# 桉树枝瘿姬小蜂成虫感器超微结构*

黄蓬英[1,2**] 徐 梅[3] 林玲玲[1] 廖富荣[1] 吴 媛[1]

(1. 厦门出入境检验检疫局 厦门 361026; 2. 福建农林大学植保学院 福州 350002;
3. 江苏出入境检验检疫局 南京 210001)

**Ultrastructure of sensilla of *Leptocybe invasa*.** HUANG Peng-Ying[1,2**], XU Mei[3], LIN Ling-Ling[1], LIAO Fu-Rong[1], WU Yuan[1] (1. *Xiamen Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau*, Xiamen 361026, China; 2. *College of Plant Protention*, *Fujian Agriculture and Forestry University*, Fuzhou 350002, China; 3. *Jiangsu Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau*, Nanjing 210001, China)

**Abstract** The morphology and distribution of sensilla on the antenna, compound eye, mouthparts, legs and terminal abdomen of *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle were observed by means of a scanning electron microscope. Eight types of sensilla, namely Böhm bristles Ⅰ, Böhm bristles Ⅱ, chaeticum sensilla, trichodea sensilla Ⅰ, trichodea sensilla Ⅱ, placoid sensilla Ⅰ, placoid sensilla Ⅱ and campaniform sensilla, were found on the surface of antenna. Two types of sensilla, namely trichodea sensilla Ⅳ and chaeticum sensilla, were found on the surface of mouthparts. Four types of sensilla, namely trichodea sensilla Ⅰ, trichodea sensilla Ⅲ, chaeticum sensilla and basiconca sensilla were found on legs. Three types of sensilla, namely trichodea sensilla Ⅰ, chaeticum sensilla and coeloconica sensilla were found on the terminal abdomen. The biological function of the various kinds of sensilla found on the antenna is discussed.

**Key words** *Leptocybe invasa*, sensilla, ultrastructure, electron microscope

**摘 要** 应用扫描电镜对桉树枝瘿姬小蜂 *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle 成虫触角、复眼、口器、足以及腹部末端感器的超微结构和分布进行观察。结果表明,在触角上共有 8 种感器,分别为 Böhm 氏鬃毛Ⅰ、Böhm 氏鬃毛Ⅱ、刺形感器、毛形感器Ⅰ、毛形感器Ⅱ、板形感器Ⅰ、板形感器Ⅱ和钟形感器;口器上有 2 种感器,分别为毛形感器Ⅳ和刺形感器;在足上有 4 种感器,分别为毛形感器Ⅰ、毛形感器Ⅲ、刺形感器和锥形感器;在腹部末端也有 3 种感器,分别为毛形感器Ⅰ、刺形感器和腔形感器。同时还探讨了触角上各种感器的功能。

**关键词** 桉树枝瘿姬小蜂,感器,超微结构,扫描电镜

桉树枝瘿姬小蜂 *Leptocybe invasa* Fisher & LaSalle 属膜翅目 Hymenoptera 姬小蜂科 Eulophidae,是新入侵我国的一种桉树害虫。该虫目前已分布于非洲的乌干达、肯尼亚、坦桑尼亚、南非,亚洲的印度半岛,欧洲的葡萄牙、法国以及中东地区。2007 年在我国广西发现,2008 年在海南发现。桉树枝瘿姬小蜂危害桉属树木的嫩枝,在嫩茎、叶柄、叶脉处产生虫瘿,导致叶、枝变形,树木生长迟缓,在新种植桉树林和苗圃地危害最重。虫口密度高时常造成叶片枯萎凋落、枝干畸形,布满虫瘿,影响生长势,危害特别严重时可导致植株死亡[1,2]。昆虫感器在寻找生境、寄主植物和产卵场所等方面具有重要作用。桉树枝瘿姬小蜂是一种造瘿昆虫,以往对造瘿小蜂类的感器研究较少。本文利用扫描电镜对桉树枝瘿姬小蜂成虫触角、复眼、口器、腹部末端以及足感器的超微结构和分布进行了研究,以期为桉树枝瘿姬小蜂的分类鉴定和化学生态学等研究提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试虫源

