

# 中国蕨类植物孢子形态的研究Ⅲ. 金星蕨科 1. 毛蕨属

<sup>1</sup>戴绍军 <sup>2</sup>王全喜 <sup>1,2</sup>包文美 <sup>3</sup>邢公侠

<sup>1</sup>(哈尔滨师范大学 哈尔滨 150080) <sup>2</sup>(上海师范大学 上海 200234)

<sup>3</sup>(中国科学院植物研究所 北京 100093)

## Spore morphology of pteridophytes from China Ⅲ. Thelypteridaceae 1. *Cyclosorus* Link

<sup>1</sup>DAI Shao-Jun <sup>2</sup>WANG Quan-Xi <sup>1,2</sup>BAO Wen-Mei <sup>3</sup>SHING Kung-Hsia

<sup>1</sup>(Harbin Normal University, Harbin 150080) <sup>2</sup>(Shanghai Normal University, Shanghai 200034)

<sup>3</sup>(Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

**Abstract** Spore morphology of 51 species of *Cyclosorus* in the Thelypteridaceae from China was investigated using scanning electron microscopy (SEM). The spores are monolete, bilaterosymmetric, ellipsoidal in polar view, and kidney-shaped in equatorial view. On the basis of the variation in their surface ornamentation, the spores fall into three main types. Type I: The surface of spores is echinate or perforate with fimbriate wings. 19 species belong to this type. Type II: The surface of spores is cristate. 11 species belong to this type. Type III: The surface of spores is echinulate. 10 species belong to this type. The remaining 11 species have spores with mixed surface ornamentation of the above three types, which are considered as intermediate types. The results are valuable for a better understanding of the taxonomy and palynology of the genus *Cyclosorus*.

**Key words** *Cyclosorus*; Thelypteridaceae; Pteridophyte; Spore morphology; China

**摘要** 利用扫描电镜对中国产毛蕨属 51 种植物孢子形态进行了研究。结果表明:该属孢子为单裂瓣,两侧对称,极面观为椭圆形,赤道面观为肾形,由周壁形成表面纹饰。表面纹饰可分为 3 种类型:(1) 周壁具流苏状的翅状纹饰,表面有突起或穿孔,有 19 种属于此类型;(2) 鸡冠状纹饰,有 11 种属于此类型;(3) 刺状纹饰,有 10 种属于此类型。另外有 11 种具有上述纹饰的混合纹饰,被认为是中间类型。孢子的形态特征可作为该属的分类学和孢粉学研究的资料。

**关键词** 毛蕨属;金星蕨科;蕨类植物;孢子形态;中国

蕨类植物孢子形态可作为分类的依据之一,并在区分疑难种类等方面具有一定的意义。国内外有关蕨类植物孢子形态的大量研究工作在前文已有报道(王全喜等,2001;于晶等,2001)。我们自 1995 年以来利用扫描电镜和透射电镜对我国产蕨类植物孢子形态进行了系统的研究,本文是其一系列报道的继续。

金星蕨科 Thelypteridaceae 约 20 余属,近 1000 种,广布世界热带和亚热带,少数种类产于温带,尤以亚洲最多。多生于低海拔地区,极少热带产种类分布达海拔 4500 m 处。中国有 18 属,现知约 365 种,主产长江以南各省低山区,尤以华南及西南的亚热带为多,其中有些属起源于我国或以我国西南为分布中心(吴兆洪,1991;邢公侠,1999)。

毛蕨属 *Cyclosorus* Link 是金星蕨科种类最多的属, 全世界约有 250 种, 广泛分布于全世界热带和亚热带地区, 尤以亚洲种类最多。我国现已记载有 127 种, 为世界分布中心之一, 主产长江流域及以南各省区, 北达秦岭(邢公侠, 1999)。

毛蕨属的分类问题是金星蕨科研究史上长期争论的焦点之一, 对属的定义及属下分类单位, 不同学者意见不一。历史上毛蕨属所包含的种类从 2 种(Holtum, 1971)至 300 种(Copeland, 1947)不等。Smith(1985)将毛蕨属列为金星蕨科的 5 个大属之一, 属下包括 20 个亚属。有些学者主张将毛蕨属的种类分别隶属于稀毛蕨属 *Pneumatopteris* Nakai、圆腺蕨属 *Sphaerostephanos* J. Sm. 及小毛蕨属 *Christella* Lévl (Holtum, 1971, 1979)。秦仁吕(1978)系统基本上采用 1833 年 Link 的概念, 只是将新月蕨属 *Pronephrium* Presl 分离出来(Ching, 1963)。邢公侠(1999)基本上接受了秦仁吕系统, 同时, 他将原来的大金星蕨属中的 *Amphineuron opumentum* (Kaulf.) Nakai 归入毛蕨属。Holtum(1971)认为: 界定毛蕨属这个自然属的分类问题是极复杂的, 必须对所有性状进行审定, 详细地检查所有种类的鳞片、腺毛、孢子囊和孢子的特性, 并且还要在一些种内解剖观察原叶体的形态特征, 只有这样做了, 一群种的审定才算是有成效, 并且只有当各群都这样审定后, 我们才能讨论可能的亲缘关系, 以及属、亚属和组的身份(Holtum, 1971)。

在长期的研究过程中, 学者们曾发表了很多有关毛蕨属分类的文章, 但有关毛蕨属植物孢子形态的研究却不多见。张玉龙等(1976)做了毛蕨属 58 种植物孢子的光镜工作, 其中有 7 种未被《中国植物志》收录, 其余 51 种也被合并为 38 种(邢公侠, 1999)。黄增泉(1981)做了采自台湾的 *C. interruptus* 的孢子的光镜工作。Tryon & Lugardon(1991)做了毛蕨属的 20 个亚属(Smith, 1971) 55 种植物孢子的扫描电镜工作和 18 种的透射电镜的工作, 其中只有 7 种在《中国植物志》(邢公侠, 1999)中属于毛蕨属。

