

DOI:10.12403/j.1001-1498.20230081

中国栓皮栎上瘿蜂虫瘿内寄生蜂种类调查

谭林晏¹, 任典挺², 龙承鹏¹, 张惠超³, 王义平^{1*}

(1. 浙江农林大学林业与生物技术学院, 浙江 杭州 311300; 2. 三门县自然资源和规划局, 浙江 台州 317100;
3. 天津市蓟州区林业局, 天津 301900)

摘要: [目的] 为探明中国栓皮栎上瘿蜂虫瘿内寄生蜂昆虫种类, 2019 至 2022 年调查了我国栓皮栎上不同形态瘿蜂虫瘿中寄生蜂分布, 为生物防治瘿蜂昆虫奠定基础。[方法] 通过野外调查采集栓皮栎上的瘿蜂虫瘿, 进行室内寄生蜂饲养, 对我国栓皮栎上不同类型瘿蜂虫瘿内的寄生蜂昆虫种类进行分类与鉴定。[结果] 调查了我国栓皮栎上 12 种形态瘿蜂虫瘿内的寄生蜂共计有 9 科 17 属 26 种, 其中包括 5 个中国新记录种, 并介绍其分布情况。[结论] 本文记录了栓皮栎上瘿蜂虫瘿内的 26 种寄生蜂及其分布情况, 以及其对应的虫瘿形态, 并获得了虫瘿与寄生蜂的彩色照片。

关键词: 栓皮栎; 瘿蜂; 寄生蜂; 虫瘿; 种类调查

中图分类号: S763.43

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2023)06-0172-09

栓皮栎 (*Quercus variabilis* Blume) 隶属于壳斗科 (Fagaceae) 栎属 (*Quercus* L.), 是一种落叶阔叶乔木^[1]。其分布范围较大, 广布在我国北至辽宁、甘肃, 南至广东、云南的温带、亚热带地区, 是我国阔叶林重要组成树种之一^[2]。栓皮栎经济价值高, 它的树皮常用作工业原料, 树叶可作为柞蚕的饲料, 栎壳常被用来制作栲胶、提取黑色染料, 种实可制作出多种食物、药物等^[3-4]。

瘿蜂科 (Cynipidae) 隶属于膜翅目 (Hymenoptera) 瘿蜂总科 (Cynipoidea), 通常根据其能否刺激植物组织产生虫瘿而分为致瘿瘿蜂和客居瘿蜂两大类^[5]。瘿蜂的虫瘿可发生在植物的各个部位, 包括根、茎、叶、芽和果实等, 但发生在叶上更为常见^[6], 其瘿室内昆虫常被寄生蜂寄生。

寄生蜂在生态系统中占有重要地位, 是自然控制害虫的有效手段之一^[7-8]。因此, 调查寄生蜂种类^[9], 探究寄生蜂与寄主关系^[10-11], 寄生蜂生物防治^[12-14]等方向的研究长盛不衰。瘿蜂寄生蜂的研究多集中于种类的基础调查与研究, 如检疫性害虫栗瘿蜂的寄生蜂调查与生物学^[15-17]、经济作物玫瑰

上的玫瑰瘿蜂寄生蜂调查与生物学^[18-19]; 也有针对寄生蜂实效, 探究其控制瘿蜂种群数量的能力^[16]; 还有研究表明, 瘿蜂虫瘿的外形、发育与其寄生蜂也有部分联系^[20]。笔者及其实验室成员在全国的栓皮栎主要分布区广泛收集瘿蜂虫瘿, 在饲养瘿蜂的过程中发现有大量寄生蜂。关于瘿蜂种类研究, 其他学者已做了大量工作^[21-23], 但瘿蜂虫瘿内寄生蜂种类调查研究还不是很多^[16-17, 24]。为探究不同虫瘿内的寄生蜂种类, 不同虫瘿形态特征对应寄生蜂种类的关系, 本文对不同虫瘿内的寄生蜂进行统计和鉴定, 通过系统调查掌握栓皮栎上瘿蜂的寄生蜂资源, 为今后研究其生物学特性及生物防治等方面奠定基础。

1 材料与方法

1.1 野外标本采集

本研究的虫瘿与寄生蜂材料由实验室成员从 13 个省 (辽宁省、甘肃省、河北省、陕西省、河南省、山东省、浙江省、江西省、湖北省、湖南省、广西省、四川省、云南省), 2 个直辖市 (北

收稿日期: 2023-03-02 修回日期: 2023-04-07

基金项目: 国家自然科学基金 (31472032)

* 通讯作者: 王义平, 博士, 教授。主要研究方向: 昆虫分类与害虫生物防治。E-mail: wyp@zafu.edu.cn

京市、天津市)的栓皮栎主要分布地区系统收集而来。野外采集时,首先调查栓皮栎不同瘿蜂虫瘿形态,拍下生态照片,而后挑选出接近成熟的虫瘿采摘带回实验室饲养,及时记录采集信息(采集人、采集地点、采集时间等)。采集袋选用40 cm × 30 cm的自封袋,在自封袋底部用昆虫针孔扎孔以确保袋内水蒸气能够散出,防止标本潮湿腐烂。

