

基于生态之城目标的上海空间资源生态性 评价方法与规划策略

陈琳 王彬¹

(上海市城市规划设计研究院 200030)

【摘要】上海城市空间具有高密度建成区特征,是市民生活和工作的重要空间载体,除增加绿色休闲空间外,更重要的是提供满足居民生态休闲需求的高品质生态产品。一方面,针对生态空间和建设用地空间分布较为分散的区域,加大用地结构调整力度,通过优化城市空间组织模式,提升空间的生态性。另一方面,针对建成区建设用地占比较高的特征,通过城市更新等手段织密城区绿网,提高绿色空间的品质。

【关键词】生态之城 空间资源 生态性评价

【中图分类号】:X171. 1. 51 **【文献标识码】**:A **【文章编号】**:1005—1309(2022)10—0074—008

践行生态文明是中华民族永续发展的千年大计,生态品质将成为城市发展与竞争力的核心要素。《上海市城市总体规划(2017—2035年)》(以下简称“上海2035”)明确提出,将人民的幸福作为上海发展的根本追求,努力建设繁荣创新之城、幸福人文之城、韧性生态之城。生态之城成为上海面向2035年的重要发展目标之一,生态安全和生态和谐成为城市竞争力和吸引力的关键所在。

一、研究思路与技术路线

(一)“生态之城”概念解析和研究目的阐释

“生态之城”可理解为“生态城市”。16世纪在英国,托马斯提出的“乌托邦”,霍华德提出的“明日的田园城市”;17世纪在法国,柯布西耶提出的“太阳城”,赖特提出的“广亩城市”都带有生态城市思想雏形,其中蕴含了人与自然和谐相处的美好构想。19世纪末,霍华德的“田园城市”理论把城市生活和优美乡村以及良好环境有机结合起来,提供了人与自然协调发展的思路,是现代生态城市的思想起源。1971年,联合国教科文组织制定了人和生物圈研究计划(MAB),在这个政府间跨学科的大型综合性研究中,正式且首次提出“生态城市”(Ecopolis或Ecoville)概念,其内涵是“城市中的经济高效发达、社会繁荣昌盛、人民安居乐业、生态良性循环,四者能够保持高度和谐”。1980年,钱学森先生基于天人合一的哲学思想提出了未来城市建设设想。苏联生态学家O.Yanitsy(1984)认为,生态城市是技术与自然充分融合,人的创造力和生产力得到最大限度的发挥,居民身心健康和环境质量得到最大限度保护的理想城模式。

综合国内外学术研究的共识,生态城市是运用生态学原理和方法,指导城乡发展而建立的空间布局合理、基础设施完

作者简介:陈琳,工学博士,上海市城市规划设计研究院城市规划三所所长,高级工程师。王彬,上海市城市规划设计研究院工程师。

基金项目:上海市科委科研项目“上海‘四化’生态空间区划与实施管控方法研究”(19DZ1203302)

善、环境整洁优美、生活安全舒适，物质、能量、信息高效利用，经济发达、社会进步、生态保护高度和谐，人与自然互惠共生的复合生态系统。从生态学的角度看，生态城市这个概念本身意味着城市中人与自然共同演进、共同发展的价值取向，其根本追求是实现人类社会的可持续发展。从生态经济学的角度看，生态城市的经济增长方式是集约内涵的，而非以资源消耗为代价的粗放式发展模式，以更有利于保护自然价值，追求城市社会、经济与环节整体效益最大化为目标，实现物质生产和社会生活的和谐永续。

随着学界认识的不断发展和深入，生态之城的内涵早已超越生态空间和公共绿地的范围，而是关注安全韧性的保障、高效集约的运行、多元共生的生态、品质宜居的环境和可持续的发展等方面，以人与自然的和谐共生、共同发展为目标，探索建设和建设路径。当前，以生态文明为视角探讨城市空间规划的合理性成为诸多城市发展理念的基础，然而传统空间规划仅将生态环境作为配套系统，规划与实施之间的技术衔接还不充分。因此，亟待转变研究思路，迫切需要全面系统地开展生态目标导向下的城市空间生态性评价，以及相应的空间规划策略和实施路径研究。

