



科技服务林改实用技术丛书

国家林业局科学技术司 主持



松材线虫病 诊断与防治技术

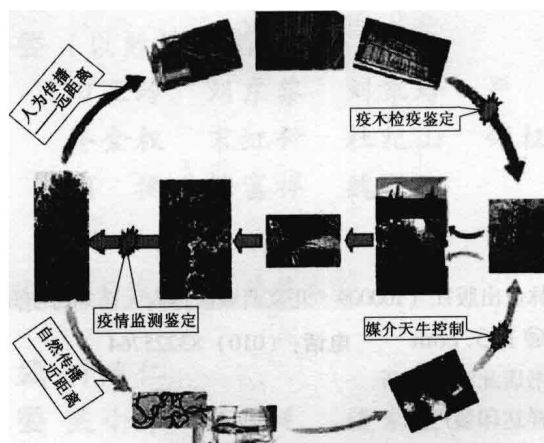
叶建仁 主编

中国林业出版社

• 科技服务林改实用技术丛书 •

松材线虫病诊断与防治技术

叶建仁 主编



中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

松材线虫病诊断与防治技术 / 叶建仁主编. —北京:
中国林业出版社, 2010. 8
(科技服务林改实用技术丛书)
ISBN 978 - 7 - 5038 - 5894 - 9

I. ①松… II. ①叶… III. ①松属 - 线虫感染 - 病虫害防治方法 IV. ①S763. 712. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 155752 号

出 版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区德内大街刘海胡同 7 号)

E-mail: fwlp@163.com 电话: (010) 83225764

发 行: 新华书店北京发行所

印 刷: 三河祥达印装厂

版 次: 2010 年 8 月第 1 版

印 次: 2010 年 8 月第 1 次

开 本: 850mm × 1168mm 1/32

印 张: 2

字 数: 80 千字

印 数: 5000 册

定 价: 10.00 元

“科技服务林改实用技术”丛书

编辑委员会

主 任 贾治邦

副主任 张永利

主 编 魏殿生

副主编 杜纪山 刘东黎 邵权熙 储富祥

编 委 (以姓氏笔画为序)

田亚玲 刘东黎 刘家玲 严 丽

佟金权 宋红竹 杜纪山 邵权熙

闻 捷 储富祥 魏殿生

《松材线虫病诊断与防治技术》

主 编 叶建仁

编 委 吴小芹 陈凤毛 谈家金

潘宏阳 郝德君

我国是一个多山的国家，山区面积占国土面积的 69%，山区人口占全国人口的 56%，全国 76% 的贫困人口分布在山区，山区农民脱贫致富已成为建设社会主义新农村的重点和难点。

山区发展，潜力在山，希望在林。全国 43 亿亩林业用地和 4 万多个高等物种主要分布在山区。对林地和物种的有效开发利用，既可以获得巨大的生态效益，又可以获得巨大的经济效益。特别是随着经济社会的快速发展和消费结构的变化，林产品以天然绿色的优势备受人们青睐，人们对林产品的需求急剧增长，林产品市场价值不断提升。加快林业发展，发挥山区的优势与潜力，对于促进山区农民脱贫致富，破解“三农”难题，推进新农村建设，建设生态文明，具有十分重大的战略意义。

我国林业蕴藏的巨大潜力之所以长期没有充分发挥出来，根本原因在于经营管理粗放、科技含量低。当前，我国耕地亩均产出已达 686 元，而林地亩均经济产出只有 22 元；世界林业发达国家的林业科技贡献率已高达 70%~80%，而我国林业科技贡献率仅 35.4%。特别是我我国林业科技推广工作十分薄弱，大量林业科技成果未被广大林农掌握。加强林业科技推广，把科学技术真正送到广大林农手里，切实运用到具体实践中，已经成为转变林业发展方式、提高林地产出率、增加农民收入的紧迫任务。

