

基于 Lucid 的中国伊蚊属分亚属智能鉴定系统的开发

杨天赐^{1*}, 鲍泽英¹, 孔丹¹, 付柯锦², 史春娟¹, 陈明环^{1*}

(1. 杭州国际旅行卫生保健中心(杭州海关口岸门诊部), 杭州 310012; 2. 澳大利亚墨尔本大学文学院, 墨尔本 3000)

摘要: 伊蚊属亚属的分类地位自 20 世纪以来就争议不断, 直到 21 世纪传统的复合分类系统才被大多数蚊虫学家普遍认可。根据传统的复合分类系统, 本研究全面梳理了我国蚊科伊蚊属分类系统, 将其由 14 个亚属变更至 27 个亚属, 并对以拉丁语、希腊语、人名、地理分布、栖境等命名的亚属词源内涵做了进一步诠释, 经归纳汇总目前中国伊蚊属已知种类共有 118 种。为便于开展伊蚊属 27 个亚属和种类鉴定, 以雌性成蚊为检索对象, 借助国际流行的分类诊断软件 Lucid 构建了中国伊蚊属分亚属交互式多途径 key 检索表和属性数据库, 为识别外来输入性蚊媒传染病重要传播媒介提供了有效工具。

关键词: 伊蚊属; 亚属; 词源学; Lucid; 交互式检索表; 矩阵分析

中图分类号: Q968.1;S433

文献标识码: A

Development for intelligent identification of the subgenera of the genus *Aedes* (Diptera: Culicidae: Aedini) in China based on Lucid

YANG Tian-Ci^{1*}, BAO Ze-Ying¹, KONG Dan¹, FU Ke-Jin², SHI Chun-Juan¹, CHEN Ming-Huan^{1*} (1. Hangzhou International Travel Healthcare Center, the Clinic at the Port, Hangzhou Customs, Hangzhou 310012, China; 2. Faculty of Arts, University of Melbourne, Melbourne 3000, Australia)

Abstract: During the past century, the rank of the genus *Aedes* has been a highly controversial issue of mosquito taxonomic system in the world. Until the 21st century, the traditional composite classification of the genus *Aedes* has been accepted by most mosquito taxonomists. According to the composite classification, the genus *Aedes* (Diptera: Culicidae: Aedini) in China was comprehensively revised from 14 subgenera into 27 subgenera. These nomenclature of 27 subgenera were further interpreted the original etymology derived from Latin and Greek names, personal names, geographical localities, environmental habitat and other sources. There was about valid 118 species in the checklist of Chinese endemic mosquitoes after the revision. In order to distinguish 27 subgenera and species from the genus *Aedes* in China, an interactive multiplex key to the subgenera with fact sheet database were designed based on international popular identification and diagnostic tools Lucid, according to the diagnostic characters of adult female mosquitoes, which has proven to be a suitable tool for use in the morphological identification of

基金项目: 中国海关总署科研项目 (2017HK114, 2022HK115)

*共同通讯作者 Author for correspondence: 杨天赐, 男, 汉族, 博士, 主任技师, 研究方向为吸血昆虫智能鉴定系统开发与虫媒病毒检测, E-mail: tcyang2014@163.com; 陈明环, 男, 汉族, 工程师, 研究方向为卫生检验, E-mail: 1309485398@qq.com

收稿日期 Received: 2023-12-18; 接受日期 Accepted: 2024-03-25

imported important vectors of mosquito-borne diseases.

Key words: Genus *Aedes*; subgenera; etymology; lucid; interactive key; matrix analysis

伊蚊族 Aedini 是蚊科库蚊亚科 Culicinae 中最大的族, 属单系类群, 共有伊蚊属 *Aedes*、阿蚊属 *Armigeres*、耳蚊属 *Eretmapodites*、吸蚊属 *Haemagogus*、领蚊属 *Heizmannia*、毛顶蚊属 *Opifex*、骚蚊属 *Psorophora*、尤蚊属 *Udaya*、奇阳蚊属 *Verrallina* 和泽蚊属 *Zeugomyia* 10 属 78 亚属 (Harbach, 2018; Becker *et al.*, 2019; Wilkerson *et al.*, 2020; Somboon *et al.*, 2021; 杨天赐等, 2022)。

其中伊蚊属是目前蚊科中最大的一个属, 它的分类始于 19 世纪, 目前全世界已知伊蚊约 900 余种, 占整个蚊虫总量的 25% 以上。但由于其形态的多态性, 一直以来伊蚊属亚属的分类就争议不断。进入 21 世纪后, 一方面以 Wilkerson 等 (2015, 2020) 传统的复合分类为代表, 另一方面以 Harbach (2007, 2018)、Reinert *et al.* (2009) 和 Rattanarithikul *et al.* (2010) 等的多属分类为代表, 前者主要以形态学为基础, 后者则以分子生物学为基础, 将伊蚊属中的一些亚属从伊蚊属中剥离出来建立新的属, 致使传统的伊蚊属被分割成 74 个属, 而分割后的伊蚊属仅剩 12 种。目前, 大多数蚊虫学家普遍认可 Wilkerson 等 (2020) 传统的复合分类系统, 该分类系统简化了伊蚊族属的命名, 减少了 Reinert 等 (2009) 属和亚属到亚属或非正式种团的阶元, 从而使分类学家能够准确地将新发现种置于相应的属级阶元, 进一步维持物种单系类群的分类进展 (Becker *et al.*, 2019)。

