

文章编号: 1008-2786-(2007)5-629-08

森林择伐研究进展

周新年¹, 巫志龙¹, 郑丽凤¹, 邓盛梅², 林海明³, 许少洪⁴

(1. 福建农林大学, 福建 福州 350002; 2. 福建省林业科学研究院, 福建 福州 350012

3. 福建省建瓯市林业局, 福建 建瓯 353100; 4. 永安林业集团股份有限公司, 福建 永安 366000)

摘要: 山地森林采伐应注重经济效益与生态效益的有机结合已成为共识。择伐能充分发挥每棵树木生长潜力, 最大限度利用林地生产力, 增加林分组成和结构的多样性, 提高森林的抗病能力, 有利于营养物质的合理循环, 减小森林的破碎化程度, 提高森林的防护效能, 形成和谐的景观。择伐由于符合森林的自然演替规律和自然作业法则, 因而越来越受到森林生态学家、生物学家、林学家和森林采伐学家的高度重视。针对国内外森林择伐研究新进展及其存在的问题, 进一步探索适合我国森林择伐的理论和作业技术, 指出我国今后森林择伐研究的对策及前景。

关键词: 森林择伐; 研究进展; 存在问题; 对策; 前景

中图分类号: S752.2

文献标识码: A

本世纪以来, 以皆伐为主的同龄林经营方式受到了越来越多的指责, 皆伐作业虽然具有采伐集中, 便于经营的优点, 却带来了林地地力下降、病虫害蔓延和生态平衡失调, 以及对森林可持续利用不利等灾难性后果。因此, 以择伐为主的天然针阔混交林经营方式受到了普遍重视, 人工林中被划归为生态防护林(如水源涵养林)的林分实行择伐^[1]。通过有计划的择伐, 在开发利用的同时, 将天然针阔混交林从现有状态调整到符合可持续经营状态, 是山地森林经营的一项核心任务。

唐守正等^[2]给生态采伐的定义为“森林生态采伐依照森林生态理论指导森林采伐作业, 使采伐和更新达到既利用森林又促进森林生态系统的健康与稳定, 达到森林可持续利用的目的”。天然针阔混交林多为异龄复层林, 针对其自身的生长发育和动态变化规律, 从生态采运角度出发, 按可持续经营原则, 因林因地实行择伐经营是其最理想的经营方式^[3,4]。这对保护山地生物多样性, 实现林业可持续

发展, 乃至社会的可持续发展, 具有重要的理论价值和实际意义。

1 森林择伐研究历史

原始时期的任意砍伐, 维持了林分天然的不整齐性, 这种做法称为“原始的择伐”, 只为取得木材, 并无任何育林的考虑。到了15世纪或更早一些的时候, 西欧的一些国家对树木的采伐开始采取了一些限制性的措施, 如使用权、单位面积允许采伐的株数和径级等。德国、奥地利、瑞士和挪威等国从18世纪初到20世纪中期, 先后提出了法正林学说、完全调整林理论、检查法育林择伐、带状择伐作业方案、森林经营计划与检查等森林施业法^[5]。第2次世界大战后, 德国出现的“森林多功能理论”为许多国家所接受。20世纪70年代, 美国出现的“林业分工论”, 提出了森林多功能主导利用的经营指导思想, 引起了许多国家的关注, 并在林业实践中得到了

收稿日期 (Received date): 2007-06-18; 改回日期 (Accepted): 2007-09-28.

基金项目 (Foundation item): 福建省自然科学基金资助项目 (2006J0301); 福建省科技厅重点科学基金资助项目 (2007N0002, 2006F5006); 福建省林业厅科学基金资助项目 (闽林科[2006]7号第14项)。[Supported by the Natural Science Foundation of Fujian Province (No. 2006J0301), the Science Foundation of Important Science Technology of Fujian Province (No. 2007N0002, No. 2006F5006), the Science Foundation of Forestry Committee of Fujian Province (Forestry Science of Fujian[2006] No. 7, No. 14)]

作者简介 (Biography): 周新年 (1951-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事生态采运、工程索道和森林经理等研究。[Zhou Xinzhou, male professor supervisor of Ph.D. studying in forest ecological harvesting engineering cableway and forest management et al.]

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

应用。进入 20 世纪 80 年代后,美国林学家 Franklin 教授在研究老龄作用后,提出新林业理论^[6]。同在这一时期,“近自然林业理论”在中欧又得到了复苏。1992 年联合国环境与发展大会通过《森林原则声明》会后,森林可持续经营的概念已在全球获得了普遍认同,并且进入了实施的实质性阶段。1995 年,美国在“森林和林地资源的长期战略规划”中,明确了森林生态系统经营的基本思想^[7]。

在我国,纵观近 50 多年来的森林采伐史,择伐方式变动频繁,平均每 10 年变更一次,如东北林区 20 世纪 50 年代采用径级择伐,1960 年代盛行采育兼顾伐,1970 年代推广采育择伐,1980~1990 年代实行择伐。由于缺乏对择伐理论的正确理解和运用,择伐作业质量一直不高,可以说择伐在东北林区并未取得预期的效果^[5]。“择伐”本身就含有“育”的概念,已包含了保护森林生态环境的内涵,只是当时人们未予以完全理解。为在学术上有一个更科学的表述,1987 年的《森林采伐更新规程》把主伐中出现的径级择伐、单株择伐、块状择伐、采育兼顾伐、采育择伐和择伐等各种择伐名称统一正名为“择伐”^[8]。