* 资助项目:国家质检总局课题(2007IK240)。

**通讯作者,E-mail:hpy7766@163.com

收稿日期:2009-07-29,修回日期:2009-11-30

桉树枝瘿姬小蜂采自海南省儋州市排浦镇,寄主尾叶桉 201。采回虫瘿后,把虫瘿置于恒温(25℃)的光照培养箱(SPX-150JS 型)内培育,成虫羽化后放入 75% 酒精下保存。对照唐超等[1]鉴定为桉树枝瘿姬小蜂,取雌成虫数头进行电镜观察。

### 1.2　观察方法

取雌成虫若干,浸于 75% 酒精溶液中,用超声波振动洗涤去除肉眼不可见的细小污物,再参照郭素枝等[3]扫描电镜方法,经戊二醛前固定和锇酸后固定,50% ~100% 酒精梯度脱水后,在解剖镜下用小号昆虫针和镊子小心将需要观察的各个器官包括头部口器、触角、腹部、足等摘下,置室温下自然干燥后,用导电胶按照不同的观察面分别粘于扫描电镜样品台上,样品经离子溅射法镀上金钯合金之后,在 TM-1000 HICHMI 扫描电镜下进行观察。

## 2　结果与分析

### 2.1　触角的一般形态特征

桉树枝瘿姬小蜂的触角为膝状,由支角突、柄节、梗节、环状节、索节和棒节组成。柄节 1 节,长为最窄处的 4.5 倍,梗节 1 节,长为宽的 2.2 倍,环状节 4 节,环形,索节 3 节,第 1、2 索节长宽均近等,第 3 索节长为宽的 0.8 倍,棒节 3 节,方形,第 1 棒节长为宽的 0.6 倍,第 2 棒节长为宽的 0.8 倍,第 3 棒节长为宽的 1.2 倍(图 1:A)。

### 2.2　触角感器种类、形态结构和分布

**2.2.1　Böhm 氏鬃毛(Böhm bristles, Böhm)**　此类感器分为 2 种,数量较少。Böhm Ⅰ外形类似短刺,直立于表面,具基窝,散生在触角支角突基部背面,其基部直径约 1 μm,长 2 ~3 μm。与 Böhm Ⅰ相比,Böhm Ⅱ感器也具基窝,基部直径约 1 μm,长 1 ~2 μm,基部 1/2 明显较粗,扁圆形,端部 1/2 较细,末端钝圆,有些端部弯曲(图 1:B)。

**2.2.2　刺形感器(Chaeticum sensilla, Cha)**　分布在触角柄节、梗节上,外形如刺,直立于触角表面,有臼状窝,表皮厚,无孔,感器细长(图 1:C)。

**2.2.3　毛形感器(Trichodea sensilla, Tri)**　分 2 种,毛形感器Ⅰ存在于触角第 2、3 索节、棒节各亚节基部,排列成一圈;表皮光滑,无竖纹,为 1 根表皮外形成的毛状突起,与触角呈锐角甚或紧贴表皮,指向触角端部;由基部向端部逐渐变细,长于触角各亚节,约 32 ~52 μm。毛形感器Ⅱ存在于柄节、索节、棒节各亚节,在各亚节的基部,中部和近端部都有分布,数量较毛形感器Ⅰ少;呈挺立前倾的刺形,端部直立或略为弯曲,表面上有纵向条纹;长 9 ~20 μm,基部与触角相连,与触角呈锐角(图 1:D)。

**2.2.4　板形感器(Placoid sensilla, Pla)**　分 2 种:板形感器Ⅰ和板形感器Ⅱ。其相同点是具板状外壁,呈脊状隆起,明显高于触角表面,感器端部指向触角端部。不同在于,板形感器Ⅰ宽短些,前端尖细,几乎全部附着在触角表面上或只有末端游离,板长 31 ~33 μm,宽 2 ~3 μm。板形感器Ⅱ较细长,基部 1/2 至 2/3 着生于触角表面,其余部分脱离触角表面,前端尖细。板长 38 ~40 μm,宽 2 ~3 μm。板形感器Ⅰ和板形感器Ⅱ呈匍匐状纵向分布在触角索节、柄状各节,毛形感器和其他感器分布其间(图 1:C,E,F)。

