

宿州市城市建成区绿地系统综合评价研究

姚晓洁^{1,2}, 杨思嘉¹

(1. 安徽建筑大学建筑与规划学院, 合肥 230601; 2 安徽省国土空间规划与生态研究院, 合肥 230601)

摘要: 为充分发挥宿州市城市绿地系统的生态功能, 探究宿州市城市绿地系统质量。以安徽省宿州市建成区为例, 将城市绿地空间结构与城市绿地综合效益相结合构建评价体系, 运用综合评价法和层次分析法对宿州市建成区绿地系统进行综合评价和社会效益评估, 估算其经济效益和生态效益价值。结果显示: 宿州市建成区绿地系统的综合评价的值为 0.665, 说明宿州市建成区绿地系统建设整体水平处于 II 级, 从综合评价值来看, 规划定量 > 社会效益 > 景观格局 > 经济效益 > 生态效益, 说明建成区规划定量在城市绿地系统中发挥着重要作用, 建成区绿化存在着很大的潜力。研究结果可补充宿州市城市绿地系统综合评价体系, 为研究同类型城市绿地系统提升提供借鉴。

关键词: 绿地系统; 评价体系; 综合效益评价; 宿州市; 建成区

中图分类号: S731.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2023)04-0649-08

Study on comprehensive evaluation of green space system in urban built-up areas of Suzhou city

YAO Xiaojie^{1,2}, YANG Sijia¹

(1. School of Architecture and Planning, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601;

2. Anhui Academy of Territorial Space Planning and Ecology, Hefei 230601)

Abstract: In order to give full play to the ecological functions of the urban green space system in Suzhou city, the quality of the urban green space system in Suzhou city was explored. Taking the built-up area of Suzhou city in Anhui Province as an example, the evaluation system was constructed by combining the spatial structure of urban green space with the comprehensive benefits of urban green space, and the comprehensive evaluation and social benefit assessment of the green space system in the built-up area of Suzhou city were carried out by applying the comprehensive evaluation method and the hierarchical analysis method to estimate the value of its economic and ecological benefits. The results show that the value of the comprehensive evaluation of the green space system in the built-up area of Suzhou city is 0.665, indicating that the overall level of the construction of the green space system in the built-up area of Suzhou city is at level II. In terms of the comprehensive evaluation value, the quantitative planning > social benefits > landscape pattern > economic benefits > ecological benefits, indicating that the quantitative planning of the built-up area plays an important role in the urban green space system and that there is great potential for the greening of the built-up area. The results of the study can supplement the comprehensive evaluation system of urban green space system in Suzhou city, and provide a reference for the study of green space system enhancement in the same type of cities.

Key words: green space system; evaluation system; comprehensive benefit evaluation; Suzhou city; built up area

城市绿地系统是城市生态系统中极其重要的一部分, 其自身具有多种功能, 作为一个城市生态系统中的一个自净还原组织, 在改善城市面貌方面具有关键作用, 如今人们更多地将目光聚集到城市绿地系统^[1]。然而, 随着城市用地紧张、人口压力和热岛效应加剧, 城市绿色空间在满足城市环境中的

各种需求起着关键作用^[2]。刘滨谊等^[3]在中国最早开展绿地系统综合评价, 首次提出绿地系统综合效益是生态、经济与景观三方面的效益之和。目前已有专家学者分别以重庆垫江县^[4]、山东东营^[5]、广东佛山^[6]、山东济南^[7]为研究对象, 基于高分辨率遥感影像, 对城市绿地系统的综合功能进行评价,

收稿日期: 2022-08-22

基金项目: 安徽省自然科学基金 (1908085ME140), 安徽省高峰学科科研专项重点课题 (2021-136) 和安徽省住房城乡建设科学技术计划项目 (2022-YF036) 共同资助。

作者简介: 姚晓洁, 博士, 教授。E-mail: yaoxj661@sina.cn

但仅是选取空间格局或规划定量方面的指标,或者是对绿地单一效益进行评估。

目前,城市绿地空间结构与城市绿地综合效益二者国内研究比较缺乏,所以本研究将传统的绿地规划定量指标、景观格局指标与绿地系统综合效益相结合,构成宿州市绿地系统综合评价体系。

1 研究区概况

宿州市位于安徽省最北端,地处安徽省重点城镇化带(沿淮城市群),国土面积 9 787 km²。截至 2020 年 11 月 1 日,宿州市常住人口 532.448 万人。宿州市年平均气温 15.5℃,年降水总量为 919.7 mm。本研究区的范围是宿州市建成区,依据 2021 年发布的宿州统计年鉴,2020 年宿州市城市建成区面积 215.94 km²,建成区绿化覆盖面积 8 291 hm²,绿化覆盖率为 38.39%,绿地率为 34.09%。

宿州市 2021 年完成城市体检工作,建立城市绿地系统的评价体系,有利于对宿州市绿地规划和建设起到导向作用,提前预测和推算未来发展趋势,为宿州市的生态与绿色发展提供保障。

