**生活污水型人工湿地的景观评价—以深圳聚龙山人工湿地生态园为例**

马航 朱昊 孙飞云 阿龙多琪

（哈尔滨工业大学（深圳） **广东 深圳** 518000）

**Landscape Evaluation of Man-made Wastewater Treatment Wetland-Case Study of Julong Mountain man-made Wetland Ecological Park in Shenzhen**

**摘要:** 伴随着城市化进程的快速推进，大量原本位于城市郊区的污水处理厂逐渐成为城市一部分。污水处理过程产生大量的废弃物与刺激性气体，易对周边居民的生产与生活造成有害影响，人工湿地技术使污水处理设施从环境厌恶型向环境友好型转变。本文以深圳聚龙山人工湿地为例，首先采用层次分析法（AHP），构建出生活污水型人工湿地的景观评价体系，包括水体环境、植物配置、滨水驳岸、路径通道、配套建筑及服务设施、管理运营等6项一级评价指标与12项二级指标及30项三级指标，最后形成聚龙山人工湿地景观评价指标重要度-满意度象限，作为下步景观优化的依据。

**关键词:**生活污水型人工湿地；景观评价；层次分析法

基金项目：水体污染控制与治理科技重大专项子课题“南方低影响开发示范区和示范工程监测与评估”（2010ZX07320-003-003），教育部人文社会科学研究规划基金项目（编号17YJAZH059）；广东省自然科学基金项目（编号2018A0303130032）

**Abstract:** With the rapid progress of urbanization, a large number of sewage treatment plants, which were originally located in the suburbs of cities, have gradually become parts of the city. The sewage treatment process produces a large amount of waste and irritating gas, which is harmful to the production and life of the surrounding residents. Man-made wetland technology transforms sewage treatment facilities from environmental aversion to environment-friendly. Taking Shenzhen Julong Mountain man-made wetland as an example, this paper firstly uses analytic hierarchy process (AHP), and sets up landscape evaluation system of man-made wastewater treatment wetland, including 6 first-grade indexes such as water environment, plant configuration, waterfront revetment, path, service facilities, management and operation and 12 second-grade indexes and 30 third-grade indexes, and finally importance - satisfaction quadrant of landscape evaluation indexes Julongshan man-made wetland ecological park are formed, which are the basis of next landscape optimization.

**Keywords:** Man-made wastewater treatment wetland; landscape evaluation; analytic hierarchy process

**Fund Items:** The Humanities and Social Science Foundation of The Ministry of Education of China（17YJAZH059）;Natural Science Foundation of Guangdong Province, China（2018A0303130032）

## 前言

伴随着城市化进程的快速推进，大量原本建设在城市郊区的污水处理厂逐渐被并入城市内部。污水处理过程产生大量的废弃物与刺激性气体，易对周边居民的生产与生活造成一定危害。使用人工湿地技术能够使污水处理设施从环境厌恶型向环境友好型转变，加速健康城市的可持续发展。本文的人工湿地是指在自然或半自然净化系统的基础上发展起来的水处理技术[1]，是人为地将石、砂、土壤、煤渣等介质按一定比例构成的、且底部封闭，并有选择性植入水生植被的水处理生态系统。

在20世纪60年代末70年代初人工湿地在欧洲各国兴起，美国景观设计师弗雷德里克·劳·奥姆斯特德 (Frederick Law Olmsted)最早将人工湿地应用到景观设计中，他对查尔斯河流域进行了景观规划和改造，恢复了自由弯曲的河流体系，并按自然规律重新构造了滩地和湿地[2]。国内人工湿地的研究主要体现在以下四类区域：生活性公共空间（包括居住区、商业区等）[3]—[5]；高科技产业园[6]—[9]；城市绿地[10]；高校园区[11]。国内已有针对人工湿地的景观系统进行评价的研究，林葳等以成都市人工湿地公园相关植物景观作为研究对象，运用美景度评价法(SBE)建立评价体系，基于评分结果对成都市人工湿地公园中四类植物景观进行了生态特性和美学特性两方面的评价和分析[12]。徐新洲、薛建辉在对湿地公园景观的植物美感研究中选择AHP-模糊综合评价法，对西溪国家城市湿地公园具体的植物景观实例进行美感评价[13]。采用SBE法，安静等对贵阳市花溪国家城市湿地公园夏季园林植物景观的景观质量进行评价分析，提出植物景观预测模型[14]。