2 森林择伐研究现状

2.1 择伐对林地植被的影响

2.1.1 国外研究现状 伐木时树木倒下会砸伤周围树木,使保留木树干被压和产生折顶等,而保留木损伤后易遭病虫害,会影响下一代的森林更新。Jenn ifer^[9]在巴西对亚马逊流域东部热带林采伐的调查研究表明,规划良好择伐作业对林地保留木(胸径大于 10 cm 的树木)的损伤比无规划的减少 16%,作业前伐除藤本(其缠结作用可导致更多的树木被拖刮),可有效地减少保留木的损伤。保留木损伤形式主要是树冠被砸坏(造成林窗增多)和树干擦伤和刮伤(使生产的木材质量降低),损伤程度以集材道旁树木最为严重。Cum e^[10]研究表明,在雨林择伐作业(择伐强度 $37 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)中,保留木受损伤程度为 $12 \text{ m}^2 \cdot \text{hm}^{-2}$ (损伤面积与伐区面积比),损伤株数与择伐强度有明显的线形关系。

2.1.2 国内研究现状 “森林生态采伐”提出后,我国在森林采伐作业对林地植被影响的定量研究方面陆续有过报道。邱仁辉等^[11,12]采用标准地的方式调查 4 种不同强度择伐作业(弱度 13.0%

中度 29.1%、强度 45.8% 和极强度 67.1%)前后常绿阔叶林林分中保留木和幼树幼苗的变化。结果表明:保留木的损伤与采伐木的胸径及择伐强度有关;胸径或择伐强度越大,则损伤率越大。同时还研究了这 4 种不同强度择伐作业对常绿阔叶林林分结构及乔木层物种多样性的影响。结果表明,弱度与中度择伐对林分结构的影响较小,原林分乔木层优势树种的地位仍保持甚至略有提高;强度择伐和极强度择伐则引起林分结构一定的变化,一些优势树种的地位削弱,而另一些树种的优势地位上升。但林冠强度破坏对物种多样性的影响很大,而弱度与中度择伐作业有利于原有物种保持与恢复,这可能与不同强度择伐作业引起林地光照条件、温度和湿度等环境因子的不同变化有关。董希斌等^[13]分析了不同采伐强度对林分蓄积生长量和更新效果的影响,结果表明:采伐强度与林分年平均蓄积生长量和更新株数间呈抛物线关系;周新年等^[14]在福建建瓯的试验研究表明,30% 强度的择伐作业后,林地 0~40 cm 土壤理化性质各指标中除土壤密度略有增加外,其余指标变化不大,对苗木生长,保留木生长影响小。周志春等^[15]对千岛湖国家森林公园几种类型的马尾松次生林,实施“砍松留阔”择伐实验,以促使林下阔叶树种的恢复性生长,快速改善其群落结构和生态功能,弱化松材线虫病的威胁。观测结果表明,马尾松次生林经 40%~50% 择伐强度利用 6 a 后,林下的苦槠、石栎和青冈等地带性常绿阔叶树种呈快速的恢复性生长,林相结构得到快速恢复而形成新的森林景观。经过封禁,马尾松纯林恢复成为具有较多地带性常绿阔叶树种的松阔混交林,苦槠和石栎的重要值超过 20%,林分密度达 $250 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$,而以马尾松为主的针阔混交林则快速向常绿阔叶林演替,乔木层中苦槠的重要值和林分密度提高了近 1 倍。分析表明,对马尾松次生林的科学择伐经营,不仅显著增强了马尾松林的生态功能,而且还增加了中间收入,是一种简单易行、成本低和效果好的林相改造措施。金永换等^[16]以长白山区红松阔叶林为研究对象,分析了不同年度进行中度择伐后,形成的天然次生林恢复期间物种多样性的变化动态。研究结果表明:经择伐干扰后,天然次生林内乔木种丰富度和 Shannon-Wiener 多样性指数变化均较小,生态优势度指数在择伐后 5 a 时降低到原始林的 0.6,10 a 以后变化较小;灌木和草本植物在择伐后的 28 a 间变化过程相似,二者均在择伐

