

自然与社会双需求下的江南小城镇生态格局构建

——以无锡洛社镇为例

王 昆, 王秋杨

[摘要] 从自然与社会双需求出发, 探究江南小城镇生态格局构建的总体技术框架和技术要点。提出面向自然需求的生态格局构建重在“科学保护”, 以发挥最大生态价值; 面向社会需求的生态格局构建重在“提质升级”, 以更好满足人民更高层次的生态空间需求; 面向自然与社会双需求的生态格局构建重在“精细管控”, 以便在自然生态空间边缘区和镇乡建设空间边缘区实现生态空间的健康良性发展。在此基础上, 选取人地矛盾突出、自然社会矛盾突出的无锡洛社镇, 探索江南小城镇自然与社会双需求下生态格局构建的具体规划策略, 以期为其他相似地区的小城镇生态格局构建提供相关经验。

[关键词] 江南小城镇; 生态空间; 自然需求; 社会需求; 生态格局构建

[文章编号] 1006-0022(2023)07-0116-07 **[中图分类号]** TU984 **[文献标识码]** B

[引文格式] 王昆, 王秋杨. 自然与社会双需求下的江南小城镇生态格局构建: 以无锡洛社镇为例 [J]. 规划师, 2023(7): 116-122.

Establishing Ecological Pattern in Small Towns of Southern China Based on Natural And Social Needs: Luoshe Town, Wuxi City/WANG Kun, WANG Qiuyang

[Abstract] The technical framework and key points of small town ecological pattern in southern China are studied based on the dual needs of nature and society. The establishment of ecological pattern for natural needs stresses scientific preservation for the maximization of their ecological values; the establishment of ecological pattern for social needs highlights quality improvement to meet the people's demand for high quality ecological space; and the establishment of ecological pattern for dual natural and social needs centers on detailed governance for the healthy development of ecological space in marginal areas between township and countryside. With Luoshe town of Wuxi city as an example, the planning strategies for ecological pattern establishment for dual natural and social needs are studied, in order to provide relevant experience for the construction of ecological pattern of small towns in other similar areas.

[Key words] small town in southern China; natural space; natural needs; social needs; ecological pattern establishment

0 引言

小城镇是城乡之间有机联系的独立区域, 具有城乡统筹的战略纽带功能, 同时也是人民群众生产生活的重要载体^[1], 特别是县城以外仅作为镇政府驻地的一般建制镇, 在全域镇乡带动、乡村振兴上意义重大^[2]。从我国学者对小城镇生态空间的研究来看, 小城镇生态空间的概念界定分为狭义和广义两种方式: 前者立足于镇区, 重点研究镇区绿色生态空间的绿化美化问题; 后者立足于全镇整个行政区, 关注点是由公园绿地、农林、水系、

湿地等各种生态要素共同构成的生态空间。本文研究的小城镇生态空间为全镇整个行政区内, 由人工、半自然或自然的植被及水体(如森林、草地、绿地、湿地)等生态单元所占据, 并为全镇城乡提供生态系统服务的各种尺度的空间。一方面, 由于小城镇自身规模较小, 周边被自然生态空间环绕, 天然就具有生态、生产、生活“三生”空间融合的特点, 更易于通过绿色生态空间的合理组织, 形成绿色、低碳、循环的生产生活方式^[3]; 另一方面, 在城镇化过程中, 小城镇内的绿色生态空间往往面临最激烈的人地冲突、开发与保护

[基金项目] “十四五”国家重点研发计划课题项目(2022YFC3800203)

[作者简介] 王 昆, 博士, 高级规划师, 注册城乡规划师, 现任职于中国城市规划设计研究院绿色城市研究所。

王秋杨, 规划师, 现任职于中国城市规划设计研究院绿色城市研究所。

冲突。因此，探索小城镇绿色生态空间技术具有重要意义。

从小城镇生态格局构建与优化的研究进展来看，既有研究分为3大类：第一类重点研究面向自然需求的生态格局构建。国内外对此类研究较多，一是以景观格局为主的结构优化研究，基于景观生态学的“斑块—廊道—基质”理论^[4-5]及网络结构分析理论^[6-7]，通过景观连接度^[8]、景观指数、突变模型^[9]等诊断生态空间的分布格局及演化趋势，并提出布局优化方案^[10]；二是以重要功能区的识别和保护为主导的研究，主要是根据生物适宜性理论和生态系统服务价值等，形成焦点物种、生态绩效和生态服务价值等3种识别、评价方法^[11-15]。第二类重点研究面向社会需求的生态格局构建。此类研究以国外为主，国内相对缺乏。国外研究以居民需求和健康福祉为核心，主要基于公平性理念探讨城市生态空间格局及其优化机理，重视从社区（甚至更小）尺度研究生态空间景观格局、质量分布、可达性格局，揭示生态空间享有的社会平等状态，反映了以人为本的研究导向^[16]。同时，国外有研究全面探讨了城市生态空间与人类身心健康的关系，特别关注的对象有儿童、45岁以上中老年人。国内学者则主要从可达性^[17]、覆盖度^[18]、安全保障^[17]等角度探讨小城镇生态空间格局的塑造及优化。第三类主要研究面向自然与社会双需求的生态格局构建。此类研究包括探索小城镇公园绿地的生态作用与游憩功能^[19]、利用农林用地打造园林景观^[20]、在小城镇工业园区内构建生态自然体系^[21]等，但此类研究仍需加强。从既有研究来看，目前国外对小城镇生态空间的价值认知相对明确，而国内对小城镇生态空间功能和居民需求关系的认识尚有许多不足，特别是对于自然与社会双需求下小城镇生态格局构建的技术方法的研究还较为缺乏。

