

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201612041

引文格式: 洪桦枫, 常艳芬. 膜叶铁角蕨属的形态系统学研究 [J]. 广西植物, 2017, 37(10) : 1290–1300

HONG HF, CHANG YF. Morphology study of *Hymenasplenium* [J]. *Guihaia*, 2017, 37(10) : 1290–1300

膜叶铁角蕨属的形态系统学研究

洪桦枫^{1 2}, 常艳芬^{1*}

(1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303; 2. 普洱学院 生物与化学学院, 云南 普洱 665000)

摘 要: 膜叶铁角蕨属隶属于铁角蕨科, 全世界约有 30 种, 我国分布有 18 种, 是该属植物的分布中心之一。到目前为止, 膜叶铁角蕨属的物种数目和物种分类还存在很大争议, 一些物种的界限和定义还模糊不清, 为了得到一个自然的膜叶铁角蕨属分类系统, 还需要对膜叶铁角蕨属的物种分类做进一步研究。该文在前人研究的基础上, 对膜叶铁角蕨属 10 种植物的形态特征, 包括孢子形态特征、叶柄和根状茎上的鳞片形态特征、叶片形态、羽片形状以及叶脉特征等进行详细观察分析, 探讨了各个形态特征间的关系以及膜叶铁角蕨属植物的物种分类。结果表明: 膜叶铁角蕨属植物的叶片及羽片等形态特征存在很大区别, 叶柄和根状茎上的鳞片以及孢子形态的种间差异虽然不大, 但其在大小、形状、颜色等方面的细微差别仍可作为部分种类的鉴定依据。该研究结果为膜叶铁角蕨属植物的物种分类及进一步研究提供了重要依据。

关键词: 膜叶铁角蕨属, 形态学, 物种多样性

中图分类号: Q949 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2017) 10-1290-11

Morphology study of *Hymenasplenium*

HONG Hua-Feng^{1 2}, CHANG Yan-Fen^{1*}

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, Yunnan, China;

2. College of Biological and Chemical Engineering, Pu'er University, Pu'er 665000, Yunnan, China)

Abstract: *Hymenasplenium* belongs to the fern family Aspleniaceae, which comprises about 800 species, and it has approximately 30 species widely distributed in East and Southeast Asia and tropical America. Hybrids and intraspecific polyploidy are frequently found in *Hymenasplenium*. Like revealed in *Asplenium*, another genus comprises over 700 species in Aspleniaceae, hybridization and polyploidization might be key evolutionary processes in *Hymenasplenium*. Consequences of these processes are species with complex evolutionary history and their taxonomic problems difficult to be resolved. So far, boundaries for several species in *Hymenasplenium* still remain unclear. Species numbers and taxonomy for this group of plants still need further study. In order to establish a natural classification for *Hymenasplenium*, traditional taxonomy researches are needed. In this study, morphological characteristics of *Hymenasplenium* were studied in order to explore the taxonomy and species relationship within this group. The spore morphology, shape of the pinna, scales on the

收稿日期: 2017-06-23 修回日期: 2017-07-12

基金项目: 国家自然科学基金(31500171); 生物标本馆经典分类学青年人才项目(ZSBR-008) [Supported by the National Natural Science Foundation of China(31500171); Special Funds for the Young Scholars of Taxonomy of the Chinese Academy of Sciences(ZSBR-008)]。

作者简介: 洪桦枫(1994-), 女(白族), 云南大理市人, 主要从事植物与生物科学研究 (E-mail) 1132982460@qq.com。

* 通信作者: 常艳芬, 博士, 主要从事蕨类植物物种分类与进化研究 (E-mail) cyf@xtbg.org.cn。

petioles and rhizomes, and the characteristics of the frond veins of ten species of *Hymenasplenium* were investigated in detail. The results showed that the morphology of fronds and pinnae were valuable characters to distinguish some species such as *H. excisum*, *H. cheilosorum* and species among *H. retusulum* group. However, spore and scale were similar among species in *Hymenasplenium* and only slightly differed among *H. murakami-hatanakae*, *H. hondoense*, *H. apogamum* and *H. cheilosorum*. The results indicate that morphological characteristics are important for recognizing species in this genus. However, more evidence should be taken into account in order to revising taxonomy of *Hymenasplenium*. This study provide evidence for further research of taxonomy and species diversity of *Hymenasplenium*.

Key words: *Hymenasplenium*, morphology, species diversity

膜叶铁角蕨属(*Hymenasplenium*)是蕨类植物铁角蕨科(Aspleniaceae)中除了铁角蕨属(*Asplenium*)外唯一的一个属(Murakami & Schaal, 1994; Murakami, 1995)不同于铁角蕨属庞大的分类群。膜叶铁角蕨属约有30种,我国分布有18种,是该属植物的分布中心之一。膜叶铁角蕨属植物在中国植物志(吴兆洪, 1999)中被划分在铁角蕨属铁角蕨组(sect. *Asplenium*)的半边羽系(*Asplenium* ser. *Unilateralia*)中,然而,该半边羽系中除了膜叶铁角蕨属植物,还包含了铁角蕨属的其他物种,如倒挂铁角蕨(*A. normale*)、庐山铁角蕨(*A. gulingense*)和蒙自铁角蕨(*A. trapezoideum*)等(吴兆洪, 1989a, b)。目前认为膜叶铁角蕨属植物共有18种,包括阿里山膜叶铁角蕨(*Hymenaspleium adiantifrons*)、无配膜叶铁角蕨(*H. apogamum*)、细辛膜叶铁角蕨(*H. cardiophyllum*)、贡山膜叶铁角蕨(*H. changputungense*)和齿果膜叶铁角蕨(*H. cheilosorum*)等(Lin & Viane, 2012)。

目前,对膜叶铁角蕨属植物还缺乏详细的研究,属下物种分类与物种之间的关系还有待探讨。秦仁昌(1965)最早对半边铁角蕨及相关一些混淆种的分类进行了研究,并成立了贡山膜叶铁角蕨、绒毛膜叶铁角蕨(*Hymenaspleium furfuraceum*)、阔齿膜叶铁角蕨(*H. latidens*)、无量山膜叶铁角蕨(*H. wuliangshanense*)、天全膜叶铁角蕨(*H. szechuanense*)、微凹膜叶铁角蕨(*H. retusulum*)和镇康膜叶铁角蕨(*H. quercicola*)等7种。Murakami(1995)对上述这些类群进行了分子系统学研究,结果显示秦仁昌(1965)成立的7个物种及荫湿膜叶铁角蕨(*H. obliquissimum*)为并系类群,上述这些类群在其分子系统学研究中只能被划分为3个类群,但Murakami(1995)在研究这些类群时并未提供形态依据,也未对得出的3个类群进行进一步的分类处理。

