

江西武夷山国家级自然保护区珍稀濒危植物现状及优先保护研究

陈林¹, 曹小朦¹, 潘婷婷², 雷平³, 曾利剑³, 李蒙¹, 伊贤贵¹

(1. 南京林业大学生命科学学院, 南方现代林业协同创新中心, 江苏 南京 210037;

2. 上海市野生动植物和自然保护地研究中心, 上海 崇明 200336;

3. 江西武夷山国家级自然保护区管理局, 江西 铅山 334500)

摘要:【目的】确定江西武夷山国家级自然保护区珍稀濒危植物真实的受威胁状态以及优先保护顺序, 为保护区制定珍稀濒危植物保护策略提供参考依据。【方法】采用样线法并结合历史文献资料, 运用濒危系数、遗传价值系数和物种价值系数定量分析江西武夷山保护区 113 种珍稀濒危野生植物优先保护顺序, 并结合 Sorensen 相似性系数比较保护区与福建武夷山、浙江天目山、江西庐山、湖北万朝山、重庆金佛山等 5 个邻近地区珍稀濒危植物的关系。【结果】①江西武夷山国家级自然保护区共有 47 科 85 属 113 种珍稀濒危植物, 其中国家一级保护植物 6 种, 二级保护植物 15 种; 江西省 I 级保护植物 20 种, II 级保护植物 11 种, III 级保护植物 55 种, 江西特有植物 12 种。②根据优先保护定量分析, 被划定为 I 级优先保护的有 17 种, 占物种总数的 15.04%; II 级优先保护 41 种, 占 36.28%; III 级优先保护 54 种, 占 47.79%; IV 级优先保护仅 1 种, 占 0.89%。③江西武夷山与邻近 5 个地区的相似性系数均在 30% 左右, 但拥有更多的珍稀濒危植物种类 (38 种) 和较高的单位面积物种比例 (0.24), 表明其具有更高的保护价值。【结论】江西武夷山生境良好, 珍稀濒危植物种类多, 具有较高的生态保护价值。本研究建立的评价体系对江西武夷山 113 种珍稀濒危植物的评价与分级结果更真实地反映了其在保护区的现状, 评估结果可为保护区对受威胁物种制定有针对性的有效保护方案提供参考依据。

关键词:珍稀濒危植物; 濒危系数; 遗传价值系数; 物种价值系数; 优先保护; 江西武夷山

中图分类号: S718

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号: 1000-2006(2024)05-0039-09



Conservation status and prioritization of rare and endangered plants in Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve

CHEN Lin¹, CAO Xiaomeng¹, PAN Tingting², LEI Ping³, ZENG Lijian³, LI Meng¹, YI Xiangui¹

(1. Co-Innovation Center for Sustainable Forestry in Southern China, College of Life Science, Nanjing

Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Shanghai Wildlife and Protected Natural Areas Research Center,

Shanghai 200336, China; 3. Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve Administration, Yanshan 334500, China)

Abstract: 【Objective】This research aims to determine the actual threat level and prioritize the conservation of rare and endangered plants in the Wuyishan National Nature Reserve in Jiangxi Province, provide a reference for the conservation of these plants in the nature reserve. 【Method】Using the line transect method combined with historical literature, the endangered coefficient, genetic value coefficient, and species value coefficient were used to quantitatively analyze the conservation priorities of 113 rare and endangered wild plants in the Wuyishan National Nature Reserve in Jiangxi Province. The relationship between the rare and endangered plants of Wuyishan in Jiangxi Province and five adjacent areas, namely Wuyishan in Fujian Province, Tianmushan in Zhejiang Province, Lushan in Jiangxi Province,

收稿日期 Received: 2022-12-10

修回日期 Accepted: 2023-08-11

基金项目:国家自然科学基金项目(32071782); 江苏高校优势学科建设工程资助项目(PAPD); 江苏高校品牌专业建设工程资助项目(TAPP)。

第一作者:陈林(clinechen@njfu.edu.cn), 副教授。

引文格式:陈林, 曹小朦, 潘婷婷, 等. 江西武夷山国家级自然保护区珍稀濒危植物现状及优先保护研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2024, 48(5): 39-47. CHEN L, CAO X M, PAN T T, et al. Conservation status and prioritization of rare and endangered plants in Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2024, 48(5): 39-47. DOI: 10.12302/j.issn.1000-2006.202212017.

Wanchaoshan in Hubei Province, and Jinfoshan in Chongqing City, were compared using the Sorensen similarity coefficient.【Result】(1) There were 113 species of rare and endangered plants in the reserve, belonging to 47 families and 85 genera. Among these, there were 6 species classified as National Class I, 15 species as National Class II. 20 species were classified as Jiangxi Province Class I, 11 species as Jiangxi Province Class II, 55 species as Jiangxi Province Class III, and 12 species endemic to Jiangxi. (2) According to the quantitative analysis of conservation priority, 17 species (15.04%) were assessed as first class, 41 species (36.28%) as second class, 54 species (47.79%) as third class, and 1 species (0.89%) as fourth class. (3) The similarity coefficient between Wuyishan in Jiangxi Province and the five adjacent areas were about 30%. However, Wuyishan in Jiangxi Province owned more rare and endangered plants (38 species) and a higher proportion of species per unit area (0.24), indicated a higher conservation value.【Conclusion】The excellent habitats and abundant rare and endangered plants in Wuyishan in Jiangxi Province indicate a high conservation value. The assessment and classification of the 113 rare and endangered plants more accurately reflect their current situation in the Nature Reserve, providing a reference for effective conservation plans for threatened species.

Keywords: rare and endangered plants; endangered coefficient; genetic value coefficient; species value coefficient; priority protection; Wuyishan in Jiangxi Province

珍稀濒危物种的保护是生物多样性研究的重要组成部分,当前地球上的物种面临着严峻的生存威胁,为了减缓物种灭绝的速度,需要确定物种的优先保护顺序,并及时采取相应措施进行保护^[1]。珍稀濒危植物不单指濒危植物,还包括经济重要或分布特异的珍贵、稀有及特有植物等^[2-3]。2021年9月7日,调整后的《国家重点保护野生植物名录》正式向社会发布,为珍稀濒危植物更为有效合理的保护提供了准确的保护依据。然而这些保护级别是基于全国范围的综合情况来确定的,在不同区域每种植物的生存状况不尽相同,因此各地区在保护珍稀濒危植物时应根据实际情况进行调整^[4]。

武夷山脉是闻名中外的生物物种天然基因库,其中地处武夷山北坡的江西武夷山国家级自然保护区逐渐受到学者们的关注^[5]。本研究开展了系统的植物本底调查,结合历史标本和文献资料来确定江西武夷山国家级自然保护区珍稀濒危植物的种类和数量,通过定量分析确定珍稀濒危植物的优先保护顺序,从而为保护区管理部门制定合理的珍稀濒危植物保护和植物资源开发利用策略提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

