

The background of the cover is a composite image. The upper half shows a forest fire with bright orange and yellow flames and thick smoke rising from a hillside. The lower half shows a serene landscape with a calm lake reflecting the surrounding green, forested mountains under a clear sky.

林火基础理论

阚振国 · 主编

人民武警出版社

林火基础理论

主编 阚振国

人民武装出版社

2006·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

林火基础理论/阚振国 主编. —北京:

人民武警出版社, 2006. 4

(森林防火灭火技术战术丛书)

ISBN 7-80176-167-7

I. 林... II. 阚... III. 森林火—基本知识

IV. S762

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 029748 号

书名: 林火基础理论

主编: 阚振国

出版发行: 人民武警出版社

社址: 北京市西三环北路 1 号 (100089)

经销: 新华书店

印刷: 武警部队印刷厂

开本: 850 × 1168 毫米 1/32

字数: 256 千字

印张: 10. 375

印数: 1-2000

版次: 2006 年 5 月第 1 版

印次: 2006 年 5 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7-80176-167-7

定价: 19. 00 元

《林火基础理论》

编审人员

主 编 阚振国

副主编 刘东明 马大和

编委主任：梁 铮

副 主 任：王宝才

委 员（以姓氏笔画为序）：

王立军 王立明 王永强 王进举 王 伟

卢永明 齐方忠 朴金波 孙 辉 曲 岩

张 敏 李卿富 阚振国

审 定：张 敏 孙 辉 高芙军 王玉涛

校 对：王玉涛 张 敏

前 言

森林是陆地生态系统的主体，它与人类生存息息相关。然而，在森林所遭受的各种灾害中，尤以森林火灾最为严重。因此，保护森林资源、预防森林火灾的发生和蔓延是当前我国林业建设和发展的一项长期、艰巨而具有极其重要意义的任务，掌握林火基础知识，提高森林防火技术，加强对护林防火重要性的认识十分必要。为了适应森林防火工作和教学、科研的需要，提高武警森林部队的业务技术和林火管理水平，我们编写了《林火基础理论》一书。

在校编审委员会的具体领导下，我们一方面站在森林防、灭火理论研究的前沿，吸收最新的理论研究成果，精选了内容；一方面积极地下基层调研，广泛征求意见，科学地总结了森林部队多年来的实践经验。在教材的结构体系和内容上力求使理论与实践很好地结合起来，适应专业课教学和部队专业训练的需要。

本教材的编写得到了学校领导的高度重视和具体指导，为教材的修改和审定提供了宝贵意见。由于编写时间仓促，加之编者水平有限，教材中不足与疏漏之处在所难免，恳请同行和读者提出宝贵意见，以便今后修改完善。

编 者

二〇〇六年元月

内 容 简 介

本书为武警指挥学院森林部队分院本科教育试用教材。全书共6章。绪论部分主要介绍森林防火的由来和发展以及世界森林防火现状；第1章主要介绍森林燃烧、森林可燃物、火源、火环境、林火行为等基础知识；第2~5章主要介绍林火管理方面的内容，包括林火预测预报、林火监测、林火预防、森林火灾损失调查与评估等。第6章重点介绍我国森林火险区划的原则、依据和标准，并对我国的八个火险区做了简要介绍。

本书亦可用作林火管理人员的培训教材，同时可供从事林火研究、教学、管理工作的工程技术人员参考。



绪 论	(1)
第一章 林火原理	(14)
第一节 森林燃烧	(14)
第二节 森林可燃物	(20)
第三节 林火种类	(43)
第四节 火源	(48)
第五节 森林火灾的火环境	(53)
第六节 林火行为	(74)
第七节 林火时间与地理分布	(92)
第二章 林火预测预报	(97)
第一节 林火预测预报的概念和发展历史	(97)
第二节 林火预报的类型和研究方法	(100)
第三节 林火预报因子	(104)
第四节 我国林火预报方法简介	(113)
第五节 国外林火预报系统	(140)
第三章 林火监测	(152)
第一节 地面巡护	(152)
第二节 瞭望台探测	(155)

第三节	空中巡护与探测	(171)
第四节	卫星探火	(190)
第五节	雷击火探测	(197)
第四章	林火预防	(205)
第一节	生物与生物工程防火	(205)
第二节	以火防火	(212)
第三节	群众防火	(220)
第四节	森林防火工程	(222)
第五节	综合森林防火规划	(229)
第五章	森林火灾损失调查与评估	(242)
第一节	森林火灾调查	(242)
第二节	森林火灾统计	(252)
第三节	森林火灾损失评估	(257)
第四节	森林火灾档案	(263)
第六章	中国森林火险区划	(265)
第一节	中国森林火险区的划分	(265)
第二节	寒温带针叶林重点火险区	(269)
第三节	温带针阔混交林火险区	(277)
第四节	暖温带落叶阔叶林一般火险区	(285)
第五节	东亚热带常绿阔叶林火险区	(290)
第六节	西亚热带常绿阔叶林重点火险区	(296)
第七节	热带雨林、季雨林一般火险区	(302)
第八节	温带荒漠植被一般火险区	(304)
第九节	青藏高原高寒植被一般火险区	(308)
主要参考文献		(312)

