

高等林业院校交流讲义

测 树 学

北京林学院森林经理教研组编

农 业 出 版 社

高等林业院校交流讲义

測 樹 学

北京林學院森林經理教研組編

林业专业适用

高等林业院校交流讲义

测 树 学

北京林学院森林经理教研组编

农 业 出 版 社 出 版

北京老钱局一号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第106号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

农业出版社印刷厂印刷装订

统一书号 K15144.294

1962年5月北京制型

1961年9月初版

1965年10月北京第二版第四次印刷

印数 7,001—8,000册

开本 787×1092毫米

十六分之一

字数 355千字

印张 十六又二分之一 插页一

定价 (科五)一元六角

前 言

这本测树学讲义的内容和系统,除依照高等林学院(校)测树学一般教学大纲的要求外,由于森林分子学说是测树调查的重要理论基础,因此在这本教材里充实了这方面的内容,并以森林分子学说为体系,系统地阐述林分调查的全部工作方法。同时,因近几年来,国内外测树学的新发展,对新技术有介绍的必要,因此对运用可变标准地(角规测树法)方面,在标准地一章作了较为系统的阐述。

根据上述情况,并考虑到教学效果,在编排系统上(特别是第二篇)作了相应的改变,适当地压缩了第一篇“单株树木及木材产品的测定”部分,增加了第二篇“林分调查”的篇幅。在编写方法上,是根据理论与实际相结合的原则,对各种调查辅助用表的编制技术过程,只作了简单扼要的说明。

但限于编者的水平和掌握的资料不够充足,本书内容只是以天然林为主要论述对象,对于人工林、次生林、热带和亚热带闊叶混交林方面,很少论述。另外,在文字方面,因时间关系,未能进行推敲和修辞工作,因此词不达意、说理欠通之处在所难免。所有这些,我们诚恳地希望各兄弟林业院校的老师和同学们提出宝贵意见,多加批评和指导。

編 者

一九六一年六月

目 录

前言

緒論	1
----------	---

第一篇 單株树木及木材产品的測定

第一章 伐倒木材积測定	5
第一节 树干的形状	5
第二节 伐倒木求积公式的确定	9
第三节 伐倒木的測定工具	15
第四节 測量誤差对材积的影响	16
第二章 单株立木材积測定	18
第一节 单株立木測定的特点	18
第二节 形数及立木材积概念	18
第三节 形率和直径率	23
第四节 形数与形率的关系及形数表	26
第五节 測定树高的工具——測高器	29
第六节 上部直径的測定	34
第七节 立木材积計算	36
第三章 木材产品的測定	38
第一节 伐倒木造材	38
第二节 原木材积測定	41
第三节 薪材的測定	45
第四节 伐根和树皮材积的測定——称重法和測容法	46

第二篇 林分調查

第四章 森林分子	49
第一节 林分与森林分子的概念	49
第二节 株数按直径分布規律	51
第三节 森林分子的平均直径	54
第四节 树高变化規律	57
第五节 森林分子平均高的确定	59
第六节 形数和形率的变化規律	61
第七节 材积变化規律	62
第八节 森林分子的径阶結構	64
第九节 株数百分累积数和調查因子相对值	65

第十节 森林分子林木結構規律在理論上与实践上的意义	71
第五章 林分調查因子的測定	73
I. 林層的調查因子	
第一节 林层	73
第二节 树种組成及优势树种	75
第三节 年齡、齡級与年齡世代	78
第四节 林层平均高	80
第五节 林层疏密度	81
第六节 林层蓄积量	84
II. 整个林分的調查因子	
第七节 地位級	85
第八节 林型	88
第九节 小結	89
第六章 标准地	91
I. 标准地	
第一节 标准地概述	91
第二节 标准地的設置与測量工作	92
第三节 标准地調查工作	94
第四节 标准地作业中的其它工作	103
II. 可變标准地(角規測樹法)	
第五节 可变标准地概述	104
第六节 每公頃胸高总断面积的測定	105
第七节 每公頃株数的測定	110
第八节 平均高的測定	113
第九节 可变矩形标准地	116
第十节 可变标准地的評價	124
第七章 蓄积量的測定	126
第一节 概述	126
第二节 用标准木法測定蓄积量	127
第三节 用材积表法測定蓄积量	133
第四节 用标准表測定蓄积量	145
第八章 材种出材量的測定	151
第一节 材种出材量測定的意义	151
第二节 森林分子材种結構規律及影响材种出材量的因子	152
第三节 用計算木法推算材种出材量	157
第四节 用材种表測定材种出材量	159