由于伊蚊属中有许多蚊种是黄热病、登革热、基孔肯雅热、寨卡病毒病等的重要传播媒介 (Foster and Walker, 2019; Drake *et al.*, 2020), 因此需要对其分类系统进行重点关注, 而原有的伊蚊属二项式 (或图解) 检索表无法满足当前形态鉴定的需要。本研究以传统的复合分类为基础, 利用国际流行的分类学软件对中国的伊蚊属分亚属及其种类名录进行了规范整理。

1 材料与方法

1.1 绘制伊蚊属分亚属交互式多途径 Key 检索表

参照国内外蚊科形态学分类工具书 (陆宝麟等, 1997; Harbach, 2018; Wilkerson *et al.*, 2020; Harbach and Wilkerson, 2023), 利用国际流行的分类诊断软件 Lucid Professional V3.5 (Identic Pty. Ltd., 澳大利亚), 在左侧“Features Zone”特征区依次按照“头、胸、腹”3 部分结构, 将伊蚊属每个亚属雌蚊的关键特征逐层划分成若干个多元“Features”和子项; 同时在右侧“Entities Zone”对象区罗列出待检索的“亚属-模式种或代表种”名录, 然后将“Entities”中的每个亚属逐一与其相应的“Features”和子项进行多重交互关联, 同时将相关图片或超文本标记语言 (HyperText Markup Language, HTML) 链接于左右两侧对应的选项下, 从而生成伊蚊属分亚属中英文交互式多途径 Key 检索表。

1.2 构建伊蚊属分亚属基础信息数据库

点击生物多样性自动化建库软件 Fact Sheet Fusion V1.0 (Identec Pty. Ltd., 澳大利亚), 在左上角“Entities”菜单栏输入“亚属名称”, 然后在“Topics”菜单栏依次分批录入“拉丁名缩写、词源内涵、模式种、分类地位、鉴别特征、系统发育特征、生态习性、医学重要性、地理分布、种类名录”等内容, 再在“Media”菜单栏插入相应图片, 以“*.Fusion”格式保存, 最后转化为 HTML 文件, 从而自动批量化生成每个亚属详细的基础信息数据库, 并链接于上述交互式 Key 检索表每个亚属名录下。

1.3 伊蚊属亚属分类诊断网络服务系统 (Web 版) 发布

待上述 Lucid Professional V3.5 和 Fact Sheet 创建完成后, 再利用分类诊断网络服务系统 Lucid Key Server V1.0 (Identec Pty. Ltd., 澳大利亚) 将交互式伊蚊属分亚属 Key 检索表发布至互联网, 网络服务器采用阿里云服务器。除本实验室专属图片外, 本系统所有图片分别来自泰国 (Rattanaarithikul *et al.*, 2010)、美国 (The Walter Reed Biosystematics Unit, WRBU)、欧洲 (Schaffner *et al.*, 2001) 等专业网站和学术著作等。

2 结果与分析

2.1 伊蚊属亚属分类系统

根据传统的复合分类, 原伊蚊属中的奇阳蚊亚属 *Verrallina* 提升为属, 原华蚊亚属 *Sinoaedes* 予以撤消, 该属中的滇西伊蚊 *Aedes occidentayunnanus* Gong & Lu 移入领蚊属 (Reinert, 1999; Reinert, 2000b; Harbach, 2018)。我国现有的伊蚊属由原先的 14 个亚属变更至 27 个亚属, 共 118 种 (不含亚种, 表 1), 其中: 伊蚊亚属 *Aedes*、艾蚊亚属 *Ayurakitia*、蟹洞蚊亚属 *Canraedes*、环喙蚊亚属 *Christophersiomyia*、霉蚊亚属 *Mucidus*、新黑蚊亚属 *Neomelaniconion* 6 属保持不变。

除纷蚊亚属 *Finlaya* 变动较大外, 伊状蚊亚属 *Aedimorphus*、博蚊亚属 *Bothaella*、箭阳蚊亚属 *Edwardsaedes*、骚扰蚊亚属 *Ochlerotatus*、覆蚊亚属 *Stegomyia* 也仅稍有变化。

另外, 伊蚊属新增 15 个亚属: 布哈蚊亚属 *Bruceharrisonius*、科蚊亚属 *Collessius*、丹蚊亚属 *Danielsia*、唐蚊亚属 *Downsiomyia*、弗蚊亚属 *Fredwardsius*、贾蚊亚属 *Gilesius*、喜蚊亚属 *Himalaius*、霍金蚊亚属 *Hopkinsius*、呼蚊亚属 *Hulecoeteomyia*、连蚊亚属 *Jihlienius*、奈蚊亚属 *Kenknightia*、陆蚊亚属 *Luius*、花蚊亚属 *Phagomyia*、盾蚊亚属 *Scutomyia*、田中蚊亚属 *Tanakaius*, 新补录种类 8 种。除呼蚊亚属、喜蚊亚属、花蚊亚属和盾蚊亚属外, 其余新增 12 个亚属均以个人姓氏命名。

表 1 我国现有伊蚊属分亚属与种类名录

Table 1 Checklist of the subgenera and valid species of the genus *Aedes* in China

