

基于花器官形态特征的广义李属植物的数量分类

赵旭明^{1a,2}, 吴保欢^{1a}, 王永刚³, 李薇^{1b}, 崔大方^{1a,①}

(1. 华南农业大学: a. 林学与风景园林学院, b. 华南农业博物馆, 广东 广州 510642; 2. 中山市小榄中学, 广东 中山 528000;
3. 新疆农业科学院农作物品种资源研究所, 新疆 乌鲁木齐 830091)

摘要: 基于 64 个花器官形态特征的观察和测量数据,对广义李属(*Prunus* Linn. *sensu lato*)及相近类群共 47 种(含变型)植物的花器官形态特征进行比较和聚类分析。结果显示:广义李属植物的花序类型、花序梗长、花直径以及总苞大小和形状可作为属内的分类依据。本研究结果支持以下分类处理:桃属(*Amygdalus* Linn.)、杏属(*Armeniaca* Mill.)、李属(*Prunus* Linn.)、樱属(*Cerasus* Mill.)、稠李属(*Padus* Mill.)、桂樱属(*Laurocerasus* Tourn. ex Duh.)和臭樱属(*Maddenia* J. D. Hook. et Thoms.)归入广义李属内;矮樱类[Subg. *Cerasus* (Mill.) A. Gray Grex I. *Microcerasus* C. K. Schneid.]从樱亚属[Subg. *Cerasus* (Mill.) A. Gray]移至李亚属(Subg. *Prunus* Linn.)内,并作为李亚属下的矮樱组[Subg. *Prunus* sect. *Microcerasus* (Spach) C. K. Schneid.];崖樱桃(*Prunus scopulorum* Koehne)和细花樱桃(*Prunus pusilliflora* Card.)并入华中樱桃(*Prunus conradinae* Koehne)。

关键词: 广义李属; 花器官; 形态特征; 数量分类

中图分类号: Q944.58; Q949.751.8 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2021)03-0020-09

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2021.03.03

Numerical taxonomy of *Prunus* Linn. *sensu lato* based on floral characteristics ZHAO Xuming^{1a,2}, WU Baohuan^{1a}, WANG Yonggang³, LI Wei^{1b}, CUI Dafang^{1a,①} (1. South China Agricultural University: a. College of Forestry and Landscape Architecture, b. South China Agricultural Museum, Guangzhou 510642, China; 2. Xiaolan Senior High School, Zhongshan 528000, China; 3. Research Institute of Crop Germplasm Resources, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2021, 30(3): 20-28

Abstract: Sixty-four floral characteristics of forty-seven species (including form) from *Prunus* Linn. *sensu lato* and similar groups were examined and measured for cluster analysis. Accordingly, inflorescence type, peduncle length, flower diameter, and size and shape of involucre can be used for classification within *Prunus* Linn. *sensu lato*. The research results support following taxonomic treatments. *Amygdalus* Linn., *Armeniaca* Mill., *Prunus* Linn., *Cerasus* Mill., *Padus* Mill., *Laurocerasus* Tourn. ex Duh., and *Maddenia* J. D. Hook. et Thoms. should be placed into *Prunus* Linn. *sensu lato*. Subg. *Cerasus* (Mill.) A. Gray Grex I. *Microcerasus* C. K. Schneid. which is moved from subg. *Cerasus* (Mill.) A. Gray into subg. *Prunus* Linn. is treated as a section, sect. *Microcerasus* (Spach) C. K. Schneid belongs to subg. *Prunus*. *Prunus scopulorum* Koehne and *Prunus pusilliflora* Card. combine into *Prunus conradinae* Koehne.

Key words: *Prunus* Linn. *sensu lato*; floral organ; morphological characteristics; numerical taxonomy

广义李属(*Prunus* Linn. *sensu lato*)植物隶属于蔷薇科(Rosaceae)李亚科(Subfam. Prunoideae Focke), 为核果类落叶或常绿乔、灌木,全球有 200~250 种,广泛分布于北半球^[1]。广义李属植物生境多样,从

收稿日期: 2020-09-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31370246)

作者简介: 赵旭明(1993—),男,广东韶关人,硕士研究生,主要从事植物资源的保护与利用方面的研究。

①通信作者 E-mail: cuidf@scau.edu.cn

引用格式: 赵旭明, 吴保欢, 王永刚, 等. 基于花器官形态特征的广义李属植物的数量分类[J]. 植物资源与环境学报, 2021, 30(3): 20-28.

气候干燥的温带地区到较湿润的亚热带、热带地区,从寒冷的高山地带到气候温和的低海拔区域,均有分布^[2]。1700年,Tournefort^[3]基于果实形态将这类核果类群分为6个属级单位:*Prunus* Linn. *sensu stricto*、*Armeniaca* Mill.、*Cerasus* Mill.、*Amygdalus* Linn.、*Persica* Mill.和*Laurocerasus* Tourn ex Duh.。1865年,Bentham等^[4]首先提出广义李属的概念,将蔷薇科所有核果类植物合并为广义李属,并在属下划分7个组。1893年,Koehne^[5]将这7个组划分为7个亚属。1940年,Rehder^[6]基于花序和内果皮特征将广义李属划分为除臭樱属(*Maddenia* J. D. Hook. et Thoms.)和臀果木属(*Pygeum* Gaertn.)以外的李亚属(Subg. *Prunus* Linn.)、桃亚属[Subg. *Amygdalus* (Linn.) Focke]、樱亚属[Subg. *Cerasus* (Mill.) A. Gray]、稠李亚属[Subg. *Padus* (Mill.) Focke]和桂樱亚属[Subg. *Laurocerasus* (Tourn. ex Duh.) Rebd.],并在樱亚属下设立矮樱组(Sect. *Microcerasus* Koehne)。300多年来,李亚科植物的分类一直是“分而复合,合而再分”。黄文鑫等^[7]认为,广义李属的分类问题主要集中在李属的范围不确定、属下类群分类处理迥异以及部分种的分类处理仍然存在争议3个方面。

