

## 杭州西湖景区蕨类资源观赏应用价值的综合评价

范丽琨, 罗振宇 (杭州西湖风景名胜区分区(杭州市园林文物局)钱江管理处, 浙江杭州 310013)

**摘要** 基于对杭州西湖蕨类植物资源的调查,以观赏应用价值为总目标确立 18 个评价因子,对其进行分类组合,用层次分析法(AHP法)建立一套适合蕨类植物的综合评价模型,并对 18 个评价因子进行计算分析,得出主要的 5 个评价指标,按权重值大小依次为出现频率、叶形、叶稀有度、叶质、群体枯叶期。按照该综合评价模型,对杭州西湖 64 个蕨类种类进行综合评价,得出 7 种较佳的蕨类植物材料,以为其在园林绿化中的应用提供科学的理论依据。

**关键词** 蕨类;观赏应用;层次分析法;综合评价

中图分类号 S 688 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)03-0005-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.03.002



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Comprehensive Appraisal on the Ornamental and Applied Value for Fern Species in Hangzhou West Lake

FAN Li-kun, LUO Zhen-yu (Hangzhou West Lake Scenic Area (Hangzhou Garden Administration) Qianjiang Management Committee, Hangzhou, Zhejiang 310013)

**Abstract** Based on the investigation of fern resources in Hangzhou West Lake, 18 appraisal indexes were established and a multifactor appraisal system based on the analytic hierarchy process was developed aiming at getting the ornamental value. The 5 main appraisal indexes were calculated by 18 evaluation factors. The result showed that there were 5 important indexes, including occurrence frequency, leaf shape, leaf rarity, leaf texture and perish period. According to the comprehensive evaluation model, 64 fern species of Hangzhou West Lake were judged by this way and 7 good ferns were obtained, which can provide a scientific basis for landscape application.

**Key words** Ferns; Ornamental and applied value; Analytic hierarchy; Multifactorial appraisal

蕨类植物在西方有着“无花之美”“花园中的羽毛”的美誉,尤其在日本、欧美,更被视为高贵素雅的象征,它耐阴、耐污染、抗干旱、对重金属污染也有一定的修复作用<sup>[1]</sup>,是近年来园林造景应用较多的新优植物材料。目前,国内对蕨类植物的园林应用多集中在设计要点、美学特征、应用类型等方面<sup>[2]</sup>,对不同蕨类植物的景观价值综合评价未见报道。该研究运用层次分析法对杭州西湖风景名胜区的观赏蕨类资源进行综合评价,以期筛选出观赏应用价值高的蕨类植物,为其产业化应用提供理论基础。

层次分析法(analytic hierarchy process,简称 AHP),是美国匹茨堡大学运筹学家 T. L. Saaty 于 1973 年提出的,它是定性定量相结合,系统化、层次化分析问题的一种简便方法<sup>[3]</sup>。其基本原理主要是排序的原理,即最终将各方法(或措施)排出优劣次序,作为决策的依据。具体可描述如下:首先,把要解决的问题分层系列化,即根据问题的性质和要达到的目标,将问题分解为不同的组成因素,按照因素之间的相互影响和隶属关系将其分层聚类组合,形成一个递阶的、有序的层次结构模型。然后,对模型中每一层次因素两两之间的相对重要性,依据人们对客观现实的判断给予定量表示,再利用数学方法确定每一层次全部因素相对重要性次序的权值。最后,通过综合计算各层因素相对重要性的权值,以此作为评价和选择方案的理论依据。对于野生蕨类资源观赏应用价值的综合评价,是一个用主观判断难以解决的问题,因此采用层次分析法可以提高评价结果的科学性、有效性和可行性。

## 1 蕨类资源调查

### 1.1 调查地点

基金项目 杭州市园林文物局科技发展计划。  
作者简介 范丽琨(1984—),女,江苏扬州人,工程师,硕士,从事园林植物与观赏园艺研究。  
收稿日期 2018-08-13

