



黄俊, 王丽坤, 智伏英, 等. 基于外部形态特征的红火蚁野外快速识别方法研究 [J]. 环境昆虫学报, 2018, 40 (3): 715–720.

## 基于外部形态特征的红火蚁野外快速识别方法研究

黄俊<sup>1</sup>, 王丽坤<sup>2</sup>, 智伏英<sup>1,3</sup>, 应俊杰<sup>4</sup>, 孟幼青<sup>5</sup>, 李艳敏<sup>5</sup>, 吕要斌<sup>1\*</sup>

(1. 浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所, 杭州 310021; 2. 浙江大学农业与生物技术学院, 杭州 310020;  
3. 浙江师范大学化学与生命科学学院, 浙江金华 321004; 4. 仙居县农业局, 浙江台州 317300; 5. 浙江省植物保护检疫局, 杭州 310020)

**摘要:** 红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 是一种严重威胁公共设施、人类安全、农林生产和生物多样性的重大入侵害虫。自 2004 年在中国大陆广东省首次发现以来, 其发生范围急剧扩大, 目前已扩散至南方 11 个省(市), 而在 2016 年底红火蚁已突破封锁防线侵入浙江省。本文通过对浙江省仙居县 23 个乡镇(街道)中的草皮、苗圃、废品站、塑料加工厂等高风险传播红火蚁的生境进行火腿肠诱饵诱集调查, 共获得 10 种蚂蚁, 且隶属于 4 亚科 7 属, 并以其身体颜色、体长、头形及与身体的协调性、腹柄结共 4 个指标特征分别与红火蚁进行比对、分析, 建立一种直观易懂的野外快速识别红火蚁的方法, 以期提高判定红火蚁的准确性及疫情普查效率。

**关键词:** 红火蚁; 监测; 外部形态特征; 生物入侵

中图分类号: Q964; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858(2018)03-0715-06

### Study on the method for rapidly identifying red imported fire ant based on external morphological characters

HUANG Jun<sup>1</sup>, WANG Li-Kun<sup>2</sup>, ZHI Fu-Ying<sup>1,3</sup>, YING Jun-Jie<sup>4</sup>, MENG You-Qing<sup>5</sup>, LI Yan-Min<sup>5</sup>, LU Yao-Bin<sup>1\*</sup> (1. Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; 2. College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310020, China; 3. College of Chemistry and Life Sciences, Jinhua 321004, Zhejiang Province, China; 4. Agricultural Bureau of Xianju, Taizhou 317300, Zhejiang Province, China; 5. Plant Protection and Quarantine Bureau of Zhejiang Province, Hangzhou 310020, China)

**Abstract:** The red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren, is a major invasive pest that seriously threatens plants, animals, and humans. Since its first appearance in Guangdong Province of mainland China in 2004, it has spread rapidly to the southern 11 Provinces, and had invaded Zhejiang Province at the end of 2016. In this study, sods, nurseries, scrap stations, and plastic fabricators came from 23 townships (Xianju, Taizhou city, Zhejiang Province, China) were investigated with bait (sausage) attractive techniques. We collected 10 species of ants, belonging to 4 subfamilies, including 7 genera, and compared the body color, length, head shape and its coordination with the body, and nodes of ants. Last, a method for rapid identification of red imported fire ants was explored. The method can improve the efficiency of the monitoring of red imported fire ant.

