

白垩纪螳蛉科多样性及捕捉足早期演化取得新进展

卢秀梅

6月3日,《英国皇家学会会刊B辑》(Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences)在线发表了题为 Cretaceous diversity and disparity in a lacewing lineage of predators (Neuroptera: Mantispidae)的研究论文。该研究首次报道了白垩纪螳蛉科昆虫丰富的物种多样性,并解析了该科捕捉足的演化格局。

上海市农业科学院卢秀梅助理研究员为论文第一作者,中国农业大学刘星月教授为论文通讯作者,中国科学院南京地质与古生物研究所王博研究员、三峡昆虫博物馆张巍巍先生、德国柏林自然博物馆 Michael Ohl 教授、美国堪萨斯大学 Michael S. Engel 教授参与本文研究。贾晓女士、邹皎洁女士、周美序女士、夏方远先生、王宁先生提供了本论文部分研究标本。本研究得到国家自然科学基金、长江学者奖励计划、上海市青年英才扬帆计划、中国科学院战略性先导科技专项资助。

原文信息: Lu X M, Wang B, Zhang W W, Ohl M, Engel S M & Liu X Y*. 2020. Cretaceous diversity and disparity in a lacewing lineage of predators (Neuroptera: Mantispidae). Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 287, 20200629. <http://doi.org/10.1098/rspb.2020.0629>.

螳蛉科 Mantispidae 昆虫隶属于脉翅目 Neuroptera 螳蛉总科 Mantispoidea, 是脉翅目中形态和生物学高度特化的类群之一。其成虫前足特化为捕捉足,前胸在前足基节后方延长,形似螳螂,因此是生物趋同演化的典型例证之一(图1)。幼虫具专性捕食蜘蛛卵囊、锥尾部蜂类的习性。

现生螳蛉世界共计44属395种,分属于四亚科:合螳蛉亚科 Symphrasinae、卓螳蛉亚科 Drepanicinae、丽螳蛉亚科 Calomantispinae、螳蛉亚科 Mantispinae。除螳蛉亚科世界广布外,其余亚科主要局限于澳洲、美洲等。化石证据及基于分子数据的分歧时间估算表明螳蛉科至少在中生代早侏罗世(约1.8亿年前)就已起源。螳蛉科的化石记录相对较少,目前已知22属25种,多数属种隶属于灭绝的中螳蛉亚科 Mesomantispinae,少部分归属于合螳蛉亚科等其它现生亚科。然而由于化石记录的局限性以及化石属种较为模糊的系统地位,导致螳蛉科系统演化历史不明晰。

白垩纪缅甸琥珀脉翅目多样性较为丰富,本研究通过对大量缅甸琥珀脉翅目化石标本进行分类鉴定,共计发现螳蛉科7属11种,其中包括**6新属10新种**,该发现表明中生代螳蛉科物种多样性远高于已有认知(图2)。

缅甸琥珀螳蛉科不仅物种多样性丰富,而且形态特征也高度多样化。通过对捕捉足形态学研究,发现现生螳蛉所不具备的多种捕捉足新类型(图3,5),其中,奇刺螳蛉属 *Acanthomantispa* gen. nov. 前足股节基刺分叉(图3i-j,4),双刺螳蛉属 *Dicranomantispa* gen. nov. 前足股节具有两根基刺(图5)。更有趣的是,裸足螳蛉属 *Psilomantispa* gen. nov. 前足股

节、胫节无特化的刺或毛（图 3k-l, 6）。

本研究整合螳蛉科现生及化石类群，选取 72 个形态特征数据，重建了螳蛉科系统发育（图 7）。结果表明中螳蛉亚科是最早分出的类群，与螳蛉科其它亚科形成的单系群构成姐妹群。合螳蛉亚科与高等螳蛉形成姐妹群关系。矛螳蛉属 *Doratomantispa* Poinar 与奇异螳蛉属 *Paradoxomantispa* gen. nov. 聚为一支，位于合螳蛉亚科与卓螳蛉亚科之间，属于过渡类群，其自有衍征为前足股节刺列由基部向端部渐短，爪垫退化呈三角形（图 3c-e），并据此建立一新亚科：矛螳蛉亚科 *Doratomantispinae* subfam. nov.。其余缅甸琥珀螳蛉属种归于卓螳蛉亚科，但由于捕捉足强烈特化，并未与现生卓螳蛉聚为一支，卓螳蛉亚科单系性未得到很好支持，该特化类群系统地位的最终确立需要依据更多研究材料开展进一步的研究。此外，合螳蛉亚科内部既有干群又有冠群，表明在白垩纪中期合螳蛉亚科冠群就已起源。

