



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

数学地质

Mathematical Geology

李克庆 张延凯 编著



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn



普通高等教育“十三五”规划教材

数学地质

Mathematical Geology

李克庆 张延凯 编著

北 京

冶金工业出版社

2015

内 容 提 要

本书在总结、评述数学地质产生、发展历史及未来发展趋势的基础上,分析了数学地质的研究途径,介绍了数学应用于地质学研究的基本理论和方法,分析了地质数据、地质变量的属性和特点,系统讲述了相关分析、回归分析、地质趋势分析、聚类分析、判别分析、因子分析、地质统计分析等常用的数学地质方法,包括其理论基础、原理、具体的方法及实施步骤。

本书可作为高等学校地质、采矿专业的教学用书,也可供相关领域的科研人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数学地质/李克庆等编著. —北京:冶金工业出版社, 2015. 10

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7067-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015) 第 242216 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 宋 良 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7067-8

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;固安华明印业有限公司印刷

2015 年 10 月第 1 版, 2015 年 10 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 18.75 印张; 450 千字; 282 页

40.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

随着世界各国尤其是中国工业化进程的加快,人们对赖以支撑经济和社会发展的矿产资源的需要程度越来越高,对自身所处的生存环境的认知需求也越来越大。这两类问题的解决和回答是地质工作者所肩负的使命。传统的地质学研究尽管在一定程度上满足了社会发展不同阶段的这种需求,但是在人类社会已进入信息化时代,数字矿山、数字地球呼声振聋发聩的今天,以定性研究为主的传统地质学工作方法已经无法满足要求,因此,数学地质在未来将扮演越来越重要的角色,并发挥越来越重要的作用。

数学地质作为将数学理论和方法应用于地质学研究领域的一门学科,重在通过定量化的方法解决地质科学领域和工程实践面临的问题。国内众多的专家学者在借鉴国外相关研究成果的基础上,从不同的视角、专业(如石油、煤炭等)对数学地质的学科定位、体系、理论、方法进行了阐述。本书以我国著名数学地质专家侯景儒、郭光裕教授编著的《矿床统计预测及地质统计学的理论与应用》(冶金工业出版社,1993年)为基础,结合笔者十几年来从事数学地质教学的体会和地质领域科研工作的研究成果编著而成,以期通过对数学地理论、方法的介绍,为从事数学地质领域学习和工作的人士提供参考。

本书共分11章,两大部分。第一部分在总结、评述数学地质产生、发展历史及未来发展趋势的基础上,分析了数学地质的研究途径,介绍了数学应用于地质学研究的基本理论和方法,分析了地质数据、地质变量的属性和特点。第二部分突出方法及应用,系统讲述相关分析、回归分析、地质趋势分析、聚类分析、判别分析、因子分析、地质统计分析等常用的数学地质方法,包括其理论基础、原理、具体的方法及实施步骤。

本书既重视学科的系统性和方法原理的严谨性,又充分考虑了实用性,力求使读者不但对数学地质的理论、方法有比较完整的理解,而且通过大量的工程实例,使读者能应用相应的方法解决地质科研、找矿勘探、采矿工程、矿山

地质、水文地质及工程地质、矿产资源评价、环境与灾害地质等方面遇到的具体问题。

本书的构思、成稿得益于我国已故著名数学地质学家侯景儒教授的言传身教，在向其学习、与其合作教学的过程中，侯先生都给予了晚辈学子耐心细致的指导，在此向侯先生致以最崇高的敬意。

