

北京郊野地区园林地被植物综合评价与分级

张皖清¹, 郝培尧¹, 滕依辰², 董 丽^{1*}

(1. 北京林业大学 园林学院国际花卉工程技术演技中心, 北京 100083; 2. 中国城市建设研究院有限公司, 北京 100120)

摘 要:北京郊野地区常常出现风大扬尘、土壤沙化、风力侵蚀等现象,高大乔木生长常受抑制,因此地被植物的应用对改善生态、提升人居环境质量等方面起到了至关重要的作用。在对北京市永定河莲石湖景区、八家郊野公园、玉东郊野公园、奥林匹克森林公园、野鸭湖湿地、颐和园 6 个地点的地被植物的种类、生长状况及景观效果进行调查的基础上,建立了地被植物园林应用的评价体系。从生长特性、观赏特性、适应特性 3 方面利用层次分析法进行综合评价与分级,共筛选出了 31 种适用于北京郊野地区园林绿化的地被植物,为未来北京郊野地区公园建设提供参考。

关键词:郊野地区;地被植物;AHP;综合评价

中图分类号:S731.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2015)05-0252-06

Comprehensive Evaluation and Selection of Ground Cover Plants in Countryside of Beijing

ZHANG Wan-qing¹, HAO Pei-yao¹, TENG Yi-chen², DONG Li^{1*}

(1. College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, National Engineering Research Center for Floriculture, Beijing 100083, China; 2. China Urban Construction Design & Research Institute CO. LTD, Beijing 100120, China)

Abstract: For the strong wind, sandstorm, desertification and wind erosion, the growth of the arbors is restrained and the ground cover plants are essential for improving ecology and promoting human settlements. Based on the investigation about the species, growth status and landscape effect of the existing ground cover plants in the Lotus Stone Lake area, Bajia Country Park, Yudong Country Park, Olympic Forest Park, Yeyahu Wetland and the Summer Palace, a comprehensive evaluation system of ground cover plants was established from three aspects: ornamental characteristics, growth characteristics and adaptation properties by using the analytical hierarchy process, 31 kinds of Beijing landscape groundcover plants were elected for the landscape application in countryside of Beijing finally. It's expected to provide certain theoretical basis and reference suggestion about the country park construction in Beijing.

Key words: countryside; landscape groundcover plant; AHP; comprehensive evaluation

在不断强调景观可持续性发展的今天,越来越多的地被植物景观出现在园林景观中,地被植物已经成为城市园林绿化不可缺少的部分,其应用价值也日渐被人们所认识和接受。目前,国内学者对地被植物的研究大多集中于资源调查^[1-3]、引种筛选^[4-8]、生态适应性^[9-10]及抗性生理^[11-13]方面,关于其应用的研究,也多重视与乔、灌木搭配的设计方法和配置模式,对地被植物本身的景观价值和生态价

值的研究不多。近年来,最成功的地被植物景观案例当属英国谢菲尔德大学教授 James Hitchmough 和 Nigel Dunnett^[14]在对 2012 年伦敦奥林匹克公园设计时利用非乡土地被植物设计的一系列类似北美草原的地被植被组合;北京奥林匹克森林公园中也有关于野花地被植物景观的设计尝试^[15-16]。为了将这种地被植物景观形式进行推广,对地被植物的生态价值和景观价值进行综合评价,从而筛选出可应

收稿日期:2014-10-23 修回日期:2014-11-25

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划支撑课题“村镇景观建设关键技术研究”(2012BAJ24B05)。

作者简介:张皖清,女,硕士研究生,研究方向:园林植物应用与园林生态。E-mail:249771922@qq.com

* 通信作者:董丽,女,博士,教授,研究方向:园林植物应用与园林生态。E-mail: dongli@bjfu.edu.cn

用的地被植物材料,是很有必要的。因此,针对京郊永定河流域的景观需求,对北京市永定河莲石湖景区、八家郊野公园、玉东郊野公园、奥林匹克森林公园、野鸭湖湿地和颐和园的地被植物种类、生长状况及景观效果进行调查研究,建立了地被植物园林应用的评价体系,从生长特性、观赏特性、适应特性三方面利用 AHP 层次分析法对调查到的 57 种地被植物进行综合评价,以期为丰富北京郊野地区园林地被植物的应用与种类选择提供一定的理论参考。