随着分子系统学的深入研究^[8-15],学者们发现广义李属在系统发育树上均非单系群,认为广义李属所包含的范围和类群有:落叶单花类群,包括桃[*Prunus persica* (Linn.) Batsch]、李(*Prunus salicina* Lindl.)和杏(*Prunus armeniaca* Linn.)等;落叶伞形花序类群,包括樱亚属但不包括矮樱类[Subg. *Cerasus* (Mill.) A. Gray Grex I. *Microcerasus* C. K. Schneid.];总状花序类群,包括稠李(*Prunus padus* Linn.)、桂樱(*Prunus laurocerasus* Linn.)、臭樱(*Maddenia hypoleuca* Koehne)和臀果木(*Pygeum topengii* Merr.)等。鉴于此,本研究基于广义李属及相近类群共47种(含变型)植物的花器官形态特征进行观察和聚类分析,通过比较研究寻求有分类意义的花器官形态特征,旨在进一步为广义李属植物的分类和系统演化提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

在野外观察和标本采集的基础上,以蔷薇科李亚科广义李属及相近类群共47种植物(表1)为研究材料,凭证标本保存于华南农业大学标本馆(CANT)。

表1 广义李属及相近类群植物凭证标本信息

Table 1 Voucher specimen information of *Prunus* Linn. *sensu lato* and similar groups

序号 No.	分类群 Taxon	凭证标本 No. of voucher specimen	采集人 Collector	采集地 Collection site
	桃亚属 Subg. <i>Amygdalus</i> (Linn.) Focke			
1	桃 <i>Prunus persica</i>	PP2017060	吴保欢等 WU Baohuan, et al	福建政和 Zhenghe, Fujian
2	榆叶梅 <i>Prunus triloba</i>	YZ201803152	石可超 SHI Kechao	山东临淄 Linzi, Shandong
	杏亚属 Subg. <i>Armeniaca</i> (Mill.) Nakai			
3	杏 <i>Prunus armeniaca</i>	YZ201804005	刘晓芬 LIU Xiaofen	甘肃平凉 Pingliang, Gansu
4	梅 <i>Prunus mume</i>	YZ201803178	叶国良 YE Guoliang	广东南雄 Nanxiong, Guangdong
5	山杏 <i>Prunus sibirica</i>	YZ201803152	王佳伟 WANG Jiawei	黑龙江齐齐哈尔 Qiqihar, Heilongjiang
	李亚属 Subg. <i>Prunus</i> Linn.			
6	樱桃李 <i>Prunus cerasifera</i>	PP2015780	崔大方等 CUI Dafang, et al	新疆伊犁 Ili, Xinjiang
7	李 <i>Prunus salicina</i>	YZ2015038	吴保欢 WU Baohuan	贵州雷山 Leishan, Guizhou
8	东北李 <i>Prunus ussuriensis</i>	YZ201806001	叶国英 YE Guoying	黑龙江齐齐哈尔 Qiqihar, Heilongjiang
9	紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i> f. <i>atropurpurea</i>	PP2015011	吴保欢 WU Baohuan	贵州贵阳 Guiyang, Guizhou
	樱亚属 Subg. <i>Cerasus</i> (Mill.) A. Gray			
10	钟花樱桃 <i>Prunus campanulata</i>	YZ201803173	赵旭明 ZHAO Xuming	广东南雄 Nanxiong, Guangdong
11	尖尾樱桃 <i>Prunus caudata</i>	PP20163145	崔大方等 CUI Dafang, et al	西藏察隅 Zayu, Xizang
12	高盆樱桃 <i>Prunus cerasoides</i>	PKM20141020	吴保欢 WU Baohuan	云南昆明 Kunming, Yunnan
13	微毛樱桃 <i>Prunus clarifolia</i>	PP20180560	吴保欢等 WU Baohuan, et al	湖北神农架 Shennongjia, Hubei
14	锥腺樱桃 <i>Prunus conadenia</i>	PP201806324	吴保欢等 WU Baohuan, et al	云南德钦 Deqen, Yunnan
15	华中樱桃 <i>Prunus conradinae</i>	PP2017282	吴保欢等 WU Baohuan, et al	湖南浏阳 Liuyang, Hunan
16	尾叶樱桃 <i>Prunus dielsiana</i>	PP2017015	吴保欢等 WU Baohuan, et al	福建南平 Nanping, Fujian
17	迎春樱桃 <i>Prunus discoidea</i>	PP2017076	吴保欢等 WU Baohuan, et al	浙江磐安 Pan'an, Zhejiang

续表1 Table 1 (Continued)