**Key words:** *Solenopsis invicta*; monitor; external morphological character; biological invasion

基金项目: 浙江省“三农六方”科技协作项目 (CTZB-F170623LWZ-SNY1-34)

作者简介: 黄俊, 男, 1981 年生, 浙江文成人, 副研究员, 博士, 主要从事生物入侵与昆虫生态学研究, E-mail: junhuang1981@aliyun.com

\* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: luybcn@163.com

收稿日期 Received: 2017-10-08; 接受日期 Accepted: 2017-12-08

红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren, 英文名为 Red Imported Fire Ant (RIFA), 隶属于膜翅目 Hymenoptera 蚁科 Formicidae 切叶蚁亚科 Myrmicinae 火蚁属 *Solenopsis*, 是世界自然保护联盟 (IUCN) 收录的最具有破坏力的入侵生物之一, 是一种典型的农林业害虫 (Allen *et al.*, 1994; Vinson, 2013)。红火蚁原产于南美洲巴拉那河流域的巴西、巴拉圭、阿根廷等国家, 20 世纪 30 年代传入美国南部, 并迅速传播到其他地区 (Scunce *et al.*, 2011)。2004 年 5 月发现红火蚁在台湾台北、桃园、嘉义等地区发生为害, 2004 年底传入广东省 (曾玲等, 2005a)。农业部于 2017 年 4 月 1 日发布的《全国农业植物检疫性有害生物分布行政区名录 (2016)》显示, 红火蚁已入侵我国 11 个省 281 个县 (区、市), 其中金华市婺城区为新增发生区, 意味着这种极为危险的害虫已突破封锁防线侵入浙江省。

红火蚁生存及繁殖能力极强, 传播途径多, 缺少天敌, 喜筑巢于水源充沛、阳光充足的地域, 因此该害虫在我国东南沿海省份极易迅速暴发成灾 (吕利华等, 2006)。陈晨等 (2006) 应用地理信息系统对红火蚁在中国的适生区预测表明, 浙江省大部分地区是红火蚁的适生区。陈林 (2007) 利用生物气候模型 (CLIMEX) 预测表明浙江为高危险区域之一, 尤其是与红火蚁疫区江西省和福建省毗邻的浙西南部, 极易招致红火蚁的入侵、定殖。黄俊和吕要斌 (2017) 指出随着全球农用、观赏植物贸易量大、调运频繁, 拥有庞大花木种植面积及交易市场的浙江省 (花卉苗木种植面积超过上万公顷的省份之一), 势必会面临红火蚁随带土苗木入侵的巨大威胁。鉴于此, 浙江省农林系统高度重视红火蚁疫情的普查工作, 多次联合发文要求各乡镇政府对辖区内的草坪、绿化带、苗木场、公园、废旧物回收站等红火蚁重点滋生地开展全面调查。

目前, 火腿肠诱集法是红火蚁疫情普查中常用的一种手段, 然而基层植保一线人员由于缺乏野外快速识别红火蚁的方法, 导致监测效率低、新入侵区域无法被及时发现, 从而延误了红火蚁的防控。那么, 在野外缺少显微镜的情况下, 如何通过肉眼快速对诱集瓶内的蚂蚁进行排查、缩小鉴定范围, 以提高识别红火蚁的准确性与普查效率, 是目前基层植保一线人员亟待解决的关键问题。本文以浙江省仙居县红火蚁疫情普查为例, 通过对蚂蚁的身体颜色、个体大小、头部形状、

腹柄结等指标的特征进行比对、分析, 摸索出一种在野外条件下快速识别红火蚁的方法, 能为基层人员提供可靠的前期鉴定方法, 可及时采集疑似标本并进行专业鉴定。

## 1 材料与方法

### 1.1 蚂蚁取样

本研究选择浙江省仙居县各乡镇及街道的 23 处草皮、苗圃、废品站、塑料加工厂等高风险传播红火蚁的地点作为采样点, 通过诱饵诱集法收集蚂蚁, 诱饵诱集法参照黄俊等 (2009), 即将市售火腿肠切成厚度约 1 cm 的薄片, 放入 30 mL 透明塑料瓶内, 塑料瓶平置在地面且瓶口贴地。放置 0.5–1 h 后取回塑料瓶, 带回室内鉴定蚂蚁种类; 平均每 100 m<sup>2</sup> 设置 1 个饵站, 饵站间距 15 m 以上, 诱集时间应于上午 8:00 至下午 5:00 红火蚁活动密集的时段, 地表温度不低于 20℃。

