

赖 洋,朱 军,王 杰,等. 乌鲁木齐市冬季常绿植物园林应用价值评价[J]. 江苏农业科学,2020,48(6):138-146.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.06.028

乌鲁木齐市冬季常绿植物园林应用价值评价

赖 洋¹, 朱 军¹, 王 杰², 李 秀¹, 刘维兵¹, 玛依努尔·热合曼³, 赵 阳⁴

(1. 新疆农业大学林学与园艺学院风景园林系, 新疆乌鲁木齐 830052; 2. 乌鲁木齐市米东区王杰专业大乔木培育苗圃, 新疆乌鲁木齐 830000;

3. 乌鲁木齐市人民公园, 新疆乌鲁木齐 830000; 4. 北京万合创景国际规划设计研究院有限公司, 北京 100089)

摘要:为筛选适用于乌鲁木齐市室外冬季园林景观的常绿植物,对乌鲁木齐市冬季常绿植物的应用价值进行评价。通过现场调研,初步筛选适生于乌鲁木齐市的 25 种冬季室外园林常绿植物。结合文献以及地域特征建立评价体系,发放问卷调研得出专家评分并对数据进行显著性分析。采用层次分析法建立模型,得出综合权重得分。通过层次分析法得到 3 个异常值(对应树种为西伯利亚冷杉、西伯利亚云杉、辽东冷杉)及 4 组树种区间。在未来建设乌鲁木齐市的过程中,西伯利亚冷杉、西伯利亚云杉及第 1、2 组区间树种较适宜大量应用于园林建设,第 3 组区间树种需酌情使用,辽东冷杉及第 4 组区间树种由于综合评价指标较其他树种低,应结合其他树种进行调整或替换。

关键词:常绿植物;层次分析法;综合评价;应用

中图分类号: S727.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)06-0138-09

常绿植物是指全年保持叶片的植物,其叶片可以在枝干上存活 12 个月甚至更多时间^[1-2]。在园林绿化中,常绿植物树种特指某区域一年四季均有生长叶覆盖的树种,包括常绿针叶类、常绿阔叶类^[1-2]。常绿植物在城市居民生活中潜移默化地充当生物过滤器,可以去除空气中大量的颗粒,改善环境的空气质量,净化空气,表现出不可替代的作用。乌鲁木齐市冬季时间漫长,植被历史悠久,植物区系独特^[3-4],用常绿植物营造冬季景观效果最佳^[3-6]。目前,乌鲁木齐市的整体绿化仍然处于层次较低、“绿量”不足阶段^[3-5]。很多乌鲁木齐市当地景观设计师找不到合适的园林常绿苗木配置其设计,加上建设单位、设计单位、承包单位等交流脱轨,苗圃、苗源等单位疏于推广与交流,导致完成的优质品种得不到推广,依然“养在深闺人未识”,仅局限在苗圃中种植,而景观设计师更无暇系统了解这类植物。因此,筛选景观设计师想用的常绿植物

素材、苗圃等单位想种的常绿植物种类,对有效解决乌鲁木齐市冬季常绿植物选择问题具有现实意义。

国内外对常绿植物的总体研究主要有景观营造^[3-6]、生态平衡^[7-9]、生理抗性^[10-11]、栽培引种^[12-13]4 个类别。景观营造研究主要包含常绿植物的色彩美、植物的树干和枝条色彩美、植物的姿态美、植物的质感美、植物的动态美、艺术构图美等应用美学方面^[3-6];生态平衡研究主要包含常绿植物对城市生态平衡、灭菌杀虫、净化空气、冬季滞尘、改善环境的影响等方面^[7-9];生理抗性、栽培引种研究主要集中在植物生理领域,而常绿植物的总体研究也主要集中在生理抗性、栽培引种这 2 个方面^[10-13]。迄今,在园林建设方面应用层次分析法(AHP)筛选常绿植物的研究很少^[14]。层次分析法在各行各业皆有应用且已非常成熟^[14-15],通过层次分析法结合植物选择可以得到一个客观的评价。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

试验地位于乌鲁木齐市市域范围(86°37'~88°58'E,42°45'~42°08'N),属于亚欧大陆腹地,地处天山北坡、准噶尔盆地南缘,属于中温带半干旱大陆性气候,海拔 680~920 m,年降水量 236 mm,年蒸发量 2 300 mm,自然坡度 12‰~15‰,气候干燥,夏季炎热,冬季酷寒、漫长(长达 200 d)^[3,5]。

收稿日期:2019-06-26

基金项目:园林城市资料汇编技术服务及霍尔果斯市生物多样性保护规划(标段二)(编号:HEGSCG-2018GK-62);乌鲁木齐人民公园园区基础设施配套完善及整体景观提升项目(编号:HA-650000-2017113-A2383)。

作者简介:赖 洋(1994—),男,重庆人,硕士研究生,主要从事地景规划与景观设计研究。E-mail:1363917468@qq.com。

通信作者:朱 军,硕士,副教授,主要从事园林景观设计的教学与研究。E-mail:439239687@qq.com。

1.2 调研地点

调研地点分为 4 类:第 1 类为乌鲁木齐市周边苗圃;第 2 类为乌鲁木齐市建成区成熟的公园与绿地,包含红山公园、人民公园、鲤鱼山公园、雅玛里克山公园、水磨沟风景名胜;第 3 类为乌鲁木齐市建成区养护成熟、完备的居住区,包含万景御墅临峰、香格里拉美泉别墅、华域龙湾、海成天山绿洲二期、海成绿洲(四期);第 4 类为乌鲁木齐市道路绿地,包括西山立交桥、外环路高架、西虹西路、西虹东路、六道湾路、温泉路沿线两侧。

