

# 系统抽样方法在典型天然阔叶林调查中的应用

黄如楚

( 福建省永安市林业局 福建 永安 366000)

摘 要: 以福建省永安市麻岭村  $9 \text{ hm}^2$  的典型天然阔叶林为试验研究对象,应用系统抽样方法,分别  $200 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ 、 $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ 、 $100 \text{ m} \times 50 \text{ m}$  和  $100 \text{ m} \times 25 \text{ m}$  四种抽样密度,探讨林分主要测树因子的抽样估计精度。结果表明: 试验的天然阔叶林分平均树高、平均胸径、平均密度与平均单位面积蓄积量等主要测树因子的估计精度都分别要求达到 70% 以上、75% 以上、80% 以上和 85% 以上的最小抽样密度分别是  $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ 、 $100 \text{ m} \times 50 \text{ m}$ 、 $100 \text{ m} \times 50 \text{ m}$  和  $100 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ 。试验的天然阔叶林分胸径 III 组林木蓄积量的估计精度分别要求达到 70% 以上、75% 以上和 80% 以上的最小抽样密度分别是  $100 \text{ m} \times 50 \text{ m}$ 、 $100 \text{ m} \times 25 \text{ m}$  和  $100 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ 。

关键词: 天然阔叶林; 系统抽样; 抽样密度; 测树因子

中图分类号: S758.5; S718.542

文献标识码: A

系统抽样是森林调查中的重要方法,在各类森林调查中广泛应用。在我国,系统抽样方法主要用于以省为对象的森林资源清查(简称一类调查)和以森林经营单位为对象的森林调查规划(设计)调查(简称二类调查),较少应用于以作业林分为对象的作业设计调查(简称三类调查)。作业设计调查通常采用典型调查方法,如标准地调查、角规典型调查或样带典型调查等<sup>[1-5]</sup>。典型调查方法工作量相对较小、操作相对简单,但调查得到的结果数据没有精度保证,调查结果受人为影响大;而系统抽样方法工作量相对较大,操作相对复杂,但调查结果数据有精度保证,调查结果不受人为影响,更为客观准确,在林业发达国家有较广泛的应用;因此,探讨系统抽样方法在我国作业设计调查中的应用,对改进、丰富和完善我国作业设计调查技术具有重要的理论与实践意义。本文以中亚热带最为复杂、最为典型的天然阔叶林(复层混交异龄林)为试验研究对象,应用系统抽样方法,初步探讨不同抽样密度下林分主要测树因子的调查估计精度,以期为复杂林分(复层混交异龄林分)的作业设计调查提供借鉴。

## 1 试验林分概况

试验天然阔叶林位于福建省永安市办麻岭村 3 林班 17 大班 1 小班和 2 小班的下半部,面积  $9 \text{ hm}^2$ ,海拔 400 ~ 500 m,平均坡度  $30^\circ$ ,由东南坡和西北坡两个相向的大坡构成,主要土壤类型为红壤,立地类型为 II 类地,成熟林,是典型的地带性植被类型,曾经择伐过。优势种和建群种分别为米槠(*Castanopsis carlesii*)和木荷(*Schima superba*),组成树种还有新木姜子(*Neolitsea aurata*)、杜英(*Elaeocarpus decipiens*)、猴欢喜(*Sloanea sinensis*)、丝栗栲(*Astanopsis fargesii*)、拟赤杨(*Alniphyllum fortunei*)、三花冬青(*Ilex triflora*)、杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、薯豆(*Elaeocarpus japonicus*)、短梗幌伞枫(*Heteropanax brevipedicellatus*)、虎皮楠(*Daphniphyllum oldhami*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、闽楠(*Phoebe bournei*)、浙江润楠(*Machilus chekiangensis*)、尖叶水丝梨(*Sycopsis dunni*)等共 71 种乔木树种。林分郁闭度达到 0.9 以上;层次结构分化明显,有乔木层、灌木层和

收稿日期(Received date): 2011 - 12 - 01; 改回日期(Accepted): 2012 - 05 - 07。

基金项目(Foundation item): 国家林业局林业公益性行业科研专项(200704010)。[Supported by Special Foundation Project for Forestry Science and Research of State Forestry Administration (200704010).]

