

森林景观格局与生态规划研究

——以长白山地区白河林业局为例

郭 红 著

地 质 出 版 社

目 次

第一章 绪论	(1)
第一节 研究背景	(1)
第二节 森林景观概述	(2)
一、森林景观	(2)
二、森林景观的研究现状	(2)
第三节 森林景观生态规划的研究概述	(3)
一、森林景观生态规划	(3)
二、国外研究状况	(5)
三、国内研究现状	(6)
四、我国森林景观规划的发展方向	(8)
第四节 研究内容和研究方法	(10)
一、研究内容	(10)
二、研究方法	(10)
第二章 研究区域与研究方法	(13)
第一节 研究区域自然条件与资源概况	(13)
一、自然概况	(14)
二、森林资源概况	(16)
三、社会经济状况	(18)
第二节 数据与方法	(19)
一、资料收集	(19)
二、外业调查	(19)
三、数据取样方法	(20)
四、3S技术的应用	(21)
第三章 景观空间格局分析	(25)
第一节 景观空间格局概述	(25)
第二节 景观要素类型的划分	(26)
第三节 景观格局分析指标	(30)

一、斑块级别指数	(31)
二、景观级别指数	(32)
第四节 景观格局计算	(34)
一、景观类型级别上的景观格局分析	(34)
二、景观尺度上的景观格局分析	(36)
三、不同时期景观格局变化分析	(37)
小结	(40)
第四章 景观动态变化分析	(41)
第一节 基本概念	(41)
一、数字高程模型(DEM)	(41)
二、数字地形分析(DTM)	(41)
第二节 数字高程模型的建立方法	(43)
一、一般步骤	(43)
二、DEM 的采样方法	(43)
三、DEM 的表示方法	(44)
四、DEM 内插方法	(46)
第三节 研究区数字高程模型的生成	(47)
第四节 数字地形分析	(49)
一、坡度的提取	(49)
二、坡向的提取	(50)
第五节 景观格局的分布特征	(53)
一、景观格局的坡度分布特征	(54)
二、景观格局的坡向分布特征	(58)
三、景观垂直结构分布特征	(64)
小结	(72)
第五章 景观动态变化模拟	(73)
第一节 景观动态变化模拟概述	(73)
第二节 马尔柯夫模型	(75)
一、马尔柯夫(Markov)模型概述	(75)
二、转移概率矩阵	(76)
第三节 模拟预测模型的建立	(76)
一、转移概率	(76)
二、转移面积	(77)
三、景观格局预测	(78)

小结	(79)
第六章 景观生态规划	(80)
第一节 景观生态规划的原则	(80)
第二节 景观生态规划的目标	(81)
第三节 景观影响因素分析	(81)
第四节 景观生态功能分区	(83)
一、分区依据	(83)
二、功能区格局	(87)
第五节 景观生态规划	(92)
一、景观生态规划方案	(92)
二、景观生态规划格局	(93)
第六节 景观生态经营	(97)
一、景观结构调整	(97)
二、景观生态经营措施	(98)
结 论	(100)
参考文献	(102)
英文摘要	(106)

Contents

1	Introduction	(1)
1.1	Research back ground	(1)
1.2	Forest landscape introduction	(2)
1.2.1	Forest landscape	(2)
1.2.2	Forest landscape current research	(2)
1.3	Forest landscape ecological planning research introduction	(3)
1.3.1	Forest landscape ecological planning	(3)
1.3.2	Current research in abroad	(5)
1.3.3	Current research in China	(6)
1.3.4	Development direction of forest landscape ecological planning in China	(8)
1.4	Study content and research methods	(10)
1.4.1	Study content	(10)
1.4.2	Research methods	(10)
2	Study area and research methods	(13)
2.1	Nature condition and resources situation of study area	(13)
2.1.1	Nature condition	(14)
2.1.2	Forest resources situation	(16)
2.1.3	Community economy situation	(18)
2.2	Data and methods	(19)
2.2.1	Data collection	(19)
2.2.2	Field investigation	(19)
2.2.3	Data sampling methods	(20)
2.2.4	Application of “3S” technology	(21)
3	Spatial landscape pattern analysis	(25)
3.1	Spatial landscape pattern introduction	(25)
3.2	Landscape element type classification	(26)
3.3	Landscape pattern analysis index	(30)

