

滨海城市道路防护绿地树种综合评价与应用

蒋华平, 薛雪* (深圳市北林苑景观及建筑规划设计院有限公司, 广东深圳 518000)

摘要 该研究以三亚市 46 条主要道路的道路防护绿地树种为对象, 调查评价分析了树种整体构成、生长状况、景观效果、生态效益等指标。结果表明: 三亚市主要道路防护绿地树种丰富度高, 有 35 科 72 属 123 种; 选择 14 个重要评价因子, 利用层次分析法, 建立滨海城市道路树种综合评价模型, 对 47 种乔木树种进行综合评价, 将 29 种乔木划为 I 级树种, 12 种乔木划为 II 级, 6 种乔木划为 III 级; 在道路配置模式方面, 39.1% 的道路为乔木+灌木+草本模式, 其次是乔木+灌木模式, 有 15 条道路, 21.7% 的道路采用乔木+灌木+草本+藤本模式, 较少的是乔木单一配置模式和乔木+草本模式。以此研究结果为依据, 推荐三亚市道路绿地骨干树种、基调树种、抗风树种、观花树种以及配置模式和指标, 为滨海城市绿地树种的优化提供建议。

关键词 道路绿化; 树种综合评价; 滨海城市; 种植模式

中图分类号 S731.8 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)17-0115-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.17.033



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comprehensive Evaluation and Application of Tree Species for Coastal Urban Road Protection Greenbelt Space

JIANG Hua-ping, XUE Xue (Shenzhen BLY Landscape&Architecture Planning&Design Institute Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518000)

Abstract The tree species of 46 main road greenbelts in Sanya City were investigated and analyzed, including the overall composition of tree species, growth status, landscape effects, ecological benefits and other indicators. The results showed that there were 123 species belonging to 72 genera and 35 families in the main road greenbelts in Sanya City, and 14 important evaluation factors were selected. A comprehensive evaluation model of road tree species in coastal cities was established by using analytic hierarchy process. 47 tree species were evaluated comprehensively. 29 tree species were classified into grade I, 12 trees into grade II and 6 trees into grade III. 39.1% of the roads were arbor + shrub + herb mode, followed by arbor + shrub mode, with 15 roads, 21.7% of the roads were arbor + shrub + herb + vine mode, the least were single tree planting mode and arbor + herb mode. Based on the results of the study, the backbone tree species, keynote tree species, wind-resistant tree species, flowering tree species and planting patterns and indicators of road green space in Sanya City were recommended, which could provide suggestions for the optimization of tree species in coastal urban green space.

Key words Road greening; Comprehensive evaluation of tree species; Coastal city; Planting pattern

城市防护绿地作为城市绿地系统中的关键部分, 发挥着卫生、隔离、安全、生态防护等多重功能^[1-3], 其中的道路防护绿地不仅对道路区域具有针对性的生态作用, 而且从更大的尺度考虑, 道路防护绿地以线性或网状为主要特征, 串联起城市破碎的景观资源, 是对城市风貌和地域特色的过渡和集聚体现。其中, 道路绿地树种构成了道路绿地风格和质量的骨架和核心, 通过多样化的种类、空间结构、配置模式能表达迥然不同的景观设计理念和地域特质, 体现出各个城市园林建设的方法策略和理念水平^[4-8]。

国内对植物资源的评价一般结合层次分析构建评价模型, 层次分析法构建的评价模型指标大多数从生态质量、观赏特性、文化内涵等方面出发^[9-13], 滨海地区也主要是针对抗风性、景观性等单一指标进行树种评价^[14-16], 未针对滨海地区的特殊情况以及作为绿地系统规划的有机组成部分考虑, 未构建科学、有针对性的综合评价模型, 缺少对滨海城市树种研究的理论指导。笔者通过对三亚市 46 条道路的树种进行实地调研, 着重摸清树种生态状况、整体构成、景观特性等, 在层次分析法中着重加入滨海特色、抗风性、抗病虫害、固碳释氧等针对性指标, 以构架三亚城市道路绿地树种综合评价模型, 并因地制宜地提出道路绿地树种规划建议, 以期对三亚市绿地系统规划提供重要支撑, 也为华南地区城市树

