

# 中国木犀属花粉形态研究及其系统学意义

许炳强, 郝刚\*, 胡晓颖

(中国科学院华南植物园, 广东广州 510650)

**摘要:** 观察了中国木犀属 4 组 21 种植物的花粉形态。花粉为圆球形或近长球形, 外壁表面均具网状纹饰。大多数种类都具有三孔沟的萌发孔, 极少四孔沟, 或六萌发孔。内孔明显或不明显, 有 9 种植物同时存在具三孔沟和具三沟二种类型的花粉及中间过渡类型(显脉木犀同时存在具三拟孔沟和具四拟孔沟)。很多特点表明, 木犀属花粉的萌发孔在木犀科中处于由简单萌发孔向复合萌发孔过渡的阶段。根据网眼从沟间区中央到沟边是否变细, 可将本属花粉分为两大类, 与分组有一定的对应关系。综合一些花粉特征, 可发现本属花粉形态差异较明显, 与一般形态差异有一定的相关性。花粉形态在木犀属具有一定的系统学意义。

**关键词:** 木犀属; 花粉形态; 中国

**中图分类号:** Q949.776.204

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3395(2005)01-0029-11

## Pollen Morphology of *Osmanthus* (Oleaceae) in China and Its Systematic Significance

XU Bing-qiang, HAO Gang\*, HU Xiao-ying

(South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

**Abstract:** Morphological studies of the pollens of 21 species in four sections of genus *Osmanthus* from China are reported in this paper. The pollen grains are spheroidal or subprolate in shape. The sculptures of the pollen exine are unexceptionally reticulate. Most species are 3-colporate, and few are 4-colporate or with 6 apertures. The ora are obvious or not obvious. Especially, pollens of each of the nine species are 3-colporate and 3-colporate; *O. hainanensis* is 3 and 4-colporate. Transitional types of the apertures also exist in these species. Some characters indicate that the pollen aperture of genus *Osmanthus* is on the transitional stage from simple to compound apertures in Oleaceae. Two types of pollens can be divided based on whether or not the lumen become small from the center of the mesocolpium toward the colpi. The sculpture characters show correspondence to the sectional division of *Osmanthus*, and to some extents the comprehensive characters of pollen morphology have correlation with that of the structural morphology. In general, pollen morphology presents a systematic significance in the genus *Osmanthus*.

**Key words:** *Osmanthus*; Pollen morphology; China

木犀属 (*Osmanthus*) 植物为一类常绿灌木或小乔木, 隶属于木犀科(Oleaceae)。本属约 30 种, 分布于亚洲东南部和美洲, 我国产 23 种 2 变种<sup>[1,2]</sup>。模式种是木犀 (*O. fragrans*), 最早由瑞典植物学家 C. P. Thunberg 在 1784 年提出并置于木犀榄属 (*Olea*)。葡萄牙植物学家 J. Loureiro 于 1790 年建立木犀属并将木犀移至该属。1958 年 P. S. Green<sup>[3]</sup>对该属进

行了系统整理, 并在属下分成 4 个组。

关于木犀属花粉形态的研究, 国内外曾有些零星的报道<sup>[4-9]</sup>, 但主要集中在 1-2 个种上, 尚未有人对该属花粉进行系统研究。为探讨花粉形态在木犀属系统学研究中的应用和意义, 我们根据 *Flora of China* (Vol. 15)<sup>[2]</sup>中所描述的种, 收集了该属 21 种 22 个分类群的花粉, 利用光学显微镜和扫描电镜对

收稿日期: 2004-01-05 接受日期: 2004-04-01

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(kscxz-sw-101A)资助

\* 通讯作者 Corresponding author

其进行了观察研究, 并比较分析了其形态特征, 以期能为该属植物系统分类和演化研究提供依据。

## 1 材料和方法

依照 Green 的分类系统<sup>[9]</sup>, 代表种的花粉研究材料见表 1。除香花木犀 (*O. suavis*) 花粉取自中国科学院昆明植物研究所标本馆 (KUN), 柊树 (*O. heterophyllus*) (浙江) 花粉取自中国科学院植物研究所标本馆 (PE) 外, 其余都取自中国科学院华南植物园标本馆 (IBSC) 的腊叶标本。

花粉用额尔特曼醋酸酐分解法<sup>[10]</sup>处理后, 在光学显微镜下观察, 测量。花粉大小以测量 20 粒为准, 取其最大值、最小值和平均值。

花粉经醋酸酐分解后用水清洗, 酒精逐级脱水, 最后置于铜台上, 自然干燥后, 离子溅射镀金膜 10 nm, 用 JSM-T300 扫描电镜观察, 照相。花粉形态描述术语参考 Erdtman<sup>[6,10]</sup>。

## 2 观察结果

### 2.1 花粉形态

中国木犀属包括 4 组 23 种 2 变种。圆锥花序组 (Sect. *Leiolea*) 有 3 种 1 变种; 管花木犀组 (Sect. *Siphos-*

*manthus*) 有 2 种; 离瓣木犀组 (Sect. *Linocieroides*) 只有 1 种; 大多数种集中在木犀组 (Sect. *Osmanthus*), 有 17 种 1 变种。本文共观察了本属 21 种 22 个分类群, 每个组都有代表种类。花粉形态比较见表 2。

圆锥花序组花粉三孔沟, 内孔明显或不明显; 沟较宽或窄, 几达两极, 两端尖细, 沟膜具不均匀分布的颗粒状或疣状纹饰。表面纹饰基本一致: 沟间区和极区都为网状纹饰, 网眼大小均匀, 网眼多为圆形, 网眼到沟边变细为小穿孔。如厚边木犀 (*O. marginatus*) (图版 I:1-3)、牛矢果 (*O. matsumuranus*) (图版 I:4-6)、小叶月桂 (*O. minor*) (图版 I:8-10)。

离瓣木犀组与圆锥花序组相似, 但网眼多为方形。网眼到沟边变细为小穿孔; 三孔沟, 内孔小, 圆形, 边缘不整齐。如双瓣木犀 (*O. didymopetalus*) (图版 III:19, 20; 图版 IV:15)。

管花木犀组的香花木犀 (图版 III:13-15)、山桂花 (*O. delavayi*) (图版 III:16-18; 图版 IV:14) 的表面网状纹饰很相似, 网眼大小均匀, 形状为多角形, 网眼到沟边不变细; 沟较宽而长, 内孔明显者为纵长, 或不明显。

木犀组种类较多, 本文观察了 15 种 16 个分类群。花粉表面纹饰多样化, 大体可以分为 3 大类型:

表 1 材料来源

Table 1 Origin of materials

物种 Species	采集地 Locality	采集人 Collector	凭证标本 Voucher
厚边木犀 <i>O. marginatus</i> (Champ. ex Benth.) Hemsl.	海南 Hainan	陈泽廉 Chen Z. L.	30198
牛矢果 <i>O. matsumuranus</i> Hayata	广东鼎湖 Dinghu, Guangdong	石国良 Shi G. L.	14724
小叶月桂 <i>O. minor</i> P. S. Green	浙江昌化 Changhua, Zhejiang	贺贤育 He X. Y.	23482
毛柄木犀 <i>O. pubipedicellatus</i> Chia ex H. T. Chang	广东大埔 Dapu, Guangdong	W. T. Tsang	21629
红柄木犀 <i>O. armatus</i> Diels	四川奉节 Fengjie, Sichuan	四川大学川东植物调查队 E. Sichuan Exp. of Sichuan University	111420
毛木犀 <i>O. venosus</i> Pampan.	湖北 Hubei	李洪钧 Li H. J.	6386
宁波木犀 <i>O. cooperi</i> Hemsl.	浙江昌化 Changhua, Zhejiang	贺贤育 He X. Y.	30582
狭叶木犀 <i>O. attenuatus</i> P. S. Green	广东乳源 Ruyuan, Guangdong	高锡朋 Gao X. P.	54670
柊树 <i>O. heterophyllus</i> (G. Don) P. S. Green	台湾 Taiwan	s.n.	s.n.
柊树 <i>O. heterophyllus</i> (G. Don) P. S. Green	浙江杭州 Hangzhou, Zhejiang	章绍尧 Zhang S. Y.	1768
蒙自桂花 <i>O. henryi</i> P. S. Green	湖南武岗 Wugang, Hunan	刘林翰 Liou L. H.	16164
野桂花 <i>O. yunnanensis</i> (Franch.) P. S. Green	云南楚雄 Chuxiong, Yunnan	Wang H. C.	3323
短丝木犀 <i>O. serrulatus</i> Rehd.	四川天全 Tianquan, Sichuan	蒋兴麟 Jiang X. L.	33750
细脉木犀 <i>O. gracilineris</i> Chia ex R. L. Lu	广西龙胜 Longsheng, Guangxi	覃灏富 Qin H. F.	700660
锐叶木犀 <i>O. lanceolatus</i> Hayata	台湾 Taiwan	Yang S. Z.	11169
网脉木犀 <i>O. reticulatus</i> P. S. Green	广西 Guangxi	陈照宇 Chen Z. Y.	52341
显脉木犀 <i>O. hainanensis</i> P. S. Green	广西平南 Pingnan, Guangxi	黄志 Huang Z.	40332
木犀 <i>O. fragrans</i> (Thunb.) Lour.	广西 Guangxi	谭秋贞 Tan Q. Z.	W.8
石山桂花 <i>O. fordii</i> Hemsl.	浙江杭州 Hangzhou, Zhejiang	贺贤育 He X. Y.	20511
香花木犀 <i>O. suavis</i> King ex C. B. Clarke	云南景东 Jingdong, Yunnan	许朔贵 Xu S. G.	4624
山桂花 <i>O. delavayi</i> Franch.	云南 Yunnan	刘慎谔 Liou S. E.	15040
双瓣木犀 <i>O. didymopetalus</i> P. S. Green	广东阳春 Yangchun, Guangdong	黄志 Huang Z.	38654

表 2 木犀属花粉形态比较  
Table 2 Pollen morphology of *Osmanthus* species

植物 Species	形状 Shape	大小 Size (μm)	P/E	极面观轮廓 Ambit	萌发孔类型 Aperture types	沟膜雕纹 Colpus sculpture	外壁纹饰 Ornamen- tation	网眼大小 Size of lumina (μm)	网脊宽度 Size of muri (μm)	图版 Plate
厚边木犀 <i>O. marginatus</i>	近长球形 Sub-prolate	(17-20)19× 16(14.5-19)	1.19	三裂圆形 Trilobate- circular	三沟;三孔沟, 内孔横长 3-colpate; 3-colporate, ora lolongate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-1.8)0.8	(0.3-0.5)0.4	I:1-3
牛矢果 <i>O. matsumuranus</i>	近长球形 Sub-prolate	(20-27.5)24× 19.7(14-22.5)	1.22	三裂圆形 Trilobate- circular	三沟;三孔沟, 内孔纵长 3-colpate; 3-colporate, ora lolongate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-1.5)0.75	(0.2-0.6)0.4	I:4-6
小叶月桂 <i>O. minor</i>	圆球形 Spheroidal	(20-24.5)22× 20.4(18-23)	1.08	三裂圆形 Trilobate- circular	三孔沟,内 孔纵长 3-colporate, ora lolongate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-1.5)1.0	(0.2-0.7)0.4	I:8-10
毛柄木犀 <i>O. pubipedicellatus</i>	圆球形 Spheroidal	(17-20)18.3× 18.7(16-20)	0.98	三裂圆形 Trilobate- circular	三拟孔沟 3-colporoidate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-2.5)1.3	(0.2-0.5)0.4	I:12,13,17 IV:1
红柄木犀 <i>O. armatus</i>	近长球形 Sub-prolate	(17-20)19× 16(14.5-19)	1.19	三裂圆形 Trilobate- circular	三孔沟,内 孔纵长 3-colporate, ora lolongate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-1.9)1.3	(0.3-0.5)0.4	I:11,16 IV:2
毛木犀 <i>O. venosus</i>	圆球形 Spheroidal	(21-25)23.5× 23.4(20.5-25)	1.00	三裂圆形 Trilobate- circular	三拟孔沟 3-colporoidate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.6-2.8)1.5	(0.3-0.5)0.4	I:7,14,15 IV:3
宁波木犀 <i>O. cooperi</i>	圆球形 Spheroidal	(16.5-22.5)19.1× 17.1(15.0-19.0)	1.12	三裂圆形 Trilobate- circular	三孔沟,内 孔纵长 3-colporate, ora lolongate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-2.3)1.2	(0.3-0.5)0.4	I:18-20
狭叶木犀 <i>O. attenuatus</i>	圆球形 Spheroidal	(16.5-21)19.1× 18.7(14.5-20)	1.02	三裂圆形 Trilobate- circular	三沟;三孔沟 3-colpate; 3-colporate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.5-2.2)1.3	(0.3-0.5)0.4	II:1-3
柃树(台湾) <i>O. heterophyllus</i>	近长球形 Sub-prolate	(20-25)22.4× 19.4(17.5-21)	1.16	三裂圆形 Trilobate- circular	三孔沟 3-colporate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-2.0)1.3	(0.3-0.5)0.4	II:5,9,10 IV:4,5
柃树(浙江) <i>O. heterophyllus</i>	近长球形 Sub-prolate	(20-26)23.7× 20(18.5-24)	1.18	三裂圆形 Trilobate- circular	三孔沟 3-colporate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-2.0)1.2	(0.15-0.3)0.2	II:4,6,7
蒙自桂花 <i>O. henryi</i>	圆球形 Spheroidal	(16-20)18.7× 19.5(17-21)	0.96	三裂圆形 Trilobate- circular	三拟孔沟 3-colporoidate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.3-2.5)1.8	(0.3-0.5)0.4	II:8,11,12
野桂花 <i>O. yunnanensis</i>	近长球形 Sub-prolate	(25-30)27.3× 22.1(20-24)	1.24	三裂圆形 Trilobate- circular	三沟;三孔沟, 内孔纵长 3-colpate; 3-colporate, ora lolongate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-2.4)1.3	(0.3-0.5)0.4	II:13,14 IV:6
短丝木犀 <i>O. serrulatus</i>	圆球形 Spheroidal	(19-20)20× 21(19-22)	0.95	三裂圆形 Trilobate- circular	三拟孔沟 3-colporoidate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-1.0)0.5	(0.3-0.5)0.4	II:15,16,20
细脉木犀 <i>O. gracilinervis</i>	圆球形 Spheroidal	(16.5-22.5)18.7× 17.7(15-19.5)	1.06	三裂圆形 Trilobate- circular	三沟;三孔沟, 内孔纵长 3-colpate; 3-colporate, ora lolongate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2-1.7)0.7	(0.2-0.4)0.3	II:17-19 IV:7
锐叶木犀 <i>O. lanceolatus</i>	圆球形 Spheroidal	(17.5-26)22.3× (15-25)21	1.07	三裂圆形 Trilobate- circular	三拟孔沟 3-colporoidate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.3-2.3)1.4	(0.3-0.5)0.4	III:1,2 IV:8
网脉木犀 <i>O. reticulatus</i>	圆球形 Spheroidal	(19.5-22.5)21× 19.7(16-21)	1.07	三裂圆形 Trilobate- circular	三拟孔沟 3-colporoidate	颗粒状或疣 状Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.5-3.3)2.2	(0.2-0.5)0.4	III:3,4 IV:9

