

# 浅谈松材线虫病的现状及防治措施

黄裕玲

韶关宏大勘测规划设计有限公司, 广东 韶关

收稿日期: 2022年9月2日; 录用日期: 2022年9月27日; 发布日期: 2022年10月10日

## 摘要

松材线虫病又称松枯萎病, 是松树的一种毁灭性病害, 被列为国际国内重要检疫性有害生物。松材线虫病于1982年秋季首次在江苏省南京市中山陵发现, 起初仅发现40余株30~60年的黑松感染。松材线虫病在中国有相当广泛的适生范围, 截止2021年, 在我国江苏、浙江、安徽、江西等17个省(市)地区都发生不同程度危害。对生态系统造成较大破坏和经济损失。本文对松材虫病的形因、现状进行了分析, 并提出了存在问题和建议, 供参考。

## 关键词

松材线虫病, 现状, 防治措施

# Present Situation and Control Measures of Pine Wood Nematode

Yuling Huang

Shaoguan Hongda survey, planning and Design Co., Ltd., Shaoguan Guangdong

Received: Sep. 2<sup>nd</sup>, 2022; accepted: Sep. 27<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 10<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Pine wood nematode disease, also known as pine wilt disease, is a devastating disease of pine trees and is listed as an important quarantine pest at home and abroad. Pine wood nematode was first found in Zhongshan Mausoleum, Nanjing City, Jiangsu Province in the autumn of 1982. At first, only 40 black pine trees with 30~60 years old were found to be infected. Pine wood nematode disease has a fairly wide range of adaptability in China. By 2021, it has caused varying degrees of damage in 17 provinces (cities) and regions including Jiangsu, Zhejiang, Anhui and Jiangxi causing great damage to the ecosystem and economic losses. In this paper, the causes and present sit-

uation of pine wood worm disease were analyzed, and the existing problems and suggestions were put forward for reference.

## Keywords

**Bursaphelenchus Xylophilus, Present Situation, Current Situation and Prevention Measures**

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

松材线虫病(*Bursaphelenchus xylophilus*)是世界上最具有危险性的松林毁灭性病害之一。该病具有致病性强、致死时间短、传播途径广、传播速度快、防治难度大等特点。松材线虫主要借助羽化后的松墨天牛(*Monochamus alternatus*)来进行自然传播。松墨天牛在羽化后的补充营养和产卵阶段,将体内的松材线虫通过取食和产卵造成的伤口传入健康松树而使其致病。该病原产于北美洲。目前主要分布于美国、加拿大和墨西哥、西班牙、葡萄牙、日本、韩国和中国。据资料记载,我国自1982年在南京首次发现该病以来,目前已扩散蔓延至包括广东省在内的17个省(自治区、直辖市)的近722个县(市、区),累计枯死松树10亿多株,发病面积达85.52万公顷。目前,疫情呈现向西、向北快速扩散态势,最西端达四川省凉山州,最北端已在辽宁北部多个县区,并已入侵多处风景名胜区和重点生态区,造成的经济损失达数千亿元,防控形势非常严峻。作为重大外来有害生物,松材线虫病的预防和控制工作历来得到国家及相关省份的高度重视,国务院领导及国家林业和草原局多次批示要求加强松材线虫病防控工作。国务院办公厅印发了《国务院办公厅关于进一步加强林业有害生物防治工作的意见》(国办发〔2014〕26号)、《关于进一步加强松材线虫病预防和除治工作的通知》(国办发明电〔2002〕5号)等相关文件;国家林业和草原局印发了《全国检疫性林业有害生物疫区管理办法》的通知(林造发〔2018〕64号)、《松材线虫病防治技术方案》的通知(林生发〔2018〕110号)、《松材线虫病疫区和疫木管理办法》的通知(林生发〔2018〕117号)、《松材线虫病生态灾害督办追责办法》的通知(林生发〔2019〕55号)、国家林业和草原局公告(2021年第5号)等重要文件。虽然,在国家和省领导的重视和指导下,有效抑制了松材线虫病的快速扩散;但是,近年来松材线虫病在广东省的发生范围还是呈逐渐扩大的趋势,本文主要针对松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*)的遗传学、分子生物学及松材线虫病的防治等方面进行综述。对松材线虫病这一顽症,目前还只能“以防为主”,发展快速分离和早期诊断的检疫检验技术对预防该病具有一定的实用意义。