1.3 供选树种

乌鲁木齐市市域及周边存在的常绿树种如下:杜松(*Juniperus rigida* Sieb. et Zucc.)、油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)、黑松(*P. thunbergii* Parl.)、长白松[*P. sylvestris* (Takenouchi) T Wang ex Cheng]、樟子松(*P. sylvestris* L. var. *mongolica* Litv.)、白皮松(*P. bungeana* Zucc. et Endl.)、新疆五针松[*P. sibirica* (Loud.) Mayr]、长白落叶松(*Larix olgensis* Henry)、西伯利亚落叶松(*L. sibirica* Ledeb.)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides* Hu et W. C. Cheng)、红皮云杉(*Picea koraiensis* Nakai)、青海云杉(*P. crassifolia* Kom.)、天山云杉[*P. schrenkiana* var. *tianschanica* (Rupr.) W. C. Cheng & S. H. Fu]、雪岭云杉(*P. schrenkiana* Fisch et Mey.)、沙地云杉(*P. mongolica*)、青扦云杉(*P. wilsonii* Mast.)、大果青扦(*P. neveitchii* Mast.)、辽东冷杉(*Abies holophylla* Maxim.)、欧洲云杉[*P. abies* (L.) H. Karsten]、鱼鳞云杉[*P. jezoensis* Carr. var. *microsperma* (Lindl.) Cheng et L. K. Fu]、川西云杉[*P. likiangensis* (Franch.) Pritz. var. *balfouriana* (Rehd. et Wils.) Hillier ex Slavin]、西伯利亚云杉(*P. obovata* Ledeb.)、西伯利亚冷杉(*A. sibirica* Ledeb.)、科罗拉多蓝杉(*P. pungens* var. *glauca*)、侧柏[*Platycladus orientalis* (L.) Franco]、龙柏[*Sabina chinensis* (L.) Ant. cv. *Kaizuca*]、偃柏[*Juniperus chinensis* Linnaeus var. *sargentii* A. Henry]、香柏(*S. pingii* var. *wilsonii*)、圆柏(*J. chinensis* L.)、刺柏(*J. formosana* Hayata)、洒金柏[*S. chinensis* (L.) Ant. 'Aurea']、丹东桧(*S. chinensis* cv. *Dandong*)、北京桧柏(*S. chinensis* cv. *Beijingensis*)、千头柏[*P. orientalis* (L.) Franco 'Sieboldii']、望都塔桧[*S. chinensis* (L.) Ant.]、昆仑圆柏(*J. jarkendensis* Kom.)、沙地柏(*S. vulgaris*

Antoine)、大叶女贞[*Ligustrum compactum* (Wall. ex G. Don.) Hook. F.]、日本珊瑚树[*Viburnum odoratissimum* Ker. – Gawl. var. *awabuki* (K. Koch) Zabel ex Ruml.]、红叶石楠(*Photinia fraseri* Dress)。

1.4 研究方法

1.4.1 常绿植物的初选 通过实地踏勘调研法、文献研究法进行信息采集,得到 40 种乌鲁木齐市市域存在的常绿植物^[16],结合乌鲁木齐市冬季地域气候、植物立地条件初选出 25 种适生于乌鲁木齐市冬季室外的常绿植物。

1.4.2 常绿植物的优选 由于植物的遴选标准不能完全量化,本研究使用美国运筹学家 Saaty 提出的模糊数学层次分析法^[16-17]。通过相互结合、相互比较从定性到定量地分析常绿植物的生态习性、立地条件、观赏特征和抗性等,并结合常绿植物的总原则与植物选择原则确定影响植物选择的因子及多个指标,然后建立植物选择的层次结构模型,最终通过构建判断矩阵计算权重,根据权重对常绿植物进行排序。

1.4.2.1 评分标准的制定 本评价模型参照已有研究成果^[14],根据常绿植物的观赏特性、生物学特性等,在广泛征求园林专家意见的基础上,对每个评价指标制定 9 级评价标准^[14-15],详见表 1。

枝、叶色的评价参照国际通用的英国皇家园艺协会色卡(RHS-CC)。参考乌鲁木齐市地方标准 DB11/T 211—2017《园林绿化用植物材料 木本苗》与 GB/T 14175—1993《林木引种》制定常绿植物寒害、病害及早害划分标准,由此评定常绿植物的抗寒、抗病及抗旱能力。鉴于常绿植物大多不属于速生性植物,且在乌鲁木齐市没有冬季开花的现象,因此不考虑其花色对总指标的影响。

在以上工作的基础上,将初选得到的树种结合层次分析法制作成问卷,将初选植物信息结合问卷制作成 PowerPoint 演示文件。实地拜访乌鲁木齐当地设计院、苗圃、育种一线专家,浏览 PowerPoint 演示文件后,完成问卷对供选植物进行评分。

1.4.2.2 显著性分析 考虑到不同科、不同属植物有不同的生物特性,从而将同一科的相近属放在一组进行显著性分析。将松科与柏科植物中的冷杉属(*Abies* Mill.)与云杉属(*Picea* Dietrich)放在一组进行显著性分析;将松科与柏科植物中的侧柏属(*Platycladus* Spach)与圆柏属(*Juniperus* L.)放在一

表 1 各评价指标的评价标准

评价指标	得分(分)				
	9	7~8	5~6	3~4	1~2
冬季叶表现	叶片舒展,叶色亮绿,冬季营造有情趣	叶片较舒展,叶色绿亮	叶色灰绿,叶片少卷曲	叶片卷曲,叶色黄绿	叶片卷曲,叶色黄褐
叶色	彩色(粉绿色、金色、银灰色等)	青绿色、亮绿色	绿色	黄绿色	灰绿色
叶形	柔美,针叶通直或极其整齐、有意境	美,针叶长 8~20 cm 且数量多	一般,针叶长<8 cm 或>20 cm	普通,针叶短且少	极其简单,针叶数量极其短且极少
叶质感	远观与近触质地厚实舒服	叶较厚,有光泽	远观与近触,质地一般	有大量斑点,质感粗糙	叶斑点多,质感极差
林型	林型优美	林型较优美	林型一般	林型松散	无观赏性
枝形	枝条舒展	枝条茂密	枝叶多,分枝不齐	枝疏松	无明显主干
果形	果实突出,极具观赏性	果可见,有一定观赏性	果观赏性一般	果观赏性差	果观赏性极差
乡土性	纯乡土植物	要一定时间进行引种驯化	近期引种驯化	未引种驯化	纯外地树种
养护难易度	粗放管理易存活	粗放管理,但也需要花费一定时间养护	需花费大量时间养护方能存活	精细养护方可存活	极其精细方可存活
抗寒性	无寒害,对寒冷抵抗强	轻微,有一定对寒冷的抵抗性	主干部位冻枯占比达 1/3,对寒冷的抵抗性一般	寒冷易致其死亡	对寒冷抗性极差
抗病性	不需防治	轻微病虫害	中等病虫害	易得病虫害	极易得病虫害疾病
抗旱性	无旱害,对炎热抵抗性强	主干部位枯萎,有一定对炎热的抵抗性	主干部位干枯占比达 1/3,对炎热的抵抗性一般	干旱容易造成死亡	干旱即死亡