通过梳理国内外文献，可以看出国外对于人工湿地景观设计原则与方法的研究较成熟，且有较多优秀案例。国内这方面起步较晚，大部分文献针对湿地的功能、生态系统特征及管理模式等方面给予概括性描述，较少关注人工湿地的景观系统与视觉美感。少数文献以研究景观评价时常用的使用后评价法(POE)和美景度评价法(SBE)构建人工湿地的景观评价体系，但是目前研究的案例仅涵盖北京、成都等少数城市，缺乏对夏热冬暖地区人工湿地的评价研究，尤其是生活污水型人工湿地的系统评价体系。

近年来深圳市陆续建设了一批净水型人工湿地，包括：华星光电人工湿地、观澜河人工湿地、茅洲河人工湿地、石岩河人工湿地、洪湖公园人工湿地、荔枝湖人工湿地等。其中以观澜河人工湿地、聚龙山人工湿地使用人数较多，景观要素较齐全。面对生活污水型湿地的大力推广与建设，迫切需要构建针对生活污水型人工湿地的景观评价体系，作为景观设计指导的依据。本文选取深圳聚龙山人工湿地生态园作为研究对象，位于坪山新区东北部，公园总用地面积64.1公顷，是以生态环境保护、湿地科普教育、休闲游览为主题的生态湿地主题公园。选择原则：（1）属于生活污水处理型人工湿地；（2）项目已建成，知名度较高；（3）项目具有较好的公共性，向市民开放；（4）内部景观要素较完整，具有代表性。

## 景观评价体系构建

### 2.1确定评价指标

#### **评价指标推导**

以人工湿地的景观构成要素作为评价指标来源的核心，针对每一项具体的景观构成元素进行评价，同时评价指标互不重叠。参考以往文献的划分方法，例如Robert.L.France在Wetland Design中将人工湿地景观设计要点分为项目开发、形态构成、植物、监测管理等七个方面[15]。盖静将人工湿地的景观构成要素分为水体、植物、陆地，其中陆地细分为护岸、路径、构筑物[16]。吴德政依据源系统——流系统——汇系统，按照人工湿地的处理流程来区分人工湿地各部分的景观营造策略[17]。

人工湿地区别于其他湿地公园的特征是其更强的污水净化目的，同时具有向公众进行生态科普的作用，因此在景观构成要素的评价外，要补充对景观进行管理维护与科普宣传方面的指标，归纳出人工湿地景观评价的一级指标（表1）。

表1 深圳生活污水处理型人工湿地景观评价一级指标

First grade evaluation index of man-made wastewater treatment wetland, Shenzhen

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目层 | 指标层 | 相似概念 |
| 人工湿地景观构成方面要素 | 水体环境 | 水环境、水体 |
| 植物配置 | 植物、植物配置 |
| 滨水驳岸 | 水体岸线、驳岸、护岸 |
| 路径通道 | 人工设施、路径 |
| 配套建筑及服务设施 | 构筑物、人工设施 |
| 人工湿地管理运营方面要素 | 管理运营 | 监测管理、科普教育、文化宣传 |

在形成评价指标中的六项一级因子后，需进一步确定二级因子与三级因子，主要因子确定内容如下：

1）**水体环境方面** 水景分为静态水景与动态水景，静态水景主要包括池塘、渊潭、人工湖等，动态水景主要包括瀑布、喷泉、溪流、叠水等[18]。因此静态水景与动态水景作为评价水体环境在理水方式的重要指标。同时，作为生活污水处理型人工湿地景观，水体质量必须被考虑，水体颜色与水体气味成为反映水质状况的两项指标。

2）**植物配置方面** 本文主要从外观与功能上来细分植物配置这一指标，参考相关文献内容，吴瑶在研究洋湖湿地的植物群落特征与植物景观评价时，植物形式美采用了形态与搭配协调度、色彩及季相变化两项指标[19]。尉淑珍和张玲在评价工业废弃的综合治理中的植物作用时，以具有净化能力的植物种类是否多样作为一个重要标准[20]。吴雨涵等对不同湿地植物群落净化污水的效果进行了对比研究，提出根系发达的植物具有很强的净化效果[21]。因此，植物生长状况作为一项挑选湿地植物的原则。

3）**滨水驳岸方面** 滨水驳岸方面的指标包括驳岸的外观和驳岸的安全防护功能两方面。驳岸分为自然驳岸、有机材料驳岸、台阶式人工驳岸、硬质工程驳岸四类，强调丰富的驳岸类型在视觉景观上的作用[22]。在驳岸安全性方面，稳固性主要包括坡度坡高、材料耐久、结构类型。生态性主要考虑阻水效果，即阻挡游人接近污水区的作用[23]。

