

寒地城市功能性生态园林树种选择技术

于波涛, 齐木村

(东北林业大学 经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150000)

摘要: 寒地城市面临的森林资源退化及空气、土壤、水资源污染等生态问题与在绿化过程中显露的绿化模式单一以及树种选择失当问题, 使树种选择研究显得尤为必要。基于代表性寒地城市哈尔滨市的生态园林发展需求, 选取当地 30 个典型树种作为研究对象, 采用层次分析法, 从树种功能性出发建立评价指标体系(包括抗逆功能、生态功能、美学功能及经济功能 4 个评价准则及 18 个评价因子), 对树种进行综合评价, 获得 I 级树种 14 个: 榆树 *Ulmus pumila*, 银中杨 *Populus alba* ‘Berolinensis’, 山楂 *Crataegus pinnatifida* 等; II 级树种 9 个: 樟子松 *Pinus sylvestris* var. *mongolica*, 红皮云杉 *Picea koraiensis*, 糖槭 *Acer saccharum* 等; 以及 III 级树种 7 个: 蒙古栎 *Quercus mongolica*, 色木槭 *Acer mono*, 紫椴 *Tilia amurensis* 等。另外, 由于不同绿化功能区对树种功能需求侧重点存在差异, 分别针对 4 种功能进行树种排名, 并各自得出 15 种功能优先树种。最后建立了树种功能、树种等级及绿化功能区需求综合作用的树种选择机制。图 1 表 6 参 11

关键词: 园林学; 寒地城市; 园林树种; 综合评价; 选择机制; 哈尔滨

中图分类号: S731.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2015)05-0743-06

Species selection for ecological garden trees in winter cities

YU Botao, QI Mucun

(School of Economics and Management, Northeast Forestry University, Harbin 150000, Heilongjiang, China)

Abstract: Species selection was conducted for cities with cold winters because they are faced with ecological problems including forest resource degradation; air, soil, and water pollution; and urban planning problems concerning patterns and species types. In order to reduce the pressure faced by ecological environment, while improving the efficiency of greening, research on species selection is necessary. Based on the development needs of an eco-garden for a typical winter city, Harbin, 30 typical species were selected, and the Analytic Hierarchy Process (AHP) method was used to establish a comprehensive evaluation system depending on their functions (resilience function, ecological function, aesthetic function and economic function). According to the functions of these species, establish 18 evaluation factors, get the weights by expert scoring method, score the index factors of each species separately based on the survey about their characteristics and then calculate by substituting the score into the evaluation system. Results showed 14 I-level species including *Ulmus pumila*, *Populus alba* ‘Berolinensis’, and *Crataegus pinnatifida*; nine II-level species including *Pinus sylvestris* var. *mongolica*, *Picea koraiensis*, and *Acer saccharum*; and seven III-level species including *Quercus mongolica*, *Acer mono*, and *Tilia amurensis*. Species were also ranked according to each function since the differences of demand focus of different green ribbons like parks, sidewalks, etc. Fifteen priority species were selected for the different criteria, and a selection mechanism was established considering species function, species level, and development needs. Using this mechanism, according to the species level and green demand, legitimately plan the urban greening in Harbin [Ch, 1 fig, 6 tab, 11 ref.]

Key words: landscape architecture; winter cities; gardening species; comprehensive evaluation; selection

收稿日期: 2014-11-21; 修回日期: 2015-01-20

基金项目: 黑龙江省科技攻关基金资助项目(GC10C101)

