

高密度城市核心区生态空间界定与评价 ——以北京为例

□ 郑善文, 马默衡, 李 福, 张芯蕾, 汪坚强

[摘要] 城市生态空间是城市人居品质和可持续发展的重要支撑, 在高密度城市核心区尤为稀缺又极为重要, 而有关研究存在界定不够全面、分类不够清晰及评价不够精确等问题。文章将城市生态空间的概念由“蓝绿”空间扩展到全域、全要素的生态空间, 基于高精度卫星影像和多源数据建立“要素+类型”的生态空间分类体系, 并以北京首都功能核心区为例, 通过GIS空间分析、问卷调查和数据分析等方法, 从斑块和街道两个尺度对核心区的生态空间格局、生态空间供给、居民使用和需求情况进行分层评价, 总结北京首都功能核心区现状城市生态空间在格局、供需等方面的问题, 识别生态空间缺失地区, 并提出增加生态空间供给、平衡生态空间格局、促进生态空间开放和丰富生态空间类型等生态空间优化建议。

[关键词] 城市生态空间; 高密度城市核心区; 生态空间评价; 生态城市规划; 城市生态系统服务; 北京

[文章编号] 1006-0022(2021)03-0064-08 [中图分类号] TU984.11⁵ [文献标识码] B

[引文格式] 郑善文, 马默衡, 李福, 等. 高密度城市核心区生态空间界定与评价——以北京为例[J]. 规划师, 2021(3): 64-71.

Identification and Evaluation of Eco-space in High-density Urban Core Area: Beijing Case/Zheng Shanwen, Ma Moheng, Li Fu, Zhang Xinlei, Wang Jianqiang

Abstract Ecological space is an important insurance of quality urban life and sustainable urban development, especially in high density urban core area. Relevant studies have problems of vague definition, unclear categorization, inaccurate evaluation etc. The paper expands the concept of ecological space from blue and green space to full coverage and all elements ecological space, and establishes an ecological space categorization system based on high resolution satellite image and multi-source data. By GIS spatial analysis, questionnaire survey and data analysis, the paper makes leveled analysis on the pattern and supply of ecological space, residential demand and use of ecological space from patch and street scales, concludes the problems and missing area of ecological space, and puts forwards improvement suggestions in space provision, space pattern, space openness, and space diversification.

Keywords Urban ecological space, High density urban core area, Evaluation of ecological space, Ecological city planning, Urban ecological space provision, Beijing

城市是一个社会、经济、自然复合的生态系统, 其中城市生态空间是维持城市生态系统正常运转的重要物质载体, 对城市可持续发展具有重要的支撑作用, 同时也是为城市提供生态系统服务、保障城市生态安全及提升城市人居环境品质不可或缺的重要空间保障^[1-5]。而充足的城市生态空间不仅能保证城市正常的生态需求,

还能对生态过程进行缓冲与利用, 如城市生态空间在韧性城市应对灾害、保持城市健康及提升城市生态系统服务等方面有着不可替代的重要作用^[6-8]。因此, 在城市规划和建设过程中应将城市生态空间作为衡量城市(空间)健康状况和城市竞争力、吸引力的一个重要指标^[9]。

北京在近三四十年的快速城镇化进程中, 中心城区

[基金项目] 国家自然科学基金项目(51908004、52078007)、北京工业大学博士科研启动基金项目(047000514121566)

[作者简介] 郑善文, 博士, 高级规划师, 注册城乡规划师, 北京工业大学城市建设学部建筑与城市规划学院讲师、硕士生导师, 中国城市科学研究会生态城市研究专业委员会委员, 北京北工大规划设计院有限公司副总规划师。

马默衡, 美国哥伦比亚大学建筑、规划与历史保护研究生院硕士研究生。

李 福, 硕士, 高级工程师, 一级注册建筑师, 现任职于上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司。

张芯蕾, 北京工业大学城市建设学部建筑与城市规划学院硕士研究生。

汪坚强, 博士, 注册城乡规划师, 北京工业大学城市建设学部建筑与城市规划学院副教授、硕士生导师。

的快速扩张带来了植被覆盖率下降、生态空间减少等城市生态问题,城市人居环境质量受到挑战。为解决城市生态问题,北京相继出台了关于提升城市人居环境的多项政策和措施。2017年,《北京城市总体规划(2016—2035年)》提出北京是全国政治中心、文化中心、国际交往中心和科技创新中心,并将北京东城区和西城区划为首都功能核心区(以下简称“核心区”)[10]。2020年,《首都功能核心区控制性详细规划(街区层面)(2018年—2035年)》提出核心区是全国政治、文化和国际交往中心的核心承载区,是北京历史文化名城保护的重点地区,是展示国家首都形象的重要窗口地区[11]。核心区内有故宫、景山、北海和天坛等重要城市生态空间,这些生态空间具有较强的生态服务功能,对支撑北京政治、文化和国际交往中心的建设具有重要意义,但目前有关核心区生态空间的研究仍然较为缺乏,尤其缺乏对生态空间进行高精度准确识别、分类和使用评价等方面的相关研究。

本文在已有研究基础上分析总结国内外城市生态空间界定、分类与评价研究的趋势和问题,对城市生态空间的概念与内涵进行再界定,进而以北京核心区为研究区,通过高精度遥感影像解译与人工识别相结合的方法对其生态空间进行识别和重新分类,并对其生态空间的格局、数量和服务等进行评价;通过问卷和实地调查等方法,从居民感受和使用角度对核心区生态空间的使用情况进行评价,识别出生态空间的“薄弱”地区,最终提出核心区生态空间优化的建议,以提升整体生态服务功能和生态空间品质。

