

基于支序系统学的中国蓟马科系统发育研究

胡庆玲^{1,2,3}, 冯纪年³

(1. 陕西省河流湿地生态与环境重点实验室, 陕西渭南 714000; 2. 渭南师范学院化学与环境学院, 陕西渭南 714000; 3. 西北农林科技大学植保资源与病虫害防治教育部重点实验室, 陕西杨凌 712100)

摘要: 蓟马科 Thripidae 昆虫是重要的经济害虫之一, 到目前为止, 我国蓟马科的分类还比较混乱, 亟需对其系统分类进行深入研究。本文基于西北农林科技大学昆虫博物馆(NWAFU)、中国科学院动物研究所(IZCAS)和华南农业大学资源与环境学院(SCAU)检视的实证标本, 运用支序系统学的方法对中国蓟马科 59 属的系统发育进行了初步研究, 并探讨了科内的系统发育关系。结果显示: 蓟马科是一个单系群, 但蓟马亚科 Thripinae 不是一个单系群; 棍蓟马亚科 Dendrothripinae 和针蓟马亚科 Panchaetothripinae 亲缘关系较近, 且互为姐妹群; 绢蓟马亚科 Sericothripinae 的分类地位应降一级, 作为蓟马亚科内的一个族或一个属团; 针蓟马族 Panchaetothripini 的分类地位还有待进一步研究。

关键词: 蓟马科; 系统发育; 支序系统学

中图分类号: Q969 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7083(2017)02-0152-09

The Phylogeny of Chinese Thripidae Based on Cladistics

HU Qingling^{1,2,3}, FENG Jinian³

(1. Key Laboratory for Ecology and Environment of River Wetlands in Shaanxi Province, Weinan, Shaanxi Province 714000, China; 2. Weinan Normal University, College of Chemistry and Environment, Weinan, Shaanxi Province 714000, China; 3. Key Laboratory of Plant Protection Resources and Pest Management of Ministry of Education, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi Province 712100, China)

Abstract: Thripidae is one of the most important economic pests. To date, the classification of Chinese Thripidae is chaotic and urgently needs more intensive research. In this study, the phylogeny of 59 known genera of Chinese Thripidae was investigated based on the specimens deposited in Northwest A & F University (NWAFU), Institute of Zoology, Chinese Academy of Science (IZCAS), and South China Agricultural University (SCAU), by using the principle and methods of cladistics, and the phylogenetic relationships within the family were also discussed. The results showed that Thripidae was a monophyly, but except the Thripinae; Dendrothripinae and Panchaetothripinae, as sister group to each other, had close relationship; the classification status of Sericothripinae should be dropped as Sericothripini or *Sericothrips* genus-group; the classification of Panchaetothripini needed further research.

Keywords: Thripidae; phylogeny; cladistics

缨翅目 Thysanoptera 因其前缘为缨翅而得名, 俗称蓟马, 其前足跗节有翻缩性“泡囊”, 故又称为泡足目。在昆虫的系统发生史中, 该类昆虫是一类具有伪蛹阶段的过渐变态昆虫, 是不全变态向全变态过渡的中间类型, 在昆虫发生史上具有相对重要的地位。蓟马科 Thripidae 隶属于缨翅目蓟马总科 Thripodea, 全世界已知约 280 属 2 000 余种, 中国地域宽广, 横跨古北界和东洋界 2 个世界动物地理分区,

分布有 79 属 315 种(胡庆玲, 2013)。

与其他昆虫相比, 中国的蓟马研究多集中在东南沿海地区, 其他地区研究较少, 而且长期以来缺乏比较全面系统的研究, 分类工作还处于零星的属种单元的描述阶段, 动物地理及其区系分布分析几乎空白, 所以对我国蓟马科昆虫进行深入全面的研究非常必要。

蓟马科分类使用最广泛的是 4 亚科分类系统

收稿日期: 2016-09-27 接受日期: 2017-01-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(30570205); 陕西省高校科协青年人才托举计划项目(20160235); 渭南师范学院人才基金科研项目(15ZRRC03); 渭南市科技创新扶持资金项目(2015TCTD-2)

作者简介: 胡庆玲(1985—), 女, 博士, 讲师, 研究方向: 昆虫系统学与生物多样性, E-mail: qlhu@nwsuaf.edu.cn

(Masumoto, 2010): 针蓟马亚科 Panchaethripinae、棍蓟马亚科 Dendrothripinae、绢蓟马亚科 Sericothripinae 和蓟马亚科 Thripinae。但由于该系统并未对亚科指定族和亚族, 所以很多研究者仍继续使用 Priesner (1949) 及 Wilson (1975) 的分类系统。

