



张楠, 周乐, 康宁, 赵倩, 胡红英. 基于多元比例分析研究 4 种潜蝇姬小蜂 (膜翅目: 姬小蜂科) 的形态特征差异——附 2 中国新纪录种 [J]. 环境昆虫学报, 2023, 45 (2): 342–352.

基于多元比例分析研究 4 种潜蝇姬小蜂 (膜翅目: 姬小蜂科) 的形态特征差异 ——附 2 中国新纪录种

张楠, 周乐, 康宁, 赵倩, 胡红英*

(新疆大学生命科学与技术学院, 乌鲁木齐 830017)

摘要: 潜蝇姬小蜂 *Diglyphus* 属膜翅目 Hymenoptera 姬小蜂科 Eulophidae, 其分布广泛, 种类多样, 是潜叶蝇的优势寄生性昆虫; 潜叶蝇是危害水稻和蔬菜等经济作物的重要害虫。同形潜蝇姬小蜂 *D. isaea* (Walker, 1838) 和波氏潜蝇姬小蜂 *D. poppoea* Walker, 1848, 安纳潜蝇姬小蜂 *D. anadolucus* Doganlar, 1982, 卡布潜蝇姬小蜂 *D. chabrias* (Walker, 1844) 的外形相似, 需进一步挖掘 4 种小蜂在形态结构上的种间差异, 为其在形态分类及系统发育研究提供更为详细的基础资料。本研究采用非参数检验和多元比例 (multivariate ratio analysis, MRA) 对 40 头标本的 25 个形态特征的测量数据进行分析, 研究 4 种小蜂种间形态差异, 筛选出了多个具有分类学意义的特征。非参数检验结果表明, 在 25 个形态特征中, 4 种小蜂种间差异显著; 主成分分析结果发现, 前翅 (fw.l), 后翅 (hw.l, hw.w) 和体长 (b.l) 是主成分 1 和 2 的代表指标; 线性判别分析结果显示 $b.l:c.l$ 、 $hw.w:ptl.l$ 、 $hw.w:mst.l$ 和 $ppd.l:ptl.l$, $\delta = 0.01$; $pmv.l:stv.l$ 、 $hw.w:mt.w$ 、 $mst.l:stv.l$ 和 $mt.w:ptl.l$, $\delta = 0.02$; $hw.l:pmv.l$ 和 $hw.w:stv.l$, $\delta = 0.008$; $b.l:ptl.l$ 和 $fw.l:pt.l$, $\delta = 0.004$ 。通过多元比例分析, 本研究筛选获得了 $b.l:c.l$ 、 $hw.w:ptl.l$ 、 $hw.w:mst.l$ 等 12 个种级具有分类学意义的形态特征; 前翅、后翅和并胸腹节可作为区分 4 种潜蝇姬小蜂的主要特征。详细记述了 2 个中国新纪录种的形态特征, 并提供了 4 种潜蝇姬小蜂的分种检索表。

关键词: 潜蝇姬小蜂属; 近似种; 主成分分析; 比较形态学

中图分类号: Q968.1; S476

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2023) 02-0342-11

Multivariate ratio analysis of morphological characteristics among four important species of the genus *Diglyphus* (Hymenoptera: Eulophidae) —descriptions of two new record species of *Diglyphus* from China

ZHANG Nan, ZHOU Le, KANG Ning, ZHAO Qian, HU Hong-Ying* (College of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi, 830017, China)

Abstract: *Diglyphus* (Hymenoptera: Eulophidae) is widespread and species diversity, mainly parasitizing the leaf miner. Leaf miner is an important pest that harms economic crops such as rice and vegetables, while *Diglyphus* is an important natural enemy insect to control leaf miner. The morphology of *D. isaea* (Walker, 1838), *D. poppoea* Walker, 1848, *D. anadolucus* Doganlar, 1982 and *D. chabrias* (Walker, 1844) are very similar. It is necessary to further explore the differences in the morphological characteristics of the four species for their morphological classification and phylogenetic studies, to provide

基金项目: 第三次新疆综合科学考察项目 (2021xjkk0503); 国家科技基础条件平台工作重点项目 (2016YFC0501501)

作者简介: 张楠, 女, 1996 年生, 硕士研究生, 研究方向为昆虫分类鉴定, E-mail: 3189194256@qq.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 胡红英, 女, 博士, 教授, 主要研究方向为昆虫资源调查和系统分类研究, E-mail: huhongying@xju.edu.com

收稿日期 Received: 2021-12-07; 接受日期 Accepted: 2022-05-19

more detailed basic information. In this study, Kruskal-wallis test and multivariate ratio analysis (MRA) were used to analyze the measurement data of 25 morphological characteristics of 40 specimens, to study the morphological differences of interspecific difference among four species, and to screen out a number of features with taxonomic significance. The results of Kruskal-wallis test showed that there were significant differences in 25 morphological characteristics among the four species. The results of principal component analysis found that the forewing (fw. l), hindwing (hw. l, hw. w) and body length (bl) were representative indicators of principal components 1 and 2. Linear discriminant analysis results show that $b.l : c.l$ and $hw. w : ptl. l$, $hw. w : mst. l$, $ppd. l : ptl. l$, $\delta = 0.01$; $pmv. l : stv. l$ and $hw. w : mt. w$, $mst. l : stv. l$, $mt. w : ptl. l$, $\delta = 0.02$; $hw. l : pmv. l$ and $hw. w : stv. l$, $\delta = 0.008$; $b.l : ptl. l$ and $fw. l : pt. l$, $\delta = 0.004$. In this study, 12 morphological features at species-level with taxonomic significance, including $b.l : c.l$, $hw. w : ptl. l$, $hw. w : mst. l$, $ppd. l : ptl. l$, et al were screened by multivariate ratio analysis. The size of forewing, hindwing, propodeum could be used as the main features to distinguish the four *Diglyphus* species. We described the morphological characteristics of two new recorded species from China in detail, and provided a key to species.

Key words: *Diglyphus*; allied species; principal component analysis; comparative morphology

潜蝇姬小蜂属 *Diglyphus* 隶属于小蜂总科 Chalcidoidae 姬小蜂科 Eulophidae, 1844 年 Walker 以卡布潜蝇姬小蜂 *Diglyphus chabrias* 为模式种建立该属。迄今, 该属全世界已知 42 个有效种, 中国已知 14 种 (Noyes, 2023)。潜蝇姬小蜂是危害蔬菜等经济作物的重要小型害虫——潜叶蝇的优势寄生性天敌 (刘万学等, 2013)。目前, 利用自然天敌对潜叶蝇类害虫进行防治是“绿色防控”的有效途径, 可减少杀虫剂的使用, 降低杀虫剂对环境的污染程度 (顾丁等, 2007)。寄生性天敌在农业生产中普及使用的前提是属种级水平的准确鉴定。挖掘潜蝇姬小蜂种间的细微差异, 将为潜蝇姬小蜂的物种进化、系统演化、动物地理等方面研究提供形态学依据。

