

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2020.03.021

# 佛山市城市森林生态系统服务价值估算研究<sup>①</sup>

朱立安<sup>1,2</sup>, 胡羨聪<sup>3</sup>, 柯欢<sup>4</sup>, 何持卓<sup>3</sup>, 林兰稳<sup>1,2</sup>, 曾清苹<sup>1,2</sup>

1. 广东省生态环境技术研究所/广东省农业环境综合治理重点实验室, 广州 510650;
2. 华南土壤污染控制与修复国家地方联合工程研究中心, 广州 510650;
3. 佛山市自然资源局, 广东 佛山 528000; 4. 佛山市林业科学研究所, 广东 佛山 528222

**摘要:**以佛山市城市森林为研究对象,参照国家林业局《森林生态系统服务功能评估规范》评估方法对佛山城市森林进行估算.结果表明:2015—2016年度佛山市森林生态服务总价值为77.76亿元/a,单位面积生态服务价值为13.32万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ),对生态服务功能价值贡献从大到小依次为涵养水源、固碳释氧、保育土壤、生物多样性保护、净化大气环境、积累营养物质,分别占总生态服务价值的54.60%,18.54%,13.28%,9.28%,3.49%,0.80%,涵养水源和固碳释氧是佛山城市森林最主要的生态服务功能.通过量化森林生态服务功能,为佛山城市林业发展和生态补偿提供决策依据,从而推动区域绿色生态文明建设,同时提出科学布局环境功能林对维护区域可持续发展有重要意义.

**关键词:**佛山;城市森林;生态系统服务;价值;环境功能林

**中图分类号:** X171; X87

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-5471(2020)03-0137-06

在自然生态系统中,生物本质属性—生长繁殖是生态系统演替与发展的推动力,通过生物间相互作用,生态系统总是调节其生境向有利于自身方向发展.在森林生态系统中,植物通过光合作用固碳释氧、吸收营养来满足自身生长发展需求,是森林生态系统发展的核心驱动力及原动力,即初级生产力.各级消费群体在进行物质和能量循环过程中调节其生长环境,同时与周边生态系统(自然或人工)发生物质、能量及信息交换产生附属功能<sup>[1]</sup>.森林生态系统作为陆地生态系统重要组成部分,通过上述功能为人类社会提供了大量生态服务,如固碳释氧、积累营养物质、涵养水源、保育土壤等,并且系统通过与周边环境物质、能量及信息交换,产生调节气候、净化空气、污染物累积及消纳、森林防护、生物多样性保护、游玩休憩、木材产品等附属服务功能<sup>[2-5]</sup>.

城市森林是指人类密集居住区内及周围所有植被的总和,其范围涉及市郊小社区直至大都市<sup>[6-7]</sup>.生态系统服务的概念是生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用<sup>[8]</sup>.根据其功能属性将生态系统服务功能价值分为:生态功能价值、附属功能价值及辐射功能价值.自身生长发展及调节功能为森林生态系统固有属性价值,即生态功能价值,受区域气候、地形地貌、土壤与植物等自然因素影响较大,主要为自然属性;而其附属功能是对森林生态系统内外环境、人类生产生活的改善及保护,兼具自然和社会属性;而生态及附属功能在城市周边产生的衍射效应称为辐射功能价值,如投资环境、地产经济等,主要受区域经济差异、人文文化等社会属性因素影响.城市森林生态系统体系与城市体系紧密联系,其生态功能及其附属功能对维护区域经济发展及生态系统平衡、改善区域生态环境质量方面具有不可替代作用.

本研究以佛山市人工林及次生林为主要研究对象,依据国家林业局《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721-2008),对其进行评估.通过评估得到杉木林、马尾松林、湿地松林、桉树林、软阔叶林、硬叶

① 收稿日期:2019-07-29

基金项目:国家重点研发项目(2017YFC0505402);佛山市森林生态监测项目(0809-1541FSC3AA38).

