

多级遥感清查森林资源的研究*

李芝喜

(西南林学院)

1987年6月1日收稿

摘 要

本文介绍了利用多级遥感图像信息,通过多阶不等概抽样(即概率与单元大小成比例的抽样),进行森林资源清查的试验研究。研究表明,此法在大面积森林资源清查和森林资源动态监测方面是一项值得推荐的技术方法。这种方法的优越性在于航空与航天遥感信息相结合、遥感技术与抽样方法相结合。因此,这种方法充分发掘了遥感信息的潜在能力。

一、引 言

当前在林业中存在的严重问题是生态环境恶化和木材短缺仍在继续发展。因此,必须提高林业的生产力,采取更集约化的经营方式;必须对森林资源的现状有确切地了解。为此,有关方面都在积极地探索效率更高的森林调查技术。本文在利用遥感资料结合地面抽样的森林资源调查技术的基础上,对多级遥感信息采用多阶不等概抽样的方法,对森林资源调查作了研究。

二、试验地区概况

试验地区位于云南省西双版纳傣族自治州,地理位置为东经 $99^{\circ}53'$ 至 $101^{\circ}50'$,北纬 $21^{\circ}08'$ 至 $22^{\circ}35'$ 之间,总面积1,922,067公顷。西双版纳多为中低山丘陵沟谷盆地,地处热带北缘,森林属于山地季雨林,树种组成多为混杂的复层异龄林。由于人为干扰破坏比较严重,森林多呈块状与其它地类交错分布。

三、试验方法

此次多级遥感,利用了多阶不等概抽样,其概率与单元大小成比例抽样。因此,我们首先利用航天和航空遥感资料进行有林地或森林蓄积量的判读,判读的成数作为各阶所含的概率,以此作为组织样本的基础,随机不等概抽取样本单元。按多阶顺序,由上而下逐级抽样。而后在最后一阶的地面样地上测定森林蓄积量,按相应的可变概率,进行森林

* 参加该项研究的还有王维勤、曹宁湘、郭映生、张伯玉同志。

蓄积量的估测。估测时,由下而上逐级扩充,最后得到总体森林蓄积量。

具体操作过程,有以下几个步骤:

1. 利用陆地卫星图像进行一阶单元有林地面积成数预估值的判读

以全州三个县为一个总体,并将总体的境界线标定在 1:50 万的假彩色合成卫星图像上,在总体内划分为 10 公里 × 10 公里即 1 万公顷的方格作为总体一阶单元。边缘部位为形状不完整的单元。西双版纳总体共划分为 231 个一阶单元。

为了保证卫星图像一阶单元有林地判读的精度,在判读前,曾进行一系列的判读训练。其中包括利用飞机进行航空判读训练¹⁾和地面踏查判读训练。通过判读训练,建立卫星图像与地面实况的对应关系,以掌握卫星图像的判读特征。判读过程中,我们参考了所收集和处理的其它图像资料。最后将有林地成数点判读的结果按一阶单元顺序进行累计,作为样本抽取的基础。

2. 随机不等概抽取一阶样本单元

关于一阶样本的大小,利用简化的公式:

$$n = \frac{t^2 \cdot c^2}{E^2} (1 - \rho^2)$$

作近似计算。经踏查和试算预估,一阶单元间的有林地变异系数(c)约为 0.75,卫星图像与航空像片有林地判读值之间的相关系数(ρ)约为 0.8,按 85% 的可靠性(可靠性指标 $t = 1.44$),要求 80% 的精度(相对误差 $E = 0.2$),代入上式,则 $n = 10$,为保险起见,加 10% 的安全系数,所以最后决定抽取 11 个一阶样本单元。对一阶样本单元进行了计算机图像处理,采用该地面实况条件下分类效果较好的无监督分类(聚类分析)。根据计算机判读结果,又进一步验证了目视判读的一阶单元有林地面积成数预估值。