3.3.1	Patch level index	(31)
3.3.2	Landscape level index	(32)
3.4	Calculation of landscape pattern	(34)
3.4.1	Landscape pattern analysis on landscape type level	(34)
3.4.2	Landscape pattern analysis on landscape scale	(36)
3.4.3	Landscape pattern changing analysis of different periods	(37)
	Brief summarization	(40)
4	Landscape dynamic analysis	(41)
4.1	Basic conception	(41)
4.1.1	Digital elevation model(DEM)	(41)
4.1.2	Digital topography model(DTM)	(41)
4.2	Establishment method of digital elevation model	(43)
4.2.1	General approach	(43)
4.2.2	Sampling method of DEM	(43)
4.2.3	Express method of DEM	(44)
4.2.4	Interpolation method of DEM	(46)
4.3	DEM generation in study area	(47)
4.4	Analysis of digital topography	(49)
4.4.1	Extraction of slope	(49)
4.4.2	Extraction of aspect	(50)
4.5	Distribution characteristic of landscape Pattern	(53)
4.5.1	Landscape pattern slope distribution	(54)
4.5.2	Landscape pattern aspect distribution	(58)
4.5.3	Landscape pattern vertical distribution	(64)
	Brief summarization	(72)
5	Simulation of landscape dynamic	(73)
5.1	Simulation of landscape dynamic introduction	(73)
5.2	Markov model	(75)
5.2.1	Markov model introduction	(75)
5.2.2	Transfer matrix	(76)
5.3	Simulation prediction model generation	(76)
5.3.1	Transfer matrix	(76)
5.3.2	Transfer area	(77)
5.3.3	Simulation of landscape pattern	(78)

Brief summarization	(79)
6 Landscape ecological planning	(80)
6.1 Principle of ecological landscape planning	(80)
6.2 Content of landscape ecological planning	(81)
6.3 Analysis landscape infection factor	(81)
6.4 Landscape ecological function	(83)
6.4.1 Function basis	(83)
6.4.2 Function region pattern	(87)
6.5 Landscape ecological planning	(92)
6.5.1 Scheme of landscape ecological planning	(92)
6.5.2 Pattern of landscape ecological planning	(93)
6.6 Landscape ecological management	(97)
6.6.1 Landscape structure adjustment	(97)
6.6.2 Project of landscape ecological management	(98)
Conclusion	(100)
Reference	(102)
Abstract	(106)

第一章 绪 论

第一节 研究背景

环境与发展已成为当今世界普遍关注的问题,森林是实现环境与发展相统一的纽带。森林作为陆地生态系统的主体,它不仅满足人类生存与发展的物质产品和服务需求,而且在维护全球生态平衡和保护生物多样性中发挥了重要作用。森林景观是景观生态学研究的重点和热点,其代表方面是在自然干扰和人为因素影响下形成的景观格局。

1992年联合国环境与发展大会(UNCED)正式提出了森林可持续经营和林业可持续发展战略。1997年第11届世界林业大会指出“实现林业可持续发展的关键是森林的可持续经营”。森林景观是可持续林业的基础,并日益受到各国的重视。为更好地保护人类的生存环境,充分发挥森林的各种功能,实现森林的可持续经营,近10多年来世界林业发达国家已开始调整自己的森林经营理论与技术,恢复原始森林景观,并制定了放弃皆伐的政策(唐守正等,2000)。科学的森林经营应当建立在空间结构与功能关系基础之上,通过森林景观的合理规划,实现空间优化经营导向合理的空间结构,以便充分发挥森林的功能。为了人类社会的可持续发展,景观生态与林业相结合是森林景观发展的必然趋势,并将成为处理人与自然关系的重要手段之一,为环境建设进行规划设计,来解决经济发展问题和环境保护的矛盾,景观生态规划使人与自然协调发展。

山地森林是我国森林资源的主体,长时间的无节制的森林采伐和不合理的林地利用已经给我国的山地森林造成了巨大的伤害,如森林面积锐减,林相破败,林分质量下降,并严重威胁流域中下游地区的生态安全。东北长白山天然林是我国最重要的天然林区,在中国的森林分布中,东北森林是最大的林业基地,其森林资源全国首屈一指(《吉林森林》编辑委员会,1988),林区总面积约60余万平方公里,占国土总面积的6.3%。从1998年开始实施的天然林保护工程为我国山地森林提供了良好的休养生息机会,但大面积禁伐措施的推行也引起了不少的矛盾和冲突。

森林景观的恢复是全球范围内普遍面临的重大生态环境建设问题。随着景观生态学研究的不断深化,人们已经逐步认识到,森林恢复不仅是个别地块上林分斑块的恢复,更重要的是森林景观整体结构和功能的恢复。所以,应用景观生态学的原理进行森林景观分类及规划研究,提出从景观尺度上对东北天然林进行经营管理的森林景观恢复技术,对东北天然林森林景观结构进行合理配置,对指导东北天然林森林景观经营,维持整个区域景观功能过程的动态平衡,增强区域森林景观的完整性和稳定性,充分有效地利用景观资源和生态过程的异质性、多样性特点,发挥区域中景观的整体优化及生态经济效益有重要意义。

