

深圳香蜜公园生态系统服务功能价值评估研究

周雅聃, 朱文君, 卢漫, 赵燕, 刘文斌 (深圳市铁汉生态环境股份有限公司, 广东深圳 518000)

摘要 基于香蜜公园生态系统分析, 确定服务功能价值评估指标体系, 综合运用市场价值法、替代成本法等方法评估香蜜公园生态系统服务功能价值。结果表明: 香蜜公园生态系统服务总价值为 30 501.30 万元/a, 其中生物栖息地和休闲娱乐是香蜜公园提供的主导服务; 对 10 项生态系统服务按价值量从大到小依次为生物栖息地、休闲娱乐、气候调节、物质生产、固碳释氧、水源供给、土壤保持、调蓄洪水、水源供给、文化科研。该评估结果能够指导城市管理者制订合理的公园管理策略, 有利于城市公园的健康发展。

关键词 香蜜公园; 生态系统服务; 价值评估

中图分类号 S181.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)07-0064-04

Evaluation of the Economic Value of Ecosystem Services from Shenzhen Honey Park

ZHOU Ya-dan, ZHU Wen-jun, LU Man et al (Shenzhen Tech and Ecology and Environment Co. Ltd., Shenzhen, Guangdong 518000)

Abstract Based on the analysis of Honey Park ecosystem, the service function evaluation index system was determined, and the market value method and the replacement cost method were applied to evaluate the ecosystem service function value of Honey Park. The results showed that the total value of the ecosystem service of the Honey Park was 305 million 13 thousand yuan/a, in which the habitat and recreation were the leading services provided by the Honey Park. The value of 10 ecosystem services ranges from large to small in order of habitat, entertainment, climate regulation, material production, carbon fixation, oxygen release, water supply, soil conservation, flood regulation, water supply and cultural research. The evaluation results can guide urban managers to formulate reasonable park management strategies, which is conducive to the healthy development of urban parks.

Key words Honey Park; Ecosystem services; Economic evaluation

城市公园是城市绿地系统的重要组成部分, 供居民观赏、休息、旅游和娱乐等, 是以游憩功能为主的公共开放空间^[1], 成为现代城市生态系统不可或缺的重要组成部分。随着城市化进程的加快, 人类活动强度不断加强, 城市发展与城区自然环境之间的矛盾日益突出^[2], 人们都开始意识到协调城市发展与自然环境关系的重要性, 城市绿地已成为衡量城市地区生态可持续发展的重要标准^[3]。作为城市自然生态系统的基础部分, 城市公园在改善城市环境质量、维护城市生态系统平衡、美化城市环境等方面起着重要作用^[4]。因此, 在城市公园建设中不仅要关心绿地美化、观赏、休憩等功能及保护景观多样性等综合性功能, 还要更加注重绿地生态系统服务。

生态系统服务是指生态系统与生态过程形成及维持人类赖以生存的自然环境条件与自然效用, 不仅为人类提供食物、医药和其他生产生活原料, 还创造与维持地球的生命支持系统, 形成人类生存所必需的环境条件, 同时还为人类提供休闲娱乐与美学享受^[5-6]。城市公园作为城市自然生态系统的重要组成部分, 服务功能与城市公园生态系统的特征与结

构相对应, 伴随着城市公园物质循环和能量转化, 城市公园服务功能得以产生, 绿地上植物的蒸腾反射等功能降低周边环境温度、固碳释氧、保护生物多样性等。城市公园的生态系统服务功能也是公园生态环境效益、社会效益或社会服务功能等的基本前提。研究城市公园的生态系统服务功能的经济价值, 一直是景观生态学、园林学以及环境科学的热点^[7]。笔者以深圳香蜜公园为研究对象, 对公园生态系统服务功能进行货币化评估, 以期在城市公园的生态可持续发展及科学管理提供决策依据。

1 研究对象

香蜜公园原名农科公园, 位于广东省深圳市福田区中心片区, 是以公共开放和生态保护为原则, 汇集城市休闲娱乐功能, 将文化、休闲、体验融为一体的综合性市政公园。公园规划面积 42.42 hm², 分为运动休闲区、果树园区、生态水系区和花卉生活区(表 1)。园内有多种多样公共建筑: 自然展览厅、活动中心、资源循环中心、管理服务中心、花卉博览园、图书馆、婚礼堂、艺术展廊等, 既可满足市民休闲娱乐的要