南山林公共游览区域(包括虎跑、六和塔、云栖竹径、江洋畈、九溪、龙井、满陇桂雨公园)有蕨类植物分布的道路两侧、溪边、驳坎边设置不短于 50 m 的直线,沿直线一侧的 2 m 范围内进行调查。记录发现的蕨类植物种类,以及分布区域、小生境的温湿度、土壤 pH 等相关指标,并拍摄照片建档。西湖风景区属亚热带季风性气候,四季分明,光照充足,雨量充沛,温和湿润。其主体森林植被是地带性的常绿阔叶与落叶阔叶混交林,还分布有亚热带针叶林、针阔叶混交林、竹林及一些栽培植物群,较为阴蔽湿润的环境提供给蕨类植物较佳的生存繁育条件。

**1.2 调查结果** 通过查阅资料和两年多的实地调查,在不断补充、鉴定条件<sup>[4-5]</sup>下,发现杭州西湖风景名胜区山林景区现有野生观赏蕨类植物共 18 科 32 属 64 种<sup>[6-7]</sup>,西湖山林的蕨类以真蕨类为主,其中鳞毛蕨科 Dryopteridaceae 鳞毛蕨属 *Dryopteris*、铁角蕨科 Asplenaceae 铁角蕨属 *Asplenium*、凤尾蕨科 Pteridaceae 凤尾蕨属 *Pteris* 分布集中,个体较大,其中的红盖鳞毛蕨 *Dryopteris erythrosora*、边缘鳞盖蕨 *Microlepia marginata*、渐尖毛蕨 *Cyclosorus acuminatus* 在许多分布区域都是群落或下层地被中的主要种,大多属于土生类蕨。小型蕨类主要包括北京铁角蕨 *Asplenium peknense*、虎尾铁角蕨 *Asplenium incisum*、瓶蕨 *Vandenboschia auriculata* 等,大多属于石生类蕨。

## 2 评价方法

**2.1 评价指标的确立** 目前,国内从观赏园艺的角度对蕨类植物的观赏性状研究鲜见报道。根据观赏植物的评价特点与规律,考虑到层次分析法对指标层次结构的设计要求,参照樱花 *Prunus serrulata*、蜡梅 *Chimonanthus praecox*<sup>[8-9]</sup> 等观赏植物资源评价指标,通过征集专家、绿化应用人员以及相关学者的意见,认为蕨类植物的观赏标准主要从叶、根茎、孢

子囊群及生长习性等方面加以比较鉴定。综合各方意见,再结合蕨类的园林应用实际,选出叶形、叶色、幼叶颜色、叶质、幼叶形态、出现频率、分布密度、根茎走向、孢子形态等18个有代表性的形态特征或生长习性作为观赏应用价值的评价因子。

**2.2 综合评价的层次分析模型** 该研究考虑到与蕨类观赏性状评价密切相关的4个制约方面,18个制约因素,并依其相互关系建立起蕨类观赏性状AHP评价结构模型(表1)。模型分三层:①目标层(A),即是对蕨类植物资源观赏应用价值的综合评价;②约束层(C),制约蕨类观赏价值的各种因素,包括形态学和生长特性等方面,该评价体系选择对蕨类观赏应用价值影响较大的叶(C<sub>1</sub>)、根茎(C<sub>2</sub>)、孢子囊群(C<sub>3</sub>)、生长性(C<sub>4</sub>)4个性状作为约束层(C);③指标层(P),隶属于上一层次,是体现上述约束层对蕨类观赏性状评价有代表性的18个具体性状指标。最底层D代表待评价的蕨类种类。

表1 蕨类综合评价的层次分析模型

Table 1 The model of comprehensive appraisal for fern

| 目标层<br>Target<br>layer A   | 约束层<br>Constrained<br>layer C | 指标层<br>Indicator<br>layer P | 最底层<br>Best<br>primary D |
|--|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 蕨类植物观赏应用价值综合评价<br>Comprehensive appraisal on the ornamental and applied value for fern species | C <sub>1</sub> 根状茎            | P <sub>1</sub> 茎走向          | 待评价的蕨类植物种类               |
|  |                               | P <sub>2</sub> 鳞片颜色         |                          |
|  | C <sub>2</sub> 叶片             | P <sub>3</sub> 鳞片密度         |                          |
|  |                               | P <sub>4</sub> 叶形           |                          |
|  |                               | P <sub>5</sub> 叶色           |                          |
|  |                               | P <sub>6</sub> 叶质           |                          |
|  |                               | P <sub>7</sub> 幼叶颜色         |                          |
|  |                               | P <sub>8</sub> 幼叶蜷曲形态       |                          |
|  | C <sub>3</sub> 孢子囊群           | P <sub>9</sub> 叶密度          |                          |
|  |                               | P <sub>10</sub> 稀有度         |                          |
|  |                               | P <sub>11</sub> 群体枯叶期       |                          |
|  |                               | P <sub>12</sub> 形态          |                          |
|  |                               | P <sub>13</sub> 颜色          |                          |
|  | C <sub>4</sub> 生长习性           | P <sub>14</sub> 位置          |                          |
|  |                               | P <sub>15</sub> 密度          |                          |
|  |                               | P <sub>16</sub> 出现频率        |                          |
|  |                               | P <sub>17</sub> 对生境要求       |                          |
|  |                               | P <sub>18</sub> 分布密度        |                          |