2 研究方法

本研究采用层次分析法、综合评价法、熵值法等方法,将城市绿地空间结构评价指标和城市绿地综合效益指标相结合的方式,其中城市绿地空间结构评价包括规划定量指标和景观格局指标,城市绿地系统综合效益包含生态效益、社会效益、经济效益。参考前人的相关研究^[8],选取该市绿地系统综合评价指标共 23 项。通过专家打分的方式,选取最具代表性的指标,运用定量和定性相结合的方法,以 5 个准则层为主,建立宿州市城市绿地系统综合评价体系。其中,城市绿地经济效益通过社会效益和生态效益间接获得。经济效益包括直接与间接两种,像经济林木比例、苗木产值直接效益指标较少涉及,故本研究选取指标以间接经济效益为主,并增加利用经济计量学建立多元回归模型,推算宿州市每公顷城市绿地系统提供的人均服务价值。社会效益指标在前人的基础上,利用城市基本功能指标与城市居民生活质量指数进行综合评判。规划定量指标、结构形态与社会效益指标均以 1 作为参照标准值,而宿州市的生态效益指标与经济效益指标标准值均以宿州市绿地面积 3 340 hm²。

2.1 绿化定量指标评价方法

宿州市建成区 2021 年谷歌卫星影像图为主要数据来源,宿州市建成区绿地景观指数数据均通过

Fragstats 软件进行计算,参考 2021 年宿州市统计年鉴、2021 年安徽统计年鉴和 2021 年宿州市城市体检报告。

2.2 景观结构指标评价方法

利用遥感图像目视解译方法,对提取的宿州建成区绿地信息进行分析,结合宿州市建设情况,参考《城市绿地分类标准(CJJ/T85-2017)》^[9],参照其中绿地类型分类,将解译出来的宿州市建成区绿地分为公园绿地、广场绿地、防护绿地、附属绿地和区域绿地。并用 Fragstats4.2 软件计算景观指数。获得宿州市建成区绿地景观指数数据表(如表 1),以及绿地各类型分布示意图(如图 1)。本研究计算出建成区绿地面积共 1 995.861 hm²。

2.3 生态效益指标评价方法

将解译得到的宿州市绿地类型与表 1 中的绿地类型进行对比,区域绿地与第 3 项绿地结构(序号 3);广场绿地与第 4 项绿地结构(序号 4);附属绿地、公园绿地与第 6 项绿地结构(序号 6);将防护绿地与第 7 项绿地结构(序号 7)分别进行对比分析,分别得出固碳释氧量、吸收有毒气体量、滞尘量、涵养水源量及各自标准值。

固碳释氧量是用宿州市各绿地类型面积与表 2 中相对应的绿地释放 O₂ 与吸收 CO₂ 的数值进行乘积相加;吸收有毒气体量是用宿州市各绿地类型面积与表 2 中相对应的绿地吸收 SO₂ 的数值进行乘积相加;滞尘量是用宿州市各绿地类型面积与表 2 中相对应的滞尘数值进行乘积相加,标准值将宿州市各类型绿地面积与表 2 中的各项绿地结构相乘。水源涵养计算公式为:

$$W=K \times A \quad (1)$$

式中:W 为涵养水源量,K 为平均地表径流深,A 为区域面积;宿州市建成区绿地面积 1 995.861 hm²,多年平均地表径流深为 205 mm。

2.4 社会效益指标评价方法

2.4.1 防灾避险能力 城市消防站服务半径覆盖率是反映城市消防站点配置是否满足服务半径要求,指标计算公式均参考 2021 年宿州市城市体检报告^[11]。计算公式为:

$$\text{城市消防站服务半径覆盖度} = \frac{\text{城市建成区消防站服务半径覆盖的建设用地}}{\text{城市建成区建设用地总面积}} \times 100\% \quad (2)$$

人均应急避难场所面积计算公式为:

$$\text{人均避难场所面积} = \frac{\text{城市建成区避难场所总面积}}{\text{城市建成区常驻人口数量}} \times 100\% \quad (3)$$

表 1 2021 年宿州市建成区绿地斑块水平景观指数

Table 1 Landscape index of greenbelt patch level in Suzhou city built-up area in 2021

绿地类型	斑块类型	斑块个数 (NP)	景观类型占景观	斑块密度 (PD)	景观形状	聚集指数 (AI)	最大斑块 面积指数 (LPI)
	面积 (CA)		面积比 (PLAND)		指数 (LSI)		
公园绿地	873.967	116	43.789	5.812	18.667	64.625	13.787
广场绿地	117.067	23	5.866	1.152	4.711	78.571	1.382
区域绿地	24.894	9	1.247	0.451	3.222	69.231	0.489
防护绿地	414.445	456	20.765	22.847	24.000	31.759	0.792
附属绿地	565.488	427	28.333	21.394	25.329	39.177	0.556

