



张天薇, 师超凡, 庞虹, 任东. 中国早白垩世脉翅目草蛉科原草蛉属新种记述 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (2): 508–512.

中国早白垩世脉翅目草蛉科原草蛉属新种记述

张天薇¹, 师超凡^{1*}, 庞虹², 任东³

(1. 中山大学地球科学与工程学院, 广州 510275; 2. 中山大学生态学院/生物多样性演化与保护广东普通高校重点实验室, 中山大学生物博物馆, 广州 510275; 3. 首都师范大学生命科学学院, 北京 100048)

摘要: 本文记述了采集自我国辽宁省北票市中生界下白垩统义县组地层的草蛉科箭草蛉亚科原草蛉属一新种, 短脉原草蛉。该属此前仅在丹麦和加拿大的新生界地层中发现 2 种, 新种与该属的其它种具有显著差异, 如前翅基部第一支 r1-rs 横脉位于 Rs 起始处与 Rs 第一支脉分出处之间, R1 在翅端前结束。本文简要对比了原草蛉属与箭草蛉亚科其它属的特征差异, 并对新种的归属及其与该属其它种的特征差异进行了讨论。

关键词: 昆虫; 草蛉; 箭草蛉亚科; 化石; 中生代; 义县组

中图分类号: Q969

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2020) 02-0506-05

New species of *Protochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) from the Early Cretaceous of China

ZHANG Tian-Wei¹, SHI Chao-Fan^{1*}, PANG Hong², REN Dong³ (1. School of Earth Sciences and Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China; 2. School of Ecology / Key Laboratory of Biodiversity Dynamics and Conservation of Guangdong Higher Education Institute, the Museum of Biology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China; 3. College of Life Sciences, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

Abstract: A new species of green lacewings, *Protochrysa brevinervis* sp. nov. is described from the Early Cretaceous Yixian Formation of Liaoning Province, China. The new species is assigned to the limaiinae genus *Protochrysa*, which were reported only from the Cenozoic of Denmark and Canada before. The new species is distinguished from the other species of *Protochrysa* by the basal most r1-rs crossvein positioned between the separation of Rs and Rs first branch, R1 ended before wing apex. In this study, *Protochrysa* is briefly compared with other genera of Limaiinae. The assignment of the new species, as well as its differences from the other species of the genus is discussed.

Key words: Insect; green lacewing; Limaiinae; fossil, Mesozoic; Yixian Formation

草蛉科 Chrysopidae 是昆虫纲脉翅目中的第二大科, 分布广泛。草蛉科包含现生 82 属 1 400 余种 (Oswald, 2019), 分为 3 个亚科: 网蛉亚科 Apochrysininae, 草蛉亚科 Chrysopinae, 幻草蛉亚科

Nothochrysininae (杨星科等, 2005)。草蛉科的 3 个亚科之间的系统发育关系目前尚存在争议, 如网蛉亚科 + (幻草蛉亚科 + 草蛉亚科), 幻草蛉亚科 + (网蛉亚科 + 草蛉亚科) 等不同结论。此外,

基金项目: 国家自然科学基金 (31501881, 31711530649, 41602014, 31730087); 长江学者和创新团队发展计划 (IRT-17R75); 北京市高水平教师支持项目 (IDHT20180518)

作者简介: 张天薇, 女, 1993 年生, 硕士研究生, 主要研究方向为草蛉科化石分类与系统演化, E-mail: zhangtw5@mail2.sysu.edu.cn

* 通讯作者 Author for correspondence: 师超凡, 博士, 副教授, 主要研究方向为昆虫化石分类与系统演化, E-mail: shichf5@mail.sysu.edu.cn

收稿日期 Received: 2020-02-26; 接受日期 Accepted: 2020-03-04

化石属种在草蛉科中的系统位置也待进一步验证 (Adams, 1967; Brooks and Barnard, 1990; Nel *et al.*, 2005; Winterton and Freitas, 2006; Garzón-Orduña *et al.*, 2018; Winterton *et al.*, 2019)。

