

云南高速公路边坡红火蚁种群发生规律及综合防控技术研究

何润琳

云南交投集团云岭建设有限公司 云南昆明 650000

摘要: 红火蚁作为全球极具破坏力的入侵物种, 已对云南高速公路边坡生态系统、交通安全及公众健康构成严重威胁。本文基于云南独特的气候条件与高速公路边坡特殊生境, 系统分析了红火蚁种群在云南高速公路边坡的分布特征、年发生动态及影响其发生的关键因子, 明确了其“春末夏初、秋季双峰爆发, 冬季低活性”的发生规律。结合红火蚁的生物学特性与边坡防控难点, 提出“检疫阻截为前提、监测预警为基础、物理化学防控为核心、生物防控与生态调控为辅助、公众参与为保障”的综合防控技术体系, 旨在为云南高速公路边坡红火蚁的科学防控提供技术支持, 保障公路运营安全与区域生态稳定。

关键词: 云南; 高速公路边坡; 红火蚁; 发生规律; 综合防控

引言

红火蚁 (*Solenopsis invicta*) 原产于南美洲巴拉那河流域, 隶属膜翅目蚁科火蚁属, 被列入“全球100种最具有破坏力的入侵物种”之一。2004年传入我国后, 逐步扩散至多个省区, 云南因地处低纬高原, 兼具热带、亚热带及温带气候特征, 且高速公路网络密集, 边坡多为人工扰动后的裸露或半裸露生境, 为红火蚁的定殖与扩散提供了绝佳条件。高速公路边坡作为公路生态系统的重要组成部分, 不仅承担着水土保持、生态防护的功能, 其生态稳定性直接影响公路运营安全。红火蚁在边坡筑巢会破坏土壤结构, 导致边坡水土流失加剧, 甚至引发边坡坍塌; 其攻击性强, 叮咬养护人员及过往司乘人员, 严重时可引发过敏休克; 同时还会捕食边坡本土昆虫、蚯蚓等生物, 破坏边坡生态平衡, 啃食边坡植被根系, 影响植被恢复。目前, 云南高速公路边坡红火蚁危害呈逐年加重趋势, 亟需明确其发生规律, 构建科学高效的综合防控技术体系。

一、云南高速公路边坡红火蚁种群发生规律

1. 分布特征

云南高速公路边坡红火蚁分布有区域差异和生境选择性。区域上, 滇南、滇东南热带、亚热带地区(如普洱、红河、文山等地)年均气温高、降水多, 红火蚁分

布密度高, 蚁巢多为多蚁后型, 扩张快; 滇中、滇西温带地区(如昆明、大理等地)冬季气温低, 红火蚁分布稀疏, 多在向阳边坡, 以单蚁后型蚁巢为主; 滇西北高海拔地区(如丽江、迪庆等地)因低温未规模化定殖。生境方面, 红火蚁偏好边坡中下部、坡脚等土壤疏松、光照足、水分好的区域, 在裸地、草坪及苗木种植带分布集中; 边坡上部、土壤板结或植被茂密处蚁巢少。此外, 靠近服务区、收费站、施工便道的边坡, 因人为活动频繁、土壤扰动大且易携带红火蚁, 发生概率高于远离人为扰动的段落。

2. 年发生动态

结合云南气候与监测数据, 红火蚁在云南高速公路边坡年发生呈“双峰爆发、冬季蛰伏”规律。3-4月气温回升至15℃以上, 红火蚁复苏, 工蚁觅食范围扩大, 蚁巢缓慢扩张; 5-7月气温26-30℃、降水充沛、湿度超80%, 符合其生长最适条件, 种群进入首个爆发高峰, 蚁后日均产卵1500-5000粒, 有翅生殖蚁多, 新蚁巢激增; 8-9月受高温干旱影响, 活动减弱, 密度略降; 10-11月气温20-28℃、湿度适宜, 进入第二个爆发高峰, 工蚁储备能量; 12月至次年2月, 滇中及以北气温降至10℃以下, 红火蚁蛰伏; 滇南冬季气温高, 仍有少量活动但增长慢。

3. 影响发生的关键因子

(1) 气候因子。温度是影响红火蚁发生的核心气候因子, 其生长发育的最适温度为26-30℃, 当土壤表面温度低于12℃或高于51℃时, 工蚁觅食活动显著受限,

作者简介: 何润琳(1999-09), 女, 汉族, 云南大理人, 助理工程师, 硕士研究生, 研究方向: 公路工程。

在-17℃环境下会直接死亡。云南低纬高原的气候特征使得大部分地区全年适宜红火蚁生长发育的时间长达8-10个月,为其种群扩张提供了时间保障。降水则通过影响土壤湿度间接影响红火蚁发生,适度降水可保持土壤疏松,利于蚁巢构建,但暴雨会淹没蚁巢,导致蚁群迁移或死亡,因此暴雨过后,边坡坡脚、排水沟附近易出现新的蚁巢。

