

# 中国木犀属植物叶脉形态及其分类学意义

许炳强<sup>1</sup>, 夏念和<sup>1</sup>, 王少平<sup>1</sup>, 郝刚<sup>2\*</sup>

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 华南农业大学生命科学学院, 广州 510642)

**摘要:** 观察了中国木犀属植物 4 组 19 种叶脉形态。主要分析木犀属植物叶片脉序走向, 脉序为环结曲行或半直行羽状脉。二级脉急转曲行或半直行, 叶脉分支一般为 4 级, 少数 5 级。盲脉 1~2 次分支, 少数 3 次或不分支。仅柃树叶缘末级脉汇合成边脉。部分叶缘具齿, 叶缘齿性状不稳定, 因其内主脉不同而在本属种间表现出一个连续的变异过程。圆锥花序组与李榄属和木犀榄属从叶片脉序特征方面表现出较近的亲缘关系。四个组的叶脉形态在演化上关系上与花粉形态表现相一致。编写了叶片脉序特征分种检索表。

**关键词:** 叶片脉序; 木犀属; 中国

**中图分类号:** Q949.776.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2007)05-0697-09

## Leaf venation of *Osmanthus* (Oleaceae) from China and its taxonomic significance

XU Bing-Qiang<sup>1</sup>, XIA Nian-He<sup>1</sup>, WANG Shao-Ping<sup>1</sup>, HAO Gang<sup>2\*</sup>

(1. South China Botanical Garden, The Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. College of Life Sciences, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** Leaf venation of 19 species from 4 sections of the genus *Osmanthus* were investigated. Venation patterns are brochidodromous or semicraspedodromous. The secondary veins are abruptly curved or branched, usually 5~12 pairs, occasionally up to 16 pairs. Tertiary veins are percurrent and randomly reticulate, occasionally percurrent or ad-medial. Highest vein order is 4° or 5°. The veinlets are simple or one to twice branched. Only the leaf of *O. heterophyllus* has fimbrial vein. Some species have leaves with teeth along the margin, and the morphology of the teeth are unstable. The primary veins in the teeth of different species show a series of variations among the *Osmanthus* species. The leaf venation characters revealed the evolutionary relationships of sect. *Osmanthus*, sect. *Siphosmanthus*, sect. *Leiotea*, and sect. *Linociroides*. sect. *Leiotea* further displayed affinities with *Linociera* Sw. and *Olea* Linn. A key to the species of *Osmanthus* based on leaf venation characters is presented.

**Key words:** leaf venation; *Osmanthus*; China

木犀属(*Osmanthus*)植物全世界约 31 种, 主要分布于亚洲东南和美洲。葡萄牙植物学家 J. Loureiro 于 1790 年建立该属, 1958 年 Green 对该属进行了系统整理, 并在属下分成 4 个组。我国是木犀属的分布中心, 产 26 种 2 变种(向其柏等, 2004)。木犀属自建立后, 从多方面得到了研究, 如细胞分类学、孢粉学(张金谈, 1982; Wodehouse, 1935; 许炳强, 2005), 分子

生物学(Wallander, 2000)也有部分报道。植物脉序特征稳定, 对植物分类有重要意义(Hickey, 1973, 1979; Hickey 等, 1975; Roth-nebelsick 等, 2001)。同时叶脉形态可作为科间、属间及种间的分类依据, 尤其体现在种的鉴定方面(Melville, 1976; 喻诚鸿等, 1986; Yu 等, 1991)。关于中国木犀属的叶脉研究, 曾报道过 2 种(Yu 等, 1991), 本文详细报道中国木犀属 19 种植

收稿日期: 2005-12-08 修回日期: 2006-12-30

基金项目: 广东省数字植物园重点实验室; 华南农业大学校长科学基金[Supported by Digital Botanical Garden Key Lab of Guangdong Province; President Science Foundation of South China Agricultural University]

作者简介: 许炳强(1972-), 男, 湖南湘潭人, 研究实习员, 研究方向为植物系统分类。

\* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: haogang@scau.edu.cn)

物叶片脉序特征并讨论其分类学意义。以期为该属植物系统演化和分类研究提供资料。

## 1 材料和方法

均取自中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)馆藏腊叶标本叶片,所观察叶片为第二年枝条上的成熟叶片,每个种取来自3~5个不同地方标本上的成熟叶片2枚,通过观察,取脉序特征稳定且具有代表性的一份标本,共四组19种。材料来源和名称见表1。

叶片用水浸泡并煮沸10~20 min,使之软化并排除其内空气,然后用10%~20% NaOH水溶液(70~80℃)浸泡30~60 min,使叶肉组织、表皮与叶脉离析,然后置于盛有水的表面皿内,用毛笔轻轻刷去表皮和叶肉组织得到叶脉标本并用流水冲洗6~8 h,然后用10%过氧化氢水溶液漂白12~24 h,直至标本呈乳白色。标本水洗后再用0.5%的甲基绿染色30 min(其中山桂花,离瓣木犀未染色),漂洗、吸干、压平,照相。描述术语主要参考喻诚鸿等(1986)。

表1 叶片材料来源  
Table 1 Origin of materials

物种 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher
厚边木犀 <i>O. marginatus</i>	广东乐昌	南岭队 3179
牛矢果 <i>O. matsumuranus</i>	广东广州	陈焕镛 7661
小叶月桂 <i>O. minor</i>	江西九连山	谢庆红 92021
红柄木犀 <i>O. armatus</i>	湖南桑植	植被调查队 630
宁波木犀 <i>O. cooperi</i>	浙江	贺贤育 30579
狭叶木犀 <i>O. attenuatus</i>	广东乳源	高锡朋 53598
柃树 <i>O. heterophyllus</i>	台湾塔塔加	Kuo C. M. 1 5582
蒙自桂花 <i>O. henryi</i>	云南禄劝	Li M. K. 2816
野桂花 <i>O. yunnanensis</i>	云南景东	龚洵 0002
短丝木犀 <i>O. serrulatus</i>	四川峨嵋山	杨亚滨 134
细脉木犀 <i>O. gracilineris</i>	广东乳源	2366队 2366 Exp. 3034
锐叶木犀 <i>O. lanceolatus</i>	台湾	Yang S. Z. 11181
网脉木犀 <i>O. reticulatus</i>	广东乳源	梁宝汉 93995
显脉木犀 <i>O. hainanensis</i>	海南保亭	刘心祈 28090
木犀 <i>O. fragrans</i>	广东连县	高锡朋 50983
石山桂花 <i>O. fordii</i>	广东阳山	邓良 79
香花木犀 <i>O. suavis</i>	云南景东	邱炳云 53810
山桂花 <i>O. delavayi</i>	云南楚雄界	王汉臣 3717
双瓣木犀 <i>O. didymopetalus</i>	海南定安	梁向日 64429

## 2 结果和分析

### 2.1 叶脉形态特征

环结曲行(brochidodromous)或半直行(semi-

craspedodromous)羽状脉;一级脉(primary veins)直向行走或稍弯曲行走;相对粗细一般为中等(moderate),偶有粗(stout)或纤细(weak);二级脉(secondary veins)急转曲行或半直行,多数两侧对称,每侧5~12条,个别多达16条,叶基每侧具纤细二级脉1~2条或无,少数二级脉不对称,一侧较少排列较稀,另一侧较多排列较密,叶尖具细小二级脉环1~5或无;二级间脉(intersecondary veins)常见或少见,达二级脉环或不达,分支或不分支;三级脉(tertiary veins)多为贯串型与结网型(percurrent and reticulate)并存,少数为贯串型或向轴分支型(admedial);四级脉与四级脉、三级脉或五级脉构成完善或不完善,偶不完全的或不完全闭合的网眼(areoles),网眼多数具盲脉(veinlets),少数盲脉缺,盲脉1~2次分支少数3次或不分支,叶缘具三级脉环,少数无或具四级脉环;具齿或不具齿;除柃树一种外均无边脉(fimbrial vein)。

