

## “双碳”背景下青岛市山地公园建设满意度评价

刘洋<sup>1</sup>, 李洁玫<sup>2</sup>, 邹奇志<sup>1</sup>, 柳青华<sup>1</sup>

(1. 青岛恒星科技学院 建筑工程学院, 青岛 266100; 2. 青岛理工大学 艺术与设计学院, 青岛 266033)

**摘要:** 山地公园和其他城市公园相比, 在实现“碳达峰”和“碳中和”目标中发挥关键作用, 但关于山地公园在满意度评价体系的构建方面研究较少, 应积极探索如何在“双碳”背景下更好地实现山地公园建设。研究融入青岛公园城市建设理念, 以现有山地公园为研究对象, 构建了青岛市山地公园建设满意度评价体系, 涵盖生态碳汇、低碳路径、绿色交通、智慧公园 4 个一级指标和 13 个二级指标, 并以青岛市 7 个典型山地公园为例, 运用层次分析法(AHP)对各项指标进行了定量与定性评价。结果显示: 7 个山地公园建设总体满意度得分 2.92~4.22, 属基本满意到比较满意, 生态碳汇满意度得分 3.76~4.36, 属比较满意, 绿色交通和低碳路径满意度得分分别为 3.21~3.93 和 2.75~3.91, 属基本满意到比较满意, 智慧公园满意度得分 2.90~3.42, 属基本满意。并基于此提出了青岛市山地公园建设策略: 提高绿化碳汇效率、降低材料及能源碳足迹、完善城市绿色交通、搭建智慧公园体系, 以期为后期山地公园及青岛市公园城市建设提供参考。

**关键词:** “双碳”; 满意度; 山地公园; 公园城市

中图分类号: TU986.2 文献标志码: A 文章编号: 1673-4602(2025)03-0056-08

## Satisfaction evaluation of mountain park construction in Qingdao under the “dual carbon” framework

LIU Yang<sup>1</sup>, LI Jiemei<sup>2</sup>, ZOU Qizhi<sup>1</sup>, LIU Qinghua<sup>1</sup>

(1. School of Architectural Engineering, Hengxing University, Qingdao 266100, China;

2. School of Arts and Design, Qingdao University of Technology, Qingdao 266033, China)

**Abstract:** Compared with other urban parks, mountain parks play a crucial role in achieving the goals of “carbon peak” and “carbon neutrality”. However, there is relatively little research on the construction of a satisfaction evaluation system for mountain parks. This study aims to explore how to implement the “dual carbon” goals in the construction of mountain parks. The research integrates the concept of park city develops in Qingdao, taking the existing mountain parks as the research subject, and constructs a satisfaction evaluation system for mountain park construction in the city, covering four primary indicators of ecological carbon sink, low-carbon paths, green transportation, and smart parks, as well as 13 secondary indicators. Using seven typical mountain parks in Qingdao as examples, the Analytic Hierarchy Process (AHP) was employed to quantitatively and qualitatively evaluate each indicator. The results indicate that the overall satisfaction score for the construction of 7 mountain parks ranges from 2.92 to 4.22, signifying a basic to relatively satisfactory level. The satis-

收稿日期: 2024-09-30

基金项目: 2022 年度青岛市社会科学规划研究项目(QDSKL2201317); 兵团科技计划项目(2023CB008-24)

作者简介: 刘洋(1984—), 男, 山东青岛人。硕士, 副教授, 主要从事低碳园林方面的研究。E-mail: 416066069@qq.com。

faction score for ecological carbon sink ranges from 3.76 to 4.36, indicating basic satisfaction. The satisfaction scores for green transportation and low-carbon pathways are 3.21 to 3.93 and 2.75 to 3.91, respectively, indicating basic to relatively satisfied. The satisfaction score for smart parks is 2.90 to 3.42, indicating basic satisfaction. Based on these findings, the proposed construction strategies for mountain parks in Qingdao include: enhancing the efficiency of green carbon sink, reducing the carbon footprint of materials and energy, improving urban green transportation, buliding a smart park system. These strategies aim to provide guidance for the future construction of mountain parks and park cities in Qingdao.

