

森林

Ecological Research on Forest Disturbances



干扰生态研究

朱教君 刘世荣 著



中国林业出版社

森林干扰生态研究

Ecological Research on Forest Disturbances

朱教君 刘世荣 著

本专著由中国科学院“引进国外杰出人才（百人计划）”项目、
国家十一五科技支撑课题（2006BAD03A04、2006BAD03A09）和
国家自然科学基金项目（30371149、30671669）等联合资助。

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

森林干扰生态研究/朱教君, 刘世荣著. - 北京: 中国林业出版社, 2007. 12
ISBN 978-7-5038-5118-6

I. 森… II. ①朱… ②刘… III. 森林-生态系统-研究 IV. S718.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 173774 号

出版 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话:(010)66184477-2028

网 址: www.cfph.com.cn

发行 中国林业出版社

印刷 北京地质印刷厂

版次 2007 年 12 月第 1 版

印次 2007 年 12 月第 1 次

开本 889mm × 1194mm 1/16

彩插 8 面

印张 23.75

字数 623 千字

印数 1 ~ 1000 册

定价 60.00 元

编写人员 (按拼音顺序):

胡理乐	胡志斌	李凤芹	李秀芬
刘世荣	刘足根	毛志宏	谭 辉
王绪高	闫巧玲	于立忠	张金鑫
朱教君			

Editorial Members:

Lile HU, Zhibin HU, Fengqin LI, Xiufen LI,
Shirong LIU, Zugen LIU, Zhihong MAO,
Hui TAN, Xugao WANG, Qiaoling YAN,
Lizhong YU, Jinxin ZHANG, Jiaojun ZHU

内容简介

本书是作者多年来从事森林生态与经营领域研究工作相关成果的总结,是在中国科学院“引进国外杰出人才(百人计划)”项目、国家十一五科技支撑课题(2006BAD03A04、2006BAD03A09)、国家自然科学基金项目(30371149、30671669)和中国科学院知识创新项目(SCX2-YW-N-031)、中国科学院沈阳应用生态研究所领域前沿项目资助下完成的研究内容之一。全书共分12章,分别对森林干扰生态研究现状、研究方法,主要类型干扰(风、雪、低温、霜害、火干扰和人为干扰)发生及森林对其响应的过程,干扰对森林生态系统的影响(森林结构、森林环境因子、植物多样性及更新、演替)以及干扰与森林可持续经营管理等进行了论述。可供从事林业、生态建设以及生态恢复的科研、教学、工程技术人员、大专院校学生、研究生参考。

序

森林是陆地生态系统的主体，是人类和多种生物赖以生存和发展的基础。森林生态系统不仅为人类提供了大量的木质林产品和非木质林产品，并具有历史、文化、美学、休闲等方面的价值，而且在维持生态安全、维护人类生存发展的基本条件中起着决定性和不可替代的作用。目前，陆地上 80% 的生态系统都已受到了来自人类和自然的各种干扰，森林生态系统也不例外。在各种干扰作用下，尤其是人类不合理的干扰，导致世界范围内的森林退化，已成为一个十分严峻的事实。因此，以维持、恢复森林生态系统固有的多种功能为基础，实现高效、稳定、可持续的林业就成为经营森林生态系统的总目标。随着干扰的加剧，近年来生态学界更加关注的是“受干扰”生态系统的研究，干扰对森林生态系统主要生态过程的影响以及森林生态系统对干扰的响应等问题，已成为森林生态研究领域的国际前沿与热点。因此，系统地研究干扰条件下森林生态系统的生态过程，并在此基础上确立干扰森林的经营理论与技术，对中国天然林资源保护等林业生态工程实施及国家生态安全建设具有重要的科学和现实意义。