续表 2 (Continued Table 2)

植物 Species	形状 Shape	大小 Size ( $\mu\text{m}$ )	P/E	极面观轮廓 Ambit	萌发孔类型 Aperture types	沟膜雕纹 Colpus sculpture	外壁纹饰 Ornamentation	网眼大小 Size of lumina ( $\mu\text{m}$ )	网脊宽度 Size of muri ( $\mu\text{m}$ )	图版 Plate
显脉木犀 <i>O. hainanensis</i>	圆球形 Spheroidal	(24.5–33)28.6 $\times$ 25.6(21–30)	1.12	三(四)裂圆形 3(4)-lobed-circular	三(四)拟孔沟 3(4)-colporoidate	颗粒状或疣状 Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2–2.2)1.1	(0.2–0.5)0.4	III:5–7 IV:10
木犀 <i>O. fragrans</i>	圆球形 Spheroidal	(15–24)17.7 $\times$ 15.6(12–17.5)	1.13	三裂圆形 Trilobate-circular	三沟;三孔沟,内孔纵长 3-colpate; 3-colporate, ora lolongate	颗粒状或疣状 Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2–1.2)0.65	(0.2–0.4)0.25	III:11,12 IV:11,12
石山桂花 <i>O. fordii</i>	近长球形 Sub-prolate	(14.5–21.5)18.1 $\times$ 15.1(12.5–18)	1.20	三裂圆形 Trilobate-circular	三拟孔沟 3-colporoidate	颗粒状或疣状 Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2–1.5)1.2	(0.2–0.5)0.4	III:8–10 IV:13
香花木犀 <i>O. suavis</i>	圆球形 Spheroidal	(20–25)22.4 $\times$ 20.6(19–22.5)	1.08	三裂圆形 Trilobate-circular	三沟;三孔沟,内孔纵长 3-colpate; 3-colporate, ora lolongate	颗粒状或疣状 Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2–2.5)1.4	(0.2–0.5)0.4	III:13–15
山桂花 <i>O. delavayi</i>	圆球形 Spheroidal	(19–21.5)20 $\times$ 20.7(19.5–21.5)	0.97	三裂圆形 Trilobate-circular	三孔沟,内孔纵长 3-colporate, ora lolongate	颗粒状或疣状 Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2–2.0)1.2	(0.2–0.5)0.4	III:16–18 IV:14
双瓣木犀 <i>O. didymopetalus</i>	近长球形 Sub-prolate	(18.5–28.5)20.5 $\times$ 16.1(11.5–20)	1.27	三裂圆形 Trilobate-circular	三沟;三孔沟,内孔圆形 3-colpate; 3-colporate, ora circular	颗粒状或疣状 Granulate or verrucate	网状 Reticulate	(0.2–1.2)0.7	(0.2–0.4)0.3	III:19,20 IV:15

(1)粗网状纹饰:网眼大而形状多变,三拟孔沟,沟细长,稍内卷,内孔不明显,如网脉木犀(*O. reticulates*) (图版 III:3, 4; 图版 IV:9)、毛木犀(*O. venosus*) (图版 I:7, 14, 15; 图版 IV:3)、蒙自桂花(*O. henryi*) (图版 II: 8, 11, 12)、柃树(浙江杭州) (图版 II: 4, 6, 7); (2)细网状纹饰:网眼大小基本一致,排列整齐,花粉三孔沟,沟细长,较宽或窄,窄时内卷。内孔明显或不明显,如柃树(台湾) (图版 II:5, 9, 10; 图版 IV:4, 5)、短丝木犀(*O. serrulatus*) (图版 II:15, 16, 20)、细脉木犀(*O. gracilinervis*) (图版 II:17–19; 图版 IV:7)、木犀(图版 III:11, 12; 图版 IV:11, 12); (3)中等网状纹饰:网眼大小介于以上两者之间,网眼形状和网眼大小多变,内孔明显或不明显。如毛柄木犀(*O. pubipedicellatus*) (图版 I:12, 13, 17; 图版 IV:1)、红柄木犀(*O. armatus*) (图版 I:11, 16; 图版 IV:2)、宁波木犀(*O. cooperi*) (图版 I:18–20)、狭叶木犀(*O. attenuatus*) (图版 II:1–3)、野桂花(*O. yunnanensis*) (图版 II:13, 14; 图版 IV:6)、锐叶木犀(*O. lanceolatus*) (图版 III:1, 2; 图版 IV:8)、显脉木犀(*O. hainanensis*) (图版 III:5–7; 图版 IV:10)、石山桂花(*O. fordii*) (图版 III:8–10; 图版 IV:13)。

木犀(桂花)花粉大小约为(15–24)17.7  $\mu\text{m} \times$  15.63(12–17.5)  $\mu\text{m}$ , P/E(极轴/赤道轴)约为1.13,呈圆球形。外壁表面为网状纹饰,纹饰细腻,网眼多角

