

广西蕨类植物孢子形态的研究 I. 水龙骨科

王任翔^{1,2}, 陆树刚², 邓晰朝^{2,3}, 张义正⁴

(1. 广西师范大学 生命科学学院, 广西 桂林 541004; 2. 云南大学 生态学与地植物学研究所, 云南 昆明 650091;

3. 河池学院 化学与生命科学系, 广西 宜州 546300; 4. 四川大学 生命科学学院, 四川 成都 610064)

摘要: 该文是广西蕨类植物孢子形态研究的第一部分。首次利用光学显微镜和扫描电子显微镜对广西产水龙骨科 6 属 9 种植物的孢子形态进行了观察研究。对每个种的孢子形态特征及表面纹饰进行了描述。水龙骨科 6 属 9 种植物孢子都为单裂缝类型孢子, 孢子外壁表面具有皱状、细孔状、蠕虫状、瘤状、光滑、索状条纹和颗粒状纹饰 7 种纹饰类型。讨论了各属、种间的差异, 为水龙骨科系统分类及孢粉学研究提供资料。

关键词: 水龙骨科; 孢子形态; 扫描电子显微镜; 广西

中图分类号: Q944 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2006)05-0565-05

Spore morphology of pteridophytes from Guangxi I. Polypodiaceae

WANG Ren-xiang^{1,2}, LU Shu-gang², DENG Xi-chao^{2,3}, ZHANG Yi-zheng⁴

(1. *College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China*; 2. *Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming 650091, China*; 3. *Department of Chemistry and Life Sciences, Hechi University, Yizhou 546300*; 4. *College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610064, China*)

Abstract: This paper is the first report of an investigation on the spore morphology of Guangxi ferns. The spore morphology of 9 species, belonging to 6 genera of Polypodiaceae distributing in Guangxi of China was studied and compared under LM and SEM. The spore morphological characters of each species were described. The main results were as follows: the spore morphology of 9 species were all monoletate. Under SEM, the exine of spores showed rugate, punctate, vermiculate, tuberculate, psilate, funicle and granum ornamentations. The differences among the spores of these genera and species were discussed. It seems to contribute to the materials for systematics and palynology of Polypodiaceae.

Key words: Polypodiaceae; spore morphology; scanning electron microscope; Guangxi

蕨类植物孢粉形态在分类学和系统发育研究上具有重要意义, 不仅可以作为建立高级分类单位的一个重要依据, 而且往往能用来区分仅靠孢子体形态难以区分的种类, 同时也可用于检查现行分类系统中各类群的自然性和同质性(吴兆洪等, 1991)。孢粉形态结合植物分类和系统发育是蕨类植物孢粉学研究的主要方向之一, 它在蕨类植物分类、系统发育和演化的研究上具有重要的意义, 国内外都展开

了大量而富有成效的研究工作。随着 20 世纪中期扫描电子显微镜在孢粉学上的应用, 孢粉学研究进入了一个崭新的阶段, 扫描电子显微镜技术在孢粉学研究上得到了广泛应用。利用扫描电子显微镜, 人们能够看到许多在光学显微镜下看不清的孢子外壁纹饰。国外不少学者在这一方面做了大量的工作(Lellinger 等, 1997; Uffelen, 1993; Large 等, 1991; Tryon 等, 1991; Devi, 1988; Lugardon, 1974)。我国

收稿日期: 2005-11-16 修回日期: 2006-04-12

基金项目: 教育部高等学校重点实验室西部地区高级访问学者基金资助[Supported by the Western Scholarship Foundation of the Chinese Education Commission]

作者简介: 王任翔(1965-), 男, 湖南资兴人, 博士生, 副研究员, 从事细胞分类学研究及细胞生物学教学, (E-mail) wrx05@126.com.

