

五种原产非洲灌木在广东城市园林中的应用潜力评估

Assessing the Landscape Use Potential of Five Shrub Species Native to Africa for Urban Landscapes in Guangdong

廖一颖 徐桂红 程颖慧 陈朋*

LIAO Yiyang, XU Guihong, CHENG Yinghui, CHEN Peng*

基金项目: 深圳市城管局科研项目 “非洲引种的观赏花卉的开发利用及推广研究”(编号: 202008)

摘要

为筛选适宜在深圳园林中推广应用的原产非洲的优良灌木, 采用层次分析法, 构建了涵盖观赏性、适应性、生态安全性的综合评价模型, 以 5 种原产非洲的灌木为评价对象, 对其园林应用潜力进行量化评估。结果显示, 春毛老鼠簕 *Acanthus polystachyus*、火梓 *Tinnea aethiopica*、兔耳爵床 *Ruttya fruticosa*、狭叶赤珠木 *Petchia erythrocarpa* 的综合评分均高于 85 分, 被评为 I 级, 具有较高的园林应用价值, 且未表现出入侵风险, 可在广东地区推广应用; 长穗决明 *Senna didymobotrya* 综合得分为 83.90 分, 被评为 II 级, 园林应用表现优良, 同样适用于广东地区园林应用。通过检验对比, 研究建立的综合评价体系具有合理性与可靠性, 可为外来园林植物的科学筛选提供可操作的评估工具。

Abstract

To identify superior shrub species native to Africa suitable for landscape use in Shenzhen, this study developed a comprehensive evaluation system based on the Analytic Hierarchy Process (AHP), incorporating ornamental value, adaptability, and ecological safety. Five shrub species native to Africa were selected for quantitative assessment of their landscape application potential. The results showed that *Acanthus polystachyus*, *Tinnea aethiopica*, *Ruttya fruticosa*, and *Petchia erythrocarpa* all scored above 85 points and were rated as Grade I, indicating high landscape application value with no invasive behavior observed in the assessment, broader use in Guangdong requires further monitoring. *Senna didymobotrya* scored 83.90 points and was rated as Grade II, also showing potential for landscape use in the same region. Through validation and comparison, the comprehensive evaluation system established in this study showed preliminary consistency with the comparison cases, and can provide an operational assessment tool for the scientific screening of introduced landscape plants.

文章亮点

1) 运用层次分析法构建涵盖观赏性、适应性与生态安全性的多指标评价模型, 为外来园林植物筛选提供可复制范例。2) 提出“生态优先”引种原则, 为平衡景观提升与入侵防控提供决策参考。3) 系统评估 5 种原产非洲灌木在广东的应用潜力, 明确其观赏特性、适应性与低入侵风险, 为华南地区引种推广提供科学依据与差异化建议。

关键词

非洲灌木; 园林植物; 园林应用; 综合评价; 生态安全性; 引种筛选

Keywords

African shrubs; Ornamental plant; Landscape use; Multicriteria evaluation; Ecological safety; Plant introduction

收稿日期: 2026-01-29

修回日期: 2026-04-17

在全球范围内, 由于园林绿化、科学研究、迁地保护和异质景观等需求, 外来植物引种及洲际交换十分必要^[1]。城市园林植物的引种工作也极大地推动了我国城市园林绿化的发展。然而, 因物种引进而引发的生物入侵问题已成为全球关注的焦点。据统计, 每年外来物种入侵给世界各国造成的经济损失高达数千亿美元^[2~3]。

当前, 园林绿化中外来植物种类的应用比例较高, 乡土植物的应用比例普遍偏低, 且这一趋势仍在延续^[4]。以深圳为例, 其园林绿化中乡土与外来植物种类的比例失衡显著, 约 80% 的绿化树种为外来种, 观花灌木更是几乎全部为外来种^[5~6]; 上海公共绿地中乡土树种种类占比仅为 11.22%, 应用频数占比为 11.83%^[7]。城市优良乔灌木的种类来源广泛, 非洲植物凭借较强的适应性与观赏价值, 在城市绿化中占据一席之地。例如, 泉州因在五代十国后期遍植刺桐 *Erythrina variegata* 而得“刺桐城”之名^[8]; 小叶榄仁 *Terminalia neotaliala* 层次分明的树冠层为城市街道增添了独特美感^[9]。目前, 蓝蝴蝶 *Rothea myricoides*、非洲凌霄 *Podranea ricasoliana*、铁海棠 *Euphorbia milii* 等非洲灌木在我国应用较多, 而非洲芙蓉 *Dombeya wallichii*、红纸扇 *Mussaenda erythrophylla*、沙漠玫瑰 *Adenium obesum* 等仅在部分植物园或特定区域零星应用。由此可见, 优秀的外来植物种类是园林绿化中不可或缺的组成部分。