江西武夷山国家级自然保护区(117°39'30"~117°55'47" E, 27°48'11"~28°00'35" N,)地处江西省上饶市铅山县南部的武夷山镇,与福建武夷山国家级自然保护区相邻,面积16 007 hm²^[6]。由于武夷山脉地势地貌复杂多变,其海拔高、山势险、垭口多,生境类型多样,气候条件优越,是我国的生物多样性热点地区之一^[7]。近年来,科学工作者在武

夷山地区陆续发现多个植物新记录,主要包括节根黄精(*Polygonatum nodosum*)、鞭打绣球(*Hemiphragma heterophyllum*)、异叶囊瓣芹(*Pternopetalum heterophyllum*)、蜂窝马兜铃(*Aristolochia foveolata*)、肉色土圞儿(*Apios carnea*)、绒叶斑叶兰(*Goodyera velutina*)等^[8];柳杉叶马尾杉(*Phlegmariurus cryptomerinus*)、西藏假脉蕨(*Crepidomanes schmidianum*)、灰背铁线蕨(*Adiantum myriosorum*)、骨牌蕨(*Lepisorus rostratus*)、异鳞轴鳞蕨(*Dryopteris heterolaena*)、锯蕨(*Micropolypodium okuboi*)等^[9];车桑子(*Dodonaea viscosa*)、大花腋花黄芩(*Scutellaria axilliflora* var. *medullifera*)、高野山龙头草(*Meehania montis-koyae*)、岩藿香(*Scutellaria franchetiana*)、九龙山凤仙花(*Impatiens jiulongshanica*)等^[10]。因为独特的地形地貌,武夷山已成为闻名中外的生物物种天然基因库。

1.2 研究方法

采用样线法,于2019年3月至2022年7月对江西武夷山国家级自然保护区进行植物物种多样性调查。根据保护区总体规划,将其划分为4个区域,即保护区下辖的车盘、篁村、叶家厂和篁碧4个管理站。对各区域的主要山脉以及沟谷山脊共23处地点进行调查,如保护区最高峰黄冈山、植物生境较原始的猪姆坑、人类活动较为频繁的叶家厂和杨家排、地形极其复杂人迹罕至的西坑和黄沙坑等。将调查的珍稀濒危植物种拍照,采集标本并结合《国家重点保护野生植物名录(第二批)》和《江西省重点保护野生植物名录》等相关资料初步确定保护区内的珍稀濒危植物名录。然后根据实际调查结果记录各物种在保护区出现的频度,通过数

量指标值评估珍稀濒危植物的生存现状,确定保护价值^[11]。

1.3 数据处理

1.3.1 评价体系

保护区地势复杂,涉及调查地点较多。为了尽可能全面地评估珍稀濒危植物物种价值,特制定适合江西武夷山的实际情况的评价指标(表 1),运用濒危系数(c_i)、遗传价值系数(c_g)和物种价值系数(c_s)计算濒危植物优先保护值(v_s)^[12-14]:

$$c_i = \sum_{i=1}^3 x_i / \sum_{i=1}^3 x_{i,max}, \tag{1}$$

表 1 珍稀濒危植物优先保护评价体系

Table 1 Evaluation system for priority protection of rare and endangered plants

系数 coefficient	指标分类 index classification	指标内容 index content	赋值 score	系数 coefficient	指标分类 index classification	指标内容 index content	赋值 score
濒危系数 endangered coefficient	国内分布频度	1 省分布	5	种型状况		科中 1 属 1 种	5
		2~3 省分布	4			科中只含 2~3 种	4
		4~6 省分布	3			属中仅有 1 种	3
		7~10 省分布	2			属中 2~3 种	2
		10 省以上分布	1			属中含 4 种以上	1
	保护区内分布频度	1~2 地分布	5	生态价值		建群种	5
		3~5 地分布	4			共建种	4
		6~10 地分布	3			优势种	3
		11~15 地分布	2			亚优势种	2
		15 地以上分布	1			其他种	1
	潜在人为破坏	需求量大且无人工栽培	4	物种价值系数 species value coefficient	学术价值	孑遗植物	3
		需求量大且较少人工栽培	3			非孑遗植物但有一定学术价值	2
		人工栽培广泛或需求量少	2			不明确	1
		尚未被利用	1			极高园林观赏价值	5
遗传价值系数 genetic value coefficient	特有状况	保护区特有植物	5	美观价值		较高园林观赏价值	4
		省级特有植物	4			中等园林观赏价值	3
		某一区域特有或 3 省以下连续分布植物	3			用途不明的乔灌木	2
		中国特有植物	2			用途不明的草本	1
		非中国特有植物	1	经济价值		经济价值较高	3
						有一定经济价值	2
						目前未发现价值	1

1.3.2 与邻近地区珍稀濒危植物比较

江西武夷山国家级自然保护区珍稀濒危植物与周围邻近地区的保护植物有着密切联系。在与邻近地区珍稀濒危植物对比中,应用 Sorensen 相似性系数(C_s)能够部分消除面积带来的误差,可以较好地反映邻近地区植物间的关系^[18]。采用 Sorensen 相似性系数对江西武夷山所处纬度近似的 5 个地区,即:福建武夷山^[19-20]、浙江天目山^[21]、江西庐山^[22]、湖北万朝山^[23]、重庆金佛山^[24]进行相似性计算分析,公式如下:

$$C_s = \frac{2j}{a+b}。$$

式中: j 为两地共有珍稀濒危植物的种数; a 和 b 分别为两地珍稀濒危植物的总种数。

$$c_g = \sum_{i=1}^2 x_i / \sum_{i=1}^2 x_{i,max}, \tag{2}$$

$$c_s = \sum_{i=1}^4 x_i / \sum_{i=1}^4 x_{i,max}, \tag{3}$$

$$v_s = 60\%c_i + 20\%c_g + 20\%c_s。$$

式中: x_i 为各项评价指标的实际得分, $x_{i,max}$ 为评价指标中所得的最高分。同时,根据 v_s 的大小确定优先保护等级,当 $v_s \geq 0.625\ 0$ 时为Ⅰ级优先保护,介于 $[0.500\ 0, 0.624\ 9)$ 时为Ⅱ级优先保护,介于 $[0.350\ 0, 0.499\ 9)$ 时为Ⅲ级优先保护, $\leq 0.354\ 9$ 时为Ⅳ级优先保护^[15-17]。

2 结果与分析

2.1 珍稀濒危植物概况

2.1.1 珍稀濒危植物组成和等级

根据《国家重点保护野生植物名录(2021)》和《江西省重点保护野生植物名录(2012)》进行统计,江西武夷山国家级自然保护区共有珍稀濒危植物 47 科 85 属 113 种(表 4)。其中裸子植物 5 科 7 属 9 种,被子植物 42 科 78 属 104 种,包括国家一级保护植物(简称国一)6 种,即伯乐树(*Bretschneidera sinensis*)、珙桐(*Davidia involucrata*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、红豆杉(*Taxus wallichiana* var. *chinensis*)、南方红豆杉(*T. wallichiana* var. *mairei*);

