

国产鸡血藤属和崖豆藤属(豆科)的花粉形态及其系统学意义

夏骛^{1,2}, 王婉瑶^{1,2}, 涂铁要¹, 李世晋^{1*}

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 为探讨国产豆科(Leguminosae)鸡血藤属(*Callerya* Endl.)和崖豆藤属(*Millettia* Wight et Arn.)的属间和属下分类, 在扫描电镜下观察了鸡血藤属 11 种 5 变种和崖豆藤属 6 种 2 变种的花粉形态。结果表明, 鸡血藤属和崖豆藤属植物的花粉都是 3 孔沟或 3 沟的单粒, 辐射对称, 赤道面观主要为类球形或近扁球形, 极面观主要为圆形或圆状三角形。鸡血藤属植物的花粉大小为中等, 而崖豆藤属的为小型。两属植物花粉的沟膜呈现或多或少的隆起或凹陷, 附有细微的或粗糙的颗粒, 花粉外壁纹饰可分为 6 种类型。花粉形态不支持 Schot 合并所有灰毛鸡血藤复合体中除了亮叶鸡血藤[*C. nitida* (Benth.) R. Geesink]与喙果鸡血藤[*C. cochinchinensis* (F. P. Metcalf) Z. Wei & Pedley]为灰毛鸡血藤[*C. cinerea* (Benth.) Schot]的观点, 花粉大小支持将鸡血藤属从广义崖豆藤属中分离。

关键词: 鸡血藤属; 崖豆藤属; 花粉; 扫描电镜; 分类学

doi: 10.11926/jtsb.3848

Pollen Morphology of *Callerya* Endl. and *Millettia* Wight et Arn. (Leguminosae) from China and Its Systematic Implications

XIA Qian^{1,2}, WANG Wan-yao^{1,2}, TU Tie-yao¹, LI Shi-jin^{1*}

(1. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: In order to discuss the inter- and sub-generic classification of *Callerya* Endl. and *Millettia* Wight et Arn. (Leguminosae) from China, the pollen morphology of 11 species, 5 varieties of *Callerya* and 6 species, 2 varieties of *Millettia* were observed under scanning electron microscopy. The results showed that pollen grains of *Callerya* and *Millettia* were monads, tricolporate or tricolpate, radiosymmetric, mainly spheroidal and suboblate in equatorial view, circular or rounded triangular in polar view. The pollen of *Callerya* was medium in size, whereas those of *Millettia* were small. The colpus membrane of both genera pollen was more or less raised or sunken, with finely or coarsely granular. There were six exine ornamentation types in pollen of *Callerya* & *Millettia*. Therefore, based on pollen morphology, Schot's hypothesis was not supported which combine all *Callerya cinerea-complex* species except for *C. nitida* and *C. cochinchinensis* into *C. cinerea*, and it was congruent with recent phylogenetic studies which separating *Callerya* from *Millettia* s. l. from pollen sizes.

Key words: *Callerya*; *Millettia*; Pollen; SEM; Taxonomy

鸡血藤属(*Callerya* Endl.)和崖豆藤属(*Millettia* Wight et Arn.)隶属于豆科(Leguminosae), 分别约有

100 和 30 种^[1]。Wight 等^[2]在 1834 年基于印度南部产的攀援藤本 *M. rubiginosa* Wight et Arn. 与 *M.*

收稿日期: 2017-11-21

接受日期: 2018-03-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(31670193, 31270248); 广东省省级野生动植物保护管理和湿地保护专项基金(2015)资助

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 31670183, 31270248); and the Special Funds for Wildlife Conservation Management and Wetland Protection in Guangdong Province (Grant No. 2015).

作者简介: 夏骛(1994~), 男, 在读硕士研究生, 主要从事崖豆藤属与鸡血藤属分类学研究。E-mail: xiaqian1234@scbg.ac.cn

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: lisj@scib.ac.cn

splendens Wight et Arn.描述了崖豆藤属。崖豆藤属主要分布于亚热带和热带非洲、亚洲及澳洲,在中国有 18 种和 6 变种^[1,3]。Vogel 在 1843 年通过香港产具圆锥花序的木质藤本 *Marquartia tomentosa* Vogel 描述了 *Marquartia* Vogel, 同年, Endlicher 注意到 *Marquartia* 是一个晚出同名, 并重新描述该属为 *Callerya*, 即鸡血藤属^[4]。鸡血藤属主要分布于南亚和东南亚、澳洲、新几内亚, 在中国有 18 种 5 变种^[1,5]。自从 Dunn^[3]于 1912 年对崖豆藤属做了整理之后, 鸡血藤属长期以来^[6-9]被认为属于广义崖豆藤, 被置于短柱组(Sect. *Eurybotryae*)和澳洲崖豆藤组(Sect. *Austromillettia*)。直到 1984 年, Geesink 重新修订了整个崖豆藤族并且基于鸡血藤属具备真的圆锥花序和单体雄蕊将其从崖豆藤属中分离^[10], 得到了后来学者的认可^[1,11-13]。

花粉形态已经被证明对豆科植物分类有帮助^[14-18]。但是, 只有少量的研究涉及到了鸡血藤属和崖豆藤属。1981 年, Hazelhorst^[17]在崖豆藤族的孢粉学研究中描述了 *Millettia extensa* (Benth.) Baker、*M. theuszii* (Buttner) De Wild. 和 *M. pachyloba* Drake 的花粉形态。Ferguson^[19]在 1982 年研究了 *M. usaramensis* Taub. 和 *M. theuszii* (Buttner) De Wild 的花粉形态。此外, 黄碧兰^[20]在 2012 年记录了 *Callerya speciosa* (Champ.) Schot. 的花粉形态。迄今, 该类群尚缺乏较为全面的孢粉学研究, 尽管韦直^[21]提出细胞学和花粉形态对于建立这些类群的高预测性的分类系统是有必要的。为此, 我们在扫描电子显微镜下观察了国产豆科鸡血藤属 11 种 5 变种和崖豆藤属 6 种 2 变种 32 个样品的花粉形态, 其中, 15 种和 7 变种的花粉形态为首次报道, 为进一步研究鸡血藤属和崖豆藤属的属间和属下分类提供了科学依据。

