

# 六种藓类植物茎的比较解剖学研究

陈珮珮, 刘应迪\*, 张 校, 蔡秀珍

(湖南师范大学 生命科学学院, 中国湖南 长沙 410081)

**摘要:** 通过对6种藓类植物, 即褶叶青藓 (*Brachythecium salebrosum* (Web. et Mohr.) B. S. G.)、湿地甸灯藓 (*Plagiomnium acutum* (Lindb.) Kop.)、侧枝甸灯藓 (*Plagiomnium maximoviczii* (Lindb.) Kop.)、大凤尾藓 (*Fissidens nobilis* Griff.)、大羽藓 (*Thuidium cymbifolium* (Doz. et Molk.) B. S. G.) 和大灰藓 (*Hypnum plumaeforme* Wils.) 嫩茎和老茎的石蜡切片和显微观察发现, 同一藓类植株的嫩茎和老茎, 茎结构稳定, 不同种藓类植物茎横切面具有不同特征. 植物体茎横切面形状、表层细胞的层数、细胞大小和细胞壁厚薄、皮层细胞大小和形状、中轴的有无以及比例等特征可以作为藓类植物的分科分类依据之一.

**关键词:** 藓类植物; 茎; 解剖学观察

中图分类号: Q949.35

文献标识码: A

文章编号: 1007-7847(2011)01-0036-06

## Comparison of Anatomy of the Stems of 6 Species of Mosses

CHEN Pei-pei, LIU Ying-di\*, ZHANG Xiao, CAI Xiu-zhen

(College of Life Sciences, Hunan Normal University, Changsha 410081, Hunan, China)

**Abstract:** The structure of the stems in 6 mosses, i.e. *Brachythecium salebrosum* (Web. et Mohr.) B. S. G., *Plagiomnium acutum* (Lindb.) Kop., *Plagiomnium maximoviczii* (Lindb.) Kop., *Fissidens nobilis* Griff., *Thuidium cymbifolium* (Doz. et Molk.) B. S. G., and *Hypnum plumaeforme* Wils. were observed by paraffin wax sections. The results show that different parts (younger and older) of the stem in the same plant have stable structure, and different features of mosses including the shape of stems, number of layers of epidermal cells, shapes and scale of the cells and the information of axial part of stem are obviously different from different species. These features could be regarded as one of the classification bases.

**Key words:** mosses; stem; anatomy

(*Life Science Research*, 2011, 15(1): 036-041)

苔藓植物是一群小型的多细胞高等植物, 植物体矮小, 其植物体为其配子体, 大多具有茎和叶的分化, 统称茎叶体. 苔藓植物茎的结构显著不同于蕨类植物和种子植物, 其内仅有皮部和中轴的分化, 无维管束结构<sup>[1]</sup>. 早在1901年 Tansley 和 Chick 开始研究大金发藓 (*Polytrichum commune* L. ex Hedw.) 的茎中轴结构, 发现其中轴部分由具原生质的厚壁细胞和空的薄壁细胞(导水细胞)交错排列而成<sup>[2]</sup>. 日本学者 Isawo

Kawai 也发表了一系列有关苔藓植物茎结构的论文, 对茎结构进行了比较系统学的研究, 提出茎的解剖学特征可以作为苔藓植物的分类依据<sup>[3-6]</sup>. 2002、2004 和 2005 年出版的《中国苔藓志》在羽藓科 Thuidiaceae、灰藓科 Hypnaceae 和柳叶藓科 Amblystegiaceae 等藓类植物的分类中已将茎横切面的结构特征视为重要的分类依据, 将茎表皮细胞分化与否、形状大小和细胞壁的厚薄作为分种检索表的一级特征<sup>[7-9]</sup>.

收稿日期: 2010-09-25; 修回日期: 2010-12-31

基金项目: 湖南省教育厅项目(09C624); 湖南省自然科学基金资助项目(08JJ3081)

作者简介: 陈珮珮(1986-), 女, 湖南邵阳人, 硕士研究生, 主要从事植物学和植物生态学研究; \*通讯作者: 刘应迪(1958-), 男, 湖南华容人, 湖南师范大学生命科学学院教授, 博士, 主要从事植物学和植物生态学研究, E-mail: lyd\_000007@sina.com.

