

# 10 种卷柏属植物茎的解剖学研究及其分类鉴定意义

万定荣<sup>1</sup>, 陈科力<sup>2</sup>, 王兵娥<sup>3</sup>

(1. 中南民族大学生命科学院, 武汉 430074; 2. 湖北中医学院药学院, 武汉 430065;

3. 襄樊市中医医院, 湖北襄樊 441000)

**摘要:** 对湖北省及邻近地区产 10 种卷柏属 (*Selaginella*) 植物茎进行了比较解剖研究。结果表明它们在解剖学方面既存在共性特征, 又各有其自身的特征。其共性特征表现在: (1) 表皮细胞壁多少增厚。 (2) 皮层通常具机械组织 (纤维、厚壁细胞, 通常仅有厚壁细胞)。 (3) 内皮层以内有大型气室, 中柱由多数横桥悬于气室中。 (4) 中柱鞘由 1 至数层薄壁细胞环列而成。 (5) 维管束周韧型。但 10 种卷柏属植物茎的横切面外侧是否具脊状突起, 皮层是否具纤维, 皮层外侧是否具厚壁细胞以及厚壁细胞的层数, 构成横桥的薄壁细胞的形态、数目, 气室及中柱的形态、数目, 木质部形态等方面具有种间差异, 可作为分类鉴定的重要依据。同时, 利用茎的解剖学特征, 可辅助解决某些仅靠形态学性状难以解决的分属鉴定问题。根据其相似程度, 还可进行部分种间亲缘关系的分析。

**关键词:** 卷柏属; 解剖学; 分类与鉴定; 亲缘关系

中图分类号: Q949; Q944.5

文献标识码: A

文章编号: 1000-470X(2008)04-0343-07

## Anatomical Study of the Stems of the 10 *Selaginella* Species and Its Taxonomic Significance

WAN Ding-Rong<sup>1</sup>, CHEN Ke-Li<sup>2</sup>, WANG Bing-E<sup>3</sup>

(1. College of Life Science, South-Central University for Nationalities, Wuhan 430074, China;

2. Hubei College of Traditional Chinese Medicine, Wuhan 430065, China; 3. Xiangfan

Hospital of Traditional Chinese Medicine, Xiangfan, Hubei 441000, China)

**Abstract:** Using the samples collected from Hubei Province and its neighboring region, the anatomical structures of the stems of 10 *Selaginella* species were observed under light microscope. The results showed that 10 species share some common anatomical characters: (1) The epidermis cells are more or less increased in thickness of the walls. (2) The cortex usually own mechanical tissue, fiber bundles and thick-walled cells (generally only the later). (3) Inside the endodermis, there generally is a large air chamber, with a stele hanged in its central part by the some cross-bridges. (4) The stele is enclosed by the pericycle ring made up of one or more layers of thin-walled cells. (5) The vascular bundle is amphicribal. However, certain significant anatomical differences exist among the 10 species. Whether several features exist would provide significant basis for classification and identification of the 10 species, including ridged heaves outside the epidermis of the stem, the fiber bundles in the cortex, the thick-walled cells in the outer cortex. The shape and number of the air-chamber, stele, xylem and thin-walled cells forming the cross-bridge also are significant characters for classification. Whatmore, microscopic characteristics can also be used to resolve some difficult problems of taxonomy only based on morphological analysis, and to deduce the relationships among some *Selaginella* species.

**Key words:** *Selaginella*; Anatomy; Classification and identification; Relationships

卷柏属 (*Selaginella* P. Beauv.) 隶属于卷柏科 (Selaginellaceae), 也是该科中唯一的一个属, 全球约有 700 余种, 多分布于热带、亚热带地区, 中国有 60 ~ 70 种<sup>[1]</sup>。卷柏属植物体型普遍较小, 形态相近, 野外常见几个种混生, 给分类鉴定带来困难。同

时该属植物多有抗肿瘤、抗菌、抗病毒等活性<sup>[2]</sup>, 开发应用中需建立可靠的鉴别方法。解剖学方法 (显微鉴定法) 是植物类群分类鉴定的有效方法, 且在药用植物分类鉴定中有着广泛的应用。国内外学者早期曾对卷柏属植物茎横切面的解剖学特征做过研

收稿日期: 2007-11-20, 修回日期: 2008-02-17。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30470193); 中南民族大学重点科研项目 (YZZ05004)。