### 3 计算过程

**3.1 判断矩阵构造与权重计算** 在AHP综合评价体系中,各评价因素的相对重要性是评价的基础和依据。在实际工作中,这些相对重要性的信息基础,通常是根据总目标的要求由有经验的专业人士或者在广泛征求大多数人意见的基础上做出判断。根据蕨类观赏性状AHP评价结构模型(表1),充分考虑各因子的美学特征、视角效果、是否适合推广应用等多方面因素,发放调查评分问卷,请相关专家及专业技术人员采用1~9标度法对同一层次的不同指标进行相对重要性两两判断,后用求平均值四舍五入取整法构建目标层(A)相对于约束层C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>以及约束层C<sub>i</sub>相对于指标层P<sub>i</sub>的判断矩阵,以此计算出判断矩阵的最大特征根(λ<sub>max</sub>)和对应特征向量(W),形成评价的基础。

在层次分析时,通过计算各个判断矩阵(λ<sub>max</sub>)和对应特征向量(W),计算出某一层各因素相对于上一层某因素的

相对重要性权值,该评价构造出A-C(第二层因素相对于第一层的比较判断)、C-P(第三层因素相对于第二层的比较判断)共5个矩阵(表2~6)。因素间两两比较构成的判断矩阵是计算排序权向量的依据,大体上应具有有一致性,即判断矩阵A满足 $a_{ij} = a_i/a_{kj} (i, j, k = 1, 2, \dots, n)$ ,若完全一致,则稍大于n,其余特征根趋近于零,即可认为达到完全一致,而只要满足λ<sub>max</sub>稍大于n,其余的特征根趋近于零,即认为达到满意的一致性。在AHP法中,以CI作为度量判断矩阵偏离一致性指标:CI=(λ<sub>max</sub>-n)/(n-1)。以CI与判断矩阵的平均随机一致性指标RI(n为1、2、3、4、5、6、7、8、9、10时,RI分别为0.00、0.00、0.58、0.90、1.12、1.24、1.32、1.41、1.45、1.49)的比值CR作为一致性指标。CR=CI/RI,对于1、2阶判断矩阵,RI只是形式上的,因为1、2阶判断矩阵总具有完全一致性,当阶数大于2时,若CR<0.1,则认为判断矩阵具有满意的一致性,否则需要进一步调整。

表2 A-C判断矩阵及一致性检验

Table 2 Judgement matrix and consistency check of A-C

| A                        | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | W     |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| C <sub>1</sub>           | 1              | 1/7            | 1/5            | 1/5            | 0.048 |
| C <sub>2</sub>           | 7              | 1              | 7              | 2              | 0.545 |
| C <sub>3</sub>           | 5              | 1/7            | 1              | 1/3            | 0.121 |
| C <sub>4</sub>           | 5              | 1/2            | 3              | 1              | 0.287 |
| λ <sub>max</sub> = 4.267 |                | CI = 0.089     |                | CR = 0.01      |       |

表3 C<sub>1</sub>-P<sub>i</sub>判断矩阵及一致性检验

Table 3 Judgement matrix and consistency check of C<sub>1</sub>-P<sub>i</sub>

| C <sub>1</sub>           | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | W          |  |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|------------|--|
| P <sub>1</sub>           | 1              | 1/2            | 1              | 0.240      |  |
| P <sub>2</sub>           | 2              | 1              | 3              | 0.550      |  |
| P <sub>3</sub>           | 1              | 1/3            | 1              | 0.210      |  |
| λ <sub>max</sub> = 3.017 |                | CI = 0.008     |                | CR = 0.016 |  |

