doi：10.3969/j.issn.1674－0858.2016.06.22

白斑切叶蜂的生物学特性观察

何　波[1,2]，黄敦元[2,3]，苏田娟[2]，牛泽清[2]，谷战英[1*]，朱朝东[2*]

（1. 中南林业科技大学，长沙 410004；2. 中国科学院动物研究所，动物进化和系统学重点实验室，北京 100101；
3. 江西环境工程职业学院，江西赣州 341000）

摘要： 白斑切叶蜂 *Megachile strupigera* 是我国南方野生植物及部分农林作物的有效传粉昆虫之一。本文利用人工巢管完成白斑切叶蜂的野外收集和观察，结合室内人工饲养和相关数据的采集，系统研究了该蜂除成虫外各虫态的形态特征、生活史、筑巢习性和访花行为以及寄生性天敌等相关生物学特性。结果表明：白斑切叶蜂在江西赣州地区1年2代，以滞育状态下的老熟幼虫在虫室中越冬，滞育期约270 d。成虫翌年5月下旬开始出巢活动，主要包括羽化、交配、产卵、筑巢、访花等行为。室内观察和测量发现该蜂的卵近似微弯的长圆柱形，长3.15±0.14 mm。卵期2－3 d；幼虫期6－8 d；蛹期10－12 d。该蜂雄性个体多于雌性个体且同年2代雌雄比有一定的差异。该蜂成虫主要到访黄荆 *Vites negundo* 和藤金合欢 *Acacia sinuate* 等多种植物。该蜂偏好选择内径在0.614－0.948 cm，长度在8.1－20.1 cm的巢管筑巢。该蜂幼虫期寄生性天敌主要有 *Melittobia australica* 和波赤腹蜂 *Euaspis polynesia*。本研究通过对白斑切叶蜂基础生物学进行研究，旨在为该蜂人工管理、驯化、工厂化繁殖等技术提供基础，同时也为制定该蜂保护策略和适宜栖息地环境的构建提供重要理论依据。

关键词： 白斑切叶蜂；生活史；筑巢习性；访花行为；天敌；生物学特性

中图分类号： Q965；S89　　**文献标志码：** A　　**文章编号：** 1674－0858（2016）06－1237－08

Bionomics of *Megachile strupigera* Cockerell (Hymenoptera: Megachilidae)

HE Bo[1,2], HUANG Dun-Yuan[2,3], SU Tian-Juan[2], NIU Ze-Qing[2], GU Zhan-Ying[1*], ZHU Chao-Dong[2*]

(1. Certral South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China; 2. Key Laboratory of Zoological Systematics and Evolution (CAS), Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. Jiangxi Environmental Engineering Vocational College, Ganzhou 341000, Jiangxi Province, China)

Abstract: *Megachile strupigera* is one of the effective pollinators for the wild plants and crops in the south of China. With artificial nest (trap-nesting) as the collecting material, the field collection and observation were implemented. And combined with the indoor artificial breeding and data collection, the related biological characteristics such as the morphological characteristics, life history, nesting habits, pollination behavior and parasitic natural enemies were systematically studied. *M. strupigera* has two generations a year in Jiangxi Province and overwinters as a diapaused mature larva in the zooecium, with the diapause period of about 270 d. And the adult would begin to go out of its nest in late May of the next year, mainly including behaviors of eclosion, mating, oviposition, nesting and flower foraging. According to the indoor observation and measurement, it is found that the shape of the egg is approximate cylinder, slightly curved, with the length of 3.15±0.14 mm. The stage of the egg, larva and pupa is 2－3 d, 6－8 d and 10－12 d, respectively. Through the indoor feeding, we have found that the male individuals are generally more than

基金项目： 中国博士后科学基金第57批面上资助项目（2015M571120）；江西省教育厅2014年自然科学研究项目（14805）

作者简介： 何波，男，主要从事传粉昆虫和经济林病虫害生物防治方向的研究，E－mail：hebo90@126.com

* **通讯作者** Author for correspondence，E－mail：549823865@qq.com；zhucd@ioz.ac.cn

收稿日期 Received：2016－01－07；**接受日期** Accepted：2016－03－10

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

the females, and there is certain difference in the sex ratio between the first generation and the second generation (overwintering generation). During the adult stage, *M. strupigera* mainly visit the plants of *Vites negundo* and *Acacia sinuate*. The lengths of the nesting tubes selected by the bees were between 8.1 and 20.1 cm, and the inner diameters were 0.614 – 0.948 cm. The parasitic natural enemies for the larval phase of *M. strupigera* mainly include *Melittobia australica* and *Euaspis Polynesia*. Through the basic research of the biological characteristics of *M. strupigera*, the application of the *M. strupigera* in manual administration, domestication and industrialized propagation will be promoted, which is also the significant theory basis for the formation of conservation strategy and the construction of suitable habitat environment.

