

## 济南小清河典型风貌段植物配置模式 与景观功能效果综合评价

Comprehensive Evaluation and Landscape Function Effect of Plant Allocation Pattern in the Typical Landscape Section of the Xiaoqing River in Jinan

慕德宇\* 王治华 张睿 房乐瑶 李楠  
MU Deyu\* WANG Zhihua ZHANG Rui FANG Leyao LI Nan

(山东建筑大学艺术学院, 园林植物研究所, 济南 250101)  
(Institute of Ornamental Plants, School of Art, Shandong Jianzhu University, Jinan, Shandong, China, 250101)

文章编号: 1000-0283(2022)09-0125-07  
DOI: 10.12193/j.laing.2022.09.0125.016  
中图分类号: TU986  
文献标志码: A  
收稿日期: 2022-05-23  
修回日期: 2022-07-27

### 摘要

2019年济南小清河重新进行改造, 其是具有排洪灌溉、水路运输、康养休闲等功能的重要城市河道。针对其改造后的6个典型风貌段植物配置及其景观效果, 采用样方详查法采集数据, 构建评价指标体系, 分析每类植物配置模式中的横向和竖向结构特色。通过层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 和聚类分析法综合评价了16种植物配置模式及其景观效果。结果表明: AHP准则层的影响因子中, 功能属性为主要因素, 安全性、景观持续性等是指数层的主要影响因子; 两种方法均筛选出景观效果最佳和最差的植物配置模式, 分别为M1、M2、M11、M13和M3、M8、M9。与AHP相比, 聚类分析法客观性评价占主导, 更符合实际情况, 可为城区河道植物配置模式及其景观效果评价提供重要参考依据。

### 关键词

层次分析; 聚类分析; 植物配置模式; 综合评价; 济南小清河

### Abstract

The Jinan Xiaoqing River was reconstructed in 2019, which plays the role of the urban river with flood drainage, irrigation, waterway transportation, recreation, and other functions. Based on the landscape effect of the plant configuration patterns in six typical landscape sections of Xiaoqing River in Jinan, the relevant data was collected through a detailed sample survey. The concepts of horizontal and vertical structure in the plant allocation model were introduced to build the evaluation index system. Two methods of Analytic Hierarchy Process (AHP) and cluster analysis were used as comprehensive evaluation analyses for 16 plant allocation models in the study area. The results indicate that: The function attribute is the main factor in the influence factors of the criterion layer based on AHP, and safety and landscape sustainability are the primary influence factors of the index layer. The results between AHP and cluster analysis methods were slightly different. Still, both could screen out the best landscape configuration patterns M1, M2, M11, M13, and the worst plant configuration patterns M3, M8, and M9. Compared with AHP, the cluster analysis method is more realistic due to its dominated by objective evaluation. Therefore, combining subjective and objective analysis is more valuable for comprehensively evaluating the plant landscape effects.

### Keywords

analytic hierarchy process; cluster analysis; plant allocation model; comprehensive evaluation; Jinan xiao qing river

### 慕德宇

1987年生/男/山东荣成人/博士/副教授/  
研究方向为植物逆境生理、菌根微生物、植  
物遗传育种等

### 王治华

1997年生/女/山东济宁人/在读硕士研究  
生/研究方向为风景园林植物

\*通信作者 (Author for correspondence)  
E-mail: sdjzu\_mu\_group@sina.com

### 基金项目:

山东省农业科技资金 (林业科技创新) 项目“林地土壤质量提升关键技术研究与应用” (编号: 2019LY005); 山东省农业科技资金 (林业科  
技创新) 项目“困难立地多功能可持续利用林草栽培关键技术研究与应用” (编号: 2019LY009)

城市河道是城市的重要组成部分，是集防洪排水、景观文化、生态环境功能为一体的综合体系。城市滨水景观设计始于19世纪70年代末的美国，查尔斯滨河公园的设计理念对当时的城市滨水景观设计产生了深远的影响<sup>[1]</sup>。随着社会经济的发展，“近自然化河道整治”理念在城市河道景观设计中逐步发展壮大<sup>[2]</sup>，直到20世纪末期，城市河道景观设计强调生态多样性在生态治理上的重要性，并通过植物来保护河道坡面<sup>[3]</sup>。21世纪起，城市河道景观设计开始注重城市文化的展示和历史的传承，秉持生态修复、可持续发展理念<sup>[4]</sup>。

