

秦岭山地森林 健康经营理论与实践

QINLING SHANDI SENLIN
JIANKANG JINGYING LILUN YU SHIJIAN

王得祥 徐钊 柴宗政 康冰 等著

西北农林科技大学出版社

秦岭山地森林健康经营

理论与实践

王得祥 徐钊 柴宗政 康冰 等 著

西北农林科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

秦岭山地森林健康经营理论与实践 / 王得祥等著. —杨凌:
西北农林科技大学出版社, 2015. 2

ISBN 978-7-81092-995-0

I. ①秦… II. ①王… III. ①秦岭—山地—森林经营—研究
IV. ①S75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 024290 号

秦岭山地森林健康经营理论与实践

王得祥 徐钊 柴宗政 康冰 等著

出版发行	西北农林科技大学出版社		
地 址	陕西杨凌杨武路 3 号	邮 编	712100
电 话	总编室:029-87093105	发行部	:87093302
电子邮箱	press0809@163.com		
印 刷	西安华新彩印有限责任公司		
版 次	2015 年 1 月第 1 版		
印 次	2015 年 1 月第 1 次		
开 本	787mm × 1092mm	1/16	
印 张	20.25	插页	8
字 数	435 千字		

ISBN 978-7-81092-995-0

定价:46.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系

《秦岭山地森林健康经营理论与实践》

作者名单

王得祥	徐 钊	柴宗政	康 冰
张丛珊	张岗岗	范得芳	黄雅昆
吕静娴	蔺雨阳	于 飞	张洪武
吴 昊	保积存	张丽楠	方 凯
王宇超	彭舜磊	朱慧男	

项目资助

国家林业局林业行业公益性科研专项：
我国典型森林类型健康经营关键技术研究(20100400206)

国家自然科学基金：
秦岭中山带松栎混交林健康及维护机理研究(31070570)

Sequence

序

我国森林质量低下,加强森林经营提高森林生态系统的健康和活力是解决我国森林问题的重要手段。20 世纪末,世界提出了“森林健康经营”的概念并开始了研究。我国在本世纪初也开始了森林健康经营的试验与研究。

秦岭山地作为我国中部重要的生态屏障,随着我国天然林保护工程的实施,森林生态系统结构与功能正在不断恢复,但是从森林健康的角度来看,林分结构不合理、稳定性差、抗干扰能力弱等一系列问题依然突出。西北农林科技大学王得祥教授课题组在林业公益性行业科研专项等课题的支持下,自 2008 年以来,针对秦岭山地的主要森林类型,从森林群落结构及其动态、森林结构与功能耦合、森林健康评价、森林健康维护机理、森林健康经营技术等方面开展了较为系统和全面的研究,将取得的进展和成果编著成《秦岭山地森林健康经营理论与实践》。本书综合介绍了国内外森林健康理论和方法的相关研究,探讨了森林健康经营的理论在我国的实践,例如技术措施、森林健康评价、森林健康预警和监测方法及发展趋势;阐述了秦岭山地主要森林群落类型的结构动态,森林健康评价指标体系构建与实例分析,典型森林类型的健康维护机理,主要森林健康经营规划与经营技术等内容。在该书由西北农林科技大学出版社出版发行之际,欣然提笔为其作序。

该书是作者艰辛努力的成果,对读者了解秦岭林区主要森林群落类型结构、动态,森林健康状况,森林健康经营策略和技术提供了很好参考,对秦岭山地森林保护、健康经营管理的实践也有一定的指导意义。

中国科学院院士(签名)



2015 年 1 月 8 日

Preface

前言

人类对自然资源的过度开发和利用已造成生态系统严重失衡。森林生态系统是陆地生态系统中面积最大、作用最重要的自然生态系统,该系统的稳定性很大程度上影响着自然生态系统的稳定和平衡。森林生态系统不仅能够为人类提供丰富的林业产品和种质资源,而且在维持生物圈的稳定与平衡,改善生态环境方面发挥着重要作用,是人类与经济社会可持续发展的重要基础。只有健康的森林才能维持自身结构的稳定和可持续发展,保持其生态服务功能的发挥,满足人类与经济社会发展对林产品和各种服务功能的需求。因此,可以说关注森林健康就是关注人类的未来。

