

引用格式:徐国良,陈龙,林智红,等.中国对囊蕨属一新记录植物——多羽对囊蕨[J].福建农林大学学报(自然科学版),2025,54(3):384-391.

XU G L, CHEN L, LIN Z H, et al. *Deparia confluens*, a new record plant of *Deparia* in China[J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition), 2025, 54(3): 384-391.

中国对囊蕨属一新记录植物——多羽对囊蕨

徐国良¹, 陈 龙², 林智红¹, 韦宏金³, 左政裕⁴, 周志光⁵

(1.江西九连山国家级自然保护区管理局,江西 赣州 341700;2.江西井冈山国家级自然保护区管理局,江西 吉安 343000;3.上海辰山植物园,上海 201602;4.中国科学院昆明植物研究所,云南 昆明 650201;5.江西环境工程职业学院,江西 赣州 341700)

摘要:【目的】调查赣南九连山地区的蕨类植物资源,为植物资源保护和利用提供依据。【方法】采用路线调查法对赣南地区分布的野生蕨类植物进行调查,并结合形态学和分子生物学方法对存疑种进行研究。【结果】在江西省龙南市龙南镇石峡山发现对囊蕨属中国新记录——多羽对囊蕨 [*Deparia confluens* (Kunze) M. Kato]。系统发育分析表明,该种与 *D. biseriatis* (Baker) M. Kato、阔基假蹄盖蕨、二型叶对囊蕨近缘,但其叶片狭披针形,厚草质,侧生分离羽片 15~30 对,羽状浅裂至半裂,小脉 2~4 对,因此易于与这些近缘种区分。根据世界自然保护联盟红色名录标准,暂将其评估为近危种。凭证标本保存于中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)和中国科学院庐山植物园标本馆(LBG)。【结论】多羽对囊蕨的发现,补充了其种群分布范围,进一步丰富了中国蕨类植物资源和物种多样性。

关键词: 蕨类; 多羽对囊蕨; 新记录; 中国; 保护等级

中图分类号: Q949.778.6

文献标识码: A

文章编号: 1671-5470(2025)03-0384-08

DOI: 10.13323/j.cnki.j.fafu(nat.sci.).202408032



开放科学(资源服务)
标识码(OSID)

Deparia confluens, a new record plant of *Deparia* in China

XU Guoliang¹, CHEN Long², LIN Zhihong¹, WEI Hongjin³, ZUO Zhengyu⁴, ZHOU Zhiguang⁵

(1.Jiangxi Jiulianshan National Nature Reserve Administrative Bureau, Ganzhou, Jiangxi 341700, China; 2.Jiangxi Jinggangshan National Nature Reserve Administrative Bureau, Ji'an, Jiangxi 343000, China; 3.Shanghai Chenshan Botanical Garden, Shanghai 201602, China; 4.Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan 650201, China; 5.Jiangxi Environmental Engineering Technical College, Ganzhou, Jiangxi 341700, China)

Abstract: 【Objective】The fern resources in Jiulianshan area of southern Jiangxi Province were investigated to provide basis for the protection and utilization of the plant resources. 【Method】Wild ferns in southern Jiangxi were investigated by route survey method, among which the suspected species were examined by morphological analysis and molecular biological methods. 【Result】*Deparia confluens* (Kunze) M.Kato, which is a new Chinese record of *Deparia* was found in Shixiashan, Longnan Town, Longnan City, Jiangxi Province. Phylogenetic analysis revealed its close relations to *D. biseriatis* (Baker) M.Kato, *D. pseudoconilii* (Seriz.) Seriz., and *D. dimorphophylla* (Koidzumi) M. Kato, but can be easily distinguished by its acicular and thick lamina, 15-30 pairs of lateral pinnae, pinnately lobed to pinnatifid, and 2 to 4 pairs of veinlets. According to the International Union for Conservation Nature Red List Categories and Criteria, it is temporarily assessed as near threatened species. Voucher specimens are stored in the Herbarium of Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences (KUN) and Lushan Botanical Garden Herbarium, Chinese Academy of Sciences (LBG). 【Conclusion】This new record is complementary to the distribution of *Deparia confluens* populations, and further enriches the fern resources and species diversity in China.