1 材料和方法

使用扫描电镜观察国产鸡血藤属(*Callerya* Endl.) 和崖豆藤属(*Millettia* Wight et Arn.) 17 种 7 变种共 32 个样品的花粉形态。花粉样品取自中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)的腊叶标本(表 1)。对于地理分布广泛的种, 至少选取 2 个不同地理分布的样品。

首先将花放在水中短暂复水, 然后用镊子夹花药使花粉散出。花粉在 30%~70% 酒精中梯度脱水, 每次脱水前进行超声波清洗, 之后将花粉液滴在贴

有双面胶带的载物台上, 风干后用 JFC-1100 溅射喷金仪喷金, 最后直接在 JSM-6360LV 扫描电子显微镜下观察, 照相, 测量。花粉极轴长与赤道轴长测量 20 粒花粉, 取最大值、最小值和平均值。花粉形态术语参考 Erdtman^[14]、Punt^[22]和 Polhill^[23]的描述。

2 结果

鸡血藤属和崖豆藤属的花粉形态主要从极轴长度与赤道轴长度的比值、大小、形状、萌发孔类型、沟膜及外壁纹饰类型等性状来描述(表 2, 图 1, 2)。

鸡血藤属和崖豆藤属的花粉都是 3 孔沟或 3 沟的单粒, 辐射对称, 赤道面观主要为类球形或近扁球形, 极面观主要为圆形或圆三角形。花粉为小型(10~25 μm)和中型(26~50 μm)。极轴长度为 24.08 μm (15.92~38.18 μm), 赤道轴长度为 25.55 μm (12.40~38.76 μm)。极轴/赤道轴长度比从 0.82 (*M. pulchra* var. *chinensis*)到 1.59 (*C. reticulata*)。花粉形状以类球体(0.88~1.14)或近扁球体(0.75~0.88)为主, 极少长扁球体(1.33~2.00)。花粉的沟膜呈现或多或少的隆起或凹陷, 附有细微的或粗糙的颗粒。

花粉的外壁纹饰可以被分为 6 种类型, (1) 粗网状, 网眼中无颗粒, 有 5 个类群 *C. championii* (图 1: 1~3)、*C. dielsiana* (图 1: 4~6)、*C. dielsiana* var. *solida* (图 1: 7~9)、*C. nitida* var. *minor* (图 1: 10~12)和 *C. cochinchinensis* (图 1: 46~48); (2) 皱网状外壁纹饰, 有 5 个类群 *C. congestiflora* (图 1: 13~15)、*M. cubittii* (图 1: 16~18)、*C. fordii* (图 1: 19~21)、*M. pachycarpa* (图 1: 22~24, 37~39)和 *C. sericosema* (图 1: 43~45); (3) 细网状, 网眼中无颗粒, 有 3 个类群 *M. pulchra* (图 1: 25~30)、*M. pulchra* var. *chinensis* (图 1: 31~33)和 *Callerya reticulata* (图 1: 34~36, 40~42), 本类型具窄的(<1 μm)、轻微隆起以及规则的网眼, 可与具宽的、隆起以及不规则网眼的皱网状外壁纹饰相区分; (4) 粗网状, 网眼中具颗粒, 有 4 个类群 *C. dorwardii* (图 2: 1~3)、*C. nitida* (图 2: 4~12)、*C. nitida* var. *hirsutissim* (图 2: 13~15)和 *C. oosperma* (图 2: 16~24); (5) 细网状, 网眼中具颗粒, 有 3 个类群 *C. dielsiana* var. *heterocarpa* (图 2: 37~42)、*C. sericosema* (图 2: 43~45)和 *M. velutina* (图 2: 46~48); (6) 具突起, 有 4 个类群 *M. leptobotrya* (图 2: 25~27)、*M. pachyloba* (图 2: 28~30)、*M. pulchra* var. *laxior* (图 2: 31~33)和 *C. speciosa* (图 2: 34~36), 本类型网脊