草蛉科昆虫化石记录丰富, 最早的化石标本发现于我国内蒙古中侏罗统九龙山组地层 (Khramov *et al.*, 2016), 目前已报道草蛉科化石 26 属 60 余种 (Archibald *et al.*, 2014; Khramov *et al.*, 2016; Khramov, 2017; Oswald, 2019)。中生代草蛉科化石已报道 7 属, 其中 3 属亚科未定, 其余 4 属均归入绝灭的篱草蛉亚科 *Limaiinae* (Archibald *et al.*, 2014; Khramov *et al.*, 2016)。侏罗纪草蛉科化石均采集自中国和哈萨克斯坦, 白垩纪草蛉分布更为广泛, 在中国、俄罗斯、蒙古、英国、巴西、缅甸等多个地层都有发现 (Martins-Neto and Vulcano, 1988; Yang and Hong, 1990; Ponomarenko, 1992; Makarkin, 1994, 1997; Ren and Guo, 1996; Martins-Neto, 1997, 2003; Nel *et al.*, 2005; Jepson *et al.*, 2012; Khramov, 2017; Lu *et al.*, 2018)。篱草蛉亚科昆虫延续至始新世早期, 在丹麦和加拿大的地层中发现有该亚科化石, 在此后的地层中至今未发现篱草蛉亚科化石 (Willmann and Brooks, 1991; Rust, 1999; Makarkin and Archibald, 2013)。自古近纪, 幻草蛉亚科和草蛉亚科化石不断出现, 并在新近纪完全替代了篱草蛉亚科 (Makarkin and Archibald, 2013)。

篱草蛉亚科是中生代草蛉科中多样性最高的类群, 分布于亚洲、欧洲和南美洲多地; 目前该亚科已报道发现于中生代的 4 属和新生代的 1 属 (Makarkin and Archibald, 2013)。中生代的 *Mesypochrysa* 属是篱草蛉亚科中的优势属, 包括近 20 种, 在欧洲、亚洲和南美洲的 8 个地层中均有化石发现 (Khramov *et al.*, 2016; Khramov, 2017)。原草蛉属 *Protochrysa* 是篱草蛉亚科中唯一在新生代有记录的属, 此前仅发现于丹麦和加拿大的古近系始新统地层中 (Willmann and Brooks, 1991; Makarkin and Archibald, 2013)。本文首次报道该属在中生界的记录——采集自我国下白垩统义县组地层的新种 *Protochrysa brevinervis* sp. nov.。该种具有原草蛉属的典型特征, 但与该属的新生界物种仍具有较大脉序差异。

1 材料与方法

本文所记述化石标本采集自我国辽宁省北票市黄半吉沟村, 含化石地层归入义县组, 巴雷姆阶至阿普特阶, 距今约 1.25 亿年 (Zhou, 2006, 2014; Yang *et al.*, 2007; Ren *et al.*, 2019)。本文模式标本馆藏于首都师范大学昆虫演化与环境变迁重点实验室。

本研究使用 Zeiss Discovery V20 体视显微镜观察标本, 显微镜绘图臂进行标本线条图绘制, 使用体式显微镜的 Axiocam 506 彩色数码相机进行标本拍摄。借助 Adobe Illustrator CS6 和 Adobe Photoshop CS6 软件完成标本最终线条图的绘制。

翅脉的命名术语参考 Makarkin and Archibald (2013) 的命名系统。翅脉简称: 1A-3A, 第一至第三臀脉; C, 前缘脉; Cu, 肘脉; CuA, 前肘脉; CuP, 后肘脉; c_1, c_2, dcc 室, CuA 与 CuP 之间自基部至端部的三个翅室; *im* 室, 内中室; M, 中脉; MA, 前中脉; MP, 后中脉; m-cu, 中肘横脉; Psm, 伪中脉; Psc, 伪肘脉; R, 径脉; R1, 第 1 径脉; Rs, 径分脉; Sc, 亚前缘脉。