Key words: *Megachile strupigera*; life history; nesting behavior; foraging behavior; natural enemies; biological characteristics

白斑切叶蜂 *Megachile strupigera* Cockerell 隶属切叶蜂科 Megachilidae 切叶蜂属 *Megachile* 脊切叶蜂亚属 *Amegachile* (吴燕如，2006)，我国主要分布于上海、江苏、浙江、安徽、福建、广西、海南、四川、云南、香港等地，是野生植物及部分农林作物的有效传粉昆虫之一(吴燕如，2006)。

切叶蜂科 Megachilidae 是蜜蜂总科 Apoidea 中较大的类群，全世界已描述近 4000 种(Michener，2007)。切叶蜂科物种多数为独栖性蜜蜂，该类群具有显著的筑巢多样性(Michener，2007; Ivanov *et al.*，2013)。自然条件下选择废旧的植物茎干筑巢(Rozen，2013; Rozen *et al.*，2015)、或选择土壁筑巢(蒙艳华和徐环李，2007，2008)，筑巢材料主要有泥土(Cane *et al.*，2007)、植物叶片(Litman *et al.*，2011)和松脂(Paini，2004)。切叶蜂科是蜜蜂总科中长口器的进化类群之一，是农、林、牧业植物的重要传粉蜜蜂(陈合明和李瑞军，1996; 吴燕如，2006; Chavan and Viraktamath，2015)。

近年来，国内外学者对切叶蜂科部分物种的生物学、营巢规律、访花行为等领域做过初步研究(Zillikens and Steiner，2004; 蒙艳华，2007; 落巨福和刘强，2010; Landry *et al.*，2014)。本研究延续前人的研究方法，利用芦苇管制作成人工巢箱(trap-nesting)收集白斑切叶蜂，对该蜂的生物学、营巢规律进行系统研究，为后期开展该蜂的保护、人工管理、驯化、工厂化繁殖提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

野外调查时间从 2014 年 5 月到 2014 年 10 月，样地位于江西省赣州市章贡区湖边镇(25°53′N，114°54′E; 海拔 166.6 m)和赣州市赣县沙地镇(26°06′N，114°46′E; 海拔 281.7 m)。地处中亚热带南缘，光照充足，四季分明，年均气温 19.1℃，年均降雨量 1605.6 mm，年均日照时数为 1774.4 h。两样地均属典型丘陵、山地地貌，林分层次分明，野生植物资源丰富。

1.2 研究方法

1.2.1 幼虫收集与观察

两样地各安置 10 个巢箱，人工巢箱的制作及安置方法参考 Staab 等(2014)。将所收集的白斑切叶蜂已筑巢巢管带回实验室解剖并测量记录巢室结构的相关数据。之后将其置于玻璃试管内(管口以脱脂棉堵塞)，观察各虫态的发育过程及幼虫行为习性，在体视镜下观察各虫态的形态特征，同时对其寄生性天敌的种类及寄生率进行统计。

1.2.2 性比及寄生率观察

野外每 15 d 采集 1 次该蜂筑巢巢管，室内饲养并统计羽化期每个巢管中羽化出巢的雌雄个体数量、羽化时间及寄生情况，据此计算不同世代该蜂的羽化时间、性比和寄生率。

1.2.3 成虫活动习性与寿命观察

用记号笔对该蜂刚开始筑巢的巢管进行标记，通过野外跟踪观察筑巢雌蜂的活动规律和室内解剖雌蜂生殖器、观察卵巢有无产卵斑相结合的方法(贺春玲等，2011)来确定成虫的寿命。

1.2.4 营巢与访花行为观察

选择交配结束开始筑巢的雌蜂进行筑巢行为观察($n = 10$)，采取目测、摄像和巢管解剖相结合的方法进行连续观察，记录该蜂清理巢管过程及用时、采集筑巢材料及营巢时间。对巢区周围的开花植物进行观察，统计该蜂到访的植物种类，

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用秒表计时并辅以拍照、摄像的方法记录该蜂的访花行为。

1.2.5　数据统计与分析

实验数据存储和图形制作采用 SPSS 13.0 和 Excel 2003 软件处理。

2　结果与分析

2.1　生活史

室内饲养及野外调查观察表明，白斑切叶蜂在江西赣州地区 1 年发生 2 代，以滞育的老熟幼虫越冬。自然条件下，越冬幼虫翌年 5 月中旬开始陆续化蛹，蛹期 10－12 d。5 月下旬至 8 月下旬为成虫期。单个巢管中所有成虫的出巢历期约 2－3 d，一般雄蜂先于雌蜂 1－2 d 出巢，雌蜂羽化出巢后即可交配，交配后开始在羽化地点附近选址筑巢产卵。雌蜂寿命约 40 d，雄蜂寿命约 12 d，卵期 3－5 d，幼虫期 6－8 d，幼虫取食完蜂粮后开始吐丝结茧并进入老熟幼虫期，越冬代滞育期约 270 d。该蜂有世代重叠现象，其具体生活史见表 1。

