

浙江青山湖国家森林公园环湖绿道 1 期景观绩效评价

唐慧超, 洪泉, 徐斌

(浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 杭州 311300)

摘要: 【目的】以浙江青山湖国家森林公园环湖绿道 1 期为例, 从环境、经济、社会等 3 个方面对其景观绩效进行定量和定性评价, 客观反映绿道建设的综合效益。【方法】建立相应的评价指标体系, 环境绩效评价采用生态学及经济学方法, 经济绩效评价采用市场价值法, 社会绩效评价采用使用后评价和问卷调查等方法。【结果】青山湖国家森林公园环湖绿道 1 期环境绩效的经济价值约 398.44 万元·a⁻¹, 其中调节气温和涵养水源的价值占比较大, 分别为 74%、18%。经济绩效方面, 节约建设成本价值突出, 约 90.08 万元, 绿道建成后不仅提供了新的工作岗位, 拉动了旅游业发展, 还对附近房产价值提升有积极影响。社会绩效方面, 绿道的建设提升了城市形象, 体现了杭州市临安区的历史文化, 提升了人们的户外活动参与度, 一定程度上改变了人们的生活方式, 大多数人因自然环境优美而来到绿道。超过半数受访者表示对可持续设计有更深入的了解。【结论】通过定量和定性的方法评价滨水绿道景观绩效的综合价值, 可以客观、清晰地呈现绿道建设的综合效益。表 9 参 35

关键词: 绿道; 景观绩效; 评价; 青山湖国家森林公园

中图分类号: TU986 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2020)06-1177-09

Landscape performance assessment of phase I of greenway around Qingshan Lake National Forest Park, Zhejiang Province

TANG Huichao, HONG Quan, XU Bin

(School of Landscape Architecture, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, Zhejiang, China)

Abstract: [Objective] Taking phase I of the greenway around Qingshan Lake National Forest Park in Zhejiang Province as an example, this study aims to evaluate quantitatively and qualitatively the landscape performance from such aspects as environment, economy and society, so as to objectively reflect the comprehensive benefits of greenway construction. [Method] Corresponding evaluation index system was established. Ecological and economic methods were used for environmental performance evaluation. Market value method was used for economic performance evaluation, and post occupancy evaluation and questionnaire survey were used for social performance evaluation. [Result] The economic value of the environmental performance of the greenway was about 3 984 400 Yuan·a⁻¹, of which the value of regulating the temperature and water conservation accounted for 74% and 18% respectively. In terms of economic performance, about 900 800 Yuan construction cost was saved. After the completion of the greenway, it provided new jobs, stimulated the development of tourism, and had a positive impact on the value of nearby real estate. In terms of social performance, the construction of the greenway improved the image of the city, reflected the history and

收稿日期: 2020-02-16; 修回日期: 2020-08-17

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目 (16YJC760050); 国家留学基金委资助项目 (201908330122, 201908330121); 浙江省公益技术研究计划项目 (LGN18E080001, LGF19E080015); 浙江省重点研发计划项目 (2019C02023)

作者简介: 唐慧超, 讲师, 从事风景园林规划与设计、景观绩效评价研究。E-mail: tanghc@zafu.edu.cn。通信作者: 洪泉, 副教授, 从事风景园林历史与理论、风景园林规划与设计研究。E-mail: hongquan@zafu.edu.cn

culture of Lin'an District of Hangzhou City, enhanced people's participation in outdoor activities, and changed people's lifestyle to a certain extent. Most people visited the greenway because of the beautiful natural environment. More than half of the respondents said they had a deeper understanding of sustainable design. [Conclusion] Through quantitative and qualitative analysis and evaluation of the comprehensive value of waterfront greenway landscape performance, the comprehensive benefits of greenway construction can be presented objectively and clearly. [Ch, 9 tab. 35 ref.]

Key words: greenway; landscape performance; assessment; Qingshan Lake National Forest Park

