

北京玉渊潭樱花景观评价模型构建

宋爱春¹, 孙玉红², 肖鸿堉¹, 梁莹², 张楠¹, 王阔¹, 郝培尧¹, 董丽^{1*}

(1. 北京林业大学 园林学院国际花卉工程技术研究中心, 北京 100083; 2. 北京市玉渊潭公园, 北京 100036)

摘要:采用 SBE 法对北京玉渊潭公园的 7 类 20 个樱花植物景观群落进行评价, 结合 SD 语义分析法分析影响樱花景观效果的主要因素, 最终建立樱花景观预测模型。评价结果表明, 层次感、色彩丰富度、光感、林下层统一度及乔木层枝叶整齐度 5 个指标是影响春季樱花景观质量的主要因素。玉渊潭中滨水樱花景观 SBE 均值最高, 广场樱花景观均值最低; 公园可营造更多滨水樱花景观, 丰富岸线结构, 调整植物群落的层次感及林下层的统一度和枝叶整齐度, 并充分应用早春返青早的宿根花卉。

关键词:玉渊潭; 樱花景观; SBE; SD; 评价模型

中图分类号:S685 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2015)02-0251-06

Construction of the *Cerasus* Plantscape Estimation Model in Beijing Yuyuantan Park

SONG Ai-chun¹, SUN Yu-hong², XIAO Hong-yu¹, LIANG Ying², ZHANG Nan¹,
WANG Kuo¹, HAO Pei-yao¹, DONG Li^{1*}

(1. College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, National Engineering Research Center for Floriculture, Beijing 100083, China; 2. Beijing Yuyuantan Park, Beijing 100036, China)

Abstract: The scenic beauty estimation (SBE) method was adopted to assess plantscape value of 20 representative *Cerasus* communities in Beijing Yuyuantan Park. Combined the SD semantic analysis method to analyze the influential elements which affected the spring *Cerasus* plantscape mostly, the final *Cerasus* landscape forecasting model was established. The results showed that the layering, color richness, light, unity degree of understory layer and uniformity were the main factors that affected the *Cerasus* landscape. The waterfront landscape in Yuyuantan Park obtained the highest score of SBE, and the average score of square landscape was the lowest. Some suggestions were given, such as to build more waterfront landscape, enrich the waterline structure, adjust the layering and the unity degree of understory layer of the communities, and use more perennial flowers which turning-green earlier in spring.

Key words: Yuyuantan; *Cerasus* landscape; SBE; SD; estimation model

作为华北地区最大的樱花专类园, 北京玉渊潭公园每年有大量的游客前往踏青赏樱。由于游客量大, 游人踩踏严重, 且北京早春地被返青晚, 公园面临着樱花盛开时地下黄土裸露, 同期配景植物不足等现状, 因而公园亟需对园中樱花景观的不足之处进行优化改造。由于植物材料是植物景观的基础, 对植物材料及其景观的评价是科学合理地进行植物景观规划设计的关键^[1]。因此, 对樱花植物景观的

评价显得尤为重要。目前, 国内对于樱花的研究主要为樱花文化^[2-4]、种质资源^[5]、樱花抗性生理^[6]、樱花植物景观营造^[7]等方面, 且集中在南京^[5]、云南^[8]等少数地区, 如刘玉莲和殷学波^[9]对南京地区樱花进行研究, 王伟和赵林森^[10]对昆明的樱花行道树景观进行了评价。受樱花主要分布区自然气候条件的制约, 北京地区的樱花景观有其特点, 但长期以来系统的樱花景观评价却少有研究, 因而限制了樱

花景观的提升。

SBE(Scenic beauty estimation)法是 Daniel 和 Boster^[11]于 1976 年提出的适用于风景评价的心理物理评价模式,是目前公认的较为成熟的景观评价方法。其在资源筛选、风景林评价^[12-15]及植物景观营造^[16-17]等方面应用甚多,也常结合 SD 语义分析法进行综合评价^[18]。以玉渊潭公园 20 个樱花植物群落为研究对象,采用 SBE 法对其进行评价,结合 SD 语义法对其景观要素进行量化,最终建立樱花景观预测模型。并将模型用于分析公园樱花景观潜在的问题及景观品质提升的方向,同时为其他地区樱花植物景观营造提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