森林健康(Forest Health)是指森林作为一个结构功能体保持自身良好存在和更新,并发挥其必要生态服务功能的状态和能力。从经营管理意义上理解,森林健康是一种经营管理理念,目的是使不健康的森林通过一定经营措施逐步恢复健康,让健康的森林持续健康,让新培育的森林从开始就保持健康。健康的森林应具备良好的自我更新能力,具有对外界干扰的抵抗能力和恢复能力,能满足人类和经济社会发展的合理需要。森林健康经营管理是实现人与自然和谐相处的必要途径。

森林健康评价是诊断人类与自然因素影响而导致的森林功能体状态发生变化的认识实践活动,是采用一定指标体系,选用科学方法对森林生产力水平、结构和功能服务状态、抗干扰能力等方面的评估。它通过建立特定区域内森林功能体的健康状态表征指标体系,选用恰当的信息综合集成与分析方法,定期或不定期地对该区域内森林功能体的经营状态进行诊断与分析,以掌握该区域内森林生长状态,结构稳定性及其生态、经济、社会效益,为该区域内森林经营与管理策略的制订提供可靠依据。

森林健康监测在森林健康经营、管理及其评价中起到至关重要的作用,其结果向经营者所传达的是森林经营单元内部及周边区域内部诸要素对森林所产生的正面或负面的影响信息。将森林监测的结果适当地反馈到经营规划过程中,有助于促进森林经营技术和方法的调整。森林健康经营则是通过采取人为或人为促进自然修复措施,诱导森林生态系统结构和功能向健康状况转变,维护森林生态系统的稳定性,提高生态系统自我调节和更新能

力,是提高森林质量与经营效益,不断发挥森林的多种功能,满足社会多样化需求的重要手段。

自2001年开始,国家林业局与美国林务局合作开展了中美森林健康合作试验示范项目,这促进了我国林业科技工作者在森林健康理念、森林健康经营技术等层面的积极探索。全国从森林健康经营理论和方法的角度相继开展了大量的研究工作,并因地制宜采取一系列措施保护和提升森林生态系统的稳定性。秦岭山地作为我国中部重要的生态屏障,森林生态系统结构与功能正在不断恢复,但是就大部分天然次生林和人工林而言,仍然存在林分结构不合理、稳定性差、抗干扰能力弱等一系列问题,森林健康问题依然突出。鉴于此,课题组在林业公益性行业科研专项经费项目及国家自然科学基金等项目的支持下,自2008年以来历时5年多,针对秦岭山地的主要森林类型,从森林群落结构及其动态、森林健康评价、森林健康维护机理、森林结构与功能耦合、森林健康经营技术等方面开展了较为系统和全面的研究,取得了一系列新的进展和成果。

为了服务于秦岭山地森林健康经营管理实践,课题组对上述研究工作进行了总结。书中所涉及的主要内容来自课题组全体成员近年来对有关秦岭山地森林健康经营理论和技术措施的研究成果,是课题组成员共同协作和辛勤探索的结晶。在成书过程中,以森林健康评价、森林健康维护机理、森林健康经营技术为主线,并结合未来中国林业建设和发展的总体要求,吸收了最新的相关科研成果。全书分为上下两篇,共十二章。其中上篇包括第一至第四章,综合国内外森林健康理论和方法的相关研究,详细阐述了森林健康理论及发展趋势,森林健康评价理论和方法,森林健康预警监测理论、方法及发展趋势,森林健康经营的理论依据与技术措施,由徐钊、康冰、于飞、王得祥编著。下篇包括第五章至第十二章,其中第五章阐述了秦岭山地森林植被类型、自然条件及主要研究区域概况,由张岗岗、王得祥编著;第六章论述了秦岭山地森林健康评价指标体系构建与分析,主要由范得芳、柴宗政、吕静娴编著;第七章至第十一章则分别阐述秦岭山地5种典型森林类型的健康维护机理及健康评价方法,主要由柴宗政、张丛珊、黄雅昆、范得芳、张岗岗、吕静娴、蔺雨阳、于飞、吴昊、保积存、张丽楠、方凯、王宇超、彭舜磊、朱慧男、王得祥编著;第十二章探讨了秦岭山地主要森林健康经营规划与经营技术,主要由柴宗政、王得祥、张洪武编著;彩插由柴宗政、黄雅昆、于飞、张岗岗、郝亚中、宋彬提供。全书由王得祥、柴宗政统稿。

本书的出版得到了林业公益性行业科研专项经费项目“我国典型森林类型健康经营关键技术(20100400206)”以及国家自然科学基金“秦岭中山带松栎混交林健康及维护机理(31070570)”等项目的资助。中国科学院唐守正院士一直关注着项目的研究进展,并为此书作序。中国林业科学研究院张会儒研究员、雷相东研究员,北京林业大学余新晓教授、丁国

