

DOI: 10.5846/stxb201406161255

邓红兵, 陈喆菲, 许东, 赵小汎. 森林多目标经营单元的时空尺度扩展. 生态学报, 2015, 35(1): 0065-0070.

Deng H B, Chen Z F, Xu D, Zhao X F. Analysis of spatial and temporal scales expansion of forest multi-objective management. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(1): 0065-0070.

森林多目标经营单元的时空尺度扩展

邓红兵¹, 陈喆菲¹, 许东^{2,*}, 赵小汎²

1 中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

2 沈阳师范大学, 沈阳 110034

摘要: 森林多目标经营是我国林业发展的重要趋势, 而森林本身的特性以及国内外的众多研究证明, 森林多目标经营需要考虑多个时空尺度, 以满足其生态、经济和社会效益的综合发挥。在界定多功能林业和森林多目标经营的概念及基础上, 系统地分析了传统森林经营时空尺度和现代森林多目标经营时空尺度的联系与区别, 提出现代森林多目标经营单元空间尺度上应该满足区域、景观和林分多尺度的需要, 而在时间尺度上则要综合考虑短期、中期和长期, 并以露水河林业局为例给出具体的研究思路, 以期为我国开展森林多目标经营提供借鉴。

关键词: 森林经营转型; 多目标经营; 时间尺度; 空间尺度; 尺度扩展

Analysis of spatial and temporal scales expansion of forest multi-objective management

DENG Hongbing¹, CHEN Zhefei¹, XU Dong^{2,*}, ZHAO Xiaofan²

1 State Key Lab of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China

Abstract: Multi-objective management is an important trend in China's forestry development. This management policy is based on the characteristics of the forest itself and on management objectives. Numerous studies have shown that forest multi-objective management needs to include a multiplicity of spatial dimensions and temporal scales in order to meet the overall ecological, economic, and social benefits. Various factors need to be considered, e.g., the definition of multi-purpose forestry, the concept of forest multi-objective management, and the links and differences between traditional and modern forest multi-objective management in spatial dimensions and time scales. The spatial dimensions of modern multi-objective forest management need to take into account a range of regional, landscape, and stand factors, while the time scale needs to contain short, medium, and long-term objectives. Presently, Lushuihe Forestry is examining specific research ideas to achieve robust multi-objective forest management in China.

Key Words: forest management transformation; multi-objective management; time scale; spatial scale; scale expansion

森林是全球最大的陆地生态系统,也是全球发展战略性资源^[1]。担负着生态、经济和社会等众多功能。我国的林业经历了经历了以木材生产为主阶段和以生态或环境的林业阶段之后, 研究人员和林业经营者意识到要采用生态系统可持续的原则来经营森林, 在生态系统可持续经营理念指导下发展多功能林业, 实现兴林

基金项目: 国家“十二五”农村领域科技计划课题(2012BAD22B04); 吉林省引进高层次创新人才计划资助课题

收稿日期: 2014-06-16; 修订日期: 2014-11-28

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xudong0@163.com

与富民、生态与产业、保护与利用三大关系的协调发展^[1-2],使森林成为发挥生态、经济和社会功能的综合体。采用森林多目标经营的思维和手段,实现多功能林业就成为我国林业的重要命题。而森林多功能所具有的多样性、重叠性、层次性的特点以及森林本身的异质性则决定了在对森林资源的经营利用、以及开发管理的过程中要注意森林多目标经营的多尺度时空特征^[3],众多的学者也意识到了森林的多尺度特征,并从空间特征、生物多样性、规划与管理等方面进行了众多研究^[3-22]。

在传统的林业经营中,林分尺度被作为经常采用的经营单位。森林经营者习惯于在局地尺度上,即以林分为单位实施经营。而到了多功能林业、可持续林业的现阶段,更多的学者和林业经营者开始从各种角度强调尺度选择在组织森林经营管理活动中的重要性^[3,21-35],这对森林多目标经营需要采取多尺度思维提出了要求和依据。森林多目标经营需要通过科学合理的经营技术及模式来实现,而这有赖于经营单元时空尺度的选择、推演和甄别。本文研究通过分析传统森林经营与现代森林多目标经营的区别,探索森林多功能经营的时空尺度,并给出具体的研究思路,为开展森林多功能经营提供理论依据。

