

DOI: 10.5846/stxb202203100574

闫明,敖嫩,陈利顶,孙然好.城市生态品质公众感知与现状的定量指标研究.生态学报,2023,43(12):4920-4927.

Yan M, Ao N, Chen L D, Sun R H. Research on the quantitative indicators of public perception and status of urban ecological quality. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(12): 4920-4927.

城市生态品质公众感知与现状的定量指标研究

闫 明^{1,2}, 敖 嫩³, 陈利顶^{1,2}, 孙然好^{1,2,*}

1 中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

2 中国科学院大学, 北京 100049

3 内蒙古自治区地质调查研究院, 呼和浩特 010018

摘要:随着国家对韧性城市和人居环境的重视,城市生态品质正在不断的提升和优化,如何对生态品质进行量化以及如何满足公众需求是当前迫切需要解决的重要问题。内蒙古自治区作为我国北方重要的生态安全屏障,各盟市的自然条件和社会经济差异巨大,城市生态品质公众感知与现状亟需系统研究。从生态资源的数量、质量和可获得性三个维度建立了评价体系,通过收集内蒙古自治区 12 个盟市 612 份满意度调查问卷、7 项百度指数以及 12 项城市生态品质现状定量指标,系统分析了城市生态品质公众感知与现状间的差异。研究表明,问卷调查和现状结果均显示出可获得性>数量>质量,而百度指数则相反,表明当前内蒙古自治区各盟市在城市生态品质建设中更需要注重质量上的优化。研究提出了内蒙古自治区城市生态品质建设的发展方向,为公众获得感和幸福感的提升路径提供了参考。

关键词:城市生态品质;评价体系;定量指标;问卷调查;公众感知

Research on the quantitative indicators of public perception and status of urban ecological quality

YAN Ming^{1,2}, AO Nen³, CHEN Liding^{1,2}, SUN Ranhao^{1,2,*}

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Geological Survey Academy of Inner Mongolia Autonomous Region, Huhhot 010018, China

Abstract: With the emphasis on resilient cities and human settlements in China, urban ecological quality is constantly improving and optimizing. How to quantify its ecological quality and how meet public needs are important issues that need to be solved urgently. As an important ecological security barrier in the north of China, the natural and socio-economic conditions in the Inner Mongolia Autonomous Region vary greatly from one municipality to another. However, there is a lack of systematic research on public perception and status of urban ecological quality. This paper establishes an evaluation system in three dimensions: quantity, quality, and accessibility of ecological resources. By collecting 612 satisfaction questionnaires, 7 Baidu indices and 12 quantitative indicators of the current status of urban ecological quality from 12 cities in the Inner Mongolia Autonomous Region, we systematically analyze the differences between public perception and the status of urban ecological quality. The study found that both the questionnaire survey and the status results showed that the availability of urban ecological resources>the quantity of resources>the quality of ecological resources, while the Baidu index showed the opposite result. It indicates that the current urban ecological quality construction in the Inner Mongolia

基金项目:国家自然科学基金项目“城市景观地理学”(41922007)

收稿日期:2022-03-10; 网络出版日期:2023-02-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: rhsun@rcees.ac.cn

Autonomous Region alliances and cities need to focus more on the optimization of quality. The study proposes the development direction of urban ecological quality construction in the Inner Mongolia Autonomous Region, which provides a reference for the improvement of residents' accessibility and happiness to the natural environment of human living.

Key Words: urban ecological quality; evaluation system; quantitative indicators; questionnaire survey; public perception

城市生态品质是一个包含自然与人文要素、生态空间、生态感知等多个维度的概念^[1]。快速城市化所带来的高密度人居环境使得城市生态品质受到更多的关注和重视,其中 2021 年 5 月自然资源部印发的《省级国土空间生态修复规划编制技术规程(试行)》专门提到要提升城市生态品质。许多城市通过规划建设生态空间来缓解城市化所带来的生态压力,特别是在景观尺度上改善城市居民福祉,优化城市生态品质^[2-3]。

公众感知代表着城市居民对城市生态品质现状的直观感受和认可程度,公众参与的水平影响着政府规划的实施水准^[4]。其中问卷调查是公众感知相关研究中采取的主要方法^[5],在城市生态景观评价及指标建设^[6-8]、生态品质与公众审美偏好之间关系^[9]、城市公园满意度评价^[10]等方面已经广泛应用。同时,随着互联网用户激增,利用互联网分析指数也可以反应一定时期公众的兴趣和需求^[11],代表了公众感知的另一个方面。通过互联网分析指数开展的相关研究在公众对国家政策的关注^[12]、自然条件对游客偏好的影响^[13]等方面开始有所应用。以问卷调查和互联网分析指数为基础的生态现状耦合研究也有所开展,包括探究土地覆被变化与百度指数的关联^[14]、空气污染与公众关注之间的相关性^[15]以及通过公众感知和实际观测的生态价值重叠区域来确定生态“热点”^[16]等,而公众感知与城市生态品质现状之间的差异却少有研究^[17]。