第五节	用出材量表测定材种出材量	167
第六节	材种出材量测定方法的比较和选择	171

第三篇 生長量的測定

第九章	树木生長量的測定	175
第一节	树木生長量的概念	175
第二节	树木年齡的測定	177
第三节	生長量的种类	178
第四节	連年生長量与平均生長量的关系	179
第五节	伐倒木生長量的測定	180
第六节	生長率	182
第七节	立木生長量的測定	185
第八节	树干解析	187
第十章	林分生長量測定及林分生長过程	198
第一节	林分生長的特点	198
第二节	林分生長量的測定	201
第三节	单层、同齡、純林林分生長过程	208
第四节	复层、异齡、混交林生長过程	218

第四篇 森林調查

第十一章	森林資源清查	223
第一节	調查設計等級的确定和森林的区划与測繪	223
第二节	小班的概念及划分小班的依据	225
第三节	小班調查	228
第四节	調查簿及圖面材料的編制	236
第五节	森林清查資源統計表的編制	238
第十二章	航測材料在森林資源清查工作中的应用	240
第一节	航測材料在森林資源清查工作中的应用	240
第二节	航空照片的森林判讀	242
第三节	应用航測材料进行林班的区划設計工作	245
第四节	利用航空照片区划小班	247
第五节	应用航測材料的森林資源清查外业工作	249
第六节	利用航空照片編制林业基本图	252
第十三章	伐区調查	254
第一节	伐区区划前的准备工作	254
第二节	伐区区划及伐区測树調查工作	254
第三节	伐区蓄积量与材种出材量的計算	257
主要参考資料		260

緒 論

林业是国民經济的一个組成部分，它的发展規模和速度必須和其它国民經济部門相适应、相配合。为了滿足社会主义国民經济建設对木材需要的不断增长，合理地开发利用現有森林資源，并积极扩大森林資源，就需要查清它的分布情况，需要作出数量和質量上的鑑定，以便給国家計劃部門在安排国民經济发展計劃、給林业部門拟定林业发展規劃和編制森林經營利用方案时，提供可靠的数据。

測樹学的目的与任务就是在研究林木結構規律，并不断改进測樹工具的基础上，提出有关調查和鑑定森林的各种測樹技术和方法，以便多快好省地查清森林資源的数量和質量。

对森林資源的調查、鑑定和分析，应包括数量和質量两个方面。在測樹学中，森林資源数量的測定主要是指調查森林資源的蓄积量。由于国民經济各个部門对木材規格和品种要求的多样性，因而在測定数量的同时，还必须进行質量上的鑑定。只有这样的調查成果，才能符合国民經济各个部門的需要，才能为編制和实施森林經營利用方案提供全面的数据。

此外，在林业生产中，为了合理地組織森林經營，也首先需要摸清森林資源情况，确定不同树种、不同年齡、不同立地条件和不同材質的各个林分所占的面积及其分布情况，掌握它們的蓄积量、生长量和林分状况等調查材料。因为这些材料是拟定各种林业措施，确定采伐年齡和采伐量的重要依据之一，例如，在設計营林措施时，对撫育采伐地点的选择、造林設計和防火設計等一系列的問題，都要用到森林調查的成果，如調查簿、林相图等。在森林工业方面，在安排采伐基地、木材加工企业、林化工厂时，也要用到森林調查的成果。只有这样，才能根据森林資源情况和国家的需要与可能来确定其生产規模和配置地点，才能保証最合理、最經濟地利用森林資源。

由此可見，測樹学是为林业生产服务的一門应用科学，并且它同測量学和航測及航空在林业中的应用兩門学科都是森林資源清查工作中的主要工具。

測樹学的内容，可以概括为四个部分：

1. 单株树木的測定；
2. 林分調查；
3. 树木和林分生长量的測定；
4. 森林調查。

第一部分除了包括单株树木的測定方法外，还分析了与測定方法有关的树干形状，并介紹了主要測樹工具的基本原理和使用方法。这一部分是进一步研究林分調查和森林調查的

基础。由于对单株树木的材积进行测定时,总是遇到以下两种情况:計算伐倒木的材积和測定立木的材积,因此,根据測定对象的不同,单株树木的測定又分成伐倒木測定和立木測定两个部分。

