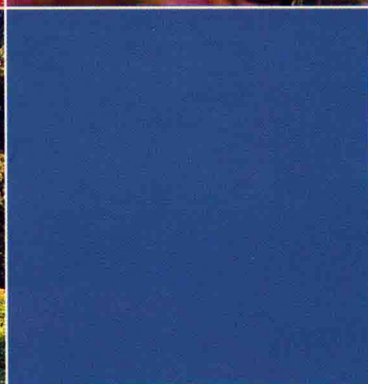
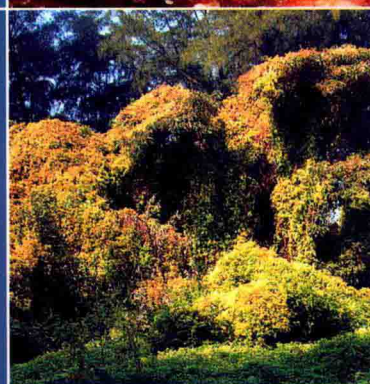


国家林业局植树造林司 主编  
国家林业局森林病虫害防治总站

# 中国林业检疫性有害生物 检疫技术手册



中国林业出版社

# 中国林业检疫性有害生物

## 检疫技术手册

国家林业局植树造林司 ■ 主编  
国家林业局森林病虫害防治总站

中国林业出版社

---

### 图书在版编目(CIP)数据

中国林业检疫性有害生物检疫技术手册 / 国家林业局森林病虫害防治总站编著. - 北京: 中国林业出版社, 2014. 1

ISBN 978 - 7 - 5038 - 7361 - 4

I. ①中… II. ①国… III. ①森林 - 植物检疫 - 有害动物 - 技术手册 ②森林 - 植物检疫 - 有害植物 - 技术手册 ③森林 - 植物检疫 - 方法 - 技术手册 IV. ①S763 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 015004 号

---

策划编辑: 刘家玲

责任编辑: 李 菁 刘家玲

---

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

网址 <http://lycb.forestry.gov.cn>

印刷 三河市祥达印刷包装有限公司

版次 2014 年 1 月第 1 版

印次 2014 年 12 月第 2 次

开本 210mm × 285mm 1/16

彩插 28P

印张 8.75

字数 220 千字

定价 38.00 元

---

凡本书出现缺页、倒页、脱页等质量问题, 请向出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

中国林业检疫性有害生物

检疫技术手册

编委会

主 编 宋玉双 吴 坚  
副主编 王福祥 崔永三 阎 合  
编 委 (按姓氏笔画为序)

王福祥	方国飞	宋玉双
吴 坚	李 娟	邱立新
张旭东	张晓田	初 冬
苏宏钧	陈国发	周茂建
赵 杰	赵宇翔	胡学兵
柴守权	盛茂领	崔永三
崔振强	常国彬	阎 合
董振辉	舒超然	程相称

# 前言

## F O R E W O R D S

《中国林业检疫性有害生物检疫技术手册》是根据 2013 年 4 月国家林业局公布的全国林业检疫性有害生物名单编撰的一本专著。本书既是林业植物检疫法规体系的重要组成部分，也是林业植物检疫技术规程的进一步延伸和具体化，对规范我国林业植物检疫工作，防范林业检疫性有害生物的传播扩散将起到重要的作用。全书对 14 种新公布的林业检疫性有害生物的寄主种类、国内外分布情况、危害特点、经济重要性、形态特征、传播途径、适生范围以及防控措施等进行了详细介绍；规定了产地检疫、调运检疫、检疫检验和检疫处理的具体操作步骤、方法；并附有每种有害生物形态特征和危害状的彩色插图。本书既是检疫工作者必备的工具书，也是开展林业植物检疫工作的重要依据，具有很强的实用性和可操作性。同时，本书对农林院校师生、科研工作者和广大林农群众也有一定参考价值。

1990 年以来，我国对检疫性有害生物名录已修订 3 次。1996 年林业部颁布了 35 种森林植物检疫对象名单；2004 年，在对有害生物进行风险分析的基础上，较大幅度地修订了检疫性有害生物名单，将有害生物种类从 35 种调整为 19 种，此后又陆续增补 3 种，形成了 22 种林业检疫性有害生物的名单；2013 年 1 月，国家林业局又正式发布了新的全国检疫性有害生物名单，将 22 种有害生物调整为 14 种。随着名录的修订，国家林业局分别于 1996 年和 2004 年编辑出版了《中国森林植物检疫对象检疫技术操作办法》和《中国林业检疫性有害生物及检疫技术操作办法》（以下简称《操作办法》）两部专著，以规范我国林业植物检疫工作。针对 2013 年新名单的公布，我们组织有关人员在原有两部《操作办法》基础上，编写了新版的《中国林业检

