

秦岭山地主要野生木本观赏植物资源评价

任学敏^{1,2}, 李思锋^{1,2*}, 黎 斌^{1,2}, 杨改河³, 周亚福^{1,2}

(1. 陕西省西安植物园, 陕西 西安 710061; 2. 陕西省植物研究所, 陕西 西安 710061; 3. 西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:基于对秦岭山地大量的野外实地调查、访问调查和文献资料,从观赏特性、生物学特性和资源潜力 3 个方面选择了 13 个具体指标,应用层次分析法(AHP)建立了秦岭山地主要野生木本观赏植物资源的评价指标体系,应用 yaahp6.0 软件计算了评价体系中各指标的权重,运用综合评价法对 135 种野生木本观赏植物进行了评价,并根据综合评分结果划分了未来优先开发利用等级。结果表明:四照花(*Dendrobenthamia japonica* var. *chinensis*)、陕西卫矛(*Euonymus schensianus*)等 24 种植物可作为优先开发利用对象;流苏树(*Chionanthus retusus*)、金钟花(*Forsythia viridissima*)等 44 种植物可作为次重点开发利用对象;山矾(*Symplocos sumuntia*)、绣线梅(*Neillia sinensis*)等 48 种植物可作为一般开发利用对象;梓树(*Catalpa ovata*)、紫柳(*Salix wilsonii*)等 19 种植物在开发利用中可较少考虑。

关键词:观赏植物;观赏特性;生物学特性;资源潜力;指标体系;评价;秦岭

中图分类号:Q949.99

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2013)-05-0071-08

Evaluation of the Main Wild Woody Ornamental Plant Resources in Qinling Mountains

REN Xue-min^{1,2}, LI Si-feng^{1,2*}, LI Bin^{1,2}, YANG Gai-he³, ZHOU Ya-fu^{1,2}

(1. Xian Botanical Garden of Shaanxi Province, Xian, Shaanxi 710061, China; 2. Institute of Botany of Shaanxi Province, Xian, Shaanxi 710061, China; 3. College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The analytical hierarchy process (AHP) was applied to construct the evaluation index system for the main wild woody ornamental plant resources in Qinling Mountains based on a large number of field surveys, interview surveys in the region and literatures. The evaluation index system was built from ornamental characteristics, biological characteristics and resource potential, including thirteen specific indicators. The weights of evaluation indices were calculated using the software yaaph6.0. One hundred sixty three wild woody ornamental plants were evaluated by comprehensive evaluation method. Future priority development and utilization classification for these plants were determined according to the results of composite score. The results demonstrated 24 species could be used as the priority development and utilization objects, such as *Dendrobenthamia japonica* var. *chinensis*, *Euonymus schensianus* etc.; 44 species could be used as sub-priority development and utilization objects, such as *Chionanthus retusus*, *Forsythia viridissima* etc.; 48 species could be used as general development and utilization objects, such as *Symplocos sumuntia*, *Neillia sinensis* etc.; and it could pay less consideration to 19 species in future development and utilization, such as *Catalpa ovata*, *Salix wilsonii* etc.

Key words: ornamental plant; ornamental characteristics; biological characteristics; resource potential; index system; assessment; Qinling Mountains

收稿日期:2012-12-19 修回日期:2013-01-14

基金项目:国家科技基础性工作专项重点项目(2007FY110800-05);陕西省“13115”重大科技专项(2010ZDKG-03);陕西省西安植物园青年人才科研启动支持项目(Yq004)。

作者简介:任学敏,男,博士,助理研究员,研究方向:植物资源开发及森林生态。E-mail: renxueimin2520@126.com

* 通信作者:李思锋,男,研究员,研究方向:系统与演化植物学、植物资源保护与利用。E-mail: lisif60@sina.com

观赏植物作为改善、美化环境和增添情致是必不可少的一部分,一直受到人们的重视。随着社会的不断进步和生活水平的逐渐提高,人们对工作和生活的环境要求越来越高,目前的观赏植物种类已经远远不能满足人们的需要^[1]。因而,开发和利用种类丰富的野生观赏植物资源逐渐成为学者关注和研究的焦点^[2]。野生观赏植物是指自然状态下存在的具有一定观赏价值或生态功能,且具有潜在园林利用价值的植物的总称^[3]。我国地域辽阔,气候、地形、土壤等环境条件复杂多样,由此也孕育了丰富的野生观赏植物。但是,由于野生观赏植物资源的开发利用是一项复杂的系统工程,它涉及到生物学、生态学、气候学、美学等多个学科领域及其交叉学科,目前,人们对这些资源的利用还很少^[4-5]。植物资源评价是野生观赏植物资源开发利用的一项重要工作,它能够根据建立的评价指标体系计算出每种待评植物的综合评分值,从而对参评植物未来开发利用的优先顺序作出排序。这样既避免了开发利用的盲目性,也利于选出优良种质资源,进而直接引种驯化或为良种培育提供优良基因。野生木本观赏植物是野生观赏植物的重要组成部分,在园林绿化中有广泛的应用前景。以往关于野生观赏植物资源评价的研究也涉及到了这类植物,但这些研究往往把木本植物和草本植物放在一起进行评价^[4-10],而很少有研究单独对木本观赏植物进行评价。以往的研究也涉及到了某些特定区域^[4-10],然而对于秦岭山地区域在这方面的研究鲜见报道。秦岭是我国植物多样性最丰富的地区之一。现有种子植物 164 科 1 052 属 3 839 种,其物种数量在我国仅次于横断山脉^[11]。如此丰富的物种种类,包含了大量的野生观赏植物^[12],但具体数量目前还没有确切统计。本研究在该区域大量野外实地调查、访问调查和参考大量文献资料的基础上,评价了 135 种野生木本观赏植物,以期为该区域以后的野生木本观赏植物资源开发利用和政府部门决策提供参考。

1 研究区自然概况

研究区位于中国中部的秦岭山地(104°30′—112°52′E、32°50′—34°45′N),东起伏牛山、熊耳山和崤山的东部,西接青藏高原东段,南以白龙江、汉江为界,北以洮河、渭河为界,总面积约 76 500 km²。该区域属于凉亚热带和暖温带湿润-半湿润大陆性气候,四季变化明显。同时,秦岭也是我国南北重要