作者简介(Biography): 黄如楚(1968 - ) 男(汉族) 福建漳平人,工程师,主要从事森林经营研究。[Huang Ruchu (1968 - ), male, engineer, major in forest management.] E-mail: yahrc@126.com

草本层。在乔木层中可分为第Ⅰ、第Ⅱ和第Ⅲ亚层;第Ⅰ亚层树高 $\geq 18\text{ m}$ ,主要树种有米槠、木荷、枫香和丝栗栲等;第Ⅱ亚层树高在 $10.1\sim 17.9\text{ m}$ ,主要树种是米槠、木荷、新木姜子、猴欢喜等;第Ⅲ亚层树高 $\leq 10\text{ m}$ ,主要树种是米槠、木荷、杜英、薄叶山矾(*Symplocos anomala*)等。林分直径分布范围为 $6\sim 74\text{ cm}$ 径阶,相对直径分布范围为 $0.26\sim 3.24$ ,林木株数按胸径分布呈倒J形<sup>[6]</sup>。

2 研究方法

按照系统抽样方法,以 $200\text{ m}\times 100\text{ m}$ 、 $100\text{ m}\times 100\text{ m}$ 、 $100\text{ m}\times 50\text{ m}$ 和 $100\text{ m}\times 25\text{ m}$ 四种抽样密度在试验天然阔叶林中分别设置了4、8、15和26个半径为 $12\text{ m}$ 的圆形样地(样地面积为 $452\text{ m}^2$ ),对样地内的胸径(DBH) $\geq 5\text{ cm}$ 的所有林木进行每木检尺,测定其树种、胸径、树高、枝下高和冠幅,应用二元材积公式计算单木蓄积量,2008-07进行第一次调查,2009-07和2010-07分别进行第一次和第二次复查。为主要测树因子按常规方法计算各样地平均胸径、平均高、平均密度和单位面积蓄积量等<sup>[1]</sup>,并按系统抽样的原理进行各主要测树因子抽样估计值与抽样精度的计算<sup>[1]</sup>。

3 结果与分析

3.1 林分主要测树因子的估计结果

不同抽样密度估计的林分平均胸径、平均高、平均密度和单位面积蓄积量等主要测树因子结果如表1所示。

总体上看,不同测树因子的估计精度均随抽样密度的增大而提高。不同抽样密度下平均树高的估计精度最高( $91.58\%\sim 97.21\%$ );平均胸径的估计精度次之( $72.66\%\sim 94.88\%$ );平均密度与平均单

位面积蓄积量的估计精度相近、均明显低于平均树高与平均胸径的估计精度;平均密度的估计精度在 $66.77\%\sim 86.41\%$ 之间,平均单位面积蓄积量的估计精度在 $48.72\%\sim 87.82\%$ 。