第二节 森林景观概述

一、森林景观

森林景观是指某一特定区域里的数个异质森林群落或森林类型构成的复合森林生态系统;是在某一时空点上视野范围内以森林植被为主体的一种自然景色,这种自然景色是在一定的位置、气候、土壤、生物和人类活动等多种因素长期综合作用下形成的,并在人脑中加以反映的产物。不同的地理条件、气候条件、立地条件和社会经济条件,形成了复杂多样的森林景观(韦新良等,1997)。森林景观是以森林生态系统为主体所构成的景观,它包括各种类型的天然林、人工林、灌木林、疏林、草地、湿地、河流、农田、道路、居民点、矿区等景观要素类型(郭晋平,2001)。森林景观作为自然界中客观存在的一个实体,为人类提供了一个富于变化的游憩场所,是建设森林公园、开展森林旅游业的主要物质基础。

森林景观具有景观的要素特征,可以在地域上分解为若干个森林生态系统单元,一个森林景观的动态变化就是这些森林单元在各种不同环境条件控制下的动态变化的总和(王九龄,2002)。因此森林景观实际是一定地域多种森林生态类型的聚合,由于各类森林生态系统类型间存在结构和功能的差异,因此它们的不同聚合将影响森林景观水平的结构、功能的总体特征,其组分及数量的变化决定森林景观的动态变化。也就是森林景观的功能取决于森林景观的组分及结构,森林景观动态变化将决定森林景观功能的变化(傅伯杰等,2001)。

一个区域内森林中一种森林类型,仅是景观要素之一。由于地理环境因素长期演变协调,或局部地貌条件影响一个区域内存在若干天然森林类型,并呈现彼此镶嵌现象,共存共荣,相对稳定,因此,从理论上就有必要从生态系统生态学上升到景观生态学高度,将每一个森林类型(或称森林生态系统)视为景观要素,研究它们的空间分布格局,系统之间生态关系及相互作用机制;在实践上从生态系统管理上升到景观生态管理水平,针对不同生态系统特点进行合理的空间配置,充分利用系统交界处的边缘效应,从而最大限度地发挥自然资源和土地生产潜力。森林景观方面的研究主要包括森林景观空间格局分析、景观总体结构、森林景观动态及群落生态效应、森林边际效应及动态、森林景观格局与生物多样性等方面(郭晋平,2001)。

二、森林景观的研究现状

森林景观生态研究是我国开展景观生态学研究较早的领域之一,研究工作也卓有成效。彭小麟于1991年就提出森林景观中的边缘效应影响问题;而徐化成(1994)、刘先银等(1994)则是林业工作者中较早将景观生态学原理、方法应用到森林景观生态研究中的学者。之后,郭晋平著的《森林景观生态研究》也是我国森林景观生态研究领域的第一部专著,臧润国等(1999)则主要探讨了森林斑块动态与物种共存机制及森林生物多样性问题。此外,马克明等(1999~2000)对北京东灵山地区的森林景观格局、森林生物多样性、景观多样性,以及刘灿然等(1999~2000)对北京地区的植被景观斑块特征等也都作了一些颇有意

义的探索(肖笃宁等,2003)。

森林景观生态 (forest landscape ecology) 研究是美国景观生态学派的特色。诺斯 (Noss, 1993) 在全面分析天然林与经营的森林景观特征差异的基础上, 阐述了保证森林生态系统可持续性的森林景观条件, 这些条件都是反映森林整体景观结构的指标, 包括森林景观年龄结构、森林群落类型结构和群落斑块结构、斑块大小形状、森林岛和森林斑块空间关系、林火格局、森林敏感物种和林道等, 并深入分析了这些结构指标对于森林生态系统可持续性的意义; Odum E. T. 和 Tumer M. G. 对佐治亚州景观变化作了研究, 并构造了基于转移概率的随机模拟模型。森林景观变化和森林破碎化过程、景观变化的生态后果及其景观调控问题, 始终是美国景观生态学研究的重点。在该方面的研究主要有: Davis J. Mladenof 从森林生态系统可持续性的角度分析了北方阔叶混交林区森林景观变化的特点, 阐述传统森林经营与“动态景观异质性”保护之间存在矛盾, 应将基于群落生态学原理所采取的经营活动与景观整体结构与功能之间的协调关系作为森林资源生态系统管理的基本要求。对森林景观格局与功能相互关系的研究主要是景观格局对景观物质循环和能量流动格局的改变及由此带来的生态效应; 斯皮司等利用 Landsat 卫片, 分析了俄勒冈州西部 2589km² 范围内经营的森林景观从 1972 年到 1988 年期间的变化, 将森林分为郁闭的针叶林和其他森林, 分析了不同权属的林地其间不同森林斑块大小组成结构及其变化和发展趋势。

第三节 森林景观生态规划的研究概述

一、森林景观生态规划

景观生态规划 (landscape ecological planning) 是指运用景观生态学、生态经济学以及相关学科的知识与方法, 从景观生态功能的完整性、自然资源的内在特征以及实际的社会经济条件出发, 通过对原有的景观要素的优化组合或引入新的成分, 调整或构建合理的景观格局, 使景观整体功能最优, 达到人的经济活动与自然过程的协同进化。也就是在景观生态分析、综合和评价的基础上, 建立区域景观生态系统整体优化利用的空间优化利用的空间结构和模式。