1 森林多目标经营转型

1.1 相关概念

目前,我国林业正处于由木材生产为主向生态保护为主的多功能林业转变时期。多功能林业就是在林业的发展规划、恢复和培育、经营和利用等过程中,从局地、区域、国家到全球的角度,在容许依据社会经济和自然条件正确选择的一个或多个主导功能利用并且不危及其他生态系统的条件下,合理保护、不断提升和持续利用客观存在的林木和林地的生态、经济和社会等所有功能,以最大限度地持久满足不断增加的林业多种功能需求,使林业对社会经济发展的整体效益达到持续最优^[2]。

国家林业发展“十二五”规划明确指出,在“十二五”期间要加快林业发展方式转变,不断开发林业的多重功能。但我国林业用地面积有限,难以通过大量增加森林面积来解决林业的多功能问题,因此,多功能林业是我国林业发展的必然选择,而森林多目标经营则是实现多功能林业的重要途径。通过森林多目标经营可以合理保护、不断提升和持续利用客观存在的林木和林地的生态、经济和社会等所有功能,以最大限度地持久满足不断增加的林业多种功能需求,使林业对社会经济发展的整体效益达到持续最优。

1.2 森林多目标经营类型

国外部分学者将森林功能划分为经济和公益两方面,其中公益功能又分为环境功能和文化功能,而森林环境功能主要指净化大气、涵养水源、防止水土流失、森林游憩以及生物多样性保等。如美国生态学家 Costanza 把森林的生态功能划分为气体调节、气候调节、扰动调节、水调节、水供给、控制侵蚀和保持沉积物、土壤形成、养分循环、废物处理、传粉、生物控制、避难所、食物生产、原材料、基因资源、休闲(Recreation)和文化等 17 个类型^[36]。

国内学者靳芳等把我国各类森林总体服务功能划分为林木与林副产品、森林游憩、维持生物多样性、涵养水源、养分循环、固碳释氧、土壤保持、净化环境八大类型^[37]。我国的《林业发展“十二五”规划》中将森林的功能划分为生态、经济、社会、碳汇和文化五大功能。生态功能主要包括涵养水源、水土保持、净化大气、生物多样性保护等,经济功能主要是提供木材、果品,薪炭,油料等实物产品,社会功能主要是森林游憩、提供就业等,碳汇功能主要是固碳释氧、缓解全球气温变暖等,文化功能主要包括科学研究、教育、文化传承、宗教、艺术等方面^[3]。

森林功能的分类体系有很多,总体上来讲,森林的功能可以分为经济、生态和社会功能。在森林多目标经营过程中,要以森林多目标经营为前提,以实际的森林生态系统的特点为基础,依据管理目标、技术水平、地域特色等,结合研究区域的社会经济状况与社会需求进行划分,以增强多目标经营的可操作性。

2 传统森林经营的时空尺度

2.1 空间尺度

传统林业林木资源的经营的空间范围单元在本质上是以林分为中心。理论上,在一定的产量水平和经营水平下,所需要的多目标利用基层单元(基础林地面积)有一个最低限值,当经营单元的生产经营水平较高、且林地生产力也较高时,最低限值就可以小些;反之则大些。它主要关注经营单元的内部影响,外部影响及更高空间尺度的可持续性,无暇顾及^[24]。

传统林业最关心的是在林木用材这一目标利用的“永续性”问题,传统森林经营实际上是在一个微观尺度即林分尺度而进行的,这也是传统的营林者真正关心的空间尺度。因此,在我国传统林业中,森林永续经营性的基本空间尺度是属于一个比较局地的水平(林班或小班),虽然政府方面存在更高空间尺度的调控单元,但都不是以生态区域来组织的,也没有形成森林永续经营运作的基本空间单元。