4） **配套建筑物及服务设施方面** 这个内容分为配套建筑物与服务设施两个二级因子，参考公园标准配置，在配套建筑物中添加服务中心一项，另外，增设污水尾水处理站一项。服务设施方面将公园中常见的城市家具分为交通服务设施、信息服务设施、便民服务设施、安全防护设施、小品设施等五大类，包含停车场、导向牌、公厕等60多项小类[24]。

5）**管理运营方面** 管理运营包括监测管理与科普教育两方面，监测管理包括植物养护、虫害防治以及部分与湿地科研相关的数据监测，其中与景观密切相关的是植物养护、虫害防治两项。本文将科普教育与本土文化宣传合并为一项。

#### **评价指标确定**

设定相关的调查问卷，向风景园林学、城乡规划学、建筑学、环境工程等方面的专家学者咨询意见，本阶段对专家发放调查问卷60份，回收合格问卷55份，合格率达到91.67%，最终确定深圳生活污水处理型人工湿地的景观评价指标因子集，由6项一级评价因子、 12项二级评价因子、30项三级评价因子组成（表2）。

表2 深圳生活污水处理型人工湿地景观评价指标体系

Evaluation index system of man-made wastewater treatment wetland, Shenzhen

| 目标 | 一级因子 | 二级因子 | 三级因子 |
| --- | --- | --- | --- |
| 深  圳  市  生  活  污  水  处  理  型  人  工  湿  地  景  观  评  价 | 水体环境A | 理水方式A1 | 静态水景A11 |
| 动态水景A12 |
| 水体质量A2 | 水体颜色A21 |
| 水体气味A22 |
| 植物配置B | 观赏价值B1 | 形态及搭配协调度B11 |
| 色彩及季相变化B12 |
| 植物功能B2 | 净水植物种类丰富度B21 |
| 净水植物生长状况B22 |
| 植物遮荫效果B23 |
| 滨水驳岸C | 驳岸形态C1 | 驳岸层次感C11 |
| 驳岸类型丰富度C12 |
| 驳岸安全C2 | 驳岸稳固性C21 |
| 阻水效果C22 |
| 路径通道D | 道路布局D1 | 流线布局D11 |
| 路网密度D12 |
| 道路形式D2 | 路径类型D21 |
| 道路尺度D22 |
| 道路铺装D23 |
| 配套建筑及服务设施E | 配套建筑物E1 | 服务中心E11 |
| 污水尾水处理站E12 |
| 服务设施E2 | 交通服务设施E21 |
| 信息服务设施E22 |
| 便民服务设施E23 |
| 安全防护设施E24 |
| 小品设施E25 |
| 管理运营F | 湿地维护F1 | 植物养护F11 |
| 虫害防治F12 |
| 设施修缮F13 |
| 文化宣传F2 | 湿地生态科普F21 |
| 本土文化宣传F22 |

### 2.2评价指标权重

设定专家打分问卷并发放，统计打分平均值，得出各级评估指标因子的权重，计算出三级评估指标因子对评估总目标的权重。通过建立判断矩阵计算各级评估因子的权重并进行一致性检验，利用公式计算各项三级评估指标因子对评估总目标的权重C:\Users\Sean\AppData\Local\Temp\ksohtml\wpsB197.tmp.png：

