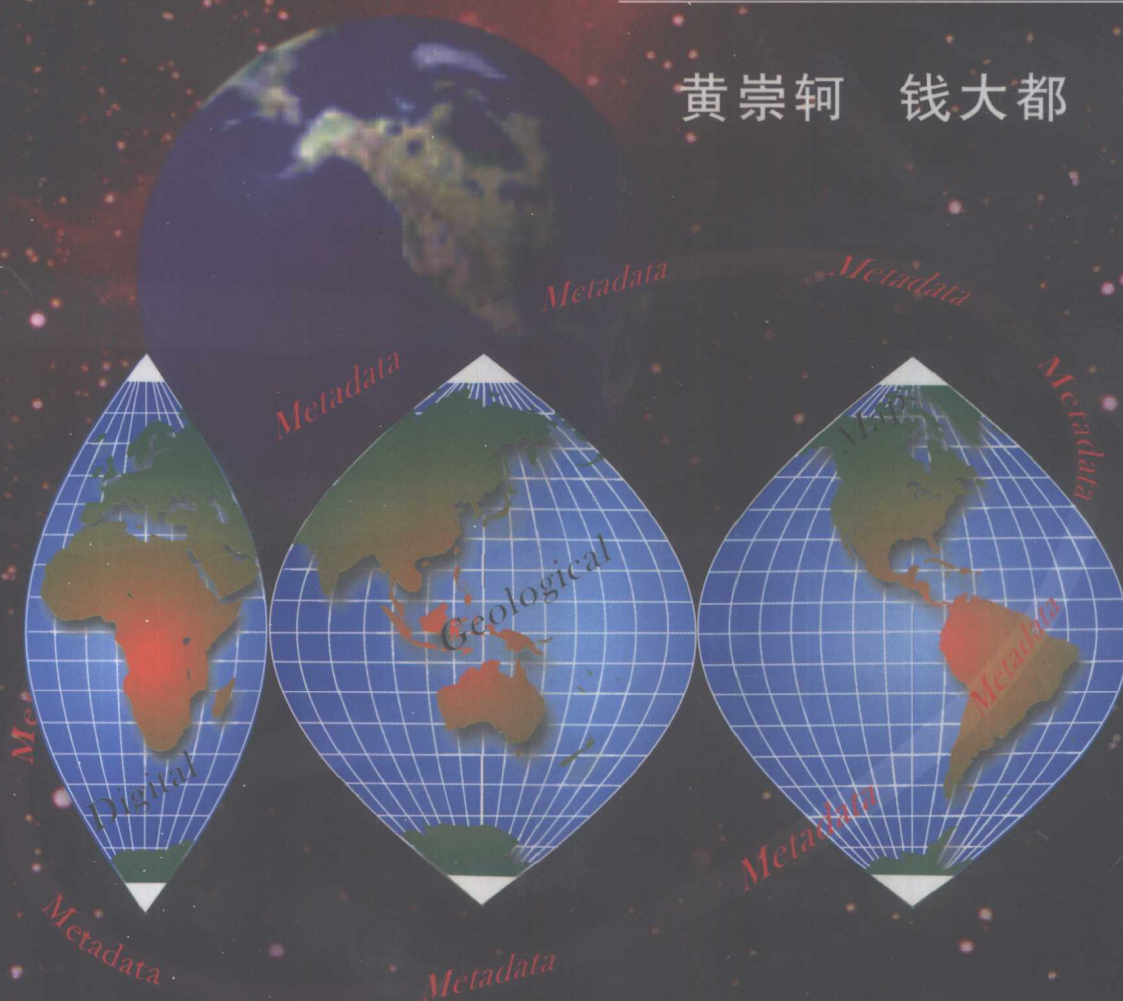


DIGITAL GEOLOGICAL MAP-SPATIAL DATABASE-METADATA

数字地质图 空间数据库 元数据

黄崇轲 钱大都 等著



地震出版社

数字地质图-空间数据库-元数据

黄崇轲 钱大都 等著

地质出版社

2001

内 容 提 要

本专著系统介绍了数字地质图空间数据库和数字地理底图数据库的基本概念、作用和意义；在 GIS 系统下数字地质图对数字地理底图数据内容的要求，数字地质图空间数据库和数字地理底图数据库所采用的技术标准、编图标准及有关技术规定；数字地质图的编制方法和空间数据库的建库要求，包括数字地质图空间数据库各类点元、面元和弧段的编码方法，数字地质图的成图方法，相邻省（区）接图处理；在地质图编图的各个环节中计算机技术的应用和有针对性地开发有关的专用软件；数据质量的检查，检索地质图所需的数据处理，编辑地质图的数据结构和内容，地质图库的使用与维护，建库工作中的难点等；关于数字地质图空间数据库元数据（Metadata）的概念，元数据类型、特点和一般内容，元数据用途及意义以及全国 29 个省、自治区、特别行政区和 4 个直辖市 1:50 万数字地质图数据库元数据。本专著内容丰富、全面，可供地质调查单位和地质科研院校及其他从事编图工作的广大科技人员参考应用。

图书在版编目（CIP）数据

数字地质图 - 空间数据库 - 元数据/黄崇轲、钱大都等著. 北京：地震出版社，2001.10

ISBN 7 - 5028 - 1903 - 7

I. 数... II. 黄... III. 地质图 - 数字化制图 IV. P285.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 037170 号

数字地质图 - 空间数据库 - 元数据

黄崇轲、钱大都、叶天竺、陈克强、何永祥、高振家、

田玉莹、邬宽廉、季晓燕、曾 澜、李浩川 等著

责任编辑：李和文

出版发行：地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编：100081

发行部：68423031 68467993

传真：68423031

门市部：68467991

传真：68467972

总编室：68462709 68423029

传真：68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销：全国各地新华书店

印刷：北京地大彩印厂印刷

版（印）次：2001 年 10 月第一版 2001 年 10 月第一次印刷

开本：889×1194 1/16

字数：1134 千字

印张：36.5 彩插：8

印数：001~700

书号：ISBN 7 - 5028 - 1903 - 7/P·1080 (2452)

