



杀虫烟剂 在林业上的应用

中华人民共和国林业部
林政司森林保护处编

中国林业出版社

杀虫烟剂在林業上的应用

中华人民共和国林業部
(林政司森林保护处編

中国林業出版社

1958年·北京

版权所有 不准翻印

杀虫烟剂在林业上的应用

中华人民共和国林业部林政司森林保护处编

中国林业出版社出版

(北京安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业登记证出字第007号

工人出版社印刷厂印刷 新华书店发行

31"×43"/32· $\frac{7}{8}$ 印张·19,000字

1958年3月第1版

1958年3月第1次印刷

印数:0001—6,000册 定价:(9)0.13元

统一书号:16046·348

目 录

前言	1
关于杀虫烟剂的一般概念	2
一、化学防治法的重大改进	2
二、什么是杀虫烟剂和雾剂	2
三、杀虫烟剂的特点	5
烟剂对森林害虫的毒效	6
使用烟剂的主要条件	8
一、气象条件	8
二、地形条件	14
怎样在林内放烟	17
一、准备工作	17
二、放烟的技术和方法	20
三、放烟后的工作	25
四、注意事项	26

前 言

树木从栽植到成长，需要花费很多的时间。在这相当长的时间里，如果不注意保护，就很容易受到害虫的侵袭，受害轻的树木会生长衰退，受害重的树木很快就会死去。因此保护好现有森林及新造幼林，使它们免受虫害，是我国林业建设中一项重要的任务。

我国的防治森林害虫工作是解放后才开展起来的。历年来，在各級党政领导重视下，许多虫害地区由于及时防治，已取得显著的成績。但一般林区的特点是山高林密、地广人稀，采用人工捕打或“666”藥械防治，常存在一定的困难。因此，必須繼續改进现有的防治方法。

1956年秋，我們学习苏联先进經驗，首先在河南省商城县試用(26)111-A杀虫烟剂(含666和滴滴涕杀虫成分)防治松毛虫，杀虫效果平均达76.8%。1957年各地相繼应用(6)111-A杀虫烟剂(含666杀虫成分)防治松毛虫和竹蝗，进一步肯定了杀虫烟剂的毒杀效果，并証明对其他森林食叶害虫具有广泛应用的价值。

这本小册子主要根据两年来各地使用杀虫烟剂的情况编写而成。由于这项工作在国内开始不久，經驗缺乏，内容难免有錯誤和缺点，希望讀者多多提出宝贵意見，以便再版时补充和修正。

关于杀虫烟剂的一般概念

一、化学防治法的重大改进

防治森林害虫的方法很多，通常可分为：营林防治法、物理机械防治法、生物防治法和化学防治法。各种防治法都有其优越性，也各有其局限性，需配合使用才能收到彻底消灭森林害虫的效果。

化学防治法是最常用的一种治虫方法，它对于及时而有效地消灭害虫，保护林木正常生长，起着重要的作用。

使用杀虫药剂的方法很多，例如：喷雾、喷粉、药剂熏蒸、涂毒环、施毒饵、药剂拌种等等，特别是喷雾和喷粉，在林内更为常用。近年来，我国各地已广泛使用6%可湿性666药剂加水200—500倍防治松毛虫幼虫，以及用0.5%666粉剂直接喷撒防治竹蝗跳蝻，杀虫效力都很高。

但是，林区地形大多复杂，道路难行，人烟稀少，水源缺乏，再加上森林害虫往往在大面积林地上发生，树木高大，利用简单的喷药器械很难收到良好的防治效果。现在研究出来将杀虫药剂变成白色烟云毒杀森林害虫的方法，便可顺利解决上述的许多困难，这是化学防治法的重大改进。

二、什么是杀虫烟剂和雾剂

杀虫烟雾剂能够产生微粒悬浮于空气中，这种微粒直径为0.001—100微米，也就是0.000001—0.1毫米（1微米=1/1000毫米）。实际上，杀虫烟雾剂应分为杀虫烟剂和杀虫雾剂两种。杀虫烟剂产生悬浮于空气中的固体微粒，也就是烟。杀虫