从系统发育的观点来看, 蓟马科虽然被认为是一个独立的类群, 但其内部亲缘关系并不明确 (Mound & Morris, 2007)。因此, 深入研究该类群对阐明其系统发育关系、建立合理的分类系统有着十分重要的意义。

目前, 对中国蓟马科系统发育方面的研究仅限于冯毅 (2010) 基于分子数据研究了蓟马科蓟马族的部分属级单元 (11 属 19 种) 的亲缘关系, 缺乏较系统全面的研究。为此, 本文基于支序系统学研究方法和实证标本 (59 属), 对该科在属级及以上的分类单元的系统发育关系进行了初步探讨, 以期对中

国蓟马科的系统发育研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

实证标本分别来自西北农林科技大学昆虫博物馆 (NWAUFU)、中国科学院动物研究所 (IZCAS) 和华南农业大学资源与环境学院 (SCAU)。

1.2 方法

1.2.1 选取外群 根据外群的选取原则 (黄大卫, 1996), 外群应该是在分类上和内群关系密切, 但是进化级别应和内群的级别相当或低于内群, 而且外群应具有较少的特化特征, 所以选取纹蓟马属 *Aeolothrips* 和眼管蓟马属 *Ophthalmothrips*。

1.2.2 选取特征 本研究用于支序分析的特征均为雌成虫和雄成虫外部形态特征。中国蓟马科系统发育分析所用特征及其演化系列见表 1。

表 1 中国蓟马科 59 属系统发育分析特征及其演化系列
Table 1 Characteristics and derived states of 59 genera of Chinese Thripidae

序号	选取特征及其编码
	体表
1	体表刻纹情况: (0) 常有简单刻纹, 通常为横交错线纹, 有时局部有网纹, 足少有网纹; (1) 体表常具精细雕刻纹, 体背和足常有网纹或皱纹
	头部
2	头部长宽比: (0) ≤ 1 ; (1) > 1 ; (2) 明显 > 1
3	单眼区是否隆起: (0) 否; (1) 略微隆起; (2) 明显隆起
4	头背后期是否形成宽的颈片: (0) 否; (1) 是; (2) 仅有平滑后缘带, 非宽颈片
5	头背隆起刻纹情况: (0) 无隆起刻纹; (1) 隆起刻纹较少; (2) 隆起刻纹较多
6	头背是否有刻纹: (0) 较平滑或线纹; (1) 有强网纹; (2) 有强皱纹
7	头背有无网状凸起延伸成凸颊缘: (0) 无; (1) 有
8	头背后期有无一系列大网纹: (0) 无; (1) 有
9	头部在复眼基部间是否延伸: (0) 否; (1) 是
10	触角是否呈性二态: (0) 否; (1) 是
11	触角节数: (0) 8 节; (1) 节 VI 有斜缝, 似 9 节; (2) 9 节; (3) 7 节; (4) 6 节
12	触角节 I 有无 1 对背顶鬃: (0) 无; (1) 有
13	触角节 I 形状: (0) 普通; (1) 宽明显大于长
14	触角节 II 形状: (0) 普通; (1) 膨大呈球状; (2) 向外延伸呈三角状
15	触角节 III: (0) 对称; (1) 不对称
16	触角节 III 感觉锥形状: (0) 非简单和叉状; (1) 简单; (2) 叉状
17	触角节 III 和 IV 端部是否收缩如颈: (0) 否; (1) 是
18	触角节 IV 感觉锥形状: (0) 非简单和叉状; (1) 简单; (2) 叉状
19	触角节 VI 感觉锥基部: (0) 不膨大; (1) 膨大
20	触角节 VI 是否有斜缝: (0) 否; (1) 是
21	触角端部情况: (0) 端部几节短小而连接紧密; (1) 普通; (2) 端部几节形成节芒; (3) 端部一节极度伸长
22	前单眼前鬃是否存在: (0) 是; (1) 否
23	前单眼前侧鬃与单眼间鬃长度之比: (0) ≈ 1 ; (1) 明显 > 1 ; (2) 明显 < 1
24	下颚须节数: (0) 3 节; (1) 2 节

