

滇中高原云南松林目标树优势群体的生长过程分析

廖声熙¹, 李昆¹, 陆元昌², 李增元², 喻景深¹

(1 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224; 2 中国林业科学研究院资源信息研究所, 北京 100091)

摘要: 通过对滇中高原云南松林分的调查以及树干解析, 分析了目标树优势群体的树高、直径生长过程。结果表明: 云南松生长发育过程可划分为苗木生长初期, 树高速生期, 直径速生期, 速生后期和成熟期 5 个生长阶段; 云南松材积生长的重要年龄阶段为 15~45 年, 此期间应加强抚育措施, 促进其快速生长; 50 年生云南松开始进入数量成熟阶段, 可以采伐利用。云南松速生期较长, 可作长轮伐期经营, 是培育中大径材的理想树种。林分中云南松优势木材积生长量是平均木的 3~4 倍, 建议引入德国近自然经营技术, 将全林改造为目标树经营, 大幅提高其生产效率。

关键词: 云南松; 目标树; 优势群体; 生长过程

中图分类号: S791.257

文献标识码: A

Analysis on Growth of the Dominant Population of *Pinus yunnanensis* in Central Yunnan Plateau

LAO Sheng-xi¹, LI Kun¹, LU Yuan-chang², LI Zeng-yuan², YU Jing-shen¹

(1. Research Institute of Resources Insects, CAF, Kunming 650224, Yunnan, China)

2. Research Institute of Forest Resource Information Technology, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract This article analyzed the height and diameter growing process of the dominant population of *Pinus yunnanensis* in central Yunnan Plateau, based on investigation of forest stand characteristics and stem analysis. The results showed that the development of *P. yunnanensis* could be divided into five periods: initial growing of seedling (5 a); fast growing period of height (6—10 a); fast growing period of diameter (11—25 a); late fast growing period (26—45 a); and mature period (> 46 a). In the fast growing period of height, the forest stands become canopy closure and growth speed of height accelerates remarkably. In the fast growing period of diameter, the diameter increment reaches the peak, implying that tending management for forest stand should be strengthened. In late fast growing period, the diameter remains strongly increasing, height continues modest grow, and stand volume increment is the maximum. The results also indicated that the fast growing period of *P. yunnanensis* could last 40 a and is suitable for long-rotation management and for cultivating the large dimension timber. Within the stand of *P. yunnanensis*, the volume increments of the dominant trees are 3—4 times more than that of the intermediate trees. The results of study to suggest introduce the managing technology of “close to nature forestry” from Germany to improve the stand structure and growth efficiency of *P. yunnanensis*.

Key words *Pinus yunnanensis*; target tree; dominant population; growth process

收稿日期: 2008-05-10

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划专题“天然林区人工林近自然化改造技术”(2006BAD03A04-03)和国家林业局科技支撑项目“天然林保护工程重点技术研究及试验示范”的部分内容

作者简介: 廖声熙(1973—), 男, 贵州黎平人, 副研究员, 主要从事森林培育、森林经理方面研究, Callia@163.com.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

云南松 (*Pinus yunnanensis* Franch.) 又称飞松、青松, 适应性强, 耐干旱瘠薄土壤, 分布集中成片, 是云南高原山地更新造林的先锋树种。云南松林是我国西南地区的一个特有森林类型, 也是我国西部偏干性亚热带的典型代表群系, 它的分布以滇中高原为中心, 东至贵州、广西西部, 南达云南西南部, 北到藏东、川西高原, 西至中缅甸国境线, 大约在 $23^{\circ} \sim 29^{\circ} \text{N}$, $98^{\circ} 30' \sim 106^{\circ} 30' \text{E}$ 之间, 分布区呈不规则的多角形。在云南的分布面积约 500万 km^2 , 占云南省林地面积的 52% , 拥有约 3亿 m^3 的蓄积量, 占云南有林蓄积的 32% 。云南松是制作人造板材的重要工业用材树种, 蓄积量大, 覆被率也高, 在林业生产中占有重要地位^[1-4]。另外, 云南松也是生产松香及其它林副产品的主要树种^[5]。

