



•综述• 创刊30周年纪念专辑

中国生物物种编目进展与展望

江建平^{1*}, 杜诚², 刘冰^{3*}, 王科⁴, 蔡磊^{4*}, 李强⁵, 黄晓磊^{5*}

1. 中国科学院成都生物研究所两栖爬行动物多样性与保护实验室, 成都 610041; 2. 上海辰山植物园华东野生濒危资源植物保育中心, 上海 201602; 3. 中国科学院植物研究所系统与进化植物学国家重点实验室, 北京 100093; 4. 中国科学院微生物研究所菌物标本馆, 北京 100101; 5. 福建农林大学植物保护学院闽台作物有害生物生态防控国家重点实验室, 福州 350002

摘要: 发现并描述地球上的生物物种, 建立可靠的生物分类系统, 编制权威且具有时效性的生物物种名录, 实现生物物种多样性信息的数字化和共享, 对于生物多样性科学研究、资源管理、科学决策和社会经济发展都有重要意义。在全球和区域层面, 生物物种编目工作越来越被重视, 也取得了一些可喜的进展。为反映中国生物物种编目工作近些年取得的成绩, 本文联合各相关类群的专家, 分别总结了脊椎动物、昆虫和其他无脊椎动物、植物、菌物等主要类群的物种编目进展情况, 并就将来如何更好地促进生物编目工作的开展提出了展望。现有数据显示, 中国已记录哺乳动物698种, 鸟类1,450种, 爬行类586种, 两栖类611种, 淡水鱼类1,591种, 高等植物38,493种(其中维管植物35,379种), 菌物约27,900种, 但尚无全面的包括所有昆虫和无脊椎动物的物种名录。近10年, 中国新增维管植物5个新科、86个新属、2,090个新种、374个新记录; 新增菌物新物种4,679个, 隶属于36纲140目438科1,372属。

关键词: 生物多样性; 分类学; 物种名录; 数字化

江建平, 杜诚, 刘冰, 王科, 蔡磊, 李强, 黄晓磊 (2022) 中国生物物种编目进展与展望. 生物多样性, 30, 22531. doi: 10.17520/biods.2022531.

Jiang JP, Du C, Liu B, Wang K, Cai L, Li Q, Huang XL (2022) Bio-inventory in China: Progress and perspectives. Biodiversity Science, 30, 22531. doi: 10.17520/biods.2022531.

Bio-inventory in China: Progress and perspectives

Jianping Jiang^{1*}, Cheng Du², Bing Liu^{3*}, Ke Wang⁴, Lei Cai^{4*}, Qiang Li⁵, Xiaolei Huang^{5*}

1 *Herpetological Biodiversity and Conservation Laboratory, Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041*

2 *Eastern China Conservation Centre for Wild Endangered Plant Resources, Shanghai Chenshan Botanical Garden, Shanghai 201602*

3 *State Key Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093*

4 *Fungarium, Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*

5 *State Key Laboratory of Ecological Pest Control for Fujian and Taiwan Crops, College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002*

ABSTRACT

Background: Bio-inventory practices, including discovering and describing species, establishing reliable biological classification systems, compiling authoritative and timely species catalogues, and digitizing and sharing biodiversity information, are of great significance for biodiversity studies, biodiversity resource management, science-based policy-making, and social and economic development.

Review results: In this article, based on a comprehensive review on literature and public databases, we summarize the progress of bio-inventory work on vertebrates, insects and other invertebrates, plants, and fungi in China in recent years. We also share perspectives for future bio-inventory work. Available data show that in China there are at least 698 recorded mammal species, 1,450 bird species, 586 reptile species, 611 amphibian species, 1,591 freshwater fish species, 38,493 higher plant species (including 35,379 vascular plant species), and about 27,900 fungi species, but there are no species catalogues for all Chinese insects and other invertebrates. In the last decade, 5 new families, 86 new genera, 2,090 new species and 374 new records of vascular plants, and 4,679 new fungi species belonging to 36 classes, 140

收稿日期: 2022-09-17; 接受日期: 2022-11-01

基金项目: 科技基础资源调查专项(2018FY100400)和中国生物多样性监测与研究网络(Sino BON)

* 共同通讯作者 Co-authors for correspondence. E-mail: jiangjp@cib.ac.cn; liubing@ibcas.ac.cn; cail@im.ac.cn; huangxl@fafu.edu.cn

orders, 438 families and 1,372 genera, have been reported in China.

Perspectives: Bio-inventory is growing in importance at the global and regional levels, and encouraging progress has been made in this field in China. However, new species descriptions for invertebrates and fungi, catalogues of many organismal groups, and digitization and integration of biodiversity information are especially needed in future research.

Key words: biodiversity; taxonomy; species catalogue; digitization

物种是生物分类学、生态学、进化生物学等众多研究领域的基本单元,物种数量是衡量生物多样性丰富程度的重要指标,物种名录则是生物多样性的本底数据。因此,发现并描述地球上的生物物种,建立可靠的生物分类系统,编制权威且具有时效性的生物物种名录,对于生物多样性科学研究、资源管理、科学决策和社会经济发展都有重要意义。尤其在生物多样性急剧丧失这一全球性问题的背景下,生物物种编目的重要性越发凸显。生物物种编目的主要内容包括发表新物种或开展分类系统厘定,出版类群或地区物种名录,以及在物种名录基础上的更多生物多样性信息的数字化等。

在全球和国家层面,生物编目主要是开展生物物种名录的编制和生物类群志书的编研。比如,《中国植物志》《中国动物志》和《中国孢子植物志》分别于1959年、1962年和1973年启动编写。其中,80卷126册5,000多万字的《中国植物志》已于2004年出版完成,共记载我国301科3,408属31,142种植物的科学名称、形态特征、生态环境、地理分布、经济用途和物候期等,是目前世界上最大型、植物种类最丰富的一部巨著。《中国动物志》尚在编写过程中,截至2022年10月已出版173卷,涉及的类群包括原生动物(4卷)、鱼类(13卷)、两栖动物(3卷)、爬行动物(3卷)、鸟类(13卷)、哺乳动物(3卷)、昆虫(74卷)和其他无脊椎动物(60卷),每卷册均包含物种名称、形态描述、观察标本、生物学、地理分布、分类讨论、图版等信息。截至2021年6月,在全国102个单位370位作者历经48年的共同努力下,《中国孢子植物志》,包括《中国海藻志》《中国淡水藻志》《中国真菌志》《中国地衣志》《中国苔藓志》等5个分志,已出版113卷册,记录孢子植物424科2,255属19,652种。实际上,众多科学家每年借助学术期刊等载体发表大量新的物种,基于这些散布的文献资料,编研地区或类群的物种名录,是需要持续开展的工作。

将生物物种名录等生物多样性信息数字化并共享, also具有重要的意义。2001年6月,一些国际组织和不同国家的科学家发起建立了综合性、权威性的全球物种在线数据库——全球生物物种名录(Catalogue of Life, <https://www.catalogueoflife.org>)。截至2020年4月,该数据库共收录现生物种1,820,800个,已灭绝物种38,093个,包括物种名称、分类地位、地理分布、同物异名等信息。我国于2007年启动编写《中国生物物种名录》(<https://www.sp2000.org.cn/CoLChina>),由中国科学院生物多样性委员会负责组织国内外分类学家参与编写,2008年4月正式发布了《中国生物物种名录》第一版的光盘版和网络版,之后按年度更新。2022年版《中国生物物种名录》共收录物种及种下单元138,293个,其中动物68,172个、植物46,725个、真菌17,173个,每个物种均包括物种名、分类地位、同物异名、地理分布和相关文献等信息(中国科学院生物多样性委员会, 2022)。

为相对细致地反映我国生物物种编目工作进展,本文联合不同生物类群的专家,分别总结了脊椎动物、昆虫和其他无脊椎动物、植物、菌物等主要类群的物种编目进展情况,并就将来如何更好地促进生物编目工作的开展提出了展望。

1 脊椎动物物种编目进展

1.1 哺乳类

随着新物种不断在中国被发现,哺乳动物记录数不断增加。寿振黄(1962)记录了中国哺乳动物12目52科180属405种,郑昌林(1986)统计有13目54科210属509种,谭邦杰(1992)的《哺乳动物分类名录》记录12目53科191属461种,王玉玺和张淑云(1993)记录14目57科211属544种,Nowak (1999)在*Walker's Mammals of the World*第6版中记录中国哺乳动物共12目52科240属560种,王应祥(2003)的《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》记录了中国哺乳

动物13目55科235属607种, 潘清华等(2007)在《中国哺乳动物彩色图鉴》中记录了中国哺乳动物13目58科242属645种, Smith等(2009)在*A Guide to the Mammals of China*中记录了中国哺乳动物14目53科240属585种, 蒋志刚等(2015)、蒋志刚等(2017)分别记录中国哺乳动物12目55科245属673种和13目56科248属693种。魏辅文等(2021)组织全国有关专家基于系统发生关系的分类系统原则, 对中国兽类物种有效性进行了充分慎重的确认和讨论, 形成我国现阶段兽类分类系统及名录, 有12目59科254属686种。此项工作之后, 哺乳类还有少数新物种或国家新记录的发表, 如在2020年有新种4种新记录1种(王斌等, 2021), 在2021年有新种5种和新记录2种(江建平等, 2022)。因此, 我国哺乳类已知物种数698种, 占世界哺乳动物已知6,596种(Mammal Species of the World, <https://www.mammaldiversity.org>, v1.9, released 1 April 2022)的10.4%。

1.2 鸟类

20世纪的中国鸟类名录的编制工作主要是在郑作新院士领导下开展的。其中1964年出版的《中国鸟类系统检索》收录鸟类1,140种(郑作新, 1964), 1976年《中国鸟类分布名录》记录1,166种(郑作新, 1976), 1987年《中国鸟类区系纲要》记录鸟类1,186种(郑作新, 1987), 《中国鸟类种和亚种分类名录大全》第一版记录1,253种(郑作新, 1994), 第二版记录1,253种(郑作新, 2000)。