作者简介: 万定荣 (1958 -), 男, 教授, 博士, 从事植物药与民族药的资源、品质与应用研究。

究与概述<sup>[3,4]</sup>,但并未涉及鄂产种。近些年来,国内学者对该属的卷柏[*Selaginella delicatula* (Desv.) Alston]和垫状卷柏[*S. pulvinata* (Hook. et Grev.) Maxim]的根茎、根、茎、叶的组织构造进行了较详细的研究<sup>[5,6]</sup>,并对该属植物进行了大、小孢子形态与叶的形态及叶表皮微形态的研究<sup>[7]</sup>,对分类鉴定起到了辅助作用。但尚未见利用茎的解剖学性状进行分类鉴定的报道。我们对湖北省及邻近地区 10 种卷柏属植物茎进行了比较解剖研究,以期为其分类

鉴定以及探讨某些种间的亲缘关系提供新的资料。

1 材料与方法

1.1 仪器与材料

Olympus 显微镜(日本);显微描绘器及自制显微描绘装置。实验材料均为作者自采或收集并鉴定学名,部分学名经中国科学院植物研究所张宪春研究员核证;凭证标本存于中南民族大学生命科学院植物标本室。具体材料见表 1。

表 1 材料来源  
Table 1 Source of materials

种名 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher
薄叶卷柏 <i>Selaginella delicatula</i> (Desv.) Alston	湖北鹤峰 Hefeng, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03008
	湖北恩施 Enshi, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03017
	湖北宣恩 Xuanen, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03011
	湖北宜昌 Yichang, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03004, 04009
异穗卷柏 <i>S. heterostachys</i> Baker	湖北鹤峰 Hefeng, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03009
	湖北宜昌 Yichang, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03007, 04004
	湖北红安 Hongan, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 04001
细叶卷柏 <i>S. labordei</i> Hieron. ex Christ	湖北建始 Jianshi, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 85239
	江西庐山 Lushan, Jiangxi	陈科力 (K. L. Chen) 03001
江南卷柏 <i>S. moellendorffii</i> Hieron	湖北宣恩 Xuanen, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03010
	湖北恩施 Enshi, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03018
	湖北宜昌 Yichang, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 04008, 03014
伏地卷柏 <i>S. nipponica</i> Franch. et Sav.	湖北宜昌 Yichang, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 04003
	湖北恩施 Enshi, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03015
垫状卷柏 <i>S. pulvinata</i> (Hook. et Grev.) Maxim	湖北宜昌 Yichang, Hubei	秦廷荣 04012
疏叶卷柏 <i>S. remotifolia</i> Spring	湖北鹤峰 Hefeng, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03013
	湖北恩施 Enshi, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03019
	湖北宜昌 Yichang, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 04007
中华卷柏 <i>S. sinensis</i> (Desv.) Spring	湖北红安 Hongan, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 04013
	河南辉县 Huixian, Henan	叶丛进 04001
卷柏 <i>S. tamariscina</i> (P. Beauv.) Spring	湖北宜昌 Yichang, Hubei	陈庆林 03020
翠云草 <i>S. uncinata</i> (Desv.) Spring	湖北宜昌 Yichang, Hubei	万定荣 (D. R. Wan) 03001, 04006
		万定荣 (D. R. Wan) 04005

1.2 方法

取 10 种卷柏属植物茎的中段部位,分别徒手切成厚度约 20 ~ 40 μm 的横切片,水合氯醛装片,镜下观察茎的组织构造特征;观察横桥用甘油-水装片(因其用水合氯醛试液透化时多溶解消失);滴加盐酸-间苯三酚试液染成红色者示细胞壁木质化;确定厚壁细胞与纤维辅以纵切片观察。数值特征(用经校正过的显微测微尺所测)取至不同茎的 20 个横切片。用显微描绘装置绘制茎横切面的显微简、详图。

2 茎横切面显微观察结果

2.1 10 种卷柏属植物茎的解剖学共性

根据显微观察研究,10 个种茎的横切面具如下

共性:①外侧多具一至数个脊状突起或凹凸不平。②表皮细胞 1 层,壁多少增厚,有的种木化或微木化。③皮层外侧通常具一至若干层厚壁细胞,最外侧的一至数层的壁多木化。其内的皮层常为数层至若干层薄壁细胞,细胞多呈圆多角形或多角形,排列紧密。皮层有时散有一至几个叶迹维管束。④内皮层多明显,细胞较小。⑤中部多具 1 个大型气室(少有多)。⑥中柱位于气室之中,均由内皮层分裂出的、多数呈辐射状排列的横桥将其悬起。横桥由单列(有时多列)一至数个薄壁细胞构成,其细胞多呈棒状、香肠状、莲藕状或长管状。⑦中柱鞘为一至数层薄壁细胞。⑧维管束周韧型,木质部具数个至多个木化管胞。

