应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2011,48(3):746—752

传粉昆虫物种多样性监测、评估和保护概述*

谢正华[1]** 徐环李[2] 杨 璞[1]

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所 昆明 650224;
2. 中国农业大学农学与生物技术学院昆虫学系 北京 100193)

摘 要 欧洲和北美等国相继建立起传粉昆虫物种多样性监测和评估体系。基于传粉昆虫的监测资料,能够对欧美部分区域和某些传粉昆虫类群的现状、下降程度以及影响因素进行研究。欧洲和北美等地已开展部分传粉昆虫保护措施和项目,如欧洲部分国家实施的"农田环境计划"项目(Agri-Environmental Schemes)能够保护农田生态系统中传粉昆虫的栖境,恢复和提高传粉昆虫物种多样性。我国传粉昆虫物种多样性十分丰富,但目前还没有一个以监测和评估传粉昆虫物种多样性为主的平台,也未对某区域或某类群传粉昆虫多样性的变化进行评估,传粉昆虫多样性的保护也未引起足够重视。为了解我国传粉昆虫物种多样性现状及变化情况,作者建议在我国建立传粉昆虫物种多样性监测和评估体系,以提高我们在该领域的认识水平,并为开展相应的保护工作提供理论基础。

关键词 传粉昆虫,传粉昆虫保护,传粉昆虫多样性,传粉昆虫评估

Notes on monitoring, assessing and conserving pollinator biodiversity

XIE Zheng-Hua[1]** XU Huan-Li[2] YANG Pu[1]

(1. The Research Institute of Resources Insects, the Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China;
2. Department of Entomology, College of Agriculture & Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract In order to reveal the status of and the threats to domesticated honeybees and wild pollinators, a pollinating insect biodiversity monitoring and assessment system has been developed in Europe and North America. Some projects, such as the Agri-Environmental Scheme (AES), have been implemented in several European countries to conserve agricultural organisms, including pollinators. China is rich in insect pollinators but the importance of conserving these has been ignored. No program or project to monitor pollinators and assess their status has been carried out, and their population trends across time are still unknown. Therefore, we propose the establishment of a platform to monitor and assess pollinators in China.

Key words pollination insects, pollinator conservation, pollinator diversity, pollinator assessment

传粉昆虫是生态系统的重要组成部分,维持生态系统的动态平衡和相对稳定。人为活动改变土地利用类型,破坏传粉昆虫筑巢地点,降低蜜粉源植物多样性(Carvell *et al.*, 2006),引起传粉昆虫多样性下降(Biesmeijer *et al.*, 2006)。传粉昆虫多样性减少可能影响植物授粉受精机率,降低作物产量,破坏生态系统传粉服务功能,影响生态系统稳定性,从而影响人类自身的福利和可持续发展(Watanabe, 1994; NRC, 2006)。因此,传粉昆虫的现状、下降程度、影响因素以及保护措施的相关研究受到广泛关注(Brown and Paxton, 2009)。

1 建立传粉蜂监测和评估的背景

蜜蜂(*Apis* spp.)是最主要的传粉昆虫。除蜂蜜、花粉和其它蜂产品外,蜜蜂为生态系统提供丰富的传粉服务,美国蜜蜂一年产生的传粉服务价值约为146亿美元(Morse and Calderone, 2000)。

* 资助项目:中国林业科学研究院资源昆虫研究所公益性科研院所基本科研业务费专项资金(riricaf200904M)。
**通讯作者,E-mail: cnbees@gmail.com
收稿日期:2010-04-22,接受日期:2010-10-11

从全球尺度来看,2005 年传粉昆虫产生的经济价值约 1 530 亿欧元(Gallai *et al.*, 2009)。全球 75% 的作物需要昆虫传粉,粮食产量的 35% 与昆虫传粉相关(Klein *et al.*, 2007)。如果传粉昆虫物种多样性严重下降,生态系统传粉服务功能可能受到影响,从而威胁到粮食产量和粮食安全。

