

# 小浪底大坝防治白蚁研究初探

宋建平<sup>1</sup>, 党永超<sup>2</sup>, 王伟<sup>1</sup>

(1. 黄河小浪底水资源投资有限公司, 河南 郑州 450000; 2. 黄河水利水电开发总公司, 河南 郑州 450000)

**摘要:** 小浪底水利枢纽是黄河干流控制性关键工程, 建筑结构为黏土斜心墙堆石坝, 而心墙是防止白蚁危害需要保护的重点。采用生物防白蚁技术, 既能满足大坝防白蚁需要又符合黄河流域生态保护及人与生态和谐发展需要。本文通过生物趋避、药用分析及作物适生性原则, 选取除虫菊、闹羊花、薄荷、黄花蒿、艾蒿等天然防白蚁植物, 分别在大坝 155, 216, 250 平台开展作物栽培, 对大坝生态环境改善及白蚁防治将有积极的效果。

**关键词:** 防白蚁; 生物防治技术; 生态环境; 小浪底水利枢纽

## 1. 概况

黄河小浪底水利枢纽位于河南省洛阳市以北的黄河干流上, 地理位置为北纬 34.90°, 属亚热带和温带的过渡地带, 季风环流影响明显。大坝为黏土斜心墙堆石坝, 坝底最大宽度 864 m (其中心墙宽 80 m), 心墙顶宽度 7.50 m, 坝顶公路路面距离心墙顶部 1 m, 心墙是防止白蚁危害需要保护的重点。

## 2. 白蚁种类及危害

经普查及鉴定, 小浪底大坝管理范围内白蚁主要为洛阳土白蚁 *Odontotermes luoyangensis* 和圆唇散白蚁 *Reticulitermes labralis*。两种白蚁生活习性差别较大。洛阳土白蚁属土栖性白蚁, 筑巢以土下, 种群大, 有地下蚁道, 建有菌圃和大型主巢, 蚁巢一般 1.50 m 以下, 活动期一般在 3—11 月, 繁殖蚁分飞期为 5—6 月, 危害范围广, 是危害水库大坝的主要白蚁种类。圆唇散白蚁属土木两栖性白蚁, 筑巢在土层和木杆中, 种群小而分散, 在地面下 20~3cm 处活动, 不筑固定蚁巢, 主要栖息在枯死树木内, 危害 1.50 m 以下房屋建筑, 对水库大坝安全不构成威胁。

表 1: 白蚁主要类型

白蚁种类	特征	活动期	蚁巢位置	危害
洛阳土白蚁	种群大, 有地下蚁道, 建有菌圃和大型主巢	3—11 月	土下	危害范围广, 是危害水库大坝的主要白蚁种类
圆唇散白蚁	种群小而分散, 在地面下 20~3cm 处活动, 不筑固定蚁巢, 主要栖息在枯死树木内	5—6 月	土层和木杆中	危害 1.50 m 以下房屋建筑, 对水库大坝安全不构成威胁

鉴于小浪底水利枢纽在黄河治理中的重要性, 为保证大坝及电力设施安全, 保护枢纽管理区生态环境不受危害, 减少药物防治白蚁造成的生态环境影响, 及时开展小浪底水利枢纽管理区植物防治白蚁研究十分必要。

收稿日期:

作者简介: 宋建平 (1971-), 男, 湖南澧县, 高级工程师, 水利水电工程硕士, 主要从事水资源投资及水利枢纽生态环境管理工作。E\_mail:34471553@qq.com; 联系电话: 18638105211

### 3. 植物防治白蚁研究

#### 3.1 研究目标

通过选择抗白蚁树种和草本植物，结合地理环境、树木品种、白蚁种类等综合因素，采用生态手段防治白蚁，为白蚁防治综合治理提供借鉴和经验，既能有效达到白蚁防治目的，又能满足枢纽管理区生态环境保护和景观美化的需要，并能填补国内抗白蚁危害树种研究不足。

#### 3.2 研究思路

选取小浪底主坝下游 250 平台、216 平台、155 平台作为植物防治白蚁研究基地。通过查阅文献资料，结合调查，筛选并确定抗白蚁树种及草本植物，对三个平台进行景观提升规划设计，按设计进行绿化种植，经过定期观察，记录平台内白蚁危害数据，分析植物抗白蚁危害效果。最终筛选出抗性较好的抗白蚁危害树种和草本植物后在防治区内推广种植，减少白蚁取食来源，以减轻白蚁危害。