表 1　白斑切叶蜂的生活史（江西，赣州）

Table 1　The life cycle of *Megachile strupigera* Cockerell (Ganzhou, Jiangxi)

世代 Generation	5 月 May			6 月 June			7 月 July			8 月 Aug.			9 月 Sep.			10 月－翌年 Oct.–Next year		
	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L	上 F	中 M	下 L
越冬代 Winter-surviving generation	±	○	○	○	○													
			+	+	+	+	+											
				●	●	●	●	●										
第一代 The 1st generation				–	–	–	–	–	–									
					○	○	○	○	○	○								
						+	+	+	+	+	+	+						
第二代（越冬代） The 2nd generation (Winter-surviving generation)							●	●	●	●	●	●	●					
								–	–	–	–	–	–	–				
									±	±	±	±	±	±	±	±	±	±

注：±，滞育老熟幼虫；+，出巢活动成虫；●，卵；–，幼虫；○，蛹；F，上旬；M，中旬；L，下旬。Note: ±, diapaused mature larva; +, emerged adult or active adult; ●, egg; –, larva; ○, pupa; F, the first ten days of the month; M, the middle ten days of the month; L, the last ten days of the month.

卵：呈微弯曲的长圆柱形，长 3.15 ± 0.14 mm（n = 15）；直径 1.13 ± 0.06 mm（n = 15）。产于虫室内的蜂粮上（图版 1：A），初产的卵无色透明略带乳白色，表面光滑，渐为淡黄色。2－3 d 后，卵壳内幼虫的形态发育完成，身体缓慢蠕动，后以头部破壳而出，卵壳从背中线逐渐开裂。孵化后不久便可取食。

幼虫：初孵幼虫呈乳白色，长 3.02 ± 0.11 mm（n = 15）。1－2 龄幼虫呈细圆状，幼虫尾部钝圆，头部略小，伏在蜂粮上取食少量蜂粮，但不排便（图版 1：B）。3 龄以后，幼虫食量逐渐增大，开始向外排便，粪便排在虫室内空旷的内壁上（图版 1：C）。历经 6－8 d 取食完蜂粮后，幼虫体色渐变为浅黄色，随后吐丝做茧，茧的大小与虫室的大小基本一致。做完茧后，幼虫转动身体，头部始终朝巢室出口方向并进入前蛹期。

蛹：被蛹，雄性体长为 9.56 ± 0.39 mm（n = 15），雌性体长为 11.79 ± 0.48 mm（n = 15）。体色初期白色，后渐变为灰黑色；头胸部的颜色先于腹部变暗；腹部节间处随头胸部同时变黑，其

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

余部位由褐色逐渐至黑色。复眼 1 对，单眼 3 只，位于额顶两复眼中间，呈倒三角形排列；初期单、复眼颜色与虫体相近，约 3 d 后变为浅粉色，并逐渐由浅红色转红色，再由红色转暗红色后转黑色（图版 1：D）。整个蛹期约 10 – 12 d，羽化完成后变成成虫，新成虫打通虫室隔离层及前厅（Vestibular cell）堵塞物，爬出巢口。

2.2 成虫的羽化及性比

白斑切叶蜂在江西赣州地区每年 5 月下旬越冬代成虫开始陆续羽化出巢，6 月上旬羽化数量逐渐增加形成第 1 代羽化高峰期，第 2 代羽化高峰期出现在 7 月中旬至 8 月上旬。成蜂羽化时间主要集中在晴好天气的上午 9∶00 – 11∶30，占全天的 47.6%（n = 78），15∶00 – 17∶00 时次之，占 29.1%（n = 47）。成虫羽化后，用上颚将巢室封堵物咬碎并沿虫道出巢。单个巢管中所有成虫的出巢历期为 2 – 3 d，雄蜂先于雌蜂 1 – 2 d 羽化。野外调查发现，出巢后的雄蜂多在巢区和蜜源植物附近活动，等待雌蜂出现伺机交配，一旦发现雌蜂，雄蜂立即扑上去与之交尾，晴好天气下的 10∶00 – 18∶00 时间段均可交配。雌雄性比为：第 1 代 1∶2.05（n = 164），第 2 代（越冬代）为 1∶2.35（n = 187）。

2.3 筑巢行为

2.3.1 筑巢场所及巢管的选择

白斑切叶蜂一般选择在具有一定植被遮阴且视线比较开阔的巢管进行筑巢，巢管距地面的高度一般在 72 – 105 cm，平均 82.88 ± 9.13 cm（n = 25）。该蜂偏好选择的巢管规格是：长度在 8.1 – 20.1 cm，平均 13.87 ± 3.29 cm（n = 25），内径在 0.614 – 0.948 cm，平均 0.73 ± 0.09 cm（n = 25）（表 2）。