传粉昆虫多样性的减少很早就受到关注(Watanabe, 1994)。然而,已有的研究工作主要关注少数几类具重要经济价值的社会性传粉蜂(如蜜蜂和熊蜂等)物种多样性变化情况。除部分野生传粉蜂因特定的生态学意义和经济价值而引起学者的兴趣外,其它传粉昆虫多样性较少受到重视,其物种多样性变化情况还不清楚(Michener, 2000)。这些传粉昆虫是生态系统重要组成部分,认识它们多样性变化对维护生态系统稳定性,正常发挥生态系统功能至关重要。大量未被认知的传粉昆虫有待于进一步研究,以便能准确揭示人为干扰与传粉昆虫物种多样性间的关系(Robert *et al.*, 2010)。

人工饲养蜜蜂,如中华蜜蜂 *Apis cerana* F. 和西方蜜蜂 *A. mellifera* L. 等,由于其特殊的经济价值和授粉功能,种群数量的变化首先受到重视。从 1947 年开始,美国农业部国家农业服务统计处(USDA-NASS)开始统计各州蜂巢数量、产蜜量和市场价格等若干数据来监测美国饲养蜜蜂的变化动态(NRC, 2006);加拿大国家统计局长期对该国蜂蜜产量进行调查和统计,分析该国蜜蜂数量变化规律(Canada Statistics, 2009)。其它一些经济传粉昆虫,如熊蜂(*Bombus* spp.)和壁蜂(*Osmia* spp.)等,以其突出的授粉优势和重要的经济价值被广泛运用于作物传粉,人工饲养数量有较准确的统计(Velthuis and Doorn, 2006)。然而,这些传粉昆虫野生种群数量研究却十分缺乏。

野生传粉昆虫空间分布具有区域性,不同生境中传粉昆虫类群存在差异。同时,不同学者或研究项目所关注的类群和研究区域不一致,这种现状让不同研究结果难于比较,独立的数据和不同的调查方法阻碍了大尺度下探索传粉昆虫物种多样性变化的可行性。但开展大尺度下的科学调查往往在时间、人员和经费方面存在难于逾越的困难。因此,生态学家提出:能否结合不同学者和不同区域的研究结果,进行综合分析和评估,以便能在国家尺度或者更大的空间尺度下开展研究,从而揭示传粉昆虫物种多样性变化规律?这种基于大尺度下研究传粉昆虫物种多样性变化规律的思路,可以在一定程度上克服不同学者和不同区域中分散研究的缺点,能更加准确的认识传粉昆现状及其受到的威胁。

基于此,欧美等国家相继建立起各种传粉昆虫监测和评价体系,将不同学者和研究机构纳入同一研究平台,综合分析不同研究者的调查成果,来评估传粉昆虫的现状和下降情况。目前已建立的监测传粉蜂物种多样性的项目如表 1 所示。比如,涉及欧洲和以色列等若干国家的"大尺度生物多样性风险评估及评估方法检验(Assessing Large Scale Risks for Biodiversity with Tested Methods, ALARM)"项目以推动研究大尺度下生物多样性变化情况为主要目的,其中研究传粉昆虫物种多样性变化是该项目最重要内容之一。项目的建立为大尺度下分析传粉昆虫物种多样性提供便利,基于 ALARM 提供的数据,能够对英国和荷兰的传粉昆虫及其下降因素进行探讨(Biesmeijer *et al.*, 2006)。

除传粉蜂外,蝴蝶和蜂鸟等传粉生物的监测和评估体系也已在部分区域建立,并运用于监测这些传粉生物多样性的变化(NRC, 2006)。作为生态系统的重要组成部分,这些传粉生物多样性的变化对生态系统的传粉服务功能和稳定性具有重要的作用,监测和评估这些传粉生物物种多样性同样具重要的生态意义。

