小头钩白蚁巢结构研究*

贾 豹[1, 2**] 韦 戈[1] 陈正麟[1] 陆会天[1] 郑霞林[2] 韩然勤[3] 陆 温[2***]

（1. 南宁市白蚁防治所，南宁 530023；2. 广西大学农学院，南宁 530004；3. 贵州荔波县植保植检站，荔波 558400）

摘 要 **【目的】** 了解小头钩白蚁 *Ancistrotermes dimorphus* Tsai *et* Chen 的蚁巢结构、各品级在腔室中的分布和巢群个体数量，为有效防控该种白蚁提供科学依据。**【方法】** 采用蚁巢定位和巢体结构解剖法研究蚁巢结构；采用统计法确定各品级在腔室中的分布和巢群个体数量。**【结果】** 小头钩白蚁巢由腔室、菌圃、蚁路、王室、候飞室和分飞孔六部分组成；巢群个体数量为 12 255~24 230 头（含卵粒）；卵、幼蚁、若蚁、工蚁、兵蚁和有翅成虫分散分布在蚁巢腔室中，并不集中于某一特定区域。**【结论】** 小头钩白蚁巢属于极端分散类型，巢群个体数量较少。

关键词 小头钩白蚁，蚁巢结构，巢群个体数量，品级

Nest structure of *Ancistrotermes dimorphus* Tsai *et* Chen

JIA Bao[1, 2**] WEI Ge[1] CHEN Zheng-Lin[1] LU Hui-Tian[1]
ZHENG Xia-Lin[2] HAN Ran-Qin[3] LU Wen[2***]

(1. Nanning Institute of Termite Control, Nanning 530023, China; 2. College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530004, China; 3. Plant Protection and Quarantine Station of Libo, Libo 558400, China)

Abstract **[Objectives]** To investigate the nest structure, distribution of castes, and the total number of individuals, in nests of *Ancistrotermes dimorphus* Tsai *et* Chen. [**Methods**] Nests were located and dissected to reveal their structure. Statistical methods were used to determine the distribution of castes within nests and the total number of individuals in each nest. [**Results**] Nests of *A. dimorphus* consist of a fungus garden, a termitarium galley, a queen's chamber, a swarming exit room and a swarming exit hole. The total number of individual termites (including eggs) in each nest ranged from 12 255-24 230. Eggs, larvae, nymphs, workers, soldiers and winged adults were scattered throughout the nest chamber rather than segregated in particular areas. [**Conclusion**] Nests of *A. dimorphus* are of the extreme dispersed type and contain fewer individuals than those of other termite species.

Key words *Ancistrotermes dimorphus*, nest structures, individual quantity of nest group, castes

小头钩白蚁 *Ancistrotermies dimorphes* Tsai *et* Chen 又称小头蛮白蚁，由我国著名白蚁分类学家蔡邦华教授于 1963 年首次发现并命名，主要分布在我国广西（龙州、扶绥、崇左、大新、隆安、宁明、凭祥）和云南（河口、金平、屏边、沅江、景洪）等地（黄复生等，1989；林日钊等，1994）。小头钩白蚁属土栖性白蚁，可单独筑巢，也可将蚁巢修筑在黄翅大白蚁 *Macrotermes barneyi* Light、土垄大白蚁 *M. annandalei* Silvestri、黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus* Shiraki 或云南土白蚁 *O. yunnanensis* Tsai *et* Chen 的巢内或四周（黄复生等，1989；贾豹，2012）。小头钩白蚁在广西主要为害板栗和甘蔗；板栗平均受蚁害株率达 64.26%，甘蔗平均受蚁害株率达 30.93%（杨峰等，2013），严重威胁板栗及甘蔗的安全生产及影响农民的经济收入。通过开展小头钩白

