

文章编号: 1000-5692(2007)01-0044-06

浙江省森林资源连续清查系统抽样防偏试验初报

傅宾领, 聂祥永, 姚顺彬

(国家林业局 华东林业调查规划设计院, 浙江 金华 321001)

摘要: 数据的准确性和可靠性是清查成果能否客观、真实地反映森林资源状况的关键要素。森林资源连续清查数据的准确性和可靠性受到抽样方案设计、调查技术方法和实施操作过程等诸多因素的影响。其中, 抽样方案设计是影响森林资源调查数据质量的关键因素。为了优化森林资源连续清查体系, 防止系统抽样周期性变动和人为特殊对待等问题对清查成果质量的影响, 从1994年开始, 浙江省采用固定样地加部分替换样地(临时样地)的抽样设计方案进行防偏技术试验和研究。采用总体平均数的差异性检验和方差分析等方法, 对浙江省自1989年以来的3期调查数据进行分组统计分析, 3期调查数据的3组样本两两之间均通过了总体平均数差异显著性检验和单因素方差分析, 无显著差异。初步试验结果表明, 浙江省森林资源连续清查总体样本具有较好的代表性, 不存在明显的系统偏差。图3表9参13

关键词: 森林经理学; 森林资源连续清查; 抽样方案设计; 抽样偏差; 人为特殊对待问题; 总体平均数差异性检验

中图分类号: S757.2 文献标识码: A

我国森林资源连续清查(以下简称连清)一般采用系统抽样方法布设固定样地, 以5 a为周期进行连续调查^[1-3]。由于在总体同一套固定样地上进行连续调查, 调查数据质量除受到系统抽样周期性变动、调查技术方法和实施操作过程等因素影响外^[4], 还会受到人为特殊对待(人为干扰)等问题的影响。为了分析和掌握人为特殊对待和系统抽样周期性变动等问题对清查成果质量的影响, 防止系统偏差, 优化清查抽样体系, 保障调查成果质量, 原林业部决定在浙江省开展森林资源连续清查防偏问题研究试验。试验工作从1994年开始, 参照国内外相关做法, 采用固定样地加部分替换样地(临时样地)的抽样设计方案^[5-13], 将前期系统布设固定样地的1/3向东移动3 km后, 重新进行测设和调查, 变为当期复查的替换(临时)样地, 同时, 保留2/3固定样地, 进行复查, 采用固定样地和临时样地联合估计森林资源现状, 采用固定样地估计森林资源动态。到1999年, 浙江省应用此方案已开展了2次清查工作。对前2次清查的试验数据进行深入分析研究, 检验浙江省连清体系是否存在系统性偏差问题, 对优化全国连清体系, 防止系统偏差, 保障清查成果质量, 具有重要的意义。

1 浙江省历次连清抽样总体布设情况

浙江省全省总面积1 018.00万 km²。为节省劳力和经费, 1979年连清初查时, 根据浙江省地貌和森林分布特点, 剔除杭嘉湖平原、杭州湾滨海平原、宁绍平原和温黄平原, 面积153.30万 km², 抽样总体面积864.70万 km², 按4 km×6 km间距系统布设样地3 550个。样地为正方形, 面积0.08 km²,

收稿日期: 2006-02-27; 修回日期: 2006-05-29

作者简介: 傅宾领, 高级工程师, 从事森林资源调查规划设计与管理研究。E-mail: hdyfub1@126.com

总体内的森林资源数据按抽样方法统计，总体外的森林资源以二类调查数据为准。将 2 类数据汇总获得全省总森林资源数据。1986 年第 1 次复查，实测样地 3 575 个。