按估计精度应该达到70%以上的基本要求看, $200\text{ m}\times 100\text{ m}$ 抽样密度估计中,只用林分平均树高与平均胸径达到要求; $100\text{ m}\times 100\text{ m}$ 抽样密度估计中,林分平均树高、平均胸径达、平均密度与平均单位面积蓄积量的估计精度均达要求。按估计精度应该达到75%以上的要求看, $200\text{ m}\times 100\text{ m}$ 抽样密度估计中,只用林分平均树高达到要求; $100\text{ m}\times 100\text{ m}$ 抽样密度估计中,只有林分平均树高与平均胸径达到要求; $100\text{ m}\times 50\text{ m}$ 抽样密度估计中,林分平均树高、平均胸径、平均密度与平均单位面积蓄积量均达到要求。按估计精度应该达到80%以上的要求看, $200\text{ m}\times 100\text{ m}$ 抽样密度估计中,只用林分平均树高达到要求; $100\text{ m}\times 100\text{ m}$ 抽样密度估计中,只有林分平均树高与平均胸径达到要求; $100\text{ m}\times 50\text{ m}$ 抽样密度估计中,林分平均树高、平均胸径、平均密度与平均单位面积蓄积量均达到要求。按估计精度应该达到85%以上的要求看, $200\text{ m}\times 100\text{ m}$ 和 $100\text{ m}\times 100\text{ m}$ 抽样密度估计中,只用林分平均树高达到要求; $100\text{ m}\times 50\text{ m}$ 抽样密度估计中,只有林分平均树高与平均胸径达到要求; $100\text{ m}\times 25\text{ m}$ 抽样密度估计中,林分平均树高、平均胸径、平均密度与平均单位面积蓄积量均达到要求。若按估计精度应该达到90%以上的要求看, $200\text{ m}\times 100\text{ m}$ 和 $100\text{ m}\times 100\text{ m}$ 抽样密度估计中,只有林分平均树高达到要求; $100\text{ m}\times 50\text{ m}$ 和 $100\text{ m}\times 25\text{ m}$ 抽样密度估计中,只有林分平均树高与平均胸径达到要求。若按估计精度应该达到95%以上的要求看,在最大的抽样密度( $100\text{ m}\times 25\text{ m}$ )情况下,只有林分平均树高达到要求,林分平均胸径、平均密度与平均单位面积蓄积量的估计精度均达不到要求。

表 1 不同抽样密度的主要测树因子预估值与精度

Table 1 Estimation value and accuracy of main mensuration factors in different sampling density

抽样密度	平均胸径/cm		平均树高/m		平均密度/(N/hm <sup>2</sup> )		平均单位面积蓄积量/(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	
	估计值/cm	预估精度/%	估计值/m	预估精度/%	估计值/(N/hm <sup>2</sup> )	预估精度/%	估计值/(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	预估精度/%
100 m×25 m	22.84	94.88	18.51	97.21	871	86.41	260.47	87.82
100 m×50 m	24.26	91.40	18.58	94.82	750	80.22	272.47	81.66
100 m×100 m	23.46	84.94	18.17	93.84	719	71.25	270.42	70.89
200 m×100 m	23.20	72.66	18.22	91.58	561	66.77	215.76	48.72

以上分析表明,复层混交异龄林的天然阔叶林结构复杂,林分密度和单位面积蓄积量的变动大于直径的变动,而直径的变动又大于树高的变动。林分平均树高、平均胸径、平均密度与平均单位面积蓄积量等主要测树因子的估计精度都分别要求达到70%以上、75%以上、80%以上和85%以上的最小抽样密度分别是100 m×100 m、100 m×50 m、100 m×50 m和100 m×25 m。

3.2 不同直径组林木株数的估计结果

林分平均单位面积蓄积量是作业设计调查结果中最为重要的测树因子,同时受到林分平均胸径、平均树高和平均密度三个主要测树因子的影响。不同系统抽样密度下,林分平均树高和平均胸径的抽样精度明显高于平均密度的抽样精度,因此,影响林分平均单位面积蓄积量估计精度的主要限制因素是林分平均密度的估计。

由于试验林分直径分布范围较广(为6~74 cm径阶),有必要进一步探讨不同直径组林木株数和蓄积量的抽样调查估计。将林木胸径分为三个胸径组:I组为胸径5~14.9 cm的林木,II组为胸径15~24.9 cm的林木,III组为胸径≥25 cm的林木。利用不同抽样密度估计三个胸径组的林木株数和单位面积蓄积量,结果如表2~3所示。

