



符倩艳, 宋侦东, 赵翊, 李慎磊, 许益鏖. 中国大陆红火蚁防治费用投入变化趋势分析 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (2): 345–351.

中国大陆红火蚁防治费用投入变化趋势分析

符倩艳¹, 宋侦东², 赵翊¹, 李慎磊², 许益鏖^{1*}

(1. 华南农业大学红火蚁研究中心, 广州 510642; 2. 广州瑞丰生物科技有限公司, 广州 510663)

摘要: 红火蚁 *Solenopsis invicta* 自入侵我国以来已扩散到十多个省, 对我国经济、生态和人畜健康等均造成巨大危害。为了降低红火蚁的为害, 各级政府每年都投入了一定费用用于红火蚁的防控, 但具体投入防治的费用尚无系统的统计资料可查。本文通过中国政府采购网、各省市政府采购网以及采招网等网站搜索 2004–2020 年各级政府对红火蚁防治药剂和防治服务的采购投入, 分析了全国红火蚁防治费用、各省防治总费用、药剂采购投入、专业化防治服务以及监理服务费用的变化趋势。结果表明: 各级政府在上述方面的经费投入均呈现出逐年上升的趋势, 2019 年投入的总防治费用达到高峰并超过 1 亿元。然而, 与其它入侵害虫相比, 用于红火蚁防控的费用仍较低, 不同省份不同地区的费用投入差异较大, 较少省份投入监理费用。建议各省市加大在红火蚁检疫方面的经费投入力度, 做好红火蚁疫情监理监测工作, 做到早发现、早防治, 提高红火蚁防治效果。

关键词: 红火蚁; 危害; 防治费用; 变化趋势

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674–0858 (2022) 02–0345–07

Analysis on the control cost of *Solenopsis invicta* in China's mainland

FU Qian-Yan¹, SONG Zhen-Dong², ZHAO Yi¹, LI Shen-Lei², XU Yi-Juan^{1*} (1. Red Imported Fire Ant Research Centre, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. Guangzhou Rui Feng Biotechnology Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: *Solenopsis invicta* has spread to more than ten provinces in China since its invasion, causing significant economic and ecological damage to human and animal health. Governments have spent a certain amount of money in the prevention and control of *S. invicta* annually to reduce the damage caused by fire ants, but there is a lack of systematic statistical data on the specific cost spent on prevention and control. Here, we analyzed the data in costs of fire ant's prevention and control by searching the procurement investments of *S. invicta* control agents and services by governments between 2004 and 2020 via the websites of Chinese government procurement network, regional and municipal government procurement network, and caizhao.com. Moreover, the change patterns of national control costs of fire ants, provincial total control costs, control expenditure of drugs, cost of specialist control service and supervision were analyzed. The results showed that the investments of the government in these aspects increased by years, and by 2019 it had surpassed 100 million yuan. However, the investment costs are still low and the difference between provinces and regions is substantial. Only a few provinces invest in cost supervision. It is proposed that all provinces should reinforce their investment in the quarantine of *S. invicta*, to improve the supervision, monitoring of the epidemic situation, early detection to control *S. invicta* effectively.

Key words: Red imported fire ant, invasive species; damage; control cost; change trend

基金项目: 深圳市科技计划项目 (KCXFZ20201221173608022)

作者简介: 符倩艳, 女, 1997 年生, 硕士生, 研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: 1130231697@qq.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 许益鏖, 男, 博士, 教授, 研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: xuyijuan@scau.edu.cn

收稿日期 Received: 2021–01–21; 接受日期 Accepted: 2021–02–04

红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 属于膜翅目 Hymenoptera 蚁科 Formicidae 切叶蚁亚科 Myrmicinae 火蚁属 *Solenopsis*，于 2004 年底被发现入侵中国大陆（曾玲等，2005）。此后，呈现出快速扩散的趋势，目前已扩散到我国广西、海南、福建、浙江等 10 多个省（市），并在部分地区造成严重的为害。

红火蚁在经济方面产生的影响主要包括对农业、公共设施及电器设备的破坏以及对其进行防治所投入的费用这三个方面。自 20 世纪 30 年代从阿根廷传入到美国，红火蚁每年对美国造成的经济损失约为 50 ~ 60 亿美元（Lard *et al.*，2001；Pereira *et al.*，2002）。Gutrich 等（2007）讨论了红火蚁入侵夏威夷后的潜在影响，并推测，红火蚁入侵 20 年后所产生的经济损失将达到 25 亿美元，占 GDP（Gross Domestic Product）的 0.17%（Cao and Tate，2016）。Aoyama 等（2020）推测，如果红火蚁入侵日本冲绳，日本将遭受 430 亿日元的损失。按照 2019 年中国 GDP 用类似方法推算，中国每年因红火蚁入侵产生的损失将超过 250 亿美元。