藓类的茎虽属于配子体, 但具有和维管植物的孢子体相比拟的内部结构, 有学者<sup>[1]</sup>甚至认为藓茎中水分的上升运输是由中轴部分承担的, 是一种特殊的导水结构. 而且, 迄今为止, 已发现早生藓类体内具有特化的传水细胞所组成的传导组织或中部传导束, 如葫芦藓属 *Funaria*、四齿藓属 *Tetraphis* 和金发藓属 *Polytrichum* 就具有此种结构<sup>[10]</sup>.

由此可见, 研究藓类植物茎的结构在分类学和形态解剖学方面均具有比较重要的意义. 因

此, 本文选用了 3 种生境下的 6 种藓类植物的茎进行了石蜡切片观察, 旨在为深入研究藓类植物的形态结构和系统分类提供有价值的参考资料.

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

供试材料(表 1)均采自湖南省吉首市德夯风景区. 凭证标本保存于湖南师范大学植物系标本馆(HNNU).

表 1 实验材料  
Table 1 Experimental materials

种名 Species	采集人 Hunters	标本号 Voucher	生境 Habitat
<i>Brachythecium salebrosum</i> (Web. et Mohr.)B. S. G.	LI Xin	0003	wet soil
<i>Plagiomnium acutum</i> (Lindb.)Kop.	CU Shuang	0014	wet soil
<i>Plagiomnium maximoviczii</i> (Lindb.)Kop.	YUAN Yuan	0022	wet soil & shek pik
<i>Thuidium cymbifolium</i> (Doz. et Mol.)B. S. G.	LI Xin	0059	grass understory
<i>Hypnum plumaeforme</i> Wils.	CU Shuang	0060	grass understory
<i>Fissidens nobilis</i> Griff.	LI Xin	0065	wet soil

### 1.2 试验方法

挑选生长健壮的干燥标本, 将干燥标本用清水浸泡 30 min 后, 洗净去叶片, 取主茎顶端嫩枝和老茎作为材料, 用 FAA 固定液固定 24 h, 经酒精脱水、二甲苯透明, 透蜡包埋, 横向切片(厚度约 6  $\mu\text{m}$ ), 粘片烘片、染色、树脂封片, 观察. 每种实验材料至少重复 3 次, 选取典型封片拍照<sup>[11-13]</sup>.

## 2 结果与分析

### 2.1 6 种藓类植物茎解剖的一般结构

根据解剖观察, 6 种藓类植物茎的解剖学结构均由表皮、皮层和中轴三部分组成, 分述如下.

#### 2.1.1 表皮

表皮一般由排列紧密的小型厚壁细胞组成. 各物种可以根据表皮细胞层数, 细胞壁的厚薄不同而得以区分. 如湿地匍灯藓、侧枝匍灯藓和大凤尾藓的表皮细胞都是 1~3 层, 细胞壁稍厚, 排列紧密(图 2 e、j; 图 1 e). 而褶叶青藓的表皮细胞虽也是 1~3 层, 但细胞壁相对前三者较薄(图 1 j). 大灰藓和大羽藓的表皮细胞壁则是强烈增厚, 且细胞层数也明显增加(图 1 o; 图 2 o).

#### 2.1.2 皮层

藓类植物茎的皮层一般由多层薄或厚壁细胞构成, 胞腔较大, 是茎的主要组成部分. 大灰藓和大羽藓皮层细胞的胞壁较其他 4 种植物的厚(图 1 m; 图 2 m).

#### 2.1.3 中轴

茎中轴是位于茎中央部分的细胞束, 不同种类茎中轴分化程度不一, 但细胞腔通常较小, 细胞壁较薄. 其中大凤尾藓、褶叶青藓和湿地匍灯藓的中轴都较发达(图 1 d、i; 图 2 d、i), 而大羽藓和大灰藓的中轴分化不明显, 仅占横切面很小的比例(图 1 n; 图 2 n).

