云 南 植 物 研 究 1988,10(2):147—153
Acta Botanica Yunnanica

重楼属花粉形态的研究*

韦 仲 新

(中国科学院昆明植物研究所，昆明)

摘要 本文对重楼属（*Paris* L.）18个种和变种或变型的花粉形态进行了光学显微镜和电镜的观察和初步比较研究。就所观察过的种类看，花粉粒为扁球形，极面观椭圆形。左右对称。具一远极沟。外壁两层，外层厚于或等于内层。外壁纹饰有穴状、网状和皱-网状之分。不同的种类，其花粉大小和外壁纹饰均或多或少有所不同，其中有些种类的外壁纹饰比较特殊，可以作为区分种类甚至作为分组的依据或参考。

关键词 重楼属；花粉形态

重楼属隶属延龄草科（Trilliaceae），分布于亚州及欧州。该属的一些种类，尤其分布于中国西部至中部的亚州种如多叶重楼*Paris polyphylla*,其形态极其多变[1—4]。其叶片4—14片不等，萼片和花瓣3—10枚，其形状，长宽和颜色也变化不一，有时完全退化为无花瓣。更有甚者，花瓣可以过渡形成萼片或雄蕊[4]。雌蕊的形状也多变，甚至不同居群间都有差异。正因为该属植物的多形性，给分类带来许多困难，以致不同分类学家对其分种问题持有很大的分歧。例如 Ledebour（1827，1830）分为5个种；Kunth（1850）分为6个种；Bentham 和 Hooker f.（1883），Engler（1888）以及 Hooker f.（1892）则分成6个种。这一观点一直被Hegi（1939）以及Clapham，Tutin和Warburg（1962）所采纳。然而，Franchet（1888）在关于重楼属的专著中把该属划分为9个种；Diels（1900）把仅产于中国中部的种类分为8个种和4个变种。更有甚者，Krause（1930）和Willis（1966）把它分成20种之多。Hara（1969）把它分为3个组7个种，他把*P. polyphylla*看作是由许多不同的宗(race)所组成的一个多形种[4]。新近，李恒系统地考究了各地的标本（特别是中国的丰富材料）之后，把该属划分为2个亚属、8个组，共19个种和若干变种和变型[1，2]。本研究采纳李恒的系统，并对其中12个种和6个变种或变型进行了光学显微镜和电镜的观察和比较研究，试图找出组间或种间在花粉形态学上的异同，以便今后为重楼属的合理分类提供某些依据或参考。

有关重楼属植物花粉的研究，国内尚未见报道。国外也只有零星记载[5—7]。最近，日本学者 Takahashi，M. 对该属6个种的花粉作了电镜的观察和比较[8]。从已报道的材料看，各个作者对该属花粉的描述存在分歧，如花粉的大小方面相差很大[5—8]。

1987-01-22收稿
*国家自然科学基金资助项目

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

外壁纹饰的描述也不尽相同。如 Ikuse, M.（1956）报道外壁具小刺[7]；Huang, T. C.（1972）的报道认为外壁具网状纹饰[6]；Takahashi, M.（1984）的报道则认为外壁存在穴状、网状及芽胞状等；此外还存在外壁光滑的类型[7]。鉴于以上情况，很有必要根据我国的丰富材料并尽量收集国外的材料作出详细的观察和比较研究。

材料与方法

花粉材料主要来自昆明植物研究所标本室的腊叶标本和该所植物园栽培的活植株，个别材料来自日本东京大学附属植物园。光学显微镜观察的花粉均经G.额尔德曼醋酸酐分解法处理；电镜扫描用的材料不作任何处理，仅将花粉散放在双面胶纸上，待粘附后喷金镀膜，然后观察照相。

观察结果

从所观察的12个种和6个变种或变型看，本属花粉为扁球形，极面观椭圆形，具单一远极沟。大小视不同种而变化，甚至同一个种的不同个体也略有不同。但一般为27—30×48—55(μm)、(极轴×赤道轴)。外壁两层，外层厚于或等于内层。外壁纹饰分穴状（包括沟-穴状）网状及皱-网状等。穴和网眼的大小和形状以及网脊隆起的高低和形状都随不同种而变化。其中有些种类具有较为突出的外壁纹饰，可以作为区分种的标志或参考。这些将放在最后部分加以详细讨论。