霧劑形成懸浮于空氣中的液體微粒，也就是霧。

遠在2,000多年以前，我們的祖先就已經用燒草的方法來驅除害虫；800多年以前，就已記載過用艾蒿熏杀害虫。他們可以說是使用杀虫烟劑的先驅。而把現有杀虫的藥劑變成杀虫的烟或霧，則是近十幾年來的事情。

產生杀虫的烟或霧的方法有多種，例如：將滴滴涕或666放到鉄片上，在下面加熱到攝氏130—180度，便可發出杀虫的白烟。又如：將厚紙、廢布或木屑等纖維質浸于5%的硝酸鉀溶液中（硝酸鉀溶液用量約為吸收材料的10%），完全干燥後，再浸在10%的666苯溶液中，使紙或木屑吸收溶液後含1.2%的丙體666，陰干5—12小時，用火點燃後，也可發烟杀虫。但上述方法不適用於防治森林害虫。

目前所用的杀虫烟劑，主要由下列三種成分混合而成。一是杀虫藥物，如666或滴滴涕等；二是供給氧的化合物，即助燃物質，如氯酸鉀、硝酸鉀、重鉻酸鉍；三是燃料，如蔗糖、乳糖、脲素、硫脲或其他碳水化合物等。除了上述三種主要成分之外，有時還在杀虫烟劑中加入一些其他成分，例如：為了防止部分杀虫藥物受熱分解，可以加入氯化鉍、氧化鎂、矽藻土等降溫物質。為了防止666或滴滴涕受熱分解產生氯化氫而引起的破壞，可加入碳酸鎂、碳酸鈣、碳酸氫鈉等化合物做稀釋劑，使它們起中和作用。

當點着杀虫烟劑時，其中燃料和助燃物質便開始低溫的（約為攝氏200—300度）與不冒火焰的燃燒，所產生的熱傳給杀虫藥物，使它揮發成為蒸汽，這時蒸汽一遇到外界的冷空氣，便很快凝集成為白色的杀虫烟雲。

理想的杀虫烟劑，應具備下列幾個主要條件：

（1）杀虫效率很高，對人畜無害，對林木不起藥害。

(2) 燃燒時不發生火焰，燃燒均勻而緩慢，溫度在攝氏250度以下，殺虫有效成分受熱分解最多不超過30%。

(3) 保管及運輸中不易發火、不吸潮。

(4) 生產成本低廉，並有大量生產的條件。

現在蘇聯大量應用的有 HSK (Г—17) 型殺虫煙筒，內含666藥劑50%。我國現已生產應用的有：(6) 111—A 殺虫煙劑，內含666藥劑60%；(26) 111—A 殺虫煙劑，內含丙體666 3.8%，對位滴滴涕30%；林研—5786 殺虫煙劑內含丙體666 7.8%；以及鎮農601殺虫煙劑，內含丙體666 7.4%等種類。

殺虫霧劑在我國還未廣泛應用。將殺虫藥物溶于油劑（如柴油、綠油、太陽油等）中，通過煙霧發生器即可發生極小的霧點。煙霧發生器大約有二類：一類是由發生器產生高壓的熱廢氣，將藥液沖擊成細霧；由於溫度較高，部分細霧又被氣化，形成更細的霧點。這種器械較适于森林應用的有：捷克式的手提煙霧發生器和日本式的動力三兼機等。另一類是將油劑和水混合起來，加高溫度，水就變成蒸汽，由蒸汽力的沖擊，油劑即形成細霧。例如將666溶于重焦油內，和水混合，加溫到160—165度時，即可產生平均直徑30微米的霧點；溫度再提高，即可獲得更細的霧點。使用霧劑的特點是：能夠隨意調節霧點的數量和大小。

此外，在室內尚應用一種“霧彈”，是把藥液和揮發性特別強的液體，如二氟二氯甲烷、一氯甲烷等混合在一起，裝入鋼罐內，在普通溫度下（攝氏15—25度）即有很大壓力，只要將鋼罐的小孔打開，藥液就會猛烈地噴射出來，形成細霧。這種方法不适于防治森林害虫。

三、杀虫烟剂的特点

杀虫烟剂的主要特点是使杀虫藥剂变成極小的顆粒(烟云)，这种微粒比普通噴粉器或噴霧器噴出的粉粒或液滴直徑約小150—2,000倍，因此它比普通粉粒或液滴更具有优良的杀虫性能。

