

森林资源动态监测 与林业调查实用技术手册

◎ 本书编委会 编

宁夏大地音像出版社

森林资源动态监测与林业调查 实用技术手册

主 编 本书编委会

第二卷

宁夏天地音像出版社

(一) 伐倒木推算材积法

对粗大或贵重的枝条,可采用测算伐倒木树干材积或材种材积的方法。

(二) 堆积推算材积法

对于用作造纸材、薪材或一些细小枝条,可用堆积法测算其层积,必要时换算为实积。

层积是将一定长度的枝材,用几根木桩支撑堆积成一定宽度和高度的木材堆,其层积为

$$V_{\text{层}} = \text{长} \times \text{宽} \times \text{高} (\text{m}^3)$$

除去木材堆中的空隙即为实积。层积和实积的计算单位都是立方米。层积中的实积与层积的体积的比值称为实积系数,其计算式为

$$C = \frac{V_{\text{实}}}{V_{\text{层}}}$$

式中 V 为实积系数; $V_{\text{实}}$ 为实际材积; $V_{\text{层}}$ 为层积。

实积系数是层积转换为实积的系数,当已知某层积的实积系数,即可求出层积的实积,即枝条实际材积为

$$V_{\text{实}} = C \times V_{\text{层}}$$

在这里,实积系数 C 的查定可选择下述几种方法:

1. 实测法 把一堆枝条规整好,测定堆内每根枝材两头直径,用平均断面近似求积式求其材积,合计值与层积相比即得实积系数。此法所得数据较准确,但实际工作中难以应用。

2. 间接测定法

(1) 相片网点法。将要测定的木材垛横断面拍成照片,在相片上覆盖透明网点板,统计断面上所落点数(实积所落点数)与总点数的比值,即为实积系数。如网点板总点数为 972,实积所落点数为 831,实积系数为 $C = \frac{831}{972} = 0.855$ 。

(2) 对角线比例法。用皮尺在木堆断面量测对角线的总长,并测定此对角线上被皮尺覆盖的木材断面总长与对角线总长之比的比值就是实积系数。要测定几次取平均值才得较准确的结果。例如,某一木材垛宽(即木材垛头长度)1m,垛高1.5m,垛长12m。取对角线长为8.2m,木材断面上所截线段(即木段断面与对角线重合线段)总长为5.5m,则木材垛的层积、实积系数和实际材积分别为

木材垛的层积: $1\text{m} \times 1.5\text{m} \times 12\text{m} = 18\text{m}^3$

实积系数: $\frac{5.5}{8.2} = 0.67$

木材垛实际材积为: $18\text{m} \times 0.67\text{m} = 12.06\text{m}^3$

此法要求测量对角线长度不少于8m,对角线所通过的木材断面不少于60个。

(3) 经验实积系数表法(如表2-4-5)。枝条堆积时,基部堆放在一头,堆长取

长短枝条的平均长度。实际堆高要减去 10% (粗枝) 或 20% (细枝) 的后备下沉高度, 再按其求出层积。以此层积乘以表 2-4-5 相应的实积系数, 可求得实积。

表 2-4-5 枝条层积的实积系数表

枝条类别	大	中	小
	长 4~6m 以上 粗 6cm 以上	长 2~4m 粗 4~6cm	长不足 2m 粗不足 3cm
实积系数	0.4	0.3	0.2

(三) 称重推算材积法

在以枝条为数不多的中小枝条为主的情况下, 可以将枝条称出质量, 同时测定若干段有代表性的枝条材积并称出重量, 与全部枝条质量成比例推算全部枝条材积。

二、树皮材积的测定

调查立木材积时常用带皮材积, 而计算伐倒木材种材积时又要求去皮材积。同时树皮供作遮盖料、染料、药材或其他用途时需求其数量, 所以有必要计算树皮的材积。

1. 树皮厚度测定 树皮厚度可使用树皮测量仪, 插入树干皮层, 即能测出树皮厚度。在伐倒解析木测定树干断面时, 也可精确测出树皮厚度及树皮材积。

2. 树皮率计算法 树皮材积与树干带皮材积之比称为树皮率, 计算公式如下:

$$P_B = \frac{V_B}{V} \times 100\%$$

通过样木调查法或查树皮率表求出树皮率, 乘以带皮材积, 即得树皮材积。

三、薪材材积的测定

作为燃料或木炭原料的木材材种叫做薪材。薪材在我国还没有统一的规格标准, 一般都以枝条、梢头、根株、树皮等作薪材。形状较规整的薪材可堆积成长方形的薪材垛。长度在 2m 以上, 小头直径 6cm 以上的薪材可用原木材积表计算其材积。