现将各个种的花粉形态特征逐一描述：

1.海南重楼 Paris dunniana（图版Ⅰ：1—3；Ⅱ：1）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。具远极单沟，沟较宽，延伸至两端。花粉大小为30.4（27.8—32.9）×52.3（45.5—55.7）μm。外壁两层，内外层几乎等厚。扫描电镜下外壁为穴状纹饰，穴的分布密而均匀，但靠沟的两旁则较稀少。穴的大小和形状较为多变，多数为椭圆形，大小在0.5—1μm之间。穴与穴之间具有较光滑的表面。

花粉采自本所栽培材料。

2.凌云重楼 P. cronquistii（图版Ⅰ：29—31；Ⅱ：6）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。远极单沟较宽，多数有沟膜。花粉大小为29.9(27.8—32.9)×51.9（48.1—55.7）μm。外壁两层，内外层等厚。电镜下外壁具穴状纹饰。穴椭圆形至长椭圆形，大小在0.4—0.8μm之间。穴与穴间有宽而光滑的表面。

花粉采自本所栽培材料。

3a.金线重楼 P. delavayi（图版Ⅰ：4—7）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟宽而深，延伸至两端，沟边较整齐。花粉大小为33.3（30.4—38）×60.1（56.7—63.3）μm。外壁两层，内外层等厚。扫描电镜下外壁为穴状纹饰，穴为椭圆形。

花粉采自本所标本室，产于云南漾濞（无号）。

3b.卵叶重楼 P. delavayi var. petiolata（图版Ⅰ：12—14）

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟宽，延伸至两端，沟边整齐。花粉的形状和外壁纹饰近似于金线重楼，但花粉粒较小，为27.8（22.8—35.4）×52.3（48.1—63.3）μm。

花粉采自本所标本室，李恒1324，产于云南奕良县。

4a.滇重楼 P. polyphylla var. **yunnanensis**　（图版Ⅰ：18—20；Ⅲ：3）

花粉粒扁球形，极面观为椭圆形。沟宽，多数有沟膜，沟边整齐。花粉大小为33.3（30.4—35.4）×56.3（53.1—60.7）μm。外壁两层，外层厚于内层。电镜下外壁为沟-穴状纹饰，穴间由不同宽度和深度的长短沟相连，形成不同形状和方向的“犁沟”和深穴，其上分布有大小为0.5μm左右的球状颗粒（见图版Ⅲ：3箭头所指）。

花粉采自本所栽培材料。

4b.华重楼 P. polyphylla var. **chinensis**　（图版Ⅰ：8—11；Ⅲ：2）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟深，沟边整齐。多数具沟膜。花粉大小为31(27.9—35.4）×55.8（50.6—60.7）μm。外壁两层，内外层等厚。电镜下外壁为穴状纹饰，穴椭圆形，大小为0.3—0.8μm。分布较稀疏。穴与穴间形成宽阔和光滑的表面。

花粉采自本所标本室，方志先1542，产于湖北合丰县。

4c.宽叶重楼 P. polyphylla var. **stenopylla** f. **latifolia**　（图版Ⅰ：21—25；Ⅲ：4）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟较宽。少数有沟膜，沟边波浪形。花粉大小为29.2（27.8—30.4）×51.7（48.1—55.7）μm。外壁两层，内外层等厚。电镜下外壁为穴状纹饰。穴为椭圆形，分布较密，大小不一，但多数为0.8—1.5μm之间，较其它种类的穴都大，尤其近极面的穴，比之沟两旁的穴大而密。穴间具有宽阔而光滑的表面。

