



林火生态与 应用火生态

张 敏 · 编著

人民武警出版社

林火生态与应用火生态

编著 张 敏

人民武警出版社

2006·北京

图书在版编目(CIP)数据

林火生态与应用火生态/张敏 编著. —北京:

人民武警出版社, 2006. 4

(森林防火灭火技术战术丛书)

ISBN 7-80176-169-3

I. 林... II. 张... III. 森林火—环境生态学—研究

IV. S762

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 029746 号

书名: 林火生态与应用火生态

编著: 张敏

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: 279 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 7-80176-169-3

定价: 19.50 元

《林火生态与应用火生态》

编审人员

编著 张 敏

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:张 敏 王玉涛

前 言

当今世界森林火灾仍然严重,尤其是大面积森林火灾。联合国已把大面积森林火灾列为八大自然灾害之一。从过去单纯的森林防火发展到现代的林火管理,已经过去几百年的历史。人们逐渐认识到火具有两重性,火被作为森林生态系统中一个重要的生态因子来研究。我国对于火生态的研究起步较晚,近些年才开始。在参考许多国外资料的基础上,郑焕能等于 1992 年编写出版了《林火生态》一书,为我国林火与环境的研究奠定了基础。20 世纪 90 年代以来,我国林火研究者在火对环境影响方面做了一些研究,并取得了成果。为适应本科教育的需要,针对部队院校的特点,结合应用火生态工程,组织编写《林火生态与应用火生态》。

本书在编写过程中,得到了学校各级领导关怀和指导,为本书的修改和审定提供了宝贵意见,一些同事也为本书的设计、制图付出了辛勤的劳动,在此表示衷心感谢。编者虽然为本书付诸大量心血,但不足和疏漏之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见。

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。第1章主要介绍火的发展历史,火生态与林火管理的关系。第2~5章主要介绍林火生态方面的内容,包括林火对土壤、水分、光、温度、大气、野生动物、植物与植物群落、生态系统等的影响和作用。第6章重点介绍应用火生态的基础理论,火在以火防火、森林经营管理、减灾防灾、农牧业、林副业生产、野生动物保护和自然保护中的应用,并对用火的条件和技术做了简要介绍。

目 录

绪论	(1)
第一章 火的作用与影响	(1)
第一节 火的历史	(7)
第二节 火是重要的生态因子	(10)
第三节 林火行为的影响和作用	(17)
第四节 定量火生态	(21)
第五节 林火生态学与林火管理	(23)
第二章 林火与环境	(30)
第一节 火对土壤环境的影响	(30)
第二节 火对光和温度的影响	(43)
第三节 火对水分的影响	(43)
第四节 火对大气环境的影响	(48)
第三章 林火与野生动物	(56)
第一节 林火对野生动物的影响	(56)
第二节 野生动物对火的反应与影响	(79)
第三节 火与野生动物保护概况	(83)
第四章 林火对植物及植物群落的影响和作用	(88)
第一节 灾变和适应	(88)
第二节 火对植物的影响及植物对火的适应	(90)

第三节	火对植物种群的影响	(99)
第四节	火对策种	(105)
第五节	火对植物群落的影响	(111)
第六节	研究火对植物群落影响的方法	(114)
第五章	火对生态系统的影响	(117)
第一节	林火对森林演替的影响	(117)
第二节	火与景观	(126)
第三节	火在生态平衡中的作用	(138)
第四节	火对生态系统物质流、能量流和信息流 的影响	(143)
第五节	火对生态系统中的生产力和生物量 的影响	(150)
第六节	不同森林生态系统中火的影响与作用	(152)
第六章	应用火生态	(197)
第一节	应用火生态概述	(197)
第二节	应用火生态基本理论	(199)
第三节	应用火生态的方法和技术	(206)
第四节	应用火生态工程	(218)
第五节	减灾、防灾中的应用火生态工程	(223)
第六节	营林用火生态工程	(242)
第七节	农业生产用火	(261)
第八节	林副业生产用火	(273)
第九节	牧业生产用火	(284)
第十节	野生动物保护与科学用火	(298)
第十一节	自然保护与林火	(308)
参考文献		(316)