经过调研和专家咨询，小浪底大坝管理单位制订了白蚁防控方案，引入白蚁综合治理技术，采取光控诱杀、诱集监测喷药灭杀、控制白蚁食物源等预防和控制措施，白蚁数量有所减少，取得了一定的防控效果。

#### 3.3 抗白蚁植物选择分析

##### 3.3.1 对白蚁有防控和趋避作用的植物

###### (1) 除虫菊

除虫菊中的主要杀虫活性物质为除虫菊素，研究表明其对黑翅土白蚁有较好的毒杀效果（谭速进等，2002）。刘广宇等（2016 年）采用闹羊花 *Rhododendron molle*、博落回 *Macleaya cordata*、除虫菊 *Pyrethrum cinerariifolium* 3 种植物为药源，选取其药用部位打成粉末，以玉米芯粉为对照施入土壤，以狭胸散白蚁为靶标，测试其毒杀作用、传毒效果和趋避效果。结果表明：除虫菊和闹羊花对狭胸散白蚁的毒杀效果最好，当药粉质量分数达到 80%，实验第 7 天时闹羊花和除虫菊白蚁处理组校正死亡率达到 100%。传毒效果以除虫菊相对最好。随着染毒时间延长和中毒白蚁数量的增加，传毒效率也相应提高。3 种植物均有一定的驱避效果，且以博落回的趋避作用最小。研究结果表明 3 种植物可用于防治狭胸散白蚁。

###### (2) 闹羊花

闹羊花的主要杀虫成分为闹羊花素-III，其对斜纹夜蛾、小菜蛾、致倦库蚊和柑橘全爪螨（程东美等，2001）等害虫均有较好的毒杀效果。刘广宇（2016 年）研究也表明当闹羊花药粉质量分数达到 80%，实验第 7 天时白蚁处理组校正死亡率达到 100%。

###### (3) 芳香植物：薄荷、黄花蒿、丁香等

谢燕 2011 年研究表明薄荷精油灭白蚁效果最好（10%的浓度在 30 分钟内致死率 100%），其次是柠檬草精油、丁香精油和 ajwain 精油。

黄花蒿植株会散发出一股浓烈的挥发性香气。栽培实践中发现黄花蒿无病虫发生，黄花蒿田旁边的菜地也少有病虫发生。研究证实，青蒿素及衍生物均能有效减轻炎症反应，青蒿素具有损伤疟原虫线粒体，干扰线粒体内核糖体利用氨基酸合成蛋白质和酶的功能。朱芬等 2003 年研究表明黄花蒿粗提物对黑翅土白蚁具有拒食作用，以黄花蒿为原料进行浸提，经生物活性测定，表明黄花蒿粗提物对供试的 6 种害虫均具有拒食性。其中对黑翅土白蚁、赤拟谷盗、谷蠹拒食性极强，对棉蚜、棉红蜘蛛及豇豆荚螟也具有较强的拒食性。使用黄花蒿粗提物时，以稀释 500 倍和 800 倍效果最好，处理与对照之间有极显著差异。国家发明专利：一种含有青蒿的杀虫剂

(CN201210512557.4)表明青蒿提取物 5-8%，烟碱 5-10%等有效成份条件下的杀虫活性成分含量高，在阳光的作用下不易分解，半衰期长，与现有杀虫植物中其它杀虫活性物质相比，半衰期提高，对各种作物有较高的有效率，无残留，对人体的危害小。

(4) 药用植物：艾蒿、北细辛等

艾蒿是在我国广泛分布的一种菊科类草本植物，含有多种具有生理活性的化学成分，具备广泛的食用和药用价值。化丹丹等研究表明艾蒿主要含有挥发油、黄酮、桉叶烷、三萜类及微量化学元素等，其中桉叶烷类、松油醇等物质对蚊虫具备良好的驱避活性，且艾蒿具备馨香气味对蚊虫也具备一定的驱避作用，并且健康、环保、对人体无害。

马兜铃科北细辛醇提取物对栖北散白蚁具有良好的触杀作用，以 3.0%以上浓度点滴处理白蚁，药后 5 d 死亡率超过 95%，以药膜处理白蚁，药后 8 d 死亡率可达 100%（张向辉等，2015）。北细辛具触杀活性是一种木脂素类化合物细辛脂素(Asarinia（刘树民等，2006）。莫建初、张时妙等(2003)研究表明，北细辛粉对黄胸散白蚁有较好的毒杀作用和较强的驱避活性，细辛挥发油中的生物活性成分为甲基丁香酚（Methyleugenol），对栖北散白蚁具有较强的驱避作用和一定的熏蒸作用。

