

# 福建中亚热带天然阔叶林理想结构探讨

黄清麟<sup>1</sup>, 李志明<sup>2</sup>, 郑群瑞<sup>3</sup>

(1. 中国林业科学研究院, 北京 100091; 2. 顺昌县林业委员会, 福建 顺昌 353200; 3. 万木林自然保护区, 福建 建瓯 353105)

**摘 要:** 根据典型林分结构的分析, 以“近自然林业”理论为指导, 提出福建中亚热带天然阔叶林理想结构的指标与标准, 包括林层结构、乔木层物种多样性、灌木层中乔木幼树、林分基本蓄积量、材积按径阶分布、林分密度、株数按径阶分布、商品材树种结构等 8 个指标和各指标的具体标准, 旨在为福建中亚热带天然阔叶林可持续经营提供基础依据, 为异龄林理想结构的研究提供实例。

**关键词:** 福建; 中亚热带; 天然阔叶林; 理想结构; 指标与标准

中图分类号: S757.1

文献标识码: A

实践中对异龄林的可持续经营首先要有一套符合经营目的的理想结构的指标(indicators)与标准(standards), 然后将现实森林结构的各指标的数值与理想结构各指标的标准(standards)值进行对比, 发现差距, 再通过各种措施不断朝理想结构目标调整现实森林结构, 以实现异龄林的可持续经营。过去, 国内外对异龄林的理想结构研究多局限于基本蓄积、直径分布(反丁型)及材积结构(小、中、大径木的材积比为 1:3:6 或 2:3:5)3 方面<sup>[1]</sup>, 均未从树种组成、生物多样性、更新能力、森林生态系统的健康与活力、经济效益等方面考虑, 不能满足异龄林可持续经营的要求<sup>[2]</sup>。本文以福建中亚热带天然阔叶林为例, 探讨其理想结构的指标与标准(standards), 旨在为其可持续经营提供基础依据, 为异龄林理想结构的研究提供实例。

福建省保存较好的、能代表演替顶极的中亚热带天然阔叶林主要集中在武夷山自然保护区、龙栖山自然保护区、三明格氏栲自然保护区及万木林自然保护区。武夷山和龙栖山自然保护区自然演替时间长的天然阔叶林基本分布在偏僻、陡峭且生境条件差的地方, 而且具有闽北低山丘陵生境特点的现存天然阔叶林基本上是上世纪五六十年代采伐后自然演替恢复起来的, 演替时间不足 50a; 三明格氏栲

自然保护区以格氏栲(青钩栲)为主, 较为特殊, 难有代表性。只有万木林自然保护区天然阔叶林在封禁保护下演替时间长达 603a, 主要群落的建群种和优势种年龄达 120~200a, 已达到演替顶极, 同时立地条件(大多为 II 类地, 部分为 II 类地)也有代表性, 因此, 选择万木林自然保护区内 3 个典型的近原生阔叶林群落为代表, 用以揭示中亚热带顶极阔叶林的一般特征, 构建福建中亚热带天然阔叶林理想结构。

## 1 自然概况

福建万木林自然保护区是 1965 年林业部根据人大代表的提议划定的全国首批 19 个天然森林禁伐区之一, 是我国最早的自然保护区之一。位于福建省建瓯市房道镇境内, 118°09'E, 27°03'N, 面积 189 hm<sup>2</sup>, 属武夷山南坡低山丘陵, 海拔 230~556 m; 中生代燕山运动侵入的花岗岩为主要成土母岩, 红壤, 立地类型以 II 类地为主。属中亚热带海洋性季风气候, 热量丰富、降水充沛、季风显著、四季分明; 据市气象站 1951~1980 年 30a 累计资料统计, 城区年平均气温 18.7℃, 1 月份平均气温 8.0℃, 极端最低气温 -7.3℃, 7 月份平均气温 28.5℃, 极端最高气温 41.4℃; 日均气温 ≥10℃ 的活动积

收稿日期(Received date): 2002-06-21; 改回日期(Accepted): 2003-12-20.