2　传粉昆虫的保护

传粉昆虫生存和繁衍的空间需求不及高等哺乳动物严格,在人类活动干扰较强的区域,部分传粉昆虫仍大量存在(Xie *et al.*, 2008)。与其它高等动物的保护措施相比,传粉昆虫的保护具有自身的特点。比如,传粉昆虫搜索范围比高等动物狭窄,需要丰富的蜜粉源植物以供种群的物质和能量消耗,大部分物种对筑巢地点有特定的要求。蜜粉源植物多样性和筑巢地点的适应性是影响传粉昆虫物种多样性最主要的因素(Walther-Hellwig and Frankl, 2000),因此,保护传粉昆虫多样性首先需要保护传粉昆虫筑巢地点和蜜粉源植物多样性。

表 1 部分已建立的传粉蜂监测和评价体系

Table 1 Projects and plans to monitor and/or assess the status and threats of bee pollinators

项目/研究 Projects/Plans	隶属部门 Affiliations	建立时间 Years	监测或评价区域 Regions for monitoring and assessments	监测或评价物种/类群 Species/groups for monitoring and assessments
国际传粉者行动 International Pollinator Initiative (IPI)	生物多样性公约 The Convention on Biological Diversity (CBD)	2000,区域性 IPI 在 2000 年后期建立	全球若干区域	传粉昆虫
世界自然保护同盟 International Union for Conservation of Nature (IUCN)	—	1948	全球	包含传粉昆虫
大尺度生物多样性风险评估及评估方法检验 Assessing Large Scale Risks for Biodiversity with Tested Methods (ALARM)	—	2004	19 个欧共体国家,以及保加利亚、罗马尼亚、以色列、瑞士以及其它 3 个国际组织	关键传粉昆虫 (Keystone pollinators)
蜜蜂周年统计,以及每 5 年进行的农业统计 The NAAS Annual Honey Report, and the 5-yearly Census of Agriculture	美国农业部国家农业服务统计处 The National Agricultural Statistics Services, U. S. Department of Agriculture (NASS-USDA)	1947	美国 (USA)	以饲养蜜蜂 (Honeybees) 为主
比利时和法国野生蜜蜂 (Hymenoptera, Apoidae) 调查 The Survey of Wild bees (Hymenoptera, Apoidae) in Belgium and France	Mons 和 Gembloux 实验室 The Mons and Gembloux laboratories	1980s	比利时和法国,后期扩展到摩洛哥、土耳其和马达加斯加等国	蜜蜂总科 (Apoidea) 昆虫
若干项目 Several projects, not specified	传粉昆虫生物学和经营学综合实验室 Pollinating Insects - Biology, Management and Systematics Laboratory	2002	加拿大、美国和墨西哥	蜂类 (Bees) 及蜜粉源植物 (Food-plants)

目前专一针对传粉昆虫多样性的保护政策和保护措施较少。除“国际传粉者行动(International Pollinator Initiative, IPI)”外,其它政策和保护措施均未将传粉昆虫作为特定的保护目标(表 2)。此外,以保护和改善生物栖境,恢复生物多样性为目的保护政策和措施在一定程度上也能保护传粉昆虫蜜粉源植物和筑巢地点,因而这些措施对传粉昆虫物种多样性也能起到保护作用(表 2)。

传粉昆虫多样性的保护与其认知程度有极大的关系。当传粉昆虫的生物学和生态学特征未被完全认知时,相应的保护措施往往难于起到保护目的。然而,目前对传粉昆虫多样性的保护还没有全面系统的研究,对绝大部分传粉昆虫的生物学和生态学特征还知之甚少,因此难于提供针对

所有传粉昆虫行之有效的保护方法。为改善传粉昆虫的栖境,恢复传粉昆虫种群数量,有效缓减传粉昆虫物种消失的速度,有必要开展更多的研究工作为传粉昆虫的保护提供理论依据。