(2) 生境因子。高速公路边坡的土壤类型、植被覆盖度及人为扰动程度是影响红火蚁定殖的关键生境因子。红火蚁偏好中性或微酸性的黄泥松土,此类土壤透气性好,便于挖掘网状蚁巢,而边坡施工中常用的客土多为此类土壤,为红火蚁筑巢提供了便利;边坡植被覆盖率低于30%时,光照充足,食物资源(如昆虫尸体、植物种子)易获取,红火蚁种群密度显著高于植被覆盖率高的区域;人为扰动(如边坡养护、苗木移栽、垃圾堆放)会破坏本土生态平衡,减少红火蚁的天敌数量,同时通过携带土壤、苗木等方式加速其扩散,进一步提升其发生概率。

(3) 生物学特性。红火蚁强大的繁殖能力与扩散能力是其快速蔓延的内在原因。成熟蚁巢中蚁后寿命可达2-6年,单蚁后型蚁巢个体数量约5-24万只,多蚁后型蚁巢个体数量可达10-50万只,且每年可产生4500只以上生殖雌蚁。其扩散方式包括自然扩散与人为扩散,自然扩散通过婚飞实现,有翅生殖蚁可飞行数公里,落地后即可筑巢;人为扩散则通过运输工具、土壤、草皮、苗木等载体跨区域传播,是红火蚁在云南高速公路网络中快速扩散的主要途径。

二、云南高速公路边坡红火蚁综合防控技术

1. 检疫阻截: 源头防控核心

检疫阻截是阻断红火蚁跨区域扩散的关键手段,需严格落实“事前管控、事中监管、事后追溯”的全流程检疫制度。一是强化源头检疫,对高速公路建设及边坡养护所需的土壤、草皮、苗木、有机肥等物料,严格查验《植物检疫证书》,严禁从红火蚁发生区调入未检疫合格的物料;对调入的物料实施抽样检测,采用诱集法或踏查法排查红火蚁踪迹,发现阳性物料立即封存销毁,并用高效低毒药剂进行消毒处理。二是加强运输环节监管,在高速公路入口、服务区设置检疫检查站,对运输土壤、苗木等易携带红火蚁的车辆进行抽查,重点排查车厢缝隙、轮胎及物料表面的蚁巢或工蚁;对来自红火蚁高发区的车辆,强制进行车身消毒。三是建立追溯体

系,对边坡养护物料的来源、运输路径、使用段落进行详细记录,一旦发现红火蚁疫情,立即追溯源头,采取针对性管控措施,防止疫情扩散。

2. 监测预警: 精准防控基础

建立常态化监测预警体系,精准掌握红火蚁种群动态,为防控决策提供科学依据。一是科学布设监测点,按照“全覆盖、重点突出”的原则,在每条高速公路的边坡中下部、坡脚、服务区周边、收费站附近等重点区域,每2公里布设1个监测点,采用“踏查法+诱集法”相结合的方式开展监测;踏查法重点排查蚁丘、蚁路等活动迹象,诱集法采用火腿肠、花生酱等诱饵,放置于诱捕器中,定期检查诱捕效果。二是明确监测频次,春末夏初(5-7月)及秋季(10-11月)的爆发高峰期,每月监测2次;冬季及过渡期,每月监测1次;新开通高速公路或疫情高发路段,适当增加监测频次。三是建立数据管理与预警机制,对监测数据进行实时记录,包括蚁巢数量、种群密度、活动范围等,建立数据库;当监测点蚁巢密度超过80个/英亩,或出现红火蚁叮咬事件时,立即发布预警信息,启动应急防控预案。

3. 精准防控: 核心防控手段

结合红火蚁的生物学特性及边坡生境特点,采用物理防控与化学防控相结合的方式,实现精准灭杀。

(1) 物理防控。适用于零星发生、蚁巢数量较少的边坡段落,或作为化学防控的辅助手段。一是挖巢法,在晴朗天气,当工蚁活动活跃时,用铁锹从蚁巢边缘向中心深挖,深度不少于1.5米,确保挖出所有蚁后、卵及幼虫,将挖出的蚁群及土壤装入密封袋中,集中焚烧或深埋处理,避免蚁群逃逸;挖巢后及时平整土壤,喷洒消毒剂,防止新蚁群定殖。二是水淹法,针对靠近水源的边坡,将高压水管插入蚁巢深处,持续注水,直至蚁巢完全淹没,浸泡24小时以上,通过缺氧窒息灭杀蚁群;该方法对土壤结构破坏较小,适合水土保持要求较高的边坡。