因此, 科学合理地进行园林植物引种, 平衡外来植物的观赏价值与潜在入侵风险, 对我国城市的园林建设具有重要的现实意义^[3]。在推广应用前, 需对引进植物的生态表现、未来适应性变化、观赏性状及生态安全性等进行系统评估, 并加强引入后的长期监测。然而, 目前我国在该领域的研究仍较为薄弱^[3,10]。

层次分析法是解决多准则决策问题的结构化方法^[11], 在生态工程评估中应用广泛, 有助于识别关键生态因子与优先区域, 并促进多方共识^[12]。近年来, 该方法已成功用于

外来园林植物生态风险评估^[13~14]、引种适应性评价及园林应用观赏性评价^[15~18], 兼具风险判断能力及多维评价能力, 满足外来植物引种评估的实际需求。

依据《广东省植物迁地保护体系规划(2024—2035年)》, 在国家植物园体系建设的背景下, 植物园承担着物种迁地保育和科普展示的重要功能, 园林植物开发与利用正是实现物种保育与生物多样性保护的重要途径之一。基于此, 本研究采用层次分析法, 结合定性和定量手段, 构建涵盖观赏性、适应性及生态安全性的综合评价体系, 对 5 种引种自非洲的灌木进行园林应用潜力评估, 以期为科学开展园林植物引种、加强园林植物资源开发、丰富城市园林景观及维护城市园林生态安全提供依据, 同时也为我国的植物种质资源引种驯化与可持续利用提供可借鉴的范例。

1 评估对象与方法

1.1 评估对象

本研究选定深圳市仙湖植物园保种基地作为实验地, 供试的 5 种灌木(表 1)于 2011—2014 年陆续引种自中国科学院中-非联合研究中心和中国科学院华南植物园。研究在 2015—2025 年对灌木进行持续性观测, 待评价植物均种植于露天地块, 观测期间每日记录气温和空气湿度, 定期测量土壤含水量, 同时观察并记录植物生长状态, 包括叶片形态、新梢萌发、开花情况、整体长势等指标。

1.2 评估方法

研究综合考虑外来植物的观赏性和入侵性的辩证关系, 参考郑勇奇(2006)^[10]、彭麟迪^[13]、江怡萱等^[14]研究成果, 建立目标层、约束层、标准层和评价对象层 4 层结构的层次分析模型(表 2), 对 5 种原产非洲灌木的园林应用潜力进行评价。基于 2015—2025 年开展的持续性观察和性状记录, 研究于 2025 年 1—12 月邀请园林行业学者、从业者、管理者等相关领域的 15 位专家确定综合评价因子的评分标准(表 3), 并根据资料和现场调查结果对标准层各指标进行打分。

表 1 评估对象
Tab.1 Target of evaluation

序号	植物种类	科属 (APG IV)	原产地和生境
1	春毛老鼠簕 <i>Acanthus polystachyus</i>	爵床科 Acanthaceae 老鼠簕属 <i>Acanthus</i>	原产于东非和中非 (如埃塞俄比亚、肯尼亚、卢旺达、乌干达等地), 生长在海拔 1 100~2 300 m 的季节性湿润的草地、森林边缘、岩石林等
2	火梓 <i>Tinnea aethiopica</i>	唇形科 Lamiaceae 火梓属 <i>Tinnea</i>	原产于热带非洲, 包括东非的大部分地区, 生长在海拔 1 400 m 以下的森林边缘以及树木繁茂的河岸
3	兔耳爵床 <i>Ruttya fruticosa</i>	爵床科 Acanthaceae 兔耳爵床属 <i>Ruttya</i>	原产于非洲东部的埃塞俄比亚、肯尼亚、坦桑尼亚、乌干达、吉布提等地, 在非洲其他地方广泛种植, 常见于各种生境中
4	长穗决明 <i>Senna didymobotrya</i>	豆科 Fabaceae 决明属 <i>Senna</i>	原产于东非至热带非洲南部 (包括肯尼亚、坦桑尼亚、埃塞俄比亚等地), 常见于海拔 2 500 m 以下的河岸山地森林草原或常绿灌木林中; 作为绿肥和遮荫树种, 已被引入到亚洲及美洲的热带地区, 并在无霜区域广泛种植
5	狭叶赤珠木 <i>Petchia erythrocarpa</i>	夹竹桃科 Apocynaceae 赤珠木属 <i>Petchia</i>	原产于马达加斯加和科摩罗, 生长于海拔 2 000 m 以下的路旁及废弃地

