



高等学校“十一五”规划教材

数学地质

Mathematical Geology

杨永国 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

高等学校“十一五”规划教材

数 学 地 质

主 编 杨永国

副主编 余志伟 周荣福

邓念东 陈玉华

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书分为三部分。第一部分主要介绍数学地质的基本理论、基本方法以及数学地质方法在地质中的应用。主要包括:绪论;统计推断及数学建模基础;常用的数据多元统计方法,如回归分析(包括一元线性回归分析、多元线性回归分析和逐步回归分析)、趋势面分析、聚类分析、判别分析(包括两类判别分析、多类判别分析和逐步判别分析)、有序地质质量最优分割等;其他多元统计方法,如因子分析数学模型及应用、对应分析数学模型及应用和曲面样条函数插值方法;时间序列分析及应用。第二部分为《数学地质》实验指导。第三部分为数理统计常用数表。

本书立足于满足地质工程及相关专业“数学地质”(包括多元统计分析)课程的教学要求,注重于数学地质(多元统计分析)在地质工程及相关专业领域的发展和应用。既可作为地质工程及相关专业的本科生教材,也可作为从事地质或相关行业的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数学地质/杨永国主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2010.10

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0585 - 8

I. ①数… II. ①杨… III. ①数学地质—高等学校—教材 IV. P628

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 189615 号

书 名 数学地质

主 编 杨永国

责任编辑 潘俊成

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 淮安市亨达印业有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 14.25 字数 356 千字

版次/印次 2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷

定 价 25.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

数学地质(Mathematical Geology)是地质学与数学及电子计算机相结合的产物,目的是从量的方面研究和解决地质科学问题。它的出现反映地质学从定性描述阶段向着定量研究发展的新趋势,为地质学开辟了新的发展途径。1958年,美国学者 Daniel F. Merriam 首次提出将电子计算机应用于地质学中,如果将其作为数学地质学科诞生的起点,至今已有50多年的历史,而首次应用者——美国沉积学家克伦宾(W. C. Krumbein)也被国际公认为“数学地质之父”。

“数学地质”一直是地质工程及相关专业的专业基础课程。我国早期数学地质教材有:中国科学院地质研究所编写的《数学地质引论》,刘承祚、孙惠文编写的《数学地质基本方法及应用》,王学仁编写的《地质数据的多变量统计分析》,王学仁、王松桂编译的《实用多元统计分析》,韩金炎编写的《数学地质》,陆明德、田时芸编著的《石油天然气数学地质》等。这些教材各有特点,在我国数学地质人才培养、方法普及和方法应用方面起到了重要作用。但这些教材由于时间久远、出版社没有再版等原因,较长时间数学地质教材出现了短缺。因此,迫切需要编写一本适合当前数学地质课程教学特点和要求的教材。

本书编写及分工为:中国矿业大学杨永国(前言、第一章、第七章、第八章、第九章和第十章第二、三节),周荣福(第三章),陈玉华(第六章);中国矿业大学(北京)余志伟(第五章,第十章第一节);西安科技大学邓会东(第二章,第四章和本书第二部分)。全书由杨永国任主编,并进行统稿和定稿。

教材编写过程中吸收了作者及其他数学地质工作者教学、科研工作中的部分成果,参考和引用了韩金炎编写的《数学地质》,陆明德、田时芸编著的《石油天然气数学地质》,赵鹏大、夏庆霖的文章《中国学者在数学地质学科发展中的成就与贡献》和国内外大量相关文献,在此向作者致以诚挚谢意。

本教材得到了中国矿业大学教材出版基金的资助。教材编写过程中得到了中国矿业大学韩金炎教授、曾勇教授、董守华教授等的关心与鼓励,在此表示衷心感谢。

限于作者水平,书中不足之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

编 者

2010年8月

目 录

第一部分

第一章 绪论.....	3
第一节 数学地质及其发展过程.....	3
第二节 数学地质的基本内容.....	5
第三节 数学地质国内外研究现状.....	7
第二章 统计推断及数学建模基础	16
第一节 样本及其分布	16
第二节 统计推断	20
第三节 数学建模基础	24
第四节 建模步骤	28
第三章 回归分析	30
第一节 一元线性回归	31
第二节 多元线性回归	37
第三节 逐步线性回归	40
习题	44
第四章 趋势面分析	45
第一节 概述	45
第二节 数学原理与方法	45
第三节 多项式趋势分析的解题步骤	48
第四节 趋势面分析应用实例	51
习题	53
第五章 聚类分析	54
第一节 聚类分析概述	54