1 已有研究进展

当前,国内外有关城市生态空间的研究以公园绿地、绿色空间、蓝色空间(水)和绿色基础设施的研究相对较多,在研究尺度上以宏观区域或城市市域尺

度的研究居多,其他尺度的研究较少。

1.1 城市生态空间的概念内涵与研究尺度

关于城市生态空间的内涵界定,早期主要指城市绿色生态空间,核心是公园(公共)绿地[12-14],后来发展到囊括自然生态领域的林地、草地、耕地和农地等,以及水域的“蓝绿”空间组合[4, 15-16]和绿色基础设施的有关概念[17-18]。在已有研究中,尺度上仍以城市群区域或城市市域尺度为主[19-21],对城区尺度尤其是高密度城市核心区尺度的研究非常少见。

1.2 城市生态空间的识别与评价方法

目前,关于城市生态空间的识别与评价方法如下:①基于对土地利用和覆被的分析对城市群、都市区的生态空间格局变化及其生态服务响应等进行识别与评价。此类研究多是以中分辨率(30m×30m的居多)的卫星影像数据为基础,采用某个尺度网格化(如1km×1km的网格)对空间单元进行划分,通过遥感解译、归一化植被指数(NDVI)等技术手段来实现对生态空间的识别与评价[22-26]。②基于景观生态学对城市生态空间格局进行识别与评价。此类方法一般是利用“斑块—廊道—基质”原理、生态适宜性和敏感性分析、景观格局指数、景观空间绩效及生态系统服务等因素对城市(区域)的生态安全格局、生态空间格局及演化趋势进行识别与评价[27-33],并提出生态控制线、生态网络等规划响应策略[34-37]。此外,也有学者以可持续发展理论和土地利用变化数据为基础,开展城市土地利用(含生态空间)综合评估工作[38-39]。

1.3 北京城市生态空间已有研究

目前关于北京的城市生态空间研究较多集中在城市热岛和绿色空间(公园绿地)方面,如北京城市热岛与土地利用的关系、北京城市绿化与热岛效应的关系、北京城市建筑密度分布对热岛效应的影

响及北京地区城市热岛强度长期变化特征与气候学影响机制等[40-43]。此外,关于北京公园绿地的研究较多,如北京绿色空间规划、生态用地规划、绿色空间演变、绿色空间生态服务功能评估和城市公园的健康福祉[44-48]等,这些研究多以北京市域或其中的五环、六环区域为研究对象。

1.4 小结

综上所述,目前有关城市生态空间的定义或内涵主要指“蓝绿”空间组合。笔者认为,这种定义忽略了可透水地面、广场、立体绿化和路旁行道树等能提供生态服务的非“蓝绿”生态空间或要素,也忽略了潜在的有可能转换为生态空间的用地与空间。具体而言,已有研究多集中于较为宏观的城市群区域或市域尺度,多采用遥感、卫星影像等大尺度、中低分辨率的数据,多是偏宏观尺度的生态网络、生态控制线等的研究。

笔者认为,目前较缺乏针对中微观尺度的城区特别是城市中心区生态空间的高分辨率、精细化研究,且目前的研究多是基于人为划分的空间底图(如网格化的空间单元划分)来展开,研究尺度与城市规划实践尺度不够匹配,研究成果的应用性与实操性不强,无法有效指导城市规划或管理实践[49]。此外,在已有的针对北京生态空间的研究中,关于城市中心区尤其是核心区的研究较少,而高密度建成的城市核心区生态空间对城市人居环境改善和生态功能提升具有重要意义,亟待深入研究。

2 核心区生态空间界定与分类方法

在已有研究基础上,本文对城市生态空间的内涵进行拓展与再界定,以北京核心区为研究对象,基于高分辨率影像数据和城市路网、POI等多源数据对生态空间进行识别与重新分类,并结合居民对于生态空间使用情况的问卷调查,

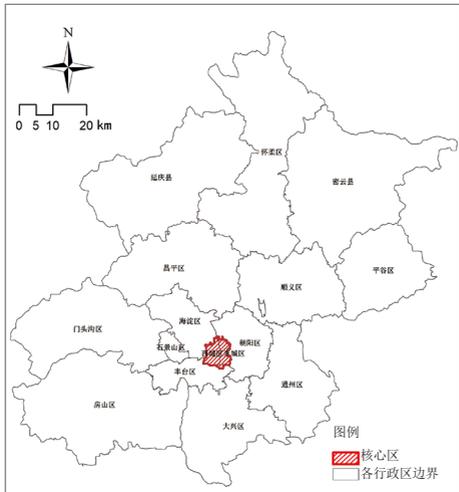


图1 核心区范围示意图

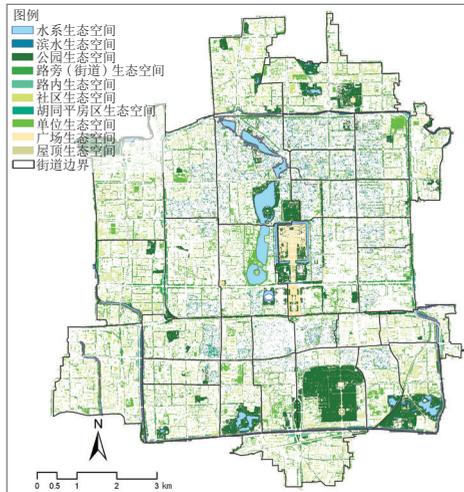


图2 核心区生态空间要素分布图

表1 生态空间要素分类一览

生态空间要素分类	具体要素	典型示例
水系生态空间	河流水系、湖面	护城河、什刹海等水体
滨水生态空间	护城河、河流沿线、湖面沿线	护城河沿线、什刹海沿线等生态空间
公园生态空间	各类向公众开放的公园绿地和名胜场所、王府花园内的生态空间	景山、天坛、地坛、北海、陶然亭等公园绿地和雍和宫、国子监、恭王府等名胜古迹内的生态空间
路旁(街道)生态空间	道路两侧的行道树、林荫道等	长安街、二环路沿线生态空间和道路行道树, 此类为可进入、有生态功能、偏积极的路旁生态空间
路内生态空间	道路中间绿化带、立交桥景观绿地等	此类为不可进入、偏消极的道路防护或景观绿地
社区生态空间	居住小区内部的生态空间	各居住小区内的生态空间
胡同平房区生态空间	胡同、平房区和四合院内的生态空间	分布于二环内的胡同、平房区的大量树木
单位生态空间	各类单位、学校、医院、科研机构和商业办公等地块内生态空间	此类为局部开放或向部分人群开放的地块内生态空间
广场生态空间	大中型城市广场	天安门广场、西单文化广场等
屋顶生态空间	建筑屋顶绿化生态空间	四达大厦、政协礼堂、市委党校内和西城区政府等建筑屋顶生态空间