1989 年第 2 次复查。为使固定样地覆盖全省，在全省范围内，按 4 km×6 km 公里间距系统布设样地 4 215 个，其中原设样地为 3 575 个，在杭嘉湖平原、杭州湾滨海平原、宁绍平原和温黄平原增设样地 640 个(图 1)。1994 年第 3 次复查，对 1989 年全省统一按 4 km×6 km 间距系统布设的 4 215 个固定样地作了 1/3 的移动，即南北纵向复查第 2~3 列固定样地 2 808 个，第 1 列向东移动 3 km (图 2)，重新布设固定样地 1 414 个。第 3 次复查总体调查样地 4 222 个(不含放弃样地 1 个)。1999 年第 4 次复查，对 1994 年已移位的第 1 列固定样地和未移位的第 3 列固定样地进行复位调查，复查样地 2 819 个，其中改设样地 20 个，样地复位率 99.29%。对总体的第 2 列固定样地向东移动 3 km (图 3)，重新测设固定样地 1 421 个。由于上期漏布样地及海涂围垦面积增大而补测样地 9 个。该期共测设新样地 1 430 个，总体调查样地 4 249 个(不含放弃样地 2 个)。

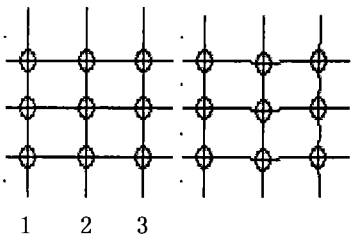


图 1 1989 年样地布设示意图

Figure 1 The diagram of sample plots arrangements in 1989

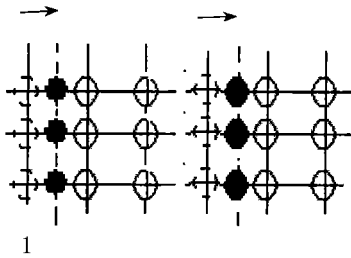


图 2 1994 年样地移动示意图

Figure 2 The diagram of sample plots displacement in 1994

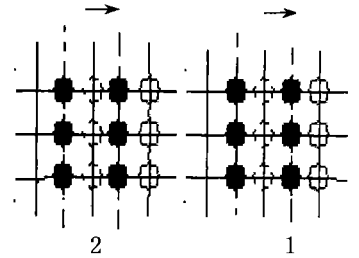


图 3 1999 年样地移动示意图

Figure 3 The diagram of sample plots displacement in 1999

2 系统偏差分析方法的确定

用于多组数据比较分析的常用方法有总体平均数的差异性检验和方差分析等^[9]。根据初步统计分析，针对森林资源连续清查总体样本的特点，确定首先采用总体平均数的差异性检验，若有必要，再进行方差分析。

2.1 平均数的差异性检验

有小样本方法和大样本方法^[9]。该试验数据均符合大样本方法。①作统计假设：假设这 2 个样本来自平均数相同的总体。②计算统计量 u 值。

$$u = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1 - 1} + \frac{s_2^2}{n_2 - 1}}}$$

其中： $s_1^2 = \frac{1}{n_1} \left[\sum_{i=1}^{n_1} x_{1i}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n_1} x_{1i} \right)^2}{n_1} \right]$ ； $s_2^2 = \frac{1}{n_2} \left[\sum_{i=1}^{n_2} x_{2i}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n_2} x_{2i} \right)^2}{n_2} \right]$ 。

x_{1i} 与 x_{2i} 分别为第 1 组样本和第 2 组样本的调查值， \bar{x}_1 与 \bar{x}_2 分别为第 1 组样本和第 2 组样本的平均数， s_1^2 、 s_2^2 分别为第 1 组样本和第 2 组样本的方差。③以 α 为 0.05， $u_\alpha = 1.96$ ，当 $|u| > u_\alpha$ 时，推翻假设，当 $|u| < u_\alpha$ 时，不能推翻假设，说明 \bar{x}_1 与 \bar{x}_2 所来至的总体平均数无显著差异。

2.2 方差分析^[9]

①根据浙江省连清数据分组情况，采用单因素各组内试验次数不等的方差分析方法进行统计分析。假设 a 组数据的总体平均数相等，计算统计量 F 值。

$$F = \frac{\frac{1}{a-1} \left(\sum_{i=1}^a \frac{T_i^2}{m_i} - \frac{T^2}{n} \right)}{\frac{1}{\sum_{i=1}^a m_i - a} \left(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^m x_{ij}^2 - \sum_{i=1}^a \frac{T_i^2}{m_i} \right)}$$