表 2 白斑切叶蜂巢管的相关特性

Table 2 The related characteristics about the nests of *Megachile strupigera*

序号		巢箱高度（cm）	巢口方向	巢管结构 Structure of nest						
巢箱 Nest box	巢管 Nesting tube	The height of nest box	The direction of nest	长度（cm） Length	内径（cm） Inner diameter	虫室数目 Number of brood cell	雌雄数目 Number of male and femle	虫室平均长度♀（cm） Average length of brood cell	虫室平均长度♂（cm） Average length of brood cell	前庭长度（cm） Length of vestibular cell
A	1	83	东南	13.6	0.702	7	2♀，5♂	1.324	1.091	4.12
	2	84	东南	15.7	0.672	9	3♀，6♂	1.353	0.984	3.39
	3	82	东南	11.9	0.622	7	2♀，5♂	1.419	1.065	1.37
	4	80	东南	10.2	0.714	6	2♀，4♂	1.368	1.090	1.15
	5	79	东南	9.5	0.732	6	2♀，4♂	1.257	1.092	1.32
	6	85	东南	8.6	0.652	4	1♀，3♂	1.365	1.018	3.02
	7	76	东南	16.8	0.674	11	4♀，7♂	1.407	1.045	0.96
	8	83	东南	12.1	0.642	7	2♀，5♂	1.431	0.900	3.09
B	1	74	东南	17.2	0.818	10	3♀，7♂	1.350	1.027	4.24
	2	81	东南	8.1	0.614	1	1♀，0♂	1.408	–	6.37
	3	79	东南	14.8	0.948	6	2♀，4♂	1.386	0.994	6.02
	4	73	东南	13.9	0.690	8	3♀，5♂	1.348	1.054	3.28
	5	82	东南	15.5	0.834	5	1♀，4♂	1.406	1.112	7.28
	6	75	东南	12.8	0.682	8	3♀，5♂	1.331	1.043	2.67
C	1	99	东南	14.5	0.856	4	0♀，4♂	–	1.097	8.14
	2	96	东南	8.9	0.694	4	2♀，2♂	1.398	0.976	2.94
	3	105	东南	20.1	0.724	13	4♀，9♂	1.534	1.128	1.33
	4	97	东南	12.5	0.688	7	2♀，5♂	1.475	1.082	2.64

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

续上表

序号		巢箱高度 (cm) The height of nest box	巢口方向 The direction of nest	巢管结构 Structure of nest						
巢箱 Nest box	巢管 Nesting tube			长度 (cm) Length	内径 (cm) Inner diameter	虫室数目 Number of brood cell	雌雄数目 Number of male and femle	虫室平均长度♀ (cm) Average length of brood cell	虫室平均长度♂ (cm) Average length of brood cell	前庭长度 (cm) Length of vestibular cell
	5	98	东南	14.6	0.720	8	3♀, 5♂	1.428	1.240	1.08
D	1	76	东	14	0.634	3	1♀, 2♂	1.520	1.134	6.52
	2	72	东	16.8	0.836	6	2♀, 4♂	1.410	1.095	2.45
	3	83	东	13.9	0.862	8	2♀, 6♂	1.394	1.009	0.94
	4	80	东	12.6	0.884	5	2♀, 3♂	1.524	1.052	1.38
E	1	78	南	19.5	0.732	4	1♀, 3♂	1.376	0.987	3.21
	2	72	南	18.6	0.672	7	2♀, 5♂	1.541	1.157	2.83
平均 ± 标准误 Mean ± SD		82.88 ± 9.13		13.87 ± 3.29	0.73 ± 0.09	6.56 ± 2.62	1♀ : 2.05♂	1.4 ± 0.07	1.06 ± 0.07	3.27 ± 2.1

2.3.2　雌蜂筑巢行为

巢管杂物清理: 雌性白斑切叶蜂完成交配后一般先寻找蜜源植物吸食花蜜补充能量，之后开始寻找适宜的筑巢环境。雌蜂更青睐于整洁无杂物的巢管筑巢，偶有利用旧巢现象。由于新鲜芦苇管内存在大量絮状物质，不利于筑巢，所以筑巢之前需要对巢管内部进行清理。清理时，以头部进入巢管，将管内杂物用上颚咬碎，用后足扒动杂物推至巢外，后再进入巢管内继续清理，直至巢管通畅、整洁。每个巢管的清理时间约 250 s (n = 100)。