通过更加科学合理的物质化空间评价与居民感知角度的使用评价相结合的方法,对核心区生态空间进行精细化、人本化的分类与评价,并基于评价结果提出生态空间优化策略与建议。

2.1 核心区概况

本文的研究区域为北京核心区,包括北京东城区与西城区的行政管辖范围(图1)。核心区现有32个街道级行政单元,总面积约为92.5 km²,2018年末常住人口约为200万,地区生产总值约为6670

亿元。核心区是北京政治中心、文化中心和国际交往中心(3个中心)的核心承载区,区内有景山、北海、天坛等重要城市生态空间及各类街道和社区级生态空间,此外还有天安门广场、故宫等大型城市开敞空间。这些空间都具有较强的生态服务功能,对支撑北京3个中心的建设具有重要意义。

2.2 生态空间概念与内涵的再界定

针对核心区的特点,本文将城市生态空间概念由传统的“蓝绿”空间拓展

到可提供生态服务的用地与空间,包括潜在的能转化为生态空间的潜力空间,在某种意义上是指除建筑和道路之外的空间区域,包含了具有生态服务功能的开敞空间和公共空间(如广场、行道树下的街道空间等),还包括屋顶绿化等三维立体的生态空间,本文的概念界定突破了一般意义上二维“蓝绿”空间的概念边界。

2.3 生态空间分类方法

本文以空间分辨率为1m的高精度影像为基础数据,利用高精度遥感解译与人工识别相结合并进行矢量化分析的技术方法,同时结合城市路网、POI等数据进行城市功能的识别与验证,将核心区的土地覆盖生态空间要素分为水系、滨水、公园、广场、路旁(街道)、路内、社区、胡同平房区、单位和屋顶10类生态空间(表1)。这种方法既区别于常用的“绿地+水系”概念,也突破了遥感解译方法的地物识别误差(如建筑阴影、建筑屋顶等),同时还区分出功能属性(如社区和单位生态空间),能较准确地精细化识别核心区各类生态空间及其属性。

3 核心区生态空间评价

3.1 生态空间要素

核心区生态空间面积约为2602 hm²,占核心区总面积的28.13%,高于同期绿地面积统计数据(约2140 hm²)。其中,公园生态空间、路旁(街道)生态空间 and 单位生态空间(占比均在15%以上)分列前三位,其中路旁(街道)生态空间以一般绿地统计口径中容易被忽视的林荫道、行道树等生态空间为主,此类生态空间在核心区生态空间中发挥了重要作用;单位生态空间的总量可观,是未来生态空间优化的重要机遇空间。广场生态空间、滨水生态空间、路内生态空间和屋顶生态空间分列后四位,占比均小于5%,其中广场、滨水和屋顶生态空间是未来

需重点补充的生态空间要素(图2,表2)。

3.2 生态空间类型

依据开放程度和功能属性将上述10类生态空间要素进一步分为公共、半公共和非公共3类生态空间,其中公共生态空间指完全向公众开放的生态空间,主要为各级各类城市公园,可进一步将其划分为城市级、街道级和社区级三级及路旁(街道)生态空间;半公共生态空间指有限开放或者对部分人群开放的生态空间,主要包括单位、路内、胡同平房区、社区和屋顶生态空间等;非公共生态空间主要是指中南海、大使馆等不对外开放的特殊地区生态空间。在核心区生态空间中,总体上公共生态空间占主导,半公共生态空间次之,非公共生态空间则比较少。在公共生态空间中,又以城市级生态空间和路旁(街道)生态空间为主,以街道级生态空间为辅,社区级生态空间较为缺乏(图3,表3)。

3.3 生态空间格局

本文运用核密度法对核心区生态空间斑块的空间格局进行分析,首先根据街道边界在GIS平台上建立渔网,将核心区分为50m×50m的网格;其次计算每个网格中生态空间的面积,利用网格的几何中心代替该网格;最后计算生态空间的核密度分布,具体公式为:

$$f(s) = \sum_{n=1}^n \left(\frac{1}{h^2} k \frac{s-c_i}{h} \right) \quad \text{公式①}$$

式中, $f(s)$ 为空间位置 s 处的核密度计算函数; h 为距离衰减阈值; n 为与位置 s 的距离小于或等于 h 的要素点数; k 则表示空间权重函数^[50]。这一方程的几何意义为核密度值在每个核心要素 c_i 处最大,并且在远离 c_i 过程中不断降低,直至与核心 c_i 的距离达到阈值 h 时核密度值降为0。在实际中,阈值 h 的设置主要与分析尺度及地理现象特点有关,较小的距离衰减值可以使密度分布结果中出现较多的高值或低值区域,适合于揭示密

表2 核心区生态空间要素统计

生态空间要素	面积/hm ²	比例/%
水系生态空间	232.00	8.92
滨水生态空间	72.50	2.79
公园生态空间	647.94	24.90
路旁(街道)生态空间	565.45	21.72
路内生态空间	23.36	0.90
社区生态空间	359.63	13.82
胡同平房区生态空间	159.21	6.12
单位生态空间	452.91	17.40
广场生态空间	88.46	3.40
屋顶生态空间	0.68	0.03
总计	2 602.14	100

