

2016-2020 年全球及中国鞘翅目 昆虫分类学研究态势分析*

张利军^{1,2**} 阮用颖³ 李志强² 杨星科^{2,4} 陈勇^{2***} 刘扬^{1***}

(1. 西北大学生命科学学院, 陕西省秦岭珍稀濒危动物保育重点实验室, 西安 710069; 2. 广东省科学院动物研究所, 广东省动物保护与资源利用重点实验室, 广东省野生动物保护与利用公共实验室, 广州 510260; 3. 深圳职业技术学院, 植物保护中心, 深圳 518055; 4. 中国科学院动物研究所动物进化与系统性重点实验室, 北京 100101)

摘要 【目的】鞘翅目昆虫是世界上多样性最为丰富的生物类群, 也是生物多样性研究的重要类群之一。明确世界及国内鞘翅目分类单元的发表与修订情况, 对于掌握我国近年鞘翅目研究现状, 进一步推动国内鞘翅目多样性研究及生物多样性保护具有重要意义。【方法】对 2016-2020 年间发表世界鞘翅目新分类单元文献进行检索和整理, 并进一步分析。【结果】经统计, 这 5 年国内外共发表鞘翅目新分类单元 18 058 个, 共涉及 152 个科, 包括新种 16 860 个, 新属 1 187 个, 新科 11 个。数据显示, 这 5 年, 世界范围内的新分类单元数、新异名提出数及文章发表数均呈整体下降趋势; 隐翅虫科等少数科成为热点研究类群。2016-2020 年中国鞘翅目新分类单元共 2 477 个(占全世界的 13.7%), 涉及 73 科, 包括新种 2 388 个, 新属 87 个, 新科 2 个。【结论】虽然国内学者发表的新种数和文章数占世界的相应比例呈整体上升趋势, 但这 5 年, 我国鞘翅目的新种仅有 39.7% 为国内学者发表, 且国内作者数随年度呈下降趋势。总体而言, 国际鞘翅目多样性研究有所下降, 而国内鞘翅目昆虫多样性研究也并不乐观。

关键词 鞘翅目; 国际形势; 分类学者; 新分类单元; 分类研究进展

International, and local, trends in research on coleopteran taxonomy

ZHANG Li-Jun^{1,2**} RUAN Yong-Ying³ LI Zhi-Qiang² YANG Xing-Ke^{2,4}
CHEN Yong^{2***} LIU Yang^{1***}

(1. The College of Life Science, Northwest University; Shaanxi Key Laboratory of Rare and Endangered Animal Conservation in Qinling Mountains, Xi'an 710069, China; 2. Institute of Zoology, Guangdong Academy of Sciences; Guangdong Key Laboratory of Animal Conservation and Resource Utilization; Guangdong Public Laboratory of Wild Animal Conservation and Utilization, Guangzhou 510260, China; 3. Plant Protection Research Center, Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, China; 4. Key Laboratory of Zoological Systematics and Evolution, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract [Objectives] The Coleoptera are the most diverse group of animals in the world and are therefore an important taxon for biodiversity research. Summarizing key revisions of coleopteran taxonomy both internationally and domestically is important, not only to understanding the current taxonomic status of the order, but also to promote research on beetle diversity and biodiversity protection in China. [Methods] We searched, collated and analyzed taxonomic and phylogenetic literature on the Coleoptera published overseas and within China between 2016 and 2020. [Results] A total of 18 058 new Coleopteran taxa have been described in the past five years. 16 860 new species, 1 187 new genera, and 11 new families. The number of new taxa, synonyms and articles published during this period have, however, been declining. 2 477 new taxa were described in

*资助项目 Supported projects: 广东省科学院建设国内一流研究机构行动专项资金项目 (2020GDASYL-20200301003; 2020GDASYL-20200102021); 陕西省秦岭珍稀濒危动物保育重点实验室开放研究基金项目 (AC2021001)

**第一作者 First author, E-mail: zhanglijun5515@163.com

***共同通讯作者 Co-corresponding authors, E-mail: zhikongdr@163.com; liuyangent@nwu.edu.cn

收稿日期 Received: 2022-08-01; 接受日期 Accepted: 2023-01-07

China during the same period; 2 388 new species, 87 new genera and 2 new families, accounting for 13.7% of the all new taxa.

[Conclusion] Although the proportion of new species and articles published by Chinese researchers in the world has increased year by year, only 39.7% of new species of Coleoptera were described by Chinese researchers between 2016 and 2020. The number of Chinese authors has also been decreasing. In general, research on Coleopteran diversity has been declining worldwide, which is not optimistic for research on this taxon in China.

Key words Coleoptera; international situation; taxonomist; new taxon; taxonomic research progress

生物多样性是大自然赋予人类的宝贵财富,是人类社会赖以生存和发展的基础(张茂林和王戎疆, 2011),它不仅与人类的衣食住行及物质文化生活密切相关,而且在维持气候稳定、预防水土流失和维护正常生态学过程中发挥着关键作用(肖如林等, 2022)。昆虫作为生物多样性的重要组成,在所有生物类群中,具有着最丰富的遗传多样性、物种多样性、性状和功能多样性(刘童祯, 2021),是研究生物多样性的重要材料,也是生物多样性保护的重要载体。据近年的估计,全球约有昆虫 550 万种(Stork *et al.*, 2015),目前已定名和描述的昆虫种类仅约 100 万种,虽然占据全球已知生物种类的 2/3(Samways, 2007; Basset *et al.*, 2012; Misof *et al.*, 2014),但亦有近 80%的昆虫物种尚未被认知或记录(Stork, 2018)。

鞘翅目作为昆虫纲中分布最广、种类数量最多的一目,是国内外长期重点关注的类群之一。目前,全世界已知鞘翅目昆虫逾 39 万余种(Zhang, 2013)。其广泛分布于陆地和部分水域生态系统中,是生态系统重要的组成(鲁佳雄等, 2015)。同时,其对全球生态系统的运转具有着关键的基础功能性,在维持生态平衡和自然界物质循环、能量流动等方面均发挥着不可替代性的作用(Wilson, 1987; Samways and Taylor, 2004; Haslett, 2007)。因此鞘翅目昆虫多样性研究,对于全球生物多样性保护及对生态功能的修复等均具有着重要的意义。

我国昆虫系统学事业起步较晚,虽在 20 世纪 90 年代后,奋起直追,但与国际前沿水平相比,仍有着一定差距,在鞘翅目研究上亦是如此。截止到 2018 年,我国报道的鞘翅目昆虫仅 3.5 万余种,约占全世界的 8.9%,其中由外国学者

主导报道的数量也要多于国内学者报道的数量(聂瑞娥等, 2019)。但目前,我们距离国际水平的具体差异情况,在新分类单元的发现、相关文章的发表、发表相关新种的作者及涉及的研究类群等方面,具体存在哪些薄弱环节,又有着哪些优势,尚未有研究进行综述归纳。

因此,我们基于数据库检索及文献计量,通过对 2016-2020 年各个期刊中有关鞘翅目昆虫新分类单元、新异名的提出情况进行汇总,分析了这 5 年世界鞘翅目物种多样性的研究趋势,以及国内鞘翅目被国内外学者研究与发表的情况。借助这些数据,便于我们发现不足,找到差距,制定举措,积极应对,推动我国鞘翅目多样性研究的发展,进而促进我们在后续生物多样性保护中快速响应。

1 研究方法

1.1 数据来源

本文系统检索了 Zoological Record (<https://www.webofscience.com/wos/zoorec/basic-search/>),限定发表年份为 2016-2020 年,并利用关键字或关键词进行补充检索(关键字或关键词有: Coleoptera、beetle、new、nov、synonym 及 removal from synonymy 等),共检索到相关文献 5 338 篇。

1.2 数据处理与分析

将检索出的分类学文献根据科名、新种、新属和新异名等条目进行筛选,同时对分类单元又进一步按古生(在琥珀化石中发现的化石种类)和现生物种进行区分,并整理成表或图。本文主要阶元的系统地位采用 Bouchard 等(2011)发表的鞘翅目高级阶元名称清单,同时对于 2011 年

后新提升的科参考了其对应文献 (Kundrata *et al.*, 2013; Cline *et al.*, 2014; Robertson *et al.*, 2015; López-López and Vogler, 2017; Gimmel *et al.*, 2019; Kusy *et al.*, 2021)。数据整理在 Excel 软件中进行。

本文采用一次线性回归方程拟合新发表分类单元数、文章数量、异名提出数等的变化趋势,以期得出相关指标在这 5 年的总体变化。同时,我们采用绝对数量丰度图,展示各区分处理下的物种数量,以便于展示国内外鞘翅目物种研究现状。图表绘制在 R 语言软件中进行。

2 结果与分析

2.1 2016-2020 年世界及中国鞘翅目分类研究整体情况

2.1.1 新分类单元发表数逐年下降

(1) 新分类单元发表数分析

2016-2020 年,世界范围内共发表鞘翅目新分类单元 18 047 个;其中新种 16 860 个(含古生 770 个);新属 1 187 个(含古生 342 个);现生新科 3 个:纤口萤科 Jurasaidae (巴西, 2020 年)、华萤叩甲科 Sinopyrophoridae (中国, 2019 年)、伊比利亚萤科 Iberobaeniidae (西班牙, 2016 年);古生新科 8 个: Peltosynidae (吉尔吉斯斯坦, 2018 年)、Apotomouridae (缅甸, 2018 年)、Cretohisteridae (中国, 2018 年)、Mysteriomorphidae (缅甸, 2019 年)、Passalopalpidae (缅甸, 2016 年)、Ponomarenkiidae (澳大利亚, 2018 年)、Ptismidae (黎巴嫩, 2016 年)、Wabbelidae (波罗的海, 2017 年)。

