

# 福建闽北森林校园基干树种评价与选择

## ——以福建林业职业技术学院江南校区森林校园建设为例

黄云玲

(福建林业职业技术学院 福建 南平 353000)

**摘要:**以福建闽北森林校园建设基干树种选择为研究对象,确定树种生物生态特性、观赏特性、生态功能为树种选择主要依据,确定气候适应性、土壤适应性、固碳释氧能力、降温增湿能力等15个准则层评价指标,运用Yaahp层次分析法建立森林校园基干树种综合评价的层次结构模型,测算各评价指标权重和树种评价得分。结果表明:进行评价的50种森林校园树种分为4个等级,I级( $>4$ )其综合性状表现优良,共有10个树种;II级( $>3.7, \leq 4$ )共有14个树种;III级( $>3.2, \leq 3.7$ )共有20个树种;IV级( $\leq 3.2$ )共有6个树种。本研究为福建闽北森林校园基干树种科学选择提供了参考依据。

**关键词:**森林校园;基干树种;综合评价;层次分析法

中图分类号:S79

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2015)02-0055-05

# Evaluation and Selection of Forest Campus Backbone Tree Species in Fujian province

## ——Taking Forest Campus in Jiangnan Campus of Fujian Forestry Vocational Technical College as an example

HUANG Yun-ling

(( Fujian Forestry Vocational Technical College ,Nanping 353000 ,Fujian Province ,China) )

**Abstract:** In this paper , forest campus backbone tree species selections in Northern Fujian were taken as the object of study. The biological and ecological characteristics , ornamental tree species characteristics , ecological function were determined as the main basis for tree species selections , and the climate adaptability , soil adaptability , carbon fixation and oxygen release , cooling and humidifying capacity and other 15 criterion level evaluation indexes were also established , then the Yaahp analytic hierarchy model method was used to establish the campus backbone forest tree species for comprehensive evaluations in order to calculate the weight of each index and tree species evaluation scores. The results showed that the tree species in 50 types' forest campus which had been evaluated were divided into 4 grades. Grade I (  $>4$  ) , the comprehensive characters performed well , with a total number of 10 tree species; Grade II (  $>3.7, \leq 4$  ) had a total number of 14 tree species; Grade III (  $>3.2, \leq 3.7$  ) had a total number of 20 tree species; Grade IV (  $\leq 3.2$  ) had a total number of 6 tree species. This research result would provide reference of backbone tree species' scientific selections for forest campus in Northern Fujian.

**Key words:** Forest campus , Backbone tree species , Comprehensive evaluation , Analytic hierarchy process

城市森林有利于维持城市生态系统的健康和平衡,是城市可持续发展的基础和保障<sup>[1]</sup>。森林校园

收稿日期:2014-12-09

基金项目:福建省林业厅种苗攻关项目《福建山樱花等3种木本观赏花卉无性系选育及产业化关键技术研究》(2012~2015)。

作者简介:黄云玲(1966-),女,福建林业职业技术学院,硕士,副教授,从事园林植物栽培养护和森林培育等研究。

是城市森林的重要组成部分,是以森林城市建设过程中运用到的植物学和生态学相关知识为指导,将森林自然美和人工美科学搭配,强调改善校园植物景观的生物多样性及生态环境,最终建设成一个郁郁葱葱的具有明显生态效益的校园<sup>[2]</sup>。森林校园基干树种选择直接影响校园森林景观建设的效果,本文以福建林业职业技术学院江南校区森林校园建设为例,采用层次分析法(AHP决策分析)构建森林校园基干树种综合评价指标体系,为福建闽北地区合理选择森林校园基干树种提供量化依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

福建林业职业技术学院江南校区位于福建省南平市延平区夏道镇,属中亚热带季风气候,气候温和,雨量充沛,日照充足,雨热同期,四季分明。全市年平均气温 17℃~19℃,年无霜期 249 d~280 d,年日照 1 700 h~2 000 h,年降雨量 1 750 mm~1 900 mm,各月降雨量不同,多集中在 3 月~6 月,约占全年降雨量的 60%左右,尤其是 5 月~6 月,降雨量可达全年降雨量的 31%~39%。南平市土壤以山地红壤为主,多为花岗岩、砂砾岩、凝灰岩等母岩的风化物发育而来。南平是福建的主要林区,被誉为

