

# 基于AHP法的南亚热带新优乡土行道树种综合评价及推荐

## Comprehensive Evaluation and Recommendation of Novel and Excellent Native Street Trees in Southern Subtropics of China Based on AHP

黄钰倪 李芳 翟晓君 卓书斌 冯欣欣\*

HUANG Yuni, LI Fang, ZHAI Xiaojun, ZHUO Shubin, FENG Xinxin\*

基金项目: 广东省住房和城乡建设厅2023年科技创新计划项目“东莞市园林绿化树种的本底调查及适生乡土树种的评价、筛选、推荐及应用示范”(编号: 2023-K13-384726); 广东省住房和城乡建设厅2025年科技创新计划项目“儿童友好型植物在珠三角城市园林景观中的应用研究”(编号: 20250226K0027)

### 摘要

采用层次分析法(AHP)构建了行道树种综合评价模型, 设定了5个准则层和16个指标层, 对46种乡土树种开展综合评价, 为南亚热带地区行道树种的筛选评价提供参考模型。结果表明: 黄樟 *Camphora parthenoxylon*、蝴蝶果 *Cleidiocarpon cavaleriei*、千果榄仁 *Terminalia myriocarpa* 等7种树种综合表现优异; 大叶桂樱 *Prunus zippeliana*、华润楠 *Machilus chinensis*、苦梓含笑 *Michelia balansae* 等21种树种表现良好, 均可广泛选作广东中南部、广西中南部、云南中部等南亚热带城市的行道树。同时, 筛选12种新优乡土树种进行推介, 为南亚热带城市行道树种选择提供参考。

### Abstract

Based on the Analytic Hierarchy Process (AHP), this article proposes a comprehensive evaluation model to screen and evaluate street tree species in the Southern Subtropics of China. The model incorporates 5 criterion layers and 16 indicator levels. 46 native tree species from the Southern Subtropics in China are evaluated in detail using this model. The results indicate that 7 species, such as *Camphora parthenoxylon*, *Cleidiocarpon cavaleriei* and *Terminalia myriocarpa* exhibit excellent performance; 21 species, such as *Prunus zippeliana*, *Machilus chinensis*, *Michelia balansae* show very good performance. All of these native species are recommended for wide use as urban street trees in cities in the south-central subtropical regions of Guangdong and Guangxi, as well as in the central subtropical regions of Yunnan. Concurrently, twelve new superior native tree species have been selected for promotion, providing a reference for selecting street tree species in South subtropics cities.

### 文章亮点

1) 采用层次分析法构建了南亚热带地区行道树种综合评价模型, 完善了评价指标因子体系, 该模型避免了基于单一或少数考量因素导致的树种选择弊端。2) 基于该模型以及多年的栽培实践经验, 筛选出一批新优乡土行道树种, 为南亚热带城市园林高质量发展提供参考。

### 关键词

行道树; 乡土树种; 南亚热带; 层次分析法(AHP)

### Keywords

Street tree; Native tree species; Southern subtropics; Analytic Hierarchy Process (AHP)

收稿日期: 2025-05-09

修回日期: 2025-07-24

行道树指布设在城市道路两旁及分车带的树木, 通常以中大型乔木为主, 是城市道路与交通设施附属绿地中的重要组成部分<sup>[1-2]</sup>, 具有引导交通安全、降噪滞尘、减少雨水径流、改善空气质量、碳储备、提供遮荫及改善城市热岛效应等多方面的环境效益、生态效益及社会效益<sup>[3]</sup>。当前国内许多城

市在行道树种植上存在诸多问题<sup>[4-7]</sup>, 主要包括: 1) 种类单一, 缺乏城市地方特色; 2) 跟风种植“网红”树种, 乡土植物占比较低; 3) 花粉、飞絮、臭气扰民; 4) 易发病虫害, 抗台风能力不足; 5) 发达根系破坏城市硬化路面及建筑, 枯枝易掉落, 存在安全隐患。因此, 科学、合理地选择安全、

适宜的行道树已成为城市景观建设中的重要课题。

近年来, 关于城市行道树的综合评价研究已陆续开展: 宋丽萍等<sup>[8]</sup>运用 Bayesian 网络建模构建智能代理技术, 以现存信息库数据为基础, 并借助智能代理、数据挖掘等技术构建树种选取原型; 张雪星等<sup>[9]</sup>借助特尔菲法对多项因子进行加权处理, 系统建立了云南地区 3 种气候类型城市行道树评价应用综合指标体系, 并对 42 种乡土树种进行综合评判分级; 刘杰等<sup>[10]</sup>探讨了层次分析法在行道树评价体系中的可行性, 并肯定了层次分析法构建的评价模型与实际应用的相符程度。

广义的乡土树种指在本土自然分布或者引种栽培后高度适应本地气候、形成当地特色或文化内涵的木质类植物<sup>[11]</sup>。乡土树种的强适应性、生态关联性以及所承载的地域文化内涵, 使其在城市园林绿化中展现出广阔的应用潜力<sup>[12]</sup>。本文研究对象为国内南亚热带气候区的乡土树种, 主要区域东起台湾岛中北部及其附属岛屿, 经福建南部、广东至广西西部及云南中南部, 该区域是我国季风常绿阔叶林的主要分布地带<sup>[13~14]</sup>。我国南亚热带气候区是野生植物多样性较高的区域之一, 乡土乔木资源丰富, 也是城市较为密集的地区之一。