了解林木生长过程及各个生长阶段特点有利于安排生产经营措施, 才能采用最佳的培育技术与模式去实现最大木材收获量, 从而达到林木的速生、优质与丰产。诸多学者对林木的生长规律进行了研究, 如陈义刚等^[6]对粤北低山丘陵地区小红栲生长过程进行了分析; 亢新刚^[7]等编制了冀北次生林 3 个树种林分生长过程表, 为该地区 3 个树种的生长收获预估提供理论依据; 张远彬等^[8]对两种类型林分中的扁刺栲的生长过程分析, 发现次生针阔混交林中的扁刺栲生长较快, 同时提出了针对次生阔叶林的经营管理措施。云南松林经营的研究包括有云南松林生长过程表、收获预测表、生长量表和密度控制图的编制, 抚育间伐技术标准的制定等方面的内容^[9-17]。在前人的研究中, 缺乏对云南松生长过程的深入分析, 且未见云南松平均木与优势木生长差异的报道。本文通过对滇中地区的云南松树干解析, 分析云南松的胸径、树高和材积的生长过程, 探讨云南松平均个体与优势个体的生长差异及其原因, 以及经营技术措施对生长可能产生的影响, 为更好地进行云南松人工林定向培育制定措施提供依据。

1 研究地区概况

研究区位于云南省禄丰县一平浪林场, 地处滇中高原、云岭东延乌蒙山支脉, 地理坐标 $24^{\circ} 59' \sim 25^{\circ} 13' \text{N}$, $101^{\circ} 40' \sim 102^{\circ} 05' \text{E}$, 海拔 $1495 \sim 2594 \text{m}$ 。气候属中亚热带高原季风区, 立体气候明显、干湿季节分明; 年平均气温 $15.6 \sim 16.2^{\circ} \text{C}$, 最高气温 36.1°C , 最低气温 -4.5°C , $\geq 10^{\circ} \text{C}$ 年积温 $4900 \sim 5913$

$^{\circ} \text{C}$; 年平均降水量 930.5mm , 5—10 月降水量占全年降水量的 89.5% , 而 11 月至次年 5 月降水量仅占全年降水量的 10.5% 。地带性植被为亚热带常绿阔叶林, 现存类型包括温凉性常绿阔叶针叶混交林、暖温性针阔混交林和干热河谷灌草丛, 主要乔木树种有云南松、华山松 (*P. amandi* Franch.)、滇油杉 (*Keteleeria evelyniana* Mast.)、元江栲 (*Castanopsis orthacantha* Franch.)、高山栲 (*Castanopsis delavayi* Franch.)、滇青冈 (*Cyclobalanopsis glaucooides* Schottky)、滇石栎 (*Lithocarpus dealbatus* Rehd.)、旱冬瓜 (*Alnus nepalensis* D. Don)、麻栎 (*Quercus acutissima* Carr.)、锐齿槲栎 (*Quercus aliena* Bl var *acuteserrata* Max) 等。土壤类型主要有红壤、紫色土 (2300m 以下)、黄棕壤和森林棕壤 ($2300 \sim 2500 \text{m}$)。

2 研究方法

2003—2007 年, 通过对滇中地区云南松森林全面踏勘后, 在 50 年生左右的云南松天然次生林中设置了 22 块标准地, 在标准地内进行每木检尺, 求出林分平均直径, 据此选择出有代表性的云南松林标准地 7 块, 每块标准地测树高 $15 \sim 20$ 株, 其中最高的测 5 株, 接近平均直径测 $3 \sim 5$ 株, 其余径阶测 $1 \sim 2$ 株。在现场画出树高曲线, 求出林分平均高; 同时测定 5 株优势木的树高, 计算优势木平均高。根据计算出的林分平均标准木和优势木的平均树高和直径, 在现场分别找出均匀分布于林分中的平均标准木和优势木各 5 株, 伐倒后进行树干解析, 分析树高、胸径、材积、生长量等各项指标生长规律, 用 Excel 软件作图^[18]。树干解析的具体方法参见《测树学》的方法^[19-20]。

3 结果分析

3.1 滇中地区云南松生长进程

树干解析结果显示: 云南松树龄为 50 年时, 平均木树高为 16.6m , 直径 12.7cm , 平均断面皮材积 0.1717m^3 ; 而同时期优势木树高达 18.6m , 直径 23.3cm , 平均断面皮材积 0.5533m^3 , 分别比平均木相应指标高出 12.1% 、 83.5% 和 222.3% 。根据生长模型, 按 5 年 1 个龄阶, 分别计算出云南松各龄阶的树高、直径和材积的总生长量、平均生长量和连年生长量。