红火蚁入侵中国大陆后，各级政府投入大量资金对其疫情进行监测和防控（曾玲等，2005；Zhang *et al.*，2007），但是具体投入防治的费用尚无系统的统计资料可查。鉴于此，本研究综合查询了采购网站红火蚁相关项目的中标公告，统计分析了 2007–2020 年度各省政府或机构对红火蚁防治相关项目的投入费用情况，分析了中国红火蚁防治费用投入变化趋势，为进一步估计红火蚁入侵后的经济损失和做好红火蚁防控提供参考。

1 材料与方法

本文以红火蚁为关键词，设定年限为 2004–2020 年，分别对中国政府采购网（<http://www.ccgp.gov.cn/>）、各省市政府采购网以及采招网（<https://www.bidcenter.com.cn/>）等多个网站搜索中标公告，根据项目中标公告内容的防治费用金额、制剂类型、用途以及年份等人工筛选出红火蚁相关项目的信息，并利用 Microsoft Excel 2016 对数据进行汇总与绘图，用 SPSS 18.0 对广东省各地区 2009–2019 年 GDP 数据与防治费用进行 Pearson 相关性分析。

2 结果与分析

2.1 全国红火蚁防治费用投入变化趋势

根据搜索结果，相关招标网站上仅在 2007 年之后才能查询到红火蚁防治采购信息。统计结果显示：2007–2020 年全国红火蚁防治总费用呈现逐年上升的趋势。在 2012 年前，对红火蚁防治投入费用从 2007 年的 202.75 万元上升到 2012 年的 1 095.48 万元，防治费用投入趋势较为平缓但还是有上升。2012 年后，防治费用大幅度上升，到 2019 年，防治费用为 10 912.05 万元，比 2012 年费用提升了 10 倍，比 2007 年提升了约 54 倍，2020 年全国红火蚁防治总费用出现回落（图 1）。

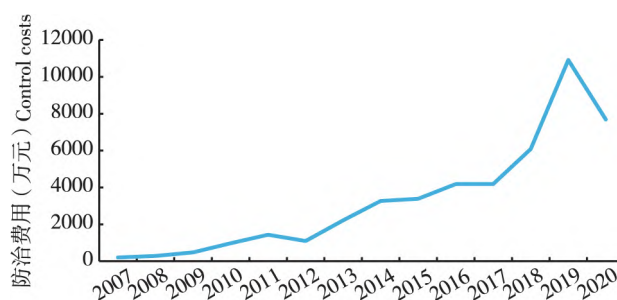


图 1 2007–2020 年全国红火蚁防治总费用

Fig. 1 Total cost of fire ants control in China from 2007 to 2020

2.2 中国各省、广东省各市红火蚁防治费用情况比较

2007–2020 年红火蚁疫情防治费用投入来自广东、广西和福建等 10 个省。其中，广东省累计投入防治费用为 22 710.93 万元，明显高于其它省份。在这 13 年期间，广东省每年均有投入红火蚁防治费用，并且呈现逐渐增长的趋势。各省投入的防治费用中，福建省仅次于广东省，重庆市最少，仅为 54.88 万元（表 1）。

对广东省内各地级市红火蚁防治费用比较发现，深圳市和广州市对红火蚁防治费用投入最大，并且在这 13 年中，几乎每年都有资金投入。其次是佛山市和惠州市，潮州市投入的红火蚁防治费用最少（表 2）。通过对广东省各市近十年 GDP 和红火蚁防治总费用进行相关性分析发现，广东省各市 GDP 和红火蚁防治总费用呈现出极显著正相关性（ $r=0.935$ ， $F=97.44$ ， $P<0.001$ ；图 2）。

表 1 2007 -2020 年中国各省防治费用比较
Table 1 Comparison of control costs among provinces in China from 2007 to 2020