实践证明，许多林业科技成果特别是林业实用技术具有易操作、见效快的特点，一旦被林农掌握，就会变

成现实生产力，显著提高林产品产量，显著增加林农收入，深受广大林农群众的欢迎。浙江省安吉市的农民在种植竹笋时，通过砧糠覆盖技术，既提早了竹笋上市时间，又提高了竹笋品质，还延长了销售周期，使农民收入大幅增加。我国的油茶过去由于品种老化、经营粗放等原因，每亩产量只有3~5千克，近年来通过推广新品种和新技术，每亩产量提高到30~50千克，效益提高了10倍。据统计，目前我国林业科技成果已有5 000多项，但在较大范围内推广应用的不多。如果将这些林业科技成果推广应用到生产实践中，必将释放出林业的巨大潜力，产生显著的经济效益，为林农群众开拓出更多更好的致富门路。

近年来，国家林业局科学技术司坚持为林农提供高效优质科技服务的宗旨，开展送科技下乡等一系列活动，取得了显著成效。为适应集体林权制度改革的新形势，满足广大林农对林业科技的需求，他们又组织专家编写了“科技服务林改实用技术”丛书，这是一件大好事。这套丛书以实用技术为主，收录了主要用材林、经济林、花卉、竹子、珍贵树种、能源树种的栽培管理以及重大病虫害防治技术。丛书图文并茂、深入浅出、通俗易懂、易于操作，将成为广大林农和基层林业技术人员的得力帮手。

做好林业实用技术推广工作意义重大。希望林业科技部门不断总结经验，紧密围绕林农群众关心的科技问题，继续加强研究和推广工作；希望广大林业科技工作者和科技推广人员，增强全心全意为林农群众服务的责任心和使命感，锐意进取，埋头苦干，不断扩大科技推广成果；希望广大林农群众树立相信科技、依靠科技的意识，努力学科技、用科技，不断提高科技素质，不断增强依靠科技发家致富的本领。我相信，通过各方面共同努力，林业实用技术一定能够发挥独特作用，一定能够为山区经济发展、社会主义新农村建设做出更大贡献。

賈治邦

2010年7月

松材线虫病 *Bursaphelenchus xylophilus* 是松树上的一种毁灭性传染病，被许多国家列为检疫对象。我国 1982 年在南京首次发现，现已扩散到皖、浙、粤、赣、川等 10 多个省（市），每年发生面积达 10 万公顷，累计枯死松树 5 000 万株，直接经济损失 25 亿元。近年来病害扩散仍然很快，发生市县数量迅速增加，对我国南方 5 亿亩松林以及自然景观和生态环境已造成严重威胁。

松材线虫病自然传播主要借助松墨天牛 *Monochamus alternatus* 成虫在补充营养时将松材线虫从病树传到健康松树上，人为传播则是在调运未经除害处理的病木过程中将携带松材线虫和松墨天牛的疫木及其制品带到了健康松林。分析我国松材线虫病疫情发生特点，病害扩散流行大多由人为传播疫木及其制品引起。

松材线虫病是典型的病原主导性病害，其所到之处即会引起松林大面积死亡，我国南方松林对此病大多是易感病的。因此，必须在松材线虫病防控的几个关键环节，即疫情监测、疫木控制和媒介昆虫防治等方面，实施科学有效的防控，尽快遏制松材线虫病快速扩散蔓延的势头。

目前，在松材线虫病的实际防控工作中，必须尽快解决两方面问题。一方面是病害的及时准确诊断，尤其是发生疫情的省、市、县都应具备这样的能力。另一方面是面对疫情如何采取有效的方法进行科学的防治。

本书在概述了松材线虫病国内外发生状况和病害发

生特点的基础上，重点系统介绍了在松材线虫病诊断和防治中已实际应用并取得较好效果的方法和技术，包括在近年来才广为应用且取得很好成果的松材线虫分子检测鉴定技术和传播媒介松墨天牛引诱捕杀技术等。因此，本书将是一本最新的松材线虫病诊断与防治的实用技术指导书。

作为一本林业实用技术图书，本书在编写过程中注重实用性、针对性和先进性的有机结合。一方面尽可能收集国内外研究的最新成果，另一方面考虑到本书的特点，一些理论上的研究进展和尚在开发中的技术都没有收入。此外，由于我们的学知有限，难免有错误之处或有一些好的方法和技术被遗漏，敬请广大读者指正。