膜叶铁角蕨属中另一个存疑类群为半边铁角蕨类群, *Flora of China* 中把半边铁角蕨(*Asplenium unilaterale*)类群分为3种,即无配膜叶铁角蕨、东亚膜叶铁角蕨(*Hymenasplenium hondoense*)和单边膜叶铁角蕨(*H. obliquissimum*),认为半边铁角蕨并不产于中国。可见,膜叶铁角蕨属植物的物种分类还存在很大争议,为了得到一个自然的膜叶铁角蕨属的分类系统,还需要对膜叶铁角蕨属的物种分类做进一步详细的研究。

本研究在前人的研究基础上,对膜叶铁角蕨属植物的形态特征展开详细的研究,分析对该属植物有分类意义的形态特征,为膜叶铁角蕨属植物的物种分类和进一步研究提供资料。

1 材料与方法

1.1 材料

本研究实验及观察所用膜叶铁角蕨属植物材料均采自野外,大部分物种采自其模式产地。凭证标本保存于中国科学院西双版纳热带植物园标本馆,研究类群的产地、模式标本产地、采集地和采集号等资料见表1。

1.2 方法

采用常规的形态学研究方法先对采集的膜叶铁角蕨属植物标本进行观察;然后应用扫描电子显微镜及超景深三维立体显微镜等观察其孢子和鳞片等微观形态特征;最后分析膜叶铁角蕨属植物的物种多样性和分类特征。

2 观察结果

2.1 孢子形态

利用超景深三维立体显微镜和扫描电子显微

表 1 膜叶铁角蕨属植物资料
Table 1 Materials of *Hymenasplenium*

分类群 Taxon	产地 Origin	模式标本产地 Type locality	采集地 Location	采集号 Collection number
微凹膜叶铁角蕨 <i>H. retusulum</i>	中国云南东南部 Southeast Yunnan , China	中国云南文山 Wenshan , Yunnan , China	中国云南绿春 Lüchun , Yunnan , China	Chang 1018、1021、1029
无量山膜叶铁角蕨 <i>H. wuliangshanense</i>	中国云南西部 West Yunnan , China	中国云南景东 Jingdong , Yunnan , China	中国云南景东 Jingdong , Yunnan , China	Chang 1098、1099、1102、1104
镇康膜叶铁角蕨 <i>H. quercicola</i>	中国云南西南部 Southwest Yunnan , China	中国云南永德 Yongde , Yunnan , China	中国云南永德 Yongde , Yunnan , China	Chang 1064
贡山膜叶铁角蕨 <i>H. changputungense</i>	中国云南西北部 Northwest Yunnan , China	中国云南贡山 Gongshan , Yunnan , China	中国云南贡山 Gongshan ,Yunnan , China	Chang 1072
阔齿膜叶铁角蕨 <i>H. latidens</i>	中国云南东南部 Southeast Yunnan , China	中国云南文山 Wenshan , Yunnan , China	中国云南金平 Jinping , Yunnan , China	Chang 1108
荫湿膜叶铁角蕨 <i>H. obliquissimum</i>	中国南部、日本南部及印度北部 South China , South Japan and North India	印度北部 Northern India	中国云南南部 South Yunnan , China	Chang 990、1073、1101
齿果膜叶铁角蕨 <i>H. cheilosorum</i>	中国东南部 Southeast China	斯里兰卡 Sri Lanka	中国云南南部 South Yunnan , China	Chang 994、1030
切边膜叶铁角蕨 <i>H. excisum</i>	中国东南部 Southeast China	菲律宾吕宋岛 Luzon , Philippines	中国云南南部 South Yunnan , China	Chang 992、1045
绿杆膜叶铁角蕨 <i>H. obscurum</i>	中国东南部 Southeast China	印度尼西亚爪哇岛 Java , Indonesia	中国云南南部 South Yunnan , China	Chang 1010、1047
无配膜叶铁角蕨 <i>H. apogamum</i>	热带亚洲 Tropical Asia	日本 Japan	中国云南南部 South Yunnan , China	Chang 1039、1040、1043、 1062、1082

镜观察了膜叶铁角蕨属植物的微凹膜叶铁角蕨、无量山膜叶铁角蕨、镇康膜叶铁角蕨、贡山膜叶铁角蕨、阔齿膜叶铁角蕨、荫湿膜叶铁角蕨、齿果膜叶铁角蕨、切边膜叶铁角蕨(*Hymenasplenium excisum*)、绿杆膜叶铁角蕨(*H. obscurum*)和无配膜叶铁角蕨的孢子形态的赤道面。结果显示该膜叶铁角蕨属植物的孢子形态表面纹饰均为具流苏的翅状,但是物种之间可以区别。

2.1.1 微凹膜叶铁角蕨 微凹膜叶铁角蕨植物的孢子为椭圆形,表面纹饰为具流苏的翅状,翅状大小较均匀(图 1: 1)。外壁隆起的褶皱翅状的脊常弯曲连成网状,网眼部位常有凹陷。

2.1.2 无量山膜叶铁角蕨 无量山膜叶铁角蕨植物的孢子为椭圆形,表面纹饰为具流苏的翅状,翅状上有许多小刺(图 1: 2)。孢子外形较圆滑,尾部脊上的小刺较多,脊常弯曲连成网状,网眼部位常有凹陷。

2.1.3 镇康膜叶铁角蕨 镇康膜叶铁角蕨植物的孢子为椭圆形,表面纹饰为具流苏的翅状(图 1: 3)。外壁隆起的褶皱翅状的脊常弯曲连成网状,网眼部位常有凹陷,凹陷较大且较多,翅状脊较少且较光滑,翅状上的小刺较少。

2.1.4 贡山膜叶铁角蕨 贡山膜叶铁角蕨植物的孢子为椭圆形,表面纹饰为具流苏的翅状(图 1: 4)。外壁隆起的褶皱翅状的脊常弯曲连成网状,网眼部位常有凹陷,凹陷大且多,翅状上的小刺也较多,翅状上的小刺联合成网状。

2.1.5 阔齿膜叶铁角蕨 阔齿膜叶铁角蕨植物的孢子像肾形,表面纹饰为具流苏的翅状(图 1: 5)。外壁隆起的褶皱翅状的脊常弯曲连成网状,网眼部位常有凹陷,凹陷中有许多小刺。