形状不规则的薪材, 其材积难以采用树干求积法求算。在研究工作中可运用物理学原理中的测容器法、水中浮力法或相对密度法。在林业生产中, 多用层积法和称重比例法推算其材积。

此外, 对林分中的薪材材积可根据薪材率进行推算。

上述枝条、树皮材积测定法同样可以应用于薪材材积的测定。

第四节 树木生长量的测定

一、生长量的概述

(一) 生长量的概念

测树工作中将树木自种子发芽后,在一定条件下随着时间的推移,其各种调查因子(直径、树高、材积、形数等)所发生的变化叫做生长,变化的量叫做生长量。树木的生长是时间的函数。

测定生长量的目的,主要是找出林木生长的规律,以便根据林木生长的特点,制定适当的经营措施,提高林木生长量,确定采伐年龄和采伐量,以满足经济建设的需要。因此,研究生长量的测定很有必要。影响树木生长的因子主要有树种的生物学特性、树木的年龄、立地条件和人为措施。

树木生长是随着季节而发生变化的,其木材结构和颜色亦产生差异,因而有春材和秋材之分。一般春材木材结构疏松、颜色浅,秋材木材结构紧密、颜色深。每年形成一个明显的年轮。在树干根颈横断面上查数年轮,即可确定树木的年龄。在树木生长过程中,遇到病虫害或其他自然灾害的影响,会形成假年轮。假年轮的一般特征,是在横断面上不能构成完整的闭合圈,在查数年轮时一定要看准。当年轮不清楚时,用放大镜观察或染色、湿水亦可锯一薄片从髓心剖开,沿半圆直径削成斜面对亮观察,能清楚地看出年轮。

(二) 生长量的种类

生长量在计算分析上一般分为两类,即实际生长量和平均生长量。实际生长量是两个时期生长量之差。按时期长短又可分为连年生长量、定期生长量和总生长量三种。平均生长量是指平均每年生长的数量。按时间长短又可分为总平均生长量和定期平均生长量两种。依据调查因子可以把生长量分为:直径生长量、树高生长量、断面积生长量,材积生长量和形数生长量等。

1. 连年生长量 连年生长量是指一年间的生长量,又叫年生长量。以材积为例,材积连年生长量,是用现在的材积减去一年前的材积,得

$$Z = V_a - V_{a-1}$$

2. 定期生长量 定期生长量是指一定时期内的生长量,常以龄级为期。例如,现有材积为 V_a , n 年前的材积为 V_{a-n} , 则 n 年间的材积生长量 Z_m 为

$$Z_m = V_a - V_{a-n}$$

3. 总生长量 总生长量是指从树木第一年开始到调查时止的生长总量。例如, A 年时的材积为 V_a , 则 A 年时的材积总生长量 Z_m 为

$$Z_{av} = V_a$$

4. 总平均生长量 总平均生长量简称为平均生长量, 是总生长量被年龄除所得的商。例如, A 年时的材积为 V_a , 则材积总平均生长量 Δ_{av} 为

$$\Delta_{av} = \frac{V_a}{a}$$

5. 定期平均生长量 定期平均生长量 Δ_{av} 是指定期生长量被定期年数除所得之商

$$\Delta_{av} = \frac{V_a - V_{a-n}}{n}$$

对于生长较慢的树种, 由于连年生长量变化很小, 测定困难, 精度不高, 因此, 常用定期平均生长量代替连年生长量。速生树种可以直接利用连年生长量公式求得。

(三) 连年生长量和平均生长量的关系

连年生长量与平均生长量总的生长趋势是, 从零开始, 以后随年龄的增长而逐渐上升, 达到最高峰后又逐渐下降。以横坐标表示树龄, 纵坐标表示材积或其他调查因子的平均生长量和连年生长量, 绘制曲线图, 如图 2-4-11 所示。从图 2-4-11 上可以看出它们之间的相互关系。

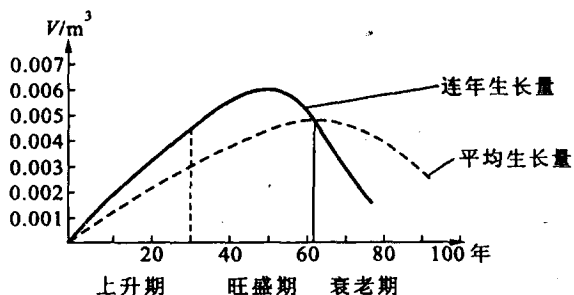


图 2-4-11 连年生长量和平均生长量曲线图

(1) 在幼龄时期, 连年生长量和平均生长量都随年龄的增加而增加, 但连年生长量比平均生长量增加得快。

(2) 连年生长量达最高峰时间比平均生长量要早。

(3) 平均生长量达最高峰时, 连年生长量和平均生长量相等, 这两个曲线的交点正好是平均生长量最大值。在林业生产上把此点称为数量成熟龄。此后连年生长量小于平均生长量。