玉渊潭公园地处北京西三环中路,与中央电视

塔、中华世纪坛、钓鱼台国宾馆相毗邻。占地面积 1.37 km²,水域面积 0.61 km²,为全国总规划面积的 1/2^[19]。其中樱花园 0.25 km²,种植了约 20 个品种近 2 000 株樱花。

1.2 研究方法

研究分 5 步:1)选择北京林业大学园林学院园林专业 62 人及非园林专业 24 人作为评判对象,涵盖专业及非专业人士,确保数据具有一定的客观性;2)采用 7 分制的 SBE 法获取 20 个樱花群落(图 1)的美景度值;3)将能反映樱花景观效果的 12 个要素进行分解(表 1),对各群落进行景观要素的 SD 评价;4)将数据进行标准化处理,分别计算 20 个群落的美景度值及各群落对应的景观要素 SD(Semantic Differential)值;5)采用多元线性回归构建樱花美景度值与景观要素 SD 值的关系模型。



图 1 20 个樱花植物群落分布

Fig. 1 Distribution of 20 *Cerasus* landscape communities

表 1 樱花景观要素 SD 评价尺度

Table 1 SD appraisal scale of *Cerasus* landscape

类别	景观要素		SD 评价尺度	
01	层次感(X1)	丰富	2/ 1/ 0/ -1/ -2	单调
02	视线开阔度(X2)	开阔	2/ 1/ 0/ -1/ -2	狭窄
03	郁闭度(X3)	高	2/ 1/ 0/ -1/ -2	低
04	色彩丰富度(X4)	富于变化	2/ 1/ 0/ -1/ -2	单调
05	林冠面特征(X5)	显著变化	2/ 1/ 0/ -1/ -2	整齐一律
06	光感(X6)	明亮	2/ 1/ 0/ -1/ -2	阴暗
07	景观质地(X7)	柔质	2/ 1/ 0/ -1/ -2	刚质
08	林下植被覆盖度(X8)	高	2/ 1/ 0/ -1/ -2	低
09	林下层统一度(X9)	统一有序	2/ 1/ 0/ -1/ -2	杂乱无章
10	树干可感性(X10)	清晰可见	2/ 1/ 0/ -1/ -2	隐约可见
11	树干排列(X11)	有序	2/ 1/ 0/ -1/ -2	无序
12	乔木层枝叶整齐度(X12)	整齐	2/ 1/ 0/ -1/ -2	杂乱

2 结果与分析

2.1 樱花景观美景度值

表 2 显示了 20 个樱花植物群落的 SBE 值,排名较靠前的为 03 号、13 号及 04 号群落,其中 2 个为滨水景观,分别以早樱‘染井吉野’、晚樱‘关山’和‘普贤象’为主,配植侧柏、栾树等。

表 2 20 个樱花群落的美景度值
Table 2 SBE value of 20 *Cerasus* communities

群落	SBE 值	景观类型	群落	SBE 值	景观类型
01	0.18	入口景观	11	0.21	夹道景观
02	−0.69	入口景观	12	0.10	夹道景观
03	0.86	滨水景观	13	0.69	夹道景观
04	0.57	滨水景观	14	−0.10	夹道景观
05	0.31	滨水景观	15	−0.27	片林景观
06	−0.69	广场景观	16	0.19	片林景观
07	−0.70	广场景观	17	0.32	片林景观
08	−0.75	孤植景观	18	0.11	道路节点景观
09	−0.09	孤植景观	19	−0.08	道路节点景观
10	−0.72	夹道景观	20	0.54	道路节点景观

表 3 各类型樱花景观均值对比
Table 3 Comparison of average for different *Cerasus* landscape

景观类型	滨水	道路节点	片林	夹道	入口	孤植	广场
极大值	0.86	0.54	0.32	0.69	0.18	−0.09	−0.69
均值	0.58	0.19	0.08	0.04	−0.26	−0.42	−0.70
极小值	0.31	−0.08	−0.27	−0.72	−0.69	−0.75	−0.70