**Key words:** “dual carbon”; satisfaction; mountain park; park city

2020年我国明确了2030年前和2060年前分别实现“碳达峰”“碳中和”目标,山地公园在实现“双碳”目标中发挥重要作用,青岛作为典型丘陵城市,山地公园分布广泛,与厦门、深圳等城市具有相似的地貌特征,因此,研究具有一定的普适性。

国内外现有研究重点关注植物单体及植物群落模式与公园碳汇能力的关系<sup>[1-2]</sup>,部分研究探讨了碳汇和游憩空间的关系<sup>[3]</sup>,或通过城市绿地可达性及城市绿道来提高绿色出行效率,进而降低碳汇<sup>[4-5]</sup>,此外,也有研究关注如何通过城市绿地来减缓气候变化,从而实现低碳目标<sup>[6]</sup>。山地公园因其地貌特征与生态功能的独特性,需综合考虑植物、材料、山体保护、可达性、运营管理等因素,而目前研究缺乏针对性强、系统化的评价框架,无法全面系统地对“双碳”背景下山地公园建设进行量化研究。

本研究基于青岛市实际情况,构建了“双碳”背景下针对山地公园的系统化评价框架,涵盖生态碳汇、低碳路径、绿色交通、智慧公园4个维度,还通过实证研究提出了优化策略,以期为后期山地公园及青岛市公园城市建设提供参考。

## 1 相关研究理论

### 1.1 “双碳”目标的政策背景

近年,中央出台多个有关“双碳”的文件,其中《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》指出了践行“绿水青山就是金山银山”的理念,强调公园建设过程中应提升生态系统碳汇增量,2023年,青岛成为“碳达峰”试点城市,这些政策的出台,体现了国家对实现“双碳”目标的决心,公园建设也迎来新的挑战。

### 1.2 山地公园建设在“双碳”背景下的挑战

目前对“双碳”背景下山地公园的研究主要集中在对山、水、植物、铺装等单体元素的研究<sup>[7]</sup>,如通过植被空间的配置进行公园降温<sup>[8]</sup>,以及通过保留山体、循环水系、废弃材料利用等方式实现“双碳”目标<sup>[7]</sup>。但对于山地公园各元素之间的系统关系缺少研究,在有限面积内,权衡各元素关系及权重,既达到“双碳”要求,又保证公园建设达到最佳满意度。

### 1.3 公园满意度评价

传统公园满意度研究多基于使用者视角,通过对游客的感知、满意度的评价分析公园规划建设的发展路径与方向<sup>[9]</sup>;当下公园建设满意度的研究主要围绕满意度的影响因素以及使用者所呈现出的情感态度展开,研究多通过因子分析等方法对影响因素进行剖析<sup>[10]</sup>。以上两种满意度分析缺少专业性或政策性与使用者便捷性的综合考量,本研究在“双碳”政策背景下,综合考虑青岛市公园城市建设,以青岛市山地公园建设为例,从使用者视角出发,运用层次分析法(AHP)构建评价模型,分析影响满意度的主要因素,并提出建设策略。

## 2 青岛市山地公园建设现状调研

青岛作为典型丘陵城市,山地公园分布广泛,自2022年以来新建60余座山地公园,本研究综合考虑公园行政区划、规模、布局及代表性,选取团岛山公园、北岭山公园、金岭山公园、上臧山公园、丹山公园、北海公园、岷山公园7个公园作为研究案例,并以公园城市建设理论为研究基础,从公园绿化率、植物种类、

铺装及建筑、交通可达性、智慧管理等维度,通过发放问卷和访谈等方式,对7个公园的现状进行了系统调研(表1)。

表1 青岛市7个山地公园现状调查

区位	公园名称	面积/hm <sup>2</sup>	绿化率/%	植物种类/种	铺装及建筑占比/%	步行交通可达性/min	智慧管理率/%
市南区	团岛山公园	5.2	86.5	90	9.6	5	75.6
市北区	北岭山公园	46.5	82.3	140	10.8	8	60.7
崂山区	金岭山公园	13.4	88.6	120	7.7	10	68.3
李沧区	上臧山公园	4.1	78.5	80	13.3	12	61.6
城阳区	丹山公园	15.2	87.5	100	9.3	15	79.6
西海岸	北海公园	14.2	82.3	120	8.2	10	65.6
即墨区	岈山公园	14.3	68.4	110	23.9	10	68.6

根据现场调研,7个公园各个维度情况如下:

1) 绿化率及植物种类方面,各公园绿化覆盖率均较高,达68%以上;植物层次丰富,多采用“草坪+地被+乔木”的复合种植形式,植物种类也较为丰富,以乡土树种为主,但少量植物的选择存在越冬困难现象。

