

# 中国林业检疫性有害生物及 检疫技术操作办法

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

# 中国林业检疫性有害生物 及检疫技术操作办法

国家林业局植树造林司  
国家林业局森林病虫害防治总站 主编

中国林业出版社

责任编辑:刘家玲

---

图书在版编目(CIP)数据

中国林业检疫性有害生物及检疫技术操作办法/国家  
林业局编. —北京:中国林业出版社,2005.6

ISBN 7-5038-3984-8

I. 中… II. 国… III. ①森林—植物检疫—有害动物  
②森林—植物检疫—有害植物③森林—植物检疫—方法  
IV. S763

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 037757 号

---

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同7号)

E-mail:cfphz@public.bta.net.cn 电话:66184477

发行 新华书店北京发行所

版次 2005年5月第1版

印次 2005年5月第1次

开本 210mm×285mm 1/16

印张 11.25

字数 270千字

印数 1~6000册

定价 40.00元

---



## 《中国林业检疫性有害生物及检疫技术操作办法》编委会

- 主 编 赵良平
- 副主编 吴 坚 王晓华 潘宏阳 宋玉双 李永成
- 编 委 (按姓氏笔画为序)
- |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王培新 | 尤德康 | 宁长林 | 叶学斌 | 冯晓峰 | 李 淳 |
| 李占鹏 | 李贵玉 | 刘宏屏 | 许效仁 | 朱云贵 | 闫 峻 |
| 孙玉剑 | 孙铁环 | 初 冬 | 宋 钢 | 张立志 | 郑 华 |
| 邸济民 | 来建华 | 杨佐忠 | 沈有孝 | 沈烈英 | 段自安 |
| 陈良昌 | 陈沐荣 | 林庆源 | 胡学兵 | 赵丰钰 | 赵铁良 |
| 孟庆远 | 高发祥 | 徐克勤 | 陶万强 | 寇明君 | 黄吉勇 |
| 蒋 平 | 漆 波 | 裴海潮 |     |     |     |
- 执行主编 初 冬
- 编写人员 (按姓氏笔画为序)
- |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王明旭 | 王培新 | 方国飞 | 石 进 | 关 玲 | 刘玲玲 |
| 李 飞 | 李 娟 | 李 跃 | 李有忠 | 李东军 | 吾中良 |
| 杜文胜 | 邱立新 | 张旭东 | 张自然 | 张晓田 | 初 冬 |
| 汪志红 | 苏宏钧 | 陈沐荣 | 陈国发 | 苗振旺 | 郑 华 |
| 林长春 | 林绪平 | 周茂建 | 杨佐忠 | 杨逢建 | 祖元刚 |
| 赵 杰 | 赵文霞 | 赵宇翔 | 胡学兵 | 郭 强 | 柴守权 |
| 黄吉勇 | 盛茂领 | 常国彬 | 董振辉 | 曹丽君 | 舒超然 |
| 熊惠龙 | 魏初奖 |     |     |     |     |



# 前 言

《中国林业检疫性有害生物及检疫技术操作办法》是根据2004年7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。

1996年林业部颁布的35种森林植物检疫对象，至今已使用了9年。随着时间的推移，我国林业有害生物的种类、分布情况、危害程度和检疫管理的技术要求等都发生了很大变化，已经不能适应当前检疫工作快速发展的需要。具体表现在：一是随着国际国内日益频繁的物流，一批新的林业有害生物如红脂大小蠹、椰心叶甲、蔗扁蛾和薇甘菊等随之传入和扩散，并在局部地区造成了严重的危害，需要采用检疫措施防控，同时，原名单中的一些种类危险性减弱，应调整为常规管理措施加以防治。二是我国加入世界贸易组织（WTO）后，在所签署的《实施动植物卫生检疫措施协议》（Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures, SPS）和《技术性贸易壁垒协议》（Agreement on Technical Barriers to Trade, TBT）中，要求所采取的植物检疫措施要有科学性，要有适宜的保护水平，确定检疫性有害生物名单必须以风险分析报告为基础。三是根据联合国粮农组织（FAO）和国际植物保护公约（IPPC）在国际植物检疫措施标准（ISPMs）中的相关定义，为了便于交流和与国际接轨，将沿用多年的“森林植物检疫对象”一词改为“林业检疫性有害生物”。因此，为进一步加强我国的森林植物检疫工作，严密防范林业外来有害生物的入侵以及国内林业有害生物传播扩散，为林业建设快速发展保驾护航，同时也为我国加入世界贸易组织后检疫工作与国际接轨，在全面开展风险分析的基础上对全国林业检疫性有害生物名单进行一次全面的修订是非常必要的和及时的。