### 1.2 蚂蚁拍照及鉴定

蚂蚁标本在室内用尼康 SMZ1500 体视显微镜 (Nikon, Tokio, Japan) 进行观察, 集成的 Digital Sight DS-L1 (Nikon, Tokio, Japan) 进行拍照。蚂蚁种类鉴定主要参照《广西蚂蚁》(周善义, 2001) 和《中国蚂蚁》(吴坚和王常禄, 1995), 猛蚁亚科种类参照徐正会 (1998)。

## 2 结果分析

### 2.1 蚂蚁监测

共设 23 个蚂蚁监测点, 涉及草坪、塑料厂、锯木厂、苗圃等 10 种生境类型, 投放诱饵数量合计 371 个, 监测 (回收) 到蚂蚁的诱饵数量为 228 个, 有效监测率平均为 61.46% (见表 1), 可见取样点具有一定的代表性。

### 2.2 蚂蚁种类鉴定

通过室内鉴定, 诱集到的蚂蚁一共有 10 种, 隶属于 4 亚科 7 属, 以切叶蚁亚科和蚁亚科的蚂蚁为主。蚂蚁种类分别是宽结大头蚁 *Pheidole noda*、伊大头蚁 *Pheidole yeensis*、全异巨首蚁 *Pheidologeton diversus*、细纹小家蚁 *Monomorium destructor*、迈氏小家蚁 *Monomorium mayri*、布尼氏蚁 *Nylanderia bourbonica*、黑褐弓背蚁 *Camponotus rubidus*、安宁弓背蚁 *Camponotus anningensis*、华夏厚结猛蚁 *Pachycondyla chinensis* 与长角狡臭蚁 *Technomyrmex antennus* (见表 2)。

表 1 蚂蚁监测情况  
Table 1 Ant monitoring

序号 Serial number	采样位置 Sampling site	生境类型 Habitat type	火腿肠诱饵数量 (个) Number of sausage-baits	诱到蚂蚁的诱饵数量 (个) Number of baits captured by ants	有效监测率 (%) Effective monitoring rate
1	南峰街道高速出口	草坪	112	73	65.18
2	南峰街道勤业村	塑料厂	12	6	50.00
3	南峰街道新华村	塑料厂	25	16	64.00
4	横溪镇下沈村	锯木厂	12	3	25.00
5	安洲街道三桥村	塑料厂	13	4	30.77
6	福应街道大路村	塑料厂	13	10	76.92
7	步路乡步路村	锯木厂	15	9	60.00
8	埠头镇王庄村	苗圃	6	0	0.00
9	蟠滩乡板桥村	工艺品厂	10	6	60.00
10	横溪镇西华村	水梔子田	4	3	75.00
11	湫山乡沙地村	草坪	15	14	93.33
12	白塔镇下街村	废品收购站	12	4	33.33
13	田市镇远足村	工艺品厂	10	6	60.00
14	淡竹乡下叶村	垃圾处理站	11	10	90.91
15	大战乡石龙村	塑料加工点	11	8	72.73
16	朱溪镇田垟村	锯木厂	12	3	25.00
17	广度乡里岙村	草坪	17	7	41.18
18	官路镇东背村	锯木厂	10	7	70.00
19	上张乡上张村	绿化带	10	7	70.00
20	双庙乡上料村	草坪	10	7	70.00
21	下各镇社山村	苗圃	11	11	100.00
22	安岭乡安岭村	绿化带	10	10	100.00
23	溪港乡金竹叶村	花圃	10	4	40.00
合计 Total	23	10	371	228	61.46

