

森林

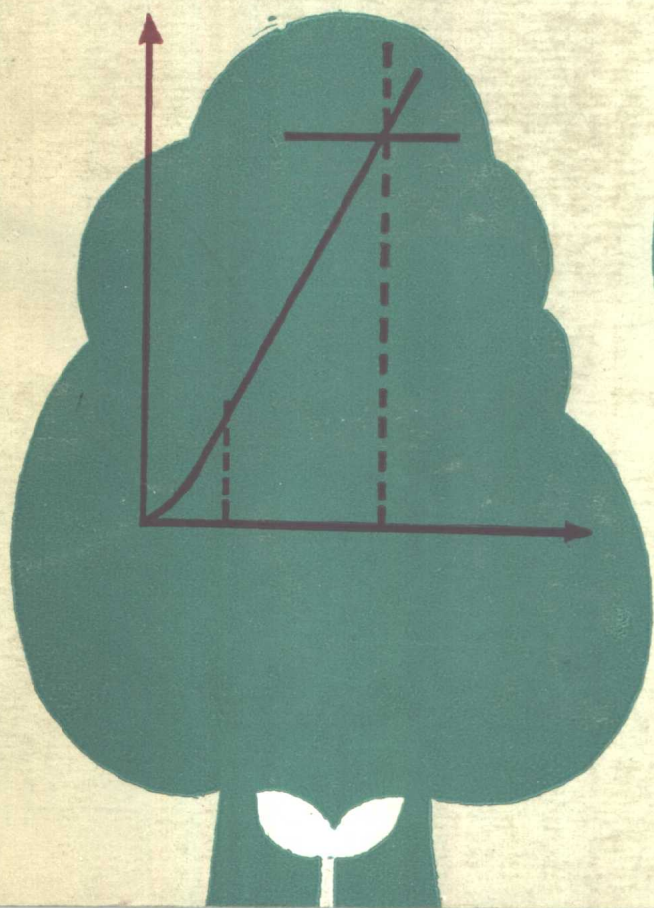
生长量

测定方法

● 骆其邦 吴富桢

蒋伊尹 编著

● 中国林业出版社



8-1
5

森林生长量测定方法

骆其邦 吴富祯 蒋伊尹 编著

中国林业出版社

森林生长量测定方法

骆其邦 吴富祯 蒋伊尹 编著

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 孙史山印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 6.75印张 128千字

1988年10月第一版 1988年10月第一次印刷

印数 1—3000册 定价 2.05元

ISBN 7-5038-0141-7/S·0093

前 言

森林是陆地生态系统的主体。森林又是再生性资源。原始的森林自生自灭，维持自身的平衡。当人们采伐森林，森林逐渐减少。为了长久利用森林，人们培育森林补充森林资源消耗。森林每年在增长，这就是森林的生长量。

森林生长量测算技术是林业调查规划设计的基础技术。研究森林生长量是评价林地生产潜力和正确规划林业用地的基础；也是比较各树种的生产力、合理设计和配置林种、树种的基础。它为林业区划、大片林区区划提供重要的技术指标。在营林工作中研究森林生长量是检验设计的森林经营措施效果的重要手段。在造林设计工作中它是检验设计的速生丰产用材林是否达到预期目的的重要手段。在森林资源管理工作中，一个重要的工作内容，就是监测森林资源的生长量和消耗量的变化。《中华人民共和国森林法》第二十五条中规定：“国家根据用材林的消耗量低于生长量的原则，严格控制森林年采伐量。全民所有制的森林和林木以国营林业企业事业单位、农场、厂矿为单位，集体所有的森林和林木以县为单位，制定年采伐限额，由省、自治区、直辖市林业主管部门汇总，经同级人民政府审核后，报国务院批准。”因而科学测算森林生长量，也是正确制定采伐限额的基础。因