表4 C<sub>2</sub>-P<sub>i</sub>判断矩阵及一致性检验

Table 4 Judgement matrix and consistency check of C<sub>2</sub>-P<sub>i</sub>

| 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>9</sub> | P <sub>10</sub> | P <sub>11</sub> | W     |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
| P <sub>4</sub>           | 1              | 5              | 4              | 2              | 3              | 4              | 1               | 2               | 0.246 |
| P <sub>5</sub>           | 1/5            | 1              | 5              | 2              | 3              | 3              | 1               | 2               | 0.034 |
| P <sub>6</sub>           | 1/4            | 1/5            | 1              | 1/5            | 1/2            | 1              | 1/5             | 1/7             | 0.163 |
| P <sub>7</sub>           | 1/2            | 1/2            | 5              | 1              | 3              | 2              | 1/3             | 1/2             | 0.107 |
| P <sub>8</sub>           | 1/3            | 1/3            | 2              | 1/3            | 1              | 2              | 1               | 1/5             | 0.067 |
| P <sub>9</sub>           | 1/4            | 1/3            | 1              | 1/2            | 1/2            | 1              | 1/3             | 1/2             | 0.051 |
| P <sub>10</sub>          | 1              | 1              | 5              | 3              | 1              | 3              | 1               | 2               | 0.183 |
| P <sub>11</sub>          | 1/2            | 1/2            | 7              | 2              | 5              | 2              | 1/2             | 1               | 0.149 |
| λ <sub>max</sub> = 8.810 |                | CI = 0.116     |                | CR = 0.082     |                |                |                 |                 |       |

表5 C<sub>3</sub>-P<sub>i</sub>判断矩阵及一致性检验

Table 5 Judgement matrix and consistency check of C<sub>3</sub>-P<sub>i</sub>

| C <sub>3</sub>           | P <sub>12</sub> | P <sub>13</sub> | P <sub>14</sub> | P <sub>15</sub> | W     |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| P <sub>12</sub>          | 1               | 1               | 2               | 2               | 0.295 |
| P <sub>13</sub>          | 1               | 1               | 5               | 5               | 0.467 |
| P <sub>14</sub>          | 1/2             | 1/5             | 1               | 2               | 0.140 |
| P <sub>15</sub>          | 1/2             | 1/5             | 1/2             | 1               | 0.099 |
| λ <sub>max</sub> = 4.174 |                 | CI = 0.058      |                 | CR = 0.065      |       |

表 6 C<sub>4</sub>-P<sub>i</sub> 判断矩阵及一致性检验Table 6 Judgement matrix and consistency check of C<sub>4</sub>-P<sub>i</sub>

| C <sub>4</sub>   | P <sub>16</sub> | P <sub>17</sub> | P <sub>18</sub> | W     |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| P <sub>16</sub>  | 1               | 3               | 3               | 0.594 |
| P <sub>17</sub>  | 1/3             | 1               | 2               | 0.250 |
| P <sub>18</sub>  | 1/3             | 1/2             | 1               | 0.157 |
| λ <sub>max</sub> = 3.053      CI = 0.027      CR = 0.051 |                 |                 |                 |       |

