



中国的琥珀研究新进展

——序言*

王 博^{1,2**}

1 现代古生物学和地层学国家重点实验室, 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008, bowang@nigpas.ac.cn;

2 中国科学院生物演化与环境卓越创新中心, 南京 210008

提要 文中简述了中国的琥珀研究历史, 并简要介绍了本专辑的内容。本专辑呈现了近年来我国学者对克钦琥珀内含物研究的部分新进展, 包括了来自 14 个研究单位的 26 位作者的 13 篇论文, 涵盖了植物、脊椎动物、腹足类和昆虫等类群。

关键词 琥珀 生物群 古生态 白垩纪

中文引用 王 博, 2020. 中国的琥珀研究新进展——序言. 古生物学报, 59(1): 13–17. doi: 10.19800/j.cnki.aps.2020.01.02

英文引用 Wang Bo, 2020. New progresses on amber research in China: preface. Acta Palaeontologica Sinica, 59(1): 13–17. doi: 10.19800/j.cnki.aps.2020.01.02

NEW PROGRESSES ON AMBER RESEARCH IN CHINA: PREFACE

WANG Bo^{1,2}

1 State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China, bowang@nigpas.ac.cn;

2 Center for Excellence in Life and Palaeoenvironment, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China

Abstract This paper briefly summarizes the history of amber research in China and introduces the content of this special issue. The special issue includes 13 papers of 26 authors in 14 universities or institutes and covers some new progresses about plants, vertebrates, gastropods, and insects in mid-Cretaceous Kachin amber biota.

Key words Amber, biota, palaeoecology, Cretaceous

1 引 言

琥珀是植物树脂经过至少 4 万年(¹⁴C 测年法

的上限)的地质演化而形成的化石 (Anderson, 1996)。已知最早的琥珀发现于晚石炭世地层 (Bray and Anderson, 2009), 而最古老的具昆虫等内含物

收稿日期: 2020-02-05

* 中国科学院战略性先导科技专项(B类)(XDB26000000)、第二次青藏高原综合科学考察研究项目(2019QZKK0706)和国际地球科学计划 IGCP679 项目联合资助。

** 通讯作者: 王博, 研究员, 从事古昆虫学和陆地生态系统研究。

的琥珀发现于晚三叠世地层(Schmidt *et al.*, 2012)。琥珀中常常包含了一些立体保存的植物、昆虫,甚至脊椎动物、真菌等化石,为我们了解地质历史时期生物演化和重建古生态提供了直接证据(例如 McKellar and Engel, 2011; Sadowski *et al.*, 2015)。同时,琥珀中的地球化学信息(例如碳同位素)也为重建地质历史时期昆虫与植物的生态关系、古水文、古植被和古温度变化提供了重要线索(例如 Tappert *et al.*, 2013)。琥珀研究一直是古生物学界的热点,特别是近二十年取得了一些重要进展,许多新的琥珀生物群被发现。先前的琥珀研究主要为欧美学者所主导,例如南美亚马逊琥珀(Antoine *et al.*, 2006)、埃塞俄比亚琥珀(Schmidt *et al.*, 2010)和印度坎贝琥珀(Rust *et al.*, 2010)皆由欧美学者的研究团队主导完成。由于缺少化石材料以及相关技术设备,中国琥珀研究一直较为薄弱。

