

国外森林立地与生产力

论 文 集

叶 德 敏      唐 壮 如      编 译

林业部华东林业调查规划设计院科技情报室

1   9   8   7

# 国外森林立地与生产力论文集

叶德敏 唐壮如 编译

## 前 言

林业生产的中心问题是恢复和发展森林资源。我国正在开展大规模绿化造林工作。发展速度很快，但存在问题也较多。其中如何做到适地适树，提高绿化造林的质量与速度，就是一个突出的问题。因此，关于森林立地分类和评价技术愈来愈为林业科技工作者和林业生产单位所关注。

我国幅员辽阔，自然地理条件复杂，森林立地类型繁多，森林生产力差异很大。研究建立我国森林立地分类和评价应用体系显得更加重要。我院科技情报室翻译人员唐壮如和叶德敏两位同志收集最新的国外有关资料，翻译汇编了《国外森林立地与生产力论文集》这本小册子，介绍了日本、西德、美国、澳大利亚、波兰、尼日利亚、南非等国家关于森林立地与生产力研究的方法、观点和系统。尽管各国的情况有异，但各有独到之处，也颇有新意。我们把她介绍给从事这方面工作的科研、教学、规划设计和生产管理的同行们参考，如果能起一点借鉴作用，就算是达到了出版的预想目的。由于受译者的水平所限，文集中不可避免存在错漏，诚恳欢迎读者批评指正。

林业部华东林业调查规划设计院

科技情报室

一九八七年五月十四日

# 目 录

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| 立地分类与地形分类之间的关系·····             | (西德)勒夫勒(1)     |
| 日本的森林土地利用立地分类·····              | (日) Mashimo(3) |
| 巴西圣保罗工业造林的土地分类·····             | (巴西)维克托(9)     |
| 委内瑞拉草地加勒比松人工幼林的立地分类和预测·····     | (委内瑞拉)文森特(15)  |
| KAL—BIGLEB子系统的森林土壤和立地分类方法·····  | (波兰)科瓦科斯基(24)  |
| 短轮伐期人工林的营养耗失与补偿·····            | (澳)雷桑(28)      |
| 澳大利亚东南部砂质土辐射松纯林生产力的维持·····      | (澳)法雷尔(32)     |
| 经营实践对立地生产力长期影响的监测·····          | (南非)舒茨(37)     |
| 用X射线密度计估计云南石栎的材积和重量生长·····      | (尼日利亚)阿卡丘库(39) |
| 森林定量施肥的材积增长预测——林分和立地变量的重要性····· | (美)巴拉德(44)     |
| 松林施肥研究:土壤试验结果与讨论·····           | (波兰)奥斯特洛斯卡(48) |



# 立地分类与地形分类之间的关系

(西德) H. 勒夫勒

## 一、问 题

抽象一点说,我们可以把立地分类(或立地成图)定义为是一种根据立地生长树木的能力来区分森林立地的工具,而把地形分类定义为是一种根据森林作业的难易来区分森林土地的工具。当主要是与土壤紧实度和质量运动的危险率相关时,无论是所谓的危险分级还是易感性分类,均应作为立地分类或地形分类的一个问题来处理,而不应作为一个独立的课题。

对于森林经理,立地分类是一个重要的非常有价值的辅助工具。至于地形分类,经验表明,它所提供的信息正日趋必需,原因有三方面:(1)机械化程度不断提高(资本和能量的投入不断上升);(2)森林作业扩展到迄今尚不可及的地区或至今难以开发的地区;(3)要求作业方法和作业设备保证具有高度经济效益并对环境无害的迫切性不断增长。

同立地分类相比,地形分类的发展还相当年轻;作为一种科学的、系统的方法则始于五十年代初期。西欧和英国在这方面具有最丰富的经验;但在其它一些国家,地形分类仍处在准备之中。

近二十年来,一些国际性公共机构,特别是 IUFRO、FAO/ECE/ILO 联合委员会及 FAO,已开展了制订不同地形分类体系的可比性的工作。目前,一个由该联合委员会和 IUFRO 成员组成的工作小组正在这方面开展一场新的运动。

立地分类法和地形分类法(仅仅是一种不

同的看法)尽管具有相同的目标,但迄今为止,它们的发展和活动一直是沿着各自的路线平行进行的。由于立地分类和地形分类的数据采集均需要很高的费用,似乎有理由提问:是否有可能建立一种通用的方法。

原则上说,如下方面是可以考虑到的:

(1)立地分类提供或变相提供地形分类所提出的信息。某些立地分类专家提出了这样的观点:地形分类是多余的,立地分类能够满足相应的一切需求。(2)地形分类和立地分类可继续作为不同的方法来处理,但两种分类所需要的基本数据应进行交换。最理想的解决方法是联合数据采集,并建立一个能够导出两种分类的公共数据库。

## 二、作业点的地形刻画

我们必须区别:(1)描述性地形分类即主地形分类,它对林地的描述和分类不考虑机械和作业方法的可能性和限制;(2)功能性地形分类即次级地形分类,它刻画一个地区时需要考虑明确的设备和方法。本文只讨论描述性地形分类。

有人已提出应区别两类分类水平:宏观描述水平即粗放踏查水平和微观描述水平即详细勘查水平。宏观描述水平上的分类用大地形(地表形态、地貌结构)、基础结构(运输系统)、土壤类型(独立应用时,即不与详细水平联合时)来刻画较大的土地单位。微观描述水平上的分类一般应用于小土地单位、样区、工作区等等。表1给出了两类水平一般需要调

查的地形特征。

下面我们来考虑微观描述水平。在这一水平中，地形状况将由地形级来表示，地形级由综合预定的各类参数（地况、坡况、地面粗糙度、可能的无道路集材平均距离）而得。

在立地分类中，通常不考虑坡况、地面粗糙度（即微地形）和无道路运输距离，或者说立地分类没有达到地形分类所需要的程度。因此，现行结构的立地分类不能代替地形分类，除非是把立地分类的内容扩大，增加额外的信息。此外，由于立地分类和地形分类的勾绘标准以及各标准的重要性均不同，两者的成图单位通常无法一致。

