

数字区域地质调查 基本理论与技术方法

THE FUNDAMENTAL THEORETICAL FRAME AND
TECHNICAL METHODOLOGY FOR DIGITAL REGIONAL GEOLOGY SURVEY

李超岭 于庆文 著
LI CHAOLING YU QINGWEN



地质出版社

中国地质调查局《计算机辅助区域地质调查系统》
国土资源部科技司《区域地质调查新技术新方法集成示范》

项目研究经费资助

数字区域地质调查 基本理论与技术方法

李超岭 于庆文 张克信 等编著
杨东来 邱丽华 葛梦春

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书根据区域地质调查的任务和目的,对数字区域地质调查的定义和研究内容进行了阐述。并从近 20 年地质填图中计算机野外数据采集技术研究的现状和存在的问题入手,在确定地质填图空间数据表达的基础上,保证地质工作者取全取准各项地质观测数据,对构成数字区域地质调查的数字填图技术核心内容:PRB 数字填图技术、PRB 数据模型、PRB 基本过程、PRB 的基本过程组合的规则、PRB 过程的公共机制、PRB 过程基本程式、PRB 数据操作、PRB 字典、三级 PRB 体系、PRB 数据流“栈”、PRB 数据质量定量评价体系进行了论述。基于该项技术开发的数字填图系统和集 GPS 一体化野外数据采集设备已在野外填图中推广应用,实践效果很好。本书是在实践的基础上,通过对已有研究资料的进一步分析、总结而完成的。本书适合从事区域地质调查、地质科学研究、矿产勘察与勘查的地质工作者使用,也可作为大专院校地质类高年级学生和研究生参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字区域地质调查基本理论与技术方法/李超岭等编著.
-北京:地质出版社,2003.8

ISBN 7-116-03794-2

I.数… II.李… III.区域地质-地质调查 IV.P623.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 061767 号

SHUZI QUYU DIZHI DIAOCHA JIBEN LILUN YU JISHU FANGFA

责任编辑:陈 磊

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324577(编辑部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京印刷学院学习工厂

开 本:787mm×1092mm¹/₁₆

印 张:13.75 图版:2 页

字 数:345 千字

印 数:1—1000 册

版 次:2003 年 8 月北京第一版·第一次印刷

定 价:40.00 元

ISBN 7-116-03794-2/P·2363



(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

瞄准世界科技前沿
增强自主创新
能力
提高地质工作水平
服务经济社会
发展

田凤山
2003年
六月廿六日

国土资源部田凤山部长为本书题词

国土资源部区调现代化新技术新方法研讨班留影 2002.7 兰州



国土资源部副部长、中国地调局局长寿嘉华与新技术新方法研讨班代表合影



数字填图系统评审会场



数字填图系统评审野外测试现场



中国地调局第二届数字填图技术培训班



中国地调局第一届数字填图技术培训班



领导与专家在东山
数字填图试点图幅
野外现场检查



野外地质观测数据采集场景



野外地质观测数据采集场景



野外地质观测数据采集场景



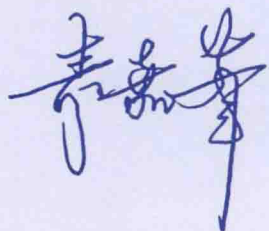
项目开发与地质人员在野外现场
讨论技术方案

序

21世纪是科学技术迅猛发展的时代，以信息技术、生物技术、新材料技术为代表的高新技术的发展迅速改变着人们传统的工作和生活方式，也有力地推动了地球科学和地质调查工作的发展。我国的地质科学研究正处在从传统地球科学向地球系统科学迅速转变的关键时期，在地质调查工作中，“3S”等高新技术的研究和运用对地球系统科学的的发展和服务水平的提高具有重要意义。