筑巢材料采集: 清理完巢室后开始出巢采集筑巢材料 (图版 1: E)。该蜂主要利用湿地松 *Pinus elliottii* Engelm. 和马尾松 *Pinus massoniana* Lamb. 等松科植物的树脂和其它植物的碎屑混合物作为构建虫室的材料。未完全固化的树脂是该蜂最理想的筑巢材料，具有一定粘性且易于和植物碎屑 (有时利用巢穴附近巢管内的碎屑) 搅混。白斑切叶蜂筑造第一个虫室之前先采集材料封堵巢室末端，然后开始构建巢室虫室 (修筑内壁材料数量与巢室内径有很大关系，一般巢管越大使用的筑巢材料就越多)，虫室基本完成后开始采集蜂粮并产卵于做好的蜂粮上，最后封堵虫室。构建一个完整的虫室需要采集 19 – 33 次筑巢材料 (巢管内径 6 – 7 mm)，雌蜂外出采集筑巢材料时间一般在 107 – 440 s，平均 237.95 ± 80.31 s (n = 64，图 1: A)，携材料回巢筑巢时间在 30 – 356 s，平均 159.29 ± 78.71 s (n = 58，图 1: B)。

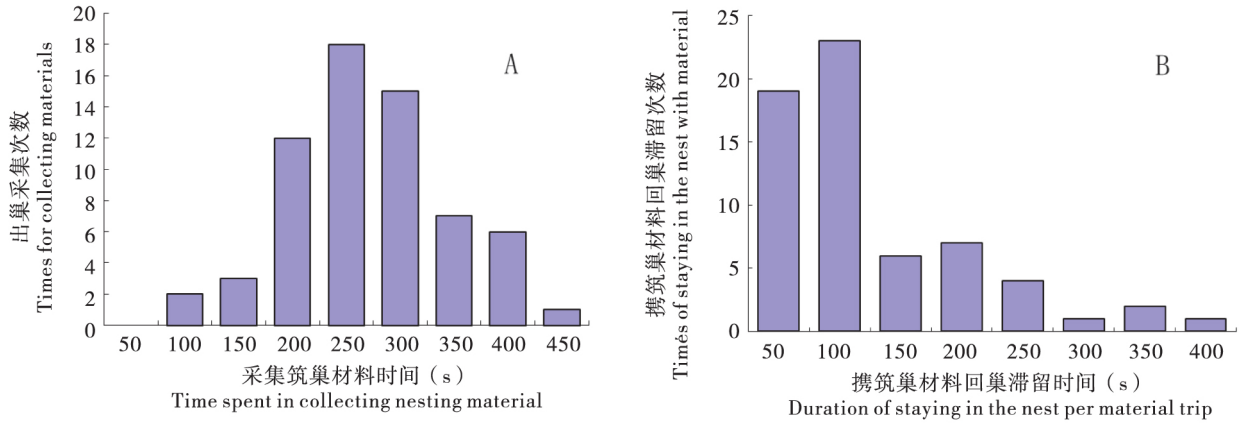


图 1　白斑切叶蜂的采集筑巢材料时间 (A) 和携筑巢材料回巢滞留时间 (B)

Fig. 1　Time spent in collecting nesting material (A) and duration of staying in the nest per material trip (B) of *Megachile strupigera*

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

蜂粮制作及产卵：当虫室构建基本完成后，雌蜂便出巢采集花粉和花蜜制作蜂粮，外出采集粉蜜时间在 434 – 1401 s，平均 829. 93 ± 246. 45 s（n = 186，图 2：A）。白斑切叶蜂携粉蜜回巢滞留时间在 96 – 423 s，平均 201. 94 ± 80. 65 s（n = 33，图 2：B）。携粉（蜜）归巢的雌蜂先是以头部钻入巢管将蜜囊内的花蜜吐入虫室，后退出巢口再以头部朝外退入巢管，然后用后足跗节卸下腹毛刷上所携带的花粉。每个虫室共需采集粉蜜 25 次左右，完成蜂粮制作后产卵 1 枚（卵的尾端插入蜂粮），最后密封虫室。

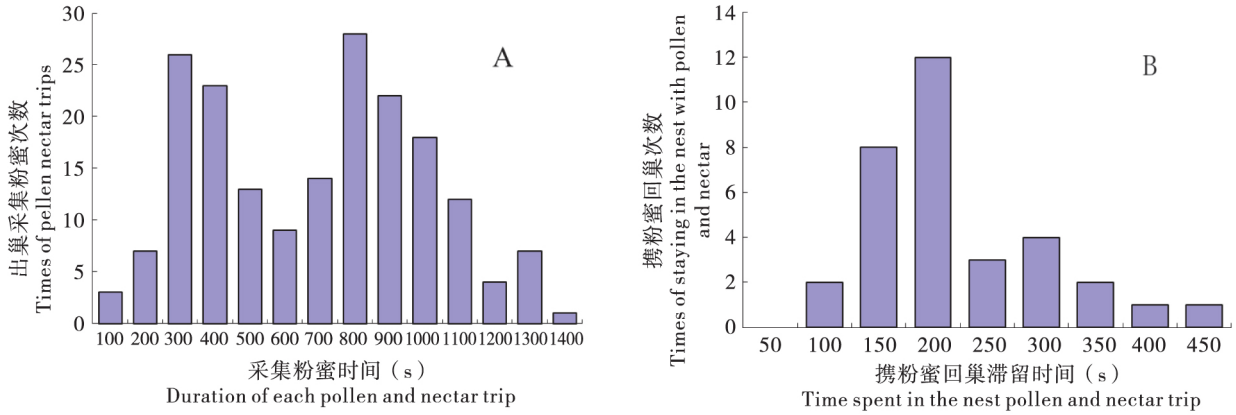


图 2 采集粉蜜时间（A）和携粉蜜回巢滞留时间（B）

Fig. 2 Duration of each pollen and nectar trip (A) and time spent in the nest per pollen and nectar trip (B) of *Megachile strupigera*