国家二级保护植物(简称国二)15种,主要有连香树(*Cercidiphyllum japonicum*)、蛛网萼(*Platycrater arguta*)、香果树(*Emmenopterys henryi*)、鹅掌楸(*Liriodendron chinense*)、榧树(*Torreya grandis*)、金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*)、厚朴(*Houpoa officinalis*)、红椿(*Toona ciliata*)、茶(*Camellia sinensis*)等。江西省Ⅰ级保护植物(简称省Ⅰ)20种,主要有齿瓣石豆兰(*Bulbophyllum levinei*)、高宝兰(*Cionisaccus procera*)、斑叶兰(*Goodyera schlechtendaliana*)、绒叶斑叶兰(*G. velutina*)、鹅毛玉凤花(*Habenaria dentata*)、见血青(*Liparis nervosa*)、二叶兜被兰(*Neottianthe cucullata*)等;Ⅱ级保护植物(简称省Ⅱ)11种,主要有紫薇(*Lagerstroemia indica*)、秃瓣杜英(*Elaeocarpus glabripetalus*)、日本杜英(*E. japonicus*)、杜英(*E. decipiens*)、山杜英(*E. sylvestris*)、八角莲(*Dysosma versipellis*)、山茶(*Camellia japonica*)等;Ⅲ级保护植物(简称省Ⅲ)55种,主要有黄杨(*Buxus sinica*)、野含笑(*Michelia skinneriana*)、蓝果树(*Nyssa sinensis*)、天女花(*Oyama sieboldi*)、华重楼(*Paris polyphylla* var. *chinensis*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)等;江西特有植物12种,主要有武功山冬青(*Ilex wugongshanensis*)、福建茶竿竹(*Pseudosasa amabilis* var. *convexa*)、五叶白叶莓(*Rubus innominatus* var. *quinatus*)、武夷蒲儿根(*Sinosenecio wuyiensis*)、武夷山玉山竹(*Yushania wuyishanensis*)、武夷唐松草(*Thalictrum wuyishanicum*)等。在这113种珍稀濒危植物中,其中有6种同属于国家重点和省级保护,分别是江西杜鹃(*Rhododendron kiangsiense*)(国二/省Ⅲ)、短萼黄连(*Coptis chinensis* var. *brevisepala*)(国二/省Ⅱ)、独蒜兰(*Pleione bulbocodioides*)(国二/省Ⅰ)、台湾独蒜兰(*P. formosana*)(国二/省Ⅰ)、春兰(*Cymbidium goeringii*)(国二/省Ⅰ)、天麻(*Gastrodia elata*)(国二/省Ⅰ)。同时参考IUCN(世界自然保护联盟)《濒危物种红色名录》,对保护区珍稀濒危植物进行分类,其中极危(CR)2种,为银杏和福建假稠李(*Maddenia fujianensis*);濒危(EN)5种,分别为水杉、紫花含笑(*Michelia crassipes*)、江西杜鹃、短萼黄连和武功山冬青;易危(VU)14种,主要有杜仲(*Eucommia ulonoides*)、山茶、八角莲、华重楼、台湾独蒜兰等;近危(NT)14种,主要有伯乐树、全缘红山茶(*Camellia subintegra*)、银钟花(*Perkinsiodendron macgregorii*)、五叶白叶莓、香果树等;无危(LC)74种,主要有珙桐、连香树、领春木(*Euptelea pleiosper-*

mum)、蛛网萼、福建茶竿竹等;数据缺乏(DD)4种,即福建羊耳蒜(*Liparis dunnii*)、武夷蒲儿根、华中五味子(*Schisandra sphenanthera*)、天麻。

2.1.2 珍稀濒危植物类群分析

调查结果显示,保护区的113种珍稀濒危植物中,兰科(Orchidaceae)植物种数最多,有20种,占总数的17.70%,其余科数则占比较少,如冬青科占比3.54%、百合科占比2.65%、安息香科占比0.88%(表2)。兰科植物是江西省Ⅰ级保护植物,但在本研究级别(表4)中大多数计算为Ⅱ、Ⅲ级保护,如独蒜兰、台湾独蒜兰是Ⅱ级保护;长距虾脊兰(*Calanthe sylvatica*)、银兰(*Cephalanthera erecta*)、金兰(*C. falcata*)则是Ⅲ级保护,只有福建羊耳蒜是Ⅰ级保护,这就说明兰科植物在保护区数量较多,分布频度较大。兰科植物的生存需要共生真菌,并且对其所在的环境要求十分严格,繁殖过程需要传粉动物等其他生物参与,因此兰科植物对人类活动以及环境变化非常敏感,容易造成灭绝^[25]。由于兰科植物特殊的地位,它被称作是植物保护中的“旗舰物种”,并且《濒危野生动植物种国际贸易公约》将整个野生兰科植物都纳入其中^[26]。木兰科植物种数仅在兰科之后,被普遍认为是被子植物中最原始的类群,是研究被子植物起源、进化不可缺少的珍贵材料,具有重要的科学意义和极高的研究价值^[27],江西武夷山的木兰科(Magnoliaceae)珍稀濒危植物有11种,仅次于兰科,占比9.73%,常见种包括紫玉兰(*Yulania liliiflora*)、玉兰(*Y. denudata*),具有较高的观赏价值。

表 2 江西武夷山国家级自然保护区珍稀濒危植物类群统计

Table 2 Group statistics of rare and endangered plants in Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve		
代表类群 representative group	科内物种 数量 number of species in same family	占总种数 比例/% proportion in total species
兰科 Orchidaceae	20	17.70
木兰科 Magnoliaceae	11	9.73
蔷薇科 Rosaceae	6	5.31
杜英科 Elaeocarpaceae、山茶科 Theaceae、樟科 Lauraceae	5	4.42
冬青科 Aquifoliaceae	4	3.54
百合科 Liliaceae、豆科 Fabaceae、小檗科 Berberidaceae	3	2.65
杜鹃花科 Ericaceae、蓝果树科 Nyssaceae、 毛茛科 Ranunculaceae	2	1.77
安息香科 Styracaceae、叠珠树科 Akaniaceae、杜仲科 Eucommiaceae	1	0.88

2.1.3 与邻近地区珍稀濒危植物的比较

为了科学的比较江西武夷山的珍稀濒危植物种类与邻近地区的关系,根据《国家重点保护野生植物名录(2021)》《国家珍稀濒危植物名录》《国家珍贵树种名录》统计确定了各保护区的珍稀濒危植物数量(表 3),结果显示保护区与 5 个地区的相似性系数均比较低,其中与福建武夷山的相似性系数最高(38.10%),这是因为 2 个地区同属于武夷山脉,生境以及地形气候相近,拥有相似的植物区系特征,因此在这 5 个地区中福建武夷山与保护区相似性系数最高,但由于保护区处于武夷山脉北坡,福建武夷山位于南坡,更偏向于热带气候,因此两地的植物种类还是有所差别。湖北万朝山位于第二(36.62%),再次是江西庐山(34.38%),而与浙江天目山和重庆金佛山相似性系数均在 29%左右。一些孑遗树种,如银杏、伯乐树、珙桐、香果树、连香树、杜仲(*Eucommia ulmoides*)、鹅掌楸、厚朴等是所有地区共有的树种,侧面反映了同处于我国亚热带常绿阔叶林的 6 个地区在第四纪冰期来袭时成为许多动植物的冰期避难所,拥有着相似的生