绪 论

森林是最大的陆地生态系统，它能净化空气、防止风沙、保持水土、涵养水源，是地球生态平衡的保护者。当今，人类生存环境遭受严重污染，生态平衡极端脆弱，因此，保护好现有的森林对维护生态平衡就显得格外重要。危害森林的因素有许多，其中森林火灾对森林的危害尤为严重。俗语说：“一点星星火，可毁万顷林”，所以，开展森林防火工作也就成为保护森林、维护生态平衡的头等大事。

一、森林防火的由来和发展

火是一种自然现象，它对森林生态系统的影响在森林生态系统形成时就存在了，它一直就是森林生态系统中一个活跃的生态因子，参与着森林生态系统的演变。人类对森林防火的认识经历了由浅入深、由宏观到微观的历程。地球上出现了人类后，森林中出现了人为火源，人类对林火的认识进入粗放用火阶段。人为火源的介入打破了森林生态系统固有的平衡。虽然由于人口少，生产力低下，人为火源的进入对世界各地森林生态系统大都未造成毁灭性影响，但其后果依然是严重的。《孟子》中有这样的记述，“舜使益掌火，益烈山泽而焚之，禽兽逃匿。”而益焚山的地方，就在陕西中北部，涉及到陕西、山西、安徽和河南等省，这些地方现在恰恰是我国自然植被破坏最严重的少林区，这种情况不能完全归咎于益焚山的活动，但他焚山的活动对后世还是产生了极大影响。美洲的玛雅文明就没有我们华夏文明这么幸运，它最终失落在刀耕火种的活动之中。

随着资本主义的兴起，工业革命爆发，新技术不断涌现，人类

摆脱了在大自然面前无可奈何的状态，并逐渐被自我能力的不断增强所陶醉。同时，对经济快速增长的渴求，驱使着人类不断加大对资源开发的力度，并逐渐忘却了对自然应有的谨慎。“主宰自然”、“人定胜天”、“技术至上”的呼声日益高涨。人们对待自然的态度也日趋草率甚至达到野蛮的程度。直到“对于每一次这样的胜利，自然界都报复了我们”，而且有的报复达到了威胁人类自身生存的恐怖程度，人们才从对经济快速增长的津津乐道中醒悟过来，反省自己的观念和行为。表现在对待森林资源的态度上，就是无节制的索取，这一时期的移民开荒、开采矿山、砍伐森林等开发森林的活动频繁，大量的人为活动使得森林火灾连年不断，极大的破坏了森林资源。森林火灾不但烧毁森林资源，还严重威胁人们的生命财产安全：1825年美国缅因州森林火灾烧死160人，烧毁森林120万 hm^2 ；1871年美国威斯康星州密歇根森林大火烧死1500人，烧毁森林152万 hm^2 ；1915年俄国西伯利亚古通地区森林大火烧毁森林1200万 hm^2 。惨重的损失和现实存在的危机使得各国不得不重视森林防火工作，从18世纪初到20世纪中叶，欧美一些国家先后进入了森林防火时期。这一时期各国在森林防火方面做了许多工作。行政和法律手段的应用使得森林火灾严重的形势有所好转，但由于人们对森林火灾固有的自然属性认识不充分，单纯的森林防火使得人们防不胜防，森林火灾在各国依然肆虐。这样的结果促使人们思考森林火灾到底应该怎样防？

进入20世纪中叶后，人们通过对森林燃烧的不断研究，对其发生发展规律有了进一步的认识。特别是对林火两重性的认识和一些相关学科研究成果（森林生态学、燃烧学、化学物理学、空气动力学）在森林防火中的应用，使得森林防火工作逐步进入林火管理阶段。林火管理阶段表现出的技术手段和行政手段并重的特点代表了人们对森林防火的认识进入到一个新的层次。

随着新技术层出不穷的产生、发展（诸如计算机技术、遥感

技术)和应用,森林防火有了利用更先进技术手段的条件。上世纪70年代以后,世界各国相继进入现代化林火管理阶段,这一阶段人们对林火的预测、探测、扑救等能力显著提高。至此,人类对林火的认识经历了粗放用火、森林防火、林火管理、现代化林火管理等四个发展阶段,这种发展现在仍在随着新技术的发展不断继续。