在本书的调研、编写过程中，得到了北京科技大学研究生教育发展基金项目（教材建设项目）的资助和大力支持，在此表示衷心的感谢。

编写中参考和引用了许多公开发表的文献，在此谨向文献作者表示诚挚的谢意。

受水平所限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编著者
2015年7月

目 录

1 绪论	1
1.1 数学地质的产生、研究内容及方法	1
1.1.1 数学地质的产生	1
1.1.2 数学地质的定义和任务	2
1.1.3 数学地质的研究内容	3
1.1.4 数学地质的研究条件及方法	4
1.2 数学地质的发展历史、现状及前景	5
1.2.1 数学地质的发展历史	5
1.2.2 数学地质的发展现状	6
1.2.3 数学地质的发展前景	7
2 数学地质的研究途径	8
2.1 数学地质的研究过程	8
2.2 地质概念模型的建立	9
2.3 数学模型的建立	9
2.3.1 建立数学模型的信息来源	9
2.3.2 建立数学模型的方法	10
2.4 模型的有效性、精确性与实用性	11
3 地质分析的概率及数理统计基础	12
3.1 随机事件	12
3.2 随机事件的概率	13
3.3 随机变量及其概率分布	17
3.3.1 离散型随机变量的概率分布	17
3.3.2 连续型随机变量的概率分布	22
3.3.3 随机变量概率分布的研究意义和步骤	28
3.4 随机变量的数字表征	28
3.4.1 平均值	28
3.4.2 方差	30
3.4.3 协方差	31
3.4.4 相关系数	32
3.5 参数估计	32

3.5.1 点估计	33
3.5.2 区间估计	40
3.6 假设检验	41
3.6.1 假设检验的基本思想	41
3.6.2 假设检验方法	42
3.7 方差分析	48
3.7.1 一个因素的方差分析	48
3.7.2 两个因素的方差分析	51
4 地质数据的特征和预处理	55
4.1 实体、信息、数据	55
4.2 地质数据及其特征	56
4.2.1 地质数据的类型	56
4.2.2 地质数据的属性	58
4.2.3 地质数据的特点	59
4.2.4 地质数据的误差	59
4.3 地质数据的选择和整理	60
4.3.1 数据的选择	60
4.3.2 数据的整理	60
4.4 地质数据的预处理	61
4.4.1 可疑数据的鉴别和处理方法	62
4.4.2 数据的均匀化、缺值插补和删点	64
5 地质变量的选择与变换	66
5.1 地质变量及其分类	66
5.1.1 地质变量	66
5.1.2 地质变量的分类	66
5.2 地质变量的选择	68
5.2.1 地质变量的选择原则	68
5.2.2 地质变量的选择方法	69
5.3 地质变量的取值	77
5.4 地质变量的变换	78
5.4.1 地质变量变换的目的和原则	78
5.4.2 变量的变换方法	79
6 相关分析与回归分析	87
6.1 一元线性回归分析	88
6.1.1 一元线性回归的数学模型	88
6.1.2 回归系数的最小二乘估计	89

6.1.3	回归方程的显著性检验	91
6.1.4	利用回归方程进行预测	94
6.1.5	利用回归方程进行控制	95
6.2	一元非线性回归分析	96
6.3	多元线性回归分析	100
6.3.1	多元线性回归的数学模型	100
6.3.2	模型参数的最小二乘估计	101
6.3.3	多元线性回归方程的显著性检验	102
6.3.4	偏回归系数的显著性检验	106
7	地质趋势分析	110
7.1	趋势分析的基本思想和类型	110
7.1.1	趋势分析的基本思想	110
7.1.2	趋势分析的类型	111
7.2	一维趋势分析	113
7.3	多维趋势分析	115
7.3.1	多项式趋势面分析	115
7.3.2	调和趋势面分析	126
8	聚类分析	129
8.1	概述	129
8.2	聚类方法及基本原理	131
8.3	聚类要素的数据处理	133
8.4	聚类分析的分类统计量	135
8.4.1	Q 型聚类分析的分类统计量	135
8.4.2	R 型聚类分析的分类统计量	139
8.5	系统聚类方法	140
8.5.1	最短距离法	140
8.5.2	最长距离法	143
8.5.3	中间距离法	145
8.5.4	重心法	147
8.5.5	类平均法	148
8.5.6	可变类平均法	150
8.5.7	可变距离法	151
8.5.8	离差平方和法	152
8.6	逐步聚类法	155
9	判别分析	159
9.1	概述	159