中国城市河道景观改造虽起步较晚，但早在明代就提出“植柳六法”来修复河道生态<sup>[5]</sup>；改革开放前期，受经济效益的驱动，企业不惜以牺牲环境为代价，河流、水源受到严重污染；后期借鉴西方发达国家的治理经验，中国开始重视河道生态建设，以政府部门为主导，统筹企业、科研、管理等多部门、多学科全方位进行综合治理。在国家生态文明建设的理念指导下，中国城市河道景观建设逐步走向生态、景观、历史与文化的和谐统一<sup>[6]</sup>。随着生态理念的提出，植物景观构建在城市绿化设计中的作用突显，目前有关陆地植物景观评价主要从植物景观群落的物种多样性<sup>[7]</sup>、应用现状<sup>[8]</sup>、群落类型<sup>[9]</sup>等方面采用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP)<sup>[10]</sup>、美景度评价法<sup>[11]</sup>、语义差异法<sup>[12]</sup>等主观性方法来综合评价植物配置模式，然而关于河道植被景观客观系统评价研究罕见报道。

小清河是济南最主要的城市河道之一，承担着排洪、灌溉、运输通道等任务。2019年，为防止河道污染和断流等问题，政府着手打造城水和谐、生态良好、夜景亮化、景观提升、交通畅通的小清河，其经过重新规划改

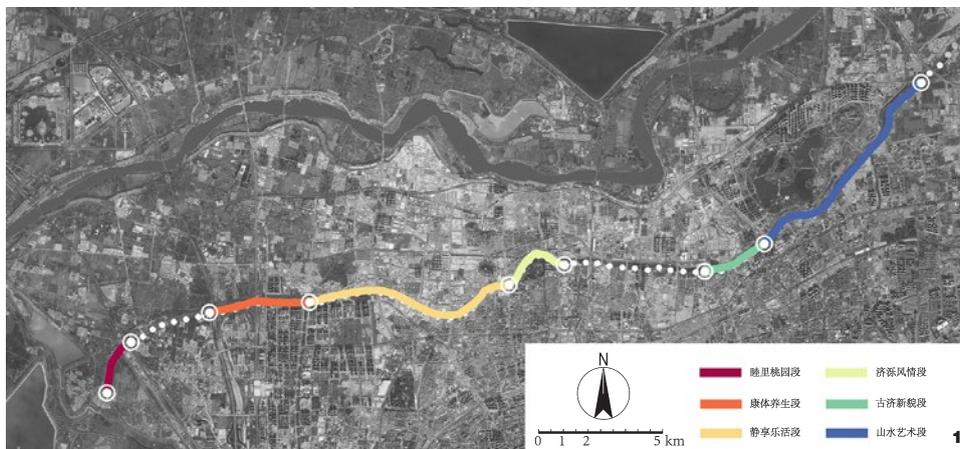


图1 济南小清河6个典型风貌段分布图  
Fig. 1 Distribution map of 6 typical sections of Xiaqing River in Jinan

造后现已焕然一新。本研究的目的在于通过对济南小清河改造后的6个典型风貌段的植物景观配置模式进行量化评价，建立客观科学的综合评价指标体系和方法，分析植物搭配的横向和竖向结构特色，总结提出优秀的植物景观配置模式，以期为山东乃至中国城市河道植物景观的优化设计及构建提供参考。

## 1 研究地概况及研究方法

### 1.1 研究地概况

小清河西起济南的睦里庄玉符河，东至潍坊寿光的羊角沟入渤海，全长237 km。研究区包括济南小清河睦里桃源、康体养生、静享乐活、古泺新貌、济泺风情、山水艺术6个典型风貌段 (图1)。研究地气候特征为冬冷夏热，四季分明，雨热同季，属暖温带大陆性季风气候，年均气温14.2℃，年均降水量在700 mm左右，无霜期可达210 d，土壤主要以褐土、棕壤为主<sup>[13]</sup>。

### 1.2 植物种类及其配置模式调查

在收集整理6个典型风貌段有关资料的基础上，团队于2021年4月、7月和10月采取

踏查的方法，全面掌握其植物种类、种间搭配、文化蕴涵、功能导向等信息，为调查点确定和评价指标建立提供依据。依据典型风貌段植物群落景观的异质性、典型性，选择形成时间较长且较稳定的植物群落景观布设标准样地，每段布设标准地在5块以上；在每块标准样地中选择有代表性的40 m×30 m样方作为调查样方，详见表1。

从踏查的结果发现，虽然春夏秋三季植物生长茂盛，但无法展现冬季北方植物景观配置的效果。冬季植物景观配置的优劣，是主管部门、设计部门及普通市民尤其关注的问题，冬季植物景观不仅更直观而且易于识别，因此特意安排在冬季进行样方详查。2021年12月28日-2022年1月8日，在所有布设的标准样方内，采用法瑞学派调查法<sup>[14]</sup>，调查记录植物的种类分布、配置方式、搭配特色、生长状况、应用频度、文化蕴涵等方面信息数据。