上述这种关系, 可以用数学方法加以证明。

以上是正常情况下的生长规律。如因气候干旱或病虫害等自然灾害以及人为活动的影响, 可使两条曲线相交数次或不相交。因此, 可以用连年生长量的变化情况, 来鉴定经营效果, 判断灾害的程度, 并常用平均生长量比较不同树种生长的快慢。

二、树木生长量的测定

(一) 伐倒木生长量测定

1. 长度生长量测定 伐倒木的全长就是长度总生长量，被根颈断面上查定的年轮数除所得的商，即为长度平均生长量。

测定最近一个时期的长度生长量，是用试探的方法截断梢头，使所截面上的年轮数恰好为定期年数，则截面至树顶的长度即为长度定期生长量。长度定期生长量被定期年数除所得的商为长度定期平均生长量，也可以作为长度连年生长量，现在的长度减去长度定期生长量，即为 n 年前的长度。

也可以根据轮枝或枝痕确定 n 年高生长量，但年龄愈大效果愈差。

2. 直径生长量测定 树木的去皮直径就是直径总生长量，被年龄除所得的商，即为直径总平均生长量。在测定部位截取断面，量测去皮直径和 n 年前的直径，其差就是直径定期生长量，被 n 年除所得的商，即为直径定期平均生长量，也可作为直径连年生长量。

由区分求积法测定各段中央带皮直径和去皮直径后，由去皮直径量出最近几个年轮的宽度，二倍之即为各段中央 n 年的直径生长量。用去皮直径减去 n 年的直径生长量即为 n 年前各段的中央直径。

3. 材积生长量 测定材积的总生长量被年龄除所得的商，即为材积平均生长量。根据各段的中央带皮直径、去皮直径和 n 年前的直径，伐倒木全长和 n 年前长度计算出伐倒木材积和 n 年前的材积。根据表 2-4-6 所给的材料，分别代入公式可以计算出各种生长量，包括总生长量、平均生长量、定期生长量及连年生长量等。

表 2-4-6 伐倒木生长量计算表 树龄 22 年，树高 13.6m

伐根以上 高度/m	直径/cm		5 年内直径		材积/m ³		
	带皮	去皮	5 年前	生长量/cm	带皮	去皮	5 年前
伐根	15.5	1.41	12.0	2.1	×	×	×
胸径	12.6	12.0	10.4	1.6	×	×	×
1	12.8	11.8	10.0	1.8	0.025 7	0.021 9	0.015 7
3	11.7	11.1	9.5	1.6	0.021 5	0.019 4	0.014 2
5	10.0	9.4	8.1	1.3	0.015 7	0.013 9	0.010 3
7	8.5	7.9	6.6	1.3	0.011 3	0.009 8	0.006 8
9	6.6	5.8	4.3	1.5	0.006 8	0.005 3	0.002 9
11	3.1	2.5	1.1	1.4	0.001 5	0.001 0	0.000 2
12 梢底	(2.0)	(1.6)	(0.3)		(0.000 2)	(0.000 1)	(0.000 0)
梢头长	1.6	1.6	0.6				
合计					0.0827	0.0714	0.0501

(二) 立木生长量测定

测定立木生长量比测定伐倒木生长量困难，方法虽多，但因常有估计因素，精度不高。

1. 直径生长量 由于立木中、上部直径不易量取，所以直径生长量常常使用生长锥和砍口法测定其胸高直径生长量。锥取时，应选不同方向锥取 2~3 次取其平均值。实践证明误差约在 2% 以内。

2. 树高生长量 对树高生长量的测定十分困难，只有生长轮生枝或生长节明显的树种，可用测高器测定其定期生长量及连年生长量，且只限于某些幼龄和壮龄的针叶树，其他树种则不易测定，只能以生长势估计。1981 年郭永台提出用高径比法来确定 n 年前的树高。虽然树高和胸径的比值随年龄的增加而变小，但在间隔期较短时（1~2 个龄阶），可视为常数，由此，令

$$\frac{h_{a-n} - 1.3}{d_{a-n}} = \frac{h_a - 1.3}{d_a}$$

$$h_{a-n} = d_{a-n} \left(\frac{h_a - 1.3}{d_a} \right) + 1.3$$

设
$$c = \frac{h_a - 1.3}{d_a}$$

则
$$h_{a-n} = d_{a-n} \cdot c + 1.3$$

式中 h_a 、 h_{a-n} 为现在树高和 n 年前的树高； d_a 、 d_{a-n} 为现在去皮直径和 n 年前的去皮直径。

3. 材积生长量测定 立木材积生长量常通过测定材积生长率来计算。

1853 年施耐德提出了立木材积生长率的测定公式，即

$$P_v = \frac{K}{dn}$$

式中 n 为胸径外测 1cm 半径上的年轮数； d 为现在的去皮直径； K 为树高生长系数； K 值在生长缓慢时期为 400，中庸时为 600，旺盛时为 800。

