

目 录

序 言

第一章 林分生产力的数学模型.....	1
1.1 研究方法的基础	1
1.2 研究概况	3
1.3 现有的编表方法	7
1.4 数表类型和分类基础	19
1.5 树高——林分生产力分级的主导特征。对用平均高作 为生产力特征的评价.....	28
1.6 林分上层高——评定生产力的指标	31
1.7 林分高生长的数学模型。地位指数表的编制	40
1.8 林分蓄积量和总断面积表的编制	54
1.9 最大疏密度林分收获量表的编制	66
1.10 苏联欧洲部分松树林收获量表编表方法基础的分析.....	83
第二章 林分结构和天然林发育过程的研究.....	86
2.1 研究概况	86
2.2 林分(静态与动态)树木直径分布序列的分析	91
2.3 树木按断面积级分布曲线形式的估计方法和结果.....	102
2.4 多林地区森林和林分生长结构的研究.....	107
2.5 天然林发育过程的数学模型和它的木材蓄积动态.....	116
第三章 调整森林利用的理论基础和组织系统	129
3.1 森林利用的理论基础.....	129
3.2 经营单位内森林调整的理论基础.....	139
3.3 森林利用调整系统.....	140

第四章 森林资源的经营区划。森林作业法的分类和评价.....	144
4.1 森林分类和林种	144
4.2 经营区	146
4.3 作业级及作业法分类和评价	148
4.4 天然林的森林作业法	163
第五章 林业生产的组织技术种类	171
5.1 林业生产组织技术种类的分析	171
5.2 改变组织技术种类概念的建议	177
第六章 森林成熟的理论	180
6.1 森林成熟的概念,成熟理论的发展.....	180
6.2 苏联森林成熟理论的发展	185
6.3 确定森林成熟新方法的理论基础	190
6.4 根据林分收获量表确定森林成熟龄	196
6.5 同一发育系列林分成熟龄的确定	198
6.6 以林分生产力的数学分析为基础来确定森林成熟	200
第七章 调整森林利用的理论.....	203
7.1 调整森林利用方法的分析	203
7.2 在苏联的实际条件下对方法的选择	235
7.3 调整森林利用的发展	238
附录 松树林分最大疏密度收获量表	248
参考文献	260

第一章 林分生产力的数学模型

1.1 研究方法的基础

在拟定模型设计方法和收集原始材料时要根据辩证唯物主义的理论，要把构成自然界所有组成部分看成是互相联系而又不断在运动和发展着的物质系统。

为了使森林利用的理论有实用意义，它应当建立在通晓林分与森林生长和结构的基础上。因为研究对象是一个扩散系统，所以要在研究分析大量原始材料时采用现代数理统计方法和现代计算工具。

在这次工作中，将数理统计理论应用于林分生产力、林分结构和天然林生长的数学模型设计。在本书中关于“模型”概念的含义与现代统计理论中的数学模型的概念是一致的。数学模型或统计模型是用数字或数式来表达生物现象的统计状态和动态规律。数学模型被认为能揭露生物系统作用的内在机能和发展。

根据各种不同理论用测树一数学模型设计方法去研究和描述森林对象并解决各种问题，已经超过一百年历史了。所有反映林分生长、材种结构和其它测树特征的复杂测树数表，按其研究方法基础都是一种复杂生物系统的数学模型。

数学模型理论的发展及其扩大到研究森林生物系统

领域，其中包括研究林分的结构和生长，是大大加深了对林分动态规律性和统计特征的认识。

根据数理统计的理论，作者继 K. E. 尼基津 (1963) 之后采用测树学中统计规律性或模型 (希弗尔和凡依齐定律, H. B. 特烈季亚科夫 (H. B. Третьяков) 的林分结构规律或埃黑高尔定律, 盖尔哈特、久林的林分生长规律)。

用数学模型或统计模型取代“定律”已为统计理论所证实，在我们的研究中也取得一定的成果。定律不可能是不正确的。所以对它没有予以否定，而仅仅是加以“证实”。当遇到研究结果与定律明显不符合时，则认为是某些特殊情况。自从特烈季亚科夫 (1927, 1937) 的著作《林分结构的统一规律》问世以来，已有成百项研究成果，总结了许多有价值的和准确的结构模型，其原理属于“生长定律”。

