

# 中国长翅目昆虫化石研究现状

孙建海 任东\* 黄建东

首都师范大学生命科学学院 北京 100037, E-mail: rendong@mail.cnu.edu.cn

**摘要** 长翅目昆虫在地史纪录上可以追溯到早二叠纪,是全变态昆虫中最原始的种类之一。截至目前,29篇关于中国长翅目昆虫化石分类的论著发表,共描述我国长翅目昆虫化石11科28属51种,这些化石分布于从三叠纪到白垩纪的不同地层中。本文通过图表提供了我国已发现的长翅目化石名录并介绍了其分布和年代,回顾了我国长翅目昆虫化石的研究进展,指出了一些分类存在的问题,简要概述了长翅目中一些科的起源与演化以及长翅目与其它全变态昆虫的关系。我国长翅目化石种类丰富,但在基础分类、系统演化方面还缺乏系统的研究,因而许多工作甚至最基础的分类工作亟待开展。

**关键词** 长翅目, 螭蛉, 化石, 分类, 中国.

**中图分类号** Q915.819.7

长翅目昆虫俗称螭蛉,化石记录上最早出现于二叠纪(距今约2.9亿年),在二叠纪末期和整个中生代都非常繁盛,它们在全变态昆虫最早出现的下二叠纪昆虫区系中占有相当大的比重。我国是古生物化石比较丰富的国家之一,长翅目化石分布非常的广泛,种类繁多。研究长翅目化石不仅对研究该类群的起源、系统演化、生活习性、生殖方式以及当时的生态环境有重要的意义,而且对于研究早期其他全变态类昆虫的演化以及不同地质时期的古地理、古环境和地层对比都有着重要的价值。近几十年来,我国古昆虫学家对长翅目化石的研究取得了一定的成就,本文拟就我国长翅目昆虫化石的研究现状和存在问题加以综述。

## 1 研究简史

国外关于长翅目的研究起步较早,已有100多年的历史,尤其近20年来,由于它处在全变态类昆虫演化的中间位置以及其化石的丰富度,所以对它研究的详细程度相对于现生种类的数量(500)来说早已超出人们的预料(Penny, 1975)。我国长翅目化石的研究相对落后,直到上世纪70年代,林启彬、洪友崇等才开始我国长翅目化石的研究。他们主要研究了我国辽西、河北、陕西、浙江等地的昆虫化石,发表长翅目化石2新科: Voltidoridae Hong, 1982 和 Mesorthophlebiidae Hong, 1983, 6新

属15新种。从20世纪90年代至今,洪友崇、林启彬、任东等对我国北方的昆虫化石又做了大量研究,发表16新属31新种。到目前为止,我国学者共发表中生代长翅目化石28属51种(表1)。

## 2 中国长翅目昆虫化石的产地和时代

我国长翅目化石产地主要集中于辽宁北票(林启彬, 1976; 任东, 1993, 1995, 1997, 2005)、浙江寿昌(林启彬, 1980)、浙江诸暨(林启彬, 1980)、河北丰宁(洪友崇, 1982)、陕西子长(林启彬, 1982)、河北周营子(洪友崇, 1983)、河北小范杖子(洪友崇, 1983)、新疆乌鲁木齐(洪友崇, 1983)、安徽含山(林启彬, 1985)、河北于县(洪友崇, 1986)、广西钟山(林启彬, 1986)、江西弋阳(黄兆祺, 1991)、新疆托克逊(林启彬, 1992)、北京西山(任东, 1995)、河北承德(任东, 1995)、新疆克拉玛依(张海春, 1996)、新疆乌苏哈尔莎拉(张海春, 1996)、辽宁林园(任东, 1997)、北京延庆(洪友崇, 萧宗正, 1997)、陕西铜川(洪友崇, 2002, 2003, 2005)、云南楚雄(张志军, 2003)等地。其中辽宁、陕西、新疆、河北的长翅目化石尤为丰富,种类繁多。

中生代长翅目化石研究大部分集中在三叠纪和中、晚侏罗世。其中三叠纪已发现有11种,侏罗纪发现有36种,白垩纪仅发现有4种。

国家自然科学基金(30430100)、北京市自然科学基金(5032003)和北京市属市管高校人才强教计划共同资助。

\* 通讯作者, E-mail: rendong@mail.cnu.edu.cn

收稿日期: 2006-10-11, 修订日期: 2007-09-03.

表1 我国已发现的长翅目化石昆虫名录

Table 1. A checklist of fossil Mecoptera found in China.