3. 利用航空像片进行二阶单元森林蓄积量预估值的判读

我们先将一阶样本单元由卫星图像转绘标定到 1:10 万地形图上,再转到 1:5 万的地形图上。在 1:5 万地形图上,将它划分为 25 个 2 公里 × 2 公里即 400 公顷二阶单元。二阶单元的界线由 1:5 万地形图转绘标定到 1:4 万的航空像片的使用面积范围内,然后在航空像片上勾绘森林类型的轮廓,作为森林蓄积量预估值判读的基础。二阶单元蓄积量判读前,曾进行了蓄积量判读训练。将此已知蓄积量的像片样地,作为航空像片判读蓄积量的标准和工具,用已知推未知的办法,预估各个二阶单元的森林蓄积量。

航空像片上二阶单元内有林地及各种森林类型的轮廓,以 1:5 万地形图为底图,用 YP-1 型辐射线转绘仪转绘、网点板求积模片测算其面积,各个二阶单元的蓄积量,按顺序进行累计,以便抽取二阶样本单元。

4. 随机不等概抽取二阶样本单元

考虑到二阶单元蓄积量的变动情况和外业的工作量,我们在每个一阶样本单元内的

1) 航空判读训练得到西南航空护林站的支持和帮助。

二阶单元中,抽取二个二阶样本单元。二阶样本单元的抽取,用所含有的蓄积量概率作为依据,以每个单元蓄积量的累计值随机抽取。所抽取的二阶样本单元的界线按影像特征从 1:4 万的航空像片上向 1:1 万的航空像片标定。

5. 三阶样本单元的抽取

第三阶单元在经预备调查所得到的判读样片上进行蓄积量预估值的判读,计算第三阶单元的条件概率。以所含有的蓄积量概率作为依据,在 1:1 万的航空像片上的二阶样本单元范围内,抽取三阶样本单元。其面积随概率比例而变化。

6. 地面样地的测定¹⁾

第三阶样本单元,为了便于现地定位,先在 1:1 万的航空像片上刺点标定。而后在现地设置角规样地,测定每公顷森林蓄积量。

7. 总体森林蓄积量的估测

按统计模式:

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{p_i m_i} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{1}{p_{ij} t_{ij}} \sum_{k=1}^{t_{ij}} \frac{V_{ijk}}{p_{ijk}}$$

其中: V_{ijk} 为第三阶样本单元蓄积量测定值; p_i 为第 i 个一阶样本单元的抽取概率; p_{ij} 为第 i 个一阶单元内抽取的第 j 个二阶样本单元的条件概率; p_{ijk} 为在已经抽取的第 i

表 1
Table 1

n	p_i	m_i	p_{ij}	t_{ij}	p_{ijk}
1(D-8)	0.048732940	1(a-2)	0.038054230	1	0.016393442
				1	0.033213209
		2(b-2)	0.018612494	2	0.038215361
2(D-11)	0.008447043	1(a-2)	0.013829225	1	0.016611723
				2	0.016611723
				3	0.023380327
		2(a-3)	0.048236648	1	0.005830604
				2	0.008206340
		3	0.005830604		
11(H-12)	0.001624431	1(c-5)	0.009131863	1	0.032258064
				2	0.032258064
		2(d-1)	0.068637348	1	0.006470711
				3	0.010478885

1) 地面样地测定工作,得到了西双版纳州林业局的支持和帮助,陈宗义、唐承贵、朱剑峰、沙布鲁、李应才、李富春、赵光才、王伯华、王宗福等参加了部分工作。

表 2
Table 2

n	t_{ij}	V_{ijk}	V_{ijk}/p_{ijk}	$\frac{1}{t_{ij}} \sum_{k=1}^{t_{ij}} \frac{V_{ijk}}{p_{ijk}}$	$\frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{1}{p_{ij}t_{ij}} \sum_{k=1}^{t_{ij}} \frac{V_{ijk}}{p_{ijk}}$	$\frac{1}{p_i m_i} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{1}{p_{ij}t_{ij}} \sum_{k=1}^{t_{ij}} \frac{V_{ijk}}{p_{ijk}}$
1	1	88.67	5408.87021	5408.87021	121107.4958	24851259.91
	1	75.29	2266.86918			
	2	55.74	1458.57578	1862.72248		
2	1	86.18	5187.90286	7384.36792	547860.7681	64858290.42
	2	94.10	5664.67462			
	3	264.21	11300.52629			
	1	112.97	19375.35116			
	2	233.93	28506.00877			
	3	194.80	33409.91774	27097.09256		
⋮						
11	1	58.09	1800.790029	1599.13503	175038.1498	107753514.80
	2	45.08	1397.480022			
	1	77.39	11960.04581	12008.81318		
	3	126.35	12057.58055			