1.2 室内饲养与鉴定

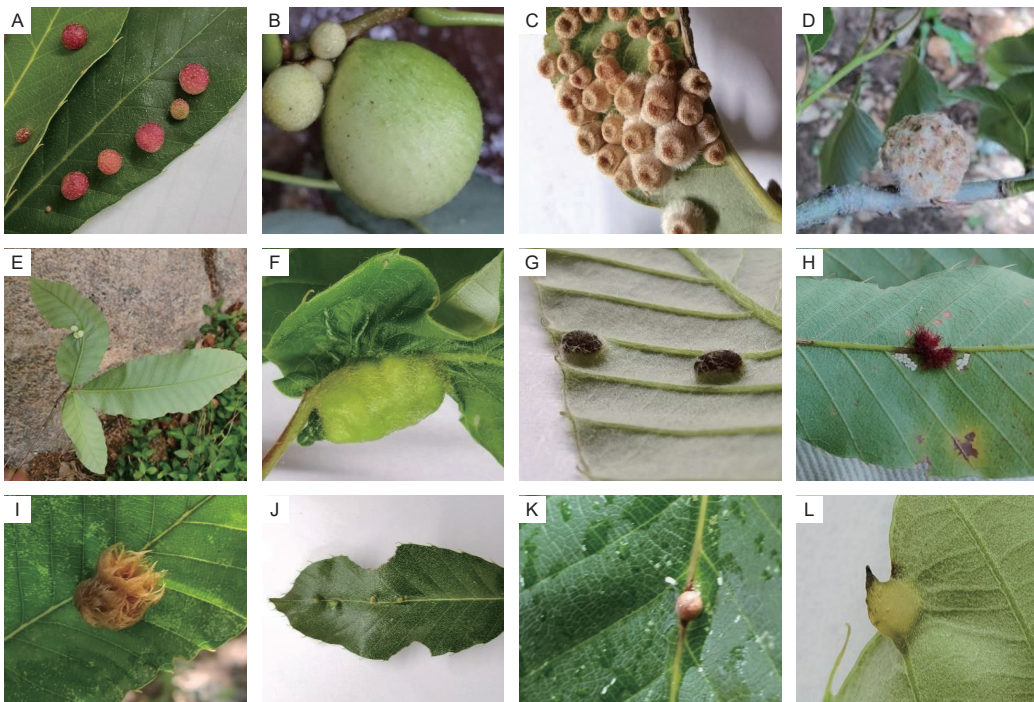
将野外采集的样品带回实验室,根据采集地点、虫瘿形态不同进行分类饲养,定期检查是否有瘿蜂或寄生蜂成虫羽化出瘿,若有成虫羽化出瘿,将其收集起来分别制作针插标本和酒精浸泡标本。

将收集到的寄生蜂成虫针插标本使用体式解剖镜(Leica M205C)进行观察,在观察过程中结合瘿蜂种类和虫瘿生物学性状,查阅瘿蜂关联的寄生蜂研究、寄生蜂分类研究等专业文献进行分类鉴定^[25-40]并拍照。

2 结果与分析

2.1 不同形态虫瘿内寄生蜂种类调查

本次野外调查共采集到虫瘿12种,从刺激产生虫瘿的致瘿瘿蜂种类来看,大体分为4类:(1)毛瘿蜂属(*Trichagalma* Mayr),图1A虫瘿发生部位在叶正面叶脉处,表面具小颗粒,未成熟时虫瘿呈绿色,随着逐渐成熟,颜色由绿变红,成熟时间在6月下旬至9月初;图1B虫瘿发生在枝条上,该种虫瘿根据成熟度不同形态特征不同,有玫红色杨梅状,表面具短刺,成簇发生;也有大型绿色圆球状,表面覆短毛,成熟时泛红,发生时间主要是8月到10月。(2)似凹瘿蜂属(*Cerroneuroterus* Melika & Pujade-Villar),图1C虫瘿(无性世代)位于叶背面呈倒陀螺状,表面覆毛,大小不一,颜色随虫瘿成熟度不同,由粉红变浅棕,发生时间在8月底;图1D虫瘿(有性世



注: A.玫红色单个小球状,毛瘿蜂属; B.成簇大圆球状,毛瘿蜂属; C.棕色倒陀螺状,似凹瘿蜂属; D.浅褐色毛球状,似凹瘿蜂属; E.淡绿色纽扣状,二叉瘿蜂属; F.叶边缘绿色瘤状,二叉瘿蜂属; G.叶背黑色颗粒状,二叉瘿蜂属; H.深红色毛簇状,二叉瘿蜂属; I.浅棕色毛簇状,二叉瘿蜂属; J.叶主脉小凸起状; K.褐色小瘤状; L.叶缘浅绿色尖突状

Notes: A. The shape of a single rose red ball, *Trichagalma*; B. The shape of clusters of large balls, *Trichagalma*; C. The shape of a brown inverted top, *Cerroneuroterus*; D. The shape of light brown fur ball, *Cerroneuroterus*; E. The shape of light green buttons, *Latuspina*; F. Green nodules on the edge of the leaves, *Latuspina*; G. The shape of black particles on the back of the leaves, *Latuspina*; H. The shape of deep red hair clusters, *Latuspina*; I. The shape of light brown hair clusters, *Latuspina*; J. Small protrusions on the main veins of leaves; K. Brown small tumor; L. Light green sharp protrusions at the edge of the leaves

图1 栓皮栎瘿蜂虫瘿

Fig. 1 Cynipid wasp galls on *Quercus variabilis*

代)在枝条上发生,呈蜂窝状,表面覆短毛,同时还会有一小团的淡棕色绒毛,发生时间在4月。(3)二叉瘿蜂属(*Latuspina* Monzen),图1E虫瘿会在叶片发生部位造成卷曲,叶背呈纽扣状,白色,外围有一圈淡绿色,叶正面似玉,翠绿色,形状不规则,发生时间为4月至7月底;图1F虫瘿也会造成叶片的卷曲皱缩,在叶片发生处膨大呈硬瘤状,表面光滑,颜色浅绿,发生时间为4月;图1G虫瘿会在叶背面形成一个黑色小颗粒,发生时间在4月下旬;图1H虫瘿发生在叶背面主脉上,深红色,成一小簇覆于叶脉上,该种虫瘿只在甘肃发现,发生时间在8月底;图1I虫瘿发生在叶正面主脉上,成熟时呈浅棕色,成一小簇覆于叶脉上,发生时间7月下旬和10月。(4)瘿蜂未知,图1J虫瘿发生于叶主脉上,叶正面形成一个小凸起,与叶同色,叶背面形成一个小凹陷,发生时间为4月下旬和7月下旬;图1K虫瘿是在叶正面形成褐色小瘤,发生时间在7月底;图1L虫瘿在叶边缘发生,形成一个浅绿色凸起向外延伸,端

部有一黑色小刺,发生时间为4月下旬。

根据成虫形态鉴定,共计9科17属26种寄生蜂,分别属于姬蜂总科(Ichneumonoidea)的姬蜂科(Ichneumonidae)和茧蜂科(Braconidae),小蜂总科(Chalcidoidea)的长尾小蜂科(Torymidae)、刻腹小蜂科(Ormyridae)、广肩小蜂科(Eurytomidae)、金小蜂科(Pteromalidae)、旋小蜂科(Eupelmidae)、姬小蜂科(Eulophidae)、蚜小蜂科(Aphelinidae)。表1统计了不同虫瘿与寄生蜂种类的对应情况,如表1所示:部分寄生蜂种类仅出现在一类虫瘿中,如姬蜂科寄生蜂仅在毛瘿蜂属虫瘿中发现;同时,也有多种寄生蜂具有虫瘿交叠现象,如横盾长尾小蜂(*Torymus fasciscutellis*)和光盾长尾小蜂(*T. glabriscutellis*) 在毛瘿蜂属和二叉瘿蜂属虫瘿有出现,刻腹小蜂科的具点刻腹小蜂(*Ormyrus punctiger*)也在毛瘿蜂属和二叉瘿蜂属虫瘿有出现,厚刻腹小蜂(*T. crassus*) 在毛瘿蜂属和似凹瘿蜂属虫瘿中出现。