种资源评价和应用提供建议。

1 研究地概况与研究方法

1.1 研究地概况 该研究位于三亚市, 是我国最南部的滨海旅游城市, 热带海洋性季风气候特征明显, 全年暖热, 雨水充沛, 干湿季明显, 热带气旋影响频繁。5—10 月为台风多雨季, 11 月至翌年 4 月为旱季。生物多样性非常丰富, 森林覆盖率达 69%, 其中棕榈科植物是三亚的标志, 如椰子树、大王椰、狐尾椰等, 并且分布有珍贵的红树林植被群落^[17-19]。

1.2 研究区域 该研究依据《城市绿地分类标准》(CJJ/T 85—2017) 以及《三亚市城市绿地系统规划(2011—2020) 修编》内容, 研究区域涉及三亚市天涯区、吉阳区、海棠区等行政区域, 调查道路防护绿地主要包括凤凰路、南边海路、鹿回头路、小东海路、榆亚路、狗岭路、临春河路、河东路、新风路、河西路、解放路、三亚湾路、吉祥街、迎宾路、育新路、龙海路等 46 条道路。

1.3 研究时间与方法 该研究时间为 2018 年 1—8 月, 采用实地调研方式, 详细记录调查区内城市道路、高速公路两侧及中央绿化带的树种组成、生长情况、配置模式、景观效果、生态效益等指标; 根据《中国植物志》《海南植物志》等专业书籍以及相关研究成果进行资料收集整理; 根据层次分析法准则层所定的各项指标对绿地树种进行综合评价分析。

1.4 评价体系的建立

1.4.1 制定评价标准。 根据研究地的热带滨海地域特色、城市园林建设的实际需求(如抗风性、景观性)、防护绿地的

作者简介 蒋华平(1969—), 男, 湖北武冈人, 高级工程师, 国家注册城市规划师, 从事城市生态与景观规划设计研究。* 通信作者, 工程师, 硕士, 从事城市生态与景观规划设计研究。

收稿日期 2019-04-15; **修回日期** 2019-05-08

生态功能等,汇集专家意见建立此次评价体系。准则层为观赏性(B1)、抗性(B2)和生态效益(B3),观赏性包括热带地域特色、树形、叶、花、果,抗性包括抗风性、抗病虫害、耐阴性和

耐干旱,生态效益包括固碳释氧、净化空气、降温增湿和滞尘减噪(表1)。

表1 道路防护绿地树种综合评价体系(A)

Table 1 Comprehensive evaluation system of tree species in road protection greenbelt(A)

