

# 杉木原条出材量(率)表的编制研究

刘景芳 童书振 陈孝 陈长发 吴克选 张利明

**摘要** 在杉木产区中带,调查和收集了194块标地(其中皆伐标地39块)和4821株(胸径6~40 cm)材料。根据国标GB8415-84和GB8416-84的规定进行现场造材。选用 $V=a \cdot D^b \cdot H^c$ 及 $V=a+b \cdot D+c \cdot H$ 模型,编制了杉木原条规格材及小条木(非规格材)单株立木出材量(率)表。利用比降数法,编制了10~22指数级林分原条出材率表。

**关键词** 杉木原条、出材量、出材率

材种出材量表,是用来估算林分能生产某种材种产量和经济价值的重要工具。在国外,如前苏联、美国<sup>[1,2]</sup>早在18世纪对主要树种就编制出材种出材量表。我国于50年代及60年代初,林业部综合队曾编制出红松(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.)、云杉(*Picea asperata* Mast.)及马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)等材种出材量表,而杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)至今尚缺乏此表。杉木是我国主要用材树种,无此表给生产单位带来很多不便。为此,于1986年开始对我国杉木主要产区(中带区)的杉木人工林编制出材量(率)表,供生产单位应用。

## 1 基本材料的收集与整理

### 1.1 外业

1.1.1 标地选择与调查 在不同立地条件下选择林龄20 a以上,株数在100株以上的纯林(禁用拔大毛、受破坏或近期间伐过的林分)。设置皆伐、选伐木和不伐木标地。按常规方法调查林分测树因子。

1.1.2 砍伐木测定 在选伐木标地内,按树高曲线 $\pm 5\%$ 的范围,砍伐各径级25%的株数,其中包括一株最大木、一株最小木。伐倒木的伐根高度以10 cm为准,所有伐倒木均测定下列项目:1.3 m、2.5 m、各区分段(2 m长)、中央段、梢头底端及伐根带皮去皮直径。

1.1.3 砍伐木造材与尺寸检验

(1)规格材。以国标GB8415-84为原条标准进行造材,以GB8416-84<sup>[3]</sup>为检量标准进行尺寸检验。距大头斧口(或锯口)2.5 m处直径7 cm以上,以2 cm进位,不足2 cm时,足1 cm时进位,否则舍去。材长在5 m以上,梢端直径足6 cm,长度以1 m进位,不足1 m时,由梢端舍去。2.5 m处直径,8~14 cm者为小径材,16~20 cm者为中径材,22 cm以上者为大径材。

(2)小条木(非规格材)。造材标准暂定如下:梢端直径足4 cm;长度在2 m以上,以1 m进位,不足1 m者归梢端部分;以中央直径为检尺径,以2 cm进位,不足2 cm时,足1 cm进位,不足1 cm者舍去。

1994-05-09 收稿。

刘景芳副研究员,童书振(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);陈孝(湖南省林业科学研究所);陈长发,吴克选(江西省林业科学研究所);张利明(福建省建瓯县林业局)。

\* 该项研究属国家“七五”攻关“杉木人工林集约栽培技术”专题内容之一。

依上法,在福建、江西、湖南、广西、贵州五省(区),调查和收集皆伐标地 39 块,选伐木标地 26 块,不伐木标地 129 块,砍伐木共 4 821 株。

## 1.2 内业

1.2.1 标地整理 以 2 m 为一径级,统计各径级株数及所占百分数,用断面积加权法计算林分平均胸径,用树高曲线法计算各径级树高及林分平均高。

1.2.2 单株出材量(率)计算 用材部分的材积,以各区分段去皮中央断面积合计值乘材长的方法求得;薪材指扣除用材部分后的梢头带皮材积,用圆锥体公式求得;伐根材积与用材部分的树皮材积之和为废材;3 种材积相加为全树干带皮材积。以此为基础,计算 3 种材积所占百分数为单株材积出材率。