表1 不同虫瘿对应寄生蜂种类

Table 1 Parasitic wasp species corresponding to different galls

虫瘿形态 Gall morphology	寄生蜂种类 Parasitic wasp species	
玫红色单个小圆球状, 图1A	细齿梭柄姬蜂 <i>Sinophorus petilidentis</i> Han, Achterberg & Chen, 2021	
	黄腹长尾小蜂 <i>Torymus flavigastris</i> Matsuo, 2012	
	横盾长尾小蜂 <i>Torymus fasciscutellis</i> Lin, 2005	
	光盾长尾小蜂 <i>Torymus glabriscutellis</i> Lin, 2005	
	玫瑰广肩小蜂 <i>Eurytoma rosae</i> Nees, 1834	
	全异长尾啮小蜂 <i>Aprostocetus diversus</i> (Förster, 1841)	
	绢毛新姬小蜂 <i>Neochrysocharis sericea</i> (Erdős, 1954) (中国新记录)	
	具点刻腹小蜂 <i>Ormyrus punctiger</i> Westwood, 1832	
	科氏平腹小蜂 <i>Anastatus colemani</i> Grawford, 1912	
	基弗旋小蜂 <i>Eupelmus kieffer</i> De Stefani, 1898	
	长卵器蚜小蜂 <i>Aphelinus longiovipositor</i> Geng, 2011	
	成簇大圆球状, 图1B	球果卷蛾光瘤姬蜂 <i>Liotryphon strobilellae</i> (Linnaeus, 1758)
		黄腹长尾小蜂 <i>Torymus flavigastris</i> Matsuo, 2012
		横盾长尾小蜂 <i>Torymus fasciscutellis</i> Lin, 2005
光盾长尾小蜂 <i>Torymus glabriscutellis</i> Lin, 2005		
哈氏大痣长尾小蜂 <i>Bootanomyia habui</i> (Kamijo, 1962) (中国新记录)		
斑绿大痣长尾小蜂 <i>Bootanomyia stigmatizans</i> (Fabricius, 1789) (中国新记录)		
玫瑰广肩小蜂 <i>Eurytoma rosae</i> Nees, 1834		
犬蔷薇广肩小蜂 <i>Eurytoma caninae</i> Lotfalizadeh & Delvare, 2007 (中国新记录)		
杂色食瘿广肩小蜂 <i>Sycophila variegata</i> (Curtis, 1831)		
全异长尾啮小蜂 <i>Aprostocetus diversus</i> (Förster, 1841)		
具点刻腹小蜂 <i>Ormyrus punctiger</i> Westwood, 1832		
厚刻腹小蜂 <i>Ormyrus crassus</i> Hanson, 1992 (中国新记录)		
长卵器蚜小蜂 <i>Aphelinus longiovipositor</i> Geng, 2011		

续表 1

虫瘿形态 Gall morphology	寄生蜂种类 Parasitic wasp species
棕色倒陀螺状, 图1C	玫瑰广肩小蜂 <i>Eurytoma rosae</i> Nees, 1834 厚刻腹小蜂 <i>Ormyrus crassus</i> Hanson, 1992 (中国新记录)
浅褐色毛球状, 图1D	黄腹长尾小蜂 <i>Torymus flavigastris</i> Matsuo, 2012 金色金小蜂 <i>Pteromalus chrysos</i> Walker, 1836 日本奥姬小蜂 <i>Aulogymnus japonicus</i> (Ashmead, 1904)
淡绿色纽扣状, 图1E	瘿蚊茧蜂 <i>Bracon asphondyliae</i> (Watanabe, 1940) 黄腹长尾小蜂 <i>Torymus flavigastris</i> Matsuo, 2012 横盾长尾小蜂 <i>Torymus fasciscutellis</i> Lin, 2005 杂色食瘿广肩小蜂 <i>Sycophila variegata</i> (Curtis, 1831) 短迈金小蜂 <i>Mesopolobus brevis</i> Yao, 2005 金色金小蜂 <i>Pteromalus chrysos</i> Walker, 1836 全异长尾喙小蜂 <i>Aprostocetus diversus</i> (Förster, 1841) 瘿螨长尾喙小蜂 <i>Aprostocetus eriophyes</i> (Taylor, 1909) 胶蚧红眼喙小蜂 <i>Aprostocetus purpureus</i> (Cameron, 1913) 具点刻腹小蜂 <i>Ormyrus punctiger</i> Westwood, 1832 栗瘿蜂旋小蜂 <i>Eupelmus urozonus</i> Dalman, 1820
叶边缘绿色瘤状, 图1F	光盾长尾小蜂 <i>Torymus glabriscutellis</i> Lin, 2005 瘿螨长尾喙小蜂 <i>Aprostocetus eriophyes</i> (Taylor, 1909) 日本奥姬小蜂 <i>Aulogymnus japonicus</i> (Ashmead, 1904)
叶背黑色颗粒状, 图1G	全异长尾喙小蜂 <i>Aulogymnus japonicus</i> (Ashmead, 1904) 离带曲纹姬小蜂 <i>Closterocerus separatus</i> Li & Li, 2021
深红色毛簇状, 图1H	未发现
浅棕色毛簇状, 图1I	具点刻腹小蜂 <i>Ormyrus punctiger</i> Westwood, 1832
叶主脉小凸起状, 图1J	瘿螨长尾喙小蜂 <i>Aprostocetus eriophyes</i> (Taylor, 1909)
褐色小瘤状, 图1K	全异长尾喙小蜂 <i>Aprostocetus diversus</i> (Förster, 1841) 绢毛新姬小蜂 <i>Neochrysocharis sericea</i> (Erdős, 1954) (中国新记录) 厚刻腹小蜂 <i>Ormyrus crassus</i> Hanson, 1992 (中国新记录)
叶缘浅绿色尖突状, 图1L	瘿螨长尾喙小蜂 <i>Aprostocetus eriophyes</i> (Taylor, 1909)