1 研究背景及调查范围

北京西部郊野地区属于大陆性半干旱季风气候,冬季盛行偏北风,夏季盛行偏南风,根据门头沟、丰台等气象站风速资料统计,多年平均风速在 2.5 m/s 左右,风力侵蚀是该地区主要的水土流失形式之一,在这种条件下可供选择的适地树种很少,新栽植的树木成活率低、长势不良,绿化投入多,产出少,效果差^[17],地被植物因此成为了最重要的绿化植物材料。通过选择合理的研究方法筛选适用于北京郊野地区的园林地被植物种类,对如何因地制宜地合理搭配地被植物,营造纯粹的地被植物景观,充分发挥植物群落的景观及生态效益有着重要的意义。

于 2012 年 4 月至 6 月对北京市永定河莲石湖地区、八家郊野公园、玉东郊野公园、奥林匹克森林公园、野鸭湖湿地及颐和园这 6 个调查地点的水陆交界区域的地被植物进行实地调查、拍照记录,共记录到地被植物 57 种,隶属于 28 科 48 属。

2 AHP 综合评价指标体系的分析及建立

层次分析法(analytical hierarchy process,简称 AHP)是美国运筹学家萨蒂(T. L. Saaty)于 20 世纪 70 年代提出的,80 年代初期时引入我国。这种方法是把一个复杂的问题层次化,通过比较判断每一层次内不同因素的权重,对于下一层次因素的权重,既要考虑本层次,又要考虑上一层次。层次分析法实现了对人类主观判断的定性和定量分析,提高了系统评价的有效性、可靠性和可行性^[18]。

2.1 指标分析及筛选

根据北京郊野地区尤其是永定河流域的具体生态环境对于地被植物的要求,从出现频度较高的北京地区地被植物性状指标中挑选出了适应性、观赏价值、株高、生长周期、绿期、竞争力、茎类型 7 项指标,并且增加了根长、盖度、质地、抗风性、种子传播 5 项指标。另外,将观赏特性指标分为叶色、花期花色、果实观赏性 3 个方面,共 14 项评价指标。

2.2 层次结构建立

该 AHP 结构模型(图 1)采用自上而下、逐层分解的方式,把基于永定河莲石湖景区植物景观需求的地被植物综合评价指标体系分成 3 个层次。第 1 层是目标层 OB,即对地被植物进行综合评价;第 2 层是准则层 A,即综合评价地被植物的 3 种特性;第 3 层为指标层 B,即对地被植物综合评价的具体 14 项指标。