此，研究森林生长量，无论在科研或生产中，都具有重要意义，尤其在当前对贯彻《森林法》“以营林为基础”的方针，提高森林经营水平，走集约化营林的道路，更具有现实意义。

森林生长量分林区生长量和林分生长量。林区生长量是根据地域范围，分大片林区的、一个林业企业局的、一个林业县的。林区生长量的测定和预报，是为林业部门制定计划、规划和决策服务。林分生长量主要是为森林调查规划设计工作服务。中华人民共和国建国三十多年来，已对各大林区的主要树种编制了生长过程表等数表，并整理了大量的解析木资料，在林业调查规划设计工作中起了有益的作用。同时，建立了连续森林资源清查体系，定期监测各省、自治区、直辖市的资源变化。森林生长量主要是受树种、地位质量、年龄和密度以及经营措施等因素的制约。因此，由于多种原因：比如我国具有多样化的森林类型；可及的原始林区经过不同作业方式和不同程度的开采；人工林缺乏规范化的初植密度；立地评价系统还没有建立起来；以及过去的生长量测定技术方法本身存在的局限性等等原因，使得森林生长量测定计算和预报工作复杂化起来。因此，无论是林区生长量还是林分生长量的测定和预报工作，都远远没有能够满足决策和生产的需要。比如，以省、自治区、直辖市为总体的连续森林资源清查体系，约5—10年进行一次复查，提出间隔期内森林资源的消长变化，这个变化是消耗量（包括采伐量、枯损量）和生长量（包括进界生长量、进级生长量）相抵后的变化，很难提出确切的生长量。由于没有建立各类

树种、各类林分的生长量模型，因此不能准确预报林区生长量。又如，抽样的固定样地面积不大，监测的树木株数少，因此对模拟林木直径分布模型进一步求算林分生长量也存在困难。再如，过去我们编制的生长过程表只适用于模式林分或标准林分，对现实林分存在差别。目前各地普遍采用单株木的生长量去计算林分生长量，再推算林区生长量，这种作法存在许多技术理论问题，并且需要进一步验证，为的是要避免由此产生过大的偏差。

从长远的观点来看，解决森林生长量测定的最根本的办法，是通过建立固定标准地的办法，最后编制出各种森林类型的地方收获量表。虽然编制收获量表至少需要花5年时间来定期观测收集数据，但却是能够很好地反映林木生长变化的一种办法，也是有利于预报各种等级的地位质量林地、各种森林类型产量的一种手段。利用收获量表还可以科学地指导营林措施，如计算林分间伐收获量和主伐收获量等。目前，关于编制收获量表的工作除了需要时间外，还有一些技术规范的问题要解决，并且还需要统一认识和对这项工作的组织。

1983年7月林业部召开了全国林业专业调查工作会议，会议决定制定新的林业专业调查主要技术规定，并将森林生长量调查列为技术规定中的一篇。林业部资源司于1984年8月召开了森林生长量测算技术规定研讨会。为推动我国森林生长量测算技术的开展，经研究决定，由骆期邦为联络员，组织编写《森林生长量测定方法》，以满足当前计算森林生长量的需要。本书不着重阐述计算理论，而侧重介绍一些可

行的测算方法，并配合实际的算例，目的是使基层林业单位的技术人员能够很快掌握这些方法，把计算森林生长量的技术水平提高一步。

本书第一章、第六章由东北林业大学蒋伊尹副教授编写；第二章、第五章和第四章的第一、二两节由林业部中南林业调查规划设计院骆期邦高级工程师编写；第三章和第四章的第三节由南京林业大学吴富祯副教授编写。

全书由林业部资源司副总工程师唐昭宁通稿修订。

编者

1987年4月

目 录

前 言

第一章 概论	(1)
第一节 树木和林分生长的概念	(1)
第二节 生长量的种类	(5)
第三节 平均生长量与连年生长量	(9)
第四节 材积生长率	(13)
第五节 森林生长量的估测方法分类	(18)
第二章 森林生长量的间接估测法	(19)
第一节 间接估测法应遵循的原则	(20)
第二节 利用生长过程表估测森林生长量的方法	(22)
第三节 建立林分材积生长率方程间接估测森林生长量	(25)
第四节 建立林分单株立木材积生长率与直径回归方程	(67)
第三章 森林生长量的直接估测方法	(77)
第一节 材积差法	(77)
第二节 一元材积指数法	(90)
第三节 林分表法	(94)
第四节 分类林分立木材积生长率法	(101)
第五节 综述	(110)
第四章 用抽样方法估测森林生长量	(113)
第一节 结合二类调查的回归估测法	(113)