栋教授、陈丽华教授,国家林业局生态定位观测网络中心杨锋伟副主任、王兵研究员对我们的研究工作给予了大力支持;此外,国家林业局科技司自始至终指导和关注项目的研究过程及进展,在此致以诚挚的谢意。在外业调查研究工作中,西北农林科技大学火地塘教学试验林场赵辉副研究员,甘肃小陇山林业局林业科学研究所张宋智高级工程师、刘文桢高级工程师、张建华高级工程师,以及陕西省宁东林业局、佛坪自然保护区等单位和个人的大力支持和帮助,在此一并表示由衷的感谢。

本书可作为从事森林健康经营、森林植物群落、生态恢复与重建森林经营管理等相关领域技术人员及大专院校师生的参考用书。由于作者水平所限,加之资料、数据涉及面广且量大,书中疏漏或错误在所难免,希望使用本书的广大科研工作者、教师和学生提出宝贵意见。

著者

2014年10月

上篇 森林健康经营理论与方法

第1章 森林健康与森林健康经营	3
1.1 森林健康的内涵与实质	3
1.2 国内外森林健康研究现状	4
第2章 森林健康评价理论与方法	9
2.1 森林健康评价及其理论基础	9
2.2 森林健康评价中的数据预处理	16
2.3 森林健康评价中指标的筛选方法	20
2.4 森林健康综合评价模型	27
2.5 林分尺度的森林健康评价	41
2.6 小班和林班尺度森林健康评价	50
2.7 森林健康综合评价中评价指标权重的确定方法	53
2.8 我国森林健康评价存在的问题与发展趋势	59
第3章 森林健康监测与预警	64
3.1 森林健康监测理论基础	64
3.2 森林健康监测方法	66
3.3 森林健康预警理论基础	67
3.4 警险级别标准	68
3.5 森林健康监测与预警的现状与发展趋势	69
第4章 森林健康经营技术	73
4.1 森林健康经营的理论基础	73
4.2 森林健康经营规划与原则	74
4.3 森林健康经营技术措施	74

4.4 不同功能类型林分修复措施与规范	75
---------------------------	----

下篇 秦岭山地森林健康评价与经营技术

第5章 研究区概况	79
5.1 秦岭山地自然环境概况	79
5.2 秦岭山地主要森林群落类型概述	81
5.3 秦岭山地森林经营现状	82
5.4 秦岭山地森林健康经营典型研究区概况	83
第6章 秦岭山地典型森林健康评价指标分析	91
6.1 秦岭山地典型森林健康评价指标体系构建	91
6.2 秦岭山地典型森林健康评价指标的测定及评估	92
第7章 秦岭山地油松林健康评价及维护机理	102
7.1 油松林群落结构特征与物种多样性	102
7.2 油松林更新特征	112
7.3 油松林健康评价	117
第8章 秦岭山地锐齿栎林健康评价及维护机理	127
8.1 锐齿栎林群落特征	127
8.2 锐齿栎林更新特征	131
8.3 锐齿栎林物种多样性	142
8.4 锐齿栎林健康评价	146
第9章 秦岭山地华山松林健康评价及维护机理	165
9.1 华山松林群落学特征	165
9.2 华山松群落结构特征	169
9.3 华山松群落数量分类及演替趋势	176
9.4 华山松群落物种多样性	178
9.5 华山松林更新特征	180
9.6 华山松群落生物量及其分布	184
9.7 华山松人工林与天然次生林群落学特征比较	185
9.8 华山松林健康评价	197

第 10 章	秦岭山地松栎混交林健康评价及维护机理	213
10.1	松栎混交林群落数量分类	213
10.2	松栎混交林空间结构特征	216
10.3	松栎混交林群落物种多样性	219
10.4	松栎混交林群落更新特征	226
10.5	松栎混交林森林健康诊断及评价	233
第 11 章	秦岭山地华北落叶松人工林健康评价及维护机理	246
11.1	研究方法	247
11.2	华北落叶松人工林树种组成	251
11.3	华北落叶松人工林演替动态	253
11.4	华北落叶松人工林生长过程	257
11.5	华北落叶松人工林单木尺度健康评价	264
第 12 章	秦岭山地森林健康经营规划与技术体系	274
12.1	秦岭山地森林健康经营规划	274
12.2	秦岭山地森林健康经营技术体系	277
12.3	秦岭山地松栎混交林经营决策与技术	286
12.4	秦岭山地落叶松人工林经营决策与技术	289