年份 Year	省份 Province									总计(万元) Total	
	广东 Guangdong	广西 Guangxi	福建 Fujian	海南 Hainan	云南 Yunnan	重庆 Chongqing	湖北 Hubei	浙江 Zhejiang	江西 Jiangxi		四川 Sichuan
2007	202.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	202.75
2008	283.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	283.51
2009	482.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	482.81
2010	973.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	973.96
2011	1 422.72	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1 438.72
2012	987.30	28.80	0.00	79.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1 095.48
2013	2 104.90	111.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2 216.61
2014	2 397.81	59.30	797.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.49	0.00	3 268.50
2015	2 474.53	130.48	699.10	21.15	0.00	18.37	0.00	0.00	16.99	28.09	3 388.70
2016	3 119.94	127.86	710.97	210.84	0.00	4.94	0.00	0.00	8.96	0.00	4 183.51
2017	2 234.00	279.66	499.61	248.93	0.00	0.00	0.00	760.99	37.97	122.20	4 183.36
2018	2 886.06	652.92	982.85	318.55	182.90	0.00	0.00	152.18	298.96	614.64	6 089.06
2019	3 140.64	645.23	4 322.09	299.21	366.70	31.57	457.29	1 079.90	340.98	228.44	10 912.05
2020	4 092.19	778.68	1 381.32	547.14	0.00	0.00	0.00	147.10	266.82	476.72	7 689.97
总计 Total (万元)	26 803.11	2 830.64	9 393.85	1 725.20	549.60	54.88	457.29	2 140.16	984.16	1 470.09	46 408.98

表 2 2007 – 2020 年广东省各市红火蚁防治费用比较
Table 2 Comparison of control cost of *Solenopsis invicta* in different cities of Guangdong Province from 2007 to 2020

城市 City	年份 Year														总计(万元)	
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total	
东莞 Dongguan	0.00	0.00	0.00	9.65	0.00	0.00	213.65	140.13	40.70	0.00	140.59	0.00	37.68	299.85	882.24	
佛山 Foshan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.25	42.39	198.40	376.49	447.31	578.14	751.24	722.75	358.05	3 521.02	
广州 Guangzhou	156.15	283.51	341.00	0.00	698.82	213.52	224.90	622.32	661.81	1 081.98	539.59	492.97	472.74	517.98	6 307.28	
河源 Heyuan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.98	49.75	23.45	127.00	105.00	31.53	109.57	174.46	175.55	806.29	
惠州 Huizhou	0.00	0.00	0.00	100.00	22.95	90.09	247.72	509.89	314.35	612.53	397.70	550.59	235.57	254.62	3 336.01	
江门 Jiangmen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.96	0.00	39.80	0.00	49.76	
揭阳 Jieyang	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.12	0.00	8.65	25.00	0.00	0.00	0.00	59.76	
茂名 Maoming	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	67.00	226.19	0.00	393.91	416.50	103.82	1 207.42	
梅州 Meizhou	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	31.98	0.00	0.00	55.78	80.49	178.75	
清远 Qingyuan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.24	7.69	25.00	0.00	162.79	3.96	235.67	
汕尾 Shanwei	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.58	0.00	0.00	0.00	23.70	43.28	
韶关 Shaoguan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.14	0.00	0.00	119.96	155.10	
深圳 Shenzhen	46.60	0.00	38.71	744.51	635.95	528.56	1 265.69	777.63	689.05	509.03	369.19	497.50	675.45	1 864.94	8 642.81	
阳江 Yangjiang	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.40	
中山 Zhongshan	0.00	0.00	103.10	119.80	0.00	39.54	0.00	0.00	0.00	0.00	27.15	17.42	18.18	27.74	352.92	
珠海 Zhuhai	0.00	0.00	0.00	0.00	65.00	59.36	60.80	99.88	142.00	70.00	55.00	72.86	128.95	92.14	845.98	
湛江 Zhanjiang	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.60	93.60	
潮州 Chaozhou	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80	4.80	
肇庆 Zhaoqing	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.00	71.00	
总计(万元)Total	202.75	283.51	482.81	973.96	1 422.72	987.30	2 104.90	2 397.81	2 474.53	3 119.94	2 234.00	2 886.06	3 140.64	4 092.19	26 803.11	

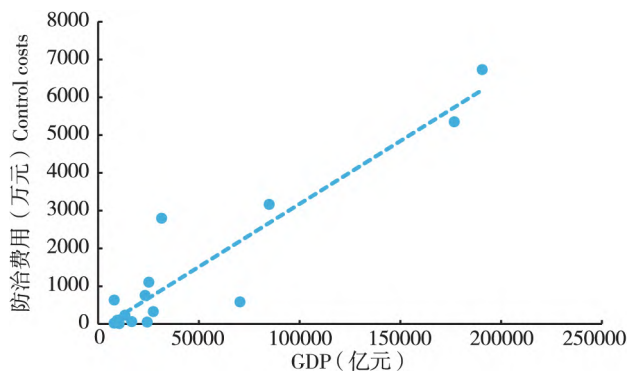


图2 广东省各市 GDP 与红火蚁防治费用相关性 (2009 - 2019)