定价：248.00 元

版权所有 翻印必究

序

《中华人民共和国 1:50 万数字地质图》的完成,标志着我国地质调查与制图实现了全数字化进程,从而使地质调查成果与地球物探、地球化探数据的融合成为可能;使航空、航天遥感图像数据库得以与地质图数据库综合集成。并为地球系统科学研究岩圈与其他圈层的相互作用铺平了道路。这是地质科学进入网络经济与信息社会不可缺少的基础性工作,它是一项划时代的科学成就,也是地球系统科学的革命性的进步。

近百年来,中国地质学界的先辈们,披星戴月,风餐露宿,前赴后继,竭力推进地质区测与地质普查工作,逐步填补了全国地质图上的空白。同时获取了古生物化石、标准地层剖面、地质遗产公园、钻探、测年、岩态分析等大量实测数据,从而开展有关大地构造学说、地层学与成矿机理等基础理论研究,在理论与实践相结合的指引下,参照国际地质图的统一图例系统,积极开展大陆和海洋地质制图,完成了全国 1:100 万地质图、水文地质工程地质制图、以及大部分地区的 1:50 万至 1:5 万区测地质图。李四光、黄汲清、张文佑、程裕淇、袁复礼、刘东生、王鸿祯、李廷栋、刘光鼎、丁国瑜、张宗祜、陈梦熊、刘鸿允等许多知名地质学家,都曾亲自主持编制过多种地质图,为地质制图学作出过开拓性的贡献。数字地质图工程是以地图学的形象语言,对我国地质制图学成果的又一次全面整理和系统总结。

同时,数字地质图又是一项在传统地质图基础上的知识创新工程。它是依据地理信息系统而且具备地理信息系统功能的新一代地质图。中国地质大学吴信才教授,知难而进,10 年耕耘,于 1987 年研制开发了适用于地质复杂性的“MAP-CAD”软件系统;1995 年又改进完善为“MAP-GIS”,成为风靡全国最成功的自主开发软件之一。与此同时,我国汉字注记、图例组合、制印色谱等计算机辅助排版系统也有了长足的进步。水到渠成,时机成熟,在原国家计委和原地矿部的大力支持下,《中华人民共和国 1:50 万数字地质图数据库》列入九五攻关计划并顺利完成。它是在地质背景非常复杂的中国,严格遵循国际化水平最高的地质图例系统,加上最艰难的汉字注记的中国数字地质图数据库,覆盖了全国各省、市、区和特别行政。从技术上讲,基本解决了区域地质图之间的无缝拼接和数据更新,大大缩短了地质图的生产周期,从而盘活了数字地质图的应用,有利于水文、工程、灾害与环境地质的综合利用与评估。这些制图原则和方法,也为其他各种专题地图的自动化和现代化,作出了示范。这是中华民族文化的骄傲!

更重要的科学意义是,数字地质图将成为《数字地球》的重要成员。它与数字化的气象学、气候学、海洋学、地震学、地球物理、地球化学、环境科学等科学数据库之间,可以进行数据交流与共享,进行数据挖掘与知识发现,为探讨岩石圈与气圈、水圈、生物圈与人类(智慧)圈之间的相互作用,为地球信息科学与地球系统科学,作出开拓性的新贡献。为全球区域经济重组,全球资源再分配以及全球变化研究,提供重要科学数据。

由黄崇轲等编著的《数字地质图 - 空间数据库 - 元数据》一书，即将由地震出版社出版。书中详尽地记述了有关《中华人民共和国 1:50 万地质图数据库》的设计和研制技术过程，并以 29 个省、市、区的元数据作为附录，对于从事其他地球科学的专家进一步理解这一数据库的数据程度、功能软件，更是很有价值的历史文献！

中国科学院院士



2001.5.1

前 言

本专著是在完成《中华人民共和国 1:50 万数字地质图数据库》基础上编著的。作者历经 3 年时间完成了全国 1:50 万数字地质图数据库,目前正在完成 1:250 万数字地质图数据库。专著全面阐述了数字地质图的内涵及基本特征;从基本思路到技术路线,从地质地理内容的表达到计算机技术的应用都进行了全面的总结,积累了丰富的实践经验。这是一本具有重要意义的可操作性很强的全面介绍如何应用计算机技术,编制全国中小比例尺数字地质图,并建立全国数据库的方法技术方面的专著。它为今后编制各类全国性的地质专业的中小比例尺数字地质图数据库,提供了借鉴。

自从计算机技术引进地质制图领域以来,刚开始仅仅解决了地质图的数字化问题,通过扫描仪把编制的地质图件数字化,形成电子地质图。这是最原始的数字地质图。自 90 年代以来,GIS 技术全面引进地质图制图领域,出现了地质制图领域的技术革命,实现了地质图按内容进行空间分析的功能,但是当时还仅仅局限于单个图幅或者小区域范围内的制图工作。随着 1996~1999 年作者完成的全国 1:50 万数字地质图数据库,我国首次应用 GIS 技术建立了全国统一的 1:50 万数字地质图数据库。从地质图编图过程的基本理论、方法技术和工作流程到 GIS 技术应用于数据采集、数据管理、数据输出、编辑成图等全过程,都体现了地质图编图制图领域的划时代的技术革命。