的气候分界线,以南属于亚热带气候,以北属于暖温带气候^[13]。据该区内 12 个气象站(海拔 322.5~1 543.1 m)多年观测数据显示,年均温 7.6~15.6℃,最冷月 1 月均温-5.0~-2.8℃,最热月 7 月均温 19.1~27.3℃;年均降水量 589.0~945.5 mm,主要集中在 7—9 月。该区地形复杂多样,高山、台地、河流、湖泊、盆地、沼泽等纵横交错,在海拔 3 000 m 以上的一些高山区,还发育了典型的冰川和冰缘地貌^[14]。复杂的地形、地貌、气候等成土因素使该区形成了丰富的土壤类型,主要有山地沼泽土、山地棕壤、山地褐土、山地暗棕壤、亚高山草甸森林土和高山草甸土。植被类型主要有以栎类为主的落叶阔叶林带;以桦类为主的落叶小叶林带;以冷杉、云杉为主的常绿针叶林带;以落叶松为主的落叶针叶林带和以灌木、草本植物为主的高山灌丛草甸带^[15-16]。

2 材料与方法

2.1 综合评价指标体系构建

2.1.1 指标选取原则 根据野生观赏植物资源的筛选要素和资源评价的目的,参考国内外同类评价的指标体系,秦岭山地主要野生木本观赏植物资源评价指标体系的构建应遵循如下原则。

1)系统性:野生观赏植物资源评价是要对每种待评植物给予一个综合评分,选取的评价指标须能系统反映植物资源的各个方面;2)合理性:评价涉及指标众多,定量、定性、直接和间接指标交织,这些指标须有机结合,合理分配;3)代表性:评价指标在全面反映植物资源各个方面的同时,还需具有代表性,即选取的指标最能反映野生木本观赏植物资源的特性;4)实用性:评价目的在于实际应用,选取的指标须可比较、易操作,对于不同区域同类资源评价都可应用;5)可靠性:选取的指标须是客观存在,具有明确的物理意义,可采用相关方法进行测定、统计;6)独立性:选取的指标之间须彼此独立,不存在包含或交叉现象;7)层次性:在综合评价的同时,能够根据评价侧重点的不同,对指标进行分层,从而实现各方面的单独评价。

2.1.2 指标体系构建 构建科学、客观、可行的评价指标体系,是对秦岭山地主要野生木本观赏植物资源综合评价的关键之一。在对其他一些地区(如福建将石自然保护区、大兴安岭根河地区、内蒙古辉河国家级自然保护区、长白山区等)的研究中,一些

学者曾经进行了野生观赏植物评价指标体系的构建^[4-7,17]。本研究参考这些研究的成果,根据本评价的目的以及野生木本观赏植物特点和指标选取的原则,构建了由 3 个方面 13 个具体指标组成的评价指标体系,指标体系分为 4 个层次(图 1):目标层(A)反映秦岭山地主要野生木本观赏植物的综合状况;约束层(C)分别从观赏特性(C_1)、生物学特性(C_2)和资源潜力(C_3)3 个方面来衡量观赏植物的特性;标准层(P)为具体评价指标;最底层(D)为待评的观赏植物。

2.1.3 指标权重确定 目前确定指标权重的方法主要有 3 种类型,即客观赋权法、主观赋权法和主客观综合集成赋权法,每类方法中又包括若干种具体方法,如客观赋权法中的最小二乘法、最大熵技术法等;主观赋权中的二项系数法、Delphi 法等^[18]。本研究采用层次分析法^[19](Analytic hierarchy process, AHP),它是主观赋权法的一种,也是目前在实际应用中使用最多的一种,其优点是具有系统性,能够将评价对象视为系统,经过分解、比较、判断和综合,最终作出决策;实用性,能够结合定性和定量数据,处理传统优化方法不易解决的问题;简洁性,计算简单、结果明确,易于掌握。本研究根据建

立的评价指标体系(图 1),采用 1-9 标度法^[19]分别对各层次进行指标间两两对比,构造判断矩阵,并通过一致性检验,从而计算出各指标的权重。评价体系各层指标权重及判断矩阵一致性检验结果如表 1。

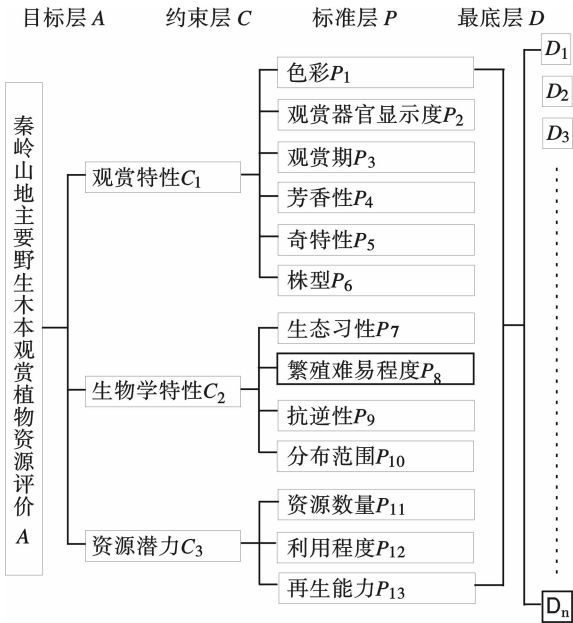


图 1 秦岭山地主要野生木本观赏植物资源评价指标体系
Fig. 1 Assessment index system for main wild woody ornamental plant resources in Qinling Mountains

表 1 秦岭山地主要野生木本观赏植物资源评价指标权重及判断矩阵一致性比例

Table 1 Index weight for main wild woody ornamental plant resources assessment in Qinling Mountains and consistency ratio of judgment matrix

| 约束层 | 约束层权重 | 标准层 | 标准层权重 | 判断矩阵一致性比例 | 综合评价指标权重 |
|-------|---------|----------|---------|----------------------|----------|
| C_1 | 0.539 6 | P_1 | 0.360 4 | $CR_1=0.053\ 6<0.10$ | 0.194 5 |
| | | P_2 | 0.131 1 | | 0.070 7 |
| | | P_3 | 0.131 1 | | 0.070 7 |
| | | P_4 | 0.077 2 | | 0.041 6 |
| | | P_5 | 0.259 4 | | 0.139 9 |
| | | P_6 | 0.040 9 | | 0.022 1 |
| C_2 | 0.297 0 | P_7 | 0.165 9 | $CR_2=0.041\ 5<0.10$ | 0.049 3 |
| | | P_8 | 0.252 1 | | 0.074 9 |
| | | P_9 | 0.511 0 | | 0.151 8 |
| | | P_{10} | 0.070 9 | | 0.021 1 |
| C_3 | 0.163 4 | P_{11} | 0.268 4 | $CR_3=0.070\ 7<0.10$ | 0.043 9 |
| | | P_{12} | 0.117 2 | | 0.019 2 |
| | | P_{13} | 0.614 4 | | 0.100 4 |

