



北京林业大学重点建设教材

抽样调查技术 (第2版)

宋新民 李金良 编著

中国林业出版社



丛书策划：杨长峰 徐小英
责任编辑：何 鹏

封面设计 =



ISBN 978-7-5038-4750-9



9 787503 847509 >

定价：25.00 元

抽样调查技术

(第2版)

宋新民 李金良 编著

中国林业出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

抽样调查技术/宋新民, 李金良编著. —2 版. —北京: 中国林业出版社, 2007. 2
ISBN 978-7-5038-4750-9

I. 抽… II. ①宋…②李… III. 抽样调查 IV. C811

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 023302 号

出版 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

网址 www.cfph.com.cn

E-mail forestbook@163.com 电话: (010) 66162880

发行 中国林业出版社

印刷 北京林业大学印刷厂

版次 1995 年 10 月第 1 版

2007 年 2 月第 2 版

印次 2007 年 2 月第 1 次

开本 787mm × 960mm 1/16

印张 17.5

字数 314 千字

印数 1 ~ 1000 册

定价 25.00 元



作者简介

●宋新民，男，1935年生，北京林业大学教授，享受政府特殊津贴。主讲过“森林计测学”“数理统计”“抽样技术”等课程，1987年赴美国华盛顿大学进修。主要科学研究方向是森林资源监测理论与技术。有三项研究成果获省部级科技进步奖，1984年被国家科学技术委员会、林业部等四部委授予“全国农林科技推广先进工作者”称号。主持完成的“森林经理学科建设和改造的三十年实践”研究项目，获国家级教学成果一等奖。发表论文20多篇，主要著作有《抽样技术》等，是国家优秀教材《测树学》的作者之一。

●李金良，男，1974年生，博士，北京林业大学教师。1994年毕业于云南省林业学校林学专业，1998年毕业于北京林业大学林学专业，同年留校任教。2001年、2004年分别获北京林业大学森林经营管理学科硕士、博士学位。2006年7月前往波兰学习森林认证与可持续经营技术。主讲“抽样调查技术”“森林资源与环境导论”等课程。主要研究方向有森林可持续经营管理、森林认证、林业碳汇、森林资源调查与评价。曾参加国家自然科学基金项目（重点）、国家科技攻关项目、948项目、WWF项目等10余项，发表论文10余篇，合作出版教材1部。

第2版前言

目前国内高等林业院校教学中使用的《抽样技术》一书，是1995年首次编写的试用教材。该教材简明易懂，实用性强，得到国内兄弟院校的好评。为我国林业院校“抽样调查技术”课程建设和抽样调查、统计人才培养作出了重要贡献。鉴于教材出版至今已有11年时间，随着教学改革的不不断深入发展和社会需求的变化，以及新理论和新技术的不断涌现，教材也应充实提高，与时俱进。在广泛吸纳广大师生对试用教材改进建议的基础上，结合我们的教学实践，修订了《抽样技术》一书。为了便于国内外交流和理解，我们将书名改为《抽样调查技术》，英文名称仍用国际通用的 Sampling Techniques。

本书比较全面、系统地论述了常用抽样调查技术的理论和方法，包括抽样调查方法步骤、样本组织、基本估计原理与效率分析。在内容次序安排上大体分为两个层次，即：抽样方法、统计估计方法和算例等实用部分放在每章的前面；把估计原理、公式证明、效率分析评价放在后面。这样安排能突出重点，便于教学。使用时教师可根据教学对象差异、学时多少进行选择。书中凡涉及高等院校《数理统计》中已讲授的一些理论、公式，本书基本上直接应用，而对于新的概念、公式、难点，如比估计的有偏性、系统内与群内相关系数、两阶抽样、整群抽样、联合估计、不等概抽样等估计值及其方差公式的证明，除在书中做了一些必要的推证外，对那些难度较大，又不是本课程主要研究的问题，我们用注记的形式列于各章后面，供师生参考。此外，书中用了不少数学方法，但数学方法在这里只是工具，是为实际应用服务的，因此，对一些数学理论未作严格界定。

新版教材，内容排列次序基本上与前版相同。主要对前版中存在的错漏或不足之处进行了修改完善。在此基础上，书中新增加或改写了一些章节，主要有两部分：一部分是在不等概抽样部分，增加了不等概整群抽样、不等概两阶与不等概三阶抽样的方法与原理，同时删去了原书第10章点抽样（又称角规测树）及与其相关的点——3P抽样等内容。在这里，精简的原因