博落回的主要杀毒成分为二氢血根碱（冯岗等，2008），其对黄守瓜、菜青虫（张胜菊等，2003）等有较好灭杀效果。刘广宇（2016年）研究表明博落回防控白蚁效果弱于除虫菊和闹羊花，但防治狭胸散白蚁的效果也较明显。

蓼科植物长青草含有的化学成分通过对白蚁体内共生菌的抑制，达到灭杀白蚁的目的（刘军等，2008）。

### 3.3.2 防控和趋避昆虫的园林植物

菊科、樟科、柏科、天南星科、姜科、胡椒科、毛茛科、八角科、芸香科、狼毒科、唇形科植物等，发现均具有一定的杀虫活性。先秦至今现存的本草类、中医药、杂记类、农业类等书籍中记载的具有驱杀害虫功效的植物，经考证后得出有 118 科 385 种植物的驱杀害虫的活性（张洁，2018），从文献中筛选出适于河南黄河以南的园林植物有以下种类。

(1) 宿根草本植物（常用园林植物）：荆芥、香蒲、水菖蒲、石蒜、马蔺、鸢尾、射干、百合、玉竹、麦冬、紫苑、桔梗、马鞭草。

(2) 药用或芳香植物：薄荷、罗勒、紫苏、百里香、鼠尾草、天南星、知母、天门冬、千里光、薊、刺红花、天名精、茅苍术、艾蒿、沙参、半夏、瑞香狼毒。

(3) 一年生草本植物（不越冬一年生栽培）：姜、温郁金、黄花蒿、蜀葵。

(4) 灌木：蔷薇、牡丹、忍冬、连翘、丁香。

## 3.4 小浪底抗白蚁植物选择

### 3.4.1 抗白蚁乔木类植物选择

白蚁对木质坚硬的树种危害较轻。综合多数研究，普遍较抗白蚁危害的树种有：苦楝、柚、红椿、柏树、桉树、紫荆、紫薇、红叶李、白玉兰、檫木、喜树、雪松等。考虑到小浪底枢纽区的地理环境、园林美化等综合因素，可把苦楝、红椿、红叶李、白玉兰等暂作为抗白蚁树种，具体抗白蚁危害效果需时刻记录总结，分析所栽树种抵抗白蚁侵害的效果，确保三个平台不会成为白蚁取食地。

### 3.4.2 抗白蚁草本类植物选择

(1) 除虫菊是一种多年生宿根草本植物，株高 60cm 左右。花期 6-8 月。从除虫菊花中可

提取除虫菊酯等多种杀虫成分，对害虫有极强的触杀作用。

(2) 闹羊花又名羊躑躅、黄花杜鹃，多年生落叶灌木，高 1~2m，花期 3~5 月。在河南有野生分布，喜凉爽湿润的气候，恶酷热干燥。种植时选择适应性较强，耐干旱，瘠薄，土壤 pH 在 7-8 之间也能生长的园艺品种。

(3) 薄荷对环境条件适应能力较强，薄荷品种以紫茎紫脉类型和青茎类型为主。园林常用的美国薄荷，花期较长，但其精油含量较薄荷要少。

(4) 黄花蒿为一年生草本植物，野外竞争力强，可落粒自繁，第二年后不需再播种，无病虫害，杂草较少，有效减少了白蚁的食物来源，可作为防堤坝的植物材料之一。

(5) 艾蒿含有多种具有生理活性的化学成分，具备广泛的食用和药用价值。其中桉叶烷类、松油醇等物质对蚊虫具备良好的驱避活性，且艾蒿具备馨香气味对蚊虫也具备一定的驱避作用，并且健康、环保、对人体无害。

表 2 抗白蚁草本类植物

序号	花名	抗白蚁优点	抗白蚁成分
1	除虫菊	毒杀效果好	除虫菊酯
2	闹羊花	适应性较强	闹羊花素-III
3	薄荷	对环境条件适应能力较强	薄荷精油
4	黄花蒿	野外竞争力强，可落粒自繁，第二年后不需再播种，无病虫害，杂草较少	青蒿素
5	艾蒿	健康、环保、对人体无害	叶烷类、松油醇