景观规划是在一个相对宏观尺度上, 基于对自然和人文过程的认识, 协调人与自然关系的过程 (Steiner and Osterman, 1988; Sedon, 1986; Langevelde, 1994)。景观管理的重要手段, 集中体现了景观生态学的应用价值。景观规划的过程就是帮助居住在自然系统中, 或利用系统中的资源的人们找到一种最适宜的途径 (McHarg, 1969), 协调人与环境、社会经济发展与资源环境、生物与生物、生物与非生物及生态系统之间的关系。它是一种物质空间规划, 它有别于其他三大规划流派 (包括社会、公共政策和经济规划) 的一个主要方面是它的空间特征。景观规划的总体目标是通过土地和自然资源的保护和利用规划, 实现可持续性的景观或生态系统。既然景观是个生态系统, 那么, 一个好的或是可持续的景观规划, 必须是一个基于生态学理论和知识的规划 (Sedon, 1986; Leita and Ahern, 2002)。生态学与景观规划有许多共同关心的问题, 如对自然资源的保护和可持续利用, 但生态学更关心分析问题, 而

景观规划则更关心解决问题。两者的结合是景观规划走向可持续发展的必由之路。

景观规划涉及景观结构和景观功能两方面,其焦点在于景观空间组织异质性的维持和发展。景观生态规划模式强调景观空间格局对过程的控制和影响,并试图通过格局的改变来维持景观功能流的健康与安全,它尤其强调景观格局与水平运动和流的关系(Forman and Godron,1986;Risser,1987;Turner,1989;Forman,1995)。景观生态学与规划的结合被认为是走向可持续规划最令人激动的途径,也是在一个可操作界面上实现人地关系和谐的最合适的途径,已引起全球科学家和景观规划师们的极大关注(Cook and van Lier,1994;Forman,1995;Botequilha and Ahern,2002)。

森林景观生态规划是实施森林恢复的重要手段,在森林经营中是个较新的名词。以往对森林的各种功能价值和生境的考虑一般都限于林分或经营单位,而很少考虑景观特征。近年来逐渐重视到景观特征对实现多种经营目标的意义,提出在林分和景观两个水平进行规划。全面考虑景观因素对于制订正确的管理计划以保证森林景观内正常的生态功能非常重要(Forman,1990)。因为人类对森林的影响几乎无处不在,仅仅设立保护区不足以甚至不可能维持生物多样性,保护生物多样性要维持所有森林的发育阶段和所有的森林类型;为保护生物多样性和资源的可持续管理,必须有景观的观念,以协调不同物种的生境需求和生态系统的功能特征;森林经营规划还必须处理空间动态和时间动态的关系(刘茂松等,2004)。

森林景观规划是在分析森林景观空间格局的基础上,根据景观规划原则和森林景观管理、恢复、利用和建设的方针和目标,确定规划的景观要素及森林景观最佳组成结构,确定森林景观空间结构和森林景观理想格局的时空分析和计划工作。森林景观生态规划与设计作为一种规划工具也被定义为系统地缩短在不同生活环境下的林地数量的减少,缩小原始没有受到影响的森林景观和目前实施管理的景观之间的差距。景观生态规划模式包括多目标和多时空模式。森林景观规划存在不同的尺度,无论哪一个尺度,都存在结构与功能的关系。森林的空间结构决定森林的功能,森林经营活动(如采伐)影响森林的空间结构,从而影响森林功能的发挥(汤孟平,2003)。因此,森林空间结构分析是森林景观规划的基础,对科学经营森林有重要意义。

森林景观规划是一种处理方式,用以优化在森林利用过程中所得到的经济、社会和生态效益,使三者协调平衡(杨青,1994)。其目的是通过对森林景观组成要素和森林景观结构成分的合理组织和配置,保持、恢复和建设森林景观的结构,维护森林景观的健康和稳定性,实现森林的可持续经营(郭晋平,2001)。森林景观规划同时考虑自然生态因素和社会经济因素的共同影响,既反映生态原理的客观要求,又体现社会需求对森林经营的生态过程的影响,可进行通常的森林效益的综合评价,为森林经营决策提供依据(杨学军,姜志林,1997)。

我国的森林经营规划设计一直是一种自下而上(bottom-up)的经营思想,在采伐设计上只是简单遵循某些原则,如生长量大于采伐量、采伐强度限制、禁止皆伐等等,一定程度上忽视了对森林生态环境的经营保护,更缺乏在森林景观尺度上从景观的生态结构、功能、过程来研究采伐配置问题。对森林不仅要在个体、种群、群落和生态系统尺度上开展研究,更需要利用景观生态学的原理与方法从森林生态系统经营的角度在景观尺度上来研究其结构、功能和变化,这种自上而下(top-down)的经营思想对于我国天然林的保护经营有重要意义(郭旭东等,1999)。

