

# 层次分析法在庆阳市行道树选择中的应用

穆妮妮, 张彦山, 张有龙

(甘肃省庆阳市农业科学研究院, 甘肃 西峰 745000)

**摘要:** 结合庆阳市立地条件与能源化工基地建设, 运用层次分析法构建了庆阳市行道树综合评价体系, 进行定性与定量相结合评价。评价结果表明, 在庆阳市行道树的选择中以生态效益较好的法国梧桐、臭椿、银杏、国槐、桑树等为主, 以常绿针叶树种侧柏、刺柏等为辅。

**关键词:** 行道树; 层次分析法; 评价; 庆阳市

**中图分类号:** S687.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-1463(2015)06-0008-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.06.003

## Application of Analytic Hierarchy Process in the Selection of Street Trees in Qingyang City

MU Nini, ZHANG Yanshan, ZHANG Youlong

(Qingyang Academy of Agricultural Sciences, Xifeng Gansu 745000, China)

**Abstract:** To facilitate energy & chemical industry base and to consider the local environment of Qingyang city, a set of standards for tree species selection of Qingyang city is established by using AHP. The methods of qualitative and quantitative mixed be adopted in the reevaluation so as to acquire a more objective and correct result. The evaluation result shows that the broad leaf (*Platanus orientalis*, *Catalpa bungei*, *Ailanthus altissima*, *Ginkgo*, *Sophora japonica*, *Morus alba*) and needle leaf (*Chinese arborvitae*, *Taiwan juniper*) construction style is suggested in the paper.

**Key words:** Street trees; Analytic hierarchy process; Evaluation; Qingyang

近年来, 随着建设陇东能源化工基地和创建园林城市步伐的加快, 保护生态环境、创造优美的宜居城市已成为庆阳市面临的首要问题。行道树作为城镇绿化的主要树种, 在创造优美的城市

景观和改善生态环境方面发挥着越来越重要的作用。行道树不同于一般的绿化树种, 具有采用大苗移栽、寿命长、适应性强、易养护等特点。随着园林绿化的发展, 行道树种不断丰富。因此,

**收稿日期:** 2015-01-26; **修订日期:** 2015-03-23

**作者简介:** 穆妮妮(1980—), 女, 甘肃正宁人, 助理工程师, 主要从事园艺研究工作。联系电话: (0)15294476668。

率仅为 2.01%。说明降解地膜在低密度、矮秆作物上应用降解效果较好, 而高秆作物由于密度大, 全生育期遮阴, 降解效果不明显。综合考虑认为, 广州(甘肃)达华节水材料公司生产的可控生物降解地膜可在酒泉市低密度、矮秆作物生产上推广使用。

2) 由于本试验灌溉方式采取大水漫灌, 灌溉冲积的淤泥覆盖在地膜表面, 使地膜受光、受热收到影响, 可能在一定程度上影响了降解效果的显现, 因此不同灌溉方式下的降解效果还有待进一步试验。

### 参考文献:

- [1] 刘祎鸿, 孙多鑫, 柴宗文, 等. 全膜双垄沟播玉米后茬免耕栽培效应综述[J]. 甘肃农业科技, 2013(1): 52-54.
- [2] 李伟绮, 孙建好, 赵建华. 甘肃小麦全膜覆土穴播技

术研究综述[J]. 甘肃农业科技, 2013(5): 47-49.

- [3] 张立功, 刘五喜, 王涛. 冬小麦全膜垄沟条播栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2013(1): 58-59.
- [4] 段军, 费彦俊, 朱正玉, 等. 沿祁连山冷凉灌区饲草玉米全膜垄作沟播栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2013(1): 61-62.
- [5] 孙多鑫, 刘祎鸿, 柴宗文, 等. 旱作区全膜双垄沟播玉米-玉米-大豆“一膜三年用”栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2013(2): 50-52.
- [6] 齐万福, 聂战声, 马其彪, 等. 马铃薯专用氧化一生物双降膜的应用效果观察[J]. 甘肃农业科技, 2013(4): 15-19.
- [7] 海生广, 张青, 常国琴, 等. 彭阳县川旱地玉米覆盖渗水地膜种植效应研究[J]. 甘肃农业科技, 2004(5): 24-27.

