

周思杨,陈佳璇,程迁,等.生态空间优化与管控在城市规划环境影响评价中的应用研究[J].环境工程技术学报,2022,12(6):1930-1937.

ZHOU S Y, CHEN J X, CHENG Q, et al. Research on the application of ecological space optimization and management in urban planning environmental impact assessment[J]. Journal of Environmental Engineering Technology, 2022, 12(6): 1930-1937.

# 生态空间优化与管控在城市规划环境影响评价中的应用研究

周思杨<sup>1,2,3</sup>, 陈佳璇<sup>4</sup>, 程迁<sup>5</sup>, 李巍<sup>1,2\*</sup>

1.北京师范大学环境学院

2.环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京师范大学

3.交通运输部水运科学研究院

4.国家统计局

5.上海节能减排中心有限公司

**摘要** 科学划定生态空间并实施有效的空间管控,是落实“三线一单”环境管理机制过程中,规划环境影响评价的重要内容。结合城市规划制定在纲要形成、规划研究、规划编制、规划报批4个主要阶段,构建包括空间要素解析与基础方案形成、生态环境现状分析与空间协调性分析、规划实施对空间利用影响评价、空间优化调整建议及管控对策提出等主要任务在内的规划环评生态空间优化与管控主要技术流程,并应用于“上海市宝山区总体规划环境影响评价”。生态空间优化结果表明,通过纳入生态保护红线区和河道水网、新增生态节点和廊道等方式,宝山区优化调整后的生态空间总面积从65.74 km<sup>2</sup>增至121.84 km<sup>2</sup>,占区域陆域面积的40.4%,达到《上海市城市总体规划(2016—2040年)》中“2040年宝山区生态用地占陆域面积40%”的要求。城市规划环评能够在城市规划生态空间的基础上,从生态环境重大问题、区域环境需求等方面进一步优化生态空间格局,提出具有针对性的管控措施,为我国新型城镇化推进和生态文明建设提供了有效手段。

**关键词** 规划环境影响评价;高度城市化地区;生态空间;空间优化;空间管控

中图分类号: X32, X82 文章编号: 1674-991X(2022)06-1930-08 doi: 10.12153/j.issn.1674-991X.20220500

## Research on the application of ecological space optimization and management in urban planning environmental impact assessment

ZHOU Siyang<sup>1,2,3</sup>, CHEN Jiakuan<sup>4</sup>, CHENG Qian<sup>5</sup>, LI Wei<sup>1,2\*</sup>

1. School of Environment, Beijing Normal University

2. State Key Joint Lab of Environment Simulation and Pollution Control, Beijing Normal University

3. China Waterborne Transport Research Institute

4. National Bureau of Statistics

5. Shanghai Energy Conservation and Emission Reduction Center Co., Ltd.

**Abstract** In the implementation of the Three Lines One Permit environmental management mechanism process, scientific delineation and effective management of ecological space is an essential part of planning environmental impact assessment (PEIA). Based on the four main stages of urban planning (i.e. outline formation, planning research, planning drafting, and planning approval), the main technical processes of ecological space optimization and management for PEIA were constructed, including the main tasks of spatial element analysis and basic scheme formation, analysis of the ecological environment and spatial coordination, evaluation of the impact of planning on spatial utilization, and recommendations for spatial optimization and management. The technical processes were also applied to the *Environmental Impact Assessment of Shanghai Baoshan District Master Plan*. The results showed that by incorporating ecological protection red lines and river networks as well as adding new ecological nodes and corridors, the total optimized ecological space in Baoshan District increased from 65.74 km<sup>2</sup> to 121.84

收稿日期: 2022-05-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(72050001)

作者简介: 周思杨(1988—), 男, 博士, 主要从事环境经济学与战略环境评价研究, zhousiyang@mail.bnu.edu.cn

\* 责任作者: 李巍(1969—), 男, 教授, 主要从事战略环境评价、环境经济分析与政策评估等方面研究, weilili@bnu.edu.cn

km<sup>2</sup>, accounting for 40.4% of the regional land area, meeting the requirements of *Shanghai Urban Master Plan (2016-2040)*, which proposed that by 2040, Baoshan District's ecological land would account for 40% of the land area. In conclusion, urban PEIA could further optimize the ecological spatial pattern in terms of major ecological environmental issues and regional environmental demands based on the ecological space of urban planning, and provide effective means to promote new urbanization and ecological civilization construction in China.

**Key words** planning environmental impact assessment; highly urbanized areas; ecological space; spatial optimization; spatial management

通常认为城市生态空间是被城市地表人工、半自然或自然的植被及水体等生态单元所占据的,为城市提供生态系统服务的空间<sup>[1-2]</sup>。该类空间是维护城市生物多样性,保障城市生态系统服务供给,提升居民生活品质的重要空间组成<sup>[3-5]</sup>。生态空间管控是我国生态文明建设的重要内容<sup>[6-7]</sup>。党的十八大报告提出“生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀”的国土空间开发格局;党的十九大报告进一步要求将国土空间用途管控和生态保护修复相统一。《“十三五”环境影响评价改革实施方案》中明确以生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单(“三线一单”)为手段,强化空间、总量、准入环境管理,并以空间管控为切入点落实“三线一单”中生态保护红线的相关要求;《“十四五”环境影响评价与排污许可工作实施方案》提出落实生态保护红线和一般生态空间管控要求,强化长期性、累积性、整体性评价,提出有针对性的规划优化调整建议。

