

团 体 标 准

T/JSF XXXX—2XXX

植保无人机施药防治松材线虫病技术规程

Technical regulations for control of pine wood nematode disease by crop
protection unmanned aircraft vehicle spraying

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

江苏省林学会 发 布

目 次

前言-----III

1 范围-----1

2 规范性引用文件-----1

3 术语和定义-----1

4 作业设计-----2

 4.1 作业区域选择-----2

 4.2 植保无人机机型选择-----2

 4.3 飞防作业人员-----2

 4.4 植保无人机的操作-----3

 4.5 起降场-----3

 4.6 农药-----3

 4.7 作业期-----3

 4.8 飞行设计-----3

 4.9 作业计划-----4

5 作业准备-----4

 5.1 组织协调-----4

 5.2 农药准备-----4

 5.3 飞行区域-----4

 5.4 飞行报备-----4

 5.5 公示公告-----5

 5.6 飞防时间-----5

 5.7 气象条件-----5

6 飞行作业-----5

 6.1 试航-----5

 6.2 装药-----5

 6.3 定位与导航-----5

 6.4 作业-----5

7 作业质量测定-----5

 7.1 无人机喷洒质量检测-----5

8 防治效果评价-----5

 8.1 最终残留试验-----5

 8.2 无人机漏喷监测-----5

8.3 植保无人机防治效果的综合评价-----	6
9 安全注意事项-----	6
9.1 现场因素-----	6
9.2 多架无人机飞行情况-----	6
9.3 操作安全-----	6
附录 A（资料性附录）植保无人机机型及性能-----	7
A.1 大疆 T40 农业无人机-----	7
A.2 极飞 P100 农业无人机-----	7
A.3 全丰航空自由鹰 DP 无人机-----	7
A.4 汉和 V50 植保无人机-----	7
附录 B（规范性附录）飞防机型作业参数（低容量喷雾）-----	8
附录 C（资料性附录）无人机技术参数调整和确定计算公式-----	9
C.1 每个小班用药量计算公式-----	9
C.2 每秒作业面积-----	9
C.3 每架次有效作业时间计算公式-----	9
附录 D（资料性附录）作业质量测定方法-----	10
D.1 喷洒量测定方法-----	10
D.2 有效喷幅宽度测定-----	10
D.3 雾滴覆盖密度测定方法-----	10
D.4 雾滴分布均匀度测定方法-----	10
附录 E（规范性附录）防治效果计算公式-----	11
E.1 松墨天牛羽化时间监测-----	11
E.2 飞防普查统计表-----	11
E.3 每亩枯死树量-----	11
E.4 枯死株降低率-----	11
E.5 防治效果-----	12
参考文献-----	13

前 言

本标准严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则》的要求进行起草。

本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由江苏省林学会提出并发布。

本标准由南京生兴有害生物防治技术股份有限公司；江苏省林业科学研究院；安徽永宸有害生物防治有限公司；广东博幻生态科技有限公司；江西梁希林业有限公司；西安绿洋农林科技有限公司；安徽禾本林业综合服务有限公司；宣城强林林业科技有限公司起草。

本标准主要起草人：谢实猛；丁志鹏；柴忠心；徐福元；柴寅初；鲍友山；许嘉麟；乔钰航；王晨；贾玉娟；董晓燕；田伟龙；张浩伟；秦正文；吉凯；王昭鑫；解春霞；邢家宝；汪海生；刘华；周志新；韩永；王建立；王伟；张磊，邓绍峰，巫春杰；林强；杨慧。

