原生植物在上海城市园林中的应用评价及筛选

Application Evaluation and Screening of Original Plants in Urban Landscape of Shanghai

陈冠群[1] 李秋静[2,3] 毛宇恒[1] 申瑞雪[2,3*] 申晓辉[1]
CHEN Guanqun[1] LI Qiujing[2,3] MAO Yuheng[1] SHEN Ruixue[2,3*] SHEN Xiaohui[1]

（1.上海交通大学设计学院，上海 200240；2.上海上房园艺有限公司，上海 200114；3.上海上房园林植物研究所，上海 200114）
（1. School of Design, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China, 200240; 2. Shanghai Shang Fang Horticulture Co., Ltd., Shanghai, China, 200114; 3. Shanghai Shang Fang Institute of Landscape Plants, Shanghai, China, 200114）

文章编号：1000-0283(2025)01-0126-08
DOI: 10. 12193 / j. laing. 2025. 01. 0126. 014
中图分类号：TU986
文献标志码：A
收稿日期：2024-06-14
修回日期：2024-10-17

摘　要

原生植物对城市园林的建设和城市物种多样性的提升具有重要的生态意义，但应用程度尚低。采用层次分析法对实地调研、引种搜集的原生植物进行评价分析，构建包含4项准则层和15项指标层评价因子的原生植物在上海城市园林的应用评价体系。结果显示，70种（含变种、变型）受试植物属于5科32属，综合评价结果分为5级，I级的8种植物分别属菊科、唇形科以及蓼科，具有较高开发利用价值；II-V级植物分别有35、24、2和1种。采用热图分析法挖掘原生植物在指标层评价因子中的突出项，为不同的应用场景提供更多的植物选择。通过对原生植物多维度评价与应用潜力分析，为促进原生植物在园林中的应用提供理论基础，也为上海乃至长三角地区生物多样性提升与特色植物景观构建提供参考。

关键词

原生植物；层次分析法；应用评价；生态效益；物种多样性

Abstract

Original plants have significant ecological importance in urban landscaping and enhancing urban biodiversity, yet their application still needs to be improved. This study utilized the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate and analyze original plants collected from field surveys and introductions, constructing an evaluation system for applying native plants in Shanghai's urban landscaping. The system included four criteria layers and 15 index layers. The results indicated that 70 species (including varieties and variants) belong to 5 families and 32 genera. The comprehensive evaluation results were classified into five levels: Level I included eight plants from the Asteraceae family, the Lamiaceae family, and the Polygonaceae family, all of which had high development and utilization values. Levels II-V include 35, 24, 2, and 1 species. The heatmap analysis was used to identify standout factors among the indicator levels of original plants, providing more plant choices for different application scenarios. This multidimensional evaluation and analysis of the application potential of original plants provides a theoretical foundation for promoting the use of native plants in landscaping. It also serves as a reference for enhancing biodiversity and constructing distinctive plant landscapes in Shanghai and the Yangtze River Delta region.

Keywords

original plants; analytic hierarchy process; application evaluation; ecological benefits; biodiversity

原生植物（original plant）是指在没有人为干预的情况下，原产于或起源于特定地域的植物，或称之为本土植物（native plant）[1]。原生植物是该地域自然分布的植物种群，不包含由人类活动引入的已适应当地自然条件的物种，这是其区别于乡土植物（indigenous

陈冠群
1990年生／女／山东曲阜人／博士／副研究员／研究方向为园林植物种质资源保存及利用

李秋静
1990年生／女／河南信阳人／硕士／工程师／研究方向为风景园林植物引种繁育

申瑞雪
1987年生／女／陕西榆林人／硕士／高级工程师／研究方向为观赏园艺植物开发及推广应用

*通信作者（Author for correspondence）
E-mail: 851359817@qq.com

基金项目：
上海市科技兴农重点攻关项目“上海地区原生草本花卉新种质创制、繁育与示范”（编号：2022-02-08-00-12-F01138）

plant）的最主要之处[2]。中国有“世界园林之母”之美誉，是世界上最为丰富的植物区系之一，有着种类丰富、起源古老、地理成分复杂和特有成分繁多的特点[3]。由此可见，中国拥有丰富的原生植物资源，然而在城市绿地中的使用率不足8%[4]。由于人工过度干预和偏狭的审美意识影响，城市园林中充斥着大量的商业化外来品种，而自然生长的原生植物反而被无视甚至清除，造成植物种类贫乏、景观结构单一、物种多样性减退等问题[5]。原生植物不仅具有独特的观赏效果，生态效益和多重利用价值使得其更具开发和推广的意义。如唇形科鼠尾草属多年生植物丹参（*Salvia miltiorrhiza*），具顶生或腋生总状花序，花型特殊，花萼钟形，花冠紫蓝色，在华北地区可露地过冬，抗性较强，可作为薰衣草、鼠尾草等线型植物的替代，用于多年生花境、草甸、道路绿化、林下等处[6]。而丹参干燥根及根茎能够入药，具有活血祛瘀、养血安神等功效，其有效成分丹参酮已在心血管疾病的治疗中被广泛应用[7]，其还是组建药用植物园、芳香保健绿地、植物科普展馆等的重要材料。因此，中国原生植物的开发对城市绿化美化、生态修复以及科普工作均有重要的推动作用。

上海，作为中国城市化发展水平最高的城市之一，地处东海之滨，自然区系植物曾比较丰富。但随着上海开埠通商、作为港口城市后，原生植物种类大量减少，同时由于园林、园艺行业的迅猛发展，导致国内外的植物很早就在贸易中流转，使得栽培植物种类不断丰富。与此同时，大量外来逸生及归化（甚至入侵）植物也趁机进入上海[8]。唐倩雯等[9]调查上海市11个美丽乡村示范村中多年生草本植物的种类，共计62种，其中原生植物仅有10种，使用频度占9%，还存在优势物种单一、景观效果雷同和植物生长状况不佳等问题。

针对上海城市园林的应用特点，本研究通过对中国华东植物区系的百余种原生植物进行引种观察，从中筛选出具有应用潜力的70种（含变种、变型），并利用层次分析法（Analytic Hierarchy Process，AHP）构建原生植物应用于城市园林中的综合评价体系，对这些原生植物进行评价，挖掘其在上海城市绿化中的开发价值，筛选出适宜推广的优质原生植物。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