叶建仁

2010年6月

目 录

◆序

◆前言

◆第一章 松材线虫病的发生与危害/1

第一节 国外松材线虫病发生历史与危害现状/2

第二节 中国松材线虫病发生历史与危害现状/4

◆第二章 松材线虫病发生特点/7

第一节 危害树木种类/7

第二节 病害发生过程/11

第三节 病害传播方式/12

第四节 病害分布特点/15

◆第三章 松材线虫病诊断技术/17

第一节 根据外部症状特点进行病害诊断/17

一、当年枯死型/17

二、越年枯死型/18

三、枝条枯死型/18

第二节 根据病树体内有无松材线虫进行病害诊断/20

一、取样/20

二、线虫分离/20

三、松材线虫鉴定/21

◆第四章 松材线虫病防治技术/35

第一节 疫情监测/35

一、人工踏查/35

二、天牛引诱监测/36

• 2 • 目 录

三、	航空遥感监测/37
第二节	疫木检疫/37
一、	疫木抽样技术/38
二、	直观检验/39
三、	线虫分离检测鉴定技术/39
第三节	病害除治/40
一、	清除病死木/40
二、	疫木处理/41
三、	媒介昆虫防治/44
第四节	健树保护技术/51
主要参考文献	/53

第一章 松材线虫病的发生与危害

松材线虫病亦称松树萎蔫病或松树枯萎病 (pine wilt disease), 是由松材线虫 *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buher) Nickle 侵染松树并导致树木迅速死亡的一种危险性森林生物灾害。该病主要危害松属植物, 亦可危害少数非松属针叶树。松树一旦感病很难治愈, 最快的 40 多天即可枯死, 因而被称为松树的“癌症”。由于该病致病力强、传播途径多、危害严重且治理难度大, 世界上已有 40 多个国家和组织如欧洲和地中海植物保护组织 (OEEPE/PEPO)、亚太植物保护组织 (APPPO)、加勒比植物保护委员会 (CPPC) 和泛非植物检疫理事会 (PAPQS) 都将其列为检疫对象。

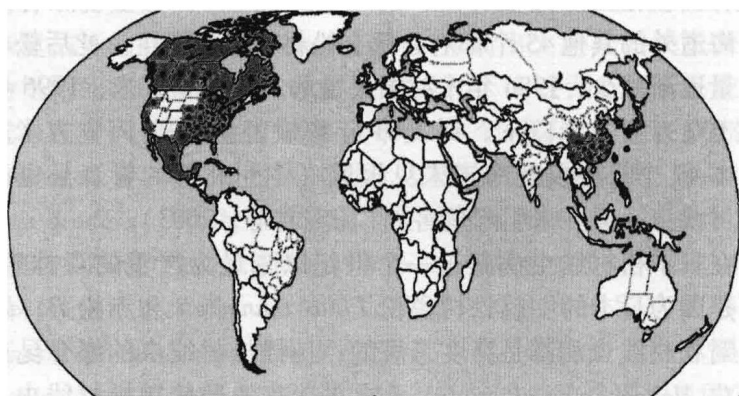


图 1 松材线虫病在世界的分布示意

目前,松材线虫病主要分布于东亚的日本、中国和韩国,美洲的美国、加拿大和墨西哥以及欧洲的葡萄牙(图1)。松材线虫病在欧美国家并未对松林造成严重危害,但在亚洲则引起松树大量死亡,已成为最为严重的林业有害生物之一。