该系统发育分析对理解螳蛉科捕捉足的系统演化规律提供了重要依据（图 7）。结果表明，中螳蛉亚科与合螳蛉亚科前足股节粗壮，而高等亚科的前足股节则倾向于更细且扁平化。其次，中螳蛉亚科、合螳蛉亚科与矛螳蛉亚科前足股节具两排及以上刺列，而高等螳蛉属种的前足股节仅具一排刺列。此外，前足股节长基刺仅在螳蛉科高等类群中出现。值得注意的是，螳蛉科捕捉足的演化格局与半翅目瘤蝽亚科（Hemiptera: Reduviidae: Phymatinae）捕捉足的演化相似（图 8），而不同类群捕捉足趋同演化格局的驱动因素在未来研究中值得关注。

至白垩纪中期，螳蛉幼虫寄生于锥尾部蜂类或蜘蛛的生活习性已经形成，此阶段螳蛉科物种多样性相当丰盛。缅甸琥珀螳蛉科物种多样性远超于其它地层，甚至中生代其它具捕捉足的昆虫类群，如螳螂或捕食性蜚蠊。螳蛉科在侏罗纪就已起源，捕捉足很可能是该科辐射性演化的关键驱动因子。该科可能是最早演化出捕捉足的昆虫类群之一，在白垩纪已占据复杂的雨林生态系统中捕食者—被捕食者相互作用的生态位。

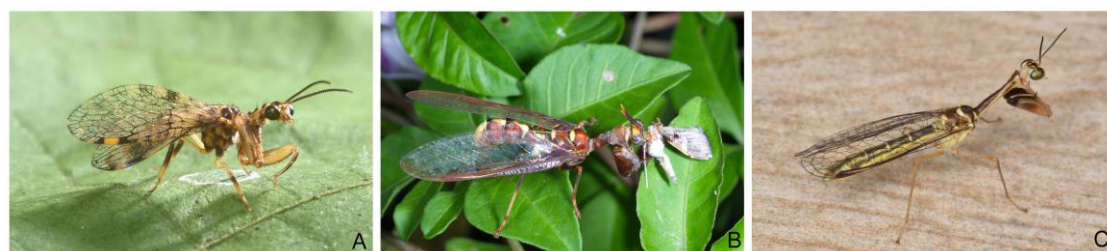


图 1. 现生螳蛉示例. A. *Plega* sp. (合螳蛉亚科, ©李元圣); B. *Tuberontha* sp. (螳蛉亚科, ©张巍巍); C. *Necyla* sp. (螳蛉亚科, ©郑昱辰)