(本文责编: 郑立龙)

选择应用观赏价值高、适应性强、易养护管理的行道树种，已成为城市绿化工作的重要课题之一。我们应用层次分析法，探讨了庆阳市的行道树选择评价问题，以为庆阳市合理选择行道树种提供参考。

### 1 研究区概况

庆阳市属黄河中游黄土高原沟壑区，地形北高南低，属大陆性气候。降水量南多北少，年平均降水量480~660 mm，降水多集中在7—9月。气温南部高于北部，年平均气温9.5~10.7℃，极端最低气温-22.6℃，无霜期140~180 d。全市林业用地105.85万hm<sup>2</sup>，占总面积的39%，其中林地40.39万hm<sup>2</sup>。活立木蓄积量为1 425万m<sup>3</sup>，森林覆盖率为25%<sup>[1]</sup>。

### 2 研究对象

树种按照以乡土树种为主、外来树种为辅，兼顾生态效益与观赏价值的原则选择。具体选择指标包括移栽成活率、生态适应性、景观效果、无公害且少病虫害。结合庆阳市的立地条件和现有森林资源状况初选了20个树种，分别为法国梧桐、楸树、桑树、国槐、臭椿、银杏、山楂、榆树、文冠果、山杏、侧柏、紫叶李、刺柏、白杨、柿子树、柳树、合欢、雪松、油松、云杉。

### 3 研究方法

按照层次分析法(AHP)对20种树木进行评价<sup>[2]</sup>。

### 4 结果与分析

#### 4.1 评价体系的建立

在树种选择的决策体系中，研究目标是通过科学的选择树种使行道树的综合效益最好。为了达到这一目的，树种评价考虑的主要准则层指标

有生态习性、抗逆性、观赏性、管理养护、生态效益5个方面。通过进一步细化，认为需要考虑滞尘能力、抗寒性、耐贫瘠等因子，这些因子隶属于主要准则，放在下一层次考虑即指标层次且分属于不同准则。评价指标的选取结合频度分析法、理论分析法和专家咨询法3种方法进行综合选取，最终形成庆阳市行道树树种综合评价指标体系<sup>[3]</sup>。将各个层次的因子按其上下级隶属关系确定位置，构成如图1所示的递阶层次结构。

#### 4.2 评价指标的量化

根据行道树的树种选择要求，结合调查研究成果和专家咨询结果，采用4分评分制对选择指标实行量化分级，每一个指标确定相应的评分标准(表1)。其中形态习性、耐贫瘠性、绿色期长短、树木整洁度指标主要根据本地长势情况，对现有树种进行的量化分级；分支节点高度指标依据分支节点的具体高度进行量化分级；生长速度指标根据行道树早期生长速度进行量化分级<sup>[4]</sup>；抗旱性指标根据需水程度进行量化分级<sup>[5]</sup>；抗寒性指标根据树木受寒害情况进行量化分级<sup>[6]</sup>；固碳释氧能力指标用单位叶面积植物的日平均固碳量进行量化分级<sup>[7]</sup>；抗病虫性、抗污染、观赏性、杀菌能力和滞尘能力指标先进行定性评比，然后进行量化处理<sup>[8-11]</sup>。

#### 4.3 指标权重的确定

构造判断矩阵时向庆阳市农业科学研究院专家请教询问，进行两两比较，按重要性程度进行1~9赋值。并依据赋值构建判断矩阵，对判断矩阵运用matlab层次分析工具包，求解出λ<sub>max</sub>、CI、CR及层次单排序w。根据计算结果，所有单排序