第二节 数据的规格化处理	56
第三节 相似性度量	57
第四节 系统聚类法	64
第五节 聚类分析应用实例	68
习题	72
第六章 判别分析	73
第一节 判别准则	73
第二节 Fisher 准则下的两类线性判别模型	75
第三节 Bayes 准则下的多类线性判别模型	85
第四节 逐步判别分析方法	89
第五节 判别分析在地质中的应用	98
习题	99
第七章 有序地质量最优分割法	100
第一节 概述	100
第二节 单元有序数据的最优分割	101
第三节 多元有序数据的最优分割	103
第四节 最优分割法的计算步骤	104
第八章 因子分析	110
第一节 主成分分析	110
第二节 R 型因子分析	113
第三节 Q 型因子分析	118
第四节 方差最大正交旋转	119
第五节 因子得分	122
第六节 因子分析的计算步骤	123
第七节 几点说明	128
习题	129
第九章 对应分析	130
第一节 数据变换及对应关系	130
第二节 对应分析的计算步骤	133
习题	137
第十章 其他数学地质方法及应用	138
第一节 曲面样条函数插值法	138

第二节 蒙特卡罗方法在煤层气资源评价中的应用	145
第三节 时间序列分析及应用	150

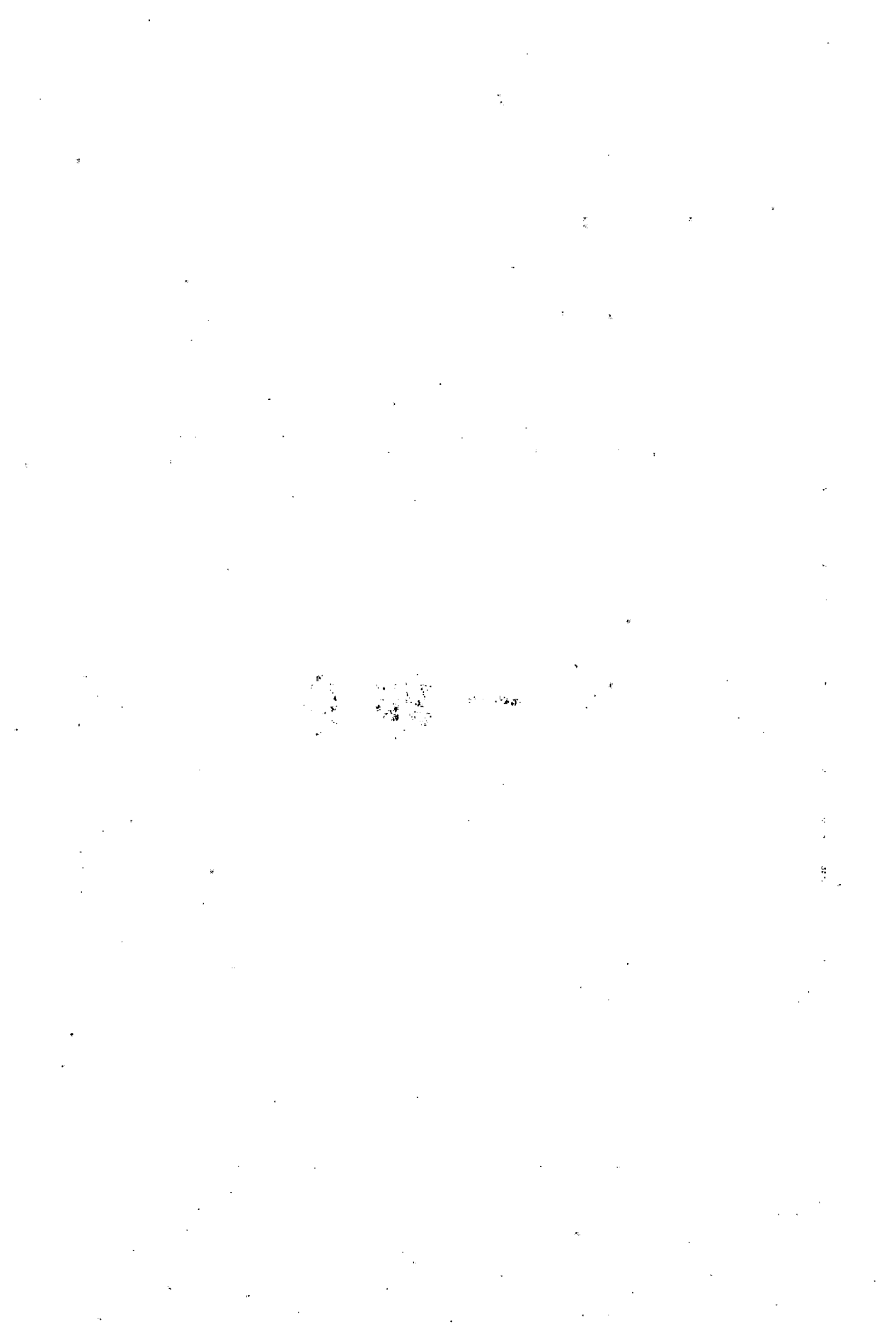
第二部分

《数学地质实验指导》说明	161
实验一 数据预处理与统计	162
实验二 一元线性回归分析	167
实验三 多元线性回归分析	171
实验四 趋势面分析	175
实验五 聚类分析	180
实验六 两类判别分析	184
实验七 贝叶斯多类判别分析	188
实验八 有序地质量最优分割法	192

第三部分

附录 1 正态分布的密度函数表	197
附录 2 正态分布表	198
附录 3 正态分布的双侧分位数(u_α)表	202
附录 4 t 分布的双侧分位数(t_α)表	202
附录 5 χ^2 分布的上侧分位数(χ^2_α)表	204
附录 6 F 检验的临界值(F_α)表	205
附录 7 D_n 的极限分布表	212
附录 8 符号检验表	212
附录 9 秩和检验表	213
附录 10 检验相关系数 $\rho=0$ 的临界值(r_α)表	214
附录 11 相关系数表	215
参考文献	217