(二) 基于生态系统服务功能评价的技术方法

1. 总体思路

生态系统服务功能评价是当前生态经济学和环境经济学研究的热点，对于区域生态系统管理和区域可持续发展研究具有重要作用。综合考虑国土空间资源要素的丰富性，尽管以现有技术和研究能力，尚无法对一个城市的全部空间要素做出完整的仿真模拟，进而对空间资源的生态性做出大而全、深而精的评价。但从城乡空间规划布局的学科视角，本文探索性地建构一个可以评价城市空间资源生态性的模型，以定量手段辅助定性判断，将多种带有空间属性的特征要素进行综合判读，以期发现在生态之城建设过程中，市域层面空间的生态资源储备、人与自然和谐发展程度、规划设想和实施难度等方面存在的问题与矛盾点，进而为国土空间资源统筹布局提供技术支撑。

2. 数据基础

根据“上海 2035”对生态之城建设所需关注重点的理解，通过评估覆盖到生态之城研究涉及的诸多方面空间资源数据结构，本文梳理收集了构建评价模型所需的 17 项数据。数据涉及土地利用、田林水系、道路交通、资源分布与质量、气候与自然条件、环境质量、规划建设、人口分布、建设与服务质量等方面，以反映上海建设生态之城的进度情况和空间分布特点。进一步将市域空间分为农用地、森林与林地、郊野与生态空间、建成空间、城市开放空间、河道水系 6 个基本要素(表 1)，分别对每一类要素的储备水平、利用水平和潜力水平进行阐述和判读，主要判读指标包括总量、空间分布、空间效率、人均效率、对标既有规划和规范情况等。

3. 技术框架

“上海 2035”前瞻性地将“生态之城”列入城市发展的总体目标，这一构想超越了以往关于城市生态性研究中普遍重视城市“生态、绿色、保护”的内涵，增加了对“人类活动、建成环境、经济社会发展”的综合考虑和研究思考。上海生态之城建设重点关注满足人的生活需求、自然的保护需求、经济和社会的发展需求 3 个维度，这是资源评价的主要价值导向。在力求全局、整体、综合的前提下，构建以定量辅助定性的城市空间生态性评估模型体系，包括资源储备水平、资源利用水平、资源潜力水平。(1)资源储备水平是从空间资源本底条件出发，审视上海建设生态之城的基础和面临问题。(2)资源利用水平从人类发展与自然保护两个维度审视空间资源的供需平衡，将有利于人与自然和谐共生作为评价标准。(3)资源潜力水平是基于前述两个模型，识别出有利于建设生态之城的空间，从规划预期和实施难度两个角度，进一步论证规划实施的潜力空间和可操作空间(图 1)。

表 1 上海空间资源基本要素一览表

	资源储备水平评价	资源利用水平评价	资源潜力水平评价
农用地	永久基本农田保护 耕地保有量 农用地质量	第一产业人均效率 第一产业地均效率	规划永久基本农田红线 规划耕地保有量
森林与林地	林地总量与建设 森林覆盖率	林地与生态网络的匹配	规划林地建设 规划森林覆盖率
郊野与生态空间	生态网络空间内建设 绿道建设	生态网络空间与人口分布 生态网络空间与建设用地分布 生态网络空间与经济产出分布	规划生态走廊建设用地分布 规划绿道建设
建成空间	建设用地总体比重 人均建设用地分布	基本公共服务质量分布 公共交通服务质量 经济产出效率	规划发展廊道 规划公共中心 规划轨道交通 规划基本公共服务
城市开放空间	公共绿地	公共绿地服务质量	规划绿地率
河道水系	河湖水面率分布 岸线(河道、海岸)	水功能、水环境、水质 河湖水面空间分布 岸线开放	规划蓝线 水质目标 规划岸线开放