表1 分类水平和地形特征

| 地形特征                 | 分 类 水 平  |      |
|----------------------|----------|------|
|                      | 宏观描述     | 微观描述 |
|                      | 必需的      | 选择的  |
| 大地形（地表形态、坡形），包括海拔范围  | X        |      |
| 水系                   |          | X    |
| 气候（年雨量、平均雪况、平均年温、等等） | X        |      |
| 地质、母质、地质起源           | X        |      |
| 森林基础结构               | X        |      |
| 公共基础结构（运输系统）         |          | X    |
| 优势（平均）地况（土类）         | X（独立使用时） |      |
| 地况                   |          | X    |
| 坡况                   |          | X    |
| 地面粗糙度                |          | X    |
| 无道路平均集材距离            |          | X    |

### 三、地 况

“地面（土壤）状况”这个因子是两种分类方法之间的主要对比点。地形分类中“地况”的含义是什么？表2列出了用于刻划有关森林

作业的地况参数。+字符号的数目表示各因子的相对重要性。土壤强度可定义为是土体承受或抵挡不至于倒塌或过度变形的压力的能力（Hillel, 1980年）。我们可以说，地形分类的目的在于根据立地的承受能力（就与地况有关的而言）来区分森林立地。

有关土壤强度的信息可用两种方法获得：

（1）直接测定，（2）根据统计关系评估。

除了方法问题外，土壤强度的直接记载是一项昂贵的和复杂的任务。因此，林业上很少采用直接的土壤强度测定。然而，有关土壤载荷能力的知识很重要，因此直接测量应该加强，尽管地形分类还不能很快利用大量的数据。一些调查研究指出了土壤强度（不考虑量测种类）

表2 刻划描述性地形分类体系内地况的参数

| 参 数                                                | 重要性  |
|----------------------------------------------------|------|
| 1. 土壤质地                                            |      |
| — 矿质土（ $\geq 70\%$ 矿质成分）：土粒大小分布（砾、沙、粉砂、粘粒百分率；筛分曲线） | +++  |
| — 有机质土（有机质成分 $\geq 30\%$ ）：湿地分类项（泥炭沼泽、泥炭等）         |      |
| — 垂直均匀性                                            | +    |
| 2. 水分状况（普遍的即“正常的”）                                 |      |
| — 土壤水分含量或立地水分状况                                    | +++  |
| — 土壤排水状况                                           | +    |
| 3. 土壤干容重                                           | ++   |
| 4. 可塑性（粘结土壤）                                       |      |
| — 液体极限，可塑极限                                        | +++  |
| — 可塑性指数                                            | +++  |
| — 粘粒的活动                                            | ++   |
| 5. 土壤深度（未固结物质的深度）                                  |      |
| — 矿质土：从地表到基岩或不透水磐层                                 | ++   |
| — 有机质土：从地表到矿质层                                     | ++   |
| 6. 石质度（颗粒大于60mm）                                   | ++   |
| 7. 加固因素                                            |      |
| — 伐根（根系）                                           | +    |
| — 废材覆盖                                             | +    |
| 8. 土壤强度（正常水分状况下的承受能力）                              | ++++ |
| — 分析、参数法（Bevameter 值）                              |      |
| — 经验法：加州承受比、弹性系数、锥面指数，等等。                          |      |

++++表示“极高”

+++表示“高”

++表示“中等”

+表示“低”

与表 2 中 1~7 项所记性质之间的随机关系。如果进一步的调查证实和详细说明了这些关系,那么地形分类中的地况描述和分类可以建立在所提出的这些性质之上,这些性质就是被看作是最重要的土壤质地、水分状况、土壤干容重和可塑性。

现代立地分类就象一把具有等级结构的规尺。在较高一级(宏观描述)的分类水平上,主要采用气候和地面形态作为区分的标准。在较低一级水平上,特别是在最低一级的分类水平上,则主要采用土壤性质来刻划成图单位。尽管刻划立地分类地况的特征与刻划地形分类地况的特征不同,但可以期望,一个立地单位内的面向技术的地况多少总有些一致。

因此,为了能使地形分类利用立地分类,立地分类单元的解释至少必须同土壤质地、土

壤水分状况、土壤干容重和可塑性(对于粘结土壤)相关。

根据德国联邦政府调查的初步结果,对于上述参数来说,“立地类型”(德国立地分类体系中的最小成图单位)能够保证优秀的区分效果。

#### 四、展望与建议

很遗憾,立地分类和地形分类工作一直几乎是彼此隔绝的,这两种分类之间的相互了解相当少。在立地分类已经完成而地形分类正处于准备之中的地区,应尽力利用有关土壤状况的信息。对于两种分类过程都必须履行的地区,则应试图采集联合数据。最重要的是,立地分类专家和地形分类专家应该在一起工作。

## 日本的森林土地利用立地分类

(日本) Y. Mashimo K. Arimitsu

### 一、前言

森林不仅生产原木、浆材、杆材之类的产品,而且还具有保护环境、提高森林流域居民生活质量等多种重要功能。众所周知,森林首先具有防止滑坡、道路冲毁以及减轻下游地区水灾等功能。森林的防灾功能在地形陡峭、地质脆弱、多雨量的山区起着极其重要的作用。

在日本,防护林的营造和巩固事业在自然灾害频繁的山区已得到加强。最近对自然灾害记载的研究表明,预报暴雨将要发生的时间和地点几乎是不可能的。在这样的情况下,有人已采用影响着天灾发生及程度的地形、地质和土壤结构状况作为参数来评价暴雨对山区森林土

地的危险程度。换言之,就是由一种地形分类系统为预防天灾给出分级值。对于诸如水源涵养之类的森林效能,也可用同样方式根据其价值加以分类。对这些森林效能加以综合评价就能获得成功的立地分类,从而为造林和其它林地作业之类的林业工作制定出适宜的计划。

立地分类的林业效能包括①木材生产,②水源涵养,③水灾控制,④土壤保护(侵蚀控制)和防止滑坡,⑤森林游乐。由于市区人口过量,寻求森林休息娱乐的市民人数具有持续增长的趋势,可以预计,森林土地的压力将越来越大。在日本,此类活动称之为森林游乐。

### 二、森林立地分类方法

网格法常用于评价大面积森林土地,采用何种规格的网格取决于目标区的面积和评价所要求的精度。根据从地形图和土壤图获得的信息,将每一网格区按效能分类成高、中、低三级,以实现林地危险程度的分级。按森林效能进行立地分类的标准阐述如下。

### (一) 木材生产

现实蓄积量和树种是林地短期评价的主要参数。然而采运条件提供了又一个有效的参数。对于木材生产的长期评价,应该采用土地的潜在木材生产力。

在日本把林地生产力分成三个等级:(1)高生产力土地:通过营造用材树种可期望获得快速的生长;(2)中等生产力土地:适于营造用材树种,但生长不如高生产力土地;(3)低生产力土地:不适于营造用材树种,或者预计其生长量低于5立方米/公顷/年。