毛瘿蜂属虫瘿个体较其它虫瘿较大, 且更规则, 而在该类虫瘿中所发现寄生蜂种类最多, 图 1A 虫瘿发现了 11 种寄生蜂, 图 1B 虫瘿发现了 13 种寄生蜂。似凹瘿蜂属虫瘿个体较小, 形状不规则, 该类虫瘿内发现 5 种寄生蜂。二叉瘿蜂属虫瘿总体上分为两大类, 一类是造成叶片卷曲皱缩, 如图 1E、F, 这类虫瘿发现的寄生蜂较多, 共发现 14 种不同种类的寄生蜂; 一类是在叶片上形成不规则附着物如图 1G~I, 这类虫瘿发现 3 种寄生蜂, 其中图 1H 未发现寄生蜂。未知虫瘿都是发生在叶片上, 虫瘿个体较小, 如图 1J~L, 发现 5 种寄生蜂。

2.2 瘿蜂寄生蜂分类研究

2.2.1 球果卷蛾光瘤姬蜂 *Liotryphon strobilellae* (Linnaeus, 1758) (图 2A) 分布: 云南 (文山)。

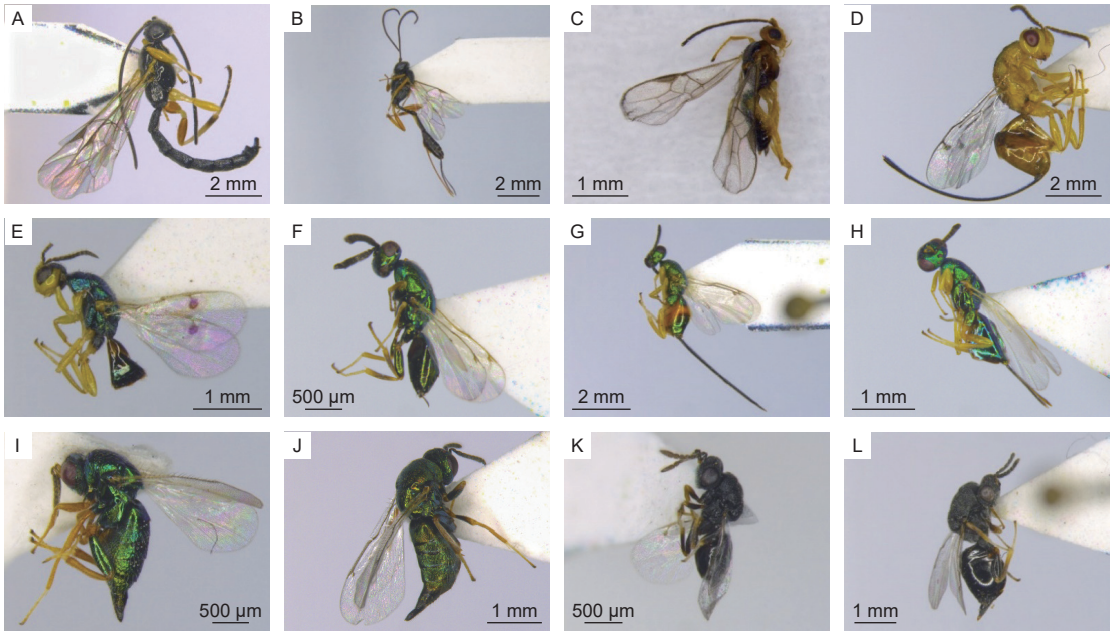
2.2.2 细齿棱柄姬蜂 *Sinophorus petilidentis* Han,

Achterberg & Chen, 2021 (图 2B) 分布: 云南 (保山)。

2.2.3 瘿蚊茧蜂 *Bracon asphondyliae* (Watanabe, 1940) (图 2C) 分布: 湖北 (秭归)。

2.2.4 哈氏大痣长尾小蜂 *Bootanomyia habui* (Kamijo, 1962) (中国新记录) (图 2D) 形态: 体长 4.2 mm, 体浅红褐色, 头顶黄色, 前胸背板中

部带有金属绿, 中胸背板和小盾片中叶除边缘外带有金属蓝色; 并胸腹节中部, 后胸背板背部, 触角鞭节以及产卵器鞘棕色; 翅透明, 翅脉棕色。头部颜面伴有白色毛, 脸颊毛颜色更深。头: 脸部有规则、低凸起的网状纹, 有细横向条纹, 但头顶伴有深粗糙条纹; 触角短, 触角着生部位低于下单眼。梗节长度是头宽的 0.88 倍, 柄节没有到达前单眼, 接近圆柱形。胸: 前胸背板中部宽是长的 1.35 倍, 其上伴有明显的、粗糙条纹, 刚毛 14 排;



注: A.球果卷蛾光瘤姬蜂♀; B.细齿棱柄姬蜂♀; C.瘦蚊茧蜂♀; D.哈氏大痣长尾小蜂♀; E.斑绿大痣长尾小蜂♂; F.横盾长尾小蜂♀; H.光盾长尾小蜂♀; I.厚刺腹小蜂♀; J.具点刺腹小蜂♀; K.犬蔷薇广肩小蜂♀; L.玫瑰广肩小蜂♀

Notes: A. *Liotryphon strobilellae* (Linnaeus, 1758); B. *Sinophorus petilidentis* Han, Achterberg & Chen, 2021; C. *Bracon asphondyliae* (Watanabe, 1940); D. *Bootanomyia habui* (Kamijo, 1962); E. *Bootanomyia stigmatizans* (Fabricius, 1789); F. *Torymus fasciscutellis* Lin, 2005; G. *Torymus flavigastris* Matsuo, 2012; H. *Torymus glabriscutellis* Lin, 2005; I. *Ormyrus crassus* Hanson, 1992; J. *Ormyrus punctiger* Westwood, 1832; K. *Eurytoma caninae* Lotfalizadeh & Delvare, 2007; L. *Eurytoma rosae* Nees, 1834

图 2 栓皮栎瘿蜂寄生蜂种类 Figure 2 Gall wasp parasitoids on *Quercus variabilis*

中胸背板宽是长的 1.5 倍, 伴有强烈的粗糙交叉条纹, 侧叶片具细条纹; 中胸盾片长是宽的 1.86 倍, 宽与高等长; 前翅长是宽的 2.5 倍, 前缘室狭窄, 是缘脉的 1.2 倍长; 透明斑窄, 在下方闭合, 闭合的基室内有部分刚毛; 后翅长是宽的 3.56 倍。腹: 并胸腹节是小盾片的一半长; 腹部是胸部的 0.7 倍长, 不扁平, 高和宽等长, 长是宽的 1.6 倍, 背侧面浅, 有横向网状纹。长卵器鞘等于或长于体长, 是后足胫节的 3.5 倍长。

