

# 景观生态学与森林有害生物控制的研究进展

洪承昊<sup>1</sup>，陈京元<sup>1</sup>，张星耀<sup>2</sup>

(1. 湖北省林业科学研究院 武汉 430079 2. 中国林业科学研究院 北京 100091)

**摘要：**我国是一个林业大国，而林业有害生物时刻危害着我国林业资源，如何保护好、利用好森林生态资源显得十分紧迫。本文综述了近年来国内外有关景观生态学在林业生产生活中的应用，以期通过景观生态学的原理和方法控制森林重大病虫害的发生和传播。

**关键词：**景观生态学；林业有害生物；综合控制

## Research Advances In Landscape Ecology And Control Forest Pests

Hong chenghao<sup>1</sup> , Chen jingyuan<sup>1</sup> , Zhang xingyao<sup>2</sup>

(1.Hubei Academy of Forestry, Wuhan 430079; 2 Chinese Academy of Forestry Beijing 100091)

**Abstract :** China is a great forest country, the forest pests damage our forest's resource at all times, how to protect it is a very pressing problem. This article researched home and abroad's forest production and living by Landscape ecology theory in recent years, summarized some experiences and results. To expect control fatal forest pests and prevent it spreading in applied Landscape ecology theory.

**Key words:** Landscape Ecology; Forest pests ; Integrate control

森林是全球生态系统中不可或缺的重要组成，起着涵养水源、调节气候与净化空气等关键作用。然而现阶段，随着地球村、生态旅游等项目的开发，生态安全面临着有史以来最严峻的考验。我国是一个森林面积总量大国，但与此同时，我国也是林业有害生物发生最严重的国家之一，现阶段如何管理和利用森林，发挥林业在我国经济社会中的作用，是我国林业工作者面临的巨大挑战。据统计，我国现有林业有害生物 8000 余种，主要林业有害生物近 300 种，在如此多的有害生物中，入侵生物越来越多，而且越来越频繁，各个地区和国家之间交往越来越便利，也为入侵生物的扩散和滋生创造了有力条件。

松材线虫 (*Bursaphelenchus xylophilus*)，松毛虫 (*Dendrolimus punctatus* Walker)、杨树食叶害虫和林木蛀干害虫等，这些重大林业病虫害时刻危害着我国的生态安全，威胁着我国现有土地资源，制约着我国土地利用与规划，甚至直接影响着人们的生产生活。随着国家倡导生态文明与节能减排的目标，环境友好型综合防控森林重大病虫害指导思想随之而生。

## 一. 重大林业病虫害治理的研究

一段时期以来，以“一虫两病”为主要防治对象的林业重大病虫害时刻威胁着我国的森林生态安全，各级各地森保工作者也采取了一系列应对措施，但在面对减少农药使用量，如何保护森林生态资源，维护生态多样性的要求面前，防控措施的进步与改良显得步履维艰。短短的三十几年中，松材线虫病在中国内地迅速扩展和蔓延，造成我国松林资源的严重破坏，并产生一系列不良的生态后果，经济损失巨大，有报道显示松材线虫病已累计给我国造成直接和间接损失上千亿元（谢丙炎等，2009）。从发现松材线虫至今，几十年内国内外研究人员做了大量工作，针对其生物学规律、入侵机制、预防和控制措施等方面做了许多报道（李兰英等，2006），而随着松材线虫潜在适生环境的确定（潘红伟，2009），其作为毁灭森林的首要病虫害，更指明了它危害的地域性和破坏性，对我们未来如何控制松材线虫提出了巨大挑战，相反也对研究如何治理松材线虫提供了有力基础。