自然干扰是普遍的，对生态系统有来自内在的和外在的，也是不可避免的。自然干扰被认为是森林生态系统固有的正常行为，是森林生态系统演替的主要驱动力之一，而且自然干扰产生的结构遗迹将成为林分发展、演替、物种多样性构成等的关键因素；而人类的干扰无论在干扰范围、作用强度及干扰周期等各个方面都与自然干扰截然不同。那么，自然干扰的干扰过程是怎样发生的、是如何影响森林生态系统的主要过程，进而影响森林生态系统的结构与功能，自然干扰与人为干扰的关系如何，人类应以何种方式、何种强度、何种频率去干扰（经营）森林等系列问题，正是森林干扰生态学要回答的主要科学问题。

《森林干扰生态研究》正是在广泛收集国内外有关森林干扰研究结果和作者多年研究成果的基础上，结合当前森林干扰生态研究的热点与重点问题，总结了森林干扰生态的基本概念、研究方法、研究现状等；对森林的主要类型干扰过程——自然干扰：风、雪、低温、霜害、火干扰发生过程进行了研究；重点分析了干扰对森林生态系统的影响过程，干扰对森林生态系统植物多样性的影响以及干扰对森林生态系统结构组成及更新、演替的影响；探讨了干扰与森林稳定性及干扰与森林经营的关系，针对森林生态研究领域所涉及的内容和关注的基础问题，提出了森林干扰生态研究的主要内容与方向，对今后干扰森林生态研究和我国林业生态工程建设具有参考价值。

《森林干扰生态研究》的作者是位年轻有为的科研同事和朋友，平时对我工作的支持和帮助颇多。他们的这本新作的出版，将对我国森林干扰生态学领域研究具有重要的推动作用。我相信，在它的推动下，干扰生态研究的不断深入，必将逐渐丰富森林干扰生态学，推动这一新兴学科的发展，为我国森林可持续发展作出更大的贡献。我特在此书出版之际，欣为之序，以贺之。

蒋有绪

2007 年 11 月 7 日

前 言

陆地上 80% 的生态系统都在承受着来自自然、人类或两者共同的干扰，森林生态系统也不例外。广义上讲，森林干扰是普遍的、内在的和不可避免的。自然干扰作为森林生态系统演替的主要驱动力之一，在维持森林生态系统物种多样性、群落稳定性和景观异质性等方面具有极其重要的作用，它是森林生态系统的正常行为，是森林的重要特征，是种群维持的重要机制之一。由于近代人类社会的发展，人为干扰对森林生态系统的影响远大于自然干扰，尤其是人类对森林不合理，甚至是掠夺性的开发利用，导致世界性的森林退化，已成 21 世纪全球环境发展的七大难题(人口、粮食、能源、臭氧、酸雨、**森林退化**、水资源)之一。因此，维持、恢复森林生态系统固有的多种功能，实现高效、稳定、可持续的林业发展成为森林生态系统经营的最高目标。

随着干扰的加剧，近年来生态学界更加关注“受干扰”生态系统的研究。干扰生态学作为当代生态学研究的活跃领域，是以研究影响生态系统自然干扰事件为主的科学，重点研究影响生态系统结构与功能的自然现象，开发能够预测长期或景观水平的经营管理活动对自然干扰发生频度、强度影响模型。对于森林生态系统，则重点研究自然干扰在森林生态系统的发生过程，对森林生态系统产生的影响及在森林可持续经营中的地位、意义，为森林资源的保护、森林生态系统的可持续经营提供必要的信息和策略。

起源于传统林业资源管理的森林生态系统管理，最初关注更多的是干扰的破坏性、危害性以及如何防止干扰；随着森林科学理论和技术的发展，人们逐渐认识到各种干扰在森林管理中的生态学意义，并强调了人为干扰包括破坏性干扰(导致森林结构破坏、生态平衡失调和生态功能退化的行为)和增益性干扰(促进森林生态系统正向演替的人为活动)。人类是自然生态系统的一个组成成分，人类活动对自然生态系统产生巨大的影响；因此，人类的干扰活动无论在干扰范围/尺度、作用强度及干扰周期等方面都与自然干扰截然不同。随着干扰生态学的发展，生态学家发现，自然生态系统展示了植被变化的多个途径以及常有的多个稳定状态，而不是一个共同的演替顶极；自然干扰在影响物种的相似性和演替途径中起到了重要作用。对于森林生态系统，天然林的结构发育远比传统林学家所认为的复杂得多，而且自然干扰产生的结构遗迹将成为林分发展、演替、物种多样性构成等的关键因素。因此，掌握自然干扰与人为干扰的关系，根据自然干扰的发生、发展过程及作用原理，从生态与经济角度综合考虑原始森林生态系统的更新演替等系列生态过程，对以自然干扰动态模式指导森林生态系统的可持续经营具有重要意义。