进入21世纪以来, 约翰·马敬能等(2000)出版了《中国鸟类野外手册》, 记录1,329种。郑光美院士主编了《中国鸟类分类与分布名录》及其修订版(郑光美, 2005, 2011, 2017), 其中2005年该书的第一版收录鸟类1,331种, 第二版增加到1,371种; 第三版收录1,445种, 隶属于26目109科, 为目前我国鸟类物种多样性最权威、最系统的编目。此后, 鸟类还有少数新物种或国家新记录的发表, 如2020年有新种1种(王斌等, 2021), 2021年有新种1种和新记录3种(江建平等, 2022)。世界鸟类已知10,906种(Birds of the World, <https://www.birdsoftheworld.org>), 因此, 我国鸟类已知物种占全世界已知物种数的10.5%。

1.3 爬行类

最早全面而系统记录中国爬行动物的《中国爬行动物系统检索》(赵尔宓等, 1977)收录4目(鳄目、

龟鳖目、蜥蜴目、蛇目) 21科103属316种。《中国两栖爬行动物鉴定手册》(田婉淑和江耀明, 1986)记录3目(将蜥蜴目与蛇目合并为有鳞目) 23科107属380种, 在*Herpetology of China* (Zhao & Adler, 1993)中记录4目23科121属387种。《中国动物志·爬行纲》(1-3卷)记录3目25科127属399种(张孟闻等, 1998; 赵尔宓等, 1998, 1999)。《中国爬行纲动物分类厘定》(蔡波等, 2015)系统梳理了中国爬行动物的编目研究进展, 结果表明中国爬行纲动物已知3目30科132属462种。之后, 王凯等(2020)通过整理新发表的分类学研究及先前名录遗漏的部分早期文献, 更新了截至2019年底中国现生本土爬行动物物种名录, 共记录现生本土爬行动物3目35科135属511种。2020年又有新种30种和新记录4种发表(王斌等, 2021), 2021年有新种31种和新记录10种发表(江建平等, 2022)。目前我国爬行类已知共586种, 占世界爬行类已知物种数(11,733种, <http://www.reptile-database.org>)的5.0%。

1950年后开始陆续有中国专家发现新种新属, 尤其随着国家建设的发展, 交通变得更加便利, 国家对野外考察支持力度增加, 新研究方法不断出现和应用, 研究队伍不断壮大, 使得新种不断得以发现且逐年增加, 并在20世纪80年代和21世纪10年代达到不同的小高峰(图1A)。

1.4 两栖类

最早完整记录中国两栖动物的《中国两栖动物系统检索》(胡淑琴等, 1977)记录3目11科35属204种。此后, 《中国两栖爬行动物鉴定手册》(田婉淑和江耀明, 1986)记录3目11科36属220种, 《中国两栖动物检索》(费梁等, 1990)记录3目11科58属279种, *Herpetology of China* (Zhao & Adler, 1993)记录3目11科43属274种, 《中国两栖动物图鉴》(费梁, 1999)记录3目11科59属302种, 《中国两栖动物检索及图解》(费梁等, 2005)记录3目11科59属336种, 《中国动物志·两栖纲》(1-3卷, 费梁等, 2006, 2009a, b)共记录11科61属355种, 《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》(费梁等, 2012)记录3目13科81属398种, 《中国生物物种名录(第二卷): 动物·脊椎动物(IV)·两栖纲》(江建平等, 2020)记录3目14科88属475种(截至2018年底), 王凯等(2020)记录3目13科62属515种(截至2019年底)。截至2022年7月20日, 中国两栖类

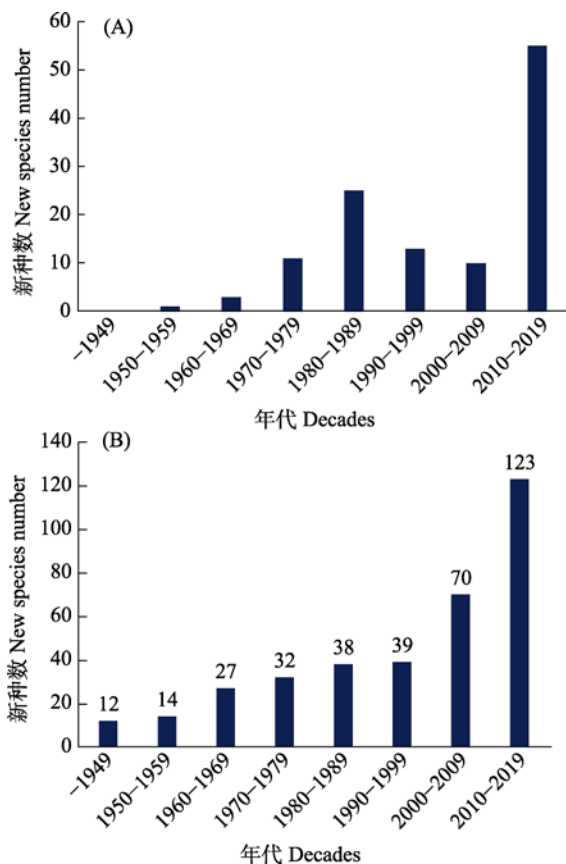


图1 中国爬行类(A)和两栖类(B)各年代新种数

Fig. 1 New species of reptiles (A) and amphibians (B) discovered in China in each decade

网站(<https://amphibiachina.org>)收录3目13科73属611种, 占世界两栖类已知物种数(8,526种, Amphibian Species of the World, <https://amphibiansoftheworld.amnh.org>)的7.2%。

新中国成立以来, 中国两栖类物种数量呈现不断增加的趋势(图1B), 从20世纪中叶最初的10余种, 到20余种、30余种; 进入21世纪后, 新物种的发现速度明显加快, 2000–2009年达到70种, 2010–2019年超过100种, 达到123种。此后, 在2020年有新种41种和新记录4种(王斌等, 2021), 2021年有新种28种发表(江建平等, 2022)。

1.5 淡水鱼类

李思忠(1981)对我国的淡水鱼类进行区划研究时, 以不入海水区作为划分淡水鱼类的标准, 统计的纯淡水鱼类数量为13目33科209属709种及58个亚种, 另外河口及过河口洄游性鱼类约有9目21科36属64种, 即共约831种和亚种(含洄游性鱼类)。成庆泰和郑葆珊(1987)在《中国鱼类系统检索》中记

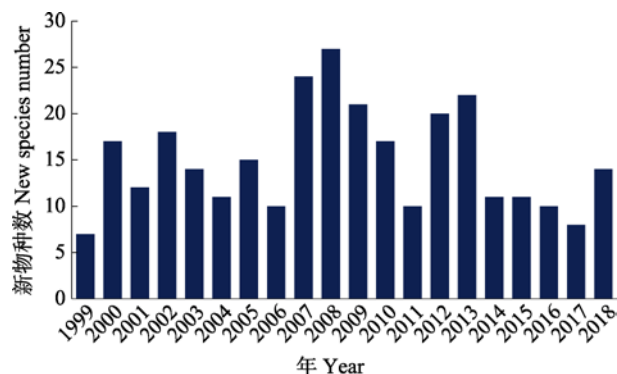


图2 1999–2018年中国淡水鱼类新种发表数统计

Fig. 2 New species of freshwater fishes discovered in China during 1999–2018

录我国鱼类282科1,077属2,831种, 其中淡水鱼类仅798种。朱松泉(1995)在《中国淡水鱼类检索》中统计中国淡水鱼类共19目52科270属1,023种。曹亮等(2016)记载1,443种。《中国生物物种名录(第二卷): 动物·脊椎动物(V)·鱼类》(张春光等, 2020)记录4纲52目339科1,576属5,058种(包括亚种)(海洋鱼类截至2014年, 内陆鱼类截至2018年), 其中内陆鱼类1,400多种, 包括引入类群8目17科21属26种。

近20年来, 除个别年份外, 中国淡水鱼类每年发表的新种均在10种以上(图2)。此外, 2020年有24种新种发表(王斌等, 2021), 2021年有15种新种发表(江建平等, 2022)。据最新统计, 中国的淡水鱼类共有1,591种, 隶属18目57科292属(张鹞和曹文宣, 2021), 约占世界已知淡水鱼类物种数(17,768种; Eschmeyer & Fong, 2019)的9.0%。中国鱼类物种总数至少有4,804种(张鹞和曹文宣, 2021), 占世界鱼类已知物种数(35,000种, FishBase)的13.7%。

1.6 脊椎动物多样性编目的数字化

随着计算机技术的发展、国际互联网平台的建设和推广应用, 国际国内有关专家都在不断努力推进脊椎动物多样性编目信息化工作。全球范围内, 已有哺乳类、鸟类、爬行类、两栖类、鱼类物种多样性方面的专门网站, 比如Mammal Species of the World (<https://www.mammaldiversity.org>)、Birds of the World (<https://www.birdsoftheworld.org>)、IOC World Bird List (<https://www.worldbirdnames.org>)、The Reptile Database (<https://www.reptile-database.org>)、Amphibian Species of the World (<https://www.amphibiansoftheworld.amnh.org>)、FishBase (<https://www.fishbase.org>)。

www.fishbase.us)、World of Fishes (<https://www.worldfish.de>)等。国内目前鸟类相关网站有“中国观鸟记录中心” (<https://www.birdreport.cn>), 两栖类相关网站有“中国两栖类” (<https://www.amphibiachina.org>), 但尚无哺乳类、爬行类和鱼类的物种多样性信息专门网站。在国内也有一些综合性的脊椎动物物种信息网站, 如中国动物主题数据库(<https://www.zoology.csdb.cn>), 该库是目前国内覆盖动物类群比较全面、引用比较多的数据库, 包括脊椎动物代码数据库、动物物种编目数据库、动物名称数据库, 也有综合性子库(动物志数据库)。