C:\Users\Sean\AppData\Local\Temp\ksohtml\wpsB198.tmp.png （1）

式中C:\Users\Sean\AppData\Local\Temp\ksohtml\wpsB199.tmp.png——三级评估指标因子权重值

C:\Users\Sean\AppData\Local\Temp\ksohtml\wpsB19A.tmp.png——对应的二级评估指标因子权重值

C:\Users\Sean\AppData\Local\Temp\ksohtml\wpsB19B.tmp.png——对应的一级评估指标因子权重值

最终计算出深圳生活污水处理型人工湿地景观评价因子的权重值（表3）。

表3 深圳生活污水处理型人工湿地景观评价权重

Evaluation weight of man-made wastewater treatment wetland, Shenzhen

| 一级因子 | 权重 | 二级因子 | 权重 | 三级具体评价因子 | 权重 | 对总目标权重（%） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水体环境A | 0.176 | 理水方式A1 | 0.438 | 静态水景A11 | 0.471 | 3.6 |
| 动态水景A12 | 0.529 | 4.1 |
| 水体质量A2 | 0.562 | 水体颜色A21 | 0.471 | 4.7 |
| 水体气味A22 | 0.529 | 5.2 |
| 植物配置B | 0.196 | 观赏价值B1 | 0.471 | 形态及搭配协调度B11 | 0.471 | 4.3 |
| 色彩及季相变化B12 | 0.529 | 4.9 |
| 植物功能B2 | 0.529 | 净水植物种类丰富度B21 | 0.344 | 3.6 |
| 净水植物生长状况B22 | 0.392 | 4.1 |
| 植物遮荫效果B23 | 0.264 | 2.7 |
| 滨水驳岸C | 0.163 | 驳岸形态C1 | 0.500 | 驳岸层次感C11 | 0.471 | 3.8 |
| 驳岸类型丰富度C12 | 0.529 | 4.3 |
| 驳岸安全C2 | 0.500 | 驳岸稳固性C21 | 0.471 | 3.8 |
| 阻水效果C22 | 0.529 | 4.3 |
| 路径通道D | 0.156 | 道路布局D1 | 0.500 | 流线布局D11 | 0.562 | 4.4 |
| 路网密度D12 | 0.438 | 3.4 |
| 道路形式D2 | 0.500 | 路径类型D21 | 0.360 | 2.8 |
| 道路尺度D22 | 0.308 | 2.4 |
| 道路铺装D23 | 0.333 | 2.6 |
| 配套建筑及服务设施E | 0.134 | 配套建筑物E1 | 0.471 | 服务中心E11 | 0.400 | 2.5 |
| 污水尾水处理站E12 | 0.600 | 3.8 |
| 服务设施E2 | 0.529 | 交通服务设施E21 | 0.209 | 1.5 |
| 信息服务设施E22 | 0.190 | 1.3 |
| 便民服务设施E23 | 0.219 | 1.6 |
| 安全防护设施E24 | 0.214 | 1.5 |
| 小品设施E25 | 0.167 | 1.2 |
| 管理运营F | 0.176 | 湿地维护F1 | 0.693 | 植物养护F11 | 0.392 | 4.8 |
| 虫害防治F12 | 0.344 | 4.2 |
| 设施修缮F13 | 0.264 | 3.2 |
| 文化宣传F2 | 0.308 | 湿地生态科普F21 | 0.643 | 3.5 |
| 本土文化宣传F22 | 0.357 | 1.9 |

## 聚龙山人工湿地景观评价

### 3.1使用人群特征分析

分别从聚龙山人工湿地生态园游览的人的性别、年龄、教育程度、居住地远近、来园目的、来园交通方式、来园频率和对人工湿地的了解程度等八方面，对使用人群进行统计与分析。

### 3.2评价结果统计分析

使用SD语义差别分析法（semantic different method）的语义量表作为使用者评价结果的评语集。将使用者针对问卷项目进行的主观评判高低与具体分值对应。五个语义评估等级即“很好（E1）、较好（E2）、一般（E3）、较差（E4）、很差（E5）”，分别对应5分、4分、3分、2分、1分(表4)。

表4 深圳生活污水处理型人工湿地景观评价得分与对应等级

Evaluation score and corresponding grade of man-made wastewater treatment wetland, Shenzhen

| 评估得分Xj | 对应评估等级E |
| --- | --- |
| 1.0≤Xj≤1.5 | E1 (很差） |
| 1.5＜Xj≤2.5 | E2（较差） |
| 2.5＜Xj≤3.5 | E3（一般） |
| 3.5＜Xj≤4.5 | E4（较好） |
| 4.5＜Xj≤5.0 | E5（很好） |

#### **水体环境评价**

38%被采访者认为聚龙山人工湿地生态园内的静态水景比较吸引人或非常吸引人。园区内的动态水景（瀑布、溪流、叠水、喷泉）种类多样、形态优美，形成使用者与动态水景的良性互动，因此使用者对园区内的动态水景满意度较高，认为园区内的动态水景比较吸引人或非常吸引人的受访者比例为63%。水体的颜色与气味会极大地影响使用者的景观体验，77%受访者认为聚龙山人工湿地生态园内的水体颜色较深或颜色非常深。认为园区内的水体异味较重或异味刺鼻受访者比重占到总量的1/3。基于对问卷调查结果的分析与计算，使用者对于水体环境的综合评价得分为3.04分，处于E3（2.5＜Xj≤3.5），即一般的水平。

