

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 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续发展战略,对全球社会经济与科技发展走向产生了重大的导向性影响;以信息与知识经济为标志的新产业革命使冷战后的经济战正在演变为一场科技战。上述社会经济的新变化要求地质调查工作为保证社会持续发展提供全新的地质调查信息和新的研究领域。在这样的国际大背景下,各国地质调查所都在制定新的发展战略,重新确立或调整今后的发展方向和工作重点。虽然各国的发展战略研究有所不同,但是,各国制定的新的发展战略的基点都把发展区域地质调查作为国家经济持续发展的基础和增强综合国力的关键;试图通过新的战略使 21 世纪从不可持续增长转向可持续发展的世纪,以可持续的方式调查和负责管理其自然环境和天然资源。欧、美等一些发达国家通过法律法规和政令的形式规定了不同类型、不同比例尺地质填图工作的目标、任务和拨款方式,以保证地质填图工作的顺利进行。旨在扩大

和更新地质图,提高和改善区域填图覆盖水平,为资源评价、开发和环境保护提供地质资料,促使地质填图协调发展。充分发挥区域地质调查在国土综合利用、整治及生态系统管理过程中的作用,从强调资源特别是矿产资源的填图,转向强调环境和可持续发展问题的综合生态系统填图。总的趋势是更加面向社会需求,服务领域扩大,更加强调面向大众的科学服务。侧重于长远的、战略性和基础性的地质调查研究及探索性研究。目的是使战略研究与国家填图工作更紧密结合起来,加强地质科学填图和基础数据库的工作。

2 未来社会经济需求将进一步影响区域地质调查内容和工作方向

任何科学的发展必须服从社会需要,否则就得不到发展,地质调查也不例外。随着区域地质调查任务和目标的扩大,当代区域地质调查研究的重点正从勘查和开发资源,转移到全球与区域规模的环境和社会问题上。这样,区域地质调查已成为解决人类生存环境的关键学科。与此相适应,区域地质调查从矿产时代进入社会化与环境时代,因而要求其社会功能由“矿产型”拓宽到“社会型”。在这种新的任务和新的目标面前,区域地质调查只有通过不断拓宽研究领域,对一些具科学意义,又有远景社会价值的重大基础问题进行专题科学研究,才能建立起新一代的区域地质调查知识体系,才能解决围绕当代社会发展和人类生存环境提出的种种社会的、科学的问题。

面对这种形势,世界各国地质调查所在开展国家级填图计划的同时,都积极开展了重大地质科学问题的超前研究,如美国地质调查所配合国家填图计划,积极开展了一些短期和长期的研究工作,并把两者结合起来。短期研究针对国家的紧迫问题,采用快速、创造性和灵活性的手段,解决填图中的科技问题。长期研究的目的是对基本的地球作用过程有一个更深入的理解和认识,从而可以不断为解决国家面临的一些更复杂和更困难的问题提供依据,并使科学得到发展。对地质调查和地质工作将会产生重要影响的社会经济变化主要是人口增长和城市化、环境污染和土地退化、水资源危机、能源

危机、全球变化、新材料的需求,等等。

在这些社会挑战面前,区域地质调查除要继续解决矿产资源问题外,还必须帮助解决当今社会发展所面临的许多重大问题:减轻自然和人为灾害,安全处置有毒害的放射性废物,以及为自然资源的合理利用、环境污染的综合治理、生态环境保护、国土整治、农业发展提供地质调查知识和服务。特别需要指出的是,由于人类活动对地球的影响已经达到了与自然地质作用相当的程度,人与自然关系的协调已成为人类认识地球的新的出发点。所有这一切,使区域地质调查的任务和目标都发生了变化。总的说来,其变化主要表现:不断拓宽服务领域,加强了在土地利用规划、灾害预防、生态建设和城市发展等方面的应用。

特别需要指出的是,早期的地质填图主要是以矿产找寻为目的;目前不仅其应用领域不断拓宽,许多领域都要求主要通过绘制一系列管理者和决策者易懂的图件,特别是大比例尺通用地质图,提高在土地利用规划、城市建设和环境保护等领域服务的能力。

3 广泛应用高新技术,实现地质调查全过程的信息化或数字化

随着区域地质调查领域的扩大,区域地质调查技术方法和基本手段在 21 世纪头 10 年将发生巨大的变革。例如,空间遥感技术将越来越多地应用于监测和量化地质作用过程以及与自然灾害和地质景观演化相伴随的变化;计算机技术将是模拟和认识这些作用过程 and 变化,评价人类活动对地表和近地表环境所造成影响的重要手段。

近些年最大的技术进展就是信息技术的广泛应用。由于 GIS, GPS, RS 等高新技术的广泛应用,极大地提高了区域地质调查(填图)的效率,改进了地质填图的质量,加快了地质填图的速度,使地质调查领域信息化难度最大的区域地质调查实现了全过程的信息化,建立的数字地质图数据库,从根本上改变了地质图信息的传统表达方式,为地质图信息的灵活检索、信息共享、扩大服务领域奠定了基础,并大大提高了为社会提供服务的能力。许多国家在开展新的国家地质填图计划时,还明确了应用高新技术的基本要求。

美国、加拿大、澳大利亚在实施新一代填图计划中,明确要在信息采集、管理、分析、储存、成果输出等填图的各个阶段及信息服务全面采用数字

技术。美国地质调查所为此成立了数字填图委员会,组成若干工作组制定各个阶段所需的标准。到目前为止,上述国家地质填图计划都有一批项目已经完成,每个项目都建立了以 GIS 为基础的数据库。

近 10 年来,随着信息技术的迅速发展,其应用不仅已经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,而且深入到解决跨学科、跨领域的信息共享、集成等问题。尤其在资源工作领域方面,所使用的计算机从仪器设备的内置单片机、掌上计算机、PC 机、工作站、巨型机等无所不包,现在在集成管理空间与属性数据的大型数据库技术、高速并行处理技术、图示技术、大容量存储技术、可视化与虚拟现实技术、计算机模拟技术、网络通讯技术、人工智能技术(专家系统、语音与手写识别)、电子出版技术等已广泛应用于资源工作的全过程,即信息采集、处理、管理与服务等全过程。

3.1 地学数据(库)模型发展特点

1) 改变以往数据模型的研究立足于建立单个数据库或面向项目研究的数据模型。研究正在向建立专题或领域数据模型或扩展到对整个地学数据库群的研究,从而实现地学数据资源的高度共享。

2) 地质数据的最显著特点就是空间性,因而 GIS 技术是地质数据处理的核心技术。当前 GIS 技术的瓶颈之一就是如何解决海量空间数据管理问题,因为对于地质行业级的 GIS 系统,其数据量极其巨大,一般都在几十至几百 GB 级。传统的基于文件的管理方式显然不能处理这些问题,而利用面向对象的大型数据库(如 Oracle, SQL Server)技术则能够有效地解决这一问题。在面向对象的空间数据库中,海量地图数据的使用变得更加简单:只需建立单一图层,不必再进行分幅处理。如果用户原来的数据源是分幅的,可将其全部存储到一个图层中,数据库将自动对其进行拼接和索引处理,即可形成一个完整的图层。在应用时,客户端只需极少量的编程(实际上只是指定数据源),就可实现对数据库里数据的动态显示。数据库会根据当前地图客户端的显示视野,自动将此范围内的图形检索出来,并送到客户端显示。因此,即使服务器端的数据是 GB 级的,在客户端的数据量却仅是几十到上百 KB,大大减轻了客户端系统的配置需求,并减轻了网络流量。所以,利用面向对象的数据库技术,可建立一种真正的 Client/Server 结构的空间信息系统,这不仅可以解决海量数据的存储与管理等

问题,也解决了多用户编辑、数据完整性、数据安全机制等许多问题,将给 GIS 的应用、地质调查数据社会化服务带来更广阔的前景。

3) 数据库管理向集中化发展,从单个数据库到专业数据库再到数据仓库,总体数据量直线攀升,数据库系统的功能也从早期的数据存储、查询到联机事务处理,再到数据挖掘,从单纯的数据库发展到与之相关的模型库、知识库的集成。数据库将焦点瞄准在建设更快、更庞大的系统。在 Internet 飞速发展的今天,情况正在发生着根本性的变化。数据库一方面向集中化、大型化方向发展,但应用却在向着分散化、小型化的方向延伸。对于越来越多的移动办公人员,他们需要随时查询和更新数据库,而他们所需要操作的一般并不是数据库的全部,而往往只是与之紧密相关的极少量数据,但这极少量的数据必须与中心数据库同步更新。这方面的应用将越来越多。

4) 数据库管理在集中化发展成熟的基础上,数据库技术将从集中走向分散。

3.2 到 20 世纪 90 年代,世界发达国家在地学工作各个领域都建立了基础数据库

据不完全统计,美国、加拿大与澳大利亚地质调查所建立的主要类型的地质调查数据库包括:①文献资料数据库;②各种比例尺的基础地理信息数据库,包括数字高程模型、地形数据库、数字正射影像图数据库、全国地理名称信息系统等;③地质图数据库、地质名称数据库、钻孔数据库、放射性年代数据库、岩石分析数据库、古生物数据库、海洋地质数据库、国家数字地图集等基础地质数据库;④矿产资源数据库包括分布在全国范围的固体矿产、石油等矿床、矿点数据和油田数据库;⑤水文钻孔数据库、水资源数据库、水质数据库及水监测数据库;⑥地籍数据库及土地利用、土地覆盖数据库;⑦地震、滑坡、崩塌等环境与地质灾害数据库;⑧航磁、重力、人工地震等地球物理数据库;⑨包括全岩地球化学、水系沉积、勘探地球化学等地球化学数据库;⑩航片与卫星影像数据库等。

3.3 注重区域地质调查工作全过程的信息化

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国家已全面展开研究。这种信息化并不仅仅是将传统工作流程简单的实现信息化;而是在采用数据库技术管理地质调查的成果,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。地质图不再

只是一张复杂的,除专业地质人员外,别人很难看懂的专业图件。这是对传统地质填图的重大变革。

现在美、加、澳实施的第二代地质填图计划中,都明确提出要在填图的各个阶段及信息服务全面采用数字技术。到目前为止,上述填图计划都有一批项目已经完成。每个项目都建立了基于 GIS 的数据库。

上述国家第二代填图计划的实施过程具有以下特点。①为地质调查全过程信息化组织制定一系列标准,如:地质调查数据模型标准、空间定位标准、野外数据采集标准、数字地质图数据库标准、数字地质图出版标准及无数据标准等;②探索野外数据采集的计算机化问题,直到 2002 年,国外大多地学专家才普遍认为,野外数据采集设备技术的发展,将导致地学及其相关领域的数据采集革命;③采用 GIS 技术完成室内资料整理、分析及图件的编辑;④提供 2 种输出:建立数字地质图数据库与硬拷贝地质图;⑤建立了适应新技术的完整工作流程。

3.4 掌上计算机和 GPS 技术逐渐广泛地应用于野外数据采集

国外在 20 世纪 80 年代中期就开始研究野外地质数据采集的计算机技术。从编码表格到编码与自由文本混合式描述,从格式化的记录簿发展到野外电子记录簿,建立原码资料数据库。野外数据采集的硬件设备从无(用笔填写编码表格,从室内输入计算机建立数据库)到便携式计算机至掌上计算机,并应用在地质填图的实际工作中。现在,掌上计算机的重量更轻、功能更强,手写体识别软件已可集成其中,它使地质人员从敲击键盘中解脱出来,很适于野外工作。随着计算机技术的发展,完全符合野外数据采集的设备(电源,与 GPS 集成一体化,可在阳光下阅读屏幕等技术指标)和操作系统会越来越成熟,轻便、实用的野外数据采集设备将会像罗盘、放大镜和地质锤一样成为野外工作必备的随身工具。

3.5 空间信息栅格技术正在成为地质调查信息服务与信息获取的重要基础设施

空间信息栅格(Spatial Information Grid)技术,是一种能够聚集网络上的各种信息获取设备、计算机、高性能服务器、海量数据存储和处理系统、应用模拟系统、仪器设备、虚拟现实系统等广泛分布的各种资源,进行大规模数据和信息处理、面向应用提供信息处理服务的通用底层基础支撑结构。通过对区调空间信息源的数据、信息和知识进行有效

的描述、组织、管理、处理、交换、检索及分发,将地理上分布的空间信息获取系统、数据传输系统、分布的空间数据集合、高性能服务器系统、传感器、仪器设备、大型存储系统、GIS 系统等资源融为一体,利用各种通信与网络基础设施,组成一个虚拟的大型分布空间数据信息获取、汇集、存储、分发、管理和高性能分析处理平台。空间信息栅格的建立将为各类空间信息用户对区域地质调查的空间数据进行信息共享、访问、复杂分析和处理

提供技术支持,为空间信息应用提供一个强大的空间数据管理和信息处理基础设施,确保来自任何空间信息源的信息经过处理,能在任何时候发送给在任何地点有任何需求而且有相应权限的空间信息用户。空间信息栅格多层次的信息处理和服务能力,将为基础地质调查用户随时随地应用空间信息提供强大的空间数据管理和信息处理服务。

摘自《数字区域地质调查基本理论与技术方法》

国内区域地质调查概况

建国以来,我国区域地质调查工作成绩显著,为国民经济建设和社会发展提供了大量基础地质资料。全国 1:100 万区域地质调查在 1980 年底已基本完成;1990 年底,除内蒙古、青海和西藏以外,全国各省(区)均完成了 1:20 万区域地质调查,共完成陆地面积 691 万 km^2 。1986 年至今,配合全国区域地质调查,相继开展了一系列专题科研和基础地质研究系统工程及高新技术应用研究;制定了一系列全国地矿行业标准。开展了区调填图新技术与新方法研究,区调填图方法出现重大变革,推动了我国区调的科技进步。这些对阐明有关地球科学问题,起到了重点突破的作用。1996—2002 年已安排 1:25 万区域地质调查面积 256.9 万 km^2 ;截止到 2002 年底,可完成 1:5 万区域地质调查面积 179 万 km^2 。

目前,所开展的 1:25 万区域地质调查突出综合性,1:5 万区域地质调查突出针对性,从而体现我国地域优势与特色。调查重点:针对青藏高原及周缘地区和大兴安岭地区 1:20 万区域地质调查空白区开展 1:25 万区域地质调查,对大部分已完成的 1:20 万区域地质调查图幅围绕解决若干重大的或国内外关注的基础地质问题,结合地方经济发展等进行修测,对 20 世纪五六十年代地质成果已老化的图幅,进行 1:25 万实测更新。其调查内容和工作重点体现在以下几方面。

1 区域地质调查应面向国民经济建设和为社会进步服务

在科学技术日新月异、国际竞争日趋激烈的今天,总结我们以往的工作经验,并在充分了解和把握国际国土资源调查研究的现状和趋势的基础上,

提出新的部署或发展战略,使我国国土资源大调查真正做到既能满足国民经济建设对国土资源日益高涨的需求,又有所创新和发展。其具体体现如下。

1) 围绕国家重大目标和社会重大需求,明确重大科学问题,紧扣国家经济战略布局,突出区域特色,选择有关区域的关键地区,进行国土资源区域综合调查研究。调查的主要内容按自然区域综合部署,主体工作按与大地构造域直接相关并与国家社会经济发展宏观规划的区域划分相吻合的自然区域进行综合部署,在每一区域内以具有突出意义的国家经济和社会发展的需要及其相关的重大科学问题为国土资源调查主题,突出各区域的特色,解决区域的突出问题。发挥区域地质调查的优势,整体提高我国国土资源研究水平,为资源预测评价、国土规划整治、环境预测治理、重大工程项目选址、地质灾害预警预报等提供更有利、更科学的基础性支撑能力,为发展地质科学、实现理论创新做出贡献。

2) 把解决各地区长期存在的区域地质问题与国际地学前缘的一些重大科学问题相结合。在对若干国际科学前沿领域有计划地组织研究的同时,瞄准重要区带,抓住那些具全球性意义的,能促进区域经济、社会发展的重大科学问题,并把区域性和全球性统一起来,把区域研究置于地球科学整体发展框架中,组织专项研究计划,采用矩阵管理,集中多种资源,广泛开展国际合作,开展多学科综合性研究,通过今后的工作部署,不但解决一些地区长期存在的基础地质问题,提高我国区域地质研究程度和总体水平,同时满足国家近期、中期和长远发展目标的要求。

3) 要以战略性综合调查研究与常规填图相结合的基本工作方法,围绕国家急需,选择重点区

带。分级序有步骤有重点地进行,尽快提交高水平、客观、正确、全面的成果。把解决关键基础地质问题与满足国家经济发展的需求相结合,重点围绕重大地质问题关键地区、重要经济区、重大工程区、重要成矿区等,并密切围绕国家确定的西部大开发重点,进行合理规划部署,为西部地区国土资源调查评价、规划、管理、保护和合理利用提供基础资料。

4) 强调区域地质调查与专题研究相结合、地表地质与深部地质相结合,随着工作的深入,将系统地部署多项专题研究工作。在学科交叉渗透的基础上,进而研究解决所面临的重大基础地质问题,并建立一完整的区域地质调查研究体系。

5) 围绕国家发展需求和国际地学发展趋向,注意工作部署规划的超前性。

2 努力拓宽区调服务领域,突出新形势下的新要求

区域地质调查的目标应立足于国家目标,既为国家建设、经济和社会发展规划以及可持续发展提供全方位服务。其主要任务是查明调查区的区域地质特征、矿产资源、土地资源、旅游资源等自然资源的分布,为深化调查区的基础地质研究和自然资源的开发以及大型工程和国防建设提供必要的基础资料,为国民经济和发展提供可靠的资源保障,为可持续发展做出贡献。

加快区域地质调查与国家地学基础系列图件的全面更新,为建立我国区域地质调查信息网络和社会服务系统提供依据;在区域地质调查工作的主要领域实现跨越式发展;在区域地质调查关键技术方面达到世界发达国家 20 世纪 90 年代的水平;加深对中国区域地质特征的了解和认识,解决一批重大疑难的地质问题;在一些领域提出具有国际影响的新发现、新理论和新方法,发展一批重大地学理论;理顺区域地质调查和科学研究关系,建立一支适应当代区域地质调查的高素质区域地质调查队伍。

区域地质调查今后的主要任务:

1) 扩大区域地质调查服务领域,与国民经济建设和地方经济发展密切结合,积极了解社会需求,积极进行为国民经济发展服务的探索,加强基础地质调查为国民经济服务项目的安排;因地制宜地对重要城区、工程区、沿海重要经济带进行立体地质填图和陆区—海区大陆架联合填图;加大农业

地质、旅游地质、环境地质等社会经济服务研究内容,积极拓宽区域地质调查服务领域,提交各专题研究内容成果。

2) 深化对中国区域地质的认识,为政府决策提供全新可靠的地学数据、信息和认识,通过区域地质调查和重大基础地学问题专题研究紧密结合,通过对中国重大地学问题的调查和综合创新研究,加深对中国区域地质特征的了解和认识,并从总体上做出比较满意的理论解释,形成体系,提高中国土地地质研究程度。为政府宏观决策提供全新可靠的地学数据、信息和认识;为预测评价我国矿产资源、减轻和治理地质灾害,改善人类生存提供科学依据。

3) 发展优势学科,总结我国独特的地质特征,建立和发展中国地质理论,为建立和发展中国地质理论体系进行必要的理论储备,发展优势学科。

修订填图方法指南,开展不同区区域地质调查填图方法研究。

4) 加强高新技术的应用,实现国土区域地质调查工作全程信息化、现代化和跨越式发展。与国外相比,我国区域地质调查最大差距是没有实现地质填图的全过程信息化。尤其在野外数据采集上,除了应用 GPS 定位外,还应用传统的纸介质的野外记录簿,严重地限制了地质填图过程的信息化,为此重点围绕区域地质调查技术,积极开展和推进以空间技术和信息技术为先导的高新技术的应用,加快区域地质调查的工作速度,改变区域地质调查工作方式,区域地质科学研究的思维方式。实现从野外数据采集到室内资料整理成果表达全程的信息化,与此同时,加强现代高精度的物探技术的应用,提高区域地质调查能力。

5) 逐步理顺区域地质调查与科学研究关系,建立区域地质调查与科学研究一体化体制。

6) 培养和造就一批适应新时代的区域地质调查队伍和人才。

3 区域地质调查领域应用高新技术是当务之急

虽然我国在应用高新技术方面已取得较大成绩,但总体上仍以传统技术和工作方式为主,高新技术应用的广度和深度与国内其他行业及先进国家相比明显落后,高新技术的研制开发能力比较薄弱,信息化及基础建设滞后。在新科技革命条件下,我国区域地质调查工作应充分吸收和应用空间

技术和信息技术为主导的高新技术,改造传统的工作方式,实现区域地质调查工作全程信息化、现代化和跨越式发展,以此解决与国民经济发展密切相关的重大热点和难点问题。

在地质填图技术方法方面,近些年最大的进展就是信息技术的广泛应用。由于 GIS, GPS, RS 等高新技术的广泛应用,极大地提高了地质填图的效率,改进了地质填图的质量,加快了地质填图的速度,使地质调查领域信息化难度最大的区域地质调查实现了全过程的信息化,建立的数字地质图数据库,从根本上改变了地质图信息的传统表达方式,为地质图信息的灵活检索、信息共享、扩大服务领域奠定了基础,并大大提高了为社会提供服务的能力。

从目前情况看,RS, GIS, GPS 等高新技术应用,开始对传统区域地质调查基本的方法和手段冲击,结构化的数据库、与非结构化文件系统、GIS 技术与工具及支持运行这些系统的硬软件环境(掌上机及嵌入式操作系统)给我们提供了用于在野外大量地采集露头数据的有力工具,所采集的数据还能很方便跟其他的数据集成。

以地学为基础,在地球学科理论的指导下,发挥多学科优势,应用多种技术方法,对国土资源进行综合调查评价,提高科学技术含量。在区域地质调查过程中加大物化遥和计算机辅助填图等技术方法的应用,充分体现多专业密切结合,综合解释分析的特点,提出相应的填图技术要求和方法。连续的野外地质路线观测和观察,是区域地质调查中获得翔实的第一手基础资料的最基本的方法和主要手段,以野外观察取得的资料为基础资料,实事求是地准确地观察记录野外地质现象。取全、取准野外各项原始地质资料,是区域地质调查野外数据采集主要目的之一。目前大多采用人工记录、手工编图进行区域地质调查野外数据采集。这种传统的方法越来越不适应当今信息时代的要求。极大影响填图

效率和精度,传统的方法所记录的野外数据效率低下,大多不适合于用现代数字数据分析软件包来进一步处理它们。即使把传统的记录在笔记簿上的野外描述转换成数字系统也非常耗费时间,容易产生错误。因而也直接影响快速地为社会公众提供公益性的数字区域地质信息的要求和周期。为此,开展了基于掌上机及 3S 与 4D 技术建立区域地质调查野外数据采集系统的研究势在必行。

在了解区域地质背景前提下,收集整理深部综合信息,确立利用地球物理数据对工作区进行综合地质解释的方法。解释大地构造单元及进行构造单元的划分、深浅层地质体、断裂构造、火山机构、侵入岩体、找矿远景区划及建立复杂地下构造的三维模型方法等。建立图幅及区域性多源区调空间数据库综合信息系统,以区调野外数据采集系统为主要接口,建立区调野外数据空间与属性的数据模型及其相关标准和技术规程,实现计算机辅助填图与管理,在建立以图幅为单位的样品数据库、专题数据库、剖面数据库、地质点库、数字地质图空间数据库、影像数据库的基础上,考虑各种空间分析的方法对多种不同的空间信息进行综合分析解释、解决空间实体的相互关系的技术要求,以区域为空间对象,实现多源区调信息的形成、组织、集中、保存、检索与分析,在不同 GIS 平台上建立面向多源信息管理与分析的 GIS 的区域性区调空间综合地学信息系统。以解决公诸于社会的各类公益性基础地质图件过于专业化,社会服务面局限,面向广泛用户的通用地质图及科普性地质图件不多,与人民生活息息相关的水文、环境地质,以及与国家重点基础设施建设所需的超前地质工作等严重滞后。基础地质调查明显滞后于当今社会经济发展步伐,填图内容难以满足国民经济高速发展对基础地质资料的需求等问题。

摘自《数字区域地质调查基本理论与技术方法》

我国公益性地质工作存在的主要问题

1999 年,我国地质勘查体制改革以来,地勘工作体制由计划经济体制向市场经济体制过渡,实行商业性与公益性地质工作分体运行。在改革过程中,公益性地质工作的深层次矛盾日益凸现,旧的问题没有彻底解决,新的问题层出不穷,具体表现在以下几个方面。

1 转型期的公益性地质工作体制与机制不顺

长期以来,地质工作一直在计划经济体制下运行,为国家经济发展做出了巨大的贡献。但是,这种运行方式已经不能适应新形势的需要,新的管理

体制和运行机制还在摸索过程之中。近年来,地质工作管理体制与运行机制进行了较大的改革,取得了一定的成绩,但总体来说,现有的地质工作管理体制与社会主义市场经济不相适应,具体表现:①公益性与商业性地质工作、中央与地方投资的公益性地质工作仍然在混合运行;②由于地勘单位改革不到位和缺乏完善的市场环境,商业性地质工作没有全面开展;③公益性地质工作缺乏固定的经费支持渠道,投资分散;④公益性地质工作成果没有全面实现社会化服务。

1) 中央和地方公益性地质工作的职责不清,首先,由于中央财政在公益性地质工作上“大包大揽”,影响了地方财政投资公益性地质工作的积极性。其次,在公益性地质工作的投入上,中央和地方公益性地质工作没有明确的分工,往往造成国家财政资金重复投资和浪费。

2) 公益性地质工作缺乏统一组织、统一部署,据 2001 年不完全统计,中央财政支持的国家地质工作专项经费 15~16 亿元,其中包括国土资源部调查专项中的地质大调查专项、由财政部和国土资源部共同管理的矿产资源补偿费、由财政部直接管理的地质专项资金,以及由中国地质调查局组织实施的其他国家财政专项。中央财政支持的公益性地质工作分别由上述 3 个部门组织实施,尚未实现统一组织和统一部署,致使工作重复现象严重,效率低下。

计划经济时期我国的地质工作分头进行,形成了地质矿产、石油、冶金、有色、煤炭、化工、建材、武警黄金部队等众多的地质勘查队伍。这些队伍自成体系,在为国家的经济建设做出重大贡献的同时,也给市场经济条件下开展公益性地质工作造成了很大困难,部门间的平衡造成经费的大量分散,地质工作的统一部署遇到很大困难,工作成果的共享也成为老大难问题。

3) 公益性地质工作投入缺乏长效机制,目前,中央财政对国家公益性地质工作投入所实行的项目专项管理办法,不符合地质工作运行的规律。公益性地质调查队伍缺乏经常性工作经费、基建费、装备费,缺乏经常性的更新机制,不利于地质工作的长期、稳定发展。

由于中国地质调查局直属单位存在经常性费用严重不足的状况,导致收入分配过分依赖项目经费,直接影响到公益性地质调查成果对社会公开服务的动力机制;设备陈旧、离退休人员包袱沉重、医疗费不足等影响了地质调查工作的正常运行。这

些问题,有的通过自身努力可以解决,但很多问题的解决受国家事业单位改革进程的限制,需要有一个长期改革、调整的过程。

2 公益性地质调查队伍建设和人才问题日益突出

自 1999 年我国地勘队伍属地化以来,属地化的省级公益性地质调查队伍与中国地质调查局处于这样一种特殊关系中,即二者之间是项目联系、业务指导、互不隶属、合同制约。从近年运行的实际效果来看,公益性地质工作的管理机构与主要的实施单位相分离,显露出许多体制上的弱点。由于管理方与项目实际承担方是互不隶属的甲乙关系,致使在项目选择上,部门间的竞争和平衡冲击了统筹安排,损害了公益性地质工作的事业体制;在项目管理上,体制和机制不顺加大了管理成本;在工作质量上,应付交差的心理冲淡了工作责任心和诚信,省级地质调查院成了雇佣军,难以考虑适合本地区实际的公益性地质工作,更没有人来考虑全国性的重大问题;作为地质调查的组织实施者,中国地质调查局的实际地位离国家级的地质调查研究实体越来越远。

由于我国地质工作处于体制转换时期,中国地质调查局的直属队伍是在以原地质矿产部系统的科研单位为主的事业单位基础上合并形成的,队伍规模过小,专业结构不尽合理,尤其是缺乏从事野外区域地质调查工作的人员,难以满足当前的需要。

省级公益性地质队伍建设虽然取得了重要进展,但进度参差不齐。这支队伍大多数是从各属地化地勘单位分离出来的,队伍建设受地勘单位企业化改革进程和产业结构调整等诸多因素影响。由于各地实际情况不同,有些省级地质调查机构建设已有实质性进展,但大部分没有做实,全国 2/3 的地质调查院处于非实体或半实体状态。其次,队伍管理关系复杂。隶属于地质勘查局的公益性地质调查单位,虽然可以在省局范围内配置资源,利用以前积累的资料成果、技术和人才,但实际上目前很难实现独立运行,在资料的提交、公益性成果的共享方面,只有利于地质勘查局自身的局部利益,不利于大调查成果的整体利益;真正形成独立的公益性地质调查队伍的过程较长,受地勘单位企业化进程影响较大。隶属于省级国土资源主管部门的公益性地质调查单位有一定的独立性,但也存在目前事业单位的一些共性问题,同时在成果资料、技术继承

性方面受到一定的损失。由于改革没有完全到位,属地化的地质勘查队伍一方面承担公益性地质调查任务,另一方面面临企业化的挑战,即地质勘查队伍面临事业和企业改革的双重压力,从而很难真正做到公益性地质调查成果为社会服务。其结果是,公益性地质工作与商业性地质工作虽然在投资主体上分开了,但在工作内容、队伍建设上尚未完全分开。省级公益性地质调查队伍组建现状表明,现阶段要将地质队伍完全分离成为公益性和商业性两支地质队伍,在实际操作上存在很大的困难。

从近年地质大调查实施情况来看,实际承担国家公益性地质调查工作的单位有中国地质调查局所属的 27 个直属单位、行业地质调查机构、地方地质调查机构(地质调查院)。据统计,目前每年参与公益性地质调查工作的人员约 2 万。在这 2 万人中,中国地质调查局直属单位只有 6 500 人,其中承担地质调查研究工作的仅有 3 500 人(真正从事野外工作的人更少),其余主要从事科研、技术和服务工作。中国地质调查局直属队伍承担大调查任务的人数仅占总人数的 12.5%;而各地质调查院和地质勘查的工业部门承担大调查任务的人数分别占 80% 和 7.5%。因此,中国地质调查局直属队伍还没有真正成为公益性地质调查工作的主体。大多数省级公益性地质调查队伍具有双重的特性,既承担公益性地质工作,又面临企业化的压力。在这种情况下,难以实现成果共享。

我们进一步分析中国地质调查局直属单位的队伍结构,其中人才结构问题十分突出。截止到 2002 年 9 月,地质调查局及局属单位共有在册职工 6 413 人。其中从事管理工作的 1 057 人,占 17%;从事专业技术工作的 3 160 人,占 49%;从事经营开发工作的 1 115 人,占 17%;从事后勤服务工作的 1 081 人,占 17%。从学历来看,具有博士学位的 315 人,占 5%;具有硕士学位的 498 人,占 8%;具有本科学历的 1 962 人,占 31%;大专及以下学历的 3 658 人,占 56%。具有高级技术职称的 2 077 人,占 33%;具有中级技术职称的 1 671 人,占 26%;具有初级技术职称的 915 人,占 14%;无技术职称的 1 750 人,占 27%。人才结构呈倒金字塔形分布,极不合理。

从年龄结构来看,30 岁以下的 620 人,占 10%;31~40 岁的 2 172 人,占 34%;41~50 岁的 2 405 人,占 37%;50 以上的 1 216 人,占 19%。

从专业结构来看,固体矿产地质调查 206 人,区域地质调查 152 人,地球物理化学勘查 522 人,

水工环 434 人,探矿工程 26 人,海洋石油 44 人,基础地质研究 194 人,实验测试 459 人,信息技术 109 人,图书资料 196 人,其他专业 363 人。

与国家经济和社会发展对地质工作需求相比,我国公益性地质调查队伍人才总量相对不足,缺乏从事野外地质调查研究的领军人、学科带头人及中青年拔尖人才,缺少在国内和国际上有影响的地质调查专家。

公益性地质队伍“老化”问题比较严重。目前从事野外工作的 35 岁以下人员严重短缺,出现断层。专业技术人员相对较少,管理、经营、后勤服务人员相对较多。在专业技术人员中,既能从事研究、又能胜任野外调查工作的人员较少,野外一线专业技术人员严重短缺。

3 地质工作程度中等偏低,科技水平有待提高

地质工作的本质是采集、处理与解释地学数据,包括调查和研究两块互不可分的内容。一个国家的地质工作水平不能从一两项科研成果或一幅地质图的质量来反映,而必须通过这个国家的地质资料积累(工作程度)、数据质量、研究水平等多方面综合体现。美国地质调查局成立于 1879 年,已经有 100 多年的历史。在这 100 多年时间里,美国地质调查局进行了大量的地质调查工作,全国地质填图工作的基本比例尺已经达到 1:24 000(个别州为 1:100 000),远远大于我国。目前,美国地质调查局正在将地质、矿产、水、生物、测绘、地震等各个专业的数据集成在一起,形成国家层面的电子“地图集”,向社会提供更高水平的信息服务。

近年来,随着信息技术的推广,我国在地学信息数字化、数据库建设方面取得了很大进展,各种比例尺的数字化地质图已经编制完成;在国家科技项目的支持下,我们的基础地质研究成果也开始大量地在国际刊物上发表,有些甚至在《科学》和《自然》这样的顶级刊物上发表;我们的野外地质调查数字采集系统已经开始推广,形势令人振奋。但是,容易被忽视的一个问题是,地学不同于其他行业,其发展是不能采用跨越式模式的,地学基本建设毕竟还没有完成,基础地质调查工作程度偏低,质量缺乏保障。在这种条件下,当务之急是尽快“补课”,完成基础地质调查工作的“原始积累”。当然,信息技术和勘查技术的发展,加快了这种原始积累的进程。

除了地球化学填图工作以外，我国大多数勘查技术领域在国际上处于一般水平和落后水平，地球物理、遥感的关键技术需要从国外进口，难以达到一流水平。我国一直没有产生在世界上被普遍接受的重要地质理论。据中国科学院资源环境科学信息中心，依据美国科学信息研究所（ISI）的基本科学指标（ESI）数据库 2005 年 9 月 1 日公布的数据分析表明，1995 年 1 月 1 日至 2005 年 6 月 30 日，在地球科学领域（Geosciences），全球 SCI 论文共 224 805 篇，共被引用 1 684 579 次，篇均被引 7.49 次；中国学者发表的论文收录数为 10 404 篇，居全球第 9 位，总被引频次为 42 897 次，居第 12 位，而篇均被引频次为 4.12 次，居第 72 位。这在一定程度上说明了我国地质科技有许多“泡沫文章”，是一种“虚假的繁荣”，是一种急功近利的体现。

最近，国际地学界评出 200 多名优秀科学家，

中国学者无一人入选。美国科学信息研究所（ISI）2001 年公布的研究结果表明，过去 20 年在国际地学领域有重要影响的 246 名著名科学家主要分布在以美国为主的 10 个西方发达国家，其中美国占 70%。环境/生态学领域有重要影响的 246 名著名科学家主要分布在以美国为主的 19 个国家，其中美国占 67%。ISI 2003 年 11 月 1 日公布的数据表明，1993 年 1 月 1 日至 2003 年 8 月 30 日在地学领域论文被引频次居前 1% 的研究机构共有 326 个。其中，在发文量（成果产出）最多的前 40 个机构中，美国占 28 个，法国有 3 个，英国、澳大利亚各 2 个，瑞士、俄罗斯、加拿大、德国、日本各 1 个。其中最值得我们注意的是，美国地质调查局在国际地球科学中的地位（表 1），其 1993—2003 年间论文被引频次高达 46 303 次，在全球地球科学机构中居第 5 位。

表 1 1993—2003 年国际固体地球科学领域论文总被引频次最高的前 20 名科研机构

位次	机 构	论文收录数	论文收录数位次	论文总被引频次	篇均被引频次	国际 1% 顶尖论文数
1	美国国家航空与航天局	5 151	2	83 362	16.18	260
2	美国国家海洋与大气管理局	4 082	3	68 532	16.79	195
3	美国国家大气研究中心	2 484	8	49 231	19.82	159
4	华盛顿大学	2 562	7	46 985	18.34	130
5	美国地质调查局	3 915	4	46 303	11.83	69
6	科罗拉多大学	2 966	6	45 786	15.44	121
7	哥伦比亚大学	2 047	13	40 717	19.89	119
8	加利福尼亚理工学院(美国)	2 468	9	37 149	15.05	90
9	伍兹霍尔海洋研究所(美国)	1 935	16	32 847	16.98	86
10	加利福尼亚大学圣地亚哥分校(美国)	2 023	14	31 522	15.58	75
11	麻省理工学院(美国)	1 827	18	30 987	16.96	80
12	剑桥大学	1 953	15	24 957	12.78	39
13	俄罗斯科学院	10 144	1	23 477	2.31	17
14	哈佛大学	1 027	50	22 100	21.52	100
15	普林斯顿大学	1 158	39	21 834	18.85	58
16	澳大利亚国立大学	1 597	23	20 773	13.01	35
17	法国国家科研中心(CNRS)	2 209	10	20 512	9.29	33
18	加拿大地质调查局	2 088	12	20 263	9.70	18
19	加利福尼亚大学洛杉矶分校	1 535	27	19 920	12.98	50
20	瑞士联邦苏黎士理工学院	1 656	21	19 644	11.86	33

在环境/生态学领域，论文被引频次居前 1% 的研究机构共有 369 个。其中，在发文量最多的 40 个机构中，美国有 26 个，加拿大 4 个，瑞典 2 个，荷兰、西班牙、澳大利亚、俄罗斯、英国、法国、中国（中国科学院）、芬兰各 1 个。在国际地学、环境/生态学领域中，美国是拥有著名研究人员和著名研究机构占绝对多数的国家。在拥有著名科学家的数量、著名科学机构的数量、著名机构的科学产出以及成果的影响方面，中国与美国等先进国家

相比有明显的差距。

由于受到前苏联地质工作和科技工作管理体制的影响，我国的地质调查工作与地质科研工作长期以来分别由地质勘查单位和科研单位承担，科研与调查的结合问题便由此而成为老大难问题。尽管对这一问题的解决呼吁了多年，但由于体制没有理顺等原因，当前这一问题仍然十分严重。

实际上，这种科研与调查分离的状况是固然与受前苏联的管理模式影响有关，但更重要的原因是

多年来没有根据形势的变化调整思路,改变管理模式。中国地质调查局各直属队伍之间目前专业分布不合理,特色不突出,定位不准确,人员结构失衡,高素质人才匮乏,地质科技成果推广应用缺乏有效的形式与机制,这些都在一定程度上影响了科研与调查结合的推进。各省级地勘单位属地化管理后,中国地质调查局与他们之间为“项目联系、业务指导”的关系。这种状况,在一定程度上加剧了地质调查与科研的脱节。在欧、美各国,地质调查机构的定位一般为国家级的科学机构,科学研究蕴藏于调查工作之中,调查是科学工作的组成部分。在这些国家很少提到科研与调查结合的问题,因为在体制上科研已经与调查合为一体,需要解决的只是专业之间的合作以及工作方式的问题。

4 地质调查成果服务水平不高

调查是公益性地质工作的过程,而服务才是公益性地质工作的最终目的。地质调查成果的社会化服务是公益性地质工作的主要任务之一。

全国地质资料馆目前共有馆藏地质资料 9 万 multiple。在地质调查工作的框架内,目前已初步建成 8 个基础地质数据库。一是全国 1:50 万数字地质图空间数据库;二是全国 1:20 万地质图空间数据库;三是 1:5 万数字地质图空间数据库;四是全国区域重力数据库;五是原地质矿产系统矿产地数据库;六是 1:250 万地质图空间数据库;七是电法勘查数据库;八是专题图空间数据库。

中国地质调查局发展研究中心提供的资料显示,2005 年全年共提供资料服务 12 375 份次,按 365 天计算,每天平均服务量 34 次;提供各类基础地质数据与数字图件服务 15 200 幅次(折合成 1:20 万图幅)。

在有关法规的框架内,建成的数据库已向政府部门、科研单位、大专院校、地质调查项目承担单位等提供服务。如,全国 1:50 万地质图数据库已向有关政府部门和单位提供 240 多套;全国 1:20 万地质图空间数据库已向社会提供了 370 多张数据光盘;区域重力数据库多次按需求提供数据加工产品等。从以往地质调查成果服务对象统计结果来看,目前主要用户仍是专业地质调查工作人员,与社会需求和发达国家情况相比,面向其他产业部门和公众的服务远远不够。

地质调查成果未能全面实现社会化服务,其主要原因:一是在地质工作体制由计划经济向市场经

济转换的过程中,有些单位和个人观念陈旧,以垄断成果资料数据为手段,维持其学术地位。二是法规之间的矛盾成为地质成果社会化服务的严重障碍。有关保密规定与相关公益性地质成果资料的信息服务规章存在矛盾,地质资料涉及地理底图的保密问题,致使有关规定确定的公益性地质资料难以向社会提供广泛服务。同时,地质资料保密规定不具体,在实际工作中难以把握,使保密问题成为地质资料社会化服务的一大制约因素和障碍。三是由于承担公益性地质工作的某些省级地质调查队伍,既是公益性队伍,又是商业性队伍,致使其在调查成果的使用上不仅具有优先权,而且常常以各种手段设置重重障碍,将资料占为己有,不愿公开。四是技术手段落后,软硬件均不适应最大程度开放公益性地质工作成果、资料数据服务社会化的需求。这与发达国家地质调查机构的信息服务形成了鲜明的反差(专栏 1)。

作为经济社会发展的支撑,公益性地质工作存在与发展的基本条件必须得到社会和政府管理部门的认可。提供高质量、及时、可靠的地质信息产品与服务是得到这种认可的最重要途径。因此,公益性地质工作成果社会化服务是关系到地质工作生存发展的重大问题。

5 公益性与商业性地质工作缺乏有效衔接

目前,我国公益性地质工作与商业性地质工作有一个相当大的重叠范围。如何看待这种重叠关系?公益性地质工作做到什么程度?仍然是一个有争议的问题。公益性与商业性地质工作虽然与比例尺有关,但地质调查工作比例尺并不是划分公益性和商业性地质工作的标志。随着经济社会的发展,以及商业性地质工作成熟程度的不同,公益性地质工作的范围可能要做适当调整。

从实际情况来看,公益性与商业性地质工作在运行机制上还没有完全实现分开,形成了一定的混乱局面,主要表现在对成果的处置上。例如,由国家出资的地质大调查工作属于公益性工作,但对大调查所产生的矿权没有明确的管理机制。一方面,地质大调查中所产生的矿业权,只统计其实物成果作为业绩上报,国家还没有将其当作财产权处理,往往被承担单位占有,不承认国家出资与企业出资或社会投资的差别;另一方面,有的地方政府一律没收矿权,全部用于招拍挂,不承认地质勘查单位的知识劳动价值,极大地打击了地勘队伍的积极