2 系统古生物学

昆虫纲 Class Insecta Linnaeus, 1758

脉翅目 Order Neuroptera Linnaeus, 1758

草蛉科 Family Chrysopidae Schneider, 1851

篱草蛉亚科 Subfamily Limaiinae Martins-Neto and Vulcano, 1988

原草蛉属 Genus *Protochrysa* Willmann and Brooks, 1991

模式种: *Protochrysa aphrodite* Willmann and Brooks, 1991

包含种: *Protochrysa aphrodite* Willmann and Brooks, 1991; *Protochrysa fuscobasalis* Makarkin and Archibald, 2013; *Protochrysa brevinervis* sp. nov.

短脉原草蛉 *Protochrysa brevinervis* sp. nov.

词源: 种名来自拉丁词 *brevi-*, “短的”, 与 *-nervis*, “脉”, 根据前翅 R1 脉显著短于该属其它种。

模式标本: 标本号 CNU-NEU-LB2018003。

产地与地层: 中国辽宁省北票市黄半吉沟村, 早白垩世义县组。

描述: 前翅长 19.0 mm, 宽 5.8 mm。翅痣显著。前缘域基部渐宽, 至末端逐渐变窄。前缘横脉较稀疏, 单支不分叉。Sc 与 R1 平行, 距离近, 未观察到 $sc+r1$ 横脉。R1 在翅端前汇入翅前缘。翅痣区横脉密集, 多分叉。R1 与 R_s 间横脉稀疏, 基部第一支横脉位于 R_s 起始处与 R_s 第一支脉分出处之间。 R_s 支脉约 13 支, 多数末端二分叉, 端部支脉近翅缘处多次分叉。具两组阶脉。内中室 im 狭长, 长于第二内中室 $2im$ 。Psm 与 Psc 发育, 呈 Z 字形。MA、MP 各具两支末端分支。M 与 Cu 间

具两支中肘横脉。1m-cu 倾斜, 位于 CuA 与 CuP 分叉处。2m-cu 与 MP、CuA 围成 $2m-cu$ 室。 $2m-cu$ 室呈不规则四边形, 长略大于宽。CuA 近平行于翅后缘, 具 4 支末端支脉。CuP 末端二分叉。 c_1 , c_2 , dcc 室长比约 1:2.4:2.1。1A, 2A 双分叉, 3A 不分叉。横脉 $cup-1a$, $1a-2a$, $2a-3a$ 位于基部。后翅长约 15.4 mm, 宽 5.4 mm。脉序与前翅相似, MP 与 CuA 末端融合后形成共脉带状分叉, 具 6 支支脉。CuP 单支。1A 双分叉。

