

# 不同四照花观赏价值的综合评价

崔毅婵<sup>1</sup>, 林雪茜<sup>2</sup>, 杨玲<sup>1</sup>, 洪香香<sup>1,①</sup>

(1. 南京林业大学林学院 南方现代林业协同创新中心, 江苏 南京 210037; 2. 苏州林业站, 江苏 苏州 215128)

**摘要:** 对4月至12月间尖叶四照花[*Cornus elliptica* (Pojarkova) Q. Y. Xiang et Boufford]、秀丽四照花[*C. hongkongensis* subsp. *elegans* (W. P. Fang et Y. T. Hsieh) Q. Y. Xiang]、东京四照花[*C. hongkongensis* subsp. *tonkinensis* (W. P. Fang) Q. Y. Xiang]、日本四照花(*C. kousa* F. Buerger ex Hance)、四照花[*C. kousa* subsp. *chinensis* (Osborn) Q. Y. Xiang]、四照花品种‘中国女孩’(*C. kousa* subsp. *chinensis* ‘China Girl’)和大花四照花(*C. florida* Linn.) (前3个为常绿四照花,后4个为落叶四照花)的物候期进行观测,并基于叶片、花苞片和果实的12个观赏指标,采用层次分析(AHP)法对这些四照花的观赏价值进行综合评价。结果表明:不同四照花的物候期存在差异,其观赏价值不仅体现在丰富多彩的花苞片和果实颜色上,还体现在春、秋季叶色变化上。而且,落叶四照花的花期和果期早于常绿四照花。花苞片颜色、叶色变化、花苞片形状和花期持续天数对目标层的权重分别为0.312 2、0.155 2、0.092 7和0.092 7。根据综合得分,供试四照花分为I、II、III级,其中,I级包括东京四照花、大花四照花和秀丽四照花,综合得分分别为3.350、3.175和3.171;II级包括日本四照花和尖叶四照花,综合得分分别为3.028和2.963;III级包括四照花及四照花品种‘中国女孩’,综合得分分别为2.866和2.704。然而,秀丽四照花的大田栽培适应性较差,故将其归入II级。综上所述,四照花的观赏价值主要体现在花苞片颜色、叶色变化、花苞片形状和花期持续天数上;东京四照花和大花四照花为优质四照花资源,可作为长江中下游地区四照花推广和应用的备选对象。

**关键词:** 四照花; 物候期; 观赏指标; 层次分析(AHP)法; 观赏价值; 综合评价

中图分类号: Q949.763.4; S685.99 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2022)06-0043-09

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2022.06.05

**Comprehensive evaluation on ornamental values of different *Cornus* spp.** CUI Yichan<sup>1</sup>, LIN Xueqian<sup>2</sup>, YANG Ling<sup>1</sup>, FU Xiangxiang<sup>1,①</sup> (1. Co-Innovation Center for Sustainable Forestry in Southern China, College of Forestry, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Suzhou Forestry Station, Suzhou 215128, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2022, 31(6): 43-51

**Abstract:** The phenophases of *Cornus elliptica* (Pojarkova) Q. Y. Xiang et Boufford, *C. hongkongensis* subsp. *elegans* (W. P. Fang et Y. T. Hsieh) Q. Y. Xiang, *C. hongkongensis* subsp. *tonkinensis* (W. P. Fang) Q. Y. Xiang, *C. kousa* F. Buerger ex Hance, *C. kousa* subsp. *chinensis* (Osborn) Q. Y. Xiang, *C. kousa* subsp. *chinensis* ‘China Girl’, and *C. florida* Linn. (the former three are evergreen *Cornus* spp., and the latter four are deciduous *Cornus* spp.) were observed during April to December, and based on 12 ornamental indexes of leaves, bracts, and fruits, the ornamental values of these *Cornus* spp. were comprehensively evaluated by using analytic hierarchy process (AHP) method. The results show that there are some differences in phenophase of different *Cornus* spp., and their ornamental values are not only reflected in colorful bracts and fruit color, but also in leaf color variations in spring and autumn. Moreover, the flowering and fruiting stages of deciduous *Cornus* spp. are earlier than those of evergreen ones. The weights of bract color, leaf color variation, bract shape, and duration days of flowering stage to

收稿日期: 2022-03-20

基金项目: 江苏省林业科技创新与推广项目(LYKJ[2018]06); 江苏省高校重点学科建设项目(PAPD)

作者简介: 崔毅婵(1998—),女,河北石家庄人,硕士研究生,主要从事人工林定向培育研究。

①通信作者 E-mail: xxfu@njfu.edu.cn

引用格式: 崔毅婵, 林雪茜, 杨玲, 等. 不同四照花观赏价值的综合评价[J]. 植物资源与环境学报, 2022, 31(6): 43-51.

target layer are 0.312 2, 0.155 2, 0.092 7, and 0.092 7, respectively. The test *Cornus* spp. can be divided into grade I, II, and III according to the comprehensive scores, in which, grade I contains *C. hongkongensis* subsp. *tonkinensis*, *C. florida*, and *C. hongkongensis* subsp. *elegans*, and their comprehensive scores are 3.350, 3.175, and 3.171, respectively; grade II contains *C. kousa* and *C. elliptica*, and their comprehensive scores are 3.028 and 2.963, respectively; grade III contains *C. kousa* subsp. *chinensis* and *C. kousa* subsp. *chinensis* 'China Girl', and their comprehensive scores are 2.866 and 2.704, respectively. However, the adaptability of *C. hongkongensis* subsp. *elegans* is poor during the field cultivation process, so it is classified into grade II. Taken together, the ornamental values of *Cornus* spp. are mainly reflected in bract color, leaf color variation, bract shape, and duration days of flowering stage. *C. hongkongensis* subsp. *tonkinensis* and *C. florida* are superior *Cornus* spp. resources, which can be used as alternative objects for popularization and application of *Cornus* spp. in the middle and lower reaches of the Yangtze River.