续表 1

序号	选取特征及其编码
25	口锥长度:(0)普通;(1)极度延伸,伸至前胸腹板后缘之外 胸部
26	前翅是否有横脉:(0)是;(1)否;(2)无翅或短翅
27	前翅是否有暗带:(0)是;(1)否;(2)无翅或短翅
28	前翅前缘是否有缨毛:(0)是;(1)否;(2)无翅或短翅
29	前翅前缘有无缨毛:(0)无;(1)从腹面发出;(2)从前缘或靠近前缘发出;(3)无翅或短翅
30	前翅后缘缨毛情况:(0)直;(1)弯曲;(2)无翅或短翅
31	前翅前缘缨毛与前脉鬃长度情况:(0)无前缘缨毛;(1)前翅前缘鬃长于前缘缨毛;(2)前翅前缘鬃短于前缘缨毛;(3)无翅或短翅
32	前翅翅脉鬃形状:(0)普通;(1)端部膨大;(2)无翅或短翅
33	前翅微毛情况:(0)普通;(1)脉上微毛显著大于脉间微毛;(2)无翅
34	前翅端部是否向后弯:(0)否;(1)是;(2)无翅
35	前翅脉鬃是否明显:(0)否;(1)是;(2)无翅
36	前翅前脉端鬃情况:(0)脉鬃列完整,无间断;(1)不完整,有间断,端鬃一般 2 根;(2)不完整,有间断,端鬃一般 3 根;(3)不完整,有间断,端鬃一般 >3 根;(4)无翅或短翅;(5)脉鬃不显著
37	前翅后脉鬃情况:(0)有鬃;(1)无鬃;(2)无翅
38	前胸刻纹情况:(0)无刻纹或仅有线纹;(1)多角形网纹;(2)强皱纹
39	前胸刻纹隆起情况:(0)无隆起刻纹;(1)有隆起刻纹
40	前胸是长鬃对数:(0)0;(1)1;(2)2;(3)3;(4)4;(5)5;(6)6
41	前胸是否有骨化板:(0)否;(1)是
42	前胸前缘有无长鬃:(0)无;(1)有
43	前胸形状:(0)普通;(1)梯形
44	前胸鬃形状:(0)普通;(1)矛形
45	前胸后角鬃端部是否膨大:(0)否;(1)是
46	前胸长宽比:(0)≤1;(1)>1;(2)明显>1
47	前胸前角是否扩张:(0)否;(1)是
48	前胸在后缘长鬃内是否有 1 对小鬃:(0)否;(1)是
49	前胸腹面是否有由微毛构成的三角形板状物:(0)否;(1)是
50	前足端跗节上有无钩齿:(0)有;(1)无
51	前足胫节端部内角是否有手状突起:(0)否;(1)是
52	前足胫节端部是否有钩齿:(0)否;(1)是
53	中胸刻纹情况:(0)横纹至相互交错的横纹;(1)网纹;(2)几乎光滑;(3)强皱纹
54	中胸盾片是否完整:(0)是;(1)否
55	中胸内叉骨是否分开成两部分:(0)否;(1)是
56	中胸内叉骨是否有刺:(0)是;(1)否
57	中、后胸盾片形状:(0)普通;(1)长方形
58	后胸盾片是否与小盾片愈合:(0)是;(1)否
59	后胸腹片内叉骨是否增大:(0)否;(1)是
60	后胸盾片是否有三角形网纹构造:(0)否;(1)是
61	后胸盾片中部是否具刻纹:(0)是;(1)否
62	后胸盾片中对鬃的位置:(0)不稳定;(1)在前缘上或靠近前缘;(2)在盾片中、后部
63	后胸腹片形状:(0)普通;(1)“V”形;(2)“Y”形
64	后胸内叉骨是否有刺:(0)是;(1)否
65	足股、胫节上是否密披微环列微毛:(0)否;(1)是
66	后足跗节是否延伸:(0)否;(1)是
67	跗节数:(0)2 节;(1)1 节