近年来,国内绿道建设发展迅猛。目前,已有广东、浙江、河北、江苏、四川、福建、安徽、新疆等省(自治区)的众多城市开展了绿道网规划和建设工作。绿道网的规划建设行动源于对日趋严峻的城乡环境问题和传统生态绿色空间保护政策实效的主动反思和应对,然而,在部分地区绿道建设的快速推进中也出现了绿道生态性不足,存在功能单一、基础设施缺乏、绿道特色欠缺等问题^[1]。当前,亟需对已建成的绿道价值进行评价与分析,以便清晰地呈现绿道建设的综合效益,为科学规划和建设绿道提供参考和依据。国内对于绿道评价体系的研究已有一定积累,但多为对绿道某一方面的性质或功能评价,对于绿道服务价值全面系统的评价较少。研究主要集中在2个方面:一为景观资源评价,包括植物景观评价^[2]和景观视觉评价等^[3];二是功能评价,包括生态效益评价^[4-5]、休闲游憩功能评价^[6]、生态系统服务功能评价^[7]、使用后评价(POE)^[8-9]和社会绩效评价^[10]。此外,也有学者提出了以“使用者(人)—绿道(环境)”关系为中心的区域绿道网评价体系研究假设以及研究思路,但未进行实证研究^[11]。“景观绩效”是“衡量景观解决方案在实现其预设目标的同时满足可持续性方面效率的指标”^[12],即基于可持续发展目标,从环境、经济、社会等3个方面对景观进行全面的绩效评价。其评价以生态系统服务为基础,补充适合景观研究内容的评价指标^[13],因此更具有针对性。美国景观设计基金会(Landscape Architecture Foundation,简称LAF)于2010年提出“景观绩效系列”(Landscape Performance Series,简称LPS)研究计划,针对已建成的景观项目,形成一套依托案例调查研究(case study investigation, CSI)的开放性评价体系。当前,景观绩效研究呈现迅速增长的发展态势^[13],其研究主要集中于评价指标的选取^[14]、评价体系的构建^[15-16]和评估方法的应用^[17]等方面。国内景观绩效的研究多集中于较小尺度风景园林的建成项目^[18-19],或景观绩效中某些可持续特征的部分^[13,20],缺少对大尺度区域景观的研究,对建成项目从环境、经济、社会等3个方面进行全面评价的研究也较少。为此,笔者依托案例研究,尝试对浙江青山湖国家森林公园环湖绿道1期的景观绩效进行评价,以期全面评估绿道的综合价值,为绿道的设计与建设提供参考,并向社会传播绿道的综合价值。

1 研究地概况与研究方法

1.1 研究地概况

浙江省杭州市临安区青山湖国家森林公园环湖绿道(简称“青山湖绿道”)1期,曾入选2017年“浙江省十大经典绿道”,并获2018年浙江建设工程“钱江杯”一等奖,2019年度中国风景园林学会科学技术奖一等奖。青山湖绿道位于杭州市临安区锦城镇东郊。青山湖为大型人工湖,水域开阔,湖山一体,环湖森林覆盖率79%,自然景色优美,生态环境优越。青山湖绿道沿湖而建,连接城、村、湖、山,全长42.195 km,分3期建设,于2019年7月全线贯通。本研究区段为青山湖绿道1期,长10 km,于2017年1月建成开放。

1.2 评价方法

根据中国住房和城乡建设部2016年9月编制的《绿道规划设计导则》(简称《导则》),郊野型绿道的功能包括生态环保、休闲健身、社会与文化、旅游与经济^[21]。其中,生态环保作为其核心价值,体现在绿道有助于固土保水、净化空气、缓解热岛等,并为生物提供栖息地及迁徙廊道。以上功能与LPS中游径(trail,包含绿道类项目)^[22]、滨水景观再开发(waterfront redevelopment)^[23]等相关案例中所采用的评价指标(表1)高度吻合。另外,LPS基于可持续的发展目标,其经济评价指标还加入了节约建设成本。基

于以上分析,结合青山湖绿道的实际情况,确定了本研究采用的景观绩效指标体系,包含环境、经济、社会等 3 个方面的 17 项指标(表 2)。收集分析以上绩效数据,结合统计学、生态学、经济学、使用后评价等方法,进行景观绩效评价。

表 1 郊野型绿道的功能与 LPS 相关案例评价指标的对照表

《绿道规划设计导则》中的郊野绿道功能		LPS 相关案例采用的评价指标	
生态环保	固土保水、净化空气、缓解热岛、生物提供栖息地及迁徙廊道	环境	土壤保护、水岸线保护、涵养水源、固碳释氧、空气质量、调节气温和城市热岛效应、栖息地改善/保护/创建/恢复
旅游与经济	整合旅游资源,促进相关产业发展,提升沿线土地价值	经济	地产价值、工作岗位、旅游业收入、节约建设成本
休闲健身	提供亲近自然、游憩健身的场所和途径,倡导健康的生活方式	社会	娱乐及社会价值、文化保护、健康、教育、可达性、景观质量
社会与文化	连接城乡居民点、公共空间以及历史文化节点,保护和利用文化遗产,促进人际交往、社会和谐与文化传承		