从2002年开始，国家林业局森林病虫害防治总站组织了国内有关省、自治区、直辖市的近30名专家组成了全国林业检疫性有害生物风险分析工作组，开展全国林业检疫性有害生物风险分析工作，经过对各省建议名单的筛选，先后完成了70种有害生物初评报告和40种详评报告，并向国家林业局提交了“全国林业检疫性有害生物建议名

单”。2004年7月，由国家林业局检疫性有害生物审定委员会，根据风险分析工作组提供的风险分析报告的结果，按照国际上有关植物检疫的协议、标准以及我国林业有害生物发生特点进行审定，以国家林业局第4号公告的形式发布19种全国林业检疫性有害生物名单，并于2005年3月1日正式实施。

在19种全国林业检疫性有害生物名单中，属于1996年全国森林植物检疫对象的有松材线虫、美国白蛾、双钩异翅长蠹、苹果蠹蛾、松疱锈病菌、杨树花叶病毒、杨干象、松突圆蚧、枣大球蚧、猕猴桃细菌性溃疡病菌、落叶松枯梢病菌、冠瘿病菌，共12种，在较大程度上保持了检疫工作的连续性。

在19种全国林业检疫性有害生物名单中，已经明确是由国外传入的有松材线虫、红脂大小蠹、椰心叶甲、杨树花叶病毒、蔗扁蛾、松突圆蚧、薇甘菊、红棕象甲，共9种，突出了今后检疫工作的重点是防控林业外来有害生物，有利于国内林业有害生物的检疫工作与进出口检疫工作的衔接。

在19种全国林业检疫性有害生物名单中，属于林业有害动物的有松材线虫、红脂大小蠹、椰心叶甲、美国白蛾、双钩异翅长蠹、苹果蠹蛾、杨干象、蔗扁蛾、松突圆蚧、枣大球蚧、红棕象甲、青杨脊虎天牛，共12种；属于林业有害微生物的有松疱锈病菌（真菌）、杨树花叶病毒（病毒）、猕猴桃细菌性溃疡病菌（细菌）、落叶松枯梢病菌（真菌）、冠瘿病菌（细菌）、草坪草褐斑病菌（细菌），共6种；属于林业有害植物的有薇甘菊1种，这与我国林业有害生物防治检疫工作的实际，与各类有害生物的种类和重要性的比例是基本吻合的。

从寄主的层面看，针对主要造林树种松树类的有松材线虫、红脂大小蠹、松疱锈病菌、松突圆蚧4种；针对主要造林树种杨树类的有杨树花叶病毒、杨干象、青杨脊虎天牛3种；针对主要造林树种落叶松类的有落叶松枯梢病菌1种；针对南方棕榈科植物的有椰心叶甲、红棕象甲2种；针对行道树和防护林的有美国白蛾、椰心叶甲、红棕象甲、冠瘿病菌4种；针对经济林树种的有苹果蠹蛾、枣大球蚧、猕猴桃细菌性溃疡病菌、冠瘿病菌4种；针对花卉绿化植物的有蔗扁蛾、冠瘿病菌、草坪草褐斑病菌3种；针对木材类的有双钩异翅长蠹1种，保证了林业有害生物检疫工作在应施检对象方面的覆盖面，有利于检疫工作的全面开展。

从目前地理分布的层面看，东北地区有美国白蛾、松疱锈病菌、杨干象、青杨脊虎天牛、落叶松枯梢病菌、蔗扁蛾等检疫性有害生物；华北地区有红脂大小蠹、美国白蛾、杨树花叶病毒、蔗扁蛾、枣大球蚧、猕猴桃细菌性溃疡病菌、落叶松枯梢病菌、冠瘿病菌、草坪草褐斑病菌等检疫性有害生物；西北地区有美国白蛾、苹果蠹蛾、松疱锈

