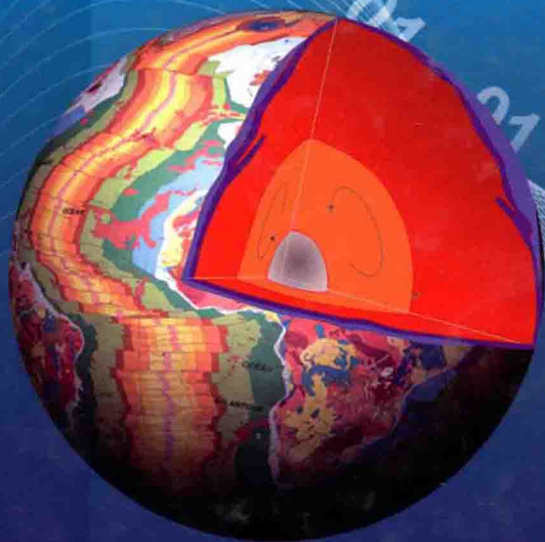


地质信息科学与技术丛书

Geological **I**nformation **S**cience and **T**echnology **I**ntroduction

地质信息科学与 技术概论

吴冲龙 刘刚 田宜平 毛小平 何珍文 等著



科学出版社

地质信息科学与技术丛书

地质信息科学与技术概论

吴冲龙 刘 刚 田宜平 等 著
毛小平 何珍文

科学出版社

北 京

内 容 简 介

《地质信息科学与技术概论》是作者团队撰写的地质信息科学与技术丛书的第一部。该丛书是作者在此领域进行数十年探索性研究的成果汇聚。本书着重介绍了地质信息科学的基本理论框架、方法论框架和技术体系框架,并且结合目前在各类地质调查、矿产资源勘查和工程地质勘察领域的实际情况,概略地介绍了地质信息系统设计及其优化的原理与方法,其中包括地质信息系统的构架、数据采集、数据管理、空间分析、数据挖掘、信息处理、图件编绘、三维可视化、多维地质建模、过程动态模拟、资源评价与决策分析、数据远程传输和信息系统集成等。书中借鉴并融入了国内外地质信息科技及地理信息科技领域的最新研究成果,体现了系统性、先进性和创新性。

本书可作为从事各类地质、矿产和工程勘查的专业信息科技人员、研究生和本科生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

地质信息科学与技术概论/吴冲龙,刘刚,田宜平,毛小平,何珍文等著. —北京:科学出版社,2014.7

(地质信息科学与技术丛书/吴冲龙主编)

ISBN 978-7-03-041251-5

I. ①地… II. ①吴… ②刘… ③田… ④毛… ⑤何… III. ①信息技术-应用-地质-调查 IV. ①P62-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 135144 号

责任编辑:罗吉周丹/责任校对:胡小洁

责任印制:肖兴/封面设计:许瑞

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>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销



2014年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014年7月第一次印刷 印张:33 3/4

字数:798 000

定价:198.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

地质信息科学与技术丛书

编委会名单

主编：吴冲龙

编委：刘 刚 田宜平 毛小平
张夏林 何珍文 刘军旗
翁正平

《地质信息科学与技术概论》

作者名单

吴冲龙	刘 刚	田宜平	毛小平
何珍文	张夏林	刘军旗	翁正平
张志庭	李新川	李章林	徐 凯
孔春芳	李 星	綦 广	马小刚

从 书 序

地质信息科学与技术是一个崭新的研究领域，它随着计算机科学和技术的兴起，以及地球空间信息学（geomatics）、地球信息学（geoinformatics）、地理信息科学（geographic information science）和地球信息科学（geo-information science）的出现和发展，以及多种信息技术在基础地质调查、矿产资源勘查和工程地质勘察中的应用而兴起，正吸引着越来越多研究者的关注和参与。

