

城市害虫综合治理进展

—— 全国第七届城市昆虫学术研讨会论文集

ADVANCES IN URBAN INTEGRATED PEST MANAGEMENT

—— Proceeding of
the Seventh National Symposium on Urban Entomology

Edited by

Cheng Jia-an
Mo Jian-chu
Mao Wei-guang

主 编
程 家 安
莫 建 初
毛 伟 光

53
9

浙江大學出版社

ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

城市害虫综合治理进展

——全国第七届城市昆虫学术研讨会论文集

ADVANCES IN URBAN INTEGRATED PEST MANAGEMENT

——Proceeding of the Seventh National Symposium
on Urban Entomology

主编 程家安 莫建初 毛伟光

Editor in Chief Cheng Jia-an

Mo Jian-chu Mao Wei-guang

浙江大學出版社

主 编:程家安 莫建初 毛伟光
编 委:程家安 莫建初 毛伟光
宋晓钢 邓天福 马义金
张伯欢 钱可宇

Editor in Chief:Cheng Jia-an Mo Jian-chu Mao Wei-guang

Editors:Cheng Jia-an Mo Jian-chu Mao Wei-guang

Song Xiao-gang Deng Tian-fu Ma Yi-jin

Zhang Bo-huan Qian Ke-yu

责任编辑 邹小宁
封面设计 张作梅
出版发行 浙江大学出版社
(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)
(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)
(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心
印 刷 杭州杭新印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 13.25
字 数 354 千
版 印 次 2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷
印 数 0001—1500
书 号 ISBN 7-89490-158-X/G·398
定 价 49.00 元

编者的话

自 2001 年 10 月 24—26 日在杭州召开第六届全国城市昆虫学术讨论会后,时间又过去 4 年了。在此期间,我国经济发生了巨大的变化,城市昆虫学领域也有了长足的发展。为了加强行业内各单位间的学术交流,中国昆虫学会决定于 2005 年 11 月 27—30 日,在西施故里诸暨市召开第七届全国城市昆虫学术研讨会。2005 年 6 月上旬发出第一轮通知后,得到了各地昆虫学会和昆虫学同仁的积极响应,许多专家、学者递交了研究报告。为便于进一步交流,现将部分优秀论文集结成册,以《城市害虫综合治理进展》为书名出版。

近年来,我国城市化的进程越来越快,城市昆虫受之影响,其构成与生物、生态学也发生了较大的变化。在这种新形势下,如何经济、有效地治理城市害虫,是每一个昆虫学研究工作者面临的新课题。可喜的是,经过广大同仁的共同努力,近几年内城市害虫综合治理的研究工作取得了非常突出的成绩,许多经济、环保、高效的害虫控制新技术和新产品相继投入市场,不仅解决了人民群众面临的虫害问题,而且对我国城市昆虫学的发展也起到极大的推动作用。

本次会议的召开和本论文集的出版,得到了中国昆虫学会及兄弟专业委员会的大力支持和帮助。会议在诸暨举行,由中国昆虫学会城市昆虫专业委员会主办、全国白蚁防治中心协办、诸暨市白蚁防治所承办,毫无疑问,离不开浙江省科协、浙江省白蚁防治协会、诸暨市人民政府和诸暨市建设局等单位的热诚支持和无私帮助。对于所有为会议的顺利召开和论文集的迅速出版做出贡献的组织、单位和个人,谨表示由衷的敬意和谢忱。

由于我们水平有限,加之时间十分仓促,工作中的不足在所难免,热诚欢迎批评、指正。

2005 年 11 月 8 日

目 录

建筑物害虫

我国堤坝白蚁治理研究现状及展望·····	宋晓钢(3)
钱塘江北岸海宁段海塘白蚁综合治理的探讨·····	夏润贤 李云鹏(12)
诱饵管用于堤坝白蚁防治的研究·····	毛伟光 叶天降 陈尚法等(16)
浙江省钱塘江海塘白蚁危害现状及治理对策·····	宋晓钢 阮冠华 胡寅等(20)
城市防洪堤白蚁隐患治理技术与效果·····	郭建强(25)
钱塘江标准海塘白蚁治理及工程质量管理·····	任火良(29)
BY-Ⅱ型白蚁隐患探测仪用于堤坝白蚁探测的初步研究·····	毛伟光 叶天降 刘光胜(35)
白蚁隐患探测仪的研制及应用实例·····	蔡新辉 王传雷 严国璋等(42)
监测控制系统防治白蚁技术研究·····	郭建强 龚跃刚 莫建初等(49)
高效环保型白蚁诱杀系统的构建与应用研究·····	黄求应 雷朝亮(57)
巨光杀蟑胶饵的研究·····	毛伟光 叶天降 陈才红(58)
白蚁在进化历程中的生存策略与多样性探讨·····	何黄英 莫建初(61)
安徽省白蚁区系分布研究·····	陈搏尧 马延明 马艳(65)
木材保护剂在古建筑和仿古建筑虫害预防上的应用·····	毛伟光 叶天降 周烈等(72)
萧山房屋建筑白蚁危害的新动态分析及防治商讨·····	陈永儿 王光洲(76)
白蚁预防药土屏障中氰戊菊酯含量的检测方法·····	任庆伟 段兴华 应少庭(84)
氟氯氰菊酯乳油对黄胸散白蚁触杀作用的研究·····	徐正刚 陈海洪 刘文军(88)
除尽灭白蚁诱饵野外试验·····	毛伟光 钱明辉 叶天降等(93)
武当山古建筑群白蚁危害防治方案研究·····	曹云(95)
云浮市的白蚁种类、危害状况及防治对策·····	董克 谭大友 梁水生等(101)
城市房屋白蚁砂土预防法浅议·····	林有缘(104)