分布: 河北(邢台)、陕西(周至)、湖南(怀化)、云南(文山)。

2.2.5 斑绿大痣长尾小蜂 *Bootanomyia stigmatizans* (Fabricius, 1789) (中国新记录) (图 2E) 形态: 体长 1.8~2.3 mm, 头部和足(除后足基节大部分外)柠檬黄色, 头顶、中胸背板中叶和内边缘、小盾片、三角片上边缘、背小盾片中部、前胸背板中部至颈片金属绿, 腹部背侧橘黄色, 中部有一窄带红棕色, 产卵器鞘黑色; 翅透明, 翅脉棕色, 触角柄节和梗节橘黄色, 鞭节棕色, 体伴有浅色毛。头: 颜面下部有规则条纹; 触角着生部位低于下单眼, 约为复眼长度的 0.4 倍; 触角丝状, 梗节长为头宽的 1.5 倍, 复眼横径的

4.7 倍, 柄节没有到达前单眼, 近圆柱形。胸: 前胸背板长是宽的 0.74 倍, 其上伴有明显的、粗糙条纹, 14 排横向条纹; 中胸背板宽是长的 1.8 倍, 伴有强烈的粗糙条纹; 中胸盾片长是宽的 1.7 倍, 宽与高等长; 小盾片在基底部 2/3 处有褶皱, 长宽相等, 其上伴有 8 对刚毛; 前翅长是宽的 2.8 倍, 透明斑窄, 在下方闭合, 基室闭合, 伴有部分刚毛; 后翅长是宽的 4.1 倍。腹: 并胸腹节是小盾片的 0.6 倍长; 腹部是胸部的 0.9 倍长, 不扁平, 长是宽的 0.8 倍, 背侧面光滑; 产卵器鞘是腹部的 2.72 倍长, 后足胫节的 4.5 倍长。

分布: 云南(文山)。

2.2.6 横盾长尾小蜂 *Torymus fasciscutellis* Lin, 2005 (图 2F) 分布: 河北(邢台)、湖北(秭归)、云南(文山)。

2.2.7 黄腹长尾小蜂 *Torymus flavigastris* Matsuo, 2012 (图 2G) 分布: 河北(邢台)、山东(泰安)。

2.2.8 光盾长尾小蜂 *Torymus glabriscutellis* Lin, 2005 (图 2H) 分布: 天津(孙各庄乡)、甘肃(天水)、河北(邢台)、陕西(周至)、云南(文山)。

2.2.9 覆盆子长尾小蜂 *Torymus rubi*(Schrank, 1781)

分布:甘肃(天水)。

2.2.10 厚刻腹小蜂 *Ormyrus crassus* Hanson,

1992(中国新记录)(图 2I) 形态:体长

2.5~4.3 mm, 体色蓝绿色, 常伴有轻微的青铜色;翅基片褐色;触角柄节和足大部分黄褐色, 各足基节、后足腿节同体色。头:宽是长的 2.2~2.3 倍, 触角鞭节呈棍棒状, 有 1 个环节, 各索节近正方形(第 1 索节呈锥形), 横宽。胸:长是宽的 1.3~1.4 倍;小盾片覆有粗糙的重叠瓦片状, 顶点延伸至后胸背板;并胸腹节有部分斜线(背面观清晰可见), 中间区域有粗糙刻点;前翅基室伴有刚毛, 透明斑稍缩小, 下部被肘脉的刚毛闭合;后足基节背侧斜具糙纹。腹:长是头和胸总长的 1.3~1.4 倍, 稍侧扁;T4~T6 伴有深凹圆点, 其边缘覆瓦状, 稍有抬高, 尖端稍长于尖间距离, 其后方覆瓦状;T7 无或轻微向上翘, 与 T6 背部平行。

分布:天津(孙各庄乡)、河北(邢台)、四川(西昌)。

2.2.11 具点刻腹小蜂 *Ormyrus punctiger*

Westwood, 1832(图 2J) 分布:北京(平谷区)、河北(邢台)、湖南(怀化)。

2.2.12 犬蔷薇广肩小蜂 *Eurytoma caninae*

Lotfalizadeh & Delvare, 2007(中国新记录)(图 2K)

形态:体长 1.4~1.8 mm, 体黑色;足跗节的 3 节以及胫节端部的刺黄色;触角柄节基部、足基节端部、胫节的基部和端部红棕色;翅脉棕色;产卵器大多数黑色但端部带有棕色。头:头在背视图上相对横向, 额前端轮廓笔直, 其上覆有毛刺, 上颊侧面轮廓笔直, 颊上具刻点, 唇基几乎没有凹口;脸上被有硬毛, 脸侧面具刻点;触角有 5 节索节, 第一索节长于梗节, 长是宽的 1.7 倍, 后几节索节的长度逐渐缩短, 但第 5 索节长仍大于宽;棒节两节, 向顶点逐渐变窄呈一窄圆形。胸:前胸背板和中胸背板具密集刻点, 三角片具褶皱网状纹, 其上的细凹槽前半部分模糊, 未到达横盾沟;盾纵沟深, 小盾片背侧轮廓线强烈突出;中胸后侧片腹侧有大部分网状纹, 背侧有细线或光滑;中足基节没有褶皱或脊, 在其前背面有细纵线;后足基节基部背侧裸露。腹:并胸腹节强烈弯曲, 几乎与中胸背板呈直角, 中间部分宽且凹陷;第 1 腹节背板通常伴随基部下凹, 第 4 和第 5 节腹节背侧内缘线

强烈分散, 第 4 腹节腹侧有刻点, 第 4 腹节和第 5 腹节侧面不完全重叠, 在背侧后缘上没有强烈的凹缺, 第 5 腹节背侧没有或只有轻微的刻点, 第 6 腹节背侧无隆脊。