半个世纪以来，我国1:20万区域地质填图已完成了陆地面积的70%，主要是靠地质队员拿着锤子、罗盘、放大镜，一条一条地质路线走出来的。至今，在青藏高原、大兴安岭尚有几十幅1:25万空白区，另外大部分已填的1:20万图幅也需要修编和更新。面对这样繁重的任务，我们必须改变传统的区调工作方法，充分运用高新技术，以最低的成本、最快的速度获得最高质量的调查成果。值得高兴的是，现在我们已经开发出“数字地质填图系统(RGMAP)”。这套系统集成数字地形图、遥感、多种文字输入方法、图标、电子词典、人机对话等于一体，具有较高交互能力、处理能力和野外编辑能力，实现了野外数字一体化采集。虽然这套系统还不够完善，还需要在推广应用中加快软件、硬件的完善，还要制定出规范、规程等，但区调野外数据采集系统的成功推广，无疑是野外地质调查工作的一项革命。

数字地质调查是把传统工作方式转变为现代工作方式的重要体现。这本专著的出版，对中国地质调查局今后在全国全面展开的数字地质填图(计算机全程化填图)，对当前数字地质填图试点单位的技术培训，对当前试点图幅“实战”材料的实时追踪、交流、总结和提炼，对最终形成“数字地质填图技术要求”，大幅度提升地质工作的技术层次，实现地质调查主流程信息化，将会起到一定的指导作用。



前 言

区域地质调查(geological mapping,简称区调)是各国经济建设和社会可持续发展中最重要的基础工作,是衡量一个国家工业化程度的主要标尺之一。区调工作是对一定区域内的地层、岩石、岩体、构造、矿化等各种地质体和地质现象进行比较系统的观察研究,阐明区域内各地质体的基本特征及其相互关系和地质发展史,同时对区域内的自然重矿物的分布以及地球化学、地球物理场进行调查,并对矿点、矿化点和各类主要矿化异常及进行检查,圈出成矿远景区带和普查找矿有利地段,编制区域地质图、区域矿产图及其他相关图件,因此具有战略性、超前性、综合性的特性。

新中国成立以来,我国区调工作取得巨大成就,到上世纪末,我国最基本比例尺(1:20万)的区调已经覆盖国土面积的72%,并且根据全球地理基础信息的发展现状,全国中比例尺新测图幅从“九五”开始由1:20万改为1:25万,这为全面推进我国区调数字化进程提供了可能,奠定了基础。

区调工作是一项多学科高度综合的调查研究工作,信息量极大。区调野外路线的地质观测及地质填图成果,需要形成具有区域性、多维性和时序性的地学空间数据库,涉及地理、遥感、基础地质、地球物理、地球化学、矿产地质、灾害地质、工程地质、农业地质、城市地质、旅游地质、生态环境等多源信息。同时,随着我国经济建设和社会发展对区调基础数据的需求不断增长,相对单一、传统的区调工作,其服务面正在向国家急需、社会关注的国土规划、政府各部门的经济安全规划决策、重大工程建设、国防建设、农业地质、生态环境、医学地质、旅游地质等领域拓宽,这对区调工作海量的野外数据采集、成果数字化表达、数据综合处理及解译等提出了更高的要求,动态更新地学数据建立各专业和学科的地学空间数据库及其延伸的各种地学产品也已成为必然趋势。因此,野外数据采集、储存、数据处理、成图的区调全流程数字化已是当务之急,技术手段上也已具备了成熟的条件。

根据中央、部领导的具体指示,中国地质调查局在执行国家重大专项“新一轮国土资源大调查”时,于1999年部署了区调野外数据采集自动化、区调基础数据库研究和建设等一系列开拓性工作,其核心目标就是建立区调工作的空间数据模型,完成对区域的历史和现实的数据描述,实现对多源地学空间信息的空间数据采集、存储、检索、分析、表示等全过程的数据表达。要达到这一目标,首先是突破传统的野外地质调查及地质填图方法,彻底解决野外原始数据的“源头数字化”问题,在方法、质量、效率、后续工作路径上实现跨越式发展。

经过地质工作者三年多的艰苦探索,特别是在野外采集、室内数据处理等方面进行了具有创新意义的反复研究和试验,全面完成了预定的任务和目标,取得多方面的高水平科技成果。一是全面运用GIS理论与技术,创建了PRB地质调查与填图的可视化过程及其相应的数据模型,极大地改变和优化了传统的地质资料记录、存储与分析、检索与管理方式;二是研制成功了集GIS、GPS、RS于一体的野外数字采集系统,以电子笔记簿取代了传统的手写笔记簿,改变了传统地质调查繁琐的手工操作过程,实现了野外地质观察的图、文、像的数字化信息采集系统和方法,特别是在RGMAP野外数据采集器中内设GPS,从根本上解决了实时定位精度、数据采集与集成速度等难题;三是成功研制了“野外地质调查与填图掌上数据采