2.2 评价模型

2.2.1 数据获取 本研究采用的数据由野外实地调查、访问调查并结合文献资料获得。2008—2012 年先后 30 多次深入秦岭山区进行植物资源调查,范围涉及 30 余县(市、区)。调查采用路线调查法^[20],在既定调查路线上,每隔约 500 m 设置 3~5 个 20 m × 20 m 的样方进行植物资源调查,记录植物名、花色、果色、多度、盖度等指标,并采集植物标本。访

问调查以口头访问方式进行,访问对象包括当地生产技术人员、采集者、市场销售人员等,了解资源现状。参考的文献资料包括《秦岭植物志》、《秦岭植物志增补》^[11]、《中国植物志》和相关的期刊文献。在大量第一手资料和文献的基础上,根据上述建立的评价指标体系,制定了标准层各具体指标的 5 级评分标准(表 2),并依据该标准对秦岭山地 135 种野生木本观赏植物进行了打分。

表 2 标准层指标评分标准

Table 2 Score standard of each index in standard layer

| 分值 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---------|------------------------|------------------------|------------------|---------------|---------------|
| 色彩 | 花、果鲜艳、叶色有季相鲜艳变化,具备两者以上 | 花或果鲜艳或叶色有季相鲜艳变化,具备其中之一 | 花或果较鲜艳或叶色季相变化较鲜艳 | 花或果或叶色彩季相变化一般 | 花或果或叶季相变化均不鲜艳 |
| 观赏器官显示度 | 全部露出,极易观赏 | 大部分露出,易观赏 | 部分露出,较易观赏 | 小部分露出,较难观赏 | 未露出,难观赏 |
| 观赏期 | >4 个月并在冬季 | >3 个月或在冬季 | 1.5~3 个月 | 1 个月 | <10 d |
| 芳香性 | 浓香(宜人) | 香 | 微香 | 淡香 | 不香或臭 |
| 奇特性 | 形态(花、果、叶、小枝)极奇特 | 形态奇特 | 形态较奇特 | 形态一般 | 无 |
| 株型 | 优美 | 较好 | 一般 | 较差 | 很差 |
| 生态习性 | 适应性极强,无制约因素 | 适应性强,对生境要求不严 | 适应性较强,要求一定生境 | 适应性较强,生境要求较严 | 适应性极弱,对生境要求极严 |
| 繁殖难易程度 | 极易 | 易 | 一般 | 难 | 很难 |
| 抗逆性 | 强 | 较强 | 一般 | 弱 | 很弱 |
| 分布范围 | 极广 | 广 | 较广 | 较窄 | 很窄 |
| 资源数量 | 丰富 | 较多 | 较少 | 少 | 很少 |
| 利用程度 | 尚未被利用 | 较少被利用 | 已被利用 | 较多被利用 | 已被广泛利用 |
| 再生能力 | 极强 | 强 | 一般 | 弱 | 很弱 |

2.2.2 综合评价模型 在确定评价指标权重的基础上,构建秦岭山地主要野生木本观赏植物资源观赏特性、生物学特性、资源潜力及综合评价模型:

观赏特性评价模型 $OI = \sum_{j=1}^6 W_{pj} S_j$ (1)

生物学特性评价模型 $BI = \sum_{j=7}^4 W_{pj} S_j$ (2)

资源潜力评价模型 $PI = \sum_{j=11}^3 W_{pj} S_j$ (3)

综合评价模型 $I = \sum_{j=1}^{13} W_i S_j$ (4)

式中, W_{pj} :标准层各指标单排序权重, W_i :综合评价指标权重, S_j :第 j 个指标的分值。

2.2.3 开发利用等级划分 由于评价的物种较多,为了便于整体上了解观赏植物未来的开发利用优先顺序,根据综合评分值的分配情况,将其划分为 4 个等级:Ⅰ级($I \geq 3.6$),重点开发利用对象;Ⅱ级($3.2 \leq I < 3.6$),次重点开发利用对象;Ⅲ级($2.8 \leq I < 3.2$),一般开发利用对象;Ⅳ级($I < 2.8$),较少考虑开发利用对象。

判断矩阵的构建、一致性检验及指标权重的计算用 yaahp6.0 完成;图用 Microsoft Visio 2003 完成。

3 结果与分析

利用本评价指标体系评价了秦岭山地 135 种野生木本观赏植物,其中乔木 63 种、灌木 66 种、藤本 6 种。这些植物分属于 41 科 83 属,其中物种数最多的科分别是蔷薇科(19 种)、豆科(13 种)、忍冬科

(10 种)和虎耳草科(8 种),分别占评价总物种数的 14.07%、9.63%、7.41%和 5.93%。

根据上述的评价模型公式,计算了每种野生木本观赏植物的综合评分,并根据开发利用等级划分标准进行了等级划分(表 3)。四照花(*Dendrobenthamia japonica* var. *chinensis*)、陕西卫矛(*Euonymus schensianus*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、水栒子(*Cotoneaster multiflorus*)、蝟实(*Kolkwitzia amabilis*)等 24 种植物被划分为Ⅰ级,这些植物不仅具有很高的观赏价值,而且生物学特性优良、资源潜力较大,在未来的开发利用中应作为重点考虑对象;流苏树(*Chionanthus retusus*)、金钟花(*Forsythia viridissima*)、锦鸡儿(*Caragana sinica*)、双盾木(*Dipelta floribunda*)、合轴荚蒾(*Viburnum sympodiale*)等 44 种植物被划分为Ⅱ级,可作为未来开发利用的次重点考虑对象;被划分为Ⅲ级的物种有 48 种,如山矾(*Symplocos sumuntia*)、绣线梅(*Neillia thrysiflora*)、榔榆(*Ulmus parvifolia*)、灰楸(*Catalpa fargesii*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)等,这些植物可作为一般开发利用对象考虑;19 种植物被划分为了Ⅳ级,如梓树(*Catalpa ovata*)、紫柳(*Salix wilsonii*)、烟管荚蒾(*Viburnum utile*)、毛山荆子(*Malus mandshurica*)、暖木(*Meliosma veitchiorum*)等,这些物种在观赏特性、生物学特性和资源潜力 3 个方面中 1 项或 2 项甚至 3 项评分很低,最终导致综合评价不高,在未来开发利用中可较少考虑。