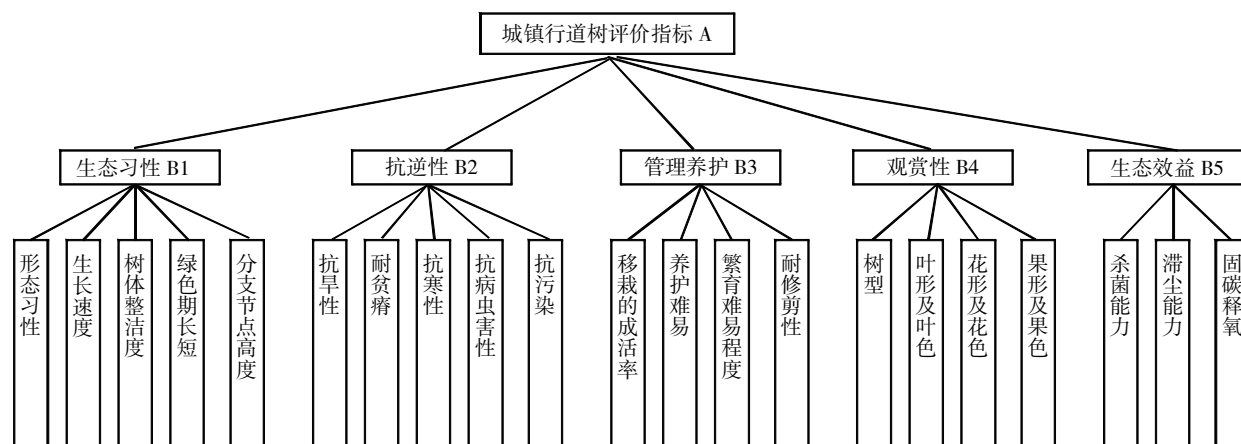


图 1 树种评价指标体系递阶层次

表1 树种评价指标及评分标准

评价 指标	各分值评分标准				
	4	3	2	1	
生态 习性B1	形态习 性C1	阔叶乔木树冠优美	阔叶小乔木或大灌木树 冠优美	针叶乔木树冠优美	阔叶小灌或矮生灌 木,树冠优美
	生长速 度C2	前10 a年均生长高度可 达1.2 m以上	前10 a年均生长高度可 达0.8~1.2 m	前10 a年均生长高度可 达0.4~0.8 m	前10 a年均生长高度 小于0.4 m
	树体整洁 度C3	树体清洁、无裂纹	树体清洁、有裂纹	树体不清洁、无裂纹	树体不清洁、有裂纹
	绿色期长 短C4	四季均绿色	三季均绿,春季发芽早	三季均绿,春季发芽较 早	三季均绿,春季发芽 迟
	分支节点 高度C5	>2.8 m	2.5~2.8 m	2.0~2.5 m	<2.0 m
抗逆性 指标B2	抗旱性C6	需水程度<25%	需水程度25%~50%	需水程度50%~75%	需水度>75%
	耐瘠薄C7	适应性极强,耐瘠薄	对土壤要求不严,较耐 瘠薄	适应性一般,要求肥力 一般	要求肥力良好土壤, 不耐瘠薄
	抗寒性C8	无寒害	特殊年份一年生枝受寒 害	特殊年份大枝受寒害	特殊年份主干受冻
	抗病虫性 C9	无病虫害,或者偶发病虫 害但危害程度轻微,抗病 性强	1~2种病虫害,危害程 度轻微	3~5种病虫害,有危害 程度中等的病虫害	生长较差,5种以上 病虫害,有危害程度 严重的病虫害
	抗污染性 C10	抗污染能力强、自身产生 轻微污染	抗污染能力较强、身产 生轻微污染	抗污染能力较强、自身 产生一定污染	抗污染能力一般、自 身产生一定污染
管理 指标B3	移栽成活 率C11	>90%	85%~90%	70%~85%	<70%
	养护难易 C12	极易护理	易护理	较易护理	难护理
	繁育难易 C13	繁育方法大于三种,且成 活率高	繁育方法不少于两种, 且成活率高	繁育方法单一但成活率 高	繁育方法单一成活 率不高
	耐修剪性 C14	耐修剪,可塑性强	耐修剪,可塑性一般	耐修剪,可塑性差	不耐修剪
观赏 性B4	树型C15	树干挺直,枝叶茂密或奇 特美观	树干较挺直,美观,树形 特别	树干一般,枝叶茂密	树干低矮,枝叶稀疏
	叶形及叶 色C16	叶形奇特,春、秋色叶美 丽	春色叶或秋色叶美丽	叶形较好,浓绿	叶形一般,叶色以绿 色为主
	花形及花 色C17	花(花絮)大、奇特或颜色 鲜艳,有香气,花期长	花型好,颜色较好,花期 短,或花小,有香气,花 期较长,	花型一般,花色较好	花小,花型一般,黯 淡或有异味
	果形及果 色C18	果型奇特、饱满、鲜艳有 光泽	果型饱满,鲜艳有光泽	果型较饱满,颜色一般	果型较小或干瘪,颜 色暗淡
生态 效益B5	杀菌能力 C19	对杆菌和球菌或其中一 种的杀菌力均极强	对两菌种或其中一种杀 菌力均较强	只对其中一个菌种具杀 菌力且杀菌能力中等	对球菌和杆的杀菌 力均弱
	滞尘能力 C20	滞尘能力强,分泌油脂或 黏液	滞尘能力较强,叶片宽 大粗糙,小枝张开度大	滞尘能力一般,叶片狭 小但粗糙	滞尘能力弱,叶片 光滑,小枝张开度小
	固碳释氧 C21	>12 (g·m <sup>2</sup> )/d	10~12 (g·m <sup>2</sup> )/d	6~10 (g·m <sup>2</sup> )/d	<6 (g·m <sup>2</sup> )/d