序号 No.	亚属 Subgenus	亚属学名及缩写 Abbreviations of Subgenus	词源内涵 Etymology	种类 Species	种类学名 Species name	数量 Num.
1	伊蚊亚属	<i>Aedes (Aed.)</i>	aedes: “希”不快的、可憎的。	灰色伊蚊 北海道伊蚊 那坡伊蚊 佐佐伊蚊	<i>Ae. cinereus</i> Meigen, 1818 <i>Ae. esoensis</i> Yamada, 1921 <i>Ae. mubiensis</i> Luh & Shih, 1958 <i>Ae. sasai</i> Tanaka, Mizusawa & Saugstad, 1975	4
2	伊状蚊亚属	<i>Aedimorphus (Adm.)</i>	aedil-: “拉”aedilis, 古罗马掌管公共工程的官吏; morph-: “希”morphē, 形状。	白盏伊蚊 刺管伊蚊 中线伊蚊 条足伊蚊 刺扰伊蚊	<i>Ae. alboscuteellatus</i> (Theobald, 1905) <i>Ae. caecus</i> (Theobald, 1901) <i>Ae. mediolineatus</i> (Theobald, 1901) <i>Ae. pallidostriatus</i> (Theobald, 1907) <i>Ae. vexans</i> (Meigen, 1830)	5
3	艾蚊亚属	<i>Ayurakitia (Ayu.)</i>	以 Luang Ayurakit Kosol 命名。	佩顿伊蚊	<i>Ae. peytoni</i> (Reinert, 1972)	1
4	博蚊亚属	<i>Bothaella (Bot.)</i>	以 Botha de Meillon 命名。	褐盾伊蚊* 爱氏伊蚊* 海伦伊蚊*	<i>Ae. brownscutumus</i> Dong, Zhou & Dong, 1999 <i>Ae. eldridgei</i> Reinert, 1973 <i>Ae. helenae</i> Reinert, 1973	3
5	布哈蚊亚属	<i>Bruceharrisonius (Brh.)</i>	以 Bruce A. Harrison 命名。	阿氏伊蚊 金条伊蚊 克氏伊蚊 金肩伊蚊	<i>Ae. alektorovi</i> Stackelberg, 1943 <i>Ae. aureostriatus</i> (Doleschall, 1857) <i>Ae. christophersi</i> Edwards, 1922 <i>Ae. hurlbuti</i> Lien, 1967	4
6	蟹洞蚊亚属	<i>Cancraedes (Can.)</i>	cancer-: “拉”, 所有格 cancris, 又 canceris, 螃蟹、疮。	澎湖伊蚊	<i>Ae. penghuensis</i> Lien, 1968	1

7	环喙蚊亚属	<i>Christophersiomyia</i> (Chr.)	以 Rickard Christophers 命名。	白背伊蚊	<i>Ae. ibis</i> Barraud, 1931	1
8	科蚊亚属	<i>Collessius</i> (Col.)	以 Donald Colless 命名。	棘刺伊蚊	<i>Ae. elsiae</i> (Barraud, 1923)	6
				羽鸟伊蚊	<i>Ae. hatorii</i> Yamada, 1921	
				乳点伊蚊	<i>Ae. macfarlanei</i> (Edwards, 1914)	
				宁河伊蚊	<i>Ae. ningheensis</i> Lei, 1989	
				单棘伊蚊	<i>Ae. shortii</i> (Barraud, 1923)	
				北部伊蚊	<i>Ae. tonkinensis</i> Galliard & Ngu, 1947	
9	丹蚊亚属	<i>Danielsia</i> (Dan.)	以 Charles Wilberforce Daniels 命名。	白带伊蚊	<i>Ae. albotaeniatus</i> (Leicester, 1904)	1
10	唐蚊亚属	<i>Downsiomyia</i> (Dow.)	以 Wilbur G. Downs 命名。	侧白伊蚊	<i>Ae. albolateralis</i> (Theobald, 1908)	6
				银雪伊蚊	<i>Ae. alboniveus</i> Barraud, 1934	
				东瀛伊蚊	<i>Ae. nipponicus</i> La Casse & Yamaguti, 1948	
				类雪伊蚊	<i>Ae. niveoides</i> Barraud, 1934	
				新雪伊蚊	<i>Ae. novoniveus</i> Barraud, 1934	
				大森伊蚊	<i>Ae. omorii</i> Lien, 1968	
11	箭阳蚊亚属	<i>Edwardsaedes</i> (Edw.)	以 Frederick Wallace Edwards 命名。	安汶伊蚊	<i>Ae. imprimens</i> (Walker, 1860)	2
				平坝伊蚊	<i>Ae. pingpaensis</i> Chang, 1965	
12	纷蚊亚属	<i>Finlaya</i> (Fin.)	以 Carlos Juan Finlay 命名。	斑翅伊蚊	<i>Ae. poicilius</i> (Theobald, 1903)	1
13	弗蚊亚属	<i>Fredwardsius</i> (Fre.)	以 Frederick W. Edwards 命名。	白点伊蚊	<i>Ae. vittatus</i> (Bigot, 1861)	1
14	贾蚊亚属	<i>Gilesius</i> (Gil.)	以 George Michael James Giles 命名。	美腹伊蚊	<i>Ae. pulchriverter</i> (Giles, 1901)	1
15	喜蚊亚属	<i>Himalaius</i> (Him.)	Himala-: Himalayan, 喜马拉雅山脉的。	金背伊蚊	<i>Ae. gilli</i> (Barraud, 1924)	1
16	霍金蚊亚属	<i>Hopkinsius</i> (Hop.)	以 G. H. E. Hopkins 命名。	白条伊蚊	<i>Ae. albocinctus</i> (Barraud, 1924)	2