Key words: ferns; *Deparia confluens*; new record; China; conservation level

收稿日期:2024-08-27 修回日期:2024-09-25

基金项目:中央财政林业国家级自然保护区专项补助资金项目(2024 年度);江西省林业科技创新专项(创新专项 2022-2)。

通信作者:周志光(1986—),男,副教授。研究方向:动植物分类学。Email:993176243@qq.com。

对囊蕨属(*Deparia* Hook. & Grev.)是蹄盖蕨科(*Athyriaceae*)的一个大属,其分布中心在亚洲,但也见于非洲、大洋洲、北美洲东北部和太平洋南部岛屿,全球约有70种^[1-2]。近年来,许多新种或新杂交种陆续被发表^[3-4]。目前,该属包括假蹄盖蕨属(*Athyriopsis* Ching)、介蕨属(*Dryoathyrium* Ching)、蛾眉蕨属(*Lunathyrium* Koidz.)、网蕨属(*Dictyodroma* Ching)、*Neotriblemma* Nakaike、*Parathyrium* Holttum以及双盖蕨属(*Diplazium* Sw.)的部分种类^[2]。该属与蹄盖蕨科其他属的主要形态区别在于叶片具多细胞节毛,叶轴和羽轴近轴面有凹槽,但凹槽在叶轴和羽轴连接处不相通,染色体基数为 $x=40$ ^[5]。目前的研究支持其单系性和划分界限^[3-4]。基于分子生物学证据,Kuo et al^[2]将该属划分为5个组——*Dryoathyrium*、*Lunathyrium*、*Erectus*、*Dictyodroma*和*Deparia*,以及3个亚组——*Deparia*、*Caespites*和*Athyriopsis*。

赣南九连山地区位于南岭东部的核心地带,生物多样性极为丰富^[6],但植物资源的分布状况尚不完全清楚。为了进一步了解九连山地区的植物资源分布,本课题组曾多次在江西省龙南市开展蕨类资源调查。2022年7月,发现了一种形态特殊的对囊蕨属植物,该种群生长状况良好,孢子发育正常。起初认为其是本地产的钝羽假蹄盖蕨(*Deparia conilii*),但经过连续2年的野外监测,发现两者在形态上存在明显区别。这种蕨类叶片狭披针形且为厚草质,最下面一对羽片略伸长,裂片浅裂或半裂,顶部下侧的分离羽片有15对以上,裂片小脉二叉或单一;而钝羽假蹄盖蕨叶片披针形且为薄草质,最下面一对羽片略缩短,裂片深裂,侧生分离羽片一般少于15对,裂片小脉单一^[1]。为了进一步研究该蕨类物种的分类地位,提取了它们的叶绿体DNA进行测序和分析。

1 材料与方法

1.1 试剂及仪器

采用新型植物基因组DNA提取试剂盒(北京美吉桑格生物医药科技有限公司)提取DNA;使用Illumina MiSeqDx测序仪(中国因美纳科学器材有限公司)进行双端测序;使用Nikon D750单反相机(日本尼康株式会社)对形态进行拍摄记录;使用游标卡尺(江苏昆山市九星五金电器有限公司)进行

数量性状测量。

1.2 形态学观测

2022—2024年,对该蕨类物种进行了连续2年的监测和观察。在野外对它们进行了摄影,并测量了数量性状。此外,还与中国数字植物标本馆(Chinese Virtual Herbarium, CVH, <https://www.cvh.ac.cn/>)和全球生物多样性信息机构(Global Biodiversity Information Facility, GBIF, <https://www.gbif.org/>)提供的对囊蕨属植物的数字照片和标本照片进行了系统比较。

1.3 取样与DNA测序

从野外该蕨类种群中随机选择了一株植株,采集新鲜组织并放入硅胶中干燥保存。选取0.3g的干燥叶片,使用改良的CTAB法提取总DNA^[7]。叶绿体基因组测序服务由天津万相奇科技有限公司提供。使用Fastp软件处理测序获得的原始数据,去除过多的N序列和接头序列,输出约为1000M的clean data。使用getOrganelle v1.7.6.1组装clean data,并以中华蹄盖蕨(*Athyrium sinense*)作为参考序列,利用叶绿体基因组在线注释网站CPGAVAS2(<http://47.96.249.172/analyzer/home>)进行注释。最后,提取了叶绿体基因组编码序列*matK*、*rbcL*以及基因间隔区*trnL-F*和*rps16-matK*的数据^[8-9]。此外,从GenBank网站(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)下载了27种对囊蕨属植物和2种蹄盖蕨属(*Athyrium*)植物的*matK*、*rbcL*、*trnL-F*、*rps16-matK*的序列数据。表1列出了本研究使用的分类群及其GenBank登录号、产地、标本号和保存的标本馆信息^[10]。