表 1 材料来源

Table 1 Origin of materials

类群 Taxa	采集地 Locality	采集人 Collector	采集号 Collection No.
绿花鸡血藤 <i>Callerya championii</i> (Benth.) X. Y. Zhu	香港 Hong Kong	左景烈 Tso C. L.	21810
密花鸡血藤 <i>C. congestiflora</i> (T. C. Chen) Z. Wei & Pedley	广东河源 Heyuan, Guangdong	卫兆芬 Wei Z. F.	120642
香花鸡血藤 <i>C. dielsiana</i> (Harms) P. K. Loc ex Z. Wei & Pedley	广西容县 Rongxian, Guangxi	陈少卿 Chun S. H.	9714
异果鸡血藤 <i>C. dielsiana</i> var. <i>heterocarpa</i> (Chun ex T. C. Chen) X. Y. Zhu ex Z. Wei & Pedley	四川九龙 Jiulong, Sichuan 广东五华 Wuhua, Guangdong	王清泉 Wang Q. C. 李学根 Li X. G.	20235 201678
雪峰山鸡血藤 <i>C. dielsiana</i> var. <i>solida</i> (T. C. Chen & Z. Wei) X. Y. Zhu ex Z. Wei & Pedley	四川南溪 Nanxian, Sichuan	熊济华, 围子林 Xiong J. H., Wei Z. L.	91748
滇缅鸡血藤 <i>C. dorwardii</i> (Collett & Hemsl.) Z. Wei & Pedley	广西凌乐 Lingle, Guangxi	梁隗 Liang W.	11114
广东鸡血藤 <i>C. fordii</i> (Dunn) Schot	湖南城步 Chengbu, Hunan	侯宽昭 How F. C.	11189
亮叶鸡血藤 <i>C. nitida</i> (Benth.) R. Geesink	广西大苗山 Damiaoshan, Guangxi 广东连山 Lianshan, Guangdong 广东乐昌 Lechang, Guangdong	陈少卿 Chun S. H. 谭沛祥 Tam P. C. 叶育石 Ye Y. S.	15588 58539 4604
丰城鸡血藤 <i>C. nitida</i> var. <i>hirsutissim</i> (Z. Wei) X. Y. Zhu	江西字都 Zidu, Jiangxi	万文豪, 俞中仁 Wan W. H., Yu Z. R.	1903
峨眉鸡血藤 <i>C. nitida</i> var. <i>minor</i> (Z. Wei) X. Y. Zhu	广西都安 Du'an, Guangxi	李荫昆 Li Y. K.	01608
皱果鸡血藤 <i>C. oosperma</i> (Dunn) Z. Wei & Pedley	海南保亭 Baoting, Hainan 广西安南 An'nian, Guangxi 广东潮安 Chao'an, Guangdong	侯宽昭 How F. C. 高锡朋 Ko S. P. 叶华谷 Ye H. G.	73255 55374 13154
网络鸡血藤 <i>Callerya reticulata</i> (Benth.) Schot	广东广州 Guangzhou, Guangdong 海南三亚 Sanya, Hainan	梁其荣 Liang Q. R. 黄志 Wang C.	200 33196
线叶鸡血藤 <i>C. reticulata</i> var. <i>stenophylla</i> (Merr. et Chun) X. Y. Zhu	广东大埔 Dapu, Guangdong	王学文 Wang X. W.	283
锈毛鸡血藤 <i>C. sericosema</i> (Hance) Z. Wei & Pedley	广西南丹 Nandan, Guangxi	黄志 Wang C.	41020
美丽鸡血藤 <i>C. speciosa</i> (Champ. ex Benth.) Schot	广东台山 Taishan, Guangdong	粤七三 Yue Exped. 73	2644
喙果鸡血藤 <i>C. cochinchinensis</i> (F. P. Metcalf) Z. Wei & Pedley	广东肇庆 Zhaoqing, Guangdong	丁广奇, 石国良 Ting K. C., Shi G. L.	799
红河崖豆 <i>Millettia cubittii</i> Dunn	云南西双版纳 Xishuangbanna, Yunnan	周仕顺 Zhou S. S.	1041
思茅崖豆 <i>M. leptobotrya</i> Dunn	云南勐腊 Mengla, Yunnan	李建 Li J.	18406
厚果崖豆藤 <i>M. pachycarpa</i> Benth	广西凌乐 Lingle, Guangxi 湖南宜章 Yizhang, Hunan	黄志 Wang C. 陈少卿 Chun S. H.	43053 1613
海南崖豆藤 <i>M. pachyloba</i> Drake	云南西双版纳 Xishuangbanna, Yunnan	冯国楣 Feng K. M.	20338
印度崖豆藤 <i>M. pulchra</i> Kurz	广东封开 Fengkai, Guangdong 广西平安 Ping'an, Guangxi	粤七四 Yue Exped. 74 广西队 Guangxi Exped	4496 196
华南小叶崖豆 <i>M. pulchra</i> var. <i>chinensis</i> Dunn	云南建水 Jianshui, Yunnan	蔡稀陶 Tsai H. T.	53126
疏叶崖豆 <i>M. pulchra</i> var. <i>laxior</i> (Dunn) Z. Wei	海南三亚 Sanya, Hainan	侯宽昭 How F. C.	70544
绒毛崖豆 <i>M. velutina</i> Dunn	云南昆明 Kunming, Yunnan	辛景三 Sin G. S.	50463

表 2 鸡血藤属和崖豆藤属的花粉形态

Table 2 Pollen morphology of *Callerya* and *Millettia*

类群 Taxa	极轴长 Polar length (P, μm)	赤道轴长 Equatorial length (E, μm)	P/E	类型 Type	形状 Sharp	极面观 Polar view	萌发孔类型 Aperture type	沟膜雕纹 Colpus membrane	外壁纹饰 Exine type	图 Figure
绿花鸡血藤 <i>C. championii</i>	20.22 (18.10~ 22.67)	19.02 (17.89~ 20.53)	1.06	小型 Small	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	粗网状, 网眼中 无颗粒 Coarse reticulate, without granules in lumina	1: 1~3
喙果鸡血藤 <i>C. cochinchinensi</i>	22.46 (19.70~ 25.20)	25.31 (23.40~ 28.80)	0.89	小型 Small	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具粗糙 颗粒 Rise with coarse granulate	粗网状, 网眼中 无颗粒 Coarse reticulate, without granules in lumina	1: 46~48
密花鸡血藤 <i>C. congestiflora</i>	20.36 (17.61~ 23.46)	22.04 (18.34~ 24.18)	0.92	小型 Small	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	凹陷, 具粗糙 颗粒 Sunken with coarse granulate	皱网状 Rugose reticulate	1: 13~15

续表(Continued)