组进行显著性分析;将松科与柏科植物中的落叶松属(*Larix* Mill.)与松属(*Pinus* L.)放在一组进行显著性分析。

利用 SPSS 20.0 软件进行 Tukeys - b (K) 复极差比较 ($\alpha = 0.05$),采用 Excel 2013 进行整理、绘图。

1.4.2.3 建立层次结构模型 将常绿植物园林应用综合评价作为目标层(A),结合常绿植物的应用价值,将抗性、叶性状、植物立地性、其他设置为约束层(C)。具体的性状特征如抗寒性、抗病性、抗旱性、冬季叶表现、叶形、叶质感、叶色、林型、枝形、果形、乡土性、养护难易度指标构成标准层(P)。调研所得的常绿植物种类(D1~D25)构成最底层(D)。

1.4.2.4 模型的构建 为了减少矩阵运算,选用 yaahp V12.1 软件计算各遴选植物的相对权重。yaahp V12.1 软件是一种基于层次分析法原理的可视化模糊数学建模与计算软件。通过 yaahp V12.1 可以节省大量矩阵的计算时间和步骤。

通过已有的 AHP 算法,列出 AHP 层次模型(表 2),将其导入 yaahp V12.1 软件最终完成评价模型的构建(图 1)。

1.4.2.5 一致性检验 通过层次总排序权值的一

表 2 AHP 层次模型

目标层(A)	约束层(C)	标准层(P)	最底层(D)
常绿植物园林应用价值综合评价	叶性状(C1)	冬季叶表现(P1)	D1~D25
		叶色(P2)	D1~D25
		叶形(P3)	D1~D25
		叶质感(P4)	D1~D25
	其他(C2)	林型(P5)	D1~D25
		枝形(P6)	D1~D25
		果形(P7)	D1~D25
		抗性(C3)	抗寒性(P8)
	抗性(C3)	抗病性(P9)	D1~D25
		抗旱性(P10)	D1~D25
		立地性(C4)	乡土性(P11)
		养护难易度(P12)	D1~D25

注:D1~D25 对应“1.4.1”节中的 25 种常绿植物。

致性检验后,可以得到较为科学合理的判断矩阵,加权计算确定各个具体评价指标(P)对于最高层(A)的相对重要性权值,即得到层次总排序。对整个层次模型的一致性进行检验,当 $CR < 0.1$ 时,总排序具有满意的一致性;当 $CR \geq 0.1$ 时,应对判断矩阵进行适当的修复。但是由于客观事物与人的主观性,导致实际决策过程中难以实现一次性构造一致性的判断矩阵,因此通过多次调整修正方能达到一致性的要求。

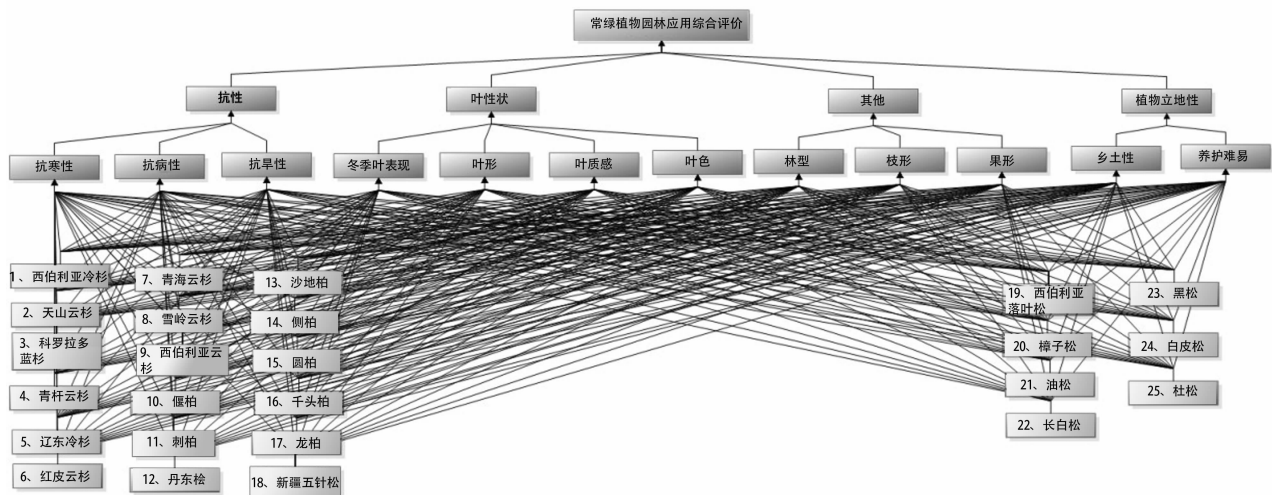


图1 常绿植物评价模型

2 结果与分析

2.1 初选结果

本研究共初选出 25 种冬季常绿植物,属于松科 (Pinaceae) 与柏科 (Taxodiaceae)。共计发放问卷 15 份,回收率为 100%,其中设计单位与苗圃及其他单位问卷的比例为 6 : 7 : 2。

2.2 松科与柏科植物属之间不同评价指标的显著性分析

2.2.1 冷杉属与云杉属之间不同评价指标的显著性分析

图 2 的抗病指标评分结果显示,西伯利亚冷杉、红皮云杉、雪岭云杉、西伯利亚云杉高于同属植物,辽东冷杉明显低于同属植物;抗旱指标评分结果显示,天山云杉、红皮云杉、青海云杉明显高于