**2.2.5　钟形感器(Campaniform sensilla, Cam)**　分布在触角索节、棒节各亚节近端部,呈乳头状突起,端部钝圆,基部位于圆形凹陷内,长 3 ~5 μm,着生角度近乎垂直于触角表面。在第 1 索节并排 3 个,第 2 索节上并排 2 个,在其它节上零散分布(图 1:D)。

从图 1A ~F 可知,桉树枝瘿姬小蜂雌成虫的触角感器分布如下,触角环状节上无感器分布,柄节、梗节部位感器类型和数量最少。支角突上有 Böhm Ⅰ和 Böhm Ⅱ。柄节和梗节上有毛形感器Ⅱ和刺形感器。索节上感器类型多,数量也多,主要有毛形感器Ⅰ、毛形感器Ⅱ、板形感器Ⅰ、板形感器Ⅱ和钟形感器;第 1 索节上毛形感器Ⅰ只有 1 根,位于背面下方,毛形感器Ⅱ在背面基部和腹面近端部有分布;第 2 索节基部,毛形感器Ⅰ,板形感器,毛形感器Ⅱ,板形

感器排列成一圈,中部没有感器,近端部则有毛形感器Ⅱ和钟形感器;第 3 索节与第 2 索节的感器分布基本相似。棒节上毛形感器Ⅱ分布很少,第 1 棒节基部板形感器Ⅰ,板形感器Ⅱ与毛形感器Ⅰ间断分布,钟形感器分布在背面近端部,只有 1 个;第 2,3 棒节与第 1 棒节感器分布相似;棒节末端,有 3 根纤细的游离状感觉毛构成触角末端"探索区"。

**2.3　口器感器种类、形态结构和分布**

**2.3.1　毛形感器Ⅳ(Trichodea sensilla Ⅳ, Tri Ⅳ)**　这种毛形感器与触角、足上的不同,命名为毛形感器Ⅳ,弯曲,着生于上颚,末端弯曲向内,与上颚表面呈锐角,长 22 ~ 24 μm,左右上颚各具 3 根(图 1:G)。

**2.3.2　刺形感器(Chaeticum sensilla, Cha)** 呈挺立前倾的刺形,基部膨大,顶端尖细,直立或略弯曲,长 7 ~ 11 μm,在上颚、下颚、下唇的内侧以及下颚须均有分布,数量较多(图 1:G)。

**2.4　足感器种类、形态结构与分布**

在足上观察到 4 种感器,分别是毛形感器Ⅰ、毛形感器Ⅲ、刺形感器和锥形感器。

**2.4.1　毛形感器(Trichodea sensilla, Tri)** 分 2 种,毛形感器Ⅰ与触角毛形感器Ⅰ相似,具基窝,长 53 ~ 56 μm,端部直立或略弯曲,主要在足基节、转节基部,前、中、后足都有这类感器的分布,位置和数量相似。另一种为毛形感器Ⅲ,具基窝,其末端 1/10 或仅末端一点呈近 90°弯曲,末端指向足外侧,长 20 ~ 29μm,分布在足基节,数量较毛形感器Ⅰ少(图 1:H)。

**2.4.2　刺形感器(Chaeticum sensilla, Cha)** 呈挺立前倾的刺形,顶端尖而细长,长 16 ~ 29 μm,基部直径 1.0 ~ 1.5 μm,基部与足相连,匍匐状纵向分布于足各节周围,呈束状,数量非常多,前、中、后足都有这类感器的分布,分布和数量相似(图 1:I,J,K)。