松毛虫作为危害松树重要食叶害虫，也一直受到各地森林保护工作者的重视，从形态学、生理学观察研究，到对松毛虫的监测与预报技术，以及防治技术的研究都取得了不少成果；由于寄主的不同松毛虫又分为马尾松毛虫、思茅松毛虫、赤松毛虫等等，近年各地对不同的松毛虫的防治进行了不少工作，例如利用天敌昆虫赤眼蜂寄生松毛虫，取得了较好的防治效果（邹华娇，2007）；刘敏为寻找控制马尾松毛虫灾害的方法，在详细调查研究的基础上，选取 10 个景观结构指标，分析了马尾松毛虫灾害与森林景观结构的关系，表明马尾松毛虫灾害发生程度与森林景观结构关系密切（刘敏等，2011）。但由于松树占我国森林面积巨大，所以造成的危害也很大，各地不同的松毛虫差异也给防治工作造成了困难。在总结各地防治经验的基础上，国家林业局森防总站在 2010 制定了“松毛虫防治技术规程”，对治理松毛虫给出了重要指引。

而其它食叶类害虫和蛀干害虫，例如杨小舟蛾与云斑天牛。在爆发时期，杨小舟蛾几天内几乎吃光所有杨树叶片并且转移快、繁殖快，而云斑天牛不仅危害重要经济速生林杨树，还危害绿化行道树等等，严重的可以蛀断几十年生的大树，给人们造成安全隐患。针对这些重要害虫，有学者开展利用生物药剂进行防治工作（伍远平，2009；高乾奉，2010），

取得了很好的防治效果，也有进行天敌昆虫寄生控制种群数量的（郭同斌，2010），在害虫爆发初期(如越冬代)释放啮小蜂，可以有效降低越冬种群基数，达到控制后续第 3、4 代危害的目标，这在防治生产上具有重要意义。而利用物理方法—声波干扰进行种群控制，更可以干扰昆虫取食行为、降低昆虫体内酶活性和降低产卵量等（HoyRR, 1996; 查玉平, 2011）。然而，当代伴随着人们对绿色生活和生态安全观念的逐步加强，一味的追求如何消灭有害生物就显得不适合社会发展的需求，寻求新的解决方案，维护生态食物链平衡，倡导生物防治是我们所面临的首要任务。如何能够在维持生态健康，保护生物多样性的原则下治理有害生物，需要拿出新的手段和措施。

景观生态学，经过国内外几十年的发展与演变，从理论的创新，再到陆地土地利用与规划、植被变化与恢复、海洋资源环境、湿地景观变化与维持、旅游资源评价与开发、自然保护区设计与生物多样性保护等各方面的应用已越来越明显，这时将景观生态学观念引入森林生态安全问题上，不仅可以丰富生物防治理念的范畴，还可以极大的促进森林保护学科在理论、方法和应用等方面的发展。

## 二. 景观生态学与森林保护

### 1. 景观生态学在林业上的应用

森林生态作为一个完整的生物链系统，有着相对并不固定的景观元素组成，要想完全明确景观生态学研究内容并不容易，但纵观其开展的应用研究，还是可以归纳为几个主要方面，包括森林景观结构特征与功能的研究、森林景观各要素的研究及其相互关系的研究、森林景观的动态变化与生态效应、森林景观模型、模拟和可视化研究以及森林景观评价、规划和管理研究等。

### 2. 景观生态学在森林保护中的应用

已经有不少学者开始关注利用景观生态学防控森林病虫害(孙志强等, 2010; Diamond, 1975; Noss *et al.*, 1986; Holdenrieder *et al.*, 2004)。在全球生态系统下，森林作为一个重要的组织层次，有着其重要的生态功能，其异质性和生态位极大影响着生物群落的分布和繁衍，有学者提出森林生物多样性和景观尺度的异质性相结合有可能成为未来森林病虫害生态调控的安全策略（梁军等，2004; Jactel *et al.*, 2002）。在某一景观格局中，景观连接度是生物之间繁衍和生存的纽带，连接度的改变，将导致生物之间迁移交流受到影响，特别是在某种生物种群尝试去满足气候变化适应生存时，增加景观的连接度显得非常重要(Zoe *et al.*, 2007; Edward *et al.*, 2006; 朱彦鹏等, 2009; )。

