



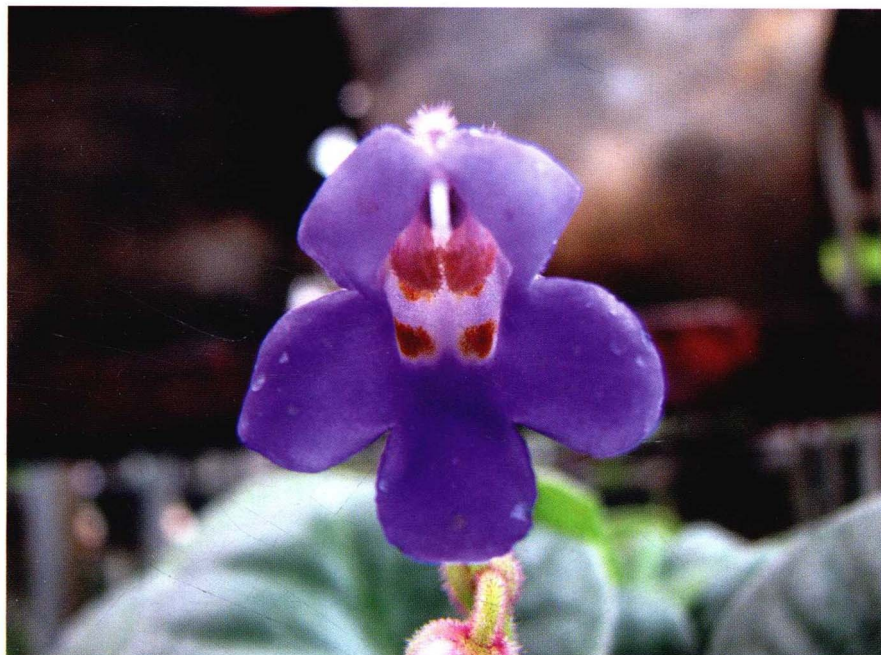
PLANTS OF PETROCOSMEA IN CHINA

中国石蝴蝶属植物

邱志敬 刘正宇 主 编
逢洪波 宋春风 张 军 副主编
李振宇 王印政 主 审



科学出版社



PLANTS OF PETROCOSMEA IN CHINA

中国石蝴蝶属植物

邱志敬 刘正宇 主编
逢洪波 宋春凤 张军 副主编
李振宇 王印政 主审

科学出版社

北京

《中国石蝴蝶属植物》 编委会名单

编委

邱志敬 刘正宇 逢洪波 宋春风
张 军 李振宇 王印政 鲁元学
谢良生 谢锐星 杨 平 谭小龙
彭 杨 钱齐妮

摄影 (排名不分先后)

邱志敬 鲁元学 张寿洲 盘 波
王炳谋 刘正宇 刘 演 税玉民
谭运洪 谭小龙 李超群 彭 杨
陈 朋 杨 平 董 阳 董 振
周佳俊 王焕冲 温 放 Ray Drew
Ruth Zavitz Toshijiro Okuto Ron Long
Ron Myhr Louise O'Beirne Julian Shaw

参编单位

深圳市中国科学院仙湖植物园
重庆市药物种植研究所
中国中医科学院中药资源中心
沈阳师范大学
江苏省中国科学院植物研究所
中国科学院植物研究所



前言

苦苣苔科 (Gesneriaceae) 是被子植物的一个大科, 全世界约有 150 属 3700 余种。中国苦苣苔科有 59 属 490 余种, 其中石蝴蝶属 (*Petrocosmea*) 有 40 种。石蝴蝶属由 Oliver 于 1887 年建立, 该属植物的花色艳丽, 形态多为莲座型, 具有较高的观赏利用价值。几年来, 我们共收集了 40 种国产石蝴蝶属植物 (包括 1 个新种), 成功种植 33 种, 其中有观赏价值的材料有 20 余份。

石蝴蝶属自建立以来共经历过两次修订, 在王文采 (1985) 对石蝴蝶属进行了第二次分类修订之后, 已经有 16 个新种被陆续发表, 然而该属再未有系统性的研究。早期的分类和修订多基于对标本的描述, 而缺乏野外调查及对活植株和新鲜材料的观察。编者在大量的野外考察和对新鲜植株的观察研究中发现, 有一些特征, 如花冠喉部的斑点及花冠筒内部的色斑等, 在早期的种类描述和分类修订中很少提及, 而这些被忽略的特征在石蝴蝶属的种间分类上具有很重要的意义, 因而对石蝴蝶属进行全面的研究并进行进一步的分类修订变得十分迫切。

本书共分 6 章。第一章对石蝴蝶属的分类历史和分类系统进行了研究和梳理, 对该属的形态学、分子系统学、细胞学、孢粉学、种皮纹饰等进行了深入的研究, 并在这些研究的基础上提出了新的石蝴蝶属分类系统, 对新分类系统的系统观点进行了阐述, 随后对每个种进行了详细的形态描述, 同时为每个种都配备了彩色图片。第二章、第三章和第四章分别对石蝴蝶属的分子系统学、形态学、孢粉学、种皮纹饰及细胞学研究进行了介绍, 为我们提出的新分类系统提供各方面的证据。第五章对石蝴蝶属植物的引种驯化、栽培和组织培养等做了介绍。另外, 石蝴蝶属植物花色多样, 形态特异, 是观赏类多肉植物中的一员, 具有很大的应用开发潜力, 本书的第六章对石蝴蝶属植物在园林配置和室内花卉中的应用情况等进行了介绍。

本书编写过程中, 得到了国内外的专家、学者及广大植物爱好者和网友的帮助, 他们提供了许多珍贵的图片资料并授权我们使用, 在此谨表衷心的感谢!

本书承蒙国家自然科学基金 (31200159, 31100176, 31100168)、广东省科技基础条件建设项目 (2013B060400008)、公益性行业科研专项第四次全国中药资源普查项目 (201207002)、中医药全国性专款 (ZZYZK2012 科技司 A002)、深圳市城市管理局科研项目 (201312, 201412) 及辽宁省科技厅面上项目 (2015020582) 等基金的鼎力支持, 在此一并感谢。

尽管我们对本书的编撰已经做出了很大努力, 但是错误和不足之处在所难免, 欢迎广大读者能不吝指正, 以便修订。

编者

2015 年 11 月于深圳



目录

第一章 中国石蝴蝶属植物分类

第一节 中国石蝴蝶属研究概述	/ 2
一、石蝴蝶属简介	/ 2
二、石蝴蝶属的分类历史	/ 3
三、石蝴蝶属的分类系统	/ 4
四、石蝴蝶属新分类系统	/ 5
第二节 中国石蝴蝶属植物分类群	/ 7
组 1 滇泰石蝴蝶组 sect. <i>Deinanthera</i> W. T. Wang	/ 10
组 2 石蝴蝶组 sect. <i>Anisochilus</i> Hemsl.	/ 37
组 3 小石蝴蝶组 sect. <i>Minor</i> Zhi J. Qiu	/ 87
组 4 髯毛石蝴蝶组 sect. <i>Barbatae</i> Zhi J. Qiu	/ 160
组 5 中华石蝴蝶组 sect. <i>Petrocosmea</i> Craib	/ 203

第二章 中国石蝴蝶属分子系统学研究

第一节 材料和方法	/ 236
一、取样	/ 236
二、实验方法	/ 239
第二节 研究结果	/ 240
一、cpDNA 系统发育树分析	/ 240
二、核 DNA 树分析	/ 241
三、核基因和叶绿体基因联合树分析	/ 243
四、形态树分析	/ 243
五、DNA 和形态数据联合树分析	/ 245
六、关键性状的祖先状态重建	/ 246
第三节 分析与讨论	/ 252
一、石蝴蝶属的分子系统分析	/ 252
二、关键性状的演化趋势	/ 254
三、石蝴蝶属的花部特征对传粉者的适应性进化	/ 255