第一部分



第一章 绪 论

第一节 数学地质及其发展过程

数学地质(Mathematical Geology)是 20 世纪 60 年代以来迅速发展的一门边缘学科。它是地质学与数学及电子计算机相结合的产物,目的是从量的方面研究和解决地质科学问题。它的出现反映地质学从定性描述阶段向着定量研究发展的新趋势,为地质学开辟了新的发展途径。因此,数学地质是研究适用于地质领域内的最优数学模型及查明地质运动数量关系的科学,其主要任务是:

- ① 查明地质体的数学特征,建立地质体的数学模型。
- ② 研究地质过程中的各种因素及其相互关系,建立地质过程的数学模型。
- ③ 研究适合地质任务和地质数据特点的数学分析方法,建立数学地质工作方法的数学模型。

马克思曾经说过:“一种科学只有在成功地运用数学时,才算达到了真正完善的地步。”因此,数学地质的形成和发展,将使地质学向更完善的方向发展,并将促使地质学发生重大变革。

首先,地质学中运用数学,可以从地质现象中抽象出数学模型,并将各种地质特征和参数数量化,用数学关系式对客观地质现象做出精确表达,从而使地质学由定性的描述发展成为定量研究的科学。

其次,多元统计分析与概率模型运用于地质学,可将复杂的地质现象,通过汇集其丰富的原始数据信息,较全面地反映各个侧面,找出其统计规律,从而使地质预测(如地震预报和矿产预测)更具科学性。

此外,电子计算机在地质学中运用,不仅能对大量地质数据进行处理和计算,而且能使地质学从观测基础上对地质现象的表征描述提高到运用电子计算机进行数学模拟,重现某一地质过程。

可以预见,随着数学地质方法的运用和数学地质的迅速发展,传统地质学中许多经验性地质规律,必然被以定量为基础的更确切的成矿规律和地质理论所替代。数学地质方法的应用范围是极其广泛的,几乎渗透到地质学的各个领域。如沉积学、地层学、构造地质学、古生物学、水文地质学、勘探学及地球物理探矿学等。

数学地质和其他科学一样,都是从生产实践中产生和发展起来的。最早,地质界中仅有少数人根据一些样品来估计矿床的品位和矿产储量。1840 年,英国地质学家莱伊尔(C. Lyell)运用统计的方法,根据近代海洋生物的相对含量,当时把第三纪地层中的生物种属与现代海生生物种属对比,成功地对第三纪地层做进一步划分。1890 年,英国哲学家、数学家皮

