

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2021.05.023

基于生态系统服务价值评估的 山地城市绿色空间规划策略

——以重庆市主城区为例

骆 畅¹, 李相逸², 李淙钰³

1. 西南大学 园艺园林学院, 重庆 400715; 2. 深圳大学 建筑与城市规划学院, 广东 深圳 518000;
3. 重庆渝高科技产业(集团)股份有限公司, 重庆 401122

摘要: 以具有显著山地城市特征的重庆主城区作为研究案例, 综合分析了山地城市绿色空间生态系统服务特征; 根据其特征构建了山地城市绿色空间生态系统服务价值的评估体系; 利用重庆市主城区城市绿色空间多源数据, 提取绿色空间信息, 采用生态系统服务价值的评估方法, 量化评估了研究区域城市绿色空间的生态系统服务价值; 根据价值评估结果, 尝试在城市组团尺度下, 从提升生态系统服务价值出发, 探讨山地城市绿色空间规划的优化策略, 为山地城市绿色空间生态系统服务价值的提升提供参考。

关键词: 生态系统服务; 城市绿色空间; 山地城市; 生态规划

中图分类号: TU986.4

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2021)05-0195-10

城市绿色空间的生态系统服务价值(ecosystem services value, ESV)是指绿色空间的自然生态系统及其物种为维持人类生活而提供的一系列条件和过程, 是人类从这一生态系统中获得的收益^[1]。城市的发展离不开绿色空间提供的各类生态系统服务。因此, 对城市绿色空间生态系统服务功能的研究既有利于进一步客观认识城市绿色空间的价值, 同时为城市绿色空间的规划与管理提供参考依据。目前, 生态系统服务价值评估已经具有丰富的研究基础, Costanza R 等^[2]在《Nature》期刊发表文章对全球生态系统服务价值进行评估; 联合国组织实施千年生态系统评估项目, 对全球生态系统服务价值进行的多层次综合评估^[3]; 在城市绿色空间尺度上, Mcpherson E G^[4]从城市绿色空间的投入与产出比的角度展开相关研究, 为城市建设资金投入提供重要的参考。除了在经济领域和生态领域的研究, 城市绿色空间生态系统还承担了更多的社会功能^[5-6]。由于学科研究背景和出发点不同, 已有的研究采用的评估指标和方法也具有较大差异^[7-10]。

由于规划制定方式和管理模式的原因, 在城市绿色空间规划中更关注的往往是城市绿地覆盖率、人均绿地面积等相对单一的绿化指标。同时, 山地城市生态系统具有其更综合更复杂的空间和环境特征^[11]。目前, 已有研究证实对山地城市绿色空间环境的人为改变, 会直接导致整体生态系统的严重破坏, 引发泥石流和洪水等自然灾害^[11]。因此, 对于与自然环境息息相关的山地城市绿色空间, 更加具有生态系统服务研究的必要性。本研究选择具有显著山地城市特征的重庆作为研究对象, 综合分析了山地城市绿色空间环境

收稿日期: 2020-03-02

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(51908364); 西南大学博士基金项目(SWU119024)。

作者简介: 骆 畅, 讲师, 博士, 主要从事风景园林规划设计研究。

特征,采用生态系统服务价值的评估方法,量化评估了研究区域城市绿色空间的生态系统服务价值;同时,基于评估结果,提出山地城市绿色空间的优化策略.

1 山地城市绿色空间的生态系统特征

山地面积占我国陆地总面积的 2/3. 山地城市具有不同于平原地区的独特自然环境,其区域内的土壤、植被、气候条件和河流水体均具有独特性^[11]. 山地城市的自然地形复杂多变,河谷纵横,具有丰富的城市山水景观结构^[11-13]. 同时,由于受到地形地貌的影响,其城市区域高度聚集发展. 这样的城市发展模式与山地脆弱的生态系统之间产生了严重冲突,与平原城市的环境问题相比,山地城市环境往往更加复杂敏感^[11-16]. 因此,在山地城市的规划、开发与建设过程中更应当考虑山地环境对城市建设的影响^[17]. 然而,在以往的山地城市绿色空间规划经验中,往往将平原城市的经验照搬到山地城市,导致山地城市绿色空间的生态系统服务功能不断退化.

与平原城市相比,山地城市生态系统具有更复杂的空间环境特征^[11](表 1). 这些差异主要体现在城市结构、城市小气候、空气污染、自然灾害、生物多样性、雨洪问题、土壤侵蚀和文化景观等多方面^[12]. 目前,对于山地城市绿色空间生态系统服务的相关研究还比较欠缺. 对于与自然环境息息相关的山地城市绿色空间,更加具有生态系统服务价值评估研究的必要性.