Fig. 2 Correlation between GDP and control cost of *Solenopsis invicta* in Guangdong Province (2009 - 2019)

2.3 药剂采购投入费用投入变化趋势

在对红火蚁疫情防控投入的费用中, 专业化防治服务、红火蚁防治药剂采购和监理服务的投入占比分别为 74%、25% 和 1% (图 3)。其中, 红火蚁防治药剂采购的费用存在波动, 但整体呈现逐年增长的趋势 (图 4)。

采购的红火蚁药剂剂型主要有饵剂、粉剂、水剂、颗粒剂、乳油以及悬浮剂等。不同剂型投入的费用不同, 用于购买饵剂和粉剂的费用最多, 约占总投入费用的 95%, 而其它剂型的药剂投入购买费用占比很低, 如水剂、颗粒剂和乳油等, 仅占 5% (表 3)。

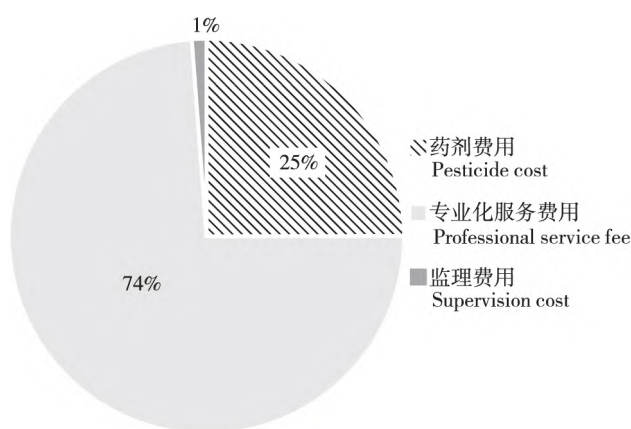


图3 2009 - 2020 年红火蚁防治费用用途占比情况

Fig. 3 Proportion of control cost of *Solenopsis invicta* in 2009 - 2020

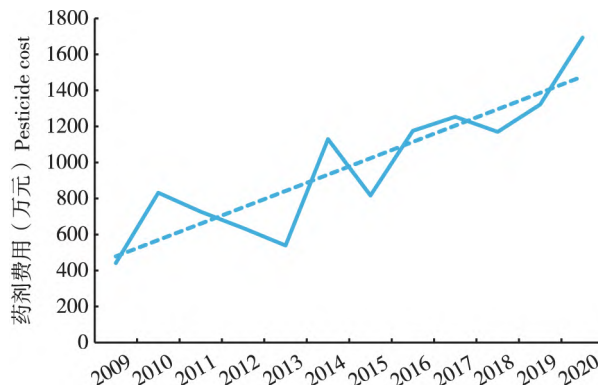


图4 2009 - 2020 年红火蚁防治药剂投入费用逐年变化趋势

Fig. 4 Annual variation trend of the cost of insecticides for controlling *Solenopsis invicta* from 2009 to 2020

2.4 专业化防治服务费用投入变化趋势

对红火蚁专业化防治服务费用进行统计分析, 结果表明: 2007 年至 2012 年, 红火蚁专业化防治服务投入费用较低, 2013 年之后呈现缓慢上升的趋势, 近几年开始快速上升的趋势, 2020 年投入的专业化防治服务费用又呈现下降, 但总体趋势还是呈现出上升趋势 (图 5)。

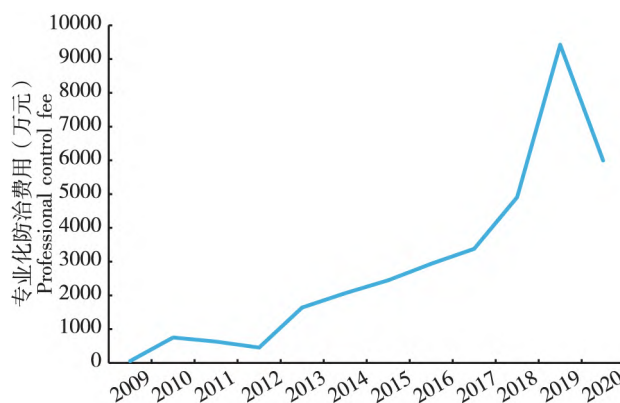


图5 2009 - 2020 年红火蚁专业化防治服务费用逐年变化趋势

Fig. 5 Annual change trend of professional control service fee of *Solenopsis invicta* from 2009 to 2020