集系统(RGMAPGIS)”、“WINCE GPS 系统(CE GPS)”、“野外地学剖面数据采集系统(RG-SECTION)”等应用软件;四是实现了区调过程的全数字化表现形式,地对地观察、空对地观察、历史专题图与即时多源地学信息的整合与再现显得更为客观、准确,三维数字高程模型、遥感、地球物理、地球化学与野外电子手图的整合性能优越,大幅度提高了人们对区域地质观察结果的广度和深度概括能力,使单一用途的区调图件拓展为适应不同需求的多用途、多目标成果。这一成果首次实现了传统地质工作的数字化革命,引起了国内外的广泛关注。

与上述研制成果相配套的工作,是开展多幅不同地域、不同地质背景和不同比例尺的数字地质试验填图的综合研究,在此基础上编制完成《数字区域地质调查野外数据采集操作指南》,对数字区调工作的野外数据采集内容、技术方法、技术流程、精度与质量约束提出了具体要求,这是当当地学界公认的首部区调数字化工作指南,对于推进我国今后的数字化地质调查工作乃至全球区调方法技术发展具有重要的理论和实践意义。

需要指出的是,发达国家高度重视信息化在国家经济发展各领域的核心作用,各国为此每年有大量的经费投入,地学数据库是各国地质调查局连结政府、公众等多层结构的重要服务平台,一般均通过国家法律、政府法令使公司、非营利组织、社会公众分享空间数据,各国的基础地质、地理空间数据由国家地质调查机构负责收集、管理、传播,并向生产者和服务者提供服务,该工作已经成为许多国家重要的基础性社会服务项目。这就要求海量的空间数据具有统一的标准、术语、代码等,需要现代信息技术作为支撑。最近有著名专家指出,目前全球科学技术的发展大势中,信息、生物、能源和材料等四领域最应关注,其中的信息技术领域、集成电路设计与制造、操作系统、新一代移动通信、信息安全技术等的研究开发将发生质的进展。未来的信息技术的发展也必将为地质工作主流程的信息化提供了强有力的工具。从这一点而言,颁布试行《数字区域地质调查技术要求》、推进野外原始数据采集及处理工作的数字化革命,其意义不言而喻。

在本《数字区域地质调查基本理论与技术方法》付印出版之际,笔者除了充分肯定、衷心感谢作者的辛勤劳动之外,特别要向读者介绍本书作者的创新意识和奉献精神。他们是一群年轻人,他们敢于置身于新技术革命的洪流,勇于直面具有两百年历史的传统区调工作的重大变革,他们刻苦钻研,求真务实,善于借鉴,勇于创新,锐意进取,在短短的数年内完成了大量的工作,取得的成果一举达到世界前沿!

还要指出的是,实现区调工作的数字化流程固然是区调发展史中的一件具有里程碑意义的成果,但是在数据精度、运行速度、人工智能化程度、综合解译的科学性、便携式仪器的“傻瓜化”、轻便化、多功能化等方面还具有进一步发展、提高的空间,还有无数个需要解决的科学难题有待我们去攻关。从这一意义上讲,本成果只是区调工作数字化系统进一步完善、发展的一个基础,当然也是向下一个奋斗目标进军的前沿阵地。

本书资料丰富,内容翔实,理论科学,实践有据,既是一份优秀的调查研究成果,又是一份数字区调工作的实践指南,是作者贯彻落实中央领导同志指示精神、推进地质工作主流程信息化的有益探索,值得业内外感兴趣的读者一读。

