

森林生长量

(苏) B. B. 安塔纳伊季斯 著
B. B. 扎格列也夫

蒋伊尹 李裕国 周洪泽 译



中国林业出版社

ПРИРОСТ ЛЕСА
В.В.АНТАНАЙТИС
В.В.ЗАГРЕЕВ

Издание второе, переработанное
«ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
МОСКВА, 1981

根据苏联森林工业出版社1981年第二版译出

森林生长量

(苏)В.В.安塔纳伊蒂斯 著
В.В.扎格列也夫

蒋伊尹 李裕国 周洪泽 译

中国林业出版社出版 (北京市西城区刘海胡同七号)

新华书店北京发行所发行 昌黎县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 8印张 159千字

1988年9月第一版 1988年9月第一次印刷

印数 1—2,000册 定价: 2.20元

ISBN 7-5038-0298-7/S·0157

内 容 简 介

本书是苏联森林工业出版社于1981年再版的一本关于森林生长量的专著。

作者介绍了近期苏联及其它一些国家研究森林生长量的有关问题。主要着重于树木生长量学说的现状与今后发展、树木生长量分类和其规律性、应用电子计算机研究与计算生长量因子及森林利用量等。本书在1969年第一版的基础上进一步揭示了树木生长量与多方面的相互关系，并首次引用了确定林分蓄积连年增长量的标准方法。

本书适用于林业科技工作者、高等林业院校师生及森林调查人员。

献给中国读者

(代译序)

“森林生长量”一书能译成中文我深感荣幸。

苏联近年来对林分蓄积连年生长量因子的利用有两种趋势：(1) 生长量因子广泛用于发展森林生产力学说；(2) 在国际协作中苏联建立了外界环境监测系统(ГСМОС)，其中森林监测居重要位置。森林监测系统包括观测、状况的评价和森林预测。

林分生产力模型能反映林分生长和生产力的规律性，且与森林目的原则、多种经营利用及扩大森林资源再生产的规律相联系，从而形成林业的理论基础。

拟定模型是林分生产力学说的主要目的，以模型实现森林目的原则的具体化。林分生产力规律性取决于经营类型、树种、抚育采伐方法及其强度、成熟龄和采伐方式的选择。

林分生产力模型的主要类型有林分生长过程表和生长量表。林分生长过程表按其用途可分为法正林分、常见林分、最优林分及不同密度林分等四种。林业集约化地区需要编制最优林分 and 不同密度林分生长过程表和生长量表，而不同密度林分数表能存贮其它三种数表的参数。

最优林分是指一定土壤、经济条件下的森林生长地区，

在树种组成、密度、林木分布等方面能最大限度地利用土壤潜在肥力、耗费最小，而又能满足当前和未来国民经济所需产品的林分。为了有效地开发和利用森林资源，必需明确：

①林分的树种组成、结构及生产力应该符合土壤、气候条件和森林用途，保持和提高立地生长条件的生产力并具有抗灾的稳定性；②最优蓄积量应该同时具有最优的材种结构；③最优蓄积量应该是林木株数少而其蓄积连年生长量最大。

为了模拟生产力，可采取下列措施：①采用抽样调查方法；②加强生态学、生理学的观测研究；③应用数学方法整理与分析资料；④利用电子计算机并将观测的信息建立数据库；⑤采用合理的新方法估测具体林分的生产力。

拟定整个生态学监测系统模型应该反映外界环境变化结果。因此，一般的森林生产力模型应补充比较敏感的因子，其中之一是随自然变化的树木年轮宽度。生长过程表与树木气候学是有联系的。所以，模型应补充每年每日的或定期的径向生长量。

对生态监测来说，最适用的是常见林分的数表（模型），它是根据土壤类型编制的。这不仅可作林分实际生产力的动态检验，还可作立地生长条件利用水平的评定。

模型应附有精度指标。收集资料是拟定林分生产力模型的重要阶段。要拟合完全符合林分生产力的模型并对其检验，必需利用长期观测资料。将固定观测资料与一次性抽样方法收集的大量资料相结合是最合理的方法

扩大观测信息（尤其是长期观测资料）的交流是特别重要和有益的。因此，有必要定期公布长期观测的林分生长过

程及生长量资料。

森林生态系统的生态监测是检验森林生产力的重要方法。这是科学研究机构和森林经理部门的主要任务之一。

向中国同行们致敬，祝愿你们对中国森林生长量的研究获得更大成就。

В. Антанайтис 教授

1985.12. 于Kaunas.

