

基于“双碳”目标的大都市近郊生态修复规划策略分析

Strategies of Ecological Restoration Planning in the Suburbs of Metropolis under Dual Carbon Goal

杨天翔¹ 王德朋² 史 今¹ 郭淳彬^{1*}
YANG Tianxiang¹ WANG Depeng² SHI Jin¹ GUO Chunbin^{1*}

(1.上海城策行建筑规划设计咨询有限公司, 上海 200003; 2.自然资源部大都市区国土空间生态修复工程技术创新中心, 上海 200003)

(1.Shanghai Urban Consultancy of Planning & Design Co., Ltd., Shanghai, China, 200003; 2.Technology Innovation Center for Land Spatial Eco-restoration in Metropolitan Area, MNR, Shanghai, China, 200003)

文章编号: 1000-0283(2022)01-0041-08
DOI: 10. 12193 /j. laing. 2022. 01. 0041. 006
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2021-11-16
修回日期: 2021-12-04

摘 要

生态修复是国土空间规划重要的专项内容和落实生态文明建设的关键工程,可系统影响区域低碳发展战略,而低碳层面的约束引导是推动“双碳”目标实现的重要工具。相较其他地区,大都市近郊地区对实现“双碳”目标具有重要的战略意义,故有必要借鉴成熟的全球经验和地区实践,归纳面向“双碳”目标的生态修复规划技术。研究系统梳理了当前与“双碳”目标密切相关的实践经验、政策法规、技术标准等,结合“双碳”目标底层原则,归纳得出在相关实践应用中的典型策略,包括需求侧优化、供给侧优化和负排放增强。以目前上海市近郊地区的土地整治、专项规划等项目为例,以生态农业园功能分区/布局优化、宅基地撤并/农民集中居住、可再生能源回收利用、材料循环使用/在地化/混凝土替代、适生植物/有机农业、硬质铺装改造等阐述需求侧优化措施;以光伏、地热、风电等非化石能源、新能源研发基地,绿色交通基础设施等阐述供给侧优化措施;以碳汇覆盖提升、稳定性增汇构建、固碳植被种类/布局优化等阐述负排放增强措施。总结得出自然要素和人为要素两大生态修复规划控制体系,基于现行国土空间规划体系提出生态修复规划的整体应用架构,根据实施保障要求提出各类非空间要素决策的赋能路径。

关键词

“双碳”目标;大都市近郊;生态修复规划;国土空间规划;上海市

Abstract

Ecological restoration is an important special content of land spatial planning and a key project to implement the construction of ecological civilization, which can systematically affect the regional low-carbon development strategy. Constraint guidance at the low-carbon level is an important tool to promote the realization of the dual carbon goal. Compared with other metropolises in China, the suburban areas of metropolitan areas are of great strategic significance to realizing the dual carbon goal, so it is necessary to draw on mature global experience and regional practice and summarize the ecological restoration planning technology aimed at the dual carbon goal. The research system sorted out the current practical experience, policies and regulations, technical standards closely related to the dual carbon goal, combined with the underlying principle of the dual carbon goal, and summarized the typical strategies in the relevant practical applications, including demand-side optimization, supply-side optimization and negative emission enhancement. Take land improvement and special planning projects in the suburbs of Shanghai, for example, supply-side optimization measures, homestead consolidation / farmer concentration, renewable energy recycling, material recycling / localization / concrete replacement, suitable plant / organic agriculture, hard pavement renovation; supply-side optimization measures for non-fossil energy, photovoltaic, geothermal, new energy research and development base, green transportation infrastructure, negative emission improvement measures with carbon sink coverage improvement, stability sink construction, carbon fixation vegetation type / layout optimization. This paper summarizes the two ecological restoration planning control

杨天翔
1987年生/男/上海人/硕士/工程师/研究方向为生态规划和空间决策研究

郭淳彬
1985年生/男/上海人/硕士/高级工程师/研究方向为国土空间规划、战略规划、绿地与生态规划

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

基金项目:
自然资源部大都市区国土空间生态修复工程技术创新中心开放课题“小型生境重构技术在大都市近郊生态修复中的应用研究——以浦东新区合庆镇市级土地整治项目(二期)为例”(编号: CXZX202007)

system of natural elements and human elements, the overall application structure of ecological restoration planning based on the current territorial spatial planning system, and the enabling path of various non-spatial factors according to the implementation guarantee requirements.

