



•生物编目•

基于正模标本的中国直翅目分类学发展趋势分析

黄江蓉^{ID}, 汤嘉欣^{ID}, 何祝清^{ID*}

华东师范大学生命科学学院, 上海 200241

摘要: 为分析中国直翅目正模标本的物种组成、保存地点、随时间的变化趋势以及其空间分布情况, 本文结合世界直翅目分类数据库、《中国昆虫模式标本名录》以及部分物种命名的原始文献的记载, 对采集自中国境内的直翅目正模标本信息进行了统计。结果表明: (1) 采自中国的直翅目正模标本共3,070份, 超过全世界的10%, 分属2亚目11总科20科58亚科594属; (2) 具有保存地信息的3,044份标本中, 存放于中国的为2,705份, 涉及中国44个科研院所, 其余标本分散保存于其他15个国家; (3) 根据每年描述新种数量的变化情况, 物种的发表过程有停滞期、波动增长期和快速增长期3个阶段, 物种描述数量随年份呈现显著上升趋势; (4) 不同省份采集到的正模标本数量存在明显差异, 多集中在山地和丘陵地区。我国直翅目正模标本大部分都保存于我国各高校和科研院所, 目前每年我国直翅目仍有不少新种在发表, 物种数还有很大的上升空间, 建议国家加大对传统分类学的支持和对年轻分类学家的培养。

关键词: 直翅目; 正模标本; 分布

黄江蓉, 汤嘉欣, 何祝清 (2022) 基于正模标本的中国直翅目分类学发展趋势分析. 生物多样性, 30, 21314. doi: 10.17520/biods.2021314.

Huang JR, Tang JX, He ZQ (2022) Trend of Chinese Orthoptera taxonomy research based on holotype specimens. Biodiversity Science, 30, 21314. doi: 10.17520/biods.2021314.

Trend of Chinese Orthoptera taxonomy research based on holotype specimens

Jiangrong Huang^{ID}, Jiaxin Tang^{ID}, Zhuqing He^{ID*}

School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241

ABSTRACT

Aims: We studied following field based on Chinese Orthoptera holotype information: (1) species composition of Orthoptera in China; (2) the preservation of Orthoptera holotype; (3) the regularity of the discovery of new species over time; (4) geographical distribution of holotype specimens.

Methods: The information of holotypes is mainly obtained from the Orthoptera Specifications File (OSF), *Catalogue of the Insect Type Specimens Deposited in China*.

Results: (1) There are 3,070 holotype specimens, which is more than 10% of the known species in the world. They belong to 2 suborders, 11 superfamilies, 20 families, 58 subfamilies and 594 genera. (2) 3,044 holotype specimens with specimen preservation sites are deposited in 16 countries in the world. Among them, 2,705 holotype specimens are deposited in China, involving 44 scientific research institutions. (3) According to the variation of the number of new species described each year, the publishing process has three stages: stagnation period, fluctuating growth period and rapid growth period. The number of new species described shows a significant upward trend in recent years. (4) The number of holotype specimens collected from each province is significantly different. The new species of Orthoptera were mainly found in the areas with mountains and hills.

Conclusion: The Orthoptera holotype specimens are mostly deposited in Chinese universities and research institutions. At present, many new Orthoptera species have being published every year, and the total number of Chinese Orthoptera species has a lot of room for growth. We suggest that government should increase the support for traditional taxonomy and training of young taxonomists.

Key words: Orthoptera; holotype; distribution

收稿日期: 2021-08-12; 接受日期: 2021-10-06

基金项目: 国家自然科学基金(31801997)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: zqhe@bio.ecnu.edu.cn

昆虫种类繁多,但目前对昆虫的研究仍处于新种描述阶段(申效诚等, 2015),分类学家已经命名的昆虫数量只占很少一部分,需要将研究重点转向关注较少的类群和采样力度较弱的地区(Stork, 2018)。而要想解决这一问题则需要对目前已知的物种进行统计,系统整理昆虫各类群的物种发现情况,弄清昆虫的分布规律,建立宏观的昆虫地理分布格局。

直翅目昆虫是昆虫纲中的重要类群之一,许多种类是农、林、园艺作物的重要害虫。据世界直翅目物种分类数据库(Orthoptera Species File, OSF; <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>)统计,全世界已知的直翅目有效种(亚种)为31,819种(Cigliano et al, 2020),我国直翅目物种记录已达3,633种(Cigliano et al, 2020)。直翅目中的一部分螽斯和蟋蟀,从古至今都是著名的玩赏昆虫,具有较高的经济价值和欣赏价值(金杏宝和刘宪伟, 1996),部分直翅目昆虫含有丰富的蛋白质和微量元素,具有食用、饲用和药用价值(许士国和林育真, 1999; 张峰和张钟宁, 2001)。有些直翅目昆虫则为良好的科学实验动物,如双斑蟋(*Gryllus bimaculatus*)等(王丹等, 2015)。因此,对直翅目昆虫进行研究具有很高的社会效益和实用价值。

对直翅目昆虫多样性和地理分布的研究,主要着眼于在一定范围内直翅目的某一总科、科、亚科的物种组成,并在世界或本国地理区划中描述各类群的区系成分组成,以对物种演化、地质历史变迁进行一定分析推测。国外在这方面的研究开始较早,研究范围从大洲(Dirsh, 1965; Harz, 1975)到国家(Kirby, 1914; Bye-Bienko & Mishchenko, 1951)到岛屿(Otte & Perez-Gelabert, 2009; Tan et al, 2019)均有涉及。国内对直翅目昆虫多样性和地理分布的研究虽起步较晚,但成果显著,研究范围包括某一自然保护区、山区、某一省份甚至是全国,研究材料包括野外采集的标本、标本馆或博物馆的馆藏标本和国内外相关文献,研究内容既有对一个科的具体研究,也有对直翅目所有昆虫的整体描述(郑哲民, 1985, 2005; 丁冬荪等, 2007; 毛本勇等, 2011; 申效诚等, 2015; 刘建民等, 2017; He, 2018)。

本研究的目的在于对我国直翅目昆虫的正模标本信息进行整理统计,分析标本的物种组成、保存地点、随时间的变化趋势以及其空间分布情况,

从而对直翅目昆虫的地理分布进行补充,确定直翅目昆虫的发现热点区域以及采样缺失的区域(Tan et al, 2017),促进学者们对中国直翅目昆虫的多样性研究,同时为农林害虫治理、昆虫资源的区域整体规划和保护提供参考依据。