病菌、杨树花叶病毒、蔗扁蛾、枣大球蚧、猕猴桃细菌性溃疡病菌、冠瘿病菌、草坪草褐斑病菌等检疫性有害生物；华东地区有松材线虫、杨树花叶病毒、蔗扁蛾、枣大球蚧、猕猴桃细菌性溃疡病菌、冠瘿病菌、草坪草褐斑病菌等检疫性有害生物；华南地区有松材线虫、椰心叶甲、双钩异翅长蠹、蔗扁蛾、松突圆蚧、薇甘菊、红棕象甲等检疫性有害生物；西南地区有松材线虫、椰心叶甲、双钩异翅长蠹、松疱锈病菌、蔗扁蛾、松突圆蚧、红棕象甲等检疫性有害生物，保证了林业生物检疫工作在地理区域方面的覆盖面，有利于各地检疫工作的均衡发展。

《中国林业检疫性有害生物及检疫技术操作办法》是在全面总结全国检疫工作实践经验的基础上，通过对国内外有关有害生物鉴定、检验和处理方法的科研成果筛选，由从事林业植物检疫工作的专家共同完成的。该书对 19 种林业检疫性有害生物的寄主种类、国内外分布情况、经济重要性、症状和形态特征、传播途径、适生范围以及防治措施等进行了详细介绍，同时规定了 19 种林业检疫性有害生物的产地检疫、调运检疫、检疫检验和检疫处理的具体操作步骤、方法。该书是一本林业植物检疫工作人员必备的工具书，将对规范我国林业植物检疫工作，提高我国防范林业检疫性有害生物的传播，降低林业检疫性有害生物所造成的各种损失等都将起到重要的作用。

在编写过程中，得到了中国科学院动物研究所、中国检验检疫科学院植物检疫研究所和有关省站在资料、图片等方面的大力支持，在此一并致谢。

国家林业局植树造林司  
国家林业局森林病虫害防治总站  
2005 年元月



# 目 录

## 前 言

- 1 松材线虫 *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhrer) Nickle ..... 1 - 1
- 2 红脂大小蠹 *Dendroctonus valens* LeConte ..... 2 - 1
- 3 椰心叶甲 *Brontispa longissima* (Gestro) ..... 3 - 1
- 4 松突圆蚧 *Hemiberlesia pitysophila* Takagi ..... 4 - 1
- 5 杨干象 *Cryptorhynchus lapathi* L. .... 5 - 1
- 6 薇甘菊 *Mikania micrantha* H. B. K. .... 6 - 1
- 7 苹果蠹蛾 *Cydia pomonella* L. .... 7 - 1
- 8 美国白蛾 *Hyphantria cunea* (Drury) ..... 8 - 1
- 9 双钩异翅长蠹 *Heterobostrychus aequalis* (Waterhouse) ..... 9 - 1
- 10 猕猴桃细菌性溃疡病菌 *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* Takikawa  
et al. .... 10 - 1
- 11 松疱锈病菌 *Cronartium ribicola* J. C. Fischer ex Rabenhorst ..... 11 - 1
- 12 蔗扁蛾 *Opogona sacchari* (Bojer) ..... 12 - 1
- 13 枣大球蚧 *Eulecanium gigantea* (Shinji) ..... 13 - 1
- 14 落叶松枯梢病菌 *Botryosphaeria laricina* (Sawada) Y. Z. Shang ..... 14 - 1
- 15 杨树花叶病毒 *Poplar mosaic virus* ..... 15 - 1
- 16 红棕象甲 *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) ..... 16 - 1
- 17 青杨脊虎天牛 *Xylotrechus rusticus* L. .... 17 - 1
- 18 冠瘿病菌 *Agrobacterium tumefaciens* (Smith and Townsend) Conn ..... 18 - 1
- 19 草坪草褐斑病菌 *Rhizoctonia solani* Kühn ..... 19 - 1