城市空间以往不合理的规划与开发利用具体表现为功能分区失误、组团布局失调、开发强度失控和利用方式失当4个方面<sup>[8-10]</sup>。由此进一步导致的环境质量下降<sup>[11]</sup>、生态功能退化<sup>[12-13]</sup>及人居安全隐患<sup>[14]</sup>,正逐渐成为制约城市发展的显著因素。因此,城市空间规划对于优化城市空间格局、保障生态安全等方面的作用近年来受到广泛关注,学者们在规划过程中主要运用景观空间结构与安全格局,生态系统服务与功能,生态网络,生态重要性、敏感性、脆弱性评价等理论与方法,在GIS、RS技术支持下诊断城市生态空间现状布局,并提出优化方案<sup>[15-20]</sup>。然而,探索城市规划环评中生态空间划定、优化与管控的相关研究尚未引起足够关注。针对生态空间相关内容薄弱的城市规划,已有规划环评研究主要依据社会-经济-自然复合生态系统理论<sup>[21-22]</sup>,在生态保护红线的基础上,运用景观镶嵌技术、生境质量及其退化程度、土地适宜性评价等技术方法,综合评价研究区生态系统状况,从而划定或进一步优化城市规划中的生态空间<sup>[23-25]</sup>。然而,已有方法虽能为划定或

优化城市规划中生态空间提供定量分析方法,但主要集中在规划编制阶段,未参与城市规划制定的全过程,相应的技术体系尚未形成。

高度城市化地区以建设用地为主导用地类型,生态用地占比较小,更容易因过度开发造成生态风险加剧、产业-人居矛盾突出等问题<sup>[26-29]</sup>。因此,城市规划环评中须将空间管控作为重点内容,但我国当前规划环评鲜见就生态空间管控问题开展针对性探讨。事实上,开展高度城市化地区规划环评中的生态空间管控研究,既是城市发展进程中的必然需求,也有助于环评改革的稳步推进和环评成果的有效应用。笔者以上海市宝山区生态空间划定与管控为研究对象,在已有城市规划环评中生态空间相关研究基础上,探讨将城市规划环评中生态空间优化与管控纳入规划制定全过程的主要技术流程,以期为我国城市规划环评中生态空间优化与管控提供定性定量相结合的工作思路。

## 1 规划环评中生态空间优化与管控主要技术流程

结合规划制定形成的4个阶段,规划环评中生态空间优化与空间管控技术流程如图1所示。其中,关键技术环节涉及如下4个方面。

### 1.1 空间要素解析与基础方案形成

在规划纲要编制阶段,通过绘制土地利用现状图,解析空间要素,分析用地类型及其空间分布、占比等信息。重点关注林地、草地、农地、水面、湿地等生态用地的分布、占比及主要生态系统服务。通过生态环境敏感性解析识别环境敏感区;通过生态脆弱性分析,识别出脆弱生态单元及其空间分布;开展生态功能重要性评价,明确需要重点保护的生态功能单元。参考《生态保护红线划定技术指南》,初步划定需重点关注的生态空间。

### 1.2 生态环境现状分析与空间协调性分析

在完成空间要素解析,识别环境敏感区之后,结合规划环境影响评价中环境调查与分析工作成果,全面分析区域主要现状生态环境问题及发展制约因

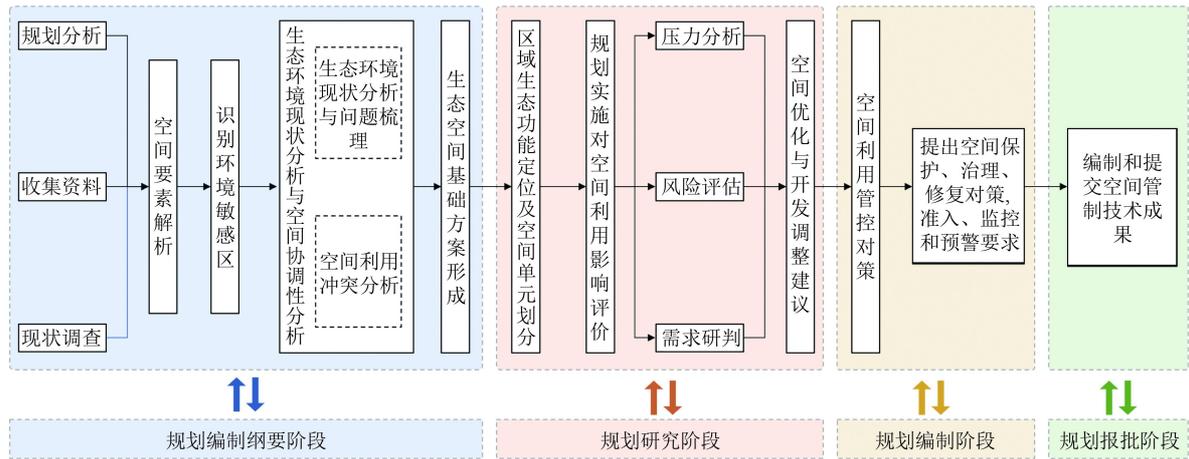


图 1 规划环评中生态空间优化与管控技术流程

Fig.1 Technical flow of ecological space optimization and governance in planning EIA

素,并筛选能够通过布局生态空间缓解或解决的部分。根据生态空间利用现状,分析各类空间之间的现状及潜在冲突,重点分析其他类型空间对生态空间的胁迫。

### 1.3 规划实施对空间利用影响评价

在规划研究阶段,基于功能、布局、规模等因素,从生态环境质量和生态系统服务功能等方面,预测和分析城镇空间对生态空间带来的环境影响,研判规划的生态需求,并将其需求划分为宏观和中观 2 个层面。宏观层面分析规划目标实现的生态需求;中观层面则根据各功能单元的规划发展定位,从匹配区域发展的角度分析区域发展规划对生态服务功能的提升和改善需求。