本文应用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 构建了行道树评价模型, 对 46 种已开展了多年栽培观测的南亚热带特色乡土树种进行综合评价, 筛选出适宜南

亚热带城市推广应用的乡土行道树种, 为城市绿化建设提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究对象

东莞植物园开展了多年南亚热带、热带野生乔木的引种保育工作, 本文以其中 46 种乔木为研究对象, 经过多年的栽培观测, 记录其株高、冠幅、花期、果期、适应性等情况, 拍摄相关的树形、花果照片, 作为后续指标评价的依据。

1.2 评价方法

层次分析法是一种将复杂问题分解为相应层次、将定性与定量相结合的多准则决策分析方法, 是目前园林评价应用较多的分析方法<sup>[15~16]</sup>。本研究经查阅资料和专家研判, 确立各项评价指标及其权重, 较为客观地评判出不同树种在城市道路应用场景中的适配情况。

1.2.1 筛选评价因子及建立评价模型

利用中国知网数据库对主题词“行道树选择应用”进行检索, 对检索出的 42 篇文献中相关的评价因子进行收集整理, 结合《城市道路绿化设计标准》(CJJ/T 75-2023) 中对于行道树树种选取要求以及园林领域专家的意见, 设定 1 个目标层 (A)、5 个准则层 (C) 以及 16 个指标层 (P), 建立评价筛选模型 (表 1)。

表 1 评价筛选模型及指标释义  
Tab.1 Evaluation and selection model and definition of indicators

| 目标层 (A)     | 准则层 (C)        | 指标层 (P)           | 指标释义                                                               |
|-------------|----------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 行道树评价<br>筛选 | 观赏价值           | 环境协调性             | 植株高度、分枝点高度、叶形等因素与路面、建筑、地形等要素的契合程度                                  |
|             |                | 植株形态特征            | 树形端正、树干笔直程度, 枝叶茂盛水平, 形成树荫遮蔽面积情况                                    |
|             |                | 色相丰富性             | 花、果、叶是否随季节产生变化, 色相变化的时长                                            |
|             | 适应能力           | 生长速度              | 树木生长成型速度                                                           |
|             |                | 耐湿热气候, 耐干旱、贫瘠土壤能力 | 树木生长过程是否能适应南亚热带高温多雨的气候, 是否具备较强的耐干旱、耐贫瘠土壤能力                         |
|             |                | 抗病虫害、污染能力         | 对常见病虫害及城市污染等不利因素的抗性                                                |
|             |                | 寿命及老化程度           | 考虑行道树远期效果, 树木因老化、死亡而更换情况                                           |
|             | 安全功能           | 交通引导性             | 植株分割空间及引导视线功能情况                                                    |
|             |                | 景观安全性             | 植株对车辆、行人、道路设施是否存在安全隐患, 如带刺、重果、大叶坠落, 植株有毒有害或具有浓烈异味, 飞絮花粉易引起呼吸道不适等情况 |
|             |                | 隔离及滞尘效果           | 遮光防眩、隔离噪声、阻滞灰尘、遮挡不良景观等作用效果                                         |
|             |                | 生物安全性             | 是否存在植源性污染或危害当地生物多样性安全的隐患                                           |
|             | 生态文明价值         | 生态价值              | 固土及水源涵养、净化环境等能力                                                    |
|             |                | 科研价值              | 是否有利于当地生物多样性长期发展, 如引鸟、蜜源植物, 或是否是重要种质资源及濒危树种的保护性应用                  |
|             |                | 文化价值              | 是否具有特色文化价值, 能营造地域文化特色                                              |
|             | 资源可及性及<br>繁育能力 | 资源可及性             | 苗源获取的难易程度, 苗木价格等                                                   |
|             |                | 苗木繁育能力            | 苗木人工扩繁难易程度, 有性 / 无性繁育模式情况                                          |

1.2.2 构建判断矩阵及其一致性检验

为得到各项指标的准确权重值，需构建同一层级的各项因素之间两两比较判断矩阵，采用九标度层次分析法进行两两比较的赋值<sup>[17]</sup>。利用 AHP 专业软件 yaahp10 构建判断矩阵并生成 AHP 调查表，由 15 位园林领域相关专家对判断矩阵进行比较赋值，对回收的调查表进行一致性检验。若某位专家的赋值未通过一致性检验，则反馈给专家请其重新赋值，直至所有专家的赋值均通过一致性检验。

1.2.3 确定指标权重

整理通过一致性检验的专家赋值调查表，导入 yaahp 10 建立的行道树评价筛选模型，利用 yaahp 10 的群决策计算功能，对各个层级因子的权重值进行计算，得到行道树评价模型的群决策权重结果<sup>[18]</sup>。

1.2.4 指标层各项评分标准的确定与分级

基于行道树评价筛选模型，建立指标层评价标准(表2)，评分采用 5 分制，分值设 5 档。邀请 30 位林业及园林领域

专家、从业一线人员对选定的 46 种南亚热带乡土树种的各项指标进行评分。回收评价表，计算 46 种乡土树种各项指标层得分的平均值并与对应的权重相乘，计算出某一指标的评价值，再将所有指标得分求和算出综合评价得分。

