

全国中等林业学校教材

测 树 学

浙江省林业学校 主编

林 业 专 业 用

中国林业出版社

全国中等林业学校教材

测 树 学

浙江省林业学校主编

全国中等林业学校教材

测 树 学

浙江省林业学校主编

中国林业出版社出版（北京西城区刘海胡同7号）
新华书店北京发行所发行 河北遵化县印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 11印张 250千字

1984年6月第1版 1990年2月遵化第6次印刷

印数 75,021—90,630册 定价 2.00元

ISBN 7-5038-0109-3/S·0071



前 言

测树学教材是在林业部和全国中等林校林业专业教材编审委员会的组织下，根据1982年林业部颁发的中等林校林业专业（四年制）教学计划和测树学教学大纲（林业专业四年制适用）编写的。教材初稿于1982年11月完成，同年12月下旬在福州市进行审稿，1983年6月定稿。

本教材由浙江林校诸葛俨主编并编写绪论、第一、第二、第四、第五章；第六、第七章由黄山林校郝纪鹤编写；第三章由福建林校陈传馨编写；第八、第九章分别由南京林校虞岳世和黄清民编写。

参加本书审稿的有：东北林学院白云庆、北京林学院宋新民、福建林学院邱学清、林业部调查规划院司洪生、辽宁林校李昌言、牡丹江林校许荣凤、山东林校马存生、四川林校邹泽纯、湖南林校周良策、福建林校汪国良、合肥林校郭永台。审稿会由马存生主持。在审稿期间，得到福建省林业厅和福建林校的大力支持，在此深表谢意。

本课程涉及知识面广，编者水平有限，其中有内容不当或错误之处，恳请读者给予批评指正。

编 者

1983年6月

目 录

绪 论	(1)
第一章 伐倒木材积测定	(4)
第一节 树干的形状	(4)
一、树干横断面形状	(4)
二、树干纵剖面形状	(6)
第二节 伐倒木求积公式	(8)
一、平均断面求积式	(8)
二、中央断面求积式	(11)
三、中央断面区分求积式	(12)
第三节 树干长度和直径的测定	(14)
一、长度的测定	(14)
二、直径的测定	(15)
三、测径和测长的误差对计算材积的影响	(18)
第四节 原条、原木材积测定	(20)
一、木材标准	(20)
二、原条材积测定	(22)
三、原木材积测定	(23)
第五节 薪材及枝条材积的测定	(26)
一、测定薪材及枝条材积的意义	(26)
二、测定薪材及枝条材积的方法	(26)
第二章 立木材积测定	(30)
第一节 立木高度测定和树干任意高度标定	(30)

一、勃鲁莱测高器.....	(30)
二、克里斯登测高器.....	(36)
第二节 立木直径的测定.....	(40)
一、测定胸高直径.....	(40)
二、测定上部直径.....	(41)
第三节 形数与形率.....	(48)
一、胸高形数.....	(48)
二、形率.....	(51)
三、形数和形率的关系.....	(53)
四、实验形数.....	(57)
第四节 立木材积计算.....	(59)
一、用形率法求积.....	(59)
二、用近似公式求积.....	(59)
三、用望高法求积.....	(60)
第三章 林分调查因子的测定.....	(64)
第一节 林分主要调查因子.....	(64)
一、林木起源.....	(64)
二、树种组成.....	(65)
三、平均年龄.....	(65)
四、平均直径.....	(69)
五、平均高.....	(70)
六、立地质量指标.....	(73)
七、林分疏密程度指标.....	(77)
八、出材率等级.....	(81)
第二节 森林分子结构规律.....	(83)
一、林木直径分布规律.....	(84)
二、树高分布规律.....	(87)
三、林木材积分布规律.....	(89)