### 1.3 评价指标体系的建立

#### 1.3.1 评价因子的确定

根据6个风貌段的植物景观特征及其

表1 典型风貌段标准样地和样方布设表  
Tab. 1 List of standard plots and plots in the typical style section

序号 NO.	典型风貌段 Typical landscape sections	标准样地布设/块 Standard plot layout	标准样方布设/个 Standard quadrat layout
1	睦里桃园段	5	10
2	康体养生段	5	16
3	静享乐活段	6	24
4	古泺新貌段	6	24
5	济泺风情段	6	22
6	山水艺术段	8	29
合计		36	125

表2 济南小清河植物景观评价体系  
Tab. 2 Plant landscape evaluation system of Jinan Xiaoqing River

目标层A Target layer	准则层B Criterion layer	指数层C Exponential layer	评价因子描述 Description of evaluation factors
济南小清河 典型风貌段 植物景观评 价A1	功能属性B1	文化主题功能C1	植物搭配蕴含的文化主题功能
		安全性C2	植物种类选择无刺、无毒、无异味、无污染的植物
		导向性C3	植物栽植和搭配对区域景观通达具有引导作用
	观赏属性B2	植物养护C4	有利于植物的病虫害防治、日常养护和修剪
		植物色彩丰富度C5	配置植物的花、叶、果、枝干等色彩丰富程度
		季相变化C6	配置植物不同季节变化程度
		景观效果持续性C7	一年中植物景观效果持续性(常绿的使用频度越高持续性越好)
		观赏特异性C8	植物的干、皮、枝、叶、花、果实等的观赏特色
	生态属性B3	植物适应性C9	植物在该区域生长适应程度,乡土植物生长适应性较好
		物种多样性C10	配置植物物种丰富度
		异龄复层混交林C11	林冠可以分成两层或两层以上,林木年龄相差一个龄级以上,树种两种以上树种所构成的林分
		净化功能C12	植物对空气、水体、土壤的净化作用

表3 植物配置模式评价因子评分标准  
Tab. 3 Evaluation criteria of plant allocation model evaluation factors

指标层C Indicator layer	等级评分标准 Ranking and scoring standard		
	3分	2分	1分
文化主题功能C1	明显	中等	不明显
安全性C2	较安全	一般安全	有隐患
导向性C3	较强	一般	较差
植物养护C4	较好	一般	较差
植物色彩丰富度C5	≥10种颜色	6~9种颜色	≤5种颜色
季相变化C6	明显	中等	不明显
景观效果持续性C7	≥360 d	270~360 d	≤269 d
观赏特异性C8	明显	中等	不明显
植物适应性C9	非常适应	适应	基本适应
物种多样性C10	较丰富	一般	较差
异龄复层混交林C11	林冠层≥4层;乔木树种≥5种;树龄龄级相差≥5	林冠层在3层;乔木种3种或4种;树龄龄级相差3~4	林冠层≤2层;乔木种≤2种;树龄龄级相差≤2
净化功能C12	较强	一般	较差

具备的功能,在借鉴前人研究成果的基础上<sup>[15-17]</sup>,从植物景观的功能属性、观赏属性及生态属性三方面构建评价体系的准则层及其评价因子(表2)。

### 1.3.2 评价因子权重系数的确定

采用特尔斐法,对各指标的重要程度进行专家打分;评价分值1、3、5、7、9分别代表同等重要、稍微重要、明显重要、强烈重要、极端重要<sup>[18]</sup>。由专家及专业人员对评价体系中各要素重要程度打分,通过两两比较判断矩阵,求出相对重要性的权重值<sup>[19]</sup>。

通过问卷的方式,邀请了高校、科研、生产、管理等方面9位长期从事园林行业的工作人员、管理人员、专家教授进行评分,对回收的9份问卷进行统计。根据问卷调查统计结果,在保证一致性检验(RI<0.10具有满意的一致性)的条件下,剔除1份不一致问卷,构建了A-B、B-C等8个具有一致性的判断矩阵<sup>[20]</sup>,并计算各个评价因子的权重值。

### 1.3.3 植物配置模式的综合评分

将样方调查获得的不同植物配置模式中的各因子表现,划分为三个等级评分标准,详见表3。

## 1.4 数据的处理

将调查数据利用EXCEL进行分类整理,再利用yaahp 10.3软件计算出评价因子的权重值。采用SPSS 22.0软件对16种植物配置模式的量化数据进行系统聚类分析<sup>[21]</sup>。

利用景观综合评价指数法计算综合评价分值,见公式(1)。

$$CEI = \frac{S}{S_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中,CEI为综合评价分值,S指各样本的综合得分,S<sub>0</sub>表示样地植物景观理想评价