张兴博

2003年6月北京

目 录

前 言	
绪 论	(1)
1 国内外区域地质调查研究概况	(4)
1.1 国外区域地质调查概况	(4)
1.2 国内区域地质调查概况	(8)
2 国内外区域地质调查中数字填图应用研究概况	(12)
2.1 野外数据采集设备发展概况	(12)
2.2 国外区域地质调查中数字填图开展概况	(14)
2.3 国内前人与数字填图相关内容的研究概况	(22)
2.4 我国地质调查主流程信息化研究现状	(24)
2.5 数字填图技术发展趋势	(25)
3 数字填图技术理论基础	(27)
3.1 数字填图技术主要研究内容	(27)
3.2 区域地质调查空间数据类型及其关系	(29)
3.3 区域地质调查空间数据模型及其数据表达	(31)
3.4 区域地质调查空间数据组织原则	(36)
4 PRB 数字填图理论与技术方法	(42)
4.1 传统区域地质观测与调查过程简述	(42)
4.2 野外路线地质观测与调查数字 PRB 过程定义	(49)
4.3 区域地质调查与填图的三级数字 PRB 过程划分	(57)
4.4 区域地质调查与填图的 PRB 数据质量定量评价模型	(59)
4.5 PRB 过程数据流“栈”模型	(60)
4.6 区域地质调查与填图的数字 PRB 过程系统概念模型	(61)
5 PRB 数据模型	(66)
5.1 区域地质调查野外数据采集数据模型	(66)
5.2 数字区域地质调查要素数据集与要素类划分	(70)
5.3 野外 PRB 数据模型	(72)
5.4 野外实测地质剖面数据模型	(85)
5.5 地质图数据模型	(92)
6 PRB 数字填图技术与方法实现	(97)
6.1 PRB 数字填图系统模型管理视图	(98)
6.2 PRB 数字填图系统实现的静态建模	(105)
6.3 PRB 数字填图系统实现的动态建模	(112)
6.4 数字图案线岩石花纹库生成技术	(119)

7 PRB 数字填图技术与方法应用实例	(125)
7.1 实验图幅概况	(125)
7.2 野外数据采集器实验概况	(125)
7.3 PRB 野外数据采集实验实例	(126)
7.4 PRB 数据综合处理实验实例	(133)
7.5 PRB 数据输出	(140)
7.6 PRB 最终成果表现形式	(141)
7.7 数字剖面数据采集与处理实验实例	(144)
致谢	(147)
参考文献	(149)
附录一 数字填图系统操作说明	(151)
附录二 数字剖面系统操作说明	(191)

CONTENTS

Preface

Introduction	(1)
1 General situation of domestic and foreign regional geological survey	(4)
1.1 Outline of foreign regional geological survey	(4)
1.2 Outline of domestic geological survey	(8)
2 Current situation of digital mapping application in domestic and foreign regional geological survey	(12)
2.1 Outline of development of field data capture device	(12)
2.2 Outline of digital mapping in foreign regional geological survey	(14)
2.3 Outline of digital mapping in domestic regional geological survey	(22)
2.4 Development trend of digital mapping techniques	(24)
2.5 Summary of searching creation report	(25)
3 Theory bases of digital mapping techniques	(27)
3.1 Major research content of digital mapping techniques	(27)
3.2 Spatial data types of regional geological survey and their relationships	(29)
3.3 Spatial data model and data expression in regional geological survey	(31)
3.4 Organizing principle of spatial data in regional geological survey	(36)
4 Theory and techniques of PRB digital mapping	(42)
4.1 Geological observations in the field rout and survey process	(42)
4.2 Geological observations in field routing and PRB process definition in geological survey	(49)
4.3 Three classes PRB process classification of observations and surveys in field routing	(57)
4.4 Model of quality evaluation on PRB data in regional geological survey and mapping	(59)
4.5 Data flow stack model of PRB process	(60)
4.6 Conception model of PRB system of PRB process in regional geological survey and mapping	(61)
5 PRB data model	(66)
5.1 Data model of field data capture in regional geological survey	(66)
5.2 Feature datasets and Feature classes on field data capture in digital mapping	(70)
5.3 Field PRB data model	(72)
5.4 Data model of data capture base on sections	(85)
5.5 Geological Map data model	(92)
6 Implementation of PRB digital mapping techniques and methods	(97)
6.1 Model management view of PRB digital mapping system	(98)

