

目 录

前言

第一部分 疏伐与主伐, 生产预估

第一章 生长量潜力分级的收获级体系 1

1.1. 生长量模型与生长量分级 1

1.1.1. 生长量模型 1

1.1.2. 生长量分级 1

1.2. 收获级体系 1

1.2.1. 收获级体系 1

1.2.2. 评定通用收获级的林分面积和测高指数 1

1.2.3. 树高生长趋势 1

1.2.4. 年龄测定 1

1.3. 产量级 1

1.3.1. 产量级的概念 1

1.3.2. 产量级曲线 1

1.3.3. 地方收获级 1

1.3.4. 产量级的评定方法 1

1.3.5. 产量级的用途 1

1.4. 地位等级与通用收获级的关系 1

第二章 经营数表采用的疏伐体制 1

2.1. 概念 1

2.2. 疏伐强度 1

2.3. 疏伐周期 1

2.4. 疏伐类型 1

2.5. 疏伐收获量 1

2.6.	立木断面积	27
2.7.	控制方法	28
2.8.	收获控制表	33
第三章	产量预估	34
3.1.	经营成本在经营中的作用	34
3.2.	立木蓄积量的内容	35
3.3.	产量预估表	36
3.4.	材种	38
3.5.	林分表和蓄积量表	39
3.6.	收获表	39
3.7.	轮伐期摘要表	32
3.8.	产量预估算例	32

第二章 收获量预估模型的配制与应用

第四章	配制森林收获量预估模型的目的	40
4.1.	基本目的	40
4.2.	收获量模型的用途	41
4.3.	收获量模型的类型	41
4.4.	人工林立地质量评价的研究	42

第五章	研究收获量预估材料的收集系统方案	53
5.1.	对不同模式类型的林分和树木测定的要求	54
5.2.	样地数量和设置	55
5.3.	样地大小和形状	57
5.4.	固定样地复查	59
5.5.	随着采伐作业调整固定样地	71
5.6.	以临时样地进行分层系统抽样——一个简单的抽样调查设计	72
5.7.	年轮生长量的形态和解析木研究的抽样设计	75
5.8.	林分作业和固定样地的隐蔽	77
5.9.	人工林的疏伐和植距试验	78

5.10.	混交林的试验处理	80
5.11.	立地评价研究	83
第六章	材料收集和初步分析的步骤	87
6.1.	样地设置	87
6.1.1.	定位	87
6.1.2.	固定样地在地面上的标记	87
6.1.3.	边缘界的测定	87
6.1.4.	树木标记	88
6.1.5.	样地辅助作业	88
6.1.6.	以别进界木的编号	89
6.2.	样地量测方式和初步分析	89
6.2.1.	同龄林、纯林	89
6.2.2.	混交林	90
6.2.3.	固定样地的调查	93
6.3.	树干解析程序和初步分析	94
6.4.	估计树木生长量的特殊方法	95
6.4.1.	简单量测	95
6.4.2.	在板根树木上的重复量测	95
6.4.3.	层尺	96
6.4.4.	年轮的测定	97
6.5.	树木及优势木树高的间接测定	98
第七章	配制不同类型的收获量模型	100
7.1.	模型的配制	100
7.1.1.	引言	100
7.1.2.	林分收获量模型	100
7.1.3.	林分生长量模型	100
7.1.4.	天然林林型的树木生长量模型	101
7.1.5.	复层林树木生长量模型	101
7.2.	树高和地位指数模型	101
7.3.	林分收获量模型密度线的概念	117
7.4.	林分断面积收获量函数	120