二、世界林火特点与森林防火模式

(一) 世界林火的特点

1. 世界森林火灾危害严重

从世界范围讲,森林火灾是相当严重的,平均每年发生林火20多万次,平均每年森林过火面积在几百万 hm^2 至千万 hm^2 ,平均每年火烧森林覆被率在1%以上。1992年联合国粮农组织对47个国家进行的火灾资料统计显示1981年至1990年10年间,平均年过火林地面积 $673 \times 10^4 \text{hm}^2$,占有林地面积的2.4%(47国占全球林地总面积的53.9%)。近年来由于气候异动,森林火灾形势更为严峻。

2. 世界森林火灾分布不均匀

因为不同国家、地区天气条件和森林植被等不同,森林特点也不同,所以森林火灾情况也不同。森林火灾最多的国家是澳大利亚,平均每年过火森林面积占森林覆被率的1.4%;最少的是北欧的瑞典,森林过火面积占总森林覆被率不到万分之一。

3. 森林资源丰富的国家森林火灾也严重

森林面积大,发生火灾的可能性也大。森林资源丰富的国家森林火灾严重。美国、加拿大、俄罗斯等国家,其森林覆盖率都在30%以上(美国33%、加拿大45%、俄罗斯36%),森林火灾次数和受害森林面积均名列前茅。

4. 许多国家对小火基本能控制,对大面积森林火灾尚无良好的控制方法

资料显示美国在70年代有89%的森林火灾3天以内可以扑

灭,这说明小火基本能控制住。但大面积森林火灾尚不能完全控制,比如2000年森林大火烧过美国阿拉莫斯核实验室,他们一样无能为力。其他国家的情况也基本相同,如蒙古国1996年2月27日至6月3日全国115个地区发生了386起森林和草原大火,特别是从4月延续到整个5月的一场罕见的大火,共有230万 hm^2 森林和780万 hm^2 草场遭火灾破坏,经济损失高达20亿美元。面对这样的大火人们到目前为止还缺少应对良策。

5. 森林火灾总的趋势下降,但基数仍然很大

以美国为例,在30年代平均每年森林火灾面积高达千万 hm^2 以上;40年代为400万~500万 hm^2 ,50年代为360万 hm^2 ,60年代为180万 hm^2 ;70年代为100万 hm^2 。80年代是180万 hm^2 ,90年代又上升到250万 hm^2 。美国政府认为,森林防火工作在他们国家林业工作中是有成效的。然而,直到现在美国每年森林火灾面积仍然维持在100万 hm^2 左右。从全球范围看,森林火灾总体呈下降的趋势,但火灾面积,火灾次数仍然很大很多。1990~1995年世界森林火灾约增加10%。

6. 森林火灾次数和面积的增多或减少,不论是发达国家还是发展中国家,都是随气候变化而变化

一般来说,湿润年份森林火灾次数少,过火面积小,干旱年份火灾次数多,面积大。1997~1998年厄尔尼诺现象发生时,全球各大洲森林大火不断。如印度尼西亚,1997年7月份,在苏门答腊占碑、廖内、西加里曼丹、东加里曼丹、中加里曼丹相继发生森林火灾1000多起,约有150万 hm^2 的森林被烧毁。森林大火的烟雾扩散到新加坡、马来西亚、泰国等国上空,有毒烟雾引发严重生态灾难,不仅有害于东南亚国家,在某种意义上,可以说是全球性的灾难。以上事实清楚地证明了森林火灾受自然、气候条件的制约,难以控制,是一种严重的危害森林资源和人类生存环境的自然灾害。

7. 热带地区火灾呈上升趋势

以印尼为例, 1993 ~ 1994 年加里曼丹岛、1997 ~ 1998 年苏门达腊和加里曼丹岛的大火都历时几个月烧毁上百万 hm^2 的森林, 造成巨大的直接经济损失; 巴西的热带雨林近年来也火灾不断。根据统计资料显示, 1997 年仅印尼和巴西两国就有 500 万 hm^2 以上的森林被毁, 1997 年亚马逊河流域森林火灾次数比上年增加了 50% 以上。

目前, 地球上生态环境正在进一步恶化, 温室效应增强, 干旱日趋严重。这种变化的环境有利于森林大火的发生。为了维护森林生态平衡, 进一步保护好现有森林, 加速绿化进程, 搞好现代化林火管理就成为各国林业事业的重要工作。