#### **植物配置评价**

植物观赏价值方面，23%受访者认为园区内的植物形态及搭配不太协调或极不协调。同时，仅6%受访者认为园区内的植物颜色及季相变化比较单调或非常单调，园区内主要种植的去污植物包括千屈菜、水生美人蕉、风车草、梭鱼草、芦苇、鸢尾等，配以一些在园林绿化中常见的树种，如花叶良姜、小叶榕、白玉兰、毛竹、旱柳等。从形态与搭配上看，搭配高低错落，色彩绚丽多姿，整体季相变化较丰富。

植物功能方面，65%受访者认为园区内净水植物种类较为丰富或非常丰富。净水植物的生长状况是否良好直接与人工湿地的净水功能相关，62%受访者通过平时的观察，认为园区内的净水植物生长状况良好；针对植物遮荫状况的问卷调查中，仅10%受访者对植物遮荫状况比较满意或非常满意，可以看出园区内的植物遮荫效果较差。

基于对问卷调查结果的分析与计算，得出使用者对于植物配置的综合评价得分为3.51分，处于E4（3.5＜Xj≤4.5），即较好的水平。

#### **滨水驳岸评价**

驳岸形态方面，接近一半的受访者认为园区内的驳岸层次感一般，园区内的驳岸营造有待提高。超过半数的受访者认为园区内的驳岸类型较为丰富或极其丰富。在驳岸形态上，园区驳岸种类较多，包括自然驳岸、有机材料驳岸、台阶式驳岸、硬质人工驳岸等，但缺乏将驳岸与既有的水体景观元素如叠水、水车等进行有机结合，部分驳岸的植物配置较为单一，缺乏层次感，部分区域的驳岸缺乏亲水环境营造，滨水步道缺乏结合地形与驳岸坡度的精心设计，视觉感受乏味。

驳岸安全方面，驳岸的稳固性主要依靠受访者对于驳岸所使用材料、驳岸高度、驳岸结构、驳岸类型等因素的直观感受与亲身体验，超过半数的受访者认为聚龙山人工湿地生态园内的驳岸比较稳固或非常稳固，只有13%受访者认为园区内的驳岸不太稳固安全；27%受访者认为园区内的驳岸阻水效果较好，36%受访者认为园区内的驳岸阻水效果较差或极差。

基于对问卷调查结果的分析与计算，对各项评价指标评价得分进行对应的权重计算后，使用者对于滨水驳岸的综合评价得分为3.18分，处于E3（2.5＜Xj≤3.5），即一般的水平。

#### **路径通道评价**

仅20%受访者认为园区内的路网疏密关系比较合理或非常合理。由于用地范围狭长，园区被多条城市道路穿过，整体的景观延续性被破坏，使用者对于园区内的道路布局评价不高。在设置人行涵洞的地方，未设置动物通行的空间，因此生态延续性受到一定的影响。

道路形式的评价主要包括路径类型、道路尺度与道路铺装等三方面，仅34%受访者认为比较丰富或非常丰富，65%受访者认为道路尺度比较合理或非常合理，近1/3受访者认为道路铺装比较美观或非常美观，近1/3受访者认为铺装美观程度一般。

对各项评价指标评价得分进行对应的权重计算后，使用者对于路径通道的综合评价得分为3.02分，处于E3（2.5＜Xj≤3.5），即一般的水平。

#### **服务设施与配套建筑评价**

服务设施的评价包括交通服务设施评价、信息服务设施评价、便民服务设施评价、安全防护设施评价、小品设施评价等五方面。逾70%受访者认为园区的交通服务设施不太合理甚至不合理，园区内缺乏自行车停放点，并且在园区周边缺乏共享单车的停放点。园区的少量停车位只面向工作人员，缺乏机动车停车位。对于园区的指示牌满意度较高，有接近一半的受访者认为园区内的信息服务设施比较合理，33%受访者认为非常合理。近一半受访者认为园区内的便民服务设施不太合理，33%受访者认为不合理，缺乏座椅、公厕；超过半数的受访者认为园区内的小品设施设置不合理，园区内缺乏雕塑小品，虽然在一些节点上设置了具有一定遮荫效果的雕塑小品，但缺乏其他景观元素例如座椅、喷泉等与之配合，因此并未起到塑造视觉焦点的作用。

配套建筑评价主要包括服务中心评价和污水尾水处理站评价两部分。12%受访者认为服务中心设置比较合理或非常合理；近一半受访者认为污水尾水处理设施的造型和位置设置“较差”。

