基于大样地群团抽样的广东森林面积动态监测*

汪求来^{1,2} 薛春泉² 陈传国² 杨志刚² 余松柏² 林寿明²

(1. 南京林业大学, 江苏 南京 210037; 2. 广东省林业调查规划院, 广东 广州 510520)

摘要 在广东省2012年布设的459个2 km×2 km大样地基础上, 以大样地为一个群, 每个群等间距布设25个25.82 m×25.82 m (1/15 hm²) 方形样地组成群团样地, 对每个方形小样地的地类进行遥感判读。采用群团抽样方法分别产出2012年和2016年全省森林资源面积数据, 对两期森林资源面积做动态分析, 同时与2016年连清固定样地地类复查结果进行对比分析。结果表明: 全省2016年森林覆盖率为53.18%, 森林面积为940.06万hm², 较2012年分别增长1.58个百分点和279.3万hm², 两期森林覆盖率抽样精度分别为94.43%和94.53%; 对比连清体系, 两期群团抽样森林覆盖率较51.26%和53.00%相差0.34和0.18个百分点, 两者较接近, 而森林覆盖率抽样精度较连清体系低2.43个百分点; 经实地验证纠正后的群团抽样结果与连清体系总体差异增大, 除林地和乔木林面积成数差异分别缩小0.58%和1.17%, 森林、竹林、特殊灌木林地和其他林地面积成数差异分别扩大2.46%、3.3%、2.3%和1.89%。结论显示, 基于遥感判读的大样地群团抽样能够快速产出森林覆盖率, 监测时效性和成本均优于连清体系, 但对森林覆盖率变化量监测结果波动大、无精度保证。

关键词 大样地; 群团抽样; 动态监测; 森林面积

中图分类号: S757.2 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2020) 05-0016-07

Dynamic Monitoring of Forest Area in Guangdong Province Based on Cluster Sampling and Large Plot

WANG Qiulai^{1,2} XUE Chunquan² CHEN Chuanguo²
YANG Zhigang² YU Songbai² LIN Shouming²

(1. Nanjing Forestry University, Nanjing, 210037, China; 2. Forestry Surveying and Designing Institute of Guangdong Province, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract A cluster sampling was designed based on 459 large plots of 2 km by 2 km built in Guangdong Province in 2012. Each large plot as a cluster was arranged 25 square plots of 25.82 m by 25.82 m (1/15 hm²) of equal distance, and the land type of each small square plot was identified by remote sensing image. Forest resource area of the province in 2012 and 2016 were output, while analyses were conducted on the dynamic changes of forest resource and contrasts with the National Forest Inventory (NFI) scheme in 2016. The results showed that the province forest cover rate was 53.18% and forest area was 9 400.6 thousand hectares in 2016, had increased 1.58 percentage points and 279.3 thousand hectares than 2012, while the sampling accuracy of cluster sampling in 2012 and 2016 were 94.43% and 94.53%. Compared with NFI scheme, the two installment forest cover rates output by cluster sampling scheme differed by 0.34 and 0.18 percentage points contrasted to 51.26% and 53.00%, close to each other, while the sampling accuracy of it was lower 2.43% than NFI. Compare with the results of cluster

* 基金项目: 森林资源清查与动态监测 [林规发 (2017) 32 号]。

第一作者: 汪求来 (1982—), 男, 高级工程师, 主要从事森林资源监测、森林生态状况监测、林业遥感等方面的研究, E-mail: 84338962@qq.com。

sampling by remote sensing identification which were revised by site invention and NFI scheme, the differences were overall increased, area rates of forest, bamboo forest, special shrub forest and other forest land had increased 2.46%,3.3%,2.3% and 1.89% ,while area rates of forest land and arbor forest had decreased 0.58% and 1.17%. In general, the forest cover rate could by output fast by the cluster sampling scheme of remote sensing identification and large plot, and the timeless, cost were superior to NFI scheme, but the change in forest cover rate had high fluctuation and low sampling accuracy.