作者简介:朱立安(1974—),男,副研究员,主要从事土壤环境与区域生态研究.

通信作者:林兰稳,研究员.

阔叶林、针阔混交林、阔叶混交林、毛竹林和其他针混林等 10 类林分的主要生态系统服务功能价值,为佛山市林业生态规划提供科学化建议,为该区城市林业发展提供思路。

## 1 研究区概况及数据来源

### 1.1 研究区概况

佛山市位于广东省中部偏南,珠江三角洲腹地,城市化发展迅速,是港珠澳大湾区战略要地,经济体量及发展速度位于珠三角乃至国家前列,气候类型属于南亚热带季风湿润气候,原生植被为南亚热带常绿阔叶林,目前以人工林为主,辖区降雨充沛,河网纵横交错,地形主要为西、北江三角洲平原及其支流的河谷冲积平原,块状山地呈棋盘状分布,低山丘陵地区多发育红壤、赤红壤,少量为黄壤,平原地区则主要为水稻土、堆叠土。

### 1.2 数据来源

①实地调查监测资料,在佛山辖区云勇林场(112°41'E, 22°45'N)、植物园(112°59'E, 23°6'N)、三洲水源林(112°49'E, 22°51'N)、大南山林场(112°48'E, 23°22'N)、西樵山公园(112°57'E, 22°55'N)、李小龙乐园(113°7'E, 22°42'N)、王借岗林场(113°2'E, 23°1'N)、桫欏保护区(112°23'E, 22°45'N)、大康山(112°41'E, 22°53'N)、九道谷(112°50'E, 23°33'N)等 10 个林区或森林公园分别设置 40 m×40 m 的标准样地,对植被群落、土壤、枯落物及大气负离子等进行系统监测数据;②广东省第 5 次林业勘查统计数据(林场和森林公园的乔木林为主体,不包括园林、行道树等未成林绿地);③公开发表的相关期刊文献;④国家林业局《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721-2008)公布的社会公共数据等。

## 2 评估方法

参照国家林业局《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T1721-2008)选取主要生态服务基本功能指标:涵养水源、保育土壤、固碳释氧、积累营养物质、净化环境、生物多样性保护 6 个功能类别 11 项指标进行生态服务价值评估,参与计算公式及相应系数取值如表 1 所示。

表 1 森林生态系统服务功能价值量评估公式及相应系数取值参考文献表

功能类别	指 标	公 式	相应系数取值参考文献
涵养水源	调节水量	$U_{\text{调}} = 10C_{\text{库}} A(P - E - C)$	[9-14]
	净化水质	$U_{\text{水质}} = 10KA(P - E - C)$	
保育土壤	固 土	$U_{\text{固土}} = AC_{\pm}(X_2 - X_1)/\rho$	[2, 15-18]
	保 肥	$U_{\text{肥}} = A(X_2 - X_1)(NC_1/R_1 + PC_1/R_2 + KC_2/R_3 + MC_3)$	
固碳释氧	固 碳	$U_{\text{碳}} = AC_{\text{碳}}(1.63R_{\text{碳}} B_{\text{年}} + F_{\text{土壤碳}})$	[19-22, 4, 23-25]
	释 氧	$U_{\text{氧}} = 1.19C_{\text{氧}} AB_{\text{年}}$	
积累营养物质	林木营养积累	$U_{\text{营养}} = AB_{\text{年}}(N_{\text{营养}} C_1/R_1 + P_{\text{营养}} C_1/R_2 + K_{\text{营养}} C_2/R_3)$	[5, 15, 26-27]
	提供负离子	$U_{\text{负离子}} = 5.256 \times 10^{15} \times AHK_{\text{负离子}}(Q_{\text{负离子}} - 600)/L$	
净化大气环境	吸收污染物	$U_{\text{二氧化硫}} = K_{\text{二氧化硫}} Q_{\text{二氧化硫}} A, U_{\text{氟}} = K_{\text{氟化物}} Q_{\text{氟化物}} A$	[3, 15, 27]
		$U_{\text{氮氧化物}} = K_{\text{氮氧化物}} Q_{\text{氮氧化物}} A, U_{\text{重金属}} = K_{\text{重金属}} Q_{\text{重金属}} A$	
	降低噪音	$U_{\text{噪音}} = K_{\text{噪音}} A_{\text{噪音}}$	
	滞 尘	$U_{\text{滞尘}} = K_{\text{滞尘}} Q_{\text{滞尘}} A$	
生物多样性保护	物种保育	$U_{\text{生物}} = S_{\text{生}} A$	[3, 28]