从 20 世纪 90 年开始也进入了电子显微镜研究蕨类植物孢子形态的高潮。据笔者统计,至今国产 500 余种蕨类植物的孢子进行了扫描电镜观察研究,涉及约 19 科 60 余属;其中海金沙科(Lygodiaceae)、中国蕨科(Sinopteridaceae)、金星蕨科(Thelypteridaceae)和铁角蕨科(Aspleniaceae)的孢子形态进行了较系统的扫描电子显微镜研究(王全喜等,2001;于晶等,2001;戴绍军 2002,2005;戴锡玲等,2005)。但有关广西产蕨类植物孢子形态的扫描电子显微镜研究则比较少。广西是我国蕨类植物种类较多的地区之一,有蕨类植物 56 科 158 属约 854 种,在科和种的数量上仅次于云南,名列第二(周厚高等,2000;邓晰朝,2006)。对广西蕨类植物孢子形态进行电镜水平的研究工作,有着重要意义。从 2004 年开始,我们对广西木论国家自然保护区和九万山国家自然

保护区等地产的一些蕨类植物孢子进行了扫描电镜观察研究,其结果将陆续报道。本文是第一部分——广西水龙骨科植物的孢子形态。

水龙骨科(Polypodiaceae)植物曾是一个庞大、异质的类群,秦仁昌对古老的水龙骨科采取了革新的举动,建立了今天的水龙骨科(秦仁昌,1940,1978)。但植物分类学家对该科的系统分类仍有不同的意见。根据新的水龙骨科植物的划分,中国约有 27 属 250 种,主产长江以南各省区(吴兆洪等,1991),其中广西约有 18 属 92 种 2 变种 7 变型(周厚高等,2000)。张玉龙等(1976)利用光学显微镜系统研究了国产水龙骨科 22 属 64 种植物孢子的形态。在水龙骨科植物孢子的扫描电子显微镜研究方面,李国范等(1988)对东北产 4 种水龙骨科植物孢子形态进行了研究,刘家熙(1998)对北京 4 种水龙

表 1 广西水龙骨科植物孢子形态研究的实验材料及凭证标本

Table 1 Materials and voucher specimens of spore morphology of Polypodiaceae from Guangxi

分类群 Taxon	采集地 Location	凭证标本 Vouchers
盾蕨 <i>Neolepisorus ovatus</i>	广西木论 Mulun, Guangxi	邓晰朝 Deng Xi-chao 31740
瓦韦 <i>Lepisorus thunbergianus</i>	广西九万山 Jiuwanshan, Guangxi	邓晰朝 Deng Xi-chao 31758
伏石蕨 <i>L. microphyllum</i>	广西木论 Mulun, Guangxi	邓晰朝 Deng Xi-chao 31754
肉质伏石蕨 <i>Lemmaphyllum carnosum</i>	广西木论 Mulun, Guangxi	邓晰朝 Deng Xi-chao 31753
石韦 <i>Pyrrosia lingua</i>	广西木论 Mulun, Guangxi	邓晰朝 Deng Xi-chao 31796
尾叶石韦 <i>P. caudifrons</i>	广西木论 Mulun, Guangxi	邓晰朝 Deng Xi-chao 31798
相近石韦 <i>P. assimilis</i>	广西木论 Mulun, Guangxi	邓晰朝 Deng Xi-chao 31794
江南星蕨 <i>Microsorium fortunei</i>	广西木论 Mulun, Guangxi	邓晰朝 Deng Xi-chao 31790
亨利线蕨 <i>Colysis henryi</i>	广西木论 Mulun, Guangxi	邓晰朝 Deng Xi-chao 31788

骨科孢子形态进行了研究。有关广西产水龙骨科植物孢子形态的扫描电子显微镜研究尚未见报道。本文利用扫描电子显微镜对广西产 6 属 9 种水龙骨科植物的孢子形态进行了研究,以期为该科植物分类和系统演化研究提供孢粉学资料。

1 材料和方法

1.1 材料

研究材料均取自野生。材料来源见表 1,凭证标本存于云南大学标本馆(YUN)。

1.2 方法

光学显微镜观察的孢子采用 Erdtman 的醋酸酐法,每种孢子测量 20 粒,变异幅度以最小值和最大值及常见值表示。扫描电子显微镜观察样品的制备方法是:将干燥成熟的孢子直接均匀地撒在双面胶带上,然后固定在样品台上,真空镀膜后置于 S-