城市生态品质现状的定量指标在一定程度上是公众福祉量化工具,对城市形象的提升以及居民健康的保障有着不可替代的意义和价值。近年来,国家对城市生态品质的重视程度不断加强,2021 年 6 月自然资源部发布的《国土空间规划城市体检评估规程》以及 2022 年 7 月住房和城乡建设部发布的《2022 城市体检指标体系》等,均对城市生态品质提出了一些相应的指标要求。城市生态品质的评价标准由于专业视角不同各有侧重^[18-19],其中生态城市指标体系多涵盖社会、经济、自然 3 个子系统的状态、动态和实力 3 个方面^[20-21];城市生态绿地规划评价指标体系从生态效益、经济效益和景观效益 3 个方面出发,定性和定量相结合提出了综合指标体系^[22];城市生态安全指标体系包括了压力指标、状态指标和响应指标三个方面^[23];城市生态发展评价指标体系从生态经济、生态社会、生态自然以及生态制度 4 个维度出发,选用现有统计口径和统计范围的成熟指标来构建指标体系^[24];国外在城市公共绿地生态承载力^[25]、城市热岛^[26]、城市可持续发展指数^[27-28]等方面建立了相应的指标标准。总体来看,城市生态品质多从要素类型进行分类,较少从要素本身的数量、质量和可获得性进行划分。

本研究以内蒙古自治区 12 个盟市为研究对象,结合内蒙古自治区实际现状,构建了由公众感知定量指标和生态品质现状定量指标两部分构成的城市生态品质公众感知与现状评价体系,分别从数量、质量和可获得性三个维度进行了定量评价,并对公众感知和生态品质现状的定量指标做了差异性探究。

1 方法和数据

1.1 研究区域

内蒙古自治区位于我国北部边疆,是重要的生态屏障^[29]。首府为呼和浩特市,辖 9 个地级市、3 个盟,包括呼和浩特市、包头市、呼伦贝尔市、通辽市、赤峰市、乌兰察布市、鄂尔多斯市、巴彦淖尔市、乌海市、兴安盟、锡林郭勒盟、阿拉善盟^[30]。从西部的沙漠环境到东部的大兴安岭林海,各盟市自然条件各异,其中大兴安岭和阴山山脉是全区气候差异的重要自然分界线。内蒙古自治区当前正稳步推进以人为核心的新型城镇化,重点建设呼包鄂乌城市群,提高呼和浩特首位度,推动赤峰、通辽区域中心城市,稳步提升中小城市承载能力^[31]。过去几十年,内蒙古自治区经历了快速的经济增长和城市化进程,且严重依赖丰富的自然资源来推动

城市发展^[32—33],城市生态品质状况尚不明晰。

1.2 定量指标

本研究基于内蒙古自治区的实际现状并参考现行相关规程标准^[34—35],从数量、质量、可获得性三个维度构建了城市生态品质公众感知与现状评价体系(表 1)。具体来讲,城市生态品质的公众感知与现状评价体系分为公众感知定量指标、生态品质现状定量指标两个部分,其中公众感知定量指标又分为问卷调查满意度、生态品质关注度两部分内容。评价体系将公众需求与现状的指标内容划分为数量、质量和可获得性三个维度,以探究同维度、同指标类型下公众感知和生态品质现状的差异。

表 1 城市生态品质公众感知与现状评价体系

Table 1 Evaluation system of and public perception urban ecological quality

维度 Dimensions	公众感知定量指标 Quantitative indicators of public perception		生态品质现状定量指标 Quantitative indicators of ecological quality status
	问卷调查满意度	生态品质关注度	
数量 Quantity	城市公园数量满意度	景观/绿化	公园数量
	人均公园绿地面积满意度	公园	人均公园绿地面积
	城市河湖湿地比例满意度		河湖湿地水面率
	城市公共空间数量满意度		城市公共空间数量(文化馆、公共图书馆、博物馆)
	城市森林覆盖率满意度		城市森林覆盖率
	城市生态绿化建设满意度		建成区绿化覆盖率
质量 Quality	城市公园和廊道品质满意度	人居环境	植被净初级生产力(NPP)
	城市街道景观水平满意度	绿色/低碳	归一化植被指数(NDVI)
	城市生物多样性满意度	生态效益	鸟类种类数
	城市防洪排涝能力满意度	生物多样性	降雨就地消纳率
	城市人居环境满意度		环境综合指数(ECI)
可获得性 Accessibility	城市公园和廊道服务距离满意度	可达/连通	景观格局指数;聚集度指数(AI)
	城市绿地连通性满意度		
	城市公共服务可达性满意度		