此式是基于树高生长停止时导出的，所以用它测定中、壮龄树高生长旺盛和中等时精度不高，必须对 K 值加以调整。使用公式时可以根据树高生长情况查 K 值查定表（表 2-4-7）。

表 2-4-7 K 值查定表

树冠长度占树高的 %	树 高 生 长				优 良	旺 盛
	停 止	迟 缓	中 庸	良 好		
> 50	400	470	530	600	670	730
25 ~ 50	400	500	570	630	700	770
< 25	400	530	600	670	730	800

例 一株生长中庸的落叶松，经测量冠长占树高的百分数大于 50%，带皮直径为 32.2cm，胸高处皮厚为 1.3cm，外侧 1cm 的年轮数为 9 个，材积为 1.094 4m³。试按施耐德公式计算材积生长率和材积生长量。

$$\text{去皮直径} \quad d = 32.2 - 2 \times 1.3 = 29.6 \text{ cm}$$

$$\text{查表} \quad K = 530$$

$$\text{材积生长率} \quad P_v = \frac{530}{9 \times 29.6} = 1.99\%$$

$$\text{材积生长量} \quad Z_v = 1.094 \, 4 \times 1.99\% = 0.021 \, 8 \text{ m}^3$$

三、生长率

生长量是用绝对值来表示的，它只能说明树木生长的实际速度，而不能比较树木生长力的强弱和快慢，预估将来的生长量和检查以往的经营效果。要比较树木间生长力的强弱和快慢以及预估将来的生长量，多用生长率（相对数）来表示。

（一）生长率的概念

生长率是指某个调查因子的连年生长量与该调查因子原有总量的百分比，又叫连年生长率。

（二）生长率公式

1. 基本公式

$$P_B = \frac{Z_B}{B_a} \times 100\%$$

式中 P_B 为某个调查因子的生长率； Z_B 为某个调查因子的连年生长量； B_a 为各调查因子原有总生长量。

如果将上式中 B 换为 H 、 D 、 G 、 V 、 f ，即可求出树高、直径、断面积、材积、形数的连年生长率。

2. 普莱斯勒公式 在实际工作中，由于慢生树种连年生长量很小，不便量取，故连年生长量常用定期平均生长量代替，则计算连年生长率的原有总生长量就有两个，一个是 n 年前的总生长量，另一个是现在的总生长量，因此，常把相邻两个龄阶的总生长量的平均值作为该调查因子的原有总量较为合理。

于是，根据生长率公式的定义，可以得出普莱斯勒生长率的一般公式

$$P_F = \frac{F_a - F_{a-n}}{F_a + F_{a-n}} \times \frac{200}{n} \%$$

用树高、直径、断面积、材积、形数等调查因子代替公式中的 F ，可得到不同调查因子的生长率公式。

例 有一株松树，树龄为 120 年，现在材积 0.634 7m³，10 年前材积 0.479 6m³，试用普莱斯勒平均生长率公式计算其材积生长率。

$$P_v = \frac{V_a - V_{a-n}}{V_a + V_{a-n}} \times \frac{200}{n} \% = \frac{0.6347 - 0.4796}{0.6347 + 0.4796} \times \frac{200}{10} \% = 2.8\%$$

(三) 测定生长率的意义

1. 预估将来的生长量 根据生长率公式可以导算成材积生长量公式。可以预估未来的生长量。

2. 比较树木生长力的强弱 两株或几株不同大小的树木, 其连年生长量的差异, 不能做为衡量各株树木生长力强弱的依据。因为每株树木原有总量不同, 所以, 生长力的强弱, 必须用相对值进行比较, 即根据生长率的大小加以判断。

例 有两株树, 第一株材积为 2.37m^3 , 经测得连年生长量为 0.0292m^3 ; 第二株材积为 2.84m^3 , 经测得连年生长量为 0.0325m^3 , 试比较哪一株生长力强。

若用连年生长量绝对值比较, 则直接可以看出第二株树的连年生长量较大, 但由于原有总量不同, 须用生长率公式计算比较

$$P_{1v} = \frac{Z_1}{V_1} \times 100\% = \frac{0.0292}{2.37} \times 100\% = 1.23\%$$

$$P_{2v} = \frac{Z_2}{V_2} \times 100\% = \frac{0.0325}{2.84} \times 100\% = 1.14\%$$