大家知道，同样多的藥液，噴射的时候，噴出的霧滴粗，滴数就少，撒布的范围就小；噴出的霧滴細，滴数就加多，撒布的范围也就增大。同理，杀虫烟剂所产生的顆粒很小，因此顆粒的数量便大大加多了，分布的范围也就扩大了。例如：1立方厘米的物質，它的表面积等于6平方厘米，如果將它粉碎成为0.00001厘米大小的微粒，数量增加得非常多，表面积也就增大到600,000平方厘米，显然加多了与害虫接触的机会，增强了原有杀虫藥剂的毒杀力。

同时，由于微粒小而輕，在空气中飄浮的时间較長，它就会像毒气一样穿进到一般粉粒或液滴所不能达到的地方，如茂密的林冠或树皮裂縫里，襲击害虫。它不仅在昆虫体壁上沾附，起触杀作用，还可通过昆虫呼吸系統滲入其內部組織，形成毒害。

在野外条件下使用烟剂，虽然会受到風和气流的影响，損失一部分微粒，但是只要掌握得恰当，效果是很大的。因为当666揮發时，1立方厘米的空气中，有微粒500—600万个，全部微粒的总表面等于几百平方公尺，这許多粒子和它的扩散能力，就能保証有效地消灭害虫，用藥量还可相对地减少。

實踐証明，在林內放烟除治害虫，不仅杀虫效率高，节省劳力，而且成本較低、方法簡便；同时不需要机械設備，也不受地形、树高和水源的限制。据初步計算，用这种方法，每个

劳动力能防治120亩左右，比一般噴粉、噴霧提高工作效率50倍以上。所以群众反映：“有了烟霧剂，防治森林害虫三不怕，不怕虫多面广、不怕山高树大、不怕劳力困难。”由此可见，杀虫烟剂的采用为今后开展大面积防治森林害虫工作，打下了非常有利的基础。

烟剂对森林害虫的毒效

杀虫烟剂防治的主要对象是森林食叶害虫，对于鑽蛀性害虫或土壤害虫，除設法寻找它們在林木外部生活的时期加以防治外，一般不能收效。杀虫烟剂对于食叶害虫的幼虫毒效很高，而对于茧（蛹）、卵的毒效很低，甚至無效。对于幼齡幼虫的毒效比老熟幼虫好。（6）111—A杀虫烟剂在我国已較大量的应用。下面主要介紹这种杀虫烟剂在野外防治主要森林害虫——松毛虫、竹蝗的毒效。

含丙体666 7.8%的（6）111—A杀虫烟剂，对松毛虫幼虫具有很高的毒杀力。在室内密閉的条件下，2—3齡幼虫受烟15分鐘后即开始中毒死亡（每立方公尺用666丙体6毫克）。幼虫中毒死亡的現象与喷射666液剂或粉剂相似，起初狀若不安，然后卷曲顫动，最后口吐青水死亡。死亡幼虫大都身体縮小。

（6）111—A杀虫烟剂防治松毛虫幼虫的用藥量，对2—3齡幼虫平均每亩1市斤；对4—5齡幼虫（主要是4齡幼虫）每亩2市斤；对5齡以上老熟幼虫每亩4市斤，杀虫效果仅达70%左右。上述对于幼齡幼虫的用藥量，只要使用条件掌握适当，杀虫效果很好。

例一：1957年6月15日在浙江省余杭林場蔡家坂純馬尾松

幼林內，防治松毛虫 2—3 齡幼虫，每亩用藥 1 市斤（每公頃 7.5 公斤），晚上 9 时 15 分开始，用移动法放烟，放烟时無風，空气温度为攝氏 25 度，相对湿度为 100%，天气多云，松林受烟情况良好，林地受烟時間长达 1 小时。放烟后 10—15 分鐘进入林內，即見幼虫吐絲下墜，卷曲摆动，呈現麻痹中毒現象，半小时后，开始大量死亡。33 小时后檢查鉄紗籠內松毛虫死亡率达 95.99%，标准树上死亡率为 100%。