资料来源：上海市国情地理普查数据库(2020年)。

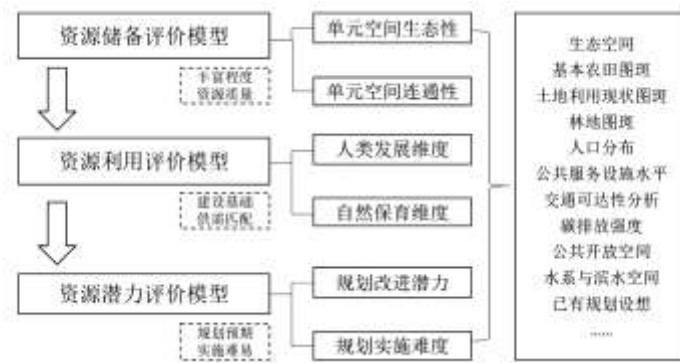


图1 技术路线图

基于生态要素空间分布尺度以及上海生物多样性通廊宽度的考虑，借鉴既有研究对生态空间规模的判断，本文采用网格化计算的方式将上海市域划分为 100 米×100 米的格网，全市域共划分约 68 万个单元格。对资源储备、资源利用、资源潜力水平 3 个阶段评估各类指标涉及交叉评价的，均以 100 米栅格或矢量格网的形式进行处理，便于叠加分析。

二、城市空间资源生态性评价模型的构建

(一)空间资源储备水平评价模型

空间资源储备水平评价关注长期稳定的、较为宏观的要素，即各类资源的全部容量情况。这是上海在生态之城建设过程中目前可预见的最大值，也是上海建设生态之城的基础条件，具体包括自然资源数量储备、资源质量情况。本研究构建评估空间资源的生态性、连通性指数模型，作为评价上海空间资源储备水平工具，用定量手段辅助定性判断。由于不同类型空间资源的“生态性”密度不同，将上海各项空间资源的生态性情况分为8类，并对8类用地的生态效应以等级排序方式予以区分(表2)。

表2 空间资源生态性分类名称及含义

编号	名称	含义
1	林地	全市林地图斑
2	水域和滨水空间	全市河道水系及两侧50米范围，不含前述类别，不含建设用地
3	郊野生态网络空间	生态网络骨干空间内的非建设用地，不含前述类别
4	农业生产空间	生态网络骨干空间以外的非建设用地，不含前述类别
5	城市开放空间	绿地类建设用地
6	生活和服务用地	工业仓储、交通以外建设用地
7	交通用地	道路和对外交通类建设用地
8	工业仓储用地	工业仓储类建设用地

对全市68万个单元格赋值。一是“单元格自身属性”，即以单元格内面积占比最大的地类赋值，如某单元格内林地占比55%、交通用地占比20%、生活和服务用地占比25%，则判定该单元格为林地为主。二是“单元格连通属性”，为单元格及其相邻8个单元格，共9个单元格的总赋值分加和(图2)。1若某一地类的占比远少于其实际用地面积占比，说明此类用地分布较为零散破碎，未能在具有生态连通意义的尺度上形成规模。根据3种数值梯度判定分为非生态单元格、孤立生态单元格、连通生态单元格3种类型，这一赋值方法旨在以定性方式表达各类用地的生态价值排序，并有助于连通性模型的定性区分。经由资源储备的单元格生态性、连通性判读，可以分析市域层面生态资源储备水平的空间分布和总量特征，判别生态资源总体分布情况与连通性，以及特殊点的空间分布与解读，即由于单元格转化地类与原地类的差异可以表征空间破碎与集聚的程度，导致差异的空间点即为需要格外关注的区域。

(二) 空间资源利用水平评价模型

空间资源利用水平评价关注既有空间资源基础与人的需求的匹配、与空间供给的匹配。针对目前上海发展过程中已利用资源的现状情况进行评价，主要对已明确的资源缺口、各项资源的利用效率、资源在空间分布与需求的匹配情况进行评价。针对人与自然和谐共生、共同发展的生态之城认知，通过人类发展维度与自然发展维度的评价，构建城市空间资源利用水平评价模型。人类发展维度以城市中居住、工作、交通、游憩的发展质量，评估市域范围内人类发展水平。自然发展维度评价从林地、水系、生态网络空间构建和用地生态效应4个角度，分析自然保育与生态的空间资源利用水平，综合评判空间单元格人类发展维度和自然发展维度叠加的生态效应。每一个单元格均有 $E_{i,j}$ 和 $E_{自(i,j)}$ 两个指标，以中位数为界进行划分，全市域单元格分为4类，分析结果可显示有定量数据支撑的、市域范围内空间资源生态性利用水平的定性评估结论(表3)。