同属植物,西伯利亚冷杉与辽东冷杉明显低于同属植物;抗寒指标评分结果显示,西伯利亚冷杉明显高于同属植物,青杉云杉明显低于同属植物;冬季叶表现指标评分结果显示,科罗拉多蓝杉高于同属植物,青杉云杉与辽东冷杉低于同属植物;枝指标评分结果显示,西伯利亚冷杉、科罗拉多蓝杉高于同属植物,辽东冷杉明显低于同属植物;果指标评分结果显示,西伯利亚冷杉与科罗拉多蓝杉高于同属植物,辽东冷杉与青海云杉明显低于同属植物;乡土性指标评分结果显示,西伯利亚冷杉、天山云杉、雪岭云杉、西伯利亚云杉明显高于同属植物,辽东冷杉明显低于同属植物;养护难易度指标评分结果显示,天山云杉与西伯利亚云杉明显高于同属植物,辽东冷杉明显低于同属植物;叶色指标评分结

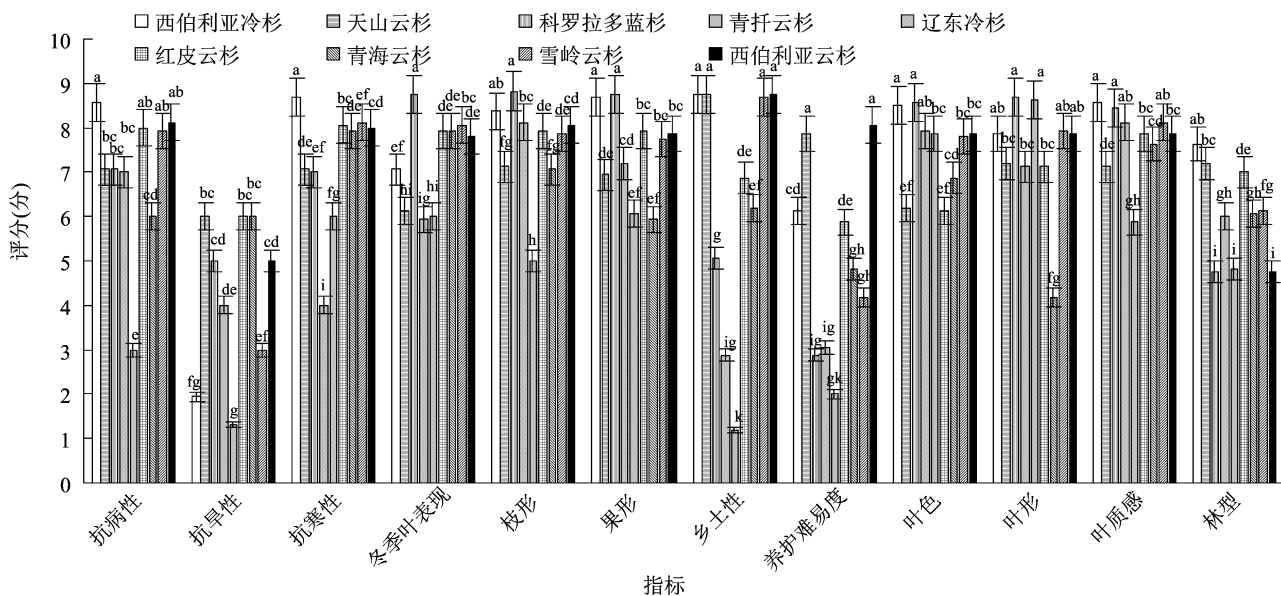


图2 冷杉属与云杉属不同评价指标评分的显著性比较

果显示,西伯利亚冷杉、科罗拉多蓝杉高于同属植物,天山云杉、红皮云杉低于同属植物;叶形指标评分结果显示,科罗拉多蓝杉与辽东冷杉明显高于同属植物,青海云杉明显低于同属植物;叶质感指标评分结果显示,西伯利亚冷杉、科罗拉多蓝杉高于同属植物,辽东冷杉明显低于同属植物;林型指标评分结果显示,西伯利亚冷杉明显高于同属植物,科罗拉多蓝杉、辽东冷杉、西伯利亚云杉低于同属植物。综合以上分析可以得出,西伯利亚冷杉、西伯利亚云杉、天山云杉在冷杉属与云杉属的综合评分结果中优势明显,辽东冷杉各项指标最低,劣势明显。

2.2.2 侧柏属与圆柏属之间不同评价指标的显著性分析 图3的抗病指标评分结果显示,圆柏明显高于同属植物,刺柏明显低于同属植物;抗旱指标评分结果显示,丹东桧明显高于同属植物,偃柏、龙柏低于同属植物;抗寒指标评分结果显示,丹东桧高于同属植物,龙柏明显低于同属植物;冬季叶表

现指标评分结果显示,丹东桧、圆柏、龙柏高于同属植物,沙地柏明显低于同属植物;枝指标评分结果显示,丹东桧、龙柏高于同属植物,刺柏明显低于同属植物;果指标以丹东桧最优,此外龙柏、杜松高于其他同属植物,偃柏低于同属植物;乡土性指标评分结果显示,刺柏、丹东桧明显高于同属植物,圆柏明显低于同属植物;养护难易度指标评分结果显示,丹东桧、龙柏高于同属植物,杜松低于同属植物;叶色指标评分结果显示,丹东桧、龙柏明显高于同属植物,沙地柏明显低于同属植物;叶形指标评分结果显示,丹东桧、千头柏、龙柏高于同属植物,沙地柏明显低于同属植物;叶质感指标评分结果显示,丹东桧、龙柏高于同属植物,沙地柏明显低于同属植物;林型指标评分结果显示,丹东桧、龙柏高于同属植物,偃柏、刺柏、杜松明显低于同属植物。综合以上分析可以得出,丹东桧、侧柏、圆柏为在侧柏属与圆柏属的综合评分结果中优势明显,偃柏各项指标最低,劣势最为突出。