| 准则层 Criteria layer | 因子层 Factor layer | 因子层评价标准 Evaluation criteria of factor level |
|--------------------------------|---------------------|---|
| 观赏性(B1) Ornamentality | 热带地域特色(C1) | 优:树种具有热带地域植物的特色,海岛风情浓郁,如棕榈科植物 中:热带地域特色一般 低:树种缺少热带区域植物特色 |
| | 树形(C2) | 优:树木形状自然优美、枝叶结构合理,相互覆盖或遮掩率小于15% 中:树木形状自然,冠幅完整,枝叶相互覆盖或遮掩率为15%~25% 低:树冠杂乱或残缺,枝叶相互覆盖或遮掩率高于25% |
| | 叶(C3) | 优:枝叶浓密,叶色鲜艳,如彩色和亮绿色、异形叶等 中:叶色为常见的绿色 低:叶色暗淡,如灰绿色 |
| | 花(C4) | 优:花色鲜艳,如金黄、鲜红、纯白等,花量占树冠50%以上,花期90 d以上 中:花色较鲜艳,如粉红、白色等,花量占树冠30%~50%,花期30~90 d 低:花色暗淡,如粉紫、粉蓝等,花量占树冠30%以下,花期30 d以下 |
| | 果(C5) | 优:果色鲜艳,如橘红、金黄等,果量占树冠50%以上 中:果色一般,如青色、淡白等,果量占树冠30% 低:果色暗淡,如灰色、墨绿等,果量占树冠30%以下 |
| 抗性(B2) Resistance | 抗风性(C6) | 强:直根系,根系发达且深和广、树枝柔韧,树形透风性良好,抗强风中:根系比较发达,但木材密度较低 弱:根系不发达或具浅根系,枝叶繁密,树形透风性差,抗风性差 |
| | 耐涝性(C7) | 优:多生于水边或水中,在长时间水涝条件下能够正常生长 中:能在短时间(3 d以内)水涝情况下生存,但是生长缓慢 低:短时间(3 d以内)水涝条件下出现死亡 |
| | 抗病虫害(C8) | 强:生长健壮,无病虫害,抗病性强 中:生长良好,偶尔发生病虫害,抗性较强 弱:生长较差或一般,易发生病虫害 |
| | 耐阴性(C9) | 优:在郁闭度高于60%的林下可以正常生长并更新 中:在郁闭度40%~60%的林下可以正常生长并更新 低:在郁闭度低于40%的林下可以正常生长并更新 |
| 生态效益(B3) Ecological benefit | 耐干旱(C10) | 强:强阳性,喜阳光 中:不择土壤 弱:喜湿不耐旱,多生于湿润土壤中 |
| | 固碳释氧(C11) | 强:叶面积指数高(如常绿阔叶树),吸收CO ₂ 能力强 中:叶面积指数处于中等水平(如落叶阔叶树),吸收CO ₂ 能力较强 低:叶面积指数低(如棕榈类),吸收CO ₂ 能力很弱 |
| | 净化空气(C12) | 强:对多种有害气体抗性强,能吸收多种有害气体 中:对1~2种有害气体抗性强,能吸收1~2种有害气体 低:对有害气体没有抗性,容易受害 |
| | 降温增湿(C13) | 强:枝叶茂密,林下荫蔽,舒适感强 中:枝叶量一般,林下遮阴一般 低:枝叶稀疏,林下遮阴面积少,无降温感 |
| | 滞尘减噪(C14) | 强:树冠大,枝叶浓密,叶片厚硬,表面具毛 中:枝叶稀疏,但叶片具毛 低:树冠小,枝叶稀疏,叶片小而软,不具毛 |

注:优(7~10);中(4~6);低3(1~3)

Note:Excellent(7-10);medium(4-6);low(1-3)

1.4.2 计算综合评价指数。采用景观综合评价指数法,对城市道路植物进行综合评价,即 $N = \sum_{i=1}^n (x_i y_i)$ 。式中, N 为道路植物质量综合评价分数; x_i 为道路树种在某要素下的权重; y_i 代表专家评分,按照最终评分进行分级^[20-21]。总权重

依次为热带地域特色(C1)>树形(C2)>抗风性(C6)>叶(C3)>固碳释氧(C11)>耐涝性(C7)>抗病虫害(C8)>花(C4)>净化空气(C12)>耐阴性(C9)>果(C5)>耐干旱(C10)>降温增湿(C13)>滞尘减噪(C14)(表2)。

表 2 道路防护绿地综合评价体系权重

Table 2 Weights of comprehensive evaluation system for road protection greenbelt

| 目标层 Target layer | 目标层权重 Target layer weight | 要素层 Element layer | 单层权重 Single layer weight | 指标层 Index layer | 单层权重 Single layer weight | 总权重 Total weight |
|---------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|
| A | 1.000 0 | B1 | 0.539 6 | C1 | 0.417 4 | 0.225 2 |
| | | | | C2 | 0.263 4 | 0.142 1 |
| | | | | C3 | 0.160 2 | 0.086 4 |
| | | | | C4 | 0.097 5 | 0.052 6 |
| | | | | C5 | 0.061 5 | 0.033 2 |
| | | B2 | 0.297 0 | C6 | 0.366 8 | 0.108 9 |
| | | | | C7 | 0.194 2 | 0.057 7 |
| | | | | C8 | 0.194 2 | 0.057 7 |
| | | | | C9 | 0.135 7 | 0.040 3 |
| | | | | C10 | 0.109 0 | 0.032 4 |
| | | B3 | 0.163 4 | C11 | 0.413 3 | 0.067 5 |
| | | | | C12 | 0.292 2 | 0.047 7 |
| | | | | C13 | 0.186 7 | 0.030 5 |
| | | | | C14 | 0.107 8 | 0.017 6 |