序号	科 Family	种名 Name of species	产地 Locality	时代/层位 Age/Horizon
1	* Voltidoriidae	<i>Voltitoridia fulvis</i> Hong, 1982	河北丰宁	晚侏罗世/西瓜园组
2	* Orthophlebiidae	<i>Parachorista miris</i> Lin, 1976	辽宁北票	晚侏罗世/义县组
3		<i>Orthophlebia Fanshanensis</i> Ren, 1995	北京西山	早白垩世/卢尚坟组
4		<i>Orthophlebia quadrinmacula</i> Lin, 1982	陕西子长清涧河	中侏罗世/直罗组
5		<i>Orthophlebia yangjianshengensis</i> Hong, 1986	河北蔚县	中侏罗世/下花园组
6		<i>Orthophlebia latebrosa</i> Sukatsheva, 1985	新疆克拉玛依	早侏罗世/八道湾组
7		<i>Orthophlebia exculpta</i> Zhang, 1996	新疆乌苏哈尔沙拉	早三叠世/小泉沟群
8		<i>Orthophlebia colorata</i> Zhang, 1996	新疆克拉玛依	早侏罗世/八道湾组
9		<i>Orthophlebia liaoningensis</i> Ren, 1997	辽宁林园	晚侏罗世/义县组
10		<i>Protorthophlebia yaogouensis</i> Hong, 1983	河北周营子	中侏罗世/九龙山组
11		<i>Protorthophlebia macula</i> Lin, 1992	新疆托克逊	晚三叠世黄山街组
12		<i>Protorthophlebia latipennis</i> Tillyard, 1933	广西钟山湾煤矿	早侏罗世/石梯组
			江西弋阳	早侏罗世/门口山组下段
			新疆克拉玛依	晚侏罗世/八道湾组
13		<i>Protorthophlebia stigata</i> Zhang, 1996	新疆乌苏哈尔沙拉	早白垩世/小泉沟群
14		<i>Protorthophlebia triassica</i> Hong, 2002	陕西铜川	中三叠世/铜川组下段
15		<i>Protorthophlebia ladinica</i> Hong, 2002	陕西铜川	中三叠世/铜川组下段
16		<i>Protorthophlebia deformis</i> Lin, 1986	广西钟山湾煤矿	早侏罗世/石梯组
17		<i>Protorthophlebia yangqingensis</i> Hong, 1997	北京延庆	晚侏罗世/后城组
18		<i>Mesopanorpa luanpingensis</i> Hong, 1983	河北周营子	中侏罗世/九龙山组
19		<i>Mesopanorpa yaqiaoshanensis</i> Lin, 1980	浙江寿昌劳村	晚侏罗世/劳村组、
20		<i>Mesopanorpa gambra</i> Lin, 1980	浙江寿昌劳村	晚侏罗世/劳村组
21		<i>Mesopanorpa enormis</i> Lin, 1986	广西钟山湾煤矿	早侏罗世/石梯组上部
22		<i>Mesopanorpa brodiei</i> Tillyard, 1948	新疆克拉玛依	早侏罗世/八道湾组
23		<i>Mesopanorpa kuliki</i> Martynova, 1948	新疆克拉玛依	早侏罗世/八道湾组
24		<i>Mesopanorpa obscura</i> Martynov, 1927	新疆克拉玛依	早侏罗世/八道湾组
25		<i>Mesopanorpa densa</i> Zhang, 1996	新疆克拉玛依	早侏罗世/八道湾组
26		<i>Mesopanorpa monstrosa</i> Zhang, 1996	新疆克拉玛依	早侏罗世/八道湾组
27		<i>Jibeorthophlebia xiaofanzhangensis</i> Hong, 1983	河北小范杖子	中侏罗世/九龙山组
28		<i>Jibeorthophlebia internata</i> Hong, 1983	河北小范杖子	中侏罗世/九龙山组
29	* Neorthophlebiidae	<i>Yanorthophlebia hebeiensis</i> Ren, 1995	河北承德	晚侏罗世/义县组
30		<i>Neorthophlebia yunnanensis</i> Zhang, 2003	云南楚雄	晚侏罗世/妥甸组
31		<i>Neorthophlebpsis qishuiheensis</i> Hong, 2005	陕西铜川	中三叠世/铜川组
32	Nannochoristidae	<i>Jichoristella rara</i> Ren, 1995	北京西山崇清水库	早白垩世/卢尚坟组
33	* Mesorthophlebiidae	<i>Mesorthophlebia sinica</i> Hong, 1983	河北小范杖子	中侏罗世/九龙山组
34	* Mesopsychidae	<i>Xinjiangia tashidianensis</i> Hong, 1983	新疆乌鲁木齐	中侏罗世/克孜勒努尔组
35		<i>Sogdochya zhoumingensis</i> Hong, 1983	河北周营子	中侏罗世/九龙山组
36	* Permochoristidae	<i>Kalochorista isofurca</i> Lin, 1992	新疆托克逊	晚三叠世/黄山街组
37		<i>Shaanichorista hejiafangensis</i> Hong, 2005	陕西铜川	中三叠世/铜川组
38		<i>Choristites martinsoni</i> Hong, 2005	陕西铜川	中三叠世/铜川组
39	Panorpidae	<i>Scusipanorpa gibbdorsa</i> Lin, 1980	浙江诸暨	早白垩世/横山组
40	* Mesopanorpididae	<i>Chryspanorpa ruderallis</i> Ren, 1995	辽宁北票市海房沟	中侏罗世/九龙山组
41		<i>Erdosia pectinata</i> Hong, 2002	陕西铜川	中三叠世/铜川组下段
42		<i>Mesopanorpodes shaanxiensis</i> Hong, 2002	陕西铜川	中三叠世/铜川组下段
43		<i>Triasschoristites jinsuoguanensis</i> Hong, 2003	陕西铜川	中三叠世/铜川组
44		<i>Forcinerva tongchuanensis</i> Hong, 2003	陕西铜川	中三叠世/铜川组
45	Bittacidae	<i>Liaobittacus longantennatus</i> Ren, 1993	辽宁北票	中侏罗世/海房沟组
46		<i>Megabittacus colosseus</i> Ren, 1997	辽宁北票	晚侏罗世/义县组
47		<i>Megabittacus beipiaensis</i> Ren, 1997	辽宁北票	晚侏罗世/义县组
48		<i>Sibirobittacus atalus</i> Ren, 1997	辽宁北票	晚侏罗世/义县组
49	Eomeropidae	<i>Tsachingthauma shihi</i> Ren & Shih, 2005	内蒙古宁城	中侏罗世/九龙山组
50		<i>Typhthauma yixianensis</i> Ren & Shih, 2005	辽宁北票	晚侏罗世/义县组
51	* Kaltanidae	<i>Cratacechorista qilianshanensis</i> Hong & Xiao, 1989	甘肃酒泉	早白垩世/后城组

注：表中分类位置均以原作者发表文章时所确立的分类地位为准，未涉及其他人提出的一些疑问。（The systematic position of fossil Mecoptera in the table is based on the description in original papers, and it does not involve some different opinions）

\* 表示已经灭绝的科。（Indicating extinct families）

### 3 中国长翅目昆虫化石的分类及昆虫群的特征

#### 3.1 化石昆虫分类

现生长翅目是1个小目，共有9科，32属，500多种，而化石昆虫多样性非常丰富，已发现有300多种，分为3亚目34科87属。目前我国长翅目化石的研究涉及11科，28属，51种，其中建立2新科，22新属，46新种。种类最丰富的为直脉蝎蛉科 Orthophlebiidae 共5属28种，中生蝎蛉科 Mesopanorpididae 有5属5种，蚊蝎蛉科 Bittacidae 有3属4种，中蝎蛉科 Mesopsychidae 有2属2种，新直脉蝎蛉科 Neorthophlebiidae 有3属3种，原蝎蛉科 Eomeropidae 有2属2种，蝎蛉科 Panorpidae 有1属1种，飞蝎蛉科 Voltidoridae 有1属1种，水(小)蝎蛉科 Nannochoristidae 有1属1种，中直脉蝎蛉科 Mesorthophlebiidae 有1属1种，二叠蝎蛉科 Permochoristidae 有3属3种，卡尔丹蝎蛉科

Kaltanidae 有1属1种。其中仅蚊蝎蛉科、原蝎蛉科、蝎蛉科和水(小)蝎蛉科延续到现在，其余均已灭绝。

从上面的论述中可以看出，我国已发现的长翅目昆虫化石大多为灭绝种类，延续下来的种类与现生种类的分异度有较大差别，现生长翅目昆虫中蚊蝎蛉科和蝎蛉科种类相当丰富，但在化石种类中蚊蝎蛉科仅发现3属4种，蝎蛉科仅有一块化石。

#### 3.2 化石昆虫群特征

(1) 我国所发现的长翅目昆虫化石大都来自中生代，这可能是由于我国中生代沉积地层发育良好，研究程度较高，因此这一时期地层中发现的长翅目种类较多。但与世界其它地区已发现的长翅目化石记录相比，我国发现的长翅目无论数量还是种类都相对较少(图1)，这可能由于我国的研究较晚，研究力度不够，许多昆虫地层仍未被挖掘的原因。