得分值 (即每个指标最好标准与相对应综合权重值相乘之和)<sup>[22]</sup>。

CEI值在100%~80%为I级,模式质量最好;80%~60%为II级,表示模式质量较好;60%~40%为III级,表示模式质量一般;40%~0为IV级,表示模式质量较差<sup>[22]</sup>。

6个典型风貌段景观效果评定见公式(2)。

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (2)$$

式中,x为不同典型风貌段的分值,a<sub>i</sub>表示不同典型风貌段的第i个植物配置模式,n表示不同风貌段植物配置模式的数量。AHP和聚类法计算结果中,最好的赋3分;较好

的赋2分;一般的赋1分。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同植物配置模式横向和竖向结构评价

根据样地和样方调查结果总结得出16种植物配置模式(M1-M16),详见表4。由此可

表4 小清河典型风貌段植物配置模式种类及其特点  
Tab. 4 Types and characteristics of plant configuration patterns in Xiaoqing River

模式 Model	横向结构特色 Horizontal structural features	竖向结构特点 Vertical structural features
M1	碧桃 ( <i>Amygdalus persica</i> ) + 悬铃木 ( <i>Platanus acerifolia</i> ) + 白蜡 ( <i>Fraxinus chinensis</i> ) + 丛生朴树 ( <i>Celtis sinensis</i> ) + 紫叶李 ( <i>Prunus cerasifera</i> ) + 金边黄杨 ( <i>Euonymus japonicus</i> 'Aureo-marginatus') + 冬青卫矛 ( <i>Euonymus japonicus</i> ) + 紫叶小檗 ( <i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea') + 大叶黄杨 ( <i>Buxus megistophylla</i> ) + 鸢尾 ( <i>Iris tectorum</i> ) + 扶芳藤 ( <i>Euonymus fortunei</i> )	乔5+灌4+草1+藤1
M2	华山松 ( <i>Pinus armandii</i> ) + 白皮松 ( <i>Pinus bungeana</i> ) + 雪松 ( <i>Cedrus deodara</i> ) + 龙柏 ( <i>Juniperus chinensis</i> 'Kaizuca') + 冬青卫矛 + 大叶黄杨 + 紫叶小檗 + 扶芳藤 + 早熟禾 ( <i>Poa annua</i> )	乔4+灌3+草1+藤1
M3	杜仲 ( <i>Eucommia ulmoides</i> ) + 鸡爪槭 ( <i>Acer palmatum</i> ) + 丛生朴树 + 白皮松 + 木槿 ( <i>Hibiscus syriacus</i> ) + 冬青卫矛 + 大叶黄杨 + 黑麦草 ( <i>Lolium perenne</i> )	乔4+灌3+草1
M4	金丝垂柳 ( <i>Salix alba</i> 'Tristis') + 旱柳 ( <i>Salix matsudana</i> ) + 雪松 + 白皮松 + 碧桃 + 木槿 + 侧柏 ( <i>Platycladus orientalis</i> ) + 冬青卫矛 + 大叶黄杨 + 扶芳藤 + 鸢尾	乔5+灌4+草1+藤1
M5	水杉 ( <i>Metasequoia glyptostroboides</i> ) + 垂柳 ( <i>Salix babylonica</i> ) + 金枝槐 ( <i>Sophora japonica</i> 'Winter Gold') + 垂丝海棠 ( <i>Malus halliana</i> ) + 紫叶李 + 紫薇 ( <i>Lagerstroemia indica</i> ) + 美人梅 ( <i>Prunus blireana</i> ) + 蔷薇 ( <i>Rosa multiflora</i> ) + 石楠 ( <i>Photinia serratifolia</i> ) + 芦苇 ( <i>Phragmites australis</i> ) + 紫藤 ( <i>Wisteria sinensis</i> ) + 扶芳藤	乔5+灌4+藤2+水1