专栏 1 澳大利亚地质调查局 2002 年在线免费产品目录

- 1) 某些小比例尺地形数据和专题地图产品（另有 CD-ROM，但需按定价购买）；
- 2) 1:25 万地质图（在线产品为纸质图件的扫描图像，采用压缩的 JPEG 格式；主渠道为纸质彩印图，需按定价购买）；
- 3) 全国航空地球物理数据库；
- 4) 全国重力数据库（另有 CD-ROM 出售）；
- 5) OZCHEM 澳大利亚全国岩石地球化学数据库（另有 CD-ROM 出售）；
- 6) OZMIN Oracle 相关数据库（包含澳大利亚的矿床地质和资源信息，涉及 60 个矿种的 1 000 多个矿床；另有 CD-ROM 出售）；
- 7) MINLOC 数据库（包含 73 000 多个矿点的简要信息；另有 CD-ROM 出售），OZCHRON 全国地质年代数据库（另有 CD-ROM 出售）；
- 8) 陆上深地震反射剖面图（包括陆上地震反射剖面的位置和选出的若干地震剖面的扫描图像）；
- 9) 海洋调查船深地震测量航迹；
- 10) 地质灾害风险等值线图；
- 11) 地震数据库空间呈现图；
- 12) 澳大利亚滑坡数据库。

性。此外，对商业性矿产勘查主体完成的基础地质调查资料，也没有规定如何保护，如何上交，往往是放任自流。因此，实现地方公益性队伍所掌握的公益性地质调查成果共享存在巨大的困难。

由于矿业市场化程度较低，商业性矿产勘查投资主体存在初级化状态，具体表现：一是没有强大实力投入风险找矿；二是难以支撑社会对矿业的需求；三是缺乏有利的投资环境和政策。商业性矿产勘查工作处于初级状态，对公益性地质工作的发展缺少驱动力。

从商业性地质工作来看，地质勘查队伍属地化 5 年来，由于矿业要素市场启动缓慢，地质勘查单位用放慢转企步伐来争取生存空间，事企不分基本格局不变，从而使地勘队伍面临国有企业改革和事

业单位改革的双重压力。地质勘查单位处于两难的境地，保留事业体制，必然降低市场竞争力，有些企业式操作也无法进行；彻底转为企业，人均经营性资产很低，历史遗留问题太多，离开地勘费用难以支撑。因此，当前，我国需要有不同规模、不同专业分工的矿业公司、勘查公司及技术咨询机构来促进商业性地质工作的发展。

从近年勘查许可证的发放情况来看（表 2），国有企业获得勘查许可证的比例逐年降低，从 2000 年的 81.1% 下降到 2003 年的 59.74%；有限责任公司、股份有限公司、私营企业获得勘查许可证的比例均逐年增加，如有限责任公司获得勘查许可证的比例从 2000 年的 2.72% 上升到 2003 年的 12.62%，股份有限公司由 2000 年的 1.18% 上升到

表 2 我国不同经济类型企业勘查许可证发放情况

类 型	2000 年		2001 年		2002 年		2003 年	
	发证数/件	构成/%	发证数/件	构成/%	发证数/件	构成/%	发证数/件	构成/%
合 计	5 184	100	6 161	100	6 356	100	7 868	100
国有企业	4 204	81.1	3 781	61.35	3 747	58.95	4 737	59.74
集体企业	146	2.82	428	6.95	390	6.14	324	4.09
股份合作企业	108	2.08	245	3.98	15	0.24	301	3.80
联营企业	18	0.35	42	0.68	88	1.38	52	0.66
有限责任公司	141	2.72	106	1.72	277	4.36	1 001	12.62
股份有限公司	61	1.18	665	10.79	930	14.63	505	6.37
私营企业	145	2.8	506	8.21	829	13.04	803	10.13
其他企业	278	5.36	312	5.06	41	0.65	132	1.66
港澳台商企业 ¹⁾	9	0.17	13	0.21	3	0.05	23	0.29
外商投资企业 ²⁾	74	1.43	63	1.02	36	0.57	51	0.64

数据来源：国土资源综合统计年报 2000、2001、2002 和 2003 年；1) 港澳台商企业包括：合资经营企业、合作经营企业、独资经营企业和投资股份有限公司；2) 外商投资企业包括：中外合资经营企业、中外合作经营企业、外资企业和外商股份有限公司。

2003 年的 6.37%，私营企业由 2000 年的 2.8% 上升到 2003 年的 10.13%。但是，我国非国有经济企业进入矿产勘查领域的总量仍偏小。

由于商业性矿产勘查市场不发育，地勘单位在改革过程中持“观望”态度，很多队伍千方百计进入公益性队伍，即使进不了公益性队伍，也要想尽一切办法承担公益性地质调查任务。某些队伍具有“公益性”和“商业性”的双重身份，他们不愿将调查成果公开，并将公益性调查成果占为己有，这

在很大程度上影响了公益性地质工作的发展。

客观地说，当前商业性地质工作发展比公益性地质工作难度更大，在这种情况下，应优先理顺公益性地质工作的有关问题，主动与商业性地质工作对接，为商业性地质工作做好服务。商业性地质工作与公益性地质工作最主要的边界问题是矿权，当前对公益性地质工作矿权没有明确的处置方式，极大地影响了商业性地质工作的发展。

摘自《公益性地质工作定位与发展方向》

我国公益性地质工作面临的挑战

党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标，国家正在实施可持续发展战略，党的十六届四中全会提出了“坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的科学发展观”。近十多年来，国务院领导出于对地质工作的高度重视，作出一系列重要指示、批示（专栏 1），要求国土资源部等有关部门和各地区切实加强地质工作，推进地质工作的改革和发展。自 1998 年以来，温家宝同志关于地质工作的批示达 80 件以上，曾 6 次就地质工作发表重

要讲话，系统阐述了国家经济社会发展对地质工作的需求，以及我国地质工作定位与发展方向。《国务院关于加强地质工作的决定》出台后，2006 年 3 月底，温家宝同志就贯彻该文件作了重要批示，提出 6 点具体要求：①地质工作是经济和社会发展的一项基础性工作，实施“十一五”规划，推进现代化建设，必须重视和加强地质工作；②地质工作必须贯彻科学发展观，把地质找矿、提高资源综合效益、改善生态环境、防治地质灾害作为重要任务；

专栏 1 党中央、国务院领导对地质工作的指示（摘录）

朱镕基同志在 1994 年指出：地勘队伍要逐步划分为“野战军”和“地方部队”，“野战军”吃中央财政，精兵加现代化设备，承担国家战略任务。“地方部队”要逐步走向企业化。

胡锦涛同志在 2003 年的中央人口资源环境工作座谈会上提出：“要加强国土资源调查，努力实现西部地区国土资源调查和找矿找水的新突破”。

温家宝同志 2000 年 7 月 21 日批示：“地质工作是经济建设的先行，贯穿于长期建设的全过程，渗透在经济建设的许多方面。必须加强经济建设和地质工作的结合，坚持与贯彻这个方针对地质工作的改革和发展具有重要的意义”。“中国地质调查局的组建工作已经落实，标志着地质‘野战军’的建设进入了实施阶段。要根据中央的要求，适应新的形势，积极推进地质工作的根本转变，使地质工作更加紧密地与国民经济与社会发展相结合，更加主动地为经济与社会发展服务”。

2000 年 5 月 27 日，温家宝同志在第三届全国地层会议上指出：“精心组建一支承担全国基础性、公益性地质工作的野战军队伍已刻不容缓。地质‘野战军’应当是人员精干并相对稳定、装备精良，以高新技术为支撑、调查与科研相结合，能担当重大战略任务、善于攻坚打硬仗的高素质、专业化队伍”。

2002 年 10 月 15 日，温家宝同志在新中国地质工作 50 年暨中国地质学会成立 80 周年纪念大会上指出，地质工作正处于重大转变时期。一是从计划经济体制下的地质工作转向社会主义市场经济体制下的地质工作；二是从传统地质工作转向以“地球系统科学”为核心内容的现代地质工作；三是从以资源保障为主的地质工作转向资源、环境保障并重的多目标、多功能地质工作；四是从主要依靠国内“一种资源、一个市场”转向发挥比较优势参与全球化的“两种资源、两个市场”。通过这一系列的重大战略转变，使地质工作更加紧密地与经济建设和社会发展相结合，更好地为经济、社会发展服务。建成一支人员精干并相对稳定、装备精良的地质“野战军”队伍，目标不能动摇，步伐必须加快。

③深化地质工作体制改革,建立和完善与社会主义市场经济体制相适应、富有活力的地质工作新体制;④推进地质科技进步与创新,加快高新技术在地质工作中的应用,实现地质工作现代化;⑤建立一支精干的高素质的地质队伍,培养杰出的地质人才,改善地质人员工作和生活条件,充分发挥他们的积极性和创造性;⑤加强对地质工作的领导和统筹规划,地质工作要面向经济社会发展的需要,努力提高服务水平。

认真学习党中央、国务院领导对地质工作的指示和批示,对于明确公益性地质工作的定位,理清发展思路,具有重要的现实意义。

1 树立科学发展观、构建和谐社会的全面要求提高地质调查程度和水平

中国是拥有 13 亿人口的发展中国家,正处于工业化进程之中。此阶段的经济建设与社会发展需要消耗大量的矿产资源,对地质调查、矿产勘查工作的需求巨大。与此同时,全面、协调、可持续发展的科学发展观又要求地质工作对影响人类生存的环境问题进行监测和评价。在这样的形势下,需要不断提高地质调查工作程度,为资源环境政策的制定提供科学依据,为民众所感兴趣的资源环境问题提供客观信息。

与美国、加拿大和英国相比,我国的地质工作发展历史短,很多需要完成的基础性地质工作尚未系统开展。以基础调查为例,截止到 2004 年底,全国 1:20 万区域地质调查计划面积(可测面积)约有 $846 \times 10^4 \text{ km}^2$,除青藏高原大部分地区和大兴安岭局部地区外,其余地区在 20 世纪 70~80 年代已全部完成。共计完成约 1 074 幅,完成面积达 $691 \times 10^4 \text{ km}^2$,占国土面积的 72%。全国 1:25 万区域地质调查共完成约 $334 \times 10^4 \text{ km}^2$ (其中实测空白区 $153 \times 10^4 \text{ km}^2$,修测区 $181 \times 10^4 \text{ km}^2$),覆盖率占国土面积的 34.8%、占国土可测面积的 36.5%。目前,还有未完成的测区共计 $582 \times 10^4 \text{ km}^2$ (其中实测空白区 $27 \times 10^4 \text{ km}^2$,修测区 $555 \times 10^4 \text{ km}^2$),相当于 380 个 1:25 万图幅。全国 1:5 万区域地质调查累计完成了共计 $183.5 \times 10^4 \text{ km}^2$,占我国国土面积的 19.1%,占可测面积的 24%。美国正在本土推进 1:2.4 万地质填图。印度 1:5 万地质填图工作基本覆盖全国。

与国外相比,我国区域地质调查技术手段落后,数据采集、存储和处理技术落后,主要依靠传

统的方法。同时,在地质填图观念上存在较大的缺陷,现有的填图程序和工作方法不适应地质工作扩大服务领域的要求。对于已有资料缺乏进行二次加工处理,或在新观测数据和新理论基础上,对已有资料进行重新解释,提高对区域地质演化和成矿作用的认识做得还远远不够。

在地质资料信息化方面,与先进国家相比,我国在地质基础系列数据库建设方面存在明显差距,地质资料数字化程度低,新中国成立 50 多年来积累的 9 万多种馆藏地质报告只有约 1.2 万种完成了数字化;1.3 亿米的钻孔岩心只有 120 多万米完成了数字化,且基本上只有文字描述信息,没有取得钻孔岩心的视频图像。

在海洋基础地质调查方面,我国与国外差距更大。

由于我国地质填图工作技术手段落后,有关部门未能根据国际发展趋势调整地质调查工作方式,致使我国地质图更新速度十分缓慢。

2 全面建设小康社会,要求地质工作突破资源瓶颈

21 世纪的前 20 年,我国将进入全面建设小康社会时期,国内生产总值翻 2 番的目标要求国民经济保持 7% 以上的速度增长。随着工业化、城镇化进程的加快和人口增长,我国能源和重要矿产资源供需矛盾加剧,成为制约经济社会发展的重要因素。

我国能源与矿产资源供需形势严峻。45 种主要矿产的现有储量,可以保证或基本保证 2020 年需求的有 26 种,不能保证的有 19 种。特别是石油、铁、锰、铜、钾盐等大宗矿产,后备储量严重不足,已不能满足我国国民经济飞速发展的需要,供需缺口持续扩大。

2005 年,石油消费量超过 3 亿吨,净进口 1.36 亿吨。由于国际油价长期居高不下,原油进口成本年年上涨;钢材消费量达到 4 亿吨,铁矿石进口 2.75 亿吨。而国内主要矿产资源储量增长赶不上产量增长,相当一部分在“吃老本”,资源保障程度不断下降。

曾经为国民经济建设做出重大贡献的一大批老矿山资源形势非常严峻,全国 390 座矿业城市中,因资源枯竭进入衰退期的已有 47 座;全国 911 座有色国有矿山中,2/3 已进入中—晚期,可采储量和矿石品位急剧下降。到 2010 年有色国有矿山约

有一半要关闭,将消失产能约 40%,到 2020 年预计仅有不足 20% 的矿山能维持生产。

日益突出的矿产资源供需失衡和结构性矛盾,使国家经济建设和社会可持续发展的资源保障水平持续下降。迫切要求加强矿产资源勘查,增强紧缺、大宗矿产资源的有效供给,提高主要资源的保障程度。

针对我国资源短缺的具体情况,公益性地质工作应该发挥积极的作用。一方面,为商业性地质工作的重点突破打好基础,针对重点区(带)开展地质调查工作,提高地质工作程度,降低矿产勘查风险。另一方面,针对新区或工作程度较低的地区,开展地质调查工作,拉动商业性矿产勘查工作的发展。

3 实施国家可持续发展战略给地质调查工作提出了新的要求

我国是世界上地质灾害最为严重、受灾害威胁人口最多的国家之一。每年灾害发生数量上万起,其中,人为活动诱发的灾害数量迅速增加,占总数量的 50% 以上。

一是人类工程、经济活动对地质环境的影响越来越大,地质灾害损失不断增加。突发性地质灾害造成的直接经济损失每年在数十亿到上百亿元,年平均死亡近 1 000 人,伤近 10 000 人。受多种因素制约,我国地质灾害的现状在短时期内难以得到根本好转。

二是地下水资源与环境问题日益突出。全国已形成区域地下水降落漏斗 100 多个。地下水的不合理开采,地面沉降、地裂缝、地面塌陷、海水入侵等地质灾害迅速发展,存在较严重地面沉降的城市有 46 个。地下水与地表水有着密切联系,地表水的严重污染已得到党中央、国务院的高度重视和社会公众的广泛关注。地下水污染状况也不容乐观,全国约有一半以上的城市市区地下水受到污染。地下水污染问题已成为影响供水安全的重大隐患,地下水需要进一步调查和长期动态监测。

三是矿山环境问题十分严重。因矿产开发引起的地面塌陷、山体崩塌、滑坡、泥石流、水质污染、水均衡破坏、生态恶化等问题和灾害十分普遍,在一些地区已经成为制约经济和社会发展的的重要因素,人民生命财产安全受到威胁,正常生活秩序难以保证。开展综合性的矿区水工环地质工作,为矿山环境恢复治理提供科学依据,已十分紧迫。

加强地质灾害调查研究,建立群专结合的监测预防网络,提高地质灾害预报预警能力,最大限度地减少人员伤亡和财产损失,是全面建设小康社会、实现可持续发展、构建和谐社会的迫切需要。

4 发展地球系统科学,要求全面提高地质科技水平

人口、资源、环境是制约世界各国经济发展的三大主要因素。随着人口的急剧增长,工业的快速发展,人类面临着矿产资源短缺、能源匮乏、环境污染、生态破坏和自然灾害的严重威胁。资源和环境问题成为当代地质科学研究的两大主题。在这种新形势下,世界各国纷纷调整地质工作方向,地质工作处在重大战略转变时期,地质科学逐步形成了可持续发展观、系统地球科学观、数字地球观、全球观等 4 个新的思维观。

4.1 可持续发展观

可持续发展是研究以人(类)为中心,集经济、社会和自然界 3 个子系统于一体的复合系统。其中自然界包括自然资源和自然环境。

实现人类社会可持续发展的关键在于处理好经济建设和人口、自然界(自然资源、自然环境)的关系,实现经济可持续、社会可持续、环境可持续、资源可持续和生态可持续。前 2 个可持续根本上又依赖于后 3 个可持续。因此,要求赖以生存的 4 个层圈——(土壤)岩石圈、水圈、大气圈和生物圈——必须能可持续地提供各自的服务。地质工作在可持续发展中除了为满足人类需要而发挥作用外,还应从可持续发展高度提供人类所需的地质信息,这包括:保证地质资源持续开发利用的信息;提供保证地质环境可持续服务的信息;提供防灾(地质灾害)减灾的信息。

在可持续发展理念下,矿产资源开发利用必须服从土地资源的综合规划和管理。矿产资源供求的关键问题已由资源的可供性问题扩展到环境对矿产资源开发利用及其产生的废弃物的承载力问题,进而引出一系列新问题,如地质环境承载力、无污染或低污染开发利用技术、污染的有效和最优控制(含目标、方法、手段和政策)问题、废弃物再循环利用问题、地质环境污染防治问题等。

在可持续发展理念下,环境地质工作的地位、重要性和紧迫性大大提高。环境地质工作需求的新领域不断涌现,如:生态地质、城市地质、农业地质、地方病研究、医学地质、优质农作物地质、荒

漠化地质,等等。地质环境可持续服务思想的形成必将导致环境地质工作发生一场从理论到实践,从工作目标、领域到内容、方法和手段的深刻革命。

在可持续发展理念下,区域地质填图的内涵和功能将发生较大的变化:①从以找矿为单一目标的地质填图,转向多目标的、以土地为载体的、为各种自然资源综合开发利用服务的地质填图,协调人-地系统,保护生态环境;②地质图的内容不断增加,演化出一系列新型图件,例如,地质生态图、灾害地质图、城市地质图、地质空间开发利用与规划图、地球化学与健康图等;③从寻找和圈定成矿远景区扩展到寻找和圈定矿产开发允许区等。

4.2 地球系统科学观

将大气圈、水圈、生物圈、岩石圈、地幔/地核作为一个地球系统,综合考虑固体地球/流体地球与生物圈层的关系以及人文的影响,研究其相互作用下的运动形式和物质能量交换,发展并完善地球系统科学(Earth System Science)是21世纪初地球科学的主要方向。地球系统过程的两大主题:地球系统间的相互联系和地球系统的演化。

地球系统研究是国际地学界共识的21世纪地球科学的前沿领域,但是,各国际组织或国家战略的研究模式并不尽相同,大致可归纳为2种,即“海、陆、气相互作用模式”与“大气圈、水圈、生物圈、岩石圈相互作用模式”。前者以“综合大洋钻探计划(IDOP)”为代表,该计划以地球系统科学为指导,拟打穿大洋壳,揭示地震机理,查明深部生物圈和天然气水合物;了解极端气候和快速气候变化过程,为国际学术界构筑起新世纪地球系统研究的平台。后者以NASA 战略计划(2000—2025)为代表,以观测手段为重点,了解地球系统的过去、现在,以预测未来发展趋势。这2种思路是基于各自学术资源的优势和需求。

基于我国的实际情况,国家自然科学基金委员会地球系统科学战略调研组认为,应将国际上的2种模式结合起来考虑,增加人类活动的因素,形成我国地球系统研究科学战略概念模型。其基本研究思路是探索海、陆、气、生及地球内部物质、能量循环的内在联系,并考虑人类活动的影响。地表—近地表范围是各种界面物理、化学、生物作用过程及其伴随的物质、能量交换与传输的临界地域,也是维系生命活动的关键地域,更是人类活动与社会可持续发展密切相关的地域。当然,要探讨地球系统整体行为的自然驱动力,对太阳辐射变化(尤其是近地空间过程)和地球内部过程的研究也不能忽

视。

地球系统科学观是可持续发展观的延伸和发展。可持续发展观更多地考虑地球表层系统各子系统之间的相互作用,而地球系统科学则考虑了地球各层圈之间的相互作用。

4.3 数字地球观

20世纪90年代以来,以空间技术和信息技术为先导的高新技术发展与应用,不仅大大加快了地质调查工作的速度,而且促使地质科学和地质调查的研究方式和思维方式发生了重大变化,促进了数字地球观的形成与发展。

在数字地球观指导下,首先要求实现地质调查全程信息化。从野外数据采集,到室内数据整理、加工,以及最后的成图全程都实现数字化。其次,建立地质、地球物理、地球化学、遥感等专题数据库,实现各类地质信息的获取、传输、存储和处理一体化,大大提高地质工作的效率和水平。此外,数字地球为地质工作获取、处理和分析大量高精度的对地观测卫星数据提供了平台。我们可以像在万维网上浏览主页一样在全球以多级比例尺搜索和获取所需要的地质空间信息。我们可以在数字地球中根据已有的信息,按照不同的决策方案在电脑中虚拟和模拟,并通过比较,优选出最佳方案。

此外,数字地球将架起地质工作者与社会公众之间的桥梁。通过免费和商业的形式,每个人都可以获取自己感兴趣的目标(耕地、房屋、旅游景点、博物馆等)的多分辨率图像,并可以进行访问和交流,也可添加新的信息。由此看来,数字地球观是全球地学研究的重要基础。

4.4 全球观

由于矿产资源空间分布的不均一性,任何一个国家的自身矿产资源都不可能完全满足其经济与社会发展的需求。同时,经济全球化必然带来矿产资源的全球化。同样,环境问题具有全球的性质。

许多地质作用与地质现象都是跨国界的,需要站在全球高度,才能解决某些地质问题。地球系统科学观要求地学工作者从全球高度,研究地球系统各圈层之间的相互作用。因此,全球观是地球系统科学观发展的必然结果。

在上述4种思维观的指导下,要针对不同地区、不同的需求,采取灵活务实的填图方法,以科技为先导,不断提高地质填图的深度和广度。从人-地关系的角度出发,研究环境的变化及其对资源的效应,为社会和自然协调发展提出科学的原理和方法,其中地球各层圈的结构组成和相互作用以及

人类作为地质营力的作用研究、保护生态环境将成为地质科学各学科共同的前沿。地球系统整体研究成为地质科学解决全球环境和资源问题的科学基础,地质科学研究将进入一个可能预测和调控人类

生存环境变化的时代。因此,当代地质科学处于建立以地球系统科学为核心的新一代知识体系的重大转折时期,强调从地球作用研究转向地球管理。

摘自《公益性地质工作定位与发展方向》

地质调查信息化成果总结

地质调查信息化工作包括对已有地质成果资料存储的数字化信息化、已有数据资料分析处理的计算机化、地质调查主流程信息化、地质调查实施管理的计算机化和地质调查成果社会服务的信息化等。地质调查信息化以计算机技术和网络技术的应用为支撑,通过不断数字化、计算机化,逐步实现信息化。信息化是地质调查工作发展的大趋势和必然结果,是提高地质调查工作的质量、效率和水平的最佳途径,是降低地质调查人员劳动强度和提高野外人身安全系数的重要因素,是实现地质调查工作现代化的关键环节。

地质调查信息化工作取得的主要进展与成果

几十年来,经过我国地质工作者艰苦的探索和努力,计算机技术在地质工作各专业领域的应用从无到有,从弱到强,在数据库建设、计算机处理系统开发与应用等方面都有了重要进展,奠定了较为良好的技术基础。尤其是地调局成立以来,一直把推进地质调查信息化放在优先位置,成立了专门处室,部署了专门的数字国土工程,加速了基础地质数据库的建设,加强了地质调查信息化基础设施积累工作,稳步推进了地质调查信息化工作。经过近5年来的不懈努力,取得了重要进展,个别成果达到了国际领先水平。

1 明确了地质调查信息化工作的总体框架和工作思路

经过多年来的努力,尤其是健全完善以来,地调局加强部署研究,在已有工作基础上,根据地质工作实际和现代技术的特点及发展趋势,将地质调查信息化工作明确划分为四大块:地质调查主流程信息化开发、基础地学数据库建设、技术支撑建设和成果社会化服务体系。提出了地质调查信息化工作以实现地质调查主流程信息化为主线、以基础地学数据库建设为数据支撑、以基础设施建设为技术支撑体系、以地质调查成果社会化服务为目标的总体发展思路。强调了以加强应用为发展方向,

以政府部门、社会公众和专业用户为服务对象。

1.1 地质调查主流程信息化

它是指实现贯通地质调查工作从选区论证到成果社会化服务全过程、主流程的数字化和信息化。按照地质调查工作的自然程序可细分为6个主要环节,包括选区论证、设计编制、数据采集、数据处理、成果综合与输出和社会化服务。地质调查主流程信息化就相应地分解为6个系统:选区论证、设计编制、数据采集、数据处理、成果综合与输出和社会化服务。每个系统是地质调查工作主流程信息化的一个节点,由各专业子系统构成,各专业子系统通过6个节点的有机连接形成流畅的数据流,构成了各专业主流程的信息化。

选区论证系统主要是利用已有数据库,借助于GIS平台和人机交互式应用评价系统,选定出可进一步工作的地区,主要包括矿产资源评价选区子系统、地下水资源评价选区子系统等。设计编制系统主要是利用已有的数据库,按照地质调查项目设计编写的具体要求,协助地质人员完成项目设计,包括文字、附图、表格和预算等内容的标准化生成或辅助生成。具体可细分为区域地质调查项目设计编制、固体矿产资源评价项目设计编制、区域地下水资源环境地质调查项目设计编制和地质调查信息项目设计编制等子系统。数据采集系统主要是利用微电子技术、自动控制技术和计算机技术,实现地质调查野外原始资料获取的数字化,根据专业可细分为区域地质调查野外数据采集子系统、矿产资源调查野外数据采集子系统、地下水资源调查野外数据采集子系统、环境地质灾害地质调查野外数据采集子系统等。数据处理系统主要是对采集的数据进行预处理和分析处理,形成一系列中间成果和基础成果,可细分为区域地质调查数据分析处理子系统、矿产资源评价数据分析处理子系统、地下水资源评价数据分析处理子系统、环境地质灾害地质数据分析处理子系统等。成果综合与输出系统就是对处理的基础成果进行综合分析、评价,形成最终成果,并按照成果报告的要求和格式输出文字报告、图件

等,可细分为区域地质调查项目报告编制子系统、固体矿产资源评价项目报告编制子系统、区域地下水资源环境地质调查项目报告编制子系统等。成果社会化服务系统是指根据社会不同用户群体,将地质调查成果转换为不同的表现形式,并借助网络系统提供社会服务,可包括社会化地质图生成子系统、地质成果社会演示子系统、成果在线和离线服务管理子系统等。

1.2 国家基础地学数据库

国家基础地学数据库分为基础地质数据库和地质综合成果数据库。基础地质数据库是通过一定的地质工作直接采集的数据资料成果,属原创性成果。按专业和工作手段可进一步细分:区域地质图空间数据库(包括1:5万、1:20万或1:25万地质图空间数据库);区域水文地质图空间数据库(包括1:5万、1:20万或1:25万区域水文地质图空间数据库等);区域海洋地质数据库(包括1:20万、1:50万和1:100万海洋区域地质调查数据库和其他有关海洋地质调查的数据库);矿产地质数据库(包括矿产数据库、全国矿产勘查信息数据库、成矿区带区域矿产资源评价数据库等);钻孔地质数据库(包括以钻孔地质特点为主要内容的数据库);区域地球物理数据库(全国航磁数据库、全国重力数据库、全国电探数据库、全国航放数据库、重要地震剖面数据库等);区域地球化学数据库(包括各种比例尺的化探数据库);遥感影像类型数据库(MSS, TM, ETM, SPOT, 雷达图像和航空遥感数据等);基础地质数据数据库(包括中国地层数据库、全国岩石数据库、全国同位素地质测年数据库、全国自然重砂数据库等)。

地质综合成果数据库是由原始调查资料综合形成的成果。主要包括小比例尺地质图空间数据库(全国1:50万、1:100万、1:250万和1:500万数字地质图空间数据库)、专题地质图空间数据库(小比例尺的中国大地构造图、中国岩浆岩图、中国火山岩图、中国第四纪地质图、中国基岩地质图、中国变质岩图、中国前寒武纪地质图、洲际地质图、世界地质图、中国贵金属矿产图、中国有色金属矿产图、中国非金属矿产图、中国特种金属矿产图、中国稀有金属矿产图、中国水文地质图、中国环境地质图、中国地质灾害图、中国重力异常图、中国航磁异常图、中国化探异常图、中国农业地质图、中国旅游地质图、中国考古地质图等数据库)和地质调查成果资料数据库(地质调查成果资料数据库、地质成果资料数据库、实物地质资料数据库、

地质调查图文情报数据库等)。

1.3 技术支撑体系

地质调查信息化技术支撑体系包括基本工具平台支撑体系、地质调查信息标准体系、国家地质调查骨干网络系统和国家地质调查管理信息系统等内容,这是国家地质工作信息化建设规范、有序和实现预期目标的重要保证。基本工具平台支撑体系是支持地质调查信息化运行的基本软件系统,包括公共系统和专用地学数据处理系统。公共系统如Windows操作系统、Microsoft Office等,专用地学数据处理系统如ARC/Info, MAPGIS, PCI等。地质调查信息化标准体系包括地质调查主流程信息化标准和数据库建设技术标准,如数据采集和存储方面的技术标准、工作指南和有关规范等,这是地质调查信息化的基础,是实现信息共享的基石。国家地质调查骨干网络系统主要包括地质调查网络硬件系统、软件系统和网站,是地质调查信息化的重要依托。国家地质调查管理信息系统主要包括地质调查项目管理信息系统和办公自动化系统,是地质调查信息化工作的重要组成。

1.4 地质调查成果信息社会化服务体系

地质调查成果信息社会化服务体系包括在线服务和离线服务,要将专业的地质调查成果按照用户的需要进行加工、综合和整理,为各类用户提供全方位服务。

2 国家基础地学数据库建设成果显著

2.1 全国1:20万数字地质图空间数据库全面建成

该数据库是以建国以来完成的1:20万区域地质调查成果为基本资料,以MAPGIS和ARC/Info为平台,从1995年开始数字化工作,历经8年,于2002年9月全面完成。

该数据库包括:全国1:20万数字地质图空间数据库(1 163幅),全国1:20万数字地质图库(1 163幅),全国1:20万矢量化地质图库(1 071幅),全国1:20万光栅地质图库(749幅),全国1:20万数字地质图元数据及相关各类文档。分ArcGIS和MAPGIS两种格式数据格式存储,总图元数量4 854 285个,数据量超过90 GB,有效地质实体总数超过500万个。该数据库具有检索、查询、专题图件制作与输出等功能。

1:20万数字地质图空间数据库的建成,对提高国家公益性地质资料的使用效率、促进地质工作更加密切和社会经济发展的关系有重要的意义。该

数据库已全面提供社会使用。

2.2 中华人民共和国 1:50 万数字地质图空间数据库建成

该数据库系统以国产的 MAPGIS 软件为平台,以 20 世纪 80 年代后期出版的各省(区、市)1:50 万地质志附图为基础资料,补充了 20 世纪 80 年代中期至 1997 年间完成的 1:5 万地质图 2 466 幅、1:20 万地质图 552 幅的资料和 174 项专题成果资料,并采用现代地质学、地层学、岩石学等新理论,于 2001 年建成了全国第一个基础地质图空间数据库。

该数据库图上表示了岩石地层单位 5 347 个,花岗岩谱系单位 1 802 个,侵入体时代加岩性单位 1 780 个,跨省(区)断层 74 条,省(区)内重要断层 558 条,一般断层数万条,同位素年龄数据 1 545 个,钻孔数据 382 个。数据量达 1 GB。

该数据库地质图内容丰富,信息量大,具有海量数据。数据库系统具有任意空间和属性检索、可以自动生成图件等功能,总体达到了国际领先水平,是我国第一份覆盖全国的数字地质图数据库系统,荣获 2001 年国家科技进步二等奖。该项产品作为公益性成果,已向社会提供服务,并向国家有关部门和企事业单位免费赠送了 100 套,开创了公益性地质数据免费服务于社会的先河,在社会上引起了巨大反响。

2.3 全国 1:250 万数字地质图空间数据库建成

1:250 万数字地质图空间数据库是在 1:50 万数字地质图空间数据库基础上,完全利用计算机编汇形成的数字地质图,同时综合了新出版的 1:25 万区域地质图资料,在地层、构造和岩浆岩等方面都有所创新,是我国首次建立的全国 1:250 万数字地质图数据库。该数据库检索、输出等功能齐全,数据量达 0.7 GB。在数据库建设基础上,还将出版印刷 1:250 万中国地质图挂图,供社会使用。该数据库即将上网给用户提供在线服务。

2.4 中国岩石地层数据库建成网上服务

中国地层数据库建设已全面完成,该数据库是依据全国地层清理的成果建成的,涉及全国岩石地层单位数据文件约 80 380 个,具有检索、查询、对比分析等功能,是目前世界上独有的、最具权威性的国家地层数据库。该数据库从 2001 年开始通过地调局国际互联网站(CGS)向社会提供服务,获得好评。

2.5 其他数据库建设进展顺利

全国矿产地数据库已完成全国 31 个省(市、

区)和工业地勘部门的矿产地数据录入,共录入 29 000 多个矿床信息和 800 多个典型矿床数据,形成的数据量已达 16 GB,目前正在进行数据验收和综合工作,2003 年底可验收提供社会利用。

全国地质工作程度数据库以 1900—2000 年的地质工作为基础,以 MAPGIS 和 ArcView 为平台,对不同比例尺的 8 种地质工作进行综合编录,形成 200 个空间数据图层,已基本上完成数据录入,共有 9.5 万条工作程度数据和 5.6 万条矿产地数据,目前正在进行数据验收和综合工作,2003 年可提供使用。

1:5 万区域地质图空间数据库已完成 400 余幅的数字化工作;1:20 万区域水文地质图空间数据库的建设已完成 400 余幅的数字化工作,2004 年将完成全部建库工作;全国 1:5 万重点城市及经济开发区水工环综合地质空间数据库已完成计划的 100 幅图的数字化工作,2003 年将全面完成并提供社会服务;固体矿产钻孔地质数据库已完成全国 350 个矿区、120 万 m 钻孔的数据建设工作;全国 1:20 万区域自然重砂数据库已完成 150 万个数据点的录入工作,2003 年将完成剩余数据点的录入工作,并完成数据综合和开展对外服务工作;全国同位素地质测年数据库已录入 13 000 多个数据,基本完成数据的录入工作,2003 年将完成综合工作。

3 地质调查主流程信息化开发取得重大突破

3.1 基本实现了区域地质调查主流程的信息化

经过 3 年的努力,成功开发了数字区域地质调查采集系统。该系统采用首创的 PRB 过程和数据模型,将 GPS 的定位结果反映到掌上电脑的地形图和遥感影像上,实现了 GPS、GIS 和 RS 的有机集成,地质人员可以在掌上电脑中按照技术标准记录观察到的地质现象、绘制地质素描图,使得野外原始数据采集数字化。在此基础上,开发了区调野外采集数据处理和成果输出的桌面系统,实现了区域地质调查从野外数据采集—室内处理和成果输出的主流程信息化。该系统第一代原型机完成后,在青藏高原阿拉克湖、福建东山、湖北崇山等地区进行了试点,尤其是福建省 1:5 万东山县幅、宫前村幅数字填图试点成果经专家评审获得通过,并被评为优秀级。试点工作表明,使用该系统不仅能够满足现行地质调查规范的精度要求和质量要求,而且还能大大提高地质调查工作效率,提高地质调查成

果的水平和质量。该系统于 2001 年通过专家评审, 2002 年进一步扩大试点, 优化系统、完成了系统的升级, 形成了第二代系统, 并完成了区域地质调查野外数据采集技术标准和工作指南的研究, 基本上形成了数字填图系统的野外工作流程和野外质量监控方法, 为 2003 年的全面推广奠定了基础。该系统的成功开发, 填补了我国地质调查野外数据采集与处理技术的空白, 促进了区域地质调查进入全数字化的时代, 并为矿产资源调查评价、环境地质调查、地质灾害调查及林业、农业等相关专业调查工作的主流信息化奠定了基础。

3.2 钻孔采编系统全面推广

成功开发了钻孔采编系统。该系统具有钻孔地质数据采集、钻孔数据系统管理、钻孔图件自动绘制等功能, 现已全面推向市场, 得到大多数地质工作单位的认可和广泛应用。

4 地质调查信息化基础技术支撑体系建设得到进一步夯实

4.1 地质调查信息化标准体系的框架基本形成

地质调查工作开展以来, 配合数据库建库工作, 研制了一系列建库标准与工作指南, 包括《地

质图空间数据库建设工作指南》、《区域水文地质图空间数据库图层及属性文件格式》、《矿产地数据库建设工作指南》和《固体矿产钻孔数据库工作指南》等 33 项技术标准, 有力地推进了地学数据库的建设工作。最近一年来, 根据工作重点由数据库转向主流信息化工作, 开始了野外数据采集标准和信息化标准体系的研制工作。

4.2 国家地质调查骨干网络体系初具雏形

经过 2 期网络建设, 基本上形成了地调局(发展中心)——大区研究所(天津、沈阳、南京、宜昌、成都、西安地质矿产研究所)和部分专业地质调查单位间的两级网络体系, 实现主干千兆速度的数据信息传输系统。

2000 年 1 月 1 日正式开通了地调局国际互联网站, 并陆续开通了发展研究中心及六大区所国际互联网站, 共编辑千余个中、英文页面。到 2003 年 4 月, 地调局网站已连续运行 40 个月, 已有 23 万人次访问或下载信息。通过网络系统, 向社会提供国家地质工作信息、地质调查成果资料目录、地质文献资料和全国地层数据库等方面的信息服务。

摘自 <http://xxhb.gongyi.gov.cn>

中华人民共和国地质矿产行业标准

区域地质调查总则 (1:50 000)

DZ/T 0001—1991

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本总则规定了一比五万区域地质调查的性质、目的任务、基本准则、填图内容与方法、工作程度与精度要求、资料综合整理、图件及说明书编制、评审验收和提交的办法。

1.2 适用范围

本总则适用于一比五万区域地质调查工作, 是该项工作设计编写、成果验收、质量监控的主要依据。

2 引用标准

GB 958 区域地质图图例 (1:50 000)

ZB/TD10 004 城市地区区域地质调查工作技术要求 (1:50 000)

3 目的任务

一比五万区域地质调查(以下简称一比五万区调)是一项基础地质工作。其目的任务是通过填制一比五万地质图查明区内地层、岩石(沉积岩、岩浆岩, 变质岩)、构造以及其他各种地质体的特征, 并研究其属性、形成环境和发展历史等基础地质问题, 为国土规划、矿产普查、水文、工程、环境地质勘查、地质科研、地质教学等提供基础地质资料。

4 基本准则

4.1 以先进地质理论为指导, 以地质观察研究为基础, 运用行之有效的新技术、新方法, 不断提高地质研究程度和填图质量。

4.2 在优先考虑国民经济建设需要基础上, 按照

构造单元完整性和地质矿产条件的相似性划分片区,进行总体部署,并采用国际分幅的单幅或多幅(一般 2~4 幅)测制。

4.3 对区内已有的遥感图像、地质、矿产、地球物理、地球化学等资料,在综合分析研究基础上,充分合理地加以应用。

4.4 采取实测或编测结合的方式进行填图,已有符合精度要求的大于一比五万比例尺地质图件资料的地区,可以编为主,编测结合方式进行。

4.5 地质填图要与科学研究相结合。重要的基础地质问题可立项专题研究。

4.6 承担地质填图项目的单位,以短小精干的分队为宜,一般一个分队应配备 3~5 名地质技术骨干。有条件时,在一个片区可由若干分队组成联队进行填图,并保持填图人员的相对稳定。

4.7 地质填图应以符合精度要求的一比二万五千的地形图为底图。没有此种比例尺地形图的地区,可采用地形-地质一次成图法,直接用相应比例尺的航空像片并辅以一比五万地形图进行填图;也可用大于一比二万五千地形图缩编以及用精度符合要求且现势性好的一比五万地形图放大编绘成为一比二万五千的地形图做底图。

4.8 不同地质条件,工作条件和研究程序的调查区,其工作内容和要求允许有所侧重和区别,但应在设计书中加以明确。

5 地质调查程序

地质调查一般遵循立项论证、设计编审、地质填图、成果编审及出版准备 5 个程序。

5.1 立项论证

由主管局(厅)对选幅的合理性与技术经济可行性进行论证,并下达一比五万区调任务书。

5.2 设计编审

根据主管局(厅)下达的任务书编写设计,多图幅联测可合编一个设计。设计前要做好资料收集、遥感解译和必要的野外调查研究,根据任务要求和地质条件精心编写,做到针对性强、任务明确、部署合理、方法恰当、措施有力,并经主管局(厅)审查批准后实施。经批准的设计书是进行区域地质调查及其成果评审验收的主要依据。

5.3 地质填图

按批准的设计开展地质填图。填图中要取全取准第一性资料,加强综合研究,发现问题要及时处理。必要时可根据实际情况修改设计,并报审批单

位核准。

5.4 成果编审

地质图件要精心编绘,做到准确、合理、清晰、美观。说明书要全面反映地质调查与研究的资料。内容要突出新成果、新认识、新技术方法,层次清楚、观点明确,论证有据,要充分体现科学性、针对性和实用性,表现形式上要做到图表化、数据化和标准化。地质图与说明书一起按有关规定呈报评审验收和汇交。

5.5 出版准备

出版准备包括修改定稿、原本档案归档、印刷原图分版清绘、色标选用、总色样图、分色样图制作、提出制印说明书和说明书出版稿批样。

6 地质填图方法和研究内容

6.1 沉积岩区

沉积岩采用多重地层单位划分,岩石地层方法填图。

6.1.1 查明岩石地层单位的岩性、主要物质成分和地球化学特征、基本层序、化石内容、沉积特征(结构、构造及组构特征)、厚度、产状、形态、成因、含矿性、接触关系、时空分布变化。

6.1.2 正确建立地层层序,合理划分正式(即正式命名的)与非正式(即不必正式命名的)岩石地层单位,研究它们与生物地层单位、年代地层单位的关系,进行多重地层单位的划分和研究对比。

6.1.3 进行沉积环境、沉积作用以及沉积岩层形成和发展演化历史的研究。

6.2 侵入岩区

侵入岩采用岩石谱系单位的方法填图。

6.2.1 查明花岗岩类侵入体的形态与规模、矿物成分、岩石化学和地球化学特征、岩石类型、结构构造、组构特征(流动构造和变形构造)、包体特征(捕虏体、残留体和深源暗色包体)、脉岩(派生脉岩和区域性脉岩)的规模、产状和组分等。