### 2.2 各种叶片脉序特征

(1)厚边木犀 *O. marginatus* (图版II:1,20)。环结曲行羽状脉。一级脉直向行走,相对粗细为中等,占叶宽约1.6%;叶身二级脉急转曲行,每侧5~7条,以55°~65°从主脉开出,叶身二级脉相互间距较远,排列均匀,平均为8.7 mm(最大10.2 mm),叶尖处2对二级脉向基曲行;叶基每侧具纤细二级脉1条,分别约以50°角从主脉开出;叶尖不具细小二级脉环;二级脉环规则,以钝角(100°~125°)与上面二级脉网结;二级间脉复合型,少见;三级脉不规则网状;四级脉与四级脉、三级脉构成不完全闭合的网眼,网眼盲脉不分支,或1次分支;叶缘具三级脉环,叶缘末级脉结环;具齿者,齿内主脉为三级脉。

(2)牛矢果 *O. matsumuranus* (图版II:2,21)。环结曲行羽状脉。一级脉直向行走,中等粗,占叶宽约1.7%;叶身二级脉急转曲行,每侧6~8条,以45°~60°从主脉开出,相互间距较远,排列均匀,平均为9.8 mm(最大13.5 mm);叶基每侧具纤细二级脉1条,分别约以60°角从主脉开出;叶尖具细小二级脉环每侧1~2个;二级脉环规则,以宽锐角(50°~75°)与上面二级脉网结;二级间脉复合型,少见;三级脉部分游离,少数不规则网状;四级脉与四级脉、三级脉构成不完善的网眼;盲脉1~2次分支,少数3次分支;叶缘不具三级脉环,叶缘末级脉结环;具齿者,齿内主脉为三级脉。

(3)小叶月桂 *O. minor* (图版II:3,22)。环结曲行羽状脉。一级脉直向行走,纤细,占叶宽约

1.1%；二级脉急转曲行，每侧6~8条，以55°~65°从主脉开出，叶身二级脉排列不均匀，中部较宽，约为11 mm，叶基和叶尖较窄约为5 mm；叶基每侧具纤细二级脉2条，分别以50°和55°角从主脉开出；叶尖具细小二级脉环每侧3~4个；二级脉环规则，以直角或近直角(80°~115°)与上面二级脉网结；二级间脉复合型，少见；三级脉贯串型与网状型并存；四级脉与四级脉、三级脉构成不完全闭合的网眼，盲脉多数不分支，少数1次分支；叶缘具三级脉环，叶缘末级脉结环，不具齿。

(4)红柄木犀 *O. armatus* (图版II:4, 23, 24)。环结曲行或半直行羽状脉。一级脉直向行走，中等粗，占叶宽约1.3%；二级脉急转曲行，每侧8~10条，以70°~85°从主脉开出，叶身二级脉排列均匀，相互间距平均为8.1 mm(最大10 mm)；叶基每侧具纤细二级脉1条，分别约以90°角从主脉开出；叶尖具细小二级脉环每侧1~2个；二级脉环规则，以直角或近直角(80°~110°)与上面二级脉网结；二级间脉复合型，常见；三级脉贯串型；四级脉与四级脉、三级脉构成不完善的网眼，盲脉1~2次分支；叶缘具三级脉环，叶缘末级脉结环；具齿者，齿内主脉为二级脉。

(5)宁波木犀 *O. cooperi* (图版III:5; 图版II:25)。环结曲行羽状脉。一级脉直向行走，中等粗，占叶宽约1.3%；叶身二级脉急转曲行，每侧6~8条，以60°~90°从主脉开出，夹角变异较大，与主脉的夹角上部及下部较中部的为钝，近叶尖处夹角为直角；叶身二级脉排列不均匀，相互间距平均为5.4 mm(最大8.2 mm)一侧比另一侧密；叶基每侧具纤细二级脉1条，分别约以65°角从主脉开出；叶尖具细小二级脉环每侧1~2个；二级脉环规则，以近直角或钝角(80°~125°)与上面二级脉网结；二级间脉复合型，少见；三级脉贯串型与网状型并存；四级脉与四级脉、三级脉构成不完善的网眼，盲脉1~2次分支；叶缘具三级脉环，叶缘末级脉结环；不具齿。

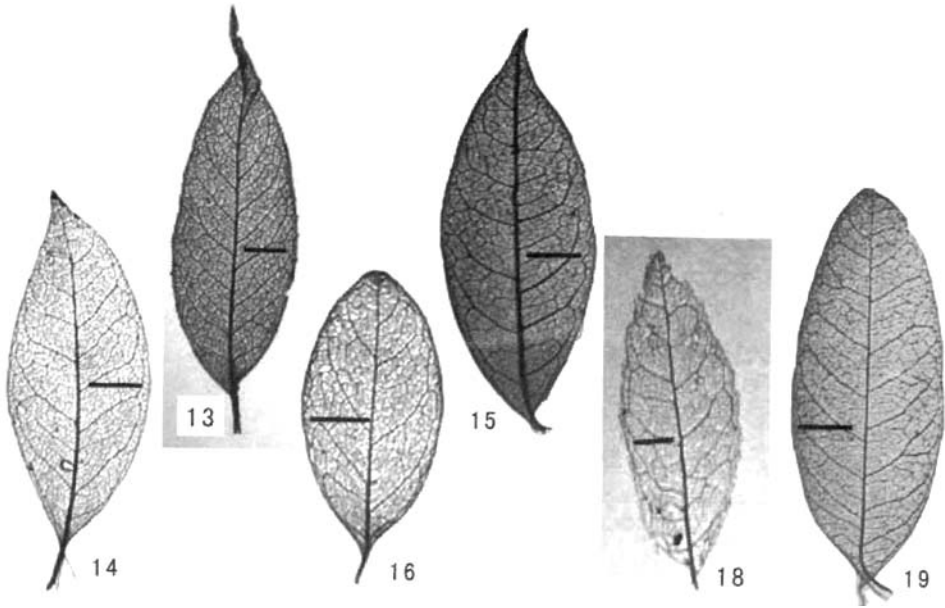
(6)狭叶木犀 *O. attenuatus* (图版III:6; 图版II:26)。环结曲行羽状脉。一级脉弯曲行走，中等粗，占叶宽约1.5%；叶身二级脉急转曲行，每侧5~7条，以40°~55°从主脉开出，叶身二级脉排列均匀较宽，二级脉相互间距平均为11.5 mm(最大14 mm)叶基每侧具纤细二级脉1条，分别约以25°角从主脉开出；叶尖具细小二级脉环每侧2~3个；二级脉环规则，以直角或钝角(90°~110°)与上面二级脉网结；二级间脉复合型，常见；三级脉贯串型；四级脉与四级脉、三级脉