1.2.1 环境绩效评价方法 在 LPS 的案例中,环境绩效的评价多通过相应的绩效评估工具集进行计算,但由于本研究场地尺度较大,利用工具集评估所需的部分数据获取较为困难,故本研究的环境绩效评价,主要参考了欧阳志云等^[24]对中国陆地生态系统服务功能进行评估时所综合运用的生态学及经济学方法。吴隽宇^[8]曾采用此方法对珠江三角洲区域绿道 1 号线进行评估。首先确定绿道线路、类型和控制范围,再对其相应的生态系统面积进行计算。研究采用的绿道图纸由绿道的设计单位提供。《浙江省绿道规划设计技术导则》^[25]规定,根据绿道所处区域和功能要求,分为城镇型绿道、乡野型绿道、山地型绿道 3 种类型。其中,乡野型绿道是指城镇规划建设用地范围外,依托林地、园地、湿地、水体、农田,连接风景名胜区、旅游度假区、历史文化名镇名村、农业观光区、特色乡村、农家乐等的绿道。乡野型绿道的总宽度一般不小于 100 m。青山湖绿道依托青山湖国家森林公园,一面临水,一面靠山,属于该导则中的乡野型绿道。本研究将 100 m 作为其控制范围的宽度。以青山湖绿道 1 期的总体平面图为基本研究范围,将卫星图片导入 Auto CAD 软件,依据其控制范围的宽度,描绘其具体范围。再根据卫星图片及实地踏勘,确定绿道沿线生态系统的类型,主要包括林地、耕地、草地、湿地、水域等 5 种类型。根据设计单位提供的信息,在 Auto CAD 软件中分层描绘,并统计新增及因绿道建设而被保护的各类型生态系统的面积。在此基础上,分别计算其保持土壤、涵养水源、固碳释氧、调节气温、净化空气等方面的环境绩效。

1.2.2 经济绩效评价方法 经济绩效的评估采用市场价值法。工作岗位数据源自现场调研,旅游业收入的数据来自于对绿道周边乡村村委会的调研,节约建设成本的数据由绿道设计单位提供。

1.2.3 社会绩效评价方法 社会绩效的评估主要采用使用后评价、问卷调查等方法。在 2017 年 3-5 月、11 月、2018 年 4 月,本研究对 583 位场地使用者进行了现场问卷调查,其中有效问卷 531 份,问卷有效率 91%。问卷内容根据社会绩效的相应指标设置,包括受访者对绿道的娱乐价值、文化保护、教育价值、景观质量评价,以及绿道对受访者健康的影响。

2 结果与分析

2.1 环境绩效评价

根据彭建等^[26]的经验,生态系统面积为有效林地、草地、湿地沼泽和水域面积的和,其中有效林地面积=林地面积+耕地面积×0.2(表 3)。

表 2 郊野型滨水绿道景观绩效指标体系

环境绩效	经济绩效	社会绩效
土壤保护	房产价值	文化保护
水岸线保护	工作岗位	健康
涵养水源	旅游业收入	教育价值
固碳释氧	节约建设成本	可达性
调节气温	娱乐及社会价值	景观质量
净化空气		
增加物种多样性、提高生态完整性等		

表3 青山湖绿道1期生态系统面积

Table 3 Ecosystem area of Qingshan Lake Greenway Phase I

有效林地/hm ²			草地/hm ²	湿地沼泽/hm ²	水域/hm ²	生态系统面积/hm ²
针叶林	阔叶林	耕地(按0.2系数折算成林地)				
1.670	13.692	0.896	7.198	17.250	0.134	40.840

2.1.1 保持土壤效益 保持土壤带来的经济价值,以林地、草地每年减少土壤侵蚀的总量为基础,计算林地、草地对表土损失、肥力损失和减轻泥沙淤积灾害3个方面的价值。(1)林地、草地每年减少的土壤侵蚀总量。潜在土壤侵蚀量是指无任何植被覆盖的情况下,土壤的最大侵蚀量。而不同植被覆盖下的土壤侵蚀量有很大差别。林地、草地减少的土壤侵蚀量=潜在土壤侵蚀量-林地、草地覆盖区土壤侵蚀量。本研究参考欧阳志云等^[24]统计的侵蚀模数进行计算(表4-6)。(2)效益估算。①每年减少的土地损失面积及间接价值。根据土壤侵蚀量和土壤耕作层的平均厚度来推算土地损失面积。每年减少的土壤损失量按表5的平均值计,土壤密度以 $1.3\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 计,先算出每年减少的土壤损失量对应的体积。将中国耕作土壤的平均厚度 0.5 m 作为林地、草地的土层厚度^[16],进而算出每年林地、草地减少的土地损失面积分别为 0.798 、 $0.353\text{ hm}^2\cdot\text{a}^{-1}$ 。单位面积的生产收益根据2014年浙江省林业、牧业生产的平均收益 $2\,224.8$ 和 $1\,489.7\text{ 元}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 计算,则每年减少的林地、草地损失的经济价值分别为 $1\,094$ 、 $2\,620\text{ 元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。②减少土壤肥力损失的间接效益。土壤侵蚀带走了大量的土壤营养物质,主要是土壤有机质、氮、磷、钾。根据实地调查,绿道所在区域土壤主要为红黄泥土,按照临安农林信息网^[27]中红黄泥土的有机质、氮、磷、钾质量分数为标准,结合每年林地、草地分别减少的土壤损失平均值,估算林地、草地每年减少的有机质、氮、磷、钾元素的损失量分别为 $195.10\text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $9.21\text{ t}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $51.51\text{ kg}\cdot\text{a}^{-1}$ 、 $1\,075.05\text{ kg}\cdot\text{a}^{-1}$ 。根据浙江价格网的公示,2018年第3季度浙江省化肥市场价格的平均值约 $2.52\text{ 元}\cdot\text{kg}^{-1}$,据此可以估算林地、草地每年减少的土壤氮、磷、钾损失的经济价值为 $26\,044\text{ 元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。③减少泥沙淤积的经济效益。根据中国主要流域的泥沙运动规律,一般土壤侵蚀流失的泥沙有24%淤积于水库、江河、湖泊,另有33%滞留,37%入海^[28]。本研究仅考虑淤积于水库、江河、湖泊的24%,这部分泥沙直接造成蓄水量的下降。按林地、草地每年减少的土壤损失量平均值计算蓄水损失