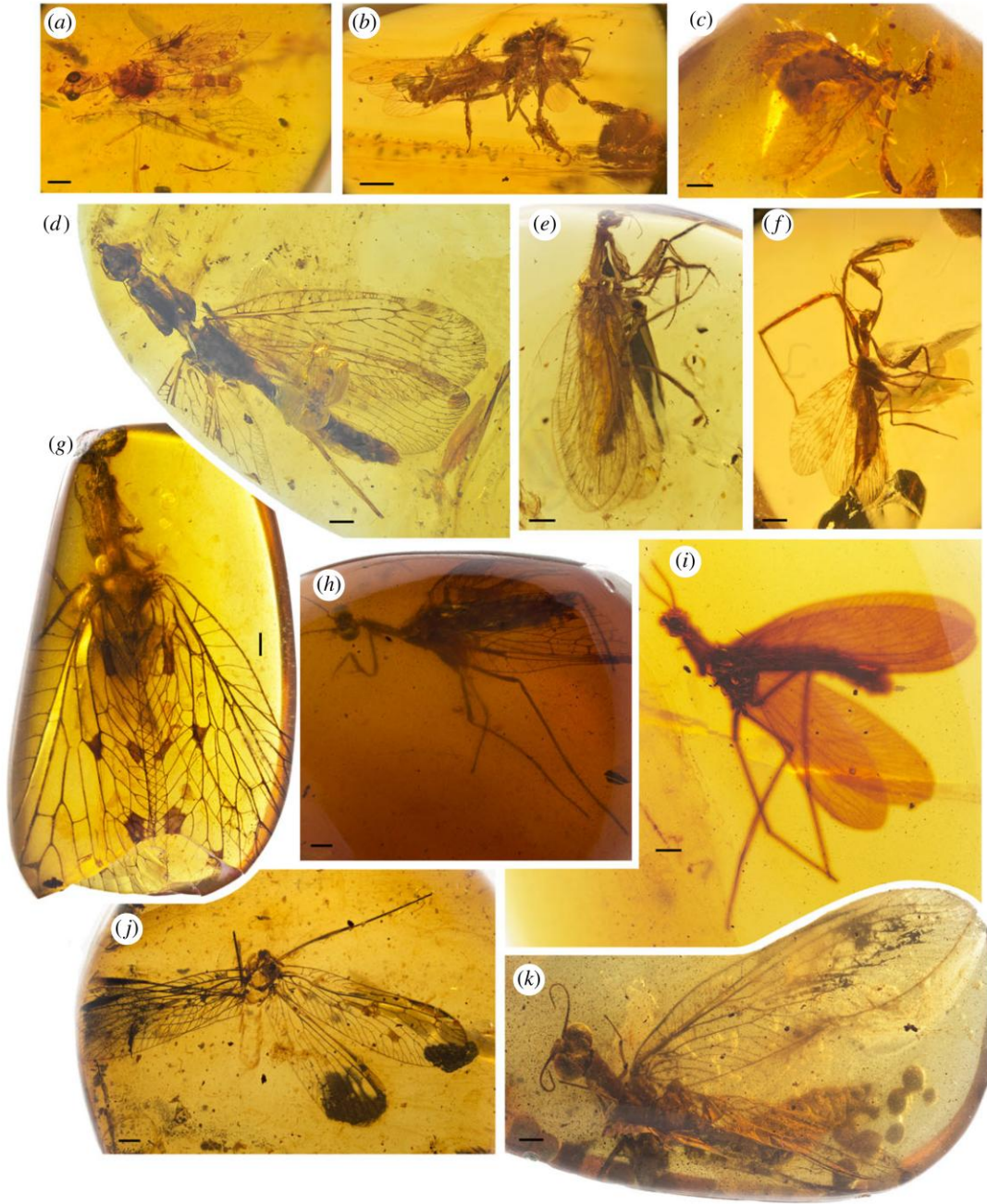


图2. 缅甸琥珀螳蛉科整体图。合螳蛉亚科(a)–(c): (a) 邹氏单合螳蛉 *Haplosymphrasites zouae* gen. et sp. nov.; (b) 夏氏美合螳蛉 *Habrosymphrasites xiai* Shi et al., 2019; (c) 缅甸准合螳蛉 *Parasympfrasites electrinus* gen. et sp. nov. 矛螳蛉亚科 **Doratomantispinae subfam. nov.** (d)–(f): (d) 战神矛螳蛉 *Doratomantispa ares* sp. nov.; (e) 多毛矛螳蛉 *D. pubescens* sp. nov.; (f) 贾晓奇异螳蛉 *Paradoxomantispa jiaxiaoae* gen. et sp. nov. 卓螳蛉亚科(g)–(k): (g) 大奇刺螳蛉 *Acanthomantispa grandis* gen. et sp. nov.; (h) 斑奇刺螳蛉 *A. maculata* gen. et sp. nov.; (i) 无斑奇刺螳蛉 *A. immaculata* gen. et sp. nov.; (j) 周氏双刺螳蛉 *Dicranomantispa zhouae* gen. et sp. nov.; (k) 奇异裸足螳蛉 *Psilomantispa abnormis* gen. et sp. nov. 坐标尺=1.0 mm.