表 2　部分传粉昆虫多样性保护政策和法律

Table 2　Some polices and legislations to conserve the pollinators

保护政策和法律 Polices and legislations	区域 Scopes or regions	开始时间 Years	是否以保护传粉昆虫为主? To conserve pollinator specifically?	说明 Explanations
国际传粉者行动 International Pollinator Initiative (IPI)	IPI 和区域 IPI 所覆盖区域	2000,区域性 IPI 在 2000 年后期建立	是	虽然 IPI 及区域性 IPI 以保护传粉昆虫为中心任务,但开展的保护措施的相关报道较少。
农田环境计划 Agri-Environmental Schemes (AES)	欧洲若干国家	2000	否	通过对农民和土地所有者进行经济补偿,鼓励农民进行“环境友好”型耕作,提高农田生态系统生物多样性。若干研究表明 AES 也能保护传粉昆虫栖境,恢复传粉昆虫多样性,对传粉昆虫的保护作用较好。
农田环境计划 Environmental Stewardship Scheme (ESS)	英国	1991	否	ESS 及前期 Countryside Stewardship Scheme(CSS) 项目以保护、恢复或重建自然景观和乡村景观多样性为目的。通过经济补偿来鼓励农民和土地所有者改变农业生产方式。该政策在部分区域已结束,部分区域可持续到 2014 年。
环境保护计划 International Union for Conservation of Nature (IUCN)	全球	1948	否	IUCN 以评价和保护自然资源和推动自然资源可持续利用为主要目标。开展的保护措施涉及到传粉昆虫多样性保护,但 IUCN 开展的保护措施的报道较少。
各种自然保护区和森林公园 Natural Reserves and Parks (not specified)	各种自然保护区和森林公园所覆盖区域	—	否	虽然自然保护区和森林公园可以保护传粉昆虫类群,但难于解决农田生态系统中传粉昆虫下降问题

3　我国缺乏传粉昆虫监测、评估和保护体系

我国幅员辽阔,传粉昆虫物种多样性极其丰富,尤其是位于全球 25 个生物多样性热点区域的西南山区(Myers *et al.*, 2000),更有大量未被认知的传粉昆虫。据估计,我国已被命名的传粉蜂有 1 000多种(徐环李等,2009),但对这些传粉昆虫的空间分布、多样性特征以及种群数量变化情况了解极少。中国作为世界传粉昆虫物种多样性最丰富的区域之一,其物种多样性的变化将对世界传粉昆虫结构和组成产生重要影响。因此,研究

我国传粉昆虫物种多样性变化情况将对了解全球传粉昆虫的变化具有重要参考意义。

我国已开展部分野生动植物监测项目，其中以监测大型哺乳和濒危珍稀动植物的种群数量及生境变化为主，如大熊猫和金丝猴等（古晓东等，2005；袁朝晖和孙建存，2007）。在建立的众多生物多样性监测项目中，传粉昆虫物种多样性的监测未引起足够重视，目前还没有一个以传粉昆虫物种多样性为主要监测对象的平台。缺少传粉昆虫物种多样性监测平台和相应的背景数据阻碍了我国传粉昆虫多样性的综合评估，也在一定程度上限制了我国传粉昆虫物种多样性的深入研究，这是我国传粉昆虫物种多样性研究面临的主要问题之一。

人工饲养蜜蜂作为我国最重要的传粉昆虫之一，具有重要的经济、生态和社会价值，其种群数量的变化将影响到我国农林作物传粉服务功能（pollination services）。虽然我国是第一养蜂大国，但目前还没有研究机构或组织对我国（或各省、市、自治区或直辖市）饲养蜜蜂种群数量进行周期统计，可供参考的数据多建立在已有研究结果上的估计（Aizen and Harder，2009），且这些资料在时间上多为间断的数据（中国养蜂学会，2008），难于揭示连续变化规律。这种现状既不利于了解我国人工饲养蜜蜂种群数量的动态变化，又可能影响我国养蜂政策和发展纲要的制定和养蜂业的发展。