林地的生产力(立地质量)取决于气候和土地条件,可以通过土壤地型和海拔(温度指数)来评价。在日本,综合环境和土壤因子的地位级估计(40年生树木的高度,单位为米),能够相当精确地估计按地区和树种的生产力。这里介绍一种依据土壤类型(森林土壤局,1976)和海拔的简单分类标准。

土壤生产力可进行如下分级:(1)高生产力土壤:中等湿度的褐色森林土,轻湿褐色森林土,中等潮湿黑土;(2)中等生产力土壤:干燥褐色森林土和轻度干燥黑土;(3)低生产力土壤:无层土,粗骨土,灰壤,红壤,黄壤,泥炭土和潜育土。

海拔(如Tone流域的山区)可作如下分组:(1)0—1000米:高生产力组的土壤均具有高生产力,中等生产力组的土壤均具有中等生产力,低生产力组的土壤均具有低生产力;(2)1000—1400米:除低生产力组的土壤以外,这一海拔范围的大部分土壤均具有中等生产力;(3)1400米以上:这些海拔中的土壤都具有低生产力。

### (二) 水源涵养

在日本,集水区的理想特征是使流域河源的降雨量渗透进土壤之中。这样可以使江河流量的季节性波动不大,特别是能够在旱季提供充足的流量。我们认为水资源的再装载功能涉及四个因素:土壤、表面地质、坡度和海拔。

多孔而深厚的土壤有助于水的渗透和临时性保持。根据Mashimo(1974)的成果,日本的林地土壤每米平均保持约180毫米有效水。这个数字均大于牧场、农地和住房地的蓄水能力。土壤类型和母质(地质)是影响土壤蓄水力的主导因子。土壤可按其蓄水能力作如下分类:(1)高蓄水力:中等湿度的黑土,中等湿度的褐色森林土,轻湿度褐色森林土;(2)中等蓄水力:轻度干燥黑土,轻度干燥褐色森林土,轻度湿黑土,湿腐殖质灰壤;(3)低蓄水力:未成熟土,干燥褐色森林土,红壤和黄壤,干燥灰壤,湿铁质灰壤,潜育土。

土层下的基岩对蓄水层的形成及地下水的贮存和运动有强烈影响。例如,风化花岗岩和火山灰易于渗透水。根据现有数据,可把地质的水资源效能贡献作如下分类:(1)大颗粒火成碎屑物质,火成灰,风化的花岗岩和断裂圈;(2)第四纪地层中颗粒沙和泥,第三纪地层砾岩和砂岩,凝灰岩,中生代/古生代砂岩,叶化石,结晶体、安山岩;(3)第四纪细泥,第三纪泥石,中生代/古生代黑砖石,流纹岩,蛇纹岩。

雨量进入土壤的渗透与坡度相关。陡坡易遭快速的表面冲刷,因而渗透的机会很少。在日本,坡度分成三级:缓坡( $10^{\circ}$ 以下),中坡( $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ )和陡坡( $30^{\circ}$ 以上)。各级坡度的水源涵养效能依次为:缓坡>中坡>陡坡。

高海拔立地与低海拔立地相比,温度较低但雨量较大。因此,高海拔立地具有较大的保水潜力。换言之,对于水资源来说,低海拔不如高海拔地区重要。中海拔山区立地也是重要

的资源。海拔的蓄水效能依次为：高海拔>中海拔>低海拔。

为了进行评价，分别将土壤、地质、坡度和海拔区分成三个等级（见表1）。总计各得分值便得目标林地的三个等级（高、中、低）（表2）。

**表1 林地评价因子及各水源涵养级的得分值**

| 因子 | 得分值  |     |    |
|----|------|-----|----|
|    | 3    | 2   | 1  |
| 土壤 | 高容水量 | 中   | 低  |
| 地质 | 贡献大  | 中   | 低  |
| 坡度 | 缓坡   | 中坡  | 陡坡 |
| 海拔 |      | 高/中 | 低  |

**表2 各水源涵养级已定得分值的分级**

| 高    | 中   | 低   |
|------|-----|-----|
| 9—10 | 7—8 | 4—6 |

### （三）水灾控制

如果降雨量以地表冲刷的形式从森林集水区直接流注到江河之中，它将增加下游地区的水灾危险。在这样的地区，水灾控制十分重要。在日本，采用坡度、海拔和沟壑密度来评价冲刷。尽管土壤条件确实影响地表径流，但认为上述三个因子更为重要。

在日本，高海拔排水流域的水流量较大。如果把海拔分成高、中、低三类，则海拔的水灾控制级别依次为高>中>低。

地表径流的速度和流量受坡度影响，它随坡度的增大而增加。坡度对径流的影响依次为缓坡<中坡<陡坡。

沟壑密度用作地面径流源的一个参数。沟壑密度高的土地能够使降雨量更迅速地流注到江河而到达下游。但认为它对水灾的影响程度与海拔和坡度相同，因此只把它分成二类：高密度和低密度。

表3为三个海拔和坡度等级以及二个沟壑

密度等级给出了评价得分值。总计其评价得分便获得林地的三个水灾控制等级（高、中、低、）（见表4）。

**表3 水灾控制的评价因子和得分**

| 因子   | 得分   |         |      |
|------|------|---------|------|
|      | 3    | 2       | 1    |
| 海拔   | 高    | 中       | 低    |
| 坡度   | >30° | 10°—30° | <10° |
| 沟壑密度 |      | 高       | 低    |

**表4 水灾控制得分的分级**

| 高    | 中    | 低    |
|------|------|------|
| 8, 7 | 6, 5 | 4, 3 |

### （四）土壤保护

山区土壤保护的主要目的是防止暴雨导致滑坡和土壤冲刷。但在日本山区，地震也是灾害的一个主要原因。这一评价用坡度、表层地质和沟壑密度作为评价因子。某些土壤易遭滑坡和侵蚀而需要专门的处理，但用于这一目的的土壤在日本至今尚未发展。

20度以下的山坡很少发生滑坡，但在陡坡却常常发生小面积（平均0.2公顷）的滑坡，从而难以判断网格内平均坡地的危险程度。但一般来说，陡坡区具有许多陡削的坡面。坡度同滑坡频率之间的关系具有如下递减次序：缓坡（<20°）<中坡（20°~30°）<陡坡（>30°）。