**Key words:** *Cornus* spp.; phenophase; ornamental index; analytic hierarchy process (AHP) method; ornamental value; comprehensive evaluation

四照花(*Cornus* spp.)因花序外具4枚白色花瓣状苞片而得名,其应用价值较高,鲜叶可消炎止痛,根及种子煎水服用可补血,果可食用、酿酒和制醋<sup>[1]</sup>,还具有一定的生态效益<sup>[2]</sup>。另外,四照花树姿优美,在春末夏初花苞片色彩丰富,秋季果实色彩亮丽,春季叶色多样且亮丽的红叶贯穿秋、冬季。由此可见,四照花具备观赏植物的彩叶、彩花和彩果特征,而且观赏期长。然而,四照花在国内并未受到广泛关注,现有研究仅限种苗生产和逆境适应性<sup>[3-5]</sup>,关于其观赏价值的研究甚少<sup>[6]</sup>。近年来,随着应用范围的扩大,四照花新品种培育力度逐渐增大<sup>[7]</sup>。作者在四照花栽培过程中观察发现,四照花的观赏物候期在种类和品种间差异较大,对不同四照花的观赏物候期进行评价对于更准确地判断不同四照花的观赏价值具有重要意义。

随着生活水平的提升,人们对环境美化的要求越来越高,促使植物学者不断发掘和培育具有较高观赏价值的植物新品种。然而,现有的植物物候观赏特征的研究报道多是定性评价<sup>[8-10]</sup>。将定量评价与定性评价相结合,能够更有效地选育观赏植物新品种,并为观赏植物的推广应用提供理论依据<sup>[11,12]</sup>。园林植物观赏价值评价的常用方法有层次分析法(AHP)、灰色关联法、模糊数学法、综合评价法和主成分分析法<sup>[13-18]</sup>。层次分析法是将定性评价与定量评价相结合的多目标决策方法,该方法将复杂问题分解成若干层次及元素后进行定量分析,能够降低定性分析的主观性<sup>[19]</sup>。目前,层次分析法已在山茶花(*Camellia* spp.)优良品种筛选<sup>[20]</sup>、野生郁金香(*Tulipa* spp.)综合评价<sup>[21]</sup>、盆栽多头小菊(*Chrysanthemum* ×

*morifolium* Ramat) 株系选择<sup>[22]</sup>等方面取得了很好的效果。

鉴于此,作者对南京林业大学白马科学教研基地内生长期良好并已开花结实的7种(含亚种和品种,下同)四照花在4月至12月的物候期及叶片、花苞片和果实的观赏指标进行了观测和分析,并运用层次分析法构建了供试四照花观赏价值综合评价模型,以期了解四照花的生长发育规律,从而筛选出适宜在长江中下游地区种植的四照花。

## 1 研究区概况和研究方法

### 1.1 研究区概况

供试植物均种植于江苏省南京市溧水区南京林业大学白马科学教研基地(东经119°10'25"、北纬31°36'35")。该基地为典型的苏南低山丘陵地貌,属亚热带季风气候,年均气温15.5℃,年均降水量1037mm,年均日照时数2416h;基地土壤为粘性棕壤,易板结且有机质含量低。

### 1.2 材料

研究对象为生长良好并已开花结实的尖叶四照花[*C. elliptica* (Pojarkova) Q. Y. Xiang et Boufford]、秀丽四照花[*C. hongkongensis* subsp. *elegans* (W. P. Fang et Y. T. Hsieh) Q. Y. Xiang]、东京四照花[*C. hongkongensis* subsp. *tonkinensis* (W. P. Fang) Q. Y. Xiang]、日本四照花(*C. kousa* F. Buerger ex Hance)、四照花[*C. kousa* subsp. *chinensis* (Osborn) Q. Y. Xiang]、四照花品种'中国女孩'(*C. kousa* subsp. *chinensis* 'China Girl')和大花四照花(*C. florida*

Linn.),前3个为常绿四照花,后4个为落叶四照花。其中,四照花品种‘中国女孩’和大花四照花为嫁接苗,砧木为10年生日本四照花实生苗,其余四照花均

为实生苗。同种四照花栽植于同一样地内,每个样地栽植8株大小相近的植株,样地面积10 m×10 m。供试四照花样株的基本情况见表1。

表1 供试四照花样株的基本情况

Table 1 Basic information of test *Cornus* spp. samplings

种类 Species	树龄/a Tree age	株高/m Height ( $\bar{X}\pm SD$ )	冠幅/m Crown width ( $\bar{X}\pm SD$ )	基径/cm Basal diameter ( $\bar{X}\pm SD$ )
尖叶四照花 <i>C. elliptica</i>	8	3.24±1.07	2.18±0.49	3.47±0.49
秀丽四照花 <i>C. hongkongensis</i> subsp. <i>elegans</i>	8	3.81±0.32	2.37±0.37	3.87±0.51
东京四照花 <i>C. hongkongensis</i> subsp. <i>tonkinensis</i>	8	3.99±0.47	2.51±0.42	3.52±0.83
日本四照花 <i>C. kousa</i>	10	3.79±0.33	1.75±0.62	4.86±0.83
四照花 <i>C. kousa</i> subsp. <i>chinensis</i>	10	2.13±0.45	1.86±0.62	6.83±0.86
四照花品种‘中国女孩’ <i>C. kousa</i> subsp. <i>chinensis</i> ‘China Girl’	10	2.06±0.48	1.32±0.29	6.30±0.98
大花四照花 <i>C. florida</i>	10	1.94±0.50	2.19±0.52	4.82±1.45