表3 核心区生态空间类型分类和统计

生态空间类型	生态空间等级	包含生态空间要素	面积/hm ²	比例/%
公共生态空间	城市级	天坛、景山等大型城市公园,天安门广场等大型城市广场及长安街、二环路沿线生态空间与护城河滨水生态空间	811.15	31.17
	街道级	以街道为主要服务区的中型公园、广场和主干路侧生态空间及其他滨水生态空间	295.87	11.37
	社区级	块状小型街头公园、社区公园和广场等	5.05	0.19
半公共生态空间	路旁生态空间	次干路、支路的路旁生态空间与行道树等	449.88	17.29
	—	单位、路内、胡同平房区、屋顶及社区生态空间等	995.79	38.27
非公共生态空间	—	特殊地区生态空间,如中南海、使馆区生态空间	44.40	1.71
总计			2 602.14	100

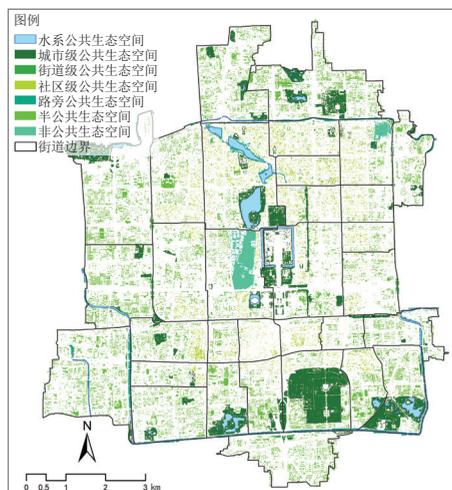


图3 核心区生态空间类型分布图

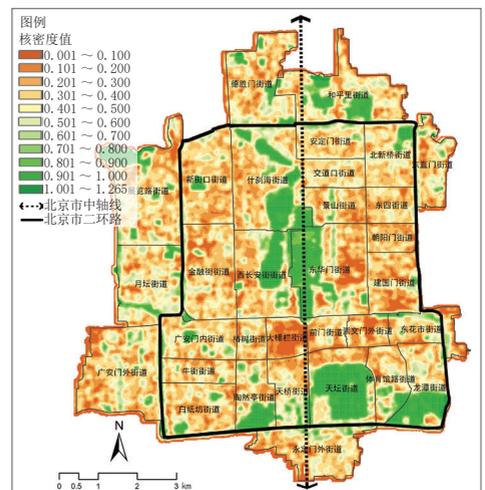


图4 核心区生态空间核密度分析图

度分布的局部特征^[51-52]。经过多次实验,本次选择的阈值为100m(图4)。

分析结果显示,核心区生态空间总体分布不均,沿中轴线、北二环、南二

环和东二环南段、西二环南段的生态空间分布较密集,二环内的生态空间覆盖度相对低于二环外地区。其中,二环内大型城市级生态空间居多,如景山、北海、

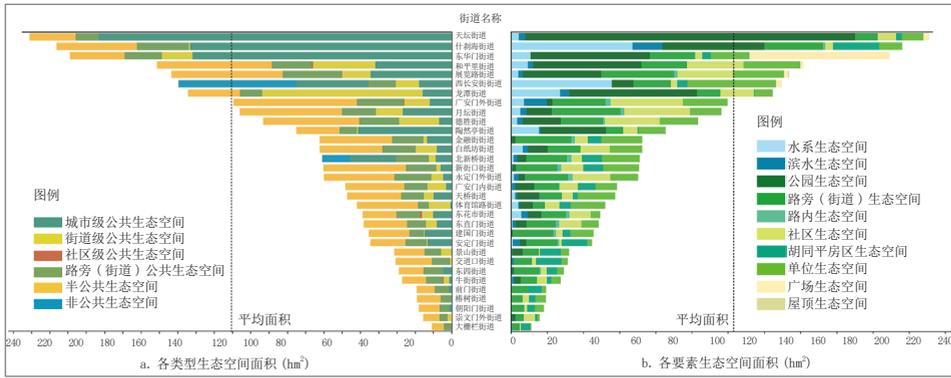


图5 分街道生态空间面积统计图

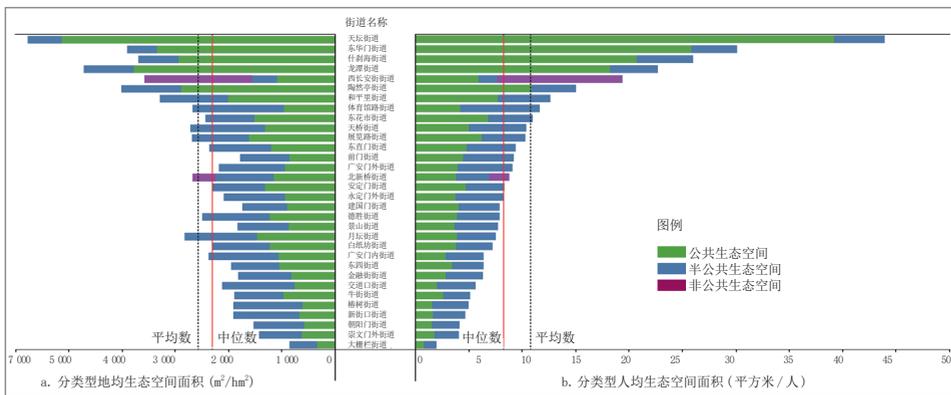


图6 分街道人均与地均生态空间面积统计图

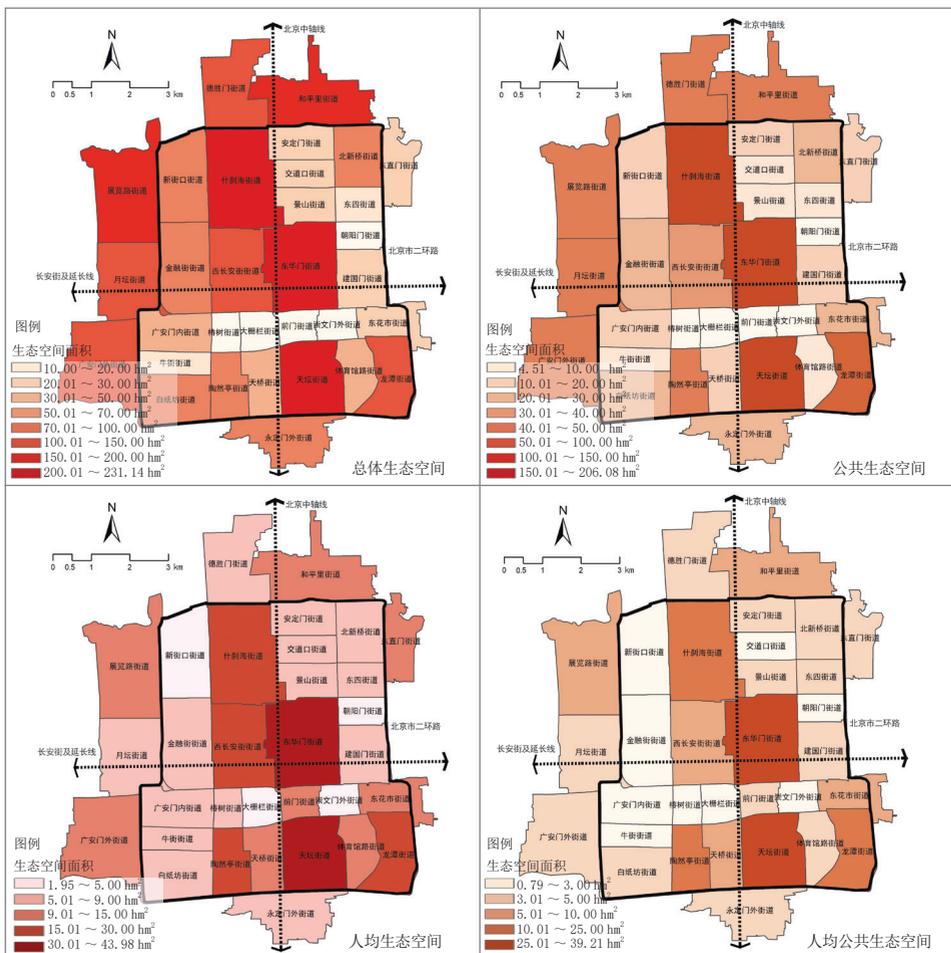


图7 分街道生态空间分布图

天坛和什刹海等大型生态空间都分布在二环内，社区级生态空间在此区域则较为缺乏；而二环外中小型街道级和社区级生态空间相对较多，大型城市级生态空间则较少。除此之外，在大栅栏、前门、崇文门等街道及东四、朝阳门、天桥等街道的局部地区，生态空间覆盖度较低（图4）。

在斑块格局分析的基础上，为进一步分析空间分布的规律，本文进行了分街道的生态空间要素和类型分析。首先，在分街道生态空间类型分析上，天坛、什刹海和东华门街道的公共生态空间总量排在前三位；前门、椿树、朝阳门、崇文门外和大栅栏街道分列后五位，生态空间总量均小于10hm²（图5-a），这些街道在整体上公共生态空间缺失较为严重。