表 3 秦岭山地主要野生观赏植物的综合评价价值及利用等级

Table 3 Comprehensive evaluation value and classification of utilization of main wild woody ornamental plant resources assessment in Qinling Mountains

| 植物名 | 观赏特性评分 | 生物学特性评分 | 资源潜力评分 | 综合评分 | 利用等级 |
|--|---------|---------|---------|---------|------|
| 四照花(<i>Dendrobenthamia japonica</i> var. <i>chinensis</i>) | 4.560 6 | 3.999 6 | 4.151 2 | 4.327 5 | I |
| 陕西卫矛(<i>Euonymus schensianus</i>) | 4.347 7 | 3.581 6 | 3.385 6 | 3.963 3 | I |
| 盐肤木(<i>Rhus chinensis</i>) | 4.118 4 | 3.999 6 | 3.536 8 | 3.917 7 | I |
| 水栒子(<i>Cotoneaster multiflorus</i>) | 3.260 8 | 4.833 6 | 4.380 0 | 3.911 6 | I |
| 七姊妹(<i>Rosa multiflora</i> var. <i>carnea</i>) | 3.091 1 | 4.928 6 | 4.648 4 | 3.891 9 | I |
| 光叶高丛珍珠梅(<i>Sorbaria arborea</i> var. <i>glabrata</i>) | 4.257 5 | 3.417 7 | 3.502 8 | 3.885 2 | I |
| 蝟实(<i>Kolkwitzia amabilis</i>) | 3.637 7 | 4.180 8 | 3.960 4 | 3.852 1 | I |
| 茶条槭(<i>Acer ginnala</i>) | 3.754 6 | 4.187 6 | 3.463 2 | 3.836 0 | I |
| 华北珍珠梅(<i>Sorbaria kirilowii</i>) | 4.298 4 | 3.455 1 | 2.882 8 | 3.816 8 | I |
| 毛黄栌(<i>Cotinus coggygria</i> var. <i>pubescens</i>) | 3.768 8 | 3.928 7 | 3.765 6 | 3.816 1 | I |
| 千金榆(<i>Carpinus cordata</i>) | 3.806 9 | 3.676 6 | 4.039 6 | 3.806 8 | I |
| 猫儿刺(<i>Ilex pernyi</i>) | 3.990 1 | 3.346 8 | 4.034 0 | 3.806 4 | I |
| 毛叶山桐子(<i>Idesia polycarpa</i> var. <i>vestita</i>) | 3.609 9 | 4.045 8 | 4.000 0 | 3.803 4 | I |
| 连翘(<i>Forsythia suspensa</i>) | 3.545 7 | 4.085 8 | 3.916 8 | 3.767 1 | I |
| 大花卫矛(<i>Euonymus grandiflorus</i>) | 4.085 5 | 3.267 1 | 3.580 4 | 3.760 2 | I |
| 文冠果(<i>Xanthoceras sorbifolia</i>) | 3.351 0 | 4.620 9 | 3.497 2 | 3.752 6 | I |
| 山桐子(<i>Idesia polycarpa</i>) | 3.650 8 | 3.879 9 | 3.848 8 | 3.751 5 | I |
| 槲树(<i>Quercus dentata</i>) | 3.899 9 | 3.510 7 | 3.614 4 | 3.737 9 | I |
| 尖叶四照花(<i>Dendrobenthamia angustata</i>) | 3.869 8 | 3.950 8 | 2.848 8 | 3.727 4 | I |
| 金丝梅(<i>Hypericum patulum</i>) | 3.468 5 | 4.014 9 | 3.882 8 | 3.698 9 | I |
| 小檗(<i>Berberis amurensis</i>) | 3.351 0 | 3.842 5 | 4.262 8 | 3.646 5 | I |
| 灯台树(<i>Bothrocaryum controversum</i>) | 3.482 1 | 3.913 4 | 3.654 0 | 3.639 0 | I |
| 天师栗(<i>Aesculus wilsonii</i>) | 4.610 0 | 2.346 9 | 2.731 6 | 3.630 8 | I |
| 假豪猪刺(<i>Berberis soulieana</i>) | 3.700 6 | 3.510 7 | 3.536 8 | 3.617 9 | I |
| 流苏树(<i>Chionanthus retusus</i>) | 3.653 6 | 3.762 8 | 3.111 6 | 3.597 6 | II |
| 金钟花(<i>Forsythia viridissima</i>) | 3.209 1 | 4.085 8 | 3.916 8 | 3.585 6 | II |
| 锦鸡儿(<i>Caragana sinica</i>) | 2.946 9 | 4.180 8 | 4.531 2 | 3.572 8 | II |
| 双盾木(<i>Dipelta floribunda</i>) | 3.176 3 | 4.180 8 | 3.765 6 | 3.571 2 | II |
| 合轴荚蒾(<i>Viburnum sympodiale</i>) | 3.465 7 | 3.928 7 | 3.234 4 | 3.565 9 | II |
| 无患子(<i>Sapindus mukorossi</i>) | 3.651 3 | 3.605 7 | 3.151 2 | 3.556 5 | II |
| 常春油麻藤(<i>Mucuna sempervirens</i>) | 3.938 0 | 2.740 8 | 3.765 6 | 3.554 5 | II |
| 稠李(<i>Padus racemosa</i>) | 3.279 5 | 3.676 6 | 4.151 2 | 3.540 4 | II |
| 湖北海棠(<i>Malus hupehensis</i>) | 3.348 2 | 4.092 6 | 3.034 0 | 3.518 5 | II |
| 阔叶十大功劳(<i>Mahonia bealei</i>) | 3.498 6 | 3.559 5 | 3.497 2 | 3.516 7 | II |
| 华北绣线菊(<i>Spiraea fritschiana</i>) | 2.859 5 | 4.156 7 | 4.380 0 | 3.493 9 | II |
| 互叶醉鱼草(<i>Buddleja alternifolia</i>) | 2.648 9 | 4.218 2 | 4.882 8 | 3.480 4 | II |
| 春榆(<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>) | 3.381 1 | 3.331 5 | 4.000 0 | 3.468 0 | II |
| 绣球绣线菊(<i>Spiraea blumei</i>) | 3.078 0 | 3.669 8 | 4.380 0 | 3.467 0 | II |
| 粉背黄栌(<i>Cotinus coggygria</i> var. <i>glaucophylla</i>) | 3.637 7 | 3.165 6 | 3.268 4 | 3.437 5 | II |
| 红花锦鸡儿(<i>Caragana rosea</i>) | 2.728 4 | 4.109 9 | 4.463 2 | 3.422 9 | II |
| 香荚蒾(<i>Viburnum farreri</i>) | 3.127 4 | 3.786 9 | 3.726 0 | 3.421 2 | II |
| 白檀(<i>Symplocos paniculata</i>) | 3.284 1 | 3.747 5 | 3.268 4 | 3.419 8 | II |
| 野茉莉(<i>Styrax japonicus</i>) | 3.391 4 | 3.488 6 | 3.268 4 | 3.400 6 | II |
| 异色溲疏(<i>Deutzia discolor</i>) | 2.458 2 | 4.525 9 | 4.463 2 | 3.400 6 | II |
| 李叶绣线菊(<i>Spiraea prunifolia</i>) | 2.818 6 | 4.014 9 | 4.111 6 | 3.385 7 | II |
| 金钱槭(<i>Dipteronia sinensis</i>) | 4.069 1 | 2.488 7 | 2.731 6 | 3.381 3 | II |
| 柄荚锦鸡儿(<i>Caragana stipitata</i>) | 2.728 4 | 4.109 9 | 4.194 8 | 3.379 0 | II |
| 珊瑚朴(<i>Celtis julianae</i>) | 3.129 7 | 4.021 7 | 3.000 0 | 3.374 1 | II |
| 小花溲疏(<i>Deutzia parviflora</i>) | 2.687 5 | 4.273 8 | 3.882 8 | 3.354 6 | II |
| 东陵八仙花(<i>Hydrangea bretschneideri</i>) | 3.105 3 | 3.559 5 | 3.765 6 | 3.348 5 | II |
| 大花溲疏(<i>Deutzia grandiflora</i>) | 2.818 6 | 3.928 7 | 4.034 0 | 3.347 5 | II |
| 大叶醉鱼草(<i>Buddleja davidii</i>) | 2.517 8 | 4.251 7 | 4.380 0 | 3.337 5 | II |
| 水榆花楸(<i>Sorbus alniifolia</i>) | 3.310 1 | 3.510 7 | 3.000 0 | 3.319 5 | II |
| 百里香(<i>Thymus mongolicus</i>) | 3.050 2 | 3.433 0 | 3.994 4 | 3.318 4 | II |
| 扶芳藤(<i>Euonymus fortunei</i>) | 3.471 3 | 2.977 6 | 3.302 4 | 3.297 4 | II |
| 红豆杉(<i>Taxus chinensis</i>) | 3.553 1 | 3.015 0 | 2.960 4 | 3.296 6 | II |