### 3.5 景观提升规划设计

按照选择的抗白蚁植物类别，小浪底大坝管理单位委托国内知名景观设计单位对小浪底大坝下游坡面三个平台进行了景观提升规划设计。

250 平台：以红花除虫菊、白花除虫菊、荷兰菊、野菊为主，搭配种植苦楝树、林荫鼠尾草、黄花蒿，形成菊园。

216 平台：以艾草、黄花蒿、闹羊花为主，搭配种植苦楝树、白玉兰、野菊、林荫鼠尾草，形成蒿园。

155 平台：以美国薄荷（粉）、美国薄荷（紫）、薄荷为主，搭配种植白花除虫菊，形成薄荷园。

## 4. 结语

1. 利用特定植物进行白蚁防治不失为一种好的方法之一，具有防治成本低、时效长、环保效果好等优势。

2. 防白蚁植物选择原则是生长健壮、粗放管理，适应当地气候、野外竞争能力强，有一定的趋避效果，不能成为白蚁的食物源。

3. 白蚁防治必须坚持“预防为主，防治结合，综合治理”的工作方针，系统、综合地运用多种方法，才能达到彻底防治白蚁的目的。

## 参 考 文 献

- [1]黄珍友, 张业光.不同树龄的苦楝对家白蚁的毒力试验[J].昆虫天敌,1991, 13 ( 3 ): 151—154
- [2]程东美, 胡美英, 张志祥等.闹羊花素对几种害虫的生物活性研究[J].华南农业大学学报, 2001, 22 ( 4 ): 33—35
- [3]朱芬, 雷朝亮, 王健. 黄花蒿.粗提物对几种害虫拒食性的初步研究[J].昆虫天敌, 2003, 25(1): 16-19.
- [4]张向辉, 彭心赋, 孙叙.我国植物性杀虫剂防治白蚁的研究进展[G].第 25 届全国卫生杀虫药械学术交流暨产品展示会资料汇编, 63-65.
- [5]张洁, 中国植物源杀虫剂发展历程研究[D].西北农林科技大学硕士学位论文, 2018-05-01
- [6]黄远达.中国白蚁学概论[M].湖北: 湖北科学技术出版社, 2000, 89
- [7]林雁, 黄晓光, 张锡良.毒死蜱、联苯菊酯在模拟房屋白蚁预防施工的野外试验地的残留动态研究[J].农药学学报, 2006, 8 ( 2 ): 143—146
- [8]区勤勇.水库大坝白蚁病害分析及治理措施分析[J].内蒙古水利,2009,11:72-74
- [9]张红旭.白龟山水库大坝白蚁防治对策及初步成效[J].河南水利与南水北调, 2019, 6: 93-94
- [10]屈章彬, 石磊, 陈立云等, 水库大坝白蚁危害调查分析[J].河南水利与南水北调 2019,3,79-81
- [11]曾海英, 钱明辉, 于献文等, 水库山塘大坝白蚁监测控制技术剖析及长效管理机制研究[C].浙江省水利学会 2018 年学术年会论文集,2018,25-31
- [12]屈章彬, 尤相增, 赵建中等.光控技术在小浪底水利枢纽白蚁防控中的应用[C].水库大坝高质量建设与绿色发展——中国大坝工程学会 2018 学术年会论文集,2018:762-766
- [13]马勇进.水利水电工程水库大坝病害分析及整治措施.[J]科技创新与应用.2018,20:123-124

## Preliminary study on termite control in Xiaolangdi Dam

Song Jianping<sup>1</sup>;Dang Yongchao<sup>2</sup>;Wang Wei<sup>1</sup>

(1. Yellow River Water & Hydropower Development Corporation, Henan Zhengzhou, 45000, China;2. Yellow River Xiaolangdi Water Resources Investment Co., Ltd., Henan Zhengzhou, 45000, China)

Abstract: The Xiaolangdi Dam is a key project for controlling the trunk stream of the Yellow River.The structure of the building is clay inclined core rockfill dam.The core wall is the focus of protection against termite damage.Applyt biological termite control technology.Not only make sure the dam is termite-proof,but also meet Ecological protection and harmonious development of human in Yellow river basin.In this paper, biological trend, medicinal analysis and crop suitability principles,Natural termite-proof plants such as pyrethrum, rhododendron molle, mint, artemisia annua and artemisia argyi were selected,The crop cultivation was carried out on the

155,216 and 250 platforms of the dam.It will have a positive effect on improving the ecological environment of the dam and termite control.

Key words:termite control;biological control technology;ecological environment;xiaolangdi dam

作者简介：宋建平（1971-），男，湖南澧县，高级工程师，水利水电工程硕士，主要从事水资源投资及水利枢纽生态环境管理工作。E\_mail:34471553@qq.com；联系电话：18638105211