绪 论

长期以来，火与森林和人类都有着密切的关系。火对森林、环境，以及人类的生存有许多影响。这种影响是多方面的。有时很明显，有时很隐蔽；有时是短暂的，有时是长期的；有时是有益的，有时是有害的。因此，只有弄清火的生态作用和影响，同时在理论和实践上对火有明确的认识，才能利用火，且对火进行管理，使火真正成为经营管理森林的工具和手段，服务于人类。

一、火的意义和作用

为了弄清火与森林及人类的关系，需从认识理论和实践等方面进行分析。俗话说“水火不留情”，林区常说“一点星星火，可毁万顷林。”人们知道森林火灾会给森林和林区居民带来灾难。许多从事森林保护工作的人，常把森林火灾引为森林诸灾之首。诚然，森林火灾不仅烧毁森林，还会破坏森林结构、森林环境。以低价值次生树种，取代珍贵的针叶、阔叶树种，并造成森林恶性循环。所以，有些林业工作者，常称森林火灾是森林最凶恶的敌人，这是森林火灾危害的一个方面，也是常被人们所重视的方面。尤其是多森林火灾地区大有“谈火色变”之势。然而，林火还有许多有益之处，如火在人类文明进步方面起到巨大作用。人类能在寒温带和温带得以生存繁衍，就是人类借助于火来实现的。此外，火能烧掉林内枯枝落叶，促进森林更新、改善野生动物栖息地和改善食物，甚至还能改良林地促进林木生长发育，这是火对森林和人类有益的方面。同时，有些人又称火是森林的朋友。火的有利方面逐渐被人们所接受。因此，应该正确认识火的两重性，充分研究如何化火灾为火利，使火真正成为有利于森林、有利于人类的工具和手段。过

去,在生态学中,把火作为一个外来因子,只强调火对森林生态系统的干扰或破坏作用,没有强调火的有利方面。然而,按照系统科学的观点,以及自然界火的发展历史,不难看出,火不仅是森林生态系统中一个自然因子,而且是一个非常活跃的因素。火能影响到整个森林生态系统发展和演替,有时火竟成为推动生态系统演变的动力,所以,火是森林生态系统的一个重要生态因子。现在,许多森林生态学家都把火列为一个生态因子,因此,研究各地森林防火不能孤立地研究火,而且需要研究火与森林生态系统之间的关系,研究火在生态系统中的地位、作用和影响,才有可能把森林防火搞好。此外,为了更好地把防火、灭火和用火搞好,应把火生态列为林火管理的基础理论来加强森林防火的基础。

在实践中,应该有效控制或预防对森林生态系统有害的森林火灾,使其损失降到最小限度,同时,应该利用有益的火行为成为营林的工具和手段,使火不断改善森林环境,为人类经济服务,以维护生态平衡,不断改善人类居住的生态环境。因此,在森林防火方面应将火是有害的观点改为火具有两重性的观点,将林火管理转向预防和控制有害森林火灾并充分利用那些对人类有益的火,发挥火的生态效应。

二、火生态的由来和发展

1. 火生态产生的历史背景

随着资本主义的出现,工业迅速发展,地球上大面积森林陆续被开发利用,林区的森林工业也随之兴起,因此,森林火灾也愈来愈频繁。到19世纪末,20世纪初,森林火灾屡见不鲜。由于工业的迅速发展,环境污染也越来越重,直接威胁着人类的健康和生存,因此,引起了人们对生态系统的研究。火生态也是在这种历史背景下产生的,成为生态学的一个新的分支——火生态学。

