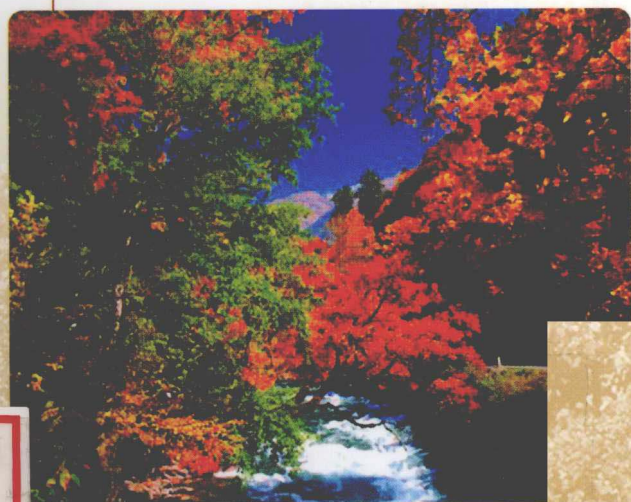


森林健康 评价、监测与预警

FOREST HEALTH EVALUATION, MONITORING
AND PRE-WARNING

余新晓 甘 敬 李金海 等 著



科学出版社
www.sciencep.com

森林健康评价、监测与预警

余新晓 甘 敬 李金海 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以北京山区为研究对象,建立了森林健康检测网络技术体系。该体系总体布局由监测网带和监测样点构成;分别从森林景观尺度和小班尺度对评价森林健康的指标进行筛选,并基于健康距离法和健康指数法对北京山区森林健康进行了研究和评价;同时还从景观尺度和样地斑块尺度对北京山区森林健康预警进行了研究。

本书适合林学、生态学、环境科学、地理学、水土保持学等相关专业的高年级本科生及研究生阅读,也可作为相关领域专业人士的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

森林健康评价、监测与预警/余新晓,甘敬,李金海等著. —北京:科学出版社, 2010

ISBN 978-7-03-026976-8

I. ①森… II. ①余…②甘…③李… III. ①森林-生态系统-评价-中国 IV. ①S718.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 041570 号

责任编辑:朱 丽 王国华 / 责任校对:刘亚琦

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 6 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010 年 6 月第一次印刷 印张:14

印数:1—1 200 字数:308 000

定价:58.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



北京市科学技术委员会重大项目

“北京山区森林健康经营关键技术研究示范” (D0706001000091)

林业公益性行业科研专项

“典型区域森林生态系统健康维护与经营技术研究” (200804022)

“十一五”国家科技支撑计划项目

“防护林体系空间配置与结构优化技术研究” (2006BAD03A02)

国家林业局林业科学技术研究项目

“重大林业生态工程生态效益分析评价技术与应用” (2006-69)

资助出版

参加编写人员名单 (按姓氏拼音排序)

陈俊崎	陈丽华	甘敬	高志亮	谷建才
李金海	刘松	苏薇	王小平	吴海龙
余新晓	岳永杰	张国祯	张振明	朱建刚

前 言

生态环境问题是当今全球性的重大问题，生态环境安全已提到世界各国的国家安全议程上来。森林是陆地生态系统的主体，是人类赖以生存的重要自然资源，也是应对全球温室效应、生物多样性丧失、生态平衡被破坏等诸多环境问题和保护良好生态环境的重要基础。森林的健康状况将直接关系到全球生态安全和人类社会的可持续发展。

21 世纪，中国确立了以生态建设为主的林业发展战略。与中国林业发展战略调整对应，以生态建设为主的林业生态建设工程也面临着调整定位的问题，传统的以木材生产为主的营造林理念已经不能适应现代林业生态建设的要求。营造健康森林、维护森林健康、健康利用森林成为当前林业生态工程在理论和实践领域重要的课题。

目前，中国林业仍处于传统林业向多功能林业、可持续林业转变的时期，各阶段的特点交织在一起，与转型期的经济社会问题重叠，使中国林业生态建设不仅面临着复杂的社会压力，同时也面临着理论和技术的挑战，从而使有关的情况变得异常复杂和艰巨。森林健康，已经在几乎所有涉及森林问题的国际协定中得到体现，并在美国、加拿大以及德国等欧洲国家作为一项实践得到广泛的推广和应用。