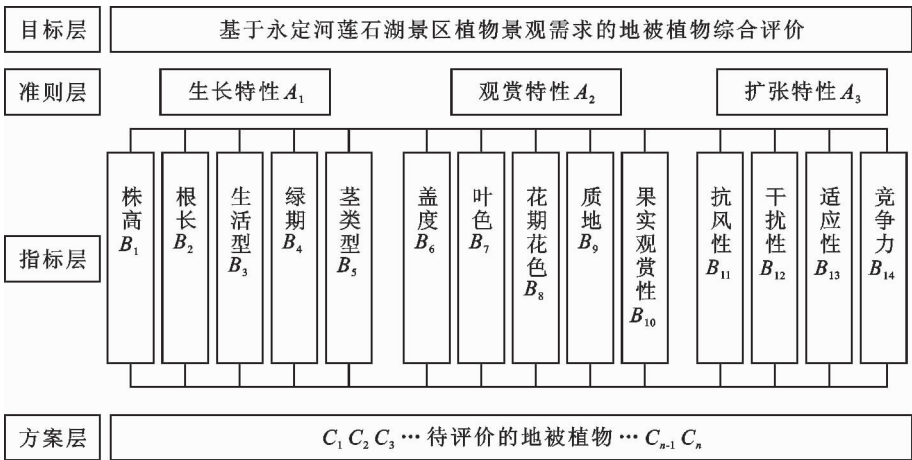


图 1 基于北京郊野地区植物景观需求的地被植物综合评价模型

Fig. 1 Comprehensive evaluation model of ground cover plants

2.3 构造判断矩阵及其一致性检验

在层次分析法中,首先需要对综合评价指标体系结构模型中各层次的指标进行分析,分析每一层次的指标相对于上一层次其支配指标的重要程度,

即确定指标权重。通过对该层次中的指标两两比较,确定其相对于上一层次支配指标的相对重要性。也就是说,以上一层指标 d 为准则, d 所支配的下一层指标 e_1, e_2, \dots, e_n ,评价对于准则 d, e_i 和 e_j 哪个

更重要。采用 1~9 比率标度使之定量化,最终通过矩阵形式表示出来,即构成判断矩阵。在对不同指标进行定量赋值时,通常会广泛征求专家或有经验人士的意见,本文根据专家评议的结果,构造出 $OB-A$ (A 层因素相对 OB 层的比较判断)、 $A-B$ (B 层因素相对 A 层的比较判断)共 4 个矩阵。

为了保证判断矩阵具有完全的一致性,需要对这些判断矩阵进行一致性检验。若判断矩阵 $a_{ij} \approx \frac{a_{ik}}{a_{jk}}$, ($k=1,2,3,\cdots,n$) 具有完全的一致性,即 $a_{ij} = a_{ik}/a_{jk}$, 则 $\lambda_{\max} = n$, 其余特征根均为零;若能得到满意的一致性,即 $a_{ij} \approx a_{ik}/a_{jk}$, 则 λ_{\max} 稍大于 n , 其余特征根接近于零。因此,度量判断矩阵是否偏离一致性的指标 $C.I.$ (consistency index) 有 $C.I. =$

$\frac{\lambda_{\max}-n}{n-1}$ 的关系,而判断矩阵的一致性指标 $C.R.$ (consistency ratio) 被定义为 $C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$, 是 $C.I.$

与判断矩阵的平均随机一致性指标 $R.I.$ (random index) 之间的比值,其大小与判断矩阵的阶数 n 有关(表 1),当 $C.R. < 0.1$ 时,认为判断该矩阵具有可接受的一致性;反之,认为该判断矩阵偏离一致性的程度过大,需要对矩阵中的元素值进行修改,直至具有一致性。

分别对构造出的判断矩阵进行一致性检验,得出其 $C.R.$ 满足公式 $C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} < 0.1$, 因此,这 4 个判断矩阵均具有满意一致性(表 2)。

表 1 评价随机一致性指标 $R.I.$

Table 1 Random identical index

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R.I.$	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

表 2 判断矩阵及一致性检验

Table 2 Judgment matrix and identical test

1) 地被植物综合评价 $OB-A_i$

地被植物综合评价 OB	生长特性 A_1	观赏特性 A_2	适应特性 A_3	W_i
生长特性 A_1	1	4	1/2	0.315 0
观赏特性 A_2	1/4	1	1/7	0.082 3
适应特性 A_3	2	7	1	0.602 6

注:判断矩阵一致性比例: $C.R. = 0.001\ 9$; 对总目标的权重: $W_i = 1.000\ 0$; $\lambda_{\max} = 3.002\ 0$ 。

2) 生长特性评价 A_1-B_i

生长特性 A_1	高度 B_1	根长 B_2	生活型 B_3	绿期 B_4	茎类型 B_5	W_i
株高 B_1	1	1/4	1	1/4	3	0.107 3
根长 B_2	4	1		1/2	6	0.307 2
生活型 B_3	1	1/3	1	1/4	2	0.104 8
绿期 B_4	4	2	4	1	6	0.429 4
茎类型 B_5	1/3	1/6	1/2	1/6	1	0.051 2

注:判断矩阵一致性比例: $C.R. = 0.021\ 8$; 对总目标的权重: $W_i = 0.315\ 0$; $\lambda_{\max} = 5.097\ 6$ 。