Keywords

dual carbon goal; suburbs of metropolis; ecological restoration; territory spatial planning; Shanghai

1 研究背景

1.1 生态修复规划与“双碳”目标

生态修复广义上是指针对受干扰或损害的生态系统，遵循生态学原理和规律，主要依靠生态系统自组织、自调节能力，以及适当人为指导，遏制生态系统进一步退化；狭义上强调充分发挥生态系统的自组织和自调节能力，依靠系统自身“能动性”促使已受损生态系统恢复为未受损时状态。当前，生态修复正向着区域性、空间性、系统性、功能性、综合性等整体化趋势转变；其中，国土空间生态修复规划是在一定时期和国土空间内开展生态保护修复活动的指导性、纲领性文件，通过统筹实施范围、预期目标、工程内容、技术要求、投资计划、实施路径等保障提升修复活动的生态—社会—经济效益^[1-2]，是落实生态文明建设的关键工程。

“力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”（即“双碳”）是中国履行生态文明和国际责任的重要承诺。作为生态修复的实体对象，土地生态系统可全面影响城市运营效率和碳排放，决定与之适应的区域能源系统是否集约高效，与各类减排和捕集措施密切相关，其有效的配置规划有利于整合各类资源，降低终端用能负荷，是低碳目标管理的重要构成^[3-4]；另外，在空间和行为“锁定作用”下^[5]，较难通过技术补救抵消空间系统失序导致的碳排放增长，亟需强化公共性、公益性、基础性的前期决策^[6-7]。

在中国规划体系中，生态修复规划具有落实总体规划强制内容、引导约束详细规划的重要功能，其低碳层面的政策纲领是国家“双碳”目标的重要支撑。

1.2 大都市近郊地区减碳重要性

在世界范围，建筑、产业、交通的能源消耗占比分别达到35%、32%和28%，碳排放量占比分别达到38%、32%、23%^[8-9]，大都市外围近郊是重要的产业和交通承载地区，具有一定规模的建设用地（建筑）和生态要素，大都市近郊所处的外围地区呈连绵分布特征，具有较大的空间规模和碳排—碳汇总量，其低碳化程度对区域节能减排有显著影响，对实现“双碳”目标具有重要的战略意义。

大都市近郊既承载着城市功能与资产，也兼具乡村特色发展效益^[10]，在都市资源和乡村资源的双向支配下，往往难以确定精准、有序的建设模式；其所在的城市边缘地带环境变化剧烈、社会稳定性差、经济潜在生产力高^[11]，加之开发周期长和产权主体模糊，不利于应对与财政状况、建设思路等有关的风险^[12]。相较其他地区，大都市近郊地区“双碳”要素对有序管控的需求更强，亟需提升生态修复规划等调控决策的系统理性。

文章系统梳理当前与“双碳”目标密切相关的实践经验、政策法规、技术标准等，并结合上海市近郊地区的土地整治、专项规划等地方实践，归纳上述路径在生态修复类

规划中的典型策略和优化措施，旨在为基于“双碳”目标的大都市近郊生态修复规划技术提供启示。

2 生态修复规划策略分析

2.1 政策纲领梳理

“双碳”目标自2020年11月提出以来，国务院、生态环境部和地方人民政府基于实际情况出台了一系列政策。其中，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》提出经济社会全面转型、产业结构调整、能源体系、交通运输体系、城乡建设质量、重大科技攻关推广、碳汇能力等关键抓手^[13]；《2030年前碳达峰行动方案》提出能源绿色转型、节能增效、工业—城乡建设碳达峰、交通运输低碳化、循环经济、科技创新、碳汇巩固提升等10大重点行动^[14]；《中国应对气候变化的政策与行动白皮书》（以及“2020年度报告”）提出碳汇巩固提升（纳入生态保护红线）、绿色产业消费、高碳项目准入、能源结构、节能与能效、资源节约集约、重点行业控制、城乡建设和建筑绿色、交通体系低碳化、非二氧化碳温室气体减排等行动纲要^[15-16]；上海市生态环境保护“十四五”规划关注碳排放核查管理、碳捕获利用封存（重点行业）、碳汇体系建设（林地、湿地等）、全国交易制度等^[17]；上海市能源发展“十四五”规划关注产业结构（高能耗清退）、能源结构（非化石消费倾

斜)、资源整合与多元化等^[18]。

可见,“双碳”全国性政策强调能源结构调整、重点排放治理、资源使用优化、碳汇能力提升等基础要求,地方发展战略进一步细化供给—需求管理和系统响应,这也是大都市近郊地区的关注对象。

2.2 实践经验总结

近年来,世界主要发达国家均开展了城乡低碳社区的建设实践。其中,英国的BedZED社区和德国的Bismarck社区是位于郊区较知名的案例,规划通过就地取材、资源回收、被动式建筑调节、非化石能源、低碳生活倡导等方式实现低碳目标,这两个案例都验证了通过低技术理念实现低碳、低成本、舒适、环保社区的可行性^[19]。基于众多成功的实践案例,世界自然基金会(WWF)提出紧凑型城市开发、负责任的个人行动、资源消耗影响削减、能源消耗足迹减量、土地生态碳汇保持、能效提高与循环经济发展等6大行动原则(“CIRCLE”原则)^[3];由约100个成员组成的“C40”城市集团倡导基底低碳、结构低碳、形态低碳、支撑低碳、行为低碳等建设模式^[20]。基于实证调研和分析,联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)提出为使全球升温控制在1.5℃,能源、土地、城市、基础设施(交通/建筑)、工业系统等应深度快速转型,优先考虑降低能源和土地需求,兼顾碳捕捉和封存^[7];《中国气候路径报告》结合1.5℃和2.0℃情景,列出交通模式升级、化石能源替代和脱钩、能效提升(创新改造)、需求减免、林地碳汇等国内成本效益较高的路径^[6]。

