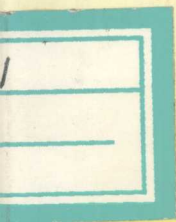


应用 火生态

东北林业大学出版社基金资助出版

郑焕能 满秀玲 薛煜 编著



应用火生态

郑焕能 满秀玲 薛煜 编著

东北林业大学出版社

应用火生态

Yingyong Huo Shengtai

郑焕能 满秀玲 薛煜 编著

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

东北林业大学印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 5.75 字数 140 千字

1998 年 5 月第 1 版 1998 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 7-81008-844-0

S·171 定价:12.00 元

序

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。现在各国都在研究森林火灾，把森林火灾作为林业上的一个重点研究课题。从过去单纯的森林防火发展到现代的林火管理，已经过几百年的历史。开始人们只看到森林火灾破坏的一面，千方百计防止森林火灾的发生和发展，故提出森林防火。后来人们认识到林火不仅有有害的一面，还有其有利的一面，如火能促进森林更新，增加生物多样性，能烧掉森林可燃物，减少可燃物的积累，降低森林火险等级等。因此，人们逐渐认识到火具有两重性，从而提出林火管理这一新的概念。

根据系统论的观点，林火学家已把火作为森林生态系统中一个重要的生态因素来研究。自然界内有些森林生态系统对火不适应，因而被火淘汰，有些森林生态系统适应火而被保存，有些森林生态系统的演变和发展还依赖于火的推动作用。因此，一般适宜用火的森林生态系统可以采用计划火烧，而对于那些不适宜用火的森林生态系统，则不宜火烧。计划火烧是以火生态为基础的一门营

林技术,特别是60年代以后,计划火烧发展非常迅速。有些森林资源丰富和发达的国家,如美国、加拿大、澳大利亚等其森林计划火烧的面积已超过了森林火灾的面积。

计划火烧最初主要应用在减灾防灾方面,随着应用火生态的研究和开展,计划火烧已广泛应用在农业生态用火,营林生态用火,牧业生态用火,林副业生产用火,野生动物繁殖利用和自然保护用火等方面。目前应用火生态已成为森林经营的工具和手段,应用火生态的实施已使野外用火更加规范,更加合理。应用火生态工程包括火生态工程规划设计、工程建设、现代化管理和综合评估诸方面。只有最大地发挥森林生态系统的经济效益、生态效益和社会效益,维护物种多样性,才能促进森林生态系统的持续经营。

由郑焕能等编著的《应用火生态》一书的问世,将会推动我国野外科学用火的迅速发展,并对我国林火管理现代化产生深远的影响。

李景文

1997.12.25

前 言

在世界森林火灾仍然严重的情况下，世界各国依据本国特点，采取相应的措施，控制特大森林火灾的发生。以火防火，减灾防灾，变火灾为火利，把火作为经营管理的工具和手段，已成为近期各国采取的一种有效方法。如美国早在 1910 年就开始采用控制火烧来烧除采伐剩余物，1930 年开始在林内进行规定火烧，1966 年规定火烧的面积还只有 1.7 万 hm^2 ，到 1970 年就达 100 万 hm^2 ，超过当年森林火灾面积（90 多万公顷），5a 内规定火烧面积增加近 60 倍。又如澳大利亚每年规定火烧也在 100 万 hm^2 左右，1d 最多可烧 6 000 hm^2 ~8 000 hm^2 。随着科学技术的不断发展，野外用火作为经营管理森林资源的手段和工具也在不断地完善和深入。

为了使人们进一步认识火、应用火，使其更好地为人类服务，作者根据多年科研、教学及生产实践，并结合国内外先进理论及最新技术，首次编写了《应用火生态》一书。书中主要介绍了应用火生态原理，应用火的方法与技