7.1.	以断面积和树高确定的立地材积方程式	122
7.6.	立林分收获量模型估计疏伐收获量	123
7.6.1.	锯切状的正常收获量函数	123
7.6.2.	同龄林分密度的收获量函数	123
7.6.3.	立木度的收获量函数	123
7.7.	构成林分收获量模型的综合法和技术摘要	125
7.8.	预测断面积生长量的生长量模型	126
7.8.1.	生长量模型的机理	126
7.8.2.	以断面积生长量作为优势木高的函数	126
7.8.3.	预测断面积生长量的几何方法	128
7.8.4.	在分析生长量材料中的实际问题	128
7.9.	用模拟试验材料配制生长量模型	
	—— Marsh效应假说	129
7.10.	林分生长量模型模拟材料的分析	131
7.11.	用积分法将生长量模型转换为收获量模型	131
7.11.1.	引言	131
7.11.2.	基本理论	131
7.11.3.	用十种疏伐试验的积分收获量模型	132
7.11.4.	应用积分收获量模型的算例	133
7.11.5.	用生长量材料协调综合生长量与收获量模型	135
7.12.	模拟生长量模型	135
7.12.1.	模拟模型的必要条件	135
7.12.2.	配制模拟模型的方法	136
7.12.3.	简单模拟模型的算例	137
7.13.	建立以直径与直径生长量为基础的一种生长量模型	138
7.13.1.	引言	138
7.13.2.	直径生长量的形式——直径函数	140
7.13.3.	“时间过程”模型	140
7.13.4.	马尔科夫链模型	142
7.13.5.	简单直径生长量模型的缺点	145

7.14. 树木生长量模型竞争折	115
7.14.1. 林分竞争指数	119
7.14.2. 有限竞争指数	121
7.14.3. 树木位置竞争指数	120
7.14.4. 综合竞争指数的生长量估计函数	120
7.15. 多变量函数树木生长量模型	51
7.16. 树木模型进界木模型化	52
7.17. 树木生长量模型中死亡率的模型化	53
7.18. 应用树木生长量模型的模拟技术	53
7.19. 评价模型精确定度的方法	54
第八章 数据存储系统	157
8.1. 以数据存储系统为基础的计算机的优点	157
8.2. 数据检验	158
8.3. 为准备电子计算机程序的台历	160
8.4. 样地数据库系统	160
8.4.1. 引言	160
8.4.2. 文件结构	161
8.4.3. 检验错误和编辑功能	162
8.4.4. 样地摘要	162
8.4.5. 其他实用性	163
8.4.6. 基本数据的安全性	163
8.5. 计算机系统之间数据的转换	163
第九章 收获量模型的应用	165
9.1. 评价最佳采伐计划表	165
9.1.1. 可择林分的皆伐方式经营	165
9.1.2. 混交林的择伐	167
9.2. 容许采伐量与预定收获量	168
9.2.1. 基本概念	168
9.2.2. 在大林林中容许采伐量的计算	169
9.2.3. 收获量预定	170
9.3. 综合的森林规划体系	173

第一部分 疏伐与主伐产量预估

第一章 生长量潜力分级的收获级体系

1.1. 生长量模型与生长量分级

1.1.1. 生长量模型 树木可以根据其树高、重量、材积或干物质的增加来测定它的生长，但是，相对来说只有树高和材积比较容易测定。对森林经营来说，在这两个因子中，材积量更直接更有意义。

单株树木的年生长量曲线表现为钟形曲线。在开始阶段，它们的生长速度为加速生长，若干年后达到最高点然后落下来。如果树木是同龄林，作为一个总体的林分，它的生长模型也是一样的。这个钟形生长曲线称为连年生长量 ($C. A. I.$)。它表示材积在任何一点的增长速度。材积从种植时到任何一点的平均增长速度的曲线称为平均生长量 ($M. A. I.$)。例如在 n 年时材积生长量是 x ，从种植到 n 年时的平均材积生长量是 y ，平均生长量曲线达到最高水平时两条曲线相交。这一点定为材积生长量最大的平均速度。这个速度是一个具体树种在一个具体的立地上能够达到的。从理论上来说，如果林分重复在这里生长，并且重复种植同一树种，它将一直保持这个材积产量最大的平均速度。林分平均生长量是按各阶段总的年龄分配的，包括疏伐材积，或者是到主伐时累计的材积产量合计。平均生长量和连年生长量延续时间

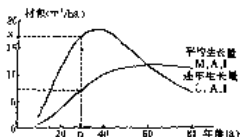


图 1-1 同龄林分材积生长量模型

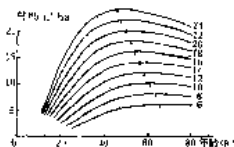


图 1-2 北美云杉林分平均生长量模型

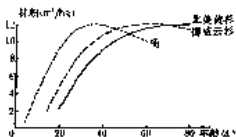


图 1-3 杨杉、挪威云杉、北美洲杉木
收获时2林分平均生长量模型

生长。见图 1-1 的说明。

同龄林分只代表背道的生长类型。相同树种在不同的立地上会出现不同的生长量。这些差别一般表现为图 1-2 的图式类型。生长较快的林分有较大的最大平均生长量，它达到顶点也较早。