(二) 世界森林防火模式

世界各国都在针对自己国家的森林和经济特点, 拟定森林防火措施。世界上公认的防火模式主要有以下三种:

北美森林防火模式: 主要指加拿大和美国。这两个国家森林分布面广, 森林资源丰富, 均占国土面积 $1/3$ 以上, 多为常绿针叶林, 尤其是加拿大(北方)针叶林更多, 森林火灾次数多, 面积大。这些国家人口较少, 但工业十分发达, 他们每年用于森林防火的经费比较多, 在森林防火方面已形成全国林火预测预报网、航空巡护网、地面探火和交通网, 能及时发现火情, 有较强的监测报警系统和能力。在山地或人烟稀少、交通不便的原始林区, 主要以航空灭火为主; 在南部交通方便的人口较稠密区, 以地面机械化灭火为主。

北欧森林防火模式: 北欧虽然都是中小国家, 但森林资源丰富, 他们的森林防火工作独具特色, 其中瑞典尤为典型。瑞典是世界上森林防火工作最完善的国家之一。瑞典的森林以人工针叶林为主, 森林经营集约度高, 林区交通网密度大, 有利于阻隔林火蔓延。在每年的采伐量中, 抚育间伐木材约占总采伐量的一半, 林地

采伐剩余物和易燃物明显降低。所以，一旦发生火灾，其强度低，容易扑灭，有利于森林防火。北欧森林防火的特点是加强森林经营和地面交通网，增强地面防火措施，使森林火灾明显下降，成为世界森林火灾损失最小的地区。

澳大利亚森林防火模式：澳大利亚处在南半球的亚热带和温带地区，森林以桉树林为主。由于防火季节气温高，加上各类桉树含有大量的挥发性油类，树叶极易燃烧，因此往往发生高能量的大火，森林火灾损失极为严重。由于火灾危险季节大风天气多，气温高，桉树林极易燃烧，一般性洒水、喷洒化学灭火剂对这样的林火来说是杯水车薪，无济于事。因此澳大利亚成为世界重点火险区之一，每年被烧森林面积为世界之冠。澳大利亚森林防火工作者经过长期研究，提出了计划烧除的防火策略。在防火安全期，以低能量人为火烧取代高能量的大面积森林火灾。后来，又研究出空中点火技术和棋盘式点火方法，使计划烧除技术得到进一步发展，为澳大利亚森林防火闯出一条新路。

三、我国森林火灾特点与森林防火的发展

（一）我国森林火灾特点

森林火灾属自然灾害范畴，受气象因素、林地环境、社会环境的影响较大，具有突发性强、危害大、难于控制等特点。据建国40多年来的统计资料分析，我国森林火灾有以下特点：

1. 森林火灾破坏森林资源，威胁人民生命财产的安全

火灾是森林的大敌，对森林资源和生态环境的破坏十分严重，林火不仅烧毁森林，降低林分密度，还破坏森林结构，降低森林的利用价值。据对黑龙江省伊春林区调查，火烧迹地原为红松、落叶松等针叶林、阔叶林或针阔混交林，经过火烧以后，中壮龄林死亡率一般在40%左右；成熟或过熟林死亡率一般在50%~60%；15年生以下的幼林或人工林几乎全部死亡。强烈的燃烧不仅烧毁森林和地被物，还使林相结构、林地生物、气象、水域和土地性能发生

急剧变化,降低了森林的保持水土、涵养水源、调节气候的作用,使地表裸露,地温增高,风力加大,土壤有机质被破坏,表层酸化、板结、失去蓄水能力,造成低地沼泽化、台阶地荒芜、岩石裸露。由此看出,森林火灾对森林的危害是毁灭性的,对生态环境的破坏也是明显的。

森林火灾还给人民的生命财产和工农业生产带来巨大损失。就我国森林资源现有数量和人均资源量来说,森林火灾损失非常严重,1987年以前的年均森林火灾发生率、受害率和每次火灾受害面积等指标均排在世界的首位。据有关专家测算,这一时期全国共烧毁木材9.55亿 m^3 ,按每 m^3 价值150元计算,全国直接经济损失达1433亿元,占全国各类火灾总损失的56.5%。

2. 森林火灾因受自然条件制约难以控制

统计资料表明,我国森林火灾次数和受害森林面积时大时小,有较大的波动性。40多年中,森林火灾发生次数在1.5万次以上,受害森林面积在100万 hm^2 以上的年份是:1951年、1955年、1956年、1961年、1962年、1972年、1976年、1977年、1987年,其他年份则较低。经研究发现这种不同年份森林火灾的波动变化是与不同年份大气环流和气候条件变化相关的,厄尔尼诺现象是发生特大森林火灾的因素之一。在特别干旱的年份里,最容易发生大的火灾。相反,林区雨水多、温度低、湿度大时,火险等级低,发生火灾次数就少。这种年际的波动变化除了气候变化的影响外,还与林内可燃物积累有密切关系,也就是说,林内可燃物积累多,特别干旱的年份,遇到大风天气,火势就会迅速蔓延,难以扑救,酿成大灾。