表 1 香蜜公园分区及功能

Table 1 Zoning and functions of Honey Park

功能分区 Functional partition	位置 Position	功能描述 Functional description	面积 Area/hm ²
运动休闲区 Sports leisure area	公园北部	以足球、篮球、网球为主的体育场地和大众健身场地	5.4
果树园区 Fruit tree Park	公园西部	荔枝保护(保留原有场地的荔枝林)、林下活动、休闲观景	11.1
生态水系区 Ecologic water system	公园东侧和中部	收集公园降雨和径流形成的生态水系, 用以减轻城市防洪压力和补充绿化用水	14.1
花卉生活区 Flower living area	花卉生活区	主入口形象界面、花卉博览园以及室外花卉科普展示区域、休闲活动场所	11.8

求, 又有室外花卉科普展示和生活教育的功能。

2 香蜜公园服务功能价值评估框架

城市公园的服务功能并不都能直接产生经济价值, 经济价值取决于人类的偏好, 在某种意义上, 代表人类选择某种生态系统功能服务类型所放弃的另一些服务收益(机会成

作者简介 周雅聃(1988—), 女, 江西吉安人, 工程师, 从事水生态修复、湿地修复管理及生态系统评价研究。

收稿日期 2017-12-08

本)^[8]。因此,明确城市公园各项功能的服务类型是建立城市公园功能与价值关联以及进行城市公园生态功能价值评估的关键。参考联合国 MA 的分类方法^[9],根据生态学和生态系统服务理论,结合香蜜公园的生态系统特征,将公园生态系统服务功能划分为供给、调节、支持和文化服务,并确定了公园生态系统服务功能价值评价指标体系(图 1)。其中,供给服务主要是资源供给,包括植物、鱼类生产等,调解服务包括水质净化、调蓄洪水、固碳释氧、大气净化,支持服务主要是生物栖息地和土壤保持,文化服务包括休闲娱乐、文化科研。

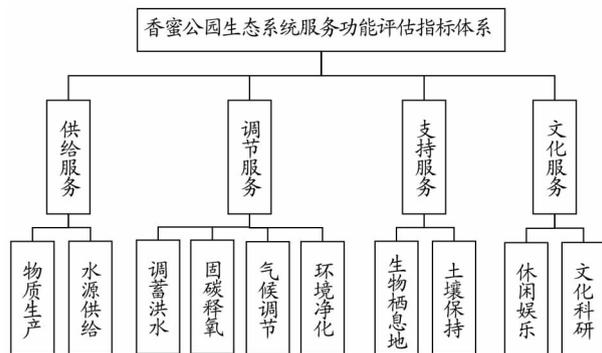


图 1 香蜜公园生态系统服务功能评估指标体系

Fig. 1 Evaluation index system of the ecosystem service function of Honey Park

生态系统服务功能的经济价值评估方法有多种,常用的有以下方法。①实际市场评估:以生态系统的产品或服务的价格作为生态系统服务的经济价值,主要方法有市场价值法、费用支出法;②替代市场评估:以使用某种措施或技术手段获得与某种生态系统服务相同的结果所需的生产费用为依据,间接估算生态系统服务的价值,主要方法有替代成本法、生产成本法、机会成本法、恢复和防护费用法、影子工程法等;③条件价值法:对于没有市场交易和实际市场价格的生态系统产品和服务(纯公共物品),只有人为地构造假想市场来衡量生态系统服务和环境资源的价值,主要以问卷调查的方式进行价值估算;④效益转移法:直接借鉴他人研究成果的方法。该研究主要使用市场价值法、替代成本法、影子工程法、碳税法 and 造林成本法、条件价值法和效益转移法。