*资助项目 Supported projects：南宁市科技攻关计划项目（20153128）

**第一作者 First author，E-mail：331615265@163.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：luwenlwen@163.com

收稿日期 Received：2016-03-02，接受日期 Accepted：2016-04-15

蚁巢结构的研究，不仅为深入探索该白蚁的营巢习性，还对有效进行该种白蚁的诱杀具有重要的指导作用。

蚁巢是白蚁生活的大本营，是种群生存、繁衍和孵育后代的场所，具有保护本群体免受外敌侵入的功能（黄复生等，2000）。黑翅土白蚁的蚁巢一般修筑在地下 1~2 m 处，成熟的蚁巢除了有主巢腔，在其周围还筑有卫星巢腔，主巢、卫星巢间通过蚁路相连（蔡邦华等，1965）。黄翅大白蚁的蚁巢一般修筑在地下 1 m 处，是大型集中型蚁巢，蚁巢中央有一较大腔室，在其中菌圃、薄片状泥层清晰可见（林树青等，2004）。土垄大白蚁的蚁巢一般也修筑在地下，除了地下部分结构外，还存在地面上隆起的结构，是大型集中型蚁巢，内部腔室结构与黄翅大白蚁蚁巢类似（黄复生等，2000）。黄胸散白蚁的蚁巢既可以修筑在地下，也可以修筑在木材内，无主、副巢之分，不成集中型大巢（林树青等，2004）。不同的白蚁种类，其巢群个体数量差别较大。台湾乳白蚁 *Coptotermes formosanus* Shiraki 巢群取食的个体数量在 6~243 万之间（李静，2011)；黄翅大白蚁的蚁巢内个体数量约 10~40 万头（杨天赐，2001）；黑翅土白蚁蚁巢内的个体数量可达 200 万头（黄复生等，2000）。目前，关于小头钩白蚁的研究主要集中在空间分布型（韦剑海等，2013；陈实等，2014）和饵料筛选（高旭渊，2013；韦戈等，2014）两方面。筑巢是所有真社会性昆虫的特点（程冬保和杨兆芬，2014），虽然有关蚁巢结构的研究报道很多（刘源智等，1981；李桂祥，1982），但关于小头钩白蚁巢结构和巢群个体数量等问题尚不清楚。采用蚁巢定位和巢体结构解剖法，观察和统计小头钩白蚁巢结构、营巢特性、巢群个体数量和各品级在腔室中的分布情况，以明确小头钩白蚁巢结构及巢群个体数量，为防治过程中诱杀点的选择和饵剂剂量的确定提供参考依据。

1　材料与方法

1.1　调查时间和地点

调查时间为 2011 年 3 月至 12 月；调查地点为南宁市隆安县板栗林和崇左市驮卢镇甘蔗地。

1.2　调查方法

1.2.1　蚁巢定位和巢体结构解剖方法　小头钩白蚁巢修筑于地下，依据地表外露特征很难确定蚁巢的中心位置。我们采用以下两种方法进行蚁巢定位：(1) 诱集法：在小头钩白蚁的活动区域（根据为害状确定）按网格状在地表放置马尾松 *Pinus massoniana* Lamb. 或湿地松 *P. elliottii* Englem.木条（15 cm×4 cm×1.5 cm），每隔 5 m 选一个点，每个点放置 2~3 块，一个区域放置 30~40 个点，10~14 d 后检查诱蚁情况，若有若蚁，初步判断蚁巢中心位置在该木条附近。(2) 挖坑法：根据小头钩白蚁取食板栗、甘蔗的为害状，判断其活动区域，在区域内随机间隔 5~10 m 挖坑（长×宽×高=50 cm×50 cm×60 cm）。若在坑中发现小头钩白蚁卵或幼蚁的任一虫态，初步判断蚁巢中心位置在此坑附近。通过以上任一方法初步确定蚁巢中心位置后，沿蚁路向四周及更深处挖掘，直至找到王室，再围绕王室向四周拓展挖掘，同时记录地表外露特征、王室位置、腔室的深度及距王室的距离。