“定律”的概念是限制了科学的发展。“模型”的概念也不能强加到解释定律和规律性的研究者身上。对某一现象的描述可能有几种“模型”。此外，模型可以用统计方法给以评价。

通常，建立数学模型的步骤如下：首先提出几种有逻辑根据的假设，然后写出其微分方程公式，再求其积分值。将上述所得到的函数关系利用数理统计原理与实际观察到的现象加以比较 (拿利莫夫, 1971)。本书是按上述方案拟合处女林生长的数学模型。

在研究林分生产力动态时，其数学近似值的逻辑方案是通过收集一定数量的林分实际模型的信息，然后用数理统计回归分析方法加工计算。

测树一统计方法应用于从收集材料到制表的全部过程。

对拟定复杂数表的数学模型方案，我们称之为测树一统计模型设计。

我们利用了统计模型设计的研究方法基础，在本书有关章节介绍时，优先采用了测树学中已有的专有名词。

1.2 研究概况

近五十年来，在编制林分生产力动态数表方面得到很大的进展。对林分生产力研究可以追溯到一百年以前，这方面在许多国家不断取得了进展。现阶段由于广泛应用数理统计方法又进入新的阶段。

在苏联对编制数表和改进编表方法方面卓有贡献的学者有以下一些：瓦尔加斯·德·别捷马尔，М. М. 奥尔洛夫 (М. М. Орлов)，А. В. 久林 (А. В. Тюрин)，Н. В. 特烈季亚科夫，Н. П. 阿努钦 (Н. П. Анучин)，П. В. 沃罗巴诺夫 (П. В. Воробанов)，П. В. 高尔斯基 (П. В. Горский)，В. К. 扎哈罗夫 (В. К. Захаров)，В. И. 列文 (В. И. Левин)，А. С. 马特维也夫-莫金 (А. С. Матвеев-Мотин)，Ф. П. 莫依辛柯 (Ф. П. Моисеенко)，К. Е. 尼基金 (К. Е. Никий)，И. М. 纳乌缅柯 (И. М. Науменко)，В. В. 阿坦纳依基斯 (В. В. Антанайтис)，Ю. П. 布津司 (Ю. П. Бутенас)，И. И. 古赛夫 (И. И. Гусев)，В. В. 扎格列也夫 (В. В. Загребев)，Н. Б. 科兹洛夫斯基 (Н. Б. Козловский)，В. С. 米洛什尼柯夫 (В. С. Мирошников)，Я. К. 马丘扎尼斯 (Я. К. Магузанис)，В. С. 莫依谢夫 (В. С. Моисеев)，

А. Н. 博良阔夫 (А. Н. Поляков), И. В. 谢苗奇金 (И. В. Семечкин), Я. К. 塔乌令 (Я. К. Тауринь), О. А. 特鲁里 (О. А. Труль), А. Г. 沙夫宁 (А. Г. Шавнин) 等。

尽管在过去编制了大量数表,但在森林经理工作中仍缺乏一套标准的,有足够精度的,并适用于各个设计阶段的数表。

大部分数表是反映了一种平均地位级的林分生长。这种数表在实际生产中的应用是有一定局限性的。多数的地方数表,由于其原始材料数量的限制,它们的精度是个未知数。编表的原始材料都是根据通用地位级表以确定地位级,并据此进行分类,也即是按林分的龄级与树高的统计序列分布,而不是按生长发育序列。因此,在此基础上所编制的生长过程表不是林分生产力的测树一统计模型。这些数表由于采用实际数据整列的方法,也使误差随之扩大(特别是采用图解法或不完善的方程式进行分析计算时)。

由此,目前大部分的林分生长过程表是不能作为森林经理设计时的可靠工具的。对森林调查这些数表同样也是不适用的。

特别要指出,有些生长过程表中各年龄的测树因子动态仅是按所谓主林木反映,它是主观评定林分生长而划分的,因之这种数表在实际中价值不大。由于这种数表不包括林分总产量,用它来确定森林成熟度是不合适的。