作者简介(Biography): 黄清麟(1967-), 男(汉族), 福建莆田人, 研究员, 博士。主要从森林可持续经营研究, 发表论文 41 篇。[Dr & Prof. Huang Qinglin, male, the Han nationality, born in Fujian Province in 1967, mainly engage in the research field of sustainable forest management and have published 41 papers.]

温累计平均 5 966 °C; 年平均降水量 1 664 mm, 5~6 月最多, 雨日年平均 137 d; 年平均日照 1 813 h, 7 月最多, 2 月最少; 全年无霜期 277 d; 年平均相对湿度 80 %; 年平均蒸发量为 1 327.3~1 605.4 mm。

建瓯万木林自然保护区源于乡绅杨福兴(号达卿, 1305~1378)种树赈饥这一史实。据何友钊先生考证(1989)<sup>[3]</sup>, 元末至正十四年(公元 1354 年)春季福建全省发生饥荒, 建安龙津里(今建瓯市房道镇)乡绅杨福兴遇岁饥以杨姓族人存粟赈饥, 凡种树一株酬以斗粟, 在大富山一带大面积植杉, 杉木成林后而得名万木林。公元 1399 年杨福兴之孙杨荣(1371~1440)中举, 随即万木林被封禁保护作为杨家的“风水林”。自植杉之年计至今已有 648a, 如自封禁之年计也有 603a。此间万木林受过两次破坏, 即封禁前的公元 1385 年砍伐杉木 3 万株赠送白鹤禅寺和清初郑杨联兵(郑成功所部和杨氏后人)抗清失利后杨家失势而遭一定破坏, 道光初年(公元 1661 年)清廷赐祭杨荣, 万木林又得以封禁保护。如今的保护区古树参天, 藤本攀绕, 具典型的我国东部亚热带植被景观。保护区内有维管束植物 1 145 种、61 亚种及变种, 分属 161 科 581 属, 其中蕨类植物 30 科 49 属 111 种 1 变种, 裸子植物 7 科 12 属 14 种, 被子植物 124 科 520 属 1 020 种 60 变种。

## 2 研究方法

### 2.1 群落学和测树学方法

采用样地法, 样地面积 1 200 m<sup>2</sup>, 划分为若干样方进行调查统计, 胸径 5cm 以上为乔木层的调查对象, 灌木层和草本层调查样方总面积为 100 m<sup>2</sup>。采用 J. T. Curtis 和 R. P. McIntosh 提出的重要值概念进行重要值计算<sup>[4]</sup>。结合群落学调查, 进行测树学的调查<sup>[5]</sup>。各样地中设立 625 m<sup>2</sup> 的固定标准地进行长期观测。

### 2.2 物种多样性测度

采用物种丰富度、物种多样性指数、物种均匀度及生态优势度指标综合测度物种多样性<sup>[4]</sup>。物种丰富度(R)采用物种的数目, 即群落种的丰富度(S); 由于 Shannon-Wiener 指数对森林群落物种多样性的测定较为有效<sup>[9]</sup>, 因此采用 Shannon-Wiener 指数(SW)表示物种多样性; 物种均匀度(E)采用 Shannon-Wiener 均匀度; 生态优势度(ED)用 Simpson 生态优势度。

## 3 结果与分析

### 3.1 群落学特征与测树学特征

有关典型林分的群落结构(林层结构)、树种组成、乔木层物种多样性、林分生长、直径结构、林分密度情况详见《福建中亚热带天然阔叶林的主要类型与特征》一文<sup>[7]</sup>。3 个典型群落分别是:“猴欢喜+观光木”群落(代码 V1)、细柄阿丁枫群落(代码 V2)和浙江桂群落(代码 V3)。