疫性有害生物检疫技术手册》。由于名单的变动，原《操作办法》中一些防治方法、药剂及检疫手段等已经不能满足当前工作的需要，在一定程度上影响了植物检疫工作的开展。因此，本书对原名单中保留下来的 12 种有害生物进行了如下修改：一是补充有害生物分布情况。根据国家林业局 2008 年全国林业有害生物普查结果和近年来各地上报的新情况，对 12 种有害生物的分布进行了详细的补充。二是完善有害生物危害特征。对 2005 年以来这 12 种有害生物在其研究领域的新进展、新成果进行汇总，完善了寄主种类、危害严重性、适生范围和传播途径等相关内容。三是更新防治、检疫技术。根据 2005 年以来发布的关于这 12 种有害生物的防治、检疫技术方面的国家和行业标准，对防治措施、选用药剂和检疫技术进行全面更新。最后，对扶桑绵粉蚧和新进入名单的红火蚁的相关内容进行了全部重新编写。

《中国林业检疫性有害生物检疫技术手册》及前两本《操作办法》在编写过程中，王明旭、王培新、石进、关玲、刘玲玲、李飞、李跃、李有忠、李东军、吾中良、杜文胜、汪志红、阿地力·沙塔尔、陈沐荣、张润志、苗振旺、林绪平、杨佐忠、杨逢建、祖元刚、梁承丰、郭强、黄吉勇、曹丽君、蔡卫群、魏初奖等同志及广东省植保植检总站提供了大量文字及图片资料，在此一并致谢。

国家林业局森林病虫害防治总站  
2013 年 9 月



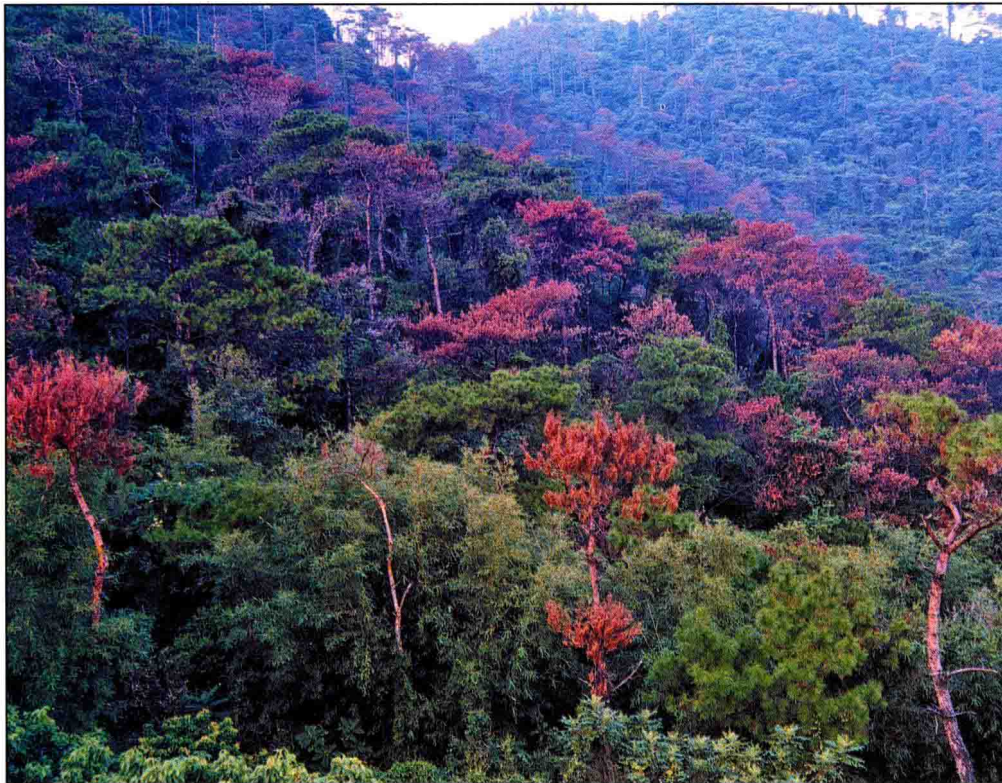
# 目 录

## C O N T E N T S

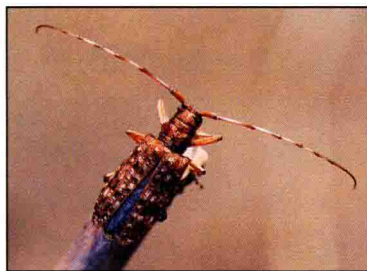
1 松材线虫 .....	1-3
2 美国白蛾 .....	2-3
3 苹果蠹蛾 .....	3-3
4 红脂大小蠹 .....	4-3
5 双钩异翅长蠹 .....	5-3
6 杨干象 .....	6-3
7 锈色棕榈象 .....	7-3
8 青杨脊虎天牛 .....	8-3
9 扶桑绵粉蚧 .....	9-3
10 红火蚁 .....	10-3
11 枣实蝇 .....	11-3
12 落叶松枯梢病菌 .....	12-3
13 松疱锈病菌 .....	13-3
14 薇甘菊 .....	14-3

# 1 松材线虫

*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhrer) Nickle



◆ 被害松林



◆ 松褐天牛雌成虫



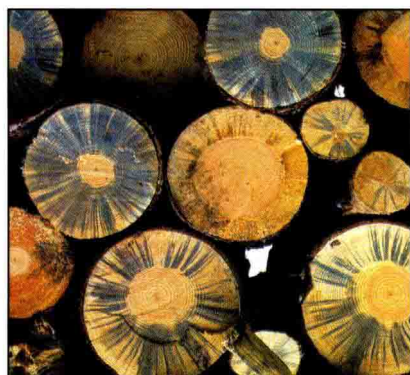
◆ 松褐天牛幼虫



◆ 松褐天牛蛹 (左为腹面, 右为背面)