自基部至先端茎的横切面上,共同表现出各组织的细胞逐渐变小、细胞层数逐渐变少(有的种的厚壁细胞层数变至无)、壁木化者其木化程度变低,以及气室、中柱逐渐变小的规律。

## 2.2 表皮与皮层

根据茎横切面外侧是否呈脊棱状突起或凹凸不平,可将它们分为两个类型:①具一至数个脊状突起或呈凹凸不平状。包括翠云草、细叶卷柏、异穗卷柏、伏地卷柏、疏叶卷柏、薄叶卷柏(图1:E~J;图2:C~H)。②茎横切面外侧形状较规则,即不突起成脊棱状或几不呈凹凸不平状。包括卷柏、垫状卷柏、中华卷柏、江南卷柏(图1:A~D;图2:A,B)。

根据皮层是否具纤维群也可将它们分为两个类型:①具纤维群,有卷柏和垫状卷柏(图1:A,B)。②不具纤维群,有中华卷柏等8种(图1:C~J;图2:A~H)。

根据外侧皮层是否具厚壁组织细胞,还可将它们大体分为两类:①不具或基本不具厚壁组织,有伏地卷柏(图1:I;图2:G)、异穗卷柏(无厚壁细胞或仅在局部有1层,图1:H;图2:F)。②具厚壁组织。有卷柏、垫状卷柏、中华卷柏、江南卷柏、翠云草、薄叶卷柏、细叶卷柏(图2:A~E);疏叶卷柏的外侧皮层有时具1~2层厚壁组织细胞(图1:J;图2:H)。皮层是否具厚壁细胞以及厚壁细胞层数的多少,是有种间差异的。

## 2.3 横桥

不同种横桥细胞的数目、形态,以及构成横桥细胞的列数有种间差异。多数种的横桥仅为1列薄壁细胞;但江南卷柏、疏叶卷柏也有由2(4)列细胞平行或缠绕成横桥(图2:B,H)。

## 2.4 气室与中柱数目

各个种的茎内皮层之内均有大型气室,每一气室中央有1个中柱。气室及中柱的形状、大小、数目在种间互有差异。

根据气室与中柱的数目不同可将它们分为两个类型:①横切面具3个(少见3个以上)平行排列的气室和中柱。有薄叶卷柏(图1:F;图2:D)。②仅见单个气室、中柱,有垫状卷柏等9个种(图1:A~E,G~J;图2:A~C,E~H)。

## 2.5 中柱鞘及木质部

10个种的茎中柱外侧均围以中柱鞘,构成中柱鞘的薄壁细胞层数在种间多有差异。维管束均为周韧型。根据木质部是否分隔也可分为两个类型:①木质部分隔为2束。有翠云草1种(图1:E;图2:

C),在较嫩的茎还逐渐分为3束。②木质部不分隔。有卷柏等9个种。

## 2.6 10个种的茎(横切面)的主要解剖学特征

**卷柏** 横切面呈椭圆形。表皮细胞壁厚,有时木化。皮层外侧为10余层至近20层厚壁细胞,靠外侧的数层壁木化或微木化;厚壁组织中散列4个壁木化或微木化的纤维群;皮层中还散列2~4个叶迹维管束,与纤维群相间排列。内皮层不明显。气室卵圆形。横桥多由3~4个呈粗短管状的细胞构成。中柱长椭圆形或长条形,长径260~380  $\mu\text{m}$ ,短径110~150  $\mu\text{m}$ ;中柱鞘为1~3层细胞(图1:A)。