现把 1:50 万数字地质图数据库的基本情况介绍如下,便于读者更好地理解专著的内容。

20 世纪 80 年代,由原地矿部组织全国各省、市、地矿局(现地勘局的前身)在各省已经完成 1:20 万区调图幅的基础上,编制了分省的区域地质图,相应编制了各省 1:50 万~1:150 万地质图,但是没有进行省际接图工作。20 年来,新的地质理论广泛应用,新的 1:5 万和 1:20 万区调图幅大批完成,基础地质的研究和认识发生了许多重大的变化。为此急需编制一份新的可供国民经济建设和地质工作各领域应用的全国统一的中小比例尺基础地质图件。近 10 多年来,国内外在地质图的编图、制图领域应用计算机技术方面已经取得了显著的发展,为此我们不仅仅要完成一份新的全国性的 1:50 万地质图,还需要应用计算机技术建立具有空间分析功能的 1:50 万数字地质图数据库,实现地质制图领域的技术革命。在这样的历史背景下,原地矿部动员了在京各有关单位以及 28 个省、自治区地勘局以及香港特别行政区土木工程署的 300 多名技术专家,历时 3 年完成了全国 1:50 万数字地质图数据库。

下面分三方面介绍全国 1:50 万数字地质图数据库的情况:

第一方面:数据库的基本特色

1. 体现了全国最新的区域地质调查信息的 1:50 万数字地质图数据库,除应用了原有的 80 年代各省区域地质志所编的 1:50 万地质图有关的基础资料以外,补充了 2646 幅 1:5 万区调图幅的最新资料,面积约 100 万 km^2 ; 552 幅 1:20 万区调图幅的最新资料(包括修测图幅),面积约 330 万 km^2 。尤其是全部应用了 90 年代后期完成的全国岩石地层单位清理成果。此外还大量参考了 174 项科研专项的研究资料。充分反映了最新的基础地质资料。

2. 应用了先进的地质理论。

近 20 年来,我国在地质调查工作中应用了大量先进地质理论,1:50 万数字地质图数据库集中体现了全国应用先进地质理论的最新成果。

一是地层单位:按岩石地层单位表示,改变了过去按年代地层系统表示的内容。自 80 年代以来,全国在开展区调过程中已经按照新的岩石地层单位的填图方法,90 年代后期又完成了全

国岩石地层单位的清理对比工作。这次数据库建设充分反映了这方面的最新成果。按照全国 10 个地层大区、20 个地层区、78 个地层分区在已有 12800 个地层单位中经过对比分析,最后确定了 5347 个单位统一编图。

二是侵入岩:依据构造岩浆动力学新理论,反映岩浆活动的复杂演化过程和区域构造动力学特征,图面以年代加岩性以及部分花岗岩按谱系单位表示。通过对构造岩浆带划分,接触关系、结构构造、同位素年龄、岩石学、地球化学等资料对比,划分了花岗岩 1802 个谱系单位,时代加岩性单位 1780 个。

三是中深变质岩通过原岩恢复、同位素年龄对比,TTG 组合识别,PTt 轨迹筛选研究,区分了表壳岩和变质深成岩,划分了岩组和岩群。

四是在构造表示上,应用板块构造及大陆动力学理论,表示了飞来峰构造、变质核杂岩构造、蓝闪片岩带、榴辉岩、榴闪岩、蛇绿岩、蛇绿混杂岩,混杂岩等能反映构造的特殊地质体。区域断裂按性质分为:板块结合断裂带、地壳拼接断裂带、走滑断裂、逆冲推覆断裂、复合断裂等等。

3. 实现了全程应用计算机技术。

首先在编图阶段,编制了投影转换自动成图软件,1:5 万和 1:20 万原始图件转入 1:50 万坐标内,自动完成误差校正,比例尺换算、投影变换;研制了二维误差校正软件,解决缩纸及走纸误差;实现了地质人员在屏幕上直接修改、编辑形成 1:50 万地质原图。代替了过去先由地质人员编纸图,然后数字化全录入的旧办法。

其次解决了全国统一的数据采集和输入的关键技术。建立了数字地质图统一编码系统,建立数据采集标准,统一数据采集软件平台,研制统一的录入软件,建立统一的色标库、线型库、花纹库、符号库。

第三,为建立功能齐全的数据库,研制了特殊功能软件,建立数据库,研制了省界两边线元及面元的计算机自动搜索软件,解决省际间地质体连接;开发了专用质量检查软件,利用人机对话对地质内容、坐标转换,投影参数进行监控;研制计算机无缝接边智能判断软件,实现了无缝接边;研制了按逻辑分层检索软件;建立了高效功能齐全的数字地质图数据库。

第四,按用户的需求,实现了任意空间范围、任意地质内容的检索。研制了自动标示地质符号,自动生成图例智能软件,实现了大面积快速输出成图。

第二方面:数据库的基本功能

1:50 万数字地质图数据库功能高效齐全,主要有以下功能:

1. 按照任意空间范围的检索功能:可以按照 1:100 万、1:50 万、1:25 万、1:20 万、1:10 万、1:5 万 6 个中比例尺的国际分幅进行检索;按照省、地(市)、县(市)不同行政区检索;按照任意多边形范围进行检索。

2. 按照任意地质内容检索功能,可以按照所需的地质内容进行检索,也可以按照图例或图面地质体进行检索。

3. 大面积快速输出成图功能,解决了大面积多幅快速成图的关键技术。

4. 地质图内容即时修改更新和成图功能:彻底改变了过去那种必须组织技术人员几年编一代地质图的状况。新的地质资料,只要输入数据库,经过人工编辑立即可以成图。

5. 编制了中英文版元数据库,通过网络实现了 1:50 万地质图社会化共享服务。

6. 完成了 1:50 万数字地质图数据库英文版,实现了国际交流。

第三方面:实现了技术创新

1:50 万数字地质图数据库的完成,无论在应用先进地质理论方面,以及编图、制图方面,还是计算机技术方面都有重要的技术创新。

1. 应用先进地质理论, 编制 1:50 万全国数字地质图, 在下列方面属国内首创: 地层采用岩石地层单位; 侵入岩采用花岗岩谱系单位和地质年代加岩性单位; 中深变质岩划分为表壳岩和深成岩; 应用板块构造和大陆动力学理论表示构造和特殊地质体。

