

## 封面头条

## 成都龙泉山上的「森林听诊器」

让树木的「求救」信号被听见



朱弼成在进行声纹监测实验。

1  
24小时“值守”  
听见树木无声的求救

8月初,华西都市报、封面新闻记者在成都龙泉山城市森林公园的监测点探访之际,朱弼成正在为一株柏树安装“森林听诊器”。

从外观上看,墨绿色的“森林听诊器”和野外红外相机相近。打开机身,屏幕上可以实时显示设备编号、GPS经纬度、采样率、分贝等参数。

朱弼成先在树干上打一个小孔,再把改装的植入式麦克风埋进去,这样就可以实现24小时不间断录制树干里的声音。

“森林听诊器”让曾经难以从外表发现的蛀干害虫无处藏匿。

双条杉天牛、柏肤小蠹等蛀干害虫是龙泉山城市森林公园柏木的“杀手”,幼虫钻进树干啃食木质,树木从内部空心、慢慢枯死,等叶片发黄、树木枯死倒伏时,虫害早已泛滥。而幼虫在树干内部蛀食、蠕动的

声音极其微弱,单靠人耳难以捕捉。

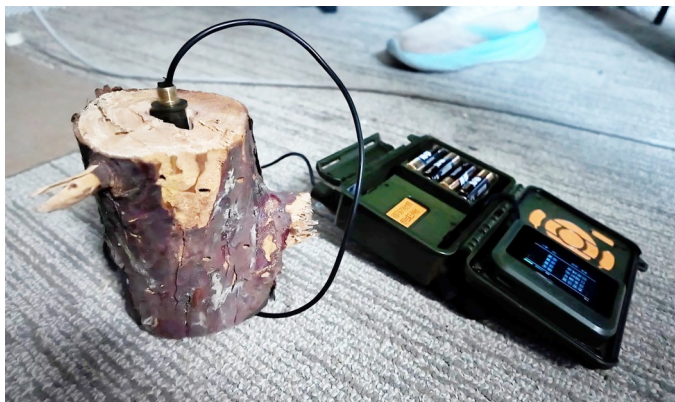
龙泉山城市森林公园成片林木构成了成都“城市绿心”的翠绿底色,守护着主城生态屏障。此前,在相关部门的指导下,龙泉山城市森林公园管委会启动了林木蛀干害虫声纹监测项目,中国科学院成都生物研究所方光战研究员团队开始研发无损监测技术。

“我们团队长期做野外动物声纹监测,结合护林员‘敲树辨声’的原理,我们想到:害虫在树干内啃咬、蠕动一定会产生声音,通过收录并识别害虫

声纹,就能实现早期预警。”朱弼成介绍,许多大型天牛在啃噬树木时,能听到类似嚼饼干的声响。

不同的害虫啃食不同的树干,会产生不同频谱特征的声音,“森林听诊器”按照设定频次定时录音,24小时不间断值守山林,抓取人耳难以感知的微弱信号,再由科研人员带回实验室,进行人工分析与研判。

“设备通常设置成每隔5分钟启动一次录音,每次录1至5分钟,采用0.1至24千赫宽频收音,捕捉从极低频到高频的各类细微声响。”朱弼成说。



科研人员将定制麦克风植入树干进行声纹监测。

2  
海量音频数据  
摸清野外虫害发生规律

去年9月,“森林听诊器”启动测试。

研发过程中,建立蛀干害虫的声纹数据库是最难啃的

“骨头”。

“这不是人多就能搞定的事,需要很多契机和大量实验样本的积累。”朱弼成说,科研人员需收集因蛀干害虫侵蚀导致死亡的柏木、青冈等树木,带回实验室放入隔音屏蔽室内,在树干植入定制麦克风进行声纹监测。在隔音屏蔽室里录制好树木中的声音后,再解剖树干,核对树干中害虫的具体种类,再把声音与虫种对应起来,“这个过程非常耗时耗力。”