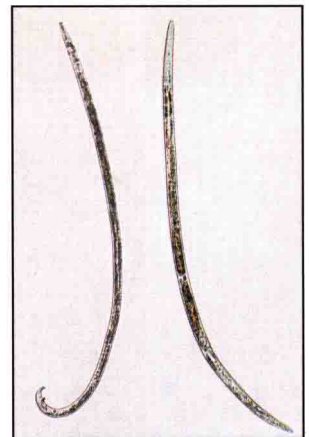
◆ 松褐天牛产卵刻槽



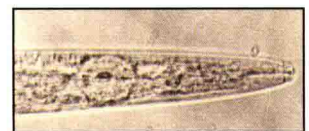
◆ 被害树木材蓝变现象



◆ 被害松林



◆ 松材线虫成虫 (左雄, 右雌)



◆ 线虫头部



◆ 雌线虫阴门盖



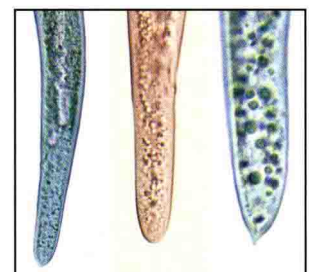
◆ 线虫



◆ 雌成虫交合刺和交合伞



◆ 雄成虫尾部



◆ 雌成虫尾部





学名 *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle  
异名 *Aphelenchoides xylophilus* Steiner et Buhner  
*Bursaphelenchus lignicolus* Mamiya et Kiyohara  
英文名称 pine wood nematode, pine wilt disease caused by pine wood nematode, pine wilt disease  
分类地位 线虫纲 Nematoda 滑刃目 Aphelenchida 滑刃科 Aphelenchoididae  
伞滑刃属 *Bursaphelenchus*

## 1.1 分布

**国内** 江苏省南京市（玄武区、浦口区、栖霞区、雨花台区、江宁区、六合区、溧水县、高淳县），连云港市（新浦区、连云区），淮安市（盱眙县），扬州市（仪征市），镇江市（京口区、润州区、丹徒区、新区、句容市），常州市（金坛市、溧阳市），无锡市（滨湖区、惠山区、宜兴市），苏州市（常熟市）；浙江省杭州市（西湖区、富阳市、临安市），湖州市（吴兴区、长兴县、德清县），嘉兴市（平湖市、海盐县），舟山市（定海区、普陀区），宁波市（江北区、镇海区、北仑区、鄞州区、余姚市、慈溪市、奉化市、宁海县、象山县），绍兴市（越城区、诸暨市、上虞市、嵊州市、绍兴县、新昌县），台州市（黄岩区、临海市、温岭市、三门县），温州市（乐清市、洞头县）；安徽省合肥市（肥东县、庐江县、巢湖市），滁州市（南谯区、明光市、全椒县、来安县），马鞍山市（雨山区、博望区、当涂县、含山县），芜湖市（无为县），铜陵市（郊区），安庆市（宜秀区、怀宁县），宣城市（宣州区、宁国市、广德县）；福建省福州市（仓山区、马尾区、晋安区、闽侯县、连江县、长乐市），南平市（延平区），三明市（梅列区、三元区、沙县、泰宁县），泉州市（鲤城区、丰泽区、石狮市），厦门市（思明区、湖里区、翔安区、海沧区、同安区），漳州市（云霄县、东山县、诏安县）；江西省南昌市（进贤县），九江市（庐山区、彭泽县、湖口县、都昌县），赣州市（章贡区、赣县、南康市），上饶市（信州区、鄱阳县、婺源县），吉安市（吉州区、吉安县），景德镇市（浮梁县），抚州市（广昌县）；山东省淄博市（博山区），潍坊市（临朐县），烟台市（长岛县），威海市（文登市、荣成市），青岛市（崂山区）；河南省信阳市（新县）；湖北省武汉市（洪山区），黄冈市（红安县），咸宁市（赤壁市），宜昌市（点军区、猇亭区、夷陵区、宜都市、长阳县），恩施土家族苗族自治州（恩施市）；湖南省益阳市（桃江县），岳阳市（云溪区、临湘市），衡阳市（石鼓区、衡南县），郴州市（北湖区、苏仙区），邵阳市（邵东县），长沙市（岳麓区）；广东省广州市（天河区、白云区、黄埔区、花都区、萝岗区、从化市、增城市），清远市（清城区），韶关市（武江区、曲江区），梅州市（梅江区、梅县），汕头市（濠江区），惠州市（惠城区、惠阳区、惠东县、博罗县、龙门县），东莞市，深圳市（龙岗区），肇庆市（封开县），河源市（紫金县）；广西壮族自治区梧州市（万秀区、苍梧县），贵港市（桂平市），百色市

(西林县); 重庆市 (巴南区、万州区、涪陵区、长寿区、云阳县、忠县); 四川省宜宾市 (翠屏区、宜宾县), 甘孜藏族自治州 (泸定县); 贵州省遵义市 (红花岗区、遵义县), 毕节地区 (金沙县), 黔东南苗族侗族自治州 (凯里市), 黔西南布依族苗族自治州 (安龙县); 陕西省汉中市 (洋县), 安康市 (汉滨区、石泉县), 商洛市 (柞水县、山阳县); 香港特别行政区; 台湾省 (国家林业局公告, 2013 年第 2 号)。

