

# 不同自然地带杉木林的生物生产力\*

冯宗炜 陈楚莹 张家武  
赵吉录 王开平 曾士余

(中国科学院林业土壤研究所)

## 摘 要

本文对不同自然地带杉木林的生物生产力进行了比较,结果表明:中带(相当于中亚热带)生产力最高,其后依次为南带(相当于南亚热带)和北带(相当于北亚热带)。

杉木是我国特有的优良、速生用材树种,栽培历史悠久,它的栽培区域遍及我国整个亚热带,约相当于东经 $102^{\circ}-122^{\circ}$ 和北纬 $22^{\circ}-34^{\circ}$ 之间。一般可分三个地带,南带、中带和北带。由于各地带自然条件的差异,反映在杉木林的生长发育和生产力诸方面均有不同。本文是根据杉木不同地带内几个典型林区林分生物生产力研究的结果撰写而成的。旨在为南方用材林基地的合理规划和经营,提供参考。

## 一、调查地区的气候特点

杉木各地带的典型林区为:南带以位于广西壮族自治区玉林地区的国营六万林场为代表;中带以湖南省会同县广坪林区为代表;北带以河南省信阳地区国营南湾林场为代表。上述各地在历史上均有植杉的习惯,是传统的杉木产区。玉林地区位于南亚热带,气温高,年平均气温 $21.8^{\circ}\text{C}$ , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为7493,年降雨量为1604.9毫米,但分配不均,干湿季较明显;会同县位于中亚热带,气候温和,年平均气温 $16^{\circ}\text{C}$ , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为5250,雨量充沛,分布较均匀;信阳地区位于北亚热带,其水热条件远不如上述两带,特别是雨量较少,年降雨量仅为1134.7毫米,年蒸发量大大超过降水量(见表1)。

表1 不同地带典型林区的气候状况

地点	气候因子		年平均温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	极端最低温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	降 雨 (毫米)	蒸 发 量 (毫米)	相对湿度 (%)	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积 温	记录年代
	东经	北纬							
玉林	$110^{\circ}10'$	$22^{\circ}38'$	21.8	0.5	1604.9	1586.4	80	7493.0	1961—1970
会同	$109^{\circ}45'$	$26^{\circ}30'$	16.0	-9.0	1300.0	1100.0	80	5250.0	1961—1970
信阳	$114^{\circ}05'$	$32^{\circ}07'$	15.2	-16.9	1134.7	1400.0	76	4815.4	1961—1970

\* 野外工作蒙广西六万林场、河南信阳地区林业局和南湾林场大力支持。参加部分野外工作的有广西六万林场马家禧、李顺明、熊左平和本所的高虹等同志。在此一并致谢。

## 二、样地概况和研究方法

### (一) 样地概况

各样地均选择中等立地条件20年生左右的杉木人工林分。各样地的立地条件和乔木层的测树学因子见表2。下木层和草本层的组成见表3。

表2 各样地的立地条件和林分测树学因子

地 带	坡 位	土 壤	林 龄	株 数 (株/公顷)	胸 径 (厘米)	树 高 (米)	材 积 (米 <sup>3</sup> /公顷)
南带(玉林六万林场)	山坡中部	山地红壤	20	2750	14.05	11.27	246.3
中带(会同广坪林区)	山坡中部	山地红黄壤	20	2750	15.86	14.20	365.5
北带(信阳南弯林场)	山坡中部	山地黄棕壤	23	2750	12.55	9.56	208.5