植保无人机施药防治松材线虫病技术规程

1 范围

本标准规定了无人机喷洒农药防治松材线虫病的作业设计、作业准备、飞行作业、作业质量测定和防治效果检查及安全注意事项等要求。

本标准适用于利用植保无人机喷洒农药防治松材线虫病。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

《无人机驾驶航空器飞行管理暂行条例》（国令第 761 号）

GB/T 25415 航空施用农药操作准则

MH/T 1026 飞机施用农药规范

NY/T 3213 植保无人飞机质量评价技术规范

T/CCPIA 019 植保无人飞机安全施用农药作业规范

NY/T 788 农作物中农药残留试验准则

NY/T 1276 农药安全使用规范总则

GB/T 8321（所有部分）农药合理使用准则

CCAR 61 民用航空器驾驶员、飞行教员和地面教员合格审定规则

CCAR 91 一般运行和飞行规则

3 术语和定义

下列术语和定义适于本标准

3.1 松材线虫病 pine wilt disease

由松材线虫寄生在松树体内引起松树迅速死亡的一种毁灭性林木病害。又称松树萎蔫症、松材线虫萎蔫症、松树枯萎病。

3.2 无人机施药防治 unmanned aircraft vehicle spraying

无人机飞防是通过短时期、大面积喷洒农药防治松材线虫病。

3.3 植保无人机 crop protection unmanned aircraft vehicle

配备农药喷洒系统，用于植保作业的旋翼无人机。

3.4 飞控手 operator

通过植保无人机厂家或植保无人机飞行资质认证机构培训并获得飞行证书的，负责飞行期间操控植保无人机的人员。

3.5 手动控制模式 manual control mode

通过人工操作遥控器控制飞行航迹和作业任务等的作业控制模式。

3.6 喷幅 swath

植保无人机在一定高度上均匀飞行作业时垂直于作业航线上的有效农药喷洒宽度。

3.7 飞行高度 application altitude

植保无人机作业时机具喷头与受药面的相对距离。

3.8 单架次最大作业时间 single application time

植保无人机在额定起飞质量条件下，单架次内在林间作业的最长时间。

3.9 特殊标志物 special landmarks

常见特殊标志物主要为高压线、烟囱、楼房等高大建筑物，鱼、虾、蜂、蚕、畜禽等养殖场，高速公路、铁路、机场和信号塔等容易干扰无人机飞行的场所，以及湖泊、河流、果园、敏感场所等不宜实施飞防作业的区域。喷药过程中要注意规避。

3.10 雾滴及雾滴大小 droplet and droplet size

雾滴是指直径在 $1000\ \mu\text{m}$ 以下的球状液体颗粒。植保无人机施药防治松材线虫病要求雾化粒径 $50\ \mu\text{m}\sim 300\ \mu\text{m}$ 。

3.11 漂移 drift

在喷药过程中或者喷药后，在非可控因素影响下，药滴在空中从标靶区飘移到非标靶区的一种物理运动。农药飘移包括蒸发飘移和随风飘移。

3.12 药害 pesticide pollution

在飞防过程中或者飞防后，因喷洒农药引起的危害。包括农药引起植物发生的病态反应、配药人员因防护不当受到的伤害以及对非靶标生物的危害等。

3.13 隔离带 buffer zone

植保无人机作业不同处理区域之间的间隔地带。

4 作业设计

4.1 作业区域选择

根据松材线虫病发生的小班危害程度、地点、面积等确定作业区域，选择松材线虫病疫区相邻的小班，在小班区域内进行作业，尽可能的选择纯林，远离鱼塘、桑、蚕、蜂养殖场等区域，并绘制飞行作业轨迹。

4.2 植保无人机机型选择

植保无人机应符合 NY/T 3213 和 MH/T 1026 的要求，根据飞防作业区地形地势、林木分布、林分条件、天气条件、作业人员、农药安全科学施用、环境安全要求和防治作业效果等选择适宜的机型。常选用机型和性能见附录 A。

4.3 飞防作业人员

作业人员应符合 T/CCPIA 019 的要求，包括飞控手、辅助作业人员、安全负责人员。飞控手及辅助负责人负责无人机的操作，以及确定是否可以安全的进行现场作业，确保安全的使用农药。作业人员应与植保无人机保持 5 米以上安全距离。

4.3.1 飞防操控人员

操作人员必须经过相关机构或无人机生产企业的培训，并取得相应的培训合格证书，飞行操控作业必须符合国家有关部门颁发的法律法规要求：应掌握病虫害发生规律与防治技术及安全用药技能，了解无人机基本结构、飞行原理、农药风险及具有中毒事故应急处置能力，并做好个人防护，严禁酒后及身体不适状态下操控，对农药过敏者严禁操控。