第二节	双重回归估测.....	(128)
第三节	3 P 样木生长率法.....	(132)
第五章	建立固定标准地体系	(157)
第一节	固定标准地体系的设计.....	(153)
第二节	样木全部固定标准地的现地测设和调查.....	(160)
第三节	固定标准地体系的档案管理.....	(163)
第四节	固定标准地的重复测定和计算分析.....	(166)
第六章	国外森林生长量估测方法的发展趋势	(169)
第一节	生长模型概述.....	(169)
第二节	理论生长曲线.....	(173)
第三节	几个国家的实况简介.....	(174)
第四节	枯损量的估测.....	(183)
参考文献		(200)

第一章 概 论

第一节 树木和林分生长的概念

林业上最重要的生长现象为单株树木和林分的生长。

一、单株树木的生长

树木在生长发育期间，由同化器官即叶的光合作用不断制造有机物，所制造的有机物中一部分供树木自身生活而消耗，而剩余部分则存贮在树木的各个器官如根、干、枝内。随着时间的推移，积累在树木体内的有机物不断增加，从而导致树木的根、干和枝的不断伸长和加粗，使得树木在重量、体积和形状上发生变化。

在森林调查工作中，把一定间隔期内树木的直径、树高和材积所发生的变化称为生长，而生长变化的数量称为生长量。因此，树木的生长是时间的函数，时间的间隔可以是1年、2年、5年、10年或更长的期间，通常以年为单位。

例如，一株油松在25年和26年生时分别测定，各调查因子在两次测定期间的变化量就是这株油松相应的生长量（见表1-1）。

表 1-1 一株油松的生长量

调查因子	26年生时的测定	25年生时的测定	生长量
直径 d (cm)	13.1	12.0	1.1
树高 h (m)	19.7	18.0	1.7
形数 f	0.45	0.52	-0.07
材积 V (m ³)	0.1202	0.1061	0.0141

注、引自文献 [1]

树木从种子发芽形成幼苗、幼树，历经中龄、成熟直至自然死亡的一生中，其生长特点是每个生长季节（即每年）都在不断增长其高度、粗度和体积。也就是说，树木的生长是随年龄增大而不断增加其生长量，而每年生长量的大小，则因受树木的遗传性和环境因素的影响而不同。树木的生长过程可用生长曲线表示（如图 1-1）。

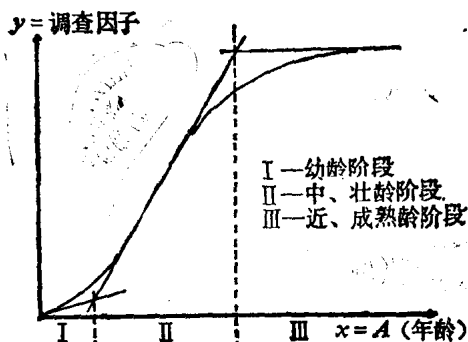


图 1-1 生长曲线示意图

二、林分的生长

林分的生长与单株树木的生长有所不同，林分形成后，在初期林木的生长随年龄增加而增长，但到一定年龄时，因植株间竞争而产生分化现象，一部分林木处于下层空间，不能直接受光，加上其本身

象，一部分林木处于下层空间，不能直接受光，加上其本身

遗传特性较差，生长日益落后，直到自然死亡。当然，也有一部分树木受外界危害（如病、虫害或其他天然与人为灾害）而死亡。

由此可见，林分生长的特点是：随着年龄不断增长，大部分树木不断改变其大小而生长着；而小部分树木因分化或受外界危害而死亡，即林分随年龄增加立木株数减少而损失部分材积，这部分材积称为枯损量。