而斑块的不断破碎将形成更多的廊道，斑块的耦合导致连接度不断增强，这些都将极其显著的影响生物的种群数量，所以景观破碎化被认为是引发生物多样性下降的最主要的原因之一。针对近年来生态旅游的火热与野生动物的活动加强，一些自然保护区也正在受到破坏，森林生态安全直接受到威胁。森林生态景观不仅应该受到保护，而且应该逐步淡化旅游开发的项目。

### 3. 与现代信息技术

地理信息系统作为在景观生态学中一个非常重要的研究技术手段，已经受到研究人员的普遍重视，借助遥感技术(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(Global positioning systems, GPS)，不仅可以研究森林景观特征及多样性，还可以对某区域景观安全性做出评价及规划(刘西军等，2010；国庆喜等，2010；刘建锋等，2005；丁立仲等，2005；王中强等，2010；杨珍珍等，2010；王正军等，2004；娄国强等，2006；宋豫秦等，2010)，这些已经成为研究景观生态学的基础手段。模型化是结合地理信息系统和数学建模，采取人为模拟周围相关因子的变化，达到对研究对象的分析。在现代森林保护学中，模型的构建对森林重大病虫害的预测预报尤为重要，有学者应用空间直观景观模型(LANDIS)，模拟不同虫害干扰强度下森林景观的长期变化，统计寄主的分布面积以及物种格局变化；应用景观尺度的动物种群模型(LAPS)，研究了环境容纳量对种群动态的影响(陈宏伟等，2011；国庆喜等，2008)；并提出景观尺度和结构与有害生物种群密度和分布动向之间的有作用关系，总结出景观格局和有害生物空间分布之间的关系可能是在一定景观水平模型上的(J.S. Bancroft *et al.*,2005;Francoise, 1992)，表明未来景观生态学中模型的构建可能是发展的方向之一(Wu JG, 1989,1995,2004)。

## 三. 问题与展望

在面对着如何在“十二五”期末完成在联合国国际气候大会上承诺的“双增”目标，面对如何完成国内节能减排的双重目标任务下，国家林业局颁布了《关于进一步加强林业有害生物防治工作的意见》。《意见》中明确指出了我国在未来几年林业工作任务和目标。在预防为主、综合治理、尊重自然、保护环境的基本原则下。如何做好有害生物的综合控制显得极为重要和紧迫。而景观生态学与昆虫学的结合必将成为未来研究的新视角。笔者认为目前急待解决的问题有以下几点：

1. 如何确定景观生态学研究的尺度？景观生态学是综合地理学与生态学等学科的一门综合学科，经过几十年的发展沉淀，逐步形成有着自己核心特色的一门学科。“尺度”是研

究景观生态学的首要问题，确定研究尺度不仅是要确定空间尺度，还需要确定时空尺度，而景观生态学研究本身就是一个累积并且漫长的过程，如何找准契合研究对象的幅度和粒度，亦然是我们需要认真思考和研究的问题。在森林保护应用上还应考虑研究对象的生物学适生性及其与景观元素之间的互作关系。例如寄主斑块的边缘效应，有害生物的时空分布特征等等都会直接影响研究的尺度。

2. 资源有限。上述不少研究人员都将自己的研究领域与景观生态学联系起来，也不乏应用景观生态学基本原理开展应用研究的。但以森林生态景观为对象，应用景观生态学原理和方法所做的实际研究工作很有限，特别是在防控森林重大病虫害寥寥无几。生态过程是一个长期漫长的演变过程，需要长期累积的资料和相关技术手段的支持，加之过去对森林一、二类普查资料的收集和保存不完善，有部分数据已经丢失，这对研究森林生态问题造成了很大阻碍。其次由于研究经费和地方政府的支持得不到长期的保证，也导致森林景观生态研究中仍有许多空白。