1.2.2　白蚁数量的统计方法　首先，进行白蚁采集及分离。在挖掘蚁巢过程中，用小铁铲将单个腔室中的白蚁、卵粒和菌圃收集保存于塑料杯中，用塑料袋和橡皮筋封口并编号、记录菌圃所处土层的深度。将采集保存在塑料杯中混有泥土、白蚁、卵粒和菌圃一并浸泡在 70%酒精中。6 h 后，将混合物倒入小塑料盆（高 8 cm、底面直径 15 cm）中，然后在水龙头下用水冲洗。脱水后的白蚁和卵粒由于浮力的作用悬浮在水的中层或表面。最后用纱布过滤收集白蚁和卵粒，编号保存于 70%酒精中。其次，对白蚁各品级进行区分。小头钩白蚁分离后，各品级在形态和颜色上有明显差异，可用观察法直接区分。小头钩白蚁卵粒呈椭圆形、白色颗粒状；幼蚁色浅，呈乳白色；兵蚁上颚前置且突出较长；大兵蚁和小兵蚁、大工蚁和小工蚁放在一起对比大小差异显著。将标本分批放进培养皿（Φ=12 cm）内，浸泡在酒精或水中，培养皿底部用黑色塑料板衬

底，增加反差效果。最后，统计蚁巢白蚁数量。用黑色记号笔在培养皿底部外侧画线，分 4 等份，根据 4 分法统计白蚁数量。具体步骤是：将保存在 70%酒精中的白蚁和卵粒分多次倒入培养皿内，轻微摇晃培养皿，使白蚁在培养皿中均匀分布，然后随机抽查培养皿中一个分区，用计数器分别统计各品级白蚁数量，再统计同一蚁巢各品级所占比例。

2 结果与分析

2.1 蚁巢结构组成

成熟的小头钩白蚁巢由腔室、菌圃、蚁路、王室、候飞室和分飞孔 6 部分组成。各部分结构特征如下：

腔室：通常呈扁球形（图 1：A），内壁有蚁道开口，腔壁较光滑，腔室间通过蚁道相连。腔室体积一般为 7.5 cm×5.4 cm×2.5 cm，最大为 8.2 cm×7.5 cm×2.5 cm。若蚁和有翅繁殖蚁生活在腔室中（图 1：B，C）；菌圃存储在腔室中。

菌圃：形成初期呈浅黄色，表面呈半圆形颗粒状，无明显孔洞；随着菌圃的增大，菌圃颜色逐渐加深，呈灰黄色、灰褐色或灰白色（图 1：D），表面沟纹呈波浪式或螺旋式，有不规则孔洞。菌圃体积一般为 5.5 cm×5.4 cm×2.1 cm，最大为 6 cm×5.5 cm×2.5 cm。抽样统计 79 个菌圃重量（菌圃从腔室中取出时的湿重），平均重量为（7.18±5.10）g，最重可达 22.15 g。

蚁路：横截面呈椭圆形，直径 0.2~1.3 cm，内壁光滑。通向王室的主蚁道粗大，直径达 0.9~1.8 cm。

王室：一般位于蚁巢中部，周围有蚁道通往各腔室；常为宽敞、平坦，中部略凹的小腔室；内部空腔一般呈长扁球形（图 1：E），大小为 9.5 cm×8.0 cm×1.6 cm，最大为 12.3 cm×7.4 cm×2.1 cm。