成不完全闭合的网眼，盲脉不分支，或1次分支；叶缘具三级脉环，叶缘末级脉结环；不具齿。

(7)柃树 *O. heterophyllus* (图版II:27; 图版III:7, 28)。环结曲行或半直行羽状脉。一级脉直向行走，中等粗，占叶宽约1.8%；叶身二级脉急转曲行，每侧6~8条，以45°~90°从主脉开出，夹角变异较大，与主脉的夹角上部的较中部及下部的为钝，叶尖处夹角为近直角，叶尖处3对二级脉向基曲行；叶身二级脉排列不均匀，二级脉相互间距平均为7.6 mm(最大10 mm)；叶基每侧具纤细二级脉1条，分别约以30°角从主脉开出；叶尖具细小二级脉环每侧1~2个，二级脉环不规则，以近直角(70°~100°)与上面二级脉网结；无二级间脉；三级脉多向轴分枝；四级脉与四级脉、三级脉构成不完善的网眼，盲脉1~2次分支；叶缘具三级脉环，叶缘末级脉汇合成边脉；具齿者，齿内主脉二级脉。

(8)蒙自桂花 *O. henryi* (图版III:8, 29)。环结曲行羽状脉。一级脉弯曲行走，纤细，占叶宽约1.1%；叶身二级脉急转曲行，每侧5~7条，以30°~90°从主脉开出，与主脉的夹角变异较大，上部的及下部的较中部为钝，叶尖处夹角为近直角；叶身二级脉排列不均匀，相互间距平均为7.5 mm(最大12.3 mm)；二级脉环较规则，以近直角或钝角(80°~110°)与上面二级脉网结；叶基每侧具纤细二级脉2条，分别以70°和85°角从主脉开出；叶尖具细小二级脉环每侧5~7个，二级间脉复合型，常见；三级脉贯串型与网状型并存；四级脉与四级脉、三级脉构成不完善的网眼，盲脉盲脉不分支，或1次分支；叶缘具三级脉环，叶缘末级脉结环；具齿者，齿内主脉为三级脉。

(9)野桂花 *O. yunnanensis* (图版III:30; 图版IV:9)。环结曲行或半直行羽状脉。一级脉直向行走，粗壮，占叶宽约2.6%；叶身二级脉急转曲行，每侧12~16条，以40°~70°从主脉开出，夹角变异较大，与主脉的夹角上部的及中部的较下部的为锐，叶基处夹角为近直角；叶身二级脉一侧较少排列较稀，另一侧较多排列较密，相互间距平均为7.5 mm(最大11.4 mm)；叶基每侧具纤细二级脉1条，分别以约90°角从主脉开出；叶尖具细小二级脉环每侧1~3个；二级脉环规则，以钝角(110°~125°)与上面二级脉网结；二级间脉复合型，常见；三级脉贯串型；四级脉与四级脉、三级脉构成不完善的网眼，盲脉不分支，或1次分支；叶缘具三级脉环，叶缘末级脉结环；具齿者，齿内主脉为二级脉或三级脉。



图版 I 13. 网脉木犀; 14. 显脉木犀; 15. 木犀; 16. 石山桂花; 18. 山桂花; 19. 双瓣木犀。

Plate I 13. *O. reticulata* (bar=1 cm); 14. *O. hainanensis* (bar=1.2 cm); 15. *O. fragrans* (bar=1.2 cm); 16. *O. fordii* (bar=0.8 cm); 18. *O. delavayi* (bar=0.6 cm); 19. *O. didymopetalus* (bar=1 cm).

(10) 短丝木犀 *O. serrulatus* (图版 III: 31, 32; 图版 IV: 10)。环结曲行或半直行羽状脉。一级脉直向行走, 中等粗, 占叶宽约 1.4%; 叶身二级脉急转曲行, 每侧 7~8 条, 以  $65^{\circ}\sim 75^{\circ}$  从主脉开出, 叶身二级脉相互间距平均为 7.5 mm (最大 12.4 mm); 叶基每侧具纤细二级脉 2 条, 分别以约  $40^{\circ}$  和  $50^{\circ}$  角从主脉开出; 叶尖具细小二级脉环每侧 2~3 个; 二级脉环不规则, 以宽锐角 ( $65^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ) 与上面二级脉网结; 二级间脉复合型, 常见; 三级脉贯串型与网状型并存; 四级脉与四级脉、三级脉或五级脉构成完善的网眼, 盲脉不分支, 或 1 次分支; 叶缘具三级脉环, 叶缘末级脉结环; 具齿者, 齿内主脉为二级脉或三级脉。

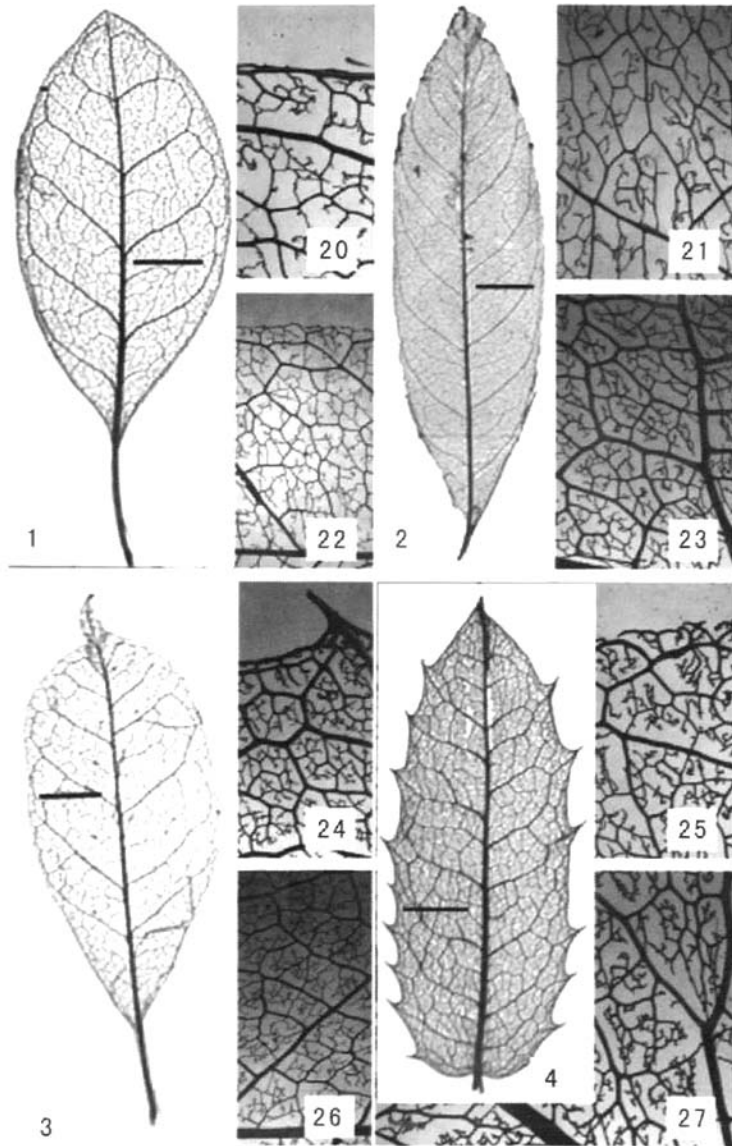
(11) 细脉木犀 *O. gracilinervis* (图版 III: 33; 图版 IV: 11)。环结曲行羽状脉。一级脉稍弯曲行走, 中等粗, 占叶宽约 1.6%; 叶身二级脉急转曲行, 每侧 7~9 条, 以  $45^{\circ}\sim 85^{\circ}$  从主脉开出, 叶身二级脉相互间距平均为 6.5 mm (最大 8.3 mm); 叶基每侧具纤细二级脉 1 条, 分别以约  $45^{\circ}$  角从主脉开出; 叶尖具细小二级脉环每侧 3~4 个; 二级脉环规则, 以宽锐角 ( $60^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ) 与上面二级脉网结; 二级间脉复合型, 常见; 三级脉贯串型