表 1 山地城市与平原城市的城市生态系统特征的比较

环境因素	山 地 城 市	平 原 城 市
城市结构	城市形态紧凑;自然演化的多中心;土地利用混合和集约;建筑密集、立体生长;道路蜿蜒.	以单中心多环结构为主;土地利用功能分区明显;多方格网城市布局,建筑优先考虑朝向和光照.
城市小气候	河谷地形导致热岛效应的强化,热岛中心相对分散;山地地形形成逆温效应.	热岛效应相对集中,城市热岛明显;城市散热效率较高.
空气污染	逆温效应导致热量和污染难以扩散;道路交通不畅导致尾气排放加剧空气污染.	空气污染集中;空气污染相对容易扩散.
自然灾害	地形起伏、环境脆弱,洪水、泥石流、水土流失、山体滑坡等灾害易发.	地形平坦、土质疏松,干旱、洪水、地面沉降等灾害易发.
生物多样性	受山地地貌影响,生物多样性丰富;海拔和坡向不同影响生物群落的差异.	物种丰富度远低于山地区域,生物多样性较为匮乏.
雨洪问题	南方山地城市夏季暴雨较多,山地地形排水不畅,导致低洼地带、洪泛区洪灾发生风险较高.	存在水资源短缺、水质污染、洪水、城市内涝等问题.
土壤侵蚀	山地城市中坡地开发、森林砍伐导致土壤侵蚀、山体滑坡,水土流失情况严重.	缺少植被覆盖,土壤裸露的地区土壤侵蚀情况严重.
文化景观	以自然山林绿地为主的山水文化景观;长期适应自然山地环境发展而来的结果.	人工绿地景观所占比例相比山地城市较高.

2 山地城市绿色空间生态系统服务价值评估

2.1 研究区域

本研究选取典型山地城市重庆市主城区作为研究范围. 重庆市主城区位于长江上游,地貌以丘陵、山地为主,坡地面积较大(图 1). 研究范围内海拔高度从 150~1 400 m 不等,城区内四山平行穿越,河谷、坡地和山脊交错分布,有近一半的城市建成区分布在 25% 以上的坡地上. 近几十年的快速

城市化,使得重庆主城区城市环境质量出现严重退化的趋势,可用于城市开发建设的土地资源不断紧缩。又由于山地城市开发空间的局限性,导致城市区域出现人口拥挤、交通拥堵、资源短缺和空气污染等问题。

2.2 研究数据与方法

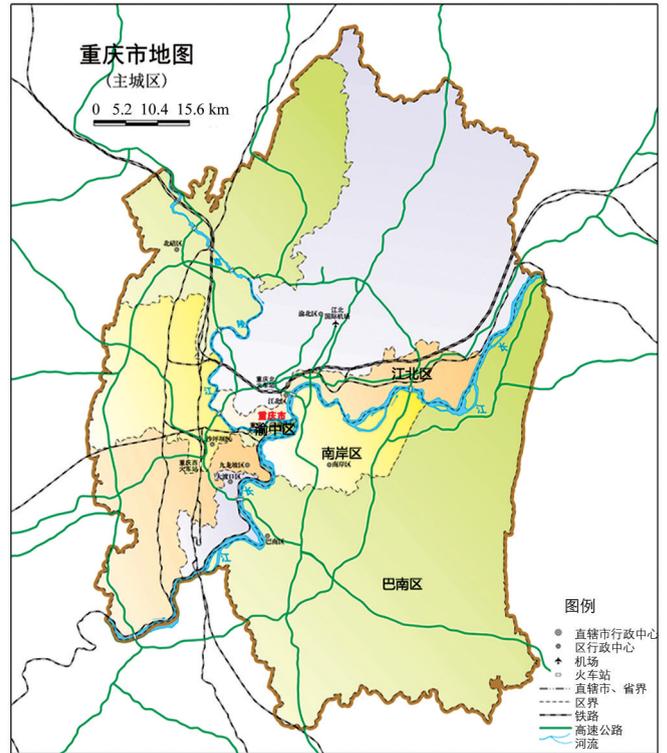
2.2.1 数据来源

本研究利用多源数据综合分析评估城市绿色空间生态系统服务功能,所用到的数据类型包括部门数据、监测数据、统计数据、遥感数据和网络平台大数据。部门数据主要源于地方国土部门的土地利用数据;监测数据来源于环保部门的环境监测站点;统计数据来源于相关统计年鉴;遥感数据选取多时期、多光谱遥感数据,主要采用 SPOT 高清影像数据;网络平台数据来自 Flickr 网站和百度热力地图数据(表 2)。