尔逊(Karl Pearson)编写了《数学进化论贡献》一书,其中有古生物化石的统计分析。1914~1934年间,俄国学者列文森—列辛格(Левинсон—Лещинский)通过分析岩石的岩浆系数的频率分布,研究岩浆岩的分类。一些沉积岩石学家,注重沉积颗粒和类型的测量,以此作为碎屑沉积岩分类的依据。

20世纪40年代,数学方法的应用已由地质学的个别问题逐渐扩展到地质学的一些分支,在方法上引入了双变量或三变量分析,出现了三角岩比图、百分率图等。在矿物学和结晶学领域中,还运用了简单回归分析和方差分析,以了解矿物性质与化学成分之间的关系。美国学者克伦宾(W. C. Krumbein)、前苏联学者维斯捷列乌斯(А. В. Висселиус)是这一时期有代表性的学者。前者,将统计分析方法引进沉积学和地层学;后者,发表了《分析地质学》一文,提出用定量方法研究地质问题的初步思想。

第二次世界大战以后,随着工业发展对矿产需求量的激增,地质勘探事业迅速发展,测试方法的不断改进及先进仪器的快速分析,使得各种观测数据大量增加。如何对这些数据及时、系统地整理分析,从而更深刻地认识地质过程,以达到寻找矿产、扩大资源的目的,这是摆在地质工作者面前的新课题。

20世纪50年代,电子计算机的出现和运用,为解决上述问题提供了方便和可能;数学方法开始应用于地质学各个分支;地球物理学、沉积学、地层古生物学及水文地质学等领域开始应用电子计算机处理较多的数据。1958年,克伦宾首次发表了趋势面分析计算机程序,从此趋势面分析得到了广泛传播。

20世纪60年代,一些多元统计方法,如因子分析、判别分析、聚类分析等,开始成功地应用于地质学。1962年,法国学者马特隆(G. Matheron)在南非学者克立格(D. G. Krige)工作的基础上创立了地质统计学,从而使数学地质逐渐形成一门独立的边缘学科。

1967年,国际地质科学联合会成立了“地质数据存储、自动处理和索取委员会”(CO-GEODATA)。

1968年在布拉格召开的第23届国际地质大会上正式成立了国际数学地质协会(International Association for Mathematical Geology, IAMG),并于1969年开始出版《国际数学地质协会杂志》期刊,报导数学地质的理论与方法的最新进展。它是数学地质成为一门独立地质学分支的重要标志,可以认为数学地质学科正式得到了国际公认。

此后,国际数学地质协会定期或不定期召开学术会议,除每四年一次与国际地质大会同时举行学术会议外,每年都举行世界性学术年会,介绍和交流数学地质学科前沿问题。

2008年,IAMG年会暨40周年庆典活动同时在第33届国际地质大会期间举行。8月8日该协会在本次会议上顺利通过了理事会改选、协会更名及协会章程修订三项决议;协会名称由原国际数学地质协会(International Association for Mathematical Geology, IAMG)更名为国际数学地球科学协会(International Association for Mathematical Geosciences, IAMG)。加拿大约克大学教授、中国地质大学长江学者特聘教授、“地质过程与矿产资源国家重点实验室”主任成秋明教授当选为该协会副主席,并担任执行主席主持协会工作。

第二节 数学地质的基本内容

目前,数学地质工作在国际上已经有了比较普遍的开展,对某些地质问题的研究取得不少实际效果。根据目前国际上应用数学地质方法解决地质问题的大致范围,可把数学地质研究的内容分为以下六个方面:

- ① 多元统计分析(狭义的数学地质)。
- ② 地质(地)统计学。
- ③ 地质数据存储、索取、自动处理和显示。
- ④ 矿产资源的定量评价与预测。
- ⑤ 地质过程的数学模拟。
- ⑥ 非线性地质学。

一、多元统计分析(狭义的数学地质)