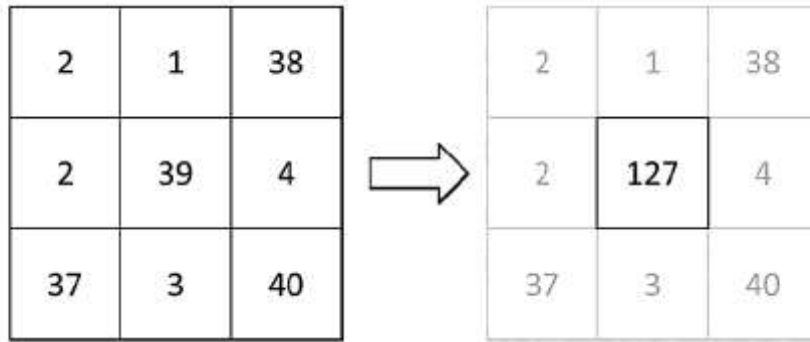


图 2 单元格连通属性赋值示意图

表 3 资源利用水平判读指标含义表

分类编号	指标含义
1	人与自然和谐发展
2	以自然为代价谋发展
3	生态良好发展滞后
4	人与自然双输发展

(三) 空间资源潜力水平评价模型

空间资源潜力评价分为两部分：一是已有规划设想能否解决资源储备和资源利用评估中发现的问题。二是已有规划的实施难度，即在规划愿景叠加实施难度的情况下，对未来上海生态之城建设可实施性进行判断。重点对目前尚未大规模利用，但在上海生态之城建设过程中具有重要地位的各项数据进行分析，包括整体开发潜力和已有规划对资源的匹配情况。由此，本研究改进潜力模型将已有规划设想进行叠加，形成理想“规划实施研判图”，并应用前序“资源储备”单元连通性模型构建方法，计算理想规划拼合图对现状的改进，通过研判规划预期与实施难度的关系，发挥预测生态城市建设趋势的作用。

规划实施难度主要受到现状情况和政策导向的影响，这在改变现有用地的成本，变更用地性质的难度以及政策通道等方面均有体现。结合上海城市更新以及“三区三线”管控等政策，将不同空间要素的地类变更难易进行赋值，表示规划实施难度(表 4)。

表 4 规划可实施性难度赋值表(以上海为例)

地类	难度赋值	含义
基本农田	6	变更规划难实施规划易实施
水域	5	

农林复合用地	4	
其它建设用地	3	
乡村宅基地	2	
工业用地	1	

资料来源：笔者根据用地调正的难易程度自绘。

四、上海空间资源的生态性评价

(一) 上海空间资源储备水平评价

根据空间资源储备模型，通过对 8 种地类的单元格判读，上海 55.7% 的单元格为建设用地，这一比重高于建设用地 48.8% 的实际占比。这说明市域部分地区存在建设用地与非建设用地在 100 米×100 米较小面积内混杂，并在面积上略占优势，即建设用地与非建设用地均高度破碎。此类地区约占上海陆域面积的 4%，约合 250 平方公里。整体上，生态用地单元格数小于实际面积占比，这说明上海既有空间生态资源的效能未能充分发挥，部分解释了上海在市域生态和城市开放空间建设中存在的“统计数据达标，人民享受不到”的现象。

从空间分布视角看，上海市域范围内的淀山湖和黄浦江上游水源保护区、崇明岛长江口生态资源储备情况，总面积和分布广度优于杭州湾北岸地区。杭州湾北岸地区仅有海湾镇滨海生态走廊内有较多生态空间。目前中心城范围内，基本为建设用地，仅有顾村公园、世纪公园、长风公园、上海植物园等大型公园形成若干城市开放空间节点。值得注意的是，上海外环绿带在市域空间中生态结构形态清晰可见，在浦西呈交通用地串联若干生态节点的串珠式，在浦东更多表现为完整的线形生态空间。根据生态资源储备水平模型构建的计算方法，上海市域范围内具有连通性的生态单元格数占比为 62.7%，即在 300 米×300 米尺度上，郊区大部分空间和部分主城区带状绿地保留了相当规模的生态连通性，孤立生态单元格主要存在于城市点状公园和乡村居民点(表 5)。

表 5 上海现状空间资源生态连通性分类

类型	连通性评分	单元格数量/个	比重/%
非生态单元格	37 分以下	200666	29.0
孤立生态单元格	37~72 分	57448	8.3
连通生态单元格	72 分以上	433359	62.7