云南松的生长有 3 年左右的生根蹲苗期, 5 年后才开始明显的高生长, 初期生长比较缓慢, 以后生

长逐渐加快, 10 年左右林木进入郁闭, 树高在 2.0~5.0 m。随着林木年龄的增长, 树高总生长量至 5 年后逐渐加快, 其树高、直径和材积生长都有其阶段性的变化, 25 年生时平均木树高为 11.6 m, 直径为 8.4 cm; 优势木高达 14.1 m, 直径为 14.0 cm; 50 年生时平均木树高为 16.6 m, 直径为 12.7 cm, 优势木高达 18.6 m, 直径为 23.3 cm。云南松各龄级树高总生长量与直径总生长量生长曲线见图 1。云南松直径与树高生长均处于较高水平, 优势木 50 年内生长变化范围为树高 1.3~18.6 m, 直径 0.9~23.3 cm。平均木与优势木树高生长量始终保持较大的差距, 2 条生长曲线呈平行状态, 说明二者在各生长阶段的树高生长速率比较一致, 而优势木的直径生长量远超平均木直径生长量, 在苗期达到了 6 倍以上, 其后的生长过程中保持在 1.3~1.9 倍之间, 说明云南松的后期长势取决于是否为良种壮苗。云南松的树高生长比较旺盛, 至 45 年后才出现减缓趋势, 表明云南松速生期较长, 可以培育出大径材。

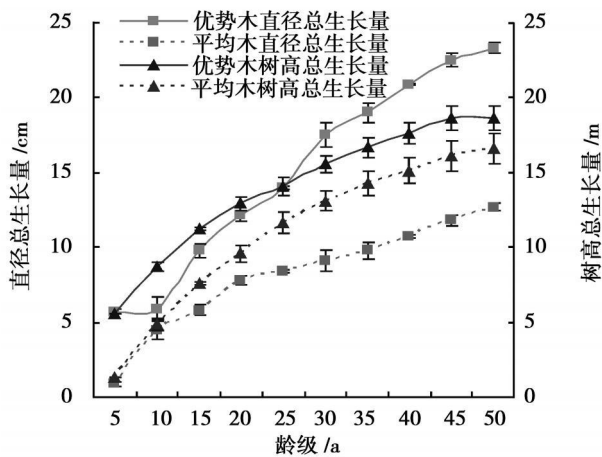


图 1 滇中地区云南松生长过程曲线

3.2 树高生长过程

树高生长曲线是树高为时间的增函数, 即树高随生长年限的增加单调增加。云南松树高平均生长量与连年生长量生长曲线见图 2。由图 2 看出: 平均木与优势木总的树高生长趋势相同, 但拐点位置不相同, 各阶段的生长量也不一样。云南松平均木经过 3~4 年的蹲苗期后, 快速生长期出现在 10~14 年之间, 平均生长量与连年生长量相交于第 16~18 年, 高峰期出现在第 13 年, 最大值为 0.56 m。优势木苗期长势良好, 初期生长比平均木快, 第 7 年连年生长量与平均生长量曲线相交后平均生长量呈慢降趋势, 但保持旺盛生长, 这与林分密度与树高结构分层

有关, 云南松是强阳性树种, 优势木苗高在生长初期处于植被上层, 有足够的光热资源, 从而促进了优势木的树高生长。随着时间增长, 平均木树高生长也突破草本植被层, 其生长也出现一个飞跃的过程, 至 10 年生后, 林分开始郁闭, 种内竞争强烈, 生长趋于稳定, 至 45~50 年时有一个生长停滞的现象, 50 年以后属于树高生长的衰减期, 云南松树高一般能达到 30~35 m, 极少能达到 40 m 以上。

从云南松林分平均树高生长曲线看, 最大连年生长量出现在第 10 年, 树高生长高峰出现在 15 年左右, 以后高生长持续下降, 这种高生长量的生长期, 大约持续 30 年, 这段期间, 年高生长达 0.50 m 左右, 每 10 年的平均生长量为 5.00 m, 平均生长率为 25%, 是生长旺盛期, 50 年后树高生长逐步下降。

