技术与方法

小蜂玻片标本及针插标本制作方法*

张 辰** 祖国浩*** 李二峰*** 薛 昊

（天津农学院园艺园林学院，天津 300384）

摘 要 【目的】 小蜂类昆虫作为农林害虫的寄生性天敌，被广泛应用于生物防治中，具有重要的经济价值。由于其个体微小，大多只能通过玻片标本的制作来观察其形态特征，而玻片标本的制作过程难度较大，标本制作的质量直接影响小蜂种类的鉴定及后续的研究。本文基于课题组多年的探索积累，总结了小蜂标本的制作方法，以期为小蜂的准确鉴定提供清晰且易于观察的材料。**【方法】** 采用阿拉伯胶封片法、中性树胶（加拿大树胶）封片法和针插法制作小蜂标本，更新了阿拉伯胶的配置方法，且详细记述了阿拉伯胶封片法、中性树胶（加拿大树胶）封片法和针插标本的制作方法，并优化了制片过程中标本清洗、解剖、透明及压片等步骤。**【结果】** 通过对比 3 种方法的优缺点，阿拉伯胶制备简单，可免去复杂的脱水步骤，且后期能随时对玻片进行调整，但长期保存后玻片易干裂；中性树胶（加拿大树胶）制片可永久保存，但脱水过程中标本易皱缩变形，干燥慢并具刺激性气味，且后期极难二次调整；针插标本能直观展现小蜂体色、刻纹、凹槽等特征，但细节特征不易观察，且易被虫蛀。**【结论】** 根据小蜂的体型大小、标本用途和体壁骨化程度等不同情况选用不同的标本制作方法：（1）体长小于 2 mm 的小蜂标本须制成玻片标本观察鉴定，阿拉伯胶封片法简单且容错率高，适合练习及普通的制片需要。中性树胶（加拿大树胶）封片法可永久保存，兼具防腐、透明度高等优点，适合保存新种的模式标本；（2）体长大于 2 mm 的小蜂标本适合制作针插标本，以便观察其体色和刻纹等特征。

关键词 小蜂；玻片制作；阿拉伯胶；中性树胶；针插标本

Relative advantages of slide-mounted vs pinned, chalcid specimens

ZHANG Chen** ZU Guo-Hao*** LI Er-Feng*** XUE Hao

(College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China)

Abstract [Objectives] Parasitic chalcid wasps are widely used biological control agents in agriculture and forestry and consequently have significant economic value. Because of their small size, most of their morphological characteristics can only be observed on slide-mounted specimens. Preparing such specimens is, however, relatively difficult, and the quality of preparation directly affects the value of specimens for species identification and research. This article summarizes different methods of preparing chalcid specimens in order to provide clear diagnostic features for identifying the species of this taxon. **[Methods]** Chalcid specimens were prepared using an updated Arabic balsam sealing method, neutral balsam (Canada balsam) sealing method and the pinning (needle-insertion) method. All three methods are described in detail, including how to optimize the steps of cleaning, dissection, transparency and tableting, in the production process. **[Results]** The preparation of Arabic balsam was relatively simple, complex dehydration steps could be avoided and slides could be adjusted at a later stage. However, slides cracked easily during long-term storage. Neutral balsam (Canada balsam) glass slides were more permanent, but specimens were prone to shrinkage and deformation during the dehydration process. Furthermore, neutral balsam dries slowly, has a pungent odor, and slides are extremely difficult to readjust. Pinned specimens retain accurate body color, grooves and other gross morphological features, but many morphological details are hard to observe. Furthermore, specimens are easily

*资助项目 Supported projects：天津市科技计划项目（20KPHDRC00070）；中国农业科学院基本科研业务费（Y2022LM15）

**第一作者 First author，E-mail：1378962990@qq.com

***共同通讯作者 Co-corresponding authors，E-mail：zuguohao@tjau.edu.cn；lef143@126.com

收稿日期 Received：2021-07-07；接受日期 Accepted：2022-05-02

damaged by insects during storage. **[Conclusion]** Different preparation methods should be chosen based on the size of specimen, its intended use and the degree of ossification of the integument. (1) Specimens with body length < 2 mm should be made into glass slides for observation and identification. The Arabic balsam method is relatively convenient and has a high error tolerance rate, which makes it suitable for practice and the preparation of ordinary specimens. The neutral (Canada) balsam sealing method allows specimens to be more permanently preserved, prevents corrosion and is highly transparent, and is therefore more suitable for preserving type specimens of new species. (2) Specimens with a body length > 2 mm are suitable for pinning, which allows body color and other gross morphological characteristics to be readily observed.