2. 3. 3 巢室结构

雌性白斑切叶蜂一般选择羽化巢管附近的竹管或芦苇管筑巢，该蜂巢穴主要包括虫室、前庭两个部分（图版 1：I）。该蜂每个巢管中虫室（brood cell）数目在 1 – 13 个，平均 6. 56 ± 2. 62 个（n = 25）；雌雄虫室长度差异明显，雌性个体虫室长度在 1. 257 – 1. 54 cm，平均 1. 4 ± 0. 07 cm（n = 164）；雄性个体虫室长度在 0. 9 – 1. 57 cm，平均 1. 06 ± 0. 07 cm（n = 164）。每个巢管一般都有 1 个前庭（vestibular cell），且其长度在不同巢管中差异性较大，一般在 0. 94 – 8. 14 cm，平均 3. 27 ± 2. 1 cm（n = 25），详见表 2。

2. 4 访花习性

2. 4. 1 成虫的访花植物种类

通过我们在 2 个样地的野外观察，初步确定白斑切叶蜂蜜源植物有 5 种，其种类分别是：黄荆 *Vites negundo*（马鞭草科牡荆属）、藤金合欢 *Acacia sinuate*（豆科金合欢属）、红根草 *Lysimachia fortunei*（报春花科珍珠菜属）、二歧蓼 *Polygonum dichotomum*（蓼科蓼属）和黄花稔 *Sida acuta*（锦葵科黄花稔属）。

2. 4. 2 访花行为

白斑切叶蜂在到访黄荆时，头部正对花部将喙伸入花粉管吸取花蜜，通过腹毛刷把花粉梳理到花粉篮内（图版 1：F）。单花停留时间在 1. 14 – 10. 33 s，平均为 3. 92 ± 2. 48 s（n = 49）。白斑切叶蜂到访藤金合欢时，头部钻入雄蕊群中，以喙从花基部吸取花蜜，腹部贴着雄蕊（群）不规则绕行将花粉梳理到其腹毛刷上（图版 1：G）。单花停留时间在 4. 06 – 29. 38 s，平均为 11. 3 ± 7. 6 s（n = 40）。

2. 5 寄生性天敌

通过室内饲养和野外观察发现，白斑切叶蜂幼虫的寄生性天敌主要有：*Melittobia australica* 和波赤腹蜂 *Euaspis polynesia*，自然寄生率分别为 8. 9% 和 2%（n = 56）。一头白斑切叶蜂幼虫体表可寄生 120 多头 *M. australica*。在一个寄主上可见卵、幼虫、蛹和成虫同时存在的情况，被寄生的寄主最后均干瘪死亡（图版 1：H）。

3 结论与讨论

独栖性野生蜜蜂对筑巢场所和栖息地环境要求比较高，主要包括适合的筑巢地点、筑巢所需的材料和充足的蜜源植物。白斑切叶蜂偏好于选择具有一定植被遮阴的开阔地带筑巢，而蜜源植物也是白斑切叶蜂筑巢选址的重要因素。随着现代农林业的过度开发，改变了土地利用类型，破

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

坏了传粉昆虫的栖息地环境，同时也降低了蜜粉源植物丰富度，最终造成该蜂更为注重对营巢地点的选择。

切叶蜂属物种多在土中和植物茎杆中筑巢，所选择的筑巢材料多为树脂、树叶、树皮及木屑，具有显著的营巢多样性。本文研究的白斑切叶蜂在使用筑巢材料时，巧妙的运用了松科植物的树脂和木屑，并将二者进行混合。这种经过混合的材料不仅散发着浓厚的松香味而且还具有一定粘性，这可能有利于蜂粮的防腐。这种松脂混合物构成的筑巢材料在巢管温度升高时会有一定程度的融化，这不仅提高了筑巢材料的紧实度，同时也是降低寄生性天敌入侵巢穴的一种有效方法，这种筑巢行为反映了该蜂在进化过程中对环境的适应性。关于不同筑巢材料（主要有：松脂混合，泥土，枯草，树叶等类型）对巢管营巢蜂类寄生率的影响还有待于进一步研究。