与人工饲养蜜蜂相比，我国野生传粉蜂物种多样性调查工作更加缺乏。虽然一些专家学者开展了部分研究工作，其中不乏涉及传粉昆虫空间分布和物种多样性变化情况的调查（表 3）。除表 3 中传粉蜂物种多样性研究外，我国部分研究机构和高等院校还开展了野生传粉昆虫物种多样性综合调查（中国科学院登山科学考察队，1988，1992，1996；黄复生和张学中，1990；何俊华，2004；杨星科，2005）。但总结已有的研究结果发现，至今仍难以准确描绘我国某一类群或某一区域内传粉昆虫物种多样性变化，也难以评价它们的变化是否对生态系统的稳定性产生影响。

表 3 我国部分发表的传粉蜂物种多样性调查*

Table 3 Investigations of pollinator diversity in China

主要传粉昆虫类群 Bee species	研究区域 Area surveyed	调查时间 Years	参考文献 References
豆科牧草传粉昆虫	云南、内蒙	—	（匡邦郁等，1988；徐环李和吴燕如，1993）
苜蓿传粉昆虫	甘肃	—	（鲁挺等，1988）
油茶传粉昆虫	南方若干省份	1972—1974	（吴燕如，1997）
中华蜜蜂（*A. cerana* F.）和西方蜜蜂（*A. mellifera* L.）	安徽	—	（余林生和韩胜明，2003）
熊蜂	我国部分区域	1976—1981	（杨冠煌，2005）
	吉林	2004—2006	（阮长春等，2007）
	四川	1990 年—至今	（谢正华和唐亚，2008）
	云南	1996—1998	（杨大荣，1999）
	浙江天目山	1999—2001	（於文俊等，2003）
	华北地区	2005—2007	（吴杰等，2009；彭文君等，2009a）
	秦岭及甘肃南部	1998—1999	（杨星科，2005）

* 更多研究参考正文. See text for more investigations.

我国对饲养蜜蜂和野生传粉昆虫物种多样性的认识极少，因此相应的保护措施或政策也未引起足够的重视。虽然中华蜜蜂受西方蜜蜂的影响分布范围正大量减少（杨冠煌，2005；李位三，1991），但目前还没有开展相应的保护措施来缓减该物种种群数量的下降。高强度放牧活动引起的生境退化是草地生态系统中传粉昆虫物种多样性下降的主要原因（Xie *et al.*，2008），但我国目前还

没有涉及农林生态系统生物多样性(包括传粉昆虫多样性)的保护政策。仅在黑龙江省饶河县设立国家级自然保护区,以保护该区域的东北黑蜂(*A. mellifera* ssp.)蜜粉源植物,并开展部分研究(彭文君等,2009b)。对于我国丰富的传粉昆虫类群和广阔的国土区域来说,此类保护措施和研究成果显然十分有限。

4　建议与展望

基于我国传粉昆虫多样性的研究和保护现状,作者认为有必要加大传粉昆虫多样性研究的力度,尤其需要在科研立项方面给予资助和重视。纵览 2000—2010 年国家自然科学基金资助的与昆虫传粉相关的约 100 项科研项目中,传粉昆虫多样性的研究项目不足 20 项,其中传粉昆虫多样性评估和传粉昆虫物种多样性变化的研究更少。虽然难于估计其它类型的基金对传粉昆虫多样性研究和保护的资助情况,但根据研究现状来看,我国传粉昆虫多样性及其影响因素的研究未引起足够重视。