## 2. 松材线虫病概述

### 2.1. 危害症状

松材线虫通过松墨天牛补充营养的伤口进入木质部,寄生在树脂道中。松材线虫病在大量繁殖的同时移动,逐渐遍及全株,并导致树脂道薄壁细胞和上皮细胞的破坏和死亡,造成植株失水,蒸腾作用降低,树脂分泌急剧减少和停止。所表现出来的外部症状是针叶陆续变为黄褐色乃至红褐色,萎蔫,最后整株枯死。病死木的木质部往往由于有蓝变菌的存在而呈现蓝灰色。病害发展过程分4个阶段[1][2]:

- 1) 外观正常,树脂分泌减少,蒸腾作用下降,在嫩枝上往往可见松墨天牛啃食树皮的痕迹;

2) 针叶开始变色, 树脂分泌停止, 除见松墨天牛补充营养痕迹外, 还可发现产卵刻槽及其它甲虫侵害的痕迹;

3) 大部分针叶变为黄褐色, 萎蔫, 可见到松墨天牛及其它甲虫的蛀屑;

4) 针叶全部变为黄褐色至红褐色, 病树整株干枯死亡。此时树体一般有许多次期害虫栖居。

## 2.2. 传播途径

传播途径有自然传播和人为传播, 人为传播主要通过对含有松材线虫病的材料传递。如: 家居装饰材料, 电线电缆的包装材料、建筑模板、家庭装修用材、家具、玩具等。自然传播主要通过传播媒介昆虫松墨天牛等媒介。

## 2.3. 除害处理

1) 发现有携带松材线虫的松木及包装箱等应采取溴甲烷、硫酰氟或磷化铝等熏蒸药剂处理, 或浸泡于水中 5 个月以上, 或切片后用作纤维板、刨花板或纸浆等工业原料及作烧炭等燃料用。

2) 对利用价值不大的小径木、枝丫等可集中烧毁或者进行切片粉碎, 严禁遗漏。

## 2.4. 特征

该线虫由卵发育为成虫, 期间要经过 4 龄幼虫期。雌、雄虫交尾后产卵, 雌虫可保持 30 d 左右的产卵期, 1 条雌虫产卵约 100 粒。在生长最适温度(25℃)条件下约 4 d 代, 发育的临界温度为 9.5℃, 高于 33℃ 则不能繁殖。由卵孵化的幼虫在卵内即脱皮 1 次, 孵出的幼虫为 2 龄幼虫。

秋末冬初, 病死树内的松材线虫已逐渐停止增殖, 并有自然死亡, 同时开始出现另一种类型的 3 龄幼虫, 称为分散型 3 龄虫, 进入休眠阶段。翌年春季, 当媒介昆虫松墨天牛将羽化时, 分散型 3 龄虫脱皮后形成分散型 4 龄虫, 特称为 *dauer larvae*, 即休眠幼虫(耐久型幼虫)。这个阶段的幼虫即分散型 3 龄、分散型 4 龄幼虫在形态上及生物学特性上都与繁殖阶段不同, 如角质膜加厚、内含物增多、形成休眠幼虫口针、食道退化。这阶段幼虫抵抗不良环境能力加强, 休眠幼虫适宜昆虫携带传播。

松墨天牛在华东地区一般为 1 年 1 代; 广东 1 年 2~3 代, 以 2 代为主。在 1 年 1 代的地区, 春天可见松材线虫分散型 3 龄虫明显地分布在松墨天牛蛀道周围, 并渐渐向蛹室集中。这主要是由于蛹室内含有大量的不饱和脂肪酸, 如油酸、亚油酸、棕油酸等对线虫产生趋化活性。当松墨天牛即将羽化时, 分散型 3 龄虫脱皮形成休眠幼虫, 通过松墨天牛的气门进入气管, 随天牛羽化离开寄主植物。松材线虫对二氧化碳有强烈的趋化性, 天牛蛹羽化时产生的二氧化碳是休眠幼虫被吸引至气管中的重要原因。在松墨天牛体上的松材线虫均为休眠幼虫, 多分布于气管中, 以后胸气管中线虫量最大。此外也会附着在体表及前翅内侧。1 只天牛可携带成千上万条线虫, 据记载最高可达 280,000 条。当松墨天牛补充营养时, 大量的休眠幼虫则从其啃食树皮所造成的伤口侵入健康树。松墨天牛在产卵期线虫携带量显著减少, 少量线虫也可从产卵时所造成的伤口侵入寄主。休眠幼虫进入树体后即脱皮为成虫进入繁殖阶段, 大约以 4 d 代的速度大量繁殖, 并逐渐扩散到树干、树枝及树根。被松材线虫侵染了的松树大抵是松墨天牛产卵的对象。翌年松墨天牛羽化时又会携带大量线虫, 并接种到“健树”上, 如此循环, 导致松材线虫的传播。