花粉采自本所栽培材料。

4d.长药隔重楼 P. polyphylla var. **pseudothibetica**　（图版Ⅰ：15—17图版Ⅲ：7）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟宽。花粉大小为27.8(25.3—30.7)×45.5（43—50.6）μm。外壁两层，内外层几乎等厚。电镜下外壁为穴状纹饰。穴的形状多变，以椭圆形占多数，大小为0.5—1μm。穴与穴间具有宽而光滑的表面。

花粉采自本所栽培材料。

5.毛重楼 P. mairei　（图版Ⅰ：26—28；Ⅲ：5）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟深，少数有沟膜。花粉大小为27.5（25.3—30.3）×51.6（45.5—55.7）μm。外壁两层，内外层几乎等厚。电镜下外壁为穴状纹饰，穴椭圆形，0.5—1μm左右。穴与穴之间具有宽而略为隆起的光滑表面。在近极面与沟的周围，其穴的分布较一致。

花粉采自本所栽培材料。

6.禄劝花叶重楼 P. luquanensis　（图版Ⅱ：1—3）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟较深，沟边不整齐。花粉大小为27（22.8—32.9）×49.3（48.1—51.6）μm。外壁两层；内外层等厚。光学显微镜下外壁为网状纹饰。

花粉采自本所标本室，李恒1985年4月（标本号不详）。

7.球药隔重楼 P. fargesii　（图版Ⅱ：4—6）

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟较狭窄，延伸至两端，中间宽，两端变窄。花粉大小为 27.8（23.6—32.2）×55.7（50.4—59.6）μm。外壁两层，内外层等厚。光学显微镜下外壁为网状纹饰。网眼密而较大，形状多种多样。

花粉采自本所标本室，标本号方辉荣1518，产于湖北恩施县。

8a.黑籽重楼 P. thibetica （图版Ⅱ：7—10；Ⅲ：8）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟较宽。花粉大小为28.3（25.3—30.4）×58.7（56.2—60.7）μm。外壁两层，内外层几乎等厚。电镜下外壁为深穴状，穴深凹，分布较密，形状不一，大小为0.5—1μm。穴与穴间的部位（或网脊）隆起较高，不象其它种类的穴间区平滑。

花粉样品由李恒提供，标本号不详。

8b.无瓣黑籽重楼 P. thibetica var. apetala （图版Ⅱ：11—14；Ⅲ：12）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟较宽。花粉大小为28.2（25.3—32.9）×54.9（53.1—56.7）μm。外壁两层，内外层几乎等厚。电镜下外壁具网状纹饰，网眼密而且分布均匀，大小为0.7—1.5μm之间，其形状不一，网脊较狭窄，略为隆起。

花粉采自本所栽培材料（电镜扫描用材料）及本所标本室，标本号冯国楣3563，产于维西县（光镜用材料）。

9.五指莲 P. axialis （图版Ⅱ：15—18；Ⅲ：9—10）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟宽而深。花粉大小为28.5（25.3—30.4）×48.5（45.5—50.6）μm。外壁两层，外层厚于内层。电镜下外壁具皱-网状纹饰。网眼大小和形状不一，有三角形也有多边形，很少圆形和椭圆形。网脊皱而粗，形成鼓槌状，短棒状或节状等，易于与其它种类的花粉外壁相区别。

花粉采自本所栽培材料。

10.长柱重楼 P. forrestii （图版Ⅱ：19—21；Ⅲ：11）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形，沟深而宽。花粉大小为32.1（27.8—35.4）×58.8（55.7—65.8）μm。外壁两层，外层厚于内层。电镜下外壁具皱-网状纹饰，网眼大小和形状变化不一。网脊粗而且彼此间不完全相连，或者相连处突然变得细长，使得形成瘤状或槌状的皱脊。

光学显微镜观察用材料采自标本号扬竟生63-1590，产于云南保山；电镜扫描用材料采自标本号青藏队6299。标本均藏于本所标本室。

11.巴山重楼 P. bashanensis （图版Ⅱ：26—29）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟较宽，沟边不整齐。花粉大小为27.2（22.8—32.9）×50.9（45.5—55.7）μm。外壁两层，内外层几乎等厚。光学显微镜下外壁呈网状纹饰。网眼较稀疏，网脊形状变化不一。