其次，在分街道生态空间要素统计上，天坛、什刹海和东华门街道排在前三位，远高于平均值；朝阳门、崇文门外和大栅栏街道分列后三位，远低于平均值（图5-b）。

再次，从地均和人均生态空间面积看，地均生态空间面积排在前三位的是天坛、龙潭和陶然亭街道，说明龙潭、陶然亭等街道的生态空间比例较高（图6-a）；人均生态空间面积排在前三位的是天坛、东华门和什刹海街道，排在后三位的是朝阳门、崇文门外和大栅栏街道，与生态空间总量排序基本相同（图6-b）。

最后，街道层面的总体生态空间、公共生态空间、人均生态空间和人均公共生态空间分布也呈现一定的规律性，如在生态空间总量上中轴线以西优于中轴线以东，长安街以北优于长安街以南，二环外平均优于二环内；但是从人均生态空间供给情况看，中轴线两侧的街道优势明显提升，而二环外街道的优势明显降低，同时长安街以南和以北的供给差异在缩小，说明二环外和长安街以北地区虽然生态空间总量相对较多，但人均生态空间供给仍然不足，如和平里、

展览路、广外和月坛等街道(图7)。

3.4 生态空间使用

本文针对核心区生态空间使用情况进行问卷调查,主要调研对象为核心区内外的居民,调研问卷共发放550份,调研时间为2020年4月~6月。由于新型冠状病毒肺炎疫情的影响,问卷采用线上线下相结合的形式,并采用定向和随机两种方式,其中线下定向发放针对的是核心区内居民或工作地点在核心区的居民,线上随机发放则面向全市。最终收集有效问卷510份,其中居住或工作(学习)在核心区内居民调查问卷共有347份,包括东城区143份、西城区204份,核心区外问卷163份。具体生态空间使用情况问卷的问题包括:受访者对各个尺度生态空间的使用频率、使用目的和使用情况等的评价。

首先,从生态空间使用频率看,总体上高频率较少、中低频率较多,其中约半数受访者的频率在两周一次或其他,约25%受访者为一周一次,约5%的受访者在周五次以上。此外,核心区内受访者的生态空间使用频率明显高于核心区外的受访者,说明核心区生态空间具有一定的本地服务性(图8)。

其次,从不同等级生态空间的使用频率看,社区级生态空间的使用频率最高(约占46%),城市级生态空间的使用频率次之(约占37%),街道级生态空间的使用频率最低(约占17%)。从核心区内外观,不同等级生态空间对区内和区外使用者的作用存在差异,区内受访者使用社区级生态空间的频率高于区外受访者,而区外受访者使用城市级生态空间的频率高于区内受访者(图9)。

最后,受访者去往生态空间的主要目的包括遛弯、接触自然、游览名胜古迹、运动和欣赏美景等几方面。从核心区内外观,区内受访者更倾向于遛弯、带孩子和运动,而区外受访者更倾向于游览名胜古迹、聚会和欣赏美景(图10)。

