

大面积森林火灾

曲宝恩 贾琪功

王宪章 孔凡明

宋 嗣 喜

译

校订

大 面 积 森 林 火 灾

曲 宝 恩	贾 琪 功	合 译
王 宪 章	孔 凡 明	
宋	嗣	喜 校 订

带 岭 林 业 科 学 研 究 所

伊 春 市 人 民 政 府 护 林 防 火 指 挥 部

АКАДЕМИЯ НАУК СССР СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ЛЕСА И ДРЕВЕСИНЫ
ИМ. В. Н. СУКАЧЕВА

КРУПНЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ

Э. Н. ВАЛЕНДИК
П. М. МАТЕЕВ
М. А. СОФРОНОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА» МОСКВА 1979

苏联科学院西伯利亚分院 苏卡乔夫森林及木材研究所

大面积森林火灾

Э. Н. 瓦连季克
П. М. 马特维耶夫
М. А. 索夫罗诺夫

莫斯科科学出版社 1979 年

曲宝恩 贾琪功 合译
王宪章 孔凡明
宋 嗣 喜 校订

带岭林业科学研究所

伊春市人民政府护林防火指挥部

业经黑龙江省出版总社 (84) 黑出管字第 176 号备案

哈尔滨东北林学院印刷厂印刷

(内部发行)

1984.11.

出版前言

森林是一个国家的宝贵资源。目前世界各国由于森林火灾毁坏森林资源还是十分严重的，据统计每年平均发生二十万次左右，烧毁森林面积占世界森林总面积的千分之一以上。一些森林资源丰富和技术先进的国家，如美国、加拿大和苏联等对森林火灾也是难以控制，每年要分别烧毁森林面积近百万公顷。我国每年烧毁森林面积也大致相同，这个数字是相当惊人的。森林火灾难以控制的原因很多，特别是大面积森林火灾，其发生的机率虽然很少，但造成损失很大。对于这样的火灾，至今还没有较好的控制和扑救的办法。世界各国对森林火灾极为关注，都把它列为森林经营的重大课题来研究。我们相信在世界各国森林防火专家的苦心钻研下，大面积森林火灾的防治是指日可待的。

曲宝恩等同志翻译的苏联《大面积森林火灾》一书，论述了大面积森林火灾起因、条件，并做了一些试验研究，提出控制的技术措施，对我国预防和扑救森林火灾有一定的参考价值。同时，该书还可以供高等院校、林业科技人员、广大森林防火干部在工作中参考、阅读，提高专业水平。

东北林学院森林防火教研室

郑焕能 居恩德

1984.11.

目 录

前 言	(1)
引 言	(2)
第一章 火灾发展的条件	(7)
第一节 火灾环境	(7)
第二节 大面积森林火灾的爆发	(12)
第三节 某些大面积火灾记述	(22)
第二章 火灾的蔓延	(30)
第一节 火灾蔓延的花斑状形式	(30)
第二节 研究的大纲与方法	(36)
第三节 森林火灾对流气流的形成	(40)
第四节 对流气流与大气临界层之间的关系	(68)
第五节 对流气流对火灾蔓延的影响	(78)
第六节 大面积森林火灾的蔓延速度	(132)
第三章 火灾的后果	(137)
第一节 地面火后的林木枯死问题	(139)
第二节 土壤火后的枯死量	(161)
第三节 火灾损害林木的可能等级实际测定	(162)
第四章 火灾的预防	(167)
第一节 防火线、隔离带和生土带	(167)
第二节 森林火灾图	(172)
第五章 同火灾作斗争	(175)
第一节 火险季节的准备措施	(175)
第二节 制止火灾	(179)
第三节 火灾的封锁	(201)
结 语	(205)
附 录	(207)

前 言

本书所研究的问题仍是十分复杂、异常可怕的自然现象——大面积森林火灾。大面积森林火灾真正能够在几天之内就毁掉林学家的多年劳动成果或者破坏大型工业企业的原料资源。

大面积森林火灾问题至今没得到专门研究。作者在本书内试图对这一问题的有关材料进行初次总结和分析。同时本书不仅特别注意研究大面积森林火灾的本质的理论问题；而且注意研究同大面积森林火灾进行斗争的实际方法。