另一方面虽然对所有树种来说生长类型是相同的，但在树种间可能有很大差别。例如，不同树种的最大平均生长量数量相同，但是达到顶点的时间却完全不一样。如图 1-3 的说明。

当平均生长量等于连年生长量时，在这以后连年生长量便减少，并且低于平均生长量。

在平均生长量最大那年进行皆伐，可获得林分最大的产量，例如图 1-1 中在 60 年时年产 12m³。虽然树龄超过 60 年材积仍然继续增长，林分在整个时期内也有较大的产量，但是假如林分在 60

①

年采伐并重新造林，新林在又一轮 60 年中又得到 12m^3 的产量生长量。可见不同树种它们的生长类型有很大差别，甚至它们即被有非同的生长生长量。但生长类型却不一样。杨树在早年生长迅速，平均生长量在 35 年左右达到顶点，北美黄杉生长最慢，挪威云杉也比较慢；图 1—3 是这一个树种的平均生长量曲线，它们的平均生长量相同。杨树和云杉林分在每一个轮伐期中都具有相同化平均生产速度。

1.1.2. 生长量分级 在 1919 年以后英国林业委员会保存了大量样地，这些样地分布在全英国，包括主要的森林树种。这些样地中约有 1200 块是精心管理并定期监测的。根据这些材料得到每一个树种的平均生长量的分级材料，它以每公顷 2m^3 为一级。为方便起见，称这些等级为收获级。于是，收获级 12 是指由疏伐和主伐，或者只是主伐而不疏伐所生产的平均收获量为每年每公顷 12m^3 。这是假定林木在最大体积产量时的年龄，也就是在平均生长量达到顶点时的采伐年龄（表 1—1）。

表 1—1 材积最大平均生长量的年龄

树 种	材 积										级			
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	1	2	3	4
欧洲赤松								—	66	63	73	77	82	83
欧洲落叶松					—	56	51	55	57	59	61	64	67	—
德国松								—	54	50	53	57	73	80
北美云杉				—	46	46	50	54	55	57	61	64	66	—
挪威云杉					—	63	65	67	69	72	75	77	81	—
欧洲落叶松									—	47	47	51	56	60
日本落叶松、杂交落叶松									41	43	44	47	50	56
北美黄杉				—	60	61	61	54	46	56	61	64	—	—
加州铁杉				—	53	56	59	62	67	73	78	—	—	—
美国西部红杉、西方白松				—	53	60	63	65	67	69	71	—	—	—
巨杉 <i>A. grandis</i>		61	51	54	58	59	54	45	35	57	—	—	—	—

树 种	级					级					级				
	10	23	28	31	33	20	18	15	14	12	10	8	6	4	4
大冷杉 <i>A. nobilis</i>					64	62	60	52	71	2					
杉 木											1	—	68	79	96
白皮松属												86	87	96	104
肉桂、白蜡树、栎树									—	40	41	43	45	45	45
新 树									—	35	38	37	38	39	42

1.2. 收获级体系

1.2.1. 收获级体系 生长量分级的收获级体系是以现实的或者是潜在的材料最大平均生长量为基础，也就是说是以年轮划分的；它的主要根据是，最大平均生长量是材料产量最大的平均比率，这个比率可以通过一定地地上的树种求得，与平均生长量达到顶点时的时间没有多大关系，这个特点就是收获级体系的基础。收获级的数目和材料最大平均生长量有关系，林分收获级的等级是表示它们的平均产量，也就是不论什么树种，它的收获级 11 或者 YC11，表示它的收获量或者说它的潜在平均生长量的生产能力能够达到每年每公顷 14m^3 的最大值。即大于 $13\text{m}^3/\text{ha}$ ，小于 $15\text{m}^3/\text{ha}$ 。

英国各种树在不同条件下出现的最大平均生长量序列，可以见到象每公顷 4m^3 那末低生长量的许多阔叶、落叶松和松树等树种；也有象每公顷 30m^3 那末高生长量的大冷杉。用每公顷 2m^3 级来划分这个序列，这样就使收获级简单化了，并作相应的编号，它和地位等级体系不大相同，地位等级没有提出不同树种相应的生产力指标。