花粉采自本所标本室。标本号姜恕00707。

12.北重楼 P. verticillata （图版Ⅱ：30—33）

花粉粒扁球形，极面观椭圆形。沟较狭窄，沟边较整齐。花粉大小为25.6（20.2—30.4）×48.5（40.5—53.1）μm。外壁两层，内外层几乎等厚。光学显微镜下外壁呈网状纹饰。网眼分布密而均匀，网脊较狭窄。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

花粉采自本所标本室。标本无号，杨崇仁1986年采自日本。

13.日本四叶重楼 P. tetrapylla　（图版Ⅱ：22—25）

花粉粒扁球形，极面观椭园形。沟较宽。花粉大小为26.8（22.8—30.4）×42.7（40.5—45.5）μm，是所观察过的花粉粒中最小的一个种。外壁两层。光学显微镜下外壁具网状纹饰。据Takahashi，M.报导，电镜下外壁纹饰有两种类型：一为小芽胞状凸起；二为皱波状[8]。我们未作电镜观察。

讨　论

据重楼属12个种和6个变种或变型花粉形态观察和初步比较，我们认为，它们既具有很多共同之处，也存在着不同程度的差异。相同之处为：花粉粒具远极单沟，为扁球形，极面观椭圆形，左右对称。外壁两层，除少数种类为外层厚于内层外，多数种类为内外层等厚。不同之处除在大小上有差异外，主要表现在外壁纹饰上。在电镜下基本上可以区分出穴状（包括沟-穴状）、网状及皱-网状等纹饰。其中以多叶重楼 *Paris polyphylla* 及其变种为主属于穴状纹饰。属穴状纹饰的尚有海南重楼、金线重楼、毛重楼及凌云重楼等。属于网状纹饰的有巴山重楼、日本四叶重楼及无瓣黑籽重楼。属于皱-网状纹饰的有五指莲和长柱重楼。滇重楼基本上属于穴状纹饰，但穴深而凹陷，穴与穴之间由不同宽度和深度的长短沟相连，形成如同杂乱的“犁沟”式的沟穴。黑籽重楼的外壁纹饰似乎处于穴状纹饰和网状纹饰之间，穴（或称之网眼）深凹，分布较密。五指莲和长柱重楼花粉的外壁纹饰很特殊，其纹饰结构较之具网状纹饰的无瓣黑籽重楼等的结构复杂，例如五指莲的花粉外壁上，除了其网眼形状多变外，网脊皱粗，隆起形成鼓槌状、短棒状或节状。长柱重楼的花粉外壁上，其网脊隆起更高，形状更多变，有些网脊彼此间不完全相连，或相连接处的网脊突然变得细长，从而形成瘤状或鼓槌状。球药隔重楼虽未作电镜观察，但从光学显微镜下看，其外壁明显属于网状纹饰、而且其纹饰结构要比无瓣黑籽重楼的纹饰结构复杂，它很可能是从网状纹饰向皱-网状纹饰的一种过渡类型。

本研究只是初步的，还不能从花粉形态学的角度对重楼属的分类问题提出更多的意见。但是，就目前所掌握的孢粉学资料看，似乎有理由认为李恒把五指莲和长柱重楼放在同一个组内是合理而自然的。同时还认为，对于具有穴状外壁纹饰的种类，如多叶重楼及其变种这一多形性的类群以及毛重楼、凌云重楼、海南重楼等，如何去分类或分组，尚有待于吸收其它学科的资料，从各个方面去综合研究解决。