可见,关于土地和空间的低碳化实践主要关注紧凑开发、混合功能、集约设施、行为引导、碳汇强化等,低成本、近自然等模式

导向对大都市近郊地区生态修复具有适用性。

2.3 技术标准分析

相关实践经验已被归纳为低碳目标管理准则,需要指出的是,一些源于发达地区的技术体系适用于大都市近郊。其中,LEED城市与社区对土地利用(紧凑/混合/互联)、交通服务(公交主导/慢行引入/燃料替代/智能化)、电网(可靠性/需求公平与协调/低影响)等子系统提出要求,并包含排放管理、能源效率、可再生能源、低碳经济、废弃物管理等环节^[21];BREEAM社区包括了热岛缓解、能源节约、可再生能源(现场/未来潜在)、土地和建筑再利用、公交与公服可达、交通替代(慢行等)、绿色材料等^[22];CASBEE城市采用的环境负荷指标和综合品质指标倡导城市结构集约化、低碳交通及流量管理、能效提升(改善高能耗)、可再生能源、生物质能、绿地碳汇、热岛缓解等^[23];Green Star社区倡导基础设施投资、能源生产布局、场地资源再利用、绿色交通供应(公交/慢行)、土地利用(紧凑/混合/互联/价值保护)、开发模式(可达性/多样性/混合使用)等^[24];SITES关注施工管理(低排放设备/零废/土壤—植被恢复)、运营维护(弃材削减/土壤—植被健康/节能/可再生能源)等层面维护生态系统服务长期潜力,并倡导材料选择、低维护植被等措施^[25]。

可见,低碳目标的管控因素不仅涉及能源供应和管理方式的完善,还包括土地、设施、交通、建筑等负荷和能效优化,部分体系对碳汇等生态服务功能也有关注。

2.4 小结

“双碳”本质上针对工业化、城镇化、机动化将固定于大气圈外的化石能源过度

快地“异化”为游离态温室气体,以致超出了自然体系的自组织和自调节能力,引发全球性气候、灾害等响应^[7,26],这应当成为“双碳”目标的根本关注要素。在当前国土空间生态修复框架下^[1],结合源头治理、系统治理、整体治理等规划理念^[27],将政策纲领、实践经验、技术标准和理论依据概括为需求侧优化(土地、空间、功能、设施等)、供给侧优化(类型替代及战略、配套设施等)和负排放增强(生态要素等),这也是基于“双碳”目标的大都市近郊地区生态修复规划的三大重点方向。

3 优化策略与应用案例分析

3.1 需求侧优化策略

在大都市近郊国土空间生态修复规划编制中,可在区划协调衔接/分区方案(生产空间格局、生活空间格局)、区划协调衔接/任务路径系统(能源设施系统、绿化植被系统、产业系统)、任务路径管理(场地工程建设导引)等关键技术环节^[1]落实需求侧优化策略。

3.1.1 生态农业园功能分区/布局优化

以《金山区漕泾镇市级土地整治规划》(规划范围约3.65 km²)为例,规划在全域形成种植基地、农业科技、冷链物流、分拣中心、会员活动等功能分区,对粮食生产功能区、蔬菜生产保护区和特色农产品优势区外的耕种布局进行优化;以最小干预为原则,在原仓库、生产区间增加生产路联系,将相关要素适度集聚和整合,减少生产、转运、销售环节的物料输运能耗。规划结合农业生产现状和转型发展需求,优化升级生态农产品供应—销售链,构建网络化现代农业平台(图1)。