# 1 松材线虫

*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhrer) Nickle



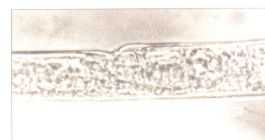
◆ 被害松林



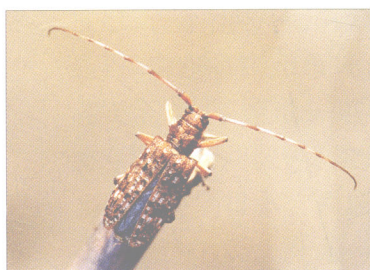
◆ 松材线虫成虫(左雄, 右雌)



◆ 线虫头部



◆ 雌线虫阴门盖



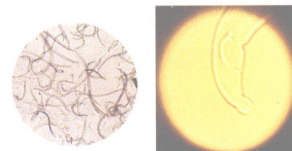
◆ 松褐天牛雌成虫



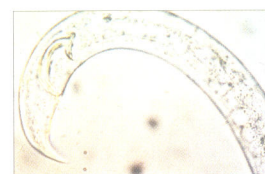
◆ 松褐天牛幼虫



◆ 松褐天牛蛹(左为腹面, 右为背面)



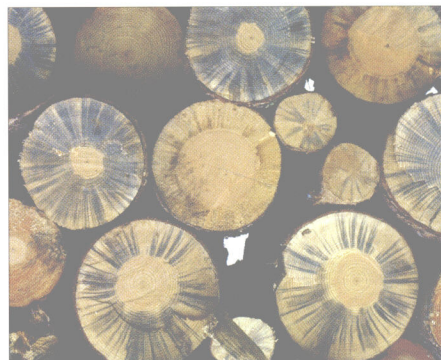
◆ 线虫      ◆ 雌成虫交合刺和交合伞



◆ 雄成虫尾部



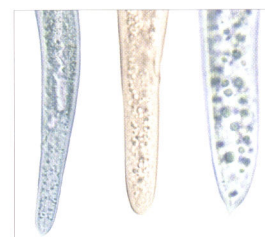
◆ 松褐天牛产卵刻槽



◆ 被害树木材蓝变现象



◆ 被害松树



◆ 雌成虫尾部





- 学名 *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle  
 异名 *Aphelenchoides xylophilus* Steiner & Buhner  
*Bursaphelenchus lignicolus* Mamiya & 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（雨花台区、栖霞区、玄武区、浦口区、江宁区、六合区、溧水县、高淳县），镇江市（润州区、京口区、丹徒区、句容市），常州市（溧阳市、金坛市），无锡市（滨湖区、惠山区、宜兴市），淮安市（盱眙县），扬州市（仪征市），连云港市（连云区），苏州市（吴中区、常熟市），南通市（崇川区）；浙江省杭州市（西湖区、富阳市），宁波市（鄞州区、江北区、镇海区、北仑区、奉化市、余姚市、慈溪市、象山县、宁海县），舟山市（定海区、普陀区、岱山县、嵊泗县），湖州市（吴兴区、长兴县），温州市（乐清市），绍兴市（新昌县），嘉兴市（平湖市）；安徽省合肥市（肥东县），铜陵市（郊区），安庆市（郊区），滁州市（南谯区、明光市、全椒县、来安县、定远县），马鞍山市（雨山区、花山区、当涂县），巢湖市（和县），宣城市（广德县）；江西省赣州市（章贡区）；山东省烟台市（长岛县）；湖北省恩施州（恩施市）；湖南省郴州市（北湖区、苏仙区），益阳市（资阳区、沅江市），常德市（汉寿县）；广东省广州市（白云区、天河区、黄埔区、从化市、增城市），深圳市（龙岗区、宝安区），东莞市，惠州市（惠城区、惠阳区、博罗县、惠东县）；重庆市（涪陵区、长寿区、万州区）；贵州省遵义市（遵义县）；香港特别行政区；台湾省。

**国外** 日本、韩国、葡萄牙、美国、加拿大、墨西哥<sup>[1]</sup>。

## 1.2 寄主植物<sup>[1]</sup>

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. *umberacliflora*、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*、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*、火炬松 *P. taeda*、黄山松 *P. taiwanensis*、黑松 *P. thunbergii*、黄松 *P. thunbergii* × *P. massoniana*、矮松 *P. virginiana* 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* 和北美黄杉（花旗松）*Pseudotsuga menziesii* 等针叶树种。