从表 2~6 可以看出,各层次单排序计算的 CR 值均 < 0.1,取得了较满意的一致性。

**3.2 层次总排序的计算** 计算各个具体评价指标(P)相对于所隶属性状(C)加权值后,与性状(C)权值加权综合即可得到各评价指标因素(P)相对于综合评价值(A)权值的总排序值,结果见表 7。

从表 7 可得,蕨类植物观赏标准综合评价体系准则层(C)中,各个因子的权重排序为 C<sub>2</sub>>C<sub>4</sub>>C<sub>3</sub>>C<sub>1</sub>,其中叶片的权重值最大,说明其在人们的视觉评价中占最重要的地位,指标层的排序为 P<sub>3</sub><P<sub>1</sub><P<sub>15</sub><P<sub>14</sub><P<sub>5</sub><P<sub>2</sub><P<sub>9</sub><P<sub>12</sub><P<sub>8</sub><P<sub>18</sub><P<sub>13</sub><P<sub>7</sub><P<sub>17</sub><P<sub>11</sub><P<sub>6</sub><P<sub>10</sub><P<sub>4</sub><P<sub>16</sub>,P<sub>16</sub>(出现频率)权重值最大,占 17.1%,其次是 P<sub>4</sub>(叶形)和 P<sub>10</sub>(叶稀有度),分别占 13.4%和 10.0%,再次是 P<sub>6</sub>(叶质)占 8.8%,P<sub>11</sub>(群体枯叶期)占 8.1%,P<sub>17</sub>(对生境要求)占 7.2%,P<sub>7</sub>(幼叶颜色)占 5.8%,P<sub>13</sub>(孢子囊群颜色)占 5.7%,其他因素的权重值则相对较小。

#### 4 评分标准及种类筛选

对蕨类各指标的评分标准主要是基于其观赏特性<sup>[10]</sup>、

生态学及生物学特征充分观察的基础上,广泛发放调查问卷,征求专家及专业人员的意见后制定的,根据不同种类共同的观赏价值及不同特性拟定 5 分制的评分标准(表 8)。

表 7 指标层(P)对目标层(A)的总排序值

Table 7 The total order for target hierarchy (P) related to the objective hierarchy (A)

| 层次 Level                          | C 层指标 Indexes of C level | 权重值 Weight value | P 层指标 Indexes of P level | 权重值 Weight value | 总排序 Total order |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| 各层次权重值 Weight value of each level | C <sub>1</sub>           | 0.048            | P <sub>1</sub>           | 0.240            | 0.012           |
|                                   |                          |                  | P <sub>2</sub>           | 0.550            | 0.026           |
|                                   | P <sub>3</sub>           |                  | 0.210                    | 0.010            |                 |
|                                   | C <sub>2</sub>           |                  | P <sub>4</sub>           | 0.246            | 0.134           |
|                                   |                          |                  | P <sub>5</sub>           | 0.034            | 0.019           |
|                                   |                          |                  | P <sub>6</sub>           | 0.163            | 0.088           |
|                                   | C <sub>3</sub>           |                  | P <sub>7</sub>           | 0.107            | 0.058           |
|                                   |                          |                  | P <sub>8</sub>           | 0.067            | 0.037           |
|                                   |                          |                  | P <sub>9</sub>           | 0.051            | 0.028           |
|                                   |                          |                  | P <sub>10</sub>          | 0.183            | 0.01            |
| P <sub>11</sub>                   |                          | 0.149            | 0.081                    |                  |                 |
| C <sub>4</sub>                    | P <sub>12</sub>          | 0.121            | 0.295                    | 0.036            |                 |
|                                   | P <sub>13</sub>          | 0.467            | 0.057                    |                  |                 |
|                                   | P <sub>14</sub>          | 0.140            | 0.017                    |                  |                 |
|                                   | P <sub>15</sub>          | 0.099            | 0.012                    |                  |                 |
|                                   | P <sub>16</sub>          | 0.594            | 0.171                    |                  |                 |
|                                   | P <sub>17</sub>          | 0.250            | 0.072                    |                  |                 |
|                                   | P <sub>18</sub>          | 0.157            | 0.045                    |                  |                 |