9.2 距离判别法	160
9.2.1 两类总体的距离判别分析	160
9.2.2 多类总体的距离判别分析	164
9.2.3 判别分析的实质	166
9.3 费歇 (Fisher) 判别法	166
9.3.1 Fisher 判别法的基本思想	166
9.3.2 判别函数概念的进一步讨论	167
9.3.3 Fisher 准则下的两类判别	169
9.3.4 Fisher 准则下的多类判别	175
9.4 贝叶斯 (Bayes) 判别法	177
9.4.1 Bayes 判别法的基本思想	177
9.4.2 多元正态总体的 Bayes 判别法	178
9.5 逐步判别法	183
9.5.1 逐步判别分析的基础理论	184
9.5.2 引入和剔除变量的检验统计量	187
9.5.3 变量的变换	189
9.5.4 建立判别式进行判别	189
9.6 判别分析在边坡稳定性判别研究中的应用	193
10 因子分析	196
10.1 因子分析的基本思想和分类	196
10.2 R 型因子分析	197
10.2.1 R 型因子分析的数学模型	197
10.2.2 因子模型中各参数的统计意义	200
10.2.3 因子载荷矩阵的求解	202
10.3 Q 型因子分析	207
10.4 因子旋转	208
10.4.1 因子载荷矩阵的方差最大正交旋转	209
10.4.2 因子载荷矩阵的 Promax 斜旋转	214
10.5 因子得分	220
10.6 对应分析	223
10.6.1 概述	223
10.6.2 对应分析的原理	225
10.6.3 计算步骤及实例	228
11 地质统计分析	234
11.1 统计分析概论	234
11.1.1 经典统计学方法应用于矿业局限性	234
11.1.2 传统储量计算方法的局限性	235

11.1.3 地质统计学的产生	237
11.2 区域化变量理论	238
11.2.1 区域化变量的概念及性质	239
11.2.2 区域化变量的数字特征	240
11.3 平稳假设及内蕴假设	242
11.3.1 平稳假设 (stationary assumption)	242
11.3.2 内蕴假设 (intrinsic assumption)	243
11.3.3 两种假设的比较	243
11.3.4 准平稳和准内蕴假设	244
11.4 变异函数的理论模型	245
11.4.1 实验变异函数及变异曲线	245
11.4.2 变异函数的性质	249
11.4.3 变异函数的理论模型	250
11.4.4 变异函数的拟合	253
11.5 区域化变量的结构分析	255
11.5.1 各向同性条件下的套合	255
11.5.2 各向异性条件下的套合	256
11.5.3 交叉验证	264
11.6 克立格插值	264
11.6.1 克立格法概述	264
11.6.2 估计问题和估计的一般形式	265
11.6.3 估计方差和离差方差	267
11.7 普通克立格法	269
11.7.1 无偏最优条件	270
11.7.2 普通克立格方程组	270
11.7.3 普通克立格方差	271
11.7.4 普通克立格分析方法的特点	275
11.8 指示克立格法	276
参考文献	282

Contents

1 Introduction	1
1.1 Emergence, research contents and methods of mathematical geology	1
1.1.1 Emergence of mathematical geology	1
1.1.2 Definition and task of mathematical geology	2
1.1.3 Research contents of mathematical geology	3
1.1.4 Research condition and methods of mathematical geology	4
1.2 Developmental situation and prospect of mathematical geology	5
1.2.1 Developmental history of mathematical geology	5
1.2.2 Developmental situation mathematical geology	6
1.2.3 Developmental prospect of mathematical geology	7
2 Research process of mathematical geology	8
2.1 Research process of mathematical geology	8
2.2 Building of geological conceptual model	9
2.3 Building of mathematical model	9
2.3.1 Information source for building mathematical model	9
2.3.2 Method of building mathematical model	10
2.4 Validity, accuracy and practicability	11
3 Probability and mathematical statistics knowledge for geology analysis	12
3.1 Random event	12
3.2 Probability of random event	13
3.3 Random variable and its probability distribution	17
3.3.1 Probability distribution of discrete random variable	17
3.3.2 Probability distribution of continuous random variable	22
3.3.3 Research significance and procedure of probability distribution of random variable	28
3.4 Numerical characteristics of random variable	28
3.4.1 Mean value	28
3.4.2 Variance	30
3.4.3 Covariance	31
3.4.4 Correlation coefficient	32
3.5 Parameter estimation	32