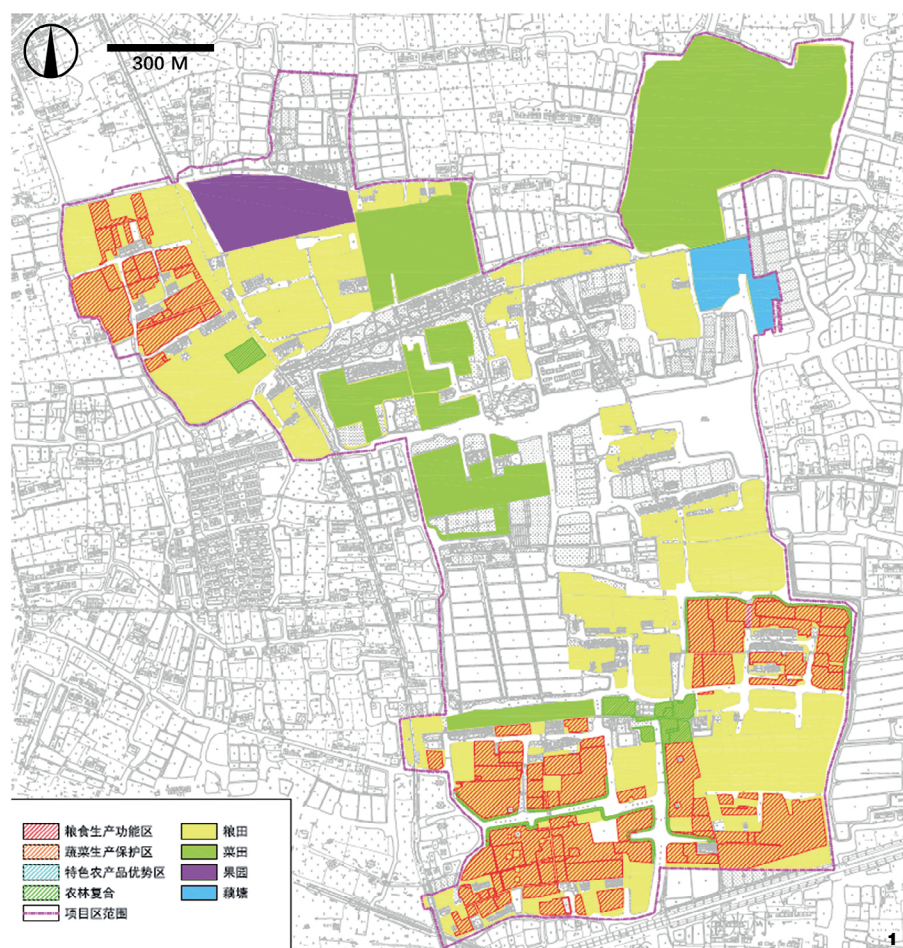


图1 农业生产布局规划图
Fig.1 Planning layout of agricultural functions in Caojing Town

3.1.2 宅基地撤并/农民集中居住

以《闵行区浦江新市镇郊野地区发展规划》（规划范围约570 km²）为例，规划共涉及37个现有村落，现状建设用地无序且分散，宅基地、工业、道路交通等建设用地共1178 hm²；以上海生态环境综合修复示范为重要目标，着力打造绿色生态示范区，依托浦江绿环、郊野分区、发展核心、联系走廊等整体空间结构，对现有村庄的建设用地实施集中撤并，形成丰收村、芦胜村等7个重点片区，系统提升了郊野地区土地利用、交通、供应设施的紧凑集约度，降低了各类运

营排放。

3.1.3 可再生能源回收利用

以《青浦区重固镇新丰村生态循环农业示范基地规划》（规划范围约3.84 km²）为例，规划以蔬果专业合作社为主体，将种植业、渔业等与加工业有机联系，将农业废弃物回收处理再利用，“减肥减药”提高农业生产资源利用率。利用物种多样化、微生物科技等核心技术在多模块间构建能源、资源良性循环网络，通过流程优化满足各类农业生产资料和中间环节需求，减少废弃物处置的碳

排放，优化产业结构，节约农业资源，降低灰色能耗。

3.1.4 材料循环使用/在地化/混凝土替代

以《浦东新区合庆镇市级土地整治（二期）》（规划范围约2.55 km²）为例，规划注重回收利用宅基地平整、废弃围墙拆除等产生的大量废旧建材和废旧农具，在田间道路、村庄整治等微更新工程考虑废旧建材的再利用工艺设计（图2），并以低碳加工作为主要的施工技法，道路路基和路面、建筑外墙等普遍实现了废旧建材的绿色循环，降低材料生产、物料运输、建材处置等前后端需求，降低地块更新周期内的隐含碳或灰色能耗。

3.1.5 适生植物/有机农业

以《金山区漕泾镇市级土地整治》（规划范围约3.65 km²）为例，规划拟在水库村北侧（“溪渠田园”）发挥农庄设施集聚和农业品牌集中的现状优势，大力培育、发展精品农业，结合粮食生产功能区、蔬菜生产保护区、特色农产品优势区建设要求（图3），引入有机蔬果种植专业化公司，通过高科技实现化肥、燃料的需求脱钩；基于生态农产品运作模式，各生产单元配建生活聚落和设施场地，进一步降低传统产业的化石能源依赖，形成相对集约的自循环绿色农业体系。

3.1.6 硬质铺装改造

以《浦东新区合庆镇市级土地整治（二期）》（规划范围约2.55 km²）为例，规划对建设用地采用低影响开发措施，规划村庄路、田间道、生产路三级道路采用可渗透铺装，其中生产道路普遍采用透水混凝土，村庄路、田间路局部采用排水沥青（图4），既满足车辆、机械等承载功能，也增加了雨水下

渗量和土壤湿度，通过蓄存雨水的蒸发过程降温增湿，减轻近地面热量积聚，整体缓解地表过热，降低乡村建设用地主动式降温措施及冷媒排放。

3.2 供给侧优化策略

在大都市近郊国土空间生态修复规划编制中，可在区划协调衔接/分区方案（特殊产业空间布局）、区划协调衔接/任务路径系统（能源设施系统、交通设施系统）、任务路径管理（能源工程建设导引）等关键技术环节^[1]落实供给侧优化策略。