**2.4.3　锥形感器(Basiconca sensilla, Bas)** 呈长锥状,细长,顶端尖,直立或略弯曲,长 5 ~ 6 μm,基部直径 0.5 μm,数量少,在前、中、后足各节上零星分布(图 1:I,J)。

**2.5　腹部末端感器种类、形态结构和分布**

**2.5.1　毛形感器Ⅰ(Trichodea sensilla Ⅰ, Tri Ⅰ)**　呈细长的毛形,与触角毛形感器Ⅰ相似,故称为毛形感器Ⅰ,长 25 ~ 36 μm,端部直立或略为弯曲,主要分布在腹部末端前半部分(图 1:L)。

**2.5.2　刺形感器(Chaeticum sensilla, Cha)** 呈锥状,顶端尖细,直立或略为弯曲,长 9 ~ 12 μm,基部直径 0.5 ~ 1.0 μm,主要在雌虫交配器上(图 1:L)。

**2.5.3　腔形感器(Coeloconica sensilla, Coe)** 表皮内陷形成,呈一圆形腔,直径 7 ~ 8 μm,内表面椭圆形,向内凹陷(图 1:M)。

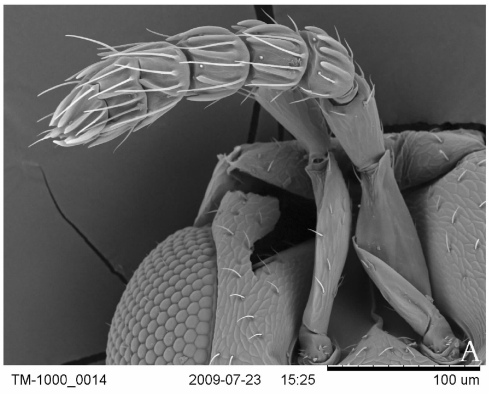
**2.6　复眼感器形态结构和分布**

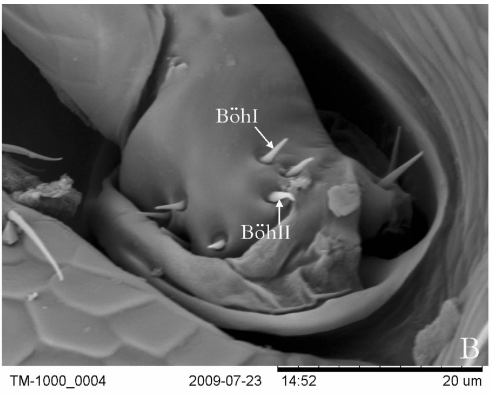
复眼感器锥形,顶端较钝,着生在一臼状窝中,长 3 ~ 5 μm,基部直径约 1 μm,主要在复眼的小眼之间间隙,数量不多(图 1:N)。

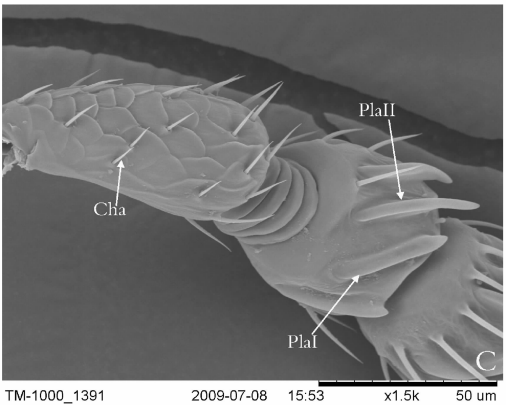
## 3　讨论

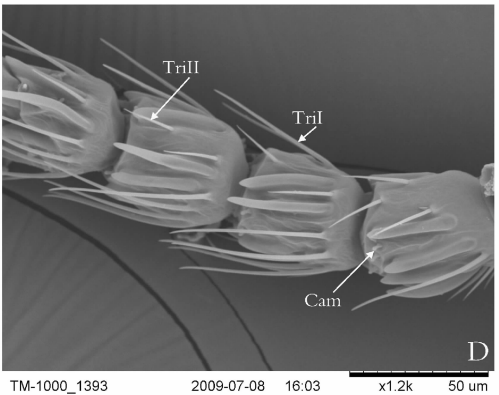
研究结果表明,在桉树枝瘿姬小蜂触角表面共观察到 8 种感器,分别为 Böhm 氏鬃毛Ⅰ、Böhm 氏鬃毛Ⅱ、刺形感器、毛形感器Ⅰ、毛形感器Ⅱ、板形感器Ⅰ、板形感器Ⅱ和钟形感器。Böhm 氏鬃毛表面光滑无孔,Schneider[4] 认为,这是一种感受重力的机械受器,当遇到机械刺激时,能够缓冲重力的作用力,从而控制触角位置下降的速度。刺形感器对机械震动有反应,对行为环境、求偶微环境和适宜场所起选择作用等[5]。毛形感器对外界化学气体分子等具有较高的感受灵敏度,具有嗅觉和味觉功能[5]。Barlin 等[6] 认为,板形感器是薄壁具孔的化学感觉器,在产卵行为中具有嗅觉功能,与寄主专化性有关。钟形感器对气味、二氧化碳、温湿度敏感[5]。

