

森林测计和森林经理

主 编 甄世武 邵永礼

副主编 王颖筠 于廷军 王志新

中国林业出版社

森林测计和森林经理

甄世武 邵永礼 主编

中国林业出版社出版发行（北京西城区刘海胡同7号）
长春市第七印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 12.125印张 273千字

1990年8月第1版 1990年8月第1次印刷

印数 1—3000册 定价 6.00元

（京）第033号 ISBN 7-5038-0744-X/S·0354

前 言

林业具有生产任务多样性、生产周期长期性、经营面积辽阔性和森林永续再生性的特点。实现对森林的科学经营，首先要对某一现实森林进行测计分析，然后确定合理的经营原则，对合理经营和合理采伐技术进行规划设计，编制经营利用方案。在经营方案执行中，还要根据森林资源动态和经营措施效果进行检查分析，对方案加以修订。这样，才能达到科学经营利用森林的目的。《森林测计和森林经理》就是为了达到这一目的，针对当前森林经理工作的实际情况编写的。

《森林测计和森林经理》全面系统的介绍了林木测算与森林调查的新技术、新方法，阐述了森林经理的基础理论和森林经营方案编制的原理。它是林业企、事业计划部门的业务人员、森林规划调查设计人员和从事营林、采运工作的技术人员应备的专业书，也可作为林业院校、林业干部学校、职工中专的参考教材。

本书在编写中参考和借鉴了许多专家、学者们的论著，同时也得到了有关同志的大力支持，在此一并致谢！

由于作者理论水平、实践经验所限，书中一定存在着很多不足之处，请读者不吝指正。

作者

1990年2月于长春

目 录

第一章 伐倒木材积测定

第一节	树干的形状	1
第二节	伐倒木求积式	6
第三节	伐倒木的测定	17
第四节	伐倒木造材及材种材积测定	19
第五节	枝条材积测定	26
第六节	树皮测定	28

第二章 立木测定

第一节	胸高直径测定	35
第二节	树高测定	36
第三节	形数	51
第四节	形率	58
第五节	形数与形率的关系	61
第六节	立木材积测定	63

第三章 树木生长量的测定

第一节	树木年龄的测定	70
第二节	生长量的种类	72
第三节	连年生长量与平均生长量的关系	74
第四节	生长率	75
第五节	施耐德公式	79

第六节	树木生长量的测定	61
第七节	树干解析	82

第四章 林分调查

第一节	林分调查因子	91
第二节	林分结构	121
第三节	标准地调查	127

第五章 林分蓄积量测定

第一节	标准木法	133
第二节	材积表法	138
第三节	标准表法	154
第四节	平均实验形数法	157

第六章 角规测树

第一节	角规的构造与使用方法	158
第二节	角规测树原理	159
第三节	角规测树技术	162
第四节	利用角规测定每公顷株数和蓄积	170

第七章 林分生长量测定

第一节	林分生长量的概念	171
第二节	材积差法	174
第三节	林分表法	178
第四节	标准木法	182

第五节	材积曲线法	184
第六节	断面积生长量推测法	185
第七节	双因素法	188
第八节	林分生长过程表	190
第九节	固定标准地法	193
第十节	一元材积生长量(率)表的编制	202

第八章 林分材种出材量的测定

第一节	伐倒木造材材种材积的计算	213
第二节	用伐倒木造材推算林分材种出材量	217
第三节	一元材种出材率表	224
第四节	二元材种出材率表(材种表)	226
第五节	出材量表	229

第九章 森林抽样调查

第一节	简单随机抽样	231
第二节	系统抽样(机械抽样)	239
第三节	分层抽样	245
第四节	回归估计	258

第十章 森林经理的任务及其指导原则

第一节	森林经理的概念	265
第二节	森林经理的任务	266
第三节	森林经理的指导原则	267
第四节	森林经理的组织工作	276

第十一章 森林调整

第一节 理想的同龄林结构	278
第二节 理想的异龄林结构	284

第十二章 森林作业法

第一节 乔林作业法	287
第二节 矮林作业法	293
第三节 中林作业法	294

第十三章 森林经营周期

第一节 森林成熟龄	297
第二节 主伐年龄	310
第三节 轮伐期	312
第四节 择伐周期(回归年)	319
第五节 经营周期	321

第十四章 森林采伐量

第一节 森林采伐量的概念	322
第二节 同龄林年伐量计算	323
第三节 异龄林年伐量计算	332
第四节 补充主伐的采伐量	335
第五节 间伐量的确定	336

第十五章 森林区划和森林资源调查

第一节	森林资源调查的种类和内容	338
第二节	森林区划	340
第三节	林业生产条件调查	346
第四节	小班调查	348
第五节	森林资源调查材料的分析	355
第六节	森林经理调查工作的步骤	356