并非点抽样理论与技术受科学性质疑，而是考虑到“角规测树”的专业技术特点而决定的，有兴趣者可参考《森林计测学》或《测树学》。改写的另一部分是野外样地（本）点的定位与调查，近几年来，全球卫星定位系统（GPS）技术的发展，使抽样调查的外业定位工作更加便捷。遂之，各项调查内容及操作过程均有些改变。

本书是为林学、环境科学、森林资源保护、环境管理、统计学等专业本科生编写的教材。当然，其基本原理与方法可供相关专业研究生以及自然资源与社会经济调查工作者参考。

本书由北京林业大学宋新民和李金良修订，由贾乃光教授、董乃钧教授对修订后的全稿悉心作了审定。研究生孔令红参加了部分文字录入工作。在修订过程中，得到了北京林业大学教务处的大力支持，并得到了北京林业大学重点建设教材项目的资助。中国林业出版社对本教材的出版付出了大量辛勤的劳动。在此，一并表示深深的谢意。

新版教材问世，令人欣慰。由于作者水平有限，书中难免存在错漏之处，敬请读者批评指正。

编著者

2006年12月于北京

资源环境
PDG

第 1 版前言

本书是为全国高等林业院校林学专业编写的试用教材。随着我国教育体制和专业方向的不断改革,近几年许多林业院校都感到《测树学》中所讲授的抽样调查内容的不足,要求开设《抽样技术》这门课。为了满足教学的急需,受林学专业指导委员会的委托,我们编写了《抽样技术》一书。

本书比较全面、系统地论述了常用抽样方法的理论和方法,包括抽样调查方法步骤、样本组织、基本估计原理与效率分析。在内容次序安排上大体分为两个层次,抽样方法、统计估计方法和算例等实用部分排在每章的前面;把估计原理,公式证明、效率分析评价放在后面。这样做能突出重点,便于教学。使用时可根据教学对象不同,学时多少不同供教师选择。书中凡涉及到林业院校《数理统计》已讲过的一些方法、公式,本书基本上直接应用,对超出《数理统计》教学计划或未讲过的部分内容,比如:比估计有偏性、系统内与群内相关系数,两阶抽样、整群抽样、联合估计、不等概抽样等估计值及其方差公式的证明,难度较大,又不是本课程所要研究的主要问题,鉴于这方面的参考文献又很少,我们用注记的形式列于各章后面,供师生参考。此外,书中虽然应用不少数学方法,但数学方法在这里只是工具,是为实际应用服务的,因此,对一些数学理论未作严格证明。

本教材所讲授时间为 40 ~ 60 学时,各院校可根据具体情况对其内容自行取舍。课内实习可作 5 ~ 7 次,由教师给出图、表及调查资料,如能结合综合教学实习、生产实践及社会调查则更有利于提高教学效果。

在编写中,我们立足于实际应用,从实际出发,引进适合我国国情的国外抽样方法;同时,特别着重总结了我国广大林业调查工作者 30 多年来应用抽样技术的丰富经验,使这本书具有中国特色。可以说,这本《抽样技术》的出版是我国农林科技工作者、调查员集体智慧的结晶。

本书的主要内容是参考我校举办的历届森林调查进修班所用讲义编写成的,考虑到其他专业要求,增添了运用抽样方法进行农业估产、社会经济、森林病虫害等方面的调查内容。其中大部分内容曾在林学专业专科生、本科

生及研究生中作为教材讲授，以后不断加以改进和充实。第十三章森林连续清查，采用《测树学》中的全部内容。

在编写过程中，得到符伍儒、周沛村、贾乃光、黄用廉等教授的帮助和鼓励，最后由贾乃光教授悉心对全书作了审定，在此，表示诚挚的谢意。

本书第一次作为教材出版，加之编者水平所限，错误和疏漏在所难免，敬希读者批评指正。

宋新民

1994年7月于北京林业大学

歡迎
解
讀
PDG

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 抽样调查技术概述	(1)
第二节 抽样调查方法的优点	(2)
第三节 抽样调查技术在我国推广应用概况	(4)
第二章 抽样调查的基础知识	(7)
第一节 Σ 的涵义及其运算规则	(7)
第二节 总体与样本	(9)
第三节 抽样误差	(11)
第四节 制定抽查调查方案的原则	(18)
第五节 抽样调查的主要工作步骤	(22)
第三章 简单随机抽样	(24)
第一节 简单随机抽样的概念	(24)
第二节 简单随机抽样的估计方法	(26)
第三节 样本单元数的确定	(29)
第四节 简单随机抽样的工作步骤	(31)
第五节 简单随机抽样的应用	(34)
第六节 联合估计	(34)
第四章 等距抽样	(39)
第一节 等距抽样概述	(39)
第二节 等距抽样的模式	(40)
第三节 等距抽样的估计方法	(41)
第四节 等距抽样的工作步骤	(46)
第五节 周期性影响及其防止措施	(47)
第六节 等距抽样效率分析	(50)
第五章 分层抽样	(55)
第一节 分层抽样的概述	(55)