2.2 樱花景观评价模型构建

对景观要素进行多元线性回归分析,经 8 次运算(表 4),将偏回归系数显著性检验结果偏低的 7 个自变量逐个移除。对剩余自变量的抽样误差作假设检验(t 检验),显著性结果表明色彩丰富度(X_4)、

根据樱花景观 SBE 值,计算各类型樱花景观 SBE 极大值、均值、极小值,并参考各类型樱花景观 SBE 均值进行降序排列(表 3)。结果表明,滨水景观和道路节点景观 SBE 均值较高,而广场及孤植樱花景观 SBE 均值较低。其中滨水景观、道路节点景观、樱花片林景观、夹道景观均值为正,高于平均水平,可见游客对樱花总体认知度较高。

光感(X_6)、林下层统一度(X_9)对美景度值影响显著,乔木层枝叶整齐度(X_{12})对美景度值影响极显著,贡献最大。对剩余自变量的回归系数进行方差分析(F 检验),显著性结果表明 $F=19.126>F_{0.01}(5,20)=4.76$,表现为极显著,可信度 99%。

表 4 樱花景观评价模型建模 8 次运算结果
Table 4 Calculation results of landscape evaluation model of *Cerasus* landscape

项目	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次
X_1	0.876	1.356	1.756	1.660	1.668	1.868	1.793	1.828
X_2	−0.632	−0.706	−0.688					
X_3	0.597	0.637	1.070	1.803	1.826	1.633	1.425	
X_4	1.910	2.086	2.184	2.130	2.275	2.392	2.432	2.576
X_5	−0.148	−0.276						
X_6	−0.739	−0.792	−0.786	−0.923	−1.474	−1.647	−1.474	−2.897
X_7	−0.895	−0.998	−1.114	−0.934	−0.854			
X_8	−0.058							
X_9	1.044	1.665	1.824	1.896	1.980	1.827	1.874	2.397
X_{10}	−1.146	−1.302	−1.343	−1.266	−1.243	−0.971		
X_{11}	0.369	0.612	0.767	0.513				
X_{12}	2.014	2.417	2.535	2.510	4.004	4.052	4.163	4.127
F 值	6.043	7.531	9.223	10.762	12.941	15.025	17.450	19.126

用保留下的 5 个因素建立樱花景观评价模型:
 $SBE_{sp} = -0.001 + 0.212X_1 + 0.256X_4 - 0.386X_6 + 0.320X_9 + 0.531X_{12}$
(1)

式中: SBE_{sp} 为樱花景观美景度, X_1 为景观要素层次感, X_4 为色彩丰富度, X_6 为光感, X_9 为林下层统一度, X_{12} 为乔木层枝叶整齐度。

2.3 预测模型的应用

结合对樱花美景度值贡献显著的 5 大景观要素,分别对 SBE 极大值与极小值相差较大的夹道樱花景观,及 SBE 值较高与较低的滨水和孤植樱花景观进行对比分析。

2.3.1 樱花夹道景观对比分析 樱花夹道景观在樱花园中分布广泛,在本次研究中所占比例最大,也是 SBE 值中极大值与极小值差异最为显著的景观类型,涵盖了 10、11、12、13 号和 14 号群落(表 5)。

表 5 樱花夹道景观对比分析

Table 5 Comparative analysis of road *Cerasus* landscape

群落	10	11	12	13	14
SBE	-0.72	0.21	0.10	0.69	-0.10
X ₁	-0.25	0.94	0.63	0.19	-0.28
X ₄	-0.57	0.94	0.38	-0.22	-0.04
X ₆	-0.39	0.62	0.44	-0.55	-0.40
X ₉	-0.65	0.71	0.15	0.51	-0.62
X ₁₂	-0.24	0.06	0.20	0.03	-0.68