第二部分林分調查方法是測樹學所研究的基本內容。在这一篇里,將系統闡述以森林分子學說为体系的林分調查方法。測樹學的任务既然是要精确地調查森林的数量和質量,但由于森林是由許多不同的林分所組成,在林分內部仍有复杂的林木結構,因此在这一部分还包括有关研究林木結構規律的內容。在闡述与研究森林分子結構規律的基础上,又进一步介紹了各調查因子的測定方法和原理。此外,由于近年来在測樹調查方法和工具方面都有了新的发展;同时,考慮到目前我国在林业經營强度較为集約的地区需要提高調查精度,在条件許可的情况下,应由目測調查方法逐漸向实测法过渡。因此,在这一篇里較为詳細地闡述了角規測樹的原理和方法。此外,对林木材种結構規律及材种出材量的測定方法也作了專門的介紹。

在林业生产中,很重要的一点,不仅要知道当前的林木蓄积量,而且还需要知道林木蓄积量随着時間的推移而产生的变化。也就是說,需要知道林木的生长过程、生长量及其生长規律。在了解并掌握了林木生长規律之后,才能采取有效的林业措施,才能正确地确定采伐年齡和采伐量。第三部分的內容正是研究有关生长的理論和調查方法。

第四部分森林調查的对象,通常是大面积的林区,而它們又是各种地类和不同林分的綜合体,为了要相当精确地調查与測定林区各类土地面积和森林蓄积量及其材种出材量,因此在最后一部分,除了全面概括地介紹森林調查工作的基本內容外,其中着重闡述了小班的概念、区划依据和調查方法;同时也扼要地闡述了伐区木材蓄积量和材种出材量的測定方法和步骤。

測樹學与其他許多学科有着密切关系。在研究单株树木和林木的生长規律时,測樹學和树木學及森林學发生密切的联系。为了鑑定森林立地条件、評定森林在質量和数量方面的生长能力,又需要应用土壤學的知識。当鑑定木材質量和确定材种出材量时,又必須利用木材學、森林病理學与木材商品學的知識。在进行大面积的森林調查时,測樹工作又往往要运用測量与航空測量的材料。測樹學与森林經理學的关系更为密切,測樹調查工作是森林經理工作不可缺少的一个組成部分,在編制森林經營利用方案、拟定林业发展規劃时,主要是以森林調查材料为依据的。此外,在研究林木結構規律以及进行各項測定和計算工作时,还要广泛地运用高等数学和数理統計學方面的知識。

我国劳动人民在长期的生产实践中,积累了丰富的測樹調查的知識和經驗。早在公元前740年的春秋战国时代就曾以“把”、“握”、“围”来衡量树木的大小;在明朝,江西地区在木材生产和交易上开始应用“龙泉碼价”,这都是我国劳动人民在測樹學方面的貢獻。但是,由于过去封建統治階級长期的統治,劳动人民所創造的这些測樹技术方法,却未能得到应有的重視和发展。

解放后在党的领导下,林业才成为社会主义经济建设的一个重要组成部分。随着我国大规模经济建设的开展,党和政府对森林调查工作给予了极大的重视,建立了森林调查队,在全国各主要林区开展了大规模的森林调查工作。十多年来,通过森林经理调查、森林资源调查和航空目视调查等工作,已基本上查清了全国的森林资源情况。这就为开发、建设林区及森林经营管理提供了必要的资料。

随着我国林业建设的开展,通过各项生产实际工作和科学研究工作,测树调查的技术和方法也有了不断的提高。1954—1955年在苏联专家的帮助下,进行了航空摄影测量并应用航空照片进行了森林的地面调查。同时,为满足森林调查工作的需要,编制了全国各主要树种的标准表、树高级表、立木材积表、生长过程表、材种表、材种出材量表和地位级表等。通过这一系列的工作,不仅完成了国家的生产任务,培养了一批掌握先进的测树理论和技术的专业队伍,而且为结合我国具体情况,进一步解决人工林、次生林、针阔叶混交林和亚热带阔叶混交林等测树技术和理论问题打下了基础。