表3 各样地中下木层和草本层的组成

地 带	下 木 层			草 本 层		
	植 物 名 称	高 度 (米)	多 度	植 物 名 称	高 度 (米)	多 度
南 带 (玉林六 万林场)	野 漆 ( <i>Rhus sylvestris</i> )	1.0	sol.	铁芒萁 ( <i>Dicranopteris linearis</i> )	0.4	cop <sup>1</sup> .
	小血桐 ( <i>Macaranga tanarius</i> )	2.4	un.	莎 草 ( <i>Cyperus rotundus</i> )	0.2	sol.
	鼠 李 ( <i>Rhamnus sp.</i> )	0.3	sol.	东方乌毛蕨 ( <i>Blechnum orientale</i> )	0.8	un.
	杜荃山 ( <i>Maesa japonica</i> )	0.5	un.	翠云柏 ( <i>Selaginella uncinata</i> )	0.5	sol.
	盐肤木 ( <i>Rhus chinensis</i> )	0.2	un.	钩 藤 ( <i>Uncaria rhynchophylla</i> )	0.1	sol.
	鸭脚木 ( <i>Schefflera octophylla</i> )	0.5	sol.	猕猴桃 ( <i>Actinidia chinensis</i> )	0.1	sol.
	拟赤杨 ( <i>Alniphyllum fortunei</i> )	2.6	sp.			
	山枇杷 ( <i>Ilex franchetiana</i> )	0.5	sol.			
千年桐 ( <i>Aleurites montana</i> )	0.1	sp.				
中 带 (会同广 坪林区)	野 梔 ( <i>Gardenia jasminoides</i> )	0.2	un.	白 茅 ( <i>Imperata cylindrica</i> )	0.8	sp.
	尖叶柃木 ( <i>Eurya acuminata</i> )	0.1	un.	狗 脊 ( <i>Woodwardia japonica</i> )	0.8	sp.
	白栎苗 ( <i>Quercus fabri</i> )	0.1	un.	乌菘莓 ( <i>Cayratia japonica</i> )	0.3	cop <sup>1</sup> .
	椴 木 ( <i>Aralia chinensis</i> )	0.5	un.	铁芒萁 ( <i>Dicranopteris linearis</i> )	0.4	sp.
	高粱泡 ( <i>Rubus lambertianus</i> )	0.6	cop <sup>1</sup>	鳞毛蕨 ( <i>Dryopteris sp.</i> )	0.4	cop <sup>1</sup> .
	大 青 ( <i>Clerodendron cyrtophyllum</i> )	0.6	un.	五味子 ( <i>Schisandra chinensis</i> )	0.2	un.
				鱼腥草 ( <i>Houttuynia cordata</i> )	0.1	un.
			淡竹叶 ( <i>Lophatherum gracile</i> )	0.1	cop.	
			地耳草 ( <i>Hypericum japonicum</i> )	0.1	cop.	
北 带 (信阳南 弯林场)	黄 檀 ( <i>Dalbergia hupeana</i> )	0.7	un.	野苧麻 ( <i>Boehmeria grandifolia</i> )	0.8	sol.
	毛 桐 ( <i>Mallotus barbatus</i> )	1.0	un.	白 茅 ( <i>Imperata cylindrica</i> )	0.5	sol.
	盐肤木 ( <i>Rhus chinensis</i> )	0.6	un.	菝 葜 ( <i>Smilax china</i> )	0.4	un.

### (二) 研究方法

#### 1. 乔木层现存量的测定

在各样地中逐株进行每木调查,根据林木径级分配序列,按各径级选取 1—2 株标准

木(相同类型), 伐倒后用分层切割法, 测定林木各层器官鲜重和干重, 然后采用“相对生长测定法”, 即是利用不同森林群落样地上各径级伐倒木的各器官部分的现存量, 与测树学指标胸径 ( $D^2$ ) $\times$ 树高( $H$ )之间存在着幂函数的相关关系即  $y=a(D^2H)^b$ , 用最小二乘法求出参数  $a, b$ , 再按林中每木调查资料, 推算  $y$  值<sup>(1)</sup>, 其回归方程见表 4。