境^[28]。保护区与 5 个地区的相似性系数都较低且物种最多,说明它具有和其他区域数量较多的不同物种,表明保护区植物生境更好,具有更高的生物保护价值。

此外,根据 6 个地区珍稀濒危植物的单位面积比例可以看出,浙江天目山单位面积内珍稀濒危植物比例最高,占 0.54%;其次为江西武夷山,占 0.24%;湖北万朝山的为 0.16%;福建武夷山、江西庐山与重庆金佛山占比极少,仅为 0.04%、0.03%和 0.07%。由于浙江天目山地质古老,是东亚地区典型的第四纪冰期喜温生物的避难所之一,保存着众多孑遗植物,其中以野生古银杏群最为吸引学者,具有极高的科研价值^[29]。而保护区也是东亚重要的冰期避难所,孑遗物种和特有物种数量极高,地处武夷山脉北坡的保护区在面积比天目山多了近 4 倍的同时,单位面积珍稀濒危植物的比例仅少了 1 倍多,且珍稀濒危植物总数最多,由此可见在珍稀濒危植物的保护上,江西武夷山保护区具有更高的生物保护价值。

表 3 江西武夷山国家级自然保护区与邻近地区珍稀濒危植物比较

Table 3 Comparison of rare and endangered plants between Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve and adjacent regions

地区 region	种数 species number	共有种 coexist species number	相似性系数/% similarity coefficient	面积/hm ² area	单位面积物种比例/% species proportion per unit area
江西武夷山 Jiangxi Wuyishan	38	—	—	16 007.0	0.24
福建武夷山 Fujian Wuyishan	25	12	38.10	56 527.0	0.04
浙江天目山 Zhejiang Tianmushan	23	9	29.51	4 284.0	0.54
江西庐山 Jiangxi Lushan	26	11	34.38	76 933.5	0.03
湖北万朝山 Hubei Wanchaoshan	33	13	36.62	20 986.0	0.16
重庆金佛山 Chongqing Jinfoshan	29	10	29.51	41 850.0	0.07

2.2 优先保护评价分析

根据江西武夷山国家级自然保护区的珍稀濒危植物优先保护值(表 4)分级结果显示,I 级优先保护共有 17 种,占总数的 15.04%,主要包括伯乐树、连香树、全缘红山茶、银钟花、蛛网萼等;II 优先级保护 41 种,占 36.28%,主要包括香槐(*Cladrastis wilsonii*)、短萼黄连、江西小檗(*Berberis jianxiensis*)、香果树、银杏、水杉等;III 级优先保护 54 种,占 47.79%,主要包括三尖杉(*Cephalotaxus fortunei*)、天门冬(*Asparagus cochinchinensis*)等;IV 级优先保护的仅 1 种,占 0.89%,即茶。根据优先保护值(v_s)的大小与国家或省级保护等级以及 IUCN 红色名录等级进行对比发现,本研究认为 I 级优先保护的物种中,伯乐树、珙桐属于国家一级保护植

物,杜仲、武功山冬青、紫花含笑、江西杜鹃原本在 IUCN 名录中就显示为受威胁状态,其余 11 种 I 级优先保护植物与国家或省级保护等级以及 IUCN 红色名录等级有一定差异。如连香树在 IUCN 红色名录的等级为无危(LC),属于国家二级保护植物;领春木无危属于江西省 II 级保护植物;全缘红山茶近危(NT)属于江西省 III 级保护植物,但这些物种在本次评价中均为 I 级优先保护,这是因为在调查过程中发现这些植物种群更新速度慢,在本区的分布频度较低,并且所处的生境与人类活动区域较近,容易造成种群大幅度下降。福建羊耳蒜在 IUCN 红色名录中的等级为数据缺乏(DD),而本次的评价等级为 I 级保护,正好填补了 IUCN 的空缺。

表4 江西武夷山珍稀濒危植物保护等级及各系数值

Table 4 Priority protection sequences and coefficient values of rare and endangered plants in Jiangxi Wuyishan National Nature Reserve