Key words chalcid; specimen preparation; arabic balsam; neutral balsam; pinned specimen

小蜂通常指的是小蜂总科 Chalcidoidea 的昆虫，隶属于昆虫纲 Insecta 膜翅目 Hymenoptera，主要包括跳小蜂科 Encyrtidae、蚜小蜂科 Aphelinidae、金小蜂科 Pteromalidae、缨小蜂科 Mymaridae、姬小蜂科 Eulophidae 和赤眼蜂科 Trichogrammatidae 等，它们体型普遍较小，体长 1-8 mm 左右，最小的仅 0.2 mm（Gauld and Bolton, 1988）。该类昆虫作为农林害虫的寄生性天敌，寄生性能良好，具有重大的经济价值（Greathead，1986；陈学新等，2017），在害虫的生物防治实践中，绝大多数的成功案例中都有小蜂的身影，由此可见其在生物防治上的重要性（Clausen，1978；杨忠岐等，2018）。

长期以来，小蜂的分类鉴定较为困难，它们个体微小，绝大多数体长都小于 2 mm，导致其形态特征难以辨认，只能通过玻片标本的制作来进行观察研究（Mound and Pitkin，1972）。Novitzky（1956）概述了收集和保存小蜂的一些方法；Doutt 和 Viggiani（1968）指出将标本置于 10% KOH 溶液中进行透明处理；Prinsloo（1980）描述了一种基于加拿大树胶的制片方法，但不适用于体长小于 1 mm 的小型昆虫；Noyes（1982）较为详细的整理了关于小蜂的采集、保存及标本的制作方法；Heraty 等（2006）对针插标本的制作进行了规范，同时对标签的标注内容进行了强调。我国学者对封片剂的制备方法及封片流程进行了改良（林荫珍，1992；黄建，1994），以中性树胶封片法和加拿大树胶封片法为主要制片方法，透明液为 5%-10% KOH 或二甲苯，经乙醇、丁香油逐级脱水或木榴油处理后封片（徐志宏和黄建，2004；张宏瑞等，2006）。近年来，大部分国内学者采用阿拉伯胶封片法制作小蜂标本（金香香，2015；祖国浩，2016；陈业，2017；刘思竹，2019）。吴琼等（2017）介绍了膜翅目针插标本的制作过程，对标本的储存、清洁、整姿、胶水使用、粘贴方式及标签等进行了探讨。

由于小蜂标本的制作难度较大，不合格的玻片标本不仅难以观察小蜂的形态特征，更是对标本资源的浪费。因此，经过课题组多年的探索积累，总结出了一套简单快捷的小蜂标本制作方法，以便为后续研究提供清晰且易于观察的鉴定特征。这些方法同样可供其它小型昆虫的标本制作参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

万用电炉（北京中兴伟业仪器有限公司），MACKLIN 阿拉伯树脂（医药级），三氯乙醛，冰醋酸，DGF 迪吉福葡萄糖浆，无水乙醇，蒸馏水，5% NaOH 溶液，丁香油，中性树胶，虫胶（或白乳胶），体式显微镜，载玻片，盖玻片（8 mm），手术镊，烧杯，玻璃棒，胶质滤纸，布氏漏斗，石棉网，胶头滴管，昆虫针。

1.2 标本采集和保存

小蜂标本的采集方法包括马来氏网、黄盘、网扫和寄主饲养等。马来氏网为最广泛使用的采集方法，可将小蜂直接采集到装有无水乙醇的收集瓶中；黄盘采集的标本先用清水对其进行清洗，再装入酒精瓶中保存；网扫和寄主饲养所采集到的标本一般直接装入无水乙醇中保存，或者放入毒瓶中杀死后干燥保存。若后续还要对其