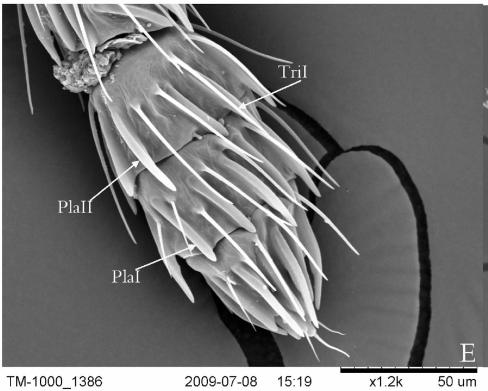
小蜂的感器研究多数都集中在作为天敌的小蜂触角上,关于植食性小蜂感器的研究相对较少,目前仅张振飞等[7] 报道了刺桐姬小蜂 *Quadrastichus erythrinae* 的感器。植食性小蜂与天敌小蜂的食性完全不同,在寻找寄主进行定位时,也有不同的感器起作用。与刺桐姬小蜂

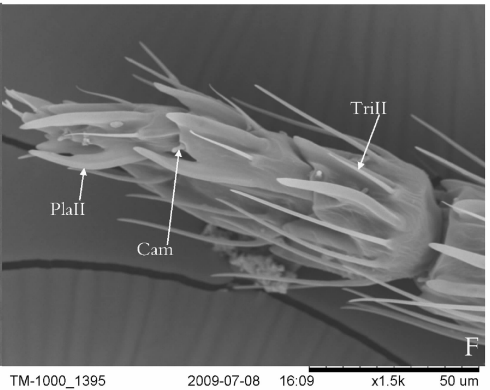

A
TM-1000_0014 2009-07-23 15:25 100 um

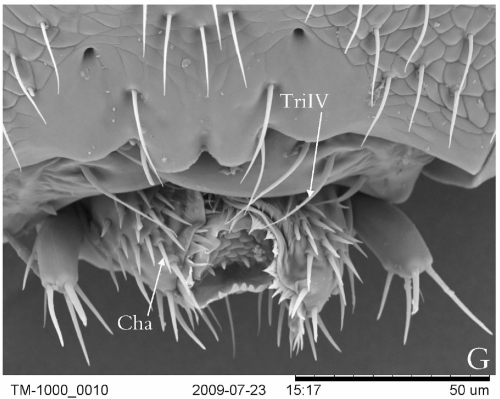

BöhI
BöhII
B
TM-1000_0004 2009-07-23 14:52 20 um

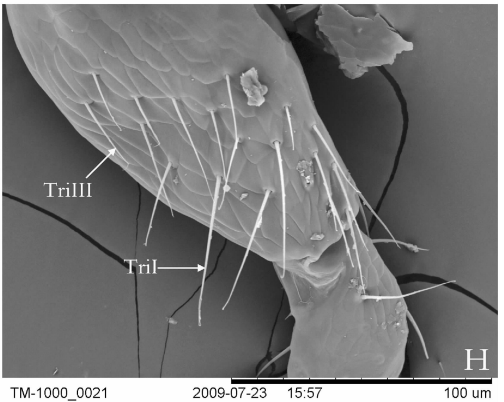

PlaII
Cha
PlaI
C
TM-1000_1391 2009-07-08 15:53 x1.5k 50 um


TriII
TriI
Cam
D