1 面向自然与社会双需求的江南小城镇生态格局构建的总体技术框架与技术要点

1.1 总体技术框架

面向自然与社会双需求的江南小城镇生态格局构建在目标上分为三部分，即面向自然需求、面向社会需求以及面向自然与社会双需求。其中：面向自然需求的生态格局构建以“科学保护”为重点，突出生态空间的自然保育功能；面向社会需求的生态格局构建以“提质升级”为重点，突出生态空间的康养休闲功能；面向自然与社会双需求的生态格局构建以“精细管控”为重点，以自然及城镇边缘地带的生态空间为主要研究对象，优化保护利用方式，实现空间的可持续发展。见图1。

1.2 面向自然需求的生态格局构建技术要点

面向自然需求的江南小城镇生态格

局构建的核心技术要点包括3个方面：一是通过核心区保护、过渡区管控、边缘区引导来保障保护的梯度科学；二是通过斑块面积总量提升、单个斑块质量提升来促进斑块健康；三是通过水廊贯通、绿廊贯通来实现网络贯通。见图2。

1.2.1 明确以结构性河道、支流、圩田为核心的保护要素

江南小城镇生态空间的核心保护要素主要包括3种类型：①结构性河道。江南小城镇内部宽广的河道在生态系统服务中主要起到生态廊道作用，以支撑生物和非生物物质的流动。②支流。与结构性河道不同，支流形态多样，为河流流动植物提供了多样化的生境。同时，深潭、浅滩使得河流水流速度不一，有利于河流的曝气，起到净化水质、补充水量、滋养植物、提供滨岸湿地、在小范围区域内调节气候等作用。③圩田。圩田是人们通过在接近河流、湖泊的低洼地区周围修筑堤防，形成的自然和人

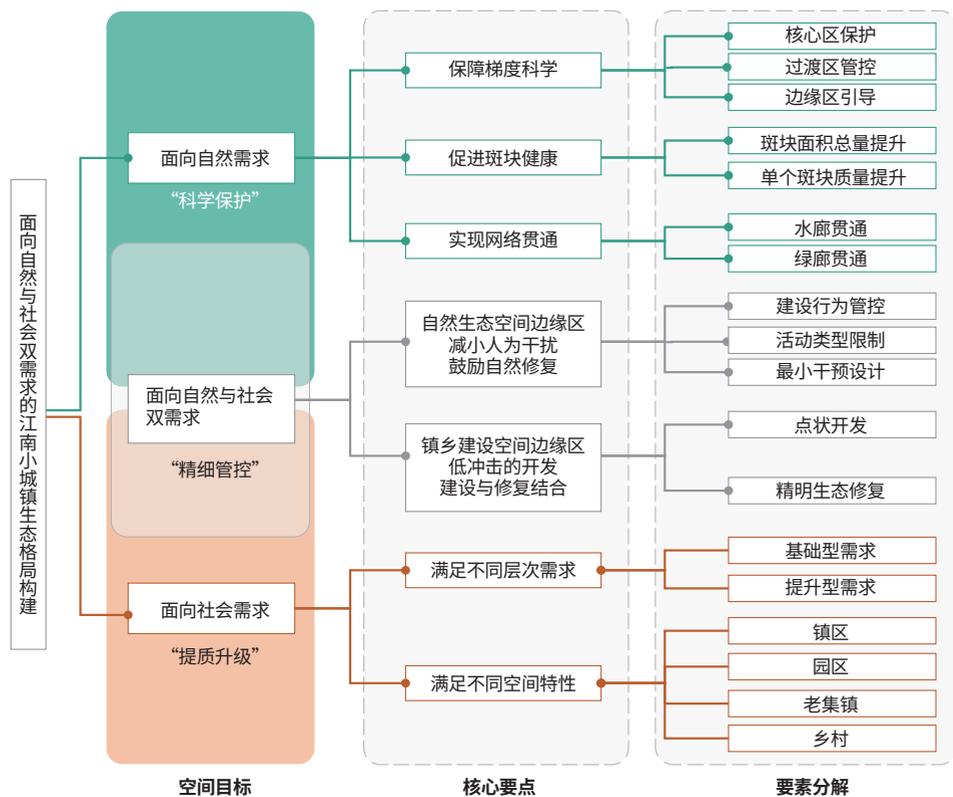


图1 面向自然与社会双需求的江南小城镇生态格局构建的总体技术框架图

工生态系统的复合体^[22]，以减少低洼农田遭受旱涝的威胁，并保证农业生产和居民生活有序进行。

1.2.2 建立精准的核心—过渡—边缘的保护梯度模式

生态梯度源于生态学中对物种与环境之间作用关系的研究。在江南小城镇中，自然生态空间保护与人之地之间的关系协调更加复杂，必须建立更加精准的核心区保护、过渡区管控与边缘区引导模式，因此应将自然生态空间划分为核心、过渡、边缘等不同的区域，并采取差异性的措施。越接近核心，生态环境要求越高，自然植被越丰富，生境种类多样化的可能性越高^[23-24]。对于具有重要生态价值的核心区域，应进一步强化保护；对于生态资源的边缘地区，应在生态低扰动的前提下合理引导并发挥其对社会的保护作用。