序号 No.	分类群 Taxon	凭证标本 No. of voucher specimen	采集人 Collector	采集地 Collection site
18	散毛樱桃 <i>Prunus patenti-pila</i>	PP201806333	吴保欢等 WU Baohuan, et al	云南德钦 Deqen, Yunnan
19	樱桃 <i>Prunus pseudocerasus</i>	PP2017162	赵旭明等 ZHAO Xuming, et al	湖南郴州 Chenzhou, Hunan
20	细花樱桃 <i>Prunus pusilliflora</i>	YZ201803156	杨智辉等 YANG Zhihui, et al	云南昆明 Kunming, Yunnan
21	红毛樱桃 <i>Prunus rufa</i>	PP201806307	吴保欢等 WU Baohuan, et al	云南丽江 Lijiang, Yunnan
22	浙闽樱桃 <i>Prunus schneideriana</i>	YZ201804066	曾思金 ZENG Sijin	广东韶关 Shaoguan, Guangdong
23	崖樱桃 <i>Prunus scopulorum</i>	PP2015025	吴保欢 WU Baohuan	贵州雷山 Leishan, Guizhou
24	细齿樱桃 <i>Prunus serrula</i>	PP2016100	崔大方等 CUI Dafang, et al	云南香格里拉 Shangri-La, Yunnan
25	山樱花 <i>Prunus serrulata</i>	PP2017209	赵旭明等 ZHAO Xuming, et al	湖南衡山 Hengshan, Hunan
26	托叶樱桃 <i>Prunus stipulacea</i>	PP201805114	吴保欢等 WU Baohuan, et al	湖北神农架 Shennongjia, Hubei
27	川西樱桃 <i>Prunus trichostoma</i>	PP20163177	崔大方等 CUI Dafang, et al	西藏林芝 Nyingchi, Xizang
28	多变樱 <i>Prunus variabilis</i>	PP201805111	吴保欢等 WU Baohuan, et al	湖北神农架 Shennongjia, Hubei
29	雪落樱桃 <i>Prunus xueluoensis</i>	PP2017296	吴保欢等 WU Baohuan, et al	湖南浏阳 Liuyang, Hunan
30	东京樱花 <i>Prunus yedoensis</i>	YZ201805008	张志耘 ZHANG Zhiyun	北京植物园 Beijing Botanical Garden
樱亚属矮樱类 Subg. <i>Cerasus</i> (Mill.) A. Gray Grex I. <i>Microcerasus</i> C. K. Schneid.				
31	郁李 <i>Prunus japonica</i>	YZ201805006	张志耘 ZHANG Zhiyun	北京植物园 Beijing Botanical Garden
32	麦李 <i>Prunus glandulosa</i>	YZ201805004	张志耘 ZHANG Zhiyun	北京植物园 Beijing Botanical Garden
33	欧李 <i>Prunus humilis</i>	PP201705000	崔大方 CUI Dafang	河北昌黎 Changli, Hebei
34	毛叶欧李 <i>Prunus dictyoneura</i>	PP201702800	石文婷 SHI Wenting	山西太原 Taiyuan, Shanxi
35	毛樱桃 <i>Prunus tomentosa</i>	PP10031	崔大方等 CUI Dafang, et al	甘肃迭部 Tewo, Gansu
稠李亚属 Subg. <i>Padus</i> (Mill.) Focke				
36	短梗稠李 <i>Prunus brachypoda</i>	PP20180588	吴保欢等 WU Baohuan, et al	湖北神农架 Shennongjia, Hubei
37	粗梗稠李 <i>Prunus napaulensis</i>	PP2015417	吴保欢等 WU Baohuan, et al	陕西西安 Xi'an, Shanxi
38	榛木 <i>Prunus buergeriana</i>	PP20180565	吴保欢等 WU Baohuan, et al	湖北恩施 Enshi, Hubei
39	灰叶稠李 <i>Prunus grayana</i>	LXP-X3-05689	吴保欢 WU Baohuan	江西井冈山 Jinggang Mountain, Jiangxi
40	斑叶稠李 <i>Prunus maackii</i>	PP2015512	崔大方等 CUI Dafang, et al	黑龙江哈尔滨 Harbin, Heilongjiang
41	细齿稠李 <i>Prunus obtusata</i>	PP2015339	吴保欢等 WU Baohuan, et al	四川黑水 Heishui, Sichuan
桂樱亚属 Subg. <i>Laurocerasus</i> (Tourn. ex Duh.) Rebd.				
42	腺叶桂樱 <i>Prunus phaesticta</i>	YZ201804068	羊海军 YANG Haijun	广东广州 Guangzhou, Guangdong
43	大叶桂樱 <i>Prunus macrophylla</i>	YZ201803193	吴保欢 WU Baohuan	广东广州 Guangzhou, Guangdong
臭樱属 <i>Maddenia</i> J. D. Hook. et Thoms.				
44	臭樱 <i>Maddenia hypoleuca</i>	PP-10042	吴保欢等 WU Baohuan, et al	甘肃迭部 Tewo, Gansu
45	华西臭樱 <i>Maddenia wilsonii</i>	PP201805116	吴保欢等 WU Baohuan, et al	湖北神农架 Shennongjia, Hubei
臀果木属 <i>Pygeum</i> Gaertn.				
46	臀果木 <i>Pygeum topengii</i>	YZ201809001	宁祖林等 NING Zulin, et al	广东广州 Guangzhou, Guangdong
扁核木属 <i>Prinsepia</i> Royle				
47	扁核木 <i>Prinsepia utilis</i>	PP2016030	崔大方等 CUI Dafang, et al	云南丽江 Lijiang, Yunnan

1.2 方法

参照《中国植物志》^[16]核对广义李属及相近类群植物的花器官形态描述,最终确定64个形态特征进行观察和测量,其中数量性状24个,定性性状40个(表2)。数量性状采用测量尺(精度0.5 mm)或游标卡尺(精度0.02 mm)测量,每个性状测量5次,计算平均值。定性性状采用肉眼和放大镜观察。以性状表现在观察统计中超过60%为准。测量和信息采集选择盛花期或有成熟花朵的标本,花器官保存较好,特征性状完整。

1.3 数据计算及分析

基于64个花器官形态特征数据,采用NTSYSpc version 2.10e软件对广义李属及相近类群植物进行UPGMA聚类分析和主成分分析。其中,所得数据矩阵用Similarity模块的Interval data命令计算,得到欧氏距离矩阵,最后用Clustering模块的Shan命令按UPGMA方法对所得欧氏距离矩阵进行聚类分析;主成分分析中用Similarity模块的Interval data命令对标准化的数据矩阵计算相关系数,用Dcenter命令对相关系数矩阵去中心化处理,最后用Ordination模块

表2 广义李属及相近类群植物花器官形态特征及定性性状编码
 Table 2 Floral characteristics and codes of qualitative traits of *Prunus* Linn. *sensu lato* and similar groups