术，应用火生态系统工程，火在减灾防灾、营林、农业生产、畜牧业生产、野生动物保护等方面的应用，以及林火与自然保护的关系。

本书可作为高等林业院校森林防火专业的教材和参考书，也可作为从事农、林、牧、副业的研究人员及林业生产人员的参考书。

由于作者水平有限，加之编写时间短促，书中疏漏之处在所难免，恳望读者批评指正。

在本书编写过程中，得到郭素华同志的大力支持和帮助，李景文教授在百忙中为此书写序，在此表示感谢。

郑焕能

1997年12月20日

目 录

0 绪 论	(1)
0.1 火的意义和作用.....	(1)
0.2 应用火生态的由来和发展.....	(2)
0.3 应用火生态的概念和发展.....	(4)
0.4 应用火生态的研究方法.....	(5)
1 应用火生态基本理论	(7)
1.1 应用火生态理论.....	(7)
1.2 植物的燃烧性.....	(11)
1.3 树种对火的适应.....	(14)
1.4 森林群落火性状.....	(18)
2 应用火生态的方法和技术	(26)
2.1 选择安全用火窗口.....	(26)
2.2 点火方法.....	(30)
2.3 应用火生态工程技术.....	(34)
3 应用火生态工程	(39)
3.1 应用火生态规划.....	(39)
3.2 应用火生态工程建设.....	(42)
3.3 应用火生态工程管理.....	(44)
3.4 应用火生态效果评估.....	(46)
4 减灾、防灾中的应用火生态工程	(51)
4.1 扑救森林火灾用火.....	(51)
4.2 以火防火.....	(55)
4.3 以火防虫生态工程.....	(59)

4.4	以火减少病害的发生	(62)
4.5	利用火控制鼠害	(65)
4.6	利用火减少局部地区气候灾害	(67)
5	营林用火生态工程	(70)
5.1	营林用火工程概述	(70)
5.2	火在造林工作中的应用	(73)
5.3	火烧促进森林更新	(78)
5.4	火在幼林抚育中的应用	(82)
5.5	用火进行修枝打杈	(85)
5.6	火在抚育采伐中的应用	(89)
5.7	维护火顶极群落	(94)
5.8	火在次生林中的应用	(96)
5.9	火烧在森林主伐中的应用	(99)
5.10	火在特种林经营中的应用	(102)
6	农业生产用火	(106)
6.1	农业生产用火概述	(106)
6.2	大面积烧荒、烧垦	(109)
6.3	火烧秸秆和茬子	(112)
6.4	农林复合经营火的应用	(114)
6.5	其他农业生产用火	(118)
7	林副业生产用火	(120)
7.1	火烧迹地的变化	(120)
7.2	利用火烧迹地与计划火烧发展野果生产	(122)
7.3	应用火发展药用植物	(125)
7.4	利用火烧迹地与计划火烧发展经济植物	(127)
7.5	用火发展食用植物和菌类资源	(129)
8	牧业生产用火	(133)
8.1	概述	(133)

8.2	草地火生态	(136)
8.3	火烧促进草地更新与复壮	(140)
8.4	火烧改良草场	(143)
8.5	草地火管理	(145)
9	野生动物保护与科学用火	(149)
9.1	森林火灾对野生动物的影响	(149)
9.2	北美麋鹿与林火的关系	(152)
9.3	美国黄石公园的雷电火与大角鹿	(154)
9.4	火对鸟类、水禽的影响	(156)
10	自然保护与林火	(160)
10.1	概述	(160)
10.2	森林火灾的危害	(162)
10.3	火能维护某些生物的生存和发展	(165)
10.4	自然保护区与天然公园用火管理	(167)
	参考文献	(171)

0 绪 论

火是地球上最古老的物质，它与地球同时存在。火直接参与地球的不同发展时期，同时，它对地球的发展和演化也起到了重要的作用。为此，研究火对地球的影响，具有十分重要的意义。

0.1 火的意义和作用

地球的诞生大约有 45 亿年之久，当地球诞生之时，在地球上就存在两种自然火源：一是来自于地球内部的火山爆发，二是来自于地球外部的宇宙陨石的撞击。

据科学家估测，地球每 12 万 a 要遭受直径 1km 大小的小行星撞击，并产生巨大的能量，直接或间接影响地球的变化和演化。随着地球的不断演化，地球产生了空气和水，这时也出现了第三种自然火——雷电火。由于发生闪电时产生的高温可达十几万度，可使许多无机化合物转变为有机化合物，从而促成水生生物的合成和发展。人们在 6 亿年前的石炭纪的地层中发现了树木燃烧的炭化石，这就是地球上最早的森林火灾痕迹。由此可见，森林生态系统一旦形成，火就参与森林生态系统的演变。火是森林生态系统的一个自然因素，也是森林生态系统演变的动力。由于自然火源的相继作用，森林火灾不断发生，特别是森林火灾多伴随干旱年代和季节发生，这使得许多物种产生对火适应的可能性。如有些物种被烧毁而淘汰，但有些物种适应火而生存下来，从而促进了森林生态系统不断发展和演变。