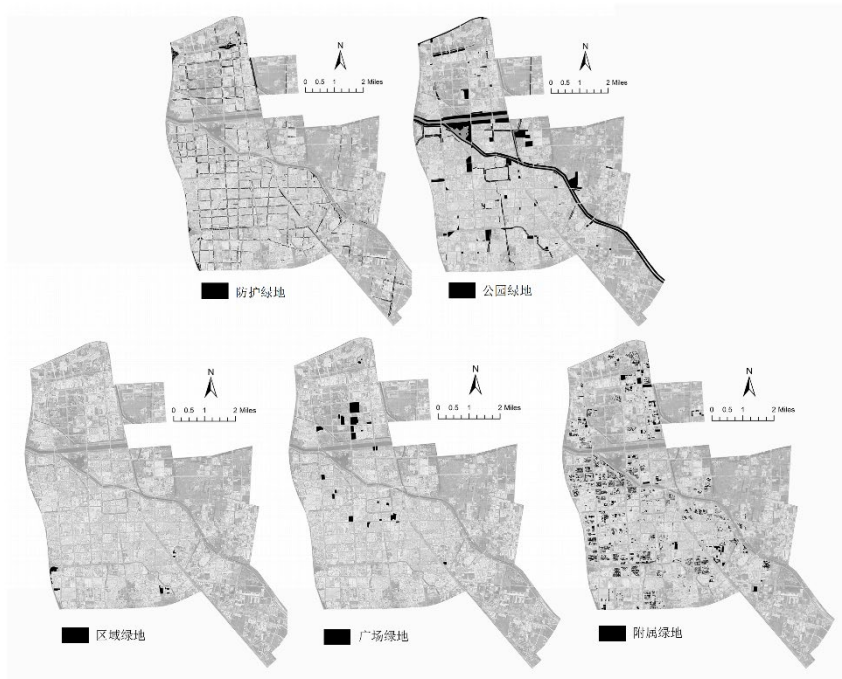


图 1 宿州市建成区绿地类型示意图

Figure 1 Schematic diagram of green space types in built-up areas of Suzhou city

表 2 各绿地类型年环境生态效益

Table 2 Annual environmental ecological benefits of each type of green space

序号	绿地结构	年环境效益/(t·a ⁻¹)			
		产 O ₂	吸收 CO ₂	吸收 SO ₂	滞尘
1	乔灌木复层草本	214.40	295.90	24.10	87.00
2	草灌木林	31.10	42.90	3.23	12.60
3	混交乔木林	196.10	70.60	22.12	79.60
4	地被	5.40	7.50	0.62	2.20
5	苗圃	9.60	13.30	1.14	3.90
6	公园式绿地	141.00	194.6	16.22	57.20
7	道路绿地	13.40	18.50	1.53	5.40

注: 数据来源于参考文献[10]。

2.4.2 休闲游憩价值

$$B_{\text{休闲}} = F_{\text{休闲}} \times D \quad (4)$$

式中: $B_{\text{休闲}}$ 为一年中绿地可创造的休闲游憩价值, 单位为元·a⁻¹; $F_{\text{休闲}}$ 为公园绿地每单位面积提供的休闲游憩价值, 单位为元·hm⁻², 参考前人数据, 暂取公园绿地单位面积休闲游憩功能价值 $F_{\text{休闲}}$ 为 545.8 元·hm⁻²[12]; D 为绿地面积。

2.4.3 城市历史文化、审美及舒适度与精神文明建设性 城市历史文化、审美及舒适度两项指标均参考 2021 年城市体检报告, 精神文明建设性参考《宿州市文化和旅游局 2021 年度公共文化情况》, 参考宿州市人民政府官方网站[13]。

2.4.4 城市居民生活质量指数 基于需求层次理论, 分别从生活需求、安全需求、社会归属感需求

和自我实现需求 4 个需求构建宿州市居民生活质量指标体系（如表 3）。依次进行无量纲化处理、熵值

表 3 居民生活质量指标体系
Table 3 Index system of residents' quality of life

指标类型	准则层	指标名称	单位	属性	权重
A1 生活需求	B1 生活基础	C1 城镇居民人均可支配收入	元	+	0.045
	B2 居住条件	C2 城市居民人均居住面积	m ²	+	0.037
A2 安全需求	B3 生态环境	C3 建成区绿化覆盖面积	hm ²	+	0.074
		C4 人均公园绿地面积	m ²	+	0.0138
		C5 园林绿地面积	hm ²	+	0.057
		C6 滞尘价值	万元	+	0.057
		C7 涵养水源价值	万元	+	0.036
		C8 固碳价值	万元	+	0.057
		C9 释氧价值	万元	+	0.057
		C10 吸收有毒气体价值	万元	+	0.057
		C11 休闲游憩价值	万元	+	0.057
A3 社会归属感需求	B4 文化素养 B5 交通便利度	C12 每 10 万人口拥有受高等教育程度人口	人	+	0.050
		C13 人均城市道路面积	m ²	+	0.087
		C14 出租汽车数	辆	+	0.036
		C15 旅客周转量	亿人公里	+	0.037
		C16 常住人口/户籍人口之比	%	+	0.036
A4 自我实现需求	B7 就业机会	C17 城镇就业人数	万人	+	0.081