			汉城伊蚊	<i>Ae. seoulensis</i> Yamada, 1921		
17	呼蚊亚属	<i>Hulecoeteomyia</i> (Hul.)	hyl-: “希”hylē=多利斯语 hyla, 木 (hylikos-误译为 huleco-); eteos: 纯正的、 诚实的。	金线伊蚊	<i>Ae. chrysolineatus</i> (Theobald, 1907)	8
			台湾伊蚊	<i>Ae. formosensis</i> Yamada, 1921		
			哈维伊蚊	<i>Ae. harveyi</i> (Barraud, 1923)		
			日本伊蚊	<i>Ae. japonicus</i> (Theobald, 1901)		
			朝鲜伊蚊	<i>Ae. koreicus</i> (Edwards, 1917)		
			赖氏伊蚊*	<i>Ae. reinerti</i> Rattanarithikul & Harrison, 1988		
			石穴伊蚊	<i>Ae. saxicola</i> Edwards, 1922		
			云南伊蚊	<i>Ae. yunnanensis</i> (Gaschen, 1934)		
18	连蚊亚属	<i>Jihlienius</i> (Jih.)	以 Jih Ching Lien (连日清博士) 命名。	钟氏伊蚊	<i>Ae. chungi</i> Lien, 1968	3
			功果伊蚊	<i>Ae. gonguoensis</i> Gong & Lu, 1986		
			单环伊蚊	<i>Ae. uncinatus</i> Edwards, 1922		
19	奈蚊亚属	<i>Kenknightia</i> (Ken.)	以 Kenneth Knight 命名。	类异形伊蚊*	<i>Ae. dissimilierodes</i> Dong, Zhou & Dong, 2002	4
			异形伊蚊	<i>Ae. dissimilis</i> (Leicester, 1908)		
			哈氏伊蚊*	<i>Ae. harbachi</i> Reinert, 1990		
			拟异形伊蚊*	<i>Ae. paradissimilis</i> Rozeboom, 1946		
20	陆蚊亚属	<i>Luius</i> (Lui.)	以 Lu Baolin (陆宝麟院士) 命名。	冯氏伊蚊	<i>Ae. fengi</i> Edwards, 1935	1
21	霉蚊亚属	<i>Mucidus</i> (Muc.)	muced-: “拉”来自 muceo, 长霉; -idus: 形容词词尾, 以指示性质或状态 (下同)。	类霉伊蚊	<i>Ae. scatophagoides</i> (Theobald, 1901)	1
22	新黑蚊亚属	<i>Neomelaniconion</i> (Neo.)	mela-: “希”melas, 阴性 melania, 黑 (下同); -ion: 圆或使用的祖先名称的词尾 (下同)。	窄翅伊蚊	<i>Ae. lineatopennis</i> (Ludlow, 1905)	1

ochler-: “希”ochlēros, 困难的、骚动的; -tatos: 形容词最高级词尾。

白色伊蚊	<i>Ae. albineus</i> Séguy, 1923	28
里海伊蚊	<i>Ae. caspius</i> (Pallas, 1771)	
丛林伊蚊	<i>Ae. cataphylla</i> Dyar, 1916	
普通伊蚊	<i>Ae. communis</i> (de Geer, 1776)	
黑海伊蚊	<i>Ae. cyprius</i> Ludlow, 1920	
屑皮伊蚊	<i>Ae. detritus</i> (Haliday, 1833)	
橙色伊蚊	<i>Ae. diantaeus</i> Howard, Dyar & Knab, 1913	
背点伊蚊	<i>Ae. dorsalis</i> (Meigen, 1830)	
真憎伊蚊	<i>Ae. euedes</i> Howard, Dyar & Knab, 1913	
刺痛伊蚊	<i>Ae. excrucians</i> (Walker, 1856)	
黄色伊蚊	<i>Ae. flavescens</i> (Müller, 1764)	
六齿伊蚊	<i>Ae. hexodontus</i> Dyar, 1916	
撮毛伊蚊	<i>Ae. implicatus</i> Vockeroth, 1954	
侵袭伊蚊	<i>Ae. intrudens</i> Dyar, 1919	
哈萨克斯坦伊蚊	<i>Ae. kasachstanicus</i> Gutsevich, 1962	
拉萨伊蚊	<i>Ae. lasaensis</i> Meng, 1962	
白黑伊蚊	<i>Ae. leucomelas</i> (Meigen, 1804)	
长刀伊蚊	<i>Ae. longifilamentus</i> Su & Zhang, 1988	
长柄伊蚊	<i>Ae. mercurator</i> Dyar, 1920	
肥大伊蚊	<i>Ae. pionips</i> Dyar, 1919	
黑头伊蚊	<i>Ae. pullatus</i> (Coquillett, 1904)	
刺螫伊蚊	<i>Ae. punctor</i> (Kirby, 1837)	
类溪边伊蚊	<i>Ae. riparioides</i> Su & Zhang, 1987	
色达伊蚊	<i>Ae. sedaensis</i> Lei, 1989	