嫩茎有时可见2气室2中柱;也见有时仅有1气室2中柱的。

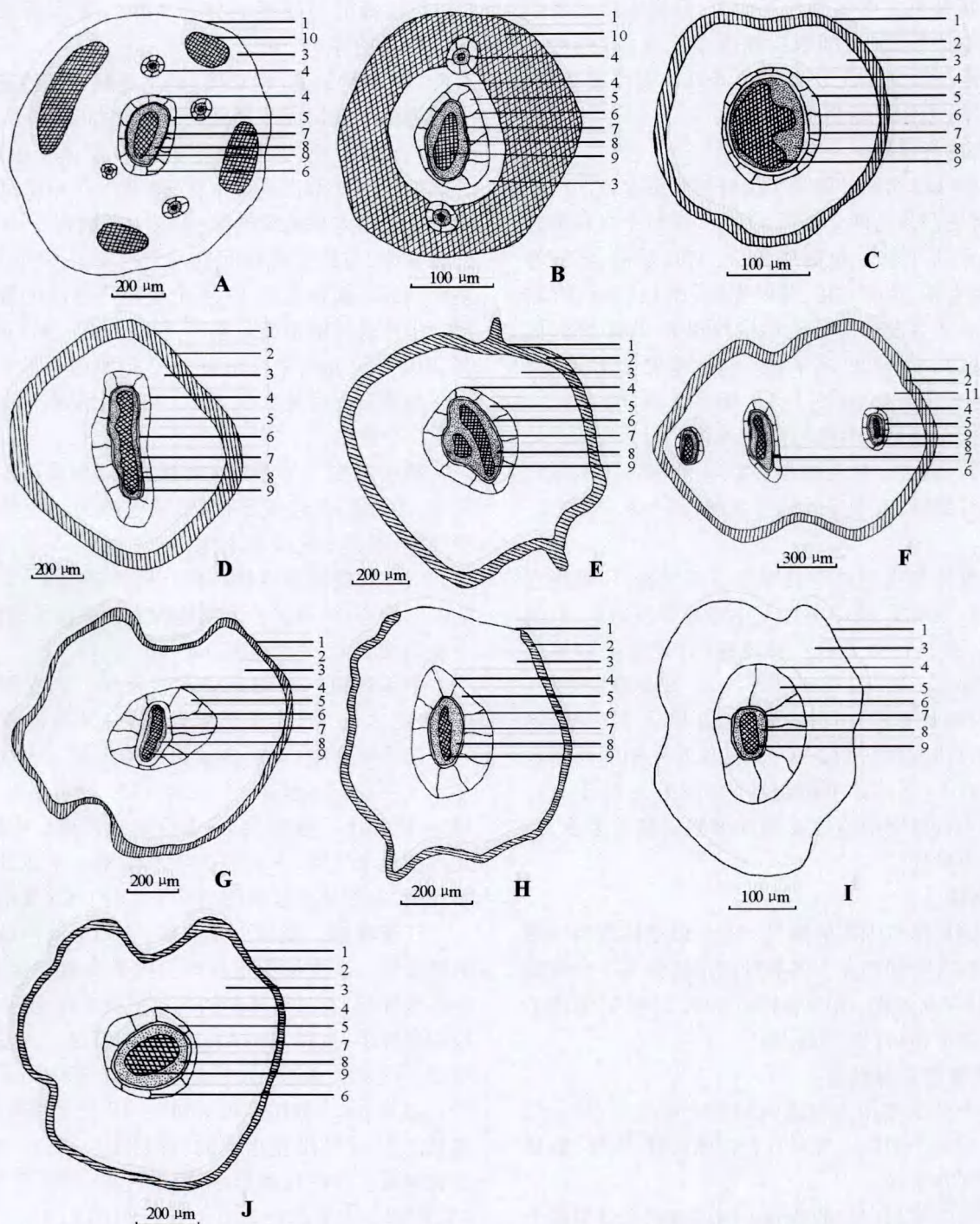
**垫状卷柏** 与卷柏主要区别:外侧皮层主要为纤维,10余层几连成环带状;其内侧为一至数层厚壁细胞,壁微木化或非木化;再内为3~5层薄壁细胞。气室长椭圆形或椭圆形。横桥多由1~2个两端钝圆的棒状、类长方形细胞构成。中柱长椭圆形;中柱鞘细胞1~2层(图1:B)。

**中华卷柏** 横切面呈圆多角形。表皮细胞壁厚;表皮内侧为1~3层厚壁细胞;其内的皮层为4~8层薄壁细胞;上述各细胞壁均木化。内皮层明显。气室扁圆或椭圆形,长径175~230  $\mu\text{m}$ ,短径145~170  $\mu\text{m}$ 。横桥由1~2个细胞构成。中柱大,几占满整个气室;中柱鞘为2层细胞。木质部形状不规则,一侧呈分枝状凹凸不平(图1:C;图2:A)。

**江南卷柏** 横切面呈类圆、卵圆形或两端略尖的椭圆形。表皮细胞壁较厚。内侧为数层至10余层厚壁细胞,有时靠外侧的几层壁微木化;其内的皮层细胞较小,直径10~40  $\mu\text{m}$ ,排列紧密。内皮层不明显。气室长条形,长径达820~1300  $\mu\text{m}$ ,短径200~330  $\mu\text{m}$ 。横桥多由1列5~10余个细胞构成,也有由2~4列细胞组成的,各列相互平行或缠绕,或有间隙。中柱长条形,略短于气室;中柱鞘为2~4层细胞。木质部长条形(图1:D;图2:B)。