### 3.2 林分生长规律

对 V1、V2、V3 群落乔木层进行连续 6 年的固定标准地调查结果表明, 三个林分平均蓄积生长量分别为 3.66m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>·a)、5.07m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>·a)及 4.65m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>·a), 5 a 间隔期内平均蓄积连年生长量分别为 3.42m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>·a)、3.48m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>·a)、3.67m<sup>3</sup>/(hm<sup>2</sup>·a), 因标准地内近几年无倒木出现, 林分呈正生长, 实际上在整个群落中每年均有倒木出现, 因此, 只要每年有 1 株最高亚层的倒木, 其蓄积量将减少 4~6m<sup>3</sup>(胸径 70cm、树高 25m、材积为 4.0m<sup>3</sup>; 胸 80cm、树高 29m、材积 6.0m<sup>3</sup>), 则林分出现零增长或负增长, 此时, 林分便处于动态平衡之中。各径阶胸径及胸高断面面积 5a 间平均连年生长量统计表明, 总体上呈常态分布, 即偏大或偏小的径阶连年生长量都较小, 常不到 0.1cm/a 及 4.0cm<sup>2</sup>/a; V1 群落 34 cm 径阶、V2 群落 50 cm 径阶、V3 群落 44 cm 径阶时连年生长量最大, 胸径连年生长量分别为 0.33 cm/a、0.34 cm/a 及 0.52 cm/a, 胸高断面面积连年生长量分别为 17.9 cm<sup>2</sup>/a、26.0 cm<sup>2</sup>/a 及 36.9 cm<sup>2</sup>/a。说明近原生阔叶林中以处在乔木层最高亚层的胸径在此 34~50 cm 径阶的林木胸径连年生长量最大, 比之大的林木胸径生长变缓或停止, 比之小的林木由于处于被压状态胸径生长缓慢, 因此, 择伐上层大径林木, 将有利于下层林木的生长, 提高林分整体的生产能力; 大径林木胸径标准在 50~60 cm 为宜。

### 3.3 林木生长规律

中亚热带天然阔叶林中许多树种是浅根性的, 树种特性决定有许多树种直径生长上有其极限, 有些树种直径上可能可以达到大径材的要求, 但当其直径达到一定的时候树干质量变差, 如出现空心、病腐(如闽粤栲 *Castanopsis fissa*、檫树 *Sassafras tzumu* 等)。对万木林自然保护区内胸径≥80cm 树木

进行普查<sup>[8]</sup>,结果如表1所示。此外胸径 $\geq 60\text{cm}$ 的树种有细柄阿丁枫 *Altingia gracilipes* (金缕梅科)、浙江桂 *Cinnamomum austro-sinense* (樟科)、杉木 *Cunninghamia lanceolata* (杉科),也是理想的大径

树种。由此可见,在万木林自然保护区内200多种乔木树种中只有不到15%的树木可生长到60cm以上。能形成群落优势树种的树种不到10种,即不到5%。

表1 万木林自然保护区内胸径 $\geq 80\text{cm}$ 的树木

Table 1 Trees (DBH $\geq 80\text{cm}$ ) in Wanmulin Reserve

序号	树种	株数	所属科名	序号	树种	株数	所属科名
1	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	103	松科	16	乐东拟单性木兰 <i>Parakmeria lotungensis</i>	4	木兰科
2	南方红豆杉 <i>Taxus chinensis</i>	1	红豆杉科	17	观光木 <i>Tsoongiodendron odorum</i>	7	木兰科
3	西桦 <i>Betula alnoides</i>	1	桦木科	18	樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	1	樟科
4	锥栗 <i>Castanea henryi</i>	6	壳斗科	19	沉水樟 <i>Cinnamomum micranthum</i>	99	樟科
5	米槠 <i>Castanopsis carlesii</i>	5	壳斗科	20	闽楠 <i>Phoebe bournei</i>	6	樟科
6	罗浮栲 <i>Castanopsis fabri</i>	2	壳斗科	21	枫香 <i>Liquidambar formosana</i>	48	金缕梅科
7	丝栗栲 <i>Castanopsis fargesii</i>	5	壳斗科	22	肥皂荚 <i>Gymnocladus diensis</i>	1	豆科
8	南岭栲 <i>Castanopsis fordii</i>	1	壳斗科	23	南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>	15	漆树科
9	美秀栲 <i>Castanopsis jucunda</i>	8	壳斗科	24	台湾冬青 <i>Ilex formosana</i>	1	科青科
10	拉氏栲 <i>Castanopsis lamontii</i>	135	壳斗科	25	冬青 <i>Ilex purpurea</i>	1	冬青科
11	苦槠 <i>Castanopsis sclerophylla</i>	9	壳斗科	26	杜英 <i>Elaeocarpus decipiens</i>	1	杜英科
12	东南石栎 <i>Lithocarpus harlandii</i>	2	壳斗科	27	密花梭罗 <i>Reevesia pycnantha</i>	2	梧桐科
13	糙叶树 <i>Aphananthe aspera</i>	15	榆科	28	木荷 <i>Schima superba</i>	49	山茶科
14	杭州榆 <i>Ulmus changii</i>	1	榆科	29	蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	37	蓝果树科
15	福建含笑 <i>Michelia fujianensis</i>	3	木兰科	合计		569	