第一节 国外松材线虫病发生历史与危害现状

日本 1905年在九州长崎就有松树枯死现象,1930年代后期松材线虫病在九州岛已普遍分布,1940年代初扩展到12个县(其中7个县在九州岛)。1948年扩展到34个县,出现一个松树死亡高峰,木材年损失量达123万立方米。后来采取了清理病死树措施,到1953年木材损失量降至50万立方米。此后,由于1960年代日本能源转换,石油代替了木材作为燃料,病死松树不能被及时清除,加上松林管理不力和病木的运输,感病面积不断增加。1973年木材损失量超过100万立方米。1978年由于夏季高温、少雨,气候异常,病害暴发,到1979年达历史上被害最高峰,木材损失量高达240万立方米(约为年增长量的10%),感病松林面积相当全国松林面积的1/4。至此,日本全境除青森县和北海道外的其他45个都府县都有松材线虫病发生。此后松林年被害量逐渐减少,1986年木材损失量约100万立方米,1996年后降至100万立方米以下,到2001年底被害量为91万立方米。目前日本47个县中仅北海道未见报道(本州北部的青森县也已发现松材线虫,但并未引起危害)(杨宝君等,2003)。

在日本松材线虫病是近一个世纪以来最为严重的森林病害,主要是因为日本的主栽松树黑松 *Pinus thunbergii* 和赤松 *P. densiflora* 对松材线虫病都是高度感病的;传播松材线虫的媒介昆虫松墨天牛 *Monochamus alternatus* 又能非常有效地传播松材线虫,每只天牛携带的松材线虫量平均15 000条以上,最多可达280 000条;且日本大部分地区的气候(主要是温度)适宜松材线虫病的

流行。据统计,日本现有松林 266 万公顷,目前松材线虫病疫区占松林面积的 25%,感染松材线虫的松林面积约为 35 万公顷,日本政府每年用于该病防治的专项经费超过 50 亿日元。

韩国 1988 年 10 月在釜山金顶山枯死的赤松和黑松中发现松材线虫,发病面积约 100 公顷。釜山市森林面积为 1.8 万公顷,而赤松和黑松占 70%。该市对此病及时采取伐除并销毁病死松树、松墨天牛羽化补充营养时飞机喷洒杀螟松等措施,有效控制了病害。1997 年在南部的威安和求礼两地发现了松材线虫病,1998 年又在晋州发现了松材线虫病。至 1998 年,在上述 4 个发病疫点中受害松林面积约为 770 公顷。由于韩国的主要松种也是对松材线虫易感的赤松和黑松,而松墨天牛在韩国东南沿海地区分布普遍,致使该病不断扩展蔓延。至 2000 年,松材线虫病发病面积达 1 677 公顷,2001 年达 2 575 公顷。到 2003 年年底,韩国松材线虫病除釜山外,已经分布在 Ulsan、Kyungnam 和 Kyungbuk 等省,面积约 3 000 多公顷 (S C, 2004),对韩国松林造成了极大的威胁。

美国 1934 年美国曾报道在蓝变松木中发现松材线虫,由于当时并不知其会引起松树死亡,故一直未被重视。直至 1979 年在密苏里枯死的欧洲黑松 *Pinus nigra* 中分离出大量松材线虫并已知其为松树死亡的病原后,才对该病展开了广泛调查,结果发现松材线虫在美国普遍存在,病害分布在 36 个州以上,除在欧洲赤松 *P. sylvestris* 等 20 多种松属树种上发现有松材线虫外,还在雪松 *Cedrus deodara* (Roxb.) Loud.、欧洲落叶松 *Larix deciduas* Mill. 和白云杉 *Picea glauca* (Moench) Voss 等针叶树的枯死木中发现有松材线虫。在北美,松材线虫的媒介昆虫有卡罗来纳墨天牛 *Monochamus carolinensis*、南美松墨天牛 *M. titillator*、白点墨天牛 *M. scutellatus* 等多种,这些天牛携带松材线虫数量平均 1 000 条。

尽管松材线虫在美国分布普遍,但对松林并未引起危害,只是在观赏林、防风林及生产圣诞树的外来松上零星发生。而且这

种病害多发生在又干又热的夏季，正常年份发病很轻。接种试验表明，美国本土生长的松树对松材线虫具有抗性。真正引起美国政府注意该病的是，由于松材线虫的存在，美国出口木削片的数量受到很大的影响。