1.3 数据获取

1.3.1 问卷调查

问卷调查体系中,采用腾讯问卷(<https://wj.qq.com/mine.html>)定向对内蒙古自治区公众发放调查问卷。调查问卷分为“受访者基本信息”和“城市生态品质满意度调查”两部分,共设置 20 个问题,包括 19 个单选题以及 1 个填空题。其中“受访者基本信息”设置 6 个问题,包括受访者的出生年份、性别、城市、文化程度、职业和收入。“城市生态品质满意度调查”设置 14 个问题,即表 1 中问卷调查体系的 14 个满意度问题,选项中分为满意、一般和不满意三个程度。调查时间为 2021 年,对象包括学生、自由职业者、普通职员、政府工作人员等,经筛选获得 612 份有效问卷。

1.3.2 生态品质关注度

城市生态品质关注度使用互联网分析指数中的百度指数来表征。百度指数(Baidu index)分为资讯指数和搜索指数,为研究网络关注度提供了有力支持^[36]。本研究采用的搜索指数是互联网用户对关键词搜索关注程度及持续变化情况,以网民在百度的搜索量为数据基础,以关键词为统计对象,科学分析并计算出各个关键词在百度网页搜索中搜索频次的加权。根据百度指数的词汇收集现状选择了“景观/绿化”“公园”“生物多样性”“人居环境”“绿色/低碳出行”“生态效益”“可达/连通”7 个与城市生态品质相关的检索词。检索时间为 2021 年 1 月 1 日—2021 年 12 月 31 日,获取内蒙古自治区 12 个盟市的百度搜索指数中的整体日均值。同时根据第七次人口普查的结果进行校正,获得单位百度指数 I_{BD} ,其中 S 为百度搜索指数整体日均值, P 为常住人口(万人)。

$$I_{BD} = \frac{S}{P} \times 365$$

1.3.3 生态品质现状

生态品质现状定量指标共选取了 12 项城市生态品质方面的内容。兴安盟、锡林郭勒盟、阿拉善盟 3 个盟的统计数据均指其政府所在地,即乌兰浩特市、锡林浩特市和巴彦浩特镇。公园数量、人均公园绿地面积、城市公共空间数量(文化馆、公共图书馆、博物馆)、建成区绿化覆盖率来自《2021 内蒙古统计年鉴》^[37]数据,其中巴彦浩特镇的人均公园面积和绿化覆盖率从当地政府部门获取。河湖湿地水面率、城市森林覆盖率来自内蒙古自治区第三次国土资源调查数据,鸟类种类数来自中国观鸟记录中心,降雨就地消纳率为 2018 年全国不透水面数据^[38]、环境综合指数(ECI)从内蒙古自治区生态环境厅官网获取。

NPP 来自 MODIS17A3H 数据,空间分辨率为 500 m×500 m,NDVI 来自 MOD13Q1 数据,空间分辨率为 250 m×250 m,时间为 2020 年。均来源于美国国家航空航天局(NASA)的 EOS/MODIS 数据产品(<https://lpdaac.usgs.gov/>),数据经过投影转换、系数订正、格式转换等步骤,使用 Python 语言和 GDAL 进行处理,获取 6—9 月生长季的平均值。景观聚集度指数 AI 基于土地覆被遥感监测数据库(CNLUCC),在 Fragstats4.2 中进行计算。

对城市生态品质现状因子进行极差标准化^[39], X'_{ij} 为第 i 个数据的标准化结果; X_{ij} 为第 j 个指标中第 i 个数据, $\max X_j$ 和 $\min X_j$ 分别为第 j 个指标中所有数据的最大值和最小值。指标分正向指标(1)和负向指标(2),对于表达意义与城市生态品质一致的指标,采用正向指标公式,否则采用负向指标公式。在现状定量指标中,认为能反映城市生态品质的指标是正向指标,指标得分越大生态品质越好,即除 ECI 为负向指标外,其余均为正向指标。极差标准化后,各指标的区间为 0—1,其中 1 代表城市生态品质现状最佳,0 表示最差。这里将标准化结果 X'_{ij} 作为各盟市城市生态品质现状满意度。

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_j - \min X_j} \times 100\% \quad (1)$$

$$X'_{ij} = \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_j - \min X_j} \times 100\% \quad (2)$$