距今 300 万年左右，地球上出现了人类，火就与人类的发展

产生了密切的联系。开始,古猿人利用自然火取暖,使古人类能够在温带和寒温带地区得以生存和繁衍。后来火不断改善人类自身的生活习惯,使人类从吃生食过渡到吃熟食,进而改善了人类的卫生状况。因此,火是人类文明的推动者,它加速了人类的进化过程。

在人类出现后较长一段时期内,人类一直使用自然火种。直至距今 1 万 a~2 万 a,人类才发明了钻木取火,从此,地球上又出现了一种新火源——人为火源。

随着时间的推移,人类对火的认识不断发展,并将火用于经营管理,如狩猎用火、农业用火等。同时,火也成为一种灾难,使森林遭受破坏,使人民生命财产遭受损失。直到现在,火对人类和森林仍然具有利和害的双重作用。因此,人类要充分认识火的两重性,化火灾为火利,使火更好地为人类服务。

0.2 应用火生态的由来和发展

火生态是生态学一门新的分支,由于火的广泛应用,火生态得到了迅速的发展。

早在 19 世纪末到 20 世纪初,北美、澳大利亚和沙皇俄国等国的森林火灾就不断发生,使大面积森林和人民生命财产遭受巨大损失。为此,人们开始研究森林火灾对土壤、植被的影响,以及火对森林演变的作用。在 20 世纪初已有人研究火对各种迹地、林地清理、林地可燃物管理以及对土壤、林地环境的影响。

1970 年,美国开始研究乔林火生态,并在同年出版了《乔林火生态》杂志,每年出一期。1974 年,美国出版了《火与森林生态系统》一书,这本书的主要内容涉及到火对土壤、鸟类、温带森林生态系统的影响以及火的应用等方面。为了进一步弄清火对生态系统的影响,1978 年,由美国农业部组织有关生态方面的专

家编写了《火的影响》系列丛书，书中涉及6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，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教授合著的《火生态学》一书的出版，标志着火生态学的诞生。1983年由美国、英国、法国、澳大利亚和加拿大的5位生态学家和火管理专家，编写了《林火》（Fire in Forestry），并把火生态正式列为林火管理的基础理论。

我国古代就有许多利用火进行造林和烧灰积肥的实例，如《齐民要术》中就有许多记载。至今我国闽南仍然有“火不上山，不能插杉”的说法。我国炼山造林已有悠久的历史，目前仍然有争议。有人认为，炼山有利造林，也有人认为，炼山造林，不利于水土保持，容易造成水土流失。因此，应该具体情况，具体分析，不能笼统地说有利或不利，但大面积的炼山或是陡坡炼山是不利的。又如在东北林区，火烧防火线、沟塘和草甸时，群众根据山火分布的规律，总结出了“春烧沟，秋烧岗”的经验。后来，发展到林内计划火烧，火烧管理可燃物，以及营林用火。从80年代起，我国各林业院校的森林防火专业开始讲授《林火生态》，并把火生态列入林火管理的基础理论。1992年我国出版了《林火生态》一书，此书的出版，说明我国的林火生态也是在应用火生态的基础上发展起来的。

目前，许多国家大力发展计划用火，如烧荒、烧垦、烧秸秆等措施，对农业的发展十分有利。在林业方面，营林用火几乎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，利用火烧可以防止病虫鼠害和气象灾害等。牧业方面，利用火烧牧场、更新草场，有利于发展畜牧业。在林副业方面，用火可以取得更多的生态效益，有利于多种经营和立体经营。此外，应用火生态在自然保护方面也取得了良好效果。利用火可不断改善野生动物的栖息地和饲料，有利于野生动物繁殖。有些濒于灭绝的

野生动物和珍稀飞禽，必须用火来维护它们的生存和发展。

总之，目前应用火生态工程已有丰富的理论依据和许多先进的用火技术，所以才能在生产实践上被广泛地应用。

0.3 应用火生态的概念和发展

应用火生态是一门从生态学中发展起来的分支学科。生态学是研究生物与环境之间相互关系的科学。随着生态学的发展，现在已有许多生态学分支，已形成了一个巨大的学科体系，火生态就是其中一个分支学科。火生态是研究火对生物群体及其环境之间相互作用、相互影响的学科，它充分体现了火、生物群落和无机环境三者之间的关系。火生态是在广泛应用火的基础上发展起来的一门学科，它研究人类与火之间的关系，使火更好地为人类服务，使火真正成为森林经营的工具和手段。