2) 铺装及建筑方面,铺装材料以透水材料和石材为主,公园建筑主要以公厕和管理房为主,体量相对较小,多为钢筋混凝土结构。

3) 交通可达性方面,多数公园离地铁站或公交站较近,在15 min步行范围内,公园内慢行系统路网完善。

4) 智慧管理方面,智慧化管理及智能互动相对较少,各公园监控系统较完善。

### 3 “双碳”背景下山地公园建设评价体系构建

#### 3.1 指标的选取与建立

在指标选取过程中,本研究综合参考了现有研究基础及低碳城市公园建设评价体系和公园城市建设标准,《公园城市评价标准》(T/CHSLA 50008—2021)提出了涵盖生态环境、人居环境等7个系统层以及25个中级指标和72个子指标因子的评价框架,为公园城市的整体规划与满意度评价提供了规范化的参考依据<sup>[11]</sup>。此外,《青岛市公园城市建设规划(2021—2035)》中提出的39项建设指标体系,系统地覆盖了绿地分布、绿道布局、文化传承、应急避险等维度,进一步为指标选取的论证提供了基础。

基于上述理论指标体系研究,通过频度统计法对数据进行分析,初步形成评价体系,为保证数据科学性,于2023年5月18日组织60名景观及低碳研究相关专业硕士、博士、教师、设计师等人员,通过两轮专家调查法(Delphi)进行了意见收集与筛选,对频度统计法进行校验,最终确定了3个层次的“双碳”背景下山地公园建设满意度评价体系(图1)。第1层次为目标层,即评价目标,是“双碳”背景下山地公园建设满意度评价的综合指数(S);第2层次为项目层,包含4个子项目:生态碳汇满意度(S<sub>1</sub>)、低碳路径满意度(S<sub>2</sub>)、绿色交通满意度(S<sub>3</sub>)、智慧公园满意度(S<sub>4</sub>);第3层次为指标层,即用来表征每一个评价项的具体指标(I<sub>j</sub>)。该评价体系通过分层解构,确保在评价过程中既能综合考量整体表现,又能深入分析各具体领域的指标表现,可为山地公园建设提供科学的评估工具。

#### 3.2 指标权重的确定

通过频度统计法对权重数据进行计算,为保证权重计算科学性,于2023年5月25日组织48名景观及低碳研究相关专业硕士、博士、教师、设计师等人员,通过第三轮专家调查法,对各指标的权重进行了分析和计算,对频度统计法进行校验,最终得出的权重结果显示:生态碳汇的权重最高,表明在“双碳”背景下山地公园建设中,提升碳汇能力是最为重要的因素;其次是低碳路径,反映了公园在建设及运营过程中减少碳排放的必要性;绿色交通和智慧公园则分别位列第三和第四位,体现了在实现低碳目标中,交通系统的绿色化以及智慧管理手段的应用同样具有重要作用(表2)。

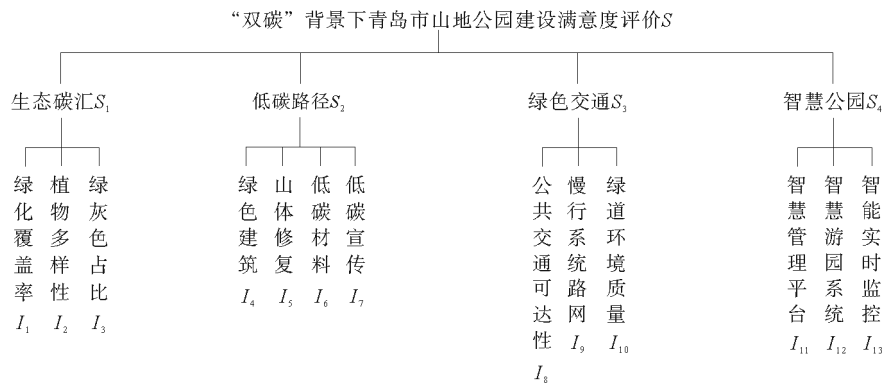


图 1 “双碳”背景下山地公园建设满意度评价体系

### 4 青岛市山地公园建设满意度评价分析

为评估公园的建设效果,本研究于 2023 年 10 月至 11 月开展了满意度问卷调查。为保证数据的质量与准确性,调研时间覆盖工作日与周末,调查对象的性别和年龄分布尽量均衡。本次调研共发放问卷 700 份,回收有效问卷 676 份。