作者简介: 于波涛, 博士研究生, 从事林业生态研究。E-mail: hopebirdyu@126.com

mechanism; Harbin

随着城市化进程的加快,中国城市地区自然生态系统超负荷承载,环境质量恶化,直接威胁到了人体健康、生态系统功能和经济发展。城市生态恢复成为这一阶段城市发展的主题。作为城市生态恢复的重要工具,多功能的园林绿化树种具有广阔的开发利用前景。随着国民经济、科学技术的迅猛发展,以及人民物质文化生活水平的不断提高和环境意识的增强,人们对生态化城市建设树种的功能提出了更新更高的要求,关于树种的功能性及选择技术研究具有重要意义。现有研究^[1-2]侧重于园林树种功能探索或评价体系的系统性概述,理论意义大于实践意义,如何将两者结合,并针对具体生态失衡区域生态恢复需求进行园林树种选择有待进一步研究。寒地城市通常指北半球 45°N 以上,每年至少有 2 个月月平均气温在 0 °C 或 0 °C 以下,并伴随降雪、昼短夜长现象的城市。在中国主要指黑龙江、吉林、辽宁等 3 省及内蒙古自治区的东北部地区。漫长的冬季和严酷的气候对寒地植被要求严苛。东三省作为老工业区,经历了盲目的粗放式发展,遗留的一系列生态环境问题,如水土流失、盐碱化、空气污染、水质恶化、土壤生态系统退化及生物多样性减少等^[2]尚未得到有效解决,绿化需求旺盛。哈尔滨是中国最具代表性的寒地城市之一。自 2009 年哈尔滨市“北跃,南拓,中兴,强县”发展战略实施以来,城市经济综合实力不断增强,随之而来的生态破坏、环境污染和资源能源消耗问题日益凸显,生态系统超负荷承载。本研究以寒地城市哈尔滨为研究对象,在对哈尔滨典型树种功能进行综合评价基础上,针对不同绿化功能区生态恢复需求,研究树种选择机制,对寒地城市的生态建设及可持续发展具有一定指导作用。

1 研究区概况

哈尔滨市地处中国东北,44°04′~46°40′N,125°42′~130°10′E,属中温带大陆性季风气候,气温日较差与年较差较大,四季分明,冬季漫长而寒冷,夏季短促而炎热,春秋 2 季风沙大、降水少、易干旱。依据 2013 数据显示:哈尔滨市年平均气温为 3.6 °C,1 月平均气温-20.8 °C,7 月平均气温 23.2 °C,极端最高气温 38.7 °C,极端最低气温-40.1 °C,全年无霜期 140~160 d,年平均降水量为 619.1 mm,主要集中于 7 月和 8 月,年平均日照时数为 2 482.2 h,年平均相对湿度为 68%。土壤类型较丰富(黑土、黑钙土、草甸土、砂土、沼泽土等),有机质质量分数为 2%~4%,可适合不同类型的植物生长发育。

哈尔滨近年来绿化成效较为显著,但存在问题较多:①树种选择不当,缺乏地方特色,盲目引用外来树种,摒弃乡土树种,树种成活率较低且缺乏地方文化特色。②植物种类单一,绿化模式单调,缺乏空间立体绿化。城市不同地带的绿地建设只有将乔、灌、藤、草等植物类型按照科学合理的搭配比例组合成一个复合的立体种植群落,才能最大限度地发挥生态功能^[4]。然而从哈尔滨现有植被类型分布来看,植物群落结构简单,植物层次单调,立体绿化不足,绿化模式难以丰富。③绿化季相景观差。哈尔滨的气候条件对植物抗逆性要求高,常绿树种成为漫长冬季的主要观赏景观,色彩单调,落叶树种分布范围较广,冬季城市缺绿现象凸显。

2 研究方法

2.1 调查方法

鉴于数据繁多且搜集难度较大,本研究采用典型调查法,以哈尔滨市最为典型的 30 个树种(18 个乔木树种、11 个灌木树种及 1 个藤本树种)作为调查对象(表 1)。选取具有代表性的道路绿地,包括中央大街、中山路、新阳路、友谊路、三大动力路、果戈里大街;公园绿地包括兆麟公园、植物园、太阳岛、斯大林公园;以及居民区绿地,包括双龙绿色家园、新城花园、宜居家园、大众新城、泰山家园、立汇·美罗湾,分批次设置观察点,对树种分布规律、成活率、生长习性、欣赏价值等进行实地踏查、照片拍摄、访谈和问卷调查。