国外 美国、加拿大、墨西哥、日本、韩国、朝鲜、葡萄牙、西班牙<sup>[1,2]</sup>。

## 1.2 寄主植物

松材线虫主要危害松科中的松属 *Pinus* 植物。已报道在自然界发病的松树种类有: 奄美岛松 *Pinus amamiana*、华山松 *P. armandii*、台湾果松 *P. armandii* var. *mastersiana*、美国短叶松 *P. banksiana*、白皮松 *P. bungeana*、加勒比松 *P. caribaea*、瑞士五针松 *P. cembra*、沙松 *P. clausa*、扭叶松 *P. contorta*、赤松 *P. densiflora*、千头赤松 *P. densiflora* var. *umberaclifora*、萌芽松 *P. echinata*、湿地松 *P. elliotii*、大叶松 *P. engelmannii*、硬枝展松 *P. greggii*、地中海松 *P. halepensis*、卡西亚松 *P. kesiya*、思茅松 *P. kesiya* var. *langbianensis*、红松 *P. koraiensis*、华南五针松 *P. kwangtungensis*、光叶松 *P. leiophylle*、琉球松 *P. luchuesis*、马尾松 *P. massoniana*、米却肯松 *P. michoacana*、欧洲山松 *P. mugo*、加州沼松 *P. muricata*、小干松 *P. murrayana*、欧洲黑松 *P. nigra*、卵果松 *P. oocarpa*、日本五针松 *P. parviflora*、长针松 *P. palustris*、展叶松 *P. patula*、海岸松 *P. pinaster*、西黄松 *P. ponderosa*、拟北美乔松 *P. pseudostrobus*、辐射松 *P. radiata*、多脂松 *P. resinosa*、刚松 *P. rigida*、野松 *P. rudis*、北美乔松 *P. strobus*、墨西哥白松 *P. strobus* var. *chiapensis*、欧洲赤松 *P. sylvestris*、油松 *P. tabulaeformis*、火炬松 *P. taeda*、黄山松 *P. taiwanensis*、黑松 *P. thunbergii*、黄松 *P. thunbergii* × *P. massoniana*、矮松 *P. virginiana*、云南松 *P. yunnanensis* 等。此外, 在北美洲, 偶有危害香脂冷杉 *Abies balsamea*、北非雪松 *Cedrus atlantica*、雪松 *C. deodara*、欧洲落叶松 *Larix decidua*、美洲落叶松 *L. laricina*、挪威云杉 *Picea abies*、加拿大云杉 *P. canadensis*、欧洲云杉 *P. excelsa*、白云杉 *P. glauca*、黑云杉 *P. mariana*、锐尖北美云杉 *P. pungens*、红云杉 *P. rubens* 和花旗松 *Pseudotsuga menziesii* 等针叶树种<sup>[1]</sup>。

除上述在自然界可感染松材线虫的树种以外, 通过人工接种还有一些树可以感病, 其中松属植物有: 海南五针松 *Pinus fenzeliana*、柔松 *P. flexilis*、光松 *P. glabra*、乔松 *P. griffithii*、黑松 *P. jeffreyi*、糖松 *P. lambertiana*、加州山松 *P. monticola*、台湾五针松 *P. morrisonicola*、日本五须松 *P. pentaphylla*、刺针松 *P. pungens*、晚松 *P. serotina*、类球果松 *P. strobiformis*、樟子松 *P. sylvestris* var. *mongolica* 等。其他针叶树有: 温哥华冷杉 *Abies amabilis*、日本冷杉 *A. firma*、北美冷杉 *A. grandis*、日光冷杉 *A. homolepis*、库页冷杉 *A. sachalinensis*、日本落叶松 *Larix kaempferi*、西方落叶松 *L. occidentalis*、恩氏云杉 *Picea engelmannii*、北美云杉 *P. sitchensis* 和大果铁杉 *Tsuga mertensiana* 等。

## 1.3 经济重要性

松材线虫病又称松树枯萎病, 是由松材线虫寄生在松树体内所引起的一种毁灭性病

害。该病具有致病力强、寄主死亡速度快的特点，松树一旦感病最快 40 多天即可枯死，松林从发病到毁灭只需 3~5 年时间。据不完全统计，自 1982 年以来，30 年已累计枯死松树超过 5000 万株，因治理皆伐和择伐的松树面积已达 40 万  $\text{hm}^2$ ，导致直接经济损失约 120 亿元，间接经济损失约 360 亿元。目前，松材线虫病正由沿海地区向内陆地区、由经济发达地区向欠发达地区、由一般林区向重点林区和重要风景名胜區蔓延，不仅直接破坏了自然景观及生态环境，给国民经济造成巨大损失，更对我国松林资源，尤其是对我国南方广泛栽植的 330 万  $\text{hm}^2$  松林和重要生态区域构成了严重威胁，同时，也严重地影响着我国外贸出口竞争力<sup>[1,3,4]</sup>。1984、1986、2004 年 3 次被列入全国森林植物检疫对象名单。