目 录

献给中国读者 (代译序)	(1)
绪 言	(1)
第 I 章 关于树木生长量学说的现状	(5)
认识树木生长量的意义和必要性	(5)
关于树木生长量学说的历史	(6)
问题的状况	(9)
树木生长量的分类及术语	(14)
第 II 章 树木生长量的规律性	(26)
影响连年生长量的制约因素	(26)
连年生长量的高峰	(27)
连年生长量的变异性	(31)
连年生长量的类型和标准动态序列	(33)
林分连年生长量与其他测树因子的关系	(43)
径向生长量在树干高度上的变异性	(88)
林分内树木生长量的分布特征	(92)
树木生长量与气候条件	(97)
第 III 章 树木、林分及林区连年生长量的确定	(110)
确定树木、林分连年生长量的生物学和数学原则	(110)
确定连年生长量方法的简介与评价	(114)
树木连年生长量的确定	(145)
林分连年生长量的确定	(146)

林区连年生长量调查的特点.....	(170)
按龄级表合计资料确定蓄积连年变化总计值.....	(172)
按连年生长量表调查林区连年生长量.....	(176)
用数理统计方法确定林区连年生长量.....	(181)
第IV章 森林的生长与利用	(186)
综述.....	(186)
国内、外按生长量确定森林利用量方法简介.....	(188)
用平均生长量调节森林利用量.....	(200)
按连年生长量计算年伐量.....	(203)
根据枯损量的预测确定间伐量.....	(218)
择伐作业级中生长量与森林利用.....	(221)
对择伐林计算采伐量的建议.....	(226)
第V章 森林生长量研究的展望	(231)
参考文献	(241)

绪 言

在我国极其重视自然资源的合理利用、森林更新和提高其生产力。树木生长量是森林生产力最重要的因子之一。在现代林业条件下通常必需拥有各个林分和整个林区的树木生长量的可靠资料。在全苏会议、社会主义国家经济互助会（СЭВ）的专门会议以及国际林业研究协会（IUFRO）代表大会上不止一次地曾强调认识树木生长量的重要性。为完成上述专门会议和代表大会的决议在不同国家中进行了众多有趣的探索，这些探索引起专家们明显的兴趣。

实施林业集约化要求了解森林生物群落中所发生的过程。生长量对形成森林具有重大意义。因为了解树木生长量无论对科学或实践都有意义。以不同的观点：测树学、森林经理学、森林学—生态学、生理学来研究特别复杂的树木生长量的问题。作者探索这些问题主要用测树学和森林经理学的观点，同时直接与林业组织的问题相联系，所探讨的某些问题又与森林学和生态学有关。

最近二十年来全苏林业和林业机械化科学研究所（ВНИИЛМ）和立陶宛农学院（СХА）完成了研究和实验工作，该工作揭示和总结了蓄积连年生长量的主要规律性；检验、明确和找到了最适宜的确定生长量的方法；在林业组织

中按利用树木生长量因子拟定具体建议。这些工作不止一次地在苏联国家林业局和全苏“林业设计局”的会议和技术委员会上研究过，并得到准许和建议实施。苏联国家林业局森林经理和林业组织的科学技术组曾建议在该基础上形成国定全苏标准（ГОСТ）和全苏标准（ОСТ）。

本书为第二版，从中反映了近十年所发生的变化。重要的变化表现在较广泛地采用数学方法和电子计算机。建立更加完善的树木生长量的数学模型，拟定蓄积连年生长量因子的统一分类法，对其确定方法开始标准化。考虑到上述变化，对本书的结构也作了某些更改；书中列入无论在我国，或在外国所得到的有关树木生长量的最新资料。特别着重整理树木生长量的分类、术语和标志。

了解树木生长量的规律性非常重要，它有助于更好地理解其特性，同时使能建立确定它的标准方法及阐明在林业组织中采用因子的可能性。总结树木生长量的规律性关系并以图例、公式及数表方式表示；首先要举例说明所揭示的规律性，预定在电子计算机上用的计算公式，收集数表——以便于实际工作。

树木生长量与气候条件具有复杂和极其有趣的相关性；生长量在整个生长期内按不同方式形成。根据一个最有趣的自然现象——各树种年生长量的周期变化——通过最近工作的分析结果得出了最重要的资料。一系列测定证明，树木年生长量是一个很好的气候天然记录器。了解这种现象能较好地利用该因子，不仅对生长量，而且对天气都扩大了预测的可能性。