表 2 蚂蚁种类  
Table 2 Ant species

序号 Serial number	蚂蚁种类 Ant species	拉丁学名 Latin name	科、属 Family and Genus
1	宽结大头蚁	<i>Pheidole noda</i>	切叶蚁亚科 Myrmicinae、大头蚁属 <i>Pheidole</i>
2	伊大头蚁	<i>Pheidole yeensis</i>	切叶蚁亚科 Myrmicinae、大头蚁属 <i>Pheidole</i>
3	全异巨首蚁	<i>Pheidologeton diversus</i>	切叶蚁亚科 Myrmicinae、巨首蚁属 <i>Pheidologeton</i>
4	细纹小家蚁	<i>Monomorium destructor</i>	切叶蚁亚科 Myrmicinae、小家蚁属 <i>Monomorium</i>
5	迈氏小家蚁	<i>Monomorium mayri</i>	切叶蚁亚科 Myrmicinae、小家蚁属 <i>Monomorium</i>

续上表

序号 Serial number	蚂蚁种类 Ant species	拉丁学名 Latin name	科、属 Family and Genus
6	布尼氏蚁	<i>Nylanderia bourbonica</i>	蚁亚科 Formicinae、尼氏蚁属 <i>Nylanderia</i>
7	黑褐弓背蚁	<i>Camponotus rubidus</i>	蚁亚科 Formicinae、弓背蚁属 <i>Camponotus</i>
8	安宁弓背蚁	<i>Camponotus anningensis</i>	蚁亚科 Formicinae、弓背蚁属 <i>Camponotus</i>
9	华夏厚结猛蚁	<i>Pachycondylachinensis</i>	猛蚁亚科 Ponerinae、厚结猛蚁属 <i>Pachycondyla</i>
10	长角狡臭蚁	<i>Technomyrmex antennus</i>	臭蚁亚科 Dolichoderinae、狡臭蚁属 <i>Technomyrmex</i>

### 2.3 红火蚁野外快速识别方法的建立

通过蚂蚁身体颜色、个体大小、头部形状、腹柄结等特征与红火蚁进行比对、分析,建立一种直观易懂的野外快速识别红火蚁的方法,具体步骤与内容如下:

#### 2.3.1 首先通过蚂蚁身体颜色与体长进行筛选

常见蚂蚁的体色有黑、黄、棕、红等,而在仙居所诱到的蚂蚁颜色只有红、黑、黄三种,通过肉眼即可明显区分。火腿肠诱饵只会诱集到工蚁或是兵蚁,而红火蚁的工蚁或兵蚁身体颜色呈

棕红色或橘红色,因此可以迅速排除本例中的布尼氏蚁、小家蚁、黑褐弓背蚁、安宁弓背蚁、华夏厚结猛蚁(黑色或黄色)。大头蚁和巨首蚁身体颜色与红火蚁相近。

再者是观察蚂蚁的体长。红火蚁工蚁体长 2.5–4 mm,因此本例中个体明显偏小的小家蚁(1.3–1.6 mm)和个体明显偏大的黑褐弓背蚁(>10 mm)、安宁弓背蚁(>6 mm)、华夏厚结猛蚁(>4 mm)即可排除。大头蚁和巨首蚁的体长则与红火蚁相近。

表 3 蚂蚁身体颜色与体长

Table 3 Body color and length of Ants

项目 Item	内容 Content	蚂蚁种类 Ant species
身体颜色 Body color (腹部颜色不参考) (Expect for abdominal color)	红色(棕红色或橘红色) Red (brownish red or jacinth)	红火蚁 <i>S. invicta</i> 、宽结大头蚁 <i>P. noda</i> 、伊大头蚁 <i>P. yeensis</i> 、全异巨首蚁 <i>P. diversus</i>
	黑色 Black	布尼氏蚁 <i>N. bourbonica</i> 、迈氏小家蚁 <i>M. mayri</i> 、黑褐弓背蚁 <i>C. rubidus</i> 、安宁弓背蚁 <i>C. anningensis</i>
	黄色 Yellow	细纹小家蚁 <i>M. destructor</i>
体长 Body length	中等大小(3–4 mm) Medium-sized	红火蚁 <i>S. invicta</i> 、宽结大头蚁 <i>P. noda</i> 、伊大头蚁 <i>P. yeensis</i> 、全异巨首蚁 <i>P. diversus</i>
	偏小(< 1.6 mm) Small 偏大(> 4 mm) Large	迈氏小家蚁 <i>M. mayri</i> 、细纹小家蚁 <i>M. destructor</i> 黑褐弓背蚁 <i>C. rubidus</i> 、安宁弓背蚁 <i>C. anningensis</i> 、华夏厚结猛蚁 <i>P. chinensis</i>