在苏联森林经营设计中的主要工具是 А. В. 久林所编制的松、云杉、白桦、山杨、赤杨等树种的数表。这些数表也称为通用数表。尽管这些数表是根据苏联和其它一些国家的

地方生长过程表而编制的，但这些数表除苏联以外其它国家并不应用它。

此外要指出，A.B. 久林所编的通用数表在理论方案和其收集的原始材料不曾经过统计上的同质检验。因而这些材料是不一致的。按久林所编的生长过程表与德国和瑞典的生长过程表相比较，蓄积量和总产量要低 20—30%，在年龄为 20 年时要偏低 80%。久林所编数表是在已利用的数表基础上，将各种不同数量材料采取简单平均的方法，这种编表方法不能认为是正确的。但从生产方面评价这些数表还是积极的。由于通用数表是用大量经验材料编成，取其平均值，因之其变动较小，所以通用数表较大部分地方数表仍要精确些。

然而，从当前生产要求来看，A.B. 久林所编的通用数表不能满足要求。因它只保留高地位级的林木，从而造成幼龄林蓄积量偏小。由此也造成间伐利用量的偏小。凡利用国外材料编成的生长过程表，它并不符合苏联抚育伐的实际情况。由此，久林所编数表不能用作苏联森林调查和森林经理的标准数表。目前大量的地方数表也不能满足当前生产要求。

森林调查和森林经理的误差，首先是和不同标准，不同质量的数表有关。例如，用静态的通用地位级表来确定所有树种的地位级；用静态的通用数表测定树种组的疏密度和蓄积量；将各树种动态的生长过程表与静态的材料表用于森林经理设计。

这方面错误的内容可以用莫斯科州云杉林（表 1）的例子来说明。这里假定林分疏密度为 1.0。

表 1 莫斯科州云杉林有林地面积和蓄积

数 表 类 型	级					合 计
	I	II	III	IV	V	
有林地面积, 千公顷蓄 积 m^3 /公顷, 按数表	19.6	23.0	140.7	22.1	1.3	206.7
1. A. B. 久林	—	143	379	606	778	
2. H. B. 特烈季亚科夫	—	100	229	390	514	

总蓄积量 (不包括Ⅰ龄级) 按 A. B. 久林所编数表计算为 7100 万立方米, 而按 H. B. 特烈季亚科夫的标准表计算蓄积量则为 2720 万立方米, 比 7100 万立方米少 4380 万立方米。

蓄积量相差如此之大, 可能是由于以下情况: 林分疏密度是按通用数表 (生长过程表) 的标准确定, 而蓄积量则是根据林分疏密度与树高按标准表确定。造成误差的原因, 还很可能是由于缺少用表秩序。当应用 H. B. 特烈季亚科夫的降低了林分生产力标准的标准表时, 不可避免地引起蓄积量的降低。

由于使用与测定对象不相应的数表, 造成评定林分地位级和以后经营计算的错误, 我们可以从下述例子看出。

例如: 某云杉林生长在Ⅰ地位级的土壤, 按 A. B. 久林数表, 当年龄为 20, 30, 50, 70, 90 年时相应平均高为 5.0, 8.3, 16.2, 22.8 和 27.5 米。

而按通用地位级表 (用欧洲松材料编成) 来确定云杉的地位级时, 当 20—50 年时为Ⅲ地位级, 在 70 年时为Ⅱ地位级, 到 90 年时则为Ⅰ地位级, 平均为Ⅱ, Ⅰ地位级。

从上述例子看到，虽然在现实中并没有改善生长环境，但每当年龄增加 20 年，同一林分的地位级却提高一级。由此可以看出通用地位级表并不能用于评定云杉林的林分生产力。

由于评定林分地位级的误差，而造成错误确定森林成熟度。对上述云杉林，由于没有相应的数表，使在生长过程中改变了不同生长阶段的森林成熟度。

由此可见，不正确应用数表的结果就必然影响到经营计算，也造成森林经理对象和大区域（州和共和国）森林资源平衡的不稳定性。

1.3 现有的编表方法

目前对《林木生长过程表编制方法》没有统一的解释。H. B. 特烈季亚科夫在 1937 年认为编表方法要能保证科学拟定林分生长自然序列和建立新颖的划分林分生产力等级方法。半个世纪来，古典方法（固定标准地法，盖依尔方法，巴乌尔方法），林型方法和下面介绍的其它新的制表方法都符合这个论点。

多次测定固定标准地方法

这种方法是基于定期观察固定标准地上测树因子的变化，从而获得整个生长过程的数据。被选为进行观察的每一块固定标准地应当是最完善的。在固定标准地上多次测定的数据是代表了一个生长自然序列。同样，由于所选固定标准地带有某种主观性，可能失去其典型性和代表性。此外也可