2 昆虫和其他无脊椎动物物种编目进展

常见的无脊椎动物包含节肢动物、软体动物、环节动物、棘皮动物和刺胞动物等, 其物种数量约占全球动物类群总数的90%以上(May, 1988)。很多无脊椎动物(如昆虫)体型较小, 表型可塑性高, 基于形态特征的物种鉴定相对比较困难, 而且大量新物种的发表及分类阶元的变动和修订使得对无脊椎动物的编目工作变得非常棘手(Costello et al, 2013)。尽管如此, 在相关类群分类学家的持续努力下, 我国无脊椎动物编目工作不断向前推进, 极大促进了中国动物分类学和区系研究的发展(李俊洁和黄晓磊, 2022)。

中国无脊椎动物编目工作的起步阶段大约在20世纪30、40年代。1935–1941年胡经甫先后出版了共6卷的《中国昆虫名录》(*Catalogus Insectorum Sinensium*) (Wu, 1935–1941), 首次总结了我国当时已知昆虫物种达24目19,000多种。近几十年我国无脊椎动物编目工作进展快速, 期间出版了共55册的《中国经济昆虫志》, 134册关于无脊椎动物类群的《中国动物志》, 还有一些特定类群的志书, 比如《中国灰蝶志》(王敏和范晓凌, 2002)、《中国蛸目昆虫》(陈树椿和何允恒, 2008)、《中国木虱志》(李法圣, 2011)、《中国生物物种名录·蜘蛛目》(李枢强和林玉成, 2016)、正在编写和出版中的《中国甲虫名录》系列丛书(林美英和杨星科, 2019)等。

近年来中国每年仍有大量昆虫和蜘蛛等无脊椎动物新物种发表。基于《生物多样性》期刊近两年出版的“中国新物种专题”统计, 2020年共发表中国昆虫新物种1,322种、蜘蛛新物种210种, 2021年共

发表昆虫新物种1,603种、蜘蛛新物种266种。新种发表数量的持续增长暗示我国仍有大量的无脊椎动物物种多样性有待发现。

2.1 编目和名录类文献的发表趋势

昆虫和蜘蛛占据了无脊椎动物物种多样性的大多数, 相关类群文献发表情况可以从某种程度上反映物种分类和编目进展情况。在Web of Science数据库, 以检索式“(insect OR spider) AND China AND new species”和“(insect OR spider) AND China AND (catalogue OR inventory)”分别检索到19,279篇文献(出版年在1945–2022)和360篇文献(出版年在1968–2022), 分析发现近20年来发表新物种的文献数量不断增长, 且近10年来均超过1,000篇(图3A); 而综合名录和编目类文献数量却明显不足, 每年仅有几十篇(图3B)。在中国知网, 以“昆虫 + 编目/名录”和“蜘蛛 + 编目/名录”作为检索词共检索到768篇相关文献(出版年在1952–2022) (图3C), 虽然近20年来昆虫和蜘蛛名录中文文献的发文量较几十年前有明显增加, 但每年平均也仅几十篇。

从文献检索分析可以发现, 我国昆虫和蜘蛛等无脊椎动物的新物种论文发表数量逐年稳定增加, 促进了我国无脊椎动物分类学和区系研究的发展, 但类群或地区综合性名录类文献的发表数量却一直偏低。另外, 无脊椎动物类群的《中国动物志》出版速度近些年也有所减缓, 近10年的出版量仅有上个10年的约60%, 近15年的出版量仅有上个15年的40%。

目前尚没有研究预测全球无脊椎动物物种的地理分布情况(Stork, 2018), 但是生物多样性纬度梯度学说表明, 热带地区的物种多样性最高, 随着纬度的增加, 生物多样性逐渐降低(Mittelbach et al, 2007)。我国不同省份无脊椎动物编目工作相关论文的发表也有类似格局。基于以上中国知网的文献检索发现, 除去以中国整体为对象的论文, 贵州省的物种名录工作最多, 为44篇, 其次是江西(40)、广西(34)、云南(31)和浙江(29) (图4), 体现出地区名录工作主要集中在中国南方亚热带及热带地区, 相似格局在《中国生物物种名录》2022版中也得到体现。一些省份已经出版了地方昆虫名录, 比如《广西昆虫名录》(张永强等, 1992)、《宁夏昆虫名录》(王希蒙等, 1992)、《河南昆虫名录》(申效诚, 1993)、《浙

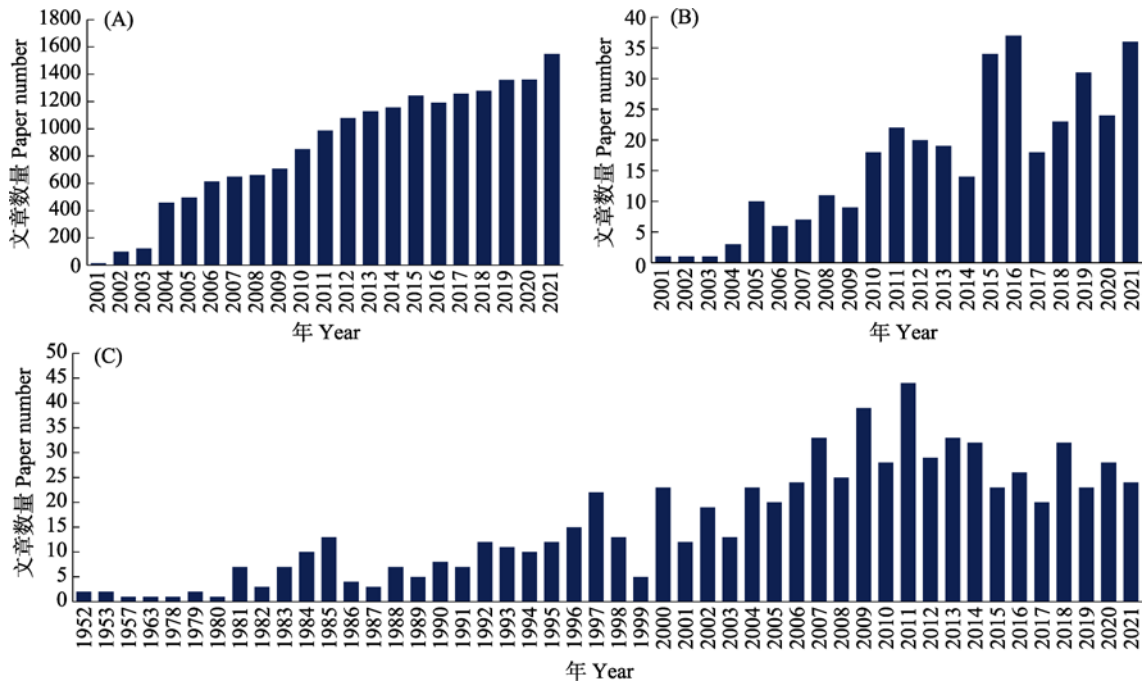


图3 昆虫和蜘蛛新物种及编目文章发表情况。(A)以检索式“(insect OR spider) AND China AND new species”在Web of Science检索的文章数量；(B)以检索式“(insect OR spider) AND China AND (catalogue OR inventory)”在Web of Science检索的文章数量；(C)以“昆虫 + 编目/名录”和“蜘蛛 + 编目/名录”为关键词在中国知网检索的文章数量。

Fig. 3 Trends of published papers on new species and inventory of insects and spiders. (A) The Web of Science retrieval results using terms (insect OR spider) AND China AND new species; (B) The Web of Science retrieval results using terms (insect OR spider) AND China AND (catalogue OR inventory); (C) The CNKI retrieval results using terms (insect OR spider) AND (catalogue OR inventory)

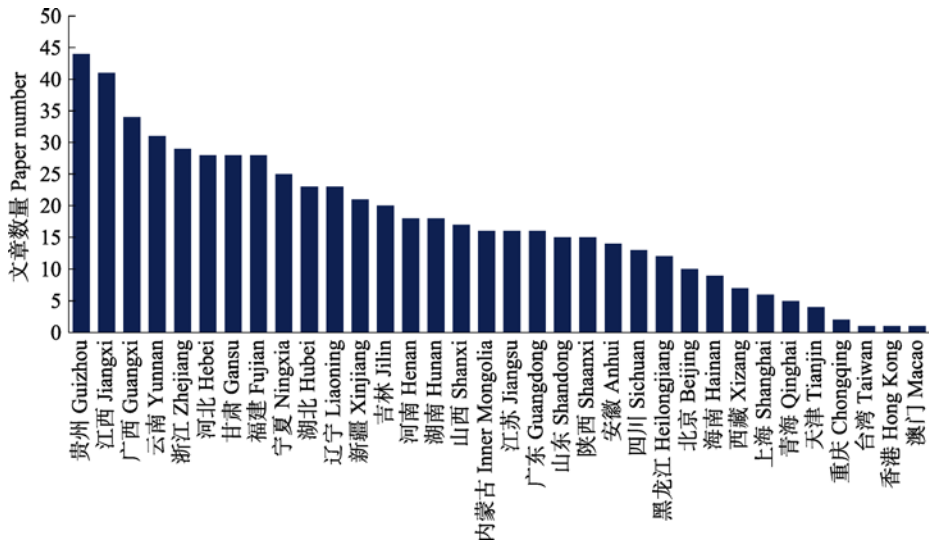


图4 以“昆虫 + 编目/名录”和“蜘蛛 + 编目/名录”为关键词在中国知网检索的文章在不同省区的分布(除去全国性名录)
Fig. 4 The geographical distribution of papers retrieved from CNKI using terms (insect OR spider) AND (catalogue OR inventory)

江昆虫名录》(方志刚和吴鸿, 2001)等, 不过近10年新的地方性昆虫名录出版较少。

2.2 编目工作的类群差异

《中国生物物种名录》近10年间无脊椎动物总

物种数的增加几乎均是由节肢动物贡献的, 其他类群如环节动物门、刺胞动物门、棘皮动物门、软体动物门的物种数量几乎没有变化; 其中节肢动物物种数由2015年的17,362种增加到2022年的50,061