表 5 显示群落 10 SBE 值最低,在 20 个群落中倒数第二。且该群落各项景观要素得分均为负分,其中色彩丰富度(X_4)及林下层统一度(X_9)均在一 0.50 以下,是制约该群落景观质量的主因。实地调查发现,10 号群落地表裸露,路两侧的花带与裸露的土坡和树坑形成了鲜明的对比;色彩丰富度低,林下层凌乱。建议增加地被植物,提高林下层统一度(X_9),将樱花林拓展至路缘,形成樱花夹道景观;或将其退后,留下足够的空间配置花境等前景,这样能在短时间内提高群落色彩丰富度(X_4)。

相反,13 号群落是该类樱花景观中得分最高的,在 20 个群落中排名第 2。结合模型分析,其各项景观要素得分均较高。现状群落 13 两侧种植‘染井吉野’,对中央电视塔起框景的作用;下层有沙地柏、棣棠等灌木,层次感较好,且下层较为统一。

该类景观中群落 11 和 12 为同一群落于早晚樱盛花期的不同效果,群落 11 得分略高。11 号群落由于早晚樱花期不同,其在乔木层整齐度(X_{12})上略逊于 12 号。但早春新叶的嫩红使其在色彩丰富度(X_4)上为 0.94 的高分,在所有群落的色彩丰富度中排第 2。而群落 12 虽在晚樱盛花期展现了绚丽的景致,但早樱已凋落,故其在色彩丰富度上得分较低。

2.3.2 樱花滨水景观对比分析 樱花滨水景观含 03、04、05 号群落,其中群落 3 的 SBE 值得分最高,除乔木层枝叶整齐度(X_{12})外,其余景观要素均为该类景观中最高。将 3 个群落的 5 个景观要素分别乘以偏回归系数得出权重(表 6)后进行比较。

表 6 显示对群落 3 的 SBE 值贡献最大的是色

彩丰富度(X_4),占 39%。将群落 3 的色彩丰富度与所有群落进行比较(图 2)。

表 6 樱花滨水景观权重分析

Table 6 Weight comparative analysis of waterfront

<i>Cerasus</i> landscape			
群落	03	04	05
SBE	0.86	0.57	0.31
X ₁	0.22	0.11	0.13
X ₄	0.32	0.23	0.04
X ₆	-0.26	-0.23	0.06
X ₉	0.14	0.09	0.03
X ₁₂	0.30	0.39	-0.02

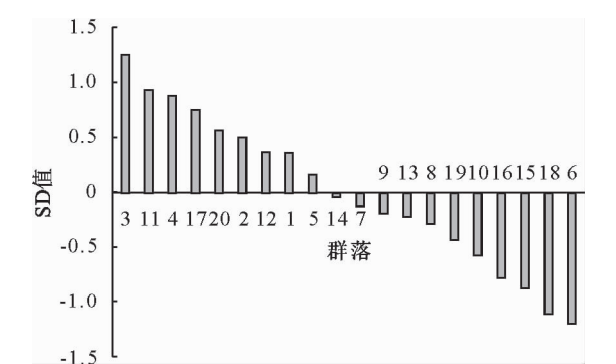


图 2 各群落色彩丰富度排序

Fig. 2 Sequence of color richness of different *Cerasus* landscape

图 2 显示群落 3 的色彩丰富度(X_4)为所有群落中最高,亦是 5 个景观要素中最突出的。因而,尽管群落 3 无上层乔木,光感强,对美景度产生负面影响,使其光感(X_6)为负分,但色彩丰富度得分较高反而提升了景观品质。

2.3.3 樱花孤植景观对比分析 对排名倒数第 2 的孤植景观群落进行对比分析(表 7),结果显示群落 8 获得了本次评价的最低分-0.75。由表 7 知其各景观要素得分均较低,最显著的为林下层统一度(X_9)。而群落 9 除层次感(X_1)得分较低外,其余景观要素得分平均。

表 7 樱花孤植景观对比分析

Table 7 Comparative analysis of solitary *Cerasus* landscape

群落	SBE	景观要素				
		X ₁	X ₄	X ₆	X ₉	X ₁₂
08	-0.75	-0.34	-0.28	0.04	-0.99	-0.64
09	-0.09	-0.73	-0.20	0.08	0.02	-0.17

