

# 材种出材率预估模型研究

谢哲根 唐正良 翁卫松 戴俊强

(浙江省林业勘察设计院, 杭州 310004)

王洪喜

(浙江省仙居县苗江林场)

**摘要** 推导出一个一致性材种出材率预估模型系统。介绍了单木理论材种出材率计算实现程序,以杉木为例,给出了计算结果。最后对削度方程及材种出材率有关问题作了分析和讨论。

**关键词** 削度方程; 材种出材率; 数学模型; 材积表  
**中图分类号** S711

随着林业商品经济的发展,现代森林资源经营管理不仅满足于立木总材积的测定,而且日益重视立木材种出材率和立木出材材种材积的测定和预估。立木出材材种的多样性和材种规格的多变性以及各株立木间树高和胸径的差异性,都要求立木材种出材率和出材材种材积预估方法具有高度的灵活性,以广泛地适应这些因素变化的需要。本研究的目的是初步探索单木二元立木材种出材率预估方法。

## 1 单木二元材种出材率及材种材积预估模型系统

模型估测的高精度和高准确度是建模工作的最终目的。一致性削度方程的材种出材率及材种材积预估方法不仅具有高度的灵活性和适应性,而且通过改进方程系统的参数估计技术能显著地提高预测精度。一致性削度方程的具体表达式则是提高预估精度和准确度的关键问题<sup>[1]</sup>。本文作者已另文提出并介绍了很有希望的一致性削度方程式:

$$D_z/D_{0.9} = 111.111 1Z + [(-0.9c_1 - 0.81c_2)Z + c_1Z^2 + c_2Z^3](kH + D) \quad (1)$$

据式(1)可推导出以树高、胸径为自变量的材种出材率预估方程系统式(2)~(5)。小头直径方程:

$$D_h = Df_1(h)/f_1(1.3) \quad (2)$$

式中:  $f_1(h) = b_1 + b_2h + b_3h^2 + b_4h^3$ 。

累计材长方程:

$$h = [-Q/2 + (Q^2/4 + G^3)^{1/2}]^{1/3} + [-Q/2 - (Q^2/4 + G^3)^{1/2}]^{1/3} - b_3/(3b_4) \quad (3)$$

收稿日期: 1996-01-17; 修回日期: 1996-07-02

式中： $G = -(b_3/b_4)^2/9 + b_2/(3b_4)$

$$Q = 2(b_3/b_4)^3/27 - b_2b_3/(3b_4^2) + [b_1 - D_0f_1(1.3)/D]/b_4$$

干材积方程：

$$V_h = 0.0001\pi D^2 f_2(h) / [2f_2(1.3)]^2 \quad (4)$$

式中： $f_2(h) = b_1^2 h + b_1 b_2 h^2 + (b_1^2 + 2b_1 b_3) h^3 / 3 + (b_1 b_4 + b_2 b_3) h^4 / 2 + (b_3^2 + 2b_2 b_4) h^5 / 5 + b_3 b_4 h^6 / 3 + b_4^2 h^7 / 7$

累计出材率方程：

$$R_h = f_2(h) / f_2(H) \quad (5)$$

式(1)~(5)中：

$D_z/D_{0.9}$ 为标准相对直径/%； $Z$ 为起始于梢端的相对高； $H$ 为树高/m， $D$ 胸径/cm， $D_h$ 为树高 $h$ 处的直径/cm； $h$ 为树干基部至某一上部直径的树高/m， $V_h$ 为从基部至高 $h$ 处的树干材积/m<sup>3</sup>； $R_h$ 为 $V_h$ 与全树干材积之比； $k$ 为依树种、带皮还是去皮而变的常数； $c_1$ 、 $c_2$ 为回归系数； $b_1 = 111.1111 + (0.1c_1 + 0.19c_2)(kH + D)$ ； $b_2 = -[111.1111 + (1.1c_1 + 2.19c_2)(kH + D)]/H$ ； $b_3 = (c_1 + 3c_2)(kH + D)/H^2$ ； $b_4 = -c_2(kH + D)/H^3$ 。

## 2 单木二元材种出材率计算程序

将式(1)分别对带皮和去皮的树干测定资料拟合，可得到带皮的方程系统和去皮的方程系统。81株杉木(*Cunninghamia lanceolata*)的拟合结果为式(6)(7)。为估计去皮胸径，还需建立去皮胸径估测回归方程，将带皮方程系统和去皮方程系统联合起来。81株杉木的去皮胸径回归方程拟合结果为式(8)。

带皮削度方程：

$$\begin{aligned} DOB_z/DOB_{0.9} = & 111.1111Z + (3.618676Z - 8.639428Z^2 \\ & + 5.131863Z^3)(1.4H + DOB) \end{aligned} \quad (6)$$

(剩余方差30.05221 相关比0.9876381)

去皮削度方程：

$$\begin{aligned} DIB_z/DIB_{0.9} = & 111.1111Z + (2.815828Z - 6.793200Z^2 \\ & + 4.071669Z^3)(2.0H + DIB) \end{aligned} \quad (7)$$