后迅速降低, 第 5 a 以后开始恢复, 经过 15 a 后变化相对较小, 且生态优势度指数均在择伐后 5 a 间迅速增大, 此后 10 a 间灌木的生态优势度指数迅速减小, 15 a 以后恢复到干扰之前状态, 但草本植物生态优势度下降, 经过 28 a 恢复后仍比原始林大 0.6。范辉华^[17]选择 12 a 生林相较好的天然次生阔叶林, 通过择伐更新经营方式定向培育食用菌原料林。研究发现, 择伐经营的经济效益高, 且有利于群落的快速恢复, 经过 7 a 的封育, 林分蓄积量已达到择伐前的水平。动态监测结果显示, 采用择伐更新措施后群落恢复较快。疏伐后因透光度的急剧增加, 阳性和中性树种大量侵入, 地面芽植物和 1 a 生植物的比例增高。到第 7 a 时, 高位芽植物的比例已接近未经经营区的状态, 乔、灌、草各层的物种多样性指数高于未经经营的天然阔叶林, 物种均匀度则与其相近。研究还发现, 择伐经营方式对土壤养分的损失较小, 经过 7 a 的恢复, 林地土壤肥力已基本达到原有天然林水平。黄金荣^[18]选择 V 龄级天然针阔混交林, 通过不同的采伐更新方式, 经过 8 a 的恢复, 也得到类似的结论。孔令红等^[19]用距离法研究金沟岭林场主要森林类型云冷杉林的空间分布格局, 经检验, 2002 年择伐的林分还没有得到恢复, 因此呈集聚分布; 而 1988 年择伐的林分已恢复了原始林的特征, 其空间格局呈随机分布。由调查的更新数据可以清晰看出, 研究林分更新状况很好。张正雄等^[20]研究人工林伐区不同采集作业方式对森林景观生态的影响, 结果表明: 皆伐对森林景观生态的影响大于择伐, 择伐对森林景观生态的影响随择伐强度增大而增大, 且径级择伐影响大于集约择伐。

2.2 择伐对林地土壤的影响

2.2.1 国外研究现状 国外在森林择伐作业对林地土壤理化性质影响方面的研究主要以采集作业系统为变量, 涉及土壤特性变化、干扰后土壤苗木更新生长以及土壤养分流失等, 从解决某些实际问题出发, 纯理论研究较少。McNabb *et al.*^[21]在巴西亚马逊河流域对 Tapai 斯国有林区自 1979 年开始的单树择伐迹地土壤特性进行了研究。选择变量 pH 值、全 N、有机质、可提取 P、可交换 K、Ca 和 Mg 以及土壤密度。研究结果表明, 迹地在伐后 16 a, N、P、K、C 与土壤受干扰强度成反比, 而 Ca、Mg 以及 pH 值与干扰强度成正比, 特别是土壤密度与干扰强度呈显著正相关, 伐后 16 a 的观测结果表明森林采伐对迹地土壤有直接和间接影响 2 种, 而后者在长

期的生态和生理影响方面往往比前者更大。

2.2.2 国内研究现状 森林择伐方式、强度和作业季节不同, 促使伐后迹地土壤密度、含水率和孔隙度等指标变化各异。土壤这些指标的变化, 势必对苗木更新和保留木生长产生一定程度的影响。许炼烽等^[22]在海南岛吊罗山林区近 3 a 的定位观测表明: 热带次生林皆伐和 70% 强度的择伐后迹地的平均土温比林内高出 2.9℃, 皆伐迹地土壤含水量降低 6.5% 左右, 50% 强度的择伐后则变化不明显。皆伐和 70% 强度的择伐后土壤密度增加 7% 左右, 总孔隙度降低 20%; 50% 强度的择伐后土壤各项物理性质指标变化不大, 且易于恢复。卢伟等^[23]研究了不同采伐方式对森林土壤理化性质的影响, 结果表明: 皆伐和择伐对采伐迹地物理性质存在一定程度的影响, 但不显著, 对采伐迹地化学性质的影响较显著。邱仁辉等^[24]对常绿阔叶林 30% 强度择伐 4 a 后林地土壤物理性质的分析表明, 土壤密度略有增加, 而土壤结构稳定性、土壤水分和孔隙状况均得到一定程度的改善。森林经营措施对土壤造成的干扰是长期存在的, 干扰强度越大, 对林地生产力的影响越严重^[25]。森林择伐后土壤密度增加, 孔隙度减小, 土壤持水性能降低, 且皆伐比择伐对土壤的影响大^[26]。

森林择伐作业对林地土壤化学性质的影响比较复杂, 其变化规律也存在着比较明显的差异。主要原因是林地土壤特性存在十分显著的空间异质性和观测时间差异, 以及作业对土壤影响程度不同等。王立海等^[26]对国内在森林择伐对林地土壤化学性质影响方面的研究进行了归纳总结: ① pH 值发生变化 (呈碱性化); ② 有机质含量变化, 有的研究显示增加, 有的研究显示减少; ③ 养分元素变化显著, 部分研究显示, 采伐后迹地养分流失严重或比较明显, 也有部分研究显示, 部分养分元素增加, 部分养分元素下降; ④ 土壤结构变化, 导致土壤肥力变化, 伐后林地土壤微生物数量增加, 土壤酶活性增强, 增强的幅度以水解酶活性为大, 但随着时间的推移, 微生物数量和酶活性均下降, 土壤有机质、全 N 和全 P 含量下降; ⑤ 伐后迹地表层土壤 (0~10 cm) C 含量, 比对照样地 (原始林地) 略有增加, 其余层土壤 (10~30 cm, 30~100 cm) 的 C 含量却显著下降, 总量变化趋势是迹地的高于原始林地; ⑥ 采伐作业引起大量具有生产力的土壤流失。