表4 每年林地草地的潜在土壤侵蚀量

Table 4 Annual potential soil erosion of woodland and grassland

侵蚀模数/($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)	林地		草地		总潜在侵蚀量/($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)
	面积/hm ²	潜在侵蚀量/($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)	面积/hm ²	潜在侵蚀量/($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)	
最低值	192.0	3 121.536		1 382.016	4 503.552
最高值	447.7	16.258	7.198	3 222.545	10 501.251
平均值	319.8	5 199.308		2 301.920	7 501.229

表5 每年林地草地覆盖区的土壤侵蚀量

Table 5 Annual soil erosion of woodland and grassland

林地		草地			总侵蚀量/($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)	
侵蚀模数/($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)	面积/hm ²	侵蚀量/($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)	侵蚀模数/($\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)	面积/hm ²		侵蚀量/($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)
0.630	16.258	10.243	0.500	7.198	4.535	14.777

表6 每年林地草地减少的土壤损失量

Table 6 Annual reduction in soil loss of woodland and grassland

林地减少的土壤损失量/($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)		草地减少的土壤损失量/($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)		总减少土壤损失量/($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)
最低值	最高值	最低值	最高值	
3 111.293	7 268.464	1 377.481	3 218.010	4 488.775
5 189.066		2 297.386		7 486.452

量,再根据蓄水成本计算其价值。按水库建设需投入成本 $5.714 \text{ 元}\cdot\text{m}^{-3}$ 计^[29],减少泥沙淤积的经济价值为 $7\,897 \text{ 元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

综合以上,青山湖绿道 1 期每年保持土壤的总经济价值包括减少土壤损失面积的经济价值 $3\,714 \text{ 元}\cdot\text{a}^{-1}$,减少土壤氮磷钾损失的经济价值 $26\,044 \text{ 元}\cdot\text{a}^{-1}$,减少泥沙淤积的经济价值为 $7\,897 \text{ 元}\cdot\text{a}^{-1}$,合计 $37\,655 \text{ 元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

2.1.2 涵养水源效益 本研究采用替代工程法评估涵养水源的价值。根据浙江省杭州市临安区气象局的数据,临安多年年均降水量为 $1\,506.0 \text{ mm}$ 。参考陈波等^[30]对杭州西湖风景区绿地储水保土研究,假设降水的蒸散量为 65% ,则青山湖绿道 1 期每年截留水量为 $1\,506.0 \text{ mm}\times 35\%\times 23.45 \text{ hm}^2=123\,636.58 \text{ m}^3$ 。单位库容的水库工程费用仍以 $5.714 \text{ 元}\cdot\text{m}^{-3}$ 计,则每年涵养水源价值为 $70.65 \text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

2.1.3 固碳释氧效益 参考孙燕飞^[31]在临安的研究,杉木 *Cunninghamia Lanceolata* 林的固碳量为 $2.44 \text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,释氧量为 $6.52 \text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$;针阔混交林的固碳量为 $2.16 \text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,释氧量为 $5.76 \text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 。根据温家石^[32]对城市建成区所做研究,考虑到绿道的草坪修剪次数远低于城市内部,假设绿道的草坪修剪次数是后者的 $1/4$,得出绿道草地固碳量 $6.68 \text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,草地释氧量为 $11.55 \text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 。对于生态系统二氧化碳吸收功能经济价值的评估多采用碳税法和造林成本法^[33],并取两者的平均值。国际上通常采用瑞典碳税,折合人民币 $1\,010 \text{ 元}\cdot\text{t}^{-1}$,中国造林成本折合为 $255 \text{ 元}\cdot\text{t}^{-1}$ ^[34]。对于释放氧气的价值采用工业制氧法进行评估,中国工业制氧的平均成本为 $400 \text{ 元}\cdot\text{t}^{-1}$ 。经计算可得青山湖绿道 1 期每年固碳价值为 $5.17 \text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 元,释放氧气价值为 $6.92 \text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