国内外学者对潜蝇姬小蜂的生物学、生态学特性以及应用等方面做了许多研究 (冯红云, 2003; 顾丽新, 2010; Akutse *et al.*, 2015), 而对潜蝇姬小蜂的分类研究报道则相对较少, 仅有少数学者对中国、土耳其以及欧洲种类进行过分类研究, 并在这些种间筛选出多个具有分类学意义的特征, 诸如触角索节长宽比、中胸盾片长宽比、前翅长宽比等 (Zhu *et al.*, 2000; Yefremova *et al.*, 2011; Hansson and Navone, 2017)。特征比值是小蜂分类中重要的形态特征之一 (Graham, 1969), 而现有的量化的特征, 难以用于体型微小、形态相似的同形潜蝇姬小蜂 *D. isaea*、波氏潜蝇姬小蜂 *D. poppoea*、安纳潜蝇姬小蜂 *D. anadolucus*、卡布潜蝇姬小蜂 *D. chabrias* 的分类鉴定。

目前, 国内外学者已开始将多元比例分析 (Multivariate ratio analysis, MRA) 应用于异金小蜂属 *Anisopteromalus*、刷盾短缘跳小蜂 *Encyrtus sasakii* complex、淡足常室茧蜂 *Peristenus pallipes* complex 近似种的分类 (Baur *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2017)。多元比例分析是一种依靠主成分分析 (Principal component analysis, PCA) 和线性判别分析 (Linear discriminant analysis, LDA) 的形态分类学研究方法, 其主要构成包括: 1. 线性判别分析比例提取器 (Linear discriminant analysis ratio extractor, LDA ratio extractor), 利用判别分析从多个组中筛选出最佳比值; 2. PCA 比例图谱 (PCA Ratio Spectrum), 可将主成分各载荷因子间的关系从矩阵转换为线性 (Baur and Leuenberger, 2011)。

本研究采用非参数检验和 MRA 对 40 头标本的 25 个形态特征的测量数据进行分析, 研究 4 种潜蝇姬小蜂的种间形态差异, 筛选出了多个具有分类学意义的特征, 以期为今后潜蝇姬小蜂属的形态分类和系统发育研究提供更多的分类依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

本研究所用标本均采自新疆伊犁西天山野果林, 共 4 种 40 头 (表 1), 经形态鉴定后保存于新疆大学生命科学与技术学院昆虫研究室。形态结构的术语遵循 Gibson (1997), 文中形态特征缩写 (表 2)。

表 1 本研究采集信息

Table 1 Information of the specimens used in this study

种名 Species	采集地区 Collection region	数量 Number
同形潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus isaea</i> (Walker)	新源县、巩留县、霍城县 Xinyuan County , Gongliu County , Huocheng County	10 ♀
波氏潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus poppoea</i> Walker	新源县、霍城县 Xinyuan County , Huocheng County	10 ♀
安纳潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus anadolucus</i> Doganlar	新源县、霍城县 Xinyuan County , Huocheng County	10 ♀
卡布潜蝇姬小蜂 <i>Diglyphus chabrias</i> (Walker)	伊宁县、巩留县、霍城县 Yining County , Gongliu County , Huocheng County	10 ♀

表 2 形态特征及其缩写

Table 2 Characteristics and abbreviations used in this study

形态特征 Morphological characters	缩写 Abbreviation	定义 Definition
Length of first funicle	fn1. l	触角第一索节的长度
Length of second funicle	fn2. l	触角第二索节的长度
Length of clava	c. l	触角棒节的长度
Length of forewing	fw. l	前翅的长度
Width of forewing	fw. w	前翅的宽度
Length of marginal vein	mv. l	缘脉的长度
Length of submarginal vein	smv. l	亚缘脉的长度
Length of stigmal vein	stv. l	痣脉的长度
Length of postmarginal vein	pmv. l	后缘脉的长度
length of marginal setae	mst. l	前翅端部缘毛的长度
Length of costal cell	cc. l	前缘室的长度
Width of costal cell	cc. w	前缘室的宽度
Length of body	b. l	体躯的长度
Length of mesosoma	ms. l	中躯的长度
Length of prothorax	pt. l	前胸的长度
Width of prothorax	pt. w	前胸的宽度
Length of mesothorax	mt. l	中胸的长度
Width of mesothorax	mt. w	中胸的宽度
Length of scutellum	sct. l	小盾片的长度
Length of propodeum	ppd. l	并胸腹节的长度
Length of petiole	ptl. l	腹柄的长度
Width of petiole	ptl. w	腹柄的宽度
Length of gaster	gt. l	柄后腹的长度
Length of hindwing	hw. l	后翅的长度
Width of hindwing	hw. w	后翅的宽度

1.2 拍摄图像

使用 Nikon SMZ745 体式显微镜和 Nikon ECLIPSE-Ci 数码生物显微镜对所研究的标本进行观察, 通过 Nikon SMZ25-DSU3 图像采集系统对小蜂形态进行图像信息采集, 之后使用 NIS-Elements D 对选取的形态特征 (表 2) 进行测量, 最后使用 Adobe photoshop CC 和 Adobe illustrate 对图像进行处理和排版。

1.3 数据处理

运用 SPSS 16.0 对 25 个形态特征的平均值进行方差分析和 Kaiser-Meyer-Olkin 检验以及 Bartlett's 检验, 利用 MRA 对数据进行下一步分析, MRA 是运用 R 语言 version 3.6.1 实现, 其中数据可视化使用程缉包 “ggplot2”, 脚本参照 Hannes 等 (Baur and Leuenberger, 2011; Baur *et al.*, 2014)。

2 结果与分析

2.1 形态测量分析

以 25 个形态特征为检验变量, 4 种小蜂为分组变量, 进行方差齐性验证, 结果显示 25 个特征 sig. 值均小于 0.05, 方差不齐, 随后进行非参数检验 Kruskal-wallis test。在 25 个形态特征中, 4 种小蜂种间差异显著 ($P < 0.05$) (图 1)。

2.2 多元比例分析

以 25 个形态特征的测量值为变量进行 Kaiser-Meyer-Olkin 检验, KMO 检验系数为 0.81, Bartlett's 检验所得 P 值小于 0.05, 认为变量间的相关程度无太大差异, 适合作主成分分析。随后进行下一步分析, 从碎石图分析可知, 前 2 个主

成分累计方差贡献率达 99.8%，包含了原始变量的大部分信息。主成分 1 的贡献率达 95.3%，代表指标为 *hw.l*、*fw.l* 和 *b.l*，主成分 2 的贡献率为 4.5%，代表指标为 *hw.w* 和 *b.l*。将主成分 1 和 2 分别作为 X、Y 轴，作 40 个标本的散点分布图

(图 2)。主成分分析结果显示，4 种潜蝇姬小蜂的散点都落于置信椭圆内；同一物种散点能聚集在同一区；仅 *D. poppoea* 与 *D. andolucus* 散点聚集区域出现部分重叠。