表 4 各项指标与具体数值
Table 4 Various indicators and specific values

年份	X1 社会固定资产投资额/亿元	X2 人均可支配收入/元	X3 建成区绿化覆盖面积/hm ²	Y 人均 GDP/元
2001	45.50	4 643.00	500.00	3 330.00
2002	49.48	5 515.00	550.20	3 544.00
2003	56.93	6 196.00	931.00	3 725.00
2004	51.50	7 013.00	931.00	4 680.00
2005	85.04	5 467.00	987.00	5 552.00
2006	89.30	8 945.00	1 084.00	6 285.00
2007	126.90	7 430.00	1 397.00	7 430.00
2008	210.60	11 899.00	1 663.00	8 982.00
2009	295.38	13 097.00	1 827.00	9 545.00
2010	406.36	12 195.00	2 024.00	12 195.00
2011	480.03	14 959.00	4 401.00	14 959.00
2012	613.69	17 038.00	5 002.00	17 038.00
2013	773.30	18 784.00	5 461.00	18 768.00
2014	945.80	21 941.00	6 270.50	20 895.00
2015	1 133.39	23 631.00	6 614.80	22 415.00
2016	1 269.98	25 533.00	6 930.78	24 270.00
2017	1 402.97	27 703.00	7 094.17	26 056.00

2.5 经济效益指标评价

2.5.1 固碳释氧量的价值 采用工业制氧影子价格法，公式如下：

$$Y_A = E \times F_A \times G_A \quad (5)$$

式中： Y_A 表示城市绿地释氧价值； E 为绿地面积； F_A 为单位面积建成区绿地释放 O_2 的量 ($t \cdot hm^{-2}$)，参考前人研究数据^[14]，约为 $14.67 t \cdot hm^{-2}$ ； G_A 中国

平均工业制氧价格，取值为 $700 \text{ 元} \cdot hm^{-2}$ ^[15]。采用碳税法计算如下：

$$Y_B = E \times V_c \times W_c \quad (6)$$

式中： Y_B 为城市绿地固碳价值； E 为绿地面积； V_c 为单位面积建成区绿地吸收 CO_2 的量 ($t \cdot hm^{-2}$)，取 $5.501 5 t \cdot hm^{-2}$ ^[16]； W_c 为碳税率 ($\text{元} \cdot t^{-1}$)，本研究采用得到较多专家认可的瑞典碳税率^[17]，取值 $150 \text{ \$} \cdot t^{-1}$ ，

2022 年 1 月美元与人民币汇率为 1 美元=6.338 5 人民币。

2.5.2 吸收有毒气体量 根据表 2 中绿地结构与本研究所述的绿地类型的对应相乘, 得宿州市建成区绿地系统吸收 SO₂ 量, 以国家调整排污费征收标准中 SO₂ 排放标准 1.2 元·kg⁻¹ 为基础^[18]。

2.5.3 滞尘的价值 采用恢复成本法计算公式如下:

$$Y_D = E \times W_D \times Q_D \quad (7)$$

式中: Y_D 表示宿州市城市绿地滞尘价值; E 为绿地面积; W_D 为建成区单位面积绿地的滞尘量 (t·hm⁻²), 通过对阔叶林滞尘的平均能力进行估算, 取值为 10.11 t·hm⁻²^[16]; Q_D 是除尘所需的费用, 本研究用工业削减粉尘费用进行估算取值为 170 元·t⁻¹^[19]。计算所得宿州市建成区绿地系统滞尘量的价值。

2.5.4 涵养水源的价值 利用影子工程法计算公式如下:

$$W = K \times A \quad (8)$$

$$Y_W = W \times B \quad (9)$$

式中: Y_W 为涵养水源价值 (元·t⁻¹); A 为绿地面积 (hm²); K 为宿州市多年地表平均径流深 (mm); W 为涵养水源量 (t); B 为单位水价 (元·t⁻¹), 参考相关文献^[20], 每投入 0.67 元成本, 可建设 1 m³ 库容。

2.5.5 城市绿地人均服务价值 在研究城市绿化覆盖面积与宿州市经济二者之间的关系时, 考虑到政策作用、城市知名度等某些指标的难以进行量化性, 本研究将从宿州市建成区绿化覆盖面积与城市经济间进行探索, 将宿州市人均 GDP 作为因变量 (如表 3), 因 2018 年起, 宿州市统计年鉴仅公布固定资产投资增速, 增速为可比口径, 故选取时间跨度为 2001—2017 年。