将各群落的林下层统一度进行排序(图 3),发现群落 8 得分为-0.99,是所有群落中该项得分最低的。设计者旨在营造樱花倚石的景观效果,但由于树下置石形态缺乏秩序,影响该处樱花景观质量,同时,缺乏良好的背景来烘托前景的垂枝樱,使公园管理处大楼进入了画面构图中,影响樱花景观效果。对此,可考虑丰富垂枝樱的背景植物,精心布置垂枝

樱下置石,提升其下层统一度。

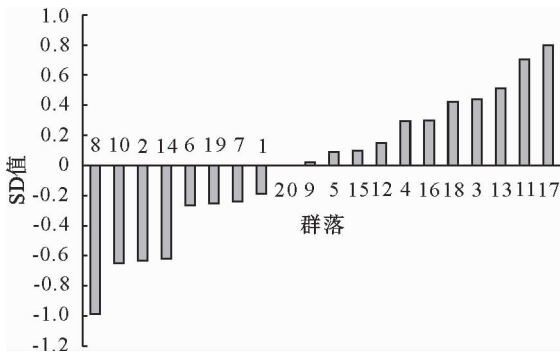


图3 各群落林下统一度排序

Fig. 3 Sequence of uniformity of different *Cerasus* landscape

3 讨论

根据评价的结果结合公园现状,对不同的群落进行相应的改造,丰富群落层次、色彩,提高林木统一度。理论上,无论是对于樱花景观还是其他类型景观,光感和色彩是人们视觉中最先感受到的。樱花色彩丰富,早樱颜色清新淡雅,晚樱颜色妖娆浓重,故评价结果中色彩丰富度是决定樱花景观价值的主要因素之一,这与其他类型观花景观如山桃^[20]结论是一致的。但评价模型中乔木层枝叶整齐度却是影响樱花景观效果的最重要因素,光感和层次感紧随林下层统一度之后。尽管色彩和光感在照片中最先映入评价者眼帘,但综观整个群落,树木的排列整齐与否,则更多影响评价者的判断。事实上,林木层统一度和乔木层枝叶整齐度一定程度上影响着层次感,三者有共通之处。但评价中所言层次感并非越多越好,很多景观效果好的植物群落并非层次很丰富,这有待日后进一步研究。

4 结论

樱花园中樱花植物群落 SBE 均值从高到低依次为:滨水景观(0.580),道路节点景观(0.190),片林景观(0.080),夹道景观(0.036),入口景观(-0.255),孤植景观(-0.420),广场景观(-0.695)。

樱花景观美景度与各景观要素间有显著的线性关系,回归模型显示乔木层枝叶整齐度、色彩丰富度、林下层统一度、光感、层次感依次为影响樱花景观美景度值的重要因素。

公园可营造多样的樱花滨水景观,丰富岸线结构;调整樱花群落的林木层统一度及枝叶整齐度;同时结合宿根花卉等早春返青早的植物营造更丰富的樱花景观。

参考文献:

[1] 宋爱春,孙玉红,刘月华,等.北京地区樱花景观价值综合评价[J].西北林学院学报,2014,29(1):201-205.
SONG A C, SUN Y H, LIU Y H, *et al.* Comprehensive landscape evaluation of *Cerasus* in Beijing Area [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014, 29 (1): 201-205. (in Chinese)

[2] 王相飞.中日“樱花”意象比较研究[J].南京师范大学文学院学报,2007,6(2):112-118.
WANG X F. A comparison of the imagery of “Oriental Cherry” in China and Japanese [J]. Journal of School of Chinese Language and Culture Nanjing Normal University, 2007, 6 (2):112-118. (in Chinese)

[3] 李树华.日本的赏梅、赏樱文化及其园林应用[J].北京林业大学学报,2007,29(1):62-68.
LI S H. The culture of appreciation and planting of Mei flower and flowering cherry in Japanese landscape architecture [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2007, 29(1):62-68. (in Chinese)