2. 实现全国 1:50 万数字地质图建库、编图、制图全程计算机化, 以下技术属国内外首创: 解决了不同比例尺的地质图数据录入处理和转换技术, 实现了地质专家在计算机上直接编图; 解决了数据质量监控、无缝接边等关键技术; 应用 GIS 技术建成了功能齐全的数字地质图数据库; 按任意空间范围和地质内容检索, 快速生成各种比例尺不同内容的地质图件。

3. 应用计算机编制全国地质图属国内外首创的关键技术。同时还有任意边界形状无缝接边处理技术; 地质符号自动标示技术; 自动生成图例, 编辑成图技术。

以上全面介绍了 1:50 万数字地质图数据库的基本技术内容, 为读者更好地理解专著的内容提供了参考。

本专著比较详细地总结了全国中小比例尺数字地质图数据库的技术方法以及工作程序, 不仅对编制全国性的各种专业的数字地质图数据库有重要的参考价值, 也可供教学、科研单位参考。

叶天竺

2001 年 4 月 10 日

DIGITAL GEOLOGICAL MAP-SPATIAL DATABASE-METADATA

● 责任编辑: 李和文 封面设计: 徐雁生

ISBN 7-5028-1903-7



9 787502 819033 >

ISBN 7-5028-1903-7/P · 1080
(2452) 定价: 248.00元

目 录

序

前 言

第一篇 数字地质图数据库	(1)
第一章 概述 (何永祥)	(1)
一、基本概念	(1)
二、数字地质图数据库的发展和应用	(5)
三、数字地质图数据库的作用和意义	(6)
第二章 数字地理底图 (季晓燕)	(7)
一、数字地理底图数据库的基本概念	(7)
二、数字地理底图数据库的特点	(9)
三、数字地质图对数字地理底图数据内容的要求	(10)
四、数字地理底图的编制原则	(10)
五、数字地理底图数据库所采用的技术标准	(11)
六、数字地理底图数据库的实施	(18)
第三章 数字地质图的编制 (高振家、田玉莹)	(35)
一、时代背景	(35)
二、资料使用的原则	(35)
三、编图的标准及有关技术规定 (以中国 1: 50 万数字地质图编图与建库为例)	(36)
四、各类点元、面元和弧段的编码方法	(37)
五、数字地质图的成图方法	(42)
六、相邻省 (区) 接图处理	(54)
七、数字地质图编图的检查与验收	(56)
第四章 数字地质图编图中的计算机应用 (邬宽廉)	(57)
一、采用计算机技术的必要性	(57)
二、计算机技术在地质图编图各个环节中的应用	(57)
三、开发有针对性的专用软件	(59)
第五章 数字地质图建库过程中的数据编辑工作 (钱大都)	(62)
一、数据质量的检查编辑	(62)
二、色标的编制和线型的统一	(67)
三、特殊功能的建立与实现	(69)
第六章 数字地质图的建库与管理系统 (邬宽廉)	(71)
一、地质图数据库的含义及特点	(71)
二、检索地质图所需的数据处理	(71)
三、对分片或分省 (区) 地质图数据的检查与处理	(72)
四、全国 1: 50 万地质图库系统的构成	(73)
五、地质图的数据结构和内容	(73)
六、地质图库的使用与维护	(79)
七、建库工作中的难点与创新点	(79)

参考文献	(80)
第二篇 数字地质图元数据编制方法 (陈克强)	(81)
第一章 概述	(81)
一、关于数据的几个概念	(81)
二、关于元数据 (Metadata) 的概念	(82)
三、元数据类型、特点和一般内容	(82)
四、元数据发展历史和现状	(84)
五、元数据用途及意义	(87)
第二章 数字地质图空间数据库元数据的特点与编制方法	(88)
一、地质图的特点	(88)
二、数字地质图的特点	(88)
三、数字地质图空间数据库的元数据的特点	(89)
四、数字地质图空间数据库元数据的编制方法	(89)
五、数字地质图空间数据库元数据内容	(91)
六、数字地质图的元数据编制格式中有关问题讨论	(92)
第三篇 1:50 万数字地质图数据库元数据	(98)
第一章 中华人民共和国 1:50 万数字地质图数据库元数据 (陈克强等)	(98)
第二章 1:50 万数字地质图数据库分省、区元数据	(115)
一、河北省 (北京市、天津市) 1:50 万数字地质图数据库元数据 (何永祥等)	(115)
二、山西省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (黄崇轲等)	(130)
三、内蒙古自治区 1:50 万数字地质图数据库元数据 (钱大都等)	(146)
四、辽宁省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (黄崇轲等)	(165)
五、吉林省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (黄崇轲等)	(183)
六、黑龙江省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (黄崇轲等)	(195)
七、江苏省、上海市 1:50 万数字地质图数据库元数据 (何永祥等)	(210)
八、浙江省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (钱大都等)	(224)
九、安徽省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (陈克强等)	(242)
十、江西省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (陈克强等)	(258)
十一、福建省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (钱大都等)	(272)
十二、台湾省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (钱大都等)	(287)
十三、山东省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (陈克强等)	(298)
十四、河南省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (陈克强等)	(314)
十五、湖北省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (陈克强等)	(329)
十六、湖南省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (陈克强等)	(344)
十七、广东省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (钱大都等)	(359)
十八、香港特别行政区 1:50 万数字地质图数据库元数据 (钱大都等)	(375)
十九、广西壮族自治区 1:50 万数字地质图数据库元数据 (田玉莹等)	(384)
二十、海南省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (钱大都等)	(399)
二十一、四川省、重庆市 1:50 万数字地质图数据库元数据 (田玉莹等)	(411)
二十二、贵州省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (田玉莹等)	(432)
二十三、云南省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (田玉莹等)	(445)
二十四、西藏自治区 1:50 万数字地质图数据库元数据 (田玉莹等)	(461)