2.1.4 调节气温效益 根据已有研究测定^[35],夏季绿地可从环境中吸收 $81.8 \text{ MJ}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 的热量,相当于 189 台空调机全天工作的制冷效果。室内空调机耗电 $0.86 \text{ kWh}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{台}^{-1}$,电费按浙江省电费价格 $0.538 \text{ 元}\cdot\text{kWh}^{-1}$ 计,则绿地节约电费为 $2\,098.7 \text{ 元}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 。按每年使用空调 60 d 计,则青山湖绿道 1 期每年调节气温所创造的价值为 $295.29 \text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

2.1.5 净化空气效益 (1) 吸收二氧化硫的价值。阔叶林对二氧化硫的吸收能力为 $88.65 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,针叶林对二氧化硫的平均吸收能力值为 $215.60 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,两者对二氧化硫的平均吸收能力为 $152.13 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,二氧化硫的治理代价为 $3\,000 \text{ 元}\cdot\text{t}^{-1}$,得到吸收二氧化硫价值为 $0.74 \text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。(2) 吸收氮氧化物的价值。目前,汽车尾气脱氮治理的代价是 $1.6 \text{ 万元}\cdot\text{t}^{-1}$ 。林地可吸收氮氧化物 $380 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,得到吸收氮氧化物价值为 $9.88 \text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。(3) 滞尘价值。针叶林的滞尘能力为 $33.20 \text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,阔叶林的滞尘能力为 $10.11 \text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,平均为 $21.67 \text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 。削减粉尘价格为 $170 \text{ 元}\cdot\text{t}^{-1}$,则其滞尘价值为 $5.99 \text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。因此,绿道净化空气的总价值为 $16.61 \text{ 万元}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

2.2 经济绩效评估

2.2.1 房产价值 绿道的建设,极大地改善了周边居民的生活环境。根据安居客网站的数据,绿道建设前的 2015 年 11 月与竣工投入使用后的 2018 年 12 月相比,紧邻绿道的房产单价增幅约 27.76% ,可见绿道对于房产价值提升有积极影响。

2.2.2 工作岗位和旅游业收入 绿道建成后为管理维护提供了 20 个就业岗位,为带动旅游业发展而提供了 37 个就业岗位。绿道建成后对周边如泥山湾村等乡村的农家乐、民宿等有显著促进作用。据不完全统计,该区域旅游产值增幅超过 20.00% 。

2.2.3 节约建设成本 回收利用场地遗留的废旧材料,如红砖、青砖、石等,节约了废旧材料外运与处理费用,以及购买等量新材料的材料费和运输费用,节约成本为 23.33 万元 (表 7)。利用原有水利废弃设施等构筑物而产生的节约费用,包括拆除、清运、处理费用,及新建相应设施的费用,合计 66.75 万元 (表 8)。

2.3 社会绩效评价

根据问卷调查统计结果,青山湖绿道在 1 期自开放以来,已吸引大量长期使用者,首次来绿道的人群比例较低;绿道的使用者主要来自临安本地,尽管绿道距离杭州主城区有 36 km ,依然吸引了不少来自杭州的游人。表 9 记述了社会绩效调查的结果。多数使用者认为绿道建设提升了城市形象,绿道设计体现了临安的历史文化。 82.7% 的受访者对绿道的骑行或步行体验表示满意。多数受访者认为绿道提升

表7 利用废旧建材产生的节约建设成本

Table 7 Construction costs savings from the use of waste building materials

废旧材料	工程量/m ³	外运处理总价/元	新材料单价(含材料费、运费)/元	新材料总价/元	合计节约建设成本/元
砖	4.4	132	730	3 212	3 344
卵石	16.3	489	330	5 379	5 868
景观石	233.4	2 334	810	189 054	191 388
老石板	54.0	162	603	32 562	32 724
合计					233 324

表8 利用原有构筑物产生的节约建设成本

Table 8 Construction costs savings from the use of existing structures

构筑物名称	工程量/m ³	拆除、清运、处理费用/元	新建栈道基础费用/元	合计节约建设成本/元
钓鱼台	63	15 750	31 500	47 250
观星台	675	168 750	337 500	506 250
“鱼头”小品	51	12 750	25 500	38 250
青风徐来亭	101	25 250	50 500	75 750
合计				667 500

表9 青山湖绿道1期的景观绩效评价结果

Table 9 Landscape performance evaluation results of Qingshan Lake Greenway Phase I