表 2 5 种原产非洲灌木的园林应用潜力评估模型
Tab.2 Comprehensive evaluation model about landscape application potential for five shrubs native to Africa

A 目标层	B 约束层	C 标准层	D 评价对象层
5 种原产非洲灌木的园林应用潜力评估	B1 观赏性	C1 观赏部位	5 种原产非洲灌木
		C2 观赏特征的年均持续天数	
		C3 特异性	
		C4 株型	
	B2 适应性	C5 温度适应性	
		C6 园林立地条件适应性	
		C7 滨海特色	
		C8 露天种植表现	
		C9 入侵性	
	B3 生态安全性	C10 扩散性	
		C11 危害性	

接着通过元素两两比对建立各层判断矩阵，利用加权平均法计算获得准则层权重 $W_{B1\sim B3}$ ，指标层权重 $W_{C1\sim C14}$ 。最后将 16 项因子（C1~C14）的初步得分乘以对应权重，得到指标最终得分，再将每种植物各层因子的最终得分相加，计算得到植物的综合得分。

2 结果与分析

2.1 判断矩阵一致性检验及权重比较

一致性检验显示，A-Bi 判断矩阵的一致性比率 CR 为 0.004 9，B1-Ci 判断矩阵的 CR 为 0.000 9，B2-Ci 判断矩阵的 CR 为 0.000 9，B3-Ci 判断矩阵的 CR 为 0.001 2。4 个判断矩阵的 CR 均小于 0.1，表明构造的判断矩阵趋近一致，适用于计算各指标权重。计算获得 B1 观赏性、B2 适应性、B3 生态安全性的权重分别为 0.299 9、0.286 0 和 0.414 1（表 4），影响力从小到大排序依次为 B2 适应性、B1 观赏性、B3 生态安全性，表明在对外来植物的园林应用潜力评估中，

表 3 各指标评分标准
Tab.3 Evaluation criteria for various indicators of comprehensive evaluation

评价指标	100 分	75 分	50 分	25 分
C1 观赏部位	花、果、叶、茎等器官中至少有 3 项具有良好观赏效果	花、果、叶、茎等器官中至少有 2 项具有良好观赏效果	花、果、叶、茎等器官中至少有 1 项具有良好观赏效果	花、果、叶、茎等器官不具有良好观赏效果
C2 观赏特征的年均持续天数	$d \geq 30$	$30 > d \geq 15$	$15 > d \geq 7$	$d < 7$
C3 特异性	花、果、叶、茎等器官中至少有 2 项具有特异性	花、果、叶、茎等器官中至少有 1 项具有特异性	花、果、叶、茎等器官不具有特异性，但该植物整体在同类中并不常见。	花、果、叶、茎等器官不具有特异性，且该植物整体较为常见。
C4 株型	紧凑、挺拔	较紧凑	舒展	散乱
C5 温度适应性	在 0~40℃环境生长发育正常	在 5~30℃环境生长发育正常	在 10~25℃环境生长发育正常	对环境温度变化敏感，环境温度波动范围小于 5℃时生长发育正常
C6 园林立地条件适应性	具备抗病虫害、抗污染、耐贫瘠、抗旱中的 3 项及以上特性	具备抗病虫害、抗污染、耐贫瘠、抗旱中的 2 项特性	具备抗病虫害、抗污染、耐贫瘠、抗旱中的 1 项特性	不具备抗病虫害、抗污染、耐贫瘠、抗旱特性
C7 滨海特色	具有滨海特色，耐盐、抗风性强、耐湿热气候	具备耐盐、抗风性强、耐湿热气候中的 2 项特性	具备耐盐、抗风性强、耐湿热气候中的 1 项特性	不耐盐、不抗风、不耐湿热气候
C8 露天种植表现	生长正常，观赏特征显著，管理维护需求低	具备生长正常、观赏特征显著、管理维护需求低中的 2 项特性	具备生长正常、观赏特征显著、管理维护需求低中的 1 项特性	不具备生长正常、观赏特征显著、管理维护需求低中的任何特性
C9 入侵性	未被列为任何国家入侵种，只能生存于特定环境条件下	未被列为任何国家入侵种，可见于各类生境类型，但容易防治	被列为某个国家的入侵种，在我国未见报道	被列为某个国家的入侵种，在我国已见报道，较难防治
C10 扩散性	生长速度适中、繁殖方式单一、传播方式单一	具备生长速度很快、繁殖方式多样、传播方式多样中的 1 项特性	具备生长速度很快、繁殖方式多样、传播方式多样中的 2 项特性	生长速度很快、繁殖方式多样、传播方式多样
C11 危害性	对动植物无危害、无化感作用、生境占领能力弱	满足对动物有危害、对植物有危害、具有化感作用、具有较强生境占领能力中的 1 项特性	满足对动物有危害、对植物有危害、具有化感作用、具有较强生境占领能力中的 2 项特性	满足对动物有危害、对植物有危害、具有化感作用、具有较强生境占领能力中的至少 3 项特性