为“南方林海”、“中国竹乡”,适生树种丰富。

### 1.2 材料

根据福建林业职业技术学院江南校区森林校园建设实例,采用实地调查法,全面记录森林校园建设的基干树种共 50 种。并通过查阅文献、专家咨询、现场调查等方法对这些树种的生物生态特性、观赏特性、生态功能等进行全面了解,为构建森林校园基干树种综合评价的层次结构模型提供依据。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 试验方法

层次分析法(AHP)是美国著名运筹学家、匹兹堡大学教授沙旦(T. L. Saaty)于 20 世纪 70 年代中期提出的一种用于解决多目标复杂问题的定性与定量相结合的决策分析方法<sup>[3]</sup>。本文应用 yaahp 层次分析法软件建立森林校园基干树种综合评价的层次结构模型,构造对比判断矩阵,进行层次单排序及其一致性检验,层次总排序并做一致性检,并计算总目标和各子目标层排序的权重。

#### 1.3.2 建立层次结构模型

本研究在广泛进行文献检索,专家咨询及借鉴前人研究成果的基础上<sup>[2-12]</sup>,确定森林校园基干树种综合评价指标为总目标层(A),树种的生物生态特性、观赏特性、生态功能为准则层(B)评价指标,同时确定了 15 个准则层(C)评价指标,并运用 yaahp 层次分析法软件建立层次结构模型。见图 1。

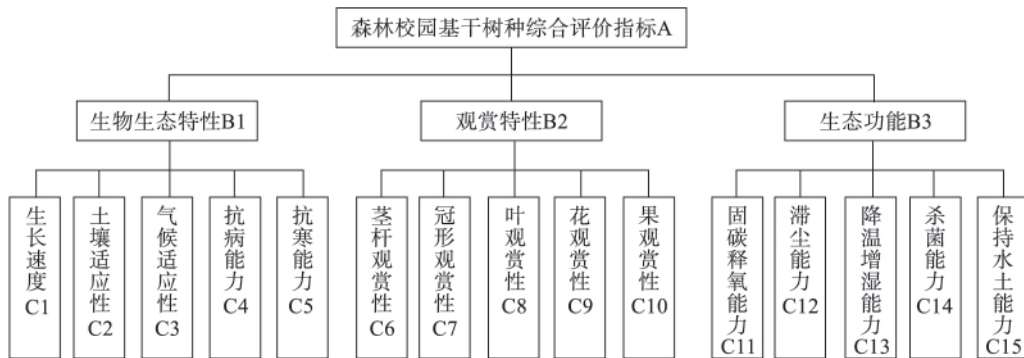


图 1 森林校园基干树种综合评价层次结构模型

Fig. 1 The hierarchy model of forest campus backbone tree species' comprehensive evaluation

#### 1.3.3 构建判断矩阵

在建立上述森林校园基干树种综合评价层次结构模型基础上,通过专家咨询、理论分析、公众调查等,采用 1—9 标度方法<sup>[3-5]</sup>,借助 yaahp 层次分析法软件对每层各个因素进行两两比较,使评价进一步量化,构建  $T_{A-B}$ 、 $T_{B1-C}$ 、 $T_{B2-C}$ 、 $T_{B3-C}$  两两比较判断矩阵。具体取值见图 2。

$$T_{A-B} = \begin{Bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 2 & 1 \end{Bmatrix}$$

$$T_{B1-C} = \begin{Bmatrix} 1 & 1 & 5 & 7 & 3 \\ 1 & 1 & 3 & 5 & 2 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 2 & 2 \\ 1/7 & 1/5 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 1/2 & 1/2 & 3 & 1 \end{Bmatrix}$$

$$T_{B_2-C} = \begin{Bmatrix} 1 & 1 & 3 & 4 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 1 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 2 & 1 \\ 1/4 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 1 & 1 & 2 & 1 \end{Bmatrix}$$

$$T_{B_3-C} = \begin{Bmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 2 & 3 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 2 & 2 \\ 1/3 & 1/3 & 1/2 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 1/2 & 1/2 & 3 & 1 \end{Bmatrix}$$

图2 森林校园骨干树种综合评价判断矩阵

Fig.2 The judgment matrix of forest campus backbone tree species' comprehensive evaluation