采用综合评价指数 *CEI* 对所选南亚热带乡土树种进行行道树适配度等级划分(表 3)，百分比分值越高表明行道树应用适配度越高。

$$CEI = S/S_0 \times 100\%$$
 (1)

其中，*S* 表示综合评价得分，*S*<sub>0</sub> 表示行道树评价理想值，即每个指标层的最高得分与权重相乘的值。

2 结果与分析

2.1 指标权重计算结果

对收集的 15 位行业内专家的赋分调查表分别进行一致性检验，15 位专家赋分表的判断矩阵的一致性比率 *CR* 值

表 2 行道树综合评价指标层各因子评分标准  
Tab.2 Scoring standards for factors in the comprehensive evaluation of street trees

| 准则层 (C)  | 指标层 (P)          | 5 分                            | 4 分                             | 3 分                             | 2 分                                | 1 分                                  |
|----------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 观赏<br>价值 | 环境协调性            | 枝下高≥ 5 m，叶形与城市道路建筑的契合程度高       | 枝下高≥ 4 m，叶形与城市道路建筑的契合程度较高       | 枝下高≥ 3 m，叶形与城市道路建筑的契合程度一般       | 枝下高≥ 2 m，叶形与城市道路建筑的契合程度较差          | 枝下高 <2 m，叶形与城市道路建筑的契合程度差             |
|          | 植株形态特征           | 树形端正、树干笔直，萌蘖少，形成树荫面积大          | 树形较端正、树干较笔直，萌蘖少，形成树荫面积较大        | 树形端正或树干笔直，萌蘖较少，形成树荫面积一般         | 树形较端正或树干较笔直，萌蘖较少，形成树荫面积小           | 树形奇特或树干歪曲，萌蘖多，形成树荫面积小                |
|          | 色相丰富性            | 花果叶颜色变化丰富，年色相变化次数≥ 6，观赏期≥ 90 d | 花果叶颜色变化丰富，年色相变化次数≥ 4，观赏期≥ 60 d  | 花果叶颜色变化较丰富，年色相变化次数≥ 3，观赏期≥ 40 d | 花果叶颜色变化单调，年色相变化次数≥ 2，观赏期≥ 20 d     | 无花无果或花果观赏价值低，植株色相单一，观赏期≥ 10 d        |
| 适应<br>能力 | 生长速度             | 迅速，2 年成型                       | 较为迅速，3~5 年成型                    | 一般，5~7 年成型                      | 较慢，7~10 年成型                        | 慢，10 年以上才能成型                         |
|          | 耐湿热气候，耐干旱、贫瘠土壤能力 | 极强                             | 强                               | 一般                              | 较差                                 | 差                                    |
|          | 抗病虫害、污染能力        | 极强                             | 强                               | 一般                              | 较差                                 | 差                                    |
|          | 寿命及老化程度          | ≥ 200 年，无老化现象                  | ≥ 100 年，老化稀见                    | ≥ 50 年，老化偶见                     | ≥ 30 年，老化常见                        | 30 年以下，极易老化                          |
| 安全<br>功能 | 交通引导性            | 枝干平直茂密，能很好地分割空间及引导交通视线         | 枝干平直或茂密，能较好地分割空间及引导交通视线         | 枝干平直，能分割空间及引导交通视线               | 枝干较平直，较难分割空间及引导交通视线                | 枝干混乱稀疏，无法分割空间或引导交通视线                 |
|          | 景观安全性            | 根系对道路设施无破坏，无落果落枝及飞絮、花粉等安全隐患    | 根系对道路设施破坏程度较轻，落果落枝及飞絮、花粉等安全隐患较轻 | 根系对道路设施破坏程度较重或存在落果落枝及飞絮、花粉等安全隐患 | 根系对道路设施破坏程度严重或存在落果落枝及飞絮、花粉等较大的安全隐患 | 根系对道路设施破坏程度严重，同时存在落果落枝及飞絮、花粉等较大的安全隐患 |
|          | 隔离及滞尘效果          | 具有优秀的隔离噪声及滞尘效果                 | 具有良好的隔离噪声及滞尘效果                  | 隔离噪声及滞尘的效果一般                    | 隔离噪声及滞尘的效果较差                       | 无隔离噪声及滞尘的效果                          |

表 2 行道树综合评价指标层各因子评分标准（续）

Tab.2 Scoring standards for factors in the comprehensive evaluation of street trees (Continued)