北京是“国家首都，国际城市，文化名城，宜居城市”，该城市功能定位决定了北京的林业必须是多功能、多效益的都市林业。当前，北京的绿化造林工作已进入一个由数量增长向质量提高、由造林向营林转变的时期。北京山区面积占全市总面积的 62%，而山区森林景观（包括灌木林）占山区景观的 80% 以上，是构成北京山区景观的基质和本底，在生态系统中占有极其重要的地位。北京山区森林以人工林为主，林分树种单一，结构不合理，稳定性差，森林生态功能未能充分发挥，社会服务功能不突出。因此，在北京山区开展森林健康研究，摸清北京山区森林健康状况，制定森林健康经营策略和可控的预警措施，成为迫切需要解决的问题。

本书在北京市科学技术委员会重大项目、林业公益性行业科研专项、“十一五”国家科技支撑计划项目、国家林业局林业科学技术研究等项目研究的基础上进行总结，为北京山区森林健康监测、评价、预警和经营等提供理论基础、关键技术和可推广的模式。

在本书的写作过程中，课题组各位成员通力合作，付出了很大的努力和心血，在此向课题组各位成员表示衷心感谢！同时本书在写作过程中引用了大量的参考文献，借此机会向各位作者表示衷心感谢！本书在出版过程中，受到科学出版社的大力支持，编辑为此付出了辛勤的劳动，在此表示诚挚的谢意！

限于作者知识水平和能力所限，书中难免有不妥之处，敬请读者不吝赐教！

余新晓

2010 年 3 月于北京

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 森林健康监测、评价与预警研究进展	1
1.1.1 森林健康内涵与实质	2
1.1.2 森林健康研究现状	5
1.1.3 森林健康监测研究进展	7
1.1.4 森林健康评价研究进展	10
1.1.5 森林健康预警研究进展	14
1.1.6 存在问题及发展趋势	20
1.2 研究区概况	20
1.2.1 北京山区概况	21
1.2.2 典型小样地概况	27
1.3 研究方法	34
1.3.1 样地调查	34
1.3.2 数据处理	36
1.3.3 基于健康距离法的森林健康评价研究方法	39
1.3.4 基于健康指数法的森林健康评价研究方法	41
1.3.5 评价模型构建	46
1.3.6 森林健康预警方法	47
第 2 章 北京山区森林健康监测网络技术体系	53
2.1 森林健康监测总体布局	53
2.2 森林健康监测技术研究	53
2.2.1 监测样带设计	53
2.2.2 监测分区及监测样地设置	54
2.2.3 监测指标体系	56
2.2.4 监测平台建设	56
第 3 章 北京山区森林健康评价	58
3.1 森林健康评价的尺度确立	58
3.2 评价指标选取原则	59
3.3 森林景观健康评价指标体系建立	59
3.3.1 景观健康评价指标体系建立的基础理论依据	59
3.3.2 景观健康评价指标体系的内容	59

3.3.3	景观健康评价指标测度分析	59
3.4	森林健康评价指标分析计算与筛选	61
3.4.1	景观总体特征和基本情况	62
3.4.2	分形维数分析计算	63
3.4.3	景观类型多样性、优势度和均匀度	63
3.4.4	病虫害程度分析计算	64
3.4.5	景观健康评价指标筛选	66
3.5	景观健康评价指标标准	68
3.6	北京山区森林景观健康整体评价	71
3.6.1	指标权重确定	71
3.6.2	综合隶属度判别及评价结果	74
第4章	基于健康距离法的森林生态系统健康评价指标体系	75
4.1	各项指标及其标准	75
4.1.1	基础性指标及其标准	75
4.1.2	结构性指标及其标准	91
4.1.3	抗干扰性指标及其标准	106
4.1.4	生态服务功能价值指标及其标准	114
4.2	基于健康距离法的森林健康评价分析	122
4.3	评价指标权重	126
4.3.1	层次分析法介绍	126
4.3.2	评价指标权重计算	127
4.4	评价结果	128
第5章	基于健康指数法的森林健康评价指标体系	131
5.1	评价指标构建原则	131
5.2	指标测度分析	131
5.2.1	完整性指标	131
5.2.2	稳定性指标	133
5.2.3	可持续性指标	135
5.3	评价指标筛选	137
5.3.1	定量筛选	137
5.3.2	定性筛选	138
5.3.3	筛选结果	139
5.4	指标标准	139
5.4.1	定性指标标准	139
5.4.2	定量指标标准	140
5.5	基于健康指数法的森林健康评价分析	143
5.5.1	八达岭景观型水源涵养林健康评价	143
5.5.2	西山生态游憩林健康评价	146