2.2.2 数据处理

研究利用 SPOT 遥感影像数据(分辨率为 2.5 m)提取研究范围内城市绿色空间信息(图 2),利用 eCognition 遥感图像处理软件,进行几何校正、大气校正、辐射定标、影像融合和阴影处理等预处理。通过多尺度影像分割和基于分割的分类,利用光谱和空间信息进行土地利用类型分类(图 3)。并利用土地利用变更调查的矢量数据对提取的绿色空间信息进行进一步校准。

新版《城市绿地分类标准》中,并未将耕地和水域纳入城市绿地分类范畴中。然而,耕地和水域同样具有重要的生态系统服务功能。因此,应当参考绿色空间的广义概念,将能够提供生态系统服务的开放空间均纳入研究范畴,全面评估绿色空间的生态系统服务价值。所以本次研究的范围就包括研究区域内的农业用地、林地、自然保护区、湿地滩涂地和河流水域等,本研究按照林地、耕地、草地和水域等土地类型进行划分。



底图审图号: 渝 S(2018)038 号

图 1 研究范围

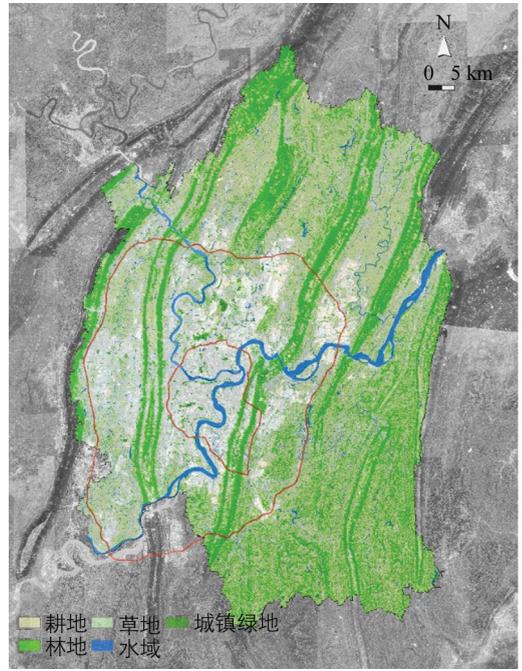
表 2 研究数据类型及来源

数据类型	数据名称	数据形式	数据来源
部门数据	2015 年土地利用变更调查数据	矢量数据	地方国土部门
	土地利用总体规划	文本、图片	
监测数据	空气质量监测数据	矢量数据	环境监测站点
统计数据	农业生产量	矢量数据	重庆市统计年鉴
遥感数据	SPOT 影像数据(分辨率为 2.5 m)	栅格数据	地理信息网络平台
	数字高程模型(DEM)	栅格数据	
互联网数据	Flickr 照片拍摄坐标数据	矢量数据	Flickr 网站
	游览热力地图	矢量数据	百度热力地图 API



底图审图号: 渝 S(2018)052 号

图 2 重庆市主城区卫星影像



底图审图号: 渝 S(2018)052 号

图 3 重庆市主城区城市绿色空间类型分布

2.2.3 评估方法

根据研究区域生态环境特征,选取 12 项具体的生态系统服务评估指标,采用相应的价值评估方法对不同类型的绿色空间进行生态系统服务价值评估(表 3)。

表 3 城市绿色空间生态系统服务分类和评估方法

生态系统服务大类	生态系统服务指标	生态系统服务评估因子	价值评估方法
供给服务	淡水资源	水资源供给量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1})$	市场价值法
	农业生产	农产品产量/ $(\text{kg} \cdot \text{a}^{-1})$	市场价值法
调节和支持服务	雨洪调节	雨水径流消纳量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1})$	替代工程法
	水质净化	净化水量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1})$	替代工程法
	固碳释氧	二氧化碳吸收量和氧气释放量/ $(\text{kg} \cdot \text{a}^{-1})$	市场价值法
	空气净化	二氧化硫、氮氧化物和可吸入颗粒物 PM10 净化量/ $(\text{kg} \cdot \text{a}^{-1})$	替代工程法
	噪音降低	降低的噪音总量/ $(\text{dB} \cdot \text{a}^{-1})$	替代工程法
	气温调节	年度蒸发作用的吸热量/ $(\text{kJ} \cdot \text{a}^{-1})$	影子价格法
	保持土壤	泥沙淤积量和土壤侵蚀量	替代工程法
	维持生物多样性	Shannon-Wiener 生物多样性指数	成果参照法
文化服务	观赏游憩	森林、草地、水域、农田的单位面积观赏游憩服务价值当量	当量因子法
	文化教育	公园游客量与单位人次游览费用	市场价值法