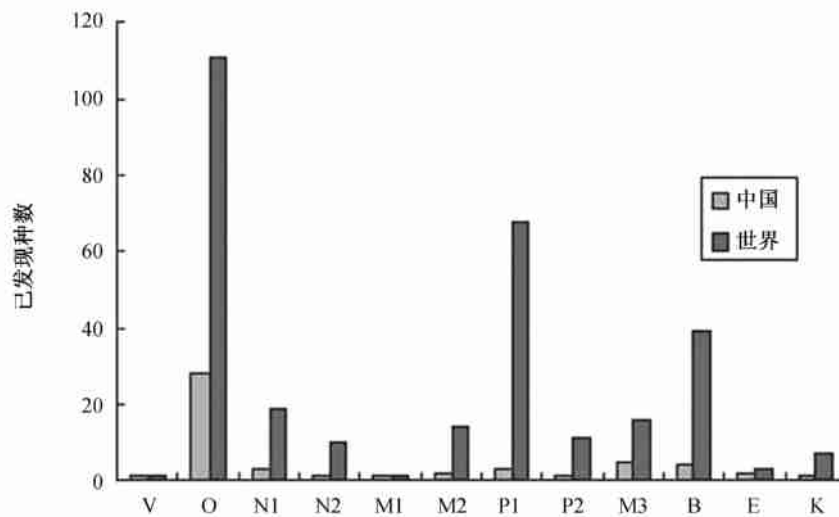


图1 中国与世界上长翅目化石各科中已发现种类的对比

Fig. 1. The comparison of different families in all discovered mecopteran fossils between China and world.

V = Voltidoridae, O = Orthophlebiidae, N1 = Neorthophlebiidae, N2 = Nannochoristidae, M1 = Mesorthophlebiidae, M2 = Mesopsychidae, P1 = Permochoristidae, P2 = Panorpidae, M3 = Mesopanorpididae, B = Bittacidae, E = Eomeropidae, K = Kaltanidae

(2) 化石种类大都为灭绝的种类。在发现的11个科中有7科已经灭绝，现生的科中所发现的种类也全部为灭绝种类。在地史记录上长翅目在二叠纪和整个中生代都非常繁盛，多样性丰富，分布广泛，而现生种类却比较稀少，究竟是由于地理环境变迁还是生物进化的原因还有待研究。

(3) 与现生种类相比，长翅目的化石种类也具有一些自身的特点(图2)。身体一般较小，大部分种类的口器延长成喙状或延长很短，但也有个别种类口器特别延长(图3)；翅脉较复杂，横脉较多，尤其是前缘区许多原始的种类横脉明显比现生种类

的多；雄虫腹部末端生殖器已有轻微特化，尤其直脉蝎蛉科的一些种类雄性生殖器特化明显，甚至出现了如现生蝎蛉科中分离的球状生殖节的迹象(图4)。Penny等(1975)认为长翅目的进化主要集中在这些结构特征上，如现生的美蝎蛉科和原蝎蛉科的种类，头部延长的喙非常发达，几乎可以作为近代种类的分类依据(Carpenter, 1992)。

(4) 长翅目化石种类的分布非常广泛，然而现生种类分布却较为狭窄。如原蝎蛉科(图5)昆虫化石，中生代关于该科的记录显示，这个科的分布可能非常广泛甚至是世界性的(Carpenter, 1992)，但

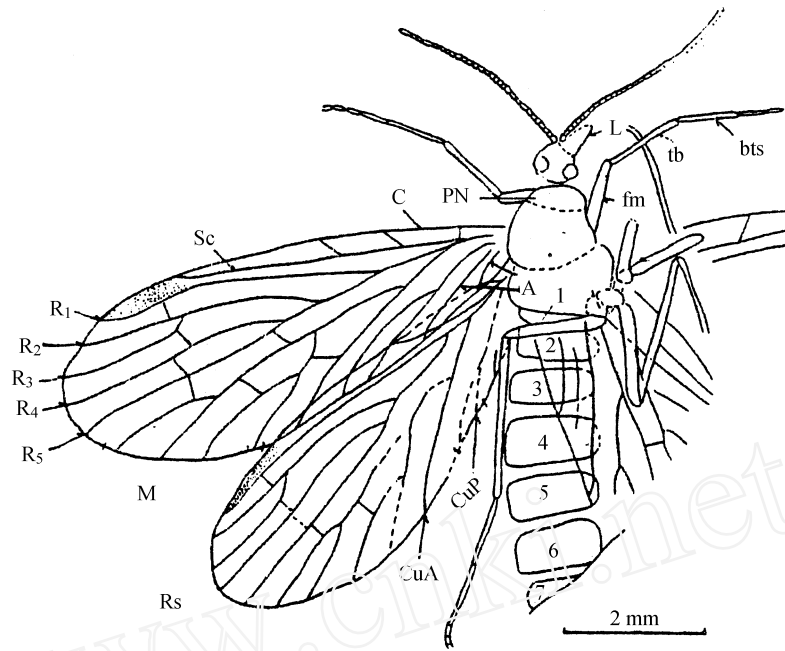


图2 古老的中生螭蛉科成员 *Chrysapanorpa ruderalis* Ren, 1995 (Ren, 1995)

Fig. 2. The member of old Mesopanorpididae *Chrysapanorpa ruderalis* Ren, 1995 (Ren, 1995).

L: 上唇 (Labrum), PN: 前胸背板 (Pronotum), fm: 股节 (Femur), tb: 胫节 (Tibia), bts: 基附节 (Basitarsus), C: 前缘脉 (Costa), Sc: 亚前缘脉 (Subcosta), Rs: 径分脉 (Radial sector), M: 中脉 (Media), CuA: 前肘脉 (Cubitus anterior), CuP: 后肘脉 (Cubitus posterior), A: 臀脉 (Anal vein)

这个科的现生种类只有一种并且仅在南美发现, 出现这种情况的原因可能是物种迁移或地理隔离, 具体原因还有待进一步研究。

#### 4 长翅目昆虫化石研究中存在的问题

(1) 在长翅目昆虫化石的研究中, 由于化石保存不完整, 使得分类标准比较单一。我国所发现的长翅目化石大都只有翅保存较完整, 大部分的鉴定就依靠翅脉的特征, 使得一些种的分类地位存在争议, 如林启彬 (1976) 根据前翅翅脉在 Orthorhplebiidae 中建立了 1 新属 *Parachorista* (图 6), 然而 Willmann (1984) 却认为它的翅脉特征近似毛翅目的种类而将其归入毛翅目中。此外洪友崇 (1982) 所建立的飞螭蛉科 (Volditorididae, 图 7) 也存有争议, 该科的许多特征与已发现的长翅目化石昆虫的特征差别较大, 其具体分类地位还有待发现更多的化石去进一步的对比分类。化石种类也很难像现生种类那样建立较完善的检索表来统一检索, 洪友崇 (2002) 曾根据翅脉的特征建立了 *Protorthorhplebia* Tillyard 的检索表, 但由于所知特征有限, 仅能在属的范围内进行检索。