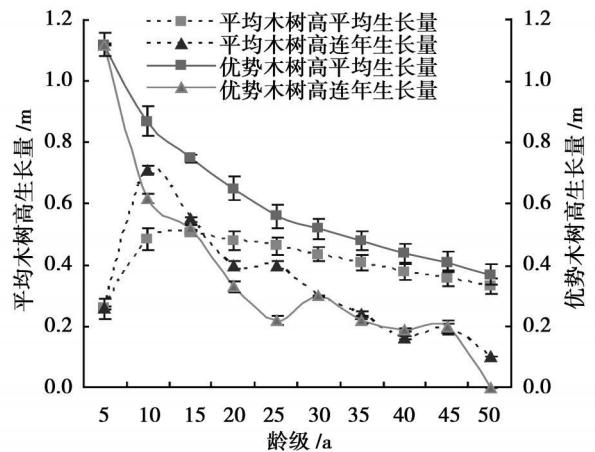


图 2 滇中地区云南松树高生长曲线

3.3 云南松直径生长过程

随着林木年龄的增加, 林分的直径生长也不相同。从云南松平均直径生长曲线(图 3)看, 随年龄的增大, 直径生长量也增大, 连年生长量与平均生长量均呈现出先上升后下降趋势, 连年生长量波动范围比平均生长量大, 前 10 年增长最快, 最大值出现在 12 年, 直径的连年生长量和平均生长量曲线第 1 次相交于 13~14 年, 第 2 次相交于 19~20 年。平均直径生长高峰在 20~30 年。在 45 年前都生长较快, 每 10 年的平均生长量为 3.2 cm, 平均生长率为 30.3%, 是云南松直径生长速生期, 可以持续 10~25 年左右, 然后是一个缓慢生长期, 年轮波动在速生期幅度大, 进入缓慢生长期后幅度小。

除苗期外, 云南松平均木和优势木的直径平均生长量峰值均出现在 10~15 年, 最大值分别为 0.47~0.58 cm。在 12 年之前, 平均木直径平均生长量一致呈快速上升趋势, 12 年之后, 平均生长量的

变化平缓,但 8 年之后,云南松优势木直径平均生长量比平均木平均生长量大 150% 以上,这与林分的结构和密度有关,优势木处于林分上层,占有营养空间大,树冠重叠小,对有效资源的利用较高,有利于云南松的胸径生长。从云南松林的平均直径生长看,在立地条件好的地段,宜适当培育大径材,不过培育周期较长,在立地条件一般或较差的林地,宜培育中小型材,以充分利用地力。

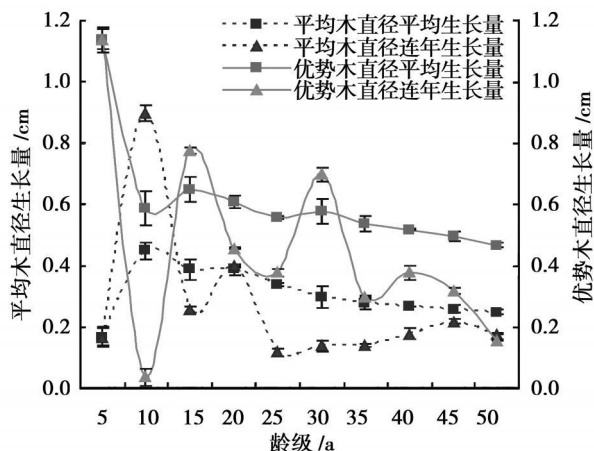


图 3 滇中地区云南松直径生长过程

3.4 材积生长过程

从云南松平均木材积生长(图 4)看,表现为最初几年生长较慢,经过前 10 年的缓慢生长阶段后,林木进入速生阶段,10~45 年为云南松材积速生期,此期间直径生长率达到最大值,50 年后材积生长开始下降,但仍能保持旺盛生长,经济性较高。云南松不同个体材积生长的总趋势基本相同,但是平均木与优势木生长曲线上的拐点位置不相同,各阶段的材积生长量也不一样,林分平均木的云南松材积进入速生期的时间较迟,生长量也小,20 年后进入速生期,然后一直保持上升趋势,到 45 年生时材积平均生长量达 0.0024 m^3 ;50 年后生长量增长趋缓,达到最高峰后迅速下降,此时平均生长量将达到最大值。优势木进入速生期比平均木要早 5~8 年,在 45 年时材积平均生长量达 0.0092 m^3 ,为平均木平均生长量的 3.83 倍,且到达峰值的时间也比平均木略早,约在 48~50 年,说明 50~60 年这个期间为云南松的数量成熟龄,其后生长量下降速度极快,进入采伐利用时期。从图 4 可看出:其材积生长呈周期性上下波动,受直径生长波动影响较大,可能与该地区周期性爆发松毛虫害及气候变化有关,有待进一步研究。