第三章 中国石蝴蝶属形态学研究

第一节 形态解剖	/ 260
一、植株和叶	/ 260
二、花部器官	/ 263
三、毛被研究	/ 270
第二节 叶表皮研究	/ 272
一、叶表皮细胞特点	/ 272
二、叶表皮气孔	/ 272
三、叶表皮系统发育意义	/ 272
第三节 孢粉学研究	/ 277
一、孢粉形态与大小	/ 277





二、孢粉纹饰	/ 277
三、孢粉学特征的系统发育意义	/ 277
第四节 种皮纹饰研究	/ 290
一、种子的形态与大小	/ 290
二、种皮纹饰特征	/ 290
三、种皮纹饰的系统发育意义	/ 290
第四章 中国石蝴蝶属细胞学研究	
第一节 石蝴蝶属细胞学研究综述	/ 306
第二节 石蝴蝶属染色体形态特征	/ 306
第五章 石蝴蝶属栽培和繁殖技术	
第一节 石蝴蝶属栽培方法	/ 344
一、不同栽培基质和栽培方法的比较实验	/ 344
二、肥水管理	/ 346
三、温度与光照	/ 346
第二节 石蝴蝶属繁殖技术	/ 347
一、叶片扦插繁殖	/ 347
二、分株繁殖	/ 347
第三节 深度培养管栽培与繁殖技术	/ 350
一、深度培养管的栽培机理	/ 350
二、基质配方	/ 350
三、水分与温度控制	/ 350
四、栽培与繁殖周期	/ 350
第四节 组织培养	/ 355
一、石蝴蝶属组织培养的关键步骤	/ 355
二、组织培养成功范例	/ 356
第六章 石蝴蝶属植物的应用	
第一节 石蝴蝶属植物的应用现状与前景	/ 364
第二节 石蝴蝶属植物应用展示	/ 366
主要参考文献	/ 373
附录 本书涉及的产地名称说明	/ 380
中文名索引	/ 381
拉丁名索引	/ 382

| 第 | 一 | 章 |

中国石蝴蝶属植物分类



第一节 中国石蝴蝶属研究概述

一、石蝴蝶属简介

苦苣苔科 (Gesneriaceae) 位于广义唇形目的基部 (Olmstead *et al.*, 2000; Wortley *et al.*, 2005), 在全世界有 150 属 3700 余种。苦苣苔科在传统上被划分为两个亚科, 即苦苣苔亚科 (Cyrtandroideae) 和大岩桐亚科 (Gesnerioideae), 分布于亚洲东部和南部、非洲、欧洲南部、大洋洲、南美洲至墨西哥的热带至温带地区。苦苣苔亚科内族的划分、族的范围及族间关系存在较多争议 (Burt, 1962; Ivanina, 1965; Weber, 1978, 1982; 王文采, 1990)。Burt (1962) 对苦苣苔亚科作了较为全面的修订。后来, 王文采 (1990) 又对 Burt 系统做了大量的补充和修改, 使该系统的内容更臻于完善。依据王文采 (1990) 系统, 苦苣苔亚科分为 6 个族, 即苦苣苔族 (Tribe Ramondeae Fritsch)、长蒴苣苔族 (Trib. Didymocarpeae Endl.)、芒毛苣苔族 (Trib. Trichosporeae Fritsch)、浆果苣苔族 (Trib. Cyrtandreae Bl.)、尖舌苣苔族 (Trib. Epithemateae (Meisn.) Clarke) 和苔苣苔族 (Trib. Tianotricheae Yamazaki ex W. T. Wang)。中国拥有多样的野生苦苣苔科植物, 分属于 6 个族, 已知有 59 属 460 余种, 其中 28 属 377 种为中国特有。长蒴苣苔族是苦苣苔亚科中最大的一个族, 包含约 60 属, 其中我国产 42 属 (王文采, 1990; 李振宇和王印政, 2004; 韦毅刚, 2010)。

苦苣苔科植物为多年生草本, 或为灌木, 稀为乔木、一年生草本或藤本, 陆生或附生。两性花, 花冠艳丽, 花色有紫色、蓝色、白色、黄色、淡蓝色或红色等 (李振宇和王印政, 2004)。苦苣苔科多数植物花大, 且色彩鲜艳, 很具有观赏性, 如著名的非洲紫罗兰 (*Saintpaulia ionantha*)、大岩桐 (*Sinningia speciosa*)、口红花 (*Aeschynanthus radicans*)、喜荫花 (*Episcia cupreata*) 等。目前, 大岩桐亚科 (Subfamily Gesnerioidea) 下的大岩桐属 (*Sinningia*)、苦苣苔亚科下的非洲紫罗兰属 (*Saintpaulia*)、扭果花属 (*Streptocarpus*)、芒毛苣苔属 (*Aeschynanthus*)、欧洲苣苔属 (*Ramonda*) 等大部分被开发为商品花卉, 广受欢迎。在我国, 报春苣苔属 (*Primulina*)、半蒴苣苔属 (*Hemiboea*)、芒毛苣苔属 (*Aeschynanthus*) 等的少数种也被引种做观赏用, 但还有一颗深山明珠等待我们去认识和发掘, 那就是漂亮的石蝴蝶属植物 (*Petrocosmea*)。

石蝴蝶属 (*Petrocosmea*) 是由 Oliver 于 1887 年根据采自湖北西部的中华石蝴蝶 (*P. sinensis*) 而建立的, 隶属于苦苣苔亚科 (Subfam. Cyrtandroideae) 的长蒴苣苔族 (Trib. Didymocarpeae)。该属植物为多年生草本, 通常矮小, 根据王文采 (1985) 的分类系统, 该属有 27 个种, 4 变种, 其中 3 种分布在国外, 分别是越南的昆仑岛石蝴蝶 (*P. condorensis*), 印度

和缅甸东北部的印缅石蝴蝶 (*P. parryorum*), 以及缅甸南部的缅甸石蝴蝶 (*P. kingii*) (王文采, 1985, 1990)。我国有 24 种 4 变种, 分布在云南、四川、陕西南部、湖北西部、贵州和广西西南部 (李锡文, 1983; 王文采, 1985)。

石蝴蝶属依据外部形态的差别被划分为 3 个组, 分别是 sect. *Petrocosmea* Oliv. (花冠上唇和下唇近等长, 花药不缢缩), sect. *Anisochilus* Hemsl. (花冠上唇明显短于下唇, 花药不缢缩) 和 sect. *Deinanthera* W. T. Wang (花药缢缩) (王文采, 1985)。石蝴蝶属的分布区西自印度阿萨姆向东分布至中国湖北西部, 北自中国秦岭南坡向南分布至越南和缅甸的南部, 多数种分布于中国云南高原及其相邻地区。

石蝴蝶属植物具有较高的观赏价值, 其植株为漂亮的莲座型, 花冠两侧对称, 植株开花多, 花色鲜艳, 花期较长, 具有独特的观花特征, 是开发小型园艺盆栽和园林绿化的理想材料。可以说石蝴蝶属植物能与广为人知的花卉品种——非洲紫罗兰 (*Saintpaulia ionantha*) 相媲美, 既有极高的观赏价值, 又有重要的研究价值。