我国的琥珀研究始于秉志描述的始新世抚顺琥珀中的一种蜚蠊化石(Ping, 1931)。建国后,洪友崇等对抚顺琥珀生物群开展了详细研究,发表了一系列分类学论文(洪友崇等, 1974; 洪友崇, 1979, 1981; 王文利, 1993)。杨伟平等(1996)利用激光共聚焦显微镜观察了抚顺琥珀昆虫标本,这也是国际上首次将激光共聚焦技术应用在琥珀研究中。后来洪友崇完成的专著《中国琥珀昆虫志》更是我国琥珀研究的一个重要里程碑(洪友崇, 2002)。但由于当时标本数量稀少以及观察和拍照等客观技术条件限制,发表的大部分照片和线条图较为模糊和粗略,未引起国际同行的足够重视(Penney and Green, 2011)。例如印度琥珀生物群的文章在生物地理对比时主要依据了波罗的海琥珀,未提及地理和时代更接近的抚顺琥珀(Rust *et al.*, 2010)。鉴于此,张海春等重启了抚顺琥珀研究,与抚顺琥珀研究所合作对抚顺琥珀的地质背景、物理化学性质、植物来源以及琥珀中的植物、昆虫、蜘蛛等化石进行了广泛调查(Wang *et al.*, 2011, 2014)。目前,抚顺琥珀中已发现节肢动物(包括昆虫)至少 22 目超过 80 科,是世界上种类最丰富的琥珀生物群之一,其内含物多样性已远超过同时代的印度琥珀和法国琥珀(Wang *et al.*, 2014)。但抚顺琥珀中许多昆虫类群尚未详细研究,所蕴含的学术价值还需

要进一步挖掘。此外,我国学者发现了若干新的琥珀产地,例如西藏伦坡拉和福建漳浦琥珀(钟华邦, 2003; Shi *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2018),为中国的琥珀研究提供了重要的材料支持。

缅甸的克钦琥珀产于缅甸克钦邦密支那胡康河谷地区,时代约为 100 Ma,恰处于早白垩世阿尔布期(Albian)至晚白垩世赛诺曼期(Cenomanian),保存了白垩纪最丰富的琥珀生物群(Shi *et al.*, 2012; Yu *et al.*, 2019)。缅甸琥珀在早期主要来自克钦邦,而近年来先后在缅甸中部马圭省提林地区和北部实皆省坎迪地区发现了新的琥珀产地(Zheng *et al.*, 2018)。为避免混淆,本文将产自克钦邦的琥珀统称为克钦琥珀(例如 Zheng *et al.*, 2018)。由于克钦琥珀产地靠近我国云南,因此腾冲地区近百年来一直是克钦琥珀的集散地和交易中心,但我国一直没有开展缅甸琥珀的研究工作。2012 年以来,我国学者开始对克钦琥珀生物群进行研究,并取得了一系列成果,研究涉及系统学、古生态学、演化生物学、昆虫行为学(育幼行为、求偶行为、伪装行为等),并包揽了几乎所有克钦琥珀中已报道的脊椎动物研究。

2 专辑简介

白垩纪中期(125—80 Ma),陆地生态系统发生了一系列重要变革,被统称为白垩纪陆地革命(Cretaceous Terrestrial Revolution, KTR; Lloyd *et al.*, 2008)。而克钦琥珀生物群形成于白垩纪陆地革命的快速发展阶段。近几年,我国学者对克钦琥珀生物群的研究取得了重要的进展,为了解白垩纪陆地革命的进程和现代陆地系统的形成提供了重要而丰富的证据。这些成果打破了欧美学者在缅甸琥珀研究中的垄断地位,我国学者也成为克钦琥珀研究的主力军。本期专辑旨在呈现近年来我国学者对克钦琥珀研究的部分新进展。专辑包括了来自 14 个研究单位的 26 位作者的 13 篇论文,涵盖了植物、脊椎动物、腹足类和昆虫等类群。

蕨类植物作为种子植物的姊妹群,是植物演化进程中的一个关键类群。尽管克钦琥珀中产出了大量保存很好的蕨类植物,但只有少部分得到了分类学研究。李春香、马俊业(2020)在克钦琥

珀中首次发现了蕨类植物鳞片化石。根据最近的现代蕨类植物系统发育树结合鳞片的演化趋势及鳞片化石的形态解剖特点分析,认为该鳞片化石来自真水龙骨类。这一发现表明真水龙骨类在白垩纪中期就已经出现了多样性分化。