2.3 研究结果与分析

利用货币化的生态系统服务价值的评估方法,计算得出 2015 年研究区域城市绿色空间所产生的生态系统服务经济总价值为 629.915 亿元。其中,农业生产和雨洪调节所占比重最大,约为 164.472 亿元和 170.087 亿元,其次为淡水资源和文化教育价值,约为 98.160 亿元和 69.69 亿元,游憩功能价值、生物多样性服务价值、固碳释氧服务价值分别为 36.105 亿元,30.088 亿元和 27.360 亿元。其他生态系统服务类型,包括噪音降低、水质净化、气温调节、空气净化和保持土壤等服务价值相对较低(表 4)。

表4 重庆市主城区绿色空间生态系统服务价值

亿元

生态系统服务类型	生态系统服务小类	服务价值	所占百分比/%
供给服务		262.632	41.693
	淡水资源	98.160	15.583
	农业生产	164.472	26.110
调节和支持服务		261.509	41.515
	雨洪调节	170.087	27.002
	水质净化	5.452	0.866
	固碳释氧	27.360	4.343
	空气净化	0.737	0.117
	噪音降低	7.296	1.158
	气温调节	13.227	2.100
	保持土壤	7.262	1.153
	生物多样性	30.088	4.777
文化服务		105.774	16.792
	游憩功能	36.105	5.732
	文化教育	69.669	11.060
总计		629.915	

从单位面积重庆主城区绿地的生态系统服务价值来看,单位面积的水域提供的生态系统服务价值最高,其次为林地和草地,耕地的单位面积生态系统服务价值最低.耕地和水域是供给服务的主要来源,而调节与支持服务价值来源主要依靠林地和草地生态系统,而林地同时也为文化服务提供了最主要的价值来源(表5).根各类用地的生态系统服务价值评估结果,将其反映到研究范围空间上,发现研究区域内主要的丘陵与山脉区域,具有显著的生态系统服务功能.

表5 单位面积绿地生态系统服务价值

万元

生态系统服务类型	生态系统服务功能	林地单位服务价值	草地单位服务价值	耕地单位服务价值	水域单位服务价值
供给服务		0.256	0.000	8.243	39.804
	淡水资源	0.000	0.000	0.000	36.594
	农业生产	0.256	0.000	8.243	3.210
调节和支持服务		9.957	11.923	1.768	0.912
	雨洪调节	5.753	5.252	0.162	0.115
	水质净化	0.179	0.192	0.185	0.000
	固碳释氧	1.069	0.597	0.732	0.168
	空气净化	0.036	0.013	0.013	0.000
	噪音降低	0.205	4.720	0.146	0.000
	气温调节	0.231	0.230	0.231	0.129
	保持土壤	0.870	0.418	0.001	0.000
	生物多样性	1.614	0.500	0.300	0.500
文化服务		6.293	1.244	0.036	3.893
	游憩功能	1.642	1.244	0.036	3.893
	文化教育	4.651	0.000	0.000	0.000
总计		16.506	13.167	10.047	44.609

3 基于生态系统服务价值的山地城市绿色空间规划策略

3.1 城市组团绿色空间特征分析

根据上述城市绿色空间生态系统服务价值分布结果,林地所提供的生态系统服务价值在所有绿色空间类型中最高。同时,林地作为调节与支持服务和文化服务提供了最主要的价值来源。而从绿色空间类型分布图(图 3)可以看出,林地主要分布于山头 and 山脊等区域。同时,水域提供的单位面积生态系统服务价值最高。可以说在山地城市中,城市山林与河流水系是城市绿色空间生态系统服务的重要来源。因此,本文以重庆市主城区中心区域为例,尝试在城市组团尺度下,发现目前城市山林与河流水系的生态问题,从提升生态系统服务价值出发,探讨山地城市绿色空间的优化策略。

本研究选取位于重庆市主城区中心区域的渝中—南岸—观音—大杨石组团为研究案例,通过研究区域空间数据获取组团内的城市建成区土地利用类型、地形地貌和水文信息,并通过数字高程模型 DEM 生成坡度和高程模型图,同时,利用 DEM 模型和水文数据提取山脊线、河流线和山体等特征区域。通过分析山脊线、河流线、陡坡、山顶、丘陵和洪泛区等地理景观的基本要素,并将场地的地理景观要素与城市建设现状叠加,可发现目前城市区域与其所在自然地理环境的矛盾(图 4)。利用所得到的数据,可有效分析案例组团自然生态地理环境条件情况,并在此基础上提出优化方案。