卫生害虫

环境信息在蚊虫控制中的应用前景·····	莫建初 邓天福(111)
几种植物精油对白纹伊蚊的驱避效果测定·····	杨频 马雅军(118)
昆虫击倒抗性的研究进展·····	王伟 莫建初 程家安(119)
中华按蚊自然种群与实验室种群的生物学比较·····	黄新发 张宏宇 杨长举(126)
按蚊肠道共生菌研究及其对疟疾防治的意义·····	翟小战 张宏宇 杨长举(131)

园林害虫

- 红火蚁的危害及防治..... 张时妙 莫建初(137)
- 红火蚁治理..... 谭业钰 梁 桂 林德留等(142)
- 温度对园林害虫淡剑灰翅蛾种群的影响..... 张 宏 万晓泳 祝树德(148)
- 城市园林植物主要害虫及其防治技术..... 邱 艳 薛 东 张宏宇等(152)

资源昆虫

- 黑翅土白蚁纤维素酶开发利用前景..... 莫建初(161)
- 白蚁纤维素酶研究进展..... 杨天赐 莫建初 程家安等(166)
- 纤维素酶降解纤维素的机理研究..... 杨天赐 莫建初 程家安(182)

储藏物害虫及其他

- 储粮害虫非化学防治的研究概况..... 杨海生 杨长举 蔡万伦等(195)
- 旅客列车鼠类携带肾综合征出血热病毒情况调查..... 刘 强(201)
- 我国有害生物防治(PCO)的发展现状..... 邓天福 王争艳 程梦林等(204)

建筑物害虫

我国堤坝白蚁治理研究现状及展望

宋晓钢^①

(浙江省白蚁防治所, 浙江杭州 310011)

摘 要 在我国北纬 35°以南的省区, 堤坝白蚁危害一直是威胁河道堤防和水库土坝的防洪安全、影响工程效益正常发挥的重要因素, 堤坝白蚁的治理也始终是南方省区水利 engineering 管理部门的一项重要内容。本文简述了中国堤坝白蚁的危害现状、主要危害种类、白蚁危害土质堤坝的原理及酿成灾难的历程、堤坝白蚁的几个主要来源; 综述了包括蚁情调研及巢位探测、灭治技术、预防措施和综合治理等内容的我国堤坝白蚁治理状况; 同时, 对我国堤坝白蚁治理的发展趋势进行了一定的探讨。

关键词 堤坝 白蚁 危害现状 综合治理 展望

1 堤坝白蚁的危害

1.1 堤坝白蚁危害现状

1.1.1 堤坝白蚁危害的普遍性

在中国南方地区堤坝白蚁对水利工程的危害既普遍又严重。据水利部水利管理司统计表明, 南方省区一半以上的堤坝工程存在蚁害, 其中福建、江西、广东、广西、云南等省区蚁害率高达 90 % 以上。广东省 1978 年对全省小(一)型水库和万亩以上堤防进行普查表明蚁害率为 90 % 左右, 其中省水电厅与省昆虫研究所抽查 41 县 176 座工程发现有蚁害的工程有 158 座, 占 90 % 左右; 广西 1986、1987 两年在水利工程安全检查中, 抽查了 134 座工程, 发现有蚁害的工程有 119 座, 占 89 %; 福建调查 167 座工程, 发现有蚁害的工程有 152 座, 占 91 %; 湖北省普查 1038 座, 有蚁害的工程有 822 座, 占 80 %^[1]。近年来, 过去一直认为不适宜白蚁生存的海塘也有白蚁危害的报道, 2003 年在深圳西海塘 7.6 公里的西乡段多次发现土栖白蚁的危害^[2]; 2000 年在钱塘江标准海塘的建设过程中多次发现蚁患, 后据浙江省白蚁防治所对钱塘江临江一线 118.843 公里海塘蚁情调查表明, 蚁害严重的海塘占 23.9 %, 蚁害一般的海塘占 30.6 %^[3]。