4.3.2 飞防辅助人员

辅助作业人员包括药液配制、灌装人员，以及地面指挥人员、无人机电池充电等，所有人员应熟悉作业流程，安全用药常识和掌握正确的操作步骤，并做好个人防护。了解农药风险，掌握自我防护知识，并在发生农药中毒事故时能采取相应的补救措施。

4.3.3 飞防安全负责人员

通过相应的质量、环境与健康安全培训指导、督查和保障作业现场人员、机械、环境安全的人员。

4.4 植保无人机的操作

操作过程中，按照既定的航线和作业参数进行作业，不应随意改变航线和飞行参数；实时关注植保无人机运行状况观察硬件设备以及喷洒系统是否正常工作，每一架次降落后应进行无人机重要部位的检查；施药过程中遇喷头堵塞情况时，应立即关闭水阀，将无人机停至空旷处，先用清水冲洗喷头，排除故障。

4.5 起降场

可就近选择地势平坦、无坡度（坡度 $<1\%$ ）的路面或地面，无障碍物阻挡无人机起降的地面。起降场应备有水、药剂、沉降剂、配药桶、水桶、搅拌棒、电子称等，使用野外临时起降场，做好杂物清扫、抑制扬尘、防暑降温等装备和物资。

4.6 农药

4.6.1 农药选择

根据作业区树木生长情况及病虫害发生情况，选择符合 GB/T 8321 和 NY/T 1276 规定，适合植保无人机飞防要求的合格产品。

4.6.2 沉降剂

选择尿素或者盐作为沉降剂。

4.6.3 剂型

选择可直接喷洒或兑水稀释的液体制剂。常用的剂型是乳油、微乳剂、悬浮剂等。

4.6.4 农药配置

按照农药使用说明或咨询当地农药植保部门或委托人要求，确定农药品种、剂型、剂量，多种药剂混配时注意药剂间混配的相容性，现配现用，过滤后进药箱。

4.7 作业期

防治对象为松材线虫，作业期应在媒介天牛开始羽化后 40 天~60 天。防治对象为媒介天牛，作业期应在天牛羽化高峰期，具体时间可设置天牛诱捕器进行监测，不同地区开始监测时间可参考附录 E 表 1。

4.8 飞行设计

4.8.1 航带

以作业区长边方向为航带方向，尽量减少重复喷洒，在地形复杂的地方，按道路或河流的走向来确定航带，航带之间相隔差距应适宜，保证有效喷幅无缝连接。

4.8.2 作业方式

飞行作业方式分单程式、复程式、穿梭式、自由式。在林带常用穿梭式、复程式或单程式飞行。

4.8.3 技术参数

每条喷幅的两侧要有一定的重叠区域。飞防机型作业参数见附录 B。

根据选用农药特性、作业的范围、地形情况、喷洒设备情况，调整作业技术参数（计算公式见附录 C）。

植保无人机与松树树冠的相对高度应为 10 m~15 m，飞行路径与设定路径平均偏差应 $<10\text{ m}$ ，飞行速度 $2\text{ m/s}\sim 4\text{ m/s}$ ，雾滴 $50\text{ }\mu\text{ m}\sim 300\text{ }\mu\text{ m}$ 。

4.9 作业计划

实施单位在防治开始前制定作业计划，内容包括飞防的小班基本情况和计划方案。作业计划经主管部门审核批准后，向空域和航空主管部门提出飞行申请。

4.9.1 作业区基本情况

小班的位置（GPS）坐标、行政隶属、地形地势、林相、气候因素、交通状况等。

4.9.2 作业方案

作业区面积、飞防的时间、飞防面积、用药种类、特殊标注物、作业方式、有效喷幅、航高、航带、选用机型及数量、起降场地、用药量、作业架次、飞行时间、作业的组织 and 顺序安排等。

5 作业准备

5.1 组织协调

飞防区所在地应成立由空域、机场、交通、公安、财政、气象、林业、桑蚕公司、养蜂协会等部门、单位组成的飞防协调指挥机构，统一组织协调飞防工作。

5.2 农药准备

药液按照 NY/T 1276 的规定配制，严格按照药物特性、飞防面积、温度、风速等情况，添加飞防助剂，混配均匀无沉淀后装机。配置药液要按照两步稀释法充分溶解药物并三次清洗空包装。