1.2.3 强化斑块面积总量和质量提升

斑块是“依赖于尺度的，与周围环境在性质上或者外观上不同的空间实体”。一般来说，环境资源斑块面积越大，斑块边缘形态越丰富，物种的总量和多样性就越高。江南小城镇内的环境资源斑块往往具有面积小、数量少、质量不高的特征，因此必须强化斑块面积总量和质量提升。

1.2.4 强化斑块间的生态连通性

生态网络是由具有生态保护价值的各类斑块、生态廊道等连接而成的生态综合体，具有促进生态系统物质循环和能量流动的作用^[25-27]。其中，生态廊道的长度和廊道质量是影响生态廊道有效性的重要因素^[28]。江南小城镇的生态连通主要依托水廊、绿廊两种形式。

1.3 面向社会需求的生态格局构建技术要点

与一般小城镇相比，江南小城镇人口密集、城乡空间多元、经济水平较高，因此其面向社会需求的生态格局构建的

核心技术要点包括两个方面：一是满足人对于空间的基础型、提升型等不同层次的需求；二是针对江南小城镇普遍具有的空间分散、城乡穿插的特点，在镇区、园区、老集镇、乡村等不同空间形成符合不同空间特性的生态格局。见图3。

1.3.1 针对经济发展水平，江南小城镇的生态空间应提供高品质的社会服务

面向社会需求的生态格局构建强调满足人的基础型需求和提升型需求。在基础型需求方面，应强化公平性和人本性，重点突出生态空间的可进入、可使用，确保生态空间的均衡性、覆盖性、连续性，使得人人都能享有空间的使用权。在提升

型需求方面，重点是突出不同类型人群在空间使用上的个性偏好，承认并尊重差异，确保空间的精细化供给。

1.3.2 针对多元空间构成，江南小城镇的生态空间应符合不同空间板块的特征

从江南小城镇的空间构成来看，一般既有镇区，又有大量的园区，同时还存在复合多种功能的乡村，因此其生态空间也应面向不同空间板块提供差异性的社会服务功能，形成差异化的空间布局形态。例如：在服务镇区的生态格局构建上，应重点体现全龄友好，关注不同群体差异化的空间需求，并强调增加绿化总量；在服务园区的生态格局构建