形,网眼长径约为0.2–1.2  $\mu\text{m}$ ,大多数约为0.65  $\mu\text{m}$ ,网眼大小基本一致,排列较整齐。韦仲新<sup>[9]</sup>在《种子植物电镜图志》中描述木犀花粉外壁纹饰为皱网状纹饰,与本文的结果不尽一致,但其观察的花粉皱缩,略瘪,而成熟的花粉大都饱满。

## 2.2 属的花粉特征

花粉为单粒,等极,辐射对称。圆球形至近长球形,赤道面观为圆形,椭圆形或长圆形。极面观为三裂圆形(四沟花粉为四裂圆形)。极轴长17.7–28.6  $\mu\text{m}$ ,平均为21.65  $\mu\text{m}$ ;赤道轴长16–23.42  $\mu\text{m}$ ,平均为19.62  $\mu\text{m}$ 。P/E(极轴/赤道轴)值为0.95–1.27。具三(拟)孔沟,极少四(拟)孔沟。外壁纹饰在光学显微镜下光滑,在扫描电镜下为网状纹饰。网眼大小不一,形状为多角形,圆形,或不规则。

花粉外壁表面纹饰可以分为两类:

(1)花粉表面各部分纹饰不一致,沟间区和极区为网状纹饰,网眼较小,网状纹饰到沟边变细为小穿孔。这一类型又可分为2个亚型:

I:网眼整齐,多为圆形。如厚边木犀、牛矢果、小叶月桂。

II:网眼整齐,多为方形,只有双瓣木犀一种。

(2)花粉表面纹饰基本一致,都为网状,网眼大

小不太一致,网状纹饰到沟边不变细。根据网眼大小和形状可分为 3 个亚型:

I:粗网状纹饰,网眼大而形状多变或为多角形,大多数长径约  $1.8\ \mu\text{m}$ 。如香花木犀、山桂花、网脉木犀、毛木犀、蒙自桂花、柃树(浙江)。

II:细网状纹饰,网眼大小基本一致,排列较整齐,大多数长径约  $0.6\ \mu\text{m}$ 。如柃树(台湾)、短丝木犀、细脉木犀、木犀。

III:中等网状纹饰,网眼大小介于以上两者之间,形状和大小多变,大多数长径约  $1.2\ \mu\text{m}$ 。如厚边木犀、牛矢果、小叶月桂、毛柄木犀、红柄木犀、宁波木犀、狭叶木犀、野桂花、锐叶木犀、显脉木犀、石山桂花、双瓣木犀。

花粉萌发孔可以分为两种类型:

(1):一型花粉萌发孔只有一种类型,又可分为 2 个亚型:

I:三(拟)孔沟类。沟较长,较宽或窄,两端尖细,几达两极。沟膜表面具不均匀分布的颗粒状或疣状纹饰。内孔较大,边缘较不整齐,有横长、纵长、不规则、近圆形等形状。如小叶月桂、毛柄木犀、红柄木犀、毛木犀、宁波木犀、柃树(浙江)、蒙自桂花、短丝木犀、锐叶木犀、网脉木犀、石山桂花、山桂花。

II:六萌发孔类。在三孔沟的沟间区中央的赤道面上相间排列着 3 个内陷、边缘整齐的圆孔。具孔膜者,其孔膜具颗粒状或疣状纹饰或光滑。只在产于台湾的柃树中见到。

(2)二型花粉萌发孔有 2 种类型。在同一种植物中,2 种类型萌发孔的花粉同时存在。这一类型又可分为 2 个亚型:

I:具三孔沟花粉和具三沟花粉同时存在。如细脉木犀、木犀、香花木犀、野桂花、狭叶木犀、双瓣木犀、厚边木犀、牛矢果,且具三孔沟花粉的比例依次增大。

II:具三拟孔沟花粉和具四拟孔沟花粉同时存在,具四拟孔沟花粉比例小于具三拟孔沟花粉。如显脉木犀。

### 3 结论和讨论

木犀属植物花粉为圆球形或近长球形。极面观为三裂圆形,三(拟)孔沟,极少四(拟)孔沟。内孔横长,纵长或圆形。沟膜具不均匀分布的颗粒状或疣状纹饰。外壁纹饰都为网状纹饰。因此,从花粉大小,形状,萌发孔,沟膜和外壁纹饰看,都比较一致,反映了木犀属为一个比较自然的类群。

萌发孔是花粉形态最本质的特征之一,萌发孔类型的变异是系统发育的重要体现<sup>[1]</sup>。萌发孔可分为简单萌发孔和复合萌发孔两种类型。前者是指单一结构的沟或孔,后者是由外面的沟和沟中央的内孔或者孔内面具有的内孔两部分组成。从演化水平看,简单萌发孔是原始的,复合萌发孔是进化的<sup>[2]</sup>。木犀属花粉萌发孔的变异类型多样,有三沟,三拟孔沟,三孔沟,四(拟)孔沟,六萌发孔。并且有部分植物(9种)同时存在具三孔沟和具三沟(或具三拟孔沟和具四拟孔沟)二种类型的花粉及中间过渡类型。内孔发育不很完全,形状有横长、纵长、近圆形、不规则等。并且在具横长或纵长内孔的类型中,有的内孔发育不完全,形状不规则,有向具横长或纵长内孔过渡的趋势。这些内孔边缘不整齐,不加厚。在具六萌发孔的类型中,有些相间排列的三孔具有孔膜,其孔膜或光滑,或表面具不均匀分布的颗粒状或疣状纹饰。这些特点表明,木犀属花粉的萌发孔在木犀科中处于由简单萌发孔向复合萌发孔过渡的阶段。

Wodehouse<sup>[3]</sup>在讨论花粉功能与进化的关系时指出,越进化的花粉,其调节功能越强。而调节功能随着花粉体积与表面积之比的减少而增强,体积与表面积之比与花粉的长度成反比,即花粉越长,其体积与表面积之比就越小,调节功能就越强,也就越进化。而球形花粉的体积与其表面积之比最大,其调节功能最小,因而球形花粉较原始,长球形花粉较进化。在花粉大小相近的情况下,P/E 值越大,其表面积与体积之比就越大,也就越进化。木犀组、管花木犀组、圆锥花序组、离瓣木犀组的平均 P/E 值依次增大,其花粉调节功能依次增强。

木犀属花粉外壁纹饰比较一致,都为网状纹饰。因此网眼大小和形状也就成了主要差别。在宏观形态性状上,花冠的演化趋势之一为:花冠管较花冠裂片为长,呈圆柱形 → 花冠裂片在基部成对结合,不呈管状。后者的花被退化是一种次生的性状<sup>[4]</sup>。从形态学角度看,比较原始的、花具圆柱形花冠管的种类,如香花木犀、山桂花、网脉木犀等,其花粉的网状纹饰粗一网眼大,网脊较宽。而较进化的、具退化花被的种类,如离瓣木犀、短丝木犀、木犀等,其网状纹饰细一网眼小,网脊较窄。因此可以推测木犀属花的宏观形态结构演化水平与花粉外壁网眼形态特征有一定的相关性。木犀组花粉的网眼大小和形状变异包括了其它三个组的变异。在演化上,木犀组在木犀属中可能处于中心位置,由其衍生出其