总体上看,三个胸径组的林木株数和单位面积

蓄积量的估计精度均明显低于林分平均密度和单位面积蓄积量的估计精度。不同胸径组的林木株数估计精度以III组为最低,不同胸径组的林木蓄积量估计精度以II组为最低。

按估计精度应该达到70%以上的基本要求看,200 m×100 m抽样密度估计中,各胸径组的林木株数和林木蓄积量估计精度均未达基本要求;100 m×100 m抽样密度估计中,各胸径组的林木株数和林木蓄积量估计精度也均未达基本要求;100 m×50 m抽样密度估计中,也只有II组的林木株数和III组的林木蓄积量估计精度达到基本要求,其他组的均未达到基本要求;100 m×25 m抽样密度估计中,I与II组的林木株数和I与III组的林木蓄积量估计精度达基本要求,其他组的未达到基本要求。按估计精度应该达到75%以上的要求看,只有抽样密度达100 m×25 m的估计中,I与II组的林木株数和III组的林木蓄积量估计精度达要求,其他抽样密度和胸径组均未达到要求。任何抽样密度和任何胸径组的林木株数和林木蓄积量估计精度均为达80%以上。

相对于小的胸径组而言,胸径组III组的林木蓄积量对全林单位面积蓄积量的贡献最大,对其估计也最为重要,从本试验研究结果看,100 m×50 m抽样密度可以满足基本要求(估计精度达到70%以上),100 m×25 m抽样密度的估计精度接近80%。

表 2 不同抽样密度的不同胸径组林木株数预估值与精度

Table 2 Estimation value and accuracy of tree number for different DBH group in different sampling density

抽样密度	总株数/(N/hm <sup>2</sup> )		I组株数/(N/hm <sup>2</sup> )		II组株数/(N/hm <sup>2</sup> )		III组株数/(N/hm <sup>2</sup> )	
	估计值	预估精度	估计值	预估精度	估计值	预估精度	估计值	预估精度
	/(N/hm <sup>2</sup> )	/%	/(N/hm <sup>2</sup> )	/%	/(N/hm <sup>2</sup> )	/%	/(N/hm <sup>2</sup> )	/%
100 m×25 m	871	86.41	464	78.67	278	76.32	129	68.62
100 m×50 m	750	80.22	327	69.72	289	71.59	134	66.11
100 m×100 m	719	71.25	274	51.01	321	64.72	124	36.46
200 m×100 m	561	66.77	150	62.20	311	20.79	100	26.40

表 3 不同抽样密度的不同胸径组林木蓄积量预估值与精度

Table 3 Estimation value and accuracy of growing stock for different DBH group in different sampling density

抽样密度	单位面积蓄积量/(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )		I组蓄积量/(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )		II组蓄积量/(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )		III组蓄积量/(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	
	估计值	预估精度	估计值	预估精度	估计值	预估精度	估计值	预估精度
	/(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	/%	/(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	/%	/(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	/%	/(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	/%
100 m×25 m	260.47	87.82	12.40	74.00	66.37	68.97	181.70	79.23
100 m×50 m	272.47	81.66	9.28	65.61	70.61	51.05	192.58	70.30
100 m×100 m	270.42	70.89	7.99	52.74	78.05	33.31	184.38	48.91
200 m×100 m	215.76	48.72	6.45	37.02	52.14	27.83	157.17	31.40

## 4 结论

试验的天然阔叶林分平均树高、平均胸径、平均密度与平均单位面积蓄积量等重要测树因子的估计精度都分别要求达到 70% 以上、75% 以上、80% 以上和 85% 以上的最小抽样密度分别是  $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ 、 $100\text{ m} \times 50\text{ m}$ 、 $100\text{ m} \times 50\text{ m}$  和  $100\text{ m} \times 25\text{ m}$ 。

试验的天然阔叶林分胸径 III 组的林木蓄积量的估计精度分别要求达到 70% 以上、75% 以上和 80% 以上的最小抽样密度分别是  $100\text{ m} \times 50\text{ m}$ 、 $100\text{ m} \times 25\text{ m}$  和  $100\text{ m} \times 25\text{ m}$ 。