2 主要结果

2.1 生态品质公众感知

从问卷调查的统计结果来看,受访者学历以本科为主,月收入多在 2000—5999 元之间,且 1990—2000 年出生的受访者最多,男女比例为 9:11。内蒙古自治区公众对数量、质量和可获得性的满意度分别为 62.7%、59.7%和 69.3%,不满意度分别为 8.18%、9.49%、4.77%(图 1)。结果表明公众对可获得性的满意度相对较高,对质量的满意度相对较低,同时对质量的不满意度相对较高,对可获得性的不满意度相对较低。从盟市角度看,数量维度上鄂尔多斯市、通辽市和乌海市的满意度最高,乌兰察布市、阿拉善盟和呼伦贝尔市的不满意度最高;质量维度上鄂尔多斯市、通辽市和锡林郭勒盟的满意度最高,阿拉善盟、呼和浩特市和乌兰察布市的不满意度最高;可获得性维度上鄂尔多斯市、通辽市和阿拉善盟的满意度最高,阿拉善盟、呼伦贝尔市和呼和浩特市的不满意度最高(图 1)。结果表明,鄂尔多斯市在数量、质量和可获得性三个维度均相对较好,公众满意比例相对较高,而自治区首府呼和浩特市在质量和可获得性维度上不满意度相对较高,说明公众在该维度的需求没有得到满足。

百度搜索指数结果显示(图 2),单位百度指数中数量、质量和可获得性的指数分别为 23.6、33.4、13.8,说明质量维度的指数相对较高,而可获取性维度的指数相对较低。分盟市来看,呼和浩特市在这三个维度均相对较高,兴安盟、通辽市和乌兰察布市分别在数量、质量和可获得性三个维度相对较低。