3. 森林火灾集中发生在少数“多火灾区”

据统计资料分析,历年来发生火灾次数最多,受害森林面积最大的主要是内蒙古、黑龙江、云南、广西、四川五个省、区。这五个省、区平均每年发生的森林火灾次数占全国平均每年发生火灾次

数的40%，受害森林面积占全国同期受害森林面积的75%。森林火灾在上述五个省、区的分布也不均匀，又多集中在若干个重点地区，如内蒙古的呼伦贝尔盟、内蒙古大兴安岭林管局的大杨树林区；黑龙江省大兴安岭的韩家园子、小兴安岭的鹤岗大平台和黑河地区；云南省的安宁、玉溪、大理、思茅地区；四川省的甘孜、阿坝、西昌、攀枝花地区等。之所以会形成这样的规律，与这些地区森林面积大、气候变化大、干旱时间长，又常有大风以及地处偏远，交通不便，经济不发达和防火基础设施薄弱有关，这些地区已成为我国森林防火的重点地区，也被称为“多火灾区”。

4. 南方地区发生森林火灾次数多，东北、内蒙古地区受害森林面积大

在我国，由于东北、内蒙古地势较平缓，沟塘宽阔，林地草场相连，春、秋两季受西伯利亚季风的影响，大风天气多，加上地处偏远，交通不便，一旦有火，灭火队员难以迅速赶到火场，火借风势会迅速蔓延，造成大面积森林受害。平均每年的受害森林面积占全国受害森林面积的50%，而火灾次数仅占全国森林火灾次数的4%左右；南方地区由于林农交错，林地面积分散，再加上人口稠密，居民点多，野外火源多，因此火灾次数多，约占全国森林火灾次数的52%，而受害森林面积仅占全国的16%左右。其他地区森林火灾次数和受害森林面积分别为：西南地区森林火灾次数和受害森林面积分别占全国37%和24%左右；西北地区森林火灾次数和受害森林面积分别占全国的6%和9%左右；少林省（区）森林火灾次数和受害森林面积均占全国的1%。

5. 森林火险期（防火期）差异大

由于东北、内蒙古林区和西南、南方、西北地区（主要是新疆）受大气环流和气候的影响，分别在不同季节出现了干旱多风、湿润多雨、低温积雪等不同的自然环境，从而形成了不同时间的火险期（防火期）。

(1) 东北、内蒙古林区林火多发生在春、秋两个季节。春季火险期从3月到6月中旬共120天,火灾最多的是5月份;秋季火险期从9月中旬到11月中旬共100天,火灾最多的是10月份。

(2) 南方和西南地区只有一个冬、春火险期,一般从11月中旬到第二年4月底,火险期150天,火灾最多的是2、3、4月份。

(3) 西北地区(主要是新疆)林火多发生在夏秋季节,从7月底到9月底,火险期100天左右,火灾最多的是8、9月份。

以上火险期也时常随每年气候的变化,有时提前,有时向后推移。

6. 境外火威胁日益加重

影响我国的境外火,主要来自俄、蒙、哈、印、缅、越、朝这些国家。除俄国之外,其他几国不是无力控制就是根本不做控制,因而对我国森林防火威胁极大。如蒙古国1996年2月27日至6月3日全国115个地区发生了386起森林和草原大火,其中从4月延续到整个5月的一场罕见的大火越过中蒙边界殃及我国内蒙古自治区,形成呼伦贝尔盟、兴安盟、锡林郭勒盟三起特大森林火灾,火场总面积30万 hm^2 ,受害森林面积9.9万 hm^2 ,受害林木9934万株,受害蓄积量99万 m^3 ,经济损失约4.6亿元。

(二) 我国森林防火的发展历程

我国森林防火事业起步较晚,1949年之后才受重视。其发展过程大致可以划分为以下几个时期:

1. 逐步开展阶段(1949~1956年)

建国后,党和政府十分重视林业和森林防火工作。林区普遍建立了护林防火机构,充分发动群众、组织群众搞好护林防火工作。组建了武装护林队(森林部队的前身),实行了护林防火责任制,并制定了“防胜于救”的森林防火方针。防火能力得到初步加强。

2. 全面建设阶段(1957~1965年)

1957年林业部成立了护林防火办公室,主管全国护林防火业