| 准则层 (C)    | 指标层 (P) | 5 分                          | 4 分                           | 3 分                         | 2 分                         | 1 分                           |
|------------|---------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 安全功能       | 生物安全性   | 无植源性污染，对周边生物多样性安全无威胁         | 植株无植源性污染，对周边生物多样性安全威胁程度较轻     | 存在轻微的植源性污染或对周边生物多样性安全威胁程度较重 | 存在较大的植源性污染或对周边生物多样性安全威胁程度较重 | 存在严重的植源性污染，同时对周边生物多样性安全威胁程度较重 |
|            | 生态价值    | 涵养水源、固碳降温等净化环境的能力极强          | 涵养水源、固碳降温等净化环境的能力较强           | 涵养水源、固碳降温等净化环境的能力一般         | 涵养水源、固碳降温等净化环境的能力较差         | 涵养水源、固碳降温等净化环境的能力差            |
| 生态文明价值     | 科研价值    | 极有利于当地生物多样性长期发展且为特有种 / 珍稀濒危种 | 极有利于当地生物多样性长期发展或者为特有种 / 珍稀濒危种 | 有利于当地生物多样性发展                | 与当地生物多样性发展关联不大              | 有害于当地生物多样性发展（如入侵种）            |
|            | 文化价值    | 具有极强的地域文化特色                  | 具有一定的地域文化特色                   | 地域文化特色一般                    | 基本不具备地域文化特色                 | 不具备地域文化特色                     |
| 资源可及性及繁育能力 | 资源可及性   | 极易获得                         | 较易获得                          | 一般                          | 较难获得                        | 极难获得                          |
|            | 苗木繁育能力  | 极易成活，有多种繁殖方式                 | 容易成活，有两种以上繁殖方式                | 一般，有两种繁殖方式                  | 较难成活，扩繁方式单一                 | 各种繁殖方式均难成活                    |

均小于 0.1，说明该判断矩阵通过一致性检验。计算每个因子的权重值，对单个因子进行算术平均，最后得到 16 个指标层的总权重值（表 4）。由权重结果可见，在准则层中，适应能力（C2）、安全功能（C3）和观赏价值（C1）占比较重，占总权重的 88.2%。在指标层中，景观安全性（P9），耐湿热气候，耐干旱、贫瘠土壤能力（P5），

表 4 指标层（P）对目标层（A）的总排序权重值

Tab.4 Total ranking weights of indicator layer P for target layer A

| 准则层 (C)       | 权重 (WC <sub>i</sub> ) | 指标层 (P)             | 权重 (WP <sub>i</sub> ) | 总排序权重 (W <sub>i</sub> ) | 总排序 |
|---------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----|
| 观赏价值 C1       | 0.218 3               | 环境协调性 P1            | 0.408 4               | 0.089 2                 | 5   |
|               |                       | 植株形态特征 P2           | 0.498 3               | 0.108 8                 | 3   |
|               |                       | 色相丰富性 P3            | 0.093 3               | 0.020 4                 | 14  |
| 适应能力 C2       | 0.339 8               | 生长速度 P4             | 0.160 0               | 0.054 4                 | 7   |
|               |                       | 耐湿热气候，耐干旱、贫瘠土壤能力 P5 | 0.460 3               | 0.156 4                 | 2   |
|               |                       | 抗病虫害、污染能力 P6        | 0.298 8               | 0.101 5                 | 4   |
|               |                       | 寿命及老化程度 P7          | 0.081 0               | 0.027 5                 | 11  |
|               |                       | 交通引导性 P8            | 0.204 6               | 0.066 3                 | 6   |
| 安全功能 C3       | 0.323 9               | 景观安全性 P9            | 0.539 4               | 0.174 7                 | 1   |
|               |                       | 隔离及滞尘效果 P10         | 0.148 3               | 0.048 0                 | 8   |
|               |                       | 生物安全性 P11           | 0.107 7               | 0.034 9                 | 10  |
| 生态文明价值 C4     | 0.046 1               | 生态价值 P12            | 0.491 5               | 0.022 7                 | 13  |
|               |                       | 科研价值 P13            | 0.312 9               | 0.014 4                 | 15  |
|               |                       | 文化价值 P14            | 0.195 6               | 0.009 0                 | 16  |
| 资源可及性及繁育能力 C5 | 0.071 9               | 资源可及性 P15           | 0.620 3               | 0.044 6                 | 9   |
|               |                       | 苗木繁育能力 P16          | 0.379 7               | 0.027 3                 | 12  |

表 3 行道树综合评价等级表

Tab.3 Comprehensive evaluation grade table of street tree

| CEI/%   | 评价等级 | 评价释义                                 |
|---------|------|--------------------------------------|
| ≥ 80    | 优秀   | 树种充分满足行道树的各项指标，可在南亚热带城市中广泛推广应用       |
| [70,80) | 良好   | 树种基本满足行道树的各项指标，可根据道路情况选择应用           |
| [60,70) | 及格   | 树种勉强满足行道树的各项指标，具有一定的应用限制，需结合实际情况谨慎选择 |
| <60     | 差    | 树种无法满足行道树的各项指标，不适合作为行道树使用            |

符合道路美观性的植株形态特征 (P2)，以及抗病虫害、污染能力 (P6) 的权重占比较大，反映了行道树种在实现基本功能上与普通园林树种的区别。

2.2 综合评价结果

46 种乡土树种的综合得分和 *CEI* 值如表 5 所示。其中，*CEI* 不小于 80% 的树种的评级为“优秀”，*CEI* 不小于 70% 的树种的评级为“良好”，*CEI* 不小于 60% 的树种的评级为“及格”，*CEI* 小于 60% 的树种的评级为“差”。

1) 被评为优秀等级的乡土树种共有 7 种, 分别为黄樟、蝴蝶果、乐昌含笑、铁力木、花榈、千果榄仁、浙江润楠。它们在适应能力、安全功能以及植株形态方面均表现出色，适宜作为南亚热带城市行道树进行推广种植。