5.5.3 松山生物多样性保护型森林健康评价	150
5.5.4 十三陵水土资源保护型森林健康评价	152
第6章 北京山区森林健康预警研究	157
6.1 研究内容与方法	157
6.1.1 研究目标	157
6.1.2 主要研究内容	157
6.1.3 技术路线	157
6.1.4 数据来源	157
6.1.5 预警模型构建	157
6.2 森林健康预警的理论架构	159
6.2.1 森林健康预警的概念框架	159
6.2.2 森林健康预警的理论基础	159
6.2.3 森林健康预警的系统架构	162
6.2.4 森林健康预警素分析	164
6.3 北京山区森林健康预警指标体系	168
6.3.1 预警指标选取原则	168
6.3.2 预警指标内容	169
6.3.3 预警指标筛选	171
6.4 北京山区森林健康基质判定	175
6.4.1 森林健康预警基质指标等级标准	175
6.4.2 北京山区森林生态系统健康基质判定	175
6.4.3 北京山区森林景观基质判定	177
6.5 北京山区森林健康预警	180
6.5.1 森林健康预警的警度和警限的确定	180
6.5.2 北京山区森林生态系统健康预警	181
6.5.3 北京山区森林景观健康预警	183
6.6 北京山区森林健康预警运行机制	185
6.6.1 森林健康预警的内部运行机制	185
6.6.2 森林健康预警的外部调控机制	186
6.6.3 排警经营措施建议	189
第7章 北京森林生态系统健康预警研究	190
7.1 研究内容与方法	190
7.1.1 研究内容	190
7.1.2 技术路线	190
7.1.3 预警指标的筛选	190
7.1.4 指标权重	193
7.2 森林健康示范区健康预警	196
7.2.1 森林健康预警的警度和警限	196

7.2.2 森林健康示范区基质判定	197
7.2.3 基于 BP 神经网络森林生态系统健康预警	200
参考文献	205

Content

Foreword

Preface

Chapter 1 Exordium	1
1.1 Research progress of forest health monitoring, evaluation and pre-warning	1
1.1.1 Connotation and essence of forest health	2
1.1.2 Research status of forest health	5
1.1.3 Research progress of forest health monitoring	7
1.1.4 Research progress of forest health evaluation	10
1.1.5 Research progress of forest health pre-warning	14
1.1.6 Problems and development trend	20
1.2 Summary of research area	20
1.2.1 Summary of Beijing mountainous area	21
1.2.2 Summary of typical small simple plots	27
1.3 Research methods	34
1.3.1 Simple plots investigation	34
1.3.2 Data processing	36
1.3.3 Method of forest health evaluation based on health distance method	39
1.3.4 Method of forest health evaluation based on health index method	41
1.3.5 Evaluation model construction	46
1.3.6 Methods of forest health pre-warning	47
Chapter 2 Technical system of forest health monitoring network in Beijing mountainous area	53
2.1 General layout of forest health monitoring	53
2.2 Technology research of forest health monitoring	53
2.2.1 Design of monitoring transect	53
2.2.2 Monitoring division and simple plot setting	54
2.2.3 Monitoring index system	56
2.2.4 Monitoring platform construction	56
Chapter 3 Forest health evaluation in Beijing mountainous area	58
3.1 Scale establishment of forest health evaluation	58
3.2 Seletion principle of evaluation index	59
3.3 Seletion principle of evaluation index of forest landscape health	59