## 3. 松材线虫病现状分布

1982 年, 我国首次在江苏省南京市中山陵的黑松上发现松材线虫病[3] [4], 随后迅速向周边地区和省份蔓延, 造成大量松树枯死。短短的 30 多年时间里, 松材线虫病在国内泛滥成灾, 江西、湖北、湖南、

广东、浙江和安徽等地区尤为严重,给全国森林资源和生态环境造成了严重破坏[5]。据国家林业局和草原局(2021年第5号)公告,截止2021年松材线虫病疫区达722个县(区),共涉及全国17个省份,其中江西省83个、湖北省82个、湖南省76个、广东省75个、浙江省70个、福建省54个、安徽省49个、四川省42个、广西壮族自治区39个、重庆市36个、陕西省25个、山东省24个、江苏省23个、辽宁省20个、贵州省14个、河南省9个、云南省1个,比2009年首次公开发布的93个疫区增加了7.8倍。松材线虫病的现状分布区域主要在华东、华南以及华中地区,其扩散趋势是由东至西以及从沿海到内陆,与我国经济发展的地域特征及人类活动密切相关[6]。

在广东省[7],松材线虫病首次发现是在深圳沙头角梧桐山脉,发现时间是1988年6月,发现时疫区面积约为1.13万 $\text{hm}^2$ ,病树4658株。此后,该病害迅速在深圳松林扩散蔓延,疫情不断加重。8年时间不到,松材线虫病害便开始突破隔离林带,侵入与深圳疫区相邻的惠州市和东莞市,疫区面积陡然扩大,病害、病死松树急剧增加,到1997年,松材线虫病发病规模已增加到1.66万 $\text{hm}^2$ ,病害松树达105,334株,累计枯死松树449,286株。在1998年开展的国家级松材线虫病工程治理试点项目中,防治科研人员结合了应用化学、人工、生态、物理、生物营林等科技措施,在惠州、东莞、深圳等地控制效果显著。但2000年在广州市白云区太和镇又发现松材线虫病踪迹,直至2009年春节调查统计,广东省全省发生松材线虫病的县级行政区有21个,镇级疫点87个,发生面积1.52万 $\text{hm}^2$ ,病死树3.31万株。截止2021年,疫区已扩大到广州、珠海、汕头、佛山、韶关、河源、梅州、惠州、汕尾、东莞、中山、江门、阳江、茂名、肇庆、清远、揭阳、潮州、云浮等19个市、75个县(区)、近625个镇均发生松材线虫病,病害发生面积达29.5万 $\text{hm}^2$ 。其中粤北重点生态区是广东省内松材线虫病高发区,当前松材线虫病在粤北重点生态区扩散蔓延迅速,部分地区出现老松树大量枯死现象,韶关、河源、梅州、肇庆、云浮等粤北重点生态区域危害严重,防控形势十分严峻。

## 4. 主要防治技术措施

目前,各地严格按照国家林业和草原局《松材线虫病防治技术方案》(林生发[2018]110号)文件规定,进行松材线虫病秋季调查,并在冬春季媒介昆虫非羽化期内,集中对疫情发生小班内的所有病死(枯死、濒死)松树进行采伐处置。根据疫情防治需要,将择伐范围从疫情发生小班边缘向外延伸2000米,延伸范围内的择伐对象只限于染病、枯死、濒死的松树。择伐后对采伐迹地上直径超过1厘米的枝梗进行全部清理,择伐的松木和清理的枝梗在山场就地全部粉碎(削片)或者烧毁,并实行全过程现场监管。松材线虫病处置主要方法如下:

### 4.1. 清理和药物消毒病死松树

清理消毒病死松树严格执行松材线虫病除治的技术要求,并对除害处理效果进行跟踪检查,确保死树内的天牛死亡率达到98%以上。

1) 清理消毒:将病树伐倒,伐桩高度不高于5cm,树干和侧枝锯成0.8~1.0米长的木段,连同直径1cm以上的枝桠材,全部装入熏蒸袋,投入磷化铝(10~15片/ $\text{m}^3$ )或其它国家推广的适用药剂,进行熏蒸消毒处理,密闭时间15天以上,松墨天牛死亡率达到100%后,才可以进行疫木的安全利用。

2) 伐桩处理:伐桩剥去树皮并在桩面上用刀纵向连砍数刀,用100倍16%虫线清或其它国家推广的适用药剂淋喷2~3遍至湿润,直径1厘米以下的枝条适度归堆后用1:100倍16%虫线清乳油或其它国家推广的适用药剂(如1:50倍的马拉硫磷药液)喷淋至湿润,再加9套1.0mm以上厚度的白色透明塑料薄膜并在四周压土封实。