类别	项目	指标	评价结果
土地	土壤保护	经济价值	经济价值为3.8万元
		水岸线保护	未进行评估
水	涵养水源	经济价值	经济价值为70.65万元
		固碳释氧	固碳价值为5.17万元, 释氧价值为6.92万元
		调节气温	经济价值为295.29万元
环境绩效	碳及空气质量	净化空气	经济价值为16.61万元
		增加物种多样性、提高生态完整性等	未进行评估
经济绩效	栖息地	房产价值	绿道建设后, 紧邻绿道的房产单价增幅约27.76%
		工作岗位	绿道建成后管理维护提供了57个就业岗位
		旅游业收入	绿道带动了地方旅游业的发展, 旅游产值增幅超过20.00%
		节约建设成本	利用废旧建材节约23.33万元, 利用原有构筑物节约66.75万元
社会绩效	娱乐及社会价值	文化保护	531名受访者中有82.7%对绿道骑行或步行的体验是满意的, 67.0%的受访者认为绿道建设提升了城市形象, 有组织的大型徒步、毅行、马拉松活动达到近1.5万余人次
		健康	73.4%的受访者表示绿道设计体现了临安的历史文化
		教育价值	65%的受访者表示绿道提升了其户外活动的参与度, 68%的受访者来绿道活动的目的是散步, 25%选择了旅游观光, 17%选择了骑行, 10%选择聚会; 43%的受访者表示绿道改变了其生活方式, 骑行、散步、聚会、摄影、钓鱼等活动对其生活产生了积极影响; 82%的受访者表示愿意居住在步行可达的范围内
		可达性	9%的受访者表示来此地是为了研究学习, 57%的受访者表示对于可持续设计有了更深的了解
		景观质量	38%的受访者开私家车到达绿道, 其次为步行占30%, 骑自行车或电动自行车前来的占20%, 采用公共交通者仅占11%

了其户外活动的参与度, 近半数使用者表示绿道改变了其生活方式。在可达性方面, 公共交通的可达性较差, 间接导致了选择私家车出行的游人增多, 在节假日游客高峰时期, 交通及停车问题较为突出。10.0%的受访者表示绿道当前最突出的问题即到达绿道的路线不畅通。增设绿道附近的公交站点, 是增强其可达性及缓解交通与停车压力的有效方式。作为郊野型绿道, 青山湖绿道吸引游客的主要因素是其

自然环境优美，而绿道设计中对于乡土材料的应用也受到了使用者的关注，57.0% 的受访者表示对于可持续设计有了更深的了解。

3 结论

在环境绩效评价中，青山湖绿道 1 期的相应经济价值约 398.44 万元·a⁻¹，其中调节气温价值为 295.29 万元·a⁻¹，占总价值的 74%，其次为涵养水源价值为 70.65 万元·a⁻¹，占总价值的 18%，净化空气价值为 16.61 万元·a⁻¹，固碳释氧价值为 12.09 万元·a⁻¹，保持土壤的经济价值较低，为 3.80 万元·a⁻¹。

在经济绩效评价中，青山湖绿道 1 期充分利用废旧建材与原有构筑物，节约建设成本约 90.08 万元；绿道建成后提供了新的工作岗位，拉动了当地旅游业发展。

在社会绩效评价中，绿道的建设提升了城市形象，体现了临安的历史文化，提升了人们的户外活动参与度，在一定程度上改变了人们的生活方式，大多数人因自然环境优美而来到绿道，超半数受访者表示对可持续设计有了更深的了解。

本研究的郊野型滨水绿道景观绩效进行了较为全面的评价，客观、清晰地呈现了绿道建设的综合效益。青山湖绿道 1 期的建设投入约 7 200 万元，仅以环境绩效价值 398.44 万元·a⁻¹ 计算，约 18 a 可获得与建设投入相当的经济价值，而其对于地区发展和市民健康的促进也将产生更大的价值。对于场地中废旧建材与原有构筑物进行充分利用，能够创造较大的经济价值。

景观绩效评价可以更全面地考察、直观地展现绿道建成的综合价值，但因绿道的规模尺度较大，沿线的自然、人文资源类型丰富，需要在绿道建设前，即结合评价指标体系进行全面的收集，且此过程需要延续至项目建成后的数年，才能够得到更客观且全面的评价结果。本研究也存在一定局限，其中水岸线保护、栖息地恢复等指标由于原始数据缺失而无法获取；经济绩效中，房产价值的增长未排除绿道之外的其他要素影响比例；针对健康等方面的评价可在对使用者进行问卷调查的基础上，采用更完善的研究方法，以获得更客观、准确的结果。