二十五、陕西省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (何永祥等)	(476)
二十六、甘肃省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (高振家等)	(491)
二十七、青海省 1:50 万数字地质图数据库元数据 (高振家等)	(506)
二十八、宁夏回族自治区 1:50 万数字地质图数据库元数据 (高振家等)	(526)
二十九、新疆维吾尔自治区 1:50 万数字地质图数据库元数据 (高振家等)	(538)
第三章 中华人民共和国 1:50 万国际分幅四个直辖市数字地质图元数据	(555)
一、中华人民共和国 1:50 万数字地质图数据库 J50B001001 北京市幅元数据 (何永祥等)	(555)
二、中华人民共和国 1:50 万数字地质图数据库 J50B001002 天津市幅元数据 (何永祥等)	(559)
三、中华人民共和国 1:50 万数字地质图数据库 H51B001002 上海市幅元数据 (何永祥等)	(563)
四、中华人民共和国 1:50 万数字地质图数据库 H48B002002 重庆市幅元数据 (田玉莹等)	(567)
后 记	(571)

第一篇 数字地质图数据库

第一章 概 述

中小比例尺地质图是地质成果的重要表达形式之一,全国性的中小比例尺地质图又是一个国家地质科学研究程度和研究水平的反映。凡经济建设、国防建设、环境保护、建设规划、灾害防治、地球科学研究与教学等都离不开中小比例尺地质图件。以往制作一份合格的中比例尺地质图,需要经过测、编、绘、印等十几道工序,3年左右才能出图。图件的更新周期则要10年左右,而且所能提供的也仅仅是模拟图纸图,很难满足社会各部门的需要。随着科学技术的高速发展,经济全球化进程的加快,要求人们快速提供和更新各项基础地质资料。因此传统的常规编图方法已不能适应国家经济发展和地质工作发展的要求,特别是计算机技术和空间技术的广泛应用,以信息高速公路、“数字地球”为先导的全球信息化浪潮的到来,更使得传统的模拟地质图远远不能适应信息时代的发展和需要。为此,应用GIS技术编制数字地质图数据库就被提上了日程。地质图是专题地图中最为复杂的图种,编制和建立数字地质图空间数据库还有很多问题需要研究和探讨,为了推动GIS技术的应用和地质事业的发展,我们——中华人民共和国1:50万数字地质图数据库项目组和中华人民共和国1:250万数字地质图空间数据库项目组的成员,根据自身的经历和体会,编著了这本《数字地质图-空间数据库-元数据》专著,供业内人士和有志于此者参考。

一、基本概念

1.1 模拟地质图

按一定比例尺和图式,将一定地区内的各种地质体(如地层、岩体、矿体)及地质现象(断层、褶皱等)的分布及其相互关系,垂直投影到同一水平面上,用以反映本地区地壳表层的地质构造特征的图件,称模拟地质图,也就是传统意义上的地质图。

1.2 数字、数字化和数据、数据库

能够被计算机所理解的文字、图像、图形、声音等人类的交流媒介,都是用0和1组成的二进制数。在计算机内部,对这些媒介的表示和运算操作也是通过一系列的二进制数来进行的。所以,计算机存储和操作的数据就被称为“数字”。将图书文字、地质图图形、各种图像、声音等信息,通过输入设备转换为计算机可以接受和区别的进制数的过程,就称为信息的数字化。各种形式的信息载体经过数字化后形成的二进制数字,则称为数据。为了一定的目的,在计算机系统中以特定的结构组织、存储和应用的相关联的数据集合,称数据库。具有明显的空间特征的数据库,则称空间数据库。

1.3 数字地质图、地理信息系统与数字地球

将地质图的内容以数字形式存储在计算机的硬盘、软盘或磁带等介质上,并有地质图数据库、属性库和线型库、符号库、色标库等子图库支持的,用地理信息系统(GIS)的技术编制,具有GIS应用功能的地质图,称数字地质图。数字地质图既可以通过专用的计算机软件,对数据进行显示、读取、检索、分析,又可以与彩色喷墨绘图机相联,输出纸、布、薄膜等为载体的地质图。

数字地质图的特点是信息载负量大、可以随时更新、传输迅速方便。GIS是以采集、存储、管理、描述、分析地球表面空间和地理分布有关的数据的信息系统。GIS的功能主要有数据采集

与编辑、地理数据库管理、数字化成图、空间查询与分析等。其中空间查询与分析是 GIS 区别于数字化成图系统的关键。数字地质图数据库,只具有数据库建立、更新、查询和维护功能,缺乏空间实体的分析能力。而 GIS 则能在数据管理基础上,通过地理模型运算,产生有用的地学信息;更重要的是可以通过地理空间分析,产生常规方法难以得到的分析决策信息。数字地球则是在地理信息系统的基础上发展起来的,它的目标是要用数字化手段统一处理地球问题,最大限度地利用信息资源,普及信息技术的应用和数据共享。中华人民共和国 1:50 万数字地质图数据库,是覆盖全国的无缝隙拼接的大型数据库,标准化程度很高,数据已广泛应用,这种数据库实际上已经成为数字国土和数字地球的一个组成部分。