### 1.3 方法

1.3.1 物候期观测 于2019年4月至12月,每种四照花随机选取4株长势相近的健康植株进行定株观测。参考《中国物候观测方法》<sup>[23]</sup>观测物候期,观测周期随季节及物候变化调整。4月至6月为展叶期和花期,每2~5 d观测1次,记录萌芽期(即叶芽开始萌动的日期)、展叶始期(5%叶片平展的日期)、展叶盛期(50%以上叶片平展的日期)、春叶变色始期(5%叶片颜色由红转绿的日期)、春叶完全变色期(所有叶片颜色由红转绿的日期)、现蕾期(花蕾出现的日期)、始花期(5%花朵开放的日期)、盛花期(50%以上花朵开放的日期)和末花期(75%花朵凋谢的日期);7月至12月为果期和秋叶变色期,每5~7 d观测1次,记录幼果期(幼果出现的日期)、果熟期(50%以上果实成熟的日期)、落果期(95%果实脱落的日期)、秋叶变色始期(5%叶片颜色由绿转红的日期)、秋叶完全变色期(所有叶片颜色由绿转红的日期)、落叶始期(5%叶片凋落的日期)和落叶末期(95%叶片凋落的日期)。根据观测结果分别计算展叶期持续天数(萌芽期到展叶盛期的天数)、春叶变色期持续天数(春叶变色始期到春叶完全变色期的天数)、花期持续天数(现蕾期到末花期的天数)、果期持续天数(幼果期到落果期的天数)、秋叶变色期持续天数(秋叶变色始期到秋叶完全变色期的天数)和落叶期持续天数(落叶始期到落叶末期的天数)。

1.3.2 表型性状观测 物候期观测期间,观察样株的叶色、花苞片颜色、花苞片形状和果色4个质量性

状,并拍照记录。将样株树冠分成上、中、下3层,分别于展叶盛期、盛花期和果熟期,在每个层次随机选择叶、花(含苞片)和果实各5个,使用EPSON PERFECTION 4990 PH070扫描仪(日本Epson公司)测量单叶面积,使用直尺(精度0.1 cm)测量花苞片的长(苞片和花序轴连接处至苞片顶端的距离)和宽(苞片顶端至花序轴连线垂直方向的最大距离);使用数显游标卡尺(精度0.1 mm)测量果长(果实顶端到末端的最大距离)和果径(果实的最大横径)。同时,统计有叶期(落叶四照花为展叶始期到落叶末期持续的月数,常绿四照花均为12个月)。

1.3.3 层次分析 根据四照花的开发利用特征,可将四照花观赏价值的层次结构模型分为3层。第1层为目标层(A),即观赏性优良的四照花;第2层为约束层(C),即植株外部形态特征,包括叶片性状( $C_1$ )、花苞片性状( $C_2$ )和果实性状( $C_3$ )3个方面;第3层为指标层(P),即观测的12个观赏指标,包括叶色变化( $P_1$ )、单叶面积( $P_2$ )、有叶期( $P_3$ )、花苞片颜色( $P_4$ )、花苞片形状( $P_5$ )、花苞片长( $P_6$ )、花苞片宽( $P_7$ )、花期持续天数( $P_8$ )、果色( $P_9$ )、果长( $P_{10}$ )、果径( $P_{11}$ )、果期持续天数( $P_{12}$ )。

采用1~9比率标度法<sup>[24]</sup>,通过两两比较各评价因子对四照花观赏性的重要程度,构建判断矩阵并进行一致性检验(表2)。当随机一致性比率(CR)小于0.10时,判断构建的矩阵通过一致性检验。

通过查阅文献<sup>[25]</sup>并结合实际情况制定各评价因子的评分标准(表3)。分数越高,表示该指标对四照

表2 判断矩阵及一致性检验<sup>1)</sup>  
Table 2 Judgment matrix and consistency test<sup>1)</sup>

		判断矩阵 Judgment matrix					权重 Weight	一致性检验 Consistency test	
								$\lambda_{max}$	CR
A-C	A	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>					
	C <sub>1</sub>	1	1/3	2	0.239 5	3.018 3	0.015 8		
	C <sub>2</sub>	3	1	4	0.623 2				
	C <sub>3</sub>	1/2	1/4	1	0.137 3				
C <sub>1</sub> -P	C <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>					
C <sub>1</sub> -P	P <sub>1</sub>	1	3	5	0.647 9	3.003 7	0.003 2		
	P <sub>2</sub>	1/3	1	2	0.229 9				
	P <sub>3</sub>	1/5	1/2	1	0.122 2				
C <sub>2</sub> -P	C <sub>2</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>			
	P <sub>4</sub>	1	3	7	7	3	0.500 9	5.010 1	0.002 3
	P <sub>5</sub>	1/3	1	3	3	1	0.148 7		
	P <sub>6</sub>	1/7	1/3	1	1	1/3	0.064 8		
	P <sub>7</sub>	1/7	1/3	1	1	1/3	0.064 8		
	P <sub>8</sub>	1/3	1	3	3	1	0.148 7		
C <sub>3</sub> -P	C <sub>3</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>				
C <sub>3</sub> -P	P <sub>9</sub>	1	7	5	3	0.562 8	4.068 7	0.025 4	
	P <sub>10</sub>	1/7	1	1/2	1/5	0.062 2			
	P <sub>11</sub>	1/5	2	1	1/3	0.107 9			
	P <sub>12</sub>	1/3	5	3	1	0.267 1			

<sup>1)</sup> A: 目标层 Target layer; C: 约束层 Constraint layer; P: 指标层 Index layer; C<sub>1</sub>: 叶片性状 Leaf character; C<sub>2</sub>: 花苞片性状 Bract character; C<sub>3</sub>: 果实性状 Fruit character;  $\lambda_{max}$ : 最大特征根 Maximum characteristic root; CR: 随机一致性比率 Random consistency ratio. P<sub>1</sub>: 叶色变化 Leaf color variation; P<sub>2</sub>: 单叶面积 Single leaf area; P<sub>3</sub>: 有叶期 Leaf retention stage; P<sub>4</sub>: 花苞片颜色 Bract color; P<sub>5</sub>: 花苞片形状 Bract shape; P<sub>6</sub>: 花苞片长 Bract length; P<sub>7</sub>: 花苞片宽 Bract width; P<sub>8</sub>: 花期持续天数 Duration days of flowering stage; P<sub>9</sub>: 果色 Fruit color; P<sub>10</sub>: 果长 Fruit length; P<sub>11</sub>: 果径 Fruit diameter; P<sub>12</sub>: 果期持续天数 Duration days of fruiting stage.