1 研究方法

首先,在世界直翅目物种分类数据库中设置地理筛选标准“Asia temperate”“China”和“Asia temperate”“Eastern Asia”“Taiwan”,选择其中正模标本定位于中国的物种,从而获得中国直翅目昆虫正模标本基本名录,时间截至2020年12月31日。其次,参考《中国昆虫模式标本名录(第一卷)》(崔俊芝等, 2007)、《中国昆虫模式标本名录(第二卷)》(崔俊芝等, 2009)、《中国昆虫模式标本名录(第三卷)》(Bai et al, 2014)中对直翅目昆虫的相关记载,对中国直翅目昆虫正模标本名录进行补充、修订。最后,结合原作者的文献描述,在Excel 2010中整理汇编标本的分类阶元、命名人、命名年代、存放地、分布地及其经纬度,并统计分析中国直翅目模式标本组成、馆藏分布和发表情况。

采用SPSS Statistics 17中Pearson相关性分析对年份和每年发表数量进行相关性分析,并建立年份和累计发表数量的模型。利用ArcMap 10.8软件绘制中国直翅目昆虫正模标本采集地的热力图和分布图,选择空间分析工具中的“核密度分析”,将密度数据分为9级,以相等间隔分隔,形成热力图。

2 结果

2.1 中国直翅目正模标本组成

采集地位于中国的直翅目正模标本共3,070种(亚种),依据国际直翅目网站分类系统(Cigliano et al, 2020),所有物种隶属于2亚目11总科20科58亚科594属,其中螽亚目1,133种(亚种),占总数的36.91%,蝗亚目1,937种(亚种),占总数的63.09%,其科级组成如表1所示。占比最高的4个科依次是:蝗科, 215属(36.20%), 1,029种(亚种) (33.52%); 蚱科, 57属(9.60%), 752种(亚种) (24.50%); 螽斯科, 160属(26.94%), 632种(亚种) (20.59%); 蟋蟀科, 47属(7.91%), 151种(亚种) (4.92%), 4科共计2,564种(亚种),占总数的83.52%,有5个科的中国产正模标

表1 中国直翅目昆虫正模标本组成
Table 1 Species composition of Orthoptera holotype in China

总科 Superfamily	科 Family	属 Genus		种/亚种 Species/Subspecies	
		数量 No.	占比 Percentage (%)	数量 No.	占比 Percentage (%)
蟋蟀总科 Grylloidea	蟋蟀科 Gryllidae	47	7.91	151	4.92
	癞蟋科 Mogoplistidae	4	0.67	15	0.49
	蛛蟋科 Phalangopsidae	8	1.35	12	0.39
	蛉蟋科 Trigonidiidae	21	3.54	63	2.05
蝼蛄总科 Gryllotalpoidea	蝼蛄科 Gryllotalpidae	1	0.17	9	0.29
	蚁蟋科 Myrmecophilidae	1	0.17	3	0.10
原螽总科 Hagloidea	鸣螽科 Prophalangopsidae	2	0.33	4	0.13
沙螽总科 Stenopelmatoidea	丑螽科 Anostomatidae	4	0.67	15	0.49
	蟋螽科 Gryllacrididae	22	3.70	95	3.09
螽斯总科 Tettigonioidea	螽斯科 Tettigoniidae	160	26.94	632	20.59
驼螽总科 Rhaphidophoroidea	驼螽科 Rhaphidophoridae	20	3.37	134	4.36
蝗总科 Acridoidea	蝗科 Acrididae	215	36.20	1,029	33.52
	瘤蝗科 Dericorythidae	2	0.33	21	0.68
	癞蝗科 Pamphagidae	10	1.68	65	2.12
蚱总科 Tetrigoidea	蚱科 Tetrigidae	57	9.60	752	24.50
蝻总科 Eumastacoidea	脊蝻科 Chorotypidae	3	0.50	8	0.26
	枕蝻科 Episactidae	1	0.17	14	0.46
	蝻科 Eumastacidae	6	1.01	11	0.36
锥头蝗总科 Pyrgomorphoidea	锥头蝗科 Pyrgomorphidae	9	1.52	30	0.98
蚤蛄总科 Tridactyloidea	蚤蛄科 Tridactylidae	1	0.17	7	0.22
总计 Total		594	100	3,070	100

本数不超过10个。

2.2 中国直翅目正模标本的馆藏分布

经筛选, 中国直翅目正模标本数据中具有存放地信息的正模标本共3,044份, 比总数3,070少26份, 这26份正模标本的保存地仅记录了地名(如保存地点为广州), 而没有说明保存馆所, 或未标明保存地。

3,044份正模标本存放于世界上16个国家(附录1), 其中存放于中国的正模标本数量为2,705份, 占总数的88.86%, 除此之外保存标本数量较多的国家依次为俄罗斯、英国、美国。正模标本在中国的保存地共有44处(附录2), 其中标本保存数≥ 100的单位有陕西师范大学(946种)、中国科学院分子植物科学卓越创新中心(348种)、中国科学院动物研究所(330种)和河北大学(328种), 这些单位的标本保存数占全国正模标本保存总数的72.17%。其中, 陕西师范大学收藏的主要类群为蚱科(495种)和蝗科(359种); 中国科学院分子植物科学卓越创新中心和河北大学收藏的主要类群都是螽斯科, 分别有

142种和155种; 中国科学院动物研究所收藏的主要类群是螽斯科(163种)和蝗科(95种)。

2.3 中国直翅目同物异名情况

此次共收集到80个中国直翅目同物异名, 其中蝗科29种, 蚱科20种, 螽斯科10种, 蟋蟀科9种, 锥头蝗科4种, 癞蝗科3种, 蛉蟋科3种, 驼螽科2种。异名出现时间在1815–2011年, 在1979年之前, 出现的28个异名均来自外国学者, 在1979年之后的52个异名中, 由中国学者命名的有50个。通过对异名和有效名的命名人进行分析, 有62个物种的异名和有效名的命名人不同, 其中有32个物种的异名是由中国学者发表, 其有效名由外国学者发表。

2.4 中国直翅目物种发表情况

2.4.1 物种发表时间的变化

中国直翅目物种描述进程如图1所示, 最早的发表时间为1773年。从整体上来看, 随着时间的推进, 每年发表的新种数目呈现明显的波动上升趋势($r = 0.689, P < 0.01$), 其中最大值出现在2010年, 共