作为地质工作信息化的理论和方法基础，地质信息科学是关于地质信息本质特征及其运动规律和应用方法的综合性学科领域，主要研究在应用计算机软硬件技术和通信网络技术对地质信息进行记录、加工、整理、存储、管理、提取、分析、综合、模拟、归纳、显示、传播和应用过程中所提出的一系列理论、方法和技术问题。它既是地球信息科学的一个重要组成部分和支柱，也是地球信息科学与地质科学交叉的边缘学科。吴冲龙教授及其科研团队从 20 世纪 80 年代开始，就在这个领域进行探索性研究，先后承担并完成了多个国家级、省部级和大型企业重点科技项目的研究与开发任务，在实践中逐步形成了较为完整的思路、理论与方法，并且研发出了一套以主题式点源数据库为核心的三维可视化地质信息系统平台软件（QuantyView，原名 GeoView）。在该软件平台的基础上，还研发了一系列应用软件，在多家大型和特大型地矿企、事业单位推广应用。吴冲龙教授及其科研团队于 2005 年对上述研究和开发成果进行了归纳和概括，提出了地质信息科学的概念并对其理论体系、方法论体系和技术体系进行了初步探讨。

该系列丛书就是该团队近年来在地质信息科学的理论、方法论和技术体系框架下，所进行各种探索性研究的一次系统总结。丛书包括一部概论和四部分论。其中，概论从初步形成的地质信息科学概念及其理论、方法论及其技术体系框架开始，介绍了地质信息系统的结构、组成和设计原理，地质数据的管理、地质图件机助编绘及地质模型的三维可视化建模，地质数据挖掘与勘查（察）决策支持，地质数据共享及地质信息系统集成的基本原理与方法；分论的内容涵盖了基础地质调查、固体矿产地质勘查、油气地质勘查和工程地质勘察专业领域。书中借鉴、参考和吸取了地球空间信息学、地球信息学、地理信息系统和地理信息科学，以及国内外地质信息科技领域的最新成果，体现了研究成果的系统性、先进性、实用性和实践性，以及学科交叉的特色。

随着地质工作信息化的深入发展，地质信息科技领域的研究方兴未艾，希望有更多研究者的参与，以便共同推进这一学科的进一步发展。因此，该系列丛书的出版是十分必要而且适时的。

中国科学院院士



2013 年 8 月 26 日

Foreword One

The new book on Geological Information Science and Technology by Professor Chonglong Wu and his research group is a welcome addition to the literature. The author discusses origin, further developments and proposes a new framework for this emerging inter-disciplinary field. He is concerned with geoscience's characteristic features, their interconnections and how these should be applied to observed geological data. The basic principle in this endeavor is to capture original data in such a form that they become usable information which is quantitative and can be used for a wide variety of purposes that include geological map-making and 3-dimensional geomodeling. The step from data recording to production of useful geoinformation has to keep up with the continuous stream of technological innovations. Additionally, any theoretical framework to be used should allow for the incorporation of multiple geological concepts. It is well-known, for example, that different geological maps can be constructed from the same observed data if different geological concepts are employed for the data integration.

The term “ontology” is often used for a domain model that provides a vocabulary about key geological concepts, their interrelationships and the theoretical processes and principles that are relevant within the geoscientific sub-discipline under which the basic data are collected. Information management involves the transmission from observations to meaningful results such as 3D geomodels possible involving conditional geologic process simulation including prediction of occurrences of orebodies and hydrocarbon resources. Uncertainties associated with such predictions should be considered as well. Geological Information Science, in its broadest sense, involves geological data collection, data management, data processing, geological mapping, 3D geomodeling, geological process simulation, resource assessment, plus information distribution using current information technologies.

The aim of the book is to help create common data platforms based on point-source databases utilizing database systems (DBS), geographic information systems (GIS), global positioning systems (GPS), remote sensing (RS), management information systems (MIS), expert systems (ES) and decision support systems (DSS). Each of these subjects is reviewed on its own and integrated with the other subjects.