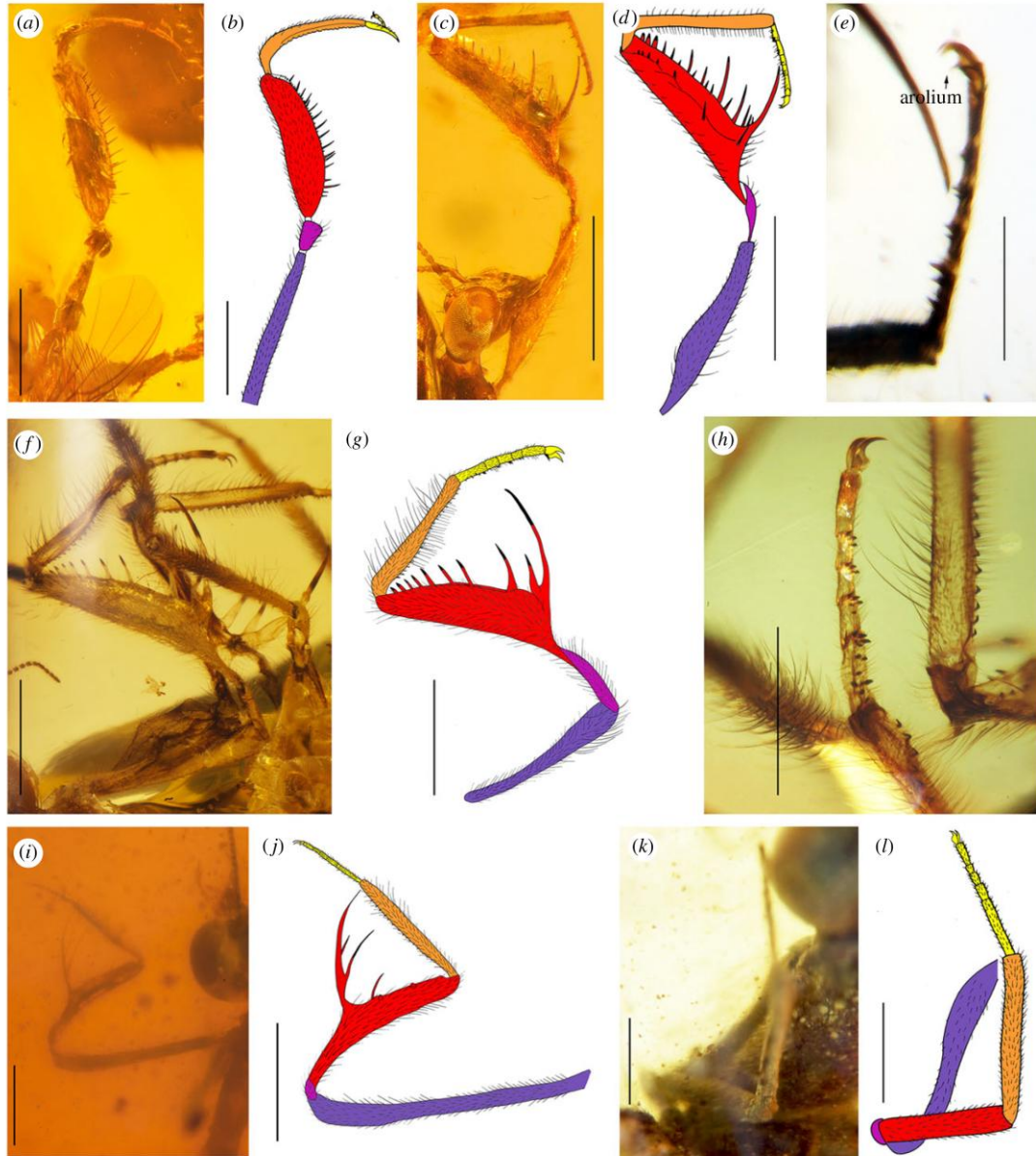


图 3. 缅甸琥珀螳蛉科不同类型捕捉足. (a)–(b) 夏氏美合螳蛉 *Habrosymphrasites xiai*; (c)–(e) 贾晓奇异螳蛉 *Paradoxomantispa jiaxiaoe* gen. et sp. nov.; (f)–(h) 多毛矛螳蛉 *Doratomantispa pubescens* gen. et sp. nov.; (i)–(j) 斑奇刺螳蛉 *Acanthomantispa maculata* gen. et sp. nov.; (k)–(l) 奇异裸足螳蛉 *Psilomantispa abnormis* gen. et sp. nov. 蓝色代表基节, 紫色代表转节, 红色代表股节, 橙色代表胫节, 黄色代表跗节. 坐标尺=1.0 mm (a–d, f–g, i–l); 0.5 mm (e, h).