6.2.2 查明花岗岩类岩体内外接触带的交代蚀变作用、同化混染作用以及分异作用的特征。

6.2.3 研究花岗岩复式岩体内部的脉动、涌动和渐变过渡等接触关系;根据侵入体的相互接触关系和同位素年龄资料确定侵入体的侵入时代与侵入顺序并讨论它们的时空分布规律。

6.2.4 按花岗岩类的成分序列或结构序列的基本概念,划分侵入体,建立单元,归并超单元或序列(非正式单位),并探讨岩浆作用的演化历史,研究

侵入体的就位机制，以及侵入体或单元与矿产的关系。

6.2.5 花岗岩类以外的其他侵入岩，原则上按 6.2.1~6.2.3 要求进行填图，划分侵入体。有条件时建立单元归并超单元或序列。必要时可根据侵入体或单元内部矿物成分的分带性以及变形特征的分带性划分岩石带。

6.3 火山岩区

火山岩采用火山地层-岩性（岩相）双重方法填图。

6.3.1 查明火山岩岩石的矿物成分、岩石化学和地球化学特征、岩石类型、结构、构造、产状、厚度、接触关系、空间分布及其变化规律。

6.3.2 在研究划分火山岩和沉积夹层（注意寻找化石）的基础上，结合火山地层的结构类型，划分岩石地层单位和火山喷发旋回、火山喷发韵律，建立地层层序，确定火山喷发的时代。

6.3.3 依据岩石矿物特征和结构构造特征及火山地质体的产出形态与分布，划分火山岩相类别，研究各种火山岩相形成的地质环境。

6.3.4 查明与火山活动有关的构造特征，结合火山岩性、岩相资料，研究古火山机构，探讨火山作用与区域构造及成矿的关系。

6.4 变质岩区

变质岩采用构造-地（岩）层法或构造-岩石法填图。

6.4.1 浅变质的沉积岩和火山堆积岩原则上按 6.1 要求进行，注意研究变质-变形作用的特征及其相互关系；浅变质的侵入岩类岩体可参照 6.2 的内容和要求开展工作。

6.4.2 查明变质岩石（包括变质构造岩）的矿物成分、结构、构造、岩石类型及主要变质岩的岩石化学、地球化学以及变形特征，恢复原岩。

6.4.3 查明不同岩石类型的空间分布以及它们之间的接触关系并建立序次关系。

6.4.4 查明变质-变形作用特征类型、划分变质相带和相系，研究其期次、时代及其相互关系，探讨变质作用发生、发展的地质环境。

6.4.5 研究变质岩的原岩建造类型，探讨其形成的大地构造环境，以及变质作用和成矿作用的关系。

6.4.6 根据变质作用、变形作用的特征及其复杂程度以及岩石类型，划分构造-地层单位、构造-岩层单位、构造-岩石单位，分别建立地层层序、变质岩层构造叠置序列并研究其新老关系和岩石单位

的热动力事件演化序列。

6.5 第四纪地质

6.5.1 查明区内第四纪沉积物种类、物质成分、厚度、成因类型、接触关系和分布范围。

6.5.2 调查研究第四纪沉积物与地貌条件的关系，根据物质成分及其所处的地貌部位划分地层单位，建立地层层序。

6.5.3 调查第四系可能赋存的矿产、古风化壳、古土壤和古文化层，研究各类第四纪沉积物形成时期及其与年代地层单位的对应关系。

6.6 构造

6.6.1 查明各种构造基本类型和主要构造的形态、规模产状、性质、生成序次和组合特征，对其运动学、动力学特征做出分析。

6.6.2 建立区域构造格架，研究不同期次构造叠加关系及演化序列。

6.6.3 调查研究新构造运动特征及其对成矿作用和地质环境的影响。

6.6.4 探讨构造活动与沉积作用、岩浆作用、变质作用及成矿控矿作用的关系。

6.7 旅游地质资源

对区内具有观赏价值和重要科学意义的典型地质现象和地理地貌景观，进行调查研究。

6.8 矿产资源

对区内已知矿产种类、分布及潜在价值进行了解。对新发现的矿化、蚀变现象进行观察记录，采集必要的测试样品。

6.9 灾害地质

注意收集对人民生活危害较大的灾害地质资料。

7 地质填图精度要求

7.1 实测地质剖面

7.1.1 测制沉积岩地层剖面的目的是了解沉积序列的岩石组成和结构、划分地层、建立填图单位。要求进行详细分层、描述，系统采取岩矿、古生物、岩石地球化学等样品，必要时采集人工重砂样品进行重矿物组合特征研究，用宏微观相结合的方法研究地层的各种地质特征、划分岩石地层单位，为路线地质调查和填图以及多重地层划分对比打下基础。

7.1.2 在划分侵入体的基础上，测制侵入岩剖面，其目的是归并单元，确定侵入时代及其顺序，研究同源岩浆演化序列和侵入体的就位机制。在剖面上

应详细研究侵入体的各种基本特征并系统采集岩矿、岩石化学和地球化学样品。选择代表性侵入体采集同位素年龄测试样品。

7.1.3 测制火山岩剖面的目的是划分火山地层,建立火山岩填图单位,研究火山构造。在剖面上应详细研究火山岩石、地层、岩相、岩石组合与序列、喷发旋回及喷发韵律等基本特征,并系统采集岩矿、岩石化学及地球化学样品,有选择地采集同位素年龄测试样品。

7.1.4 测制变质岩剖面的目的是确立变质岩构造-地(岩)层或构造-岩石填图单位,划分变质相系。变质带和区分不同的构造变形域。在剖面上应详细研究各填图单位岩石类型及其矿物组分、接触关系、序次、变形变质特征,并系统采集岩矿、岩石化学、地球化学等样品,必要时采集同位素年龄样品。浅变质沉积岩还应研究沉积作用特征。

7.1.5 沉积岩剖面一般应分别选择在地层出露较完整,接触关系与标志层、相带清晰,构造相对较简单的地段测制;变质岩剖面应选择在变质变形复杂、填图单位齐全的地段,测制构造-地(岩)层剖面;测制花岗岩单元-超单元剖面应选择在同源岩浆序列中各种地质体出露较齐全的地段;测制花岗岩构造剖面应选择在花岗岩变形构造特征比较明显的地段。火山岩剖面应选择岩相发育较全地区,并尽可能通过火山机构中心。

各类实测剖面应进行放射性能谱测量。

7.1.6 一个图幅内的不同沉积地层、不同时代和类型的火山岩侵入岩单元和变质岩填图单位一般至少要有 1~2 条实测剖面控制,联测图幅可按联测区部署,一般一个填图单位应有 2~3 条剖面控制,比例尺一般不小于一比五千。若已有符合质量要求的实测剖面,也可部分或全部引用。

7.1.7 为确保剖面精度,凡剖面线上浮土掩盖较多又难以短剖面平移拼接时,应使用必要的工程予以揭露。

7.2 填图单位的合理划分

合理划分填图单位,是确保地质填图质量的关键。设计中应提出填图单位划分的初步方案。而后在填图中随着研究工作的深入再予以确定。

7.2.1 沉积岩区的填图单位分正式和非正式岩石地层单位两类。

正式岩石地层单位包括正式命名的群(超群、亚群)、组、段、层,其中组是基本填图单位。沉积地层必须划分到组,只有对区域地层研究有必要和可能时才划分到段和层或并组为群。

为了在地质图上详细具体地表现正式岩石地层单位的各种特征和生物地层单位与年代地层单位地层特征及层位,还必须划分、研究和填绘非正式岩石地层单位。对具有特殊标志、形态、成因或某种有经济、实用意义的岩石单位,如局部性的标志层、特殊的岩层、透镜体,岩舌、岩楔、某些礁滩沉积、含矿(或具有某种经济意义的)层、特征明显的化石富集层等,一般均应作为非正式岩石地层单位填绘在图上。

7.2.2 侵入岩填图单位以单元作为基本的填图单位,独立侵入体和脉岩为非正式填图单位。

在侵入体或单元与周围地质体的接触带,应按接触关系和变质现象以及变质作用的类型划分变质带。有条件的侵入体或单元应尽可能划分出岩石带。

7.2.3 火山岩填图单位,可按地层学方法划分岩石地层单位,一般划分到组,必要时可划分到段和层,亦可按火山活动的规律性和火山地层的特殊性划分火山活动旋回,必要时可划分到韵律。中深变质的火山岩应按变质岩的要求划分填图单位。

7.2.4 变质岩填图单位,在填图初期应按变质岩岩石类型和变质作用、变形作用特征划分非正式填图单位,在详细研究建造的基础上再确定正式填图单位。

对沉积变质岩系,其变质地层间正常沉积接触关系、示顶标志清晰可靠,可按岩石地层单位的划分原则建立组一级填图单位,并可进一步划分到段。对被区域性不整合或区域性热事件分割,或区域性构造作用及变质作用迥异的变质地层系统,可建立群一级填图单位,并进一步划分到组。对变质地层被同变质构造(如滑断构造、韧性剪切带等)分割,且缺乏示顶标志的沉积变质岩系,可参照上述原则,分别建立岩群、岩组和岩段。

对中深变质侵入岩系,可按照不同深成岩的分布情况,分别建立或划分片麻岩套或片麻岩杂岩与片麻岩两级填图单位。

7.3 地质体标定

7.3.1 野外手图一般采用一比二万五千比例尺的地形图,对具有典型地质意义的地质体、地质现象和地质构造复杂地段,必要时可采用更大的比例尺填图进行详细研究。各种地质要素按 GB 958《区域地质图图例(1:50 000)》的规定标定在手图上。

7.3.2 地质填图只标定直径大于 100 m 的闭合地质体;宽度大于 50 m、长度大于 250 m 的线状地质体;长度大于 250 m 的断层、褶皱构造。对小于上

述规模,但具有重要意义的地质体、控矿层、含矿层和找矿标志以及其他特殊地质现象,可用相应的符号、花纹夸大或归并表示。

7.3.3 基岩区内面积小于 0.5 km^2 和沟谷中宽度小于 100 m 的第四系,在图上不予表示仍按基岩填制。在大片第四系覆盖区进行填图时,要充分收集工程揭露资料,根据任务需要有条件时可进行必要的物探和浅钻,编制基岩地质图。

各类地质点在地质手图上所标定的点位与实地位置误差一般不得大于 50 m 。

7.4 地质填图观察路线的布置

7.4.1 地质填图中观察路线的布置,要以地质条件的复杂程度和要解决的主要地质问题为依据,在充分利用遥感图像资料解译基础上,分别不同的基岩出露情况和通行条件精心布置。露头良好区,应结合遥感图像资料,以穿越路线为主并辅以追索路线,必要时可实行主干路线与辅助路线相结合的办法填图;露头不好的地区要有针对性地布置稀疏路线,并结合露头的追索观察。一个图幅内的地质观察路线总长度在北方不少于 $500 \sim 700 \text{ km}$,南方不少于 $600 \sim 800 \text{ km}$,遥感图像解译程度为中等—良好的图幅,其路线总长度可减少 $25\% \sim 30\%$ 。路线间距大小应视不同情况分别对待,以达到填图要求和解决主要地质问题为前提,切忌机械地按网度布置或无根据的任意放稀。路线间距及部署原则应在设计书中具体规定,经主管部门批准实施。

7.4.2 所有重要的地质界线和地质体,如岩石地层单位的组(岩组)段(岩段)界线,一些有意义的特殊的非正式地层单位等都应有足够的观察点控制。在主干路线上要详细观察记录,采集必要的样品,取准取全各种数据。地质构造复杂或重要地质观察路线应有连续的路线剖面图及必要的素描图与照相。

8 资料综合整理

资料综合整理按工作进程可分为当日整理、阶段整理、年度资料整理、野外验收前整理、最终资料整理。

8.1 当日资料整理,系指各种原始资料的整理,包括记录数据、素描图的核对着墨、标本和样品的整理标注、联图等。当日填图,应当日整理完毕。

8.2 阶段整理,系指分队、组野外工作进行到一定阶段(或一个站的工作结束时)进行的整理,应综合整理各种资料,核对资料收集的真实性和完备

程度;核实、编制和转绘野外图件;清理、选送各种鉴定、分析样品;对存在问题研究解决的途径和办法,提出下阶段工作计划。

8.3 年度资料综合整理,应对一年来所取得的实物资料、测试资料及编录资料进行全面的整理、核对,编制各种图件、表格及年度工作小结,提出存在问题和下年度工作计划。

8.4 野外验收前资料整理,应在野外填图工作结束后,全面整理各项野外实际资料,检查核实其完备程度和质量,编制有关图件,编写地质填图工作小结。一般应在野外验收前整理并提供下列资料:

各种原始记录本、表格与卡片;

实测剖面资料;

测试鉴定分析资料;

地质编录资料;

各种图件,包括野外地质手图、野外地质图、实际材料图、遥感图像资料等;

各种文字报告及简报;

代表性的岩石、矿物、矿石、化石等实物标本。

8.5 最终资料整理应在野外验收后进行,要求内容完备、综合性强,文、图、表应相互吻合。通过整理,为最终验收提供下列资料:

作者原图,一比五万;

地质图(着色、全要素),一比五万;

编稿原图(铝版或薄膜),一比五万;

各种实际材料图、样品测试及鉴定表册;

图幅说明书和联测报告;

按有关规定整理好的原本档案资料;

其他需要编制的图件及文字资料。

9 地质图件及图幅说明书的编制

9.1 地质图件的基本内容和要求

根据不同岩类地区地质填图要求,按 GB 958 的规定将填图区内的各种地质体、构造及其性质、产状要素等地质内容反映在地质图上,内容的综合与取舍应合理,地理底图精度和编稿原图内容应符合出版要求。

9.2 图幅说明书编制要求

图幅说明书内容要简明扼要、重点突出、论据充分、文图表相吻合,篇幅一般不超过 3 万字(不含表字数,说明书编写提纲见附录 B)。多图幅联测应编写联测报告,篇幅一般不超过 15 万字。片区完成后应另立项编写片区区调总结报告。

10 质量管理与成果评审验收

10.1 区调工作质量实行各级行政领导负责制和岗位责任制,在此基础上应建立大队、分队、组三级质量保证体系,开展经常性、阶段性、年度性的质量检查工作。

经常性检查,在组长领导下进行,对所获原始资料进行自检、互检,自检互检率应达 100%。

阶段性检查,在分队长及分队技术负责人领导下进行,在自检互检基础上重点检查原始资料是否丰富、真实可靠。

年度性检查,应在年度野外工作结束前,在总工程师领导下进行,着重检查重大地质问题的解决程度及其质量。

分队、大队路线抽查率应分别不低于 10% 和 3%~5%。

10.2 野外成果验收,由大队负责,省(自治区、直辖市)主管局(厅)派质量监督员及有关人员参加。大队签署验收意见书后方可全面转入室内整理和报告编写工作。若野外资料有重大缺陷,必须责成承担填图工作单位补做工作,由大队进行复审。

野外资料验收内容:

- a. 设计执行情况;
- b. 原始资料齐全程度及质量;
- c. 地质问题的解决程度;
- d. 技术方法的合理性。

10.3 最终成果验收

野外验收通过后,一般在 6 个月内提交最终成

果,由省(自治区、直辖市)主管局(厅)负责组织验收、着重审查:

- a. 野外验收提出问题的处理情况;
- b. 各项实际资料综合整理程度;
- c. 各项工作成果是否达到设计要求;
- d. 说明书、图件与实际资料是否相符;
- e. 说明书是否简明扼要、重点突出、立论有据,并符合实际性、针对性和科学性;
- f. 编稿原图的内容、要素是否齐全、准确,图面结构是否合理,数学精度和图例是否符合有关规定的要求。

凡达到上述要求者,予以验收,并按区调质量管理办法进行质量评级,由省(自治区、直辖市)主管局(厅)签署验收决议书。对决议书提出的各项问题,大队应及时组织专人进行处理,经核准后方可安排清绘出版。

11 地质图件及图幅说明书的出版提交

11.1 最终成果验收通过后,一般 5~8 个月内进厂出版。

11.2 一比五万彩色地质图按国际分幅单幅出版,符合版面(787×546)要求时,亦可并幅出版。图幅说明书铅印或胶印出版。

11.3 地质图件及图幅说明书的汇交和提供使用办法按有关规定执行。

摘自《地质调查标准汇编 区域地质调查手册》

中华人民共和国地质矿产行业标准

区域地质调查中遥感技术规定 (1:50 000)

DZ/T0151—1995

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了 1:5 万区域地质调查中应用遥感技术的目的任务、工作程序、图像处理、遥感解译、实况调查、室内遥感编图等内容。

1.2 适用范围

本标准适用于 DZ/T 0001—91《区域地质调查总则 (1:50 000)》规定的遥感工作,1:5 万、1:2.5 万地质矿产普查中的遥感工作也可参照使用。

2 引用标准

DZ/T 0001 区域地质调查总则 (1:50 000)

3 术 语

3.1 图 像

泛指由摄影方式直接获得的,由遥感、地学或其他数据直接生成的,以及由各种功能图像处理或多源信息复合处理生成的像或图。

3.2 影 像

图像中，由波谱特征、空间特征表征的特定的现象。

3.3 合成彩色

图像中，由地表自然景观中红、绿、蓝三个波段的遥感物理量分别赋予红、绿、蓝三色合成的混色称真彩色；由近红外、红、绿三个波段的遥感物理量分别赋予红、绿、蓝三色合成的混色称红外彩色；由其他物理量分别赋予红、绿、蓝三色合成的混色，一般统称为假彩色。

3.4 影像结构

指图像亮度或灰度的空间变化，如平滑、均一、粗糙或繁杂程度；某种灰度或图形组合重复出现的频率、方向性及强度等。目视定性分析，一般用不同粗糙度或周期性图形表征；计算机定量分析，用结构变量或结构图像表征。

3.5 影像构造

指由地物的色调、形状、大小、阴影等组成的影像，一般表现为点、线、链、格、栅、环等影像要素有规律的排列组合。

3.6 影像特征

影像中可以用来区分相邻地物或识别地物属性的波谱特征或空间特征，如色调、结构（纹理）、构造（图案）、地貌及水系类型，地物的形状、大小、阴影、特定的空间分布位置及与周围地物的相关关系等。

3.7 特征影像

指在同一地质、自然地理景观背景中，某地物（地质体）特有的、比较稳定的一种影像特征或几种影像特征的组合。

3.8 遥感解译

指从遥感图像中识别和提取某种特征影像，赋予特定的属性内涵，并加以专业语言化的过程。

4 目的任务

遥感图像中蕴藏着大量不同性质、类型和尺度的地质信息。1:5 万区域地质调查（以下简称区调）中遥感工作的任务是从遥感图像中最大限度地提取有关岩石（沉积岩、岩浆岩、变质岩）、地层、构造、矿产等信息，研究各种地质体、地质现象时空分布及其相互关系；推断地质作用过程及其运动状态等。目的用以增强地质工作预见，有效地部署野外调查研究工作，提高填图速度、质量和深化区域地质认识。

5 工作程序

区调中遥感工作程序为：遥感资料收集，图像、数据处理，遥感解译，实况调查及室内遥感地质编图。

6 遥感资料收集

6.1 区调中应尽可能选用多种类型、多种时相的航天、航空遥感图像、数据。一般应有地面分辨率优于 30 m 的航天多波段遥感图像、数据和比例尺大于 1:5 万的航空摄影图像。

6.2 航天、航空遥感图像一般应无云覆盖、无云影、无感光处理缺陷，影像清晰、反差适中，像片内部及相邻像片间无显著偏光、偏色现象。

7 图像、数据处理

分为全区性处理及局部性处理。前者应在区调设计前完成，后者可在遥感详细解译和填图过程中针对所研究的地质问题开展。

7.1 航空遥感图像处理

7.1.1 航空像片比例尺过小或过大而不利于区调应用时，可根据实际需要将像片适当放大或缩小。

7.1.2 由于自然地理景观特点限制或季节影响，图像反差过大、过小，色彩平淡或影像清晰度欠佳不利于地质信息提取时，一般应进行计算机图像增强处理，对图像反差进行调整、改善图像色彩。

7.1.3 区调中必要时，可编制航空摄影像片平面图。一般在平坦地区可采用整张像片纠正、用切割镶嵌法从中心向外扩张镶辑；丘陵区，可采用分带纠正光学镶嵌或切割镶嵌法镶辑；在山区应采用正射投影仪扫描纠正成图。

7.2 航天遥感图像处理

7.2.1 预处理

7.2.1.1 用于区调中遥感的图像、数据必须进行旨在优化像片质量为目的必要的预处理。

7.2.1.2 几何变换，将遥感图像的投影从原方式变换成 6° 分带、1980 西安平面坐标系的高斯—克吕格投影方式。为使图像与 1:5 万地理底图精确叠合，在几何变换中使用的控制点对不应少于 6 对，点对分布应均匀。

7.2.1.3 区调图幅跨越数景航天遥感图像时，一般应采用彩色数字图像镶嵌技术进行镶辑。

7.2.1.4 当图像中局部云覆盖有碍信息提取时，

可采用同一地段其他时相的无云图像经彩色数字镶嵌方式镶入云覆盖区。

7.2.2 彩色合成

7.2.2.1 区调中使用的区域性基础图像,一般应采用波长为 $0.7\sim 0.9\ \mu\text{m}$, $1.5\sim 1.8$ 或 $2.0\sim 2.4\ \mu\text{m}$, $0.6\sim 0.7\ \mu\text{m}$ 等三个波段分别赋予红、绿、蓝三色的假彩色合成方式,而不采用标准假彩色合成方式。

7.2.2.2 合成图像色彩平淡而不利于地质信息提取时,应进行反差扩展或彩色坐标变换图像处理予以增强。

7.2.2.3 图像各波段之间相关度很高时,应进行主组分分析处理,选择其中区分地质体、地质现象能力强的组分进行合成。

7.2.3 岩石波谱特征近似时,为了区分岩性可采用比值增强处理。

7.2.4 线状影像增强和提取,一般采用单向滤波模进行处理。

8 遥感解译

遥感解译应贯穿于区调任务确立之后到最终资料整理之前的地质工作过程中。一般在任务确立之后进行区域解译和初步解译,在正式进行野外地质填图之前完成详细解译。

8.1 进行遥感解译时,必须首先熟悉拟用于解译的各种图像生成(处理)方式,及图像可能表征的主要方面。

8.2 遥感解译一般以目视平面(立体)观测为主。若条件允许,应力求在具有人机对话能力的图像计算机处理系统支持下进行解译。

8.3 遥感解译应从地质研究程度高、地质资料丰富的地区开始,从区域性宏观解译逐渐向局部性微观问题研究过渡,从直观地质信息提取逐渐向复杂因素组成的地质体的信息提取过渡,从定性地质信息提取向定量信息提取过渡,循序渐进、反复解译,逐步深化、提高区域地质认识。

8.4 根据区调工作进程遥感解译内容应各有侧重:区域解译,一般在包含调查区在内的 $1:50$ 万、 $1:20$ 万区域性航天遥感图像上进行,主要研究调查区所处区域构造背景及提出下步应解决的区域地质问题;初步解译,一般在比例尺为 $1:5$ 万、 $1:2.5$ 万的航天航空遥感图像上进行,重点是客观地提取内涵地质构造和三大岩类时空分布信息的线状、环状和块状影像,对调查区沉积岩、岩浆岩、变质岩

和褶皱、断裂构造进行初步研究;详细解译,一般在航空遥感图像上进行,重点是研究各种正式、非正式填图单位的分布,岩性、岩相及厚度横向变化情况,褶皱形态及演化特点,断裂性质、规模及相对时序等。

8.5 线状影像解译

8.5.1 应详细研究线状影像的波折、弯曲、分叉、复合特点,影像之间的穿插、交切、限制等关系,影像两侧位移、牵引、旋扭等现象。航天遥感图像中提取的区域性线状影像,一般应通过航空遥感图像解译,进一步详细查明航天遥感影像内部结构、构造特点,与毗邻地区线状、环状及块状影像的相互关系。

8.5.2 经解译的线状影像,应按地质属性进行分类、命名。凡属断裂构造应尽可能按其构造性质进行分类,按统计方向进行分组,按规模大小(长度、宽度和估计切割深度)划分等级,有条件时应根据相互关系确定相对时序和划分体系。

8.6 环状影像解译

8.6.1 应详细研究环状影像内外色彩,结构、构造特点及其变化,相关联的不同清晰度的环状影像之间相互包容、叠加、镶嵌、切割、辐射、星散等空间分布关系,环状影像与相关的线状影像之间交切、限制、辐射等同生、衍生关系以及可能提供鉴别地质体埋深、产状变化和形成相对时序等信息。

8.6.2 经解译的环状影像应按地质属性加以分类。对那些与岩浆侵入,喷出活动和热液活动有成因联系的环状影像,应充分利用各种特征影像间的相互关系探索岩体产状、埋深和侵入相对时序。对那些与构造侵位、底劈等构造活动有关的环状影像,应查明相关的不同级次的构造控制作用。对与褶皱形变有关的环形影像,应根据影像边界特征及断裂、节理系的分布特点对形变期次进行探索。

8.7 块状影像解译

8.7.1 应详细研究块状影像的影像结构、构造特点,块状影像中层纹之间平行、交叉、切割、分岔、合并、尖灭及韵律变化等现象,块状影像内色彩变化及色异常分布特点等。

8.7.2 块状影像应按地质属性加以分类。对于沉积岩类和浅变质岩类,应通过影像标志层、层纹特征变化研究岩层的岩性、岩相、厚度、接触关系和产状变化;对于侵入岩类,应详细分析影像结构、构造特点,尽可能对岩体加以详细分解,研究相互间的接触关系、圈定接触变质带的范围;对火山岩类,应利用特征影像追踪火山机构,划分不同岩石

区带,研究火山机构空间分布特点以及与区域断裂之间的关系;对于深变质岩类,应充分利用影像结构、构造特点详细划分不同岩性的岩石区,研究相互接触关系及构造形变特点;对于第四纪堆积,应根据块状影像与地貌关系划分其成因类型,确立相对时序。

9 实况调查

一般在区调任务确定之后必须进行踏勘性实况调查,在岩石、地层、构造地质剖面测制和重大地质问题研究过程中必须进行解译标志专题研究性实况调查,在野外地质填图过程中进行检查、验证性实况调查。

9.1 实况调查应在图像处理和遥感解译基础上进行。

9.2 实况调查一般采用路线观测、观察点控制方式进行,在点上、点间必须取全、取准第一性资料。

9.3 踏勘性实况调查,一般应横穿图幅中不同自然地理景观区和不同构造、岩石区,重点了解不同岩石区的水系特征,岩性与地形、地貌、土壤、植被及土地利用之间的关系;初步了解岩石出露区、植被覆盖区的影像特征、主要地质体、地质现象的特征影像,建立初步解译标志;查明调查区可解译程度并加分区。

9.4 解译标志专题研究性实况调查,应重点查明地质剖面上各种岩性岩石和各种正式和非正式填图单位(单元)的特征影像,确立尽可能多的影像标志层;详细研究经野外地质调查确定的各种重大地质构造的影像特征,建立直接、间接用于填图的影像标志;初步确定各种地质体界线的直接、间接定位方法和可能达到的定位精度。

9.5 检查性实况调查,应着重研究地质属性不明和多解的影像的地质意义;查明由于地质体产状变化、岩性岩相变化、褶皱形变或自然地理景观变化等引起填图对象的影像特征或特征影像变化特点,补充、完善各种地质体、地质现象的解译标志。

9.6 验证性实况调查,主要验证图幅中应用遥感填绘的地质图中地质体属性判定的正确与否,地质界线定位的准确程度。

10 室内遥感编图

遥感编图一般在详细解译基础上进行,在正式

进行野外地质填图之前初步完成,在野外地质填图过程中加以完善。

10.1 沉积岩、浅变质岩采用岩石地层方法填图,填图单位一般划分到组。对确定填图单位界线位置,研究岩层厚度、岩性岩相、构造的时空变化具有重要意义标志层、层纹等应作为非正式填图内容加以表示。

10.2 侵入岩采用岩石谱系单位方法填图,侵入体、单元为基本填图单位。对于反映侵入体岩相变化、时空演化特点以及深部产状变化有指示意义的环状、线状特征影像可作为辅助标志表示。

10.3 火山岩采用地层—岩性(岩相)双重方法填图,填图单位一般划分到组。对于那些确定火山口位置、研究火山机构、喷发旋回有指示意义的环状、块状特征影像可作为辅助标志表示。

10.4 深变质岩采用构造—地(岩)层或构造—岩石方法填图,填图单位分别划分到组或岩套。对于那些确定各种构造界面、变质程度空间变化具有指示意义的线状、块状特征应尽可能详尽地加以表示。

10.5 第四纪堆积按成因类型填图。

10.6 在断裂构造复杂地区,填图重点以断层、断裂带为主,对于那些反映断裂性质、产状、断距、构造岩、伴生构造、构造组合以及生成相对时序有重要指示意义的特征影像应在图中适当表示。在断裂构造简单或不易发现断裂地区,填图重点以节理、裂隙带为主;对于那些反映隐伏断层、断裂带的特征应详细加以表示。

10.7 褶皱构造的填图重点在于表现褶皱位态、形态特征、轴线分布、变形期次等。对于有指示意义的标志层、层纹、节理、劈理带特征影像应充分加以表示。

10.8 岩层、断层、节理,褶皱等的影像标志清晰时,应尽可能在图像中对各种界面、线理的产状要素进行宏观测定。

10.9 对野外地质填图或地质问题研究有重要指示意义的,需要在野外地质填图中重点进行检查的地质属性不明的线状、环状、块状和某些特殊的影像,应将其主要特征准确地反映在图中。

10.10 遥感编图中一般只填入直径大于 100 m 的闭合地质体;宽度大于 50 m、长度大于 250 m 的线状地质体;长度大于 250 m 的节理;长度大于 500 m 的断层、褶皱轴。对于野外地质填图或地质问题研究有重要指示意义的特征影像,必要时应夸大表示在图中。

10.11 各种地质体、地质现象的界线,一般应采用追索法在图像中连续追踪圈定。填图对象的界线局部被覆盖时,一般可根据产状利用作图法推定,界线的特征影像因岩层产状变化或地层褶皱而局部被掩盖时,应采用制作解译剖面方法加以推定;填图单位界线无明显的标志影像时,可利用相邻的多个影像标志层与该界线的相对关系推定。

10.12 在遥感编图中,与前人资料一致的、解译认定的和推测的地质体、地质现象的界线,应采用不同图例表示。

10.13 遥感地质解译的主要成果一般应有相应的文字记录;典型遥感影像地质解译结果应填写记录卡。文字描述中第一性资料应与分析、论断性资料分开。记录中影像命名方式应一致。

11 原始资料

在区调工作进行野外验收时,应提供下列遥感资料:

- a. 有关遥感图像;
- b. 有关遥感图像处理、解译和实况调查的原始资料;
- c. 典型遥感影像解译记录卡;
- d. 遥感解译的各种图件;
- e. 有关文字说明。

12 质量检查

按 DZ/T 0001 有关规定执行。

摘自《地质调查标准汇编 遥感技术方法分册》

中国地质调查局工作标准

战略性矿产远景调查技术要求 (试行)

DD 2004—04

1 范围

1.1 本要求规定了战略性矿产远景调查(以下简称矿产远景调查)的适用范围、引用标准、目的任务、工作内容、工作要求、提交的成果等。

1.2 本要求是矿产远景调查的总体技术要求,也是该项工作质量监督和成果验收的依据。

2 引用标准

GB/T 17766—1999《固体矿产资源/储量分类》
GB/T 13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》

DZ/T 0001—91《区域地质调查总则(1:50 000)》

DD 2000—01《固体矿产预查暂行规定》

DZ/T 0078—93《固体矿产勘查原始地质编录规定》

DZ/T 0071—93《地面高精度磁测技术规程》

DZ/T 0070—93《时间域激发极化法技术规定》

DZ/T 0011—91《地球化学普查规范(1:50 000)》

DZ/T 0151—95《区域地质调查中遥感技术规定(1:50 000)》

3 目的任务、部署原则、工作程序

3.1 目的任务

矿产远景调查是战略性矿产勘查的前期基础工作,是为矿产预查直接提供靶区和新发现矿产地的区域找矿工作,其目的是解决矿产勘查后备选区紧缺问题,为政府矿产资源规划管理、提高矿产可持续供给能力提供基础保障,为提高国家勘查资金的投入产出效益、促进矿业可持续发展服务。

3.2 部署原则

在重要成矿区带选择成矿有利地段,突出战略性矿种,兼顾综合找矿,按国际分幅,采用单幅或多幅联测的方式分阶段部署。

3.3 工作程序

应遵循资料收集、野外踏勘、设计编审、野外调查、野外验收、报告编写、评审验收、资料汇交等程序。项目工作周期一般为3年。

4 设计编写要求

4.1 资料收集与综合整理

全面收集工作区内地质、矿产、物探、化探、遥感、科研等各类资料,研究区域地质及矿产信

息,编制工作程度图,具备条件的地区还应编制矿产卡片。作为设计编写前的必要程序,应以地质成矿观点为指导,按区域成矿单元处理以往化探数据,综合分析 1:20 万(或 1:50 万)区域地球化学异常特征、分布范围及检查情况,综合地质、地球物理等信息圈定有利异常及重点工作区,在各省成矿预测和规划图的基础上选区,作为部署野外调查工作的依据。

4.2 野外踏勘

设计编写前,视工作区工作程度、具体工作任务和野外工作需要开展野外踏勘,从整体上对工作区地质、矿产,以及自然地理、地形地貌、植被覆盖、社会经济、道路交通等情况进行概略了解,并对室内收集的有关资料进行必要的野外验证。野外踏勘以能最多穿越不同类型的代表性矿化带、典型地质体和自然景观区路线地质踏勘为主。测区内矿产资源丰富、矿(化)点分布较多时,还应对重点地段进行全面踏勘,以了解成矿地质背景和矿化特征。

踏勘时应适当采集关键地段、有代表性地质、矿化现象的岩矿标本,并进行必要的岩矿鉴定或快速分析测试。通过踏勘选择确定实测地质剖面位置,建立遥感解译标志。

4.3 设计编写主要内容

设计编写主要内容及格式见附录 B。

5 主要工作内容及技术要求

战略性矿产远景调查主要工作内容包括矿产地质填图、地球化学勘查、地球物理勘查、重砂测量、遥感地质调查、矿产检查和综合研究等。

5.1 矿产地质填图

5.1.1 目的任务 矿产地质填图的目的任务是提高测区内矿产地质研究程度,大致查明地质及矿化特征,发现新矿(化)点,为物化探异常解释、成矿规律研究和找矿靶区圈定提供基础地质资料。

5.1.2 基本要求

5.1.2.1 未开展过 1:5 万区调的地区,矿产地质填图必须以野外实测为主。已进行过 1:5 万区调的地区,采用野外调查和室内修编相结合的方式,主要任务是实测矿产和与成矿有关的含矿层、标志层、控矿构造、矿化带、蚀变带、物化探异常区与成矿有关的其他地质体。

5.1.2.2 矿产地质填图应充分收集、分析、应用区内已有的地、物、化、遥、矿产资料。特别是要

充分利用 1:2.5 万遥感解译成果、遥感影像图,提高研究程度和工作效率。

5.1.2.3 矿产地质填图应充分应用新技术、新理论、新方法,不断提高区内地质、矿产研究程度和填图质量。原则上采用数字填图技术。使用 GPS 定点。

5.1.2.4 矿产地质填图方法要充分考虑区内地形、地貌、地质的综合特征及已知矿产展布特征,对成矿有利地段要有所侧重。

5.1.2.5 矿产地质填图尽可能使用符合质量要求的地形图为底图,其比例尺应大于或等于 1:5 万,野外手图比例尺应为 1:2.5 万,无 1:2.5 万比例尺地形图时可使用 1:5 万比例尺地形图放大至 1:2.5 万。

5.1.2.6 地质研究程度:大致查明区内地层、构造和岩浆岩的产出、分布、岩石类型、变质作用等特征,深入研究与成矿有关的地质体和构造。

5.1.2.7 矿产研究程度:初步了解含矿层、矿化带、蚀变带、矿体的分布范围、形态、产状、矿化类型、分布特点及其控制因素、矿石特征。

5.1.3 填图方法和研究内容

5.1.3.1 沉积岩

沉积岩采用岩石地层方法填图。

大致查明岩石地层单位的沉积序列、岩石组成、岩性、主要矿物成分、结构、构造、岩相、厚度、产状、构造特征以及接触关系,大致查明其含(控)矿性质、时空分布变化等,厘定地层层序和填图单位。

5.1.3.2 侵入岩

大致查明侵入岩体、脉岩的形态与规模、产状、主要矿物成分、岩石类型、结构、构造、包体、岩石化学和地球化学特征等。

大致查明侵入岩体内外接触带的交代蚀变现象、同化混染现象以及分异现象特征,并圈定接触带、捕虏体或顶盖残留体,测量接触带产状。

探讨侵入体的侵入期次、顺序、时代、演化规律、与围岩和矿产的关系及时空分布、控矿特征。

5.1.3.3 火山岩

采用火山地层-岩性(岩相)双重方法填图。

研究火山岩的成分、结构、构造、层面构造和接触关系。大致查明火山岩层的层序、厚度、产状、分布范围、沉积夹层及岩石化学和地球化学特征,划分和厘定岩石地层单位。

划分火山岩相,调查研究火山机构、断裂、裂隙对矿液运移和富集的控制作用及与火山作用有关

的岩浆期后热液蚀变、矿化特征。

研究探讨火山作用与区域构造及成矿的关系,确定与成矿有关的火山喷发时代。

5.1.3.4 变质岩

区域变质岩要研究各种类型变质岩石的特点和变质作用。

浅变质沉积岩、火山岩、侵入岩注意运用相应的填图方法进行工作。

中、深变质岩系根据变质、变形作用特征及其复杂程度以及岩石类型,划分构造-地层单位、构造-岩层单位、构造-岩石单位。

接触变质岩石应着重研究接触变质带、接触交代带的分布、物质成分、规模、形态、产状和强度及其主要控制因素。

大致查明变质岩石的主要矿物成分、结构、构造、岩石类型、岩石化学和地球化学特征、变形特征及其空间分布、接触关系,并建立序次关系,恢复原岩及其建造类型。

调查研究各类变质岩内的含矿层、含矿建造及矿产在变质岩中的分布规律,变质岩石、变质带、变质相对矿床、矿化的控制作用。

5.1.3.5 第四纪地质

第四纪地质体大致按时代、成因类型划分填图单位。含矿层位为第四系时要大致查明第四纪沉积物的物质成分、厚度及时空分布。

5.1.3.6 构造

大致查明构造的基本类型和主要构造的形态、规模、产状、性质、生成序次和组合特征。建立区域构造格架,探讨不同期次构造叠加关系及演化序列。

观察褶皱、断裂构造或韧性剪切带、构造活动等及新构造运动对沉积作用、岩浆活动、变质作用、矿化蚀变、成矿的控制作用、对矿体的破坏作用以及矿体在各类构造中的赋存位置和分布规律。

5.1.3.7 矿产

观察研究含矿层、蚀变带、矿化带、矿体以及与成矿有关的侵入体、接触变质带、构造带以及矿化转石等的种类、规模、展布范围、产状、形态及其空间变化,并取化学分析样和采集标本。观察研究矿石质量特征、矿石的物质组成、矿石矿物、脉石矿物、结构、构造等。

5.1.4 精度要求

5.1.4.1 实测地质剖面

实测地质剖面应选择地层和其他地质体出露相对齐全、层序完整、化石丰富、顶底清楚,接触关

系、标志层、相带清晰,岩性、岩相及厚度具有代表性,基岩露头较好、构造简单的地段。

一般在一个测区按沉积地层、火山岩、侵入岩和变质岩填图单位要求测制 2~3 条代表性实测剖面,比例尺以不小于 1:1 万,一般以 1:5 千为宜。对与成矿有关的主干构造带,也要测制代表性构造剖面。视实际情况和需要采取岩矿鉴定样或岩石化学样、岩石地球化学样等必要的样品。如已有符合要求的实测剖面,可部分或全部参照使用。

测制沉积岩地质剖面目的是了解沉积序列、岩石组成、岩性、结构、岩相、构造特征、可能含有的化石情况,正确划分地层,建立地层层序和填图单位。研究岩层物质成分、结构、构造、含矿性和相互关系。

测制侵入岩剖面目的是了解不同侵入体的岩石学特征,研究其序次关系、含矿性和侵入时代等。

测制火山岩剖面目的是研究火山构造、划分火山岩岩石地层、岩相、岩石组合与序列、喷发旋回等基本特征,建立火山岩填图单位。

测制变质岩剖面目的是确立变质岩构造-地层(岩层)或构造-岩石地层填图单位。研究各填图单位的岩石类型、矿物组分、接触关系、序次、变形变质特征。

根据实测剖面测量的结果,编制综合地层柱状图。

5.1.4.2 填图单位划分

沉积岩区正式岩石地层单位划分到组作为基本的填图单位,对其中与成矿有关的岩层、含矿层、标志层等应以非正式单位单独表示。

侵入岩按侵入体为基本的填图单位,尤其要注意对与成矿有利的侵入体的划分,对岩相带、蚀变带等要表示在图上。

火山岩可采用地层加岩性综合划分填图单位,一般划分到组。对其中与成矿有关的火山岩中含矿层、标志层等可以非正式单位单独表示。

浅沉积变质岩系的沉积接触关系和示顶标志清晰可靠,可参照沉积岩区地层单位划分填图单位;对区域性深变质岩系,可划分岩群、岩组、岩段。

第四纪地层根据成因类型和时代划分地层填图单位,对含矿层位单独划分表示。

5.1.4.3 地质体标定

野外手图:将 1:2.5 万遥感影像图、遥感异常图、地形图进行坐标配准叠加后拷入掌上电脑作为手图或直接作为野外用图。

地质图中应标定直径大于 100 m 的闭合地质

体；宽度大于 50 m、长度大于 250 m 的线状地质体；长度大于 250 m 的断层、褶皱构造。对于含矿蚀变构造带及其他矿化地质体，厚度不论大小，均应在图上表示。厚度较小者，可用适当的花纹、符号放大或归并表示。

基岩区内面积小于 0.5 km^2 、河沟谷中宽度小于 100 m 的第四系不予表示，按基岩填制。

一般地质点在手图上所标定的点位与实地位置误差一般不得大于 20 m。

5.1.4.4 矿产地质填图观察路线的布置

未开展过 1:5 万区调的地区，观察路线的布置以解决地质找矿问题为原则。路线布置以穿越法为主，辅以追索路线。对重要含矿层位、蚀变带、矿（化）带、矿（化）体应尽量沿走向进行追索，并定点控制，路线间距原则上 500 m，成矿有利地段调查路线应视需要适当加密。

点距以控制地质矿产填图单位为原则，点距较大时，中间用 GPS 测制示踪点，以反映观察精度。对重要含矿地质体应进行追索。一个图幅内地质观察路线总长度在 600~800 km。

矿产地质测量的路线间距可视工作区具体情况区别对待，不宜机械地按网度布置或无根据地任意放稀。路线间距及布置原则应在设计书中具体规定。

已开展过 1:5 万区调的地区，路线以追索路线与穿越路线相结合的方式布置，地质路线布置应以成矿有利地段为主，路线间距视实际情况确定。一个图幅内地质观察路线总长度不少于 500 km。