2.2 时间尺度

与传统林业经营的林分等空间尺度相对应的,是轮伐期这一时间尺度。这是其永续利用时间序列的基本依据。轮伐期是一个大概几十年的时间概念(10—50a,20—30a 更普遍)。一般情况下,在用材上,确定轮伐期最主要和直接的数量指标是数量成熟龄(绝对成熟龄),即树木或林分的平均材积生长量达到最高时的年龄,所以理论上数量成熟龄一般作为确定轮伐期的最低数量界限^[24]。

轮伐期这个尺度是属于短、中期中偏短期的范畴的,这个尺度是不宜作为森林可持续评价的主要尺度的。同时,由于传统林业对于单一的、短期的经济利益的追求,使轮伐期进一步趋于偏离规划和评价可持续发展的主流时间尺度。受一般经济规律的制约,理论上经济效益最佳的轮伐期小于数量成熟期。除了一般经济规律的制约使实际的轮伐期缩短外,人们还有意识地通过技术应用和高投入来缩短轮伐期,提高近期的经济利益。轮伐期的设计和缩短实质上是人类经济行为对于生物、或生态节律性的一种“胁迫”,使自然周期转变为经济周期。追求轮伐期的缩短,是传统林业仍然保持的一个趋势。

3 现代森林多目标经营的时空尺度

3.1 空间尺度

空间尺度看,现代林业森林多目标经营的基本空间尺度宜扩大到景观和区域水平。从生态学的角度看,景观是在生态学的研究范围由生物种群向群落、生态系统扩大并进一步扩大过程所达到的第1个更大的空间尺度,它标志生态学的研究从微观走向宏观的重要飞跃。随着景观生态学和景观生态规划的兴起,景观越来越多地被作为一个整体单位来进行思考、研究和管理。目前,人们日益注意并逐步将景观视为生物多样性管理的尺度,这种趋势源于近年来生物多样性保护由单一物种保护向整个生态系统的保护转化^[24]。

森林多目标经营的尺度扩展可以科学实现森林的多功能。例如提供木质和非木质物质性产品,以及土壤发育、养分循环等功能有些需要在林分尺度表现;而如水土保持、涵养水源等大部分公益效能则要在景观、流域或区域表现;对于如制氧、碳循环、调节全球气候等要拓展到全球尺度来进行观察例。因而,大部分森林生态功能的表现需要依赖于超越地面同质系统的空间关联,因此作为异质性的、中观尺度的景观是一个起码的选择。这也就决定了森林多目标经营需要实现空间的多尺度扩展。

3.2 时间尺度

从时间尺度来看,目前学术界有2种观点:第一,根据前面提到的时空尺度对应性和协调性的规律,按照逻辑的原则,选择和景观尺度相对应的某个时间尺度,比较公认的长度大致是几十到100年之间,亦即人类的“世代尺度”;第二,为了实现森林经营从以“木材利用”经济效益为中心向以“生态利用”多目标效益为中心的转变,相应地把基本时间尺度也从“生产周期”(表现为各种轮伐期的长度)调整为“生态周期”。一般来说,生态周期的时间尺度比以某种轮伐期确定的生产周期一般要大,可相当于几个轮伐期的长度,甚至可相差

一个数量级,比如,20—30a 的轮伐期和某种森林生态系统演化到稳定状态可能需要的 200—300a 的时期^[3,24]。

不管是“与景观尺度相对应的时间尺度”还是“生态周期”,其长度都是很有弹性的。比如“生态周期”,由于生态环境和生态类型本身是多种多样的,必然造成生态周期也是长短不一的。为此,由于时间尺度的特殊复杂性,可以把时间尺度理解为某种“类型概念”,而不是单纯的“数量概念”。从森林多目标经营的角度来看,需要从森林多功能的角度来定义时间尺度。对于以木材利用即生产功能为主的森林而言,可以从十几年到几十年来划分时间尺度,可以用轮伐期作为时间尺度;对生物多样性保护、调节气候、净化空气等需要较长时间才能发挥的功能,就需要几十年一个更长的时间。而对具有水源涵养、防护灾害、保健游憩等功能的林地应采用中期尺度例如上百年等。