该种茎由基部至先端,厚壁细胞由10余层渐减至数层;薄壁细胞的层数及大小,以及气室、中柱、管胞的大小也逐渐减小。

**翠云草** 与江南卷柏的主要区别:横切面呈类方形、多角形或长圆形,有2~4个脊状突起。外侧皮层仅有3~5层厚壁细胞;内侧皮层为较大的薄壁细胞,直径25~90  $\mu\text{m}$ 。内皮层明显。气室多角形或卵圆形,直径430~600  $\mu\text{m}$ 。横桥仅由单列1~2(3)个细胞组成,细胞呈棒状、长卵圆形或类圆形。



A: 卷柏; B: 垫状卷柏; C: 中华卷柏; D: 江南卷柏; E: 翠云草; F: 薄叶卷柏; G: 细叶卷柏; H: 异穗卷柏; I: 伏地卷柏; J: 疏叶卷柏。1. 表皮; 2. 厚壁组织; 3. 皮层; 4. 内皮层; 5. 气室; 6. 横桥; 7. 中柱鞘; 8. 韧皮部; 9. 木质部; 10. 纤维群; 11. 基本组织  
A: *Selaginella tamariscina*; B: *S. pulvinata*; C: *S. sinensis*; D: *S. moellendorffii*; E: *S. uncinata*; F: *S. delicatula*; G: *S. labordei*; H: *S. heterostachys*; I: *S. nipponica*; J: *S. remotifolia*. 1. Epidermis; 2. Sclerenchyma; 3. Cortex; 4. Endodermis; 5. Air chamber; 6. Cross-bridge; 7. Pericycle; 8. Phloem; 9. Xylem; 10. Fiber tissue; 11. Ground tissue

图 1 10 种卷柏属植物茎中段横切面简图

Fig. 1 Simple drawings of the transections of middle stems from the 10 species of *Selaginella*