1.3.4 确定各指标权重

本研究在专家咨询,理论分析基础上,运用yaahp层次分析法软件自动进行一致性检验,并计算确定各指标权重。详见表1。

一致性检验结果为: A - B:  $\lambda_{max} = 3.0536$ ,  $CI = 0.029928$ ,  $RI = 0.58$ ,  $CR = 0.0516 < 0.1$ ;

B1 - C:  $\lambda_{max} = 5.1908$ ,  $CI_1 = 0.04771$ ,  $RI_1 = 1.12$ ,  $CR_1 = 0.0426 < 0.1$ ;

B2 - C:  $\lambda_{max} = 5.0972$ ,  $CI_2 = 0.02430$ ,  $RI_2 = 1.12$ ,  $CR_2 = 0.0217 < 0.1$ ;

B3 - C:  $\lambda_{max} = 5.1541$ ,  $CI_3 = 0.03853$ ,  $RI_3 = 1.12$ ,  $CR_3 = 0.0344 < 0.1$ ;

总排序:  $CI = w_1 * CI_1 + w_2 * CI_2 + w_3 * CI_3 = 0.03151$ ,  $RI = w_1 * RI_1 + w_2 * RI_2 + w_3 * RI_3 = 1.6578$ ,  $CR = 0.019 < 0.1$ , 一致性检验满意。

根据上述一致性检验结果,说明本研究的判断矩阵具有满意的一致性,因此,由该判断矩阵计算的各指标权重向量值是可靠的。

表1 目标层与准则层各指标的权重

Table 1 The weight of each index in target layer and rule layer

目标层	准则层 B	A - B 层权重值 $w_i$	准则层 C	B - C 层权重值 $w_{ij}$	C 层总权重 $w_{ij}$
森林校园骨干树种综合评价指标 (A)	生物生态特性 B <sub>1</sub>	0.4934	生长速度 C <sub>1</sub>	0.1203	0.0594
			土壤适应性 C <sub>2</sub>	0.3095	0.1527
			气候适应性 C <sub>3</sub>	0.3976	0.1962
	观赏特性 B <sub>2</sub>	0.1958	抗逆能力 C <sub>4</sub>	0.1188	0.0586
			抗寒能力 C <sub>5</sub>	0.0538	0.0265
			茎秆观赏性 C <sub>6</sub>	0.1457	0.0285
			冠形观赏性 C <sub>7</sub>	0.3427	0.0671
			叶观赏性 C <sub>8</sub>	0.2395	0.0469
	生态功能 B <sub>3</sub>	0.3108	花观赏性 C <sub>9</sub>	0.1815	0.0355
			果观赏性 C <sub>10</sub>	0.0907	0.0178
			固碳释氧能力 C <sub>11</sub>	0.3164	0.0983
			滞尘能力 C <sub>12</sub>	0.0799	0.0248
			降温增湿能力 C <sub>13</sub>	0.2917	0.0907
			杀菌能力 C <sub>14</sub>	0.1345	0.0418
			保持水土能力 C <sub>15</sub>	0.1775	0.0552

2 结果分析

2.1 评价指标评分值计算

本研究 15 个准则层 (C) 评价指标的量化评价标准主要依据前人已有研究成果<sup>[3-17]</sup>,结合专家咨询、公众调查、常年观察记录、现场调查等,按其优劣、强弱程度赋予 1 ~ 5 分的值进行量化评价,并按方程  $V_A = \sum_{i=1}^n C_i \omega_i$  (其中  $V_A$  为树种综合评分值,  $C_i$  为各树种准则层 C 量化评分值,  $\omega_i$  为因子权重值,  $n$  为因子数)<sup>[5]</sup>,计算各树种的综合评价得分值,用同样方法分别计算生物生态特性、观赏特性、生态功能等指标得分值 (表 2)。

表2 森林校园树种各指标评价得分及排序

Table 2 The score and ranking of each index evaluation of forest campus tree species