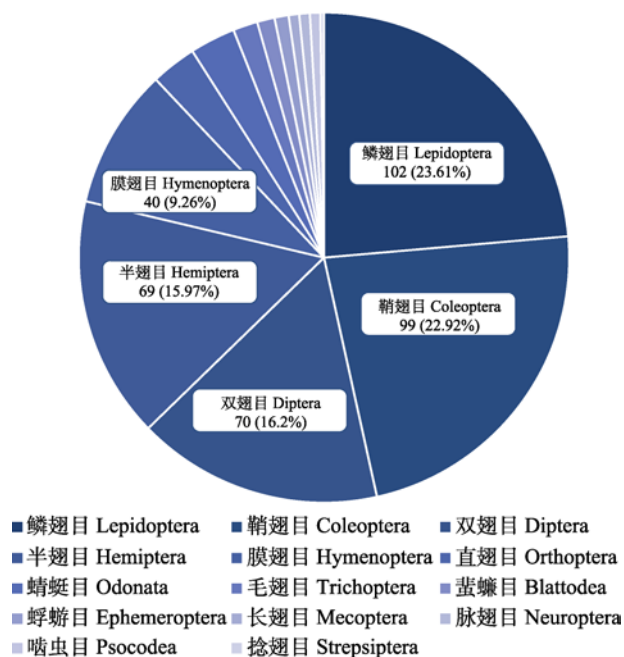


图5 以“昆虫 + 编目/名录”为关键词在中国知网检索的不同昆虫类群文章数

Fig. 5 The taxonomic distribution of papers retrieved from CNKI using terms insect AND (catalogue OR inventory)

种。基于以上在中国知网的文献检索，发现不同昆虫类群编目和名录类论文的数量呈现明显差异，其中鳞翅目和鞘翅目相关论文占了46.53%，昆虫纲物种最多的5个目(鞘翅目、鳞翅目、双翅目、膜翅目、半翅目)的相关论文一共占了87.96% (图5)。

2.3 无脊椎动物多样性编目数字化进展

近10年来，世界无脊椎动物物种名录和分布记录的数字化进展明显。全球生物物种名录数据库目前已收录节肢动物1,139,540种，相较于2011年收录的909,316种，增长了25.32%。2011年，全球生物多样性信息网络数据库 (Global Biodiversity Information Facility, GBIF; <https://www.gbif.org>)共收录节肢动物分布记录92,197,020条、物种462,182个，2021年则增加到158,626,523条、500,419个，10年间分别增长了72.05%和8.27%。

中国无脊椎动物多样性编目信息的数字化也取得了明显的进展。《中国生物物种名录》2015年版收录中国无脊椎动物22,990种和1,901个种下单元；2022年最新版收录的无脊椎动物物种数相较2015年翻了一番，共有16门42纲146目1,256科55,685种和2,422个种下单元，其中节肢动物(如昆虫和蜘蛛)约占有脊椎动物总数的90%。GBIF

数据库中中国节肢动物的数据也有明显增加，2011年GBIF数据库仅收录中国无脊椎动物分布记录112,597条、物种12,789个，2021年则增长到222,853条、19,059个，增幅分别为97.92%和49.03%。

3 近10年植物物种编目进展

3.1 世界维管植物多样性概貌

根据World Plants (WP; <https://www.worldplants.de>)和Plants of the World Online (POWO; <https://powo.science.kew.org>)的最新统计，全球约有125万个维管植物名称，其中被接受的维管植物物种有354,009种(万霞和张丽兵, 2022)，还有学者认为世界维管植物可能有369,054种，并且还处于上升状态(钱宏等, 2022)。这些数据的估算与国际上多个全球植物数据库的长期维护有关，特别是World Flora Online (WFO; <https://www.worldfloraonline.org>)、Plants of the World Online、World Checklist of Vascular Plants (WCVP; <https://wcvp.science.kew.org>)、The Leipzig Catalogue of Vascular Plants (LCVP; <https://idata.idiv.de/ddm/Data/ShowData/1806>)和World Plants等，这些数据库虽然或多或少存在一些问题，但整体上涵盖了世界已知植物的全面信息(钱宏等, 2022)。

由于经常被认为生物多样性水平较高的一些热带地区国家(如哥伦比亚、印度尼西亚)没有完整的植物志或植物名录，加之新物种的发表也呈动态变化，所以世界各国的植物物种数量较难排序。李春香和苗馨元(2016)认为中国维管植物的数量略低于巴西，排名世界第二，但随着热带地区各国植物研究的不断深入和发现，中国维管植物物种数量排名可能会下降。

英国皇家植物园(邱园)根据国际植物名称索引(International Plant Names Index, IPNI, <https://www.ipni.org>)的统计，认为全球维管植物新物种发现的热点地区分别是热带美洲、热带亚洲和大洋洲等3个地区，巴西、澳大利亚和中国则是新物种发表最多的3个国家(Willis & Bachman, 2016; Willis, 2017; Antonelli et al, 2020)。事实上2019年起中国维管植物新物种发表数量已超越了巴西，成为全球发现植物新物种最多的国家(杜诚等, 2021)，而澳大利亚则从2016年开始新物种发现数量明显减少，2020年甚

至跌出前10名之外(Antonelli et al, 2020; 万霞和张丽兵, 2021)。

3.2 中国植物新种发表趋势

中国的植物物种编目工作近年来得到了长足发展,《中国生物物种名录》自2018年起实现了年度更新,各种新发表、发现的研究成果甚至私人通讯的信息都能够及时地汇总进入名录,供国内外学者研究应用(刘冰和覃海宁, 2022)。《中国生物物种名录》植物部分是基于106位中国植物分类学者提供的一手数据汇总而成的植物名称数据库,其数据与国际数据库World Flora Online、IPNI、Tropicos等相比有着明显的优势: (1)包含了中国高等植物的所有大类群; (2)能够完整地收录新发表的植物类群和中国植物新记录信息; (3)完全基于中国植物完整的一手文献数据,数据可靠性更高; (4)部分分类群的处理参考国内学者的处理意见(杜诚等, 2021; 刘冰和覃海宁, 2022)。

新千年以来中国的维管植物仍然以较高的数量被发表,自2012年至今的10年间,各种文献报道了2,720个中国维管植物新分类群,包括5个新科、86个新属、2,090个新种、276个新种下等级,此外还有374种植物在中国首次被记录。平均每年发表209个新种、发现37.4个物种新记录,分子证据的使用率从2012年的6.2%上升到2021年的38.4%,近10年有了较大的提升(图6)。

外国学者发表或参与发表中国植物新种占比在2012–2021年间平均为13.0%,较2000–2011年间平均占比31.9%有显著的下降,部分年份甚至低于5%,这与*Flora of China*编写完成后外国学者研究兴趣的转移有关(图7)。中国学者在近10年本土植物

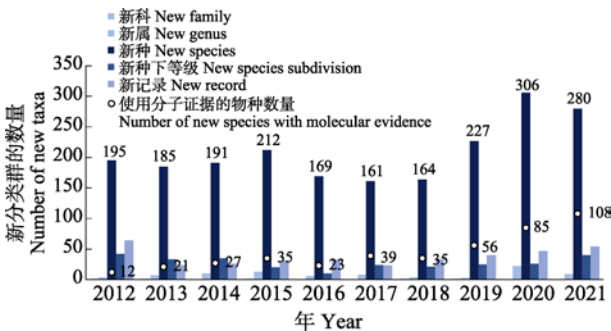


图6 2012–2021年中国维管植物新分类群的发表情况
Fig. 6 Number of Chinese vascular plants described as new to science from 2012 to 2021



图7 2012–2021年发表中国维管植物新物种的作者情况
Fig. 7 The status of authors of Chinese new vascular plant species published from 2012 to 2021

类群调查方面占据了优势地位,外国学者多为合作和补充,极少有独立研究中国植物的外国团队,这与1949年之前形成了鲜明的对比。截至2021年,中国已记载高等植物483科4,275属38,493种7,507个种下等级,其中维管植物323科3,643属35,379种7,259个种下等级。

3.3 中国植物新种的类群多样性

近10年发表的2,090个植物新物种隶属于131科534属。发表新物种较多的10个科是兰科、苦苣苔科、荨麻科、毛茛科、菊科、小檗科、禾本科、天门冬科、鳞毛蕨科、豆科,其余121个科发表了剩余937个新种,有64个科发表了3个以下的新物种。发表新物种较多的10个属是楼梯草属(*Elatostema*)、报春苣苔属(*Primulina*)、小檗属(*Berberis*)、风毛菊属(*Saussurea*)、秋海棠属(*Begonia*)、蜘蛛抱蛋属(*Aspidistra*)、凤仙花属(*Impatiens*)、耳蕨属(*Polystichum*)、马铃苣苔属(*Oreocharis*)、翠雀属(*Delphinium*),其余524个属发表了剩余的1,536个新种,有410个属发表了3个以下的新物种(表1)。热带、亚热带石灰岩、高山、亚高山丰富的下层植被类群是学者的关注热点,特别是兰科、苦苣苔科等观赏价值较高的类群。

3.4 中国植物新种的地理分布

近10年发表的中国维管植物新种、国家级新记录种主要分布在云南、广西、四川、西藏等西南省区(图8)。云南省发现了中国植物新种的27.4%、新记录种的34.5%,是中国维管植物新发现数量最多的省份,排名靠前的4个省份共发表了1,329个新种,

表1 2012–2021年中国维管植物新种发表最多的10个科和属
Table 1 Top 10 families and genera in which new species of vascular plants from China were described from 2012 to 2021

科名 Family	新物种数量 New species number	属名 Genus	新物种数量 New species number
兰科 Orchidaceae	223	楼梯草属 <i>Elatostema</i>	104
苦苣苔科 Gesneriaceae	218	报春苣苔属 <i>Primulina</i>	86
荨麻科 Urticaceae	136	小檗属 <i>Berberis</i>	70
毛茛科 Ranunculaceae	126	风毛菊属 <i>Saussurea</i>	48
菊科 Asteraceae	122	秋海棠属 <i>Begonia</i>	47
小檗科 Berberidaceae	77	蜘蛛抱蛋属 <i>Aspidistra</i>	44
禾本科 Poaceae	75	凤仙花属 <i>Impatiens</i>	44
天门冬科 Asparagaceae	64	耳蕨属 <i>Polystichum</i>	44
鳞毛蕨科 Dryopteridaceae	58	马铃苣苔属 <i>Oreocharis</i>	34
豆科 Fabaceae	54	翠雀属 <i>Delphinium</i>	33
其他121科 Other 121 families	937	其他524属 Other 524 genera	1,536