(二) 上海空间资源利用水平评价

采用空间资源利用模型，将市域以自然要素—人类发展两个维度进行综合叠加，可以得到 4 类空间单元。(1) 混合型：生态发展水平与自然发展水平均在平均值以上的单元格，其社会经济发展水平、生活服务、自然资源保育情况相对均衡。该类单元格仅占全市单元格总量的 10.2%，主要分布在城市的连片建成区边缘。(2) 发展型：空间利用情况中生态评分高于发展评分的单元格。

该类单元格承担上海的发展职能，占全市单元格总量的 34.6%，主要分布在中心城、郊区新城和重点新市镇。(3)生态型：生态评分高于发展评分的单元格，该类单元格占全市单元格总量的 25.7%，主要包括生态保护和建设较为完善的郊区生态走廊空间和大片的水域空间。(4)改善型：无论是生态建设水平还是人类发展水平均低于全市平均值，该类单元格占全市单元格总量的 29.5%，主要为郊区乡村空间和农业生产空间。换言之，上海超大城市乡村空间承担的“生态价值、美学价值和经济价值”，下一阶段应投入更多关注“改善型”单元格。

(三)上海空间资源潜力水平评价

“上海 2035”提出建设用地负增长的总体发展目标，规划生态空间总量占比为 60%。根据空间资源潜力模型，识别规划建设用地单元格占比仅为 36.6%，现状为 55.7%，这说明建设用地适度集中的空间布局更有利于空间资源生态性的发挥。从资源连通潜力看，将规划与现状情况进行叠加，在全市 68 万个单元格中，7%规划空间的生态连通性降低，主要分布于开发边界以内和道路交通设施；61%规划空间的生态连通性基本持平；32%规划空间的生态连通性改善，主要是生态网络、郊野地区和中心城内部的生态空间。可见，若能完全实施既有规划，市域范围内的生态连通性将显著提升。生态连通性改善地区主要位于生态网络空间内、广大郊野地区和中心城内部的蓝绿空间中。从实施难度看，上海市域范围内规划易实施区域与既有的建成空间存在高度重合，这反映了城乡建设和人类发展活动以城市更新为主导的导向，但在生态类用地的规划和可实施性方面，仍需进一步研究，区分建设用地和非建设用地差异化的实施路径。

(四)综合评价结论

综合上述分析，对上海空间资源生态性评价的主要结论如下：(1)从资源储备水平看，现状生态资源空间分布不够合理，影响生态作用发挥。将目前上海生态要素根据田水林村的分类方法进行归并，有约 250 平方公里的生态空间和建设用地空间分布较为破碎，无法构成有效的生态空间，既有空间资源的生态性功能也无法得到充分发挥。这是未来需要着重关注并进行优化的区域。(2)从资源利用水平看，生态发展水平与自然发展在平均值以上的混合型单元格占比还比较低，生态型单元不足 1/3，需要重点提升生态综合价值的是改善型区域，即广大郊野地区、生态保育地区。(3)从资源潜力水平看，“上海 2035”的生态格局已基本明确，若能充分实施既有规划，可极大地改善上海空间资源生态状况。综合考虑政策导向、动迁成本、工程成本、时间成本等因素，规划实施的主要突破口集中在现有建设用地的布局优化，即通过建设用地的减量，推进生态空间的联通和连片，有效改善全市空间的生态状况。