#### 4.1 评价结果

单项指标对指标体系的评价反映较为片面,还需进行综合评价以反映整体满意度<sup>[12-13]</sup>,针对“双碳”背景下山地公园建设现状的评价因子拟定各因子满意度的分值,其函数表达式为

$$S = \sum_{k=1}^4 S_k C_k = \sum_{k=1}^4 (\sum_{i=1}^{13} I_i D_i) C_k$$

式中: $S$  为满意度综合测评值; $S_k$  为项目层满意度评分值; $C_k$  为项目层的权重, $k=1,2,3,4$ ; $I_i$  为单项指标的满意度评分值; $D_i$  为单项指标权重, $i=1,2,\dots,13$ 。

采用里克特 5 点式量表进行分析<sup>[14]</sup>(表 3),得出评价结果(表 4)。

#### 4.2 评价结果分析与讨论

以上公园的满意度综合评价及对比结果显示,整体满意度评分最高的为北海公园,得分 4.22,属“比较满意”,金岭山公园和丹山公园得分分别为 2.92 和 3.23,属“基本满意”,其他 4 个公园的整体满意度为 3.50~3.73,也属“比较满意”,各公园在不同项目层和指标层指标之间的表现存在一定差异。

1) 生态碳汇满意度分析。7 个公园生态碳汇得分为 3.36~4.36,表明公园的生态碳汇指标较好,其中公园绿化覆盖率满意度得分最高的为北海公园,分值 4.83,得分最低的金岭山公园,分值 4.03。调查发现使用者对于绿化覆盖率的满意度并不直接取决于公园实际的绿化覆盖率,而是使用者所能到达区域的直观感受,例如金岭山公园实际绿化覆盖率为 88.6%,但主要依托现状大面积山体条件,使用者可达性较差,因此满意度感受较弱;而北海公园山体位于公园中心区域,与游步道及活动空间结合,可达性及体验度高,因此得分较高。据统计,每公顷绿地平均每年可实现约 4.5~18 t 二氧化碳的碳汇<sup>[15]</sup>,以团岛山公园为例,绿化面积约 4.50 hm<sup>2</sup>,可实现每年约 81 t 二氧化碳的碳汇。植物多样性得分为 3.63~3.98,得

表 2 山地公园建设评价指标权重统计

项目层因素	项目层权重/分	指标层因素	指标层权重/分
S <sub>1</sub>	0.52	I <sub>1</sub>	0.47
		I <sub>2</sub>	0.32
		I <sub>3</sub>	0.21
S <sub>2</sub>	0.31	I <sub>4</sub>	0.32
		I <sub>5</sub>	0.25
		I <sub>6</sub>	0.30
		I <sub>7</sub>	0.13
S <sub>3</sub>	0.10	I <sub>8</sub>	0.48
		I <sub>9</sub>	0.21
		I <sub>10</sub>	0.31
S <sub>4</sub>	0.07	I <sub>11</sub>	0.46
		I <sub>12</sub>	0.32
		I <sub>13</sub>	0.22

表 3 评估等级评分

评分均值 $\bar{x}$ /分	评语	定级
$\bar{x} \geq 4.5$	非常满意	5
$3.5 \leq \bar{x} < 4.5$	比较满意	4
$2.5 \leq \bar{x} < 3.5$	基本满意	3
$1.5 \leq \bar{x} < 2.5$	不满意	2
$0 \leq \bar{x} < 1.5$	非常不满意	1