				短柄伊蚊	<i>Ae. sergievi</i> Danilov, Markovich & Proskuryakova, 1978	
				新疆伊蚊	<i>Ae. sinkiangensis</i> Hsiao, 1977	
				叮刺伊蚊	<i>Ae. sticticus</i> (Meigen, 1838)	
				警觉伊蚊	<i>Ae. vigilax</i> (Skuse, 1889)	
24	花蚊亚属	<i>Phagomyia</i> (Phg.)	phag-: “希”phagö, 吃。	阿萨姆伊蚊	<i>Ae. assamensis</i> (Theobald, 1908)	4
				竖鳞伊蚊	<i>Ae. khazani</i> Edwards, 1922	
				黑翅伊蚊	<i>Ae. melanopterus</i> (Giles, 1904)	
				显著伊蚊	<i>Ae. prominens</i> (Barraud, 1923)	
25	盾蚊亚属	<i>Scutomyia</i> (Sct.)	scut-: “拉”scutum, 矩圆的楯。	白线伊蚊	<i>Ae. albolineatus</i> (Theobald, 1904)	1
26	覆蚊亚属	<i>Stegomyia</i> (Stg.)	steg-: “希”stegos, 盖子、屋顶。	埃及伊蚊	<i>Ae. aegypti</i> (Linnaeus, 1762)	21
				白纹伊蚊	<i>Ae. albopictus</i> (Skuse, 1895)	
				阿尔伊蚊	<i>Ae. alcasidi</i> Huang, 1972	
				圆斑伊蚊	<i>Ae. annandalei</i> (Theobald, 1910)	
				仁川伊蚊	<i>Ae. chemulpoensis</i> Yamada, 1921	
				尖斑伊蚊	<i>Ae. craggi</i> (Barraud, 1923)	
				环胫伊蚊	<i>Ae. desmotes</i> (Giles, 1904)	
				黄斑伊蚊	<i>Ae. flavopictus</i> Yamada, 1921	
				缘纹伊蚊	<i>Ae. galloisi</i> Yamada, 1921	
				类缘纹伊蚊	<i>Ae. galloisioides</i> Liu & Lu, 1984	
				马来伊蚊	<i>Ae. malayensis</i> Colless, 1962	
				马利伊蚊	<i>Ae. malikuli</i> Huang, 1973	
				中点伊蚊	<i>Ae. mediopunctatus</i> (Theobald, 1905)	
				新缘纹伊蚊*	<i>Ae. neogalloisi</i> Chen & Chen, 2000	
				新白纹伊蚊	<i>Ae. novalbopictus</i> Barraud, 1931	
				类黄斑伊蚊	<i>Ae. patriciae</i> Mattingly, 1954	

			叶抱伊蚊	<i>Ae. perplexus</i> (Leicester, 1908)	
			伪白纹伊蚊	<i>Ae. pseudalbopictus</i> (Borel, 1928)	
			西托伊蚊	<i>Ae. seatoi</i> Huang, 1969	
			西伯利亚伊蚊	<i>Ae. sibiricus</i> Danilov & Filippova, 1978	
			亚白纹伊蚊	<i>Ae. subalbopictus</i> Barraud, 1931	
27	田中蚊亚属	<i>Tanakaius</i> (Tan.)	以 Kazuo Tanaka 命名。	东乡伊蚊	<i>Ae. togoi</i> (Theobald, 1907) 1
28	未分亚属			黄线伊蚊	<i>Ae. crossi</i> Lien, 1967 5
				类朝鲜伊蚊	<i>Ae. koreicoides</i> Sasa, Kano & Hayashi, 1950
				金叶伊蚊	<i>Ae. oreophilus</i> (Edwards, 1916)
				北京伊蚊	<i>Ae. peipingensis</i> Feng, 1938
				辛氏伊蚊	<i>Ae. sintoni</i> (Barraud, 1924)
合计					118

注: *代表新录入或增加种类。Note: * referred to the newly recorded or increased species.

2.2 伊蚊属分亚属变化特点

根据新的分类系统, 中国伊蚊属共有 27 个亚属, 除伊蚊亚属、艾蚊亚属、蟹洞蚊亚属、环喙蚊亚属、霉蚊亚属、新黑蚊亚属种类数量保持不变外, 其余各属种类数量均有变化。

伊状蚊亚属共 5 种, 除白点伊蚊 *Ae. vittatus* (Bigot) 移入弗蚊亚属外, 其余蚊种保持不变; 博蚊亚属我国仅 3 种, 包括 2 新增种: 褐盾伊蚊 *Ae. brownscutumus* Dong, Zhou & Dong (董学书等, 2010) 和海伦伊蚊 *Ae. helenae* Reinert (瞿逢伊和朱淮民, 2009)。箭阳蚊亚属仅 2 种, 删除与平坝伊蚊 *Ae. pingpaensis* Chang 同物异名的安图伊蚊 *Ae. antuensis* Su, Wang & Li。骚扰蚊亚属计 28 种, 除原黄背伊蚊 *Ae. flavidorsalis* Luh & Lee 与白色伊蚊 *Ae. albineus* Séguy 同物异名删除外, 其余蚊种保持不变 (Reinert *et al.*, 2008); 覆蚊亚属有 21 种, 仅将原白线伊蚊组中的白线伊蚊 *Ae. albolineatus* (Theobald) 移至盾蚊亚属, 新缘纹伊蚊 *Ae. neogalloisi* Chen & Cheno 为新增种, 其余保持不变。纷蚊亚属变动最大, 曾作为伊蚊属中最大的亚属, 全球约有 200 余种 (Reinert *et al.*, 2006), 但新的分类系统仅保留原冠氏伊蚊组 Kochi 36 种。因此, 我国现有的纷蚊亚属由原先的 45 种仅剩斑翅伊蚊 *Ae. poicilius* (Theobald) 1 种, 原异形伊蚊组 *Dissimilis* 和类朝鲜伊蚊组予以撤销; 原亚同伊蚊 *Ae. subsimilis* (Barraud) 移入尤蚊属, 余者分别移入 12 个新建的亚属。