450 型扫描电子显微镜下观察,选择有代表性的孢子进行照相。孢子的形态描述参照张玉龙等(1976)和王全喜等(2003)所修订的术语。

2 观察结果

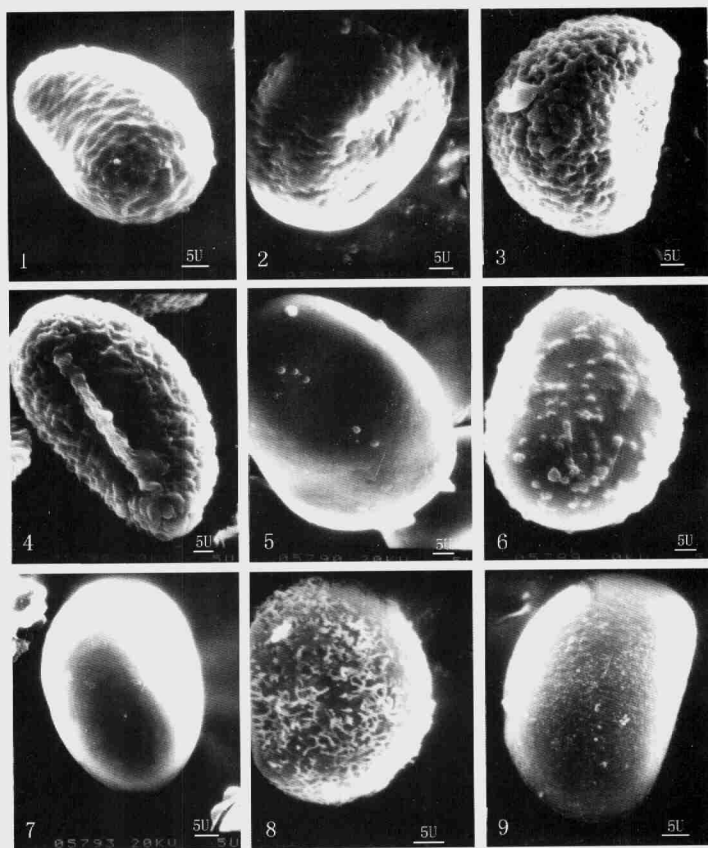
2.1 盾蕨属 *Neolepisorus* Ching

本属植物全世界约 5 种,我国约 4 种,广西 3 种 2 变型。

盾蕨 *N. ovatus*(Bedd.)Ching 孢子两侧对称,极面观为椭圆形,赤道面观为豆形。孢子大小为 $29.6(26.1 \sim 31.2) \mu\text{m} \times 43.5(39.2 \sim 49.1) \mu\text{m}$ 。具单裂缝,裂缝长度约为孢子长度的 $3/4$,具较明显的边缘。孢子外壁表面无突出物和凹陷,表面不平,皱纹状,属皱状纹饰(图版 I:1)。

2.2 瓦韦属 *Lepisorus* Ching

本属植物全世界约 50 种,我国约 40 种,广西 13 种。



图版 I 水龙骨科植物孢子扫描电镜照片 1. 盾蕨; 2. 瓦韦; 3. 伏石蕨; 4. 肉质伏石蕨; 5. 石韦; 6. 尾叶石韦; 7. 相近石韦; 8. 亨利星蕨; 9. 亨利线蕨; 标尺=5 μm 。

Plate I SEM photographs of spores of the polypodiaceae under SEM 1. *Neolepisorus ovatus*; 2. *Lepisorus thunbergianus*; 3. *Lemmaphyllum microphyllum*; 4. *L. carnosum*; 5. *Pyrrosia lingua*. 6. *P. caudifrons*; 7. *P. assimilis*; 8. *Microsorium henryi*; 9. *Colysis henryi*. Scale bar=10 μm .

瓦韦 *L. thunbergianus* (Kaulf.) Ching 孢子两侧对称, 极面观为椭圆形, 赤道面观为超半圆形。孢子大小为 35.6 (32.1~38.3) μm $\times$ 44.5 (40.3~48.6) μm 。具单裂缝, 裂缝长度约为孢子长度的 1/2, 边缘不明显。孢子外壁表面具直径小、稀疏的点状凹陷, 属细孔状纹饰 (图版 I: 2)。

2.3 伏石蕨属 *Lemmaphyllum* Presl

本属植物全世界约 6 种, 我国约 3 种, 广西 2 种 1 变种。

伏石蕨 *L. microphyllum* C. Presl 孢子两侧对称, 极面观为椭圆形, 赤道面观为超半圆形, 孢子大小为 33.6 (31.5~37.8) μm $\times$ 43.5