自石蝴蝶属建立以来, 仅进行过两次修订 (Craib, 1919; 王文采, 1985)。在王文采对石蝴蝶属进行了第二次分类修订之后, 已经有 16 个新种被陆续发表, 然而该属再未有系统性的研究。早期的分类和修订多基于对本标的描述而缺乏野外调查和对活植株及新鲜材料的观察, 有一些特征比如花冠喉部的斑点及花冠筒内部的颜色斑等在早期的种类描述和分类修订中很少提及, 而这些被忽略的特征在石蝴蝶属的种间分类上可能具有很重要的意义。在王文采系统中, 一些形态描述上较相似的种类仅仅是以不太稳定的数量性状来区分的, 如根据王文采系统, 贵州石蝴蝶 (*P. cavalariiei*) 与髯毛石蝴蝶 (*P. barbata*) 的区别仅在于贵州石蝴蝶的叶片较小, 然而叶片大小的变异在野外时有发生。在我们调查过的贵州石蝴蝶野外群体中, 同样存在叶片较大的个体, 所以叶片大小的差别并不是贵州石蝴蝶和髯毛石蝴蝶的本质区别。类似的情况在蒙自石蝴蝶 (*P. iodoides*) 和滇黔石蝴蝶 (*P. martinii*)、秋海棠叶石蝴蝶 (*P. begoniifolia*) 和四川石蝴蝶 (*P. sichuanensis*) 中也频繁存在, 要了解它们之间真正意义上的形态区分还需要大量的野外观察研究。其他的问题包括石蝴蝶属是否是一个单系, 在属下划分的 3 个组有没有系统发育意义, 在属下划分的 3 个组是不是均为单系群, 以及这 3 个组之间的演化关系如何, 组内各种间的系统关系是怎样的? 针对石蝴蝶属的众多形态特征, 哪些重要的性状具有系统发育意义? 要回答以上问题, 结合基于大量野外调查的形态学观察, 对石蝴蝶属进行全面的研究和修订显得十分必要。作者通过大量的野外考察和采集, 重新评估了石蝴蝶属植物的形态性状, 发现了一系列新的系统学性状。在形态研究

的基础上,我们应用6个叶绿体基因分子标记和2个核基因分子标记对石蝴蝶属进行了全面的分子系统学研究,然后结合生物地理学、孢粉学研究、细胞学研究等对石蝴蝶属内的系统划分、重要形态性状的进化,石蝴蝶属的起源和分化及花部特征对传粉者的适应性进化等进行了全面系统的讨论,且基于以上证据对中国石蝴蝶属进行了修订并对属下的分类提出了新的分类系统。

二、石蝴蝶属的分类历史

石蝴蝶属最初是由D. Oliver于1887年根据采自湖北宜昌的标本建立,当时只有中华石蝴蝶(*P. sinensis*)一种(Oliver, 1887; Hemsley, 1890)。1895年, Hemsley报道了另外一个采自云南蒙自的新种——大花石蝴蝶(*P. grandiflora*) (Hemsley, 1895)。四年之后,他又加入了蒙自石蝴蝶(*P. iodoides*)和小石蝴蝶(*P. minor*)两个新种,模式植物均采自云南蒙自县。由于这两个种的上唇远短于下唇并且上唇包围着花柱, Hemsley据此建立了一个新的组——石蝴蝶组(sect. *Anisochilus*),并把这两个种放入该组内(Hemsley, 1899a, 1899b)。后来, L veille (1911)也将其在1903年发表的新种*Vaniotia martinii*移至石蝴蝶属,即滇黔石蝴蝶(*P. martinii*),同时还报道了采自贵州的贵州石蝴蝶(*P. cavaleriei*) (L veille, 1911)。不久, L veille再次报道了一个采自云南的新种——东川石蝴蝶(*P. mairei*) (L veille, 1915)。1918年, Craib重新鉴定了Hemsley (1899b)发表小石蝴蝶(*P. minor*)时所引用的两份模式标本Hancock 428和A. Henry 9154,他认为Hancock 428与小石蝴蝶(*P. minor*)的描述有所不同,主要区别在于小石蝴蝶(*P. minor*)的花药稍短、椭圆形,花丝有毛,而Hancock 428的花药稍长、镰形,花丝无毛。于是他基于标本Hancock 428报道了新种南石蝴蝶(*P. henryi*),同时还报道了滇泰石蝴蝶(*P. kerrii*)。

1919年, Craib对石蝴蝶属进行了首次修订,一共收录了15个种,其中包括6个新种,即扁圆石蝴蝶(*P. oblata*)、显脉石蝴蝶(*P. nervosa*)、萎软石蝴蝶(*P. flaccida*)、大理石蝴蝶(*P. forrestii*)、髯毛石蝴蝶(*P. barbata*)和石蝴蝶(*P. duclouxii*)。他根据花冠上下唇是否等长、上唇是否包围花柱,将石蝴蝶属分成sect. *Eupetrocosmea* Craib和sect. *Anisochilus* Hemsl.两个组。其中sect. *Eupetrocosmea* Craib包括5个种,即显脉石蝴蝶(*P. nervosa*)、扁圆石蝴蝶(*P. oblata*)、萎软石蝴蝶(*P. flaccida*)、中华石蝴蝶(*P. sinensis*)和大花石蝴蝶(*P. grandiflora*), sect. *Anisochilus* Hemsl.包括了剩余的10个种。1921年, Smith发表了采自云南的新种*P. wardii*。但是后来, Burt在1958年观察了中国云南的5份标本和采自泰国的3份标本之后,认为该种和*P. kerrii*之间并无明显差别,因而予以归并,同时被归并的还有*Damrongia kerrii* Pellegrin。

然而,大约在1940年,陈焕镛在鉴定*P. henryi* Craib的等模式标本(A. Henry 9154)时认为小石蝴蝶(*P. minor*)和南石蝴蝶(*P. henryi*)难以区别,标本Henry 9154的花丝和Hancock 428的等模式Hancock 128一样有很短的小毛,建议将二者归并,王文采(1985)在观察这两份标本之后与陈焕镛得出了同样的观点

并将二者合并。

1926年, Fischer报道了产于印度的印缅石蝴蝶(*P. parryrum* C. E. C. Fischer),这也是石蝴蝶属植物在印度的第一次记录(Fischer, 1926)。随后, Pellegrin (1930)将长蒴苣苔属的*Didymocarpus condorensis* Pierre移至该属并命名为昆仑岛石蝴蝶(*P. condorensis*),这也是该属在越南的首次纪录。1935年,陈焕镛发表采自中国海南的新种盾叶石蝴蝶(*P. peltata*),后被王文采(1981)移出本属而建立了一个单型属——盾叶苣苔属(*Metapetrocosmea* W. T. Wang)。王文采(1981)认为盾叶苣苔属的一些特征比石蝴蝶属进化,其花冠和花药的形态明显区别于石蝴蝶属。1946年, Chatterjee将特产于缅甸南部的*Trisepalum kingii* Clarke移至石蝴蝶属,并命名为*P. kingii* (Clarke) Chatterjee (缅甸石蝴蝶)。

Burt 1958年认为盾叶石蝴蝶、缅甸石蝴蝶和印缅石蝴蝶都属于石蝴蝶属中反常的种,还认为石蝴蝶属的种类划分过于简单,造成许多种间的区别模糊,需待材料丰富时加以解决。

此后,王文采于1981年和1984年分别描述了特产陕西的秦岭石蝴蝶(*P. qinlingensis*)、特产云南的宽萼石蝴蝶(*P. latisepala*)、特产贵州的汇药石蝴蝶(*P. confluens*)、特产四川的四川石蝴蝶(*P. sichuanensis*)及特产贵州的变种光蕊滇黔石蝴蝶(*P. martinii* var. *leiandra*)。

李锡文(1983)对云南地区的石蝴蝶属做了较为系统的研究,他描述了4个新种,分别为莲座石蝴蝶(*P. rosettifolia*)、丝毛石蝴蝶(*P. sericea*)、秋海棠叶石蝴蝶(*P. begoniifolia*)和孟连石蝴蝶(*P. menglianensis*)。

1985年,王文采对石蝴蝶属进行了第二次修订,他将宽萼石蝴蝶降级为扁圆石蝴蝶(*P. oblata*)的变种——宽萼石蝴蝶(*P. oblata* var. *latisepala*),将1958年Craib阐述缅甸石蝴蝶时所引用的标本A. Henry 13120处理为缅甸石蝴蝶的一个变种——绵毛石蝴蝶(*P. kerrii* var. *crinita*),增加了一个东川石蝴蝶(*P. mairei*)的变种——会东石蝴蝶(*P. mairei* var. *intraglabra*),同时还报道了3个新种,分别是长梗石蝴蝶(*P. longipedicellata*)、蓝石蝴蝶(*P. coerulea*)和大叶石蝴蝶(*P. grandifolia*)。至此,石蝴蝶属共有27种4变种,分布在中国地区的有24种4变种。王文采接受Hemsley和Craib的分类方法,仍然保留了他们建立的中华石蝴蝶组(sect. *Petrocosmea*)和石蝴蝶组(sect. *Anisochilus*)两个组,同时根据花药顶端缢缩这一特征建立了本属的第3个组——滇泰石蝴蝶组(sect. *Deinanthera*),而且在组之下细分出了亚组和系。