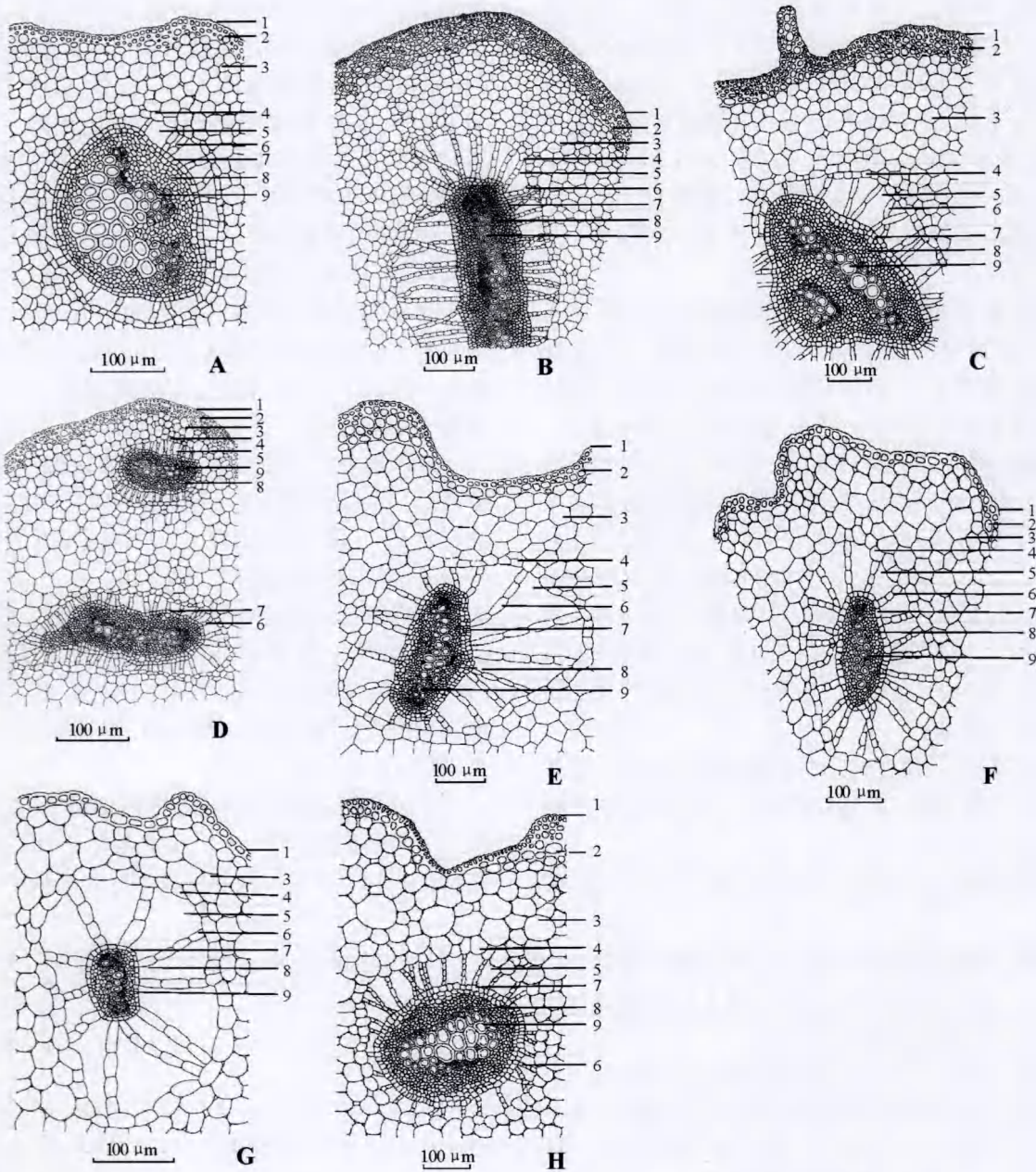


图2 8种卷柏属植物茎中段横切面详图  
A:中华卷柏; B:江南卷柏; C:翠云草; D:薄叶卷柏; E:细叶卷柏; F:异穗卷柏; G:伏地卷柏; H:疏叶卷柏。  
1. 表皮; 2. 厚壁组织; 3. 皮层; 4. 内皮层; 5. 气室; 6. 横桥; 7. 中柱鞘; 8. 韧皮部; 9. 木质部; 10. 纤维群  
A: *Selaginella sinensis*; B: *S. moellendorffii*; C: *S. uncinata*; D: *S. delicatula*; E: *S. labordei*; F: *S. heterostachys*; G: *S. nipponica*;  
H: *S. remotifolia*. 1. Epidermis; 2. Sclerenchyma; 3. Cortex; 4. Endodermis; 5. Air chamber; 6. Cross-bridge; 7. Pericycle;  
8. Phloem; 9. Xylem; 10. Fiber tissue

图2 8种卷柏属植物茎中段横切面详图

Fig. 2 Detailed drawings of the transsections of middle stems from the 8 species of *Selaginella*

中柱不规则卵形或长椭圆形;木质部多分隔为并列的2束,一束较大较长,另一束较小(图1:E;图2:C)。

该种嫩茎横切面木质部逐渐分为3束而呈“品”字形排列。

**薄叶卷柏** 与江南卷柏的主要区别:横切面有2个相对的凹陷,而使周边轮廓略呈“8”字形或葫

芦状。表皮内侧仅有3~6层壁非木化的厚壁细胞;其内的薄壁细胞较大。内皮层明显。中部区域多具3个近平行的长椭圆形气室,中央一个较大,两侧的较小,长径375~750 μm,短径150~270 μm。横桥仅由单列的1~2(3)个细胞构成(图1:F;图2:D)。

**细叶卷柏** 横切面略呈不规则类方形、多角形,外周有明显的脊状突起而呈凹凸不平状。表皮细胞

壁略增厚,木化。皮层外侧具厚壁细胞1~2层,内侧为5~12层薄壁细胞,直径20~70  $\mu\text{m}$ ;内皮层明显。气室类方形或椭圆形,长径360~550  $\mu\text{m}$ ,短径260~350  $\mu\text{m}$ 。横桥多由3~4个细胞构成。中柱椭圆形,长径250~370  $\mu\text{m}$ ,短径100~200  $\mu\text{m}$ ;中柱鞘为2~5层细胞,宽度约达整个中柱的1/3。木质部长条形或长椭圆形,管胞直径10~30  $\mu\text{m}$ (图1:G;图2:E)。

该种茎由基部至先端,厚壁细胞由2~3层且壁微木化,渐变为在先端茎横切面的局部仅有1层厚壁细胞且壁非木化,有时先端茎横切面无厚壁细胞;皮层薄壁细胞明显变小,气室与中柱也逐渐变小。

**异穗卷柏** 与细叶卷柏的主要区别:横切面直径较小(约0.6 mm)。表皮内侧无厚壁细胞或仅在局部有1层,皮层薄壁细胞仅有约6层,直径15~50  $\mu\text{m}$ 。气室长椭圆、扁圆形或卵圆形,面积相对比例较大,直径约180~300  $\mu\text{m}$ 。横桥由3~4(6)个细胞组成。中柱很小,长径约140  $\mu\text{m}$ ,短径约70  $\mu\text{m}$ ;中柱鞘为1层细胞。管胞直径多小于10  $\mu\text{m}$ (图1:H;图2:F)。