树种	综合评价总得分	总排序	生物生态特性评价得分	生物特性排序	观赏特性评价得分	观赏特性排序	生态功能评价得分	生态功能排序
樟树 <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	4.33	1	4.09	16	4.20	12	4.80	1
乌桕 <i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	4.28	2	4.57	4	3.93	22	4.04	8
火力楠 <i>Michelia macclurei</i> Dandy	4.21	3	4.58	3	4.29	6	3.58	20
枫香 <i>Liquidambar formosana</i> Hance	4.20	4	4.59	2	4.27	7	3.53	24
山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	4.18	5	4.13	14	3.81	25	4.50	4
秋枫 <i>Bischofia javanica</i> Bl.	4.17	6	4.63	1	3.77	29	3.68	16
黄山栾树 <i>Koelreuteria integrifoliola</i>	4.12	7	4.39	8	4.22	9	3.64	18
红榕 <i>Ficus elastica</i> "Burgandy"	4.11	8	3.84	24	3.93	21	4.64	2
无患子 <i>Sapindus mukorossi</i> Gaertn.	4.11	9	4.52	5	4.22	10	3.38	30
香叶树 <i>Lindera communis</i> Hemsl.	4.07	10	4.44	7	3.19	48	4.03	9
杨梅 <i>Myrica rubra</i> (Lour.) S. et Zucc.	4.00	11	4.49	6	3.63	33	3.45	27
鹅掌楸 <i>Liriodendron chinense</i> (Hemsl.) Sarg.	3.98	12	3.99	20	4.36	3	3.72	15

(续表2)

树种	综合评价 总得分	总排序	生物生态 特性评价 得分	生物特 性排序	观赏特性 评价得分	观赏特 性排序	生态功能 评价得分	生态功 能排序
乐昌含笑 <i>Michelia chapensis</i>	3.97	13	4.16	13	4.31	4	3.46	26
桂花 <i>Osmanthus fragrans</i> (Thunb.) Lour	3.94	14	3.70	30	4.22	11	4.15	6
女贞 <i>Ligustrum lucidum</i> Ait.	3.91	15	4.24	11	3.38	45	3.74	14
玉兰 <i>Magnolia denudata</i> Desr.	3.88	16	4.05	18	4.19	13	3.41	28
天竺桂 <i>Cinnamomum japonicum</i> Sieb.	3.87	17	4.05	17	3.57	37	3.77	12
垂柳 <i>Salix babylonica</i>	3.86	18	3.28	39	4.13	16	4.62	3
广玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i> L.	3.85	19	3.83	26	4.14	14	3.68	17
深山含笑 <i>Michelia maudiae</i> Dunn	3.84	20	4.00	19	4.24	8	3.33	32
罗汉松 <i>Podocarpus macrophyllus</i>	3.73	21	3.97	21	3.83	24	3.29	33
台湾栲树 <i>Koelreuteria formosana</i>	3.72	22	3.59	33	4.31	5	3.55	22
阴香 <i>Cinnamomum burmanni</i>	3.71	23	3.58	34	3.57	38	4.01	10
落羽杉 <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.	3.71	24	4.16	12	3.90	23	2.87	45
福建山樱花 <i>Prunus campanulata</i>	3.64	25	4.24	10	3.65	32	2.68	49
铁冬青 <i>Ilex rotunda</i> Thunb.	3.64	26	4.37	9	2.86	50	2.95	40
四季桂 <i>Osmanthus fragrans</i> var. <i>semperflorens</i>	3.63	27	3.67	31	2.98	49	3.97	11
芒果 <i>Mangifera indica</i> L.	3.62	28	3.55	35	3.55	39	3.76	13
高山榕 <i>Ficus altissima</i>	3.62	29	3.36	36	3.42	44	4.15	7
红叶李 <i>Prunus cerasifera</i> Ehrhar f. <i>atropurpurea</i> (Jacq.) Rehd.	3.61	30	4.09	15	3.34	47	3.02	38
毛竹 <i>Phyllostachys pubescens</i> MazexH. de Lehaie	3.60	31	3.83	25	3.79	27	3.11	36
紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i> L.	3.59	32	3.75	28	3.37	46	3.50	25
二乔玉兰 <i>Magnolia soulangeana</i> Soul. - Bod.	3.59	33	3.81	27	3.71	31	3.19	35
银杏 <i>Ginkgo biloba</i> L.	3.58	34	3.29	38	4.37	2	3.57	21
乳源木莲 <i>MangLietia yuyuanensis</i> Law	3.56	35	3.88	22	3.76	30	2.93	41
碧桃 <i>Amygdalus persica</i> var. <i>persica</i> f. <i>duplex</i>	3.56	36	3.86	23	3.58	36	3.07	37
竹柏 <i>Podocarpus nagi</i> (Thunb.) Zoll.	3.55	37	3.63	32	3.80	26	3.27	34
小叶榕 <i>Ficus concinna</i> (Miq.) Miq.	3.51	38	2.93	46	3.59	34	4.36	5
刺桐 <i>Erythrina variegata</i> Linn.	3.41	39	3.06	44	4.00	20	3.59	19
红豆杉 <i>Taxus chinensis</i> (Pilger) Rehd.	3.40	40	3.26	40	3.55	40	3.54	23
日本樱花 <i>Cerasus yedoensis</i> (Mats.) Yü et Li	3.37	41	3.73	29	3.53	41	2.68	50
水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et Cheng	3.36	42	3.07	43	4.02	19	3.39	29
红花羊蹄甲 <i>Bauhinia blakeana</i> Dunn	3.31	43	2.80	48	4.55	1	3.34	31
南洋杉 <i>Araucaria cunninghamii</i> Sweet	3.29	44	3.34	37	4.14	15	2.70	48
意杨 <i>Populus euramericana</i> cv. 'I-214'	3.15	45	3.16	41	3.43	43	2.95	39
皇后葵 <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	3.11	46	3.08	42	3.52	42	2.91	43
华盛顿棕榈 <i>Washingtonia filifera</i> Linden. Wendland	3.05	47	2.85	47	3.79	28	2.91	44
苏铁 <i>Cycas revoluta</i> Thunb.	3.05	48	2.99	45	3.59	35	2.81	46
黄花风铃木 <i>Tabebuia chrysantha</i>	2.94	49	2.60	49	4.06	18	2.79	47
木棉 <i>Bombax ceiba</i> ; <i>Gossampinus malabarica</i> ; <i>Bombax malabaricum</i>	2.93	50	2.47	50	4.09	17	2.93	42