3 香蜜公园生态系统服务功能价值

3.1 供给服务价值 供给服务主要包括物质生产与水源供给服务功能价值。

3.1.1 物质生产功能。采用市场价格法对物质生产功能价值估算,物质产品主要为水果。场地原为深圳农科公园,公园修建过程中保留原有果林,其中荔枝林 86 246.7 m²,龙眼林 38 506.6 m²,香蕉林 8 172.4 m²。根据《2016 年深圳市统计年鉴》及调查,2015 年荔枝产量 1 419 kg/hm²,龙眼 4 695 kg/hm²,太空香蕉 40 500 kg/hm²;根据市场调查及南山果园价格参考,2015 年深圳荔枝平均价格为 30 元/kg,龙眼价格为 30 元/kg,香蕉价格为 4 元/kg,据此计算香蜜公园的物质生产功能价值为 104.19 万元/a。

3.1.2 水源供给功能。用替代成本法计算。目前香蜜公园主要通过低影响开发设施的渗滤吸附及湿地植物的吸收和分解作用实现。公园保留原场地内的池塘,通过沉水植物种植及生物调控的方式进行水生生态系统构建。雨水资源通过园区的排水沟渠、生态滤水带、生态草沟等雨水收集设施,汇集到公园中心水体中。根据定期检测结果,经由沉水植物的净化,中心水体水质都能达到地表水 III 类标准,用作景观用水及灌溉用水、冲厕及其他公园杂用水,因此可通过水资源价格计算其水源供给的生态价值。香蜜公园平均每年收集、净化雨水 18.2 万 m³,水资源价格参照《深圳市自来水价格标准》,以深圳市行政事业单位用水的零售价格 3.3 元/m³ 计算,可知香蜜公园水源供给服务的生态价值为 60.06 万元/a。

3.2 调节服务 调节与维护服务价值包括蓄水调洪、固碳释氧、气候调节、环境净化服务功能价值。

3.2.1 调蓄洪水功能。采用影子工程法计算调蓄洪水功能价值。香蜜公园基于海绵城市的设计理念,将雨水资源通过多种形式的雨洪管理设施、净化、收集回用于景观水体,将调蓄洪水功能与景观融为一体,实现公园雨水零排放。基于正常降雨年份,公园可收集的雨水资源总量为 18.2 万 m³。每建设 1 m³ 库容需年投入成本 0.67 元,可得香蜜公园调蓄洪水功能价值为 12.19 万元/a。

3.2.2 固碳释氧功能。采用碳税法、造林成本法及工业制氧价格法进行估算。依据吴婕等^[10]的研究成果,深圳休闲绿地固定 CO₂ 2.96 kg/(m²·a),释放 O₂ 2.15 kg/(m²·a)。香蜜公园绿地面积 283 942 m²,可知香蜜公园绿地固定 CO₂ 840.47 t/a,释放 O₂ 610.48 t/a。用我国造林成本 250 元/t 和国际碳税标准 150 美元/t 的平均值 620.56 元/t,以及我国工业制氧成本 0.40 元/kg 为单位价格标准,得出香蜜公园的固碳释氧功能价值为 76.57 万元/a。

3.2.3 气候调节功能。用效益转移法进行计算。城市植被的气候调节效果明显,尤以热带、亚热带城市更为显著^[11]。据研究,1 hm² 绿地夏季平均每天可以从环境中吸收 81.8 MJ 的热量,相当于 189 台空调器全天工作的制冷效果^[12]。笔者将空调作为城市绿地调节温度功能的替代物,以空调器降低同样温度的耗电费用作为公园调节气候的价值,室内空调耗电 0.86 kW·h/(台·h),目前深圳市居民用电标准为 0.68 元/(kW·h),由此可以算出 1 hm² 绿地每天调节温度的价值为 2 652.65 元。假设公园发生气候调节时间按 60 d 计,公园的绿地面积为 28.40 hm²,得到香蜜公园气候调节功能为 452.01 万元/a。

3.2.4 环境净化功能。用效益转移法进行计算。绿色植物净化大气的功能主要体现在植物抗性范围内能通过吸收而减少空气中硫化物、氮化物等有害物质的含量,还能在一定程度上降低大气粉尘浓度。根据《森林生态系统服务功能评估规范》(LYT 1721—2008)^[13]及《中国生物多样性研究报告》^[14],得到香蜜公园的环境净化功能参数(表 2)。香蜜公园绿地面积为 28.4 hm²,可得香蜜公园的环境净化服务价值