第二节	分层抽样的估计方法	(57)
第三节	样本单元数设计	(62)
第四节	分层抽样的效率分析	(68)
第五节	先抽样后分层	(71)
第六节	分层抽样的应用	(75)
第六章	整群抽样	(76)
第一节	利用整群抽样的理由	(76)
第二节	整群抽样的种类及模式	(78)
第三节	等群抽样的估计方法	(79)
第四节	不等群抽样的方法	(82)
第五节	用整群抽样估计总体成数	(87)
第六节	样本群数的确定	(88)
第七节	整群抽样的效率分析	(90)
第七章	二阶与多阶抽样	(94)
第一节	概述	(94)
第二节	二阶抽样	(96)
第三节	一阶单元大小不等的二阶抽样	(102)
第四节	二阶成数抽样	(107)
第五节	二阶抽样的方案设计	(109)
第六节	多阶抽样	(111)
第八章	回归抽样估计	(118)
第一节	回归抽样估计的概述	(118)
第二节	一元线性回归方程的确定	(120)
第三节	回归抽样预测	(125)
第四节	回归估计效率分析	(127)
第五节	回归抽样样本单元数确定	(128)
第六节	分层回归抽样估计	(129)
第九章	比估计	(133)
第一节	概述	(133)
第二节	平均数比估计法	(135)
第三节	比值平均数估计法	(138)
第四节	样本单元数的确定	(141)
第五节	比估计抽样的基本原理	(141)
第六节	比估计抽样效率分析	(144)

第七节 分层比估计	(147)
第十章 成数抽样——各类土地资源的调查方法	(151)
第一节 面积调查方法的概述	(151)
第二节 成数抽样估计的基本原理	(152)
第三节 成数点抽样估计法	(156)
第四节 用相片判读地面修正成数抽样	(158)
第五节 面积成数抽样	(162)
第六节 截距抽样法	(163)
第十一章 双重抽样	(166)
第一节 双重抽样方法介绍	(166)
第二节 双重分层抽样	(168)
第三节 双重回归抽样	(173)
第四节 双重比估计	(177)
第五节 双重点抽样	(180)
第十二章 不等概抽样	(185)
第一节 等概抽样与不等概抽样的概念	(185)
第二节 不等概抽样样本组织方法	(187)
第三节 不等概抽样的估计方法	(190)
第四节 不等概抽样方法的应用	(193)
第五节 不等概抽样样本单元数的确定	(195)
第六节 3P 抽样	(197)
第七节 不等概整群抽样	(203)
第八节 不等概二阶抽样	(207)
第九节 不等概三阶抽样的估计方法	(211)
第十三章 时间序列抽样调查案例	(216)
第一节 概述	(216)
第二节 森林连续清查的估计方法和效率分析	(218)
第三节 样本单元的形状	(226)
第四节 样地数量的计算	(228)
第五节 样地的布设与调查	(231)
第六节 内业计算分析	(233)

附录一 常用数理统计用表	(237)
1. 正态分布的密度函数表	(237)
2. 正态分布表	(239)
3. 正态分布的双侧分位数 (u_α) 表	(243)
4. t 分布的双侧分位数 (t_α) 表	(244)
5. 二项分布参数 p 的置信区间表	(245)
6. 泊松 (Poisson) 分布参数 λ 的置信区间表	(249)
7. 随机数表	(250)
8. F 检验的临界值 F_α 表	(252)
9. 检验相关系数 $\rho=0$ 的临界值 (r_α) 表	(257)
10. r 与 z 的换算表	(258)
附录二 专业术语英汉对照表	(259)
参考文献	(265)



第一节 抽样调查技术概述

抽样调查技术是一门应用广泛的学科，它是以概率论和数理统计为基础，专门研究抽样理论、抽样方法及其应用的学科。抽样调查技术是现代统计学的组成部分，它既是统计调查的方法又是统计分析的方法，并将两者结合起来，成为整个统计理论中不可或缺的而又成熟的一个分支，受到世界各国的重视。