然而，由于自然干扰现象复杂，涉及时空尺度较大，再加上森林内在的自然变化等，对天然林干扰动态和物种种群动态的研究方法目前尚不完善，对森林自然干扰因子的种类、干扰状况(频率、强度和时间)以及干扰后森林生态系统的主要生态过程等方面仍缺乏较系统的研究与积累。因此，在实际营林过程中，利用管理手段模拟自然干扰产生的复杂森林结构，以及按着自然干扰原理确定需要保留管理目标的结构种类、数量和空间格局等都难以实现。另外，如何把森林经营管理活动看作是不同强度的干扰计划，如何根据自然干扰原理利用人为干扰引导森林的可持续



续经营等相关问题,需要综合自然干扰动态及其对物种组成、生物多样性、种群结构及系统稳定性等影响的相关知识,需要林业工作者全面掌握干扰动态和天然林在林分及景观水平上的演替过程。因此,系统研究干扰条件下森林生态系统中主要类型干扰发生过程,干扰对森林生态系统的影响过程以及干扰发生后森林生态系统生态过程的响应等问题,积累干扰与森林可持续经营相关资料,为今后森林干扰生态研究和森林可持续经营提供一定的参考,正是编著本书的目的。

为探明森林干扰发生的过程、产生的影响以及森林干扰与可持续经营的关系,本书作者自20世纪90年代以来就开展了相关研究;主要包括本书作者朱教君主持的“干扰条件下次生林生态系统主要生态过程与可持续经营研究”[中国科学院“引进国外杰出人才(百人计划)”项目]、“现有防护林合理经营与改造技术研究”(国家“八五”科技攻关课题,1991~1995年,副主持)、“保安林の成長に伴う飛沙防止効果に関する研究”(海岸防護林生長與飛沙防止研究)(日本国立新潟大学科学基金,1996~1997年)、“森林環境における間伐が林内及び周辺の風環境に及ぼす影響の研究”(海岸防风林間伐及其对周边风环境影响研究)(日本林业技术协会学术研究奖励基金,1998~2002年)、“北方主要类型防护林衰退机理及可持续经营研究”(中国科学院知识创新工程重要方向项目(课题),2002~2005年)、“干扰对次生林时空格局与更新演替影响研究”(中国科学院沈阳应用生态研究所领域前沿项目,2004~2006年)。为了适应研究工作的需要,2003年中国科学院沈阳应用生态研究所在东北典型次生林区辽东山区建立了“清原森林生态实验站”,以干扰生态与森林生态系统主要生态过程为主要研究方向,开展了自然干扰与人为干扰对森林主要生态过程的比较研究;同时,中国林业科学研究院刘世荣主持的国家“十一五”科技支撑项目“林业生态建设关键技术与示范”也资助开展了森林干扰生态学的研究。正是上述多项研究成果,为本书奠定了基础。

全书共分12章:第1章、第2章、第3章,主要对森林干扰生态研究现状、研究方法和干扰与森林退化/衰退的关系等进行了阐述;第4章、第5章、第6章、第7章,重点对自然干扰:风、雪、低温、霜害、火干扰发生过程进行了研究;第8章、第9章、第10章、第11章,重点研究了林窗干扰及林窗特征的确定方法、林窗干扰对森林环境因子的影响、干扰对森林生态系统植物多样性的影响以及干扰对森林生态系统结构组成及更新、演替的影响;第12章为本书小结,对干扰与森林可持续经营管理的关系进行了论述。书中内容以作者近年来在森林干扰领域研究的科研成果为基础,大部分内容已在国内外重要期刊公开发表,本书对这些研究结果进行了较为系统地总结;期望它能在森林干扰生态学研究领域起到垫石铺路的作用,为今后的森林干扰生态研究提供一些参考。