2.2 综合评价

2.2.1 构建评级指标体系 基于综合性、科学性、实用性及多样性的指标选取原则,根据哈尔滨典型树种功能性,借鉴国内外研究成果^[2-7],分别致函 5 位专家,结合哈尔滨实际地理位置、地形地貌、气候水文等情况进行指标筛选,最后确定 4 个指标层及 18 个评价因子,如表 2。

表 1 哈尔滨典型树种

Table 1 Harbin typical species

中文学名	所属科及习性	中文学名	所属科及习性
樟子松 <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	松科 Pinaceae, 常绿乔木	树锦鸡儿 <i>Caragana arborescens</i>	豆科 Leguminosae, 落叶灌木或小乔木
红皮云杉 <i>Picea koraiensis</i>	松科, 常绿乔木	花楸 <i>Sorbus pohuashanensis</i>	蔷薇科 Rosaceae, 落叶乔木
蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	壳斗科 Fagaceae, 落叶乔木	山楂 <i>Crataegus pinnatifida</i>	蔷薇科, 落叶乔木
* 糖槭 <i>Acer saccharum</i>	槭树科 Aceraceae, 落叶乔木	稠李 <i>Padus racemosa</i>	蔷薇科, 落叶乔木
色木槭 <i>Acer mono</i>	槭树科, 落叶乔木	山桃稠李 <i>Prunus maackii</i>	蔷薇科, 落叶小乔木
榆树 <i>Ulmus pumila</i>	榆科 Ulmaceae, 落叶乔木	榆叶梅 <i>Amygdalus triloba</i>	蔷薇科, 落叶灌木稀小乔木
垂枝榆 <i>Ulmus pumila</i> 'Pendula'	榆科, 落叶小乔木	毛樱桃 <i>Cerasus tomentosa</i>	蔷薇科, 落叶灌木
白桦 <i>Betula platyphylla</i>	桦木科 Betulaceae, 落叶乔木	绣线菊 <i>Spiraea salicifolia</i>	蔷薇科, 落叶灌木
水曲柳 <i>Fraxinus mandshurica</i>	木犀科 Oleaceae, 落叶乔木	紫椴 <i>Tilia amurensis</i>	椴树科 Tiliaceae, 落叶乔木
暴马丁香 <i>Syringa reticulata</i> ssp. <i>amurensis</i>	木犀科, 落叶小乔木或大乔木	接骨木 <i>Sambucus williamsii</i>	忍冬科 Caprifoliaceae, 落叶灌木或小乔木
紫丁香 <i>Syringa oblata</i>	木犀科, 落叶灌木或小乔木	锦带花 <i>Weigela florida</i>	忍冬科, 落叶灌木
* 连翘 <i>Forsythia suspensa</i>	木犀科, 落叶灌木	金银忍冬 <i>Lonicera maackii</i>	忍冬科, 落叶灌木
* 水蜡 <i>Ligustrum obtusifolium</i>	木犀科, 落叶灌木	文冠果 <i>Xanthoceras sorbifolia</i>	无患子科 Sapindaceae, 落叶小乔木
旱柳 <i>Salix matsudana</i>	杨柳科 Salicaceae, 落叶乔木	红瑞木 <i>Swida alba</i>	山茱萸科 Cornaceae, 落叶灌木
* 银中杨 <i>Populus alba</i> 'Berolinensis'	杨柳科, 落叶乔木	* 五叶地锦 <i>Parthenocissus quinquefolia</i>	葡萄科 Vitaceae, 落叶藤本