这种分级只用在已经达到最大平均生长量的林分，因为林分分级的一个目的是预估幼年树木未来的生长量。在理论上还没有

达到最大平均生长量年龄的林分，可以参照图 1—2 各树种平均生长量曲线进行分级。由于对以前的砍伐收获量没有记录下来，所以很少有有效的资料，因此就需要确定林分平均生长量。即使有有效的林分砍伐记录，或者林分没有进行疏伐，而只是为了燃料价收获级，要量测主伐林木材积也是一件很费钱的事。

本行在上层树高（这仅是用 1 ha 100 株最大胸高直径的平均高）和林分材积累计的产量合计之间存在一个非常好的相关关系。这样就不用去实际测距或者记录材积产量合计。评价收获级的程序是：可以用测量上层树高再转化为材积产量合计，然后通过林分年龄来划分收获级以求算平均生长量。可以用象图 1—2 那样的平均生长量曲线序列来对各树种测定收获级。通过作图这样的步骤使测定收获级简单化了，可以根据图上的上层树高—年龄曲线点按读取收获级数值。只通过林分上层树高和年龄所求得的收获级称为通用收获级（GYC）。

虽然收获级体系用来做树种间和树种内不同生长的分级，但是不同树种达到相同的最大平均生长量的年龄是不同的。某些树种，象日本落叶松的平均生长量和连年生长量都有较早达到顶点的特性，其他树种也只有类似的生产潜力，而欧洲赤松的生长量达到顶点却迟得多。举一个例子，日本落叶松收获级 10 在 45 年达到最大平均生长量。同一收获级的欧洲赤松要到 75 年还达不到最大平均生长量。

1.2.2. 评定通用收获级的林分面积和测高株数 用上层树高—年龄曲线来测定通用收获级。上层树高是用每公顷中 100 株最大胸高直径的平均树高。在同龄林分中至少要测 5 株上层树高就可以评定通用收获级。实际上测定的株数取决于林分的大小和林木分布的均匀性。表 1—2 列出在林分中准确评定收获级需要测定的最少株数。

表 1-2 不同面积需要测定上层树高的最少株数

面积 (ha)	株数	测定上层树高的株数	
		同龄的乔木	老化的林木
0.2—0.5	4	4	4
0.5—10.0	8	8	12
大于10.0	16	16	20

在同龄林林分中,可以按0.01ha样地面积选测1株1.5m高的林木。所抽取的数量将形成一系列的点,并且随机地分布在整个林分中。量测半径为5.6m(6步)以内的每一个点的胸高直径最大的树高,并计算林分上层树高的平均值。

1.2.3. 树高生长趋势 表示树高生长趋势的曲线图是标定收获级的位置,而不是收获级的平均值。这样落在曲线之间任何树高一年龄的纵坐标,由相应的“带”来评定它的收获级数值。

在个别林分树高生长趋势上,树高的量测误差,气候的变化,以及由于林木生长期长的特点产生的偏差,在收获级上从一个量测点到下一个点可能会有偶然性的变化。除了因为损害了顶芽,树高生长下降,使它的收获级发生变化外,都可以用实际树高作为评定收获级的指标。要不然,就只有在整个树高生长期内不断地重复测定,定出一个有效的平均趋向。

在某些条件下,测定时的树高生长,可能给现实的和潜在的材积生长带来极大的误差。如果顶芽重复受到风或芽蛀心虫的危害,树高生长比直径生长会受到更大的损失。结果就会低估了收获级。随着林分在一个长的“受挫折”的时期以后,在刚开始急剧生长的时候,这种过低估计收获级的情况就可能更严重。在这种条件下,由树高生长量估计收获级的正确方法是以脱离“受挫折”以后的树高生长的比率为依据。但是在这个阶段中收获级之

间树高生长比率的差别是很小的，而且精确地测定树高生长量也很困难，还有短期气候变化的影响也很大。可以采用一个简单而且比较可靠的方法：假定平均为10年的“受抚育”期间，并从年龄中扣除这个期间，如果是对全部林分而不是指个别的林分，对资源来说这个平均数一般是满意的。

1.2.4. 年龄测定 林分年龄是从郁闭后的生长年龄来确定的。 不计百龄。在英国百龄通常是2—4年。

对强度补植或造林失败的重新造林地年龄的调整，一定要在测定通用收获级之前调整好，一般可以选用不多于20%的不同年龄的林木来确定年龄，所选定的树木要均匀分存在林分的整个郁闭级内。