全书由朱教君、刘世荣主持编写,初稿经朱教君、刘世荣、李凤芹全面修改,最后由朱教君、李凤芹、张金鑫统稿、校稿。具体分工为:

朱教君:负责编写大纲的制订,前言、第1章、第4章、第9章、第10章,初稿修改,统稿;

刘世荣:负责前言、第2章、第3章,初稿修改、定稿;

李凤芹:负责第1章、第4章,初稿修改、文字处理及统稿;

李秀芬:负责第5章、第6章;

胡理乐:负责第8章、第11章、彩色图片制作加工;

于立忠:负责第2章、第12章,参与第10章撰写;

胡志斌:负责第2章,参与第6章撰写;

王绪高:负责第6章;



张金鑫：负责图、表制作、编辑加工，参与修改、统稿、校稿及文字处理；

闫巧玲：负责英文介绍、英文目录及书中有关英文校对，参与部分章节修改与校稿；

刘足根：参与第11章撰写；

毛志宏：参与第10章撰写；

谭 辉：参与第9章撰写。

本书受中国科学院“引进国外杰出人才(百人计划)”项目“干扰条件下次生林生态系统主要生态过程与可持续经营研究”(2003~2007年)、国家“十一五”科技支撑项目“林业生态建设关键技术与示范”中课题“天然林保育恢复与可持续经营技术研究”(2006BAD03A04, 2007~2010年)和“长白山生物多样性保护与自然生态恢复技术试验示范”(2006BAD03A09, 2007~2010年)、国家自然科学基金项目“次生林雪/风干扰特征及对建群种更新演替影响”(30671669, 2007~2009年)、中国科学院知识创新项目(SCX2-YW-N-031)和中国科学院沈阳应用生态研究所领域前沿项目等资助。

本书承蒙我国著名森林生态学家、中国科学院院士蒋有绪先生在百忙之中拨冗赐序，在本书出版之际谨向蒋有绪院士表示衷心感谢。在编写过程中，主要引用了本书作者的研究成果，同时参考了相关领域的国内外文献，在此，向文献作者们致以真诚的谢意。

本书顺利出版得到各方各界的鼎力支持。辽宁省科技厅、辽宁省林业厅、辽宁省抚顺市清原满族自治县政府、清原县科技局、林业局、气象局、交通局、水务局、生态办以及中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所等单位及相关领导，在研究基地建设与研究过程中给予了大力的支持与肯定；中国科学院沈阳应用生态研究所出版基金给予了部分资助；中国科学院沈阳应用生态研究所清原森林生态试验站/次生林生态与经营课题组所有工作人员与研究生在书稿处理过程中给予了大力帮助。正是因为有了他们的认可与支持，才有了本书的出版；藉本书出版之际，向为本书出版做出奉献的所有人员致以诚挚的谢意。

由于本书所涉及内容受研究范围、研究时间和作者水平所限，全书虽经仔细核对，但难免有不详与错误之处，诚请读者批评指正。

著 者

2007年7月

Preface

More than 80% of terrestrial ecosystems, including the forest ecosystems, have been influenced by natural disasters, human activities or the combination of both natural and human disturbances. Disturbance is defined as any relatively discrete events in time that disrupts ecosystem, community or population structure and changes resources, availability of substratum, or the physical environment. Generally, disturbances in forest ecosystems are common, inherent and inevitable. Furthermore, natural disturbances, one of the most drive forces in the succession of the forest ecosystem, play critical roles in maintaining species diversity, community stability and landscape heterogeneity in the forest ecosystem. On the other hand, natural disturbances are also the important characteristics of forests and one of the important mechanisms in population maintenance. Due to the development of human society, human activities have much more effects on the forest ecosystem than natural disturbances. The worldwide forest degradation, one of the seven problems of global environment development in the 21st century, has especially resulted from the illogical even predatory exploitation of forests by human beings. Therefore, it is the upmost object for the forest ecosystem management that is to maintain and restore the inherent multifunction of forest ecosystems, and to realize the efficient, stable and sustainable forestry development.