### 1.4 空间优化调整建议与管控对策

在规划研究及编制阶段,重点从以下 5 个方面提出空间优化调整建议与空间利用管控对策:1)基于生态安全保障的建议。生态安全保障是实现可持续发展的载体和基础,从加强对现有重要生态功能区、生态敏感区、脆弱区和需要特殊保护区域的保护角度,提出优化建议。2)基于人居安全防护的建议。针对存在空间利用冲突和安全隐患的区域及环境影响较大的生产区域周边,通过划定防护隔离带,增加局地的防护功能,减轻污染区域对居住生活集中区的环境影响。3)基于生态环境质量改善的建议。为减轻规划实施对区域环境质量的压力,改善环境质量状况,从发挥生态空间的净化、过滤等功能方面,提出优化与开发调整的建议。4)基于生态服务功能提升的建议。依据区域生态功能定位,针对性提升区域生态服务功能。从加强水源涵养、土壤保持、气候调节、防风固沙、生物多样性维护、提升宜居水平等功能方面,提出优化与开发调整的建议。

5)基于生态系统完整性提高的建议。从优化生态空间组成,完善生态结构,降低生态斑块破碎度,提升景观连通性,强化重要生境保护,促进区域生物多样性的提高等方面,提出优化和开发调整的建议。

## 2 上海宝山区规划环评案例应用研究

### 2.1 研究区概况

宝山区位于上海市北部,人口约 109.5 万人,面积约为 365.3 km<sup>2</sup>,东北临长江,东濒黄浦江,被誉为上海市的“水路门户”。宝山区属冲积平原,境内地势平坦;处东南沿海北亚热带季风气候区,年均降水量为 1 056.77 mm;受东南季风影响明显,全年风向以东南风为主。区内河道密布,共有干河 30 条,支河 877 条,但河道空间分布不均,表现为北密南疏、东少西多(图 2)。全区多年平均年地表径流量为 1.37 亿 m<sup>3</sup>,中水年引潮量为 37.35 亿 m<sup>3</sup>,水资源总量为 38.59 亿 m<sup>3</sup>,属于水资源较充沛地区。

作为上海市远郊区建设与发展的探路者,宝山区是上海市最早被确定的外围工业区之一,也是全国重要的钢铁工业基地之一。2000—2010 年,宝山区各项国民经济和社会发展指标呈爆发式增长,相较于全市平均水平处于高位,对于全市经济的贡献值在各郊区中位列前茅。目前,宝山区已进入发展方式深度转型期、产业升级融合创新期、城市空间更新机遇期及城市治理调整优化期。依据社会—经济—自然复合生态系统理论,宝山区现状空间布局问题总体属于农业、工(商)业、居民生活三者间的协调性欠佳,主要体现在以下 2 个方面。

(1)空间利用失序,存在局部冲突。宝山区发展呈现“厂区”“城区”“郊区”三区割裂并存的空间格局特征。区内已存在众多企业用地,不利于空间规

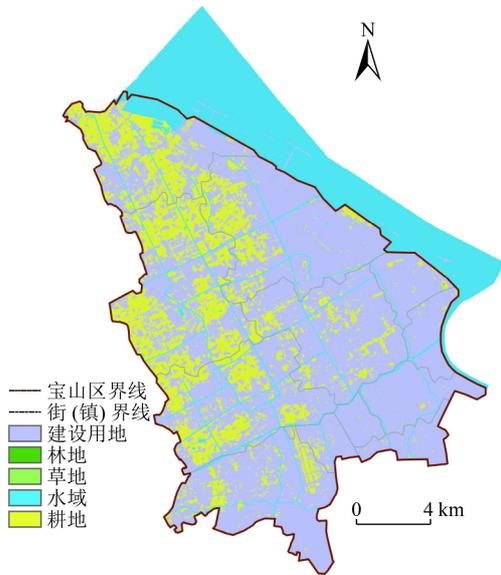


图 2 上海市宝山区 2015 年土地利用类型

Fig.2 Land use types in Baoshan District, Shanghai in 2015

划管理;外环线和绕城高速公路作为三区的分界线将宝山区划分成带状空间;轨道交通、铁路、水系及架空输电线路等不易渠化的线性工程,进一步切割区域空间,造成全区土地利用结构散乱,对空间整体优化形成较大的制约<sup>[30-31]</sup>。同时,全区生产、生活空间之间缺少充分的生态空间作为缓冲,企业排放的废气及产生的噪声对临近居住区居民生活影响显著。

(2)岸线资源集约度较低,生活和生态岸线不足。宝山区内全部为河口或内河岸线,总长度约为 27.8 km,约占上海市总岸线长度的 4.66%,岸线利用率 100%。其中,生产型岸线占 68.7%,生活生态型岸线占 31.3%,但一些不合理的开发建设活动导致岸线资源集约利用水平较低,并造成一定程度的岸线生态破坏和植被退化问题<sup>[32]</sup>。在全市有大陆岸线资源的 5 个市辖区中,宝山区生产型岸线占比最高,但生活生态岸线的占比最低,仅为浦东新区的 50%,崇明区、奉贤区的 37.5%<sup>[33]</sup>。

## 2.2 生态空间优化与管控技术流程

### 2.2.1 生态空间要素解析与空间管控基础方案形成

#### 2.2.1.1 生态主要空间要素解析

宝山区生态空间涉及要素包括植被、耕地、湿地与岸线及重要生态保护单位:1)区域内主要分布人工植被。现有林地的景观和功能相对单一,多样化程度不高。2)宝山区规划全区耕地保有量为 3 933.4 hm<sup>2</sup>,其中基本农田保护任务不少于 1 800 hm<sup>2</sup>。由于土地资源的制约,区内农业用地分布零散,缺少较大面积的整合用地,农业用地生态功能不能得到有效发挥。3)区内主要包括河流湿地和湖库