的 $CR < 0.1$ , 即每个判断矩阵的一致性都是可以接受的。计算得到的权重值较客观地反映了准则层指标的重要程度以及指标层在所属准则层的重要程度。层次总排序是指每一个判断矩阵各因素针

对目标层(最高层)的相对权重。这一权重的计算采用逐层合成的方法。具体公式为层次总排序=2级指标 $B_i \times 3$ 级指标 $C_i$ (层次单排序)。指标层层次总排序及检验结果见表2。

表3 庆阳市行道树种选择综合评价结果

树种	评价值	评价指数 (%)	等级	树种	评价值	评价指数 (%)	等级
法国梧桐	3.65	91.23	I	侧柏	3.16	79.03	II
楸树	3.57	89.18	I	紫叶李	3.07	76.69	II
桑树	3.51	87.78	I	刺柏	3.07	76.67	II
国槐	3.42	85.57	I	白杨	3.06	76.53	II
臭椿	3.40	85.04	I	柿子树	3.04	76.12	II
银杏	3.40	85.04	I	柳树	2.95	73.66	III
山楂	3.39	84.75	II	合欢	2.94	73.48	III
榆树	3.34	83.39	II	雪松	2.93	73.22	III
文冠果	3.28	82.04	II	油松	2.82	70.40	III
山杏	3.22	80.44	II	云杉	2.71	67.86	IV