序号 No.	性状 Character	编码 Code
1	花序类型 Inflorescence type	花单生或2(3)朵簇生 Solitary or 2 (3) fascicled flowers (0), 总状花序 Raceme (1), 伞形花序 Umbel (2), 伞房状总状花序 Corymb raceme (3)
2	开花时间 Flowering time	花先叶开放 Flowers opening before leaves (0), 花叶同放 Flowers opening at the same time as leaves (1)
3	花直径 Flower diameter	数值 Number (mm)
4	花序含花数量 Flower number of inflorescence	数值 Number
5	花序梗长 Peduncle length	数值 Number (mm)
6	总苞形状 Involucre shape	无总苞 No involucre (0), 近圆形 Subround (1), 扇形 Fanlike (2), 卵形 Ovate (3), 倒卵形 Obovate (4), 匙形 Spatulate (5), 椭圆形 Elliptic (6), 撕裂状 Lacerate (7)
7	总苞颜色 Involucre color	无总苞 No involucre (0), 绿色 Green (1), 褐色 Brown (2), 褐绿色 Brown green (3)
8	总苞腺体 Involucre gland	无总苞腺体 No involucre gland (0), 盘状 Disc-shape (1), 头状 Capitata (2), 圆锥状 Conical (3), 棒状 Clavate (4)
9	总苞正面毛被 Pubescent on involucre adaxially	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
10	总苞背面毛被 Pubescent on involucre abaxially	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
11	总苞长 Involucre length	数值 Number (mm)
12	总苞宽 Involucre width	数值 Number (mm)
13	总苞长/宽比 Length/width ratio of involucre	数值 Number
14	苞片形状 Bract shape	无苞片 No bract (0), 近圆形 Subround (1), 扇形 Fanlike (2), 卵形 Ovate (3), 倒卵形 Obovate (4), 匙形 Spatulate (5), 椭圆形 Elliptic (6), 撕裂状 Lacerate (7)
15	苞片长 Bract length	数量 Number (mm)
16	苞片宽 Bract width	数量 Number (mm)
17	苞片长/宽比 Length/width ratio of bract	数量 Number
18	苞片腺体形状 Gland shape of bract	无腺体 No gland (0), 盘状 Disc-shape (1), 头状 Capitata (2), 圆锥状 Conical (3), 棒状 Clavate (4)
19	苞片锯齿形状 Crenate shape of bract	无锯齿 No serrate (0), 全缘 Entire margin (1), 芒齿 Awnlike (2), 锐尖 Acute (3), 渐尖 Acuminate (4), 圆钝 Obtuse (5), 波浪状 Wavy (6)
20	苞片正面毛被 Pubescent on bract adaxially	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
21	苞片背面毛被 Pubescent on bract abaxially	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
22	花梗毛被 Pedicel pubescent	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
23	花梗长 Pedicel length	数量 Number (mm)
24	花梗宽(直径) Pedicel width (diameter)	数量 Number (mm)
25	花梗长/宽比 Length/width ratio of pedicel	数量 Number
26	萼片形状 Sepal shape	披针形 Lanceolate (0), 长卵状三角形 Long-ovate triangle (1), 宽卵状三角形 Broad-ovate triangle (2), 菱状卵形 Rhombic-ovate (3), 椭圆形 Elliptic (5), 扇形 Fanlike (6)
27	萼尖 Sepal apex	渐尖 Acuminate (0), 锐尖 Acute (1), 圆钝 Obtuse (2)
28	萼缘 Sepal margin	全缘 Entire margin (0), 单锯齿 Serrate (1), 重锯齿 Biserrate (2), 缺刻状锯齿 Erose serrate (3)
29	萼片腺体形状 Gland shape of sepal	无腺体 No gland (0), 盘状 Disc-shape (1), 头状 Capitata (2), 圆锥状 Conical (3), 棒状 Clavate (4)
30	萼片长 Sepal length	数量 Number (mm)
31	萼片宽 Sepal width	数量 Number (mm)
32	萼片长/宽比 Length/width ratio of sepal	数量 Number
33	萼筒毛被 Hypanthium pubescent	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
34	萼片花时形态 Sepal form when blooming	直立或开展 Erect or spread (0), 反折 Reflexed (1)
35	萼片正面毛被 Pubescent on sepal adaxially	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
36	萼片背面毛被 Pubescent on sepal abaxially	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
37	萼筒形状 Hypanthium shape	管状 Tubular (0), 钟状 Campanulate (1), 漏斗状 Funnel-shape (2), 壶状 Urn-shape (3), 盘状 Disc-shape (4)
38	萼筒线状突起 Linear raised on hypanthium	无 No (0), 有 Yes (1)
39	萼筒颜色 Hypanthium color	绿色 Green (0), 红绿色 Red green (1), 紫红色 Fuchsia (2)
40	萼筒长 Hypanthium length	数量 Number (mm)
41	萼筒宽 Hypanthium width	数量 Number (mm)
42	萼筒长/宽比 Length/width ratio of hypanthium	数量 Number
43	萼片长/萼筒长比 Ratio of sepal length to hypanthium length	数量 Number

续表2 Table 2 (Continued)

序号 No.	性状 Character	编码 Code
44	花瓣基部具爪 Petal base with claw	无爪 Without claw (0), 具爪 With claw (1)
45	花瓣先端形态 Petal apex form	圆钝 Obtuse (0), 缺刻 Eroset (1), 锯齿状 Dentate (2)
46	花瓣先端缺刻深度 Eroset depth of petal apex	数量 Number (mm)
47	花瓣毛被 Petal pubescent	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
48	花瓣数 Petal number	5片 Five pieces (0), 非5片 Except five pieces (1)
49	花瓣形状 Petal shape	狭卵形 Narrow-ovate (0), 卵形 Ovate (1), 倒卵形 Obovate (2), 椭圆形 Elliptic (3), 宽椭圆形 Broad-elliptic (4), 近圆形 Subround (5)
50	花瓣最宽处 The widest of petal	下部 Base (0), 中部 Middle (1), 上部 Apex (2)
51	花瓣长 Petal length	数量 Number (mm)
52	花瓣宽 Petal width	数量 Number (mm)
53	花瓣长/宽比 Length/width ratio of petal	数量 Number
54	花瓣着生位置 Petal inserted position	萼筒口部 Rim of hypanthium (0), 萼筒喉部 Throat of hypanthium (1)
55	花瓣脉纹 Petal vein	明显 Obvious (0), 不明显 Unobvious (1)
56	花冠颜色 Corolla color	白色 White (0), 粉红色 Pink (1), 红色 Red (2), 黄白色 Yellowish white (3)
57	花柱与雄蕊的高度 Height of style compared with stamen	低于雄蕊 Lower than stamen (0), 与雄蕊几等长 Almost the same as stamen (1), 高于雄蕊 Higher than stamen (2)
58	花柱毛被 Style pubescent	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
59	子房毛被 Ovary pubescent	无被毛 Glabrous (0), 稀疏被毛 Sparsely (1), 密被毛 Densely (2)
60	柱头形状 Stigma shape	头状 Capitata (0), 盘状 Disc-shape (1), 偏斜 Askew (2)
61	花丝长短情况 Filament length situation	一致 The same (0), 不一致 Different (1)
62	雄蕊数 Stamen number	数量 Number
63	花药着生方式 Anther inserted pattern	全着药 Adnate anther (0), 基着药 Basifixed anther (1), 背着药 Dorsifixed anther (2), 丁字药 Versatile anther (3)
64	花柱着生方式 Style inserted pattern	顶生 Terminal (0), 侧生 Lateral (1)