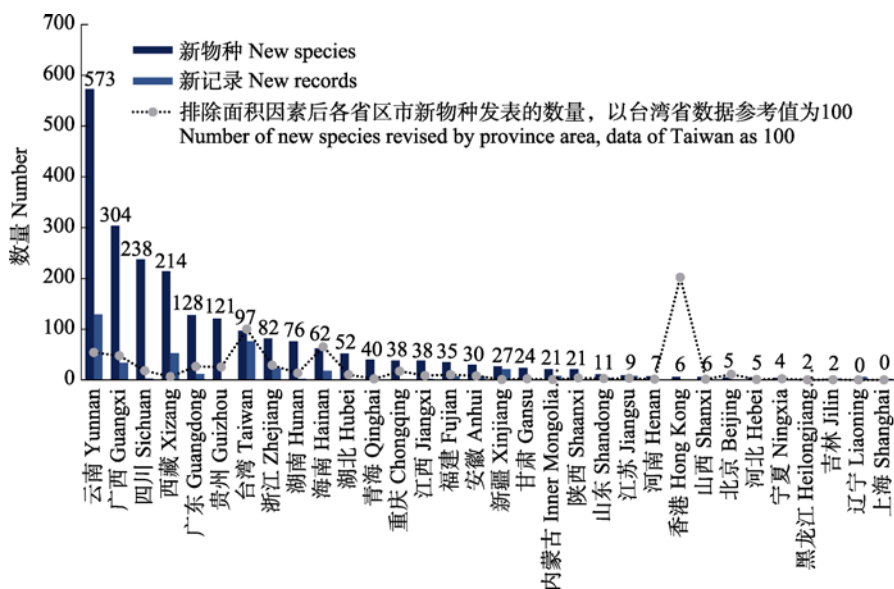


图8 2012–2021年间中国各省区发表的维管植物新物种和国家级新记录物种数量
Fig. 8 The provincial number of Chinese new and newly recorded vascular plants published from 2012 to 2021

占全国总数的63.6%。排除面积因素，中国植物单位面积发现物种最多的省份是台湾和海南这两个位于东南部的岛屿省份。可见南部的两个大岛屿和西南地区的热带及亚热带山地仍然是中国生物多样性的热点地区(香港因为面积太小造成数据失真而未纳入分析)。

4 近10年菌物物种编目进展

4.1 全球菌物新种

2012–2021年，全球共发现了23,286个菌物新种，全球已知菌物从10年前的126,221种增加到目前的149,507种(本章节数据来自Fungal Names,

<https://nmdc.cn/fungalnames/>，数据获取于2022年8月9日)，增长率达到18.49%。近10年来，每年新发表物种数量稳步增加(图9)，以2016年为界，2012–2015年年均发现1,843种，而2016年以来，年均新发表物种达2,652种，增长了43.90%。在2020年，全球共发现3,100个新物种，是历史上发表菌物新物种数量最多的一年。全球参与上述菌物新物种发表的学者有7,173位，10年间，每年参与新物种发表的作者数量逐年增加，从1,200人增加到1,750人，增幅达20.83% (图9)。

上述新物种隶属于3界19门66纲252目856科4,346属，囊括了广义菌物的各个主要类群，包含真

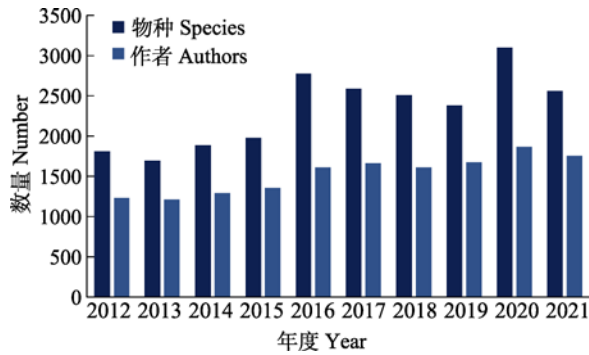


图9 近10年世界菌物新物种及命名作者数量
Fig. 9 New species and authors of fungi in the world in the last decade

菌22,798种、卵菌217种、黏菌161种、网黏菌5种、微孢子103种和集胞菌2种。在真菌界中, 97.93%的物种隶属于担子菌门(7,056种)和子囊菌门(15,269种), 剩余473种隶属于壶菌门、毛霉门、芽枝霉门等真菌基部类群。按照类群统计, 近十年间发现新物种最多的类群是伞菌(丝膜菌科、红菇科和丝盖伞科)和小型子囊菌(丛赤壳科、曲霉科、球腔菌科)。除此之外, 共有1,974个新种的科级分类地位未定, 占新物种总数的8.48%, 说明菌物类群的高阶分类系统还远未澄清, 有待在今后进一步开展研究。

4.2 中国菌物新种

近10年间, 发现自中国的菌物新物种有4,679种, 占同期全球新物种总数的20.09% (表2)。参与全球菌物新种发表的中国学者有1,212人, 占全球新种命名作者总数的16.90%。中国菌物分类学和多样性研究在这10年间取得了长足发展, 每年发现的新物种数量从250种增加到750种, 命名作者数量从130人增加到360人。当前每年发现的菌物新物种数量和参与的命名作者数量较10年前增加了两倍左右(图10)。尤其在2021年, 中国共发现了753个新种, 占该年度全球总数的29.40%, 物种总数和贡献比率均创历史最高。

中国发现的菌物新物种隶属于3界10门36纲140目438科1,372属, 包含了广义菌物类群中的真菌4,625种、卵菌29种、黏菌17种和微孢子8种。在真菌界中, 包含子囊菌门2,775种、担子菌门1,797种和53种真菌基部类群。近10年世界关注的热点类群是小型子囊菌(丛赤壳科、曲霉科)、伞菌(丝膜菌科和红菇科)和地衣型真菌(文字衣科), 而中国新物种发现最多的类群是木生真菌(刺革菌科和多孔菌

表2 近10年发现菌物新物种最多的20个国家
Table 2 Top 20 countries with most new fungal species discovered in the last decade

国家 Country	大洲 Continent	新物种数 Number of new species	占全球的比例 Percentage to the world (%)
中国 China	亚洲 Asia	4,679	20.09
美国 USA	北美洲 North America	1,758	7.55
泰国 Thailand	亚洲 Asia	1,640	7.04
巴西 Brazil	南美洲 South America	1,485	6.38
澳大利亚 Australia	大洋洲 Oceania	1,409	6.05
印度 India	亚洲 Asia	909	3.90
意大利 Italy	欧洲 Europe	859	3.69
西班牙 Spain	欧洲 Europe	683	2.93
法国 France	欧洲 Europe	639	2.74
南非 South Africa	非洲 Africa	513	2.20
日本 Japan	亚洲 Asia	501	2.15
韩国 Korea	亚洲 Asia	409	1.76
德国 Germany	欧洲 Europe	399	1.71
新西兰 New Zealand	大洋洲 Oceania	396	1.70
俄罗斯 Russia	欧洲 Europe	362	1.55
加拿大 Canada	北美洲 North America	295	1.27
厄瓜多尔 Ecuador	南美洲 South America	267	1.15
墨西哥 Mexico	北美洲 North America	265	1.14
荷兰 The Netherlands	欧洲 Europe	257	1.10
英国 UK	欧洲 Europe	218	0.94

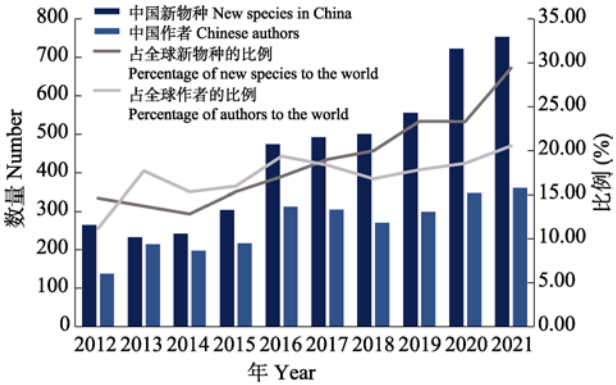


图10 近10年中国菌物新种及命名作者
Fig. 10 New species and authors of fungi in China in the last decade

科)和伞菌(牛肝菌科和红菇科)。

4.3 新种模式产地

近10年间, 全球菌物新物种的发现地来自于包括南北极在内的185个国家和地区。亚洲发现的新物种最多, 有9,335种, 占全球的40.09%。而东亚、南亚和东南亚地区是新物种发现的热点地区, 该地区的中国、泰国、印度、日本和韩国等五个国家一

共发现了8,138个新物种, 占亚洲的87.18%、占全球总数的34.95% (图11, 表2)。

按国家统计, 近10年来, 中国始终为年度发现菌物新种最多的国家, 共发现4,679个菌物新物种, 是排名第二的美国的2.66倍。接下来依次是泰国、巴西、澳大利亚和印度。这些国家的共同特点是国土面积辽阔, 国土普遍位于适宜多数菌物生长的温带、亚热带和热带地区, 再加之分类学研究具备一定的积累和发展, 多年以来均位居新物种发现最多的国家行列。紧随前六位之后的意大利、西班牙、法国、南非、日本、韩国等国, 同样处于温带地区, 不过国土面积相对有限, 物种多样性较低, 但其菌物分类学研究基础雄厚, 仍可发现500种以上的新物种(表2)。

4.4 菌物多样性信息的数字化

得益于2011年第18届国际植物学大会上通过的 *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi, and Plants (Melbourne Code)* (McNeill et al, 2012), 菌物成为首个正式引入新名称注册机制的生物类群。自2013年以来, 每一个新发表的菌物新分类单元名称都必须在规定的菌物名称信息库 (Fungal Name, Index Fungorum和Mycobank) 进行登记注册(Kirk等, 2011), 这一规定是对菌物多样性信息数字化的极大助力。近10年来, 上述菌物名称信息库新增各类型菌物新命名数据46,950条, 有效记