说明：* 表示外来树种，其余为乡土树种。

表 2 评价指标体系

Table 2 Evaluation index system

目标层 A	指标层 B	评价因子 C
典型树种	抗逆功能 B ₁	抗寒性 C ₁ , 抗旱性 C ₂ , 耐阴性 C ₃ , 耐涝性 C ₄ , 土壤要求 C ₅
综合得分	生态功能 B ₂	滞尘 C ₆ , 固碳释氧 C ₇ , 降温增湿 C ₈ , 杀菌 C ₉ , 吸收二氧化硫 C ₁₀
	美学功能 B ₃	树形 C ₁₁ , 叶型及叶色 C ₁₂ , 花型及花色 C ₁₃ , 果型及果色 C ₁₄ , 文化内涵 C ₁₅
	经济功能 B ₄	生长周期 C ₁₆ , 管理成本 C ₁₇ , 副产品 C ₁₈

2.2.2 确立指标评分标准 借鉴国内外有关树种评价研究成果^[6-8]，结合哈尔滨市的自然条件及园林绿化水平，采用 5 级评分制对哈尔滨 30 个典型树种评价指标实行量化分级，每个指标确定相应的评分标准(表 3)。

2.2.3 综合评价公式 基于各指标权重及分值，对 30 个典型树种综合评分及各功能评分进行计算， $V = \sum_{j=1}^m UW$ ，其中：V 为综合得分，U 为因子评分，W 为因子权重，m 为因子数。

其中：V 为综合得分，U 为因子评分，W 为因子权重，m 为因子数。

3 评价结果及分析

3.1 评价结果

3.1.1 权重 综合考虑哈尔滨生态恢复需求与树种选择存在问题，对各指标采用 Satty1~9 标度法进行重要性比较评分，利用 Yaahp V6.0 软件进行一致性检验，并得出最终结果见表 4。

3.1.2 综合评价 依据给定评分标准，对树种调查数据进行整理分析，其中抗逆功能评分部分主要通过实地调研及植物百科结合评断；生态功能评分部分主要通过查询现有文献资料获得^[9-11]；美学功能评分主要通过照片问卷形式调查，共收到有效问卷 213 份，统计分析后确定各树种的观赏特性分值；经济功能评分主要通过树种成活率资料搜集及百科资料结合获取。基于各指标权重及分值进行综合评价，结果如表 5。根据评分结果，对典型树种进行等级划分：I 级树种 14 种，榆树、银中杨、山楂、文冠果、垂枝榆、榆叶梅、树锦鸡儿、接骨木、紫丁香、连翘、锦带花、毛樱桃、绣线菊、五叶地锦；II 级树种

表3 各指标评分标准

Table 3 Grading standard of each index

评分指标	评分标准				
	5	4	3	2	1
抗寒性	强	较强	一般	较弱	弱
抗旱性	强	较强	一般	较弱	弱
耐阴性	强	较强	一般	较弱	弱
耐涝性	强	较强	一般	较弱	弱
土壤要求	低	较低	一般	较高	高
滞尘/(g·m ⁻²)	>0.4	0.3~0.4	0.2~0.3	0.1~0.2	<0.1
固碳释氧/(g·m ⁻²)	>12	10~12	8~10	6~8	<6
降温增湿/(g·m ⁻²)	>1 800	1 500~1 800	1 200~1 500	900~1 200	<900
杀菌/%	>80	60~80	40~60	20~40	<20
吸收二氧化硫/(mg·g ⁻¹)	>5	3~5	2~3	1~2	<1
树形	高大, 枝叶茂密或奇特美观	较高, 美观	高度一般, 枝叶茂密	枝叶稀疏	低矮或枝叶散生, 凌乱
叶型及叶色	叶形奇特, 多季节叶色美丽	多季节叶色美丽	单季节性叶型或叶色美丽	叶形宽大, 浓绿	叶形一般, 绿色
花型及花色	花大奇特, 颜色鲜艳, 有香气, 花期长	花型好, 颜色较好, 花期短或花小	花型一般, 花色较好	花小, 花型一般, 颜色尚可	花小杂乱, 颜色暗淡, 味道不佳
果型及果色	果型干瘪	果型较小, 颜色暗淡	果型饱满, 颜色一般	果型较大, 颜色鲜艳	果型奇特, 颜色鲜艳
文化内涵	文化传说, 精神寓意深刻, 历史悠久	珍稀植物或有寓意	丰富的审美内涵	审美内涵一般	文化内涵低
生长速度	快	较快	一般	较慢	慢
成活率	高	较高	一般	较低	低
副产品	多, 5种及以上	4种用途	3种用途	2种用途	产品单一