5.3 飞行区域

5.3.1 禁飞区

严禁在净空区飞行作业，严禁在雷雨、大风天气飞行作业，严禁在 10 万伏及以上的变电站和高压线 100 米范围内飞行作业，严禁在铁路和高速公路两侧 300 米范围内、高铁要求 500 米以上、省级以上公路两侧 100 米范围内飞行作业。

5.3.2 飞行区

将飞防区域小班图和定位系统一一对应，制定飞防轨迹。

5.4 飞行报备

填写飞防区调查规划表，其中应包括作业区域所处的地理位置，地形情况，有无妨碍作业的障碍物，作业区内是否有草场、鱼塘、桑、蚕、蜜蜂等，周边种植作物、高度及作物详细情况。同时向所在地区林业局、乡（镇、场）、村各一份备案。

5.5 公示公告

飞防作业前，在飞防区域各村张贴飞防注意公告，请各乡镇政府、村委会帮助宣传和做好防毒工作，向飞防所在地公告飞防时间、飞防区域、安全注意事项，因气候因素导致作业期发生变化时，及时通知更正。

5.6 飞防时间

选择在晴天早上 9 点前，傍晚 4 点后施用，避免正午阳光直射时用药，有条件的，可夜间飞行。

5.7 气象条件

作业前应该在作业的高度测量准确的风向和风速，记录并判断是否适合无人机作业：风速 $<3\text{ m/s}$ 适合飞防。晴天，无雾，飞防作业 24 小时内无雨；施药温度不适宜超过 35°C ，相对湿度 30%~90%；能见度 $>2\text{ km}$ ；同时需要了解飞防作业区局部小气候和气流情况。记录飞防期间（3 天内）气象条件。

6 飞行作业

6.1 试航

正式作业前，用清水进行试航试喷，调整喷洒设备，进行空中视察，熟悉作业区地形地势。

6.2 装药

按照作业方案要求装载药量。

6.3 定位与导航

采用定位系统定位与导航。

6.4 作业

按照植保无人机操作要求和作业设计要求进行作业，记录作业时间、地点、气候状况、每架次药物装载量等。

7 作业质量测定

作业质量用喷洒量、有效喷幅宽度、雾滴覆盖密度等表示，测定方法见附录 D。

7.1 无人机喷洒质量检测

无人机喷洒作业区悬挂雾滴卡，分别在航线经过的林下和林中空地（相当于林冠层）设 3 点，每一处理分别设置 20 片~30 片，雾滴卡之间间隔 $\geq 5\text{ m}$ ，于飞防后 1 小时左右收取雾滴卡片，分别编号登记，带回室内，在显微镜下观测每个雾滴卡片上每平方厘米雾滴数及雾滴直径。测定方法见附录 D。

8 防治效果评价

8.1 最终残留试验

参照 NY/T 788 规定执行。

8.2 无人机漏喷监测

在智能遥控器上查看无人机飞行轨迹，并根据飞行轨迹与飞防作业区的吻合度，确定飞防任务是否出现漏喷情况；或在飞防作业区的空旷地设置雾滴卡（设置数量不少于 20 个），检查是否有雾滴存在；结合两者监测植保无人机的漏喷现象，漏喷覆盖率 $\leq 5\%$ ，否则，需要进行补喷。

8.3 植保无人机防治效果的综合评价

在松材线虫病发病高峰期过后（一般在 10 月底后），抽样调查对照区和无人机防治作业区病死树数量，并对比往年病死树发生情况，对植保无人机防治效果进行综合评价，测定方法见附录 E。

9 安全注意事项

9.1 现场因素

现场对照小班图和卫星定位图，严格按照小班边界及山场情况规划航线，确保飞行安全；作业开始后，无特殊情况任何人不得干扰无人机操控手作业；作业开始时应检查作业地块及周边障碍物情况，确保安全的情况起飞。

9.2 多架无人机飞行情况

同一地块或区域有 2 架及以上无人机同时作业时，要事先做好线路规划，避免在作业重叠区飞行，之间保持 10 米以上的距离，且降低作业飞行速度，飞行速度应 $< 5\text{m/s}$ 。