With the increase of disturbances, the “disturbed” ecosystems are being received more and more attention by ecologists recently. Disturbance ecology, the active field in recent ecology study, is the science that mainly focuses on the effects of natural disturbance events on the processes, structure and function of ecosystems. Developing the models that can predict the relationships between frequency and intensity of natural disturbances and effects of long-term or landscape management is also concerned in disturbance ecology. Furthermore, the disturbance ecology for forest ecosystems may emphasize the information and significance of natural disturbances in the sustainable management of forest ecosystems.

The forest ecosystem management, resulting from the traditional forestry resource management, initially focuses on the destructiveness and harmfulness of disturbances, and how to prevent the disturbances. With the development of forest theory and technology, the ecological significance of various disturbances in forest management is gradually known to human beings, furthermore, human disturbances, including destructive ones (i. e., the human activities leading to the destruction of forest structures, the maladjustment of ecological balance, and the degradation of ecological function) and constructive ones (i. e., the human activities facilitating positive succession of forest ecosystems), are also emphasized. Human beings are the component of natural ecosystems and human activities greatly influence ecosystems, therefore, human disturbances are com-



pletely different from natural disturbances in the scale, intensity and frequency of disturbances. On the other hand, with the development of disturbance ecology, ecologists have found that several approaches of vegetation variations and multi-stabilized states, not only one common succession climax, displayed in natural ecosystems. Natural disturbances play critical roles in influencing species similarities and succession approaches. For forest ecosystems, structures of natural forests are much more complex beyond forestry ecologists had thought, and the structural remnants generated from natural disturbances become key factors for the development, succession and species diversity composition of forest stands etc.. Therefore, it is necessary and important for ecologists to fully understand the relationships between natural and human disturbances, and synthetically consider the regeneration and succession of natural forest ecosystems according to the development and function principle of natural disturbances. All of these are significant for sustainable management of the forest ecosystem under natural disturbances.

However, due to the complexity of natural disturbance phenomena with a large spatial-temporal scale, the inherent natural variation in forests and so on, the methods for study of disturbance dynamics and population dynamics of natural forests have not been developed completely. And there are few systematic studies in the types of natural disturbances, the status of disturbances, e. g., the frequency, intensity and frequency of disturbances, and the primarily ecological processes of the forest ecosystem after disturbances. In the course of practical forest management, therefore, it is almost impossible to produce the complex forest structures resulting from natural disturbances simulated by management. In addition, there are many interrelated issues such as how to consider the forest management as disturbance projects of different intensities, how to simulate the number and the spatial patterns of management forests, and how to realize the sustainable management according to natural disturbance principles. All of these problems will be resolved if ecologists fully understand natural disturbance dynamics and its effects on species composition, biodiversity, population structure, ecosystem stability and succession processes at the scale of stands and landscape in natural forests.

Accordingly, the objectives of this book are trying to systematically explore the issues such as the processes of main disturbance types in the forest ecosystems, the influencing processes of disturbances on the forest ecosystems, and the responses of ecological processes to disturbances in the forest ecosystem and so on, and also to accumulate the database of disturbances and the sustainable forest management, and finally to provide some useful information for the further study of disturbance ecology of forest and the sustainable forest management. To achieve the objectives mentioned above, the research results of many research projects related to forest disturbances in recent decades are summarized in this book. The major projects presented over by the authors of the book since 1990s included: *Main Ecological Processes and Sustainable Management of Secondary Forest Ecosystem under Disturbances* (100-young Researcher Project of Chinese Academy of Sciences); *Management and Improvement Technology for Protective Plantations* (Key National Science and Technology Project in the 8th five-year Planning, 1991—1995); *Studies on Growth of Coastal Protective Plantations and Prevention of Sand Blown from Japan Sea* (Science Foundation of Niigata University, Japan, 1996—1997); *Effects of Thinning of Coastal Protective Plantations on Surrounding Wind Environment* (Scholarship Foundation of Forestry Technology Association, Japan, 1998—2002); *Declining Mechanism and Sustainable Management of*