表2 指标层层次总排序

准则层	准则层排序	指标层	因子排序	C层总排序
生态习性 B1	0.070 1	形态习性 C1	0.307 7	0.021 6
		生长速度 C2	0.076 9	0.005 3
		树体整洁度 C3	0.153 8	0.010 8
		绿色期长短 C4	0.307 7	0.021 6
		分支节点高度 C5	0.153 8	0.010 8
抗逆性 B2	0.030 97	抗旱性 C6	0.347 7	0.107 7
		耐瘠薄 C7	0.036 4	0.011 3
		抗寒性 C8	0.311 8	0.096 6
		抗病虫性 C9	0.195 7	0.060 6
		抗污染性 C10	0.109 1	0.033 8
管理养护 B3	0.221 4	移栽的成活率 C11	0.502 6	0.111 3
		养护难易 C12	0.155 5	0.034 4
		繁育难易 C13	0.290 1	0.064 2
		耐修剪性 C14	0.051 8	0.011 5
		树型 C15	0.381 8	0.050 7
观赏性 B4	0.132 9	叶形及叶色 C16	0.304 1	0.040 4
		花形及花色 C17	0.238 0	0.031 6
		果形及果色 C18	0.076 2	0.010 1
生态效益 B5	0.265 9	杀菌能力 C19	0.109 5	0.029 1
		滞尘能力 C20	0.581 6	0.154 6
		固碳释氧 C21	0.309 0	0.082 2

4.4 综合评价及排序

依据评价体系指标，对备选的庆阳市发展行道树较好的21个树种进行综合评判。综合评价结果利用方程 $V = \sum \beta \omega$ （其中 $V$ 为综合得分， $\beta$ 为因子评分， $\omega$ 为因子排序值， $n$ 为因子数）。根据方程得出，庆阳市行道树21个树种的综合评价值，再利用公式 $cCEI = S/S_0 \times 100\%$ 算出综合评价指数。其中， $cCEI$ 为综合评价指数； $S$ 为评价分数值； $S_0$ 为理想值（取每一个因子的最高级别与权重相乘叠加而得）。 $cCEI$ 作为分级的依据，并以综合评价指数分级法划分为I、II、III、IV级后确定各样方植物景观的评价等级(表3)，可以看出，在庆阳市，法国梧桐、楸树、桑树、国槐、臭椿、银杏生态效益好且适应性较强，评价指数均高于85%，

评价等级为I级。侧柏、刺柏抗逆性表现突出，四季常青，评价指数高于75%，评价等级为II级。

5 小结

根据树种评价结果，法国梧桐、楸树、桑树、国槐、臭椿、银杏等落叶树种在庆阳市生态效益好且适应性较强，综合性状表现好。侧柏、刺柏两种常绿针叶树种，由于抗逆性表现突出且四季常青，综合评价较高。因此，在庆阳市行道树建植中，建议以法国梧桐、臭椿、银杏、国槐、桑树为主，侧柏、刺柏为辅，打造拥有四季美景的行道树群体结构。

参考文献:

- [1] 刘慧. 庆阳市旱作农业可持续发展的限制因素及对策[J]. 甘肃农业科技, 2010(11): 36-38.
- [2] 王翠娟, 高素萍. 成都城市森林生态效益综合评价指标体系研究[J]. 林业建设, 2007(5): 34-37.
- [3] 陈有民. 园林树木学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- [4] 蒋文伟, 向其柏. 层次分析法在干旱区园林树木评选中的应用[J]. 南京林业大学学报, 2000(6): 63-67.
- [5] 周敏功. 100种园林树木冻害情况的调查分析[J]. 中国园林, 1997, 13(4): 42-43.
- [6] 王丽勉, 胡永红, 秦俊, 等. 上海地区151种绿化植物固碳释氧能力的研究[J]. 华中农业大学学报, 2007, 26(3): 399-401.
- [7] 王才良, 李杰, 刘丽月. 嘉兴市农田网树种数量化评价[J]. 防护林科技, 2006(6): 42-44.
- [8] 刘晓宁, 王飞. 宝鸡市园林树木抗污染能力研究[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(3): 78-83.
- [9] 徐亮, 司马永康, 郝佳波. 园林树木的分类方法及观赏特性评价[J]. 西部林业科学, 2007, 36(1): 123-126.
- [10] 刘常富, 陈玮. 园林生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 171-172.
- [11] 高金晖, 王冬梅, 赵亮. 植物叶片滞尘规律研究—以北京市为例[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(2): 94-99.

(本文责编: 陈伟)