根据已有的研究成果和进展,以下几方面的研究具重要的生态和经济意义。1. 人工饲养蜂种群数量周期统计及影响因素研究。人工饲养蜂数量的变化对作物传粉和农林生态系统的安全极其重要,我们缺乏人工饲养蜜蜂的统计数量及本底资料,因此有必要开展相关的调查工作,为农林生态系统的传粉服务提供参考数据。2. 重要农林作物传粉昆虫资源调查。研究农林作物传粉昆虫多样性,探讨传粉昆虫多样性时空变化规律及其同环境因素的关系,分析传粉昆虫对作物产量和粮食安全的影响。3. 野生传粉蜂资源调查。了解野生传粉蜂多样性特征、空间分布规律和传粉服务功能将有利于评估我国传粉昆虫的现状及其在生态系统中的作用,也为开展传粉昆虫多样性保护提供理论依据。4. 传粉昆虫资源保护。对于种群数量受到威胁和珍稀的传粉昆虫,有必要开展有效保护措施,以防这些物种消失。

此外,根据各自的调查需求,不同学者的调查对象和研究方法往往存在差异,已有的研究没有统一的调查方法或协议(protocols),因此不同学者的研究结果难于比较。这需要探索并建立通用的调查方法和协议,以使不同学者或不同区域内的研究结果能够比较。同时,不同的研究区域多零星分散(表 3),调查结果难于在国家尺度上揭示传粉昆虫物种多样性变化情况。为掌握我国传粉昆虫现状和分布情况,不仅需要对我国传粉昆虫进行长期监测和评估,同时需要建立一个容纳多学科和多学者的数据共享和信息沟通平台。将不同学者和研究机构纳入同一个研究平台,结合不同类群和不同区域中传粉昆虫多样性研究成果,综合分析我国传粉昆虫现状,提高我国传粉昆虫物种多样性的认识和科研能力。

总之,当欧美等一些国家和区域已建立起传粉昆虫物种多样性监测、评估和保护体系时,作为全球传粉昆虫物种多样性最丰富的区域之一,有必要对我国传粉昆虫物种多样性开展相关研究,以提高我们在该领域的认识水平,并为今后开展相应的保护工作提供理论依据。

参考文献(References)

Aizen MA, Harder LD, 2009. The global stock of domesticated honey bees in growing slower than agricultural demand for pollination. *Curr. Biol.*, 19(11): 1—4.

Biesmeijer JC, Roberts SPM, Reemer M, 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313(5785): 351—354.

Brown MJF, Paxton RJ, 2009. The conservation of bees: a global perspective. *Apidologie*, 40(3):410—416.

Canada Statistics, Production and value of honey and maple. Catalogue No 23 - 221 - XIB., Ottawa: Statistics Canada. 2009. (Updated at: http://www.statcan.gc.ca/bsolc/olc-cel/olc-cel?catno = 23 - 221 - X&CHROPG = 1&lang = eng)

Carvell C, Roy DB, Smart SM, 2006. Declines in forage availability for bumblebees at a national scale. *Biol. Conserv.*, 132(4): 481—489.

Gallai N, Salles J, Settele J, Vaissière B, 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.*, 68(3): 810—821.

古晓东,王鸿加,刘富文,2005. 岷山山系大熊猫自然保护区 2003 年生物多样性监测. 四川动物,24(2): 168—170.

何俊华,2004. 浙江蜂类志. 北京:科学出版社. 1—1395.

黄复生,张学忠,1990. 喀喇昆仑—昆仑山昆虫区系. 自然资源学报,5(4): 365—375.

Klein AM, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham S, Kremen C, Tscharntke T, 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc.*

R. Soc. Lond., *Ser. B*: *Biol. Sci.*, 274(1608): 303—313.

匡邦郁，陈兆林，王科，易嘉宾，1988. 六种豆科牧草的授粉蜜蜂 Apoidea 资源调查. 云南畜牧兽医，3: 3.

李位三，1991. 中华蜜蜂群体数量缩减及其原因的探讨. 生态学杂志，10(5): 50—53.

鲁挺，罗文元，马占海，1988. 豆科牧草传粉昆虫野蜜蜂的研究. 中国草地学报，2: 9—13.

