

地质统计学在国内外应用现状

尹镇南

(国家矿产储量管理局·北京市)



数学地质

地质统计学是研究在空间分布上既有随机性又有结构性的自然科学。因此,凡是需要研究空间分布数据的结构性和随机性的学科,都可以应用地质统计学解决自身的问题。在自然科学和社会科学领域,具有结构性和随机性特征的事物是普遍存在的,这就为地质统计学提供了广阔的发展天地。地质统计学自 60 年代问世至今,经过 30 年的发展,已成为一门从理论到实践比较成熟的学科,其应用领域也不断地扩大和深入,在地质、矿山、环境保护等 10 余个学科领域都不同程度地得到应用。

1977 年,由美国福录尔采矿金属公司的 H. M. Parker 随美中贸易全国委员会矿业代表团来华将地质统计学传入我国后,在我国相继得到发展。现仅从生产应用方面介绍国内外的有关情况。

法国、美国、加拿大等国家地质统计学的应用

1. 成为工业高等院校和有关研究机构的必修课和研究内容。

(1) 法国巴黎高等矿业学院,设有 17 个研究中心。枫丹白露地质统计学研究中心是其中之一,在世界范围影响很大。其主要任务有 3 项:一是地质统计学培训,主要内容是线性地质统计学、非线性地质统计学及条件模拟。学员一般来自发展中国家(约占 60%),部分学员来自发达国家和某些大

公司。培训班有长训班和短训班两种,长训班每期时间 9 个月,人数 10~20 人;短训班仅就某一课题开课,时间几个星期。此外,每年还派地质统计学赴有关国家帮助培训,如澳大利亚、印度、中国、非洲等国家。二是组织召开地质统计学大会,会议经费由北大西洋组织资助。非北大西洋成员不能参加会议,至 1992 年举行了三次大会。成立了国际地质统计学协会,主席由地质统计学创始人马特隆担任。三是研制地质统计学软件,紧密结合生产需要进行开发。

(2) 加拿大地质调查所(渥太华),结合社会需要从事地质统计学研究,研究的内容有地下水的扩散和流动,地下水水质变化;地下水 F、As、Fe 等含量变化对人类健康的影响;核废料的处理;酸雨的形成及影响等。

(3) 美国亚利桑那大学(图森)的采矿系、数学系均设有地质统计学课程,并从事相应地研究。采矿系利用地质统计学编制中长期规划和短期生产计划。数学系应用地质统计学研究地下水污染,水质的变化;湖水水质变化趋势;利用树木年轮研究酸雨对森林的影响;环境对人体的影响;矿山伴生有益组份之间的关系等。

(4) 美国科罗拉多大学在采矿系设有地质统计学课程,并利用地质统计学进行矿产储量计算、设备选择、经济评价和优化设计等方面的研究。美国斯坦福大学也与此相似。

2. 在地质勘探、矿山生产和有关行业中

本文 1993 年 1 月收到,于纯烈编辑。

已成为一项实用技术。开发的地质统计学软件成功的用于生产,成为许多公司的经营业务,并出现了以开发地质统计学软件为业务的专业公司。

(1) 法国 BRGM 公司(奥尔良)是一家在地质采矿方面对世界各国很有影响的公司,有 100 多名技术工程专家。在该公司研制的 GDM 系统中地质与采矿数据管理系统中就有一个独立的地质统计学处理系统(二维、三维)。GDM 系统销售 22 个国家,有 50 多家公司使用 GDM 系统软件,这些公司主要分布在美国、加拿大、澳大利亚、印度及欧洲、南美等国家。据了解这个软件系统在开发印度磷矿和英吉利海峡铺设电缆工程中发挥了重要作用。

(2) 加拿大 GEOSTAT 公司(国际地质统计学软件系统开发公司)是一个专门经营地质统计学软件的专业开发公司。有一整套地质统计学软件系统,每年为 30~40 个矿山提供生产服务。开发的地质统计学储量计算软件,以普通克里格法为主,协同克里格法、对数克里格法、指示克里格法、析取克里格法为辅。软件除应用于本国矿山外,还销往美国、澳大利亚、印度等国家。开发地质统计学软件和咨询服务是该公司的两大业务。据了解,加拿大开发地质统计学的软件公司有 3~4 个。普通克里格法储量估计软件是最为普及和成熟的软件,是勘探部门和生产矿山储量估计的重要工具。

(3) 加拿大矿产和能源中心,将地质统计学用于矿床模拟、异常分析、勘探网度的合理选择、矿体边界圈定、矿产储量估计(2D、3D)、废石与尾矿对环境的污染等方面。

(4) 美国 Mewmont 公司(丹佛)是一家金矿开采公司。利用钻孔数据建立矿床模型,其过程是:利用人机交互进行矿体圈定,编制剖面图、平面图、中段图,并进行统计分析,作直方图、变异函数图,最后对

块段和品位进行克里格法估计。此外,如美国的 Rockware 公司, GEMCOM 公司, INDEPENDENT 公司等都在自己的工程技术和生产中广泛应用地质统计学。