在新增的伊蚊属 15 个亚属中, 布哈蚊亚属由 Reinert (2003) 建立, 词性为阳性, 主要

分布于东洋界、澳洲界、古北界，全球共 9 种，我国 4 种，由原纷蚊亚属金条伊蚊组 4 种移入[除金背伊蚊 *Ae. gilli* (Barraud) 移入喜蚊亚属外]，原金条伊蚊台湾亚种 *Ae. aureostriatus taiwanus* Lien 与金条伊蚊实为同一种。

科蚊亚属词性为阳性，分为阿洛伊蚊组 *Alloeomyia* 和科莱伊蚊组 *Collessius* (Reinert *et al.*, 2008; Wilkerson *et al.*, 2020)，主要分布于东洋界和古北界，全球共 9 种；我国亦为两组，由原纷蚊亚属乳点伊蚊组 6 种整体移入，但北部伊蚊 *Ae. tonkinensis* Galliard & Ngu 移入至阿洛伊蚊组。

丹蚊亚属词性为阴性，主要分布于东洋界，世界仅 3 种，我国仅 1 种，由原纷蚊亚属白带伊蚊组白带伊蚊米基尔亚种 *Ae. albotaeniatus mikiranus* Edwards 移入，该亚种与白带伊蚊 *Ae. albotaeniatus* (Leicester) 为同物异名，故提升为种阶分类单元 (Harbach, 2018)。

唐蚊亚属词性为阴性，主要分布于东洋界、澳洲界和古北界，分为银雪伊蚊组 *Alboniveus* 和白雪伊蚊组 *Niveus* (Reinert and Harbach, 2006; Wilkerson *et al.*, 2020)，全球共 30 种。我国共 2 组 6 种，由原纷蚊亚属白雪伊蚊组 6 种整体移入，但银雪伊蚊 *Ae. alboniveus* Barraud 移入银雪伊蚊组。

弗蚊亚属最早为覆蚊亚属类群，现再次由伊状蚊亚属类群移出，虽然同覆蚊亚属和伊状蚊亚属具有一定的相似性，但雌蚊具有 2~6 根中胸下后侧鬃、雄性尾器抱肢端节端部异常膨胀等独特特征，故单独列为一亚属，全世界仅白点伊蚊 *Ae. vittatus* 1 种 (Reinert, 2000a)，但分布范围广泛，包括：埃塞俄比亚界、东洋界和古北界。

贾蚊亚属词性为阳性，分布于东洋界和古北界，世界仅 2 种 (Wilkerson *et al.*, 2020)，我国仅美腹伊蚊 *Ae. pulchriventer* (Giles) 1 种，由原纷蚊亚属异形伊蚊组移入。

喜蚊亚属词性为阳性，与布哈蚊亚属互为姐妹群，主要分布于东洋界，世界仅 2 种 (Harbach, 2018)，我国仅金背伊蚊 *Ae. gilli* 1 种，由原纷蚊亚属金条伊蚊组移入。

霍金蚊亚属词性为阳性，主要分布于埃塞俄比亚界、古北界和东洋界，世界共 7 种，分为霍金伊蚊组 *Hopkinsius* 和山田伊蚊组 *Yamada* (Harbach, 2013)。我国仅山田伊蚊组，由原纷蚊亚属汉城伊蚊组 2 种整体移入。

呼蚊亚属词性为阴性，主要分布于东洋界、古北界和新北界，全球共 15 种，我国共计 8 种，原纷蚊亚属除金线伊蚊组中的金线伊蚊亚组 6 种整体移入外，还将异形伊蚊组的云南伊蚊 *Ae. yunnanensis* (Gaschen) 划入本属，另外增补入赖氏伊蚊 *Ae. reinerti* Rattanarithikul & Harrison (瞿逢伊和朱淮民, 2009; Harbach, 2018)。

连蚊亚属是以台湾蚊虫学家连日清命名，词性为阳性 (Harbach, 2018)，主要分布于东洋界，世界和我国均为 3 种，除原纷蚊亚属单环伊蚊组 *Unicinctus* 2 种整体移入外，还划入了白带伊蚊组中的功果伊蚊 *Ae. gonguoensis* Gong & Lu。

奈蚊亚属词性为阴性，主要分布于东洋界，全球共 12 种，Reinert (1990) 曾将其分为异形伊蚊组和吕宋伊蚊组 *Luzonensis*。我国除移入原纷蚊亚属异形伊蚊组中的异形伊蚊 *Ae.*

dissimilis (Leicester) 外, 同时新增 3 种: 类异形伊蚊 *Ae. dissimilierodes*、哈氏伊蚊 *Ae. harbachi* Reinert 和拟异形伊蚊 *Ae. paradissimilis* Rozeboom (董学书等, 2010)。除拟异形伊蚊归属于吕宋伊蚊组外, 其余 3 种均为异形伊蚊组。另外, 吕宋伊蚊组拉丁学名与覆蚊亚属中的吕宋伊蚊“*Ae. alcasidi* Huang”种名相冲突, 该种名“*alcasidi*”以戈多弗雷多-阿尔卡西德博士“Godofredo L. Alcasid”命名 (Harbach, 2018), 建议由原“吕宋伊蚊”更名为“阿尔伊蚊”, 避免与“*Luzonensis*”一词混淆。

陆蚊亚属是以我国著名蚊虫学家陆宝麟院士命名, 词性为阳性, 世界仅我国冯氏伊蚊 *Ae. fengi* Edwards 1 种 (Harbach, 2018), 由原纷蚊亚属白带伊蚊组移入。

花蚊亚属词性为阴性, 多见于东洋界, 古北界和澳洲界有少量分布, 世界共 16 种 (Harbach, 2018), 我国有 4 种, 由原纷蚊亚属阿萨姆伊蚊组整体移入。