3.5.1	Point estimation	33
3.5.2	Interval estimation	40
3.6	Hypothesis testing	41
3.6.1	Basic thoughts of hypothesis testing	41
3.6.2	Hypothesis testing methods	42
3.7	Analysis of variance	48
3.7.1	Variance analysis for single factor	48
3.7.2	Variance analysis for two factors	51
4	Characteristics and prior processing of geological data	55
4.1	Entity, information and data	55
4.2	Geological data and its characteristics	55
4.2.1	Types of geological data	56
4.2.2	Property of geological data	58
4.2.3	Characteristics of geological data	59
4.2.4	Deviation of geological data	59
4.3	Selection and reorganization of geological data	60
4.3.1	Selection of geological data	60
4.3.2	Reorganization of geological data	60
4.4	Prior processing of geological data	61
4.4.1	Identifying and processing of dubious data	62
4.4.2	Homogenizing, interpolating and deleting of data	64
5	Selection and alternation of geological variance	66
5.1	Geological variance and its classification	66
5.1.1	Geological of variance	66
5.1.2	Classification geological variance	66
5.2	Selection of geological variance	68
5.2.1	Selection principle of geological variance	68
5.2.2	Selection method of geological variance	69
5.3	Making value of geological variance	77
5.4	Alternation of geological variance	78
5.4.1	Alternating purpose and principle of geological variance	78
5.4.2	Alternating method of geological variance	79
6	Correlation analysis and regression analysis	87
6.1	Unitary linear regression analysis	88
6.1.1	Mathematical model of unitary linear regression	88
6.1.2	Least squares estimate on regression coefficients	89

6.1.3	Significance test of regression equation	91
6.1.4	Prediction by using regression equation	94
6.1.5	Controlling by using regression equation	95
6.2	Unitary nonlinear regression analysis	96
6.3	Multivariate linear regression analysis	100
6.3.1	Mathematical model of multivariate linear regression	100
6.3.2	Least squares estimate on model parameters	101
6.3.3	Significance test of multivariate linear regression equation	102
6.3.4	Significance test of partial regression coefficients	106
7	Trend surface analysis	110
7.1	General principles and classification of trend analysis	110
7.1.1	General principles of trend analysis	110
7.1.2	Classification of trend analysis	111
7.2	One dimensional trend analysis	113
7.3	Multidimensional trend analysis	115
7.3.1	Polynomial trend analysis	115
7.3.2	Harmonic trend surface analysis	126
8	Cluster analysis	129
8.1	Introduction	129
8.2	Cluster method and its principles	131
8.3	Processing of cluster elements	133
8.4	Classifying statistics of cluster analysis	135
8.4.1	Classifying statistics for Q -types of cluster analysis	135
8.4.2	Classifying statistics for R -types of cluster analysis	139
8.5	System clustering method	140
8.5.1	Single linkage method	140
8.5.2	Complete linkage method	143
8.5.3	Median method	145
8.5.4	Centriod method	147
8.5.5	Average linkage method	148
8.5.6	Flexible-beta method	150
8.5.7	Flexible median method	151
8.5.8	Ward's method	152
8.6	Stepwise cluster analysis	155
9	Discriminant analysis	159
9.1	Introduction	159

9.2	Distance discriminant analysis method	160
9.2.1	Distance discriminant analysis for two groups	160
9.2.2	Distance discriminant analysis for multiple populations	164
9.2.3	Substance of discriminant analysis	166
9.3	Fisher discriminant analysis method	166
9.3.1	Basic thought of Fisher method	166
9.3.2	Further discussion on discriminant function	167
9.3.3	Two groups discriminating based on Fisher criterion	169
9.3.4	Multiple populations discriminating based on Fisher criterion	175
9.4	Bayes discriminant analysis method	177
9.4.1	Basic thought of Bayes method	177
9.4.2	Discriminant analysis of multivariate normal population based on Bayes criterion	178
9.5	Stepwise discrimination analysis	183
9.5.1	Basic theory of stepwise discrimination analysis	184
9.5.2	Test statistics for introducing and deleting of variable	187
9.5.3	Alternation of variable	189
9.5.4	Building of discriminant	189
9.6	Application of discriminant analysis on slope stability analysis	193
10	Factor analysis	196
10.1	Basic thought and classification of factor analysis	196
10.2	<i>R</i> -types of factor analysis	197
10.2.1	Mathematical model of <i>R</i> -types of factor analysis	197
10.2.2	Statistics meaning of parameters in factor model	200
10.2.3	Solving of factor loading matrix	202
10.3	<i>Q</i> -types of factor analysis	207
10.4	Factor rotation	208
10.4.1	Varimax orthogonal rotation of factor loading matrix	209
10.4.2	Promax oblique rotation of factor loading matrix	214
10.5	Factor scores	220
10.6	Correspondence analysis	223
10.6.1	Introduction	223
10.6.2	Principle of correspondence analysis	225
10.6.3	Calculation procedure and application instance	228
11	Geostatistical analysis	234
11.1	Introduction to statistical analysis	234
11.1.1	Applying limitation of classical statistics on mining	234
11.1.2	Limitation of classical reserves calculation method	235