能在生长过程中不是最完善的。这种方法能满足建立个别生长序列的要求，但它不能代表生产力级的体系。此法的主要缺点是获得数据的观察期过长。

盖依尔(Гейер)方法

盖依尔提出的方法是期望缩短得到原始数据的时间。他限制在固定标准地上观察林分生长的期限为 10—20 年，同一标准地的重复测定时间是每隔 5 年或更短一些时间。每一观察因子的平均值为 T/t ，其中， T ——测树因子观察值， t ——年龄。将同一林分的观察值联成直线中的一段，然后再将不同年龄固定标准地的线段联成一条曲线，即代表同林分的自然发育序列。盖依尔方法仍包含前述方法的主要缺点。但它减少了观察期过长的重要缺点。

格尔基格(Гаргин)方法

这方法是对不同年龄的林分进行一次测定而得编表数据。它是在林分生长过程同一性的基础上，将林木树干解析材料合并为同一发育序列。将树干解析数据与有代表性的最老林分的生长相比较，如两者相近似，就成为合并各林分成同一发育序列的基础。

格尔基格是按克拉夫特分级法将树干解析的树木进行分级。

瓦格涅尔在 1875 年挑选了一些有代表性林分中最粗树木进行树干解析。同样，这种方法也存在所选林木缺乏典型性的缺点。

大多数利用格尔基格方法研究者仅仅在有限的面积内伐取 1—4 株最粗树木进行树干解析而获得编表数据。有些学

者建议采用8—10株树干解析(阿努钦, 1972; 扎哈洛夫, 1961)或根据一定的肩形曲线(莫斯卡连夫, 1957)。

要是能多选择一些树木做树干解析可以减少方法上的偶然误差。但是, 由于这种方法没有规定选择解析木的面积范围, 所以不能实现方法的主导思想——取自不同年龄的树木做树干解析具有相同的生长过程。从不定面积上选择一定株数的解析木, 其效果与在单位面积上选择任意株数是相同的。平均木在株数百分累计数的肩形曲线中有固定的位置, 随着年龄的变化而改变它在林分中的位置。对各年龄的林木从一定面积上伐取一定株数的最大径木作为解析木, 其理论根据就是解析木树高生长过程的平均值是反映同一林分发育序列的相同特征的。

巴乌尔(Баур)方法

大量数的原始数据取自一次测定不同年龄、不同生产力和不同地理分布林分中的树木。然后在坐标图上分析年龄与树高、蓄积量、断面积的相关关系。通常, 定横坐标为年龄, 纵坐标为其它测树因子(树高、蓄积量、断面积等)。

在年龄与树高散点图上, 从原点起呈扇形分布, 先定其上下限曲线。在上下限两曲线之间再区分为若干小带状, 即区分为不同的生产力等级(地位级)。这些带的中值近似于测树因子的平均值。这种方法的缺点是用不完善的图解法加工原始数据。特别是作为区分等级基础的上、下限曲线, 是由数量不多的散点而确定的。但是, 用巴乌尔方法可以简便得到生产力序列系统。

林型方法

用林型方法编表，早在1927年就为芬兰人И.依列凡萨洛(И.Ильвесало)提出。他在按林型的森林生态基础上收集材料，然后将所收集材料用图解法或数式法求取各年龄测树因子的平均值。

苏联的Д.И.托夫斯托列斯(Д.И.Товстоless, 1925), М.М.奥尔洛夫(1925), А.В.久林(1945), Н.И.阿努钦(1954, 1971), В.В.阿坦纳依季斯(1957), И.巴尔台(И.Пардэ, 1961)都发表过著作，对用林型作为林分生产力分级的方法，给以否定的评价。他们认为，用林型方法不能取得林分生产力分级的严密体系。同时，对幼林和人工林的林型也难以确定。