1.4 系统发育树构建

使用MAFFT v7.017软件对获得的新序列和来自GenBank的序列进行比对^[11],随后使用Geneious 9.1.4软件对*matK*、*rbcL*、*trnL-F*和*rps16-matK*序列进行校正和组合^[12]。利用最大似然法(maximum likelihood, ML)和贝叶斯推理(Bayesian inference, BI)对上述4个序列的组合数据进行系统发育分析。采用IQ-TREE 1.6.12软件进行ML分析^[13],使用GTR+R6模型,并进行1000次超快自展分析(ultrafast bootstrap)^[14]。采用MrBayes v3.2.6软件进行BI^[15],基于马尔可夫链蒙特卡洛(Markov Chain Monte Carlo, MCMC)算法,使用GTR+I+G模型,设

置 4 条运行链,运行 106 代,每 1 000 代抽样1 次,最 后弃掉 25%的老化链^[14]。

表 1 分类群信息¹⁾

Table 1 Taxonomic information								
序号 Serial number	分类群 Taxon	产地 Country	标本馆 Herbarium	标本号 Specimen voucher	登录号			
					matK	rbcL	trnL-F	rps16-matK
1	<i>Deparia timetensis</i>	波里尼西亚 Polynesia	PTBG	Wood10048	KX656054	KX656080	KX656166	—
2	介蕨 <i>Deparia boryana</i>	法国 France	P	P02432539	KX656034	KX656064	KX656146	KX656089
3	假冷蕨 <i>Athyrium spinulosum</i>	韩国 Republic of Ko- rea	PE	CBNU2020- 0188	OQ992622(CPG)			
4	<i>Deparia cataracticola</i>	美国 America	PTBG	Wood12767	KX656035	—	KX656147	KX656090
5	<i>Deparia fenzliana</i>	美国 America	TAIF	Oppenheimer H20920	KX656040	—	KX656152	KX656101
6	<i>Deparia kaalaana</i>	美国 America	TNS	TNS1191621	KY296507	KY296516	KY296534	KY296525
7	二型叶对囊蕨 <i>Deparia dimorphophyllum</i>	日本 Japan	TNS	TNS764256	JN673828	AB574943	JN673870	KX656096
8	假蹄盖蕨 <i>Deparia japonica</i>	日本 Japan	TNS	TNS763869	JN673831	AB574945	JN673873	KX656107
9	中日假蹄盖蕨 <i>Deparia kiusiana</i>	日本 Japan	TNS	TNS764364	JN673832	AB574946	JN673874	KX656108
10	<i>Deparia</i> × <i>lobatocrenata</i>	日本 Japan	TAIF	Kuo3953	KY296508	KY296517	KY296535	KY296526
11	南谷假蹄盖蕨 <i>Deparia minamitanii</i>	日本 Japan	TNS	TNS774852	JN673847	AB574948	JN673889	KX656112
12	<i>Deparia petersenii</i> var. <i>yakusimensis</i>	日本 Japan	TAIF	Kuo1084	KY296510	KY296519	KY296537	KY296528
13	阔基假蹄盖蕨 <i>Depariapseudoco- nilii</i>	日本 Japan	TNS	TNS764016	JN673853	AB574952	JN673895	KX656121
14	<i>Deparia tenuifolia</i>	新西兰 New Zealand	WELT	Perrie6488	—	KJ400018	KJ400019	—
15	<i>Deparia biserialis</i>	马来西亚 Malaysia	KYO	Shinohara 0810501	JN673822	JN673931	JN673906	KX656087
16	多羽对囊蕨 <i>Deparia confluens</i>	印度尼西亚 Indonesia	栽培于越川植物园 Cultivated in Koshika wa botanical garden		JN673824	JN673932	JN673907	KX656092
17	<i>Deparia pete- rsenii</i> subsp. <i>deflexa</i>	印度尼西亚 Indonesia	TAIF	Wade1096	JN673846	JN673948	JN673888	KX656118
18	网蕨 <i>Deparia heterophlebia</i>	中国 China	TAIF	Liu9426	KX656045	KX656073	KX656157	KX656106
19	昆明假蹄盖蕨 <i>Deparia longipes</i>	中国 China	TAIF	Liu9352	KX656046	KX656074	KX656158	KX656130
20	墨脱峨眉蕨 <i>Deparia medogensis</i>	中国 China	TAIF	Liu9453	KX656048	KX656075	KX656160	KX656111