近原生阔叶林中的木荷树干解析(如表2所示)结果表明,近原生阔叶林木在前20a明显处于被压状态,20a生树高仅3.0m,这正是更新幼树形成时期,20~30a之间树高明显处于一个速生期,此时形成林窗,树木迅速抽高以争取光照条件,这种状态持续到50a生,50a生以后树高生长变缓;胸径的速生期在40~70a,年生长量都超过0.50cm/a,随后仍保持一定生长量缓慢生长;材积的速生期在60~140a,虽较迟但持续时间长;胸径、树高及材积连年生长量分别在40、30及110a达最大值0.65cm/a、0.57cm/a及0.0312m<sup>3</sup>/a;胸径及树高平均生长量分别在70a、50a达最大值0.43cm/a、0.33cm/a,材积平均生长量156a时为0.01890m<sup>3</sup>/a尚未达最大(已接近最大值)。由此可以大致推断大径木的胸径标准在50~60cm为宜。

### 3.4 材积按径阶的分布

按毕奥莱<sup>[9,10]</sup>提出的小、中、大径木最理想的

比例为2:3:5的要求,计算得到近原生阔叶林中V1、V2、V3群落的大径木标准分别为:60cm、54cm、48cm径阶(2cm径阶距)以上,小径木标准分别为:30cm、32cm、32cm径阶以下。可以看出,不同群落得到的大径木划分标准不同,小径木划分标准相近。参照全国一类调查中分级标准(小径木6~12cm、中径木14~24cm、大径木26~36cm、特大径木 $\geq 38\text{cm}$ 径阶),可将典型的异龄林标准小径木定为6~30cm、中径木定为32~52cm、大径木定为 $\geq 54\text{cm}$ 径阶(此标准与毕奥莱提出的标准相近,即小径木17.5~32.5cm、中径木32.5~52.5cm、大径木 $\geq 52.5\text{cm}$ )。天然阔叶林中树木胸径40cm左右连年生长量约0.4cm/a,50cm左右约0.3cm/a,因此,若择伐对象为40~50cm(择伐强度约30%),择伐周期约30a;若择伐强度降为20%,择伐周期约20a。

表 2 近原生阔叶林中木荷树干生长过程总表

Table 2 Stem growth process of *Schima superba* in approximating primary broad-leaved stand