2 结果与分析

2.1 树种多样性 三亚市道路绿地树种丰富度较高,总计 35 科 72 属 123 种,乔木树种有 10 科 29 属 47 种,其中豆科 (Leguminosae)最多,有 11 种,其次是棕榈科 (Palmae),有 9 种。小乔木/灌木树种有 14 科 32 属 47 种;草本有 13 科 16 属 25 种;藤本有 4 科 4 属 4 种(表 3)。

主要乔木:榕树、大叶榕、椰子树、雨树、小叶榄仁、紫檀、

高山榕、蒲葵、银海枣、大王椰子、狐尾椰、丝葵、糖棕、凤凰木等;主要小乔木/灌木:龙船花类、三角梅、鸡蛋花、黄蝉、彩霞变叶木、黄金榕、洒金变叶木、夹竹桃、红桑、散尾葵、朱槿等;主要草本:蜘蛛兰、葱兰、黄鸟蕉、红鸟蕉、蔓花生、美人蕉、巴西鸢尾、海芋、春羽等;主要藤本:大花软枝黄蝉、炮仗花、使君子、龙吐珠。

表 3 道路防护绿地多样性

Table 3 Diversity of road protection greenbelt

| 分类 Classification | 树种 Tree species | 种数 Species number |
|---------------------------------|--|----------------------|
| 乔木 Arbor | 椰子树、榕树(小叶榕)、大叶榕、雨树、小叶榄仁、高山榕、蒲葵、银海枣、丝葵、大王椰子、狐尾椰、油棕、大花紫薇、糖棕、霸王棕、酸豆、锦叶榄仁、盾柱木、榄仁树、紫檀、红花羊蹄甲、宫粉紫荆、大叶桃花心木、铁刀木、美丽异木棉、黄檀、非洲楝、盆架树、黄槐、垂叶榕、木棉、凤凰木、火焰木、吊瓜树、银合欢、印度榕(橡胶榕)、麻楝、酒瓶椰子、菩提树、铁西瓜、刺桐、澳洲鸭脚木、红花风铃木、黄花风铃木、三角椰子、加拿利海枣、秋枫 | 47 |
| 小乔木/灌木 Small arbor/ shrub | 三角梅、小叶龙船花、龙船花、宫粉龙船花、大王龙船花、红鸡蛋花、鸡蛋花、夹竹桃、黄花夹竹桃、黄蝉、朱槿、黄金榕、亮叶朱蕉、彩霞变叶木、七彩朱蕉、红背桂、洒金变叶木、龙牙花、福建茶、散尾葵、短穗鱼尾葵、红车、朱缨花、旅人蕉、巴西野牡丹、红桑、金凤花、双荚决明、粉叶金花、鸳鸯茉莉、鹅掌藤、蔓马缨丹、翠芦莉、红花芦莉、花叶假连翘、黄心梅、剑麻、苏铁、金脉爵床、彩叶朱槿、肖黄栌、红花玉芙蓉、烟火树、红千层、琴叶珊瑚、红叶金花、红刺露兜 | 47 |
| 草本 Herb | 巴西鸢尾、花叶艳山姜、大叶油草、黄鸟蕉、红鸟蕉、海芋、美人蕉、花叶冷水花、蜘蛛兰、吊竹梅、彩叶草、银边山菅兰、葱兰、蔓花生、春羽、白蝴蝶、七彩竹芋、金脉美人蕉、泰国红草、白蝶合果芋、蚌花、文殊兰、大叶红草、台湾草、肾蕨 | 25 |
| 藤本 Vine | 炮仗花、龙吐珠、使君子、大花软枝黄蝉 | 4 |
| 总计 Total | | 123 |

2.2 树种评价 道路绿地树种不同于公园绿地的分散表达,道路绿化的规则形态决定乔木是道路防护绿地风格的基调和关键树种。该研究根据评价体系对调研的道路防护绿地乔木进行评价分级(表 4)。