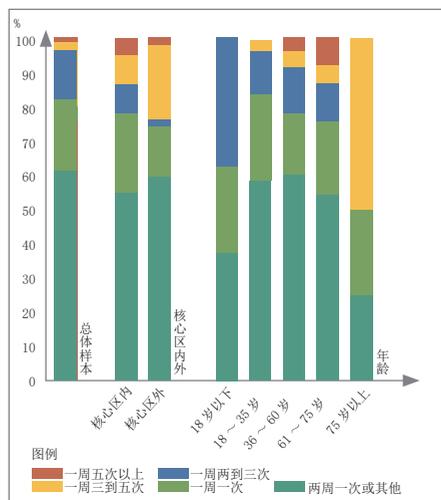


图8 核心区生态空间使用频率调研统计图

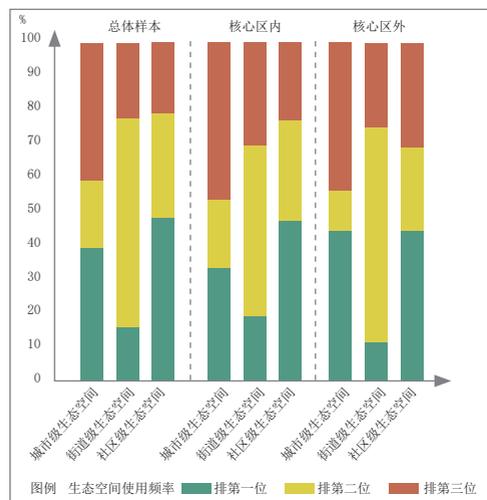


图9 核心区不同等级生态空间使用频率调研统计图

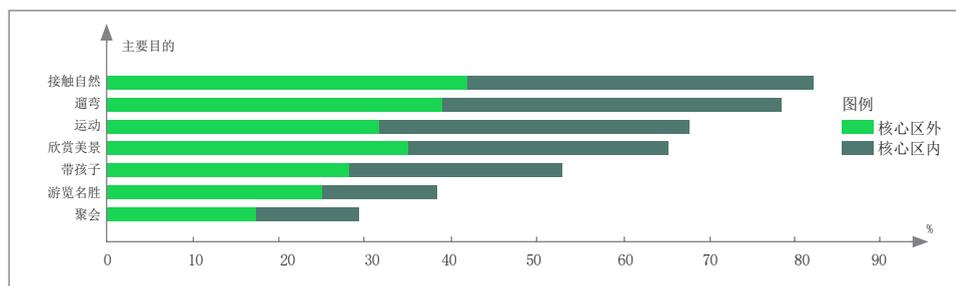


图10 核心区生态空间使用目的的调研统计图

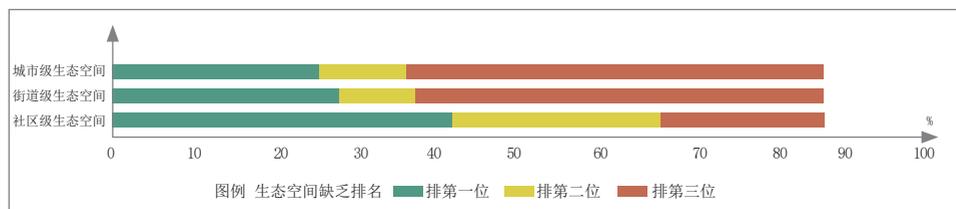


图11 各尺度生态空间缺乏程度调研统计图

3.5 生态空间需求

在使用情况调研基础上,本文通过问卷来调研生态空间的需求情况,包括生态空间对于使用者的吸引元素、缺乏元素、各尺度生态空间的缺乏程度等问题的调研。从生态空间缺乏程度看,超过半数受访者认为社区级生态空间最为缺乏,街道级生态空间次之,城市级生态空间缺乏程度最低(图11)。在吸引元素方面,自然景色、文化气息和开敞空间被认为是最吸引人的元素,而绿地、水景、花鸟鱼虫等自然要素则是较为缺乏的生态空间元素。从核心区内外观,在吸引元素方面,被自然景色和文化气

息所吸引的区外受访者较区内更多一些;在缺乏元素方面,区内受访者更需要体育活动场地。

4 结论与建议

4.1 主要结论

本文将生态空间概念由“蓝绿”空间扩展到全域、全要素的生态空间,并基于高精度卫星影像和多源数据建立“要素+类型”的生态空间分类体系,通过GIS空间分析、问卷调查和数据分析等方法,从斑块和街道两个尺度层面对核心区生态空间格局、居民使用和需求情况

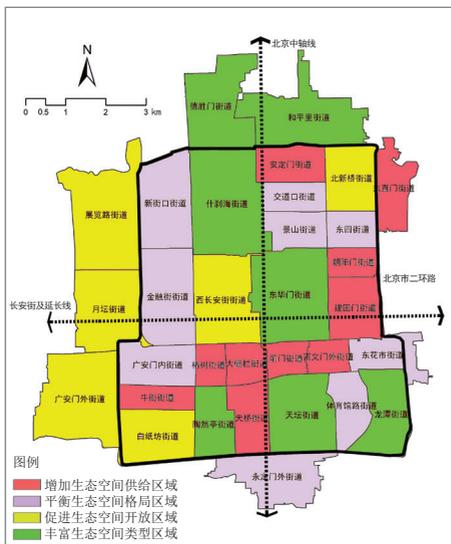


图 12 分街道生态空间规划优化示意图

进行分层评价，其主要结论如下：

从生态空间数量上看，生态空间总量较一般统计口径上的绿地量要高，这客观反映了核心区生态空间的实际情况，其中城市级生态空间量较足、满意度较高、生态服务功能较好，街道级和社区级生态空间相对缺乏、满意度较低、生态功能较弱。而且，由行道树构成的路旁（街道）生态空间贡献了较多面积，而这部分生态空间在一般的绿地概念中是被忽视的。