年 龄 (a)	胸径(cm)			树高(m)			材积(m <sup>3</sup> )		
	总 生长量	平均 生长量	连年 生长量	总 生长量	平均 生长量	连年 生长量	总 生长量	平均 生长量	连年 生长量
10	0	0	0	0.9	0.09	0.09	0.0002	0.00002	0.00002
20	3.4	0.17	0.34	3.0	0.15	0.21	0.0025	0.00012	0.0002
30	7.2	0.24	0.38	8.7	0.29	0.57	0.0159	0.00053	0.0013
40	13.0	0.33	0.58	12.5	0.31	0.38	0.0602	0.00151	0.0044
50	18.0	0.36	0.50	16.6	0.33	0.41	0.1575	0.00315	0.0097
60	23.5	0.39	0.55	17.3	0.29	0.07	0.3469	0.00578	0.0189
70	30.0	0.43	0.65	18.1	0.26	0.08	0.6009	0.00858	0.0254
80	34.0	0.43	0.40	19.5	0.24	0.14	0.8617	0.01077	0.0261
90	36.8	0.41	0.28	21.9	0.24	0.24	1.1116	0.01235	0.0250
100	40.6	0.41	0.38	23.5	0.24	0.16	1.3800	0.01380	0.0268
110	43.7	0.40	0.31	24.2	0.22	0.07	1.6923	0.01538	0.0312
120	46.6	0.39	0.29	24.9	0.21	0.07	1.9813	0.01651	0.0289
130	49.4	0.38	0.28	25.5	0.20	0.06	2.2876	0.01760	0.0306
140	52.2	0.37	0.28	26.1	0.19	0.06	2.5591	0.01828	0.0272
150	53.6	0.36	0.14	26.7	0.18	0.06	2.83.3	0.01887	0.0271
156	54.1	0.35	0.05	27.1	0.17	0.04	2.9490	0.01890	0.0198
带皮	59.5	0.38	—	27.1	0.17	—	3.5542	0.02278	—

### 3.5 福建中亚热带天然阔叶林理想结构的指标与标准(standards)

以“近自然林业”理论为指导<sup>[2,1]</sup>, 根据 3 个典型林分的分析, 取其各指标的最低数值为参照标准, 提出福建中亚热带天然阔叶林理想结构的指标与标准(standards)(基于 II 类立地类型)(如表 3 所示)。

福建中亚热带天然阔叶林理想结构的指标与标准(standards)的提出可为开展福建中亚热带天然阔叶林分水平可持续经营提供森林状态的目标与理想的模式, 当然, 林分水平可持续经营还涉及社会、

经济、政策和法规等方面因子。异龄林理想结构的指标(indicators)与标准(standards)是森林可持续经营的标准与指标(criteria and indicators)在异龄林分水平可持续经营的具体化, 是异龄林可持续经营的基础。本指标(indicators)与标准(standards)虽然未给出森林生态系统的健康与活力、经济效益方面指标的标准(standards), 但通过已列的指标基本上能反映以上未列指标的状态, 也就是说只要能达到已列的指标的标准(standards), 其森林生态系统的健康与活力、经济效益方面指标也将是理想的。

表 3 福建中亚热带天然阔叶林理想结构的指标与标准

Table 2 The indicators and standards of ideal structure of natural broad-leaved forest in the Mid-subtropical zone of Fujian Province

指标(indicators)	标准(standards)
1 林层结构	乔木层可明显分 3 个亚层(其中第 I 亚层树高 $\geq 25\text{m}$ 、平均胸径 $\geq 44\text{cm}$ ) 乔木层物种丰富度(R) $\geq 30$ 种、物种多样性指数(SW) $\geq 4$ 、物种均匀度(E) $\geq 0.80$
2 乔木层物种多样性	(其中第 I 亚层物种丰富度(R) $\geq 6$ 种) (以上均以样地面积 1200m <sup>2</sup> 计算)
3 灌木层中乔木幼树	灌木层中乔木幼树物种丰富度(R) $\geq 15$ 种, 株数密度 15000 株/hm <sup>2</sup> 左右
4 林分基本蓄积量	$\geq 500\text{m}^3/\text{hm}^2$ (其中第 I 亚层占全林的 80%左右)
5 材积按径阶分布	小径木(4~28cm)、中径木为(32~52cm)、大径木( $\geq 56\text{cm}$ )材积比例为 2:3:5
6 林分密度	1200 株/hm <sup>2</sup> 左右(其中第 I 亚层占全林的 20%左右)
7 株数按径阶分布	为反 J 型分布
8 商品材树种结构	各林层均有珍贵的商品材树种