2016-2020 年,国内鞘翅目新分类单元 2 475 个,占全世界的 13.7%,其中新科 2 个(华萤叩甲科 Sinopyrophoridae、Cretohisteridae),新属 87 个(含古生 16 个),新种 2 388 个(含古生 22 个)。国内现生新种报道达到世界的 15% 左右(2017 年最低 13.4%, 2018 年最高 15.8%),但其中超过一半的种类为国外学者主导报道(详见下文 3.2 章节数据)。

通过拟合 2016-2020 年间新分类单元的发表

数量(图 1: A-D),结果发现:世界及国内现生新属和新种数整体均呈明显下降趋势,其中世界范围下降趋势尤甚;世界及国内古生新属和新种的发表个数随年度也整体呈下降趋势,但趋势较为缓和。

(2) 近年热点类群分析

2016-2020 年发表的 3 个现生甲虫新科(纤口萤科、华萤叩甲科和伊比利亚萤科)均隶属于叩甲总科,这反映出叩甲总科部分类群所赖以生存的生境十分独特,在普通环境中难以发现。

2016-2020 年,世界范围内发表的鞘翅目新分类单元共涉及 152 科,国内物种涉及 73 科(占世界新发表物种科级阶元的 47.4%)。我们按数量多少的顺序,分别对科下发表的新属数和新种数进行排列,将科下发表属或种数量最多的前 10 科的绝对数量绘制成物种绝对丰度图,并将剩余物种归类到“Others”中(图 2)。

图 2 显示,全世界新的属级阶元中,其一半以上(53.3%)隶属于以下 7 个科:天牛科 Cerambycidae (136 属, 11.5%)、隐翅虫科 Staphylinidae (124 属, 10.5%)、步甲科 Carabidae (97 属, 8.2%)、象甲科 Curculionidae (85 属, 7.2%)、金龟科 Scarabaeidae (78 属, 6.6%)、叶甲科 Chrysomelidae (64 属, 5.4%)和拟步甲科 Tenebrionidae (49 属, 4.1%)。全世界新的种级阶元中,有一半以上(56.8%)隶属于以下 5 个科:隐翅虫科(3 402 种, 20.2%)、金龟科(1 651 种, 9.8%)、天牛科(1 594 种, 9.5%)、步甲科(1 565 种, 9.3%)和象甲科(1 371 种, 8.1%)。

世界鞘翅目新分类单元绝对丰度图(图 2: A, C)显示:隐翅虫科、金龟科、步甲科和天牛科新种数随年度整体呈下降趋势;象甲科整体呈上升趋势。国内鞘翅目新分类单元绝对丰度图(图 2: B, D)显示:在属级阶元上,发表新属数最多的 3 个科占据了发表新属总数的 55.6%,分别为步甲科(30 属, 36.7%)、隐翅虫科(9 属, 10.0%)和叶甲科(8 属, 8.9%);在种级阶元中,发表新种数量最多的 2 科占据发表新种总数的 51.7%,分别为隐翅虫科(931 种, 39.0%)

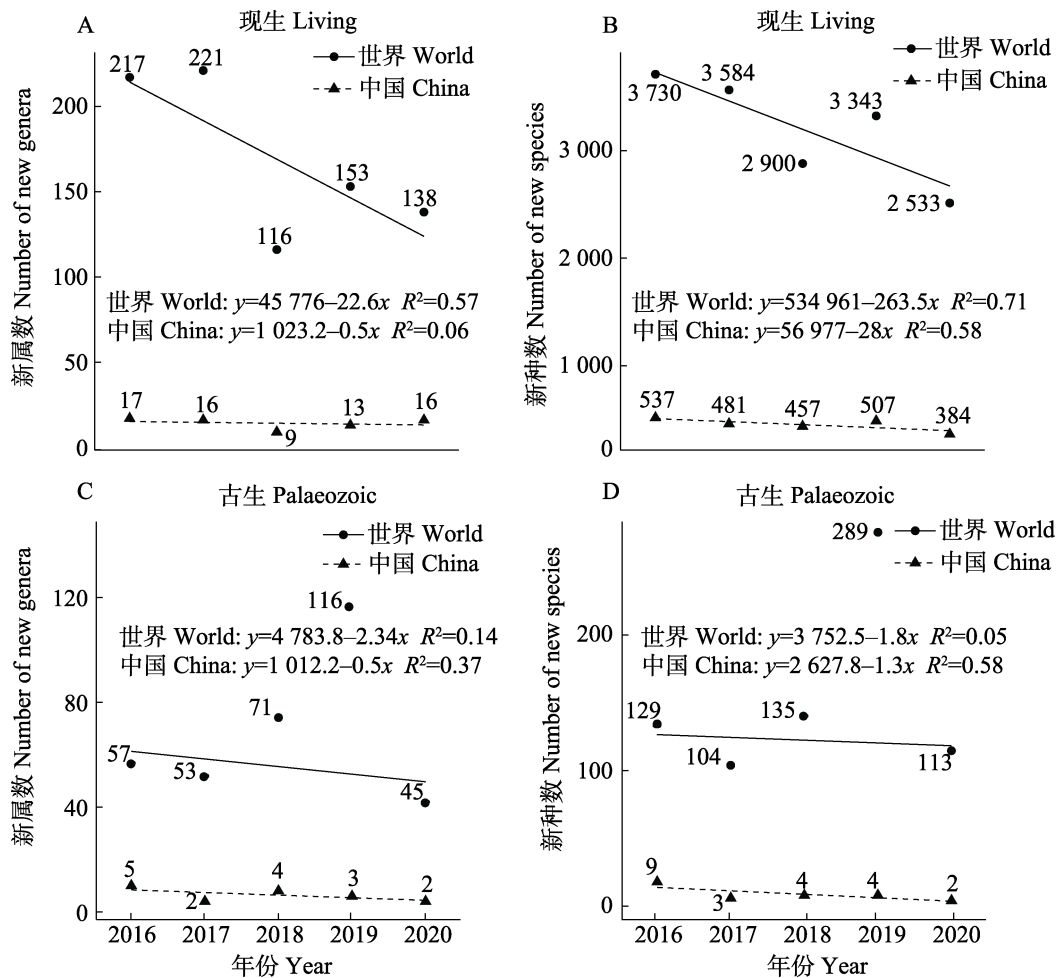


图 1 2016-2020 年发表的世界及国内鞘翅目新属和新种数

Fig. 1 The number of new genera and new species of Coleoptera published in the world and China from 2016-2020

A. 现生新属; B. 现生新种; C. 古生新属; D. 古生新种。

图中可见各表新分类单元均逐年呈下降趋势; 由于 2019 年世界古生物种有新增的大爆发式报道, 明显偏离其他几年, 因此我们对于古生物种, 仅拟合除 2019 年外的 2016-2020 年数据。

A. New genus of living; B. New species of living; C. New genus of palaeozoic; D. New species of palaeozoic.

The number of new taxa showed a downward trend year by year; since there were new explosive reports of paleontological species in the world in 2019, which obviously deviated from other years, we only fitted the data from 2016 to 2020 for paleontological species except for 2019.

和步甲科 (304 种, 12.7%)。其中, 发表的国内隐翅虫科新种数随年度整体呈下降趋势; 拟步甲科整体呈上升趋势。

总体而言, 以上数据揭示的这些热点类群其原本多样性均较高; 但类群的热度值与其种类多样性并不成正比, 例如: 目前研究热度最高的隐翅虫科并非已知多样性最高的类群。

2.1.2 异名数整体呈下降趋势

(1) 异名数总趋势

2016-2020 年, 世界范围内共提出鞘翅目异

名 3 203 个 (包括新异名和异名恢复), 其中新异名 2 849 个, 包括属新异名 278 个 (含古生 5 个), 种新异名 2 571 个 (含古生 13 个); 异名恢复 354 个, 包括属异名恢复 57 个 (含古生 2 个), 种异名恢复 297 个。提出国内鞘翅目异名 242 个, 其中新异名 210 个, 包括属新异名 17 个, 种新异名 193 个; 异名恢复 32 个, 包括属异名恢复 4 个, 种异名恢复 28 个。