候飞室：供有翅成虫候飞用，位于分飞孔之下的小腔室。

分飞孔：通常仅在有翅成虫婚飞季节出现，婚飞后分飞孔即被工蚁封闭。一般呈孔状，直径 0.4~0.8 cm，开口位于蚁巢上方地表，与地面持平或略高。

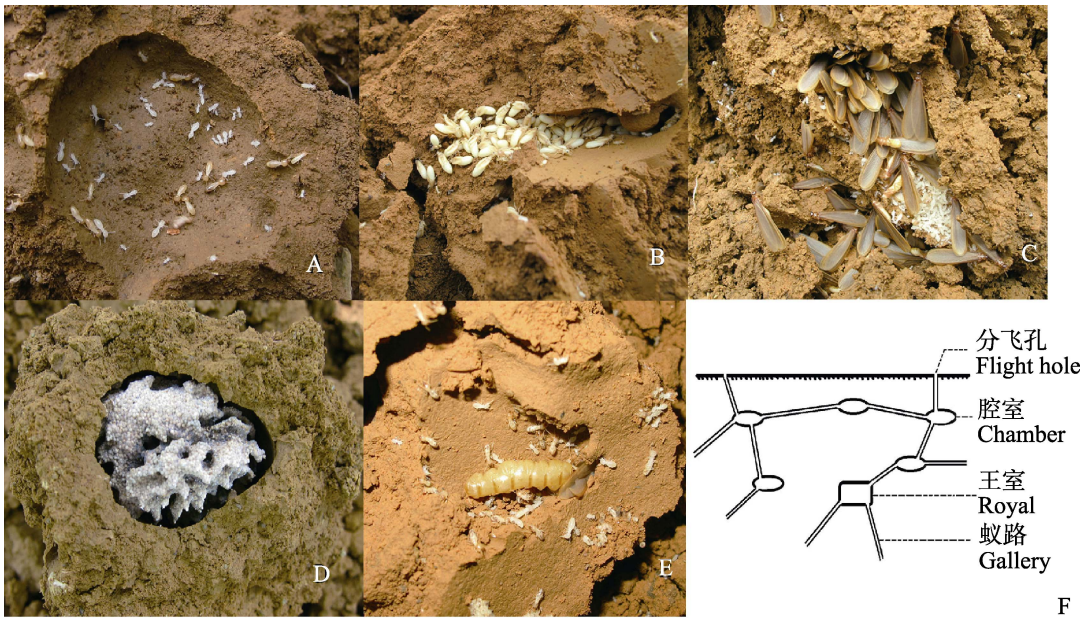


图 1 小头钩白蚁巢结构组成及结构示意图

Fig. 1 Nest structure, compositions, characteristics and schematic diagram of *Ancistrotermes dimorphus*

A. 腔室剖面图；B. 若蚁在腔室中；C. 有翅蚁在腔室中；D. 菌圃在腔室中；E. 王室；F. 蚁巢结构示意图。

A. Section of chamber; B. Nymphs in chamber; C. Alates in chamber; D. Fungus gardens in chamber; E. Royal cell; F. Schematic diagram of nest structure.

2.2　蚁巢结构

在无土垄大白蚁、黄翅大白蚁或黑翅土白蚁分布或分布密度较低区域，小头钩白蚁常单独筑巢。王室一般修筑在 10~45 cm 深的土层内。在王室附近区域，腔室呈卫星状分布，彼此通过蚁路相连，相邻腔室间距一般为 2.0~25.0 cm。在分飞季节，蚁巢地表会形成分飞孔，密集的分飞孔又组成分飞孔群。分飞孔下方与候飞室相连（距地表 3.5~6.0 cm），侯飞室通过蚁路与其它侯飞室或腔室相连接。小头钩白蚁的蚁巢，王室、腔室、分飞孔、侯飞室彼此通过蚁路相连接，形成网络状的结构（图 1：F）。解剖的 62 个腔室中，存在卵、幼蚁、若蚁、兵蚁、工蚁和有翅蚁的腔室分别占调查腔室总数的 41.94%、62.90%、37.10%、67.74%、96.77%和 20.97%。卵、幼蚁、若蚁、工蚁、兵蚁和有翅成虫分散分布于王室附近及周围的腔室中，并不集中于某一特定区域。

2.3　蚁巢内各品级的比例

小头钩白蚁的品级包括蚁王、蚁后、大工蚁、小工蚁、大兵蚁、小兵蚁、若蚁、有翅蚁、幼蚁和卵，蚁巢内平均个体数量为（17 958 ± 4 008）头（含卵、幼蚁和若蚁）。由表 1 和表 2 可知，在小头钩白蚁巢内，一般有蚁王 1~2 头；蚁后 1~3 头；工蚁数量在巢内群体占优势，数量为（7 491 ± 3 704）头，约占种群数量的 18.45%~69.77%，其中大工蚁与小工蚁的比例约为 2.0∶1~4.4∶1，分别占种群数量比例的 12.34%~56.87%和 6.11%~20.92%；兵蚁数量为（218 ± 81）头，占 0.52%~1.82%，其中小兵蚁与大兵蚁的比例约为 3.6∶1~9.1∶1，分别占巢群比例的 0.45%~1.6%和 0.06%~0.29%；若蚁数量因调查时间不同而异，在成虫分飞前若蚁的数量一般有（606 ± 407）头，占种群数量的 1.71%~4.37%，在冬季，其数量比例相对较少，占 1.1%~1.32%；幼蚁和卵全年巢内可见，分别占 10.48%~38.35%和 15.42%~ 55.42%；有翅蚁在婚飞前的 30~45 d 和婚飞期间出现，个体数量一般为（705 ± 75）头，占 4.27%~5.64%。