11.1.3	Emergence of geostatistics	237
11.2	Theory about regionalized variable	238
11.2.1	Concept and property of regionalized variable	239
11.2.2	Numerical characteristics of regionalized variable	240
11.3	Stationary assumption and intrinsic assumption	242
11.3.1	Stationary assumption	242
11.3.2	Intrinsic assumption	243
11.3.3	Comparison of stationary assumption and intrinsic assumption	243
11.3.4	Quasi-stationary assumption and quasi-intrinsic assumption	244
11.4	Theoretical models of variogram	245
11.4.1	Experimental variogram and variation curve	245
11.4.2	Property of variogram	249
11.4.3	Theoretical models of variogram	250
11.4.4	Fitting of variogram	253
11.5	Structure analysis of regionalized variable	255
11.5.1	Structure nesting for isotropic variable	255
11.5.2	Structure nesting for anisotropic variable	256
11.5.3	Cross-validation of structure model	264
11.6	Kriging interpolation	264
11.6.1	Introduction to Kriging	264
11.6.2	Estimation problem and its general forms	265
11.6.3	Estimation variance and deviation variance	267
11.7	Ordinary Kriging	269
11.7.1	Conditions for unbiased and best estimation	270
11.7.2	Equation systems of ordinary Kriging	270
11.7.3	Variance of ordinary Kriging	271
11.7.4	Characteristic of ordinary Kriging	275
11.8	Indicator Kriging	276
	References	282

1 绪 论

1.1 数学地质的产生、研究内容及方法

数学地质 (mathematical geology) 是 20 世纪 60 年代初期形成的一门边缘学科。它是地质学与数学及电子计算机技术相结合的产物, 目的是从量的方面研究和解决地质科学问题。它的出现反映了地质学从定性的描述阶段向定量研究发展的新趋势, 为地质学开辟了新的发展途径。数学地质方法的应用范围极其广泛, 几乎渗透到地质学的各个领域。

1.1.1 数学地质的产生

众所周知, 地质学是一门产生于生产实际的古老的学科。18 世纪中叶, 随着欧洲工业革命的兴起, 一方面, 人类对包括矿产在内的自然资源的需求达到了前所未有的程度; 另一方面, 人类自身的活动对地球的影响越来越大, 地质环境对人类的制约作用也越来越明显。这就使得人们不得不对身处其中的地球的物质组成、内部构造、外部特征、各圈层之间的相互作用和演变历史进行探索和认识, 其结果是使地质学迅速发展并且产生了近代地质学, 特别是地质学与生物学、物理学、化学、天文学及数学的结合, 使古老的地质学在其理论及方法上均得到了很大的发展, 应运而生的古生物学、地层学、地球物理学、地球化学、地质力学等新的学科推动了整个地球科学的迅速发展。

至于数学, 其应用于地质学在一百多年以前就已经开始了。但是, 真正普遍而大量地把数学应用于地质学则是在电子计算机出现并逐步应用于地质科学之后的事情。20 世纪 60 年代初期, 数学及近代计算工具——电子计算机与地质学的结合, 形成了数学地质学这门新兴的学科。目前, 地质科学正在经历着重大的变革, 其变革的标志之一就是地质科学逐步向定量化、精确化、自动化方向发展, 而数学地质在这场变革中起着重要的推动作用。

具体而言, 数学地质学科产生的主要原因不外乎以下几个方面:

(1) 地质事件或地质过程影响因素的多样性和复杂性。地球科学所研究的各种地质事件在漫长的地质历史时期经受了各种各样的地质作用, 受多种因素的控制和影响, 因此, 只有通过对比分析, 从那些看似偶然因素起作用的多种因素中找出控制并影响地质事件发生发展的主要因素, 才能更好地了解地质事件的内部规律性, 进而为地质及找矿勘探服务, 这正是数学地质理论及其方法所要解决的问题之一。