上篇 森林健康经营理论与方法 ◀●●

森林健康经营是现代林业的经营理念,是促进林业可持续发展的重要途径之一。目前,世界各国先后开展了森林健康经营理论和方法的研究。由于各国、各地所面临的影响森林健康的主导因子不同,各国的森林健康经营理念和模式也不尽相同。本篇综合国内外森林健康的相关研究,介绍了森林健康的内涵与发展,从评价层次、评价指标、评价方法和评价标准等多个方面剖析了森林健康评价的主要方法,对森林健康监测、预警及健康经营技术等方面进行了系统阐述。

第1章 森林健康与森林健康经营

1.1 森林健康的内涵与实质

1.1.1 生态系统健康的内涵

“生态系统健康”的概念可以追溯到1988年, Schaeffer等(1988)首次将生态系统健康定义为“没有疾病”,探讨了生态系统的健康度量问题。1989年,加拿大圭尔夫大学的 Rapport首次论述了生态系统健康的内涵,指出一个健康的生态系统应具有稳定性和可持续性,即在一段时间内维持其组织结构、自我调节能力和对胁迫的恢复能力。而 Costanza(1992)认为生态系统健康是指没有受压症状,具有稳定性、可持续性和活力,能够维持其组织和保持自我运作,并对外界压力具有弹性恢复力的系统。郑景明等(2002)提出用活力(Vigor)、组织结构(Organization)、恢复力(Resilience)来度量生态系统健康,并定义生态系统健康公式 $HI = VOR$ (其中HI——生态系统健康指数、V——活力指数、O——组织结构指数、R——系统的恢复力指数),并要求用权重因子比较和综合系统中的不同组分。刘建军等(2002)对早期生态系统健康的定义进行了总结,认为生态系统健康的概念可以阐述为两类:一类是从系统自身出发的生态系统健康观点;另一类是从生态系统为人类服务的生态系统健康观点。不难看出,后一类是将人类与自然作为一个整体去考虑,既强调自然生态系统的平衡,又注重人类社会对自然的需求和影响。

1.1.2 森林健康的内涵

森林健康概念是由生态系统健康衍生出来的,是森林生态系统健康和恢复的简称(高均凯,2007a)。早期森林健康的概念主要用于研究因人为因素(砍伐、森林土地开发、酸雨及大气污染等)造成的大面积森林死亡,火灾及病虫害等威胁(Cairns, 1994; DeHayes, 1999; Smith, 1985; 吴刚, 1994, 1999; 王彦辉等, 2001; Harvey *et al.*, 2003)。一般而言,健康的森林是指生物因素或非生物因素不会威胁到现在和将来森林资源经营和管理的目标(范志平,

2007)。但是并非没有枯立木、病虫害、濒死木的森林就是健康森林,而是当它们以较低水平存在时,其对于维护健康森林中的生物多样性、生物链及保持森林结构稳定性具有重要意义(孙思等,2007;殷建强等,2008)。因此,国内外学者普遍认为,健康森林具有以下五个方面特征:(1)健康森林是自维的,其物理环境、生物资源环境至少在某些演替阶段能维持森林生产的营养网(任海等,2001;Kolb,*et al.* 1994);(2)健康森林对灾难变化具有恢复能力(Perry *et al.*, 2004;Landford, 1994;Landsbeg *et al.*, 1991);(3)健康森林能保证植物主要部分必需的水分、养分、光照以及生长空间供求中的功能平衡;(4)健康森林具有演替阶段的多样性,以及管理实践和生态系统各过程不会危害邻近的生态系统的功能;(5)健康森林应以人为本,维持良好的生态服务功能,最大限度地满足人类的物质需求和精神文化需求(陈高等,2003;甘敬等,2006;王亚玲,2005)。综上所述,健康的森林应具备良好的自我更新能力,对外界干扰的抵抗能力和恢复能力,在维持森林生态系统自身稳定的同时,最大限度发挥其生态服务功能和满足合理的人类需求。