续表 1

序号 Serial number	分类群 Taxon	产地 Country	标本馆 Herbarium	标本号 Specimen voucher	登录号			
					<i>matK</i>	<i>rbcL</i>	<i>trnL-F</i>	<i>rps16-matK</i>
21	钝羽假蹄盖蕨 <i>Deparia conilii</i>	中国 China	TNS	TNS768165	JN673825	AB574941	JN673867	KX656093
22	全缘网蕨 <i>Deparia formosana</i>	中国 China	TAIF	Kuo2306	KX656041	KX656069	KX656153	KX656102
23	毛轴假蹄盖蕨 <i>Deparia petersenii</i>	中国 China	TAIF	Kuo1922	JN673852	JN673950	JN673894	KX656119
24	东北峨眉蕨 <i>Deparia pycnosora</i>	中国 China	TAIF	Lu14388	KX656051	KX656077	KX656163	KX656123
25	峨眉介蕨 <i>Deparia unifurcata</i>	中国 China	TAIF	Kuo2197	KX656055	KX656081	KX656167	KX656127
26	云南网蕨 <i>Deparia yunnanensis</i>	中国 China	TAIF	Kuo3283	KY296513	KY296522	KY296540	KY296531
27	峨眉假蹄盖蕨 <i>Deparia omeiensis</i>	中国 China	TAIF	Liu9671	JN673849	JN673949	JN673891	KX656114
28	海南网蕨 <i>Deparia hainanensis</i>	中国 China	PE	PE01385619	KX656044	KX656072	KX656156	KX656105
29	多羽对囊蕨 <i>Deparia confluens</i>	中国 China	KUN	LNSXS610		PQ424514(CPG)		
30	中华蹄盖蕨 <i>Athyrium sinense</i>	中国 China	PE	WR0324		KY427333(CPG)		

1) “-”表示该序列无法获取;“CPG”表示该序列为叶绿体全基因组。
“-” indicates unavailable sequence; “CPG” indicates this sequence was complete plastid genome.

2 结果与分析

2.1 系统发育分析

使用 4 个序列的组合数据集时,ML 和 BI 分析的系统发育树拓扑结构一致(图 1)。该蕨类物种与 *D.biserialis* 聚为一小支,二者所构成的分支再与阔基假蹄盖蕨 (*D.pseudoconilii*)、二型叶对囊蕨 (*D.dimorphophylla*) 以及 *D.confluens* 构成姐妹群 [贝叶斯后验概率 (Bayesian posterior probability, BIPP)= 0.96, 超快自展支持率 (ultrafast bootstrap value, UFBoot)= 87%]。

2.2 形态学分析

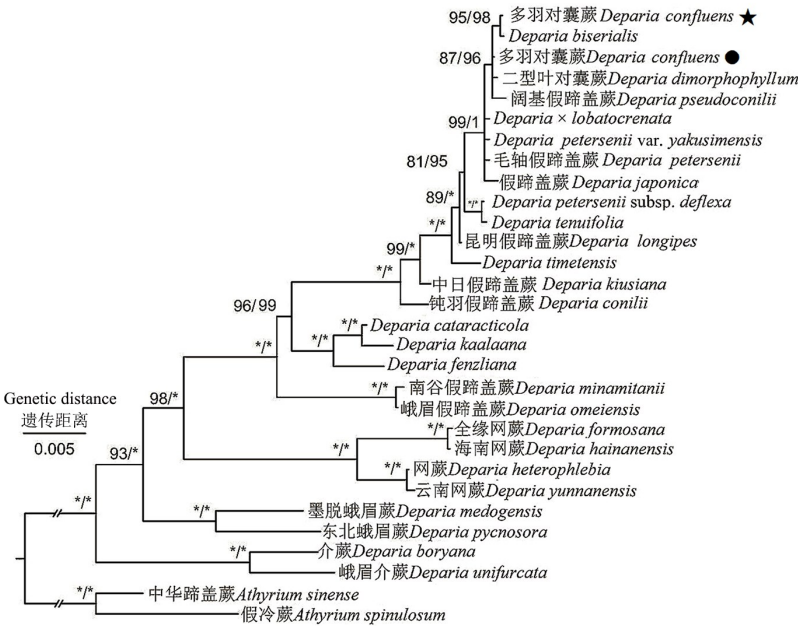
在对 4 个序列组合的数据集进行分析时,发现该蕨类物种与产于印度尼西亚的 *D.confluens* 存在 1 个碱基的差异。通过查阅文献和对比相关近缘种的模式标本照片(图 2),发现该蕨类物种在形态特

征上与 *D.confluens* 更为接近,与主要分布于马来西亚婆罗洲的 *D.biserialis* 相比,两者存在显著区别。具体而言,该蕨类物种的叶片呈狭披针形,羽片浅裂至半裂;而 *D.biserialis* 的叶片则为披针形至阔披针形,羽片较前者更为细长且分裂度更深。综合形态特征与分子生物学证据,确认该蕨类物种为 *D.confluens*。*D.confluens* 的模式产地为菲律宾,根据世界植物在线网站(<http://www.plants of the world online.org/>)的统计数据,该种主要分布于印度尼西亚、日本、马来西亚和菲律宾等亚洲热带或亚热带地区,此次通过调查、研究,将该种列为中国新记录种。