3.3.1	Basic thoery	59
3.3.2	Contents	59
3.3.3	Measure analysis	59
3.4	Analysis calculation and screening of forest health evaluation index	61
3.4.1	Landscape general characteristics and basic situation	62
3.4.2	Analysis calculation of fractal dimensions	63
3.4.3	Diversity, dominance and eveness of landscape types63	63
3.4.4	Analysis calculation of pests degree	64
3.4.5	Screening of landscape health evaluation index	66
3.5	Standard of landscape health evaluation index	68
3.6	General evaluation of forest landscape health in Beijing mountainous area	71
3.6.1	Index weight establishment	71
3.6.2	Comprehensive feudatory degree discrimination and evaluation result	74
Chapter 4 Index system of forest health evaluation based on health distance method		75
4.1	Indexes and standards	75
4.1.1	Basic index and standard	75
4.1.2	Constructive index and standard	91
4.1.3	Anti-interference index and standard	106
4.1.4	Ecosystem service value and standard	114
4.2	Forest health evaluation based on health distance method	122
4.3	Index weight	126
4.3.1	Analytic hierarchy process	126
4.3.2	Evaluation index weight calculation	127
4.4	Evaluation result	128
Chapter 5 Index system of forest health evaluation based on health index method		131
5.1	Construction principle of evaluation index	131
5.2	Index measuring analysis	131
5.2.1	Completeness index	131
5.2.2	Stability index	133
5.2.3	Sustainabilty index	135
5.3	Evaluation index screening	137
5.3.1	Quantitative screening	137
5.3.2	Qualitative screening	138
5.3.3	Screening result	139
5.4	Index standard	139

5.4.1	Quantitative index standard	139
5.4.2	Qualitative index standard	140
5.5	forest health evaluation based on health index method	143
5.5.1	Water conservation forest health evaluation in Badaling	143
5.5.2	Ecological recreation forest health evaluation in Xishan	146
5.5.3	Biodiversity conservation forest health evaluation in Songshan	150
5.5.4	Soil and water resource protection forest health evaluation in Shisanling	152
Chapter 6	Forest health pre-warning in Beijing mountainous area	157
6.1	Research content and method	157
6.1.1	Research target	157
6.1.2	Main research content	157
6.1.3	Technical route	157
6.1.4	Data source	157
6.1.5	Pre-waring model construction	157
6.2	Thoery construction of forest health pre-warining	159
6.2.1	Conceptual framework	159
6.2.2	Thoery basis	159
6.2.3	System construction	162
6.2.4	Pre-warning element analysis	164
6.3	Forest health pre-warning index system in Beijing mountainous area ...	168
6.3.1	Selection principle	168
6.3.2	Content	169
6.3.3	Screening	171
6.4	Forest health matrix discrimination in Beijing mountainous area	175
6.4.1	Forest health pre-warning matrix index degree standard	175
6.4.2	Forest ecosystem health matrix discrimination	175
6.4.3	Forest landscape matrix discrimination	177
6.5	Forest health pre-warning in Beijing mountainous area	180
6.5.1	Pre-warning degree establishment	180
6.5.2	Forest ecosystem health pre-warning	181
6.5.3	Forest landscape health pre-warning	183
6.6	Forest health pre-warning operation mechanism in Beijing mountainous area	185
6.6.1	Internal operation mechanism	185
6.6.2	Exterior operation mechanism	186
6.6.3	Advices for warning elimination	189
Chapter 7	Forest ecosystem health evaluation and pre-warning in Beijing forest health demonstration area	190

7.1	Research content and method	190
7.1.1	Content	190
7.1.2	Technical route	190
7.1.3	Screening	190
7.1.4	Index weight	193
7.2	Health pre-warning in forest health demonstration area	196
7.2.1	Warning degree establishment	196
7.2.2	Matrix discrimination	197
7.2.3	Forest ecosystem health pre-warning based on BP neural network	200
References		205