TM-1000_1393 2009-07-08 16:03 x1.2k 50 um


TriI
PlaII
PlaI
E
TM-1000_1386 2009-07-08 15:19 x1.2k 50 um


TriII
PlaII
Cam
F
TM-1000_1395 2009-07-08 16:09 x1.5k 50 um


TriIV
Cha
G
TM-1000_0010 2009-07-23 15:17 50 um


TriIII
TriI
H
TM-1000_0021 2009-07-23 15:57 100 um

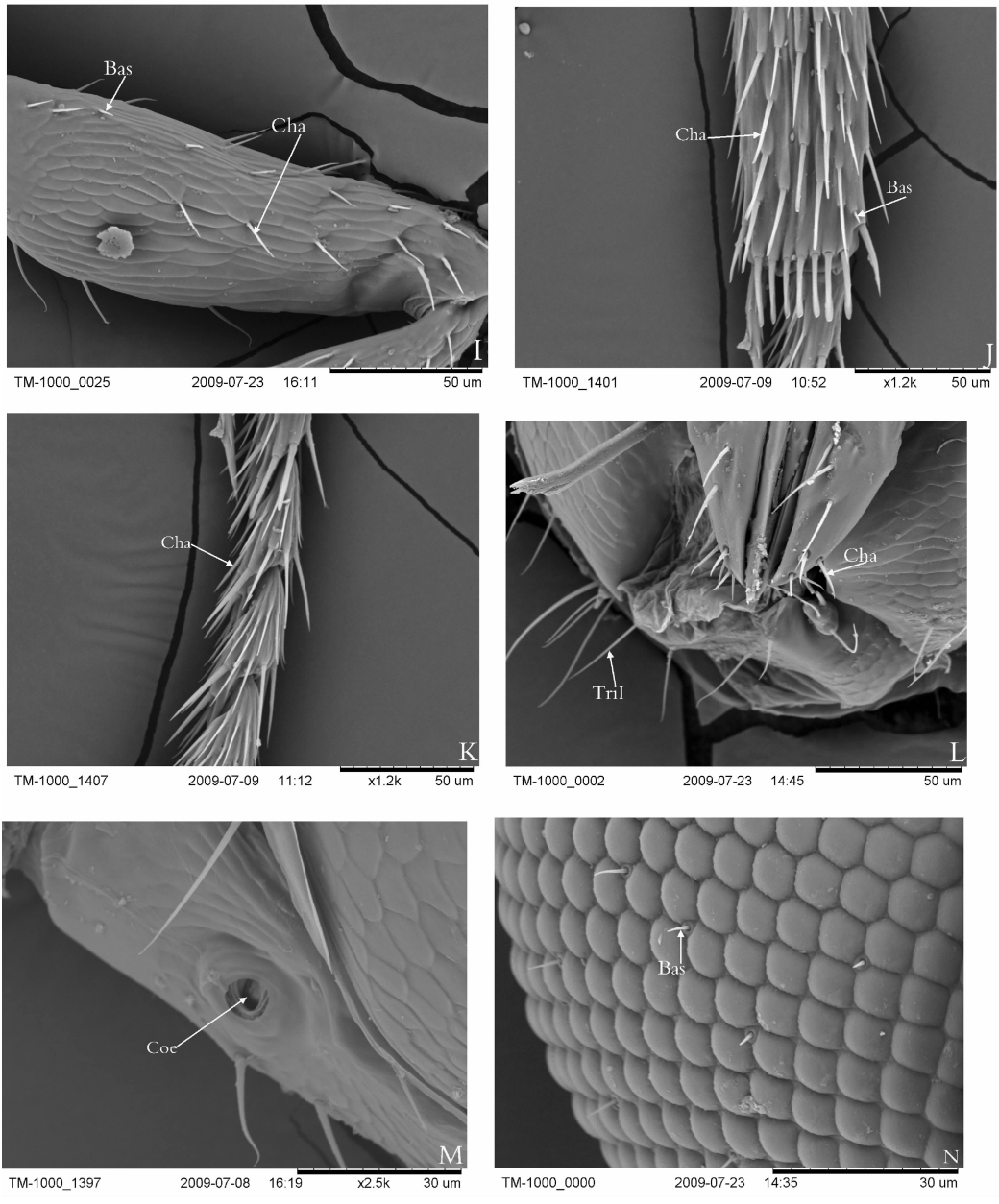



**图 1　桉树枝瘿姬小蜂成虫感器扫描电镜图**

Böhm Ⅰ:Böhm 氏鬃毛Ⅰ; Böhm Ⅱ:Böhm 氏鬃毛Ⅱ; Cha:刺形感器 Tri; Ⅰ:毛形感器Ⅰ; Tri Ⅱ:毛形感器Ⅱ; Tri Ⅲ:毛形感器Ⅲ; Tri Ⅳ:毛形感器Ⅳ; Pla Ⅰ:板形感器Ⅰ; Pla Ⅱ:板形感器Ⅱ; Cam:钟形感器; Bas:锥状感器; Coe:腔形感器