本文在扫描电镜下观察了毛蕨属 51 种植物的孢子形态。对孢子周壁在扫描电镜下的纹饰特征进行了描述, 并根据纹饰特点对其进行了分类整理, 试图为本属的系统分类提供孢粉学的证据。

## 1 材料和方法

本文所用孢子主要取自中国科学院植物研究所标本馆(PE), 一部分取自贵州科学院生物研究所蕨类植物标本室(HGAS), 凭证标本及其他有关资料详见表 1。表 1 中孢子大小是测量 20 个孢子的平均值。扫描电镜观察是将适当大小的双面胶带固定到样品铜台上, 然后将干燥的孢子均匀地粘到双面胶带上, 在 EIKO IB-3 离子溅射仪上喷金, 厚度为 150Å。在 HITACHI S-520 电镜下观察并照相。孢子的形态描述参照 Tryon & Lugardon(1991)所使用的术语。

## 2 结果与分析

### 2.1 属的孢子形态特征

孢子两侧对称, 极面观为椭圆形或长椭圆形, 赤道面观为肾形或半圆形。孢子极轴长为 17 ~ 29  $\mu\text{m}$ , 赤道轴长 25 ~ 48  $\mu\text{m}$ 。单裂缝, 裂缝长度为孢子全长的 2/3 或几达赤道线。外壁常具颗粒。周壁两层, 外层向外隆起形成孢子纹饰, 呈翅状、鸡冠状、刺状、瘤块状, 有

时几种纹饰混合。

## 2.2 种的孢子形态特征

本属 51 种植物的孢子形态特征详见表 1。

表 1 种的孢子形态特征及凭证标本

Table 1 Voucher data and spore characteristics of the *Cyclosorus* species observed

孢子编号 Spore No.	分类群 Taxon	大小 Size ( $\mu\text{m}$ )	表面纹饰 Ornamentation	凭证标本 Voucher	图 Figure
980093	狭基毛蕨 <i>Cyclosorus cuneatus</i> Ching ex Shing	17 × 27	流苏状翅 fimbriate wings	Chongqing (重庆) C. Z. Liu (刘承泽) 100048 (PE)	1
980009	华南毛蕨 <i>C. parasiticus</i> (L.) Farwell.	18 × 25	流苏状短翅 short fimbriate wings	Wuming, Guangxi (广西武鸣) R. C. Ching (秦仁昌) 3434 (PE)	2
980081	闽台毛蕨 <i>C. jaculosus</i> (Christ) H. Ito	19 × 27	短翅 short wings	Wencheng, Zhejiang (浙江文成) C. F. Zhang (张朝芳) 9176 (PE)	3
980086	巨型毛蕨 <i>C. subelatus</i> (Bak.) Ching	24 × 36	流苏状翅 fimbriate wings	Xishuangbanna, Yunnan (云南西双版纳) Z. H. Ji (吉占和) 136-1 (PE)	4
980104	九龙山毛蕨 <i>C. jiulongshanensis</i> Chiu et Yao ex Shing	24 × 36	短翅 short wings	Leqing, Zhejiang (浙江乐清) K. H. Shing (邢公侠) 168 (PE)	5
980007	齿牙毛蕨 <i>C. dentatus</i> (Forssk.) Ching	23 × 35	流苏状翅 fimbriate wings	Baise, Guangxi (广西百色) K. H. Shing (邢公侠) s.n. (PE)	6
980079	学煜毛蕨 <i>C. houi</i> Ching	26 × 37	流苏状短翅 short fimbriate wings	Yingde, Guangdong (广东英德) R. C. Ching (秦仁昌) 3987 (PE)	7
980101	毛囊毛蕨 <i>C. hirtisorus</i> (C. Chr.) Ching	19 × 27	流苏状翅 fimbriate wings	Jinghong, Yunnan (云南景洪) P. R. China and USSR Exped. (中 苏考察团) 5500 (PE)	8
980090	锐尖毛蕨 <i>C. acutissimus</i> Ching ex Shing et J. F. Cheng	19 × 26	流苏状翅 fimbriate wings	Dexing, Jiangxi (江西德兴) M. X. Nie (聂敏祥) 5340 (PE)	9
980113	高大毛蕨 <i>C. excelsior</i> Ching et Shing	23 × 35	流苏状翅 fimbriate wings	Fuzhou, Fujian (福建福州) K. H. Shing (邢公侠) 5669 (PE)	10
980085	短尖毛蕨 <i>C. subacutus</i> Ching	24 × 35	流苏状翅 fimbriate wings	Fuzhou, Fujian (福建福州) Nanjing University Exped. (南京大 学队) 14 (PE)	11
980131	黄志毛蕨 <i>C. wangii</i> Ching	23 × 35	短翅 short wings	Wuzhishan, Hainan (海南五指山) R. C. Ching (秦仁昌) 76430 (PE)	12
980092	百色毛蕨 <i>C. baiseensis</i> Ching ex Shing	20 × 28	流苏状短翅 short fimbriate wings	Baise, Guangxi (广西百色) Guangxi Exped. (广西队) 00831 (PE)	13
980007	对生毛蕨 <i>C. oppositus</i> Ching ex Shing	20 × 29	流苏状翅 fimbriate wings	Jinping, Yunnan (云南金平) S. K. Wu (武素功) 3987 (PE)	14

Table I (continued)