原生植物源自于华东及华中的中低海拔地区，涉及上海市、浙江省、江西省和河南省；采集地的生境以平原、坡地、林下等为主。调查和采集时间为2020–2021年，引种栽植于上海市闵行区浦江镇上房园林植物研究所引种圃中。引种地属亚热带季风气候，四季分明，以夏季高温湿热且持续时间长、冬季阴冷且时间短为特点。雨量适中且季节分配均匀。地势较平坦，但地下水位较高，土壤偏碱性，对植物的适应性和抗逆性要求较高。

1.2 植物材料

对照中国植物图像库（Plant Photo Bank of China，PPBC）进行物种鉴定；参照植物智网站（https://www.iplant.cn）对植物进行分类；参考上海数字植物志网站（https://shflora.ibiodiversity.net）对其原产地进行甄别，最终确定70种（含4个变种、1个变型）中国原生植物，包括5科32属70种，引种及生态习性信息见表1。

1.3 研究方法

利用AHP法建立原生植物在城市园林中的应用评价体系，分为三个层次：目标层A、准则层B和指标层C。准则层包括园林观赏性、生态适应性、繁殖养护难度和应用开发潜力，每层包含3–5项下层指标（图1）。邀请10位对本研究所涉及到的原生植物较为熟悉的园林景观从业者和专业教师参与评价指标权重值的确定及70种（含变种、变型）原

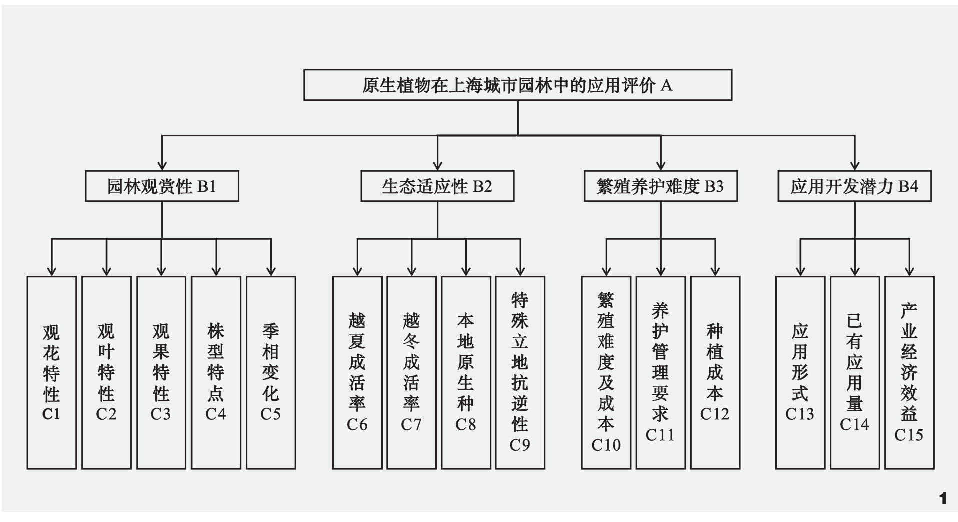

图1 原生植物在上海城市园林的应用评价模型
Fig. 1 Application evaluation model of original plants in urban landscape in Shanghai

表1 70种（含变种、变型）原生植物引种信息表
Tab. 1 Introduction Information of 70 species (including varieties and forms) of original plants

序号 No.	科名 Families	属名 Genus	植物名 Plant names	拉丁名 Latin names	生态习性 Ecological habit	引种地 Introducing regions
1	堇菜科	堇菜属	紫花堇菜	*Viola grypoceras*	生于林区	上海
2			紫背堇菜	*Viola violacea*	生于林下或林缘、灌丛、草坡、沟谷及路旁较阴湿处	浙江
3			球果堇菜	*Viola collina*	生于林下或林缘、灌丛、草坡、沟谷及路旁较阴湿处	河南
4			戟叶堇菜	*Viola betonicifolia*	生于田野、路边、山坡草地、灌丛、林缘等处	上海
5			早开堇菜	*Viola prionantha*	生于山坡草地、沟边、宅旁等向阳处	河南
6			七星莲	*Viola diffusa*	生于山地林下、林缘、草坡、溪谷旁、岩石缝隙中	浙江
7			紫花地丁	*Viola philippica*	生于田间、荒地、山坡草丛、林缘或灌丛中，在庭园较湿润处常形成小群落	上海
8			总裂叶堇菜	*Viola dissecta* var. *incisa*	生于山地林缘、采伐迹地的草地、山间荒坡草地	浙江
9			犁头草	*Viola japonica*	生于林缘、林下开阔草地间、山地草丛、溪谷旁	浙江
10			心叶堇菜	*Viola yunnanfuensis*	生于林缘、林下开阔草地间、山地草丛、溪谷旁	上海
11			南山堇菜	*Viola chaerophylloides*	生于海拔 1 600 m 以下山地阔叶林下或林缘、溪谷阴湿处、阳坡灌丛及草坡	浙江
12			细裂堇菜	*Viola chaerophylloides* var. *sieboldiana*	生于林缘、林下开阔草地间、山地草丛、溪谷旁	浙江
13			菊叶堇菜	*Viola albida* var. *takahashii*	生于海拔 300 ~ 500 m 的山地夏绿阔叶林林下含富殖质较为丰富的土壤中	河南
14			如意草	*Viola arcuata*	生于溪谷潮湿地、沼泽地、灌丛林缘等处	浙江
15			长萼堇菜	*Viola inconspicua*	生于林缘、山坡草地、田边及溪旁等处	上海
16			白花堇菜	*Viola lactiflora*	多生于海拔 1 500 ~ 1 900 m 的针叶林或针阔混交林林缘及山坡草地	上海
17	唇形科	鼠尾草属	丹参	*Salvia miltiorrhiza*	生于山坡、林下草丛或溪谷旁，海拔 120 ~ 1 300 m	河南
18			南丹参	*Salvia bowleyana*	生于山地、山谷、路旁、林下或水边，海拔 30 ~ 960 m	浙江
19			贵州鼠尾草	*Salvia cavaleriei*	生于多岩石的山坡上、林下、水沟边，海拔 530 ~ 1 300 m	浙江
20			蕨叶鼠尾草	*Salvia filicifolia*	生于石边或砂地	江西
21			蜗儿菜	*Stachys arrecta*	生于丛林及阴湿的沟谷中，海拔 1 500 ~ 2 050 m	河南
22		黄芩属	半枝莲	*Scutellaria barbata*	生于水田边、溪边或湿润草地上，海拔 2 000 m 以下	上海
23			韩信草	*Scutellaria indica*	生于海拔 1 500 m 以下的山地或丘陵地、疏林下，路旁空地及草地上	上海
24			黄芩	*Scutellaria baicalensis*	生于向阳草坡地、休荒地上，海拔 60 ~ 1 300 (1 700 ~ 2 000) m	河南
25		风轮菜属	细风轮菜	*Clinopodium gracile*	生于路旁，沟边，空旷草地，林缘，灌丛中，海拔可达 2 400 m	上海
26			风轮菜	*Clinopodium chinense*	生于山坡、草丛、路边、沟边、灌丛、林下，海拔 1 000 m 以下	浙江
27		荆芥属	浙荆芥	*Nepeta everardi*	生于低海拔低平地区灌丛中	浙江
28		藿香属	藿香	*Agastache rugosa*	各地广泛分布，常见栽培	浙江
29		野芝麻属	野芝麻	*Lamium barbatum*	生于路边、溪旁、田埂及荒坡上，海拔可达 2 600 m	上海
30		小野芝麻属	小野芝麻	*Galeobdolon chinense*	生于疏林中，海拔 50 ~ 300 m	上海
31		逐风草属	凉粉草	*Platostoma palustre*	生于水沟边及干沙地草丛中，海拔 50 ~ 950 m	江西
32		香茶菜属	香茶菜	*Isodon amethystoides*	生于林下或草丛中的湿润处，海拔 200 ~ 920 m	上海
33		牛至属	牛至	*Origanum vulgare*	生于路旁、山坡、林下及草地，海拔 500 ~ 3 600 m	上海
34	蓼科	蓼属	赤胫散	*Persicaria runcinata* var. *sinensis*	生于山坡草地、山谷灌丛，海拔 800 ~ 3 900 m	浙江
35			头花蓼	*Persicaria capitata*	生于山坡、山谷湿地，常成片生长，海拔 600 ~ 3 500 m	江西
36			金线草	*Persicaria filiformis*	生于山坡林缘、山谷路旁，海拔 100 ~ 2 500 m	上海
37		酸模属	酸模	*Rumex acetosa*	生于山坡、林缘、沟边、路旁，海拔 400 ~ 4 100 m	上海
38			水生酸模	*Rumex aquaticus*	生于山谷水边，沟边湿地，海拔 200 ~ 3 600 m	河南
39		荞麦属	金荞麦	*Fagopyrum dibotrys*	生于山谷湿地、山坡灌丛，海拔 250 ~ 3 200 m	上海