## 1.4 症状与病原物形态<sup>[1]</sup>

松材线虫通过松褐天牛 *Monochamus alternatus* Hope 补充营养的伤口进入木质部，寄生在树脂道中。在大量繁殖的同时，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外观正常，但树脂分泌减少，蒸腾作用下降，在嫩枝上往往可见天牛啃食树皮的痕迹；②针叶开始变色，树脂分泌停止，除见天牛补充营养痕迹外，还可发现产卵刻槽及其他甲虫侵害的痕迹；③大部分针叶变为黄褐色，萎蔫，可见到天牛及其他甲虫的蛀屑；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。

松材线虫虫体纤细，表面光滑，有环纹。唇区高，头部和身体界限明显。头部为放射状 6 片唇，两个侧唇上各有一个侧器。口针细，其基部有小的膨大，中食道球椭圆形，占体宽的 2/3 以上，瓣门清楚，背食道腺于背面覆盖肠，背食道腺的长度约相当于体宽的 3~4 倍，背食道腺开口于中食道球。排泄孔的位置约在食道和肠交界的水平处，有时靠近神经环。半月体明显，在中食道球后 2/3 体宽处。神经环恰于中食道球下方。

雌虫卵巢前伸，卵母细胞通常单行排列。后阴子宫囊长，延伸到阴肛距 3/4 处。上阴唇长，向下覆盖，形成阴门垂体（或阴门盖）。尾近圆柱形，尾端钝圆，或有短的尾尖突。

雄虫尾尖，侧面观似爪状。精巢前伸。交合刺大，呈很独特的弓形，成对，不联合，基部有一大而尖的喙，交合刺末端有一几丁质凸出物。尾端有一卵圆形的交合伞。尾部有 7 个生殖乳突，肛前 1 对，肛前中央 1 个，肛后在交合伞起点前有 2 对。

松材线虫虫体特征测量值如下：

雌虫： $L=0.81\text{ mm}$  (0.71~1.01 mm)； $a=40.0$  (33.0~40.0)； $b=10.3$  (9.4~12.8)； $c=26.0$  (23.0~32.0)； $v=72.7$  (67.0~78.0)； $St=15.9\ \mu\text{m}$  (14.0~18.0  $\mu\text{m}$ )。

雄虫： $L=0.73\text{ mm}$  (0.59~0.82 mm)； $a=42.3$  (36.0~47.0)； $b=9.4$  (7.6~11.3)； $c=26.4$  (21.0~3.0)； $St=14.9\ \mu\text{m}$  (14.0~17.0  $\mu\text{m}$ )； $Sp=27.0\ \mu\text{m}$  (25.0~30.0  $\mu\text{m}$ )。

注： $L$  = 体长； $a$  = 体长/最大体宽； $b$  = 体长/头端到食道和肠连接处距离； $c$  = 体长



/尾长;  $v$  = 头端至阴门的长度/体长  $\times 100\%$ ;  $St$  = 口针长;  $Sp$  = 交合刺长

## 1.5 发病规律

松材线虫一生经过卵、幼虫和成虫三个阶段, 依靠松褐天牛完成其侵染循环。

松褐天牛成虫从松材线虫寄主树中羽化脱出时携带了大量的松材线虫, 当松褐天牛补充营养取食健康松树嫩枝的树皮时, 它所携带的松材线虫则通过取食所造成的伤口进入新的寄主体内, 并开始大量繁殖。松褐天牛经过补充营养进入产卵期, 往往在感染了松材线虫的松树上产卵。当松褐天牛羽化时又将松材线虫携带至新的寄主体内。松材线虫(病原)、松褐天牛(传播媒介)和松树(寄主)三者之间这种生物学联系就构成了松材线虫病的侵染循环<sup>[1,3]</sup>。

对于松褐天牛1年发生1代的地区, 松材线虫病的侵染循环大致如下。

春季5、6月份, 寄生在死松树体内的松褐天牛开始化蛹, 此时聚集在蛹室中大量的松材线虫分散型3龄幼虫也开始蜕皮变为持久型4龄幼虫, 即休眠幼虫(dormant larvae), 它在形态和生理学上与松材线虫繁殖阶段时的4龄幼虫不同, 除了体壁增厚、内含物增多、口针和中食道球退化外, 在其体表还附有一种黏性物质, 不仅使其抵抗不良环境的能力加强, 而且易于附着在媒介昆虫的体上, 便于媒介昆虫携带和传播。在松褐天牛成虫从寄主树中飞出之前, 大量的松材线虫持久型4龄幼虫通过松褐天牛成虫的气门进入气管, 尤以后胸气管中线虫数量最多, 另外在其体表、前翅内侧等处也有其附着。携带松材线虫的松褐天牛成虫从寄主树中飞出后, 进入了补充营养阶段。

春末夏初5~7月份, 松褐天牛在健康松树的嫩枝上取食补充营养。它多在当年生或1~2年生的嫩枝上取食。此时, 松材线虫的持久型4龄幼虫则通过松褐天牛补充营养所造成的伤口进入健康松树的树脂道中, 于是松褐天牛就在健康的松树体内“接种”了松材线虫。松材线虫的持久型4龄幼虫进入新的寄主体内立即蜕皮变为成虫进入繁殖阶段, 大约4~5d繁殖1代, 同时从松褐天牛取食的部位开始逐渐向接种枝以外的枝条、树干及树根等各个部位移动。