2. 生态学的发展简史

生态学(ecology)最早是由动物学家海格尔于1866年提出来

的。当时他自己创造的名字为“okologie”是希腊语字根凑起来的，意思为家庭、住地、经济，后来英译为“ecology”。1885年，怀特（H. Reiter）在他的《外貌总论》一书中也用了生态学（ecology）这个名词。从1866年到1935年整整70年的时间，生态学基本上属于稳步发展阶段。而到1935年却出现了突变，即英国植物生态学家坦斯利（Tansley）提出了生态系统（ecosystem）概念。1942年美国年青生态学家林德曼（Lendmn）以营养动态（Trophic Danamic）的观念提出了食物链（Food Chair）和营养级（Trophic Level）的概念，即从力能学观点来研究生态系统，丰富了生态系统的研究和内容，又把坦斯利的生态系统推向了一个新的阶段。与此同时，前苏联有名的林学家苏卡乔夫提出了生物地理群落的概念，使生物学的研究进入了第三高度。现在生态学集中研究的是生态系统，而生态系统又主要研究能量的转换，即生命系统和环境系统的相互作用规律及其机理。也可称之为“现代生态学”。

从1866年生态学这一名词的产生至今已有120多年的历史。但是，直到20世纪50年代才开始把火做为一个生态因子。最早见于道本迈尔（Doubenmire）的《植物与环境》一书。70年代斯波尔（Spurr，美国）所著的《森林生态学》一书也把火作为一个重要的生态因子。从70年代开始，火生态这门学科得到了迅速发展。1970年在美国召开了乔林火生态会议，并出版了论文集。1974年美国出版了论文集《火与生态系统》一书，这本书的研究内容涉及到火对土壤、鸟类以及火对温带森林生态系统的影响和火的应用等方面。1978年美国农业部林务局组织一些科学家编写了火的影响系列丛书，涉及六个方面：火对土壤、水分、空气、植物区系、动物区系及可燃物等的影响和作用。这些专著精辟地论述了火的有害、有利两个方面的影响和作用，为计划火烧提供了理论依据。1982年美国得克萨斯州立大学和加拿大阿尔伯塔大学两位教授合著的《火生态学》一书的出版发行标志着火生态学的诞生，可以

说是火生态学发展的重要转折点。该书共分 16 章, 前 4 章主要介绍了火对植物、动物、土壤及水分等的影响, 第五章至十五章叙述了加拿大南部地区和美国不同森林植被中火的作用和影响, 最后一章主要介绍了计划火烧的方法和技术。1983 年由美国、澳大利亚、英国、法国和加拿大五国林火生态学家合著的《林火》(Fire in Forestry) 一书的内容涉及很多火生态的研究领域, 并将火生态作为林火管理的理论基础。该书分上、下两册, 上册主要论述火的影响和作用; 下册主要介绍林火的组织和管理。

1992 年阿基 (Agee) 将火生态学研究历史分为三个阶段: 1900~1960 年, 认为火是“坏”的, 研究得较少而且分散; 1960~1985 年, 对火的认识态度发生转变, 认识到了火的两重性, 研究成果报告大量增加, 更好地理解火在自然环境中的作用; 1985 年以后, 火生态学成为干扰生态学的组成部分, 成熟的火生态学理论和研究成果为干扰生态学的发展提供了坚实的基础和背景。

我国对林火进行研究始于 50 年代中期。其中, 科学出版社 1957 年出版的《护林防火研究报告汇编》, 在当时是我国森林防火科学技术方面仅有的参考资料。这本书(论文集)是由原中国科学院沈阳林业土壤研究所(现为中国科学院应用生态研究所)编写的。1962 年由郑焕能等编写的《森林防火学》是我国森林防火方面第一本教学参考书。然而, 火生态的研究在我国起步较晚, 近些年才开始。在参考许多国外资料的基础上, 郑焕能等于 1992 年编写出版了《林火生态》一书, 为我国林火与环境研究奠定了基础。20 世纪 90 年代以来, 我国林火研究者在火对环境的影响方面做了一些研究, 并取得了成果。1998 年, 郑焕能教授主持编写了《应用火生态》一书, 系统地论述了火在农业、林业、牧业、林副业、减灾防灾以及野生动物保护等方面的作用。2000 年, 舒立福教授编著了《防火林带理论与应用》一书, 为生物防火在我国的应用提供了理论依据。同年, 胡海清教授出版了《林火与环境》