引言、“火灾发展的条件”为埃·尼·瓦连季克所写；“火灾的蔓延”为埃·尼·瓦连季克和彼·米·马特维耶夫合写；其余三章和结语为马·阿·索夫罗诺夫所写。

对流柱的探测飞行实验工作是由全苏在国民经济中使用航空设备科学研究所和沃耶伊科夫地球物理总观象台完成的，方法指导者为埃·尼·瓦连季克、П. А. 沃龙佐夫和И. А. 特鲁诺夫。参加实验工作的还有 Д. А. 科诺瓦洛夫、В. И. 达舍夫斯基、В. Н. 安季波夫。飞机由试验飞行员В. Я. 奥萨奇和В. В. 杜林驾驶。

克拉斯诺亚尔斯克森林保护航空基地的工作人员对研究大面积森林火灾工作给予很大帮助。

在森林及木材研究所内，农业科学博士 Н. П. 库尔巴茨基对这一问题的全部研究工作给予总的方法指导。

引 言

在苏联（以及其他国家），森林火灾并非偶然现象，每年都在发生。在平常年份，自然条件会减轻同火灾的斗争，为潮湿的沼泽地、绿草、含有水份的藓类地被物、浓重的晨露和微弱的风都会限制森林火灾蔓延。因此，尽管森林保护部门数量很少，技术装备较差，火灾依然能够被及时控制住，在这之后降下的雨水会帮助人们把火灾完全消灭。

微小的火灾并不会造成显著损失，在一些情况下甚至会给林业带来某些好处：这种微小的火灾会使森林净化，消除多余的残留物，而且几乎不伤害树木，因而会降低森林火险，但有时却造成森林火灾大面积发生和迅速蔓延的良好条件。

在长期干旱时期，发生的火灾数量太大，无论是地面防护力量还是航空防护力量，都无法及时控制住所有火源，林火的某些部分超出控制，达到很大规模。

什么样的火灾算是大面积火灾呢？

美国把烧掉 300 英亩（120 公顷）以上的火灾列为受灾面积最高级（E 级）。德意志民主共和国把烧掉 100 公顷以上面积的火灾称为灾难性火灾。И. С. 梅列霍夫（1965 年）建议把烧掉 150 公顷以上面积的火灾列为大面积火灾（Д级）。苏联通常把烧掉 200 公顷以上面积的火灾称为大面积火灾。

大面积森林火灾即发生在西伯利亚倒木很多的泰加丛林

中，也发生在西欧的有人照料的林分中；即发生在澳大利亚的干燥的桉林中，也发生在南美的潮湿的丛林中。

根据报刊报道，1976年在澳大利亚有一亿一千七百万公顷的森林和牧场遭受火灾，这等于全国面积的1/7。在这块大陆的中央地带某些火灾一直延续了好几个月。

1933年8月份美国俄勒冈州发生一起面积最大、破坏最惨的火灾（季拉穆克火灾）。火灾持续了八天，蔓延到十万零四千公顷面积。

1968年洛杉矶的《贝尔—艾拉》火灾吞噬了二万四千公顷森林面积，同时有506栋建筑物被毁。在1966年和1968年命名为“伦”和“峡谷昂”的大面积火灾中有20人丧生。

1970年在加利福尼亚州烧掉了近二十万公顷森林，仅一起名为“拉古纳”的森林火灾就吞噬了七万公顷。

1976年在该州的红杉封禁林内又发生一起大面积森林火灾。这起火灾的规模从所造成的损失（二百万美元）上便可判断出来，有近二千名救火队员和数十架飞机和直升飞机参加扑火。

1967年面积十分大的火灾曾在法国南部的疗养林中肆虐。

1970年地中海沿岸的森林又燃起大火。由于风势太大，火灾速度达到20公里/小时。有二千名救火队员参加扑火，还使用了运水飞机。尽管如此，火灾依然烧毁了二万公顷森林。

1976年东比利牛斯省有一万五千五百公顷的森林被火灾毁掉和受到火灾损害。

1975年西班牙记录的火灾超过四千起，使十八万七千公

顷森林受害，而在1976年9个月内就有二十三万五千公顷森林受害。

在德意志民主共和国1947年、1959年和1964年每年都记录到10—20次灾难性森林火灾。

1975年8月在德意志联邦共和国的下萨克森发生了一起大面积森林火灾，面积为九千公顷。有1400名救火队员，7000名士兵和400名技术服务部门的专家参加扑火工作。