有人根据以往的多次滑坡，对滑坡原因进行了多次分析；对于这样的分析，表层地质可以认为是重要的因子之一。根据引起滑坡的可能性，可把表层地质作如下分类：（1）高度危险：火成碎屑物质、风化花岗岩、未稳固的沉积物；（2）中等危险：迟第三纪沉积岩、集块岩、流纹岩、花岗岩、黑片岩；（3）低度危险：中生代/古生代沉积岩、安山岩、玄武岩绿片岩。

沟壑密度高的地区具有较多的沟壑帽和面，因此相应会有较多的滑，坡尽管沟壑密度的影



响不如坡度和地质那样显著。沟壑密度分类成“高”和“低”两级。

表5给出了三个坡度和表层地质等级和两个沟壑密度等级的土壤保护评价得分。表6给出了林地的保护级。

表5 土壤保护的评价因子和得分

| 因子   | 得分          |                     |             |
|------|-------------|---------------------|-------------|
|      | 3           | 2                   | 1           |
| 表层地质 | 高度危险性       | 中等                  | 低           |
| 坡度   | $<30^\circ$ | $20^\circ-30^\circ$ | $>20^\circ$ |
| 沟壑密度 |             | 高                   | 低           |

表6 土壤保护得分的分级

| 高    | 中    | 低    |
|------|------|------|
| 8, 7 | 6, 5 | 4, 3 |

#### (五) 森林游乐

居住在人口稠密市区的人们，越来越渴望到森林、旷野、江河湖泊中去游乐而得到休养娱乐。收入和闲暇时间的增多扩大了户外游乐的需求。森林能满足市民的这种不断增长的需求提供方便。

森林能为人提供：(1) 风景美，(2) 野营地，(3) 运动场，(4) 登山小道。此外，日本的森林还有许多可供游览的有趣事物，如历史遗迹、宗教地和学术纪念馆等等。然而，这些有价值的事物常常只是用抽象的艺术观点作主观的评价。为了提供一种客观的评价方法，建立了如下评价标准：(1) 高价值：经过专门设计的国家公园和准国家公园、野生动物保护区、自然环境保护区；专用游乐林，风景保护林，县级游乐林；游乐活动重点保护林，俯瞰风景的地区，临近投宿设施的地区；历史遗迹，由国家和地方政府设置的游览地和自然遗迹；(2) 中等价值：次级国家公园和准国家公园，次级野生动物保护区，重要观景区5公里内的区域；(3) 低价值：缺乏上述设计

的森林地。

### 三、林地评价结果的评述

基于立地质量参数和用定量评价方法获得的木材生产估计认为具有很高的精度。然而，在研究其结果的正确性和一致性时，应该采用明确的标准，例如造林林分的长势、造林比例、天然林内的主要树种及以往生产的实际结果。

在研究水源涵养和水灾控制时，可利用江河流量的观察记载，比较排水流域各分段的特征数字。对于水源涵养，可用基本流量作为参数；对于水灾控制，则可用洪水流量作为参数。例如，可以对排水流域各分段在过去30年的最大洪水流量进行比较来作一试验。如果水灾控制的高等级网格，比例大的排水流域分段比该网格比例小的分段具有更大的特定流量，那么这些结果是一致的。流域内水坝的利用和规模以及水的利用均会影响水灾控制。流域内森林的范围和性质可能也会影响江河的流量。

在研究土壤保护时，可用过去的滑坡频率和修复工作所需的经费来评定所评价的精度和一致性。此外，水库的各分段，以及防灾林、山崩地、土壤和水湾设计的有无，也可作为评定的对象。

在考虑森林游乐时，森林区的游客流入量及其所花费的金额是评定评价等级的重要参照因子。

### 四、以林地优先次序和计划土地利用为依据的立地分类（日本 Tone 河流域山区研究实例）

本节以 Tone 河流域为例，介绍一个山区立地分类的研究实例及林地的理想安排和有关工作。

Tone 河流经关东平原中部，为关东平原提供水源。东京用水的一半以上取自该河。该流域居日本首位，面积约16,000平方公里。Tone 河是日本最重要的河流。其河源位于关

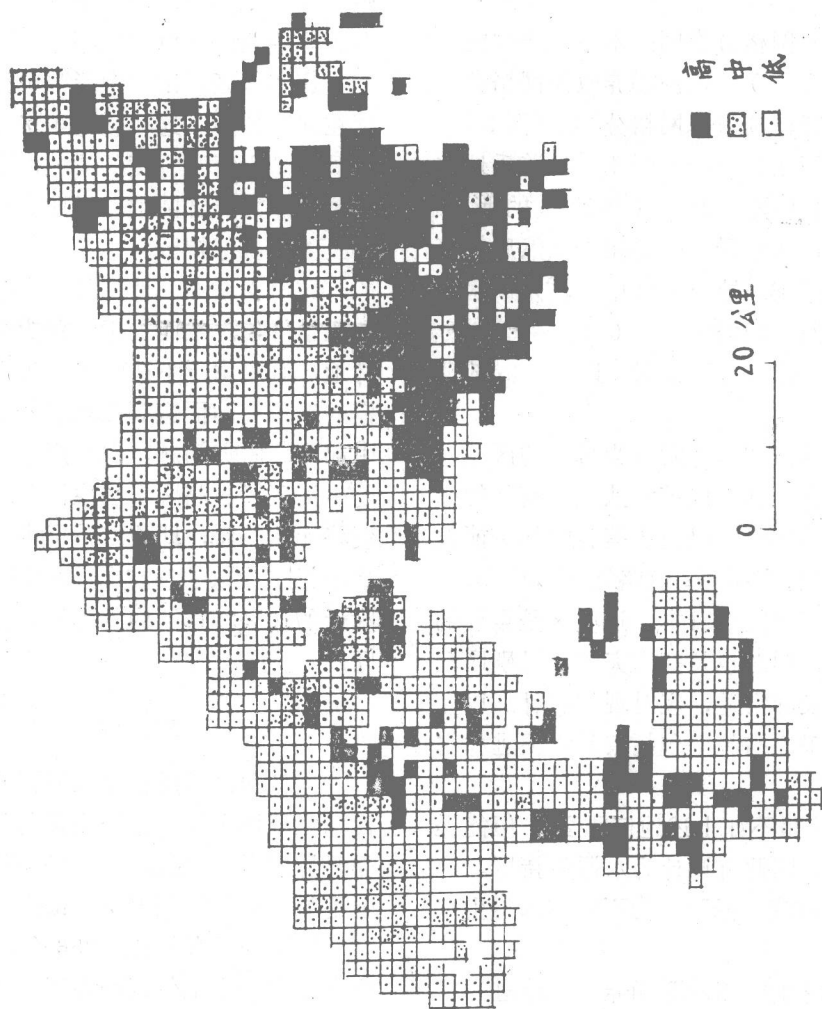


图 1 木材生产功能网格分级图

东平原区东北山区,森林覆盖面积6200平方公里。

这一目标区用4平方公里的正方形网格覆盖。共计网格1561个,检查每一网格的平均坡度、海拔和沟壑密度。此外,还从有关的土壤图和地质图判读出大量信息,按效能进行等级分类。