本种似仅有独立孢子枝植株的茎枝,与上述营养枝横切面极相似,区别仅在横切面、气室、中柱略大或较大。

**伏地卷柏** 营养枝与细叶卷柏的主要区别:横

切面呈多角或圆多角形,周边略显凹凸不平,直径较小,仅约为0.45 mm。皮层仅有3~6层薄壁细胞(外侧皮层无厚壁细胞),且较小,直径仅15~40  $\mu\text{m}$ ;气室类圆或卵圆形,相对比例较大,长径200~280  $\mu\text{m}$ ,短径150~200  $\mu\text{m}$ 。中柱比例小,仅约占气室大小的1/10;中柱鞘多为1层(局部2层)较大的细胞,直径10~14  $\mu\text{m}$ 。管胞少而小,直径9~15  $\mu\text{m}$ (图1:I;图2:G)。

本种孢子枝与营养枝横切面略有不同,主要区别在孢子枝的表皮细胞较大,直径10~20  $\mu\text{m}$ (营养枝上的仅为6~15  $\mu\text{m}$ );皮层细胞仅3~4层;构成横桥的细胞仅2~3个。

**疏叶卷柏** 与细叶卷柏的主要区别:横切面呈类圆形,或周边具2~5个明显的凹陷。厚壁细胞无或仅有1~2层,壁微木化或非木化;其内的皮层为3~9层较大的薄壁细胞,直径20~110  $\mu\text{m}$ 。气室类圆或椭圆形。构成横桥的细胞为1(2)列,每列2~8个细胞。中柱卵形或类圆形,直径150~360  $\mu\text{m}$ ;中柱鞘为2~3层薄壁细胞。木质部长卵形,管胞较大,直径10~60  $\mu\text{m}$ ,数目较多,30~40个(图1:J;图2:H)。

该种茎由基部至先端,厚壁细胞由1~2层渐变至无。薄壁细胞由7~8层渐减至2~3层,直径明显减小;气室、中柱与管胞的大小亦逐渐减小。

根据解剖学特征分析结果,10种卷柏属植物存在显微特征上的种间差异,可按下表检索分种:

1. 皮层中有木化纤维群;或皮层内侧有壁木化的薄壁细胞。
  2. 皮层无纤维群,薄壁细胞壁木化 ..... 1. 中华卷柏 *Selaginella sinensis*
  2. 皮层有木化纤维群,其内侧的薄壁细胞壁不木化。
    3. 皮层外侧为若干层厚壁细胞,厚壁组织中散列4个纤维群 ..... 2. 卷柏 *S. tamariscina*
    3. 皮层外侧为木化纤维群,几连成环带;其内侧为一至数层壁微木化或非木化的厚壁细胞 ..... 3. 垫状卷柏 *S. pulvinata*
1. 皮层中无纤维群;皮层薄壁细胞壁非木化。
  4. 皮层外侧无或仅有1~2层厚壁细胞。
    5. 横桥多由1列(有时2列)薄壁细胞构成,每列有(2)3~8个细胞;木质部管胞较多 ..... 4. 疏叶卷柏 *S. remotifolia*
    5. 横桥由1列薄壁细胞构成,细胞数3~4(6)个;木质部管胞较少。
      6. 中柱鞘较宽,由2~5层薄壁细胞组成 ..... 5. 细叶卷柏 *S. labordei*
      6. 中柱鞘较窄,由1层(或仅局部2层)薄壁细胞组成。
        7. 皮层细胞仅3~6层,中柱鞘细胞较大,直径10~14  $\mu\text{m}$  ..... 6. 伏地卷柏 *S. nipponica*
        7. 皮层细胞5~8层,中柱鞘细胞较小,直径7~9  $\mu\text{m}$  ..... 7. 异穗卷柏 *S. heterostachys*
  4. 皮层外侧有3~6层或10余层厚壁细胞。
    8. 横切面中央有3个较大而并行的气室与中柱 ..... 8. 薄叶卷柏 *S. delicatula*
    8. 横切面中央仅有1个气室与中柱。
      9. 皮层外侧有数层至10余层厚壁细胞;木质部仅1束,呈长条形 ..... 江南卷柏 *S. moellendorffii*
      9. 皮层外侧仅有3~5层厚壁细胞;木质部分隔为并行的大、小2束,较大者狭长形,较小的类圆形 ..... 翠云草 *S. uncinata*