其中, $T_1 = \sum x_j$, $T = \sum T_i$; 自由度 $f_r = n - 1 = \sum_{i=1}^a m_i - 1$, $f_b = a - 1$, $f_w = f_r - 2$; 取 $\alpha = 0.05$, 当 $F > F_\alpha$ 时, 推翻假设。当 $F < F_\alpha$ 时, 不能推翻假设, 说明各组间的总体平均数无显著差异。② 采用 q 检验法进一步对分组数据进行两两之间的多重比较。以 $\alpha = 0.05$ 查 q 表得 $q_\alpha(\alpha, f)$, 求统计量 D 值。 $D = q_\alpha(a_1, f) \sqrt{\frac{S_w^2}{m}}$; 当 $|\bar{x}_i - \bar{x}_j| > D$ 时, 判断 $\bar{x}_i - \bar{x}_j$ 差异显著。当 $|\bar{x}_i - \bar{x}_j| < D$ 时, 判断 $\bar{x}_i - \bar{x}_j$ 差异不显著。

3 系统偏差分析因子的选择

1999年以前, 森林资源连续清查样地调查因子40多项。其中, 活立木蓄积、有林地面积、有林地蓄积、人工林面积、总生长量和总消耗量等被确定为需要控制精度的重要因子。目前可能引起系统偏差的主要原因有人为特殊对待和样地分布周期性变化等。在对系统偏差反映较为敏感的因子中, 最重要的是总体平均蓄积。通常, 人为特殊对待有2种可能, 一种是蓄意的采伐或破坏; 另一种是有意的保护或封闭, 使样地内部与周边的林分状况产生较大差别。根据南方集体林区的采伐作业特点, 如果存在特殊对待, 那么, 择伐是最有可能发生的采伐作业方式。无论何种人为特殊对待, 反映较为敏感的因子是总体林分平均株数。此外, 目前浙江省的连清数据也能支持平均蓄积和平均株数的统计分析。因此, 初步确定以总体平均蓄积和林分平均株数为主要分析因子。

4 系统偏差分析样本的划分

用于统计分析的数据范围含1989年, 1994年和1999年共3期全省连清数据。为了便于分析比较, 按照原抽样方案, 以1989年按4 km×6 km间距系统布设的4 215个样地为基础(表1), 在全省范围内, 从西向东, 以3列样地为1组。取每组的第1列样地组成第1套样本, 如“1999年将要移动的样地(I, 西)”; 第2列样地组成第2套样本, 如“1994年将要移动的样地(II, 中)”; 第3列样地组成第3套样本, 如“1999年仍未移动的样地(III, 东)”。

4.1 1989年样本分组

见表1。①第3列固定样地构成的总体(于2004年移动); ②第2列固定样地构成的总体(于1999年移动); ③第1列固定样地构成的总体(于1994年移动)。

表1 1989年按1/3样地划分总体的活立木蓄积总体特征

Table 1 Characteristic values of standing volume by 1/3 sample plots in 1989

总体划分	样本单元/个	样本平均数/m ³	方差
1999年仍未移动的样地(III, 东)	1 411	0.850 687	3 411 987
1994年将要移动的样地(II, 中)	1 403	0.920 040	4 076 114
1999年将要移动的样地(I, 西)	1 399	0.896 658	4 277 547

4.2 1994年样本分组

见表2。①第3列固定样地构成的总体(于2004年移动); ②第2列固定样地构成的总体(于1999年移动); ③第1列移动后的临时样地构成的总体(1994年移动)。

表2 1994年按1/3样地划分总体的活立木蓄积总体特征

Table 2 Characteristic values of standing volume by 1/3 sample plots in 1994

总体划分	样本单元/个	样本平均数/m ³	方差
1989年以来未移动样地(III, 东)	1 411	0.981 284	4 205 868
1994年经移动新设样地(II, 中)	1 412	1.001 081	4 174 476
其余样地(I, 西)	1 399	1.012 020	4 411 101