(2) 目前关于长翅目化石种类属、种等低级阶元的划分, 主要基于单一标本和特征确立, 这样使得新阶元的确立缺少充分的证据。如直脉螭蛉科

Orthorhplebiidae 中, 最初建立时有 7 个属 (Handlirsh 1906), Sukatsheva (1985, 1990) 曾将其降为螭蛉科 Panorpidae 的 1 个亚科, 不过大部分学者仍将其作为 1 个科, 但其中属的分类地位一直存在争议, 后来共建立了有 14 个属。Carpenter (1992) 认为本科应只包括 3 个属, *Orthorhplebia*, *Mesopanorpa* 和 *Protorthorhplebia*; 任东 (1995) 认为这个科还应该包括 *Jibeiorhplebia*, 共 4 个属; 洪友崇等 (2004) 根据 Rs 脉的分支将这个科仅保留 *Orthorhplebia* 和 *Protorthorhplebia* 2 个属, 并将 *Mesopanorpa* 中 Rs1 至少带 3 支支脉的种类归入 *Orthorhplebia*, Rs1 仅带 2 支支脉的种类归入 *Protorthorhplebia*, 并在这两个属下分别建立了 3 个亚属。

(3) 研究工作只是局限于最基本的属种描述, 缺少系统的全面研究。已发表的研究成果主要集中于分类鉴定和物种描述上, 对化石种类的生物学和行为学的知识少有涉及。也由于化石保存不完整的原因使得一些特征的描述不很完善, 很多只是关于翅脉的描述, 而诸如根据其生物学和生态学上的特征研究它与其他生物的协同进化以及相关的古生态学和古地理学的知识更是很少涉及。

(4) 中国的古昆虫学研究起步晚, 发展较慢, 关于长翅目的研究与国际相比更是比较落后, 早期的研究缺少与国际间的交流, 从而导致一些异物同

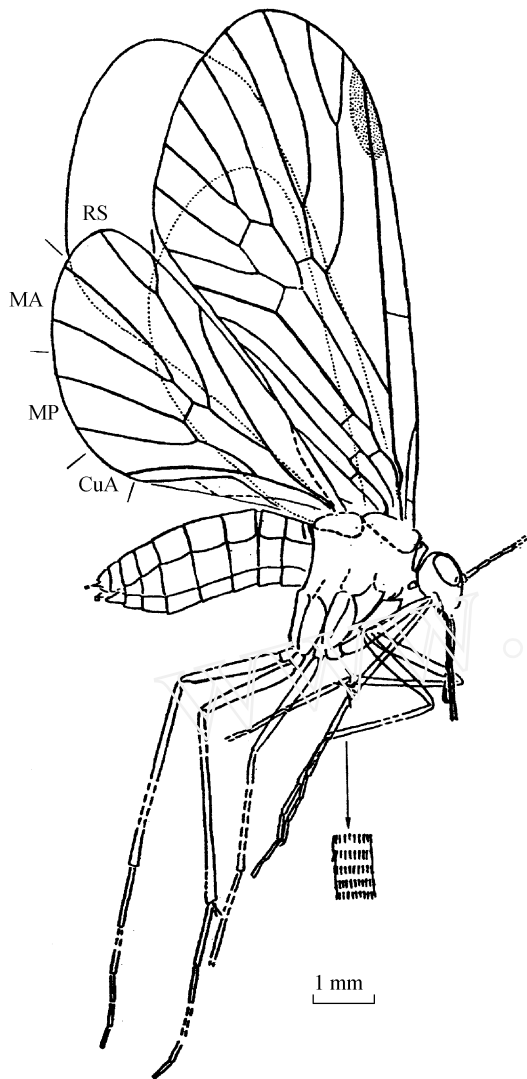


图3 晚侏罗世 Pseudopolycentropodidae 中的种类 *Pseudopolycentropus latipennis* Martynova, 1927 (Novkshnov, 1997b)

Fig.3. The species of Pseudopolycentropodidae from the Late Jurassic *Pseudopolycentropus latipennis* Martynova, 1927 (Novkshnov, 1997b).

名和同物异名的现象，如前所述林启彬（1976）在 Orthophlebiidae 中建立的 Parachorista 属，这个属名曾被 Tillyard（1926）在 Permchoristidae 中用来建立了 1 个属，属于异物同名现象。而我国的许多研究成果大都使用中文，致使国外对中国的研究不是很了解，影响国际间的交流。

(5) 长翅目化石昆虫中大部分为灭绝种类，现生种类的稀少相对于灭绝种类的丰富使得长翅目昆虫的分类系统一直存在争议。Willmann（1987）曾将现生和化石种类作了一个系统的分类，初步揭示了长翅目中一些种类的亲缘关系，并将长翅目重新分为 2 个亚目，小蝎蛉亚目 Nannomecoptera 和忤蝎

蛉亚目 Pistillifera。对于长翅目中一些比较古老的种类，如 Xenochoritidae、Triassochistidae、Mesopanorpodidae 和 Robinjohniidae 等，很多学者认为它们是长翅总目中比较古老的类群，但是否属于长翅目还存有争议，Willmann（1987）认为它们可能为异源的复系群，是长翅目昆虫中最古老的一个分支。Novokshonov（1998）认为翅脉简化是长翅目的进化趋势之一，因而根据翅脉的复杂程度及其演化趋势他认为卡尔丹蝎蛉科（Kaltanidae，图 8）是较早的长翅目分支，并且在卡尔丹蝎蛉科和其它二叠纪的种类中有明显过渡的趋势；现生的 Nannochoristidae、Boreidae 可能起源于 Permochoristidae（图 9）中足上刚毛排列不规则的一类，而 Meropeidae 可能起源于其中足上刚毛排列规则的一类；蚊蝎蛉科（Bittacidae）直接起源于 Parachoristidae（图 10），蝎蛉类群也起源于 Parachoristidae，但其中间可能经由直脉蝎蛉科（Orthophlebiidae）阶段。

(6) 长翅目与其他昆虫之间的关系一直是研究的热点，许多学者都承认它与双翅目、毛翅目、鳞翅目以及蚤目的关系较近，并将它们归入长翅总目 Mecopteroidea，但它们之间具体的系统演化关系却莫衷一是。很多学者认为这一类群祖先的幼虫为水生的，长翅目中只有较古老的小（水）蝎蛉科 Nannochoristidae 的幼虫为水生，Grimaldi & Engel（2004）认为长翅目、鳞翅目和双翅目中的陆生幼虫很可能由古老的长翅目水生幼虫独立进化而来。Willmann（1987），Novokshonov（1998）Rasnitsyn and Quicke（2002）研究了大量的化石形态特征，认为二叠纪—三叠纪的 Permochoristidae 是现生长翅总目中基本科的祖先。Whitting（2001）分析了现生种类中的 4 种基因片段（18S，28S，EF-1 和 CO），所有特征等量加权后，认为长翅目与蚤目亲缘关系最近，尤其小蝎蛉科和雪蝎蛉科与蚤目的亲缘关系最为接近。