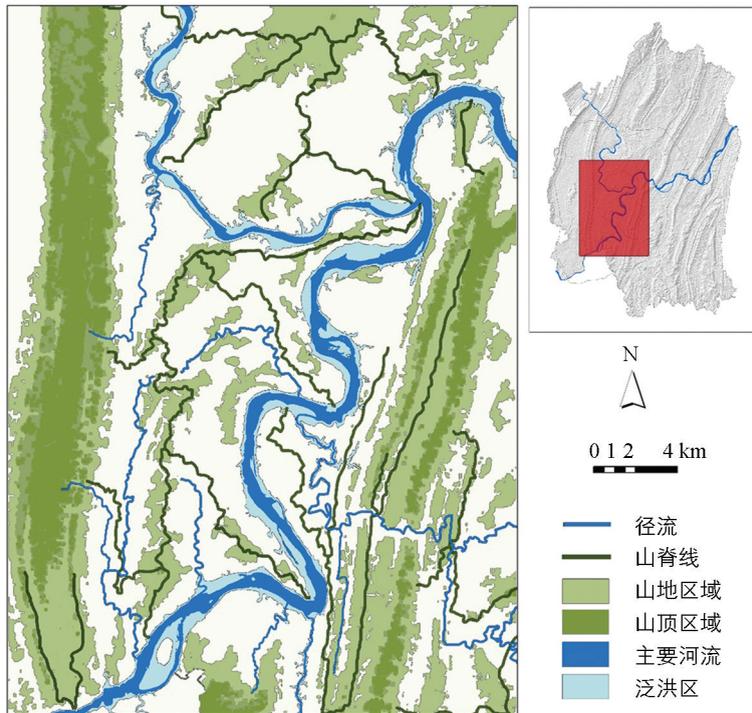


图 4 渝中—南岸—观音—大杨石组团自然地理景观要素

通过渝中—南岸—观音—大杨石组团的自然地理景观要素分布可以清晰看到,组团主要由两条贯穿的高山山脉作为自然界限,同时,内部同样多山地丘陵。区域内嘉陵江和长江这两条主要水系在组团内部交汇,河流水网密集分布。两山山脉形成组团的主要外部自然山体隔离,将城市建设区域主要限制在两条山脉之间。区域内具有较高的生态系统服务价值的林地主要分布于山顶和坡地区域。同时,嘉陵江和长江两条重要水系在此交汇,为组团内部提供了相应的重要生态系统服务功能。

城市发展现状的反映主要通过提取人工环境建设主要涉及的工业用地、交通过地、商业用地、居住用地和设施用地,排除保留自然地理要素的城镇绿地、河流和湿地。通过分析城市土地利用现状数据,可以看出目前研究区域内大部分的城市开发与生态服务价值最大化的要求不符(图 5)。

通过分析比较自然地理环境和城市发展现状,可以看出目前案例组团内部分城市开发对山地区域和河流泛洪区侵蚀严重。尤其是山顶出现大量城市斑块,而大量缓坡丘陵区域和低海拔山顶区域被严重改变和

破坏。在贯穿组团的两条平行山脉顶部大量散布城市斑块,山脊生态廊道遭到破坏,导致山区林地破碎化程度不断加剧。同时,部分河流也由于城市建设被阻断,或河流周边河滩地被大量用于城市开发(图6)。