孢子编号 Spore No.	分类群 Taxon	大小 Size ( $\mu\text{m}$ )	表面纹饰 Ornamentation	凭证标本 Voucher	图 Figure
980123	越北毛蕨 <i>C. proximus</i> Ching et C. H. Wang	26 × 33	短翅 short wings	Baisha, Hainan (海南白沙) S. K. Lau (刘心祈) 132 (PE)	15
980106	雷波毛蕨 <i>C. leipoonsis</i> Ching et H. S. Kung ex Shing	20 × 25	短翅 short wings	Leibo, Sichuan (四川雷波) H. S. Kong (孔宪涛) 168 (PE)	16
980001	倒披针毛蕨 <i>C. oblanceolatus</i> Shing et C. F. Zhang	20 × 31	短翅 short wings	Qingyuan, Zhejiang (浙江庆元) C. F. Zhang (张朝芳) 9154 (PE)	17
980110	美丽毛蕨 <i>C. molluscus</i> (Wall. ex Kuhn) Ching	26 × 36	流苏状翅 fimbriate wings	Mengla, Yunnan (云南勐腊) W. M. Chu (朱维明) 2003 (PE)	18
980102	河口毛蕨 <i>C. hokouensis</i> Ching	20 × 28	流苏状翅 fimbriate wings	Hekou, Yunnan (云南河口) K. H. Cai (蔡克华) 340 (PE)	19
980099	大毛蕨 <i>C. grandissimus</i> Ching et Shing	26 × 33	鸡冠状 cristate	Dehua, Fujian (福建德化) K. H. Shing (邢公侠) 0126 (PE)	20
980078	秦氏毛蕨 <i>C. chingii</i> Z. Y. Liu ex Ching	17 × 24	鸡冠状 cristate	Xishuangbanna, Yunnan (云南西 双版纳) P. R. China and USSR Exped. (中 苏考察团) 7304 (PE)	21
980098	高雄毛蕨 <i>C. gaoxiungensis</i> Ching ex Shing	20 × 30	鸡冠状 cristate	Gaoxiung, Taiwan (台湾高雄) Suzuki 4889 (PE)	22
980105	细柄毛蕨 <i>C. kuliangensis</i> (Ching) Shing	22 × 25	鸡冠状 cristate	Wuyishan, Fujian (福建武夷山) P. S. Chiu (裘佩燕) 1346 (PE)	23
980094	国楣毛蕨 <i>C. fengii</i> Ching ex Shing	22 × 30	鸡冠状 cristate	Western Yunnan (云南西北部) R. C. Ching (秦仁昌) 50471 (PE)	24
980091	下延毛蕨 <i>C. attenuatus</i> Ching ex Shing	22 × 27	厚鸡冠状 coarsely cristate	Hekou, Yunnan (云南河口) K. H. Cai (蔡克华) 753 (PE)	25
980075	狭羽毛蕨 <i>C. angustus</i> Ching	28 × 41	鸡冠状 cristate	Xiamen, Fujian (福建厦门) N. S. Zhou (周楠生) 7304 (PE)	26
980008	渐尖毛蕨 <i>C. acuminatus</i> (Houtt.) Nakai	26 × 32	鸡冠状 cristate	Peiyun Mt., Guangxi (广西培云 山) H. Y. Liang (梁向日) 60232 (PE)	27
980125	狭叶毛蕨 <i>C. pumilus</i> Ching ex Shing	18 × 28	鸡冠状 cristate	Wuming, Guangxi (广西武鸣) P. S. Chiu (裘佩燕) 6030 (PE)	28
980084	假渐尖毛蕨 <i>C. subacuminatus</i> Ching ex Shing et J. F. Cheng	22 × 33	鸡冠状 cristate	Nankang, Jiangxi (江西南康) M. X. Nie (聂敏祥) 00921 (PE)	29
980077	腺饰毛蕨 <i>C. aureoglandulifer</i> Ching ex Shing	21 × 26	鸡冠状 cristate	Xishuangbanna, Yunnan (云南西 双版纳) K. H. Cai (蔡克华) 5 (PE)	30

Table 1 (continued)

孢子编号 Spore No.	分类群 Taxon	大小 Size ( $\mu\text{m}$ )	表面纹饰 Ornamentation	凭证标本 Voucher	图 Figure
951242	干旱毛蕨 <i>C. aridus</i> (Don) Tagawa	23 × 40	鸡冠状和刺 cristate and echinate	Wangmo, Guizhou (贵州望漠) F. Wang (王锋) 8803 (PE)	31
980100	粗齿毛蕨 <i>C. grosse-dentatus</i> Ching ex Shing	23 × 37	鸡冠状和刺 cristate	Daxin, Guangxi (广西大新) S. H. Chun (陈少卿) 12338 (PE)	32
980126	糙叶毛蕨 <i>C. scabrus</i> Ching	19 × 26	鸡冠状和刺 cristate and echinate	Qiongzong, Hainan (海南琼中) 236-6 Exped. (236-6 队) 1699 (PE)	33
980010	毛蕨 <i>C. interruptus</i> (Willd.) H. Ito	17 × 26	鸡冠状和块状 cristate and rugulate	Sanya, Hainan (海南三亚) 236-6 Team (236-6 队) 1633 (PE)	34
980127	同羽毛蕨 <i>C. simillimus</i> Ching ex Shing	19 × 22	鸡冠状和刺 cristate and echinate	Liannan, Guangdong (广东连南) Y. K. Wang 31546 (PE)	35
980115	南川毛蕨 <i>C. nanchuanensis</i> Ching et Z. Y. Liu	21 × 34	鸡冠状和刺 cristate and echinate	Guanxian, Sichuan (四川灌县) T. P. Yi (易同培) 75044 (PE)	36
980103	景洪毛蕨 <i>C. jinghongensis</i> Ching ex Shing	19 × 30	鸡冠状和刺 cristate and echinate	Jinghong, Yunnan (云南景洪) C. W. Wang (王启无) 77454 (PE)	37
980109	冕宁毛蕨 <i>C. mianningensis</i> Ching ex Shing	22 × 32	鸡冠状和刺 cristate and echinate	Mianning, Sichuan (四川冕宁) T. S. Ying (应俊生) 4269 (PE)	38
980119	曲轴毛蕨 <i>C. parudentatus</i> Ching ex Shing	24 × 35	鸡冠状和刺 cristate and echinate	Mangshi, Yunnan (滇西芒市) R. C. Ching (秦仁昌) 50903 (PE)	39
980122	无腺毛蕨 <i>C. procurrans</i> (Mett.) Ching	24 × 33	鸡冠状和刺 cristate and echinate	Mengzi, Yunnan (云南蒙自) S. K. Wu (武素功) 3945 (PE)	40
980114	多囊毛蕨 <i>C. multisorus</i> Ching ex Shing	21 × 35	鸡冠状和刺 cristate and echinate	Chongqing (重庆) B. Y. Zhang (张百誉) 169 (PE)	41
982036	截裂毛蕨 <i>C. truncatus</i> (Poir.) Farwell	25 × 33	锥刺状 pyramidal-echinate	Wangmo, Guizhou (贵州望漠) F. Wang (王锋) 230 (PE) Baoshan, Yunnan (云南保山) K. H. Cai (蔡克华) s. n. (PE)	42 43
980083	蝶状毛蕨 <i>C. papilio</i> (Hope) Ching	20 × 26	锥刺状 pyramidal-echinate	Médog, Xizhang (西藏墨脱) Qinghai-Xizang Exped. (青藏队 74) 791 (PE)	44
980072	锐片毛蕨 <i>C. acutilobus</i> Ching ex Shing	17 × 20	锥刺状 pyramidal-echinate	Hekou, Yunnan (云南河口) H. Y. Liang (梁向日) 60232 (PE)	45
980117	黑叶毛蕨 <i>C. nigrescens</i> Ching ex Shing	23 × 34	小刺状 echinulate	Hekou, Yunnan (云南河口) K. H. Cai (蔡克华) 276 (PE)	46
980116	南平毛蕨 <i>C. nanningensis</i> Ching	19 × 21	锥刺状 pyramidal-echinate	Taishun, Zhejiang (浙江泰顺) C. F. Zhang (张朝芳) 25 (PE)	47
980006	鳞柄毛蕨 <i>C. crinipes</i> (Hook.) Ching	23 × 31	粗刺状 coarsely echinate	Maoming, Guangdong (广东茂名) R. C. Ching (秦仁昌) 2176 (PE)	48