## 2.2 评价结果分析

### 2.2.1 评价指标权重值分析

评价指标权重值大小反映了各评价因子的重要程度。从表1可知,A-B层中生物生态特性的权重值达0.4934,比生态功能权重值高出0.1826,比观赏特性权重值高出0.2976,B-C<sub>1</sub>层中气候适应性权重值达0.3976,土壤适应性权重值达0.3095,显著高于其他指标权重值,说明在森林校园基干树种选择时应优先考虑树种对当地气候、土壤环境等方面的适应性;生态功能权重值达0.3108,比观赏特性权重值高出0.115,说明在选择森林校园基干树

种时,生态功能性状表现比观赏特性性状表现更重要。

### 2.2.2 评价指标评分结果分析

据表2综合评价指标总得分排序,参考生物生态特性、观赏特性、生态功能各指标得分排序,结合常年观察记录的50个树种在闽北地区的生长表现实际情况,将其分为4个等级:综合评价总得分>4分的为I级,其综合性状表现优良,共有10个树种,依次为樟树、乌桕、火力楠、枫香、山杜英、秋枫、黄山栲树、红榕、无患子、香叶树,这些树种都是闽北地区传统乡土树种,它们普遍具有很强的气候、土壤适

应性 较高的抗病、固碳释氧、降温增湿能力和观赏价值,可优先选为福建闽北地区森林校园基干树种; 3.7 分 < 综合评价总得分  $\leq$  4 分的为 II 级,共有 14 个树种,依次为杨梅、鹅掌楸、乐昌含笑、桂花、女贞、玉兰、天竺桂、垂柳、广玉兰、深山含笑、罗汉松、台湾栎树、阴香、落羽杉,这些树种综合性状和其他各指标表现较好,能够增加森林校园树种多样性,可积极推广选用为森林校园基干树种; 3.2 分 < 综合评价总得分  $\leq$  3.7 分的为 III 级,综合性状表现一般,共有 20 个树种,可通过引种驯化等措施进行选育改良,并做为丰富森林校园基干树种配置的补充树种; 综合评价总得分  $\leq$  3.2 分的为 IV 级,共有 6 个树种,依次为意杨、皇后葵、华盛顿棕榈、苏铁、黄花风铃木、木棉,这些树种气候、土壤适应性不强,综合性状表现也较差,较难适应闽北地区自然环境,不适合推广运用为闽北森林校园基干树种。