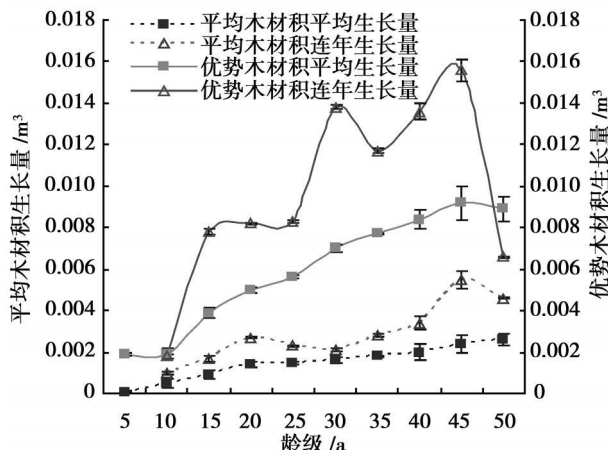


图 4 滇中地区云南松材积生长过程

4 结论与讨论

云南松生长发育过程可划分为苗木生长初期,树高速生期,直径速生期,干材速生期和速生后期 5 个生长阶段。前 5 年,云南松在苗木生长初期非常重要,将直接决定其后的生长趋势,所以造林时必须良种壮苗,在生产中要引起重视。5~10 年期间的云南松,是林分形成的初期,树冠逐步相互交接,林分开始郁闭,特点是高生长明显加快,直径生长延后于树高生长,材积生长缓慢,可以通过林地管理及幼林抚育以促进林木生长。10~25 年期间,云南松树高已通过速生高峰期,而直径连年生长量也开始达高峰期,材积生长量开始增长,林分开始郁闭,开始出现生存竞争,需要加强土壤管理,采取一定的抚育管理和间伐措施。25~50 年期间,从树高平均生长量出现高峰期开始,到直径平均生长量高峰期出现时结束,此阶段主要特点是直径旺盛生长,树高生长保持一定比例,而直径生长量增大,处于材积速生阶段,也是干材速生期。50 年以后树高生长急剧下降,直径生长变缓,处于速生后期;之后,树高、直径生长均处于较低水平,树高趋于停止生长,材积生长亦开始下降,在此阶段,优势木的材积连年生长量落后于平均生长量,平均木的连年生长量也呈快速下降趋势,云南松正处于数量成熟阶段,此阶段可以采取利用。

近年来,德国“近自然”经营体系逐渐引入我国,并在国内许多林场分别开展了一些工作,也取得了良好的执行效果^[21-22]。近自然森林经营林分施业体系是以单株林木为对象进行的目标树抚育管理体系,其基本原则是理解和尊重自然,充分利用林地

自身更新生长的潜力,生态和经济目标兼顾,最大限度地降低森林经营的投入^[23-24]。具体做法是把所有林木分类为目标树、干扰树、生态保护树和其它树木等 4 种类型,永久地标记出林分的特征个体一目标树,并对其进行单株木抚育管理,目的是在保持森林生态功能的前提下实现高价值林木成分(目标树)最大的平均生长^[25]。因此,建议云南松经营引入德国近自然经营技术,建立目标树经营技术体系,改善云南松林分结构,提高其生长效率。