重要的地质界线和地质体应有足够的观察点控制。重要地质现象、矿化蚀变应有必要的素描图或照片。

野外地质观察记录格式应统一，点位准确，记录与手图要一致。记录内容应丰富翔实，真实可靠。地质现象观察要求仔细，描述要求准确，除详细描述岩性特征外，对于沉积岩石的基本层序、火山岩石的相序特征、侵入岩石的组构特征、露头显示的构造特征、接触关系、矿化蚀变现象等均应有详细描述记录，并有相应照片或素描图。点与点之间的路线亦应有连续观察记录；每条路线应有路线小结。重点穿越路线、重要含矿层位、矿（化）带、矿（化）体、蚀变带的追索路线应有信手剖面。

当发现重要含矿层位、矿化带、矿体（点）、蚀变带时，应采用适当的轻型山地工程予以揭露控制。工程应采用 GPS 定位。

5.1.5 资料综合整理

参照《区域地质调查总则》（DZ/T 0001—91）及相关矿产工作技术要求执行。

5.2 地球化学勘查

5.2.1 基本要求

5.2.1.1 矿产远景调查工作区均应部署 1:5 万面积性的化探工作，重点地区安排 1:1 万—1:2 万剖面测量或面积测量。

5.2.1.2 化探工作应根据调查区的景观条件和地质矿产特征，按行业技术标准的要求，制定具有较强针对性的化探工作具体技术方案。采样方法尚不成熟的特殊景观地区，要求开展地球化学测量方法有效性试验。

5.2.1.3 1:5 万化探异常中定性解释的矿致异常均应进行概略检查，具较大资源潜力的矿致异常应进行重点检查。

5.2.1.4 化探异常的解释推断应与地质、物探异常分析研究密切结合，综合解释。

5.2.2 工作内容和要求

5.2.2.1 1:5 万化探

1:5 万化探工作可根据 1:20 万区域化探和区域成矿特征布置。

1:5 万化探一般应采用水系沉积物测量方法。不具备开展水系沉积物测量条件的地区，可采用土壤测量（或岩屑测量）的方法。

1:5 万化探的采样密度一般可在 $4\sim 8$ 个点/ km^2 之间选择。在我国南方地区和其他水系发育或地形切割强烈的地区可采用 4 个点/ km^2 的密度；我国北方干旱、半干旱景观地区，采样密度应适当增加；在残山丘陵地区的土壤测量应采用较高的采样密度（如 8 个/ km^2 ），以保证控制效果。

水系沉积物测量和土壤测量的采样在我国西、北部（包括青藏高原西部、新疆、黄土高原地区和内蒙古高原地区以及西部其他干旱、荒漠景观区）均应注意克服或避免风成沙或黄土的稀释干扰。水系沉积物测量采样介质应为代表汇水域基岩成分的岩屑物质；土壤测量的采样介质应为代表基岩成分的残坡积物。采样粒度应根据化探方法技术试验结果确定。同一调查区化探工作的采样介质和采样技术条件应尽量保持一致。

样品分析一般按单点样分析，采样密度较大时，可按组合样分析，化探分析元素的选择应根据调查区 1:20 万区域化探反映的异常元素组分和区域已知成矿元素、伴生元素的种类综合确定，一般选择分析 12~15 种元素。

元素的分析测试方法应有足够的灵敏度和检出限,主要元素的报出率应达 90% 以上,次要元素报出率最低达到 80% 以上。

化探样品测试的各项监控指标应作全面的质量分析和评价。

其他可参照行业技术标准 DZ/T0011—91《地球化学普查规范(1:5 万)》的要求。

5.2.2.2 1:1 万—1:2 万化探

针对 1:5 万化探异常开展矿产检查,应布置 1:1 万—1:2 万化探剖面或面积测量工作。测网采用 GPS 测量敷设。工作方法采用土壤测量或岩石测量。

有明显风成沙干扰的地区,土壤测量应在残积层截取 -4~+20 目的粒级或 -4 目的混合粒级。

5.2.2.3 资料整理和异常解释

1:5 万化探野外工作应及时整理各类野外原始资料;按技术标准编制采样点位图、原始数据图、地球化学图、地球化学异常图、异常剖析图及其他专题解释图件。

系统整理化探异常的面积、强度、规模、浓度分带、组分分带、各种比值等数据,研究分析化探异常分布规律、元素组合规律及与物探异常关联对比等,结合异常地质背景和成矿条件,以及地表矿(化)点、蚀变带分布,对化探异常进行定性解释和分类排序,提出矿产检查工作安排建议。

5.2.2.4 质量要求

采样方法要符合实际情况。采样布局要求合理,密度应适宜。采样位置要求准确,层次应到位。采样物质要求正确。各采样点标志要确切、清楚,原始记录要求齐全、清晰,符合要求。

对有找矿意义的异常,要综合运用地质、物化探工作及地表工程进行检查评价。

野外工作结束后要及时整理资料,提交相应比例尺的图件和文字总结。

工作质量精度应符合现行专业规范和规程要求。

5.3 地球物理勘查

5.3.1 基本要求

5.3.1.1 矿产远景调查应根据调查区的地质、矿产、地球物理工作程度、成矿地质背景、主要矿产类型的地球物理前提和工作条件,从直接找矿和间接找矿两方面选择技术路线和部署快速、经济、有效的物探工作。

5.3.1.2 物探方法的配合应充分注意异常的定性定量解释和推断的需要,采用面积测量和剖面测量

相结合的方式开展调查和矿产检查。

5.3.1.3 物探工作应在野外及时进行物探数据处理和异常的解释推断。异常的解释推断必须密切结合地质、化探成果,综合解释。

5.3.2 工作内容和要求

5.3.2.1 1:5 万物探工作

在工作程度较低的地区,根据地质地球物理条件,一般应开展高精度地面磁测,以寻找一定规模的弱磁性矿产(包括黑色金属、有色金属、贵金属矿产等)或进行间接找矿,研究成(控)矿地质构造,结合地质与化探,寻找隐伏矿产和圈定矿产预查靶区。已完成大比例尺航空物探,或已证明存在较严重干扰、直接和间接找矿效果差的地区不宜安排此项工作。

在工作程度较高、地形和成矿条件优越,以寻找隐伏-半隐伏大中型矿床为目标的地区,可适当开展 1:5 万—1:2.5 万的高精度重力和电法工作。

1:5 万物探工作可采用半自由网开展,平均线距 500 m,点距 100 m;以 GPS 控制半自由网及测点位置。

物探工作必须对区内各类岩石、矿石进行系统的物性参数测量和研究。

5.3.2.2 1:1 万—1:2 万物探工作

矿点、重要矿化蚀变带及分析筛选的物(化)探矿致异常应进行 1:1 万—1:2 万的物(化)探剖面测量,具有大中型矿床找矿远景的地区应开展面积性测量工作。

物探剖面测量可根据地质地球物理条件,选择采用电法、高精度磁法、高精度重力及各种电磁法等物探方法。

面积性物探工作可以在剖面测量的基础上,以一种方法为主,其他方法为辅,相互配合。

1:1 万—1:2 万物探剖面的测量点距按 20~40 m;面积工作按 (100~200) m×(20~40) m 的网度,采用 GPS 测量敷设。

对有一定规模、意义的物探异常,应在异常中心部位布设物探精测剖面,核实异常是否真实存在,同时采集和测定必要的物性标本。精测剖面的电法应开展电测深剖面工作。

物探方法的精度分配、仪器准备、野外数据采集、各项改正、参数测定、质量检查和资料整理等按 DZ/T 0071—93《地面高精度磁测技术规程》、DZ/T0070—93《时间域激发极化法技术规定》等有关技术标准执行。

5.3.2.3 资料整理与异常解释

物探工作的面积和剖面测量资料应按相关方法的行业技术标准系统整理和成图。

物探异常的定性解释：采用地质、物探、化探综合信息的方法，分析和辨识有直接或间接找矿意义的异常，应特别注意筛选具有寻找大矿前景的异常，并通过初步查证进一步解释推断。

物探异常的定量解释：对所有已定性解释的重要矿致异常，应定量反演异常源的埋深、形态、产状和边界。

5.3.2.4 质量要求

应根据工作区地质、地球物理、地球化学条件、自然地理因素及具体工作要求，开展方法试验，测定有关参数，实测地质地球物理、地球化学综合剖面，选择有效方法进行地球物理勘查。

根据方法试验和有关物性参数选择适当的仪器进行测量；仪器性能、标本采集等按相关规范要求执行。野外装置、操作、观测应按规范要求进行，要求取准取全每一个原始数据。磁法测量中间性技术指标应达到规范和仪器说明书规定的要求，日常观测要按规范操作。电法测量装置形式的选取和敷设要达到规范要求，检查观测、系统检查、观测误差计算应按规范进行，实际误差不超过规定要求。

野外工作结束后要及时整理资料，编制相应比例尺的图件和编写文字总结提交使用。

工作质量精度应符合现行专业规范和规程要求。

5.4 自然重砂测量

5.4.1 基本要求

5.4.1.1 根据不同测区目标矿种和具体工作任务，结合调查区具体工作程度，确有必要的可选择地安排自然重砂测量工作，一般以 1:5 万比例尺为宜。

5.4.1.2 通过全面、深入的重砂矿物测量寻找相关矿产，总结找矿标志，分析有关矿产区域分布特征及成矿远景，进行矿产预测，圈定具体的进一步勘查地段。

5.4.1.3 自然重砂测量工作的部署方法一般选用“水系法”或“最小水域法”。

5.4.2 取 样

5.4.2.1 取样密度与间距

1:5 万自然重砂测量的取样密度因地质复杂程度和地貌条件而异。复杂区、成矿有利地段、四级支流及冲沟，以每个样品控制 $1.5 \sim 2 \text{ km}^2$ 为宜；中常区和三级支流为 $3 \sim 4 \text{ km}^2$ ；简单区以 $5 \sim 8 \text{ km}^2$ 较为有利。在二级河流及大河两侧冲沟中要选择有

利地段，采取少量样品进行检查，以防漏掉原生矿床。阶地及宽河谷重砂测量间距一般：线距 $500 \sim 1\,000 \text{ m}$ ，点距 $20 \sim 40 \text{ m}$ ；残坡积重砂测量间距一般：线距 500 m ，点距 250 m ，每平方千米取样 8 个。

5.4.2.2 取样点的布置

重砂采样点的布置要针对不同的成矿特点进行合理安排，对控矿有利因素（地层、构造、岩浆岩及其接触带和蚀变带等）要进行重点控制，以准确圈出找矿有利地段，有效指明找矿方向。

5.4.2.3 取样位置的选择

取样位置的选择既要注意样点分布的均匀性，也要考虑重砂矿物富集的地点。

冲积层取样：一般沿水系（主要是支流）由下游向上游在相应的距离内寻找重砂矿物富集地段（河流流速显著减慢处、河床基底有利于停积重砂的地方）进行取样。

阶地取样：最好在水位最低时取样，一般选择在河流拐弯的外侧由水流侧蚀作用冲刷剥露的阶地剖面处或阶地边缘塌陷裸露处。

坡积层取样：一般选择干谷或洼地、谷口或谷底的坡积层中取样，取样点应布置在垂直砂矿物来源方向的取样线上或平行等高线方向位置，也可按一定网格布置。

残积层取样：一般选择在凹凸不平或有溶洞的基岩表面按网格进行取样。

5.4.2.4 取样物质的粒度与取样深度

取样物质的粒度一般选择分选不好的砂砾层，如小砾石、粒度不均匀的卵石、分选程度差的粗砂等。

取样深度应根据试验或不同层位确定，一般为 $20 \sim 50 \text{ cm}$ 。残积层取样一般以见到基岩为原则，坡积层取样一般在腐殖层以下进行，阶地取样应在阶地底部或中间隔挡层之上、分选性不好的层位采集。

5.4.2.5 取样方法和样品重量

浅坑取样是以水系冲积层、坡积物或残积物为取样对象、以寻找原生矿床为目的的最常用的一种取样方法。刻槽法常用在阶地取样工作中。

原始样品重量一般为 $15 \sim 30 \text{ kg}$ ，按体积计算为 $0.1 \sim 0.2 \text{ m}^3$ 。经野外粗淘后，灰砂重量（即送样重量）应不少于 $10 \sim 15 \text{ g}$ ，同一地区工作时重砂的原始重量必须大致相等。

5.4.3 样品的加工与编录

5.4.3.1 样品的野外淘洗与回收

原始样品一般在野外就地就近淘洗,一般淘洗至灰色为止,即以石榴子石、角闪石、辉石及比重在 2.8 左右的砂矿物不多量流失为准。为了保证淘洗质量,应建立健全质量检查制度。重砂淘洗人员必须经培训合格方可上岗。

5.4.3.2 样品的野外编录

重砂取样的编录工作一般采用填表的方式,内容包括取样日期、地点、编号、沉积物类型、淘洗物性质、取样方法及深度、松散样重、灰砂重、重矿物成分、有用矿物特点及含量等,取样位置必须标注在地形图上,必要时附采样点素描图。

5.4.3.3 样品的分离

按砂矿物的不同物理性质(比重、磁性、电性、表面性质等)和化学性质,采用适当的机械分离手段和选择性溶矿的方法,尽可能地将有用砂矿物或其他需分离的砂矿物单独提取出来。

5.4.3.4 砂矿物的鉴定与定量

砂矿物鉴定一般要求采取用量少、精度高的方法,以一种手段为主,同时辅助多种其他手段。主要方法包括:立体显微镜下鉴定、油浸鉴定、微化分析、比重测定、光谱分析、反光镜下鉴定、发光分析、放射性测量、硬度测定等。

要确定砂矿物样品中有用矿物含量,首先要求对定量矿物的鉴定要准确,其次是取样的代表性、样品的缩分与加工质量、粒度分级的合理性等要得到保证。定量的方法分为矿物定量法(包括目估法、颗粒统计法、体重法、称重法)和元素定量法(化学算法、选择溶解法)。

5.4.4 资料整理与异常解释

资料整理的主要任务是编制重砂矿物分布图和圈定有用重矿物异常扩散晕,进行异常的解释和推断,分析重矿物来源,排除非矿异常,确定因矿引起的异常特征和标志。

5.4.4.1 重砂矿物分布图的主要内容

主要包括:地形地貌特征、重要地质资料(地层、构造、岩浆岩、矿产及蚀变带等)、直接和间接的找矿标志、砂矿物测量资料、异常形态、规模。

5.4.4.2 重砂矿物分布图的表示方法

成果图的底图一般是同比例尺着色很浅的地形地质图或地质矿产图,以图面清晰、重点内容(重砂矿物资料)突出为原则。常用的表示方法包括圈法、符号法、带法和等值线法。

5.4.4.3 重砂矿物分布图的编制步骤

整理及研究砂矿物分析鉴定资料,对有用重砂

矿物进行分组;异常下限的确定和异常的分级;将取样点标绘在简化的地形地质图上,并在固定的一侧注明矿物的含量;重砂异常的圈定。

5.4.4.4 异常区的分级

圈定异常后,结合区域地质地貌特征,对各异常区进行对比和分级。一般分为四级,其中一级异常区的异常点分布集中、有用矿物含量一般为Ⅰ—Ⅱ级、成矿地质条件良好、有已知矿床或具远景的矿点分布。

5.4.4.5 综合研究

在开展以砂矿物的共生组合、标型矿物及矿物标型特征、磨圆度情况、有用矿物的含量、有用矿物的空间分布规律等为主要内容的综合研究基础上,将零散的资料编制成有关的图表,并结合岩石、矿床、地球化学等有关资料,就工作的相关情况编写报告。

5.5 遥感

5.5.1 基本要求

5.5.1.1 矿产远景调查中应充分应用遥感地质解译成果。

5.5.1.2 矿产远景调查中的遥感工作主要是遥感影像制图、遥感地质解译、遥感异常提取。

5.5.1.3 矿产远景调查中应利用遥感解译图提取与成矿关系较为密切的异常,基岩裸露、半裸露区矿产远景调查必须系统提取遥感异常,为编制成矿规律图和进行矿产预测提供资料。

5.5.2 遥感影像制图

5.5.2.1 遥感影像图是矿产远景调查的一种重要野外工作图件,一般应在野外地质填图前完成。

5.5.2.2 1:5 万遥感影像图采用 ETM⁺(或 TM)图像数据编制,大于 1:2.5 万影像图可采用 SPOT-5, IKONOS, QUICKBIRD 或航空摄影像片编制。

5.5.2.3 矿产远景调查中的遥感影像图必须由低分辨率合成图像与高分辨率图像经保真融合处理(获取图像高空间分辨率和高光谱保真度)制成。

5.5.2.4 矿产远景调查遥感影像图一般采用六度分带的高斯-克吕格投影。

5.5.3 遥感地质解译

5.5.3.1 遥感地质解译应贯穿于矿产远景调查设计前地质草图及设计图编制、地质填图、矿产检查和室内综合研究的全过程,一般应在正式进行野外工作前完成解译工作。

5.5.3.2 矿产远景调查中遥感地质解译工作重点:区域构造格架解译,辅助地质填图解译,已知成矿、控矿地质体、地质构造追索圈定,与成矿、控

矿相关的遥感线、环特征影像提取等。

5.5.3.3 线、环影像解译的重点：线性体特征、线性体之间的时空结构、演化特点以及与成矿、控矿地质作用之间的关系；环状影像特征，环状影像之间的相互交切、包容、叠置、移位等时空演变特点，与成矿、控矿地质作用关系以及隐伏岩体圈定等。

5.5.3.4 遥感地质解译图中的全部地质体、地质界线必须从遥感图像中提取，图中与已有地质资料一致的、新解译的遥感实测界线（有可视化遥感影像为依据的界线）和遥感推测界线，必须采用不同线划区别表示。

5.5.4 遥感异常提取

5.5.4.1 遥感异常，一般采用 ETM^+ （或 TM ）数据，异常提取以主成分分析法为主，光谱角制图为辅。前者采用 $B(1, 4, 5, 7)$ 波段提取羟基为主的基团异常，用 $B(1, 3, 4, 5)$ 波段提取以铁染为主的变价元素异常；后者利用调查区已知矿床、矿（化）点统计光谱作为参考光谱，提取与之类似的异常，通过利用多种参考光谱逐次提取，以实现调查区异常进行分类。有条件时也可采用 $ASTER$ 或 $HYPERION$ 图像数据提取蚀变（单）矿物。异常提取过程中，所有“去干扰”处理均必须有相应的数学模型为依据（严禁随意删除）。

5.5.4.2 必须参照调查区若干类型已知矿床、矿点的统计特征光谱，利用光谱角法对全区异常进行逐次分类，分别提取相应类型矿床的（光谱特征）遥感异常。

5.5.4.3 所有遥感异常区带，均应根据异常特征、成矿地质条件等进行找矿远景分级。

5.5.4.4 遥感异常图上应标明重点查证的异常区带号、异常号，为矿产检查提供依据。

5.5.5 遥感异常提取及图件编制 遥感异常提取及图件编制参照有关规范执行。

5.6 矿产检查

5.6.1 基本要求

5.6.1.1 矿产检查是指对工作过程中发现的地质、矿产、物探、化探、遥感等各类异常、矿化信息和地表找矿线索进行的综合检查和初步评价工作。

5.6.1.2 矿产检查工作强调针对测区具体情况，采取大比例尺地质填图、物化探工作以及适量的地表工程，对各类异常、矿（化）点进行综合检查，一般不安排单方法的异常查证工作。

5.6.1.3 矿产检查按工作程度分为概略检查和重点检查两类。它是评价测区找矿前景、进一步工作

价值的关键环节。

5.6.2 概略检查

5.6.2.1 检查范围

对矿产地质填图中发现的含矿层、矿化带、蚀变带和其他重要找矿线索，物化探工作中圈定的具有扩大找矿远景的矿致异常（甲类）和推断有找矿前景的物探、化探、遥感异常（乙类异常），已知矿床、矿点及矿化点（包括新发现的以及群众报矿点）、民采点、老窿等都应进行概略检查。

概略检查区范围应考虑各类异常的形态、规模以及地表矿化和蚀变情况，合理确定，以免漏矿。

5.6.2.2 检查程度和主要任务

初步了解检查区的成矿地质背景、地球物理、地球化学特征；核实异常是否存在，确定异常的确切位置；初步查明引起异常的原因。

初步了解矿化带、蚀变带、矿（化）体（层）的分布范围、规模、产状、矿物组成、有益组分及含量等。

对经过勘查工作的矿（床）点，以资料收集和踏勘为主，了解矿床地质条件、矿化特征、找矿标志，以便指导区内找矿和评价工作，一般不再投入工作量。

在上述工作的基础上，结合区域成矿地质条件的对比分析，概略评价测区的找矿前景，为找矿靶区的圈定提供可靠的野外资料，并提出进一步工作的具体建议。

5.6.2.3 技术方法选择和要求

检查工作一般遵循地质踏勘、地表原方法检查、多方法评价的由浅入深、由表及里的工作程序。

概略检查阶段一般选用地表追索，地质、地球化学（土壤或岩石）、地球物理（高精度磁测、激发极化法、高精度重力）剖面测量，地表化学样品采集等技术方法进行评价。

一般应选用地球化学、地球物理方法中的两种或多种方法进行评价，以利综合评价，对有色金属矿产要布设物探剖面。

矿（化）体（层）、蚀变带的分布范围和规模以地表追索、GPS 定点进行。必要时应进行少量探槽揭露。地表追踪的路线间距和采样密度确定以能控制矿（化）层、矿化带、蚀变带范围、规模，不遗漏区内可能存在的矿化现象为标准。

矿（化）体露头采集化学样时应尽可能采用刻槽法，无法采用刻槽法时，要注意取样的代表性和连续性。对有找矿远景的地段必须采取刻槽样，了

解其矿物组成、有益组分及含量等。

检查结束后,应及时提交检查工作简报,提出是否进一步开展重点检查的工作建议。概略检查应提交如下技术资料:野外记录本,大比例尺地质矿产调查实际材料草图,样品分析(鉴定)报告,物化探成果图,概略检查地质简报等。

5.6.3 重点检查

5.6.3.1 检查范围

对概略检查初步确定有找矿前景和进一步工作价值的矿(化)点择优进行重点检查。

5.6.3.2 检查程度和主要任务

分析检查区成矿地质背景、地球物理和地球化学特征,基本了解矿化蚀变带、矿(化)点的控制因素和成矿条件。

基本了解矿(化)体(层)分布范围、规模、形态、产状、共(伴)生有益元素种类、含量及其变化、矿石的质量、结构、构造;基本了解近矿围岩的蚀变种类、分布及其与矿化的关系;大致判别矿床类型。顺便了解矿化地段的水文地质、工程地质、环境地质和其他开采技术条件及自然经济地理情况。

利用矿种勘查规范的一般工业指标圈定矿体,按中国地调局《固体矿产推断的内蕴经济资源量及经验证的预测资源量估算技术要求》估算(334₁)资源量,见矿情况好的,按附录 A 要求评价新发现矿产地。

对重点检查对象的找矿前景作出评价,并提出进一步开展预查工作及工程验证的具体建议。

5.6.3.3 技术方法选择和要求

详细检查阶段一般选用大比例尺地质测量,地质、地球化学(土壤或岩石)、地球物理(高精度磁测、激发极化法、高精度重力等)剖面测量,1:1万—1:2万面积性物化探测量,轻型山地工程揭露等技术方法进行评价。

每一个评价对象均需要填制 1:1 万—1:2 千地质草图,不少于 2~3 条地质、化探(物探)剖面控制,地表矿化强烈或地表露头矿等地段,要安排槽探工作,必要时可施工少量浅井或浅坑对其浅部进行了解。评价目标矿种为有色金属、黑色金属、煤等时,对有物探工作前提条件的测制地质、物探、化探综合剖面。

根据目标矿种找矿工作需要,可安排适当比例尺(大于 1:5 万)面积性物化探工作。

矿(化)体的圈定应以刻槽取样化学分析成果为依据。

大比例尺地形地质草图的测制和矿(化)体、蚀变带的填绘及工程布置应以 GPS 加皮尺、罗盘配合定测进行, GPS 应经控制点校正。

探矿工程应按规范要求编录。

编制矿点属性卡片。

检查评价工作结束后应及时提交检查评价工作报告,提出是否进一步工作的建议。重点检查应提交如下技术资料:大比例尺地形地质草图,实际材料图,工程素描图,物化探成果图,矿(化)体采样平面图,大比例尺重要地质剖面图,预测资源量估算图,各类样品分析(鉴定)报告,重点矿产检查地质报告。

5.6.3.4 工程及老硐编录

用于揭露重要地质界线、重要含矿层位、地质观察点、蚀变带、矿(化)带、矿(化)体在地表及近地表的实际位置而施工的剥土、浅井、浅钻、探槽等山地工程均应按有关规范要求进行正规的地质编录,针对蚀变带、矿(化)带、矿(化)体施工的工程应有正规刻槽取样。对于矿化蚀变岩石要刻槽采样。控制矿(化)体的工程要求揭露其顶底板。对于重要地质现象要绘制大比例尺素描图、拍照或摄影。要取全取准各类测试样品并标绘在素描图上,文字描述应做到内容翔实,重点突出,语言简练。

对于工作区内前人采矿遗迹(采坑、老硐)要进行调查,绘制采坑、老硐的平面图、剖面图。对于可观察的老硐要进行地质编录,并重新采取刻槽样,分析矿石质量,了解矿石的类型、矿化类型、矿体的规模、形态、产状、矿体与围岩的关系、蚀变特征及矿化标志等。老硐编录和取样工作质量参照相关规范要求执行。

5.7 综合研究

5.7.1 基本要求

5.7.1.1 综合研究应贯穿于项目的全过程,要重视综合研究对设计编写、项目实施的指导作用。

5.7.1.2 综合研究坚持突出重点、兼顾一般,突出当前、考虑长远的原则。真实、准确而完整的野外调查资料是综合研究的基础,使用的原始资料必须真实、齐全、准确。综合研究应尽量使用新理论、新方法和新手段。综合研究是提高矿产远景调查成果的重要环节之一,必须有专人负责,把综合研究贯穿于整个矿产远景调查工作过程,不断深化综合研究成果,以指导矿产远景调查工作。

5.7.1.3 各类综合图件的编制方法及内容应按有关规定进行,力求做到规范化、标准化、图表化。

5.7.1.4 把野外调查与综合研究有机结合,做到两者统筹安排,互为补充。

5.7.2 物化探资料的再处理

5.7.2.1 化探数据的处理

化探数据处理应注意化探工作中的一些典型问题研究:“高、大、全”异常与“弱小”异常的关系问题;异常的空间结构问题;组成异常的前、中、尾晕元素异常问题;负异常问题;异常元素的分带性问题;原生晕与次生晕异常模型问题;不同地球化学景观区化探数据处理问题;不同地质背景的化探数据处理问题;化探异常与其他矿化信息的综合应用问题等。

不同的矿床类型具有不同的特征元素组合。

多种矿化类型的元素组合在空间上的套合,反映了多次成矿地质作用叠加。可以将反映不同矿化类型的元素进行累加处理,使那些与某一矿化类型有关的低缓异常凸现出来,并显示其规律性。

按照上述化探数据处理的原则和思路,应用区域地球化学数据管理系统软件(GeoMdis 2003)或其他数据处理软件,按项目进行多元素相关分析、聚类分析、因子分析等,按不同地球化学分区求取异常下限和划分异常,圈定单元素地球化学异常图、综合异常图等,建立典型矿床地质-地质地球化学找矿模型,指导异常筛选和查证工作。

5.7.2.2 物探资料的处理

尽可能地收集、分析和利用测区已有的物探资料与推断成果,有条件时可对物探(大比例尺航磁资料)数据资料进行重新处理。一般应进行多种条件的化极、延拓、求导等处理,深入挖掘老资料中的直接和间接找矿信息。

对矿产远景调查区取得的1:5万高精度磁测、重力资料及激发极化法测量资料应进行系统的数据处理和分析解释。一般也应对高精度重力和高精度磁测数据进行滤波、位场转换、解析延拓、局部异常的求取等数据处理。要结合区内物性资料,对区内地层、岩体和构造进行推断,综合研究成矿环境和地球物理找矿标志。

应通过不同的数据处理方法对重要成矿区带的物探异常(包括弱重磁异常)进行提取和异常辨识,结合物性与化探资料分析局部异常的直接找矿意义,进行定性解释推断。有重要意义的矿致异常应进行异常源的三维或二维定量反演计算。开展了1:1万等大比例尺物探异常查证工作的资料,对电法、磁力、重力异常要进行再处理,更详细的全面定量反演,为进一步的工程验证提供布置依据。

通过大比例尺物探数据的各类常规处理和对场源空间特征的分析,集合区域地质矿产特征,系统地推断控矿构造、岩体、地层或标志层。对间接找矿的标志,也应尽可能地进行粗略的定量反演,进行三度空间的地质矿产特征分析。

5.7.3 综合找矿信息分析与研究

矿产远景调查的综合研究工作要求对实测的地、物、化、遥、重砂等找矿信息进行综合分析和资料的综合整理(包括已有资料整理),分析区域成矿地质背景,开展矿产预测,编制综合成果图及矿产预测图,科学划分Ⅳ级成矿远景区带,圈定Ⅴ级成矿远景区,总结区域成矿地质条件和成矿规律,确定找矿标志,优选找矿靶区,对区域矿产潜力做出综合评价。

5.7.4 成矿规律及矿产预测图编制要求

成矿规律及矿产预测图的底图一般用地质矿产图,底图上应标绘:矿床、矿(化)点、矿种、规模、成因类型、共伴生矿种;转绘各类主要异常;标出找矿标志;划分和圈定矿区(带)界线、级别、编号、命名等。图上应尽可能标明控矿条件。根据成矿条件有利程度,预测依据是否充分,资源潜力大小和矿体埋藏深度等因素,将靶区分为A、B、C三类。

6 质量要求

各单项技术工作质量要求参照现行有关技术规范 and 规程执行。资源量估算按照《固体矿产推断的内蕴经济资源量和经工程验证的预测资源量估算技术要求(内部试行)》执行。

7 提交成果

矿产远景调查工作结束后,需要提交的成果主要有《战略性矿产远景调查报告》;分幅(1:5万国际分幅)《战略性矿产远景调查说明书》;附表、附件、附图及图册等。

7.1 报告编写格式及要求

7.1.1 矿产远景调查报告是在一定阶段内对调查区区域地质矿产特征、区域成矿规律等认识的总结,是部署战略性矿产勘查工作的重要依据,必须认真编制。

7.1.2 矿产检查分述应对概略检查和详细检查对象逐个进行描述,主要内容应包括检查的方法、投入的主要工作量、检查结果等,并对是否具有进一

步工作价值作出评判,提出下一步具体工作建议。

7.1.3 报告的内容应简明扼要、重点突出、论据充分、文图表相吻合。

7.1.4 矿产远景调查报告编写主要内容及格式见附录 C。

7.2 分幅矿产远景调查说明书编写格式及要求

分幅矿产远景调查说明书编写主要内容和格式参照矿产远景调查报告编写主要内容及格式,并作适当简化。

7.3 附表

地球物理、地球化学勘查各类原始数据表;

地球物理、地球化学以及遥感异常登记表、异常查证结果表;

样品登记表、分析结果登记表和内外检结果登记表;

探矿工程一览表;

找矿靶区登记表;

新发现矿产地登记表(参照矿产地数据库中的相应表格);

预测资源量估算数据表(各工程、各剖面、各块段的矿体平均品位、平均厚度或面积、体积计算表);

老硐、民采坑道等资料汇总表。

7.4 附件

重要原始资料清单;

有关的批复文件;

矿产检查简报或报告;

分幅矿产远景调查说明书。

7.5 附图及图册

地质矿产图;

综合异常图;

成矿规律及矿产预测图;

有关的专题研究图件;

工作程度图;

地球化学采样点位分布图;

主元素地球化学图、物探异常图、遥感异常图;

主要工程编录图和预测资源量估算图;

重要的地质和工程剖面图;

矿点地质草图和采样位置平面图;

照片等。

以上图件根据幅面大小作为附图或汇编成图册。

7.6 数据光盘及其相关的数字化资料

与矿产远景调查报告及附图及图册、附表、附件相一致的数字化资料。

附录 A 成果指标

1 找矿靶区

是指“A类靶区”内经少量地表工程揭露和控制的,成矿条件十分有利,与已知矿床找矿模型表达的预测准则吻合程度较高,预测依据充分,资源潜力大或较大,地表可见矿化露头或隐伏(盲)矿床存在可能性很大,可优先安排矿产预查的地段。面积一般在几到几十平方千米之间。

2 新发现矿产地

通过各类地质调查工作(在项目工作期内),或者根据群众报矿、群众采矿线索新发现的,并经过矿产调查工作证实为具有一定规模,有进一步工作意义或具有工业价值的矿区。

验收标准:

1)初步了解矿区基本地质情况及矿床类型;

对矿体分布和埋藏情况做过概略地质调查和少量的工程揭露与控制;

2)对矿石质量有正规取样化验资料,矿石质量及矿体开采技术条件符合现行矿产工业评价要求;

3)矿产地的资源量规模达到《关于印发〈矿产资源储量规模划分标准〉的通知》(国土资发(2000)133号)中规定的小型矿床上限的二分之一以上;

4)估算资源量类别已满足《固体矿产推断的内蕴经济资源量和经工程验证的预测资源量估算技术要求(内部试行)》中的334₁之要求。

5)有正式编写的文字报告,并附有必要的地质图、剖面图、工程编录图及取样位置图等相应图件。

附录 B 战略性矿产远景调查设计编写主要内容

1 绪言

目的任务,位置交通、自然经济地理概况,地

质矿产调查研究程度,踏勘工作简介。

2 地质矿产概况及存在的主要问题

分述地质矿产特征（附：测区地层序列表，矿（化）点、异常特征表，列出存在的主要问题）。

3 区域化探、物探、遥感影像、重砂特征

4 工作部署及技术路线

说明技术路线，总体工作部署及部署原则；详述具体工作安排时，应根据现有资料划分不同的地质矿产工作区，并分别提出对应的工作程序，部署相应工作内容；提出总体工作计划和年度工作安排，设计实物工作量。

5 工作内容、方法及技术要求

说明本次矿产远景调查的工作内容及工作方法；对地质、矿产、物化探、遥感等工作分别说明方法

选择依据、工作方法的具体技术要求。

6 质量管理与监控

7 经费预算

8 组织管理及保障措施

9 预期成果

设计附图：

结合物化探遥感资料编制 1:5 万区域地质矿产草图；

研究程度图（比例尺视情况定）；

化探、物探、重砂异常图（内容不多时与 1:5 万地质矿产图合并表示）；

工作部署图（1:5 万）。

附录 C 战略性矿产远景调查报告编写主要内容

第一章 绪 言

一、工作目的和任务

二、位置交通及自然经济地理概况

三、以往地质工作评述

(一)以往基础地质工作

(二)以往矿产勘查开发工作

(三)以往其他地质工作

四、本次工作情况及取得的主要成果

(一)矿产地质填图

(二)物探工作

(三)化探工作

(四)遥感调查工作

(五)矿产检查工作

(六)综合研究工作

(七)本次工作取得的成果

第二章 成矿地质条件

一、区域地质背景

二、地层条件

三、岩浆岩条件（火山岩和侵入岩）

四、构造条件

五、变质作用条件

第三章 地球物理、地球化学及遥感特征

一、地球物理特征

(一)物性特征

(二)地球物理场特征

(三)地球物理异常特征

二、地球化学特征

(一)地球化学场特征

(二)地球化学异常特征

三、遥感异常特征

第四章 区域矿产

一、概 况

二、金属矿产矿床（点）地质特征

三、非金属矿产矿床（点）地质特征

四、能源矿产矿床（点）地质特征

第五章 矿产检查

一、矿产检查工作分述

二、新发现矿产地各论

第六章 成矿规律与矿产预测

一、成矿规律

(一)矿床（点）空间展布特征

(二)成矿时间演化规律

(三)成矿区（带）的划分

二、主要矿种的找矿模型

(一)控矿地质因素分析

(二)找矿标志分析

(三)找矿模型建立

三、矿产预测

(一)远景区的圈定

(二)远景区分类及特征

(三)找矿靶区的优选及特征

(四)矿产资源远景评价

第七章 工作方法及质量评述

一、地质填图工作

二、物探工作

三、化探工作

四、遥感工作

五、矿产检查工作

六、探矿工程

七、其他工作

第八章 结 论

一、主要成果

二、存在问题

三、今后工作建议

固体矿产资源/储量分类 (GB/T 17766—1999)

1 范 围

本标准规定了我国固体矿产资源/储量分类的适用范围、定义、分类、类型、编码等。

本标准适用于固体矿产资源勘查、开发各阶段编制设计、部署工作、计算储量(资源量)、编写报告;也适用于固体矿产资源/储量评估、登记、统计,制定规划、计划,制订固体矿产资源政策,编制矿产勘查规范、规定、指南;也可作为矿业权转让、矿产勘查开发筹资融资等活动中评价、计算矿产资源/储量的依据。

2 定 义

本标准采用下列定义:

2.1 固体矿产资源

在地壳内或地表由地质作用形成具有经济意义的固体自然富集物,根据产出形式、数量和质量可以预期最终开采是技术上可行、经济上合理的。其位置、数量、品位/质量、地质特征是根据特定的地质依据和地质知识计算和估算的。按照地质可靠程度,可分别查明矿产资源和潜在矿产资源。

2.1.1 查明矿产资源 是指经勘查工作已发现的固体矿产资源的总和。依据其地质可靠程度和可行性评价所获得的不同结果可分为:储量、基础储量和资源量二类。

2.1.2 潜在矿产资源 是指根据地质依据和物化探异常预测而未经查证的那部分固体矿产资源。

2.2 矿产勘查工作分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。

2.2.1 预 查 依据区域地质和(或)物化探异常研究结果、初步野外观测、极少量工程验证结果、与地质特征相似的已知矿床类比、预测,提出可供普查的矿化潜力较大地区。有足够依据时可估算出预测的资源量,属于潜在矿产资源。

2.2.2 普 查 是对可供普查的矿化潜力较大地区、物化探异常区,采用露头检查、地质填图、数量有限的取样工程及物化探方法,大致查明普查区内地质、构造概况;大致掌握矿体(层)的形态、产状、质量特征;大致了解矿床开采技术条件;矿产的加工选冶性能已进行了类比研究。最终应提出

是否有进一步详查的价值,或圈定出详查区范围。

2.2.3 详 查 是对普查圈出的详查区通过大比例尺地质填图及各种勘查方法和手段,比普查阶段密的系统取样,基本查明地质、构造、主要矿体形态、产状、大小和矿石质量,基本确定矿体的连续性,基本查明矿床开采技术条件,对矿石的加工选冶性能进行类比或实验室流程试验研究,做出是否具有工业价值的评价。必要时,圈出勘探范围,并可供预可行性研究、矿山总体规划和作矿山项目建议书使用。对直接提供开发利用的矿区,其加工选冶性能试验程度,应达到可供矿山建设设计的要求。

2.2.4 勘 探 是对已知具有工业价值的矿床或经详查圈出的勘探区,通过加密各种采样工程,其间距足以肯定矿体(层)的连续性,详细查明矿床地质特征,确定矿体的形态、产状、大小、空间位置和矿石质量特征,详细查明矿体开采技术条件,对矿产的加工选冶性能进行实验室流程试验或实验室扩大连续试验,必要时应进行半工业试验,为可行性研究或矿山建设设计提供依据。

2.3 地质可靠程度反映了矿产勘查阶段工作成果的不同精度。分为探明的、控制的、推断的和预测的四种。

2.3.1 预测的 是指对具有矿化潜力较大地区经过预查得出的结果。在有足够的数据并能与地质特征相似的已知矿床类比时,才能估算出预测的资源量。

2.3.2 推断的 是指对普查区按照普查的精度大致查明矿产的地质特征以及矿体(矿点)的展布特征、品位、质量,也包括那些由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的部分。由于信息有限,不确定因素多,矿体(点)的连续性是推断的,矿产资源数量的估算所依据的数据有限,可信度较低。

2.3.3 控制的 是指对矿区的一定范围依照详查的精度基本查明了矿床的主要地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件,矿体的连续性基本确定,矿产资源数量估算所依据的数据较多,可信度较高。

2.3.4 探明的 是指在矿区的勘探范围依照勘探的精度详细查明了矿床的地质特征、矿体的形态、

产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性已经确定，矿产资源数量估算所依据的数据详尽，可信度高。

2.4 可行性评价分为概略研究、预可行性研究、可行性研究三个阶段。

2.4.1 概略研究 是指对矿床开发经济意义的概略评价。所采用的矿石品位、矿体厚度、埋藏深度等指标通常是我国矿山几十年来的经验数据，采矿成本是根据同类矿山生产估计的。其目的是为了由此确定投资机会。由于概略研究一般缺乏准确参数和评价所必需的详细资料，所估算的资源量只具内蕴经济意义。

2.4.2 预可行性研究 是指对矿床开发经济意义的初步评价。其结果可以为该矿床是否进行勘探或可行性研究提供决策依据。进行这类研究，通常应有详查或勘探后采用参考工业指标求得的矿产资源/储量数，实验室规模的加工选冶试验资料，以及通过价目表或类似矿山开采对比所获数据估算的成本。预可行性研究内容与可行性研究相同（见附录 C），但详细程度次之。当投资者为选择拟建项目而进行预可行性研究时，应选择适合当时市场价格的指标及各项参数，且论证项目尽可能齐全。

2.4.3 可行性研究 是指对矿床开发经济意义的详细评价，其结果可以详细评价拟建项目的技术经济可靠性，可作为投资决策的依据。所采用的成本数据精确度高，通常依据勘探所获的储量数及相应的加上选冶性能试验结果，其成本和设备报价所需各项参数是当时的市场价格，并充分考虑了地质、工程、环境、法律和政府的经济政策等各种因素的影响，具有很强的时效性。可行性研究的内容见附录 C。

2.5 经济意义

对地质可靠程度不同的查明矿产资源，经过不同阶段的可行性评价，按照评价当时经济上的合理性可以划分为经济的、边界经济的、次边界经济的、内蕴经济的。

2.5.1 经济的 其数量和质量是依据符合市场价格确定的生产指标计算的。在可行性研究或预可行性研究当时的市场条件下开采，技术上可行，经济上合理，环境等其他条件允许，即每年开采矿产品的平均价值能满足投资回报的要求。或在政府补贴和（或）其他扶持措施条件下，开发是可能的。

2.5.2 边际经济的 在可行性研究或预可行性研究当时，其开采是不经济的，但接近于盈亏边界，

只有在将来由于技术、经济、环境等条件的改善或政府给予其他扶持的条件下可变成经济的。

2.5.3 次边际经济的 在可行性研究或预可行性研究当时，开采是不经济的或技术上不可行，需大幅度提高矿产品价格或技术进步，使成本降低后方能变为经济的。

2.5.4 内蕴经济的 仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做预可行性研究或可行性研究。由于不确定因素多，无法区分其是经济的、边际经济的，还是次边际经济的。

经济意义未定的 仅指预查后预测的资源量，属于潜在矿产资源，无法确定其经济意义。

定义中名词及词汇的中英文对照见附录 A。

3 分类及编码

3.1 分类依据

矿产资源经过矿产勘查所获得的不同地质可靠程度和经相应的可行性评价所获不同的经济意义，是固体矿产资源/储量分类的主要依据。据此，固体矿产资源/储量可分为储量、基础储量、资源量三大类十六种类型，分别用二维形式（图 1）和矩阵形式（表 1）表示。

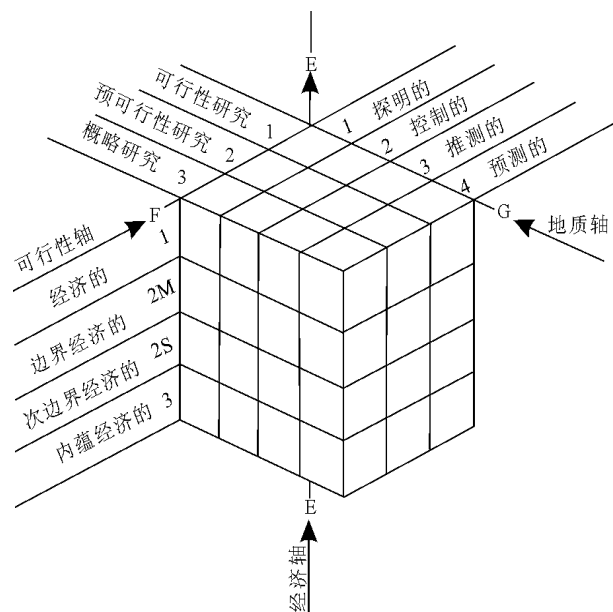


图 1 固体矿产资源/储量分类框架图

3.2 分 类（图 1，表 1 及附录 B）

3.2.1 储 量 是指基础储量中的经济可采部分。在预可行性研究、可行性研究或编制年度采掘计划当时，经过了对经济、开采、选冶、环境、法律、市场、社会和政府等诸因素的研究及相应修改，结

表 1 固体矿产资源/储量分类表

经济意义	探明矿产资源			潜在矿产资源 预测的
	探 明 的	控 制 的	推 断 的	
经济的	可采储量(111)			
	基础储量(111b)			
	预可采储量(121)	预可采储量(122)		
	基础储量(121b)	基础储量(122b)		
边际经济的	基础储量(2M11)			
	基础储量(2M21)	基础储量(2M22)		
次边际经济的	资源量(2S11)			
	资源量(2S21)	资源量(2S22)		
内蕴经济的	资源量(331)	资源量(332)	资源量(333)	资源量(334)?