3　讨论

在自然界中，白蚁蚁巢分为明显集中和极端分散两种类型（Wood and Johnson，1986）。前者蚁巢内卵、幼蚁和食物集中存储在某一区域并环绕王室；后者蚁巢内孵卵的腔室、存菌圃的腔室与王室相互分离。通过蚁巢结构解剖和分析各品级所在腔室占总腔室数量的比例，可知小头钩白蚁巢属于极端分散型。小头钩白蚁是培菌类白蚁，菌圃是白蚁存贮的食物，存贮菌圃的腔室是白蚁外出觅食活动的中转站，其一般选择在食物较丰富场地活动并培殖菌圃，腔室构建的蚁巢网络系统随着白蚁取食范围的扩大而不断向外延伸。

事实上，弄清蚁巢的结构对防治具有重要的参考价值。谢璋和朱检林（1985）报道，可在靠近土坡及土坎的地方寻找小头钩白蚁的蚁路、菌圃挖巢或在分飞季节寻找分飞孔。在有分飞孔的地方，顺着主路挖出主巢。本研究结果表明，小头钩白蚁分飞孔在地表呈细小的孔状，不突出地面，分飞孔外露特征不明显，由此可推测根据分飞孔找主巢的难度非常大。此外，小头钩白蚁巢不存在类似土垄大白蚁比较集中的核心巢结构，腔室在土层中分布呈分散状态、王室位置也不固定，挖巢时很难找到蚁后。因此，认为挖巢这种传统有效的防治白蚁方法对小头钩白蚁而言很难彻底防控。

研究发现，小头钩白蚁巢中的菌圃除了分散在蚁巢中心位置的腔室中外，在活动区域的土层中也有分布。菌圃存储在腔室中，腔室彼此间靠蚁路相连，整个蚁巢通过存储菌圃的腔室和蚁路形成网络结构，构成一个整体。由于蚁巢外露特征不明显，在找不到蚁巢的情况下，只要在小头钩白蚁活动范围内的地表或在发现有菌圃和白蚁的腔室中设置诱饵坑，就可以诱引白蚁从附近的腔室中出来取食。根据该特性，提示可使用毒饵诱杀法防治该蚁（即通过诱集觅食的工蚁主动取食，带回巢内相互传染，从而杀灭整巢白蚁）。

表 1　小头钩白蚁巢内各品级个体数量

Table 1　The number of different castes in a nest of *Ancistrotermes dimorphus*

蚁巢编号 No. of nest	调查时间 Collected date	卵数量（粒） Number of eggs	幼蚁数量（头） Number of larvae	若蚁数量（头） Number of nymphs	大兵蚁数量（头） Number of major soldiers	小兵蚁数量（头） Number of minor soldiers	大工蚁数量（头） Number of major workers	小工蚁数量（头） Number of minor workers	有翅蚁数量（头） Number of alate	蚁王数量（头） Number of king	蚁后数量（头） Number of queen	合计 Total number
1	2011-3-4	7 523	5 642	318	12	84	3 680	1 336	0	1	1	18 597
2	2011-3-4	3 158	7 618	894	54	318	5 963	2 461	9	1	2	20 478
3	2011-5-20	6 235	3 416	341	27	216	1 664	824	761	1	1	13 486
4	2011-5-20	3 582	1 594	6	37	192	6 976	2 154	649	2	1	15 193
5	2011-8-25	7 834	5 614	12	34	123	7 596	3 000	15	1	1	24 230
6	2011-8-25	3 562	2 156	0	18	165	11 112	2 520	0	2	3	19 538
7	2011-11-5	4 956	7 628	218	41	218	4 582	2 247	0	1	1	19 892
8	2011-11-5	6 792	1 284	162	35	167	2 564	1 248	0	1	2	12 255

表 2　小头钩白蚁巢内各品级比例

Table 2　The proportion of different castes in a nest of *Ancistrotermes dimorphus*