表 8 各具体评价指标的评分标准

Table 8 The appraisal standard of each appraisal index

| 序号 No. | 具体评价指标 Appraisal index | 分值 Score |     |          |    |       |
|--------|------------------------|----------|-----|----------|----|-------|
|        |                        | 1        | 2   | 3        | 4  | 5     |
| 1      | 茎走向                    |          | 横走  | 攀援       | 斜升 | 直立    |
| 2      | 鳞片颜色                   | 黑色       | 褐色  | 棕色       | 黄色 | 白色    |
| 3      | 鳞片密度                   |          | 密集  | 一般       | 稀少 | 无     |
| 4      | 叶形                     | 披针形      | 椭圆形 | 心形       | 线形 | 特异形   |
| 5      | 叶色                     | 墨绿       | 深绿  | 绿色       | 翠绿 | 复色    |
| 6      | 叶质                     | 草质       |     | 纸质       |    | 革质    |
| 7      | 幼叶颜色                   | 绿色       | 黄绿  | 黄色       | 黄红 | 红色    |
| 8      | 幼叶蜷曲形态                 | 不蜷曲      |     | 不规则蜷曲    |    | 规则蜷曲  |
| 9      | 叶密度                    | 稀少       | 少   | 一般       | 较密 | 繁密    |
| 10     | 叶稀有度                   | 常见       |     | 少见       |    | 罕见    |
| 11     | 群体枯叶期                  | 长        | 较长  | 一般       | 短  | 无     |
| 12     | 孢子囊群形态                 | 圆形       | 肾形  | 短线形      |    | 其他特异形 |
| 13     | 孢子囊群颜色                 | 黑色       | 褐色  | 棕色       | 黄色 | 红色或其他 |
| 14     | 孢子囊群位置                 | 沿叶脉布满    |     | 叶脉两边对称排列 |    | 叶边缘   |
| 15     | 孢子囊群密度                 | 密集       | 较多  | 一般       | 较少 | 少     |
| 16     | 出现频率                   | 罕见       |     | 少见       |    | 常见    |
| 17     | 对生境要求                  | 高        |     | 一般       |    | 不高    |
| 18     | 分布密度                   | 少        | 较少  | 一般       | 较多 | 多     |

对 2016—2018 年期间调查的 64 种蕨类进行周年的观察与记录,并根据表 7 对每种植物进行评分,将各指标所得分值与其权重值相乘,并将所有指标所得数值相加,最终得出每一品种相应的综合评价值,根据综合评价值分布情况和经验将蕨

类的观赏价值应用分为 4 个等级,Ⅰ级(>3.5)为观赏应用价值最高的种类,共计 7 种;Ⅱ级(3.0~3.5)观赏应用价值高,共计 13 种;Ⅲ级(2.5~3.0)观赏应用价值一般,共计 31 种;Ⅳ级(<2.5)为不太适宜推广应用的种类,共计 13 种(表 9)。