物种 species	国家/省/IUCN 保护等级 protection level	优先保护值 priority protection value	优先保护 等级 priority level	物种 species	国家/省/IUCN 保护等级 protection level	优先保护值 priority protection value	优先保护 等级 priority level
连香树 <i>Cercidiphyllum japonicum</i>	国二/LC	0.744	I	山杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	省Ⅱ/LC	0.508	Ⅱ
全缘红山茶 <i>Camellia subintegra</i>	省Ⅲ/NT	0.714	I	前胡 <i>Peucedanum praeruptorum</i>	省Ⅲ/LC	0.498	Ⅲ
珙桐 <i>Davidia involucrata</i>	国一/LC	0.699	I	黑壳楠 <i>Lindera megaphylla</i>	省Ⅲ/LC	0.498	Ⅲ
银钟花 <i>Perkinsiodendron macgregorii</i>	省Ⅱ/NT	0.694	I	轮叶蒲桃 <i>Syzygium grijsii</i>	省Ⅲ/LC	0.498	Ⅲ
杜仲 <i>Eucommia ulmoides</i>	省Ⅱ/VU	0.691	I	长距虾脊兰 <i>Calanthe sylvatica</i>	省Ⅰ/LC	0.495	Ⅲ
福建羊耳蒜 <i>Liparis dunnii</i>	省Ⅰ/DD	0.687	I	二叶兜被兰 <i>Neottianthe cucullata</i>	省Ⅰ/VU	0.495	Ⅲ
五叶白叶莓 <i>Rubus innominatus</i> var. <i>quinatus</i>	江西特有/NT	0.684	I	猴欢喜 <i>Sloanea sinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.495	Ⅲ
领春木 <i>Euptelea pleiosperma</i>	省Ⅱ/LC	0.676	I	东方古柯 <i>Erythroxylum sinense</i>	省Ⅲ/LC	0.495	Ⅲ
蛛网萼 <i>Platycrater arguta</i>	国二/LC	0.669	I	天麻 <i>Gastrodia elata</i>	国二/省Ⅰ/DD	0.495	Ⅲ
武功山冬青 <i>Ilex wugongshanensis</i>	江西特有/EN	0.667	I	绒叶斑叶兰 <i>Goodyera velutina</i>	省Ⅰ/LC	0.495	Ⅲ
武夷山玉山竹 <i>Yushania wuyishanensis</i>	武夷山特有/LC	0.666	I	鹅毛玉凤花 <i>Habenaria dentata</i>	省Ⅰ/LC	0.495	Ⅲ
紫花含笑 <i>Michelia crassipes</i>	省Ⅲ/EN	0.659	I	五裂槭 <i>Acer oliverianum</i>	省Ⅲ/LC	0.485	Ⅲ
福建茶竿竹 <i>Pseudosasa amabilis</i> var. <i>convexa</i>	武夷山特有/LC	0.654	I	三尖杉 <i>Cephalotaxus fortunei</i>	省Ⅲ/LC	0.485	Ⅲ
江西杜鹃 <i>Rhododendron kiangsiense</i>	国二/省Ⅲ/EN	0.654	I	青钱柳 <i>Cyclocarya paliurus</i>	省Ⅲ/LC	0.485	Ⅲ
武夷蒲儿根 <i>Sinosenecio wuyiensis</i>	武夷山特有/DD	0.654	I	厚朴 <i>Houpoa officinalis</i>	国二/LC	0.485	Ⅲ
伯乐树 <i>Bretschneidera sinensis</i>	国一/NT	0.631	I	亮叶桦 <i>Betula luminifera</i>	省Ⅲ/LC	0.473	Ⅲ
铁杉 <i>Tsuga chinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.626	I	大叶冬青 <i>Ilex latifolia</i>	省Ⅲ/LC	0.473	Ⅲ
密花梭罗树 <i>Reevesia pycnantha</i>	省Ⅲ/VU	0.621	Ⅱ	豹皮樟 <i>Litsea coreana</i> var. <i>sinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.473	Ⅲ
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	省Ⅲ/LC	0.619	Ⅱ	带唇兰 <i>Tainia dunnii</i>	省Ⅰ/NT	0.473	Ⅲ
铅山悬钩子 <i>Rubus tsangii</i> var. <i>yanshanensis</i>	江西特有/LC	0.618	Ⅱ	柳杉 <i>Cryptomeria japonica</i> var. <i>sinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.455	Ⅲ
天目玉兰 <i>Yulania amoena</i>	省Ⅲ/VU	0.616	Ⅱ	银兰 <i>Cephalanthera erecta</i>	省Ⅰ/LC	0.453	Ⅲ
短萼黄连 <i>Coptis chinensis</i> var. <i>brevispala</i>	国二/省Ⅱ/EN	0.614	Ⅱ	金兰 <i>Cephalanthera falcata</i>	省Ⅰ/LC	0.453	Ⅲ
薄叶润楠 <i>Machilus leptophylla</i>	省Ⅲ/LC	0.614	Ⅱ	小舌唇兰 <i>Platanthera minor</i>	省Ⅰ/LC	0.453	Ⅲ
福建小檗 <i>Berberis fujianensis</i>	武夷山特有/LC	0.611	Ⅱ	猫儿屎 <i>Decaisnea insignis</i>	省Ⅲ/LC	0.453	Ⅲ
福建冬青 <i>Ilex fukienensis</i>	武夷山特有/NT	0.598	Ⅱ	高宝兰 <i>Gionisaccus procera</i>	省Ⅰ/LC	0.453	Ⅲ
福建假稠李 <i>Maddenia fujianensis</i>	武夷山特有/CR	0.598	Ⅱ	见血青 <i>Liparis nervosa</i>	省Ⅰ/LC	0.453	Ⅲ
福建石楠 <i>Photinia fokeniensis</i>	武夷山特有/LC	0.598	Ⅱ	红椿 <i>Toona ciliata</i>	国二/VU	0.453	Ⅲ
黄山玉兰 <i>Yulania cylindrica</i>	省Ⅲ/LC	0.596	Ⅱ	粗榧 <i>Cephalotaxus sinensis</i>	省Ⅲ/NT	0.442	Ⅲ
山茶 <i>Camellia japonica</i>	省Ⅱ/VU	0.588	Ⅱ	紫荆 <i>Cercis chinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.442	Ⅲ
紫茎 <i>Stewartia sinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.583	Ⅱ	深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	省Ⅲ/LC	0.442	Ⅲ
八角莲 <i>Dysosma versipellis</i>	省Ⅱ/VU	0.583	Ⅱ	齿瓣石豆兰 <i>Bulbophyllum levinei</i>	省Ⅰ/LC	0.430	Ⅲ
武夷唐松草 <i>Thalictrum wuyishanicum</i>	武夷山特有/NT	0.580	Ⅱ	朱兰 <i>Pogonia japonica</i>	省Ⅰ/NT	0.430	Ⅲ
江西小檗 <i>Berberis jiangxiensis</i>	江西特有/LC	0.568	Ⅱ	青檀 <i>Pteroceltis tatarinowii</i>	省Ⅲ/LC	0.430	Ⅲ
水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	国一/EN	0.563	Ⅱ	水丝梨 <i>Sycopsis sinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.430	Ⅲ
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	国一/CR	0.560	Ⅱ	香桂 <i>Cinnamomum subavenium</i>	省Ⅲ/LC	0.422	Ⅲ
黄山花楸 <i>Sorbus amabilis</i>	省Ⅲ/LC	0.560	Ⅱ	绶草 <i>Spiranthes sinensis</i>	省Ⅰ/LC	0.422	Ⅲ
台湾独蒜兰 <i>Pleione formosana</i>	国二/省Ⅰ/VU	0.558	Ⅱ	赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i>	省Ⅲ/LC	0.422	Ⅲ
蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.558	Ⅱ	斑叶兰 <i>Goodyera schlechtendaliana</i>	省Ⅰ/NT	0.410	Ⅲ
天女花 <i>Oyama sieboldii</i>	省Ⅲ/NT	0.551	Ⅱ	台湾林檎 <i>Malus doumeri</i>	省Ⅲ/LC	0.410	Ⅲ
红豆杉 <i>Taxus wallichiana</i> var. <i>chinensis</i>	国一/VU	0.540	Ⅱ	厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	省Ⅲ/LC	0.410	Ⅲ
南方红豆杉 <i>Taxus wallichiana</i> var. <i>mairei</i>	国一/VU	0.540	Ⅱ	鸡爪槭 <i>Acer palmatum</i>	省Ⅲ/VU	0.404	Ⅲ
木莲 <i>Manglietia fordiana</i>	省Ⅲ/LC	0.540	Ⅱ	秃瓣杜英 <i>Elaeocarpus glabripetalus</i>	省Ⅱ/LC	0.399	Ⅲ
华中五味子 <i>Schisandra sphenanthera</i>	省Ⅲ/DD	0.540	Ⅱ	五角槭 <i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	省Ⅲ/LC	0.397	Ⅲ
鹅掌楸 <i>Liriodendron chinense</i>	国二/LC	0.538	Ⅱ	天门冬 <i>Asparagus cochinchinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.397	Ⅲ
香果树 <i>Emmenopterys henryi</i>	国二/NT	0.535	Ⅱ	杜英 <i>Elaeocarpus decipiens</i>	省Ⅱ/LC	0.392	Ⅲ

表 4(续)