录了菌物新分类单元发表的情况和分类地位变动。

此外, 在一些全球综合性生物多样性数据库中, 菌物数据在10年间也呈现爆发式增长。GBIF数据库当前收录的菌物分布数据量为26,275,178条(数据获取于2022年8月9日), 而2012–2021年间新增的数据达8,394,447条, 占历史总数据量的近1/3, 年均新增80万条数据。全球生物物种名录的菌物数据来自于Index Fungorum, 其在2011年仅收录菌物44,468种和1,153个种下单元, 与当时已知的全球菌物物种多样性有接近65%的缺口。10年来, 该网站已收录菌物物种146,154种, 对已知物种的覆盖度达到97%以上(数据获取于2022年8月9日)。

4.5 中国菌物多样性编目

近10年间, 中国菌物多样性编目取得了突破性进展。2011年之前, 《中国生物物种名录》中没有收录菌物物种记录。2011年, 在中国科学院生物多样性委员会的支持下, 中国菌物名录数据库在中国科学院微生物研究所建立, 正式开启了中国菌物多样性的数字化编目工作(王科等, 2020)。10年来, 该数据库共收集中国文献记载的菌物记录36万条, 自2012年开始向《中国生物物种名录》提供菌物物种数据。截至目前, 已完成17,173种菌物的数字化编目。依托于这项工作, 我国已知的菌物多样性得以初步统计, 截至2018年我国分布的菌物有3界15门56纲192目585科3,534属27,900种及种下单元(Fang

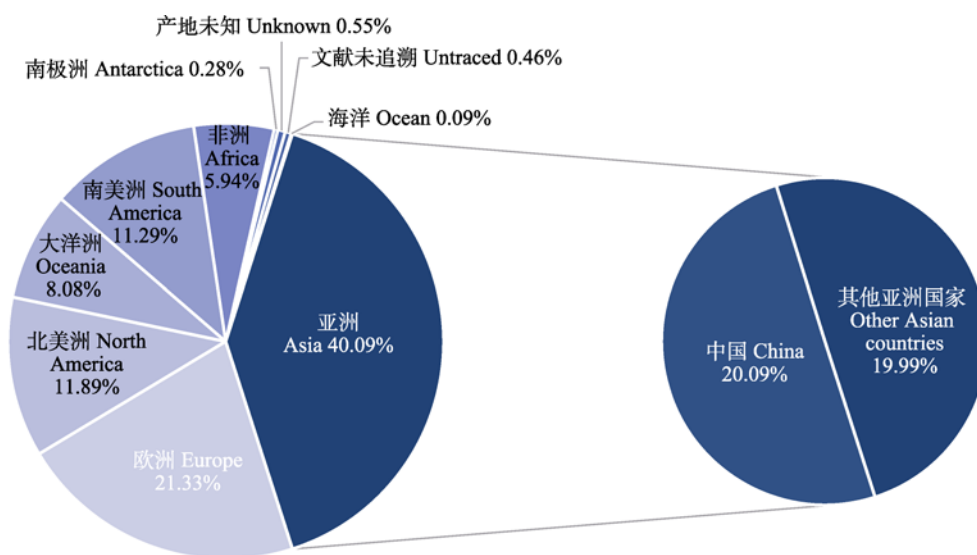


图11 近10年菌物新物种所属大洲分布

Fig. 11 The number of new fungal species discovered from each continent in the last decade

et al, 2018)。

在志书编研方面，作为“三志”之一的《中国孢子植物志》自1973年启动编研以来，其中与菌物相关的两个分志《中国真菌志》和《中国地衣志》已完成了68卷的编写和出版。在2012–2021年期间，全国菌物学者共编撰了27卷，占总卷数的39.71%，为36科473属3,467种菌物完成了编目。

2018年，中国科学院与生态环境部联合发布了《中国生物多样性红色名录——大型真菌卷》，是我国首部菌物类群的红色名录，共收录9,302个物种，其中97种被评为受威胁物种，为我国菌物多样性保护提供了重要的基础数据(姚一建等, 2020)。

5 展望

由于我国不同生物类群的研究历史和积累程度存在差异，在将来的生物物种编目工作中，各自也将有不同的内容侧重。

脊椎动物方面，物种多样性调查和发现新物种的重点类群应是冷血脊椎动物(包括爬行类、两栖类、鱼类)。从近些年新物种的分布和分类技术的应用来看(王斌等, 2021; 江建平等, 2022)，重点调查区域应聚焦西南山地、华南和华东地区，分子系统学方法将继续支撑新物种的发现和系统发育关系的解析，图像和声纹识别物种也将是今后需加强的工作。植物方面，除了中国维管植物新类群、新记录的持续发现外，期待有更多的针对专科专属的分类学研究和修订，依据新分类系统的省级多样性编目的更新，以及新版省级植物志的出版。

菌物方面，虽然全球菌物物种的描述速度逐渐加快，但相比于预测的220–380万全球菌物物种多样性(Lücking et al, 2021)，已发现和描述的物种仍低于10%，因此在未来一段时间，加快菌物新物种发现仍是菌物分类学家的主要工作。同时，菌物的高阶分类单元仍存在较多变化，大量新物种尚处于高阶分类单元未定的状况，也需要逐步修订和完善菌物分类系统。从研究类群来看，我国乃至世界均侧重于对菌物核心类群子囊菌和担子菌的研究，而对于基部类群和真菌界以外广义菌物类群的研究较少，需在今后研究中加以重视。

昆虫和其他无脊椎动物虽然具有极丰富的多样性，但与脊椎动物和植物相比，仍有很大比例的

未知物种有待发现和描述，这也将是未来很长时期的主要工作。众多无脊椎动物类群具有很高的多样性及较小的体型，为分类工作的可靠性带来较大挑战，导致物种更频繁的分类变动，因此除了描述新物种外，开展物种有效性和类群分类系统的校对和厘定是非常值得关注的工作。同时由于无脊椎动物多样性研究的开展程度在我国不同地理区域、不同类群间存在较大差别，未来的研究应注意加强地区和类群间的平衡。

此外，应进一步加强各生物类群物种编目信息的数字化工作。昆虫和其他无脊椎动物的数字化工作前期开展较为薄弱，应该是未来需重点加强的类群，其物种编目信息的数字化将大大提高生物多样性信息平台的数据体量和共享程度。对于前期数字化工作开展较好的脊椎动物和植物来说，借助公共数据平台实现更为及时的信息数字化和共享应该是更为重要的工作。

如何实现物种编目、地理分布和其他生物多样性信息的整合，实现不同平台之间的交互连接，也是将来工作应考虑的问题。比如目前中国生物物种名录建设更多关注的是物种分类名录本身，如果能与正在建设的中国国家标本资源平台(National Specimen Information Infrastructure, NSII; <https://www.nsii.org.cn>)等具有其他侧重的平台实现信息链接，或者在不同平台基础上形成更加整合性的物种信息平台，并能够更加开放地让众多分类学家编辑和更新信息，将为生物多样性信息化的发展提供更大助力。

致谢：在整理该文过程中，得到蔡波、王斌、陈蔚涛、温知新、张德志、张鹞、李保国、张正旺等同志在资料和数据上的支持，谨此致以衷心感谢！

ORCID

江建平  <https://orcid.org/0000-0002-1051-7797>
杜诚  <https://orcid.org/0000-0003-2972-0805>
刘冰  <https://orcid.org/0000-0002-6086-253X>
王科  <https://orcid.org/0000-0002-5153-8498>
蔡磊  <https://orcid.org/0000-0003-4084-1202>
黄晓磊  <https://orcid.org/0000-0002-6839-9922>