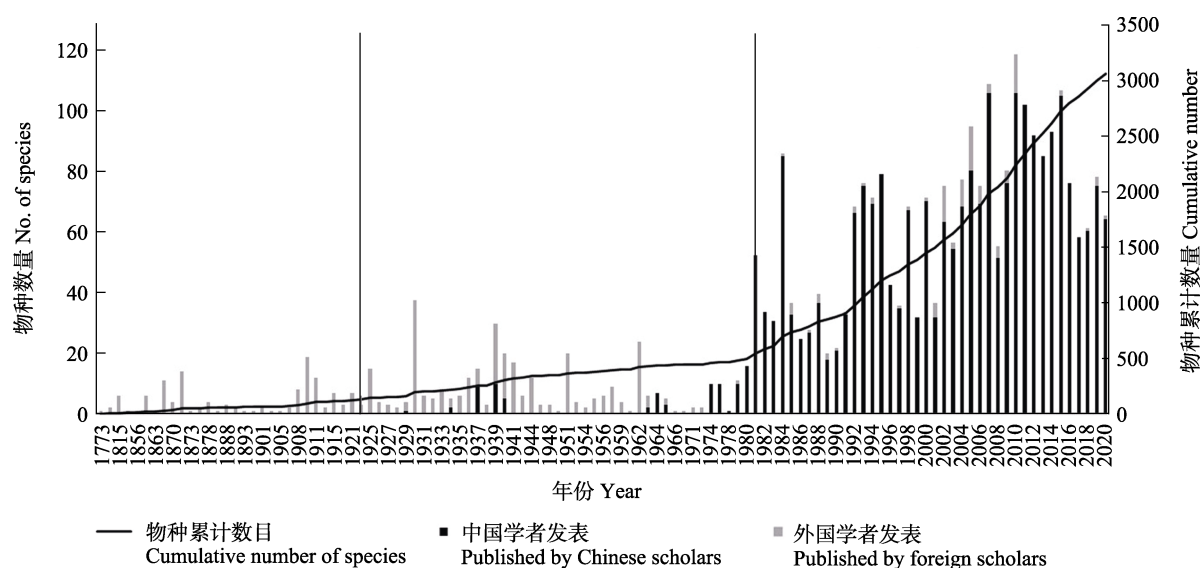


图1 中国直翅目物种年发表数量和累计发表数量(两条线分别指向1924年和1981年)

Fig. 1 Annual number and cumulative number of new species published for Orthoptera in China. The two lines point the years 1924 and 1981.

描述新种120种(亚种)。根据每年的物种发表数量和累计发表数量,本文划分了3个时间段:(1) 1773–1923年:每年发表新种数量不超过20个,且发表时间间隔较长,在151年间仅有29个年份有新种发表;(2) 1924–1980年:每年发表新种数量不超过40个,发表时间较连续,但各年发表数量波动较大;(3) 1981–2020年:每年发表新种数量多,发表时间连续,且呈现指数式增长($R^2 = 0.993$)。

2.4.2 直翅目命名人分析

有些物种发表时会有多名学者参与,因此存在多位学者命名1个物种的情况,比如拟毛股悠背蚱(*Euparatettix barbifemuraoides*)由邓维安、郑哲民和秦晶晶共同命名,那么在统计每位学者命名的物种数量时,每个命名人都会被计入1次。在1973年以前,我国的直翅目物种基本上均由外国人命名,446个种(亚种)中由中国学者命名的仅39种,占物种总数的8.74%;1974–2020年,越来越多的中国学者加入昆虫分类学研究队伍,由中国学者发表的新种数量占中国直翅目总数的96.07% (图1),中国学者在直翅目物种发表中占据主导地位。其中命名物种较多的中国学者有郑哲民(参与新种发表1,072种)、石福明(350种)、刘宪伟(249种)、邓维安(150种)、印象初(144种)、李恺(107种)、欧晓红(101种),这7位学者共参与命名中国直翅目物种1,815种,占中国直

翅目总命名数的59.12%。

2.5 中国直翅目正模标本的分布

中国直翅目正模标本共3,070份,舍去其中标本采集地点未精确到省级行政区(如中国北部)的50份标本,其余共3,020份用于分析。经整理,各省的正模标本采集情况如图2所示,除澳门外,其余33个省份均有正模标本记录,且不同省份之间的数量存在明显差异:其中最多的是云南613份,占全部标本的20.30%;其次是广西416份(13.58%),西藏206份(6.82%);天津、上海和北京均不超过10份。将区域划分细化到市级单位,标本采集排名前十的地级市如图3所示,云南西双版纳的正模标本数量最多,共157份,占全部标本的5.20%,其次是西藏林芝107份(3.54%)和广西河池71份(2.35%)。

从正模标本的分布图中可以发现,直翅目昆虫多集中在山地和丘陵地区(图4),呈现出明显的南高北低(秦岭–淮河一线)、东高西低(黑河–腾冲一线)的分布格局。结合中国直翅目正模标本分布热力图(图5A),确定了6个直翅目新种发现的热点地区,即云南、广西、海南、台湾、四川乐山和西藏林芝,在这些地区共发现直翅目物种1,482个,占全部直翅目物种发现数量的49.22%,而在青藏高原、内蒙古高原、黄土高原、塔里木盆地、准噶尔盆地、四川盆地、华北平原等区域物种发现数量较少。

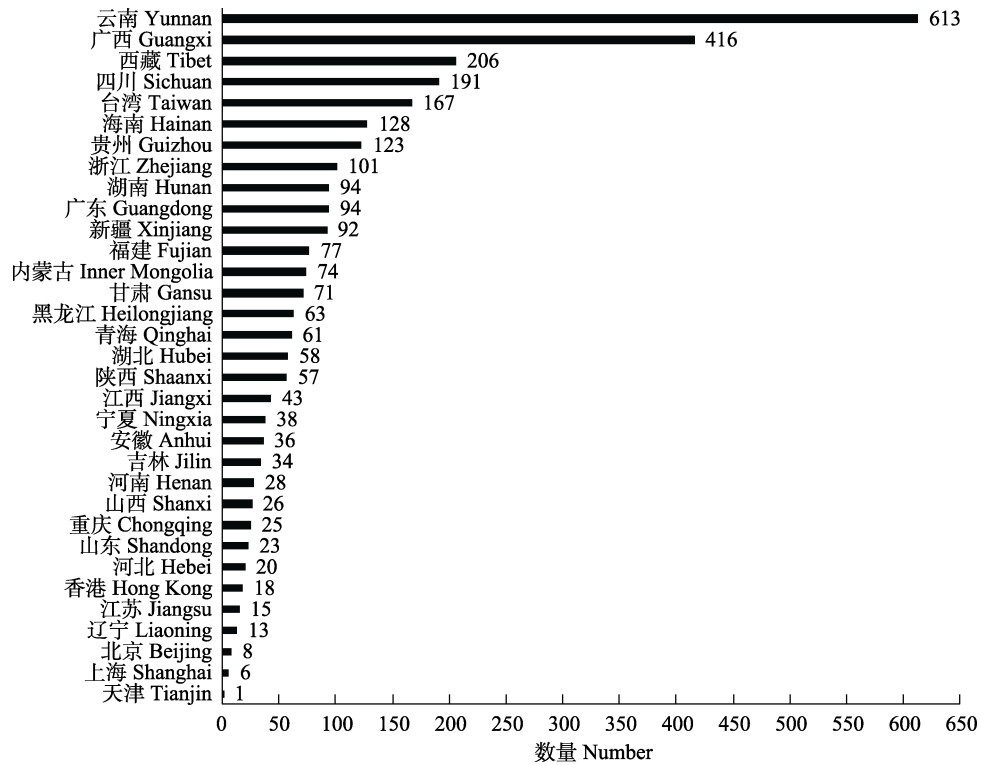


图2 各省级行政区直翅目正模标本采集数
Fig. 2 The number of Orthoptera holotype collected in provincial administrative region