4.3 1999年样本分组

见表3。①第3列固定样地构成的总体(于2004年移动); ②第2列移动后的临时样地构成的总体(1999年移动); ③第1列移动后的复查固定样地构成的总体(1994年移动变为临时, 1999年复查变为固定)。

对上述总体数据分别蓄积和株数进行总体平均数的差异性检验和方差分析。

5 分组样本的差异性检验统计结果

经总体平均数的差异性检验统计分析后, 进一步进行方差分析, 两者得到的结论基本一致。由于篇幅有限, 下面仅列出总体平均数的差异性检验结果。

5.1 1989 年分组比较结果

①第 3 列与第 2 列固定样地比较; ②第 2 列与第 1 列固定样地比较; ③第 3 列与第 1 列固定样地比较。对上述分组数据蓄积进行总体平均数差异性检验统计, 结论均为不显著。比较结果如表 4。

表 3 1999 年按 1/3 样地划分总体的活立木蓄积总体特征

Table 3 Characteristic values of standing volume by 1/3 sample plots in 1999

总体划分	样本单元/个	样本平均数/m ³	方差
1989 年以来未移动样地(Ⅲ, 东)	1 412	1.052 376	4 230 128
1994 年经移动新设样地(Ⅱ, 中)	1 417	1.139 680	4 788 056
1999 年经移动新设样地(Ⅰ, 西)	1 420	1.072 311	4 587 973

表 4 1989 年分组总体蓄积平均数差异显著性检验

Table 4 Difference test for population average volume by groups in 1989

分组比较	样本单元 n ₁ /个	样本单元 n ₂ /个	样本平均数 m ₁	样本平均数 m ₂	m ₁ - m ₂	方差(I) s ²	方差(II) s ²	统计量 u (大样本)	可靠性/ 95% u _α	结论
活立木蓄积 Ⅲ与Ⅱ	1 411	1 403	0.850 69	0.920 04	-0.069 35	3.411 987	4 076 114	-0.95	1.96	不显著
Ⅱ与Ⅰ	1 403	1 399	0.920 04	0.896 66	0.023 38	4.076 114	4 277 547	0.30	1.96	不显著
Ⅲ与Ⅰ	1 411	1 399	0.850 69	0.896 66	-0.045 97	3.411 987	4 277 547	-0.62	1.96	不显著

5.2 1994 年分组比较结果

①第 3 列固定样地与第 2 列固定样地比较; ②第 2 列固定样地与第 1 列临时样地比较; ③第 3 列固定样地与第 1 列临时样地比较。

对上述分组数据分别蓄积和株数进行总体平均数差异性检验统计, 所得结论均为不显著(表 5, 表 6)。

表 5 1994 年人工林面积分组总体频率差异显著性检验

Table 5 Difference test for population frequency of plantation area by groups in 1994

分组比较	样本单元 n ₁ /个	样本单元 n ₂ /个	样本平均数 w ₁	样本平均数 w ₂	加权平均 w	标准差 s (w ₁ - w ₂)	统计量 u (大样本)	可靠性/ 95% u _α	结论
I 与 II	1 411	1 412	0.238 129	0.245 751	0.241 941	0.016 121	-0.47	1.96	不显著
II 与 III	1 412	1 399	0.245 751	0.220 872	0.233 369	0.015 956	1.56	1.96	不显著
I 与 III	1 411	1 399	0.238 129	0.220 872	0.229 537	0.015 867	1.09	1.96	不显著