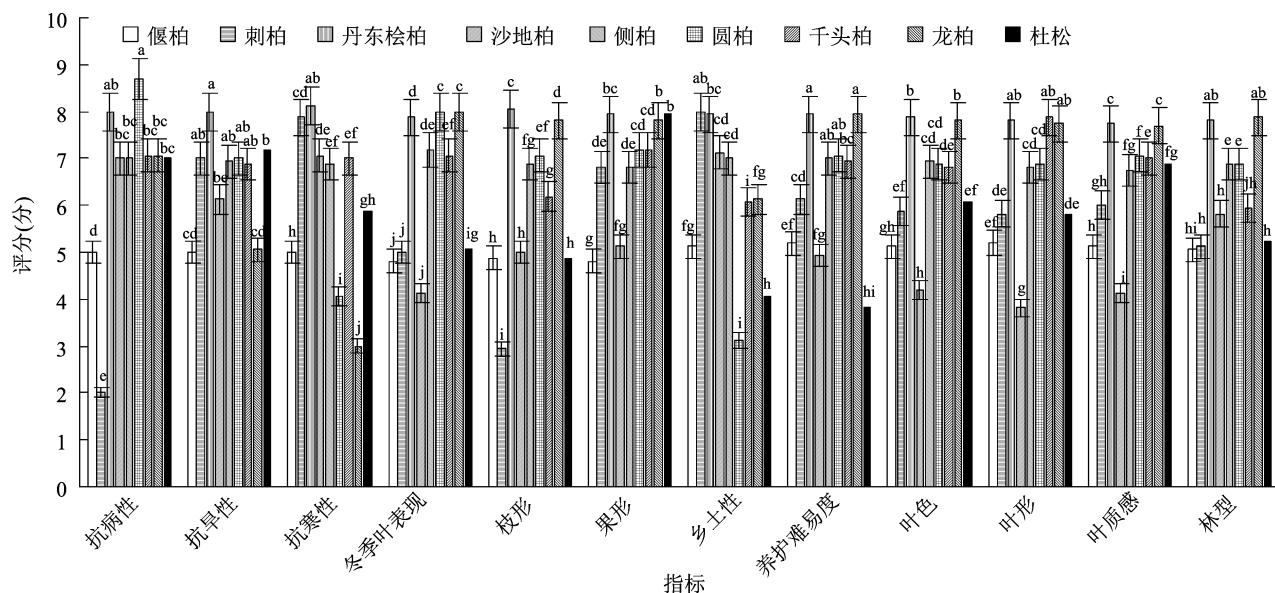


图3 侧柏属与圆柏属不同评价指标评分的显著性比较

2.2.3 落叶松属与松属之间不同评价指标的显著性分析 图4的抗病指标评分结果显示,新疆五针松、樟子松、白皮松高于同属植物,油松、黑松低于同属植物;抗旱指标评分结果显示,樟子松、白皮松明显高于同属植物,西伯利亚落叶松、油松、黑松明显低于同属植物;抗寒指标评分结果显示,西伯利亚落叶松明显高于同属植物,油松、黑松明显低于同属植物;冬季叶表现指标评分结果显示,新疆五针松、白皮松高于同属植物,其他植物持平;枝指标

评分结果显示,新疆五针松明显高于同属植物,长白松明显低于同属植物;果指标评分结果显示,新疆五针松明显高于同属植物,长白松低于同属植物;乡土性指标评分结果显示,新疆五针松、白皮松明显高于同属植物,油松、黑松明显低于同属植物;养护难易度指标评分结果显示,樟子松、白皮松明显高于同属植物,油松、黑松明显低于同属植物;叶色指标评分结果显示,新疆五针松、油松、白皮松明显高于同属植物,长白松明显低于同属植物;叶形指

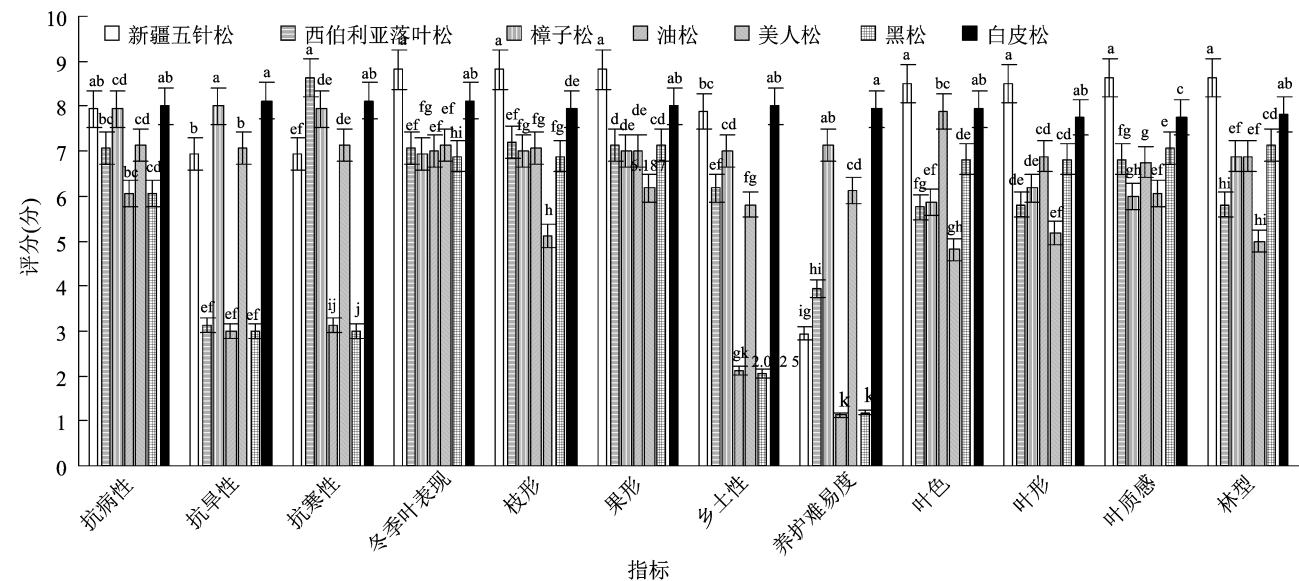


图4 落叶松属与松属不同评价指标评分的显著性比较

标评分结果显示,新疆五针松、白皮松明显高于同属植物,长白松明显低于同属植物;叶质感指标评分结果显示,新疆五针松明显高于同属植物,樟子松、长白松明显低于同属植物;林型指标评分结果显示,新疆五针松、白皮松明显高于同属植物,长白松明显低于同属植物。综合以上分析可以得出,白皮松、樟子松、新疆五针松在落叶松属与油松组的综合评分结果中优势明显,杜松、黑松、油松的各项