## 2 编表方法

### 2.1 单株出材量(率)表的编制

2.1.1 材料筛选 为了提高编表精度,将断梢、双杈、树干有缺陷的及用材、薪材、废材数据异常的砍伐木一律剔除。最后选出规格材 3 381 株,小条木 247 株为单株出材量(率)表的试材。

2.1.2 数学模型的选用 将筛选出的材料,分别规格材和小条木,以 2 cm 为一径级统计各径级株数,求算各径级平均直径和平均高,然后分别用材、薪材和废材采用  $V=a \cdot D^b \cdot H^c$ 、 $V=a+b \cdot D+c \cdot H$ 、 $V=a+b(D^2 \cdot H)$ 、 $V=a \cdot (DH)^b$  数学模型进行回归,结果表明,规格材以  $V=a \cdot D^b \cdot H^c$  最佳,小条木以  $V=a+b \cdot D+c \cdot H$  最佳,两式被选用。

2.1.3 求算回归经验式 在上述材料,各径级内以 1 m 为一树高级,进行第二次分组,求出各组平均直径和平均高。分别用材、薪材和废材,以选用出的数学模型用加权法,求得各材种出材量回归经验式参数如表 1。

表 1 各材种经验式参数

材 种	参 数			相关系数 $r$	备 注
	$a$	$b$	$c$		
规格材	用 材	$3.602\ 437\ 58 \times 10^{-5}$	1.947 520 76	1.007 937 69	0.996
	薪 材	$5.356\ 338\ 89 \times 10^{-3}$	-0.567 409 453	0.632 966 036	0.612
	废 材	$2.856\ 798\ 44 \times 10^{-5}$	1.859 648 98	0.686 898 895	0.986
小条木	用 材	-0.027 555 240 9	$3.686\ 494\ 63 \times 10^{-3}$	$1.672\ 443\ 05 \times 10^{-3}$	0.991
	薪 材	$9.443\ 487\ 82 \times 10^{-4}$	$-8.255\ 717\ 96 \times 10^{-5}$	$3.397\ 411\ 13 \times 10^{-4}$	0.584
	废 材	$-9.711\ 381\ 59 \times 10^{-3}$	$1.670\ 092\ 35 \times 10^{-3}$	$3.119\ 695\ 25 \times 10^{-4}$	0.964

2.1.4 单株出材量表的编制 由表 1 参数组成的各材种经验式,按径级和树高级分别计算出各材种单株出材量理论值,汇总编成的表为杉木原条规格材和小条木出材量表(略)。

2.1.5 单株出材率表的编制 上法计算的用材、薪材、废材合计值与部颁二元立木材积表相比,有一定差异,为解决此问题,将上述出材量表,换算成单株出材率表(略)。

### 2.2 林分出材率表的编制

2.2.1 求算带皮胸径与 2.5 m 处去皮直径相关经验式 为了划分立木材种(大、中、小径材),选用胸径 10 cm 以上的砍伐木 1 315 株,以 2 cm 为一径级分组,选用直线式,再用加权法求得带皮胸径与 2.5 m 处去皮直径相关经验式  $D_{2.5\text{去皮}} = 0.865\ 16 \times D_{1.3\text{带皮}} - 0.453\ 06$  ( $r =$

0.999)。

2.2.2 林分结构规律的统计和计算

(1)标地分类和株数统计。将标地材料按指数级分类,在每个指数级中,以 2 cm 为一径级划分成直径组。再将各直径组标地的株数,按径级计算合计值,同时计算出每公顷株数及各径级株数占林分总株数的百分数。

(2)计算每个直径组的林分平均直径和平均高。将每个直径组用断面积加权法计算平均直径,然后再计算各直径组的径级平均高,选用  $H=a \cdot D^b$  模型用加权法求算直径与树高相关经验式,以此计算各直径组各径级树高理论值和林分平均高。现以 12 指数级 12 直径组为例,用上法计算结果列于表 2。