#### 2.3.2 通过兵蚁头部长宽比例及与身体的协调性进行辨别

本例中的巨首蚁和大头蚁与红火蚁外观上非常相似,它们之间通过兵蚁头部的长宽比及与身体的协调性进一步辨别。通过观察发现,巨首蚁或大头蚁的兵蚁头部大小与身体明显不成比例,异常庞大,且多呈矩形,前后约等宽,工蚁则正常;红火蚁的兵蚁头部略呈方形,其大小与身体

比例协调(图1)。

#### 2.3.3 通过腹柄结(结节)的数量进行辨别

腹柄结即结节,为蚂蚁腹部(包括并胸腹、结节和后腹)的一部分,一般连接在后腹部的前端(图2)。红火蚁的腹柄结具有2节,且较为暴露,第1结节呈扁锥状,第2结节呈圆锥状(图1)。因此,结节数为1个的蚂蚁均可排除,包括本例中的布尼氏蚁、狡臭蚁、弓背蚁及厚结猛

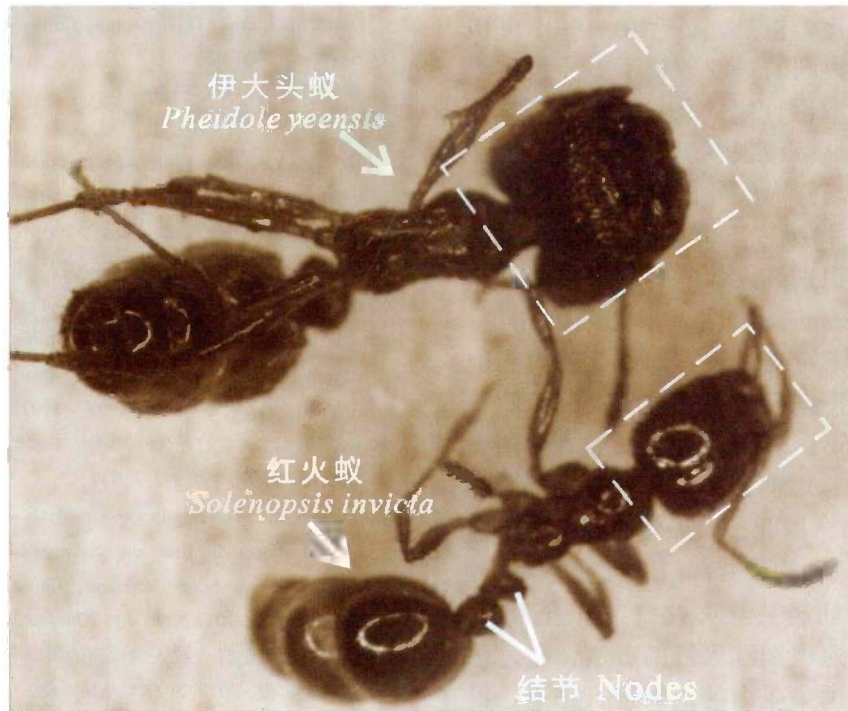


图 1 红火蚁与伊大头蚁兵蚁的头部形状

Fig. 1 The head shape of soldiers of *Solenopsis invicta* and *Pheidole yeensis*

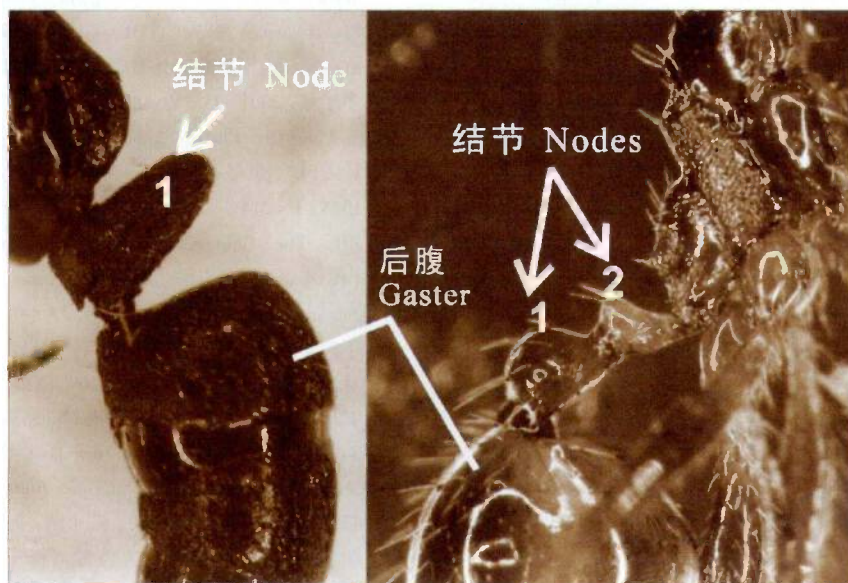


图 2 蚂蚁后腹及其前端的结节  
(左为华夏厚结猛蚁, 右为宽结大头蚁)

Fig. 2 Gasters and nodes of ants  
(left-*Pachycondyla chinensis*, right-*Pheidole noda*)