9.3 操作安全

为保证作业安全，必须关闭无人机电源后才能进行加药工作和收无人机。

作业现场，操控手及辅助作业人员应注意个人安全防护，要穿专业的防护服、佩戴口罩，手套，防护眼镜等。

作业现场，要避免在现场进食、喝水等，工作完毕后及时用肥皂水洗手和身体裸露部位。

野外起降场由飞防安全负责人做好管理，用道路安全警示柱做好安全防护范围，禁止无关人员和车辆进入。

使用过的药桶和剩余的药剂应妥善保管，飞防完成后，对空桶等容器应集中清洗，无人机用清水清洗后收起装载。

附录 A

（资料性附录）

无人机机型及性能

A.1 大疆 T40 农业无人机

整机重量（含电池）50kg，最大喷洒起飞重量 90kg（海平面附近），最大轴距 2160mm，2800mm×3150mm×780mm（机臂展开，桨叶展开），1590mm×1930mm×780mm（机臂展开，桨叶折叠），1125mm×750mm×850mm（机臂折叠），悬停精度启用 RTK：水平±10cm，垂直±10cm，未启用 RTK：水平±60cm，垂直±30cm（雷达功能启用：±10cm），RTK 使用频段 GPS L1/L2，GLONASS F1/F2，BeiDou B1/B2，Galileo E1/E5，GNSS 使用频段 GPS L1，GLONASS F1，Galileo E1，空载悬停时间 18.5min（@30000mAh & 起飞重量 50kg），喷洒满载悬停时间 7.5min（@30000mAh & 起飞重量 90kg），可设置最大飞行半径 2000m，最大可承受风速 6m/s，最大飞行高度 30m。

A.2 极飞 P100 农业无人机

空机质量（含电池）48kg，额定起飞质量 88kg（额定喷洒起飞质量），对称电机轴距 1780mm，2487mm×2460mm×685mm（桨叶展开，搭载睿喷系统），1451mm×1422mm×675mm（桨叶折叠，搭载睿喷系统），1451mm×1422mm×645mm（不含桨叶，搭载睿喷系统），悬停精度启用 RTK：水平±10cm，垂直±10cm，未启用 RTK：水平±0.6m，垂直±0.3m，GNSS 使用频段：GPS：L1/L2；GLONASS：L1/L2；BDS：B1/B2；Galileo：E1/E5b，空载悬停时间 17min（@20000mAh x2 & 起飞重量 48kg），喷洒满载悬停时间 7min（@20000mAh x2 & 起飞重量 88kg），最大飞行距离 2000m，最大飞行速度 13.8m/s，最大飞行高度 30m。

A.3 全丰航空自由鹰 DP 无人机

整机质量（不包括农药质量）42kg±1kg，药箱容量 18L，最大施药量 18L，轴距 1724mm，整机尺寸（长×宽×高）2485mm×2255mm×850mm，工作时间≤10min，续航时间≥10min，主旋翼材料：复合材料，喷洒离作物高度 1m~3m，喷头流量 2.24L/min。

A.4 汉和 V50 植保无人机

最大喷洒起飞重量 83.6kg，药箱容量 40L，折叠式六旋翼，悬停精度（RTK 信号良好）启用 RTK：水平±10cm，垂直±10cm，悬停精度（3D 信号良好）：水平±0.5cm，垂直±0.5cm，留空时间（最大空载）20min，最大自主作业飞行速度 7m/s，最大手动飞行速度 10m/s，最大飞行海拔高度 3000m，最大可承受风速 8m/s，工作环境温度 0℃~45℃，推荐工作环境湿度≤90%。

附录 B
(资料性附录)
飞防机型作业参数 (低容量喷雾)

表 1 飞防机型作业参数

机型	作业参数				
	作业时速 (m/s)	航高 (m)	喷幅范围 (m)	每架次载重量 (L)	每架次作业时间 (min)
大疆 T40 农业无人机	2	15	11	40	10
极飞 P100 农业无人机	3	15	10	40	7
全丰航空自由鹰 DP 无人机	2	15	6	18	10
汉和 V50 植保无人机	7	15	9	40	7

[illegible]

式中:

M ——每小班的用药量 (kg)

 S ——总面积 (亩)