由于我国自然地理条件复杂,各地区的森林自然情况差别很大。在分布上既有亚寒带针叶林,也有亚热带阔叶混交林;既有平原地区的软阔叶林,也有高山针叶林;既有天然林,又有人工林和次生林等区别。此外,我国南方尚有竹林和特用经济林等。所有这些森林,都具有不同的自然和经济特点。所以,如何研究这些对象的生长、结构规律,并因地制宜地、结合不同的自然、经济和经营特点,采用不同的调查方法和技术,就成了当前测树学应该进行研究并加以解决的新课题。

第一篇 单株树木及木材产品的测定

树木依其自然形态可分为树干、树冠和树根三部分。按木材经济价值的大小，又可以把树干分为经济材、薪炭材和废材。

树木的树干、树冠和树根三部分的体积之比例不同。一般树干部分平均占树木体积的 $\frac{2}{3}$ ，而树冠和树根各占 $\frac{1}{6}$ 左右。从利用上看，树干的值最高，因此，在测树学中通常是以树干为研究和测定的主要对象。

树木伐倒以后，砍去枝桠，留下的净干称为伐倒木；而生长于地面上的树木称为立木。虽然同样是树干，但由于它们存在的条件不同，从而产生了不同的测定方法。

伐倒木通常不是木材的直接使用形式。在经济建设中使用的木材（如电杆、矿柱、枕木、樁木等），都是根据国家规定的标准，将伐倒木锯成不同的木段，这样的木段称为原木。它是树干的另一种形式，具有与伐倒木和立木不同的特点和测定方法。

木材产品中除了原木，还有作为燃料和木炭原料的薪材、化学加工用的小径木和树皮等。这些产品的最大特点是形状不规整，生产上要求的测定精度也不高；因此，测定方法又不同于伐倒木和立木。

由上述可知，从测树的角度来看，树干在不同的条件下，有其不同的测定特点，从而产生了相应的测定理论、方法和工具。

第一章 伐倒木材积测定

第一節 樹干的形狀

正立体几何体的体积，通常是根据底面积和高度计算的。不同形状的立体，虽底面积（G）和高度（H）相同，但体积并不相同。例如从以下几个式子中就能明显的看出：

圆柱体	$V_{\text{圓}} = GH$
拋物綫体	$V_{\text{拋}} = \frac{1}{2}GH$
圓錐体	$V_{\text{錐}} = \frac{1}{3}GH$
凹曲綫体	$V_{\text{凹}} = \frac{1}{4}GH$

所以当计算立体的体积时，除测量其底面积和高度以外，还要知道其立体的形状。

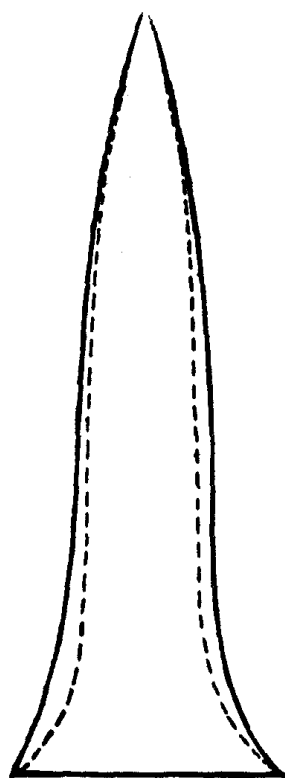


图1 落叶松干形比較图

测算树木的体积也是如此。例如底面积(0.1772m^2)和树高(21.6m)均相同,其体积之差竟达 0.1m^3 ($0.553\text{m}^3 - 0.453\text{m}^3$),这正是由于其树干形状不同而引起的(见图1)。

据上述可知,树干形状的研究是材积测定的基础。

树干横断面的形状 垂直于树干的切面为树干横断面。其形状一般多近于圆形或椭圆形,干基部分由于根部扩张的影响,形状是很不规则的。多次的科学研究,也证明可以用圆或椭圆公式计算树干横断面的面积。如 H.П.阿努钦的研究结果表明:针叶树的树干,在干基部分两个相互垂直的直径,平均相差3.7%,而在树干中央则相差3.1%。C.E. 奥歇特洛夫对云杉、松树和落叶松树干横断面形状的研究结果也表明:用圆或椭圆计算横断面面积时,都可以得到近似的结果,但所计算的面积常常偏大,如表1所示。