通过拟合 2016-2020 年间异名的发表情况 (图 3), 结果发现: 世界和国内鞘翅目新异名

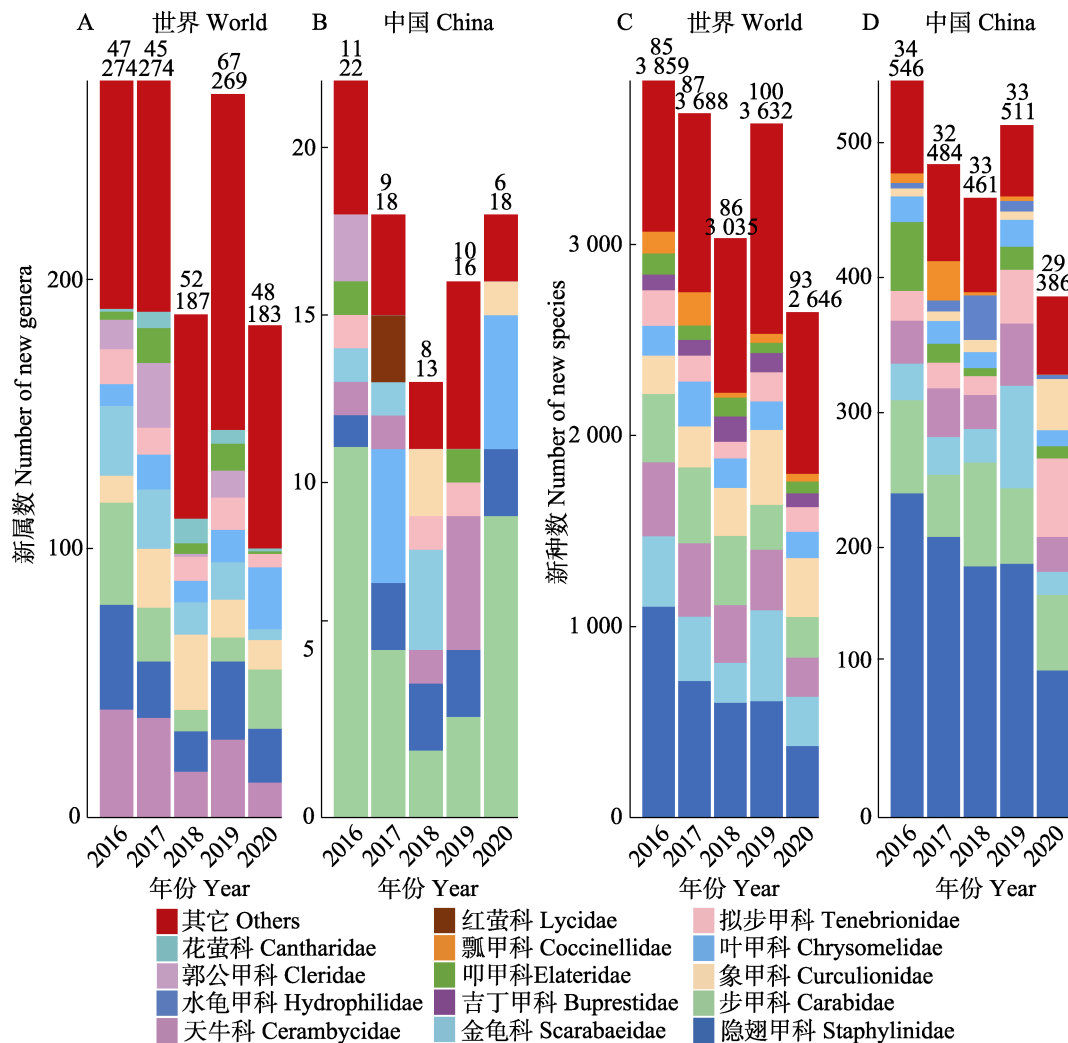


图2 2016-2020年每年发表世界和中国鞘翅目新属/新种总数前10的科

Fig. 2 The top 10 families with the total number of new genera or new species of Coleoptera published in the world and China from 2016 to 2020

A. 世界新属数; B. 中国新属数; C. 世界新种数; D. 中国新种数。

柱子顶部数值, 第一层表示新属/新种涉及的科数量, 第二层表示属数/种数。

图例以柱图从上往下的顺序排列。

A. The number of new genera in the world; B. The number of new genera in China;

C. The number of new species in the world; D. The number of new species in China.

The value at the top of the column, the upper layer represents the number of families involved in genera or species, and the lower layer represents the number of genera / species.

The legend is arranged in column diagram from top to bottom.

数都随年度整体呈下降趋势, 其中世界物种新异名数年均递减率为17.4%, 下降趋势显著快于国内物种新异名数下降趋势(11.6%)。

(2) 异名热点类群

2016-2020年, 世界范围内提出的新异名共涉及74科, 国内新异名共涉及22科。我们按数量多少的顺序, 对鞘翅目科下提出的异名数进行

排列, 并绘制成异名绝对丰度图(图4: A, B)。

世界范围新异名绝对丰度图显示, 提出异名数最多的5个科占据了提出异名总数的60.0%, 分别为天牛科(436异名, 13.6%)、隐翅虫科(432异名, 13.5%)、叶甲科(368异名, 11.5%)、金龟科(365异名, 11.4%)和象甲科(322异名, 10.1%)。

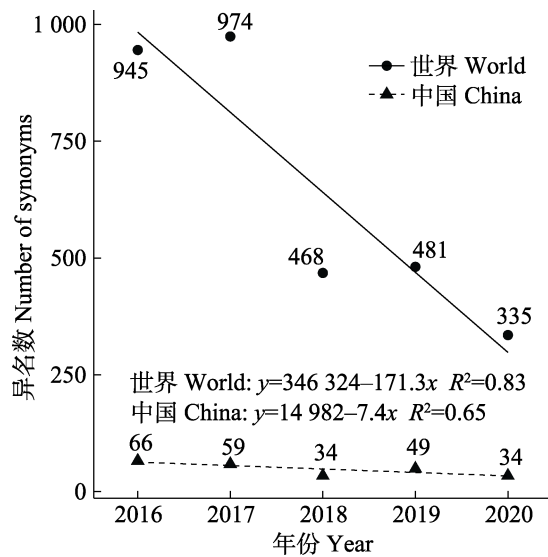


图 3 2016-2020 年世界及国内提出异名情况

Fig. 3 The number of proposed synonyms in the world and China from 2016 to 2020

提出的国内异名绝对丰度图显示, 提出异名数最多的 3 个科占据了提出异名总数的 59.1%, 分别为叶甲科 (66 异名, 27.3%)、隐翅虫科 (40 异名, 16.5%) 和金龟科 (37 异名, 15.3%)。

2.1.3 文章发表及出版物概况

(1) 文章发表数量逐年递减

2016-2020 年, 世界范围内涉及鞘翅目新分类单元的论文共计 5 338 篇, 其中国内学者发表的论文共计 808 篇文章, 占世界的 15.1%(其中, 2016 年最低 14.3%, 2018 年最高 16.5%)。

通过拟合 2016-2020 年间发表的新分类单元文章情况 (图 5), 结果发现: 世界及中国鞘翅目新分类单元文章数均随年度整体呈下降趋势, 其中世界新分类单元文章数呈 4%/年-5%/年 (最小值和最大值, 下同) 递减, 下降趋势稍快于国内新分类单元文章数下降趋势 3%/年-4%/年。

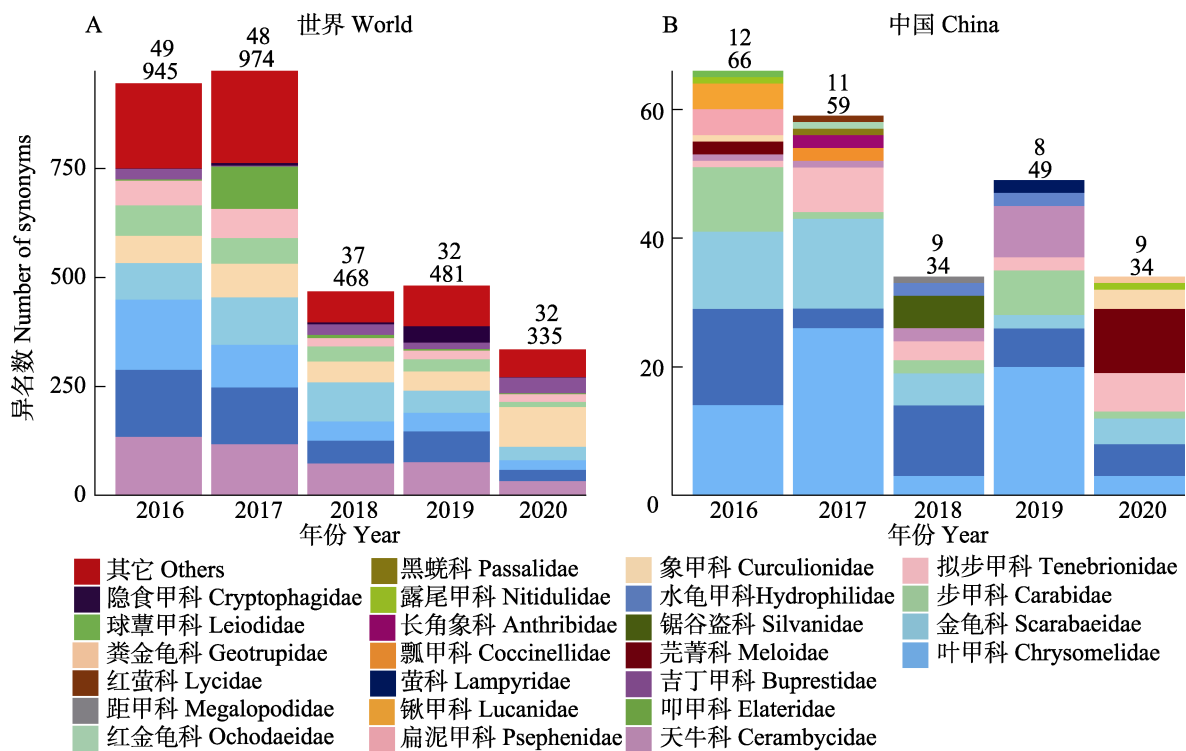


图 4 2016-2020 年每年世界 (总数排名前 10 的科) 和国内各科提出异名情况

Fig. 4 The number of synonyms proposed by various families in the world (top 10 families of total synonyms) and China from 2016 to 2020

A. 世界异名数; B. 中国异名数。柱子顶部数值, 上层表示提出异名涉及的科数, 下层表示异名数。

图例以柱图从上往下的顺序排列。

A. The number of synonyms in the world; B. The number of synonyms in the China.

Of all the number at the top of the column, the upper floor represents the number of families involved in synonyms proposed and the lower floor represents the number of synonyms. The legend is arranged in column diagram from top to bottom.