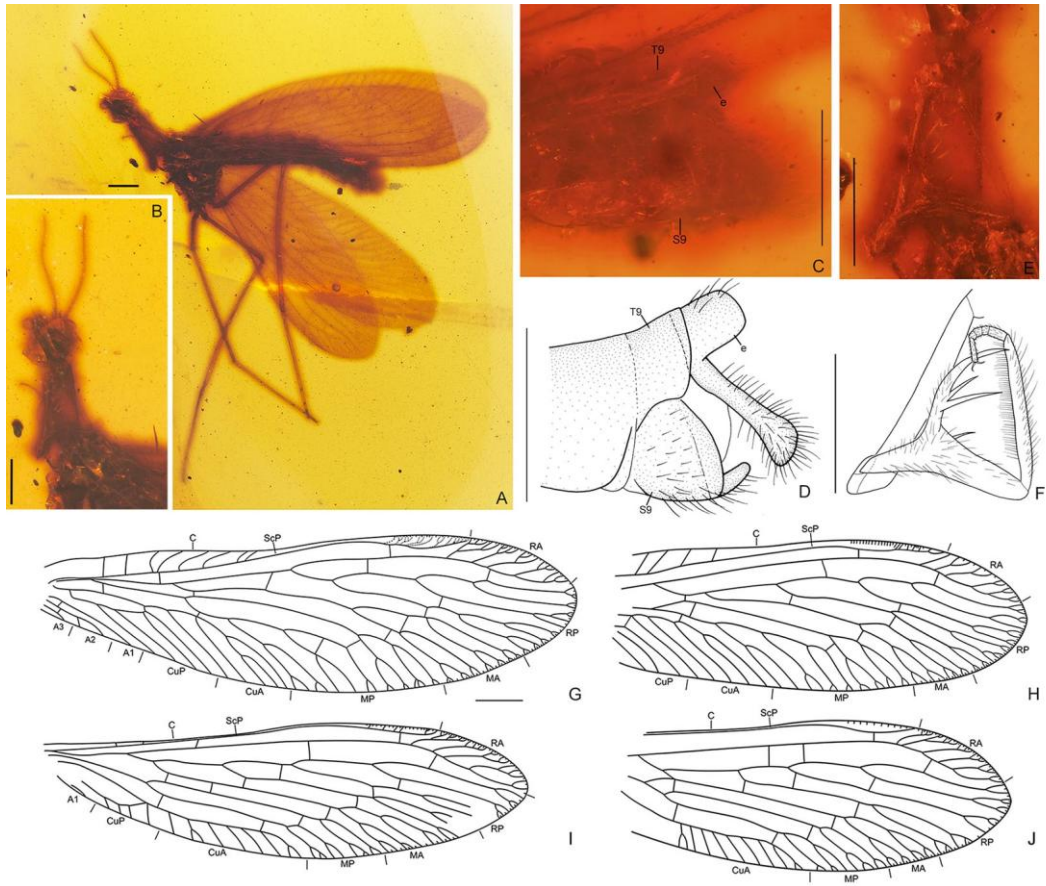


图 4. 无斑奇刺螳蛉 *Acanthomantispa immaculata* gen. et sp. nov. A. 整体图; B. 头与前胸;
C-D. 雄性外生殖器; E-F. 捕捉足; G-J. 翅脉图. 坐标尺=1.0 mm.