表 6 1994 年分组总体蓄积平均数差异显著性检验

Table 6 Difference test for population average volume by groups in 1994

分组比较	样本单元 n ₁ /个	样本单元 n ₂ /个	样本平均数 m ₁	样本平均数 m ₂	m ₁ - m ₂	方差(I) s ²	方差(II) s ²	统计量 u (大样本)	可靠性/ 95% u _α	结论
活立木蓄积 Ⅲ与Ⅱ	1 411	1 412	0.981 28	1.001 08	-0.019 80	4.205 868	4 174 476	-0.26	1.96	不显著
Ⅱ与Ⅰ	1 412	1 399	1.001 08	1.012 02	-0.010 94	4.174 476	4 411 101	-0.14	1.96	不显著
Ⅲ与Ⅰ	1 411	1 399	0.981 28	1.012 02	-0.030 74	4.205 868	4 411 101	-0.39	1.96	不显著
林分株数 Ⅲ与Ⅱ	466	478	77.637 34	71.646 44	5.990 90	3 118.772	2 609.609	1.72	1.96	不显著
Ⅱ与Ⅰ	478	486	71.646 44	74.199 59	-2.553 14	2 609.609	3 353.477	-0.73	1.96	不显著
Ⅲ与Ⅰ	466	486	77.637 34	74.199 59	3.437 75	3 118.772	3 353.477	0.93	1.96	不显著

5.3 1999年分组结果

①第3列固定样地与第2列临时样地比较；②第2列临时样地与第1列固定样地比较；③第3列固定样地与第1列固定样地比较。

对上述分组数据分别蓄积和株数进行总体平均数的差异性检验统计，检验结论均为不显著。比较结果如表7~9。

表7 1999年有林地面积分组总体频率差异显著性检验

Table 7 Difference test for population frequency of forest area by groups in 1999

分组比较	样本单元 $n_1/$ 个	样本单元 $n_2/$ 个	样本平 均数 w_1	样本平均 数 w_2	加权 平均 w	标准差 s ($w_1 - w_2$)	统计量 u (大样本)	可靠性/ 95% u_α	结论
I 与 II	1 412	1 417	0.529 037	0.549 047	0.539 060	0.018 744	-1.07	1.96	不显著
II 与 III	1 417	1 420	0.549 047	0.554 225	0.551 639	0.018 674	-0.28	1.96	不显著
I 与 III	1 412	1 420	0.529 037	0.554 225	0.541 667	0.018 726	-1.35	1.96	不显著

表8 1999年人工林面积分组总体频率差异显著性检验

Table 8 Difference test for population frequency of plantation area by groups in 1999

分组比较	样本单元 $n_1/$ 个	样本单元 $n_2/$ 个	样本平均 数 w_1	样本平均 数 w_2	加权 平均 w	标准差 s ($w_1 - w_2$)	统计量 u (大样本)	可靠性/ 95% u_α	结论
I 与 II	1 412	1 417	0.244 334	0.267 466	0.255 920	0.016 409	-1.41	1.96	不显著
II 与 III	1 417	1 420	0.267 466	0.241 549	0.254 494	0.016 356	1.58	1.96	不显著
I 与 III	1 412	1 420	0.244 334	0.241 549	0.242 938	0.016 118	0.17	1.96	不显著

表9 1999年分组总体蓄积平均数差异显著性检验

Table 9 Difference test for population average volume by groups in 1999

分组比较	样本单元 $n_1/$ 个	样本单元 $n_2/$ 个	样本平均 数 m_1	样本平均 数 m_2	$m_1 -$ m_2	方差(I) s^2	方差(II) s^2	统计量 u (大样本)	可靠性/ 95% u_α	结论	
活 立 木 蓄 积	III与II	1 412	1 417	1.052 38	1.139 68	-0.087 30	4.230 128	4.788 056	-1.09	1.96	不显著
	II与I	1 417	1 420	1.139 68	1.072 31	0.067 37	4.788 056	4.587 973	0.83	1.96	不显著
	III与I	1 412	1 420	1.052 38	1.072 31	-0.019 94	4.230 128	4.587 973	-0.25	1.96	不显著
林 分 株 数	III与II	492	495	72.798 78	75.264 65	-2.465 87	3.606 140	3.182 671	-0.66	1.96	不显著
	II与I	495	522	75.264 65	73.446 36	1.818 29	3.182 671	4.246 105	0.48	1.96	不显著
	III与I	492	522	72.798 78	73.446 36	-0.647 58	3.606 140	4.246 105	-0.16	1.96	不显著