分布:河北(邢台)、陕西(周至)、湖北(秭归)、云南(文山)。

2.2.13 玫瑰广肩小蜂 *Eurytoma rosae* Nees,

1834(图 2L) 分布:辽宁(大连)、天津(孙各庄乡)、河北(邢台)、河南(内乡)、湖北(秭归)、云南(文山、保山)。

2.2.14 杂色食瘿广肩小蜂 *Sycophila variegata*

(Curtis, 1831)(图 3A) 分布:河北(邢台)、山东(泰安)。

2.2.15 短迈金小蜂 *Mesopolobus brevis* Yao,

2005(图 3B) 分布:河北(邢台)、湖北(秭归)、湖南(怀化)。

2.2.16 金色金小蜂 *Pteromalus chrysos* Walker,

1836(图 3C) 分布:河北(邢台)、山东(泰安)、湖北(秭归)、湖南(怀化)。

2.2.17 科氏平腹小蜂 *Anastatus colemani*

Grawford, 1912(图 3D) 分布:河南(内乡)。

2.2.18 基弗旋小蜂 *Eupelmus kieffer* De Stefani,

1898(图 3E) 分布:河北(邢台)、云南(文山)。

2.2.19 栗瘿蜂旋小蜂 *Eupelmus urozonus*

Dalman, 1820 分布:河北(邢台)。

2.2.20 全异长尾啮小蜂 *Aprostocetus diversus*

(Förster, 1841)(图 3F) 分布:河北(邢台)、河南(安阳)、山东(泰安)、湖北(秭归)、广西(田林)、四川(西昌)、云南(文山)。

2.2.21 瘿螨长尾啮小蜂 *Aprostocetus eriophyes*

(Taylor, 1909)(图 3G) 分布:天津(孙各庄乡)、河北(邢台)、山东(泰安)、湖北(秭归)、湖南(怀化)。

2.2.22 胶蚧红眼啮小蜂 *Aprostocetus purpureus*

(Cameron, 1913)(图 3H) 分布:河南(内乡)、湖北(秭归)。

2.2.23 日本奥姬小蜂 *Aulogymnus japonicus*

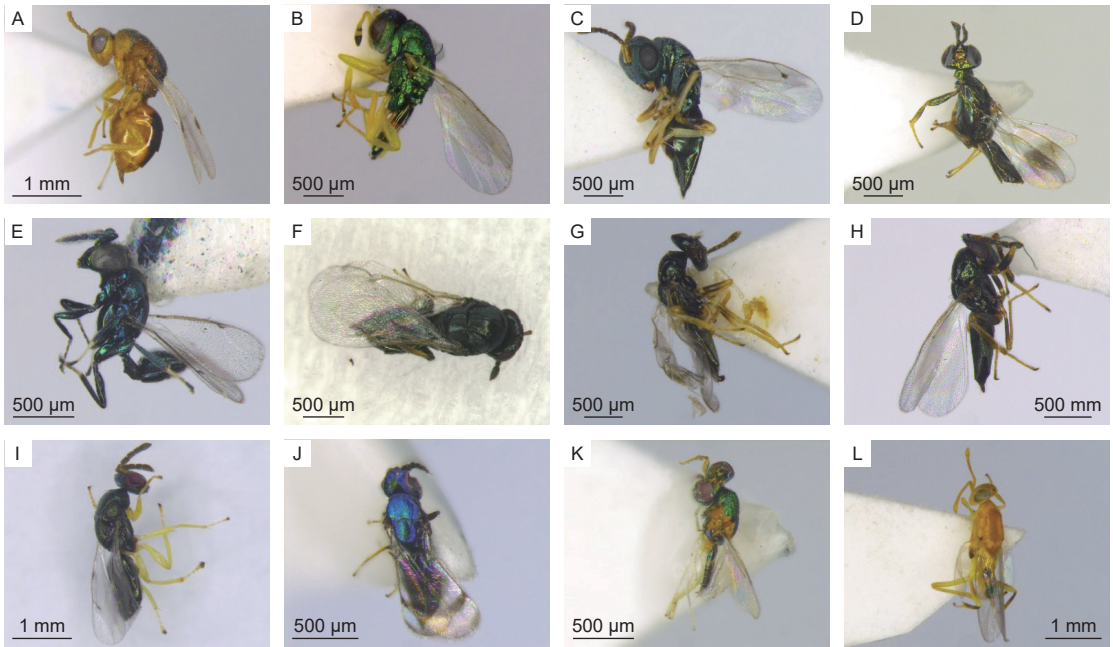
(Ashmead, 1904)(图 3I) 分布:天津(孙各庄乡)、河北(邢台)。

2.2.24 离带曲纹姬小蜂 *Closterocerus separatus*

Li & Li, 2021(图 3J) 分布:河南(内乡)。

2.2.25 绢毛新姬小蜂 *Neochrysocharis sericea*

(Erdős, 1954)(中国新记录)(图 3K) 形态:



注: A.杂色食瘿广肩小蜂♀; B.短迈金小蜂♀; C.金色金小蜂♀; D.科氏平腹小蜂♀; E.基弗旋小蜂♂; F.全异长尾啮小蜂; G.瘿螭长尾啮小蜂♀; H.胶蛭红眼啮小蜂♀; I.日本奥姬小蜂♀; J.离带曲纹姬小蜂♀; K.绢毛新姬小蜂; L.长卵器蚜小蜂♀

Notes: A. *Sycophila variegata* (Curtis, 1831); B. *Mesopolobus brevis* Yao, 2005; C. *Pteromalus chrysos* Walker, 1836; D. *Anastatus colemani* Grawford, 1912; E. *Eupelmus kiefferi* De Stefani, 1898; F. *Aprostocetus diversus* (Förster, 1841); G. *Aprostocetus eriophyes* (Taylor, 1909); H. *Aprostocetus purpureus* (Cameron, 1913); I. *Aulogymnus japonicus* (Ashmead, 1904); J. *Closterocerus separatus* Li & Li, 2021; K. *Neochrysocharis sericea* (Erdős, 1954); L. *Aphelinus longiovipositor* Geng, 2011

图3 栓皮栎瘿蜂寄生蜂种类 Figure 3 Gall wasp parasitoids on *Quercus variabilis*

体长 1.0 mm。触角柄节浅色, 梗节褐色, 顶端颜色浅, 剩余部分颜色深; 唇基颜色浅; 头胸金属绿, 前足和中足基节浅色, 基部褐色, 后足基节基部 1/2 处深金属色, 顶点 1/2 处浅色; 足的剩余部分浅色, 爪褐色; 翅透明, 翅脉带有浅黄棕色; 腹部金属绿, 有一大块浅色斑覆盖在第 1~3 节腹背板后部以及第 4 节腹背板前部。头: 颧眼距的宽度是柄节的 2 倍长; 前头和头顶具强烈网状纹。胸: 中胸盾片和小盾片具强烈网状纹; 背小盾片小, 微凸, 其上的网状纹微弱; 胸表面的沟槽笔直; 前翅有一截面, 后缘脉长度是痣脉的 0.3 倍。腹: 腹部卵圆形, 各节覆白色刚毛, 第 1 腹节背侧有轻微网状纹。