说明: 滞尘、固碳释氧、降温增湿均以日为统计单位, 表示日滞尘量、日固碳量(与释氧量正相关)、日释水量(与日吸热量正相关); 杀菌以除菌率表示; 吸收 SO₂ 以干叶中含硫量表示, 以 7 月测试数据为基准。

9 种, 樟子松、红皮云杉、糖槭、白桦、水曲柳、旱柳、花楸、暴马丁香、水蜡; III 级树种 7 种, 蒙古栎、色木槭、紫椴、山桃稠李、稠李、红瑞木、金银忍冬。这些树种在哈尔滨园林绿化中都发挥着重要作用, 基于现阶段生态恢复需求现状及树种选择存在问题, 应主要以 I 级树种为培植重点, 同时配合 II 和 III 级树种的种植以保证树种多样及景观的差异化。

在实践过程中, 不同绿化功能区绿化的需求不同, 对树种功能的要求也不尽相同, 因此, 对树种不同功能的具体排序进行探索也十分必要。根据上述评价模型, 分别对各树种的抗逆功能、生态功能、美学功能及经济功能进行评分, 对哈尔滨市典型树种进行功能优先性质划分, 并分别选取总数 50% 即 15 个树种作为功能优先树种, 与树种等级结合, 得出表 6。

3.2 树种选择机制

在对树种功能性分析的基础上, 要根据城市不同绿化功能区的生态恢复需求, 进行具体树种的选择。既要选择综合实力较强的树种, 又要根据绿化需求对树种功能的差别性需求选择相应功能的优先树种。因

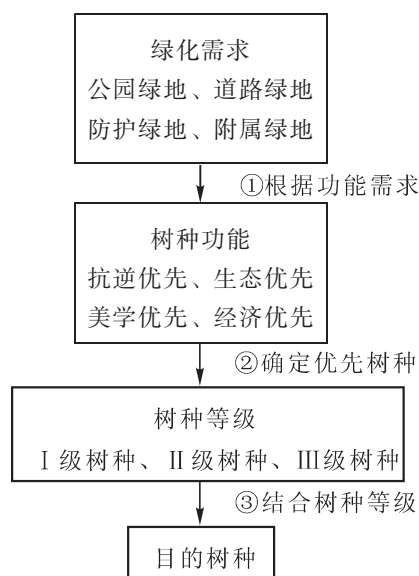


图1 功能性园林树种选择机制

Figure 1 Selection mechanism of functional ecology garden trees

此，总结出树种的选择机制(图 1)。其中，城市附属绿地包括居住区绿地、工业区绿地及公共事业庭院绿地等。以公园绿地为例，公园树种除了对抗逆性、生态型及经济型的基本要求外，对观赏性及文化性的要求(相对其他绿地)突出，因此，应选取美学优先型树种。根据表 6 可选取美学优先型 I 级树种紫丁香、山楂、接骨木等作为公园绿地的基础树种；另外搭配种植美学优先型 II 级树种水曲柳、糖槭、白桦等形成丰富的植物景观群落。

4 结论

对功能性树种进行综合评价，得出哈尔滨市 30 种典型树种的综合评价排序及等级。在此基础上，结合功能优先树种划分及各绿化功能区的生态恢复需求，形成具体树种选择机制，并以公园绿地为例进行演示，对哈尔滨城市绿化建设规划有一定指导意义。但是，由于调研时间及精力

有限，本研究从实用性及可操作性出发，进行评价指标及树种筛选，虽具有代表性，但并不全面。随着树种培育技术的不断提高及更多外来树种的成功引入，在日后的树种规划工作中要不断完善评价指标，扩大研究范围，并进一步结合绿化模式及绿化管理进行研究。