的 Eigen 命令计算特征值和特征向量。

2 结果和分析

2.1 花器官形态特征及聚类分析

供试广义李属及相近类群植物的花序有总状花序、伞房状总状花序、伞形花序以及花单生或2(3)朵簇生4种类型(图1)。其中,总状花序有稠李亚属、

桂樱亚属、臭樱属和臀果木属,伞形或伞房状总状花序有樱亚属(除矮樱类),花单生或2(3)朵簇生有李亚属和樱亚属的矮樱类,花单生有杏亚属[Subg. *Armeniaca* (Mill.) Nakai]和桃亚属。

从花序梗长来看,总状花序类的花序梗长大于伞形花序类和伞房状总状花序类,而花单生或2(3)朵簇生类无花序梗。总状花序类中稠李亚属除斑叶稠李(*Prunus maackii* Rupr.)外,其他稠李亚属种类花序



1: 总状花序(细齿稠李) *Raceme* (*Prunus obtusata* Koehne); 2: 伞房状总状花序(锥腺樱桃) *Corymb raceme* (*Prunus conadenia* Koehne); 3: 伞形花序(尾叶樱桃) *Umbel* (*Prunus dielsiana* C. K. Schneid.); 4: 花单生(山杏) *Solitary flower* [*Prunus sibirica* (Linn.) Lam.]; 5: 花2朵簇生(郁李) *2 fascicled flowers* (*Prunus japonica* Thunb.).

图1 广义李属植物的花序类型
Fig. 1 Inflorescence type of *Prunus* Linn. sensu lato

梗长基本大于 100 mm; 总状花序类中桂樱亚属和臭樱属的花序梗长 20~35 mm, 臀果木属的花序梗长一般小于 10 mm。伞形或伞房状总状花序类的樱亚属(除矮樱类)中, 伞房状总状花序的散毛樱桃(*Prunus patentipila* Hand.-Mazz.) 花序梗长达 50~80 mm, 而同样分布于中国西南和西北地区的伞房状总状花序的锥腺樱桃(*Prunus conadenia* Koehne) 花序梗长约 30 mm, 其他伞房状总状花序类的花序梗长约 10 mm, 伞形花序类的花序梗长一般小于 10 mm, 甚至小于 5 mm。桃亚属、李亚属、杏亚属和矮樱类的花均为单生或 2(3) 朵簇生, 无花序梗。

从花直径来看, 总状花序类中稠李亚属、桂樱亚属、臭樱属和臀果木属的花直径均小于 10 mm; 而伞形或伞房状总状花序类中樱亚属(除矮樱类)以及花 2(3) 朵簇生类中李亚属和矮樱类的花直径均在 10 mm 以上, 其中, 李亚属的花直径一般在 10~20 mm, 而樱亚属(除矮樱类)的花直径则在 10~35 mm。