## 5 中国长翅目昆虫化石研究展望

中国长翅目昆虫化石的研究相对于国际上来说起步晚，发展也比较缓慢，在很多的方面值得进一步的深入研究。

(1) 基础分类工作有待研究。中国发现的长翅目化石比较丰富，保存也相对比较完整，然而关于其基础方面的分类工作还有所欠缺，需要对其进行全面的分类，从而丰富中国长翅目昆虫化石的种类。

(2) 长翅目的起源及系统演化有待进一步研究。长翅目在昆虫学上的主要价值在于其与双翅目、蚤

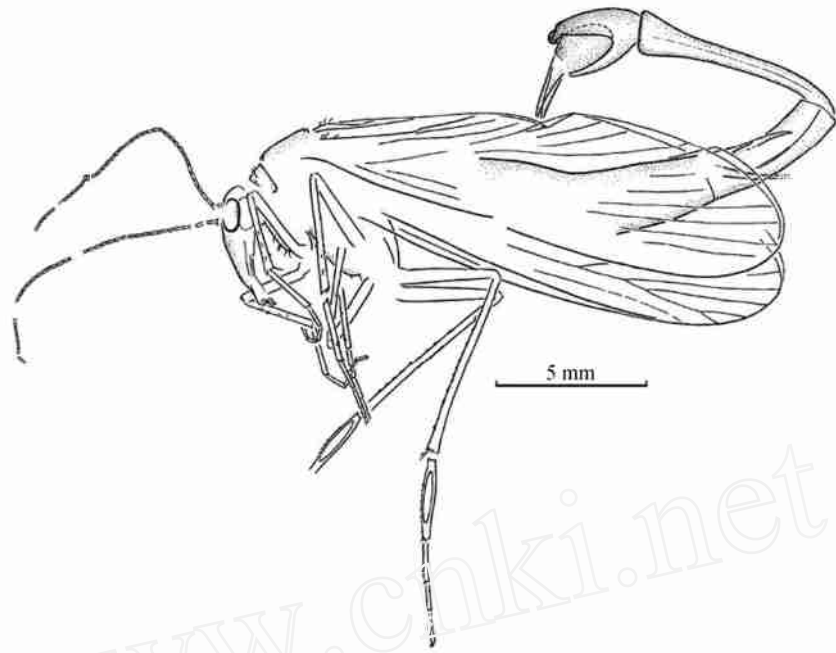


图4 直脉蜻蛉科 Orthophlebiidae, *Orthophlebia longicauda* Willmann & Novkshonov, 1998 (Willmann & Novkshonov, 1998)

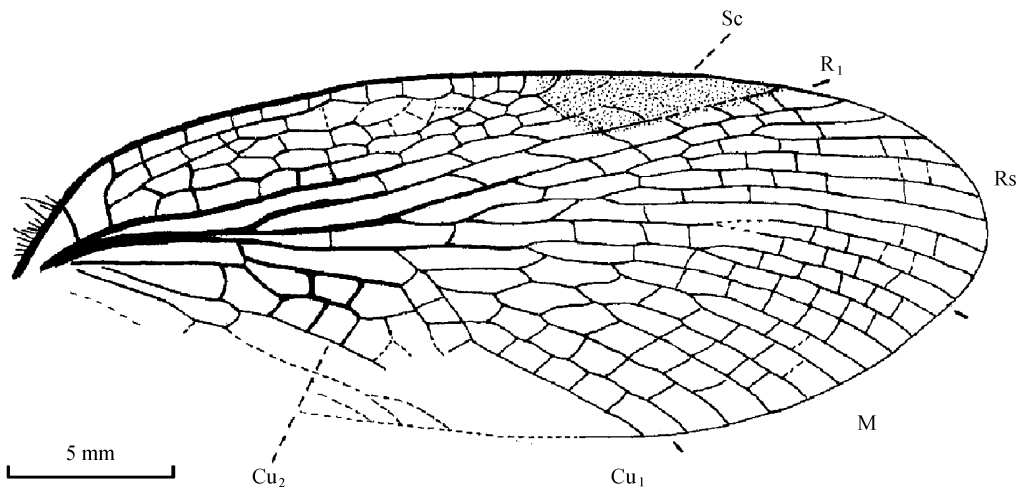


图5 原蜻蛉科 Eomeropidae, *Tschingothauma shihi* Ren & Shih, 2005 (Ren & Shih, 2005), 右前翅翅脉 (venation of right forewing)

目、毛翅目和鳞翅目等亲缘关系较近,虽然国外一些学者对长翅目的系统演化做过一些研究,但关于其起源及演化还存在一些问题,可以利用分子生物学手段结合化石形态特征进一步揭示它们的亲缘关系。

(3) 关于长翅目化石种类的生态学以及行为学的研究值得期待。长翅目昆虫现生种类稀少,然而化石种类却非常丰富,到底是环境变迁还是其自身演化的原因还不得而知,因而需要对其生态学、行为学等方面进行细致的研究。此外关于长翅目昆虫

与古环境以及与其它生物协同进化的研究也非常之少,这些也值得深入研究。

## 6 结论

虽然我国长翅目昆虫化石的研究从上世纪 80 年代后取得了一些成就,但大部分都是新种的鉴定和描述,缺少系统的深入研究,关于其起源、进化更是不甚明了。此外,古昆虫学中还有一些重要的课题需要研究,如古昆虫行为学、古昆虫生态学、古气候学等。因而对长翅目昆虫化石的研究一方面要对所发现的化石种类进行全面、精确的鉴定和分类,

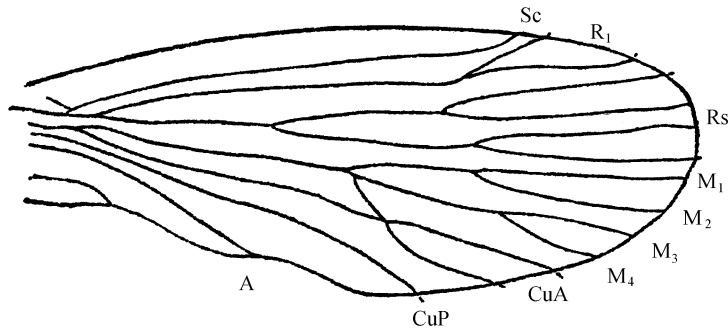


图 6 直脉蝎蛉科 Orthorhplebiidae, 奇异准澳蝎蛉 *Parachorsita miris* Lin, 1976 (Lin, 1976)