A:雌虫触角侧面;B:雌虫触角支角突侧面;C:雌虫触角梗节与环状节背面; D:雌虫触角索节侧面;E:雌虫触角棒节侧面;F 雌虫触角棒节背面; G:雌虫口器正面; H:雌虫中足基节侧面; I:雌虫中足腿节侧面; J:雌虫中足胫节腹面末端; K:雌虫中足跗节侧面; L:雌虫腹部腹面末端; M:雌虫腹部背面; N:雌虫复眼

雌成虫触角感器相比,桉树枝瘿姬小蜂毛形感器和板形感觉器数量较多,在触角表面分布密度最大。毛形感器在刺桐姬小蜂上只有 1 种,在桉树枝瘿姬小蜂上则有 2 种。板形感器只在

刺桐姬小蜂触角腹面有分布,而且只有 1 种,但在桉树枝瘿姬小蜂触角四周都有分布,也有 2 种类型。刺桐姬小蜂触角最后一节的带状感器在桉树枝瘿姬小蜂上没有观察到,剑状感器则与桉树枝瘿姬小蜂的毛形感器Ⅱ相类似。与其他天敌小蜂如友恩蚜小蜂 *Encarsia amicula*[8]、豌豆潜蝇姬小蜂 *Diglyphus isaea*[9]相比,桉树枝瘿姬小蜂的板形感器、Böhm 氏鬃毛都有 2 种,这与豌豆潜蝇姬小蜂较相似,但在友恩蚜小蜂上这 2 种感器都只有 1 种类型。桉树枝瘿姬小蜂上没有友恩蚜小蜂上的指形感觉器,只有 3 根呈游离状感觉毛,也没有观察到潜蝇姬小蜂上的厚壁化学感器与薄壁化学感器。钟形感器可能是小蜂触角上特有的感器,感器的总体形态及着生位置大致相同,只是命名不一样,被称作乳状感器[7]、锥形乳状感器[10]、坛形感器[11]、腔锥感器[12]等。板形感器被认为是薄壁具孔的化学感觉器,具有嗅觉功能,是化学气体分子的通道。钟形感器据认为能感觉来自寄主植物的信号气味。桉树枝瘿姬小蜂是一种寡食性害虫,只取食桉属植物,寄主专化程度较高,该小蜂可能是利用板形感器和钟形感器进行寄主植物定位。

桉树枝瘿姬小蜂足上观察到的感器类型与刺桐姬小蜂基本相类似,但与匀鞭蚜小蜂 *Encarsia* sp. 差别大[13]。感器主要用于觅食,寻找寄主产卵场所。此外,在前足的胫节末端和基跗节上着生着发育良好的触角清洁器,其在胫节末端有 7 根距,横排列,基跗节有 6 根距,其中 5 根从基跗节中部起斜竖排列,末端左侧另有 1 根,第 2 和第 3 跗节末端各有 1 根距。距直或略弯曲,基部窄,近端部较宽,呈棒形(图 2)。触角清洁器具有十分重要的功能,能清除小蜂活动过程中沾上的花粉、灰尘等物。小蜂触角上的感器极多,故在寻找寄主时必需把触角清洁干净,才不影响触角上各种感觉器官对寄主的辩别。桉树枝瘿姬小蜂口器感器较为简单,主要是刺形感器,起味觉和触觉功能。腹部末端的感器主要集中在外生殖器上,主要的功能可能也是触觉。复眼感器主要是对颜色、光强和光谱敏感[14]。