2) 被评为良好等级的乡土树种有 21 种，它们能够满足行道树的基本要求，但在某些指标上略有不足，例如黄果厚壳桂易患虫蛀，苦梓含笑耐干旱和贫瘠能力一般，大花五桠果、苹婆、云南石梓存在落果落叶情况，喜树、红锥、潺槁木姜子植株形态与环境协调性一般，闽楠、绒毛润楠生长速度较慢等，需要通过优化栽培管理措施或根据具体道路情况选择性应用。

3) 被评为及格等级的乡土树种有 15 种，这些树种在作为行道树使用时存在一定的局限性，需充分考虑道路条件。例如土沉香虽然极具地域特色和文化内涵，但其生长速度缓慢且抗病虫害能力较差，适用于病虫害管理较好的人行次干道；乌桕适应性强、叶色观赏价值高，但其树形较散乱且冬季无叶，适合作为道路景观提升的点缀式应用；五桠果、木奶果、南酸枣等树种具有较高的观赏价值，但其结实量较大，且果实酸性物质易腐烂发臭，适用于道路边缘的交通岛绿地、道路护坡等；银叶树、坡垒等树种具有良好的科研生态价值，但其对湿热贫瘠的环境适应能力一般，适用于土壤环境较好、水肥管理到位的公园绿道或生态绿道。

4) 被评为较差等级的树种有 3 种，为乌榄、降香、火烧花。三者虽于野外环境或园林应用中展现出较为优良的特性，但在行道树的关键指标，如

表 5 南亚热带乡土树种综合评价结果  
Tab. 5 Results of comprehensive evaluation of native tree species in Southern Subtropics

| 序号 | 科    | 属    | 种                                   | 综合得分   | CEI/% | 评级 |
|----|------|------|-------------------------------------|--------|-------|----|
| 1  | 樟科   | 樟属   | 黄樟 <i>Camphora parthenoxylon</i>    | 4.3134 | 86.27 | 优秀 |
| 2  | 大戟科  | 蝴蝶果属 | 蝴蝶果 <i>Cleidiocarpon cavaleriei</i> | 4.1425 | 82.85 |    |
| 3  | 木兰科  | 含笑属  | 乐昌含笑 <i>Michelia chapensis</i>      | 4.1095 | 82.19 |    |
| 4  | 红厚壳科 | 铁力木属 | 铁力木 <i>Mesua ferrea</i>             | 4.1070 | 82.14 |    |
| 5  | 豆科   | 红豆属  | 花榈木 <i>Ormosia henryi</i>           | 4.0972 | 81.94 |    |
| 6  | 使君子科 | 榄仁属  | 千果榄仁 <i>Terminalia myriocarpa</i>   | 4.0900 | 81.80 |    |
| 7  | 樟科   | 润楠属  | 浙江润楠 <i>Machilus chekiangensis</i>  | 4.0420 | 80.84 |    |
| 8  | 蔷薇科  | 李属   | 大叶桂樱 <i>Prunus zippeliana</i>       | 3.9498 | 79.00 | 良好 |
| 9  | 樟科   | 润楠属  | 华润楠 <i>Machilus chinensis</i>       | 3.9408 | 78.82 |    |
| 10 | 木兰科  | 含笑属  | 苦梓含笑 <i>Michelia balansae</i>       | 3.9397 | 78.79 |    |
| 11 | 豆科   | 油楠属  | 油楠 <i>Sindora glabra</i>            | 3.8999 | 78.00 |    |
| 12 | 豆科   | 仪花属  | 短萼仪花 <i>Lysidice brevicalyx</i>     | 3.8088 | 76.18 |    |
| 13 | 樟科   | 厚壳桂属 | 黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>   | 3.7810 | 75.62 |    |
| 14 | 壳斗科  | 锥属   | 鬃荆锥 <i>Castanopsis fissa</i>        | 3.7617 | 75.23 |    |
| 15 | 唇形科  | 石梓属  | 云南石梓 <i>Gmelina arborea</i>         | 3.6922 | 73.84 |    |
| 16 | 桑科   | 波罗蜜属 | 桂木 <i>Artocarpus parvus</i>         | 3.6877 | 73.75 |    |
| 17 | 蓝果树科 | 喜树属  | 喜树 <i>Camptotheca acuminata</i>     | 3.6870 | 73.74 |    |
| 18 | 豆科   | 格木属  | 格木 <i>Erythrophleum fordii</i>      | 3.6731 | 73.46 |    |
| 19 | 樟科   | 楠属   | 闽楠 <i>Phoebe bournei</i>            | 3.6516 | 73.03 |    |
| 20 | 壳斗科  | 锥属   | 红锥 <i>Castanopsis hystrix</i>       | 3.6395 | 72.79 |    |
| 21 | 木兰科  | 木莲属  | 灰木莲 <i>Manglietia glauca</i>        | 3.6108 | 72.22 |    |
| 22 | 樟科   | 木姜子属 | 潺槁木姜子 <i>Litsea glutinosa</i>       | 3.6017 | 72.03 |    |
| 23 | 壳斗科  | 栎属   | 青冈 <i>Quercus glauca</i>            | 3.5716 | 71.43 |    |
| 24 | 锦葵科  | 苹婆属  | 苹婆 <i>Sterculia monosperma</i>      | 3.5574 | 71.15 |    |
| 25 | 壳斗科  | 锥属   | 米槠 <i>Castanopsis carlesii</i>      | 3.5530 | 71.06 |    |
| 26 | 樟科   | 润楠属  | 绒毛润楠 <i>Machilus velutina</i>       | 3.5509 | 71.02 |    |
| 27 | 五桠果科 | 五桠果属 | 大花五桠果 <i>Dillenia turbinata</i>     | 3.5489 | 70.98 |    |
| 28 | 金缕梅科 | 红花荷属 | 红花荷 <i>Rhodoleia championii</i>     | 3.5119 | 70.24 |    |
| 29 | 木兰科  | 木莲属  | 亮叶木莲 <i>Manglietia lucida</i>       | 3.4978 | 69.96 | 及格 |
| 30 | 樟科   | 润楠属  | 短序润楠 <i>Machilus breviflora</i>     | 3.4967 | 69.93 |    |
| 31 | 唇形科  | 柚木属  | 柚木 <i>Tectona grandis</i>           | 3.4919 | 69.84 |    |
| 32 | 山柑科  | 鱼木属  | 鱼木 <i>Crateva religiosa</i>         | 3.4651 | 69.30 |    |
| 33 | 泡桐科  | 泡桐属  | 白花泡桐 <i>Paulownia fortunei</i>      | 3.4598 | 69.20 |    |
| 34 | 大戟科  | 乌桕属  | 乌桕 <i>Triadica sebifera</i>         | 3.4382 | 68.76 |    |
| 35 | 樟科   | 木姜子属 | 假柿木姜子 <i>Litsea monopetala</i>      | 3.4198 | 68.40 |    |
| 36 | 叶下珠科 | 木奶果属 | 木奶果 <i>Baccaurea ramiflora</i>      | 3.3833 | 67.67 |    |
| 37 | 杜英科  | 猴欢喜属 | 猴欢喜 <i>Sloanea sinensis</i>         | 3.3719 | 67.44 |    |
| 38 | 瑞香科  | 沉香属  | 土沉香 <i>Aquilaria sinensis</i>       | 3.3400 | 66.80 |    |
| 39 | 蓝果树科 | 蓝果树属 | 蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>           | 3.3259 | 66.52 |    |
| 40 | 锦葵科  | 银叶树属 | 银叶树 <i>Heritiera littoralis</i>     | 3.2334 | 64.67 |    |
| 41 | 五桠果科 | 五桠果属 | 五桠果 <i>Dillenia indica</i>          | 3.2181 | 64.36 |    |
| 42 | 漆树科  | 南酸枣属 | 南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i> | 3.1177 | 62.35 |    |
| 43 | 龙脑香科 | 坡垒属  | 坡垒 <i>Hopea hainanensis</i>         | 3.0951 | 61.90 |    |
| 44 | 橄榄科  | 橄榄属  | 乌榄 <i>Canarium pimela</i>           | 2.9950 | 59.90 |    |
| 45 | 豆科   | 黄檀属  | 降香 <i>Dalbergia odorifera</i>       | 2.9283 | 58.57 |    |
| 46 | 紫葳科  | 火烧花属 | 火烧花 <i>Mayodendron igneum</i>       | 2.9145 | 58.29 |    |