续上表

序号 No.	科名 Families	属名 Genus	植物名 Plant names	拉丁名 Latin names	生态习性 Ecological habit	引种地 Introducing regions
40	菊科	菊属	野菊	*Chrysanthemum indicum*	生于山坡草地、灌丛、河边水湿地、滨海盐渍地、田边及路旁	上海
41		紫菀属	三脉紫菀	*Aster ageratoides*	生于林下、林缘、灌丛及山谷湿地，海拔 100 ～ 3 350 m	上海
42			陀螺紫菀	*Aster turbinatus*	生于低山山谷、溪岸或林阴地，海拔 200 ～ 800 m	上海
43			马兰	*Aster indicus*	生于林缘、草丛、溪岸、路旁，极常见	上海
44			山马兰	*Aster lautureanus*	生于山坡、草原、灌丛中	河南
45			裂叶马兰	*Aster incisus*	生于山坡草地、灌丛、林间空地及湿草地	浙江
46			全叶马兰	*Aster pekinensis*	生于山坡、林缘、灌丛、路旁	河南
47			普陀狗娃花	*Aster arenarius*	生于海边沙地	上海
48		蒿属	野艾蒿	*Artemisia lavandulifolia*	多生于低或中海拔地区的路旁、林缘、山坡、草地、山谷、灌丛及河湖滨草地等	上海
49			艾	*Artemisia argyi*	生于低海拔至中海拔地区的荒地、路旁河边及山坡等地	上海
50			宽叶山蒿	*Artemisia stolonifera*	生于低海拔湿润地区的林缘、疏林下、路旁及荒地与沟谷等处	河南
51			猪毛蒿	*Artemisia scoparia*	生于中、低海拔地区的山坡、旷野、路旁等，局部地区构成植物群落的优势种	上海
52			白苞蒿	*Artemisia lactiflora*	多生于林下、林缘、灌丛边缘、山谷等湿润或略为干燥地区	浙江
53		蒲儿根属	蒲儿根	*Sinosenecio oldhamianus*	生于林缘、溪边、潮湿岩石边及草坡、田边，海拔 360 ～ 2 100 m	上海
54		蒲公英属	蒲公英	*Taraxacum mongolicum*	广泛生于中、低海拔地区的山坡草地、路边、田野、河滩，变异大	上海
55		芙蓉菊属	芙蓉菊	*Crossostephium chinense*	喜阳光充足、温暖和湿润的气候，耐热、耐旱、不耐阴、不耐水渍及不耐寒	上海
56		大吴风草属	大吴风草	*Farfugium japonicum*	生于低海拔地区的林下、山谷及草丛处	上海
57		苦荬菜属	圆叶苦荬菜	*Ixeris stolonifera*	生于海拔 300 ～ 2 200 m 的山坡林缘、灌丛、草地、田野路旁	上海
58		橐吾属	大头橐吾	*Ligularia japonica*	生于海拔 900 ～ 2 300 m 的水边、山坡草地及林下	江西
59		牛蒡属	牛蒡	*Arctium lappa*	生于山坡、山谷、林缘、林中、灌木丛中、河边潮湿地、村庄路旁或荒地，海拔 750 ～ 3 500 m	浙江
60		旋覆花属	旋覆花	*Inula japonica*	生于山坡路旁、湿润草地、河岸和田埂上，海拔 150 ～ 2 400 m	上海
61		兔儿伞属	兔儿伞	*Syneilesis aconitifolia*	生于山坡荒地林缘或路旁，海拔 500 ～ 1 800 m	河南
62		千里光属	千里光	*Senecio scandens*	常生于森林、灌丛中，攀援于灌木、岩石上或溪边，海拔 50 ～ 3 200 m	上海
63		拟鼠曲草属	鼠曲草	*Pseudognaphalium affine*	生于低海拔干地或湿润草地上，尤以稻田最常见	上海
64	报春花科	珍珠菜属	巴东过路黄	*Lysimachia patungensis*	生于山谷溪边和林下，垂直分布上限达海拔 1 000 m	浙江
65			光叶巴东过路黄	*Lysimachia patungensis* f. *glabrifolia*	生于疏林下，垂直分布上限达海拔 1 000 m	浙江
66			湘西过路黄	*Lysimachia xiangxiensis*	生于疏林下	湖南
67			聚花过路黄	*Lysimachia congestiflora*	生于水沟边、田塍上和山坡林缘、草地等湿润处，垂直分布上限达海拔 2 100 m	上海
68			点腺过路黄	*Lysimachia hemsleyana*	生于山谷林缘、溪旁和路边草丛中，垂直分布上限达 1 000 m	上海
69			落地梅	*Lysimachia paridiformis*	生于山谷林下湿润处，垂直分布上限达海拔 1 400 m	浙江
70			红毛过路黄	*Lysimachia rufopilosa*	生于山谷林下湿润处，垂直分布上限达海拔 1 400 m	浙江