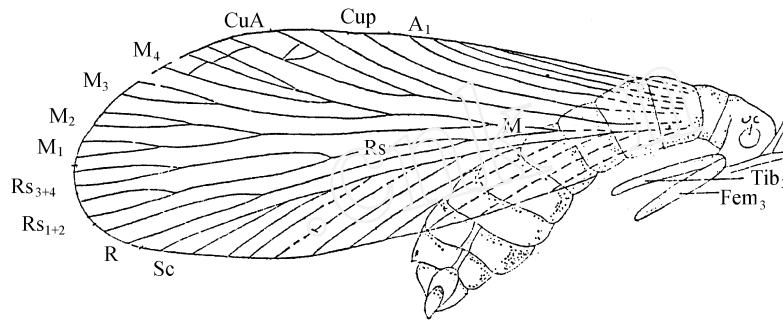


图 7 飞蝎蛉科 Voltitorididae, *Voltitoridia fulvis* Hong, 1982 (Hong, 1982a)

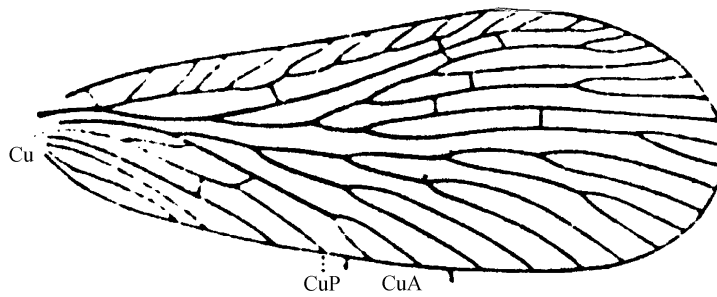


图 8 卡尔丹蝎蛉科 Kaltaniidae, *Pinnachorista sarbalensis* Martynova, 1958 (Martynova, 1962)

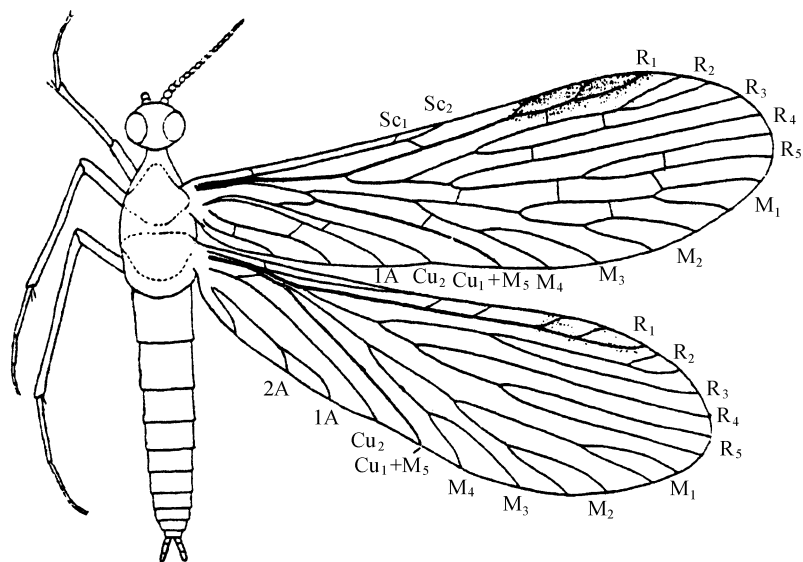


图 9 二叠蝎蛉科 Permochoristidae, *Permochorista inaequalis* Tillyard, 1917 (Carpenter, 1930)

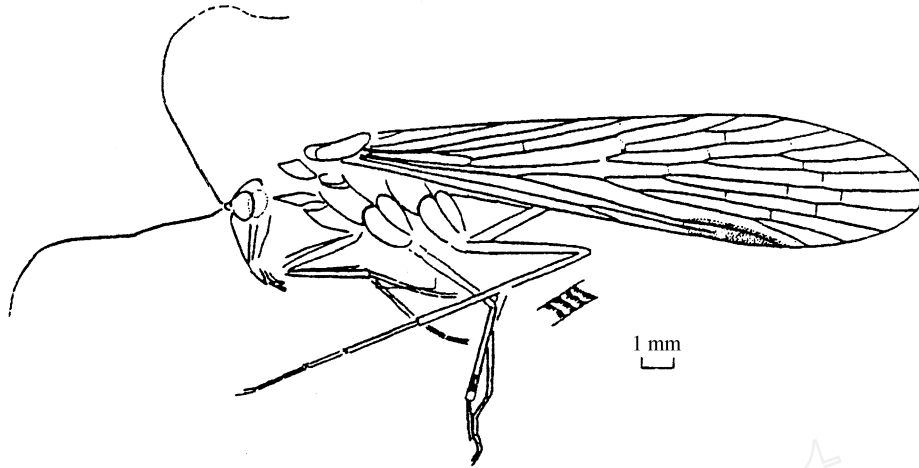


图 10 *Parachorista conica* Novkshonov, 1997 (Parachoristidae) (Novkshonov, 1997a)