2.3 森林择伐经营模型研究

异龄林分水平生长收获和择伐问题涉及立木

度、直径结构、树种组成、择伐周期、现实异龄林分调整策略和调整期、林木空间分布和理想异龄林分结构(含直径结构和树种组成等)等方面。从 19 世纪末以来,国外对这些问题的研究逐渐深入^[27]。Bałsiger发表“择伐林及其在现代林业中的意义”一文,从实践角度论述择伐林的经营,提倡采伐运材作业采取直营方式和更新上采取辅助造林作业。Ammon发表的“瑞士林业中的择伐原理”一文对择伐林有深入认识,把择伐看作是生产手段。到 20 世纪 80 年代末,主要研究成果可归纳为异龄林分生长收获与择伐模型量化、经营目标进一步扩展和最优化方法的应用等 3 方面。D. W. Hann & B. B. Bare以异龄林分为对象,涉及异龄林水平择伐研究问题。

国内对异龄林进行全面的研究起步较晚,但对异龄林生长预测及择伐优化的模型和过程模拟已有一定的研究。宋铁英^[28]研究开发了择伐林经营决策支持系统,着重于丰富的数据支持能力,为异龄林经营管理提供辅助决策工具。李胜法等^[29]参考以 Weibull 分布为基础的参数预测模型 (PPM) 和林分表设计方法,提出了一种适合于直径分布规则或不很规则的修正参数预测模型 (MPPM),并结合线性规划方法对林分进行生长预测和择伐模拟研究。宋年富等^[30]进行优化择伐提高林地经济效益的研究,通过对林分生长过程函数和采伐成本函数的分析,确立了异龄林的最优经营方案。谢哲根等^[31]用末端自由的最优控制模型作为现实异龄林分的生长经营模型,对现实异龄林分最优择伐序列进行了探讨,研究得出了长白山林区云冷杉异龄林较适宜的择伐周期,还得出了对应于各种择伐方案的择伐强度、保留蓄积量和出材量等初步结论。亢新刚等^[32]对实施检查法经营方式的林分径级和蓄积量结构动态进行研究,Weibull 分布和负指数分布均能较好描述过伐林区针阔混交林的直径结构,经过 14 a 的检查法经营,蓄积量结构比试验前更合理。传统的林分择伐优化模型的目标是系统功能优化,主要是经济效益最大(如总收益最多、纯收益最多和净现值最大等),很少把系统结构作为目标。汤孟平等^[33]提出了林分择伐空间结构优化的建模方法,并建立了林分空间结构模型。该模型集成了现代森林经理学理论、生物多样性保护和信息技术,并成功地与检查法相结合,用该模型进行择伐规划,可得到具有空间位置信息的最优采伐方案。王飞等^[34]采用矩阵模型,预测未干扰下长白山阔叶红松林

不同的采伐方案后保留林分的密度、断面积和林分收获量动态变化,得出了不同采伐方案的收获量及保留林分各因子变化规律。孟春等^[35]应用 SPACE 模型,对小兴安岭天然次生林进行了不同经营方案的模拟,并建立了反映森林多效益功能的层次分析评价结构模型,研究出的最优经营方案既满足了一定的木材需求,又使经营后的森林资源林相完整,演替为当地顶级群落,且未来演替趋势好。于振良等^[36]以 ZELIG 模型的框架为基础,结合长白山阔叶红松林的特点,建立了模拟长白山阔叶红松林动态和经营管理的 ZELIG. CBA (ZELIG model for Chang Bai Area) 模型。ZELIG. CBA 模型由 4 个子模型组成:树木生长子模型、树木更新子模型、树木枯死子模型和森林经营管理子模型。经过验证, ZELIG. CBA 模型模拟阔叶红松林生长的精度可达 95% 以上。择伐模拟试验表明,阔叶红松林轮伐期 30 a 时,最佳择伐强度为 30%。模型验证及模拟试验显示出 ZELIG. CBA 模型,可运用于研究长白山阔叶红松林动态和不同森林经营措施下阔叶红松林的反应。

3 森林择伐存在问题

3.1 缺乏系统研究

定性分析较多,定量研究较少,研究缺乏系统性。在森林采伐作业对林地土壤理化性质的影响研究方面,考虑其短期影响主要集中在对土壤物理性质的影响,而对土壤化学性质的影响研究较少;国内对天然林择伐更新林地凋落物对植被恢复的影响研究,以及在采伐干扰下,林地凋落物与土壤理化性质之间的相互影响关系等尚缺系统研究;在择伐对森林景观生态的影响研究方面,以定性分析为主,缺少定量分析研究。

3.2 缺乏定位研究

由于受人为干扰、研究经费和研究手段等方面的限制,国内森林采伐作业对林地土壤理化性质的影响基本上都是研究其短期影响,缺少择伐与更新的长期跟踪固定试验样地,进行长期跟踪调查研究。采伐作业对生态因子变化的研究,通常采取以空间代时间的研究手段,缺乏定位研究,研究结论可比性较差。由中国科学院和林业部 2 条线建立的森林生态定位研究站,缺乏从事森林生态采运工作的科技人员,且 2 条线之间的生态定位研究站缺乏必要的资源和数据共享。