(剩余方差41.46260 相关比0.9835605)

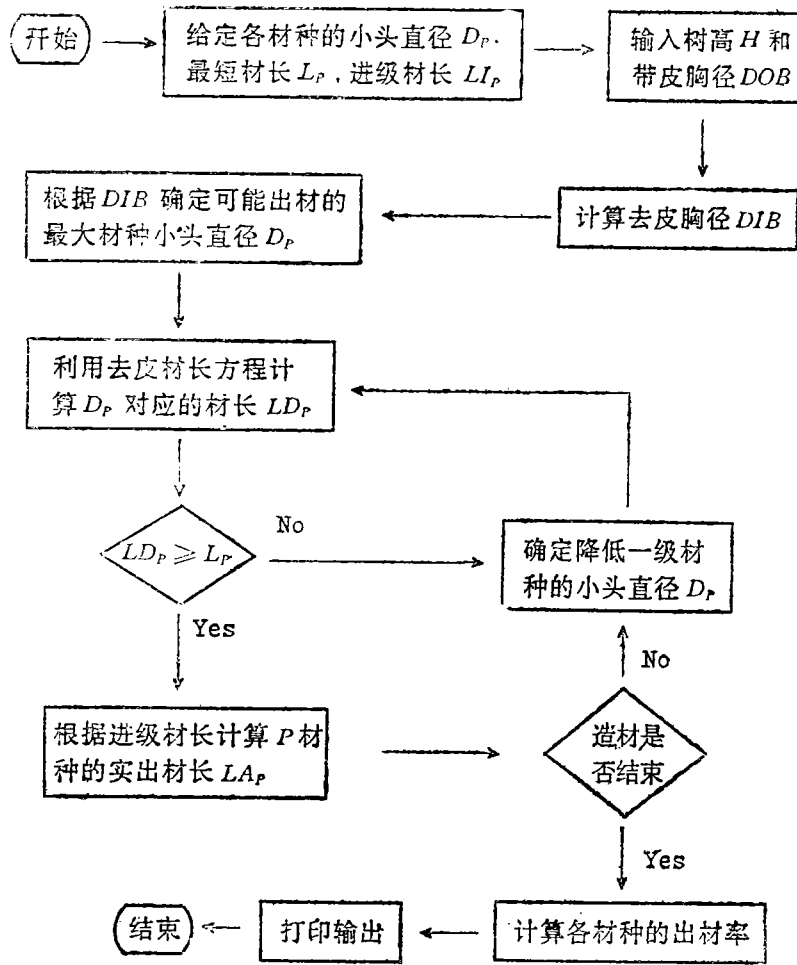
去皮-带皮胸径回归方程：

$$DIB = -0.2368258 + 0.9204466DOB \quad (8)$$

(相关系数0.9961164)

式(6)~(8)中： $DIB$ 为去皮胸径/cm； $DOB$ 为带皮胸径/cm。

按照先造大材后造小材的原则进行理论造材。根据去皮-带皮胸径回归方程及材种出材率预估方程系统便可求得某树种任意树高和胸径的理论单木材种出材率。实现的计算框图见附图。杉木单木二元理论材种出材率计算结果见附表。所谓理论出材率是指未考虑伐根损失、树干弯曲损失、材质缺陷损失、造材损失等材积损失的最大可能出材率。



附图 单木材种理论出材率计算框图

Fig. Program frame of calculating single-stem theoretical merchant volume ratio

### 3 分析及讨论

**3.1** 本研究旨在探索二元材种出材率计算方法。虽然计算出的带皮材积比现行浙江省杉木二元立木材积表数据略偏小, 差别不大, 但是, 因手头资料缺乏, 这81株杉木样本主要来自宁海县、天台县, 其树高阶和径阶株数分布也不均匀, 所以, 计算结果只是作为一个算例。

**3.2** 削度方程式(1)是本研究推导的材种出材率方程系统的基础。式(1)的特点是: 第一, 结构简单明了, 回归系数个数少, 除相对高外, 还将树高及胸径作为自变量, 提高估测的精度和准确度。第二, 材长方程、干材积方程和材积比方程都可导出, 所以此基本削度方程是一致性的。第三, 从式(1)及式(2)都可看出, 梢端的估测直径为零, 胸径处的估测直径等于胸径。这是削度方程希望具有的良好特性。第四, 现可查的某些削度方程对树干某些部位估测的直径是有系统偏差的, 而式(1)除根颈处外对树干各部位的直径估测基本无偏差。