### 2.2 6 种藓类植物茎解剖特征在分类中的应用

6 种苔藓植物的茎横切面的形状、表皮细胞层数、皮层细胞形状特点、中轴比例等特征详见表 2.

由表 2 可见, 6 种藓类植物茎的解剖学结构特征虽然存在一定的共性, 但在形状、表层细胞的层数、细胞大小和细胞壁厚薄、皮层细胞大小和形状、中轴的有无以及比例等特征等方面存在着显著的种间差异, 这很好地反映了它们作为一个自然类群的共性, 但是种与种之间的界限又比较分明, 容易区分. 根据这些特征差异可将 6 种藓类植物编制成检索表, 能较容易地将这些种区别开来.

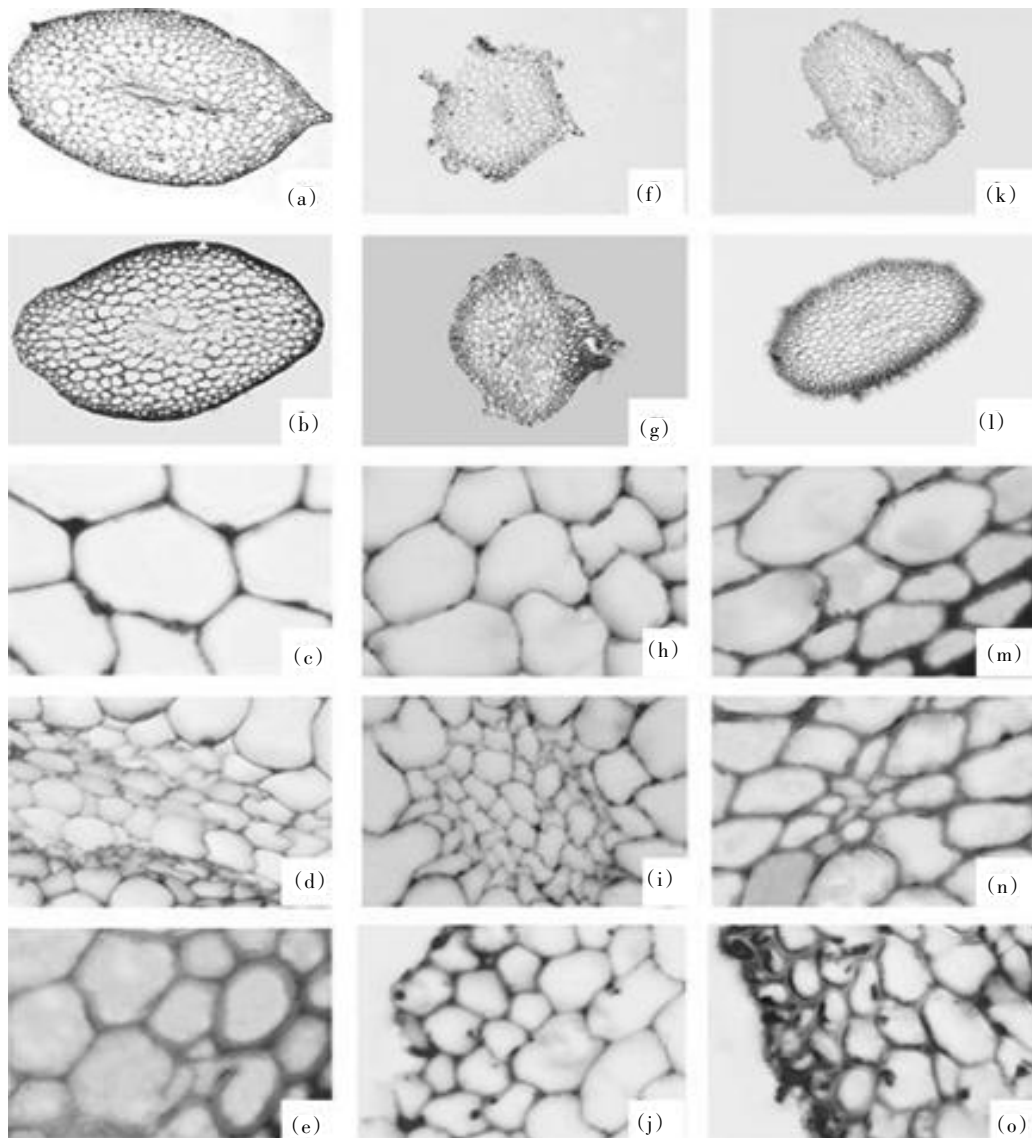


图 1 大风尾藓, 褶叶青藓和大羽藓茎的石蜡切片

(a) 大风尾藓嫩枝茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 20$ ); (b) 大风尾藓老茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 20$ ); (c) 大风尾藓嫩茎的横切, 示皮层细胞( $\times 100$ ); (d) 大风尾藓嫩茎的横切, 示中轴细胞( $\times 100$ ); (e) 大风尾藓嫩茎的横切, 示表皮细胞( $\times 100$ ); (f) 褶叶青藓嫩枝茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 10$ ); (g) 褶叶青藓老茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 10$ ); (h) 褶叶青藓嫩茎的横切, 示皮层细胞( $\times 100$ ); (i) 褶叶青藓嫩茎的横切, 示中轴细胞( $\times 100$ ); (j) 褶叶青藓嫩茎的横切, 示表皮细胞( $\times 100$ ); (k) 大羽藓嫩枝茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 10$ ); (l) 大羽藓老枝茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 10$ ); (m) 大羽藓老枝茎的横切, 示皮层细胞 ( $\times 100$ ); (n) 大羽藓老枝茎的横切, 示中轴细胞 ( $\times 100$ ); (o) 大羽藓老枝茎的横切, 示表皮细胞( $\times 100$ ).

Fig.1 Paraffin section of stems of *Fissidens nobilis*, *Brachythecium salebrosum* and *Thuidium cymbifolium*