第三节 标准地调查	(92)
一、标准地调查概述.....	(92)
二、标准地的选取原则.....	(93)
三、标准地的设置和测量.....	(93)
四、标准地调查.....	(96)
第四章 角规测树	(102)
第一节 简易(水平)角规	(102)
一、简易角规的构造.....	(102)
二、角规使用方法和原理.....	(103)
三、角规测树的注意事项.....	(112)
第二节 棱镜角规	(113)
一、棱镜角规的构造与使用方法.....	(113)
二、棱镜角规的设计原理.....	(114)
第三节 望远测树仪	(115)
一、仪器结构.....	(115)
二、使用方法.....	(117)
第五章 林分蓄积测定	(122)
第一节 蓄积量的测定	(122)
一、林分蓄积量的概念.....	(122)
二、林分蓄积量的测定方法.....	(122)
三、一元材积表的编制.....	(133)
第二节 材种出材量的测定	(141)
一、材种出材量测定概念.....	(141)
二、用样木造材法推算材种出材量.....	(141)
三、用出材量表法测定材种出材量.....	(144)
第三节 林分重量测定	(146)
一、回归估计法.....	(147)
二、标准木法.....	(151)

三、容积密度法法和比容积法	(152)
第四节 竹林调查	(153)
一、竹林调查的意义和特点	(153)
二、毛竹林分调查	(153)
第六章 树木生长量测定	(164)
第一节 生长量的种类	(165)
一、连年生长量	(165)
二、定期生长量	(165)
三、总生长量	(166)
四、总平均生长量	(166)
五、定期平均生长量	(166)
第二节 伐倒木生长量测定	(166)
一、树高生长量测定	(166)
二、直径生长量测定	(167)
三、材积生长量测定	(168)
第三节 连年生长量与平均生长量的关系	(170)
第四节 伐倒木生长率计算	(172)
一、生长率的概念	(172)
二、生长率公式	(172)
三、生长率之间的关系	(175)
第五节 立木生长量测定	(178)
一、测定立木树高、直径生长量	(178)
二、测定立木生长率	(179)
三、测定立木材积生长量	(181)
第六节 树干解析	(182)
一、树干解析的概念	(182)
二、外业工作	(183)
三、内业工作	(186)

四、树干解析主要指标分析	(190)
五、树干解析材料的应用	(192)
第七章 林分生长量调查	(197)
第一节 林分生长量的概念	(197)
一、林分生长量概述	(197)
二、林分生长量的种类	(197)
三、林分生长量之间的关系	(199)
第二节 林分生长量测定	(200)
一、测定林分胸径生长量	(200)
二、测定林分蓄积生长量	(202)
第三节 林分生长过程	(208)
一、林分生长过程的特点	(208)
二、林分生长过程表的应用	(209)
第四节 同龄纯林收获表	(214)
第八章 遥感图象在森林调查中的应用	(216)
第一节 航空象片的基本知识	(216)
一、航空象片的种类及其特点	(216)
二、航空象片的标记及质量要求	(217)
三、航空象片的构象特性	(219)
四、象片影象的投影差	(221)
五、航空象片的有效面积和使用面积	(222)
六、航空象片的比例尺	(223)
第二节 航空象片的立体观测	(226)
一、立体观察的原理	(226)
二、航空象片的立体镜观测	(227)
三、立体模型的变形	(229)
第三节 航空象片的森林判读	(230)
一、森林判读的概念及种类	(230)

二、森林判读的依据	(230)
三、非林地和无林地的判读	(235)
四、有林地的判读	(238)
第四节 卫星象片概述	(260)
一、卫星象片的概念及其标记	(260)
二、卫星象片的特性	(262)
三、卫星象片的判读	(265)
第九章 森林抽样调查方法	(267)
第一节 森林抽样调查概述	(267)
一、抽样调查概念	(267)
二、森林调查的现状及其发展	(269)
第二节 简单随机抽样	(269)
一、简单随机抽样的概念	(269)
二、简单随机抽样的估计值	(270)
三、简单随机抽样的工作步骤	(274)
四、简单随机抽样的应用	(285)
第三节 系统抽样(机械抽样)	(286)
一、系统抽样的概念	(286)
二、系统抽样的工作步骤	(286)
三、系统抽样的应用	(291)
第四节 分层抽样	(295)
一、分层抽样的概念和特点	(295)
二、分层抽样的主要步骤	(297)
三、森林分层抽样调查	(314)
第五节 回归估计	(317)
一、回归估计的概念	(317)
二、回归估计的工作步骤	(317)
三、回归估计的应用	(327)