计算结果表明第一株树生长率大, 生长能力强, 相对生长速度较大。

四、树干解析

不同树种或同一树种生长在不同立地条件下, 其生长过程各有其特点。研究树木从开始生长到砍伐时为止的全部生活史, 测定各个时期的直径、树高、形数和材积的生长过程, 不但对于林业生产而且对于研究气象和小气候都有重要的意义。

树木生长是每年在纵向和横向增加一层木材。只要把树干锯成若干段, 在每个横断面上查定年轮的宽窄, 可确定直径生长; 根据上下两个断面年轮数之差和两个断面间的高度, 可以确定树高生长。这种把树干分成若干段计算和分析树木生长过程的方法, 叫做树干解析。作为分析对象的树木, 称为解析木。

(一) 树干解析的外业工作

1. 解析木的选定 解析木的选定应根据研究目的和要求而定。一般选取解析木的原则, 应具有广泛的代表性。如了解林木的生长情况时, 一般应在林内选取生长健壮、无病虫害、不断顶、无双梢的平均木或优势木作为解析木; 如了解病虫害对林木生长的影响时, 就要在林内选取中等水平的被害木或被压木, 如了解气象和水文的变化时, 就要在当地选取年龄最大的古树, 配合气象资料的记载来分析。

为了使树干解析能够取得比较正确的结果, 最好在现地多选几株解析木, 解析后取其平均值作为结果。选取解析木的胸径、树高的误差允许范围与选取标准木相同, 都是 $\pm 5\%$ 。

2. 解析木生长环境的记载

(1) 解析木所在地情况的记载 解析木所在林分的特征, 如位置 (即省、县、林场、林班、标准地号)、林分组成、林龄、疏密度、地位级、地被物、土壤、地形、地势等的记载。

(2) 解析木与邻接木的调查鉴定 首先测定相邻每株树木的树种、树高、胸径、冠幅及位于解析木的方位, 并量取距解析木的距离, 将其测定结果填入表 2-4-8 中, 并绘制树冠投影图。

表 2-4-8 (a) 树干解析环境因子记载

树种: 马尾松	良 中 弱
胸径: 19.7cm	伐根上的年轮数: 19
树高: 15.2m	被压年轮数:
所属标准地: 011	树木材积 (带皮): 0.206 9m ³
所属林区: 2	(去皮): 0.166 5m ³
树冠长度: 6.2m	树皮材积: 0.040 4m ³
占树高的百分比: 43%	占树干材积百分数: 19.5%
树冠投影: 东西: 2.0m	其他: 山坡中部, 坡度 30°
南北: 1.4m	坡向: 东北
形数 (带皮): 0.447	海拔: 460m
(去皮): 0.426	地被有:
生长状况 (划线指出)	下木有:

表 2-4-8 (b) 解析木生长环境的记载与相邻木情况

树 种	方 向	距离/m	胸径/cm	树高/m	生长状况
马尾松	东北	1.5	8.0	8.1	中庸
马尾松	东北	0.9	14.0	13.1	中庸
马尾松	东南	1.2	8.0	9.0	良好
马尾松	西南	1.6	10.6	13.0	良好
马尾松	西北	2.1	11.0	11.0	中庸

采伐解析木日期: ____ 年 ____ 月 调查人: ____ 计算人: ____

3. 解析木的伐倒与测定 解析木伐倒前应确定根颈、胸高部位和北向, 并用粉笔和木材蜡笔将其标志在树干上。伐倒时应清除杂草灌木, 控制倒向, 注意安全, 防止损伤树皮和树梢。伐倒后, 按伐前北向记号, 在树干上一直标到树梢。量取根颈至第一个死节和第一个活节的长度, 以及树冠长度。打枝后, 测出全树高和全高的 1/4、1/2 以及 3/4 处的带皮和去皮直径。然后标定各区分段 (以 1m 或 2m) 的中央断面和梢底断面的位置。现以 2m 区分段为例区分如下: 除第一段为 2.6m 外以上各段都是 2m, 如一株

15.2m 高的树木，其各中央断面的位置是 1.3m、3.6m、5.6m、…、13.6m，梢底断面为 14.6m，其余 0.6m 为梢头长度。梢头可以等于或小于 2m，如图 2-4-12 所示。