类群 Taxa	极轴长 Polar length (P, μm)	赤道轴长 Equatorial length (E, μm)	P/E	类型 Type	形状 Sharp	极面观 Polar view	萌发孔类型 Aperture type	沟膜雕纹 Colpus membrane	外壁纹饰 Exine type	图 Figure
红河崖豆 <i>M. cubittii</i>	19.79 (16.98~ 20.63)	21.52 (19.12~ 24.70)	0.92	小型 Small	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	凹陷, 具粗糙 颗粒 Sunken with coarse granulate	皱网状 Rugose reticulate	1: 16~18
香花鸡血藤 <i>C. dielsiana</i>	26.90 (25.10~ 29.00)	30.48 (29.60~ 31.80)	0.88	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	粗网状, 网眼中 无颗粒 Coarse reticulate, without granules in lumina	1: 4~6
异果鸡血藤 <i>C. dielsiana</i> var. <i>heterocarpa</i>	24.90 (22.00~ 28.00)	27.68 (25.00~ 33.00)	0.90	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具粗糙 颗粒 Rise with coarse granulate	细网状, 网 眼具颗粒 Microreticulate, granules in lumina	2: 37~39
	26.79 (22.80~ 29.50)	30.18 (27.10~ 34.30)	0.89	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具粗糙 颗粒 Rise with coarse granulate	细网状, 网 眼具颗粒 Microreticulate, granules in lumina	2: 40~42
雪峰山鸡血藤 <i>C. dielsiana</i> var. <i>solida</i>	21.71 (19.98~ 23.68)	25.00 (22.53~ 27.95)	0.87	中型 Medium	近扁球形 Suboblate	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	凹陷, 具细微 颗粒 Sunken with fine granulate	粗网状, 网眼不 具颗粒 Coarse reticulate, with- out granules in lumina	1: 7~9
滇缅鸡血藤 <i>C. dorwardii</i>	23.25 (21.70~ 26.60)	27.35 (24.70~ 31.30)	0.85	中型 Medium	近扁球形 Suboblate	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	粗网状, 网眼 具颗粒 Coarse reticulate, granules in lumina	2: 1~3
广东鸡血藤 <i>C. fordii</i>	24.47 (19.90~ 28.07)	26.53 (24.79~ 29.93)	0.92	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	皱网状 Rugose reticulate	1: 19~21
思茅崖豆 <i>M. leptobotrya</i>	20.32 (17.08~ 24.98)	23.32 (20.98~ 25.52)	0.87	小型 Small	近扁球形 Suboblate	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具粗糙 颗粒 Rise with coarse granulate	突起网状 Rugulate	2: 25~27
亮叶鸡血藤 <i>C. nitida</i>	32.36 (29.29~ 35.73)	34.68 (29.68~ 38.76)	0.93	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	粗网状, 网眼 具颗粒 Coarse reticulate, granules in lumina	2: 4~6
	27.95 (26.54~ 29.62)	31.90 (28.46~ 36.71)	0.88	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	粗网状, 网眼 具颗粒 Coarse reticulate, granules in lumina	2: 7~9
	22.43 (19.82~ 28.07)	26.12 (22.20~ 29.88)	0.86	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	粗网状, 网眼 具颗粒 Coarse reticulate, granules in lumina	2: 10~12
丰城鸡血藤 <i>C. nitida</i> var. <i>hirsutissima</i>	25.75 (22.63~ 29.30)	29.12 (26.01~ 31.75)	0.88	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三沟 Tricolpate	凹陷, 具细微 颗粒 Sunken with fine granulate	粗网状, 网眼 具颗粒 Coarse reticulate, granules in lumina	2: 13~15
峨眉鸡血藤 <i>C. nitida</i> var. <i>minor</i>	21.58 (19.71~ 23.07)	25.51 (22.81~ 29.83)	0.85	中型 Medium	近扁球形 Suboblate	圆形 Circular	三沟 Tricolpate	凹陷, 具细微 颗粒 Sunken with fine granulate	粗网状, 网眼 无颗粒 Coarse reticulate, with- out granules in lumina	1: 10~12
皱果鸡血藤 <i>C. oosperma</i>	25.93 (22.30~ 28.00)	27.96 (26.20~ 29.60)	0.93	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	粗网状, 网眼 具颗粒 Coarse reticulate, granules in lumina	2: 16~18

续表(Continued)