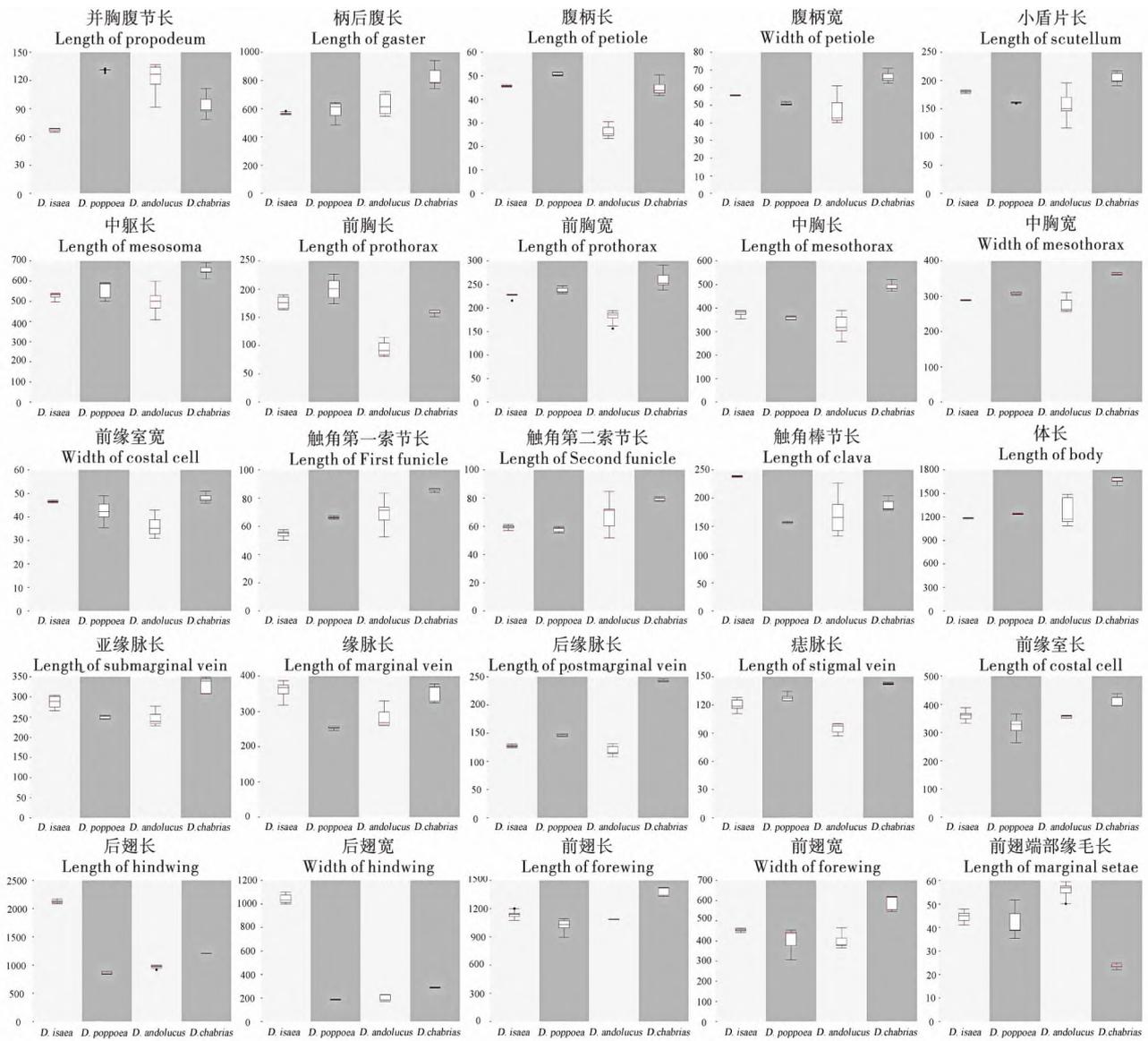


图 1 4 种小蜂的 25 个形态特征的箱线图

Fig. 1 Boxplots of 25 characteristics in the four Diglyphus species

以 25 个形态特征为变量进行 PCA ratio spectrum，通过比值解释特定主成分内的变量间关系 (图 3)。图谱显示，主成分 1 的图谱比值主要是由 *ppd.l/hw.w* 决定；主成分 2 的图谱比值主要是由 *mst.l/pmv.l* 决定，这些都与并胸腹节 (*ppd.l*)、前翅 (*mst.l*、*pmv.l*) 和后翅 (*hw.w*) 形态有关。

使用 LDA ratio extractor 对数据进行分析，筛选出各自分组间具有分类学意义的形态特征 (表 3)。各组将第 1 最佳比和第 2 最佳比分别作为 X、Y 轴，作 20 个标本的散点分布图 (图 4)。散点图显示，2 种间无散点重叠，表明这些特征比值均可用于物种的区分和鉴定。

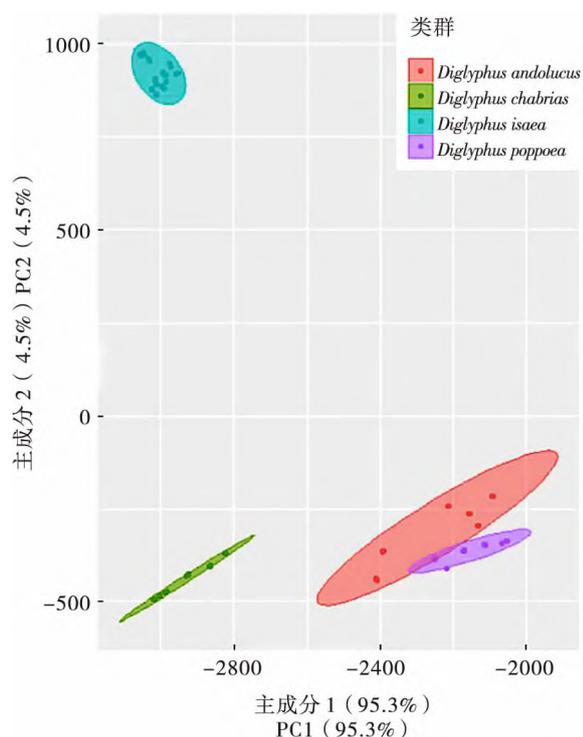


图2 4种潜蝇姬小蜂主成分1和主成分2的散点图
Fig. 2 Scatter plots of PC1 and PC2 of the four *Diglyphus* species

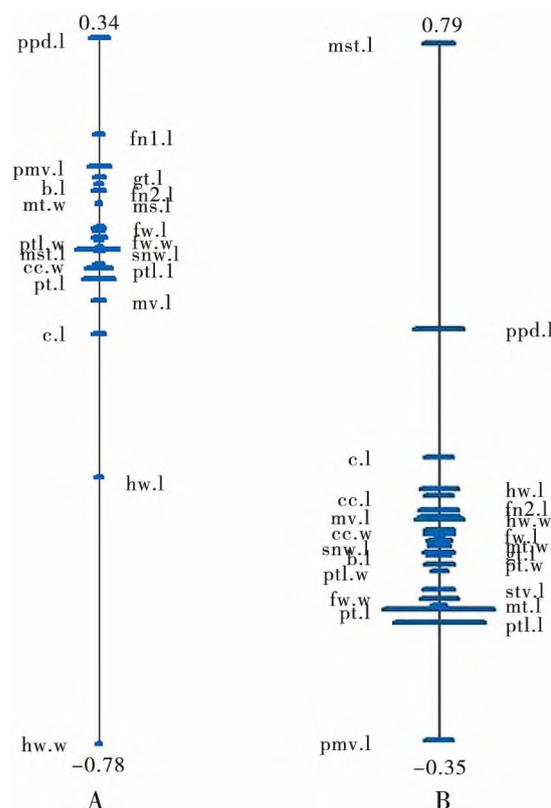


图3 主成分1和2的比值图谱

Fig. 3 PCA Ratio Spectrum for shape component principal 1 and 2
注: A, 主成分1 比值图谱; B, 主成分2 比值图谱。Note: A, PCA Ratio Spectrum for shape PC1; B, PCA Ratio Spectrum for shape PC2.