(a) Cross section of *F. nobilis*'s young stem, showing the anatomy structure( $\times 20$ ); (b) Cross section of *F. nobilis*'s old stem, showing the anatomy structure( $\times 20$ ); (c) Cross section of *F. nobilis*'s young stem, showing the cortex cell( $\times 100$ ); (d) Cross section of *F. nobilis*'s young stem, showing the mainaxis cell( $\times 100$ ); (e) Cross section of *F. nobilis*'s young stem, showing the epidermis cell( $\times 100$ ); (f) Cross section of *B. salebrosum*'s young stem, showing the anatomy structure( $\times 10$ ); (g) Cross section of *B. salebrosum*'s old stem, showing the anatomy structure ( $\times 10$ ); (h) Cross section of *B. salebrosum*'s young stem, showing the cortex cell ( $\times 100$ ); (i) Cross section of *B. salebrosum*'s young stem, showing the mainaxis cell( $\times 100$ ); (j) cross section of *B. salebrosum*'s young stem, showing the epidermis cell( $\times 100$ ); (k) Cross section of *T. cymbifolium*'s young stem, showing the anatomy structure ( $\times 10$ ); (l) Cross section of *T. cymbifolium*'s old stem, showing the anatomy structure( $\times 10$ ); (m) Cross section of *T. cymbifolium*'s old stem, showing the cortex cell ( $\times 100$ ); (n) Cross section of *T. cymbifolium*'s old stem, showing the mainaxis cell( $\times 100$ ); (o) Cross section of *T. cymbifolium*'s old stem, showing the epidermis cell( $\times 100$ ).