D.confluens 与钝羽假蹄盖蕨处于不同的分支,遗传距离较远,而与阔基假蹄盖蕨和二型叶对囊蕨的亲缘关系相对较近(图 1)。*D.confluens* 的侧生分离羽片 15~30 对,羽状浅裂至半裂,裂片上的小脉

2~4 对,叶片宽度为 6.0~12.0 cm。阔基假蹄盖蕨的侧生分离羽片 7~10 对,羽状深裂,裂片上的小脉 4~6 对;而二型叶对囊蕨的侧生分离羽片少于 8

对,裂片上的小脉多达 11 对,叶片宽度可达 28.0 cm。因此,*D.confluens* 与这两种蕨类的形态特征差异显著,易于区分^[1,16]。



“/”左、右两侧的数值分别表示快速自展支持率 (ultrafast bootstrap, UFBoot) 和贝叶斯后验概率 (Bayesian posterior probability, BIPP); “*”表示 UFBoot 值为 100%或 BIPP 值为 1.00; “●”代表印度尼西亚产的“*D.confluens*”, “★”代表本课题组发现的“*D.confluens*”。 The data on the left and right of “/” represent ultrafast bootstrap value (UFBoot) and Bayesian posterior probability (BIPP), respectively; “*” represents that the UFBoot value is 100% or the BIPP value is 1.00; “●” represents *D.confluens* distributed in Malaysia, and “★” represents *D.confluens* discovered by this research group.

图 1 基于最大似然法和贝叶斯推理法构建的系统发育树

Fig.1 Phylogenetic tree based on maximum likelihood method and Bayesian inference method



图片来源于 GBIF 网站(<https://www.gbif.org/occurrence/download>)。 Image from GBIF website(<https://www.gbif.org/occurrence/download>)。

图 2 *D.biserialis* (A) 和多羽对囊蕨(B) 的模式标本

Fig.2 Specimens of *D.biserialis* (A) and *D.confluens* (B)

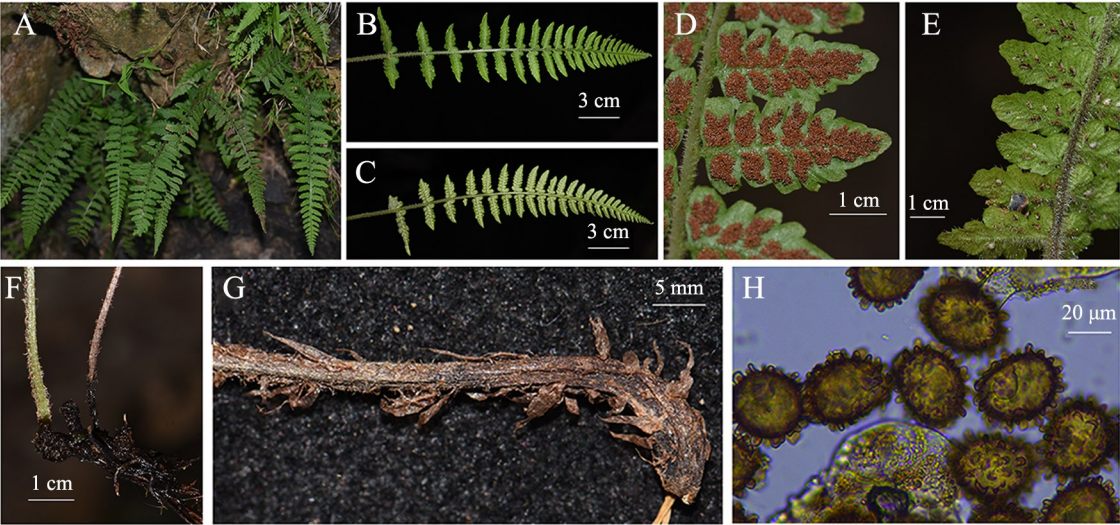
3 分类处理与保护等级评估

3.1 分类处理

多羽对囊蕨 *Deparia confluens* (Kunze) M.Kato (新拟)(图3)