Main Types of Protective Plantations in North of China (CAS Knowledge Innovation Research project, 2002—2005); *Effects of Disturbances on Spatial – temporal Patterns and Regeneration of Secondary Forests* (Field Frontiers Project of Institute of Applied Ecology, CAS, 2004—2006). For the requirements of these research projects, the Qingyuan Experimental Station of Forest Ecology, Institute of Applied Ecology, CAS, was established in typical secondary forest regions in the northeast of China in 2003.

Based on the integration of the research projects mentioned above, this book summarized the research results of forest disturbance in recent years with twelve chapters. In Chapters One, Two and Three, we described the general status of disturbance ecology of forests, mainly explored the current conditions and methods of disturbance ecology of forest, and the relationship between disturbances and forest degradation/decline. In Chapters Four to Seven, we emphasized the processes of natural disturbances (i. e., wind, snow, low temperature, frost injury and fire disturbance). In Chapters Eight to Eleven, we especially studied the forest gap disturbance, the measure methods for gap characteristics, and the effects of forest gap disturbance on environmental factors in forests. We also explored the impacts of disturbances on plant diversity, composition, regeneration and succession in the forest ecosystem in these chapters. At last, in Chapter Twelve, we summarized the relationship between disturbances and sustainable management of forests. It is the hope of the authors that the involvement in organizing, reviewing and seeing this book through to publication, will, to some extent, enhance the understanding on disturbance ecology of forest for researchers working in forestry, eco – forestry engineering, forest ecology and management.

The publication of this book was supported by the 100 – young Researcher Project of Chinese Academy of Sciences: *Main Ecological Processes and Sustainable Management of Secondary Forest Ecosystem under Disturbances* (2003—2007); two topics of “the Eleventh Five Year” National Science and Technology Research Project (*Study and Demonstration of Key Technology in Forestry Construction*, presided by Shirong Liu): *Conservation and Restoration and sustainable Management Technology of Natural Forests* (2006BAD03A04, 2007—2010), and *Biodiversity Conservation of Changbai Mountain and Demonstration of Natural Restoration Technology* (2006BAD03A09, 2007—2010); National Nature Science Foundation project: *Characteristics of Snow/Wind Disturbances in Secondary Forests and its Effects on Regeneration and Succession of Constructive Species* (30671669, 2007—2009); Project of CAS Knowledge Innovation (SCX2 – YW – N – 031) and Field Frontiers Project of Institute of Applied Ecology, CAS.

Many people have contributed to the accomplishment of this book. Our great thanks are given to Professor Youxu Jiang, Chinese famous forestry ecologist and Academician of CAS, for writing the forward of the book. We are also grateful to the authors of references cited at the end of the book, and to the graduate students and partnerships in Research Group of Secondary Forest Ecology and Management/Qingyuan Experimental Station of Forest Ecology (Institute of Applied Ecology, CAS, China). Special thanks are given to the following institutions that provide support and convenience: Administration Department of Science and Technology, Administration Department of Forestry, Liaoning Province; the Qingyuan Government of Liaoning Province; the Science and Technology Bureau, Forestry Bureau, Meteorology Bureau, Communication Bureau, Water Authority of Qingyuan County, Liaoning Province; Institute of Forest Environment and Conservation, Chinese Academy



of Forestry. Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, provided financial support.

The major authors of the book included: Jiaojun ZHU, Fengqin LI, Lile HU, Lizhong YU, Zhibin HU, Xugao WANG, Jinxin ZHANG, Qiaoling Yan, Zhihong MAO and Hui TAN from Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences; Shirong LIU from Institute of Forest Environment and Conservation, Chinese Academy of Forestry; Xiufen LI from College of Agronomy, Shenyang Agriculture University; Zugen LIU from Academy of Environmental Protection Sciences, Jiangxi Province.