与网状型并存; 四级脉与四级脉、三级脉或五级脉构成不完善的网眼, 盲脉不分支, 或 1 次分支; 叶缘具三级脉环, 叶缘末级脉结环; 不具齿。

(12) 锐叶木犀 *O. lanceolatus* (图版 III: 34; 图版 IV: 12)。环结曲行羽状脉。一级脉直向行走, 中等粗, 占叶宽约 1.4%; 叶身二级脉急转曲行, 每侧 6~8 条, 以  $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$  从主脉开出, 叶身二级脉不均匀, 相互间距平均为 5.5 mm (最大 7 mm); 叶基不具纤细二级脉; 叶尖具细小二级脉环每侧 6~8 个; 二级脉环规则, 以钝角 ( $120^{\circ}\sim 150^{\circ}$ ) 与上面二级脉网结; 不具二级间脉; 三级脉多向轴分枝; 四级脉与四级脉、三级脉构成不完善的网眼, 盲脉不分支, 或 1 次分支; 叶缘具三级脉环, 叶缘末级脉结环; 具齿者, 齿内主脉为三级脉。

(13) 网脉木犀 *O. reticulatus* (图版 I: 13; 图版 IV: 36)。环结曲行羽状脉。一级脉稍弯曲行走, 纤细, 占叶宽约 1.2%; 叶身二级脉急转曲行, 每侧 5~7 条, 以  $60^{\circ}\sim 75^{\circ}$  从主脉开出, 叶身二级脉相互间距均匀, 平均为 5.4 mm (最大 7.3 mm); 叶基不具纤细二级脉, 一侧 1 条二级脉向基曲行; 叶尖具细小二级脉环每侧 3~4 个; 二级脉环不规则, 以直角或钝角 ( $90^{\circ}\sim 105^{\circ}$ ) 与上面

二级脉网结；二级间脉复合型，常见；三级脉贯串型；四级脉不分支，或 1 次分支；叶缘具三级脉环和四级脉环，二级脉与四级脉、三级脉或五级脉构成不完善的网眼，盲叶缘末级脉结环，具齿者，齿内主脉为三级脉。

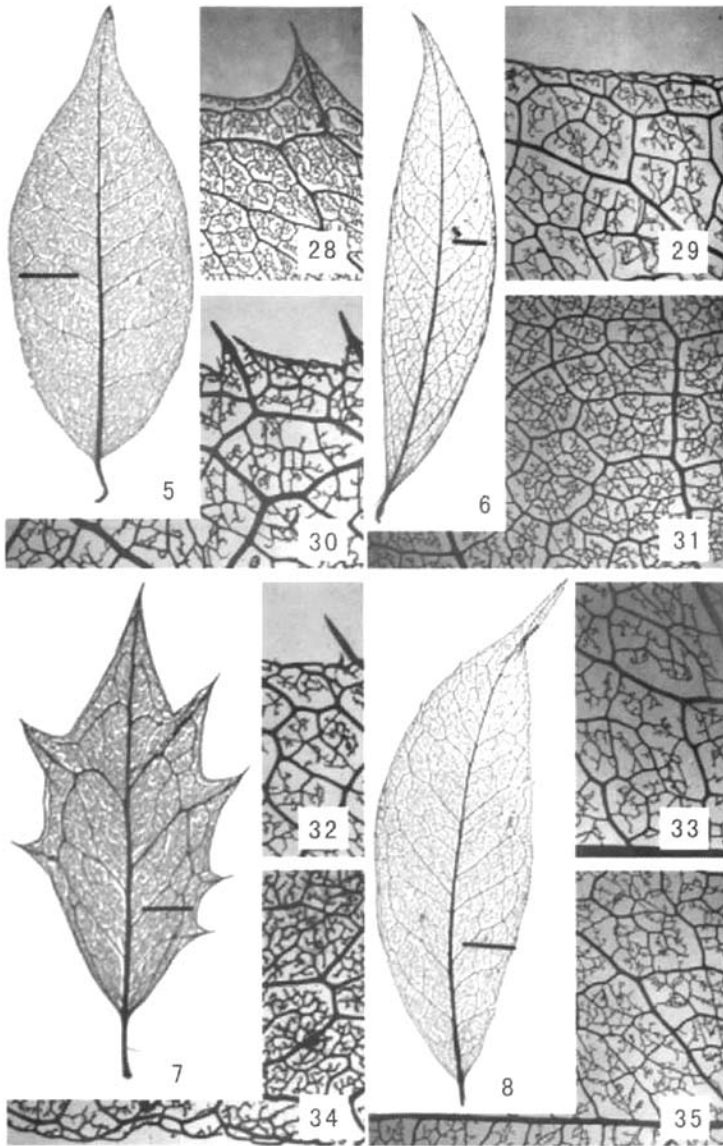


图版 II 1,20. 厚边木犀; 2,21. 牛矢果; 3,22. 小叶月桂; 4,23,24. 红柄木犀; 25. 宁波木犀; 26. 狭叶木犀; 27. 柃树。

Plate II 1,20. *O. marginatus* (bar=1 cm); 2,21. *O. mutsumuranus*(bar=1 cm); 3,22. *O. minor* (bar=0.8 cm); 4,23,24. *O. armatus* (bar=1cm); 25. *O. cooperi*; 26. *O. attenuatus*; 27. *O. heterophyllum*.

(14)显脉木犀 *O. hainanensis* (图版I:14; 图版IV: 38)。环结曲行羽状脉。一级脉弯曲行走，纤细，占叶宽约 1.1%；叶身二级脉急转曲行，每侧 6~8 条，以 45°~90°从主脉开出，叶身二级脉相互间距不均匀，平

均为 5.8 mm(最大 11 mm)；叶基不具纤细二级脉；叶尖具细小二级脉环每侧 2~3 个；二级脉环不规则，夹角变异大，以 65°~120°与上面二级脉网结；二级间脉复合型，常见；三级脉贯串型；四级脉与四级脉、三级



图版 III 5. 宁波木犀; 6. 狭叶木犀; 7, 28. 柃树; 8, 29. 蒙自桂花; 30. 野桂花; 31, 32. 短丝木犀; 33. 细丝木犀; 34. 锐叶木犀; 35. 石山桂花。

Plate III 5. *O. cooperi* (bar=1 cm); 6. *O. attenuatus* (bar=0.8 cm); 7, 28. *O. heterophyllus*; 8, 29. *O. henryi* (bar=1 cm);

30. *O. yunnanensis*; 31, 32. *O. serrulatus*; 33. *O. gracilinervis*; 34. *O. lanceolatus*; 35. *O. fordii*