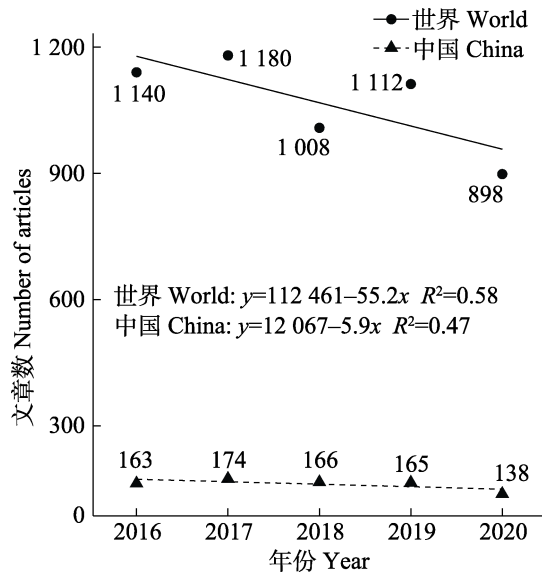


图 5 2016-2020 年发表的世界及国内鞘翅目新物种的文章数

Fig. 5 The number of articles on new species of Coleoptera published in the world and China from 2016 to 2020

(2) 出版物概况

2016-2020 年,世界鞘翅目新种共发表在 289 个期刊中(图 6)。其中,涉及新种文章数最多的 5 个期刊分别为:Zootaxa,发表新种论文 1 163 篇,占全部论文的 21.8%; ZooKeys,发表新种论文 292 篇,占全部论文的 5.5%; Coleopterists Bulletin,发表新种论文 163 篇,占全部论文的 3.1%; Studies and Reports Taxonomical Series,发表新种论文 158 篇,占全部论文的 3.0%; Insecta Mundi,发表新种论文 147 篇,占全部论文的 2.8%。在所有期刊中,Zootaxa 发表文章数最多,远远超过其他同类型期刊,在推动鞘翅目分类学发展中发挥了重要作用。



图 6 2016-2020 年发表世界鞘翅目新种期刊词云

Fig. 6 The term cloud of journals that published new species of Coleoptera worldwide from 2016 to 2020

2.1.4 鞘翅目各科的学者数量

(1) 发表新种作者数最多的前 10 科

2016-2020 年,共 2 325 位学者参与了世界鞘翅目新种发表工作。我们对各科发表新种作者数,按数量多少的顺序进行了排列,将发表新种作者数量最多的前 10 科的绝对数量绘制成绝对丰度图,并将剩余物种归类到“Others”中(图 7),以此展示研究较为热门的类群。

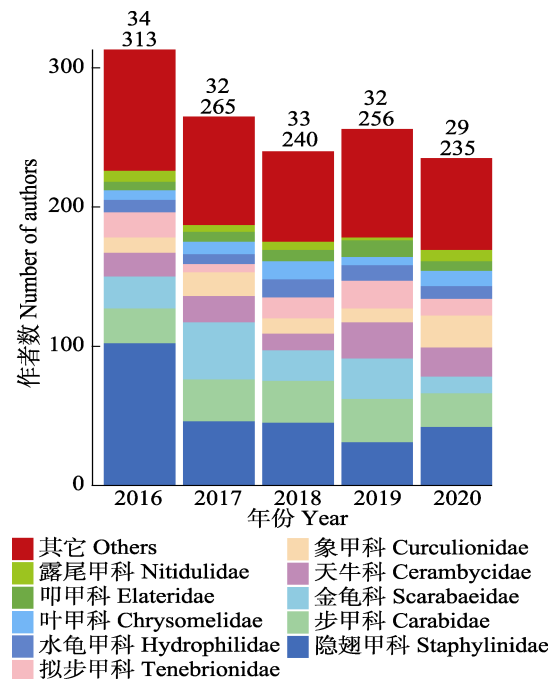


图 7 2016-2020 年每年世界发表新种作者数前 10 的科
Fig. 7 The top 10 families with the number of authors who have published new species in the world from 2016 to 2020

柱子顶部数值,上层表示科数,下层表示发表新种作者数。图例以柱图从上往下的顺序排列。

Of all the number at the top of the column, the upper layer represents the number of families, and the lower layer represents the number of authors of published new species. The legend is arranged in column diagram from top to bottom.

新种作者数量绝对丰度图显示,2016-2020 年,鞘翅目新种作者数随年度整体呈上升趋势,且新种作者数最多的 6 科占据了全部学者的 50.5%,分别为金龟科(661 人,10.6%)、隐翅虫科(655 人,10.5%)、步甲科(554 人,8.9%)、天牛科(520 人,8.5%)、象甲科(472 人,7.6%)和叶甲科(284 人,4.6%)。

(2) 报道鞘翅目新种最多的前 20 位作者

表 1 为 2016-2020 年发表鞘翅目新种数最多的前 20 位作者情况, 他们的重点研究类群是隐翅虫科、金龟科、天牛科、步甲科、郭公甲科 Cleridae、瓢甲科 Coccinellidae、缨甲科 Ptiliidae、叩甲科 Elateridae、红萤科 Lycidae、花萤科

Cantharidae、象甲科和水龟甲科 Hydrophilidae。

其中, 有 2 位国内学者, 分别是上海师范大学的殷子为教授和中国科学院动物研究所的白明研究员, 其研究的类群主要是隐翅虫科和金龟科, 这也反映了我国这两个科在近年有较为深入的系统学研究。

表 1 发表新种最多的前 20 位作者情况

Table 1 The top 20 authors who published the most new species in the world

作者 Author	关注类群 Research groups	文章数 Number of articles	新种数 New species	所在单位 Affiliations
Assing Volker	隐翅虫科 Staphylinidae	87	505	加贝尔斯贝格街. 2, D-30163, 汉诺威, 德国 Gabelsbergerstr. 2, D-30163 Hannover, Germany
Bordoni Arnaldo	隐翅虫科 Staphylinidae	30	376	佛罗伦萨大学动物博物馆昆虫系, 意大利 Zoological Museum "La Specola" of the University of Florence, Entomology, Italy
Ahrens Dirk	金龟科 Scarabaeidae	18	348	柯尼希博物馆, 波恩, 德国 Zoological Research Museum A. Koenig, Bonn, Germany
Fabrizi Silvia	金龟科 Scarabaeidae	13	340	柯尼希博物馆, 波恩, 德国 Zoological Research Museum A. Koenig, Bonn, Germany
Puthz Volker	隐翅虫科 Staphylinidae	19	321	施利茨城堡博物馆, 自然科学系, 德国 Castle Museum Schlitz, Natural Science Department, Germany
Santos-Silva Antonio	天牛科 Cerambycidae	112	295	圣保罗大学动物博物馆, 巴西 Museum of Zoology, University of Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil
Baehr Martin	步甲科 Carabidae	32	268	动物状况收藏馆, 慕尼黑, 德国 Zoological State Collection, Munich, Germany
Opitz Weston	郭公虫科 Cleridae	15	250	佛罗里达州农业和消费者服务部, 美国 Florida Department of Agriculture and Consumer Services, USA
Gordon Robert D	瓢甲科 Coccinellidae	7	219	北方平原昆虫学, 威洛, 美国 Northern Plains Entomology, Willow City, USA
Hanley Guy A	瓢甲科 Coccinellidae	4	215	北方平原昆虫学, 威洛, 美国 Northern Plains Entomology, Willow City, USA
殷子为 Yin Zi-Wei	隐翅虫科 Staphylinidae	79	215	上海师范大学, 中国 Shanghai Normal University, China
Jaloszynski Pawel	隐翅虫科 Staphylinidae、缨甲 科 Ptiliidae	54	204	弗罗茨瓦夫大学自然历史博物馆, 波兰 Museum of Natural History, University of Wroclaw, Poland
Platia Giuseppe	叩甲科 Elateridae	13	179	哈斯特帕大学, 土耳其 Hacettepe University, Turkey
Holzschuh Carolus	天牛科 Cerambycidae	13	163	Spitzeckweg 11, A-9500, 菲拉赫, 奥地利 Spitzeckweg 11, A-9500, Villach, Austria
Kazantsev Sergey V	红萤科 Lycidae、 花萤科 Cantharidae	18	156	Severtzov Institute of Ecology and Evolution 俄罗斯 科学院莫斯科分校谢维尔佐夫生态与进化问题研究 所, 俄罗斯 Problems Russian Academy of Sciences Moscow, Russia