续表 1

序号	选取特征及其编码
	腹部
68	腹节背片两侧有无微弯梳:(0)无;(1)有
69	腹节背片后缘梳毛情况:(0)无;(1)仅节Ⅷ有且不完整;(2)仅节Ⅷ有且完整;(3)部分节后缘完全或部分排列有梳毛
70	腹节背片中对鬃:(0)普通;(1)长且相互靠近
71	腹节背片微毛情况:(0)无微毛;(1)仅节Ⅷ两侧气孔附近有微毛;(2)仅背片两侧密披微毛;(3)背片中部和两侧均密披微毛(绢蓟马属);(4)腹节Ⅱ两侧有成片细长微毛;(5)背片两侧刻纹上密披微毛
72	腹节背片刻纹:(0)普通;(1)有明显的多角形网纹;(2)完全网纹;(3)仅两侧有多角形网纹;(4)为强皱纹;(5)仅两侧有横竖相间的线纹
73	腹节背片是否有连续不间断的长齿:(0)否;(1)是
74	腹节背片是否有连续不间断三角形齿:(0)否;(1)是
75	腹节背片后缘是否有不呈齿状裂片的连续缘膜或短齿:(0)否;(1)是
76	腹节背片两侧:(0)普通;(1)有齿(草蓟马属)
77	腹节背片两侧是否有微毛呈现“V”形:(0)否;(1)是
78	腹节背片两侧刻纹间是否有许多微毛:(0)否;(1)是
79	腹节是否收缩:(0)宽,非腰状;(1)腹节Ⅱ收缩呈腰状;(2)腹节Ⅰ收缩呈腰状
80	腹节Ⅱ背片是否有强微毛、结节或网结状突起:(0)无特殊的表皮凸起;(1)两侧有密的疣状物;(2)两侧有圆形突起;(3)有成片长绒毛长于表皮突上;(4)有密的载毛突起
81	腹节Ⅱ~Ⅶ背片两侧1/3后缘是否有不规则鳍梳:(0)否;(1)是
82	腹节Ⅲ~Ⅶ背片和腹片两侧是否有成对的网眼状空隙群:(0)否;(1)是
83	腹节Ⅶ~Ⅹ背片鬃:(0)无长粗鬃;(1)有长粗鬃
84	腹节Ⅷ背片气孔周围是否有围绕气孔的刻点区:(0)否;(1)是
85	腹节Ⅷ背片微弯梳位置:(0)无;(1)气孔后中部;(2)气孔前外侧
86	腹节腹片刻纹情况:(0)普通;(1)网纹
87	腹节腹片是否有附属鬃:(0)否;(1)是
88	腹节腹片情况:(0)普通;(1)有三角形齿;(2)不规则齿;(3)长齿;(4)裂片状缘膜
89	腹节腹片缘膜:(0)无;(1)有
90	腹节X形状:(0)普通;(1)管状
91	腹节X背片端对鬃端部是否膨大:(0)否;(1)是
92	雌虫产卵器结构:(0)长,明显锯齿状;(1)较弱,且无锯齿;(2)无特殊产卵器
93	雌虫产卵器弯曲方向:(0)无;(1)背向弯曲;(2)腹向弯曲
	雄虫
94	节Ⅸ背片是否有特化的结构:(0)抱握器等类似物;(1)粗鬃等类似物;(2)否
95	腹片是否有腺域:(0)否;(1)是
96	腺域的形状:(0)无;(1)圆形至卵圆形;(2)“C”形;(3)哑铃形;(4)不规则
97	每节腺域个数:(0)0;(1)1;(2)2;(3)>2;(4)不规则

1.2.3 特征编码及建立数据矩阵 确定特征极向是重建系统发育的关键之一,外群分析法被广泛认为是在支序分析中确定极向的最可靠的方法之一。本次分析对二态特征采用二态编码,编码为“0、1”;多态特征采用加性编码,编码为“0、1、2、3...”,遗失特征或不确定特征标记为“?”。支序分析选取的59属97个特征数据矩阵见表2,所有特征均为作者根据标本获取。

2 运算结果与分析

本研究采用 PAUP 系统发育软件(version 4.0b10)在 Windows 环境下结合 Treeview(Win32)完成。

将特征数据编码矩阵写入 Nexus 格式文件,命令设置为:

```
set criterion = parsimony; maxtrees = 1 000; increase = auto; hsearch start = stepwise
```

表 2 中国蓟马科 59 属及外群系统发育分析特征及其演化系列
Table 2 Characteristic matrix of 59 genera of Chinese Thripidae and outgroups

Table with 2 columns: 属级单元名称 (Genus name) and a long binary sequence of characters (0s and 1s) representing morphological characteristics for 59 genera and outgroups.