注: A: 林分面积( $\text{hm}^2$ ), U 表示林分中对应指标每年所产生的价值(其中除  $U_{\text{碳}}$ 、 $U_{\text{氧}}$  单位为元/t, 其余单位均为元/a), P: 降水量( $\text{mm/a}$ ), E: 林分蒸散量( $\text{mm/a}$ ), C: 地表径流量( $\text{mm/a}$ ),  $C_{\text{库}}$ : 水库建设单位库容投资(元/ $\text{m}^3$ ), K 表示对应 U 治理或吸收所产生的费用(单位 K: 元/t,  $K_{\text{负离子}}$ : 元/个,  $K_{\text{噪音}}$ : 元/km, 其余均为元/kg),  $X_1$ ,  $X_2$  分别为林地和无林地土壤侵蚀模数( $\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ),  $C_{\pm}$ : 挖取和运输单位体积土方所需费用(元/a),  $\rho$ : 林地土壤容重( $\text{t}/\text{m}^3$ ), N, P, K, M 分别为林分土壤氮, 磷, 钾, 有机质平均比例(%),  $R_1$ ,  $R_2$  分别为磷酸二铵化肥氮, 磷比例(%),  $R_3$ : 氯化钾化肥含钾量(%),  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_{\text{碳}}$ ,  $C_{\text{氧}}$  分别为磷酸二铵化肥, 氯化钾化肥, 有机质, 固碳, 氧气价格(元/t), B: 林分净生产力( $\text{t}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ),  $R_{\text{碳}}$ :  $\text{CO}_2$  中碳的比例(27.27%),  $F_{\text{土壤碳}}$ : 单位面积林分土壤年固碳量( $\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ),  $N_{\text{营养}}$ ,  $P_{\text{营养}}$ ,  $K_{\text{营养}}$  分别为林木氮, 磷, 钾比例(%),  $Q_{\text{负离子}}$ : 林分负离子浓度(个/ $\text{cm}^3$ ), L: 负离子寿命(min), H: 林分高度(m),  $Q_{\text{二氧化硫}}$ ,  $Q_{\text{氟化物}}$ ,  $Q_{\text{氮氧化物}}$ ,  $Q_{\text{重金属}}$  分别为单位面积林分年吸收二氧化硫量, 氟化物, 氮氧化物, 重金属量( $\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ),  $A_{\text{噪音}}$ : 森林面积折合为隔音墙的公里数(km),  $Q_{\text{滞尘}}$ : 单位面积林分年滞尘量( $\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ),  $S_{\text{生}}$ : 单位面积年物种损失的机会成本(元/ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )。