Table 1 (continued)

孢子编号 Spore No.	分类群 Taxon	大小 Size ( $\mu\text{m}$ )	表面纹饰 Ornamentation	凭证标本 Voucher	图 Figure
980132	河边毛蕨 <i>C. transitorius</i> Ching ex Shing	18 × 28	锥刺状 pyramidal-echinate	Hekou, Yunnan (云南河口) K. H. Cai (蔡克华) 791 (PE)	49
980082	宽羽毛蕨 <i>C. latipinnus</i> (Benth.) Tard. -Blot	29 × 41	锥刺状 pyramidal-echinate	Hongkong (香港) S. Y. Hu (胡秀英) 6466 (PE)	50
980003	异果毛蕨 <i>C. heterocarpus</i> (Bl.) Ching	29 × 44	小刺状 echinulate	Luofu Mt., Guangdong (广东罗浮山) N. K. Chun 40608 (PE)	51
980004	台湾毛蕨 <i>C. taiwanensis</i> (C. Chr.) H. Ito	23 × 32	小刺状 echinulate	Nanjing, Fujian (福建南靖) K. H. Shing (邢公侠) 0424 (PE)	52

### 3 讨 论

#### 3.1 关于孢子纹饰特征的问题

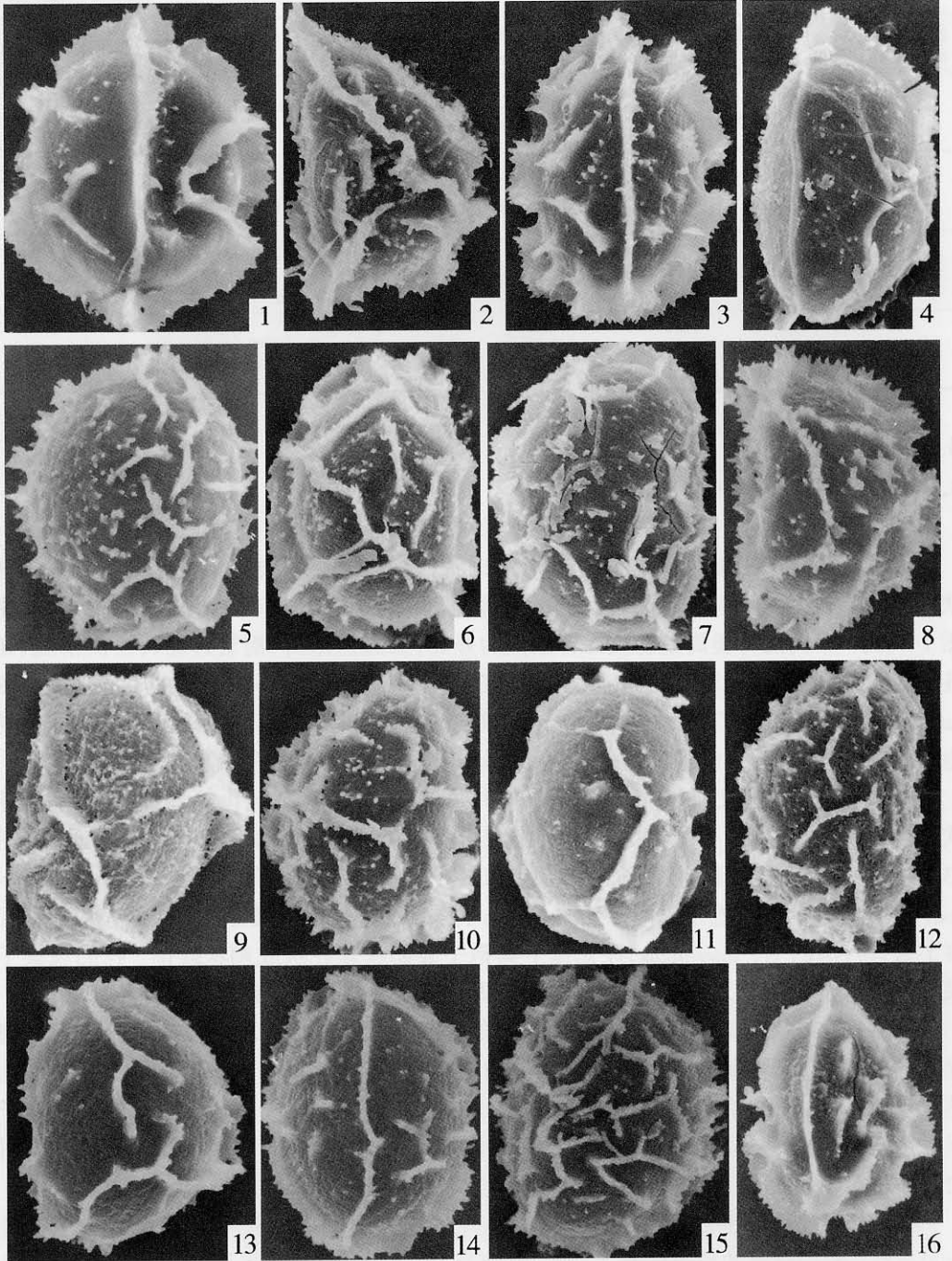
本属植物种类多, 孢子纹饰比较复杂。基本可分为以下 3 种类型:

类型 I: 翅状纹饰, 由薄而宽的片形成翅状, 翅的长短变化较大, 连接成网状或拟网状, 翅的边缘常为流苏状, 有的表面具小刺, 我们观察的种类中有 19 种属于此种类型 (见图 1~19)。不同的种类周壁的纹饰有细微的差异, 如翅的厚薄、褶皱边缘具齿的情况、翅连接成网的程度、周壁表面的光滑程度及刺的大小和疏密程度等有一定的不同。Tryon & Lugardon (1991) 观察了 *Cyclosorus parasiticus* (采自马达加斯加) 和 *C. dentatus* (采自南非) 的孢子的表面纹饰, 与我们观察的采自广西的这两个种的孢子的周壁纹饰大体相似。

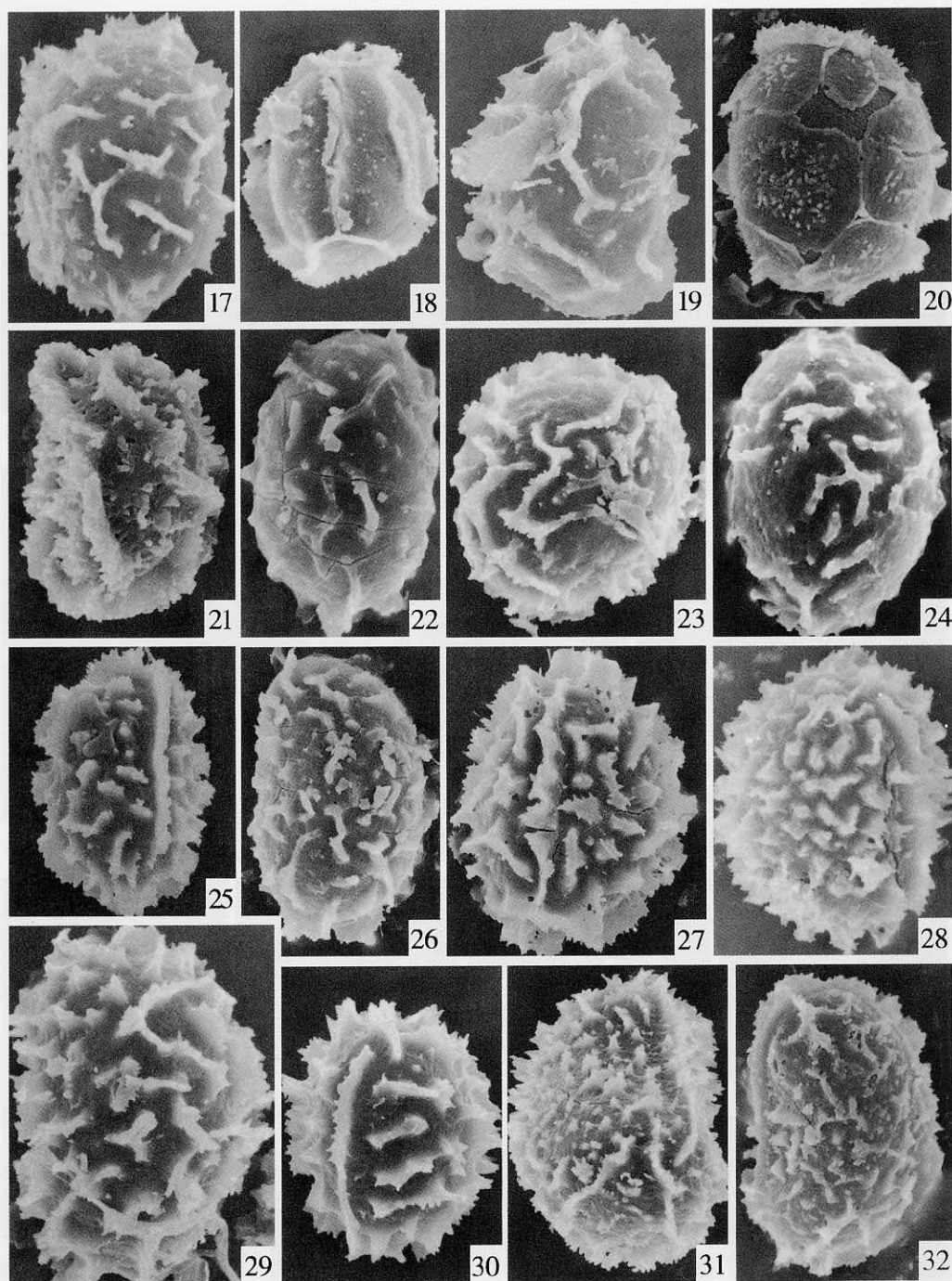
类型 II: 鸡冠状纹饰, 由比较厚而窄的片形成鸡冠状, 厚薄变化较大, 边缘常呈流苏状, 我们观察的种类中有 11 种属于此种类型 (见图 20~30)。细柄毛蕨 *C. kuliangensis* (图 23) 的片状纹饰的宽窄和厚度, 介于鸡冠状和翅状之间, 更接近于鸡冠状。Tryon & Lugardon (1991) 观察的采自巴拿马的 *C. interruptus* 周壁褶皱呈脊状, 具穿孔。黄增泉 (1981) 观察了采自台湾的 *C. interruptus*, 在光镜下其孢子表面具颗粒状或刺状纹饰。我们观察了采自中国海南的该种, 在扫描电镜下其孢子周壁具脊状或流苏翅状纹饰, 翅边缘具齿。