续表 2

属级单元名称	000000000111111111222222222333333333444444444555555555666666666777777777888888888999999999 1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567
小头蓟马属 <i>Microcephalothrips</i>	00000000003000020200110001102120001200020000000001000000100010100010000010000000001011000022111
圈针蓟马属 <i>Monilothrips</i>	10010101000001021200202101102110001000010000000001001001010002010000200200000000000100000021000
喙蓟马属 <i>Mycterothrips</i>	00000000010100020200102001102120001100020000000001000000100010000002050000001000000010000022000
新绢蓟马属 <i>Neohydatothrips</i>	0010000000?0000202001020011021200010?002100000000100000000001211000312000000000000000000022131
齿蓟马属 <i>Odontothrips</i>	000000000010002021010200110212000110002000000000010000010001010000101000000000000000002?000
针蓟马属 <i>Panchaetothrips</i>	10120100000001011200202101102120001010000000000010010010110010100000030000000000100100010021131
拟斑蓟马属 <i>Parabliothrips</i>	0000000000000002020010200110212000100003010000001000001010011010001?0000000000000200000021?31
缺缨针蓟马属 <i>Phibalothrips</i>	1121010000300101110020?10111000000051100000001001001001010102010010000300000000000010000022111
腹毛梳蓟马属 <i>Projectothrips</i>	000000000000000202003?20011021200011000?000000001000000100010?0000302000000000000000000021131
伪棍蓟马属 <i>Pseudodendrothrips</i>	101000000010010202011??101002010001?10010000000010000001100201011021?5000000000000000000022000
裸蓟马属 <i>Psilothrips</i>	1010000000000002020010200101000000110002000000000100000010002000000101000001000000010000022111
杆角蓟马属 <i>Rhaphidothrips</i>	0000000000000002020031200110212000110002000000000100000?01000101000020000000000000000000022131
皱针蓟马属 <i>Rhipiphorothrips</i>	100002000000010?1?0020?10111000000050200000000000100310101110201001031040000000000100100001021111
硬蓟马属 <i>Scirtothrips</i>	0000000000000002020010000110212000110001000000000100000010001001000212000000000000000000020000
食螨蓟马属 <i>Scolothrips</i>	000000000000000202001020010021100010000601000000010000000100010000000000000000000000000022131
滑胸针蓟马属 <i>Selenothrips</i>	102212000000010212002001011021200010000100000000010000010101020100102003000000000000100000021111
绢蓟马属 <i>Sericothrips</i>	0010000000?000020200102002223300010?0021000000001000000000012100003130000000000000000000022131
直鬃蓟马属 <i>Stenchaetothrips</i>	0000000000300002020011100110212000120002000000000100000?010001010001?000?0?0000000100000022110
带蓟马属 <i>Taeniothrips</i>	0200000010000002020011200110212000120002000000000?000000010001010000200000000000000000000221?1
蓟马属 <i>Thrips</i>	0000000000?000020200112001102120001?00020000000001000000010001010001?000000000000010?00000221?1
异色蓟马属 <i>Trichromothrips</i>	0000000010010002020011200110212000110002000000000100200001001101000000000000000000000000021143
尾突蓟马属 <i>Tusothrips</i>	000000000000000202001?000100212000120002000000000100000101000101000000000000000000000000021000
普通蓟马属 <i>Vulgothrips</i>	0000000000000002020010200110212000100002000000000100000010001010000200100000000000010000002????
吉野蓟马属 <i>Yoshinothrips</i>	00000000000100010?001120010021200011000200100100010000000100020?00000000000000000000000000022113
胸鬃针蓟马属 <i>Zaniothrips</i>	10210001000001021200201101102110001000040100000010010010110020100100041000000000000100000021000

运行结果得到 2 棵简约树,最终得到 1 棵严格合意树(strict consensus tree) (Tree length = 432, CI = 0. 377 3, RI = 0. 596 1) (图 1)。

(1)所选的 97 个特征中,78 个特征为有效特征(parsimony-informative characters)、1 个为恒定特征(constant character)、18 个为无效特征(parsimony-uninformative characters)。所有特征均无序,且不加权。

(2)从图 1 可以看出:

根部节点 120 为外群节点,分为 2 支,一支为纹蓟马属,另一支为内群。

节点 119 为内群节点,所包括类群的共同衍征为:16(触角节 III 感觉锥形状, CI = 0. 333), 18(触角节 IV 感觉锥形状, CI = 0. 400), 21(触角端部情况, CI = 0. 500), 30(前翅后缘缨毛情况, CI = 0. 333), 35(前翅脉鬃是否明显, CI = 0. 333), 36(前翅脉端鬃情况, CI = 0. 235), 50(前足端跗节上有无钩齿, CI = 0. 500), 64(后胸内叉骨是否有刺, CI = 0. 143), 93

(雌虫产卵器弯曲方向, $CI = 1.000$), 94(节 IX 背片是否有特化的结构, $CI = 0.167$) 支持。节点 119 分为 2 个大的分支, 一支为节点 118 所包含的类群, 较早分化出来, 另一支为节点 114 所包含的类群。

节点 118 所包含的类群为蓟马亚科的类群, 分为 2 支, 一支为节点 117 所包含的类群, 另一支为节点 116 所包含的类群。节点 117 为一个单系群。节点 116 分为 2 支, 一支为横断蓟马属 *Hengduanothrips*, 较早分化出来, 另一支为节点 115 所包含的类群, 为一个单系群。