2.5 监理服务费用投入变化趋势分析

自 2009 年开始, 除了 2010 年和 2018 年没有查询到监理费用外, 其它年份都有投入一定红火蚁监理费用, 红火蚁监理费用不同年份间波动较大, 但是整体还是呈现出上升的趋势 (图 6)。仅发现广东省、福建省和浙江省等三省有监理服务方面的资金投入, 并且广东省投入的费用最多 (图 7)。

表 3 2009–2020 年红火蚁防治药剂投入费用情况
Table 3 Cost of chemicals for controlling *Solenopsis invicta* from 2009 to 2020

剂型 Dosage form	年份 Year												总计 (万元) Total
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
饵剂 Bait	87.31	700.90	600.00	96.72	21.04	160.45	295.21	689.78	843.70	975.99	750.32	1 139.56	6 361.00
粉剂 Dust	300.00	0.00	0.00	155.30	40.80	304.70	95.99	80.79	222.40	125.10	197.57	210.55	1 733.20
水剂 Aqueous solution	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.44	0.00	25.44
颗粒剂 Granule	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.28
乳油 Emulsifiable concentrate	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.76	0.00	0.00	0.00	0.00	5.76
悬浮剂 Suspending agent	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.40	0.00	7.40
总计 (万元) Total	387.31	700.90	600.00	252.02	61.84	488.43	391.20	776.34	1 066.09	1 101.10	960.73	1 350.11	8 136.08

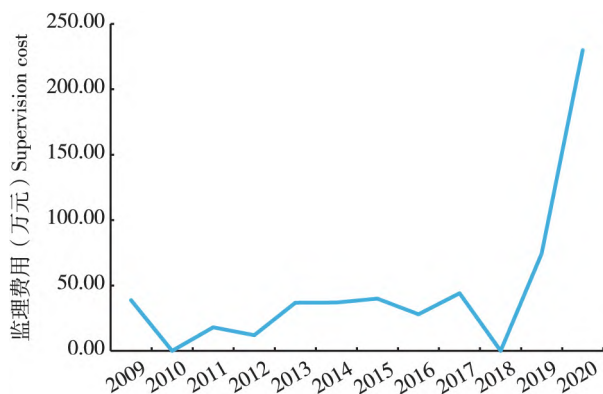


图 6 2009–2020 年红火蚁监理费用逐年变化趋势

Fig. 6 Annual change trend of supervision cost of *Solenopsis invicta* from 2009 to 2020

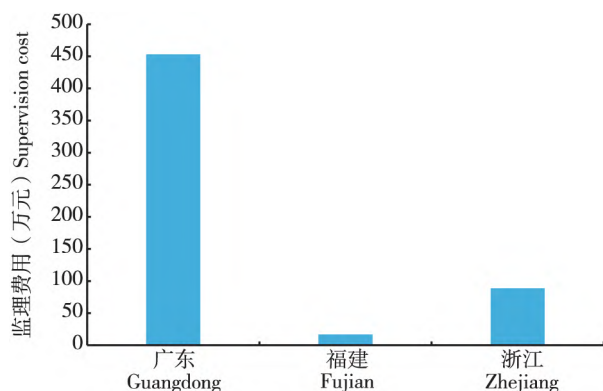


图 7 2009–2020 年各省红火蚁监理费用比较

Fig. 7 Comparison of supervision cost of *Solenopsis invicta* in different provinces from 2009 to 2020

3 结论与讨论

分析发现 2007–2020 年红火蚁防治费用投入呈现逐年上升的趋势，反映了红火蚁疫情呈现扩散和为害趋于严重的发展过程。但 2020 年投入防治费用有所下降，可能是因为受新冠疫情的影响，红火蚁防控工作难以开展。在各省投入的红火蚁防治费用中，南方省份占比较大，这一定程度上反映了不同省份间红火蚁的分布与发生程度的差异。广东省作为红火蚁防治费用投入最多的省份，各市 GDP 和红火蚁防治总费用呈现显著正相关性，这说明经济发达的地区投入红火蚁防治财政力度也可能较大。另外，在发达地区城市建设和货物流动程度也相对较大，红火蚁扩散和为害的程度也相对严重，这也可能导致所需防治费用更多。