表3 4种潜蝇姬小蜂的第1和第2最佳比例

Table 3 First-and second-best ratios found by the LDA ratio extractor for separating the four *Diglyphus* species

分组比较 Group comparison	最佳比例 Best ratios	组1 Range group 1	组2 Range group 2	标准距离 Standard distance	δ
<i>D. isaea</i> — <i>D. poppoea</i>	* b. l : c. l	4. 92 ~ 5. 01	7. 82 ~ 7. 95	420. 11	0. 01
	* hw. w : ptl. l	21. 68 ~ 23. 95	3. 53 ~ 3. 80	401. 87	0. 01
<i>D. andolucus</i> — <i>D. isaea</i>	* hw. w : mst. l	3. 19 ~ 4. 03	21. 98 ~ 26. 80	305. 61	0. 01
	* ppd. l : ptl. l	3. 84 ~ 5. 16	1. 42 ~ 1. 53	304. 23	0. 01
<i>D. chabrias</i> — <i>D. isaea</i>	* hw. l : pmv. l	4. 89 ~ 5. 02	16. 11 ~ 17. 54	326. 49	0. 008
	* hw. w : stv. l	1. 96 ~ 2. 06	7. 88 ~ 9. 41	318. 14	0. 008
<i>D. chabrias</i> — <i>D. poppoea</i>	* pmv. l : stv. l	1. 67 ~ 1. 72	1. 09 ~ 1. 19	305. 14	0. 02
	* hw. w : mt. w	0. 78 ~ 0. 81	0. 59 ~ 0. 61	303. 91	0. 02
<i>D. andolucus</i> — <i>D. poppoea</i>	* b. l : ptl. l	44. 72 ~ 52. 12	23. 77 ~ 24. 88	328. 62	0. 004
	* fw. l : pt. l	9. 46 ~ 13. 45	4. 73 ~ 5. 74	328. 10	0. 004
<i>D. andolucus</i> — <i>D. chabrias</i>	* mst. l : stv. l	0. 57 ~ 0. 62	0. 15 ~ 0. 17	259. 73	0. 02
	* mt. w : ptl. l	9. 47 ~ 11. 27	7. 21 ~ 8. 80	54. 44	0. 02

注: * 代表散点图无重叠, 可作为物种划分和鉴定依据。Note: * meant that the scatter plot had no overlap and could be used as the basis for species division and identification.

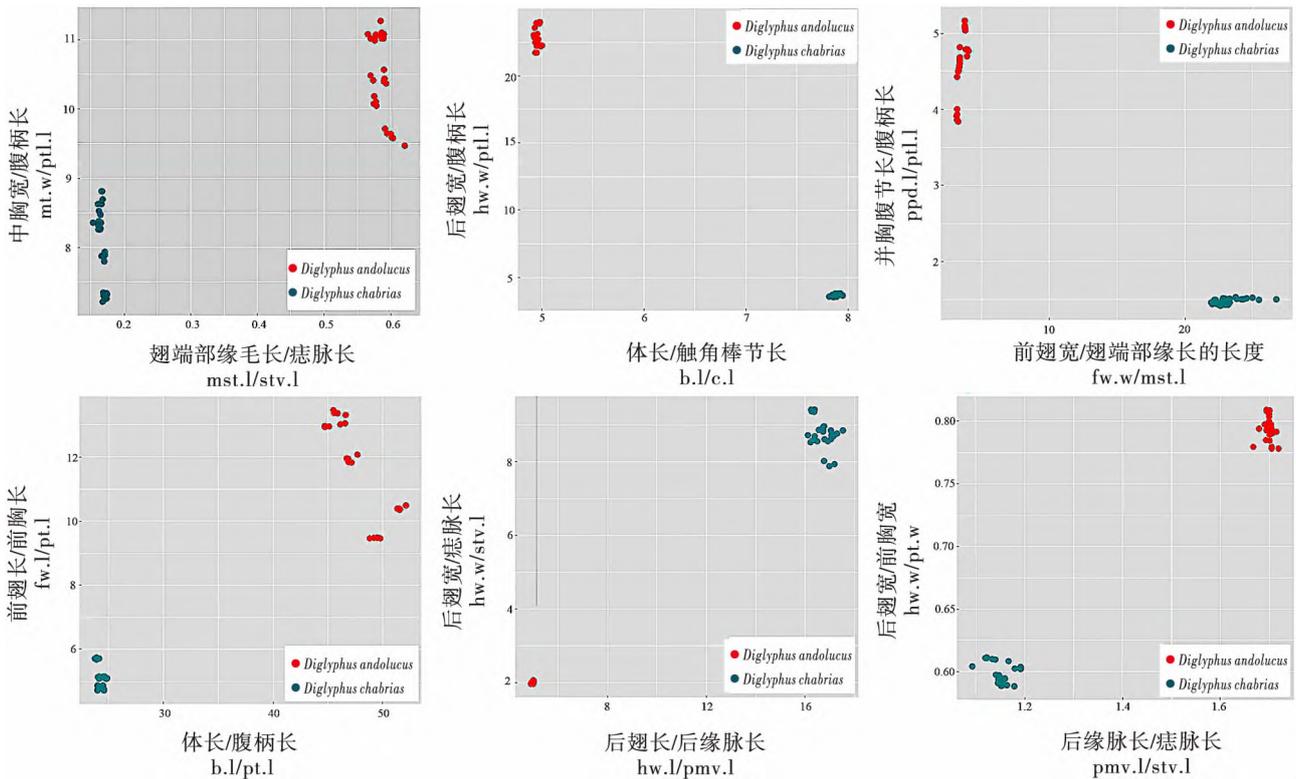


图 4 区分潜蝇姬小蜂 2 个最佳性状特征比例散点图

Fig. 4 Scatterplots of the two most discriminating ratios for the four *Diglyphus* species