例二：同月 27 日午夜在該場黃胖嶺高林地內放烟，防治松毛虫 4—5 齡幼虫（主要是 4 齡幼虫），树高 6.5—13 公尺，郁閉度 0.3，用藥量为每公頃 15 公斤，放烟时林外風速为每秒 0.4 公尺，林內無風，温度为攝氏 18.4 度，相对湿度为 100%，放烟后風速每秒 0.9 公尺，温度为攝氏 17 度，相对湿度同前。

采用固定和移动相結合的放烟方法，林地受烟時間自 40 至 60 分鐘不等，林中空地烟云消失較快，在林緣鄰近田地的地方，烟云很快向田間流去。放烟后至第五天，籠內松毛虫幼虫死亡率为 92.83%，标准树上为 94.6%。

(6) 111—A 杀虫烟剂防治竹蝗跳蝻，是在跳蝻全部出土上竹后。它的毒效非常高，而且可节省采用藥剂防治时，偵查、砍去茅柴、噴藥等工作所需的大量勞力。在野外放烟防治 2—3 齡上竹跳蝻时，放烟后不及 5 分鐘，可見害虫掉落如雨，不久即死亡。由于跳蝻出土的時間不一致，齡期也不相同，因此，我們認為，上竹跳蝻以 2 齡为主时，每亩用藥量为 0.5 市斤；以 3 齡为主时，每亩用藥量为 1 市斤；4 齡以上每亩用藥量为 1.5 市斤。对竹蝗不宜过迟防治，否則竹林將受到严重的損害，同时，害虫还会蔓延到未發生蝗害的地区去。

上述用藥量对跳蝻的毒杀情况，举例如下：

例一：1957 年 6 月 13 日在湖南益陽县楊灵坳乡楠竹冲竹林

內，防治1—3齡跳蝻（主要是3齡跳蝻），每亩用藥量为1市斤。放烟时间是早晨5时15分—25分。放烟时林內無風，温度为攝氏21度，相对湿度为83%。在山坡上部用移动法放烟后，烟順山坡向下流动，充滿山坳內，受烟时间为25—30分鐘。24小时后，标准树和鉄紗籠內害虫死亡率均达100%。

例二：同月25日晨在楊灵坳乡广东坳竹林內，防治4—5齡跳蝻（主要是4齡跳蝻），每亩用藥量为1.5市斤。放烟自5时开始，至5时30分結束。放烟时未測出風速，温度为攝氏22度，相对湿度为86%。仍用移动法自高处放烟。受烟时间为30—35分鐘。24小时后檢查結果，标准树上害虫死亡率为99.3%，鉄紗籠內死亡率为94%。

对于其他食叶害虫，估計每亩用藥量不会超过2市斤。有些害虫种类吐絲卷叶躲藏在里面，噴撒粉剂或液剂收效很小，而施放烟剂可收到一定的效果。

使用烟剂的主要条件

在野外放烟，要使烟云均匀地散布在林內，达到理想的杀虫效果。必須掌握好适宜的使用条件，否則將徒勞無功。野外的情况很复杂，無法詳加叙述，这里只介紹影响烟云散布的主要因素——气象条件和地形条件。

一、气象条件

当杀虫烟剂开始燃燒时，便会不断地冒出白色的烟云，直到烟剂燒完为止，这种烟云是無法調节的。烟云正在扩散的时候，如果風吹得很快或上升气流很强，烟云就会很快地消失；如果無風，气流也非常稳定，烟云就只能停留在不大的范围

內，甚至很难达到树冠。这些情况都不利于放烟。因此在使用烟剂时，必須掌握有关的气象知識。

下面將簡單談到影响放烟的气象条件——气温和風。

气温：地面吸收太陽放射能而升高温度后，又把得到的一部分热傳給空气，使气温也升高。所以气温的升降，直接受着地面放热的影响。

当下部空气受到强烈發热的地面影响，温度显著增加的时候，就产生热的对流。这时，下部空气因热度增加而密度变小，流来比較冷的空气，密度較大，就把原有的热空气挤向上方，新流来的冷空气也因温度的增加而相繼上升。这样，就产生了上升气流和下降气流。当存在上升气流的时候，烟云被帶到上部气層中去，很快就消失了，所以一般不适于放烟。晴天，从早上7—9时到黄昏5—7时，都可观察到气流上升的現象，而以中午最为强烈。陰天，由于云在白晝阻攔了太陽的輻射，而在夜間則减少地面因輻射而丧失的热，使近地面空气層温度和上部气層大致相近，这种等温現象使上升气流减弱，可以进行放烟。夏天黎明以前也可發生这种現象。