五、上海提升空间资源生态性的规划策略建议

(一)战略引领，夯实区域生态空间的安全保障能力

从上海生态系统与区域和流域整体生态本底的紧密联系出发，将空间资源的生态性评价维度扩展至长三角区域，聚焦长江口流域、太湖流域和杭州湾区域，增加区域生态“源”和“汇”，共同维护网络化、一体化的区域生态格局，构筑市域生态空间的安全保障屏障。一是贯彻落实长江大保护的战略要求，长江口和东海海域生态改善的重点是，沿长江两岸生态环境保护与城市功能开发之间的衔接，保护沿海滩涂湿地，提升生物多样性和生态承载力。合理引导沿江产业发展，提高污染物监督管控和处理能力，积极运用生态低碳技术建设低碳宜居城镇，打造崇明具有世界影响力的碳中和示范区。二是建设长三角生态绿色一体化发展示范区，加强与环淀山湖生态区域涉及的昆山、吴江、嘉兴、嘉善等城市的衔接，充分利用太湖流域河网纵横的自然禀赋，围绕生态环境、水系、水质、水量等湿地保护的核心问题开展修复与治理，改善入境水体质量，彰显江南水乡历史文化和自然风貌，建设上海大都市圈生态绿心。三是沿杭州湾打造世界级湾区，逐步推进沿岸产业转型和海洋环境治理，强化战略性新兴产业和创新型产业集聚。同时，在环境质量上，统筹协调沿湾各城市共同保护生态岸线和生活岸线，改善整体的滨海水质，适度发展滨海休闲旅游功能。

(二) 稳定结构，提升市域生态空间利用的系统化水平

针对主城区生态资源供需匹配不足，生态网络连通性不高，空间生态品质不佳等问题，市域范围内应坚持以“双环、九廊、十区”为基本生态网络骨架，构建多层次、成网络、功能复合的生态空间体系。一是锚固主城区环带结合的生态空间架构。锚固外环绿带生态基底，提升空间利用效能。外环以内推进楔形绿地与周边城市的服务人群匹配、空间功能融合。外环以外加强市级生态间隔带建设，亟须转变以往只保护不建设的方式，在着力修复生态基底同时，强化生态功能与其他功能的复合化发展，适当融合体育运动、休闲娱乐等功能，激发生态价值潜力。二是构建市域范围“廊道”“片区”结合的多功能生态空间。优化耕地和永久基本农田保护格局，积极推进农田规模化、品质化、复合化。强化林地规划引导和园林化建设，提升城市整体生态效益、降低热岛效应，以提高城市抵抗自然灾害的能力为目标，开展林地规划。三是充分发挥骨干河道水系的生态功能、休闲功能、景观功能以及文化功能，建立连贯、开敞的休闲活动景观河道体系，形成串联自然和城市功能节点的“蓝网、绿脉”体系。结合上海人口和城镇布局的优化，进一步完善绿化空间的体系化与结构化。

(三) 存量挖潜，提升建成区空间资源的生态宜居性

上海城市空间具有高密度建成区特征，是市民生活和工作的重要载体，除增加绿色休闲空间外，更重要的是提供满足居民生态休闲需求的高品质生态产品。一方面，针对生态空间和建设用地空间分布较为分散的区域，加大用地结构调整力度，通过优化城市空间组织模式，提升空间的生态性。例如，以城镇圈作为空间组织和资源配置的基本单元，促进空间布局、产业经济、公共服务、生态保护、基础设施建设的协调发展，构建集约紧凑、绿色低碳的空间发展模式。推进存量工业用地的转型更新，通过调整用地结构、功能转换，加大生态廊道和生态保育区内建设用地减量，通过存量用地增加生态绿色空间，提高建成区公共绿地的空间覆盖率，逐渐降低生态空间的碎片化程度。另一方面，针对建成区建设用地占比较高的特征，通过城市更新等手段织密城区绿网，提高绿色空间的品质。例如，提高建成区绿色开敞空间的连通性、系统性和稳定性，强化滨水岸线的联通性，开展生态岸线和慢行体系建设。此外，还可建设立体绿化网，在重点地区推行立体绿化建设。在高架道路等空间推进垂直绿化建设，改善城市环境。见缝插针地增补社区级小微公园绿地，倡导绿地公园等生态空间与其他功能的复合利用，建设生境花园、雨水花园等，促进人与自然和谐共生，提高城市可持续发展韧性。