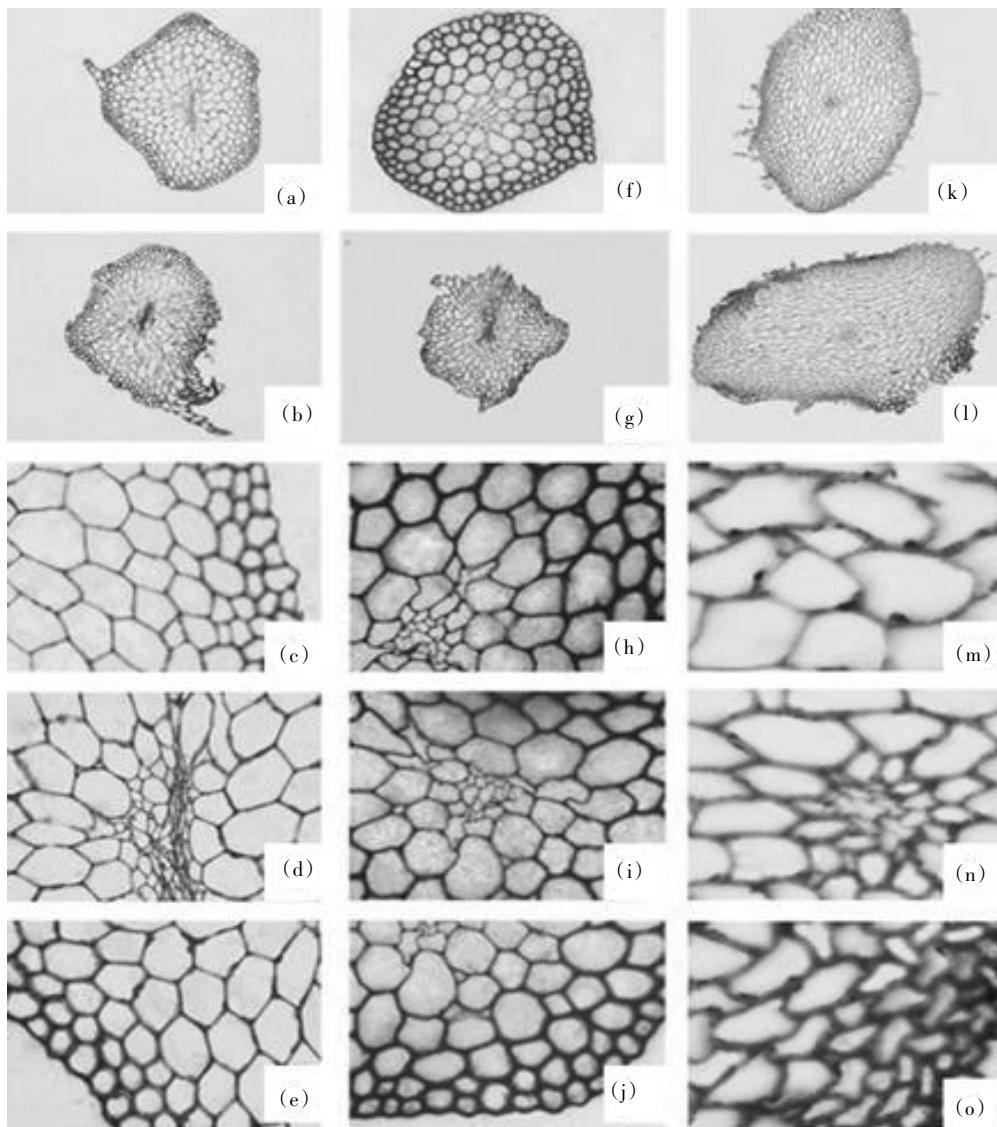


图 2 湿地匍灯藓、侧枝匍灯藓和大灰藓茎的石蜡切片

(a) 湿地匍灯藓嫩枝茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 10$ ); (b) 湿地匍灯藓老茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 10$ ); (c) 湿地匍灯藓嫩茎的横切, 示皮层细胞( $\times 100$ ); (d) 湿地匍灯藓嫩茎的横切, 示中轴细胞( $\times 100$ ); (e) 湿地匍灯藓嫩茎的横切, 示表皮细胞( $\times 100$ ); (f) 侧枝匍灯藓嫩枝茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 20$ ); (g) 侧枝匍灯藓老茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 10$ ); (h) 侧枝匍灯藓嫩茎的横切, 示皮层细胞( $\times 100$ ); (i) 侧枝匍灯藓嫩茎的横切, 示中轴细胞( $\times 100$ ); (j) 侧枝匍灯藓嫩茎的横切, 示表层细胞( $\times 100$ ); (k) 大灰藓嫩枝茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 20$ ); (l) 大灰藓老枝茎的横切, 示茎解剖结构( $\times 20$ ); (m) 大羽藓老枝茎的横切, 示皮层细胞( $\times 100$ ); (n) 大灰藓老枝茎的横切, 示中轴细胞( $\times 100$ ); (o) 大灰藓老枝茎的横切, 示表皮细胞( $\times 100$ ).

Fig.2 Paraffin section of stems of *Plagiomnium acutum*, *Plagiomnium maximoviczii* and *Hypnum plumaeforme*

(a) Cross section of *P. acutum*'s young stem, showing the anatomy structure ( $\times 10$ ); (b) Cross section of *P. acutum*'s old stem, showing the anatomy structure( $\times 10$ ); (c) Cross section of *P. acutum*'s young stem, showing the cortex cell ( $\times 100$ ); (d) Cross section of *P. acutum*'s young stem, showing the mainaxis cell ( $\times 100$ ); (e) Cross section of *P. acutum*'s young stem, showing the epidermis cell( $\times 100$ ); (f) Cross section of *P. maximoviczii*'s young