加拿大 1983年首次在马尼托巴省被矮槲寄生危害的班克松 *Pinus banksiana* 木材中发现松材线虫。从1985年起，加拿大开始对松材线虫及其媒介昆虫进行调查，1986年，在西黄松 *P. ponderosa*、扭叶松 *P. contorta*、山白松 *P. monticola* 等松树上分离到松材线虫，到1990年确定松材线虫在南部各省均有分布，包括安大略、魁北克、新不伦瑞克和纽芬兰等9个省。松材线虫在加拿大存在及引起经济损失与美国情况基本相似，主要是影响木材和木削片出口。

墨西哥 1992年3月于墨西哥 LaBotella 地区的松树 *P. estevesii* 原木上发现松材线虫。据报道，松材线虫是媒介昆虫产卵时传到死亡或濒死松树上的，在墨西哥松树和冷杉上有褐点墨天牛 *Monochamus notatus*，在伊达尔戈州的展叶松 *P. patula* 上有 *M. rubiginus* Bates。但未发现关于松材线虫危害松林的进一步报道。

葡萄牙 1999年Mota等人对葡萄牙的海岸松 *P. pinaster* 上滑刃类线虫进行调查时，在马拉特卡地区的 Herdade Vale de Landeira 和 Herdade Moinho Novo 枯死的海岸松木材中发现松材线虫 (Mota, 1999)，其媒介昆虫为加洛墨天牛 *M. galloprovincialis*。这是欧洲首次报道发现松材线虫。2008年，松材线虫病从葡萄牙南部扩散到了葡萄牙北部，对周边的西班牙等国家构成了很大威胁。

第二节 中国松材线虫病发生历史与危害现状

中国大陆地区于1982年在江苏南京中山陵黑松上首次发现松材线虫病 (孙永春, 1982; 程瑚瑞, 1983); 随后该病先后在广

东深圳（范军洋，1987）、安徽马鞍山与和县（1988）、山东长岛（1990）、浙江象山（1991）、上海（1999）（2003年已根除）、湖北恩施（2000）等地发生；2001年又分别在重庆长寿区、福建三明发现（国家林业局，2002年）；2003年在江西赣州、湖南郴州和贵州遵义发现（国家林业局，2004）；2004又在云南德宏州畹町发现（国家林业局，2005）。至2007年，全国已有14个省（自治区、直辖市）的185个县发生松材线虫病（图2）。发病面积达7.1万公顷（国家林业局，2007）。累计枯死松树5 000多万株，损失木材超过500万立方米（图3）。目前新疫点仍在不断增加，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（图4），对我国南方广泛栽植的3 400万公顷松林和重要生态区域构成了严重威胁。迄今松材线虫病所造成的直接经济损失已达42亿元，间接经济损失250亿元（李永成，2006）。1984，1996年两次被列入全国森林植物检疫对象名单。