注：植物分类系统采用 APG IV 系统 (Angiosperm Phylogeny Group IV)。

树形端正、生长速度以及安全功能等方面存在显著不足,故不适宜作为行道树应用。

### 3 南亚热带新优乡土行道树种推荐

基于上述评估结果与栽培实践,本文对筛选出的12种新优乡土行道树种进行介绍,资料来源于“Flora of China”(《中国植物志》英文修订版)及相关文献<sup>[19-25]</sup>,为南亚热带城市行道树种的选择提供参考。

#### 1) 黄樟

其隶属于樟科樟属(图1-a),分布于长江流域、珠江流域多个省份;高可达20 m,树干笔直,树形美观,叶色翠绿;其喜光,稍耐阴,喜温暖、湿润气候,可适应极端低温2.9℃;喜深厚、肥沃、排水良好的山地土壤;生长速度快,全株具有樟脑气息,能有效防止虫害;具有良好的经济价值和文化价值,为家具优良木材,可提取天然樟脑,是与樟 *Camphora officinarum* 同样优良的园林绿化树种。

#### 2) 蝴蝶果

其隶属于大戟科蝴蝶果属(图1-b),分布于广西、贵州、滇东南;高可达25 m,其枝叶浓密常绿,树形整齐;其喜光、喜暖热湿润气候,适宜生长温度为19~22.4℃,成树可耐极端最低气温-3℃;喜深厚肥沃、排水良好的黑色或黄色石灰质土;种子含丰富的淀粉和油,煮熟除去胚后可食用,木材亦可做家具。

#### 3) 乐昌含笑

其隶属于木兰科含笑属(图1-c),分布于湖南、广西、江西、广东、贵州等地;株高可达30 m,其树干挺拔,冠幅较大,枝叶浓密;花黄白色,具有浓烈香气;喜光,稍耐阴;喜温暖、湿润气候,适宜生长温度为15~32℃,能抗41℃的高温,亦能耐寒;对土壤pH值适应性强,宜疏松、沃润和排水良好的土壤;耐干旱,抗风性好,具有吸收有毒有害气体的能力。