表 4 评价指标权重

Table 4 Evaluation index weights

目标层(A)	准则层B	A~B 权重	因子层C	B~C 权重	总权重W
典型树种综合得分	抗逆功能(B ₁)	0.475 6	抗寒性(C ₁)	0.424 4	0.201 9
			抗旱性(C ₂)	0.232 5	0.110 6
			耐阴性(C ₃)	0.136 2	0.064 8
			耐涝性(C ₄)	0.063 3	0.030 1
			土壤要求(C ₅)	0.143 5	0.068 3
	生态功能(B ₂)	0.315 6	滞尘(C ₆)	0.261 7	0.082 6
			固碳释氧(C ₇)	0.396 3	0.125 1
			降温增湿(C ₈)	0.062 0	0.019 6
			杀菌(C ₉)	0.100 2	0.031 6
			吸收 SO ₂ (C ₁₀)	0.179 8	0.056 7
	美学功能(B ₃)	0.101 5	树形(C ₁₁)	0.270 8	0.027 5
			叶型及叶色(C ₁₂)	0.158 8	0.016 1
			花型及花色(C ₁₃)	0.125 4	0.012 7
			果型及果色(C ₁₄)	0.053 1	0.005 4
			文化内涵(C ₁₅)	0.391 9	0.039 8
	经济功能(B ₄)	0.107 3	生长速度(C ₁₆)	0.137 3	0.014 7
			成活率(C ₁₇)	0.623 2	0.066 9
			副产品(C ₁₈)	0.239 5	0.025 7

表 5 哈尔滨典型树种功能性排名

Table 5 Function ranking of typical species in Harbin City

树种	评分 V	排 序	等 级	抗逆功 能排序	生态功 能排序	美学功 能排序	经济功 能排序	树种	评分 V	排 序	等 级	抗逆功 能排序	生态功 能排序	美学功 能排序	经济功 能排序
樟子松	3.065 1	23	II	12	27	28	23	文冠果	3.958 1	2	I	6	4	20	6
红皮云杉	3.410 1	18	II	16	18	18	14	垂枝榆	3.742 7	8	I	6	8	25	21
蒙古栎	2.873 4	27	III	23	30	12	3	暴马丁香	3.455 4	16	II	20	16	3	6
糖槭	3.317 3	19	II	26	5	1	29	榆叶梅	3.858 3	5	I	10	2	17	26
色木槭	2.970 3	24	III	22	28	8	6	树锦鸡儿	3.543 5	13	I	19	10	27	10
榆树	3.903 2	4	I	15	3	22	1	接骨木	3.594 7	12	I	18	11	6	16
白桦	3.496 6	15	II	14	14	7	25	紫丁香	3.712 5	11	I	24	1	2	19
水曲柳	3.100 8	22	II	21	23	4	24	连翘	3.960 9	1	I	6	7	11	6
旱柳	3.417 9	17	II	9	22	24	3	水蜡	3.308 5	20	II	17	19	16	18
紫椴	2.656 9	29	III	27	26	9	30	红瑞木	2.423 6	30	III	30	15	14	27
银中杨	3.795 0	7	I	2	6	23	27	锦带花	3.728 9	9	I	4	13	30	16
花楸	3.264 4	21	II	13	24	10	22	金银忍冬	2.899 5	26	III	25	25	20	15
山楂	3.528 1	14	I	4	28	5	2	毛樱桃	3.822 5	6	I	1	20	13	5
稠李	2.799 5	28	III	28	21	19	20	绣线菊	3.728 0	10	I	10	12	15	10
山桃稠李	2.921 0	25	III	28	17	29	12	五叶地锦	3.907 3	3	I	2	9	26	12