2.2 生态品质现状定量评价

内蒙古自治区城市生态品质现状的数量、质量和可获得性满意度结果分别为 40.04%、39.54%、62.14%,

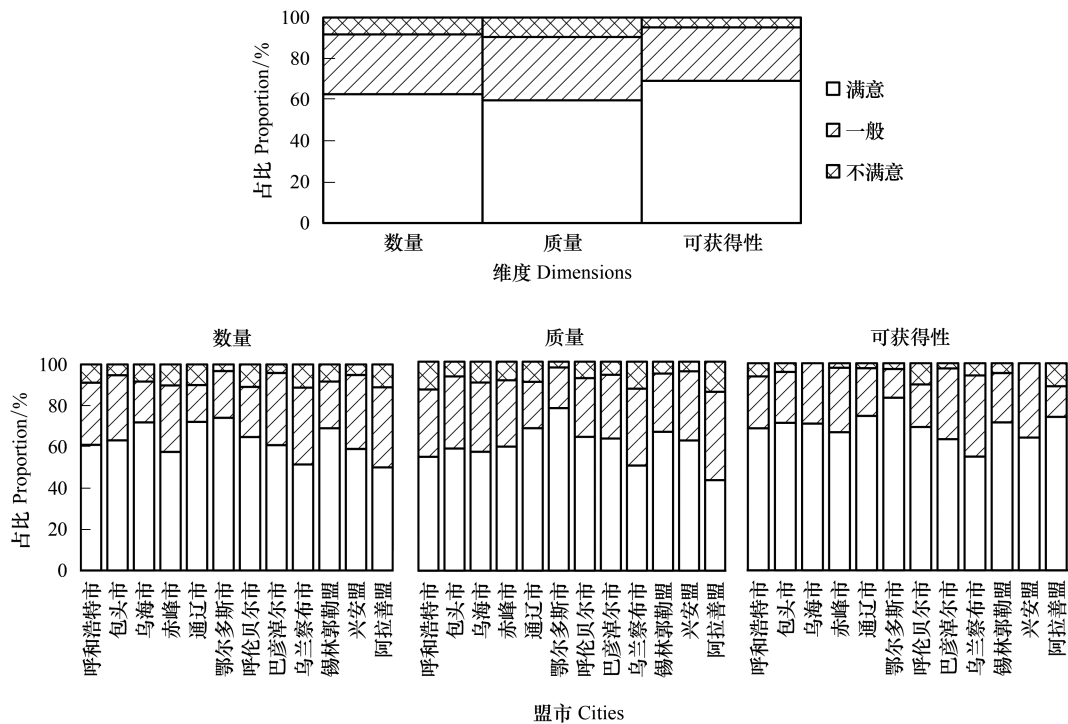


图1 城市生态品质满意度调查结果

Fig.1 Urban ecological quality satisfaction survey results

说明可获得性维度相对较好,质量维度相对较差。分盟市来看,呼伦贝尔市在质量和可获得性维度均排在自治区首位,鄂尔多斯市在数量维度上排在自治区首位(图3)。

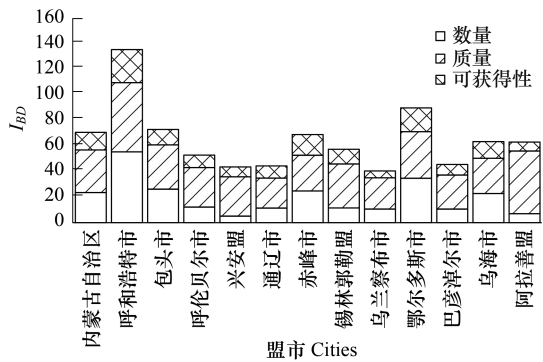


图2 单位百度指数结果

Fig.2 Unit Baidu index results

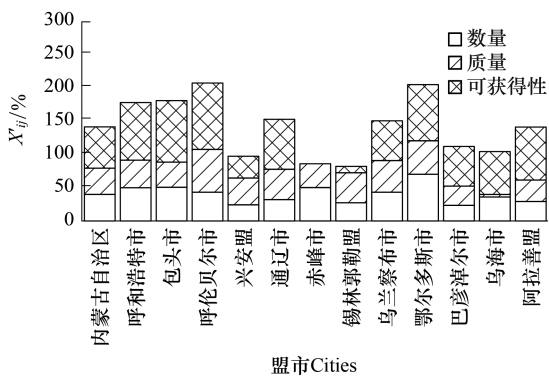


图3 城市生态品质现状

Fig.3 Present situation of urban ecological quality

2.3 生态品质公众感知与现状分析

从整体来看,在内蒙古自治区城市生态品质现状定量指标上,呈现出可获得性>数量>质量;问卷调查满意度上,同样呈现出可获得性>数量>质量;生态品质关注度则正好相反,呈现出质量>数量>可获得性。

具体分析城市生态品质现状定量指标和问卷调查满意度结果显示(图4):(1)从数量维度的指标看,公园数量和人均公园绿地面积方面,鄂尔多斯市的现状指标均相对较高,分别位列1、2位,同时其相应的问卷调查满意度也相对较高,而锡林郭勒盟、乌海市尽管在这两方面的现状并不突出,但由于市中心区域存在有大型绿地或市区较高的河湖湿地水面率,可能会导致公众感知的提升;河湖湿地水面率方面,现状中乌海市排名自

治区首位,这与问卷调查的结果保持一致,同时问卷调查中满意度相对较高的城市均有河流贯穿城区,如通辽市、呼伦贝尔市和锡林郭勒盟,尽管包头市河湖湿地水面率也相对较高,但河流未在市区中心,可能导致公众感知稍弱;公共空间数量方面,现状中呼伦贝尔市、呼和浩特市和赤峰市的数量均相对较高,这与问卷调查结果基本一致;城市森林覆盖率方面,鄂尔多斯市的现状和问卷调查满意度均为首位,但是其余盟市问卷调查满意度结果跟生态品质现状的关系并不紧密,可能是由于森林覆盖率公众无法准确感知;建成区绿化覆盖率方面,现状中各盟市之间的差距并不是很大,其中包头市和鄂尔多斯市相对较高,这与问卷中满意度也基本一致。(2)从质量维度的指标看,在城市公园和廊道品质满意度方面,呼和浩特市和包头市的现状相对较高,但是问卷调查满意度和其他盟市差距并不明显,可能是由于公众对自治区首府等重点城市的期待较高;在街道景观水平方面,各盟市之间的差距并不明显,其中通辽市的现状最优,这与问卷调查结果基本一致;在鸟类种类数方面,现状中呼伦贝尔市的鸟类种类数排名首位,在问卷调查中排名第2位;在降雨就地消纳率方面,现状中鄂尔多斯市和乌兰察布市相对较高,鄂尔多斯市的问卷调查满意度排名也相对较高;在环境综合指数方面,现状中锡林浩特市最优,其次为呼伦贝尔市,这和问卷调查满意度有一定差别,说明环境综合指数与公众对人居环境的直观感受存在有偏差。(3)从可获得性维度的指标看,呼伦贝尔市、包头市和呼和浩特市的排名相对较高,但各盟市之间的差距并不明显,从问卷满意度看,鄂尔多斯市、通辽市的满意度最高,因此公众对连通性、可达性的概念和现状指标可能存在一定的偏差,没有展现出完全的一致性。