稠李亚属和臭樱属的花序梗基部有大型总苞; 樱亚属(除矮樱类)的总苞较小, 多为卵形或倒卵形; 李亚属极少出现总苞; 桂樱亚属和臀果木属无总苞。

基于 64 个花器官形态特征对供试广义李属及相近类群植物进行聚类分析, 结果(图 2)显示: 在欧氏

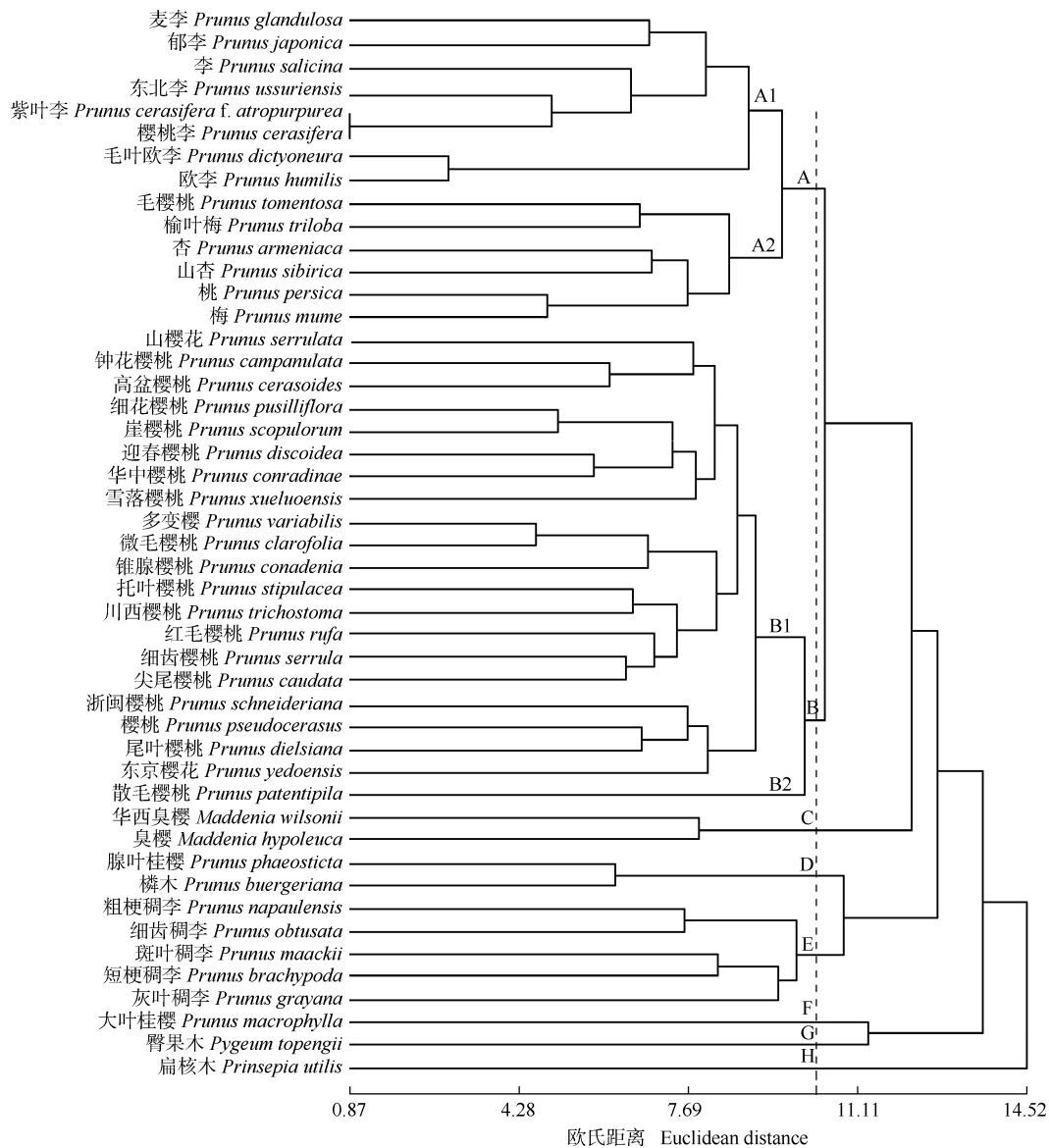


图 2 基于花器官形态特征的广义李属及相近类群植物的 UPGMA 聚类图
 Fig. 2 UPGMA cluster diagram of *Prunus* Linn. *sensu lato* and similar groups based on floral characteristics

距离 10.40 处, 47 种广义李属及相近类群植物分为 A、B、C、D、E、F、G 和 H 8 个分支。A 分支进一步分为 A1 和 A2 2 个分支, 其中, 李亚属与樱亚属的矮樱类聚为 A1 分支; A2 分支中, 毛樱桃 (*Prunus tomentosa* Thunb.) 和榆叶梅 (*Prunus triloba* Lindl.) 先聚在一起, 然后又与杏亚属和桃聚在一起, 这些植物在花器官形态上都表现为花单生或 2(3) 朵簇生。樱亚属(除矮樱类)植物聚为 B 分支; 2 种臭樱属植物聚为 C 分支, 明显地聚在广义李属大类中; 腺叶桂樱 [*Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim.] 和稠李亚属组成 D 和 E 分支。而大叶桂樱 (*Prunus macrophylla* Sieb. et Zucc.)、臀果木和扁核木 (*Prinsepia utilis* Royle) 分别独立聚为 F、G 和 H 分支。

2.2 主成分分析

对广义李属及相近类群植物 64 个花器官形态特征进行主成分分析, 结果(表 3)显示: 前 4 个主成分的贡献率分别为 18.764 9%、13.062 6%、8.531 7% 和 6.264 9%, 累计贡献率仅 46.624 1%; 前 10 个主成分的累计贡献率仅超过 70%, 前 20 个主成分的累计贡献率才达到 90%, 累计贡献率增加非常缓慢。表明在 64 个花器官形态特征中, 形态变异的多向性比较

表 3 广义李属及相近类群植物花器官形态特征主成分分析结果
Table 3 Result of principal component analysis on floral characteristics of *Prunus* Linn. sensu lato and similar groups

主成分 Principal component	特征值 Eigenvalue	贡献率/% Contribution rate	累计贡献率/% Cumulative contribution rate
1	10.886 9	18.764 9	18.764 9
2	7.578 6	13.062 6	31.827 5
3	4.949 9	8.531 7	40.359 2
4	3.634 8	6.264 9	46.624 1
5	3.297 7	5.684 0	52.308 2
6	2.933 8	5.056 7	57.364 9
7	2.584 8	4.455 2	61.820 1
8	2.205 8	3.801 9	65.621 9
9	1.887 4	3.253 2	68.875 1
10	1.816 8	3.131 5	72.006 5
11	1.692 1	2.916 6	74.923 1
12	1.537 0	2.649 2	77.572 3
13	1.280 1	2.206 4	79.778 8
14	1.142 2	1.968 7	81.747 4
15	1.105 9	1.906 1	83.653 6
16	1.053 9	1.816 5	85.470 1
17	0.954 6	1.645 3	87.115 4
18	0.737 6	1.271 4	88.386 8
19	0.692 9	1.194 3	89.581 1
20	0.595 2	1.025 8	90.606 9

明显, 同一形态特征可能在不同类群中都有反映, 若以主成分特征对广义李属植物进行分析, 至少需要 10 个主成分才能将核果类植物各类群区分开, 这种形式会导致信息有较大的丢失, 因此没有进一步的分析可行性。

3 讨 论

3.1 广义李属植物花器官形态的分类学意义

基于广义李属及相近类群植物 64 个花器官形态特征的分析结果可以看出: 具有总状花序的稠李亚属、桂樱亚属、臭樱属和臀果木属能够与伞形或伞房状总状花序的樱亚属(除矮樱类)区分开, 与花单生或 2(3) 朵簇生的桃亚属、李亚属、杏亚属和矮樱类更易区分开。另外, 花序梗长、花直径以及总苞大小和形状的差异可以作为划分属内各类群的分类依据, 如稠李亚属和臭樱属花序梗基部有大型总苞, 花直径相对较小; 樱亚属(除矮樱类)有较小的卵形或倒卵形的总苞, 花直径相对较大; 李亚属、桂樱亚属和臀果木属极少出现总苞或无总苞。

桃类群、李类群和杏类群常被不同的学者处理为独立的属或亚属, 或将李类群和杏类群合并放入李亚属内, 区分为李组 (Sect. *Prunus*) 和杏组 (Sect. *Armeniaca*)^[17-18]。聚类分析结果显示: 杏亚属和桃亚属与毛樱桃聚在一起后再与李亚属及矮樱类其他成员聚为分支 A, 这些植物的花均为花单生或 2(3) 朵簇生, 花瓣先端圆钝; 其中李亚属、杏亚属和桃亚属花器官形态更相似, 这 3 个亚属的花直径和花瓣较大, 且子房被毛, 花梗更加粗短; 榆叶梅和毛樱桃形态较接近, 花 2(3) 朵簇生, 花直径约 20 mm, 萼片边缘具腺体, 花瓣均为近圆形, 二者的花柱无毛, 子房密被毛。分子系统学研究^[12,15]表明: 桃亚属、李亚属和杏亚属关系较近, 应归为同一亚属。