① 作者简介: 宋晓钢(1966) , 男, 浙江嵊州人, 高级工程师, 从事白蚁防治研究。
Tel: 0571-88071986(电话和传真), 13588826711; E-mail: sxgang@sohu.com
地址: 杭州市莫干山路 693 号, 浙江省白蚁防治所 邮编: 310011

1.1.2 堤坝白蚁危害的严重性

表 1 十二省区堤坝白蚁危害情况普查表(王翔,1994)

省(区)	普查工程(座)	有蚁害工程(座)	蚁害率(%)
江苏	776	358	46
浙江	839	613	73
安徽	455	293	64
福建	167	152	91
江西	95	89	94
湖北	1038	822	79
湖南	115	81	70
河南	94	64	68
广东	176	158	90
广西	134	119	89
四川	3460	1073	31
云南	88	78	89
合计	7437	3900	52

近些年来,各地不断有因白蚁危害导致堤坝溃决的事情发生。广东省曾在1986、1987年台风暴雨后对失事堤坝进行调查分析,发现梅县4条主要江堤62处决口中的55处是由于蚁害所致;汕头榕江南河堤决口55处中的47处是因蚁害引起;福建省1984年8月台风暴雨期间,九龙江防洪堤水位离堤顶还有1.7米时就决堤,事后分析是由蚁害所致;广西合浦县周江围堤1967、1971、1981、1985年4次决堤,均是由蚁患所致;湖北省一座小型水库也曾因蚁害形成管涌,导致晴天垮坝^[1]。浙江省诸暨市1990年浦阳江苍象湖、1997年琢玉湖决堤均由蚁患所致^[4]。

因蚁害出险的情况更是屡见不鲜。1954年长江发生全流域大洪水,荆江大堤险象丛生,据统计,因白蚁危害造成的大小漏洞共5493个,占全部险情93.8%,跌窝162处,占全部险情的2.8%,两项合计共占全部险情的96.8%,可见白蚁危害是造成荆江大堤险情的主要原因^[1]。1998年长江中下游发生特大洪水,引发河堤管涌、散浸等险情6181处,经湖北省水利厅白蚁防治中心查证,80%的管涌是白蚁隐患造成的^[5]。其他各地工程因蚁害而出险的情况更是不胜枚举。蚁害还能导致水库漏水,使许多水库工程的蓄水损失,影响工程效益正常发挥,这在全国大中小型水库普遍存在。

1.2 堤坝白蚁主要危害种类

虽然危害堤坝的白蚁种类繁多,但能对堤坝造成严重隐患的主要有土白蚁属 *Odontotermes* 和大白蚁属 *Macrotermes* 的一些种类。不同的区域有不同的危害优势种,其中长江流域的堤坝白蚁主要危害种类是黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus* Shiraki;长江流域以北,如安徽、江苏境内堤坝白蚁的主要危害种类是凶土白蚁 *Odontotermes fontanellus* Kemner;中国南方如广东、广西、福建、江西等省堤坝白蚁主要危害种是黑翅土白蚁,其次是黄翅大白蚁 *Macrotermes barneyi* Light;在广东南部雷州半岛和海南省境内,危害堤坝的主要白蚁种类还有土白蚁属的海南土白蚁 *Odontotermes hainanensis* (Light)。除此之外,还有一些别的种类^[6]。

表 2 中国堤坝白蚁主要危害种类的分布(李栋等,1999)

种 类	分 布	危害程度
黑翅土白蚁 <i>Odontotermes formosanus</i> Shiraki	湖北、湖南、广东、广西、江苏、浙江、江西、福建、台湾、四川、贵州、海南、安徽、云南等	严 重
海南土白蚁 <i>Odontotermes hainanensis</i> (Light)	湖南、福建、广东、广西、云南等	其中广东南部、海南、广西较严重
冢土白蚁 <i>Odontotermes fontanellus</i> Kemner	安徽、江苏等	较严重
黄翅大白蚁 <i>Macrotermes barneyi</i> Light	广东、广西、海南、福建等	较严重

1.3 白蚁危害土质堤坝的原理与酿成灾难的历程

1.3.1 原理

堤坝白蚁的危害对象主要是土质堤坝,由于其巢腔系统十分发达,在土质堤坝内营巢繁衍时,成熟巢群的主巢腔大小一般为 60 厘米×50 厘米×60 厘米(长×宽×高),大者挖空堤坝内 1 立方米土方以上,而且主巢腔周围常也有大小不等的数十个甚至上百个卫星巢腔,主巢腔与卫星巢腔之间又有四通八达的蚁道相连通,主巢腔在堤坝内的深度往往在 2 米左右,甚至更深。这样,一方面破坏了堤坝的完整性,减低了堤坝的抵御能力;另一方面由主巢腔挖掘出的大型蚁道口径较大(底径×高常为 5 厘米×7 厘米,有的更大),蚁道贯穿堤坝的内外坡,一旦水位超越正常水位时,常常引起管漏险情,抢险不及时或不当时就会造成崩堤垮坝^[7]。