2.1.6 荫湿膜叶铁角蕨 荫湿膜叶铁角蕨植物的孢子和微凹铁角蕨类群植物的孢子较相似,孢子为椭圆形,表面纹饰为具流苏的翅状(图 1: 6)。外壁隆

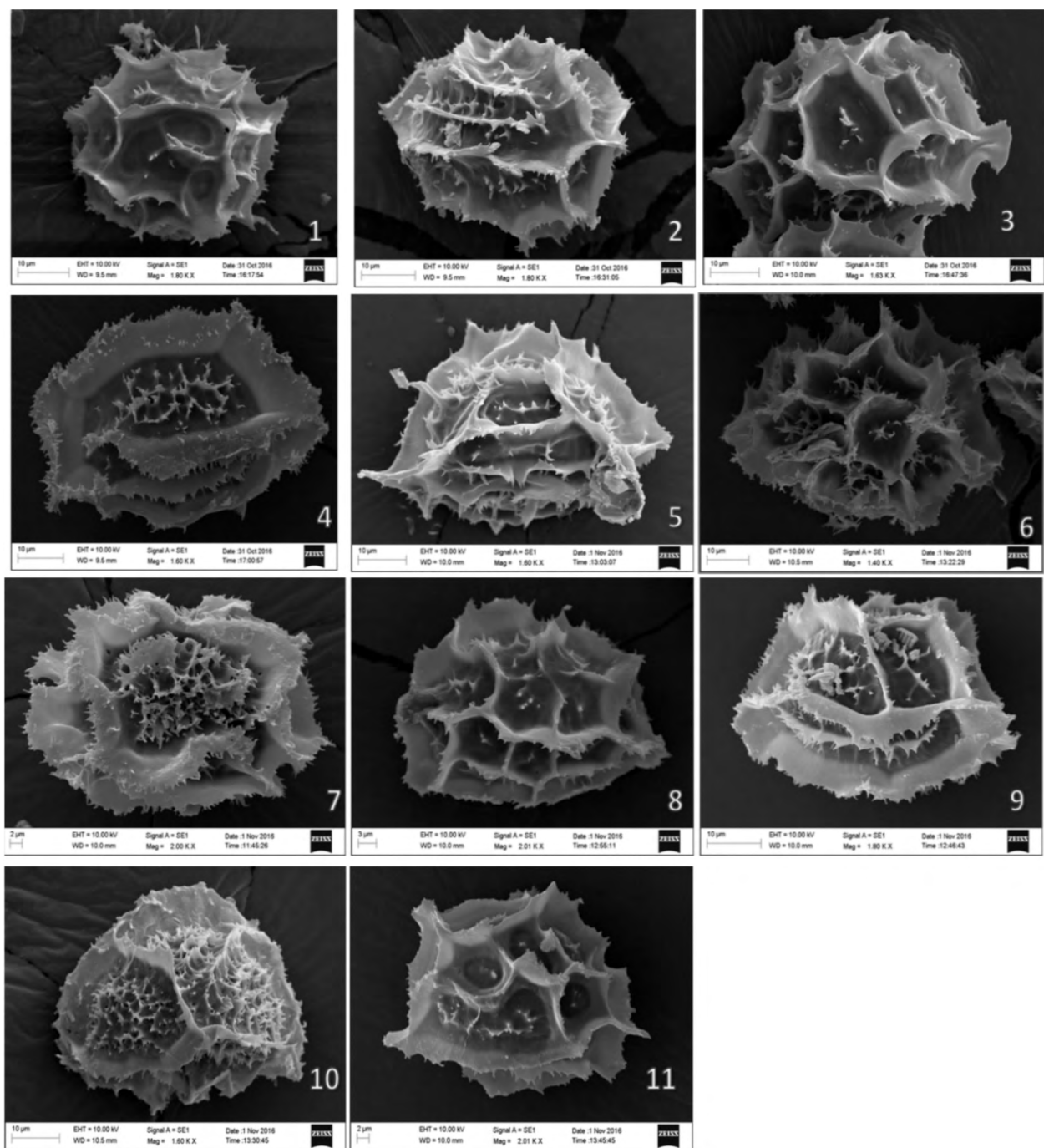


图 1 膜叶铁角蕨属植物孢子扫描电子显微镜照片 1. 微凹膜叶铁角蕨; 2. 无量山膜叶铁角蕨; 3. 镇康膜叶铁角蕨; 4. 贡山膜叶铁角蕨; 5. 阔齿膜叶铁角蕨; 6. 荫湿膜叶铁角蕨; 7. 齿果膜叶铁角蕨; 8. 切边膜叶铁角蕨; 9. 绿杆膜叶铁角蕨; 10-11. 无配膜叶铁角蕨。比例尺: 1、2、3、4、5、6、9、10 为 10 μm 7、11 为 2 μm 8 为 3 μm 。

Fig. 1 Spores of *Hymenasplenium* under SEM 1. *H. retusulum*; 2. *H. wuliangshanense*; 3. *H. quercicola*; 4. *H. changputungense*; 5. *H. latidens*; 6. *H. obliquissimum*; 7. *H. cheilosorum*; 8. *H. excisum*; 9. *H. obscurum*; 10-11. *H. apogamum*.

Bars: 10 μm for 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 and 10, 2 μm for 7 and 11, 3 μm for 8.