Authors
July, 2007

目 录

序 前 言

1 森林干扰生态研究概述 /1

1.1 干扰与干扰生态 /1

1.1.1 干扰概念 /1

1.1.2 干扰生态 /3

1.2 森林干扰类型 /3

1.2.1 森林干扰类型划分 /3

1.2.2 主要森林干扰类型 /4

1.3 森林干扰特征 /6

1.4 森林干扰机制/干扰假说 /7

1.4.1 干扰理论 /7

1.4.2 干扰假说 /8

1.4.3 森林循环理论 /9

1.5 干扰对森林生态系统的影响 /9

1.5.1 干扰对森林更新、演替影响 /9

1.5.2 干扰对森林群落物种组成的影响 /10

1.5.3 干扰对森林物种多样性影响 /11

1.5.4 干扰对森林生态系统稳定性影响 /14

1.6 森林干扰生态的主要研究内容 /14

1.6.1 干扰程度的量化 /14

1.6.2 干扰发生的过程 /15

1.6.3 干扰与森林更新 /15

1.6.4 干扰与物种组成、多样性及森林群落 /15

1.6.5 自然干扰、人为干扰与森林经营 /16

2 森林干扰生态研究方法 /17

2.1 森林干扰度概念的提出 /17

2.1.1 森林干扰度 /17

2.1.2 森林干扰度与自然度 /18

2.2 森林干扰度评价指标体系与原则 /18

2.2.1 森林干扰度的评价 /18



2.2.2	建立森林干扰度评价指标体系的原则	/19
2.3	森林干扰度评价指标及干扰度的确定	/20
2.3.1	森林干扰度评价指标体系的建立	/20
2.3.2	森林干扰度的确定	/21
2.4	应用森林干扰度评价辽宁省森林生态系统	/25
2.4.1	辽宁省森林干扰现状	/25
2.4.2	以清原森林生态实验站为应用实例分析现有森林干扰度	/27
2.5	人为活动干扰因子的辨识与 GIS 实现	/29
2.5.1	模型构建与研究方法	/29
2.5.2	人类活动干扰强度及其空间分布特征	/32
2.6	岷江上游人类活动干扰下景观变化分析	/32
2.6.1	研究区概况	/34
2.6.2	研究方法	/34
2.6.3	景观格局的总体分布特征	/35
2.6.4	景观格局垂直分异特征分析	/36
2.6.5	1986 年、1995 年、2000 年景观格局变化分析	/37
2.6.6	3 种主要景观类型(耕地、林地、草地)变化分析	/41
2.6.7	主要景观类型对人类干扰强度的敏感性分析	/42
3	干扰、森林退化/衰退与次生林	/44
3.1	森林干扰与次生林概念	/45
3.1.1	国内次生林概念	/45
3.1.2	国外次生林概念	/46
3.1.3	国内外次生林概念的区别	/47
3.2	次生林概念存在的疑问	/48
3.2.1	导致次生林发生的干扰性质是人为的还是自然的	/48
3.2.2	导致次生林发生的干扰强度到底有多大	/49
3.2.3	干扰形成的次生林与原始林相比有没有区别、其相似度多大	/49
3.2.4	人工更新或人工促进自然更新形成的林分是不是次生林	/50
3.3	应用生态干扰度表达次生林所处状态	/50
3.4	关于森林退化的定义及其干扰原因	/51
3.4.1	森林退化的定义	/51
3.4.2	森林退化的原因	/52
3.5	关于森林衰退的概念及干扰原因	/52
3.5.1	森林衰退概念	/52
3.5.2	天然林衰退的原因	/53
3.5.3	人工林衰退的原因	/56
3.6	干扰与森林衰退及其防治对策	/57
3.6.1	纠正森林利用过程中决策的失误	/58
3.6.2	减少人为过度干扰,加强以全球变化为主的异常自然干扰的应对策略	/59