指标最低,劣势最为明显。
2.3 一致性检验结果及约束层与准则层权重排序结果
因篇幅关系,仅以判断矩阵 $A - C$ 说明计算过程。由表 3 可知,植物立地性 ($C4$) > 抗性 ($C3$) > 叶性状 ($C1$) > 其他 ($C2$)。由表 4 可知,决策目标权重排序为 $P12 = P11 > P5 > P10 = P9 = P8 > P2 > P1 > P4 > P6 > P3 > P7$ 。

表 3 判断矩阵及一致性检验结果

$A - C$	A	$C1$	$C2$	$C3$	$C4$	W_i	指标	权重排序排名
$A - C$	$C1$	1	2	5	1/3	0.219 9	$\lambda_{\max} = 4.085\ 8$	3
	$C2$	1/2	1	3	1/8	0.110 2	一致性比例:0.032 1	
	$C3$	1/5	1/3	1	1/9	0.049 6	对目标权重:1.000 0	
	$C4$	3	8	9	1	0.620 3		
$C1 - P_i$	$C1$	$P1$	$P2$	$P3$	$P4$	W_i	$\lambda_{\max} = 4.117\ 7$	3
	$P1$	1	1	3	1	0.315 5	一致性比例:0.044 1	
	$P2$	1	1	2	2	0.329 8	对目标权重:0.110 2	
	$P3$	1/3	1/2	1	1	0.152 4		
$C2 - P_i$	$C2$	$P5$	$P6$	$P7$		W_i	$\lambda_{\max} = 3.029\ 1$	4
	$P5$	1	1	5		0.479 6	一致性比例:0.028 0	
	$P6$	1	1	3		0.405 5	对目标权重:0.049 6	
	$P7$	1/5	1/3	1		0.115 0		
$C3 - P_i$	$C3$	$P8$	$P9$	$P10$		W_i	$\lambda_{\max} = 3.000\ 0$	2
	$P8$	1	1	1		0.333 3	一致性比例:0	
	$P9$	1	1	1		0.333 3	对目标权重:0.219 9	
	$P10$	1	1	1		0.333 3		
$C4 - P_i$	$C4$	$P11$	$P12$			W_i	$\lambda_{\max} = 2.00$	1
	$P11$	1	1			0.5	一致性比例:0	
	$P12$	1	1			0.5	对目标权重:0.620 3	

表 4 决策目标权重排序

决策目标	权重	权重排名
P7	0.005 7	12
P3	0.016 8	11
P6	0.020 1	10
P4	0.022 3	9
P5	0.238 0	3
P1	0.034 8	8
P2	0.036 4	7
P8	0.073 3	4
P9	0.073 3	4
P10	0.073 3	4
P11	0.310 2	1
P12	0.310 2	1

2.4 最底层树种的排序情况

将 25 种(品种)常绿植物的权重按降序排列,详见表 5。

表 5 25 种常绿树种的权重

编号	植物名称 (种名)	权重
1	西伯利亚冷杉	0.081 3
2	西伯利亚云杉	0.078 6
3	白皮松	0.068 1
4	丹东桧	0.067 9
5	天山云杉	0.063 9
6	雪岭云杉	0.056 2
7	青海云杉	0.048 1
8	樟子松	0.047 5
9	新疆五针松	0.046 2
10	侧柏	0.043 2
11	刺柏	0.040 6
12	红皮云杉	0.040 5
13	千头柏	0.039 5
14	圆柏	0.037 5
15	长白松	0.031 9
16	龙柏	0.029 9
17	西伯利亚落叶松	0.028 9
18	沙地柏	0.028 6
19	科罗拉多蓝杉	0.027 7
20	杜松	0.020 4
21	偃柏	0.018 5
22	青扦云杉	0.017 2
23	油松	0.013 4
24	黑松	0.012 3
25	辽东冷杉	0.012 1

2.5 权重分析

将权重绘制成箱线图,由图 5 可知,25 种常绿植物的权重呈现右偏分布,存在 3 个异常值(图 5 中的 3 个圆点),分别对应 1、2、25 号树。其中位数在 0.39~0.04 区间内,结合表 5 可知,其权重平均水平位于 12 号物种(红皮云杉)和 13 号物种(千头柏)上下。箱线图的左四分位差为 0.024 1,右四分位差为 0.052 1;箱线图的右侧限度为 0.072 4,左侧限度为 0.013 2。按照图 5 所示趋势将权重划分为 4 组区间:[0.072 4,0.052 1]、(0.052 1,0.039 0]、(0.039 0,0.024 1]、(0.024 1,0.013 2],对应表 5 树种编号即 3~6、7~13、14~19、20~24 物种区间。

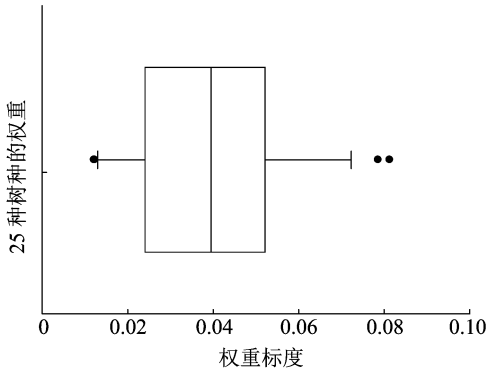


图5 25 种常绿树种的权重分析

3 讨论

从约束层与准则层权重排序结果得出,15 位评分专家更加关注植物是否能够立地存活等方面。秦性英等通过对郑州城市现状的分析得出,常绿树种目前没有大规模地应用到城市绿化中,主要的原因是常绿植物成活率不高^[17],这个现象与本研究中约束层与准则层权重排序得出的结果相吻合。

由准则层权重排序看出,常绿植物乡土性(P11)、养护难易程度(P12)、抗寒(P8)、抗旱(P10)、抗病(P9)、叶色(P2)占相对权重的比例较大,由此可见植物乡土性和养护难易程度、抗性指标、叶色是常绿植物评价模型中的重要指标。