第十六章 森林经营方案的编制

第一节	编制森林经营方案的依据、内容和指导思想	360
第二节	森林经营方案的设计深度和广度	361
第三节	林业局(场)森林经营方案的要点	364
第四节	森林经营方案的结构	371

第十七章 森林经营方案的执行和修订

第一节	森林经营方案的执行	373
第二节	森林经营方案的检查评定	374
第三节	森林经营方案的修订	378

参考资料

第一章 伐倒木材积测定

木材的体积叫材积。树木都是由树干、树根和枝叶构成的。从利用木材的观点出发，树干价值最高，且在整个树木体积中所占比例最大，约占2/3，根和枝叶各占1/6左右，因此测定树干材积是林木测算技术的最主要内容。

生长着的树木称为立木。立木伐倒后，除去枝叶，留下的净树干称为伐倒木。同样是树干，但伐倒木和立木存在的条件不同，从而测定方法也有所不同。

第一节 树干的形状

任何规则的立体几何体，为了计算其体积，首先必须知道其形状。例如，从初等数学已知以下几种立体几何体的体积公式：

$$\text{圆柱体} \quad V = g_0 h \quad (1-1)$$

$$\text{抛物线体} \quad V = \frac{1}{2} g_0 h \quad (1-2)$$

$$\text{圆锥体} \quad V = \frac{1}{3} g_0 h \quad (1-3)$$

$$\text{凹曲线体} \quad V = \frac{1}{4} g_0 h \quad (1-4)$$

式中 g_0 ——底断面积；

h ——高。

这四个公式也可写成如下通式：

$$V = f_0 g_0 h \quad (1-5)$$

从这些公式可以看出，为计算这些几何体积，除量测底

断面积和高外，还必须知道 f_0 ，而 f_0 是由物体的形状所决定，即要想求得树干的体积（材积），必须知道树干的形状。因此，研究并正确确定树干的形状是测定树干材积的基础。

一、树干横断面的形状

树干横断面的形状严格说来是变化不定的，尤其靠近树干基部，很不规则。但就大部分树干来说，大多数近乎于圆形。实践中为了方便，通常都采用圆面积公式进行计算。其计算单位为平方米（ m^2 ）。圆面积公式为：

$$g = \frac{\pi}{4} d^2 = 0.7584 d^2 \text{ (cm}^2\text{)} \quad (1-6)$$

如以平方米（ m^2 ）表示，则有

$$g = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{100} \right)^2 = 0.0007854 d^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

式中 g ——横断面积；

d ——横断面直径。

当树干横断面是不规则形状时，可取最大直径 a 和与之垂直直径 b 的平均值作横断面的直径求算断面积，即

$$g = \frac{\pi}{4} \left(\frac{a+b}{2} \right)^2$$

$$\text{或} \quad = 0.7854 \left(\frac{a+b}{2} \right)^2 \text{ (cm}^2\text{)} \quad (1-7)$$

$$g = \frac{\pi}{4} \left(\frac{a+b}{2 \times 100} \right)^2 = 0.0007854 \left(\frac{a+b}{2} \right)^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

实践中，测定树干直径的精度为0.1cm。直径换算断面积可用直径—圆面积表（表1—1）查得。

表 1-1

直径—圆面积—圆周长

直径 (cm)	圆面积 (m ²)	圆周长 (cm)	直径 (cm)	圆面积 (m ²)	圆周长 (cm)	直径 (cm)	圆面积 (m ²)	圆周长 (cm)
0.0			3.0	0.00071	9.425	6.0	0.00283	18.850
1	0.0000008	0.314	1	0.00075	9.739	1	0.00292	19.164
2	0.0000031	0.628	2	0.00080	10.053	2	0.00302	19.478
3	0.0000071	0.943	3	0.00086	10.367	3	0.00312	19.792
4	0.000013	1.257	4	0.00091	10.681	4	0.00322	20.106
5	0.00002	1.571	5	0.00096	10.996	5	0.00332	20.420
6	0.00003	1.885	6	0.00102	11.310	6	0.00342	20.735
7	0.00004	2.199	7	0.00108	11.624	7	0.00353	21.049
8	0.00005	2.513	8	0.00113	11.938	8	0.00363	21.363
9	0.00006	2.827	9	0.00119	12.252	9	0.00374	21.677
1.0	0.00008	3.142	4.0	0.00126	12.566	7.0	0.00385	21.991
1	0.00010	3.456	1	0.00132	12.881	1	0.00396	22.305
2	0.00011	3.770	2	0.00139	13.195	2	0.00407	22.619
3	0.00013	4.084	3	0.00145	13.509	3	0.00419	22.934
4	0.00015	4.398	4	0.00152	13.823	4	0.00430	23.248
5	0.00018	4.712	5	0.00159	14.137	5	0.00442	23.562
6	0.00020	5.027	6	0.00166	14.451	6	0.00454	23.876
7	0.00023	5.341	7	0.00173	14.765	7	0.00466	24.190
8	0.00025	5.655	8	0.00181	15.080	8	0.00478	24.504
9	0.00028	5.969	9	0.00189	15.394	9	0.00490	24.819
2.0	0.00031	6.283	5.0	0.00196	15.708	8.0	0.00503	25.133
1	0.00035	6.597	1	0.00204	16.022	1	0.00515	25.447
2	0.00038	6.912	2	0.00212	16.336	2	0.00528	25.761
3	0.00042	7.226	3	0.00221	16.650	3	0.00541	26.075
4	0.00045	7.540	4	0.00229	16.965	4	0.00554	26.389
5	0.00049	7.854	5	0.00238	17.279	5	0.00567	26.704
6	0.00053	8.168	6	0.00246	17.593	6	0.00581	27.018
7	0.00057	8.482	7	0.00255	17.907	7	0.00594	27.332
8	0.00062	8.796	8	0.00264	18.221	8	0.00608	27.646
9	0.00066	9.111	9	0.00273	18.535	9	0.00622	27.960