起的褶皱翅状的脊常弯曲连成网状,网眼部位常有凹陷,凹陷较均匀,凹陷中的小刺也比微凹膜叶铁

角蕨孢子的小刺多。

2.1.7 齿果膜叶铁角蕨 齿果膜叶铁角蕨植物的孢

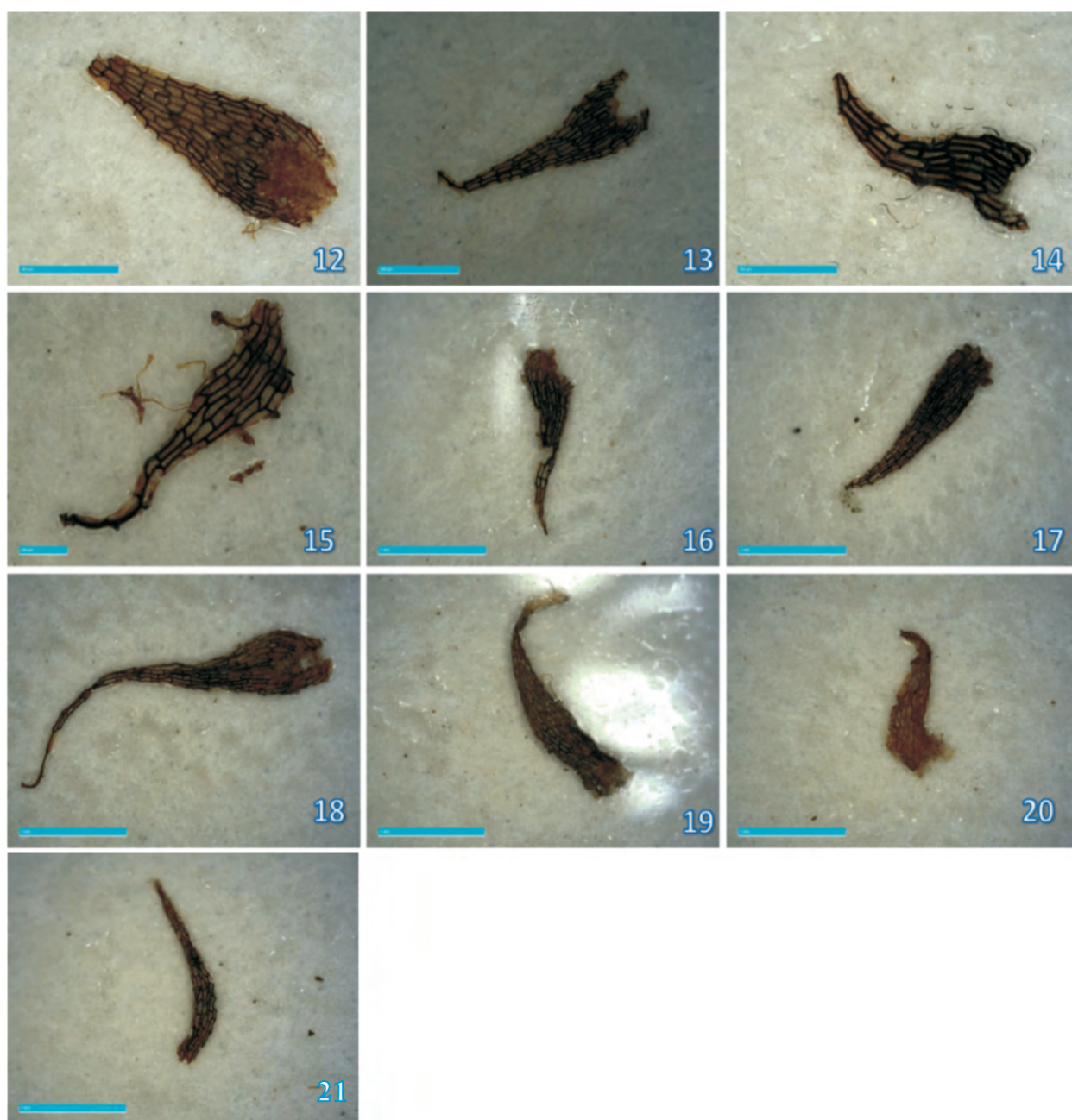


图 2 膜叶铁角蕨属植物鳞片超景深三维立体显微镜照片 12. 微凹膜叶铁角蕨; 13. 无量山膜叶铁角蕨;
14. 镇康膜叶铁角蕨; 15. 贡山膜叶铁角蕨; 16. 阔齿膜叶铁角蕨; 17. 荫湿膜叶铁角蕨; 18. 齿果膜叶铁角蕨;
19. 切边膜叶铁角蕨; 20. 绿杆膜叶铁角蕨; 21. 无配膜叶铁角蕨。比例尺: 15 为 200 μm , 其余均为 1 mm。
Fig. 2 Photographs of scale of *Hymenasplenium* under 3D SDM 12. *H. retusulum*; 13. *H. wuliangshanense*;
14. *H. quercicola*; 15. *H. changputungense*; 16. *H. latidens*; 17. *H. obliquissimum*; 18. *H. cheilosorum*; 19. *H. excisum*;
20. *H. obscurum*; 21. *H. apogamum*. Bars: 200 μm for 15, 1 mm for the others.

子为椭圆形, 表面纹饰为具流苏的翅状(图 1: 7)。外壁隆起的褶皱翅状的脊常弯曲连成网状, 网眼部位常有凹陷, 凹陷较多, 翅上面的小刺明显且较多, 流苏刺更长。

2.1.8 切边膜叶铁角蕨 切边膜叶铁角蕨植物的孢子为椭圆形, 表面纹饰为具流苏的翅状(图 1: 8)。外壁隆起的褶皱翅状的脊常弯曲连成网状, 网眼部位常有凹陷, 凹陷较均匀, 凹陷中小刺较少, 翅状上



图 3 膜叶铁角蕨属植物叶片形态照片 22. 微凹膜叶铁角蕨; 23. 无量山膜叶铁角蕨; 24. 镇康膜叶铁角蕨;
25. 贡山膜叶铁角蕨; 26. 阔齿膜叶铁角蕨; 27. 荫湿膜叶铁角蕨; 28. 齿果膜叶铁角蕨; 29. 切边膜叶铁角蕨;
30. 绿杆膜叶铁角蕨; 31. 无配膜叶铁角蕨。比例尺: 10 cm。

Fig. 3 Photographs of leaf morphology of *Hymenasplenium* 22. *H. retusulum*; 23. *H. wuliangshanense*; 24. *H. quercicola*;
25. *H. changputungense*; 26. *H. latidens*; 27. *H. obliquissimum*; 28. *H. cheilosorum*; 29. *H. excisum*;
30. *H. obscurum*; 31. *H. apogamum*. Bars: 10 cm.