3) 观赏特性评价 A_2-B_i

观赏特性 A_2	盖度 B_6	叶色 B_7	花期花色 B_8	质地 B_9	果实观赏性 B_{10}	W_i
盖度 B_6	1	4	4	3	6	0.482 6
叶色 B_7	1/4	1	1/2	1	4	0.135 4
花期花色 B_8	1/4	2	1	2	3	0.193 7
质地 B_9	1/3	1	1/2	1	3	0.135 4
果实观赏性 B_{10}	1/6	1/4	1/3	1/3	1	0.053 1

注:判断矩阵一致性比例: $C.R. = 0.042\ 1$; 对总目标的权重: $W_i = 0.082\ 3$; $\lambda_{\max} = 5.188\ 8$ 。

4) 适应特性评价 A_3-B_i

适应特性 A_3	抗风性 B_{11}	干扰性 B_{12}	适应性 B_{13}	竞争力 B_{14}	W_i
抗风性 B_{11}	1	5	1	3	0.370 0
干扰性 B_{12}	1/5	1	1/7	1/4	0.054 7
适应性 B_{13}	1	7	1	4	0.432 5
竞争力 B_{14}	1/3	4	1/4	1	0.142 9

注:判断矩阵一致性比例: $C.R. = 0.038\ 9$; 对总目标的权重: $W_i = 0.602\ 6$; $\lambda_{\max} = 4.103\ 9$ 。

2.4 层次总排序及指标的组合权重

同一层次中的所有因素针对最高层目标的相对重要值排序为层次总排序。在计算出各具体评价指标(B)相对于其所属的指标准则(A)的权重值之后,再与该准则(A)的权重值加权综合,最后计算出各评价指标因素(B)相对于综合评价值(OB)的权重值,从而得到层次总排序(表 3)。基于永定河莲石湖景区对于地被植物的景观需求,地被植物综合评价准则层 3 种特性的重要性排序为:适应特性>生长特性>观赏特性。

2.5 地被植物量化评分标准

地被植物各项评价指标的量化评分标准是依据上文确立的共 14 项评价指标结合永定河莲石湖景区对地被植物的景观需求,以及国内外有关地被植物评价的研究成果^[19-22],每项指标分为 3 个等级,依次记为 5、3、1 分,并根据永定河莲石湖地区的生态环境及每项指标的特点,确定不同等级应达到的标

准,并以此作为综合评价地被植物质量的量化评分标准(表 4)。

表 3 指标层(B)相对于目标层(OB)的总排序值

Table 3 The total order for target hierarchy(B) related to the objective hierarchy(OB)

目标层 (OB)	准则层 (A)	指标层 (B)	权重 (W _{单排序})	权重 (W _{总排序})
永定河莲石湖景区地被植物综合评价	生长特性 A ₁ 0.315 0	株高 B ₁	0.107 3	0.033 8
		根长 B ₂	0.307 2	0.096 8
		生活型 B ₃	0.104 8	0.033 0
		绿期 B ₄	0.429 4	0.135 3
		茎类型 B ₅	0.051 2	0.016 1
	观赏特性 A ₂ 0.082 3	盖度 B ₆	0.482 6	0.039 7
		叶色 B ₇	0.135 4	0.011 1
		花期花色 B ₈	0.193 7	0.015 9
		质地 B ₉	0.135 4	0.011 1
		果实观赏性 B ₁₀	0.053 1	0.004 4
	适应特性 A ₃ 0.602 6	抗风性 B ₁₁	0.370 0	0.223 0
		干扰性 B ₁₂	0.054 7	0.032 9
		适应性 B ₁₃	0.432 5	0.260 6
		竞争力 B ₁₄	0.142 9	0.086 1