续表 3

| 植物名 | 观赏特性评分 | 生物学特性评分 | 资源潜力评分 | 综合评分 | 利用等级 |
|--|---------|---------|---------|---------|------|
| 野鸦椿(<i>Euscaphis japonica</i>) | 3.391 9 | 3.346 8 | 2.882 8 | 3.295 8 | Ⅱ |
| 毛樱桃(<i>Cerasus tomentosa</i>) | 2.815 8 | 4.092 6 | 3.419 6 | 3.294 3 | Ⅱ |
| 山乌柏(<i>Sapium discolor</i>) | 3.211 9 | 3.510 7 | 3.151 2 | 3.291 1 | Ⅱ |
| 多花胡枝子(<i>Lespedeza floribunda</i>) | 2.286 2 | 4.691 8 | 4.034 0 | 3.286 9 | Ⅱ |
| 太平花(<i>Philadelphus pekinensis</i>) | 2.674 5 | 3.669 8 | 4.497 2 | 3.268 6 | Ⅱ |
| 黄连木(<i>Pistacia chinensis</i>) | 3.031 5 | 3.747 5 | 3.151 2 | 3.264 3 | Ⅱ |
| 胡枝子(<i>Lespedeza bicolor</i>) | 2.286 2 | 4.510 6 | 4.151 2 | 3.252 3 | Ⅱ |
| 红柄白鹃梅(<i>Exochorda giraldii</i>) | 2.818 6 | 3.691 9 | 3.765 6 | 3.233 2 | Ⅱ |
| 南蛇藤(<i>Celastrus orbiculatus</i>) | 2.802 2 | 3.857 8 | 3.419 6 | 3.217 1 | Ⅱ |
| 红叶(<i>Cotinus coggygia</i> var. <i>cinerea</i>) | 3.468 5 | 2.950 9 | 2.848 8 | 3.213 7 | Ⅱ |
| 灯笼树(<i>Enkianthus chinensis</i>) | 3.610 4 | 2.692 0 | 2.848 8 | 3.213 5 | Ⅱ |
| 白毛山梅花(<i>Philadelphus incanus</i>) | 2.458 2 | 4.014 9 | 4.228 8 | 3.210 4 | Ⅱ |
| 山矾(<i>Symplocos sumuntia</i>) | 3.127 4 | 2.692 0 | 4.268 4 | 3.184 8 | Ⅲ |
| 白桦(<i>Betula platyphylla</i>) | 3.119 0 | 3.331 5 | 3.117 2 | 3.182 0 | Ⅲ |
| 绣线梅(<i>Neillia sinensis</i>) | 2.845 9 | 3.652 5 | 3.419 6 | 3.179 7 | Ⅲ |
| 榔榆(<i>Ulmus parvifolia</i>) | 3.162 6 | 3.439 8 | 2.731 6 | 3.174 9 | Ⅲ |
| 灰楸(<i>Catalpa fargesii</i>) | 3.048 0 | 3.510 7 | 2.882 8 | 3.158 6 | Ⅲ |
| 枫杨(<i>Pterocarya stenoptera</i>) | 2.597 4 | 3.510 7 | 4.268 4 | 3.142 1 | Ⅲ |
| 重阳木(<i>Bischofia polycarpa</i>) | 3.162 6 | 3.368 9 | 2.614 4 | 3.134 6 | Ⅲ |
| 乌柏(<i>Sapium sebiferum</i>) | 3.162 6 | 2.928 8 | 3.380 0 | 3.129 0 | Ⅲ |
| 大果卫矛(<i>Euonymus myrianthus</i>) | 3.334 6 | 2.928 8 | 2.731 6 | 3.115 8 | Ⅲ |
| 膀胱果(<i>Staphylea holocarpa</i>) | 3.004 3 | 3.070 6 | 3.502 8 | 3.105 8 | Ⅲ |
| 亮叶忍冬(<i>Lonicera ligustrina</i> subsp. <i>yunnanensis</i>) | 2.259 0 | 4.202 9 | 3.882 8 | 3.102 0 | Ⅲ |
| 美丽胡枝子(<i>Lespedeza formosa</i>) | 2.646 6 | 3.676 6 | 3.536 8 | 3.098 6 | Ⅲ |
| 鸡树条荚蒾(<i>Viburnum sargentii</i>) | 2.949 7 | 3.605 7 | 2.614 4 | 3.090 1 | Ⅲ |
| 榉(<i>Zelkova serrata</i>) | 3.162 6 | 2.913 5 | 3.117 2 | 3.081 7 | Ⅲ |
| 藤萝(<i>Wisteria villosa</i>) | 2.468 5 | 3.707 2 | 3.960 4 | 3.080 5 | Ⅲ |
| 多花木蓝(<i>Indigofera amblyantha</i>) | 2.327 1 | 3.928 7 | 4.000 0 | 3.076 8 | Ⅲ |
| 云实(<i>Caesalpinia sepiaria</i>) | 2.818 6 | 3.621 0 | 2.882 8 | 3.067 8 | Ⅲ |