一书，阐述了火与环境各因子的相互作用与影响。

三、火生态的研究内容

火生态是研究火与生态系统的相互作用和相互影响的学科，也就是研究火与生物系统和环境系统相互作用、相互影响的科学称为火生态学。研究火与森林相互关系的学科，称林火生态学；还有研究火与草原相互关系的学科，称草原火生态学；研究火与草甸相互影响的学科，称草甸火生态学。火生态学的研究内容涉及生态学各个领域。在生物方面，火生态学的研究侧重于火对生物（动物、植物、人类）个体、种群、群落及生态系统的影响，同时也包括动物、植物、人类对火的反应和适应；在环境方面，则主要研究火对土壤、光、温度、水、大气等有关自然环境的影响。

火生态学基本由两部分组成，其一是理论部分，把火这一生态因子从生态系统中抽提出来，着重讨论火对环境、动物、植物和整个生态系统的影响以及对它的反作用；其二是在火生态学理论指导下进行防火和用火，也是火生态学的实践部分。

四、火生态与其他学科的关系

火生态是生态学发展中的一个新支，它是一门边缘学科，因此，火生态的发展与其他学科有关。数学、物理、化学和生物学是火生态的基础。各种生态学，如植物生态、种群生态、群落生态、系统生态、生态系统、污染生态等都与火生态密切相关，又是火生态的直接基础。电子计算机、遥感技术、气象都是火生态研究的手段和工具。此外，防火工程、林业、农业、野生动物以及环境学科等都与火生态密切相关。另外，系统科学、控制论、运筹学以及突变论、耗散结构和协同学等理论学科都对火生态的发展有指导作用。

研究火生态方法有许多，其中主要有系统分析的方法、仿真模拟的方法等。

五、火生态的应用

火生态正是在 60 年代世界各国掀起生态热，开展生态运动时发展起来的一门新兴的生态学。大力开展计划火烧，以低强度火烧取代高强度森林火灾有利于火生态的发展。目前，许多国家大力开展计划用火，如在大农业开展烧荒、烧垦、烧秸秆等措施，有利于农业大发展。在林业方面，营林用火几乎广泛应用于森林防火各方面，如减少可燃物，以低能量火取代森林火灾等。牧业利用火烧牧场，更新草场，有利发展畜牧业。在林副业方面，利用火取得更多的生态效应，有利于多种经营和立体经营。此外，火生态更有利于自然保护，不断改善野生动物栖息地和饲料，大力繁殖野生动物。火生态的研究发展以及火的广泛应用有利于生态良性循环，使火为人类造福。

第一章 火的作用与影响

[本章提要] 本章主要论述了火是一个重要的生态因子，介绍了火的历史、人类对火认识发展的几个阶段以及火行为与森林生态系统、定量火生态的关系，并系统阐述了林火生态与林火管理的关系。

火是一个重要的自然因素。地球的演变与火的历史密切相关。火又是森林生态系统中一个活跃的因子，它的变化不断推动森林生态系统的演变。不同林火行为对森林生态系统的影响是不同的。因此，只需掌握不同的林火行为就能得到良好的火生态效应。这就是我们进一步研究火的作用与影响的目的，也是应掌握的重点。

第一节 火的历史

一、地球变迁与火历史

火是一种自然现象，它是可燃物与氧等助燃物质发生剧烈氧化反应，并伴有放热发光的燃烧现象。据天文学记载，在距今大约 46 亿年以前，地球刚刚产生时其本身就是一个“火球”，温度很高，围绕太阳旋转。随着天体的不断演化，地球温度逐渐降低。此时，地球上就产生了两种自然火现象：一是来自地壳内部的岩浆喷出（火山爆发），一是来自地球以外的陨石撞击。在距今大约 30 亿年以前，地球上产生了水和空气，这时自然界便出现了雷电现象。在距今大约 2.7 ~ 1.3 亿年前，地球上才出现了森林，自然界又多了一种燃烧现象——林火。自从地球上有了森林，火作为一个活跃的生态因子，时刻影响着森林生态系统的发生、演替与消亡。