3.2.1 光伏、地热、风电等非化石能源

以浦东航头镇新能源示范基地（规模约4.4 km²）为例，规划通过挖掘场地适用的非化石能源类型，强化光伏、地热（冷）、风电等化石能源替代措施，成为2010年上海世博会“城市与乡村互动”演绎基地。其中，“沈湖农庄”基于地下室布局制冷取暖设备，通过管道连通各房间实现地冷资源利用，无需通过空调等冷媒驱动即可实现25℃左右的稳定室温，人工湖四周布局了装机容量为200 KW风力和太阳能发电装置，满足市政设施用电需求。

3.2.2 新能源研发基地

以《临港新片区国土空间规划前期研究（奉贤区四团镇）》（规划范围约66.0 hm²）为例，规划奉贤区四团镇新能源产业集群充分利用近郊地区在土地、人才、配套等方面的区位优势，结合周边产业资源联动需求和规划条件，与临港奉贤公司合作布局了千亩智联新能源产业园。园区现已入驻多家新能源产业公司和研发智库，与周边高技术产业片区联动，形成新能源产业发展走廊，充分调动

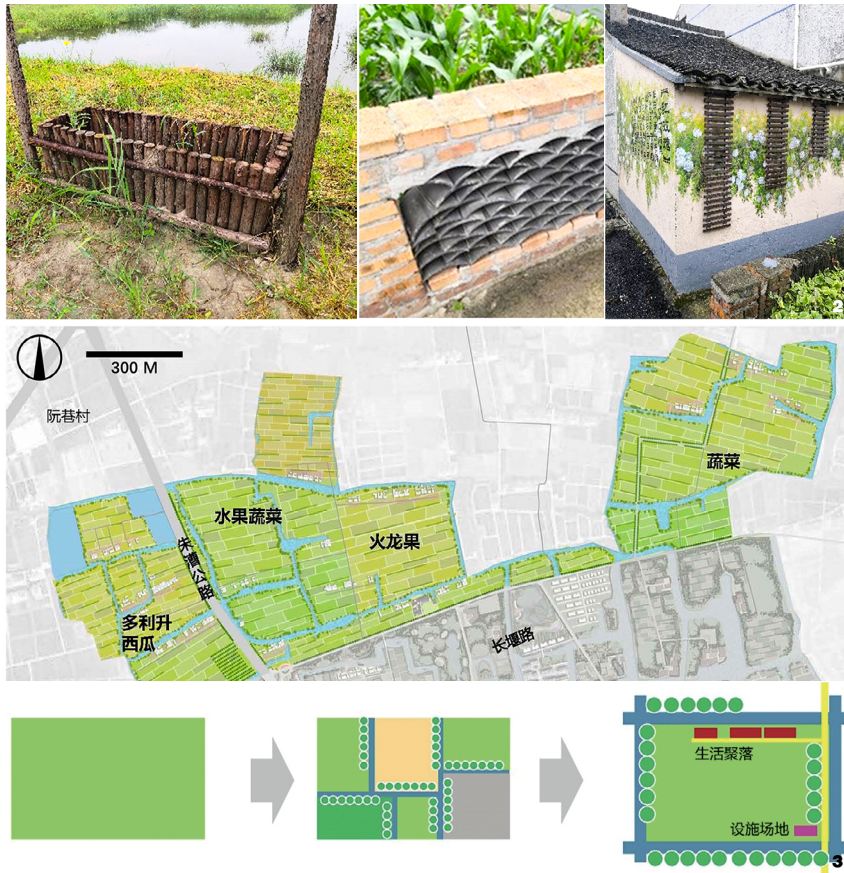


图2 结合废旧木材、砖石、建材的场地改造意向

Fig.2 Images of site reconstruction aided by recycled wood, masonry and other building materials

图3 漕泾溪渠田园功能分区图

Fig.3 Planning layout of function zones in Xiqu Garden, Caojing Town

大都市周边低碳发展的战略后补资源。

3.2.3 绿色交通基础设施

以《浦锦街道丰收村公共基础设施提升专题规划研究》（规划范围约1.50 km²）为例，规划针对片区发展定位、功能业态、目标人群等要素，构建集约智慧的市政基础设施，营造品质开放的滨江公共空间；结合新能源汽车发展趋势，引入新型基础设施优化交通、市政、公服和公共空间品质，规划园区交通主要以低碳的电动园车和自行车为主，并按服务需求配建高品质服务驿站，增设以分布式能源为主要能源的充电桩设施（图5）。

3.3 负排放增强策略

在大都市近郊国土空间生态修复规划编制中，可在现状评估分析（现状碳汇格局）、区划协调衔接/分区方案（生态保护空间）、区划协调衔接/任务路径系统（绿化植被系统）、任务路径管理（绿化工程建设导引）等关键技术环节^[1]落实负排放增强策略。