3 结论与讨论

研究结果表明，并胸腹节、前翅和后翅的大小可作为区分上述 4 种小蜂的主要特征。通过多元比例分析，本研究筛选出种级具有分类学意义的形态特征 12 个：体长与触角棒节长之比，后翅宽与腹柄长之比可用于同形潜蝇姬小蜂和波氏潜蝇姬小蜂的分类鉴定；后翅宽与前翅翅缘毛长之比，并胸腹节长与腹柄长之比可用于安纳潜蝇姬小蜂和同形潜蝇姬小蜂的分类鉴定；后翅长与后缘脉长之比，后翅宽与痣脉长之比可用于卡布潜蝇姬小蜂和同形潜蝇姬小蜂的分类鉴定；后缘脉长与痣脉长之比，后翅宽与中胸宽之比可用于卡布潜蝇姬小蜂和波氏潜蝇姬小蜂的分类鉴定；体长与腹柄长之比，前翅长与腹柄长之比可用于安纳潜蝇姬小蜂和波氏潜蝇姬小蜂的分类鉴定；前翅翅缘毛长与痣脉长之比，中胸宽与腹柄长之比可用于安纳潜蝇姬小蜂和卡布潜蝇姬小蜂的分类鉴定。

潜蝇姬小蜂是潜叶害虫的优势寄生性天敌，由于其体型微小，形态相似；同时，在传统分类

鉴定过程中易受鉴定者的经验和主观因素影响，故很难对其进行准确区分。MRA 方法弥补了传统分类鉴定中单一变量比较的不足，满足了单位和的约束；通过 PCA 实现数据降维，把多个原始变量合并成若干主成分，从中筛选出少量的具有代表性的变量；使用 LDA ratio extractor 从整体出发，将所有形态特征进行多重比较，从中筛选出具有代表性的最佳比例 (Baur and Leuenberger, 2011)。MRA 方法较几何形态学方法和椭圆傅里叶分析，突破了固有思维，对来自全身的测量数据进行统一分析比较，筛选出具有代表性的差异特征 (Baur and Leuenberger, 2011)；但 MRA 方法也存在局限性，常受研究者所选特征变量框架限制，所以采用此方法时，应尽可能包含较全面的特征信息量。

在 PCA 分析中，安纳潜蝇姬小蜂与波氏潜蝇姬小蜂的置信椭圆出现部分重叠 (图 2)，说明二者形态特征近似；本研究通过多元比例分析，获得了二者的差异特征， $b.l : pt.l$ 和 $fw.l : pt.l$ ，前者体长和腹柄长比值为 23.77 ~ 24.88，前翅长和前胸长比值为 4.73 ~ 5.74；后者体长与腹柄长比值为 44.72 ~ 52.12，前翅长与前胸长比值为 9.46 ~

13.45。在研究过程中发现,筛选出的差异特征多集中于前翅和后翅,后续可通过几何形态方法对其开展下一步研究,探寻种间前后翅的细微差异。 δ 值是用于衡量特征比受个体大小或形态差异的影响程度 (Baur *et al.*, 2014)。从表 3 可知,上述 δ 值都接近 0,说明上述特征比差异主要受形态差异影响,而不是体型大小的影响。

Le 等 (2020) 利用多元比例分析和 DNA 分子标记对大痣小蜂属 *Megastigmus* 的种类进行了修

订,并将 *M. judikingae*、*M. sichuanensis* 以及 *M. icipeensis* 作为 *M. zvimendeli* 的同物异名; Sugawara 等利用多元比例分析和几何形态学从 2 个长索跳小蜂 *Anagyrus* 近缘种中筛选出多个具有分类学意义的特征 (Sugawara *et al.*, 2020)。本研究运用多元比例对上述 4 种小蜂的形态特征的测量数据进行分析,筛选出了多个具有分类学意义的特征,证实了该方法可辅助应用于姬小蜂的形态比较研究,对分类学厘定和新阶元的发现具有重要意义。

4 种潜蝇姬小蜂分种检索表 (雌)

1. 触角柄节深棕色具金属光泽,各足腿节基部 3/4 深色具金属光泽,其余浅色 2
触角柄节基部 1/4 ~ 1/3 浅色,其余深棕色,各足腿节颜色各异 3
2. 前翅无透明斑,后翅长为前翅后缘脉长的 16.11 ~ 17.54 倍,后翅宽为前翅痣脉长的 7.88 ~ 9.41 倍 同形潜蝇姬小蜂 *Diglyphus isaea* Walker, 1838
前翅透明斑大,约伸达缘脉中部下方,下端闭合;后翅长为前翅后缘脉长的 4.89 ~ 5.02 倍,后翅宽为前翅痣脉长的 1.96 ~ 2.06 倍 卡布潜蝇姬小蜂 *Diglyphus chabrias* (Walker, 1844)
3. 各足胫节基部 1/4 深色具金属光泽,其余浅色;体长为腹柄长的 23.77 ~ 24.88 倍,前翅长为前胸长的 4.73 ~ 5.74 倍 波氏潜蝇姬小蜂 *Diglyphus poppoea* Walker, 1848
后足胫节基部具深色环带,体长为腹柄长的 44.72 ~ 52.12 倍,前翅长为前胸长的 9.46 ~ 13.45 倍 安纳潜蝇姬小蜂 *Diglyphus anadolucus* Doganlar, 1982

附: 中国新纪录种

安纳潜蝇姬小蜂 *Diglyphus anadolucus* Doganlar, 1982
Diglyphus anadolucus Doganlar, 1982: 75 - 78. New species, Holotype.

雌性 (图 5-A): 体长 1.09 ~ 1.49 mm, 体绿色, 具蓝绿色金属光泽。上颚黄色, 单眼红色, 复眼红色; 触角柄节基部或腹面浅黄色, 其余深棕色; 中胸绿色, 具蓝绿色金属光泽; 前、后足基节和转节同体色, 其余浅黄色, 后足腿节基部 1/2 深色具金属光泽, 前、中足胫节浅黄色, 后足胫节有一深色环带; 腹部绿色, 具蓝色金属光泽。

头部: 正面观宽为高的 0.69 ~ 0.89; 触角着生于复眼下缘连线之上; 唇基平截; 单眼排列呈钝角三角形, 单眼距是复眼 - 单眼距的 1.99 ~ 2.19 倍; 复眼近三角形, 大而光裸, 复眼间距宽为复眼高的 0.81 ~ 1.51 倍; 触角索节 2 节, 棒节 3 节, 柄节长为复眼高的 0.99 ~ 1.20 倍, fn1.1 长为宽的 1.67 ~ 2.31 倍, 为梗节长的 1.02 ~ 1.53 倍, 棒节长为宽的 3.40 ~ 6.03 倍, 为索节长的 0.85 ~