附表 杉木单木二元材种理论出材率

Table Two variable single-stem theoretical merchant volume ratio for Chinese fir

树 高 /m	胸 径 /cm	带皮材积 /m <sup>3</sup>	去皮材积 /m <sup>3</sup>	树 皮 率 /%	出 材 率 / %			梢 头 率 /%
					中 原 木	小 原 木	小 材	
6	6	0.009 771	0.007 556	22.66		60.68	16.66	
6	8	0.017 517	0.013 819	21.11	54.89	17.70	6.30	
7	8	0.019 108	0.015 069	21.13	51.93	19.91	7.03	
7	10	0.030 125	0.024 013	20.29	66.87	9.64	3.20	
8	8	0.020 801	0.016 405	21.13	49.27	22.00	7.60	
8	10	0.032 801	0.026 144	20.30	65.64	10.64	3.42	
9	10	0.035 576	0.028 358	20.29	64.59	11.52	3.60	
9	12	0.051 705	0.041 465	19.81	72.46	5.88	1.85	
10	10	0.038 423	0.030 633	20.27	63.68	12.32	3.73	
10	12	0.055 838	0.044 787	19.79	72.09	6.21	1.91	
10	14	0.076 706	0.061 738	19.51	75.99	3.40	1.10	
11	12	0.060 050	0.048 176	19.77	71.79	6.47	1.97	
11	14	0.082 482	0.066 403	19.49	75.87	3.51	1.13	
11	16	0.108 721	0.087 692	19.34	77.87	2.09	0.70	
12	14	0.088 345	0.071 140	19.47	75.79	3.61	1.13	
12	16	0.116 434	0.093 938	19.32	77.86	2.12	0.70	
12	18	0.148 703	0.120 072	19.25	78.96		1.79	
12	20	0.185 263	0.149 606	19.25	79.55		1.20	
13	16	0.124 244	0.100 266	19.30	77.86	2.14	0.70	
13	18	0.158 656	0.128 147	19.23	78.95	1.36	0.46	
13	20	0.197 636	0.159 649	19.22	79.56		1.22	
13	24	0.289 778	0.233 780	19.32	30.23	49.83	0.61	

表中中原木：小头去皮直径20~26cm，最短材长2m，进级材长0.2m；小原木：小头去皮直径6~20cm，最短材长2m，进级材长0.2m；小材：小头去皮直径4~14cm，材长1.0~4.8m

3.3 通过去皮胸径-带皮胸径回归方程将去皮材种出材率方程系统与带皮材种出材率方程系统联系起来。树皮材积是通过全树带皮材积减去全树去皮材积计算出来的，所以计算的树皮率是体积树皮率，而不是胸径处的厚度树皮率<sup>[2]</sup>。

3.4 为提高整个材种出材率方程系统的估测精度，可改进参数估计方法，即把式(2)~(5)的离差平方和合计最小作为参数估计准则。非一致性削度方程无法这样做。这是一致性削度方程优于非一致性削度方程之处。

#### 参 考 文 献

- 1 John C B, David D R. Complex compatible taper and volume estimation systems for red and loblolly pine. *For Sci*, 1986, 32(2): 423~443
- 2 蒋伊尹, 陈雪峰. 应用一致性削度/材积预估系统编制材种出材率表初探. *林业资源管理*, 1991, (6): 55~57

Xie Zhegen (Zhejiang Surveying and Designing Institute of Forestry, Hangzhou 310004, PRC), Tang Zhengliang, Weng Weisong, Dai Junqiang, and Wang Hongxi. **Study on Merchant Volume Ratio Prediction Model Systems.** *J Zhejiang For Coll*, 1996, 13(4): 392~396

**Abstract:** A compatible merchant volume ratio prediction model system was developed. The program of computing theoretical merchant volume ratio based on individual tree was presented and merchant volume ratio of *Cunninghamia lanceolata* which was taken as an example was calculated. Some characteristics of taper equation and results were analysed and discussed.

**Key words:** taper equation; merchant volume ratio; mathematical models; volume tables

## 欢迎订阅1997年《林产化学与工业》

《林产化学与工业》由中国林学会林产化学化工学会和中国林科院林产化学工业研究所主办，中国金龙松香集团公司和福建省三明市林产工业公司协办。主管部门林业部。本刊为季刊，国内外公开发行，季末月底出版。16开本，每期84页。国际连续出版物号：ISSN 0253-2417；国内统一刊号：CN 32-1149/S。广告经营许可证：苏工商广字83476526-1号。

**办刊宗旨：**反映林产化学化工科学技术成就，报道学术研究成果，评述国际国内发展动向，促进学术交流。

**报道范围：**森林植物资源的化学与利用。包括木材化学与制浆技术，萜类化学，植物原料水解及其产物的加工利用，木质原料热解及活性炭生产和利用，松脂化学和利用，单宁化学和利用，精油化学和利用，生物活性物质和其他成分的加工利用，木本油料油脂，林产药物，林产香料等化学和利用。

**订阅办法：**欢迎广大读者及时到当地邮局(所)办理订阅手续，也可直接汇款至本刊编辑部订阅。本刊邮发代号：28-59。每期定价6.00元，全年定价24.00元。

**编辑部地址：**江苏省南京市龙蟠路林产化工研究所内

**邮政编码：**210037

**电话：**(025)5412131转2543