从表1可以看出,落叶松的偏差最大(3.45—5.25%),松树次之(1.77—2.71%),云杉的偏差最小(0.81—1.07%)。

表1 根据圆及椭圆公式计算树干横断面面积的偏差

樹 种	偏 差 性 質	根据最大、最小两个直径		根据相互垂直两个直径	
		按椭圆计算 $\frac{\pi}{4}ab$	按圆计算 $\frac{\pi}{4}\left(\frac{a+b}{2}\right)^2$	按椭圆计算 $\frac{\pi}{4}a_1b_1$	按圆计算 $\frac{\pi}{4}\left(\frac{a_1+b_1}{2}\right)^2$
云 杉	算 術 平 均 值	+0.81	+0.94	+1.04	+1.07
	最 大 正 数	+2.51	+2.68	+3.21	+3.23
	最 大 負 数	-0.39	-0.28	-0.30	-0.26
松 树	算 術 平 均 值	+1.77	+1.93	+2.66	+2.71
	最 大 正 数	+5.35	+5.46	+6.12	+6.13
	最 大 負 数	-0.51	-0.49	0.0	0.0
落 叶 松	算 術 平 均 值	+3.45	+3.55	+5.23	+5.25
	最 大 正 数	+5.45	+5.48	+7.91	+7.91

当测定树干株数較多时,用圓或橢圓計算树干的横断面面积,平均誤差都不超过 $\pm 3\%$,这样的誤差在測树工作中是允許的。因为用圓来計算更为方便,所以一般把树干横断面視為圓形。

树干上各部位横断面的大小是不同的,它的变化可以概括成下述三个部分:

1. 由梢端起至树冠中部或中下部,其断面是不断增大;
2. 由树冠中下部开始,增加量逐漸减小,大約在无枝部分的下部,保持穩定的状态;
3. 至树干基部,又急剧增大,愈近地面,直径增加的愈大。

树干縱断面的形状 通过树干的中心軸将树干縱向剖开,在縱断面上可以清楚的看到横断面半径(或直径)的复杂变化。这种变化可以用干曲綫來說明。所謂干曲綫,即树干横断面半径(或直径)端点的連綫,它对称地排列在树干中心軸的两边,如图2所示。