This book is recommended reading for all geoscientists engaged in data observation and management with the ultimate aim to construct easy-to-understand and reliable projections of parts of the Earth's upper crust and it's deeper domains.

A handwritten signature in black ink, reading "Frits Apterberg". The signature is written in a cursive, flowing style.

Emeritus Scientist, Geological Survey of Canada

Former President of International Association of Mathematical Geosciences

October 8, 2013

序 一

由吴冲龙教授及其研究团队编写的关于地质信息科学与技术的新书展现了新的内容。作者讨论了这一新兴交叉学科领域的兴起和进一步发展，并提出了一个新的框架。作者关注了地学的典型特征及其相互联系，以及如何将其应用于观测的地质数据。这项研究的基本原理是使得所获取的原始数据成为可用的定量化的信息，并能用于很多种用途，包括地质制图和三维地质建模。从数据记录到可用地学信息的产生，每一步均伴随着不断的技术创新。另外，任何应用的理论框架应能融合相应的多种地质概念。众所周知，如果数据集成采用了不同的地质概念，同一观测数据可以生成不同的地质图。

“本体论”一词常用于领域模型，提供地质概念的词表、相互关系以及基于所采集基础数据相关的地学各学科的理论过程与原理。信息管理涉及从观测结果到有意义结果的转换，如三维地质模型可与条件地质过程模拟相关联，包括矿体赋存状态和油气资源的预测。这类预测中相关的不确定性应同时予以考虑。广义地说，地质信息科学是指采用现代信息技术实现地质数据采集、数据管理、数据处理、地质编图、三维地质建模、地质过程模拟、资源评价以及信息发布等内容。

该书的目标在于基于点源数据库构建共用数据平台，其中运用了数据库系统、地理信息系统、全球卫星定位系统、遥感、管理信息系统、专家系统和决策支持系统等技术。其中各个主题都进行了总结，同时和其他主题实现集成。

推荐该书给所有从事数据观测和管理的地质科学家阅读，最终目标是构建易于理解并且可靠的地球上地壳和更深领域的映射模型。



Emeritus Scientist, Geological Survey of Canada

弗里奇·阿格特伯格

加拿大地质调查局 资深科学家

国际数学地球科学协会前主席

2013年10月8日

序 二

记得第一次较全面地了解吴冲龙教授所从事的地质信息科学领域研究工作是在 2004 年组织申报地质过程与矿产资源国家重点实验室过程中。现代空间信息技术的研究以及在地质过程与矿产资源研究中的应用是国家重点实验室的重要研究方向之一。2005 年我担任大会主席在多伦多举办了国际数学地球科学协会年会 (IAMG 2005), 在此次大会上, 与吴教授的团队进行了广泛交流。之后, 我多次在 IAMG 国际年会和协会理事会上与该团队成员进行了接触与学术交流。他们的研究成果得到了同行的普遍认可, 并产生了良好的国际影响。

正如专著所述, 地质信息科学是近年来随着计算机科学与技术以及空间信息学的兴起而发展的新兴学科领域。由于地质过程的复杂性和地质现象的多样性, 为了提高对地质过程的认知能力, 减少对资源、环境、灾害的预测和预警的不确定性, 人们不断地发明和应用各种观测、探测和测试分析技术来获取海量地学数据, 采用各种数学物理模型和计算机技术来获取更深层次和更全面的地质信息。然而, 由于地学数据具有多源、多类、多维、多量、多尺度和多时态特征, 对这些海量数据实现存储、管理、处理和灵活应用具有巨大的挑战性。研发和应用有效的信息技术对于实现基础地质调查、矿产资源勘查和工程地质勘察等地质工作的信息化和定量化, 具有深远意义。