蜜源植物是蜜蜂（尤其是野生蜜蜂类群）赖以生存的重要物质基础，蜜源植物类群的数量与质量直接影响着一定样地内蜜蜂类群的数量与种类。本研究通过野外观察发现：白斑切叶蜂的蜜源植物主要有：黄荆 *V. negundo*，藤金合欢 *A. sinuate* 和红根草 *L. fortunei* 等 5 种植物。为全面掌握白斑切叶蜂的蜜源植物，本研究组计划在今后的研究中利用 DNA 条形码技术来全面检测白斑切叶蜂蜜源植物种类。

致谢：中国科学院动物研究所袁峰老师和曹焕喜博士为本文寄生蜂的标本进行了鉴定，赣南师范学院邱裕和杜小芳同学为本文材料的收集提供了帮助，在此一并表示衷心的感谢。

参考文献（References）

Cane JH，Griswold T，Parker FD. Substrates and materials used for nesting by North American *Osmia* bees（Hymenoptera：Apiformes：Megachilidae）[J]. *Annals of the Entomological Society of America*，2007，100（3）：350－358.

Chavan VT，Viraktamath S. Pollinator fauna of lucerne and their relative abundance at Dharwad，Karnataka [J]. *Karnataka Journal of Agricultural Science*，2015，28（1）：112－113.

Chen HM，Li RJ. Study on the effect of increasing for pollination by *Megachile rotundata* [J]. *Apiculture of China*，1996，5：19.［陈合明，李瑞军．用苜蓿切叶蜂授粉的增产效果 [J]．中国养蜂，1996，5：19］

He CL，Ji BZ，Liu SW. Morphology and biology of *Xylocopa tranquebarorum* [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*，2011，48（6）：1751－1758.［贺春玲，嵇保中，刘曙雯．长木蜂的形态和生物学观察 [J]．应用昆虫学报，2011，48（6）：1751－1758］

Ivanov SP，Fateryga AV，Kobetskaya MA. The nesting biology of the bee，*Osmia dimidiata* Morawitz，1870（Hymenoptera：Megachilidae）in the Crimea [J]. *Entomological Review*，2013，93（6）：675－694.

Landry CL，Elliott NB，Vitale MR. Nesting ecology of *Megachile*（*Pseudocentron*）*alleni* Mitchell（Hymenoptera：Megachilidae）on San Salvador Island，the Bahamas [J]. *Journal of the Kansas Entomo-logical Society*，2014，87（1）：37－46.

Litman JR，Danforth BN，Eardley CD，*et al*. Why do leafcutter bees cut leaves？New insights into the early evolution of bees [J]. *Proceedings of the Royal Society*：*Biological Sciences*，2011，278：3593－3600.

Luo JF，Liu Q. The nest materials and structure of *Megachile*（*Chalicodoma*）*desertorum* [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*，2010，47（1）：172－176.［落巨福，刘强．沙漠石蜂的筑巢材料和蜂巢结构 [J]．昆虫知识，2010，47（1）：172－176］

Meng YH，Xv HL. Nesting and foraging behavior of *Megachile maritima*（Hymenoptera，Megachilidae）[J]. *Acta Entomol. Sin.*，2007，50（12）：1247－1254.［蒙艳华，徐环李．海切叶蜂的筑巢和访花行为 [J]．昆虫学报，2007，50（12）：1247－1254］

Meng YH，Xv HL. Nesting behavior of *Megachile leachella*（Hymenoptera：Megachilidae）[J]. *Acta Entomol. Sin.*，2008，51（11）：1170－1176.［蒙艳华，徐环李．双斑切叶蜂的筑巢习性 [J]．昆虫学报，2008，51（11）：1170－1176］

Michener CD. The Bees of the World 2[ed] [M]. Baltimore：The Johns Hopkins University Press，2007.

Paini DR. Nesting biology of an Australian resin bee（*Megachile* sp.；Hymenoptera：Megachilidae）：A study using trap nests [J]. *Austra Entomology*，2004，43（1）：10－15.

RozenJG. Larval development and nesting biology of the adventive wood-nesting bee *Lithurgus chrysurus* Fonscolombe（Hymenoptera：Megachilidae：Lithurgini）[J]. *American Museum Novitates*，2013，3774：20－40.