Koehne^[19]、《中国植物志》^[16] 和《Flora of China》^[1] 都将矮樱类植物归入樱属 (*Cerasus* Mill.)。聚类分析结果显示: 矮樱类中花梗较长且无被毛的麦李 (*Prunus glandulosa* Thunb.) 和郁李 (*Prunus japonica* Thunb.) 聚在一起后, 又与李亚属的李、东北李 (*Prunus ussuriensis* Kov. et Kost.)、櫻桃李 (*Prunus cerasifera* Ehrhart) 和紫叶李 [*Prunus cerasifera* f. *atropurpurea* (Jacq.) Rehd.] 聚在一起, 然后再与花梗较短的欧李 (*Prunus humilis* Bunge) 和毛叶欧李

(*Prunus dictyoneura* Diels)聚为分支 A1,并没有与樱亚属聚在一起,且与其关系较远。Shimada 等^[20]的杂交实验研究中,矮樱类植物与李亚属和部分桃亚属植物可以杂交,与樱亚属植物杂交则通常以失败告终,表明矮樱类与樱亚属关系较远;叶脉序^[7]和分子系统学^[10,14]研究结果均支持将矮樱类从樱亚属移出归入李亚属,作为李亚属下的矮樱组[Subg. *Prunus* sect. *Microcerasus* (Spach) C. K. Schneid]。

1965年,Kalkman^[21]将广义李属的范围扩大,将在热带分布的臀果木属归入桂樱亚属内。分子系统学证明,臭樱属和臀果木属嵌在广义李属中^[22-23]。本研究聚类分析结果显示:臀果木和扁核木分别聚为独立的分支,这2个类群与广义李属关系较远;但臭樱和华西臭樱(*Maddenia wilsonii* Koehne)聚为一分支后,又聚在广义李属大类中,其总状花序或稀有伞房花序及苞片早落、花梗短、萼筒钟状等形态学特征与桂樱亚属接近,支持将臭樱属归入广义李属中^[23]。

3.2 部分种的分类处理

崖樱桃(*Prunus scopulorum* Koehne)、樱桃(*Prunus pseudocerasus* Lindl.)、细花樱桃(*Prunus pusilliflora* Card.)和华中樱桃(*Prunus conradinae* Koehne)形态相似,不易区分,但《中国植物志》^[16]还是保留各种。《Flora of China》^[1]将崖樱桃并入樱桃。吴保欢等^[24]将细花樱桃、崖樱桃和华中樱桃合并。本研究的聚类分析结果显示:细花樱桃和崖樱桃聚在一起,且与华中樱桃的距离非常接近,在花器官形态特征上,花序均为伞形或伞房状总状花序,总苞均为椭圆形,边缘具有圆锥状腺体,萼片均为宽卵状三角形,萼筒钟状,长约为宽的2倍,花冠颜色均为白色,花柱与雄蕊的高度几一致,而樱桃因其花梗密被毛与细花樱桃、崖樱桃和华中樱桃区分开来,本文支持将崖樱桃和细花樱桃并入华中樱桃,樱桃依据花梗和花萼筒与前三者区分开。

3.3 花器官形态的演化

李朝奎^[25]基于植物叶表皮解剖结构提出蔷薇科植物从温带类型向热带类型演化的趋势。黄文鑫等^[7]基于叶脉序特征提出广义李属植物从温带类型向热带类型演化的趋势。曹菊逸^[26]认为,花序中复合花序最原始,简单花序是由复合花序简化而成。蔷薇科花序演化的总方向是由复杂趋于简单,花朵的直径由小到大^[16],由此反映出广义李属植物是从热带、亚热带类型向温带类型演化的趋势。从本文对花器

官形态的研究可以看出,花器官微形态特征在属内各类群之间表现出连续性和过渡性,花序类型、花序梗长和花直径在广义李属各类群之间呈现出较为同步的演变。总状花序有稠李亚属、桂樱亚属、臀果木属和臭樱属,主要分布于中国的热带和亚热带地区;伞形或伞房状总状花序有樱亚属(除矮樱组),主要分布于中国的西南、华中和秦岭山脉的亚热带和温带地区;而花单生或2(3)朵簇生的李亚属、矮樱类、杏亚属和桃亚属多分布于中国北方的温带地区。从花器官形态上支持广义李属植物的演化从热带、亚热带类型向温带类型演化的趋势。

4 结 论

广义李属植物花器官形态具有一定共性和差异,其中花序类型、花序梗长、花直径以及总苞大小和形状可以作为属内的分类依据。本研究结果支持以下分类处理:桃属(*Amygdalus* Linn.)、杏属(*Armeniaca* Mill.)、李属(*Prunus* Linn.)、樱属、稠李属(*Padus* Mill.)、桂樱属(*Laurocerasus* Tourn. ex Duh.)和臭樱属归入广义李属内;矮樱类从樱亚属移至李亚属内,并作为李亚属下的矮樱组;崖樱桃和细花樱桃并入华中樱桃。

致谢: 标本采集过程中得到中国科学院植物研究所张志耘研究员、华南农业大学俞新华老师、中山大学许可望博士、浙江省磐安县大盘山国家级自然保护区陈子林高级工程师和王盼工程师、福建省武夷山国家级自然保护区李冬静工程师以及辽宁省农业科学院果树科学研究所章秋平研究员等的帮助,在此一并表示感谢!