表3 四照花 12 个观赏指标的评分标准  
Table 3 Evaluation criteria for 12 ornamental indexes of *Cornus* spp.

观赏性状 Ornamental character	分值 Score		
	1	3	5
叶色变化 Leaf color variation (P <sub>1</sub> )	始终为绿色 Always green	秋季由绿变红 From green to red in autumn	春季由红变绿, 秋季由绿变红 From red to green in spring and from green to red in autumn
单叶面积 Single leaf area (P <sub>2</sub> )	P <sub>2</sub> < 70 cm <sup>2</sup>	70 cm <sup>2</sup> ≤ P <sub>2</sub> < 100 cm <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> ≥ 100 cm <sup>2</sup>
有叶期 Leaf retention stage (P <sub>3</sub> )	少于 8 个月 Less than 8 months	8~10 个月 (含 8 个月) 8-10 months (including 8 months)	多于 10 个月 (含 10 个月) More than 10 months (including 10 months)
花苞片颜色 Bract color (P <sub>4</sub> )	纯白色 Pure white	带红色 Reddish	粉红色 Pink
花苞片形状 Bract shape (P <sub>5</sub> )	狭长形或菱形 Narrow or rhombic	卵圆形或倒卵形 Oval or obovate	心形或倒心形 Cardioid or inverted cardioid
花苞片长 Bract length (P <sub>6</sub> )	P <sub>6</sub> < 7 cm	7 cm ≤ P <sub>6</sub> < 10 cm	P <sub>6</sub> ≥ 10 cm
花苞片宽 Bract width (P <sub>7</sub> )	P <sub>7</sub> < 7 cm	7 cm ≤ P <sub>7</sub> < 10 cm	P <sub>7</sub> ≥ 10 cm
花期持续天数 Duration days of flowering stage (P <sub>8</sub> )	P <sub>8</sub> < 10 d	10 d ≤ P <sub>8</sub> < 20 d	P <sub>8</sub> ≥ 20 d
果色 Fruit color (P <sub>9</sub> )	颜色不均匀 Uneven color	暗红或淡红 Dark red or light red	鲜红或亮红 Bright red or brilliant red
果长 Fruit length (P <sub>10</sub> )	P <sub>10</sub> < 10 cm	10 cm ≤ P <sub>10</sub> < 15 cm	P <sub>10</sub> ≥ 15 cm
果径 Fruit diameter (P <sub>11</sub> )	P <sub>11</sub> < 10 cm	10 cm ≤ P <sub>11</sub> < 15 cm	P <sub>11</sub> ≥ 15 cm
果期持续天数 Duration days of fruiting stage (P <sub>12</sub> )	P <sub>12</sub> < 100 d	100 d ≤ P <sub>12</sub> < 150 d	P <sub>12</sub> ≥ 150 d



花观赏价值评价的重要程度越高。根据制定的评分标准对供试四照花的 12 个观赏指标进行打分, 结合各指标的权重计算供试四照花观赏价值的综合得分, 根据排序结果划分等级。

## 2 结果和分析

### 2.1 四照花物候期比较

由物候期观察结果(表 4)可知, 所有四照花植株于 4 月初相继进入萌芽期, 花芽、叶芽逐渐膨大。植株在 4 月上旬长出新叶, 并在 4 月中旬基本完成展叶, 进入展叶盛期, 展叶期可持续 8~15 d。4 月下旬至 5 月上旬, 尖叶四照花、秀丽四照花和东京四照花进入春叶变色始期, 叶片颜色逐渐由红转绿, 而且, 尖叶四照花春叶变色始期较秀丽四照花和东京四照花迟约 2 周, 且其春叶变色期持续天数最少, 仅 21 d。

不同四照花的花期存在明显差异。观察发现, 供试四照花的花期可从 4 月初持续到 6 月下旬, 并且, 日本四照花、四照花、四照花品种‘中国女孩’和大花

四照花的花期明显早于尖叶四照花、秀丽四照花和东京四照花。其中, 大花四照花最先现蕾和开花且先花后叶, 花苞片在 4 月上旬开始展开, 6 d 后进入盛花期, 持续 6 d 后进入末花期; 日本四照花、四照花及四照花品种‘中国女孩’的现蕾期和始花期较为接近, 均在始花期开始 11 d 后进入末花期; 尖叶四照花、秀丽四照花和东京四照花在 5 月下旬现蕾, 并且秀丽四照花和东京四照花的现蕾期、始花期、盛花期和末花期较为接近, 而尖叶四照花的整个花期较晚, 从 5 月下旬持续到 6 月下旬。

观察发现, 四照花果实成熟后果实由青变红或黄且果实变软。日本四照花、四照花、四照花品种‘中国女孩’和大花四照花的幼果期、果熟期和落果期总体上早于尖叶四照花、秀丽四照花和东京四照花, 并且, 除尖叶四照花外, 其余四照花的果实均在秋叶变色前成熟。尖叶四照花的果实在 10 月底成熟, 约 3 周后开始脱落; 秀丽四照花和东京四照花的果实均在 10 月上旬成熟, 前者果实成熟 23 d 后开始脱落, 后者果实成熟 31 d 后开始脱落。

表 4 供试四照花的物候期<sup>1)</sup>  
Table 4 Phenophase of test *Cornus* spp.<sup>1)</sup>