生植物的评价因子打分。利用1–9标度法对同一层级的指标间进行两两比较并赋分。具体方法为1、3、5、7、9分别表示一个因素和另一个因素相比同等重要、稍微重要、明显重要、强烈重要、极端重要，2、4、6、8分别表示上述的中间值，倒数表示两个评价指标的反比较。对每位专家的评价指标权重值进行汇总，取其算术平均值后，进行一致性检验，得出层次单排序和层次总排序的结果[10]。对指标层C的每个指标建立评分标准，从优到差划为5个等级，分别对应分值5、4、3、2、1。计算专家打分的几何平均值，结合各评价因子的权重值，利用层次分析法算式计算出每种原生植物的综合分值。

2 结果与分析

2.1 原生植物在上海城市园林的应用评价体系的建立

鉴于上海的区位、气候和地理特点，结合上海园林绿化发展的要求，秉持科学性、系统性、实际性、可比性的原则，综合行业内专家的意见，确定以“原生植物在上海城

市园林应用评价”为目标层A，由园林观赏性B1、生态适应性B2、繁殖养护难度B3、应用开发潜力B4为准则层B，15项评价因子（指标层C）构成的综合评价体系。

构建各层次指标的判断矩阵，并通过一致性检验来确保评价体系的准确性和有效性，计算出各层指标对上一层指标的权重值和总权重值（表2）。在准则层中，生态适应性B2的权重值最高，为0.4310，其次依次为园林观赏性B1（0.3796）、繁殖养护难度B3（0.1296）和开发应用潜力B4（0.0598）。在指标层的总权重值排序中。越夏成活率C6最高，为0.2105，其次为季相变化C5（0.1756）、越冬成活率C7（0.1491）、观花特性C1（0.0883）、繁殖难度及成本C10（0.0808）等。开发应用潜力B4中的应用形式C13的权重最高，总权重位列第9。

表2 各层次的权重值及排序

Tab. 2 Weight values and sorting of each level

目标层 A Target layer	准则层 B（权重）Criterion layer (weight value)	指标层 C Indicator layer	权重 Weight value	总权重 Total weight value	排序 Sorting
原生植物在上海城市园林应用评价A	园林观赏性 B1 (0.3796)	观花特性 C1	0.2325	0.0883	4
		观叶特性 C2	0.0915	0.0347	8
		观果特性 C3	0.0659	0.0250	11
		株型特点 C4	0.1474	0.0560	6
		季相变化 C5	0.4626	0.1756	2
	生态适应性 B2 (0.4310)	越夏成活率 C6	0.4884	0.2105	1
		越冬成活率 C7	0.3458	0.1491	3
		本地原生种 C8	0.1169	0.0504	7
		特殊立地抗逆性 C9	0.0488	0.0210	13
	繁殖养护难度 B3 (0.1296)	繁殖难度及成本 C10	0.6232	0.0808	5
		养护管理要求 C11	0.2395	0.0310	10
		种植成本 C12	0.1373	0.0178	14
	开发应用潜力 B4 (0.0598)	应用形式 C13	0.5559	0.0332	9
		已有应用量 C14	0.3537	0.0212	12
		产业经济效益 C15	0.0904	0.0054	15

2.2 70种（含变种、变型）原生植物在上海城市园林中的应用评价

以1–5分对各项指标进行打分（表3），代入AHP评价体系，计算综合得分，并根据得分将受试植物划分为5个等级（图2）。

综合得分≥4.0分为Ⅰ级，共8种，为菊科的千里光、普陀狗娃花、野菊和蒲公英，唇形科的半枝莲、牛至、南丹参，以及蓼科的酸模。这8种植物在生态适应性方面都较强，既能在上海地区露地越冬，也能在夏季高温湿热条件下保持较好的生长状态；均为开花植物，季相变化丰富；除南丹参为上海栽培种外，其他均为上海原生种；还兼具可食性、芳香疗愈、文化记忆等多重附加价值。因此，评级为Ⅰ级的原生植物具有很高的综合开发利用价值。

综合得分3.5 ~ 4.0为Ⅱ级，包含35种植物，分别为以裂叶马兰、山马兰、猪毛蒿为主要代表的菊科植物15种；以浙荆芥、丹参、藿香主要代表的唇形科植物11种；以水生酸模、金荞麦、头花蓼主要代表的蓼科植物5种；以早开堇菜、长萼堇菜、紫花地丁为代表的堇菜科植物4种。其中，菊科中含紫菀属6种、蒿属5种、其他属4种。菊科和唇形科的大部分植物均位于此列，这些植物在上海地区的抗逆性、适应性均较高，不易发生病虫害，管理粗放，种植成本低且繁殖系数高，观赏性较强，尤其是季相变化丰富。