蚁。小家蚁、大头蚁及巨首蚁也都具有 2 个结节，但是通过蚂蚁颜色、体长及兵蚁头型等特征已将它们排除。

### 3 结论与讨论

基层人员在野外通过上述三个步骤对火腿肠诱集所获得的蚂蚁进行筛选及辨别，能显著提高

鉴别红火蚁的准确度。但是,还存在一些不可预测的因素,例如诱集到的蚂蚁数量不多导致诱集瓶内看不到大头蚁或巨首蚁的兵蚁。那么,这种情况需在室内通过显微镜观察蚂蚁并胸腹节上是否具刺进行排除,与红火蚁外部形态相近的大头蚁和巨首蚁均在并胸腹节上具刺且粗壮。此外,还有一种最易干扰识别红火蚁的蚂蚁种类就是热带火蚁 *Solenopsis geminata*, 两者形态颇为相似。但是在室内显微镜下可通过观察蚂蚁唇基内缘中央是否具备明显的齿进行区别(热带火蚁无此特征)(曾玲等, 2005b)。目前,热带火蚁在中国大陆主要分布在广东,广西,浙江,海南,台湾等地(魏琮等, 2001),因此,如果监测到疑难辨别的蚂蚁种类,需送到国内权威部门进行鉴定。

本文以浙江省仙居县红火蚁疫情普查为例,提出了一种野外快速识别红火蚁的方法,通过该方法能第一时间对诱集瓶内的蚂蚁进行排查、提高鉴别红火蚁的概率。通过快速识别,如果发现疑似红火蚁则可立即追踪地面蚂蚁的觅食路径,这样既能定位到蚁巢,也能通过对蚁巢地面部分外观及蚂蚁强攻击性进一步识别红火蚁。红火蚁毕竟是一种外来生物,在其入侵初期需要克服重重的生态阻力,那么如果在这一阶段能快速监测、识别红火蚁,那么就能给红火蚁的成功扑杀提供了重要契机,从而控制红火蚁的扩散以避免造成新生境被入侵。