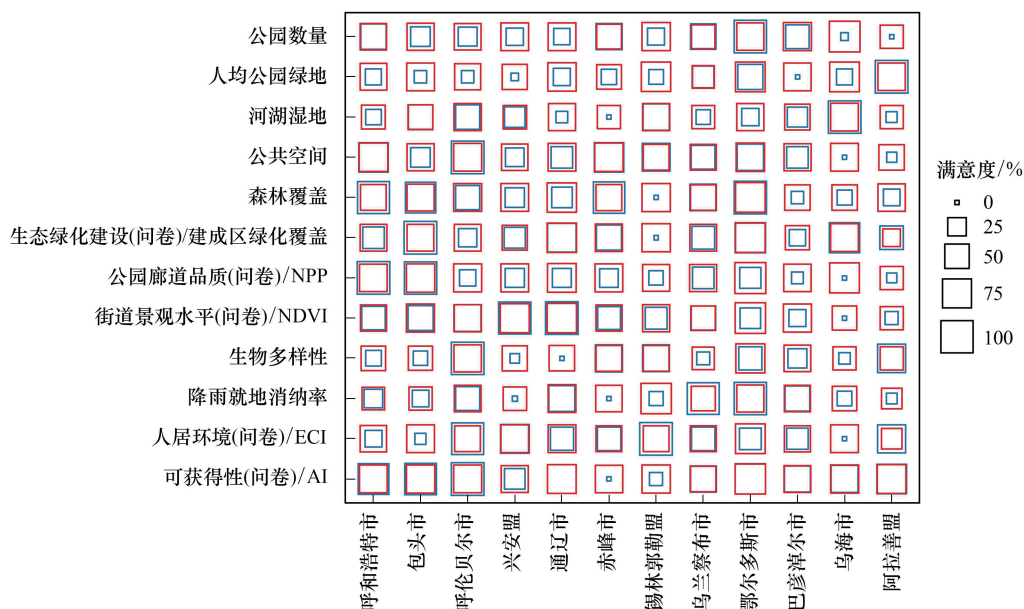


图4 城市生态品质现状与问卷调查对比

Fig.4 Comparison of urban ecological quality and questionnaire survey

蓝色方框:生态品质现状;红色方框:问卷调查满意度

3 讨论

研究从公众感知定量指标和生态品质现状定量指标两个视角对内蒙古自治区城市生态品质进行了评价,切合了公众和政府的双重需求。在公众感知的评价上,综合了传统问卷调查以及百度搜索指数两种方式,是一次多角度的尝试。结果显示,问卷调查满意度和生态品质现状都展现出了一致的结果,即可获得性满意度最高,数量其次,质量最差,一定程度上说明了城市生态品质发展不平衡的问题。生态品质关注度反馈的结果与现状正好相反,一方面原因可能是相对较差的指标中公众搜索量更高,对该指标的提升有更多的期待,另一方面内蒙古自治区百度搜索指数本身的数量级依然较小,在反馈城市生态品质方面的代表性依然不够明显。

近十年来,内蒙古自治区公园数量从 2010 年的 157 个,增长到了 2020 年的 805 个,公园面积从 2010 年的 7715 hm^2 ,增长到 2020 年的 24492 hm^2 ,这说明其在城市生态品质数量方面的提升非常显著,并且带动了可获得性的提升^[37,40]。但是内蒙古自治区在城市快速发展的过程中,容易出现生态品质的质量滞后效应,不科学不合理的绿化方法、高昂的绿化养护成本等都是导致质量滞后的原因^[41]。当然,国内其他城市在发展过程中也会遇到和内蒙古自治区相似的问题,包括对生态品质的质量重视程度不足、资金投入过少^[42]等,进而导致生态功能没有及时跟进,引发城市内涝^[43]、生物多样性降低^[44]等问题。需要在未来的城市生态品质建设中通过科学有效的方法,平衡数量、质量和可获得性三者之间的关系,达到稳步协调发展的效果。从盟市的结果来看,问卷调查满意度中,鄂尔多斯市在数量、质量和可获得性三个维度均位列第 1 位,在生态品质现状定量指标中,鄂尔多斯市在这三个维度中分别位列 1、2、4 位,呼伦贝尔市在质量和可获得性中位列第 1 位。鄂尔多斯市 GDP 在自治区中位列首位^[37],这极有可能带动了城市生态品质建设的投资额度。而呼伦贝尔市因背靠大兴安岭,生态资源本身较为丰富,在质量和可获得性维度上有一定天然的优势^[45]。当然,该评价体系可能存在一定的地域局限性,适用范围还有待进一步的研究。

4 结语

(1) 参考相关评估规程及指标体系,从数量、质量、可获得性三个维度构建了内蒙古自治区的城市生态品质公众感知与现状评价体系。

(2) 问卷调查和现状均显示出内蒙古自治区可获得性的满意度最高,数量其次,质量最低。说明内蒙古自治区城市生态品质的建设方向应更加注重质量的提升,该结论为今后内蒙古自治区城市生态品质发展的重点指出了方向。

(3) 通过探究城市公众感知与现状之间的关联性,探讨了可能影响公众对现状感知的因素,了解了公众对城市生态品质的“用户体验”。当然,研究对定量指标的刻画还需要继续深化,公众感知如何合理反馈到城市生态品质建设中还有待研究^[46]。未来的研究中,可以扩大研究的尺度以及问卷调查的样本数量,并且可以通过更细致的问题设计,明确城市生态品质满意度较低的空间位置和具体原因,以及探索让公众参与城市生态品质建设合理方式。