第 1 章 绪 论

森林是陆地生态系统的主体，是人类赖以生存的重要自然资源，也是应对全球温室效应、生物多样性丧失、生态平衡被破坏等诸多环境问题和保护良好生态环境的重要基础。森林的健康状况将直接关系到全球生态安全和人类社会的可持续发展。所以，开展森林健康分析与评价有着非常重要的社会意义（Ciesla et al., 1994; Lorenz et al., 2007）。“森林健康”是西方国家针对人工造林林分结构单一，森林病虫害防治能力、水土保持能力薄弱等问题提出来的一个理念，倡导通过合理地配置林分结构，实现森林病虫害自控、水土保持能力增强和森林资源产值提高（朱建华等，2003）。该理念最早由美国提出。目前，森林健康经营理论和技术已成为当今世界林业研究的热点，森林健康研究旨在通过合理的森林经营，使森林在保持稳定性和多样性的同时，持续满足人类对其的自然、社会和经济需求。

1.1 森林健康监测、评价与预警研究进展

21 世纪，中国确立了以生态建设为主的林业发展战略。与中国林业发展战略调整对应，以生态建设为主的林业生态建设工程也面临着调整定位的问题，传统的以木材生产为主的营造林理念已经不能适应现代林业生态建设的要求。营造健康森林、维护森林健康、健康利用森林成为当前林业生态工程在理论和实践领域重要的课题。

开展森林健康监测、评价与预警研究，其意义和必要性主要体现在以下几个方面：

（1）建设资源节约型城市的需要。长期以来，单纯追求增长速率的考核办法，既是造成资源利用效率不高、经济粗放型增长的重要因素，也是环境污染得不到有效控制和解决的深层次原因。森林健康监测与评价，坚持以科学发展观为指导，以可持续发展为目标，加快建立健全有利于建设资源节约型、环境友好型社会的考核体系，突出资源节约和环境保护指标的权重，严格落实环境保护。通过生产技术与资源节约技术、环境保护技术体系的融合，抑制浪费资源、污染环境的行为，实现生态环境的平衡和社会经济的可持续发展，全面加快建设资源节约型、环境友好型社会的进程。

（2）新型工业化道路的需要。21 世纪人类发展的主题是绿色发展。绿色发展就是要避免或跨越“高消耗、高污染”的传统工业化模式，摆脱“先污染、后治理”、“先破坏、后恢复”的传统经济发展模式。森林健康监测与评价项目的实施，将对目前森林经营质量与方向做出科学评判，这对森林生态环境建设的重大决策有重要意义，对避免社会经济发展重走以资源的高消耗、环境污染和生态破坏为代价的数量扩张型的传统工业化道路，对处理好经济发展与人口、资源和生态环境之间的关系，对坚持绿色发展有着重大的监督管理作用，促进经济效益、社会效益和生态效益三者的统一。

（3）经济可持续发展的需要。本研究立足于社会经济和文化的发展对林业的要求，

以森林可持续经营理论为指导,以可持续发展的森林为目标,研究森林健康监测、评价的理论与方法,开展森林健康监测与评价研究,对提高林业经营科技含量,促进森林健康管理水平不断提高,持久发挥森林的多种功能和效益,建设一个健康、充满活力的森林生态系统,促进经济的可持续发展将起到重大的作用。

(4) 环境保护及生态建设的需要。作为陆地生态系统主体的森林的健康状况直接关系到区域生态安全和社会的可持续发展。目前实施的所有林业生态工程,都要求必须掌握明确的有关森林恢复进程和森林健康质量的动态信息,因此及时而科学地开展森林健康及其生态变化的综合监测与评价是科学决策的基础,所以开展森林健康监测与评价有着非常重要的社会意义。发展森林健康监测与评价是进行森林健康管理的重要基础。它可用来评价一个地区森林健康状况和森林经营趋势,可作为森林经营措施的指示者。一个科学的监测系统可以提供有用的信息和最基础的数据,为监测和评价森林健康状况提供基本框架。对于管理部门来说,科学的监测与评价可为政策制定者提供科学的指导,通过监测数据,可深入分析森林健康的地位和趋势,从而进行有效的森林健康经营与管理。