Key words large plot; cluster sampling; dynamic monitoring; forest area

森林资源监测是林业建设和森林资源管理的一项重要基础性工作，监测成果是国民经济和社会发展宏观决策的重要依据，也是国家及林业主管部门制定林业发展战略，适时调整、完善林业建设方针、政策和措施，推进林业高质量发展的重要基础。为满足新时代生态文明建设需要，对森林资源监测的时效性提出了更高的要求，即改进森林资源连续清查每5年监测一次的弊端，优化体系，实现每年度产出一套数据满足国家决策需要^[1]。针对国家森林资源监测体系优化主要有一体化监测体系^[2-3]、基于连清体系的年度滚动出数、更新预测出数和年度出数^[4-5]、基于大样地区划的系统抽样和双重回归抽样^[6-7]、大样地群团抽样^[8]、基于二类调查森林资源档案更新^[9-11]等方案，目前对大样地群团抽样多为现状估计^[8]，动态估计的研究较少。自2012年广东省开展基于大样地森林资源年度出数试点以来，笔者对基于大样地区划的双重回归估计进行深入研究^[7]，2016年开展了大样地复查和群团样地调查试点。本文在此基础上，进一步对2012年和2016年两期大样地群团抽样技术监测广东省森林资源面积进行试验分析，并与2016年

同步开展的连清固定样地地类复查结果作对比分析，为大样地群团抽样快速产出全省森林面积数据，优化国家森林资源监测体系提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

广东省位于北纬20°13'~25°31'和东经109°39'~117°19'之间，陆地面积17.68万hm²，全境地貌类型复杂多样，属东亚季风气候，光、热和水资源丰富，地带性原生森林植被有中亚热带典型常绿阔叶林带、南亚热带季风常绿阔叶林带、北热带季雨林带，森林植被主要为次生植被类型，有热带季雨林、红树林、亚热带季风常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、针阔叶混交林、针叶林^[12]。第九次全国森林资源清查结果显示：广东省林地面积1080.29万hm²，森林面积945.98万hm²，森林覆盖率为53.52%；活立木总蓄积50063.49万m³，其中森林蓄积46755.09万m³^[13]。

1.2 群团样地设置

在广东2012年连清固定样地体系上按24km×16km间隔布设的459个2km×2km大样地范围

表1 群团样地各样点偏移量
Tab.1 The offsets of cluster plot points

样地号	X 坐标偏移量 /m	Y 坐标偏移量 /m	样地号	X 坐标偏移量 /m	Y 坐标偏移量 /m	样地号	X 坐标偏移量 /m	Y 坐标偏移量 /m
Polt no	Offset of X	Offset of Y	Polt no	Offset of X	Offset of Y	Polt no	Offset of X	Offset of Y
1	-987	987	10	987	500	19	500	-500
2	-500	987	11	-987	0	20	987	-500
3	0	987	12	-500	0	21	-987	-987
4	500	987	13	0	0	22	-500	-987
5	987	987	14	500	0	23	0	-987
6	-987	500	15	987	0	24	500	-987
7	-500	500	16	-987	-500	25	987	-987
8	0	500	17	-500	-500			
9	500	500	18	0	-500			

内，以大样地中心点（群团样地中 13 号样地中心点，理论上为连清固定样地）X、Y 坐标为基础，通过中心点坐标偏移，均匀布设 25 个群团样点，形成一个群团样地。每个样点的面积为 1/15 hm²，形状为正方形，边长为 25.82 m。各样地中心点坐标偏移量见表 1。群团样地的样点编号按从西向东、再从北向南的顺序依次编号，编号方法见图 1。

1		2		3		4		5
6		7		8		9		10
11		12		13		14		15
16		17		18		19		20
21		22		23		24		25