参考文献

Antonelli A, Fry C, Smith RJ, Simmonds MSJ, Kersey PJ,

- Pritchard HW, Abbo MS, Acedo C, Adams J, Ainsworth AM, and other 201 authors (2020) State of the World's Plants and Fungi 2020. Royal Botanic Gardens, Kew, London.
- Cai B, Wang YZ, Chen GY, Li JT (2015) A revised taxonomy for Chinese reptiles. *Biodiversity Science*, 23, 365–382. (in Chinese with English abstract) [蔡波, 王跃招, 陈跃英, 李家堂 (2015) 中国爬行纲动物分类厘定. 生物多样性, 23, 365–382.]
- Cao L, Zhang E, Zang CX, Cao WX (2016) Evaluating the status of China's continental fish and analyzing their causes of endangerment through the red list assessment. *Biodiversity Science*, 24, 598–609. (in Chinese with English abstract) [曹亮, 张鹏, 臧春鑫, 曹文宣 (2016) 通过红色名录评估研究中国内陆鱼类受威胁现状及其成因. 生物多样性, 24, 598–609.]
- Chen SC, He YH (2008) Phasmatodea of China. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [陈树椿, 何允恒 (2008) 中国螳目昆虫. 中国林业出版社, 北京.]
- Cheng QT, Zheng BS (1987) Systematic Key to Fishes of China (I, II). Science Press, Beijing. (in Chinese) [成庆泰, 郑葆珊 (1987) 中国鱼类系统检索(上、下册). 科学出版社, 北京.]
- Cheng TH (1964) Systematic Key to Birds of China. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑作新 (1964) 中国鸟类系统检索. 科学出版社, 北京.]
- Cheng TH (1976) Checklist of Birds in China, 2nd edn. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑作新 (1976) 中国鸟类分布名录(第二版). 科学出版社, 北京.]
- Cheng TH (1987) A Synopsis of the Avifauna of China. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑作新 (1987) 中国鸟类区系纲要. 科学出版社, 北京.]
- Cheng TH (1994) A Complete Checklist of Species and Subspecies of the Chinese Birds. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑作新 (1994) 中国鸟类种和亚种分类名录大全. 科学出版社, 北京.]
- Cheng TH (2000) A Complete Checklist of Species and Subspecies of the Chinese Birds, 2nd edn. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑作新 (2000) 中国鸟类种和亚种分类名录大全(第二版). 科学出版社, 北京.]
- Costello MJ, May RM, Stork NE (2013) Can we name Earth's species before they go extinct? *Science*, 339, 413–416.
- Du C, Liu J, Ye W, Liao S, Ge BJ, Liu B, Ma JS (2021) Annual report of new taxa and new names for Chinese plants in 2020. *Biodiversity Science*, 29, 1011–1020. (in Chinese with English abstract) [杜诚, 刘军, 叶文, 廖帅, 葛斌杰, 刘冰, 马金双 (2021) 中国植物新分类群、新名称2020年度报告. 生物多样性, 29, 1011–1020.]
- Eschmeyer MN, Fong JD (2019) Species of Fishes by Family/Subfamily. California Academy of Sciences, San Francisco.
- Fang R, Kirk PM, Wei JC, Li Y, Cai L, Fan L, Wei TZ, Zhao RL, Wang K, Yang ZL, Li TH, Li Y, Phurbu-Dorji, Yao YJ (2018) Country focus: China. In: *State of the World's Fungi* (ed. Willis KJ), pp. 48–55. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Fang ZG, Wu H (2001) A Checklist of Insects from Zhejiang. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [方志刚, 吴鸿 (2001) 浙江昆虫名录. 中国林业出版社, 北京.]
- Fei L (1999) Atlas of Amphibians in China. Henan Science and Technology Press, Zhengzhou. (in Chinese) [费梁 (1999) 中国两栖动物图鉴. 河南科学技术出版社, 郑州.]
- Fei L, Hu SQ, Ye CY, Huang YZ (2006) Fauna Sinica•Amphibia (1): General Accounts of Amphibia, Gymnophiona, Urodela. Science Press, Beijing. (in Chinese) [费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 黄永昭 (2006) 中国动物志•两栖纲(第一卷): 总论, 蚓螈目, 有尾目. 科学出版社, 北京.]
- Fei L, Hu SQ, Ye CY, Huang YZ (2009a) Fauna Sinica•Amphibia (2): Anura. Science Press, Beijing. (in Chinese) [费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 黄永昭 (2009a) 中国动物志•两栖纲(第二卷): 无尾目. 科学出版社, 北京.]
- Fei L, Hu SQ, Ye CY, Huang YZ (2009b) Fauna Sinica•Amphibia (3): Anura•Ranidae. Science Press, Beijing. (in Chinese) [费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 黄永昭 (2009b) 中国动物志•两栖纲(第三卷): 无尾目•蛙科. 科学出版社, 北京.]
- Fei L, Ye CY, Huang YZ, Jiang JP, Xie F (2005) An Illustrated Key to Chinese Amphibians. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu. (in Chinese) [费梁, 叶昌媛, 黄永昭, 江建平, 谢锋 (2005) 中国两栖动物检索及图解. 四川科学技术出版社, 成都.]
- Fei L, Ye CY, Huang YZ (1990) Key to Chinese Amphibia. Chongqing Branch, Science and Technology Literature Publishing House, Chongqing. (in Chinese) [费梁, 叶昌媛, 黄永昭 (1990) 中国两栖动物检索. 科学技术文献出版社重庆分社, 重庆.]
- Fei L, Ye CY, Jiang JP (2012) Colored Atlas of Chinese Amphibians and Their Distributions. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu. (in Chinese) [费梁, 叶昌媛, 江建平 (2012) 中国两栖动物及其分布彩色图鉴. 四川科学技术出版社, 成都.]
- Hu SQ, Ye CY, Fei L (1977) Systematic Key to Amphibians of China. Science Press, Beijing. (in Chinese) [胡淑琴, 叶昌媛, 费梁 (1977) 中国两栖动物系统检索. 科学出版社, 北京.]
- Jiang JP, Cai B, Wang B, Chen WT, Wen ZX, Zhang DZ (2022) New vertebrate forms discovered in China during 2021. *Biodiversity Science*, 30, 22225. (in Chinese with English abstract) [江建平, 蔡波, 王斌, 陈蔚涛, 温知新, 张德志 (2022) 中国脊椎动物2021年度新增物种报告. 生物多样性, 30, 22225.]
- Jiang JP, Xie F, Li C, Wang B (2020) Species Catalogue of China (Vol. 2): Animals•Vertebrates (IV)•Amphibia. Science Press, Beijing. (in Chinese and in English) [江建平, 谢锋, 李成, 王斌 (2020) 中国生物物种名录(第二卷): 动物•脊椎动物(IV)•两栖纲. 科学出版社, 北京.]
- Jiang ZG, Liu SY, Wu Y, Jiang XL, Zhou KY (2017) China's mammal diversity (2nd edition). *Biodiversity Science*, 25, 886–895. (in Chinese with English abstract) [蒋志刚, 刘少英, 吴毅, 蒋学龙, 周开亚 (2017) 中国哺乳动物多样性(第2版). 生物多样性, 25, 886–895.]
- Jiang ZG, Ma Y, Wu Y, Wang YX, Feng ZJ, Zhou KY, Liu SY, Luo ZH, Li CW (2015) China's mammal diversity. *Biodiversity Science*, 23, 351–364. (in Chinese with English abstract) [蒋志刚, 马勇, 吴毅, 王应祥, 冯祚建, 周开亚, 刘少英, 罗振华, 李春旺 (2015) 中国哺乳动物多样性. 生物多样性, 23, 351–364.]

- Kirk PM, Norvell LL, Yao YJ (2021) Changes to the Code of Nomenclature in Melbourne. *Journal of Fungal Research*, 9, 125–128. (in Chinese with English abstract) [Kirk PM, Norvell LL, 姚一建 (2021) 国际植物学墨尔本大会上命名法规的变化. *菌物研究*, 9, 125–128.]
- Li CX, Miao XY (2016) Notes on the rank of China in the world in terms of higher plant diversity. *Biodiversity Science*, 24, 725–727. (in Chinese) [李春香, 苗馨元 (2016) 浅议中国高等植物多样性在世界上的排名. *生物多样性*, 24, 725–727.]
- Li FS (2011) *Psyllidomorpha of China (Insecta: Hemiptera)*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [李法圣 (2011) 中国木虱志. 科学出版社, 北京.]
- Li JJ, Huang XL (2022) Progress and perspectives on insect biogeography in China. *Acta Geographica Sinica*, 77, 133–149. (in Chinese with English abstract) [李俊洁, 黄晓磊 (2022) 中国昆虫生物地理学进展与展望. *地理学报*, 77, 133–149.]
- Li SQ, Lin YC (2016) *Species Catalogue of China (Vol. 2): Animals•Invertebrates (I)•Arachnida•Araneae*. Science Press, Beijing. (in Chinese and in English) [李枢强, 林玉成 (2016) 中国生物物种名录(第二卷): 动物•无脊椎动物(I)•蛛形纲•蜘蛛目. 科学出版社, 北京.]
- Li SZ (1981) *A Synopsis of Freshwater Fishes of China*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [李思忠 (1981) 中国淡水鱼类的分布区划. 科学出版社, 北京.]
- Lin MY, Yang XK (2019) *Catalogue of Chinese Coleoptera (Vol. 9 Chrysomeloidea): Vesperidae, Disteniidae, Cerambycidae*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [林美英, 杨星科 (2019) 中国甲虫名录(第9卷 叶甲总科): 暗天牛科, 瘦天牛科, 天牛科. 科学出版社, 北京.]
- Liu B, Qin HN (2022) Recent advances in the national inventory of higher plant species in China. *Biodiversity Science*, 30, 22397. (in Chinese with English abstract) [刘冰, 覃海宁 (2022) 中国高等植物多样性编目进展. *生物多样性*, 30, 22397.]
- Lücking R, Aime MC, Robbertse B, Miller AN, Aoki T, Ariyawansa HA, Cardinali G, Crous PW, Druzhinina IS, Geiser DM, Hawksworth DL, Hyde KD, Irinyi L, Jeewon R, Johnston PR, Kirk PM, Malosso E, May TW, Meyer W, Nilsson HR, Öpik M, Robert V, Stadler M, Thines M, Vu D, Yurkov AM, Zhang N, Schoch CL (2021) Fungal taxonomy and sequence-based nomenclature. *Nature Microbiology*, 6, 540–548.
- MacKinnon J, Phillipps K, He FQ (2000) *A Field Guide to Birds of China*. Hunan Education Publishing House, Changsha. (in Chinese) [约翰·马敬能, 卡伦·菲利普斯, 何芬奇 (2000) 中国鸟类野外手册. 湖南教育出版社, 长沙.]
- May RM (1988) How many species are there on earth? *Science*, 241, 1441–1449.
- McNeill J, Barrie FF, Buck WR, Demoulin V, Greuter W, Hawksworth DL, Herendeen PS, Knapp S, Marhold K, Prado J, Prud'homme Van Reine WF, Smith GF, Wiersema JH (2012) *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi, and Plants (Melbourne Code)*. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany.
- Mittelbach GG, Schemske DW, Cornell HV, Allen AP, Brown JM, Bush MB, Harrison SP, Hurlbert AH, Knowlton N, Lessios HA (2007) Evolution and the latitudinal diversity gradient: Speciation, extinction and biogeography. *Ecology Letters*, 10, 315–331.
- Nowak RM (1999) *Walker's Mammals of the World*, 6th edn. Johns Hopkins University Press, Washington, DC.
- Pan QH, Wang YX, Yan K (2007) *A Field Guide to the Mammals of China*. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [潘清华, 王应祥, 岩崑 (2007) 中国哺乳动物彩色图鉴. 中国林业出版社, 北京.]
- Qian H, Zhang J, Zhao JC (2022) How many known vascular plant species are there in the world? An integration of multiple global plant databases. *Biodiversity Science*, 30, 22254. (in Chinese and in English) [钱宏, 张健, 赵静超 (2022) 世界上已知维管植物有多少种? 基于多个全球植物数据库的整合. *生物多样性*, 30, 22254.]
- Shaw TH (1962) *Economic Fauna of China: Mammals*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [寿振黄 (1962) 中国经济动物志: 兽类. 科学出版社, 北京.]
- Shen XC (1993) *A Checklist of Insects from Henan*. China Agricultural Science and Technology Press, Beijing. (in Chinese) [申效诚 (1993) 河南昆虫名录. 中国农业科学技术出版社, 北京.]
- Smith A, Xie Y, Hoffmann RS, Lunde D, MacKinnon J, Wilson DE, Wozencraft WC, Gemma F (2009) *A Guide to the Mammals of China*. Hunan Education Publishing House, Changsha. (in Chinese) [Smith A, 解焱, Hoffmann RS, Lunde D, MacKinnon J, Wilson DE, Wozencraft WC, Gemma F (2009) 中国兽类野外手册. 湖南教育出版社, 长沙.]
- Stork NE (2018) How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on earth. *Annual Review of Entomology*, 63, 31–45.
- Tan BJ (1992) *A Systematic List of the Mammals*. China Medical Science and Technology Press, Beijing. (in Chinese) [谭邦杰 (1992) 哺乳动物分类名录. 中国医药科技出版社, 北京.]
- The Biodiversity Committee of Chinese Academy of Sciences (2022) *Catalogue of Life China: 2022 Annual Checklist*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [中国科学院生物多样性委员会 (2022) 中国生物物种名录. 科学出版社, 北京.]
- Tian WS, Jiang YM (1986) *Identification Manual of Chinese Amphibians and Reptiles*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [田婉淑, 江耀明 (1986) 中国两栖爬行动物鉴定手册. 科学出版社, 北京.]
- Wan X, Zhang LB (2021) Global new species of vascular plants published in 2020. *Biodiversity Science*, 29, 1003–1010. (in Chinese with English abstract) [万霞, 张丽兵 (2021) 2020年发表的全球维管植物新种. *生物多样性*, 29, 1003–1010.]
- Wan X, Zhang LB (2022) Global new taxa of vascular plants published in 2021. *Biodiversity Science*, 30, 22116. (in Chinese with English abstract) [万霞, 张丽兵 (2022) 世界维管植物新分类群2021年度报告. *生物多样性*, 30, 22116.]
- Wang B, Cai B, Chen WT, Wen ZX, Zhang DZ, He SP, Lei FM, Yang QS, Jiang JP (2021) New vertebrate forms discovered in China in 2020. *Biodiversity Science*, 29, 1021–1025. (in Chinese with English abstract) [王斌, 蔡波,