夏季6~8月份, 松褐天牛进入产卵期, 那些感染了松材线虫的松树往往又是松褐天牛的产卵对象。此时, 松材线虫正在寄主树脂道中大量繁殖和移动。寄主树表现出蒸腾作用降低; 流脂量减少, 甚至无流脂; 针叶失水褪绿变为黄褐色, 乃至红褐色。当寄主树明显地显示出针叶变色的外部症状时, 树体的各个部位都会有大量的松材线虫存在。

夏末至秋季8~9月份, 孵化出的松褐天牛幼虫在树皮生长, 此时大部分感染了松材线虫的寄主松树已整株枯死。夏末秋初时松材线虫开始出现与繁殖阶段的3龄幼虫在形态和生理学方面有所不同的一种3龄幼虫, 其体壁增厚, 内含物增多, 被称为分散型3龄幼虫。随着时间的推移, 分散型3龄幼虫的比例增多, 松材线虫的发育开始进入休眠阶段。分散型3龄幼虫逐渐向松褐天牛的蛀道移动, 然后向蛹室聚集。晚秋, 松褐天牛的老熟幼虫向木质部钻蛀, 在蛀道末端做成蛹室。冬季和翌年春季, 松褐天牛羽化前的休眠阶段, 松材线虫基本上是以这种分散型3龄幼虫越冬, 它可以抵抗不良环境条件, 如气温低和木材失水。

翌年春季约5月上旬, 枯死松树中的松材线虫分散型3龄幼虫蜕皮变为持久型4龄

幼虫，又开始向羽化为成虫的松褐天牛移动，被松褐天牛携带脱离枯死树，重新感染新的健康树。如此循环往复，导致松材线虫病的传播。

## 1.6 传播媒介

传播松材线虫的媒介昆虫必须具备以下条件：①生活史必须与松材线虫同步；②其所携带的松材线虫要达到一定的数量；③有一定的种群密度。国内外已经报道与松材线虫有关的昆虫很多，这些昆虫包括天牛类、吉丁虫类及象鼻虫类等，能够携带松材线虫的昆虫有45种，而其中可作为媒介昆虫的有13种，全部为墨天牛属 *Monochamus* 种类，它们是：松褐天牛 *M. alternatus*、云杉花墨天牛 *M. saltuarius*、卡罗来纳墨天牛 *M. carolinensis*、加洛墨天牛 *M. galloprovincialis*、白点墨天牛 *M. seutellatus*、南美墨天牛 *M. titillator*、钝角墨天牛 *M. botusus*、香枞墨天牛 *M. marmorator*、墨点墨天牛 *M. notatus*、松墨斑墨天牛 *M. mutator*、粗点墨天牛 *M. clamator*、巨墨天牛 *M. grandis* 和云杉小墨天牛 *M. sutor*。这些昆虫因与松材线虫生存关系的一致性，生活史的同步性，进化过程中的相互适应性而成为媒介昆虫。由于松褐天牛、云杉花墨天牛和卡罗来纳墨天牛等3种昆虫在补充营养及产卵初期2个阶段的飞行能力均较强，通常一次飞行可以达到1000 m左右，因而成为松材线虫的主要传播媒介。松材线虫在北美原产地的重要传媒昆虫为卡罗来纳墨天牛 *Monochamus carolinensis* Oliver，而在我国及其他几个亚洲国家的传媒昆虫则是松褐天牛 *M. alternatus* Hope、云杉花墨天牛 *M. saltuarius*<sup>[1,5]</sup>。

松褐天牛又名松墨天牛、松天牛。异名 *M. tessera* White，属鞘翅目 Coleoptera 天牛科 Cerambycidae 沟胫天牛亚科 Lamiinae 沟胫天牛族 Agniini 墨天牛属 *Monochamus*，属于东洋区种类。在华东地区一般1年发生1代；广东1年发生2~3代，以2代为主。松褐天牛成虫携带的松材线虫数量各不相同，最少的只有几条、几十条、最多可达几万条甚至几十万条，如1974年在日本爱媛县记录到1头天牛携带松材线虫28.9万条，我国测得最高记录是1992年在江苏省南京市1头天牛携带14.31万条松材线虫<sup>[1,3,6,7,8]</sup>。

松褐天牛在我国分布十分广泛，北纬40°以南地区广泛分布，北京、河北、山西、陕西、甘肃、山东、河南、四川、西藏、湖北、江西、安徽、江苏、浙江、福建、湖南、广东、广西、云南、贵州、上海、台湾、香港等地都有分布。1975年，在古北区东北界的辽宁沈阳（北纬42°）曾采到过标本，说明松褐天牛也有向北扩散的趋势<sup>[1]</sup>。松褐天牛的垂直分布可达海拔1658 m。在国外主要分布于老挝、越南、日本、朝鲜半岛等地。