根据上层树高—年龄曲线可以查定通用收获级。例如：欧洲赤松林分在40年时的上层树高为13m，那么用图1—4查定的通用收获级为8。

若林分中不只一个树种，可以分别每一个树种评定通用收获级。林分中有两个主要树种，样地面积用0.02ha（半径3m），当林分中有3个或4个主要树种，样地用0.05ha（半径为12.5m），测量每一个样地中每一个树种的最大的高直径的树高。杯

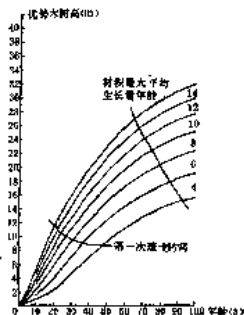


图1—4 欧洲赤松通用收获级曲线

分平均收获级可以按每一个树种占有郁闭度的比例来求算收获级的组成。例如，一个树种郁闭度占 40%，适用收获级为 10，而另一个树种郁闭度占 60%，适用收获级为 14，则平均收获级为 $[10 \times 40 + 14 \times 60] \div 100 = 12.4$ （整数为 12）。

对异龄林分也用类似的方法来处理，分别每一个划定的年龄范围来评定收获级，然后按照每一个划定的年龄范围所占有的郁闭度比例加权平均求得收获级。

对在整个生活史中没有保持旺盛树高生长的林分，就要改变评定适用收获级的技术方法。对这样的林木要检查恢复树高旺盛生长年龄的时间，不能根据实际年龄和 1 层树高，而是用理论年龄和上层树高来评定收获级。理论年龄和上层树高是根据实际年龄减去检查中删去的年龄，同时减去相同时期中实际上层树高的树高生长。可能是由于林窗的原因或是由于受损害，树高生长明显地落下来，而产生树高曲线趋向不规则，但是材积生长基本没有受到影响，这样的林分可以用材积生长量来评定收获级。在这种情况下树高可以用测定到树高生长开始下降的那一点，同时用这个点相应的年龄。在多数情况下年龄可以通过轮生枝来推算。

1.3. 产量级

1.3.1. 产量级的概念 虽然在上层树高和任一树种的材积产量之间存在着紧密的相关关系，但是这种相关关系是有地方性变化的。于是通过不是一个而是三个上层树高和材积产量的函数来调节这些变化（见图 1—5）。

这二个规定的材积产量标准称为产量级。全部产量级都由适用收获级表示。产量级“b”体现了标准的适用收获级上层树高和产量一致的相关关系。产量级“a”则抬高了一个收获级（也就是

提高了每公顷 2m^3 的最大平均生长量)。“c”级是降低通用收获级一级。

虽然在森林经营中常常应用通用收获级,但是通用主要树种的产量级却可以更好地估计它的收获级。

产量级的测定和大多数抽样的情况一样,各林分的估测受测量精度,和受实际抽样误差的影响。至于应用上层林木的平均直径,那是属于用平均直径这个变量相对速率方面的问题,平均直径是受初植密度和疏伐影响的。产量级差别的主要原因

是受地区的立地或气候影响,而不是受局部立地因素的影响。由于这种原因,产量级一般是用于大面积林木的测定而不是用于个别林分的测定。

1.3.2. 产量级曲线 各树种测定产量级的曲线图,是以上层树高为水平轴或 x 轴。用树高而不用年龄,是为了在一个树种内可以用一个简单的相关关系控制全部收获级,这样可以避免每个树种每一个收获级都需要单独一套产量级曲线。

1.3.3. 地方收获级 产量级用收获级来代替称为地方收获级(LYC)。

例如:

通用收获级 14, 产量级“a”= 地方收获级 10

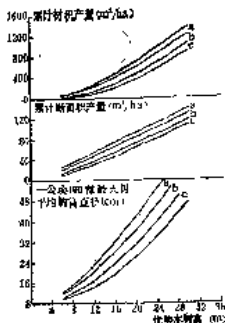


图 1-5 欧洲赤松产量级曲线

通用收获级 11, 产量级“b” = 地方收获级 14

通用收获级 14, 产量级“c” = 地方收获级 12

产量级的优点进一步完善了收获级的评定方法。可以说产量级是在树高生长的基础上改进收获级评定的一个好方法; 它通过收获级换算求地方收获级, 产量级是一个已知测定了上层树高林分的材积产量, 对整个地区来说, 它说明了这个数据是大于或小于整个地区的平均值。