绘制了五幅网格分类图:木材生产效能网格分类图(见图1)、水源涵养效能网格分类图(图2)、水灾控制效能网格分类图(图3)、土壤保护效能网格分类图(图4)、游乐地效能网格分类图(图5)。(图2—6的形式均与图1相同,故略译——译注。)然后把该流域的山区分成16块地域,其中九块是山区、五块火山区、两块丘陵区(图6)。勾绘时考虑了自然地理和权属。下面讨论四种形式的理想土地利用。

#### 1. 以水源保护和森林游乐为目的的区域

木材生产力“低”但其它效能“高”的林地应设计用于此目的,以使这些林地尽可能发挥公众利用效益。特别是图6(略译)的11、12、13区,以其风景美而闻名日本。这些区是重要的游乐和游览地,同时也是高水灾控制级别区。由于其树木生长非常差,应对现有森林加以保护,并尽可能采取措施(包括禁伐)促进林木生长。

1、2、3区虽不如上述地区重要,但能提供一些游乐地,因此宜设计为水源保持区。这些地区的生产力较“低”,均不宜作木材生产区。

#### 2、以木材生产和水源涵养及其改进为目的的地区

第8区具有“高”的木材生产力,第4区具有较“高”的木材生产力,在这些地区内可栽种用材树种,但采伐年龄要提高,采伐面积要减少。如果立木度和冠盖度高,即使新造林地也能成功地起到涵养水源的效能。

第3、6和7区提供“中等”的生产力,在这些区域中,为了使造林获得成功,应从土

壤和地形的角度慎重地选择立地。确定采伐年龄和伐区时应考虑上述的约束因素。

#### 3、木材生产区

14、9、15区是理想的木材生产林地,但其它公益效能方面却只是“中等”或“低”水平。这些地区特别是9和15区,最适宜于木材生产;对日本来说是“非常高”的土地生产力。这些地区可以实施集约林业作业。

这些地区,山的地形状况处于壮年期,坡度在30°左右。这些坡地虽然比较稳定,但它们具有“中等”程度的滑坡潜在危险。因此,要密切注意局部陡坡,以防止土地崩塌。

#### 4 环境保护区

城市附近的山地森林具有很高的防灾价值和风景价值。然而最近,此类具有很高价值的林地,有的由于不适当的土地利用变化和大规模的地形变动而遭到破坏。森林的破坏必定会引起许多防灾问题,但最严重的是损失了适意的生活环境。高质量的生活环境一旦被损失,便将无法补救,即使城镇提供完备的防灾设施也是无法挽救的。在Takasaki和Utsunomiya附近的10区和16区内的林地,应警惕这方面的问题。

### 五、应 用

在日本,采用林地效能评价、立地分类,目标区网格应用的途径来进行林地利用规划。需要特别强调的是,将一种网格叠加到研究区上是制订森林计划所不可缺少的一个程序。

日本的私有林分为256个森林规划区,而国有林有80个工作区遍布于全国。每隔五年为每一个规划区和工作区制订一个为期十年的森林计划,这个计划需要进行“森林效能调查”,以评价这些森林的木材生产、水源涵养、自然灾害防治和游乐地潜力。这些调查结果不仅为制订和实施森林计划的林业机构所利用,而且还为与林业有关的其它领域的管理工作以及森工管理所利用。

尽管评价林地效能的网格法已为整个日本

# 巴西圣保罗工业造林的土地分类

(巴西) M. A. M. 维克托 等

## 一、前言

当一个政府试图为促进工业造林分配资源时,他必须对土地进行分类,以指导这一活动。只有通过这一指导,才能保证最有效地使用指定拨给这方面的补贴金。

在圣保罗州,自1966年以来就实行了有力的财政鼓励政策,并已公布了两项研究成果。由于这些研究涉及到造林和环境问题,除了经济和社会问题以外,还应以动态的观点来描述它们,因此需要进行定期的修正。目前,一个工作组正在对最近的一次研究进行修正。

### (一) 圣保罗州的生态概念和保存植被

圣保罗州位于巴西东南部,西经 $44^{\circ}\sim 53^{\circ}$ ,南纬 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ;海拔范围 $0\sim 2242$ 米;冬季雨量占优势(巴西南部),夏季多雨,干湿季交替。在中部、东部山地及西部,只在冬季出现轻度缺水。圣保罗州的土地面积约为2500万公顷(占国土面积的25%),天然林仅剩全州总面积的8.3%(维克托1975)。十九世纪中期,森林覆盖面积占总面积的81.8%,但由于传统的森林、农业和牧业利用使森林覆盖率降到了现在的水平。商业性造林已有70多年的历史,最近几年发展更快,人工林约占全州面积的2.58%。上述数据例于如表1。

表1 圣保罗州的土地面积

| 地 类     | 面 积<br>(公顷) | 占总面积<br>% |
|---------|-------------|-----------|
| 天 然 林   | 2,069,920   | 8.33      |
| 灌 木 林   | 1,241,090   | 4.99      |
| 大 片 裸 地 | 105,390     | 0.42      |
| 裸 地     | 784,990     | 3.16      |
| 裸 平 原   | 148,390     | 0.60      |
| 草 地     | 48,870      | 0.18      |
| 人 造 林   | 841,420     | 2.58      |

### (二) 复杂的森林工业

圣保罗州工业林的产品以纤维素纸为主。全州共有十一个工厂,每年约产80万吨纤维素(1977),约占全国总产量的49%。这些工厂主要分布在该州的东部,一般根据地理位置加以分片。

纤维板是该州的第二大森工产品。尽管生产纤维板的工厂只有两家,但它们的产量(1978年为60万吨)除了充分满足本国的需求外,还可用于出口。在圣保罗还有几家碎料板厂,1973年产量达5500万立方米,占全国总产量的20%。另外还有大约675家经过注册的锯材厂,它们大多是中小型工厂,每天生产2—64立方米木材,主要采用由其它州提供的地方