4 致谢

浙江农林大学风景园林与建筑学院史琰副教授对本文写作提供帮助，谨致谢意。

5 参考文献

- [1] 盛鸣. 对当前我国绿道网规划建设“热”的思考与对策[J]. 风景园林, 2015, 22(5): 31–37.
SHENG Ming. Thoughts and strategy to current “craze” on greenway network planning and construction in China [J]. *Landscape Archit*, 2015, 22(5): 31–37.
- [2] 郜春丽, 翁殊斐, 赵宝玉. 基于 AHP 法的滨水绿道植物景观评价体系构建[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(3): 206–209.
GAO Chunli, WENG Shufei, ZHAO Baoyu. Establishment of landscape plant assessment model in waterfront greenway based on analytic hierarchy process [J]. *J Northwest For Univ*, 2013, 28(3): 206–209.
- [3] 袁颖, 徐文辉. 游憩型绿道规划运用风景资源评价体系研究[J]. 现代农业科技, 2011(13): 197–198, 202.
YUAN Ying, XU Wenhui. Research on scenic resources evaluation system for recreational greenway planning [J]. *Modern Agric Sci Technol*, 2011(13): 197–198, 202.
- [4] 徐容容, 江璐明, 陈水森, 等. 基于 CITYgreen 模型的绿道生态效益评价: 以增城市为例[J]. 广东农业科学, 2013(17): 173–176, 4.
XU Rongrong, JIANG Luming, CHEN Shuisen, et al. Ecological benefits assessment of greenway based on CITYgreen model: a case study of Zengcheng city [J]. *Guangdong Agric Sci*, 2013(17): 173–176, 4.
- [5] 李方正, 张云路, 李雄. 低碳视角下的迁安绿道评价及优化策略研究[J]. 动感 (生态城市与绿色建筑), 2014(3): 114–118.
LI Fangzheng, ZHANG Yunlu, LI Xiong. Study on greenway evaluation and optimization strategies in Qian’an City from the low carbon perspective [J]. *Eco-city Green Build*, 2014(3): 114–118.
- [6] 陈永生, 李莹莹. 基于旅游功能导向的绿道资源评价指标体系构建及应用[J]. 中国农业大学学报, 2014, 19(6): 265–271.

- CHEN Yongsheng, LI Yingying. Based on the tourism function of green resources evaluation index system construction and application [J]. *J China Agric Univ*, 2014, **19**(6): 265 – 271.
- [7] 吴隽宇, 游亚昀. 珠三角区域绿道(省立)一号线生态系统服务功能价值评估研究[J]. *中国园林*, 2017, **33**(3): 98 – 103.
WU Junyu, YOU Yayun. Preliminary assessment of ecosystem services value of Pearl River Delta Greenway Line One [J]. *Chin Landscape Archit*, 2017, **33**(3): 98 – 103.
- [8] 吴隽宇. 广东增城绿道系统使用后评价(POE)研究[J]. *中国园林*, 2011, **27**(4): 39 – 43.
WU Junyu. Post occupancy evaluation (POE) on the Zengcheng greenway system in Guangdong Province [J]. *Chin Landscape Archit*, 2011, **27**(4): 39 – 43.
- [9] 熊璨, 唐慧超, 徐斌, 等. 郊野绿道的使用特征与满意度[J]. *浙江农林大学学报*, 2019, **36**(1): 154 – 161.
XIONG Can, TANG Huichao, XU Bin, *et al.* Using characteristics and satisfaction of country greenway [J]. *J Zhejiang A&F Univ*, 2019, **36**(1): 154 – 161.
- [10] 唐慧超, 徐斌, 洪泉. 滨水绿道的社会价值: 基于LPS的青山湖绿道1期社会绩效研究[C]//中国风景园林学会. 中国风景园林学会2017年会论文集. 西安: 中国风景园林学会, 2017: 41 – 47.
- [11] 吴隽宇. 珠三角区域绿道网建成环境的人地关系评价体系研究框架[J]. *价值工程*, 2012(3): 296 – 298.
WU Junyu. Research framework of man-land relationship evaluation system of the built environment of regional greenway network in Pearl River Delta [J]. *Value Eng*, 2012(3): 296 – 298.
- [12] Landscape Architecture Foundation. *Landscape Performance*[EB/OL]. 2019-01-01[2020-02-10]. <https://www.lafoundation.org/what-we-do/research/landscape-performance>.
- [13] 胡凯富, 郑曦. 基于CiteSpace计量分析的景观绩效研究重点领域和前沿趋势的文献述评[J]. *风景园林*, 2018, **25**(11): 84 – 89.
HU Kaifu, ZHENG Xi. Literature review of key areas and frontier trends in landscape performance research based on CiteSpace bibliometric analysis [J]. *Landscape Archit*, 2018, **25**(11): 84 – 89.
- [14] 克里斯托弗·D·埃利斯, 权炳淑, 莎拉·阿尔瓦德, 等. 景观绩效多功能景观的度量和评估[J]. *风景园林*, 2015, **22**(1): 32 – 39.
CHRISTOPHER D E, KWEON B S, SARAH A, *et al.* Landscape performance measurement and assessment of multifunctional landscapes [J]. *Landscape Archit*, 2015, **22**(1): 32 – 39.
- [15] 王云才, 申佳可, 象伟宁. 基于生态系统服务的景观空间绩效评价体系[J]. *风景园林*, 2017, **24**(1): 35 – 44.
WANG Yuncai, SHEN Jiake, XIANG Weining. The framework of landscape space performance evaluation with the orientation of eco-system service [J]. *Landscape Archit*, 2017, **24**(1): 35 – 44.
- [16] 赵越, 朱颖, 余慧, 等. 基于相关性分析的古典园林景观绩效评价指标体系构建研究[J]. *苏州科技大学学报(工程技术版)*, 2017, **30**(4): 49 – 56.
ZHAO Yue, ZHU Ying, YU Hui, *et al.* The index system construction of classical landscape performance evaluation based on the correlation analysis [J]. *J Suzhou Univ Sci Technol Eng Technol*, 2017, **30**(4): 49 – 56.
- [17] YANG Bo. *Landscape Performance: Ian McHarg's Ecological Planning in The Woodlands, Texas*[M]. New York: Routledge Press, 2018.
- [18] 赵岩, 吴雄, 黄栩. 苏南乡村水系景观绩效评价研究[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2018, **42**(6): 174 – 178.
ZHAO Yan, WU Xiong, HUANG Xu. Performance assessment of the rural water landscape south of Jiangsu [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2018, **42**(6): 174 – 178.
- [19] 刘洁. 设计生态学的景观绩效实证研究: 以天津桥园公园盐碱地改善为例[J]. *景观设计学*, 2019, **7**(1): 68 – 81.
LIU Jie. Empirical research on the landscape performance of designed ecologies through afield observation of saline-alkali soil improvement in Qiaoyuan Park of Tianjin [J]. *Landscape Archit Front*, 2019, **7**(1): 68 – 81.
- [20] 沈洁, 龙若愚, 陈静. 基于景观绩效系列(LPS)的中美雨水管理绩效评价比较研究[J]. *风景园林*, 2017, **24**(12): 107 – 116.
SHEN Jie, LONG Ruoyu, CHEN Jing. Comparative research on performance assessment of stormwater management between China and America based on Landscape Performance Series (LPS) [J]. *Landscape Archit*, 2017, **24**(12): 107 – 116.
- [21] 住房和城乡建设部. 绿道规划设计导则[EB/OL]. 2016-09-21[2019-01-30]. <http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201610/>