综合得分3.0 ~ 3.5为Ⅲ级，包含24种植物，以白花堇菜、心叶堇菜、犁头草为代表的堇菜科11种；以聚花过路黄、点腺过路黄、红毛过路黄为代表的报春花科7种；以大头橐吾、牛蒡、兔儿伞为代表的菊科4种；以及唇形科的凉粉草和野芝麻。大部分堇菜科植物和报春花科植物位于此列，这类植物生态适应性普遍良好，较易于繁殖，但季相变化丰富度下降、观赏性一般，应用形式较为单一，因此，开发利用价值一般。

综合得分2.5 ~ 3.0为Ⅳ级，包含菊科鼠曲草、堇菜科七星莲两种植物。这些植物观赏性较低，但确有独特特点，养护管理要求较高，繁殖难度和种植成本有所增加。可依其特点和习性特征进行开发，如七星莲株型矮小，可作案几盆栽观赏；鼠曲草被白色厚棉毛，可作花境中的点缀。

综合得分2.5以下为Ⅴ级，仅含唇形科小野芝麻。由于其为一年生植物，因此越冬、越夏能力较差，城市景观使用时有较多限制，季相变化、观赏性不突出。

2.3 利用热图分析法挖掘原生植物的多维价值

受评价体系层次多样性和权重的影响，仅从综合评分的角度来评价植物具有片面性。如Ⅰ级植物蒲公英的综合评分高，但其株型较矮且松散，花期较短，更适合作为林下地被、填充植物。因此，通过将所有指标

表3　评价因子的评分标准
Tab. 3　Scoring standard for comprehensive evaluation

评价因子 Indicator	评分标准 (1–5 分) Grading standards (1–5)
观花特性 C1	从花色、花期、花香有无、花型独特、盛花期花朵覆盖率5个方面进行评价，符合几项得几分
观叶特性 C2	从叶形独特、彩叶、叶绿期长短、叶片覆盖率、是否落叶5个方面进行评价，符合几项得几分
观果特性 C3	从是否结果，果实色彩、数量、形态和果期长短5个方面进行评价，符合几项得几分
株型特点 C4	从是否有固定株型、株型形态独特性、是否耐修剪、少刺或无刺5个方面进行评价，符合几项得几分
季相变化 C5	季相变化丰富、一般、无变化分别为5、3、1分
越夏成活率 C6	室外露地栽培时，越夏的成活率在90%及以上为5分，70% ~ 90%为4分，50% ~ 70%为3分，30% ~ 50%为2分，低于30%为1分
越冬成活率 C7	室外露地栽培时，越冬的成活率在90%及以上为5分，70% ~ 90%为4分，50% ~ 70%为3分，30% ~ 50%为2分，低于30%为1分
本地原生种 C8	参考上海数字植物志网站信息，定为上海原生种为5分，上海栽培种为4分，上海外来种为3分，已明确有逸生风险的为2分，已明确有入侵风险的为1分
特殊立地抗逆性 C9	从耐盐碱、耐水湿、耐干旱、耐荫、耐重金属污染5个方面进行评价，符合几项得几分
繁殖难度及成本 C10	繁殖系数大、繁殖周期短为5分，繁殖系数较大、繁殖周期较短为4分，繁殖系数较小、繁殖周期短为3分，繁殖系数小、繁殖周期较长为2分，繁殖系数较小、繁殖周期长为1分
养护管理要求 C11	从无需管理、粗放管理、一般化管理、管理较为频繁和管理频繁5个方面进行评价
种植成本 C12	从种植成本高、较高、一般、较低和低5个方面进行评价
应用形式 C13	对其是否可应用于花境、庭院绿化、道路绿化、屋顶绿化、康复花园等5个方面进行评价，符合几项得几分
已有应用量 C14	从普遍应用、较多应用、一般应用、较少应用、未应用5个方面进行评价
产业经济效益 C15	对是否具有药用价值、食用价值、精油开发价值、经济作物、盆栽或切花潜力5个方面进行评价，符合几项得几分

层中的分值绘制成热图，可更直观地挖掘每种植物的优势和应用特点。藿香因其花量大、花期长，在观花特性C1方面较为突出，同时还是非常典型的蜜源植物，是营造生境、增加物种多样性的首选植物。芙蓉菊覆银白色绒毛的不规则裂叶很有识别度，在观叶特性C2评分较高。水生酸模和酸模具褐色椭圆形瘦果，且挂果期长，除本身食用和药用功效外，还是少有的兼观果植物。圆叶苦荬菜的特殊立地抗逆性C9分数较高，因为其具有抗盐碱能力，因此是盐碱地绿化、生态湿地及生态修复中的优选[11]。已有应用量C14指标的评分越低，说明该类植物在现有的城市绿地应用越少，此项指标可以对植物的研发提供指导参考。

3 结论与讨论

城市园林是城市生态系统的重要组成部分，在提升城市环境质量、绿化美化城市景观、维护生态系统平衡、提供游憩空间等方面发挥至关重要的作用。然而在其快速发展期一味追求绿化美化，而忽略了植物的生态特性，使得城市生物多样性减退、生态韧性脆弱[12]。原生植物作为该地域的原始物种，与本地环境高度协同，易与动物、昆虫及其他植物种类形成共生关系，有助于形成稳定的地域生态系统，从而恢复城市生态系统的自我调节和维持能力，提高城市生态韧性[13-14]。因此，本研究利用层次分析法对引种搜集的70种（含变种、变型）原生植物进行评价分析，构建体现原生植物观赏性、生态性、开发性的多维度应用评价体系，筛选出综合评分较高的原生植物。利用热图分析法深入挖掘不同类型原生植物的应用潜力，为促进原生植物的产业化发展及其在园林中的应用提供理论基础。

相比前人已构建的园林应用评价体系，本研究的评价指标更加多元化，兼顾观赏性和生态性，增加了开发潜力评估，以期对植物供应者、规划设计从业者和政策制定者均有一定的指导价值。郝建辉等[15]构建的辽西北沙地草原乡土植物的评价体系中仅从生态适应性和园林观赏性两个方面进行评价。李宇泊等[16]对黄土高原乡土地被植物的评价体系中，不仅考虑生态适应性、园林观赏性和园艺学特性，还对开发新颖性进行了评价，但评价指标单一，且缺少可量化的依据。本文构建的评价体系对原生植物的开发潜力和产业效应进行综合评价，并以引种植物实验中涉及的繁殖周期、成本、管养难度作为评分依据，确保本评价体系的结果更为客观和可信。