(上接第8页)

所采用,但仍然存在如下一些问题:每一种效能应采用哪些因子,如何进行危险等级的分类,什么样的参数可应用于评价?为了建立更精确

的网格和分类方法,还需要对各种因子(土壤、植被、地质、地形、气候等)以及各因子间的因果关系等作进一步的研究。

阔叶树材。

作为能源的木材利用也是林业消费的一个重要组成部分。1977年能源消费估计价值达410万,1978年为460万。

实际上,乡土树种原始森林已被耗尽,政府通过法令和禁令来保护它们免遭开发,向森工提供木材的唯一道路是营造人工林。主要造林树种是松树和桉树。

## 二、环境参数

### (一) 树种

这次研究的一个基本要素是树种和立地之间的关系。由于大部分人工林的年龄都小于十五年,这意味着分析的只是轮伐期的一部分,所以第一条途径是调查圣保罗的松树生长量。在调查的松树中, *Pinus elliottii* var. *elliottii* 已有可靠的结果可以利用,有关火炬松、*P. patula*、*P. khesya*、*P. caribaea* var. *caribaea*、*P. caribaea* var. *hondurensis*、*P. oocarpa*、*P. caribaea* var. *bahamensis* 等松树的资料则比较少。

过去的研究已建立了 *P. elliottii* var. *elliottii* 的生长与某些立地因素如气候、土壤、以前植被等之间的一些良好关系。然而,该树的收获表却是临时性的。

对于桉树,情况则相反:该州在70多年前就有桉树栽培,因此现有的收获表已经过详尽的试验,是充分可靠的。然而在实践中,对发展与立地之间的关系仍需作更多的研究 (Van Goor 1975)。一般采用的桉树有 *Eucalyptus grandis*、*E. saligna*、*E. alba* (杂种或 *urophylla*)、*E. urophylla*、*E. citriodora*、*E. camaldulensis* 和 *E. tereticornis*。

### (二) 永久样地

为了获得关于生产力与立地间关系的确切数据,我们设立了一些永久样地。我们根据预定的标准 (Van Goor 1975) 为 *P. elliottii* var. *elliottii* 选设了684个样地。在轮伐期结束时,每一个样地至少必须含有12株有用的树木,并且必须尽可能避免不可控制的“外界”影响,例如

与基本遗传物质源的不亲和性。未知起源的种子会影响生产力,从而影响立地因子的可靠性。

### (三) 立地和生长因子

立地因子是生长的基础,它们与气候和土壤有关。在亚热带和热带地区,由于地形只在土壤发育中加以考虑,因此对生长没有直接的影响。然而,土壤对生长有直接的影响。

#### 1. 气候

根据 Thornthwaite 的方法,按照年平均温度和缺雨量可把圣保罗州区分为如下气候区:

- A 区: 20°C以下, 不缺水。
- B 区: 20°C以下, 缺水量低于30mm。
- B<sub>1</sub> 区: 20°C以下, 缺水30—60mm。
- C 区: 20°C以上, 不缺水。
- D 区: 20—22°C, 缺水低于30mm。
- E 区: 20—22°C, 缺水30—60mm。
- E<sub>1</sub> 区: 20—22°C, 缺水60mm以上。
- F 区: 22°C以上, 缺水60mm以上。
- F<sub>1</sub> 区: 22°C以上, 缺水30—60mm。
- F<sub>11</sub> 区: 22°C以上, 缺水低于30mm。

这些地区的分界基于300mm持水量。带有下标1和11的地区表明其重要性较低。

以基本气候参数为基础,根据合格和不合格栽植哪几种松树和桉树,将圣保罗州的各地区加以分类。

#### 2. 土壤

土壤因子区分成物理、化学和生物三大类。物理因子确定固氮、菌根等等的状况。物理因子按大土壤组加以确定。土壤肥力的确定比较困难。由于土壤为自然植被所覆盖,所以肥力同大土壤组相关。但甚至在自然条件下,肥力也是各不相同的。正如实践所发现的那样,同一土壤单元上的自然植被也存在差异,且影响十分严重,以致土壤肥力只有通过化学分析才能加以确定。

与物理性质相关的粒土,包括砖红壤、灰化土、石质土、水成土、岩成土和地中海土。根据圣保罗州的大土壤组,将Pv(灰化红绿)、



PV<sub>p</sub>(灰化红绿变异 Piracicaba)、Plm、Pml 归类。

将气候参数与土壤参数相结合,我们便可获得有关某一地区木材期望蓄积量的精确信息。

#### (四) 作为生态单元的立地

生态森林单元由气候和大土壤组加以确定,并用植被作为外加标准。只要可能,在立地上均设立代表生态森林单元的永久性样地。生态单元由高肥力的土壤所组成,但不包括对农业具有很高价值的土壤,例如 terra rossa 土、Lins 和 Marilia 的灰化土和地中海红黄壤。基于同样的理由,水成土和石质土单元也不包括,因为它们不适宜于广泛的林业。

#### (五) 经营体系和收获表

小区是经济区划的关键所在。在每一个情况一致(同质)的小区内,表 2 给出了它的一些模拟情况。这些模拟考虑了几个树种(松树和桉树)的不同生长方式和木材收获水平。

对于短轮伐期的桉树,在圣保罗州总是采用矮林,这已成为一种惯例。由这一过程产生的原材料传统上用于纸浆和造纸厂、纤维板、炭笔,等等。但具有较长轮伐期和为锯材厂提供较大直径树木的乔林还未建成,这一点具有同南非经营体系相同的趋势(Ramos 1973)。松树树种也具有相同的趋势。

正在变得越来越清楚的是,国内的现有人工林已在为未来的生产提供基础信息。目前正在加强这一领域的调查研究并对现有数据进行修正。

由于松类树种在生长发育上具有很大的差异,因此将它们分成二大类:(1)温带松树,它们的生长比较缓慢,包括 *Pinus elliottii* var. *elliottii*、*P. taeda*、*P. patula*、*P. khesyia*、和 *P. elliottii* var. *densa*。(2)热带松树,它们的生长要快得多,包括 *P. caribaea* var. *caribaea*、*P. caribaea* var. *hondurensis*、*P. caribaea* var. *bahamensis* 和 *P. oocarpa*。