通常，气温是随着海拔高度的增加而逐漸減低的，但在近地面部分的气温，却經常發生自下而上逐漸增高的現象，这种現象叫做温度逆增或温度逆轉，最有利于放烟。

产生温度逆增的原因如下：在晴朗、干燥和平靜的夜間，地面因輻射而冷却得非常快，这种冷却傳到近地面的空气層中，便形成接近地面气層中的温度随高度增加而上升的現象。这种現象發生在离地面几公尺或几十公尺的距离內，視地面植物的种类、高低、疏密而形成不同的高度。地面上如果沒有植物，逆增就从地面起产生；如果密生植物，就从植物頂上开始产生。

晴天中午，在密林內，由于林冠受陽光的照射而温度增高，林內也会产生温度逆增，这种逆增現象和上述情形不同，我們称它为树冠表面逆增。这时也可考虑放烟。

温度逆增在日落前 1—1.5 小时內即开始，日落后繼續發展，到前半夜达到最高差度，第二天日出后，这种現象迅速地受到破坏，一般經過 1—1.5 小时后就消失了。晴天比陰天容易产生逆增；谷地、盆地、川地容易产生逆增；陰坡較其他坡向易产生逆增；土壤导热性不良，也易产生逆增。風速愈小，愈易产生逆增。晴天早晨，風很平靜或者有霧，当烟飄浮在空气中很稳定的时候，便說明將有温度逆增的产生。

温度逆增时，垂直方向的空气非常稳定，烟云緩緩上升，到和它温度相接近的逆增層中为止（圖 1）。

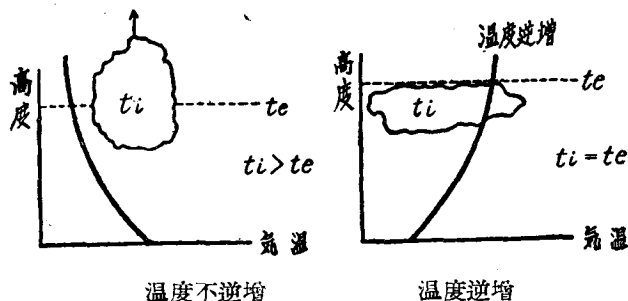


圖 1 温度不逆增和逆增时烟云上升圖解
te 表示气温 ti 表示烟的温度

風：空气通常多向水平或垂直方向运动着，只有很少的情况处于平靜状态。空气在水平方向的运动称为風，而垂直方向的运动称为气流。

在地面上，因为气温分布不均匀，引起气压分布的不均，而产生風。由于地理緯度和空气下層所接触的地面环境不同，

有些地区受日光照射后地面温度增加較多，另一些地区的地面温度升高較少，因此發生了温度的差异。这时，温度增加較多的地区，空气受热膨胀上升，气压降低；而温度增加較少的地区气压則較高，于是空气从較冷和气压較高的地区向較暖和、气压較低的地区流动，便形成了風。陰天有云，气温、气压相差不大，所以風小。地形复杂，所受到的日照不同，气温、气压有很大的差异，所形成的風就变得非常复杂了。

風有大小、方向的特征。風的大小以每秒鐘所行走的距离（公尺）来表示，即風速。風向是指風吹来的方向，例如：風自东向西吹，便叫东风。通常以东、南、西、北等16个方位表示風向。測定風速、風向，可用風速風标計。如果沒有上述仪器，可根据蒲福氏風力等級表目測風力。

風速随着离地的高度而逐漸增加。接近地面处，因为地形高低不一，又有建筑物、林木等的阻碍，所以風速小。在低气層中，在一天內，最高風速出現在中午以后的几个小时內，最低風速在夜間和清晨。