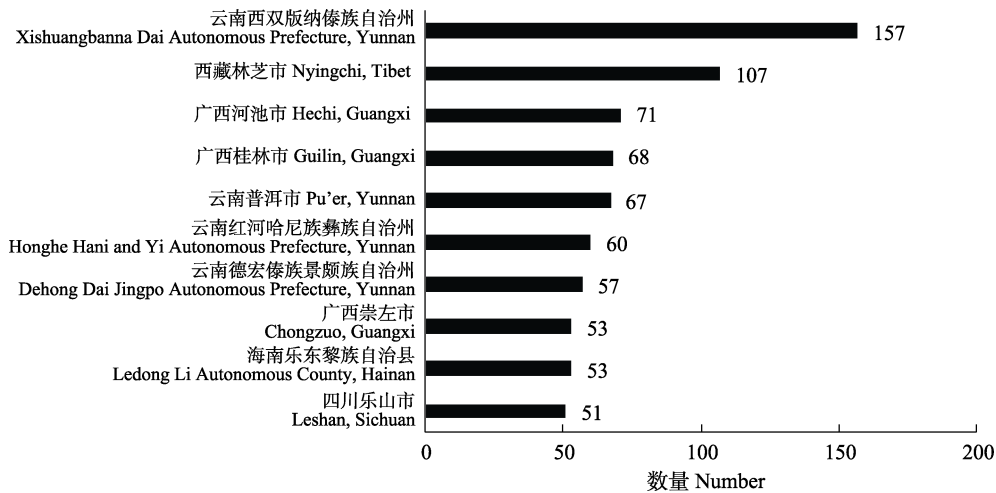


图3 直翅目正模标本采集排名前十的地级市
Fig. 3 The top 10 cities for Orthoptera holotype collection

结合中国直翅目新种描述的3个明显变化的时间段进行分析,在1773–1923年(图5B),直翅目新种的发现地点基本上都在中国边境地区,热点地区集中在台湾省;1924–1980年(图5C),新种发现地点逐步向内陆转移,热点地区主要集中在四川中部和广东南部地区以及台湾省;1981–2020年(图5D),新种

发现范围更广,且热点地区变为云南西双版纳、广西和海南。

将占比最高的蝗科、螽斯科、蚱科、蟋蟀科4个科的正模标本采集地分别分析,结果如图6所示,不同科之间的标本采集地分布存在差异。蝗科(图6A)标本分布在全国33个省份,其中采集数量较多

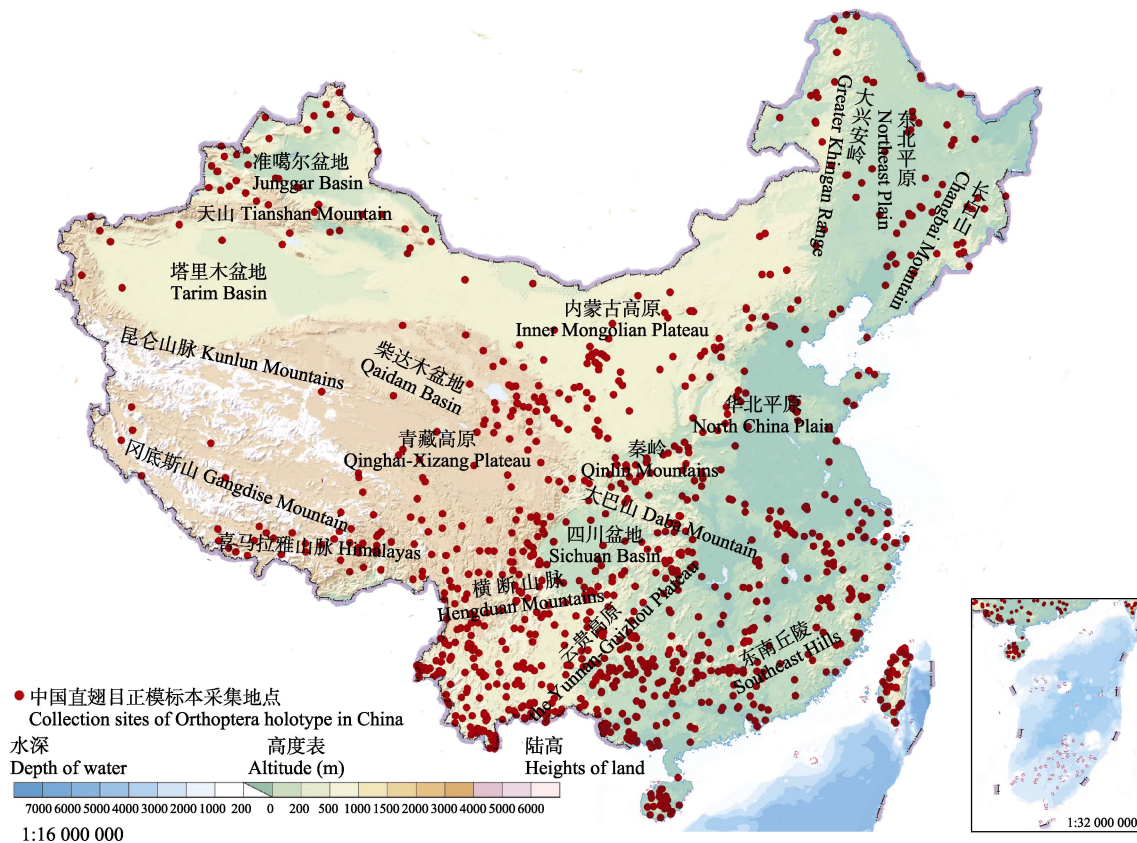


图4 中国直翅目正模标本分布图
Fig. 4 The distribution of holotype for Orthoptera in China

的2个省份是云南(144种, 14.41%)和西藏(113种, 11.31%); 螽斯科(图6B)标本分布在全国31个省份, 其中采集数量较多的2个省份是云南(128种, 20.68%)和广西(70种, 11.31%); 蚱科(图6C)标本分布在全国25个省份, 其中采集数量较多的2个省份是广西(238种, 31.82%)和云南(190种, 25.40%); 蟋蟀科(图6D)标本分布在全国21个省份, 其中采集数量较多的2个省份是云南(46种, 30.87%)和台湾(25种, 16.78%)。在这4科中, 蝗科的正模标本分布范围最广, 螽斯科主要分布在黑河-腾冲一线以东, 蚱科和蟋蟀科主要分布在秦岭-淮河一线以南, 特别是蟋蟀科, 其标本分布范围最狭窄, 在北方几乎无记录。