另一方面, 可以利用一些分类方法 (如支序分类学的方法) 和一些软件对其进行系统学研究, 进一步探讨其起源和系统演化的关系, 进一步揭示各科之间的关系。

致谢 本文在写作过程中, 得到刘明、谭京晶、梁军辉、孟祥明、刘玉双、王莹等研究生的帮助, 在此谨致诚挚的谢意。

#### REFERENCES (参考文献)

- Carpenter, F. M. 1930. The lower Permian insects of Kansas Part . Introduction and the Order Mecoptera. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 70 (2) : 69-101.
- Carpenter, F. M. 1992. Mecoptera. In: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R, Arthropoda. 4, 3; 4. Geol. Soc. America Inc. and Univ. Kansas, Boulder, Colorado and Lawrence. pp. 381-395.
- Chou, I and Hua, B-Z 1999. Mecoptera. In: Zheng, L-Y and Gui, H (eds.), Insects Classification. Nanjing Normal University Press, Nanjing. 666-673. [周尧, 花保祯, 1999. 长翅目. 郑乐怡, 归鸿 (主编), 昆虫分类. 南京: 南京师范大学出版社. 666~673]
- Grimaldi, D. and Engel, M. 2004. Evolution of the insects, Part 12, Arthropoda. pp. 468-480.
- Hong, Y-C and Wang, W-L 1976. Palaeontological Atlas of North China, II. Inner Mongolia Volume. Geological Publishing House, Beijing. 81-87. [洪友崇, 王五力, 1976. 华北地区古生物图册 (二) 内蒙古分册. 北京: 地质出版社. 81~87]
- Hong, Y-C 1982a. Mesozoic Fossil Insects of Jiuquan Basin in Gansu Province. Geological Publishing House, Beijing. 156-157. [洪友崇, 1982a. 酒泉盆地昆虫化石. 北京: 地质出版社. 156~157]
- Hong, Y-C 1982b. The Mesozoic Stratigraphy and Palaeontology of Guyang Coal-bearing in Basin Neimenggol Autonomous Region, China, V. Insecta. Geological Publishing House, Beijing. 91-92. [洪友崇, 1982b. 内蒙古固阳含煤盆地中生代地层古生物学, (五) 昆虫纲. 北京: 地质出版社. 91~92]
- Hong, Y-C 1983. Middle Jurassic Fossil Insects in North China. Geological Publishing House, Beijing. 20-148. [洪友崇, 1983. 北方中侏罗世昆虫化石. 北京: 地质出版社. 20~148]
- Hong, Y-C 1984. Palaeontological Atlas of North China, . Mesozoic Volume. Geological Publishing House, Beijing. 128-185. [洪友崇, 1984. 华北地区古生物图册, (二) 中生代分册. 北京: 地质出版社. 128~185]
- Hong, Y-C 1985. New fossil Insects of Xiahuayuan formation in Yuxian County, Hebei Province. Bulletin Tianjin Institute Geol. Min. Res., 13: 1-138. [洪友崇, 1985. 河北蔚县下花园组新的昆虫化石. 中国地质科学院天津地质矿产研究所刊, 13: 131~138]
- Hong, Y-C, Yan, D-S and Wang, D-Y 1989. Discovery of early Cretaceous Cretacechorista gen. nov. Insecta: Mecoptera from Jiuquan Basin, Gansu Province. Memirs of Beijing Natural History Museum, 44: 1-9. [洪友崇, 阎敦实, 王大悦, 1989. 酒泉盆地早白垩世白垩螭蛉新属 (昆虫纲) 的发现. 北京自然博物馆研究报告, 44: 1~9]
- Hong, Y-C and Xiao, Z-Z 1997. New fossil Blattodea, Coleoptera and Mecoptera (Insecta) from Houcheng Formation of Yanqing County, Beijing, in China. Beijing Geol., 9 (3) : 1-10. [洪友崇, 萧宗正, 1997. 北京延庆后城组蜚蠊目、鞘翅目和长翅目化石 (昆虫纲). 北京地质, 9 (3) : 1~10]
- Hong, Y-C, Guo, X-R and Wang, W-L 2002. Middle Triassic new fossils of Mesopanorpadidae (Insecta: Mecoptera) from Tongchuan of Shaanxi Province, China. Acta Zootax. Sin., 27 (2) : 278-283. [洪友崇, 郭新荣, 王文力, 2002. 陕西铜川中三叠世中生螭蛉科新化石属种 (昆虫纲: 长翅目). 动物分类学报, 27 (2) : 278~283]
- Hong, Y-C, Chen, S-E and Liu, S-T 2002. Middle Triassic new fossils of Protorthophlebia Tillyard (Insecta: Mecoptera) from Tongchuan Region of Shaanxi Province, China. Entomologia Sinica, 9 (2) : 51-57. [洪友崇, 陈淑娥, 刘顺堂, 2002. 陕西铜川中三叠世原直脉螭蛉属 (昆虫纲, 长翅目) 新化石. 昆虫学报, 9 (2) : 51~57]
- Hong, Y-C and Guo, X-R 2003. Two new Middle Triassic genera and species of Mesopanorpadidae (Insecta: Mecoptera) from Shaanxi Province, China. Acta Zootax. Sin., 28 (4) : 716-720. [洪友崇, 郭新荣, 2003. 陕西中三叠世中生螭蛉科两新属和新种 (昆虫纲, 长翅目). 动物分类学报, 28 (4) : 716~720]
- Hong, Y-C 2003. The development existing problems and prospect on the palaeoentomology. Geological Bulletin of China, 22 (2) : 72-86. [洪友崇, 2003. 古昆虫学的发展、存在问题与展望. 地质通报, 22 (2) : 72~86]
- Hong, Y-C and Zhang, Z-J 2004. New taxonomy of Orthophlebiidae. Geological Bulletin of China, 23 (8) : 802-808. [洪友崇, 张志军, 2004. 直脉螭蛉科新分类. 地质通报, 23 (8) : 802~808]
- Hong, Y-C, Guo, X-R and Li, Z 2005. New middle Triassic genus and species of Neorthophlebiidae (Insecta: Mecoptera) from Tongchuan Region, Shaanxi Province, China. Acta Zootaxonomica Sinica, 30 (3) : 467-469. [洪友崇, 郭新荣, 李竹, 2005. 中国陕西铜川中三叠世新直脉螭蛉科一新属一新种 (昆虫纲, 长翅目). 动物分类学报, 30 (3) : 467~469]
- Hong, Y-C 2005. Two new Middle Triassic genera and species of Pernochoristidae (Insecta: Mecoptera) from Tongchuan Region, Shaanxi Province, China. Acta Zootaxonomica Sinica, 30 (4) : 697-701. [洪友崇, 2005. 中国陕西铜川中三叠世二叠螭蛉科两新属两新种 (昆虫纲, 长翅目). 动物分类学报, 30 (4) : 697~701]
- Huang, Z-Q, Li, Fu-Y and Lin, Q-B 1991. Some early Jurassic Insects from Meixi of Yiyang Country, Jiangxi. Acta Palaeontologica Sin., 30 (5) : 647-653. [黄兆祺, 李富玉, 林启彬, 1991. 江西弋阳梅溪早侏罗世昆虫. 古生物学报, 30 (5) : 647~653]