进行分子研究，需浸泡于无水乙醇中并存放在 - 20 ℃冰箱中保存。

1.3　供试标本

阿拉伯胶封片法：玻片标本 269 张，其中跳小蜂科 165 张, 蚜小蜂科 39 张, 缨小蜂科 28 张, 赤眼蜂科 19 张, 金小蜂科 12 张, 姬小蜂科 6 张。

中性树胶（加拿大树胶）封片法：玻片标本 44 张，其中跳小蜂科 24 张，榕小蜂科 8 张，蚜小蜂科 6 张，赤眼蜂科 3 张，缨小蜂科 2 张，金小蜂科 1 张。

针插标本 17 只，其中跳小蜂科 6 只，金小蜂科 3 只，小蜂科 3 只，大腿小蜂科 2 只，长尾小蜂科 2 只，广肩小蜂科 1 只。

1.4　阿拉伯胶封片法

1.4.1　阿拉伯胶制备　称取 48 g 阿拉伯树脂加入装有 120 mL 蒸馏水的烧杯中，用玻璃棒搅拌约 10 min，使其混合均匀，无块状结构。待搅拌均匀后，依次缓慢加入 80 mL 三氯乙醛、20 mL 冰醋酸和 20 mL 葡萄糖浆，边加边搅拌，使其混合均匀（可根据需求量等比例增加或减少材料数量）。

将上述混合物置于石棉网上，用万用电炉加热，温度大约控制在 70-80 ℃，边加热边搅拌，使混合物完全溶解，观察溶液透亮后即可停止加热。待上述液体冷却后，至于避光处，用垫有玻璃棉或胶质滤纸的布氏漏斗过滤至玻璃瓶中，过滤期间中用玻璃罩罩住，以减少水分蒸发，该过程大约需要持续一周左右。取上层清澈部分备用，如杂质较多可重复过滤一次。

1.4.2　标本准备　在标本采集后，正确的标签尤为重要。玻片姿态问题后期通常可以调整，但是标签上缺少的数据后期不仅无法补充，并且极大的减少了研究价值。载玻片左侧为采集标签，必要信息包括采集时间、采集地点、采集方法和采集人。有条件的还可记录海拔高度、经纬度及周边生境植被等信息，有寄主的需标明寄主信息。载玻片右侧为鉴定标签，包括拉丁学名、鉴定人和封片剂规格等信息。正模标本采用红色标签纸，副模标本采用黄色标签纸。

标本解剖前，应先测量待解剖小蜂的体长，记录虫体各部位颜色及其它重要特征，例如体壁上特殊的刚毛、肛下板深达的位置及产卵器伸出长度等。有条件的可使用微距摄影拍摄虫体背面观、侧面观和腹面观照片。

1.4.3　解剖和透明　用显微镊将小蜂移入盛有无水乙醇的解剖盘中，若小蜂为干制标本，应提前 1 d 浸泡在 75%酒精中，使其软化并沉于酒精底部。解剖时左手持显微镊固定虫体，右手持解剖针进行解剖，手腕不要悬空，在体式显微镜下用解剖针轻轻挑拨虫体各部位连接处，使其头部、触角、胸部、前后翅、前中后足及腹部分离。在鉴定过程中需要观察肛下板和上颚等部位细节特征的，可将其单独解剖下来。解剖过程中应减少周边气流流动，并确保虫体全程浸泡在酒精中。

对于金小蜂及姬小蜂等类群，体色非常深，较难观察内部特征结构，可将产卵器等具有重要鉴定特征的部位单独解剖下来。对于蚜小蜂和赤眼蜂等类群，体壁较为柔软，解剖时各部位不易断开，此时用力不宜过大，最好选用尖端具斜面的解剖针，稍借力即可将小蜂身体各部位分离。

将除前后翅外的所有部位放入 5% NaOH 溶液中透明 12-24 h，使虫体完全浸没于液体中，不能漂浮在液面上。具体透明时间视虫体大小、体色及骨化程度而定，解剖镜下观察虫体内部无絮状组织即可，透明过程中用载玻片或培养皿盖上，防止水分蒸发及虫体丢失。