分布: 天津(孙各庄乡)、河北(邢台)、河南(安阳)、四川(西昌)。

2.2.26 长卵器蚜小蜂 *Aphelinus longiovipositor* Geng, 2011 (图 3L) 分布: 河北(邢台)、四川(都江堰)。

3 讨论

在自然条件下, 寄生蜂能有效控制多数害虫的

种群数量, 使其不能对作物形成灾害; 而在农林业生产实践中, 寄生蜂种类调查是实施害虫生物防治的基础^[41]。本研究通过野外采集和室内饲养, 系统调查了中国栓皮栎上瘿蜂虫瘿类型, 并明确虫瘿内的寄生蜂种类。在调查过程中发现, 同种致瘿瘿蜂虫瘿在同时段的不同地区, 形态特征会有所不同, 有个体大小的差异, 也有颜色和毛刺完全不同的情况; 虫瘿个体大小的不同可能会引起寄生蜂种类差异, 如毛瘿蜂属虫瘿相较于其它 3 类虫瘿而言个体较大, 形状较规则, 发现的寄生蜂种类也更多; 不同种虫瘿之间的寄生蜂会存在种类交叠的现象, 如长尾小蜂科的横盾长尾小蜂 (*T. fasciscutellis*) 和光盾长尾小蜂 (*T. glabriscutellis*) 在毛瘿蜂属虫瘿和二叉瘿蜂属虫瘿中都有发现。

寄生蜂类群不仅存在拟寄生行为 (Parasitoid behavior), 还会因寄主资源有限、环境因素等产生其它寄生行为如重寄生 (Hyperparasitism) 行为和过寄生 (Superparasitism) 行为, 重寄生现象在小蜂总科、姬蜂科和瘿蜂总科等里比较常见^[42]。本研究所收集的寄生蜂都来自于瘿蜂虫瘿内部, 观察和记录其寄生行为较为困难, 故虫瘿内寄生蜂与

瘿蜂或其它寄生蜂的寄生关系尚不明确。其中大多数寄生蜂可能是寄生瘿蜂的,但同时也可能存在重寄生蜂寄生其它寄生蜂,因此需要进一步探究瘿蜂虫瘿内寄生蜂的寄生关系,或可完善瘿蜂-寄主-寄生蜂整个体系。

同时在饲养过程中也发现我国栓皮栎瘿蜂虫瘿成熟时间主要集中在两个时间段,分别是每年的4—7月和8—11月,在虫瘿成熟但瘿内昆虫未羽化出瘿的时间段采集虫瘿最为合适^[35]。寄生蜂通常在同批虫瘿内的瘿蜂出现部分羽化之后开始出虫,但常常因为枝条采下时间太久失水变枯而无法钻出虫瘿。因此,进一步观察了解不同寄生蜂的生物学特性,优化饲养方式,可能提高虫瘿出虫率。

寄生蜂的物种准确鉴定对后续生物学研究以及生物防治应用至关重要^[41]。但因寄生蜂种类繁多,体型微小,形态差异较大,多数寄生蜂还存在雌雄异形的情况,同时还受地理分布的影响给传统分类学研究带来了巨大的挑战^[41]。DNA测序技术的迅猛发展,对于疑难物种的快速鉴定带来了技术革新,使用DNA条形码技术进行寄生蜂辅助鉴定,也能帮助传统分类学研究提高鉴定准确性。此外,我国栓皮栎上的瘿蜂虫瘿形态类型多样,研究虫瘿与其内的寄生蜂对应关系,后续可以借助虫瘿性状进行寄生蜂辅助鉴定。

4 结论

本研究首次报道了我国栓皮栎上瘿蜂虫瘿内寄生蜂昆虫共计26种,包括5个中国新纪录种,同时详细记录了它们分布范围和对应的虫瘿类型;并描述了12种栓皮栎上的瘿蜂虫瘿,提供了相关野外生态特征照片,为今后野外识别采集虫瘿奠定基础。

参考文献:

[1] 吴明作. 栓皮栎研究进展[J]. 陕西林业科技, 1998(4): 65-69.

[2] 李璇, 薛美玲, 胡荣, 等. 麻栎与栓皮栎不同种源苗期生长差异性及评价[J]. 东北林业大学学报, 2021, 49(7): 9-15.

[3] 一妍. 开发栎树资源大有可为[J]. 内蒙古林业, 1994(2): 21.

[4] 陈晓东. 栓皮栎的综合利用[J]. 花卉, 2018(12): 192-193.

[5] LILJEBLAD J, RONQUIST F. A phylogenetic analysis of higher-level gall wasp relationships (Hymenoptera: Cynipidae)[J]. Systematic Entomology, 1998, 23(3): 229-252.

[6] 王光钺, 王义平, 吴鸿. 虫瘿与致瘿昆虫[J]. 昆虫知识, 2010, 47(2): 419-424.

[7] GARIEPY T, KUHLMANN U, GILLOTT C, et al. Parasitoids, predators and PCR: the use of diagnostic molecular markers in biological control of Arthropods[J]. Journal of Applied Entomology, 2007, 131(4): 225-240.

[8] LASALLE J, GAULD I. Parasitic Hymenoptera and the biodiversity crisis[J]. Redia, 1991, 74(3, Appendix): 315-334.

[9] 程鑫斐, 潘立婷, 杜素洁, 等. 西藏地区豌豆彩潜蝇的发生为害及其寄生蜂种类调查[J]. 植物保护, 2022, 48(2): 232-236 + 246.

[10] 罗礼智, 程云霞, 江幸福, 等. 我国草地螟的寄生蜂及其与寄主的关系[J]. 中国生物防治学报, 2018, 34(3): 327-335.

[11] SHI J, JIN H, WANG F, et al. The larval saliva of an endoparasitic wasp, *Pteromalus puparum*, suppresses host immunity[J]. Journal of Insect Physiology, 2022, 141: 104425.

[12] WANG Z Z, LIU Y Q, MIN S, et al. Parasitoid wasps as effective biological control agents[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2019, 18(4): 705-715.

[13] PILKINGTON L, IRVIN N, BOYD E, et al. Introduced parasitic wasps could control glassy-winged sharpshooter[J]. California Agriculture, 2005, 59(4): 223-228.