物种 species	国家/省/IUCN 保护等级 protection level	优先保护值 priority protection value	优先保护 等级 priority level	物种 species	国家/省/IUCN 保护等级 protection level	优先保护值 priority protection value	优先保护 等级 priority level
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.535	Ⅱ	紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i>	省Ⅱ/LC	0.392	Ⅲ
黄杨 <i>Buxus sinica</i>	省Ⅲ/LC	0.528	Ⅱ	红淡比 <i>Cleyera japonica</i>	省Ⅲ/LC	0.387	Ⅲ
榧 <i>Torreya grandis</i>	国二/LC	0.528	Ⅱ	黄檀 <i>Dalbergia hupeana</i>	省Ⅲ/NT	0.379	Ⅲ
木竹子 <i>Garcinia multiflora</i>	省Ⅲ/LC	0.526	Ⅱ	日本杜英 <i>Elaeocarpus japonicus</i>	省Ⅱ/LC	0.379	Ⅲ
华重楼 <i>Paris polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	省Ⅲ/VU	0.520	Ⅱ	铁冬青 <i>Ilex rotunda</i>	省Ⅲ/LC	0.379	Ⅲ
五味子 <i>Schisandra chinensis</i>	省Ⅲ/LC	0.520	Ⅱ	玉兰 <i>Yulania denudata</i>	省Ⅲ/NT	0.369	Ⅲ
草珊瑚 <i>Sarcandra glabra</i>	省Ⅲ/LC	0.518	Ⅱ	紫玉兰 <i>Yulania liliiflora</i>	省Ⅲ/VU	0.369	Ⅲ
延龄草 <i>Trillium tschonoskii</i>	省Ⅲ/LC	0.515	Ⅱ	密花唇兰 <i>Platanthera hologlottis</i>	省Ⅰ/LC	0.367	Ⅲ
独蒜兰 <i>Pleione bulbocodoides</i>	国二/省Ⅰ/LC	0.515	Ⅱ	春兰 <i>Cymbidium goeringii</i>	国二/省Ⅰ/VU	0.367	Ⅲ
云锦杜鹃 <i>Rhododendron fortunei</i>	省Ⅲ/LC	0.510	Ⅱ	金荞麦 <i>Fagopyrum dibotrys</i>	国二/LC	0.367	Ⅲ
香槐 <i>Cladrastis wilsonii</i>	省Ⅲ/LC	0.510	Ⅱ	茶 <i>Camellia sinensis</i>	国二/LC	0.349	Ⅳ
野含笑 <i>Michelia skinneriana</i>	省Ⅲ/LC	0.510	Ⅱ				

本研究认为的Ⅱ级保护植物中,银杏和福建假稠李在 IUCN 中为极危(CR),属于国家一级保护和武夷山特有;水杉和短萼黄连为濒危(EN),属于国家一级和二级保护,其中银杏和水杉的野生种群数量极少,且分布地狭窄,而短萼黄连因其较高的药物价值被大量挖掘采卖,造成野外数量极少,但三者保护区及周边有人工栽培且数量较多,而福建假稠李的集中分布区域正好与保护区重叠,数量较为丰富,因而其评价等级有所降低。木莲(*Manglietia fordiana*)、天目玉兰(*Yulania amoena*)、黄山玉兰(*Y. cylindrica*)、华中五味子、五味子(*Schisandra chinensis*)、薄叶润楠(*Machilus leptophylla*)、红楠(*M. thunbergii*)、草珊瑚(*Sarcandra glabra*)、紫茎(*Stewartia sinensis*)、东方古柯(*Erythroxylum sinense*)等在本研究中被评估为Ⅱ级,铁杉(*Tsuga chinensis*)、领春木为Ⅰ级,其优先保护评价等级均比国家或省级保护等级以及 IUCN 等级高,是保护区应当加强保护的珍稀濒危物种。

同时,在 IUCN 中很多被评为无危(LC)的物种,如木竹子(*Garcinia multiflora*)和香槐均属于江西省Ⅲ级保护,但由于其在保护区数量较少,且分布区狭窄,在本研究中被列为Ⅱ级优先保护,评价等级有所上升;蛛网萼无危属于国家二级保护,在本次被评为Ⅱ级优先保护,评价等级相同。此外,江西和武夷山特有植物中,由于其分布区极其狭窄,仅在江西省 1~2 个区域或者武夷山脉分布,并且分布频度极低,如五叶白叶莓甚至没有模式标本,只能通过模式照片进行观察参考。因此,这些特有植物均处于极度受威胁状态,且与国家或省级

保护等级相差较大,因此大多被评估为Ⅰ级或Ⅱ级优先保护。如武夷唐松草、福建茶竿竹、武夷蒲儿根、福建石楠(*Photinia fokieiensis*)等均为武夷山特有植物,被列为Ⅰ级优先保护;铅山悬钩子(*Rubus linearifoliolus* var. *yanshanensis*)、福建小檗(*Berberis fujianensis*)等都是江西特有植物,被列为Ⅱ级优先保护。因此,在调查与研究不同地区的珍稀濒危植物时,需要考虑因地制宜,结合实际情况作出调整。

3 讨 论

江西武夷山国家级自然保护区珍稀濒危植物种类繁多,共有珍稀濒危植物 47 科 85 属 113 种,充分显示了保护区良好的生态环境以及植物保护工作的重要意义。研究表明,部分种类的优先保护等级与国家或省级重点野生植物保护等级基本一致,但多数与其保护等级存在一定差别,这些国家级或省级的保护名录虽然在保护珍稀濒危植物中起到了重要的指导作用,但它们是根据国家或省级的综合情况来制定的,而不同区域生境条件、物种类群和人为干扰程度等各不相同,不能仅根据这些名录来保护各地的珍稀濒危植物^[30],需要结合实际情况有针对性地制定合理的保护策略。

本研究的评价体系结合了其他文献资料的评价方法^[31],针对保护区的实际情况制定,可以较为真实地反映保护区植物物种的保护急切性,具有较强的可操作性^[32]。因此,本研究结果可以更加真实地反映保护区珍稀濒危植物的保护现状,结合本研究确定的珍稀植物优先保护顺序,可为保护区适

时修改保护计划,制定合理有效的保护方案提供科学的参考依据。

只有找到珍稀植物濒危的原因,才能进行针对性的保护^[33]。近年来,随着人口剧增,人口老龄化带来的老年病、慢性病患者增多,人们对当地药用植物采集量显著增加,林区的无序采集使很多物种的数量显著下降,珍稀濒危植物的受威胁情况更加严重,特别是兰科植物^[34]。另一方面,保护区内的毛竹扩散不受控制,并且繁殖速度很快,侵占了缓冲区山脚下的大片山地,很多物种的生境慢慢被挤占,生存受到巨大威胁^[35]。因此,在珍稀濒危植物的保护方面,地方主管部门应积极实施有针对性的保护措施,优先保护价值高的物种且所在的区域应列为核心区重点保护,同时建立珍稀濒危植物动态管理系统,以监测每一个物种的实时变化情况,及时确定和调整受威胁物种的优先保护顺序。其次,保护区或者管理部门需要加强与高等院校和科研机构的沟通交流合作,从而提高保护区工作人员对于珍稀濒危植物现状的认知,促进珍稀濒危植物的保护工作更好开展^[36]。