注：温度适应性中生长发育正常指植物在相应温度区间内能正常抽梢、展叶、开花，且未出现冻害症状（如叶片萎蔫、枯焦、枝条干枯等）。管理维护需求低指相对于精细养护标准，植物的年均修剪次数控制在 1~2 次（仅去除枯枝及徒长枝），仅在定植初期进行浇水，成活后完全依靠自然降水，且未发生需人为干预的严重病虫害。

专家认为生态安全性最重要。

2.2 综合评价等级划分及评价结果

研究按照植物综合评价分值的分布情况，将 5 种植物分为 4 个等级：I 级，分值不小于 85，综合评分高，园林应用价值高，没有入侵性，表现优秀，推荐在广东地区园林中推广应用；II 级，分值在 75 分及以上、85 分以下，入侵风险很低，综合评分较高，园林应用表现优良，可在广东地区园林中应用；III 级，分值在 65 分及以上、75 分以下，综合评分一般，园林应用价值一般，具有一定入侵风险，可用作园林应用资源收集保育，不直接进行园林应用；IV 级，分值小于 65，综合评分较低，园林应用价值较低，具有入侵性，不能在园林中推广应用。

据报道，烟火树 *Clerodendrum quadriloculare* 为新优园林植物，在深圳地区生长表现良好、长势快，几无病虫害发生，且观赏性强，具有较好的园林开发应用潜力^[19]。飞机草 *Chromolaena odorata* 是一种生长迅速的多年生草本植物，原产于热带和亚热带美洲，1934 年首次发现于我国云南南部，现已广泛分布于我国南部各省，并于 2003 年

被列入《中国外来入侵物种名单》^[20]。本研究选取烟火树和飞机草为检验组，采用本文园林应用潜力评估模型进行评价，得分分别为 88.49 分和 49.14 分（表 5），对应等级分别为 I 级和 IV 级。该结果与现有园林表现以及我国对外来植物的管控相符，表明评估模型具有合理性和代表性。

研究发现，春毛老鼠簕、火梓、兔耳爵床及狭叶赤珠木的综合评分均高于 85 分，评价等级为 I 级，表明其园林应用价值高，且未表现入侵性，推荐在广东地区园林中推广应用；长穗决明得分为 83.90 分，综合评分亦属较高，其种子量较大，也可以采取扦插方式进行繁殖，园林应用表现优良，可在广东地区进行园林应用。

2.3 5 种原产非洲灌木的应用方式

基于综合评价结果，本文对 5 种原产非洲灌木的形态特征、生态习性、观赏特点及景观应用方式进行系统介绍，以期为园林景观设计、生态修复及植物多样性营造提供参考。

1) 春毛老鼠簕

其于 2011 年引种于中国科学院中-非联合研究中心，为多年生常绿或落叶耐旱木质草本或灌木，高可达 4 m；幼茎被微柔毛至被绒毛（很少无毛）；叶片大，卵形、椭圆形，粗糙的齿状叶缘具尖锐的刺；聚伞花序单生，花粉色、紫色；苞片在基部，苞片淡绿色或稻草色，椭圆形稍倒卵形，被微柔毛，密被短柔毛；花期春夏；果褐绿色，长 1.7~2.4 cm。