6.2	Static modeling of PRB digital mapping system realization	(105)
6.3	Dynamic modeling of PRB digital mapping system realization	(112)
6.4	Forming techniques of digital design-rock symbols library	(119)
7	Example of PRB digital mapping techniques and methods	(125)
7.1	Outline of experimental sheets	(125)
7.2	Outline of experiment for field data capture devices	(125)
7.3	Example of experiment for field data capture	(126)
7.4	Example of integrated processing of PRB data	(133)
7.5	PRB data output	(140)
7.6	Expression form of final achievements on PRB	(141)
7.7	Example of data capture on digital sections	(144)
	Acknowledgement	(147)
	References	(149)
	Appendix I Manual for digital mapping system manipulation	(151)
	Appendix II Manual for digital section system manipulation	(191)

绪 论

区域地质调查的野外地学空间数据与属性的获取——数字地质填图技术是当前国内外地学界研究的热点和难点。全面、准确、快捷地采集野外第一手资料,是地质调查任务完成的基础。以往的野外地质填图数据采集技术已经不能适应当前地质工作现代化的要求。开展地质填图数据采集与制图技术研究,以实现地质调查数据获取全过程的信息化,是世界技术先进国家地质填图工作的普遍趋势。

传统的区域地质调查,是通过连续的野外地质路线观测和观察,把获得的第一手基础资料记录在纸介质的记录簿和工作手图上。其数据采集的内容包括空间定位信息、涉及多个专业的大量文字描述信息以及表示地质现象空间形态的点、线、面空间信息,所涉及的信息种类多、内容复杂、信息量大。由于野外地质数据采集的信息化难度大,导致区域地质调查工作的数据采集一直采用野外记录簿手写记录的工作方式。野外地质数据和信息基本上还处于分散的、非动态的管理现状,远远不能满足市场经济发展与社会广泛需求的多元性、科学性与迫切性,也极大地制约实现地质调查工作主流程的信息化。这种传统的方法越来越不适应当今信息时代的要求,极大地影响了地学数据采集的效率和精度。毫无疑问,野外地学数据的采集理论与技术方法的研究,已成为实现地学数据获取全过程信息化迫切需要解决的问题。它是构建地学数据栅格和服务栅格的重要基础。

目前,解决区域地质调查和资源调查全过程信息化的技术问题在发达的国家已全面展开研究。这种信息化并不是仅仅将传统工作流程简单的实现信息化;而是采用数据库技术管理地质调查成果,并根据区域地层、构造、岩石、矿产、地球物理、地球化学等属性对地质图中的信息进行灵活检索,还可根据用户需求派生出各种不同的应用图件。地质图不仅只是一张复杂的,面向专业地质人员的专业图件,而且是面向多学科、多用户的多用途的空间数据库。这是对传统地质填图的重大变革。

1999年开始,中国地质调查局和国土资源部国际合作与科技司开展相关研究项目,进行了数字填图技术的研究、试验和实验。已开展和正在进行的研究项目如下:

“计算机辅助地质填图系统”的项目研究(1999~2001年);

“区调新技术新方法集成示范”(2000~2002年);

“数字填图野外数据采集工作指南”的项目研究(2000年);

“数字地质调查野外数据采集系统(续项)研究”(2001年);

“数字地质填图技术规范的研究”(2002~2003年)

“数字地质填图过程多源数据整合和成果表达方式研究”(2002~2004年);

已开展和正在进行的试验图幅如下:

“青海阿拉克湖幅 1:25 万区域地质调查数字填图(1:10 万阿拉克湖、巴隆幅)实验”(2000~2002年);

“福建东山、官前幅(火山岩和变质岩区)1:5 万数字填图实验”(2001~2003年);

“湖北崇阳、汀泗桥幅(沉积岩区)1:5 万数字填图实验”(2001~2003年);

“青海民和县幅(青藏高原与黄土高原结合部)1:25 万数字填图实验”(2002~2004年);

“黑龙江阿荣旗幅(浅覆盖及森林分布区)1:25 万数字填图实验”(2002~2004年);