参考文献(reference):

- [1] 安慧君,刘佳慧,张韬.东阿拉善—西鄂尔多斯狭域特有植物濒危分级标准与优先保护级的确定研究[J].干旱区资源与环境,2005,19(1):194-200. AN H J, LIU J H, ZHANG T. Study on definition of endangering standard of exclusive plants in eastern Alashan-western Erdos[J]. J Arid Land Resour Environ, 2005, 19(1): 194-200. DOI: 10.3969/j.issn.1003-7578.2005.01.039.
- [2] 刘哲荣.内蒙古珍稀濒危植物资源及其优先保护研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2017. LIU Z R. Study on resources and priority conservation of rare and endangered plants in Inner Mongolia[D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2017.
- [3] 黄向鹏,谷勇,吴昊.珍稀濒危植物濒危机理研究进展[J].广东农业科学,2016,43(4):78-83. HUANG X P, GU Y, WU H. Research progress on endangered mechanism of rare and endangered plants[J]. Guangdong Agric Sci, 2016, 43(4): 78-83. DOI: 10.16768/j.issn.1004-874X.2016.04.016.
- [4] 单章建,赵莉娜,杨宇昌,等.中国植物受威胁等级评估系统概述[J].生物多样性,2019,27(12):1352-1363. SHAN Z J, ZHAO L N, YANG Y C, et al. An overview on assessment systems for threatened plants in China[J]. Biodivers Sci, 2019, 27(12): 1352-1363. DOI: 10.17520/biods.2019244.
- [5] 黄新和.江西武夷山区植被垂直分布的研究[J].南昌大学学报(理科版),1963(1):153-170. HUANG X H. Study on vertical distribution of vegetation in Wuyishan District of Jiangxi Province[J]. J Nanchang Univ (Nat Sci), 1963(1): 153-170.
- [6] 赵家豪,叶钰倩,孙晓丹,等.江西武夷山珍稀濒危植物南方铁杉种群动态与空间分布[J].生态学报,2022,42(10):4032-4040. ZHAO J H, YE Y Q, SUN X D, et al. Population dynamics and spatial distribution of the rare and endangered plant *Tsuga chinensis* var. *tchekiensis* in Wuyishan, Jiangxi Province[J]. Acta Ecol Sin, 2022, 42(10): 4032-4040. DOI: 10.5846/stxb202011052827.
- [7] 姚振生,张琮琮,葛菲,等.江西珍稀濒危药用植物分级标准的研究[J].武汉植物学研究,1997,15(2):137-142. YAO Z S, ZHANG C Q, GE F, et al. Study on grading standard for the rare and endangered medicinal plants in Jiangxi[J]. J Wuhan Bot Res, 1997, 15(2): 137-142.
- [8] 刘勇,彭玉娇,张琪,等.江西省6种野生植物分布新记录[J].植物资源与环境学报,2016,25(2):119-120. LIU Y, PENG Y J, ZHANG Q, et al. New records of six wild plants distributed in Jiangxi Province[J]. J Plant Resour Environ, 2016, 25(2): 119-120. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2016.02.17.
- [9] 魏作影,顾钰峰,夏增强,等.江西省石松类和蕨类植物分布新记录6种[J].植物资源与环境学报,2020,29(5):78-80. WEI Z Y, GU Y F, XIA Z Q, et al. Six newly recorded species of lycophytes and ferns distributed in Jiangxi Province[J]. J Plant Resour Environ, 2020, 29(5): 78-80. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2020.05.10.
- [10] 陈林,潘婷婷,吕笑冬,等.江西省种子植物分布新资料[J].南京林业大学学报(自然科学版),2021,45(5):232-234. CHEN L, PAN T T, LYU X D, et al. New records of seed plants from Jiangxi Province[J]. J Nanjing For Univ (Nat Sci Ed), 2021, 45(5): 232-234. DOI: 10.12302/j.issn.1000-2006.202007027.
- [11] 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. ZHOU Y. Quantitative study of conservation priority of the rare and threatened ornamental plants in Changbai Mountains[J]. J Wuhan Bot Res, 2006, 24(4): 357-364. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0837.2006.04.016.
- [12] 方元平,刘胜祥,汪正祥,等.七姊妹山自然保护区野生保护植物优先保护定量研究[J].西北植物学报,2007,27(2):348-355. FANG Y P, LIU S X, WANG Z X, et al. Quantitative assessment of priority for conservation of the national protected plants in Qizimeishan Mountain Nature Preserve[J]. Acta Bot Boreali Occidentalia Sin, 2007, 27(2): 348-355. DOI: 10.3321/j.issn:1000-4025.2007.02.023.
- [13] 傅志军.化龙山国家保护植物优先保护顺序的定量分析[J].山地学报,2002,20(2):250-252. FU Z J. A quantitative analysis on priority of conservation of the national protected plants in Hualongshan Mountain[J]. J Mt Sci, 2002, 20(2): 250-252. DOI: 10.3969/j.issn.1008-2786.2002.02.022.
- [14] 何平,肖宜安,李晓红.江西珍稀濒危植物优先保护定量研究[J].武汉植物学研究,2003,21(5):423-428. HE P, XIAO Y A, LI X H. Quantitative study of conservation priority of the rare and threatened plants in Jiangxi Province[J]. J Wuhan Bot Res, 2003, 21(5): 423-428. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0837.2003.05.009.
- [15] 何友均,崔国发,冯宗炜,等.三江源自然保护区森林-草甸交错带植物优先保护序列研究[J].应用生态学报,2004,15(8):1307-1312. HE Y J, CUI G F, FENG Z W, et al. Conservation priorities for plant species of forest-meadow ecotone in Sanjiangyuan Nature Reserve[J]. Chin J Appl Ecol, 2004, 15(8): 1307-1312. DOI: 10.13287/j.1001-9332.2004.0277.
- [16] 刘小雄,颜立红,刘享平.珍稀植物优先保护分级指标的研究[J].湘潭师范学院学报(自然科学版),2001,23(2):42-46. LIU X X, YAN L H, LIU X P. Study on superior conservation grading index of the rare plants[J]. J Xiangtan Norm Univ (Nat Sci Ed), 2001, 23(2): 42-46.