表 2 12 指数级 12 直径组林分结构规律计算

项 目	径 级									合计	平均
	6	8	10	12	14	16	18	20	22		
每公顷株数	6	358	478	889	507	245	36	30	6	2 555	
株数百分数(%)	0.2	14.0	18.7	34.8	19.9	9.6	1.4	1.2	0.2	100	
断面积合计(m <sup>2</sup> )	0.016 98	1.800 74	3.752 30	10.054 59	7.802 73	4.926 95	0.916 20	0.942 60	0.228 06	30.441 15	0.011 91
平均树高(m)	7.1	7.8	9.0	10.1	11.1	12.1	13.2	13.7	14.4		
树高理论值(m)	6.7	7.9	9.1	10.1	11.1	12.1	12.9	13.8	14.8		10.3

注:5 块标地总面积 0.167 5 hm<sup>2</sup>,总株数为 428 株。树高经验式为: $H=2.264 566 3 \times D^{0.603 151 0}$ 。

2.2.3 比降数的求算 将林分总株数按直径由小到大分成 10 等分,以最小直径为零,分别找出各 10% 的最大直径,用林分平均直径除之得相对值,即比降数。再以比降数为纵坐标,各 10% 的累积数为横坐标,绘制高次平滑曲线图。由曲线图查出各 10% 的比降数理论值,再推算各径级株数理论百分数及理论株数。一般各径级株数理论百分数与实际百分数的误差不超过 ±3%, 否则进行调整。现仍以 12 指数级 12 直径组的林分为例,说明求算方法。该林分平均直径组的林分为例,说明求算方法。该林分平均直径为 12.3 cm,每公顷株数为 2 555 株,有 9 个径级(6~22 cm)。

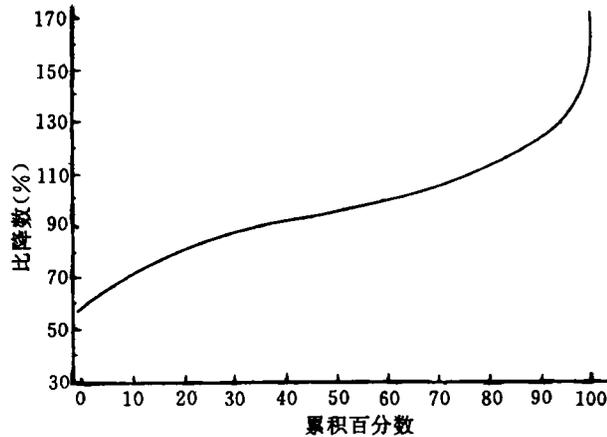


图 1 比降数与累积百分数相关曲线

(1)求算各株数累积百分数的理论比降数。由上法先找出各 10% 的株数最大直径,然后求得各 10% 累积数的比降数,绘制高次平滑曲线图,如图 1。由曲线图上读出比降数理论值,如表 3。

表 3 比降数与累积百分数比降数

株数累积(%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
最大直径(cm)	6.9	8.5	9.5	10.5	11.3	11.7	12.3	12.9	13.8	14.9	21.1
比降数(%)	56	69	77	85	92	95	100	105	112	121	172
比降数理论值(%)	56	68	77	85	91	95	99	105	112	121	172

(2)推算各径级株数理论百分数及理论株数。从各径级株数中,找出各径级最大直径,求算各径级比降数,与图 1 曲线横向相交,交点向下引垂线于横坐标相交为各径级累积百分数,将相邻两个径级累积百分数相减(大减小),得出各径级株数分布理论百分数。经检查,各径级株数理论百分数与实际值的误差均不超过 $\pm 3\%$ ,符合精度要求。用林分总株数 2 555 株分别乘以各径级理论百分数,即得各径级理论株数,计算结果如表 4。

表 4 各径级理论百分数和理论株数

径 级	6	8	10	12	14	16	18	20	22	合计
最大直径(cm)	6.9	8.9	10.9	12.9	14.9	16.9	17.7	20.0	21.1	
比降数(%)	56	72	89	105	121	137	144	163	172	
累积数读出值(%)	0.2	14.0	35.5	70.0	90.0	97.0	98.5	99.8	100	
理论数(%)	0.2	13.8	21.5	34.5	20.0	7.0	1.5	1.3	0.2	100
理论株数	5	353	549	882	511	179	38	33	5	2 555