1.4 数字地质图的功能

数据的输入、输出是数字地质图的基本功能。数字地质图的内容可以任意形式的要素组合、拼接,形成新的地质图;可以进行任意比例尺、任意投影、任意范围的输出;可以很方便地与航天、航空遥感影像、其他电子地图和其他信息数据库进行整合、挂接显示,生成各种类别的新型专题地图;可以很方便地与不同比例尺图件及各类数字式地学图件相互对比(如现在的遥感图、航磁图、重力图等都是数字式的,欲与普通模拟地质图对比则十分困难,而且误差很大;但与数字地质图对比便既快速又准确);可以进行数学统计和数据分析,比较容易掌握图幅内所表示的地层、岩浆岩、断层、同位素、钻孔、居民地、道路等地质、地理数据;可以随时对地质图内容进行修改、补充,使地质图的更新周期大大缩短。

1.5 数字地质图与传统模拟地质图的区别

1.5.1 载体不同

模拟地质图的载体是纸、布、或可见真实大小的物体,地质内容是绘制或印制在这些载体上的。而数字地质图是存储在计算机的硬盘、软盘、或磁带等介质上的,地质内容是通过专用的计算机软件对其数字组合进行显示、读取、检索、分析或用其他载体来接受输出成图的。

1.5.2 信息量大

模拟地质图受到图面载负量的限制,内容不可能表示得很详细,否则图面就不够清晰。而数字地质图的内容全部是用数字存放的,可以分层存放,分层提取,不受图面载负量的限制,可以尽量表示更多的信息。如果要输出地质图,可以根据不同的要求,经过编辑加工后再出图,直到用户满意为止。还可以计算机屏幕显示,查询地质、地理内容,按不同用户需求提取全部或部分地质、地理数据,编制新的专题图件或综合图件。

1.5.3 出图快速、更新周期短、用途更广泛

模拟地质图受到载体的限制,只能作为工作手图、桌面用图、挂图等使用,不能派生出其他专题图件,更不能及时更新地质成果。而数字地质图既可以提供普通的纸质地质图,又可以进行 GIS 应用,根据用户的需要对地质图内容进行任意形式的要素组合、拼接,形成新的专题地图;还可以提供任意比例尺、任意投影、任意范围的地质图件;可以与其他数据扣合进行分析,或编制新的图件;可以用新的资料和新成果,随时补充更新地质图内容。此外,数字地质图还有属性库支持,可以在计算机屏幕上查询地质图上各种图形的信息,鼠标点到之处,都会显示出相关的属性,例如鼠标点在地质体上,它会显示出该地质体的名称、岩性描述等,断层也会显示出性质、长度和方向,同位素会显示出测年数据和测试方法,钻孔会显示出井深和终孔的岩层及岩性等。数字地质图还可以通过元数据上网发布信息,让用户首先在网上查询到地质数据可应用的范围,数据精度,数据的作者,数字地质图所引用的资料情况,联系人及联系单位等,以使用户能尽快得到地质图信息。

1.5.4 成图过程不同

(1) 模拟地质图的成图过程。

模拟地质图的成图过程复杂而繁琐,工序繁多,特别是印刷出版图更为复杂,其成图全过程

如图 1-1

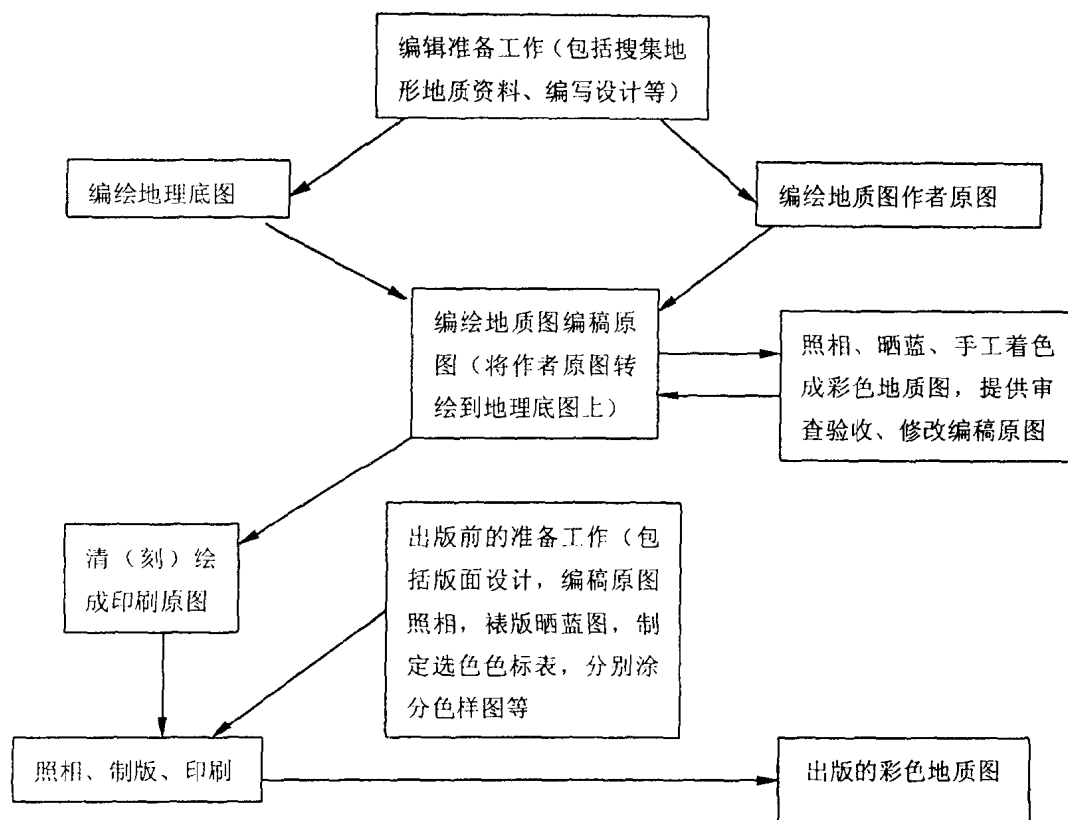


图 1-1 模拟地质图成图流程图

从图 1-1 可以看出，模拟地质图的成图过程分为：编辑准备工作、地理底图编绘、作者原图编绘、编稿原图编绘、出版前准备工作、印刷原图的清绘和地质图制版印刷 7 个阶段。