盾蚊亚属词性为阴性, 广泛分布于东洋界和澳洲界, 世界共 9 种 (Harbach, 2018), 我国仅白线伊蚊 *Ae. albolineatus* 1 种, 由原覆蚊亚属白线伊蚊组整体移入。

田中蚊亚属词性为阳性, 主要分布于古北界、东洋界和新北界, 世界共 2 种 (Harbach, 2018), 我国仅东乡伊蚊 1 种, 由原纷蚊亚属金线伊蚊组中的东乡伊蚊亚组整体移入。

2.3 交互式多途径智能鉴定

为更好地完成伊蚊属分亚属及种类检索和初步鉴定, 本研究以雌性成蚊为检索对象, 利用国际流行的分类诊断软件 Lucid 开发了交互式多途径在线鉴定系统。

首先, 在 Lucid Professional V3.5“Features”工作区, 按“头、胸、腹”结构顺序, 将蚊虫头部特征细分为“喙、触角梗节、触须、头顶(斑纹、鳞片)、眼”6 个子项。同理, 胸部特征被划分成“中胸盾片、小盾片、翅、前胸后背片、气门后区、亚气门区、侧背片、翅前结节、中胸后侧片、中胸下后侧鬃、股节、跗节、后足胫节”等 26 个子项, 腹部选择的特征有“腹节表面鳞簇、第 VIII 腹节、尾须和腹板”4 个子项。通过以上方法形成的交互式 Key 检索表共包含 36 个备选特征、72 个子项和 102 张典型图片。在“Entities”待检索名录中, 主要收录有伊蚊属 27 亚属 (图 1)。

对此做出了明确的阐述，自然分类或者系统发育分类的稳定性均需经过时间的考验，但它可以作为一种假说进行理论探讨和时间检验，直至获得蚊虫学界业内人士的充分认可。一些研究者在针对分类子集开展系统发育研究时，需要选择那些便于检测且具有代表性的种类进行大量研究，不能单纯依靠个体分类特征去推断更高阶元分类特征，否则仅在有限的分类子集研究基础上，容易形成一种固有的偏见，难以对其进化关系形成准确定论（Wilkerson *et al.*, 2020）。

本研究根据传统的复合分类观点，全面梳理更新了中国蚊科伊蚊属层级分类系统，不仅融合了国外最新分类理念，也延续了中国特色的分类层级，既要充分考虑属级阶元进化关系，又要考虑属种形态特异性，建议新增的 10 多个亚属暂时仍保留于伊蚊属名录下，这样国内一些耳熟能详的蚊媒传染病传播媒介种类名称不至于变更过大（瞿逢伊和朱淮民，2009；杨天赐，2017；董学书和周红宁，2019），从而确保所有蚊种在《国际动物命名法规》框架下只能有唯一标识编码，确保整个伊蚊属分类阶元的稳定性与延续性，也有利于在综合防治过程中对靶标蚊虫进行持续监控与系统管理。

为便于伊蚊属各亚属分类检索，本研究借助于国际分类工具 Lucid 汇制了伊蚊属分亚属交互式多途径智能鉴定系统，采用中文和英语双语编制，能够为国内外读者提供变更后的亚属与种类名录在线检索服务（杨天赐等，2022），尽可能让各属检索特征简单直观明了，避免出现晦涩难懂等专业术语。同时，在交互式检索表编制过程中，需要充分考虑检索路径的内在逻辑性，确保所引入的整个鉴定特征阈值分析呈正态分布，以便能够将各亚属从属阶元彻底区分开来。此外，该鉴定提供了大量相关附加图片、动态链接和基础数据库，也为今后识别外来输入性重要蚊种提供了有效的工具之一，也为新发或再发蚊媒传染病传播媒介监测提供了技术保障（Yang *et al.*, 2019）。

致谢：感谢英国自然历史博物馆生命科学部拉尔夫·哈尔巴赫先生（Ralph E. Harbach）在属种分类、命名来源、亚属缩写等方面给予的鼎力支持，感谢泰国清迈大学医学院 Pradya Somboon 教授提供的形态鉴定图片，在此深表感谢。

参考文献（References）

- Becker N, Petrić D, Zgomba M, *et al.* Mosquitoes Identification, Ecology and Control [M]. New York: Springer, 2019.
- Dong XS, Zhou HN. Genus *Stegomyia* of China [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2019. [董学书, 周红宁. 中国覆蚊属 [M]. 云南: 云南科学技术出版社, 2019]
- Dong XS. The Mosquito Fauna of Yunnan, China. Part 1 [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2010. [董学书. 云南蚊类志(上卷) [M]. 云南: 云南科技出版社, 2010]
- Drake JM, Bonsall MB, Strand MR. Population Biology of Vector-Borne Diseases [M]. London: Oxford University Press, 2020.
- Foster WA, Walker ED. Chapter 15 Mosquitoes (Culicidae). In: Mullen GR, Durden LA, eds. Medical and Veterinary Entomology [M]. London: Academic Press, 2019: 261-325.
- Harbach RE, Wilkerson RC. The insupportable validity of mosquito subspecies (Diptera: Culicidae) and their exclusion from culicid classification [J]. Zootaxa, 2023, 5303 (1): 1-184.
- Harbach RE. Culiclopedia: Species-group, Genus-group and Family-group Names in Culicidae (Diptera) [M]. Oxfordshire: Commonwealth Agricultural Bureaux International (CABI), 2018.