表 4 地被植物量化评分标准

Table 4 The appraisal standard of each concrete appraisal index

具体评价指标		分值 5	分值 3	分值 1
株高		<40 cm	40～70 cm	70～100 cm
根长		>60 cm	30～60 cm	<30 cm
生活型	不需要修剪的木本或多年生宿根草本、多年生球根草本、藤本、蕨类	需要人工修剪的木本或可自播繁衍的 1、2 年生草本	简易管理的 1、2 年生草本	
绿期	常绿或常绿有变色期	半常绿,冬季不落叶,或有叶期在 6 个月以上,枯叶可覆盖地面	冬季落叶,有叶期低于 6 个月,枯叶不可覆盖地面	
茎类型	平铺型、匍匐型	丛生型	直立型、攀援型	
盖度	81%～100%	51%～80%	<50%	
叶色	深绿或为彩叶	灰绿	黄绿	
花期花色	花期长或夏、秋季开花	春季开花或花色一般	花期极短或花无观赏性	
质地	植株光滑、易亲近	植株被毛、较易亲近	植株不易亲近	
果实观赏性	果实颜色鲜艳,红、橙色	果实黑色、紫色、蓝色	果实无观赏性	
抗风性	大风后无任何伤害	大风后部分枝叶折断	大风后全株倒伏或主茎折断	
干扰性	对其他生物无干扰	对其他生物有轻微影响(如汁液或气味)	有飞絮现象	
适应性	喜阳、耐阴、耐瘠薄、耐水湿	喜阳、耐半阴,较耐瘠薄、水湿	不喜阳、不耐瘠薄、水湿,喜肥沃土壤	
竞争力	自然生长覆盖度达 90%以上,生长速度快	自然生长覆盖度达 80%以上生长速度较快	通过人工干预方可达到不露土,生长速度较慢	

注:“根长”、“绿期”、“适应性”相关信息的调查数据不完善,故结合中国植物志、相关文献资料^[23]及各地被植物对于具体生境的表现决定。

3 结果与分析

通过对北京地区郊野公园、森林公园、湿地公园等园林绿地中调查到的地被植物进行生长特性,观赏特性,适应特性等的观察记录,结合相关文献资料,得到了 57 种地被植物生长状况的数据。依据表 4 的量化评分标准对每种地被植物的各项指标进行评分,然后结合上文所构建的综合评价指标体系模型及层次分析计算方法,对各地被植物进行综合评分计算,得到北京地区地被植物的综合评价值 V。

根据分值分布情况,将地被植物综合价值分为

4 个等级,其中Ⅰ级为综合评价优异,评分为 4.3<V≤5.0 的种类;Ⅱ级为综合评价较高,评分为 3.8<V≤4.3 的种类;Ⅲ级为综合评价一般,评分为 3.3<V≤3.8 的种类;Ⅳ级为综合评价较差,评分 V≤3.3 的种类(表 5)。

从评价的结果看,基本上反映了各地被植物种类的实际价值,但考虑到北京市永定河莲石湖地区生态环境的特性,冬春季节干旱多风、扬沙起尘,多年生生活型的地被植物残体能够覆盖裸露的地面,对防风固土、减少扬尘有着重要的生态意义,这对北京永定河莲石湖地区具有特殊的利用价值。因此第

Ⅰ级的沙地柏、蛇莓、匍枝委陵菜、常春藤、崂峪苔草这类植株低矮或匍匐生长,适应性强,而且对防风固土有很大作用的地被植物的综合评价分值最高,可以在与永定河莲石湖有相似生境的区域大面积推广应用;相比之下,枝干型地被即低矮灌木为主的地被如棣棠、大叶黄杨、平枝栒子等评分略低,这是因为这类地被植物大多需要通过人工干预才能使其满足地被植物的要求;二月兰、抱茎苦苣菜、萱草、马蔺等

评价分值列第Ⅱ级,具备较好的地被植物特性,可以作为骨干型地被植物推广应用;紫花地丁、波斯菊、八宝景天、常夏石竹等评分为第Ⅲ级,可作为点缀型地被植物在适宜的生态环境中应用,而第Ⅳ级的地被植物综合评价分值不高,这可能是因为这类植物对于莲石湖地区的生态环境适应性不高,抗风性相对不强,从而在这种环境相对苛刻的区域表现一般。