3.6.3 避免林业建设中的技术失误, 加强现有森林的经营管理 /59

4 森林风干扰过程 /62

4.1	森林与风干扰	/62
4.1.1	风对树木/森林的作用	/63
4.1.2	森林风干扰形成的主要类型	/64
4.1.3	影响森林风干扰的因素	/65
4.2	最大风速概率分布	/69
4.2.1	数据来源与数据处理方法	/70
4.2.2	海岸林区风的一般特征	/71
4.2.3	海岸林区 10min 平均风速的分布	/72
4.2.4	海岸林区 10min 大风分布规律	/73
4.2.5	海岸林区 10min 大风分布模型	/74
4.2.6	阵风系数与风速	/75
4.2.7	阵风系数分布的统计模型	/77
4.3	林内相对风速估计	/78
4.3.1	方法与步骤	/79
4.3.2	林分垂直结构 OSP 分布规律	/81
4.3.3	林分内风速垂直分布规律	/83
4.3.4	OSP 与林分内相对风速关系	/85
4.3.5	由 OSP 估计林冠层相对风速	/86
4.4	风干扰风险估计	/87
4.4.1	间伐与风干扰/风害风险关系	/88
4.4.2	风干扰/风害风险指数	/89
4.4.3	风干扰/风害风险评价模型	/89

5 森林雪(雪/风)干扰过程 /94

5.1	森林雪害干扰概述	/94
5.1.1	雪害发生的频率	/94
5.1.2	森林雪害的类型	/95
5.1.3	影响森林雪干扰的因素	/96
5.1.4	防御森林雪干扰的措施	/98
5.2	研究区概况及数据来源	/99
5.2.1	研究区概况	/100
5.2.2	数据(资料)来源	/101
5.3	辽东山区引发森林雪(雪/风)害的气象条件	/101
5.3.1	天气形势	/102
5.3.2	温度条件	/103
5.3.3	水汽和风速条件	/104
5.4	辽东山区暴雪/风害与地形因子	/104



5.4.1	海拔与雪/风灾害	/105
5.4.2	坡度与雪/风害	/105
5.4.3	坡向与雪/风灾害	/105
5.5	辽东山区森林雪害与树种和林木特征	/106
5.5.1	树种与雪/风害	/106
5.5.2	树木特征(大小)与雪/风害	/107
5.6	森林雪害与林型和林分特征	/114
5.6.1	优势种林型与雪/风害	/114
5.6.2	林分特征与风/雪害	/120
6	森林低温霜冻干扰过程	/123
6.1	森林低温霜冻干扰概述	/123
6.1.1	霜冻及其对苗木的危害	/123
6.1.2	影响林木霜冻的因素	/124
6.1.3	霜冻灾害的防御措施	/126
6.2	辽宁省初、终霜冻期的时空分布	/129
6.2.1	平均初(终)霜冻及无霜期的分布	/129
6.2.2	初(终)霜冻的经验正交函数分析	/131
6.3	辽东山区(清原)霜冻的年际变化特点分析	/136
6.3.1	历年初、终霜冻日和无霜期年际变化特点与趋势分析	/136
6.3.2	功率谱特征	/138
6.3.3	初、终霜冻日和无霜期的频率及保证率	/138
6.4	辽东山区(清原)霜冻的地形变化特点分析	/139
6.4.1	野外试验	/140
6.4.2	地形因子和林分开阔度的计算方法	/141
6.4.3	统计分析方法	/142
6.4.4	幼龄落叶松(5年生)林地	/143
6.4.5	裸地	/143
6.4.6	间伐后不同密度的落叶松林地	/144
7	火干扰对森林景观的长期影响——以大兴安岭林区为例	/146
7.1	森林火干扰模型	/146
7.1.1	LANDIS 模型特点	/146
7.1.2	LANDIS 模型设计	/147
7.2	LANDIS 模型模块	/147
7.2.1	种子传播的模拟	/147
7.2.2	火干扰的模拟	/148
7.2.3	风干扰的模拟	/149
7.2.4	采伐的模拟	/149
7.2.5	生物干扰的模拟	/150