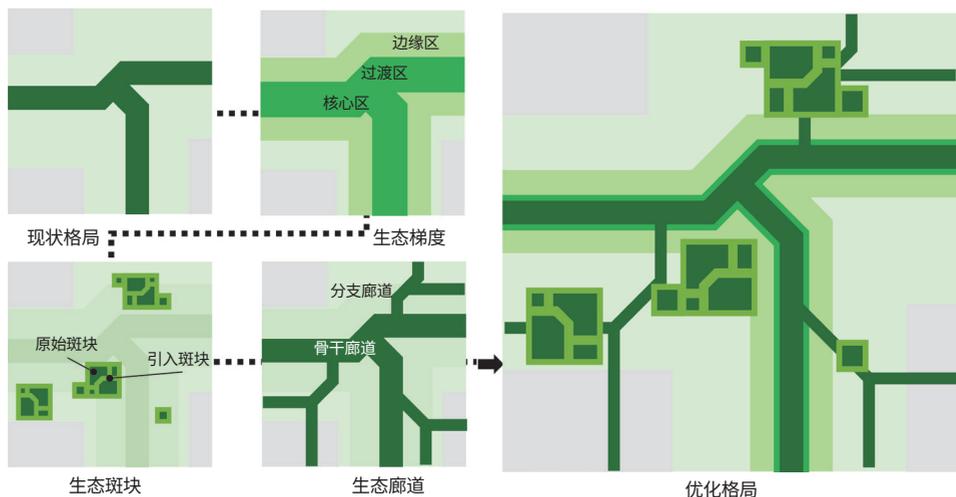


图2 满足自然需求的江南小城镇生态格局构建过程示意图

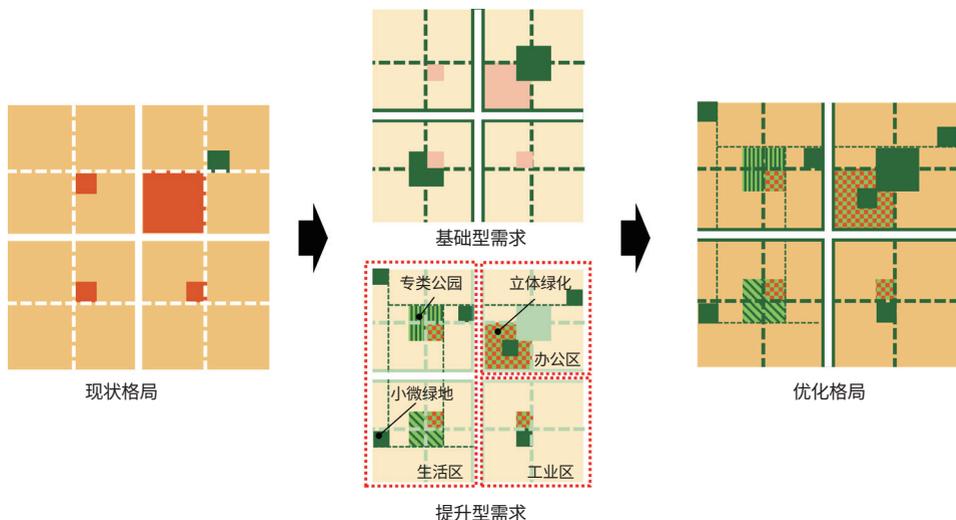


图3 面向社会需求的江南小城镇生态格局构建过程示意图

上,应重点强调空间利用效率,结合服务设施布局生态空间;在服务乡村的生态格局构建上,应重点突出水乡的自然肌理,以绿为媒,构筑经济发展载体,形成“新江南水乡”,同时以蓝绿提升为契机,强化并彰显江南文化。

1.4 面向自然与社会双需求的生态格局构建技术要点

面向自然与社会双需求,江南小城镇生态格局的空间焦点在于两个区域:一是自然生态空间边缘区;二是镇乡建设空间边缘区。在自然生态空间边缘区,通过建设行为管控、活动类型限制、最小干预设计等方式,在减小人为干扰程度的同时鼓励自然生态的自我修复。在镇乡建设空间边缘区,通过巧妙结合村野现状的点状开发、与建设相伴的精明生态修复等手段,形成镇乡建设空间边缘区的低冲击开发建设模式。见图4。

2 无锡洛社镇生态格局构建实践

无锡洛社镇素有“小无锡”之称,曾是长三角地区的工业名镇,在改革开放初期,通过聘请“星期天工程师”和率先走市场化道路,崛起了一大批明星乡镇企业。经过40多年的持续快速发展,尽管2020年洛社镇在全国百强镇中位列第46位,但其同样面临土地开发强度高、资源空间不足、产业亩均效益低等问题。在快速的城镇化、工业化过程中,洛社镇的生态空间也面临空间破碎、功能减弱等诸多挑战,亟待构建满足自然与社会双需求的合理生态格局。

2.1 面向自然需求的生态格局构建

2.1.1 提升核心生态要素质量

洛社镇域内主要的生态要素包括河道、圩田、湿地,通过提高这些核心生态要素的质量,修复江南水乡的生态肌理,从而实现综合生态服务能力的提升。

见图5。

(1) 提高镇域内部河网水系的生态价值

在骨干型、结构性河道不做大的调整的情况下,通过局部改造,重点强化支流的水系连通,从而提升水系的整体循环能力和自净能力,改善现有水体流动性弱、连通性不强、部分水体富营养化的现象。

(2) 提升圩田的生态价值,夯实地地生态基底

将镇域内的现状圩田划分为荡田、高平田、一级品质农田、二级品质农田和一般农田,根据不同圩田的特点进行分类保护、修复和改造,夯实地地内圩田的生态价值。此外,重点提升结构性河道交汇区等重要生态空间节点处圩田

的生态功能,将其作为次生湿地,并利用其生物多样性丰富的特点,在蓄洪、防旱、滞洪的作用基础上强化生物多样性维持、微气候调节等功能。

(3) 整合湿地要素,构建生态湿地体系

洛社镇域内湿地要素丰富,湿地功能多样,应依此基础条件形成由不同级别、不同类型的湿地组成的湿地系统。其中,位于骨干型、结构性河道汇聚处的湿地作为湿地核心,位于汇水比较集中处的湿地作为河口雨洪调蓄湿地,位于水系支流、末端等处的湿地作为雨水花园、生态库塘,等等。