从权重分析结果得出,左侧存在 1 个异常值 0.012 1,即辽东冷杉树种,通过对冷杉属与云杉属不同评价指标的显著性分析发现,辽东冷杉为末端树种。辽东冷杉成为异常值和末端树种的原因可以从辽东冷杉的植物生理习性看出,辽东冷杉为浅根性树种,自然生长在土层肥厚的阴坡,在干燥的阳坡极少见,喜深厚湿润、排水良好的酸性土,其姿态较优美,在纪念性林地易形成庄严、肃穆的气氛,

因而在城市中有应用,但乌鲁木齐市的土壤为偏碱性土壤,若无大量资金支撑植物立地,该植物在乌鲁木齐市不易存活。因此存在这个异常值的原因是辽东冷杉在乌鲁木齐市的生长条件相对苛刻。未来在城区改造过程中,若资金不足或养护程度不到位可将辽东冷杉进行替换。

右侧存在 2 个异常值 0.078 6、0.081 3,即西伯利亚冷杉、西伯利亚云杉树种。在对冷杉属与云杉属的显著性分析中同样得出二者皆为最优树种。从二者产地来源和生理习性、成景特征可知,西伯利亚冷杉产自阿勒泰、布尔津、哈巴河山地、克朗河上游、喀纳斯河、霍姆河流域以及哈巴河上游的白哈巴,多生长于阴湿山坡上,其树皮光滑、灰褐色,小枝有光泽,常作为点景树,在乌鲁木齐周边已由人工成功引种栽培;西伯利亚云杉产自新疆清河、富蕴、福海、阿勒泰、布尔津、哈巴河等城市,为浅根性树种,耐高温,耐寒性强,喜湿润、排水良好的肥沃壤土和沙壤土,成活率高,无焦叶,常与西伯利亚落叶松、西伯利亚冷杉或疣枝桦形成混交林或纯林^[12],在造景植物配置中,树下搭配草坪,浇草坪多余的水量正好满足树种的水量需求。结合以上分析可知,存在这 2 个异常值的原因因为西伯利亚冷杉与西伯利亚云杉 2 种树种都离树源供应地点近、养护程度易且易存活、成景效果好,是最受欢迎的树种。未来在城区改造过程中,可推选这 2 种树种为首选树种。

第 1 组区间(编号 3~6)树种为白皮松、丹东桧、天山云杉、雪岭云杉。云杉属、松属、圆柏属的比例为 2:1:1,白皮松、丹东桧、天山云杉在显著性比较中都为优选树种。从植物生理习性与造景效果上分析可知,白皮松为喜光树种,耐瘠薄土壤及较干冷的气候,在气候温凉、土层深厚、肥润的钙质土和黄土上生长良好;树姿优美,树皮白色或褐白相间,极为美观^[18]。丹东桧为喜光、耐寒树种,对土壤要求不严;萌芽力强,耐修剪,易移植^[13];最宜列植及修剪作绿篱使用,修剪成桧柏球及其他造型植于草坪,长势优秀,树形优美,四季常绿,宜孤植、丛植、群植,观赏性极佳,是乌鲁木齐难得的绿化树种。天山云杉为喜阴树种,多生长在气候湿润的阴坡、半阴坡河谷、山谷和坡地上^[19];乡土性极强,一些别墅区由于养护较为到位,所植天山云杉呈现出的叶色极其翠绿,观赏性极强。天山云杉是雪岭云杉的变种,天山云杉的抗旱性、抗旱性比雪岭云杉

具有优势而且天山云杉在后期维护中比雪岭云杉更容易。雪岭云杉为喜阴树种,多生长在气候湿润的阴坡、半阴坡河谷、山谷和坡地上^[20];其观赏性比西伯利亚云杉更优,但需要一定的海拔才能存活。从树形上看,4 种常绿植物皆为高大乔木,在造景中充当骨干树种角色,观赏性极强。从树源供应上看,4 种常绿植物在乌鲁木齐市及周边城市苗圃皆有种植,与其他地区需要远距离运输的树种相比,运输距离近是这 4 种常绿植物的优势。综上分析可得,该区间树种在乌鲁木齐市立地优势极强,证明该区间确为优选区间。

第 2 组区间(编号 7~13)树种为青海云杉、樟子松、新疆五针松、侧柏、刺柏、红皮云杉、千头柏。云杉属、侧柏属、圆柏属、松属的比例为 2:2:1:2。樟子松、新疆五针松、侧柏在云杉属、落叶松属、松属、侧柏属显著性比较中都为优势显著树种。由植物的生理习性可知,7 种常绿植物在乌鲁木齐市的适应性较强。樟子松为耐寒、耐旱性强、适应性强的树种,乡土性强^[21];新疆五针松为喜光植物,喜暖湿气候,喜土壤肥饶,不耐干旱与寒冷;侧柏为喜光、耐寒、喜湿润、耐贫瘠、盐碱、耐水湿植物,对土壤要求不严,耐修剪,幼树耐阴,但不宜常年水淹且抗风力差;刺柏耐寒性强,喜光,耐旱,喜土壤肥沃且通透性强的土壤;红皮云杉耐旱,耐旱,喜空气湿度大的环境;千头柏喜光,怕积水,喜排水良好的土壤。从树形上看,7 种常绿植物中有些并不是高大乔木,在造景中充当骨干树种也可以充当配景树种或绿篱,观赏性强,需要一定养护手段方能达到景观效果最大化。从其他方面看,7 种常绿植物皆在乌鲁木齐市及周边城市苗圃有种植,易成活且养护容易、乡土性强。结合以上分析可知,该区间树种在乌鲁木齐市立地优势强,该区间为次优选区间。

第 3 组区间(编号 14~19)树种为圆柏、长白松、龙柏、西伯利亚落叶松、沙地柏、科罗拉多蓝杉。圆柏属、松属、云杉属的比例为 3:2:1。圆柏为显著性分析中的优势最显著树种,而当地其他植物的评价数值区间皆趋于中位数。该区植物出现这种情况有 2 种可能性,(1)该植物有表现性状优势的一面,同时也有表现性状较差的一面,从而导致整体分值趋于中间;(2)植物整体表现中庸,表现出既不优秀也不差的现象。第 1 种情况最典型的为科罗拉多蓝杉,其树形优美、叶色奇特、耐寒、耐旱、耐移植、抗逆性强,具有较高的园林应用前景^[22],但其在