说明：表中所用编码（111~334），第 1 位数表示经济意义：1=经济的，2M=边界经济的，2S=次边界经济的，3=内蕴经济的，?=经济意义未定的；第 2 位数表示可行性评价阶段：1=可行性研究，2=预可行性研究，3=概略研究；第 3 位数表示地质可靠程度：1=探明的，2=控制的，3=推断的，4=预测的；b=未扣除设计、采矿损失的可采储量

果表明在当时是经济可采或已经开采的部分。用扣除了设计、采矿损失的可实际开采数量表述，依据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，又可分为可采储量和预可采储量。

3.2.2 基础储量 是查明矿产资源的一部分。它能满足现行采矿和生产所需的指标要求（包括品位、质量、厚度、开采技术条件等），是经详查、勘探所获控制的、探明的并通过可行性研究、预可行性研究认为属于经济的、边际经济的部分，用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

3.3.3 资源量 是指查明矿产资源的一部分和潜在矿产资源。包括经可行性研究或预可行性研究证实为次边际经济的矿产资源以及经过勘查而未进行可行性研究或预可行性研究的内蕴经济的矿产资源；以及经过预查后预测的矿产资源。

3.3 编 码

采用（EFG）三维编码，E，F，G 分别代表经济轴、可行性轴、地质轴（图 1）。

编码的第 1 位数表示经济意义：1 代表经济的，2M 代表边际经济的，2S 代表次边际经济的，3 代表内蕴经济的；第 2 位数表示可行性评价阶段：1 代表可行性研究，2 代表预可行性研究，3 代表概略研究；第 3 位数表示地质可靠程度：1 代表探明的，2 代表控制的，3 代表推断的，4 代表预测的。变成可采储量的那部分基础储量，在其编码后加英文字母“b”以示区别于可采储量。

3.4 类型及编码

依据地质可靠程度和经济意义可进一步将储量、基础储量、资源量分为 16 种类型（表 1）。

3.4.1 储 量 有 3 种类型。

3.4.1.1 可采储量（111） 探明的经济基础储量的可采部分。是指在已按勘探阶段要求加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体

的连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选冶试验成果，已进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究及相应的修改，证实其在计算的当时开采是经济的。计算的可采储量及可行性评价结果，可信度高。

3.4.1.2 预可采储量（121） 探明的经济基础储量的可采部分。是指在已达到勘探阶段加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选冶试验成果，但只进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。计算的可采储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

3.4.1.3 预可采储量（122） 控制的经济基础储量的可采部分。是指在已达到详查阶段工作程度要求的地段，基本上圈定了矿体三维形态，能够较有把握地确定矿体连续性的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，提供了矿石加工选冶性能条件试验的成果。对于工艺流程成熟的易选矿石，也可利用同类型矿产的试验成果。预可行性研究结果表明开采是经济的，计算的可采储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

3.4.2 基础储量 有 6 种类型。

3.4.2.1 探明的（可研）经济基础储量（111b） 它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 3.4.1.1 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

3.4.2.2 探明的（预可研）经济基础储量（121b） 它所达到的勘查阶段、地质，可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 3.4.1.2 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失

的数量表述。

3.4.2.3 控制的经济基础储量 (122b) 它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 3.4.1.3 所述, 与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

3.4.2.4 探明的 (可研) 边际经济基础储量 (2M111) 是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段, 详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件, 圈定了矿体的三维形态, 肯定了矿体连续性, 有相应的加工选冶试验成果。可行性研究结果表明, 在确定当时, 开采是不经济的, 但接近盈亏边界, 只有当技术、经济等条件改善后才可变成经济的。这部分基础储量可以是覆盖全勘探区的, 也可以是勘探区中的一部分, 在可采储量周围或在其间分布。计算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

3.4.2.5 探明的 (预可研) 边际经济基础储量 (2M21) 是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段, 详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件, 固定了矿体的三维形态, 肯定了矿体连续性, 有相应的矿石加工选冶性能试验成果, 预可行性研究结果表明, 在确定当时, 开采是不经济的, 但接近盈亏边界, 待将来技术经济条件改善后可变成经济的。其分布特征同 2M11, 计算的基础储量的可信度高, 可行性评价结果的可信度一般。

3.4.2.6 控制的边际经济基础储量 (2M22) 是指在达到详查阶段工作程度的地段, 基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件, 基本圈定了矿体的三维形态, 预可行性研究结果表明, 在确定当时, 开采是不经济的, 但接近盈亏边界, 待将来技术经济条件改善后可变成经济的。其分布特征类似于 2M11, 计算的基础储量可信度较高, 可行性评价结果的可信度一般。

3.4.3 资源量 有 7 种类型。

3.4.3.1 探明的 (可研) 次边际经济资源量 (2S11) 是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段, 地质可靠程度为探明的, 可行性研究结果表明, 在确定当时, 开采是不经济的, 必须大幅

度提高矿产品价格或大幅度降低成本后, 才能变成经济的, 计算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

3.4.3.2 探明的 (预可研) 次边际经济资源量 (2S21) 是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段, 地质可靠程度为探明的, 预可行性研究结果表明, 在确定当时, 开采是不经济的, 需要大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后, 才能变成经济的。计算的资源量可信度高, 可行性评价结果的可信度一般。

3.4.3.3 控制的次边际经济资源量 (2S22) 是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段, 地质可靠程度为控制的, 预可行性研究结果表明, 在确定当时, 开采是不经济的, 需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后, 才能变成经济的。计算的资源量可信度较高, 可行性评价结果的可信度一般。

3.4.3.4 探明的内蕴经济资源量 (331) 是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段, 地质可靠程度为探明的, 但未做可行性研究或预可行性研究, 仅做了概略研究, 经济意义介于经济的-次边际经济的范围内, 计算的资源量可信度高, 可行性评价可信度低。

3.4.3.5 控制的内蕴经济资源量 (332) 是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段, 地质可靠程度为控制的, 可行性评价仅做了概略研究, 经济意义介于经济的-次边际经济的范围内, 计算的资源量可信度较高, 可行性评价可信度低。

3.4.3.6 推断的内蕴经济资源量 (333) 是指在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段, 地质可靠程度为推断的, 资源量只根据有限的数据计算的, 其可信度低。可行性评价仅做了概略研究, 经济意义介于经济的-次边际经济的范围内, 可行性评价可信度低。

3.4.3.7 预测的资源量 (334) 依据区域地质研究成果、航空、遥感、地球物理、地球化学等异常或极少量工程资料, 确定具有矿化潜力的地区, 并和已知矿床类比而估计的资源量, 属于潜在矿产资源, 有无经济意义尚不确定。

附录 A 名词和词汇中英文对照表

固体矿产资源	Solid Mineral Resources	推断的	Inferred
查明矿产资源	Total Identified Mineral Resources	控制的	Indicated

潜在矿产资源	Undiscovered Resources	探明的	Measured
储量	Extractable Reserve	可行性评价	Feasibility Assessment
可采储量	Proved Extractable Reserve	概略研究	Geological Study
预可采储量	Probable Extractable Reserve	预可行性研究	Prefeasibility Study
基础储量	Basic Reserve	可行性研究	Feasibility Study
资源量	Resource	采矿报告	Mining Report
预查	Reconnaissance	经济意义	Degree of Economic Viability
普查	Prospecting	经济的	Economic
详查	General Exploration	边界经济的	Marginal Economic
勘探	Detailed Exploration	次边界经济的	Submarginal Economic
矿化潜力	Mineralization Potential	内蕴经济的	Intrinsic Economic
地质可靠程度	Geological Assurance	经济意义未定的	Economic-interest Undefined
预测的	Reconnaissance		

附录 B 国内外矿产资源主要分类概略对比表

标 准 名 称		分 类 对 比			
本标准(1999)	查 明 矿 产 资 源				潜在矿产资源
	储 量	基 础 储 量		资 源 量	预测的资源量
	可采储量 预可采储量	经济基础储量	边界经济基础储量	次边界经济资源量、 内蕴经济资源量	
	能 利 用 储 量			尚难利用储量	
《固体矿产地质勘探规范总则》 中华人民共和国国家标准 GB13908—92	a 亚类				b 亚类
	矿 产 资 源 总 量				
	证实矿产储量	可行性矿产资源	推定的矿产资源	推测的矿产资源	踏勘矿产资源
《联合国国际储量/资源分类框架》(1997)	概略矿产资源	预可行性矿产资源	确定的矿产资源		
	证实矿产储量 概略矿产资源	确定矿产资源	推定矿产资源	推测矿产资源	矿产潜力
CMMI 系统(1997)	证实矿产储量 概略矿产资源	确定矿产资源	推定矿产资源	推测矿产资源	矿产潜力
	证实矿产储量 概略矿产资源	确定矿产资源	推定矿产资源	推测矿产资源	矿产潜力
《矿产资源和储量分类原则》(美国地质调查局,1980)	查 明 资 源				未经发现资源
	经济储量	经济—边际经济储量基础		次经济资源	假定资源
	边际经济储量	经济—边际经济储量基础		次经济资源	假想资源

附录 C 可行性研究的主要内容
(据国家计委计资 [1983] 116 号文)

- 工业项目的可行性研究，一般要求具备以下主要内容。

1 总 论

1) 项目提出的背景（改扩建项目要说明企业现有概况），投资的必要性和经济意义。

2) 研究工作的依据和范围。

2 需求预测和拟建规模

1) 国内外需求情况的预测。
- 2) 国内现有工厂生产能力的估计。

3) 销售预测、价格分析、产品竞争能力，进入国际市场的前景。

4) 拟建项目的规模、产品方案和发展方向的技术经济比较和分析。

3 资源、原材料、燃料及公用设施情况

1) 经过储量委员会正式批准的资源储量、品位、成分以及开采、利用条件的评述。

2) 原料、辅助材料、燃料的种类、数量、来源和供应可能。

3) 所需公用设施的数量、供应方式和供应条件。

4 建厂条件和厂址方案

1) 建厂的地理位置、气象、水文、地质、地形条件和社会经济现状。

2) 交通、运输及水、电、气的现状和发展趋势。

3) 厂址比较与选择意见。

5 设计方案

1) 项目的构成范围(指包括的主要单项工程)、技术来源和生产方法、主要技术工艺和设备选型方案的比较,引进技术、设备的来源、国别,设备的国内外分交或与外商合作制造的设想。

改扩建项目要说明对原有固定资产的利用情况。

2) 全厂布置方案的初步选择和土建工程量估算。

3) 公用辅助设施和厂内外交通运输方式的比较和初步选择。

6 环境保护

调查环境现状,预测项目对环境的影响,提出环境保护和三废治理的初步方案。

7 企业组织、劳动定员和人员培训(估算数)

8 实施进度的建议

9 投资估算和资金筹措

1) 主体工程和协作配套工程所需的投资。

2) 生产流动资金的估算。

3) 资金来源、筹措方式及贷款的偿付方式。

10 社会及经济效益评价

摘自中国矿权网

固体矿产预查暂行规定 (DD 2000-01)

1 范围

1.1 本规定规定了固体矿产预查的主题内容、适用范围、引用标准、目的任务、工作程度、预测资源量估算、提交的成果等。

1.2 本规定是固体矿产预查阶段(以下简称预查)工作的总体要求,也是预查工作质量监督和成果验收的依据。

2 引用标准

GB/T 17766—1999《固体矿产资源/储量分类》

3 定义

本规定采用下列定义。

3.1 预查

依据区域地质和(或)物化探异常研究结果,初步野外观测,极少量工程验证结果,与地质特征相似的已知矿床类比、预测,提出可供普查的矿化潜力较大地区。有足够依据时,可估算出预测的资

源量,属于潜在的矿产资源。预查阶段分为区域矿产资源远景评价和成矿远景区矿产资源评价两种类型。

3.2 区域矿产资源远景评价

是指对工作程度较低地区,在系统收集和综合分析已有资料基础上进行的野外踏勘,地球物理勘查,地球化学勘查,三级异常查证,圈定可供进一步工作的成矿远景区的预查工作。条件具备时,估算经济意义未定的预测资源量(334₂)。

3.3 成矿远景区矿产资源评价

是指对工作程度具有一定基础的地区或工作程度较高地区,运用新理论、新思路、新方法,在系统收集和综合分析已有资料基础上,对成矿远景区所进行的野外地质调查,地球物理和地球化学勘查,三—二级异常查证,重点地段的工程揭露,圈出可供普查的矿化潜力较大地区的预查工作。条件具备时,估算经济意义未定的预测资源量(334₁)。

3.4 工作程序

预查工作应遵循立项论证、设计编审、野外施工、野外验收、报告编写、评审验收、资料汇交等程序。

4 预查工作内容

4.1 区域矿产资源远景评价

4.1.1 全面收集预查区内各类地质资料,编制综合性基础图件。

4.1.2 全面开展区域地质踏勘工作,测制区域性地质构造剖面,实地了解成矿地质构造背景条件。

4.1.3 全面开展区域矿产踏勘工作,实地了解矿化特征,并开展区域类比工作。

4.1.4 择优开展物探,化探异常三级查证工作。

4.1.5 运用 GIS 技术开展综合研究工作,对区域矿产资源远景进行预测和总体评估,圈定成矿远景区。

4.1.6 条件具备时对矿化地段估算 334_2 资源量。

4.1.7 编制区域和矿化地段的各类图件。

4.2 成矿远景区矿产资源评价

4.2.1 全面收集成矿远景区内的各类资料,开展预测工作,初步提出成矿远景地段。

4.2.2 全面开展野外踏勘工作,实际调查已知矿点,矿化线索,蚀变带以及物探、化探异常区,了解矿化特征,成矿地质背景,进行分析对比并对成矿远景区资源潜力进行总体评价。

4.2.3 在全面开展野外踏勘工作的基础上,择优对物探、化探异常进行三—二级查证工作,择优对矿化线索开展探矿工程施工。

4.2.4 提出成矿远景区资源潜力的总体评价结论。

4.2.5 提出新发现的矿产地,可供普查的矿产地。

4.2.6 估算矿产地 334_1 和 334_2 预测资源量。

4.2.7 编制远景区及矿产地各类图件。

5 预查工作要求

5.1 资料收集及综合分析工作

5.1.1 全面收集工作区内地质、物探、化探、遥感、矿产、专题研究等各类资料,编制研究程度图。对已往工作中存在的问题进行分析。

5.1.2 对区域地质资料进行综合分析工作,根据不同矿产类型,编制区域岩相建造图,区域构造岩浆图,区域火山岩性岩相图等各类基础图件。

5.1.3 对区域物探资料进行重磁场数据处理工作,推断地质构造图件以及异常分布图件。

5.1.4 对区域化探资料进行数据分析工作,编制数理统计图件以及异常分布图件,开展地球化学块体谱系分析,编制地球化学块体分析图件。

5.1.5 对区域遥感资料进行影像数据处理,编制

地质构造推断解释图件。

5.1.6 对矿产资料进行全面分析,编制矿产卡片以及区域矿产图件。

5.1.7 运用 GIS 技术,对上述资料进行综合归纳,编制综合地质矿产图,作为部署野外调查工作的基础图件。

5.2 固体矿产预查工作,必须以野外调查工作为主,野外调查和室内研究相结合。野外调查工作包括区域地质踏勘工作,区域矿产踏勘工作,地球物理、地球化学勘查,物探、化探异常查证,矿点检查工作;室内研究包括已有地质资料分析,综合图件编制,成矿远景区圈定,预测资源量估算等工作。

5.2.1 区域地质踏勘工作 一般情况下,区域矿产资源远景评价工作应当在已完成 1:250 000 区调工作的基础上进行,如尚未开展 1:250 000 区调工作的地区,应单独立项开展 1:250 000 区调工作。一般情况下,成矿远景区矿产资源评价工作应当在已完成 1:50 000 区调工作的基础上进行,如尚未开展 1:50 000 区调工作的地区,应单独立项开展 1:50 000 区调工作。

区域地质踏勘工作是预查工作的重要基础工作,无论是否已经完成区调工作都要精心组织落实,一般情况下部署一批能全面控制区内区域地质条件的剖面,进行踏勘工作,踏勘时应进行详细的路线观察编录,并绘制路线剖面图,对重要地质体布置专题路线观察。通过区域地质踏勘工作,实地了解主要地质构造特征,成矿地质背景条件。

5.2.2 区域矿产踏勘工作 区域矿产踏勘工作是预查工作的关键基础工作,一般情况下,工作区内都有一定数量的矿化线索,矿化点,矿点,物探、化探异常区,因此必须全面开展踏勘工作,对不同类型的矿化线索,都必须进行现场踏勘。对有较多工作程度较高矿产地的地区,应经过分类,对不同类型的代表性矿产地进行全面踏勘,详细了解矿化特征,成矿地质背景,工作程度,以往评价存在问题等情况,修订原有的矿产卡片。对已有成型矿床的远景区,必须开展典型矿床的野外专题调查工作,通过实地观察,详细了解矿床成矿地质条件,矿化特征,找矿标志等资料,以便指导远景区总体评价工作。

5.2.3 地球物理,地球化学勘查工作 一般情况下,区域矿产资源远景评价工作应当在已完成 1:200 000~1:500 000 地球物理(包括航空或地面),地球化学勘查工作的基础上进行,如尚未开展

1:200 000~1:500 000 地球物理及地球化学勘查工作的地区,应单独立项开展 1:200 000~1:500 000 地球物理及地球化学勘查工作。一般情况下,成矿远景区矿产资源评价工作应当在已完成 1:50 000 地球化学勘查工作的基础上进行,如尚未开展 1:50 000 地球化学勘查工作的地区,应单独立项开展 1:50 000 地球化学勘查工作,必要时应单独立项开展 1:50 000 地球物理勘查工作。

对重要矿化地段,重要物探、化探异常区,以及开展物探、化探异常二级查证的地区应部署大比例尺(一般 1:25 000~1:10 000)地球物理,地球化学勘查工作。

对部署钻探工程的地区,必须做地球物理精测剖面,地球化学加密剖面。对钻探工程在条件适宜的情况下,应开展井中物探工作。地球物理和地球化学勘查方法应根据具体地质条件,选择有效方法。

5.2.4 遥感地质调查工作 遥感地质调查工作应贯穿于预查工作的全过程,收集资料及综合分析工作阶段,应选用合适的遥感影像数据,进行图像处理,制作同比例尺遥感影像地质解释图件。野外踏勘阶段,必须对遥感解释进行对照修正,最大限度地通过野外踏勘,提取地层、岩石、构造、矿产等与成矿有关的信息以及确定矿产远景地段。室内综合研究阶段,应利用遥感资料提供成矿远景区,优化普查区,提供矿化蚀变地段。

5.2.5 矿产地检查和物探、化探异常查证工作 经过收集资料、综合分析、区域地质踏勘、区域矿产踏勘、物探、化探、遥感等资料综合分析及数据处理工作,对具有成矿远景的矿产地或矿化线索以及有意义的物探、化探异常开展检查工作,主要内容包括:草测大比例尺地质矿产图件,开展大比例尺物探、化探工作,布置少量探矿工程。了解远景地段的矿化特征,提出可供普查的矿化潜力较大地区,或者提出可供普查的矿产地。对物探、化探异常查证工作,按照异常查证有关规定执行。

5.2.6 探矿工程 预查阶段的探矿工程布置,要求达到揭露重要地质现象和矿化体的目的。槽井探,坑探和钻探等取样工程应布置在矿化条件好,致矿异常可能性大或追索重要地质界线的地段。探矿工程的布置需有实测或草测剖面,使用钻探手段查证异常时,孔位的确定要有实际依据,一旦物性前提存在,应用物探有关勘查方法的精测剖面反演成果确定孔位,孔斜和孔深;在围岩地层和矿层中岩心采取率要符合有关规范、规定的要求。

5.2.7 采样和化验工作 预查工作必须采集足够的与矿产资源潜力评价相关的各类分析样品,各类采样,化验工作技术要求参照有关规范,规定执行。

5.2.8 工程编录工作 野外编录工作按照有关标准执行。

6 预测资源量(334₁, 334₂)的估算

6.1 (334₂)的估算条件

6.1.1 初步研究了区内地质构造特征和成矿地质背景,各类异常的分布范围和特征,矿点、矿化点和矿化蚀变带的分布。

6.1.2 经过三级异常查证,获得了相应的数据,判定属矿致异常特征者或通过矿(化)点及有关民采点,老硐评价证实有潜力的地区。

6.1.3 编制了估算 334₂ 资源量所需的地质图件。

6.1.4 估算参数除预查工作实测外,部分参数可与地质特征相似的已知矿床类比。新类型矿床的估算参数要按地质调查的实际资料获取。

6.2 (334₁)的估算条件

6.2.1 初步了解了工作区内的地质构造,矿点,矿化点,矿化蚀变带,各类异常的分布范围和特征。

6.2.2 异常,矿(化)点经过了三—二级查证,已有见矿工程。

6.2.3 据地表观察和物、化、遥异常推断了矿体的产状,规模,分布范围,矿石品位和自然类型。

6.2.4 顺便了解了工作区的水文地质,工程地质,环境地质和开采技术条件。

7 质量管理

7.1 预查工作应遵循立项论证,设计编审,野外施工,野外验收,报告编写,评审验收,资料汇交等程序,各阶段都应严格按照有关规范规定和技术标准要求执行。要求在编制设计时应根据工作区工作程度,地质条件相应制订各类实施细则。

7.2 项目承担单位都应按 2000 版 ISO/DIS9000 建立质量体系,并需经过二方认证或第三方认证。

8 预查工作提交成果

8.1 预查地质报告及附表,附件

8.1.1 预查地质报告主要内容
工作目的和任务

自然地理及经济条件
以往地质工作评述
区域地质背景
区域矿产资源远景评价
成矿远景区矿产资源评价
预查工作方法及质量评述
预测资源量估算
结论

8.1.2 附表, 附件

样品登记和分析结果表;

预测资源量评价数据表(各工程, 各剖面, 各块段的矿体平均品位, 平均厚度或面积, 体积计算表);

地球物理, 地球化学勘查各类数据表;

物化探异常登记表和异常查证结果表;

探矿工程一览表;
生产矿井, 老硐, 民采坑道等资料汇总表;
质量验收资料;
插图图册, 照片图册;
新发现矿产地和可供普查的矿产地登记表;
重要的原始资料清单;
有关批复文件。

8.2 主要图件

交通位置图, 研究程度图, 实际材料图, 地质矿产图, 物化探参数图, 物化探推断成果图, 遥感解释图, 地质和工程剖面图, 成矿预测图, 预测资源量估算图, 地质工作部署建议图, 工程编录图等。

8.3 数据光盘及其相关的数字化资料

附录 B 新发现的矿产地, 可供普查的矿产地验收标准

新发现的矿产地

通过各类地质调查工作(在项目工作期内), 或者根据群众报矿, 群众采矿线索新发现的, 并经过矿产调查工作证实为有进一步工作意义或具有工业价值, 具有一定规模, 作出初步评价的矿区。

验收标准

1) 初步了解矿区基本地质情况及矿床类型; 对矿体分布和埋藏情况做过概略地质调查和少量的工程揭露与控制。

2) 对矿石质量有正规取样化验资料, 矿石质量及矿体开采技术条件符合现行矿产工业评价要求。

3) 矿产地的资源量规模达到现行《矿产工业要求参考手册》中规定的小型矿床上限的二分之一以上。

4) 估算资源量类别已满足《固体矿产资源/储量分类》[GB/T 17766—1999] 中的 333 或前述 334₁ 之要求。

5) 有正式编写的文字报告, 并附有必要的地质图, 剖面图, 工程编录图及取样位置图等相应图件。

可供普查的矿产地

通过矿产资源预查的矿区, 矿点检查, 物化探异常查证新发现矿产地, 或由地质可靠程度较高的

基础储量或资源量外推的地段, 矿床规模已达到小型以上, 成矿条件有利, 具备开展普查工作的条件。

验收标准

1) 已有极少量的探矿工程揭露证实的矿化地段。

2) 所揭露之矿化地段(或矿体)或已查证之异常, 其成矿地质条件和矿化展布特征已经初步了解。

3) 矿化体(或矿体)品位, 厚度, 开采技术条件已达到现行矿产资源一般工业指标要求。

4) 已有必要数量的取样测试结果, 其取样, 分析方法基本可靠, 对新类型矿床还应有矿石技术加工条件及矿石(矿物)利用条件的初步分析资料。

5) 估算了经工程验证的预测资源量(334₁), 其规模达到现行《矿产工业要求参考手册》中规定的小型以上。

6) 野外地质调查中顺便了解了矿化地段水文地质, 工程地质, 环境地质和其他开采技术条件。

7) 附有相应的已审查认可的预查报告, 地质简报及图件。

摘自中国地质调查局网

固体矿产普查暂行规定 (DD 2000-02)

1 范 围

1.1 本规定规定了固体矿产普查的主题内容, 适用范围, 引用标准, 目的任务, 工作程度, 概略研究及推断的资源量估算, 以及提交的成果等。

1.2 本规定是固体矿产普查阶段 (下称普查) 工作的总体要求, 也是普查工作质量监督, 成果验收的依据。

2 引用标准

GB/T 17766—1999 《固体矿产资源/储量分类》

3 普查的目的任务, 工作程序

3.1 目 的

是对预查阶段提出的可供普查的矿化潜力较大地区和物探、化探异常区, 通过开展面上的普查工作, 已发现主要矿体 (点) 的稀疏工程控制, 主要物探、化探异常及推断的含矿部位验证, 对普查区的地质特征, 含矿性和矿体 (点) 做出评价, 提出是否进一步详查的建议及依据。

3.2 任 务

在综合分析, 系统研究普查区内已有各种资料基础上, 进行地质填图, 露头检查, 大致查明地质, 构造概况, 圈出矿化地段, 采用有效的物探、化探技术方法, 用数量有限的取样工程揭露, 对主要矿化地段, 大致控制矿点或矿体的规模、形态、产状, 大致查明矿石质量和加工利用可能性, 顺便了解开采技术条件, 进行概略研究, 估算推断的内蕴经济资源量 (333) 等。必要时圈出详查区范围。

3.3 工作程序

普查工作应遵循立项, 设计编审, 野外施工, 野外验收, 普查报告编写, 评审验收, 资料汇交等程序。

4 普查工作

4.1 地质研究程度

4.1.1 地质研究 在预查工作和搜集区内各种比例尺的区域地质调查资料的基础上, 视研究程度和

实际需要开展地质填图工作。对区内地层, 构造和岩浆岩的产出, 分布及变质作用等基本特征的查明程度, 应达到相应比例尺的精度要求。

全面搜集区内各种地质资料和研究成果, 注重搜集和研究区内与矿体 (点) 形成有内在联系的成矿地质条件资料进行分析。与沉积有关的矿产应着重搜集研究沉积环境方面的资料及含矿岩层 (系) 的产出, 层位, 层序和岩石组合等资料; 与岩浆活动有关的矿产应着重搜集研究岩石类型, 围岩及接触关系, 蚀变特征等方面的资料; 与变质作用有关的矿产应着重搜集研究变质作用及其产物的物质组成和空间展布等方面的资料; 对主要 (控矿) 构造应大致查明其性质, 规模, 分布及与矿化的关系。

4.1.2 矿产研究 依据区内矿产, 地球物理, 地球化学和重砂矿物, 遥感影像特征, 结合区域成矿地质背景, 已有矿产资料, 矿山生产资料的矿化类型、蚀变分带、分布特点, 大致查明矿体的展布特征, 矿石的物质组成, 矿石矿物, 脉石矿物, 结构构造, 矿石品位, 有关物理化学性质及有害组分含量。对重点解剖的主要矿体 (点), 充分运用区域成矿规律和新理论进行深入研究, 指导区内的找矿工作。注重综合评价, 应了解共、伴生矿产及其品位和质量, 并研究其分布特点。

4.1.3 开采技术条件研究 顺便了解与矿山开采有关的区域和测区范围内的水文地质, 工程地质, 环境地质条件。矿化强度大, 拟选为详查的地区, 当水文地质条件复杂或地下水丰富时, 应适当进行水文地质工作, 了解地下水埋藏深度, 水质, 水量及与矿体 (点) 的关系, 近矿岩石强度等。

4.1.4 矿石加工技术选冶性能试验 对已发现矿产应与同类型已开采矿产的矿石物质组成, 结构构造, 嵌布特征, 粒度大小, 品位, 有害组分等进行类比, 并就矿石加工选冶的可能性作出评述; 对无可比性的矿石应进行可选 (冶) 性试验或加工技术性能试验。

对有找矿前景的全新类型矿石, 应先进行专门的矿石加工技术选冶性能试验研究, 为是否需要进一步工作提供依据。

4.2 普查的控制要求

普查工作重在找矿, 要求对整个普查区的矿产潜力做出评价。通过对面上工作各种资料的全面综

合分析研究和对矿体(点)进行数量有限的取样工程,大致了解矿石质量和利用可能性,有依据地估算矿产资源的数量,最终提出是否具有进一步详查的价值,圈定出详查区范围。

4.2.1 普查阶段一般应填制 1:50 000 地质图,地质条件复杂,测区范围小,找矿前景大时可填制 1:25 000 地质图。对矿化明显的局部地段,为满足施工工程,控制矿体(点),估算矿产资源数量的要求,可填制 1:10 000~1:2 000 地质简图。

4.2.2 对发现的矿体,地表用稀疏取样工程,深部有极少量控制性工程证实,大致控制其规模,产状,形态,空间位置,并分别详细记录矿体实测和有依据推测的规模,长度,厚度及可能的延深。

4.3 普查技术方法

4.3.1 测量工作 必须按规定的质量要求提供测量成果。工程点、线的定位鼓励利用 GPS 技术,提高测量工作质量和效率。

4.3.2 地质填图 地质填图尽可能使用符合质量要求的地形图,其比例尺应大于或等于地质图比例尺,无相应地形图时可使用简测地形图。地质填图方法要充分考虑区内地形,地貌,地质的综合特征及已知矿产展布特征,对成矿有利地段,要有所侧重。对已有的不能满足普查工作要求的地质图,可据普查目的要求进行修测或搜集资料进行修编。

4.3.3 遥感地质 要充分运用各种遥感资料,对区内的地层,构造,岩体,地形,地貌,矿化,蚀变等进行解释,以求获得找矿信息,提高普查工作效率和地质填图质量。

4.3.4 重砂测量 对适宜运用重砂测量方法找矿的矿种,应开展重砂测量工作,测量比例尺要与地质填图比例尺相适应。

对圈定的重砂异常,根据需要择优进行检查验证,作出评价。

4.3.5 地球物理,地球化学勘查 应配合地质调查先行部署,用于发现找矿信息,为工程布置,资源量估算提供依据,根据普查区的具体条件,本着高效经济的原则合理确定其主要方法和辅助方法。比例尺应与地质图一致,对发现的异常区应适当加密点、线,以确定异常是否存在和大致形态。

对有找矿意义的物探、化探异常,结合地质资料进行综合研究和筛选,择优进行大比例尺的物探和(或)化探工作,进行二—一级异常的查证。

当利用物探资料进行资源量估算时,应进行定量计算。

验证孔和普查孔应根据具体地球物理条件,进

行井中物探测量,以发现或圈定井旁盲矿。

4.3.6 探矿工程 根据已知矿体(点)的信息和地形,地貌条件,各类异常性质、形态,地质解释特征,及技术、经济等因素合理选用。

探矿工程布设应选择矿体和含矿构造及异常的最有利部位。钻探、坑道工程,应在实测综合剖面的基础上布置。

4.3.7 样品采集、加工 样品的采集要有明确的目的和足够的代表性。

普查阶段主要采集光谱样,基本分析样,岩矿鉴定样,重砂样,化探样及物性样等。有远景的矿体(点)还应采取组合分析样,小体重样等。必要时采集少量全分析样。

样品的加工应遵循切乔特公式($Q=Kd^2$)的要求,K 值可取经验值。样品加工损失率不大于 3%,砂矿样品应由合格的淘洗工在现场使用能回收尾砂的容器中进行。对尾矿砂要反复淘洗,所得重砂合并为一个基本样品。

基本分析样依据矿种和探矿工程的不同,选择经济合理的取样方法,坑探工程一般应采用刻槽取样的方法,刻槽断面一般为 10 厘米×3 厘米或 10 厘米×5 厘米,不适宜刻槽取样的矿种应在设计中规定;钻探工程的矿心样应用锯片沿长轴二分之一锯开,取其一半做样品,不得随意敲碎拣块,确保分析结果能反映客观实际。取样规格要保证测试精度的要求,样品的实际重量用理论重量衡量时应在允许误差范围内。

4.3.8 编录 各种探矿工程都必须进行编录。探槽,浅井,钻孔,坑道要分别按规定的比例尺编制。有特殊意义的地质现象,可另外放大表示,文图要一致,并应采集有代表性的实物标本等。

地质编录必须认真细致,如实反映客观地质现象的细微变化,必须随施工进展在现场及时进行。应以有关规范,规程为依据,做到标准化,规范化。

4.3.9 资料整理和综合研究 要贯穿普查工作的全过程。对获得的第一性资料数据应利用计算机技术和 GIS 技术进行科学的处理,对获得的各类资料和取得的各种成果应及时综合分析研究,结合区内或邻区已知矿床的成矿特征,总结区内成矿地质条件和控矿因素,进行成矿预测,指导普查工作。

4.4 质量要求和管理

4.4.1 普查工作中使用的各种方法和手段,其质量必须符合现行规范、规定的要求,没有规范、规定的,应在设计时或施工前提出质量要求经项目委

托单位同意后执行。为保证分析质量,普查工作中要由项目组按规定送内、外检样品到有资质的单位进行分析、检查。

4.4.2 施工过程中,个别点、样品、工程不符合规范、规定的质量要求时,必须如实反映,说明原因,并采取补救措施,如钻孔补斜,重新取样等。

4.4.3 对由于地形、地质、技术等原因,致使一些工作需要重大调整或降低质量标准者,必须写出专报,经项目批准单位同意后,方可执行,否则成果不予验收。

4.4.4 项目承担单位都应按 2000 版 ISO/DIS 9000 建立质量体系,并经过二方认证或第三方认证。

4.4.5 各项工作的自检,互检,抽查,野外验收的记录,资料要齐全,检查结论要准确。

5 可行性评价工作要求

普查工作阶段可行性评价工作要求为开展概略研究。概略研究,是对普查区推断的内蕴经济资源量(333)提出矿产勘查开发的可行性及经济意义的初步评价。目的是研究有无投资机会,矿床能否转入详查等,从技术经济方面提供决策依据。

5.1 概略研究采用的矿床规模,矿石质量,矿石加工技术选冶性能,开采技术条件等指标,可以是普查阶段实测的或有依据推测的;技术经济指标也可采用同类矿山的经验数据。

5.2 矿山建设外部条件,国内及地区内对该矿产资源供求情况,以及矿山建设规模,开采方式,产品方案,产品流向等,可据我国同类矿山企业的经验数据及调研结果确定。

5.3 概略研究可采用类比方法或扩大指标,进行静态的经济分析。其指标包括总利润,投资利润率,投资偿还期等几项。

5.4 概略研究,一般由承担普查工作的勘查单位完成。

6 估算资源量的要求

6.1 估算的资源量必须是经过同类型矿产类比或可选性试验证实是可以利用的。

6.2 资源量估算,可采用一般指标,也可采用临近地区同类矿床的生产指标,或在承担普查任务时,由合同(协议)书上明确的指标。

6.3 推断的内蕴经济资源量(333)估算参数,一般应为实测的和有依据推测的参数,部分技术经济

参数可采用常规数据或同类矿床类比的参数。当有预测的资源量(334₁)需要估算时,其估算参数是有依据推测的参数。

6.4 矿体(点或矿化异常)的延展规模,应依据成矿地质背景,矿床成因特征和被验证为矿体的异常解释推断意见,矿体产状及有限工程控制的实际资料推断。

7 普查工作提交成果

7.1 普查工作地质报告及附件,附表

7.1.1 普查地质报告主要内容

工作目的任务及完成情况;

普查区范围,交通位置及自然经济状况;

普查区以往地质工作评述;

普查区地质特征:阐述其地层、构造、岩浆岩,变质作用,水文地质条件;

普查区地球物理、地球化学特征及解释推断意见:阐述地球物理、地球化学场特征;物探、化探异常描述及验证结果;物探、化探推断(或圈定)矿体的意见。

普查区矿产特征:矿化带(点)的分布特征,矿体产出特征,矿石质量等;

新发现的矿产地,可供详查的矿产地;

普查区含矿性总体评价;

普查技术方法及质量评述:地形、工程测量,地质填图,遥感地质,物探、化探,探矿工程,重砂测量,取样与加工,分析测试,资料编录;

推断的内蕴经济资源量(333),预测的内蕴资源量(334₁)估算(参数确定,估算原则,估算方法的选择及结果);

概略研究(参照 GB/17766—1999 相关要求,必要时可另册编制);

结论。

7.1.2 附件,附表

地质勘查许可证及工作任务书等

资源量估算指标

矿石可选性或加工技术性能试验资料

地质工作质量验收材料

样品化学分析表

样品内外检结果计算表

有关岩、矿石物性测定表

水文地质调查表

推断的资源量估算表

7.2 主要地质图件

研究程度图
地形地质图
实际材料图
各种异常图
地球物理，地球化学，遥感推断图
矿产及预测图
主要矿体图件

资源量估算图
其他必要图件
7.3 提交地质成果（包括光盘）应反映客观实际。
文字报告应简明扼要，重点突出，文理通顺，文图表吻合，图件编绘应符合有关质量要求。
7.4 提交的正式成果，应经项目承担者及技术负责人签字。

附录 A 可供详查的矿产地指标的定义

可供详查的矿产地

通过矿产资源普查（定义见《固体矿产资源/储量分类》）的矿区，或由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的地段，矿产勘查工作程度已达到普查要求，矿床规模达到中型以上，具备开展详查工作的条件。

验收标准

- 1) 已经大致查明矿区地质，构造情况，矿点、矿化、各类异常的含矿性以及矿体分布和成矿远景。
- 2) 对已知主要矿体已有稀疏地表工程控制，深部也有少量工程控制，大致查明了矿体（层）的形态，产状和分布情况，大致查明了矿石品位，物质成分，结构、构造，自然类型等地质特征。
- 3) 已知主要矿体已经过取样分析，取样方法

- 及分析方法正确，质量可靠。
- 4) 已经通过矿石加工选（冶）性能对比研究，对于组分复杂，颗粒较细，工业利用尚无成熟经验的矿产或新类型矿产，已经进行了可选（冶）性能试验。
 - 5) 顺便了解矿床水文地质，工程地质，环境地质和其他开采技术条件；并通过可行性评价的概略研究，证实具有投资机会。
 - 6) 已经实际估算了推断的内蕴经济资源量（333）和经工程验证的预测资源量（334₁），开采技术条件符合现行矿产工业评价要求，其规模达到现行《矿产工业要求参考手册》中规定的中型以上。
 - 7) 附有相应普查报告或相应地段的地质勘查简报及图件，并经审查认可。
- 摘自中国地质调查局网

固体矿产勘查原始地质编录规定

1 主题内容和适用范围

- 1.1 本标准规定了固体矿产勘查中地质填图、探矿工程和采样的原始地质编录工作的内容、要求、方法和编录资料的管理。
- 1.2 本标准适用于固体矿产勘查中的地质填图、探矿工程和采样的原始地质编录以及编录资料的管理。对有特殊要求的矿种，主管部门可根据本标准制定相应的补充规定或实施细则。

2 引用标准

GB 9649 地质矿产术语分类代码

3 原始地质编录工作的基本内容

- 3.1 原始地质编录是观察研究地质现象的现场记

录和观察研究手段的记录。

这些地质现象，是指由天然的和人工的露头、岩心（粉）以及标本、样品所揭示的宏观的和微观的自然地质信息。

记录由原始编录人员选用适当的信息记录手段如数字、文字、图像、磁带、磁盘（光盘）等进行。还要和国家信息系统的建设相适应，及时采用新的方法和手段。

3.2 原始地质编录工作包括现场编录和整理两个方面。

现场编录时，要认真地观察研究地质现象，采集标本、样品，测量地质体的位置、产状、形态等数据，并用适当的记录手段和方法进行编录。

整理是根据各种测量成果和对标本、样品的鉴定、测试成果对现场编录进行修正、补充和归纳、整理，编制必要的图表，并按规定格式整饰。采用

电子计算机进行原始编录时，还应及时将原始数据按规定格式存盘、入库。

4 原始地质编录工作的基本要求

4.1 原始地质编录必须真实、客观。对地质现象要认真、细致、全面地观察研究，联系认识，准确地判断和记录。编录中应明确区别开实际观测资料与推断解释资料。

4.2 原始地质编录应随工作进展逐日或随施工进度及时进行。

4.3 原始地质编录的图、表、文字说明必须互相吻合一致，整洁、美观、字迹规整，字体规范。

4.4 原始地质编录要有各种必要的质量符合要求的测量，绘图工具和量具。计量工具必须按有关国家标准定期检验，检验结果随原始地质编录上交。

编录中必须采用《中华人民共和国法定计量单位》规定的计量单位名称和符号。数值要反映其精确程度，写出全部有效数位。在其精确范围内修约时，按 GB 8170《数值修约规则》进行。