29 种树种划为 I 级树种,包括棕榈科树种,如椰子树、大王椰子、银海枣、狐尾椰、蒲葵、霸王棕等能够体现三亚市滨

海旅游的地域特色,雨树、酸豆、紫檀以及榕属树种是三亚乡土树种,长势突出,具有热带植物特色;II 级树种有 12 种,红花羊蹄甲、红花风铃木、黄花风铃木、宫粉紫荆等观花树种以及垂叶榕、盆架树、大叶桃花心木由于抗风性不足整体得分中等;III 级树种有 6 种,麻楝、银合欢等观赏效果一般,吊瓜树、铁西瓜安全性较差,刺桐病虫害严重,得分较低。

表 4 道路防护绿地乔木综合评价结果

Table 4 Comprehensive evaluation results of arbor in road protection greenbelt

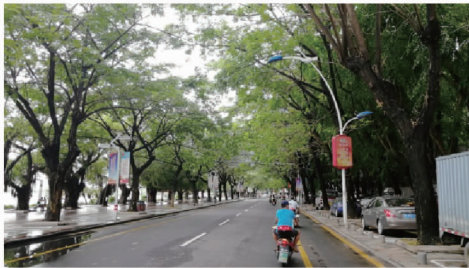
| 等级 Grade | 树种 Tree species | 种数 Species number |
|-------------|---|----------------------|
| I | 椰子树、酸豆、高山榕、雨树、凤凰木、大王椰子、银海枣、狐尾椰、蒲葵、霸王棕、酒瓶椰子、丝葵、糖棕、油棕、三角椰子、加拿利海枣、大叶榕、榕树、菩提树、印度榕、小叶榄仁、榄仁树、紫檀、大花紫薇、木棉、美丽异木棉、火焰木、秋枫、黄槐 | 29 |
| II | 红花羊蹄甲、红花风铃木、黄花风铃木、垂叶榕、澳洲鸭脚木、宫粉紫荆、铁刀木、盆架树、盾柱木、大叶桃花心木、非洲楝、黄檀 | 12 |
| III | 麻楝、锦叶榄仁、吊瓜树、铁西瓜、银合欢、刺桐 | 6 |

2.3 配置情况分析 研究的46条道路,39.1%的道路为乔木+灌木+草本配置模式,其次是乔木+灌木配置模式,有15条道路,21.7%的道路采用乔木+灌木+草本+藤本模式,较少的是乔木单一配置模式和乔木+草本模式(表5、图1)。

表5 道路防护绿地配置模式

Table 5 Configuration mode of road protection greenbelt

| 配置模式 Configuration mode | 道路名称 Road name | 条数 Road number | 比例 Proportion % |
|--|---|-------------------|--------------------|
| 乔木 Arbor | 河东路 | 1 | 2.2 |
| 乔木+草本 Arbor + Herb | 师部农场路、工业园路 | 2 | 4.4 |
| 乔木+灌木 Arbor + Shrub | 海棠北路、海棠南路、吉阳大道、抱坡路、育新路、育秀路、荔枝沟路、海罗一路、三亚湾路、新城路、机场路、三环路、水蛟路、御海路、绕城高速路 | 15 | 32.6 |
| 乔木+灌木+草本 Arbor + Shrub + Herb | 风塘路、高新大道、海榆东线、迎宾路、榆亚路、学院路、落笔洞路、海润路、春光路、凤凰路、解放路、金鸡岭路、吉祥街、狗岭路、新风路、河西路、和平街、龙海路 | 18 | 39.1 |
| 乔木+灌木+草本+藤本 Arbor + Shrub + Herb + Vine | 海岸大道、湾坡路-江林路、301医院-蜈支洲岛码头路段、田独路、亚龙湾路、临春河路、南边海路、鹿回头路、海榆西线、小东海路 | 10 | 21.7 |



乔木Arbor



乔木+草本Arbor + Herb



乔木+灌木Arbor + Shrub



乔木+灌木+草本Arbor + Shrub + Herb

图1 部分道路防护绿地配置模式

Fig. 1 Configuration mode of part of road protection greenbelt

3 结论与建议

3.1 结论

(1)道路绿地优点。三亚市道路防护绿地树种种类丰富,棕榈科等热带植物应用较广,地域特色效果显著;乔木、灌木、草本和藤本植物配置结构合理,开花植物、彩叶植物丰富,搭配较合理,道路绿地具有多层次、多色彩的特色,景观效果较好;生长状态表现良好的树种较多;工业园路、亚龙湾路、凤凰路、三亚湾路、河东路、吉祥街、迎宾路等路段植被配置丰富,空间层次感好,绿量大,生态效益显著。