致谢　本文承蒙吴征镒教授和李恒副研究员审阅和提出宝贵的修改意见；李运昌和李恒副研究员提供花粉样品；云南大学实验中心协助花粉电镜扫描；周浙昆同志协助放晒部分照片。

本文的3个图版见本刊10卷1期。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参 考 文 献

1 李恒. 云南植物研究 1984; 6 (4) :351—362
2 李恒. 植物研究 1986; 6 (1) :109—144
3 汪发缵, 唐进. 中国植物志 1978; 15:86—96
4 Hara H. *Jour Fac Sci Univ Tokyo* Sec. II 1969; 10 (10) ,141—180
5 G.额尔特曼 (玉伏雄等译) . 花粉形态与植物分类, 北京: 科学出版社, 1962
6 Huang T C. Pollen Flora of Taiwan. Taipei, National Taiwan University 1972:268
7 Ikuse M. Pollen Grains of Japan. Tokyo, Hirokawa Pub. Co., 1956
8 Takahashi M. *Bot Mag Tokyo* 1984; 97, 233—245

STUDIES ON THE POLLEN MORPHOLOGY OF PARIS

Wei Zhongxin

(Kunming Institute of Botany, Academia Sinica, Kunming)

Abstract Pollen grains of 18 species or varieties of the genus *Paris* (Trilliaceae) have been examined under light microscope and scanning electron microscope. All the species examined are characterized in having oblate and anacolpate pollen grains. The size of the pollen grains ranges from 27 to 30 μm in the polar axis and from 48 to 55 μm in the longest equatorial axis. The exine is twolayered, with sexine equal to or thicker than nexine in thickness. The ornamentations of the exine are foveolate, reticulate and rugulato-reticulate according to different species under scanning electron microscope.

The ornamentation of the exine in *Paris axialis* and *P. forrestii* is more diverse and complicated than in any other species of the genus. These two species can be grouped together on the basis of pollen morphology, especially the similarities between their exine ornamentations in having muri which are characterized by possession of clavate, nodose and tuberculate or verrucate structures, which gives support to Li Hen who placed the two species in the same section of *Axiparis* H. Li. But how to treat those species with foveolate exine ornamentation is still a problem and needs futher study by absorbing other subjects.

Key words *Paris*; Pollen morphology

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Explanation of Plate

Plate Ⅰ

1—3. *Paris dunniana* Lévl, 4—7. *P. delavayi* Franch., 8—11. *P. polyphylla* var. *chinensis* (Franch.) Hara, 12—14. *P. delavayi* var. *petiolata* (Baket et C. H. Wright) H. Li, 15—17. *P. polyphylla* var. *pseudothibetica* H. Li, 18—20. *P. polyphylla* var. *yunnanensis* (Franch.) Hand.-Mazz., 21—25. *P. polyphylla* var. *stenophylla* f. *latifolia* (Want et Chang) H. Li, 26—28. *P. mairei* Lévl, 29—31. *P. cronquistii* (Takht.) H. Li, (3, 7, 11, 12, 17, 20, 24, 27 and 31×1000, the others×500)

Plate Ⅱ

1—3. *Paris luquanensis* H. Li, 4—6. *P. fargesii* Franch., 7—10. *P. thibetica* Franch., 11—14. *P. thibetica* var. *apetala* Hand.-Mazz., 15—18. *P. axialis* H. Li, 19—21. *P. forrestii* (Takht.) H. Li, 22—25. *P. tetraphylla* A. Gray, 26—29. *P. bashanensis* Wang et Tang, 30—33. *P. verticillata* M. Bieb.

(3, 6, 10, 14, 18, 21, 25, 28 and 33×1000, the others×500)

Plate Ⅲ

1. *Paris dunniana* Lévl. ×5050, 2. *P. polyphylla* var. *chinensis*×5020, 3. *P. polyphylla* var. *yunnanensis*×5000, 4. *P. polyphylla* var. *stenophylla* Franch. f. *latifolia* (Wang et Chang) H. Li ×5010, 5. *P. mairei* Lévl.×5070, 6. *P. cronquistii* (Takht.) H. Li×5050, 7. *P. polyphylla* var. *pseudothibetica* H. Li×5010, 8. *P. thibetica* Franch.×5090, 9—10. *P. axialis* H. Li×5020, 11. *P. forrestii* (Takht.) H. Li×5200, 12. *P. thibetica* var. *apetala* Hand.-Mazz.×5400

Plates Ⅰ—Ⅲ appeared in *Acta Botanica Yunnanica* 1988; 10 (1).

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net