表 4 不同地带杉木林各器官现存量的回归方程

地 带	器 官	回 归 方 程	相关系数 (r)	幅 度 (x)	幅 度 (y)	编号
南 带 (玉林六 万林场)	树皮	$\log W_{BK}=0.86620 \log(D^2H)-2.18057$	0.99	$D=8.9-19.90$	1.67-12.25	1
	树干材	$\log W_S=0.86652 \log(D^2H)-1.44242$	0.99	$H=8.05-14.90$	9.16-67.23	2
	树枝	$\log W_B=1.04234 \log(D^2H)-2.60546$	0.97		1.94-23.51	3
	树叶	$\log W_F=1.05600 \log(D^2H)-3.12738$	0.99		0.72-8.58	4
	树根	$\log W_R=0.68759 \log(D^2H)-1.38918$	0.93		2.84-17.13	5
中 带 (会同广 坪林区)	树皮	$\log W_{BK}=0.81721 \log(D^2H)-2.07002$	0.98	$D=10.20-24.50$	2.08-17.18	6
	树干材	$\log W_S=0.92447 \log(D^2H)-1.69535$	0.99	$H=6.75-12.90$	12.33-102.92	7
	树枝	$\log W_B=0.92684 \log(D^2H)-2.71985$	0.96		1.39-10.30	8
	树叶	$\log W_F=0.91977 \log(D^2H)-2.68044$	0.96		1.46-10.56	9
	树根	$\log W_R=0.84045 \log(D^2H)-1.99534$	0.99		21.75-165.42	10
北 带 (信阳南 弯林场)	树皮	$\log W_{BK}=0.83021 \log(D^2H)-2.14968$	0.99	$D=6.80-19.10$	0.85-8.33	11
	树干材	$\log W_S=0.83111 \log(D^2H)-1.46850$	0.99	$H=6.75-12.90$	4.09-40.25	12
	树枝	$\log W_B=0.66406 \log(D^2H)-1.52756$	0.98		1.30-8.86	13
	树叶	$\log W_F=0.66300 \log(D^2H)-1.48683$	0.98		0.72-8.58	14
	树根	$\log W_R=0.74137 \log(D^2H)-1.49350$	0.98		2.05-17.83	15

## 2. 下木层、草本层和枯枝落叶层现存量的测定

下木层的现存量测定是在样地内按对角线设置 2 米 $\times$ 2 米样方 5 块, 全部伐倒进行实测称重。草本层和枯枝落叶层的现存量测定是在下木调查的各样方中选取 1/4 面积, 即 1 米 $\times$ 1 米的小样方, 将小样方内的草本和枯枝落叶全部收集, 分别求其鲜重和干重。然后推算一公顷下木层、草本层和枯枝落叶层的现存量<sup>(1)</sup>。

## 三、研究结果

杉木人工林是在人为高度控制下形成的森林群落, 其乔木层通常是由单一树种所构成。因此, 研究代表各带中等立地条件和相似密度情况下, 杉木林的现存量及其器官分配规律, 对了解各地带气候条件对杉木生产力的影响是很有意义的。

### (一) 乔木层的现存量

表 5 为不同地带中等立地条件 20—23 年生杉木林的平均木现存量, 由表 5 看出, 以中

带20年生杉木生长好、产量又高,其现存量为60.77公斤/株;其次为南带和北带的杉木,它分别为中带杉木现存量的78.7%和54.0%。

表5 不同地带杉木林平均木的生长量和现存量

地 带	生长量		现 存 量 (公斤)										总计
	树高 (米)	胸径 (厘米)	树干材	树皮	树枝	树叶	地上部	根					
								0-3 厘米	3-5 厘米	5厘米 以上	根桩	合计	
南带(玉林六万林场)	10.60	13.69	28.20	5.14	6.34	2.31	41.99	0.80	1.09	0.66	3.31	5.86	47.85
中带(会同广坪林区)	14.85	15.00	37.23	6.34	3.81	3.93	51.31	0.45	1.02	2.89	5.10	9.46	60.77
北带(信阳南弯林场)	9.40	12.69	15.69	3.25	3.86	4.20	27.00	0.85	0.85	0.48	3.65	5.83	32.83

就整个乔木层而言,仍以中带的杉木现存量最大,每公顷达150.85吨,比南带的杉木高出22.93吨,比北带信阳23年的杉木还高51.53吨(表6)。

表6 不同地带杉木林分中乔木层的现存量(吨/公顷)

地 带	年 龄	树干材	树 皮	树 枝	树 叶	树 根	合 计
南带(玉林六万林场)	20	70.05	12.80	18.78	6.29	20.00	127.92
中带(会同广坪林区)	20	92.83	16.34	8.97	9.25	23.46	150.85
北带(信阳南弯林场)	23	45.54	9.42	11.29	12.23	21.84	100.32

上述结果表明中带杉木的现存量最大,其次为南带,而北带的杉木最低。

## (二) 杉木各器官现存量的分配规律

上面结果为不同地带杉木各器官的现存量,而现存量并不能说明各器官在树上分配规律及相互关系,由表7中数据看出:无论哪一地带均以树干材的现存量最大,其中又以中带的树干材为大,占乔木层现存量的61.5%;其次为南带的杉木;最低为北带杉木,尚不足50%。