### 3 结果与分析

#### 3.1 佛山市森林特征分析

##### 3.1.1 林分类型

佛山市 2015—2016 年度森林总面积为 58 388.3 hm<sup>2</sup>, 占辖区土地面积的 15.3%, 其中马尾松林(*masson pine forest*, MPF)、杉木林(*chinese fir forest*, CFF)、湿地松林(*slash pine forest*, SPF)及针混林(*needle mixed forest*, NMF)在内的针叶林分布面积占有比例较高, 总和达 53.62%。在调查的 10 类林分中, 马尾松林和桉树林(*eucalyptus forest*, EF)分布面积最大, 分别占总林地面积的 26.03%、22.65%, 其次为杉木林、湿地松林, 所占比例分别分 13.57%、13.51%, 阔叶混交林(*broadleaf mixed forest*, BMF)(9.82%)、硬阔叶林(*sclerophyllous broadleaf forest*, SBF)(6.1%)、针阔混交林(*needle broadleaf mixed forest*, NBMF)(3.61%)、软阔叶林(*soft broadleaf forest*, SBF)(3.5%), 毛竹林(*bamboo forest*, BF)(0.69%)及针混林(0.51%)所占比例最小。乡土阔叶林地面积占比为 19.42%, 远低于杉木、马尾松、湿地松和桉树面积比例 76.27%, 因此佛山市林地针叶林和桉树林面积偏高(图 1)。

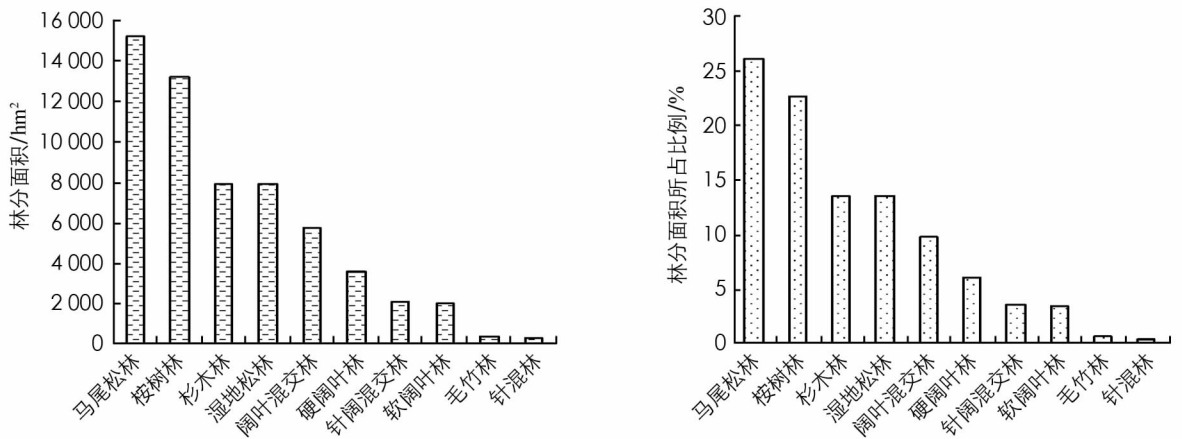


图 1 佛山市主要林分类型面积及所占比例

##### 3.1.2 林龄结构

全市林地中幼龄林面积 11 563.4 hm<sup>2</sup>(占总面积 19.80%), 中龄林面积 13 258.8 hm<sup>2</sup>(占总面积 22.71%)、近熟林面积 10 685.7 hm<sup>2</sup>(占总面积 18.30%)、成熟林面积 12 832.1 hm<sup>2</sup>(占总面积 21.98%)、过熟林面积 10 048.3 hm<sup>2</sup>(占总面积 17.21%), 林龄整体结构基本平衡, 不同林龄比例协调。但个别林分类型林龄结构不合理, 如湿地松、马尾松成熟林面积比例偏高(图 2)。