类群 Taxa	极轴长 Polar length (P, μm)	赤道轴长 Equatorial length (E, μm)	P/E	类型 Type	形状 Sharp	极面观 Polar view	萌发孔类型 Aperture type	沟膜雕纹 Colpus membrane	外壁纹饰 Exine type	图 Figure
皱果鸡血藤 <i>C. oosperma</i>	25.13 (23.00~ 26.80)	27.03 (25.40~ 29.80)	0.93	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	粗网状, 网眼 具颗粒 Coarse reticulate, granules in lumina	2: 19~21
	25.13 (23.50~ 27.00)	26.75 (25.10~ 30.10)	0.93	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	粗网状, 网眼 具颗粒 Coarse reticulate, granules in lumina	2: 22~24
厚果崖豆藤 <i>M. pachycarpa</i>	26.75 (24.10~ 29.60)	27.96 (26.20~ 29.60)	0.91	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	皱网状 Rugose reticulate	1: 22~24
	23.99 (22.10~ 26.00)	26.34 (24.20~ 29.20)	0.91	中型 Medium	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	皱网状 Rugose reticulate	1: 37~39
海南崖豆藤 <i>M. pachyloba</i>	22.33 (19.10~ 24.40)	24.98 (21.70~ 27.70)	0.89	小型 Small	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具细微 颗粒 Rise with fine granulate	突起网状 Rugulate	2: 28~30
印度崖豆藤 <i>M. pulchra</i>	21.69 (19.60~ 23.80)	22.03 (19.70~ 25.40)	0.98	小型 Small	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	凹陷, 具细微 颗粒 Sunken with fine granulate	细网状, 网眼 无颗粒 Microreticulate, without granules in lumina	1: 25~27
	20.15 (17.01~ 22.08)	22.42 (19.18~ 25.20)	0.90	小型 Small	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	凹陷, 具细微 颗粒 Sunken with fine granulate	细网状, 网眼 无颗粒 Microreticulate, without granules in lumina	1: 28~30
华南小叶崖豆 <i>M. pulchra</i> var. <i>chinensis</i>	18.40 (15.92~ 22.69)	22.34 (16.82~ 26.43)	0.82	小型 Small	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三沟 Tricolpate	凹陷, 具细微 颗粒 Sunken with fine granulate	细网状, 网眼 无颗粒 Microreticulate, without granules in lumina	1: 31~33
疏叶崖豆 <i>M. pulchra</i> var. <i>laxior</i>	19.91 (17.40~ 21.90)	21.71 (19.80~ 24.20)	0.92	小型 Small	近球形 Spheroidal	圆三角形 Round triangular	三沟 Tricolpate	隆起, 具粗糙 颗粒 Rise with coarse granulate	突起网状 Rugulate	2: 31~33
网络鸡血藤 <i>C. reticulata</i>	24.94 (21.40~ 28.00)	21.08 (18.70~ 25.00)	1.18	小型 Small	近长球形 Subprolate	圆形 Circular	三沟 Tricolpate	凹陷, 具细微 颗粒 Sunken with fine granulate	细网状, 网眼 无颗粒 Microreticulate, without granules in lumina	1: 34~36
	23.46 (21.20~ 25.60)	14.74 (12.40~ 17.40)	1.59	小型 Small	扁长球形 Prolate	圆形 Circular	三沟 Tricolpate	凹陷, 具细微 颗粒 Sunken with fine granulate	细网状, 网眼 无颗粒 Microreticulate, without granules in lumina	1: 40~42
线叶鸡血藤 <i>C. reticulata</i> var. <i>stenophylla</i>	23.34 (21.10~ 26.60)	25.54 (22.30~ 29.90)	0.91	小型 Small	近球形 Spheroidal	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具粗糙 颗粒 Rise with coarse granulate	细网状, 网眼 无颗粒 Microreticulate, without granules in lumina	2: 43~45
锈毛鸡血藤 <i>C. sericosema</i>	26.11 (21.80~ 30.00)	31.62 (27.20~ 35.20)	0.83	中型 Medium	近扁球形 Suboblate	圆三角形 Round triangular	三孔沟 Tricolporate	隆起, 具粗糙 颗粒 Rise with coarse granulate	皱网状 Rugose reticulate	1: 43~45
美丽鸡血藤 <i>C. speciosa</i>	32.56 (27.84~ 38.18)	27.95 (22.17~ 31.49)	1.16	中型 Medium	近长球形 Subprolate	圆形 Circular	三孔沟 Tricolporate	凹陷, 具细微 颗粒 Sunken with fine granulate	突起网状 Rugulate	2: 34~36
绒毛崖豆藤 <i>M. velutina</i>	29.40 (26.30~ 33.20)	21.28 (18.00~ 24.00)	1.37	中型 Medium	扁长球形 Prolate	圆形 Circular	三沟 Tricolpate	凹陷, 具细微 颗粒 Sunken with fine granulate	细网状, 网眼 中具颗粒 Microreticulate, granules in lumina	2: 46~48