1.3.2 历程

多数堤坝白蚁的成熟巢群都可能有蚁道穿通堤坝的内外坡,但水位不超越主巢腔底水平线时,堤坝是不会发生漏水险情的,只有水位突发长高超越主巢腔底水平线时才会发生险情。蚁害导致的堤坝漏水险情,大致有以下几个历程^[7]。

(1)管漏:①先漏清水。若土质堤坝的质量尚好,是用坚实的黄粘土等筑成,白蚁修筑的蚁道就坚固结实,蚁道内壁光滑,当水流从迎水坡进入蚁道时,不管水是如何的混浊,开始漏水时,出水口流出的水都是清水,这是因为浊水从蚁道入水口进入蚁道,可能中间要经过无数个菌圃的过滤和穿过主巢腔,故流出的水总是清水,并伴随有白蚁在清水中冲出。②漏出浊水并带有巢碎。漏清水一段时间后,由于蚁道被水流冲刷而遭破坏,随之水流中带有泥沙流出,水位不断升高,水压加大,菌圃也被冲碎而随浊水一起流出,这时险情加剧,尤其是主巢腔被洪水冲击,越冲越大,很有可能造成塌窝、滑坡等严重大事故。

(2)堤坝外坡湿润、牛皮涨。堤坝质量比较好时,白蚁修筑的蚁道坚实而内壁光滑度厚实,水流入蚁道后,一时难以冲坏,故形成管漏。而堤坝质量欠佳,用风化土、半风化土、混合料填筑的堤坝,白蚁在此堤坝内修筑的蚁道质量就不那么坚实,而且也不太畅通,遇到石块则转弯抹角,尽管蚁道内壁也用好的粘土批挡,但质量也不牢固,非常容易被水冲刷致坏,难以形成管漏,这时水流由内坡进入蚁道后,在外坡就会形成散浸,甚至牛皮涨现象,严重时造成滑坡事故。

(3)塌窝。当管漏严重发生时,将主巢腔内的大量泥土冲刷出堤坝外,由于泥土重力作用,瞬间就会形成主巢腔顶塌下来,若是堤坝矮小,断面不大时,白蚁主巢腔往往修筑在堤坝顶或内外坡的肩下面约2米左右的深度,而水位这时已超越主巢腔底的水平高度,故塌窝一发生,就有崩堤垮坝的灾难发生。

(4)崩堤垮坝。从管漏到塌窝至崩堤垮坝的演化历程,少则数小时,多则数十小时,甚至更长些时间,这主要取决于洪水水位升涨速度和堤坝大小、断面厚度以及堤坝质量和蚁巢在堤坝内的位置等诸因素决定的,另外就是抢险措施是否及时和科学。

1.4 堤坝白蚁的来源

根据我国堤坝白蚁危害的情况,分析堤坝蚁源产生的原因大致有以下几个方面^[8]:

(1)原址遗留的白蚁隐患。堤坝在兴建和加固前,未清除堤坝基础内的白蚁巢群,随着时间的推移,蚁群逐渐繁殖扩大,又因取食取水的需要大量建筑蚁道通向堤坝外,因此在堤坝内形成庞大的巢腔系统造成隐患。一般这种蚁巢巢位深、群体大、危害性大,处理也较困难。

(2)周边环境内白蚁蔓延到堤坝上。由于一些堤坝植被丰富,加之堤坝内温度、湿度均适宜白蚁的生存,容易吸引堤坝四周山坡和林地内的白蚁向堤坝上迁移孳生繁殖。

(3)分飞扩散到堤坝上。堤坝四周的山坡林地有白蚁生存时,每年的白蚁分飞季节,长翅繁殖蚁在巢内发育成熟后离巢四处分飞,它们一落到堤坝上就配对、挖洞营巢、繁殖后代,建立新的白蚁巢群。

2 堤坝白蚁的治理

2.1 蚁情的调研及巢位的探测

2.1.1 人工实地踏勘法

根据堤坝白蚁的生活习性,在工蚁外出觅食时要修筑泥线、泥被及繁殖蚁分飞时要筑分群孔等地表迹象,在白蚁活动盛期(分飞季节),组织专业人员对堤坝表层及周边环境进行全面细致的检查。同时认真记录所发现的泥线、泥被、白蚁取食迹象和分飞孔的具体位置。发现分飞时应详细记录分飞孔的数量及分布图形,以便可大致判断主巢的位置。在雨季还应注意与堤坝白蚁有共生关系的、被称为活巢指示物的鸡枞菌,如在堤坝发现有该类菌的存在,不仅表明堤坝存在蚁患,而且可判断其下位置有活巢巢腔或主蚁道。