古典编表方法的发展。新的编表方法

古典编表方法是在工作经验有限和统计理论还处于初期发展阶段的条件下提出的。由于这种原因，无论在编表材料的收集方法的客观性上和数据处理方法上都显出其不完善的缺点。

随着历史的推移，制表方法也有了很大的发展，最早期的方法被淘汰了。近代编表方法的进展，主要体现在原始数据修匀过程中的数学化。

大部分有关主要测树因子与年龄回归方程的内容将在1.7节中介绍。以下引述一些已被公认为新颖的编表方法的理论和技术。

勃鲁斯(Bruse, 1926, 1942)方法

美国学者勃鲁斯发展了巴乌尔方法。他建议在图解法中用平均高与年龄的平均相关曲线来代替上、下限曲线。这条

曲线是代表平均地位级的中央导向曲线。然后将这条曲线改换成直线。为此，根据导向曲线上各龄阶的坐标点，作平行横坐标的直线，并与纵轴相交。然后，在原坐标图的左侧作图，以原横轴延长当作纵轴，而原纵轴（树高）改为横轴（年龄），导向曲线上的各龄阶平行线与纵轴的交点即为左侧坐标图上各龄阶的横坐标位置。在左侧坐标图的标准年龄直线上，按每隔 10 英尺（3 米）的间隔确定各指数级在标准年龄时相应的树高位置。将各点与原点连线，绘成一系列不同指数级的扇形直线。最后根据各指数级的直线返回左侧坐标图而得各指数级的曲线。

这种方法的缺点是用手绘曲线法确定导向曲线，显得比较粗放，因此所得其它地位指数曲线也是不够精确的。

到 1942 年勃鲁斯采用变动系数调正法绘制地位指数曲线。根据所设置标准地材料，在方格纸上绘制年龄与树高的相关散点图，并根据各年龄树高平均值绘出导向曲线的随手曲线。这条导向曲线即是平均地位指数曲线。取接近于所有标准地年龄的算术平均值为标准年龄 (t_1)。在导向曲线上标准年龄 t_1 时的平均优势高 h_a 即代表其地位指数。所以在年龄 t_i 时的优势高数值与地位指数是吻合的，其值为 16, 20, 24 等。

各级地位指数的优势高按下式确定：

$$h_i = h_a \left(1 + \frac{\Delta h_a}{100} \right) \quad (1.1)$$

式中， h_a ——标准年龄 t_1 时导向曲线上的优势高，取自树高随手曲线；

Δh_a ——在标准年龄时相邻两指数级之间的树高差，

按变动系数求出，用%表示。

其算式为：

$$\Delta h_d = \frac{h_i - h_a}{h_a} \cdot \frac{c_{t1}}{c_{t1}} \times 100\% \quad (1.2)$$

式中， h_i ——在标准年龄 t_1 时任意指数级的优势高； h_a ——所有标准地优势高的平均值(平均地位指数)； c_{t1} ——标准年龄时的优势高变动系数； c_{t1} ——各龄阶的优势高变动系数。

各指数级的蓄积量由平均地位指数级的蓄积还原而得。为此，先根据所收集标准地材料绘制平均蓄积的“导向”曲线，这条平均蓄积的“导向”曲线即为平均地位指数曲线。然后求得各龄阶蓄积的标准差 s_v 和还原偏差，并求算各标准地的 x_i/s_v 和平均地位指数级的

$$\bar{x}/s_v = \Sigma (x_i/s_v) : N$$

式中， x_i ——从蓄积“导向”曲线上得到第 i 龄阶的各标准地的还原偏差； N ——标准地数量。

将所得各龄阶的标准差和还原偏差用图解法加以修匀。

比较图解法和数式法，用图解法确定导向曲线和展开各级指数曲线比较粗放，而数式法则是通过细致的数理统计方法计算而得上述指数曲线。

考尔逊(Korsun, 1935)方法

捷克学者考尔逊在大量的一次测定材料基础上提出反映树高生长的导向曲线公式：

$$y = x^2 / (a + bx + cx^2) \quad (1.3)$$

式中， y ——平均树高； x ——年龄。

将所得高曲线定为Ⅲ地位级。Ⅰ与Ⅴ地位级的高曲线，通过Ⅲ地位级的线型变换而得，Ⅱ和Ⅳ地位级高曲线由内插法得到。

为使正确绘制树高曲线，按公式(1.3)方程的一次导数计算树高连年生长量。

对Ⅲ地位级的平均地位级也按(1.3)公式修匀。而总断面积和蓄积量则按下列方程求得。

$$y = ax^{b+c} \quad (1.4)$$

式中， y ——总断面积或蓄积量； x ——年龄。

对其它地位级的胸径、总断面积、蓄积量按图解法求得。

考尔逊的贡献是提出了用数式法求取导向曲线，并用变形方法而得其它地位指数曲线。

胡米尔(Hummel)和奎里斯蒂克(Christic)方法

英国学者胡米尔和奎里斯蒂克采用在一英亩面积内选测100株优势高，并求其平均值。用优势高的平均值作为大量标准地的分类特征，地位指数级是在“优势高—年龄”相关图上用图解法取得。