M6	栾树 ( <i>Koelreuteria bipinnata</i> ) + 白蜡 + 旱柳 + 丛生国槐 ( <i>Sophora japonica</i> ) + 水杉 + 垂丝海棠 + 连翘 ( <i>Forsythia suspensa</i> ) + 洒金柏 ( <i>Platycladus orientalis</i> ) + 石楠 + 紫叶小檗 + 早熟禾	乔6+灌4+草1
M7	白蜡 + 垂柳 + 金枝槐 + 鹅掌楸 ( <i>Liriodendron chinense</i> ) + 鸡爪槭 + 白皮松 + 南天竹 ( <i>Nandina domestica</i> ) + 冬青卫矛 + 大叶黄杨 + 金边黄杨 + 菖蒲 ( <i>Acorus calamus</i> ) + 芦苇 + 麦冬 ( <i>Ophiopogon japonicus</i> )	乔6+灌4+草1+水2
M8	毛白杨 ( <i>Populus tomentosa</i> ) + 白皮松 + 红瑞木 ( <i>Cornus alba</i> ) + 红花檵木 ( <i>Loropetalum chinense</i> var. <i>rubrum</i> ) + 石楠 + 冬青卫矛 + 麦冬	乔2+灌4+草1
M9	刺槐 ( <i>Robinia pseudoacacia</i> ) + 垂柳 + 紫叶李 + 连翘 + 红瑞木 + 胡颓子 ( <i>Elaeagnus pungens</i> ) + 冬青卫矛 + 扶芳藤 + 沿阶草 ( <i>Ophiopogon bodinieri</i> )	乔3+灌4+草1+藤1
M10	栾树 + 玉兰 ( <i>Yulania denudata</i> ) + 丁香 ( <i>Syringa oblata</i> ) + 构树 ( <i>Broussonetia papyrifera</i> ) + 连翘 + 铺地柏 ( <i>Juniperus procumbens</i> ) + 刚竹 ( <i>Phyllostachys sulphurea</i> var. <i>viridis</i> ) + 银姬小蜡 ( <i>Ligustrum sinense</i> 'Variegatum') + 紫叶小檗 + 扶芳藤 + 麦冬	乔4+灌5+草1+藤1
M11	垂柳 + 白榆 ( <i>Ulmus pumila</i> ) + 丛生朴树 + 木槿 + 连翘 + 大叶黄杨 + 红花檵木 + 紫叶小檗 + 沿阶草 + 麦冬	乔3+灌5+草2
M12	女贞 ( <i>Ligustrum lucidum</i> ) + 银杏 ( <i>Ginkgo biloba</i> ) + 榆叶梅 ( <i>Amygdalus triloba</i> ) + 连翘 + 红瑞木 + 紫叶小檗 + 冬青卫矛 + 麦冬	乔3+灌4+草1
M13	银杏 + 金枝槐 + 女贞 + 雪松 + 对节白蜡 ( <i>Fraxinus hubeiensis</i> ) + 迎春 ( <i>Jasminum nudiflorum</i> ) + 冬青卫矛 + 金边黄杨 + 瓜子黄杨 ( <i>Buxus sinica</i> ) + 鸢尾	乔5+灌4+草1
M14	垂丝海棠 + 丛生国槐 + 木槿 + 连翘 + 紫叶小檗 + 冬青卫矛 + 胡颓子	乔2+灌5
M15	悬铃木 + 白榆 + 银杏 + 龙柏 + 雪松 + 月季 ( <i>Rosa chinensi</i> ) + 红瑞木 + 刚竹 + 沿阶草	乔5+灌3+草1
M16	梧桐 ( <i>Firmiana simplex</i> ) + 三角枫 ( <i>Acer buergerianum</i> ) + 山楂 ( <i>Crataegus pinnatifida</i> ) + 垂丝海棠 + 杏树 ( <i>Prunus armeniaca</i> ) + 紫叶李 + 绣线菊 ( <i>Spiraea salicifolia</i> ) + 小叶黄杨 ( <i>Buxus sinica</i> var. <i>parvifolia</i> ) + 忍冬 ( <i>Lonicera japonica</i> ) + 鸢尾 + 沿阶草	乔6+灌2+草3