6 系统偏差检验结果分析

对各调查年度的3组样本两两之间进行总体平均数差异显著性检验。假设参加检验的2组数据来自平均数相同的总体，用大样本方法计算统计值 u ，以可靠性95%，临界值 $u_\alpha = 1.96$ 作为假设检验的判别标准。表4到表7的统计结果表明，浙江省自1989年以来的3期调查数据的3组样本两两之间均通过了用大样本方法进行的总体平均数差异显著性检验，无显著差异。特别是1994年和1999年2期的几组固定样地和临时样地两两之间也都通过了总体平均数的差异显著性检验和单因素各组内试验次数不等的方差分析，说明浙江省固定样地和临时样地的总体平均数之间无显著差异，调查总体不存在系统偏差问题。当然，不能由此判定有无人为特殊对待问题，但是，即使是存在人为特殊对待，也最多是发生在局部地区的个别样地，而且局部地区个别样地的特殊对待可能既有“蓄意的采伐”，也可能会有“有意的保护”，一般不会构成显著的系统偏差，对总体的影响不大。因此，可以说现行的浙江省连清总体样本具有较好的代表性，其调查统计成果能真实、客观、准确地反映全省的森林资源现状和动态变化情况。

参考文献:

- [1] 周生贤. 中国森林资源报告(2005)[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [2] 雷加富. 中国森林资源[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [3] 肖兴威. 中国森林资源清查[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [4] 林业部调查规划院. 森林调查手册[M]. 北京: 中国林业出版社, 1981.
- [5] 符伍儒, 陈华豪. 数理统计[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- [6] 肖兴威, 姚昌恬, 陈雪峰, 等. 美国森林资源清查的基本做法和启示[J]. 林业资源管理, 2005(2): 27—33.
- [7] 刘安兴. 浙江省森林资源动态监测体系方案[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(4): 449—453.
- [8] 聂祥永. 瑞典国家森林资源清查的经验与借鉴[J]. 林业资源管理, 2004(1): 65—70.
- [9] 叶荣华. 美国国家森林资源清查体系的新设计[J]. 林业资源管理, 2003(3): 65—68.
- [10] 张会儒, 唐守正, 王彦辉. 德国森林资源和环境监测技术体系及其借鉴[J]. 世界林业研究, 2002, 15(2): 63—70.
- [11] 韦希勤. 国家级森林资源监测技术体系中的地面样地设计[J]. 世界林业研究, 1996, 9(3): 24—27.
- [12] Department of Forest Resource Management and Geomatics, SLU. *The Swedish National Inventory of Forests* [DB/OI]. [2006-01-10], <http://www.sml.slu.se>.
- [13] ERIKSSON B. *The Swedish National Forest Inventory* [R]. Freiburg: Albert Ludwigs University, 1985.

Anti-deviation experiments on systematic sampling for continuous forest inventory of Zhejiang Province

FU Bin-ling, NIE Xiang-yong, YAO Shun-bin

(East China Forest Inventory and Planning Institute, State Forestry Administration, Jinhua 321001, Zhejiang China)

Abstract: Data accuracy and reliability are key factors for inventory results to objectively and factually reflect forest resource situations. Sampling scheme design, inventory technology and methodology, operational process and many other factors influences the continuous forest inventory (CFI) data accuracy and reliability. Among them, sampling scheme design is the key factor of effecting CFI data quality. In order to optimize CFI system, and prevent the side effects to CFI data quality by periodical alterations of systematic sampling and special artificial treatment issues, Zhejiang Province started experiments and researches on anti-deviation technology adopting sampling scheme of permanent plots plus substitute (temporary) plots in 1994. This paper calculates and analyzes three periods of Zhejiang Province CFI data since 1989 by groups, using methods of the Difference Test for Population Average and the Variance Analysis. Every combination of the three periods of data passes the Difference Test for Population Average and the Single Factor Variance Analysis, and there are no noticeable differences. Tentative experimental results demonstrate that the CFI sample plots are well representative of Zhejiang forest resources, and obvious systematic deviation does not exist. [Ch, 3 fig, 9 tab, 13 ref.]

Key words: forest management; continuous forest inventory (CFI); sampling scheme design; sampling deviation; special artificial treatment issues; the difference test for population average