天然林资源是我国森林资源的主体,东北天然林区是我国重要的林区,所以,从生态采伐的角度,从景观水平上探讨森林结构合理配置,指导天然林经营,对维持整个区域景观功能过程平衡,增强区域森林景观的完整性和稳定性,充分有效地利用景观资源具有现实意义。

二、国外研究状况

国外提出第一个景观规划(landscape planning)方案的是德国的 Haber 等(1972,1979)基于 Odum(1969)的“分室模型”(compartment model)所提出的土地利用分类系统(DLU)(Haber,1990;Naveh & Lieberman,1994)。1986年,他们将其进一步概括和总结,形成了一套完整的基于景观生态规划方法,按如下五个步骤展开:①土地利用现状类型调查;②景观空间格局的描述分析;③基于景观单元的景观敏感性评价;④景观单元的空间关联度分析;⑤景观敏感度格局研究等。但这一方法注重自然因素和条件的分析,而对社会经营的需求缺乏考虑(Simonds,1961)。针对此,捷克的 Ruzicka 和 Miklos(1988,1990),在总结了已有的规划方法和模型之后,提出他们的一套系统的景观生态规划方法(LANDEP),包括综合的景观生态学分析、景观组成要素的系统调查与分析、景观样地的生态评价和土地优化利用建议等几方面内容(Ruzicka and Miklos,1990)。景观生态规划强调对景观的优化利用与其生态条件相适应、相协调,并在维持景观生态安全格局的同时,获得长期的经营效益(Gustason 等,1994)。

美国的森林景观规划的研究不仅提出和发展了一些逐渐证实和接受的一般性原则和理论,不断充实景观生态学的理论体系和方法论体系,而且取得了一些重要成果(Arizpe 等,1992;Gustason 等,1996,1999;Mladenoff 等,1996,1999;Urban 等,1999;Wallin 等,1994;ESRI,2001):

(1)区域总体景观结构分析与景观控制研究。Forman 及其同事对美国新泽西州滨海平原的栎林景观组成和格局分析,在森林景观生态研究中具有开创性的意义(Forman,1979)。

(2)森林景观变化和森林破碎化过程、景观变化的生态后果及其景观调控研究。如 Mladenoff 从森林生态可持续经营的角度分析北方针阔混交林区森林景观的变化特点,提出了作为森林生态可持续管理应着重解决林分经营活动如何在景观水平上进行综合,并做出正确的决策。(Mladenoff and Pastor,1993)。

(3)森林景观格局与功能相互关系研究。景观结构和异质性对干扰在景观中的传播的影响,由于干扰源和性质的不同,具体的研究方法和结论也有很大差别(Runkli,1982;Foster,1988)。

(4)森林景观生态过程模拟模型与决策模型研究,如 D. J. 穆拉丹诺夫, W. L. 贝克尔编著了《森林景观变化的空间模拟:方法和应用》(1997),内容包括对目前森林景观空间模拟的方法的评价、主要森林景观模型及其应用、对未来森林景观空间模拟发展的展望等三方面。Mladenoff(2004)论述了森林景观干扰和演替的 LANDIS 模型。

目前,森林的景观规划途径有多种,如 Angelstam & Rosenberg(1993)提出四类:景观生态学途径、自然景观途径、文化景观途径、非生态途径;Petersetal(1997)总结有两类:物种和种群途径、群落和景观途径;Clas Fries 等(1998)归纳为三类途径,物种途径(the species approach)、自然途径(the naturalness approach)和多方面途径(the multiple aspects approach)。

1998年在芬兰召开的森林经营规划的景观生态学会议上,瑞典农业科学大学的 Per Angelstam 认为为了恢复重要的生境森林的经营需要制定景观生态规划,并阐述了规划中应包括的八方面内容。芬兰林业研究所的 Jyrki Kangas & Annika Kangas 指出了最优化的森林规划中应包含的生态学信息,Oulu 大学的 Erkki Mäntymaa & Cecilia Gutierrez-Vogl 分析了景观生态学森林经营规划的环境效益,Oulu 大学的 Mikko Mönkkönen & Pasi Reunanen 分析了森林景观经营中廊道的作用,Paula Siitonen & Antti Tanskanen 给出了完成生态保护网的最有效途径;Turku 大学的 Niina Vuorela, Ilkka Suojanen & Risto Kalliola 介绍了应用空间数据表示的相关景观单元的可视化技术等(Baker 等,1991;Timo Kuuluvainen,2000;David,2004)。