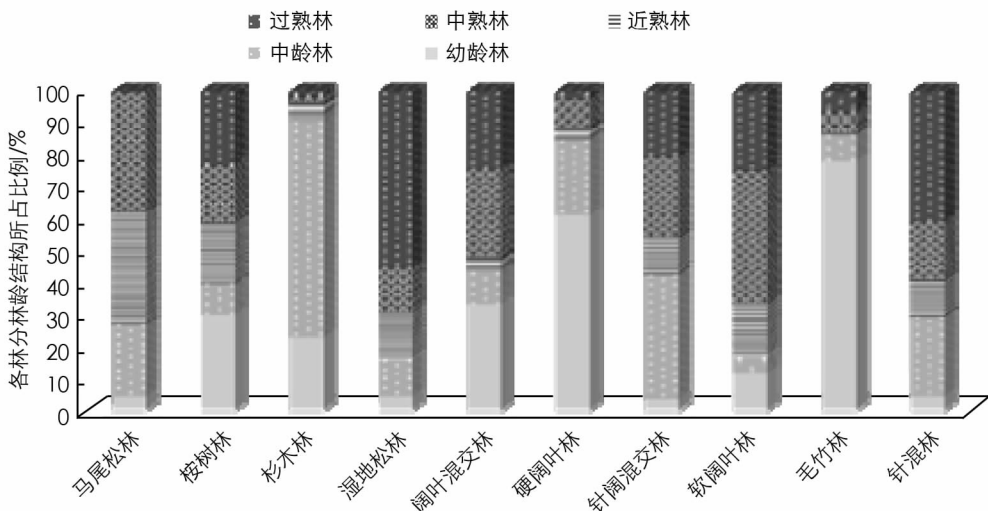


图 2 佛山市各林分林龄结构占比分布图

佛山市森林生态系统受人为因素影响较大, 随着近年林业建设加强, 以乡土阔叶林为主的成熟针叶林

改造,以及大部分桉树林从用材林转为公益林,佛山市林分及林龄结构在发展及演替中逐渐趋于平衡。

### 3.1.3 生物量组成结构

2015—2016 年度佛山市林地生物量为 256.46 万 t,以针叶林为主,占 60%左右,其次是桉树林占 21.50%,阔叶林占 12.61%,针阔混交林占 5.34%,毛竹林生物量占 0.76%(图 3)。单位森林面积生物量为 43.92 t/hm<sup>2</sup>,辖区土地平均生物量 6.75 t/hm<sup>2</sup>。

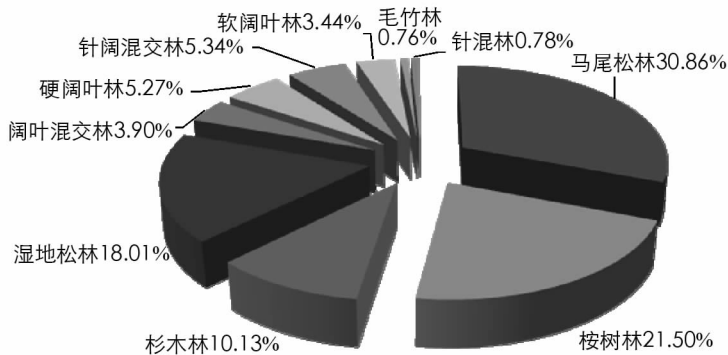


图 3 佛山市林地生物量组成

## 3.2 佛山市森林生态服务价值

2015—2016 年度佛山市森林生态服务总价值为 77.76 亿元/a,生态服务单位面积价值为 13.32 万元/(hm<sup>2</sup>·a),森林生态服务年总价值占当年国民生产总值比例 1.04%,单位面积森林生态系统单位面积价值最大为阔叶混交林,最小为桉树林,其不同林分及各功能生态服务价值(表 2)。