典型调查、重点调查都属于有意抽样的一种形式，它是以调查者主观判断取样，即凭调查者对现象的了解和自己的判断能力，从总体中选取具有平均水平的典型单位作为调查对象。这种方法的优点在于可以发挥调查者的主观能动性，充分利用被调查对象已有的信息，避免发生很大的偏差。这种方法多应用于为某种特殊目的进行的专业调查，比如，林业上用标准地资料编制林分生长过程表、标准表等。但是由于这种方法受人为主观因素影响，不仅常常发生评价标准不同，意见不统一，而且难于避免因调查者的主观意图所造成的偏差。

统计方法作为认识事物的方法，经历了较长的发展时期。抽样调查方法则是 20 世纪才发展起来的。而它自身发展又经历了若干阶段，直至 1925 年在罗马举行的第 16 次国际统计学会上“抽样方法应用研究委员会”才从理论和实践上充分肯定了抽样方法的科学性。1940 年后，抽样方法被世界各国普遍采用。目前世界各国政府除了对基本国情国力调查采用全面调查和统计报表外，其他大量的社会经济调查、自然资源调查，则都采用抽样方法。例如，我国的农作物产量和种植面积，考察市场物价变化，社会公众的民意测验等，以及对自然环境的评估，森林生态效益的调查，苗圃苗木产量及质量调查，乃至在实验室中所做的科学实验，工厂产品的检验等都离不开抽样调查方法。

抽样调查的基本内涵，是根据非全面调查资料，来推断（估计）全面的

情况。抽样可以是有意抽样,也可以是概率抽样,即按规定方式进行的等概或不等概抽样。本书所讨论的抽样理论和方法是指概率抽样,从全部所研究对象之中,抽取一部分单位,进行实际调查,并依据所获得的资料,对全部研究对象的数量特征做出有一定可靠性的估计和判断,以达到对现象总体的认识。

当前,抽样技术的应用范围还在不断扩大,它的抽样方法和抽样理论,已成为统计学中发展最快、最活跃的分支之一;抽样技术所提供的各种方法还构成其他应用科学的基础,如计量经济学、管理会计学等。

第二节 抽样调查方法的优点

抽样调查方法具有费用较低、速度快、精度高且有概率保证,抽样方法灵活,应用范围广等优点,因而得到各行各业的广泛应用。

1. 费用较低

抽样调查是非全面调查,是由部分推断整体的一种方法。它只对部分单位进行实际调查,但研究的目的是对全部对象的数量特征,如总体平均水平、总体规模、结构等做出估计。由于抽样调查既能省时省力又能达到认识总体的目的,表明它具有的科学价值。例如,根据百万分之五的城市居民家庭收入,可以推算全国上亿户城市居民的消费水平;根据不到万分之一的农作物收获面积的实际产量,来推算一个县,一个省乃至全国的农作物产量;用千分之几的森林面积,可以估计一个几十万公顷林场的森林蓄积量等。对于大范围的抽样调查,其经济效益更为明显。

2. 速度快

抽样调查成果的时效性是普查、统计报表不可比的。抽样调查的工作量小,组织专业队伍直接取样,减少中间环节,提高了时效,特别适宜于时间性要求很强的调查项目。以农作物产量调查而论,依靠全面报表制度,一个地区从收割、打晒到称重入仓要花很长时间。另外,像市场物价水平、自然灾害预测、民意测验等,抽样调查的时效性更是其他方法无法比拟的。

3. 精度高,有概率保证

由专业人员实施抽样调查,不仅便于组织,而且实地调查工作容易受到有关人员的指导和监督,能保证资料的准确。更重要的是取样可以按照随机原则,排除人为主观因素的影响,使样本有较好的代表性,可以计算抽样误差,并可通过抽样过程控制误差。对有经验的调查者,典型选样有可能达到非常准确的结果,但是它的精度及可靠性却无法给出。抽样方法则不仅能估