续表 1 (Table 1 continued)

作者 Author	关注类群 Research groups	文章数 Number of articles	新种数 New species	所在单位 Affiliations
Loebl Ivan	隐翅虫科 Staphylinidae	15	155	自然历史博物馆, 瑞士 Natural History Museum, Switzerland
Riedel Alexander	象甲科 Curculionidae	7	141	卡尔斯鲁厄自然历史博物馆, 德国 Museum of Natural History Karlsruhe (SMNK), Karlsruhe, Germany
Komarek Albrecht	水龟甲科 Hydrophilidae	6	137	维也纳自然史博物馆, 奥地利 Naturhistorisches Museum, Austria
Barclay Maxwell VL	金龟科 Scarabaeidae	20	136	自然历史博物馆, 英国 Natural History Museum, United Kingdom
白明 Bai Ming	金龟科 Scarabaeidae	35	135	中国科学院动物研究所, 中国 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, China

2.2 国内研究趋势

2.2.1 中国鞘翅目新分类单元的发表, 仍然受国外学者主导

2.2.1.1 新分类单元的发表情况 为便于我们掌握鞘翅目物种被国内外学者报道情况, 我们将文章作者的国内外身份作为评判依据, 将文章作者分为两大类, 即 I 类: 第一作者为国内学者 (包含纯国内学者报道的及国内学者为主-含有国外学者的); II 类: 第一作者为外国学者

(包含纯外国学者的及外国学者为主-含有国内学者的)。

经统计, 2016-2020 年: 共发表国内新属 87 个, 其中第一作者为国内学者 (I 类) 的新属为 53 个, 占国内新属总数的 60.9%; 国内新种共 2 388 个, 其中 I 类文章发表的新种为 947 个, 仅占国内新种总数的 39.7% (其中纯国内学者占 27.7%、国内学者为主占 11.9%)。可以看出, 中国鞘翅目新种的发表, 受国外学者主导 (图 8, 图 9)。

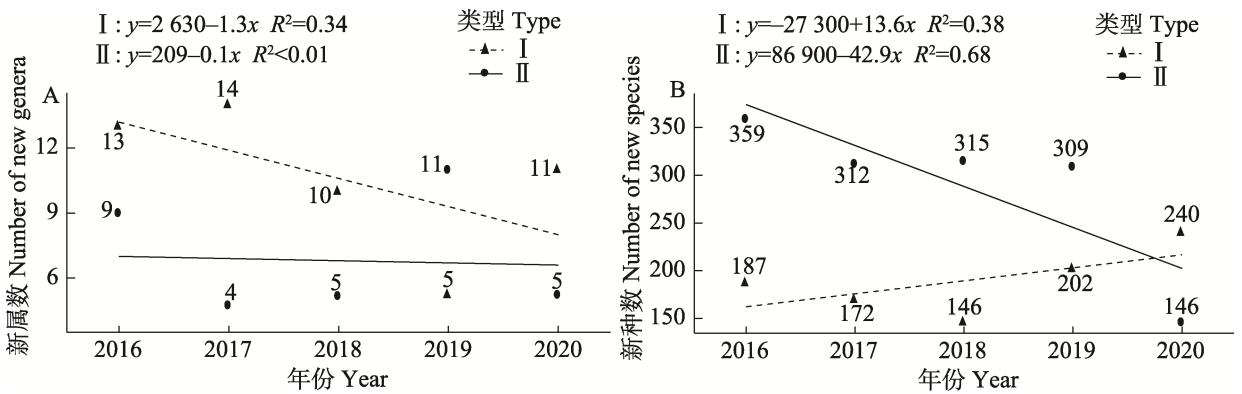


图 8 2016-2020 年 2 个作者类型报道物种情况总趋势

Fig. 8 General trend of species reported by two author types from 2016 to 2020

A. 2016-2020 年 2 个作者类型报道新属数总趋势; B. 2016-2020 年 2 个作者类型报道新种数总趋势。

I : 第一作者为国内学者 (包含纯国内学者报道的及国内学者为主-含有国外学者);

II : 第一作者为外国学者 (包含纯外国学者的及外国学者为主-含有国内学者)。下图同。

A. General trend of new genera reported by two author types from 2016 to 2020; B. General trend of new species reported by two author types from 2016 to 2020. I : The first author is a domestic scholar (including pure Chinese reports, mainly Chinese-containing foreign scholars); II : The first author is a foreign scholar (including pure foreign scholars, mainly foreign scholars-containing domestic scholars). The same below.

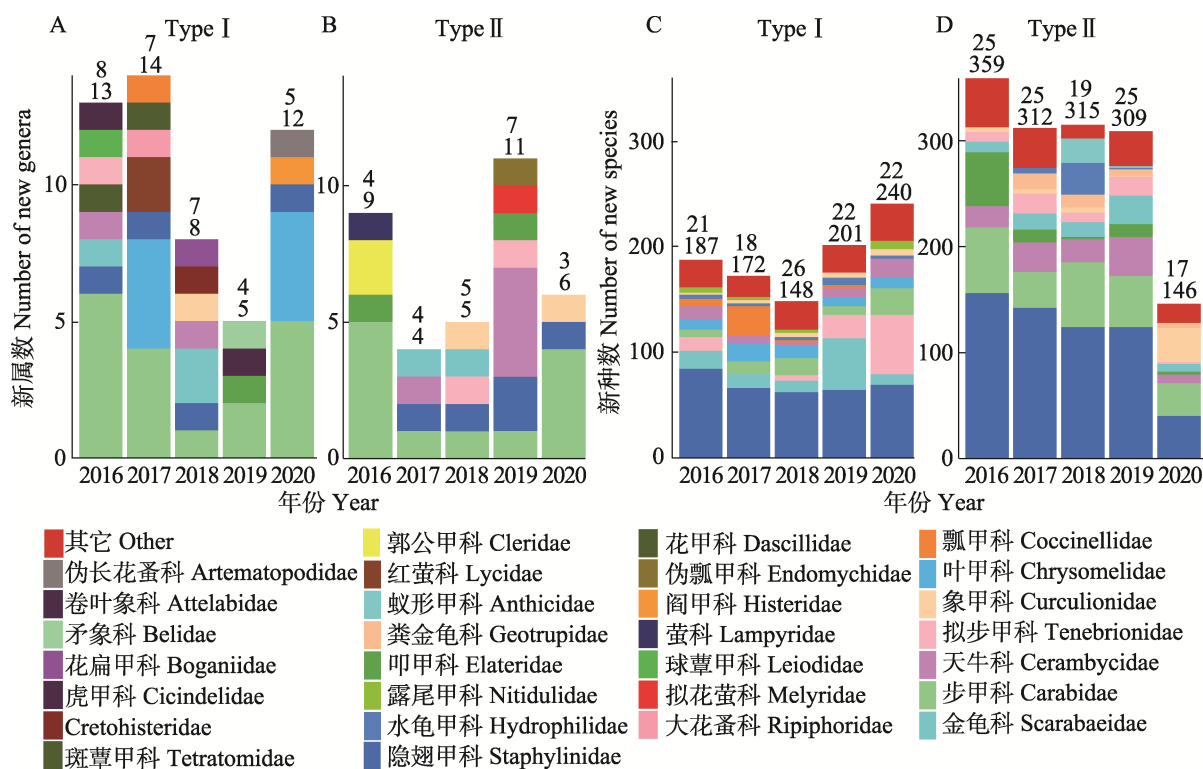


图 9 2 个作者类型每年报道科下阶元数量情况 (新种总数前 10 科)

Fig. 9 The number of categories in the families reported by two author types (The top 10 families in total number of new species)

A. I 类作者发表各科新属数; B. II 类作者发表各科新属数;

C. I 类作者发表各科新种数; D. II 类作者发表各科新种数。柱子顶部数值, 上层表示科数, 下层表示新属/新种数。图例以柱图从上往下的顺序排列。

A. The number of new genera of various families published by the authors of Type I;

B. The number of new genera of various families published by the authors of Type II;

C. The number of new species of various families published by the authors of Type I;

D. The number of new species of various families published by the authors of Type II.

The value at the top of the column, the upper layer represents the number of families, and the lower layer represents the number of new genera / species. The legend is arranged in column diagram from top to bottom.