3 讨论

3.1 中国直翅目正模标本组成

1773–2020年, 中国直翅目正模标本数量达3,070种, 其中蝗科的物种数最多。这主要是因为: (1) 该科昆虫摄食对象广、适应能力强、数量多、种类

丰富, 在中国境内广泛分布, 而且本科包括了许多重要的农林害虫, 如竹蝗(*Ceracris kiangsu*)、飞蝗(*Locusta migratoria*)等, 对我国农业生产造成巨大威胁(张龙等, 2020), 研究本科昆虫具有十分重要的经济意义; (2) 研究蝗科的科研队伍日益壮大。自20世纪60年代开始, 夏凯龄、赵修复、印象初、刘举鹏、郑哲民等分类学家纷纷致力于蝗科的分类学研究(李馨等, 2014); 此外, 以中国科学院为代表的全国多家科研院所组织了多次科学考察(杨星科和赵建铭, 2000), 加强各地区系的调查, 使得蝗科的收藏标本大量增加, 新属新种不断被发现、发表。 (3) 科学技术的进步促进了分类学的发展。蝗科传统的鉴定方法是以成虫和卵的外部形态特征为主要依据进行分类的(蒋国芳和郑哲民, 2001), 但对于形态上极其相似的近缘种, 传统的分类方法显现出不足, 而近年来分子生物学技术逐渐运用到蝗科近缘种的鉴别中, 也为形态相似的近缘种的区分提供了新的证据, 促进了分类学的发展(李馨等, 2014)。

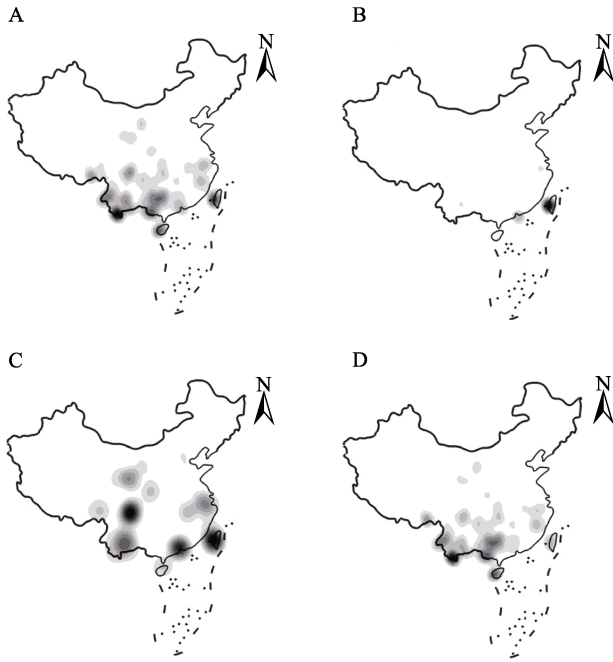


图5 不同时期中国直翅目物种采集热力图。A: 1773–2020年; B: 1773–1923年; C: 1924–1980年; D: 1981–2020年。颜色越深, 物种密度越高。

Fig. 5 The heat map of new species discovery for Orthoptera in China at different time periods. A, Between 1773 and 2020; B, Between 1773 and 1923; C, Between 1924 and 1980; D, Between 1981 and 2020. Darker color, higher density of new species.

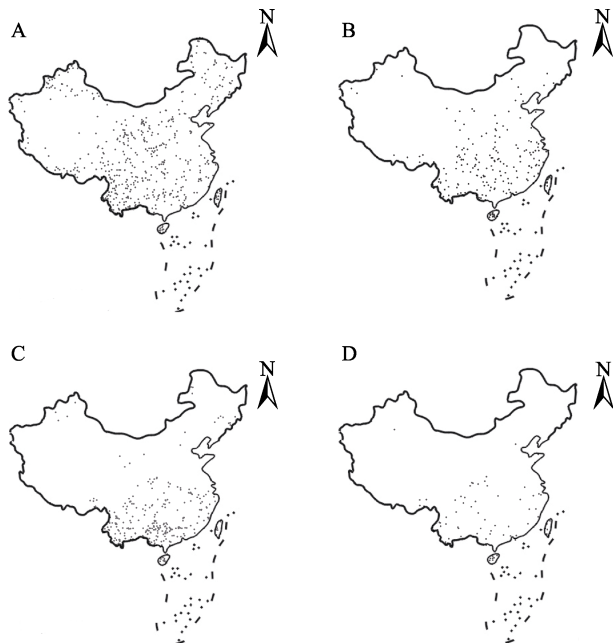


图6 正模标本数量最多的4个科的标本采集地分布。A: 蝗科; B: 螽斯科; C: 蚱科; D: 蟋蟀科。

Fig. 6 Distribution of four main families of holotype for Acrididae (A), Tettigoniidae (B), Tetrigidae (C), and Gryllidae (D)

同时,从这一数据也能看出,有些关注度较低的科,其正模标本未超过10份,可能还需要分类学工作者们进一步探索描述。这些类群物种发现率较低的可能原因一是科内本身物种较少,如蚤蛄科、蝼蛄科,目前在全球范围内仅记录100种左右;二是由于本身个体较小,生活环境较隐蔽,不易被发现,或是分布地点较危险,不易被采集,比如蚂蚁蛄科,其个体十分微小,一般生活在蚁巢中与蚂蚁共生,很难被发现。

3.2 中国直翅目正模标本的馆藏分布

从正模标本的保存单位来看,1773–2020年发表的中国直翅目物种共涉及44个科研院校,其中陕西师范大学、河北大学、中国科学院分子植物科学卓越创新中心、中国科学院动物研究所等科研院所做出了很大贡献。从这些单位保存的正模标本的类群来看,不同科研院所重点关注的类群也有所不同,不同机构之间正模标本数量的巨大差距也反映了不同地区分类学研究历史积累水平的不平衡和不同地区的科研团队在直翅目分类研究上的不平衡。造成这种现象的主要原因有:一是可能受该单位所拥有的科研骨干的影响,如陕西师范大学收藏的蝗科和蚱科的正模标本数量最多,主要是归功于该校的郑哲民教授多年致力于昆虫分类研究,发表的蝗虫新属种占解放后全国新属种数的一半以上,对蚱总科的研究填补了我国在这方面的空白,将其分类学研究带入一个新阶段。河北大学拥有较多螽斯科正模标本,主要是由于该校的石福明教授长期从事螽斯科的分类进化研究。二是国家政策的扶持,如中国科学院分子植物科学卓越创新中心和中国科学院动物研究所,两者都属于中国科学院的下属机构,而中国科学院作为我国在科学技术方面的最高学术机构,其发展受到了党和政府的大力支持,仅1955–1999年间,其组织的与昆虫有关的大型科学考察就达17次之多,采集昆虫标本逾110万份(杨星科和赵建铭, 2000),极大丰富了其直翅目正模标本的库藏。