对各项评价指标评价得分进行对应的权重计算后，使用者对于配套建筑及服务设施的综合评价得分为2.59分，处于E3（2.5＜Xj≤3.5），即一般的水平。

#### **管理运营评价**

湿地维护的评价主要包括植物养护评价、虫害防治评价和设施修缮评价等三方面。植物养护状况方面，近40%受访者认为植物养护状况一般，认为植物养护较好与较差的受访者数量基本持平。虫害防治情况方面，近80%受访者认为虫害较少或极少。设施修缮情况方面，70%受访者认为设施修缮较为拖延或极其滞后。在园区内常见护栏缺口未及时修补的情况，一些路灯在损坏后没有及时修缮。

文化宣传的评价主要包括湿地生态科普评价与本土文化宣传评价两方面，受访者对于湿地生态科普的印象一般，大部分受访者对于湿地内的本土文化宣传信息毫无印象，因此在文化宣传方面整体尚需改进。

对各项评价指标评价得分进行对应的权重计算后，使用者对于管理运营的综合评价得分为2.90分，处于E3（2.5＜Xj≤3.5），即一般的水平。

#### **整体评价**

通过对以上六项一级指标的综合评分代入权重进行计算，得出聚龙山人工湿地生态园的景观评价得分为3.07，属于E3（2.5＜Xj≤3.5），即一般的水平（表5）。

表5 聚龙山人工湿地生态园景观评价

Landscape evaluation of Julong Mountain man-made wetland ecological park

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 目标层 | 一级评价因子 | 权重 | 评价得分 | 综合得分 |
| 聚龙山人工湿地生态园景观评价 | 水体环境 | 0.176 | 3.04 | 3.07 |
| 植物配置 | 0.196 | 3.51 |
| 滨水驳岸 | 0.163 | 3.18 |
| 路径通道 | 0.156 | 3.02 |
| 配套建筑及服务设施 | 0.134 | 2.59 |
| 管理运营 | 0.176 | 2.90 |

对于30项指标的评价分数平均值统计结果，绘制得分曲线（图1）。

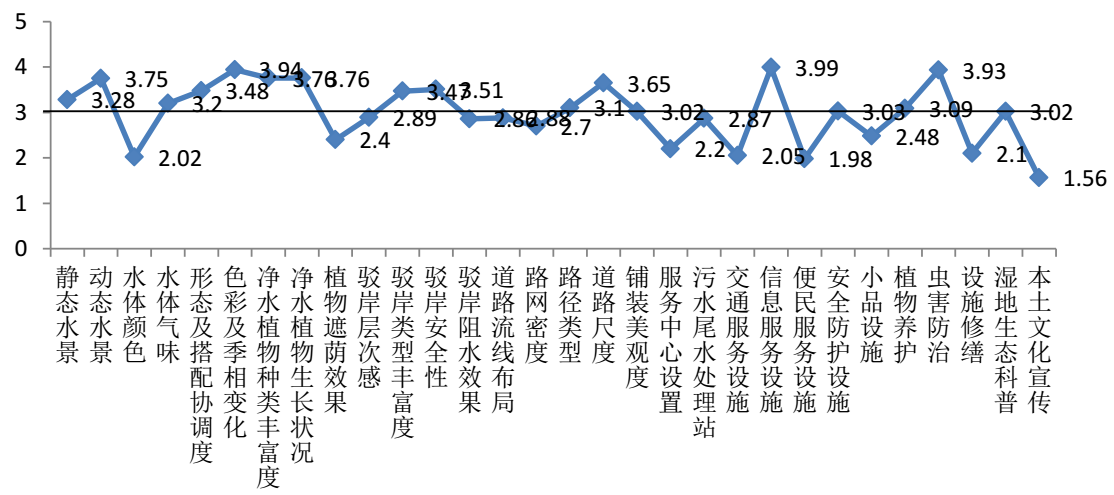


图1 聚龙山人工湿地生态园景观评价SD折线图

Landscape evaluation SD line of Julong Mountain man-made wetland ecological park

在水体颜色、植物遮荫效果、驳岸层次感、驳岸阻水效果、道路流线布局、道路密度、服务中心设置、交通服务设施、便民服务设施、小品设施、设施修缮、本土文化宣传等12项指标上使用者的评价较低，分数低于平均值2.99分；在动态水景、植物色彩及季相变化、净水植物种类丰富度、净水植物生长状况、道路尺度、信息服务设施、虫害防治等6项项目上使用者的评价较高。