根据上述自然现象可以将林分生长分为三个阶段：初期随着林龄增大，其蓄积量不断增加，此时林分材积生长量大于枯损量；达到某一林龄阶段，林分蓄积量达到最高时，林分材积生长量与枯损量相近似；林分到成、过熟阶段时枯立木大量出现，林分蓄积量逐渐减少，致使林分材积生长量小于枯损量。最后，终为新一代林木所更替。

因此，从林分生长的特点观察，我们不应该把林分生长简单地看作是林分中每株树木生长量的总和。林分生长量不仅包括活立木的材积生长量，还包括林分的枯损量及间伐时的采伐量。

三、林区生长

林区生长是指一定地域范围内的森林生长，例如一个林场、一个县、一个林业局，或者某一个森林资源清查总体内的森林生长。它是由一个林区所包含的各种不同树种、不同类型和不同年龄的各个林分的生长构成的。林区生长的概念是为了适应从宏观上分析森林生长动态变化的需要而提出的。掌握一个林区（或总体）森林生长的动态变化信息，既可以

通过逐个林分进行调查的方法取得；也可以以林区为总体，采取抽样调查的方法来取得。

四、影响生长的因子

树木生长和林分生长都是与年龄紧密联系的，即从时间序列来观察森林的变化。在某一时间内生长量的大小，则受下列因子的影响。

1. 树种 不同树种的生物学特性和遗传因素对树木生长影响很大。如速生的杨树阔叶树种生长快，而东北的红松针叶树种则生长慢。

2. 立地条件 一般在立地条件好的地方树木生长快，而位于劣等立地条件的树木生长慢。

3. 环境因子 如光照、水分、土壤结构与养分、气候等的变动都会引起生长量的变化。

4. 人为经营措施 正确的经营措施可以提高树木和林分的生长量和生产潜力。

生长量既是评定立地条件好坏及经营措施效果的指标；也是制定林业方针政策所必不可少的决策依据。正确地分析研究并掌握林木和森林的生长规律，采取相应的经营管理措施，改善树木生长状况、提高生长量，可达到速生丰产的目的。所以，对树木、林分和林区进行生长量测定，分析研究其变化规律，对于发展林业生产具有重要意义。