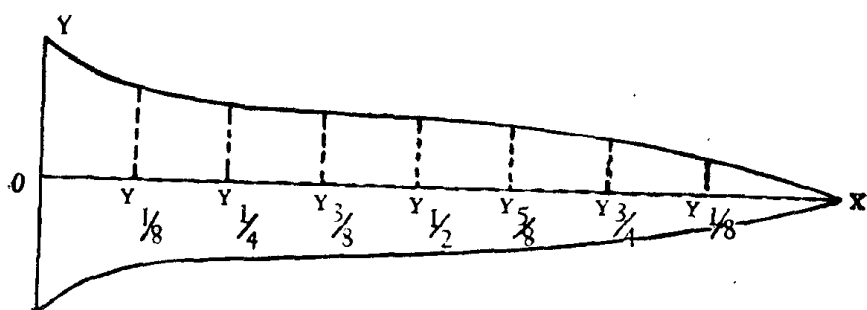


图2 干曲綫图

只要确定了干曲綫的数学方程式,按旋轉体并用积分的方法,即可找出計算树干材积的公式。

和横断面本身的变化一样,干曲綫的变化也是极复杂的,它不是由一种曲綫构成,而是

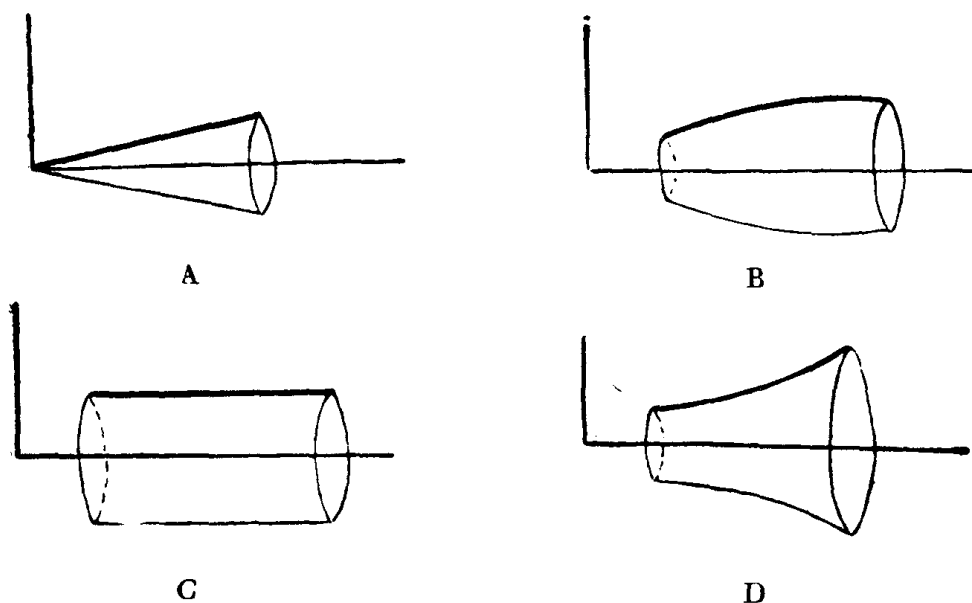


图3 树干不同部位的干曲綫及其旋轉体示意图

A. 相交于干軸的直綫, 圓錐体; B. 物拋綫, 拋物綫体; C. 平行于干軸的直綫, 圓柱体; D. 內凹曲綫, 凹曲綫体。

由几种异型曲线综合的结果。在近地面处横断面急剧变化的部分,形成内凹的曲线;横断面变化比较稳定的部分,形成与干轴平行的直线;其次为抛物线;至树梢附近则形成一条与干轴相交的直线,如图3所示。当这些曲线(包括直线)与干轴围成的平面绕干轴旋转时,可以形成如图3的几种正立体几何体:凹曲线体;圆柱体;抛物线体和圆锥体。

能够精确概括上述几种形状的曲线方程式为:

$$y^2 = Px^r$$

式中: y ——树干横断面的半径

x ——断面至梢端的长度

r ——形状指数

形状指数不同时,曲线方程式及其旋转所成的立体也不同(见表2)。

表 2

形 状 指 数	方 程 式	曲 线 类 型	旋 转 体
0	$y^2 = p$	直 线	圆 柱 体
1	$y^2 = px$	抛 物 线	抛 物 线 体
2	$y^2 = px^2$	直 线	圆 锥 体
3	$y^2 = px^3$	凹 曲 线	凹 曲 线 体

这样可以把树干归纳成由四种立体几何体组成的:如图4所示,树梢部分近似于圆锥体;向下一段近似于抛物线体、圆柱体;而近树脚则近似于凹曲线体。

旋转体的体积可以按照下述公式计算:

$$V = \int_0^x \pi y^2 dx$$

$$= \int_0^x \pi P x^r dx$$

$$= \frac{1}{r+1} \pi P x^{r+1}$$

因为 $Px^r = y^2$

所以 $V = \frac{1}{r+1} \pi y^2 x$

若使 $\pi y^2 = G_0 = \frac{\pi}{4} D_0^2 = \text{底面积}$

$x = H = \text{树高}$

则 $V = \frac{1}{r+1} \cdot \frac{\pi}{4} D_0^2 H$

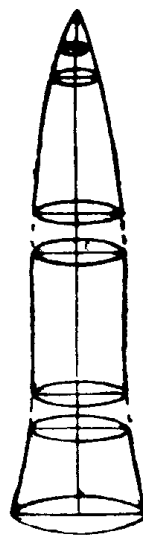


图 4 树干形状示意图

樹木的形狀決定於許多因素，樹種不同，形狀各異，針葉樹的形狀比較規整，闊葉樹的形狀比較複雜；同一樹種由於所處的環境條件不同，其形狀也有差別。密林中的樹木，樹冠短小、枝條少、樹干高聳、通直、干形完滿而規整，近似於正立體幾何體。孤立木則多具有發育旺盛的樹冠，枝條粗大，樹形低矮而尖削。人的經營活動，如撫育與打枝等，對於干形也有很大的影響。所以，利用一個或幾個方程式，通過干曲綫來概括複雜的樹干形狀，幾乎是不可能的，它只能作為樹干形狀理論分析的基礎。在生產實踐上，它的意義並不是十分重大的。

通過橫斷面和縱斷面的分析，可以看到，任何樹干的形狀都具有下述的四個特點：

1. 樹干可以看成是由四種立體幾何體（凹曲綫體、圓柱體、拋物綫體、圓錐體）組成的；
2. 四種立體幾何體的相對位置是一致的，凹曲綫體在干基部分，其上為圓柱體和拋物綫體，近梢端處為圓錐體；
3. 在同一樹干上，體型的變化是逐漸的，沒有明顯的界綫；
4. 四種立體在樹干上所佔比例，變化極大，因樹種、年齡、環境條件之不同而異，拋物綫體和圓柱體佔全樹干的絕大部分，凹曲綫體和圓錐體所佔比例很小。由此，基本上可以把樹干視為由拋物綫體和圓柱體所組成的立體。