#### 4) 铁力木

其隶属于红厚壳科铁力木属(图1-d),分布于广东、广西、云南;高达30 m,其树干端直,树冠锥形,枝叶细而浓密,具有良好的隔离降尘效果;春季新叶嫩红色,色相丰富,是岭南难得的春季彩叶树种;花色洁白具香气;木材结构细密,坚硬强韧,抗白蚁及其他虫害,且抗风能力好,安全性较高。其喜光,喜高温、湿润气候,适宜生长温度为20~26℃,可耐极端最低气温1℃;宜深厚肥沃、排水良好的酸性土壤,忌积水。

#### 5) 花榈木

其隶属于豆科红豆属(图1-e),广布于长江以南各省区;株高可达16 m,主干端直,树冠整齐,其叶背具毛,滞尘效果极佳;其荚果成熟时开裂,露出鲜红色的种子,奇特美丽;其喜光,稍耐阴,喜温暖湿润气候,可耐极端最低气温0℃;喜肥沃、湿润的微酸性土壤;一般播种繁殖,种子萌发率高;木材致密质重,纹理美丽,是应用历史悠久的

珍贵用材;为国家二级保护植物,亦具有极高的科研价值及保育价值。

#### 6) 千果榄仁

其隶属于使君子科榄仁属(图1-f),分布于广西、云南、西藏;株高可达35 m,树干笔直,顶端枝叶舒展,能形成较大的树荫面积;果小,但量极大,颜色鲜红,具有良好的观果效果,且落果也不会影响道路交通及保洁;生长速度极快,播种苗出芽率极高,5年即可成型;极喜光,喜温暖、湿润气候,适宜生长温度为19~23℃,可耐极端最低温度0~3℃;喜肥沃、湿润的砖红壤性土壤;为国家二级保护植物,科研价值较高。

#### 7) 浙江润楠

其隶属于樟科润楠属(图1-g),分布于广东、广西、海南、江西、湖南、福建和浙江;常绿乔木,树干通直挺拔、树姿大气优美,分枝多,树冠呈伞形,遮荫效果极佳;春天幼叶红色绚丽,是岭南难得的春季彩叶树种;其喜光,喜温暖、湿润气候;宜深厚肥沃、排水良好的沙壤土;抗风性好,极少有病虫害情况,且具备良好的水源涵养功能。

#### 8) 大叶桂樱

其隶属于蔷薇科李属(图1-h),分布于福建、台湾、广东、广西、云南等各省区;株高达25 m,树形优美,树冠大,叶片大,叶色油绿浓密,能形成较大面积的树荫;有自然脱皮习性,脱皮后的枝、干均显红褐色,美丽奇特,是一种优美的庭院绿化及行道树种。其喜光,喜温暖、湿润气候;宜深厚、腐殖质丰富的酸性土壤。

#### 9) 华润楠

其隶属于樟科润楠属(图1-i),分布于广东、广西;株高可达11 m,株形、叶形、叶色与浙江润楠相似;适应性强,生长速度快,同时是材质优良的用材树种。

#### 10) 苦梓含笑

其隶属于木兰科含笑属(图1-j),分布于广东、广西、海南、云南东南部;高可达10 m,其树冠如盖,圆整翠绿,枝密叶大;叶背密被褐色绒毛,滞尘及净化空气效果优良,花色洁白芳香;其喜光;喜温暖湿润气候,适宜生长温度为10~20℃,可耐5℃左右的轻霜;宜深厚肥沃、排水良好的酸性土壤。适宜用于城市各类绿地,可作遮荫树种、风景林丛树种,是优良的园林绿化树种。

#### 11) 油楠

其隶属于豆科油楠属(图1-k),别名蚌壳树,分布于海南;株高可达20 m,笔直挺拔,树形优良,冠幅大,叶色浓绿;其喜光,略耐阴,喜温暖、湿润气候,适宜生长温度为11~28℃,可耐极端低温-3~1.8℃;耐干旱,对土壤要求不严;生长迅速,对病虫害具有较强的抵抗力;木质部中含有的丰富油脂,可燃性与柴油相似,具有重要经济价值;该树种为海南热带雨林特色物种,国家二级保护植物。

#### 12) 短萼仪花

其隶属于豆科仪花属(图1-l),分布于广东、广西、云南;株高可达20 m,树形优美,主干挺拔,枝叶层叠,盛花时

红白相间，色彩缤纷，花量大，极具观花价值；其喜光，较耐阴，喜温暖、湿润气候；宜深厚肥沃的山地沟谷土壤；病虫害少；其木材黄白色，坚硬，同时是优良的建筑用材。

4 结论与展望

本文基于层次分析法构建了行道树种评价的递阶层次模型，模型包含 5 个准则层及 16 个指标层，并基于该模型系

统评估了 46 种南亚热带乡土树种在行道树应用中的潜力。结果表明：1) 黄樟、蝴蝶果、千果榄仁等 7 种树种在各项评价指标中表现优秀，具备较高的应用价值，适宜在南亚热带城市广泛推广；2) 大叶桂樱、华润楠、苦梓含笑等 21 种树种被评为良好等级，这些树种在某些方面存在局限性，但在多样化的道路环境中仍展现出了巨大的应用前景。