2.1.2 引诱法

根据堤坝白蚁需外出取食的规律,选用堤坝白蚁喜食的材料,在白蚁活动盛期,在堤坝上或附近区域按一定的距离设置引诱坑(或引诱堆、引诱箱、引诱桩、引诱管等)引诱白蚁取食,并进行定期观察,以便了解堤坝蚁情。

2.1.3 巢位的探测

(1)从主蚁道追挖找巢。通过对白蚁活动个体或白蚁活动迹象,如泥线、泥被、分飞孔等的追踪,或在白蚁活动迹象不明显时也可采用直接开沟的方式截出蚁道,寻找主蚁道。找到主蚁道后继续追挖,如发现蚁道变大并向下扎;几条蚁道汇合一个方向;大量出现菌圃,且颜色渐深,由小到大;工蚁封闭迅速,兵蚁活动激烈;锄头挖土有空荡的回声等,说明已进入巢区或离主巢很近,继续追挖即可获得主巢。

(2)根据真菌指示物找巢。由于堤坝白蚁巢腔内的菌圃有许多与白蚁共生的真菌,在有白蚁活动的情况下,如条件适宜可在巢腔或主蚁道上方的地面上长出鸡枞菌、三踏菌、鸡枞花等多种食用菌,顺着该类真菌下挖,容易找到主巢;而在白蚁巢群衰亡或死亡时,能在巢腔上方地面长出炭棒菌,因此,可根据该类真菌确定巢位。

(3)利用锥探找巢。采用钢锥在堤坝上布点打眼,根据锥探时自然掉锥感和回填沙量异常情况确定巢位。

(4)放射性同位素探测。将放射性同位素 I^{131} 或 Sb^{121} 与白蚁喜食材料混合后,让白蚁在短时间内取食完后,用辐射仪探测,一般可探出 55 厘米深处的中型蚁道(Sb^{121})以及 30 厘米深处的小型菌圃腔和 43 厘米深处的大蚁道(I^{131})^[9]。

(5)探地雷达探测。中国科学院广州地质新技术研究所和广东省昆虫研究所利用探地雷达探测堤坝白蚁巢,通过模拟试验、实地探巢试验和垂直切片式开挖解剖分析,证明应用探地雷达技术能够准确地确定出蚁巢在地下的空间位置,并掌握了蚁巢的影像特征和蚁巢规模大小的计算方法,这种方法能以步行的速度探测,也可以车载方式探测,且具有很高的工作效率和几何分辨率,并以直观的图像实时显示,探测深度可达 3 米左右,有较高的推广应用价值和前景^[10]。

(6)电阻勘探。电阻勘探的理论依据是地球勘探方法中的电阻法。即人工产生地下电场,而一般某一特定地段的土层可视为均质土壤,其电阻率无明显变化。当有白蚁蚁巢存在时,这部分土壤存在很多空洞,由于空气通常可视为绝缘介质。因此,这部分土壤对地下电场呈现高阻抗性质,排斥电力线,使该处地表部分的电场强度增大,从而判断该处有蚁巢或空洞。浙江省白蚁防治所根据钱塘江海塘建设实际,利用该法进行普查效果验证时在电极埋深范围为 $3.0 \pm 1 \sim 4.0 \pm 1$ 米内,可基本检测到海塘内的空洞^[3]。

2.2 堤坝白蚁的灭治技术

2.2.1 挖巢法

在确定堤坝白蚁的主巢位置后或根据白蚁的外露特征进行追挖,采用人工的方法破坏堤坝白蚁的巢腔系统,消灭蚁王、蚁后,对于挖开的空间再用药土或泥土进行回填夯实。它是一种比较古老的,而又是行之有效的灭蚁加固堤坝的方法。其理论依据是由于至今尚未有发现堤坝白蚁巢群产生补充型蚁王蚁后的报道,即在消灭巢群中的蚁王蚁后或其中的一性,该巢群就会失去控制,整群白蚁会慢慢衰亡。但存在易受季节限制、工作量大、技术难度大、费工费时、对堤坝结构破坏性大及汛期不能进行等弊端。

2.2.2 熏烟(蒸)药杀法

在找到堤坝白蚁主蚁道后,采用人工或机械的方法,将熏烟药剂或熏蒸剂本身或产生的毒烟(气)通过主蚁道投入或灌入主巢腔内,经过一定时间的密封闷(熏)杀(一般为 3~5 天)就可达到杀灭全巢白蚁的效果。该法在我国 20 世纪六七十年代比较普遍使用,它是当时一种灭杀堤坝白蚁较经济、简便、省工、省时的办法。目前,已很少采用熏烟剂进行药杀,大多采用硫酰氟和磷化铝等熏蒸剂^[11]。