芬兰森林及公园部运用生态学理论和生物多样性保护理论建立了北方天然针叶林景观动态变化管理模型,研究认为“平衡与自然的平衡”范式被自然变迁的范式所代替,这种范式的改变主要是对科学的影响,其涉及到生态经营系统,它也应该成为景观生态学规划的基础。在斯堪的纳维亚半岛这种“自然法”也成为生态景观规划的成型基础。并研制了可持续森林经营 FPS 规划系统,该技术由地区自然资源规划、景观生态规划和经营措施规划三个层次组成,并进行了大面积的试验与推广,对 900 万 hm^2 国有森林进行了景观生态规划,充分考虑了以上途径的实施。该项目涉及群落生境、濒危物种群体、娱乐生境、景观和文化团体及居民住地等范围。利用地理信息系统和航空照片及野外实地调查的数据,全面了解整个规划面积上有特殊价值的立地,使其保持自然状态或用特殊方法经营。在时间尺度上强调规划的长期性,在空间尺度上具有一定可塑性,注重景观尺度的规划(Juho Pennanen 等,2002;Yang H Z 等,1981)。

森林景观生态过程模拟模型和决策模型研究。以枢嘎特(Shugart)为代表的一批生态学家不断改进林冠空隙模型,发展了一系列反映不同森林类型特征的动态模型,如 FORES BRIND KIAMBRAM SMAFS 等(Shugart and West,1980;Shugart,1984;邵国凡等,1995),推动了景观生态模型的完善和发展,使景观生态模型由静态模型为主发展到以动态模型为主的阶段,除了进一步完善马尔柯夫模型为基础的建模途径外,基于景观斑块动态的个体行为模型和网格模型也逐步得到发展,并在许多研究领域采用了模型化方法(Bartell and Brenkert,1991)。森林生长、演替动态模型经历了 FOREST 模型、STEMS 模型、JABOWA 模型及其许多改进型向空间明晰化的 SORTIE 模型(Pacala 等,1993)发展,而森林经营管理决策模型也从 FORPLAN 模型经历了类似的发展过程。棋盘式模型(Franklin and Forman,1987)在森林经营模型向空间明晰化方向发展过程中具有里程碑的意义。在基于景观斑块动态的个体行为模型和网络模型方面,基于林窗动态的森林更新和演替模型方面也取得了很大进展,提出了一些实用性研究成果。在大尺度森林格局演替及其模拟方面也有很大的发展,从森林演替模型和景观动态统计概率模型向更为综合和空间明晰化方向发展(David 等,2004;Zhang J T,1995)。

三、国内研究现状

我国森林景观规划研究起步较晚,方法也不是很成熟,森林景观生态规划的研究内容基本也分以下几个方面:

(一) 森林景观的空间结构和生态过程分析

森林的空间结构反映了森林群落内物种间的空间关系,即林分中林木的水平分布格局和空间排列方式。按照现代森林经理的观点,林分空间结构主要从以下3方面加以描述:①林木个体在林地上的水平分布即林木空间分布格局;②树种空间隔离程度;③林木个体大小(胸径、树高和树冠等)分化程度。森林结构决定了森林的功能,在很大程度上影响着林木的生长和林分的稳定性。森林的结构主要指林木的空间格局及其属性如树种、年龄和大小等的分布(Forman,1990,1995)。无论是当今森林生态学研究领域还是森林培育学科,有关林木在水平地域上的分布以及林木的各个属性的分布信息愈来愈重要(Gadow and Puumalainen,1998;Pretzsch,2001)。为了充分发挥天然林经营的生态、经济和社会功能,有必要研究其空间结构的优化问题。这也是目前国外现代森林可持续经营技术的重要组成部分。如“森林可持续经营的生态学原理和景观规划的实现途径”(杨学军,1997)中分析了森林可持续经营的生态学特征和要求及生态学原理,并对景观生态规划设计方法在森林经营中的应用前景进行了探讨。徐化成等对大兴安岭森林的研究,分析了大兴安岭原始森林的景观结构特点及其在人为开发利用下所发生的变化(徐化成,1998),郭晋平等对关帝山景观结构和格局分析,介绍了关帝山的森林景观组成、结构、分布格局、空间关系和动态过程,利用 Arc/Info 软件从高度异质和变化的复杂景观中,揭示了一些不随时间发生根本变化的森林景观空间分布格局及其主要控制因素(郭晋平,2002)。刘先银等利用林场历史林相图对属于华北北京石质山地次生林区的山海关林场景观结构与动态的分析,应用格局分析指标分析了研究地区景观结构过程与趋势(刘先银等,1994)。景观生态过程研究是研究景观要素之间的相互联系方式与相互作用,如景观要素之间的动植物的物种迁移,扩散规律,物质流与信息流等。

(二) 森林景观规划研究方法的提出与应用

景观动态森林空间结构的定量描述方法是空间结构优化的最为基础工作(Pommerening 等,2000)。目前,国外森林经营实践中主要采用以单木为基础的森林生长模拟系统来进行林分空间结构的分析与重建(Pretzsch,1992;Hasenauer,1994;Nagel,1999;Nagel 等,2002),因为,在与距离有关的单木模型中模拟开始就需要输入林分结构详细信息。3S 技术景观模型可以帮助我们建立景观结构、功能和过程之间的相互关系。郭晋平对关帝山森林的研究中,结合研究案例介绍了景观生态学研究,应用地理信息系统技术进行空间数据搜集、整理和分析,建立空间数据库和空间分析模型的方法和技术(郭晋平,2001);李明阳对1983~1994年浙江临安森林景观格局变化的研究表明,以森林资源调查得到的成果作为主要信息源进行森林景观格局分析,能为景观生态学的理论应用于林业生产实践开辟一条崭新的途径(李明阳,1999)。