表 3、4、5 和 6 给出了温带松和桉树短轮伐期和长轮伐期的收获表。

表 2 各树种的生长方式和轮伐期

| 树 种 | 生长方式 | 轮伐期(年) | 收获表 |
|-----|------|--------|-----|
| 桉 树 | 矮 林  | 短(17)  | P1  |
|     |      |        | P2  |
|     |      |        | P3  |
|     |      |        | P4  |
|     | 乔 林  | 短(20)  | P1  |
|     |      |        | P2  |
|     |      |        | P3  |
|     |      |        | P4  |
|     | 乔 林  | 长(35)  | P1  |
|     |      |        | P2  |
|     |      |        | P3  |
|     |      |        | P4  |
| 热带松 | 乔 林  | 短(20)  | P1  |
|     |      |        | P2  |
|     |      |        | P3  |
|     |      |        | P4  |
|     | 乔 林  | 长(35)  | P1  |
|     |      |        | P2  |
|     |      |        | P3  |
|     |      |        | P4  |
| 温带松 | 乔 林  | 短(20)  | P1  |
|     |      |        | P2  |
|     |      |        | P3  |
|     |      |        | P4  |
|     | 乔 林  | 长(35)  | P1  |
|     |      |        | P2  |
|     |      |        | P3  |
|     |      |        | P4  |

表 3 桉树收获量(矮林)

|    | 年龄<br>(年) | 带皮<br>(m <sup>3</sup> ) | 去皮<br>(m <sup>3</sup> ) | 层积带皮材积<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----|-----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| P1 | 7         | 375                     | 300                     | 360                         |
|    | 12        | 161                     | 192                     | 155                         |
|    | 17        | 128                     | 102                     | 122                         |
|    | 合计        | 664                     | 531                     | 637                         |
| P2 | 7         | 285                     | 228                     | 273                         |
|    | 12        | 122                     | 98                      | 118                         |
|    | 17        | 97                      | 77                      | 92                          |
|    | 合计        | 504                     | 403                     | 483                         |
| P3 | 7         | 214                     | 171                     | 205                         |
|    | 12        | 91                      | 73                      | 87                          |
|    | 17        | 73                      | 58                      | 70                          |
|    | 合计        | 378                     | 302                     | 362                         |
| P4 | 7         | 135                     | 122                     | 146                         |
|    | 12        | 65                      | 52                      | 62                          |
|    | 17        | 52                      | 42                      | 51                          |
|    | 合计        | 270                     | 216                     | 259                         |

注: 树皮率=20%, 树皮系数=0.894, 形数=0.55, 层积系数=1.2, 平方树皮系数0.80(木材的%)。

### 三、经济参数

为分析不同地区的造林适宜性,采用潜在收益系数确定每一地区的收益水平;收益水平可用树种和轮伐期分析来确定。收益水平还揭示了投资的回收率。然后对运输条件和原材料出售概率进行独立分析。

采用亨德沙金 (Hundeshagen) 的基本森林方程计算潜在收益系数。根据收益与投资间的关系,按年利率形式确定投资的内部收益。这一收益与成本的比较在同一时间进行。调整到轮伐期初的总收益为:

$$\sum R = \left( \frac{D_a}{1,0i^a} + \frac{D_b}{1,0i^b} + \dots + \frac{C_r}{1,0i^r} \right) (P - E)$$

表4 桉树收获量 (m³) (35年轮伐期)\*

| 年龄<br>(年) | 带皮<br>疏伐<br>材积 | 去皮<br>疏伐<br>材积 | 去皮疏<br>伐材积<br>(作纸浆) | 去皮层积<br>材积<br>(作纸浆) | 去皮<br>材积<br>(制材) |
|-----------|----------------|----------------|---------------------|---------------------|------------------|
| P1 7      | 105            | 84             | 84                  | 101                 | —                |
| 9         | 128            | 102            | 77                  | 92                  | 25               |
| 12        | 156            | 124            | 56                  | 67                  | 68               |
| 16        | 175            | 141            | 22                  | 26                  | 119              |
| 23        | 193            | 158            | 16                  | 19                  | 142              |
| 35        | 774            | 619            | 62                  | 75                  | 557              |
| 总计        | 1536           | 1228           | 317                 | 380                 | 911              |
| P2 7      | 80             | 64             | 64                  | 77                  | —                |
| 9         | 79             | 77             | 70                  | 84                  | 7                |
| 12        | 113            | 91             | 46                  | 55                  | 45               |
| 16        | 127            | 102            | 21                  | 25                  | 81               |
| 23        | 141            | 113            | 12                  | 14                  | 101              |
| 35        | 568            | 454            | 54                  | 65                  | 400              |
| 总计        | 1126           | 901            | 267                 | 320                 | 634              |
| P3 7      | 60             | 48             | 48                  | 58                  | —                |
| 9         | 72             | 57             | 53                  | 63                  | 4                |
| 12        | 84             | 67             | 44                  | 53                  | 23               |
| 16        | 94             | 75             | 15                  | 18                  | 60               |
| 23        | 103            | 83             | 10                  | 13                  | 73               |
| 35        | 412            | 330            | 33                  | 38                  | 297              |
| 总计        | 825            | 660            | 203                 | 243                 | 457              |
| P4 7      | 43             | 34             | 34                  | 41                  | —                |
| 9         | 51             | 41             | 41                  | 49                  | —                |
| 12        | 60             | 48             | 34                  | 41                  | 14               |
| 16        | 66             | 53             | 16                  | 19                  | 37               |
| 23        | 73             | 58             | 9                   | 11                  | 49               |
| 35        | 290            | 232            | 24                  | 29                  | 208              |
| 总计        | 583            | 466            | 158                 | 190                 | 308              |

\*同表3,

调整到轮伐期初的总成本为:

$$\sum C = PL + \frac{S_1}{1,0i^1} + \frac{S_2}{1,0i^2} + \frac{a(1,0i^r - 1)}{0,0i \cdot 1,0i^r} + \frac{T(1,0i^r - 1)}{1,0i^r}$$

式中:

$D_a, D_b, \dots = a, b, \dots$  年的疏伐木材量。

$C_r$  = 终伐木材量。

$P$  = 工厂的木材价格。

$E$  = 开发成本 (采伐、剥皮、堆积)。

$PL$  = 第一年中的种植和造林作业成本。

$S_1, S_2$  = 以后年份的造林作业成本。

$a$  = 年管理成本,包括设备的维修和折旧。

$T$  = 地价。

表5 温带松收获量(m³)