宿州市人均 GDP 为因变量 Y , X_1 为社会固定资产投资额, X_2 为宿州市人均可支配收入, X_3 为宿州

市建成区绿化覆盖面积 (表 4), 用 SPSS16.0 分析得到 GDP 与其他因子的相关系数矩阵。结果显示 GDP 与其他因子的相关系数均大于 0.800, 人均绿地面积与 GDP 相关系数为 0.986, 证明二者相关度较高 (表 5)。

本研究把建成区绿化覆盖的直接服务函数确定为 $E=e^{\alpha}$, 建立以下回归模型:

$$\ln(Y) = \ln(A_0) + a \ln(X_1) + b \ln(X_2) + r X_3 \quad (10)$$

其中, A_0 为城市绿地作用之外的其他因素作用效果, a 为固定资产系数, b 为人均可支配收入系数, r 为建成区绿化覆盖面积直接作用系数。利用 SPSS16.0 做线性回归分析, 得到方程:

$$\ln(Y) = 6.843 + 0.509 \ln(X_1) - 0.058 \ln(X_2) + 3.125E-5 X_3 \quad (11)$$

对模型进行效果检验, 决定系数 r^2 为 0.995, 整体拟合效果较好, 可进行计算和预测。将方程 (11) 模拟 GDP 值与实际值两两比较 (如图 2), 其中, r 值为 3.125E-5, 证明宿州市建成区的绿化覆盖对其城市经济有着明显的正向促进作用。

表 5 国内生产总值与各因子相关系数矩阵

Table 5 Correlation coefficient matrix between GDP and each factor

因子	X_1	X_2	X_3	Y
X_1	1	0.984**	0.971**	0.983**
X_2		1	0.972**	0.989**
X_3			1	0.986**
Y				1

注: **表示在 0.01 水平下相关性显著。

将建成区绿化覆盖面积 $r=3.125E-5$ 带入绿化直接服务函数得

$$E = e^{3.125E-5x_3} \quad (12)$$

参考《2021 年宿州市统计年鉴》^[21] 建成区绿化覆盖面积 8 290.86 hm², 估算出 2020 年宿州市每公顷城市绿地提供的人均服务价值 1.30 元, 标准值是 2020 年安徽省每公顷城市绿地提供的人均服务价值 23.6 元。

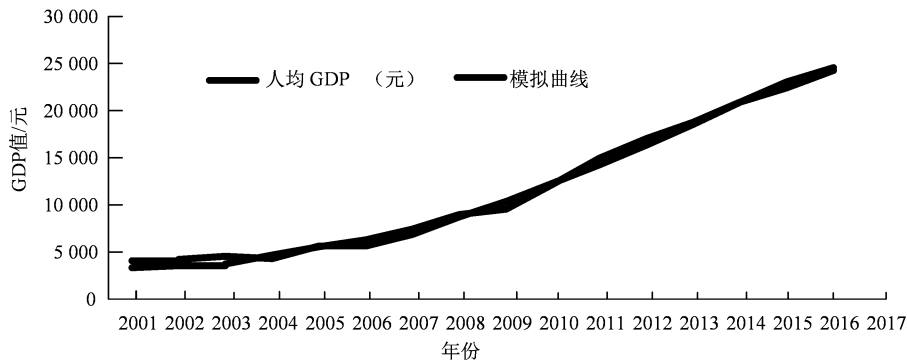


图 2 实际 GDP 与模拟 GDP 比较图

Figure 2 Comparison of real GDP and simulated GDP

2.6 评价方法

2.6.1 层次分析法

1) 计算一致性指数 (CI):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (13)$$

式中: λ_{max} 为矩阵的最大特征值; n 为指标个数。

2) 通过一致性比率 (CR) 检验两两比较的一致性, 公式如下:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (14)$$

式中: RI 为平均随机一致性指标, 一致性比率 <0.1 时, 权重评估即为合理。

3) 计算第 i 个专家评估的第 j 个指标权重 a_{ij} :

$$a_{ij} = B_{ij} \times A_{ij} \quad (15)$$

式中: B_{ij} 为第 i 个专家评估的第 j 个指标对应的 B 类权重; A_{ij} 为第 i 个专家评估的第 j 个指标对应的 A 类权重。

4) 计算第 i 个指标的平均权重 a_j :

$$a_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{n} \quad (16)$$

2.6.2 综合评价法 综合评价法一种对多种评估系统多项指标评估的方法, 得出宿州市建成区绿地系统综合评价表 (如表 6)。

表 6 2020 年宿州市绿地系统综合评价各指标值

Table 6 Comprehensive evaluation index values of Suzhou city green space system in 2020