2.1.2 提升生态网络的连通性

江南地区的生态网络从区域到片区、从片区到组团都具有极强的连通性,并

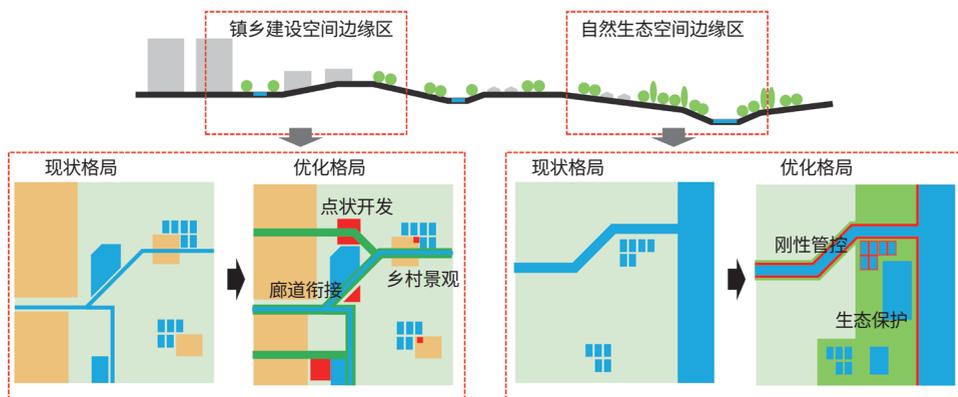


图4 面向自然与社会双需求的江南小城镇生态格局构建过程示意图

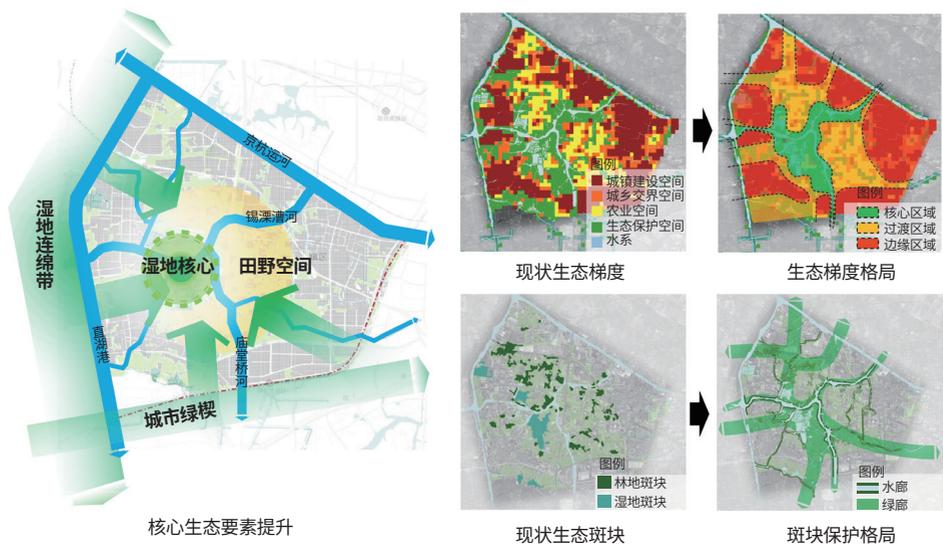


图5 洛社镇面向自然需求的生态格局优化示意图

且呈现蓝(河道)绿(绿地)复合的空间形态。因此,可从对外、对内两个层面提升洛社镇域内的生态连通性。

(1) 对外连通区域生态网络

洛社镇域东北侧是京杭大运河,西侧是无锡、常州之间的南北向锡常湿地连绵带,南侧是钱洛绿楔,这些都是重要的区域生态廊道,因此提升洛社镇域内生态网络与区域生态网络的连通性尤为重要。通过以河流绿地为依托,连接生态源地,构建生态廊道,从而将区域内的生态要素与周边京杭大运河、直湖港河等区域重要的水系连通,融入区域生态本底,实现从区域到片区的紧密生态链接。

(2) 强化镇域内部的蓝绿复合网络骨架构建

结合洛社镇域内现状蓝绿网络情况,构建三级蓝绿复合网络。其中:一级网络主要以直湖港、锡溧漕河、京杭大运河、庙塘桥河等为依托,修复河岸生态绿色空间,主要发挥其生态功能;二级网络主要结合次一级的水系构建,在强化生态功能的同时,植入部分社会功能,如河岸两侧的休憩、游玩空间;三级网络以支系水网为主,城镇内部的支系水网结合城镇内部的功能形成可达性强的蓝绿空间,城镇外的支系水网与圩田、果园、湿地等生态要素有机串接。

2.2 面向社会需求的生态格局构建

2.2.1 发挥生态空间的社会服务组织能力

首先,注入多元服务功能,打造文化客厅、共享客厅。打造人、田、村、产融合的江南水乡单元,根植洛社镇的人文特色,弘扬乡贤文化,丰富苏南模式下的人文景观内涵;挖掘传统空间特色与生活方式,打造彰显生态文化、具有科研创新功能的产城融合的开放共享水乡客厅。其次,提升自然生态核心价值,构建面向全域的服务环廊。以复合绿心为核心,形成两个互动服务环:一是生

态创新互动环,围绕洛社镇功能复合客厅,串联形态自由的乡村创新聚落;二是生产生活服务环,串联基地主要板块,为人们的生产生活提供便捷优质的共享服务。最后,依托运河水系,强化生态廊道的带动作用,形成3条生态共享廊:向北链接京杭大运河绿楔,串联运河科创小镇与洛社老城的生态共享廊;向西链接锡常湿地连绵带,串联洛社镇周边乡村的生态共享廊;向南链接钱洛绿楔,串联周边乡村与现代物流基地的生态共享廊。见图6。

2.2.2 服务镇区:挖潜存量空间,强化多元空间的服务能力

一是挖潜镇区低效空间,补充绿地总量以完善空间基底。通过“逢空建绿”“见缝插绿”“口袋公园”等建设方式,在拆除违建和改造老旧小区的过程中增加绿化面积,推动城市有机更新,优化镇区绿地空间布局。二是强化城市生态廊道与公共服务设施的空间耦合。通过建设线型绿地,连接社区公园、小游园和街头绿地,为附近社区居民提供支线绿道。同时,串联生活组团内的各类设施,在沿线设置共享设施,使其与公交站、地

铁站接驳,并通过标志、铺装、照明设计等途径强化其空间标识性。见图7。

2.2.3 服务乡村:激活蓝绿空间,构建“新江南水乡”