为4.63万元/a。

表2 香蜜公园的环境净化服务估算参数

Table 2 Estimation parameters of environmental purification service of Honey Park

指标 Index	吸收能力 Absorptive capacity kg/(hm ² ·a)	治理费用 Cost of governance 元/kg
二氧化硫 Sulfur dioxide	88.65	1.20
氟化物 Fluoride	4.65	0.69
氮氧化物 Nitrogen oxide	6.00	0.63
滞尘 Keep dust down	10 110.00	0.15

3.3 支持服务 支持服务主要包括生物栖息地及土壤保持功能。

3.3.1 生物栖息地功能。用生态价值法估算。通过将Pearce的生长曲线与社会发展水平及人们生活水平相结合,生态服务价值根据人们对某种生态功能的实际社会支付和物种价值进行估算,以恩格尔系数的倒数为横坐标求出发展阶段系数^[15]。简化版Pearce生长曲线模型公式: $\lambda = 1/(He^{-t})$,式中, λ 为发展阶段系数; t 为社会经济发展阶段; e 为自然常数。根据《2015年深圳国民经济和社会发展统计公报》,2015年深圳市恩格尔系数为32%。根据表3,得到 $T(T=1/En)$ 为3.125; $t=T-3$,则 t 为0.125; e^{-t} 为0.8825;城市发展阶段系数为0.5312,即香蜜公园的基本建设费占生物栖息地功能价值的53.12%。用替代法估算,即用建设和维护公园的费用作为生物栖息地功能的价值^[16]。2015年香蜜湖公园动工建设,2017年开园,迄今为止投入3亿元,公园建设费用年度折算为1亿元。由此可得出研究区湿地生物栖息地功能价值为18 825.30万元/a。

表4 香蜜公园土壤营养成分含量

Table 4 Soil nutrient content of Honey Park

区域 Region	土壤类型 Soil type	容重 Bulk density g/cm ³	有机质含量 Organic matter content//g/kg	全氮含量 Total nitrogen content//g/kg	速效磷含量 Available phosphorus content//mg/kg	速效钾含量 Available potassium content//mg/kg
果树园区 Fruit Tree Park	壤土	1.99	31.24	1.52	5.45	120
生态水系区 Ecologic water system	赤红壤及黄棕壤	2.02	13.22	0.62	15.14	152

3.4 文化服务 文化服务主要包括休闲娱乐和文化科研两大功能。

3.4.1 休闲娱乐功能。以条件价值法进行计算。通过支付意愿调查,制作电子问卷在香蜜公园向游客随机提问,共回收有效问卷50余份。经分析,40%受访者休闲娱乐花费为20元,故以20元为每人每次游客的日均休闲娱乐花费标准。由于香蜜公园为开放市政公园,全年无休,据福田城管局数据,香蜜公园开园日游客数为1.5万人次/d。由此可得香蜜公园的休闲娱乐服务功能价值为10 950万元/a。

3.4.2 文化科研功能。用效益转移法进行计算。采用我国单位面积生态系统的平均文化科研价值382元/hm²^[18]来计算,香蜜公园面积42.42 hm²,可得香蜜公园文化科研功能价值为1.62万元/a。

3.5 香蜜公园生态系统服务总价值 由表5可知,香蜜公

表3 恩格尔系数与发展阶段的关系

Table 3 The relationship between the Engel coefficient and the stage of development

发展阶段 Development stage	En//%	1/En
贫困 Poor	>60	<1.7
温饱 Food and clothing	50~60	1.7~<2.0
小康 Comparatively well-off	30~<50	2.0~<3.3
富裕 Rich	20~<30	3.3~5.0
极富裕 Extremely rich	<20	>5.0

3.3.2 土壤保持功能。用替代成本法进行计算。公园植被对土壤形成保护屏障,能够有效减轻雨水对土壤的冲刷,植物的根系又可以固结土壤,极大地减小了土壤侵蚀模数,有效地维持了土壤肥力和土壤结构。以公式 $V = S \times h \times (\frac{NC_1}{Q_1} +$