3.3.1 碳汇覆盖提升

以《临港主城区生态空间专项规划》（规划范围约343 km²）为例，规划前期引入现状碳汇功能的本底评价，由CASA模型得出陆域生态系统每年有机物质年净初级生产量

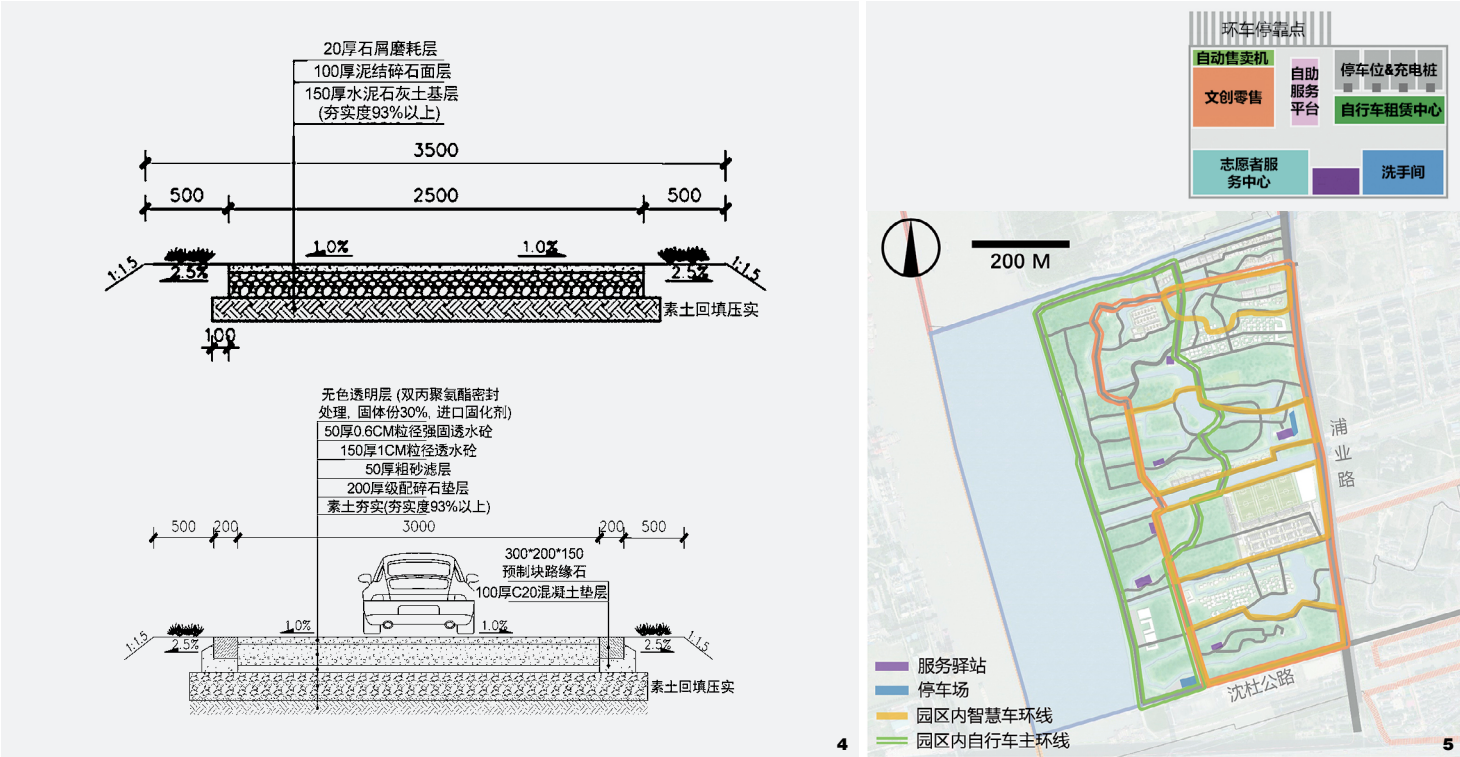


图4 泥结碎石道路和混凝土道路横断面
Fig.4 Cross-section images of clay-lime bound macadam and concrete road

图5 丰收村单元公共基础设施整治布局
Fig.5 Planning layout of infrastructure rearrangement in Fengshoucun Unit

(NPP)，由光合—呼吸作用得出固碳量；以供需关系和均匀布局为原则，规划在现状固碳能力“低谷”地区增设成片植被固碳要素，提升高郁闭度森林或农田的覆盖度，进一步增加区域碳汇总量，为未来产业、居住功能引入加固生态屏障（图6）。

3.3.2 稳定性增汇构建

以《浦东新区合庆镇市级土地整治项目（二期，生境重构示范基地）》（规划范围约9.34 hm²）为例（图7），规划以现状河道水系和近水林地为基础，通过河岸带缓坡改造、生态浅滩设置、生态林地改造、防护林林相改造、路肩生态廊道等微观措施，改善生物栖息地功能；构建“基于自然的解决方案”

和近自然植被体系，采用微地形调整、优化现有林地，构建“乔—灌—藤—草”的复合立体群落，增加生境多样性；通过蜜源、食源植物强化生态系统整体功能，反馈提升碳汇系统稳定性。