二、树干纵剖面形状

沿树干的中心轴纵向剖开，即得树干的纵断面，但实际上为了观察树干纵剖面，无须纵剖树干，只要沿树干测量许多横断面的直径，以直角坐标的 x 轴作为干轴，以 y 轴表示横断面的半径，按适当比例作图，即可得出表示树干纵断面轮廓的对称曲线，通称为干曲线。这条曲线的线型比较复杂，且变化不定，但自基部向梢端的变化，大体呈凹曲线、平行于 x 轴的直线、抛物线和相交于 x 轴的直线这四种曲线类型（如图1—1中的I、II、III、IV各段曲线）。孔兹提出能分别表达上述几种线型的干曲线式：

$$y^2 = px^r \quad (1-8)$$

式中 y —— 树干横断面半径；
 x —— 树梢至该横断面处的长度；
 p —— 参数；
 r —— 形状指数。

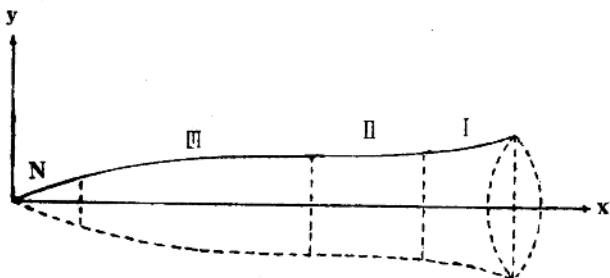


图 1—1 树干纵断面与干曲线

形状指数一般变化范围在0—3。当1—8式取不同形状指数时，曲线方程和其旋转所构成的几何体亦不同，见表1—2。

表1—2 不同形状指数的曲线类型及其旋转体

形状指数	方程式	曲线类型	旋转体
0	$y^2=p$	平行于x轴的直线	圆柱体
1	$y^2=px$	抛物线	截顶抛物线体
2	$y^2=px^2$	相交于x轴的直线	圆锥体
3	$y^2=px^3$	凹曲线	截顶凹曲线体

形状指数可用(1—9)式计算:

$$r = 2 \frac{\log y_1 - \log y_2}{\log x_1 - \log x_2} \quad (1-9)$$

式中, y_1 、 y_2 与 x_1 、 x_2 分别为某段干曲线上两点的半径和到树梢的长度。

例如, $x_1 = 9 \text{ m}$, $y_1 = 5.5 \text{ cm}$; $x_2 = 5 \text{ m}$, $y_2 = 3.2 \text{ cm}$, 则

$$r = 2 (\log 5.5 - \log 3.2) / (\log 9 - \log 5) = 1.8$$

孔兹干曲线式只能分别近似地表达树干某一段的干形, 而不能完整地表达整株树干的形状, 因此不能据以直接求算整株树干材积。为研究整株树干的形状, 曾经提出过许多干曲线式, 其中主要有:

1、门杰列也夫式

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 \quad (1-10)$$

2. 郝捷尔——琼森式

$$\frac{dx}{d_{1.3}} = \alpha_0 \log \left(\frac{a_1 + x - 2.5}{a_1} \right) \quad (1-11)$$