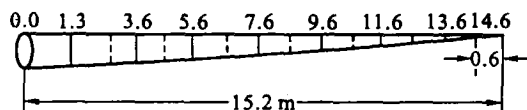


图 2-4-12 2m 区分段树干解析区分图

区分段划好后，各区分段中央处、基部和梢底均应用粉笔和木材蜡笔作一标记，以示各圆盘锯取的位置。

为了满足科学研究或某种特殊需要，可采用 1m 区分段进行解析。

在各段中央断面，根颈和梢底断面截取圆盘。根据解析木的大小，圆盘厚度可为 2~5cm，下面为工作面（正面）。截取时使工作面恰好在各段中央和基部及梢底位置，圆盘应与干轴垂直不能偏斜。

在根颈圆盘上（反面）用（符号）标出北向，上记解析木号，划一分线下记圆盘号和断面高度。根颈处为零号圆盘，1.3m 处为 1 号圆盘，其他圆盘的编号以此向上编号。此外 0 号圆盘上应加注树种、采伐时间和地点。

圆盘是树干解析的重要材料，上述要点均应注意。圆盘取好后须分别用纸、布或苔藓包放入袋中，存放阴凉处，须在 2~3 天内开始内业工作，防止碰掉树皮、干燥、变形和开裂。

（二）树干解析的内业工作

1. 查数圆盘上的年轮数 工作前应将各圆盘的工作面刨光，最好在盐水中浸泡一下，可减轻开裂，且增加年轮的清晰度，以便查定年轮。先查零号圆盘上的年轮。通过髓心划东西、南北方向线，从髓心向四个方向查数，每满一个龄阶，划一个闭合圈或在四个方向上各插一个大头针。最后剩几年须牢牢记住。零号圆盘的年轮数为树龄。从 1 号圆盘开始，各圆盘上的年轮都是从外向髓心查数。因为最外一个年轮都是最近一年所生，先数出最外不足一个龄阶的年轮数，再继续向内数，每个龄阶划一闭合圈作一标记，一直数到髓心。这样才能使各个圆盘上的年轮和树木实际生长情况相吻合。

注意，如果髓心呈不规则的星状放射状，在刚伐倒时质地较松软，在查数年轮时，不要误将髓心当作年轮查数。

2. 测量各个龄阶的直径 每个圆盘都要用直尺、卡尺沿东西、南北方向量取各龄阶直径，记入表 2-4-9 的相应栏内。单位用 cm，精度取小数点后一位。

表 2-4-9 树干直径、树高及材积生长过程表

圆盘号	断面高	达各断面高的年数	直径方向	19 年				15		10		5	
	年轮数			带 皮		去 皮		d	V	d	V	d	V
				d	V	d	V						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	0.0	0	EW	24.4	—	22.4	—	20.8	—	17.0	—	9.0	—
	…		SN	26.0		24.0		22.8		19.4		11.0	
	19		平均	25.2		23.2		21.8		18.2		10.0	
1	1.3	1	EW	18.7	0.079 2	17.0	0.066 9	15.6	0.056 3	13.5	0.040 0	6.4	0.010 3
	…		SN	20.7		19.2		17.6		14.5		7.8	
	18		平均	19.7		18.1		16.6		14.0		7.1	
2	3.6	3	EW	15.7	0.044 3	14.4	0.036 3	14.2	0.033 5	9.8	0.016 0	4.0	0.002 6
	…		SN	17.8		16.0		15.0		10.4		4.2	
	16		平均	16.8		15.2		14.6		10.1		4.1	
3	5.6	6	EW	14.0	0.034 4	12.6	0.027 5	11.8	0.023 0	7.8	0.010 6		
	…		SN	15.6		14.0		12.4		8.6			
	13		平均	14.8		13.3		12.1		8.2			
4	7.6	8	EW	11.8	0.023 0	10.0	0.017 6	8.8	0.013 0	4.2	0.002 8		
	…		SN	12.4		11.2		9.4		4.2			
	11		平均	12.1		10.6		9.1		4.2			
5	9.6	10	EW	8.8	0.013 9	7.5	0.010 1	5.6	0.005 5				
	…		SN	10.0		8.5		6.2					
	9		平均	9.4		8.0		5.9					
6	11.6	11	EW	6.8	0.008 1	5.8	0.005 5	3.4	0.001 8				
	…		SN	7.6		6.0		3.4					
	8		平均	7.2		5.9		3.4					
7	13.6	14	EW	4.8	0.003 9	3.9	0.002 3						
	…		SN	5.2		3.8							
	5		平均	5.0		3.8							
8	14.6	17	EW	1.9	—	1.6	—		—				
	…		SN	1.9		1.6							
	2		平均	1.9		1.6							
梢底直径		材积	—	1.9	0.000 1	1.6	0.000 0	2.2	0.000 2	2.1	0.000 1	12	0.000 0
梢头长度				0.6		0.6		1.3		…		1.0	
树干材积			—	—	0.206 9	—	0.166 5	—	0.133 3	0.069 5	0.012 9		
各龄阶树高					15.2		15.2		13.9	9.6		5.0	