(2) 地球科学所研究的对象本身具有随机性。地质事件或地质过程影响因素的多样性和复杂性, 导致我们所研究的地质运动或地质过程是按照随机原理构成的, 它普遍地、明显地受着概率法则的支配, 为了更好地了解某一地质过程, 我们首先需要确定该地质过程的模式, 而这种模式既可以用概率论来描述, 同时还可以用数理统计的方法进行检验。此

外, 由于地质学所研究的具体对象是在漫长的地质历史过程中形成的, 对其进行研究从方法角度来看, 往往具有抽样观测的性质, 因此, 数学地质是研究地质科学的必不可少的理论, 数学地质领域的众多方法也是解决地质问题的必不可少的手段。

(3) 地质数据、信息处理方法和手段方面的要求。由于近现代科学技术的迅速发展, 仪器分析和记录自动化程度的不断提高, 使得各种地质观测数据和实验数据迅猛增加 (所谓信息爆炸), 对大量甚至海量的地质数据进行及时而系统的整理、分析, 迅速揭示某些地质规律是当今地质工作的重要任务之一, 数学地质工作者只有借助于数学地质的理论及电子计算机才能及时而系统地研究并解决有关问题。

(4) 人类对矿产资源及自身生存环境认知的高度需求。面对国民经济和全球范围内对矿产资源需求程度越来越高, 而找矿难度又越来越大的具体情况, 地质工作者必须对各种地质体在时间及空间上的变化做出更为精确的定量的评价, 从而为资源的潜力评价及找矿勘探具体工程的部署提出较为可靠的依据。此外, 随着社会的进步和人们生活水平的逐步提高, 尤其是人与自然交互作用所导致的自然灾害发生的频度越来越高, 人们迫切需要知道自身所处地质环境的安全性、稳定性, 要求了解各种地质灾害发生的原因及其演变的内在机制, 并对这些灾害提出有效的预防和控制措施, 而这些问题的解决显然不是传统的简单定性推断方法所能完成的, 必须借助于更加精细化、数字化的方法和手段。

显然, 基于以上四个方面的原因, 仅仅用习惯了的经验性定性描述方法是不能解决这些问题的, 数学地质的产生也就是很自然的事情了, 正如马克思所言: “一门科学, 只有当它成功地运用数学时, 才算达到真正完善的地步。” 数学地质的产生使传统的地质学更加完善, 使得整个地球科学从定性描述向定量解释发展, 从研究确定性模型向研究概率型模型转变, 从单变量探讨向多变量综合信息研究迈进, 从对观测数据的定性解释向在计算机上对地质事件的模拟实验发展。无疑, 数学地质在地球科学的重大变革中将会发挥巨大的推动作用, 而数学地质本身的研究广度和深度在这场变革中也将不断得到锤炼和提高。

1.1.2 数学地质的定义和任务

有关数学地质的定义, 国内外诸多专家、学者从不同的角度给出了各种各样的解释。总体来说, 基于数学地质学科所研究和解决问题的方法、内容和手段的不同, 数学地质的定义可以分为广义的和狭义的两个方面。

(1) 广义: 地球科学中的全部数学应用 (F. P. Agterberg, 1974); 地质数据的定量分析方法 (J. C. Davis, 1973); 用数学方法研究和解决地质问题 (中科院地质所, 《数学地质引论》, 1977)。

(2) 狭义: 数学地质是建立、检验和解释地质过程的概念、随机模型的科学 (维斯捷利乌斯, 1977)。数学地质是研究最优数学模型并查明地质运动数量规律性的科学, 它以数学为工具, 电子计算机为手段, 解决地质问题为目的 (赵鹏大, 1983)。

综观数学地质发展至今的历史, 考虑到数学地质的研究目的及具体任务, 从广泛的角度, 我们把数学地质定义为: 数学地质是定量研究各种地质事件发生、发展的内在规律及空间形式的科学。具体地说, 数学地质是以解决地球科学各个领域中存在的问题为目标, 以地质学理论为基础, 以数学为主要方法, 以电子计算机为主要工具, 对控制和影响地质事件的复杂因素进行定量的研究, 从而揭示并解释地质事件内在规律和空间分布特征的