当汇总与分析确定蓄积连年生长量的方法时，对世界科学和实践在研究树木生长量方面的成就予以总结并系统化，同时要极其重视标准化问题。尽量充分阐明采用数理统计方法计算森林资源和用机器整理其原始资料的经验，其中也包括树木生长量。作者在最近国内外研究的基础上拟定了确定蓄积连年生长量时估计劳力费用的新型数学模型。根据研究林木径向生长量及其与其它调查因子的相互关系，就可更加精确地确定蓄积连年生长量。若不能确定林木径向生长量，但具有抽样—每木调查资料时，就可采用反映林木连年生长量与其材积和年龄相关的方法。室内计算蓄积连年生长量最有前途的方法是数学模型，它反映了蓄积连年生长率与直接被测的调查因子（年龄、平均高和平均直径）的关系。在地位级和相对疏密度的类似计算中用平均高和平均直径代替就使蓄积连年生长量的室内计算具体化和精确化。对管理森林资源（包括其检验与预测）的组织来说，树木生长量因子是必需的。因此，提出建立和采用统一的森林调查工作体系，使得到的生长量因子具有一定的精度，且在该基础上建立必要的标准和采取客观的设计—计划决议。

本书中所研究的问题可分为两个相近的方面。第一方面——林业组织的问题，其中包括确定生长量的方法、生长量与森林利用的相互关系。第二方面是拟定了生长量和森林生产力的学说。在我国该学说尚未分成独立的学科，^①但近年来出现了以建立反映林分形成过程的数学模型方式使森林学具体化的趋势，所有这些问题都曾在全苏营造最高生产力的标准林分的学术会议上研究过（Кайрас, 1979）。特别是

已承认，为解决整个一系列营林问题，例如营造高产林分和按其形成拟定目的规划，建立标准林分模型，包括其最佳密度、疏密度和结构问题，拟定抚育采伐的目的规划和研究这些抚育伐对林分生产力的影响等等都需要树木生长量的信息。解决这些重要任务与揭示树木生长量的特点和规律性有关。作者们分析了主要的已知的规律性，但这仅仅是开始认识它们。与生理学和生态学结合，利用数学方法可在未来不仅查明调查上的，而且是更加复杂的规律性，同时能更好地解释它们及其形成。

绪言、第 I 和 V 章由 B. B. Антанайтис 编写，第 III—IV 章——B. B. Загребев，第 II 章共同编写。

第 I 章 关于树木生长量学说的现状

认识树木生长量的意义和必要性

认识树木生长量的必要性与林业集约化有关。提高森林生产力是以改善林木蓄积的形成为基础，而最真实地反映它却是生长量因子。因此，认识树木生长量的规律性及其大小可促进合理实施林业，也为解决许多科学和实践任务所必需。树木生长量由一系列在意义及其确定方法上不同的因子所表示。

在林业和森林经理中树木生长量因子首先是采用不完全的平均生长量（蓄积的平均变化），它是现有蓄积量被林分年龄除所得之商。蓄积的平均变化是最容易确定的树木生长量因子，但它存在两个主要缺点。

当计算蓄积平均变化时，其注意力仅仅只放在现有蓄积量，而不考虑间伐利用量或自然枯损量。因此，在发展间伐利用或向择伐作业过渡时，蓄积的平均变化不反映森林真实的生产力。就此说来，完全的平均生长量——较完善的因子，因为它考虑了间伐利用量。但是，就是这类生长量在实践中几乎也不用，因为要计算它必需具有林分整个生命期间的间伐利用量（自然枯损量）。假如有可能计算完全的平均生

长量，而其利用也非切实的。对蓄积的平均变化也是这样。上述两类生长量具有共同的缺点：它们仅仅是计算的数值，表明蓄积量与年龄的相互关系。蓄积的平均变化表示在某范围内林分的生产力，而非真实的生长量；有时它甚至会给出不真的印象（例如，在过熟林分中蓄积量已减小，而其平均变化却经常是正值）。因此，这个不加区别地被同等看待的概括因子，它不代表森林的真实生长量，所以它的利用只具局限意义。

培育的木材之真正材积是由蓄积的连年生长量表示。若已知其值，我们就能更好地了解森林环境和解决一系列实践任务。没有这个因子就不可能确定林业措施的效果和评价林中的经营状况，不能揭露害虫和疾病带给森林的损失，确定不了森林生产力及其动态。因此，连年生长量是表示森林情况的主要因子之一。为更好地组织林业需要它，因为有它才便于确定成熟龄和采伐年龄，拟定最近的计划、确定森林利用量、实施检查作业及解决一系列经济问题。因此，连年生长量因子不仅有益，而且必需。

关于树木生长量学说的历史

苏联第一个伟大的树木生长量的研究者是Г.Турский，在《生长量理论的短评》⁽⁷¹⁾中他详细地探讨了蓄积连年生长率。М.М.Орлов⁽³⁸⁾对林木蓄积连年生长量的确定方法作了评价。Д.И.Товстоless⁽⁷⁰⁾研究了松树林分连年生长量的某些特点，根据林木平均生长量和连年生长量之间的关

系拟定其确定方法。А.П.Тарашкевич⁽⁶⁷⁾对认识生长量的环境及其确定方法作过很大贡献。А.В.Тюрий⁽⁷⁴⁾分析了确定连年生长量的方法并且提出了按树干侧表面积确定树木生长量的独创方法⁽⁷²⁾。