2.2.1.2 文章发表情况 通过拟合 2016-2020 年间发表的国内鞘翅目新分类单元文章情况 (图 10), 结果发现: 报道国内鞘翅目新分类单元发表在 808 篇文章中, 其中第一作者为国内学者的 (I 类) 文章 390 篇: (纯国内学者 283 篇、国内学者为主 107 篇); II 类文章 418 篇 (纯外国学者为 330 篇、国外学者为主为 88 篇)。I 类文章仅占 48.3%, 可见在文章数量上, 鞘翅目仍然为国外学者所主导。

2.2.2 中国鞘翅目薄弱类群多于优势类群 为便于挖掘国内学者相对于国外学者, 在鞘翅目分类研究上的优势和薄弱类群, 我们将各科国内学

者第一作者发表的新种数与新种总数的比例分为 5 个类型, 分别为: A. 国内学者研究薄弱的类群 (国内学者第一作者发表的新种数 $\leq 20\%$ 的科); B. 国内学者研究较为薄弱类群 (国内学者第一作者发表的新种数在 20%-40% 间的科); C. 国内学者研究一般的类群 (国内学者第一作者发表的新种数在 40%-60% 的科); D. 国内学者研究较为优势的类群 (国内学者第一作者发表的新种数在 60%-80% 的科); E. 国内学者研究占绝对优势的类群 (国内学者第一作者发表的新种数 $> 80\%$ 的科), 并绘制成不同占比科数条形图 (图 11)。

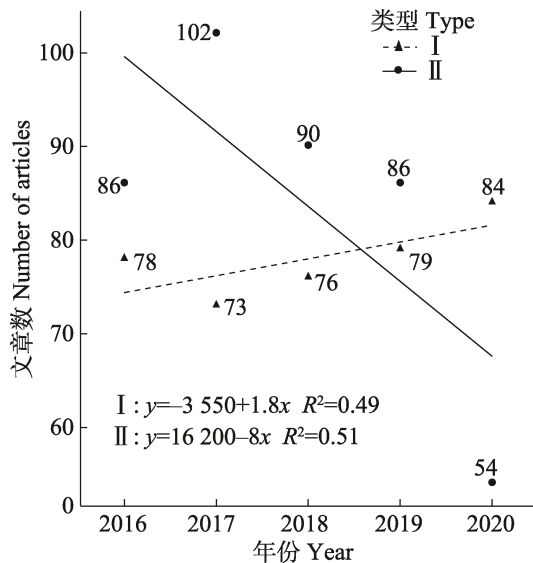


图 10 2016-2020 年 2 个作者类型发表文章总趋势
 Fig. 10 General trend of articles published by two author types from 2016 to 2020

总体而言,国内学者占优势的科数(图 11: D, E, 国内学者占比>60%)与国内学者研究薄弱的科数(图 11: A, B, 国内学者占比<40%)相比,呈逐年上升趋势(2016、2017 年两者相

差近 1 倍,2018 年两者接近,2019 年国内学者占优势的科数是国内学者研究薄弱的科数的 1.4 倍,2020 年国内学者占优势的类群科数是国内学者研究薄弱的科数的 2.4 倍)。其中:图 A 中的科数呈逐年下降趋势,图 B 中的科数无明显变化趋势,图 C 和图 E 中的科数呈逐年上升趋势。因此,从数量上看,国内学者对国内鞘翅目物种研究仍处在较为薄弱的阶段,但从增长趋势看,国内学者对鞘翅目的分类研究处在上升阶段,国内学者占优势的类群在稳步增长。

2.2.3 国内鞘翅目各科学者情况

2.2.3.1 国内各类群作者数量 2016-2020 年,共 620 位学者参与了国内鞘翅目新种报道,国内学者有 343 位,占比 55.3%;国外学者 277 位,占比 44.7%。我们按数量多少的顺序,对发表新种数前 10 的科进行排列,绘制成发表新种作者数绝对丰度图(图 12)。

各科发表新种作者数绝对丰度图(图 12)显示:国内鞘翅目近 5 年发表新种作者数随年度整体呈下降趋势(而世界鞘翅目新种作者数随年

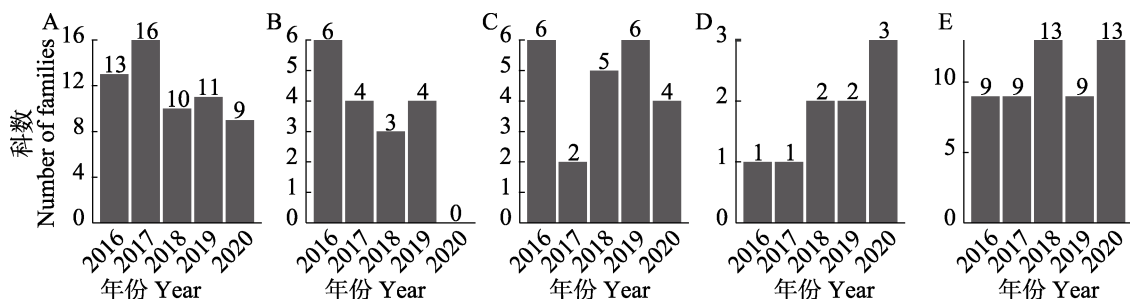


图 11 国内学者对各科的研究情况

Fig. 11 Research on various families by domestic scholars

A. 国内研究薄弱的类群:国内学者第一作者发表的新种数 $\leq 20\%$ 的科;B. 国内研究较为薄弱类群:国内学者第一作者发表的新种数在 20%-40% (含 40%) 的科;C. 国内研究一般的类群:国内学者第一作者发表的新种数在 40%-60% (含 60%) 的科;D. 国内研究较为优势的类群:国内学者第一作者发表的新种数在 60%-80% (含 80%) 的科;E. 国内研究占绝对优势的类群:国内学者第一作者发表的新种数>80%的科。柱子顶部数值表示科数。

A. Taxonomic groups poorly studied in Chinese: The number of new species published by the Chinese who is the first author is less than or equal to 20% of the family; B. Relatively weak groups in Chinese studies: The number of new species published by the Chinese who is the first author accounts for 20%-40% (including 40%) of the family; C. General taxa studied in Chinese: The number of new species published by the Chinese who is the first author accounts for 40%-60% (including 60%) of the family; D. Groups with comparative advantage in Chinese studies: The number of new species published by the Chinese who is the first author accounts for 60%-80% (including 80%) of the family; E. Groups with absolute dominance in Chinese studies: The number of new species published by the Chinese who is the first author is greater than 80% of the family. The value at the top of the column represents the number of families.

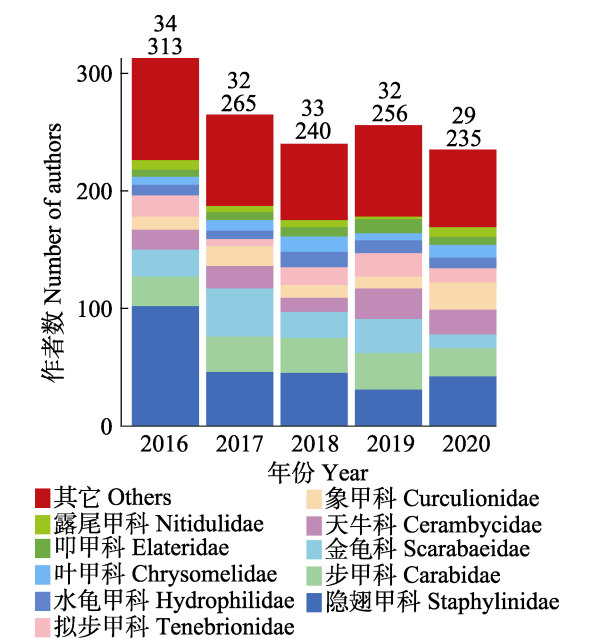


图 12 2016-2020 年每年国内各科发表新种的作者数 (排名前 10 的科)

Fig. 12 The number of authors of new species published in the top 10 families in China from 2016 to 2020

柱子顶部数值, 上层表示科数, 下层表示学者数。图例以柱图从上往下的顺序排列。

Of all the number at the top of the column, the upper floor represents the number of subjects and the lower floor represents the number of scholars. The legend is arranged in column diagram from top to bottom.

度整体呈上升趋势)。发表新种作者数最多的 5 科占据了全部学者的 53.5%, 分别为隐翅虫科 (266 人, 20.3%)、步甲科 (140 人, 10.7%)、金龟科 (127 人, 9.7%)、天牛科 (95 人, 7.3%) 和象甲科 (72 人, 5.5%)。其中各科发表新种作者数中, 隐翅虫科、金龟科发表新种作者数随年度整体呈下降趋势, 步甲科、天牛科发表新种作者数随年度整体呈上升趋势。

2.2.3.2 报道中国新种最多的 20 位作者 2016-2020 年发表国内鞘翅目新分类单元由国内外学者完成。表 2 为五年内发表国内鞘翅目新种数最多的前 20 位作者情况, 他们的重点研究类群是隐翅虫科、金龟科、步甲科、天牛科、叶甲科和叩甲科等。其中, 国内学者 10 位, 占比 50%。

3 讨论

3.1 世界鞘翅目分类研究总体情况

通过文献计量分析及数据整理, 2016-2020 年, 世界及国内鞘翅目新分类单元的报道、相关文章发表以及异名提出等情况整体呈下降趋势。特别是在 2020 年, 下降明显, 有以下几个因素: 新冠疫情的突然爆发导致大量科研人员无法正