3. 各龄阶树高的推算 过去各龄阶的树高, 不易直接测得, 通常用下列两种方法推算。

(1) 图解法。树龄与各圆盘年数之差, 即为达此断面高所需的年数。以横坐标表示

各圆盘断面高所需的年数，以纵坐标表示树高，绘树高曲线图，把所定出的坐标点连接起来，即得树高生长过程曲线（不用修匀），如图 2-4-13 所示。

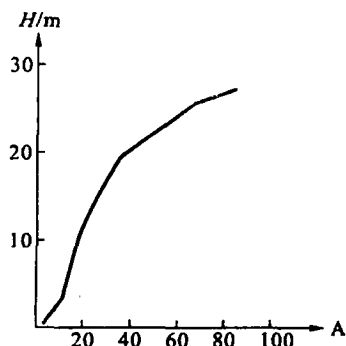


图 2-4-13 树高生长曲线图

欲求某一年龄的高度，在横坐标轴上找出这一年龄的位置，通过此点作一垂线与曲线交于一点，此点的纵坐标即为所求该年龄的高度。

(2) 计算法。根据各断面之年数及圆盘高，用内插法计算。例如，3.6m 断面需 3 年，5.6m 断面需 6 年，两断面高相差 $5.6 - 3.6 = 2\text{m}$ ，年龄相差 $6 - 3 = 3$ 年，则 5 龄阶树高为

$$3.6 + \frac{5.6 - 3.6}{6 - 3} \times 2 = 4.9 \quad \text{或} \quad 5.6 - \frac{5.6 - 3.6}{6 - 3} \times 1 = 4.9$$

其他龄阶的树高皆按上法计算。上述两种方法所得结果，不一定相等，但误差很小，由于图解法简单迅速，一般多用之。

4. 绘制树干纵剖面图 以横坐标为直径，纵坐标为树高，在各断面高的位置上，按各龄阶直径的大小，绘成树干纵剖面图。绘图时，树高与直径的比例要选择适当，以便反映出树干的形状。一般树高比例为 1:100，直径比例为 1:4，即树高与直径之比为 25 倍。绘图时应先用铅笔描绘，最后着墨。

其具体做法是：先在图上的适当位置画一条纵线，表示干轴，在纵线上按规定的比例定出各断面高度点，以及各龄阶的树高点。再通过各断面高度点绘出与纵线垂直的平行横线，表示各圆盘断面的位置。然后根据树木直径、树高生长过程表每一高度的断面上各龄阶直径的平均值的一半，在相应高度的横线上，从纵线向两侧按比例算出半径。再把上下各个断面上属于同龄阶的直径端点连接起来，并连接纵线上各龄阶的高度点，这样就绘出了各龄阶的干形纵断面图，其外层的树皮，可用短斜线表示，以区别于各个龄阶的木材部分。各龄阶的梢头用短横线表示，在根颈断面的横线上，于干轴两侧注明龄阶。在树干纵剖面图的左侧注明各区分段距根颈的高度，右侧注明各区分段中央断面距根颈的高度，如图 2-4-14 所示。

树干纵剖面图是树干解析的重要成果之一，它不但显示出树木各龄阶的树高、直径及干形的变化情况，还可以从图中量取以前各龄阶的梢底直径，以便计算各龄阶树干的梢头材积。

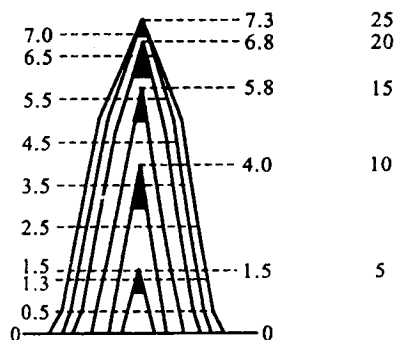


图 2-4-14 树干纵剖面图

5. 各龄阶材积的计算 各龄阶材积等于 2.6m 段材积、各 2m 段材积和梢头木材积之和。2.6m 段材积可用 2.6m 段材积表查出；2m 段材积用 2m 段材积表查出；梢头木材积用梢头木材积表查出。要计算梢头木材积，就需要知道梢头木长度和梢底直径两个因子。梢头木长度和梢底直径的推算，有图解法及计算法两种。图解法是在树干纵剖面图上，按照绘图时的比例，可测量出各龄阶的梢头木长度和梢底直径。现将计算方法介绍如下：