图 1 群团样地的样点布设示意

Fig.1 Points arrangement of cluster plots

1.3 遥感判读

本次群团样地判读遥感数据以国家林业局提供的 ZY3、GF、Spot5 和 Rapideye 等卫星影像为主，空间分辨率为 5 m 以上。判读调查时点统一为影像拍摄时点，分别为 2011—2012 年、2015—2016 年。在判读前，遥感影像一般要经过几何精纠正、假彩色合成、波段融合和影像增强等处理。在经过处理的遥感影像上加载群团样地样点图层，无需进行影像区划，仅对群团样地中面积 1/15 hm² 的样地判读地类。地类判读采用优势判定法，即样地内面积比例占优势的地类确定为样地的地类。地类包括乔木林、竹林、疏林地、特殊灌木林地、一般灌木林地、未成林地、无立木林地、宜林地和非林地等。

1.4 实地验证

按 4% 比例机械抽取 19 个典型群团（每个群团样地有 25 个 1/15 hm² 样点），对群团内样地的地类进行实地验证。若 13 号样点与实际连清点不一致，调查时则以 13 号样点位置为准。每个群团样地按 1:1 万比例尺出图，叠加航片和地形图形成两张调查底图，并标注群团样地样点编号及各样点北京 54 坐标。

1.5 连清固定样地地类复查

在 2016 年开展群团样地调查的同时，采用连

清固定样地地类调查的方式对 2012 年全省 3685 个连清固定样地的地类进行外业复查，形成两期连清固定样地地类数据库，采用成数抽样产出两期主要地类面积成数数据，用于和群团抽样结果对比分析。

1.6 统计分析

由于小地类抽样精度较低，需对其合并，最终按林地、森林、乔木林、竹林、特殊灌木林地和其他林地等 6 个地类统计分析。各地类面积成数现状采用整群抽样估计，计算公式如下^[14]。

$$p_i = \frac{y_i}{m_i} = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

式中， p_i 为第 i 群某地类的成数， y_i 为属该地类的单元数， m_i 为第 i 群调查单元数， y_{ij} 为第 i 群的群内单元值，当属该地类时为 1，否则为 0。这里要注意，严格群团抽样应对抽中的群内所有单元调查，按群的大小为 4 km²，样本单元为 1/15 hm² 方形样地计算，群含有样本总数为 6 000，为进一步减轻工作量，系统每群抽取 m_i 个单元调查（对不跨省的群团样地， $m_i=25$ ；对跨省的群团样地， m_i 小于 25），其地类成数近似看作群样本全调查获取的地类成数。

则总体地类成数估计值为：

$$p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i = \frac{1}{nm_i} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

地类成数估计值 p 的方差估计值为：

$$S_p^2 = \frac{1-f}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (p_i - p)^2 \dots\dots\dots (3)$$

$$\approx \frac{1}{(n-1)} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i^2 - p^2 \right)$$

其中， $f = n / N$ ，对于近似无限总体，其值通常接近 0。

标准误为：

$$S_p = \sqrt{S_p^2} \dots\dots\dots (4)$$

误差限为：

$$n_p = t_{\alpha(n-1)} S_p \dots\dots\dots (5)$$

抽样精度为：

$$P = 1 - E = 1 - \frac{n_p}{p} \dots\dots\dots (6)$$

式中, A 为某省总面积 (km^2), N 为总体单元数 ($N=A/4$), n 为样本单元数 (群团样地个数), $f = n/N$, 为抽样比, t_a 为可靠性指标, 统一取 $t_a=1.96$ 。

2 结果与分析

2.1 地类遥感判读分析

对 2016 年 19 个群团共 475 个样地实地验证结果和遥感判读结果进行地类统计分析, 形成地类判读交叉验证表。表 2 显示, 森林、乔木林和非林地的正判率分别达到 93.3%、84.1% 和 89.9%, 竹林、宜林地等小地类正判率较低, 疏林地和一般灌木林地由于在实地验证时未发现而未计算正判率。森林正判率基本满足遥感判读要求, 但乔木林正判率稍低, 主要是错判为竹林和特灌, 主要原因是广东竹林和特灌通常分散在乔木林中, 在遥感影像分辨率低于 2.5 m 且质量不高的情况下