种类 Species	SS (MM-DD)	FIS (MM-DD)	FFS (MM-DD)	$t_1/d$	IDSSL (MM-DD)	CDSSL (MM-DD)	$t_2/d$	BS (MM-DD)	IFS (MM-DD)	FuFS (MM-DD)	FiFS (MM-DD)
S1	04-03	04-03	04-10	8	05-04	05-24	21	05-28	06-12	06-17	06-22
S2	04-01	04-01	04-08	8	04-20	05-26	37	05-22	06-02	06-07	06-12
S3	04-01	04-01	04-08	8	04-23	05-19	27	05-22	05-28	06-07	06-11
S4	04-03	04-08	04-15	13				05-04	05-08	05-11	05-18
S5	04-06	04-08	04-13	8				04-30	05-03	05-06	05-13
S6	04-03	04-08	04-15	13				05-04	05-08	05-13	05-18
S7	04-01	04-08	04-15	15				04-01	04-08	04-13	04-18

  

种类 Species	$t_3/d$	YFS (MM-DD)	FRS (MM-DD)	FDS (MM-DD)	$t_4/d$	IDSAL (MM-DD)	CDSAL (MM-DD)	$t_5/d$	DIS (MM-DD)	DFS (MM-DD)	$t_6/d$
S1	26	06-25	10-30	11-20	149	10-23	10-30	8			
S2	22	06-07	10-08	10-30	146	10-16	10-31	16			
S3	21	06-17	10-08	11-07	144	10-23	11-07	16			
S4	15	05-28	09-30	10-20	146	10-23	10-31	9	10-08	11-30	54
S5	14	05-20	09-26	10-15	149	10-23	10-31	9	10-08	11-30	54
S6	15	05-28	09-30	10-20	146	10-23	10-31	9	10-08	11-30	54
S7	18	04-24	09-16	10-30	190	09-23	10-16	24	11-20	12-04	15

<sup>1)</sup> S1: 尖叶四照花 *C. elliptica* (Pojarkova) Q. Y. Xiang et Boufford; S2: 秀丽四照花 *C. hongkongensis* subsp. *elegans* (W. P. Fang et Y. T. Hsieh) Q. Y. Xiang; S3: 东京四照花 *C. hongkongensis* subsp. *tonkinensis* (W. P. Fang) Q. Y. Xiang; S4: 日本四照花 *C. kousa* F. Buerger ex Hance; S5: 四照花 *C. kousa* subsp. *chinensis* (Osborn) Q. Y. Xiang; S6: 四照花品种‘中国女孩’ *C. kousa* subsp. *chinensis* ‘China Girl’; S7: 大花四照花 *C. florida* Linn. SS: 萌芽期 Sprouting stage; FIS: 展叶始期 Foliation initial stage; FFS: 展叶盛期 Foliation full stage;  $t_1$ : 展叶期持续天数 Duration days of foliation stage; IDSSL: 春叶变色始期 Initial discoloration stage of spring leaf; CDSSL: 春叶完全变色期 Complete discoloration stage of spring leaf;  $t_2$ : 春叶变色期持续天数 Duration days of spring leaf discoloration stage; BS: 现蕾期 Budding stage; IFS: 始花期 Initial flowering stage; FuFS: 盛花期 Full flowering stage; FiFS: 末花期 Final flowering stage;  $t_3$ : 花期持续天数 Duration days of flowering stage; YFS: 幼果期 Young fruit stage; FRS: 果熟期 Fruit ripening stage; FDS: 落果期 Fruit dropping stage;  $t_4$ : 果期持续天数 Duration days of fruiting stage; IDSAL: 秋叶变色始期 Initial discoloration stage of autumn leaf; CDSAL: 秋叶完全变色期 Complete discoloration stage of autumn leaf;  $t_5$ : 秋叶变色期持续天数 Duration days of autumn leaf discoloration stage; DIS: 落叶始期 Defoliation initial stage; DFS: 落叶末期 Defoliation final stage;  $t_6$ : 落叶期持续天数 Duration days of defoliation stage.

秋季,尖叶四照花和东京四照花的叶片在10月下旬开始变色,而秀丽四照花的叶片则在10月中旬开始变色,3种四照花的叶色均由绿变红,经历1~2周时间叶片完全变色。大花四照花的秋叶变色期最早,在9月下旬开始变色,经过3周多的时间大部分叶片由绿变红。日本四照花、四照花及四照花品种‘中国女孩’的秋叶变色期完全一致。4种落叶四照花中,日本四照花、四照花及四照花品种‘中国女孩’落叶较早,均在10月8日叶片开始脱落,在11月30日大部分叶片脱落,而大花四照花却落叶较晚,在11月20日叶片开始脱落,在12月4日大部分叶片脱落。

## 2.2 四照花观赏价值综合评价

2.2.1 各观赏性状权重排序 根据构建的判断矩阵(表2),从四照花观赏价值来看,花苞片性状的权重

最大(0.623 2);其次是叶片性状,其权重为0.239 5;果实性状的权重最小(0.137 3)。将目标层(A)对约束层(C)的权重与约束层(C)对指标层(P)的权重相乘,最终计算出指标层(P)各观赏性状对目标层(A)的权重,并进行排序,结果见表5。

由表5可以看出:花苞片颜色对目标层的权重最大,为0.312 2;其次是叶色变化,权重为0.155 2;花苞片形状和花期持续时间对目标层的权重相等,均为0.092 7。单叶面积、有叶期、花苞片长、花苞片宽、果色、果长、果径和果期持续时间对目标层的权重则相对较小。由此可见,花苞片颜色、叶色变化、花苞片形状和花期持续时间是评价四照花观赏价值的重要因子,总体来看,各评价因子对目标层的权重从大到小依次为花苞片性状、叶片性状、果实性状,符合园林树种观赏适应性指标的筛选次序。

表5 四照花观赏价值综合评价中各观赏性状对目标层的权重和排序

Table 5 Weight of each ornamental character to target layer and the sort in comprehensive evaluation on ornamental values of *Cornus* spp.