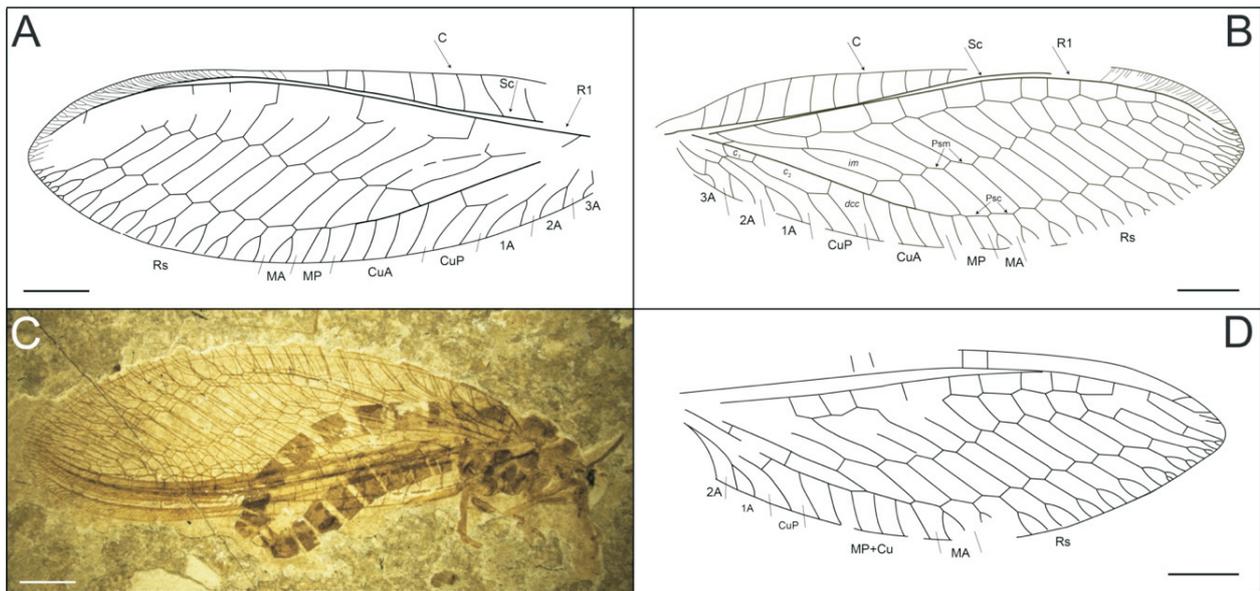


图 1 短脉原草蛉

Fig. 1 *Protochrysa brevinervis* sp. nov.

注: A, 左前翅; B, 右前翅; C, 化石照片; D, 右后翅; 比例尺 = 2 mm。Note: A, left forewing; B, right forewing; C, photo of holotype; D, right hind wing; Scale bar = 2 mm.

3 讨论与结论

新种短脉原草蛉 *Protochrysa brevinervis* sp. nov. 可归入篱草蛉亚科 Limaiinae, 基于该亚科的鉴定特征: 前翅 Sc 较短, R1 于翅端前或翅端处结束, 内阶脉与 Psm 相连, Psc 发育, im 室狭长, 横脉 $2m-cu$ 位于较末端 (Makarkin, 1997; Nel *et al.*, 2005; Makarkin and Archibald, 2013)。此外, 新种具有原草蛉属的典型特征——翅痣区横脉多分叉, 可归入原草蛉属, 该特征在篱草蛉亚科中仅存在于原草蛉属 (Makarkin and Archibald, 2013)。此外, 原草蛉属不同于篱草蛉亚科的 *Baisochrysa* 属和 *Parabaisochrysa* 属, 具有两组阶脉, 而上述二属

均具三组阶脉 (Makarkin, 1997; Khramov *et al.*, 2016; Lu *et al.*, 2018)。原草蛉属也不同于 *Aberrantochrysa*, 后者内阶脉排列不规则, Psm 不发育 (Khramov, 2017)。Psm 和 Psc 是草蛉科的典型特征, 在现生草蛉中普遍存在 (Breitkreuz *et al.*, 2017), 因此认为 *Aberrantochrysa* 属不发育的 Psm 是该科中的近祖特征。原草蛉属此前仅在新生代古近纪始新世早期地层中发现 2 种, 及一个未命名种 (Willmann and Brooks, 1991; Rust, 1999; Makarkin and Archibald, 2013), 是篱草蛉亚科在新生代仅存的属种。新种 *Protochrysa brevinervis* sp. nov. 是该属在中生代的首次报道。