表9 西湖山林蕨类的综合评价及等级

Table 9 Comprehensive appraisal value and classification of fern in West Lake

| 序号<br>No. | 种名<br>Plant name | 拉丁名<br>Latin name  | 评分值<br>Score | 评价等级<br>Evaluation grade | 序号<br>No. | 种名<br>Plant name                     | 拉丁名<br>Latin name             | 评分值<br>Score | 评价等级<br>Evaluation grade |
|-----------|------------------|--|--------------|--------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------|--------------------------|
| 1         | 翠云草              | <i>Selaginella uncinata</i>                              | 3.625        | I                        | 32        | 黑叶角蕨                                 | <i>Cornopteris opaca</i>      | 2.820        | III                      |
| 2         | 江南星蕨             | <i>Microsorium fortunei</i>                              | 3.622        |                          | 33        | 黑足鳞毛蕨                                | <i>Dryopteris fuscipes</i>    | 2.815        |                          |
| 3         | 凤丫蕨              | <i>Coniogramme japonica</i>                              | 3.610        | 34                       | 姬蕨        | <i>Hypolepis punctata</i>            | 2.770                         |              |                          |
| 4         | 美丽复叶耳蕨           | <i>Arachniodes speciosa</i>                              | 3.588        | 35                       | 延羽卵果蕨     | <i>Phegopteris decursive-pinnata</i> | 2.769                         |              |                          |
| 5         | 贯众               | <i>Cyrtomium fortunei</i>                                | 3.579        | 36                       | 草质假复叶耳蕨   | <i>Acorumohra hasseltii</i>          | 2.762                         |              |                          |
| 6         | 红盖鳞毛蕨            | <i>Dryopteris erythrosora</i>                            | 3.535        | 37                       | 瓦韦        | <i>Lepisorus thunbergianus</i>       | 2.748                         |              |                          |
| 7         | 海金沙              | <i>Lygodium japonicum</i>                                | 3.532        | 38                       | 棕边鳞毛蕨     | <i>Dryopteris sacrosancta</i>        | 2.736                         |              |                          |
| 8         | 紫萁               | <i>Osmunda japonica</i>                                  | 3.482        | II                       | 39        | 平行鳞毛蕨                                | <i>Dryopteris indusiata</i>   | 2.706        |                          |
| 9         | 井栏边草             | <i>Pteris multifida</i>                                  | 3.462        |                          | 40        | 虎尾铁角蕨                                | <i>Asplenium incisum</i>      | 2.688        |                          |
| 10        | 普通针毛蕨            | <i>Macrothelypteris torresiana</i>                       | 3.439        | 41                       | 阔鳞毛蕨      | <i>Dryopteris championii</i>         | 2.679                         | IV           |                          |
| 11        | 多羽复叶耳蕨           | <i>Arachniodes amoena</i>                                | 3.374        | 42                       | 有柄石韦      | <i>Pyrrhosia petiolosa</i>           | 2.668                         |              |                          |
| 12        | 狗脊               | <i>Woodwardia japonica</i>                               | 3.372        | 43                       | 石韦        | <i>Pyrrhosia lingua</i>              | 2.664                         |              |                          |
| 13        | 蕨                | <i>Pteridium aquilinum</i>                               | 3.303        | 44                       | 斜方复叶耳蕨    | <i>Arachniodes rhomboidea</i>        | 2.632                         |              |                          |
| 14        | 蜈蚣草              | <i>Pteris vittata</i>                                    | 3.269        | 45                       | 芒萁        | <i>Dicranopteris dichotoma</i>       | 2.606                         |              |                          |
| 15        | 镰羽贯众             | <i>Cyrtomium balansae</i>                                | 3.239        | 46                       | 瓶蕨        | <i>Vandenboschia auriculata</i>      | 2.594                         |              |                          |
| 16        | 木贼               | <i>Equisetum hyemale</i>                                 | 3.230        | 47                       | 迷人鳞毛蕨     | <i>Dryopteris decipiens</i>          | 2.591                         |              |                          |
| 17        | 乌蕨               | <i>Stenoloma chusanum</i>                                | 3.189        | 48                       | 假蹄盖蕨      | <i>Athyriopsis japonica</i>          | 2.581                         |              |                          |
| 18        | 疏羽凸轴蕨            | <i>Metathelypteris laxa</i>                              | 3.106        | 49                       | 倒挂铁角蕨     | <i>Asplenium normale</i>             | 2.550                         |              |                          |
| 19        | 刺头复叶耳蕨           | <i>Arachniodes exilis</i>                                | 3.075        | 50                       | 粗毛鳞盖蕨     | <i>Microlepia strigosa</i>           | 2.532                         |              |                          |
| 20        | 齿头鳞毛蕨            | <i>Cyrtomium labordei</i>                                | 3.030        | III                      | 51        | 大叶贯众                                 | <i>Cyrtomium macrophyllum</i> | 2.512        |                          |
| 21        | 布朗卷柏             | <i>Selaginella braunii</i>                               | 2.992        |                          | 52        | 长江蹄盖蕨                                | <i>Athyrium iseanum</i>       | 2.493        |                          |
| 22        | 江南卷柏             | <i>Selaginella moellendorffii</i>                        | 2.979        | 53                       | 盾蕨        | <i>Neolepis orusovatus</i>           | 2.481                         |              |                          |
| 23        | 雅致针毛蕨            | <i>Macrothelypteris oligophlebia</i> var. <i>elegans</i> | 2.963        | 54                       | 野稚尾       | <i>Onychium japonicum</i>            | 2.472                         |              |                          |
| 24        | 渐尖毛蕨             | <i>Cyclosorus acuminatus</i>                             | 2.927        | 55                       | 线蕨        | <i>Colysis elliptica</i>             | 2.440                         |              |                          |
| 25        | 边缘鳞盖蕨            | <i>Microlepia marginata</i>                              | 2.923        | 56                       | 华中铁角蕨     | <i>Asplenium sarelii</i>             | 2.437                         |              |                          |
| 26        | 普通假毛蕨            | <i>Pseudocyclosorus subochthodes</i> Ching               | 2.913        | 57                       | 日本介蕨      | <i>Dryothium japonica</i>            | 2.416                         |              |                          |
| 27        | 北京铁角蕨            | <i>Asplenium peknense</i>                                | 2.911        | 58                       | 毛轴假蹄盖蕨    | <i>Athyriopsis petersenii</i>        | 2.360                         |              |                          |
| 28        | 刺齿半边旗            | <i>Pteris dispar</i>                                     | 2.908        | 59                       | 食用双盖蕨     | <i>Athyrium iseanum</i>              | 2.355                         |              |                          |
| 29        | 深裂迷人鳞毛蕨          | <i>Dryopteris decipiens</i> var. <i>diplozioides</i>     | 2.869        | 60                       | 金星蕨       | <i>Parathelypteris glanduligera</i>  | 2.348                         |              |                          |
| 30        | 细茎铁角蕨            | <i>Asplenium tenuicaule</i>                              | 2.846        | 61                       | 中华双盖蕨     | <i>Allantodia chinensis</i>          | 2.271                         |              |                          |
| 31        | 假异鳞毛蕨            | <i>Dryopteris immixta</i>                                | 2.830        | 62                       | 里白        | <i>Hicriopteris glauca</i>           | 2.215                         |              |                          |
|           |                  |  |              | 63                       | 毛轴碎米蕨     | <i>Cheilosoria chusana</i>           | 2.062                         |              |                          |
|           |                  |  |              | 64                       | 两色鳞毛蕨     | <i>Dryopteris setosa</i>             | 2.029                         |              |                          |