3.3 择伐作业粗放

目前, 对各种采伐方式的适用范围、效率及其对生态环境的影响研究仍存在于理论阶段。在实际应用中, 手工作业还有相当的比例, 面对可采伐量的减少及采伐方式的转变, 企业仍沿用传统的采伐作业模式, 未按实际进行优化选择^[37]。生产单位片面追求眼前的经济利益, 而未充分考虑作业对林分生态环境的影响及木材生产的可持续性, 择伐的采集作业不注意与营林技术措施的结合, 甚至在规划设计中不考虑作业方式对林下幼树及地表的影响, 给优质树种更新带来较大困难。在实际择伐作业过程中多以单株择伐方式进行, 且强度偏大, 有的达 60% 以上^[38]。择伐作业集材效率低, 采集工艺粗放, 往往引起中、小径木、下木、幼树和幼苗大量损伤, 伐后林相残破, 致使天然异龄林成为低质林分, 难以实现可持续经营。

3.4 模型不够完善

天然异龄林经营理论还不够完善, 技术和方法还不成熟, 作为森林经营的核心问题的收获调整更是如此。缺少长期固定样地观测值, 使研究范围受到限制。实际研究中往往收集资料不足, 或多以临时样地材料为主要依据, 从而造成预测效果不理想, 而且异龄林经营最优化目标复杂、求解困难。前人研究经营模型都存在一定的局限性, 比如未考虑地位质量差异、林分更新约束或未涉及树种优化等, 缺乏能较准确预测异龄林分的生长量与林分结构的生长经营模型。

4 森林择伐研究对策

4.1 从思想上重视森林择伐

将森林环境的恶化和资源的枯竭归罪于森林采运技术的应用和发展, 无论在理论上还是在实践上都是片面的。天然林择伐更新后, 使天然林面积锐减的局面得以控制, 节约更新造林成本, 保留了一些珍贵树种, 对提高阔叶树比例有利。择伐不会给原有的森林生态体系造成急剧的变化, 择伐作业对林分生态环境的破坏是 3 种主伐方式中最小的。实施天然林保护工程后, 对天然林的合理利用更应进行择伐作业, 与其它作业方式相比, 择伐对有害气候和病虫害等均有较强的抵御能力。择伐不仅能不断扩大林业生产力, 有效地保护自然环境, 而且能提高劳动生产率。因此, 应从思想上深刻认识到天然林实

行择伐作业是必要的也是可行的, 重视开展森林择伐研究。

4.2 从行动上推广森林认证

实施生态保护政策, 以增加森林资源采伐约束, 突破资源驱动的生产方式, 避免产业总是在资源的粗放式利用以及产品的低附加值经营中循环。森林认证的目的在于证明木材产品的生产、服务过程是按可持续发展的方针进行的, 因而能确保木材生产加工过程不对环境产生负面影响, 并保证森林的可持续经营。森林认证通过市场机制的运行促进并保证木材市场准入, 引导消费者优先选择认证产品, 迫使木材生产方不得不将木材采伐转向以可持续经营为原则的木材生产, 以满足市场对环境 and 可持续发展的潜在要求。

4.3 从方法上开展联合攻关

森林择伐研究涉及森林采伐学、森林生态学、森林土壤学、森林水文学和森林植物学等多门学科。因此, 需要多学科技术人员联合攻关, 从不同的角度研究适用的森林择伐作业技术。例如, 在实施天然林保护工程中如何应用择伐技术, 在“保”的同时, 如何考虑“采”和“育”的结合, 探索在不同森林经营类型区的择伐技术, 通过选择主要森林类型, 针对其不同的立地条件和作业特点, 开展不同强度和不同采集方式对森林生态环境影响的研究, 尽快建立起伐区择伐作业的综合评价指标体系, 着重研究其生态评价, 森林择伐与生物多样性的维持, 更新环境的变化, 不同采集方式对更新择伐后林分恢复生长的影响, 满足生态的伐区清理法, 应用景观生态学理论评价森林择伐作业的合理性和进行森林择伐景观生态规划, 进行林分择伐空间结构分析和建立择伐优化经营模型; 等等。

4.4 从技术上实现择伐创新

传统采运技术理论以“法正林理论”为基础, 是一种“产业型”技术, 已不适应现代林业发展要求。根据现代林业创新精神, 森林择伐技术需要新的理论(林业可持续发展)作为基础, 新的经营思想(森林可持续经营)作为指导思想。

在生产实践中, 择伐更新等一系列技术的实施需要完善的、可行的技术标准、规程加以规范和保证。应从保护生态环境角度审视和修订能有效减少对环境影响的择伐更新作业技术规程, 除针对择伐作业中安全和工人的技术培训方面, 还应扩大到择伐全过程。森林择伐更新技术体系的构建, 必须以

先进的森林经营理论为指导。森林择伐与更新技术应考虑生态环境保护,适合于我国国情和林情,符合现代林业创新精神。

5 森林择伐研究展望

5.1 考虑生态的天然林择伐及更新作业技术研究

5.1.1 择伐林地群落恢复研究 建立天然林择伐与更新长期跟踪试验样地,研究不同强度择伐作业对林分结构及物种多样性变化、林地小气候、保留木损伤与幼树幼苗数量等的动态影响,以及对择伐后产生的林窗效应和作业技术经济进行分析,研究天然林不同强度择伐后群落动态恢复和林分生长情况,开展应用适当择伐措施实施残次低产天然阔叶林培育的研究。