当前上述树种主要种植于植物园等研究机构，尚未在城市园林中大范围普及应用，主要原因为：1) 苗木商对该类



图 1 推荐应用的新优乡土行道树种

Fig.1 Recommended novel and excellent native street tree species

新优苗木了解不足,加之乔木育苗周期长,导致市场苗源匮乏;2)城市行道树主要由设计方选定,设计方对新优树种特性认识不足,在设计图中应用较少,导致其种植量也少。因此,未来需加强上述乡土行道树的推广示范,让行政主管部门、设计方、施工方、育苗方等从业者均知晓其新优性状,使其广泛应用于亚热带城市园林。

当前,该行道树评价模型仍以定性指标为主导,且不同道路场景的筛选评价指标较为宽泛,将来可加入定量指标,如绿地覆盖率的面积、枝干平直程度值,同时根据不同绿带类型、不同具体应用场景设置子评价模型,使综合评价体系更为科学、具体、细化、精准。

注:图片均由作者自摄。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.城市道路绿化设计标准:CJJ/T75-2023[S/OL].[2025-05-15].[https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202311/content\\_6916049.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202311/content_6916049.htm).
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.城市绿地分类标准:CJJ/T85-2017[S/OL].[2025-05-15].[https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zc/wjk/art/2018/art\\_17339\\_236545.html](https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zc/wjk/art/2018/art_17339_236545.html).
- [3] MULLANEY J, LUCKE T, TRUEMAN S J, et al.城市硬质环境中行道树的效益和机遇[J].科技与信息(现代园林),2015,12(5):352-361.
- [4] 林鸿辉,代色平,刘湘源,等.广州城市道路绿化存在问题和改进建议[J].广东园林,2006,28(3):36-39.
- [5] 牛王翠,罗素梅,陈碧露.行道树设计存在的问题及建议[J].现代园艺,2020,43(9):131-132.
- [6] 程睿,黎国健.深圳市城市快速路行道树木安全风险评估研究[J].园林,2024,41(8):133-139.
- [7] 黄英梅,崔诚,吴家龙,等.广州市主要行道树根系对道路破坏状况调查[J].中国城市林业,2024,22(6):155-163.
- [8] 宋丽萍,余光辉.深圳绿化树种选择智能决策支持系统的构建[J].南京林业大学学报(自然科学版),2005(2):87-91.
- [9] 张学星,施莹,周筑,等.云南城市行道树选择及综合评价研究[J].浙江农林大学学报,2011,28(6):922-926.
- [10] 刘杰,杨恒友,孙双君.层次分析法在城镇行道树选择评价中的应用[J].安徽农业科学,2010,38(6):3257-3258.
- [11] 郑晓程.乡土树种在长沙城市园林绿化中的应用及评价[D].长沙:中南林业科技大学,2010.
- [12] 陈志晖,罗连,廖文波.广州地区乡土树种筛选与园林价值综合评价[J].广东园林,2022,44(6):12-17.
- [13] 郑亚纹.中国植被与气候关系研究[D].金华:浙江师范大学,2024.
- [14] 傅伯杰,刘国华,陈利顶,等.中国生态区划方案[J].生态学报,2001(1):1-6.
- [15] 张波.AHP基本原理简介[J].西北大学学报(自然科学版),1998(2):20-24.
- [16] 翁殊斐,柯峰,黎彩敏.用AHP法和SBE法研究广州公园植物景观单元[J].中国园林,2009,25(4):78-81.
- [17] 金晶.基于AHP的西安市城市道路绿地植物选择与配植研究[D].西安:西安建筑科技大学,2017.
- [18] 陈铁权.引导式教学在高职院校网络教学中的评价研究——基于AHP的Yaahp软件实现[J].船舶职业教育,2020,8(5):36-39.

- [19] 丘小军.中国南方生态园林树种[M].南宁:广西科学技术出版社,2006.
- [20] 周琳洁.华南乡土树种与应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [21] 周铁烽.中国热带主要经济树木栽培技术[M].北京:中国林业出版社,2001.
- [22] 肖珍泉.黄樟在园林绿化中的地位及其栽培技术[J].广东建材,2008(2):180-181.
- [23] 罗盛碧,黄土桂,黄鹏.城镇绿化优良树种——蝴蝶果[J].林业实用技术,2008(3):47-48.
- [24] 胡建湘,刘勐.铁力木的引种栽培[J].亚热带植物科学,2008,37(4):38-41.
- [25] 黄练忠,熊基舜,陈进.广东东莞短萼仪花的资源分布与观赏特性研究[J].广东林业科技,2008(1):63-66.

---

## 作者简介:

黄钰倪/1998年生/女/广东茂名/本科/东莞植物园(东莞523086)/园林助理工程师/专业方向为园林植物栽培及应用

李芳/1990年生/女/江西赣州人/硕士/东莞植物园(东莞523086)/林业工程师/专业方向为野生植物引种驯化、园林应用

翟晓君/1992年生/男/广东东莞人/本科/东莞植物园(东莞523086)/专业方向为植物专类园管养

卓书斌/1984年生/男/海南万宁人/本科/东莞植物园(东莞523086)/园林高级工程师/专业方向为野生植物引种驯化、园林景观建设

冯欣欣(\*通信作者)/1987年生/男/山东济宁人/博士/东莞植物园(东莞523086)/园林高级工程师/专业方向为野生珍稀观赏植物引种驯化、新品种培育及园林应用/E-mail:xinxin8715@163.com.