1976年，由于严重干旱，西欧的大面积森林火灾甚至笼罩了斯堪的纳维亚和英国。

我国的大面积森林火灾也屡有发生。燃烧情况严重的火灾有1915、1921、1932、1934、1955、1958、1972、1975、1976年的火灾。1972年，森林火灾侵袭了俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国欧洲部分的好几个州。1975年，在斯维尔德洛夫州、切利亚宾斯克州、赤塔州、萨哈林州和哈巴罗夫斯克边疆区都发生过大面积森林火灾。1976年在外贝加尔地区和哈巴罗夫斯克边疆区都多次发生火灾。

如果说每个大的地区十年内发生1—3次普通森林火灾，那么灾难性森林火灾发生的次数要少得多，然而这些火灾的痕迹却久久地留在地面上和人们的记忆之中。

对西伯利亚而言，1915年的火灾便是这种灾难性的火灾，从5月到9月，一百六十万平方公里地域上的森林在燃烧（从托博尔斯克到勒拿河）同时根据估计资料，火灾的总面积达一千二百万公顷（肖斯塔科维奇，1924年）。

在苏联欧洲部分，1921年是值得记忆的一年，这一年可怕的旱灾席卷伏尔加河沿岸地区，从4月份到8月份滴雨未下，这一年是马里火烧迹地的形成年。这一年有四十万公

顷，即马里苏维埃社会主义自治共和国近20%的森林覆盖面积遭受了火灾。以前，在1891年，在今马里苏维埃社会主义自治共和国的领土上也发生过这种灾难性的森林火灾（什雷科夫，1927年）。

1921年旱灾后过去了50年，又出现了旱年。虽然1972年的旱灾没有1921年那么严重，然而它几乎席卷了苏联欧洲部分的整个领土，只东北地区除外。旱灾引起了森林火灾的大爆发。

大面积森林火灾在火灾总数中平均约占1%（0.2—2%），然而他们所燃烧的面积达30—70%，所造成的损失达90%，这是因为大面积森林火灾具有强度高的特点。根据统计资料的分析可以得出结论，全世界发生灾难性的大面积森林火灾的危险与年俱增。

初看起来似乎认为，大面积森林火灾同中、小型森林火灾的差别只在于规模大小不同而已，同大面积森林火灾进行斗争，只要遵章办事即可。然而事情远非如此，火灾的直线规模在数量上的增加，从辩证法的角度来看，必然导致新质的出现。因此，专门研究同大面积森林火灾进行斗争的问题便十分必需，异常迫切。

那么大面积森林火灾最典型的特点是什么呢？

1. 大面积森林火灾多在长期干旱时期，最常在刮大风时发生。

2. 大面积森林火灾在中小型火灾蜂起的背景下活动。

3. 大面积森林火灾边缘火的燃烧性质以千差万别为特点，这是因为火灾边缘要经过不同级别地段的缘故；此外，火灾通常都要活动几个昼夜，也就是说，火灾要经历不同的

天气条件。大体而言，大面积森林火灾边缘火燃烧的特点是强度高，有时呈现树冠火形式或花斑状蔓延形式。

4. 大面积森林火灾的蔓延速度很高。

5. 大面积森林火灾通常很容易越过各种各样的障碍物，如生土带、防火线、道路、小河等。

6. 大面积森林火灾在广阔的地区引起浓烟，使飞机难于活动。

大面积森林火灾并非难以预料的现象，只要留心天气过程，便可预见到这种火灾的出现，并可事先考虑到与之斗争的方法。这一点极其重要，因为不能使消灭新火源的地面保护部门和航空保护部门的作业力量丢下工作不管，去扑打大面积森林火灾。

高强度燃烧通常都排除直接扑灭大面积森林火灾的峰面边缘火的可能性；通常在火灾蔓延途中建立生土带、防火线、沟渠、烧光的地面等各种各样的障碍物，试图用这种方法制止火灾。因此，研究林火穿越障碍物的问题便显得十分重要。本书第二章研究这个问题。第四和第五两章提供同大面积森林火灾进行斗争及其预防的实际建议。

第一章 火灾发展的条件

第一节 火灾环境

大量森林火灾同时发生，这种现象并非完全不可预料，在这种自然灾害发生之前，通常要出现一系列自然界的先决条件，而经济因素、技术因素和组织因素则加剧这些先决条件。

在火灾发生、发展和活动行为中，一些自然因素的结合起着决定性的作用。康特里曼（1964年）认为，气团、可燃物和地形复合在一起便构成火灾环境。

火灾环境并非一成不变，无论在空间上还是在时间上，它都变换不定。对火灾产生影响的环境分布范围也随着火灾本身的规模和性质而发生变化。对微弱的小型火灾来说，周围环境在地平方向和垂直方向上都只限于几米。而大型火灾，其周围环境外层在地平方面可笼罩许多公里，在垂直方面可高达数百米。