4.5 原始地质编录要使用规定采用的记录设备和材料。载质应采用优良材料，图表用 80 克以上的纸张绘、印，幅面尺寸为 185 mm×260 mm 或其 2*n* 倍（*n*=0，1，2，3，4）。

现场记录时，记录文字及绘图应使用防水墨水或 2H 绘图铅笔，对铅笔记录部分，整理时要用防水墨水将图线及重要数据着墨。

4.6 原始地质编录应采用本标准规定的方法和表格（表式见附录 A）。所使用的术语和代号、编码

应符合 GB 9649 的规定。图例也应符合有关标准，但可根据矿区或地区特点简化、合并或增补，并在大队的原始地质编录细则中作出规定，在上交矿区原始地质编录时，应附有所使用的全部图例。

4.7 原始地质编录一般用汉文或规定的代码进行。文字说明应简明扼要、重点突出、用语准确、层次分明。

少数民族自治地区，经大队总工程师批准，现场编录时可使用当地少数民族文字，在整理时译成汉文。

5 原始地质编录中的手图与清图

在野外现场用手工方式进行原始地质编录时，可先作野外手图。手图上可简化某些要素，用临时代号、简单的注记等代替，待工作告一段落，修订界线及制图要素后，再按要求在整理时转绘成清图，清图即作为原始资料保存。

6 代号及编号方法

6.1 矿区代号或分队（项目、课题）代号由大队在原始地质编录实施细则中规定，分矿段的矿区的勘查线号有重复时，要在矿区代号后加一位矿段代号。矿区和矿段代号用汉语拼音字母或数码。矿区及矿段代号以下合称为矿区代号。

地质观察点、工程、各种标本和样品的代号见表 1（代号除注明者外，均为大写汉语拼音字母）。

表 1

项 目	代号	项 目	代号	项 目	代号	项 目	代号
地质观察点	D	下山	XS	相分析标本	XF	土壤地球化学测量样	TR
剥土	BT	老硐(老窿)	LL	地质力学试验标本	DL	原生晕样	Y
采场	CC	钻孔	ZK	X—射线衍射分析标本	XR	次生晕样	C
样坎	YK	冲击钻孔	CHK	差热分析标本	CR	水系沉积物样	SW
探槽	TC	中心采样钻孔(CSR)	ZCK	矿物测温标本	KW	风(氧)化带样	FY
小圆井	YJ	水文钻孔	SHK	煤岩标本	MY	岩(土)力学试验样	YL
浅井	QJ	照片	ZP	化石标本	HB	物性测定样	WX
竖井	SJ	电影	DY	动物化石标本	DH	容重样	T
盲竖井(暗井)	AJ	录音带	LY	植物化石标本	ZH	小容重样	XT
天井	TJ	录像带	LX	抱化石标本	BF	粒度(块度)分析样	LF
斜井	XJ	磁带(电算用)	CD	石器文物标本	WS	孔隙度测量样	KX
盲斜井	MX	磁盘(电算用)	CP	自然重砂	Z	气体分析样	QT
平坑(平硐)	PD	(激光)光盘	JP	水系重砂	SZ	冷提取样	LT
沿脉	YM	标本	B	人工重砂	RZ	同位素组成样	TZ
穿脉	CM	单矿物分析样	DF	样品	YP	同位素年龄样	TW
隧道	SD	组合分析样	ZH	基本化学分析样品	H	铀量测量样	UC
石门	SM	定向标本	DB	光谱分析样	GP	射气测量样	SQ
薄片	b ¹⁾	构造标本	GB	化学全分析样	HQ	选矿试验样	XU
光片	g ¹⁾	形组分析标本	XZ	岩石全分析样	YQ	冶炼试验样	YE
采坑	CK	岩组分析标本	YZ	水样	S	工艺试验样	GY
斜坑(斜硐)	XD	古地磁标本	GC	水化学分析样	SH	外检样	WJ
上山	SS						

1) b, g 小写英文字母

6.2 编号方法

6.2.1 地质观察点、实测剖面、声像资料、磁带、磁盘以及专门标本、样品及零散标本、样品，均用全矿区顺序编号，即矿区代号、项目代号、顺序号顺次连接而成。号码允许不连续、缺号，但不许有重号。

某些工程种类及标本、样品种类的数量较少时，可归并简化不单独分列。

6.2.2 探矿工程由矿区代号、工程代号、勘查线号及勘查线上该类工程顺序号顺次连接而成。勘查线号及工程顺序号均为二位数字。

勘查线按勘探阶段最密的间隔等距离编号：中央为 00 线，向图的左方（正西、北西和南西）及正南方向为奇数，向图上的右方（正东、北东和南东）及正北方向为偶数；或以矿段近矿区中心的一端为 00 线，向外按勘探阶段最密间隔等距离顺序编号。

例如：AHZK0014 为 A 矿区 H 矿段 00 线上的第 14 号钻孔。

在新矿区，勘查程度很低，尚无法确定勘查线；或小矿区，工程少；以及由于其他原因不能用上述方法编号时，可按施工顺序统一编顺序号。例如：AZK05 为 A 矿区 05 号钻孔。但需在设计中规定。

对不在勘查线上及不在勘查线近旁的采场、采坑、石门、竖井、隧道、老硐等可编全矿区顺序号。

6.2.3 地质观察点、实测剖面及工程中的标本及基本化学分析样的编号为矿区代号、地质观察点（剖面、工程）号、标本（基本化学分析样）代号及该地质观察点（剖面、工程）中标本、样品的顺序号顺次连接而成。

例如：E2D51Bb3 为 E 矿区 2 矿段 51 号地质观察点上的第 3 号标本，供制薄片用。

6.2.4 在不至于引起误解的情况下，可分别或全部省略矿区代号，工程号（地质观察点号）和项目代号。

7 原始地质编录的检查验收

7.1 提交资料目录（表 2）

7.2 原始编录的检查验收工作由大队总工程师组织领导，由总工程师办公室（地质科或相应的职能机构）或分队主任工程师（项目负责人）具体实施。

未经检查验收的原始地质编录及检查不合格的原始地质编录不得利用和归档。

7.3 检查验收以单个项目（一个地质观察点、一个工程）为单位，并应在作业组 100% 的自检基础上进行，其比例见表 3。

自检要作记录。分队及大队检查时，应在原始记录上签名及检查日期。

7.4 检查项目及验收标准（表 4）。

表 2

工 作 项 目	地质剖面	勘查线剖面	地质填图	坑探工程	钻探工程
基点、基线记录表	√/○	√/○?		√/○	
原始地质记录表	√	√		√	√
地质观察点、路线记录表			√		
照相记录表	√	√/?	√	√	√
标本、样品采样记录表	√/○	√/○	√/○	√/○	√/○
回次记录表					√/○
孔深校正、弯曲度测量记录表					√/○
地质剖面图	√	√			
实际材料图	√		√		
地质综合表	√/○	√/○		√/○	√/○
标本登记表	√/#	√/#?	√/#	√/#	√/#
样品登记表	√/#	√/#?	√/#	√/#	√/#
照片集	△	△?	△	△	△
标本、样品	△	△?	△	△	△
鉴定、测试结果	△	△?	△	△	△
工程概况				√/○	√/○
综合柱状图	√				
地质图			√		
坑探索描图				√/#	
钻孔柱状图					√/#?

注：√手工绘(制)图件(表格)；○电算用磁盘(带)；#电算输出资料；△实物或原件；? 视情况确定是否提交；√/○，√/# 提交任一种。

表 3

自检(作业组)			分队	大队
比例	现场 室内	100%	50% 100%	20% 40%
时限	随 时	完工三天内或随工 程进展进行		
			以初期为重点,分阶段定期进行,发现问题随时抽查	

表 4

图上位置允许误差		
项 目	基点、基线、矿层(体)、断裂、标志层、样品	其他地质界线
验收标准	≤0.5 mm ¹⁾	≤1 mm ¹⁾
项 目	素描图	样本及样品
图式,表现方法,文字描述编号及记录,采样方法及规格		
验收标准	本 标 准	设计书
项 目	声像资料 格式,记录,方向,参照物	提交资料(含电算磁带,盘)
验收标准	本 标 准	

1)指半仪器法,用仪器法时精度按地勘测量规范。

由于各种原因不能实地检查验收的原始地质编录,如需利用应由大队总工程师批准。

8 实测地质剖面的原始地质编录

8.1 实测地质剖面是进行矿区基本地质情况研究及进行地质填图的基础工作。

首先通过踏勘,选择露头好、构造清楚的地段,作为实测地质剖面的地点,必要时要用探矿工程揭露;然后进行实测,通过观察和研究、对比,确定填图单位;并用一套经过鉴定、测试的标本、样品,统一命名和统一编录人员的认识。

在设计书中要明确测制实测地质剖面的目的和地点,标本和样品的采集要求等。

矿区的实测勘查线剖面,要求地质界线定位准确,产状清楚,有工程和采样位置及揭露情况等。

8.2 实测地质剖面的测制要求

8.2.1 实测地质剖面时用半仪器法同时测绘地形及地质,绘制路线地质平面图和地质剖面图。矿区勘查线剖面图用仪器法测绘地形剖面图,填绘地质时,对工程位置、地质界线特别是矿层(体)界线、重要断裂界线等必须用仪器法定位。工作中还要防止图纸变形影响精度。

测量点、基点、观察点在实地用木桩或用油漆在岩石上标志。矿区勘查线剖面端点要埋设水泥桩,并测定其坐标及高程。

根据矿区地质图的比例尺确定实测地质剖面的比例尺(表 5)。

8.2.2 实测地质剖面时,要仔细观察各种地质现

表 5

矿区地质图	实测地质剖面图	矿区勘查线剖面图
1:25 000	1:2 000~1:1 000	1:5 000~1:10 000
1:10 000	1:1 000~1:500	1:2 000~1:5 000
1:5 000	1:500~1:200	1:2 000~1:5 000
1:2 000	1:200~1:100	1:1 000~1:2 000
1:1 000	1:100	1:500~1:1 000

象,测量各种数据并记录,主要内容:岩石名称、岩石特征(颜色、风化特征、成分、结构、构造等);古生物及遗迹化石;蚀变及矿化现象;岩(矿)脉的岩矿石名称、岩性、穿插关系及产状、厚(宽)度;地质体及地质构造(褶曲、断裂、破碎带等)的产状、接触关系、垂直及水平方向上的变化等。

原则可根据出露情况计算,也可直接测量。有意义的地质现象要作放大素描和补充描述,或用照片、录像等记录。

8.2.3 实测地质剖面时要系统采集代表性的矿物、岩石标本,古生物化石标本和根据设计要求采取的专门样品,如化学分析样,岩石全分析样,光谱分析样,形组分析样,古地磁测定样,同位素地质年龄样等。如基线上风化较深或浮土覆盖,可沿地质走向平移一定距离采取,必要时附补充剖面。采集标本、样品的位置要记录并标在图上,并在整理时将它们鉴定、测试的结果补充到记录中去。

8.2.4 实测地质剖面时要充分利用航片、卫片。注意观察和对比,记录岩石、构造线等地貌、风化特征和反射光谱特征,必要时安排局部小面积踏勘。

8.3 实测地质剖面的野外现场编录要逐日整理,

及时将标本、样品送出。每一剖面测制结束都要编制出地质综合表和柱状图等图表和文字说明。整个实测地质剖面阶段结束时,要在各剖面对比的基础上,确定出矿区的填图单位及一套经过鉴定、测试的矿物、岩(矿)石、古生物标本,统一岩(矿)石命名,随着深部揭露工作的开展要及时补充钻孔或坑道采集的新鲜标本,深化认识,必要时修正原来的名称。

8.4 注意新技术、新方法在测制实测地质剖面中的应用。有条件的矿区采用自动化系统作图制表时,由大队总工程师确定实施办法。

9 地质填图的原始地质编录

9.1 根据所确定的矿区填图单位,用穿越法、追索法或二者结合的方法填图。采用地质观察点、观察路线相结合的形式编录。同时辅以必要的探矿工程揭露,将地质界线等要素填绘在相应地形图上。

填比例尺为 1:25 000 及 1:10 000 (矿区另有更大比例尺地质图)的地质图时,地质观察点及一般地质界线用半仪器法定位,矿层(体)等重要地质界线用仪器法定位;大型沉积矿床的 1:10 000 地质图及比例尺为 1:5 000, 1:2 000 及 1:1 000 的矿区地质图则均用仪器法定位。

填图所用的地形底图的精度应符合设计要求,比例尺应大于或等于填图的比例尺。还要防止野外手图及清图的图纸在工作过程中伸缩变形影响精度。

9.2 地质填图时对原始地质编录的要求

9.2.1 地质观察点和地质观察路线的原始地质编录可用活页记录表格或野外记录簿记录。使用自动化制图系统时,可用数据采集代码作记录,路线上的地质现象及表上未包括的项目要作补充文字描述。编录内容除 8.2.2 规定的以外,还应包括点号、位置、露头描述、路线上地质情况及地质界线在空间的连接,等等。

9.2.2 地质图上的界线及断裂必须在野外实地连接,综合各种天然的和人工的露头观察资料,航片、卫片资料,物、化探资料,按实地走向连线,并明确标示实测和推测的界线。

掩盖面积大,仅有零星露头的矿区,要填露头分布图,露头边界用仪器法(矿部分)及半仪器法(非矿部分)定位,实地连接成图;如露头太小,可适当放大填在图上。

9.2.3 地质填图时要注意采集反映重要地质现象的标本、样品。在矿区已有系统标本时,一般标

本、样品可以不采。

9.2.4 有条件时应采用声、像记录手段,其资料的采录和整理要求应在设计书中规定。在采用自动化制图系统时,必须有图像记录资料。

9.3 整理

9.3.1 地质填图时要逐日整理原始的现场编录资料(含标本、样品及声像资料),补正文字记录,编制实际材料图。

矿区或某地段填图结束时,要编好阶段性的地质图和露头分布图,将手图转绘成清图并按规定整饰。

随工作进展,人工露头资料的充实、补充,并根据综合研究成果,逐步修正阶段性地质图直至该勘查阶段结束,编出矿区地形地质图或基岩地质图。

9.3.2 涉及一些特殊的情况和矿种,可填绘、编制如地貌图、第四纪地质图等专门的图件,补充或取代矿区地形地质图。各种专门图件的填绘、编制和对原始地质编录的特殊要求,按有关标准或规范,或在设计书中规定,经上级主管部门批准后执行。

9.4 注意新技术、新方法的应用。有条件的矿区采用自动化制图系统时,由大队总工程师确定实施办法。

10 坑探工程的原始地质编录

10.1.1 揭露矿化、蚀变带,矿层(体)和物、化探,重砂等异常是坑探工程施工的最重要的目的。要仔细观察研究地质现象与矿化及富集作用的关系;采取系统的标本和各种样品;研究、收集矿层(体)及顶底板围岩的工程地质现象和构造、断裂的破坏作用和影响;要充分考虑矿床存在共生或伴生矿产的可能性。注意对它们进行综合勘查和综合评价。

用于揭露掩盖地段和地下地质情况时,要详细观察研究和记录所揭露的地层、岩石、构造等地质现象,采取标本和样品。

10.1.2 坑探工程的基点以测量坐标定位,素描图及记录以基点及以基点为起点的基线定位。基线的布设,要考虑能反映更多的地质现象及采样。素描图可用电子计算机绘制,野外现场编录的表格按规定的方式填写,并有必要的文字描述。

坑探工程用于揭露矿层(体)或地质界线时,素描图的比例尺为 1:100,其他则可用 1:200,对非矿的、无特殊意义的人工露头则可用 1:500,而对某些有特殊要求的矿种和地质现象,可在设计书

中规定放大到 1:50。必要时,对矿层(体)与其顶底板的界线及其他重要的地质界线,要用仪器法实测定位。

对有意义的现象,要用放大素描或照片,录像等记录,并在素描图上标出位置及编号。

10.1.3 采用自动化制图系统时,必须有图像记录资料。应用声像手段记录地质现象时,录音中要说明地点、日期和被录音人;图像资料要记录图像左、右两端方向或镜头指向,图像中要有标尺或已知尺寸的参照物,现场要作简略的示意图和文字说明。

10.1.4 工程完工或大型工程如深井、深坑在季末或年末,在原始地质编录检查验收后,要整理成坑探工程地质综合表,并根据基点坐标和基线展绘到实际材料图(或采样平面图,剖面图等)上,它主要反映样品位置,矿层(体)展布,是连接矿体和储量计算的基础资料,比例尺与储量计算图相同。

10.1.5 坑探索描图的图上要有基点坐标表,样品成果表和编录人、检查人员的签名和日期。

有关图、表均可用电子计算机编制。

10.2 探槽的原始地质编录

适用于探槽,样坎,剥土,采场及其他地表的天然和人工露头。

探槽素描图绘一壁及底。首选正北壁、北西壁、北东壁或正东壁,对此矿区应有统一规定。基点、基线、标本、样品均应布在绘图壁或底上,并在素描图上标出。必要时加绘另壁全部或局部地段素描图。记录描述以基线读数为准。

基线方向变化时,应设置基点(拐点)并顺序编号。槽壁的地质现象及标本、样品位置均沿地质走向投影到包含基线的斜面上绘制,斜面斜度大于 75° 时,按铅直面处理,否则应在备注中记录其倾斜角。槽底按正投影绘制。槽壁上标明基线位置及方向,但槽壁轮廓高低变化可简化。槽底按平均宽度绘制或简化。

如探槽过长、坡度较大,则可在明确标明基点及基线位置、方向、坡度及连接情况下,将槽壁素描图分段垂直上(下)移,绘成锯齿状,同时附有小比例尺的复原图。

采用自动化系统绘图时,不作手工素描图,素描图的槽壁绘成以基线为顶线的等高的长条形,界线、标本、样品等位置,均沿地质走向投影到基线上。槽底为以基线为(图)上方边线的等宽正投影。

10.3 探井的原始地质编录

适用于浅井、竖井、小圆井、各种用途的天

井、盲竖井、大于 45° 的斜井(坑)。

深井的素描图绘两壁及底(含等距或不等距的井底掌子面,下同)。必要时可加绘其他壁全部或局部素描图。基点布置在第一壁的左上角。基线自基点铅直布设。大于 45° 的斜井(坑)为自基点沿勘查线方向或平均的长边方向布设。第一壁首选正北壁、北西壁、北东壁或正东壁,矿区应有统一规定。邻壁按逆时针方向展开。标本、样品在绘图壁上采集,并在图上标示。记录描述以基线读数为准。井壁上的地质现象等沿地质走向投绘到包含基线的长壁的铅直面上。铅直面与勘查线方向的夹角小于 15° 时,用勘查线方向,否则用平均方向。井底按正投影绘制。井壁及井底轮廓可简化。井下开岔坑时,岔坑按坑道方法编录,在图上应连成一体,坑道基线应与探井基线相连接。如坑道或探井深度较大,可在明确标明基点、基线和深度的情况下,截成几段,同时附有小比例尺的复原图。

采用电子计算机自动制图时,不作手工素描图,只绘第一壁,地质界线、标本、样品等位置均沿地质走向投影到绘图壁的基线上。素描图为以基线为左边的等宽柱。底为该井深掌子面的正投影。

圆井基点设在勘查线与圆井轮廓交线的正北、北西、北东或正东端。基线自基点铅直布设。取定值直径或平均直径经基线作逆时针展开,图上应标出过基线直径另一端的位置。底绘正投影。采用自动化系统制图时,不作手工素描图,可按深井绘成矩形截面。

10.4 坑道的原始地质编录

适用于各种类型的探矿和采准、采矿坑道,工程隧道、涵洞,以及坡度小于 45° 的各类斜坑等。

坑道素描图绘一壁及顶,探矿坑道还应等间距或不等间距地绘掌子面素描图。基点及基线布置在坑道顶的中线上。坑道素描图用压平法展开。绘图壁首选正南壁、南西壁、东南壁或正西壁,矿区应有统一规定。标本、样品尽量在顶或绘图壁采取,否则应加绘局部素描图。对重要而微小的地质现象要用大于 1:50 的素描图或照片、录像记录。坑道轮廓可简化,按设计值或平均值绘制。坑道顶的地质现象按地质产状投到包含基线的“顶面”上,按正投影绘制。坑道壁斜度大于 75° 时按铅直面绘制,否则应在备注中注明其斜度。坑道方向变化时,拐点要有坐标数据,坑道顶连续绘出,坑道壁相应地裂开或重叠,重叠部分绘采样或有重要地质现象部分,或者是后掘进部分。掌子面的顶和壁的轮廓要与顶和壁的素描图吻合。

用自动化系统制图时,不作手工素描图。绘成以基线为中线的等宽坑道素描及包含基线的等高铅直面坑壁素描。地质现象如界线、产状,标本和样品位置均沿地质走向投影到坑顶或壁上。掌子面上的界线、标本、样品等沿脉标在坑顶,穿脉标在坑壁。

整理时,应按坑道实际方位绘素描图。有矿的和有重要地质现象的坑道,以及太长的坑道和未能按实际方位绘制的坑道,还要用相当于采样平面图或储量计算图的比例尺,按实际方位展绘其坑顶平面图。整理的图上要有坐标方格网。

10.5 老硐的原始地质编录

老硐(老窿)是开凿年代久远,现已停、废,又没有地质记录和开采记录,通常坑道的方向、坡度和形状不规则或极不规则,完好程度不等,分布杂乱的民采坑道。

老硐的调查、清理和地质编录,要根据地质勘查的需要,有选择、有重点地进行。

老硐调查,包括访问知情人,地方志、碑记、石刻、铭文以及其他历史资料的收集研究。调查内容包括:位置、形状、深度、开凿年代、施工目的、施工方法、开采情况以及有关矿床地质、水文及工程地质方面的资料,停工原因等。还应注意观察硐口的废石堆。

在老硐作业时,除要密切注意暗井,防止坍塌、冒顶外,还要严防有毒或窒息性气体的伤害。在老硐的每一岔硐口一定要设置标示出口方向的路标。严禁单人进硐,要两人以上先后间隔入内,硐口要有人留守。

老硐素描图可因地制宜,综合应用探槽、探井和坑道的编录方法,有意义的要专门进行地勘测绘。除掌子面外,要按一定间距和在老硐的膨大(“闹堂”)、狭缩和转折部分详细观察和采样,对形状极不规则的,还要作剖面式的“空心掌子面”素描。老硐的基点和基线根据方向和形状的变化,可以在顶部布设,也可以在硐壁布设。

老硐的原始地质编录要整理成平面或中段平面图,也可整理成剖面图。比例尺一般同坑道素描图相同。整理后的图上要有坐标方格网。

11 钻孔的原始地质编录

适用于各种地质勘查钻孔,包括冲击钻孔、采样钻孔、各种深度的机械岩石钻孔和中心采样钻孔(CSR)等。对矿区内专门的水文地质钻孔、工程地质钻孔和物探、化探专用钻孔等,除按各该专业

需要按有关标准编录外,应尽可能地按本标准的要求补充原始地质编录。

11.1 在钻探施工现场通过对岩心(岩屑、岩粉)的观察研究,对所揭示的地质现象按钻进顺序即孔深进行编录。编录的重点是各种地质界线,特别是标志层、矿层(体)和构造、断裂界线,矿化(包括主要矿产和伴生、共生矿产)、蚀变现象及其后生变化(包括氧化带、混合带、原生带的划分)等等。观察、记录的内容见 8.2.2。岩矿心的整理、编号等按 DZ/T0032《地质勘查钻探岩矿心管理通则》进行。

11.2 钻孔施工前,根据按设计孔位及勘查线剖面图编制的钻孔地质技术指示书的地质部分,核查孔口坐标、主轴方位、斜度(天顶角)及岩心(粉)收集装置等。施工中,逐日到现场对岩心(粉)进行观察研究,用规定表格进行编录,并收集声像资料、采集标本、样品;及时按地质情况及钻孔深度、方位和斜度修改钻孔地质技术指标书。预计将钻进矿层(体)或发现矿化现象时,立即用书面或其他方式通知钻探班长及机长。每钻进一定深度,见重要标志层、见矿、处理重大孔内事故后和终孔时,都应进行孔深校测。孔深误差较小时,在最后回次一次校正为校测深度;误差较大时,可在该校测间隔区段,按每回次校正 $\pm 1\text{ cm}$,将最后回次校正为校测深度,向上配完为止;如误差过大,应由分队主任工程师配合施工方面主管技术人员找出原因后处理。

编录时要随时检查核对岩、矿心摆放顺序及采取率、孔斜、简易水文观测等质量指标,配合施工方面搞好质量管理工作。

岩、矿心采取率可按以下公式计算,也可按各工业主管部(局、公司)规定的方法计算:

回次采取率(%) = (本次岩心长 - 上次残留岩心长) ÷ 本回次进尺 × 100%,

或回次采取率(%) = (本次岩粉重 ÷ 本回次岩心理论重) × 100%,

分层采取率(%) = (分层岩心总长 ÷ 分层总进尺) × 100%。

残留岩心处理及换层深度计算方法由大队总工程师根据实际情况在原始地质编录实施细则中规定。

钻孔终孔后,要及时整理资料,配合有关方面进行钻孔验收,并参与封孔和建立孔口标志等工作。

11.3 钻孔的原始地质记录要在前后系统观察对比后,归并成矿区的统一分层,在检查、复核岩心的

基础上,在岩心箱内放置分层标签,并整理成钻孔地质综合表和钻孔柱状图。钻孔柱状图比例尺为1:100~1:200;无矿部分可用断开线缩短绘制,但断线上下同种岩性的柱状图不得少于2 cm(总共4 cm),比例尺可用1:200或更小,采用自动化系统制图时,不作手工柱状图。钻孔柱状图是否作为原始编录资料提交,由各工业主管部(局、公司)决定。

12 采样的原始地质编录

在地质勘查工作的各个阶段,采集各种标本、样品都必须进行原始地质编录。记录该标本、样品的编号,采集地点、地质位置及产状、目的和采样方法、规格、重量、处理方法、采集人和日期等。还要收集、整理标本、样品的鉴定、测试结果,修正、补充野外现场的肉眼观察记录。

采样的原始地质编录必须进行现场检查验收,经检查验收的不合格样品不得用于储量计算。

12.1 采样原始地质编录的要求

采样的原始地质编录包括填写记录表和标签。标签放置在标本、样品的包装(纸包、纸袋、布袋、塑料袋、木箱……)中,随之转移。整理时根据记录表及标本、测试结果填写登记表,并将标本、样品的位置展绘在实际材料图或采样平面图上。

由于运输、保管等原因需要装箱(柜),送出鉴定、测试、储存时,要按有关标准或规定填写装箱单、送样单。

特殊的标本、样品采集前后要分别编写采样设计和采样说明书,并随同记录表、登记表、鉴定、测试结果等上交。

矿区采用自动化制图系统时,登记表可由电子计算机输出制表,不再用手工制表。

12.2 编号

标本、样品的编号方法和代号见7。特殊的标本、样品未规定代号的,可自行拟定,但不要与7的规定重复。

专门用于切制薄片或光片的标本,不编新号,而在原标本代号后缀小写的b或g。

陈列标本编号为矿区代号后编顺序号,原号置备注中。

12.3 探矿工程中采样的原始地质编录

探矿工程采样时,除在素描图及探矿工程原始地质记录表中标示外,还要填写标本样品采样记录表及标本、样品标签。记录表、标签、送样单、装

箱单上要写全矿区编号及工程编号,不能省略,其余资料中,可酌情简省。当同一样品编号的样品分几件包装时,每个包装中都要有标签,并同时写明共几件。在运输中出现缺损、短少时,该样品必须重采。原始编录中采样人及装箱人填写在现场布样、装箱的地质技术人员姓名,必要时可附列采样工、装箱工姓名。

坑探工程中采样时,还要在现场标示样品位置、分段及编号,必要时应有大比例尺素描图、照片、录像等图像记录采样点(样槽)的地质现象。

钻孔岩心(粉)采样时,也要用样品标签标示样品位置及编号,必要时用大比例素描图或照片、录像等手段记录岩矿心(粉)中的地质现象。

13 原始地质编录资料的管理

13.1 原始地质编录资料的保管程序

编录人或作业组在完成一项工作如实测地质剖面或某一探矿工程的原始地质编录,经分队检查验收合格,并完成规定的整理工作后,交分队资料室(综合组)保管。

矿区在某一勘查阶段结束并提交阶段报告后,或由于某种原因终止工作并提交工作报告后,按有关规定清理、立卷、造册交大队技术档案室(地质资料室)报告。岩本、样品副样及岩矿心,岩粉等按有关标准、规定处理。

采用电子计算机的自动化系统制图时,其基础数据采集表格及磁盘、磁带等按有关标准、规定处理。

13.2 原始地质编录资料的修改

13.2.1 原始地质编录资料形成之后,除13.2.2条规定的以外,不许改动。

13.2.2 矿区及大队综合组在经过研究和论证,并在实地核对后,经分队主任工程师同意,大队总工程师批准,可对原始地质编录中的地层及其他地质体的代号,编号,矿层(体)编号,工程编号,或岩(矿)石名称,术语及与此有关的文字描述部分进行修改。这些改动采用批注的形式进行,并注明修改原因,批注人及日期。

但在形成档案后,不许在原件上改动(包括批注)。

13.3 原始地质编录资料的使用

原始地质编录资料按相应的密级及有关资料借阅办法规定的条件和方法借阅。一般使用复制件,对原件不准撕、拆、损、污,不外借也不准进行涂改、抽调、更换。

摘自甘肃省地质矿产勘查开发局网

1:5 万综合方法应用研究的技术思路和工作方法

1 技术思路

在 1:5 万地质填图和矿产调查中进行综合方法应用研究,旨在探索遥感、物探、化探等方法综合应用的有效性、其最佳组合配置和合理的工作程序,为更有成效地完成 1:5 万地质填图和矿产调查任务,提供综合方法工作模式,以促进 1:5 万综合方法的推广应用。其总的指导思想是紧紧围绕 1:5 万地质填图和矿产调查的基本任务与要求,以当代地质科学理论为指导,尽可能充分利用遥感、物探、化探等先进方法技术,力求切实解决地质填图和矿产调查中综合方法应用的各种关键技术问题。

1) 不同岩类(侵入岩、变质岩、火山岩、沉积岩)发育区的成矿远景区(带),有不同的地质、矿产问题,有不同的遥感影像、地球物理、地球化学特征,因而它们的地质填图和矿产调查的工作任务不尽相同,所应用的综合方法及其研究内容亦有所差异,故综合方法应用研究应在不同岩类发育区的成矿区(带)上分别选取典型的研究区进行试验。

2) 将研究工作划分为超前、同步、综合整理等阶段,综合方法的应用要贯穿整个地质填图和矿产调查过程,其中尤要注意抓好超前阶段的应用研究,即在编写地质填图和矿产调查工作设计前,先期进行遥感、物探、化探工作,侧重于取得面积性资料,提出初步推断地质图和文字说明书,为部署地质填图和矿产调查工作提供依据。在开展地质填图和矿产调查工作的同期,配合进行相应的遥感、物探、化探工作,修正、补充和完善各方法的解释推断成果,并针对测区的重要地质、矿产问题进行专题研究。在转入室内后,主要进行综合信息研究,编制综合成果图件。

3) 方法选择时,既要充分考虑研究区的客观地质条件,又要切实注意遥感、物探、化探方法本身的应用前提,以能够增加地质、矿产信息量,扩大工作视野,取得最佳地质填图和矿产调查成效,而又经济、实用为原则。试验研究中选用方法可以适当多些,以便通过对比,优选出最佳配置方案。

4) 尽可能采用有效的新方法新技术处理遥感、物探、化探资料;并对其结果做出科学、合理的地质解释;要总结出一套适应 1:5 万地质填图和矿产

调查的从信息提取到图件编制的综合方法系列;要从超时空、多层次、全方位的角度,对各种资料进行相互关联与综合研究。要注意将地表地质观察与深部地质构造背景分析,宏观分析与微观研究,单参数解释与多参数综合推断相结合。同时,还要注意将综合方法同新的地质填图方法和科学的成矿预测方法紧密结合。

5) 编制一套信息量丰富、综合性强、能充分显示 1:5 万地质填图和矿产调查整体功能的地质、矿产系列图件;通过综合分析对比,使研究区的地质、矿产研究程度得到充分提高,并力争在基础地质和矿产预测等方面都能取得较大的进展。

6) 系统总结可供推广应用的成矿远景区(带) 1:5 万地质填图和矿产调查的有效综合方法与合理工作程序,建立不同岩区的综合方法工作模式,为今后应用综合方法开展 1:5 万地质填图和矿产调查提供可资借鉴的实际经验。

2 工作方法

在不同岩类发育区的成矿远景区(带)上选择了 7 个 1:5 万图幅(除沉积岩区为 1 个图幅外,其余 3 个岩区均为 2 个图幅,总面积为 3 080 km²)进行 1:5 万地质填图和矿产调查的综合方法应用研究,基本上按图 1 所示的工作流程开展各项工作,其相应的工作方法大体如下。

2.1 超前阶段

本阶段主要对图区内已有大(中)比例尺遥感、重力、航磁、化探和地质、矿产资料进行全面系统收集和综合研究。当资料不满足要求,或缺乏某种资料时,则补充适量工作以取得必要的资料(例如在已进行过 1:20 万区化扫面的地区,采用 1 点/km² 的单点样分析结果成图;无 1:20 万区化资料的图幅,则进行 1:5 万地球化学土壤测量)。通过对这些资料的综合研究,提交一套综合推断地质、矿产图件及相应的文字说明书,为正确部署地质填图和矿产调查工作,为工作设计书的编写提供依据。

超前阶段大体上包括资料准备、单方法资料整理及其解释推断、综合各单方法成果、编写地质填

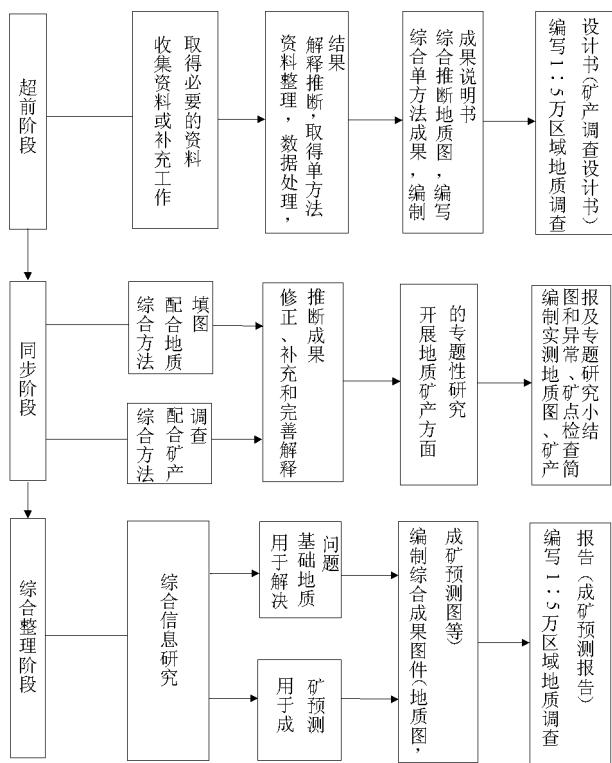


图1 综合方法应用研究的工作流程

图和矿产调查设计等步骤。其中,遥感地质解译以黑白航片(彩红外片、侧视雷达片)为主,辅以卫片(或TM图像),进行目视解译,并对单片种的解译结果进行综合,编制遥感解译地质图;重力、航磁资料进行常规处理和解释推断,编制岩体、构造分布图;化探资料采用常规处理,编制单元素地球化学异常图和综合异常图;将这些单方法成果图与地质、矿产资料相结合,编制综合推断地质图、地质构造图、成矿远景区划图及工作布置图等系列图件,同时编写超前阶段综合成果说明书。

超前阶段的工作要求快速完成(一般安排半年到10个月的时间),其成果经评审验收后即可提供给编写1:5万地质填图和矿产调查工作设计书以及其后各工作阶段使用。

2.2 同步阶段

本阶段主要进行地质填图和矿产调查的野外工作,并同步开展遥感影像解译结果的检查与验证,以及物探、化探异常的评价与查证,进一步深化解释推断成果,对重要基础地质问题和矿产问题开展专题性研究。

地质填图中要求充分运用超前阶段的综合推断成果,以指导野外工作。即将综合推断地质图上地质体的界线转绘到1:25 000地形图上,并根据解译程度分区和填图区类别划分结果,布置观察路线和观察点,供野外填图使用。这样做,增加了填图人

员对地质体的直观感觉和跑线、布点的目的性,改变了常规区调中单纯使用地形图均匀跑线、布点、平均使用工作量的传统方法,从而保证了地质填图路线和观察点的布置更为合理、更为有效。

同步阶段要对遥感地质解译结果进行检查和验证,对地质体的影像解译标志进行修正与补充,进行详细的地质解译,进一步深化超前阶段的解译成果,及时提供给地质填图参考使用。对重、磁资料进行分离处理和突出信息处理,以便在深、浅2个层次上分别作出地质解释和编制相应推断成果图件,从中提取与控矿因素有关的信息,编制深、浅2个层次上的控矿信息图。同时,对重磁异常适当进行定量推断,如隐伏地质体顶板埋深计算等,并编制相应图件。对化探资料补作泛克立格法处理,编制相应的估值图、漂移(线性非平稳背景)图、剩余异常图和综合异常图,以及构造化探图。对重砂资料采用汇水盆地法成图。对物化探异常进一步筛选,从中优选出重点异常,并及时进行现场踏勘检查,有目的有重点地布置检查工程,查明异常源和作出初步评价,为地质找矿突破创造条件。

同步阶段还要针对图区内急需解决的基础地质和矿产问题,发挥综合方法的优势,因地制宜、有的放矢地组织专题性研究。

1) 填图单位(岩石地层单位)的划分,除根据“岩性、岩相或变质程度均一”这一基本准则外,还要综合考虑古生物、遥感影像、物性参数、伽马能谱、微量元素特征等因素;一般要测制专门剖面,投入综合方法,除常规的地质观察、采样外,还要同步进行岩石地球化学测量、伽马能谱测量、物性参数测定、遥感影像解译标志建立等方面的研究工作。

2) 成矿预测中的建模,需综合考虑预测对象的地质、遥感影像、地球物理、地球化学特征,建立综合预测模型。一般要对典型矿区进行研究,收集(或补充野外工作取得)建模所需要的地质、地球物理、地球化学、遥感影像等方面的资料,尤其需加强钻孔物性(密度、磁化率、剩磁、电阻率、极化率等)测定、岩矿鉴定、岩石地球化学测量以及遥感影像解译标志检验等项研究工作。

同步阶段的工作,一般安排10个月的时间来完成,所获得的系统而丰富的多源地学信息,可为综合整理阶段的工作奠定扎实的基础。

2.3 综合整理阶段

本阶段主要进行多源地学信息的综合研究,根据综合推断结果编制最终成果图件,并总结出有效

的综合方法与合理工作程序,编写研究成果报告。从4个试验研究区在综合整理阶段所进行的工作来看,不同岩区采用的工作方法及其研究内容是有差别的,现作一简要介绍。

1) 侵入岩区(湖南香花岭地区)

根据多源地学信息,建立花岗岩体的综合模型,总结综合判别标志。与单元—超单元填图方法相结合,详细划分出露岩体,建立单元,归并序列(或超单元)和预测隐伏岩体,研究其形态、产状、顶面起伏、空间变化以及与成矿的关系。利用综合信息对基底构造和控岩控矿构造进行研究及划分。采用量化矿产预测方法和多源地学信息综合图像处理办法,对与花岗岩有关的系列矿产进行定量预测和建立综合找矿标志,圈出找矿靶区。提交的成果图件有地质图、隐伏岩体(断裂)预测图、综合信息成矿预测图等。

2) 变质岩区(山东水道—冯家地区)

根据多源地学信息,建立变质岩层组合体的综合判别标志,与构造地(岩)层填图方法相结合,对变质岩系进行划分,并对原岩性质、变质程度、成岩时代及矿源层的含矿性进行研究。利用综合信息建立图区构造格架,并探讨其控岩、控矿作用。建立混合花岗岩体的综合模型,总结综合判别标志,对混合花岗岩体进行圈定与划分,对其演化特征及与金矿成矿的关系进行探讨。建立金矿矿田、矿床综合模型,总结综合找矿标志,分析成矿规律,进行成矿预测,并以找矿信息量分级优选找矿靶区。提交的成果图件有地质图、综合信息成矿预测图等。

3) 火山岩区(浙江朱溪—汛桥地区)

根据多源地学信息,建立火山岩层组合体的综合判别标志,与火山地层—岩性(岩相)双重填图方法相结合,划分岩石地层单位与火山喷发旋回,建立地层层序。利用综合信息厘定基本构造格架和研究基底地质构造。建立火山机构的综合模型,总结综合判别标志,对火山机构进行确定(研究其性

质和圈定其分布范围)。建立铅-锌矿的综合模型,总结综合找矿标志,并根据综合信息量得分对火山岩系列矿产进行成矿远景区划分,根据所拟定的找矿靶区优选原则对找矿靶区进行优选。提交的成果图件有地质图、综合信息成矿预测图等。

4) 沉积岩区(北京大台地区)

根据多源地学信息,建立沉积岩层组合体的综合判别标志,与岩石地层填图方法相结合,建立地层层序,划分岩石地层单位,编制以岩石地层单位为主的地质图。利用综合信息对区内各期构造界面进行研究,建立区域构造格架编制深部构造格架图。对沉积基底的形态及其对沉积盖层的控制作用进行研究,并以最优化反演方法对基底深度和形态、盖层构造界面深度和形态进行定量解释推断,编制立体地质构造图。对沉积岩相古地理环境进行研究,编制岩相图。建立煤田的综合模型,总结综合找矿标志,分析成矿规律,进行成矿预测和优选找矿靶区。提交的成果图件有综合地层(岩性)柱状图、地质图、综合信息成矿预测图等。

综合整理阶段的工作时间约为半年,综合研究工作越深入细致就越能全面提高地质填图和矿产调查成果的水平及其整体功能。

应当指出,1:5万地质填图和矿产调查工作地区的选择亦需以综合资料为依据,一般要对某一预选地区的中比例尺区域性地质、矿产、遥感、重力、航磁和化探等资料进行概略性综合分析研究,对其中地层、构造、岩浆岩、矿化蚀变等地质成矿条件有利,并具有明显遥感影像标志和地球物理、地球化学异常的成矿区(带)可优先布置工作(当然还要结合技术经济可行性加以优选)。预选地区一般为Ⅲ,Ⅳ级成矿区(带),所利用的区域性资料,包括已有的1:20万区域地质图、矿产图,1:20万(或1:50万)重力图、1:20万(或1:10万)航磁图、1:20万区域化探图,以及MSS卫片或TM图像等资料。