Michener CD, 2000. The Bees of the World, 2nd ed. Baltimore: Johns Hopkins Press. 1—953.

Morse R, Calderone N, 2000. The value of honey bees as pollinators of US crops in 2000. *Bee Culture*, 128(1): 1—15.

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853—858.

NRC, 2006. Status of pollinators in North America. Washington, D. C: National Academic Press. 1 – 307.

彭文君，黄家兴，吴杰，安建东，2009a. 华北地区六种熊蜂的地理分布及生态习性. 昆虫知识，46(1): 115—120.

彭文君，罗其花，安建东，黄家兴，郭军，2009b. 东北黑蜂(*Apis mellifera* ssp.)亲缘关系的分析. 中国农业科学，42: 1494—1502.

Robert SPM, Potts SG, 2010. The status of European non-*Apis* bees. *J. Apic. Res.*, 49(1): 137—138.

阮长春，孙光芝，张俊杰，万军，李羽. 2007. 吉林省熊蜂野生蜂种资源调查. 吉林农业大学学报，29(1): 37—40.

Velthuis HHW, Doorn AV, 2006. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*, 37(4): 421—451.

Walther-Hellwig K, Frankl R, 2000. Foraging habitats and foraging distances of bumblebees, *Bombus* spp. (Hym., Apidae), in an agricultural landscape. *J. Appl. Entomol.*, 124: 299—306.

Watanabe ME, 1994. Pollination worries rise as honey bee decline. *Science*, 256(5175): 1170.

吴杰，安建东，姚建，黄家兴，冯学全，2009. 河北省熊蜂属区系调查(膜翅目，蜜蜂科). 动物分类学报，34(1): 115—120.

吴燕如，1997. 油茶传粉蜜蜂的鉴别及地蜂属四个新种. 昆虫学报，20(2): 199—204.

Xie Z, Williams PH, Tang Y, 2008. The effect of grazing on bumblebees in the high rangelands of the eastern Tibetan Plateau of Sichuan. *J. Insect Conserv.*, 12(6): 695—703.

谢正华，唐亚，2008. 四川熊蜂蜜粉源植物选择偏好. 山地学报，26(5): 605—611.

徐环李，杨俊伟，孙洁茹，2009. 我国野生传粉蜂的研究现状与保护策略. 植物保护学报，36(4): 371—376.

徐环李，吴燕如，1993. 内蒙古主要豆科牧草传粉蜜蜂种类及传粉行为. 草业科学，10(6): 33—36.

杨大荣，1999. 云南澜沧江流域传粉昆虫——熊蜂多样性现状与保护对策. 生物多样性，7(3): 170—174.

杨冠煌，2005. 引入西方蜜蜂对中蜂的危害及生态影响. 昆虫学报，48(3): 401—406.

杨星科，2005. 秦岭西段及甘南地区昆虫. 北京: 科学出版社. 1—1055.

於文俊，茅洪新，王冬生，2003. 浙江天目山熊蜂的初步调查. 上海农业学报，19(4): 70—72.

余林生，韩胜明，2003. 栖息环境和种间竞争对中华蜜蜂群体分布的影响. 应用生态学报，14(4): 553—556.

袁朝晖，孙建存，2007. 长青保护区大熊猫、金丝猴、羚牛种群数量监测报告. 陕西师范大学学报(自然科学版)，S1: 1—10.

中国科学院登山科学考察队，1988. 西藏南迦巴瓦峰地区昆虫. 北京: 科学出版社. 1—621.

中国科学院登山科学考察队，1992. 西藏昆虫(第二版). 北京: 科学出版社. 1—508.

中国科学院登山科学考察队，1996. 昆仑山昆虫. 北京: 科学出版社. 1—349.

中国养蜂学会，2008. 中国蜂业之蜂. 中国养蜂学会. 1—237.