(四) 机制保障，优化空间资源配置规划实施路径

上海确定了建设全球城市总体目标，打造具有韧性的生态之城需要久久为功和持之以恒的定力，需要整体优化城市空间资源布局，并提升各类资源配置的质量。有效的机制保障是实施空间资源规划的重要抓手。具体而言，在资源保护层面，以摸清上海自然资源本底和基础为前提，建立生态优先的空间规划体系，保障空间有序利用。积极实施“上海 2035”和上海生态专项规划，强化各类专项规划之间相互协调、兼容、互补，整合各类政策，引导各类专项规划发挥好各自特有的作用，并形成中近期建设规划行动机制，注重聚焦重点，分步有序实施。在资源利用层面，全面推进土地资源高质量利用，提升空间生态效应。建立全域生态保护红线、永久基本农田保护红线、城市开发边界线和文化保护控制线 4 条控制线管控体系，强化土地用途管制和空间管制。切实转变土地利用方式，大力推进建设用地减量化，修复城市空间。在资源管理层面，完善多方协同推进实施的机制，强化自然资源空间管理。构建普查登记、评估和发布机制，健全相关领域法规和标准，加强生态空间保护力度。实现空间资源从规划、建设、管理一站式综合服务，切实保障生态之城目标的落地实施。

参考文献:

[1] AVID W, PEARCE R, TURNER K. Economics of Natural Resources and the Environmen[M]. New York:Harvester Wheatsheaf, 1990.

[2] Mark Roseland. Dimensions of the Eco-city[J]. Cities, 1997, 14(4):197-202.

-
- [3] Jeffrey R. Kenworthy. The Eco-city: Ten key transport and planning dimensions for sustainable city development [J]. *Environment & Urbanization*, 2006, 18(1): 67-85.
- [4] 刘英英, 巩晨. 泉州市生态城市指标体系构建与综合评价 [J]. *淮海工学院学报(自然科学版)*, 2018(1): 60-64.
- [5] 黄光宇, 陈勇. 生态城市概念及其规划设计方法研究 [J]. *城市规划*, 1997(6): 17-20.
- [6] 杨晶晶, 吴示昌, 葛雨, 李赟雯, 陈余. 生态城市建设中的公共环境设施设计及应用 [J]. *生态经济(学术版)*, 2013(2): 449-452
- [7] 谢薇. 美丽中国建设背景下的生态消费伦理研究 [D]. 宁夏大学, 2018.
- [8] 沈清基. 论城市规划的生态学化——兼论城市规划与城市生态规划的关系 [J]. *规划师*, 2000(3): 5-9.
- [9] 李咏华. 生态视角下的城市增长边界划定方法——以杭州市为例 [J]. *城市规划*, 2011(12): 83-90.
- [10] 韦亚平, 等. 一种测度城镇建设用地碎化的指数方法 [J]. *城市规划*, 2011, 6(35): 41-49.
- [11] 荣月静, 等. 基于 Logistic-CA-Markov 与 InVest 模型对南京市土地利用与生物多样性功能模拟评价 [J]. *水土保持研*, 2016, 6(23): 82-89.
- [12] 陈妍, 等. 基于 InVest 模型的土地利用格局变化对区域尺度生境质量的影响研究——以北京为例 [J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2016, 5(52): 553-562.
- [13] 虞春隆, 等. 基于 PSR 的泾河流域人居环境生态安全评价与发展策略 [J]. *华中建筑*, 2018(5): 1-3.
- [14] 刘素荣, 等. 大数据背景下城市生态文明建设绩效评价研究——以山东省 17 个城市为例 [J]. *山东科技大学学报(社会科学版)*, 2018, 20(1): 69-77.
- [15] 柴燕妮, 等. 空间视角下的多尺度生态环境质量评价方法 [J]. *生态学杂志*, 2018, 37(2): 596-604.
- [16] 席强敏, 等. 超大城市规模与空间结构效应研究评述与展望 [J]. *经济地理*, 2018, 38(1): 61-68.
- [17] 韦亚平, 等. 都市区空间结构与绩效——多中心网络结构的解释与应用分析 [J]. *城市规划*, 2006, 4(30): 9-16.
- [18] 陈琳. 上海提升城市生态品质路径研究 [J]. *科学发展*, 2018(2): 81-93.
- [19] 王彬. “公园城市”视角下特大城市郊区城乡绿地系统规划思考——以上海市青浦区为例 [J]. *上海城市管理*, 2021(1): 71-78.
- [20] 陈琳, 杜凤娇. 生态文明视角下上海市国土空间规划的实践与探索 [J]. *上海城市规划*, 2019(4): 1-8.
- [21] 史家明, 范宇, 胡国俊, 张洪武, 金岚, 等. 基于“两规融合”的上海市国土空间“四线”管控体系研究 [J]. *城市规划*

学刊, 2017 (Z1): 31-41.