各地带杉木树皮现存量约占乔木层现存量的10%左右,其各带树皮现存量多少的趋势与树干材基本一致。

各带杉木树枝的现存量差异很大,以南带杉木枝条积累的有机物质最多,占整个乔木层现存量的14.7%,其次为北带杉木的枝条,中带杉木树枝最小,仅占5.9%。

杉木树叶的现存量则以北带的杉木为最大,占整个乔木层生产量12.2%,其它两带较小,约占5—6%。

表7 不同地带杉木各器官现存量的分配 (%)

地 带	树 干 材	树 皮	树 枝	树 叶	树 根
南带(玉林六万林场)	54.8	10.0	14.7	4.9	15.6
中带(会同广坪林区)	61.5	10.8	5.9	6.1	15.7
北带(信阳南弯林场)	45.4	9.4	11.3	12.2	21.7

南、中两地带杉木树根的现存量均占乔木层现存量15%左右，北带杉木树根现存量最大，占21.7%。

**(三) 杉木各器官现存量之间的相互关系**

各器官现存量多少只能反映他们积累有机物质的多少，而不能反映各器官之间的相互关系。表8为不同地带杉木各器官现存量的比值，从表中数据看出：树干与树冠的比值以中带的杉木最大达6.0，即是说中带杉木的树冠小而树干大；南带杉木的树干为树冠的3.3倍，说明树干的生长量远较树冠大，过去有人曾认为南带杉木“一般侧枝徒长，树冠较大，木材生长率较小，枝叶重量常超过干的重量”<sup>(2)</sup>，但这种论断缺乏有力的数据证明，因而值得商榷；北带杉木树干与树冠的比值最小，仅为2.3。

树叶与树枝的比值以南带杉木为最大，这说明南带杉木树枝大，为树叶的3倍，同时还说明了树叶在树枝上排列较稀疏；中带和北带的杉木树叶和树枝之比约为1:1。

树叶与树干之比值和光合作用系统与非光合系统之比值均以南带杉木为最高，中带次之，北带最小，其比值分别为南带的40%和37%，为中带的50%和47%。由这一数据看出南带杉木叶少，而生产的干物质多，这充分说明南带杉木叶的光合效率最高，北带最低

表 8 不同地带杉木各器官现存量的比值

地 带	树干与树冠之比	树叶与树枝之比	树叶与树干之比	光合作用系统与非光合作用系统之比值
南带(玉林六万林场)	3.3	3.0	20.3	19.3
中带(会同广坪林区)	6.0	1.0	16.3	15.3
北带(信阳南弯林场)	2.3	0.9	8.2	7.2

尚不超过南、中带杉木的1/2。

**(四) 不同地带杉木的产量结构**

图1为南、中、北带的被压木、平均木、优势木产量结构图。由图1明显看出，无论被压木、平均木、优势木均以中带杉木最大，其次为南带的杉木，最小的仍为北带的杉木。从图1还明显看出，南带杉木的树冠大而长，其中树枝的现存量又大于树叶，其后依次为北带和南带杉木。

不同地带杉木树干现存量都随树高增加而减少，其中以优势木减低速度最快，被压木较慢。树枝和树叶分布的差异也较大，平均木和优势木树枝和树叶分布在树冠中上部，被压木树叶分布无明显差异。