吴教授及其科研团队长期开展地质信息科学与技术的探索性研究工作, 先后承担了包括国家 863 计划、973 计划、重点攻关项目、重大科技专项、重大科技支撑项目、国家自然科学基金项目和特大型企业重点科技项目等的研究与开发任务, 并且积极参与了多个地矿行业的地质工作信息化建设工程, 研发出了一套以主题式点源数据库为核心的三维可视化地质信息系统平台软件 QuantityView, 并基于该软件平台研发出一系列应用软件, 在行业中得到实际应用。经过科学研究、技术开发和信息化工程建设的实践, 逐步形成了较为完整的思想、理论与方法。

该书从地质信息科学的理论入手, 全面介绍了地质信息系统的结构、组成和设计原理, 地质数据的采集、整理与加工, 地质数据的组织、管理及其数据库设计与实现, 地质数据可视化及地质图件计算机辅助设计原理与方法, 数字地质模型的快速、动态和三维可视化建模, 地质数据挖掘与勘查(察)决策支持系统的设计, 地质数据网络的设计、建设与数据共享, 地质信息系统集成的方法与应用, 内容几乎涵盖了基础地质调查、矿产地质勘查和工程地质勘察主流程信息化作业的全部内容, 具有很好的系统性、先进性和实用性。

当前国内外该领域的研究不断深入，如玻璃地球、地学大数据与云计算以及地学时空模拟等，我国也相继部署了包括深部探测技术专项在内的一系列重大工程项目，急需新的地质信息前沿技术。该书的出版无疑对地球信息科学理论和方法的丰富与完善，以及推进地矿工作信息技术综合应用和信息系统建设具有重要的指导意义和参考价值。



国际数学地球科学协会 主席

地质过程与矿产资源国家重点实验室 主任

2013年10月15日

前 言

由于地质体、地质结构和地质过程本身的极端复杂性和不可见性，其本身结构信息不完全、关系信息不完全、演化信息不完全和参数信息不完全，所导致的地质对象特征的不确定性和认知的不确定性，困扰着一代又一代的地质科技人员。人们只能不断地发明和应用各种探测技术，以便从各个方面获取更多的地质信息。这就造成了地质数据的多源、多类、多维、多量、多尺度、多时态和多主题特征，进而导致对这些数据的存储、管理、处理和应用的极端复杂性。人们曾通过不懈的努力来寻找地质学定量化的道路。随着计算机科学和技术的兴起，以及地球空间信息学（geomatics）、地理信息科学（geographic information science）和地球信息科学（geo-information science）的出现和发展，以及多种信息技术在基础地质调查、矿产资源勘查和工程地质勘察中的应用，人们意识到，要实现地质学量化，首先必须实现地质工作信息化，并且开始了一系列新的探索，由此也催生了一门崭新的学科——地质信息科学。

作者及其科研团队从 20 世纪 80 年代开始，就进行这方面的探索性研究，先后承担了 50 余个包括国家 863 计划、973 计划、重点攻关项目、重大科技专项、重大科技支撑项目等的课题或子课题，以及国家自然科学基金项目、省部级重点科技项目和特大型企业重点科技项目的研究与开发任务，并且积极参与了多个地质矿产行业的地质工作信息化建设工程。在科学研究、技术开发和信息化工程建设的实践中，逐步形成了较为完整的思想、理论与方法，研发出一套以主题式点源数据库为核心的三维可视化地质信息系统平台软件（QuantyView，原名 GeoView），并于 2001 年获得国家版权局颁布的软件著作权。在该软件平台的基础上，还研发了一系列应用软件，并在多家大型和特大型地质矿产企、事业单位推广应用。基于以上研究和开发成果，作者在 2005 年的国际数学地球科学协会年会上提出了地质信息科学的概念，并对地质信息科学的理论体系、方法论体系及其技术体系的框架做了初步论述。