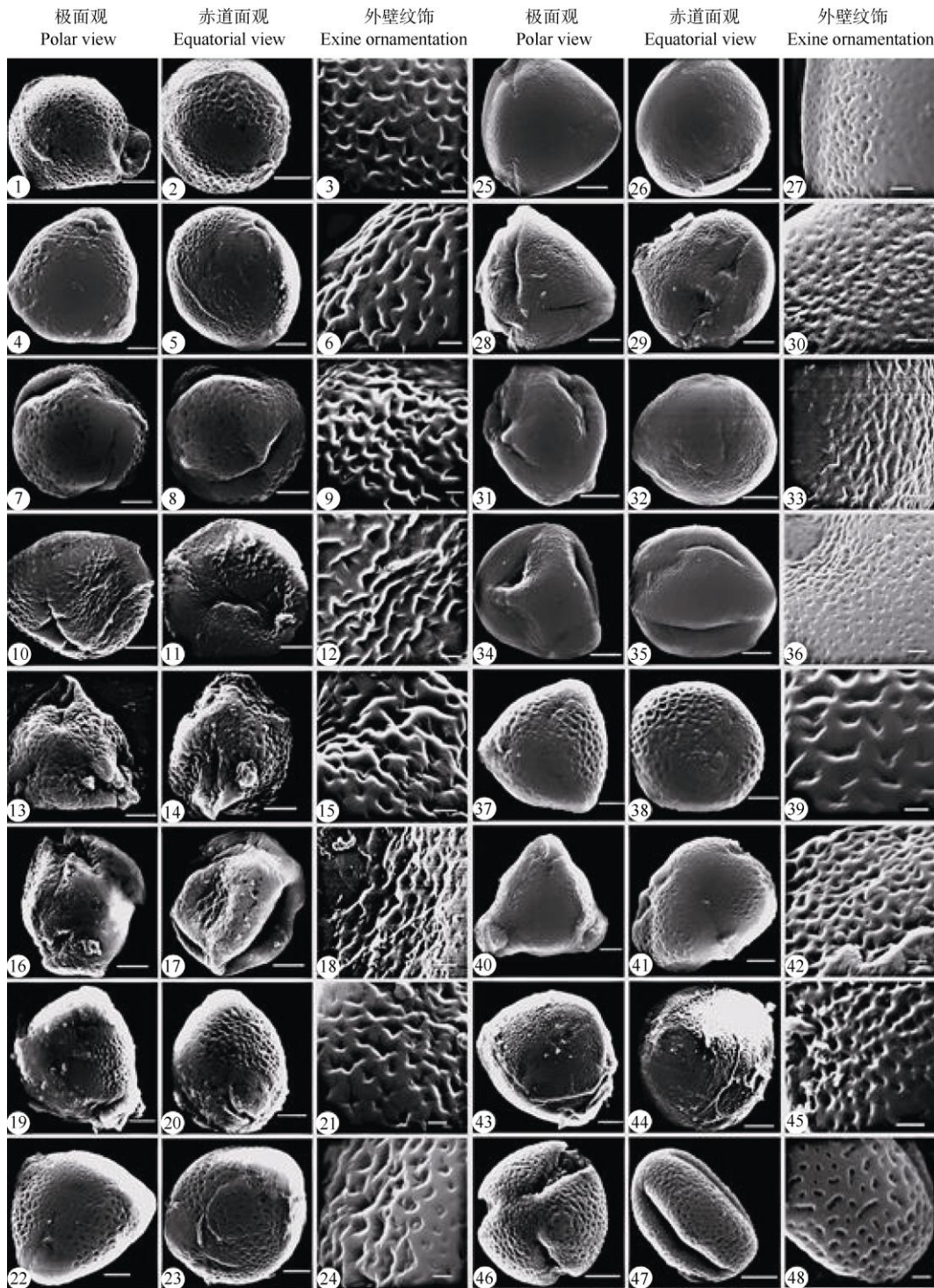


图 1 扫描电镜下的花粉。1~3: 绿花鸡血藤; 4~6: 香花鸡血藤; 7~9: 雪峰山鸡血藤; 10~12: 峨眉山鸡血藤; 13~15: 密花鸡血藤; 16~18: 红河崖豆; 19~21: 广东鸡血藤; 22~24: 厚果崖豆藤; 25~30: 印度崖豆藤; 31~33: 华南小叶崖豆; 34~36: 网络鸡血藤; 37~39: 厚果崖豆藤; 40~42: 网络鸡血藤; 43~45: 锈毛鸡血藤; 46~48: 喙果鸡血藤。标尺: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 43, 44, 46, 47=5 μm ; 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48=1 μm

Fig. 1 Pollen under scanning microscope. 1~3: *C. championii*; 4~6: *C. dielsiana*; 7~9: *C. dielsiana* var. *solida*; 10~12: *C. nitida* var. *minor*; 13~15: *C. congestiflora*; 16~18: *M. cubittii*; 19~21: *C. fordii*; 22~24: *M. pachycarpa*; 25~30: *M. pulchra*; 31~33: *M. pulchra* var. *chinensis*; 34~36: *C. reticulata*; 37~39: *M. pachycarpa*; 40~42: *C. reticulata*; 43~45: *C. sericosema*; 46~48: *C. cochinchinensi*. Scale bars: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 43, 44, 46, 47=5 μm ; 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48=1 μm .

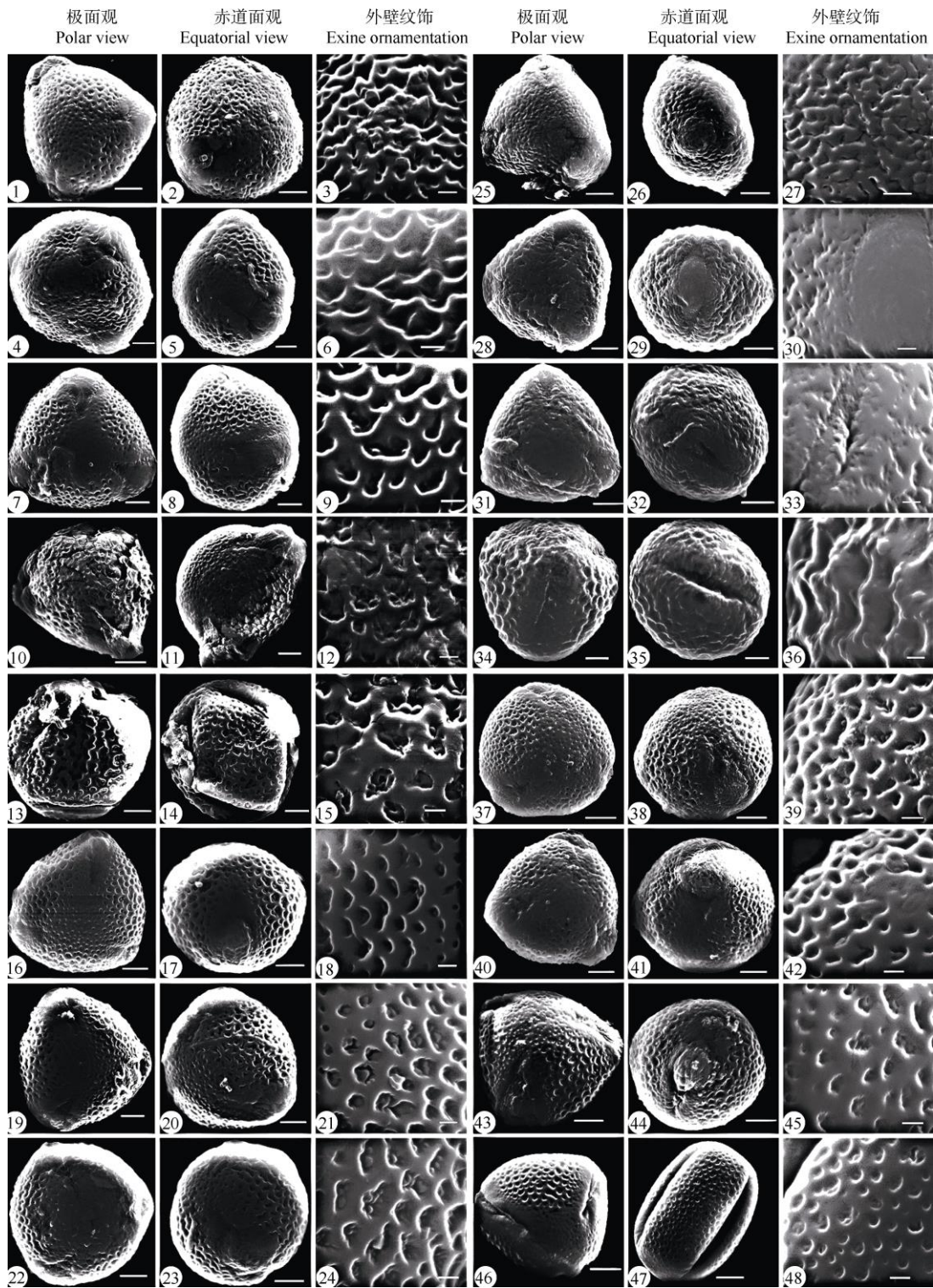


图 2 扫描电镜下的花粉。1~3: 滇缅鸡血藤; 4~12: 亮叶鸡血藤; 13~15: 丰城鸡血藤; 16~24: 皱果鸡血藤; 25~27: 思茅崖豆; 28~30: 海南崖豆藤; 31~33: 疏叶崖豆; 34~36: 美丽鸡血藤; 37~42: 异果鸡血藤; 43~45: 线叶鸡血藤; 46~48: 绒毛崖豆藤。标尺: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 43, 44, 46, 47=5 μm ; 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48=1 μm