2.2.3 直接施药法

在 20 世纪 70 年代中期以前,一些地方采用通过主蚁道向主巢灌注药液的方法达到消灭堤坝白蚁的效果。但自 70 年代末期开始,随着灭蚁灵的推广应用,许多地方采用引诱的方法将堤坝内的白蚁诱集后直接向白蚁个体喷施灭蚁灵粉剂,让其带回巢内,利用白蚁营群体生活及

相互吮舐的习性,互相传染,以达到全巢死亡的效果。在白蚁活动盛期,亦可直接向在堤坝表层活动的白蚁喷施,同样能达到效果。当然,随着有机氯农药的禁用,目前各地相继开发了不少灭蚁灵的替代药剂,如氟虫胺、氟铃脲、锐劲特等,但对白蚁的灭治原理基本相同。

2.2.4 药饵诱杀法

在白蚁喜食的饵料中直接加入一定比例的杀白蚁药剂制成药饵,投放在堤坝上任白蚁自行取食,达到杀灭白蚁效果,使“引诱—饲喂—杀灭”三位一体。其中的杀白蚁药剂应具备对白蚁具有较好的慢性胃毒作用和传递作用,但无或较低的忌食性。该法的关键是要选择适宜的投放季节和投放方式,一般应在白蚁活动盛期进行;药饵的投放可采用重点投放与普遍投放相结合的方式,即在发现泥线、泥被、分飞孔、蚁道等有白蚁活动迹象处加大投放量,对白蚁活动不明显的地方实行均匀布点投放,做到确保重点、兼顾全面,达到较好的灭治效果。

2.2.5 药物灌浆法

利用水利工程灌浆的技术与方法,在泥浆中加入一定比例的药物,在蚁患严重的堤坝上根据普查情况选择重点堤段或全部进行药物灌浆。通过药物灌浆处理,一方面可封堵、充填堤坝内的蚁巢、蚁路及其他洞穴,提高堤坝的抗渗透能力和稳定性;另一方面,杀灭堤坝内原有的白蚁,并可在堤坝内形成有效的药土屏障,防止白蚁贯穿堤身,确保堤坝安全。在实施药物灌浆时,应科学选择灌浆材料,其中白蚁防治药物应选用对白蚁具有较好的触杀作用、在土壤中有较长的滞效期、对环境友好的白蚁防治专用药剂;灌浆泥土应选用符合塑性指数 $10\% \sim 25\%$ 、粘粒含量 $20\% \sim 45\%$ 、粉粒含量 $40\% \sim 70\%$ 、砂粒含量 $<10\%$ 、有机质含量 $<2\%$ 、可溶盐含量 $<8\%$ 等条件的黄泥。为确保较好的治理效果,应合理设计布点的间距、造孔的深度、压力的大小等。

2.3 堤坝白蚁的预防措施

2.3.1 堤坝基础的处理

对新建、改建、扩建的土质堤坝工程基础的白蚁预防处理措施主要有:

(1)对堤坝基础及附近进行蚁情调研。在施工前,组织专业人员进行蚁情普查,查明施工所在范围内白蚁的分布种类、范围、蚁患程度等情况;同时根据蚁情及堤坝的设计要求进行分析评估,制定适宜的白蚁治理方案。

(2)蚁患的治理。根据白蚁的治理方案及时采取有针对性的白蚁灭治处理,达到理想的治理效果,这对改建、扩建的堤坝尤其重要。如发现基础存在蚁巢等隐患,及时进行填充加固。

(3)建立药土屏障。对于一些蚁患严重的地方可在堤坝基础或堤坝两端实施药土处理建立药土屏障,防止白蚁的入侵。

(4)清除杂物。在施工前和施工期间,清除基础及回填土的杂草、树根等杂物,减少白蚁对堤坝侵入的可能性。如需外运土回填时,需对取土地点进行蚁情调查,防止白蚁巢群带入堤坝内。

(5)加强施工管理。为减少堤坝白蚁有翅成虫在施工期间落户堤坝内,根据堤坝白蚁的生物学特征,在堤坝白蚁分飞季节严禁夜间施工。

2.3.2 堤坝表层的处理

根据外来堤坝白蚁巢群对堤坝的入侵大多通过堤坝表层进入的规律,可通过对堤坝表层的处理减少堤坝白蚁入侵的可能,具体措施有:

(1)建立药土屏障。通过对堤坝表层一定厚度土壤的白蚁防治药剂处理,在堤坝表层形成

有效的、连续药土屏障。所使用的药物应选用在土壤中具有较长滞效期的白蚁防治专用药剂。

(2)改变堤坝表层的理化性质。据李栋(1989)研究报道,用10%石灰土壤和30%食盐土壤,或者将这两种土壤的浓度降低一半混合起来,接上配对的脱翅成虫,则繁殖蚁全部死于土表,不能入土建巢。另外,在堤坝上铺设10厘米厚的炉渣,也能防止脱翅成虫入土建巢^[9]。究其原因前者改变了堤坝表层土壤的化学性质,增强了土壤的碱性,形成了不利于堤坝白蚁生存的条件;后者由于炉渣颗粒粗大又适中,白蚁口器搬不动,颗粒间的空隙白蚁也不能进入,形成了一层物理屏障。因此,可通过改变堤坝表层的理化性质来达到预防白蚁的效果。

(3)铺设防蚁材料。在堤坝表层土壤内全面铺设一层防蚁材料,如含药塑料膜等。因在加工时已在内加入了一定比例的白蚁防治药剂,可防止白蚁的穿透,阻止白蚁对堤坝的侵入。

(4)营造不利白蚁生存的生态环境。自然界的生物总是相互依存、相生相克的,因此,可根据堤坝白蚁对不同植物的喜食偏好,在堤坝上种植一些对堤坝白蚁有驱避性的植物来防止白蚁;也可营造有利于白蚁天敌生存的环境,利用天敌来消灭白蚁。

2.3.3 周边环境的控制

白蚁从周边环境向堤坝的蔓延与分飞是堤坝白蚁的两个主要来源,定期清除堤坝周边一定范围内的白蚁巢群是预防堤坝白蚁的一项重要措施。根据堤坝白蚁巢群的活动范围及分飞距离,在堤坝周边环境建立一定范围的控制区,具体范围可视实际情况而定。

2.4 堤坝白蚁的综合治理

随着我国白蚁防治科技工作者对堤坝白蚁活动规律、防治技术、防治方法等研究的不断深入,防治理念的更新,从20世纪80年代开始,各地在治理实践的基础上,根据实际情况,总结了不少堤坝白蚁综合治理的新技术。比较有代表性的有以下几类。

(1)由广东省水利厅白蚁防治中心站经过长期实践研究总结形成的“三环节、八程序”法的新技术。内容包括:第一环节为找、标、杀。找——找堤坝白蚁的外露特征:泥被、泥线和分群孔;标——将找到的特征标志起来,以免丢失;杀——投饵药杀。第二环节为找、标、灌。找——找药杀后长出堤坝表面的死巢指示物:碳棒菌;标——将死巢指示物标志起来;灌——对死巢进行灌泥浆(不需加农药)填洞、固坝。以上两个环节是在堤坝上实行的。第三环节为找、杀(防),在堤坝周围400米内的蚁源区,见蚁投饵杀死白蚁,能有效地控制蚁源区的白蚁有翅成虫飞进堤坝定居筑巢,形成堤坝周围400米内无白蚁的环境,这是在堤坝外进行的环节。自20世纪80年代中期开始推广应用以来,取得了良好的治理效果,1993年该项技术被水利部评为科学技术进步二等奖,1995年被评为国家科学技术进步三等奖^[12]。

(2)由浙江省诸暨市白蚁防治所研究总结出的一套“找、标、杀、灌、防、控”为主要内容的堤坝白蚁防治质量保证体系。其主要内容是:积极寻找白蚁地表活动迹象,标出白蚁主巢初步位置及危害范围,运用多种灭蚁技术加以灭杀,并及时做好药土回填等防治工作。在完成防治工作后定期进行复查、防治,总量控制白蚁危害,确保堤坝安全。该项技术在2002年被评为浙江省科学技术二等奖^[11]。

(3)由浙江省白蚁防治所根据标准海塘的工程实际及海塘蚁情,研究总结出的“药物灌浆与白蚁的检查灭杀相结合”的白蚁综合治理技术。其主要内容是:根据蚁情调研结果确定蚁患严重塘段,实施连续的充填式药物灌浆,在其后的两年内继续进行蚁情检查及白蚁的灭杀。在近年来,通过对多段标准海塘的白蚁治理,效果明显^[13]。

3 展 望

3.1 搞好宣传教育,提高社会各界对开展堤坝白蚁治理工作的认同感

自新中国成立后,特别是 50—60 年代,全国上下兴建了大量水库等水利设施,据统计(1981)全国大型水库(亿方以上)308 座,中型水库(千万方以上)2333 座,小型水库(百万方以上)84000 座,山塘(百万方以下)6310000 座,总共近 640 万座。而且大多为土质堤坝,随着时间的推移,白蚁容易在土坝内筑巢繁衍,形成危害,若不及时治理就会对大坝的安全造成危险。加之全国堤防长度达 20 多万公里。这些山塘水库和江河堤围大部分是分布在我国南方白蚁活动频繁和危害程度较大的地区。由此可见,全国堤坝白蚁治理工作量是十分巨大的,其经费的需求也是十分可观的。而堤坝白蚁的治理工作具有一定的公益性,属准公共产品,需要社会各界的支持,尤其是政府部门的支持。因此,应采用多种手段、运用多种形式宣传堤坝白蚁治理的重要性和必要性,普及堤坝白蚁治理的科普教育,提高社会各界,特别是各级政府对开展堤坝白蚁治理工作的认同感。