(轮伐期35年,行距2×2m)

| 年龄<br>(年) | 带皮<br>疏伐<br>材积 | 去皮<br>疏伐<br>材积 | 去皮疏<br>伐材积<br>(作纸浆) | 层积去<br>皮材积<br>(作纸浆) | 去皮<br>锯材<br>材积 |
|-----------|----------------|----------------|---------------------|---------------------|----------------|
| P1 7      | 46             | 34             | 34                  | 44                  | —              |
| 9         | 56             | 42             | 32                  | 41                  | 10             |
| 12        | 72             | 54             | 24                  | 31                  | 30             |
| 16        | 91             | 68             | 10                  | 13                  | 58             |
| 23        | 105            | 79             | 8                   | 10                  | 71             |
| 35        | 470            | 353            | 35                  | 45                  | 318            |
| 总计        | 840            | 630            | 143                 | 184                 | 487            |
| P2 7      | 35             | 26             | 26                  | 34                  | —              |
| 9         | 43             | 32             | 28                  | 35                  | 4              |
| 12        | 54             | 40             | 22                  | 28                  | 18             |
| 16        | 69             | 52             | 11                  | 15                  | 41             |
| 23        | 80             | 60             | 6                   | 8                   | 54             |
| 35        | 341            | 256            | 26                  | 34                  | 230            |
| 总计        | 622            | 466            | 119                 | 154                 | 347            |
| P3 7      | 25             | 19             | 19                  | 24                  | —              |
| 9         | 32             | 24             | 24                  | 31                  | —              |
| 12        | 40             | 30             | 20                  | 26                  | 10             |
| 16        | 51             | 38             | 10                  | 13                  | 28             |
| 23        | 60             | 45             | 5                   | 7                   | 40             |
| 35        | 256            | 192            | 20                  | 26                  | 172            |
| 总计        | 464            | 348            | 98                  | 127                 | 250            |

注: 树皮率=25%, 树皮系数=0.866,  
形数=0.50, 层积系数=1.30, 平方  
树皮系数=0.75 (木材的%)。

表6 温带松树收获量 (m<sup>3</sup>)  
(轮伐期20年, 行距2×2m)

|    | 年龄<br>(年) | 带皮<br>疏伐<br>材积 | 去皮<br>疏伐<br>材积 | 去皮疏<br>伐材积<br>(作纸浆) | 层积去<br>皮材积<br>(作纸浆) | 去皮<br>锯材<br>材积 |
|----|-----------|----------------|----------------|---------------------|---------------------|----------------|
| P1 | 7         | 46             | 34             | 34                  | 44                  | —              |
|    | 9         | 56             | 42             | 32                  | 41                  | 10             |
|    | 12        | 72             | 54             | 24                  | 31                  | 30             |
|    | 16        | 91             | 68             | 10                  | 13                  | 58             |
|    | 20        | 325            | 244            | 25                  | 33                  | 219            |
|    | 总计        | 590            | 442            | 125                 | 162                 | 317            |
| P2 | 7         | 35             | 26             | 26                  | 34                  | —              |
|    | 9         | 43             | 32             | 28                  | 35                  | 4              |
|    | 12        | 54             | 40             | 22                  | 28                  | 13             |
|    | 16        | 69             | 52             | 11                  | 15                  | 41             |
|    | 20        | 232            | 174            | 18                  | 25                  | 156            |
|    | 总计        | 433            | 324            | 105                 | 137                 | 219            |
| P3 | 7         | 25             | 19             | 19                  | 24                  | —              |
|    | 9         | 32             | 24             | 24                  | 31                  | —              |
|    | 12        | 40             | 30             | 20                  | 26                  | 10             |
|    | 16        | 51             | 38             | 10                  | 13                  | 28             |
|    | 20        | 170            | 128            | 13                  | 17                  | 115            |
|    | 总计        | 318            | 239            | 86                  | 111                 | 153            |

注: 同类5。

潜在收益系数 (i) 由如下比例确定:

$$\sum r = \sum c$$

为了计算木材从产地 (人工林) 运到消费地 (工厂) 的经济运输半径, 需再一次利用基本森林方程。一旦确定了所需投资的收益率, 便可给出有效运输总量 ( $T_r$ )。转换基本森林方程可得其结果:

$$P - E - T_r = \frac{\sum c}{\sum q}$$

或

$$T_r = P - E - \frac{\sum c}{\sum q}$$

用每公里/立方米木材的运输成本除  $T_r$ , 可确定可能的最大运输成本。

很明显, 当有效收入等于潜在收入时, 有效运输总和将等于零, 因此其木材运输是不经济的。

#### (一) 同质小区的确定

为潜在收益系数提供基础的小区由具有如

下结构的同质区域所组成: 自然植被、地形状况、生态森林单元 (确定树种的发展) 和地价。对于每一个小区, 均需确定造林作业成本 (包括种植成本和抚育成本)。以同样方式确定开发作业成本及开发所产生的原材料的价格。

#### (二) 造林作业成本

种植、抚育和开发的成本可从地形变量、现存植被类型和所用树种 (桉树和松树) 导出。种植方法随地形的不同而有很大差异: 在山区总是采用人工种植, 在丘陵地带采用人工和机械方式, 在平原则全部机械化。

种植年度的造林作业成本, 包括整地、保护、种植、工具和产品的支出, 基础设施、管理、调查、规划、税收及一般支出。在抚育期间, 考虑如下项目: 栽培特点、保护、工具和产品、保存、折旧、管理及一般开支。

对于开发, 考虑如下活动: 打枝、去皮、贮木、运输集材。地形和原材料目的地 (纸浆厂或制材厂) 不同, 其成本也会不同。对于运输, 只考虑卡车, 并以1974年的价格作基础。对这部分森林工业作一调查可得制材厂及其他利用的木材价格。

#### (三) 地形、植被和地价

为了获得同质小区的图面表达材料, 地形图、植被图和地价图是必不可少的。坡度在12%以下的土地归类为“缓坡地”, 坡度在12—20%的为“中坡地”, 20—40%的为“山地”, 40%以上为“陡坡地” (保护地)。同样, 对现有植被按本国林、人造林、草地、灌木地、裸露地、大片裸露地加以分类并绘制成图。

根据土地是否适合作为农地来确定各地区的地价并绘制成图。地价的类别分一级和二级抚育地、牧地、造林地和草地。

#### (四) 数据处理

采集的所有数据均要使用, 各类图均由同质小区所组成。对于松类树种, 共形成了1516个同质小区。为每一个同质小区计算潜在收益