- W020161014104723.doc.
- [22] Landscape Architecture Foundation. *Case Study Briefs: Trails* [EB/OL]. 2019-01-01 [2020-02-10]. <https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs?keys=&features%5B%5D=169>.
- [23] Landscape Architecture Foundation. *Case Study Briefs: Waterfront Redevelopment* [EB/OL]. 2019-01-01 [2020-02-10]. https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs?keys=&project_type%5B%5D=99.
- [24] 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): 19 – 25.
OUYANG Zhiyun, WANG Xiaoke, MIAO Hong. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological-economic values [J]. *Acta Ecol Sin*, 1999, 19(5): 19 – 25.
- [25] 浙江省住房和城乡建设厅. 浙江省绿道规划设计技术导则 [EB/OL]. 2012-12-12 [2019-01-30]. <http://www.zjjs.gov.cn/jsxx/file/201212/20121219001.doc>.
- [26] 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.
PENG Jian, WANG Yanglin, CHEN Yanfei, *et al.* Economic value of urban ecosystem services: a case study in Shenzhen [J]. *Acta Sci Nat Univ Pekin*, 2005, 41(4): 594 – 604.
- [27] 临安农技中心. 黄红泥土土属 [EB/OL]. 2015-09-11 [2019-01-30]. http://www.linan.gov.cn/art/2015/9/11/art_1367646_11446394.html.
- [28] 中国水利部. 中国水利年鉴 1992 [M]. 北京: 中国经济出版社, 1992.
- [29] 徐洪, 赵鹏大, 武俊梅, 等. 杭州西湖生态系统服务价值评估[J]. 水科学进展, 2013, 24(3): 436 – 441.
XU Hong, ZHAO Pengda, WU Junmei, *et al.* Evaluation on ecosystem service value of West Lake in Hangzhou [J]. *Adv Water Sci*, 2013, 24(3): 436 – 441.
- [30] 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.
CHEN Bo, LU Shan. Valuing ecological services of green space of West Lake scenic area in Hangzhou [J]. *J Zhejiang Univ Agric Life Sci*, 2009, 35(6): 686 – 690.
- [31] 孙燕飞. 公益林生态效益估算: 以临安区为例[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2018.
SUN Yanfei. *Study on Ecological Benefits Evaluation of Public Welfare Forest: Taking Lin'an City as Example* [D]. Hangzhou: Zhejiang A&F University, 2018.
- [32] 温家石. 城市化对建成区植被碳吸收和碳储存的影响的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2010.
WEN Jiashi. *Effects of Urbanization on Carbon Storage and Sequestration in the Built-up Area* [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2010.
- [33] 鲁春霞, 谢高地, 肖玉, 等. 青藏高原生态系统服务功能的价值评估[J]. 生态学报, 2004, 24(12): 2749 – 2755, 3011.
LU Chunxia, XIE Gaodi, XIAO Yu, *et al.* Ecosystem diversity and economic valuation of Qinghai-Tibet Plateau [J]. *Acta Ecol Sin*, 2004, 24(12): 2749 – 2755, 3011.
- [34] 李金昌. 生态价值论 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1999: 163.
- [35] 王如松, 胡聃, 王祥荣, 等. 城市生态服务 [M]. 北京: 气象出版社, 2003: 99.