5.1.2 择伐林地养分含量分析 充分考虑天然林生长发育过程,按自然干扰的原理,以生态恢复为目的,从森林可持续经营的角度出发,通过不同作业的试验研究,定性和定量分析不同强度择伐采集作业技术对林地土壤和凋落物等的影响,揭示其变化规律,将凋落物作为影响林地植被更新效果的因子加以研究,将择伐林地凋落物的相关研究与择伐林地土壤理化性质的研究相结合,系统研究天然林择伐后林地凋落物养分循环及土壤肥力变化规律。

5.1.3 择伐林分生长动态仿真 随着计算机仿真技术、最优控制理论的应用和林业生产的发展,系统仿真技术应在森林择伐经营研究中得到应用,为全面系统研究异龄林择伐经营问题提供新的途径。建立长期连续观测的择伐固定试验样地,研究森林择伐经营的动态模型,并提出一种接近自然的森林经营模式。以林分生长动态模型为核心,应用面向对象的系统仿真技术和虚拟技术,开发森林择伐生长动态及择伐仿真系统应用软件,作为森林辅助采伐决策支持系统中的一个子系统。

5.2 考虑生态的人工林择伐及更新作业技术研究

针对以发挥生态效益为主要目的的人工林林区(如水源涵养林)应实行择伐,人工林择伐中急需解决的问题有:森林择伐与生物多样性的维持及景观多样性的保护;森林择伐对人工林林地生态环境以及植被恢复的影响;人工针阔混交林择伐机理研究;森林择伐空间结构优化研究;等。

以原生针阔混交林为模式,将人工针阔混交林与其进行结构特征比较,按自然干扰原理与经营目

标,确定择伐木、择伐周期及伐后空间格局;以森林生态采伐学为指导,进行不同强度不同方式择伐作业实验,观察林地主要生态因子变化,研究不同的采伐作业方式对人工林林地生态环境的影响和考虑生态的伐区生产工艺与新设备,建立人工针阔混交林择伐理论。

5.3 森林择伐空间结构分析与景观生态规划研究

研究森林择伐后的林分空间格局变化和未来森林演替趋势,应用多目标决策,建立林分择伐空间结构优化模型。把林分结构引入林分择伐规划,建立林分择伐空间结构优化模型,旨在为林分择伐提供决策依据,以便在确定是否采伐某一空间位置上的林木时有充分的理由。森林择伐景观空间结构分析,研究森林择伐前后景观要素的组成结构特征和空间配置关系^[39]。根据研究区的实际情况和森林景观生态规划的目标,建立森林择伐景观空间优化模型,使资源在景观尺度上得到优化配置,为森林景观恢复提供一种探索和模式,以指导森林景观经营及景观动态模拟,针对森林择伐所引起的景观破碎化,定性与定量研究森林择伐对森林景观生态的影响。

参考文献 (References)

- [1] Shi jian, Xiao Shengling System for Ecological Harvesting[M]. Harbin: Northeast Forestry University Press, 2001 [史济彦,肖生灵.生态性采伐系统[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2001]
- [2] Tang Shouzheng et al Study on Ecological Logging and Regeneration Techniques for Natural Forest in Northeast[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2005. [唐守正等.东北天然林生态采伐更新技术研究[M].北京:中国科学技术出版社,2005]
- [3] Zhao Xiuhai Wu Banghua Shi Jian. Research progress on the theories of world forest ecological harvesting[J]. Journal of Jilin Forestry University, 1994, 10(3): 204~210 [赵秀海,吴榜华,史济彦.世界森林生态采伐理论的研究进展[J].吉林林学院学报,1994,10(3): 204~210]
- [4] Zhou Xinian Qiu Renhui A study on the selection felling of natural forests in Fujian province[J]. Journal of Fujian Forestry Science and Technology, 1992, 19(4): 56~60 [周新年,邱仁辉.福建天然林择伐研究[J].福建林业科技,1992,19(4): 56~60]
- [5] Hao Qingyu Zhou Yuping Review and analysis on basic theory of forest selection cutting[J]. Journal of Jilin Forestry University, 1998, 14(2): 115~119 [郝清玉,周玉萍.森林择伐基本理论综述与分析[J].吉林林学院学报,1998,14(2): 115~119]
- [6] J. F. Franklin Toward a New Forestry[J]. American Forestry, 1989, 95(11,12): 37~45
- [7] Li Wenbin. Progress in Forestry Engineering[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2005. [李文彬.林业工程研究进展