湿地等。其中,河流湿地面积约为 2 862 hm<sup>2</sup>,约占上海市湿地总面积的 0.70%。随着人为因素对湿地生境影响增加,区域湿地功能持续降低。由于宝钢基地码头建设和陈行水库堤坝修建,宝山区大部分岸线在 2000 年前即已硬化。4)重要生态保护单位包括陈行水库水源地保护区和吴淞炮台湾国家湿地公园。其中,陈行水库是上海市主要取水口之一,位于宝山区罗泾镇东部长江江堤外侧,东临新川沙河口,西临宝山湖(宝钢水库);沿江岸线长达 1 974.13 m,总面积约 106.6 hm<sup>2</sup>,湿地面积达 60% 以上。

#### 2.2.1.2 生态空间管控基础方案形成

依据规划空间定位划分的各功能单元(图 3),分析宝山区现存主要的环境问题和空间利用的冲突(表 1),进而提出各功能单元发展定位的生态需求(表 2)。综合分析认为,宝山区生态空间布局现状特征主要包括:宝山区属于高度城市化地区,建设用地面积占宝山区土地总面积的 80.5%,生产空间和生活空间占据主导地位,生态空间占比小<sup>[34]</sup>;生态空间分布零散,具有一定规模的生态节点较少,且彼此之间连通性较差;在生物多样性维护方面,虽占据地利优势,但因过度开发,导致生境破坏,生物多样性较低<sup>[35]</sup>;局部工业园区与居住区用地矛盾问题突出<sup>[36]</sup>。

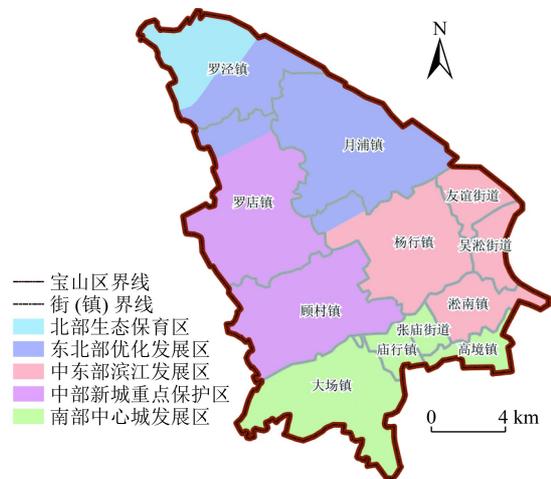


图 3 上海市宝山区生态空间功能单元分区示意

Fig.3 Ecological spatial function unit zoning in Baoshan District, Shanghai

运用 RS、GIS 技术绘制宝山区土地利用现状图,并分析区内主要生态空间要素特征(表 3)。结合生态红线划定成果、各规划功能区主要生态环境问题和空间利用冲突识别结果,形成宝山区生态空间管控基础方案(图 4)。

基础方案中生态空间总面积为 65.74 km<sup>2</sup>。由于陈行水库是上海市主要取水口之一,其敏感性、脆弱性及重要性等级均较高。故将其堤坝外侧沿线 1 km

表 1 上海市宝山区生态空间功能单元生态环境问题与主要空间利用冲突

Table 1 Ecological environmental problems and spatial utilization conflicts in the ecological space functional units of Baoshan District, Shanghai

功能单元	现状主要生态环境问题	现状主要空间利用冲突
南部中心城发展区	部分河流两岸陆域功能布局混乱, 粉尘、噪声污染严重; 主要河道水环境污染较严重; 飞机起降噪声影响明显	工业园区与居住区混杂, 主要河道两岸陆域功能布局混乱, 与规划功能定位不符, 主要河道岸线均已硬化, 自然岸线消失
中东部滨江发展区	现状工业园区是区域主要大气污染源分布区, 周边主干道扬尘和交通噪声污染严重; 主要河道水环境污染严重	工业园区与居住区混杂, 集装箱主要装卸区、集装箱货场造成的运输车辆扬尘和交通噪声污染严重, 主要河道两岸陆域功能布局混乱, 与规划功能定位不符
中部新城重点保护区	河流水环境污染严重	工业园区与农村居民点混杂, 大型居住区与工业园区临近, 易受其污染影响
东北部优化发展区	大型居住区, 受工业园区大气污染影响, 主要河道水环境污染严重	工业园区与居住区混杂, 大型居住区临近工业园区, 部分工业园区与居住区边界模糊, 存在混杂趋势
北部生态保育区	大型居住区, 受工业园区大气污染影响, 河流水环境污染严重	工业园区与居住区混杂, 陈行水库距离港区较近

表 2 上海市宝山区生态空间功能单元发展定位的生态需求

Table 2 Ecological requirements for the development of ecological spatial functional units in Baoshan District, Shanghai

功能单元	发展定位的生态需求
南部中心城发展区	加强河道综合整治, 选择有条件的河道实施生态修复, 推进外环绿带、南大地区生态绿地、楔形绿地、道路绿化等建设, 大幅度提高绿地比例; 以南部地区转型发展为契机, 实现“绿色化”生活、生产和城市建设方式
中东部滨江发展区	加快推进外环绿带建设, 打通外环生态走廊, 继续推进滨江景观带建设, 形成开放连续、舒适宜人的特色景观空间; 加快推进工业绿化隔离带建设, 加快绿色港口建设, 建设低碳环境和精品社区
中部新城重点保护区	结合地块开发, 坚决取缔、淘汰居住用地相邻且存在潜在“厂群矛盾”(工业园区与居住区矛盾)的工业企业; 加快区域生态用地的保护和各类型绿地、公园建设, 以绿道、绿廊等形式覆盖、贯穿本区域, 营造生态宜居的人居环境; 加快该区域的生态化建设和推进老镇区整治, 全面完善基础设施建设配合旧城改造和新地块开发, 遵循绿色、节能原则, 开展低影响开发、立体绿化等环境友好试点项目建设及推广
东北部优化发展区	开展工业隔离防护林建设, 缓解“厂群矛盾”(工业园区与居住区矛盾), 提高对工业企业的监管力度, 尽可能将工业企业对周边乃至宝山区整体环境的负面影响最小化
北部生态保育区	强化饮用水水源地保护, 提升安全保障能力; 加强水源保护区隔离设施的长效管理, 开展水源保护区生态修复工作; 全面落实生态补偿制度; 遵循应保尽保原则, 提升该区域生态功能; 加强对基本农田、水源保护区的保护, 结合生态红线划分, 推进土地性质不合理的地块转型为生态保护用地; 有序推进生态农业发展, 基本形成城乡一体化和谐发展新格局; 规划启动罗泾镇郊野单元建设, 加大重点区域复垦工作力度, 开展生态建设