观赏性状 Ornamental character	权重 <sup>1)</sup> Weight <sup>1)</sup>				排序 Sort
	对 C <sub>1</sub> 层 To C <sub>1</sub> layer	对 C <sub>2</sub> 层 To C <sub>2</sub> layer	对 C <sub>3</sub> 层 To C <sub>3</sub> layer	对目标层 To target layer	
叶色变化 Leaf color variation (P <sub>1</sub> )	0.647 9			0.155 2	2
单叶面积 Single leaf area (P <sub>2</sub> )	0.229 9			0.055 1	6
有叶期 Leaf retention stage (P <sub>3</sub> )	0.122 2			0.029 3	10
花苞片颜色 Bract color (P <sub>4</sub> )		0.500 9		0.312 2	1
花苞片形状 Bract shape (P <sub>5</sub> )		0.148 7		0.092 7	3
花苞片长 Bract length (P <sub>6</sub> )		0.064 8		0.040 4	7
花苞片宽 Bract width (P <sub>7</sub> )		0.064 8		0.040 4	7
花期持续时间 Duration days of flowering stage (P <sub>8</sub> )		0.148 7		0.092 7	3
果色 Fruit color (P <sub>9</sub> )			0.562 8	0.077 3	5
果长 Fruit length (P <sub>10</sub> )			0.062 2	0.008 5	12
果径 Fruit diameter (P <sub>11</sub> )			0.107 9	0.014 8	11
果期持续时间 Duration days of fruiting stage (P <sub>12</sub> )			0.267 1	0.036 7	9

<sup>1)</sup>C<sub>1</sub>: 叶片性状 Leaf character; C<sub>2</sub>: 花苞片性状 Bract character; C<sub>3</sub>: 果实性状 Fruit character.

2.2.2 观赏价值等级评价 根据前述的评分标准分别对供试四照花的各观赏性状进行打分,并依据各观赏性状对目标层的权重,计算供试四照花观赏价值的综合得分,并按照其综合得分的分值从大到小进行分级,结果见表6。

由表6可见:东京四照花观赏价值的综合得分最高,为3.350;四照花品种‘中国女孩’观赏价值的综合得分最低,为2.704;其余多数四照花观赏价值的综合得分在2.8~3.2之间。根据综合得分,供试四照花

的观赏价值被分成3个等级:Ⅰ级包含东京四照花、大花四照花和秀丽四照花,其综合得分均在3.1以上;Ⅱ级包含日本四照花和尖叶四照花,其综合得分介于2.9~3.1;Ⅲ级包含四照花和四照花品种‘中国女孩’,其综合得分均小于2.9。然而,笔者发现在大田栽培过程中,秀丽四照花的适应性较差,因此,将其归入Ⅱ级,而东京四照花和大花四照花的大田适应性以及花、果实和秋叶的观赏性俱佳(图1),是名副其实的优质四照花资源。

表 6 四照花各观赏性状的测度值及其观赏价值的综合得分和分级

Table 6 Measure value of each ornamental character of *Cornus* spp. and the comprehensive scores and grading of their ornamental values

种类 Species	叶色变化 <sup>1)</sup> Leaf color variation <sup>1)</sup>	单叶 面积/cm <sup>2</sup> Single leaf area	有叶期 <sup>2)</sup> Leaf retention stage <sup>2)</sup>	花苞片 颜色 <sup>3)</sup> Bract color <sup>3)</sup>	花苞片 形状 <sup>4)</sup> Bract shape <sup>4)</sup>	花苞片 长/cm Bract length	花苞片 宽/cm Bract width
尖叶四照花 <i>C. elliptica</i>	5	51.42	12	3	1	6.8	6.4
秀丽四照花 <i>C. hongkongensis</i> subsp. <i>elegans</i>	5	51.93	12	3	1	7.9	7.4
东京四照花 <i>C. hongkongensis</i> subsp. <i>tonkinensis</i>	5	54.41	12	3	3	6.7	6.5
日本四照花 <i>C. kousa</i>	3	88.20	8	3	3	11.4	10.7
四照花 <i>C. kousa</i> subsp. <i>chinensis</i>	3	76.47	8	3	3	8.4	7.8
四照花品种‘中国女孩’ <i>C. kousa</i> subsp. <i>chinensis</i> ‘China Girl’	3	81.43	8	3	3	6.7	6.4
大花四照花 <i>C. florida</i>	3	164.62	8	3	3	9.2	8.5

  

种类 Species	花期持续 天数/d Duration days of flowering stage	果色 <sup>5)</sup> Fruit color <sup>5)</sup>	果长/cm Fruit length	果径/cm Fruit diameter	果期持续 天数/d Duration days of fruiting stage	综合得分 Comprehensive score	等级 Grade
尖叶四照花 <i>C. elliptica</i>	26	3	13.55	14.74	149	2.963	II
秀丽四照花 <i>C. hongkongensis</i> subsp. <i>elegans</i>	22	3	16.86	18.36	146	3.171	I
东京四照花 <i>C. hongkongensis</i> subsp. <i>tonkinensis</i>	21	5	16.44	18.16	144	3.350	I
日本四照花 <i>C. kousa</i>	15	3	11.35	12.45	146	3.028	II
四照花 <i>C. kousa</i> subsp. <i>chinensis</i>	14	3	12.75	13.83	149	2.866	III
四照花品种‘中国女孩’ <i>C. kousa</i> subsp. <i>chinensis</i> ‘China Girl’	15	3	12.50	13.58	146	2.704	III
大花四照花 <i>C. florida</i>	18	5	11.02	7.98	190	3.175	I

1) 3: 秋季由绿变红 From green to red in autumn; 5: 春季由红变绿, 秋季由绿变红 From red to green in spring and from green to red in autumn.  
 2) 数值代表月数 The values represent month number.  
 3) 3: 带红色 Reddish.  
 4) 1: 狭长形或菱形 Narrow or rhombic; 3: 卵圆形或倒卵形 Oval or obovate.  
 5) 3: 暗红或淡红 Dark red or light red; 5: 鲜红或亮红 Bright red or brilliant red.