注:表中“乔5”表示5种乔木树种;“灌4”表示4种灌木树种,以此类推。

知, 在16种植物配置模式中, 依据植物水平方向和垂直方向搭配方式, 可将其划为植物配置的横向结构和竖向结构。在横向结构中, 植物种类的运用是关键, 其多寡、搭配和使用频率, 对植物配置横向结构的优化至关重要; 6个典型风貌段共有植物68种, 构建了16种配置模式, 其种类数量、使用频次、叶色搭配、花期运用等, 使16种植物配置横向结构各具特色。在竖向结构中, 异龄复层林的构建是主体, 其乔、灌、藤、草植物的巧妙运用, 不同树高、年龄的植物相互搭配栽植, 从而形成了错落有致的植物配置竖向结构特色; 6个典型风貌段依据特征分为5种竖向结构类型, 以大乔木组成上层林, 以小乔木组成中层林, 以灌木组成下层林, 以草本组成地被物, 其高低搭配, 错落有致, 层次分明。

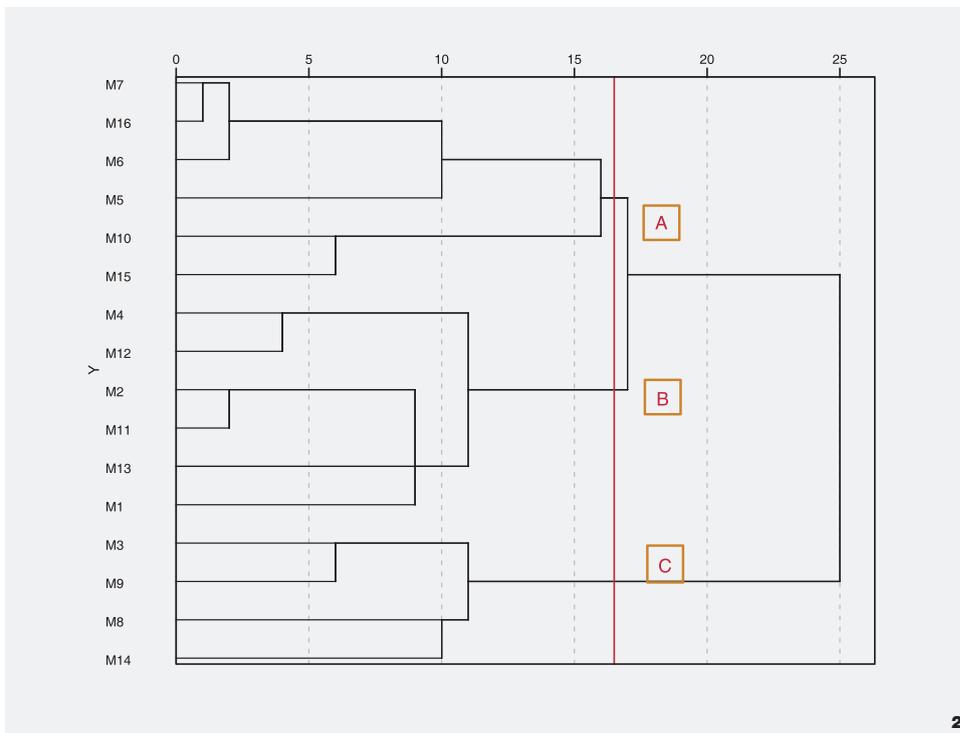


图2 6个典型风貌段16种植物配置模式主要指标评价聚类图  
Fig. 2 Cluster analysis of main index evaluation of 16 plant configuration patterns in Xiaoqing River

## 2.2 不同植物配置模式景观功能效果评价

### 2.2.1 AHP评价

(1) 评价因子权重。根据济南小清河典型风貌段植物景观评价指标专家打分, 得出各评价因子的权重值及综合权重值(表5)。准则层的权重值从高到低排序为功能属性、观赏属性、生态属性。功能属性权重值较高, 其中安全性权重值最高, 表明在设计植物景观时最先考虑栽植无刺、无毒、无异味、无污染的植物。观赏属性中, 景观持续性和植物养护权重较高, 表明在设计植物景观时多选用常绿植物以提高景观持续性, 同时注重植物景观后期的修剪和养护。生态属性中, 植物适应性权重值最高, 表明植物配置时着重考虑选择该地区适应性较好的乡土树种。

(2) 植物配置综合评价。经计算得出各种植物配置模式的CI值, 见表6。I级7

个, 占比43.7%; II级6个, 占比37.5%; III级3个, 占比18.8%; 无IV级。其中, I级有M1、M2、M6、M7、M11、M13、M16, 共同特

征表现为整体评价“最好”, 其安全性和植物观赏特异性很好, 季相变化丰富, 后期养护较好, 生态属性各项指标都较优秀。II级有

表5 层次结构模型及各评价因子权重  
Tab. 5 Hierarchical structure model and weight of each evaluation factor

目标层 Target layer	准则层 Criterion layer	权重值 Weight	指数层 Exponential layer	权重值 Weights
小清河典型风貌段植物景观评价A1	功能属性B1	0.378	文化主题功能C1	0.034
			安全性C2	0.291
			导向性C3	0.054
	观赏属性B2	0.344	植物养护C4	0.091
			植物色彩丰富度C5	0.069
			季相变化C6	0.069
			景观效果持续性C7	0.095
			观赏特异性C8	0.020
	生态属性B3	0.278	植物适应性C9	0.085
			物种多样性C10	0.067
			异龄复层混交林C11	0.053
			净化功能C12	0.073

M4、M5、M10、M12、M14、M15，其共同特征表现为整体评价“较好”，但存在个别指标的不足。Ⅲ级有M3、M8、M9，其主要存在的共同问题有植物搭配的色彩和观赏特异性“一般”，植物种类单一，缺少后期养护，且有安全隐患。