王文采(1985)根据花药顶端是否缢缩,以及上唇与下唇的长度比例将石蝴蝶属划分为3个组,其划分系统如下。

(1) 中华石蝴蝶组(sect. *Petrocosmea*) 花药顶端不缢缩,花冠上唇与下唇近等长。包括显脉石蝴蝶(*P. nervosa*)、扁圆石蝴蝶(*P. oblata*)、宽萼石蝴蝶(*P. oblata* var. *latisepala*)、萎软石蝴蝶(*P. flaccida*)、中华石蝴蝶(*P. sinensis*)、秦岭石蝴蝶(*P. qinlingensis*)、昆仑岛石蝴蝶(*P. condorensis*)及大花石蝴蝶(*P. grandiflora*)。

(2) 石蝴蝶组(sect. *Anisochilus*) 花药顶端不缢缩,花冠上唇比下唇短约一倍或两倍。是石蝴蝶属最大的一个组,组下又划



分为两个系：髯毛石蝴蝶系 (ser. *Barbatae*)，花冠上唇 2 裂近基部或达中部，包括石蝴蝶 (*P. duclouxii*)、东川石蝴蝶 (*P. mairei*)、会东石蝴蝶 (*P. mairei* var. *intraglabra*)、大理石蝴蝶 (*P. forrestii*)、莲座石蝴蝶 (*P. rosettifolia*)、髯毛石蝴蝶 (*P. barbata*)、长梗石蝴蝶 (*P. longipedicellata*)、贵州石蝴蝶 (*P. cavalariiei*)、秋海棠叶石蝴蝶 (*P. begoniifolia*)、四川石蝴蝶 (*P. sichuanensis*)、汇药石蝴蝶 (*P. confluens*)、印缅石蝴蝶 (*P. parryorum*) 及蓝石蝴蝶 (*P. coerulea*)；蒙自石蝴蝶系 (ser. *Iodioides*)，花冠上唇不明显 2 浅裂，微凹或近全缘，包括蒙自石蝴蝶 (*P. iodioides*)、滇黔石蝴蝶 (*P. martinii*)、光蕊滇黔石蝴蝶 (*P. martinii* var. *leiandra*)、丝毛石蝴蝶 (*P. sericea*) 和小石蝴蝶 (*P. minor*)。

(3) 滇泰石蝴蝶组 (sect. *Deinanthera*) 花药顶端缢缩。其又包括两个亚组：孟连石蝴蝶亚组 (subject. *Menglianense*)，花萼辐射对称，萼片分生，边缘全缘或近全缘，包括大叶石蝴蝶 (*P. grandifolia*) 和孟连石蝴蝶 (*P. menglianensis*) 两个种；滇泰石蝴蝶亚组 (subject. *Kerrianae*)，花萼左右对称，后方 3 萼片多少合生，边缘常有小齿。滇泰石蝴蝶亚组又被划分为两个系，即缅甸石蝴蝶系 (ser. *Kingianae*)，只包括特产于缅甸的缅甸石蝴蝶 (*P. kingii*) 一个种，滇泰石蝴蝶系 (ser. *Kerrianae*)，包括滇泰石蝴蝶 (*P. kerrii*) 及其变种——绵毛石蝴蝶 (*P. kerrii* var. *crinita*)。

王文采在第二次修订中认为石蝴蝶属的形态演化趋势为：

(1) 花萼辐射对称、萼片分生向花萼左右对称、萼片合生方向演化；

(2) 花冠上唇与下唇近等长向上唇比下唇短 2 倍或更多方向演化；

(3) 花药不缢缩向花药在顶端之下缢缩方向演化。

而且他认为花冠上唇和下唇近等长、花药不缢缩的中华石蝴蝶组为本属的原始群，而其他两组——石蝴蝶组（花冠上唇明显短于下唇，花药不缢缩）和滇泰石蝴蝶组（花药在顶端之下缢缩）为较为进化的群。

在王文采系统 (1985) 中，虽然划分出了组、亚组和系，但是这些属下划分依据主要是基于对标本的描述，而早期发表的很多种对一些性状的描述不够全面和准确，如滇黔石蝴蝶在 1915 年发表时对形态的描述很少，这对以后的修订都带来了很大的困难。王文采共发表了 4 个变种 (王文采, 1984, 1985)，但 these 变种与其原变种的区分还有待进一步考证，如宽萼石蝴蝶 (*P. oblata* var. *latisejala*) 与其原变种扁圆石蝴蝶 (*P. oblata*) 的区别仅在于前者的模式标本上的花萼稍宽。根据我们的野外调查，在石蝴蝶属的同一种的不同群体甚至个体之间花萼的形态、颜色甚至数目都有一些变化，但这些变化都在正常的变化范围之内，所以仅以花萼的宽度来区分的变种是不成立的。

20 世纪 90 年代初，印缅石蝴蝶被发现在中国也有分布，在 1991 年出版的《云南植物志》描述了原以为仅产于缅甸和印度的印缅石蝴蝶（而《中国植物志》(1990) 没有把这个种收入），印缅石蝴蝶在中国的新纪录地在云南西双版纳。

李振宇和王印政 (2004) 在对我国苦苣苔科植物进行研究时，基本接受了王文采 (1985) 的系统，但是其在石蝴蝶属的 3 个组之下并没有再细分。

自 1985 年第二次修订以来，石蝴蝶属有 16 个新种被陆续报道，其中产自中国的有 11 个种，产自国外 (泰国) 的有 5 个种。

1998 年，B. L. Burt 根据采自泰国北部清迈的标本发表了新种美丽石蝴蝶 (*P. formosa* B. L. Burt)，其隶属于滇泰石蝴蝶组，特产于泰国。2001 年，B. L. Burt 又描述了特产于泰国清迈的异叶石蝴蝶 (*P. heterophylla* B. L. Burt) 和伞花石蝴蝶 (*P. umbelliformis* B. L. Burt)，分别隶属于滇泰石蝴蝶组和中华石蝴蝶组，这是中华石蝴蝶组的成员在泰国的首次发现。

2010 年，D. J. Middleton 和 P. Triboun 又报道了采自泰国清迈的两个种，分别为二色石蝴蝶 (*P. bicolor* D. J. Middleton & Triboun) 和短毛石蝴蝶 (*P. pubescens* D. J. Middleton & Triboun)，都隶属于滇泰石蝴蝶组。这样，1985 年之后共发表了 5 个特产于国外的新种，都分布在泰国的清迈，其中有 4 个种隶属于滇泰石蝴蝶组，有 1 个种隶属于中华石蝴蝶组，也是迄今为止泰国的唯一一个中华石蝴蝶组成员。

2009 年开始，产自国内的 11 个石蝴蝶属新种被陆续发表，分别为兴义石蝴蝶 (*P. xingyiensis* Y. G. Wei & F. Wen) (Wei and Wen, 2009)、黄斑石蝴蝶 (*P. xanthomaculata* G. Q. Gou et X. Y. Wang) (苟光前等, 2010)、石林石蝴蝶 (*P. shilinensis* Y. M. Shui & H. T. Zhao) (赵厚涛和税玉民, 2010)、旋涡石蝴蝶 (*P. cryptica* J. M. H. Shaw) (Shaw, 2011)、砚山石蝴蝶 (*P. yanshanensis* Z. J. Qiu & Y. Z. Wang) (Qiu et al., 2011)、长蕊石蝴蝶 (*P. longianthera* Z. J. Qiu & Y. Z. Wang) (Qiu et al., 2011)、环江石蝴蝶 (*P. huanjiangensis* Yan Liu & W. B. Xu [Xu et al., 2011])、合溪石蝴蝶 (*P. hexiensis* S. Z. Zhang & Z. Y. Liu) (Qiu et al., 2012)、富宁石蝴蝶 (*P. funingensis* Q. Zhang & B. Pan) (Zhang et al., 2013)、黑眼石蝴蝶 (*P. melanophthalma* Huan C. Wang, Z. R. He & Li Bing Zhang) (Wang et al., 2013) 和光喉石蝴蝶 (*P. glabristoma* Z. J. Qiu & Y. Z. Wang) (Qiu et al., 2015)。以上 11 个新种除了黑眼石蝴蝶隶属于滇泰石蝴蝶组之外，其余 9 种都隶属于石蝴蝶组。