(三) 森林景观动态模拟模型的应用

森林景观模拟模型大致分空间模型和非空间模型(Baker,1989)。非空间模型以模拟森林演替的 FORET 模型为代表,空间模型基本分为:零假设模型、景观空间动态模型、景观个体行为模型和景观过程模型(Voinov 等,1999;张金屯等,2000;肖笃宁等,2005;陈端吕等,

2006)。马尔柯夫链模型是一种常用的景观空间动态模型。韩文权(2004)在 Markov 模型假设的基础上,对长白山的景观进行了动态研究,得出四种有重要贡献率的树种,此四种景观方式对长白山自然保护区的景观动态起重要作用,并对 Markov 模型在长白山自然保护区长期景观变化预测的可行性进行了探讨,常禹等建立了长白山自然保护区当前森林景观垂直带与环境因子间的逻辑斯蒂回归模型。总之,景观空间动态模型和景观过程模型的研究是今后的研究方向和发展趋势,遥感手段和地理信息系统的研究方法为这种研究提供了可能。

上述各项领域的研究成果,为天然林区的森林景观管理、经营的森林资源管理,以及少林农区的森林岛和林网规划与管理提供了综合的理论指导,为“新林业”思想、“森林生态系统管理”思想的形成和发展创造了条件,也为森林经营决策提供了依据,深化了人们对可持续森林的跨尺度综合认识和理解。

四、我国森林景观规划的发展方向

(一) 森林经理学与景观生态规划相结合

森林经理从其产生开始,就承担着林业所赋予的完整地、系统地、综合地去实现组织森林经营管理的工作和任务。森林经理的任务是对森林从空间、时间关系上进行有序的调整,特别是为了实现最优的永续利用而编制森林计划,包括确定合理的经营目的和目标;组织森林经营;确定永续的可采伐量,规定合理的森林施业技术。景观生态学的一个主要目标是认识空间格局与生态过程之间的关系,尺度的重要性,以及在越来越强烈的人类活动作用下所形成的异质性景观中的等级关系,强调对人类活动影响的研究与景观尺度上的生态建设(郭晋平,2003)。森林经理在任务上的系统调控性、内容上的综合性及定位上的宏观指导性,能够体现出森林经理是景观生态学在森林景观中的实现手段,景观生态学为森林经理工作提供景观水平的理论指导,因此,森林经理必须吸收景观生态学的基础理论。

由于森林经理学的对象在地域上是辽阔的,是个大中尺度的自然—社会—经济复合生态系统,具有等级结构特征、异质性及空间属性,人类的干扰贯彻始终。这些正是森林景观生态学研究的特点,从而决定了森林景观生态学与森林经理学在研究对象、内容及方法上存在着密切的联系(何东进,2003)。

由于森林景观生态学具有综合整体性和宏观区域性的特点,常用来研究中大尺度(景观和区域水平上)的森林资源和生态环境问题。森林经理学是研究如何实现森林永续利用的理论和技术的综合性学科。借助于森林资源调查所提供的成果作为主要的信息源,利用地理信息系统作为空间分析工具,通过森林景观格局、森林景观生物量空间分布动态分析,来探讨区域森林生态环境问题产生的根源和生态学机制,在此基础上进行森林景观生态规划,将有可能为景观生态学的理论应用于生产实践,开辟出一条多快好省的崭新途径(黄清麟,1997;李明阳,2000)。

(二) 不同尺度的景观生态规划

尺度通常用于指观察或研究的物体或过程的空间分辨率和时间单位(傅伯杰,2001)。从

生态学的角度来说,尺度是指所研究的生态系统的面积大小(即空间尺度),或者指所研究的生态系统动态时间间隔(即时间尺度)。景观生态规划中的尺度与制图学中的尺度表示方法不同,小尺度表示较小的研究面积,或较短的时间间隔。大尺度则表示较大的研究面积和较长的时间间隔。尺度的变化会影响信息被观察、表达、分析和传输的详细程度(吴凡,2002)。