(2)道路绿地不足。道路绿地树种有待进一步丰富和扩大应用范围,有些树种抗风性不够,安全性较差,病虫害严重,不建议作为道路骨干树种大面积应用;配置模式上,部分道路绿地采用乔木+小乔木/灌木或单一乔木配置模式,空间层次感差,绿量少,土壤裸露,生态效益差,整体景观效果不佳。

(3)此次构建的评价模型基于滨海地域特色,优化了相关指标,结果与实际情况基本相符,提高了评价结果的科学

性和实际指导价值。综合评价为I级的树种适应能力强、抗逆性强、观赏价值高、生态效益佳,可作为三亚道路绿地基调 and 骨干树种;II级树种综合效益较高,但是红花羊蹄甲、宫粉紫荆等抗风性不足,不适宜在海边种植,观花树种可以少量点缀;III级树种综合效益一般,不建议大面积应用,可以点植以增加道路绿地物种多样性。

3.2 建议

三亚可应用的植物种类多,特别是开花艳丽、叶色多变的乔灌木,可营造出缤纷热烈的景观氛围,同时可应用的棕榈科植物种类也较多,有利于打造海南热带风情和滨海植物特色。应充分利用此优势为城市增加魅力色彩、提高生物多样性、创造特色植物景观和营建健康交通空间。道路绿地树种规划分为基调树种、骨干树种和一般树种。基调树种选择能够体现热带风情和滨海风情的优良抗风树种;骨干树种推荐选择抗风性强、景观效果佳、绿化效果好的树种以及现有表现良好的树种。根据此次研究结果、树种适应性和苗源条件,建议如下。

3.2.1 基调树种。椰子树、酸豆、高山榕、雨树、火焰木、凤凰木、三角梅。

3.2.2 骨干树种。①棕榈类(7种):狐尾椰、糖棕、银海枣(中海枣)、金山葵(皇后葵)、霸王棕、蒲葵、丝葵(老人葵);②阔叶树(26种):盾柱木、铁刀木、美丽异木棉、木棉、麻楝、长叶马府油、坡垒、人面子、菩提树、紫檀、榄仁树(大叶榄仁)、小叶榄仁、孔雀豆(海红豆)、海南红豆、印度榕(橡胶榕)、海南菜豆树、海南蒲桃(乌墨)、榕树(小叶榕)、黄花风铃木、洋红风铃木、大花紫薇、红花羊蹄甲、爪哇决明(粉花山扁豆)、大叶榕、鸡蛋花、红鸡蛋花。

3.2.3 抗风树种。棕榈类、榄仁树、小叶榄仁、红刺露兜、花叶露兜、秋枫、尖叶杜英、木棉、扁桃、铁冬青、人面子、红花荷、海南红豆、酸豆、海南蒲桃、盾柱木、假苹婆、苹婆、玉蕊、血桐、大花紫薇、海杧果、黄花夹竹桃、朱槿等。

3.2.4 观花树种。凤凰木、木棉、美丽异木棉、盾柱木、铁刀木、腊肠树、爪哇决明、黄花风铃木、洋红风铃木、海南菜豆树、银桦、红花羊蹄甲、宫粉紫荆、黄槐、大花紫薇、鸡蛋花、三角梅、毛杜鹃、夹竹桃、朱槿、双荚黄槐、金凤花、黄蝉、软枝黄蝉、鸳鸯茉莉、巴西野牡丹、红叶金花、粉叶金花、黄鸟蕉、红鸟蕉、美人蕉、龙船花类、长春花等。

3.2.5 树种配置指标。常绿树种与落叶树种的种类比不宜小于 8:2,数量比不宜小于 9:1;乔木与灌木的种类比宜为 1:1.5~1:2;乡土树种与外来树种的种类比不宜小于 6:4,数量比不宜小于 7:3;速生树种的数量不宜超过树种总数量的 40%。

参考文献

- [1] 任启文,徐振华,党磊,等.城市道路防护绿地对空气微生物污染的屏障作用[J].生态环境学报,2015,24(5):825-830.
[2] 张彪,高吉喜,谢高地,等.北京城市绿地的蒸腾降温功能及其经济价

值评估[J].生态学报,2012,32(24):7698-7705.