它几个组。

归纳起来,中国木犀属 4 个组的花粉特征区别与属下组的划分<sup>[1]</sup>有一定的对应性,特别是圆锥花序组,管花木犀组和离瓣木犀组。木犀组种类复杂,花粉形态与一般形态特征一样,都显示出异质性。

### 参考文献

- [1] Zhang M Z(张美珍), Qiu L Q(邱莲卿), et al. Flora Reipublicae Popularis Sinicae Vol. 61 [M]. Beijing: Science Press, 1992. 85-111.(in Chinese)
- [2] Wu Z Y, Raven P H. Flora of China Vol. 15 [M]. Beijing: Science Press, 1996. 286-292.
- [3] Green P S. A monographic revision of *Osmanthus* in Asia and America [J]. Note Roy Bot Gard Edinb, 1958, 22(5):435-542.
- [4] Zhang J T(张金谈). Studies on pollen morphology of the Oleaceae in China [J]. Acta Bot sin(植物学报), 1982, 24:499-505.
- [5] Institute of Botany and South China Institute of Botany, Academia Sinica(中国科学院植物研究所, 华南植物研究所). Angiosperm Pollen Flora of Tropical and Subtropical China Vol. 70 [M]. Beijing: Science Press, 1982. 251-256.(in Chinese)
- [6] Erdtman G. Translated by Wang F X(王伏雄), Qian N F(钱南芬). Pollen Morphology and Plant Taxonomy [M]. Beijing: Science Press, 1962. 3-15, 244-245.(in Chinese)
- [7] Zhao X L(赵小兰), Yao Z H(姚崇怀). Studies on the variations of the pollen morphology of the *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour. [J]. J Hubei Folk Coll (Nat Sci) (湖北民族学院学报 自然科学版), 1999, 17:16-20.(in Chinese)
- [8] Institute of Botany, Academia Sinica(中国科学院植物研究所). Pollen Morphology of Plants in China [M]. Beijing: Science Press, 1960. 188.(in Chinese)
- [9] Wei Z X(韦仲新). Pollen Flora of Seed Plants [M]. Kunming: Yunnan Science & Technology Press, 2003. 92-94.(in Chinese)
- [10] Erdtman G. Handbook of Palynology, Morphology-Taxonomy-Ecology [M]. Copenhagen: Munksgarrd, 1969. 1-471.
- [11] Liou J X(刘家熙), Xi Y Z(席以珍), Ning J C(宁建长), et al. Pollen morphology and exine ultrastructure of genus *Cordia* in Boraginaceae in China [J]. Acta Bot Sin(植物学报), 2001, 43(9): 893-898.
- [12] Wang K F(王开发), Wang X Z(王宪曾). Conspectus of Palynology [M]. Beijing: Beijing University Press, 1982. 21-34.(in Chinese)
- [13] Wodehouse R P. Pollen Grains [M]. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc, 1935. 323-340.
- [14] Wu G F(吴国芳), Feng Z J(冯志坚), Ma W L(马炜梁), et al. Botany [M]. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 1992. 212-213. (in Chinese)

### 图版说明

#### 图版 I

- 1-3. 厚边木犀. 1. 极面观, 2. 极面网状纹饰, 3. 赤道面观;
- 4-6. 牛矢果. 4. 极面网状纹饰, 5. 极面观, 6. 赤道面观;
- 8-10. 小叶月桂. 8. 极面观, 9. 极面网状纹饰, 10. 赤道面观;
- 12,13,17. 毛柄木犀. 12. 极面观, 13. 赤道面沟膜, 17. 极面网状纹

饰;

- 11,16. 红柄木犀. 11. 极面网状纹饰, 16. 极面观;
- 7,14,15. 毛木犀. 7.极面观, 14. 极面网状纹饰, 15.赤道面沟膜;
- 18-20. 宁波木犀. 18. 赤道面观, 19. 极面网状纹饰, 20. 极面观;
- 1, 3, 5-8, 10, 12, 16, 18, 20.  $\times 2\ 500$ ; 2, 4, 9, 11, 13-15, 17, 19.  $\times 5\ 000$ .

#### 图版 II

- 1-3. 狭叶木犀. 1. 极面观, 2. 极面网状纹饰, 3. 赤道面观;
- 5, 9, 10. 柃树(台湾). 5. 极面观, 9. 赤道面观, 10. 极面网状纹饰;
- 4,6,7. 柃树(浙江). 4. 极面观, 6. 赤道面观, 7. 极面网状纹饰;
- 8,11,12. 蒙自桂花. 8. 赤道面观, 11. 极面观, 12. 极面网状纹饰;
- 13,14. 野桂花. 13. 极面观, 14. 赤道面孔沟;
- 15,16,20. 短丝木犀. 15. 极面观, 16. 极面网状纹饰, 20. 赤道面观;
- 17-19. 细脉木犀. 17. 极面网状纹饰, 18. 极面观, 19. 赤道面孔沟;
- 1, 3-6, 8, 9, 11, 13, 15, 18, 20.  $\times 2\ 500$ ; 2, 7, 10, 12, 14, 16, 17, 19.  $\times 5\ 000$ .

#### 图版 III

- 1,2. 锐叶木犀. 1. 极面观, 2. 赤道面观;
- 3,4. 网脉木犀. 3. 极面网状纹饰, 4. 极面观;
- 5-7. 显脉木犀. 5. 极面观, 6. 极面网状纹饰, 7. 极面观;
- 8-10. 石山桂花. 8. 极面观, 9. 赤道面沟膜, 10. 极面网状纹饰;
- 11,12. 木犀. 11. 赤道面观, 12. 赤道面观;
- 13-15. 香花木犀. 13. 赤道面观, 14. 极面网状纹饰, 15. 极面观;
- 16-18. 山桂花. 16. 赤道面孔沟, 17. 极面观, 18. 极面网状纹饰;
- 19,20. 双瓣木犀. 19. 极面网状纹饰, 20. 赤道面观;
7.  $\times 1\ 350$ ; 1, 2, 4, 5, 8, 11-13, 15, 17, 20.  $\times 2\ 500$ ; 3, 6, 9, 10, 14, 16, 18, 19.  $\times 5\ 000$ .