第二节 生长量的种类

在科研和生产实践中，由于不同的目的，把生长量划成许多种类，以便使用不同方式表达树木和林分的生长，满足不同情况下的需要。

一、按调查因子划分

按调查因子区分，有直径生长量、树高生长量、形数生长量、断面积生长量、材积生长量和重量生长量等。

二、按时间划分

从研究生长的时间长短划分，有总生长量、定期生长量、连年生长量等。用年平均值表示则有总平均生长量和定期平均生长量等。

下面以材积为例，说明各种生长量的定义。

设 a ：调查当时的树木年龄

n ：间隔期的年数

V_a ：为 a 年时的树干材积

V_{a-n} ：为 n 年前的树干材积。

1. 总生长量 (total increment) 树木自种植开始至调查时整个期间累积生长的总量。

设 a 年时树木的材积为 V_a ，则 V_a 就是总生长量。

2. 定期生长量 (Z_n) (periodic increment) 树木在定期 n 年间的生长量。

设树木现在的材积为 V_a ， n 年前的材积为 V_{a-n} ，则在 n 年间的材积定期生长量 Z_a 为：

$$Z_a = V_a - V_{a-n} \quad (1-1)$$

3. 总平均生长量 (Q) (mean annual increment) 总平均生长量简称平均生长量，是总生长量被总年龄除所得的商。

$$Q = \frac{V_a}{a} \quad (1-2)$$

4. 定期平均生长量 (Q_a) (periodic annual increment) 定期生长量被定期年数除所得的商。

$$Q_a = \frac{V_a - V_{a-n}}{n} \quad (1-3)$$

5. 连年生长量 (Z) (current annual increment) 是指树木一年间的生长量。

$$Z = V_a - V_{a-1} \quad (1-4)$$

对于生长缓慢的树种，由于连年生长量数值很小，测定困难，常用定期平均生长量代替。

对于生长极快的树种，如泡桐、桉树等，可以直接利用连年生长量。

下面用一实例说明各生长量的算法：

一株云杉，20年时材积为 0.0539m^3 ，30年时材积为 0.1874m^3 ，按上述定义则

30年时的总生长量 $V_{30} = 0.1874\text{m}^3$

30年时的(总)平均生长量 $Q = \frac{0.1874}{30} = 0.0062\text{m}^3$

20—30年间的定期生长量

$$Z_{10} = 0.1874 - 0.0539 = 0.1335 \text{ m}^3$$

20—30年间的定期平均生长量

$$Q_{10} = \frac{0.1335}{10} = 0.0134 \text{ m}^3$$

云杉生长缓慢，定期平均生长量 0.0134 m^3 ，可以用来代替20—30年间任意一年的连年生长量。

三、按森林资源连续清查划分

按森林资源连续清查体系所得到的林分生长量大致可分为以下几类：

1. 毛生长量 (Z_{rr}) (gross growth) 也称粗生长量，它是林分中全部林木在调查期间内生长的总材积。

2. 纯生长量 (Z_{ne}) (net growth) 也称净生长量，它是毛生长量减去期间内枯损量以后生长的总材积。

3. 净增量 (Δ) (net increase) 是期末材积 (V_b) 和期初材积 (V_a) 两次调查的材积差，这是通常所用的生长量。

4. 枯损量 (M_o) (mortality) 是调查期间内各种原因自然死亡树木的材积。

5. 采伐量 (C) (cut) 一般指间伐的材积。

6. 进界生长量 (I) (ingrowth)，期初调查时未达到起测径阶的树木，在期末调查时，已长大进入检尺范围之内，这部分树木的材积称为进界生长量。

林分各种生长量之间的关系可用以下公式表示：

1. 林分生长量中包括进界生长量时：

净增量 = 期末材积 - 期初材积

$$\Delta = V_b - V_a \quad (1-5)$$

纯生长量 = 净增量 + 采伐量

$$Z_{..} = \Delta + C = V_b - V_a + C \quad (1-6)$$

毛生长量 = 纯生长量 + 枯损量

$$Z_{tr} = Z_{..} + M_a = V_b - V_a + C + M_a \quad (1-7)$$

2. 林分生长量不包括进界生长量时:

净增量 = 期末材积 - 期初材积 - 进界生长量

$$\Delta = V_b - V_a - I \quad (1-8)$$

纯生长量 = 期末材积 - 期初材积 - 进界生长量 + 采伐量

$$Z_{..} = \Delta + C = V_b - V_a - I + C \quad (1-9)$$

毛生长量 = 期末材积 - 期初材积 - 进界生长量 + 采伐量 + 枯损量

$$Z_{tr} = Z_{..} + M_a = V_b - V_a - I + C + M_a \quad (1-10)$$

从上述两组公式中可知, 林分生长量实际上是两类生长量的总和: 一类是在期初和期末两次调查时都被测定过的树木, 即在整个调查期间都生长着的活立木的生长量 ($V_b - V_a - I$), 这些树木在森林经营过程中称为保留木, 另一类在期初和期末整个期间, 只被测定过一次的树木, 因此, 这些树木只在调查期间生长了一段时间而不是全过程, 但在生长着的一段时间内也有相应的生长量存在。

幼龄或中龄人工林的林分生长量可用图1—2说明。

设林分在 a 年生时材积生长量为 $V_{..}$, 在 $(a+i)$ 年生时进行过一次抚育采伐, 采伐的材积为 C_{a+i} , 从图中可看出净增量 (Δ) 和纯生长量 ($Z_{..}$) 之间关系为