4 露水河森林多目标经营尺度扩展分析

森林经营是一项带有长期性、艰巨性和复杂性的工作。在此以长白山区露水河林业局为例探讨综合景观管理和流域管理,实现森林多目标经营单元的空间尺度扩展的技术手段。

露水河林业局为我国重要的木材生产基地,由皆伐发展到采育兼顾伐、径级伐和皆伐,20 世纪 80 年代末才转向择伐。大量采伐使林区出现林龄结构不合理等各种问题^[38]。

4.1 森林多目标经营目标

针对露水河林业局实际,设定森林多目标经营,在此将经济目标定义为以木材采伐量为目标;生态目标为以林分多样性和森林顶极群落演替为目标;社会目标则以文化休闲等为目标,主要体现在森林景观的多样性和完整性上。并将露水河林业局森林多目标与时空尺度功能进行对应分析(表 1)。

表 1 森林多目标经营功能与时空尺度对应分析

Table 1 Forest multi-objective functions and corresponding spatial and temporal scales

类型	经营目标	时空尺度
生态目标	生态功能为主,兼具社会功能和生产功能,主要为符合露水河森林演替顺序,经济价值高,生境条件相符合的林地,主要恢复阔叶红松林顶级群落	区域尺度为主,长期
社会目标	兼具社会功能和生产功能,较为符合森林演替顺序,经济价值价高,基本符合生境条件	景观尺度为主,中期
经济目标	以木材生产为主,发展方向不是森林顶级群落,具有一定的经济价值,不是最佳生境	林分尺度,短期

4.2 森林多目标经营尺度扩展规划流程

露水河林业局现有林地经营类型包括禁伐林、限伐林和商品林。其中禁伐林经营方案为禁伐;限伐林经营要求为幼龄林不大于 30%;商品林经营要求为幼龄林不大于 40%。目前的经营方案更多的是考虑了林分尺度上的木材经济需求,对于社会功能和生态功能相对考虑较少。考虑森林多功能的需求,使森林更新朝着理想的状态发展,同时获得长期、中期、和短期的经济、社会和生态效益,对露水河森林资源进行多目标保护区划,在原有分类经营的基础上将集水区、景观优质区、动物生境廊道、河流缓冲区(河流两侧 100m)、道路缓冲区(两侧 50m)等划分为生态和社会功能林地,已实现生态和社会功能为主,可以小强度择伐。

遵循森林多目标经营的多尺度扩展思想,在此确立了“区域需求、景观规划、林分决策、因地制宜、伐植结合”的原则,建立起森林多目标的多尺度经营调控途径(图 1)。

5 结论与讨论

多功能林业是现代林业发展的必然趋势,而森林多目标经营则是重要的实现途径。森林本身的特征以及森林经营的行为特点决定了在森林多目标经营的过程中,要在多个时空尺度方面做出相应的调整。科学的森林多目标经营管理应该是在研究森林结构与功能的基础上,结合区域生态、社会、经济等需求,考虑林分、景观和地理区域 3 个空间尺度和短期、中期、长期 3 个时间尺度。在林分和短期小尺度上强调森林木材经济等直

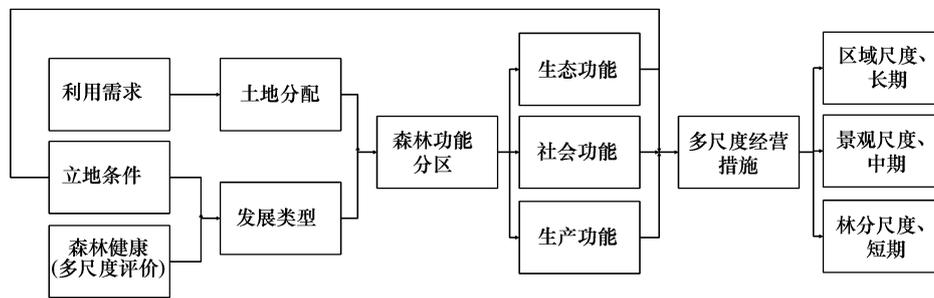


图 1 露水河林业局森林多目标经营尺度扩展分析流程图

Fig.1 Scale analysis flow chart of forest multi-objective management in Lushuihe Forestry Bureau