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*、黑材松 *P. jeffreyi*、红松 *P. koraiensis*、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*、油松 *P. tabulaeformis*、云南松 *P. yunnanensis* 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，我国大陆自 1982 年南京发生该病后，至 2004 年，累计枯死松树 5000 多万株，损失木材超过  $500 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。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地区蔓延，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  $330 \times 10^4 \text{ hm}^2$  多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>[1,2,3]</sup>。1984、1996 年两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>

松材线虫通过松墨天牛 *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<sup>[1]</sup>

松材线虫一生经过卵、幼虫和成虫三个阶段, 依靠松墨天牛完成其侵染循环。

松墨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, 当松墨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。松墨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。当松墨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)、松墨天牛(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>[1,2]</sup>。

对于松墨天牛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月份时, 寄生在死松树体内的松墨天牛开始化蛹, 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(dauerlarvae), 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。在松墨天牛成虫从寄主树中飞出之前, 大量的松材线虫持久型4龄幼虫通过松墨天牛成虫的气



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。携带松材线虫的松墨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，松墨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龄幼虫则通过松墨天牛补充营养所造成的伤口进入健康松树的树脂道中，于是松墨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，同时从松墨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，松墨天牛进入产卵期，那些感染了松材线虫的松树往往又是松墨天牛的产卵对象。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，孵化出的松墨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龄幼虫逐渐向松墨天牛的蛀道移动，然后向蛹室聚集。晚秋，松墨天牛的老熟幼虫向木质部钻蛀虫，在蛀道末端作成蛹室。冬季和翌年春季，松墨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墨天牛移动，被松墨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

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，但以墨天牛属昆虫为最重要的传播媒介。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。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。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，而在我国及几个亚洲国家的传媒昆虫则是松墨天牛 *M. alternatus* Hope，其他几种昆虫均为携带者<sup>[1]</sup>。

松墨天牛又名松褐天牛、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。松墨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>[1,2,4,5,6]</sup>。

松墨天牛在我国的分布十分广泛,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,说明松墨天牛也有向北扩散的趋势<sup>[1]</sup>。松墨天牛的垂直分布可达海拔1658m。在国外主要分布于老挝、越南、日本、朝鲜半岛等地。

松墨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。

### 1.7 传播途径

松材线虫的自然扩散,主要是以松墨天牛成虫的飞翔而进行的。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、建筑等项目建设中,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℃的地区不发生;在年平均气温10~12℃的地区能够生存,零星发生危害;在年平均气温12~14℃的地区可以流行;在年平均气温高于14℃的地区可爆发流行。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℃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>。

在我国,可以初步推断:年平均气温10℃以上的地区应为松材线虫的适生区,结合松材线虫的自然寄主和人工接种寄主植物的分布情况,广东、广西、福建、台湾、香港、浙江、江苏、安徽、上海、重庆、湖北、江西、湖南、海南、云南、贵州、四川、河南、山东、陕西、河北、山西、北京、天津是松材线虫的适生区;辽宁、新疆、西藏、甘肃的部分地区也适合松材线虫的生存。

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

在松墨天牛非羽化期,对发生区的病死树进行全面清理,或采用一次性全面皆伐,彻底伐除发病山头或地块的寄主植物。实施清理病死树和病区皆伐时,所有伐桩高度应低于5 cm,病区除治迹地清理干净,不残留直径1 cm以上松树枝桠。

病死树伐桩可罩塑料薄膜后覆土或磷化铝(1~2粒)进行熏蒸处理,或用虫线清等化学药剂进行喷淋,也可采取连根刨除的方法。清理下山的病枝、根桩等集中指定地点及时烧毁。

病区零星分散的病死树,砍伐后就地将树干和树枝砍成小段,装入专用熏蒸袋(凡直径1 cm以上的枝条和刨出根桩均要全部装袋),再投放磷化铝(20 g/m<sup>3</sup>),密封,至传媒天牛羽化期结束。对滞留于林间的病枝材,亦可采用此法。