传统的森林生态学理论将其对象划分为个体、种群、群落、生态系统,并相应产生了研究各级水平的理论和方法。这种等级划分体系主要强调了物种的分类特征,忽视了各级水平的时空尺度和相互联系(葛剑平,1996)。现代生态学研究开始重视生态系统空间格局的尺度和异质性,提出了以空间异质性为基础的等级理论。这些等级理论均是将复杂的景观分解为不同时空尺度的亚系统,而亚系统的集合又能够在更高一级水平上解释系统的功能。在时间尺度上从几天到几世纪,在空间尺度上从叶片到个体、种群、群落、生态系统、景观、区域及全球等各个层次(刘国华,2001)。长期的生态研究在空间尺度上分为以下几个层次:小区尺度(Plot Scale)、斑块尺度(Patch Scale)、景观尺度、区域尺度(Region Scale)、大陆尺度(Continent Scale)及全球尺度(Global Scale)(傅伯杰,2002)。斑块是没有空间差异、内部均质的植物群落所占的土地单位,其空间尺度通常为10~100m(0.1~1km²);景观是由大量相邻的、相互作用的斑块所组成,如组成连接系列群落序列的重现,其空间尺度通常为1~10km(1~100km²);各相互作用景观类型的镶嵌构成区域水平,其空间尺度至少为10~100km。Urban等人在1987用图例表示了景观空间等级结构,从叶片、树木、林窗、斑块、景观到区域,不同等级水平上系统的空间和时间尺度大小都不一样,如表1-1所示。

表 1-1 时空尺度的等级水平
Table 1-1 Class of scale time and space

等 级 水 平	尺 度	
	时 间	空 间
景观	1000a	10~100km
湖泊、河流、森林	100~1000a	1~10km
迹地、群落		
林分	10~100a	100~100m
斑块和林隙	10~100a	10~30m
林冠、树干、灌木等	1~10a	1~10m
草本、杂草、叶片、针叶、残屑等	0.1~1a	0.01~0.1m

尺度问题是当今生态学、土壤学、气象学、地理学和水文学等领域研究的重点。不同尺度上的森林空间结构分析与优化经营问题仍是研究的核心。森林空间结构分析与优化经营模型需要结合动物、植物、生态系统、美学和娱乐等需要,以便更好地理解、识别和确定理想的森林空间结构条件。从研究尺度来看,大尺度景观过程的模拟是当前森林景观生态规划研究的重要内容,经营规划中又必须考虑针对多尺度、多空间因素的约束,而这些空间关系或约束必定趋于复杂化,将极大地增加问题的解决难度,更多复杂的森林空间优化经营模型将逐渐被提出来,这将为景观生态规划提供更多的理论和方法。加强机理模型研究,完善专业空间优化经营模型,提高模型的可解释性和实用性是今后景观模拟模型的发展趋势。见图1-1。

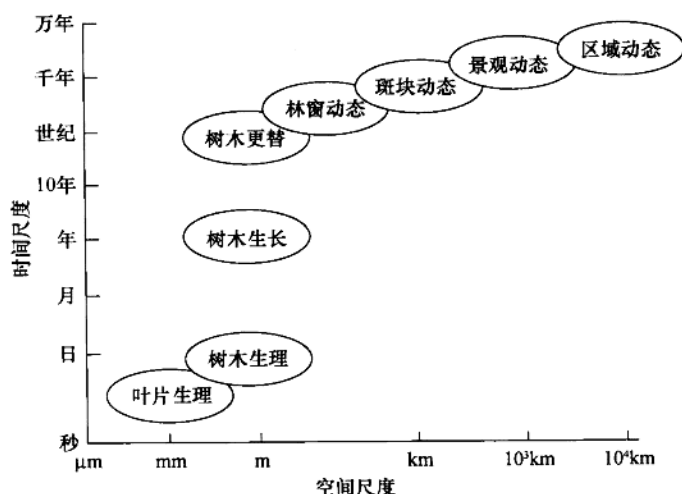


图 1-1 森林等级水平和时空尺度
(据 Mandelbrot,1982;侯元兆等,1995)
Fig. 1-1 Forest class and scale

第四节 研究内容和研究方法

一、研究内容

本研究以森林经理学和景观生态学的理论和方法为基础,以东北长白山地区白河林业局的天然林为研究对象。首先确定研究区域主要的森林景观元素类型,了解这一地区的森林景观特点。其次分析森林景观的空间格局与生态过程、动态变化及促使产生这种变化的主要社会经济因素。然后通过数字高程模型(DEM)和景观结构现状的叠加,分析地形因子对景观类型的影响,从景观类型层次和景观尺度两方面描述该区域景观类型空间分布上的规律及特性。再分析森林景观动态变化,并对景观动态进行模拟,结合森林的社会、生态和经济效益进行规划。通过调节森林景观结构,维持整个区域景观功能过程的动态平衡,增强区域森林景观的完整性和稳定性,充分利用景观资源和生态过程的异质性、多样性特点,发挥区域景观的整体优化及生态经济效益,建立以天然林为主体的野生动植物及生物多样性保护体系和形成生态环境系统良性循环的森林景观生态格局,提出天然林景观合理配置的模式,最大强度的发挥其各种效益,实现天然林资源的可持续发展。

二、研究方法

(1)分析东北天然林的景观生态系统的空间结构、能流与物流。景观格局与过程分析是景观规划两个重要方面,对森林景观生态规划有重要意义。影响空间格局的因素包括自