春毛老鼠簕的花型中等，花色呈鲜艳的紫红色，花序多集中于植株顶端，自下而上依次开放（图 1-a）。其花色艳丽，能吸引昆虫访花，兼具观赏与生态价值。其耐旱性较强，植株常生长至 2 m，适宜用作花篱，也可丛植或片植，在公园绿化、道路绿化、滨水区域及庭院绿化中有广泛的应用前景。

2) 火梓

其于 2013 年引种于中国科学院中-非联合研究中心，为多年生灌木，多分枝，高达 3 m；茎被浓密至疏生绢毛，白色至紫色；叶对生，椭圆形至倒卵形，长 0.4~1.2 cm，宽 0.3~4.2 cm，全缘或有锯齿，先端渐尖多毛，具腺点，表面深绿色，背面色浅；花有两唇状花冠，深蓝色或浅至深紫红色，中心具明亮的黄色雄蕊，花萼褐绿色，通常基部紫色，具紫色脉；花期长，夏季开花，具香味；坚果长

表 4 各评价因子权重

Tab.4 Weights of evaluation factors

B 约束层	W_{A-Bi}	C 标准层	W_{B-Ci}
B1 观赏性	0.299 9	C1 观赏部位	0.244 0
		C2 观赏特征的年均持续天数	0.240 7
		C3 特异性	0.289 1
		C4 株型	0.226 2
B2 适应性	0.286 0	C5 温度适应性	0.245 8
		C6 园林立地条件适应性	0.233 9
		C7 滨海特色	0.244 5
		C8 露天种植表现	0.275 8
B3 生态安全性	0.414 1	C9 入侵性	0.287 6
		C10 扩散性	0.290 4
		C11 危害性	0.422 0

表 5 综合评价结果

Tab.5 Comprehensive evaluation results

组别	植物名称	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	得分	等级
评估组	春毛老鼠簕	100	75	100	50	75	100	75	75	100	100	100	89.33	I
	火梓	100	75	100	100	75	100	100	100	100	75	100	93.43	I
	兔耳爵床	100	100	75	75	75	100	50	75	100	100	100	88.91	I
	长穗决明	100	75	50	75	75	100	50	100	100	75	100	83.90	II
	狭叶赤珠木	100	75	100	100	75	100	100	75	100	100	100	94.47	I
检验组	烟火树	75	75	100	100	75	100	75	100	100	100	75	88.49	I
	飞机草	50	75	25	50	75	100	75	50	25	50	25	49.14	IV

0.5~0.8 cm, 具有直径 0.5~1 cm 的翼。

火梓花朵和叶片均较小, 花冠深红色, 黄色花药微微露出花冠, 深红色与明亮的黄色形成鲜明对比, 使小花极具视觉表现力; 花朵垂挂于枝头, 形似士兵头盔。其枝条分枝能力强, 耐修剪, 可修剪为灌木球、绿篱、树柱等园艺造型, 适用于公园绿化、道路隔离、庭院单植或盆栽(图 1-b)。其繁殖可采用扦插法, 宜配合修剪进行。

3) 兔耳爵床

其于 2014 年引种于中国科学院华南植物园, 为多年生蔓生灌木, 茎蔓生; 叶卵形至椭圆形, 长约 10 cm, 先端锐尖至圆形, 基部下倾, 全缘; 腋生聚伞花序, 单个花序有 4~8 朵花; 下部苞片叶状; 花萼具 5 枚狭窄的三角形裂片; 花冠橙色至明亮的红色(少见黄色), 花下唇基部具大的、有光泽的、产蜜的黑色花斑。

兔耳爵床的花朵形态独特: 正面观之, 其鲜艳的橘红色花冠形似竖立长耳的小兔头部; 侧面观之, 则如蜂鸟展翅, 羽翼向后摆动, 栩栩如生。其花朵对蜜蜂、蝴蝶及鸟类具有较强吸引力(图 1-c)。其在无霜地区可全年开花, 观赏期长, 观赏价值突出。其适用于热带地区的公园、道路绿化及庭院种植; 在亚热带与温带地区, 亦适宜作容器栽培观赏。

4) 狭叶赤珠木

其于 2013 年引种于中国科学院中-非联合研究中心, 为常绿灌木, 高 2~5 m, 少数植株可呈乔木状, 高达 10 m; 主茎节处具轮状分枝; 叶对生, 革质, 深绿色, 倒卵形, 长圆形或椭圆形, 长达 45 cm, 宽达 20 cm; 花单生管状, 下垂, 花冠黄色, 全年开花; 聚果呈长条状, 中间缢缩为 2~5 节, 每节含 1 粒种子, 果实初为绿色, 成熟时红色。