不同测树因子的估计精度均随抽样密度的增大而提高; 不同抽样密度下平均树高的估计精度最高, 平均胸径的估计精度次之, 平均密度与平均单位面积蓄积量的估计精度相近、均明显低于平均树高与平均胸径的估计精度。

相同抽样估计精度要求下, 增大天然阔叶林调查样地面积是否可以有效降低抽样密度有待进一步试验研究。

## 参考文献(References)

- [1] Men Xianyu. Forest mensuration. China Forestry Publishing House, Beijing, 1996: 45 – 65 [孟宪宇. 测树学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996: 45 – 65]
- [2] Wang Bosun, Yu Shixiao, Pen Shaolin, et al. Experimental manual for plant Community[M]. Guangdong: Publishing House of Higher Education of Guangdong Province, 1996: 1 – 22, 100 – 106 [王伯荪, 余世孝, 彭少麟, 等. 植物群落学实验手册[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1996: 1 – 22, 100 – 106]
- [3] Annika Kangas, Matti Maltamo. Forest Inventory Methodology and Application[M]. Springer, 2006
- [4] Huang Qinglin. Preliminary introduction to “Close to Nature Forest Management” in Germany[J]. World Forestry Research, 2005, 18(3): 73 – 77 [黄清麟. 浅谈德国的“近自然森林经营”[J]. 世界林业研究, 2005, 18(3): 73 – 77]
- [5] Shi Jingjing, Lei Yuancai, Zhao Tianzhong. Progress in sampling technology and methodology in forest inventory [J]. Forest Research, 2009, 22(1): 101 – 108 [史京京, 雷渊才, 赵天忠. 森林资源抽样调查技术方法研究进展[J]. 林业科学研究, 2009, 22(1): 101 – 108]
- [6] Huang Qinglin, Rong Jiantao, Zhang Xiaohong, et al. Characteristics of natural broad-leaved timber forest for selective cutting experimentation in Yong'an City of Fujian Province[J]. Journal of Mountain Science, 2011, 29(Suppl.): 139 – 143 [黄清麟, 戎建涛, 张晓红, 等. 福建永安天然阔叶用材林择伐试验林分特征研究[J]. 山地学报, 2011, 29(增刊): 139 – 143]

# Application of Systemic Sampling Method on Typical Natural Broad-leaved Forest Inventory

HUANG Ruchu

(Yong'an Forestry Bureau in Fujian Province, Yong'an 366000, China)

**Abstract:** 9 hm<sup>2</sup> typical natural broad-leaved forest at Maling in Yong'an City of Fujian Province was taken as a case study. Systemic sampling method of 4 densities(  $200\text{ m} \times 100\text{ m}$ ,  $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ ,  $100\text{ m} \times 50\text{ m}$  and  $100\text{ m} \times 25\text{ m}$  respectively) was applied in the typical natural broad-leaved forest inventory in order to analyze the estimation value and accuracy for different main forest mensuration factors. The minimum sampling densities, which all estimation accuracy for main forest mensuration factors (including average stand height, DBH, density and growing stock) would be higher than 70%, 75%, 80% and 85%, were  $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ ,  $100\text{ m} \times 50\text{ m}$ ,  $100\text{ m} \times 50\text{ m}$  and  $100\text{ m} \times 25\text{ m}$  respectively in typical natural broad-leaved forest. The minimum sampling densities, which estimation accuracy for stand growing stock in DBH group III would be higher than 70%, 75% and 85%, were  $100\text{ m} \times 50\text{ m}$ ,  $100\text{ m} \times 25\text{ m}$  and  $100\text{ m} \times 25\text{ m}$  respectively in typical natural broad-leaved forest.

**Key words:** natural broad-leaved forest; systemic sampling; sampling density; forest mensuration factor