全球各地琥珀中,脊椎动物包裹体极为罕见。但相对于保存于沉积岩中的传统脊椎动物化石而言,保存于琥珀中的脊椎动物包裹体具有更直观、立体、精细的生物形态学信息,还可以额外提供生物体的软组织、原始死亡状态、生存环境等信息,为研究生物演化、古行为学、恢复古环境、古生态等提供重要的依据。丑春永、邢立达(2020)全面总结了来自全球各琥珀产区迄今为止发现的各种脊椎动物包裹体,包括两栖类、爬行类、非鸟恐龙、恐龙、哺乳类等,以及它们背后隐藏的演化信息,并对未来的研究方向与趋势做了初步的展望。从多样性上讲,克钦琥珀脊椎动物包裹体缺乏哺乳类,蜥蜴类研究程度低,但鸟类材料较为丰富。整体而言,从标本数量、保存条件甚至研究成本等各方面来看,克钦琥珀脊椎动物包裹体的研究还有很大的空间。

腹足纲化石在地层中丰富且常见,但在琥珀中保存较少。俞婷婷(2020)描述了克钦琥珀中的陆相腹足类化石 2 属 2 种。通过与现生腹足类生态对比也进一步印证了白垩纪中期缅甸琥珀森林温暖潮湿的热带雨林环境。

昆虫是琥珀中最常见的生物类群。我国学者的研究几乎涵盖了克钦琥珀各个昆虫目级类群,取得了一系列进展。蜻蜓目包括差翅亚目(俗称蜻蜓)、均翅亚目(俗称豆娘)和间翅亚目(俗称螳螂)。蜻蜓目化石在沉积地层中较常见,但在琥珀中非常稀少。郑大燃(2020)系统总结了克钦琥珀中的蜻蜓目化石共 16 科 29 属 35 种。克钦琥珀的蜻蜓类群以均翅亚目(豆娘)为主,不少现生豆娘的化石记录也首次在克钦琥珀中发现。此外,克钦琥珀中发现了一些中生代沉积岩中常见的蜻蜓目类群,指示克钦琥珀的时代可能为早白垩世晚期。这些发现为探讨蜻蜓目部分类群的起源、演化和生物古地理提供了有力证据。襁翅目(石蝇)是一个比较古老的水生昆虫目。近年来,克钦琥珀中的襁翅目开始得

到学者的关注,新的分类单元也逐渐被报道。陈志腾(2020)总结了克钦琥珀中襁翅目记录,其中大多属于襁科,这个科同时也是现生襁翅目中物种最丰富的科。蜚蠊目是克钦琥珀中常见的一个类群。陈涛等(2020)报道了一个新的蜚蠊种类,增加了白垩纪蜚蠊目的物种多样性。

半翅目是克钦琥珀中最重要的类群之一,该目不仅分异度高,而且有很长的演化历史。江湑等(2020)和陈军等(2020)分别报道了拟蛛蜡蝉科和华翅蝉科一新种。这两个类群的形态特征先前主要是基于岩石标本,许多特征特别是身体结构在埋藏因素作用下变形甚至缺失。保存于琥珀中的新材料不仅扩展了相关类群的时空分布范围,同时也提供了更多形态结构细节,使我们对这两个类群有了进一步的认识。

双翅螳蛉科隶属于脉翅目螳蛉总科,其成虫体型微小、前足为捕捉足、前翅翅脉简化、后翅退化为棒状,是脉翅目昆虫中形态极为特化的类群。李鸿宇、刘星月(2020)记述了克钦琥珀中双翅螳蛉科一新属种,详细描述了该种的雌、雄外生殖器,为双翅螳蛉科系统地位的确定和演化研究奠定了基础。广腰亚目是膜翅目一重要类群,其研究不仅为膜翅目起源、早期演化、系统发育、不同地质时期古地理、古生态等方面提供重要的科研证据,而且可为陆地生态系统中的生物多样性研究提供重要材料。郑燕等(2020)综述了缅甸琥珀的研究简史及研究现状,描述了保存在岩石及克钦琥珀中广腰亚目化石的特点、分布情况及这两类化石的研究差异,探讨了膜翅目广腰亚目化石当前研究现状、存在的问题及未来前景。