W ——每亩的喷洒量 (kg/亩)

 n ——稀释倍数

$$S_v = \frac{V \times B}{667} \cdot \dots \quad (2)$$

式中:

 S_V ——每秒作业面积 (亩/s) V ——飞行速度 (m/s) B ——喷幅宽度 (m)

$$T = \frac{S_s}{S_v} \cdot \dots \cdot \quad (3)$$

式中:

T ——每架次有效作业时间 (s)

 S_s ——每架次作业面积 (亩) S_v ——每秒作业面积 (亩/s)

附录 D

(资料性附录)

作业质量测定方法

D.1 喷洒量测定方法

根据装药量、有效作业时间、飞行速度和所采用的喷幅宽度，按式(4)计算喷洒量。实测喷洒量与设计喷洒量的相对偏差不应大于 10%。

$$W = \frac{\sum L}{T_0} \times \frac{667}{V \times B} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

W ——每公顷喷洒量 (kg/亩)

$\sum L$ ——各喷头总流量 (kg)

T_0 ——测定时间 (s)

V ——飞行速度 (m/s)

B ——喷幅宽度 (m)

D.2 有效喷幅宽度测定

在与飞行垂直方向（飞行方向应与风向平行或与风向成 20° 以内的夹角），由中心向两侧每隔 5 米在林间空旷地上设 1 采样点，按顺序放 1 排（约 100 米）雾滴卡为采样片。若有障碍物时，雾滴卡应置于高出障碍物的支架上。飞行作业 30min 后，收集雾滴卡，用 10×4 或 10×3 的放大镜检查雾滴数。一般要求：常量喷雾雾滴 50 个/cm² 以上、低量喷雾雾滴 20 个/cm² 以上、超低量喷雾雾滴 10 个 /cm² 以上为有效喷幅宽度。

D.3 雾滴覆盖密度测定方法

与有效喷幅宽度测定同时进行。用 10×4 或 10×3 的放大镜，每个采样片观测 1 cm²~3 cm² 面积上的雾滴数，计算每个样片及每次检测的平均覆盖密度。覆盖密度一般要求，常量喷雾 30 个/cm²~50 个/cm²，低容量喷雾 15 个/cm²~30 个/cm²，超低容量喷雾 5 个/cm²~20 个/cm²。

D.4 雾滴分布均匀度测定方法

雾滴分布均匀度用雾滴覆盖密度的变异系数表示。变异系数由各个采样点的雾滴覆盖密度按式(5)计算。变异系数愈小，雾滴分布愈均匀。一般要求不大于 70%。

$$C_v = \frac{SD}{X} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

C_v ——变异系数 (%)

SD ——标准差

X ——雾滴平均覆盖密度 (个/cm²)

附录 E
(规范性附录)
防治效果计算公式

E.1 松墨天牛羽化时间监测

表2 松墨天牛羽化时间监测

地区	设置时间
黑龙江、吉林、辽宁	5月中旬
河南、山东、陕西	5月上旬
四川、重庆、湖北、安徽、江苏	5月上旬
贵州、湖南、江西、福建、浙江	4月上旬
广东、广西	3月底

E.2 飞防普查统计表

表3 飞防普查统计表

地点/小班	面积/亩	普查日期	往年枯死树/棵	新增枯死树/棵
××村	×	××年×月×日		
××村	×	××年×月×日		

E.3 每亩枯死树量

$$K = \frac{m}{S} (7)$$

式中:

K ——每亩枯死棵树 (棵/亩)

 m ——飞防小班死亡松树增加数量（棵） S ——飞防小班面积（亩）

E. 4 枯死株降低率

[illegible]

式中:

N ——枯死株降低率（%）

D_w ——防治前平均每亩枯死株数（棵）

D_j ——防治后平均每亩枯死株数（棵）

E.5 防治效果

$$K = \frac{N_f - N_{ck}}{1 - N_{ck}} \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

式中：

K ——防治效果（%）

N_f ——防治区枯死降低率（%）

N_{ck} ——对照区枯死降低率（%）

参考文献

- [1]棉花应用大疆 T16 无人机飞防的操作技术要点
 - [2]中华人民共和国民用航空法
 - [3]湖北崇阳县应用 Sma1-007 菌剂防治松材线虫病效果
-