作者在野外考察过程中又发现了 1 个产自重庆的石蝴蝶属疑似新种 (即将发表)——南川石蝴蝶 (*P. nanchuanensis* Z. Y. Liu, Z. Yu Li & Zhi J. Qiu)。本书也将它收录进来。

苦苣苔科的分子系统学研究已经有 15 年时间，但与石蝴蝶属相关的分子系统学研究只限于几个种的个别基因序列，如萎软石蝴蝶 (*P. flaccida*) 的 *ndhF* 序列，显脉石蝴蝶 (*P. nervosa*)、滇泰石蝴蝶 (*P. kerrii*)、丝毛石蝴蝶 (*P. sericea*)、小石蝴蝶 (*P. minor*) 的 *trnL-F* 和 *atpB-rbcL* 序列 (Smith et al., 1997; Mayer et al., 2003; Möller et al., 2009)，但这些研究都是在探讨苦苣苔科族间或属间的系统关系时作为属的代表种取样，针对石蝴蝶属的系统位置及其属系统关系的分子系统学研究目前还没有报道。

三、石蝴蝶属的分类系统

(一) Craib (1919) 的石蝴蝶属分类系统

石蝴蝶属 *Petrocosmea* Oliv.

sect. *Eupetrocosmea* Craib (花冠上下唇近等长，上唇不包裹花柱)

1. *P. grandiflora* Hemsl.
2. *P. oblata* Craib
3. *P. nervosa* Craib
4. *P. flaccida* Craib
5. *P. sinensis* Oliv.

sect. *Anisochilus* Hemsl. (花冠下唇明显长于上唇, 上唇包裹住花柱)

6. *P. henryi* Craib
7. *P. forrestii* Craib
8. *P. cavaleriei* Lévl.
9. *P. barbata* Craib
10. *P. kerrii* Craib
11. *P. mairei* Lévl.
12. *P. minor* Hemsl.
13. *P. duclouxii* Craib
14. *P. martinii* Lévl.
15. *P. iodoides* Hemsl.

(二) 王文采 (1985) 的石蝴蝶属分类系统和系统观点

1. 分类系统

石蝴蝶属 *Petrocosmea* Oliv.

组 1. 中华石蝴蝶组 sect. *Petrocosmea* Craib (花药不缢缩; 花萼辐射对称, 5 裂达基部, 裂片全缘; 花冠上唇与上唇近等长)

1. 显脉石蝴蝶 *P. nervosa* Craib
- 2a. 扁圆石蝴蝶 *P. oblata* Craib
- 2b. 宽萼石蝴蝶 *P. oblata* var. *latisepala* W. T. Wang
3. 萎软石蝴蝶 *P. flaccida* Craib
4. 中华石蝴蝶 *P. sinensis* Oliv.
5. 秦岭石蝴蝶 *P. qinlingensis* W. T. Wang
6. 昆仑岛石蝴蝶 *P. condorensis* Pellegr.
7. 大花石蝴蝶 *P. grandiflora* Hemsl.

组 2. 石蝴蝶组 sect. *Anisochilus* Hemsl. (花药不缢缩; 花萼辐射对称, 5 裂达基部, 裂片全缘; 花冠上唇为下唇之半)

- 系 1. 髯毛石蝴蝶系 ser. *Barbatae* W. T. Wang (花冠上唇裂近基部或达基部)
8. 石蝴蝶 *P. duclouxii* Craib
- 9a. 东川石蝴蝶 *P. mairei* Lévl.
- 9b. 会东石蝴蝶 *P. mairei* var. *intraglabra* W. T. Wang
10. 大理石蝴蝶 *P. forrestii* Craib
11. 莲座石蝴蝶 *P. rosettifolia* C. Y. Wu ex H. W. Li
12. 髯毛石蝴蝶 *P. barbata* Craib
13. 长梗石蝴蝶 *P. longipedicellata* W. T. Wang
14. 贵州石蝴蝶 *P. cavaleriei* Lévl.
15. 秋海棠叶石蝴蝶 *P. begoniifolia* C. Y. Wu ex H. W. Li
16. 四川石蝴蝶 *P. sichuanensis* Chun ex W. T. Wang
17. 汇药石蝴蝶 *P. confluens* W. T. Wang
18. 印缅石蝴蝶 *P. parryorum* C. E. C. Fischer
19. 蓝石蝴蝶 *P. coerulea* C. Y. Wu ex W. T. Wang

系 2. 蒙自石蝴蝶系 ser. *Iodoides* W. T. Wang (花冠上唇不明显 2 浅裂, 微凹或近全缘)

20. 蒙自石蝴蝶 *P. iodoides* Hemsl.
- 21a. 滇黔石蝴蝶 *P. martinii* Lévl.
- 21b. 光蕊滇黔石蝴蝶 *P. maitinii* var. *leiandra* W. T. Wang
22. 丝毛石蝴蝶 *P. sericea* C. Y. Wu ex H. W. Li
23. 小石蝴蝶 *P. minor* Hemsl.

组 3. 滇泰石蝴蝶组 sect. *Deinanthera* W. T. Wang (花药在顶端之下缢缩, 行程一个短而粗的喙)

亚组 1. 孟连石蝴蝶亚组 subsect. *Menglianenses* W. T. Wang (花萼辐射对称, 萼片分生, 边缘全缘或近全缘; 花冠上唇与下唇近等长)

24. 孟连石蝴蝶 *P. menglianensis* H. W. Li
25. 大叶石蝴蝶 *P. grandifolia* W. T. Wang

亚组 2. 滇泰石蝴蝶亚组 subsect. *Kerrianae* W. T. Wang (花萼左右对称, 后方 3 萼片多少合生, 边缘常有小齿)

- 系 1. 缅甸石蝴蝶系 ser. *Kingianae* W. T. Wang (后方 3 萼片稍合生; 花冠上唇与下唇近等长)
26. 缅甸石蝴蝶 *P. kingii* (Clarke) Chatterjee
- 系 2. 滇泰石蝴蝶系 ser. *Kerrianae* W. T. Wang (后方 3 萼片合生达中部或中部之上; 花冠上唇比下唇短)
- 27a. 滇泰石蝴蝶 *P. kerrii* Craib
- 27b. 绵毛石蝴蝶 *P. kerrii* var. *crinita* W. T. Wang

2. 系统观点

(1) 花萼辐射对称、萼片分生是原始的, 花萼左右对称、萼片合生是进化的;

(2) 花冠上唇与下唇近等长是原始的, 上唇比下唇短 2 倍或更多是进化的;

(3) 花药不缢缩是原始的, 花药在顶端之下缢缩是进化的。

四、石蝴蝶属新分类系统

由于石蝴蝶属早期的原始描述往往过于简单, 标本稀少, 至今仅做过两次修订, 之后又有大量的新种发表, 所以石蝴蝶属的分类系统仍有很多遗留问题, 比如一些早期发表的种形态描述往往不够全面, 模式标本上的信息不全, 这些都对以后的鉴别和修订带来了很大的困难。迄今为止对石蝴蝶属所做的两次修订都是基于对标本的观察, 这样一些很重要的形态特征可能会被忽略, 比如花冠喉部的斑点及花冠筒内部的斑点颜色, 花药与花柱的位置关系, 背部花瓣的弯曲情况等这些重要的信息在之前的两次修订中都没有涉及, 而这些被忽略的性状在石蝴蝶属的种间分类上具有很重要的意义。在王文采系统中, 一些形态描述上较相似的种类仅仅是以不太稳定的数量性状来区分的, 如贵州石蝴蝶与髯毛石蝴蝶、蒙自石蝴蝶与滇黔石蝴蝶、秋海棠叶石蝴蝶与四川石蝴蝶的区分只是基于叶片的大小, 我们在野外观察到叶片大小在一个居群中就有比较大的变异, 叶片大小可能并不能真实反映它们之间本质区别。所以, 要了解它们之间的真正意义上的形态区