表4 “双碳”背景下山地公园建设满意度评价结果

分

各层次因素	团岛山公园	北岭山公园	金岭山公园	上臧山公园	丹山公园	北海公园	岷山公园
S	3.73	3.50	2.92	3.52	3.23	4.22	3.60
S <sub>1</sub>	3.76	3.68	3.36	3.88	3.76	4.36	3.69
I <sub>1</sub>	4.67	4.66	4.03	4.78	4.68	4.83	4.59
I <sub>2</sub>	3.92	3.73	3.65	3.63	3.72	3.98	3.63
I <sub>3</sub>	3.82	3.45	3.40	3.46	3.52	4.18	3.54
S <sub>2</sub>	2.98	2.97	2.75	2.87	2.68	3.91	2.79
I <sub>4</sub>	2.53	2.62	2.64	2.41	2.43	2.63	2.52
I <sub>5</sub>	2.78	2.83	2.89	2.88	2.89	4.19	2.93
I <sub>6</sub>	3.62	3.66	3.90	3.46	3.02	3.92	3.77
I <sub>7</sub>	2.83	2.54	2.88	2.46	2.03	2.96	2.56
S <sub>3</sub>	3.82	3.62	3.46	3.68	3.21	3.93	3.69
I <sub>8</sub>	3.85	3.85	3.89	3.76	3.05	3.86	3.95
I <sub>9</sub>	3.92	3.62	3.80	3.53	3.42	3.90	3.68
I <sub>10</sub>	4.43	4.37	4.21	4.36	3.93	4.21	4.27
S <sub>4</sub>	3.20	3.33	2.72	3.11	2.90	3.42	3.33
I <sub>11</sub>	2.77	2.48	2.74	2.38	2.37	2.88	2.84
I <sub>12</sub>	2.90	2.56	2.42	2.43	2.40	2.92	2.65
I <sub>13</sub>	3.96	3.78	3.06	3.86	3.25	3.66	3.77

分最低的为上臧山公园,其他公园植物种类应用较为丰富,原因为上臧山公园面积相对较小,植物应用数量有限,公园种植了80余种乔灌木及地被植物,植物搭配层次丰富(图2),但部分区域种植密度较大,影响低层植被的生长,局部区域使用红叶石楠绿篱,冬季需采用防风保暖措施(图3),增加了隐性碳足迹<sup>[16]</sup>。植物的选择应注重乡土植物、粗放型植物的应用、乔灌木的搭配。在已有的研究中发现,对比其整株固碳均量来看:乔木类>灌木类、落叶植物>常绿植物<sup>[17]</sup>。绿灰色占比得分为3.40~4.18,其中岷山公园得分较低,铺装及建筑面积占比约23.9%,限制了碳汇功能的发挥,但7个公园均临近居民区,调查中发现虽然铺装满意度较低,但使用者对于充足的活动空间需求很大,如丹山公园、金岭山公园在公共活动空间中通过树池坐凳、林下健身广场的方式,在满足使用者健身、活动需求的基础上,一定程度上保证了碳汇的功能需求。



图2 上臧山公园节点植物配置



图3 上臧山公园植物越冬措施

2) 低碳路径满意度分析。7个公园低碳路径的评分为2.68~3.91,表明公园的低碳路径指标一般,需进一步优化。其中,绿色建筑得分最低,为2.41~2.64,反映出公园在绿色建筑上的不足,除建筑设计本身外,还可以通过建筑与周边环境巧妙融合的方式,减少碳耗;此外大部分山地公园路灯、指示牌等基础设施均采用风能、太阳能等形式,一定程度上降低了碳耗。山体修复得分为2.78~4.19,除上臧山公园、金岭山公园部分区域外,其余公园山体现状条件较好,上臧山公园存在断崖式山体裸露现象(图4),因坡度太陡,美化效果欠佳。各公园对于坡度较缓的山体空间处理较好,如丹山公园利用高差形成不同的趣

味活动空间,既保护了现有地形又实现了因地制宜(图5)。低碳材料得分较好,为3.02~3.92,在海绵城市理念影响下,透水材料应用较多,7个公园低碳材料主要为透水混凝土,少量区域利用废弃材料。低碳宣传得分为2.03~2.96,从公园整体的宣传设施来看,关于低碳的宣传较少,表明公园在传播低碳理念、增强公众意识方面的投入不足,后期需进一步加强环保宣传。



图4 上臧山公园断崖式山体



图5 丹山公园活动空间

3) 绿色交通满意度分析。绿色交通的表现相对较好,得分为3.21~3.93,特别是绿道环境质量得分较高,其中团岛山公园绿道环境质量的评分达4.43,显示出公园绿道两侧植物配置效果较好,整体环境质量较高,主要原因为近年来慢跑、骑行等活动的人数增多,公园设计开始注重绿道及两侧环境的设计。公共交通的可达性得分也较高,为3.05~3.95,说明公园与周边公共交通系统的连接性较好,市民前往公园的便捷性较高,如上臧山公园紧邻居住区,被称为小区“后花园”。慢行系统路网的评分为3.42~3.92,各山地公园慢行系统较为完善,但由于地形因素,部分路网无法实现无障碍通达,需要进一步完善和细化步行路径的设计。