节点 114 分为 2 个大的分支: 节点 113 和节点 99 所包含的类群。

节点 113 分为 2 支, 一支为背刺蓟马属 *Dendrothripoides*, 较早分化出来, 另一支为节点 112 所包含的类群。节点 112 分为 2 个分支: 一支是节点 111 所包含的类群, 为棍蓟马亚科所属类群, 另一支为节点 110 所包含的类群, 是针蓟马亚科所包含的类群。节点 105 所包含的类群是属于圈针蓟马族 *Monilothripini* 的类群, 且圈针蓟马属 *Monilothrips* 和胸鬃针蓟马属 *Zaniothrips* 互为姐妹群; 节点 101 所包含的类群为属于精针蓟马族 *Trypactothripini* 的类群, 其中星针蓟马属 *Astrothrips* 较早分化出来, 异毛针蓟马属 *Anisopilothers* 和矛鬃针蓟马属 *Copidothrips* 互为姐妹群。

节点 99 分成 2 支, 一支为节点 98 所包含的类群, 为一个单系群, 另一支为节点 97 所包含的类群。节点 97 分成 2 支, 一支为节点 62 所包含的呆蓟马属属团 *Anaphothrips* genus group, 为一个单系群, 另一支为节点 96 所包含的类群。节点 96 分成 2 支, 一支为膨锥蓟马属 *Chilothers*, 另一支为节点 95 所包含的类群。节点 95 分为 2 支, 一支为二鬃蓟马属 *Dichromothrips*, 另一支为节点 94 所包含的类群。节点 94 分为 2 支, 一支为节点 93 所包含的类群, 另一支为节点 75 所包含的类群。节点 93 分为 2 支, 一支为节点 92 所包含的类群, 为一个单系群, 是带蓟马属属团 *Taeniothrips* genus group 所包含的类群, 另一支为节点 91 所包含的类群。节点 91 分为 2 支, 一支为杆角蓟马属 *Rhaphidothrips*, 其衍征为: 21(触角端部情况, $CI = 0.500$), 另一支为节点 90 所包含的类群。节点 90 分为 2 支, 一支为节点 89 所包含的类群, 另一支为节点 82 所包含的类群。节点 89 分为 2 支, 一支为节点 88 所包含的类群, 另一支为节点 85 所包含的类群。节点 88 分为 2 支, 一支为

节点 87 所包含的类群, 另一支为节点 86 所包含的类群, 为一个单系群, 是大蓟马属属团 *Megalurothrips* genus group 所包含的类群。节点 85 分为 2 支, 一支为腹毛梳蓟马属 *Projectothrips*, 较早分化出来, 另一支为节点 84 所包含的类群。节点 84 为绢蓟马亚科所包含的类群, 为一个单系群, 其中绢蓟马属 *Sericothrips* 先分化出来, 为该亚科中较为原始的类群, 裂绢蓟马属 *Hydatothrips* 和新绢蓟马属 *Neohydatothrips* 互为姐妹群。

节点 82 分为 2 支, 一支为节点 81 所包含的类群, 另一支为节点 78 所包含的类群。节点 81 分为 2 支, 一支为节点 80 所包含的类群, 为一个单系群, 另一支为节点 79 所包含的类群, 为一个单系群。节点 78 分为 2 支, 一支为节点 77 所包含的类群, 为花蓟马属属团 *Frankliniella* genus group 所包含的类群, 是一个单系群, 另一支为节点 76 所包含的类群, 也是一个单系群。

节点 75 分为 2 支, 一支为节点 74 所包含的由蓟马属属团 *Thrips* genus group 所构成的单系群, 一支为节点 71 所包含的类群。节点 71 分为 2 支, 一支为贝蓟马属 *Bathrips*, 另一支为节点 70 所包含的类群。节点 70 分为 2 支, 一支为节点 69 包含类群, 是一个单系群, 另一支为节点 68 所包含的类群。节点 68 分为 2 支, 一支为异色蓟马属 *Trichromothrips*, 较早分化出来, 另一支为节点 67 所包含的类群。节点 67 分为 2 支, 一支为节点 66 所包含的单系群, 另一支为节点 65 所包含的类群。节点 65 分为 2 支, 一支为节点 63 所包含的类群, 另一支为节点 64 所包含类群。节点 64 所包含的类群为一个单系群; 节点 63 所包含的类群为一个单系群, 属于指蓟马族 *Chirothripini*。

3 结果与讨论

从对支序图的分析可知, 该图基本明确了中国蓟马科各属的分类地位和进化顺序, 并可以得出如下结论:

(1) 蓟马科为单系群。

节点 119 为内群节点, 整个内群与纹蓟马属互为姐妹群, 而纹蓟马属和内群共同与眼管蓟马属互为姐妹群。纹蓟马属与内群关系更密切, 与内群形成一个单系群, 而眼管蓟马属较为原始, 这与韩运发(1997)依据生态学进化途径认为管尾亚目 *Tubulifera* (管蓟马科 *Phlaeothripidae*) 较为原始的论断一致。