其枝干纤细优雅, 树形层次分明, 与小叶榄仁有异曲同工之妙; 亮黄色花朵垂挂于枝条叶下, 成熟时红色果实与深绿色叶片相衬, 更显灵动之美, 是极具观赏价值的小乔灌木种(图 1-d)。其可用于热带亚热带地区的公园绿地、道路绿化, 也可庭院种植或盆栽观赏。

5) 长穗决明

其于 2011 年引种于中国科学院中-非联合研究中心, 为多茎灌木或小乔木, 通常高达 2 m; 树干深色, 被稀疏短柔毛; 复叶对生, 长达 45 cm; 小叶 6~16 对, 卵状长椭圆形或披针长椭圆形, 顶端圆钝, 具短尖, 长 2~5 cm, 宽 0.6~2 cm; 总状花序直立, 花轴长 22~34 cm; 花鲜黄色, 花瓣 5 枚; 春夏开花; 荚果深褐色, 扁平而呈长卵圆形, 长 8~10 cm, 宽 1.8~2.4 cm。

其明黄色花朵密集簇拥, 观赏性突出。该树种适宜在热带及亚热带地区的公园、道路与滨水绿化单植、丛植或隔离带栽植, 属于花色鲜明、景观效果显著的花灌木类群(图 1-e)。

研究于深圳市仙湖植物园内试种 5 种原产非洲灌木, 进行园林绿化应用实验, 不同形态与质地的花灌木在植物群落中形成了丰富的视觉效果。矮树篱状的春毛老鼠簕群落可起到空间分割作用, 在视觉上实现“隔而不堵”的效果; 搭配

群落顶端开放的紫红色花束, 又在色彩层面丰富了单一的绿色色调。狭叶赤珠木可孤植或小群落种植于路边、转角, 清晰的层次感和空间通透性连通了远近空间, 以优雅的姿态融入景观之中。火梓作为中低高度的灌木球, 可用于填充强光区域小乔木与草本之间的空白, 低调又不失质感, 与明黄亮眼的长穗决明相互呼应。在绿化植物群落的构建中, 可依据不同灌木的自身特性进行搭配, 形成层次分明、特征突出的景观效果。本次应用实验表明, 5 种原生非洲灌木可群植、列植和孤植, 多样化的种植方式丰富了绿化景观层次, 同时提升了绿化植被种类的多样性, 能够在园林绿化中起到极佳的观赏效果。

3 讨论

3.1 综合评价体系的建立

正确认识园林植物引种工作与生物入侵的关系, 对我国城市园林建设具有重要的现实意义。园林植物引种导致的生物入侵大多是无意造成, 通过科学管理完全可以避免。一方面要避免盲目引进行为, 另一方面不应全盘否定外来园林植物的引种价值, 应积极推进城市绿化高质量发展进程^[3]。当前, 我国正在推进建设以国家植物园为核心的迁地保护体系, 针对所在地区主要气候带乃至全球范围内相似气候条件下的植物, 开展系统性迁地保护、科学开发和合理利用, 并推进生态文明与环境教育^[21]。不论是水生、陆生, 还是草本、乔灌木, 物种的开发利用都离不开合理的筛选方法, 如杭州地区睡莲品种 *Nymphaea* 的筛选^[22], 桃金娘 *Rhodomyrtus tomentosa* 与栒子 *Cotoneaster* spp. 等植物^[23~24] 的观赏价值评价, 以及林木资源的开发应用^[25~26], 均采用了层次分析法, 针对各自筛选方向进行综合评价, 提出科学的建议。

本研究基于层次分析法, 构建了包含目标层、约束层、标准层和评价对象层的 4 层评价模型, 从观赏性、适应性和生态安全性 3 个方面系统评估了 5 种原产非洲灌木的园林应用潜力。结果显示, 约束层中生态安全性权重最高(0.414 1), 其次为观赏性(0.299 9)和适应性(0.286 0), 反映了在外来植物引种应用中, 生态风险防控的重要性日益凸显。本研究在标准层中设置了入侵性、扩散性和危害性等生态安全指标, 使评价体系在兼顾观赏性与适应性的同时, 更加注重生态安全。研究还通过与已知园林植物和入侵植物的检验对比, 验证了本评价体系的合理性与可靠性, 为外来园林植物的科学筛选提供了可操作的评估工具。