- [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2005]
- [8] Guo Jiangang Optimization Technique for Operation System of Mountain forest[M]. Beijing China Forestry Publishing House, 2002: 100~118[郭建钢等. 山地森林作业系统优化技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 100~118]
- [9] Jennifer Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon[J]. *Forest Ecology and Management*, 1996, 89: 59~77
- [10] Crane The effects on vegetation of logging virgin upland rain forest in north Queensland, Australia[J]. *Forest Ecology and Management*, 1992, 49: 1~29
- [11] Qiu Renhui Zhou Xinnian The influence of different intensity of selective felling on residual trees and seedlings[J]. *Forest Engineering*, 1997, 13(3): 5~7[邱仁辉, 周新年. 不同强度的择伐作业对保留木与幼树幼苗的影响[J]. 森林工程, 1997, 13(3): 5~7]
- [12] Qiu Renhui Chen Han Effects of selective cutting of different intensities on the tree layer structure and species diversity of evergreen broadleaved forest[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2005, 13(3): 158~161[邱仁辉, 陈涵. 择伐作业对常绿阔叶林乔木层树种结构及物种多样性的影响[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(3): 158~161]
- [13] Dong Xibin Wang Lihai Impacts of cutting intensity on volume increment and regeneration of different forests[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2003, 39(6): 122~125[董希斌, 王立海. 采伐强度对林分蓄积生长量与更新影响的研究[J]. 林业科学, 2003, 39(6): 122~125]
- [14] Zhou Xinnian, Qiu Renhui Yang Yusheng *et al* Effect on soil physical and chemical properties by different harvesting methods[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 1998, 34(3): 18~25[周新年, 邱仁辉, 杨玉盛, 等. 不同采伐、集材作业对林地土壤理化性质影响的研究[J]. 林业科学, 1998, 34(3): 18~25]
- [15] Zhou Zhichun Xu Gaofu Jin Guoqing *et al* Growth of broad-leaved species and community restoration of secondary masson pine forest after selective cutting[J]. *Forest Research*, 2004, 17(4): 420~426[周志春, 徐高福, 金国庆, 等. 择伐经营后马尾松次生林阔叶树的生长与群落恢复[J]. 林业科学研究, 2004, 17(4): 420~426]
- [16] Jin Yonghuan~1, Don-Koo lee, Ho-Sang kang *et al* Changes in species diversity of natural secondary forests after selective cutting disturbance in changbai mountain[J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2006, 28(1): 35~39[金永焕, 李敦求, 姜好相, 等. 择伐干扰后长白山区天然次生林物种多样性的变化[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 28(1): 35~39]
- [17] Fan Huihua Community recovery and stand growth after constructing the secondary broadleaved forest into the edible fungi raw material forest[J]. *Journal of Fujian Forestry Science and Technology*, 2005, 32(1): 10~16[范辉华. 次生阔叶林改建为食用菌原料林后的群落恢复和林分生长[J]. 福建林业科技, 2005, 32(1): 10~16]
- [18] Huang Jingrong Community recovery after natural mixed forests of coniferous and broadleaf trees in final cutting[J]. *Central South*
- Forest Inventory and Planning*, 2007, 26(2): 13~17, 22[黄金荣. 天然针阔混交林主伐后的群落恢复[J]. 中南林业调查规划, 2007, 26(2): 13~17, 22]
- [19] Kong Linghong Zheng Xiaoxian Study on spatial layout and regeneration of spruce-fir forest in jingouling forest farm[J]. *Forest Inventory and Planning*, 2007, 32(1): 1~3[孔令红, 郑小贤. 金沟岭林场云冷杉林空间分布格局及更新研究[J]. 林业调查规划, 2007, 32(1): 1~3]
- [20] Zhang Zhongxiong Zhou Xinnian Chen Yufeng *et al* Effects of different harvesting ways on forest landscape ecology[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2006, 14(4): 47~50[张正雄, 周新年, 陈玉凤, 等. 不同采集作业方式对森林景观生态的影响[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(4): 47~50]
- [21] McNabb K L, Miler M S and Lockaby B G, *et al* Selection harvests in Amazonian rainforest long-term impacts on soil properties[J]. *Forest Ecology and Management*, 1997, 93: 153~160
- [22] Xu Lianfeng Zhu Wukun The utilization of tropical secondary forest and the change of soil physical properties[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1996, 16(6): 652~659[许炼烽, 朱伍坤. 热带次生林利用与土壤物理性质变化[J]. 生态学报, 1996, 16(6): 652~659]
- [23] Lu Wei Gao Feng Zhou zemin Effect of style of cutting on the physical-chemical characteristics of forest soil[J]. *Forest Engineering*, 2001, 17(3): 17~18[卢伟, 高峰, 周泽民. 采伐方式对森林土壤理化性质的影响[J]. 森林工程, 2001, 17(3): 17~18]
- [24] Qiu Renhui Zhou Xinnian Yang Yusheng Impact on soil physical properties by selective cutting and logging operation technology[J]. *Journal of Fujian College of Forestry*, 2001, 21(4): 301~303[邱仁辉, 周新年, 杨玉盛. 择伐对林地土壤物理性质影响及作业技术[J]. 福建林学院学报, 2001, 21(4): 301~303]
- [25] Qiu Renhui Yang Yusheng Chen Guangshui *et al* The effect of forest management practices on soil disturbance and compaction[J]. *Journal of Mountain Research*, 2000, 18(3): 231~236[邱仁辉, 杨玉盛, 陈光水, 等. 森林经营措施对土壤的扰动和压实影响[J]. 山地学报, 2000, 18(3): 231~236]
- [26] Wang Lihai Yang Xuechun Meng Chun Forest Operation and Environment[M]. Harbin: Northeast Forestry University Press, 2005[王立海, 杨学春, 孟春. 森林作业与森林环境[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2005]
- [27] Xie Zhegen, Yu Zhengzhong Review of the uneven-aged forest management in foreign countries[J]. *East China Forest Management*, 1997, 11(1): 45~49[谢哲根, 于政中. 国外异龄林经营管理研究综述[J]. 华东森林经理, 1997, 11(1): 45~49]
- [28] Song Tieying Zhou Wenchao Feng Xiulan *et al* Research on management decision system for selection forests[J]. *System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture*, 1993, 9(1): 65~68[宋铁英, 周文朝, 冯秀兰, 等. 择伐林经营决策支持系统的研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 1993, 9(1): 65~68]
- [29] Li Fasheng Yu Zhengzhong Kang Xingang Growth predictions and selective cutting simulations to experimental stands of control method[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 1993, 30(6): 531~539[李法胜, 于政中, 亢新刚. 检查法林分生长预测及择伐模拟研究[J]. 林