新种与原草蛉属模式种 *Protochrysa aphrodite* 的脉序特征具有显著差异, 如 *Protochrysa aphrodite* 前

翅翅痣区横脉稀疏, 基部第一支 r_{1-rs} 横脉位于 R_s 第一支脉分出处之后, R_1 结束于翅端处, $1im$ 室与 $2im$ 室近等长 (室长比为 0.9 : 1) (Willmann and Brooks, 1991); 而新种 *Protochrysa brevinervis* 前翅翅痣区横脉密集, 基部第一支 r_{1-rs} 横脉位于 R_s 起始处与 R_s 第一支脉分出处之间, R_1 在翅端前结束, $1im$ 室长于 $2im$ 室 (室长比为 1.5 : 1)。原草蛉属另一种 *Protochrysa fuscobasalis* 也与新种的脉序特征差异较大, 如 *Protochrysa fuscobasalis* 前翅基部第一支 r_{1-rs} 横脉位于 R_s 第一支脉分出处之后, R_1 结束于翅端处, P_{sc} 前具两支 im 横脉, 并形成 3 个内中室, 具有横脉 $3m-cu$ 及 $3m-cu$ 室, c_1 室和 c_2 室近等长 (室长比为 1 : 1.1) (Makarkin and Archibald, 2013); 而新种 *Protochrysa brevinervis* 前翅基部第一支 r_{1-rs} 横脉位于 R_s 起始处与 R_s 第一支脉分出处之间, R_1 在翅端前结束, P_{sc} 前具一支 im 横脉, 并形成两个内中室, 仅具两支 $m-cu$ 横脉, 无 $3m-cu$ 横脉及 $3m-cu$ 室, c_1 室显著短于 c_2 室 (室长比为 1 : 2.4)。

参考文献 (References)

- Adams PA. A review of the Mesochrysinæ and Nothochrysinæ (Neuroptera: Chrysopidae) [J]. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, 1967, 135: 215–238.
- Archibald SB, Makarkin VN, Greenwood DR, et al. The red queen and the court jester in green lacewing evolution: Bat predation and global climate change [J]. *Palaïos*, 2014, 29: 185–191.
- Breitkreuz LCV, Winterton SL, Engel MS. Wing tracheation in Chrysopidae and other Neuropterida (Insecta): A resolution of the confusion about vein fusion [J]. *American Museum Novitates*, 2017, 3890: 1–44.
- Brooks SJ, Barnard PC. The green lacewings of the world: A generic review (Neuroptera: Chrysopidae) [J]. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. *Entomology*, 1990, 59: 117–286.
- Garzón-Orduña IJ, Winterton SL, Jiang Y, et al. Evolution of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): A molecular supermatrix approach [J]. *Systematic Entomology*, 2018, 44: 499–513.
- Jepson JE, Makarkin VN, Coram RA. Lacewings (Insecta: Neuroptera) from the Lower Cretaceous Purbeck Limestone Group of southern England [J]. *Cretaceous Research*, 2012, 34: 31–47.
- Khranov AV. A new assemblage of Early Cretaceous green lacewings (Chrysopidae: Neuroptera) from Transbaikalia [J]. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 2017, 107: 195–202.
- Khranov AV, Liu Q, Zhang HC, et al. Early green lacewings (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae) from the Jurassic of China and Kazakhstan [J]. *Papers in Palaeontology*, 2016, 2: 25–39.
- Linnaeus C. *Systema Naturae per Regna Tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis*. 10th edn [M]. Holmiae: Salviae, 1758, 824.
- Lu XM, Wang B, Ohl M, et al. The first green lacewing (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae) from the mid-Cretaceous amber of Myanmar [J]. *Zootaxa*, 2018, 4399: 563–570.
- Makarkin VN. Upper Cretaceous Neuroptera from Russia and Kazakhstan [J]. *Annales de la Société Entomologique de France*, 1994, 30: 283–292.
- Makarkin VN. Fossil Neuroptera of the Lower Cretaceous of Baisa, East Siberia, Part 3, Chrysopidae [J]. *Spixiana*, 1997, 20: 107–118.
- Makarkin VN, Archibald SB. A diverse new assemblage of green lacewings (Insecta, Neuroptera, Chrysopidae) from the early Eocene Okanagan Highlands, western North America [J]. *Journal of Paleontology*, 2013, 87: 123–146.
- Martins-Neto RG. Neurópteros (Insecta, Planipennia) da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. X-descrição de novos táxons (Chrysopidae, Babinskaiidae, Myrmeleontidae, Ascalaphidae e Psychopsidae) [J]. *Revista Universidade de Guarulhos, Série Ciências Exatas e Tecnológicas*, 1997, 2 (4): 68–83.
- Martins-Neto RG. The Santana Formation Paleontofauna reviewed, Part I: Neuropteroidea (Neuroptera and Raphidioptera): Systematic and phylogeny, with description of new taxa [J]. *Acta Geologica Leopoldensia*, 2003, 25 (for 2002): 35–66.
- Martins-Neto RG, Vulcano MA. Neurópteros (Insecta: Planipennia) da Formação Santana (Cretáceo inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. I: Família Chrysopidae [J]. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 1988, 60 (2): 189–201.
- Nel A, Delclòs X, Hutin A. Mesozoic chrysopid-like Planipennia: A phylogenetic approach (Insecta: Neuroptera) [J]. *Annales de la Société Entomologique de France*, 2005, 41: 29–68.
- Oswald JD. Lacewing Digital Library [EB/OL]. [2019-12-14]. <http://lacewing.tamu.edu/>.
- Ponomarenko AG. New lacewings (Insecta, Neuroptera) from the Mesozoic of Mongolia. In: Grunt TA, ed. *New taxa of Fossil Invertebrates of Mongolia* [C]. Moscow: Nauka Press, 1992: 101–111. [in Russian]
- Ren D, Guo ZG. On the new fossil genera and species of Neuroptera (Insecta) from the Late Jurassic of northeast China [J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 1996, 21: 461–479.
- Ren D, Shih CK, Gao TP, et al. Rhythms of Insect Evolution: Evidence from the Jurassic and Cretaceous in Northern China [M]. New York: Wiley Blackwell, 2019: 728.
- Rust J. *Biologie der Insekten aus dem Ältesten Tertiär Nordeuropas*. Habilitationsschrift zur Erlangung der venia legendi für das Fach Zoologie [M]. Göttingen: Biologische Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen, 1999: 482.
- Schneider WG. *Symbolae ad Monographiam Generis Chrysopae*, Leach [M]. Vratislaviae: Hirt, 1851: 178 pp.
- Willmann R, Brooks SJ. *Insekten aus der Fur-Formation von Dänemark*