- [3] 朱春阳,李树华,纪鹏,等.城市带状绿地宽度与温湿效益的关系[J].生态学报,2011,31(2):383-394.
[4] 朱小芳,曹兵.宁夏永宁县城市绿化树种调查与分析[J].中国城市林业,2018,16(6):44-48.
[5] 潘尧燕.福州市道路绿地优化模式探讨[J].亚热带资源与环境学报,2010,5(2):69-74.
[6] 王岩.城市道路绿地景观浅析:以北京市大兴区为例[J].西北林学院学报,2013,28(4):218-222.
[7] 何荣晓,钟云芳,宋希强,等.师法热带雨林自然群落,构建城市森林景观:以海口城市道路绿地为例[J].热带作物学报,2011,32(10):1968-1972.
[8] 张俊艳,成克武,臧润国.海南岛热带天然针叶林主要树种的空间格局及关联性[J].生物多样性,2016,22(2):129-140.
[9] 史佑海,褚晓航.海口市城市公园主要观花树种资源及观赏特性评价[J].南京林业大学学报(自然科学版),2014,38(Z1):118-124.
[10] 唐小清,李许文,张莎,等.广州市生态景观林带建设树种筛选评价[J].中国园林,2015(3):76-80.
[11] 夏德美.深圳市道路和公园植物应用现状及常见树种生长模型构建[D].哈尔滨:东北林业大学,2017.
[12] 陈东华.厦门城市森林林相改造树种选择与评价[J].福建林学院学报,2013,33(3):279-283.
[13] 邵锋,宁惠娟,包志毅,等.城市道路植物景观综合评价模型构建与应用[J].东北林业大学学报,2011,39(5):111-114,128.
[14] 侯倩,李意德,康文星.海南热带滨海城市防台风防护林树种的选择[J].中南林业科技大学学报,2011,31(5):184-191.
[15] 许秀玉,肖莉,王明怀,等.沿海抗台风树种评价体系构建与选择[J].浙江农林大学学报,2015,32(4):516-522.
[16] 罗金环.三亚市城区防台风防护林体系空间配置优化研究[D].长沙:中南林业科技大学,2014.
[17] 阎淑龙.城市道路绿地的生态安全设计初探[J].中南林业科技大学学报(社会科学版),2011,5(4):96-97,110.
[18] 李一伦.杭州市城区主干道路绿地植物景观调查与分析[D].杭州:浙江农林大学,2012.
[19] 朱积余,侯远瑞,刘秀.广西岩溶地区优良造林树种选择研究[J].中南林业科技大学学报,2011,31(3):81-84.
[20] 童丽丽,吴祝慧,王哲宇,等.层次分析法与熵技术评价在南京城市绿化生态树种选择中的应用[J].东北林业大学学报,2010,38(9):58-61.
[21] 李叶,张川红,郑勇奇,等.外来树种生态经济综合评价指标体系[J].生态学杂志,2010,29(5):1039-1046.

(上接第 114 页)

- [4] 赵海洲,王俊洲,李桂香.山东德州市古树名木资源现状及保护对策[J].中国园艺文摘,2017(8):67-69,99.
[5] 王志宝,陈耀邦.国家林业局、农业部令(第4号):国家重点保护野生植物名录(第一批)[A].1999.
[6] 傅立国.中国珍稀濒危植物[M].上海:上海教育出版社,1989.
[7] 王守龙,原佩剑.济源市古树名木种质资源调查分析与保护意见[J].

安徽农业科学,2019,47(12):134-135,138.

- [8] 赖伟景,何贤平,毛泽超,等.宁海县古树名木资源现状及保护管理对策[J].安徽农业科学,2018,46(23):73-75,78.
[9] 王洪波,杨铁东.浅谈古树名木生长不良的原因和保护措施[J].华东森林经理,2005,19(2):27-29.
[10] 董冬,周志翔,何云核,等.安徽省九华山风景区古树群落景观美学评价[J].生态学杂志,2011,30(8):1786-1792.