依据树高还用图解法得到材积曲线和断面积曲线，在此基础上还获得断面积表和蓄积量表。在苏联称它为标准表。这些数表都充实了收获表的内容。英国的收获表反映了林分平均木(标准木)的生长。

苏联中央林业科学研究所和列宁格勒林业研究所方法
(Метод ЦНИИЛХ, ЛенинНИИЛХ)

П. И. 库尔巴德斯基 (П. И. Курбатский) 和 Г. А. 马克也夫 (Г. А. Макеев) 于1937年在 Н. В. 特烈季亚科夫的

领导下拟订了按林型设置标准地的制表方法。对所收集的材
料用线性回归方程检查其是否属于同一生长序列。

$$T_t = at + b \quad (1.5)$$

$$T_h = ah + b \quad (1.6)$$

式中, T ——调查因子; t ——年龄; h ——树高。

在检验标准地材料时, 如形率的回归标准差 $> 6\%$, 胸
径 $> 10\%$, 树高 $> 15\%$, 则编表时予以剔除。

这种编制生长过程表的方法, 在苏联称为 ЦНИИЛХ
(ЛенНИИЛХ) 方法。

这种方法主要之点是所收的集编表材料都是属于同一自
然序列, 即具有相同的林型。因此, 本法具有以林型为基础的
芬兰编表方法的特点。采取按林型范围拟合方程, 是收集标
准地的一种手段, 其标志值明显区别于按直线图形取得的平
均值。应用上述方法和标准去加工整理材料降低了生态基础
的意义, 这是由于按植被来确定林型是不可靠的, 这样, 同
一林型可能属于不同林分生长序列。

上述按林型为分类基础去收集编表原始材料, 这即为
ЦНИИЛХ 方法。然而从总的来看, 这种方法在苏联科学界
受到过高的评价, 也由此而造成在一个时期内不致力于探索
林分生产力数学模型的新方法。

Н. П. 阿努钦 (Н. П. Анучин) 方法

1957 年 Н. П. 阿努钦提出用龄级表和调查簿材料编制林
分生长过程表。这一方法的大致过程如下: 根据龄级表摘录疏
密度和蓄积量, 并由调查簿中挑选相当平均直径和平均树高
的每公顷蓄积量。上述数据按地位级和年龄归类统计, 计算其

平均值和标准差。最后将所得平均值编制林分生产力数表。

用图解法修匀年龄与平均总断面积、蓄积量的相关曲线，凡在两倍标准差内都列入编表的范围。Е. П. 阿努钦根据大量调查和统计材料，加工而获得测树因子的平均值和极值，并用以编制数表，可认为是一种创新的制表方法。然而，对于如何按生长自然序列来编制生长过程表这样一个编表的主要任务，阿努钦的上述方法并没有解决。这种方法只是一种按龄级和用通用地位级表所确定的地位级所编制的林分生产力的平均统计值的数表。

В. В. 阿坦纳依季斯在 1958 年发展了这种方法，他在数表中引入了天然的连年生长量数值和在此基础上所得的总收获量。

Е. 阿斯曼 (Е. Ассман) 和 Ф. 弗朗斯 (Ф. Франц) 方法
德国研究者 Е. 阿斯曼和 Ф. 弗朗斯于 1965 年提出编制巴瓦里云杉林收获量表的新颖方法。他是采用在每一公顷中选测 100 株最粗树木的上层高为编表分级的依据。地位级表按三个疏密度级编制，即最高疏密度、最优疏密度和临界疏密度。最优疏密度的标志是具有最高的连年生长量。临界疏密度是较最优疏密度的连年生长量少 5%，它是一个下限值。疏密度是研究林分连年生长量的基础，它是在一定地位级和年龄前提下断面积的函数。

地位级的数学模型是建立在巴克马纳-科尔苏尼 (Ба-кманн-Корсунь) 函数基础上的：

$$\log h_0 = a_0 + a_1 \log \Lambda + a_2 \log^2 \Lambda$$

式中， h_0 ——上层高； Λ ——年龄； a_0, a_1, a_2 ——系数。