将每个指标的重要度与满意度评分综合统计，形成“聚龙山人工湿地景观评价指标重要度-满意度”分析图，其中横轴为景观评分平均值，纵轴为权重值大小（图2）。

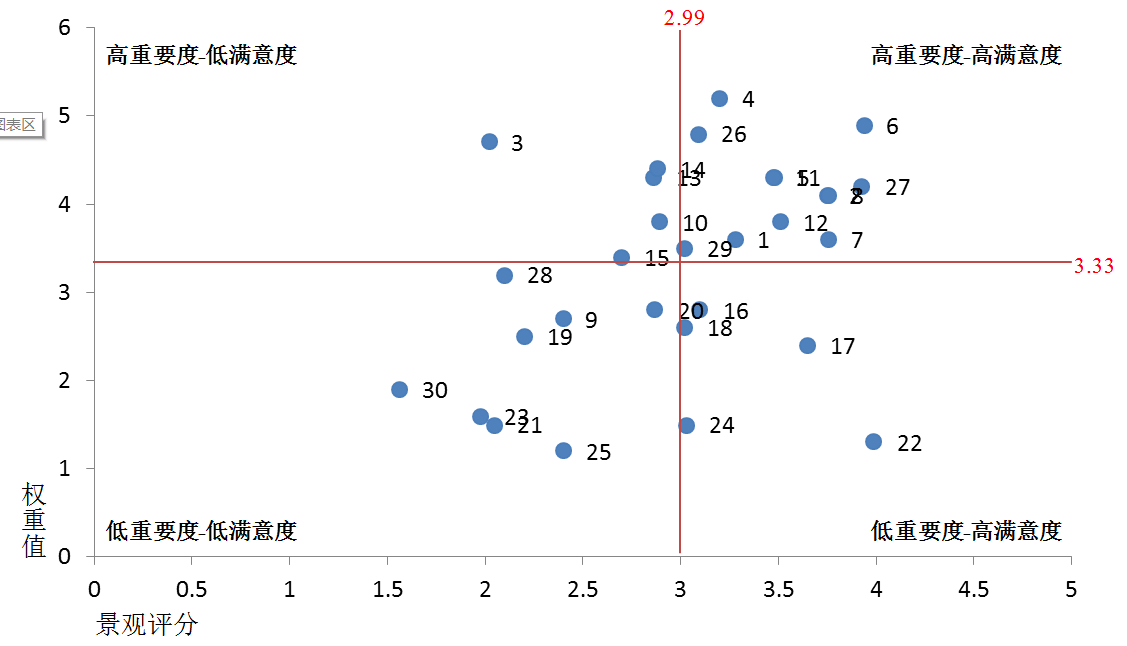


图2 聚龙山人工湿地生态园景观评价重要度-满意度分析图

Importance-Performance Analysis (IPA) of Julong Mountain man-made wetland ecological park

针对聚龙山人工湿地生态园不同的景观优化分级，应采取不同的景观优化手段：

（1）高重要度-低满意度象限内有5项指标，包括水体颜色、驳岸层次感、驳岸阻水效果、路线布局、路网密度，这些指标应作为优先考虑对象，该部分对整体环境提升起到关键作用。

（2）低重要度-低满意度象限内有8项指标，包括植物遮荫效果、服务中心、污水尾水处理站、交通服务设施、便民服务设施、小品设施、设施修缮、本土文化宣传，这些指标在有条件情况下进行更新完善。

（3）低重要度-高满意度象限内有5项指标，包括路径类型、道路尺度、道路铺装、信息服务设施、安全防护设施，不列为近期景观提升的重点。

（4）高重要度-高满意度象限内有12项指标，包括静态水景、动态水景、水体气味、形态及搭配协调度、色彩及季相变化、净水植物种类丰富度、净水植物生长情况等。这些指标是目前环境中景观效果较好的，应继续保持。

## 结语

本文以深圳聚龙山人工湿地生态园为例，建立生活污水处理型人工湿地的景观评价体系，分析聚龙山人工湿地生态园景观方面的现存问题，本文主要结论如下：

（1）确定了构建深圳生活污水处理型人工湿地景观评价的指标选取方式和各项指标的权重。基于前期的文献研究，构建了深圳生活污水处理型人工湿地景观的评价初拟因子，并结合专家问卷与实地调研，确定评价指标因子集，包括水体环境、植物配置、滨水驳岸、路径通道、配套建筑及服务设施、管理运营6项等一级评价指标与12项二级指标及30项三级指标，并对各项具体评价指标进行权重赋值。

（2）对聚龙山人工湿地生态园的使用者人群基本特征进行数据分析，归纳总结出使用者特点。其次对水体环境、植物配置、滨水驳岸、路径通道、配套建筑及服务设施、管理运营等6项一级评价指标及30项三级评价指标进行逐项评价结果分析，得到聚龙山人工湿地生态园的综合评价得分属于E3（2.5＜Xj≤3.5），即一般的水平。

（3）通过对聚龙山人工湿地生态园景观评价进行重要度-满意度分析，聚龙山人工湿地生态园应优先加强高重要性—低满意度的评价指标，包括水体颜色、驳岸层次感、驳岸阻水效果、路线布局、路网密度等5项指标。

（正文字数统计：7454）

**参考文献:**

[1] Fetter CW Jr, Sloey WE, Spangler FL.Potential replacement of septic tank drain fields by artificial marsh wastewater treatment systems. Ground Water, 1976, 14(6):396-401.