松褐天牛主要取食松属植物，除对我国的黑松、马尾松等造成严重危害外，还危害赤松、黄松、白皮松、海岸松、千头赤松、湿地松、火炬松、黄山松、华山松、云南松、思茅松、琉球松、油松等，也危害落叶松属 *Larix* spp.、雪松属 *Cedrus* spp.、云杉属 *Picea* spp.、冷杉属 *Abies* spp.、栎属 *Quercus* spp. 等的个别种<sup>[1]</sup>。因此，媒介昆虫不能成为松材线虫在我国扩散蔓延的限制因素。

云杉花墨天牛分布于中国、日本、韩国和朝鲜。它所能携带松材线虫数量较松褐天牛少得多，但在其种群密度大及松褐天牛分布较少或无分布地区，云杉花墨天牛就成为当地松材线虫病的主要传播媒介昆虫。云杉花墨天牛成虫在野外主要以爬行为主，极少飞行。对处于产卵期的雌成虫进行室内吊飞发现，雌成虫一次持续飞行距离最长可达

1300 m, 飞行速度约为 0.89 m/s。飞行速度和距离等各项指标远小于松褐天牛和卡罗来纳墨天牛。据此可推测其扩散能力较弱。该特性决定了它在自然条件下只能在局部地区危害, 无法突破天然阻隔, 形成大规模危害<sup>[5]</sup>。

## 1.7 传播途径

松材线虫的自然扩散, 主要是靠松褐天牛成虫的飞翔来实现的。在纯松林中, 一年的自然扩散距离在 100 m 左右。自然扩散以向地势较高处 (如缓坡上部)、阳坡、林缘 (林间空地周围) 等光线充足方向扩散为主。

我国松材线虫病疫情扩散的主要原因是在通讯、电力、交通、企业等项目建设中, 调入未经处理或处理不彻底的感病原木、木材、薪材以及包装材料而引发的, 已成为最主要的传播途径。

## 1.8 适生范围

松材线虫病的发生与环境条件密切相关, 特别是温度和土壤含水量直接影响松材线虫的生长发育及病害的发生发展。在松树生长季节, 如遇高温、干旱, 松材线虫病发生就相对严重。

根据日本的研究资料, 松材线虫病在年平均气温低于 10 °C 的地区不发生; 在年平均气温 10 ~ 12 °C 的地区能够生存, 零星发生危害; 在年平均气温 12 ~ 14 °C 的地区可以流行; 在年平均气温高于 14 °C 的地区可暴发流行。另外, 夏季高温和生长季节的干旱非常有利于病害的发展, 平均温度高于 25 °C 的天数持续 55 d 以上与病害的严重发生有着极为密切的相关性。由此推断, 温度是限制松材线虫分布的主要气候因子<sup>[1]</sup>。

利用模糊综合评判的研究方法, 借鉴前人对影响松材线虫以及传播媒介松褐天牛生长发育因素研究的基础上, 结合气象资料以及松材线虫寄主分布数据, 利用地统计学理论和地理信息系统空间叠置分析功能, 直观定量地获得松材线虫病在我国大陆的潜在发生区<sup>[9]</sup>。

松材线虫病的适生区主要集中在我国的华东和华南地区, 包括北京南部、天津、河北南部、山西南部、山东、河南、湖北、湖南、江苏、上海、浙江、江西、安徽、陕西南部、甘肃南部、四川东南部、重庆、贵州、云南、广西、广东、福建、海南以及新疆、黑龙江、吉林、辽宁和内蒙古部分地区。而西藏、青海和宁夏全省 (自治区) 范围内都极不适应松材线虫病的发生。

松材线虫具有很强的抗逆性和可塑性, 如松材线虫在北美洲主要危害欧洲赤松、欧洲黑松等, 传入我国后除了感染黑松外, 已对我国乡土树种——马尾松造成了严重危害; 同时, 松材线虫对低温的适应性也在逐步增强, 加上我国最近 20 年多处于暖冬, 年平均气温呈上升的趋势, 因此, 松材线虫的适生范围也是动态变化的, 表现出逐步北移的趋势。

## 1.9 防治措施<sup>[10-13]</sup>

对于需要尽快根除的疫点,如孤立疫点、新发生疫点、区域位置重要的疫点等,以及病死树率高并且松林无保存价值的地方(或松树数量不占主要比例的混交林)均需采用皆伐。防治作业区以实际发生林分边缘为基准,向外至少延伸100m。在松褐天牛成虫羽化前由外向内皆伐所有松材线虫的寄主植物,所有伐除的病死树、活树直径超过1cm的枝条均须作除害处理,并在松褐天牛成虫羽化前完成;在操作允许的条件下,病死木伐桩高度不得超过5cm。

对于自然保护区和重要风景林区及其他特殊用途松林等必须保留松树的林分、大面积松林且连片发生无法短期内彻底根除疫情的地方采取清理疫木的措施。防治作业区以实际发生林分边缘为基准,向外至少延伸2000m。在松褐天牛成虫羽化前(松褐天牛一年1代的地区为10月至翌年4月;松褐天牛一年2代的地区为7~8月和11月至翌年3月)由外向内伐除包括病死松树、疑似感病木、衰弱木、受压木、风折木、早死木、雪压木、当年枯死或已经萎蔫的侧枝以及各种人为乱砍滥伐的松树枝、干及伐桩等,所有伐除的松木及直径超过1cm的枝条均须做除害处理,并在松褐天牛成虫羽化前完成;在操作允许的条件下,伐桩高度不得超过5cm。