表 2 佛山市不同类型城市森林生态系统服务价值表

林分类型	服务功能价值/(亿元·a <sup>-1</sup> )							单位面积价值量/ (万元·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
	涵养水源	保育土壤	固碳释氧	积累营养物质	净化大气环境	生物多样性保护	合计	
杉木林	6.03	1.53	1.13	0.04	0.42	0.79	9.93	12.55
马尾松林	11.98	3.03	2.52	0.12	0.80	1.52	19.97	13.14
湿地松林	6.26	1.62	1.31	0.05	0.45	0.79	10.48	13.29
桉树林	5.63	1.14	6.60	0.24	0.50	1.32	15.44	11.67
软阔叶林	2.16	0.55	0.45	0.03	0.08	0.41	3.68	15.28
硬阔叶林	2.86	0.67	0.64	0.05	0.13	0.71	5.07	15.84
针阔混交林	1.78	0.45	0.41	0.02	0.08	0.42	3.16	15.00
阔叶混交林	5.16	1.21	1.28	0.08	0.22	1.15	9.09	15.85
毛竹林	0.36	0.07	0.02	0.0008	0.02	0.08	0.56	13.83
其它针混林	0.24	0.06	0.05	0.002	0.01	0.03	0.39	13.04
汇总	42.46	10.33	14.42	0.62	2.71	7.22	77.76	13.32
占比/%	54.60	13.28	18.54	0.80	3.49	9.28	100.00	—

### 3.2.1 生态服务贡献率

涵养水源的总价值占森林生态服务总价值 55%,其调节水量和净化水质价值分别为 31.62 亿元/a、10.82 亿元/a;其次是森林固碳释氧价值,其价值所占比重占森林生态服务总价值的 19%,其中固碳和释氧价值分别为 4.46 亿元/a、9.96 亿元/a,释氧价值远高于固碳价值;居第三位的是保育土壤价值 10.33 亿元/a,其保护土壤价值为 8.42 亿元/a,其中固土价值为 0.44 亿元/a,保肥价值 7.88 亿元/a,保育土壤价值为 2.01 亿元/a,占森林生态服务总价值的 13%,生物多样性保护价值 7.22 亿元/a,占森林生态服务总价值 9%,净化大气环境、积累营养物质分别为 2.71 亿元/a、0.62 亿元/a,分别占森林生态服务总价值的 3%、1%。不同生态服务价值占比(表 2)。

佛山市森林生态服务价值构成中,林地植物自身调节功能主要为涵养水源、固碳释氧、保育土壤和积累营养物质占服务总价值的 88%,也是森林生态服务基本功能,其衍生功能包括生物多样性保育和净化大气环境占到总价值 12%。

### 3.2.2 林分类型及单位面积价值

由于针叶林及桉树林在佛山市森林中占有较大比重,其生态服务价值组成以马尾松林 19.97 亿元/a

(25.68%)最大,其次为桉树林 15.44 亿元/a(19.85%)、湿地松林 10.48 亿元/a(13.48%)、杉木林 9.93 亿元/a(12.54%)、阔叶混交林 9.09 亿元/a(11.69%)、硬阔叶林 5.07 亿元/a(6.52%)、软阔叶林 3.68 亿元/a(4.73%)、针阔混交林 3.16 亿元/a(4.06%)、毛竹林 0.56 亿元/a(0.72%)、其他针混林 0.39 亿元/a(0.50%)(表 2)。

但单位面积林地生态服务价值以阔叶混交林为 15.85 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )最高,其次为硬叶阔叶林(15.84 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ))、软阔叶林(15.27 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ))、针阔混交林(15.00 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ))、毛竹林(13.83 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ))、湿地松林(13.29 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ))、马尾松林(13.14 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ))、其它针混林(13.04 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ))、杉木林(12.54 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ))、桉树林(11.67 万元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ))、阔叶林整体高于针叶林(表 2)。

## 4 结 论

(1) 固碳释氧价值估算中,由于土壤固碳是森林和植被以根及枯枝落叶形式回归土壤,土壤质量及相关功能得到提升,土壤并未主动固碳,因此将固碳释氧指标中土壤固碳计入森林保育土壤价值。在生物多样性保护价值估算中,《森林生态系统服务功能评估规范》未将土壤生物及微生物等多样性指标未计算在内,土壤生物多样性及生态功能价值未计入,故该指标价值估算可能偏低。