乔木林极易错判为竹林和特灌。无立木地和未成林地受地表植被的影响, 易错判为乔木林地。由于抽取的群团数量较少, 小地类占比较小, 正判率不稳定, 但对森林覆盖率的影响不大。

2.2 森林资源面积现状

2016 年广东省主要林地地类面积监测结果详见表 3。全省林地面积 1 072.1 万 hm^2 , 占国土面积比例为 65.65%; 森林面积 940.06 万 hm^2 , 占国土面积比例为 53.18%; 其他林地面积 132.22 万 hm^2 , 占国土面积比例为 7.48%。森林中, 乔木林面积 866.88 万 hm^2 , 占国土面积比例为 49.04%; 竹林面积 29.34 万 hm^2 , 占国土面积比例为 1.66%; 特殊灌木林地面积 43.84 万 hm^2 , 占国土面积比例为 2.48%。群团样地林地、森林和乔木林的抽样估计精度分别为 94.87%、94.53% 和 94.13%, 接近 95%。若以群团为样本单元, 按系统抽样统计各地类成数, 对比两种抽样方法的估

表 2 2016 年群团样地遥感判读地类交叉验证

Tab.2 Cross validation of land type of cluster plots interpreted by remote sensing image in 2016

判读地类 Interpretation land type	实地验证 / 个 Field verification										合计 / 个 Total	正判率 / % Interpre- tation precision
	森林 Forest	乔木林 Arbor	竹林 Bamboo	疏林地 Sparsewood land	特灌 Special shrub	一般灌 Normal shrub	未成林地 Non restocking	无立木林 地 Unstocked	宜林地 Suitbale forestland	非林地 Non-forest- ry land		
森林	279	238	27	1	14	0	3	0	4	12	299	93.3
乔木林	260	227	19	1	14	0	3	0	2	4	270	84.1
竹林	11	3	8	0	0	0	0	0	0	1	12	66.7
疏林地	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	/
特灌	8	8	0	0	0	0	0	0	2	7	17	0
一般灌	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/
未成林地	10	9	1	0	0	0	1	1	0	0	12	8.3
无立木林地	5	5	0	0	0	0	0	1	1	1	8	12.5
宜林地	1	1	0	0	0	0	0	0	3	2	6	50
非林地	9	7	1	0	1	0	1	4	1	133	148	89.9

表 3 主要林地面积监测结果

Tab.3 Area of domain forest land type

地类 Land type	面积成数 Area proportion	标准误 /% Std.e	抽样精度 / % Sampling precision	误差限 /% Error	面积 / 万 hm^2 Area	面积估计区间 / 万 hm^2 Area interval	系统抽样精度 / % Precision of systematic sampling
林地	60.65	1.59	94.87	3.11	1 072.1	1 017.12-1 127.08	94.87
森林	53.18	1.48	94.53	2.91	940.06	888.61-991.51	94.53
乔木林	49.04	1.47	94.13	2.88	866.88	815.96-917.80	94.13
竹林	1.66	0.35	58.73	0.68	29.34	17.32-41.36	58.68
特殊灌木林地	2.48	0.42	66.90	0.82	43.84	29.34-58.34	66.86
其他林地	7.48	0.46	87.99	0.90	132.22	116.31-148.13	87.98

计精度,林地、森林和乔木林等大地类完全一致,竹林、特殊灌木林地和其他林地差别很小,各地类的抽样精度基本一致。总体来说,整群抽样精度和估计值方差成反比,地类分布越均匀则方差越小。

2.3 森林资源面积动态

表4为2012—2016年全省主要林地地类面积成数变化情况。2012—2016年间,全省林地面积占国土面积比例由60.85%减少到60.65%,减少了0.2个百分点,减少面积为3.54万 hm^2 ;森林面积占国土面积比例由2012年的51.6%增加到53.18%,增加了1.58个百分点,森林面积增加了27.93万 hm^2 ;乔木林面积占国土面积比例由2012年的47.67%增加到49.04%,增加1.37个百分点,乔木林面积增加24.22万 hm^2 ;竹林面积保持29.34万 hm^2 不变;特殊灌木林地面积占国土面积比例增加0.21个百分点,面积增加3.71万 hm^2 ;