(39.6~47.8) μm 。具单裂缝,裂缝长度约为孢子长度的 2/3,边缘不明显。孢子外壁表面具微细的长条形的突出纹饰,比较短,不规则弯曲,属蠕虫状纹饰(图版 I:3)。

肉质伏石蕨 *L. carnosum* (Wall.) C. Presl 孢子两侧对称,极面观为椭圆形,赤道面观为豆形。孢子大小为 31.5(26.6~35.2) μm × 46.7(43.2~50.4) μm 。具单裂缝,裂缝长度约为孢子长度的 3/4,具较宽的边缘。孢子外壁表面具微细的长条形的突出纹饰,比较短,不规则弯曲,属蠕虫状纹饰(图版 I:4)。

2.4 石韦属 *Pyrrosia* Mirbel

本属植物全世界约 70 多种,我国约 40 多种,广西 17 种 1 变种 1 变型。

石韦 *P. lingua* (Thunb.) Farw. 孢子两侧对称,极面观为椭圆形,赤道面观为超半圆形。孢子大小为 40.5(38.7~44.6) μm × 45.7(42.5~48.6) μm 。具单裂缝,长度约为孢子长度的 1/2,边缘不明显。孢子外壁表面有稀疏的近球形的突起,属瘤状纹饰(图版 I:5)。

尾叶石韦 *P. caudifrons* Ching ex Boufford et S-hing(广西分布新记录) 孢子两侧对称,极面观为椭圆形,赤道面观为超半圆形。孢子大小为 38.7(35.8~43.7) μm × 42.6(39.7~46.2) μm 。具单裂缝,长度约为孢子长度的 1/2,边缘不明显。孢子外壁表面有较多近球形的突起,属瘤状纹饰(图版 I:6)。

相近石韦 *P. assimilis* 孢子两侧对称,极面观为椭圆形,赤道面观为半圆形。孢子大小 27.6(24.5~29.3) μm × 42.4(38.3~45.2) μm 。具单裂缝,长度约为孢子长度的 1/2,边缘不明显。外壁表面无突出物也无凹陷,表面较平且光滑,属光滑型(图版 I:7)。

2.5 星蕨属 *Microsorium* Link

江南星蕨 *M. fortunei* 孢子两侧对称。极面观为椭圆形,赤道面观为超半圆形。孢子大小为 37.5(34.7~40.5) μm × 40.4(38.2~45.3) μm 。具单裂缝,长度约为孢子长度的 1/2,边缘不明显。外壁表面形成绳索状条纹,在孢子表面交织成网,属绳索状纹饰(图版 I:8)。

2.6 线蕨属 *Colysis* Presl

亨利线蕨 *C. henryi* (Baker) Ching 孢子两侧对称。极面观为长椭圆形,赤道面观为豆形。孢子大小为 35.8(32.6~40.2) μm × 45.4(39.8~49.3) μm 。具单裂缝,长度约为孢子长度的 1/2,边缘不明显。孢子表面具较多的颗粒状突起或附着物,颗粒直径较

小,大小可略有变化,属颗粒状纹饰(图版 I:9)。

3 分析与讨论

观察结果表明,水龙骨科 6 属 9 种植物孢子形态均为两侧对称,极面观为椭圆形或长椭圆形,赤道面观为超半圆形或豆形,均为单裂缝,其长度为孢子全长的 1/2~3/4。各种孢子形态的主要区别在于孢子外壁表面纹饰,它们的共同特征是主要的,这说明它们是一个亲缘关系较接近的自然类群。这在孢粉学上说明秦仁昌(1940,1978)对古老的水龙骨科采取的革新举动所建立的水龙骨科是比较合理的。

Read(1950)认为在较原始的近代和古代蕨类植物中,孢子的结构趋于具有三裂缝的四面体形或球形的类型,而次生的趋势则是向两侧对称的单裂缝方向发展。6 属 9 种水龙骨科植物孢子形态均为单裂缝类型,它也表明水龙骨科植物较为进化,这与水龙骨科植物在整个蕨类植物系统中的排列位置是相吻合的。

水龙骨科 6 个属的孢子外壁表面纹饰都不相同,这可作为这些属的孢粉学上的鉴别特征,在鉴定属方面有一定价值。伏石蕨属中的 2 个种伏石蕨和肉质伏石蕨的孢子形态及外壁表面纹饰基本相同,石韦属中的 3 个种石韦、尾叶石韦和相近石韦的孢子形态基本相同,外壁表面纹饰只是瘤状突起有无或多少的区别,因此,孢粉学在水龙骨科植物种间鉴别方面的价值不太大。