干形的上述特點，反映在樹干體積的測定方法上，則為：

1. 橫斷面確定為圓形，可以利用一般的體積計算方法測定樹干材積；
2. 不能分別按体型計算材積；
3. 以拋物綫體和圓柱體作為材積計算的基本体型，可以採用拋物綫體或圓柱體的體積公式；
4. 干基部分干形不規整，由於根部擴張的影響而斷面積極大，因此，不能用底面積計算樹干的材積。

第二節 伐倒木求積公式的確定

生產上應用的伐倒木求積公式，應滿足下述三點要求：

1. 長度、直徑等因子容易測定；
2. 計算簡便；
3. 誤差較小。

不少學者通過數學計算及推導，曾經得到許多複雜的材積公式，但它們大多不符合實際工作的需要。目前在生產實踐上經常應用到的求積式有中央斷面近似求積式和中央斷面區分求積式二種。

中央斷面近似求積式 既然樹干基本上可以看作是由拋物綫體和圓柱體組成的立體，而拋物綫體又佔絕大部分，那麼，伐倒木的材積就可以根據拋物綫體公式來計算：

$$V = \frac{1}{2} G_0 H$$

但从干形的分析得知,树干底部的断面过大,不宜于用来计算材积,必须用另一断面来代替。从立体几何学中得知:抛物綫体的底面积为中央断面积的两倍。

若命 G_0 为底面积

$G_{\frac{H}{2}}$ 为中央断面积

則:

$$G_0 = 2G_{\frac{H}{2}}$$

将其代入前式

$$V = \frac{1}{2}G_0H = \frac{1}{2}2G_{\frac{H}{2}}H = G_{\frac{H}{2}}H$$

如以长度 L 代替高度 H 时,則:

$$V = G_{\frac{L}{2}}L$$

由此可見,伐倒木的材积等于其中央断面积与树干长度的乘积。本公式称为中央断面近似求积式。由于这个公式简单易行,所以测树工作中經常应用,并成为计算伐倒木材积的基本公式。

这个公式对树干的适应性如何呢? 我們知道:当长度或高度相同时,中央断面积相同之抛物綫体和圓柱体的体积是相同的,所以这个公式适合于树干的絕大部分;但对于圓錐体和凹曲綫体來說,按公式計算的材积一般偏小。用圓錐体和凹曲綫体的体积公式与抛物綫体中央断面积公式加以比較,如表3所示。

表 3 不同立体体积公式比較表

体 形	体 积 公 式 (V)	与 抛 物 綫 体 之 差 ($V_{抛} - V$)	誤 差 率 (%)
抛 物 綫 体	$G_{\frac{H}{2}}H$	—	—
圓 錐 体	$\frac{4}{3}G_{\frac{H}{2}}H$	$(1 - \frac{4}{3})G_{\frac{H}{2}}H = -\frac{1}{3}G_{\frac{H}{2}}H$	$-\frac{\frac{1}{3}G_{\frac{H}{2}}H}{\frac{4}{3}G_{\frac{H}{2}}H} \times 100 = -25$
凹 曲 綫 体	$2G_{\frac{H}{2}}H$	$(1 - 2)G_{\frac{H}{2}}H = -G_{\frac{H}{2}}H$	$-\frac{G_{\frac{H}{2}}H}{2G_{\frac{H}{2}}H} \times 100 = -50$

从表3可以看出,誤差的性質是“負值”(即偏小)。由于这两种体型在树干上所占的比例較小,所以对材积計算的影响不大。如果不是計算整个树干,而是其一部分的材积时,則几乎没有影响。

对于中央断面近似求积式的誤差,有一些学者作过实验和分析,如表4所示。

在19个测树学者的54次研究分析中,平均誤差有34次为負值,20次为正值。最小負平均誤差值为-0.21%,最大为-5.93%;最小正平均誤差为+0.34%,最大为+4.23%。“正”、“負”誤差出現的机会很接近。

中央断面近似求积式的誤差决定于树干的形状,計算干形尖削的伐倒木材积时,常产生