类型 III: 刺状纹饰, 不同种间刺的粗细变化也较大, 如刺的大小、长短及分布的疏密程度, 刺基部的分叉情况, 片状刺连接成网的程度等都有不同。有 10 种属于此种类型 (见图 42~52)。我们观察了截裂毛蕨 *C. truncatus* 两个产地的孢子, 采自云南的植物的孢子周壁表面密布由突起的细丝连接成的网; 而采自贵州的植物的孢子表面无此纹饰 (图 42)。采自贵州的该种的纹饰虽然象片状, 但从基部的分叉可以看出是刺状纹饰。

尽管可以将本属的纹饰分成 3 种基本类型, 但它们之间并没有明显的界限, 常有一些中间类型。我们观察的种类中有 11 种的纹饰是几种纹饰的混合 (见图 31~41), 多数是鸡冠状和刺的混合, 可以认为是以上纹饰类型之间存在着逐渐过渡的形式。这些种类的孢子表面各种鸡冠状、刺状、翅状的纹饰混杂排列, 不同种类各纹饰的多少和排列方式各异。其中, 干旱毛蕨 *C. aridus*、国楣毛蕨 *C. fengii*、粗齿毛蕨 *C. grosse-dentatus*、景洪毛蕨 *C. jinghongensis*、拟齿牙毛蕨 *C. paradentatus* 和无腺毛蕨 *C. procurrens* 等属于鸡冠状纹饰和