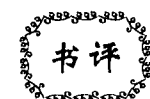
有关本科植物的孢子形态及外壁表面纹饰的系统演化以及它和其他科蕨类植物孢子形态的关系,我们将在后续的文章中进行探讨。

本研究是在四川大学生物技术与分子生物学重点实验室完成的,孢子的扫描电镜工作得到了四川大学东区分析测试中心曾家玉老师的宝贵指导及热情帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- 吴兆洪,秦仁昌,1991. 中国蕨类植物科属志[M]. 北京:科学出版社.
- 张玉龙,席以珍,张金谈,等. 1976. 中国蕨类植物孢子形态[M]. 北京:科学出版社.
- 周厚高,黎华,黄玉源,等. 2000. 广西蕨类植物概览[M]. 北京:气象出版社.
- Ching RC. 1940. On natural classification of the family "Polypodiaceae"[J]. *Sunyatsenia*, 5(4): 201-268.
- Ching RC(秦仁昌). 1978. The Chinese fern families and gen-

- era; systematic arrangement and historical origin(中国蕨类植物科属的系统排列和历史来源)[J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 16(3): 1-9.
- Dai SJ(戴绍军), Wang QX(王全喜), Bao WM(包文美), et al. 2002. Spore morphology of pteridophytes from China III. Thelypteridaceae 1. *Cyclosorus* Link(中国蕨类植物孢子形态的研究 III. 金星蕨科 1. 毛蕨属)[J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 40: 334-344.
- Dai SJ(戴绍军), Wang QX(王全喜), Bao WM(包文美), et al. 2005. Spore morphology of pteridophytes from China IV. Thelypteridaceae 2(中国蕨类植物孢子形态的研究 IV. 金星蕨科 2)[J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 43: 233-245.
- Dai XL(戴锡玲), Wang QX(王全喜), Bao WM(包文美). 2005. Spore morphology of pteridophytes from China V. Asplenaceae(中国蕨类植物孢子形态的研究 V. 铁角蕨科)[J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 43(3): 246-261.
- Deng XC(邓晰朝). 2006. Some new records of pteridophytes from Guangxi(广西蕨类植物分布新记录)[J]. *Guihaia* (广西植物), 26(4): 349-351.
- Devi S. 1988. Spores of pteridophytes[J]. *Indian Fern J*, 5: 28-57.
- Large M F, Braggin J E. 1991. Spore atlas of New Zealand ferns & fern allies[M]. Wellington, New Zealand.
- Lellinger D B, Taylor W C. 1997. A classification of spore ornamentation in the Pteridophyta[M]. Royal Botanic Gardens Kew, Holttum Memorial Volume, 33-42.
- Li GF(李国范), Ao ZW(敖志文). 1988. Studies on the spore morphology of Polypodiaceae from Northeastern China(东北产水龙骨科植物孢子形态的研究)[J]. *J Northeast Fore Univ* (东北林业大学学报), 16(4): 26-30.
- Liu JX(刘家熙). 1998. Studies on the spore morphology of Polypodiaceae from Beijing(北京水龙骨科孢子形态的研究)[J]. *Chin Bull Bot* (植物学通报), 15(1): 68-71.
- Lugardon B. 1974. La structure fine de l'exospore et de la perispore II. Filicales Commentaires[J]. *Pollen et Spores*, 16(2): 161-226.
- Read C F. 1950. Morphology of fern spores and its relation to taxonomy[J]. *Amer J Bot*, 37(8): 673-674.
- Tryon A F, Lugardon B. 1991. Spores of the Pteridophyta [M]. New York: Springer-Verlag.
- Tryon A F, Lugardon B. 1991. Spores of the Pteridophyta [M]. New York: Springer-Verlag.
- Wang QX(王全喜), Yu J(于晶). 2003. Classification of spore ornamentation in Filicales under SEM(扫描电镜下真蕨目孢子表面纹饰的分类)[J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 25: 313-320.
- Wang QX(王全喜), Yu J(于晶), Zhang XC(张宪春), et al. 2001. Spore morphology of pteridophytes from China I. Lygodiaceae(中国蕨类植物孢子形态的研究 I. 海金沙科)[J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 39: 38-44.
- Yu J(于晶), Wang QX(王全喜), Bao WM(包文美). 2001. Spore morphology of pteridophytes from China II. Sinopteridaceae(中国蕨类植物孢子形态的研究 II. 中国蕨科)[J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 39: 224-233.