本研究在评价指标中增加了较为新颖的指标，如首次将“本地原生种”作为指标纳入评价体系。研究中所涉及到的植物均为国内原生植物，而中国幅员辽阔，植物之间生态习性差异较大，并非所有原生植物都适合在上海应用。此外，人为将具有地理隔离的

植物	评级	综合得分	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
千里光	I	4.25	0.85	0.36	0.24	0.49	1.85	2.44	1.73	0.58	0.13	2.89	1.11	0.20	2.22	0.35	0.14
普陀狗娃花		4.18	0.85	0.33	0.21	0.62	1.95	2.27	1.61	0.58	0.18	2.30	1.11	0.22	2.78	0.56	0.16
野菊		4.14	0.77	0.30	0.10	0.47	1.68	2.44	1.73	0.58	0.15	2.89	1.11	0.17	2.58	0.71	0.42
半枝莲		4.10	0.85	0.24	0.17	0.44	1.68	2.44	1.73	0.58	0.10	2.89	1.20	0.17	2.22	0.45	0.21
牛至		4.03	0.77	0.27	0.10	0.44	1.85	2.27	1.61	0.58	0.15	2.89	1.11	0.20	2.58	0.45	0.32
蒲公英		4.03	0.61	0.19	0.24	0.19	1.85	2.44	1.73	0.58	0.15	3.12	1.20	0.14	1.90	0.71	0.27
酸模		4.01	0.67	0.26	0.33	0.47	2.15	2.10	1.49	0.58	0.11	2.63	1.11	0.20	2.22	0.56	0.21
南丹参		4.00	0.91	0.27	0.14	0.54	1.68	2.44	1.73	0.35	0.10	2.30	1.11	0.22	2.78	0.35	0.21
裂叶马兰	II	3.97	0.70	0.33	0.17	0.44	1.68	2.44	1.73	0.35	0.10	2.63	1.11	0.22	2.78	0.35	0.23
山马兰		3.96	0.70	0.29	0.14	0.39	1.68	2.44	1.73	0.35	0.13	2.89	1.11	0.20	2.78	0.35	0.23
浙荆芥		3.96	0.93	0.33	0.07	0.54	1.68	2.27	1.61	0.35	0.13	2.89	1.11	0.20	2.78	0.35	0.14
猪毛蒿		3.96	0.23	0.37	0.07	0.49	1.68	2.44	1.73	0.58	0.18	2.89	1.20	0.20	2.58	0.56	0.24
丹参		3.95	0.85	0.27	0.14	0.44	1.68	2.44	1.73	0.35	0.10	2.30	1.11	0.22	2.78	0.45	0.21
旋覆花		3.95	0.98	0.24	0.14	0.39	1.85	2.10	1.49	0.58	0.15	2.89	1.11	0.20	2.22	0.56	0.14
水生酸模		3.94	0.74	0.29	0.33	0.47	2.15	2.10	1.49	0.35	0.11	2.63	1.11	0.20	2.22	0.56	0.18
艾		3.94	0.23	0.37	0.07	0.44	1.68	2.44	1.73	0.58	0.18	2.89	1.20	0.17	2.34	0.71	0.33
野艾蒿		3.92	0.23	0.33	0.07	0.39	1.68	2.44	1.73	0.58	0.18	3.12	1.20	0.14	2.34	0.56	0.30
金荞麦		3.91	0.61	0.30	0.17	0.44	1.95	2.10	1.49	0.58	0.11	2.89	1.11	0.17	2.58	0.56	0.24
大吴风草		3.90	0.48	0.37	0.20	0.49	1.47	2.44	1.73	0.47	0.13	2.30	1.20	0.17	2.05	1.64	0.19
藿香		3.89	1.08	0.27	0.10	0.44	1.68	2.10	1.49	0.35	0.13	2.89	1.11	0.20	2.58	1.06	0.27
头花蓼		3.89	0.93	0.37	0.17	0.54	2.15	1.78	1.26	0.35	0.15	3.12	1.11	0.17	2.58	0.93	0.24
细风轮菜		3.85	0.47	0.27	0.15	0.44	1.39	2.44	1.73	0.58	0.10	2.89	1.20	0.17	2.34	0.35	0.14
赤胫散		3.84	0.42	0.37	0.14	0.59	1.95	2.10	1.49	0.35	0.15	2.89	1.11	0.20	2.58	0.96	0.14
黄芩		3.84	0.77	0.24	0.17	0.34	1.68	2.44	1.73	0.35	0.10	2.26	1.11	0.20	2.22	0.45	0.18
宽叶山蒿		3.84	0.23	0.37	0.07	0.44	1.68	2.44	1.73	0.35	0.18	2.89	1.20	0.20	2.58	0.45	0.30
香茶菜		3.82	0.93	0.27	0.07	0.54	1.85	1.95	1.38	0.47	0.13	2.89	1.11	0.20	2.78	0.35	0.14
马兰		3.81	0.61	0.26	0.14	0.39	1.68	2.10	1.49	0.58	0.15	3.12	1.20	0.14	2.34	0.71	0.33
韩信草		3.81	0.77	0.24	0.17	0.34	1.68	2.27	1.61	0.58	0.10	2.26	1.11	0.20	2.22	0.35	0.21
风轮菜		3.78	0.53	0.27	0.15	0.39	1.68	2.44	1.73	0.35	0.08	2.63	1.20	0.17	1.76	0.35	0.14
早开堇菜		3.76	0.70	0.17	0.07	0.27	1.68	2.44	1.73	0.35	0.10	2.69	1.03	0.14	2.05	0.71	0.27
贵州鼠尾草		3.76	0.85	0.27	0.14	0.44	1.68	2.27	1.61	0.35	0.10	2.30	1.01	0.20	2.22	0.35	0.14
圆叶苦荬菜		3.76	0.61	0.33	0.17	0.43	1.68	1.95	1.38	0.58	0.18	3.12	1.11	0.17	2.78	0.35	0.19
蕨叶鼠尾草		3.74	0.53	0.33	0.14	0.54	1.47	2.27	1.61	0.35	0.10	2.89	1.11	0.20	2.78	0.35	0.14
金线草		3.74	0.59	0.27	0.10	0.54	1.68	2.10	1.49	0.47	0.15	2.63	1.11	0.20	2.58	0.74	0.19