表 5 北京郊野地区园林地被植物综合评价及分级

Table 5 Comprehensive appraisal value and classification of the landscape ground cover plants									
编号	种名	拉丁名	V 值	等级	编号	种名	拉丁名	V 值	等级
1	沙地柏	<i>Sabina vulgaris</i>	4.7048	Ⅰ级	30	红王子锦带	<i>Weigela florida</i> ‘Red Prince’	3.7977	Ⅲ级
2	崂峪苔草	<i>Carex giraldiana</i>	4.6929		31	蛇目菊	<i>Coreopsis tinctoria</i>	3.7948	
3	匍枝委陵菜	<i>Duchesnea indica</i>	4.5919		32	点地梅	<i>Androsace umbellata</i>	3.7885	
4	蛇莓	<i>Duchesnea indica</i>	4.5247		33	独行菜	<i>Lepidium apetalum</i>	3.7769	
5	常春藤	<i>Hedera nepalensis</i> var. <i>sinensis</i>	4.4903		34	附地菜	<i>Trigonotis peduncularis</i>	3.7769	
6	甘野菊	<i>Dendranthema lavandulaefolium</i>	4.4862		35	八宝景天	<i>Sedum spectabile</i>	3.7567	
7	打碗花	<i>Calystegia hederacea</i>	4.4737		36	白晶菊	<i>Chrysanthemum paludosum</i>	3.7267	
8	紫花苜蓿	<i>Medicago sativa</i>	4.4543		37	鸢尾	<i>Iris tectorum</i>	3.7244	
9	白三叶	<i>Trifolium repens</i>	4.4524		38	矢车菊	<i>Centaurea cyanus</i>	3.6887	
10	迎春	<i>Jasminum nudiflorum</i>	4.408		39	蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	3.6724	
11	麦冬	<i>Ophiopogon japonicus</i>	4.4058		40	旋覆花	<i>Inula japonica</i>	3.6705	
12	五叶地锦	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	4.3888		41	醉鱼草	<i>Buddleja lindleyana</i>	3.6685	
13	金叶女贞	<i>Ligustrum</i> × <i>vicaryi</i>	4.285	Ⅱ级	42	天人菊	<i>Gaillardia aristata</i>	3.6664	Ⅲ级
14	常夏石竹	<i>Dianthus plumarius</i>	4.2746		43	金鸡菊	<i>Coreopsis drummondii</i>	3.6664	
15	紫叶小檗	<i>Berberis thunbergii</i> ‘Atropurpurea’	4.2491		44	紫松果菊	<i>Echinacea purpurea</i>	3.6664	
16	二月兰	<i>Orychophragmus violaceus</i>	4.1723		45	扶芳藤	<i>Euonymus fortune</i>	3.6126	
17	抱茎苦苣菜	<i>Ixeridium sonchifolium</i>	4.1614		46	连钱草	<i>Glechoma longituba</i>	3.4789	
18	苦苣菜	<i>Ixeris polycephala</i>	4.1614		47	玉带草	<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>	3.4661	
19	棣棠	<i>Kerria japonica</i>	4.1468		48	毛地黄	<i>Digitalis purpurea</i>	3.4525	
20	大叶黄杨	<i>Euonymus japonica</i>	4.1008		49	华北香薷	<i>Elsholtzia stauntoni</i>	3.4269	
21	红端木	<i>Cornus alba</i>	4.0673		50	玉簪	<i>Hosta plantaginea</i>	3.2673	Ⅳ级
22	平枝栒子	<i>Cotoneaster horizontalis</i>	3.9766		51	三裂绣线菊	<i>Spiraea trilobata</i>	3.1997	
23	波斯菊	<i>Cosmos bipinnatus</i>	3.9403		52	金叶莼	<i>Caryopteris</i> × <i>clandonensis</i> . “Worcester Gold”	3.1359	
24	萱草	<i>Heemerocallis</i> spp.	3.9281		53	蔷薇	<i>Rosa multi flora</i>	3.1333	
25	荠菜	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	3.926		54	黄花蒿	<i>Artemisia annua</i>	3.1155	
26	马蔺	<i>Iris lactea</i> var. <i>chinensis</i>	3.8966		55	月季	<i>Rosa cvs.</i>	2.9649	
27	凤尾兰	<i>Yucca gloriosa</i>	3.8674		56	泥胡菜	<i>Hemistepta lyrata</i>	2.9617	
28	紫花地丁	<i>Viola philippica</i>	3.8661		57	紫叶酢浆草	<i>Oxalis triangularis</i>	2.7694	
29	金山绣线菊	<i>Spiraea</i> × <i>bumalda</i> ‘Gold Mound’	3.8654						