参考文献 (References):

- [1] 尚勇敏. 城市生态品质建设的居民感知与影响因素分析——基于上海市 576 份问卷调查的分析//中国特色社会主义: 实践探索与理论创新——纪念改革开放四十周年(上海市社会科学界第十六届学术年会文集—2018 年度). 上海: 上海市社会科学界联合会, 2018: 489-505.
- [2] Fan F F, Wen X J, Feng Z M, Gao Y, Li W J. Optimizing urban ecological space based on the scenario of ecological security patterns: the case of central Wuhan, China. *Applied Geography*, 2022, 138: 102619.
- [3] Shams I, Barker A. Barriers and opportunities of combining social and ecological functions of urban greenspaces - users' and landscape professionals' perspectives. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2019, 39: 67-78.
- [4] Chen M X, Liu W D, Lu D D, Chen H, Ye C. Progress of China's new-type urbanization construction since 2014: a preliminary assessment. *Cities*, 2018, 78: 180-193.
- [5] Lu Y L, Wang Y, Zuo J, Jiang H Q, Huang D C, Rameezdeen R. Characteristics of public concern on haze in China and its relationship with air quality in urban areas. *Science of the Total Environment*, 2018, 637-638: 1597-1606.
- [6] 苗赫萌, 元媛, 李天奇, 朱悦悦, 焦文献. 开封城市水域生态系统服务价值评估及影响因素分析. *生态学报*, 2021, 41(22): 9084-9094.
- [7] 庄勋桐. 福建泉州“生态连绵带”项目实施的评估及优化策略. *中国园林*, 2021, 37(11): 121-126.
- [8] 孙然好, 陈爱莲, 李芬, 汪东川, 许忠良, 陈利顶. 城市生态景观建设的指导原则和评价指标. *生态学报*, 2013, 33(8): 2322-2329.
- [9] Zhao J W, Wang R H, Luo P J, Xing L, Sun T. Visual ecology: exploring the relationships between ecological quality and aesthetic preference. *Landscape and Ecological Engineering*, 2017, 13(1): 107-118.
- [10] Yu B Q, Che S Q, Xie C K, Tian S. Understanding Shanghai residents' perception of leisure impact and experience satisfaction of urban community parks: an integrated and IPA method. *Sustainability*, 2018, 10(4): 1067.
- [11] Huang X K, Zhang L F, Ding Y S. The Baidu Index: uses in predicting tourism flows - a case study of the Forbidden City. *Tourism Management*, 2017, 58: 301-306.
- [12] Ji Q, Yang J P, He Q S, Chen H J, Wang X R, Tang F, Ge Q L, Wang Y X, Ding F. Understanding public attention towards the beautiful village