(5) 生产矿山,诸如美国丹佛金矿山、加拿大普林斯顿铜矿(特大型),魁北克省莫伯伦和安歇尔多金属矿等,将地质统计学软件作为主要工具用于生产。编制矿石采掘计划,进行矿石储量和品位估计,绘制变异函数确定 Cu、Ag、Au、Zn 元素的块金效应等。编制的吨位-品位曲线在矿山生产中发挥了重大作用。

3. 地质统计学作为一种工具,在西方国家政府矿产资源管理部门的管理工作中占有一定的位置。这方面的一个重要特征是,地质统计学除了作为一种工具被利用外,在矿产资源管理部门的人员中,几乎无一例外的都有地质统计学技术人员,如在法国地质矿山局任职的地质统计学家 Chiles,加拿大地质调查所有 Gordon P. Watson 和 Alexan Desbarats 地质统计学博士,美国地质调查所丹佛矿产资源办公室地质统计学家 David Grand。加拿大自然资源部勘探管理局,甚至联合国技术合作部都有地质统计学专业技术人员。这里需补充的是有的国家,如美国规定对于在采矿生产中不采用克里格法计算金矿储量,银行不予贷款,无疑这更促进了地质统计学在这些国家的发展。

地质统计学在我国的应用

自 1977 年地质统计学引入我国后,15 年来经历了 3 个发展阶段:第一阶段(1977 年~1980 年初)为宣传、学习、零星研究阶段;第二阶段(1980~1989 年末)为工业部门根据自己的需要独立进行开发研究阶段;第三阶段(1990 年初至今)为开始与地质、矿山开发相结合,重点转向生产实践阶段。经历上述发展阶段,地质统计学在我国已有了长足的进展。主要表现在 4 个方

面,首先是与此有关的工业管理部门,如冶金部、地矿部、国家矿产储量管理局、武警黄金指挥部、有色金属工业总公司、中国核工业总公司、国家地震局等单位,已将地质统计学的研究开发纳入工作安排。二是相继开发和正在开发一批与生产实际紧密联系的地质统计学软件。如地矿部在1/5万矿产普查中,采用泛克里格法对土壤地球化学测量资料进行处理的软件。联合国开发计划署与地矿部签订的项目文件:“固体矿产勘查评价自动化系统中的矿产储量计算子系统”即将开发完成。包括:克里格法、泛克里格法、指示克里格法、协克里格法、矿床模拟、勘探网度分析与块段储量误差计算、品位-吨位分析等内容;武警黄金指挥部改造加拿大Gelog公司的软件后又成功地开发金矿地质勘探系统软件;德兴铜矿开发的地质统计学储量计算软件;北京科技大学地质系针对地勘单位开发的普通克里格法和泛克里格法以及指示克里格法与协同克里格法;长沙有色冶金设计研究院开发的地质统计学程序泛克里格法程序系统等等。三是相当数量的地质和矿山单位结合生产的需要,利用或正在利用地质统计学的理论方法解决生产中的问题,用以指导生产,德兴铜矿和武警黄金第十四支队提交的陕西驾鹿金矿区

8801号矿体勘探报告,就是一个突出的例子。目前,关于变异函数的计算与拟合、品位的估值、储量的计算以及数据的组合等软件系统已研制出并在不同范围应用着。四是形成了一支具有较高理论的地质统计学专家和实践经验的地质统计学队伍,地质统计学在矿山、地质队等基层单位已被接受。

15年来的发展虽然取得了很大成绩,但在应用方面仍未能取得重大突破性的进展。其表现是,地质统计学的许多研究成果和开发的软件还没有转化为生产力;在国内地质、矿山领域里真正采用地质统计学提高工作效率和指导生产还很少,应用方面大大落后于西方经济发达国家。这种现状已不能适应地质勘探和采矿工业的需要,随首改革开放中社会主义市场经济的发展和地质勘探采矿工业统计科学、新技术的需求,该问题显得越来越突出,仍需各方面努力解决。

1992年,国家矿产储量管理局下发了国储[1992]6号“关于积极支持在矿产和地下水储量报告中应用计算机技术的通知”文件。“通知”中明确认定通过鉴定评审后的地质统计学软件,可以用于地质勘探储量计算。这将对推进地质统计学在我国的应用起积极作用。

氯化镁、氧化镁制取免烧面瓷砖

将平板玻璃要用的一面擦洗干净,均匀地涂一薄层食用油,放上110×110×6mm规格(或150×150×6mm、150×200×6mm)的模具,待用。

向50份30°Be氯化镁中加入50份100目氧化镁,充分搅匀。加入0.75份添加剂(100h过磷酸钙溶于50g清水中,搅匀。搅拌下加入50g浓硫酸,搅匀,静置24h,可用),搅拌成糊状,加入65份100目石灰石,搅匀。加入1份颜料(有机

颜料、色素均可,如铁红、铁黑、铁蓝、地板黄、钛白粉等),充分搅匀,倒入模具中,于室温轻微振动固化6h左右。

将固化的瓷砖连同玻璃板放入清水池中,浸泡4h,使瓷砖自行脱离玻璃板。取出脱模的瓷砖,于通风处干燥继续固化,至其表面出现一层薄膜时,用棉布擦去薄膜,并涂上一层上光蜡,继续风干固化20天,得成品。

(据《矿产地质动态》,1993,第2期)