摘自《地质填图和矿产调查的综合方法》

成矿远景区(带)1:5万地质填图和矿产调查的综合方法配置系列

各岩区1:5万地质填图和矿产调查的综合方法配置系列是按所要解决的主要地质任务一一给出。由于不同岩区地质填图和矿产调查所拟解决的问

题,在侧重点和解决方式上有所不同,因而又形成了不同的综合方法配置系列。

1 沉积岩区地质填图的综合方法系列

沉积岩区 1:5 万地质填图的首要问题是正确进行沉积地层的划分、对比和选择好填图标志层。为了弄清沉积作用的控制因素，要对基底构造进行研究；同时还要对岩相、古地理进行研究。其主要综合方法系列见表 1。

1.1 岩石地层填图的综合方法系列

首先应根据地质、遥感、化探和物探多种标志进行多重地层划分，编制相应的多参数综合柱状图；然后采用以遥感影像为主的综合判别标志区分岩性，进行地层对比和构造追踪，编制综合方法推断地质图。在此基础上进行地质填图，可大大加快填图速度，提高填图质量。

表 1 成矿远景区（带）1:5 万地质填图的矿产调查的综合方法系列（沉积岩发育区）

地质填图的矿产调查的工作方法	综合方法的主要地质任务	综合方法配置系列	综合性成果图件
综合方法与岩石地层单位填图方法相结合进行沉积岩填图	1)划分岩石地层单位(正确建立地层层序,采用多重划分方法合理划分岩石地层单位)	采用遥感图像多级识别地质解译方法,建立影像地层解译单元及其识别标志,确定影像标志,正确合理地进行岩石地层单位的划分;当应用前提和客观条件具备时,尚可选择 1:5 万地面伽马能谱测量及 1:20 万区化(岩石测量)资料相配合,解决某些疑难地层的划分和对比	1) 综合地层(岩性)柱状图;2) 综合地质图;3) 综合推断立体地质图(岩相古地理图,含矿层位综合剖面图)
	2)研究地质构造(建立区域构造格架,研究基底构造的形态、特征及对沉积建造的控制作用)	以 1:5 万(或 1:10 万)航磁、1:10 万重力的分离与突出信息处理资料为主,剖面物性工作及遥感航(卫)片解译成果相配合,进行地质构造综合解释,对三维空间的构造形态与分布特征进行定性研究,或视需要进行定量推断	
	3)研究沉积岩相古地理环境	以 1:5 万—1:20 万区化(岩石测量)资料为主,进行指相机理研究确定特定地层(岩性、岩相、矿层)的标型指示元素;按 1 个点/km ² 的密度对相应元素进行单点样分析,将其结果与重力解释成果相结合,进行岩相古地理环境的研究	
综合方法异常评价和查证	研究遥感、物探、化探异常的地质起因及其寻找沉积矿产的关系;初步确定目的矿产的层位和大致圈定其范围,大致了解其规模;解决地质填图中某些疑难的地质问题	在遥感、物化探异常地段(地层、岩性、岩相或沉积矿层)精测综合剖面(或现场踏勘,采集适量样品进行测试),总结异常地段的地球物理(重、磁等)、地球化学特征(尤要注意异常地层或矿层中的特征指示元素及其指相机理研究),以综合信息为依据,确定异常性质和解决找矿、填图的有关问题	
综合方法成矿预测	研究沉积岩系列矿产的综合信息特征及成矿规律,对主要目的矿产进行成矿预测和圈定找矿靶区	以 1 个点/km ² 的 1:20 万区化(岩石测量)单点样,进行目的矿产及其赋矿层位特征指示元素分析,将其结果与遥感、重、磁等方法相结合,研究地层、岩性、岩相古地理环境等主要控矿因素,建立综合信息预测模型,进行成矿预测;已编制立体地质图的地区,尚可以进行深部隐伏矿的预测	4) 综合信息成矿规律图;5) 综合信息模型图;6) 综合信息成矿预测图

据大台幅的研究表明，遥感方法（以遥感多级信息标志区分岩性，以遥感影像岩性地层剖面法进行地层划分与对比，以遥感图像模型进行解译程度分区，最后编制遥感解译地质图）在综合方法地质填图中起着主导作用；物探、化探方法，只有当地层中具有较明显的地球物理、地球化学差异时，方能配合进行面积性地质填图和对某些有疑难问题的地层进行划分与对比。

1.2 立体地质填图的综合方法系列

在某些沉积地层之间，尤其是大的构造层之间，以及变质基底和沉积盖层之间，往往由于其基本成分、结构、构造以及构造形变、变质程度、沉积环境、物质来源等有所不同，而导致其密度、磁性等具有一定的差异。因此，它们可以作为控制界

面，通过对重磁资料的分离和突出信息处理以及定量解释推断，就能编制立体地质构造图。大台幅研究表明，以多组双向正交控制剖面编制的立体地质构造图，拟合精度高，立体效果明显，不仅能较正确地表述区域构造轮廓，而且对变质基底及各构造层的空间起伏变化均可作出定量表达，因而对沉积矿产的定量、立体预测具有重要意义。

1.3 沉积岩相与古地理环境研究的综合方法系列

鉴于不同沉积岩相和不同古地理、古气候环境，可导致地球化学元素含量的变化，及地球化学元素组合的差异，因而认真研究岩石中元素含量变化与组合差异的各种特征，并采用适当方式（如累加、累乘、倒数、比值等运算）突出某些微弱而有用的信息，就有可能根据某一元素含量范围和组合

特征，指示特定的沉积岩相和古地理环境。大台幅研究表明，以面积性岩石地球化学测量（1:5 万—1:20 万）资料为主，土壤及水系沉积物测量资料为辅，并同地质剖面研究成果，重力推断成果（隆起与凹陷）等相结合，即可进行岩相、古地理研究。此时化探资料的处理以采用泛克立格法最佳。

2 侵入岩区地质填图的综合方法系列

侵入岩区 1:5 万地质填图的首要问题是出露岩体的单元划分和序列归并，以及隐伏岩体的圈定；其次是区域构造的确定及控岩、控矿构造的研究等。其有效的综合方法配置见表 2。

表 2 成矿远景区（带）1:5 万地质填图的矿产调查的综合方法系列（侵入岩发育区）

地质填图和矿产调查的工作方法	综合方法的主要地质任务	综合方法配置系列	综合性成果图件
	1)详细划分侵入体,建立单元,归并序列(或超单元)	对出露岩体以大比例尺黑白航片目视解译为主,进行侵入体圈定,并以地质、地球物理、地球化学、遥感影像及室内分析、鉴定、测试等多种资料相结合,进行单元划分与序列归并	
综合方法与岩石谱系单位(单元—超单元)填图方法相结合进行侵入岩填图	2)圈定隐状岩体,研究其形态、产状和顶面起伏	通常用 1:5 万(1:10 万)航磁,1:10 万重力资料,进行分离与突出信息处理,以定性解释为主,定量解释为辅,并用遥感航(卫)片解译成果与之配合,圈定和研究隐伏侵入体,对难识别岩体(或重要、复杂侵入体),应在建立地质、遥感、地球物理、地球化学综合模型的基础上再进行隐伏岩体预测	1)综合地质图;2)隐状岩体预测图;3)综合推断立体地质图
	3)确定构造格架和研究控岩、控矿构造	用 1:5 万(1:10 万)航磁,1:10 万重力资料,进行上延-求导关联解释,并以遥感航(卫)片解译成果与之配合,拟定区域构造格架;用构造化探方法研究构造的含矿性	
综合方法异常评价和查证	研究遥感、物探、化探异常的地质起因及其与寻找内生矿产的关系,初步查明与目的矿产有某种直接联系的岩体、构造、地层、矿化蚀变带等控矿地质因素;初步圈定矿田范围和大致了解其产状、规模	用 G·A 系统(或其他综合评价方法)对异常进行快速评价和筛选;对优先查证的异常,用 1:1 万(或 1:2 万)土壤地球化学测量(重点地段配置岩石地球化学测量和精测综合剖面)和视应用条件选择重、磁、电、等方法进行 1:1 万面积测量,并视需要布置山地工程揭露或钻探、硐探予以验证	(异常评价和查证成果图件)
综合方法成矿预测	研究与侵入岩有关的系列矿产的综合信息特征,主要控矿因素(岩体、构造、地层、岩性、地球化学屏障等)及成矿规模,对主要矿产进行综合信息成矿预测和圈定找矿靶区	1:5 万土壤地球化学测量(地形切割剧烈地区可用 1:20 万区化扫面单点样分析及 1:5 万重砂测量代替)和重点地段岩石地球化学测量为主,配合遥感、重磁、伽马能谱等方法进行综合预测(建立综合信息预测模型,采用量化方法划分预测区和优选找矿靶区等)	4)综合信息成矿规律图;5)综合信息模型图;6)综合信息成矿预测图

2.1 出露岩体和表层构造圈定与划分的有效综合方法系列

对出露岩体，以大比例尺黑白航片目视解译为主，辅以野外地质路线观察验证，即可快速、准确地进行圈定，再综合考虑岩石地球化学、重砂矿物、伽马能谱特征，以及根据岩矿鉴定、同位素绝对年龄测定等资料，即可更好地研究、对比侵入体的各种特征和进行单元的划分与序列的归并。

对于地表断裂和褶皱，以航片影像构造地质剖面研究法为主，并以数字或光学图像处理等手段配合，即可识别；而采用指示元素的构造化探研究法，则可帮助对构造的含矿性作出评价。

2.2 隐伏岩体预测和深部构造研究的有效综合方法系列

当岩体与围岩密度、磁性差异明显，且重、磁

场的深、浅源相对独立，使用频率域滤波法对重、磁资料进行分离和突出信息处理，以其垂向导零等值线和垂向导正异常即可较好地对深部和浅部岩体边界予以圈定，并采用航、卫片综合解译结果，对其进行交互检验；其岩性可根据物性特征、视磁化率计算结果、岩浆专属性矿物组合和地球化学元素组合等综合因素（标志）予以判别。当岩体与围岩物性差异较小时应立足于建立岩体的地质、遥感、地球物理、地球化学模型和总结相应的综合判别标志，用以指导隐伏岩体的预测与圈定。

重磁资料的上延求导关联解释法，同遥感卫片解译相结合，是深部构造研究的重要方法系列，可用以研究区域构造格架，判断构造的产状及其封闭性等。关于立体性地质构造图件的编制，一般情况下以深源、浅源及地表 3 个截面构置立体地质构造

略图，即可直观展示区域构造及岩体自地下一定深度到地表的主要变化趋势及其相互关系；对重点地段，可采用二维半最优化反演，对岩体在不同深度上的形态、规模、产状、顶部起伏情况进行定量描述，这对侵入岩区岩浆同源演化序列的研究和量化、立体化综合成矿预测都具有重要意义。

3 火山岩区地质填图的综合方法系列

火山岩区在采用火山岩地层-岩性（岩相）双重填图方法进行地表地质填图的同时，还要研究基底构造对火山喷发旋回的控制作用，其主要综合方法系列见表 3。

表 3 成矿远景区（带）1:5 万地质填图的矿产调查的综合方法系列（火山岩发育区）

地质填图和矿产调查的工作方法	综合方法的主要地质任务	综合方法配置系列	综合性成果图件
综合方法与火山岩地层-岩性（岩相）双重方法相结合进行火山岩填图	1)划分岩石地层单位,建立地层层序及分析喷发产物的时空演化规律等	大比例尺黑白航片解译与 1:5 万地面伽马能谱测量相结合进行地层、岩性(岩相)划分,以谢默夫分类法(或用计算磁化率)与物性测定相配合识别岩性;利用伽马能谱测量资料,辅以 ²¹⁰ Po 测定,分析火山喷发产物的时空演化规律	1)综合地质图;2)综合推断火山构造岩相图;3)综合推断基底地质图(或立体构造格架图)
	2)拟定基本构造格架及研究火山岩基底构造	以 1:5 万(1:10 万)重磁资料的分离和突出信息处理为主,辅以遥感航(卫)片解译结果的小比例尺区域重、磁资料,拟定基本构造格架;用重、磁区域场对火山岩基底构造进行研究	
	3)圈定火山机构,分析其水平及垂直方向上的分布特征,探讨火山喷发旋回	以 1:5 万(1:10 万)地质、遥感、物探、化探资料为基础,结合区域性资料,建立典型火山机构的综合模型及其识别标志,圈定火山机构与火山构造,研究其水平与垂向分布特征,并对火山喷发旋回进行探讨	
	4)圈定隐状、半隐状岩体,并推断其岩性	以 1:5 万(1:10 万)重、磁资料的分离和突出信息处理为主,辅以遥感航片解译结果,圈定隐状岩体和半隐状岩体;与物性研究相结合对岩性进行推断	
综合方法异常评价和查证	研究遥感、物探、化探异常的地质起因及其与寻找火山岩系列矿产的关系;初步确定目的矿产的赋存部位和大致圈定其范围,大致了解其规模;解决地质填图中某些疑难地质问题	用 G·A 系统(或其他综合评价方法)对异常进行快速评价和筛选;对优先查证的异常,用 1:1 万(或更大比例尺)土壤地球化学测量(重点地段增加岩石测量和精测综合剖面)和视矿种选用重、磁、电、伽马能谱测量等方法进行 1:1 万面积测量,必要时以山地工程揭露或钻探、硐探予以验证	(异常评价和查证成果图件)
综合方法成矿预测	研究与火山有关的金属、非金属系列矿产的综合信息特征及成矿规律,对主要目的矿产进行综合信息成矿预测和圈定找矿靶区	以 1:5 万土壤地球化学测量(或用 1:20 万区化扫面单点样分析成果代替或视需要选择 1:5 万重砂测量)为主,重点地段增加岩石测量方法,并以遥感、重、磁、伽马能谱测量等方法与之配合进行综合预测,同时尽可能借助综合手段进行深部预测	4)综合信息成矿规律图;5)综合信息模型图;6)综合信息成矿预测图

3.1 地表地质填图的综合方法系列

朱溪镇幅、汛桥幅的研究表明，遥感方法与地面伽马能谱测量相结合是火山岩区地表地质填图的最佳综合方法系列。其中遥感应以大比例尺黑白航片目视解译为主，辅以卫片 S 101 系统处理、光学增强处理及不同时相、不同波段片种的综合解译，着重解决地层、岩性（岩相）的划分及线、环构造的研究，重要问题还需到野外进行现场验证；地面伽马能谱测量，要用高精度测量仪器，资料解释可视情况选用以先验地质资料为基础的统计分析方法，或最优分割与聚类分析相结合的统计分析方法，对地层（岩性）及潜火山岩体等进行合理的分类和对比。

对火山机构的研究，宜先建立地质、地球物理、地球化学模型和总结综合判别标志，用以圈定火山机构和火山构造。

3.2 深部地质问题研究的综合方法系列

对火山岩区一定深度的地质问题进行研究，应以 1:5 万航磁和 1:10 万重力资料为主，并以中（小）比例尺重、磁、遥感资料相配合，构成最佳方法系列。对大比例尺重、磁资料进行地质解释时，须作分离和突出信息处理，主要进行定性解释，并辅以必要的定量解释，编制综合推断基底地质图或立体地质略图。同时选用区域资料与之配合，便于从宏观角度和以局部与整体相联系的观点对深部地质问题加以研究，避免认识上的片面性。

4 变质岩区地质填图的综合方法系列

变质岩区 1:5 万地质填图最突出的问题是首先查清随区域构造的演化,岩石从形成到变质、变形的整个发展过程,然后以此为基础进行地层划分、对比和建立层序,以及恢复原岩等,其主要综合方法配置见表 4。

4.1 研究区域构造轮廓和地表岩性分布的综合方法系列

据水道—冯家地区的研究,变质岩区区域构造格架的拟定,应以重磁资料分离处理和突出信息处理的解释结果为主,辅以上延-求导系列关联解释,并以卫片宏观解译与之配合,即可基本查清区域构造轮廓;据大台幅的研究,浅部构造应以大比例尺

表 4 成矿远景区(带) 1:5 万地质填图的矿产调查的综合方法系列(变质岩发育区)

地质填图和矿产调查的工作方法	综合方法的主要地质任务	综合方法配置系列	综合性成果图件
综合方法与构造-地(岩)层填图方法(或构造-岩石填图方法)相结合进行变质岩填图	1)研究测区构造形迹,确定区域构造体系	以 1:5 万航磁、1:5 万(或 1:10 万)重力资料为主,进行分离与突出信息处理,并用遥感航(卫)片解译结果相配合,拟定区域构造格架,研究测区构造形迹,确定区域构造体系	1)综合地质图;2)综合推断立体地质构造图(地质构造或地质事件演化发展图)
	2)划分变质岩系地层,探讨成岩时代和矿源层含矿性,恢复原岩性质等	采用遥感图像多级识别地质解译方法进行岩性解译,用地质、地球物理、地球化学综合剖面(1:2 万)进行地层划分与对比,用地球化学方法研究矿源层含矿性,用岩石化学方法进行原岩恢复等	
	3)圈定与划分混合花岗岩体,探讨其演化特征与成矿的关系	建立地质、遥感影像、地球物理、地球化学模型及共识别标志,配合 1:2 万比例尺综合剖面,对混合花岗岩体及其他超变质岩进行圈定与划分,并探讨其演化特征及其与成矿的关系	
综合方法异常评价和查证	研究遥感、物探、化探异常的地质起因及其与寻找变质岩系列矿产的关系,初步确定目的矿产的赋存部位和大致圈定其范围,大致了解其规模,解决地质填图中某些疑难地质问题	用 G·A 系统(或其他综合评价方法)对异常进行快速评价和筛选;对优先查证的异常,用 1:1 万(或更大比例尺)土壤地球化学测量(重点地段增加岩石测量)视应用条件选择重、磁、电、伽马能谱测量等方法进行 1:1 万面积测量,必要时以山地工程揭露或钻探、硃探予以验证	(异常评价和查证成果图件)
综合方法成矿预测	研究变质岩系列矿产的综合信息特征,主要控矿因素(变质地层、构造、岩体等)及成矿规律,对主要目的矿产进行综合信息成矿预测和圈定找矿靶区	以 1:5 万土壤地球化学测量(或用 1:20 万区化扫面单点样分析成果代替,或视需要选择 1:5 万重砂测量)和重点地段岩石地球化学测量为主,遥感、重、磁、伽马能谱测量等方法相配合进行综合预测,并尽可能借助综合手段进行深部预测	3)综合信息成矿规律图;4)综合信息模型图;5)综合信息成矿预测图

航片影像地质构造剖面研究法为主,如在该区的浅变质岩区,以航片立体对象的连续观察,较正确地解译出了某些大型掩掩褶皱、顺层韧性剪切断裂及剪滑构造系等。

至于地表岩性单元的划分,应以黑白航片(有彩红外片当然更好)目视解译为主,辅以上延宏观解译和适量数字图像处理相配合,即可提供遥感解译岩性分布图。上述构造与岩性解译结果的综合,构成综合推断地质图,对于构造-地层填图法的开展具有良好的指导作用。

4.2 变质与超变质岩系划分和对比的有效综合方法系列

鉴于变质岩区岩性非常复杂,对比极为困难,因而宜首先采用综合剖面对比研究法进行地层(岩性)的划分和对比。即在区内地层(岩石)出露较

完整地段,选择数条控制剖面,进行地质、遥感解译和以大比例尺(1:1 万—1:2 万)物探(重、磁、伽马能谱)、化探(岩石、土壤)方法进行剖面测量,同时在测区(或邻区)的标准剖面(层型)上也补充相应的综合方法测量,并将控制剖面 and 标准剖面的研究结果进行详细对比,即可建立各岩性地层单元(岩性段)及有关标志层的综合判别标志,用于确定地层层序和用于野外地质填图。对某些重要(或疑难)基础地质问题及成矿有关层位、岩体(如混合花岗岩体),应在专题研究基础上建立地质、地球物理、地球化学模型(综合层型)及总结相应综合判别标志后,再用于有关地质体的划分与圈定。至于变质地层的年代确定、原岩恢复等,仍应以地质研究为主,综合方法所提供的信息可起到辅助作用。

5 矿产调查的综合方法系列

综合方法矿产调查工作,大体包括两大内容,即综合方法异常评价和查证;综合方法成矿预测。前者应以 1 个点/ km^2 的 1:20 万区化扫面单点样分析资料(无区化扫面资料应开展 1:5 万土壤测量工作)或 1:5 万重砂测量资料为主,并以遥感、物探和矿点检查相配合进行物化探异常的快速评价;而后者是在综合方法地质填图、编制综合推断立体地质图件,进行成矿规律的多参数综合分析,建立矿田(矿床)的地质、地球物理、地球化学模型的基础上,进行科学的定量预测和优选找矿靶区。这两方面工作在不同岩区略有差异,它们的主要地质任务和综合方法配置及应提交的综合性成果图件等已

分别在表 1~4 上列出,不再赘述。但是应当指出,表 1~4 所列出的主要地质任务是针对综合方法所能解决的地质、矿产问题而提出,至于各岩区地质填图方法的基本要求与主要任务,仍应遵照《1:5 万区调总则》的有关要求执行,有关成矿预测的基本要求与主要任务,则按《固体矿产成矿预测基本要求》的规定执行;表中所列出的综合性成果图件中,综合地质图和综合信息成矿预测图为最基本的图件,各岩区特殊的图件视需要与可能编制,而有的图件(如成矿规律图、模型图、基底地质图、立体地质图等),可单独编制成果图件,也可分别作为相应岩区的地质图和成矿预测图的边图。

摘自《地质填图和矿产调查的综合方法》

成矿远景区(带) 1:5 万地质填图和矿产调查的综合方法工作程序

在成矿远景区(带)上应用综合方法开展 1:5 万地质填图和矿产调查时,其工作阶段应划分为超前和同步两大工作阶段。前者主要进行超前编图,而后者则含同步研究和综合整理 2 个亚阶段。

1 各阶段的目的任务

1.1 超前编图阶段

其目的任务是通过对比图区已有各种大、中比例尺遥感、物探、化探资料的系统综合研究,初步查明图区内构造面貌和地层、岩体及矿化、蚀变体的分布特征,对图区内主要矿产进行初步成矿预测,为正确部署 1:5 万地质填图和矿产调查工作和编写工作设计提供依据。

1.2 同步研究阶段

其目的任务是通过对比超前阶段成果资料及本阶段新取得的资料选用某些新的方法进行处理和进一步的综合研究,编制各单方法推断成果图件,并在野外地质填图和矿产调查的同时,对物探、化探异常进行检查评价,对某些重要基础地质问题和矿产问题开展多方法专题性研究,为解决这些问题提供地质信息依据。

1.3 综合整理阶段

其目的任务是对 1:5 万综合方法地质填图和矿产调查取得的各种信息进行有机关联和深入的综合研究,包括建立地质体的综合模型及总结相应判别准则或预测标志,对各种地表及深部地质体作详细划分,并编制综合地质图;对与成矿有关的各种信息深入综合分析,并编制成矿规律图和成矿预测图;编写 1:5 万地质填图和矿产调查成果报告。

2 工作流程

成矿远景区(带) 1:5 万地质填图和矿产调查的综合方法工作流程如图 1 所示。

由图 1 可见:超前编图主要进行资料准备(包括收集原有资料及视需要补作适量的遥感、物探、化探工作),对各种资料进行解释推断和利用推断成果综合编图,以及编写 1:5 万地质填图和矿产调查工作设计。

同步研究主要进行剖面测制,对各种异常进行检查和对推断成果进行验证,并且根据检查和验证结果对资料进行再解释,以及开展专题性研究,将各种成果进行汇总和小结。

综合整理主要进行综合信息研究,将综合信息用于基础地质研究和成矿预测,编制综合成果图件和编写成果报告。

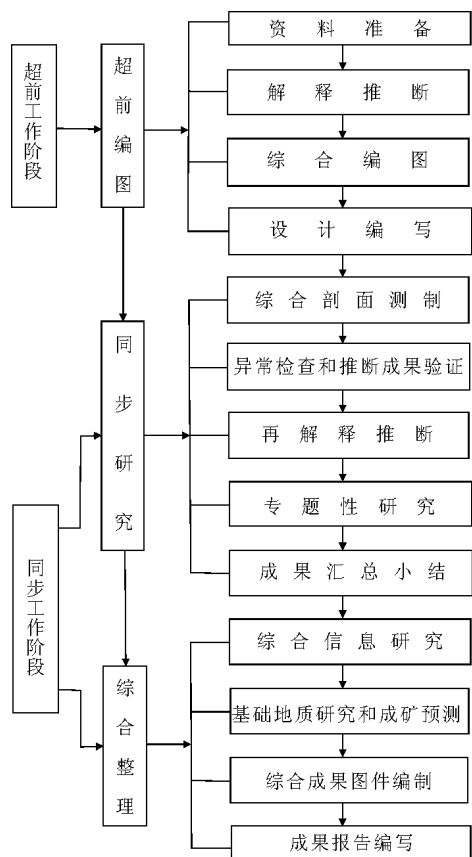


图 1 1:5 万综合方法工作流程图

3 各阶段应提交的成果

3.1 超前编图阶段

该阶段应提交的成果：综合方法超前编图说明书和 1:5 万地质填图、矿产调查设计及其相应图件，包括根据综合推断成果编制的综合推断地质图、地质构造图、成矿远景区划图和工作部署图，以及各单方法基础图件和推断成果图件。

3.2 同步研究阶段

该阶段应提交的成果：各单方法成果小结和相应的实际材料图，数据处理图件及推断成果图件；物探、化探异常检查简报和矿点检查简报；专题性研究小结。

3.3 综合整理阶段

该阶段应提交的成果：1:5 万地质填图和矿产调查成果报告及其相应附图，包括地质图及各岩区特有的全面反映综合方法地质填图成果图件；综合矿产图、成矿规律图和成矿预测图；遥感、物探、化探图册及视需要编写的专题性研究报告。

摘自《地质填图和矿产调查的综合方法》

综合方法矿产调查的思路和途径

1 找矿思路

对于我国东部地区和一部分地质工作程度高的西部地区来说，隐伏矿、盲矿和难识别矿愈来愈成为主要勘查对象，这就要求必须突破原来的找矿思路，并在方法技术上有所进步。新的找矿思路应该是围绕找矿的目的，积极发展和采用更为先进、适用的方法进行直接找矿；大力探索和开辟间接找矿的路子，特别当矿体不足以产生现有技术所能发现的异常时，更应着力发挥间接找矿的作用。

所谓直接找矿，是指根据矿床或矿体群、矿体产生的地质、化探、物探、遥感等单方法异常或综合异常，直接指出其可能的属性、具体位置以及其他有关情况（如矿体大小、产状、埋深等）。例如，可根据目的矿物元素和其他标志矿物元素组成的元素组合异常发现矿床。直接找矿的前提是矿与围岩之间具有某种化学性质、物理性质、遥感波谱差异，且大小与埋深的条件适合，能在距矿体一定距离处产生为现有方法技术所能发现的异常（这些就是综合方法矿产调查的直接找矿标志）。

所谓间接找矿，是指根据矿床的直接控矿因素及近矿围岩引起的各种异常现象（包括地质、物探、化探、遥感等异常），指出矿床可能产出的地段和分布范围。例如，可利用非专一性远程元素或仅能指示控矿构造、岩性的元素异常来指导找矿（用卤族元素、汞等气体测量寻找深部矿），就属于化探的间接找矿。相当多的矿体与围岩没有物性差异，或有差异也太小，有的虽有差异，但埋深太大，在地表不能引起足够强的异常，这种情况下用地面物探方法无法开展直接找矿，只能进行间接找矿。间接找矿的前提是近矿围岩的各类蚀变、矿化带和直接控矿因素（构造、岩性和岩浆活动等）中的大多数能引起某些地质、化探、物探、遥感异常（这些就是综合方法矿产调查的间接找矿标志）。

2 基本途径

对 1:5 万（或更大比例尺）矿产调查来说，较

为现实的找矿办法之一是在矿产地质科学理论的指导下,综合应用地质、化探、物探、遥感等方法。尤其是面临易识别的地表矿已较难有新的发现,主要找隐伏矿和与围岩物理性质、化学性质、遥感波谱差异小或没有差异的矿,就更加需要根据地质、化探、物探、遥感等多种方法取得的综合信息,按照直接找矿和间接找矿 2 种途径开展矿产调查工作。它们调查目标物的主要过程如图 1 所示。

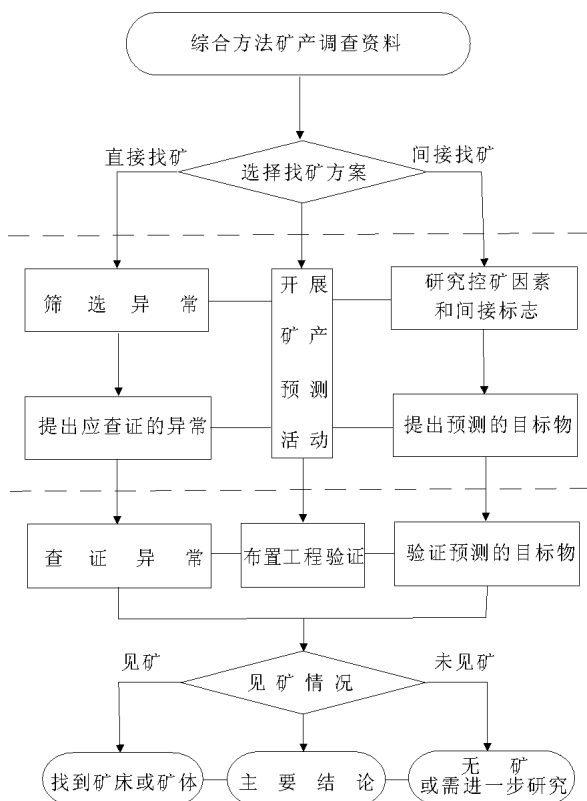


图1 综合方法矿产调查主要过程

2.1 直接找矿

最佳的方案是在大面积区域性综合调查基础上,通过查证各局部异常发现矿床。多年经验表明,这是贯彻“区域展开、面中求点”战略方针的重要步骤,是一条行之有效的普查找矿捷径。在查证异常中应用综合方法,首先是运用已有的地质、化探、物探、遥感等方法取得的综合资料对异常进行筛选、评序,以提高其可靠性;其次是采用综合方法进行异常检查,特别是作详细检查(二级查证),以便对异常的起因做出较可靠的评价,从而更正确地提出工程验证意见,使验证见矿率大为提高。

直接找矿是针对应用综合方法可以直接发现的一类矿床(矿体)提出,按其埋深不同可采用不同的方案。

1) 浅部直接找矿——地面综合方法直接找矿;井中综合方法追索矿体,当矿床(矿体)埋深不太大(指用地面综合方法能发现其存在),采用能直接反映矿床(矿体)异常的方法开展矿产调查。发现局部异常后,通过查证以捕获矿床(矿体),并且开展井中物探、化探和测井,追索已由钻孔揭露的矿体走向、产状等,或寻找井旁、井底盲矿。配置方法应根据找矿需要和前提,地面方法可考虑选择磁法,各种电法(激电、自电、电阻率法、电磁法或大功率激电、大功率电磁法等),重力方法、放射性方法,地球化学水系沉积物、土壤、岩石测量方法以及遥感蚀变岩检测等;井中方法可考虑选择井中磁测、无线电波法、电阻率法、声波法、充电法、电磁法和有关测井方法,以及井中化探方法等。浅部直接找矿的工作流程如图2所示。

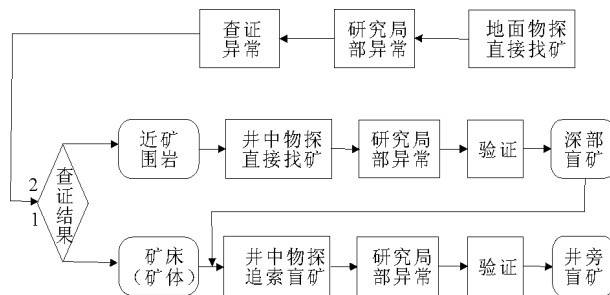


图2 浅部直接找矿工作流程

2) 深部直接找矿——地面综合方法立体填图;井中综合方法直接找矿。当矿床(矿体)埋深比较大(指用地面综合方法不能直接发现其存在),则从立体地质填图入手,研究了解地表以下综合方法所能反映的地质情况,通过综合方法成矿预测,提出布置普查钻孔的方案;验证中不论见矿与否,均应开展井中物探、化探和测井,追索已由钻孔揭露的矿体走向、产状等或寻找井旁、井底盲矿。配置方法亦应根据需要和前提,地面方法可考虑选择高精度磁测,高精度重力,电测深、电磁测深,高频地震和地球化学岩石测量以及遥感菱环构造模型类比等;井中方法的目的是直接找矿,因此其方法可选择与上述浅部直接找矿的井中方法配置类似。深部直接找矿的工作流程如图3所示。

2.2 间接找矿

通常的做法是在对地质、遥感、物探、化探等资料进行综合研究,了解控矿因素和近矿围岩基础上,通过成矿预测以达到间接找矿目的。多年来,在找各类沉积矿、金刚石矿、铬镍矿等运用的就是间接找矿办法。近年来为找铜矿、多金属矿和金银

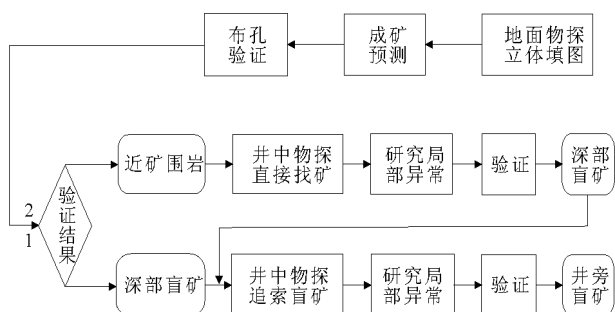


图3 深部直接找矿工作流程

矿等深部矿，除利用综合方法配合地质填制浅部岩性图外，还结合钻探开展了中大比例尺的立体填图，已在长江中下游及南岭地区取得了经验和找矿效果。

开展立体填图时，要选用有效而合理的方法组合（以高精度重、磁方法和电测深为主），研究了解地表以下综合方法所能反映的地质情况，着重调查近矿围岩蚀变、矿化或直接控矿因素。在实际工作中用 Rn, Hg 等气体指标研究控矿或含矿破碎带，用 As, F, I 等远程元素指示深部矿化的存在等，均取得较好效果。

间接找矿是针对应用综合方法难以直接发现的另一类矿床（矿体）而提出的，按其埋深的不同亦可采用浅部间接找矿和深部间接找矿 2 种方案。

1) 浅部间接找矿——地面综合方法间接找矿；井中综合方法追索间接找矿标志，当这类矿床（矿体）埋深不太大，用综合方法能发现其间接找矿标志（直接控矿因素或近矿围岩的矿化、蚀变等），通过对这些标志的研究和进行查证，以实现间接找矿的目的。若为了进一步追索钻孔周围和井底的有关间接找矿标志，可采用相应的井中物探、化探和测井方法，以指导进一步布孔。根据需求和前提，地面方法可选高精度磁测、电阻率法、放射性方法、电磁法、激电、自电、重力、电测深、浅地震，地球化学水系沉积物、土壤、岩石、气体测量以及遥感蚀变岩填图等；井中方法可选择井中磁测、电阻率、激电、无线电波、电磁法、声波和有

关测井方法，以及井中化探等。浅部间接找矿的工作流程如图 4 所示。

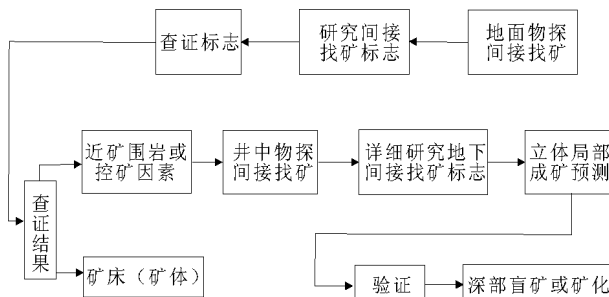


图4 浅部间接找矿工作流程

2) 深部间接找矿——地面综合方法立体填图；井中综合方法详细调查、了解间接找矿标志，当这类矿床（矿体）埋深较大，用综合方法不能详细了解其间接找矿标志时，宜从立体地质填图入手，大致了解深部直接控矿因素或近矿围岩的矿化、蚀变等；通过综合方法成矿预测提出布置间接找矿普查钻孔方案；验证后，及时开展井中物探、化探及测井，详细调查、了解钻孔周围和井底直接控矿因素或近矿围岩的矿化、蚀变等间接找矿标志，以指导进一步布孔。一般可配置高精度磁测、高精度重力、电测深、电磁测深、高频地震和地球化学岩石测量以及遥感构造模型法等方法进行综合调查；井中综合调查可采用上述浅部间接找矿的井中方法配置系列。深部间接找矿的整个工作流程如图 5 所示。

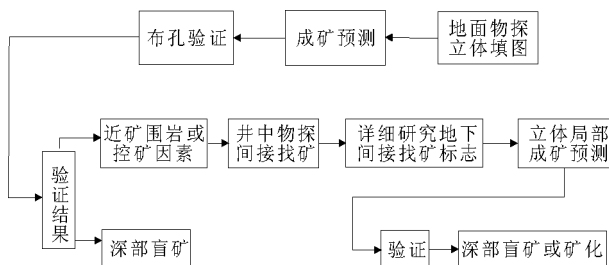


图5 深部间接找矿工作流程

摘自《地质填图和矿产调查的综合方法》

1:5 万综合方法成矿预测的工作流程

1:5 万综合方法成矿预测的整个工作过程大体上包括下列工作步骤：

1) 中比例尺（1:20 万—1:10 万）成矿区划资料和 1:5 万综合调查各项基础资料（地质、遥感、航磁、重力、化探）的收集；

2) 各种控矿信息（包括地表控矿信息、地下浅部和深部控矿信息及直接找矿信息等）的提取；

3) 基础图件（包括地质矿产图、遥感解译图、物探和化探数据处理图及各种控矿信息图）的编制；

4) 综合信息成矿规律的分析和综合信息成矿规律图的编制;

5) 已知矿田(矿床)综合信息模型的建立和总结预测标志;

6) 综合类比预测(包括定性类比预测和综合信息量定量类比预测);

7) 找矿靶区圈定和优选;

8) 预测成果的表达式(编制 1:5 万综合信息成矿预测图,编写 1:5 万综合方法成矿预测成果报告,提出普查工作建议等)。

摘自《地质填图和矿产调查的综合方法》

数字地质填图技术简介

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。

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展整合再现,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: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了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 2 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 5 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。

由于现代信息技术和空间技术的迅速发展和广泛应用，以及社会需求的不断变化，最近十年来区域地质调查工作，从理论基础的技术支撑，到填图内容和图件表现形式，都发生了巨大的变化。在地质学建立新的知识体系的过程中，全球的地质工作加强了基础地质调查研究的步伐，并以基础地质调查为基点，最大限度地满足社会不断变化和增长的需求，为国家繁荣和持续发展提供可靠的地学数据、信息和认识。区域地质调查工作内容涉及地学的各个领域，其进展与研究程度的高低，不但是衡量一个国家地质工作和地质科学技术总体水平的重要标志，同时是制约国家资源预测与评价和地质工作服务于经济建设能力的重要因素。

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上，并把相应的地质观测点及界线标绘在地形图上。获取的野外地质观测数据和信息基本上还处于分散的、非动态的管理现状，极大地制约了资源信息充分发挥。就当前将图幅最终成果按地质图空间数据库要求建库而言，也仅仅从制图的角度或图示的要求进行数据采集，而 GIS 分析功能只局限于对图形特征相互之间的拓扑关系分析、空间叠加等，而对于复杂的环境分析、决策分析、过程模拟的能力非常有限，远远不能满足解决复杂地学问题及加大与国民经济和地方经济发展密切相关研究内容等需要。因此，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，世界各国都十分重视地质调查工作的现代化。由于地质内容的复杂性，地质调查的基本工作方式仍然是地质人员的直接观察和思考，其信息化成为地质矿产工作主流程信息化难度最大的工作。因此，各国均投入大量的人力和物力进行不同比例尺的数字填图实验工作。

摘自《数字区域地质调查基本理论与技术方法》

野外数据采集设备发展概况

1 掌上计算机技术概况

野外数据采集设备是野外数据采集信息化的重要平台，是野外数据的获取技术的基础。区域地质

调查野外路线观测的工作方式,要求随身带到野外的设备能够描述与管理复杂的信息,具有足够的存储容量和运行速度、与室内所用系统有接口。要真正能在野外工作,还必须体积小,重量越轻越好,功耗低,至少能连续工作 10 小时以上。

野外数据采集设备是一种集计算、电话/传真和网络等功能于一身的手持设备,也称 PDA。可以配置微型键盘或利用接触屏和输入笔进行数据输入,供电时间可达 8 小时以上。目前 CPU 多为 SH3, STROM 266 MHz, 400 MHz, 内存为 16~128 M。由于 Windows CE 的出现,并迅速成为 PDA 的主流操作系统,该领域出现了新产品概念“Hand-held PC”(HPC)手持计算机,它分为笔输入掌上机(无键盘型)和手持式掌上 PC 机(有键盘型),厂家在预装了中文 Windows CE 后,将此类产品定名为“掌上电脑”。

掌上电脑目前有 2 种款项为代表,一款是以 iPAQ 3850 为代表,屏幕大小在 3.5 in 左右,屏幕具有超亮背光,半透射式的特点,在野外可以在阳光下和黑暗处阅读屏幕,保证野外正常工作。另一款是以平板电脑为代表,屏幕在 8 in 以上,但屏幕不具超亮背光的特点,虽然野外视域大,但在阳光下阅读屏幕比较困难。

目前掌上机操作系统,在市场上主要有 Palm 公司的 Palm OS 和微软公司的 WinCE。WinCE 从 1.0 到 3.0 给开发级用户提供了开发专业级的开发平台。它不但能够面向野外现场开发,而且使掌上机与桌面的 GIS 系统一体化更高。

根据以上特点,目前多选用以 WINDOWS CE 为操作系统、屏幕具有超亮背光和反射型的功能的掌上电脑来作为野外数据采集器。

2 全球定位技术 GPS

2000 年 5 月,美国政府宣布取消 SA 政策,正式结束了长达 10 年之久的人为降低 GPS 定位精度的政策。SA 政策取消后,单频单机实时定位精度达到 5~30 m,双频单机的精度为 5~25 m,从而彻底解决了 GPS 用于填图的定位精度问题。

目前用于野外数据采集的 GPS 主要有 3 种形

式:1)是将 GPS 作为可选设备提供接口,与野外数据采集系统的掌上机连接;通常选择向如小博士 GPS;2)与掌上机集成一体化的 GPS,如 iPAQ 3860GPS 夹克;3)GPS 内置在主板上。完全一体化。目前中国地调局已开始定制该类产品,2003 年下半年投入生产应用。

3 手写识别技术

手写笔输入是大多数掌上机的主要输入手段。1992 年 Apple 公司推出的 NewtonPDA 的就具有人工智能手写识别软件。从 1985 年第一块中文联机手写输入板问世到 1995 年的 10 年间,手写输入技术不断进步,实用性的产品更新换代很快。如汉王公司的手写识别技术和后处理技术、美国 Motorola 公司研制成功了高连笔识别率的慧笔。十几年来手写识别技术不断进步及其与掌上机的集成,使用于野外地质数据采集的掌上机几乎都具有手写识别能力(姜作勤,2000)。