一是以洛社镇中心湿地片区为核心,结合3个主要群落,保留具有江南风貌特色的传统村落,植入产业服务和新生活服务驿站,与外围创新组团共同促进城、产、乡、野交融,引导乡村形成具有复合科研创新功能的“新江南水乡”。二是延续江南水乡肌理,强化沿岸生态空间的塑造,提升乡村景观品质,同时打造具有新功能的水乡体验片区,并以华圻村为重点,在老街周边主打文旅功能,打造活力老街,带动乡村文化振兴,协同乡村特色产业发展。见图8。

2.2.4 服务园区:注重经济实用,对现有生态空间进行改造提升

洛社镇工业集聚区生态空间的优化应特别注重经济实用性,在外来务工群体居住或户外活动较为集中的地区,可在交通流量较小的城市支路、城市次干道两侧的道路绿地空间增加一定量的休息设施,改变树木的种植方式,并对空间进行简单的性质划分,同时在周围300~

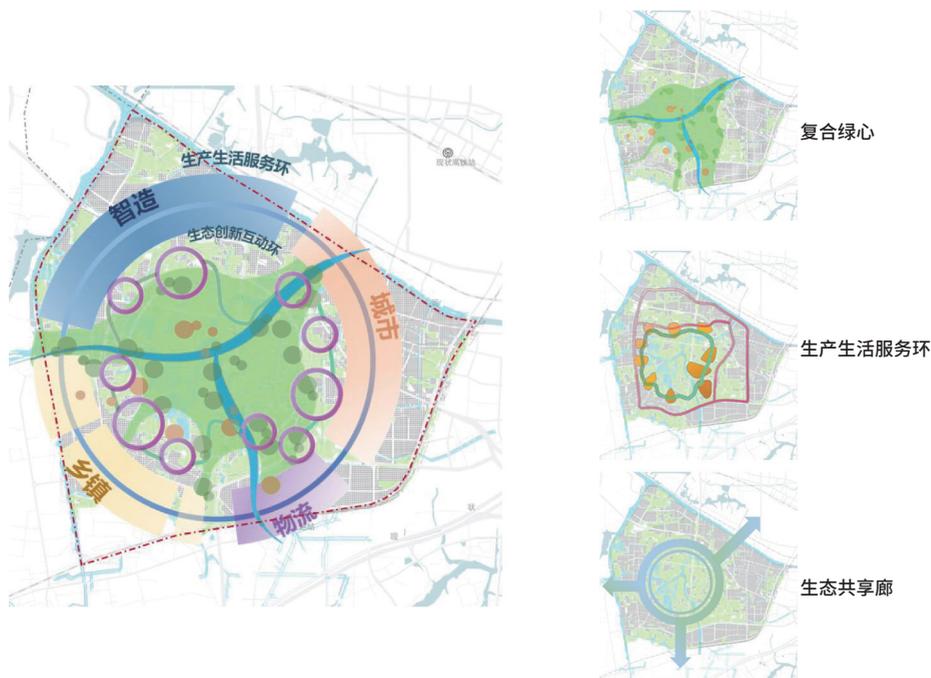


图6 洛社镇面向社会需求的生态格局结构示意图

500 m 范围内布局商业、娱乐、休闲功能的公共服务设施，在工业区内形成具有服务功能的城镇生态空间。见图 9。

2.3 面向自然与社会双需求的生态格局构建

在规划片区，空间载体包括位于村庄、组团建设用地边界的镇乡建设空间边缘区，以及位于生态保护核心区外围和由生态斑块、廊道构成的生态网络外围的自然生态空间边缘区两类。两类空间作为最能彰显人与自然和谐共生的空间类型，需在平衡自然与社会双需求的基础上，考虑空间格局的优化提升。

2.3.1 镇乡建设空间边缘区：采用精明高效、绿色低碳的建设模式

一是打造特色田园。采用组团化、分散化的空间模式，保持或修复生态廊道的连通性，在宏观上应实现镇乡建设空间边缘区生态系统与城镇内部生态系统在结构和功能上的一体化，在微观上应保留镇乡建设空间边缘区没被破坏的生态斑块，增加绿化面积，并通过结构优化提高绿地之间的连接度，实现人与自然的和谐相处。二是打造面向未来的近零能耗示范组团。洛社镇在空间上呈现产(工厂)、田(圩田、鱼塘)、居(村庄、老镇)等 3 种空间有机结合的典型特征，应在镇乡建设空间边缘区探索近零能耗示范组团的建设模式，在组团内部通过生态空间串联，实现绿地的向内渗透，同时结合未来的功能需求，在邻近的农业空间点状布局科创村、创客咖啡、科创图书馆等小型空间。见图 10。

2.3.2 自然生态空间边缘区：发挥生态价值

一是以锡溧漕河、庙塘桥河为依托，构建滨河游憩景观带；以现状自然条件为基础，综合考虑城市和村落性质，形成生态净化、农业观光、绿色有机农业生产、郊野公园等多元功能的休闲游憩空间。二是结合圩田基础，保留并修复