**(五) 不同地带杉木林的净生产量**

现存量是指单位面积上某个时间所测得生物有机体的总重量，现存量不能反映

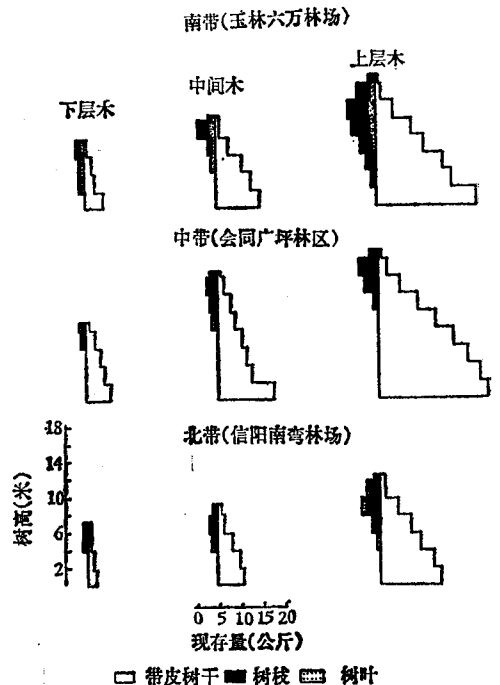


图 1 不同地带杉木的产量结构

绿色植物光合作用制造有机物质的速度,因此不能用它来衡量群落生产力的高低,而应以净生产量的多少为标准。净生产量是植物在单位时间内( $t_1-t_2$ ),除去呼吸消耗外所生产的有机物质。树干净生产量是采用树干解析法求得;树皮、树枝、树叶和树根的净生产量是假定具有树干相同增长率测的<sup>(9)</sup>。由表9看出,各地带杉木林净生产量仍然是以中带的杉木为最高,达10.34吨/公顷·年,其中树干材高达6.34吨/公顷·年,占年生长量的61.3%,南带杉木年净生产量仅为中带杉木的81.2%,而北带杉木的年净生产量尚不足中带杉木的50%;树枝的净生产量以南带杉木最大,中带和北带的杉木树枝仅为南带的39.9%和35.0%;而树叶的净生产量中带和北带均大于南带。但尽管如此,南带杉木的树叶和树枝的年净生长量仅为树干的36.9%,从这个数字中可再次证明,树冠的增长量绝非大于树干的。杉木树根的净生产量仍以中带为最高,其次为南带和北带。

表9 不同地带杉木的净生产量\*

(吨/公顷·年)

地 带	树干材	树 皮	树 枝	树 叶	树 根	合 计
南带(玉林六万林场)	4.60 (54.8)	0.84 (10.0)	1.63 (19.4)	0.38 (4.5)	0.95 (11.3)	8.40 (100.0)
中带(会同广坪林区)	6.34 (61.3)	1.08 (10.4)	0.65 (6.3)	0.67 (6.5)	1.60 (15.5)	10.34 (100.0)
北带(信阳南弯林场)	2.31 (47.7)	0.48 (9.9)	0.57 (11.8)	0.62 (12.8)	0.86 (17.8)	4.84 (100.0)

\* 未计算枯枝落叶,故此数偏低。括号内的数据为百分数。

#### (六) 不同地带杉木林分的现存量 and 分配

由表10看出,中带20年生的杉木林每公顷的现存量为156.31吨,比南带20年杉木林高21.7吨;比北带23年的杉木林高52.6吨。

表10 不同地带杉木林分的现存量\*

(吨/公顷)

地 带	乔木层	下木层	草本层	枯枝落叶层	总 计
南带(玉林六万林场)	127.92 (95.02)	0.84 (0.62)	3.91 (2.90)	1.96 (1.46)	134.63 (100)
中带(会同广坪林区)	150.85 (95.51)	1.46 (0.93)	2.61 (2.61)	1.39 (0.89)	156.31 (100)
北带(信阳南弯林场)	100.32 (96.88)	0.34 (0.32)	0.59 (0.57)	2.30 (2.23)	103.63 (100)

\* 表中括号数字为百分数。

从表10还可看出,无论哪一地带林分现存量的分配都以乔木层为最高,均占整个林分现存量的95%以上,下木层、草本层和枯枝落叶层的现存量尚不足5%,这充分说明了杉木是森林群落的主体。

### (七) 不同地带杉木的生物生产力

上面就不同地带典型样地的杉木生产力进行了研究,为了研究这些地区杉木的生物生产力,我们在各地调查时分别收集了不同立地条件:即好、中、差的林分生长量资料进行分析和比较。表11为不同地带,不同立地条件杉木生长量比较,可以看出,不管是林分的平均胸径或树高均同样呈现出中带>南带>北带的趋势。

表11 不同地带、不同立地条件的杉木生长量比较

地 带	立地条件 测树学因子	差			中			好		
南带(玉林六万林场)	年 龄	19	19	19	19	19	20	21	19	21
	平均胸径(厘米)	10.7	10.3	10.9	13.7	12.0	12.0	14.1	14.1	16.5
	平均树高(米)	8.3	8.9	10.7	10.6	10.7	11.4	13.8	16.4	12.5
	资 料 来 源	玉林地区林业局和六万林场提供								
中带(会同广坪林区)	年 龄	21	19	22	21	19	20	22	20	20
	平均胸径(厘米)	12.1	13.0	13.2	15.6	14.2	15.4	17.5	18.4	18.8
	平均树高(米)	13.0	13.0	14.2	16.0	17.0	14.2	18.0	18.7	17.7
	资 料 来 源	本文作者调查								
北带(信阳南弯林场)	年 龄	22	22	22	22	21	22	23	22	22
	平均胸径(厘米)	9.9	10.4	11.4	12.7	12.8	13.4	13.5	14.2	13.0
	平均树高(米)	6.1	8.2	7.9	8.2	8.3	9.1	8.2	9.3	10.7
	资 料 来 源	信阳地区林业局提供								