3.3.3 固碳植被种类/布局优化

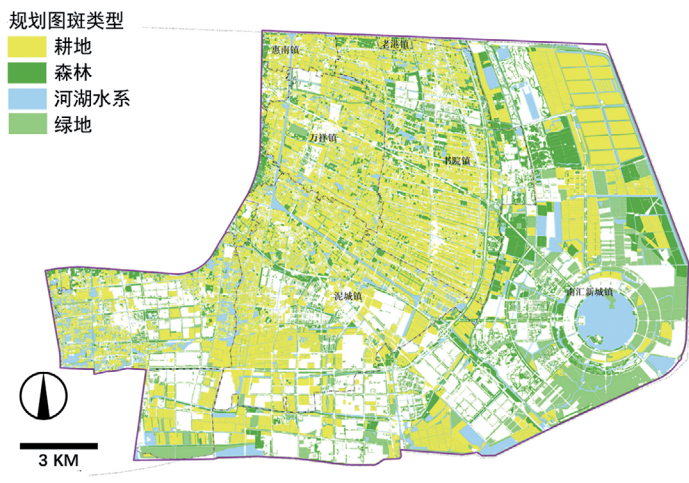
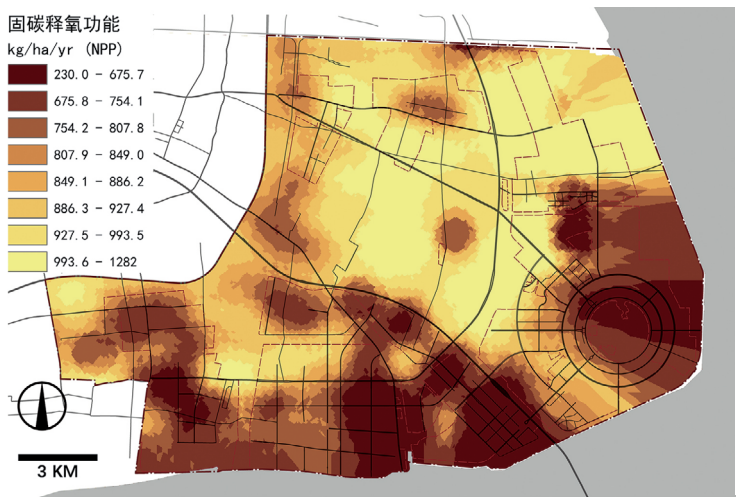
以《浦东新区合庆镇市级土地整治项目（二期，生境重构示范基地）》（规划范围约9.34 hm²）为例，规划强调植物材料的针对性选取，在现有土壤基质较完备处采用优势、适生植物巩固现有碳汇能力，同时降低维护需求；适当提高速生树种、色叶树种、低龄树木和固氮植物比例，优先选用常绿灌木和落叶乔木，通过植被复合群落增加单位场地

的三维绿量；规划充分结合基地水面率高的特色，引入沉水植物群落构建、水下森林生境重构等创新技术，进一步利用了碳汇空间资源。

4 结论与建议

4.1 生态修复规划要点

在现行的国土空间规划体系下，生态修复规划主要包括生态保护修复与国土综合整治。基于典型策略和地方实践，基于“双碳”目标的大都市近郊生态修复规划可重点关注现状评估分析（现状碳汇格局）、区划协调衔接/分区方案（生态保护空间、生产空间格局、生活空间格局，特殊产业空间布局）、区划协调衔接/任务路径系统（能



源设施系统、交通设施系统、绿化植被系统、产业系统)、任务路径管理(场地工程建设导引、能源工程建设导引、绿化工程建设导引)等实施路径^[1]。结合大都市近郊地区的“双碳”关联要素,自然要素和人为要素是地区性生态修复规划需要关注的两大基本控制体系。

自然要素指生产空间、生活空间外人类活动极少的区域,如林地、草原、湿地、海洋、山区等。这类要素不会产生人为排放,在未优化状态下即可发挥“双碳”价值,当前主要由“山水林田湖草”生态保护修复(总体规划层面)明确空间管制和要素管控要求,应重视前期功能性要素识别,通过空间类政策明确以保护为主的管制方式。人为要素主要指生产和生活空间,如农田、农宅、城区、开发区等;这类要素必然经过规模化人为改造,特性和属性已远离自然要素,是抵消或补偿人为排放的重要区域,当前主要由国土综合整治(详细规划层面)等进行发展目标管理,有必要基于实施性政策工具并借鉴成体系的低碳路径进行空间优化,以推导可靠、可行的建设管控措施。根据国土

空间生态修复的对象和原则^[1-2],当两类要素(人为要素)实现净排放可控,将通过自然体系的自身修复实现有序状态。

4.2 规划实施建议

从空间规划体系层面,大都市近郊的生态修复规划结合国土空间规划体系形成重大专项或项目库^[28],通过职能协同、工作协同、

机制协同等实现这类特殊地带的空间政策合力^[17-27]。例如,为衔接市县总体规划,生态修复规划应重点识别战略意义重大的成片区域,结合建设用地布局、开发强度、非化石/可再生能源工程、绿色交通、新能源产业、生态农业、热岛调控区(开发边界内开敞空间和通风廊道)等,提出优化原则,结合覆盖度、稳定化等要求落实负排放增强的