| 黄素馨(<i>Jasminum floridum</i> subsp. <i>giraldii</i>) | 3.054 8 | 2.725 5 | 3.648 4 | 3.054 4 | Ⅲ |
| 石灰花楸(<i>Sorbus folgneri</i>) | 2.671 1 | 3.676 6 | 3.151 2 | 3.048 7 | Ⅲ |
| 绣球藤(<i>Clematis montana</i>) | 2.357 2 | 3.904 6 | 3.765 6 | 3.047 4 | Ⅲ |
| 毛核木(<i>Symphoricarpos sinensis</i>) | 2.818 6 | 3.110 0 | 3.497 2 | 3.016 4 | Ⅲ |
| 三裂绣线菊(<i>Spiraea trilobata</i>) | 2.286 2 | 3.944 0 | 3.731 6 | 3.015 3 | Ⅲ |
| 野扇花(<i>Sarcococca rusciifolia</i>) | 3.181 3 | 2.857 9 | 2.731 6 | 3.011 9 | Ⅲ |
| 槲栎(<i>Quercus aliena</i>) | 3.138 2 | 2.630 5 | 3.268 4 | 3.008 9 | Ⅲ |
| 香果树(<i>Emmenopterys henryi</i>) | 3.031 5 | 2.833 8 | 3.228 8 | 3.005 4 | Ⅲ |
| 黄蔷薇(<i>Rosa hugonis</i>) | 2.687 5 | 3.691 9 | 2.765 6 | 2.999 0 | Ⅲ |
| 迎红杜鹃(<i>Rhododendron mucronulatum</i>) | 2.458 2 | 3.676 6 | 3.502 8 | 2.991 4 | Ⅲ |
| 辽东丁香(<i>Syringa wolfii</i>) | 2.730 7 | 3.165 6 | 3.497 2 | 2.985 4 | Ⅲ |
| 香叶树(<i>Lindera communis</i>) | 3.222 2 | 2.928 8 | 2.234 4 | 2.973 9 | Ⅲ |
| 山胡椒(<i>Lindera glauca</i>) | 2.363 4 | 3.762 8 | 3.536 8 | 2.971 3 | Ⅲ |
| 铜钱树(<i>Paliurus hemsleyanus</i>) | 2.684 8 | 3.676 6 | 2.614 4 | 2.968 0 | Ⅲ |
| 化香树(<i>Platycarya strobilacea</i>) | 2.040 5 | 3.928 7 | 4.268 4 | 2.965 9 | Ⅲ |
| 大叶朴(<i>Celtis koraiensis</i>) | 2.259 0 | 4.092 6 | 3.117 2 | 2.944 2 | Ⅲ |
| 紫萼丁香(<i>Syringa oblata</i> var. <i>giraldii</i>) | 2.599 6 | 3.251 8 | 3.463 2 | 2.934 8 | Ⅲ |
| 常春藤(<i>Hedera nepalensis</i> var. <i>sinensis</i>) | 2.544 5 | 2.718 7 | 4.531 2 | 2.921 0 | Ⅲ |
| 大叶楠(<i>Machilus ichangensis</i>) | 3.484 4 | 2.417 8 | 1.966 0 | 2.919 6 | Ⅲ |
| 水青树(<i>Tetracentron sinensis</i>) | 2.859 6 | 2.999 7 | 2.966 0 | 2.918 8 | Ⅲ |
| 藤山柳(<i>Clematoclethra lasioclada</i>) | 2.499 1 | 3.260 6 | 3.654 0 | 2.914 6 | Ⅲ |
| 红豆树(<i>Ormosia hosiei</i>) | 2.953 8 | 2.999 7 | 2.614 4 | 2.912 2 | Ⅲ |
| 红果树(<i>Stranvaesia davidiana</i>) | 2.818 6 | 3.110 0 | 2.848 8 | 2.910 5 | Ⅲ |
| 烈香杜鹃(<i>Rhododendron anthopogonoides</i>) | 2.807 9 | 3.037 1 | 2.966 0 | 2.902 0 | Ⅲ |
| 蔓生八仙花(<i>Hydrangea anomala</i>) | 2.286 2 | 2.992 9 | 4.731 6 | 2.896 3 | Ⅲ |
| 连香树(<i>Cercidiphyllum japonicum</i>) | 3.121 7 | 2.747 6 | 2.346 0 | 2.884 1 | Ⅲ |
| 蒙古荚蒾(<i>Viburnum mongolicum</i>) | 2.586 5 | 3.368 9 | 2.966 0 | 2.881 3 | Ⅲ |
| 山荆子(<i>Malus baccata</i>) | 2.310 7 | 3.581 6 | 3.419 6 | 2.869 9 | Ⅲ |
| 青麸杨(<i>Rhus potaninii</i>) | 2.720 4 | 2.559 6 | 3.771 2 | 2.844 9 | Ⅲ |