(2) 由于数据资源以及研究方法等客观因素限制,目前只对森林生态服务价值简略估算,许多附属功能价值如:重金属等污染物富集及消纳、气候调节、景观休憩等等和辐射功能价值并未计算在内,实际森林生态系统总服务价值远远高于本文估算生态服务价值。同时价值估算选取不同研究方法、参数选取和评价指标,其结果有可能相差很大,森林生态系统服务功能价值评估研究还需要进一步深化与完善。

(3) 森林水土保持功能包括涵养水源和土壤保育价值占森林生态服务总价值 68%,森林保育土壤、涵养水源功能在阔叶林中体现最明显,因此发展乡土阔叶林及针阔混交林的面积对提升区域森林生态服务价值有重要作用。目前,乡土阔叶树种面积比例远低于针叶林和桉树面积比例,随着林分结构逐渐调整,佛山市森林生态服务价值还有较大提升空间。

(4) 佛山经济和人口发展迅速,扩大优化林业规模及空间布局,“山水林田湖一体化”协调发展,提高佛山森林生态系统综合服务功能,规划建设环境功能林,如“重金属修复林”“水土保持林”等,对维护区域可持续发展有重要意义。

## 参考文献:

- [1] 陈虹,刘金福,吴彩婷,等. 漳江口红树林生态服务功能估算[J]. 森林与环境学报, 2016, 36(1): 62-66.
- [2] 林媚珍,马秀芳,杨木壮,等. 广东省 1987 年至 2004 年森林生态系统服务功能价值动态评估[J]. 资源科学, 2009, 31(6): 980-984.
- [3] 韩素芸,田大伦,闫文德,等. 湖南省主要森林类型生态服务功能价值评价[J]. 中南林业科技大学学报(自然科学版), 2009, 29(6): 6-13.
- [4] 骆畅,李淙钰. 城市森林资源景观评价研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2011, 36(4): 100-105.
- [5] 张元媛,朱万泽. 森林光能利用效率的测定方法及主要影响因子[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(1): 18-24.
- [6] 赵煜,赵千钧,崔胜辉,等. 城市森林生态服务价值评估研究进展[J]. 生态学报, 2009, 29(12): 6723-6732.
- [7] 周光兵,龙翠玲. 人为干扰对城市近郊区森林植物多样性的影响——以贵阳市乌当区为例[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2011, 36(5): 98-103.
- [8] 覃弦,龙翠玲,李娟. 茂兰喀斯特森林不同演替阶段优势乔木种群生态位研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2017, 39(6): 42-49.
- [9] 周国逸. 生态系统水热原理及其应用[M]. 北京:气象出版社, 1997: 180.
- [10] 刘世荣,温光远,王兵,等. 中国森林生态系统水文生态功能规律[M]. 北京:中国林业出版社, 1996: 100.
- [11] 邓湘雯,康文星,田大伦,等. 不同年龄阶段杉木人工林生态系统的径流规律[J]. 林业科学, 2007, 43(6): 1-6.
- [12] 郭清和,康文星. 湖南省马尾松林公益效能的经济评估[J]. 中南林学院学报, 2005, 25(3): 1-6.
- [13] 谭家得,薛立,郑卫国,等. 湿地松林的地表径流及钾流失特征[J]. 华南农业大学学报, 2009, 30(4): 57-60.
- [14] 廖观荣,钟继洪,李淑仪,等. 桉树人工林生态系统养分循环和平衡研究 II. 桉树人工林生态系统的养分循环[J]. 生态环境, 2003, 12(3): 296-299.