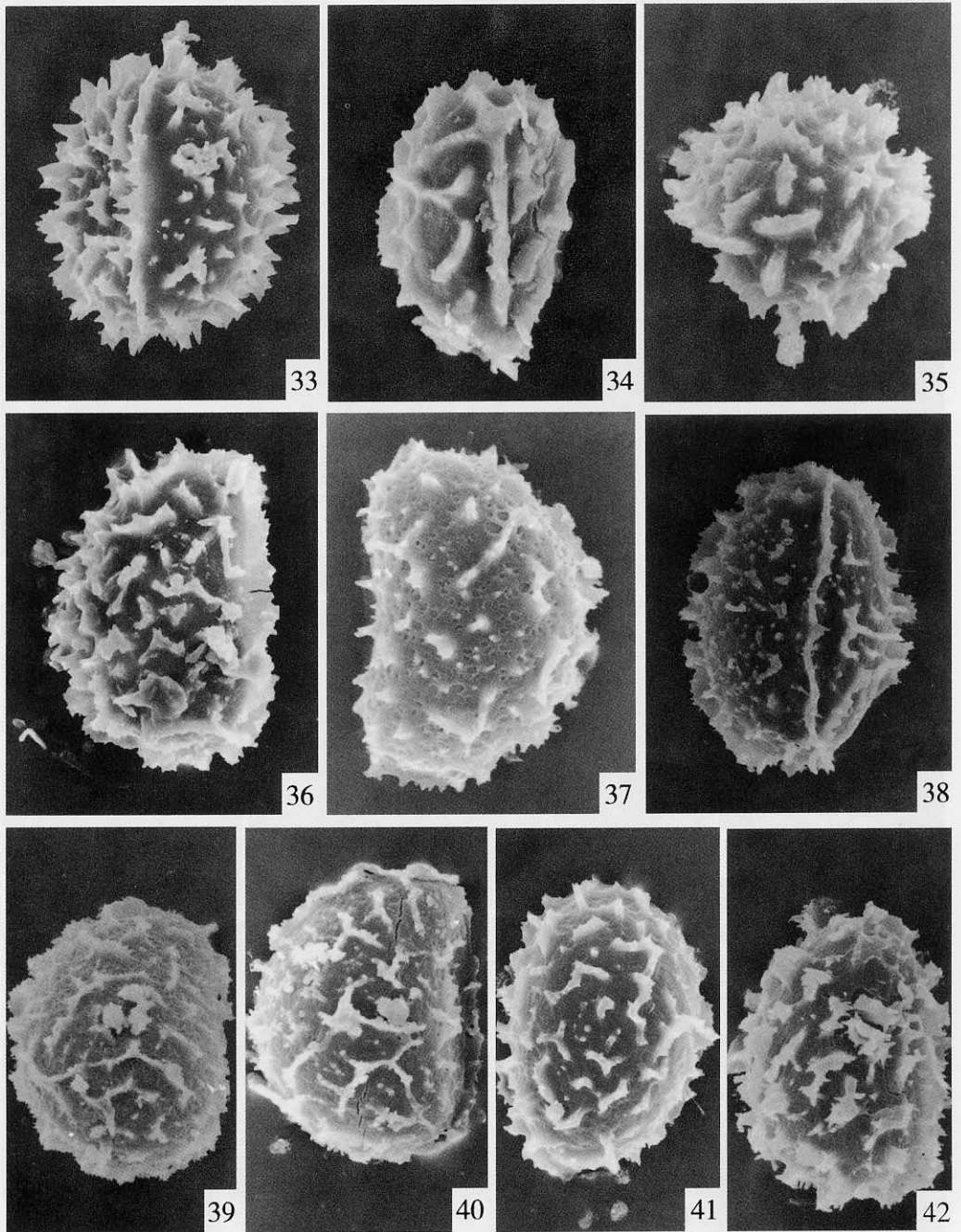


Figs. 1~16 SEM photographs of spores in *Cyclosorus* 1. *Cyclosorus cuneatus*; 2. *C. parasiticus*; 3. *C. jaculosus*; 4. *C. subelatus*; 5. *C. julongshanensis*; 6. *C. dentatus*; 7. *C. houi*; 8. *C. hirtisorus*; 9. *C. acutissimus*; 10. *C. excelsior*; 11. *C. subacutus*; 12. *C. wangii*; 13. *C. baiseensis*; 14. *C. oppositus*; 15. *C. proximus*; 16. *C. leipoensis*.  
(1,9.  $\times 1360$ ; 2,4~8,10~12,15~16.  $\times 1120$ ; 3,14.  $\times 1400$ ; 13.  $\times 1176$ )

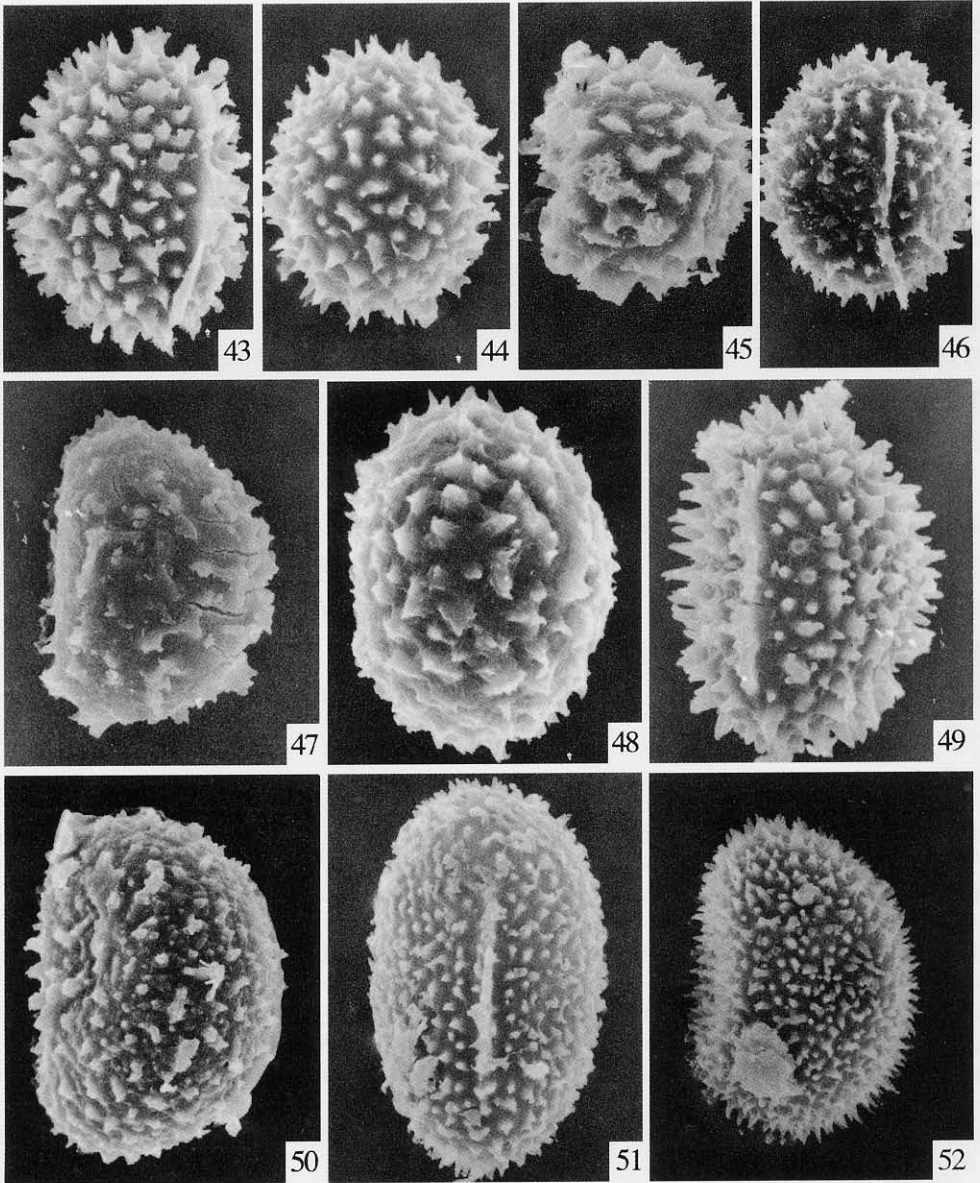


Figs. 17 ~ 32 SEM photographs of spores in *Cyclosorus* 17. *Cyclosorus oblanceolatus*; 18. *C. molliusculus*; 19. *C. hokouensis*; 20. *C. grandissimus*; 21. *C. chingii*; 22. *C. gaoxiangensis*; 23. *C. huijiangensis*; 24. *C. fengii*; 25. *C. attenuatus*; 26. *C. angustus*; 27. *C. acuminatus*; 28. *C. pumilus*; 29. *C. subacuminatus*; 30. *C. aureoglandulifer*; 31. *C. aridus*; 32. *C. grosse-dentatus*. (17, 19, 21 ~ 25, 28 ~ 30.  $\times 1400$ ; 18, 26, 27, 31.  $\times 1120$ ; 20, 32.  $\times 800$ )





Figs. 33 ~ 42 SEM photographs of spores in *Cyclosorus* 33. *Cyclosorus scabrulus*; 34. *C. interruptus*; 35. *C. simillimus*; 36. *C. nanchuanensis*; 37. *C. jinghongensis*; 38. *C. mianningensis*; 39. *C. paradentatus*; 40. *C. procurrens*; 41. *C. multisorus*; 42. *C. truncatus*. (33 ~ 35, 37.  $\times 1575$ ; 36, 40 ~ 42.  $\times 1260$ ; 38, 39.  $\times 900$ )