- (Moler, ob. Paleozän / unt. Eozän?) . 6. Chrysopidae (Neuroptera) [J]. *Meyniana* ,1991 ,43: 125 - 135.
- Winterton SL , Freitas S. Molecular phylogeny of the green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) [J]. *Australian Journal of Entomology* ,2006 ,45: 235 - 243.
- Winterton SL , Gillung JP , Garzón-Orduña IJ , *et al.* Evolution of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) : An anchored phylogenomics approach [J]. *Systematic Entomology* ,2019 ,44: 514 - 526.
- Yang CK , Hong YC. *Drakochrysa* , an Early Cretaceous new genus of Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) from Laiyang Basin , Shandong Province [J]. *Geoscience* ,1990 ,4: 15 - 26. [杨集昆 ,洪友崇. 山东莱阳盆地早白垩世龙草蛉新属 (昆虫纲: 脉翅目) [J]. *现代地质* ,1990 ,4: 15 - 26]
- Yang XK , Yang CK , Li WZ. Neuroptera , Chrysopidae. *Fauna Sinica* , Vol. 39 [M]. Beijing: Science Press ,2005: 1 - 398. [杨星科 , 杨集昆 ,李文柱. 中国动物志·昆虫纲·第三十九卷: 脉翅目、草蛉科 [M]. 北京: 科学出版社 ,2005 : 1 - 398]
- Yang W , Li SG , Jiang BY. New evidence for Cretaceous age of the feathered dinosaurs of Liaoning: Zircon UePb SHRIMP dating of the Yixian Formation in Sihetun , northeast China [J]. *Cretaceous Research* ,2007 ,28: 177 - 182.
- Zhou ZH. Evolutionary radiation of the Jehol Biota: Chronological and ecological perspectives [J]. *Geological Journal* ,2006 ,41 (3 - 4) : 377 - 393.
- Zhou ZH. The Jehol Biota , an Early Cretaceous terrestrial Lagerstätte: New discoveries and implications [J]. *National Science Review* , 2014 ,1 (4) : 543 - 559.