一个一阶样本单元第 j 个二阶样本单元中, 抽取第 k 个三阶样本单元的条件概率; n, m_i, t_{ij} 分别为第一阶、第二阶、第三阶的样本大小。

根据判读结果(表 1) 进行了总体森林蓄积量的计算(表 2)。

$$(1) V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{p_i m_i} \sum_{j=1}^{m_i} \frac{1}{p_{ij} t_{ij}} \sum_{k=1}^{t_{ij}} \frac{V_{ijk}}{p_{ijk}} = 70, 731, 400 \text{ 米}^3$$

$$(2) S_V^2 = \frac{1}{n(n-1)} \left[\sum V_i^2 - \frac{(\sum V_i)^2}{n} \right] = 85, 865, 400, 000, 000 \text{ 米}^3$$

$$(3) \Delta = t \cdot s_V = 13, 343, 556 \text{ 米}^3$$

$$(4) p_c = 81\%$$

通过计算, 西双版纳自治州森林蓄积量为: 70, 731, 400 立方米, 按 85% 的可靠性 ($t = 1.44$) 估测精度为 81%。

四、讨 论

(1) 多级遥感发挥了卫星图像和航空像片相结合、互为补充、共同提高的优势。在抽样技术方面, 采取不等概抽样, 利用辅助因子提高了目的因子的估测精度。所以减少了样本单元数, 节省了工作量。但局限性是不能将森林蓄积量落实到山头地块, 只适用于大面积的森林资源调查, 而且还需要有不同层次的遥感图像才能完成。

(2) 多级遥感要求各级之间的有林地面积相关关系比较紧密。我们此次试验, 所使用的卫星图像和航空像片有林地面积判读值之间, 其相关系数为 0.8; 地面实况与航空像片的蓄积相关, 由于森林类型比较复杂, 角规样地定位比较困难, 致使第三阶蓄积预估成

数与角规所测蓄积量之间, 相关系数仅为 0.6, 因此估测精度受到一定的影响。根据分析, 假如在各级遥感图像时相比较一致而且林分条件比较好的地区, 估测精度将有所提高。

(3) 此次试验中, 陆地卫星图像的判读, 只是在一阶样本单元范围内使用了计算机聚类分析。假如全部一阶单元的卫星图像判读都采用适合当地条件的计算机判读分类方法, 将会进一步提高工作效率和估测精度。

参 考 文 献

- [1] 李芝喜等, 利用遥感技术多阶不等概抽样清查森林资源, 北京林学院学报, (2), 1985。
- [2] 李芝喜等, 利用遥感抽样技术进行腾冲林地调查, 西南林学院学报, (1), 1985。
- [3] 李芝喜等, 利用电子计算机对西双版纳地区遥感图像进行地表景观划分, 植物生态学与地植物学丛刊, 9(3), 1985。
- [4] J. D. Nichols, et al., Forest inventory of western washington by satellite multi-sampling, Proceedings of the American society of photogrammetry, pp. 180—217. 1976.

An Investigation of Multistage Remote Sensing for Forest Resources

Li Zhixi

(South-western Forestry College)

Abstract

In this paper we have studied the use of multistage remote sensing image information by sampling of the multistage unequal probabilities (sampling with probability proportional to size) to do the forest resources inventory.

It is verified that this method is efficient in the forest resources inventory of large areas. Besides, to monitor the change of the forest resources, it is also worth to recommend as a technical method. The advantages of this method lie in the fact that the aeronautical and spacial remote sensing information is combined together, and furthermore the remote sensing and sampling too. Thus, it fully develops the potential abilities of remote sensing information.