1.3.4. 产量级的评定方法 每一个产量级图上有三组曲线, 可以通过这二种方法来确定产量级。它们是:

1. 每公顷最高的材积产量,
2. 每公顷最高的断面积产量,
3. 每公顷 100 株最大树胸高直径的平均直径。

第二和第三种方法可以代替第一种方法。因为材积产量是很难知道的, 而且为了测定材积产量常常是很费钱的, 做起来也很难。另一方面, 第二和第三种方法是从材积产量信息中提取出来的方法, 也是有效的方法。

当材积产量的数据不可靠, 或者感觉估计值过高时, 就用第二和第三种方法来取代第一种方法。断面积产量的方法一般是在没有疏伐过的林分, 和未做过任何调查的林分。而在曾经疏伐过的林分, 用断面积加权求上层高林木的平均直径的数据是不可靠的, 也是没有用的。

但是相对来说, 用断面积产量的方法评定产量级, 是切实可行的也是普遍应用的一种方法。它是用来评定完梢立木度的未疏伐林分的。因为疏伐林分很少保留有以前的断面积记录。在未疏伐林分中进行断面积产量调查时, 可以设置二块面积不小于 0.01ha 的样地。每一块样地对所有大小直径的树都量测胸高直径, 九根锯去 1—3 次取断面积。平均这些样地的断面积, 再将

表 1-5 胸高直径换算断面积表

胸 径 (cm)	断 面 积 (cm ²)	胸 径 (cm)	断 面 积 (cm ²)	胸 径 (cm)	断 面 积 (cm ²)	胸 径 (cm)	断 面 积 (cm ²)
1	0.0079	11	0.0095	21	0.0348	31	0.0775
2	0.0303	12	0.0114	22	0.0380	32	0.0854
3	0.0427	13	0.0133	23	0.0415	33	0.0936
4	0.0492	14	0.0151	24	0.0452	34	0.0998
5	0.0520	15	0.0157	25	0.0471	35	0.0982
6	0.0528	16	0.0161	26	0.0481	36	0.1018
7	0.0538	17	0.0162	27	0.0503	37	0.1075
8	0.0560	18	0.0164	28	0.0518	38	0.1104
9	0.0564	19	0.0184	29	0.0561	39	0.1180
10	0.0579	20	0.0191	30	0.0705	40	0.1257

结果乘以 100，得每公顷的断面积。

上述产量级的评定方法是行之有效的，在森林中确定每个主要树种的产量级要抽取约 10 个林班的样本。

第三种方法只是在无法用第一和第二种方法时才用，它在每公顷内选测 100 株胸高直径最大的树求算平均直径。用这个方法要增加各林班二倍抽样工作量。要测定每一个抽样林班的上层林木胸高直径的平均值。要注意平均胸高直径是两次胸高直径的平均值，也就是说和平均断面积换算的胸高直径一致。

所有划分产量级的方法都是相似的，都需要林分上层树高。产量级根据图 1—5 的曲线读取。例如：

1. 欧洲赤松，上层树高 16m，材积产量 250m³ 产量级为“c”。

2. 北美云杉，上层树高 12m，断面积产量 50m²，产量级“d”（图 1—6）。

3. 北美黄杉，上层树高 14m，每公顷 100 株最大的胸高直径 21cm，产量级“b”（图 1—7）。

确定了每一个优势树种的产量级之后，这个产量级可以用于

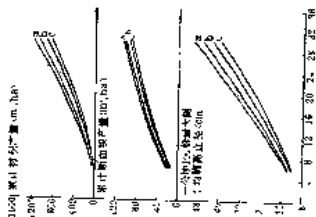


图 1-6 北美落叶松量级曲线

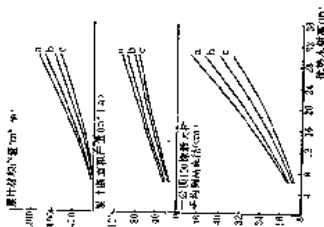


图 1-7 北美落叶松量级曲线