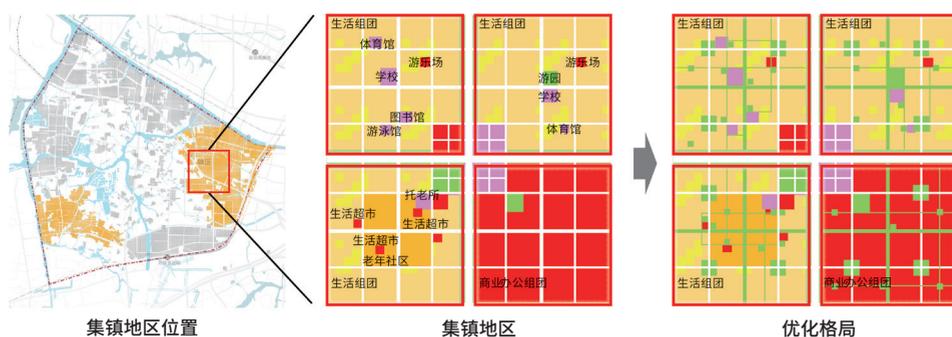


图 7 洛社镇面向社会需求的生态格局优化示意图(服务镇区)

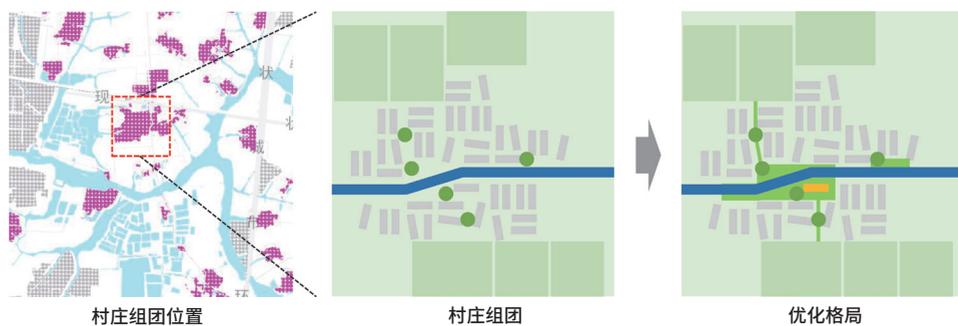


图 8 洛社镇面向社会需求的生态格局优化示意图(服务乡村)

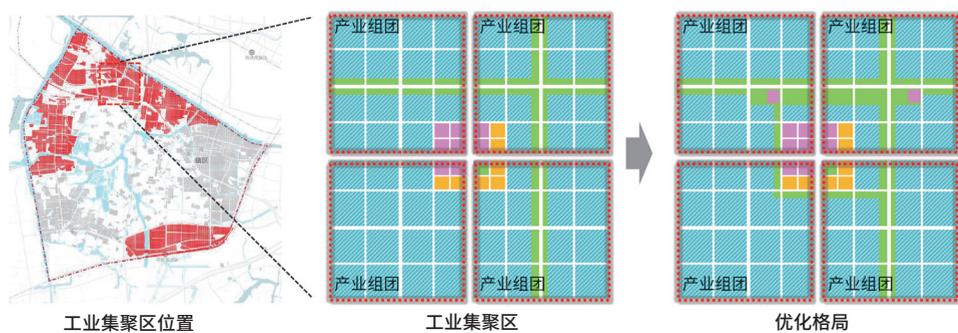


图 9 洛社镇面向社会需求的生态格局优化示意图(服务园区)

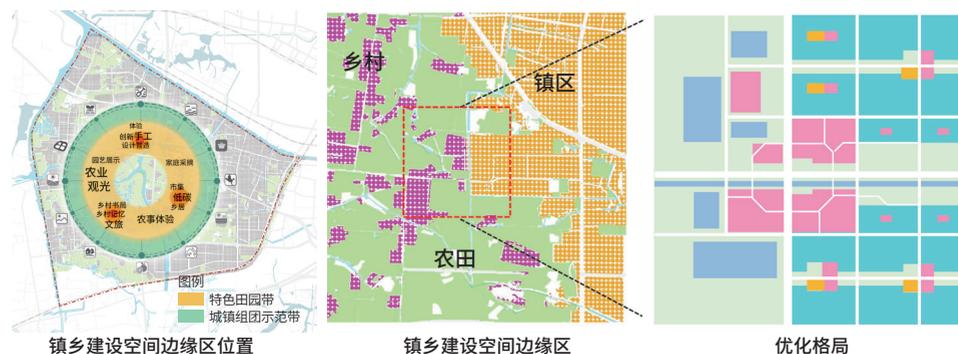


图 10 洛社镇镇乡建设空间边缘区生态格局优化示意图

南部典型荡田和北部典型高平田，传承江南传统农耕模式，结合村庄空间形成的服务载体，构建包含园艺展示、农业观光、乡村书局、农事体验、家庭采摘等多种功能的高品质生态农业发展环廊，推进

都市农业和生态农业的发展。见图 11。

3 结束语

本文选取人地矛盾突出、自然社会



图 11 洛社镇自然生态空间边缘区生态格局优化示意图

矛盾突出的无锡洛社镇，探索面向自然与社会双需求的江南小城镇生态格局构建的方法和策略，以发挥江南小城镇生态空间在彰显地方空间特色、体现良好的江南水乡小城镇格局、传承苏南文化特征方面的重要作用，使其成为具有社会、生态、经济综合效益的关键空间载体。但需要注意的是，我国幅员辽阔，小城镇自身在地理区位、自然禀赋、经济条件等方面存在巨大差异，小城镇生态格局构建也应因地制宜、因地施策，从而实现环境效益、经济效益、社会效益的统一。□

[参考文献]

[1] 《城市规划学刊》编辑部. 小城镇之路在何方?: 新型城镇化背景下的小城镇发展学术笔谈会 [J]. 城市规划学刊, 2017(2): 1-9.