Fig. 2 Pollen under scanning microscope. 1-3. *C. dorwardii*; 4-12. *C. nitida*; 13-15. *C. nitida* var. *hirsutissima*; 16-24. *C. oosperma*; 26-27. *M. leptobotrya*; 28-30. *M. pachyloba*; 31-33. *M. pulchra* var. *laxior*; 34-36. *C. speciosa*; 37-42. *C. dielsiana* var. *heterocarpa*; 43-45. *C. reticulata* var. *stenophylla*; 46-48. *M. velutina*. Bars: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 43, 44, 46, 47=5 μm ; 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48=1 μm

或多或少呈波纹状,网脊间不具有明显的网眼而与其他 5 种类型明显区分。

3 讨论

鸡血藤属和崖豆藤属植物的花粉都是 3 孔沟或 3 沟的单粒,辐射对称,在赤道面观上主要为类球形或近扁球形,在极面观上主要为圆形或圆状三角形,沟膜呈现或多或少的隆起或凹陷,附有细微的或粗糙的颗粒,这与蝶形花亚科的基本类型^[22]:类球体、3 孔沟、细网状、沟膜具或多或少的粗糙颗粒基本类似。花粉粒大小为 24.08 μm (15.92~38.18 μm),与蝶形花亚科的 30 μm ^[16]和崖豆族^[17]的 20~40 μm 基本吻合。

花粉形态在一定范围内可以用来进行种间划分。印度崖豆藤(*M. pulchra*)和绒毛崖豆藤(*M. velutina*)均具有小叶 7~8 对,小托叶长约 1.5 mm,早落,荚果线形,扁平等性状而较难区分,但是他们具有不同的花粉表面纹饰,印度崖豆藤具细网状,网眼中无颗粒(图 1: 25~30),而绒毛崖豆藤具细网状,网眼中具颗粒(图 2: 46~48)。香花鸡血藤(*C. dielsiana*)与亮叶鸡血藤(*C. nitida*)均具 5 小叶,旗瓣背面密被绢毛,荚果扁平,一般通过旗瓣基部是否具有胼胝体来区分,它们也具有不同的花粉表面纹饰,香花鸡血藤的花粉外壁纹饰为粗网状,网眼中无颗粒(图 1: 4~6),而亮叶鸡血藤的为粗网状,网眼中具颗粒(图 2: 4~12)。

本研究的孢粉学结果不支持 Schot^[5]合并所有灰毛鸡血藤复合体物种(除了亮叶鸡血藤与喙果鸡血藤)为灰毛鸡血藤的观点。该复合体中香花鸡血藤的花粉外壁纹饰为粗网状,网眼中无颗粒,且沟膜隆起具细微颗粒(表 2; 图 1: 4~6); 密花鸡血藤(*C. congestiflora*)的外壁纹饰为具皱网状,沟膜凹陷具粗糙颗粒(表 2; 图 1: 13~15); 而皱果鸡血藤(*C. oosperma*)的花粉外壁纹饰为粗网状,网眼中具颗粒,沟膜凹陷具粗糙颗粒(表 2; 图 2: 16~24)。在其他形态特征上,皱果鸡血藤荚果凸起、种子球形或肾形,香花鸡血藤荚果扁平、种子凸镜形、花序伸长、分枝细、花松散着生,密花鸡血藤荚果扁平、种子凸镜形、花序劲直、紧密、花紧接着生,均显示他们各自当为 1 种。最新分子系统学核基因以及质体基因^[24]的研究结果亦支持上述类群分别为 1 种的观点。

在花粉大小上,鸡血藤属植物的花粉为中等 [$P=26.23 \mu\text{m}$ (17.08~38.18 μm), $E=26.53 \mu\text{m}$ (12.40~

38.76 μm)], 而崖豆藤属植物的花粉为小型 [$P=19.33 \mu\text{m}$ (15.92~33.20 μm), $E=21.26 \mu\text{m}$ (12.40~29.60 μm)], 支持将鸡血藤属从广义崖豆藤属中分离出来。这与近年来基于叶绿体 *TrnK/MatK* 序列^[25]、*rbcL* 序列^[26]和核糖体 ITS/5.8S 序列^[27]的系统发育的研究结果也相吻合。

致谢 中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)提供实验材料; 实验过程中得到了公共实验室胡晓颖女士的支持和帮助, 谨此致谢。