由于地被植物综合评价结果是对生长特性、观赏特性和适应特性 3 方面评价结果进行权重计算得出,通过比较地被植物综合评价结果以及单一层次评价分值,可以发现综合评价得分高的地被植物并非每一层次排名都靠前,而单一层次评分高的地被植物其最终的综合评价也有可能较其他植物低,因此在对地被植物景观进行营造时要依照其具体要求来选择植物。最终筛选得到优良地被植物 31 种,其中综合评价Ⅰ级地被植物 12 种,生长特性评价Ⅰ级地被植物 13 种,观赏特性评价Ⅰ级地被植物 10 种,

适应特性评价Ⅰ级地被植物 17 种(表 6)。

4 结论与讨论

基于永定河莲石湖景区对于地被植物的景观需求,确定了地被植物的综合评价指标及标准,利用 AHP 层次分析法构建评价模型得到适用于莲石湖景区的地被植物综合价值排序,这避免了对地被植物性状进行定性描述时人为的局限性。通过综合评价结果优先选用评分高、效果好的地被植物种类进行配置,对今后北京地区滨水绿化中地被植物的配

表 6 北京郊野地区地被植物种类推荐

Table 6 Potential species of the ground cover plants

评价等级	推荐地被植物种类
综合评价Ⅰ级	沙地柏、蛸峪苔草、匍枝委陵菜、蛇莓、常春藤、甘野菊、打碗花、紫花苜蓿、白三叶、迎春、麦冬、五叶地锦
生长特性Ⅰ级	常春藤、麦冬、沙地柏、扶芳藤、大叶黄杨、蛸峪苔草、匍枝委陵菜、凤尾兰、月季、平枝栒子、打碗花、萱草、迎春
观赏特性Ⅰ级	甘野菊、打碗花、白三叶、萱草、白晶菊、波斯菊、蛇莓、华北香薷、旋覆花、麦冬
适应特性Ⅰ级	沙地柏、点地梅、白三叶、紫花苜蓿、紫花地丁、抱茎苦荚菜、苦荚菜、甘野菊、蛸峪苔草、二月兰、荠菜、独行菜、常夏石竹、附地菜、五叶地锦、蛇莓、匍枝委陵菜

置与种类选择有一定的指导意义。AHP 层次分析法在各指标重要性比较时能够科学合理的计算出各指标相对总目标的权重,但是地被植物的部分评价指标定量测量困难,且在对于评价指标的评分与选择时存在一定主观性,对最终的评价结果会产生一定的影响,这种评价方法仍有不断完善的空间。因此在地被植物景观的实际营造时,要结合具体的生态环境现状以及景观需求,选择适合生长的具有优良观赏特性的地被植物,在配植时也可采用多种地被植物混植的方式^[24],以增加地面覆盖度,丰富植物景观色彩。

参考文献:

[1] 闫晶. 地被植物景观资源及应用前景的研究[D]. 北京:北京林业大学, 2007.

[2] 周繇. 长白山区野生地被植物资源的研究[J]. 湖北大学学报: 自然科学版, 2003, 25(4): 332-336.

[3] 刘永金, 叶自慧, 李许文, 等. 深圳市野生观赏地被植物资源调查与评价[J]. 中国园林, 2013(11): 115-119.