- 业科学, 1993, 30(6): 531~539]
- [30] Song Nianfu, Zhou chuncheng, Baijinghua *et al* Study on selection method to improve the economic effect of forest land[J]. *Forest Science and Technology*, 1994, 19(5): 50~52[宋年富, 周春城, 白景华, 等. 优化择伐提高林地经济效益的研究[J]. 林业科学, 1994, 19(5): 50~52]
- [31] Xie Zhegen, Yuzhengzhong, Song Tieying Optimum sequence of selective cutting for actual uneven-aged stand[J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 1994, 16(4): 113~120[谢哲根, 于政中, 宋铁英. 现实异龄林分最优择伐序列的探讨[J]. 北京林业大学学报, 1994, 16(4): 113~120]
- [32] Kang Xingang, Hu Wenli, Dong Jinglin, *et al* Forest structure dynamics of coniferous-broad leaved mixed forests by management of control method in over-logged forest region[J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2003, 25(6): 1~5[亢新刚, 胡文力, 董景林, 等. 过伐林区检查法经营针阔混交林林分结构动态[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(6): 1~5]
- [33] Tang Mengping, Tang Shouzheng, Lei Xingdong *et al* Study on spatial structure optimizing model of stand selection cutting[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2004, 40(5): 25~31[汤孟平, 唐守正, 雷相东, 等. 林分择伐空间结构优化模型研究[J]. 林业科学, 2004, 40(5): 25~31]
- [34] Wang Fei, Shao Guofan, Dai Linlin *et al* Application of matrix model in forest alternative cutting management[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2005, 24(6): 681~684[王飞, 邵国凡, 代力民, 等. 矩阵模型在森林择伐经营中的应用[J]. 生态学杂志, 2005, 24(6): 681~684]
- [35] Meng Chun, Wang Lihai Simulation and evaluation for secondary forest management in Xiaoxinganling forest region[J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 2005, 33(6): 25~32[孟春, 王立海. 小兴安岭天然次生林模拟与评价[J]. 东北林业大学学报, 2005, 33(6): 25~32]
- [36] Yu Zhenliang, Yu Guinui, Zhao Shilong *et al* Succession and silviculture model of broad-leaved pinus korienis forests in Changbai mountain[J]. *Resources Science*, 2005, 23(6): 59~63[于振良, 于贵瑞, 赵士洞, 等. 长白山阔叶红松林动态及经营管理模型研究[J]. 资源科学, 2005, 23(6): 59~63]
- [37] Zhou Xinnian, Zhang Zhengxiang, Wu Zhilong *et al* Progress in forest ecological logging[J]. *Journal of Fujian College of Forestry*, 2007, 27(2): 180~185[周新年, 张正雄, 巫志龙, 等. 森林生态采运研究进展[J]. 福建林学院学报, 2007, 27(2): 180~185]
- [38] Chen Changxiang Study on growth potential and selection cutting of natural evergreen broad-leaved forests[D]. Nanjing Nanjing Forestry University, 2004 [陈昌雄. 天然常绿阔叶林生长潜力及择伐经营研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2004]
- [39] Zhang Huiyu, Tang Mengping, Shu Qingtai Theory and Practice of the Forest Ecological Cutting[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2006, 1~69[张会儒, 汤孟平, 舒清态. 森林生态采伐的理论与实践[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006, 1~69]

Research Progress on Forest Selective Cutting

ZHOU Xinnian¹, WU Zhilong¹, ZHENG Lifeng¹, DENG Shengmei², LN Haiming³, XU Shaohong⁴

(1 Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou Fujian 350002, China; 2 Fujian Academy of Forestry, Fuzhou Fujian 350012, China;

3 Jian'ou Forestry Bureau, Jian'ou Fujian 353100, China; 4 Yong'an Forestry Clique Stock Limited Corporation, Yong'an Fujian 366000, China)

Abstract It has been known that both the benefit of economy and ecology should be taken into account during mountain forest harvesting. Selective cutting can make full use of tree growth potentiality and forest productivity, increase species diversity and improve resistance against diseases of forest. It is favorable for the rational circulation of nutrient. It can reduce the brokenness intensity of forest, improve the protection efficiency of forest and form the harmonious view. As selective cutting is accord with the natural law, it was received more and more attention by ecologists, biologists, forestry scholars and logging scholars. In this paper the progress and existing problems in ecological logging of forest domestic and abroad are discussed, then theory and operating systems of selective cutting forest suitable for our country are deeply analyzes. In addition, the prospect and countermeasures for ecological harvesting in the future are also pointed out.

Key words : selective cutting of forest; progress; existing problem; countermeasure; prospect