1.4.4　清洗和制片　前翅和后翅用蒸馏水清洗后，可直接压片；其余部位透明完成后用蒸馏水清洗至少 3 次，每次清洗浸泡至少 15 min，最后一次清洗浸泡 20 min，如未清洗干净，会导致压片后出现较多的气泡。有 2 种清洗方式，可根据个人习惯和操作熟练程度选择；一是用显微镊将虫体各部位夹起，放至另一个装有干净蒸馏水的解剖盘中清洗浸泡，夹取过程需小心虫体掉落丢失。二是用胶头滴管或针管将 NaOH 溶液吸出，注意不要将虫体吸出；若虫体颜色较为透明，需

在体式显微镜下操作，底部可留有少部分液体，然后加入蒸馏水清洗浸泡。

清洗完后，取少许阿拉伯胶滴在载玻片相应位置（图 1），依次将清洗好的触角、头、胸、腹和足等完全浸入胶中，用显微镊调整姿态（头部正面观朝上，胸腹背面观朝上，触角和足伸展开），使各部位位于阿拉伯胶底部，然后缓慢盖上盖玻片，向下压片时需将盖玻片调整为和载玻片平行，均匀向下用力，减少气泡生成和虫体姿态的变化。

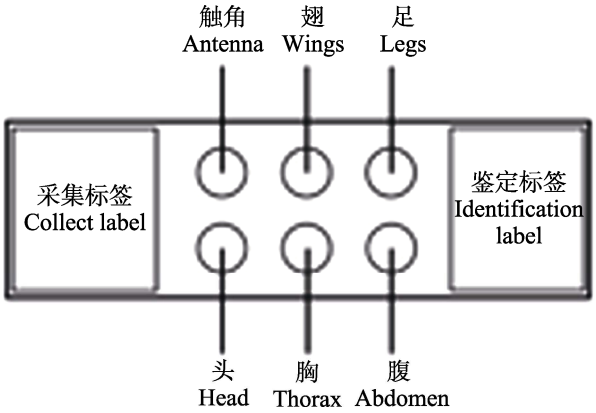

图 1　虫体各部位在显微玻片上的排列

Fig. 1　The arrangement of each part of the chalcid body on the microscopic slide

在显微镜下检查各部位是否存在影响观察的气泡或不利于观察的姿态特征，出现以上情况应及时轻移盖玻片调整，气泡过多或虫体姿态严重倾斜需掀开重新压片。若玻片已完全干燥，可在盖玻片周围滴一圈蒸馏水，待阿拉伯胶溶解变软后即可打开玻片重新整姿。一周后用中性树胶或加拿大树胶封住盖玻片四周，防止玻片长时间存放导致水分蒸发后干裂。

1.5　中性树胶（加拿大树胶）封片法

中性树胶（加拿大树胶）封片法操作步骤大体与阿拉伯胶封片法相同。解剖后前翅和后翅放入丁香油中脱水 4 h 以上即可压片，虫体其余部分透明清洗后放入丁香油中脱水 8 h 后压片。若虫体体壁较软，需经 50%、75%、95%和 100%酒精逐级脱水各 5-10 min，然后置于丁香油中浸泡 3 h，以减少在脱水过程中皱缩变形（此过程极易丢失虫体，对操作的熟练度要求较高）。显微镜检查合格后将玻片置于 40-50 ℃烘箱中 2 d 或自然风干 2 个星期左右。

若虫体在脱水过程中皱缩，应及时停止后续脱水步骤，将变形的虫体夹入蒸馏水中，30 ℃微烘，并用显微镊轻轻挤压以让其恢复原状。

1.6　针插标本制作方法

1.6.1　还软和整姿　选择姿态较好、身体较为平整和虫体完整的个体。干制标本需还软后再进行整姿，通常放在醋酸气氛中 12-24 h 进行还软，这种方法对于用乙酸乙酯杀死的标本较为适用，其它用杀虫剂杀死的标本，也可以使用此方法，还软后用 75%乙醇进行清洗，然后进行整姿。新鲜标本可直接于体式显微镜下进行整姿，使其触角、前后翅和足伸展开，露出可供观察的鉴定特征。