乌鲁木齐市立地性较差,不易养护,不易成活,因而造成分值偏低的现象。针对这类植物,在未来建设过程中使用此类植物前需反复斟酌,酌情选择。第 2 种情况最典型的为圆柏与沙地柏。沙地柏又名新疆圆柏,与圆柏都是乌鲁木齐市普遍生长的常绿植物^[23],但由于其枝条低矮且景观效果一般,从而造成评分偏低现象。结合以上分析得出,在建设过程中该区树种需结合景观设计进行酌情配置。

第 4 组区间(编号 20~24)树种为杜松、偃柏、青扦云杉、油松、黑松。这 5 种树种的综合评分较低,为各属末尾选择树种。究其原因,该区植物虽造型独特美观、叶色优美,但是由于其乡土性差或极易受病虫害的危害、难以养护、运输成本高而导致存活不易、现实成景效果差,使其综合评分低。在造景过程中该区间植物并没有特殊寓意,在未来建设过程中可以酌情将该区植物进行替换。

此外,从权重排名前 10 位的树种来看,云杉属与冷杉属种类共 5 种,占总数的 50%,种类比例为 4:1,说明云杉属植物在乌鲁木齐市常绿冬季室外植物的选择上大部分适宜。从权重排名后 10 位的树种来看,落叶松属与松属的常绿植物超过半数,而落叶松属与松属种类的比例为 1:3,说明松属植物在乌鲁木齐市常绿冬季室外植物的选择上大部分不适宜。

4 结论

随着社会的发展,对于乌鲁木齐市这类冬季漫长的城市,冬季景观营造在城市园林景观建设中愈发引起人们的重视,未来建设过程中常绿植物的规模性应用是大势所趋与形势所迫。本研究运用层次分析法,对从乌鲁木齐市市域存在的 40 种常绿植物中筛选出的可用于冬季室外园林的 25 种常绿植物进行总体权重排名,并对取得的问卷依据 12 个不同指标分别进行同属之间显著性分析。结果表明,在乌鲁木齐市冬季室外常绿植物选择中,西伯利亚云杉与西伯利亚冷杉树种为最佳选择树种,辽东冷杉树种不适宜选用,第 1、2 组树种区间为最佳选择区间,第 3 组树种区间需酌情选择,第 4 组树种区间需结合优选区间树种进行替换。在乌鲁木齐市常绿冬季室外植物种类选择上,云杉属大部分适宜,松属大部分不适宜。

参考文献:

[1]王 雪,高 凤,矫明阳,等. 常绿植物在北京公园冬季植物景观

营造中的思考[J]. 广东农业科学,2012,39(5):50-53.

[2]张莉俊,刘振林,戴思兰. 北方冬季园林植物景观的调查与分析[J]. 中国园林,2006,22(12):87-90.

[3]李 芳,王 兵,买买提江,等. 乌鲁木齐市冬季植物景观营造初探[J]. 河北农业科学,2010,14(10):37-41.

[4]古丽巴衣那,王利江. 乌鲁木齐市园林树种的调查、评价与规划[J]. 中国农学通报,2010,26(18):128-132.

[5]孙 喆,丁守杰. 新疆乌鲁木齐市创建生态园林城市的进展及建议[J]. 山西农经,2016(5):64-65.

[6]张 纯,陈 丹,张科临. 杨凌公园常绿植物冬季景观营造探析[J]. 中国园艺文摘,2016,32(2):129-131,144.

[7]杨静慧,罗 虹,张殷殷,等. 北方冬季 4 种常绿植物叶片光合特性与大气 PM_{2.5} 的关系[J]. 天津农学院学报,2018,25(1):29-32.

[8]安文杰,李 军. 太原市 5 种常绿园林植物冬季滞尘测定[J]. 农业技术与装备,2018(11):8-9.

[9]张国帅. 五种常绿园林树种抑菌能力研究[D]. 泰安:山东农业大学,2012.

[10]Gleason S M, Blackman C J, Gleason S T, et al. Vessel scaling in evergreen angiosperm leaves conforms with Murray's law and area-filling assumptions: implications for plant size, leaf size and cold tolerance[J]. New Phytologist, 2018, 218(4):1360-1370.

[11]彭金根,姜雪茹,徐 瑾,等. 常绿植物冬季叶片变红影响因子及适应性机制研究[J]. 世界林业研究,2017,30(2):31-36.

[12]刘 辉. 西伯利亚云杉平原引种试验报告[J]. 新疆林业,2005(4):19.

[13]王金龙. 丹东桧半木质化嫩枝扦插技术研究[J]. 防护林科技, 2016(3):36-37,46.

[14]夏 冰,司志国,周垂帆. 基于层次分析法评价常绿植物园林应用价值[J]. 北方园艺,2016(23):86-90.

[15]甘建国,王 洁,谢 锴,等. 邵怀高速公路边坡生态恢复植物种类选择——护坡植物层次分析法(AHP)优选试验研究[J]. 公路工程,2007(5):177-179.

[16]沈观冕. 新疆植物志(第一卷)[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1993:51-86.

[17]秦性英,李 韧,李 红. 郑州市居住区绿地植物应用现状调查[J]. 现代园艺,2011(4):111-112.

[18]孙中元,周 珊,刘 倩,等. 基于灰色关联度的北京市白皮松苗木价格评估影响因素分析[J]. 林业资源管理,2015(4):166-171.

[19]孙 丽. 天山西部云杉生长量遥感模型研究——以特克斯县为例[D]. 乌鲁木齐:新疆师范大学,2011:7-8.

[20]霍玉侠. 树轮宽度记录的新疆北疆地区气候变化研究[D]. 兰州:兰州大学,2017:37-38.

[21]李得禄,季立荣,张兆明. 干旱荒漠地区发展樟子松农田防护林的思路与对策[J]. 甘肃林业科技,2004,29(4):39-42.

[22]闫大成. 绿化良种——科罗拉多蓝杉[J]. 农业知识(瓜果菜),2016(8):34.

[23]王 成. 新疆圆柏在新疆山区造林中的作用与利用前景[J]. 现代农业科技,2009(17):210.