参考文献:

- [1] WU Z Y, RAVEN P H. Flora of China: Vol. 9 [M]. Beijing: Science Press, 2003: 396-434.
- [2] POTTER D. *Prunus* [M] // KOLE C. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Temperate Fruits. Berlin: Springer-Verlag, 2011: 129-145.
- [3] TOURNEFORT J P D. Institutiones Rei Herbariae [M]. Paris: E Typographie Regia, 1700: 622-628.
- [4] BENTHAM G, HOOKER J D. Genera Plantarum: ad Exemplaria Imprimis in Herbariis Kewensibus Servata Definita; Vol. 1 [M]. London: A. Black, 1865: 609-610.
- [5] KOEHNE B A E. Deutsche Dendrologie [M]. Stuttgart: Verlag von Ferdinand Enke, 1893: 302-318.
- [6] REHDER A. Manual of Cultivated Trees and Shrubs: Hardy in

- North America, Exclusive of the Subtropical and Warmer Temperate Regions[M]. 2nd ed. New York: The Macmillan Company, 1940: 451-482.
- [7] 黄文鑫, 吴保欢, 石文婷, 等. 广义李属植物叶脉序特征及其分类学意义[J]. 植物资源与环境学报, 2019, 28(4): 11-23.
- [8] WEN J, BERGGREN S T, LEE C H, et al. Phylogenetic inferences in *Prunus* (Rosaceae) using chloroplast *ndhF* and nuclear ribosomal ITS sequences[J]. Journal of Systematics and Evolution, 2008, 46(3): 322-332.
- [9] BORTIRI E, OH S-H, JIANG J, et al. Phylogeny and systematics of *Prunus* (Rosaceae) as determined by sequence analysis of ITS and the chloroplast *trnL-trnF* spacer DNA[J]. Systematic Botany, 2001, 26(4): 797-807.
- [10] SHI S, LI J, SUN J, et al. Phylogeny and classification of *Prunus sensu lato* (Rosaceae) [J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2013, 55(11): 1069-1079.
- [11] ZHAO L, JIANG X W, ZUO Y J, et al. Multiple events of allopolyploidy in the evolution of the racemose lineages in *Prunus* (Rosaceae) based on integrated evidence from nuclear and plastid data[J]. PLOS ONE, 2016, 11(6): e0157123.
- [12] CHIN S-W, SHAW J, HABERLE R, et al. Diversification of almonds, peaches, plums and cherries-molecular systematics and biogeographic history of *Prunus* (Rosaceae) [J]. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2014, 76: 34-48.
- [13] LEE S, WEN J. A phylogenetic analysis of *Prunus* and the Amygdaloideae (Rosaceae) using ITS sequences of nuclear ribosomal DNA[J]. American Journal of Botany, 2001, 88(1): 150-160.
- [14] 王鹏飞, 李利锋, 杜俊杰, 等. 不同地域野生欧李及其近缘植物亲缘关系的 RAPD 分析[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(1): 119-126.
- [15] 刘艳玲, 徐立铭, 程中平. 基于 ITS 序列探讨核果类果树桃、李、杏、梅、樱的系统发育关系[J]. 园艺学报, 2007, 34(1): 23-28.
- [16] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第三十八卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1986: 8-133.
- [17] HAGEN L S, KHADARI B, LAMBERT P, et al. Genetic diversity in apricot revealed by AFLP markers: species and cultivar comparisons [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2002, 105(2/3): 298-305.
- [18] BORTIRI E, HEUVEL B V, POTTER D. Phylogenetic analysis of morphology in *Prunus* reveals extensive homoplasy [J]. Plant Systematics and Evolution, 2006, 259(1): 53-71.
- [19] KOEHNE B A E. *Prunus* L. [M] // SARGENT C S, WILSON E H. Plantae Wilsonianae: an Enumeration of the Woody Plants Collected in Western China for the Arnold Arboretum of Harvard University During the Years 1907, 1908, and 1910. Cambridge: The University Press, 1913: 196-282.
- [20] SHIMADA T, HAYAMA H, NISHIMURA K, et al. The genetic diversities of 4 species of subg. *Lithocerasus* (*Prunus*, Rosaceae) revealed by RAPD analysis [J]. Euphytica, 2001, 117(1): 85-90.
- [21] KALKMAN C. The Old World species of *Prunus* subg. *Laurocerasus* including those formerly referred to *Pygeum* [J]. Blumea, 1965, 13(1): 1-115.
- [22] CHIN S-W, WEN J, JOHNSON G, et al. Merging *Maddenia* with the morphologically diverse *Prunus* (Rosaceae) [J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 2010, 164(3): 236-245.
- [23] WEN J, SHI W. Revision of the *Maddenia* clade of *Prunus* (Rosaceae) [J]. PhytoKeys, 2012, 11(11): 39-59.
- [24] 吴保欢, 黄文鑫, 石文婷, 等. 中国李属樱亚属 *Prunus* L. subg. *Cerasus* (Mill.) A. Gray 的数量分类 [J]. 中山大学学报(自然科学版), 2018, 57(1): 36-43.
- [25] 李朝奎. 蔷薇科原始属植物叶表皮解剖及其系统学意义 [J]. 植物分类学报, 1989, 27(3): 178-183.
- [26] 曹菊逸. 花序分类和演化的探讨 [J]. 华中师院学报, 1980(1): 120-125.

(责任编辑: 张明霞)

公益宣传: 世界环境日

1972年6月5日至16日,联合国在瑞典斯德哥尔摩举行了人类环境会议。此次会议通过了《人类环境宣言》,并建议将6月5日定为世界环境日(World Environment Day)。同年,第27届联合国大会决定把每年的6月5日定为世界环境日。每年的这一天,联合国系统及各国政府开展各种活动,提醒全世界注意全球环境状况和人类活动对环境的危害,强调保护和改善人类环境的重要性。

2021年是第50个世界环境日,主题为“生态系统恢复”,该主题聚焦“恢复人类与自然的关系”,并标志着由联合国环境规划署(UNEP)和联合国粮农组织(FAO)共同领导实施的“2021—2030年生态系统恢复十年”倡议正式启动,以预防、遏制并扭转全球生态系统退化趋势,修复被破坏的生态系统,从而应对全球气候危机,保护生物多样性,增强粮食安全和水的供应。

2021年,我国的世界环境日主题为“人与自然和谐共生”,旨在进一步唤醒全社会的生物多样性保护意识,牢固树立尊重自然、顺应自然、保护自然的理念,建设人与自然和谐共生的美丽家园。