

六种抽样模型◎智能化的样本量计算方法 适用不同抽样阶段◎满足不同层次抽样用户需求

空间抽样与统计推断

王劲峰 姜成晟 李连发 胡茂桂 著

高效·智能·专业



科学出版社

www.sciencep.com

内 容 简 介

抽样方法广泛运用于资源环境和社会经济调查之中。相对于普查,抽样调查具有费用低、速度快等特点。本书介绍了经典抽样、考虑空间关系的空间抽样和 Kriging 估计等理论。结合具体案例,介绍了各主要抽样模型的实际运用步骤。阅读本书只需概率统计的基本知识即可。

本书可供地学和社会科学领域的学者在抽样调查、统计推断和监测网优化设计中参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

空间抽样与统计推断/王劲峰等著. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-024450-5

I. 空… II. 王… III. 空间测量-信息系统-抽样-统计分析
IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 060959 号

责任编辑:韩 鹏 朱海燕 赵 冰/责任校对:李奕莹

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 5 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2009 年 5 月第一次印刷 印张: 12

印数: 1—2 000 字数: 229 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

抽样调查是用抽样数据推断调查对象的属性,这一技术已广泛运用于资源、环境、经济和社会等调查之中。相对于普查而言,抽样调查具有费用低、速度快和精度高等优点。一个好的抽样调查方案可以用较少的样本量获得较高精度的统计推断。

抽样调查分为精度后验抽样调查和精度先验抽样调查两大类。前者凭经验以某种方式(如简单随机、系统、分区等)抽取一定数量的样本;然后,据此推断总量的总量、均值;最后,对估值的精度进行检验。后者根据抽样理论,在获得调查对象的离散方差、比率等信息的前提下,计算区域调查所需样本量和估值精度之间的理论关系;据此,当给定精度要求时,估算调查所必需的样本量;当给定样本量后,计算估值精度,从而形成精度先验的抽样方案,并实施野外抽样;最后,计算得到估计值。精度先验抽样形成抽样调查的理论和技術,它能在外业之前对样本量和估值精度做出初步判断,降低抽样的不确定性。

精度先验的抽样调查可进一步划分为经典抽样和空间抽样。前者以 1977 年 Cochran, W. G. *Sampling Techniques*. John Wiley & Sons. 专著为代表,其理论建立在样本相互独立的假设之上。经典抽样可以用于空间分布对象的调查,虽然输入简单,较易使用,但效率较低。空间抽样调查考虑样本的空间相关性和空间异质性,效率较高。

本书试图对空间抽样的理论与实践进行归纳总结;介绍了作者提出的空间抽样三明治模型、异质表面均值 Kriging 模型、空间抽样最优决策 Trinity 理论,以及作者开发的空間抽样软件包 SSSI(网站地址: www.sssampling.com)等。读者可以据此完成以下任务:

- (1) 设计优化的抽样调查方案或监测网络(如环境、人口、经济和流行病等),计算最佳样点分布和密度,形成高效的空間抽样方案或监测网络;
- (2) 给已获取的样本或已存在的监测网络(如气象站、生态样方等)推荐最佳估值方法和监测改进建议(根据监测对象特点和样点分布);
- (3) 对已发表的统计数据(如区域污染指数、区域社会经济指数等),评价其精度、可靠性(考察对象特征、样点分布、密度和估值方法);
- (4) 一次抽样,多单元报告、多系统报告(按行政单元、自然单元和格网等)。

本研究得到国家自然科学基金、“863”计划、国家科技支撑、国家重大科技专项、中国科学院、国家留学基金、Marie Curie Fellowship 的支持;参与研究的还有

葛咏、曹志冬、马爱华、郭燕莎、姜新利、刘鑫、王娇娇和冯晓磊等；钟耳顺、宋关福在 SSSI 软件研发的地理信息系统部分给予了宝贵的帮助；李拴科、高小青帮助 SSSI 软件的平面设计；宋长青、周成虎、刘高焕、庄大方、王英杰、吴炳方、李强子、周清波、张科利、黎夏、董玉祥、唐守正、赵宪文、刘纪远、冯士雍、王道辰、闻国年、史文中、Robert Haining 和 George Christakos 教授等对本书给予了指导、支持和帮助。在此一并表示衷心感谢。

王劲峰

2009 年 1 月 26 日春节

目 录

前言

0 引论	1
0.1 举例	1
0.2 抽样的基本原理	2
0.3 本书结构	4

第一篇 空间抽样原理

第 1 章 经典抽样原理	9
1.1 简单随机抽样	9
1.2 系统抽样	12
1.3 分层抽样	13
第 2 章 空间抽样原理	17
2.1 空间简单随机抽样	17
2.2 空间系统抽样	18
2.3 空间分层抽样	19
第 3 章 三明治空间抽样模型	21
3.1 问题定义	21
3.2 三明治空间抽样模型的信息流	23
3.3 案例	26
3.4 总结	28
第 4 章 空间抽样关键技术 I :先验知识与空间分区	29
4.1 无任何先验知识或经验及历史或参考数据的分区	30
4.2 有一定先验知识或经验但无历史或参考数据的分区	32
4.3 无先验知识或经验但有历史或参考数据的分区	35
4.4 有先验知识或经验且有历史或参考数据的分区	39
第 5 章 空间抽样关键技术 II :样本单点属性建模	49
5.1 样本单点代表性	49
5.2 样本单点不确定性	49

5.3	样本单点尺度	51
5.4	样本单点重要性	53
第 6 章	最优空间抽样 Trinity 理论	61
6.1	三要素($\mathfrak{R}, \mathfrak{S}, \Psi$)之间的关系	61
6.2	缺少先验知识或经验时抽样风险	69
6.3	通过采样 \mathfrak{S} 获得后期信息提高估算精度 $\Psi(\Psi \neq \mathfrak{S})$	70
6.4	案例	71
6.5	结论与讨论	76

第二篇 Kriging 估计

第 7 章	Kriging 空间插值	81
7.1	普通 Kriging 空间插值	82
7.2	协 Kriging 空间插值	85
7.3	泛 Kriging 空间插值	89
第 8 章	静态均值 Kriging	91
8.1	模型	91
8.2	案例	92
第 9 章	非静态空间均值 Kriging	95
9.1	模型	95
9.2	案例	98

第三篇 空间抽样软件包 SSSI 及案例

第 10 章	SSSI 的理论基础	105
10.1	理论基础	106
10.2	软件结构	112
第 11 章	SSSI 技术构架	115
11.1	抽样三阶段	116
11.2	参数系统	121
11.3	样本量及估值精度计算函数库	122
第 12 章	SSSI 的使用步骤	124
12.1	SSSI 安装与启动	124
12.2	抽样向导界面	127
12.3	选择抽样模型和抽样区域界面	128

12.4	设置抽样参数界面	129
12.5	空间布点图界面	132
12.6	统计推断数据输入界面	132
12.7	抽样推断结果界面	132
第 13 章	简单随机抽样操作案例	136
13.1	算例	136
13.2	软件操作步骤	137
第 14 章	系统抽样操作案例	143
14.1	算例	143
14.2	软件操作步骤	144
第 15 章	分层抽样操作案例	149
15.1	算例	149
15.2	软件操作步骤	151
第 16 章	空间随机抽样操作案例	156
16.1	算例	156
16.2	软件操作步骤	157
第 17 章	空间分层抽样操作案例	162
17.1	算例	162
17.2	软件操作	164
第 18 章	三明治空间抽样操作案例	169
18.1	算例	169
18.2	软件操作	172
主要参考文献		177
概念定义		180