计总体特征的数量指标，还能指出在不同概率保证下的误差限，这是其他调查方法无法做到的。

4. 抽样方法的灵活性

抽样调查的内容可多可少，调查范围可大可小。既适用于专项性质的研究，也适于经常性的调查，如政策评估、市场信息、环境监测等。只要需要随时都可因地制宜实施抽样调查。

5. 应用范围广

与全面调查相比，除了上述各项优点外，抽样方法还能解决那些无法全面调查或很难调查的问题。无法全面调查主要有以下几方面：

(1) 无限总体。例如，气象因子调查、新材料、新设备、新工艺的检查等。

(2) 包括未来时间序列的总体。如生产过程稳定性检查等。

(3) 破坏性的产品质量检验。例如，灯泡寿命、木材抗折力检验、轮胎里程试验等。这些只能用抽样方法对总体做出判断。

还有一些很难全面调查的现象，有如下几方面：

(1) 非常大的有限总体。虽然是有限总体，因数量范围太大，进行全面调查实际上不可能。如一个林场的林木总株数、水库的鱼苗数等。

(2) 有些调查对象，根据调查任务要求，也没必要全面调查。如民意测验等。

(3) 有些调查受时间和条件限制，不允许进行全面调查。

此外，随着抽样理论的发展，目前世界上许多国家还用抽样方法进行生产过程的质量控制，将事后的调查检验估计推广到生产过程的控制，用抽样方法提供有关信息，分析各种有利的因素，以便采取措施，使生产过程保持稳定运转。利用抽样结果进行风险预测，为人们的行为决策提供依据，是抽样方法的又一新的发展。用抽样方法对总体特征的某种假设进行检验，判断假设的真伪，人们可做出是接受假设还是拒绝这一假设，以期达到在最小的风险下取得最佳效果。例如，对某一种新药物是否推广，当然首先要取决于它的疗效是否显著，但疗效对每个人都受随机因素的影响，所以我们需要对药的疗效是否显著或不显著做出一定假设，然后根据试验结果及检验所做假设是否成立，从而对能否推广做出判断。

当然，抽样调查也存在不足之处，有抽样误差。我们研究的重要内容之一就是如何控制和估计这个误差。

第三节 抽样调查技术在我国推广应用概况

20 世纪三四十年代,我国数理统计领域最杰出的代表是北京大学许宝禄教授(1910~1970),他发表了一系列论文:对样本协方差矩阵的分布,高斯-马尔科夫模型中方差的最优统计,一元线性假设似然检验等理论问题作出了独特的贡献,受到世人的关注。他的《抽样论》一书(北京大学出版社,1982),精辟地论述了随机抽样法、分层抽样法、二阶抽样法、集团抽样法(即整群抽样)和系统抽样法的原理,为开展大规模抽样调查,如人口调查、能源调查、社会经济调查、草原和农田估产、昆虫数量估计等提供了方法和依据。为培养我国统计人才提供了宝贵的教材。1943~1944 年清华大学陈达教授在我国第一次运用抽样调查方法主持了云南省户籍示范人口普查,并按系统抽样方法抽取部分人口以核对普查结果。此后,在 1946 年上海工人生活状况调查中又运用了抽样调查方法,以更详细的项目来补充普查。但总的来说,在 1949 年以前我国抽样调查方法的应用还是很少的。

新中国成立后,为了适应大规模经济建设的需要,1952 年成立了国家统计局,根据计划经济体制的特点,建立了全面的统计报表制度。但面对全国人口众多,经济复杂的情况,1952 年全国财经统计会议上提出“中国经济情况复杂,统计的武器要多,只有一种武器是不高明的,也是不够用的。”其中就包括抽样方法的推广应用。

我国在最早范围内,按统一方案统一计划进行的抽样调查是 1955 年开始的农民家计抽样调查。1955 年 1 月在国家统计局颁发的《1955 年农民家计调查方案》中规定,以等距抽样方法抽取调查乡,再按类型比例与等距抽样相结合的方法抽取调查户,全国共抽取了 15 000~20 000 个农户。从 1957 年开始,在全国范围内建立了经常性的农民家庭调查。为此,1962 年国家统计局又制定了《农村人民公社社员收入调查方案》。

我国城镇职工家计调查是在 1956 年开始的。国家统计局制定了《全国职工家计调查方案》,采取了比例分层和等距抽样相结合的方法,全国共抽取职工 6 000 人。1957 年职工家计调查又扩大到商业、教育、机关、团体等部门。在抽样方法方面,又提出了双重抽样调查方法。

为了学习国外开展抽样调查的先进经验,1956 年 12 月,国家统计局派出代表团,到印度考察农作物产量的抽样调查工作。统计学界、高等学校和学术团体也逐步开展抽样调查的研究和学术交流,发表了许多论文。与此同时,前苏联和西方国家的抽样调查文献也相继引进到我国。