“广西玉林幅(花岗岩及大比例尺填图研究程度较高地区)1:25万数字填图实验”(2002~2004年)。

目前,研制开发的计算机野外辅助填图系统中的野外数据采集器与GPS集成已初步成型,它使野外数据采集的空间定位及数据采集方法发生了根本性变化,填补我国资源信息现场数字采集技术的空白。传统的笔记簿、手图被具有显示和漫游研究区地理底图、地质草图、正射影像图、遥感影像图等基础信息背景、具有GPS导航路线显示及定点图形编辑功能的电子笔记簿取代;历史专题图层和现势图层整合再现,以及具有可视化野外采样、素描、产状、照片、野外实测剖面数据、素描等多源空间数据的获取、存储与管理的功能和采用结构化数据库与非结构化地质观察现象文本数据库相结合的特点,辅以PRB字典库,为地质学家野外调查提供了多方位技术支撑。

经过试点图幅配合研究,填图手段发生了重大改变,建立了地质调查与填图信息数字化采集技术流程、基于GIS理论与应用技术建立了数字填图野外数据采集系统。找到了地质调查与填图野外数据获取技术核心,即建立了PRB数字填图过程及其相应的数据模型。第一次把野外路线观测的过程实现了精确的数字化描述;同时,基于数字填图技术,建立了地质调查与填图信息数字化采集技术流程、基于GIS理论与应用技术建立了数字填图野外数据采集系统。它改变了野外数据采集方法,提高了精度,开创了区域地质调查全过程的数字化地质填图时代。

PRB数字填图过程实质是将常规的地质点(POINT)作为“实体点”、分段路线(ROUTING)为“网链”、点和点间界线(BOUNDARY)为“全链或几何拓扑环”的数据模型和组织方式,对野外观测的对象及其过程的描述进行定义、分类、聚合和归纳,分层并结构化存储在空间数据库中。其特点为:每个过程的空间位置数据库解决了地质制图问题;每个过程的结构化数据库解决了调查内容结构的规范化;每个过程的非结构化数据,即自由文本拓展了思维空间,既满足计算机处理的需要,又保证地质人员取全所观测数据和参数,及地质体等相互关系、研究内容的描述。其不但满足常规的野外工作方法,还能将野外调查中采集到的各种复杂地质数据,使其数字化、标准化和规范化编绘出数字实际材料图、编稿地质图等。这种集GPS、GIS、RS技术为一体的野外数据采集系统大大简化传统手工繁琐制作过程,野外观测的各种数据无须数据交换直接形成野外实际材料图。地质点、产状、样品、素描、化石、地质界线等的空间位置和属性数据按规范要求直接成图和建库。减少从手图到野外实际材料图的搬绘和整理过程;采用PRB数据操作技术,可检索(从空间到属性或从属性到空间)任一地质点、路线、各类采样数据并可同时打开多个野外记录簿,大大加快了野外资料整理和图件编制的时间,并最终建立了野外原始基础地质数据库和最终成果数据库及输出了相应地质等各类专题图件。

该数据采集系统,由于具有GIS多种空间数据的处理和分析能力,为地质工作提供了对地理、地质、土地、地球物理、地球化学、环境、灾害以及遥感等多源资源信息进行集成管理、综合分析解释以及成果表达的有力工具。可以预测,该项成果的应用不仅将遍及国土资源工作各个领域的数据采集、处理、管理、成果输出等全过程,而且将深入到解决跨学科、跨领域的信息共享、集成等问题。这就需开展两个方面研究:一是解决现存数据的利用;二是保证新积累的数据能够遵循相对统一的标准。目的是解决数据集成、共享和个性化的社会化服务等问题。

该数据采集系统与试点图幅配合实验研究集 GIS、GPS、RS 技术为一体,以 GIS、GPS、RS 技术与手持计算机为一体的野外数据采集器为主体的新五件(手持计算机、GPS、数码相机,数码录音笔、数码摄像机)向世人展示了 21 世纪我国数字化地质队员的新形象;改变了传统的工作效率和劳动强度,实现了区域地质调查全过程中 3S 集成的地对地、空对地观察、历史专题图与现势的多源地学信息的整合与再现;改变了传统的地质成果表现形式,创建了 PRB 数字地质填图的可视化过程及其相应的数据模型,可快速、准确编绘出新一代的数字化实际材料图、编稿地质图及地质图。实现了数字地质填图成果的全程数字化。