狭义的数学地质,主要是指地质数据的多元统计分析和地质过程的数学模拟。多元统计分析主要包括:地质属性分析与综合;地质特征的空间分布与地质变量的时间变化等。

地质属性分析与综合的方法有回归分析、典型相关分析、聚类分析、判别分析、因子分析、对应分析、有序地质量最优分割、非线性映射分析、谱分析和数字滤波等;研究地质变量空间分布的方法有趋势面分析、典型趋势面分析、调和趋势面分析、单位向量场分析等。马尔科夫概型分析则是研究地质变量随时间变化规律的方法。

上述内容是数学地质方法的主体,本书将主要介绍多元统计分析方法。

二、地质(地)统计学

地质(地)统计学是地质科学中用于矿床评价和储量计算方面的最新数学地质分支,它起源于20世纪50年代南非学者克立格等人在金矿中所做的大量实践工作。

克立格首先提出一种二维加权平均法用于计算矿产品位和储量,他成功地把经典统计学中的理论运用到具有空间变异性的地质变量的估值问题上,从而创立了克立格法(Kriging)。20世纪60年代初,法国学者马特隆进一步从理论上阐述了这种方法,提出了区域化变量理论,产生了地质统计学。

地质统计学是以矿石品位与矿床储量的精确估计为主要目的,以矿化现象的空间结构为基础,以区域变量为核心,以变异函数为基本工具的一种数学方法。地质统计学与传统的储量计算方法的根本区别在于,它不仅考虑了待估块段内部及其周围样本点的几何构形及其在空间上的相关性,而且还考虑了这些样品点的随机性。该方法可以给出待估块段的最佳线性无偏估计值及精度。

地质统计学的应用范围并不局限于矿产估价问题,凡以随机函数形式出现的各种自然现象,无论是空间序列的或是时间序列的,都可以用地质统计学的方法进行研究。地质统计学方法已从传统的以矿山储量计算为主,发展为今天用于矿山设计、石油盆地地层模拟、水资源参数模拟、空间信息处理等诸多应用领域。

三、地质数据存储、索取、自动处理与显示

地质数据存储、索取、自动处理与显示,简称数据处理系统,又称地质情报计算中心或地质数据库系统。它是一套以计算机技术为基础的数据自动处理系统,其中主要包括:取得资料(信息收集),存储资料;信息检索;自动显示结果及自动绘制各种地质图件。

由于这一工作是把各种地质资料、数据、图表、文献及各种计算机程序按一定格式存放在计算机中,然后通过一定的管理系统命令自动显示、检索或更新地质资料,并能自动进行各种计算处理或自动绘图,所以它能充分、快速、准确地利用地质资料。如野外地质数据处理系统,矿产资源、地下水资源数据处理系统,各种专用地质数据处理系统,自动绘图系统等。因此,这是地质科学现代化的重要课题,“地质数据存储、自动处理和索取委员会”是负责协调这方面研究工作的国际学术组织。

四、矿产资源的定量评价与预测

矿产资源的定量评价实质上是矿产资源潜力在地质基础上的概率表征,是采用各种数学方法,利用计算机建立矿产资源的空间定位和资源量定量统计模型,从而解决矿产靶区的预测。实际上,矿产资源定量评价和预测是将传统的矿产预测、矿床统计预测和矿产资源评价融为一体的矿产预测方法,它必然受用户、地质资料的可利用性、地球科学状态、有关矿产资源政策、经费、时间、环境等因素制约,现在更注重的是矿产资源定量评价与基础地质、矿床模型间的关系,即基础地质或图件矿床模型资源评价。

目前研究较多的矿产是金矿、铀矿、石油、天然气、宝石矿等,而且根据目的不同,又可分为区域甚至全球小比例尺资源评价、成矿带中比例尺资源预测和矿体的大比例尺预测。而大比例尺隐伏矿体预测直接服务于普查找矿,是我国数学地质在国际上领先的表现。

我国独具特色的综合信息矿产预测的理论与方法日趋成熟和完善,目前已形成一整套计算机自动处理系统和综合信息解译程序,在信息解译、成矿构造识别和隐伏矿床预测方面都有了新的进展。对无已知成矿单元的地区,且具备区域控矿条件,矿化信息也有显示的工作区,提出了“一种无已知矿床区的大比例尺综合信息矿产预测方法”,较好地解决了隐伏矿床的预测问题。对成矿系列预测给出了完整的工作流程,解决了未知矿种和伴生矿预测问题。对多种矿化系列中形成的金矿和伴生宝石矿进行了预测。在我国,应用较广、效果较好的矿产资源定量评价与预测方法已逐步形成,有代表性的有由中国地质大学赵鹏大院士等长期从事的重点研究方向——“三联式”数字找矿模型及定量预测方法和原长春地质学院王世称教授等长期从事的研究方向——综合信息成矿预测方法。