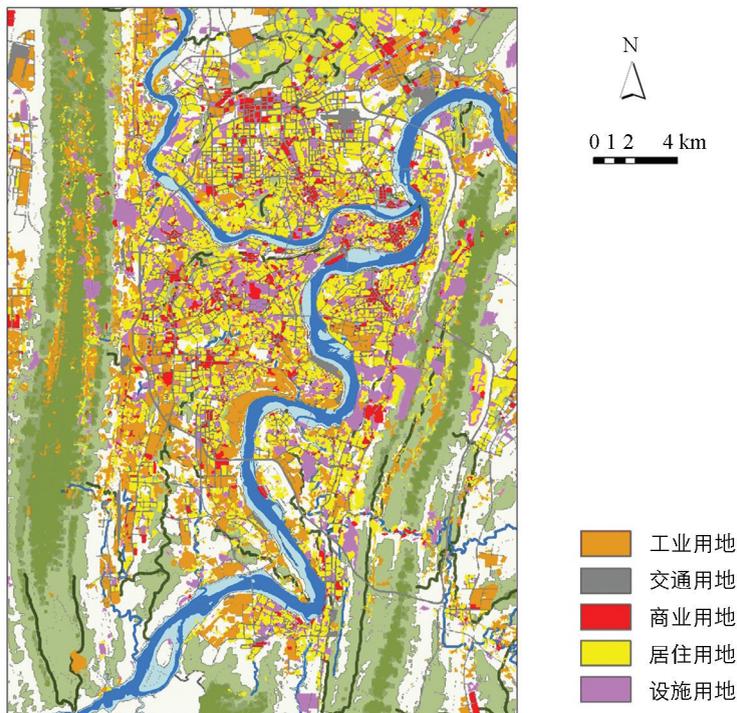


图5 渝中—南岸—观音—大杨石组团城市发展情况

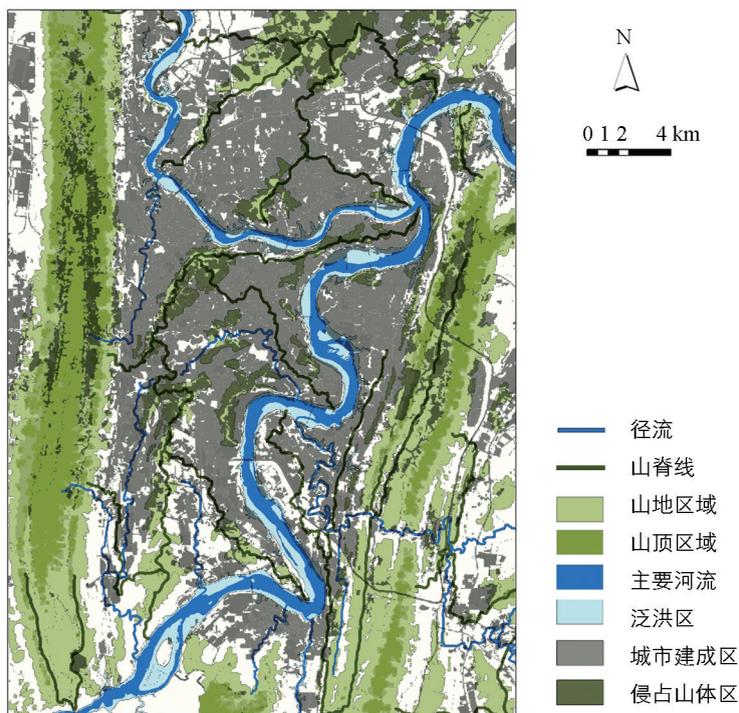


图6 渝中—南岸—观音—大杨石组团城市开发侵蚀情况

3.2 城市绿色空间优化策略

本研究基于城市绿色空间的价值提升,提出相应的绿色空间优化方案和修复策略(图7)。首先,依据城市自然地理要素调整城市组团中心布局模式。建议严格控制两江四岸的城市开发,在相对地势平坦、远

离山体、对自然生态环境要素影响干扰较少的区域布局城市组团中心。其次,严格保护山脉区域,建议搬迁山脉工业用地,尽量修复已经遭到城市开发破坏的山地区域林地,保留山区林地作为自然保护区和大型城市森林公园,在严格保护森林绿色空间的同时为城市居民提供观赏游憩价值。同时,可考虑选择坡度和海拔相对较为缓和、斑块面积相对较小的山区林地,作为提供城市居民活动场所的城市公园,在增加城市公园密度的同时,增加绿色空间斑块密度,整体提升城市绿色空间的生态系统服务价值。最后,河流水系两岸的洪泛区应严格禁止城市开发^[17]。建议搬迁沿着长江沿岸分布的大片工业用地,利用生态技术对这些工业区进行生态修复,发挥水域生态系统服务重要价值,为城市提供雨洪调节、休闲游憩等重要生态系统服务功能。