本书在编写过程中力求体现系统性、先进性、实用性和实践性。书中从初步形成的地质信息科学的理论体系、方法论体系及其技术体系框架开始介绍，依次介绍了地质信息系统的结构、组成和设计原理，地质数据的采集、整理与加工，地质数据的组织、管理及其数据库设计与实现，地质数据可视化及地质图件计算机辅助设计原理与方法，数字地质模型的快速、动态和三维可视化建模，三维空间分析地质数据挖掘与勘查（察）决策支持系统的设计，地质数据网络的设计、建设与数据共享，地质信息系统集成的方法与应用，内容几乎涵盖了基础地质调查、矿产地质勘查和工程地质勘察主流程信息化作业的全部内容。

本书凝聚了研究团队十余年的研究成果。该研究团队包含了教授、副教授、讲师和博士后数十名，博士生、硕士生百余名。所提出的关于主题式点源地质数据库、基于主题式点源数据库的地质数据共享平台，以及以主题式点源地质数据库为核心的技术方法

和应用模式层叠式复合的地质信息系统的整体构建思路与方法,是研究团队在长达 20 余年的科学研究与技术开发实际中逐步总结出来的。关于海量地下-地上、地质-地理的空间-属性数据一体化采集、存储、管理、处理与应用,地质体和地质结构的多维、快速、动态、精细建模,地质图件的快速编绘、矿床资源动态评价和地质过程三维动态模拟等方面,包含了研究团队的 8 项发明专利技术和自主创新成果。同时,也借鉴、参考和吸取了地球空间信息学、地球信息学 (geoinformatics)、地理信息系统 (geographic information system) 和地理信息科学,以及国内外地质信息科技领域的最新成果。

应该说明的是,在本书所涉及主题和内容的研究过程中,得到了前辈学者中国科学院院士杨起教授自始至终的关心、支持和帮助。在这个过程中的不同阶段,团队的研究工作还得到中国科学院院士赵鹏大教授、国际数学地球科学协会 (IAMG) 原主席 F. Agterberg 博士 (加拿大)、中国科学院-中国工程院院士李德仁教授和国际数学地球科学协会现任主席成秋明教授,以及国际地质信息技术领域的权威专家 T. V. Loudon 博士 (英国)、澳大利亚地质信息技术领域首席科学家 R. Ryburn、国土资源部地质信息技术领域的首席科学家李裕伟教授等的热情支持和帮助。尤其令人欣慰的是,在本书即将出版之际,赵鹏大院士、F. Agterberg 博士和成秋明教授还应邀分别为本书撰写了序言。在此谨向他们致以衷心的感谢。

在本书的研究与撰写过程中,还得到国土资源部、中国地质调查局、中国石油化工股份有限公司、中国海洋石油总公司、中石化北京勘探开发研究院、中石化胜利油田分公司、中石化西北油田分公司、中国煤炭地质总局、长江水利委员会综合勘查局、长江水利委员会水文局、中核集团地质矿产事业部、福建紫金矿业集团、三峡地质灾害防治工作指挥部、湖北省国土厅、福建省地质矿产勘查开发局、南京地质调查研究中心、福建地质调查研究院、中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院及华东勘测设计研究院等各方面专家的热情支持和帮助。值此专著出版之际,谨向所有参与相关研究的人员以及支持、关心和帮助过我们的专家和同行致以衷心的感谢。

因本书内容涉及领域宽广,参考文献众多,为了减少篇幅负担,书后仅列出一些有学术性探讨的参考文献,而一些有关常识性介绍的参考文献就不再列入,在此谨向相关作者表示歉意。由于作者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2013 年 8 月 20 日