(5) 环境、经济和社会效益的共同需要。山区森林健康监测与评价研究,通过森林动态变化格局与过程进行长期定位监测,研究其发生、发展、演替规律,定量分析不同界面、不同时空尺度上生态过程演变、转换与耦合机制,建立评价预警体系,分析森林植被理水调水功能机制,分析水土流失生态修复机制与过程,分析森林在环境建设中的地位 and 作用,为健康经营提供科技支撑,为生态环境的综合治理、生物多样性的保护以及林业发展等宏观决策的制定提供理论依据。

1.1.1 森林健康内涵与实质

健康(health)一词来源于医学,最初主要用于研究人类的身体状况。随着环境污染的不断加剧,全球环境问题的日益严重已威胁(或危害)到人体健康后,医学专家率先把医学模型扩展到自然环境保护中(王兵等,2007),从而出现了公众健康(public health 或 population health)、环境健康学(environmental health science)和环境医学(environmental medicine)。随后“健康”理念又被用于研究动植物的状态,相应地产生了森林生态系统健康(forest ecosystem health)、湿地生态系统健康(wetland ecosystem health)、流域健康(watershed health)、景观健康(landscape health)、森林健康(forest health)等术语(陈高等,2002)。其中“森林生态系统健康”越来越多地被生态学家、林业和自然资源管理学家们所接受和使用,并将其作为森林状况评估和森林资源管理的标准 and 目标,同时提出了森林健康的监测与评估问题。

早期的森林健康往往指具体人为因素(酸雨、大气污染、砍伐及森林土地开发等)造成的森林衰退现象以及森林火灾和病虫害的威胁等。现代的森林健康概念已经逐步发展为包括林分、森林群落、森林生态系统以及森林景观在内的一个复杂的系统概念(肖风劲等,2003; Percy and Ferretti, 2004)。一般认为,健康的森林是生物因素和非生物因素(如病虫害、火灾、空气污染、外来种入侵、营林措施、木材采伐等)对森林的影响不会威胁到现在或将来森林资源经营的目标。这里的森林资源经营的目标不仅指木

材产品，还包括森林的多种用途和价值，包括森林游憩、野生动物保护、木材资源和水源涵养等。但是健康的森林并非就一定没有病虫害、枯立木和濒死木，而是它们在一个较低的水平上存在，对于维护健康森林中的生物链和生物的多样性、保持森林结构的稳定是有益的。

当前关于森林健康的概念、认识和争论基本上来自3种途径（表1-1），即认识森林健康问题的3种出发点。第一种是功利主义观的面向目标途径（objective-oriented approach）；第二种是生态系统观的面向生态系统途径（ecosystem-oriented approach）；第三种是平衡二者的综合途径（马立等，2007）。辨识这些途径的具体表述对我们认识森林健康的内涵和进行森林健康评价有着十分重要的意义。

表 1-1 森林健康定义的3种途径

途径	概念表述	实质	存在的问题
目标途径	生物和非生物因素并不威胁到森林现在或将来的管理目标的状态；健康的森林远离损害管理目标的因素；使土地所有者获得最优化地达到管理目标机会的一种状态	管理目标决定了森林生态系统健康	需要明确的管理目标；森林自身的自然属性特征；人类的价值取向
生态系统途径	完全功能性；生态整合性；平衡；恢复力	强调产生和维持森林顶部，去潜在满足一系列多样性目标的基础性生态过程	偏重于生态系统的某一个层面；定义描述性强，可操作性不够；评估不具有代表性和普遍性
综合途径	可持续到未来的一种状态；森林向人类提供需要并维持自身复杂性的一种状态	联系人类、社会价值和自然生态系统特征	过于抽象化、淡化，忽略了具体的系统发生和特征；如何操作和评估不明确

1.1.1.1 面向目标途径的概念

在森林资源管理上渴求获得一定效益（木材、可食菌等）的政府管理部门、私有土地所有者及专业顾问直接关注森林资源的可利用性，以目标获得作为健康定义的立足点。即如果满足了管理目标，森林就会被认为是健康的；反之，是不健康的。“目标的一致”成了森林健康在森林管理目标定义的主要立足点（陈高等，2002）。