2.2.4 材种划分与过渡径级材种比例计算 在立木状态下,可根据  $D_{2.5去皮} = 0.865 16 \times D_{1.3带皮} - 0.453 06$  经验式,推算各径级林木所属材种。但由于树干尖削度等影响,往往在一个径级内存在两个材种,称其为过渡径级。根据 1 094 株砍伐木统计,各过渡径级材种比例见表 5。

表 5 过渡径级材种比例

径 级	6		10		12		18		24	
材 种	薪 材	小条木	小条木	小径材	小条木	小径材	小径材	中径材	中径材	大径材
占百分数(%)	30	70	60	40	10	90	40	60	65	35

注:6 径级以下为薪材,8 径级为小条木,14~16 径级为小径材,20~22 径级为中径材,26 径级以上为大径材。

2.2.5 林分出材率表的编制 在相同立地条件下,因林分密度、年龄的不同,其单位面积蓄积量和出材量亦不同,在编表时必须将各指数级各直径组的出材量换算成百分数,即出材率,方好应用。现仍以上例说明其编制方法。

(1)计算各材种出材量和出材率方法。由表 2、4 已知该林分径级理论树高和株数,再按表 5 的比例划分各径级材种的株数,用规格材和小条木的用材、薪材和废材经验式计算各径级材种出材量,用部颁杉木二元立木材积表经验式算出薪材林木的带皮材积,然后统计各材种出材量,并以林分蓄积量为基础,换算成各材种出材率,结果如表 6。

表 6 各材种出材量、出材率计算表

材 种	大径材	中径材	小径材	规格材合计	小条木	用材合计	薪 材	废 材	总 计
出材量( $m^3$ )	—	9.9	98.8	108.7	16.4	125.1	12.4	38.3	175.8
出材率(%)	—	5.6	56.2	61.8	9.3	71.1	7.1	21.8	100

(2)材种出材率表的初步计算。按上法将各指数级、直径组算出各材种出材率,再分别指数级,依直径组由小到大排成表,为初步的林分出材率表。

(3)对初步林分出材率表的修正。因初步编制的表,其平均直径不一定是径级中值,必须将各指数级、直径组的出材率,用内插比例法调整到径级中值的位置。另外,在直径相同、指数级不同的情况下,各材种出材率一般随指数级高低有所变化。为消除指数级间的矛盾,选用直线

式和幂函数式求算经验式,进行第二次修正后,即为编成的林分原条出材率表。现以 12 指数级为例,列于表 7。

表 7 12 指数级杉木林分原条出材率 (单位:%)

径级	树高 (m)	单株材积 (m <sup>3</sup> )	规格材出材率				小条木 出材率	用材总 出材率	薪 材 出材率	废 材 出材率
			大径材	中径材	小径材	合 计				
12	10.2	0.063 00		8.2	47.8	56.0	14.6	70.6	7.2	22.2
14	10.8	0.089 84		15.5	53.4	68.9	4.3	73.2	5.4	21.4
16	11.4	0.122 68	2.4	25.8	46.3	74.5	0.7	75.2	3.9	20.9
18	11.9	0.160 79	8.3	46.0	21.8	76.1	0.3	76.4	3.0	20.6
20	12.4	0.205 32	9.3	53.6	14.4	77.3		77.3	2.4	20.3

### 3 精度检验

单株原条出材量表供检验的株数,规格材为 3 364 株,小条木为 247 株。林分原条出材率表供检验的皆伐标地 39 块。检验结果如表 8。

表 8 出材量、率表检验 (单位:%)

单株原条出材量表					林分原条出材率表			
材 种	标准差 (m <sup>3</sup> )	可靠性 95% 相对误差(%)	精度 (%)		材 种	标准差 (m <sup>3</sup> )	可靠性 95% 相对误差(%)	精度 (%)
规格材	用 材	0.025 81	0.4	99.6	大径材	20.067	12.3	87.7
	薪 材	0.002 93	1.6	98.4	规格材 中径材	13.973	4.5	95.5
	废 材	0.011 15	0.8	99.2	规格材 小径材	14.351	9.9	90.1
					合 计	7.973	1.3	98.7
小条木	用 材	0.002 38	1.7	98.3	小条木	1.653	19.6	80.4
	薪 材	0.001 97	9.1	90.9	用材合计	7.942	1.3	98.7
	废 材	0.001 72	3.0	97.0	薪 材	1.299	6.2	93.8
					废 材	7.281	4.7	95.3