目前，许多发达国家特别是森林资源极其丰富的国家，已广泛开展计划火烧，使火逐渐成为森林经营的工具和手段。许多迹象表明，应用火生态发展的趋势正在兴起。

(1) 20 世纪 90 年代，世界新技术已得到广泛的发展，许多高、精、尖技术已在火生态研究中应用。如利用电子计算机进行计划火烧、红外线技术与遥感技术、地理信息系统、航天、航空、通讯技术等已用于野外科学用火。

(2) 应用火生态已向用火工程化方向发展。应用火生态是一门复杂的系统工程，用火时，既要保证绝对安全、不能跑火成灾，还要保证用火达到预期的经营目的，收到一定的经济效益，而不会破坏生态环境。

当前应用火生态工程已向营林用火工程、农业用火工程、牧业用火工程、林副业用火工程、野生动物繁殖利用以及自然保护用火生态工程等方面发展。

(3) 应用火生态与火行为密切相关,如火强度、火蔓延速度、释放能量大小、火持续时间长短,都直接或间接影响火对森林生态系统的破坏程度。不同火行为,能带来不同的火灾后果。因此,用火时首先要掌握火行为特点,做到定量的火行为得到定量的火生态效应。

用火应避免污染环境,做好火生态的效果评估。计划火烧对环境有一定污染,但与汽车、工厂、电力工业等带来的环境污染相比,要小得多。以美国为例,汽车对大气污染占60%以上,电力工业占18%,整个农林计划火烧对大气污染仅占5%,而森林火灾对大气的污染是计划火烧的10倍。这充分说明,应用火生态对环境带来影响虽然不大,但仍然有一定破坏作用。因此,今后应用火时应尽量缩小火对环境的影响。

0.4 应用火生态的研究方法

为了更好地开展应用火生态的研究工作,需要进一步研究其模拟用火方法,现归纳如下:

(1) 现场点火法。本方法将点火的时间、地点、可燃物数量、种类、天气情况以及火行为要求等资料输入电子计算机,建立不同可燃物类型,定量火行为、定量火生态相关模型,以便分析火行为与火生态效益之间的关系。

(2) 实验室测定法。在实验室对不同可燃物进行实验和测试,进一步掌握不同可燃物以及不同组分燃烧的特点,得到应用火生态所需的基本数据。

目前,在有关的研究所和高等林业院校都建立了森林防火实验室,对各种森林可燃物进行广泛的分析和测试,为野外科学用火提供科学依据。

(3) 风洞模拟试验。采用燃烧风洞方法,进行模拟仿真试验。

通过制作各种模型，然后到现场进行试验，经过反复试验、修定，使其接近于实际，可以较快地提出合理用火模型。

总之，应用火生态工程还是一个新的学科，正处于发展阶段，有许多理论和应用技术，有待于今后的科学研究和生产实践来完善。

1 应用火生态基本理论

应用火生态只有建立在科学理论的基础上,才能使科学用火具有坚实的基础。

目前世界上广泛开展的计划火烧,就是建立在火生态理论的基础上。尤其是森林资源极其丰富的国家,应用火更为广泛,只要掌握用火理论,做到因地制宜,就能做到随心用火。美国 1965 年计划火烧面积每年不到 2 万 hm^2 , 1970 年计划火烧林地面积已超过百万公顷。森林资源极丰富的国家,计划火烧林地面积已超过当年森林火灾的面积。

掌握用火的理论,一是研究火历史,也就是地球演化史,掌握不同历史阶段火历史的特点;二是必须掌握不同可燃物的结构、理化性质及其燃烧性;三是掌握不同树种对火的适应;四是必须了解不同类型火性状的特点,如此,才能按照森林类型特点,有效开展野外科学用火。

综上所述,有效开展科学用火,一定要掌握用火理论,只有在火生态理论的指导下,才能使野外科学用火达到实用的目的。

1.1 应用火生态理论

1.1.1 火是一个自然因素,又是生态因素

在地球上还未有生物和森林生态系统时就存在自然火源(陨石撞击、火山爆发和雷电火),然而,当地球上出现森林生态系统时,火就参与森林生态系统的演变与发展。因此,火是一种自然因素,同时,火又是一个非常活跃的生态因素,它不断干扰森林