因素	权重	准则层	权重	指标层	权重	单位	评价值	准则值	综合	综合值	
B1 建成区 绿地系统 空间结构 评价指标	0.5	C1 建成区 绿地系统 规划定量 指标	0.250	D1 城市绿化覆盖率	0.133	%	39.67	40	0.992	0.999	
				D2 城市绿地率	0.072	m ²	35.56	35	1		
		C2 建成区 绿地系统 景观格局 指数指标	0.250	D3 人均公园绿地面积	0.582	%	14.84 m ²	11 m ²	1		0.834
				D4 古树名木指标	0.213	%	100%	100%	1		
				D5 绿地景观聚集度	0.060	-	83.36	100	0.339		
		C3 建成区 绿地系统 生态效益 指标	0.134	D6 绿地景观优势度	0.469	-	0.338 9	1	0.787		
				D7 绿地景观多样性	0.137	-	1.266 4	1.609 4	0.787		
				D8 绿地景观均匀度	0.334	-	0.786 8	1	0.787		
				D9 固碳释氧量	0.077	t·a ⁻¹	5 044.53	10 184.88	0.495		
				D10 吸收有毒气体量	0.280	t·a ⁻¹	246.05 t	481 t	0.512		
B2 建成区 绿地系统 综合效益 评价指标	0.5	C4 建成区 绿地系统 社会效益 指标	0.059	D11 滞尘量	0.533	t·a ⁻¹	868.14 t	1 736.41 t	0.500	0.514	
				D12 涵养水源量	0.111	t·a ⁻¹	409 151.51	684 700	0.598		
		C5 建成区 绿地系统 经济效益 指标	0.307	D13 防灾避险能力	0.273	-	36.6	100	0.366		
				D14 休闲游憩价值	0.352	万元	108.93	182.30	0.598		
				D15 城市历史文化	0.061	%	100	100	1		
		D16 审美及舒适度	0.120	0.056	D17 精神文明建设性	0.056	次	5	≤5		1
					D18 城市居民生活质量指数	0.411	-	0.347	1		0.347
					D19 固碳释氧价值	0.175	万元	3 086.53	5 176.90		0.596
D20 吸收有毒 气体价值	0.072	0.425	D21 涵养水源价值	0.425	万元	27.41	45.87	0.598			
			D22 滞尘价值	0.218	万元	343.03	574.05	0.598			
			D23 城市绿地人均 服务价值	0.110	元	1.3	23.6	0.055			

3 结果与分析

3.1 城市绿地系统空间结构指标分析

从城市绿地系统规划定量指标分析看, 宿州市建成区的绿化覆盖率达 39.67%, 以国家规定的 40% 作为标准值, 说明宿州市建成区的绿化覆盖率有待进一步提升。宿州市城市绿地率达 35.56%, 已达到

国家标准 35%。人均公园绿地面积 14.84 m², 已达到《城市园林绿化评价标准 (GB/T50563—2010)》^[22] 中规定的 11 m²。根据宿州市林业局数据, 宿州市古树名木总数量 6 株, 建档存活的古树名木数量 6 株, 计算得出宿州市古树名木建档保护率 100%, 评价结果为优。

在城市绿地系统景观格局指标分析, 宿州市城

市绿地景观聚集度(AI) 83.36%, 绿地景观多样性指数 1.266, 绿地景观优势度: $SHDI_{max}-SHDI=0.3434$, 绿地景观均匀度指数(SHEI) 0.786 8, 城市绿地景观聚集度、景观优势度指数和景观均匀度指数均以 1 作为标准值, 以最大景观多样性 $SHDI_{max}=\ln(5)=1.6094$ 作为景观多样性指数标准值。

3.2 城市绿地系统综合评价指标分析

3.2.1 在城市绿地系统生态效益方面 宿州市城市绿地系统释放 O_2 量 2 140.32 t, 吸收 CO_2 量 2 904.21 t, 固碳释氧总量 5 044.53 t, 即固碳释氧总量标准值 10 184.88 t。宿州市建成区绿地系统吸收 SO_2 量 246.05 t, 吸收 SO_2 量标准值 481 t。宿州市建成区绿地年滞尘量 868.14 t, 滞尘量标准值 1 736.41 t。宿州市涵养水源量 409 151.51 t, 涵养水源量标准值 684 700 t。

3.2.2 在城市绿地系统社会效益方面 防灾避险能力: 参考 2021 年宿州市城市体检报告内容, 2020 年宿州市现有 5 座消防站, 依据宿州市住建局提供数据, 2020 年宿州市建成区建设用地总面积 90.76 km^2 。计算得出城市消防站服务半径覆盖率为 36.6%。评价标准为《城市消防站建设标准(建标 152-2017)》^[23], 结果为差。根据宿州市地震局与应急管理局提供的数据, 宿州市应急避难场所面积 490.73 万 m^2 ; 依据宿州市住建局提供的数据, 宿州市建成区常住人口 592 600。计算得宿州市城市人均避难场所面积为 8.28 $m^2 \cdot 人^{-1}$, 根据安徽省地方标准《地震应急避难场所场址及配套设施要求(DB34/T1072-2009)》^[24]: 宿州市居民人均避难场所面积应大于 1.5 m^2 。结果为良好。