(1) 梢头长度的计算。各龄阶的梢长等于各龄阶的树高减去各区分段长度之和。

(2) 梢底直径的计算。确定各龄阶梢底直径，因梢底不在圆盘上（整株的梢底除外），可在图上按比例量取或间接推出。推出的方法有下面两种情况：第一，梢长超过 1m，梢底上下都有圆盘直径时，用平均法；第二，梢长不足 1m，梢底上面没有圆盘直径时，用下面直径和相应高度按比例求出。

梢头材积从梢头材积表中查出。

最后把每个龄阶的 2.6m 段材积、各 2m 段材积、梢头材积相加，即得各龄阶的树干材积。

6. 编制各调查因子生长量汇总表 根据表 2-4-8 和图 2-4-13，用生长量公式分别计算各龄阶的树高、直径和材积总平均生长量和定期平均生长量。用普莱斯勒生长率公式计算各龄阶的材积生长率。用形数公式计算各龄阶的形数。把计算结果填入表 2-4-10 相应栏中。

7. 绘制各种生长量曲线图 以横坐标表示年龄，以纵坐标表示直径、树高、材积各种生长量，确定适当的比例尺，根据表 2-4-10 各调查因子生长量汇总表的数据，分别点绘出平均生长量和连年生长量曲线图等，以供分析研究时使用。点绘后用直线连接，不必修匀。

（三）树干解析的作用

将树干解析的全部图表加以系统整理、汇集成册，根据各项调查因子的生长过程，结合环境条件和经营措施，经过分析研究，作出调查鉴定。

表 2-4-10 各调查因子生长量汇总表

树龄	胸 径/cm			树 高/m			材 积/m ³			形 数	生长率
	总生长	连年生长	平均生长	总生长	连年生长	平均生长	总生长	连年生长	平均生长		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	7.1	1.42	1.42	5.0	1.0	1.00	0.012 9	0.002 6	0.002 6	0.652	40.0
10	14.0	1.38	1.40	9.6	0.92	0.96	0.069 5	0.011 3	0.007 0	0.471	27.5
15	16.6	0.52	1.11	13.9	0.86	0.93	0.133 3	0.012 8	0.008 9	0.448	12.6
19	18.8	0.38	0.95	1.52	0.33	0.80	0.166 5	0.008 3	0.008 8	0.426	5.5
(19)	19.7			15.2			0.206 9			0.446	

(1) 可以根据材积平均生长量和连年生长量两条曲线相交的年龄来判断其数量成熟龄。根据生长量的大小可与其他树种比较生长的快慢。

(2) 根据大量的树干解析材料,通过综合分析,了解林木的生长过程对立地条件的要求,为造林树种、造林地段的确定,以及抚育采伐时期、采伐强度和丰产措施等提供科学依据。

(3) 树干解析材料为编制生长过程表,立地指数表提供可靠的资料。

(4) 根据年轮宽窄的变化,推测过去气候的情况,验证和补充气象记录之不足,如气温和降水量等。推测林木病虫害、火灾、干旱、水涝的为害情况,分析和找出林木生长不正常的原因便采取有力的防治措施,恢复和促进林木的快速生长。

第五章 林分调查

第一节 林分调查因子的测定

一、林分的概念

林分是指内部结构特征相同，并与四周有明显区别的森林地段（小块森林）。林分是区划森林的最小地域单位，也是森林经营管理的基本单位和森林测定的基本对象。而森林分子则是森林调查的基本单位，所谓森林分子是在同一立地条件下生长发育起来的，同一树种、同一起源、同一年龄世代的林木。只有将森林划分成林分，才能正确认识森林以及森林分子在整个生长过程中各种因子的变化及其内部结构规律，才能正确认识和经营管理好森林。

二、同龄纯林胸径及树高的分布规律

林分内的树木并不是杂乱无章地生长着的，不论是天然林，还是人工林，在未遭受到严重的干扰（如自然因素的破坏及人工采伐等）的情况下，林分内部许多特征因子都具有一定的分布状态，而且表现出较为稳定的结构规律。在林分结构中，又以同龄纯林的结构规律为基础，而复层异龄混交林的结构规律要复杂得多。这里着重介绍同龄纯林株数随胸径、树高的分布规律。

（一）同龄纯林的胸径结构规律

胸径结构是林分最基本的结构。在同龄纯林中，各株树木之间由于遗传特性和所处的具体立地条件等的不同，使得它们在大小、形状等各方面都必然会产生某些差异。当林木株数达到一定数量（200株左右）时，这些差异在正常情况下会相当稳定地遵循一定的规律。

（1）中等大小的林木占多数，向两端（最粗、最细）逐渐减小，例如表2-5-1。株数按直径分布序列可绘成株数分布曲线，它具有近似正态分布的特征，如图2-5-1。