接利用价值;在景观和地理区域空间大尺度以及中长期时间尺度上则需要强调森林生态效益和社会效益,突出森林整体功能的发挥。国内外众多的学者近年来也越来越多的呼吁把多个时空尺度作为森林生态系统管理的特征。

由于我国林业生产的地域广袤性,理性的时空管理是森林可持续发展的重要基础。传统林业经营关注的林分等基本空间尺度具有微观性、孤立性、内向性,已不能适应现代森林多目标经营所追求的实现更广泛的、综合功能的趋势,在今后的森林多目标经营中应把空间尺度宜扩大到景观水平和区域水平,并考虑中长期的经营。这对于将来林业从“木材利用”为中心转向“多功能利用”为中心有着至关重要的影响。但从多尺度进行森林多目标经营需要较高的理论专业知识和技术技能,因此未来理论成熟后,应注重在技术方法方面的转化,使其能够在基层林业规划设计工作中等到普及和应用。

参考文献 (References):

- [1] 周树林, 马克明, 张育新. 多功能林业发展模式的探索. 北京林业大学学报: 社会科学版, 2012, 11(1): 58-62.
- [2] 中国林业科学研究院“多功能林业”编写组. 中国多功能林业发展道路探索. 北京: 中国林业出版社, 2010.
- [3] 王俊峰, 郑小贤. 森林多功能的时空尺度划分及其相互关系分析. 西部林业科学, 2013, 42(3): 40-44.
- [4] Wu Q X, North H C. A multi-scale technique for detecting forest-cover boundary from L-band SAR images. International Journal of Remote Sensing, 2001, 22(5): 757-772.
- [5] Cabecinha E, Cortes R, Pardal M Â, Cabral J A. A Stochastic Dynamic Methodology (SDM) for reservoir's water quality management: Validation of a multi-scale approach in a south European basin (Douro, Portugal). Ecological Indicators, 2009, 9(2): 329-345.
- [6] Beguet B, Guyon D, Boukir S, Chehata N. Automated retrieval of forest structure variables based on multi-scale texture analysis of VHR satellite imagery. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2014, 96: 164-178.
- [7] Petrick J F. Development of a multi-dimensional scale for measuring the perceived value of a service. Journal of Leisure Research, 2002, 34(2): 119-134.
- [8] Yoshida M, Ohta T, Kotani A, Maximov T. Environmental factors controlling forest evapotranspiration and surface conductance on a multi-temporal scale in growing seasons of a Siberian larch forest. Journal of Hydrology, 2010, 395(3-4): 180-189.
- [9] Lamonaca A, Corona P, Barbati A. Exploring forest structural complexity by multi-scale segmentation of VHR imagery. Remote Sensing of Environment, 2008, 112(6): 2839-2849.
- [10] Herrando S, Brotons L. Forest bird diversity in Mediterranean areas affected by wildfires: a multi-scale approach. Ecography, 2002, 25(2): 161-172.
- [11] Estes L D, Okin G S, Mwangi A G, Shugart H H. Habitat selection by a rare forest antelope: A multi-scale approach combining field data and imagery from three sensors. Remote Sensing of Environment, 2008, 112(5): 2033-2050.
- [12] Crawford T W, Wilson R K. Multi-scale analysis of collaborative national forest planning contexts in the Rural US mountain west. Population and Environment, 2005, 26(5): 397-426.
- [13] Zhang G S, Leclerc M Y, Duarte H F, Durden D, Werth D, Kurzeja R, Parker M. Multi-scale decomposition of turbulent fluxes above a forest canopy. Agricultural and Forest Meteorology, 2014, 186: 48-63.
- [14] Seidl R, Spies T A, Rammer W, Steel E A, Pabst R J, Olsen K. Multi-scale drivers of spatial variation in old-growth forest carbon density