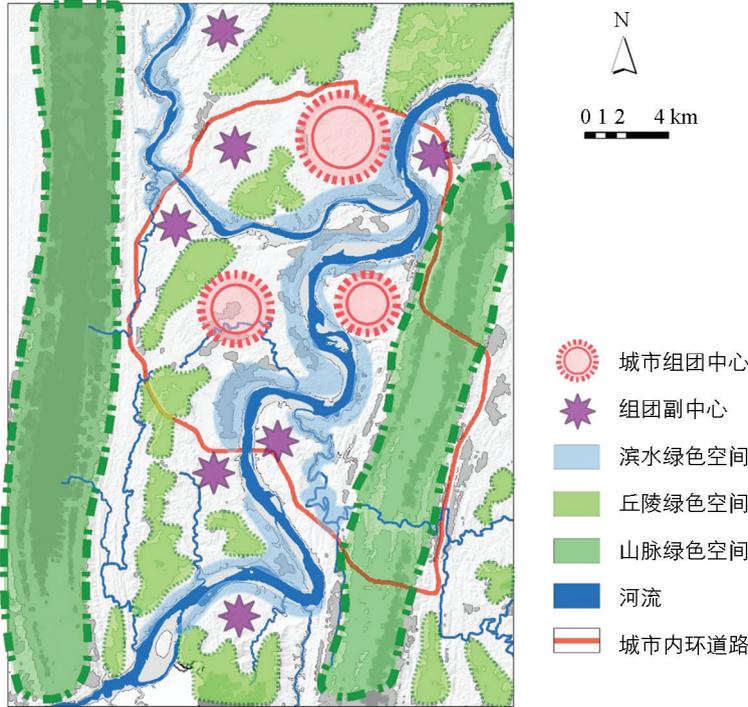


图 7 渝中—南岸—观音—大杨石组团城市绿色空间优化布局

本研究主要以城市绿色空间价值作为首先考虑和保护的对象,分析未能包含具体规划方案中涉及的所有自然地理、生态和人文各方面要素。方案仅为对山地城市生态系统服务优化策略的思考和探讨,在实际城市绿地系统规划中,应当在此基础上,综合更全面的城市用地现状、自然地理要素和生态系统要素,并结合文化要素综合制定城市绿色空间规划方案。

4 结论与讨论

伴随着近 10 年来不断的城镇化过程,山地城市的开发不断向山脉与陡坡边缘逼近,甚至侵占了山脊线和山顶地带;河流水系的生态敏感区域也不断被城市开发侵占,变为高价的居住和商业用地;大量桥梁和隧道的修建,打破了原有的自然生态屏障,使城市发展由高度集聚向外围分散转变。这样高强度的山地城市开发模式导致了一系列严重的自然生态环境问题。由于规划制定方式和管理模式的原因,在城市绿色空间规划中更关注的往往是城市绿地覆盖率、人均绿地面积等相对单一的绿化指标。然而,从研究结果中可以看出,除了绿色空间面积外,城市绿色空间的价值与其用地类型、空间分布具有密切关系。同时,山地城市环境具有其独特的环境特征,城市绿色空间的建设发展面临更加复杂敏感的生态环境问题。在实际的城市绿色空间规划中,实现绿色空间生态系统服务价值最大化所面临的主要困难是前期生态价值评估与具体规划工作的脱节,反映城市绿色空间多重价值的目标不明确。

在山地城市绿色空间规划过程中,应当充分考虑山地环境特征,尊重自然生态系统过程,突出山水城市文化特色,将合理充分利用城市绿色空间生态系统价值,将生态系统服务功能的提升作为实际规划中重

要的一环。同时,要避免盲目将平原城市的发展经验照搬到山地城市之中,需要考虑山地城市和平原城市在自然过程和环境限制等方面的显著差异,尤其应当限制城市开发向脆弱敏感的山地区域蔓延,坚持保护城市中独特的山水景观,以及山水城市传统文化的价值。

研究基于城市绿色空间的生态系统服务价值评估结果,提出山地城市绿色空间的优化策略研究,可以将城市绿色空间的具体优化策略总结为3个方面。

第一,坚持保护山地城市自然山水环境。为保证自然山地绿色空间和河流水系的滨水绿色空间不受城市开发影响,应当尽可能减轻城市开发带来的负面影响。通过完善公交系统、关闭或搬迁污染企业,改善城市空气质量,通过增加植被覆盖、减缓城市热岛效应,通过丰富山地区域森林植被、限制城市建设的坡度和高程等方式实现水土保持、防止山体滑坡和城市雨洪径流的管理。尽可能减少大规模开挖山体、填充洼地、夷平山丘、破坏梯田、截断水系和破坏植被等可能引发自然灾害的城市开发活动^[18]。

第二,遵循“多中心、组团式”城市形态,采取紧凑城市开发、土地集约利用的城市发展策略。在中心城市区域采取高密度开发模式;在缓坡、中坡的山地区域,加强基础设施配套和工程防护成本的投入^[17];在山顶、陡坡和河流沿岸等生态脆弱区域,应严格禁止任何开发活动。对于已经遭到破坏的区域,应当积极采取生态修复措施进行修复。

第三,保护城市人文价值的丰富度和多样性,保护山水城市历史文化景观。严格划定历史文化街区和文化公园的保护范围,禁止城市开发侵占历史文化保护区域土地,尊重山地城市独特山水格局的城市建设模式和传统规划方式,防止山地平原化,保持山地城市独有的立体山水文化景观。