stem, showing the anatomy structure( $\times 20$ ); (g) Cross section of *P. maximoviczii*'s old stem, showing the anatomy structure ( $\times 10$ ); (h) Cross section of *P. maximoviczii*'s young stem, showing the cortex cell ( $\times 100$ ); (i) Cross section of *P. maximoviczii*'s young stem, showing the mainaxis cell ( $\times 100$ ); (j) Cross section of *P. maximoviczii*'s young stem, showing the epidermis cell ( $\times 100$ ); (k) Cross section of *H. plumaeforme*'s young stem, showing the anatomy structure ( $\times 20$ ); (l) Cross section of *H. plumaeforme*'s old stem, showing the anatomy structure( $\times 20$ ); (m) Cross section of *H. plumaeforme*'s old stem, showing the cortex cell ( $\times 100$ ); (n) Cross section of *H. plumaeforme*'s old stem, showing the mainaxis cell( $\times 100$ ); (o) Cross section of *H. plumaeforme*'s old stem, showing the epidermis cell( $\times 100$ ).

表 2 6 种藓类植物茎横切结构比较  
Table 2 Comparison of the transverse sections of the stems of the 6 mosses

种名 Species	形状 Shape	中轴比例 Mainaxis	皮层 Cortex	表皮 Epidermis
湿地匍灯藓 <i>P. acutum</i>	圆形	近 1/5	薄壁细胞大, 六边形	2 层厚壁细胞
侧枝匍灯藓 <i>P. maximoviczii</i>	圆形	近 1/5	细胞大, 规则六边形	1~2 层厚壁细胞
大灰藓 <i>H. plumaeforme</i>	椭圆形	近 1/10	细胞大, 壁稍厚, 镶嵌排列	多层厚壁细胞
大羽藓 <i>T. cymbifolium</i>	椭圆形	近 1/10	细胞大, 壁稍厚, 径向排列	多层厚壁细胞
大凤尾藓 <i>F. nobilis</i>	椭圆形	约 1/7	不规则六边形薄壁细胞	2~3 层厚壁细胞
褶叶青藓 <i>P. inflexum</i>	近圆形	近 1/7	大小不一, 壁薄, 不规则多边形	2~3 层薄壁细胞

6 种藓类植物茎横切解剖学特征的分类检索表:

1. 茎横切面为圆形或近圆形.
  2. 中轴面积占总横切面积的 1/7 ..... 褶叶青藓
  2. 中轴面积占总横切面积的 1/5.
    3. 皮层细胞多为规则六边形 ..... 侧枝匍灯藓
    3. 皮层细胞为不规则多边形 ..... 湿地匍灯藓
1. 茎横切面为椭圆形.
  4. 中轴分化明显 ..... 大凤尾藓
  4. 中轴分化不明显.
    5. 皮层细胞镶嵌排列 ..... 大灰藓
    5. 皮层细胞径向排列 ..... 大羽藓

### 3 讨论

#### 3.1 茎解剖学特征在藓类植物中的分类学价值

由于苔藓植物配子枝上自茎端向下, 从苞叶到绿叶在大小和形式上都有所差异<sup>[9]</sup>, 所以本实验取藓类植物体老茎和嫩茎作为实验材料, 结果表明同一种藓类植物老茎和嫩茎横切面特征差别较小, 结构稳定, 而各种类之间茎横切面特征差别较大. 湿地匍灯藓和侧枝匍灯藓茎横切面均呈圆形, 表皮细胞 2 层, 皮层由薄壁细胞组成, 中轴较发达, 反映了这两种藓类植物作为同属植物这样一个自然类群的共性. 这同蒋洁云 2009 年发表的提灯藓科植物茎横切面近圆形, 表皮细胞 2~3 层, 圆形、厚壁, 皮层细胞多边形、薄壁, 中轴多边形、小形、壁薄等特征相符<sup>[14]</sup>. 大灰藓、大羽藓和大凤尾藓茎横切面呈椭圆形, 则可由与匍灯藓属植物区分开来. 大凤尾藓的中轴明显较大灰藓和大羽藓发达, 大羽藓茎皮层细胞呈径向排列, 而大灰藓茎皮层细胞呈镶嵌排列, 这些特征则又可将大灰藓和大羽藓区分开. 何小兰等对泥炭藓植物进行过专项数量分类研究, 结果表明在泥炭藓属的分类研究中, 茎的皮层结

构、茎皮部细胞层数及细胞壁特征、茎叶的大小与结构以及枝叶的大小和结构特征极为重要<sup>[15]</sup>. 由此可见, 茎横切面的形状, 表层细胞的层数、大小和细胞壁厚薄, 皮层细胞大小和形状, 中轴有无及比例等特征在藓类植物的分类中具有极为重要的价值.

#### 3.2 生境对藓类植物茎解剖结构的影响

本研究发现不同生境下的藓类植物茎的横切面结构和细胞特征各有不同. 湿生藓类植物湿地匍灯藓、侧枝匍灯藓和大凤尾藓茎表皮和外皮部厚壁细胞层数较少, 仅 1~3 层, 茎内均有较发达的中轴, 且中轴细胞大、数目多, 中轴占整个横切面的比例相对较大. 这些特征正是适应阴湿环境的表现. 中生藓类如褶叶青藓茎横切面外皮细胞壁较湿生藓类植物要薄, 皮部细胞稍小. 大灰藓和大羽藓的茎中轴的分化并不明显, 表皮由多层厚壁细胞组成, 皮层细胞的壁相对中生藓类的皮层细胞壁厚. 这样的结构能提高植物吸水效率, 增加储水量, 从而更好的抵御干旱环境. 可见, 研究藓类植物茎解剖结构特征有助于较全面的解释植物体因适应环境而产生某些特征趋向的事实<sup>[16]</sup>.