在單位時間內，放烟地点上通过的空气量和風速成正比，而烟在空气中的开始濃度和風速成反比。例如，在風速分別为每秒2公尺和4公尺时，要获得濃度大致相同的烟，后者較前者多消耗兩倍的烟剂（圖2）。由此可見，要得到同样濃度的



圖2 不同風速对于烟在空气中开始濃度的影响

烟，風速小时比風速大时节省用藥量。所以当風速超过每秒1.5公尺时，不适于放烟，因为風会很快地把烟吹散。

風的种类很多，山区常見的有山風和谷風，近海岸及大湖边又有海風和陆風。它們和使用烟剂有关。

在晴朗和干燥的天气里，山地上一日間可以見到明显的風向变化。日間風从谷中吹出，就是谷風；夜間風从山上吹入，就是山風。这种現象以夏季最为明显，冬季較差。白晝，谷風在南向的山坡上最为明显。产生谷風的原因是：山坡上空气温度增高比同一高度上自由空气温度的增高要快得多，因此日間空气順山坡上升。夜間，空气由于冷却的緣故变得稠密，便順山坡流入谷地中（圖3）。山風在山谷的出口上特別明显。

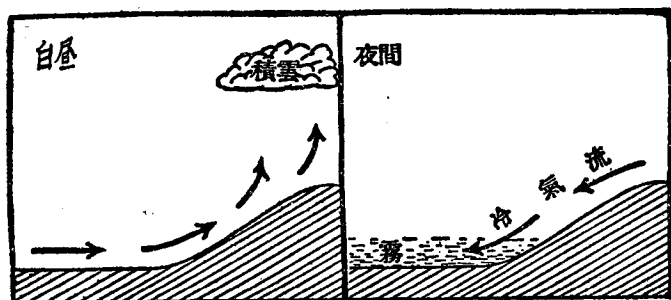


圖3 谷風和山風的地面气流

在温度产生逆增时，高地上的冷空气像水一样沿着山坡向下流动。这时在高地上放烟，往往易使烟云向低处扩散和停留，放烟治虫的效力大。日間也可利用从低处吹向高处的谷風，但是这种情况較难掌握，放烟很容易失敗。

在海岸附近或較大的湖边，晴朗的天气里可以見到另外一种風向日变化。日間風从海上吹向陆地，夜間自陆地吹向海

上，这种現象就是海風和陆風。海風产生的原因是：日間陆地温度要比水面温度上升得快，热空气上升，气压降低，而水面上气压較高，为了保持空气的平衡，产生了从海洋吹向陆地的風，就是海風。夜間陆地比水面冷却得快，所以陆地上空气比水面上空气冷却快，陆地上产生較高的气压，便产生从陆地吹向水面的風，就是陆風（圖4）。在靠近海岸或湖濱地区使用烟剂时，应選擇海風、陆風交替的前后，有微風时进行。

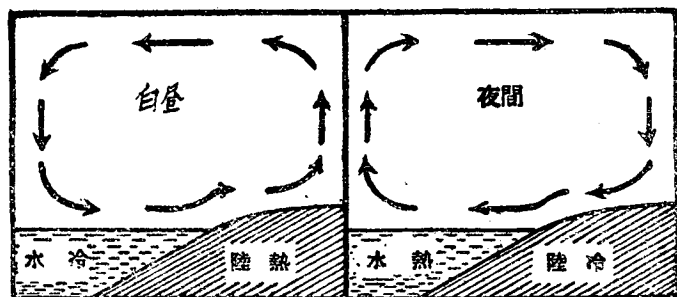


圖4 海風和陆風的圖解

空气在运动的道路上遇到森林时，就沿着林緣繞流和上升；有一部分气流能穿入林內。在林冠上前进的气流到达森林的背風面以后，又重新下降。在中等疏密的林冠上，風速不超过每秒2.2公尺时，風对林內没有什么影响；超过以后，林內風速就相应地增加。林內風速約等于林冠風速的1/8。風穿进森林后，由于林木的搖摆、枝叶的阻擋等原因，很快就减低了風速，达到一定距离后，風便完全平息。風速受森林影响的距离，主要决定于林木的組成、郁閉度、林齡、树高、状态及地势等。根据苏联薩加托夫斯基的材料，不同風速的風穿进各种高度針、闊叶林的情况（吹透度）如下表：