我们将上述测树学指标按地区分别代入公式 1—15,求各器官平均现存量,将各器官平均现存量相加,得平均木现存量,然后乘一公顷株数,即得一公顷现存量。20年生左右的杉木林平均木现存量,南带的玉林在 25.0—76.0 公斤,平均为 47.0 公斤;中带的会同在 35.0—76.0 公斤,平均为 67.9 公斤;北带的信阳在 22.0—39.8 公斤,平均为 30.1 公斤。若一公顷按 2750 株计算,一公顷的现存量,南带玉林为 68.75—209.00 吨,平均 138.88 吨;中带会同为 98.45—290.40 吨,平均 194.43 吨;北带信阳为 60.50—109.50 吨,平均 85.00 吨。

## 四、结果与建议

1. 杉木不同地带林分现存量的差异较大,中带一般 20 年生杉木林分的现存量达 156.31 吨/公顷,比南带的杉木林多 22.93 吨,比北带 23 年生的杉木林还多 50.53 吨。其中

各带杉木林分中乔木层占林分总现存量的95%以上;

2. 中带 20年生的杉木年净生产量为10.34吨/公顷·年, 分别比南带和北带的杉木高1.9吨/公顷·年和5.5吨/公顷·年; 就各器官的年净生产量而言, 均以树干生产速度最快。

3. 树叶与树枝现存量的比值和光合系统与非光合系统现存量的比值呈现出南带>中带>北带的趋势。

根据上述结果, 我们提出如下建议:

1. 中带杉木生长快, 生产力高, 适于规划培育速生丰产用材林基地; 南带杉木生产力较中带为低, 因此只适于规划为培育中小径用材林基地; 北带杉木虽能正常生长, 但生产力远较南、中两带低, 故仅可作为培育地方的中小径用材基地。

2. 由于南带杉木叶子少, 而叶的光合效率高, 故在南带造林时可考虑选择浓密型的杉木类型; 北带杉木适与南带相反, 因此在造林时应注意选择稀疏型的杉木类型。

### 参 考 文 献

- (1) 冯宗炜等, 1982: 湖南省会同县两个森林群落的生物生产力。植物生态学与地植物学丛刊, 6(4): 257—267。  
 (2) 乐天宇, 1959: 植物生态学。中国林业出版社, 192页。  
 (3) 冯宗炜等, 1983: 火力输入人工林生物产量和营养元素的分析。东北林学院学报, 11卷2期, 13—20。

## THE BIOLOGICAL PRODUCTIVITY ON CHINESE FIR STANDS AT DIFFERENT ZONE

Feng Zongwei, Chen Chuying, Zhang Jiawu,  
Zhao Jilu, Wang Kaiping, Zeng Shiyu  
(Institute of Forestry and Soil Science, Academia Sinica)

### Abstract

The distribution area of Chinese fir was divided into 3 zones, they are northern, central and southern zone.

1. The standing crop of stand, the standing crop and net production of tree layer were respectively 156.31 ton/ha, 150.85 ton/ha and 10.34 ton/ha/yr for 20 years old at central zone (Hui-tong), 134.63 ton/ha, 127.92 ton/ha and 8.4 ton/ha/yr for 20 years old at southern zone (Yu-lin), and 103.63 ton/ha, 100.32 ton/ha and 4.8 ton/ha/yr, for 23 years old at northern zone (Xin-yang). Those data show that biological productivity of central zone is higher than other zones. So that central zone may be set up as the commercial timber forest base in China. Other zones may be used as the regional commercial timber forest base.

2. Standing crop ratios of leave to branch and photosynthesis system to non photosynthesis system trended to wards southern zone>central zone>northern zone. Those indicated that standing crop of leave in southern zone is lower and its photosynthesis efficiency is higher than that of central zone and northern zone. Thick crown type may be chosen in southern zone and thin crown type in northern for afforesting.