总的来说,在山地城市中,自然山水生态环境是山地城市发展的重要制约因素,同时也是山地城市的重要资产,具有重要的生态系统服务价值^[19]。一方面,山水格局构成了限制山地城市发展的自然屏障,加剧了城市热岛效应和空气污染等环境问题;另一方面,山水环境改善和维护了山地城市的自然生态系统,在山地城市中,山脉、丘陵、河流和溪沟等城市绿色空间区域通常具有更高的生态价值,在城市建设中应当得到更高的关注。因此,可以说城市绿色空间规划的重点不在于绿地覆盖率和绿地面积的多少,而在于城市绿色空间如何分布,从生态系统服务的视角出发,探讨山地地区的城市绿色空间规划问题才是尊重自然演进过程的可持续的城市绿色空间规划方式。

参考文献:

- [1] 韩依纹,戴菲.城市绿色空间的生态系统服务功能研究进展:指标、方法与评估框架[J].中国园林,2018,34(10):55-60.
- [2] COSTANZA R, D'ARGE R, DE GROOT R, et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital [J]. Ecological Economics, 1998, 25(1): 3-15.
- [3] MEA. Ecosystems and human well-being [R]. Washington, DC, 2005.
- [4] GREGORY MCPHERSON E. Accounting for Benefits and Costs of Urban Greenspace [J]. Landscape and Urban Planning, 1992, 22(1): 41-51.
- [5] WU J G. Toward a Landscape Ecology of Cities: Beyond Buildings, Trees, and Urban Forests [M]// Ecology, Planning, and Management of Urban Forests. New York: Springer New York, 2008: 10-28.
- [6] DE RIDDER K, ADAMEC V, BAÑUELOS A, et al. An Integrated Methodology to Assess the Benefits of Urban Green Space [J]. Science of the Total Environment, 2004, 334-335: 489-497.
- [7] 欧阳志云,王如松,赵景柱.生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J].应用生态学报,1999,10(5):635-640.
- [8] 汪洁琼,刘滨谊.基于水生态系统服务效能机理的江南水网空间形态重构[J].中国园林,2017,33(10):68-73.
- [9] 陆明,曲艺.基于生态系统服务功能的区域生态网络构建——以哈尔滨为例[J].中国园林,2017,33(10):103-107.
- [10] 薛飞,罗开盛,李元征,等.基于高分遥感数据的城市水系廊道生态系统服务价值评估——以北京中心地区水系廊道为例[J].中国园林,2018,34(10):50-54.
- [11] 黄光宇.山地城市学原理[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [12] 何东,刘勇,刘秀华,等.基于多源数据的山地城市多中心空间结构分析——以重庆主城区为例[J].西南大学学报(自然科学版),2019,41(11):73-81.

- [13] 杜春兰. 山地城市景观学研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2005: 851-854.
- [14] 赵万民. 我国西南山地城市规划适应性理论研究的一些思考 [J]. 南方建筑, 2008(4): 34-37.
- [15] LIU Y, YUE W Z, FAN P L, et al. Assessing the Urban Environmental Quality of Mountainous Cities: a Case Study in Chongqing, China [J]. *Ecological Indicators*, 2017, 81: 132-145.
- [16] 万美强. 山地城市多层次生态绿地系统规划研究——以咸宁市生态绿地系统规划为例 [D]. 武汉: 中国地质大学, 2014.
- [17] 刘 骏. 山地城市绿地系统规划问题及对策研究 [J]. 中国园林, 2017, 33(9): 67-71.
- [18] КРОГИУС В Р. 城市与地形 [M]. 钱治国, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982.
- [19] MCHARG I L, MUMFORD L. *Design with Nature* [M]. New York: American Museum of Natural History, 1969.

Green Space Planning Strategy for Mountainous Cities Based on the Ecosystem Service Value ——A Case Study of Chongqing

LUO Chang¹, LI Xiang-yi², LI Cong-yu³

1. School of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. School of Architecture & Urban Planning, Shenzhen University, Shenzhen Guangdong 518000, China;

3. Chongqing Yugao Tech Industry(Group) CO. LTD, Chongqing 401122, China

Abstract: A study was made of the urban area of Chongqing, a typical mountainous city in China, and a comprehensive analysis was made of the characteristics of the ecosystem service of the green spaces in mountainous cities. Based on these characteristics, an evaluation system for the assessment of the ecosystem service value of the green spaces in mountainous cities was established. Based on the multi-source spatial data of the study area, the information of its green spaces was extracted, and the ecosystem service value of its green spaces was quantitatively assessed with the method of ecosystem service value evaluation. Based on the results obtained, an optimization strategy of green space planning in mountainous cities was proposed to provide reference for the improvement of urban green space ecological value. The assessment of ecosystem service value in urban green spaces not only helps to correctly understand the importance of green spaces in urban areas, but also provides research support for rational urban green space planning and management and continuously improves the quality of urban green spaces.

Key words: ecosystem service; urban green space; mountainous city; ecological planning

责任编辑 潘春燕