分还需要大量的野外观察研究。此外，历史上对石蝴蝶属某些种的划分存在着较多的争议，如滇泰石蝴蝶、小石蝴蝶、缅甸石蝴蝶及印缅石蝴蝶 (Craib, 1918a, 1918b; Chen, 1935; Burtt, 1958a, 1958b; 王文采, 1981, 1985; 李锡文, 1983)。

在石蝴蝶属分子系统学、形态学、细胞学、孢粉学、种皮纹饰等多方面研究的基础上，通过大量野外考察和标本考证，作者提出了世界石蝴蝶属植物分类新系统，并对中国的石蝴蝶属新分类系统进行了详细的阐述。

昆仑岛石蝴蝶是特产于越南南部岛屿昆仑岛的石蝴蝶属植物，发表于1926年，标本非常稀缺，发表后未见再有学者采集到或报道。本书作者曾去昆仑岛实地野外考察，发现岛上的气候干燥，努力找寻后并未找到昆仑岛石蝴蝶，也未找到相似的生境，作者怀疑此种可能已灭绝。

宽萼石蝴蝶与原变种扁圆石蝴蝶的区别仅在于前者的花萼较宽，我们在野外观察中发现扁圆石蝴蝶的花萼宽度变化较大，有披针形、宽披针形、三角形等，作者在对比宽萼石蝴蝶和扁圆石蝴蝶的标本后，发现花萼较宽这一性状并不稳定，故在本系统中将宽萼石蝴蝶合并到扁圆石蝴蝶中。

对于会东石蝴蝶、光蕊滇黔石蝴蝶和绵毛石蝴蝶3个变种，经过与其各自的原变种标本比对、野外观察及分子系统学研究后，我们认为这3个种与其相应的原变种有较大的区别，不应作为变种处理，本系统将这3个变种分别提升到种的等级。

自1985年之后，共发表石蝴蝶属新种16种，至此，本属现知有46种，我国有39种。作者在重庆发现了南川石蝴蝶 (*P. nanchuanensis* Z. Y. Liu, Z. Yu Li & Zhi J. Qiu) 新种 (即将发表)，本系统亦将这个即将发表的新种收录，故本系统共收录石蝴蝶属植物47种，我国有40种。

(一) 石蝴蝶属新分类系统 (邱志敬等, 2015)

石蝴蝶属 *Petrocosmea* Oliv.

组1. 滇泰石蝴蝶组 sect. *Deinantha* W. T. Wang

1. 滇泰石蝴蝶 *P. kerrii* Craib
2. 印缅石蝴蝶 *P. parryrum* C. E. C. Fischer
3. 绵毛石蝴蝶 *P. crinita* (W. T. Wang) Zhi J. Qiu
4. 孟连石蝴蝶 *P. menglianensis* H. W. Li
5. 大叶石蝴蝶 *P. grandifolia* W. T. Wang
6. 缅甸石蝴蝶 *P. kingii* (Clarke) Chatterjee
7. 美丽石蝴蝶 *P. formosa* B. L. Burtt
8. 异叶石蝴蝶 *P. heterophylla* B. L. Burtt
9. 二色石蝴蝶 *P. bicolor* D. J. Middleton & Triboun
10. 短毛石蝴蝶 *P. pubescens* D. J. Middleton & Triboun

组2. 石蝴蝶组 sect. *Anisochilus* Hemsl.

11. 莲座石蝴蝶 *P. rosettifolia* C. Y. Wu ex H. W. Li
12. 秋海棠叶石蝴蝶 *P. begoniifolia* C. Y. Wu ex H. W. Li
13. 蓝石蝴蝶 *P. coerulea* C. Y. Wu ex W. T. Wang
14. 黑眼石蝴蝶 *P. melanophthalma* Huan C. Wang, Z. R. He & Li Bing Zhang

15. 汇药石蝴蝶 *P. confluens* W. T. Wang
 16. 合溪石蝴蝶 *P. hexiensis* S. Z. Zhang & Z. Y. Liu
 17. 石蝴蝶 *P. duclouxii* Craib
 18. 会东石蝴蝶 *P. intraglabra* (W. T. Wang) Zhi J. Qiu
 19. 四川石蝴蝶 *P. sichuanensis* Chun ex W. T. Wang
- 组3. 小石蝴蝶组 sect. *Minor* Zhi J. Qiu
20. 长蕊石蝴蝶 *P. longianthera* Z. J. Qiu & Y. Z. Wang
 21. 环江石蝴蝶 *P. huangjiangensis* Yan Liu & W. B. Xu
 22. 兴义石蝴蝶 *P. xingyiensis* Y. G. Wei & F. Wen
 23. 石林石蝴蝶 *P. shilinensis* Y. M. Shui & H. T. Zhao
 24. 小石蝴蝶 *P. minor* Hemsl.
 25. 旋涡石蝴蝶 *P. cryptica* J. M. H. Shaw
 26. 光蕊石蝴蝶 *P. leiandra* (W. T. Wang) Zhi J. Qiu
 27. 蒙自石蝴蝶 *P. iodoides* Hemsl.
 28. 富宁石蝴蝶 *P. funingensis* Q. Zhang & B. Pan
 29. 滇黔石蝴蝶 *P. martinii* Lévl.
 30. 丝毛石蝴蝶 *P. sericea* C. Y. Wu ex H. W. Li
 31. 砚山石蝴蝶 *P. yanshanensis* Z. J. Qiu & Y. Z. Wang
 32. 大花石蝴蝶 *P. grandiflora* Hemsl.
- 组4. 髯毛石蝴蝶组 sect. *Barbatae* Zhi J. Qiu
33. 光喉石蝴蝶 *P. glabristoma* Z. J. Qiu & Y. Z. Wang
 34. 大理石蝴蝶 *P. forrestii* Craib
 35. 东川石蝴蝶 *P. mairei* Lévl.
 36. 南川石蝴蝶 *P. nanchuanensis* Z. Y. Liu, Z. Yu Li & Zhi J. Qiu
 37. 髯毛石蝴蝶 *P. barbata* Craib
 38. 长梗石蝴蝶 *P. longipedicellata* W. T. Wang
 39. 贵州石蝴蝶 *P. cavaleriei* Lévl.
 40. 黄斑石蝴蝶 *P. xanthomaculata* G. Q. Gou et X. Y. Wang
- 组5. 中华石蝴蝶组 sect. *Petrocosmea* Craib
41. 显脉石蝴蝶 *P. nervosa* Craib
 42. 中华石蝴蝶 *P. sinensis* Oliv.
 43. 秦岭石蝴蝶 *P. qinlingensis* W. T. Wang
 44. 菱软石蝴蝶 *P. flaccida* Craib
 45. 扁圆石蝴蝶 *P. oblata* Craib
 46. 昆仑岛石蝴蝶 *P. condorensis* Pellegr.
 47. 伞花石蝴蝶 *P. umbelliformis* B. L. Burtt

(二) 系统观点

- (1) 花萼左右对称、萼片合生是原始的，花萼辐射对称、萼片分生是进化的；
- (2) 花药缢缩是原始的，花药不缢缩是进化的；
- (3) 花冠上唇比下唇短是原始的，花冠上唇与下唇近等长是进化的；
- (4) 花柱顶端向下弯曲是原始的，花柱顶端向上弯曲或不弯曲是进化的；
- (5) 花冠筒下部膨大是原始的，花冠筒下部不膨大是进化的。

第二节 中国石蝴蝶属植物分类群

根据本书的新系统石蝴蝶属共有 47 种，西自印度阿萨姆向东至我国湖北西部，北自秦岭南坡向南分布至越南和缅甸的南部，多数种分布于中国云南高原及其相邻地区。我国共有石蝴蝶属植物 40 种，分布在云南、四川、贵州、陕西、湖北、湖南、广西、重庆等。