1.32 倍。

胸部 (图 6-C): 前胸背板近锥形, 中胸长为宽的 1.17 ~ 1.35 倍, 中胸盾片中叶和小盾片具网状刻纹, 小盾片长为宽 0.7 ~ 1.26 倍; 并胸腹节光滑无中脊和侧褶, 其长为小盾片长的 0.67 ~ 0.85 倍, 体长为腹柄长的 44.72 ~ 52.12 倍。前翅 (图 7-A) 长为宽的 2.65 ~ 2.91 倍, 为前胸长的 9.46 ~ 13.45 倍, 翅缘毛长为翅宽的 0.12 ~ 0.79 倍, 前缘室长为宽 8.40 ~ 11.34 倍, 透明斑很小, 缘脉长为痣脉的 2.84 ~ 3.29 倍, 后缘脉长为痣脉的 1.15 ~ 1.30 倍。后翅 (图 7-B) 长为前翅后缘脉长的 7.49 ~ 9.22 倍, 后翅宽为前翅痣脉长的 1.88 ~ 2.29 倍; 中足胫节距短于基跗节。

腹部: 柄后腹倒卵圆形, 长为宽的 1.43 ~ 2.48 倍。

雄: 未知。

寄主: 未知。

分布: 中国 (新疆), 土耳其。

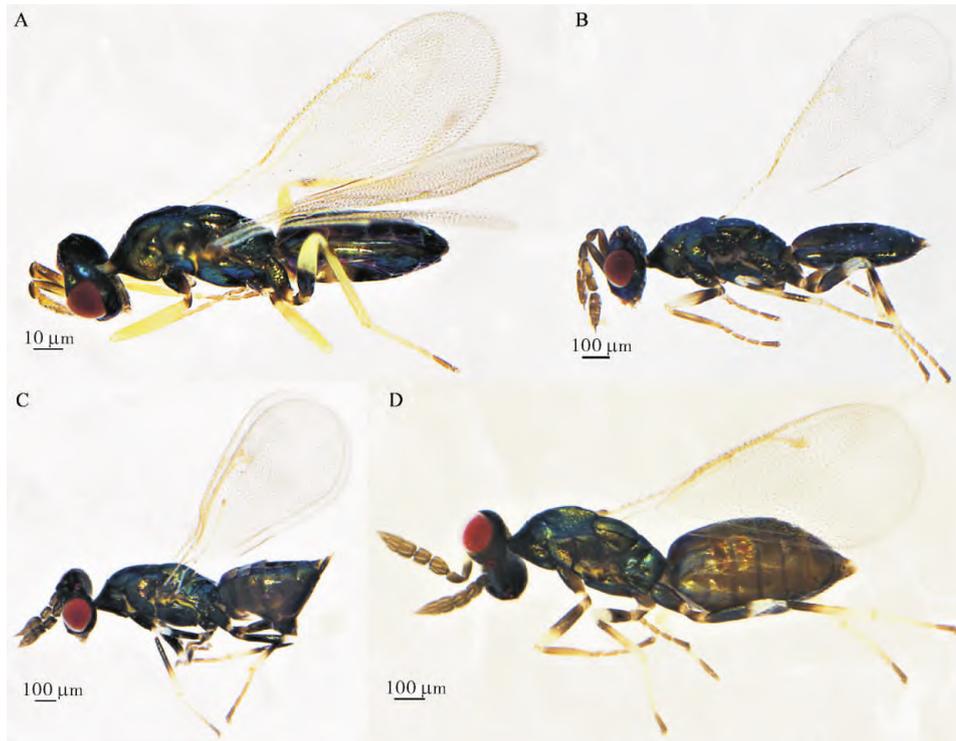


图 5 4 种潜蝇姬小蜂侧面观

Fig. 5 Lateral view of four *Diglyphus* species

注: A, 安纳潜蝇姬小蜂; B, 同形潜蝇姬小蜂; C, 卡布潜蝇姬小蜂; D, 波氏潜蝇姬小蜂。

Note: A, *D. andolucus*; B, *D. isaea*; C, *D. chabrias*; D, *D. poppoea*.

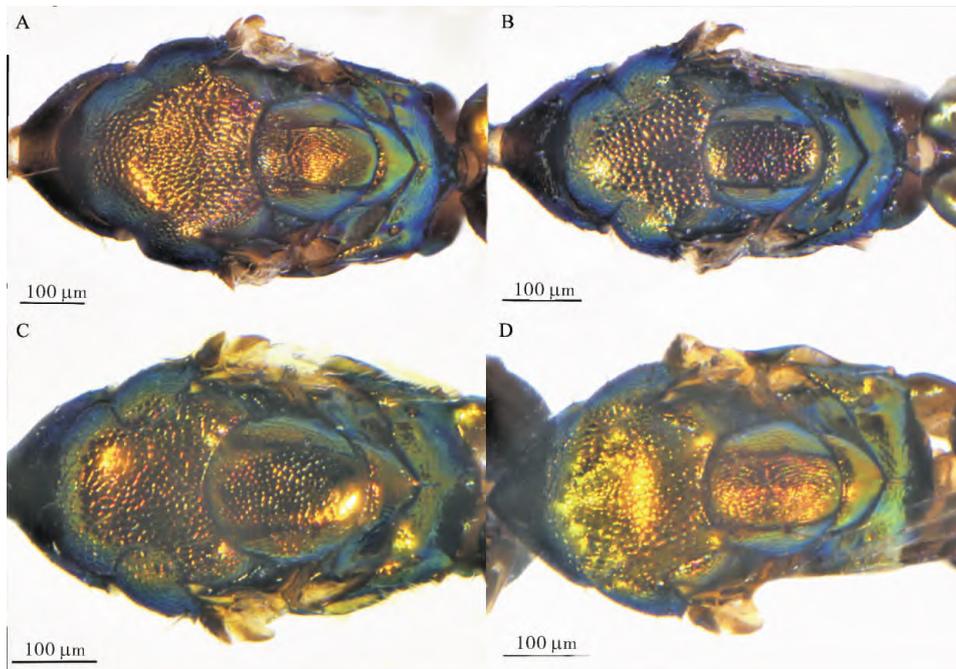


图 6 4 种潜蝇姬小蜂的胸部背面观

Fig. 6 Dorsal view of thorax of four *Diglyphus* species

注: A, 卡布潜蝇姬小蜂; B, 同形潜蝇姬小蜂; C, 安纳潜蝇姬小蜂; D, 波氏潜蝇姬小蜂。

Note: A, *D. chabrias*; B, *D. isaea*; C, *D. andolucus*; D, *D. poppoea*.