续表 3

| 植物名 | 观赏特性评分 | 生物学特性评分 | 资源潜力评分 | 综合评分 | 利用等级 |
|---|---------|---------|---------|---------|------|
| 大瓣铁线莲(<i>Clematis macropetala</i>) | 2.704 0 | 2.692 0 | 3.580 4 | 2.843 8 | Ⅲ |
| 树锦鸡儿(<i>Caragana arborescens</i>) | 2.327 1 | 3.526 0 | 3.228 8 | 2.830 9 | Ⅲ |
| 梓树(<i>Catalpa ovata</i>) | 2.826 7 | 2.654 6 | 2.765 6 | 2.765 8 | Ⅳ |
| 紫柳(<i>Salix wilsonii</i>) | 2.040 5 | 3.691 9 | 3.463 2 | 2.763 8 | Ⅳ |
| 烟管荚蒾(<i>Viburnum utile</i>) | 2.327 1 | 3.439 8 | 2.966 0 | 2.762 5 | Ⅳ |
| 毛山荆子(<i>Malus mandshurica</i>) | 2.269 8 | 3.581 6 | 2.805 2 | 2.747 4 | Ⅳ |
| 暖木(<i>Meliosma veitchiorum</i>) | 2.239 2 | 3.165 6 | 3.502 8 | 2.721 3 | Ⅳ |
| 绢毛山梅花(<i>Philadelphus sericanthus</i>) | 2.286 2 | 3.165 6 | 3.234 4 | 2.702 9 | Ⅳ |
| 省沽油(<i>Staphylea bumalda</i>) | 2.744 9 | 2.236 6 | 3.385 6 | 2.698 9 | Ⅳ |
| 八角枫(<i>Alangium chinense</i>) | 2.299 9 | 3.165 6 | 3.117 2 | 2.690 9 | Ⅳ |
| 黄花木(<i>Piptanthus concolor</i>) | 2.236 9 | 3.189 7 | 3.234 4 | 2.683 5 | Ⅳ |
| 五裂槭(<i>Acer oliverianum</i>) | 2.400 9 | 3.094 7 | 2.848 8 | 2.680 5 | Ⅳ |
| 薄皮木(<i>Leptodermis oblonga</i>) | 2.196 0 | 3.070 6 | 3.419 6 | 2.656 3 | Ⅳ |
| 照山白(<i>Rhododendron micranthum</i>) | 1.704 5 | 3.950 8 | 3.385 6 | 2.647 0 | Ⅳ |
| 秀雅杜鹃(<i>Rhododendron concinnum</i>) | 2.097 8 | 3.344 8 | 3.117 2 | 2.635 2 | Ⅳ |
| 优美双盾木(<i>Dipelta elegans</i>) | 2.957 8 | 1.928 9 | 2.580 4 | 2.590 6 | Ⅳ |
| 青檀(<i>Pteroceltis tatarinowii</i>) | 1.868 5 | 3.092 7 | 3.731 6 | 2.536 9 | Ⅳ |
| 红麸杨(<i>Rhus punjabensis</i> var. <i>sinica</i>) | 1.966 7 | 2.928 8 | 3.502 8 | 2.504 0 | Ⅳ |
| 山光杜鹃(<i>Rhododendron oreodoxa</i>) | 2.458 2 | 2.417 8 | 2.351 6 | 2.429 2 | Ⅳ |
| 四川杜鹃(<i>Rhododendron sutchuenense</i>) | 2.458 2 | 2.417 8 | 2.234 4 | 2.410 0 | Ⅳ |
| 秦岭冷杉(<i>Abies chensiensis</i>) | 2.081 4 | 1.928 9 | 1.966 0 | 2.017 4 | Ⅳ |

4 结论与讨论

较早时期的植物资源评价主要是定性的描述性评价。近 10 a 来,随着研究手段的不断更新,评价呈现出由定性向定量发展的趋势。定量评价中往往涉及到众多指标,因此,指标选取的合理与否直接决定了评价结果的合理性和实用性。然而截至目前,植物资源评价尚无统一的指标体系,不同研究者所用指标差异很大。对于野生观赏植物来说,以往学者所用指标的不同主要体现在评价体系的第 3 层(即标准层 *P*)上,用指标最少的为 11 个,最多达 24 个,这些指标分别反映了野生观赏植物 29 个方面的具体特征^[4-10,21]。对于评价指标体系的第 2 层(即约束层 *C*),大多数的研究者都从观赏特性、资源潜力和生物学特性 3 个方面进行评价^[4-6,8-10,21],当然也有研究者除用这 3 个方面外,还用了其他方面(如经济价值、生态价值等)^[7]。本研究依据指标选取原则,并参考以往学者所建的评价指标体系,选取观赏特性、资源潜力和生物学特性 3 个方面的 13 个具体指标来评价秦岭山地主要野生木本观赏植物资源,以达成评价的目的。该评价指标体系具有一些优良特点:其一,选取的指标类别较为合理,3 个方面能够很好地体现野生木本观赏植物的整体特征,评价结果能够较客观地反映这些植物未来开发利用的优先顺序;其二,选取的具体指标数量适中,利于操作。指标太少,可能会遗漏观赏植物的重要特征,指标太多,权重又会过度分散,不利于突出重点,而且会大大增加工作量。毫无疑问,众多评价研究指标的不

统一必然给对比不同研究者成果带来很大困难。因此,在以后的研究中,确定统一的评价指标是一项重要任务,这当然需要大多数研究者共同商榷,对现有评价指标进行合理增补和取舍,最终制定出统一的、公认的评价指标体系。评价指标权重的设置对于植物资源综合评价结果至关重要,因为即便同一评价体系,指标权重设置不同,其结果可能完全不同。在以往的研究中,对于观赏特性、资源潜力和生物学特性 3 个方面的权重设置存在两种情况:一种是资源潜力 > 观赏特性 > 生物学特性^[4,8-10],另一种是观赏特性 > 资源潜力 > 生物学特性^[5,21]。在本研究中,通过 1-9 标度法经两两对比构造判断矩阵,计算出的权重为观赏特性(0.539 6)> 生物学特性(0.297 0)> 资源潜力(0.163 4)(表 1),这与以上 2 种情况均不同。笔者认为,这种结果有很大的合理性,因为对于野生观赏植物来说,其观赏价值才是最重要的,只有具有较高的观赏价值,才能引起人们的重视,如果再具有较好的生物学特性(如易于繁殖、抗逆性强等),那么就更利于开发利用。而资源潜力与前两者相比,其重要程度就相对较低了,因为观赏植物利用的均是活体植株,即便野外有大量资源,很少也很难大规模挖掘移植利用。对于野生优良植物,通常的做法是进行引种,经驯化后,进行扩繁育苗或作为优良种质资源进行育种,进而大面积推广应用。因此,资源潜力权重与观赏特性和生物学特性相比应相对较小。

从综合评价指标权重来看,13 个具体指标中,*P*₁、*P*₉、*P*₅、*P*₁₃ 最为重要(权重>0.1),其次为 *P*₈、

P_2 、 P_3 、 P_7 、 P_{11} 、 P_4 (权重 >0.03), 而 P_6 、 P_{10} 、 P_{12} 重要性最小(权重 <0.03)(表 1)。这些说明了在选取野生木本观赏植物时, 要优先考虑花果叶色彩、抗逆性、奇特性等因素, 其次还要考虑繁殖难易程度、观赏器官显示度、观赏期、生态习性等因素, 而对于分布范围、利用程度等因素的考虑可适当减少。