全叶马兰		3.68	0.70	0.29	0.14	0.39	1.68	2.10	1.49	0.35	0.13	2.63	1.11	0.20	2.78	0.35	0.23
白苞蒿		3.64	0.53	0.33	0.10	0.47	1.68	2.10	1.49	0.35	0.11	2.63	1.11	0.20	2.40	0.71	0.21
长萼堇菜		3.62	0.70	0.17	0.07	0.27	1.68	2.10	1.49	0.58	0.10	2.69	1.03	0.14	2.05	0.71	0.27
紫花地丁		3.61	0.61	0.21	0.07	0.23	1.68	2.10	1.49	0.58	0.10	2.69	1.03	0.14	2.34	0.81	0.27
三脉紫菀		3.60	0.70	0.15	0.17	0.37	1.85	1.95	1.38	0.58	0.13	2.30	1.01	0.20	2.40	0.35	0.18
戟叶堇菜		3.59	0.61	0.23	0.07	0.27	1.68	2.10	1.49	0.58	0.10	2.69	1.03	0.14	1.76	0.71	0.27
蜗儿菜		3.58	0.85	0.24	0.14	0.44	1.68	1.95	1.38	0.35	0.11	2.63	1.11	0.20	2.22	0.35	0.18
芙蓉菊		3.57	0.61	0.46	0.07	0.54	1.47	1.95	1.38	0.58	0.15	1.98	1.01	0.20	2.40	0.93	0.19
陀螺紫菀		3.50	0.61	0.19	0.17	0.37	1.85	1.95	1.38	0.58	0.13	1.63	1.01	0.20	2.40	0.35	0.18
聚花过路黄	III	3.49	0.53	0.24	0.10	0.39	1.47	1.95	1.38	0.58	0.13	2.89	1.01	0.20	2.22	0.56	0.14
凉粉草		3.49	0.77	0.27	0.07	0.44	1.39	1.95	1.38	0.35	0.13	2.89	1.11	0.20	2.40	0.35	0.30
白花堇菜		3.47	0.53	0.17	0.07	0.23	1.68	2.10	1.49	0.58	0.10	2.26	0.96	0.14	2.02	0.71	0.24
点腺过路黄		3.46	0.47	0.24	0.10	0.39	1.47	1.95	1.38	0.58	0.13	2.89	1.01	0.20	2.22	0.56	0.14
野芝麻		3.46	0.61	0.24	0.10	0.39	1.53	1.95	1.38	0.58	0.10	2.26	1.11	0.20	2.40	0.35	0.19
心叶堇菜		3.44	0.53	0.29	0.07	0.23	1.68	1.95	1.38	0.58	0.10	2.49	0.96	0.17	2.22	0.56	0.19
犁头草		3.44	0.53	0.29	0.07	0.23	1.68	2.10	1.49	0.35	0.10	2.49	0.96	0.17	2.02	0.56	0.19
如意草		3.43	0.70	0.21	0.07	0.34	1.68	1.95	1.38	0.35	0.10	2.49	0.96	0.17	2.40	0.56	0.24
大头橐吾		3.39	0.47	0.29	0.14	0.49	1.68	1.95	1.38	0.35	0.15	1.82	1.01	0.22	2.58	0.35	0.14
紫花堇菜		3.38	0.61	0.17	0.07	0.23	1.68	1.95	1.38	0.58	0.10	2.26	0.96	0.17	2.02	0.56	0.19
紫背堇菜		3.34	0.53	0.27	0.07	0.34	1.68	1.95	1.38	0.35	0.10	2.26	0.87	0.20	2.22	0.56	0.16
红毛过路黄		3.32	0.47	0.33	0.10	0.47	1.47	1.78	1.26	0.35	0.13	2.89	1.01	0.20	2.58	0.56	0.14
巴东过路黄		3.31	0.47	0.30	0.10	0.47	1.47	1.78	1.26	0.35	0.13	2.89	1.01	0.20	2.58	0.56	0.14
落地梅		3.31	0.53	0.27	0.10	0.44	1.68	1.78	1.26	0.35	0.13	2.30	1.01	0.22	2.22	0.71	0.14
光叶巴东过路黄		3.30	0.47	0.33	0.10	0.47	1.47	1.78	1.26	0.35	0.13	2.89	1.01	0.20	2.22	0.56	0.14
湘西过路黄		3.29	0.53	0.33	0.10	0.39	1.47	1.78	1.26	0.35	0.13	2.89	1.01	0.20	2.22	0.56	0.14
球果堇菜		3.26	0.53	0.19	0.07	0.29	1.53	1.95	1.38	0.35	0.10	2.49	0.96	0.17	2.02	0.56	0.27
牛蒡		3.20	0.48	0.27	0.26	0.23	1.85	1.61	1.14	0.35	0.15	1.98	1.11	0.20	2.34	0.71	0.24
南山堇菜		3.20	0.70	0.33	0.07	0.44	1.68	1.55	1.10	0.35	0.10	2.26	0.87	0.20	2.78	0.56	0.19
兔儿伞		3.17	0.48	0.33	0.17	0.49	1.85	1.55	1.10	0.35	0.13	1.63	1.01	0.22	2.22	0.71	0.21
细裂堇菜		3.09	0.53	0.27	0.07	0.44	1.68	1.55	1.10	0.35	0.10	2.26	0.87	0.20	2.40	0.56	0.19
菊叶堇菜		3.09	0.53	0.27	0.07	0.44	1.68	1.55	1.10	0.35	0.10	2.26	0.87	0.20	2.40	0.56	0.19
总裂叶堇菜		3.05	0.53	0.33	0.07	0.34	1.68	1.55	1.10	0.35	0.10	2.26	0.87	0.22	2.02	0.56	0.19
蒲儿根		3.03	0.77	0.21	0.17	0.31	1.68	1.33	0.94	0.35	0.13	2.49	1.11	0.17	2.22	0.45	0.19
鼠曲草	IV	2.82	0.70	0.33	0.14	0.49	1.68	0.78	0.55	0.58	0.13	2.63	1.01	0.20	2.40	0.35	0.30
七星莲		2.50	0.61	0.24	0.07	0.34	1.68	0.70	0.50	0.35	0.10	2.49	0.87	0.20	2.78	0.56	0.24
小野芝麻	V	2.49	0.53	0.24	0.07	0.39	1.53	0.78	0.55	0.47	0.10	2.26	1.11	0.20	2.22	0.35	0.19