#### 图版 IV

1. 毛柄木犀赤道面观;
2. 红柄木犀赤道面观;
3. 毛木犀赤道面观;
- 4,5. 柃树(台湾). 4. 赤道面观, 5. 极面观;
6. 野桂花赤道面孔沟;
7. 细脉木犀赤道面孔沟;
8. 锐叶木犀赤道面观;
9. 网脉木犀赤道面观;
10. 显脉木犀赤道面网状纹饰;
- 11,12. 木犀. 11. 极面观, 12. 极面网状纹饰;
13. 石山桂花赤道面观;
14. 山桂花赤道面孔沟;
15. 双瓣木犀极面观.
6.  $\times 1\ 750$ ; 1-5, 7-9, 11, 13-15.  $\times 2\ 500$ ; 10, 12.  $\times 5\ 000$

### Explanation of plates

#### Plate I

- 1-3. *O. marginatus*. 1. Polar view, 2. Polar view, ornamentation reticulate, 3. Equatorial view;
- 4-6. *O. matsumuranus*. 4. Polar view, ornamentation reticulate, 5. Polar view, 6. Equatorial view;

8-10. *O. minor*. 8. Polar view, 9. Polar view, ornamentation reticulate, 10. Equatorial view;

12,13,17. *O. pubipedicellatus*. 12. Polar view, 13. Equatorial view, colpus membrane sculpture, 17. Polar view, ornamentation reticulate;

11,16. *O. armatus*. 11. Polar view, ornamentation reticulate, 16. Polar view;

7,14,15. *O. venosus*. 7. Polar view, 14. Polar view, ornamentation reticulate, 15. Equatorial view, colpus membrane sculpture;

18-20. *O. cooperi*. 18. Equatorial view, 19. Polar view, ornamentation reticulate, 20. Polar view;

1, 3, 5-8, 10, 12, 16, 18, 20.  $\times 2\ 500$ ; 2, 4, 9, 11, 13-15, 17, 19.  $\times 5\ 000$ .

#### Plate II

1-3. *O. attenuatus*. 1. Polar view, 2. Polar view, ornamentation reticulate, 3. Equatorial view;

5,9,10. *O. heterophyllus* (Taiwan). 5. Polar view, 9. Equatorial view, 10. Polar view, ornamentation reticulate;

4,6,7. *O. heterophyllus* (Zhejiang). 4. Polar view, 6. Equatorial view, 7. Polar view, ornamentation reticulate;

8,11,12. *O. henryi*. 8. Equatorial view, 11. Polar view, 12. Polar view, ornamentation reticulate;

13,14. *O. yunnanensis*. 13. Polar view, 14. Equatorial view, colporate;

15,16,20. *O. serrulatus*. 15. Polar view, 16. Polar view, ornamentation reticulate, 20. Equatorial view;

17-19. *O. gracilinervis*. 17. Polar view, ornamentation reticulate, 18. Polar view, 19. Equatorial view, colporate;

1, 3-6, 8, 9, 11, 13, 15, 18, 20.  $\times 2\ 500$ ; 2, 7, 10, 12, 14, 16, 17, 19.  $\times 5\ 000$ .

#### Plate III

1,2. *O. lanceolatus*. 1. Polar view, 2. Equatorial view;

3,4. *O. reticulatus*. 3. Polar view, ornamentation reticulate, 4. Polar view;

5-7. *O. hainanensis*. 5. Polar view, 6. Polar view, ornamentation reticulate, 7. Polar view;

8-10. *O. fordii*. 8. Polar view, 9. Equatorial view, colpus membrane sculpture, 10. Polar view, ornamentation reticulate;

11,12. *O. fragrans*. 11. Equatorial view, 12. Equatorial view;

13-15. *O. suavis*. 13. Equatorial view, 14. Polar view, ornamentation reticulate, 15. Polar view;

16-18. *O. delawayi*. 16. Equatorial view, colporate, 17. Polar view, 18. Polar view, ornamentation reticulate;

19,20. *O. didymopetalus*. 19. Polar view, ornamentation reticulate, 20. Equatorial view;

7.  $\times 1\ 350$ ; 1, 2, 4, 5, 8, 11-13, 15, 17, 20.  $\times 2\ 500$ ; 3, 6, 9, 10, 14, 16, 18, 19.  $\times 5\ 000$ .

#### Plate IV

1. *O. pubipedicellatus*. Equatorial view;

2. *O. armatus*. Equatorial view;

3. *O. venosus*. Equatorial view;

4,5. *O. heterophyllus* (Taiwan). 4. Equatorial view, 5. Polar view;

6. *O. yunnanensis*. Equatorial view, colporate;

7. *O. gracilinervis*. Equatorial view, colporate;

8. *O. lanceolatus*. Equatorial view;

9. *O. reticulatus*. Equatorial view;

10. *O. hainanensis*. Equatorial view, ornamentation reticulate;

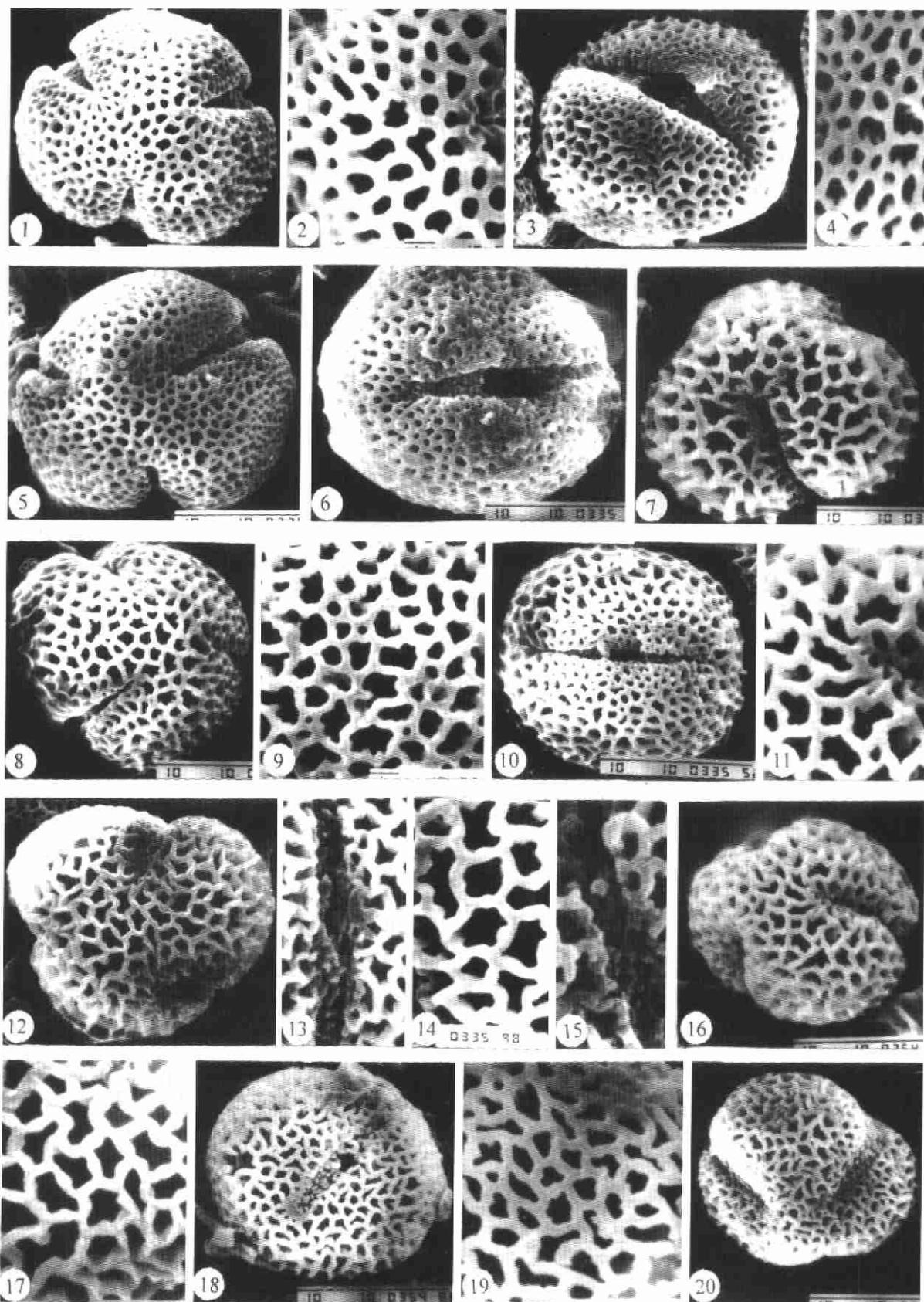
11,12. *O. fragrans*. 11. Polar view, 12. Polar view, ornamentation reticulate;