目 录

丛书序

Foreword One

序一

序二

前言

第 1 章 地质信息科学与地质工作信息化	1
1.1 地质信息科学的萌芽与现状	1
1.2 地质信息科学的体系框架	7
1.3 地质工作信息化的途径与方法	26
第 2 章 地质信息系统与“玻璃地球”建设	31
2.1 地质信息系统设计原理与方法	31
2.2 “玻璃地球”建设的概念与内容	50
第 3 章 地质数据的数字化采集与加工	60
3.1 地质数据的基本特征	60
3.2 地质数据采集与加工方法	64
3.3 地质数据采集系统的设计	75
第 4 章 地质数据的计算机管理	97
4.1 地质数据管理技术现状与趋势	97
4.2 地质数据的组织与管理方式	106
4.3 地质数据库设计与实现	109
第 5 章 地质数据的计算机处理	135
5.1 地质特征的空间分析	135
5.2 地质遥感数据的处理	149
5.3 矿产资源的储量估算	174
第 6 章 地质数据可视化与机助编图	189
6.1 地质数据可视化的概念与分类	189
6.2 地质图件机助编绘的基本原理	195
6.3 地质图件机助编绘模块设计与应用	210
第 7 章 三维地质建模原理与方法	240
7.1 三维地质建模概述	240
7.2 空间插值算法与三维动态地质建模	263

7.3 三维地质模型的简化与索引	291
第8章 地质过程的三维动态模拟	307
8.1 盆地构造-地层格架演化模拟	307
8.2 盆地古地热场与有机质演化模拟	317
8.3 石油与天然气油气成藏过程模拟	343
第9章 地质数据挖掘与决策支持	372
9.1 地质数据仓库与数据集市	372
9.2 勘查数据挖掘与知识发现	385
9.3 地质勘查(察)决策支持系统的设计	401
第10章 计算机网络与地质数据共享	424
10.1 计算机网络概述	424
10.2 计算机网络的设计与实现	428
10.3 地质数据网络建设与数据共享	443
第11章 地质信息系统集成方法	463
11.1 地质信息系统集成概述	463
11.2 地质信息系统的技术集成	465
11.3 地质信息系统的数据集成	468
11.4 地质信息系统的网络集成	478
11.5 地质信息系统的应用集成	495
参考文献	503

第1章 地质信息科学与地质工作信息化

地质勘查和勘察各专业的工作过程，本质上都是信息的获取、管理、处理、解释和应用过程。地质信息技术可理解为以信息科学为基础，以计算机技术为手段，以基础地质调查、矿产地质勘查和工程地质勘察等的信息获取、管理、处理、解释和应用为内容，以实现地质资源、地质环境和地质灾害勘查和管理信息化为目标的知识、经验、措施和技能。地质信息技术是在借鉴和引进遥感技术、数据库技术、计算机辅助设计技术和地理信息系统技术的基础上发展起来的。随着各种信息技术的引进和应用，地质信息技术体系初步形成，地质信息科学已经初露端倪。“地质信息科学”是基础地质学、矿产地质学、环境地质学、工程地质学、矿产勘查学、数学地质学、地球物理学、地球化学与一般信息科学、地理信息科学、计算机应用等多学科交叉融合的边缘科学。它将与地理信息科学、大气信息科学、水文信息科学、海洋信息科学一起，支持地球信息科学的形成与发展，进而为地质学定量化提供必要基础和可靠途径。

1.1 地质信息科学的萌芽与现状

伴随着基础地质学、矿产地质学、资源勘查学、工程勘察学、地球物理学、地球化学、地球动力学和数学地质学，以及地质学定量化和地矿勘查信息化的发展，伴随着一般信息科学（information science）、地球空间信息学（geomatics）、地球信息学（geoinformatics）和地理信息科学（geographic information science）的兴起，一门崭新的边缘学科和研究领域——地质信息科学（geological information science）正在逐步形成（吴冲龙等，2005a）。

1.1.1 地质信息科学的含义与学科地位

1. 地质信息科学的含义

地质信息科学是关于地质信息本质特征及其运动规律和应用方法的综合性学科领域，主要研究在应用计算机软硬件技术和通信网络技术对地质信息进行记录、加工、整理、存储、管理、提取、分析、处理、综合、模拟、归纳、显示、传播和应用过程中所提出的一系列理论、方法和技术问题。它既是地球信息科学的一个重要组成部分和支柱，也是地球信息科学与地质科学交叉的边缘学科。