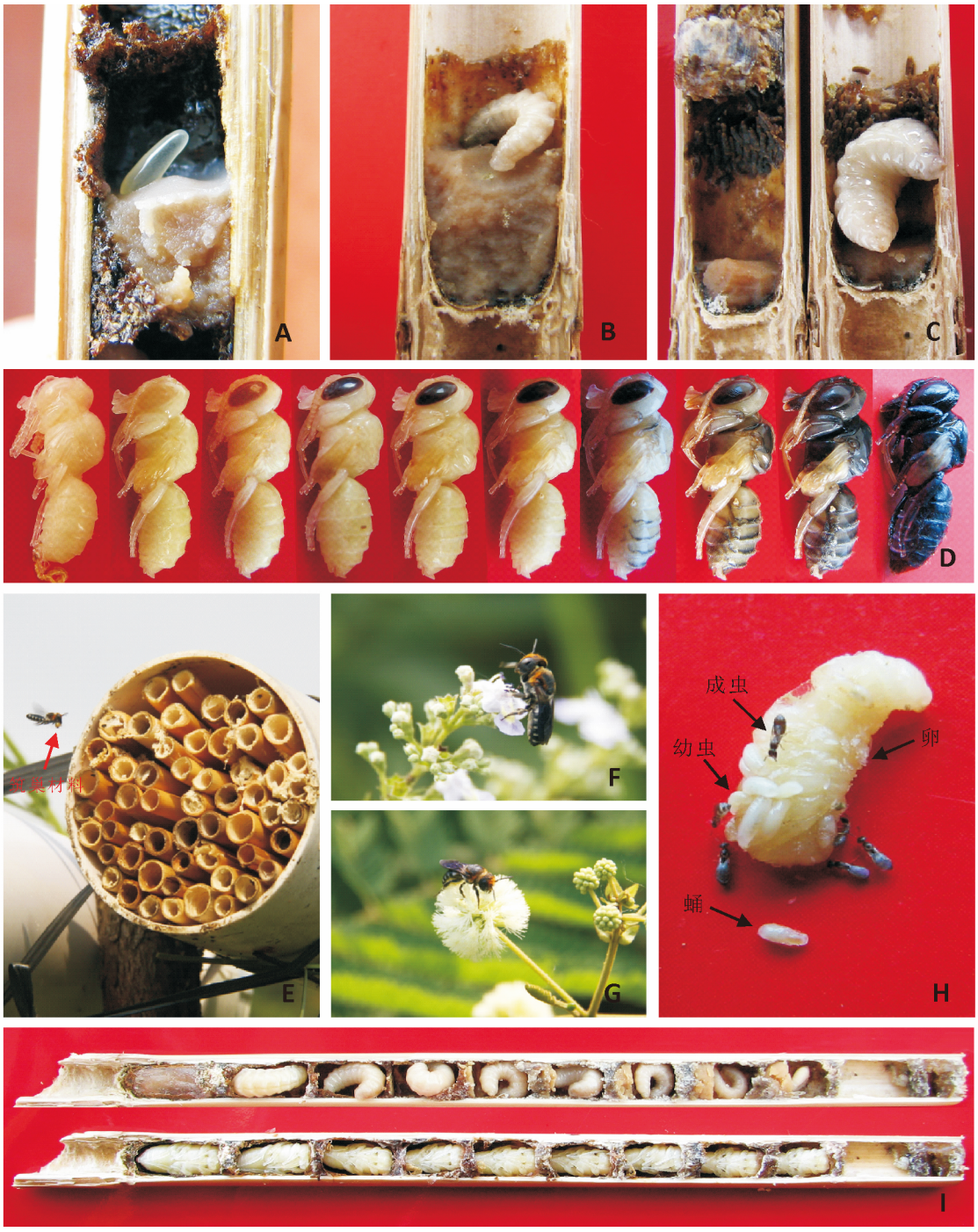
Rozen JG，Pisanty G，Trunz V，*et al*. Nesting biology，flower preferences，and larval morphology of the little－known old world bee *Ochreriades fasciatus*（Apoidea：Megachilidae：Megachilinae）[J]. *American Museum Novitates Number*，2015，3830：1－18.

Staab M，Ohl M，Zhu CD，*et al*. A unique nest－protection strategy in a new species of spider wasp [J]. *PLoS ONE*，2014，9（7）：e101592.

Wu YR. Fauna Sinica. Insecta，Vol. 44，Hymenoptera：Megachilidae [M]. Beijing：Science Press，2006：6－19.［吴燕如．中国动物志（昆虫纲，第四十四卷，膜翅目：切叶蜂科）[M]．北京：科学出版社，2006：6－19］

Zillikens A，Steiner J. Nest architecture，life cycle and cleptoparasite of the neotropical leaf－cutting bee *Megachile pseudanthidioides* Moure（Hymenoptera：Megachilidae）[J]. *Journal of the Kansas Entomological Society*，2004，77（3）：193－202.

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



图版 1　白斑切叶蜂的生物学特性观察

Plate 1　Bionomics of *Megachile strupigera* Cockerell (Hymenoptera: Megachilidae)

注：A，产在蜂粮上的卵；B，低龄幼虫取食蜂粮；C，高龄幼虫取食及排便；D，蛹的发育过程；E，雌蜂采集筑巢材料回巢；F，访蜜源植物黄荆；G，访蜜源植物藤金合欢；H，蛹的寄生蜂；I，巢的结构。Note: A, egg laid on the bee bread; B, small larva feeding on bee bread; C, old larva; D, the development process of pupa; E, return from carrying nesting material by female; F, visiting the nectar plant (*V. negundo*); G, visiting the nectar plant (*A. sinuate*); H, the parasitic on pupa of *M. Strupigera*; I, the nest structure of *M. strupigera*.

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net