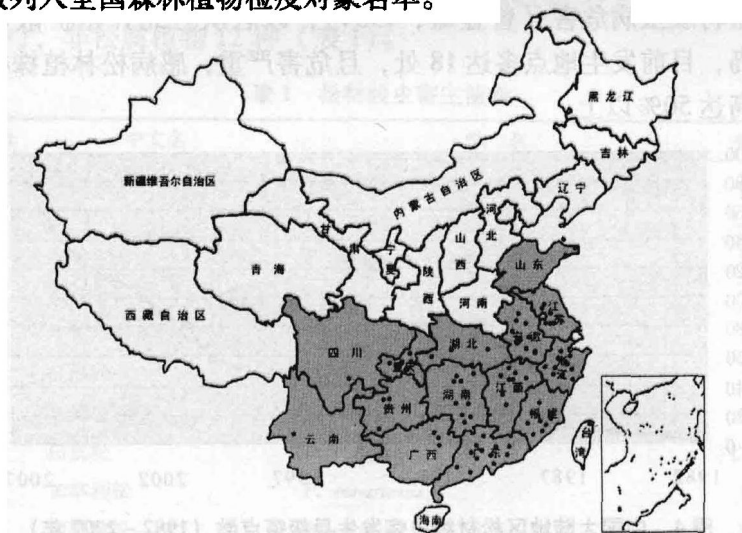


图2 松材线虫病在中国的分布示意

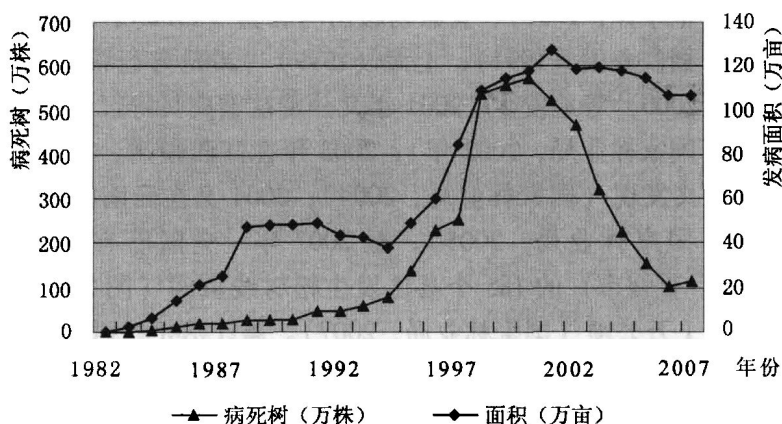


图3 中国大陆地区松材线虫病发生情况（1982~2007年）

中国香港地区早在1979年前，就已见病害的零星发生，1980年引起马尾松和湿地松植株枯死，1982年证实为松材线虫危害所致（程瑚瑞，1988）。台湾1983年在台北县石门乡的琉球松林发现松材线虫病危害（曾显雄，1984），以后从台北开始扩散至北半岛，目前发生地点多达18处，且危害严重，感病松林植株枯死率高达50%以上。

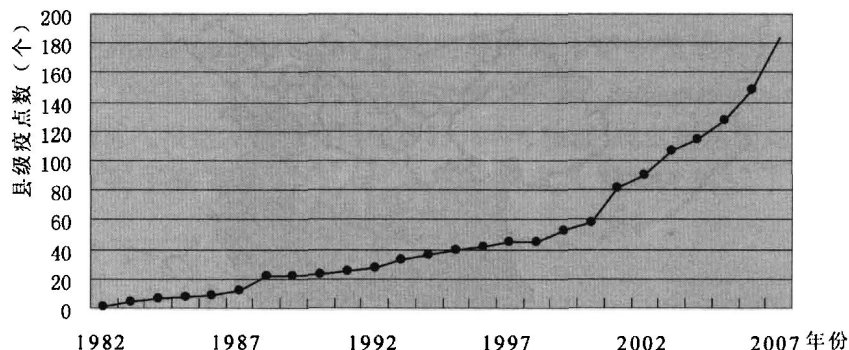


图4 中国大陆地区松材线虫病发生县级疫点数（1982~2007年）

第二章 松材线虫病发生特点

第一节 危害树木种类

松材线虫可寄生 106 种针叶树，其中松属 *Pinus* 植物 81 种（包括变种、杂交种），雪松属 *Cedrus*、冷杉属 *Abies*、云杉属 *Picea*、落叶松属 *Larix* 和黄杉属 *Pseudotsuga* 等非松属针叶树 25 种。在自然条件下感病松属植物有 45 种（其中中国 12 种），非松属植物 13 种；在人工接种条件下感病的松属植物 34 种（其中中国 5 种），非松属植物 12 种（表 1）。

表 1 松材线虫寄主植物

序号	中文名	学 名	备注
1	奄美岛松	<i>Pinus amamiana</i>	NH
2	华山松	<i>P. armandii</i>	CNH
3	台湾果松	<i>P. armandii</i> var. <i>mastersiana</i>	NH
4	墨西哥白松	<i>P. ayacahuite</i>	IH
5	布拉墨西哥白松	<i>P. ayacahuite</i> var. <i>brachyptella</i>	IH
6	瘤果松	<i>P. attenuata</i>	IH
7	北美短叶松	<i>P. banksiana</i>	NH
8	白皮松	<i>P. bungeana</i>	CNH
9	加拿利松	<i>P. canariensis</i>	IH
10	加勒比松	<i>P. caribaea</i>	NH
11	瑞士石松	<i>P. cembra</i>	NH