J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect. 3, Bot. 13: 413 (1984). *Asplenium confluens* Kunze in Bot. Zeitung (Berlin) 6: 174 (1848). *Asplenium brachypodum* Baker in W.J.Hooker & J.G.Baker, Syn. Fil., ed. 2: 490 (1874). *Asplenium grammitoides* (C.Presl) Hook. in Hooker's Icon. Pl. 6: t. 913 (1854). *Asplenium pusillum* Blume in Enum. Pl. Javae 2: 183 (1828). *Athyriopsis grammitoides* (C.Presl) Ching in Acta Phytotax. Sin. 9: 66 (1964). *Athyrium grammitoides* (C.Presl)

Milde in Bot. Zeitung (Berlin) 28: 353 (1870). *Athyrium nanum* Christ in Philipp. J. Sci., C 2: 161 (1907). *Athyrium pusillum* (Blume) Alderw. in Bull. Dép. Agric. Indes Néerl. 21: 5 (1908). *Deparia petersenii* f. *grammitoides* (C.Presl) Nakaike in J. Nippon Fernist Club 3 (Suppl. 2): 61 (2004). *Diplazium brachypodum* (Baker) C. Chr. in Index Filic.: 228 (1905). *Diplazium grammitoides* C. Presl in Abh. Königl. Böhm. Ges. Wiss., ser. 5, 6: 84 (1851). *Lunathyrium grammitoides* (C.Presl) H.Ohba in Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., Ser. 4, Biol. 36: 114 (1971). *Tarachia pusilla* (Blume) C.Presl in Abh. Königl. Böhm. Ges. Wiss., ser. 5, 6: 260 (1851).



A.植株;B.叶片正面;C.叶片反面;D.孢子囊群;E.叶片上的节毛;F.根状茎;G.叶柄基部的鳞片;H.孢子放大。

A.Plant; B.Adaxial surface of leaf blades; C.Abaxial surface of leaf blades; D.Sori; E.Nodose hairs of leaf blades; F.Rizomes; G.Scales at petiole base; H.Spores amplified.

图3 多羽对囊蕨的形态特征

Fig.3 Morphological characteristics of *D.confluens*

该蕨类植物为夏绿植物,其根状茎细长,横走,直径为1.0~2.0 mm,呈黑褐色。根状茎先端疏被棕褐色的膜质鳞片,鳞片呈卵状披针形或长圆状披针形,长约5.0 mm,宽约2.0 mm,边缘全缘。叶片近生,叶柄长6.0~15.0 cm,腹面有纵沟,基部黑褐色,直径为2.0~3.0 mm,向上渐变为淡绿禾秆色或黑褐色,表面疏生长节毛和易脱落的长圆状披针形鳞片。叶片狭披针形,长15.0~30.0 cm,下部宽6.0~12.0 cm,先端渐尖,基部较宽,呈一回羽状,叶轴和羽轴的腹面有浅纵沟。狭缩部位以下的羽片数量为15~30对,下面几对羽片疏离,向上逐渐靠近,呈矩圆形至长披针形,先端钝圆、急尖或短渐

尖,基部不对称,上侧略呈耳状突起,与叶轴平行,下侧圆楔形,几乎无柄或具极短的柄,羽状特征为浅裂至半裂。基部一对羽片对生或近对生,通常略伸长,长2.5~5.0 cm,中部宽1.0~1.8 cm,呈平展或反折状态。第二对及以上的羽片则近对生或互生,平展至斜展,长度和宽度均逐渐减小,长2.0~4.5 cm,中部宽1.0~1.8 cm。基部一对羽片的裂片数量为5~12对,第二对及以上羽片的裂片数量为3~10对,裂片呈矩圆形或长方形,全缘,略向上斜展,先端平截、钝圆或有圆齿,基部上侧一裂片较大。叶脉为羽状,小脉单一或二叉,在侧生羽片的裂片上可见2~4对。叶片厚草质,两面沿叶轴、羽

轴、主脉及小脉疏生长节毛,远轴面沿叶轴、羽轴、主脉及小脉疏被浅褐色披针形小鳞片,脉间无毛。孢子囊群线形,位于侧生羽片的裂片上,通常为 1~4 对,单生或在基部上出一脉双生,位于侧脉中下部,接近主脉,成熟时常常布满裂片的下方。囊群盖呈白色或褐色,膜质,边缘通常呈啮蚀状,向内侧开放。引证标本:中国江西省龙南市龙南镇石峡山(Shixiashan, Longnan Town, Longnan City, Jiangxi Province, China), 2024-06-10, 徐国良 LNSXS20240610(KUN), 生于河边岩石上,海拔 250 m;同地,2024-06-20,徐国良 LNSXS20240620(LBG)。