[2] A·W·Spirn. The Granite Garden[M]. Basic Book Inc，1984．

[3] 刘桂湘，陈亮明，刘婧芝. 居住区人工湿地的设计[J].北方园艺,2008,(02):150-152.

[4] 罗晓琴,代晓芳. 居住区人工湿地景观设计研究[J].绿色科技,2010,(09):59-61.

[5] 咸宇鹏,韩雪琳,闫煜涛. 浅议居住区人工湿地设计的几个问题[J]. 农业科技与信息(现代园林),2009,(09):35-37.

[6] 俞孔坚，李迪华，孟亚凡. 湿地及其在高科技园区中的营造[J].中国园林，2001,17（2）：26-29．

[7] 俞孔坚,张东,李向华,吴本,胡丽娟,高英,赵永侨,陶相勇,李迪华,孟亚凡. 生命细胞、景观格局与创新网络——中关村生命科学园规划[J].城市规划,2001,(05):76-80.

[8] 俞孔坚,刘东云. 中关村生命科学园景观设计[A]. 北京市园林局、北京园林学会.北京园林学会规划设计专业赴韩作品参展与考察专辑－北京园林论文集[C].北京市园林局、北京园林学会:,2003:6.

[9] 鞠安娜,万静. 高科技园区人工湿地净化研究——以南京市苏宁睿城下汙河人工湿地净化设计为例[A]. 中国风景园林学会.中国风景园林学会2011年会论文集（下册）[C].中国风景园林学会:,2011:8.

[10] 魏俊，斯筱洁，赵梦飞，周笑天，郑亨. 水处理型人工湿地[J]. 中国给水排水,2019,(02):34-38.

[11] 王志勇，马静薇，王立帅，李琳，吴珊珊. 校园再生水回用人工湿地景观绩效评价及优化设计—以辽宁公安司法管理干部学院为例[J].生态学报,2019,39(16):6017-6028.

[12] 林葳,喻来,陈舒静,廖晨阳,罗言云.基于SBE法的成都市人工湿地公园植物景观评价[J]. 四川大学学报(自然科学版),2015,(03):697-702

[13] 徐新洲,薛建辉. 基于AHP-模糊综合评价的城市湿地公园植物景观美感评价[J]. 西北林学院学报,2012,(02):213-216.

[14] 安静,刘念念,杨荣和,赵建华. 花溪国家城市湿地公园夏季植物景观美感评价[J]. 生态经济,2014,(10):194-199.

[15] Robert.L.France. Wetland Design: Principles and Practices for Landscape Architects and Land-Use Planners by Robert.L.France[M]. W.W.Norton & Company, Inc, 2003.

[16] 盖静.东营市人工湿地景观的营造研究[D].山东农业大学,2008：05-06．

[17] 吴德政.住区水环境人工湿地景观营造的研究[D].中南林业科技大学,2006.

[18] 吴晶晶.城市园林景观设计中水景的营造方法[J].中国园艺文摘,2014,(07):136-137.

[19] 吴瑶.洋湖湿地公园植物的群落特征与景观评价研究[D].中南林业科技大学,2015.

[20] 尉淑珍,张玲. 基于AHP法的工业废弃地综合治理生态景观评价——以运城盐湖工业废弃地治理工程为例[J].中国园艺文摘,2017,(05):111-113.

[21] 吴雨涵,余俊,王锐涵.不同配置人工湿地植物群落对生活污水净化效果[J].水土保持研究,2019,(06):364-371.

[22] 蒋昕怡.西溪国家湿地公园驳岸调查研究[D].浙江大学,2016.

[23] 范鑫,陈劲松,范春梅,彭尔瑞. 剑湖湿地生态驳岸评价指标灵敏度分析[J].环境科学导刊,2016,(05):77-83.

[24] 万敏,秦珊珊,干婕.城市家具及其类型学规划设计方法研究——以珠海市城市家具设置规划为例[J].中国园林,2015,(12):50-55.