甲虫是现代自然界中物种多样性最高的生物类群,在克钦琥珀中也是常见类群。花蚤类甲虫可能和早期被子植物密切相关。包童(2020)重新分析了泛花蚤类化石,修订了已有短尾花蚤的分类,并讨论了其个体发育和生态学意义。生殖器在甲虫系统分类中的应用已经超过百年历史,但这些小而精美的器官通常很难保存在化石里。Jarzembowski 和 Zheng (2020)报道了缅甸琥珀中的长扁甲的阳茎化石,并讨论了该器官的古昆虫

学和现生昆虫学意义,该发现为原鞘亚目甲虫的分类学研究提供了新的启示。

行为学记录一般很难在岩石中保存,但在极特殊条件下可以保存在琥珀中。因此,琥珀中保存的行为学为我们了解远古生物的一些独特和关键的生态行为提供了珍贵的证据。张青青(2020)系统总结了克钦琥珀形成环境、古生态以及昆虫行为生态学(包括传粉、捕食、社会性、寄生、求偶等)重要研究成果,揭示了克钦琥珀森林丰富多彩的生态系统,并对克钦琥珀生物群的生态学和行为学研究进行了展望。

总之,琥珀研究在中国近几年得到了快速发展,也使我国跃升为国际上最重要的一支琥珀研究力量。随着材料和技术的积累,我国的琥珀研究将会继续蓬勃发展,在生物演化、古生态重建、古环境恢复等研究领域取得新的突破。

致谢 感谢《古生物学报》前执行主编詹仁斌研究员和现主编王永栋研究员的鼓励和支持。感谢各位作者的出色研究工作、编辑同仁细致耐心的编辑以及所有论文评审人的认真审稿。特别感谢张海春研究员、郑大燃和张青青博士对本文的审阅。

参考文献 (References)