编辑准备工作是地质图编制的设计阶段，根据任务书确定编图区域、成图比例尺、图幅编排、版面尺寸、出版形式（公开还是内部）、制图方法和要求等；搜集地形图资料和地质图资料，对资料进行分析评价，确定使用原则等，编写编图设计。

地理底图编绘、地质图作者原图编绘、编稿原图的编绘，则分别由地理图制图人员和地质图制图人员承担。地理底图编绘，是根据地质图内容的需要对地形图或地理图进行制图综合；地质图作者原图编绘，是根据有关地质图编绘规范对地质图内容进行归并、综合取舍。地理底图和作者原图的内容，既要反映编图区域的地理、地质特征及地质研究程度和现有认识水平，又要符合该比例尺地质图的精度要求。编稿原图是提供最终审查验收和制作印刷原图的基础图件，它包括地形、地质、地质线划、符号、注记等全部要素在内。制作编稿原图时，首先将作者原图上的地质内容转绘到地理底图上，按有关规定分色编绘。图面整饰要符合有关图例图式的规定，各要素绘制要符合复照的要求。最后还要照相晒蓝图，按色标规定的颜色着彩色图，连同编稿原图一起提供审查验收。

出版前的准备工作，包括版面设计、印刷原图清绘、选定色标并制作色标表和分色样图等。地质图制版印刷，是通过对印刷原图的复照、制版、印刷，获得大量的地质图，以便出版发行。由于地质图的专业内容非常复杂，不同于一般地图，因此在地质图制版印刷过程中还要编图单位始终有人配合，负责处理印制过程中的问题。

一份模拟地质图从编制作者原图到出版印刷彩色图，一般需要三年左右的时间。

(2) 数字地质图的成图过程。

数字地质图的成图过程，要比模拟地质图简易得多，从制作编稿原图开始，就可以在计算机上处理，省去了很多手工转绘、清绘、着色等复杂的工作量；也省去了很多照相、晒蓝、制版等工序，大部分工作都由计算机完成，成图过程见图 1-2。

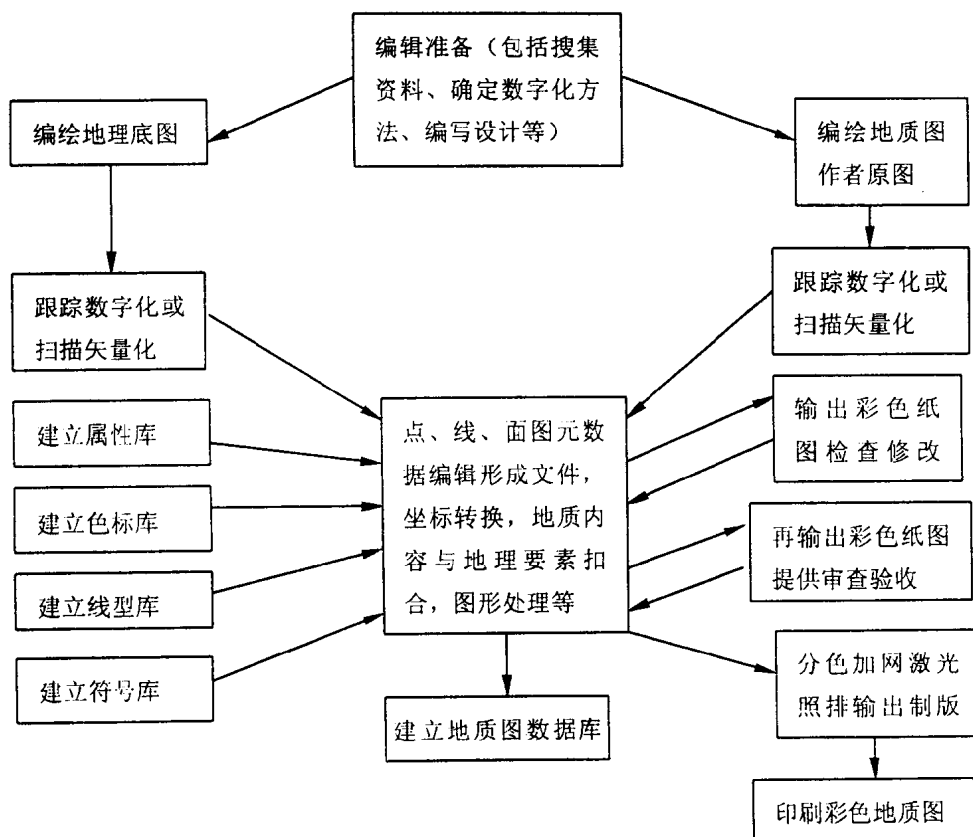


图 1-2 数字地质图成图过程

从图 1-2 可以看出数字地质图从地理底图和作者原图开始数字化，编绘原图、印刷原图、照相、制版等工作全部由计算机完成。数字地质图制作的过程，不仅仅在于减少工作量和劳动强度，缩短成图周期和降低成本，更重要的是它对模拟地质图而言，无疑是地质图生产制作工艺的一场革命，它把长期以来一直受到人为因素困扰和制约的难以掌握的手工技艺，变成应用计算机智能执行制图任务的操作系统，从而使地质制图技术走出了专业化的深宅大院，更加容易被广大地质工作者所掌握。编制数字地质图数据库，必须按照有关规范和标准建立线型库、符号库、色标库等，有了这些子图库的支持，地质制图工作相对而言就容易多了，而且建立这些子图库是一劳永逸的，它们可以支持各种数字地质图的编制工作。同时，数字地质图数据库，还具有自动编图的功能。经过对 MAPGIS 软件的二次开发，解决了地质图例的自动生成，地质代号的自动标识和自动寻找最佳位置进行标注等功能，极大地方便了作者或用户对地质图的编制工作。