此外也可以发现殖民历史和国家双边关系对直翅目正模标本的保存地有影响(Tan et al, 2017),在1949年之前,正模标本多保存在英国、美国、德国这些在中国进行殖民统治的国家,而新中国成立后,国外的正模标本更多地出现在苏联的博物馆

中。此后, 随着我国科技实力、经济实力的腾飞, 我国的分类学家积极参与到直翅目物种研究, 正模标本基本上均保存在我国。

3.3 中国直翅目物种发表历史进程

中国直翅目物种描述数量大致呈现逐年上升的趋势, 从物种累积曲线来看, 我国的直翅目新种发现还未到达停滞期, 说明我国仍有大量的直翅目新种等待分类学者们的进一步探索。中国直翅目昆虫的最早记录在1773年, 根据每年描述物种数量变化情况, 将1773年至2020年分为3个阶段: (1) 1773–1923年, 停滞期; (2) 1924–1980年, 波动增长期; (3) 1981–2020年, 快速增长期。这一现象是与当时的国情相吻合的(李廷野等, 2016)。

出现异名的主要科级单元为蝗科、蚱科、螽斯科、蟋蟀科, 与直翅目研究的主要类群相吻合。中国学者命名的同物异名均出现在1979年之后, 这与中国学者在1973年之后成为中国直翅目昆虫研究的主力人员的统计结果相吻合。2011年之后, 同物异名出现的减少, 一是由于近年来分类方法进步, 二是由于信息技术的普及和各种资料库的建立, 学者在进行物种分类时, 查阅文献更加方便快捷和全面, 有效地避免了对已知物种的二次命名。由此, 为了减少同物异名等问题的出现, 各研究机构之间应加强合作(陈小勤等, 2020), 促进资料共享, 提升物种分类研究水平。

3.4 中国直翅目正模标本的地理分布

从本研究中的正模标本分布来看, 中国境内各省市直翅目的物种多样性差异较大, 正模标本采集地主要集中在云南、广西、海南、台湾、四川乐山和西藏林芝, 这些地区主要位于我国亚热带, 气候湿润, 水资源丰富, 气温适宜, 植被覆盖率高。直翅目多样性较高的地区多为除青藏高原腹地外的山地和丘陵地区。造成这一现象的主要原因可能是直翅目多数为植食性昆虫, 更倾向于生活在植物资源丰富的生境中, 而平原和高原是人类聚集和活动的主要场所, 自然植被已近完全消失, 因此山地和丘陵成为直翅目昆虫栖息、繁衍、分化与发展的主要基地(申效诚等, 2015)。标本采集分布的不平衡也可能与研究人员的采集偏好有关, 研究人员考虑到采集时间和成本可能会更倾向于在工作单位附近或是交通便利的地域进行采集。而像青藏高原、塔里

木盆地这种自然环境恶劣的地区, 除了其本身昆虫资源较少这一原因外, 研究人员进行科学考察的条件比较艰难, 在无专业组织的情况下, 极少有学者会选择前往, 这也使得这些地区的标本信息较为稀少。此外, 北京、上海、天津三市占地面积较小, 相较于面积更大的省份而言, 其标本采集量自然会较少。

不同的科, 其正模标本的分布特点也有所不同。对数量较多的蝗科、螽斯科、蚱科和蟋蟀科进行地理分析, 4科昆虫均表现出南多北少的分布特征, 其中蝗科标本分布范围最广, 涉及33个省级行政区, 蟋蟀科分布范围最窄, 仅涉及21个省份, 且在北方几乎无标本采集记录。蝗科昆虫食物范围广, 适应能力强, 繁殖率高, 物种多样化程度高, 且多数昆虫具有飞行能力, 在组成成虫群时具有很强的远距离迁飞能力, 可跨省、跨地区(张龙等, 2020), 因此在中国境内广泛分布; 螽斯科昆虫食性杂, 除植食性外, 少部分螽斯为肉食性和杂食性, 其分布范围略广; 而蚱科的食性简单, 主要以低等植物和腐殖质为食, 更倾向于选择相对潮湿高热的生境(邓维安等, 2015); 蟋蟀科昆虫对气温较为敏感, 表现在地理分布上就是物种丰富度与纬度成负相关(马丽滨, 2011), 且蟋蟀喜欢栖息在土壤较为湿润的环境中, 故蚱科和蟋蟀科的新种多在南方发现。

4 展望


中国直翅目昆虫分类研究至今已取得了一定成就, 我国已知的直翅目物种数量超过了世界直翅目数量的10%。但我国仍然有很大的进步空间, 一是物种采集范围有限, 我国近1/2的陆地区域标本采集记录仍然稀少, 二是参与昆虫分类的学者较少, 大部分物种仍是由少数分类工作者进行描述。为进一步推动我国的直翅目昆虫物种分类进程, 基于本研究结果提出以下建议: 一是国家加大对传统分类学研究的支持, 为在西北条件较为艰苦的地区进行科学考察提供资金支持和技术指导; 二是加大对分类学家的培养, 分类学家是鉴定、描述物种的人, 在保护生物多样性、研究未知物种中起着不可或缺的作用(Joppa et al, 2011; Bacher, 2012), 相关研究发现, 目前没有足够的分类工作者去探索和描述未知物种(Boero, 2001), 因此, 需要培养更多的年轻人参与到物种分类学研究中去, 为此国家需完善科