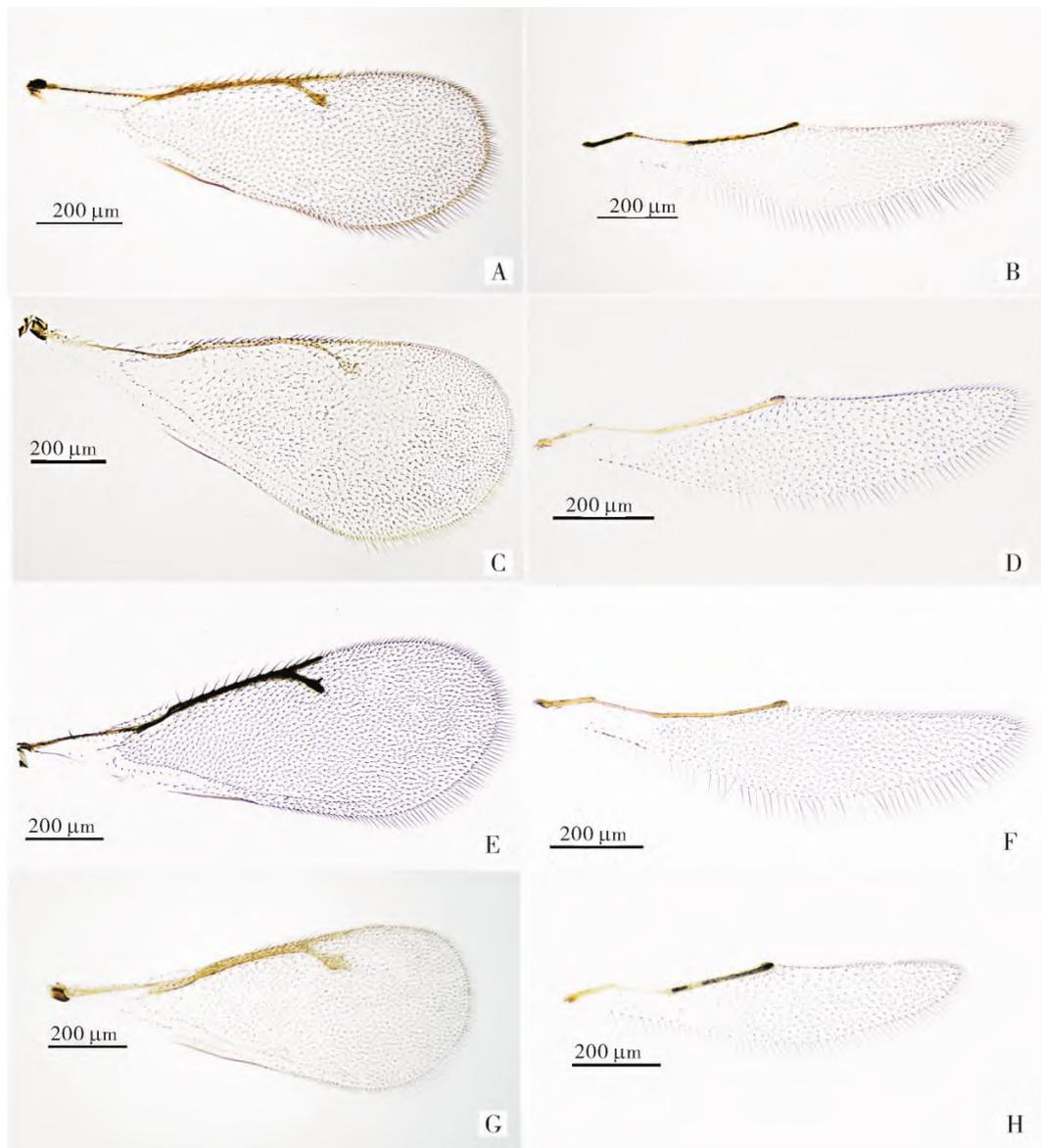


图7 4种潜蝇姬小蜂前翅和后翅

Fig. 7 Fore - and hind wings of four *Diglyphus* species

注: A, 安纳潜蝇姬小蜂前翅; B, 安纳潜蝇姬小蜂后翅; C, 卡布潜蝇姬小蜂前翅; D, 卡布潜蝇姬小蜂后翅; E, 同形潜蝇姬小蜂前翅; F, 同形潜蝇姬小蜂后翅; G, 波氏潜蝇姬小蜂前翅; H, 波氏潜蝇姬小蜂后翅。Note: A, Forewing of *D. andolucus*; B, Hindwing of *D. andolucus*; C, Forewing of *D. chabrias*; D, Hindwing of *D. chabrias*; E, Forewing of *D. isaea*; F, Hindwing of *D. isaea*; G, Forewing of *D. poppoea*; H, Hindwing of *D. poppoea*.

研究标本: 3 ♀, 新疆新源县改良场植物园杂草网扫, 1 142 m, N: 42°19'30", E: 81°36'43", 2018-VI-16, 胡红英团队采集。4 ♀, 新疆巩留县大莫合乡杂草网扫, 1 173.41 m, N: 43°14'42", E: 82°49'14", 2018-IX-14, 胡红英团队采集。3 ♀, 新疆巩留县22团8连杂草网扫, 1 329.06 m, N: 43°14'42.74", E: 82°50'30.51", 2018-IX-14, 胡红英团队采集。

注: 安纳潜蝇姬小蜂和波氏潜蝇姬小蜂形态

相似, 区别之处在于, 前者前中足胫节浅色, 体长与腹柄长比值为 23.77 ~ 24.88, 前翅长与前胸长比值为 4.73 ~ 5.74; 后者前中足胫节基部 1/4 深色, 体长与腹柄长比值为 44.72 ~ 52.12, 前翅长与前胸长比值为 9.46 ~ 13.45。

卡布潜蝇姬小蜂 *Diglyphus chabrias* (Walker, 1844)

Asecodes chabrias Walker, 1838.

Cirrospilus chabrias Walker, 1838: 451. New species,

Lectotype.

Diglyphus chabrias (Walker), 1844: 409. New combination for *Cirrospilus chabrias* Walker.

Asecodes chabrias Walker: Dalla Torre, 1898: 46.

New combination for *Cirrospilus chabrias* Walker.

Diglyphus chabrias (Walker): Graham, 1959: 178; Hansson, 2017: 197–229.

雌 (图 5-C): 体长 1.60 ~ 1.91 mm, 虫体绿色, 具蓝绿色金属光泽, 上颚为黄色; 单眼红色, 复眼红色; 触角柄节深色具金属光泽, 其余深棕色; 胸部绿色, 具蓝紫色金属闪光; 前、后足基节, 转节同体色, 各足腿节基部 3/4 ~ 4/5 和胫节基部 3/4 ~ 4/5 深色具金属光泽; 腹部绿色, 具蓝绿色金属光泽。

头部: 正面观宽为高的 0.75 ~ 0.91 倍; 触角着生于复眼下缘连线之上; 唇基平截; 单眼排列呈钝角三角形, 单眼距是复眼 - 单眼距的 2.68 ~ 3.17 倍; 复眼近椭圆形, 大而光裸, 复眼间距宽为复眼高的 0.79 ~ 1.09 倍; 触角索节 2 节, 棒节 3 节, 柄节长为复眼高的 0.81 ~ 1.06 倍, $fn1.1$ 长为宽的 1.48 ~ 1.90 倍, 为梗节长的 1.14 ~ 1.43 倍, 棒节长为宽的 3.04 ~ 3.86 倍, 为索节长的 1.07 ~ 1.16 倍。