蚁巢编号 No. of nest	调查时间 Collected date	卵占的百分率（%） Percentage of eggs	幼蚁占的百分率（%） Percentage of larvae	若蚁占的百分率（%） Percentage of nymphs	大兵蚁占的百分率（%） Percentage of major soldiers	小兵蚁占的百分率（%） Percentage of minor soldiers	大工蚁占的百分率（%） Percentage of major workers	小工蚁占的百分率（%） Percentage of minor workers	有翅蚁占的百分率（%） Percentage of alate
1	2011-3-4	40.45	30.34	1.71	0.06	0.45	19.79	7.18	0.00
2	2011-3-4	15.42	37.2	4.37	0.26	1.55	29.12	12.02	0.04
3	2011-5-20	46.23	25.33	2.53	0.20	1.60	12.34	6.11	5.64
4	2011-5-20	23.58	10.49	0.04	0.24	1.26	45.92	14.18	4.27
5	2011-8-25	32.33	23.17	0.05	0.14	0.51	31.35	12.38	0.06
6	2011-8-25	18.23	11.03	0.00	0.09	0.84	56.87	12.9	0.00
7	2011-11-5	24.91	38.35	1.10	0.21	1.10	23.03	11.3	0.00
8	2011-11-5	55.42	10.48	1.32	0.29	1.36	20.92	10.18	0.00

4　结论

小头钩白蚁巢属于极端分散类型，防治白蚁方法中传统有效的挖巢法对小头钩白蚁很难凑效，而采用毒饵诱杀法防治该蚁可能是较好的选择。研究结果对进一步开展小头钩白蚁诱杀技术中饵剂投放密度和投放剂量提供了参考依据。

参考文献 (References)

Cai BH, Chen NS, Chen AG, Chen ZH, 1965. Nest structure, development of *Odontotermes formosanus* (Shiraki). *Acta Entomologica Sinica*, 14(2): 128–139. [蔡邦华, 陈宁生, 陈安国, 陈志辉, 1965. 黑翅土白蚁的蚁巢结构及其发展. 昆虫学报, 14(2): 128–139.]

Chen DB, Yang ZF, 2014. Termitology. Beijing: Science Press. 369–370. [程冬保, 杨兆芬, 2014. 白蚁学. 北京: 科学出版社. 369–370.]

Chen S, Jia B, Wei G, Chen ZL, Qin TQ, Liu JM, Huang DY, Liu ZS, Zheng XL, Lu W, Han RQ, 2014. Spatial distribution pattern of fungus gardens of *Ancistrotermes dimorphus* (Tsai *et* Chen) in chestnut forests. *Guangxi Plant Protection*, 27(4): 1–4. [陈实, 贾豹, 韦戈, 陈正麟, 覃天乔, 刘吉敏, 黄冬云, 刘治山, 黄莹磐, 郑霞林, 陆温, 韩然勤, 2014. 小头钩白蚁菌圃在板栗林中的空间分布型研究. 广西植保, 27(4): 1–4.]

Gao XY, 2013. Development and application of termite bait for controlling *Ancistrotermies dimorphes* (Tsai *et* Chen). Master thesis. Nanning: Guangxi University. [高旭渊, 2013. 小头钩白蚁毒饵的研制及应用. 硕士学位论文. 南宁: 广西大学.]

Huang FS, Li GX, Zhu SM, 1989. The Taxonomy and Biology of Chinese Termites. Xi'an: Tianze Press. 422–424. [黄复生, 李桂祥, 朱世模, 1989. 中国白蚁分类及生物学. 西安: 天则出版社. 422–424.]

Jia B, 2012. Termite species on agricultural and forest plants in Nanning, and nesting characteristics of *Ancistrotermes dimorphus* (Tsai *et* Chen). Master thesis. Nanning: Guangxi University. [贾豹, 2012. 南宁市农林植物白蚁种类调查及小头钩白蚁的营巢特性研究. 硕士学位论文. 南宁: 广西大学.]

Li GX, 1982. Termite mound nests of Hainan island, China with a new species of *Capritermes* (Isoptera:Termitidae). *Zoological Research*, 3(4): 443–450. [李桂祥, 1982. 海南岛的白蚁垅巢及歪白蚁属一新种. 动物学研究, 3(4): 443–450.]