4) 智慧公园满意度分析。智慧公园评分为2.90~3.42,表明公园的智慧化设施仍需进一步提升,智慧管理平台和智慧游园系统得分较低,分别为2.37~2.88和2.42~2.92。目前青岛市山地公园的管理主要还是以监控结合人工为主的粗放型管理模式,游园系统则主要通过导视牌方式进行宣传引导,反映出公园在智慧管理手段和智能化游园体验方面的不足。智能实时监控系统的得分较高,为3.06~3.96,说明安全监控设施较为完善,智能实时监控系统已遍布全园区域,使用者认可度较高。

## 5 山地公园建设策略

山地公园的建设应从规划设计阶段进行充分的现状调研和民意调查,确保规划布局因地制宜,最大程度保护自然资源,减少因地形改造带来的能源消耗。同时,需合理控制绿地、铺装和建筑的比例,优化公园的整体景观格局,激活休闲空间,构建低碳化的慢行交通体系,以实现资源的高效利用和环境的可持续发展。

结合7个山地公园的满意度评价分析,分别从生态碳汇、低碳路径、绿色交通、智慧公园4个评价指标提出山地公园建设策略。

### 5.1 提高绿化碳汇效率

绿化覆盖率高的区域在碳汇方面可以起到很好的作用,因此,可在山地公园建设中通过合理丰富植物层次,增加绿化覆盖率的方式实现增加碳汇的目的。

1) 绿化覆盖率:可在保证现状绿化覆盖率的基础上,适当增加黑松、悬铃木等<sup>[16]</sup>。植物的选择应保证乡土性和粗放性原则,减少维护措施,7个公园在山体绿化恢复中均选择了相关植物,保留了原始地貌中的黑松,需修复区域则采用荆条等原生植物。

2) 植物多样性:可适当增加公园内植物种类,如团岛山公园部分区域采用“草坪+低矮灌木+小乔木+大乔木”的种植模式,营造层次丰富、密度合理的种植空间,草坪面积也适中,减少养护成本,降低碳耗。植物养护可通过海绵城市雨水调蓄池或设置自动喷灌或滴灌等方式,节约水资源,如丹山公园紧邻丹山水库,通过海绵城市设计,将其作为雨水调蓄池。

3) 绿灰色占比:考虑到公众对于活动空间的需求,公园铺装面积占比较大,应采取多而小的方式,避免面积过大的广场空间;在广场铺装区域可点缀树池坐凳,既满足休憩需求又可增加植物碳汇。

## 5.2 降低材料及能源碳足迹

1) 绿色建筑:公园中的建筑体量较小,可通过在周边增加乔木、结合屋顶雨水收集、立体绿化等方式,或结合地形,采用背靠山体等方式降低建筑的热岛效应,如北海公园管理用房采用北靠山体、南朝阳的布局方式,形成冬暖夏凉的小气候,减少碳耗。

2) 山体修复:山地公园建设前应充分评价山体特性,存在安全风险的断崖区域,应设置一定距离的绿化隔离带,避免游人接近。也可采用其他方式进行处理,如金岭山公园将断崖与雨水花园结合形成小瀑布与景观水系,既丰富了景观性,也形成了场地蓄水池。应保留山体原生植被,合理利用地形设置公众活动空间。

3) 低碳材料:在广场及道路铺装上,可增加二次回收材料或透水砖、PC砖等低碳环保材料丰富铺装样式及质感,这在7个公园的铺装中均有体现。公园小品类设施可采用废弃木材、石材等材质,休息设施可考虑结合台阶、树池统一设置。

4) 低碳宣传:通过宣传栏或将绿地碳汇数字化等方式,可以使游客直观地了解生活中减少碳排放的方式,从而起到良好的宣传效果;除传统的静态标识外,还应增加智慧科普互动设施;还可组织各类全龄化可参与的“双碳”主题活动,提高人们对“双碳”的认知,如青岛环浮山绿道健步行活动,有近146个团队、3500多名市民参与,让市民充分感受绿色低碳带来的惬意,起到了很好的宣传教育作用。

## 5.3 完善城市绿色交通

公园城市绿道可减少因机动车出行造成的碳排放,如青岛市贯通七区长265 km的滨海绿道建设计划,建成区域已吸引众多市民参与骑行及步行。

1) 公共交通可达性:7个公园附近设有公交站点,可在站点增设共享单车等服务设施,保证公园与公共交通的有效衔接。

2) 慢行系统路网:目前各山地公园内部慢行网络已经较为完善,并且巧妙利用高差关系形成多维度的慢行路网,上臧山公园现状矿坑区域,采用架空栈道的方式,最大限度保留原有地貌,减少工程土方量,后期应考虑如何与城市慢行网络衔接。