注：图中红色和蓝色分别表示该植物在单一评价指标中的评分相对高和相对低，色彩饱和度越高，表示数值越极端。

2

图2 70种（含变种、变型）原生植物的应用评价热图分析

Fig. 2 Heat map analysis of application evaluation of 70 species (including varieties and forms) of original plants

物种迁入，也存在一定的生态入侵风险。如断节莎（*Cyperus odoratus*）为上海本土、非原生植物，被列入入侵植物名单中[17]。再加作为上海原生种的普陀狗娃花，花色为少见的蓝紫色；株型呈丘形，紧凑；叶片长条形，非花期也有独特的观赏性；抗逆性强，在城市盐碱地中也可自然生长。因此，将本地原生种作为评价指标具有一定的科学性和前瞻性。在园林观赏性方面，将单一植物学特征

的观赏指标进行整合，如大量文献中所采用的花色、花量、叶色、株高等形态特征整合为观花、观叶、观果三个综合指标。同时，将“季相变化”作为评价景观效果的指标引入到植物评价体系中[18]。如丹参和南丹参片植时观赏效果极佳，且季相效果明显，可营建林下紫色花境。将植物作为园林景观中的一部分来处理，而不强调单株植物的形态特征，能够增加评价对于植物应用指导的有效性。

为使本研究结果更具实际指导价值，结合热图分析法全面、直观地展示原生植物在每一个评价指标中的评分水平，有助于更好地挖掘每种原生植物的应用特点。同类研究仅以对植物的综合评价排序作为结果，然而这个结果受评价指标权重的影响，多数较为主观，这也是层次分析法的缺陷[19]。如过路黄（*Lysimachia christinae*）多位于综合评级Ⅲ级中，主要是因为其株型匍匐状，应用场景受限；越夏、越冬能力相对较差。但其繁殖难度和成本较低，扦插成活率高；耐瘠薄、耐荫性、抗逆性高，在林下花境、路缘、汀步、岩石园、立体绿化等有很好的应用前景。与现有用量较多的三色堇（*Viola tricolor*）、角堇（*Viola cornuta*）类似的中国堇菜属植物，在中国原生资源非常丰富，如紫花地丁、早开堇菜、南山堇菜、戟叶堇菜等，但开发程度都很低。其均为多年生植物，抗逆性更强，适合在粗放管理的密林、自然野趣景观中应用；还兼具香气、异形叶、株型矮小等多重观赏价值，可作为盆栽、花艺等材料。另外，早在《诗经》中就提到堇菜（*Viola arcnata*）可食用，具有一定文化价值和药用价值[20]，适合作为植物科普工作的素材。总之，原生植物所具备的文化属性、地域属性等附加值是其他外来植物不可比拟的，在未来的城市园林、生态建设乃至文化产业中都有着巨大潜力。

注：文中图表均由作者绘制。

参考文献

[1] MADOUH T A, QUORESHI A M. The Function of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated with Drought Stress Resistance in Native Plants of Arid Desert Ecosystems: A Review[J]. Diversity, 2023, 15(3): 391.

[2] LANTA V, HYVöNEN T, NORRDAHL K. Non-native and Native Shrubs have Differing Impacts on Species Diversity and Composition of Associated Plant Communities[J]. Plant Ecology, 2013, 214(12): 1517-1528.

[3] 王荷生. 中国植物区系的基本特征[J]. 地理学报, 1979(03): 40-53.

[4] 司丽芳, 耿晓梅. 基于AHP的北京地区花境景观特征及其综合评价[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(17): 103-107.

[5] 袁嘉. 城市荒野: 夹缝中的自然与机遇[J]. 景观设计学, 2021, 9(1): 10-13.

[6] 刘文璇, 李子赢, 李彦妮, 等. 丹参杂交后代花部形态变异研究及丹参的园林应用分析[J]. 四川农业科技, 2023(4): 29-33.

[7] 王子君, 郑媚, 解举民. 中药丹参治疗心血管疾病的分子机制研究[J]. 湖北理工学院学报, 2023, 39(5): 44-48.

[8] 李宏庆, 熊申展, 陈纪云, 等. 上海植物区系新资料(VI)[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2013(1): 139-143.

[9] 唐倩雯, 李清韵, 刘涛, 等. 上海乡村植物景观中多年生草本应用现状分析[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2023(3): 53-63.

[10] 吴亚玲, 鲍齐齐, 万开元, 等. 华东地区水湿生木本植物综合评价与筛选[J]. 中国园林, 2023, 39(4): 109-114.

[11] 李洪燕, 郑青松, 刘兆普, 等. 海水胁迫对苦荬菜幼苗生长及生理特性的影响[J]. 植物学报, 2010, 45(1): 73-78.

[12] 千晓宇, 李建龙, 刘旭, 等. 南京市绿地结构变化的遥感监测及驱动力分析[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2007, 31(3): 73-77.

[13] 石战. 原生植物在都市园林设计中的应用及其生态效益研究[J]. 分子植物育种, 2024, 22(2): 628-632.

[14] HEYMANS A, BREADSELL J, MORRISON G M, et al. Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review[J]. Sustainability, 2019, 11(13): 1-20.

[15] 郝建辉, 陈曦, 齐凤林, 等. 辽西北沙地草原乡土植物资源及园林应用综合评价[J]. 草地学报, 2020, 28(3): 852-856.

[16] 李宇泊, 杨艳丽, 李永强, 等. 基于AHP的黄土高原乡土地被植物评价体系的建立与应用[J]. 草地学报, 2022, 30(7): 1846-1854.

[17] 杜诚, 汪远, 闫小玲, 等. 上海市植物物种多样性组成和历史变化暨上海维管植物名录更新(2022版)[J]. 生物多样性, 2023, 31(6): 6-14.

[18] 陈水华, 冯光澍, 陈玲, 等. 基于AHP的柳州市彩叶植物景观评价体系构建[J]. 绿色科技, 2023, 25(9): 18-22.

[19] 刘莉, 余宏明, 程江涛. 层次分析—模糊综合评价法在滑坡工程中的应用[J]. 三峡大学学报 (自然科学版), 2008, 30(2): 43-47.

[20] 张敏, 高优恒, 李烨, 等. 堇菜属植物的化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国中药杂志, 2023, 48(5): 1145-1175.