3. 森林景观生态模型构建有待加强。景观模型的构建和模拟是未来景观生态学的重要研究手段，在确定研究对象和研究尺度后，数据资料收集整理工作尤为重要，如何能将这简单的数据汇聚成解决大问题的指引，需要研究人员建立合适的模型，一个好的生态模型可以基本真实的模拟出过去和未来的生态变化；这方面我国科研工作者还缺乏能力，并且在有限的已经建立的模型中，能完全阐述景观结构与功能的变化、揭示景观演变过程与种群之间的关系方面仍显不足。

4. 辅助政府决策。在了解景观元素组成对生态系统的影响，斑块的破碎造成生物多样性的下降、种群数量的改变后，政府职能机构在制定区域规划、评价、建立自然保护区等决策时，不能不考虑这些因素，在施行计划和制定方案时，要满足多样化的区域景观要求（O'Rourke *et al.*, 2011; Kristen *et al.*, 2004），以增强生态控制和抵御害虫侵害能力。

## 参考文献

- 陈宏伟, 胡远满, 常禹等. 2011. 不同虫害干扰强度下大兴安岭呼中林区森林景观变化模拟[J]. 中国科学院研究生院学报, 28(1):65-71
- 邓鉴锋, 战国强, 姜杰等. 2010. 构建珠江三角洲地区稳定森林生态安全体系的探讨[J]. 广东林业科技, 26(5):83-86
- 丁立仲, 徐高福, 卢剑波. 2005. 景观破碎化及其对生物多样性的影响[J]. 江苏林业科技, 32(4):45-49
- 李兰英, 高岚, 温亚利等. 2006. 松材线虫病研究进展[J]. 浙江林业科技, 26(5):74-80
- 潘红伟. 2009. 松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*)在我国的潜在分布区研究[J]. 中国林业科学研究院