30年代出现了研究连年生长量的某些特性及按标准木求蓄积的方法来确定生长量的文章。А.И.Кондратьев^(40,41)对六个松树林分的连年生长量作了统计分析并提出为单个林分确定该因子的独特方法。大约与此同时，Ф.П.Моисеенко和А.Г.Мурашко⁽⁵¹⁾在橡树和千金榆林分中进行过类似的试验。Ф.П.Моисеенко则着手在我国研究疏密度对蓄积连年生长量数量影响的问题。

И.М.Науменко⁽⁵⁵⁾对研究林分连年生长量进行过大量工作。他利用了大量的实测资料：2,327块标准地及大约15,000株标准木。按其研究结果И.М.Науменко编制了松树、云杉、橡树、白桦及黑赤杨等纯林林分连年生长量表，编表时还考虑了树种、年龄、立地生长条件（地位级）及疏密度。这些数表列入一些测树学教科书及手册中。

М.Л.Дворецкий⁽¹⁹⁾详细地研究了确定伐倒木和立木树干连年生长量的方法，分析以伐倒标准木的方式确定现有林分蓄积的方法来求它，检验某些简易法，并提出新的方法。该工作的很大优点在于用皆伐标准地并对每块标准地上的全部树木作了测定。这就使得作者能揭露和明确单个林分所固有的一系列规律性。在检验了许多简易法之后，他作了如下主要结论：研究者按不同方法评价确定蓄积连年生长量的方法，而且没有任何一个人能解释按已检验过的方法所得

偏差的原因；有时由于忽视了生理方面的现象，既或有数学根据的公式实际上也不适用；一般常用方法的精度论证不足，为此必需与皆伐标准地全部树木的资料比较结果。

В.Джурджу(21)详细地研究林木连年生长量的变化及某些关系。根据公式 $P_M = P_G + P_{HF}$ 他提出两个方法来确定现有林分蓄积连年生长量。他还拟定了在固定标准地上确定蓄积连年生长量的适用方法。

В.К.Захаров(31,32)阐明了在白俄罗斯森林中调查连年生长量的一些特点。他所提的按伐倒标准木的相对高来确定连年生长量的建议也同样得到重视。П.В.Воропанов也很重视连年生长量的问题。为求单个林分蓄积连年生长量，他提出要考虑林木生物学特点(17)。但是，他的这个建议（象上述其他作者一样）没有反映在森林经理工作的专门说明书中。

近年来发表了一些关于异龄林分蓄积连年生长量研究结果的文章。Д.П.Столяров和В.Г.Кузнецова(66)拟定了研究原始异龄云杉林连年生长量的方法。П.М.Верхунов(13,14)研究了异龄林分连年生长量评价方法的理论观点。他所做的确定生长量方法的综合报告值得注意。对异龄林分蓄积生长量的调查，他建议按所划分的森林世代进行。为研究目的建议采用林分林木生长量多因子相关的分析方法。在1958—1978年发表的有关连年生长量的文章没有看到具有森林经理的观点，但是熟悉这些文章却有助于解决许多任务。

在解决确定和利用连年生长量因于问题时毫无疑问对国外经验是感兴趣的。在西欧诸国中树木生长量问题早在19世纪

就较紧迫地研究了。第二次世界大战后在林业学校中森林生产力的学说就已划分为独立学科(《Waldetragskunde》)。其基础就在于认识树木生长量形成的规律性。在发展树木生长量和森林生产力学说方面德国的专家们作了重大贡献。

森林生产力学说涉及广泛范围的问题：树木生长量形成的原理；单株木及林分生长与生长量；在不同土壤和气候条件下各树种林分的生长与生产力；各种林业措施对林分生产力的影响。不仅在国外，同样在苏联确定树木生长量的问题，都由测树学课程研究。因此，树木生长量的学说——仅仅是森林生产力学说的一部分。

问题的状况

世界上没有一个国家完善地解决了目的为组织林业的树木连年生长量因子的确定与利用。这点可用社会主义国家经济互助会各国专家会议(1962, 1966, 1973年)及国际林业研究协会代表大会(1961, 1967, 1973, 1976年)的会议资料所证实。此外，一系列国家公认，在近代林业集约化的条件下森林经理应该承担根据确切计算林木蓄积量和其连年生长量来检验森林生产力。但是，所发表的资料都没有包括这样重要的信息，如详尽的蓄积生长量分类，有关其特点的全部资料，向森林经理推荐确定生长量适用的和完整的数学方法，这些方法考虑了生长量的特点并具有已知的和希望的精度，以及利用连年生长量因子作组织林业的公认建议。尽管缺乏详尽的和有根据的建议，许多国家森林经理实践还是延