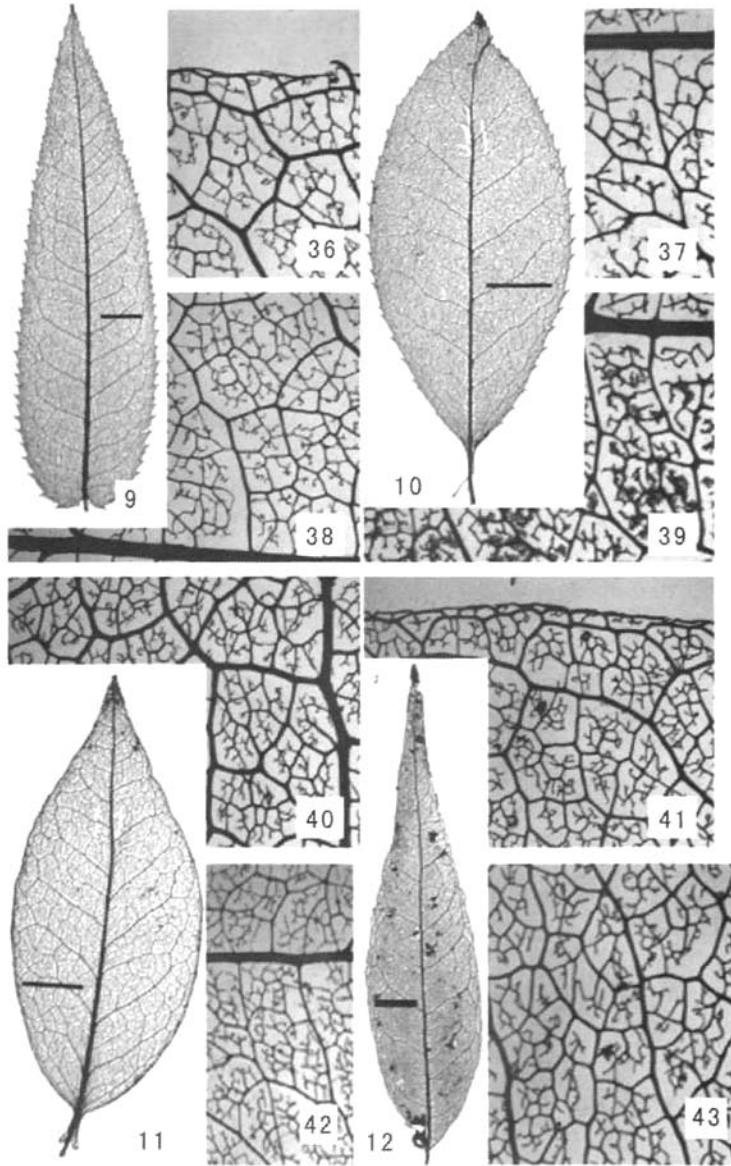
脉或五级脉构成完善的网眼,盲脉不分支,或1次分支;叶缘具三级脉环和四级脉环,叶缘末级脉结环;不具齿。

(15)木犀 *O. fragrans* (图版I:15;图版IV:40)。环结曲行羽状脉。一级脉直向行走,中等粗,占叶宽约1.6%;叶身具粗的二级脉,急转曲行,每侧5~7

条,以 $65^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 从主脉开出,上部的比下部的为钝,叶身二级脉相互间距不均匀,平均为8.2 mm(最大14.5 mm);叶基每侧具纤细二级脉1条,分别以约 $45^{\circ}$ 角从主脉开出;叶尖具细小二级脉环每侧3~5个;二级脉环规则,以宽锐角或直角( $75^{\circ}\sim 90^{\circ}$ )与上面二级脉网结;二级间脉简单型,常见;三级脉贯串型与网状型并

存；四级脉与四级脉、三级脉或五级脉构成完善的网眼，盲脉不分支，或 1 次分支；叶缘具三级脉环和四级脉环，叶缘末级脉结环；具齿者，齿内主脉为三级脉。

(16)石山桂花 *O. fordii* (图版 I:16; 图版 III:35)。环结曲行羽状脉。一级脉直向行走，纤细，占叶宽约 0.7%；叶身二级脉急转曲行，每侧 4~6 条，以 55°~



图版 IV 9. 野桂花；10. 短丝木犀；11. 细脉木犀；12. 锐叶木犀；36. 网脉木犀；37,42. 香花木犀；38. 显脉木犀。

Plate IV 9. *O. yunnanensis* (bar=1 cm); 10. *O. serrulatus* (bar=1.5 cm); 11. *O. gracilinervis* (bar=1.2 cm); 12. *O. lanceolatus* (bar=0.6 cm); 36. *O. reticulatus*; 37,42. *O. suavis*; 38. *O. hainanensis*.

75°从主脉开出，叶身二级脉相互间距不均匀，平均为 5.5 mm(最大 9.1 mm)；叶基每侧具纤细二级脉 1 条，分别以约 45°角从主脉开出；叶尖具细小二级脉环

每侧 1 个；二级脉环规则，以钝角(105°~120°)与上面二级脉网结；二级间脉复合型，少见；三级脉贯串型与网状型并存；四级脉与四级脉、三级脉构成不完善的

网眼,盲脉不分支,或1次分支;叶缘具三级脉环,叶缘末级脉结环;不具齿。

(17) 香花木犀 *O. suavis* (图版IV:37,42)。环结曲行羽状脉。一级脉直向行走,纤细,占叶宽约1.2%;叶身二级脉急转曲行,每侧6~8条,以 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 从主脉开出,叶身二级脉相互间距不均匀,平均为3.8 mm(最大6.2 mm);叶基每侧具纤细二级脉1条,分别以约 $55^{\circ}$ 角从主脉开出;叶尖具细小二级脉环每侧1~2个;二级脉环规则,以直角或钝角( $90^{\circ}\sim 150^{\circ}$ )与上面二级脉网结;二级间脉简单型,少见;三级脉多向轴分枝,部分与二级脉或一级脉网结;四级脉与四级脉、三级脉构成不完全闭合的网眼,盲脉不分支,或1

次分支;叶缘具三级脉环,叶缘末级脉结环;具齿,齿内主脉为三级脉。

(18) 山桂花 *O. delavayi* (图版I:18;图版IV:39)。环结曲行羽状脉。一级脉直向行走,中等粗,占叶宽约1.7%;叶身二级脉急转曲行,每侧3~5条,以 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 从主脉开出,叶身二级脉相互间距不均匀,平均为3.2 mm(最大5.4 mm);叶基每侧具纤细二级脉1条,分别以约 $45^{\circ}$ 角从主脉开出;叶尖具细小二级脉环每侧1~2个;二级脉环规则,以直角或钝角( $90^{\circ}\sim 110^{\circ}$ )与上面二级脉网结;二级间脉简单型,少见;三级脉多向轴分枝;四级脉与四级脉、三级脉构成完全环,叶缘末级脉结环;具齿,齿内主脉为三级脉。

### 叶片脉序特征分种检索表

#### 1. 叶全缘。

2. 叶尖具钝头,叶尖不具细小二级脉环..... 19. 双瓣木犀 *O. didymopetalus* P. S. Green
2. 叶尖具尖头,叶尖具细小二级脉环。
  3. 一级脉直行,向顶逐渐变细。
    4. 二级脉不均匀,叶尖细小二级脉环一对..... 16. 石山桂花 *O. fordii* Hemsl.
    4. 二级脉均匀,叶尖细小二级脉环2~3对。
      5. 二级脉自主脉以 $55^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 开出..... 3. 小叶月桂 *O. minor* P. S. Green
      5. 二级脉与主脉的夹角上部及下部较中部的为钝..... 5. 宁波木犀 *O. cooperi* Hemsl.
  3. 一级脉弯曲行走,叶柄较粗。
    6. 叶片较长,长宽比大于3,二级脉自主脉开出的角度小,为 $40^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ..... 6. 狭叶木犀 *O. attenuatus* P. S. Green
    6. 叶片较圆,长宽比小于2,二级脉自主脉开出的角度大,为 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。
      7. 网眼发育完善,弧曲简单盲脉或一次分枝..... 14. 显脉木犀 *O. hainanensis* P. S. Green
      7. 网眼发育不完善,盲脉1~2次分枝..... 11. 细脉木犀 *O. gracilinervis* Chia ex R. L. Lu