1.6.2　干燥和粘贴　整姿完成后用临界点干燥法（Critical point drying，CPD）对小蜂干燥定型（Gordh and Hall，1979），避免身体结构发生变形。

纸卡通常有矩形和三角形 2 种形状（图 2），厚度 1 mm 左右，纸片大小依据虫体大小而定，具体方法如下：在三角纸卡尖端涂上少许虫胶或白乳胶，虫体与三角纸卡尖端垂直，粘贴小蜂中胸侧板或中胸腹板，使头部和腹部向前后伸出，前后翅向外伸出；矩形纸卡粘贴时虫体与纸卡右边缘呈 45°倾斜，胸部一侧与纸卡表面呈 45°夹角侧躺粘贴，使头部正面观和胸部背面露出，前后翅不能粘到胶。待干燥后于纸卡基部中央用合适型号的昆虫针固定；于昆虫针下方固定采集标签和鉴定标签（图 3）。

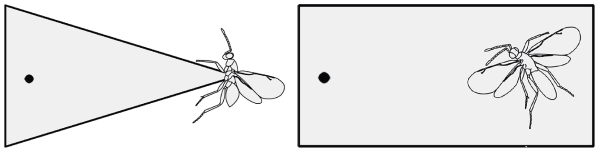

图 2　小蜂在三角纸卡（左）和矩形纸卡（右）上的粘贴位置

Fig. 2　The sticking position of chalcid on the triangular paper card (left) and rectangular paper card (right)

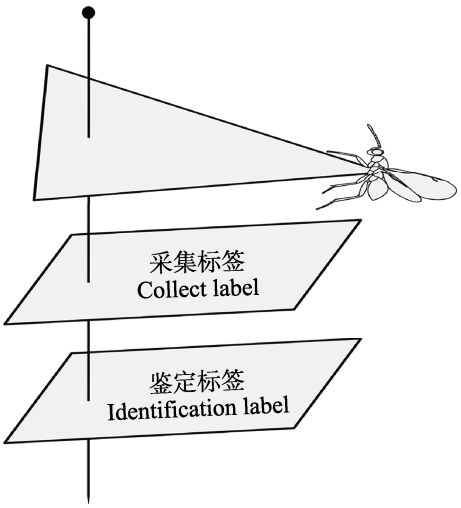

图 3　针插标本与标签相对位置

Fig. 3　The relative position of the pinned specimen and the label

2　结果与分析

2.1　阿拉伯胶

阿拉伯胶为水溶性胶，无臭无味，是一种天然的增稠剂。采用上述阿拉伯胶封片可省去繁杂的脱水步骤，大大缩减制片过程，且干燥后能用蒸馏水快速融开，二次干燥仍能保持稳定状态，不凝胶、无沉淀。若制片水平不够成熟，或后期拍照和鉴定中需要调整虫体姿态，应优先采用本方法制片（图 4：A）。但是阿拉伯胶封片 2 年后，玻片易发黄并干裂（图 4：B），若干燥后用中性树胶封住盖玻片四周，可有效防止干裂。

图 4　阿拉伯胶封片 1 个月（A）和 2 年（B）的对比

Fig. 4　Comparison of one month (A) and two years (B) of Arabic balsam sealing method

2.2　中性树胶和加拿大树胶

中性树胶封片后不会出现收缩变黄及纹裂等弊病（图 5：A），但封片后干燥时间较长，室温下约需两周时间，40-50 ℃烘箱中需 48 h，干燥期间会散发二甲苯的味道，且一旦干燥极难再次打开，如需打开需在加热状态下不断滴加二甲苯，因小蜂各部位极其微小，加热时易丢失。加拿大树胶封片法及效果同中性树胶（图 5：B），但年久易变黄（图 5：C），且价格远高于中性树胶。这 2 种方法均适用于模式标本的永久保存。

图 5　中性树胶封片 1 个月（A）、2 年（B）以及加拿大树胶封片 2 年（C）的对比

Fig. 5　Comparison of 1 month (A) , 2 years (B) of neutral balsam sealing method and 2 years (C) of Canada balsam sealing method