## 参考文献

- [1] Yu Zheng-zhong. Forest Management (second edition). China Forestry Publishing House, Beijing, 1993. [于政中. 森林经理学(第二版)[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993.]
- [2] Huang Qing-lin. A brief review on sustainable forest management. *Journal of Fujian College of Forestry*. 1999, 19(3): 282~285. [黄清麟. 森林可持续经营综述[J]. 福建林学院学报, 1999, 19(3): 282~285.]
- [3] He You-zhao. Examining for the historical events in Wanmulin Nature Reserve. In: Society of Forestry Historiography of Chinese Society of Forestry. The First Volume of Corpus of Forestry Historiography. China Forestry Publishing House Beijing, 1990. [何友钊. 建瓯县万木林保护区史事考[A]. 见: 中国林学会林业史学会编. 林史文集(第一集). 北京: 中国林业出版社, 1990.]
- [4] Wang Bo-sun, Yu Shi-xiao and Pen Shao-lin et al. Experimental Manual for Plan Community. Publishing House of Higher Education of Guangdong Province, Beijing 1996. 1~22, 100~106. [王伯荪, 余世孝, 彭少麟, 等. 植物群落学实验手册[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1996. 1~22, 100~106.]
- [5] Men Xianyu. Forest Mensuration. China Forestry Publishing House Beijing 1996. 45~65. [孟宪宇. 测树学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996. 45~65.]
- [6] Peng Shao-lin, Wang Bo-sun. Analysis on the forest communities of Dinghushan; I. Species diversity. *Ecological Science*. 1983, (11): 11~17. [彭少麟, 王伯荪. 鼎湖山森林群落分析——物种多样性[J]. 生态科学, 1983, (11): 11~17.]
- [7] Huang Qing-lin, Dong Nai-jun and Li Yuan-hong. Main types and characteristics of natural broad-leaved forest of the mid-subtropical zone in Fujian Province. *Journal of Mountain Science*. 1999, 17(4): 368~374. [黄清麟, 董乃钧, 李元红. 福建中亚热带天然阔叶林的主要类型与特征[J]. 山地学报, 1999, 17(4): 368~374.]
- [8] Zheng Qun-rui. A preliminary study on the ancient tree and famous tree resources in Wanmulin Nature Reserve, Fujian Province. *Journal of Fujian Forestry Science and Technology*. 2001, 28(2): 77~80. [郑群瑞. 福建万木林自然保护区古树名木资源初步研究[J]. 福建林业科技, 2001, 28(2): 77~80.]
- [9] Chao Xin-sun. Selection Cutting. China Forestry Publishing House Beijing 1990. [曹新孙. 择伐[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.]
- [10] Da Jian Yong Zhi (translate by Tang Guangyi et al). Forest Selection Cutting. China Forestry Publishing House Beijing, 1988. [大金永治编著(唐广仪等译). 森林择伐[M]. 北京: 中国林业出版社, 1988.]
- [11] Hatzfeldt, H.G(translate by Sheng Zhaoren et al). The Theory and Practice of Ecological Forestry. China Forestry Publishing House Beijing 1987. [Hatzfeldt, H.G. 主编(沈照仁等译). 生态林业理论与实践[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.]

## A discussion on the Ideal Structure of Natural Broad-leaved Forest in the Mid-subtropical Zong of Fujian Province

HUANG Qing-lin<sup>1</sup>, LI Zhi-ming<sup>2</sup>, and ZHENG Qun-rui<sup>3</sup>

(1. Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091 China;

2. Forestry Committee of Shunchang County, Shunchang, Fujian 353200 China;

3. Wanmulin Nature Reserve, Jian-ou, Fujian 353105 China)

**Abstract:** Based on the analysing of the typical forests' structure and guided by the theory of Nature-Approximating Forestry, the indicators and standards of ideal structure of natural broad-leaved forest in the Mid-subtropical zone of Fujian Province are put forward. 7 indicators (tree stratum structure, tree species diversity in tree stratum, sapling in the shrub stratum, basic stand growing stock, volume distribution by diameter class, stand density, diameter distribution and tree species structure by merchantable timber) and each standard for the 7 indicators are included in the ideal structure. The study on the ideal structure of natural broad-leaved forest in the Mid-subtropical zone of Fujian Province can provide a foundation for its sustainable management and also can provide an example of study on the ideal structure for uneven aged forest.

**Key words:** Fujian; Mid-subtropical zone; natural broad-leaved forest; ideal structure; indicators and standards