环境各因素密切相关，也就是说，一组因素发生变化，会引起另一组因素发生变化。比如地形便能影响当地的天气条件。可燃物（土壤地被物）能改变这些变化的形态。天气反过来能改变可燃物的形态或数量及其含水量。森林火灾即能在开放性环境中蔓延，又能在封闭性环境中蔓延。在浓密的林冠下活动的火灾，它所处的环境与林冠上面或开阔地（如

采伐迹地) 上面的环境就根本不同。林冠下的可燃物的湿度要大得多, 林内的风速也小。如果火的强度增加, 转为树冠火, 那时火就要在开放性环境中活动了。在这种情况下, 火的特征和活动行为都要急剧改变。为制止这样的火灾, 要采取完全另外的手段和扑灭方法。

森林火灾蔓延和发展的特点在于: 火在其活动时期能够几次从封闭性环境转入开放性环境或者相反, 从开放性环境转入封闭性环境。在大面积地域上蔓延的大型火灾有一个特点, 即这种火灾的一些边缘地段可以处于封闭性环境中, 另一些边缘地段则处于开放性环境中。

森林可燃物

按照美国人分类法 (迪明, 1972年), 森林可燃物可分为: 1) 活可燃物 (草可燃物和林木可燃物: 针叶、叶子和直径6毫米以下的枝条), 2) 死可燃物。死可燃物根据其含水率的恢复时间 (时滞), 即根据燃料屑块失去最初含水量和平衡含水量之间的63%的差数所需时间, 又可划分三级:

第一级 (1小时燃料时滞): 含水率恢复时间从0到2小时, 平均为1小时。这一级包括死的草本植物和直径6毫米以下的圆形木质燃料, 还包括森林死地被物的上层针叶。

第二级 (10小时燃料时滞): 含水率恢复时间从2到20小时, 平均10小时。这一级包括直径从6到25毫米的圆形木质燃料以及原20毫米以内的森林死地被物层。

第三级 (100小时燃料时滞): 含水率恢复时间从20到

200 小时, 平均 100 小时, 这一级包括直径从 25 到 75 毫米圆形木质燃料以及原 20 到 100 毫米的森林死地被物层。

第一级死可燃物和活的草本植物综合在一起称为微小可燃物 (细小可燃物)。

苏联利用 H. II. 库尔巴茨基教授制定的森林可燃物分类方法。把森林可燃物根据其在生物地理群落燃烧过程中的作用划分成不同的组, 便成为这一分类法的基础。

第一组: 苔藓和地衣, 包括它们所含有的脱落物, 以及不生长植物的地方脱落物和败草。这一组是发生地面火和树冠火时火焰燃烧的基本导火物。任何火灾发生的可能性正是由这组可燃物的湿度预先决定的, 并且这些可燃物的湿度在天气条件影响下迅速发生变化, 具有表现明显的昼夜周期性。

第二组: 森林死地被物, 包括半腐烂的脱落物, 苔藓碎屑、腐殖质泥炭层和腐烂木质屑块。森林死地被物的湿度也因受气象条件的影响而发生变化, 但却不那么迅速; 昼夜周期性表现不那么明显。森林死地被物的燃烧具有阴燃性质。当脱落物或藓类被雨淋湿时, 森林死地被物是土壤火 (森林死地被物火) 燃烧的基本导火物。

第三组: 同幼树、野生苗和下木生长在一起的杂草和灌木。幼树、野生苗和下木的高度不超过灌木。杂草和灌木具有相当高的稳定湿度 (50% 以上), 通常在第一组可燃物的火焰中消极燃烧, 从而降低这些可燃物的燃烧强度。树脂含量高的灌木 (帚石楠、喇叭茶) 属于例外, 它们只能加强燃烧。

第四组: 死木质残留物, 包括倒木、枯立木、干枝、伐根, 在采伐迹地上为小的采伐残留物。这一组可燃物的湿度

在某种程度上因受天气条件影响而变化。这些可燃物通常不是燃烧的导火物，只能加强燃烧，使火灾具有稳定性质。

第五组：幼树和下木（灌木）具有或大或小的稳定湿度，在许多情况下因有食树脂的针叶或干燥的茎而加强地面火的火焰燃烧，使其具有速进性质。

第六组：正在生长的树木的针叶和叶丛（同直径7毫米以下的小枝条一起）。针叶和叶丛的湿度因季节而变化。针叶可积极燃烧，能特别加剧火灾的强度，在刮强烈阵风发生树冠火时，在陡峭的山坡上，针叶可成为燃烧的基本导火物。