3) 慢行系统环境质量:慢行系统除了保证周边绿化条件较好外,可适当增加休息设施、环卫设施及智能互动设施并与“双碳”宣传结合,增加公园便利性和趣味性。

## 5.4 搭建智慧公园体系

1) 智慧管理平台:搭建公园可共享的智慧管理平台,将“双碳”指标通过数字化方式进行呈现,对各园区内碳汇及低碳路径等指标进行智慧监测,可学习青岛团岛山公园,依托智慧公园大数据,把各类数据采集入库,形成分析指导、科学预判数据,有序开展病虫害防控、水肥管理、苗木补植等工作。

2) 智慧游园系统:通过智能设施完善智慧游园系统,如将标识系统、环境监测系统融合于多功能灯杆,采用无人售卖机、智能步道、智能报警等配套设备,实现智能化游园,同时结合相关设施,实现互动与宣传<sup>[17]</sup>。如北京海淀公园的智慧步道,通过设置智能识别系统,将运动速度、里程、卡路里消耗情况等个人运动数据同步在显示大屏,同时还能够显示步道运动排行榜、流量统计等信息。

3) 智能实时监控:可将实时监控系统并入智慧管理平台中,通过实时监控上传数据到智慧管理平台,形成完整的智能系统闭环。

## 6 结束语

本研究构建了“双碳”背景下青岛市山地公园评价体系,涵盖生态碳汇、低碳路径、绿色交通和智慧公园4个维度,评价体系补充了目前山地公园低碳建设研究的不足,并为其他山地公园建设提供了参考。但本研究对象主要集中于海滨丘陵城市,后期会扩大到其他城市范围,增加样本多样性,为其他城市山地公园建设提供参考,也为国家“双碳”目标的实现提供支撑。

## 参考文献(References):

[1] 王晶懋,范李一璇,韩都,等.“双碳”目标下的西安地区绿地植物碳汇矩阵量化与配置模式研究[J].中国园林,2023,39(2):108-113.