五、地质过程的数学模拟

地质过程的数学模拟是应用各种随机模型和确定性数学模型,模拟地质过程,使地质过程在计算机上再现和输出,如地下水运动过程模拟、构造断裂的模拟、矿物地球化学的模拟等。概率性数学模拟,如地层剖面的马尔科夫过程模拟等,在这方面,盆地沉积过程及热发展史的模拟仍是研究的重点。Fookes 程序综合考虑了水动力型海平面变化、沉积物供给与堆积速率以及构造沉降与抬升这三种因素,使其成为最接近实际的模型。Svalova 通过建立在流变性和热力学方程基础上的力学—数学模型推导了地幔底辟与沉积盆地形成的关

系,指出从较深处快速上升的地幔底辟将导致地壳浅部沉积盆地的形成,否则会导致浅部地壳上隆。另外,沉积过程模拟中的灵敏性问题、盆地模拟中的非均质性及其数学处理、盆地演化的热历史反演模型、金矿化作用的同位素和地球化学模拟等都是较为代表性的研究。我国学者近年来在这方面的研究有了很大的进展,包括油气盆地模拟和储层非均质性模拟,还有地质环境模拟和热液成矿作用的动力学模拟,不仅研究确定性模型,还研究非确定性的随机模拟。

六、非线性地质学

20 世纪 70 年代以来,自然科学的一个重要进展就是非线性科学的崛起与广泛应用。地质系统是一个复杂的巨系统,地质系统具有一些重要的本质属性——非平衡性、非线性、多尺度性、突变性、自组织性、自相似性、有序性和随机性等。地质学家也愈来愈认识到,要研究这个复杂的巨系统,基于完全的决定论和纯粹的随机论所建立的数学模型都不能反映大多数地质演化的实质,许多地质现象在本质上是非线性的。只有运用相应的思想与工具,才能从根本上理解和认识它们。在这一背景下,以非线性科学为基本手段,以探索地质现象的复杂性为目标的非线性地质学就有了形成的必要和发展的可能。首先要开展非线性地质现象的分形统计学与混沌动力学研究,诸如地质数据矢量内的分形结构与自相似性,地质作用动力学过程的自组织临界问题等。在此基础上逐步建立非线性地质学的学科体系。目前,非线性科学的理论和方法在很多地质问题研究中已经得到应用,并取得了一系列成果。其理论方法主要包括分形理论、耗散结构理论、混沌理论、突变理论、协同学、非线性动力学等。非线性地质学已构成 21 世纪数学地质研究的主题之一。

第三节 数学地质国内外研究现状

一、数学地质研究前沿

自 1958 年美国沉积学家克伦宾(W. C. Krumbein)和米勒(R. L. Miller)开始把电子计算机应用于地质学,至今已有 50 多年的历史。期间,经过数学地质工作者的努力,数学地质发展很快,理论与方法研究不断深入、提高,应用领域不断扩展,目前已经渗透到地质学各个领域。下面通过介绍 21 世纪以来部分重要的国际数学地质学术会议展示当前数学地质的研究重点和研究前沿。

2001 年 9 月,国际数学地质协会第 7 次学术会议在墨西哥海滨城市坎昆(Cancun)召开,来自 25 个国家和地区的 120 多位专家和学者出席了会议,其中有国际数学地质协会主席、Computers&Geosciences 杂志主编 Graeme Bonham-Carter,国际数学地质协会副主席 Frits Agterberg 等著名数学地质学家。本次会议提交论文 196 篇,共分 3 个专题讲座:“石油测井记录数据分析”、“地球科学统计学绪论”和“地层学的未来模型”。学术交流会共设 13 个专题,主要涉及地质学、资源勘查、环境保护以及地球科学数据定量分析的理论,即:

- ① 地下水应用。
- ② 海洋地球科学计算机辅助模型。
- ③ 地质统计学和数据集成。

- ④ 地球物理学和地质工程学。
- ⑤ GIS 应用和野外数据获取——地质数据库集成发展、分析和图像制作。
- ⑥ 矿物资源、采矿和环境。
- ⑦ 地质模型和沉积系统的模拟。
- ⑧ 国家和地区图形数据库的建立。
- ⑨ 石油地质学。
- ⑩ 空间数据分析预测模型。
- ⑪ 地球科学中的数理统计。
- ⑫ 数字方法和应用。
- ⑬ 分形—多重分形和地理信息系统。