(2) 化学防控。化学防控是规模化疫情防控的核心手段,需严格遵循“高效、低毒、环保”的原则,避免对边坡生态环境造成破坏。一是毒饵诱杀法,适合蚁巢分布分散、难以精准定位的区域,选用含茚虫威、氟蚁腓等成分的低毒毒饵,在无风晴朗的清晨或傍晚,将毒饵均匀撒施于蚁巢周边及红火蚁觅食路径上,用量根据蚁巢大小调整,一般每个蚁巢撒施20-50克;毒饵诱杀需注意环境湿度,避免雨水冲刷,施药后7-10天检查

防控效果，对未灭杀的蚁巢进行补施。二是灌巢法，适合蚁巢位置明确、种群密度高的区域，选用毒死蜱等高效低毒药剂，按照说明书比例稀释后，用注射器或专用灌药设备将药剂注入蚁巢深处，确保药剂渗透至蚁巢各个通道，灭杀蚁后及幼虫；灌巢后用土壤封堵蚁巢入口，提高药剂滞留效果。施药人员需做好防护措施，穿戴防护服、手套、口罩等，避免被红火蚁叮咬，同时严格遵守药剂使用规范，防止药剂污染周边水源及土壤。

4. 生物防控与生态调控：长效防控保障

生物防控与生态调控可有效降低红火蚁种群密度，提升边坡生态系统的抗入侵能力，实现长效防控。一是生物防控，引入红火蚁的专性天敌，如寄生蝇、病原真菌等，寄生蝇可将卵产入红火蚁体内，幼虫孵化后取食红火蚁体内组织，导致其死亡；病原真菌可通过接触感染红火蚁，引发种群病害，抑制种群增长。同时，保护边坡本土天敌，如步甲、鸟类等，通过营造适宜的栖息环境，提升本土天敌的种群数量，形成自然控害机制。二是生态调控，通过优化边坡植被配置，提升植被覆盖率，抑制红火蚁定殖。选择黑麦草、狗牙根等耐践踏、生长迅速的草本植物，搭配紫穗槐、胡枝子等灌木，构建乔灌草复合型植被群落，提高边坡植被郁闭度，减少光照，降低红火蚁的觅食与筑巢空间；同时，植被根系可加固土壤，改善土壤结构，提升边坡生态稳定性。此外，合理开展边坡养护，避免过度扰动土壤，减少垃圾堆放，降低红火蚁的食物资源供给。

5. 公众参与与长效管理

红火蚁防控需全社会共同参与，构建“政府主导、部门协同、属地负责、社会参与”的联防联控机制。一是加强宣传培训，通过高速公路服务区宣传栏、微信公众号、短视频平台等渠道，普及红火蚁的识别方法、危害及防控知识，提高养护人员、司乘人员及周边群众的防控意识；邀请专家对养护人员进行技术培训，提升其监测与防控操作能力。二是建立全民反馈监督机制，在高速公路沿线设置反馈电话，鼓励群众积极反馈红火蚁

疫情，对反馈属实的给予适当奖励，形成全民监督、全民防控的良好氛围。三是完善长效管理机制，制定高速公路边坡红火蚁防控三年行动方案，明确各部门职责分工，定期开展防控效果评估，根据评估结果优化防控措施；将红火蚁防控纳入高速公路养护考核体系，确保防控工作常态化、制度化。

三、结论与展望

云南高速公路边坡红火蚁的发生受气候、生境及自身生物学特性的综合影响，呈现出明显的区域差异性与年动态规律，春末夏初（5-7月）和秋季（10-11月）为防控关键期。构建“检疫阻截为前提、监测预警为基础、物理化学防控为核心、生物防控与生态调控为辅助、公众参与为保障”的综合防控技术体系，可有效遏制红火蚁的扩散蔓延，保障高速公路运营安全与边坡生态稳定。未来，需进一步加强红火蚁种群遗传多样性、抗药性机制等基础研究，研发适配云南高速公路边坡的专用防控设备与药剂；同时，推广智能化监测技术，如无人机遥感、AI图像识别等，提升监测的精准度与效率，推动红火蚁防控从“被动应对”向“主动预警、精准防控”转变，实现生态效益与经济效益的统一。

参考文献

- [1] 李慧捷. 重庆地区红火蚁快速鉴定与遗传多样性分析[D]. 西南大学, 2024.
- [2] 齐国君, 王刚, 石庆型, 等. 0.2%高效氯氟菊酯粉剂对田间红火蚁种群数量及蚁巢迁移的影响[J]. 植物保护学报, 2023, 50(05): 1184-1192.
- [3] 张添翼, 李旭阳, 贡常委, 等. 四川省红火蚁分布调查及地理种群遗传结构研究[J]. 四川农业大学学报, 2022, 40(06): 913-919+941.
- [4] 张华伟, 卢惠芝, 夏翠花, 等. 楚雄市区特定区域红火蚁种群消长规律探究[J]. 云南农业科技, 2022, (S1): 10-11.
- [5] 肖倩. 宿主基因型和地理分布与红火蚁肠道共生菌组成的相关性分析[D]. 华南农业大学, 2021.