其他林地面积占国土面积比例减少1.77个百分点,面积减少31.29万 hm^2 。各地类年均面积年均净增率分别为-0.08%、0.77%、0.72%、0、2.31%和-4.78%。森林面积和乔木林面积净增量接近,主要是近年我省加大造林和森林资源保护力度致乔木林面积增加,无立木林地和宜林地等其他林地面积减少。

2012—2016年各地类动态转移表显示,间隔期内乔木林面积成数转出2.38%,主要因采伐、灾害、更新改造、征占用林地等转为未成林地、迹地、宜林地和非林地等,乔木林面积成数转入3.75%,主要因造林、更新和自然演替等导致未成林地、迹地、宜林地、非林地、疏林地和灌木林地转为乔木林,竹林、疏林地和灌木林地等基本平衡。

2.4 群团抽样和连清体系监测结果差异

对比群团抽样和连清体系对全省主要林地地类面积成数2012年和2016年两期监测结果,群

表4 群团样地主要林地面积成数变化

Tab.4 Change in area proportion of domain forest land output by cluster plots

地类 Land type	面积成数 Area proportion		前后期之差 Difference between two periods	年均净增值 Annual net increment	年均净增率 Annual net increase rate
	2016	2012			
林地	60.65	60.85	-0.20	-0.05	-0.08
森林	53.18	51.60	1.58	0.395	0.77
乔木林	49.04	47.67	1.37	0.342 5	0.72
竹林	1.66	1.66	0	0	0
特殊灌木林地	2.48	2.27	0.21	0.052 5	2.31
其他林地	7.48	9.25	-1.77	-0.442 5	-4.78

表5 群团样地各地类面积2012—2016动态转移

Tab.5 Dynamic transfer on area of each land type from 2012 to 2016

地类 Land type	乔木林 Arbor	竹林 Bamboo	疏林地 Sparsewood land	特殊 灌木林地 Special shrub	一般 灌木林地 Normal shrub	未成林地 Non restocking	迹地 Slash	宜林地 Suitbale forestland	非林地 Non-forestry land	合计 Total
乔木林	45.29			0.09		0.63	0.87	0.15	0.64	47.67
竹林	0.02	1.63							0.01	1.66
疏林地	0.05		0.73				0.01	0.01	0.03	0.83
特殊灌木林地	0.02			2.17		0.02	0.03		0.04	2.28
一般灌木林地	0.11			0.01	0.49	0.01		0.03		0.65
未成林地	0.7	0.01		0.03		0.17		0.03		0.94
迹地	1.35	0.01		0.1		0.54		0.59	0.07	2.66
宜林地	0.87	0.01		0.03		0.23		2.93	0.08	4.15
非林地	0.63			0.05		0.03			38.47	39.18
合计	49.04	1.66	0.73	2.48	0.49	1.63	0.91	3.74	39.34	100.02

团抽样监测的森林和乔木林地面积比连清体系稍高，2012年和2016年森林面积成数分别相差0.18%和0.34%，相对较小，但乔木林面积成数两期分别相差5.62%和6.69%，差异较大。林地、竹林、特殊灌木林地和其他林地面积成数比连清体系低，其中灌木林地面积成数差异较大，两期分别相差4.47%和5.59%，其次为竹林和其他林地，2016年与连清体系分别相差0.97%和0.69%。对比两种监测方法估计地类面积成数的抽样精度，群团抽样明显低于连清体系，但两期相差不大，以2016年为例，群团抽样的林地、森林和乔木林等大地类面积成数估计精度较连清体系分别低2.56%、2.43%和2.18%。但群团样地按系统抽样结果与群团抽样结果接近，与连清体系精度差异主要是由于群团数量仅为固定样地数量1/8所致，适当增加群团数量则可缩小差异。