#### 1. 叶全缘或有锯齿。

8. 三级脉分支型向轴行走。
  9. 叶披针形,最宽处在中部以下,三级脉多向轴分枝..... 12. 锐叶木犀 *O. lanceolatus* Hayata
  9. 叶椭圆形或倒卵形,最宽处在中部。
    10. 具边脉..... 7. 柃树 *O. heterophyllus* (G. Don) P. S. Green
    10. 不具边脉。
      11. 齿尖简单型..... 17. 香花木犀 *O. suavis* King ex C. B. Clarke
      11. 齿尖刺状型..... 18. 山桂花 *O. delavayi* Franch.
8. 三级脉多为贯串型或结网型或并行。
  12. 叶柄短,约为5 mm以下,叶缘齿内主脉为二级脉..... 4. 红柄木犀 *O. armatus* Diels
  12. 叶柄长,约8~15 mm,叶缘齿主脉不为二级脉或不只二级脉。
    13. 二级脉以钝角网结,为 $110^{\circ}\sim 125^{\circ}$ ,叶尖不具细小二级脉环..... 1. 厚边木犀 *O. marginatus* (Champ. ex Benth.) Hemsl
    13. 二级脉以锐角或直角网结,为 $55^{\circ}\sim 100^{\circ}$ ,叶尖具细小二级脉环1~4对。
      14. 主脉为二级脉的叶缘齿与主脉为三级脉的叶缘齿并存..... 9. 野桂花 *O. yunnanensis* (Franch.) P. S. Green
      14. 叶缘齿内主脉为三级脉。
        15. 具粗的二级脉,上部二级脉与主脉的夹角比下部的为钝..... 15. 木犀 *O. fragrans* (Thunb.) Lour.
        15. 具中等二级脉,二级脉自主脉开出的角度一致。
          16. 叶身二级脉相互间距较近,平均为5.1 mm,自主脉开出的角度为 $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。
            17. 叶基一侧1条二级脉向基曲行..... 13. 网脉木犀 *O. reticulatus* P. S. Green
            17. 叶基二级脉不向基曲行..... 8. 蒙自桂花 *O. henryi* P. S. Green
          16. 叶身二级脉相互间距较远,平均为11 mm,自主脉开出的角度为 $70^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。
            18. 部分三级脉游离,少数不规则网状,叶缘不具三级脉环..... 2. 牛矢果 *O. matsumuranus* Hayata
            18. 三级脉为贯串型与结网型并存..... 10. 短丝木犀 *O. serrulatus* Rehd

(19) 双瓣木犀 *O. didymopetalus* (图版I:19;图版IV:41,43)。环结曲行羽状脉。一级脉直向行走,中等粗,占叶宽约1.4%;叶身二级脉急转曲行,每侧6~8条,以 $55^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 从主脉开出,叶身二级脉相互间距均匀,平均为7.4 mm(最大8.7 mm);叶基每侧具纤

细二级脉1条,分别以约 $60^{\circ}$ 角从主脉开出;叶尖不具细小二级脉环;二级脉环规则,以宽锐角( $65^{\circ}\sim 80^{\circ}$ )与上面二级脉网结;二级间脉简单型或复合型,常见;三级脉贯串型与网状型并存;四级脉与四级脉、三级脉构成不完善的网眼,盲脉不分支,或1次分支;叶缘具



三级脉环,叶缘末级脉结环;不具齿。

### 3 讨论

中国木犀属植物叶片脉序特征比较一致,为环结曲行或半直行羽状脉。一级脉直向行走或微弯曲行走;叶脉分支一般为四级,少数达五级;盲脉不分支或1~2次分支,少数3次分支;叶缘具三级脉环,少数无或具四级脉环。各种叶片脉序特征基本相似,脉序特征支持该属为一个较自然的类群。

木犀具粗的二级脉,与其表现在叶片上面凹入,下面凸出相一致。其它种各级叶脉相对粗细比例基本一致;厚边木犀叶尖处2对二级脉向基曲行,柃树叶尖处3对二级脉向基曲行;宁波木犀、狭叶木犀、细脉木犀三个种在宏观形态上很相似,但叶脉形态却相异,主要表现在宁波木犀一级脉直向行走;二级间脉复合型,少见,其它两种常见。狭叶木犀一级脉弯曲行走;三级脉贯串型,其它两种三级脉贯串型与网状型并存,因而三者叶脉形态上易于区别。管花木犀组的两种植物香花木犀和山桂花,它们的三级脉多向轴分枝,叶缘具齿,齿内主脉为三级脉,二级间脉少见,此四特征在管花木犀组内表现一致。

对于木犀属植物叶缘齿内主脉,红柄木犀、柃树具齿者,齿内主脉为二级脉。短丝木犀、野桂花具齿者,齿内主脉为二级脉或三级脉。其它种叶缘具齿者,齿内主脉为三级脉,叶缘齿内主脉为二级脉者在叶的宏观形态上表现为叶缘具硬而锐尖的刺状齿,齿最长可达1 cm;齿内主脉为二级脉者叶缘齿约3 mm;齿内主脉为三级脉者叶缘齿约1 mm,叶缘齿这一性状在木犀属中不稳定,具齿者同一个种有全缘叶,也有具齿叶,同一株上同时有全缘叶、具齿叶和其过渡类型。表明这一特征在木犀属种间有一个连续的变异过程,不能作为鉴别种的特征。

柃树叶缘具齿者,其齿3~4对,刺状锐尖,长5~9 mm而易于与其它种相区别。其叶缘末级脉汇合成边脉。其花粉在三孔沟的沟间区中央的赤道面上相间排列着三个圆孔,与本属其它种花粉形态相异(许炳强等,2005)。成熟叶片表皮气孔外拱盖边缘具明显的针晶,针晶排列成环状和射线状,射线直至周围角质膜增厚的环,其它种无此特征(许炳强等,2007)。因此,其花粉,叶脉,叶表皮形态有些特殊。其系统位置是否合理,有待进一步研究。

圆锥花序组(sect. *Leiolea*)三种植物花序类型与

李榄属(*Linociera*)和木犀榄属(*Olea*)一样,也是圆锥花序,其叶片脉序特征也与李榄属和木犀榄属的相似(Yu等,1991),如一级脉直向行走,二级间脉少见,脉环不完善或不完全闭合,因而与李榄属和木犀榄属从叶片脉序特征方面也表现出较近的亲缘关系。

生物演化由简单到复杂。脉序的复杂程度亦能指示性状的初生与次生、原始与进化状态(李浩敏,1998)。二级间脉常见,分支达二级脉环较二级间脉少见,不分支或分支不达二级脉环复杂;三级脉贯串型与网状型并存较向轴分支或不规则网状复杂;四级脉与四级脉或三级脉或五级脉形成网眼较四级脉与四级脉或三级脉形成网眼复杂;脉环完善较不完善或不完全闭合复杂;盲脉1~2次分支较一次分支或不分支复杂;叶缘有齿较全缘复杂。以上六种性状的两个状态其前者较后者复杂,其功能更强,在演化上应是处于次生和进化的地位。综合以上叶脉性状,管花木犀组(sect. *Siphosmanthus*)、圆锥花序组、离瓣木犀组(sect. *Linocieroides*)叶脉结构复杂程度有增强的趋势,而木犀组(sect. *Osmanthus*)植物较多,叶脉形态变异包括了其它三个组的变异。四个组的叶脉形态在演化上关系上,与花粉形态表现相一致(许炳强等,2005)。