3) 伐桩及处理物标志:伐桩除害期间,需有警示标志(注明:喷红色做标记)。

## 4.2. 清理、粉碎和药物消毒病死松树

1) 病死松树清理：照国家林业和草原局《松材线虫病防治技术方案》(林生发[2018]110号)文件规定执行，对有运输和加工条件的林分进行清理、粉碎和药物消毒病死松树作业。清理对象包括病死、枯死、濒死松树，松树枯死木类型最终以项目建设单位确定为准，项目建设单位指定的要砍伐清理的病死松树无论是否完全枯死，必须全部清理。将所有砍伐木按技术规范要求进行除害处理，所有伐除的枯木及直径超过1厘米的枝条均须作除害处理，伐桩高度不得超过5厘米，除害处理率达到100%，除害处理效果达到100%。

2) 粉碎处理：将枯死树伐倒，并在当日将树干和侧枝锯成1~1.5米长的不规则木段，连同1厘米以上的枝桠材和侧枝，全部运出林地外进行集中粉碎处理。

3) 罩钢丝网处理：在特殊情况下，比如项目区内坡度超过45°的陡坡以及悬崖、绝壁等地形危险的地点，不通道路、人迹罕至，施工操作比较困难，而且不能采取粉碎、烧毁等处理措施的地点，可使用钢丝直径 $\geq 0.12$  mm，网孔 $\geq 8$ 目的钢丝网罩包裹疫木，并进行锁边的处理措施。

4) 伐桩处理：使用油锯平地面伐除松树枯死木，伐桩高度不得超过5厘米，伐桩全部剥去皮后，在桩面上用刀纵向连砍数刀，然后用1:50倍的马拉硫磷药液喷淋至伐桩湿透，再加套1.0 mm以上厚度的白色透明塑料薄膜并在四周压土封实。

## 4.3. 清理消杀的技术指标

- 1) 项目区内病死树(含枯死、染病、濒死的松树)必须及时全部清除，清除率达到98%以上；
- 2) 病木(含枝条、伐桩)除害处理率达到98%以上，除害处理效果达到98%以上；
- 3) 伐桩及堆积物处理合格率达到100%。

## 5. 松材线虫病处置存在问题

自松材线虫病传入广东以来，广东省相关政府部门在防治松材线虫病方面下了很大功夫，但效果微著，病害发生面积仍在持续不断增大，其根本原因是松材线虫病传播速度快、治理难度大、治理措施局限。

### 5.1. 传播速度快

松材线虫主要靠两种方式传播[8][9]，一种是自然传播，通过媒介昆虫松墨天牛携带松材线虫传播到邻近的松树，由于松墨天牛的生活范围极广，同时其主要通过跳跃性的方式进行运动，导致松墨天牛可以在相当短的时间内将松材线虫的病原进行传播。除外之外，病株还可以通过与健康株根部接触、愈合而传播。二是人为传播，由于木材在运输过程中没有进行系统并且严格的检测，导致携带有松材线虫和传播媒介的病材、病枝及其加工品等通过人工、运输工具等搬运到另一地区。因为这种传播方式不受自然屏障的限制，所以传播速度也特别快。

### 5.2. 治理难度大

松材线虫病治理难度大的原因有：1) 我国绝大部分松林面积大、许多林区山高陡坡，道路不达，工程车辆无法上山，而且发病树木是成不规则点状分布的，清理范围不集中。2) 松材线虫病是由外来物种引发的，所以相比国外，我国的治理防治工作开展时间较晚，而且我国在森林病虫害防治方面的法规、制度不完善，防治建设不健全。以至于对松材线虫情况掌握不及时不准确。3) 松材线虫是一种特别微小的寄生菌，需要非常精密的检测设备才可以把该病菌检测出来。我国对松材线虫的检测仪器还是相对

落后，导致此病在发病初期无法有效的检测出，不能在病害发生初期做出有效的防治措施，从而造成该病害的大范围扩散。4) 松材线虫病潜伏期长，松墨天牛将病毒携带至松树上往往需要经过时间的催化，在早中期并不表现出足够的症状，再加上我国对这种病害的诊断技术也不过关，很难防御松材线虫病。这种病表现出来的症状也较多，因此很难从症状上进行判断是否患了松材线虫病，只有整株枯死或者有明显病症后才能进行处置。