休闲游憩价值: 计算得到宿州建成区绿地休闲游憩价值为 108.93 万元, 宿州市绿地休闲游憩价值标准值为 182.30 万元。

城市历史文化: 通过 2021 年城市体检报告得到宿州市历史文化保护工作扎实有效, 古建风貌监管到位, 城市人文自然和谐发展; 已公布历史建筑利用率 100%, 历史建筑保护工作得以稳步推进。

审美及舒适度: 2021 年城市体检社会满意度调查分析, 有 62.12% 的居民对绿化建设总体表示满意, 有 21.22% 的受调查者认为现存的城市绿化建设还有一些问题, 例如绿地面积和数量都相对较少。

精神文明建设性: 参考《宿州市文化和旅游局 2021 年度公共文化情况》^[25], 全市 120 个公共文化场馆全部对外免费开放。在第五次全国文化馆评估定级工作中, 5 家文化馆被命名为一级馆, 指导辖区内基层文化阵地开展下基层文化活动和乡村文化

活动 5 800 余场。已达到《国家园林城市标准》^[26]中要求平均每年 5 次以上的市级科普活动。

城市居民生活指数: 参考宿州市 2017—2020 年统计数据, 得到 2020 年宿州市居民生活质量综合指数 0.347, 2017 年宿州市居民生活质量综合指数 0.080, 年均增长 44.4%。

3.2.3 城市绿地系统经济效益方面 固碳释氧能力方面, 宿州市建成区绿地释放 O_2 的价值 2 042.56 万元, 宿州市建成区绿地固定 CO_2 的价值 1 043.97 万元, 故宿州市建成区固碳释氧价值 3 086.53 万元, 标准值为 5 176.9 万元。吸收有毒气体价值 29.53 万元, 标准价值 57.72 万元。滞尘量的价值 343.03 万元, 滞尘标准值 574.05 万元。宿州市建成区绿地面积 1 995.861 hm^2 , 得到涵养水源总量 409 151.51 t, 涵养水源价值 27.41 万元, 涵养水源价值标准值 45.87 万元; 2020 年每公顷城市绿地提供的人均服务价值 1.3 元, 标准值 23.6 元。

4 讨论与结论

参考业内综合指数分级方式, 将指标分为 4 级: 城市建造绿地系统水平较高、城市建造绿地系统水平一般、城市建造绿地系统水平低和城市建造绿地系统水平很低。分值分别为: I 级 0.8~1、II 级 0.6~0.8、III 级 0.4~0.6 和 IV 级 0~0.4。通过层次分析法和综合评价法, 对宿州市城市绿地系统进行评价, 选取 23 个评价指标, 得出宿州市城市绿地系统的综合值 0.665, 处于 II 级水平, 城市绿地建设水平有待于进一步提升, 其中:

建成区绿地系统规划定量综合值 0.999。其中城市绿化覆盖率综合值 0.992, 绿地率综合值、人均公园绿地面积综合值、古树名木综合值均为 1, 说明宿州市公园绿地面积及数量可以满足人们的日常需求, 且古树名木保存良好。

建成区绿地系统景观格局综合值 0.579。城市绿地景观聚集度综合值 0.834, 绿地景观优势度综合值 0.339, 绿地景观多样性的综合值与绿地景观均匀度的综合值均 0.787, 说明宿州市各种景观要素面积比较接近, 优势度较模糊。

建成区绿地系统生态效益综合值 0.514。固碳释氧量综合值 0.495, 吸收有毒气体量综合值 0.512, 滞尘量综合值 0.500, 涵养水源量综合值 0.598, 表明宿州市建成区绿地系统不能较好地发挥固碳释氧与滞尘的作用, 无法有效地实现城市绿地系统生态效益功能。

建成区绿地系统社会效益综合值 0.645。防灾避

险能力综合值 0.366, 休闲游憩价值综合值 0.598, 城市历史文化综合值为 1, 审美及舒适度综合值 0.621, 精神文明建设性综合值为 1, 城市居民生活质量指数 0.347。表明宿州市的城市绿地系统建设取得了一定的成就, 并得到市民的认可与支持。宿州具有悠久历史, 历史文化融入绿地建设中, 在将来的发展中注意绿地系统的防灾避险的作用, 增加园林绿地比重, 使得绿地公园既是普通公园也是城市发生灾害时的避难场所, 合理规划防灾绿地, 均匀分配防灾减灾空间资源。

建成区绿地系统经济效益综合值 0.532。固碳释氧价值综合值 0.596, 吸收有毒气体价值综合值 0.512, 涵养水源价值综合值 0.598, 滞尘价值的综合值 0.598, 城市绿地人均服务价值的综合值 0.055。表明宿州市的经济效益整体水平较低, 在未来针对宿州市的城市绿地系统的经济效益方面要加强合理建设, 建设水平确保稳步提升。