所有伐桩可选择如下方法之一进行除害处理:伐桩全部连根挖出后集中除害处理;枯死松树的伐桩全部去皮后喷16%啞硫磷·丁硫克百威乳油1:100倍液至伐桩湿透(或磷化铝1~2粒),再加套0.8mm以上厚度的塑料农膜袋并在四周压土。也可使用国家林业局推荐的其他药剂。

在发生区内选择衰弱或较小的松树作为诱木,于松褐天牛羽化初期,在诱木基部离地面30~40cm处的3个方向侧面,用刀砍3~4刀,刀口深入木质部约1~2cm,刀口与树干大致成30°角。用注射器把引诱剂注入刀口内。于每年秋季将诱木伐除并进行除害处理,杀死其中所诱天牛,减少天牛种群密度。

松褐天牛羽化期,在发病林分设置诱捕器,诱杀松褐天牛成虫。

使用噻虫啉(也可使用国家林业局推荐的其他药剂)在松褐天牛羽化初期和第一次药剂有效期末连续2次采取飞机,或地面喷药进行松褐天牛防治。或在松褐天牛幼龄幼虫期,对树干喷洒16%啞硫磷·丁硫克百威乳油80倍液,从树梢到树干基部,全株喷洒均匀。喷洒作业区以实际发生林分边缘为基准,向外至少延伸2000m。

对有特殊意义的名松古树和需保护的松树,于松褐天牛羽化初期,在树干基部打孔注入松线光、松材线虫免疫注射液或3%甲维盐·阿维菌素注干液剂,进行保护<sup>[9]</sup>。

在传媒天牛幼龄幼虫期,林间释放松褐天牛的天敌管氏肿腿蜂 *Scleroderma guani* Xiao et Wu、川硬皮肿腿蜂 *Scleroderma sichuanensis* Xiao 或花绒寄甲 *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire),也可通过肿腿蜂携带白僵菌的方法感染天牛幼虫,以降低林间天牛数量,达到控制和减少病死树数量的目的。每年于松褐天牛幼虫期释放天敌,气温最好在25℃以上的晴天进行。放蜂方法采用单株放蜂法、中心放蜂法或分片布点放蜂法,约每0.67hm<sup>2</sup>设一个放蜂点,每点放蜂1万头左右。花绒寄甲的释放应选择3月上旬(松褐天牛成虫羽化迁飞前1个月左右),晴好天气时,沿林间小道每隔30m设置一个释放点,每个点释放花绒寄甲成虫50头。释放时,打开指形瓶瓶盖,将花绒寄甲成虫倒挂



在病死树或衰弱木树干基部即可。

伐下的病材，必须进行除害处理，方法见文后附：松材线虫检疫技术操作办法。

## 参考文献

- [1] 杨宝君, 潘宏阳, 汤坚, 等. 松材线虫病[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003.
- [2] Abelleira A, Picoaga A, Mansilla J P, et al. Detection of *Bursaphelenchus xylophilus*, Causal Agent of Pine Wilt Disease on *Pinus pinaster* in Northwestern Spain[J]. Plant Disease, 2011, 95(6): 776.
- [3] 柴希民, 蒋平. 松材线虫病的发生和防治[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [4] 林业部野生动物和森林植物保护司, 林业部森林病虫害防治总站. 中国森林植物检疫对象[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996, 98 - 111.
- [5] 张建军, 张润志, 陈京元. 松材线虫媒介昆虫种类及其扩散能力[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24(3): 350 - 356.
- [6] 曾大鹏. 中国进境森林植物检疫对象及危险性病虫[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998, 85 - 89.
- [7] 中华人民共和国动植物检疫局, 农业部植物检疫实验所. 中国进境植物检疫有害生物选编[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997, 302 - 308.
- [8] 张星耀, 骆有庆. 中国森林重大生物灾害[M]. 北京: 中国林业出版社, 2003, 277 - 291.
- [9] 张星耀, 吕全, 冯益明, 等. 中国松材线虫病危险性评估及对策[M]. 北京: 科学出版社, 2011, 20 - 32.
- [10] 宋玉双. 中国松材线虫防控——三十年回顾与思考[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2013, 79 - 97.
- [11] GB/T 20476 - 2006, 松材线虫病发生区松木包装材料处理和管理[S].
- [12] LY/T 1865 - 2009, 松材线虫病疫木清理技术规范[S].
- [13] LY/T 1866 - 2009, 松褐天牛防治技术规范[S].

## 附：松材线虫检疫技术操作办法

### 1 主题内容及应检范围

- 1.1 本办法规定了松材线虫 *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle 的检疫检验及检疫处理操作办法。
- 1.2 本办法适用于林业植物检疫机构对松科植物中松属 *Pinus* spp.、冷杉属 *Abies* spp.、云杉属 *Picea* spp.、雪松属 *Cedrus* spp.、落叶松属 *Larix* spp. 植物的树木、枝条、伐桩、木材（含原木、锯材、切片）及其制品（含包装材料、电缆盘等）的检疫检验和检疫处理。

### 2 产地检疫

#### 2.1 踏查

- 2.1.1 在由松科植物构成的，或以松树为主的生态林、用材林，特别是有松树栽植的