也有小刺。

2.1.9 绿杆膜叶铁角蕨 绿杆膜叶铁角蕨植物的孢子像肾形, 表面纹饰为具流苏的翅状(图 1: 9)。外壁隆起的褶皱翅状的脊常弯曲连成网状, 网眼部位常有凹陷, 凹陷较大, 凹陷中小刺较多。

2.1.10 无配膜叶铁角蕨 无配膜叶铁角蕨植物的孢

子有两种形态, 表面凹陷中的脊不同, 有一种孢子为肾形, 呈褶皱, 像网状, 小刺较多(图 1: 10); 有一种孢子为椭圆形, 凹陷中小刺较稀疏, 流苏较长(图 1: 11)。表面纹饰都为具流苏的翅状, 翅状上都有小刺。

2.2 根状茎上的鳞片

使用显微镜和超景深三维立体显微镜对膜叶

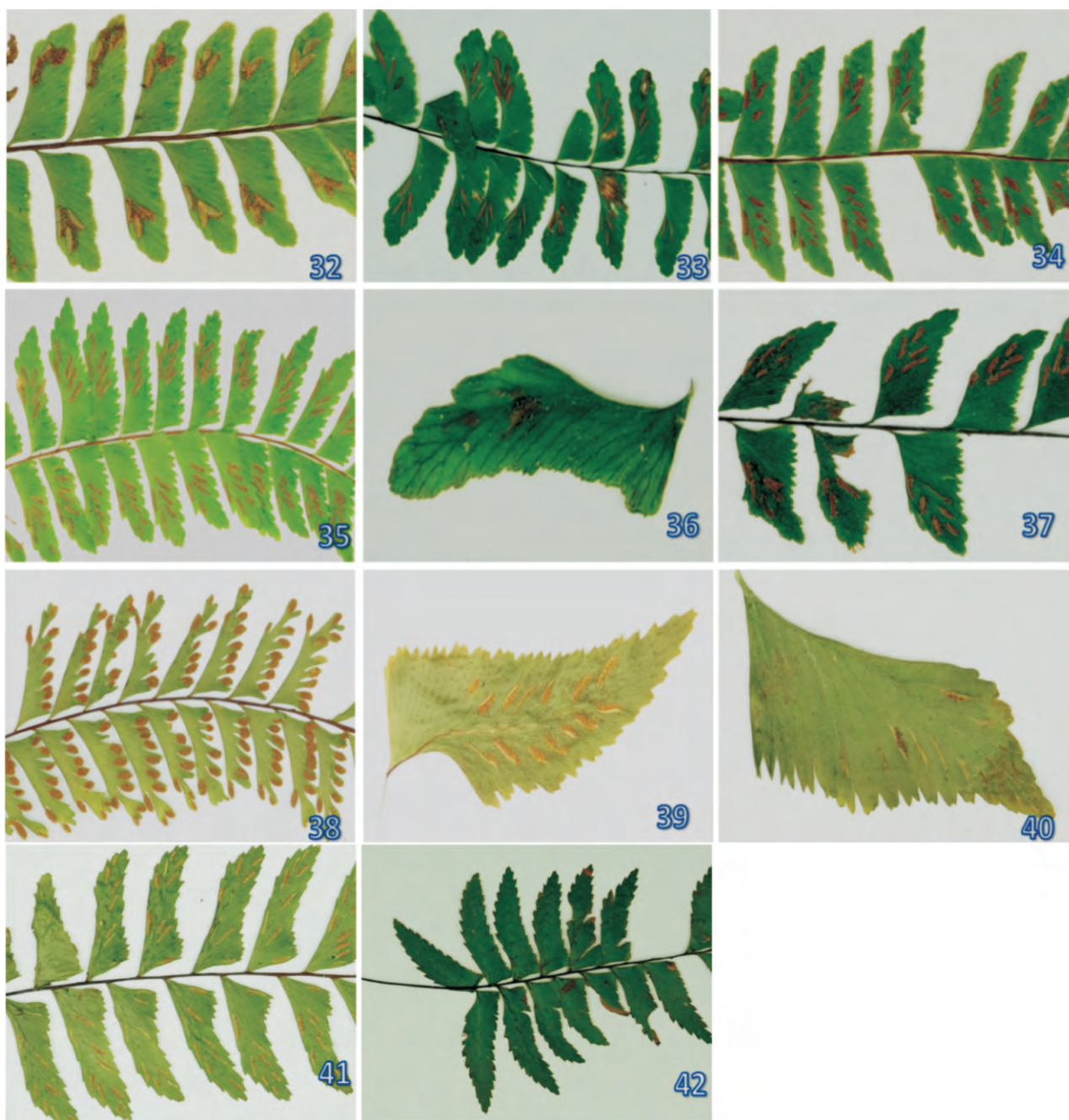


图4 膜叶铁角蕨属植物叶脉特征照片 32. 微凹膜叶铁角蕨; 33. 无量山膜叶铁角蕨; 34. 镇康膜叶铁角蕨;
35. 贡山膜叶铁角蕨; 36. 阔齿膜叶铁角蕨; 37. 荫湿膜叶铁角蕨; 38. 齿果膜叶铁角蕨; 39. 切边膜叶铁角蕨;
40. 绿杆膜叶铁角蕨; 41-42. 无配膜叶铁角蕨。

Fig. 4 Photographs of *Hymenasplenium* veins 32. *H. retusulum*; 33. *H. wuliangshanense*; 34. *H. quercicola*; 35. *H. changputungense*;
36. *H. latidens*; 37. *H. obliquissimum*; 38. *H. cheilosorum*; 39. *H. excisum*; 40. *H. obscurum*; 41-42. *H. apogamum*.

铁角蕨属植物的根状茎做了观察,发现膜叶铁角蕨属植物的根状茎横走,根状茎上都有鳞片,鳞片形状多为披针形。

2.2.1 微凹膜叶铁角蕨 微凹膜叶铁角蕨植物的鳞

片为披针形,是膜质网状,具粗筛孔,网孔较大且均匀,鳞片边缘有小刺突起,鳞片较宽,颜色为棕褐色(图2:12)。

2.2.2 无量山膜叶铁角蕨 无量山膜叶铁角蕨植物的

鳞片为披针形,颜色较深,为黑色,鳞片由宽变窄,鳞片边缘有小刺,具粗筛孔,网孔较均匀(图 2: 13)。

2.2.3 镇康膜叶铁角蕨 镇康膜叶铁角蕨植物的鳞片为披针形,形态较短,颜色和形态更接近无量山膜叶铁角蕨植物的鳞片,具粗筛孔,网孔也较均匀,网脉颜色较深(图 2: 14)。

2.2.4 贡山膜叶铁角蕨 贡山膜叶铁角蕨植物的鳞片为披针形,膜质网状较浅,鳞片边缘的细齿有小刺,具粗筛孔,网状脉颜色较深,鳞片较小(图 2: 15)。

2.2.5 阔齿膜叶铁角蕨 阔齿膜叶铁角蕨植物的鳞片为披针形,颜色为黑褐色,具粗筛孔,膜质网状较浅,鳞片边缘有细齿小刺且明显(图 2: 16)。

2.2.6 荫湿膜叶铁角蕨 荫湿膜叶铁角蕨植物的鳞片为披针形,形状变化不大较均匀,具粗筛孔,网孔较均匀且鳞片边缘有细齿小刺,鳞片颜色为深棕色(图 2: 17)。

2.2.7 齿果膜叶铁角蕨 齿果膜叶铁角蕨植物的鳞片为披针形,细且长,尾部急尖长,鳞片边缘有细齿小刺突起,具有网状膜质的粗筛孔,网孔颜色为深棕色(图 2: 18)。