地质信息是地质对象存在方式和运动状态的表征，是地质体和地质过程中各种特征、状态的客观显示，是人类在研究、利用和保护地质资源的活动中所揭示并获取的，也是人和地质体之间在相互作用过程中交换的内容。地质信息有时表现为物质形态，有时表现为非物质形态，既反映了地质体和地质现象的特征及其之间的相互联系和相互作用。

用,又反映了岩石圈(含地壳)和上地幔运动,以及地质作用中的各种差异及规律。可以认为,地质信息在将地质体和地质现象的性质、特征及其形成、分布、演化规律转化为人类意识的过程中,以及人类社会与自然界的相互联系、相互作用和协调发展过程中,始终起着中介作用。可靠而健全的地质信息,可以消除人类对自身与地质资源、地质环境的协调关系和社会可持续发展问题认识的不确定性——导致由人类与自然界所组成的人-地系统的有序性增加,即信息负熵增加(信息熵减少)。当然,失真而且残缺的地质信息,必然增加人类对自身与地质资源、地质环境的协调关系和社会可持续发展问题认识的不确定性——导致由人类和自然界所组成的人-地系统的有序性减少,即信息负熵减少(信息熵增加)。开展地质信息科学研究和技术开发,就是为了最大限度地增加信息负熵,提高人-地系统的有序性。

地质信息的载体是地质数据,而地质数据具有多源、多类、多维、多量、多尺度、多时态和多主题特征。如何取好、管好、用好这些数据,从中获取可靠且健全的信息,并提高地质矿产(简称地矿)工作的可视化、智能化和自动化水平,以便正确、高效地认识地质体、地质现象、地质过程、地质资源和地质环境,为对其合理开发、利用和保护服务,正是地质信息科学的重要研究任务。

2. 地球信息学及相关学科

近年来,地球信息学在地质学研究、区域地质调查和矿产资源勘查中的应用,已经十分广泛并且取得了重要进展(Sinha et al., 2010a, 2010b; Keller et al., 2011)。但是,由于我们在多数情况下只是从工具的角度研究和应用地球信息学,缺乏对地质学和信息学(informatics)之间的相互渗透和融合做更深入的研究,实际上限制了一个新的边缘学科领域的形成和发展。为了使研究领域更加清晰,吸引更多的人来关注和参与,我们曾对已有的研究工作和成果进行了概括和归纳,把这个边缘学科领域定义为“地质信息科学”(吴冲龙等, 2005a)。一般地说,每一门成熟的学科都有自己的理论体系、方法论体系和技术体系。但是,地质信息科学是一个新的主题和边缘研究领域,其理论体系、方法论体系和技术体系至今还没有完全建立起来。为推动这一新兴研究领域的发展,有必要对其含义、学科地位、发展历程及其理论体系框架、方法论体系框架和技术体系框架做一些探讨和总结。

为了易于达成共识而不引起歧义,我们首先讨论在下面的论述中将要涉及的一些概念,其中包括:数据、信息、geomatics和geoinformatics。

关于数据、信息的概念,本书遵从如下认识,即数据是客观事物(包括概念)的数量、时空位置及其相互关系的抽象表示;而信息是数据的含义或约定,表示事物的存在方式和运动状态。换言之,数据是信息的载体,而信息是数据的内涵(冯秉铨, 1980; 李之棠和李汉菊, 1997)。数据可以是单个的符号、数字、字母、文字和词语,也可以是它们某种形式和规则的集合,如一个数组、一段文字、一句话、一篇文章或者是一幅图。总之,一切能为人感知的抽象表示都可以是数据。数据是一种逻辑概念,通常需要用物质载体(称为媒体)来记录和存储。一批数据可以记录在多种媒体上,同样,一种媒体也可以记录多种不同的数据。对地质体、地质现象和地质过程的数量、时空分布及