1-3. 东京四照花 *C. hongkongensis* subsp. *tonkinensis* (W. P. Fang) Q. Y. Xiang: 1. 花 Flower; 2. 果实 Fruit; 3. 秋叶 Autumn leaf. 4-6. 大花四照花 *C. florida* Linn.: 4. 花 Flower; 5. 果实 Fruit; 6. 秋叶 Autumn leaf.

图 1 东京四照花和大花四照花的花、果实和秋叶的形态

Fig. 1 Morphology of flower, fruit, and autumn leaf of *Cornus hongkongensis* subsp. *tonkinensis* (W. P. Fang) Q. Y. Xiang and *C. florida* Linn.



### 3 讨论和结论

通常情况下,植物的观赏价值多体现在叶片变色期、花期和果期,且其变异程度和丰富度因种类或品种不同而异,导致植物的观赏价值差异较大。开花物候是植物生命周期的关键阶段,该时期的植物观赏价值通常最高。目前已有学者对山樱花〔*Prunus serrulata* (Lindl.) G. Don ex London〕、紫薇〔*Lagerstroemia indica* Linn.〕、常绿杜鹃亚属〔Subgen. *Hymenanthes* (Blume) K. Koch〕和玉兰〔*Yulania denudata* (Desr.) D. L. Fu〕等的开花物候进行了观测<sup>[26-29]</sup>,充分了解了这些植物的开花物候特点,为其花期调控及新品种选育提供了研究依据。经过观测,作者发现四照花的观赏价值不仅体现在花期和果期上,还体现在叶色的季节变化上。总体看来,四照花春叶变色期、花期、秋叶变色期和果期的观赏价值均较为突出,分别出现在4月至5月、4月至6月、9月至11月以及9月至11月,年度观赏时间在200 d以上。其中,落叶四照花的观赏期横跨春、夏、秋3个季节,而常绿四照花的观赏期则贯穿一年四季,冬季彩叶更具观赏价值。比较而言,落叶四照花的花期和果期总体上早于常绿四照花。近年来,随着人们对城市景观要求的不断提高,现有的彩色植物已很难满足人们对环境景观的高标准要求,营造四季景观已成为园林绿化的最大目标<sup>[30]</sup>。四照花的花、果、叶等可在不同季节呈现多姿多彩的景观,能够在时间和空间上有效拓展景观效果;同时,人们还可以根据环境特点,定向选育观赏价值更高的四照花品种。

层次分析法将定性分析与定量分析完美结合,既包含了主观的逻辑判断和分析,又发挥了定量分析的优势<sup>[31]</sup>。本研究通过构建判断矩阵确定各观赏性状对四照花优良观赏价值的影响,在一定程度上避免了偶然因子造成的结果差异。结合四照花的观赏特点和栽培特性,本研究选取与四照花叶片、花苞片和果实观赏价值密切相关的12个观赏指标,初步建立了四照花的观赏价值综合评价体系。由该评价体系可知,四照花的花苞片颜色、叶色变化、花苞片形状和花期持续天数对目标层的权重明显高于其他观赏性状,说明四照花的观赏价值主要体现在花苞片颜色、叶色变化、花苞片形状和花期持续天数上,丰富的花苞片颜色和叶色变化更具有观赏价值。供试四照花中,东

京四照花和大花四照花的观赏价值综合得分位居前2位,成为本研究筛选出的优良四照花资源,该研究结果与作者观察的大田栽培表现较为一致,说明本研究构建的四照花观赏价值综合评价体系对四照花观赏价值评价具有较好的适用性。观察发现,东京四照花的花苞片呈白色且尖端缀有红色、在夏初即进入花期且花期持续时间较长,果实聚合、可食用,秋季叶色变为亮红色;大花四照花的花苞片较大、卵圆形,花期在春末,果实离生,秋季叶色也变为亮红色。值得一提的是,东京四照花为常绿植物,叶色在春季由红变绿,在秋季又由绿变红并持续整个冬季,具有较高的观赏价值。四照花和四照花品种‘中国女孩’均为落叶植物,其观赏价值综合得分均低于常绿四照花,推测这可能与本研究的实验地位于长三角地区,且该地区气候具有高温、高湿的特性有关<sup>[32]</sup>。

需要指出的是,虽然本研究筛选的优良四照花与大田栽培表现一致,但研究中仍然存在一些缺陷和不足。首先,本研究选择的评价指标多为花苞片、叶和果实的观赏性状,由于四照花还可作为生态树种,其生态适应性也应该得到重视。因此,在后续研究中,可将生态作用与景观美学价值相结合,综合考虑各方面因子的影响,选择更能体现四照花观赏价值和应用价值的指标进行综合评价,这也契合了当前生态保护的主流方向<sup>[33]</sup>。其次,本研究的观测对象仅有7种四照花,并未涉及很多观赏价值较高的四照花品种,如‘日落’(‘Riluo’),需要在后续评价系统中加以补充和完善。

本研究结果显示:四照花的观赏价值主要体现在花苞片颜色、叶色变化、花苞片形状和花期持续天数上,花苞片颜色和叶色变化的观赏价值更高。综合考虑,可将东京四照花和大花四照花作为四照花在长江中下游地区推广和应用的备选对象。