表 3 上海市宝山区生态空间要素主要特征

Table 3 Main characteristics of elements within the ecological space of Baoshan District, Shanghai

空间要素	主要特征
植被	以人工植被为主, 现有林地的景观和功能相对单一, 质量和生态服务功能相对较低; 宝山区绿化500 m服务半径内的盲点未完全消除, 居住区密集区域缺少一定规模的公园绿地
耕地	区域内农业用地分布较为零散, 缺少较大面积的整合用地, 无法进行大规模现代农业生产, 未能有效发挥农业用地的生态功能
湿地	河流湿地面积约为2 862.76 hm <sup>2</sup> (约占上海市湿地总面积的0.70%), 但存在河网末端村镇级河道被填埋、非主干道河道较少、河网结构趋于简单等问题, 河道连通性较差
岸线	岸线开发强度高, 工业岸线比例大, 区内有长江岸线29 km, 黄浦江岸线7 km, 大部分属于已硬化岸线

的长江水域及沿线 50 m 陆域作为一级生态空间管控区域。

### 2.2.2 环境现状分析与空间协调性分析

#### 2.2.2.1 主要生态环境问题

宝山区环境污染问题集中体现在产业结构和能源消费结构方面。因历史原因宝山区形成了“结构单一、一钢独大、一业独大”的产业结构特征。黑色金属冶炼及压延加工业产值长期占据全区工业总产

值的 60% 左右。受产业结构影响, 煤炭约占宝山区现状工业能源消费总量的 80%, 区内煤烟型污染特征突出, NO<sub>x</sub>、PM<sub>10</sub> 及 PM<sub>2.5</sub> 年均值长期处于超标状态。宝山区大部分工业废水排放去向为长江口, 对内河水质影响较小。据宝山区 2014 年环境统计数据显示, 影响内河水质的主要因素为面源污染, 如城镇地表径流、生活污水直排、畜禽养殖、种植及水产养殖等。宝山区现状工业用地存量多, 场地内存在土壤污染, 治理成本较高, 二次开发难度大。多数存量工业用地均涉及钢铁、化工等重化工业, 存在一定程度的污染累积问题。

#### 2.2.2.2 空间协调性分析

《上海市城市总体规划(2016—2040 年)》中宝山区空间布局总体呈现“三横三纵”的形态。其中, “三横”从南到北依次为: 1) 蕴藻浜沿岸和外环两侧分布的生态廊道, 联通顾村公园、嘉宝间隔带、宝山城市工业园区防护带等节点共同组成; 2) 沿绕城高速分布的绿色廊道, 以及联通杨行生态间隔带和嘉宝生态间隔带; 3) 宝山工业区南侧, 沿罗北路分布的 200~350 m 宽的生态廊道。“三纵”从东到西依次为: 沿宝钢基地西侧厂界规划的宽度为 100~300 m

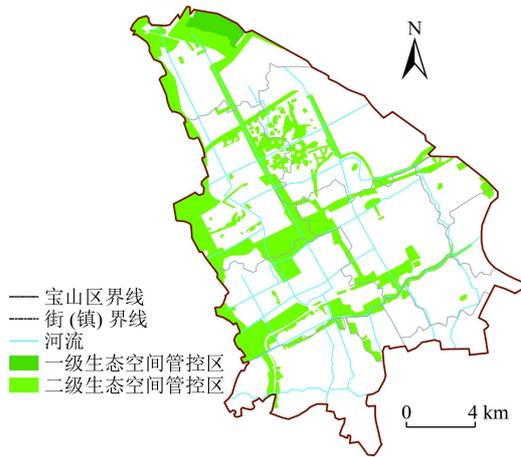


图 4 上海市宝山区生态空间管控基础方案示意

Fig.4 Basic plan of ecological space control in Baoshan District, Shanghai

的防护隔离带;沿潘泾两岸分布的宽度为 300~900 m 的防护隔离带;沿沪太公路西侧分布的嘉宝生态隔离带。

宝山区“三横三纵”空间格局总体协调,其优势在于:提升了蕴藻浜、潘泾等主要河道水体的生态功能;加强了沈巷等大型集中居住区与宝钢基地之间、罗店集中居住区与宝山工业园区之间、顾村等大型居住区与嘉定区界内工业园区之间、杨行等集中居住区与宝钢基地之间、大场集中居住区与宝山城市工业园区之间的空间防护隔离;阻断了宝山工业园区、宝钢基地、罗店工业区对月浦镇基本农田地块的污染风险;改善了大场机场对东侧庙行组团的声环境质量。同时,“三横三纵”空间格局仍存在进一步优化的可能,具体表现在:1)宝山区生活和生态岸线比例较低,规划在主要沿河区域规划了大量的生态绿地,但未明确岸线性质;2)吴淞工业转型区及其周边的淞宝地区、杨行地区等区块生态空间规划空白,不能满足吴淞城市中心定位;3)滨江副中心地区生态空间规划薄弱,不能满足滨江新城区及滨江副中心城区的定位,需要提升生态空间占比;4)南大、张庙、高境、淞南等主城区生态用地占比较低,有必要进一步提升人居生态服务功能。