总体来看, 最终的评价结果(表 3)与实际情况较为相符, 被划分为 I 级的植物如四照花、陕西卫矛、光叶高丛珍珠梅(*Sorbaria arborea* var. *glabrata*)、蝟实等, 其无论在花果叶色彩、观赏期、奇特性等观赏特性因素, 还是繁殖难易程度、抗逆性等生物学特性因素和资源数量、再生能力等资源潜力因素方面都具有较高的评分。因此, 其综合评分必然较高, 在以后开发利用中, 应优先考虑; 被划分为 IV 级的物种, 其原因是若干指标有较低的得分, 如油松梓树和秦岭冷杉(*Abies chensiensis*) 在色彩、芳香性、奇特性、利用程度、再生能力、繁殖难易程度等指标上的得分都很低, 导致最终的综合评分也相应较低。

本研究中综合评分值的高低并不代表物种绝对利用价值的大小, 综合评分低的物种并不一定利用价值很差。导致综合评分低的原因可能是多方面的, 其一, 物种自身各方面的特性所决定; 其二, 评价指标体系可能不够完善, 致使一些物种的优良特性未能充分体现; 其三, 根据制定的评分标准对每种待评物种的打分不可避免地带有主观性, 也可能导致某些物种最终的综合评分值偏低。因此, 如何使评价指标体系更科学、指标的量化更为客观, 以后还需更深入的研究。

植物资源评价是一项复杂而又困难的工作, 目前还仅处于起步阶段, 评价指标体系的建立、指标权重的设定、定性指标的定量转化等都还没有统一的标准, 这使得评价结果的可信度和实用性大为降低。实现可信度高、实用性强的植物资源评价任重而道远。

参考文献:

[1] 焦晋川, 杨万勤, 秦嘉励, 等. 岷江上游观赏植物资源初步调查与评价[J]. 四川林业科技, 2009, 30(6): 63-67.

[2] 刘兴生, 刘光立. 四川省野生观赏植物资源的开发利用[J]. 福建林业科技, 2005, 32(4): 218-221.

[3] 李景侠, 康永祥. 观赏植物学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 1-4.

[4] 丁一巨, 赵奇曾, 周本琳. 自然保护区观赏植物资源评价及其应用[J]. 南京林业大学学报, 1993, 17(1): 21-26.

DING Y J, ZHAO Q S, ZHOU B L. An appraisal system on wild ornamental plant resources of natural conservation area [J]. Journal of Nanjing Forestry University, 1993, 17(1): 21-26. (in Chinese)

[5] 朱纯, 代色平. 广东野生观赏植物资源开发利用的综合评价[J]. 广东园林, 2008, 30(4): 9-13.

[6] 王树森, 张宇, 周梅, 等. 根河野生观赏植物资源及其评价[J]. 内蒙古农业大学学报, 2008, 29(4): 1-6.

WANG S S, ZHANG Y, ZHOU M, *et al.* The resources of ornamental plants in Genhe and its evaluation [J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural University, 2008, 29(4): 1-6. (in Chinese)

[7] 杜广明, 沈向群, 杨智明. 基于 AHP 的辉河国家级自然保护区野生植物资源观赏价值评价[J]. 北方园艺, 2011(6): 94-99.

[8] 冯辉, 张楠, 王海洋, 等. 重庆武陵山区野生园林植物资源分析与评价[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2011, 36(4): 93-99.

FENG H, ZHANG N, WANG H Y, *et al.* Analysis and evaluation of wild landscape plant resources in the Wuling Mountains of Chongqing [J]. Journal of Southwest China Normal University : Nat. Sci. Edi., 2011, 36(4): 93-99. (in Chinese)

[9] 武旭霞, 游捷, 林启美. 观赏植物野生资源开发利用价值评价体系的建立及应用[J]. 中国农学通报, 2006, 22(8): 464-469.

[10] 徐祯卿, 李树华, 任斌斌. 河北摩天岭野生观赏植物资源开发价值评价及园林应用[J]. 河北林果研究, 2009, 24(1): 5-13.

[11] 李思锋, 黎斌. 秦岭植物志增补[M]. 北京: 科学出版社, 2013.

[12] 袁力, 邢吉庆, 庞长民, 等. 秦巴山区野生观赏植物资源的调查开发和利用[J]. 园艺学报, 1992, 19(2): 175-183.

YUAN L, XING J Q, PANG C M, *et al.* On investigation, exploitation and utilization of wild ornamental plant resources in Qinling and Bashan Mountain of Shaanxi province[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1992, 19(2): 175-183. (in Chinese)

[13] 康嘉谊, 朱源. 秦岭山地生态分界线的论证[J]. 生态学报, 2007, 27(7): 2774-2784.

KANG M Y, ZHU Y. Discussion and analysis on the geo-ecological boundary in Qinling Range[J]. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(7): 2774-2784. (in Chinese)

[14] 夏正楷. 太白山古冰川地貌与地质构造[J]. 冰川冻土, 1990, 12(2): 155-160.

[15] 应俊生, 李云峰, 郭勤峰, 等. 秦岭太白山地区的植物区系和植被[J]. 植物分类学报, 1990, 28(4): 261-293.

[16] 傅志军, 张行勇, 刘顺义, 等. 秦岭植物区系和植被研究概述[J]. 西北植物学报, 1996, 16(5): 93-106.

[17] 周繇. 长白山区珍稀濒危观赏植物优先保护定量研究[J]. 武汉植物学研究, 2006, 24(4): 357-364.

[18] 赵莹, 张权, 樊浩平. 多属性决策中权重确定的主客观赋权法[J]. 沈阳工业大学学报, 1997, 19(4): 95-98.

ZHAO X, ZHANG Q, FAN H P. An objective and subjective synthetic approach to determine weights for multiple attribute decision malting[J]. Journal of Shenyang Polytechnic University, 1997, 19(4): 95-98. (in Chinese)

[19] SAATY T L. The analytic hierarchy process [M]. New York: McGraw Hill, 1980.

[20] 杨利民. 植物资源学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 34-43.

[21] 杨贤均. 武冈云山景观植物资源评价[J]. 南林业科技大学学报, 2007, 27(5): 87-91.

YANG X J. Evaluation of the landscape plant resources in Yunshan Mountain, Wugang County[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2007, 27(5): 87-91. (in Chinese)