从生态空间格局上看，无论是斑块尺度还是街道尺度的生态空间均存在分布不均问题，部分街道在生态空间总量和人口密度上还不匹配。

从生态空间使用情况上看，社区级生态空间的使用频率最高，且老年人对于社区级生态空间的使用频率高于中青年，中青年对于城市级生态空间的使用频率则高于老年人。从使用生态空间的主要目的看，核心区内居民更倾向于遛弯、带孩子和运动，而核心区外居民更倾向于游览名胜古迹、聚会和欣赏美景。

从生态空间需求上看，社区级生态空间的需求最为紧迫，自然景色、文化气息和开敞空间是生态空间最具魅力的元素，而水景、绿地等则是生态空间较

为缺乏的元素。

4.2 主要建议

基于以上研究，为改善核心区的人居环境品质和生态环境质量，本文以街道为单位针对性地提出如下生态空间优化建议（图 12）：①增加生态空间供给。在东城区的崇文门外、朝阳门、安定门、建国门、东直门街道和西城区的椿树、大栅栏、前门、牛街、天桥街道，应重点补充街道级、社区级和小微生态空间，并结合当前的非首都功能疏解，将疏解腾退后的空间优先补充为生态空间，同时可与公共服务设施、市政设施综合设置，形成若干个街道、社区的公共空间、公共服务空间和生态空间复合中心。②平衡生态空间格局。在东城区的景山、交道口、东四、东花市、永定门外街道和西城区的新街口、金融街、广安门内街道，应在目前生态空间覆盖度较低的地区增加生态空间，缓解地区、街道间不平衡的状态。③促进生态空间开放。在东城区的白纸坊、北新桥街道和西城区的西长安街、展览路、月坛、广安门外街道，应促进现有半公共生态空间（如具备开放条件的单位、商业办公区的生态空间）的共享开放和公共化，此类生态空间也是将来核心区生态空间格局优化的重要机遇空间。④丰富生态空间类型。在东城区的东华门、天坛、龙潭、和平里街道和西城区的什刹海、德胜门、陶然亭街道，应逐步恢复水系（如护城河水系、三里河水系）、增加滨水生态空间，并通过立体绿化、屋顶绿化等方法增加立体生态空间，尤其是可以尝试在公共服务、教育科研、商务办公等公共建筑中增加立体生态空间，以丰富生态空间类型。⑤路旁（街道）生态空间在生态空间供给中扮演着较重要角色，规划应予以重视，如有缺失或不连续的应尽可能进行修补，以形成连续的带状生态空间及生态空间网络；胡同、四合院、平房区由于历史悠久和文化因素，也有较多的生态空间

（如古树）分布，可推进有条件的区域（如一些王府、名人故居等）开放、共享生态空间。

综上所述，高密度建成区的城市核心区生态空间在当前城市集约发展、追求高强度、高效率的背景下显得尤为宝贵且稀缺，有关生态空间的供给和规划应在与社会经济发展保持协同的同时，尽可能地提高自身的生态服务水平和空间环境品质，助力城市人居环境的持续改善。

[参考文献]

[1] 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.

[2] 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(3): 2, 85-93, 151-152.

[3] 徐毅, 彭震伟. 1980—2010 年上海城市生态空间演进及动力机制研究 [J]. 城市发展研究, 2016(11): 1-10, 59.

[4] 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(2): 207-218.

[5] Jianguo W, Wei Ning X, Jingzhu Z. Urban Ecology in China: Historical Developments and Future Directions [J]. Landscape and Urban Planning, 2014(125): 222-233.

[6] 王昕皓. 以生态智慧引导构建韧性城市 [J]. 国际城市规划, 2017(4): 10-15.

[7] 李婧. 海绵城市视角下城市水系规划编制方法的探索 [J]. 城市规划, 2018(6): 100-104.

[8] Tan P Y, Zhang J, Masoudi M, et al. A Conceptual Framework to Untangle the Concept of Urban Ecosystem Services [J]. Landscape and Urban Planning, 2020(200): 103-113.

[9] 李荷, 杨培峰. 城市自然生态空间的价值评估及规划启示 [J]. 城市环境与城市生态, 2014(5): 39-43.

[10] 北京市人民政府. 北京城市总体规划 (2016—2035 年) [Z]. 2017.

[11] 北京市人民政府. 首都功能核心区控制性详细规划 (街区层面) (2018 年—2035 年) [Z]. 2020.