### 2.2.3 生态空间优化方案

由于宝山区现状景观斑块破碎化严重,现有生态斑块数量较少,具有一定规模的斑块极少,不能满足生物多样性维护的需求<sup>[37]</sup>。因此,需规划新的生态斑块作为生态节点。本研究在《上海市城市总体规划(2016—2040年)》生态绿地用地布局的基础上进一步分析比选,确定在生态多样性维护上具有重要意义的空间位置,筛选(新增)6处生态节点,包括蕴藻浜以南黄浦江岸线生态节点、宝钢基地滨江绿

化带、美兰湖公园、美兰湖高尔夫球场东侧绿化带、大场镇北侧、淞宝地区滨江生态节点(生态走廊)。

宝山区为高度城市化地区,本次生态廊道的构建主要是在已建成区域开辟新的生态空间作为生态廊道。为此,在充分考虑各项经济和社会发展的基础上,比选论证生态廊道构建方案的可行性,确定 6 处生态廊道,包括北泗塘两岸生态廊道、蕴藻浜-西泗塘线交汇处绿化带、南泗塘吴淞工业区段河道生态廊道、蕴藻浜-北泗塘交汇处生态廊道、走马塘南大河段生态廊道、蕴藻浜西段绿化带。

生态空间协调生产空间和生活空间的主要方式是通过生态空间的布局隔离生产空间和生活空间,从而起到人居安全防护的作用,其具体表现形式以生态廊道为主<sup>[4]</sup>。本研究划定 8 处人居安全防护空间:新川沙河两岸生态廊道、月浦西侧防护隔离带、月浦北侧防护隔离带、江杨南路沿线生态廊道、宝山工业园区内住宅防护隔离带、地铁罗南新村站附近沿线绿化带、泰和污水处理厂地面空间、顾村工业园区防护隔离带。通过优化、新增城市生态节点、生态廊道、人居安全防护空间,宝山区生态空间优化方案如图 5 所示。

### 2.2.4 生态空间管控建议

#### 2.2.4.1 严格依法保护

严格执行国家及上海市有关生态环境保护的法律、法规及政策。对于生态红线内的陈行水源一级保护区及水源二级保护区应严格执行《中华人民共和国水污染防治法》及《上海市饮用水水源保护条例》等相关法律、法规及政策;永久基本农田应严格执行《中华人民共和国土地管理法》及《基本农田保护条例》(国务院令 257 号)等相关法律、法规及政策;吴淞炮台湾国家湿地公园等重要湿地区域应严格执行《国家湿地公园管理办法(试行)》(林湿发[2010]1号)等相关法律、法规及政策。其他类别生态空间区域也应严格执行相关生态环境保护的法律、法规及政策。

建立和完善与生态红线保护相关的法规、政策。生态红线内的建设项目应作为环境影响重大项目管理,依法开展可行性研究、环境影响评价及规划选址论证。依法建立生态红线补偿制度,将生态红线补偿资金列入财政预算,制定配套的补偿办法,确保生态红线补偿资金用于受补偿地区的生态建设与保护工作。

#### 2.2.4.2 强化环境准入管理

建立和完善环境准入要求,规范各类经济和社会活动,防止造成新的人为生态破坏。一级生态空

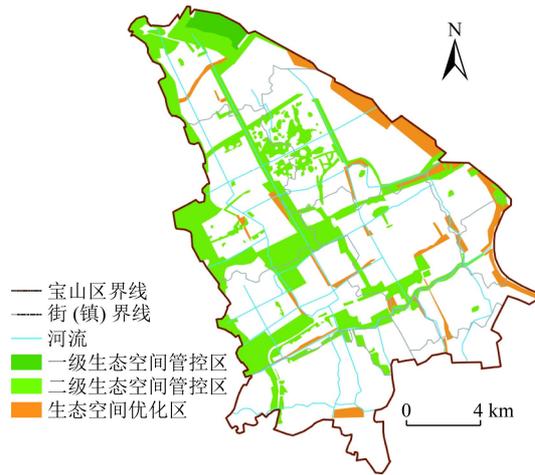


图 5 上海市宝山区生态空间管控优化方案

Fig.5 Optimized plan of ecological space control in Baoshan District, Shanghai

间管控区原则上禁止任何建设活动；二级生态空间管控区作为限制建设区，在严格限制新增建设用地前提下，在机动额度范围内可按管控要求开展建设活动。但应加强限制建设区的环境准入要求。同时，应加强治理与保护、建设与管理并重，使各项生态环境保护措施与建设工程能够长期发挥作用，促进生态红线区域内的生态恢复。

### 3 结论与建议

#### 3.1 结论

(1)宝山区优化调整后的生态空间总面积为 121.84 km<sup>2</sup>，占宝山区陆域面积的 40.4%。

(2)经过优化，宝山区可实现《上海市城市总体规划(2016—2040 年)》要求 2040 年该区生态用地占陆域面积比例达到 40% 的目标。

(3)城市规划环评能够在城市规划生态空间的基础上，从生态环境重大问题、区域环境需求等方面进一步优化生态空间格局，提出具有针对性的管控措施，为我国新型城镇化推进和生态文明建设提供了有效手段。

#### 3.2 建议

(1)城市规划环评中生态空间的优化重点在于局地空间重构。高度城市化地区生态空间主要特征表现为空间占比小且分布零散、缺乏形成规模的生态节点且连通性较差、生境质量受到人为因素威胁且生物多样性较低。因此，城市规划环评中生态空间的优化和管控重点，应在保护现有重要生态功能区、生态敏感区和其他需要特殊保护的区域的基础上，进行最大程度的空间重构。然而，由于社会—经济—自然复合生态系统的特殊性，实现城市空间重