第六节 点抽样	(328)
一、点抽样的概念	(328)
二、点抽样的工作步骤	(328)
三、点抽样的应用	(335)
第七节 六株木法抽样	(335)
一、六株木法抽样的概念	(335)
二、六株木法抽样的工作步骤	(337)
三、六株木法抽样的应用	(340)
参考书目	(342)

绪 论

测树学是以树木和林分为对象，研究和测算其材积或蓄积量、出材量、生长量、重量以及林产品的理论和方法的学科。它的任务是对树木和林分进行数量和质量的评价，阐明林分分布和生长的规律。随着遥感、电算及数理统计等的广泛应用，林业上有可能对大面积的森林资源作比较全面的宏观调查，以及时掌握森林变化动态，预测其发展趋势。这些都将为国家和林业部门拟定林业发展规划，确定森林经营技术措施，合理地利用森林资源，扩大林业再生产等提供数据和理论依据。因此，测树学是清查森林资源的一门学科；同时在林学领域内，它是各林业学科对森林进行研究、分析的基础知识。

本教材共分九章，可概括为以下五部分：

1. 树木（伐倒木和立木）的单株测定（第一、第二章）；
2. 林分调查（第三、第四、第五章）；
3. 树木和林分生长量测定（第六、第七章）；
4. 遥感图象的应用（第八章）；
5. 森林抽样调查（第九章）。

树木的单株测定是林分调查（包括生长量测定）的基础。根据树木存在的状态（伐倒木或立木）和测定条件的不同，从分析树干形状或形状指标入手，分述单株树木两类不同测算方法。其次，在伐倒木测定中还介绍了原条与原木作

为商品材的测定方法及薪材和枝条等不规则材的测定方法。

林分调查是测树学的中心内容，是森林资源数量与质量鉴定的基本方法。在阐述与研究森林结构规律的基础上，介绍了林分各调查因子的测定原理与方法。其重点是林分的主要数量指标——蓄积量的测定。由于国家建设对木材规格和品种要求的多样性，在测定蓄积量的同时，还要进行质量鉴定，因此，对林木材种结构和材种出材量的测定方法也作了介绍。近二十年来角规测树，无论在理论上及工具研制上都有很大发展，已为世界各国在森林调查中普遍采用。

生长量测定，主要研究树木和林分有关生长的理论和调查方法。在林业生产中不仅要知道当前的林木蓄积量，还要知道林木蓄积量随着时间的推移而产生的变化，即需要研究林木生长过程、生长的数量及生长规律。

遥感图象与森林抽样调查等新技术和新方法的应用，对加快森林资源清查，节省调查费用，提高调查质量都有显著的效果。

测树学是一门偏重于林木测算与统计分析的学科，需要有数学与数理统计的知识。在研究树木和林分结构规律和生长规律时，测树学和树木学、森林生态学有密切的联系；当确定材种出材量，鉴定木材质量时，又要有木材学、木材商品学和森林保护学的基础知识；在进行大面积森林调查时，往往要借助于测量与遥感的图象材料；在图象判读时，有关摄影学、现代光学物理、物候学、地貌学等知识是很有益的。测树学和森林经理学的关系最为密切。在开展森林经理调查中，测树材料是编制森林施业案的主要依据。

当今森林调查现代化的主要标志是电算的应用，森林资源信息系统的建立，抽样技术的迅速发展，最优数学模型的选用以及精密仪器的研制等，有可能改变某些旧有的测树方

法，使繁重的外业调查和制表工作大为减少，测树调查的理论和方法将提高到一个新的水平。

第一章 伐倒木材积测定

每株树木都由树根、树干和树冠三部分组成。其中树干平均占树木材积的三分之二，是树木经济利用的主要部分。因此，在测树学中无论是对伐倒木或立木，都以树干为研究和测定的主要对象。