参考文献

- [1] WU Z Y, RAVEN P H, HONG D Y. Flora of China, Vol. 10 Fabaceae [M]. Beijing: Science Press & St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2010: 176–188.
- [2] WIGHT R, WALKER-ARNOTT G A. Prodrum Florae Peninsulae Indiae Orientalis V1: Containing Abridged Descriptions of the Plants Found in the Peninsula of British India, Arranged According to the Natural System [M]. London: Parbury, Allen, & Co. Inc., 1834: 263–264.
- [3] DUNN S T. A revision of the genus *Millettia* Wight et Arn [J]. Bot J Linn Soc, 1912, 41(280): 123–243. doi: 10.1111/j.1095-8339.1912.tb02482.x.
- [4] ENDLICHER S L, von UNGER F. Grundzüge der Botanik [M]. Wien: Gerold, 1843: 22.
- [5] SCHOT A M. A revision of *Callerya* Endl. [J]. Blumea, 1994, 39(1/2): 1–40.
- [6] GAGNEPAIN J. Notulae Systematicae Vol. 2 [M]. Paris: Lecomte, 1913: 356–366.
- [7] CHUN H W, ZHANG C C, CHEN F H. Flora Hainanica, Vol. 2 [M]. Beijing: Science Press, 1965: 260–264.
陈焕镛, 张肇骞, 陈封怀. 海南植物志, 第 2 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1965: 260–264.
- [8] LAUENER L A. Catalogue of the names published by Hector Leveille [J]. Not Roy Bot Gard Edinb, 1970, 30: 239–294.
- [9] WEI Z. Flora Reipublicae Popularis Sinicae: Tomus 40 [M]. Beijing: Science Press, 1994: 135–181.
韦直. 中国植物志, 第 40 卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1994: 135–181.
- [10] GEESINK R. Scala Millettiearum [M]. Leiden: Leiden University Press, 1984: 1–127.
- [11] ADEMA F. Notes on Malesian Fabaceae (Leguminosae-Papilionoideae): 7. The genus *Millettia* [J]. Blumea, 2000, 45(2): 403–425.
- [12] LÔC P K, VIDAL J E. Flore du Cambodge, du Laos et du Vietnam, Volume 30 [M]. Paris: Museum National d'Histoire Naturelle, 2001: 1–191.
- [13] WU Z Y. Flora Yunnanica, Tomus 10: Spermatophyta [M]. Beijing:

- Science Press, 2006: 401–423.
- 吴征镒. 云南植物志, 第10卷: 种子植物 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 401–423.
- [14] ERDTMAN G. Pollen morphology and plant taxonomy [J]. Geol Fören Stockh Förh, 1952, 74(4): 526–527. doi: 10.1080/11035895209453507.
- [15] GRANT W F. Plant Biosystematics [M]. Toronto: Academic Press, 1984: 377–394.
- [16] FERGUSON I K. The significance of some pollen morphological characters of the tribe Amorpheae and of the genus *Mucuna* (tribe Phaseoleae) in the biology and systematics of subfamily Papilionoideae (Leguminosae) [J]. Rev Palaeobot Palynol, 1990, 64(1/2/3/4): 129–136. doi: 10.1016/0034-6667(90)90125-3.
- [17] RIDDER-NUMAN J W A, van der HAM R W J M. Pollen morphology of *Butea*, *Kunstleria*, *Meizotropis* and *Spatholobus* (Leguminosae, Papilionoideae), with notes on their position in the tribes Millettieae and Phaseoleae [J]. Rev Palaeobot Palynol, 1997, 96(3/4): 255–280. doi: 10.1016/S0034-6667(96)00053-X.
- [18] ZHAO X L, GAO X F, XU B. Pollen morphology of *Indigofera* (Fabaceae) in China and its taxonomic implications [J]. Plant Syst Evol, 2016, 302(4): 469–479. doi: 10.1007/s00606-015-1275-1.
- [19] FERGUSON I K, SKVARLA J J. Pollen morphology in relation to pollinators in Papilionoideae (Leguminosae) [J]. Bot J Linn Soc, 1982, 84(3): 183–193. doi: 10.1111/j.1095-8339.1982.tb00533.x.
- [20] HUANG B L, XU L, LI Z Y. Correlation of microspore development period and flower morphological characteristics of *Millettia speciosa* Champ [J]. Chin J Trop Crops, 2012, 33(6): 1014–1017. doi: 10.3969/j.issn.1000-2561.2012.06.009.
- 黄碧兰, 徐立, 李志英. 美丽崖豆藤小孢子发育时期与花器形态的相关性 [J]. 热带作物学报, 2012, 33(6): 1014–1017. doi: 10.3969/j.issn.1000-2561.2012.06.009.
- [21] WEI Z. A revision of the Chinese *Millettia* (Papilionoideae) [J]. Acta Phytotaxon Sin, 1985, 23(3): 196–208.
- 韦直. 我国崖豆藤属的整理 [J]. 植物分类学报, 1985, 23(3): 196–208.
- [22] PUNT W, HOEN P P, BLACKMORE S, et al. Glossary of pollen and spore terminology [J]. Rev Palaeobot Palynol, 2007, 143(1/2): 1–81. doi: 10.1016/j.revpalbo.2006.06.008.
- [23] POLHILL R M, RAVEN P H. Advances in Legumes Systematics, Part. 2 [M]. Kew, UK: Royal Botanic Gardens, 1981: 859–896.
- [24] LI J H, JIANG J H, FU C X, et al. Molecular systematics and biogeography of *Wisteria* inferred from nucleotide sequences of nuclear and plastid genes [J]. J Syst Evol, 2014, 52(1): 40–50.
- [25] HU J M, LAVIN M, WOJCIECHOWSKI M F, et al. Phylogenetic systematics of the tribe *Millettieae* (Leguminosae) based on chloroplast *trnK/matK* sequences and its implications for evolutionary patterns in Papilionoideae [J]. Amer J Bot, 2000, 87(3): 418–430. doi: 10.2307/2656638.
- [26] KAJITA T, OHASHI H, TATEISHI Y, et al. *rbcL* and legume phylogeny, with particular reference to *Phaseoleae*, *Millettieae*, and allies [J]. Syst Bot, 2001, 26(3): 515–536.
- [27] HU J M, LAVIN M, WOJCIECHOWSKI M F, et al. Phylogenetic analysis of nuclear ribosomal ITS/5.8S sequences in the tribe *Millettieae* (Fabaceae): *Poecilanthe-Cyclobium*, the core *Millettieae*, and the *Callerya* group [J]. Syst Bot, 2002, 27(4): 722–733. doi: 10.1043/0363-6445-27.4.722.