2.3　针插标本

针插标本制作较为简单，能更清晰的观察小蜂解剖前各部位的颜色、刻纹及凹槽等特征（图 6：A，B），方便标本的检视。但个体较小的小蜂往往无法观察到更多的细节特征，且保存过程中需提防虫蛀。

2.4　优缺点对比

将阿拉伯胶、中性树胶封片法和针插标本制作方法进行比较，优缺点如表 1 所示，不同的小蜂可根据这几种标本制作的优缺点，选择使用不同的标本制作方法，或将几种制作方法兼用。

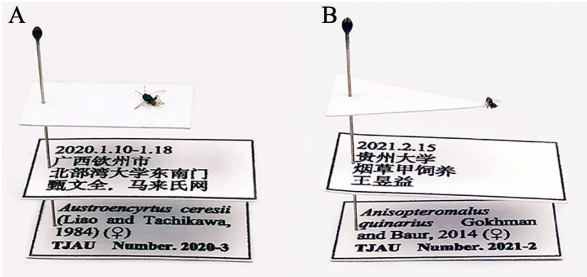

图 6 矩形纸卡（A）和三角形纸卡（B）的针插标本

Fig. 6 Pinned specimens of rectangular and triangular paper cards

3 结论与讨论

本文详细记述了阿拉伯胶、中性树胶封片法和针插法制作小蜂标本的方法，通过对比并总结了以上几种方法的优缺点及适用情形：

（1）针插标本制作方法适用于体长大于 2 mm 的小蜂标本，例如小蜂科和广肩小蜂科（吴琼等，2017）等类群，体型较大且体壁凹凸明显，制作针插标本能更清晰的观察其体色、刻纹及凹槽等特征。CPD 干燥法可有效避免虫体皱缩变形，但也会使材料变脆，触角和前后翅在保存过程中容易损坏断裂，建议使用矩形纸卡制作，在后期保存中需注意防蛀防霉（赵玉华等，2012）。

（2）对于体长小于 2 mm 的小蜂标本，由于很多细节特征无法在解剖镜下观察到（廖肖依和肖芬，2012），因此需制成玻片标本。阿拉伯胶封片法能有效节省复杂的脱水步骤（金香香

表 1 标本制作方法优缺点对比

Table 1 Advantages and disadvantages of specimen preparation methods

封片剂种类 Types of mounting medium	优点 Advantages	缺点 Disadvantages
阿拉伯胶 Arabic balsam	水溶性好，对玻片不满意可随时用蒸馏水溶解进行二次调整 It has good water solubility. When you are not satisfied with the slides, you can dissolve them in distilled water for secondary adjustment at any time 制备方便，毒性低 The preparation is convenient and the toxicity is low 干燥快，不易长霉 Fast drying, not easy to grow mildew	保存时间长久后会干裂 It will crack after being stored for a long time 玻片透明度不及中性树胶 It is not as transparent as a neutral balsam
中性树胶 Neutral balsam	透明度高，玻片观察清晰 It has high transparency and is easy to observe 不易长霉，可永久保存 It is not easy to grow mildew and can be stored permanently 不易和其他物质发生反应 Not easy to react with other substances	溶剂为二甲苯，有一定毒性 The solvent is xylene, which has certain toxicity 制片后干燥慢，有刺激性气味 It dries slowly and has a pungent odor 干燥后极难二次调整 It is extremely difficult to readjust after drying 脱水过程中容易皱缩变形 It is easy to shrink and deform during dehydration
加拿大树胶 Canada balsam	同中性树胶 Same as neutral balsam	同中性树胶，但价格较贵，易发黄 Same as neutral balsam, but more expensive and prone to yellowing
针插标本 Pinned specimen	能更好地观察其体型和体色等整体形态 It can better observe its overall shape such as body shape and body color 能观察到虫体各骨片的凹凸情况 The concave and convex conditions of each bone piece of the worm body can be observed	体型易收缩变形 Body shape shrinks easily 细节特征不易观察 Detailed features are difficult to observe. 保存不当容易褪色或被小蠹等害虫蛀蚀 Improper storage is easy to fade or be eaten by pests such as bark beetles