2.2.8 切边膜叶铁角蕨 切边膜叶铁角蕨植物的鳞片为披针形,形态变化较均匀,颜色较浅,具粗筛孔,网状小孔明显,鳞片颜色为黑褐色(图 2: 19)。

2.2.9 绿杆膜叶铁角蕨 绿杆膜叶铁角蕨植物的鳞片较小,为阔披针形,具粗筛孔,网孔不规则,大小不一,鳞片边缘有小刺且不明显,鳞片颜色较浅为棕色(图 2: 20)。

2.2.10 无配膜叶铁角蕨 无配膜叶铁角蕨植物的鳞片为披针形,形态变化较均匀且较窄,具粗筛孔,网孔边缘颜色较黑,膜质的网孔较透明,鳞片颜色为黑褐色(图 2: 21)。

2.3 外部形态

在本研究所观察的种类中,在显微镜下观察后用单反相机拍照对比每个物种的外部形态特征,通过一系列实验对比得出膜叶铁角蕨属植物的叶片、羽片形状特征和整株形态。

2.3.1 微凹膜叶铁角蕨 微凹膜叶铁角蕨植物株高 20~30 cm,植物的叶片长 12~20 cm,叶片形状为披针形;羽片数为 16~30 对,羽片长 1.3~2.6 cm,羽片宽 4~10 mm,羽片呈半开式的披针状不等边四边形,羽片有尖头、钝头和圆头,有锯齿,齿端微凹。羽

片上孢子囊群为 3~8 枚,囊群盖为单盖(图 3: 22)。

2.3.2 无量山膜叶铁角蕨 无量山膜叶铁角蕨植物株高 20 cm 左右,植物的叶片长 12~16 cm,叶片形状为披针形;羽片数为 22 对左右,羽片长 1.6~2 cm,羽片宽 6~7 mm,羽片呈半开式的披针状不等边四边形,羽片是圆头,有细锯齿。羽片上孢子囊群为 3~5 枚,囊群盖为单盖(图 3: 23)。

2.3.3 镇康膜叶铁角蕨 镇康膜叶铁角蕨植物株高 20~25 cm,植物的叶片长 12~17 cm,叶片形状为披针形;羽片数为 16~20 对,羽片长 1.2~2 cm,羽片宽 6~8 mm,羽片呈半开式的披针状不等边四边形,羽片是钝头,有浅圆齿,齿端微凹。羽片上孢子囊群为 3~7 枚,囊群盖为单盖(图 3: 24)。

2.3.4 贡山膜叶铁角蕨 贡山膜叶铁角蕨植物株高 28~40 cm,植物的叶片长 12~13 cm,叶片形状为披针形;羽片数为 20~24 对,羽片长 1.3~2.3 cm,羽片宽 4~6 mm,羽片呈半开式的披针状不等边四边形,羽片是钝头,有浅圆齿,齿端微凹。羽片上孢子囊群为 5~8 枚,囊群盖为单盖(图 3: 25)。

2.3.5 阔齿膜叶铁角蕨 阔齿膜叶铁角蕨植物株高 30 cm 左右,植物的叶片长 16~19 cm,叶片形状为披针形;羽片数为 25~30 对,羽片长 2~2.6 cm,羽片宽 5.5 mm 左右,羽片呈半开式的披针状不等边四边形,羽片钝头,有短而阔的锯齿,微凹,透明膜质。羽片上孢子囊群为 3~5 枚,囊群盖为单盖(图 3: 26)。

2.3.6 荫湿膜叶铁角蕨 荫湿膜叶铁角蕨植物株高 20~30 cm,植物的叶片长 10~20 cm,叶片形状为披针形;羽片数为 15~30 对,羽片长 1~2 cm,羽片宽 2~8 mm,羽片呈半开式的披针状不等边四边形,羽片微凹,半透明膜质。羽片上孢子囊群为 3~8 枚,囊群盖为单盖(图 3: 27)。

2.3.7 齿果膜叶铁角蕨 齿果膜叶铁角蕨植物株高 30~50 cm,植物的叶片长 14~35 cm,叶片形状为线状披针形;羽片数为 25~40 对,羽片长 1.8~3.6 cm,羽片宽 5~9 mm,羽片呈对开式的不等边四边形,羽片是钝头,椭圆形裂片,圆齿状。羽片上孢子囊群为 1~2 枚,囊群盖为单盖(图 3: 28)。

2.3.8 切边膜叶铁角蕨 切边膜叶铁角蕨植物株高 40~60 cm,植物的叶片长 22~40 cm,叶片形状为披针形或椭圆形;羽片数为 18~25 对,羽片长 6~10 cm,羽片宽 1~2 cm,羽片呈菱形、镰刀状,羽片渐尖头。羽

表 2 膜叶铁角蕨属的明显形态区别
Table 2 Morphological differences of *Hymenasplenium*

物种名 Species	孢子形态特征 Spore morphological characteristics	鳞片形态特征 Scale morphological characteristics	叶片或羽片形态特征 Leaf or pinna morphological characteristics
微凹膜叶铁角蕨 <i>H. retusulum</i>	翅状 Spore with wings	较宽 棕褐色 Brown and wider	齿端微凹 Pinnae tooth slightly concave
无量山膜叶铁角蕨 <i>H. wuliangshanense</i>	尾部脊上小刺较多 Spore end with thorn	黑色 Black	羽片圆头 齿端微凹 Pinnae apex round ,tooth concave
镇康膜叶铁角蕨 <i>H. quercicola</i>	凹陷较大且较光滑 Spore smooth and concave	颜色较深 Deep color	羽片是钝头 齿端微凹 Pinnae with blunt apex
贡山膜叶铁角蕨 <i>H. changputungense</i>	脊上小刺较多 Spore with more thorn	较细长 Thin and long	齿端微凹 叶脉伸到锯齿的凹口 Pinnae tooth slightly concave ,vein arrived to tooth
阔齿膜叶铁角蕨 <i>H. latidens</i>	肾形 Spore kidney shaped	黑褐色 Black brown	透明膜质 Frond transparent and membranous
荫湿膜叶铁角蕨 <i>H. obliquissimum</i>	凹陷较均匀 Spore concave	深棕色 Deep brown	透明膜质 Frond transparent and membranous
齿果膜叶铁角蕨 <i>H. cheilosorum</i>	流苏刺更长 Spore with tassel	细且长 Thin and long	孢子囊群长在羽片的尖端 Sori occur on pinnae top end
切边膜叶铁角蕨 <i>H. excisum</i>	凹陷较均匀 小刺较稀少 Spore concave with less thorn	黑褐色 Black brown	羽片小脉缺失 4~5 脉 孢子囊群较多 4~5 vein lack ,pinnae with more sori
绿杆膜叶铁角蕨 <i>H. obscurum</i>	肾形 Spore kidney shaped	较小 棕色 Small and brown	羽片小脉缺失 4~5 脉 4~5 vein lack
无配膜叶铁角蕨 <i>H. apogamum</i>	肾形或椭圆形 Spore kidney or elliptic shaped	较窄 黑褐色 Narrow and black brown	羽片较厚 Frond not transparent