由表 8 得知,单株原条出材量表的精度均在 90%以上;林分原条出材率表的精度大部在 90%以上,只有小条木较低,但仍在 80%以上。说明两种表的精度符合生产要求。

### 4 结 语

(1)利用单株出材量经验式计算的用材、薪材和废材合计值,与用部颁杉木二元立木材积表经验式计算的单株材积有些差异,为消除差异,可用单株出材率表解决。

(2)用比降数法推算林分结构规律,来编制林分原条出材率表,简单易行。

(3)单株出材量表的精度,均在 90%以上。林分原条出材率表的精度,大部亦在 90%以上,只有小条木为 80%,说明以上各表,可在生产单位推广应用。

### 参 考 文 献

- 1 11·11 阿努钦(王锡焜,沈熙环,周沛村,等译). 测树学. 北京:中国林业出版社,1955.
- 2 胡希 B,米勒 C L,比尔斯 T W(测树学翻译组). 测树学. 北京:农业出版社,1979.
- 3 中国木材标准化技术委员会. 木材标准实用手册. 1985.

## Establishment of Economic Volume Table (Rate) of Chinese Fir Pole-timber

*Liu Jingfang Tong Shuzhen Chen Xiao Chen Changfa  
Wu Kexuan Zhang Liming*

**Abstract** In the middle belt area of Chinese fir, data of 194 sample plots (among which, 39 clear-cutting plots) and 4 821 felled trees (breast diameter 6~40 cm) were collected and studied. According to the International Regulation GB8415-84 and GB8416-84, on-the-spot bucking was conducted and appropriate mathematical model was selected to establish the table (rate) of economic volume of individual tree of dimension and non-dimension lumber of Chinese fir pole-timber. Based on this, economic volume rate table of Chinese fir pole-timber of different site index stands was also established and the precision of these tables are in accordance with the requirements of the production.

**Key words** Chinese fir pole-timber, yield of economic volume, rate of economic volume

---

Liu Jingfang, Associate Professor, Tong Shuzhen (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Chen Xiao (Hunan Research Institute of Forestry); Chen Changfa, Wu Kexuan (Jiangxi Research Institute of Forestry); Zhang Liming (Forestry Committee of Jianou County, Fujian Province).

---

### 中国林学会资源昆虫专业委员会召开第四届学术讨论会

中国林学会森林昆虫分会资源昆虫专业委员会第四届资源昆虫学术讨论会于1995年5月2~3日,在昆明中国林业科学研究院资源昆虫研究所召开。来自6省(区)23个单位和该所部份科技人员60多人参加了会议。中国林学会资源昆虫专业委员会主任委员侯开卫作了“昆虫资源的保护和利用”报告。会议论文集以《林业科学研究》专刊的形式在会议前出版。

这次学术讨论会的主题是:“昆虫资源的保护和利用”。围绕这一主题,与会者把近年来在紫胶,五倍子,白蜡虫,药用、食用、传粉、观赏昆虫等方面取得的研究成果作了交流,有24位代表作了学术报告。对今后的工作,代表们建议:(1)加强资源昆虫基础理论的研究。(2)重视紫胶、五倍子、白蜡新产品和新用途的开发与利用,提高其经济效益。(3)食用、饲用、观赏昆虫开发前景广阔,今后要多深入研究。(4)建议行政、生产、科研相结合。(5)强调多学科交叉和渗透,使资源昆虫有重大突破。

会议选举了新一届资源昆虫专业委员会主任委员、副主任委员、委员及秘书长,还决定第五届资源昆虫学术讨论会于1997年8月在四川召开。

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所 张玲)