根据综合评价得分，7个I级植物配置模

式可为今后济南河道植物景观规划提供借鉴。其中，7个配置模式在功能属性得分最高为M1；观赏属性中得分最高为M6、M7、M13；在生态属性中得分最高为M7、M13。

### 2.2.2 聚类评价法

将AHP计算出的16种植物配置模式的各

项评分数据用于聚类分析，绘制6个典型风貌段16种植物配置模式主要评价指标聚类图。由图2可知，16种植物配置模式各项评分情况细化归类为3组：(1) A类有M5、M6、M7、M10、M15、M16，其整体效果相对“较好”，导向性明显，季相变化较大，植物适应性和净化功能较好，景观效果较佳。(2) B类有M1、M2、M4、M11、M12、M13，其整体效果“最好”，各项评价指标都很优秀。(3) C类有M3、M8、M9、M14，其整体效果“一般”，植物种类单一，缺少后期养护，且有安全隐患等因素，因此整体效果一般，与实际情况相符。

### 2.2.3 两种方法相互验证

由调查结果得出6个典型风貌段16种植物配置模式的两种分析评价方法对比(表7)。由此可知，两种评价方法均将M1、M2、M11、M13模式划为景观效果“最好”的组别，M5、M10、M15模式化为“较好”的组别，M3、M8、M9模式化为“一般”的组别，而其他模式被归类到不同的组别中。AHP是通过CEI差值百分比和预设的分级标准来分级，主要依据是各项指标的评分，其评分越高代表的景观效果越好、组别越高，其主观性占主导。而聚类法是通过植物配置模式各项评分之

表6 6个典型风貌段16个植物配置模式评价结果  
Tab. 6 Results of 16 plant configuration models in the typical landscape section of Xiaoqing River

模式 Model	功能属性B1 Functional properties B1	观赏属性B2 Ornamental properties B2	生态属性B3 Ecological attributes B3	总得分 Total score	综合评价指数CEI/% Comprehensive evaluation index	等级划分 Classification
M1	3.403	4.132	2.500	2.556	85.2	I
M2	3.025	3.787	2.778	2.579	86.0	I
M3	1.891	2.410	1.667	1.642	54.7	Ⅲ
M4	3.025	3.787	2.222	2.183	72.8	Ⅱ
M5	1.891	3.443	2.222	1.870	62.3	Ⅱ
M6	2.647	4.476	2.500	2.502	83.4	I
M7	2.647	4.476	3.334	2.727	90.9	I
M8	1.512	2.066	2.500	1.750	58.3	Ⅲ
M9	1.891	3.099	1.945	1.622	54.1	Ⅲ
M10	2.269	4.476	3.056	2.132	71.1	Ⅱ
M11	3.025	3.787	3.056	2.626	87.5	I
M12	2.647	3.787	1.945	2.319	77.3	Ⅱ
M13	3.025	4.476	3.334	2.828	94.3	I
M14	1.891	3.099	1.667	2.014	67.1	Ⅱ
M15	2.269	4.476	2.222	1.966	65.5	Ⅱ
M16	2.647	4.132	3.056	2.547	84.9	I

表7 6个典型风貌段植物配置模式及其评价方法对比表  
Tab. 7 Comparison table of plant allocation patterns and evaluation methods in Xiaoqing River

典型风貌段 Typical landscape sections	AHP Analytic hierarchy process			聚类法 Cluster analysis		
	I级	II级	III级	A类	B类	C类
睦里桃园段	M1、M2	M15	M3	M15	M1、M2	M3
康体养生段	M6、M7	M4、M5	M9	M5、M6、M7	M4	M9
静享乐活段	M2、M7	M10	M8、M9	M7、M10	M2	M8、M9
古烁新貌段	M2、M7、M11、M13	M12、M14		M7	M2、M11、M12、M13	M14
济泺风情段	M2、M7、M13	M12、M14、M15		M7、M15	M2、M12、M13	M14
山水艺术段	M2、M7、M13、M16	M14、M15	M8	M7、M15、M16	M2、M13	M8、M14

间的相似性划分类别, 其每项指标的特性差异较大的样本划入不同的类别, 虽然CEI值高, 但其划分的组别不一定好, 以此达到“物以类聚”的效果, 其排除人为因素强行划分组别的干扰, 客观性占主导。例如, AHP法均将M14与M15划分为Ⅱ级(CEI值分别是67.1%和65.5%, 属“较好”级别), 而聚类法将其分别划分为C类“一般”和A类“较好”不同类别。主要原因是M14模式在横向结构中植物种类少, 在竖向结构中只有乔灌结构, 而M15模式两者均高, 符合实际情况, 其方法可靠性强。

综上所述, AHP和聚类法将6个典型风貌段所对应的植物配置模式的景观效果评价排序分别为: 古泺新貌段>济泺新貌段>山水艺术段>睦里桃园段>静享乐活段>康体养生段; 古泺新貌段>济泺新貌段>睦里桃园段>山水艺术段>静享乐活段>康体养生段。两种方法排序虽相差不大, 但聚类法更符合实际。