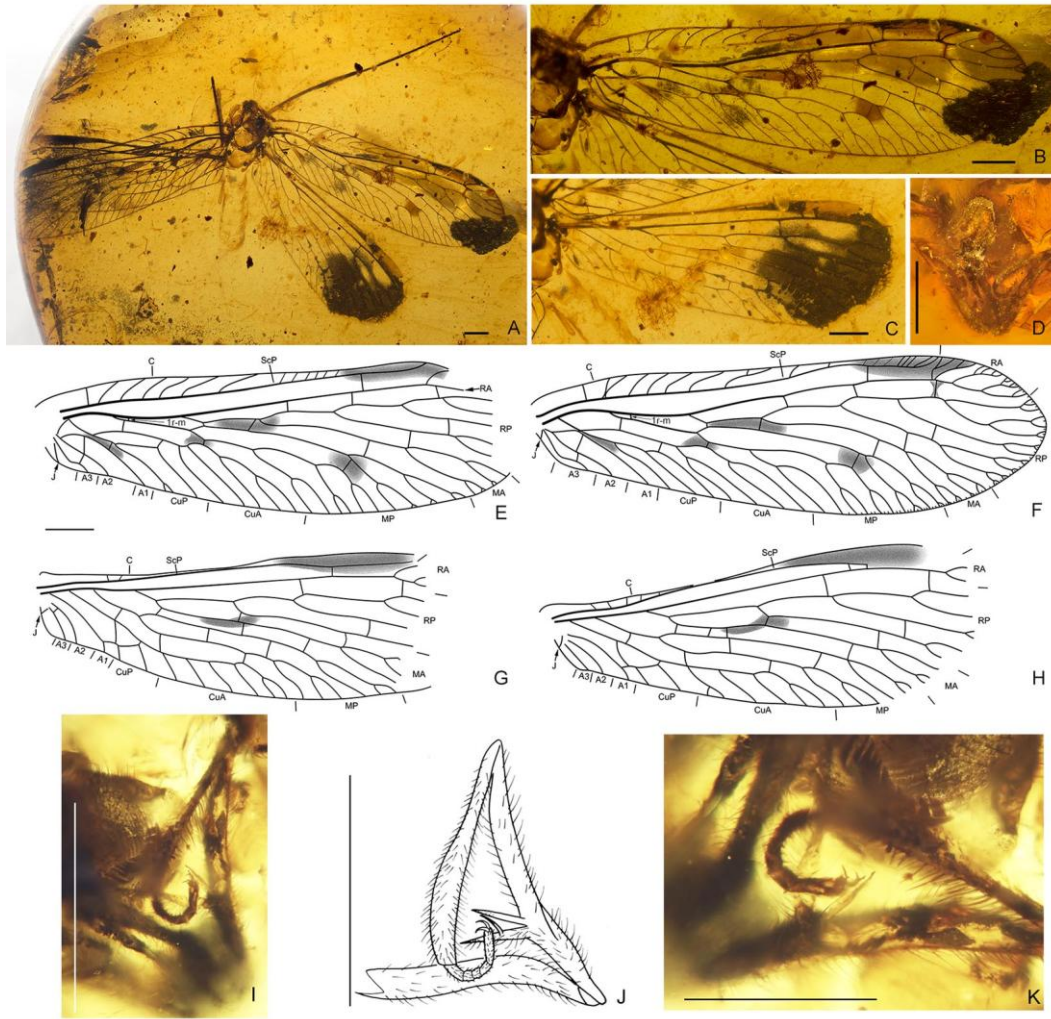


图 5. 周氏双刺螳蛉 *Dicranomantispa zhouae* gen. et sp. nov. A. 整体图; B–C. 前后翅; D. 前胸; E–H. 翅脉图; I–K. 捕捉足. 坐标尺=1.0 mm.