[14] DAHLSTEN D, DAANE K, PAINE T, et al. Imported parasitic wasp helps control red gum lerp psyllid[J]. California Agriculture, 2005, 59(4): 229-235.

[15] 童新旺, 傅佑斌, 倪乐湘. 湖南栗瘿蜂的寄生蜂种类及保护利用措施[J]. 湖南林业科技, 2005(2): 35-37.

[16] 任爽. 重庆地区栗瘿蜂寄生蜂种类及其控制作用的研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(7): 3055-3056 + 3103.

[17] 叶世森, 胡凤玉. 锥栗栗瘿蜂天敌种类调查及控制作用研究[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2017, 30(6): 9-11.

[18] STILLE B. The effect of hostplant and parasitoids on the reproductive success of the parthenogenetic gall wasp *Diplolepis rosae* (Hymenoptera, Cynipidae)[J]. Oecologia, 1984, 63: 364-369.

[19] METE Ö, LOTFALIZADEH H. Parasitoid wasps associated with *Diplolepis* galls (Hymenoptera: Cynipidae) in Turkey: an updated checklist and report of three non-regular species[J]. Phytoparasitica, 2019, 47(3): 361-374.

[20] 郭瑞, 王义平, 吴鸿. 虫瘿多样性及其与寄主植物和环境间关系[J]. 环境昆虫学报, 2012, 34(3): 370-376.

[21] CERASA G, LO VERDE G, CALECA V, et al. New records of Cynipidae (Hymenoptera) from Italy[C]. Annales de la Société entomologique de France (NS), 2015: 477-486.

[22] PUJADE J, WANG J. A new species of the genus *Trichagalma* Mayr from China (Hym.: Cynipidae)[J]. Orsis, 2012, 26: 0091-101.

[23] PUJADE-VILLAR J, WANG Y P, GUO R, et al. A new species of *Cerroneuroterus* Melika Pujade-Villar from the Eastern Pa-

- laearctic (Hymenoptera, Cynipidae, Cynipini)[J]. *Zootaxa*, 2020, 4869(4): 515-528.
- [24] AZMAZ M, AYIN B, KATILMIS Y. Parasitoid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea) found in Cynipid (Hymenoptera: Cynipidae) Galls[J]. *Turkish Journal of Forestry*, 2021.
- [25] LOTFALIZADEH H, DELVARE G, RASPLUS J-Y. *Eurytoma caninae* sp. n. (Hymenoptera, Eurytomidae), a common species previously overlooked with *E. rosae*[J]. *Zootaxa*, 2007, 1640(1): 55-68.
- [26] 黎文建. 中国啮小蜂亚科分类研究(膜翅目: 姬小蜂科)[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2021.
- [27] 李明锐. 中国灿姬小蜂亚科分类研究(膜翅目: 姬小蜂科)[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2022.
- [28] HANSON P. The Nearctic species of *Ormyrus* Westwood (Hymenoptera: Chalcidoidea: Ormyridae)[J]. *Journal of Natural History*, 1992, 26(6): 1333-1365.
- [29] 唐 璐. 中国平腹小蜂属系统分类研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2018.
- [30] GIBSON G A, FUSU L. Revision of the Palaearctic species of *Eupelmus* (Eupelmus) Dalman (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eupelmidae)[J]. *Zootaxa*, 2016, 4081(1): 1-331.
- [31] 林祥海. 中国长尾小蜂科常见属分类研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2005.
- [32] 周诗语. 中国迈金小蜂属分子系统学研究(膜翅目: 金小蜂科)[D]. 沈阳: 沈阳师范大学, 2018.
- [33] 朱朝东, 黄大卫. 浙江姬小蜂科分类学研究(膜翅目: 小蜂总科)(英文)[J]. *动物分类学报*, 2001 (4): 533-547.
- [34] 朱朝东, 黄大卫. 广西姬小蜂科分类学研究(膜翅目: 小蜂总科)(英文)[J]. *动物分类学报*, 2002 (3): 583-607.
- [35] 鞠晓雪. 作瘿于四种栎树的瘿蜂及其寄生蜂多样性研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2021.
- [36] 刘宏泉. 新疆地区野小蜂科系统分类研究(膜翅目: 小蜂总科)[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2013.
- [37] 王义平. 中国茧蜂亚科的分类及其系统发育研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2006.
- [38] 厉向向. 中国 *Aprostocetus* 属系统分类研究(膜翅目: 姬小蜂科)[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2013.
- [39] 胡婷玉, 胡好远, 肖 晖, 等. 海南长尾小蜂科分类学研究(膜翅目)[J]. *昆虫分类学报*, 2010, 32 (S1): 95-109.
- [40] LASALLE J. North American genera of tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae)[J]. *Journal of Natural History*, 1994, 28(1): 109-236.
- [41] 周青松. DNA条形码在寄生蜂鉴定中(昆虫纲: 膜翅目)的应用研究[D]. 合肥: 安徽大学, 2014.
- [42] 陈 伟. 蝇蛹金小蜂重寄生与过寄生行为研究[D]. 芜湖: 安徽师范大学, 2016.

Investigation on the Parasitoids in the Gall of the Cynipid Wasp on *Quercus variabilis* in China

TAN Lin-yan¹, REN Dian-ting², LONG Cheng-peng¹, ZHANG Hui-chao³, WANG Yi-ping¹

(1. School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang A & F University, Hangzhou 311300, Zhejiang, China; 2. Sanmen Bureau of Natural Resources and Planning, Taizhou 317100, Zhejiang, China; 3. Tianjin Jizhou Forestry Bureau, jizhou 301900, Tianjin, China)

Abstract: [Objective] To understand the species and the distribution of parasitoids in the galls of the cynipid wasps on *Quercus variabilis* in China, an investigation was conducted from 2019 to 2022. The results will lay a foundation for biological control of cynipid wasps. [Method] The cynipid wasp galls on *Q. variabilis* were collected through field investigation. The parasitoids in the galls were reared under laboratory conditions, and the specimens were both examined and identified. [Result] A total of 26 species of parasitoids belonging to 9 families, 17 genera, with 5 new records in China, were identified in the galls from 12 species of cynipid wasps on *Q. variabilis* in China. Their distribution was introduced. [Conclusion] This study reports 26 parasitoids species in the galls of cynipid wasps on *Q. variabilis*, and summarizes their corresponding gall morphology and distribution. In addition, color photographs of galls and parasitoids are acquired.

Keywords: *Quercus variabilis*; cynipid wasp; parasitoids; galls; investigation of species