- [17] 石道良,梅浩,张云,等.后河自然保护区野生保护植物优先保护定量研究[J].湖北林业科技,2011,40(2):12-18.SHI D L, MEI H, ZHANG Y, et al. Quantitative study on priority for conservation of the wild protected plants in Houhe National Nature Reserve[J]. Hubei For Sci Technol, 2011, 40(2): 12-18. DOI: 10.3969/j.issn.1004-3020.2011.02.003.
- [18] 王兴华.关于群落的相似系数[J].杭州大学学报(自然科学版), 1987, 14(3): 259-264. WANG X H. On coefficients of community similarity[J]. J Hangzhou Univ (Nat Sci), 1987, 14(3): 259-264.
- [19] 郑成洋.福建武夷山自然保护区珍稀、濒危和特有植物及其分布[J].福建林业科技, 2003, 30(3): 54-58. ZHENG C Y. The precious, rare, dangerous and endemic plants in Fujian Wuyishan Nature Reserve and their distribution[J]. J Fujian For Sci Technol, 2003, 30(3): 54-58. DOI: 10.13428/j.cnki.fjlk.2003.03.016.
- [20] 唐凌凌,教忠意,徐自坤,等.福建武夷山自然保护区野生观赏植物资源及其园林应用[J].三明学院学报, 2008, 25(4): 432-437. TANG L L, JIAO Z Y, XU Z K, et al. Wild ornamental plant resources in Wuyi Mountain Nature Reserve and their landscape application[J]. J Sanming Univ, 2008, 25(4): 432-437. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4343.2008.04.018.
- [21] 刘鹏,陈立人.浙江天目山自然保护区珍稀濒危植物及其利用与保护[J].山地研究, 1996, 14(1): 45-50. LIU P, CHEN L R. Rare and endangered plants of Tianmoshan Natural Reserve and their utilization and conservation[J]. Mt Res, 1996, 14(1): 45-50.
- [22] 万加武,夏海林,周赛霞,等.江西庐山国家级自然保护区珍稀濒危植物优先保护定量研究[J].热带亚热带植物学报, 2019, 27(2): 171-180. WAN J W, XIA H L, ZHOU S X, et al. Quantitative study on conservation priority of rare and endangered plants in Lushan National Nature Reserve, Jiangxi[J]. J Trop Subtrop Bot, 2019, 27(2): 171-180. DOI: 10.11926/jtsb.3947.
- [23] 彭乾乾,汪正祥,李亭亭,等.湖北万朝山自然保护区珍稀濒危植物优先保护定量研究[J].广西植物, 2017, 37(7): 859-867. PENG Q Q, WANG Z X, LI T T, et al. Quantitative assessment of priority for rare and endangered plants in Wanchaoshan Nature Reserve of Hubei[J]. Guihaia, 2017, 37(7): 859-867. DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201610020.
- [24] 周先容.金佛山自然保护区珍稀濒危植物评价体系初探[J].西南农业大学学报(自然科学版), 2005, 27(5): 664-667. ZHOU X R. An assessment system for rare and endangered plant species in the Jinfo Mountain Nature Reserve[J]. J Southwest Agric Univ, 2005, 27(5): 664-667.
- [25] 盖雪鸽,邢晓科,郭顺星.兰科菌根的生态学研究进展[J].菌物学报, 2014, 33(4): 753-767. GAI X G, XING X K, GUO S X. Ecological research of orchid mycorrhizae: a review[J]. Mycosystema, 2014, 33(4): 753-767. DOI: 10.13346/j.mycosystema.140024.
- [26] 田怀珍,陈林,邢福武.广东南岭国家级自然保护区兰科植物物种多样性及其保护[J].生物多样性, 2013, 21(2): 224-234. TIAN H Z, CHEN L, XING F W. Species diversity and conservation of orchids in Nanling National Nature Reserve, Guangdong[J]. Biodivers Sci, 2013, 21(2): 224-234. DOI: 10.3724/SP.J.1003.2013.08005.
- [27] 王若涵.木兰属生殖生物学研究及系统演化表征探析[D].北京:北京林业大学, 2010. WANG R H. A study on reproductive biology in *Magnolia* and its systematic characterization[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2010.
- [28] 郑达贤,钟全林,陈加兵.大武夷自然保护区群网建设设想[J].亚热带资源与环境学报, 2006, 1(4): 13-20. ZHENG D X, ZHONG Q L, CHEN J B. Tentative plan for the construction of nature reserves network in the great Wuyi Mountain region[J]. J Subtrop Resour Environ, 2006, 1(4): 13-20. DOI: 10.19687/j.cnki.1673-7105.2006.04.002.
- [29] 林协,张都海.天目山银杏种群起源分析[J].林业科学, 2004, 40(2): 28-31. LIN X, ZHANG D H. Analysis for the origin of *Ginkgo* population in Tianmu Mountain[J]. Sci Silvae Sin, 2004, 40(2): 28-31. DOI: 10.11707/j.1001-7488.20040205.
- [30] 颜立红,彭春良,夏晓敏,等.湖南珍稀濒危植物优先保护分级指标的研究[J].湖南林业科技, 1997, 24(3): 39-43. YAN L H, PENG C L, XIA X M, et al. Study on priority conservation and grading index of rare and endangered plants in Hunan Province[J]. J Hunan For Sci Tehnology, 1997, 24(3): 39-43.
- [31] 姚振生,葛菲,张琮琮,等.江西珍稀濒危药用植物优先保护评价[J].武汉植物学研究, 2000, 18(6): 487-496. YAO Z S, GE F, ZHANG C Q, et al. Priority assessment for the conservation of endangered medicinal plants in Jiangxi Province[J]. J Wuhan Bot Res, 2000, 18(6): 487-496. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0837.2000.06.009.
- [32] 臧春鑫,蔡蕾,李佳琦,等.《中国生物多样性红色名录》的制定及其对生物多样性保护的意义[J].生物多样性, 2016, 24(5): 610-614. ZANG C X, CAI L, LI J Q, et al. Preparation of the *China Biodiversity Red List* and its significance for biodiversity conservation within China[J]. Biodivers Sci, 2016, 24(5): 610-614. DOI: 10.17520/biods.2015272.
- [33] 程松林,袁荣斌,刘勇.武夷山野生药用植物资源[M].北京:科学出版社, 2020. CHENG S L, YUAN R B, LIU Y. Wild medicinal plant resources in Wuyi Shan[M]. Beijing: Science Press, 2020.
- [34] 孙凡,杜洋文,李霞,等.雪宝山自然保护区国家重点保护野生植物优先保护定量研究[J].西南大学学报(自然科学版), 2007, 29(9): 101-107. SUN F, DU Y W, LI X, et al. Quantitative assessment of priority for conservation of the national protected plants in Xuebaoshan Nature Reserve[J]. J Southwest Univ (Nat Sci Ed), 2007, 29(9): 101-107. DOI: 10.3969/j.issn.1673-9868.2007.09.021.
- [35] 宋满珍,胡忠仁,周赛霞,等.湖北赛武当自然保护区野生珍稀植物优先保护定量研究[J].植物科学学报, 2019, 37(6): 741-747. SONG M Z, HU Z R, ZHOU S X, et al. Quantitative study on priority conservation of wild rare plants in Saiwudang National Nature Reserve, Hubei[J]. Plant Sci J, 2019, 37(6): 741-747. DOI: 10.11913/PSJ.2095-0837.2019.60741.
- [36] 周赛霞,高浦新.江西省珍稀濒危植物调查研究[J].武汉植物学研究, 2004, 22(5): 428-432. ZHOU S X, GAO P X. Investigation of rare and endangered plants in Jiangxi Province[J]. J Wuhan Bot Res, 2004, 22(5): 428-432. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0837.2004.05.010.

(责任编辑 王国栋)