- initiative in China and exploring the influencing factors; an empirical analysis based on the Baidu Index. *Land*, 2021, 10(11): 1169.
- [13] Wang L, Zhou X H, Lu M H, Cui Z C. Impacts of haze weather on tourist arrivals and destination preference; analysis based on Baidu Index of 73 scenic spots in Beijing, China. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 273: 122887.
- [14] Zhao Y Q, Li R D, Wu M Q. Correlation studies between land cover change and Baidu Index; a case study of Hubei Province. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2020, 9(4): 232.
- [15] Li W L, Yang G F, Li X N. Correlation between PM_{2.5} pollution and its public concern in China; evidence from Baidu Index. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 293: 126091.
- [16] Alessa L, Kliskey A, Brown G. Social - ecological hotspots mapping: a spatial approach for identifying coupled social - ecological space. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 85(1): 27-39.
- [17] Wartmann F M, Stride C B, Kienast F, Hunziker M. Relating landscape ecological metrics with public survey data on perceived landscape quality and place attachment. *Landscape Ecology*, 2021, 36(8): 2367-2393.
- [18] Meng F X, Guo J L, Guo Z Q, Lee J C K, Liu G Y, Wang N. Urban ecological transition: the practice of ecological civilization construction in China. *Science of the Total Environment*, 2021, 755: 142633.
- [19] 孙然好, 许忠良, 陈利顶, 李芬. 城市生态景观研究的基础理论框架与技术构架. *生态学报*, 2012, 32(7): 1979-1986.
- [20] 吴琼, 王如松, 李宏卿, 徐晓波. 生态城市指标体系与评价方法. *生态学报*, 2005, 25(8): 2090-2095.
- [21] 郭秀锐, 杨居荣, 毛显强, 李向前. 生态城市建设及其指标体系. *城市发展研究*, 2001, (6): 54-58.
- [22] 刘滨谊, 姜允芳. 中国城市绿地系统规划评价指标体系的研究. *城市规划汇刊*, 2002, (2): 27-29.
- [23] 周文华, 王如松. 城市生态安全评价方法研究——以北京市为例. *生态学杂志*, 2005, 24(7): 848-852.
- [24] 王宁, 温正, 郭占强, 李兆耀. 城市生态发展评估研究——维度、方法与不确定性. *生态经济*, 2022, 38(1): 84-91.
- [25] Mansouri Daneshvar M R, Khatami F, Zahed F. Ecological carrying capacity of public green spaces as a sustainability index of urban population; a case study of Mashhad City in Iran. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2017, 3(3): 1161-1170.
- [26] Alfaihat R, Mulugeta G, Gala T S. Ecological evaluation of urban heat island in Chicago City, USA. *Journal of Atmospheric Pollution*, 2016, 4(1): 23-29.
- [27] Mori K, Christodoulou A. Review of sustainability indices and indicators; towards a new city sustainability index (CSI). *Environmental Impact Assessment Review*, 2012, 32(1): 94-106.
- [28] Mori K, Yamashita T. Methodological framework of sustainability assessment in city sustainability index (CSI): a concept of constraint and maximisation indicators. *Habitat International*, 2015, 45: 10-14.
- [29] 孙艳玲, 郭鹏, 延晓冬, 赵天宝. 内蒙古植被覆盖变化及其与气候、人类活动的关系. *自然资源学报*, 2010, 25(3): 407-414.
- [30] 迟文峰, 匡文慧, 党晓宏, 潘涛, 刘正佳. 基于遥感的内蒙古地级市土地覆盖结构时空变化特征分析. *遥感技术与应用*, 2019, 34(1): 33-45.
- [31] 内蒙古自治区人民政府. 内蒙古自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要的通知[EB/OL]. https://www.nmg.gov.cn/zw/gk/zfxgk/zfxgkml/202102/t20210210_887052.html, 2021-02-07.
- [32] Shang C W, Wu T, Huang G L, Wu J G. Weak sustainability is not sustainable; socioeconomic and environmental assessment of Inner Mongolia for the past three decades. *Resources, Conservation and Recycling*, 2019, 141: 243-252.
- [33] Dong Z H, Zhang J Q, Si A L, Tong Z J, Na L. Multidimensional analysis of the spatiotemporal variations in ecological, production and living spaces of Inner Mongolia and an identification of driving forces. *Sustainability*, 2020, 12(19): 7964.
- [34] 中华人民共和国自然资源部. TD/T 1063—2021 国土空间规划城市体检评估规程[EB/OL]. <http://www.nrsis.org.cn/portal/stdDetail/240252>, 2021-06-18.
- [35] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T 51255—2017, 绿色生态城区评价标准. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
- [36] 何小芊, 刘宇, 吴发明. 基于百度指数的温泉旅游网络关注度时空特征研究. *地域研究与开发*, 2017, 36(1): 103-108, 124-124.
- [37] 内蒙古自治区统计局. 内蒙古统计年鉴-2021. 北京: 中国统计出版社, 2021.
- [38] Gong P, Li X C, Wang J, Bai Y Q, Chen B, Hu T Y, Liu X P, Xu B, Yang J, Zhang W, Zhou Y Y. Annual maps of global artificial impervious area (GAIA) between 1985 and 2018. *Remote Sensing of Environment*, 2020, 236: 111510.
- [39] 严坤, 孙然好, 曹明明. 京津冀地区城镇化与环境质量协调性. *生态学杂志*, 2018, 37(2): 506-513.
- [40] 内蒙古自治区统计局. 内蒙古统计年鉴—2011. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [41] 韩苏廷, 张德健. 呼和浩特市城市绿地系统规划建设中的不足与建议. *内蒙古科技与经济*, 2016, (22): 46-47.
- [42] Song Y J. Ecological city and urban sustainable development. *Procedia Engineering*, 2011, 21: 142-146.
- [43] Zhang Q F, Wu Z F, Tarolli P. Investigating the role of green infrastructure on urban WaterLogging; evidence from metropolitan coastal cities. *Remote Sensing*, 2021, 13(12): 2341.
- [44] Kowarik I, Fischer L K, Kendal D. Biodiversity conservation and sustainable urban development. *Sustainability*, 2020, 12(12): 4964.
- [45] 冯琰玮, 甄江红, 马晨阳. 内蒙古生态承载力评价及生态安全格局优化. *地理研究*, 2021, 40(4): 1096-1110.
- [46] Santé I, Tubío J M, Miranda D. Public participation in defining landscape planning scenarios and landscape quality objectives (LQO): landscape guidelines for Galicia (NW Spain) case study. *Land Use Policy*, 2020, 94: 104559.