然而, 外来生物的入侵过程较为复杂, 常受气候、土壤、生物等多重因素影响, 外来种的引进影响在短期内难以准确预测^[4]。园林植物引种带来的入侵风险不仅来自植物本身, 还可能源于随植物材料夹带传入的危险性昆虫或微生物, 进而引发相应的微生物和昆虫入侵^[3]。因此, 随着引种时间的增加, 应不断细化评估指标, 进一步完善该评估系统; 对已推广应用的外来植物实施持续跟踪监测, 定期进行系统综合评价。此外, 本研究构建的评价体系尚存一定局限, 主要体



a. 春毛老鼠簕的花朵与植株整体 b. 火梓的花朵与其灌木球造型 c. 兔耳爵床的花朵（似蜂鸟）
d. 狭叶赤珠木的花、果与其花境应用 e. 长穗决明的花朵与植株整体

图1 五种原产非洲灌木

Fig.1 Five shrub species native to Africa

现在因子赋权与场景适配层面。首先，各评价因子并非完全独立，而是存在内在关联与交互效应，例如温度适应性不仅影响露地越冬存活率，还会通过调控生长势间接影响园林观赏效果的持续性，这种级联关系在现行独立赋权中难以充分体现。其次，同一因子在不同约束层可能承载相反的评价导向：以扩散性为例，在生态安全维度中它属于高风险威胁指标，但在园林栽培推广维度中，易于繁殖扩散却意味着生产成本低、扩繁效率高，是品种广泛应用的重要优势。未来可针对生态保育与城市绿化等不同应用目标，引入场景化权重调节或模糊综合评价，以提升体系对不同场景的适应性。

3.2 5种原产非洲灌木的园林应用潜力

评价结果显示，春毛老鼠簕、火梓、兔耳爵床和狭叶赤珠木均被评为Ⅰ级，综合表现优异。这些植物兼具良好的观赏特性、较强的环境适应力和较低的生态风险，适合在广东地区园林中推广。4种植物在入侵性（C9）、扩散性（C10）和危害性（C11）指标上表现优秀，说明其在深圳现有观测条件下未表现出入侵倾向，繁殖与扩散能力可控，对本地生态系统及生物多样性无明显威胁。这符合当前园林引种生态优先的核心原则，是其得以优先推荐的根本前提。同时，这4种植物在观赏性与适应性方面表现突出，能够满足园林景观营造的多样化需求。长穗决明被评为Ⅱ级，其观赏性和适应性表现良好，种子量大、繁殖能力较强，虽在入侵性和危害性方面没有出现明显风险，但在实际应用中仍需加强人工管控，防止其在自然环境中过度扩散。总体看来，5种灌木在形态、花色、株型等方面各具特色，可应用于花篱、造型灌木、垂直绿化、庭院点缀等不同场景，有助于丰富深圳园林的植物多样性与景观层次。本研究表明，通过科学评价与科学管控，原产非洲的植物资源能够在提升城市园林品质的同时，兼顾生态安全。

4 结语

本研究通过构建包含观赏性、适应性和生态安全性的层次分析评价模型,对5种原产非洲灌木的园林应用潜力进行了综合评价。结果显示,春毛老鼠簕、火梓、兔耳爵床和狭叶赤珠木被评为Ⅰ级,适宜在广东地区园林中优先推广应用;长穗决明被评为Ⅱ级,可在广东地区适度开展园林应用。该评价体系强调了生态安全性在外来植物引种中的关键地位,为深圳及类似气候地区的园林植物引种、筛选与应用提供了科学依据。研究基于深圳仙湖植物园的观测数据进行评价,主要反映该区域条件下的植物生长表现,但植物在不同气候带、土壤类型及养护管理条件下的表现可能存在差异,后续需在更多区域开展验证研究。未来可进一步扩大评价对象范围,完善评价指标体系,推动外来植物资源在园林中的可持续利用。

注:图片均由作者自摄。

参考文献:

[1] 姚驰远,张德顺,Matthias Meyer,等.园林植物引种与入侵植物防控[J].中国城市林业,2021,19(2):17-21,28.
[2] 李艳.园林植物引种过程中防止有害生物入侵对策[J].山西林业,2011(3):47-48.
[3] 丛日晨,张颢,陈晓.论生物入侵与园林植物引种[J].中国园林,2003,19(3):32-35.
[4] 张光富.生态入侵与园林植物[J].中国园林,2004,20(4):38.
[5] 黄穗昇,周劲松,陈红锋.深圳乡土地被植物调查及园林应用分析[J].中国园林,2007,23(9):81-84.
[6] 周劲松,黄穗昇,谭一凡,等.深圳乡土观赏植物及其园林用途评价[J].林业科学,2007(9):111-115.
[7] 钟军琚,李向茂,王本耀,等.上海公共绿地木本植物资源调查与分析[J].中国园林,2019,35(S2):123-127.
[8] 唐均.泉州城异称“刺桐”之名新考[J].海交史研究,2025(2):54-61.
[9] 吕浩荣,陆恒,鄢海印,等.佛山新城园林植物应用分析[J].广东园林,2016,38(6):69-73.
[10] 郑勇奇,张川红.外来树种生物入侵研究现状与进展[J].林业科学,2006(11):114-122.
[11] 邓雪,李家铭,曾浩健,等.层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J].数学的实践与认识,2012,42(7):93-100.
[12] LIU L, LIN B, FANG Q, et al. Effectiveness assessment of China's coastal wetland ecological restoration: A meta-analysis[J]. Science of The Total Environment, 2024, 934: 173336.
[13] 彭麟迪,汪琼,张红丽,等.滇池西岸湿地公园园林植物外来种生态风险评价[J].浙江农林大学学报,2023,40(1):217-226.
[14] 江怡萱,王生生,林希露,等.厦门岛滨海公园外来园林植物入侵风险评估[J].热带作物学报,2024,45(7):1511-1520.
[15] 惠悦,刘会良,管开云,等.基于层次分析法的大花葱品种引种适应性评价[J].北方园艺,2025(22):12-18.
[16] 黄钰倪,李芳,翟晓君,等.基于AHP法的南亚热带新优乡土行道树种综合评价及推荐[J].广东园林,2025,47(4):103-110.
[17] 任璞玉,张艳文,胡毅飞,等.25个观赏海棠品种的引种适应性和观赏价值评价[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2026,54(3):19-34.

[18] 窦锁柱.基于AHP的野牡丹科植物的园林应用综合评价[J].安徽农学通报,2024,30(21):44-48.
[19] 周艳,徐菁菁,胡振华.5种新优园林植物在深圳引种的适应性与观赏性评价[J].广东园林,2019,41(6):48-52.
[20] 原雪姣,张渊媛,张衍亮,等.基于飞机草历史分布数据拟合的物种分布模型及其预测能力[J].生物多样性,2024,32(11):52-61.
[21] 陈进.关于我国国家植物园体系建设的一点思考[J].生物多样性,2022,30(1):29-32.
[22] 张肖娟,徐秋宾,张敏.杭州地区耐寒睡莲品种的园林应用价值综合评价[J].浙江农业科学,2025,66(10):2412-2417.
[23] 刘舒,马正兵,于晓丽.基于层次分析法的不同种源桃金娘观赏价值综合评价[J].热带农业科学,2025,45(6):115-120.
[24] 余萍,贾宝光,余治家,等.基于AHP的5种栲子的观赏性综合评价[J/OL].分子植物育种,1-31[2026-03-26].<https://link.cnki.net/urlid/46.1068.S.20241213.1108.002>.
[25] 刘嘉君,李萍,李江涛.基于层次分析法的邢台市野生林木种质资源开发利用价值综合评价[J].安徽农业科学,2025,53(10):124-127,158.
[26] 夏连.热带蒲桃属树种组配及在风景园林中的应用[D].海口:海南大学,2024.

作者简介:

廖一颖/1985年生/女/湖南怀化人/博士/深圳市仙湖植物园(深圳518001)/高级工程师/专业方向为植物资源利用

徐桂红/1985年生/男/湖南邵阳人/硕士/深圳市仙湖植物园(深圳518001)/高级工程师/专业方向为园林园艺

程颖慧/1977年生/女/福建莆田人/硕士/深圳市仙湖植物园(深圳518001)/研究员/专业方向为植物病理

陈朋(*通信作者)/1981年生/男/山东泰安人/硕士/深圳市兰科植物保护研究中心(深圳518001)/高级工程师/专业方向为珍稀濒危植物的引种保育和园林应用/E-mail: chenpeng1003@163.com