LIU Y J, YE Z H, LI X W, *et al.* Investigation and evaluation of wild ornamental groundcover plant resources in Shenzhen[J]. Chinese Landscape Architecture, 2013(11): 115-119. (in Chinese)

[4] 赵晓燕, 高大伟, 周肖红. 北京野生地被植物引种筛选及应用[J]. 中国园林, 2007(8):10-16.

[5] 张晓磊. 华北高寒区地被植物的引种、评价及应用研究[D]. 保定:河北农业大学, 2010.

[6] POWELL R H. Ground covers for Australia [J]. Seed and Nursery Trader, 1973, 71: 167-186.

[7] SPMYT J. Plants as ground cover[J]. Verbondsnieuws Voor Beigisehe Sierteett, 1982, 26(5): 185-187.

[8] ACAR C. A study on the adaptations of some natural ground cover plants and on their implications in landscape architecture in the ecological conditions of Trabzon[J]. Turkish Jourtlal of Agriculture and Forestry, 2001, 25(4): 235-245.

[9] 孙震. 十种野生地被植物生态适应性的研究[D]. 北京:北京林业大学, 2006.

[10] 赵彩芳, 练发良, 雷珍, 等. 6 种野生木本地被植物园林适应性试验[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(4): 224-230.

ZHAO C F, LIAN F L, LEI Z, *et al.* Analysis of six wild woody ground cover plants in landscape adaptability [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(4): 224-230. (in Chinese)

[11] 钱璐璜, 雷江丽, 庄雪影. 华南地区 8 种常见园林地被植物抗旱性比较研究[J]. 西北植物学报, 2012, 32(4): 0759-0766.

QIAN T H, LEI J L, ZHUANG X Y. Comparative research on drought resistance of 8 common garden ground cover plants in South China[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2012, 32(4): 0759-0766. (in Chinese)

[12] 张朝阳, 许桂芳. 两种地被植物的耐热性生理特性研究[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(1): 49-52.

ZHANG Z Y, XU G F. Physiological characteristics of heat tolerance in two ground covering plants[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(1): 49-52. (in Chinese)

[13] 童开林. 10 种地被植物的耐阴性与园林适应性比较[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(4): 234-237.

TONG K L. Comparative studies on shade tolerance and adaptability to garden-environment planting of 10 ground cover plants[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2012, 27(4): 234-237. (in Chinese)

[14] HITCHMOUGH J, DUNNETT N. 2012 伦敦奥林匹克公园的生态种植设计[J]. 张秦英, 译. 中国园林, 2012(1): 39-43.

[15] 刘植梅. 野花地被植物在北京奥林匹克森林公园绿化中的应用[J]. 北京园林, 2010(1): 41-45.

[16] 李英男, 杨秀珍, 任利超, 等. 北京奥林匹克森林公园地被植物的应用[J]. 北京林业大学学报, 2010, 32(Supp. 1): 189-193.

LI Y N, YANG X Z, REN L C, *et al.* Application of ground cover plants in Beijing Olympic Forest Park[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2010, 32(Supp. 1): 189-193. (in Chinese)

[17] 田平. 永定河滞洪水库生态环境建设中沙生植物的引种[J]. 北京水务, 2006(3): 56-58.

[18] 黄鹤羽. 科学进步对林业经济增长作用分析与定量测算研究[M]. 北京:科学技术文献出版社, 1998:40-44.

[19] 张宝鑫, 白淑媛. 地被植物景观设计与应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2006.

[20] 马洁. 北京地区野生草本地被植物引种、筛选与利用[D]. 北京:北京林业大学, 2006.

[21] 顾丽. 地被植物在城市园林绿地中的应用探析[D]. 重庆:西南大学, 2008.

[22] 陈珍. 武汉公园绿地被植物应用调查及质量评价[D]. 武汉:华中农业大学, 2011.

[23] 韩晶宏. 保定市园林地被植物应用调查及数据库构建研究[D]. 保定:河北农业大学, 2011.

[24] 徐梦苑, 周晨, 刘冠兰, 等. 株洲滨江绿地被植物应用现状及配置方法[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版, 2012, 38(7): 155-159.