#### 参考文献:

- [1] 辛 蕾. 四照花的综合应用及引种栽培技术[J]. 甘肃林业, 2009(5): 38-39.
- [2] JENKINS M A, WHITE P S. *Cornus florida* L. mortality and understory composition changes in western Great Smoky Mountains National Park[J]. Journal of the Torrey Botanical Society, 2002, 129(3): 194-206.
- [3] 鲁 强, 杨 玲, 王昊伟, 等. 秀丽四照花光合特性和叶绿体超微结构的盐胁迫响应[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2020, 44(4): 29-36.
- [4] LU Q, YANG L, WANG H, et al. Calcium ion richness in *Cornus*



- hongkongensis* subsp. *elegans* (W. P. Fang et Y. T. Hsieh) Q. Y. Xiang could enhance its salinity tolerance [J]. *Forests*, 2021, 12: 1522.
- [5] 王昊伟, 杨玲, 鲁强, 等. 盐胁迫对大花四照花种子萌发与幼苗生长的影响[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2020, 44(3): 89-94.
- [6] 徐肇友, 肖德卿, 沈斌, 等. 秀丽四照花叶色参数和叶形形状的变异及相关性分析[J]. *植物资源与环境学报*, 2021, 30(1): 61-68.
- [7] 洪香香, 徐杰, 刘国华. 观赏型四照花种质资源及其开发利用[J]. *林业科技开发*, 2015, 29(3): 1-6.
- [8] 张明庆, 傅艳. 北京地区7个蜡梅品种的物候观察及其园林应用[J]. *首都师范大学学报(自然科学版)*, 2011, 32(6): 70-72, 78.
- [9] 于亚龙, 刘玉伟, 杨姗姗. 蓝丰蓝莓的开花物候与生殖特性研究[J]. *安徽农业科学*, 2022, 50(12): 57-59, 99.
- [10] 杨皖乔, 王妙青, 林海龙, 等. 7种木兰科树种物候学特征与新叶生长规律[J]. *福建林业科技*, 2018, 45(2): 13-16, 48.
- [11] 谢光园, 魏甲彬, 冯倩, 等. 衡阳市公园绿地彩叶树种物候调查与评价[J]. *安徽农业科学*, 2019, 47(20): 120-124.
- [12] 孙印兵, 于文胜, 张慧, 等. 层次分析法在铁线莲引种评价和筛选上的应用[J]. *山东林业科技*, 2020(4): 18-21, 17.
- [13] 常宝亮, 陈俊杰, 钱萍, 等. 基于层次分析(AHP)-灰色关联分析的盆栽荷花早花品种的综合评价与筛选[J]. *植物资源与环境学报*, 2021, 30(3): 54-60.
- [14] 曾宪文, 彭重华, 梁智娇. 模糊数学法在竹子观赏性评价中的应用[J]. *竹子研究汇刊*, 2009, 28(3): 29-33.
- [15] ZHENG Y, MENG T, BI X, et al. Investigation and evaluation of wild *Iris* resources in Liaoning Province, China [J]. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2017, 64: 967-978.
- [16] 李元鹏, 张英杰, 张京伟, 等. 月季种质资源综合评价体系分类与比较[J]. *林业与生态科学*, 2021, 36(3): 321-327.
- [17] 杨玉宁, 陈松树, 高尔刚, 等. 基于主成分分析的木通属植物果实品质评价[J]. *食品与发酵工业*, 2021, 47(9): 191-200.
- [18] 卢学礼, 刘凤军, 李军, 等. 重瓣型子莲品种的综合评价与筛选[J]. *植物资源与环境学报*, 2022, 31(3): 93-100.
- [19] 郭金玉, 张忠彬, 孙庆云. 层次分析法的研究与应用[J]. *中国安全科学学报*, 2008(5): 148-153.
- [20] 陈艺荃, 潘宏, 魏云华. 山茶花品种观赏性状的主成分分析与观赏价值综合评价[J]. *福建农业学报*, 2019, 34(5): 551-559.
- [21] XING G, QU L, ZHANG Y, et al. Collection and evaluation of wild tulip (*Tulipa* spp.) resources in China [J]. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2017, 64: 641-652.
- [22] 王青, 戴思兰, 何晶, 等. 灰色关联法和层次分析法在盆栽多头小菊株系选择中的应用[J]. *中国农业科学*, 2012, 45(17): 3653-3660.
- [23] 宛敏渭, 刘秀珍. 中国物候观测方法[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 47-56.
- [24] 朱德宁, 韩宇, 房伟民, 等. 多花型园林小菊品质评价与品种筛选[J]. *南京农业大学学报*, 2018, 41(2): 266-274.
- [25] 艾青, 陈璐, 兰思仁, 等. 基于层次分析法的建兰品种观赏价值综合评价[J]. *福建农林大学学报(自然科学版)*, 2019, 48(6): 731-741.
- [26] 陈雅静. 福建山樱花花期生物学特性研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学林学院, 2019: 10-12.
- [27] 陈发军, 许斌, 谢玉华. 紫薇的物候特征及其观赏性评价[J]. *北方园艺*, 2012(14): 62-64.
- [28] 李晓花, 李丹丹, 王凯红, 等. 4种常绿杜鹃亚属杜鹃物候观测及播种繁殖研究[J]. *中国野生植物资源*, 2019, 38(6): 6-13.
- [29] 王雷, 李玲莉, 王海洋, 等. 重庆市46种木本园林植物不同生长型对开花物候的效应[J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2020, 42(11): 86-94.
- [30] 王海峰. 美国紫薇品种引种驯化和观赏性评价研究[D]. 南充: 西华师范大学生命科学学院, 2019: 24-25.
- [31] 虞晓芬, 傅玳. 多指标综合评价方法综述[J]. *统计与决策*, 2004(11): 119-121.
- [32] 马青江, 孙操稳, 张乐英, 等. 东亚四照花群体中国潜在适生区预测研究[J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2019, 43(5): 135-140.
- [33] 王丽华, 李波, 陈文凯, 等. 亚高山野生乡土木本植物观赏价值评价体系构建[J]. *应用与环境生物学报*, 2021, 27(3): 541-548.

(责任编辑: 佟金凤)