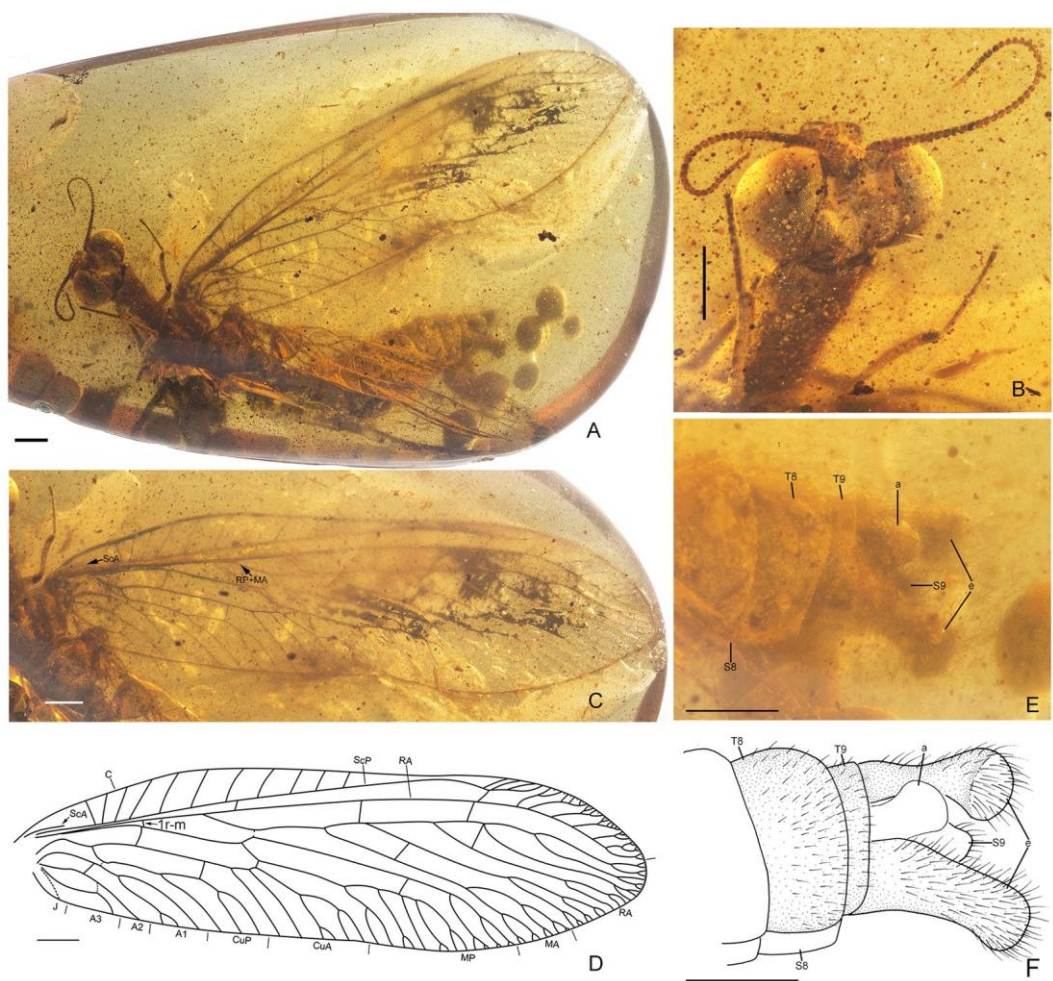


图 6. 奇异裸足螳蛉 *Psilomantispa abnormis* gen. et sp. nov. A. 整体图; B. 头与前胸; C-D. 前翅图; E-F. 雄性外生殖器. 坐标尺=1.0 mm.