构的难度巨大，因而在明确城市生态需求的基础上开展有针对性的局地空间重构更加适宜。

(2)在分析城市生态需求过程中，建议从宏观和中观双重尺度开展分析。其中，宏观尺度重点关注城市环境质量达标需求；中观尺度关注城市在环境质量改善、生态系统服务和功能提升、生态安全保障及人居安全防护等方面的需求。需要注意的是，城市规划环评中生态空间优化和管控能够有效解决或在一定程度上缓解中观尺度生态需求，并且生态系统服务和功能提升需求及人居安全防护需求是高度城市化地区生态需求的重点内容，而实现宏观层面的环境质量达标需求并不能通过空间管控得以有效解决，生态空间优化和管控仅能起到一定的改善作用。

(3)城市生态空间管控应以生态红线为基准，并将其作为生态空间布局优化的底线和基础。其中，生态红线一级保护区是生态空间的核心区域，建议将其划定为禁止建设区，原则上禁止任何建设活动；生态红线二级保护区是生态空间保护的重要区域，建议将其划为限制建设区，在严格限制新增建设用地前提下，在适当范围内按照管制要求有序开展建设活动。并以维护生态状况为重点，禁止建设可能导致区域重要生态功能下降的开发活动，控制线性工程、市政基础设施和独立型特殊建设项目用地。

#### 参考文献

- [1] 王甫园, 王开泳, 陈田, 等. 城市生态空间研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 2017, 36(2): 207-218.  
WANG F Y, WANG K Y, CHEN T, et al. Progress and prospect of research on urban ecological space[J]. *Progress in Geography*, 2017, 36(2): 207-218.
- [2] CUI L, WANG J, SUN L, et al. Construction and optimization of green space ecological networks in urban fringe areas: a case study with the urban fringe area of Tongzhou District in Beijing[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 276: 124266.
- [3] ROUSSEL F, SCHULP C J E, VERBURG P H, et al. Testing the applicability of ecosystem services mapping methods for peri-urban contexts: a case study for Paris[J]. *Ecological Indicators* 2017, 83: 504-514.
- [4] 谢高地. 城市生物多样性保护与生态系统服务供给[J]. *环境保护*, 2015, 43(5): 25-28.  
XIE G D. Biodiversity and ecosystem services in city[J]. *Environmental Protection*, 2015, 43(5): 25-28.
- [5] 邓焜丹, 叶露锋, 刘丽香, 等. 城市生态安全研究进展[J]. *环境工程技术学报*, 2022, 12(1): 248-259.  
DENG H D, YE L F, LIU L X, et al. Review of urban ecological security research[J]. *Journal of Environmental Engineering Technology*, 2022, 12(1): 248-259.
- [6] 马丽, 田华征, 康蕾. 黄河流域矿产资源开发的生态环境影响与空间管控路径[J]. *资源科学*, 2020, 42(1): 137-149.  
MA L, TIAN H Z, KANG L. Eco-environmental impact and spatial control of mineral resources exploitation in the Yellow River Basin[J]. *Resources Science*, 2020, 42(1): 137-149.
- [7] 李岁月. 论习近平系列重要讲话的生态空间思想[J]. *内蒙古大*