- 包 童, 2020. 白垩纪缅甸琥珀中小型花蚤一新种(鞘翅目: 花蚤科)及对花蚤科的分类学修订. 古生物学报, 59(1): 112–118.
- 陈 军, 郑 燕, 魏广金, 王孝理, 2020. 缅甸北部白垩纪中期克钦琥珀华翅蝉科(昆虫纲, 半翅目)新材料. 古生物学报, 59(1): 86–95.
- 陈 涛, 许春鹏, 陈 雷, 2020. 白垩纪中期缅甸琥珀蜚蠊目昆虫一新种(蜚蠊目: 自由蜚蠊科). 古生物学报, 59(1): 64–69.
- 陈志腾, 2020. 缅甸克钦琥珀白垩纪石蝇(襀翅目: 襀科)新属种记述. 古生物学报, 59(1): 58–63.
- 丑春永, 邢立达, 2020. 世界各地琥珀中的脊椎动物包裹体. 古生物学报, 59(1): 30–42.
- 洪友崇, 1979. 抚顺煤田始新世琥珀中喜沼小蜂属(新属)——*Philolimnias* gen. nov. (Ephemeroptera, Insecta)的研究. 中国科学, 1979(1): 67–74.
- 洪友崇, 1981. 琥珀中蜘蛛新属的研究. 中国科学, 1981(12): 1510–1515.
- 洪友崇, 2002. 中国琥珀昆虫志. 北京: 北京科学技术出版社. 1–701.
- 洪友崇, 阳自强, 王士涛, 王思恩, 李友桂, 孙孟蓉, 孙湘君, 杜乃秋, 1974. 辽宁抚顺煤田地层及其生物群的初步研究(附: 昆虫、叶肢介化石属种描述). 地质学报, 1974(2): 113–149.
- 江 滔, Szweido J, 宋志顺, 陈 军, 李玉玲, 姜 慧, 2020. 缅甸北部克钦白垩纪中期琥珀中的蜡蝉化石一新属新种: *Ayaimatum trilobatum* gen. et sp. nov. (半翅目: 蜡蝉总科: 拟蛛蜡蝉科). 古生物学报, 59(1): 70–85.
- 李春香, 马俊业, 2020. 白垩纪中期缅甸琥珀内真水龙骨类鳞片化石的发现及其意义. 古生物学报, 59(1): 18–29.
- 李鸿宇, 刘星月, 2020. 白垩纪缅甸琥珀双翅蝗蛉科一新属新种(昆虫纲: 脉翅目). 古生物学报, 59(1): 96–104.
- 王文利, 1993. 抚顺始新统琥珀中蚜类化石的发现及其意义. 中国地质科学院院报, 27–28: 175–182.
- 杨伟平, 张海春, 王 冰, 徐放鸣, 1996. 化石研究的新技术——激光扫描共聚焦显微系统. 古生物学报, 35(6): 730–733.
- 俞婷婷, 2020. 白垩纪中期缅甸琥珀中陆生腹足类化石的新发现. 古生物学报, 59(1): 43–48.
- 张青青, 2020. 白垩纪中期缅甸琥珀昆虫行为生态学研究进展. 古生物学报, 59(1): 125–134.
- 郑大燃, 2020. 缅甸北部克钦琥珀中的蜻蜓目化石. 古生物学报, 59(1): 49–57.
- 郑 燕, 张 琦, 陈 军, 张海春, 2020. 膜翅目广腰亚目化石及其在缅甸琥珀中的研究现状及展望. 古生物学报, 59(1): 105–111.
- 钟华邦, 2003. 中国的琥珀资源. 宝石和宝石学杂志, 5(2): 33.
- Anderson K B, 1996. The nature and fate of natural resins in the geosphere—VII. A radiocarbon (^{14}C) age scale of description of immature natural resins: an invitation to scientific debate. Organic Geochemistry, 25: 251–253.
- Antoine P O, De Franceschi D, Flynn J J, Nel A, Baby P, Benammi M, Calderón Y, Espurt N, Goswami A, Salas-Gismondi R, 2006. Amber from western Amazonia reveals Neotropical diversity during the middle Miocene. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(37): 13595–13600.
- Bao Tong, 2020. A new small-bodied mordellid beetle (Coleoptera: Mordellidae) from mid-Cretaceous Burmese amber and taxonomic revision. Acta Palaeontologica Sinica, 59(1): 112–118.
- Bray P S, Anderson K B, 2009. Identification of Carboniferous (320 million years old) class Ic amber. Science, 326: 132–134.
- Chen Jun, Zheng Yan, Wei Guang-jin, Wang Xiao-li, 2020. New material of Sinoalidae (Insecta, Hemiptera) in mid-Cretaceous Kachin amber from northern Myanmar. Acta Palaeontologica Sinica, 59(1): 86–95.
- Chen Tao, Xu Chun-peng, Chen Lei, 2020. A new cockroach (Insecta: Blattaria: Libellulidae) from mid-Cretaceous Burmese amber. Acta Palaeontologica Sinica, 59(1): 64–69.
- Chen Zhi-teng, 2020. New genus of Cretaceous stonefly (Plecoptera: Perlidae) from Kachin amber, Myanmar. Acta Palaeontologica Sinica, 59(1): 58–63.
- Chou Chun-yong, Xing Li-da, 2020. Vertebrate remains in amber around the world. Acta Palaeontologica Sinica, 59(1): 30–42.
- Hong You-chong, 1979. On Eocene *Philolimnias* gen. nov. (Ephemeroptera, Insecta) in amber from Fushun coalfield, Liaoning Province. Scientia Sinica, 22: 331–339.