石蝴蝶属形态特征

习性 石蝴蝶属植物为多年生草本，通常矮小，分布在海拔 300 ~ 3000m 的高原地带，通常生长在石灰岩石缝中或者石灰石表面的土层中，生境一般阴暗潮湿。

茎 具粗而短的根状茎，大部分种的根状茎不明显，个别种如蒙自石蝴蝶、蓝石蝴蝶及印缅石蝴蝶的根状茎较明显。

叶 叶均基生，具柄，叶片的形状变化较大，有卵形、长卵形、倒卵形、菱形、扁圆形、圆形、心形、椭圆形或宽椭圆形不等，具羽状脉，叶片两面皆被毛，个别种叶片的毛被较疏，如扁圆石蝴蝶的叶片在上下两面都疏被短柔毛，也有个别种的叶片被短腺毛，如蒙自石蝴蝶和光蕊石蝴蝶。而大叶石蝴蝶和孟连石蝴蝶的叶片则被较硬的刚毛。

大叶石蝴蝶、孟连石蝴蝶、滇泰石蝴蝶、绵毛石蝴蝶及印缅石蝴蝶的叶片较大，外轮叶片的叶柄较长。蓝石蝴蝶、印缅石蝴蝶、环江石蝴蝶和黑眼石蝴蝶的叶基部盾形，其他种的基部不为盾形。

花序 聚伞花序腋生，1 至数条，有 2 或 3 个苞片，1 至 2 回分枝或不分枝，每个花序上有少数或 1 朵花。蓝石蝴蝶的花序为伞状聚伞花序，是石蝴蝶属中比较特殊的花序类型，这可能是

聚伞花序节间极度缩短的结果。

花萼 在野外状态下，石蝴蝶属的花萼通常是两侧对称，上面 3 枚萼片，下面 2 枚萼片（裂片线状披针形，稀卵形），上面的 3 枚萼片常常聚拢在一起，稍合生，下面 2 枚常常叉开，在中华石蝴蝶、扁圆石蝴蝶、萎软石蝴蝶、秦岭石蝴蝶及显脉石蝴蝶中，花萼是 5 裂达基部，辐射对称。

花冠 花冠大部分为蓝紫色，也有白色，如大叶石蝴蝶、孟连石蝴蝶和绵毛石蝴蝶，花冠筒粗筒状，花冠筒下部有时膨大，檐部比筒长，二唇形，上唇 2 裂，与下唇近等长或比下唇短约 1 倍或 2 倍，下唇 3 裂。花冠常有斑点，斑点类型可以分为两种：一种是在花冠下唇裂片的基本部交界处有两个鲜黄色斑点，一种是在花丝正下方的花冠筒内侧有两个紫色、红褐色或紫褐色斑点。

雄蕊 花药底着或背着，通常椭圆形、卵形或圆卵形，有时在顶部之下缢缩，2 药室平行或向顶部逐渐收缩，顶端不汇合或汇合，花丝大部分被毛，被毛的类型、稀疏、长短等常有分化，可作为形态分类的特征，花丝膝状弯曲或直，中部膨大或无膨大，退化雄蕊 3，着生于花冠筒基部。

雌蕊 雌蕊伸出花冠筒之外，花柱贴近花冠筒背部内壁伸出或从花冠筒中央或中央偏下方伸出，花柱顶端常向下或向上弯曲，子房卵球形或椭圆形，分上、下两室，两室不等大，有 2 侧膜胎座和多数胚珠，花柱细长，被毛或无，柱头 1，小，近球形。

果实和种子 蒴果长椭圆球形或卵球形，室背开裂为 2 瓣。种子小，椭圆形，光滑。

分种检索表

1. 花药顶端之下缢缩，形成一短而粗的喙（组 1. 滇泰石蝴蝶组 sect. *Deinanthera* W. T. Wang）。
 2. 花冠蓝色或蓝紫色。
 3. 叶片基部不为盾形或偶尔为盾形，花丝直…………… 1. 滇泰石蝴蝶 *P. kerrii* Craib
 3. 叶片基部全部为盾形，花丝膝状弯曲，花冠筒内部下方基部有两个红褐色斑点…………… 2. 印缅石蝴蝶 *P. parryrum* C. E. C. Fischer
 2. 花冠白色。
 4. 花萼左右对称，后方 3 萼片合生达中部，花萼外面被绵毛，花冠上唇比下唇短…………… 3. 绵毛石蝴蝶 *P. crinita* (W. T. Wang) Zhi J. Qiu
 4. 花萼辐射对称，萼片分生，边缘全缘或近全缘，花冠上唇与下唇近等长。
 5. 叶片长达 10cm，基部不呈盾形，花冠喉部黑色，外面被短毛…………… 4. 孟连石蝴蝶 *P. menglianensis* H. W. Li
 5. 叶片长达 25cm，基部有时盾形，花冠在喉部不呈黑色，外面无毛…………… 5. 大叶石蝴蝶 *P. grandifolia* W. T. Wang
1. 花药不缢缩，花萼 5 裂达基部，裂片全缘。
 6. 花冠筒与檐部近等长或稍长于檐部，花柱无毛或中部之下疏被短毛（组 2. 石蝴蝶组 sect. *Anisochilus* Hemsl.）
 7. 叶基部呈盾形。
 8. 叶片卵形，花序为伞状聚伞花序，花冠筒内部下方基部有两个黄褐色斑点…………… 8. 蓝石蝴蝶 *P. coerulea* C. Y. Wu ex W. T. Wang
 8. 叶片长椭圆形，花序为单花聚伞花序，花冠筒内部下方基部有 2 个黑色斑点…………… 9. 黑眼石蝴蝶 *P. melanophthalma* Huan C. Wang, Z. R. He & Li Bing Zhang
 7. 叶基部不呈盾形。