Figs. 43 ~ 52 SEM photographs of spores in *Cyclosorus*. 43. *Cyclosorus truncatus*; 44. *C. papilio*; 45. *C. acutilobus*; 46. *C. nigrescens*; 47. *C. nanpingensis*; 48. *C. crinipes*; 49. *C. transitorius*; 50. *C. latipinnus*; 51. *C. heterocarpus*; 52. *C. taiwanensis*. (43, 46, 50 ~ 52.  $\times 1120$ ; 44 ~ 45, 49.  $\times 1400$ ; 47, 48.  $\times 1600$ )

刺状纹饰的过渡类型, 其孢子表面多为细刺、粗刺、嵴、突起的或流苏状的翅混杂排列。

通过对上述结果的分析, 我们认为, 孢子表面的纹饰是稳定的特征, 同一种类的孢子纹饰类型比较稳定, 但孢子表面的细微纹饰因受分布区、气候、地理环境的影响, 以致有些种类因产地不同而孢子的细微纹饰不尽相同。应用孢子形态区分种类时, 应主要考虑其孢子大小、裂缝情况、纹饰类型和主要的纹饰特征, 而不应过分计较细微纹饰的差异, 否

则,是很不适用的,至少对毛蕨属的属下分类是不适用的。

### 3.2 孢子周壁纹饰在属及属下分类中的作用

我们观察的种类中属于 Holttum (1971)系统的稀毛蕨属 *Pneumatopteris* 的有1种:截裂毛蕨 *C. truncatus*,其孢子周壁表面具粗刺状或片状纹饰,周壁表面由细丝突起连接成网状。属于圆腺蕨属 *Sphaerostephanos* 的有4种:毛囊毛蕨 *C. hirtisoeus*,其孢子周壁表面具片状褶皱,褶皱边缘呈流苏状;倒披针毛蕨 *C. oblanceolatus*,其孢子周壁表面具扁刺状或脊状突起;异果毛蕨 *C. hetericarpus* 和台湾毛蕨 *C. taiwanensis*,其孢子周壁表面具粗刺状纹饰。属于小毛蕨属的 *Christella* 有6种:渐尖毛蕨 *C. acuminatus*、巨型毛蕨 *C. subelatus*、河口毛蕨 *C. hekouensis*、齿牙毛蕨 *C. dentatus* 和华南毛蕨 *C. parasiticus*,其孢子具突起的或流苏状翅,翅边缘具齿;周壁表面具颗粒状突起或近光滑;鳞柄毛蕨 *C. crinipes* 周壁表面具粗刺。从我们对这些孢子纹饰的观察结果看,Holttum (1971, 1979)认定的小毛蕨属的种类的周壁纹饰还比较一致,而他认为的另两属种类的周壁纹饰互有交叉。

从孢子纹饰上看,此属很多种类之间的纹饰相近,有些还互有交叉,很多种类孢子体之间的差异也很小(邢公侠, 1999),应进一步研究孢子体等各方面的特点,对有些种类进行合理归并为宜。另外,根据孢子形态可以对毛蕨属在金星蕨科中的位置及与本科中其他属的关系进行研究,我们将在今后有关金星蕨科植物孢子形态的文章中进一步探讨。

致谢 中国科学院植物研究所张宪春先生和贵州科学院生物研究所王培善先生在材料的采集方面,以及哈尔滨师范大学生物系张大维老师在电镜工作方面都给予了很大帮助,谨此一并致谢。

### 参 考 文 献

- Ching R-C(秦仁昌), 1963. A reclassification of the family Thelypteridaceae from the mainland of Asia. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 8: 289 ~ 335
- Ching R-C(秦仁昌), 1978. The Chinese fern families and genera: Systematic arrangement and historical origin. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 16: 1 ~ 9 & 16: 16 ~ 37
- Copeland E B, 1947. *Genera Filicum*. Waltham, Mass: Chronica Botarica Co
- Holttum R E, 1971. Studies in the family Thelypteridaceae III. *Blumea*, 19: 17 ~ 52
- Holttum R E, 1979. *Sphaerostephanos* (Thelypteridaceae) in Asia excluding Malesia. *Kew Bull*, 34: 221 ~ 232
- Huang T-C(黄增泉), 1981. *Spore Flora of Taiwan*. Taipei: Meitai Color Print Co. Ltd
- Shing K-H(邢公侠), 1999. Thelypteridaceae. In: *Flora Reipublicae Popularis Sinicae*, Tomus 4(1). Beijing: Science Press
- Smith A R, 1971. Systematics of the neotropical species of *Thelypteris*, section *Cyclosorus*. *Univ. California Publ Bot*, 59: 1 ~ 143
- Smith A R, 1985. Thelypteridaceae. In: Kubitzki K ed. *The Families and Genera of Vascular Plants*. Heiderberg: Springer-Verlag
- Tryon A F, Lugardon B, 1991. *Spores of the Pteridophyta*. New York: Springer-Verlag
- Wang Q-X(王全喜), Yu J(于晶), Zhang X-C(张宪春) *et al.*, 2001. Spore morphology of pteridophytes from China I. *Lygodiaceae*. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 39: 38 ~ 44
- Wu S-H(吴兆洪), Ching R-C(秦仁昌), 1991. *Fern Families and Genera of China*. Beijing: Science Press
- Yu J(于晶), Wang Q-X(王全喜), Bao W-M(包文美) *et al.*, 2001. Spore morphology of pteridophytes from China II. *Sinopteridaceae*. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 39: 224 ~ 233
- Zhang Y-L(张玉龙), Xi Y-Z(席以珍), Zhang C-T(张金谈) *et al.*, 1976. *Spore Pteridophytorum Sinicorum*. Beijing: Science Press