[4] 何晓静,谭建川.日本文化中的樱花美学形象解读[J].南昌航空航天大学学报:社会科学版,2007,9(4):38-42.
HE X J, TAN J C. Analysis of the aesthetic image of cherry blossom in the Japanese culture[J]. Journal of Nanjing Hangkong University; Soc. Sci., 2007, 9(4):38-42. (in Chinese)

[5] 王贤荣.早樱种系的分类及其观赏特性[J].南京林业大学学报,2000,24(6):44-46.
WANG X R. Studies on classification of the group of *Cerasus subhirtella* (Miq.) Sok. and its usage[J]. Journal of Nanjing Forestry University, 2000, 24(6):44-46. (in Chinese)

[6] 陈正洪,肖玫,陈璇.樱花花期变化特征及其冬季气温变化的关系[J].生态学报,2008,28(11):5209-5217.
CHEN Z H, XIAO M, CHEN X. Change in flowering dates of Japanese cherry blossom (*P. yedoensis* Mats.) in Wuhan University campus and its relationship with variability of winter temperature[J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(11):5209-5217. (in Chinese)

[7] 张明庆,王亚静,徐晓波.北京玉渊潭公园关山樱(*Cerasus serrulata* cv. *sekiyama*)观赏性及其晚樱景区植物配置初探[J].首都师范大学学报:自然科学版,2009,30(6):56-58.
ZHANG M Q, WANG Y J, XU X B. A preliminary study on appreciative value and plant matching of *Cerasus serrulata* cv. *sekiyama* in Beijing Yuyuantan Park[J]. Journal of Capital Normal University; Nat. Sci. Edi., 2009, 30(6):56-58. (in Chinese)

[8] 赵大克,郑丽.云南冬樱花及其在园林中的应用[J].云南农业大学学报,2009,24(5):778-782.
ZHANG D K, ZHENG L. Characteristics of *Cerasus cerasoides* (D. DO) SOK and its application in landscape[J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2009, 24(5):778-782. (in Chinese)

[9] 刘玉莲,殷学波.樱花品种园艺学性状的综合评价[J].江苏农学院学报,1996,17(2):39-43.
LIU Y L, YIN X B. Appraisal system on gardening characters for flowering cherry cultivars [J]. Journal of Jiangsu Agricul-

tural College, 1996, 17(2):39-43. (in Chinese)

[10] 王伟,赵林森. 昆明市区樱花行道树应用效果综合评价[J]. 中国城市林业, 2006, 4(3):24-26.
WANG W, ZHAO L S. Comprehensive evaluation of *Cerasus* spp. planted as street trees in Kunming urban area [J]. Journal of Chinese Urban Forestry, 2006, 4(3):24-26. (in Chinese)

[11] DANIEL T C, BOSTER R S. Measuring landscape esthetics: The scenic beauty estimation on method [D]. Michigan:US-DA Forest Service, 1976.

[12] 董冬,周志翔,何云核,等. 安徽省九华山风景区古树群落景观美学评价[J]. 生态学杂志, 2011, 30(8):1786-1792.
DONG D, ZHOU Z X, HE Y H, *et al.* Landscape aesthetic assessment of old-tree communities in Jiuhua Mountain scenic area of Anhui Province [J]. Chinese Journal of Ecology, 2011, 30(8):1786-1792. (in Chinese)

[13] 杨鑫霞,亢新刚,杜志,等. 基于 SBE 法的长白山森林景观美学评价[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2012, 40(6):86-90.
YANG X X, KANG X G, DU Z, *et al.* SBE method-based forest landscape aesthetic quality evaluation of Changbai Mountain [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat. Sci. Edi., 2012, 40(6):86-90. (in Chinese)

[14] HUANG G Y, XU C Y, GONG L, *et al.* Landscape quality evaluation on scenic and recreational forest of *Pinus tabulaeformis* in Beijing Xi Mountain [J]. Advance Materials Research, 2012, 518-523;5281-5284.

[15] ELENA B, JOSE R G, PEDRO R, *et al.* Predicting scenic beauty of forest stands in Catalonia(North-east Spain)[J]. Journal of Forestry Research, 2009, 20(1):73-78.