- Hong You-chong, 1982. Discovery of new fossil spiders in amber of Fushun coalfield. *Scientia Sinica (Series B)*, 25(4): 431–436.
- Hong You-chong, 2002. *Amber Insects of China*. Beijing: Beijing Science and Technology Press. 1–701.
- Hong You-chong, Yang Zi-qiang, Wang Shi-tao, Wang Si-en, Li You-gui, Sun Meng-rong, Sun Xiang-jun, Du Nai-qiu, 1974. Stratigraphy and Palaeontology of Fushun coal-field, Liaoning Province. *Acta Geologica Sinica*, 1974(2): 113–149.
- Jarzembowski E A, Zheng Da-ran, 2020. Transforming palaeo- to biosystematics in a Cretaceous archaic beetle (Coleoptera: Archostemata). *Acta Palaeontologica Sinica*, 59(1): 119–124.
- Jiang Tian, Szwedo J, Song Zhi-shun, Chen Jun, Li Yu-ling, Jiang Hui, 2020. *Ayaimatum trilobatum* gen. et sp. nov. of Mimarachnidae (Hemiptera: Fulgoromorpha) from mid-Cretaceous amber of Kachin (northern Myanmar). *Acta Palaeontologica Sinica*, 59(1): 70–85.
- Li Chun-xiang, Ma Jun-ye, 2020. Eupolypod scales from the mid-Cretaceous of Myanmar amber. *Acta Palaeontologica Sinica*, 59(1): 18–29.
- Li Hong-yu, Liu Xing-yue, 2020. A new genus and species of Dipteromantispididae (Insecta: Neuroptera) from Cretaceous Burmese amber. *Acta Palaeontologica Sinica*, 59(1): 96–104.
- Lloyd G T, Davis K E, Pisani D, Tarver J E, Ruta M, Sakamoto M, Hone D W E, Jennings R, Benton M J, 2008. Dinosaurs and the Cretaceous terrestrial revolution. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275: 2483–2490.
- McKellar R C, Engel M S, 2011. New Stigmaphronidae and Megaspilidae (Hymenoptera: Ceraphronoidea) from Canadian Cretaceous amber. *Cretaceous Research*, 32(6): 794–805.
- Penney D, Green D I, 2011. *Fossils in Amber: Remarkable Snapshots of Prehistoric Forest Life*. Manchester: Siri Scientific Press. 1–226.
- Ping C, 1931. On a blattoid insect in the Fushun amber. *Bulletin of the Geological Society of China*, 11: 205–207.
- Rust J, Singh H, Rana R S, McCann T, Singh L, Anderson K, Sarkar N, Nascimbene P C, Stebner F, Thomas J C, Kraemer M S, Williams C, Engel M S, Sahni A, Grimaldi D, 2010. Biogeographic and evolutionary implications of a diverse paleobiota in amber from the early Eocene of India. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107: 18360–18365.
- Sadowski E M, Seyfullah L J, Sadowski F, Fleischmann A, Behling H, Schmidt A R, 2015. Carnivorous leaves from Baltic amber. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(1): 190–195.
- Schmidt A R, Jancke S, Lindquist E E, Ragazzi E, Roghi G, Nascimbene P C, Schmidt K, Wappler T, Grimaldi D A, 2012. Arthropods in amber from the Triassic Period. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(37): 14796–14801.
- Schmidt A R, Perrichot V, Svojtka M, Anderson K B, Belete K H, Bussert R, Dörfelt H, Jancke S, Mohr B, Mohrmann E, Nascimbene P C, Nel A, Nel P, Ragazzi E, Roghi G, Saupe E E, Schmidt K, Schneider H, Selden P A, Vávra N, 2010. Cretaceous African life captured in amber. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(16): 7329–7334.