宿州市建成区绿地系统规划定量的综合值最高, 其次是宿州市建成区绿地的社会效益、经济效益、生态效益和景观格局指数, 说明城市绿地规划定量的指标发挥的价值越大, 城市绿地系统的综合价值越高, 在今后的绿地建设中, 应抓住城市规划定量的指标, 提高城市绿地定量指标指数。

本研究在理论层面估算了城市绿地系统的生态价值, 用目视解译的方式来获取数据, 相对而言数据客观性提高, 但计算多为估算值, 实际值可能存在误差。本研究的目的是将城市绿地系统空间结构与综合效益相结合, 并对此进行分析与评价, 以此为宿州市的城市规划者与管理者提供参考依据。今后对研究城市绿地综合评价时, 需要选取全面并恰当的指标因子, 涉及城市绿地综合评价的指标众多, 例如土壤、人口、经济及文化等, 由于本研究的研究资料与数据有所限制, 仅选取 23 个绿地指标因子, 但随着城市绿地的不断变化, 在城市绿地评价过程中指标需要不断地更新与调整。

参考文献:

- [1] YUKHNOVSKIY V Y, ZIBTSEVA O V, DEBRYNIUK I M. Evaluation of green space systems in small towns of Kyiv region[J]. Bull Geogr Socio Econ Ser, 2021, 53(53): 7-16.
- [2] ZHANG C X, YUE B, WANG Y F, et al. Research progress of urban green space systems evaluation in China[J]. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci, 2019, 371(3): 032029.
- [3] 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[J]. 城市规划汇刊, 2002(2): 27-29, 79.
- [4] 曾翔春. 城市园林绿地系统规划指标体系构建与评价: 以重庆垫江县绿地系统规划为例[D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [5] 侯碧屿. 东营市绿地系统评价[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.
- [6] 王雪, 梁钊雄, 吴达顶. 基于高分辨率遥感影像的佛山市绿地系统综合评价研究[J]. 佛山科学技术学院学报(自然科学版), 2012, 30(6): 53-57.
- [7] 鲁敏, 宗永成, 杨盼盼, 等. 济南市绿地建设水平综合评价研究[J]. 山东建筑大学学报, 2015, 30(6): 519-526.
- [8] 张利华, 邹波, 黄宝荣. 城市绿地生态功能综合评价体系研究的新视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(4): 67-71.
- [9] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市绿地分类标准: CJJ/T85-2017[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [10] 周坚华. 城市生存环境绿色量值群的研究(5): 绿化三维量及其应用研究[J]. 中国园林, 1998(5): 61-63.
- [11] 宿州市住房和城乡建设局. 2021年宿州市城市体检报告[R]. 2021.
- [12] 郭欢欢, 杨志恒, 付夏楠, 等. 郑州市城市公园绿地生态服务价值动态分析[J]. 河南科学, 2020, 38(3): 435-440.
- [13] 宿州市人民政府. 宿州市公共数据开放门户[EB/OL]. <https://www.ahsz.gov.cn/opendata/index>.
- [14] 王骊鹑, 刘振波. 江苏省植被净初级生产力时空分布格局研究[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2012, 4(4): 321-325.
- [15] 张绪良, 徐宗军, 张朝晖, 等. 青岛市城市绿地生态系统的环境净化服务价值[J]. 生态学报, 2011, 31(9): 2576-2584.
- [16] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.
- [17] 柳云龙, 朱建青, 施振香, 等. 上海城市绿地净化服务功能及其价值评估[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(5): 28-32.
- [18] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 关于调整排污费征收标准等有关问题的通知[EB/OL]. (2014-09-01) [2014-09-05]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201409/t20140905_964226.html.
- [19] 段彦博, 雷雅凯, 吴宝军, 等. 郑州市绿地系统生态服务价值评价及动态研究[J]. 生态科学, 2016, 35(2): 81-88.
- [20] 刘琳, 林逢春. 安徽森林生态系统服务功能经济价值评估[J]. 安徽科技, 2007(2): 39-41.
- [21] 宿州市统计局, 国家统计局宿州调查队. 2021年宿州市统计年鉴[EB/OL]. [2021-12-09]. <https://www.ahsz.gov.cn/sjfb/wbsj/192423301.html>.
- [22] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 国家质量监督检验检疫总局. 城市园林绿化评价标准: GB/T 50563-2010[S]. 北京: 中国计划出版社, 2010.
- [23] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国发展和改革委员会. 城市消防站建设标准(建标 152-2017)[S]. 北京: 中国计划出版社, 2017.
- [24] 安徽省地震局. 地震应急避难场所场址及配套设施: DB34/T1072-2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [25] 宿州市文化和旅游局. 宿州市文化和旅游局2021年度公共文化情况[EB/OL]. <https://ct.ahsz.gov.cn/public/2655611/192505341.html>.
- [26] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 关于印发《国家园林城市申报与评审办法》、《国家园林城市标准》的通知[EB/OL]. (2010-08-09) [2022-08-13]. https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zhengce/zhengcefilelib/201008/20100813_201748.html.