 127-139.

[25] 陈竞姝. 韧性城市理论下河流蓝绿空间融合策略研究[J]. 规划师, 2020, 36(14): 5-10.

[26] 曹靖. 人水和谐的蓝绿空间融合路径探索——以合肥市南淝河为例[J]. 城乡规划, 2021(05): 81-90.

[27] 周天庆. 基于蓝绿空间建设的城市雨洪安全系统构建——以成都市东部新城为例[C]// [出版者不详]. 面向高质量发展的空间治理——2020中国城市规划年会论文集(01城市安全与防灾规划), 2021: 659-668.

[28] 黄铎, 易芳蓉, 汪思哲, 等. 国土空间规划中蓝绿空间模式与指标体系研究[J]. 城市规划, 2022, 46(01): 18-31.

[29] 李柳意, 邓曦. 生态系统供需视角下石家庄蓝绿空间规划研究[C]// [出版者不详]. 面向高质量发展的空间治理——2021中国城市规划年会论文集(08城市生态规划), 2021: 577-586.

[30] NIKOLOGIANNI A, MOORE K, LARKHAM P. Making Sustainable Regional Design Strategies Successful[J]. Sustainability, 2019, 11(4): 1024.

[31] 左翔, 许博文, 刘晖. 基于蓝绿协同度评价的绿地格局优化研究[J]. 园林, 2022, 39(05): 30-36.

[32] 成雅田, 吴昌广. 基于局地气候优化的城市蓝绿空间规划途径研究进展[J]. 应用生态学报, 2020, 31(11): 3935-3945.