表 2 发表中国新种最多的前 20 位作者情况

Table 2 The top 20 authors who published the most new species from China

作者 Author	关注类群 Research groups	文章数 Number of articles	新种数 New species	所在单位 Affiliation
殷子为 Yin Zi-Wei	隐翅虫科 Staphylinidae	47	149	上海师范大学, 中国 Shanghai Normal University, China
Puthz Volker	隐翅虫科 Staphylinidae	10	138	施利茨城堡博物馆, 自然科学系, 德国 Castle Museum Schlitz, Natural Science Department, Germany
白明 Bai Ming	金龟科 Scarabaeidae	26	111	中国科学院动物研究所, 中国 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, China
李利珍 Li Li-Zhen	隐翅虫科 Staphylinidae	30	107	上海师范大学, 中国 Shanghai Normal University, China
Assing Volker	隐翅虫科 Staphylinidae	29	104	加贝尔斯贝格街. 2, D-30163, 汉诺威, 德国 Gabelsbergerstr. 2, D-30163 Hannover, Germany
Pace Roberto	隐翅虫科 Staphylinidae	2	104	维罗纳自然历史博物馆, 意大利 Civic Museum of Natural History Lungadige Porta Vittoria, Italy
Shavrin, Alexey V	隐翅虫科 Staphylinidae	24	84	陶格夫匹尔斯大学, 拉脱维亚 Daugavpils University, Latvia

续表 2 (Table 2 continued)

作者 Author	关注类群 Research groups	文章数 Number of articles	新种数 New species	所在单位 Affiliation
杨星科 Yang Xing-Ke	郭公甲科 Cleridae、隐食甲科 Cryptophagidae、露尾甲科 Nitidulidae、叶甲科 Chrysomelidae	18	82	中国科学院动物研究所、广东省科学院动物研究所, 中国 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences; Institute of Zoology, Guangdong Academy of Sciences, China
任国栋 Ren Guo-Dong	伪瓢虫科 Endomychidae、拟步甲科 Tenebrionidae	25	79	河北大学, 中国 Hebei University, China
Deuve Thierry	步甲科 Carabidae	20	80	自然历史博物馆, 昆虫系统与进化系, 法国 National Museum of Natural History, Department of Systematics and Evolution, Entomology, France
汤亮 Tang Liang	隐翅虫科 Staphylinidae	27	72	上海师范大学, 中国 Shanghai Normal University, China
Lee Chi-Feng	叶甲科 Chrysomelidae、拟步甲科 Tenebrionidae	19	70	台湾农业试验所, 中国 Taiwan Agricultural Research Institute, China
Platia Giuseppe	叩甲科 Elateridae	4	67	哈斯特帕大学, 土耳其 Hacettepe University, Turkey
Smetana Ales	隐翅虫科 Staphylinidae	18	67	加拿大国家昆虫、线虫和蜘蛛收藏馆, 加拿大农业及农业食品部, 渥太华, 加拿大 Canadian National Collection of Insects, Arachnids and Nematodes, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Canada
Ahrens Dirk	金龟科 Scarabaeidae	9	64	柯尼希博物馆, 波恩, 德国 Zoologisches Forschungsmuseum A. Koenig, Bonn, Germany
田明义 Tian Ming-Yi	步甲科 Carabidae	25	59	华南农业大学, 中国 South China Agricultural University, China
刘万岗 Liu Wan-Gang	金龟科 Scarabaeidae	4	57	中国科学院地球环境研究所, 中国 Institute of Earth and Environment, Chinese Academy of Sciences, China
Fabrizi Silvia	金龟科 Scarabaeidae	4	56	柯尼希博物馆, 波恩, 德国 Zoological Research Museum A. Koenig, Bonn, Germany
Hartmann Matthias	隐翅虫科 Staphylinidae、天牛科 Cerambycidae、步甲科 Carabidae	1	52	柏林自然博物馆, 德国 Naturkundemuseum Erfurt, Germany
周红章 Zhou Hong-Zhang	隐翅虫科 Staphylinidae、天牛科 Cerambycidae、叶甲科 Chrysomelidae	16	52	中国科学院动物研究所, 中国 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, China
Schimmel Rainer	叩甲科 Elateridae	2	50	弗罗茨瓦夫经济大学, 波兰 University of Economics in Wrocław, Poland
Tarnawski Dariusz	叩甲科 Elateridae	2	50	弗罗茨瓦夫大学, 波兰 University of Wrocław, Przybyszewski, Poland

常工作、野外采集的限制等。但整体而言, 这 5 年, 世界鞘翅目多样性研究下降趋势较国内更为明显。一方面可能是因为欧洲、北美等地域鞘翅目分类研究工作发展的早, 各个类群研究的人员

多, 所以很多类群常见物种均已被报道, 传统采集方式已难以获取特殊类群, 另一方面可能是因为非洲等许多地区的鞘翅目尚未得到很好的研究, 因此新类群报道数量下降明显。

我们的数据显示,一是这 5 年的热点研究类群均为原本物种丰富度较高的类群,如隐翅虫科、金龟科、天牛科、步甲科为近 5 年发表鞘翅目新种数最多的 4 个科,且这 4 个科类群均比较丰富;二是隐翅虫科成为全球乃至国内的研究热点。但类群的热度值与其种类多样性并不一致,例如热度最高的隐翅虫科并非已知多样性最高的类群;而象甲科为种类最多的甲虫类群(杨毅等, 2012),但其研究热度并不靠前。我们认为,未来除了这些热点类群外,对其他类群的研究工作的重视程度也需要提升。

3.2 中国鞘翅目分类学研究现状与展望

鞘翅目作为昆虫种类最为丰富的类群,具有着重要的经济和生态价值。例如,对其生态学进行研究可以了解昆虫与环境之间的相互关系及作用机制,有利于评估生态系统健康状况;对其结构和功能进行研究可以创造出适用于生产和生活的技术,能促进人类科技进步和社会发展;对其分子生物学方面进行研究不仅可以揭示昆虫生命活动的本质,并以昆虫为模式探索生物学的普遍规律,还可以解决昆虫学所面临的问题,并通过其找到研究昆虫利用和害虫防治的新策略、新途径(郭勇嘉, 2014; 李枷霖等, 2014)。

分类学作为鞘翅目研究的基础,可以明晰特定区域的鞘翅目区系组成和了解鞘翅目物种起源、演化,因此同样十分重要。但目前,国内鞘翅目昆虫分类学研究现状并不乐观。2016-2020 年总体而言,国内鞘翅目多样性研究热度整体呈下降趋势,但下降趋势没有世界总体下降趋势明显。虽然国内学者发表的新种数和文章数占世界的相应比例呈上升趋势,但这 5 年,我国鞘翅目的新种仅有 39.7% 为国内学者发表,国内学者薄弱类群远多于国内学者占优势类群,且国内作者数也呈下降趋势。修订工作是物种多样性研究工作质量提升的重要保障,而异名是修订工作的主要成果体现之一。由这 5 年国内物种的异名发表情况(国内物种异名数仅占世界总数的 7.6%)可以看出,我国鞘翅目的种类修订工作与世界平均水平依然有差距。其中一个重要原因是大量模

式标本保存在国外。

因此,亟需相关措施来提升国内鞘翅目分类学研究。借此,我们提出以下建议。1. 需要增加人力、物力、财力以扩大研究的地区范围。昆虫分类研究工作需要大量前期工作铺垫,例如标本的采集与积累。在昆虫本底数据方面,我国研究地区片段化,大部分地区,包括种类多样性较高的西南山区仍未进行系统采集;2. 增加相关经费,为学者提供更多的国内外检视机会。模式标本检视率是制约物种鉴定和分类研究工作的重要因素,提高模式标本检视率,对于物种分类研究的发展将大有裨益;3. 系统和深入的扩大对各类群的系统修订、系统发育重建、分类系统确立等研究。目前存在大量分类阶元多样性和区系不明及分类地位混乱等情况;4. 在研究方法方面,需提升创新性。与国际同行相比,我们的研究方法仍处于落后阶段,尤其是甲虫分子生物学研究方面,创新性不足;5. 在甲虫人才分类方面,各个单位应加大对昆虫分类人才的培养力度。甲虫分类面临人才缺失,这与我国昆虫学事业开始较迟,早期昆虫学分类研究工作,设备差,工作环境艰苦,特别是 70 年度至 80 年代流失了一大批青年学者有关;虽然在 20 世纪 90 年代后我国昆虫分类研究工作在奋起直追,但由于生物学技术的发展,一些微观领域的学科和新兴学科对传统分类学产生了一定冲击,造成了纯分类学研究项目不易得到支持、研究生就业困难等现象,对“80 后”研究者产生的影响较大;这些问题,使得大量类群的工作积累中断,很多类群难以传承,这也是造成国内物种由国外学者主导发表的原因之一。

随着对物种分类学研究的重视及相关措施的实施,国内与国际前沿水平的差距有望逐渐缩小。中国地域辽阔、南北维度跨越大、气候类型复杂多样,这意味着潜在的鞘翅目种类多样性较高;而我国鞘翅目研究早期力量薄弱,造成了很多类群的研究并不充分。近年,随着我国经济的发展和生态文明建设的重视,昆虫分类学队伍的逐步扩大,加上相关类群研究人员坚持不懈的努力,我国学者在鞘翅目分类研究上的诸多薄

弱环节,正在逐年加强;我们与国际的差距逐渐缩小。

国内学者的鞘翅目研究工作在世界上也逐渐崭露头角,例如上海师范大学的殷子为博士(其研究主要聚焦隐翅虫科)和中国科学院动物研究所的白明研究员(主要研究类群金龟甲科),跻身世界报道鞘翅目新种数最多的前20位作者中之列;报道国内新种最多的前20位学者中,国内学者占比也达到50%左右。在一些大的研究类群中,国内学者报道的占比也在逐年上升,如在2020年发表的隐翅虫科新种中,已占到63.3%;拟步甲科新种在2020年甚至已占到96.6%等。