### 3 讨论与小结

#### 3.1 解剖学方法在近缘种及疑难种鉴定上的意义

10种卷柏属植物茎的显微构造均存在明显差异,但种内在形态上略有差异的植株以及同株营养枝与孢子枝的结构基本相同,说明解剖学特征不仅可用于卷柏属下种间鉴别,且可解决某些仅靠形态学方法等难以解决的鉴定问题。如湖北鹤峰、恩施所采薄叶卷柏与其它采集地的样本在许多形态学性状上存在较小但明显可辨的差异:主茎略粗,多呈紫褐至淡褐色;其叶斜展,但干后贴伏于主茎<sup>[5]</sup>。两类植物的化学特征也略有差异<sup>[6]</sup>。解剖学上二者仅表现出一些数量性状上的差异:茎横切面直径及气室、中柱、管胞均略大;表皮细胞较小(直径8~12 μm)且壁较薄;厚壁细胞较大但壁较薄(3~4 μm)。但二者茎却均有横切面轮廓呈“8”字形、皮层外侧均具3~6层厚壁细胞,中部均具3个近平行的长椭圆形气室且中央1个较大等共性,而与其他所有种具极显著差异,据此而确定它们同属于一个种。

又如异穗卷柏植株形态上似仅具独立孢子枝的植株,在林下成群直立生长,与兼具营养枝与孢子枝的异穗卷柏在生长状态上有极显著不同,不经研究很难将二者判为同一个种。但二者叶形一致,独立孢子枝与兼具营养枝的植株的茎在组织结构上具显著一致性,再结合二者具相同的孢子形态并与同属其它种孢子形态有显著区别<sup>[7]</sup>,将两类异穗卷柏确定为同一个种。

#### 3.2 利用解剖学特征分析部分种间亲缘关系

研究比较发现,组织构造的相似程度表现出与种间形态学上相似程度的相关性,可用于部分种间亲缘关系的推断。如卷柏与垫状卷柏茎的皮层均有发达的纤维群,而其它种均无纤维,推测二者应有相近的亲缘关系。这与它们在形态上植株均呈莲座状,小枝皆丛生于主茎顶端,干旱时均呈拳卷状,大、小孢子形态均十分接近<sup>[10]</sup>,而与同属其它种明显不同的情况是一致的。又如解剖学上伏地卷柏、细

叶卷柏及异穗卷柏三者茎的结构均十分相近:横切面外周均有脊状突起或呈凹凸不平状;表皮以内厚壁组织极不发达甚至无厚壁组织;皮层薄壁细胞层数较少,内皮层均可见;气室所占比例均较大,而中柱比例均较小等。推测三者应具较近的亲缘关系,且细叶卷柏与异穗卷柏的关系更为接近(二者横切面外周均有脊状突起,皮层外侧尚可见到不发达的厚壁组织;而伏地卷柏横切面外周仅略凹凸不平,皮层外侧无厚壁组织)。三者在形态上相近,孢子叶穗均背腹压扁,上下孢子叶不同形,且细叶卷柏与异穗卷柏的外形更接近(二者的孢子叶穗均呈四菱形,孢子叶在穗上排列紧密;而伏地卷柏的孢子叶穗略扁,孢子叶排列疏松)解剖学特征与形态特征是一致的。

**致谢:**感谢湖北中医学院硕士生范晓磊协助进行观察研究。

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第6卷,第3分册)[M]. 北京:科学出版社,2004. 86-219.
- [2] 毕跃峰,郑晓珂,史社坡,等. 卷柏属植物化学成分与药理活性[J]. 国外医药·植物药分册,2002,17(3):97.
- [3] 黑叶尔 К и 著. 颈卵器植物分类学[M]. 吴长春等译. 北京:高等教育出版社,1959. 143-144.
- [4] 严楚江. 孢子植物形态学[M]. 北京:高等教育出版社,1959. 219-221.
- [5] 曾育麟主编. 中国民族药志(第1卷)[M]. 北京:人民卫生出版社,1984. 358.
- [6] 徐国钧,徐璐珊,王峰涛主编. 常用中药材品种整理和质量研究(第3册)[M]. 福州:福建科技出版社,1999. 735-736.
- [7] 孙稚颖,张宪春,崔绍梅,等. 中国29种和泰国1种卷柏科植物的叶形态学研究及其分类学意义[J]. 植物分类学报,2006,44(2):148-160.
- [8] 万定荣,陈科力,詹亚华. 湖北省卷柏科药用植物调查与研究[J]. 中国中药杂志,2005,30(19):1507-1510.
- [9] 万定荣,陈科力. 薄叶卷柏及其变异类型的鉴定研究[J]. 中国药学杂志,2006,41(5):338-340.
- [10] 刘保东,包文美,敖志文. 中国卷柏科孢子形态的研究[J]. 植物研究,1989,9(3):113-122.