片上孢子囊群数较多,囊群盖为单盖(图 3: 29)。

2.3.9 绿杆膜叶铁角蕨 绿杆膜叶铁角蕨植物株高 20~40 cm,植物的叶片长 19~25 cm,叶片形状为阔披针形;羽片数为 15~28 对,羽片长 3~6 cm,羽片宽 8~11 mm,羽片是菱状披针形、呈镰刀状,羽片粗锯齿,锯齿尖头或圆头。羽片上孢子囊群数较多,囊群盖为双盖(图 3: 30)。

2.3.10 无配膜叶铁角蕨 无配膜叶铁角蕨植物株高 25~40 cm,植物的叶片长 15~23 cm,叶片形状为披针形;羽片数为 20~25 对,羽片长 2~2.5 cm,羽片宽 0.6~1 cm,羽片呈半开式的披针状不等边四边形,羽片内缘和下缘下部全缘,尖锯齿,羽片较厚。羽片上孢子囊群为 10~18 枚,囊群盖为单盖(图 3: 31)。

2.4 叶脉

本研究通过对膜叶铁角蕨属 10 种植物的叶脉形态特征的观察和研究分析并拍照,得到以下结果。

2.4.1 微凹膜叶铁角蕨 微凹膜叶铁角蕨植物的叶脉分离,小脉刚好延伸到锯齿的凹口,不形成网眼,没有小脉缺失,叶脉的叶片由宽变窄,叶片下部往

下延(图 4: 32)。

2.4.2 无量山膜叶铁角蕨 无量山膜叶铁角蕨植物的叶脉分离,小脉刚好延伸到锯齿的凹口,不形成网眼,没有小脉缺失,叶脉的叶片由宽变窄,叶片下部往下延(图 4: 33)。

2.4.3 镇康膜叶铁角蕨 镇康膜叶铁角蕨植物的叶脉分离,小脉刚好延伸到锯齿的凹口,不形成网眼,没有小脉缺失,叶脉的叶片由宽变窄,叶片下部往下延(图 4: 34)。

2.4.4 贡山膜叶铁角蕨 贡山膜叶铁角蕨植物的叶脉分离,小脉刚好延伸到锯齿的凹口,不形成网眼,没有小脉缺失,叶脉的叶片由宽变窄,叶片下部往下延(图 4: 35)。

2.4.5 阔齿膜叶铁角蕨 阔齿膜叶铁角蕨植物的叶脉分离,小脉延伸,不形成网眼,没有小脉缺失,叶脉的叶片由宽变窄,叶片往上长(图 4: 36)。

2.4.6 荫湿膜叶铁角蕨 荫湿膜叶铁角蕨植物的叶脉向羽片的一侧逐渐延伸,叶脉较透明,不形成网眼,小脉分离,叶脉的叶片往上长(图 4: 37)。

2.4.7 齿果膜叶铁角蕨 齿果膜叶铁角蕨植物的叶

脉朝向一边,叶脉分离,不形成网眼,没有小脉缺失,叶脉的羽片平行,叶片下部往下延,中部平展,上部往上长,孢子囊群长在羽片的尖端且较明显(图 4:38)。

2.4.8 切边膜叶铁角蕨 切边膜叶铁角蕨植物的叶脉向两边分离,不形成网眼,小脉缺失 4~5 脉,叶脉的叶片下部往下延,其它往上长,叶片由宽变窄(图 4:39)。

2.4.9 绿杆膜叶铁角蕨 绿杆膜叶铁角蕨植物的叶脉跟切边膜叶铁角蕨植物的叶脉大致相似,也是小脉缺失 4~5 脉,没有网眼,叶脉的叶片往上长,叶片由宽变窄(图 4:40)。

2.4.10 无配膜叶铁角蕨 无配膜叶铁角蕨植物的叶脉分离,没有小脉缺失,但是无配膜叶铁角蕨植物的叶片形状下部有两种形态,往下延或往上长,中间叶片为平展(图 4:41-42)。

3 讨论

3.1 膜叶铁角蕨属植物的孢子形态分析

本研究通过对膜叶铁角蕨属 10 种植物孢子形态特征的观察,结果表明:膜叶铁角蕨属植物的 10 种植物的孢子都有周壁,表面纹饰都为具流苏的翅状,翅状上都有小刺,各种植物孢子的流苏长短不同,网孔不同,翅状上的小刺也不同。戴锡玲等(2005)对中国蕨类植物铁角蕨科的孢子形态研究认为,齿果铁角蕨、切边铁角蕨和无量山铁角蕨孢子的表面纹饰特征一致,均为具流苏的翅状;邓晰朝等(2006)对广西蕨类植物铁角蕨属的孢子形态的研究则认为,阴湿铁角蕨孢子属脊状纹饰,半边铁角蕨孢子属翅脊状纹饰。本研究结果与上述研究结果的孢子纹饰大致相同,均为翅脊状纹饰,但在物种之间纹饰存在细微的区别。

各个物种之间孢子形态特征的区别如下:阔齿膜叶铁角蕨植物孢子、绿杆膜叶铁角蕨植物孢子和无配膜叶铁角蕨植物中的一种植物孢子外部形态像肾形,而其它种植物的孢子为椭圆形;无配膜叶铁角蕨植物有两种不同形态的孢子,即肾形或椭圆形;齿果膜叶铁角蕨的孢子的翅状上的小刺更多,且流苏更长;而其它物种的孢子形态特征则比较相似。因此,孢子的形态特征是划分膜叶铁角蕨属植