13. *O. fordii*. Equatorial view;

14. *O. delawayi*. Equatorial view, colporate;

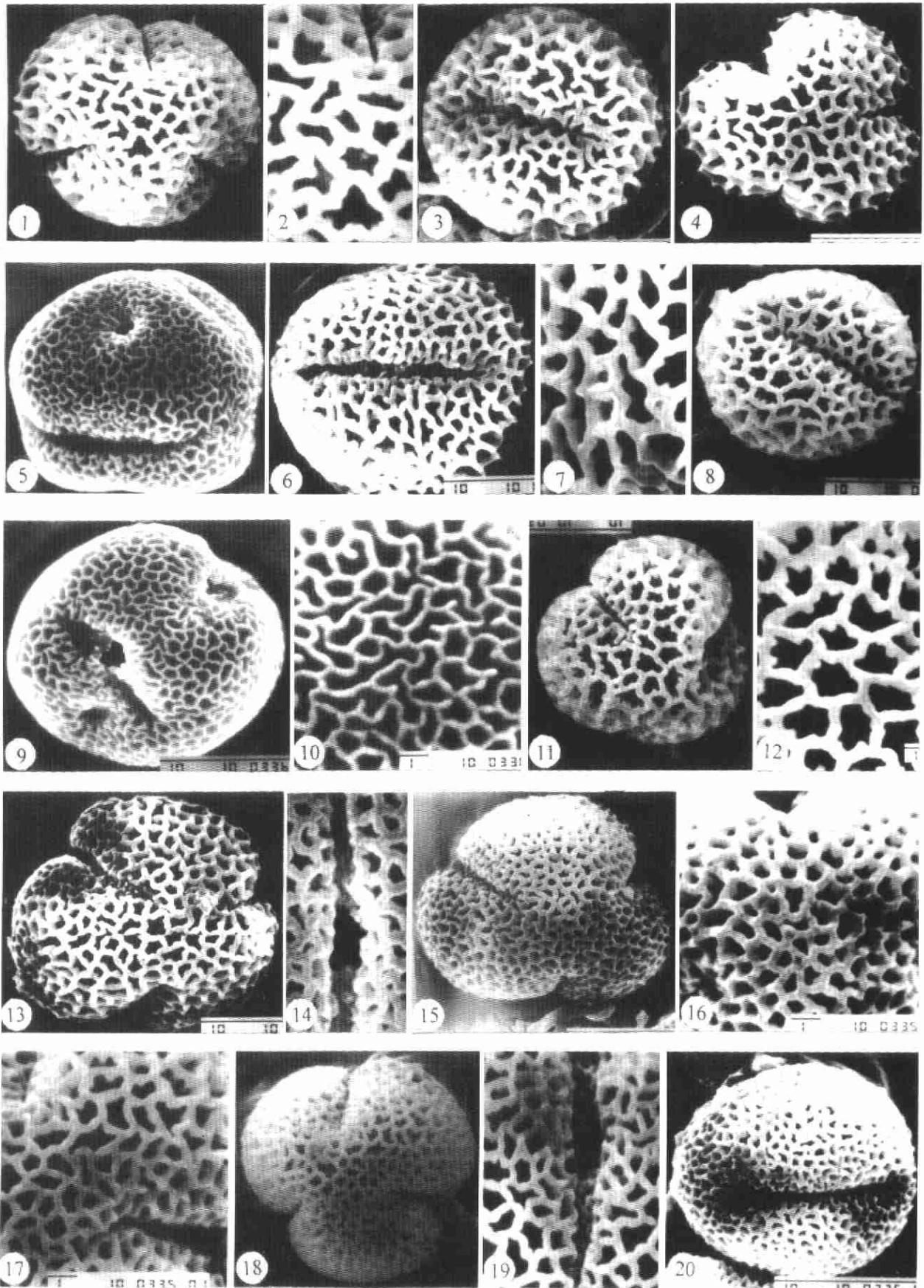
15. *O. didymopetalus*. Polar view.

6.  $\times 1\ 750$ ; 1-5, 7-9, 11, 13-15.  $\times 2\ 500$ ; 10, 12.  $\times 5\ 000$