- 陈蔚涛, 温知新, 张德志, 何舜平, 雷富民, 杨奇森, 江建平 (2021) 中国脊椎动物2020年新增物种. 生物多样性, 29, 1021–1025.]
- Wang K, Ren JL, Chen HM, Lü ZT, Guo XG, Jiang K, Chen JM, Li JT, Guo P, Wang YY, Che J (2020) The updated checklists of amphibians and reptiles of China. *Biodiversity Science*, 28, 189–218. (in Chinese with English abstract) [王凯, 任金龙, 陈宏满, 吕植桐, 郭宪光, 蒋珂, 陈进民, 李家堂, 郭鹏, 王英永, 车静 (2020) 中国两栖、爬行动物更新名录. 生物多样性, 28, 189–218.]
- Wang K, Zhao MJ, Su JH, Yang L, Deng H, Wang YH, Wu HJ, Li Y, Wu HM, Wei XD, Wei TZ, Cai L, Yao YJ (2020) The use of Checklist of Fungi in China database in the red list assessment of macrofungi in China. *Biodiversity Science*, 28, 74–98. (in Chinese with English abstract) [王科, 赵明君, 苏锦河, 杨柳, 邓红, 王永会, 吴海军, 李熠, 吴红梅, 卫晓丹, 魏铁铮, 蔡磊, 姚一建 (2020) 中国菌物名录数据库在大型真菌红色名录编制中的作用. 生物多样性, 28, 74–98.]
- Wang M, Fan XL (2002) *Butterflies Fauna Sinica: Lycaenidae*. Henan Science and Technology Press, Zhengzhou. (in Chinese) [王敏, 范晓凌 (2002) 中国灰蝶志. 河南科学技术出版社, 郑州.]
- Wang XM, Ren GD, Liu RG (1992) *An Annotated Checklist of Insects from Ningxia*. Shaanxi Normal University Publishing House, Xi'an. (in Chinese) [王希蒙, 任国栋, 刘荣光 (1992) 宁夏昆虫名录. 陕西师范大学出版社, 西安.]
- Wang YX (2003) *A Complete Checklist of Mammal Species and Subspecies in China: A Taxonomic and Geographic Reference*. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [王应祥 (2003) 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全. 中国林业出版社, 北京.]
- Wang YX, Zhang SY (1993) *Checklist of Mammals in China*. *Wild Animals*, (2), 12–17; (3), 6–13; (4), 11–16; (5), 10–11. (in Chinese) [王玉玺, 张淑云 (1993) 中国兽类分布名录. 野生动物, (2), 12–17; (3), 6–13; (4), 11–16; (5), 10–11.]
- Wei FW, Yang QS, Wu Y, Jiang XL, Liu SY, Li BG, Yang G, Li M, Zhou J, Li S, Hu YB, Ge DY, Li S, Yu WH, Chen BY, Zhang ZJ, Zhou CQ, Wu SB, Zhang L, Chen ZZ, Chen SD, Deng HQ, Jiang TL, Zhang LB, Shi HY, Lu XL, Li Q, Liu Z, Cui YQ, Li YC (2021) *Catalogue of mammals in China (2021)*. *Acta Theriologica Sinica*, 41, 487–501. (in Chinese with English abstract) [魏辅文, 杨奇森, 吴毅, 蒋学龙, 刘少英, 李保国, 杨光, 李明, 周江, 李松, 胡义波, 葛德燕, 李晟, 余文华, 陈炳耀, 张泽钧, 周材权, 吴诗宝, 张立, 陈中正, 陈顺德, 邓怀庆, 江廷磊, 张礼标, 石红艳, 卢学理, 李权, 刘铸, 崔雅倩, 李玉春 (2021) 中国兽类名录(2021版). 兽类学报, 41, 487–501.]
- Willis KJ (2017) *The State of the World's Plants Report: 2017*. Royal Botanic Gardens, Kew, London.
- Willis KJ, Bachman S (2016) *The State of the World's Plants Report: 2016*. Royal Botanic Gardens, Kew, London.
- Wu CF (1935–1941) *Catalogus insectorum Sinensium*. Fan Memorial Institute of Biology, Beijing.
- Yao YJ, Wei JC, Zhuang WY, Cai L, Liu DM, Li JS, Wei TZ, Li Y, Wang K, Wu HJ (2020) Development of red list assessment of macrofungi in China. *Biodiversity Science*, 28, 4–10. (in Chinese with English abstract) [姚一建, 魏江春, 庄文颖, 蔡蕾, 刘冬梅, 李俊生, 魏铁铮, 李熠, 王科, 吴海军 (2020) 中国大型真菌红色名录评估研究进展. 生物多样性, 28, 4–10.]
- Zhang CG, Shao KT, Wu HL, Zhao YH (2020) *Species Catalogue of China (Vol. 2): Animals•Vertebrates (V)•Fishes (I and II)*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [张春光, 邵广昭, 伍汉霖, 赵亚辉 (2020) 中国生物物种名录(第二卷): 动物•脊椎动物(V)•鱼类(上、下册). 科学出版社, 北京.]
- Zhang E, Cao WX (2021) *China's Red List of Biodiversity•Vertebrates (Vol. V): Freshwater Fishes (I, II)*. Science Press, Beijing. (in Chinese and in English) [张鄂, 曹文宣 (2021) 中国生物多样性红色名录•脊椎动物(第五卷): 淡水鱼类(上、下册). 科学出版社, 北京.]
- Zhang MW, Zong Y, Ma JF (1998) *Fauna Sinica•Reptilia (1): General Accounts, Testudoformes, Crocodiliformes*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [张孟闻, 宗愉, 马积藩 (1998) 中国动物志•爬行纲(第一卷): 总论, 龟鳖目, 鳄形目. 科学出版社, 北京.]
- Zhang YQ, You QJ, Pu TS, Lin RZ (1992) *Insect Catalogue of Guangxi*. Guangxi Science and Technology Press, Nanning. (in Chinese) [张永强, 尤其傲, 蒲天胜, 林日钊 (1992) 广西昆虫名录. 广西科学技术出版社, 南宁.]
- Zhao EM, Jiang YM, Shen Y (1977) *Systematic Key to Reptiles of China*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [赵尔宓, 江耀明, 沈杨 (1977) 中国爬行动物系统检索. 科学出版社, 北京.]
- Zhao EM, Adler K (1993) *Herpetology of China*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Oxford, Ohio.
- Zhao EM, Huang MH, Zong Y (1998) *Fauna Sinica•Reptilia (3): Squamata•Serpentes*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [赵尔宓, 黄美华, 宗愉 (1998) 中国动物志•爬行纲(第三卷): 有鳞目•蛇亚目. 科学出版社, 北京.]
- Zhao EM, Zhao KT, Zhou KY (1999) *Fauna Sinica•Reptilia (2): Squamata•Lacertilia*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [赵尔宓, 赵肯堂, 周开亚 (1999) 中国动物志•爬行纲(第二卷): 有鳞目•蜥蜴亚目. 科学出版社, 北京.]
- Zheng CL (1986) The number of mammalian species in China. *Acta Theriologica Sinica*, 6, 78–80. (in Chinese) [郑昌林 (1986) 中国兽类之种数. 兽类学报, 6, 78–80.]
- Zheng GM (2005) *A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑光美 (2005) 中国鸟类分类与分布名录. 科学出版社, 北京.]
- Zheng GM (2011) *A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China, 2nd edn*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑光美 (2011) 中国鸟类分类与分布名录(第二版). 科学出版社, 北京.]
- Zheng GM (2017) *A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China, 3rd edn*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑光美 (2017) 中国鸟类分类与分布名录(第三版). 科学出版社, 北京.]
- Zhu SQ (1995) *Key to Freshwater Fishes of China*. Jiangsu Science and Technology Press, Nanjing. (in Chinese) [朱松泉 (1995) 中国淡水鱼类检索. 江苏科学技术出版社, 南京.]

(责任编辑: 马克平 责任编辑: 闫文杰)