### 参考文献:

- 喻诚鸿,陈泽霖. 1986. 华南木本双子叶植物叶的宏观结构资料 [C]//中国科学院华南植物研究所集刊. 北京:科学出版社, 2:83-97
- Anita Roth-nebelsick, Dieter Uhl, Volker Mosbrugger, et al. 2001. Evolution and function of leaf venation architecture: A review [J]. *Ann Bot*, 87:553-566
- Green P S. 1958. A monographic revision of *Osmanthus* in Asia and America [J]. *Not Roy Bot Gard Edinb*, 22(5):435-542
- Hickey L J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves [J]. *Am J Bot*, 60:17-33
- Hickey L J, Wolfe J A. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology [J]. *Am Miss Bot Gard*, 62:38-589
- Hickey L J. 1979. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves [M]//Metcalfe C K, Chalk L. Anatomy of the Dicotyledons Vol. 1, Oxford, Clarendon Press, 25-39
- Li HM(李浩敏). 1998. Leaf architecture and systematics of the Hamamelidaceae sensu lato (金缕梅科(广义)的叶结构及分类) [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 26(2):96-110
- Melville R. 1976. The terminology of leaf architecture [J]. *Taxon*, 25:549-561
- Wallander E, Albert V A. 2000. Phylogeny and classification of Oleaceae based on *rps16* and *trnL-F* sequence data [J]. *Am J Bot*, 87(12):1 827-1 841

(下转第 696 页 Continue on page 696)

待进一步研究证实。

### 参考文献:

- 孟繁静. 2000. 植物花发育的分子生物学[M]. 北京: 中国农业出版社; 154—159
- 钱啸虎, 徐垠, 陈心启, 等. 1985. 中国植物志(第16卷, 第1分册)[M]. 北京: 科学出版社; 7
- Chu LY(初立业), Shao HB(邵宏波). 1996. Role of homeotic gene in floral development and evolution(同源异型基因在花发育和进化中的作用)[J]. *Life Sci(生命科学)*, 8(2): 15—16
- Chung YY, Kim SR, Kang HG, et al. 1995. Characterization of two rice MADS-box genes homologous to GLOBOSA[J]. *Plant Sci*, 109: 45—56
- Coen E S, Meyerowitz E M. 1991. The war of the whorls: Genetic interaction controlling flower development[J]. *Nature*, 353: 31—37
- Colombo L, Franken J, Koetje E, et al. 1995. The petunia MADS box gene FBP11 determines ovule identity [J]. *Plant Cell*, 7: 1 859—1 868
- Ge L(葛磊), Tan KH(谭克辉), Chong K(种康), et al. 2001. Progress on regulaiton of floral developmantal gene in rice (水稻花发育基因调控的研究进展)[J]. *Chin Sci Bull(科学通报)*, 46(9): 705—712
- Guo FL(国风利), Meng FJ(孟繁静). 1997. Research progress on floral organ development in *Petunia*(矮牵牛花器官发育的研究进展)[J]. *Plant Physiol Commun(植物生理学通讯)*, 33(4): 292—296
- Jiang L(江玲), Zhou X(周燮), Wang ZR(王章荣), et al. 1998. Relationship between the formation of male or female strobili, and the levels of GAs, ABA, CTKs in masson pine(马尾松雌雄球花的形成与赤霉素和脱落酸及细胞分裂素的关系)[J]. *J Nanjing Fore Univ(南京林业大学学报)*, 22(3): 61—65
- Kidwell M G, Lisch D. 1997. Transposable elements as sources of variation in animals and plants[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 94: 7 704—7 711
- Kumar C S, Narayanan K K. 1998. Plant transposable elements and functional genomics[J]. *Plant Biotech*, 15: 159—165
- Kyoazuka J, Kobayashi T, Morita M, et al. 2000. Spatially and temporally regulated expression of rice MADS-box genes with similarity to *Arabidopsis* A, B and C genes[J]. *Plant Cell Physiol*, 1: 710—718
- Li GS(李贵生), Meng Z(孟征), Kong HZ(孔宏智), et al. 2003. Study on ABC model and evolution of flower(ABC模型与花进化研究)[J]. *Chin Sci Bull(科学通报)*, 48(23): 2 415—2 421
- Liang HM(梁海曼), Hu YY(胡燕月), Yang L(杨玲), et al. 2000. Effects of microwaves treatments on the male and female flower formation of cucumber(微波处理对黄瓜雌花和雄花形成的影响)[J]. *Journal Microwaves(微波学报)*, 16(2): 198—202
- McClintock, B. 1951. Chromosome organization and genic expression[J]. *Cold Spring Harbor Symp Quant Biol*, 16: 13—47
- Shen YY(沈元月), Guo JX(郭家选), Liu CL(刘成莲), et al. 1999. Effect of temperature on the development of peach flower organ(温度对桃花器发育的影响)[J]. *Acta Hort Sin(园艺学报)*, 26(1): 1—6
- Sun K, Chen J, Chen Z. 1998. Progress in studies on floral development of angiosperms and some consideration on future studies [J]. *Acta phytotax Sin*, 36(6): 558—568
- Theissen G, Becker A, Rosa AD, et al. 2000. A short history of MADS-box genes in plant[J]. *Pl Molec Biol*, 42: 115—149
- Theissen G. 2001. Development of floral organ identity: Stories from the MADS house[J]. *Curr Opin Plant Biol*, 4: 75—85
- Wang B(王彬), Wu XJ(吴红军), Xie ZH(谢兆辉), et al. 2003. Study on the ABC Model for flower development(花器官发育的ABC模型研究进展)[J]. *Chin Agric Sci Bull(农业生物技术科学)*, 19(5): 78—82, 118
- Wang X. 2001. Evolution of MADS-box gene and development of reproductive organ of plant[M]//Li C, ed. *Advances in plant sciences*. Beijing: CHEP & Springer; 3—14
- Yang Y(杨永), Fu DC(傅德志), Wang Q(王祺). 2004. Origin of flower hypotheses and evidence(被子植物花的起源: 假说和证据)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin(西北植物学报)*, 24(12): 2 366—2 380
- Zhang XS(张秀省), Shen ZG(沈振国), Shen K(沈康). 1994. Effect of Boron on floral organ development and seed-setting of rapeseed(*Brussica napus*)(硼对油菜花器官发育和结实性的影响)[J]. *Acta Pedol Sin(土壤学报)*, 31(2): 146—151
- Wodehouse R P. 1935. *Pollen Grains*[M]. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc, 323—340
- Xiang QB(向其柏), Ji CF(季春峰). 2004. A checklist for the genus of *Osmanthus*(木犀属植物名录)[J]. *J Nanjing Forest Univ(Nat Sci Edi)(南京林业大学学报(自然科学版))*, 8: 45—56
- Xu BQ(许炳强), Hao G(郝刚), Hu XY(胡晓颖). 2005. Pollen morphology of *Osmanthus*(Oleaceae) in China and its systematic significance(中国木犀属花粉形态研究及其系统学意义)[J]. *J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报)*, 13(1): 29—39
- Xu BQ(许炳强), Xia NH(夏念和), Wang SP(王少平), et al. 2007. Leaf epidermal morphology of *Osmanthus*(Oleaceae) from China(中国木犀属植物叶表皮形态)[J]. *J Wuhan Bot Res(武汉植物学研究)*, 25(1): 1—10
- Yu CH, Chen ZL. 1991. Leaf Architecture of the Woody Dicotyledons from Tropical and Subtropical China[M]. Beijing: Pergamon Press, 271—272. Pl. 117: 7—8, 9—10.
- Zhang JT(张金谈). 1982. Studies on pollen morphology of the Oleaceae in China(中国木犀科花粉形态研究)[J]. *Acta Bot Sin(植物学报)*, 24(6): 499—505