- disentangled with lidar and an individual-based landscape model. *Ecosystems*, 2012, 15(8): 1321-1335.
- [15] Durán E, Bray D B, Velázquez A, Larrazábal A. Multi-scale forest governance, deforestation, and violence in two regions of Guerrero, Mexico. *World Development*, 2011, 39(4): 611-619.
- [16] Cushman J H, Meentemeyer R K. Multi-scale patterns of human activity and the incidence of an exotic forest pathogen. *Journal of Ecology*, 2008, 96(4): 766-776.
- [17] Olivier P I, van Aarde R J. Multi-scale sampling boosts inferences from beta diversity patterns in coastal forests of South Africa. *Journal of Biogeography*, 2014, 41(7): 1428-1439.
- [18] Gazol A, Ibáñez R. Plant species composition in a temperate forest: Multi-scale patterns and determinants. *Acta Oecologica*, 2010, 36(6): 634-644.
- [19] Colombo S, Chica-Olmo M, Abarca F, Eva H. Variographic analysis of tropical forest cover from multi-scale remotely sensed imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2004, 58(5-6): 330-341.
- [20] Espeleta J F, Clark D A. Multi-scale variation in fine-root biomass in a tropical rain forest: a seven-year study. *Ecological Monographs*, 2007, 77(3): 377-404.
- [21] Thomas R C, 陶大立. 景观生态学与森林经营. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2000.
- [22] 赵春燕, 李际平, 袁晓红, 李建军. 涉及邻近关系的多尺度林业数据图形综合方法. *林业科学*, 2012, 48(6): 159-164.
- [23] 王厚祥. 试论森林可持续经营单元的尺度. *绿色科技*, 2013, (7): 30-31.
- [24] 谢剑斌, 查轩. 试论森林可持续经营单元的时空尺度. *林业科学*, 2005, 41(3): 164-170.
- [25] 亢新刚. 森林资源经营管理. 北京: 中国林业出版社, 2001: 314-314.
- [26] Egan A F, Waldron K, Raschka J, Bender J. Ecosystem management in the northeast: A forestry paradigm shift? *Journal of Forestry*, 1999, 97(10): 24-30.
- [27] Franklin J F. Ecological science: a conceptual basis for FEMAT. *Journal of Forestry*, 1994, 92(4): 21-23.
- [28] 沈国舫. 中国森林资源与可持续发展. 南宁: 广西科学技术出版社, 2000.
- [29] 侯元兆. 林业可持续发展和森林可持续经营的框架理论(下). *世界林业研究*, 2003, 16(2): 1-6.
- [30] 许慧, 王家骥. 景观生态学的理论与应用. 北京: 中国环境科学出版社, 1993.
- [31] 北京大学中国持续发展研究中心, 东京大学生产技术研究部. 可持续发展: 理论与实践. 北京: 中央编译出版社, 1997.
- [32] Steventon J D, MacKenzie K L, Mahon T E. Response of small mammals and birds to partial cutting and clearcutting in northwest British Columbia. *The Forestry Chronicle*, 1998, 74(5): 703-713.
- [33] 杨礼旦, 陈应平. 初论森林可持续经营的概念、内涵和特征. *林业科学*, 1999, 35(2): 118-123.
- [34] 郭晋平, 张云香. 森林有限再生性与森林可持续经营. *资源科学*, 2001, 23(5): 62-66.
- [35] Shao Guofan, Dai Limin, Li Yingshan, Liu Yongmin, Bai Guangxin. FORESTAR: A decision-support system for multi-objective forest management in Northeast China. 2003, 14(2): 141-145.
- [36] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, 1998, 25(1): 3-15.
- [37] 靳芳, 鲁绍伟, 余新晓, 饶良懿, 牛建植, 谢媛媛, 张振明. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价. *应用生态学报*, 2005, 16(8): 1531-1536.
- [38] 许东, 于大炮, 邓红兵, 代力民. 采伐参数对森林景观格局的影响. *林业科学*, 2011, 47(5): 150-152.