长白山的野生观赏植物色泽艳丽、风姿绰约、香馨四溢,是大自然恩赐给人类一笔巨大的财富和珍贵的遗产,是重要园林观赏植物的种质源。她们有的扎根在悬崖峭壁之上,有的密藏于莽莽的林海之中,有的分布在江河溪流两岸,有的盛开于田野阡陌之间……这里既有本地地区的特有植物如:长白松、长白槲斗菜、朝鲜崖柏、白山罂粟、长白金莲花等,又有华北区系的植物如:天女木兰、短果杜鹃、大字杜鹃、照白杜鹃、玉铃花等,还有北极和东西伯利亚地区的植物如:牛皮杜鹃、松毛翠、宽叶仙女木、偃松、西伯利亚刺柏等;可以说:整个长白山就是一个美丽的“大花园”,一个丰富多彩的“观赏植物王国”。

长白山的野生观赏植物具有很高的观赏价值,每一位到长白山考察过的专家都被盛开在高山冻原带上五颜六色、绚丽多彩、姹紫嫣红的花朵所陶醉,每一位到长白山工作过的学者都被扎根在亚高山上饱经沧桑、古拙苍劲、枝干虬曲的岳桦所震撼,每一位到长白山旅游过的朋友都被生长在二道白河边陲小镇婷婷玉立、风情万种、妩媚动人的长白松所留恋……多年来,许多人都期盼能够尽早见到一部大型系统介绍长白山野生观赏植物的志书,为国内外园林部门的专家、学者、教授提供一些翔实的科学资料,为广大旅游爱好者提供一道丰盛的精神大餐。

吉林省通化师范学院生物系的周磊教授、朱俊义教授,药学系的于俊林教授及中国科学院植物研究所的徐克学研究员,为了实现几代人的夙愿,以弘扬宣传长白山和振兴中华民族科研精神为己任;在经济条件十分困难的情况下,历经二十五年,充分发扬当代的“愚公精神”,完成了迄今为止第一部反映长白山野生观赏植物的大型志书(100万字,550页,生态照片1248张,收录植物104科,332属,609种,42变种,9变型)。从某种意义上讲,这不仅仅是他们单位和个人的光荣,更重要的是中华民族的骄傲。

《中国长白山观赏植物彩色图志》所介绍的野生观赏植物,是他们多年来在深入调查、整理和总结的基础上,从近千种植物,上万张照片中精选出来的。此书在尊重科学的基础上,充分体现了以人为本的理念,全书内容详细全面,章节编排合理,设计新颖科学,根据植物具体的园林用途分为园景树类、行道树类、庭荫树类、垂直绿化类、绿篱类、花坛类、花境类、地被类、水景类、岩生类等。书后还附有精美的观赏植物园林用途和观赏类型汇总表及中文和拉丁文索引,便于广大读者的查阅和使用。全书科学性强、植物名称鉴定正确、文字严谨,系统翔实介绍了每一种植物的中名、拉丁名、别名、形态特征、生境、分布、园林用途、繁殖方法及主要经济价值等。其中有一些植物如:白花点地梅、山西杓兰、三埡乌药等是在长白山区的新发现,有的还是中国植物的新记录种。全书图片清晰生动(有80余张照片做了《中草药》、《生物学通报》、《中国野生植物资源》等刊物的封面、封底和中间的插页),每种观赏植物既有整体景观,又有重要部位的特写镜头,其中许多还是非常稀有罕见的种类,如:大青花杓兰、白花长白棘豆等等。

《中国长白山观赏植物彩色图志》一书图片生动逼真,印刷精美,令人目不暇接、爱不释手,既获得了视觉上美的享受,又掌握了大量长白山观赏植物方面的知识。手捧此书,既可作为国内外研究长白山区野生观赏植物的重要参考文献,又可以作为农林院校的教学用书,还可以作为高等植物野外实习的重要参考资料,同时也可供花卉爱好者收藏。

中国工程院院士
中国园艺学会理事长

方智远

2006年5月20日