“地质模型和沉积系统的模拟”、“GIS 应用和野外数据获取——地质数据库集成发展、分析和图像制作”、“国家和地区图形数据库的建立”和“地质统计学和数据集成”4 个研究方面提交的论文最多,反映了当前数学地质发展方向与“数字地球”、“数字国土”研究热潮。

2002 年 9 月,国际数学地质协会第 8 次学术会议在德国柏林召开,会议共设 18 个专题:

- ① 地质统计建模与不确定传播。
- ② 地质统计模拟。
- ③ 多变量地质统计学和数据同化。
- ④ GIS 与地质统计学的桥接和结合。
- ⑤ 地质学中的统计方法。
- ⑥ 数学地球科学研究:共用的与可移动的 GIS 的发展和应用。
- ⑦ 地质建模和因特网展示。
- ⑧ 地球科学数据标准、词典与技术的发展和现状。
- ⑨ 空间数据库:地球科学中的球状问题。
- ⑩ 成分数据分析。
- ⑪ 理论与实践。
- ⑫ 石油化学与物理数据的统计学。
- ⑬ 分形与多重分形。
- ⑭ 外生动力学和岩石圈沉积物覆盖。
- ⑮ 地壳地球化学建模和物理化学过程。
- ⑯ 环境保护定量模型:地质环境相关预测。
- ⑰ 水文地质学。
- ⑱ 地下水监控与质量评价。

来自 20 多个国家和地区的 150 多位专家和学者围绕这 18 个专题,介绍了国际数学地质研究的主要进展,既反映了国际数学地质学科研究的水平,也代表了 21 世纪数学地球科学发展的方向。

2004 年 8 月,第 32 届国际地质大会在意大利佛罗伦萨顺利召开,其中数学地质作为专门的一个专题,举办了 5 个方向的研讨会。赵鹏大院士是“资源勘查中的数学地质”专题研讨会的主持人,成秋明教授应邀主持了“基于 GIS 的空间勘探数据分析”专题研讨会,此外,与数学地质密切相关的研讨会还包括遥感、地理信息系统专题。

数学地质专题的 5 个研讨会主题包括:

- ① 复杂性数据分析。
- ② 统计数学在地球科学中的新应用。
- ③ 基于 GIS 的空间勘探数据分析。
- ④ 通过对遥感数据的数学地球科学分析来了解地质。
- ⑤ 资源勘察中的数学地球科学。

从 5 个研讨会发表的演讲和展出的成果来看,数学地质方法在地球科学中的应用越来越广泛,发挥的作用越来越大。除了传统的应用领域外,灾害、工程和环境领域也得到了新的应用,应用数学方法处理 GPS、RS 数据在本次会议上也得到了展示。

2005 年 8 月,国际数学地质协会(IAMG)年会在加拿大多伦多大学召开。本届年会由国际数学地质协会、加拿大 York 大学 Geomatics 实验室、中国地质大学地质过程与矿产资源(GPMR)国家重点实验室、加拿大多伦多大学共同承办。年会共收到摘要 300 余篇、全文 226 篇,来自 30 多个国家共 260 余人参加年会,是历届年会规模最大、人数最多的一次盛会。大会以“地理信息系统和空间分析(GIS and Spatial Analysis)”为主题,涵盖了数学地质和 GIS 技术在研究地球系统、解决矿产资源评价、水文分析、地质灾害、环境评价等方面的新理论、新技术和新应用。

本届会议设置了 21 个分会场,具体是:

- ① 空间分析和遥感。
- ② 空间分析和地球物理进展。
- ③ 三维 GIS 发展。
- ④ GIS 和遥感中的分形/多重分形建模。
- ⑤ 水文参数和风险评估中的空间分析。
- ⑥ 地球化学/地球物理异常分析新方法。
- ⑦ GIS 中的矿产资源评价和其他空间预测模型。
- ⑧ 空间地质统计学的数据综合。
- ⑨ 空间地质统计学中的风险及不确定性评价。
- ⑩ 时一空地质统计学进展。
- ⑪ 地质统计学模拟。
- ⑫ 数字地球科学信息。
- ⑬ 网络基础设施和地球科学信息支持。
- ⑭ 管理和开发地质遗产。
- ⑮ 野外 GIS 系统和分布式传感器网络。
- ⑯ 地学机构中的信息管理策略。
- ⑰ 矿产资源评价。
- ⑱ 盆地正演和反演建模进展。
- ⑲ 数学地质总论。
- ⑳ 数学地质的历史和失去的有应用前途的理论与技术。
- ㉑ GIS 环境下的数字高程建模。

本届年会大会主席为中国地质大学长江学者特聘教授、加拿大 York 大学教授成秋明,

副主席为前 IAMG 主席 Graeme Bonham-Carter。成秋明教授主持了大会开幕式、主题报告会,并在闭幕式上做了大会总结报告。

第 12 届国际数学地质大会于 2007 年 8 月在中国地质大学(北京)举行。本次大会的主题是“数学地质—地学信息与资源、环境和灾害评价”(Geomathematics and GIS Analysis of Resources, Environment, and Hazards),来自世界 20 个国家和地区的 250 余人参加了本次盛会。其中,国内代表 170 余人,国外来宾与专家学者 70 余人。本次大会主席由中国科学院院士赵鹏大教授和加拿大地调局资深研究员、国际数学地质协会主席 F. P. Agterberg 教授担任。中国地质大学长江学者特聘教授成秋明担任开幕式主持人和大会秘书长。大会围绕数学地球科学和地学信息在解决人类面临矿产资源与能源、地质环境和地质灾害的重大难题中如何发挥作用开展国际交流。现代数学地球科学理论和高新空间信息(GIS)技术的结合,已将定量地学带进了一个全新的时代,为解决复杂的资源、环境、灾害等重大地球科学问题提供了前所未有的机遇。

本次大会在中国举行,大力推动了中国以至全球矿产资源与能源、地质环境、地质灾害的定量化研究水平,提高了人类对资源、环境、灾害的预测、评价和预防能力。

二、我国数学地质的发展历程

在我国,1966 年以前已有少数地质工作者做过一些数理统计方面的应用工作。1969 年以后,数学地质有了较快的发展。我国数学地质大致经历了以下三个发展阶段:

第一阶段——引进和酝酿阶段(1969~1978 年)。在此期间,各科研单位和地质院校纷纷成立数学地质小组或数学地质教研室,举办各种数学地质培训班。在内容上,主要是引进国外比较成熟的多元统计方法。1978 年 10 月 27 日在杭州召开了第一届全国数学地质学术讨论会,与会代表 115 人,提交了 105 篇论文资料,这是对该阶段工作的总结。

第二阶段——数学地质的创立阶段(1979~1981 年)。第一届全国数学地质学术讨论会之后,我国数学地质工作犹如雨后春笋,蓬勃发展。在短短几年,数学地质专业人员不断壮大,一支年青的数学地质队伍基本形成。在内容上,除推广应用多元统计分析方法外,还将矿产的定量预测理论和地质统计学引入我国,小型数据处理系统开始建立。1981 年 4 月 22 日,在长沙召开了第二届全国数学地质学术讨论会,与会代表 269 人,提交论文 203 篇。会议期间成立了“全国数学地质专业委员会”,它标志着我国数学地质作为一门独立的学科正式创立,数学地质研究进入一个新的发展阶段。

第三阶段——稳定发展成就显著阶段(1982 至今)。从 20 世纪 80 年代开始,我国数学地质进入了蓬勃发展阶段。这个阶段数学地质工作取得了显著的成绩,学科领域、国内外交流日益广泛。

(1) 学术交流方面

多年来,我国不定期地举行全国数学地质学术会议或与其他专业委员会联合举办专门性学术会议,交流数学地质工作者的研究成果和经验。

1985 年 4 月在广州举办了“数学地质在煤田地质勘探中的应用”学术研讨会。除学术讨论外,还积极开展各种技术服务和科技咨询活动,如数学地质及计算机应用服务部开展了青海祁连山石棉矿的预测、吉林镍矿资源总量预测和山东镁铝榴石数据处理等 6 项活动。

1993 年 5 月在西安召开了“全国数学地质及计算机地质应用成果经验交流会”,参会人