Li J, 2011. Study on the efficacy of new baits to control termites. Master thesis. Zhejiang: Zhejiang University. [李静, 2011. 新型毒饵防治白蚁效果研究. 硕士学位论文. 浙江: 浙江大学.]

Lin RZ, Jiang JW, Huang XS, 1994. Termite species and distribution from Guangxi, China. *Science and Technology of Termites*, 11(2): 1–8. [林日钊, 蒋家文, 黄熙盛, 1994. 广西等翅目昆虫种类、寄主及分布. 白蚁科技, 11(2): 1–8.]

Lin SQ, Song XG, Gao DR, Yuan RL, Li XY, Xiao WL, Yao LQ, 2004. Training Textbook for Terminate Control in China. Beijing: The Chinese Market Press. 151–155. [林树青, 宋晓刚, 高道蓉, 袁荣兰, 李小鹰, 肖维良, 姚力群, 2004. 中国白蚁防治专业培训教程. 北京: 中国市场出版社. 151–155.]

Liu YZ, Tang GQ, Pan YZ, Chen LD, He YZ, 1981. Observations on the construction of the unilocular young nest of *Odontotermes formosanus* (Shiraki). *Acta Entomologica Sinica*, 24(4): 361–366. [刘源智, 唐国清, 潘演征, 陈良德, 何永忠, 1981. 黑翅土白蚁初期单腔巢群建立的观察. 昆虫学报, 24(4): 361–366.]

Wei G, Gao XY, Chen ZL, Jia B, Liu JM, Qin TQ, Huang DY, Liu ZS, Huang YP, 2014. Preference of *Ancistrotermes dimorphus* (Tsai *et* Chen) to Baits. *Guangxi Plant Protection*, 27(4): 4–7. [韦戈, 高旭渊, 陈正麟, 贾豹, 刘吉敏, 覃天乔, 黄冬云, 刘治山, 黄莹磐, 2014. 小头钩白蚁对饵料的选择研究. 广西植保, 27(4): 4–7.]

Wei JH, Jia B, Chen ZL, Wei G, Gao XY, Liu JM, Yang GF, Qin TQ, Huang DY, Liu ZS, Huang YP, Lu W, 2013. Sptial distribution pattern of fungus gardens of *Ancistrotermes dimorphus* in sugarcane field. *Journal of Southern Agriculture*, 44(10): 1653–1657. [韦剑海, 贾豹, 韦戈, 陈正麟, 高旭渊, 刘吉敏, 杨峰, 覃天乔, 黄冬云, 刘治山、黄莹磐, 陆温, 2013. 蔗田小头钩白蚁菌圃的空间分布型研究. 南方农业学报, 44(10): 1653–1657.]

Wood TG, Johnson RA, 1986. The biology, physiology and ecology of termites// Vinson SB (ed.). Economic Impact and Control of Social Insect. New York: Praeger. 1–68.

Xie Z, Zhu JL, 1985. Control techniques of *Ancistrotermes dimorphus* (Tsai *et* Chen). *Scientia Silvae Sinicae*, 21(1): 105–106. [谢璋, 朱检林, 1985. 小头蛮白蚁及其防治. 林业科学, 21(1): 105–106.]

Yang F, Wei G, Jia B, Chen ZL, Liu JM, Qin TQ, Huang DY, Liu ZS, Huang YP, Lu W, 2013. Termite species and their damage to Chestnut trees in Longan County. *Journal of Environmental Entomology*, 35(4): 544–549. [杨峰, 韦戈, 贾豹, 陈正麟, 刘吉敏, 覃天乔, 黄冬云, 刘治山, 黄莹磐, 陆温, 2013. 隆安县板栗园的白蚁种类及其危害调查. 环境昆虫学报, 35(4): 544–549.]

Yang TC, 2011. Study on the dynamic regulaion of the colony the subterranean termite *Macrotermes barneyi* light (Isoptera: Termitidae). Master thesis. Hefei: Anhui Agricultural University. [杨天赐, 2001. 黄翅大白蚁种群数量变动规律研究. 硕士学位论文. 合肥: 安徽农业大学.]