在 2009–2020 年间，对红火蚁防治药剂的费用投入也在逐年增长，主要购买的剂型为饵剂和粉剂，说明使用化学防治来防治红火蚁仍是最主要手段，以饵剂和粉剂进行防治是最常用的方式。在红火蚁专业化防治服务费用中，包含了购买防治药剂的费用，但未标明具体的投入金额，所以统计的用于采购红火蚁药剂的费用应比实际偏少。红火蚁防控的监理服务费用投入呈上升趋势，说明政府对监理的作用更加了解，希望通过对专业化防治的监督以保障防治效果。目前，全国仅有

3 个省份在监理服务有投入费用并且投入相对较少,而合理使用监理服务有助于提高红火蚁的防治经费的使用效率,进一步提升专业化防治水平(李艳敏等,2018)。

本研究仅在中国政府采购网、各省市政府采购网以及采招网等主要招投标网站对所查询到的数据进行统计,查到的数据有限,使得查询到的数据应当低于实际水平,但是对于红火蚁防治费用的投入的整体变化趋势却是可靠的。

除了疫情监测和防治外,加强检疫与宣传培训等工作也是提升红火蚁防控水平的重要保障(王福祥等,2016)。而在检索中未发现有针对检疫工作的资金投入,这方面的欠缺很可能导致各省在控制红火蚁方面的努力因为检疫的疏忽而大打折扣。因此,各级政府应考虑对红火蚁检疫工作加大资金投入力度,从源头上降低红火蚁为害程度,确保防控效果。

参考文献 (References)

- Aoyama Y, Yoshimura M, Ogasawara M, et al. Potential economic impact of invasion by the red imported fire ant *Solenopsis invicta* in Okinawa, Japan [J]. *Japanese Journal of Ecology*, 2020, 70 (1): 3 – 14.
- Cao L, Tate RP. Gross domestic product by state [J]. *Survey of Current Business*, 2016, 96: 1 – 14.
- Gutrich JJ, Gelder EV, Loope L. Potential economic impact of introduction and spread of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*, in Hawaii [J]. *Environmental Science & Policy*, 2007, 10 (7): 685 – 696.
- Lard CF, Hall CR, Salin V. The economic impact of the red import fire ant on the homescape, landscape, and the urbanscape of selected metroplexes of Texas. Department of Agricultural Economics [C]. Texas: A & M University, College Station, Faculty Paper Series, 2000.
- Li YM, Meng YQ, Wang RZ, et al. Occurrence, prevention, control and management of the red imported fire ant (*Solenopsis invicta*) in Zhejiang Province [J]. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2018, 59 (12): 2167 – 2170. [李艳敏, 孟幼青, 王荣洲, 等. 浙江省红火蚁发生防控现状与未来对策思考 [J]. *浙江农业科学*, 2018, 59 (12): 2167 – 2170]
- Pereira RM, Williams DF, Becnel JJ, et al. Yellow – head disease caused by a newly discovered *Mattesia* sp. in populations of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* [J]. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2002, 81 (1): 45 – 48.
- Zhang RZ, Li YC, Liu N, et al. An overview of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in China's mainland [J]. *Florida Entomologist*, 2007, 90 (4): 723 – 731.
- Wang FX, Zhang RZ, Hou YM, et al. Review on the control of the red imported fire ants according to law [J]. *Plant Quarantine*, 2016, 30 (1): 77 – 81. [王福祥, 张润志, 侯有明, 等. 依法防控红火蚁的若干思考 [J]. *植物检疫*, 2016, 30 (1): 77 – 81]
- Zeng L, Liang GW, Lu YY, et al. Prevention and control of *Solenopsis invicta* in Guangdong Province. In: Study on Prevention and Control of Agricultural Biological Disasters [C]. Beijing: China Society of Plant Protection, 2005: 2. [曾玲, 梁广文, 陆永跃, 等. 广东省红火蚁的预防与控制. 见: 农业生物灾害预防与控制研究 [C]. 北京: 中国植物保护学会, 2005: 2]
- Zeng L, Lu YY, He XF, et al. Identification of red imported fire ant *Solenopsis invicta* to invade China's mainland and infestation [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2005, 2: 144 – 148, 230 – 231. [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*, 2005, 2: 144 – 148, 230 – 231]