我国物种的修订工作也正在逐渐与世界水平拉近,例如:2016、2017年我国鞘翅目修订物种数占世界修订物种量的6%左右,到2019、2020年达到世界的10%左右;甲虫系统修订工作在已发表有关甲虫论文中所占比重不断上升;我国甲虫系统修订方面的工作,也有从主要由外国学者完成逐渐转变到我国学者完成为主趋势,这使得我们在甲虫系统修订工作方面的成果不断得到外国学者的关注与认可(聂瑞娥等,2019)。

综上,目前国内鞘翅目分类研究与世界水平仍有差距,但随着人们对生物多样性认识的提升,随着国际交流和国内学者对甲虫研究人员的培养力度加大,我们与国际一流水平的差距将会进一步缩小。同时,为加快提升我国甲虫多样性研究水平,解决我国甲虫分类学研究现状,各学者应协同互助,系统、深入的加强对甲虫类群的系统修订、系统发育重建、分类系统确立等工作的研究,为中国及世界甲虫分类学的研究做出自己应有的贡献。

参考文献 (References)

Basset Y, Cizek L, Cuénot P, Didham RK, Guilhaumon F, Missa O, Novotny V, Ødegaard F, Roslin T, Schmidl J, Tishechkin AK, Winchester NN, Roubik DW, Aberlenc HP, Bail J, Barrios H, Bridle JR, Castano-Meneses G, Corbara B, Curletti G, da Rocha WD, De Bakker D, Delabie JHC, Dejean A, Fagan LL, Floren A, Kitching RL, Medianero E, Miller SE, de Oliveira EG, Orivel J,

Pollet M, Rapp M, Ribeiro SP, Roisin Y, Schmidt JB, Sørensen L, Leponce M, 2012. Arthropod diversity in a tropical forest. *Science*, 338(6113): 1481–1484.

Bouchard P, Bousquet Y, Davies AE, Alonso-Zarazaga MA, Lawrence JF, Lyal CHC, Newton AF, Reid CAM, Schmitt M, Šlipiński SA, Smith ABT, 2011. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *Zookeys*, 88: 1–972.

Cline AR, Smith TR, Miller K, Moulton M, Whiting M, Audisio P, 2014. Molecular phylogeny of Nitidulidae: Assessment of subfamilial and tribal classification and formalization of the family Cybocephalidae (Coleoptera: Cucujoidea). *Systematic Entomology*, 39(4): 758–772.

Gimmel ML, Bocakova M, Gunter NL, Leschen RA, 2019. Comprehensive phylogeny of the Cleroidea (Coleoptera: Cucujiformia). *Systematic Entomology*, 44(3): 527–558.

Guo YJ, 2014. Faunal analysis and biogeography of the Meloidae in China (Coleoptera: Tenebrionidea). Master dissertation. Baoding: Hebei University. [郭勇嘉, 2014. 中国芜菁科区系分析与生物地理学研究(鞘翅目: 拟步甲总科). 硕士学位论文. 保定: 河北大学.]

Haslett JR, 2007. European strategy for the conservation of invertebrates. Strasbourg: Council of Europe. 18–145.

Kundrata R, Bocakova M, Bocak L, 2013. The phylogenetic position of Artematopodidae (Coleoptera: Elateroidea), with description of the first two Eurypogon species from China. *Contributions to Zoology*, 82(4): 199–221.

Kusy D, He JW, Bybee SM, Motyka M, Bi WX, Podsiadlowski L, Li XY, Bocak L, 2021. Phylogenomic relationships of bioluminescent elateroids define the ‘lampyroid’ clade with clicking Sinopyrophoridae as its earliest member. *Systematic Entomology*, 46(1): 111–123.

Li JL, Zheng SZ, Zhan GH, Gao Y, Chen YF, Cai P, 2014. Advances in the Molecular Biology of Dermestidae Insects. *Genomics and Applied Biology*, 33(05): 1126–1132. [李枷霖, 郑斯竹, 詹国辉, 高渊, 陈云芳, 蔡平, 2014. 皮蠹科昆虫分子生物学研究进展. 基因组学与应用生物学, 33(05): 1126–1132.]

Liu TY, Chen J, Jiang LY, Qiao GX, 2021. Annual report of new taxa for Chinese Hemiptera and 28 other orders of Insecta in 2020. *Biodiversity Science*, 29(8): 1050–1057. [刘童祎, 陈静, 姜立云, 乔格侠, 2021. 中国半翅目等29目昆虫2020年新分类单元. 生物多样性, 29(8): 1050–1057.]

López-López A, Vogler AP, 2017. The mitogenome phylogeny of Adephaga (Coleoptera). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 114: 166–174.

Lu JX, Aishan ZLDZ, Yi L, Wu JM, Hu HY, 2015. The Coleopteran

- insect fauna in the Altun mountain natural reserve. *Arid Zone Research*, 32(6): 1207–1211. [鲁佳雄, 朱丽得孜·艾山, 伊龙, 吴家明, 胡红英, 2015. 阿尔金山自然保护区鞘翅目昆虫区系调查分析. 干旱区研究, 32(6): 1207–1211.]
- Misof B, Liu S, Meusemann K, Peters RS, Donath A, Mayer C, Frandsen PB, Ware J, Flouri T, Beutel RG, Niehuis O, Petersen M, Izquierdo-Carrasco F, Wappler T, Rust J, Aberer AJ, Aspöck U, Aspöck H, Bartel D, Blanke A, Berger S, Böhm A, Buckley TR, Calcott B, Chen JQ, Friedrich F, Fukui M, Fujita M, Greve C, Grobe P, Gu SC, Huang Y, Jermiin LS, Kawahara AY, Krogmann L, Kubiak M, Lanfear R, Letsch H, Li YY, Li ZY, Li JG, Lu HR, Machida R, Mashimo Y, Kapli P, McKenna DD, Meng GL, Nakagaki Y, Navarrete-Heredia JL, Ott M, Ou YX, Pass G, Podsiadlowski L, Pohl H, von Reumont BM, Schiitte K, Sekiya K, Shimizu S, Slipinski A, Stamatakis A, Song WH, Su X, Szucsich NU, Tan MH, Tan XM, Tang M, Tang JB, Timelthaler G, Tomizuka S, Trautwein M, Tong XL, Uchifune T, Walz MG, Wiegmann BM, Wilbrandt J, Wipfler B, Wong TKF, Wu Q, Wu GX, Xie YL, Yang SZ, Yang Q, Yeates DK, Yoshizawa K, Zhang Q, Zhang R, Zhang WW, Zhang YH, Zhao J, Zhou CR, Zhou LL, Ziesmann T, Zou SJ, Li YR, Xu X, Zhang Y, Yang HM, Wang J, Wang J, Kjer KM, Zhou X, 2014. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science*, 346(6210): 763–767.
- Niu RE, Bai M, Yang XK, 2019. Seventy years of Chinese beetle research. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 5(5): 884–906. [聂瑞娥, 白明, 杨星科, 2019. 中国甲虫研究七十年. 应用昆虫学报, 56(5): 884–906.]
- Robertson JA, Ślipiński A, Moulton M, Shockley FW, Giorgi A, Lord NP, McKenna DD, Tomaszewska W, Forrester J, Miller KB, Whiting MF, Mchugh JV, 2015. Phylogeny and classification of Cucujoidea and the recognition of a new superfamily Coccinelloidea (Coleoptera: Cucujiformia). *Systematic Entomology*, 40(4): 45–778.
- Samways MJ, Taylor S, 2004. Impacts of invasive alien plants on red-listed South African dragonflies (Odonata). *South African Journal of Science*, 100(1): 78–80.
- Samways MJ, 2007. Insect conservation: A synthetic management approach. *Annu. Rev. Entomol.*, 52: 465–487.
- Stork NE, McBroom J, Gely C, Hamilton AJ, 2015. New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24): 7519–7523.
- Stork NE, 2018. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on earth? *Annual Review of Entomology*, 63(1): 31–45.
- Wilson EO, 1987. The little things that run the world: The importance of conservation of invertebrates. *Conservation Biology*, 1(4): 344–346.
- Xiao RL, Wang XY, Gao JX, 2022. Analysis on the value of biodiversity and its relationship with human society. *Environmental Impact Assessment*, 44(3): 1–4. [肖如林, 王新羿, 高吉喜, 2022. 生物多样性的价值及其与人类社会关系分析. 环境影响评价, 44(3): 1–4.]
- Yang Y, Liang XY, Yang CP, Yang H, Yang W, 2012. A review of research on Curculionidae pheromones. *Journal of Zhejiang A & F University*, 29(1): 125–129. [杨毅, 梁潇予, 杨春平, 杨桦, 杨伟, 2012. 象甲科昆虫信息素研究概况. 浙江农林大学学报, 29(1): 125–129.]
- Zhang ML, Wang RJ, 2011. The status and trend of insect diversity conservation. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(3): 739–745. [张茂林, 王戎疆, 2011. 昆虫多样性的保护现状与趋势. 应用昆虫学报, 48(3): 739–745.]
- Zhang ZQ, 2013. Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703: 1–82.