[12] 彭瑶玲, 邱强. 城市绿色生态空间保护与管制的规划探索——以《重庆市缙云

- 山、中梁山、铜锣山、明月山管制分区规划》为例[J]. 城市规划, 2009(11): 69-73.
- [13] 王新伊, 刘滨谊. 城郊绿化与城市绿色生态空间的营造[C]//第8届中日韩国际风景园林学术研讨会论文集, 2005.
- [14] 李锋, 王如松. 城市绿地系统的生态服务功能评价、规划与预测研究——以扬州市为例[J]. 生态学报, 2003(9): 1929-1936.
- [15] 王甫园, 王开泳. 城市化地区生态空间可持续利用的科学内涵[J]. 地理研究, 2018(10): 1899-1914.
- [16] 郭淳彬. “上海2035”生态空间规划探索[J]. 上海城市规划, 2018(5): 118-124.
- [17] 王云才, 申佳可, 彭震伟, 等. 适应城市增长的绿色基础设施生态系统服务优化[J]. 中国园林, 2018(10): 45-49.
- [18] 李锋, 王如松, 赵丹. 基于生态系统服务的城市生态基础设施: 现状、问题与展望[J]. 生态学报, 2014(1): 190-200.
- [19] 王智勇, 李纯, 黄亚平, 等. 城市密集区生态空间识别、选择及结构优化研究[J]. 规划师, 2017(5): 106-113.
- [20] 罗巧灵, 李志刚, 周婕. 新型城镇化背景下长江经济带城市生态空间规划引导研究——以武汉市为例[J]. 现代城市研究, 2017(4): 21-26.
- [21] 詹运洲, 李艳. 特大城市城乡生态空间规划方法及实施机制思考[J]. 城市规划学刊, 2011(2): 49-57.
- [22] 赵丹, 李锋, 王如松. 城市土地利用变化对生态系统服务的影响——以淮北市为例[J]. 生态学报, 2013(8): 2343-2349.
- [23] 梁保平, 翟禄新. 1991—2006年桂林市植被覆盖度、地表温度时空变化及相关性研究[J]. 中国园林, 2014(7): 77-81.
- [24] Siiba A, Adams EA, Cobbinah PB. Chieftaincy and Sustainable Urban Land Use Planning in Yendi, Ghana: Towards Congruence[J]. Cities, 2018(73): 96-105.
- [25] 颜文涛, 黄欣, 邹锦. 融合生态系统服务的城乡土地利用规划: 概念框架与实施途径[J]. 风景园林, 2017(1): 45-51.
- [26] 张亮, 岳文泽. 城市生态空间多元综合识别研究——以杭州市为例[J]. 生态学报, 2019(17): 6460-6468.
- [27] 周媛, 石铁矛, 胡远满, 等. 基于城市气候环境特征的绿地景观格局优化研究[J]. 城市规划, 2014(5): 83-89.
- [28] 陈爽, 刘云霞, 彭立华. 城市生态空间演变规律及调控机制——以南京市为例[J]. 生态学报, 2008(5): 2270-2278.
- [29] 王云才, 申佳可, 象伟宁. 基于生态系统服务的景观空间绩效评价体系[J]. 风景园林, 2017(1): 35-44.
- [30] 陈利顶, 孙然好, 刘海莲. 城市景观格局演变的生态环境效应研究进展[J]. 生态学报, 2013(4): 1042-1050.
- [31] Zhang D, Huang Q X, He C Y, et al. Planning Urban Landscape to Maintain Key Ecosystem Services in a Rapidly Urbanizing Area: A Scenario Analysis in the Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration, China[J]. Ecological Indicators, 2019(96): 559-571.
- [32] 李兰, 侯全华, 陈晓键. 生态文明价值范式转换下的城市生态空间绩效研究[J]. 中国园林, 2020(6): 72-77.
- [33] Baró F, Palomo I, Zulian G, et al. Mapping Ecosystem Service Capacity, Flow and Demand for Landscape and Urban Planning: A Case Study in the Barcelona Metropolitan Region[J]. Land Use Policy, 2016(57): 405-417.
- [34] 何冬华. 生态空间的“多规融合”思维: 邻避、博弈与共赢——对广州生态控制线“图”与“则”的思考[J]. 规划师, 2017(8): 57-63.
- [35] 吴敏, 吴晓勤. 基于“生态融城”理念的城市生态网络规划探索——兼论空间规划中生态功能的分割与再联系[J]. 城市规划, 2018(7): 9-17.
- [36] 彭建, 杨旸, 谢盼, 等. 基于生态系统服务供需的广东省绿地生态网络建设分区[J]. 生态学报, 2017(13): 4562-4572.
- [37] 张浪. 上海市基本生态网络规划特点的研究[J]. 中国园林, 2014(6): 42-46.
- [38] 林栋, 马晖玲, 任正超, 等. 基于LUCC的兰州城市生态系统服务价值动态分析[J]. 生态科学, 2016(2): 1-9.
- [39] Ning X, Wang H, Liu Y, et al. Urban Ecological Space Changes of 338 Prefecture-level Cities in China From 2016 to 2017 with High-Precision Urban Boundary and Land Cover Data[J]. Isprs - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2020(43): 157-160.
- [40] 宫阿都, 陈云浩, 李京, 等. 北京市城市热岛与土地利用/覆盖变化的关系研究[J]. 中国图象图形学报, 2007(8): 1476-1482.
- [41] 李延明, 张济和, 古润泽. 北京城市绿化与热岛效应的关系研究[J]. 中国园林, 2004(1): 77-80.
- [42] 葛亚宁, 徐新良, 李静, 等. 北京市建筑密度分布对热岛效应的影响研究[J]. 地球信息科学学报, 2016(12): 1698-1706.
- [43] 黄群芳, 陆玉麒. 北京地区城市热岛强度长期变化特征及气候学影响机制[J]. 地理科学, 2018(10): 1715-1723.
- [44] 李锋, 王如松, Paulussen Juergen. 北京市绿色空间生态概念规划研究[J]. 城市规划汇刊, 2004(4): 61-64, 96.
- [45] 欧阳志云, 李小马, 徐卫华, 等. 北京市生态用地规划与管理对策[J]. 生态学报, 2015(11): 3778-3787.
- [46] 李方正, 解爽, 李雄. 基于多源数据分析的北京市中心城绿色空间时空演变研究(1992—2016)[J]. 风景园林, 2018(8): 46-51.
- [47] 崔朝伟, 许学工. 北京市域绿色空间生态服务功能的相对评估[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2010(2): 271-278.
- [48] Liu H, Li F, Li J, et al. The Relationships Between Urban Parks, Residents' Physical Activity, and Mental Health Benefits: A Case Study From Beijing, China[J]. Journal of Environmental Management, 2017(190): 223-230.
- [49] 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(5): 39-46.
- [50] 禹文豪, 艾廷华. 核密度估计法支持下的网络空间POI点可视化与分析[J]. 测绘学报, 2015(1): 82-90.
- [51] 杨元喜, 崔先强. 动态定位有色噪声影响函数——以一阶AR模型为例[J]. 测绘学报, 2003(1): 6-10.
- [52] André Jalobeanu, Laure Blanc-Féraud, Zerubia J. Satellite Image Deblurring Using Complex Wavelet Packets[J]. International Journal of Computer Vision, 2003(3): 205-217.

[收稿日期]2021-01-22