3.2 保护等级评估

在江西省龙南市龙南镇石峡山水源保护区发现了 1 个居群,该居群有约 100 株成熟个体,幼苗较多,散布在约 500 m² 的范围内。考虑到该物种的生境暂时受到水源保护管理机构保护,且成熟个体和幼苗数量较多,根据世界自然保护联盟(In-

ternational Union for Conservation of Nature, IUCN) 的红色名录类别和标准,暂时将其评估为近危(near threat, NT)^[17]。

4 讨论与结论

Ebihara et al^[2]研究表明,*D.confluens* 的根状茎细长横走,羽片中靠近叶轴的裂片呈耳状,羽轴上具有多细胞长节毛,应该归入 *Deparia* 组中的 *Athyriopsis* 亚组。为了更好地对比多羽对囊蕨和对囊蕨属其他植物的形态特征,列出了江西省分布的对囊蕨属植物检索表(表 2)^[1,16]。根据世界植物在线网站(<http://www.plants of the world online.org/>)的统计数据,*Deparia biserialis* 仅分布于马来西亚婆罗洲,而多羽对囊蕨分布于东南亚的多个国家和地区,这表明多羽对囊蕨对生境的适应能力比 *Deparia biserialis* 更强。综合分子生物学和形态学证据,该种群可以明显与其他近缘种相区分。

表 2 江西省对囊蕨属植物检索表

Table 2 The key of *Deparia* plants in Jiangxi Province

1.单叶	2
羽状复叶	3
2.叶片全缘或略反卷	单叶双盖蕨 <i>D.lancea</i>
叶片羽状深裂	羽裂叶对囊蕨 <i>D.tomitaroana</i>
3.二回羽状复叶,孢子囊群马蹄形或近圆形	4
一回羽状复叶,孢子囊群线形或短线形	5
4.叶厚草质,小羽片基部近方形,羽裂深达 1/2	华中介蕨 <i>D.okuboana</i>
叶薄草质,小羽片基部阔楔形,羽裂深达 2/3 以上	绿叶介蕨 <i>D.viridifrons</i>
5.叶片矩圆形至矩圆状阔披形	6
叶片披针形至狭披形	7
6.羽片上面仅沿羽轴被短节毛,下面沿羽轴及裂片主脉疏生节状柔毛	假蹄盖蕨 <i>D.japonica</i>
叶两面通常密被卷曲的节毛	毛轴假蹄盖蕨 <i>D.petersenii</i>
7.叶厚草质,狭披针形,侧生分离羽片 15~30 对,基部一对羽片浅裂或半裂	多羽对囊蕨 <i>D.confluens</i>
叶薄草质,披针形或狭披针形,侧生分离羽片 12~15 对,基部一对羽片深裂	钝羽假蹄盖蕨 <i>D.conilii</i>

相对于种子植物,蕨类植物缺少花果等形态性状较为稳定的生殖器官,因此仅靠形态进行鉴定更加困难。对于形态难以区分的大属,借助分子生物学证据是一种较为可靠的鉴定方法。多羽对囊蕨的发现,补充了其种群分布范围,进一步丰富了中国蕨类植物的资源和物种多样性。该种的种群分布状况及形态性状的变异范围尚需进一步研究。近年来,许多对囊蕨属植物新物种不断被发现^[18-20],但该属部分物种的分类界限尚不完全清晰,中国对囊蕨属植物的分类学修订工作仍需进一步开展。

参考文献(References)

[1] WU Z Y, RAVEN P H, HONG D Y. Flora of China: volume 2-3[M]. Beijing & St. Louis: Science Press & Missouri Botanical Garden Press, 2013:418-430.

[2] KUO L Y, EBIHARA A, HSU T C, et al. Infrageneric revision of the fern genus *Deparia* (Athyriaceae, Aspleniineae, Polypodiales)[J]. Systematic Botany, 2018,43(3): 645-655. DOI: 10.1600/036364418x697364.

[3] WARDANI W, JAENUDIN J, APANDI I, et al. A new species of *Deparia* from New Guinea[J]. Reinwardtia, 2021,20(2):57-61. DOI: 10.14203/reinwardtia.v20i2.