$\frac{PC_1}{Q_2} + \frac{KC_2}{Q_3} + MC_3)$ 计算土壤保持功能价值,式中, V 为土壤保持功能价值; S 为植被面积; h 为土壤侵蚀深度; N 为平均土壤氮含量; P 为平均土壤磷含量; K 为平均土壤钾含量; M 为土壤有机质含量; Q_1 为磷酸二铵化肥氮含量; Q_2 为磷酸二铵化肥磷含量; Q_3 为氯化钾化肥钾含量; C_1 为磷酸二铵化肥价格; C_2 为土壤氯化钾化肥价格; C_3 为土壤有机质价格。笔者在果树园区和生态水系区取样,测得土壤营养成分含量(表4)。土壤侵蚀深度取无植被的土壤中等程度的侵蚀深度15~35 mm/a的平均值25 mm/a^[17],据中华人民共和国林业行业标准^[13],磷酸二铵含氮量14.00%,磷酸二铵含磷量15.01%,氯化钾含钾量50.00%,磷酸二铵化肥价格2 400元/t,氯化钾化肥价格2 200元/t,有机质价格320元/t,得出香蜜公园的土壤保持功能价值为15.73万元/a。

园生态系统服务功能总价值约为30 501.30万元/a,供给服务价值为164.25万元/a,占总价值的0.54%;调节服务价值544.40万元/a,占总价值的1.78%;支持服务价值18 841.03万元/a,占总价值的61.77%;文化服务价值10 951.62万元/a,占总价值的35.91%。香蜜公园提供的主导服务是生物栖息地和休闲娱乐,分别占总价值的61.72%和35.90%。对评估的10项生态系统服务价值按价值量排序,从大到小依次为生物栖息地、休闲娱乐、气候调节、物质生产、固碳释氧、水源供给、土壤保持、调蓄洪水、水源供给、文化科研。香蜜公园总面积为42.42 hm²,单位面积生态系统服务价值为719.03万元/hm²。

4 结论与讨论

(1)利用市场价格法、替代成本法、影子工程法等评价方法,从10种主要服务功能价值方面对香蜜公园生态系统服

表 5 香蜜公园生态服务功能价值统计

Table 5 Value statistics of ecological service function of Honey Park

类别 Category	生态系统服务 Ecosystem services	价值量 Value//万元/a	比例 Proportion//%
供给服务 Supply services	物质生产	104.19	0.34
	水源供给	60.06	0.20
调节服务 Regulatory services	调蓄洪水	12.19	0.04
	固碳释氧	75.57	0.25
	气候调节	452.01	1.48
支持服务 Support services	环境净化	4.63	0.02
	生物栖息地	18 825.30	61.72
	土壤保持	15.73	0.05
文化服务 Cultural services	休闲娱乐	10 950.00	35.90
	文化科研	1.62	0.01
合计 Total		30 501.30	100.00

务功能进行评估,香蜜公园每年提供的价值约为 30 501.30 万元/a。其中支持服务价值是四大类生态系统服务中价值最高的,占总价值的 61.77%,文化服务价值其次,占 35.91%。香蜜公园单位面积生态系统服务价值为 719.03 万元/hm²,同年深圳市单位面积国内生产总值 876.22 万元/hm²(2015 年)大致相当。说明香蜜公园为深圳市带来了巨大效益,揭示了城市公园建设和保护的重大意义;评估结果不仅能够提高公众及城市管理者对城市公园的重视程度,也能为城市规划中城市公园的合理配置提供依据。

(2)在所评估的 10 项生态系统服务功能中,生物栖息地服务和休闲娱乐服务占总价值的 97.62%,说明生物栖息地和休闲娱乐服务是香蜜公园的主导生态系统服务。从价值量来看,生物栖息地服务功能价值为 1.88 亿元/a,占总价值的 61.72%,这说明香蜜公园在深圳城市生态系统中具有重要作用,为珍稀植物和野生动物的迁徙、栖息及保护提供有力支持。根据深圳市规划修复或新建多条生态廊道,将自然公园、保护区、公园绿地等结合起来。建议将香蜜公园纳入深圳市生态廊道体系中,构建城市绿色网络,有利于野生生物在城市中持续发展。休闲娱乐服务功能价值约为 1.1 亿/a,占总价值的 35.90%。这与香蜜公园的城市休闲定位相符,公园内健身场地多种多样、花卉展览区种类繁多的花卉展示、多处架空景观栈道及 4 处儿童游乐场,能够满足市民在公园内的观景、休闲等多种需求。