胸部 (图 6-A): 前胸背板近锥形, 中胸长为宽的 1.08 ~ 1.37 倍, 中胸盾片中叶和小盾片具网状刻纹, 小盾片长为宽的 0.95 ~ 1.07 倍; 并胸腹节光滑, 无中脊和侧褶, 其长为小盾片长的 0.41 ~ 0.52 倍; 体长为腹柄长的 33.21 ~ 38.96 倍。前翅 (图 7-C) 长为宽的 2.29 ~ 2.42 倍, 为前胸长的 8.42 ~ 9.03 倍, 翅缘毛长为翅宽的 0.04 倍, 前缘室长为宽 8.30 ~ 9.37 倍, 透明斑很小, 缘脉长为痣脉的 2.30 ~ 2.79 倍, 后缘脉长为痣脉的 1.58 ~ 1.73 倍。后翅 (图 7-D) 长为前翅后缘脉长的 4.89 ~ 5.02 倍, 后翅宽为前翅痣脉长的 1.96 ~ 2.06 倍; 中足胫节距短于基附节。

腹部: 柄后腹倒卵圆形, 长为宽的 1.75 ~ 2.09 倍。

雄: 未知。

寄主: 主要外寄生于双翅目潜叶蝇卵中。

分布: 中国 (新疆), 巴基斯坦, 俄罗斯, 伊朗, 以色列, 土耳其, 西班牙, 葡萄牙, 匈牙利, 保加利亚, 德国, 英国, 瑞士。

研究标本: 4 ♀, 新疆伊宁县吉尔格朗沟杂草网扫, 1 030.04 m, N: 44°7'14", E: 81°36'53",

2014–VII-14, 胡红英团队采集。2 ♀, 新疆霍城县大西沟杂草网扫, 1 461 m, N: 44°26'43", E: 82°17'65", 2019–VI-27, 胡红英团队采集。3 ♀, 新疆巩留县小莫合杂草网扫, 1 329.06 m, N: 43°14'42.69", E: 82°44'13.35", 2019–VII-25, 胡红英团队采集。1 ♀, 新疆霍城县大西沟杂草网扫, 1 461 m, N: 44°26'43", E: 82°17'65", 2014–VII-26, 胡红英团队采集。

注: 卡布潜蝇姬小蜂和同形潜蝇小蜂形态相似, 区别之处在于, 前者前翅透明斑大, 约伸达缘脉中部下方, 下端闭合, 后翅长与前翅后缘脉长比值为 4.89 ~ 5.02, 后翅宽与前翅痣脉长比值为 1.96 ~ 2.06; 后者前翅无透明斑, 后翅长与前翅后缘脉长比值为 16.11 ~ 17.54, 后翅宽与前翅痣脉长比值为 7.88 ~ 9.41。

参考文献 (References)

- Akutse KS, Van DBJ, Maniania NK, et al. Interactions between *Phaerotoma scabriventris* Nixon (Hymenoptera: Braconidae) and *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoids of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) [J]. *Biol. Control*, 2015, 80: 8–13.
- Baur H, Rasplus JY, Cruaud A, et al. Morphometric analysis and taxonomic revision of *Anisopteromalus* Ruschka (Hymenoptera: Chalcidoidea: Pteromalidae) – an integrative approach [J]. *Syst. Entomol.*, 2014, 39 (4): 691–709.
- Baur H, Leuenberger C. Analysis of ratios in multivariate morphometry [J]. *Syst. Entomol.*, 2011, 60 (6): 1–13.
- Feng HY, Biology of *Diglyphus isaea* and Response to Plant Volatiles [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences Master Thesis, 2003. [冯红云. 潜蝇姬小蜂的生物学和对植物挥发物的趋性研究 [D]. 北京: 中国农业科学院硕士论文, 2003]
- GU D, Liu YL, Chen WL. Review of *Diglyphus isaea* (Walker) [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2007, 35 (14): 4241–4243. [顾丁, 柳琼友, 陈文龙. 潜蝇姬小蜂研究概述 [J]. 安徽农业科学, 2007, 35 (14): 4241–4243]
- Gu LX. Effects of Host and Supplementary Food on Development of *Diglyphus isaea* Walker [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences Master Thesis, 2010. [顾新丽. 繁蜂寄主及补充营养对豌豆潜蝇姬小蜂发育的影响 [D]. 北京: 中国农业科学院硕士论文, 2010]
- Graham M. The Pteromalidae of north-western Europe bulletin of the British museum (natural history) [J]. *Entomol. Suppl.*, 1969, 16: 573–579.
- Gibson GAP. Morphology and Terminology. Annotated Keys to the Genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera) [M]. Ottawa: NRC Research Press, 1997: 16–44.
- Hansson C, Navone P. Review of the European species of *Diglyphus* Walker (Hymenoptera: Eulophidae) including the description of a

- new species [J]. *Zootaxa*, 2017, 4269 (2): 197–229.
- Le HN, Nahrung H, Morgan JAT, et al. Multivariate ratio analysis and DNA markers reveal a new Australian species and three synonymies in eucalypt-gall-associated *Megastigmus* (Hymenoptera: Megastigmidae) [J]. *Bull. Entomol. Res.*, 2020, 110 (6): 709–724.
- Liu WX, Wang WX, Wang W, et al. Characteristics and application of *Diglyphus* parasitoids (Hymenoptera: Eulophidae: Eulophinae) in controlling the agromyzid leaf miner [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2013, 56 (4): 427–437. [刘万学, 王文霞, 王伟, 等. 潜蝇姬小蜂属寄生蜂对潜叶蝇的控害特性及应用 [J]. *昆虫学报*, 2013, 56 (4): 427–437]
- Noyes JS. Universal Chalcidoidea Database [DB/OL]. (2019–03–01) [2023–05–04]. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>.
- Sugawara Y, Mita T, Tabata J, et al. Genetic and morphological approach to reappraising species validity in two different *Anagyrus* wasps (Hymenoptera: Encyrtidae) attracted by cyclolavandulyl butyrate [J]. *Entomol. Sci.*, 2020, 23 (2): 152–164.
- Wang Y, Zhou QS, Qiao HJ, et al. Formal nomenclature and description of cryptic species of the *Encyrtus sasakii* complex (Hymenoptera: Encyrtidae) [J]. *Sci. Reports*, 2016, 6 (1): 343–372.
- Xuan LJ. Competitive Interaction of Two Sympatric Host – Killing Parasitoids, *Diglyphus isaea* (Walker) and *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae) of Agromyzid Leaf Miner [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences Master Thesis, 2017. [轩景丽. 寄主致死型寄生蜂—潜蝇姬小蜂和芙蓉新姬小蜂的种间竞争作用 [D]. 北京: 中国农业科学院硕士论文, 2017]
- Yefremova Z, Civelek HS, Boyadzhiev P, et al. A review of Turkish *Diglyphus* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), with description of a new species [J]. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, 2011, 47 (3): 273–279.
- Zhu CD, La salle J, Huang DW. A review of the Chinese *Diglyphus* Walker (Hymenoptera: Eulophidae) [J]. *Orient. Insects*, 2000, 34 (1): 263–288.
- Zhang YM, Ridenbaugh RD, Sharanowski BJ. Integrative taxonomy improves understanding of native beneficial fauna: Revision of the Nearctic *Peristenus pallipes* complex (Hymenoptera: Braconidae) and implications for release of exotic biocontrol agents [J]. *Syst. Entomol.*, 2017, 42 (3): 596–608.