2015，祖国浩，2016），提高制片过程中的容错率，且阿拉伯胶为水溶性胶，玻片不满意的地方后期可用水溶解重新调整后再压片适合练习和快速制片。但 Noyes（1982）认为因水溶性树脂易干裂，正模不应置于水溶性树脂的玻片中保存，本研究增加了干燥后用中性树胶封住盖玻片四周这一步骤，能显著延长保存时间。

（3）长时间保存还应采用中性树胶（加拿大）封片法，此法兼具防腐（张敬如等，2011）、透明度高等优点（Noyes，1982），但实际操作过程较为复杂，由于小蜂个体较小，复杂的操作步骤极易导致微小部位的丢失，且玻片干燥后难以再次打开。对于蚜小蜂科（陈业，2017）及赤眼蜂科（刘思竹，2019）等体壁较软的类群，放入中性树胶后易皱缩，对制片者水平要求较高。

（4）如标本数量较多或者体表颜色鲜艳，可同时制作玻片标本和针插标本，以获得更多可供观察的鉴定特征。以上几种方法对小蜂以及其他小型昆虫的标本制作，有一定的参考价值，具体操作因虫而异。

本研究在室温下进行透明处理，部分小蜂经透明后头部仍会残留红色或紫色的絮状物组织，在清洗过程中需用显微镊轻轻挤出，否则脱水和压片过程中虫体易皱缩和变形，这或许与透明时间及透明温度有关。透明时间过长会使浅色标本制成玻片后镜检困难（Noyes，1982），同时郑晓军等（2017）在研究蓟马和蚜虫等小型昆虫玻片标本的制作中指出，透明时的温度与透明程度存在一定的关系，但温度过高会导致昆虫组织松散。在小蜂玻片标本制作的后续实验中可增加透明温度对小蜂透明程度影响的研究，或可缩短透明时间，以提高玻片制作效率。

参考文献 (References)

Chen XX, Feng MG, Lou YG, Ye GY, Shen ZC, Liu SS, 2017. Recent developments and perspective in basic researches on biological control of agricultural insect pests. *Bulletin of National Natural Science Foundation of China*, 31(6): 577–585. [陈学新, 冯明光, 娄永根, 叶恭银, 沈志成, 刘树生, 2017. 农业害虫生物防治基础研究进展与展望. 中国科学基金, 31(6): 577–585.]

Chen Y, 2017. A taxonomic study on several genera of Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from China. Doctoral dissertation. Haerbin: Northeast Forestry University. [陈业, 2017. 中国蚜小蜂科部分属的分类研究(膜翅目: 小蜂总科). 博士学位论文. 哈尔滨: 东北林业大学.]

Clausen CP, 1978. Introduced Parasites and Predators of Insect Pests and Weeds: A World Review. Washington: US Department of Agriculture. 1–545.

Doutt RL, Viggiani G, 1968. The classification of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Proceedings of the California Academy of Science* (*Fourth Series*), 35(4): 477–586.

Gauld ID, Bolton B, 1988. The Hymenoptera. British Museum (Natural History). London: Oxford University Press. 1–332.

Gordh G, Hall JC, 1979. Critical point drier used as a method of mounting insects from alcohol. *Entomological News*, 90: 57–59.

Greathead DJ, 1986. Parasitoids in Classical Biological Control. London: Insect Parasitoids. Academic Press. 287–318.

Heraty J, Yanega D, Triapitsyn S, 2006. Museum specimen preparation guidelines (incl. vouchers). https://entmuseum.ucr.edu/guides-faqs/specimen-preparation.

Huang J, 1994. Systematic Studies on Aphelinidae of China. Chongqing: Chongqing Publishing Group. 1–348. [黄建, 1994. 中国蚜小蜂科分类. 重庆: 重庆出版社. 1–348.]

Jin XX, 2015. A taxonomic study of Chinese species of Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Doctoral dissertation. Haerbin: Northeast Forestry University. [金香香, 2015. 中国缨小蜂科(Mymaridae)分类研究—(膜翅目: 小蜂总科). 博士学位论文. 哈尔滨: 东北林业大学.]