对比两期面积成数变化量，乔木林和特殊灌木林地相差较大，群团抽样结果为1.37%和0.21%，连清体系结果为2.44%和-0.81%，群团抽样较连清体系分别低1.07%、高1.02%。值得注意的是，群团抽样结果显示特殊灌木林地面积成

数间隔期增加而连清体系则减少，可见小地类因面积成数较小而受调查因素影响较大，最终导致两种方法变化趋势出现相反的现象。群团抽样和连清体系监测的森林面积成数变化量分别为1.58%和1.74%，相差0.16%，两者差异较小。两种监测方法监测结果对比显示，一般现状估计差异较大的地类，变化量差异也相对较大，反之则较小，例如乔木林、特殊灌木林地、森林等地类。

将实地验证对遥感判读群团抽样结果进行纠正后^[15]，再与群团抽样和连清体系结果对比，群团抽样纠正后的林地、森林和竹林等面积成数较遥感判读结果分别增加0.58%、2.46%和3.3%，乔木林、特殊灌木林地和其他林地面积成数分别减少1.17%、2.3%和1.89%。群团抽样纠正后主要林地地类面积成数与连清体系差值分别0.06%、2.64%、4.45%、2.33%、-6.77%和-2.58%，纠正后的林地、乔木林面积成数与连清体系差异缩小，但森林、竹林、特殊灌木林地和其他林地差异则分别扩大2.46%、3.3%、2.3%和1.89%，综合分析主要原因是，实地验证群团作为一个样本本身会受到选取的群团样地数量和群团样地的代表性

表6 群团抽样和连清体系主要林地地类面积监测结果对比
Tab.6 Comparing the area of domain land type between cluster sampling and NFI

监测方法 Methods	监测年度 Years	面积成数 Area proportion						抽样精度 Sampling precision		
		林地 Forest land	森林 Forest	乔木林 Arbor	竹林 Bamboo	特殊灌木 林地 Special shrub	其他林地 Other forest land	林地 Forest land	森林 Forest	乔木林 Arbor
群团抽样	2016	60.65	53.18	49.04	1.66	2.48	7.48	94.87	94.53	94.13
	2012	60.85	51.60	47.67	1.66	2.27	9.25	94.88	94.43	94.03
	变化量	-0.20	1.58	1.37	0	0.21	-1.77	-0.01	0.10	0.10
群团抽样纠正	2016	61.23	55.64	47.87	4.96	0.18	5.59	/	/	/
	2016	61.17	53.00	43.42	2.63	6.95	8.17	97.43	96.96	96.31
连清体系	2012	60.89	51.26	40.98	2.52	7.76	9.63	97.41	96.85	96.12
	变化量	0.28	1.74	2.44	0.11	-0.81	-1.46	0.02	0.11	0.19
	2016	-0.52	0.18	5.62	-0.97	-4.47	-0.69	-2.56	-2.43	-2.18
群团抽样与连清体系差异	2012	-0.04	0.34	6.69	-0.86	-5.49	-0.38	-2.53	-2.42	-2.09
	变化量	-0.48	-0.16	-1.07	-0.11	1.02	-0.31	-0.03	-0.01	-0.09
群团抽样纠正前后差异	2016	0.58	2.46	-1.17	3.3	-2.3	-1.89			
群团抽样纠正后与连清体系差异	2016	0.06	2.64	4.45	2.33	-6.77	-2.58			

影响,导致利用抽取的少量群团样地实地验证结果对竹林、特殊灌木林地等小地类的纠正系数波动较大,从而导致森林覆盖率波动较大。

3 结论与讨论

2012年和2016年,基于遥感判读的大样地群团抽样对林地、森林和乔木林等大地类面积成数估计精度分别达到94.87%、94.43%和94.03%,按照2016年群团样地变动系数,将大样地群团数量分别提高到549和632则可使森林覆盖率、乔木林面积成数的抽样精度达到95%。两期森林覆盖率监测结果分别为51.60%和53.18%,与连清体系51.26%和53.00%接近,因此,产出森林面积是可行的,且提高群团数量和遥感正判率将使两者更接近。