- 4231.
- [4] HORI K. *Deparia* × *nanakuraensis* K.Hori (Athyriaceae), a new hybrid pteridophyte from Japan [J]. *PhytoKeys*, 2020, 165: 69–84. DOI: 10.3897/phytokeys.165.57837.
- [5] ROTHFELS C J, SUNDUEM A, KUO L Y, et al. A revised family-level classification for eupolypod II ferns (Polypodiidae: Polypodiales) [J]. *Taxon*, 2012, 61 (3): 515–533. DOI: 10.1002/tax.613003.
- [6] 刘信中, 肖忠优, 马建华. 江西九连山自然保护区科学考察与森林生态系统研究 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2002.
- LIU X Z, XIAO Z Y, MA J H. Scientific investigation and forest ecosystem study in Jiulianshan Nature Reserve, Jiangxi Province [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2002.
- [7] DOYLE J J, DOYLE J L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue [J]. *Phytochemical Bulletin*, 1987, 19 (1): 11–15.
- [8] 颜成敏, 郑伟, 徐晓丹. 基于叶绿体全基因组的云南樱花品种‘红霞’的种系分析 [J]. *广西植物*, 2023, 43 (5): 972–979. DOI: 10.11931/guihaia.gxzw202204025.
- YAN C M, ZHENG W, XU X D. Phylogenetic analysis of Yunnan flowering cheery cultivar *Cerasus* ‘Hongxia’ based on chloroplast genome [J]. *Guihaia*, 2023, 43 (5): 972–979. DOI: 10.11931/guihaia.gxzw202204025.
- [9] SMISSEN R D, BREITWIESER I, WARD J M. Phylogenetic implications of trans-specific chloroplast DNA sequence polymorphism in New Zealand Gnaphalieae (Asteraceae) [J]. *Plant Systematics and Evolution*, 2004, 249 (1): 37–53. DOI: 10.1007/s00606-004-0209-0.
- [10] KUO L Y, EBIHARA A, KATO M, et al. Morphological characterization of infra-generic lineages in *Deparia* (Athyriaceae: Polypodiales) [J]. *Cladistics*, 2018, 34 (1): 78–92. DOI: 10.1111/cla.12192.
- [11] KATO H K, MISAWA K, KUMA K I, et al. MAFFT: a novel method for rapid multiple sequence alignment based on fast Fourier transform [J]. *Nucleic Acids Research*, 2002, 30 (14): 3059–3066. DOI: 10.1093/nar/gk436.
- [12] KEARSE M, MOIR R, WILSON A, et al. Geneious basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data [J]. *Bioinformatics*, 2012, 28 (12): 1647–1649. DOI: 10.1093/bioinformatics/bts199.
- [13] NGUYEN L T, SCHMIDT H A, VON HAESELER A, et al. IQ-TREE: a fast and effective stochastic algorithm for estimating maximum-likelihood phylogenies [J]. *Molecular Biology and Evolution*, 2015, 32 (1): 268–274. DOI: 10.1093/molbev/msu300.
- [14] XU G L, LIANG L F, CHEN D Y, et al. *Primulina jiulianshanensis*, a new species of Gesneriaceae from Jiangxi Province, China [J]. *PhytoKeys*, 2023, 226: 1–16. DOI: 10.3897/phytokeys.226.96351.
- [15] RONQUIST F, TESLENKO M, VAN DER MARK P, et al. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space [J]. *Systematic Biology*, 2012, 61 (3): 539–542. DOI: 10.1093/sysbio/sys029.
- [16] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志 (第3卷第2册) [M]. 北京: 科学出版社, 1999: 275–485.
- Editorial Committee of Flora Reipublicae Popularis Sinicae, Chinese Academy of Sciences. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae*, Vol. 3 (2) [M]. Beijing: Science Press, 1999: 275–485.
- [17] IUCN. The IUCN red list of threatened species [EB/OL]. (2022-02-15) [2024-06-01]. <http://www.iucnredlist.org>.
- [18] 韦宏金, 陈彬. 中国蹄盖蕨科一新记录植物——光叶对囊蕨 [J]. *西北植物学报*, 2018, 38 (4): 780–784. DOI: 10.7606/j.issn.1000-4025.2018.04.0780.
- WEI H J, CHEN B. *Deparia otomasui* (Athyriaceae), a new record to China [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2018, 38 (4): 780–784. DOI: 10.7606/j.issn.1000-4025.2018.04.0780.
- [19] 李晓娟, 李建秀. 山东对囊蕨属 (蹄盖蕨科) 植物孢粉学研究及其在分类上的意义 [J]. *植物研究*, 2019, 39 (5): 641–646. DOI: 10.7525/j.issn.1673-5102.2019.05.001.
- LI X J, LI J X. Palynology of *Deparia* (Athyriaceae) from Shandong and its significance in classification [J]. *Bulletin of Botanical Research*, 2019, 39 (5): 641–646. DOI: 10.7525/j.issn.1673-5102.2019.05.001.
- [20] 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. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2020.05.10.
- WEI Z Y, GU Y F, XIA Z Q, et al. Six newly recorded species of lycophytes and ferns distributed in Jiangxi Province [J]. *Journal of Plant Resources and Environment*, 2020, 29 (5): 78–80. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2020.05.10.