伐倒木在商品材的调拨、购销中，常经初步加工为原条和原木。它们是树干的另一种形式，具有与全树干不同的特点和测定方法。此外还有薪材、化学加工用的小径木、树根及树皮等，它们也各有不同的测算要求与特点。

本章着重于整个树干材积的测定，因为它是求算蓄积量、生长量及测树制表工作的基础。

第一节 树干的形状

树干的形状，一般有通直、弯曲、尖削和主干是否明显之分。由于树木受自身因素和环境条件的影 响，就一株树来说，树干各部位的形状也不一样。

为使树干的体积能用数学方法进行测算，需要对树干横断面和纵断面的形状加以分析，以确定树干形状的表达式，进而得出求算树干材积的公式。

一、树干横断面形状

假设通过树干的中心有一条纵轴线。与树干纵轴垂直的

横切面，叫做树干的横断面，它的形状随着所在部位不同而异。干基断面因受根部扩张的影响，形状极不规则。沿树干逐渐向上，其形状近于椭圆形或圆形（图1—1）。

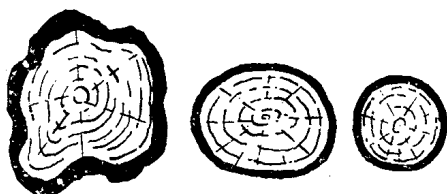


图1—1 树干横断面形状

经研究证明，若用圆或椭圆公式计算树干横断面面积，都可以得到近似的结果，但其数值常常偏大。

为便于实际测算，通常采用圆面积公式（1—1式）。经实验证明，当测定树干株数较多时，按圆形或椭圆形计算树干横断面面积的平均误差，一般不超过3%。

树干横断面的半径不易直接测定，一般都量测直径。以直径来表示的圆面积公式为：

$$g = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 = \frac{\pi}{4} d^2 = 0.7854 d^2 \quad (1-1)$$

或
$$g = 0.7854 \left(\frac{d}{100} \right)^2 = 0.00007854 d^2$$

式中： g ——树干横断面面积； d ——树干直径； π ——圆周率。

树干上某些位置的横断面，因受枝节、损伤的影响和近于基部的横断面，形状颇不规则，偏离圆形较大，可取其长径 a 与短径 b 的平均值作为横断面的直径求算断面面积，则式1—1改写为式1—2：

$$g = \frac{\pi}{4} \left(\frac{a+b}{2} \right)^2 = 0.7854 \left(\frac{a+b}{2} \right)^2 \quad (1-2)$$

或

$$g = 0.0007854 \left(\frac{a+b}{2} \right)^2$$

据 B·胡希教授的意见，为得到椭圆树干的真实横断面积，合理的平均数，是长短轴的几何平均数 $\sqrt{a \cdot b}$ ，而不是算术平均数 $\frac{a+b}{2}$ 。实际上，就是在量取长、短径后代入椭圆形面积公式计算，即：

$$g = \frac{\pi}{4} ab$$

在树干横断面积一般测定中，也可取互相垂直的两个直径的平均值代入式 1-1 计算。

为了简化直径和断面积的换算，可直接从“直径-圆面积表”中查得与直径相对应的圆面积，或反查与圆面积相对应的直径。

二、树干纵剖面形状

沿树干的干轴纵向剖开，即得树干的纵剖面（或纵断面）。其外缘形成近似对称的曲线称为干曲线（图1-2）。这条曲线是变化不定的，自树干基部向梢端，大体呈凹曲线、平行于干轴的直线、抛物线和相交于干轴的直线等四种线型。

树干可以看作是干曲线以干轴为轴的旋转体型的干型分别近似于截顶凹面体、圆柱体、截顶抛物线体和圆锥体。可见干曲线是一种多变化的不规则曲线，难于找到一个能确切地、全面地表示这些曲线特性的方程。