- WANG Jingmao, FAN Liyixuan, HAN Du, et al. Study on carbon-sink matrix quantization and allocation pattern of green space plants in Xi'an under targets of carbon peak and carbon neutrality[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2023, 39(2): 108-113.
- [2] 于海群. 华北地区平原造林工程碳汇能力及碳汇价值研究:以北京市东郊森林公园为例[J]. *生态经济*, 2022, 38(2): 110-115.  
YU Haiqun. Carbon accounting for afforestation project in the plain area of Huabei: A case study of Eastern Suburb Forest Park, Beijing[J]. *Ecological Economy*, 2022, 38(2): 110-115.
- [3] 葛韵宇, 李雄. 基于碳汇和游憩服务协同提升的北京市第二道绿化隔离地区郊野公园环空间布局优化[J]. *北京林业大学学报*, 2022, 44(10): 142-154.  
GE Yunyu, LI Xiong. Spatial layout optimization of country parks in the second green belt of Beijing municipality area based on the coordinated improvement of carbon sequestration and recreational services[J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2022, 44(10): 142-154.
- [4] 陈晓菲, 冉圣林, 马青松. 基于“路网-功能”分析的中国大街区空间结构探析[J]. *青岛理工大学学报*, 2023, 44(1): 47-54.  
CHEN Xiaofei, RAN Shenglin, MA Qingsong. The study of superblock structure in China based on “street-function” analysis[J]. *Journal of Qingdao University of Technology*, 2023, 44(1): 47-54.
- [5] 罗言云, 李春容, 谢于松, 等. 成都市中心城区城市公园景观连通性[J]. *生态学杂志*, 2020, 39(11): 3795-3807.  
LUO Yanyun, LI Chunrong, XIE Yusong, et al. Landscape connectivity of urban parks in the downtown of Chengdu[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2020, 39(11): 3795-3807.
- [6] CHEN L, ZHANG W, YANG Y, et al. Disparities in residential environment and satisfaction among urban residents in Dalian, China[J]. *Habitat International*, 2013, 40: 106-108.
- [7] 李如波, 朱丹丹, 肖静. “双碳目标”下的城市山地型滨河公园景观设计探索:以自贡市双凤滨河公园为例[J]. *水电站设计*, 2023, 39(1): 65-67.  
LI Rubo, ZHU Dandan, XIAO Jing. Research on landscape design of urban mountain type riverside park under carbon peaking and carbon neutrality goals with an example of Shuangfeng Riverside Park in Zigong City[J]. *Design of Hydroelectric Power Station*, 2023, 39(1): 65-67.
- [8] 刘东兰, 戴忠炜. “双碳”目标下森林公园植被空间配置对降温效果的影响:以福州森林公园为例[J]. *科技导报*, 2024, 42(15): 82-90.  
LIU Donglan, DAI Zhongwei. Impact of forest park vegetation spatial configuration on cooling effect under double carbon target: Taking Fuzhou Forest Park as an example[J]. *Science & Technology Review*, 2024, 42(15): 82-90.
- [9] 张成莉, 韩琰, 李宏婧, 等. 基于IPA分析的五台山景区语言景观游客感知研究[J]. *忻州师范学院学报*, 2024, 40(1): 19-23.  
ZHANG Chengli, HAN Ying, LI Hongjing, et al. Research on tourist perception of language landscape in Wutai Mountain scenic area based on IPA analysis[J]. *Journal of Xinzhou Normal University*, 2024, 40(1): 19-23.
- [10] 丁可心, 徐俊, 蒋正良, 等. “城市人”视角下青岛市地铁站点空间满意度调查研究[J]. *青岛理工大学学报*, 2023, 44(4): 161-168.  
DING Kexin, XU Jun, JIANG Zhengliang, et al. Research on the satisfaction with the subway station space in Qingdao from the perspective of “Homo-urbanicus”[J]. *Journal of Qingdao University of Technology*, 2023, 44(4): 161-168.
- [11] T/CHSLA 50008—2021, 公园城市评价标准[S].  
T/CHSLA 50008—2021, Evaluation criteria for park cities[S].
- [12] 刘洋, 徐峰, 姜丽. 北京市三级甲等医院园林景观满意度评价研究:以北京空军总医院为例[J]. *江西农业学报*, 2011, 23(3): 45-48.  
LIU Yang, XU Feng, JIANG Li. Evaluation on satisfactory degree of 3A-level hospital landscape in Beijing: A case study of Beijing Air Force General Hospital[J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2011, 23(3): 45-48.
- [13] 董宝莹, 曹旭, 马淑敏, 等. 基于使用后评价的城市公园水体空间优化策略:以玄武湖公园为例[J]. *江苏农业科学*, 2022, 50(22): 153-158.  
DONG Baoying, CAO Xu, MA Shumin, et al. Water space optimization strategy of urban park based on post-use evaluation: Taking Xuanwu Lake Park as an example[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2022, 50(22): 153-158.
- [14] 李国柱, 李子宁, 李从欣. SPSS进行面板数据分析的基本方法[J]. *内蒙古统计*, 2021, 24(4): 42-46.  
LI Guozhu, LI Zining, LI Congxin. The basic method of panel data analysis using SPSS[J]. *Inner Mongolia Statistics*, 2021, 24(4): 42-46.
- [15] 黄屋, 唐雪平, 朱紫琦, 等. “双碳”目标下低碳森林公园创建机制研究[J]. *资源节约与环保*, 2023(8): 118-122.  
HUANG Zhi, TANG Xueping, ZHU Ziqi, et al. Research on the mechanism of creating low carbon forest parks under the “dual carbon” goals[J]. *Resources Economization & Environmental Protection*, 2023(8): 118-122.
- [16] 殷利华, 姚忠勇, 万敏. 园林绿化工程施工阶段碳足迹研究:以武汉光谷大道隙地绿化工程为例[J]. *中国园林*, 2012, 28(4): 66-70.  
YIN Lihua, YAO Zhongyong, WAN Min. Research on carbon footprint of landscape greening construction: The landscaping works for the open space of the Optics Valley Road in Wuhan City as an example[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2012, 28(4): 66-70.
- [17] 褚芷萱, 马锦义, 邵海燕, 等. 不同应用类型园林树木固碳能力[J]. *中国城市林业*, 2022, 20(1): 126-129.  
CHU Zhixuan, MA Jinyi, SHAO Haiyan, et al. Carbon sequestration capacity of landscape trees of different application types[J]. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 2022, 20(1): 126-129.