1.6 数字地质图与电子地质图的区别

数字地质图和电子地质图都是数字化的地质图，也都是采用计算机辅助编制地质图的方法成图。两者的制图手段和成图方法基本相同，都是利用计算机技术将地质图图形数字化，从作者原图或编稿原图开始数字化输入，经过点、线、面元的编辑形成文件，可以在屏幕上显示，也可以由输出系统进行图形输出，输出纸图供直接使用，输出制版胶片供印刷。所不同的是，电子地质图是以传统的地质图制图理论为基础，侧重的是地质图的显示效果，注重图面地质要素表示的精度，强调图面结构的正确性。要求地质界线、地质符号、花纹等相互关系要正确，相对位置要准

确;同样,图名、图例及图廓外整饰等也需要在图上配置好,它的读图工具是图例和符号,而不注重非空间数据——属性的显示与连接。总之,它特别注重和强调的还是一张完整的地质图。相反,数字地质图是以地理信息系统理论为基础,侧重对数据的管理和应用,特别注重地质、地理实体的空间分布,注重属性库的作用,所有读图的地质代号和符号,都是通过属性库中的属性代码获取的。因此,数字地质图必须有强大的数据管理功能,要建立空间数据库,才能保证数字地质图的正常运行。单用计算机辅助编图方法而成的电子地质图,没有属性库的支持又没有 GIS 应用功能,就不可能做到图形任意检索,投影任意变换,图素任意组合与拼接,或者进行空间查询和分析,更不能形成新的图件等。如果不用 GIS 方法建立数字地质图数据库,用通俗的话说,实际上还是一张“死”图。但电子地质图毕竟比模拟地质图又前进了一大步,成图方法已是计算机辅助制图,可以为编制其他数字地质图件提供数字化数据资料。

二、数字地质图数据库的发展和应用

2.1 数字地质图的发展概况

20 世纪 50 年代末和 60 年代初,计算机获得广泛应用并很快被应用于空间数据的存储和处理。随后,它也成为地图信息存储和计算处理的主要装置,使地图可转换为能被计算机识别与处理的数字形式,出现了数字制图早期的雏形。70 年代,随着计算机技术的迅速发展,数字处理速度加快,内存容量加大,而且输入、输出设备比较齐全,推出了大容量直接存储设备——磁盘,为地图数据的录入、存储、检索、输出提供了强有力的手段,特别是人机对话和随机操作的应用,可以通过屏幕直接监视数字化的操作,而且制图分析结果能很快看到,又可以进行实时编辑,这就使数字制图理论和技术得到迅速发展。但由于没有好的软件工具,还只能停留在利用大型计算机进行物探数据和遥感图像的数据处理,绘制一些简单的地质剖面图、等值线图、柱状图等。80 年代,由于大规模超大规模集成电路的问世,特别是微型计算机和远程通讯传输设备的出现,为计算机的普及应用创造了条件;在系统软件方面,数据库管理系统,系统软件工具和应用软件工具均有成熟产品出现,使数字制图得到了广泛发展。我国地质制图工作部门,1983 年就开始了计算机辅助制图的考察和研究工作,少数单位引进了工作站版本的 ARCINFO 软件,编绘一些小范围比较简单的地学图件;而且开始研究建立一些专题数据库,如钻探工程数据库、物探、化探数据库等等。进入 80 年代中后期,计算机辅助编制地质图件的研究和应用开始活跃起来。1986 年中国地质大学以吴信才为首的研究小组,利用引进的 MV10000 小型计算机系统及其配套的输入输出设备进行开发,1987 年研制出了适合于复杂地图输入、编辑、输出的“彩色地图辅助编图系统(CMAPCAD-MV 机版)”。1989 年又对“MAPCAD”的设计进行改进,着手在 PC-286 微机上开发并取得成功。1992 年推出了产品化的微机版“MAPCAD”软件,完全达到了小型机上具有的各种功能,用户界面采用全汉字下拉式菜单,大大地方便了非计算机专业人员的使用。同时还完成了彩色地图编绘出版系统的研制,使图形数据通过照排机输出胶片可以印刷成图,通过彩色打印机可以输出彩色图件;在硬件方面,北京长地公司成功地开发并生产了大幅面高精度数字化仪和扫描仪,极大地推动了计算机辅助制作地质图的发展。1987~1988 年甘肃省地矿局地质科学研究所姜周等人研究了地质数据处理与自动成图系统;1989~1990 年北京计算中心俞全宏等人研究了地图制图软构件库。总之,这一时期在地质制图方面出了不少成果,为 90 年代地质图数字制图技术的发展奠定了基础。1992 年地质矿产部就将 1:5 万区域地质调查图件的数字制图,列为“八五科技攻关计划(85-010-17-01-02-1)”,1994 年又将“计算机辅助编制 1:5 万地质图工艺流程的实验研究”,列入 85-010-17-05 攻关计划,经过 3 年的研究和实验,形成了一套 1:5 万地质图计算机辅助制图和彩色印刷出版的工艺流程,并很快就在地矿部系统组织推广。1995 年,中国地质大学在 MAPCAD 的基础上,又推出了 MAPGIS 产品,为研制数字地质图数据库创造了条件。1996 年由地矿部提出立项,国家计委将“中华人民共和国 1:50 万数字地质图数据库”的编制,列入 1997~1999 年国家计划(1997 年地矿部也将其列入了“九五”科技