美国农业部林业局有这样的表述，“一个不健康的森林抑制管理者获得目标；一个健康的森林并不产生这样的障碍”，故一个健康的森林可能并不能避免昆虫或病菌，但必须充分远离害虫对管理目标的损害。北美洲有些私有土地者也直接认为：森林健康是使土地所有者获得最优化地达到管理目标机会的一种状态。这样一种状态得益于生态学角度合理的管理，并随所有者的意图而变化。因此，目标决定了森林的健康，以生态学为基础的合理管理是达到这些目标的最好手段（Craig, 1994; Lankford, 1994）。

从这个角度考虑森林是否健康，需注意以下几个方面的内容：

- (1) 只有清晰明确的目标才能管理, 管理者才能知道是否能满足这些目标;
- (2) 目标必须反映生态系统特征或属性所赋予的限制;
- (3) 人类对森林不可避免的影响及价值取向。

同时暗示可以用许多标准描述一个健康的森林, 即从一个观点或使用上来说, 一个森林的状况是健康的, 但从另一观点或使用上来说, 又可认为它并不是健康的。对森林进行“卫生伐”, 清除腐烂坏死木、站杆及林内茂盛的灌草丛等对有经济价值的保留木生长有一定促进作用, 还能避免产生大面积火灾, 但是对于森林多样性就是一个直接严重的破坏, 将它们从系统中排除, 一定程度上干扰和阻断了一些生态过程(营养元素分解和物质循环过程)。因此, 森林资源管理部门需要有明确的管理目标来指导和规范森林健康经营。目前关于森林木材产品的需求及强调生物多样性和自然生态过程保护的两难取舍, 就需要管理部门确定优先的目标, 否则会造成一种多目标管理的混乱。1999年中国政府实施“天然林保护工程”, 决定停止天然林的木材生产, 以保护生物多样性和生态完整为主要目标, 确保生态环境功能, 就是一个典型的目标指导森林经营的例子。

综上所述, 功利主义观的面向目标途径认为生态系统健康就是: 生物和非生物因素并不威胁到森林现在或将来的管理目标的状态; 健康的森林远离损害管理目标的因素。管理目标决定了森林健康, 即管理目标不同, 森林健康的标准也不同。

1.1.1.2 面向生态系统途径的概念

从生态系统观点出发产生的森林健康定义与上述观点显著不同, 它并不首要关心木材产量, 而需要森林满足一种多样性的目标。定义强调产生和维持森林生态状况, 从而潜在地满足一系列多样目标的基础性生态学过程(Kolb et al., 1994), 如“一片处于健康中的森林是一个具有完全功能性的植物和动物及它们物理环境的群落”和“一个健康的森林是一个处于平衡中的生态系统”。有些定义包括恢复力的思想, 如“一个健康的森林是一个对变化有恢复力的森林”, “森林健康意味着森林的生产力和它们受压力之后恢复的能力”或者“森林健康被定义为一个森林从自然和人类造成的压力中恢复的能力”。这些定义都使用了具体的生态系统研究术语, 试图运用表征系统属性或特征的某一方面, 如“平衡”、“功能”和“恢复力”等来反映森林复杂的内在联系, 诠释森林健康的含义。

综上所述, 面向生态系统途径的森林健康定义为: 生态系统具有完全功能性、生态整合性、平衡、恢复力。生态系统途径强调产生和维持森林状况, 去潜在满足一系列多样目标的基础性生态过程。这个定义存在着几个问题。首先, 它们仅偏重于生态系统属性的某一个层面。一个生态系统不仅由动植物、土壤、水等实体组成, 它还必须联系生态过程(能量捕获和输送、营养补充和循环、干扰等)。健康的生态系统必须有力地实现有价值的生态过程和功能。因此有很多学者试图做出较为全面的定义, 用恢复力、平衡、功能综合定义森林健康。例如, 当生态系统的能量流动和物质循环未受损伤, 关键生态成分保留(如野生动物、土壤和微生物区系), 对自然干扰的长期效应具有抵抗力和恢复力时, 该森林就是健康的。其次, 怎样的状态被认为是处于平衡? 完全功能性、