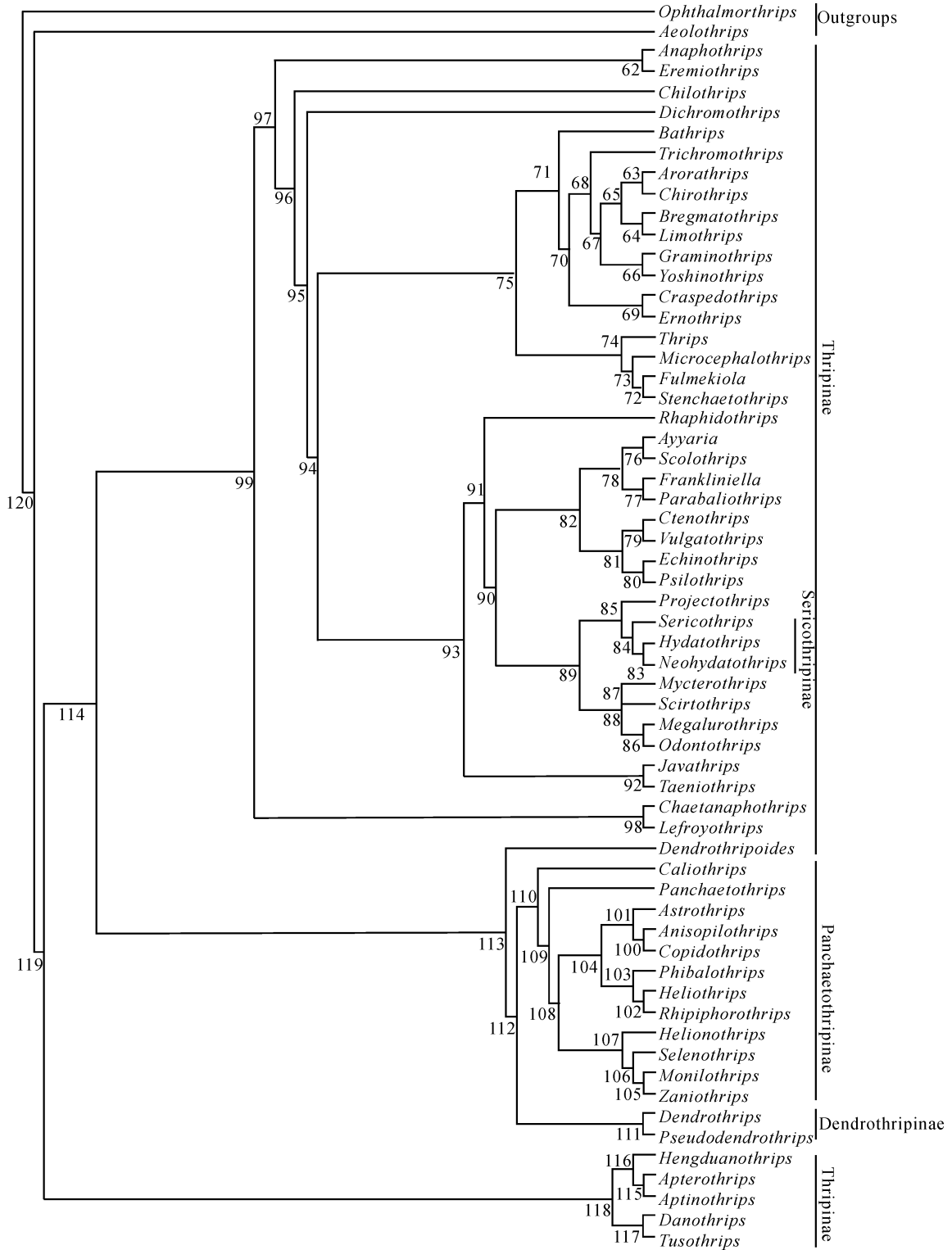


图1 中国蓟马科 59 属严格合意树
Fig. 1 Consensus tree of 59 genera of Thripidae from China

(2) 棍蓟马属 *Dendrothrips* 和伪棍蓟马属 *Pseudodendrothrips* 互为姐妹群。
(3) 整个针蓟马亚科是一个单系群, 精针蓟马族和圈针蓟马族也是单系群, 但针蓟马族 *Panchaeto-*

thripini 不是单系群。
Wilson (1975) 将针蓟马亚科分为 3 个族。Mound 和 Morris (2007) 指出, 针蓟马亚科是一个单系群。本文得出的结论支持 Mound 和 Morris (2007)