3.2 充分运用 IPM 理念,搞好堤坝白蚁的综合治理

害虫综合治理(Integrated Pest Management, IPM)是指对害虫进行科学管理的体系。它从生态系统的总体出发,根据害虫和环境之间的相互关系,充分发挥自然因素的控制作用,因地制宜地协调应用一种或多种必要措施,将害虫控制在经济损失允许水平以下,以期获得最佳的经济、社会和生态效益。白蚁作为一类已在地球上生存了几亿年的物种,很难也没必要进行彻底消灭,只要控制到不危及堤坝安全的程度。目前,在全国各地进行了许多水利设施的新建、改建、扩建,为搞好堤坝白蚁的治理工作,应始终坚持“以防为主、防治结合、综合治理”的原则,充分运用害虫综合治理的理念进行白蚁治理工程的设计和施工,既确保堤坝白蚁的治理效果,又达到最佳的经济效益和环境效益。

3.3 广泛开展科学研究,形成比较完善的堤坝白蚁治理质量保证体系

虽然我国开展堤坝白蚁治理的历史较长,但从总体上来讲,对堤坝白蚁的基础研究及勘测技术、防治手段等的水平还比较落后,为确保堤坝白蚁的治理效果,可开展以下几个方面的工作:

(1)深入开展堤坝白蚁分类、生物生态学等的基础研究,系统了解堤坝白蚁种类、白蚁的生物生态学特性,为堤坝白蚁的治理提供科学依据。

(2)根据堤坝白蚁的活动规律,开发应用适宜的监控与探测技术,全面、准确了解堤坝蚁情及隐患位置、程度,以利科学、合理、经济选择治理措施。

(3)探求堤坝白蚁防治的新技术、新工艺,尤其是生物防治技术。

(4)筛选高效低毒、对环境友好的白蚁防治药剂。

3.4 加大监管力度,促使堤坝白蚁治理逐步标准化、制度化、规范化

目前堤坝白蚁的治理存在监管不规范,大多数水利工程管理部门对堤坝白蚁的治理无目标管理要求、无技术规范、无考核验收标准,具有很大的随意性;市场比较混乱,甚至个别地方

存在欺诈行为,等等。因此,为确保堤坝白蚁治理工作的健康、稳定、可持续发展,应做好以下几个方面的监管工作:

(1)编制包含堤坝白蚁危害分级标准、设计施工要求、质量验收标准等内容的全国性技术规范或规程,以便各地、各方在实际工作中操作,同时也有利于工程质量的控制及市场的规范。

(2)将白蚁治理工作列入水利工程管理部门的日常工作内容,实行制度化管理。

(3)实行从业人员的职业资格制度,整体提高人员的技术水平和职业道德水准。

参 考 文 献

- [1] 王翔. 堤坝白蚁的危害与防治对策. 水利管理技术, 1994, (6): 35-38
- [2] 李国亮,等. 深圳西海堤首先发现土栖白蚁危害的探讨. 城市害虫防治, 2003, (2): 41-42
- [3] 王巨峰,等. 钱塘江海塘白蚁危害现状及成因分析. 浙江农业科学, 2004(增刊): 94-96
- [4] 毛伟光,等. 诸暨市堤坝白蚁综合防治技术研究. 浙江水利科技, 2002, (3): 73-74
- [5] 李栋,等. 白蚁管漏的成因及其治理. 昆虫知识, 2001, 38(3): 182-185
- [6] 李栋,等. 中国堤坝白蚁主要危害种类的分布及其巢居结构的特征. 白蚁科技, 1999, 16(1): 1-8
- [7] 李栋,等. 中国堤坝白蚁防治研究简史及现状. 白蚁科技, 1998, 15(3): 1-10
- [8] 朱德伦,朱家年. 江苏省堤坝白蚁防治技术综述. 江苏水利科技, 1993, (4): 21-26
- [9] 李栋. 堤坝白蚁. 成都: 四川科学技术出版社, 1989
- [10] 徐兴新,等. 探地雷达探测堤坝白蚁巢研究. 昆虫学报, 1996, 39(1): 46-52
- [11] 严国璋、李俊辉. 堤坝白蚁及其防治. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2001
- [12] 姚达长. 水利白蚁防治新技术应用研究及推广. 广东水利水电, 1999, (3): 16-19
- [13] 宋晓钢,等. 钱塘江海塘白蚁综合治理效果初探. 中国媒介生物学及控制杂志, 2004, 15(6): 479-481