- Shi Gong-le, Dutta S, Paul S, Wang Bo, Jacques F M B, 2014. Terpenoid compositions and botanical origins of Cretaceous and Miocene ambers from China. *PLoS ONE*, 9: e111303.
- Shi Guang-hai, Grimaldi D A, Harlow G E, Wang Jing, Wang Jun, Yang Meng-chu, Lei Wei-yan, Li Qiu-li, Li Xian-hua, 2012. Age constraint on Burmese amber based on U-Pb dating of zircons. *Cretaceous Research*, 37: 155–163.
- Tappert R, McKellar, R C, Wolfe A P, Tappert M C, Ortega-Blanco J, Muehlenbachs K, 2013. Stable carbon isotopes of C3 plant resins and ambers record changes in atmospheric oxygen since the Triassic. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 121: 240–262.
- Wang Bo, Rust J, Engel M S, Szwedo J, Dutta S, Nel A, Fan Yong, Meng Fan-wei, Shi Gong-le, Jarzembowski E A, Wappler T, Stebner F, Fang Yan, Mao Li-mi, Zheng Da-ran, Zhang Hai-chun, 2014. A diverse paleobiota in early Eocene Fushun amber from China. *Current Biology*, 24: 1606–1610.
- Wang Bo, Zhang Hai-chun, Azar D, 2011. The first Psychodidae (Insecta: Diptera) from the lower Eocene Fushun amber of China. *Journal of Paleontology*, 85: 1154–1159.
- Wang He, Dutta S, Kelly R S, Rudra A, Li Sha, Zhang Qing-qing, Zhang Qian-qi, Wu Yi-xiao, Cao Mei-zhen, Wang Bo, Li Jian-guo, Zhang Hai-chun, 2018. Amber fossils reveal the Early Cenozoic dipterocarp rainforest in central Tibet. *Palaeoworld*, 27(4): 506–513.
- Wang Wen-li, 1993. Discovery of Eocene aphis (Insecta: Homoptera) in amber from Fushun, Liaoning Province, China. *Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences*, 27–28: 175–182.
- Yang Wei-ping, Zhang Hai-chun, Wang Bing, Xu Fang-ming, 1996. A new technique for microfossil study by laser scanning confocal imaging system. *Acta Palaeontologica Sinica*, 35(6): 730–733.
- Yu Ting-ting, 2020. New material of terrestrial gastropods from mid-Cretaceous Burmese amber. *Acta Palaeontologica Sinica*, 59(1): 43–48.
- Yu Ting-ting, Kelly R S, Mu Lin, Ross A, Kennedy J, Broly P, Xia Fang-yuan, Zhang Hai-chun, Wang Bo, Dilcher D, 2019. An ammonite trapped in Burmese amber. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116: 11345–11350.
- Zhang Qing-qing, 2020. Research of insect behavioral ecology from mid-Cretaceous Burmese amber. *Acta Palaeontologica Sinica*, 59(1): 125–134.
- Zheng Da-ran, 2020. A review of Odonata in mid-Cretaceous Kachin amber of north Myanmar. *Acta Palaeontologica Sinica*, 59(1): 49–57.
- Zheng Da-ran, Chang Su-Chin, Perrichot V, Dutta S, Rudra A, Mu Lin, Kelly R S, Li Sha, Zhang Qi, Zhang Qing-qing, Wong J, Wang Jun, Wang He, Fang Yan, Zhang Hai-chun, Wang Bo, 2018. A Late Cretaceous amber biota from central Myanmar. *Nature Communications*, 9: 3170.
- Zheng Yan, Zhang Qi, Chen Jun, Zhang Hai-chun, 2020. Fossil Symphyta (Hymenoptera) in Burmese amber: review and prospect. *Acta Palaeontologica Sinica*, 59(1): 105–111.
- Zhong Hua-bang, 2003. Amber resources in China. *Journal of Gems & Gemmology*, 5(2): 33.