- Harbach RE. Mosquito taxonomic inventory [EB/OL]. 2013. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info>.
- Harbach RE. The Culicidae (Diptera): A review of taxonomy, classification and phylogeny [J]. *Zootaxa*, 2007, 1668: 591-638.
- Lu BL, Li BS, Ji SH, *et al.* Fauna Sinica, Insecta Vol. 8. Diptera: Culicidae 1 [M]. Beijing: Science Press, 1997. [陆宝麟, 李蓓思, 姬淑红, 等. 中国动物志, 昆虫纲第八卷. 双翅目: 蚊科(上册) [M]. 北京: 科学出版社, 1997]
- Qu FY, Zhu HM. On revision of the tribe Aedini mosquitoes taxa record in China, with a proposed new classification system (Diptera: Culicidae) [J]. *Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases*, 2009, 27 (5): 436-447. [瞿逢伊, 朱淮民. 我国伊蚊族蚊类记录的校订及新分类系统的建议(双翅目: 蚊科) [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2009, 27 (5): 436-447]
- Rattananarithkul R, Harbach RE, Harrison BA, *et al.* Illustrated keys to the mosquitoes of Thailand VI. Tribe Aedini [J]. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 2010, 41 (Supplement 1): 1-225.
- Reinert JF, Harbach RE, Kitching IJ. Phylogeny and classification of *Ochlerotatus* and allied taxa (Diptera: Culicidae: Aedini) based on morphological data from all life stages [J]. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2008, 153 (1): 29-114.
- Reinert JF, Harbach RE, Kitching IJ. Phylogeny and classification of *Finlaya* and allied taxa (Diptera: Culicidae: Aedini) based on morphological data from all life stages [J]. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2006, 148: 1-101.
- Reinert JF, Harbach RE, Kitching IJ. Phylogeny and classification of tribe Aedini (Diptera: Culicidae) [J]. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2009, 157 (4): 700-794.
- Reinert JF, Harbach RE. Descriptions of genus *Downsiomyia* Vargas (Diptera: Culicidae: Aedini) and its type species *Do. nivea* (Ludlow) [J]. *Zootaxa*, 2006, 1196: 33-61.
- Reinert JF. Description of *Bruceharrisonius*, a new subgenus of *Ochlerotatus*, and a redescription of its type species *Oc. (Brh.) greenii* [J]. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 2003, 19 (4): 309-322.
- Reinert JF. Description of *Fredwardsius*, a new subgenus of *Aedes* (Diptera: Culicidae) [J]. *European Mosquito Bulletin*, 2000a, 6: 1-7.
- Reinert JF. List of abbreviations for currently valid generic-level taxa in family Culicidae (Diptera) [J]. *European Mosquito Bulletin*, 2009, 27: 68-76.
- Reinert JF. Medical entomology studies - XVII. Biosystematics of *Kenknighthia*, a new subgenus of the mosquito genus *Aedes* from the Oriental Region (Diptera: Culicidae) [J]. *Contributions of the American Entomological Institute*, 1990, 26 (2): 1-119.
- Reinert JF. Restoration of *Verrallina* to generic rank in tribe Aedini (Diptera: Culicidae) and descriptions of the genus and three included subgenera [J]. *Contributions of the American Entomological Institute (Gainesville)*, 1999, 31 (3): 1-83.
- Reinert JF. Synonymy of subgenus *Sinoaedes* of genus *Aedes* with subgenus *Mattinglyia* of genus *Heizmannia* [J]. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 2000b, 16 (1): 38-39.
- Schaffner F, Angel G, Geoffroy B, *et al.* The mosquitoes of Europe/les moustiques d'Europe. An identification and training programme [DB/CD]. Montpellier: IRD Éditions & EID Méditerranée, 2001.
- Somboon P, Phanitchakun T, Saingamsook J, *et al.* *Reinertia*, a new subgenus of the genus *Aedes* Meigen and its type species *Aedes (Reinertia) suffusus* (Diptera: Culicidae), newly recorded from Bhutan [J]. *Journal of Medical Entomology*, 2021, 58 (3): 1138-1148.
- The Walter Reed Biosystematics Unit (WRBU). Mosquito Identification Resources [EB/OL]. <http://wrbu.org/>.
- Wilkerson RC, Linton YM, Fonseca DM, *et al.* Making mosquito taxonomy useful: A stable classification of tribe Aedini that balances utility with current knowledge of evolutionary relationships [J]. *PLoS ONE*, 2015, 10 (7): e0133602.
- Wilkerson RC, Linton YM, Strickman D. Mosquitoes of the World. Vol. 1 [M]. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press, 2020.
- Yang TC, Lin YL, Li C, *et al.* Description of an integrated management system for invasive mosquitoes at entry-exit ports in Zhejiang, China [J]. *Parasites & Vectors*, 2019, 12: 456. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3709-z>.
- Yang TC, Somboon P, Liao J. Interactive multiplex key system to the genera in mosquito taxonomy of China (Diptera: Culicidae) [J]. *Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences)*, 2022, 48 (6): 823-829. [杨天赐, Pradya Somboon, 廖静. 交互式多途径中国蚊虫属级检索鉴定系统 [J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2022, 48 (6): 823-829]
- Yang TC. Chapter 1 Mosquitoes. In: Guo TY, Xu RM, eds. The Important Alien Medical Vectors in China [M]. Tianjin: Tianjin Science and Technology Press, 2017: 1-91. [杨天赐. 第一章 蚊类. 见: 郭天宇, 许荣满, 主编. 中国境外重要病媒生物 [M]. 天津: 天津科学技术出版社, 2017: 1-91]