在室内蛀干害虫声纹监测数据中,科研人员从2250分钟的录音素材中,随机选择了213分钟进行分析,识别出多达19种不同类型的声音。

“尽管部分声音的振幅很微弱,但频谱特征差异显著。”结合在目标树干中发现了大量双条杉天牛,朱弼成和团队初步确定这19种声音包含双条杉天牛的活动信号。

野外则采用3×3公里网格

布点,监测范围覆盖龙泉驿区、东部新区、天府新区三大片区,每天24小时监测,仅成都市龙泉驿区监测点就采集了10520分钟、182.5G音频,识别出28类不同声音。

“近一年中,我们抓到了核心规律。”朱弼成说,蛀干害虫活动声响频率集中在0.5至4千赫,这也是识别虫害的关键特征。

如今,朱弼成和团队每个月都会奔赴各个野外监测点位,更换、读取设备内存的声纹数据。音频数据被带回实验室后,研究人员对照蛀干害虫声纹数据库,就可以判断树干内部是否存在害虫,并锁定害虫类别。

一旦设备捕捉到高危害虫信号,科研人员会赴现场实地核验,结合样方抽样,评估整片林区虫情风险,分级采取生物防治、药物消杀等举措,实现虫害早发现、早处置。

## 3

数据库将持续完善  
“黑科技”  
让虫害预警前置

从前,判断树木是否生虫,只能根据树叶枯萎、树干倒伏等特征。如今,一台小小的声学监测设备,靠捕捉毫米级小虫的啃食声响,就能提前揪出藏在树干里的“破坏分子”。

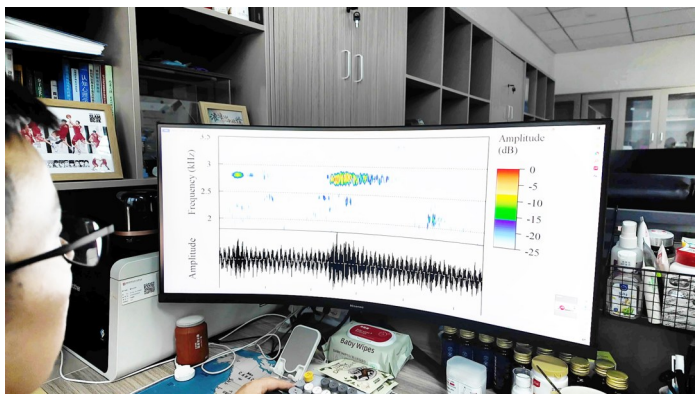
这样一台“森林听诊器”,单台成本在数千元。“它防水、耐户外环境,无外力破坏的情况下,可稳定工作3至5年。”朱弼成说,“森林听诊器”最大的优势是将预警前置,把过去“树木受损后再补救”转变为“风险露头就保护”,最大程度减少树木不可逆伤害,弥补了传统人工巡查的短板。

“现阶段我们已采集大量野外、室内虫声样本,但物种声纹库仍有待扩充。”朱弼成透露,后续会持续收集带明确虫害种类的树干开展室内试验,丰富各类蛀干害虫声纹样本;深挖野外海量音频数据,通过声纹区分害虫的种类和种群密度,让监测结果直接指导精准防治。

下一步,团队计划搭建覆盖整个龙泉山的固定监测网点,兼顾不同海拔、树种,统一采集和储存声纹数据。

与此同时,依托积累的海量音频,搭配机器学习训练本地化识别模型,朱弼成和团队未来还计划逐步实现虫害自动识别。届时,不用人工逐条监测音频,即可高效、精准预警虫害暴发风险,实现治虫从“事后补救”转向“事前防控”。

不砍树、不伤林,科技为龙泉山这座成都“城市绿心”装上“听诊器”,以数字化手段守护整片柏木林海,牢牢守住城市的生物多样性。当树木发出的求救信号被听到,我们也就拥有了守护绿水青山更坚实的底气。



科研人员在分析识别记录的声音。