据表 2 生物生态特性得分排序,可知对闽北地区环境适应性较强的 10 个树种依次为秋枫、枫香、火力楠、乌桕、无患子、杨梅、香叶树、黄山栎树、铁冬青、福建山樱花; 据观赏特性得分排序,可知观赏性较高的 10 个树种依次为红花羊蹄甲、银杏、鹅掌楸、乐昌含笑、台湾栎树、火力楠、枫香、深山含笑、黄山栎树、无患子; 据生态功能得分排序,可知生态功能较强的 10 个树种为樟树、红榕、垂柳、山杜英、小叶榕、桂花、大叶榕、乌桕、香叶树、阴香。依此,可根据不同造林需要科学选择不同特性的树种。

### 3 结论

(1) 本研究构建的森林校园基干树种综合评价层次结构模型,准则层 C 包含了 15 个评价指标,基本满足了森林校园基干树种选择的要求。其中气候适应性、土壤适应性、固碳释氧能力、降温增湿能力四项的权重值排在前 4 位,这与树种选择基本原则高度吻合,验证了 Yaahp 层次分析法软件建立的层次结构模型在森林校园基干树种选择中具有科学性、准确性和实用性。

(2) 森林校园基干树种选择应大力提倡运用乡土树种,植物配置上应“师法自然”,借鉴本地天然植物群落进行树种选择,并提倡生物多样性,适当选用优良外来树种。本研究选出 10 种综合性状表现优良、14 种综合性状表现较好的闽北地区森林校园基干树种,明确了 6 个不适合推广运用为闽北森林

校园的树种。

(3) 本研究所评价和选择的具体树种有一定的生态学地域局限性,主要适宜福建闽北地区森林校园基干树种选择,但本研究方法具有通用性,可在不同地区森林校园树种选择和不同类别树种选择中借鉴应用,为校园森林化、生态化建设提供一定指导。

### 参考文献:

- [1] 李锋,刘旭升,王如松. 城市森林研究进展与发展战略[J]. 生态学杂志, 2003, 22(4): 55 ~ 59.
- [2] 姜秋怡. 厦门大学校园森林化研究[D]. 厦门大学(硕士学位论文) 2013. 6: 1 ~ 8.
- [3] 梁冰,李湛东,陈建芳,等. 北京地区彩叶树种应用的综合评价略[J]. 广东农业科学 2014, 41(4): 64 ~ 67, 92.
- [4] 宋力,何兴元,陈玮,等. 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(自然科学版), 2007, 26(1): 136 ~ 139.
- [5] 刘燕新,方文,马立辉,等. 重庆城市森林乡土树种资源调查与评价[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2013, 30(6): 63 ~ 68.
- [6] 韦新良,马俊,刘恩斌,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.
- [7] 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.
- [8] 刘宪钊,陆元昌,刘刚,等. 基于层次分析法的多指标树种优势度的比较分析[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(7): 39 ~ 41.
- [9] 闫东锋,高阳,刘震,等. 河南省木本生物质能源树种的筛选与评价[J]. 林业科技开发, 2013, 27(6): 81 ~ 84.
- [10] 李海梅,何兴元,陈玮,等. 中国城市森林研究现状及发展趋势[J]. 生态学杂志, 2004, 23(2): 55 ~ 59.
- [11] 林惠端. 公园绿地生态建设研究——以福州市马尾区公园绿地树种选择与种植为例[J]. 现代园艺, 2012(8): 199 ~ 200.
- [12] 王金盾. 杉木·马尾松人工林林下更新层树种评价与选择[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(4): 1093 ~ 1095, 1097.
- [13] 莫健彬,王丽勉,秦俊,等. 上海地区常见园林植物蒸腾降温增湿能力的研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(30): 506 ~ 507, 510.
- [14] 秦俊,王丽勉,高凯,等. 植物群落对空气负离子浓度影响的研究[J]. 华中农业大学学报(自然科学版), 2008, 27(2): 303 ~ 308.
- [15] 胡仁火,蔡朝晖,任国祥,等. 8 种校园绿化植物挥发性物质的抑菌杀菌作用[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(29): 128 ~ 131.
- [16] 于雅鑫. 12 种木兰科乔木的固碳释氧和降温增湿能力及景观评价研究[D]. 中南林业科技大学(硕士学位论文) 2013. 5: 22 ~ 34.
- [17] 廖容,崔洁,卓春丽,等. 成都市 32 种立体绿化植物降温增湿效应比较研[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(6): 178 ~ 181.