研评价体系, 关注分类学的发展, 维护分类学科的健康发展。

ORCID

黄江蓉  <https://orcid.org/0000-0002-0098-9205>

汤嘉欣  <https://orcid.org/0000-0003-0338-0435>

何祝清  <https://orcid.org/0000-0003-4304-767X>

参考文献

- Bacher S (2012) Still not enough taxonomists: Reply to Joppa *et al.* Trends in Ecology & Evolution, 27, 65–66.
- Bai M, Cui JZ, Hu JY, Li LZ (2014) Catalogue of the Insect Type Specimens Deposited in China (Vol. 3). China Forestry Publishing House, Beijing.
- Bei-Bienko GJ, Mishchenko LL (1951) Acridoidea of the fauna of the USSR and neighbouring countries. Opred Faune SSSR, Moscow.
- Boero F (2001) Light after dark: The partnership for enhancing expertise in taxonomy. Trends in Ecology & Evolution, 16, 266.
- Chen XQ, Liu J, Bian X (2020) Bibliometric analysis on the journal of *Zootaxa* based on Web of Science Data (2009–2020). Anhui Agricultural Science Bulletin, 26, 50–57. (in Chinese with English abstract) [陈小勤, 刘静, 边迅 (2020) 《Zootaxa》期刊2009–2020年直翅目昆虫发文统计分析. 安徽农学通报, 26, 50–57.]
- Cigliano MM, Braun H, Eades DC, Otte D (2020) Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>. (accessed on 2020-12-31)
- Cui JZ, Bai M, Wu H, Ji LQ (2007) Catalogue of the Insect Type Specimens Deposited in China (Vol. 1). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [崔俊芝, 白明, 吴鸿, 纪力强 (2007) 中国昆虫模式标本名录(第1卷). 中国林业出版社, 北京.]
- Cui JZ, Bai M, Fan RJ, Wu H (2009) Catalogue of the Insect Type Specimens Deposited in China (Vol. 2). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [崔俊芝, 白明, 范仁俊, 吴鸿 (2009) 中国昆虫模式标本名录(第2卷). 中国林业出版社, 北京.]
- Deng WA, Li XD, Wei SZ, Yuan BD, Lin MP (2015) Ecological adaptability of the Tettigid in the Shiwanshan of Guangxi. Chinese Journal of Ecology, 34, 1994–2004. (in Chinese with English abstract) [邓维安, 李晓东, 韦仕珍, 原宝东, 林敏平 (2015) 广西十万大山蚱蜢类昆虫生态适应性. 生态学杂志, 34, 1994–2004.]
- Ding DS, Zhu XC, Huang XL, Qiu NF (2007) Tettigonioidae and geographical distributions of insect from Jiangxi Lushan Nature Reserve. Journal of Jiangxi Forestry Science and Technology, (3), 26–28. (in Chinese with English abstract) [丁冬荪, 诸显超, 黄贤林, 邱宁芳 (2007) 庐山自然保护区螽斯昆虫及地理分布. 江西林业科技, (3), 26–28.]
- Dirsh VM (1965) The African Genera of Acridoidea. Cambridge University Press, London.
- Harz A (1975) The Orthoptera of Europe, Vol. II. Springer, Hague.
- He ZQ (2018) A checklist of Chinese crickets (Orthoptera: Gryllidae). Zootaxa, 4369, 515–535.
- Jiang GF, Zheng ZM (2001) Progresses in molecular systematics of Acridoidea (Orthoptera). Entomological Knowledge, 38, 81–86. (in Chinese with English abstract) [蒋国芳, 郑哲民 (2001) 蝗虫分子系统学研究进展. 昆虫知识, 38, 81–86.]
- Jin XB, Liu XW (1996) Selecting, rearing and enjoyment of Common Singing Insects. Shanghai Science and Technology Press, Shanghai. (in Chinese) [金杏宝, 刘宏伟 (1996) 常见鸣虫的选养和观赏. 上海科学技术出版社, 上海.]
- Joppa LN, Roberts DL, Pimm SL (2011) The population ecology and social behaviour of taxonomists. Trends in Ecology & Evolution, 26, 551–553.
- Kirby WF (1914) The Fauna of British India, including Ceylon and Burma: Orthoptera (Acridiidae). Taylor and Francis, London.
- Li TY, Li XH, Li YP, Wang JW, Hu LJ, Sun FZ, Cui LW, Xiao W (2016) Spatial and temporal distribution of novel species in China. Chinese Journal of Ecology, 35, 1684–1690. (in Chinese with English abstract) [李廷野, 李新红, 李延鹏, 王俊伟, 胡玲娟, 孙发智, 崔亮伟, 肖文 (2016) 中国新发现物种的时空分布. 生态学杂志, 35, 1684–1690.]
- Li X, Wang LH, Wang WQ, Hao KK (2014) Research progress of species diversity of grasshoppers in China. Journal of Yan'an University (Natural Science Edition), 33(3), 59–63. (in Chinese with English abstract) [李馨, 王丽红, 王文强, 郝凯凯 (2014) 中国蝗虫物种多样性研究进展. 延安大学学报(自然科学版), 33(3), 59–63.]
- Liu JM, Wang JL, Wang Y, Liu HY (2017) Investigation and identification of Grylloidea in Hebei Province. Journal of Anhui Agricultural Science, 45(10), 19–21. (in Chinese with English abstract) [刘建民, 王继良, 王英, 刘浩宇 (2017) 河北省蟋蟀类昆虫调查与识别. 安徽农业科学, 45(10), 19–21.]
- Ma LB (2011) Systematic Study of Gryllidae from China (Orthoptera, Grylloidea). PhD dissertation, Northwest A&F University, Yangling. (in Chinese with English abstract) [马丽滨 (2011) 中国蟋蟀科系统学研究(直翅目: 蟋蟀总科). 博士学位论文, 西北农林科技大学, 杨凌.]
- Mao BY, Ren GD, Ou XH (2011) Fauna, Distribution Pattern and Adaptability of Acridoidea from Yunnan. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [毛本勇, 任国栋, 欧晓红 (2011) 云南蝗虫区系、分布格局及适应性. 中国林业出版社, 北京.]
- Otte D, Perez-Gelabert D (2009) Caribbean Crickets. The Orthopterists' Society, Philadelphia.
- Shen XC, Ren YD, Liu XT, Shen Q, Wang AP, Zhang SJ, Sun H, Ma XJ (2015) Insect Geography of China. Henan Science

- and Technology Press, Zhengzhou. (in Chinese) [申效诚, 任应党, 刘新涛, 申其, 王爱萍, 张书杰, 孙浩, 马晓静 (2015) 中国昆虫地理. 河南科学技术出版社, 郑州.]
- Stork NE (2018) How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on earth? *Annual Review of Entomology*, 63, 31–45.
- Tan MK, Baroga-Barbecho JB, Yap SA (2019) An account on the Orthoptera from Siargao Island (Southeast Asia: Philippines: Mindanao). *Zootaxa*, 4609, 1–30.
- Tan MK, Choi J, Shankar N (2017) Trends in new species discovery of Orthoptera (Insecta) from Southeast Asia. *Zootaxa*, 4238, 127–134.
- Wang D, Na YP, Jiang PW, Wang Y, Na J (2015) Analysis of the courtship, coupling and ovipositionethology of *Gryllus bimaculatus*. *Journal of Shenyang Normal University (Natural Science Edition)*, 33, 455–458. (in Chinese with English abstract) [王丹, 那宇鹏, 江丕文, 王洋, 那杰 (2015) 双斑蟋求偶交配产卵的动物行为学研究. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 33, 455–458.]
- Xu SG, Lin YZ (1999) The Orthoptera insect resource, its development and utilization in Ji'nan area. *Resource Development & Market*, 15(2), 17–18. (in Chinese with English abstract) [许士国, 林育真 (1999) 济南地区直翅目昆虫资源及其开发利用. 资源开发与市场, 15(2), 17–18.]
- Yang XK, Zhao JM (2000) Fifty years of insect taxonomy in China. *Entomological Knowledge*, 37(1), 1–11. (in Chinese) [杨星科, 赵建铭 (2000) 中国昆虫分类研究的五十年. 昆虫知识, 37(1), 1–11.]
- Zhang F, Zhang ZN (2001) Study on edible insect resources and their exploitation and utilization. *Resources Science*, 23(2), 58–61, 97. (in Chinese with English abstract) [张峰, 张钟宁 (2001) 食用昆虫资源的开发利用研究. 资源科学, 23(2), 58–61, 97.]
- Zhang L, Ban LP, You YW, Yin XW (2020) Locust outbreak and management. *Journal of Environmental Entomology*, 42, 511–519. (in Chinese with English abstract) [张龙, 班丽萍, 游银伟, 尹学伟 (2020) 蝗虫的发生与防控. 环境昆虫学报, 42, 511–519.]
- Zheng ZM (2005) Records of Tetrigoidea from Western China. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑哲民 (2005) 中国西部蚱总科志. 科学出版社, 北京.]
- Zheng ZM (1985) Locusts in Yunnan, Guizhou, Sichuan, Shaanxi and Ningxia. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑哲民 (1985) 云贵川陕宁地区的蝗虫. 科学出版社, 北京.]
- (责任编辑: 白明 责任编辑: 闫文杰)