**致谢:** 感谢广西师范大学生命科学院周善义教授在蚂蚁鉴定方面提供的帮助。

### 参考文献 (Reference)

- Allen CR, Demaris S, Lutz RS. Red imported fire ant impact on wildlife: An overview [J]. *Texas Journal of Science*, 1994, 46: 51 - 59.
- Ascunce MS, Yang CC, Oakey J, et al. Global invasion history of the fire ant *Solenopsis invicta* [J]. *Science*, 2011, 331 (6020): 1066 - 1068.
- Chen C, Gong WR, Hu BS, et al. Potential establishment areas of *Solenopsis invicta* in China: A prediction based on GIS [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 11: 2093 - 2097. [陈晨, 龚伟荣, 胡白石, 等. 基于地理信息系统的红火蚁在中国适生区的预测 [J]. 应用生态学报, 2006, 11: 2093 - 2097]
- Chen L. Research on the Potential Geographic Distribution of *Solenopsis invicta* in China [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2007: 53 - 71. [陈林. 红火蚁 (*Solenopsis invicta*) 在我国的潜在分布研究 [D]. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2007: 53 - 71]
- Lu LH, He YY, Liu J, et al. Invasion of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): Spread, biology, and impact [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2006, 5: 3 - 11. [吕利华, 何余容, 刘杰, 等. 红火蚁的入侵、扩散、生物学及其危害 [J]. 广东农业科学, 2006, 5: 3 - 11]
- Huang J, Lu YY, Xu YJ, et al. Relationships between mound size and captured ergate amount of *Solenopsis invicta* [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009, 8: 1992 - 1997. [黄俊, 陆永跃, 许益鏊, 等. 红火蚁蚁丘大小与诱集工蚁数量的关系 [J]. 应用生态学报, 2009, 8: 1992 - 1997]
- Huang J, Lu YB. The invading risk analysis and control countermeasure of red imported fire ant *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) invaded Hangzhou, China [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2017, 29 (4): 676 - 682. [黄俊, 吕要斌. 重大外来有害生物红火蚁入侵杭州的风险分析及防控对策 [J]. 浙江农业学报, 2017 29 (4): 676 - 682]
- Vinson SB. Impact of the invasion of the imported fire ant [J]. *Insect Science*, 2013, 20: 439 - 455.
- Wei C, Zhou SY, He H, et al. A taxonomic study of the genus *myrmica* latreille from China (Hymenoptera: Formicidae) [J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2001, 4: 560 - 564. [魏琮, 周善义, 贺虹, 等. 中国红蚁属分类研究(膜翅目: 蚁科) [J]. 动物分类学报, 2001, 4: 560 - 564]
- Wu J, Wang CL. Chinese Ants [M]. Chinese Forestry Press, 1995: 1 - 214. [吴坚, 王常禄. 中国蚂蚁 [M]. 中国林业出版社, 1995: 1 - 214]
- Xu ZH. The Chinese species of the ant *Pachycondyla* Smith (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae) [J]. *Journal of Southwest Forestry College*, 1998, 18 (4): 209 - 220. [徐正会. 中国厚结猛蚁属记述(膜翅目: 蚁科: 猛蚁亚科) [J]. 西南林学院学报, 1998, 18 (4): 209 - 220]
- Zeng L, Lu YY, He XF, et al. Identification of red imported fire ant *Solenopsis invicta* to invade mainland China and infestation in Wuchuan, Guangdong [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2005, 42 (2): 144 - 148. [曾玲, 陆永跃, 何晓芳, 等. 入侵中国大陆的红火蚁的鉴定及发生为害调查 [J]. 昆虫知识, 2005a, 42 (2): 144 - 148]
- Zeng L, Lu YY, Chen ZN. Monitoring and Prevention of Red Imported Fire Ant [M]. Guangdong Science and Technology Press, 2005b: 7 - 8. [曾玲, 陆永跃, 陈忠南. 红火蚁监测与防治 [M]. 广东科技出版社, 2005b: 7 - 8]
- Zhou SY. Guangxi Ants [M]. Guilin: Guangxi Normal University Press, 2001: 1 - 225. [周善义. 广西蚂蚁 [M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 2001: 1 - 225]