观点,但对 Wilson(1975)提出分为 3 个族的观点仅部分支持:节点 105 所包含的类群是属于圈针蓟马族的类群,并且是一个单系群,圈针蓟马属和胸鬃蓟马属互为姐妹群;节点 101 所包含的类群属于精针蓟马族的类群,也是一个单系群,其中,星针蓟马属 *Astrothrips* 较早分化出来,异毛针蓟马属和矛鬃针蓟马属互为姐妹群;但针蓟马族中各属按先后不同的顺序分别分化出来,且不能形成一个单系群,所以对针蓟马族的划分还有待于进一步研究。

(4) 棍蓟马亚科和针蓟马亚科亲缘关系较近,且互为姐妹群。这与韩运发(1997)的观点相同,作者认为棍蓟马亚科和针蓟马亚科亲缘关系较近,由 1(体表刻纹情况)、3(单眼区是否隆起)、24(下颚须节数)等形态学证据支持。

(5) 绢蓟马亚科分类地位有待进一步考证。

绢蓟马亚科作为一个单系群是毋庸置疑的。该亚科的前翅毛序很有特点,但是和蓟马科其余各单元之间的关系仍不清楚。绢蓟马亚科虽然是一个单系群,但是却嵌在蓟马亚科内,为了保持蓟马亚科的单系性(节点 118 除外),绢蓟马亚科分类地位只能降一级,作为蓟马亚科内的一个族或者一个属团,但这个推论的合理性还有待运用分子手段来进行验证。

(6) 节点 118 为内群中最早分化出来的 1 支,包括蓟马亚科的类群,但是却早于蓟马亚科和其他亚科分化出来,由 22(前单眼前鬃是否存在)和 40(前胸是长鬃对数)这 2 个形态学证据所支持。产生这种情况可能的原因有 2 个:其一,无翅蓟马属 *Apterothrips* 和缺翅蓟马属 *Aptinothrips* 均无单眼,所以 22(前单眼前鬃是否存在)的特征序列是基于一个假设,即头背前部的鬃是前单眼前鬃,因为该鬃也有可能是头背的普通的鬃;其二, Mound 和 Morris(2007)指出,前胸长鬃是表型特征,能反映出的系统进化信息有限。

4 蓟马科系统发育研究展望

支序分析图较好地反映了所涉及的类群在亚科水平上的关系,虽然这些结果为缨翅目的系统发育提供了一些信息,有些对现有的分类系统是支持的,有些是有待考证的,但是仍需要更多更深入的研究。

本次支序分析仅限于中国蓟马科中的 59 个属,且没有结合生态学特征,影响了本次支序图拓扑关系的建立,也限制了它的准确性和真实性。

本研究由于样本不全,放弃了分子数据的获取。在今后的研究中,要不断补充研究样本,以期得到包括分子特征在内的更多特征。

理想情况下,更多的种类、形态特征、基因、序列数据对于重建该目的系统发育是非常有用的。在这种情况下,有些阶元的取样仍很薄弱,今后的研究仍需要更多的样本来检验亚科和族的分类假设,应多收集新鲜标本,继续获取分子生物学数据,再结合形态学、生态学、生理学等特征,进一步完善该类群分类系统,使其更接近真实的自然分类系统。

致谢:感谢中国科学院动物研究所(IZCAS)乔格侠教授、党利红博士和华南农业大学资源与环境学院(SCAU)童晓立教授和宋涛在作者访问期间给予的一切帮助。

参考文献:

- 冯毅. 2010. 中国蓟马族基于 CO I 和 16S rRNA 的系统发育研究(缨翅目:蓟马科)[D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学.
- 胡庆玲. 2013. 中国蓟马科系统分类研究(缨翅目:锯尾亚目)[D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学.
- 黄大卫. 1996. 支序系统学概论[M]. 北京:中国农业出版社:189.
- Masumoto M. 2010. Key to genera of the subfamily Thripinae (Thysanoptera: Thripidae) associated with Japanese plant quarantine [J]. Research Bulletin of Plant Protection Service Japan, 46: 25-59.
- Mound LA, Morris DC. 2007. The insect order Thysanoptera: classification versus systematics [J]. Zootaxa, 1668: 395-411.
- Priesner H. 1949. Genera *Thysanopterorum*. Keys for the identification of the genera of the order Thysanoptera [J]. Bulletin De La Société Entomologique D'egypte, 33: 31-157.
- Wilson TH. 1975. A monograph of the subfamily Panchaetothripinae (Thysanoptera: Thripidae)[M]. Memoirs of the American Entomological Institute, 23: 1-354.