- 9. 花丝无毛。
 - 10. 花冠内面疏被短毛, 花较大, 上唇长 5 ~ 7mm, 下唇长 8 ~ 9mm 6. 莲座石蝴蝶 *P. rosettifolia* C. Y. Wu ex H. W. Li
 - 10. 花冠内面无毛, 花较小, 上唇长 0.7 ~ 1.5mm, 下唇长 2 ~ 2.8mm 10. 汇药石蝴蝶 *P. confluens* W. T. Wang
- 9. 花丝被极短毛。
 - 11. 花冠上唇 2 裂近基部。
 - 12. 花药长约 2mm, 与花丝近等长 11. 合溪石蝴蝶 *P. hexiensis* S. Z. Zhang & Z. Y. Liu
 - 12. 花药长约 3mm, 比花丝长约 1.5 倍 12. 石蝴蝶 *P. duclouxii* Craib
 - 11. 花冠上唇 2 裂近中部。
 - 13. 叶片边缘有小齿, 长达 1.5cm, 花药长约 1.2mm, 与花丝近等长 13. 会东石蝴蝶 *P. intraglabra* (W. T. Wang) Zhi J. Qiu
 - 13. 叶片边缘近全缘或在边缘上部有小齿, 花药比花丝稍短或近等长。
 - 14. 叶较大, 叶片长达 4cm, 宽 3cm, 边缘上部有小齿, 花药长 2.5mm, 比花丝稍短 7. 秋海棠叶石蝴蝶 *P. begoniifolia* C. Y. Wu ex H. W. Li
 - 14. 叶较小, 叶片长达 2cm, 宽 1.5cm, 边缘全缘, 花药长约 1.8mm, 比花丝长 14. 四川石蝴蝶 *P. sichuanensis* Chun ex W. T. Wang
- 6. 花冠筒比缘部短, 花柱被短毛或长髯毛。
 - 15. 上唇 2 浅裂或微凹, 上唇比下唇稍短或短 1 倍以上 (组 3. 小石蝴蝶组 sect. *Minor* Zhi J. Qiu)
 - 16. 花冠上唇 2 浅裂, 上唇比下唇稍短。
 - 17. 花药长喙形, 长约 6mm, 远长于花丝 15. 长蕊石蝴蝶 *P. longianthera* Z. J. Qiu & Y. Z. Wang
 - 17. 花药三角形或长圆形, 花药比花丝短。
 - 18. 花药三角形, 长约 2.2mm, 花丝中部膨大, 密被短毛, 长约 2.5mm 26. 砚山石蝴蝶 *P. yanshanensis* Z. J. Qiu & Y. Z. Wang
 - 18. 花药长圆形, 长约 2mm, 花丝长约 4mm, 被短毛 27. 大花石蝴蝶 *P. grandiflora* Hemsl.
 - 16. 花冠上唇微凹, 上唇比下唇短约 2 倍。
 - 19. 花丝无毛 21. 光蕊石蝴蝶 *P. leiandra* (W. T. Wang) Zhi J. Qiu
 - 19. 花丝被毛。
 - 20. 下唇裂片椭圆形或长椭圆形。
 - 21. 花冠为蓝紫色, 花冠筒内面基部有 2 个黄褐斑点 19. 小石蝴蝶 *P. minor* Hemsl.
 - 21. 花冠为白色, 花冠筒内面基部有 2 个黄色斑点 20. 旋涡石蝴蝶 *P. cryptica* J. M. H. Shaw
 - 20. 下唇裂片扁圆形或宽卵形。
 - 22. 叶基部为盾形 16. 环江石蝴蝶 *P. huangjiangensis* Yan Liu & W. B. Xu
 - 22. 叶基部不为盾形。
 - 23. 叶片为倒披针形 17. 兴义石蝴蝶 *P. xingyiensis* Y. G. Wei & F. Wen
 - 23. 叶片不为倒披针形。
 - 24. 叶柄、叶片、花萼等被开展的柔毛。
 - 27. 花丝被腺毛, 花药顶端有蕊喙 22. 蒙自石蝴蝶 *P. iodoides* Hemsl.
 - 27. 花丝密被长绵毛, 花药顶端无蕊喙 23. 富宁石蝴蝶 *P. funingensis* Q. Zhang & B. Pan
 - 24. 叶柄、叶片、花萼等密被白色贴伏状绒毛或短柔毛。
 - 25. 叶基部心形, 花丝膝状弯曲。
 - 26. 花丝密被髯毛, 叶柄、叶背毛被倒生 18. 石林石蝴蝶 *P. shilinensis* Y. M. Shui & H. T. Zhao
 - 26. 花丝疏被短毛, 叶柄、叶背毛被不倒生 24. 滇黔石蝴蝶 *P. martinii* Lévl.
 - 25. 叶基部楔形, 花丝弯曲, 中部膨大 25. 丝毛石蝴蝶 *P. sericea* C. Y. Wu ex H. W. Li
 - 15. 花冠上唇 2 裂达基部或中部, 上唇比下唇短约 1 倍或近等长。
 - 28. 花冠上唇比下唇短约 1 倍, 下唇基部有两个鲜黄色斑点 (组 4. 髯毛石蝴蝶组 sect. *Barbatae* Zhi J. Qiu)
 - 29. 花柱下部被短毛或疏被短毛。
 - 30. 叶片为三角状卵形, 基部心形; 花冠筒内部和上唇内面无毛 28. 光喉石蝴蝶 *P. glabristoma* Z. J. Qiu & Y. Z. Wang
 - 30. 叶片为长卵形、卵形或菱形, 基部为楔形或圆形; 花冠筒内部和上唇内面被毛。
 - 31. 叶片为菱形或长菱形, 基部为楔形 29. 大理石蝴蝶 *P. forrestii* Craib
 - 31. 叶片为长卵形或卵形, 基部为宽楔形或圆形 30. 东川石蝴蝶 *P. mairei* Lévl.
 - 29. 花柱中部以下被开展的长柔毛。
 - 32. 叶边缘浅波状。
 - 35. 花丝无毛, 花药长约 1mm, 长度小于宽度 31. 南川石蝴蝶 *P. nanchuanensis* Z. Y. Liu, Z. Yu Li & Zhi J. Qiu
 - 35. 花丝疏被短毛, 花药长约 1.5mm, 长度大于宽度 33. 长梗石蝴蝶 *P. longipedicellata* W. T. Wang
 - 32. 叶边缘有小钝齿。
 - 33. 叶片边缘有圆齿, 花药长 2 ~ 3mm, 长度大于宽度 32. 髯毛石蝴蝶 *P. barbata* Craib
 - 33. 叶片边缘有浅圆齿, 花药长约 0.5mm, 长度小于宽度。
 - 34. 花冠淡蓝色 34. 贵州石蝴蝶 *P. cavaleriei* Lévl.
 - 34. 花冠白色 35. 黄斑石蝴蝶 *P. xanthomaculata* G. Q. Gou et X. Y. Wang

28. 花冠上唇与下唇近等长 (组 5. 中华石蝴蝶组 sect. *Petrocosmea* Oliv.)

36. 花冠外面密被短柔毛, 花萼裂片外面被短柔毛。

37. 花冠内面无毛。

38. 叶脉粗且扁, 在下面明显, 花药长约 2.5mm, 花丝长约 1mm 36. 显脉石蝴蝶 *P. nervosa* Craib

38. 叶脉细, 在下面不明显, 花药长约 2.3mm, 花丝长约 2mm 37. 中华石蝴蝶 *P. sinensis* Oliv.

37. 花冠内面被毛。

39. 花冠上唇内面密被长柔毛, 花丝被短柔毛 38. 秦岭石蝴蝶 *P. qinlingensis* W. T. Wang

39. 花冠内面疏被短柔毛, 花丝无毛 39. 萎软石蝴蝶 *P. flaccida* Craib

36. 花冠外面及内面皆无毛, 花萼裂片外面无毛或近无毛 40. 扁圆石蝴蝶 *P. oblata* Craib

石蝴蝶属 *Petrocosmea* Oliv.

Petrocosmea Oliv. in Hook. Icon. Pl. 18: sub pl. 1716. 1887; Craib in Not. Bot. Gard. Edinb. 11: 269. 1919; W. T. Wang in Acta Bot. Yunnan. 7 (1): 49. 1985 et Fl. Reip. Pop. Sin. 69: 305. 1990; W. T. Wang *et al.* in Z. Y. Wu et Raven, Fl. China 18: 302. 1998. — *Vaniotia* Lévl. in Bull. Acad. Geogr. Bot. 12: 166. 1903.

多年生草本, 通常矮小。根状茎粗短。叶基生, 具柄(或无); 叶片菱形、卵形、倒披针形、三角状卵形或圆形, 具羽状脉。聚伞花序腋生, 1至数条, 有2~3苞片, 1至2回分枝或不分枝, 每花序具1至少数花。花萼通常左右对称, 5裂达中部或基部, 裂片不等长, 稀辐射对称, 5裂达基部。花冠蓝色、蓝紫色或白色; 筒粗筒状; 檐部比筒长(或近等长), 二唇形, 上唇2裂, 与下唇近等长或比下唇短约2倍, 下唇3裂。下方2雄蕊能育, 着生于花冠近基部处, 内藏; 花丝直或弯曲; 花药基着或底着, 通常椭圆形, 稀圆卵形, 有时在顶部之下缢缩, 2药室平行, 顶端

不汇合或汇合; 退化雄蕊3, 位于上方, 小。花盘不存在。雌蕊稍伸出花冠筒之上; 子房卵球形, 1室, 有2侧膜胎座和多数胚珠; 花柱细长, 被毛或无; 柱头小, 头状, 通常近球形。蒴果长椭圆形、长球形至卵球形, 室背开裂, 果瓣直, 不扭曲。种子多数, 小, 椭圆形, 无附属物。

本属有47种, 西自印度阿萨姆向东分布至中国湖北西部, 北自秦岭南坡向南分布至越南和缅甸的南部, 多数种分布于云南高原及其东临和北邻地区。中国有40种, 分布于云南、四川、贵州、陕西南部、湖北西部、湖南西部、重庆东南部及广西西部。