[2] 王明田, 张雪, 陈津, 等. 新阶段绿色小城镇建设路径和技术导则初探 [J]. 环境保护, 2022(5): 25-30.

[3] 芮旸, 唐蓓佩, 王兴, 等. 国家园林城市时空演变特征及其影响机理 [J]. 地理研究, 2018(1): 20-36.

[4] 刘世梁, 侯笑云, 尹艺洁, 等. 景观生态网络研究进展 [J]. 生态学报, 2017(12): 3947-3956.

[5] 张远景, 俞滨洋. 城市生态网络空间评价及其格局优化 [J]. 生态学报, 2016(21): 6969-6984.

[6] 吕放. 基于网络分析法的吉林越北镇绿地生态网络构建研究 [D]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2015.

[7] 莫振淳, 傅丽华, 彭耀辉, 等. 基于综

合重要度评价的生态空间网络关键节点识别 [J]. 湖南工业大学学报, 2018(2): 64-69.

[8] 徐安琪, 阎炎, 贾敬涵, 等. 北京市张山营镇生态网络规划: 基于形态空间格局和最小累积阻力模型分析 [J]. 中国城市林业, 2023(1): 137-143.

[9] 陈静毅. 乡村振兴视角下东安县生态文明建设研究 [D]. 长沙: 湖南师范大学, 2019.

[10] 曲艺, 陆明. 生态网络规划研究进展与发展趋势 [J]. 城市发展研究, 2016(8): 29-36.

[11] 吕东, 王云才, 彭震伟. 基于适宜性评价的快速城市化地区生态网络格局规划: 以吉林长白朝鲜族自治县为例 [J]. 风景园林, 2013(2): 54-59.

[12] 汤西子, 邢忠. 融合城市边缘区半自然生境保护的环城绿带建设研究 [J]. 风景园林, 2021(2): 90-95.

[13] 安超, 沈清基. 基于空间利用生态绩效的绿色基础设施网络构建方法 [J]. 风景园林, 2013(2): 22-31.

[14] ZHANG L, PENG J, LIU Y, et al. Coupling Ecosystem Services Supply and Human Ecological Demand to Identify Landscape Ecological Security Pattern: A Case Study in Beijing-Tianjin-Hebei Region, China [J]. Urban Ecosystems, 2017(3): 701-714.

[15] CHEN C, WANG Y, JIA J, et al. Ecosystem Services Mapping in Practice: A Pasteur's Quadrant Perspective [J]. Ecosystem Services, 2019, 40: 101-102.

[16] NGOM R, GOSELIN P, BLAIS C. Reduction of Disparities Inaccess to Green Spaces: Their Geographic Insertion and Recreational Functions Matter [J]. Applied

Geography, 2016, 66: 35-51.

[17] 郝孟奇, 张云. 基于网络分析法的公园绿地防灾避险服务功能研究: 以耿马自治县为例 [J]. 绿色科技, 2022(7): 52-56.

[18] 陈委珊. 高度城镇化地区城镇游憩绿地空间公平性研究 [D]. 广州: 仲恺农业工程学院, 2020.

[19] 袁青, 霍锦霞, 冷红. 公园城市理念下小城镇公园绿地游憩与生态功能协调性研究: 以长兴县为例 [J]. 小城镇建设, 2021(7): 76-83.

[20] 晁亿华, 刘冲. 打造园林景观下的生态宜居小镇: 以周至县马召镇为例 [J]. 山西农经, 2021(12): 136-137.

[21] 胡汪琪. 产城融合视角下小城镇工业园区空间布局规划研究 [D]. 昆明: 昆明理工大学, 2021.

[22] 刘韬, 陈斌, 杜耘, 等. 洪湖湿地生态系统服务价值评估研究 [J]. 华中师范大学(自然科学版), 2007(2): 304-308.

[23] 周亮. 北京城市化过程中的景观格局演变及热岛效应研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2006.

[24] 徐赛萍, 沙晋明, 刘玉琴, 等. 城市热岛效应对植被生态环境质量的响应研究: 以福州市马尾区为例 [J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2014(3): 137-146.

[25] 何艳红, 何彦雨. 基于绿地生态网络的雄安新区城市发展战略研究 [J]. 科技创新与应用, 2018(31): 15-16.

[26] 杨林哲, 牛腾, 于强, 等. 基于复杂网络理论的生态空间优化: 以松花江流域为例 [J]. 北京林业大学学报, 2022(9): 91-103.

[27] 兰亦阳, 来昕, 郑曦. 基于生态源地与生态廊道优先级评估的生态安全格局构建与优化: 以石家庄都市区为例 [J]. 风景园林, 2023(2): 131-138.

[28] 郑好, 高吉喜, 谢高地, 等. 生态廊道 [J]. 生态与农村环境学报, 2019(2): 137-144.

[收稿日期] 2023-04-13