## 5 结论与讨论

从调查结果上来看, I 级中的 7 个种以直立型、出现频率高、叶形或叶色有一定特色的为主, 排名最高的翠云草 *Selaginella uncinata* 呈少见的蓝绿色, 目前已得到一定的市场应用, 直立的红盖鳞毛蕨 *Dryopteris erythrosora* 孢子囊群呈红色, 凤丫蕨 *Coniogramme japonica* 叶片厚而深绿, 贯众 *Cyrtomium fortunei* 四季常绿, 均是良好的可推广种类。

在一般植物不易生存的阴蔽地或特定的景观环境, 种类丰富齐全、外型奇特优美、易于栽培管理的蕨类植物是最佳选择, 但目前市场上应用的蕨类种类甚少, 该研究基于层次分析法, 对蕨类资源进行定量评估, 以为其产业化应用提供一定的理论基础。

由于这一评价系统主要是针对其观赏性状和推广应用的价值制定评价标准, 有一定的局限; 同时即使是专家评议, 也不能保证判断的全面性、准确性和一致性; 在为不同种类各个评价因子打分时, 人为因素常使评价结果带有一定的主观性, 导致评价结论与种类的实际效果产生一定的出入。比如日本介蕨叶色为红中带绿的复色, 颜色较佳, 但由于只调查到 2 丛, 极为少见, 故最后的结果被归于 IV 类, 当然这种出

入并不会使综合评价结果有太大的偏差。研究该评价体系的目的是希望人们在实际应用蕨类植物时能优先选择到一些效果好的材料, 该研究结果应当在未来生产中不断完善, 以更加符合客观实际。

## 参考文献

- [1] 杨桂英. 蕨类植物修复重金属污染的应用研究进展[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(5): 10-14.
- [2] 潘仪妹, 陈凤杏, 彭功勋, 等. 张家界观赏蕨类植物资源调查与开发利用研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(2): 782-784.
- [3] 赵焕臣, 许树柏, 和金生. 层次分析法[M]. 北京: 科学出版社, 1986.
- [4] 严岳鸿, 石雷. 蕨类植物迁地保护的方法与实践[M]. 北京: 中国林业出版社, 2014.
- [5] 卢毅军, 应求是, 施卫, 等. 杭州西湖风景区野生观赏蕨类植物资源调查及其开发利用[J]. 中国野生植物资源, 2006, 25(3): 19-22.
- [6] 《浙江植物志》编辑委员会. 浙江植物志: 第 1 卷[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1985: 107-284.
- [7] 范丽琨, 张红梅, 全璨璨. 杭州西湖山林野生蕨类资源调查和自然群落景观分析[C]//张启翔. 中国观赏园艺研究进展 2017. 北京: 中国林业出版社, 2017: 13-18.
- [8] 刘晓莉. 14 个樱花品种观赏性状综合评价和樱花园林应用研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2012.
- [9] 芦建国, 李娜. 重庆蜡梅品种资源及综合评价[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(5): 222-224.
- [10] 贺珊, 周厚高, 王文通, 等. 观赏蕨类植物的美学特征与评价标准[J]. 广东园林, 2003(3): 34-37.