由于森林资源面积两期变化量较小,抽样精度较低的影响,群团抽样监测各地类面积成数2012—2016年变化量波动较大,与连清体系对比,林地和特殊灌木林地面积变化趋势与其相反,乔木林面积成数变化量相差1.07%。利用实地验证群团对遥感判读群团纠正后,监测结果比遥感判读群团波动更大,与连清体系差异更大。主要是广东森林类型复杂、区域分布不同、破碎化程度高导致少量的实地验证群团难以最够代表全省,最终导致对乔木林、竹林、特殊灌木林地等纠正偏差。理论上,只有增加群团数量提高对森林变化区域的抽样强度才能获得满足精度要求的变化量估计,但由于成本太高,生产中满足变化趋势判断即可。另一方面,就是通过各种方法提高样地地类的遥感正判率,使其在调查上与连清体系一致。

群团样地调查主要通过遥感判读,较连清体系时间、成本等方面显著提升。假设群团数量为549个,仅需对13 725个 $1/15 \text{ hm}^2$ 小样地地类进行遥感判读即可快速获取森林面积数据。连清体系则需要对样地进行外业调查,时间和调查成本较大,只有对连清体系固定样地同样遥感判读其地类才能大幅缩减时间和调查成本。但由于固定样地面积只有 $1/15 \text{ hm}^2$,受地面和遥感影像坐标误差而影响正判率,导致对成数抽样结果影响较大。群团大样地则是对群团内25个小样地地类进行判读计算群的地类成数,个别的误判对群的影响较

小,而每个群的面积成数值为连续值,方差也比成数抽样小,总体上群团样地受正判率影响较连清体系较小。

参考文献

- [1] 罗富和,赵树丛.中国森林资源连清体系的发展机遇与完善策略[C]/[编者不详]森林资源连续清查体系理论与实践座谈会论文集.北京:中国林业出版社,2015:17-24.
- [2] 闫宏伟,黄国胜,曾伟生,等.全国森林资源一体化监测体系建设的思考[J].林业资源管理,2011(6):6-11.
- [3] 黄平.全国森林资源一体化监测的实践与思考:以广东省森林资源监测工作为例[J].林业资源管理,2013(2):6-9.
- [4] 曾伟生.全国森林资源年度出数方法探讨[J].林业资源管理,2013(1):26-31.
- [5] 曾伟生,程志楚,夏朝宗.一种衔接森林资源一类清查和二类调查的新方案[J].中南林业调查规划,2012,31(3):1-4.
- [6] 程志楚,夏朝宗,王海滨,等.大样地调查方案在森林资源调查中的可行性分析[J].河北农业大学学报,2015,38(3):64-68.
- [7] 薛春泉,肖智慧,汪求来,等.森林资源年度出数方法研究:基于大样地区划调查[M].北京:中国林业出版社,2013:16-91.
- [8] 邢元军,普布顿珠,罗鹏,等.群团抽样对西藏森林资源宏观监测结果的影响分析[J].林业资源管理,2019(4):52-57.
- [9] 余松柏,魏安世,何开伦.森林资源档案数据更新模型和方法的探讨[J].林业调查规划,2004,29(4):99-102.
- [10] 廖业佳,鲁好君.广东省属国有林场森林资源动态变化[J].林业与科学环境,2018,34(4):70-75.
- [11] 劳小平,金国东,罗勇,等.广东省森林资源与生态状况动态变化分析与评价[J].林业与科学环境,2016,32(3):84-88.
- [12] 广东省植物研究所.广东植被[M].北京:科学出版社,1976:41-217.
- [13] 国家林业局中南森林资源监测中心.第九次全国森林资源清查广东省森林资源清查成果(2017)[内部资料].2017:17-18.
- [14] 宋新民.抽样技术[M].北京:中国林业出版社,1995:76-80.
- [15] F 洛茨, K E 哈勒, F 佐勒.森林资源清查[M].林昌庚,沙琢等译校.北京:中国林业出版社,1985:292-294.