- Lin, Q-B 1976. The Jurassic fossil insects from Western Liaoning. *Acta Palaeontologica Sin.*, 15 (1): 97-118. [林启彬, 1976. 辽西侏罗系的昆虫化石. *古生物学报*, 15 (1): 97~118]
- Lin, Q-B 1980. Fossil insects from the Mesozoic of Zhejiang and Anhui. In: Nanjing Inst. Geol. Palaeont. Division and Correlateion of Stratigraphy of Mesozoic Volcanic Sediments from Zhejiang and Anhui. Science Press, Beijing. 211-234. [林启彬, 1980. 浙皖中生代昆虫化石. 浙皖中生代火山沉积岩地层的划分及对比. 北京: 科学出版社. 211~234]
- Lin, Q-B 1982. Mesozoic and Cenozoic insects. In: Atlas of Palaeontology from Northwest Region, Shaanganning Division. Geological Publishing House, Beijing. 70-83. [林启彬, 1982. 昆虫纲, 西北地区古生物图册 (三) 陕甘宁分册. 北京: 地质出版社. 70~83]
- Lin, Q-B 1985. Insect fossils from the Hanshan Formation at Hanshan county, Anhui Province. *Acta Palaeontologica Sin.*, 24 (3): 300-311. [林启彬, 1985. 安徽含山含山组昆虫化石. *古生物学报*, 24 (3): 300~311]
- Lin, Q-B 1986. Early Mesozoic Fossil Insect from the South China. *Palaeontologica Sinica* (Series B, no. 21). Science Press, Beijing. 82-84. [林启彬, 1986. 华南中生代早期的昆虫, 中国古生物志, 新乙种第 21 号. 北京: 科学出版社. 82~84]
- Lin, Q-B 1992. Late Triassic insect fauna from Toksun, Xinjiang. *Acta Palaeontologica Sin.*, 31 (3): 313-335. [林启彬, 1992. 新疆托克逊晚三叠世昆虫. *古生物学报*, 31 (3): 313~335]
- Martynova, O. M. 1962. Order Mecoptera, Scorpionflies, Osnoy paleontologii: Chlenistonogie, trakheinye ikhliterovoye (Foundations of Paleontology: Arthropoda, Tracheata and Chelicerata), Akad. Nauk SSSR. pp. 283-294.
- Novokshonov, V. G. 1997a. Rannyya Evolyutsiya Skorpiionnits (Early Evolution of Scorpionflies (Insecta: Panorpidae)). *Nauka, Moscow*. 140 p. (in Russian).
- Novokshonov, V. G. 1997b. Some Mesozoic scorpionflies (Insecta: Panorpidae = Mecoptera) of the families Mesopsychidae, Pseudopolycentropodidae, Bittacidae, Permochoristidae. *Paleontol. Zhurnal* (1): 65-71 (in Russian, English translation).
- Novokshonov, V. G. 1998. Some Problems of Scorpionfly (Mecoptera) Evolution. *Entomological Review*, 78 (3): 378-390.
- Novokshonov, V. G. 2004. The first Mecopteroids (Insecta: Papilionidea = Mecopteroidea) and the origin of scorpionflies (Panorpidae = Mecoptera), with description of a legless eruciform larva from the lower Permian of Tsherkarda. *Paleontological Journal*, 38 (2, Suppl.): S204-S213.
- Penny, N. D. 1975. Evolution of the extant Mecoptera. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 48 (3): 331-350.
- Rasnitsyn, A. P. and Quicke, D. L. J. 2002. *History of Insects*. Kluwer Academic Publisher, Norwell. pp. 194-209.
- Ren, D 1993. First discovery of fossil Bittacids from China. *Acta Geological Sinica*, 67 (4): 376-381. [任东, 1993. 蚊蝎蛉科化石在我国的首次发现. *地质学报*, 67 (4): 376~381]
- Ren, D, Lu, L-W, Guo, Z-G and Ji, S-A 1995. Faunae and Stratigraphy of Jurassic-Cretaceous in Beijing and the Adjacent Areas. Seismic Publishing House, Beijing. 91-94. [任东, 卢立五, 郭子光, 姬书安, 1995. 北京与邻区侏罗-白垩纪动物群及其地层. 北京: 地震出版社, 91~94]
- Ren, D 1997. Studies on late Jurassic scorpion-flies from Northeast China (Mecoptera: Bittacidae, Othophlebiidae). *Acta Zootax. Sin.*, 22 (1): 75-85. [任东, 1997. 中国东北侏罗世蝎蛉化石研究 (长翅目: 蚊蝎蛉科, 直脉蝎蛉科). *动物分类学报*, 22 (1): 75~85]
- Ren, D and Shih, C-K 2005. The first discovery of fossil Eomeropids from China (Insecta, Mecoptera). *Acta. Zootax. Sin.*, 30 (2): 275-280. [任东, 史宗冈, 2005. 原蝎蛉化石在中国的首次发现 (昆虫纲, 长翅目). *动物分类学报*, 30 (2): 275~280]
- Wang, W-L 1980. Palaeontological Atlas of northeast China, Insecta. Geological Publishing House, Beijing. 130-153. [王五力, 1980. 东北地区古生物图册 (二), 昆虫纲. 北京: 地质出版社. 130~153]
- Whiting, M. F. 2001. Mecoptera is paraphyletic: multiple genes and phylogeny of Mecoptera and Siphonaptera. *Zoologica Scripta*, 31: 93-104.
- Willmann, V. R. 1984. Mecopteren aus dem Lias von Niedersachsen (Insecta, Holometabola) [Mecoptera from the Lias of Lower Saxony (West Germany) (Insecta, Holometabola)]. *N. Jb. Geol. Palaont. Mh. H.*, 7: 437-448, 7Abb; Stuttgart.
- Willmann, V. R. 1987. The phylogenetic system of the Mecoptera. *Systematic Entomology*, 12: 519-524.
- Willmann, V. R and Novkshonov, V. 1998. Neue Mecopteren aus dem oberen Jura von Karatau (Kasachstan) (Insecta, Mecoptera: 'Orthophlebiidae'). *Paläontol. Zeitschr.*, 72 (3/4): 281-298.
- Zhang, H-C 1996. Mesozoic insects of Orthophlebiidae (Insecta, Mecoptera) from Junggar Basin, Xinjiang China. *Acta Palaeontologica Sin.*, 35 (4): 442-454. [张海春, 1996. 新疆准噶尔盆地中生代直脉科 (昆虫纲, 长翅目) 昆虫化石. *古生物学报*, 35 (4): 442~454]
- Zhang, Z-J, Lu, L-W, Jin, Y-G, Fang, X-S and Hong, Y-C 2003. Discovery of fossil insects in the Tuodian Formation, central Yunnan. *Geological Bulletin of China*, 22 (6): 452-455. [张志军, 卢立伍, 靳悦高, 方晓思, 洪友崇, 2003. 滇中妥甸组中首次发现昆虫化石. *地质通报*, 22 (6): 452~455]

## CURRENT KNOWLEDGE OF RESEARCH ON MECOPTERA FOSSILS IN CHINA

SUN Jian-Hai, REN Dong, HUANG Jian-Dong

College of Life Science, Capital Normal University, Beijing 100037, China; E-mail: rendong@mail.cnu.edu.cn

**Abstract** Mecoptera have a very well-documented fossil history. Based on the geological record, the earliest putative mecopteroids were from the Lower Permian. Up to now, 29 publications dealing with Chinese fossils of Mecoptera have appeared. There are 11 families, 28 genera and 51 species described from the strata of the Triassic to the Cretaceous periods, among them only 4 families remain extant. In the Triassic and Jurassic, mecopteroids were very abundant and diverse; by the Cretaceous their numbers waned considerably. A checklist of Chinese mecopteran fossils with their distribution and geological age is given. The current status and some problems on the taxonomic researches on fossil Mecoptera are reviewed. Numerous mecopteran

**Key words** Mecoptera, scorpionfly, fossil, taxonomy, China.

fossils were found from China, most of course known only as wings or parts of body, and so their classification is obscure and even confusing. The study on fossil Mecoptera is vital to interpret some major problems of this order, which are still unaccounted till now, such as the geographical origin, phylogenetic relationships and mechanism of distribution pattern. In this paper, origin and evolution of some families within this order, and the relationships between Mecoptera and other holometabolous are summarized briefly. Obviously, greater knowledge of body structures of the extinct species is necessary before the main phylogenetic lines can be derived.