3. 寺崎渡式

$$y = a_0 e^{r_1 x + \frac{a_2}{x}} \quad (1-12)$$

4. 欠雷式

$$\frac{dx}{d_{4.3}} = \frac{x}{a_0 + a_1 x} \quad (1-13)$$

5. 大隅真一式

$$y = a_0 x + a_1 x^2 + a_2 x^3 \quad (1-14)$$

以上各式中, x 是自梢端到测径处的长度 (门杰列也夫式 x 为根颈到测径处的长度), y 和 d_x 分别为测径处半径和直径, $d_{1.3}$ 和 $d_{4.3}$ 分别是根颈以上 1.3m 和 4.3m 处的直径, 字母 e 是自然对数的底, a_0 、 a_1 、 a_2 、 a_3 是参数。

第二节 伐倒木求积式

一. 完顶体一般求积式

用底直径及长度求体积

由 $y^2 = px^r$, 进行积分, 则体积为,

$$\begin{aligned} V &= \int_0^x \pi y^2 dx = \int_0^x \pi p x^r dx = \pi p \int_0^x x^r dx \\ &= \frac{1}{r+1} \pi p x^{r+1} \end{aligned}$$

因 $x' = \frac{y^2}{p}$, 且取 $\pi y^2 = \frac{\pi}{4} d_0^2 = g_0$, $x = L$, 则:

$$V = \frac{1}{r+1} \cdot \frac{\pi}{4} d_0^2 L = \frac{1}{r+1} g_0 L \quad (1-15)$$

式中 V ——旋转体体积;

d_0 ——旋底直径;

g_0 ——底断面积;

L ——旋转体长。

将 $r = 0, 1, 2, 3$ 分别代入(1—15)式即得(1—1), (1—2), (1—3)和(1—4)式。

这四个完顶体体积式, 采用了树干的全长和底断面作为测算因子, 除圆锥体体积式应用于测算树梢材积之外, 一般不直接用于树干材积的测算。

二、伐倒木树干材积近似求积式

(一) 中央断面求积式

$$V = \frac{\pi}{4} d_{\frac{1}{2}}^2 l = g_{\frac{1}{2}} l \quad (1-16)$$

式中 $d_{\frac{1}{2}}$ $g_{\frac{1}{2}}$ ——树干中央直径及相应的断面积;

l ——树干长。

此式又称胡伯尔公式, 在树干材积测算中应用最广。

(二) 平均断面求积式

$$V = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_0^2 + d_n^2}{2} \right) l = \left(\frac{g_0 + g_n}{2} \right) l \quad (1-17)$$

式中 d_0 、 d_n 和 g_0 、 g_n ——树干两端直径及其相应的断面积。

此式又称司马林公式。

三. 中央断面区分求积式

将树干区分为等长 (l) 的若干段 (如图 1—2)。用中央断面近似求积式计算各段的材积, 不足一区分段长的梢头用圆锥体积公式计算材积, 把各段材积 (包括梢头材积) 加在一起, 即为整个树干的材积。

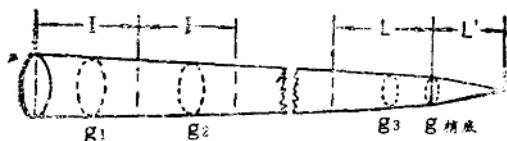


图 1—2 中央断面区分求积

其公式为:

$$V = g_1 \cdot l + g_2 \cdot l + \dots + g_n \cdot l + \frac{1}{3} g' \cdot l'$$

$$= (g_1 + g_2 + \dots + g_n) l + \frac{1}{3} g' \cdot l' \quad (1-18)$$

式中 V ——树干材积;

g_1 、 g_2 、 $\dots$ 、 g_n ——各区分段中央断面积;

l ——区分段长度;

g' ——梢头底面积;

l' ——梢头长度。

例如, 有一树干, 长为 12.6m, 按 2m 长为一区分段, 其测定结果如表 1—3。

表1—3 按中央断面区分求积法计算树干材积

距干基的距离 (m)	各区分段中央直径 (cm)	各 区 分 段 中 央 断 面 积 (m^2)	各 区 分 段 材 积 (m^3)
1	16.0	0.0201	0.0402
3	13.9	0.0152	0.0304
5	12.0	0.0113	0.0226
7	10.0	0.0078	0.0156
9	7.5	0.0044	0.0088
11	4.5	0.0016	0.0032
12(梢底)	2.5(梢底)	0.0005(梢底)	0.0001
合 计			0.1209

用中央断面区分求积式计算树干材积时，如果梢头长度恰好为一区分段长度时，则也可用中央断面近似求积式计算其材积。如果遇到缺顶树干，则需量出最后不足一区分段的长度及其中央直径，用中央断面积近似求积式计算其材积。

在实际工作中，断面积可根据“直径—圆面积表”查得；各区分段材积和梢头材积可在“区分段材积表”（表1—4）和“梢头材积表”（表1—5）中查得，而不必计算。