- 国庆喜, 高梅香, 王化儒. 2008. 完达山东部地区东北虎主要猎物种群[J]. 应用生态学报, 19(7):1552-1555
- 郭晋平, 张芸香. 2003. 中国森林景观生态研究的进展与展望[J]. 世界林业研究, 16(5):46-49
- 郭砾, 刘蔚秋, 江学顶等. 2006. 广州市森林景观格局时空变化的研究[J]. 中山大学学报, 45(5):76-79
- 郭同斌, 王虎诚, 徐克勤等. 2010. 白蛾黑基啮小蜂的人工繁殖及其对杨小舟蛾的防治效果[J]. 南京农业大学学报, 33(5):81-86
- 高乾奉. 2010. 植物源杀虫剂喷雾防治杨小舟蛾幼虫试验研究[J]. 安徽农学通报(上半月刊), 16(13): 139-140
- 国庆喜, 王化儒, 高梅香. 2010. 景观破碎化对东北虎主要猎物种群动态影响的模拟[J]. 生态学报, 30(1): 15-23
- 黄昊. 2009. 现代城市景观设计与生态系统的可持续发展[J]. 重庆社会科学. 10
- 梁军, 张星耀. 2004. 森林有害生物的生态控制技术与措施[J]. 中国森林病虫, 23(6):1-8
- 刘西军, 吴泽民, 黄庆丰. 2010. 安徽老山自然保护区肖坑小流域森林景观要素斑块特征[J]. 浙江林学院学报, 27(2):190-197
- 刘建锋, 肖文发, 江泽平等. 2005. 景观破碎化对生物多样性的影响[J]. 林业科学研究, 18(2):222-226
- 刘敏, 张合平, 徐刚标等. 2011. 马尾松毛虫灾害与森林景观结构的关系[J]. 江苏农业科学, (1): 200-202
- 娄国强, 吕文彦, 余昊等. 2006. 基于 GS 和 GIS 的春尺蠖种群分布动态研究[J]. 昆虫学报, 49(4): 613-618
- 孙志强, 张星耀, 肖文发等. 2010. 景观病理学: 森林保护学领域的新视角[J]. 林业科学, 46(3):139-144
- 宋豫秦, 曹明兰. 2010. 基于 RS 和 GIS 的北京市景观生态安全评价[J]. 应用生态学报, 21(11): 2889-2895
- 王中强, 龙翠玲, 赵晶等. 2010. 茂兰森林景观多样性分析[J]. 安徽农业科学, 38(10): 5452- 5454
- 王正军, 李典谟, 谢宝瑜. 2004. 基于 GIS 和 GS 的棉铃虫卵空间分布与动态分析[J]. 昆虫学报, 47(1): 33-40
- 伍远平, 陈京元, 查玉平等. 2009. 2%阿维菌素 BT 粉剂防治杨小舟蛾试验初报[J]. 湖北林业科技, 6: 29-30
- 谢丙炎, 成新跃, 石娟等. 2009. 松材线虫入侵种群形成与扩张机制[J]. 中国科学, 39(4): 333-341
- 杨珍珍, 白淼源. 2010. 基于 GIS 的大兴安岭呼中森林景观评价及规划研究[J]. 东北林业 大学学报, 38(9):40-44
- 朱彦鹏, 迟德富, 张星耀. 2009. 景观连接度在森林病虫害控制中的应用[J]. 世界林业研究, 22(3):52-56
- 邹华娇. 2007. 松毛虫赤眼蜂不同放蜂密度对松毛虫控制效果, 中国生物防治, S1
- 查玉平, 陈京元, 雷朝亮. 2011. 长时间超声波辐照对棉铃虫的四种酶活影响[J]. 中国害虫物理监测与控制技术研究, 112-116
- Diamond J M. 1975. The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of nature reserves[J]. Biological Conservation, 7:129-146
- Edward A. Martinko, Robert H. Hagen and Jerry A. Grith. 2006. Successional change in the insect community of a fragmented landscape[J]. Landscape Ecology, 21:711-721
- Francoise Burel. 1992. Effect of landscape structure and dynamics on species diversity in hedgerow networks[J]. Landscape Ecology, 6 (3) :161-174
- Holdenrieder O, Pautasso M, Lonsdale D. 2004. Tree diseases and landscape processes: the challenge of landscape pathology[J]. Trends in Ecology and Evolution, 19:446-452
- HoyRR, Robert D. 1996. Tympanal hearing in insects[J]. Annual Review of Entomology, 41:433-450
- J.S. Bancroft, M.T. Smith. 2005. Dispersal and influences on movement for *Anoplophora glabripennis* calculated from individual mark-recapture[J]. Entomological Experimentalis Et Applicata, 116(2):83-92
- Jactel H, Goulard M, Menassieu P, et al. 2002. Habitat diversity in forest plantations reduces infestations of the pine stem borer *Dioryctria sylvestrella*[J]. Journal of Applied Ecology, 39:618-628
- Kristen A. BAUM, Kyle J. Haynes, Forrest P. Dillemath And JAMES T. Cronin. 2004. The Matrix Enhances The Effectiveness OF Corridors And Steeping Stones[J]. Ecology, 85(10):2671-2676

- Noss R F, Harris L D. 1986. Nodes, networks and MUMs:preserving biodiversity at all scales[J]. *Environment Management*, 10:299-309
- O'Rourke ME, Rienzo-Stack K, Power AG. 2011. A multi-scale, landscape approach to predicting insect populations in agroecosystems[J]. *Ecological Applications*. 21(5):1782–1791
- Wu JG. 1989. Island bio-geographical theory: models and application. *Chinese Journal of Ecology*, 8(6): 34-39.
- Wu JG and JLVankat. 1995. Island biogeography: theory and applications. In: W A N ierenberg ed. *Encyclopedia of Environment Biology, Voll II*, NewYork: Academic Press, 371-379.
- Wu JG. 2004. The key research topics in landscape ecology. *Acta Ecologica Sinica*, 24(9): 2074-2076.
- Zoe G. Davies, Andrew S. Pullin. 2007. Are hedgerows effective corridors between fragments of woodland habitat? An evidence-based approach[J]. *Landscape Ecol*, 22:333–351