表6 哈尔滨功能优先树种等级划分

Table 6 Classification of priority species of different functions in Harbin

树种等级	优先功能			
	抗逆功能	生态功能	美学功能	经济功能
I	榆树、银中杨、山楂、文冠果、紫丁香、榆叶梅、榆树、文冠垂枝榆、榆叶梅、连翘、锦带花、毛樱桃、绣线菊、五叶地锦、	果、银中杨、连翘、垂枝榆、五叶地锦、树锦鸡儿、接骨木、绣线菊、锦带花、	紫丁香、山楂、接骨木、连翘、毛樱桃、绣线菊	榆树、山楂、毛樱桃、文冠果、连翘、树锦鸡儿、绣线菊、
II	樟子松、白桦、早柳、花楸	糖槭、白桦	糖槭、暴马丁香、水曲柳、白桦、花楸、	旱柳、暴马丁香、红皮云杉

5 参考文献

- [1] 吴际友, 程政红, 龙应忠, 等. 城市生态园林树种功能性探讨[J]. 林业科技开发, 2004, **18**(3): 69 - 71.
WU Jiyu, CHENG Zhenghong, LONG Yingzhong, *et al.* Function study of landscaping tree species [J]. *China For Sci Technol*, 2004, **18**(3): 69 - 71.
- [2] 宋力, 何兴元. 沈阳城市森林树种综合评价指标体系[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2007, **2**(1): 136 - 139.
SONG Li, HE Xingyuan. Comprehensive evaluation system of urban tree species in Shenyang [J]. *J Liaoning Techn Univ*, 2007, **2**(1): 136 - 139.
- [3] 梁德明, 唐洪辉, 赵庆, 等. 城市森林生态景观建设优良树种评价模型构建方法初探[J]. 广东林业科技, 2014, **30**(4): 22 - 27.
LIANG Deming, TANG Honghui, ZHAO Qing, *et al.* Establishment of evaluation model of afforestation species in ecological landscape construction [J]. *J Guangdong For Sci Technol*, 2014, **30**(4): 22 - 27.
- [4] BREUSTE J, NIEMELÄ J, SNEP R P H. Applying landscape ecological principles in urban environments [J]. *Lands Ecol*, 2008, **23**(10): 139 - 142.
- [5] PAUDEL S, YUAN Fei. Assessing landscape changes and dynamics using patch analysis and GIS modeling [J]. *Int J Appl Earth Obs Geoinf*, 2012, **16**: 66 - 76.
- [6] NIINEMETS Ü, PEÑUELAS J. Gardening and urban landscaping: significant players in global change [J]. *Trends Plant Sci*, 2008, **13**(2): 60 - 65.
- [7] PETERSON M N, THURMOND B, MCHALE M, *et al.* Predicting native plant landscaping preferences in urban areas [J]. *Sustainable Cities Soc*, 2012, **12**(5): 70 - 76.
- [8] 韦新良, 马俊, 刘思斌, 等. 生态景观林树种选择适宜性评价技术研究[J]. 西北林学院学报, 2008, **23**(6): 207 - 212.
WEI Xinliang, MA Jun, LIU Sibin, *et al.* Suitability evaluation of tree species for ecological and landscape purpose [J]. *J Northwest For Univ*, 2008, **23**(6): 207 - 212.
- [9] 孙海燕, 祝宁. 哈尔滨市绿化树种生态功能研究(1)[J]. 中国城市林业, 2008, **6**(5): 54 - 57.
SUN Haiyan, ZHU Ning. Ecological functions of tree species grown in Harbin City (1) [J]. *J Chin Urban For*, 2008, **6**(5): 54 - 57.
- [10] 孙海燕, 祝宁, 王秀花. 哈尔滨市绿化树种生态功能研究(2)[J]. 中国城市林业, 2008, **6**(6): 50 - 52.
SUN Haiyan, ZHU Ning, WANG Xiuhua. Ecological functions of tree species grown in Harbin City (2) [J]. *J Chin Urban For*, 2008, **6**(6): 50 - 52.
- [11] 韩焕金. 城市绿化树种生态功能研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2002: 12 - 29.
HAN Huanjin. *Study on the Ecological Function of Urban Greenery Tree* [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2002: 12 - 29.