在距今大约 200 ~ 300 万年前，地球上出现了人类，自然界又多了一种火源——人为火。在距今大约几万年前，人类发明了钻木取火，真正的人为火便出现了。

火在影响森林发生与演变的同时，也与人类的生存息息相关。人类通过获取和保留自然火种，给寒冷带来温暖，给黑夜带来光明，使生食变成熟食，从蛮荒走向文明。森林是人类的发源地，她孕育了人类，是人类的摇篮。

二、研究火历史的意义

火是森林生态系统中一个重要的自然因素，又是森林生态系统中一个活跃的因素。它的发生、发展直接影响到森林生态系统的变化。因此，了解火的历史，有助于研究古代气候的变迁和推断古代植被的变迁，也可以了解森林火灾与植被演变的相互关系，从而可以弄清森林演变的规律。

森林火灾出现频繁与气候干旱密切相关。1986 ~ 1988 年，北半球连年干旱，大面积森林火灾不断出现。例如，在前苏联、中国、加拿大和美国相继发生世界罕见的特大森林火灾，烧毁大面积森林，有些森林火灾还烧毁了城镇居民点和林场。

当前，世界上森林植被演变与火灾历史密切相关，尤其在北美洲更加突出。因为，北美洲存在一定数量的自然火源——雷击火。许多印第安人用火几乎涉及到北美洲所有森林。因此，通过研究北美洲森林演替，还可以进一步研究不同森林的出现与火的周期性的关系。火的历史成为北美洲森林演替的重要因素。不难看出，研究火的历史与现代森林的变化和演替是何等的重要。

三、研究火历史的方法

研究火历史的方法多种多样，其特点互不相同。现将几种研究火历史的方法介绍如下：

1. 依据地质层年代判断燃烧碳化石的年代。如在石炭纪地层

中存在树蕨碳化石，就可以判断是最早期的森林火灾留下的痕迹。因此，判定地球上最早期的森林火灾发生在距今6亿年以前。

2. 利用放射性元素的衰减测定燃烧碳化石的年代。9万年可以选用 C_{60} 测；9000年至9万年可用 C_{14} ，实测不同燃烧碳化石的年代。

3. 利用湖泊与沼泽测定森林火灾的年代。利用湖泊与沼泽的沉积物测定火灾发生的年代。在选择钻探地点时，一定要避开冲积地段或塌方的地段，一定要选择平稳而又没有被破坏的地段进行钻探。在大面积森林中，每年花期会产生大量花粉而降落在湖泊或沼泽水面。随后下沉形成一个花粉层，每年可形成一层。如果发生大面积森林火灾，同样会有大量烟粒飘浮在水面上，随后下沉，则花粉层中会有一层烟粒层。由此可以判断森林火灾发生的年代，还可以研究火灾前后花粉粒的组成变化，并推断火灾前后树种的变化。

4. 在大面积原始林中，可以按照森林的生长发育年龄的分布，如20、40、60、80、100年来判断火灾发生的年代；在同一林分中有各种龄级均匀分布。其中，如果有一个阶段发生森林火灾，这个龄级树木就会消失，将会出现缺龄级的现象，从而不难判断火灾出现的年代。

5. 依据残留的烧伤树疤判断火灾的发生年代。这是一种在研究近代火灾发生时常用的方法。从火烧伤的伤口可以准确查出火灾发生的年份。但此种方法也有缺点，主要有二：一是火灾强度不大，不致烧伤树木的形成层，在树干基部不留下痕迹，难以查出火灾发生的年代；二是遇到强烈火灾将树木烧死，从而无法查对。这种方法的优点是特别适用于抗火性强的针叶树，有些树木的干基部留下十几次火灾的痕迹，它们就是近代森林火灾的活纪录。人们研究森林火灾近代史，均采用这种研究方法。

6. 利用小粒种子更新法判断森林火灾发生年代。如在大、小兴安岭林区的火烧迹地上有大量杨桦更新，可以根据伐倒的杨桦幼