- [15] 国家林业局. 森林生态系统服务功能评估规范(LY/T1721-2008) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [16] 许松葵, 薛立, 杨鹏, 等. 马占相思等 5 种纯林林地土壤理化性质分析 [J]. 广东林业科技, 2003, 19(4): 27-29.
- [17] 莫江明, SandraBrown, 孔国辉, 等. 鼎湖山马尾松林营养元素的分布和生物循环特征 [J]. 生态学报, 1999, 19(5): 635.
- [18] 薛立, 梁丽丽, 任向荣, 等. 华南典型人工林的土壤物理性质及其水源涵养功能 [J]. 土壤通报, 2008, 39(5): 986-989.
- [19] 田大伦, 潘维涛, 雷志星, 等. 杉木人工林生态系统生物产量的结构特征 [M]//林业部科技司. 中国森林生态系统定位研究. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1994.
- [20] 方晰, 田大伦, 胥灿辉. 马尾松人工林生产与碳素动态 [J]. 中南林学院学报, 2003, 23(2): 11-15.
- [21] 谌小勇, 项文化, 钟建德. 不同密度湿地松林分生物量的研究 [M]//林业部科技司. 中国森林生态系统定位研究. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1994.
- [22] 张琼, 洪伟, 吴承祯, 等. 不同桉树人工林生物量与生产力的比较分析 [J]. 福建林学院学报, 2006, 26(3): 218-223.
- [23] 曾小平, 蔡锡安, 赵平, 等. 南亚热带丘陵 3 种人工林群落的生物量及净初级生产力 [J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(6): 148-152.
- [24] 冯宗炜, 王效科, 吴刚. 中国森林生态系统的生物量和生产力 [M]. 北京: 科学出版社, 1999: 227.
- [25] 李晓曼, 康文星. 广州市城市森林生态系统碳汇功能研究 [J]. 中南林业科技大学学报(自然科学版), 2008, 28(1): 8-13.
- [26] 赵艳华, 苏德, 李新通, 等. 泸沽湖流域(云南段)生态系统服务功能价值评估 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2017, 39(11): 127-133.
- [27] 中国生物多样性国情研究报告编写组. 中国生物多样性国情研究报告 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.
- [28] 邹文涛, 尹光天, 孙冰, 等. 广东顺德 5 种类型人工林群落物种的多样性 [J]. 中南林学院学报, 2006, 26(6): 71-75, 87.

## On Evaluation of Urban Forest Ecosystem Services in Foshan

ZHU Li-an<sup>1,2</sup>, HU Xian-cong<sup>3</sup>, KE Huan<sup>4</sup>,  
HE Chi-zhuo<sup>3</sup>, LIN Lan-wen<sup>1,2</sup>, ZENG Qing-ping<sup>1,2</sup>

1. Guangdong Key Laboratory of Integrated Agro-environmental Pollution Control and Management, Guangdong Institute of Eco-environmental Science & Technology, Guangzhou 510650, China;

2. National-Regional Joint Engineering Research Center for Soil Pollution Control and Remediation in South China, Guangzhou 510650, China;

3. Foshan Natural Resources Bureau, Foshan Guangdong 528000, China;

4. Foshan Forestry Science Institute, Foshan Guangdong 528222, China

**Abstract:** Taking urban forest of Foshan for research object, “forest ecosystem service function assessment standard” of the state forestry administration of the people’s republic of China has been used to estimate the value of urban plantation in Foshan. The result shows that the total value of the ecological service function of Foshan in 2015—2016 was 777600 million Yuan, and the unit value of the ecological service function was 13.32 million Yuan per hectare every year. The contribution of the ecological service function value followed by water conservation, carbon sequestration and oxygen release, soil conservation, biodiversity conservation, atmospheric environment purification, accumulation of nutrients, respectively of the total ecosystem value of 54.60%, 18.54%, 13.28%, 9.28%, 3.49%, 0.80%. Water conservation, carbon sequestration and oxygen release were the main eco-logical service functions of the nature reserve. It provides decision basis for Foshan urban forestry development and ecological compensation by quantifying the forest ecological service function, ultimately promoting the construction of regional green ecological civilization. The scientific layout of environmental function forest is of great significance for maintaining regional sustainable development simultaneously.

**Key words:** Foshan; urban forest; ecosystem service; value; environmental function forest