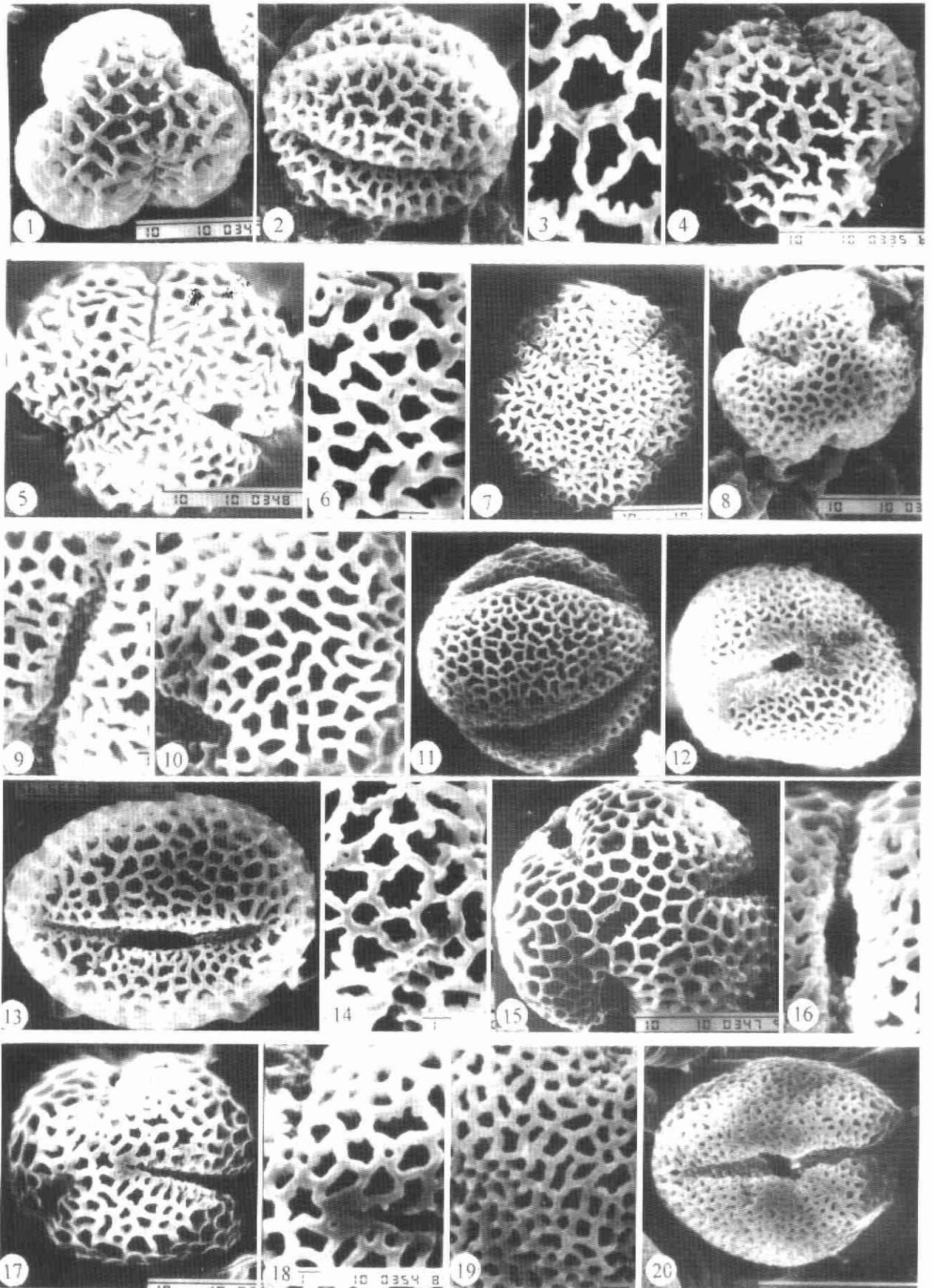
许炳强等: 图版 I

XU Bing-qiang et al.: Plate I



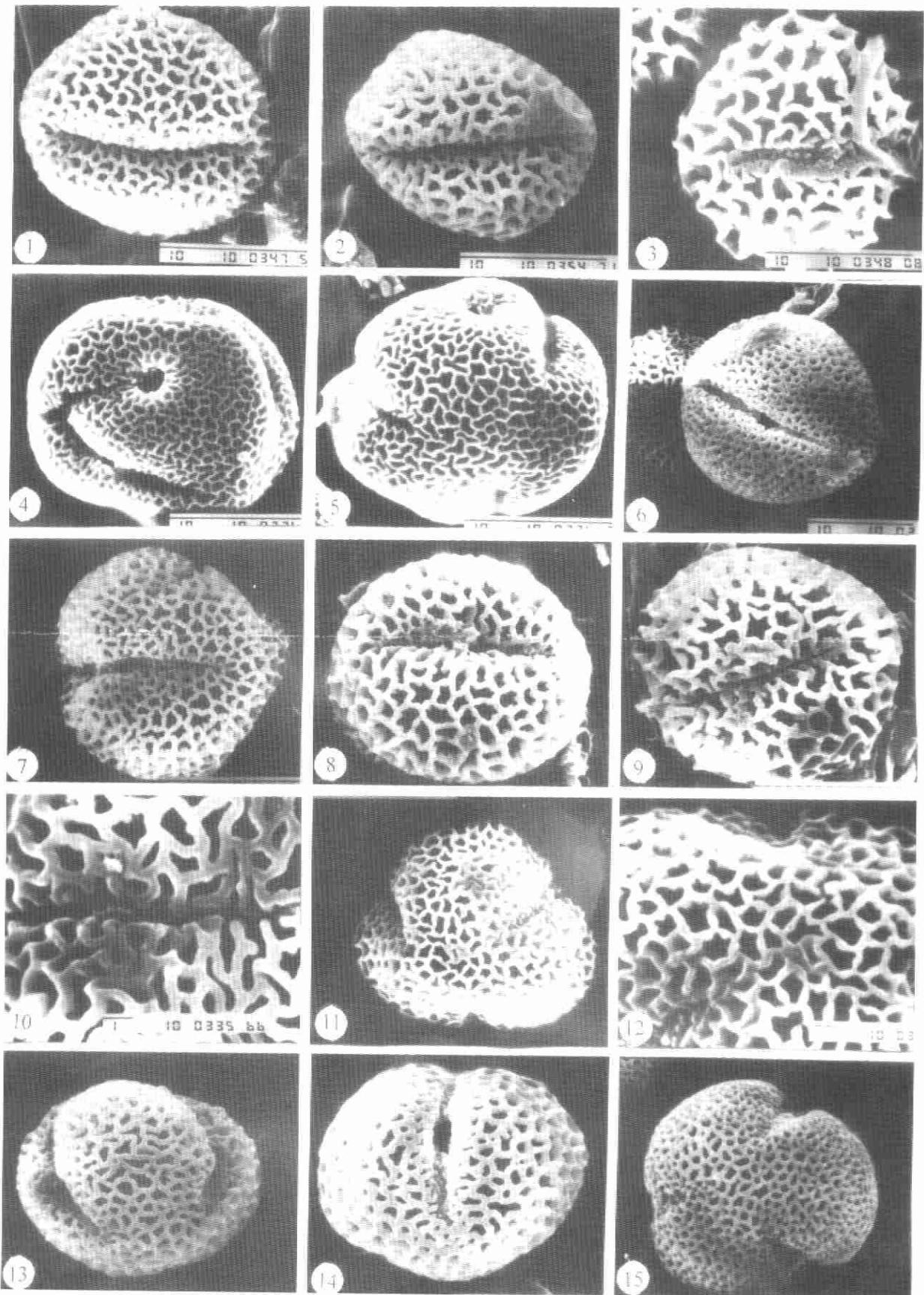
许炳强等：图版 II

XU Bing-qiang et al.: Plate II



许炳强等: 图版 III

XU Bing-qiang et al.: Plate III



许炳强等：图版 IV

XU Bing-qiang et al.: Plate IV