范围和原则。为衔接详细规划，根据上述总体规划的专项管控和约束，构建体系性综合导则并纳入控制性详细规划、建设工程设计、实用性村庄规划、土地整治等^[29]，结合项目建设、材料使用、产业模式、场地设计、绿化选择等，进一步落实供给侧、需求侧、负排放的法定管控要求。

在空间规划体系之外，大都市近郊等重要地区的生态修复需进一步完善源头治理、系统治理、整体治理等实施措施^[27]，以进一步应对“双碳”因素的复杂性和不确定性。应强化“双碳”目标管理的闭环机制，建立健全各部门、各主体的配额分配、排放核查等碳市场机制^[17]，进一步统筹发展—安全、经济—效率、增量—存量等关系^[18]，实现能源排放与经济社会的可持续发展的相辅相成；可借助地理信息系统、关系型数据库、一体化决策平台等，将生态修复空间规划与资金配套、项目准入、管控标准等信息响应衔接^[29-30]，以提升业主、供应商、市政公司、政府、金融机构等多方联动和整体决策力，进一步赋能大都市近郊区“双碳”的全要素目标管理。 

参考文献

- [1] 王夏晖, 张箫, 牟雪洁, 等. 国土空间生态修复规划编制方法探析[J]. 环境保护, 2019, 47(5): 36-38.
- [2] 乔治·甘恩, 等. 生态恢复实践的国际原则与标准(第二版)[M]. 刘俊国, 译. 北京: 科学出版社, 2021.
- [3] 龙惟定, 白玮, 梁浩, 等. 低碳城市的城市形态和能源愿景[J]. 建筑科学, 2010, 26(2): 13-18.
- [4] 颜文涛, 王正, 韩贵锋, 等. 低碳生态城市规划指标及实施途径[J]. 城市规划学刊, 2011, 195(3): 39-50.
- [5] 潘海啸, 汤葐, 吴锦瑜, 等. 中国“低碳城市”的空间规划策略[J]. 城市规划学刊, 2008, 178(6): 57-64.
- [6] 陈白平, 陆怡, 刘恭毅, 等. 中国气候路径报告[R]. 波士顿咨询集团, 2020.
- [7] ALLEN M R, DE C H, DUBE O P, et al. Technical Summary. In: Global Warming of 1.5℃[R]. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018.
- [8] World Energy Statistics and Balance 2020[R]. International Energy Agency, 2020.
- [9] Energy Technology Perspectives 2020[R]. International Energy Agency, 2020.
- [10] 曹春芳, 贺卫东, 南金琼, 等. 近郊型乡村规划方法探讨——以乐清市虹桥镇长山社区为例[J]. 小城镇建设, 2014(1): 47-49.
- [11] 王如松. 绿韵红脉的交响曲: 城市共耗生态规划方法探讨[J]. 城市规划学刊, 2008, 173(1): 8-17.
- [12] 许安拓. 乡村振兴中的项目为什么落地难[J]. 人民论坛, 2019(6): 57-59.
- [13] 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]. 2021-09-22.
- [14] 国务院. 2030年前碳达峰行动方案[Z]. 2021-10-26.
- [15] 国务院. 中国应对气候变化的政策与行动白皮书[Z]. 2021-10-27.
- [16] 生态环境部. 中国应对气候变化的政策与行动2020年度报告[R]. 2021-07-13.
- [17] 上海市人民政府. 上海市生态环境保护“十四五”规划[Z]. 2021-08-18.
- [18] 上海市人民政府. 上海市能源发展“十四五”规划[Z]. 2021-06-25.
- [19] 张力玮. 我国城市低碳郊区化发展思路研究[J]. 规划师, 2013, 29(S2): 206-209.
- [20] 林姚宇. 低碳城市的国际实践解析[J]. 国际城市规划, 2010(1): 121-124.
- [21] LEED for Cities & Communities: V4.1 Rating Systems[S]. U.S. Green Building Council, 2019.
- [22] BREEAM for Communities Technical Guidance Manual[S]. BRE Global Limited, 2017.
- [23] CASBEE for Cities: Pilot Version for Worldwide Use Manual[S]. Japan Sustainable Building Consortium/Institute for Building Environment and Energy Conservation, 2015.
- [24] The Green Star Communities Guide for Local Government[S]. Green Building Council of Australia/AECOM, 2014.
- [25] SITES: V2 Rating Systems[S]. American Society of Landscape Architects/The University of Texas at Austin / The United States Botanic Garden, 2014.
- [26] ARIAS P A, BELLOUIN N, COPPOLA E, et al. Technical Summary. In: Climate Change 2021: the Physical Science Basis[R]. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021.
- [27] 生态环境部. 关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见[Z]. 2021-01-14.
- [28] 上海市人民政府. 上海市自然资源利用和保护“十四五”规划[Z]. 2021-09-13.
- [29] 周银波, 黄耀志. 以低碳化城乡建设发展为目标的控制指标体系探析[J]. 现代城市研究, 2011(7): 77-81.
- [30] 沈清基, 安超, 刘昌寿. 低碳生态城市理论与实践[M]. 北京: 中国城市出版社, 2012.