第七组：正在生长的树干和活枝（粗细在7毫米以上）。它们通常具有稳定的高湿度，因此发生火灾时一般不能燃烧，也不能成为燃烧的基本导火物。然而遭到损害的和有病的树干则可燃烧，同时树干的偏枯面、聚有树脂的伤口和腐烂的树心等也可燃烧。只有当多根树干从同一基础上密集丛生时，这些健壮的树干才会燃烧。

地 形

地形对火灾的发展即有直接影响，又有间接影响。火灾顺坡向上蔓延比向下蔓延或水平蔓延快得多。其原因是位于火势上面坡上的可燃物，受到火焰放射流的影响后，得到加温，因此很容易起火。此外，发生火灾时会产生风，风也顺坡向上刮。根据某些作者（索夫罗诺夫，1967年，还有其他作者）的资料，火灾在 15° 坡上蔓延的速度比在水平地段上蔓延的速度要高一倍。

地形的间接影响在于改变当地的天气条件和山坡上的小

气候。山坡的坡向决定着植物的类型和数量。太阳使不同坡向的山坡受热强度不同，这对森林可燃物的含水量和当地风的状况影响最大，因而对火灾的活动行为影响也最大。

在地形交错的丘陵地区，在斜坡很短的情况下，由于气流涡动加强，火灾蔓延的速度，就整体而言，比在又长又平的斜坡上要慢些，显得更紊乱。

在山地，在个别短暂的时间内，火灾蔓延的速度可比在平原上快得多，但在更长的时间内却要慢得多。这个差别的原因是山地有大量障碍物和火灾顺坡向下运动缓慢的缘故。

天 气

天气因素在森林火灾的每个阶段——从其发生到扑灭——都起着动态作用。

天气可以发挥捉摸不到的或粗犷的和直接的影响。天气即可以帮助同火灾进行斗争，又可以妨碍同火灾进行斗争。

可燃物周围的气团是火灾环境的最不稳定的成分。贴近地表面的气团受地形影响，同可燃物相互作用。风、湿度、温度、稳定性都可列为影响火灾活动行为的气团的基本特征。温度和湿度预先决定着可燃物——燃烧的基本导火物——的含水率，也就是说，预先决定着火灾发生的可能性，同样在很多方面预先决定着火灾的性质和在当地蔓延的条件。

长久以来风就被认为是火灾蔓延和发展的主要因素。除掉可以供给火焰氧气和把火焰刮到尚未着火的可燃物上外，风还可把燃烧屑块刮到远离火锋前面的地方，在那里造成新的火源。在风速为 15—20 米/秒的情况下，燃烧屑块和火烧

木的飞迁常常是火锋向前推进的基本因素。

气团的不稳定会引起飓风，导致风的阵发；风的阵发会严重加剧火势，使火灾无法扑救。天气的改变往往使风向发生 90° 的变化，在这种情况下，相对消极燃烧的长长的火灾侧翼突然会变成广阔的火锋，而这种火锋会轻易越过原准备用来制止侧翼边缘火的狭窄生土带。

火场上面的风场结构也会对火灾特征产生明显影响，并常常能决定火灾是否会造成自己的天气、火灾是否会成为一部在爆炸形势中“用其笔能进行书写”的“制热机”。

第二节 大面积森林火灾的爆发

西伯利亚中部

1915年的西伯利亚火灾始自春季，延续了整个夏季，席卷了广大面积。B. Б. 肖斯塔科维奇（1924年）进行了询问调查，根据整理的调查结果，表明森林火灾发生在北纬 52° — 70° 和东经 69° — 112° 的地域上（近一百六十万平方公里）。这些火灾所放出的浓烟几乎蔓延到整个西伯利亚（北纬 64° — 72° 和东经 61° — 133° ），而在火灾肆虐的地区，浓烟滚滚，在50天内看不到4—20米外的周围事物。7月30日下午3时，由于烟的浓度太大，马林斯克出现了一片黑暗。1915年7月，由于浓烟遮日，只记录到85%的正常数量的阳光日，而在8月份，仅仅记录到65%的正常数量的阳光日，结果使庄稼比平常晚熟了15天。

火灾往往呈树冠火形式，许多地方泥炭也在燃烧（托木斯克、马林斯克附近，下乌金斯克县、坎斯克县、叶尼塞斯克