1.2 国内外森林健康研究现状

1.2.1 北美森林健康研究现状

北美森林健康研究以美国和加拿大为代表,其中美国森林健康监测项目的产生,源于经济发展所造成的环境破坏问题,而这些问题又使森林生态系统受到严重影响,如干旱、火灾、病虫害、湿地退化、空气污染、生物多样性减少、城乡过渡带生态系统脆弱等(甘敬,2007)。因此,早在1988年和1993年,美国就制定了森林健康计划(USDA Forest Service, 1993)。该计划分两个阶段:第一阶段主要是开展森林健康监测,及时掌握森林变化情况,为政府和私有林主的经营决策提供有效的信息;第二阶段是在健康监测和明确原因的基础上,采取科学的措施,维护和重建健康的森林。1993年,美国环保局和林务局合作,开始在全国范围内实施森林健康监测计划。截至目前,美国已经建立了全国森林健康监测系统。而2003年美国国会参众两院通过的健康森林恢复法案(Healthy Forests Restoration Act of 2003)(高均凯,2004),标志着森林健康已成为美国森林经营的核心理论。

在加拿大,一般认为健康的森林是既能保持其生态服务功能(包括调节气候、涵养水源、清洁空气以及保护生物栖息地等)又能满足人类社会的需求。高均凯认为由于受自然地理相似和传统地缘政治的影响,加拿大森林健康监测及评价方法基本与美国一致,他认为生物多样性指标是加拿大衡量森林健康的重要指标,并指出影响加拿大森林生态系统健康的主要因素是自然干扰(高均凯,2007b)。加拿大也是开展森林健康监测工作较早的国家,早在1936年,联邦政府就已经建立了森林病害调查组,调查监测叶峰等危害森林生态系统健康的

事件。病害调查组于1960年更名为森林病虫害工作组(FIDS),开展了对危害森林的生物、非生物的监测,并记录危害的发生情况及分布范围,建立病虫害数据库。目前,该数据库收集的有关昆虫和真菌的数据达200万条,其内容主要包括虫害的形成及害虫的鉴别。

1.2.2 欧洲森林健康研究现状

20世纪70年代末期德国率先发现了森林活力缺失的情况,并将其称为“新型森林受害现象”,随后提出了“森林健康状态”的概念并开始了观测,德国开始的森林健康监测和评价工作影响并迅速扩大到整个欧洲(姬文元,2009)。其监测的指标主要包括以下5类:①森林生态系统中的大气污染沉降物抽样监测;②森林生长量和收获量监测;③树冠退色及落叶状态等监测;④森林土壤和土壤溶液的抽样分析;⑤通过叶片抽样对树木营养状况的监测。德国森林健康监测系统仍处在不断完善过程,目前,监测指标的内容可分为树冠健康、树叶化学、森林土壤和土壤溶液化学等9个方面(王彦辉,1998,2001,2002,2007)。

欧洲的森林健康监测项目ICP在德国监测体系的基础上形成了3个水平的监测层次(De Vries, 1999),其中水平Ⅰ是对不同森林组分,如林冠健康、叶片及针叶内元素含量、土壤条件等基本参数的调查,为了获得与森林健康状况时空变化的有关数据;水平Ⅱ主要是认识森林生态系统功能中的关键因子和强化监测;水平Ⅲ是对特殊的森林生态系统进行研究分析,深入研究影响空气污染的因果关系。

1.2.3 我国森林健康研究现状

我国早期的森林保护都是以病虫害、火灾防治为对象,其措施从初期的“治早、治了、治小”的防治方针到20世纪70年代的“预防为主,综合治理”的方针,再到后来提出的“工程管理”和“目标管理”,都是以控制病虫鼠害为主要目标。从20世纪80年代开始,冯宗伟、郑有斌等对我国南方森林受酸雨影响等进行了持续研究报道。国家林业第六次全国资源清查数据表明我国林业和生态系统建设虽然取得显著成效,但也存在严峻的问题:如森林资源分布不均、总量不足;森林质量偏低,抵抗灾害能力低,经营水平低;林分结构不合理等(张佳音,2010)。因此,国家林业局在2007年启动的第七次全国森林资源清查中,第一次增加了反映森林质量、生物多样性、森林健康、土地退化状况、满足林业工程建设以及生态建设的指标和内容,逐步实现对森林资源和生态环境状况的综合评价。

我国森林健康经营及其实践,开始于2001年的中美森林健康经营合作,项目在国内先后建立了11个森林健康试验示范区、点,森林健康试验在多样性保护、生态建设等方面取得了显著的成效,项目也带动了国内学者对于森林健康评价指标体系及评估模式的研究热潮(曾德慧,1999)。孔红梅等对生态系统健康评价方法进行了初探,并提出森林健康评价应把实验科学定量化和半定量化和现实和适当的理论和技术科学相结合进行综合性评价(孔红梅等,2002)。陈高等在森林生态系统健康监测与评估方面也有较多的研究,其提出了综合