物物种多样性的一个重要特征依据。但是,膜叶铁角蕨属植物的孢子形态特征重叠,属下分类困难,在进行膜叶铁角蕨属植物的分类鉴定和物种多样性研究时不能仅仅依据孢子的特征,而是要结合形态学、分子生物学及其它学科的知识进行综合分析研究。

3.2 膜叶铁角蕨属植物的鳞片特征

本研究通过对膜叶铁角蕨属植物的鳞片形态特征的观察,结果表明该属植物的鳞片大多为披针形,都具有网眼,鳞片边缘都有细齿小刺。然而,鳞片的形状、大小和颜色,网眼的大小和形状,鳞片边缘的细齿形状在种间存在变化。例如:齿果膜叶铁角蕨植物的鳞片尾部急尖长,比其它物种植物的更细且更长;绿杆膜叶铁角蕨植物的鳞片较小且颜色较浅为棕色;而其它物种植物的鳞片大小差不多,颜色较深,为深棕色或黑褐色。所以,从鳞片特征也可以区别齿果膜叶铁角蕨植物、绿杆膜叶铁角蕨植物和其它中国膜叶铁角蕨属植物。

3.3 膜叶铁角蕨属植物叶片及羽片形态的探讨

在膜叶铁角蕨属植物的系统分类和物种多样性上,形态学特征仍具有重要的参考价值。本研究从膜叶铁角蕨属植物的形态特征来调查和分析,得到微凹膜叶铁角蕨、无量山膜叶铁角蕨、镇康膜叶铁角蕨、贡山膜叶铁角蕨、阔齿膜叶铁角蕨和阴湿膜叶铁角蕨表现出较大的相似性,切边膜叶铁角蕨和绿杆膜叶铁角蕨也表现出较大的相似性,无配膜叶铁角蕨叶片尾部形态有两种,齿果膜叶铁角蕨较易区别。

膜叶铁角蕨属植物的叶片形状是披针形,羽片形状不同,齿果膜叶铁角蕨植物的羽片是对开式的不等边四边形,切边膜叶铁角蕨植物的羽片是菱形、呈镰刀状,绿杆膜叶铁角蕨植物的羽片是菱状披针形、呈镰刀状,而其它物种的羽片是半开式的披针状不等边四边形,膜叶铁角蕨属植物的羽片边缘都具有锯齿,但是不同物种锯齿的粗细程度不同,微凹膜叶铁角蕨、无量山膜叶铁角蕨、镇康膜叶铁角蕨和贡山膜叶铁角蕨植物的边缘锯齿较明显,叶脉伸到锯齿的凹口;阔齿膜叶铁角蕨植物和阴湿膜叶铁角蕨植物的叶片较透明,外形像微凹铁角蕨类群,但是没有凹口;齿果膜叶铁角蕨植物边缘的锯齿尖且长,孢子囊群长在羽片的尖端且较明显,

而其它物种的孢子囊群长在羽片的中间且较多;绿杆膜叶铁角蕨植物的孢子囊群盖为双盖,而其它膜叶铁角蕨属植物的孢子囊群盖为单盖;切边膜叶铁角蕨植物和绿杆膜叶铁角蕨植物的叶脉相似,羽片小脉缺失,缺失4~5脉,而其它物种的叶脉分离,不形成网眼,没有小脉缺失。所以,从外部形态特征也可以区别较明显的几个物种。

4 结 论

本研究分析了膜叶铁角蕨属10种植物的孢子形态、根状茎上的鳞片形态、叶片和羽片形状及叶脉特征,总结得到微凹膜叶铁角蕨植物、阔齿膜叶铁角蕨植物、齿果膜叶铁角蕨植物、绿杆膜叶铁角蕨植物、切边膜叶铁角蕨植物和无配膜叶铁角蕨植物的形态特征较易区别。这对该属植物的物种分类研究具有一定的分类学意义。然而,膜叶铁角蕨属植物的属下分类困难,形态特征复杂,可用的分类意义形态特征依然有限。本研究对膜叶铁角蕨属比较典型的植物进行了初步的形态特征分析,旨在进一步为膜叶铁角蕨属的物种分类和物种多样性研究提供新的资料和依据。

参考文献:

DAI XL, WANG QX, BAO WM, 2005. Spore morphology of

- pteridophytes from China V. Aspleniaceae [J]. Acta Phytotax Sin, 43(3): 246-261. [戴锡玲,王全喜,包文美, 2005. 中国蕨类植物孢子形态的研究 V. 铁角蕨科 [J]. 植物分类学报, 43(3): 246-261.]
- DENG XC, LU SG, WANG RX, et al, 2006. Spore morphology of pteridophytes from Guangxi II. *Asplenium* L. [J]. Guihaia, 26(6): 592-596. [邓晰朝,陆树刚,王任翔,等, 2006. 广西蕨类植物孢子形态的研究 II. 铁角蕨属 [J]. 广西植物, 26(6): 592-596.]
- LIN YX, VIANE R, 2012. Flora of China: vol. 2, Aspleniaceae [M]. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- MURAKAMI N, 1995. Systematics and evolutionary biology of the fern genus *Hymenasplenium* (Aspleniaceae) [J]. J Plant Res, 108: 257-268.
- MURAKAMI N, SCHAAAL BA, 1994. Chloroplast DNA variation and the phylogeny of *Asplenium* sect. *Hymenasplenium* (Aspleniaceae) in the New World Tropics [J]. J Plant Res, 107: 245-251.
- QIN RC, 1965. *Asplenium unilaterale* Lam. and its confused species in China [J]. Acta Phytotax Sin, 10(3): 183-191. [秦仁昌, 1965. 半边铁角蕨(*Asplenium unilaterale* Lam.) 及其一些国产混淆种的研究 [J]. 植物分类学报, 10(3): 183-191.]
- WU ZH, 1989a. Materials of Chinese Aspleniaceae I [J]. Acta Bot, 2: 79-95. [吴兆洪, 1989. 中国铁角蕨科资料(一) [J]. 植物研究, 2: 79-95.]
- WU ZH, 1989b. Materials of Chinese Aspleniaceae II [J]. Guihaia, 9(4): 289-292. [吴兆洪, 1989. 中国铁角蕨科资料(二) [J]. 广西植物, 9(4): 289-292.]
- WU ZH, 1999. Flora Republicae Popularis Sinicae: Tomus 4 (2) [M]. Science Press: 33-43. [吴兆洪, 1999. 中国植物志: 第4卷第2分册 [M]. 科学出版社: 33-43.]