本专著是笔者在上述研究项目和图幅数字地质填图实验的基础上进行编写的。主要执笔人是李超岭、于庆文、张克信、杨东来、邱丽华和葛梦春,其中绪论由李超岭执笔;第 1 章国内外区域地质调查研究概况由于庆文执笔;第 2 章国内外区域地质调查中数字填图应用概况由李超岭执笔;第 3 章数字填图技术理论基础由李超岭执笔;第 4 章 PRB 数字填图理论与技术方法由李超岭、张克信、于庆文执笔;第 5 章 PRB 数据模型由李超岭、邱丽华执笔;第 6 章 PRB 数字填图技术与方法实现由李超岭执笔;第 7 章 PRB 数字填图技术与方法应用实例由邱丽华、杨东来、葛梦春、李超岭执笔;附录数字填图系统操作说明由邱丽华、李超岭执笔;全文由李超岭和于庆文统稿。参加本项研究和试点图幅工作的骨干人员还有陈斯盾、朱云海、张智勇、孙广瑞、黄志强、康云骥、顾延生、揭育金、赵焕力、周开华等。

本书中的研究内容为阶段性成果,许多内容目前正在加深研究之中,书中难免存在不足和批漏,恳请读者批许指证。

1 国内外区域地质调查研究概况

区域地质调查(简称区调)是地质工作中具有战略意义的综合性基础地质工作,是一切地质工作的先行步骤,同时又是一项由国家有计划部署和实施的面向全社会、服务于国民经济建设各个领域的基础性、公益性地质工作。

区域地质调查运用地质科学理论技术,对一定区域内的地层、岩石、岩体、构造、矿化等各种地质体和地质现象进行比较系统的观察研究,阐明区域内各地质体的基本特征及其相互关系和地质发展史。区域地质调查图件,一般按照地质制图学原理分别填制成1:100万、1:50万、1:25万(1:20万)和1:5万几种比例尺区域地质图。与此同时,除对区域内的岩石分布以及地球化学、地球物理场进行调查,对矿点(矿化点)和各类主要异常进行检查,圈出成矿远景区和普查找矿有利地段外,据区域地质地貌环境特点,与地方经济发展和重大工程建设等密切结合,开展如:城市地质、农业地质、生态环境地质、灾害地质、旅游地质等项调查内容。区域地质调查所取得的资料和成果内容涉及地学的各个领域,不仅促进了地质科学理论和各种勘查工作的发展,而且也广泛为国民经济各个部门和全社会利用。

因此,区域地质调查工作的进展情况与研究程度的高低,往往是衡量一个国家地质工作和地质科学技术总体水平的标志,也是制约这个国家地下资源预测、地质工作服务于经济建设能力的重要因素。

1.1 国外区域地质调查概况

近些年来,随着地质图应用范围大大拓宽,一些发达国家中填图工作服务领域出现了许多重大变化。陆区填图,强调要从过于专业化的狭窄圈子里走出来,从填绘传统地质图向填绘多功能的通用地质图转变,使地质图占领更多的用户市场。环境地质填图日益显得重要。许多国家改变了长期主要对陆区开展不同比例尺地质填图工作的做法,领海海域也成为国家地质填图工作的重要组成部分。

进入20世纪90年代,国外地质填图普遍采用地理信息系统(GIS)、卫星全球定位系统(GPS)、遥感系统(RS)等高新技术,向填图全程计算机化与成果数字化、网络化及地质三维分析可视化方面发展。基础地质图件已呈信息量大、功能多样、服务领域广泛,用户面广的趋势。近年来,各国政府都围绕国家目标,加速地质填图改革与新一代填图革命,相继组织实施了一系列地质调查重大国家填图计划,总体发展趋势如下。

1.1.1 区域地质调查工作将沿着为国家可持续发展提供全新地质调查信息的方向发展

冷战结束以后,由于国家安全概念由战争转向国家经济安全和生态安全,国际政治、经济、科技发展战略与政策都已发生重大变化与调整。1992年世界地球首脑会议提出的可持