(上接第 705 页 Continue from page 705)

# 中国木犀属植物叶脉形态及其分类学意义

作者: [许炳强](#), [夏念和](#), [王少平](#), [郝刚](#), [XU Bing-Qiang](#), [XIA Nian-He](#), [WANG Shao-Ping](#), [HAO Gang](#)  
作者单位: [许炳强, 夏念和, 王少平, XU Bing-Qiang, XIA Nian-He, WANG Shao-Ping \(中国科学院, 华南植物园, 广州, 510650\)](#), [郝刚, HAO Gang \(华南农业大学, 生命科学学院, 广州, 510642\)](#)  
刊名: [广西植物](#) **ISTIC** **PKU**  
英文刊名: [GUIHAI](#)  
年, 卷(期): 2007, 27 (5)  
被引用次数: 16次

## 参考文献(15条)

1. 喻诚鸿;陈泽濂 [华南木本双子叶植物叶的宏观结构资料](#) 1986
2. Anita Roth-nebelsick;Dieter Uhl;Volker Mosbrugger [Evolution and function of leaf venation architecture:A review](#) 2001
3. Green P S A [A monographic revision of Osmanthus in Asia and America](#) 1958(05)
4. Hickey L J [Classification of the architecture of dicotyledonous leaves](#) 1973
5. Hickey L J;Wolfe J A [The bases of angiosperm phylogeny:vegetative morphology](#) 1975
6. Hickey L J A [revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves](#) 1979
7. 李浩敏 [金缕梅科\(广义\)的叶结构及分类](#) 1998(02)
8. Melville R [The terminology of leaf architecture](#) 1976
9. Wallander E.;Albert VA. [Phylogeny and classification of Oleaceae based on rps16 and trnL-F sequence data](#)[外文期刊] 2000(12)
10. Wodehouse R P [Pollen Grains](#) 1935
11. [向其柏, 季春峰](#) [木犀属植物名录](#)[期刊论文]-[南京林业大学学报\(自然科学版\)](#) 2004(z1)
12. [许炳强, 郝刚, 胡晓颖](#) [中国木犀属花粉形态研究及其系统学意义](#)[期刊论文]-[热带亚热带植物学报](#) 2005(1)
13. [许炳强, 夏念和, 王少平, 郝刚](#) [中国木犀属植物叶表皮形态](#)[期刊论文]-[武汉植物学研究](#) 2007(1)
14. Yu CH;Chen ZL [Leaf Architecture of the Woody Dicotyledons from Tropical and Subtropicak China](#) 1991
15. [张金谈](#) [中国木犀科花粉形态研究](#) 1982(06)

## 本文读者也读过(10条)

1. [李扬, 何利娜, 马艳艳, 吕颂辉, LI Yang, HE Li-Na, MA Yan-Yan, L\(U\) Song-Hui](#) [伪柔弱拟菱形藻复合群的形态分类学研究](#)[期刊论文]-[水生生物学报](#)2010, 34(2)
2. [CHANG Chin-Sung, CHANG Gae-Sun, 覃海宁](#) [毛榛复合体\(桦木科\)多变量形态学研究及分类学处理](#)[期刊论文]-[植物分类学报](#)2004, 42(3)
3. [毛礼米](#) [植物生命的通道](#)[期刊论文]-[知识就是力量](#)2010(1)
4. [田径, 喻勋林, 李家湘, TIAN Jing, YU Xun-lin, LI Jia-xiang](#) [湖南安息香属植物叶片脉序特征及其分类学意义](#)[期刊论文]-[中南林业科技大学学报](#)2010, 30(1)
5. [方玉霖, 刘剑秋, 姜业芳](#) [福建薯蓣属植物叶脉序特征及其分类学意义](#)[期刊论文]-[福建师范大学学报\(自然科学版\)](#)2002, 18(2)
6. [刘颖](#) [盐芥属\(Thellungiella O.E. Schulz\)及其近缘属植物叶脉序及其系统学的研究](#)[学位论文]2006
7. [钱丹](#) [广西石山苏铁复合体的资源调查和分类学研究](#)[学位论文]2009

8. [李世晋, 张奠湘, 黄向旭, 陈忠毅](#) [中国云实属植物叶脉形态学](#)[期刊论文]-[热带亚热带植物学报](#)2004, 12(2)
9. [许炳强, 夏念和, 王少平, 郝刚, XU Bing-Qiang, XIA Nian-He, WANG Shao-Ping, HAO Gang](#) [中国木犀属植物叶表皮形态](#)[期刊论文]-[武汉植物学研究](#)2007, 25(1)
10. [刘颖, 孙稚颖, 李法曾, LIU Ying, SUN Zhi-ying, LI Fa-zeng](#) [十字花科芸薹族植物叶脉序的研究](#)[期刊论文]-[西北植物学报](#)2006, 26(3)

#### 引证文献(13条)

1. [王大勇, 贾文毓](#) [二球悬铃木三大裂片主脉夹角的实测与分析](#)[期刊论文]-[科技导报](#) 2013(23)
2. [尚富德, 韩远记, 袁王俊, 董美芳](#) [木犀属及桂花品种分类研究进展](#)[期刊论文]-[河南大学学报\(自然科学版\)](#) 2012(05)
3. [胡蓉, 周春景](#) [4种柑橘属植物叶脉序比较研究](#)[期刊论文]-[内江师范学院学报](#) 2011(02)
4. [胡蓉, 朱湘君](#) [金桂银桂丹桂四季桂脉序比较研究](#)[期刊论文]-[内江师范学院学报](#) 2014(12)
5. [王永, 何顺志](#) [贵州小檗属植物\(小檗科\)叶脉序研究](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 2015(04)
6. [杨赵平, 杜凡, 彭芸, 丁涛](#) [镰序竹属与悬竹属叶的比较解剖](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 2009(03)
7. [杨绪勤](#) [木犀榄族微形态特征和木犀属系统发育研究](#)[学位论文]硕士 2009
8. [曹丽敏, 王志新, 曹明, 刘健晖, 林琼, 夏念和](#) [中国无患子科植物的叶脉形态及其系统学意义](#)[期刊论文]-[植物分类与资源学报](#) 2014(4)
9. [曹明, 曹丽敏, 张奠湘, 张瑞泉](#) [中国花椒属\(广义\)叶结构研究](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 2009(02)
10. [孙素静, 李芳兰, 包维楷](#) [叶脉网络系统的构建和系统学意义研究进展](#)[期刊论文]-[热带亚热带植物学报](#) 2015(03)
11. [石祥刚](#) [中国柃属植物的系统学研究](#)[学位论文]博士 2008
12. [李娜](#) [云南保山上新世四种植物化石与古环境分析](#)[学位论文]硕士 2009
13. [洪思思](#) [山茶属\(genus Camellia\)叶片宏观结构及其分类意义](#)[学位论文]硕士 2011

引用本文格式: [许炳强, 夏念和, 王少平, 郝刚, XU Bing-Qiang, XIA Nian-He, WANG Shao-Ping, HAO Gang](#) [中国木犀属植物叶脉形态及其分类学意义](#)[期刊论文]-[广西植物](#) 2007(5)