- 学学报(哲学社会科学版), 2017, 49(5): 15-20.
- [ 8 ] 朱江, 邓木林, 潘安. “三规合一”: 探索空间规划的秩序和调控合力[J]. *城市规划*, 2015, 39(1): 41-47.  
ZHU J, DENG M L, PAN A. Three plannings in one: exploring the order and regulation capacity of spatial planning[J]. *City Planning Review*, 2015, 39(1): 41-47.
- [ 9 ] 顾朝林, 王颖, 邵园, 等. 基于功能区的行政区划调整研究: 以绍兴城市群为例[J]. *地理学报*, 2015, 70(8): 1187-1201.  
GU C L, WANG Y, SHAO Y, et al. Research on administrative divisions based on functional areas analysis: a case of Shaoxing metropolitan area[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(8): 1187-1201.
- [ 10 ] ZOU H, WANG X. Progress and gaps in research on urban green space morphology: a review[J]. *Sustainability*, 2021, 13(3): 1202.
- [ 11 ] 黄大明, 赵红红, 周昊天. 高密度环境下的城市空间设计策略探析: 以广州国际金融城起步区为例[J]. *规划师*, 2016, 32(3): 54-60.  
HUANG D M, ZHAO H H, ZHOU H T. High density area urban design strategies: international financial city, Guangzhou[J]. *Planners*, 2016, 32(3): 54-60.
- [ 12 ] 郑善文, 何永, 欧阳志云. 我国城市总体规划生态考量的不足及对策探讨[J]. *规划师*, 2017, 33(5): 39-46.  
ZHENG S W, HE Y, OUYANG Z Y. Inadequate ecological consideration in urban master plan and countermeasures[J]. *Planners*, 2017, 33(5): 39-46.
- [ 13 ] 王德旺, 何萍, 徐杰, 等. 长江大保护5年来流域土地利用和生态系统服务变化[J]. *环境工程技术学报*, 2022, 12(2): 408-416.  
WANG D W, HE P, XU J, et al. Changes of land use and ecosystem service in the Yangtze River Basin after five years' general protection[J]. *Journal of Environmental Engineering Technology*, 2022, 12(2): 408-416.
- [ 14 ] 修春亮, 祝翔凌. 针对突发灾害: 大城市的人居安全及其政策[J]. *人文地理*, 2003(5): 26-30.  
XIU C L, ZHU X L. Countering the sudden calamity: human resident security and the policy of metropolis[J]. *Human Geography*, 2003(5): 26-30.
- [ 15 ] 关小克, 张凤荣, 王秀丽, 等. 北京市生态用地空间演变与布局优化研究[J]. *地域研究与开发*, 2013, 32(3): 119-124.  
GUAN X K, ZHANG F R, WANG X L, et al. Spatial evolution of urban ecological land and its distribution optimization in Beijing[J]. *Areal Research and Development*, 2013, 32(3): 119-124.
- [ 16 ] 孙逊. 基于绿地生态网络构建的北京市绿地体系发展战略研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2014.
- [ 17 ] 周锐, 苏海龙, 钱欣, 等. 城市生态用地的安全格局规划探索[J]. *城市发展研究*, 2014, 21(6): 21-27.
- [ 18 ] 马世发, 艾彬. 基于地理模型与优化的城市扩张与生态保护二元空间协调优化[J]. *生态学报*, 2015, 35(17): 5874-5883.  
MA S F, AI B. Coupling geographical simulation and spatial optimization for harmonious pattern analysis by considering urban sprawling and ecological conservation[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(17): 5874-5883.
- [ 19 ] HUANG B X, CHIOU S C, LI W Y. Landscape pattern and ecological network structure in urban green space planning: a case study of Fuzhou City[J]. *Land*, 2021, 10(8): 769.
- [ 20 ] 姜响, 王文燕, 史常艳, 等. 生态功能改善目标下的青海省“三线一单”编制实践[J]. *环境科学研究*, 2020, 33(5): 1293-1299.  
JIANG Y, WANG W Y, SHI C Y, et al. Compilation and practice of "Three Lines and One List" in Qinghai Province under the objective of ecological function improvement[J]. *Research of Environmental Sciences*, 2020, 33(5): 1293-1299.
- [ 21 ] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统[J]. *生态学报*, 1984(1): 1-9.  
MA S J, WANG R S. The social-economic-natural complex ecosystem[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1984(1): 1-9.
- [ 22 ] 王如松, 欧阳志云. 社会-经济-自然复合生态系统与可持续发展[J]. *中国科学院院刊*, 2012, 27(3): 337-345.  
WANG R S, OUYANG Z Y. Social-economic-natural complex ecosystem and sustainability[J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2012, 27(3): 337-345.
- [ 23 ] 王成新, 秦昌波, 吕红迪, 等. 规划环评中的生态空间识别与生态影响评价探索: 以长春新区发展规划为例[J]. *中国环境管理*, 2017, 9(6): 88-94.  
WANG C X, QIN C B, LÜ H D, et al. Exploration of ecological space identification and ecological impact assessment in planning environmental impact assessment: a case study of Changchun New District Development Planning[J]. *Chinese Journal of Environmental Management*, 2017, 9(6): 88-94.
- [ 24 ] 杜晓东. 城市总体规划环境影响评价的探索: 长春市总体规划为例[D]. 长春: 东北师范大学, 2011.
- [ 25 ] 温华. 基于DPSIR-FUZZY模型融合的土地利用总体规划环境影响评价研究: 以武宁县为例[D]. 南昌: 江西财经大学, 2018.
- [ 26 ] 彭建, 吕慧玲, 马晶, 等. 基于阈值分割的京津唐城市群生态用地多源遥感识别[J]. *生态学杂志*, 2015, 34(1): 204-211.  
PENG J, LÜ H L, MA J, et al. Multi-source remote sensing of ecological land in Beijing-Tianjin-Tangshan Metropolitan based on threshold segmentation method[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2015, 34(1): 204-211.
- [ 27 ] DRAUS P, LOVALL S, FORMBY T, et al. A green space vision in Southeast Michigan's most heavily industrialized area[J]. *Urban Ecosystems*, 2019, 22(1): 91-102.
- [ 28 ] 吕永龙, 王尘辰, 曹祥会. 城市化的生态风险及其管理[J]. *生态学报*, 2018, 38(2): 359-370.  
LÜ Y L, WANG C C, CAO X H. Ecological risk of urbanization and risk management[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(2): 359-370.
- [ 29 ] KIM E, LEE S H. Sustainability and the expected effects of office-to-residential conversion in historic downtown areas of South Korea[J]. *Sustainability*, 2020, 12(22): 9576.
- [ 30 ] 李木秀. 轨道交通导向的边缘城市土地利用研究[D]. 上海: 同济大学, 2008.
- [ 31 ] 吴蒙. 基于SD与CLUE-S模型的快速城市化区域生态服务价值时空保护研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2013.
- [ 32 ] 张哲, 倪贺伟, 王维, 等. 长江流域不同尺度岸带区域的土地利用及其变化[J]. *环境工程技术学报*, 2017, 7(4): 500-508.  
ZHANG Z, NI H W, WANG W, et al. Land use and change of riparian zone at different scales in the Yangtze River Basin[J]. *Journal of Environmental Engineering Technology*, 2017, 7(4): 500-508.
- [ 33 ] 范小安, 王金辉, 徐美娜, 等. 典型入海口海岸带生态环境质量遥感评价研究: 以宝山区为例[J]. *海洋学研究*, 2020, 38(2): 66-73.  
FAN X A, WANG J H, XU M N, et al. Remote sensing evaluation of eco-environmental quality in the typical estuarine coastal zones: a case study of Baoshan District[J]. *Journal of Marine Sciences*, 2020, 38(2): 66-73.
- [ 34 ] 付晶. 上海城市景观格局、生态效应及恢复力特征[D]. 上海: 上海师范大学, 2017.
- [ 35 ] 何宗菲, 於家, 陈芸, 等. 城市建设用地的潜在生态适宜性评价: 以上海市宝山区为例[J]. *资源科学*, 2020, 42(3): 558-569.  
HE Z F, YU J, CHEN Y, et al. Potential ecological suitability evaluation of urban construction land: a case study in Baoshan District, Shanghai[J]. *Resources Science*, 2020, 42(3): 558-569.
- [ 36 ] 邵俊. 上海城郊快速城市化过程中的环境功能区划研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2005.
- [ 37 ] 屠越. 上海市生态源地识别体系构建与生态保护修复关键区识别[D]. 上海: 华东师范大学, 2021. ⊕