[16] 童明坤,弓弼,王海迪,等. 关中地区模拟自然群落植物景观设

计研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(2):207-212.
TONG M K, GONG B, WANG H D, *et al.* Plantscape design based on simulation of batural plant communities in Guanzhong [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013, 28(2):207-212. (in Chinese)

[17] 张凯旋,凌焕然,达良俊. 上海环城林带景观美学评价及优化策略[J]. 生态学报, 2012, 32(17):5521-5531.
ZHANG K X, LING H R, DA L J. Optimization strategies and an aesthetic evaluation of typical plant communities in the Shanghai green belt[J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(17):5521-5531. (in Chinese)

[18] 矫明阳,高凤,郝培尧,等. 基于 SD 法的城市带状公园植物景观评价研究[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(5):185-190.
JIAO M Y, GAO F, HAO P Y, *et al.* Evaluation of plant design of linear parks based on semantic differential method [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013, 28(5):185-190. (in Chinese)

[19] 石金莲,王兵. 城市公园使用状况评价(POE)应用案例研究——以玉渊潭公园为例[J]. 旅游学刊, 2006, 21(2):67-70.
SHI J L, WANG B. A study on the application of post occupancy evaluation in the urban parks—a case study of Beijing Yu Yuan Tan Park[J]. Tourism Tribune, 2006, 21(1):67-70. (in Chinese)

[20] 李效文,贾黎明,李广德,等. 北京低山桃针叶树混交林风景林景观质量评价及经营技术[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2010, 34(4):107-111.
LI X W, JIA L M, LI G D, *et al.* Landscape evaluation and management techniques on mixed scenic forest of *Amygdalus davidiana* and conifer in Beijing lower mountainous area[J]. Journal of Nanjing Forestry University: Nat. Sci. Edi., 2010, 34(4):107-111. (in Chinese)

(上接第 128 页)

[10] 王明春,韩崇选,杨学军,等. 多效抗旱驱鼠剂对黄豆促长作用研究[J]. 陕西林业科技, 2000(3):35-37.

[11] 王明春,韩崇选,杨学军,等. 多效抗旱驱鼠剂对田间小麦促长增产效果研究[J]. 西北植物学报, 2001, 21(4):678-683.
WANG M C, HAN C X, YANG X J, *et al.* Effects of RPA on seedling growth and yield of winter wheat[J]. Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin., 2001, 21(4):678-683. (in Chinese)

[12] 韩崇选,杨学军,王明春,等. 多效抗旱驱鼠剂的抗旱促长作用研究[J]. 西北植物学报, 2002, 22(5):1150-1157.
HAN C X, YANG X J, WANG M C, *et al.* Study on the action of fight drought and promoting growth of RPA [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2002, 22(5):1150-1157. (in Chinese)

[13] 韩崇选,杨学军,王明春,等. 多效抗旱驱鼠剂的抗旱促长作用机理研究[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(4):96-99.
HAN C X, YANG X J, WANG M C, *et al.* A Study on the mechanisms of drought resistance and growth promotion of RPA [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2003, 18(4):96-99. (in Chinese)

[14] 韩崇选,杨学军,胡忠朗,等. 多效抗旱驱鼠剂的苗木处理方法与效果[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(4):41-45.
HAN C X, YANG X J, HU Z L, *et al.* Effect and seedling treatment method of RPA[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2001, 16(4):41-45. (in Chinese)

[15] 杨学军,王显车,吴凤霞,等. 多效抗旱驱鼠剂(RPA)的研制与应用[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2004, 32(4):37-40.
YANG X J, WANG X C, WU F X, *et al.* Study on the development and application of RPA[J]. Journal of Northwest A&F University: Nat. Sci. Edi., 2004, 32(4):37-40. (in Chinese)

[16] 贾慧君,郑槐明,李江南,等. 湿地松容器苗稳态营养与土壤矿化作用研究[J]. 林业科学, 1998, 34(1):9-17.
JIA H J, ZHENG H M, LI J N, *et al.* Studies on steady state mineral nutrition and mineralization for container-grown seedlings of Slash pine[J]. Scientia Silvae Sinicae, 1998, 34(1):9-17.