## 参考文献(References):

- [1] 吴鹏程. 苔藓植物生物学 [M]. 北京: 科学出版社 (WU Peng-cheng. Bryophyte Biology[M]. Beijing: Science Press), 1998. 28-31.
- [2] 史密斯 G M. 陈邦杰, 李正理(译). 隐花植物学(下)[M]. 北京: 科学出版社 (SMITH G M. CHEN Bang-jie, LI Zheng-li (translation). Cryptogamic Botany Volume II [M]. Beijing: Science Press), 1959. 84-85.
- [3] ISAWO K W, KIKU I D. On the affinity regarding the conducting tissue of the stem in some species of Polytrichaceae[J]. Science Reports of the Kanazawa University, 1970, 15 (2): 71-98.
- [4] ISAWO K W. On the affinity regarding the inner structure of the stem in some species of Dicranaceae, Bartamiaceae, Emodontaceae and Fissidentaceae[J]. Science Reports of the Kanazawa University, 1971, 4 (18): 18-40.
- [5] ISAWO K W. On the affinity regarding the inner structure of the stem in some species of Thuidiaceae[J]. Science Reports of the Kanazawa University, 1971a, XVI (1): 21-60.
- [6] ISAWO K W. On the affinity regarding the inner structure of the stem in some species of Mniaceae[J]. Science Reports of the Kanazawa University, 1971b, XVI (2): 82-111.
- [7] 吴鹏程. 中国苔藓志(第六卷)[M]. 北京: 科学出版社 (WU Peng-cheng. Flora Bryophytorum Sinicorum (Vol.6). Beijing: Science Press), 2002. 242-243.
- [8] 胡人亮, 王幼芳. 中国苔藓志(第七卷)[M]. 北京: 科学出版社 (HU Ren-liang, WANG You-fang. Flora Bryophytorum Sinicorum (Vol.7). Beijing: Science Press), 2005. 2-3.
- [9] 吴鹏程, 贾渝. 中国苔藓志(第八卷)[M]. 北京: 科学出版社 (WU Peng-cheng, JIA Yu. Flora Bryophytorum Sinicorum (Vol.8). Beijing: Science Press), 2004. 127-128.
- [10] 杨武, 郭水良, 方芳. 不同生境下 30 种藓类植物茎的比较解剖学研究[J]. 浙江师范大学学报(自然科学版) (YANG Wu, GUO Shui-liang, FANG Fang. Comparison of stem structures of 30 mosses in different habitats[J]. Journal of Zhejiang Normal University (Nature Science)), 2007, 30 (4): 440-446.
- [11] 韩留福, 王晓蕊, 赵建成, 等. 6 种凤尾藓属植物茎的比较解剖学研究[J]. 河北师范大学学报(自然科学版) (HAN Liu-fu, WANG Xiao-rui, ZHAO Jian-cheng, *et al.* A comparison of anatomy of the stems of six species of the genus *Fissidens* Hedw[J]. Journal of Hebei Normal University (Natural Science Edition)), 2003, 27 (6): 620-637.
- [12] 韩留福, 刘伟, 赵建成, 等. 十种藓类植物茎的比较解剖学观察[J]. 干旱区研究 (HAN Liu-fu, LIU Wei, ZHAO Jian-cheng, *et al.* Comparison of anatomy of the stems among ten species of mosses[J]. Arid Zone Research), 2003, 20 (1): 20-24.
- [13] 詹琪芳, 王幼芳, 李粉霞, 等. 两种生境下的 8 种藓类植物茎结构的比较解剖学研究[J]. 西北植物学报 (ZHAN Qi-fang, WANG You-fang, LI Fen-xia, *et al.* Comparison of stem structures of eight mosses in two habitats[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica), 2006, 26 (2): 217-225.
- [14] 蒋洁云. 不同生活型的藓类植物茎叶的形态解剖研究[D]. 贵州大学: 贵州大学硕士研究生学位论文 (JIANG Jie-yun. Anatomical study on stem and leaf of mosses of different life-forms[D]. Guizhou University: Master Thesis), 2009. 24-25.
- [15] 何小兰, 敖志文. 泥炭藓植物数量分类的研究[J]. 植物研究 (HE Xiao-lan, AO Zhi-wen. A numerical taxonomy of sphagnum species[J]. Bulletin of Botanical Research), 1989, 9(4): 135-144.
- [16] 杨武, 郭水良, 方芳. 论藓类植物适应环境的形态与解剖学基础 [J]. 安庆师范学院学报(自然科学版) (YANG Wu, GUO Shui-liang, FANG Fang. On morphological and anatomical adaptation of mosses to water environments [J]. Journal of Anqing Teachers College (Natural Science Edition)), 2007, 13 (3): 56-60.