滇中林区云南松林分生长的地位级指数处于 I 级水平,总的生长量在云南松分布区中属于较高水平,具有一定的发展前景。云南松林分的经营目的也是为了获取最大的出材量,在林分不同、林木个体平均单株材积不同,优势木进入速生期比平均木要早 5~8 年,在 45 年时材积平均生长量达 0.009 2 m³,为平均木平均生长量的 3.83 倍。从这点来看,目标树的经营其实可以理解为主导木的经营,以培育大径级林木为主对其持续地抚育管理,按需要不断利用干扰树及其他林木,直到目标树达到目标直径并有了足够的第 2 代下层更新幼树时即可择伐利用。云南松的经营应该建立以单株林木为对象进行的目标树经营管理体系,据经营的目的而确定造林的初始密度以及抚育间伐强度,从幼林开始就选择目的树,整个经营过程只对选定的目的树进行单株抚育,对目的树个体周围的抚育范围以不压抑目的树个体生长并能形成优良材为准则,其余草灌及林木任其自然竞争,同时进一步促进林下植被的生长发育和天然更新,将保持森林生产力整体达到较高的水平。

参考文献:

- [1] 中国植物志编写委员会. 中国植物志(第七卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 255
- [2] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志(第四卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1986: 54-55
- [3] 吴中伦. 中国松属的分类与分布[J]. 植物分类学报, 1956, 5(3): 145-149
- [4] 郑万钧. 中国树木志(第一卷)[M]. 北京: 中国林业出版社, 1983
- [5] 粟子安, 梁志勤, 秦文龙, 等. 中国松香、松节油主要化学组成的研究[J]. 林业科学, 1980, 16(3): 214-220

- [6] 陈义刚, 谢正生, 张祥生, 等. 粤北低山丘陵地区小红栲生长过程分析[J]. 华南农业大学学报, 1994, 15(2): 124-128
- [7] 亢新刚, 崔向慧, 王虹. 冀北次生林 3 个树种林分生长过程表的编制[J]. 北京林业大学学报, 2001, 23(3): 39-42
- [8] 张远彬, 王开运, 胡庭兴, 等. 扁刺栲在两种类型林分中的生长过程分析[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(4): 336-340
- [9] 李本德, 刘中天, 王立勤. 云南松林分结构和生长规律的初步研究[J]. 云南大学学报, 1984(1): 47-58
- [10] Chen Shanna Ye Hui Lu Jun, et al. The Effect of Drought on the Growth of *Pinus yunnanensis* in Yumen County [J]. 云南大学学报: 自然科学英文版, 1998, 20(5): 357-360
- [11] 张卓文. 云南松生长过程分析及生长阶段划分[J]. 中南林学院学报, 2003, 23(2): 46-51
- [12] 姜磊, 陆元昌, 廖声熙, 等. 滇中高原云南松林分直径结构研究[J]. 林业科学研究, 2008, 21(1): 126-130
- [13] 李贤伟. 云南松研究现状及动态[J]. 四川农业大学学报, 1995, 13(3): 309-314
- [14] 卢昌泰. 四川的云南松地径胸径相关关系及其应用研究[J]. 四川林业科技, 2004, 25(2): 46-49
- [15] 张学权, 喻朝阳. 西昌大箐林场尔舞点云南松树高——胸径生长关系分析[J]. 西昌农业高等专科学校学报, 2000, 14(1): 33-35
- [16] 杨再强, 谢以萍. 云南松天然林最适保留密度的探讨[J]. 四川林业科技, 1998, 19(2): 70-72
- [17] 蔡年辉, 李根前, 朱存福, 等. 云南松人工林与天然林群落结构的比较研究[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(2): 1-4
- [18] Ferrell G. T. Growth Classification Systems for Red Fir and White Fir in Northern California Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station [M]. P. O. Box 245 Berkeley California 1983
- [19] 北京林学院. 测树学[M]. 北京: 农业出版社, 1960
- [20] 关毓秀. 测树学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1987
- [21] 陆元昌. 近自然森林经营的理论和实践(华夏英才基金专著)[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 247
- [22] 王树力. 红松人工用材林近自然经营技术的研究[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(3): 22-25
- [23] Klaedtker J. Konstruktion einer Z-Baum-Ertragstafel am Beispiel der Fichte [M]. Der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt BaderWuertenburg Heft 1993 173-174
- [24] Hatzfeldt H. G. Ökologische Waldwirtschaft Grundlagen-Aspekte Beispiele Alternative Konzepte [M]. Stiftung Ökologie & Landbau Verlag C. F. Müller GmbH, Heidelberg 1994: 306
- [25] Obergefell P. Modelle der Nutzungsplanung auf der Basis von Wiederholungsinventuren [M]. Forstwissenschaftliche Fakultät Universität Freiburg Gemany, 2000