附录 Supplementary Material

附录1 中国直翅目昆虫正模标本的保存国家

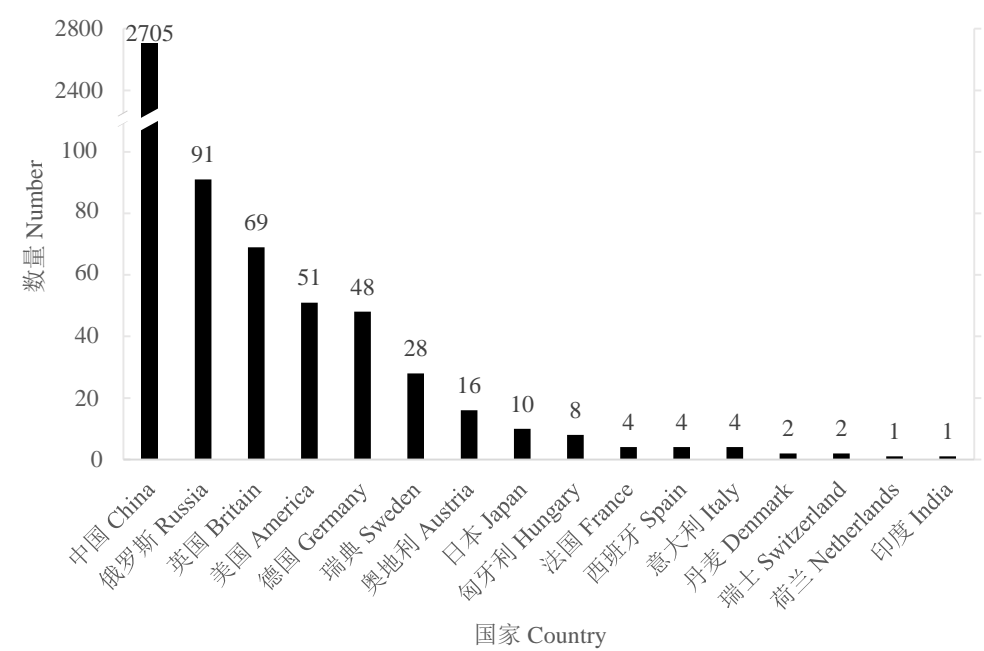
Appendix 1 Preservation country of Orthoptera holotype

<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021314-1.pdf>

附录2 中国直翅目昆虫正模标本在中国的保存地

Appendix 2 Depositary institution of Orthoptera holotype in China

<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021314-2.pdf>



附录1 中国直翅目昆虫正模标本的保存国家

Appendix 1 Preservation country of Orthoptera holotype

附录2 中国直翅目昆虫正模标本在中国的保存地
Appendix 2 Depositary institution of Orthoptera holotype in China

正模标本保存单位 Depositary institution of holotype	数量 No.	占比 Percentage (%)
陕西师范大学 Shaanxi Normal University	946	34.97
中国科学院分子植物科学卓越创新中心 Chinese Academy of Sciences Center for Excellence in Molecular Plant Sciences	348	12.87
中国科学院动物研究所 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences	330	12.13
河北大学 Hebei University	328	12.20
中山大学 Sun Yat-sen University	96	3.55
中国科学院西北高原生物研究所 Northwest Institute of Plateau Biology	93	3.44
台湾大学 Taiwan University	70	2.59
大理大学 Dali University	59	2.18
东北师范大学 Northeast Normal University	44	1.63
华东师范大学 East China Normal University	36	1.33
广西科学院生物研究所 Institute of Biology, Guangxi Academy of Sciences	31	1.15
河池学院 Hechi University	31	1.15
中国科学院昆明动物研究所 Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences	29	1.07
台湾自然科学博物馆 Taiwan Museum of Natural Science	27	1.00
山东大学 Shandong University	27	1.00
西北农林科技大学 Northwest A&F University	22	0.81
西南林业大学 Southwest Forestry University	18	0.67
淮北师范大学 Huaibei Normal University	18	0.67
山东农业大学 Shandong Agricultural University	15	0.55
中国农业大学 China Agricultural University	15	0.55
武汉轻工大学 Wuhan Polytechnic University	13	0.48
中国农业科学院植物保护研究所 Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences	13	0.48
中兴大学 Chung Hsing University	12	0.44
山西省植物保护植物检疫总站 Shanxi Plant Protection and Quarantine station	10	0.37
湖南师范大学 Hunan Normal University	10	0.37
东北林业大学 Northeast Forestry University	9	0.33
贵州师范大学 Guizhou Normal University	7	0.26
河南师范大学 Henan Normal University	5	0.18
黄冈师范学院 Huanggang Normal University	5	0.18
新疆大学 Xinjiang University	4	0.15
西南大学 Southwest University	4	0.15
乐山师范学院 Leshan Normal University	4	0.15
广西大学 Guangxi University	4	0.15
山西大学 Shanxi University	4	0.15
河南科学院生物研究所有限责任公司 Institute of Biology Co. Ltd., Henan Academy of Sciences	2	0.07
台湾农业研究所 Taiwan Agricultural Research Institute	2	0.07
重庆自然博物馆 Chongqing Museum of Natural History	2	0.07
中南林业科技大学 Central South University of Forestry and Technology	2	0.07
天津自然博物馆 Tianjin Museum of Natural History	2	0.07
青海师范大学 Qinghai Normal University	2	0.07
南京师范大学 Nanjing Normal University	2	0.07
南开大学 Nankai University	2	0.07
青海畜牧兽医职业技术学院 Qinghai Vocational and Technical Institute of Animal Husbandry and Vet	1	0.04
西北师范大学 Northwest Normal University	1	0.04
总计 Total	2,705	100