### 5.3. 治理措施局限

治理措施局限在于[10] [11]: 1) 防治技术认识不足，我国防治的技术方法虽然一直在不断改良完善，然而，害虫自身的生物遗传、生物学特性以及抗逆生理能力却也随着气候环境变化的剧烈变化而随之变得也越来越强，适应气候能力也因此不断得到增强。因此，即便我们掌握了比较有效可行的病虫害防治方法技术，也还不可能在短期内做到完全的杜绝。2) 资金投入不足，治理患病树木需要消耗大量的资源，我国政府在林业病虫害这一方面的投入较少，导致松材线虫病防治工作进展缓慢。3) 采伐人员对感染植株除治不规范，由于工程造价低，技术、管理和监理不到位，部分治理松材线虫病的隐蔽工程质量难以保证。主要表现在患病树木采伐不彻底，采伐人员对已患病而又未表现出的明显症状的树木把握不准，不敢轻易采伐，导致这些病株成为下一周期的重要传染源，另外，对采伐后剩余物处置不彻底，也为下一周期的疫情扩散埋下了隐患。

## 6. 几点建议

### 6.1. 对传染源和传播媒介进行有效控制

松墨天牛是松材线虫传播的主要媒介昆虫，因此通过控制松墨天牛来阻止松材线虫病的传播是防控松材线虫病的主要途径。可以采用诱木、诱捕器诱杀、释放管氏肿腿蜂等综合防治措施[2]，降低发生区天牛密度。禁止任何单位和个人擅自将松材线虫病发生区的松苗、松木、松材调出疫情发生区，同时对松属苗木繁育基地、贮木场和木材加工厂开展产地疫情调查，严禁带疫的苗木、木材及其加工产品进入市场流通。

### 6.2. 开展技术推广，提高科技含量

松材线虫病预防工作离不开科学技术，我们要加大研究力度，在原来检疫和防治技术基础上，针对重点和难点问题继续深化和探索一些新方法、新技术，不断提高松材线虫病预防的科技含量。

### 6.3. 加大投入，保障除治

积极争取将松材线虫病预防资金列入各级财政年度计划，落实防治经费，并逐步加大投入力度，用于投入防治检测设备、防治技术研发、防治工作开展、防治方案规划等。通过不断加强和完善与松材线虫病预防和治理有关的基础设施建设，提高松材线虫病的监测、检疫和防治能力。

### 6.4. 建立隔离带、切断传播路径

定期普查及时发现新的疫点，根据实际情况采用相适应的处置措施，扩大松材线虫病治理范围，发现松材线虫病的区域，对松树进行全部处置，清除疫点方圆 5~10 公里内的松树，改种其他树种，切断传播路径。

## 7. 结论

当前，我国大量森林资源已经发生了严重破坏，松材线虫病所带来的影响不但与工农业生产经营

活动有着很大关系,而且更与经济、社会、环保、人类文明的发展等密切相关。国家在大力开展经济建设活动的同时,也应当加强对森林资源环境保护工作的力度,进一步完善有关管理工作,以促进全国生态森林规模得到增长,从而加快国家经济社会和谐发展。松材线虫病害的有效防控并不是一朝一夕能完成的事,我们要有规划、有步骤、有重点、有针对性的进行有效防控工作。

## 参考文献

- [1] 徐华潮,骆有庆,张廷廷,等.松材线虫自然侵染后松树不同感病阶段针叶光谱特征变化[J].光谱学与光谱分析,2011,31(5):1352-1356.
- [2] 吴丽芳.松材线虫病危害及综合治理措施[J].安徽农学通报,2011,17(10):154-155.
- [3] 孙永春.南京中山陵发现松材线虫[J].江苏林业科技,1982(4):47.
- [4] 程瑚瑞,林茂松,黎伟强,等.南京黑松上发生的萎蔫线虫病[J].森林病虫通讯,1983(4):1-5.
- [5] 宋玉双.松材线虫病防控——三十年回顾与思考[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2013:4-10.
- [6] 王宏毅.中国松材线虫的生物地理学与经济地理学[J].南京林业大学学报:自然科学版,2011,35(1):144-145.
- [7] 叶燕华,余海滨,林绪.广东省松材线虫病的发生现状及防控措施[J].广东林业科技,2005,21(2):73-75.
- [8] 孙捷,杨寿运,崔春亮,等.基于分子证据探讨松材线虫在中国的传播途径[J].南京农业大学学报,2008,31(2):55-60.
- [9] 郑雅楠,杨忠岐,王小艺.松墨天牛携带松材线虫传播的化学生态学机制[J].植物保护,2014,40(1):12-15.
- [10] 黄达宁.松材线虫病的危害及防治措施对策研究[J].绿色科技,2017(11):131-132+134.
- [11] 武小熊.松材线虫病的危害与防治[J].山西农经,2018(15):79.