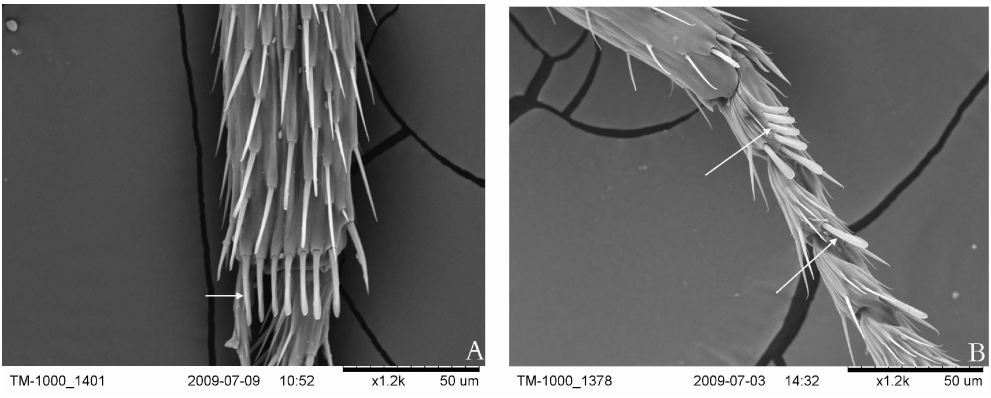



**图 2　桉树枝瘿姬小蜂触角清洁器**

A:前足胫节末端腹面　B:前足基跗节腹面

**致　谢**　在标本采集过程中得到了海南出入境检验检疫局热带植物隔离检疫中心大力支持,在此深表谢忱!

## 参　考　文　献

1　唐超,王小君,万方浩,等. 桉树枝瘿姬小蜂入侵海南省. 昆虫知识,2008,**45**(6):967 ~ 971.

2　钱军,罗湘粤,吴彪. 桉树枝瘿姬小蜂在海南的发生与防治. 热带林业,2009,**37**(1):40 ~ 41.

3　郭素枝,章淑玲,陈玉芬,等. 甘薯茎线虫的扫描电镜制样方法. 福建农林大学学报(自然科学版),2005,**34**(1):43 ~ 45.

4　Schneider D. Insect antennae. *Annu. Rev. Entomol.*, 1964, **9**:103 ~ 122.

5　那杰,于维熙,李玉萍,等. 昆虫触角感器的种类及其生理

生态学意义. 沈阳师范大学学报(自然科学版),2008,**26**(2):213 ~ 216.

6 Barlin M. R., Vinson S. B., Piper G. L. Ultrastructure of the antennal sensilla of the cockroach egg parasitoid, *Tetrastichus hagenowii* (Hymenoptera, Eulophidae). *J. Morphol.*, 1981, **168**:97 ~ 108.

7 张振飞,梁琼超,吴伟坚,等. 刺桐姬小蜂成虫感器超微结构的研究. 华南农业大学学报,2007,**28**(2):52 ~ 55.

8 王竹红,黄建. 友恩蚜小蜂雌蜂触角、口器感觉系统电镜扫描观察. 福建农林大学学报(自然科学版),2007,**36**(5):462 ~ 465.

9 邹德玉,张礼生,陈红印. 豌豆潜蝇姬小蜂雌蜂触角感器的扫描电镜观察. 昆虫知识, 2009, **46**(1):90 ~ 96.

10 徐颖,洪健,胡萃. 蝶蛹金小蜂触角感学器的超微结构研究. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2000,**26**(4):394 ~ 398.

11 弓淑芬,戴华国,许月华,等. 3 种赤眼蜂雌蜂触角上感器的扫描电镜观察. 南京农业大学学报,2004,**27**(2):55 ~ 59.

12 Meyhöfer R., Cassas J., Dorn S. Mechano- and chemoreceptors and their possible role in host location behavior of *Sympiesis sericeicornis*. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 1997, **90**(2):208 ~ 219.

13 卢爱平. 匀鞭蚜小蜂(*Encarsia* sp.)足的扫描电镜观察. 电子显微学报,1994,(5):341.

14 张海强,朱楠,范凡,等. 大草蛉成虫复眼的外部形态及其显微结构. 昆虫学报,2007,**50**(5):454 ~ 460.