(3)评估存在一定局限性。首先,未充分考虑香蜜公园与城市有机体间复杂的联系。静态评估结果难以反映驱动因子对香蜜湖公园生态系统服务及其周边关系的影响,研究结果在管理决策的应用有一定的局限性。如未考虑香蜜公

园的生态服务功能对周边房地产的增值效益以及城市形象提升价值,造成香蜜公园生态系统服务功能价值计算结果可能偏低。香蜜公园周边城市绿地华侨城湿地的宜居环境功能及企业生态品牌价值占总体价值的 56.32%^[19]。其次,该研究以 2015 年为基准年对香蜜公园生态系统服务功能进行评价,但因基础数据的缺失,部分指标计算使用效益转移法,存在一些因直接使用效益转移法进行评估而产生偏差的风险。

(4)香蜜公园是位于深圳市中心区的开放城市公园,是城市生态系统的有机组成,其生态系统直接受到周边城市环境人口和城市环境污染的压力,该研究结果可为香蜜公园的科学管理和保护提供参考。今后应根据各项生态系统服务功能的大小,制订更加合理的公园管理策略,促进香蜜公园的可持续发展。

参考文献

- [1] 陶晓丽,陈明星,张文忠,等.城市公园的类型划分及其与功能的关系分析:以北京市城市公园为例[J].地理研究,2013,32(10):1964-1976.
- [2] 孙海清,许学工.北京绿色空间格局演变研究[J].地理科学进展,2007,26(5):48-56.
- [3] 李素英,王计平,任慧君.城市绿地系统结构与功能研究综述[J].地理科学进展,2010,29(3):377-384.
- [4] 吕中诚,康文星.城市绿地系统社会服务功能及其评价研究综述[J].中国农学通报,2014,30(28):233-237.
- [5] 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.
- [6] 梁士楚,李铭红.生态学[M].武汉:华中科技大学出版社,2015.
- [7] 彭建,王仰麟,陈燕飞,等.城市生态系统服务功能价值评估初探:以深圳市为例[J].北京大学学报(自然科学版),2005,41(4):594-604.
- [8] 肖思思,吴春笃,储金宇,等.城市湿地主导生态系统服务功能及价值评估:以江苏省镇江市为例[J].水土保持通报,2012,2(2):194-199,205.
- [9] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: A framework for assessment[M]. Washington, DC: Island Press, 2005.
- [10] 吴婕,李楠,陈智,等.深圳特区城市植被的固碳释氧效应[J].中山大学学报(自然科学版),2010,49(4):86-92.
- [11] 叶延琼,李逸勉,章家恩.城市化过程中广州市农业生态系统服务价值的变化[J].应用生态学报,2011,22(6):1523-1530.
- [12] 陈波,卢山.杭州西湖风景区绿地生态服务功能价值评估[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2009,35(6):686-690.
- [13] 国家林业局.森林生态系统服务功能评估规范:LYT 1721—2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [14] 中华人民共和国国家环境保护局.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.
- [15] 马兰,卢少勇,陆轶峰,等.滇池北岸西区湿地公园的生态系统服务功能价值评估[J].科技导报,2016,34(18):156-161.
- [16] 邢爽,张思冲,许瀛元,等.大庆龙凤湿地重要物种栖息地功能价值估算[J].森林工程,2013,29(1):32-35.
- [17] 宋庆丰,牛香,殷彤,等.黑龙江省湿地生态系统服务功能评估[J].东北林业大学学报,2015,43(6):149-152.
- [18] 吴玲玲,陆健健,童春富,等.长江口湿地生态系统服务功能价值的评估[J].长江流域资源与环境,2003,12(5):411-416.
- [19] 徐桂红,吴苑玲,杨琼.华侨城湿地生态系统服务功能价值评估[J].湿地科学与管理,2014,10(2):9-12.

科技论文写作规范——题名

以最恰当、最简明的词句反映论文、报告中的最重要的特定内容,题名应避免使用不常见的缩略语、首字母缩写词、字符、代号和公式等。一般字数不超过 20 字。英文与中文应相吻合。英文题名词首字母大写,连词及冠词除外。