在除治区的山顶、山脊、林道旁或空气流通处,选择衰弱或较小的松树作为诱木,于松墨天牛羽化初期,在诱木基部离地面30~40 cm处的3个方向侧面,用刀砍3~4刀,刀口深入木质部约1~2 cm,刀口与树干大致成30°角。用注射器把引诱剂注入刀口内。于当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。

在传媒天牛羽化期,在发病林分设置诱捕器,诱杀松墨天牛成虫。

在发生区于传媒天牛成虫期采用地面树干、冠部喷洒或飞机喷洒绿色威雷(触破式微胶囊剂),750~1200 ml/hm<sup>2</sup>(300~400倍液),或其他内吸性好、下导性强的杀虫剂,分别于松墨天牛羽化初期、盛期进行防治。松墨天牛幼虫幼龄期采用地面树干喷洒虫线清乳油80倍液,喷药量为2~3 L/株。

对有特殊意义的名松古树和需保护的松树,于松墨天牛羽化初期,在树干基部打孔注入虫线光A(Emamectin 安息香酸盐液剂)400 ml/m<sup>3</sup>,或注入虫线清1:1乳剂400 ml/m<sup>3</sup>,进行保护。

在传媒天牛幼虫幼龄期,林间释放松墨天牛的天敌肿腿蜂,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。每年于松墨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,每2/3 hm<sup>2</sup>设一个放蜂点,每点放蜂1万头左右。

伐下的病材,必须进行除害处理,方法见检疫操作办法。

## 参考文献

- [1] 杨宝君,潘宏阳,汤坚,等. 松材线虫病. 北京:中国林业出版社,2003
- [2] 柴希民,蒋平. 松材线虫病的发生和防治. 北京:中国农业出版社,2003
- [3] 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. 北京:中国林业出版社,1996,98~111
- [4] 张星耀,骆有庆. 中国森林重大生物灾害. 北京:中国林业出版社,2003,277~291
- [5] 曾大鹏. 中国进境森林植物检疫对象及危险性病虫. 北京:中国林业出版社,1998,85~89

- [6] 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. 北京:中国农业出版社,1997,302~308

## 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风景名胜地,疫情发生区及毗邻地区,曾调入染疫木材(含原木、锯材、切片)及其制品的城镇、工矿企业、交通干线附近、无线通讯台站、广播电视信号台站、电力线路、仓库、码头、车站、驻军营房、贮木场及加工场(点)、集贸市场,以自然界线、道路为单位进行线路(目测)调查。
- 2.1.2 调查松树的针叶是否有黄绿色、黄褐色、红褐色萎蔫,是否整株枯死或未全部变红仍有部分呈绿色;枯死树针叶在小枝上当年不脱落(如黑松、马尾松等)或脱落(如思茅松);树脂分泌急剧减少,甚至停止;材质干枯,有蓝变现象。
- 2.1.3 调查松树是否有天牛危害的羽化孔、侵入孔、蛀道等痕迹。
- 2.1.4 需进一步确定疫情的,应取样进行分离鉴定。

2.1.4.1 在树干的下部(胸高处)、中部和上部(主侧枝交界处),用斧子、柴刀、木锯或木钻(钻头直径1~1.5 cm)在木质部采集样品。

2.1.4.2 取样时在取样部位剥净树皮和外围木质部,直接砍取100~200 g木片;或剥净树皮和外围木质部,用手摇钻从木质部至髓心钻取100~200 g木屑;或在取样部位分别截取圆盘。样品标签须填写清楚(包括采集地点、寄主、时间、采集人),与样品一起放入塑料袋内,用橡皮筋扎紧,带回室内检验。

#### 2.2 贮木场及加工场(点)、集贸市场调查

- 2.2.1 木材(含原木、锯材、切片)及其制品采取楞垛表面或分层方式设点抽样调查。
- 2.2.2 调查数量每批次按总量( $m^3$ 、垛)的5%~10%抽取,疫情严重的应全部进行抽样调查。

### 2.3 疫情监测

#### 2.3.1 定期普查