### 3 结语

鉴于目前有关陆地植物景观评价的研究多采用AHP、美景度评价法、语义差异法等主观性方法来综合评价植物配置模式的景观效果, 本研究初步尝试将AHP综合评价指数与聚类分析结合进行植物配置景观效果评价, 其客观性评价占主导, 更符合实际, 吻合度高。但受调查问卷群体素质的影响, 不能完全排除人为因素的干扰, 对评价结果可能有影响, 需要在今后的研究中不断进行改进。因此, 在未来植物景观效果评价中, 如何采用多角度、多指标、多尺度并将两种方法有机地融合, 应用于其评价研究中, 更具挑战性。

注: 文中图表均由作者绘制。

### 参考文献

[1] 王靖雯. 低影响开发理念下城市河道景观优化研究——以郑州市金水河河道景观设计为例[D]. 郑州: 华北水利水电大学, 2021.

[2] 白一苇. 基于近自然生态修复的城市河道驳岸设计研究——以英格兰威尔特郡马登河为例[J]. 城市建筑, 2021, 18(17): 151-153.

[3] 董哲仁, 孙东亚, 赵进身, 等. 生态水工学进展与展望[J]. 水利学报, 2014(12): 1419-1426.

[4] 邴爽. 基于生态修复理念下城市河道景观规划设计——以河南省新乡市辉县百泉河为例[D]. 北京: 北京林业大学, 2019.

[5] 贾乃谦. 明代名臣刘天和的“植柳六法”[J]. 北京林业大学学报(社会科学版), 2002(Z1): 76-79.

[6] 杨文霞. 生态文明视角下城市河流生态修复策略初探——以北汝河生态修复为例[C]//2018中国城市规划年会论文集, 杭州: 中国城市规划学会, 2018.

[7] 李丹丹, 张秦英, 董珂, 等. 天津大学校园植物景观空间评价[J]. 中国城市林业, 2021, 19(04): 115-119.

[8] 吴友炉, 李宜斌, 谭广文. 广州下沉式绿地草本植物应用综合评价[J]. 中国园林, 2021, 37(01): 122-126.

[9] 刘方炎, 高成杰, 李昆. 西南干热河谷植物群落稳定性及其评价方法[J]. 应用与环境生物学报, 2021, 27(02): 334-350.

[10] 康秀琴. 基于AHP法的桂林市8个公园绿地植物景观评价[J]. 西北林学院学报, 2018, 33(6): 273-278.

[11] 王彦芬, 周建华. 基于SBE法的重庆市中央公园植物景观评价[J]. 林业调查规划, 2018, 5(43): 197-200.

[12] 矫明阳, 高凤, 郝培尧, 等. 基于SD法的城市带状公园植物景观评价研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(05): 185-190.

[13] 张雅, 苏春利, 马燕华, 等. 水化学和环境同位素对济南东源饮用水源地地下水演化过程的指示[J]. 环境科学, 2019, 40(06): 2667-2674.

[14] 张健, 宋坤, 宋永昌. 法瑞学派的发展历史及其对当代植被生态学的影响[J]. 植物生态学报, 2020, 44(7): 699-714.

[15] 慕德宇, 张睿, 房乐瑶, 等. 济南城区绿地大叶女贞抗寒性分析与评价[J]. 植物学研究, 2022(3): 280-289.

[16] 曾威, 冯莹, 曾李恒. 基于AHP法的泉州7个口袋公园景观评价[J]. 园林, 2020(12): 54-58.

[17] 慕德宇, 吉文丽. 济南木质藤本植物种类分析与评价研究[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2011, 26(1): 110-114.

[18] 李慧敏, 丰远平, 黄德英, 等. 基于层次分析法和群决策的湿地植物评价筛选[J]. 环境科学与技术, 2019, 42(11): 232-236.

[19] 张晓玮, 龚雪梅, 李琳, 等. 基于层次分析法的皖北

地区引种的彩叶植物综合评价[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2018, 44(05): 580-587.

[20] 黄元贞, 刘海平, 马良, 等. 基于层次分析法评价12种虾脊兰属植物的观赏性和生长适应性[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2018, 47(06): 667-672.

[21] 慕德宇, 孙举永, 谢经霞, 等. 山东生态造林项目植物配置与景观效果评价[J]. 山东建筑大学学报, 2021, 36(02): 61-68.

[22] 颜玉娟, 陈星可, 李永芳, 等. 基于层次分析法的湖南阳明山森林公园植物景观规划研究[J]. 中国园林, 2018, 34(01): 102-107.