Liao XY, Xiao F, 2012. Collection, production and preservation of insect specimen. *Modern Agricultural Science and Technology* , 2012(6): 42–43. [廖肖依, 肖芬, 2012. 昆虫标本的采集、制作和保存方法. 现代农业科技, 2012(6): 42–43.]

Lin YZ, 1992. Insect Taxidermy. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers. 1–104. [林荫珍, 1992. 昆虫标本制作. 上海: 上海科学技术出版社. 1–104.]

Liu SZ, 2019. Taxonomic studies on several genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from China. Doctoral dissertation. Haerbin: Northeast Forestry University. [刘思竹, 2019. 中国赤眼蜂科部分属的分类研究(膜翅目: 小蜂总科). 博士学位论文. 哈尔滨: 东北林业大学.]

Mound LA, Pitkin BR, 1972. Microscopic whole mounts of thrips (Thysanoptera). *Entomologist's Gazette*, 23: 121–125.

Novitzky S, 1956. Hunting, collecting and rearing of Microhymenoptera. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 38(3): 355–367.

Noyes JS, 1982. Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera:

Chalcidoidea). *Journal of Natural History*, 16(3): 315–334.

Prinsloo GL, 1980. An illustrated guide to the families of African Chalcidoidea (Insecta: Hymenoptera), *Science Bulletin, Department of Agriculture and Fisheries, Republic of South Africa*, 395: 1–66.

Wu Q, van A, Chen XX, 2017. An introduction to pinned specimen preparation of Hymenopteran insects. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 54(2): 340–345. [吴琼, Cornelis van Achterberg, 陈学新, 2017. 膜翅目昆虫针插标本制作. 应用昆虫学报, 54(2): 340–345.]

Xu ZH, Huang J, 2004. Chinese Fauna of Parasitic Wasps on Scale Insects. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers. 1–524. [徐志宏, 黄建, 2004. 中国介壳虫寄生蜂志. 上海: 上海科学技术出版社. 1–524.]

Yang ZQ, Wang XY, Zhang YN, Zhang YL, 2018. Research advances of Chinese major forest pests by integrated management based on biological control. *Chinese Journal of Biological Control*, 34(2): 163–183. [杨忠岐, 王小艺, 张翌楠, 张彦龙, 2018. 以生物防治为主的综合控制我国重大林木病虫害研究进展. 中国生物防治学报, 34(2): 163–183.]

Zhang HR, ShÛji O, Mound L, 2006. Collecting and slide preparation methods of thrips. *Chinese Bulletin of Entomology*, 43(5): 725–728. [张宏瑞, Okajim ShÛji, Laurence A. M, 2006. 蓟马采集和玻片标本的制作. 昆虫知识, 43(5): 725–728.]

Zhang JR, Zhang XL, Ding Y, 2011. Mounting mixed specimens of helminth eggs in neutral balsam. *Journal of Pathogen Biology*, 6(5): 397, 365. [张敬如, 张锡林, 丁艳, 2011. 混合蠕虫虫卵树胶封片标本的制备. 中国病原生物学杂志, 6(5): 397, 365.]

Zhao YH, Zheng XJ, Wang ZJ, 2012. Repair, maintenance and conservation of insect specimen in laboratory. *Laboratory Science*, 15(6): 199–201, 205. [赵玉华, 郑晓军, 王郑军, 2012. 实验室昆虫标本的整理修复与保存探究. 实验室科学, 15(6): 199–201, 205.]

Zheng XJ, Zhao YH,Wang ZJ, 2017. Developed technique of glass model of whole body small insects. *Laboratory Science*, 20(6): 57–59. [郑晓军, 赵玉华, 王郑军, 2017. 小型昆虫整体玻片制作技术改良. 实验室科学, 20(6): 57–59.]

Zu GH, 2016. A Taxonomic study of Chinese species of Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Doctoral dissertation. Haerbin: Northeast Forestry University. [祖国浩, 2016. 中国跳小蜂科(Encyrtidae)分类研究(膜翅目: 小蜂总科). 博士学位论文. 哈尔滨: 东北林业大学.]