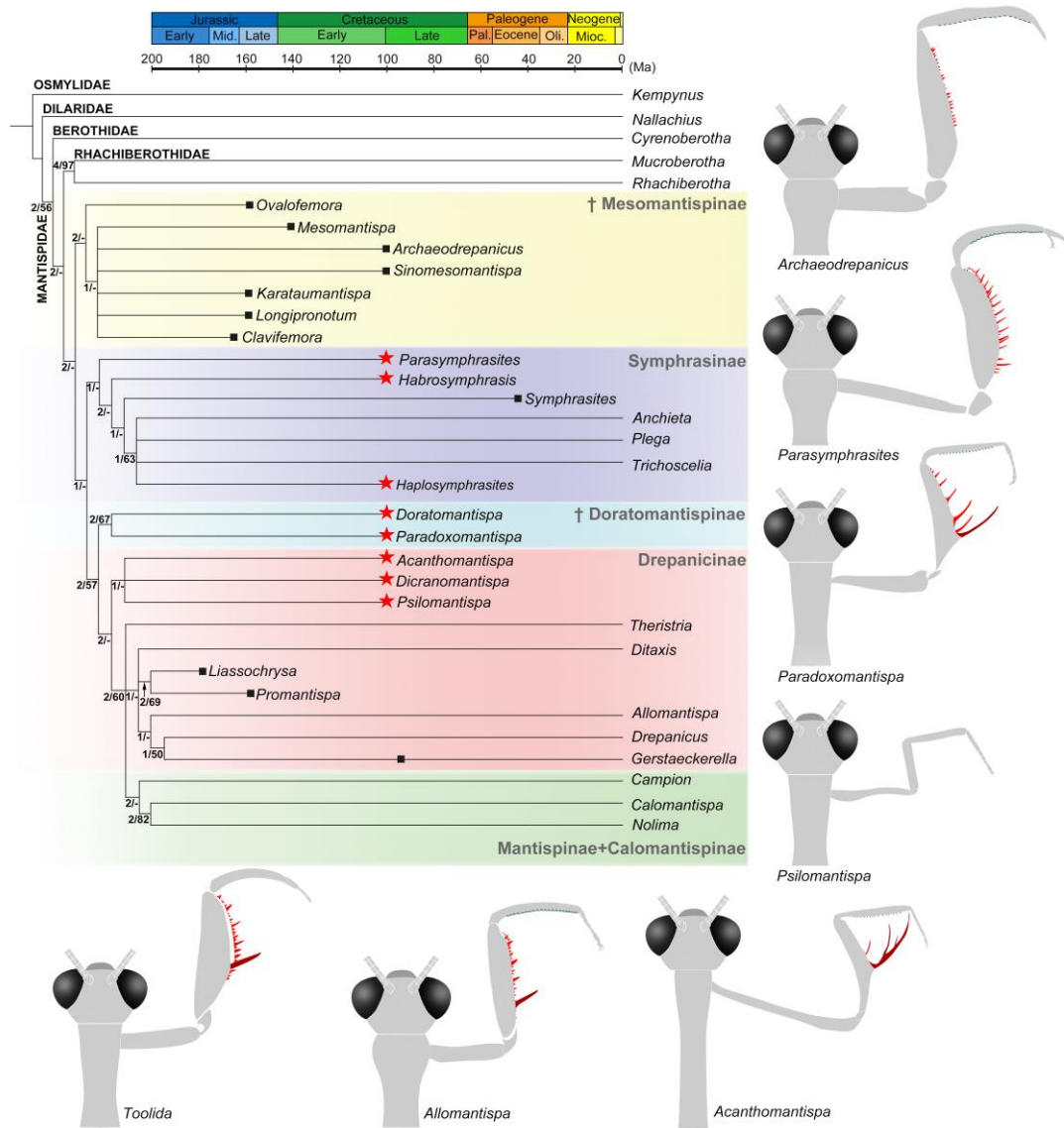


图 7. 基于现生及化石证据的螳螂科系统发育. 红色星号代表缅甸琥珀螳螂科属种. 不同支系旁对应不同类型捕捉足与前胸的比例图, 其中深红色代表股节基刺, 红色代表股节其余刺列, 绿色代表胫节倒伏毛.

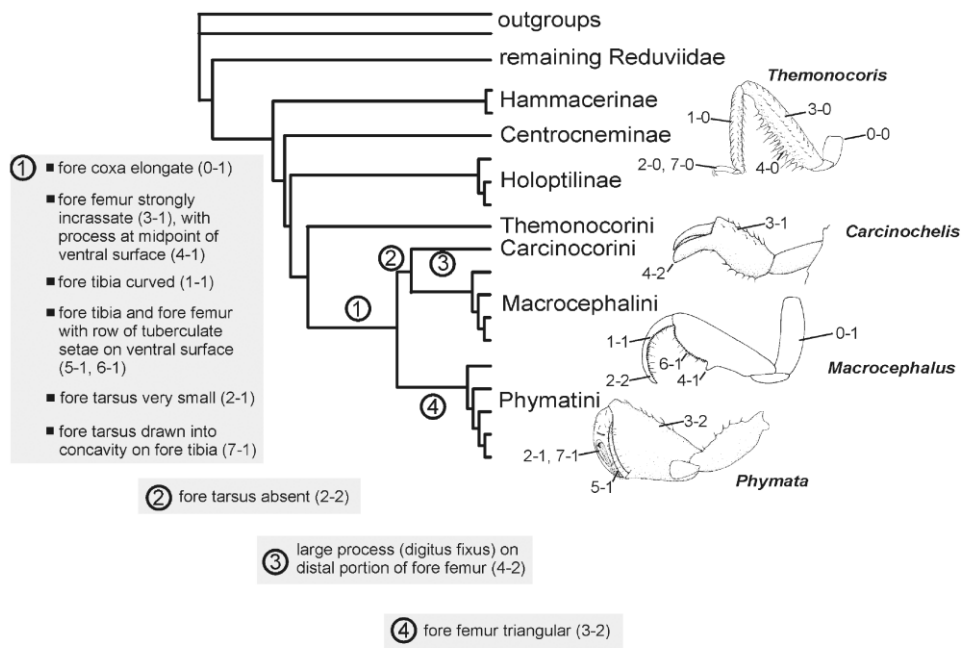


图 8. 半翅目瘤蝽亚科捕捉足演化 (引自 Weirauch et al., 2011, Cladistics).