4 语音识别技术

1997 年 IBM 公司推出中文语音识别系统 IBM ViaVoice 听写软件及开发工具,它采用了连续语音识别技术,提高了汉字输入速度和识别率,ViaVoice 存储了 32 000 个常用汉语词汇,使用者能以每分钟 150 字或更快的语速讲话,由计算机识别并自动转化文本文件。目前该软件的平均最高识别率 >95%。由于语音识别需要复杂的处理,对计算机的性能要求较高,目前还不能内置在掌上机中,但许多掌上机配备内置微型录音设备(姜作勤,2000)。

目前,语音录入设备从语音笔发展到 MD。野外语音录入采用的技术是采用数字语音设备录入,然后回到室内进行笔记,再录入到计算机中。数字语音录入的技术使用也非常方便。一旦语音识别能够直接识别语音记录文件,地质人员将从繁琐的数据输入中解放出来,并大大加快野外数据采集的步伐。

摘自《数字区域地质调查基本理论与技术方法》

国外区域地质调查中数字填图开展概况

1 美国研究现状

美国地质调查局在开展数字填图技术应用方面的研究比较活跃，如美国地质调查局公开文件报告 97—269 中，涉及数字填图技术、数字制图、地学模型的文章过百篇。以下是美国地质调查局开展数字填图技术应用方面的一些情况。

1.1 PDA 与 GPS 接收机的结合成为野外采集地质数据的有效方法 (Gregory, 1999)

1998 年美国地质调查所在新罕布什尔州南部和中部采用 PDA 和全球定位系统 (GPS) 接收机开展了 1:24 000 比例尺的基岩地质填图。其目的是以高效的方式解决填图过程中出现的大量的地质构造数据数字化编辑问题。

该系统选择的 PDA 为 3Com Palm III，运行版本为 1.2 的 Pendragon Forms 数据采集软件。该软件是一种基于表单的软件包，可以利用 Windows 95，Windows 98 或 NT 系统的 Microsoft Access 数据库功能。数据采集表包含查找表或下拉菜单、数字键盘等，可以由 Pendragon Forms、Microsoft Excel，或者任一 ASC III 文本编辑器产生，然后转换为 Palm Pilot 格式。这将使用户能灵活地使用自己喜欢和熟悉的软件或特定的数据字段。定位数据是利用精确定位服务 (PPS) 的 Rockwell PLGR+96 GPS 接收机采集的。PPS 采集 GPS 数据的实时定位精度小于 20 m，通常精度在 5 m 之内。用这一精度进行 1:24 000 比例尺的填图，不必对 GPS 数据作后处理。数据采集系统也可处理 Selective Availability (SA) 系统采集的 GPS 数据，但是如果填图比例尺为 1:24 000 或者更大，将需要对数据进行后处理。在采集构造数据所在露头记录的路线点数据，需要利用 Microsoft Hyperterminal 从 PLGR+96 格式转换或转储到膝上型电脑的 ASC II 格式。

在 Palm III 上运行数据采集系统，首先要创建 Pendragon Forms 的表。这种数据采集表专为采集地质构造数据而设计，与 Arc/Info 点属性表或 PAT 兼容 (表 1)。建立 Pendragon Forms 的数据采集系统时，用户可有选择地生成查找表、数字键盘、弹出菜单和许多其他公共数据输入表。这些表、菜单和键盘能大大降低用户的手写或打字量，加快数据输入。

表 1 用于数据采集系统和 Arc/Info 点属性表 (PAT) 的数据项

数据项	描 述	来 源
STATION	站点标识	数字键盘
POSFMT	GPS 定位格式	路线点
ZONE	GPS um 带	路线点
HDATUM	GPS 水平数据	路线点
HRZERR	GPS 水平误差	路线点
ELEV	GPS 高程	路线点
VDATUM	GPS 垂向基准	路线点
ELEVUNIT	GPS 高程单位	路线点
TYPE	地质构造 (面状、线状、其他)	查找表
SUB-TYPE	地质构造 (节理, 层理, 等等)	查找表
STRIKE	地质构造 (0~359°, 右手法则)	数字键盘
DIP	地质构造 (0~90°)	数字键盘
DIPDIR	地质构造 (0~359°, 右手法则)	数字键盘
REL-AGE	地质构造的相对年龄	查找表
SYMBOL	Arc/Info 标记集中的符号编号	数字键盘
SYMBOL-ANG	Arc/Info 符号的旋转量	在 Arc/Info 中计算得到
ROTATION	地质构造的相对旋转量	查询菜单
SPACING	节理组或断裂带的间距	数字键盘
WIDTH	节理组或断裂带的宽度	数字键盘
NETSLIP	小规模断层的净滑移量	数字键盘
APERTURE	节理或断裂孔径	数字键盘
MIN1	矿脉或断裂中的主要矿物	查找表
MIN2	矿脉或断裂中的次要矿物	查找表
MIN3	矿脉或断裂中的副矿物	查找表
CODE	与地质多边形相关的项	手写文本

数据模型匹配的表格创建后，便可以在野外用 PDA 和 GPS 接收机采集属性数据和定位点数据。数据采集完成后，PDA 和 GPS 数据要分别下载到运行 Microsoft Access 和 Microsoft Hyperterminal 的台式计算机或膝上型电脑中。Palm III 数据直接下载成 Microsoft Access 数据库文件，而 PLGR 数据则下载为 ASC II 文本文件。GPS 接收机的定位数据只代表单一的点，而属性数据可能代表该点的一个或多个地质记录。然后利用台站和路线点标志作为相关项，在 Access 中建立一对多的对应关系，将 Access 中的属性数据和 ASC III 格式的定位数据归并到一个数据库中。野外工作完成后或在编图需要时，可将 Microsoft Access 数据转换成 Arc/Info 点图层。图 1 概述了采集、转换数据到生成 Arc/Info 点图层 (表 1) 的规范化流程。点图层可通过运行 Arc/Info 宏语言或 AML 自动生成。

“描述”是指该项的定位特征或地质特征。“来源”是指数据来自 GPS 的路线点或 Palm III 的数据

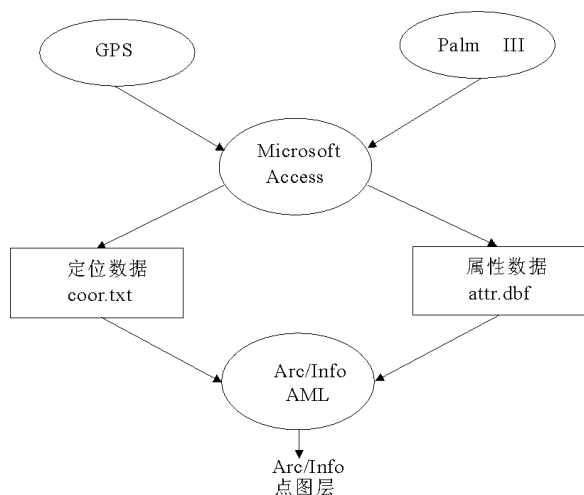


图1 采集/转换数据到生成Arc/Info点图层的规范化流程图

输入表。该系统已成功地运用新罕布什尔州南部和中部 Hubbard Brook 流域的填图工作。其中，温德哈姆图幅的填图于 1998 年 9 月结束，编辑了包含 2 400 多个构造符号的完整的数字化地质图，1999 年 2 月提交审查。Hubbard Brook 流域地质填图计划将于 1999 年实施。以往数据采集一般是在野外记录簿上手工记录构造数据，野外工作完成后，再将数据录入到计算机数据库或者对草图和扫描的构造符号进行数字化。这种老方法处理数据往往需要很长的时间，为了满足预算要求以及时间期限甚至要对数据集进行简化。佛蒙特州哈特兰图幅的地质情况同样复杂，Arc/Info 点图层包含 1 600 个点 (Walsh, 1998)。编辑构造地质点图层共花费了约 40 小时，包括用笔和墨水将符号素描到聚酯薄膜上 (24 小时)，扫描和记录草图符号 (1 小时)，数字化 (15 小时)。相比之下，新罕布什尔州的温德哈姆图幅点图层编辑仅需要约 10 小时，包括周期性地从 GPS 和 Palm III 下载数据 (8 小时)，用 Microsoft Access 处理数据 (1 小时) 以及生成 Arc/Info 的点图层 (1 小时)。通过比较可见，佛蒙特州使用老方法生成点图层花费了 4 倍于新方法的时间，而且点数只有新方法的 2/3。

1.2 在 GPS 配合下利用 GSMCAD 软件进行野外数据采集 (Selner, 1993, 1995, Williams, 1996)

GSMCAD 是 Gray I. Selner 和 Richard Taylor 1985 年开发的 GSMAP 软件系统的基础上发展起来的。是一种专门为野外地质填图及室内编图设计的程序。其目的就是使地质工作者能够在野外进行数字化点线数据的采集和编图工作，提高工作效率和精度，减小在同一地区的重复考察；此软件由美国地

质调查局开发供内部使用，并以 96—007 号文件公开发布。在 20 世纪 80 年代末和 90 年代初，美国地质调查局、各个州立地质调查局和世界其他国家地质调查局的许多地质工作者都学习和使用这个软件。

野外数据采集可以在 2 种模式下使用 GSMCAD 配合 GPS 接收器进行野外数据采集。第一种模式观察点可以直接在野外将采集的数据数字化。点可以与相应的说明文本相连，也可以和某个数值表、带有方位、倾斜属性（走向、倾角）的构造符号或者一些数字照片相连。第二种模式，观察结果仍旧记录在传统的野外笔记簿上，但观察点的位置以路线点的形式存储在 GPS 接收器中。一天的野外工作结束后，将 GPS 连到便携式电脑上，所有的路线点坐标都可以下载到一个文件中，然后再由 GSMCAD 读入到它的数据库中以生成观察点。野外笔记簿上的点号可以和那些由笔记簿里拷入的数据建立起链接，以便把直接输入到掌上电脑中的野外露头的观察描述直接以文件形式下载。如果能在出野外前将地质草图数字化，并将其打印出来，在上述 2 种工作模式下都能达到最佳效果。参照已有的数字化线条和 GPS 点，野外在地图上或是航片上画出的线可以在屏幕上用鼠标进行数字化，并转存到数据库中。可作为背景显示一幅数字化的正投影图或矢量化底图，用来控制线划的定位。限于当时的技术，该系统不能显示数字栅格。

1.3 美国数字地质图数据模型 4.3 版 (Bruce R. Johnson, 1999)

任何地质图上的地理细节和解释数据以数字形式记录，并能被计算机读取的地质图称为数字地质图。数字地质图数据模型的目的是提供一个框架结构以便在计算机内组织、储存和使用地质图数据。美国设计以下准则来指导地质图数据模型的研制。

1) 数据模型应当是比较容易实现，并且对生成数字地质图的个人或组织提出最低的要求。

2) 应当有一套最低要求或核心要求 (图 2)，这些要求对于所有地质图都是必要的，这些核心要求在模型中以表格形式表示出来。

3) 许多通用类型的对象并不一定在所有图上都出现，例如构造符号，这点是需要考虑的，这些对象是作为对核心要求规定的扩展被阐述。

4) 该数据模型应当是容易被扩充，这包括新的要素，最好是作为附加表格被扩充，这些表格附带有对数字模型的附加信息类型，例如对图例的扩充、工程特征的扩充等。将来扩展的可能性要

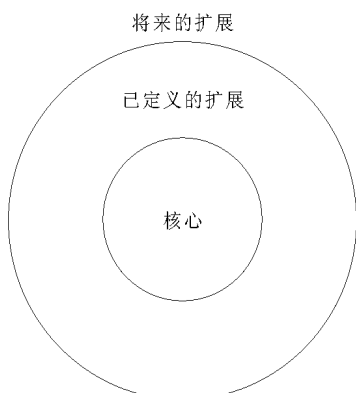


图2 数据模型范围示意图

核心：单元、线性要素和点属性，图例，符号化；已定义的扩展：构造测量，走向和倾向，单个多边形和线属性，叠加多边形，其他线；将来的扩展：剖面，工程特性，野外数据

随时间和对新用途定义的变化而定。扩展的目标是增加信息量和保持与地质数据主要来源的联系。

5) 在模型内部需要有某种机制为每个单个地质对象的信息源建档。这些信息源应包括该地质对象的全部文献参考资料。

6) 该数据模型并不能完全确定出标准的词表，但是它提供包含词表标准的能力，在大多数数据信息字段中使用的字都能够从确定的术语表中选取，因此，所得到的数字地质图就可以有效地用于计算机分析。在这些表中的字，按照定义是概念的词。详细而具体的术语子类可以插入开发字段中或者可以作为上述讨论过的扩展方式被加上。

7) 该模型应避免直接使用代码词典翻译地质词汇，可以通过软件实现。

8) 作为一个基本特征，地质图具有地质体之间相互关联的属性，因此，一个断层可以分开2个多边形，并且可继续进入第二个多边形的内部。这些线的空间属性需要与多边形数据一起存储，以便于进行构造分析。

9) 应当有一个能识别单个地质现象的机制。该机制可用来进行露头填图，可对一个较大的地图单元内的一个具体多边形或者对一个断层的某一段进行岩性描述等。

10) 核心是对所有地质图通用的最低要求，已定义的扩展是对许多地质图都通用的事物，并且在需要时即被使用；将来的扩展包括那些复杂的或不一般的但必须加以考虑的事物，因此模型可以扩展，这些将来的扩展也可能会变成核心或限定扩展的一部分。

2.1 AGSO FieldPad 野外随身带 (Belwett, 1992, 1993, 1996)

在苹果公司的 Newton 个人数字助理 (PDA) 上运行的 AGSO FieldPad——野外随身带是 AGSO (澳大利亚地质调查局) 和联合资源工业协会联合开发的系统。该系统能将野外描述和素描数字化，并与 GPS 相连，利用实时的 GPS 定位显示地理参考矢量图。

1990 年，澳大利亚国家地学填图协定 (NGMA) 开始实施时，AGSO 认识到了通过存储数字化的野外观察数据，使野外地质工作者记录的信息由数据管理与表示的自动方法存取是有益处的。用 Oracle 关系数据库管理系统建立的 OZROX 野外数据库以结构化的形式存储野外观察信息使得这些数据易于检索，可以输入软件包，例如 GIS 中进行分析。

结构化的笔记簿是该系统最大的特点。Murray Hazell 和 Richard Blewett 认为结构化的笔记簿不但能极大地加快数据录入和降低错误率，地质工作者能够从结构化的笔记簿得到提示，去注意一些超出自己当前兴趣范围之外但对项目的其他人员有用的信息。在露头上就直接将观察记录成数字数据以利于以后转换到组合数据库中。数据只被处理一次，减少了转录错误的风险，而且能够在野外或回到办公室中立即用于任何数字数据分析软件包，该方法直接把野外观察的信息在野外现场就从模拟转换成数字化信息了。

在设计数字结构化的笔记簿记录时，AGSO 要求内部数据结构、编码和属性要符合组合式野外观察点数据库 OZROX (49)。这样传输数据会快得多而且更简单，因为不需要再去组合、编辑或者裁剪属性以与组合数据库结构匹配。而且，通过将数据库录入到由相同的查找表控制的相同字段内的办法，数据的有效性在数据采集点即得到检查。系统采纳 OZROX 数据库提供的所有编码和属性以覆盖地质工作者可能碰到的所有可能性。除了使用弹出菜单进行严格控制的字段外，也可用自由文本字段。这些自由文本字段从识别手写体输入而不是从键盘输入。

在硬件方面，AGSO 选择的条件是机器要坚固、简单、速度快，而且重量轻、易于携带。资源工业协会 (RIA) 将 Apple 公司的 Newton PDA 介绍给了澳大利亚地质调查局 (遗憾的是，Apple 公司在 1998 年春终止了 Newton 计算机的生产和技术支持)。Newton PDA 似乎能满足全部要求，因此 AG-

SO 开始了一个开发项目——RIA 把 AGSO 野外数据库结构用查找表下拉菜单的方式编进 Newton。这次应用被专称为 AGSO 野外数字笔记簿——FieldPad。其特点如下：1) 可以使用 RIA 的 MapPad 软件，从而可以显示地理参考矢量图，且可与 GPS 相连以显示位置，显示的矢量图包括地形、地质甚至地球物理的解释图。通过与 GPS 实时相连，地学工作者就可用数字地形图确定所在位置，或者引导自己去寻找任何感兴趣的、可在地质或者地球物理解释地图上识别出来的特征。通过使用 RIA 的 Terrascan 软件的一个插件模块，矢量地图可以轻松生成，标准的 DXF 文件可以很容易地转换为适合于 Newton PDA 的格式。2) 空间位置可以直接从 GPS 存入，避免转录错误。3) 地学工作者可以直接在 Newton PDA 中画一张野外素描。这张素描跟其他野外描述一样以数字形式存储，可以下载到数据库中，然后通过查询数据库显示出来。

跟纸张相比，数字笔记簿显得很紧凑。要花一些时间去适应在屏幕上书写。目前运行在 Newton PDA 120 上的系统有一点慢（速度 20 MHz，内存 2 MB），它要花一些时间去刷新屏幕和显示一些较大的搜索表的弹出菜单。该硬件的配置偏低难于满足野外数据采集的需要。

2.2 昆士兰州计算机化的野外地质数据管理——

REGMAP 系统 (Lang, 1990, Withnall, 1992)

自 1986 年以来，昆士兰州地质调查所 (GSQ) 的全体区域填图工作人员已经使用 REGMAP 记录野外数据。REGMAP 是一个记录野外地质观测信息的系统，其数据以一定的结构格式在野外基地或办公室输入到计算机数据库管理系统中。与 AGSO FieldPad 相比，该系统没有采纳在露头点直接输入数据的作法而是采用手写野外卡片，目的是为了获得原始备份。

REGMAP 使用标准的野外记录簿，在每个观测露头点收集的数据。被采集的数据由 3 个基本的信息类型——位置、构造和岩性组成。现场信息记录露头包括图幅、描述地点。AMG 坐标、地层单位、构造单元和年代等，区带和岩石单位名称被编成代码。为方便起见，通常采用名称的前 5 个字母，前 5 个字母出现重复的则例外。地质年代采用分层代码。以一定的格式记录不同的构造和古水流方位的数据，也能记录非数字型的描述构造的信息。

数据库的主要部分是描述岩石的岩性数据。由于这一数据是大量描述的数据，因此也最难适应计算机化系统。为方便用户起见，该系统考虑不能依

赖太多的代码，而又必须足以适应地质工作的各种复杂变化情况。该系统的思路是能将在一个野外观测点或现场对每一岩石类型的描述划分成一系列信息类型或数据类型。由于是大量描述的数据，所以数据类型字段是要避免固定字段或固定表格的约束。系统采用一张共用的数据类型简表及 4 个字母代码对所采集信息类型进行编码。在遇到特殊要求时，任何时候新的数据类型都能被追加到该系统中。每一“数据类型”的描述字段基本上是一个不受限制的文本。通过使用 LITH 的特殊字段使信息结构化，在要描述字段中包括一个岩石名称。岩石名称用一套标准代码表示或名称被全部拼写出来，然后由计算机来代码化。所有后续的数据都与这个 LITH 有关，直到下一个 LITH 被输入为止。

自 1986 年到 1991 年底，数据库中包含了近 30 000 个野外观测点。大约有 40 个 1:100 000 图幅面积的数据。REGMAP 存在的最主要问题是缺少人机对话图形接口。

3 加拿大研究现状

Fieldlog 是加拿大地质调查局 (GSC) 开发的软件工具，其目的是用来辅助地质工作者进行野外地质数据的数字化管理。它提供了对野外观察结果进行数字化记录、处理、演示和分析的手段，并对后期的制图、地质解译奠定了基础。自 1991 年以来，Fieldlog 一直是加拿大地调局区域地质填图和快速数字地图出版的必备工具。

Fieldlog 通过 AutoCAD 环境下的关系型数据库进行管理，并且通过不同的输出格式实现了与多种通用 GIS 系统的连接。该软件建立在填图过程中常用的地质概念组成数据模型的基础之上，可对项目数据库及其制图表示、参照坐标系和地质词汇表完整地进行配置和调整。数据模型定义了内部数据库的大部分内容和制图操作，使地质工作者不必理会过多的技术细节，可以进行数据库及图形操作、复杂的数据输入、数据库查询等功能。该软件结合便携式计算机设备，以及更多标准的野外记录方法如传统的野外笔记簿，允许广泛的使用各种数据记录方式。该系统有以下特点 (Brodaric, 1987, 1997, de Roo, 1993, Struik, 1991)。

1) 地质图构成。野外观察通常记录的是地点位置和边界线，观察结果以点或线段的形式添加到底图上，同时它们的属性也被输入数据库。这些观察数据可以由野外记录簿或表格手工输入到 Field-

log 的数据库中, 也可以利用小型数字化板对航空照片或地形图进行数字化, 还可以利用移动计算设备如 GPS 和 PDA 或更复杂的便携式设备来进行数据输入。在地图上以符号表示一些数据, 可以通过人工数字化, 也可通过查询来导入和绘制。该数据输入过程通常包括地理位置信息的入库和在地图上对选定部分的显示。边界数据也可以记录和数字化。中小比例尺的观察如观察位置、构造测量和岩石类型特征都可以通过 Fieldlog 来记录和绘制; 大比例尺观察如接触带、褶皱和断层等可以利用 AutoCAD 的线和多边形的作图方式来绘制, 也可以从已有的数字地质图或便携式计算机设备导入。一旦实现数字化, 那么生成的地质图就可以打印输出。通常情况下, 解译特征如地质接触带等首先手绘在该拼图上, 待确认后再进行数字化工作。随着地质解释与推理的形成, 各种假设(在地图上表示为不连续的界线)就可以连接起来, 构成最终将地图上的地理范围分割开的多边形。在这一过程中需要用 Fieldlog 的编辑功能对观察论据不断地重新归类以保证地图和数据库的一致性。AutoCAD 的标准函数主要用于编辑非 Fieldlog 风格的数据。

2) 数据输入。Fieldlog 将野外观察现象采集的数据保存在一个关系型数据库中, 该数据库与一个或多个 AutoCAD 数字地图联接。在一个典型的项目中, 大部分的野外数据存储在该关系型数据库中, 其子集可在地图上显示。可能是作为制图对象单独存在, 而没有在野外数据库中另加描述的某些地图实体如地质边界, Fieldlog 允许在数据库中对任意几何形状(如点、线或多边形等)的地图实体和制图类型(如符号、文本以及线条等)加以描述。此外, 点实体在输入过程中可同时完成入库和以符号或文本形式在地图上显示, 但不支持线和多边形实体。如果来实现该功能, 它们首先必须通过 AutoCAD 标准制图函数添加到地图上, 然后再与描述输入数据的数据库联接。每一个 AutoCAD 地图与每一个地图实体, 参照事先建立的坐标系统都有相应的定位信息, 该坐标系是从 Fieldlog 的制图投影目录中选取的。只有被标明点的定位信息可以从地图拷贝到 Fieldlog 数据库中, 其他地图实体的定位信息均保留在 AutoCAD 地图中。Fieldlog 还允许用户定制地质词汇字典, 并联接在相关栏目以方便数据输入, 同时也保证了在语义上的一致性。一旦一个用户字典和某栏目建立了联接, 那么该栏目内容就只能选择该字典所包含的词汇, 用户字典的词汇量没有限制。

3) PDA 接口。Fieldlog 3.0 通过向 Apple Newton 系统输出野外数据库结构并从 PDA 系统输入数据, 数据采集可以方便地使用 Newton 系统的手写输入技术。Newton 系统能够与 GPS 系统联接, GPS 获得的定位信息可以由 Fieldworker 软件直接读入, 这样在野外就能完成全部的数据输入工作。结果数据以一种专门的文本文件格式传输到 Fieldlog 中, 并被转入项目数据库。除了 Apple Newton 系统外, Fieldlog 还能与使用标准输入输出格式的其他移动式计算机系统实现联接。

4) 通用数据模型。所有 Fieldlog 组件和功能都是建立在一个数据模型基础之上的, 该数据模型包含各种地质概念以及它们彼此关联的规则(即直观地质推断联接方式)。数据模型是地质填图过程的提炼, 它将适用于大多数填图操作的地质概念加以识别并定义它们之间的相关性。Fieldlog 为地质工作者提供一个基本概念框架, 允许建立个性化的数据库, 并对其中的数据进行各种方式的细化与筛选。在此过程中, 地质概念的数据模型被转换进入关系型数据库结构以供数据处理, 而用户摆脱了繁杂的数据库常规操作过程。Fieldlog 数据模型的结构示意图如图 3 所示。

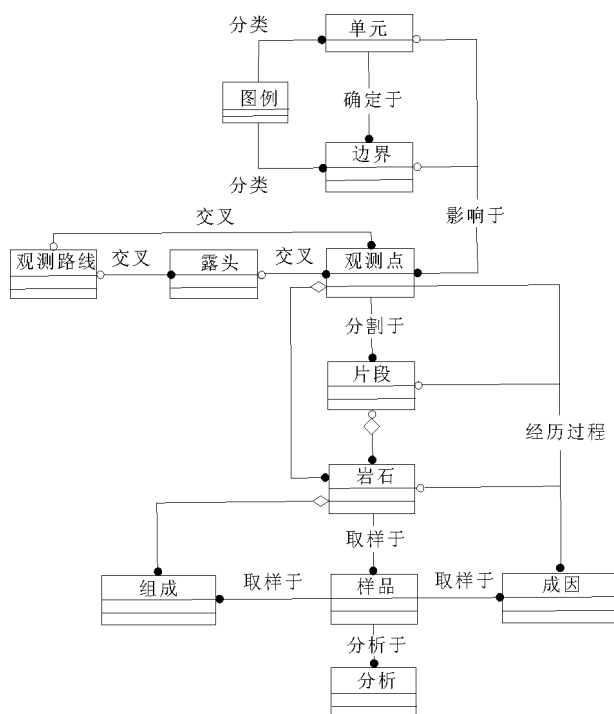


图 3 Fieldlog 数据模型的结构示意图

5) 操作平台。Fieldlog 在 AutoCAD 的图形环境下运行。Fieldlog 能使用多种数据库系统接口。诸如 dBase, ODBC (如 MS-Access)、Oracle 等关系型

数据库在现代客户机-服务器环境中都能得以实现。

6) 数据库查询。Fieldlog 查询功能具有可视化界面, 允许用户根据主题以表格形式来浏览数据库数据并浏览查询结果。查询结果还能制成具有定制 AutoCAD 地图中地质图符号, 也能生成常规图表 (即赤平投影图、玫瑰图、地球化学元素分布图和饼状统计图等), 并可以按多种格式输出。所支持的查询输出格式包括文本文件格式的表格和数据库表格, 也可以使用 ArcInfo EOO, MapInfo MIF 和 SPANS TBA 格式的数据转换到 GIS 系统中。

7) 坐标系。Fieldlog 允许创建或改造椭球体、投影和变换。由此可能生成一个个性化的坐标系统集。

4 英国研究现状

英国地质调查所采集和贮存地学数据的整体结构为 4 种 (Bruce R. Johnson)。

1) 资料。这一类别包括在项目或调查期间采集的原始数据和工作数据。例如, 在地质调查的情况下, 包括野外笔记簿、野外路线图、基岩等高线图, 等等。

2) 地学解释。它们是项目或调查的野外记录, 是根据原始数据和资料的分析和解释得出的, 然而, 这类解释可能并不以单一的方式来表述。例如, 一个地区的地质情况一部分表示在 1:10 000 标准图上, 一部分表示在野外笔记簿中等。

3) 产品。它们是为向外部实体销售而提供的出版物, 它们可能刚好表述为地学模型 (即以图的形式), 或者, 也可能包括地学模型的解释和进一步分析。例如, 1:10 000 标准是地质模型的表述, 而研究论文可能为模型的详细描述, 加上对所用解释的说明, 以及导致所描述状态环境的科学分析。

4) 无数据。这一类别包括对资料和产品、数据字典信息 (如文件结构的定义) 和数据管理所需的其他信息的索引。

上述这些类别是交替的。例如, 某些产品可以用作调查相同地理区的后续项目的原始数据。而且, 资料和产品这 2 个类别与数据自然形式 (笔记簿、图件、报告) 紧密相连, 而其他 2 个类别, 即地学解释和元数据, 主要涉及数据的信息内容。地学解释, 即地学数据模型, 元数据, 即元数据模型。表 2 是地学数据模型以及实体和关系的定义例子。

表 2 地学数据模型以及实体和关系的定义例子

实体名称:岩体 数据项名称 K 岩体 ID K 岩性地层码 实体描述:属于单一岩性地层分类的单一的边界的(三维)岩块	实体名称:岩石类型 数据项名称 K 岩石类型码 岩石类型名称 实体描述:岩石和样品能予分类的岩性类别,如砂岩,泥石
实体名称:岩体边界 数据项名称 K 岩体 ID K 经度(右顶面) K 纬度(右顶面) K 深度(右顶面) 经度(左底面) 纬度(左底面) 深度(左底面) 实体描述:确定岩体边界一部分的面	实体名称:样品 数据项名称 K 样品编号 O 经度 O 纬度 O 钻孔编号 样品类型 ID O 岩体 ID 实体描述:从给定位置取得或从另一样品获得的另一块样品(如:薄片)

注:“K”表示一个数据项,它是该实体的主要关键部分。“O”表示一个可选的数据项。

摘自《数字区域地质调查基本理论与技术方法》

国内前人与数字填图相关内容的研究概况

在国内,原地质矿产部及中国地质调查局相继在“八五”、“九五”期间开展了这方面研究工作,采取走出去,请进来的方式,进行数字填图技术的

跟踪。如 1998 年澳大利亚地质调查局专家到厦门讲学,详细介绍澳大利亚地质调查局通过一系列的标准化技术要求,采用 IBM 掌上机从事野外数据

采集,建立地质区调元数据及各种地学数据库,计算机辅助编制图件等应用现状。

1) 中国地质大学(武汉)在原地质矿产部科技项目“计算机辅助 1:5 万区域地质填图系统”实施过程中,采用 MapGis 和 ArcView 工具型地理信息系统软件进行二次开发。选用 ArcView 或 MapGis 作为系统的底层平台(袁艳斌等,2000)。设计和实现如下功能:①字符录入功能,带有功能较强的内置数据库,能方便地进行与空间数据相关的属性数据的存储、管理。②图形录入功能,根据填图需要,能将测区内有关的原始地质图件,经数字化按不同的地质要素分层矢量化,形成相应的地质底图,按逻辑层或物理层分别进行存储。③野外空间数据、素描图和点位 GPS 数据的同机输入。可供野外调查人员采用光笔描述、鼠标作图,进行地质点空间定位,观察点坐标值的采集。利用 MAPGIS 实现图形和数据编辑、数据查询检索、数据输出等功能。

2) 1996—1997 年,河北地质矿产勘查开发局区调队与南澳矿产资源部(Mines and Energy South Australia)合作进行了计算机辅助 1:5 万区调工作方法试点研究,采用 MAPINFO 进行地质资料的处理与贮存,建立相应数据库。

3) 1995 年 1:5 万计算机辅助制图工艺流程研究成功后,该项技术在全国区调单位推广,现已基本实现计算机辅助编制出版地质图的电子化。

纵观上述国内外主要野外数据采集软件,野外数据采集数据库的建立是通过回到室内整理野外采

集的数据,然后输入到数据库中,或直接将大量的预先定义好格式的纸介质表格的数据输入到数据库中的方式完成的。这种二次输入的方式难以提高效率。没有解决野外地质调查数据获取的技术最基本的瓶颈问题;过分结构化数据输入的数字野外笔记本,要求地学工作者改变他们观察和记录地质野外信息的方式;记录空间定点位置和属性信息分离管理,野外数据采集系统未真正实现地质空间数据的显示、编辑能力;没有野外现场的电子手图处理系统;由于技术所限,集空间定位、现场野外观测数据(空间数据与属性数据)的获取与数字化一体化系统及其采集器还难以集成。没有对区域地质野外调查的对象进行系统的地质实体分类与定义、数据表达、数据组织建模、数字填图数据质量的定量评价等一体化的研究。到目前为此,直接在野外进行地质调查与填图野外数据采集系统及其相配套的数字填图系统研究还是空白,但已有把传统的、记录在笔记本上的野外描述转换成数字系统的计算机技术应用的研究,基本都是针对某一特定目标和某些项目要求开展局部的研究工作。从系统的角度来看,这种方式还不属于数字填图技术的范畴。野外地质调查与填图数字化采集技术就是把野外地质观测路线与实际材料图的完全人工工作过程跨越式转变为野外现场地质调查与填图信息数字化过程。这个过程就是野外数据的数字化获取技术及其成果统一性的数字化重现和认识的研究重点。因此,开展数字填图技术研究属于创新工作。

摘自《数字区域地质调查基本理论与技术方法》

我国地质调查主流流程信息化研究现状

在谈地质调查主流流程信息化研究现状以前,首先要说明什么是地质调查主流流程。我们知道,国家地质工作的基本内容包含 4 个方面:一是以保障国家资源安全和实施可持续发展战略为宗旨的地质工作;二是为国家重大工程建设与宏观决策开展的前期地质工作;三是为满足社会日益增长的地质知识与信息需求而开展的地质工作;四是为推进我国地质科技不断发展而开展的地质工作。把实施国家地质工作的从立项论证、编制设计、数据采集、数据处理、成果综合、社会化服务全过程称为地质调查主流流程。它一般遵循立项论证、收集资料及野外踏勘、设计编审、组队、野外调查、资料整理与综合、图件编制、编写报告、质量管理、成果验收、

资料归档等程序。上述程序之间不是彼此独立进行的,而是互为关联、互为反馈、密不可分的一个整体,如新理论、新技术、新方法应用要贯穿于整个地质调查主流流程过程中。地质调查主流流程信息化建设是实施国家地质工作全过程的数字化和信息化过程。其目标就是从传统工作方式转变为现代工作方式,提升地质工作的技术层次。在地质调查主流流程的定义基础上,对地质调查主流流程信息化定义:地质调查数据与信息的获取技术及其成果一体化的信息描述与组织、处理与综合、信息再现和个性化的社会化服务并支撑网络化、数字化的地质调查立项决策。地质调查主流流程信息化有 4 个支撑体系:信息技术、国家地质调查信息标准、国家地质调查网

络系统、国家地质调查项目管理系统体系。地质调查主流程信息化主要由以下内容构成。

1) 立项与论证、设计编写的过程是以现代计算机网络技术、数据仓库技术、分布智能代理技术、3S 技术为基础的计算机辅助可视化与数字化过程。

2) 野外现场地质调查数据的数字化获取技术与方法。

3) 地质调查成果一体化的信息描述、一体化信息组织、一体化信息处理与综合、一体化信息接口、个性化的社会化信息服务是野外数据采集、数据处理、成果综合、社会化服务过程信息化的基本特征。

4) 以地理分布为原型、工作职能为基础的中国地质调查局和六大区主干网的网络分级体系的建设,系列与配套的国家地质数据的采集、生产、质量评价与验收、数据存储与分类。数据交换、产品、数据结构、元数据、数据编码、图示图例等标准体系是实施地质调查主流程信息化的运行支撑基础。

5) 以几十年以来地质勘查所积累的约 3TB 数据量的百种数据库,按照特定主题的领域知识对空间信息进行整理与表示全国性基础与专业地学空间数据为基础,采用现代计算机技术、GIS (地理信息系统) 技术和大型数据库管理技术,建立起全国地质数据分布式基础地学数据库体系,形成一批全国性和区域性数字化综合成果,是实施地质调查主流程信息化的信息支持基础。

在地质调查主流程信息化建设中,自 1999 年实施数字国土工程中国国家地质调查网络系统项目以来,经过 2 期工程的实施初步构建了以地理分布为原型、以工作职能为基础的国家地质调查网络分级体系,完成了局和局直属单位主干网的建设工作。目前正在基于空间信息栅格 (SIG) 技术,全面开

展建立地质空间信息共享与服务体系、建设国家地质调查骨干网络体系、建立与完善地质空间信息共享的交换标准体系、建立地质空间数据库分级维护与管理体系、建立地质空间信息共享与服务管理体系的研究。

在地质调查主流程信息化各个环节中,直接获取野外数据,已经成为地质调查主流程信息化最难攻克的一座堡垒之一。从 2001 年起,地质调查主流程信息化列入了中国地质调查局信息领域的主要任务之一。在总体设计的基础上,开始了系统的地质调查及其相关领域的野外数据采集项目的研究。

首先,以区域地质调查野外数据采集为突破口。从 1999 年开始立项,开展计算机辅助区域地质调查系统项目的研究 (即本项目的研究),并在 2000 年配套了 4 幅 1:50 000 区调图幅,2002 年配套了 3 幅不同研究类型地区 1:250 000 区调图幅,开展数字区域地质调查全过程的填图试点工作。目前随身带到野外与 GPS 集成的掌上野外数据采集器已基本成型,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。基于数字填图技术、GIS 理论与应用技术建立了地质填图野外数据获取技术方法、基于数字填图技术的数据模型、数据操作、多源数据整合和数字填图定量质量评价体系。基本实现了野外路线观测过程数字化描述和地质调查与填图信息数字化采集技术流程。

随着数字填图技术在区域地质调查工作推广应用,中国地质调查局从 2002 年开始,开展相关地质调查的野外数据采集系统的研究。目前正在开展环境地质调查、固体矿产调查。地质灾害调查、地下水地质调查的野外数据采集系统的研究。同时也开展了野外数据采集工作指南、数字填图技术要求等相关标准的研究编写。

摘自《数字区域地质调查基本理论与技术方法》

数字填图技术发展趋势

1 数字填图技术理论研究方面

在数字填图技术理论研究方面,将从数字地质填图定义及其相关概念、数字填图地质建模、数字填图物理建模、数字填图数学建模、数字填图中的数据模型、数字填图技术的数字化过程模型、数据操作、数字填图定量质量评价体系及与数字填图技

术相关的技术规范 and 标准等方面有一个全面的、体系研究和发展,将逐步形成一门与地质学科紧密结合、相关的学科——数字区域地质调查。

2 野外数据采集器发展趋势

掌上电脑的屏幕性能是构成野外数据采集器的

一个重要指标,目前发展变化向 2 个方向发展,一是向小的方面发展,以 4 寸及 4 寸以下为主,其特点是屏幕具有背射和透射的功能,如日本某大厂商 2002—2005 年的生产计划主要在 2.5 寸左右。具体说,在野外可以在阳光下和黑暗处阅读屏幕,是保证野外正常工作的基础;二是向大的方面发展,以平板电脑为代表,屏幕在 5~8 寸左右,目前屏幕不具超亮背光功能,虽然野外视域大,但在阳光下阅读屏幕比较困难。预计 2003 年以后将出现可在阳光下和黑暗处使用的与 GPS 一体化的野外数据采集器产品。

3 GPS 发展趋势

GPS 与 GPRS 将集成于掌上机主板上,定位精度将会愈来愈高,定位的速度也会愈来愈高快。该模式将成为野外数据采集器与 GPS 集成的模式。GPS 与掌上机的集成实现了野外数据采集过程中的自动与实时定位,使野外数据采集的定位方法发生了革命性变化。

4 野外数据采集系统研究发展趋势

数字填图系统软件开发以数字填图理论与技术方法为基础是野外数据采集系统研究发展趋势。其系统功能的基本特点是符合野外工作的质量和精度要求,便于野外地质人员操作和掌握。野外数据采集系统从野外数据采集拓展到整个数字填图过程,系统功能从数据处理拓展到数字填图过程定量质量评价,而构成为完整体系。野外数据采集系统具有提供丰富的图示图例库,满足地质专业的图示需求。在 CE 平台上,实现了数字填图所需基本 GIS 基本功能(GPS 定位、路线采集、素描)。野外数据采集系统具有先进的数据组织和压缩技术,一次可以调入符合野外调查的整幅国际分幅地理数据和其他数据,来极大地满足实际工作的需要。野外数据采集系统具实现遥感系统与数字填图系统的一体化整合,为野外到室内实现一体化的采集、一体化的组织、一体化的管理及一体化的成果表现形式奠定了基础。数字填图技术在区域地质调查全面应用和实现的同时,必将导致地质及其相关领域野外数据采集的革命,如环境地质调查、地质灾害调查、固体矿产调查、地球化学调查、地球物理调查、地下水地质调查等。

摘自《数字区域地质调查基本理论与技术方法》

数字填图技术主要研究内容

要讨论数字填图技术主要研究内容,首先要定义数字填图。对数字填图的定义:地质填图观测数据的野外获取技术和成果一体化描述、组织、存储与发布。由 2 部分组成:①野外地质调查观测和观察数据的获取技术,其核心是数字填图技术,它是数字填图技术的主要平台;②一体化描述、组织与存储,涉及建模和标准化问题。如何对地质填图的对象进行数据分类、地质实体定义与表示,也就是数字填图系统空间及属性数据的采集与建模标准,它是数字填图技术的支撑体系。上述内容构成了数字填图技术研究的主要内容。

数字填图系统是以采集、存储、管理、描述、分析和再现地质实体在地球表面空间分布有关数据的信息系统。它为地质学家提供了在计算机辅助下,通过野外观测路线的调查,对地质、地理、地球物理、地球化学和遥感等多源地学进行综合分析和解释,并进行地质制图。特别是交互式处理能力和快速可视化运算能力,通过反复尝试,使地质学

家能比较容易地完善自己的知识模型和测区的成图。这是传统的工作方式很难或无法实现的。因此是各国填图地质学家一直努力寻找的工具和方法。它所涉及的内容主要包括:①数字填图的基本理论与技术方法框架体系研究;②区域地质调查空间数据的获取及计算机输入;③野外数据及地质图空间数据模型及其数据表达;④区域地质调查属性数据的数据库存储及处理;⑤数字区域地质调查定量质量评价体系研究;⑥区域地质调查数据的共享、分析与应用;⑦区域地质调查数据的显示与视觉化;⑧数字填图标准化建设;⑨数字区调空间信息数据栅格、服务栅格、计算栅格体系的建设。

1) 数字填图的基本理论与技术方法框架体系研究:数字填图技术与 GIS 理论与技术及嵌入系统的技术与发展密切相关。HPC, PPC, GPS 是野外数据采集的必备条件。这两者对数字填图技术的根本实现起决定作用。主要从以下几个方面开展研究:数字地质填图定义及其相关概念、数字填图地

质建模、数字填图物理建模、数字填图数学建模、数字填图中的数据模型、数字填图技术的数字化过程模型、数据操作、数字填图定量质量评价体系及与数字填图技术相关的技术规范和标准等方面。

2) 区域地质调查空间数据的获取及计算机输入理论与技术研究: 如何有效地把地质图、野外观测的数据输入到计算机中是一项琐碎、费时、代价昂贵的工作, 目前大多数的地质图数据是从纸介质地图输入计算机, 常用的方法是数字化或扫描。交互式的地图识别是矢量化方法的一种较为现实的途径, 市场上已有多种交互式矢量化软件出售, 如目前在全国各省地质调查队伍基本采用 MAPGIS 软件; 另外目前数据输入正在越来越多地借助非地图形式, 遥感就是其中的一种形式, 遥感数据已经成为数据获取的重要来源, 与地图数据不同的是, 遥感数据输入到计算机较为容易, 但如果通过对遥感图像的解释来采集和编译地理信息则是一件较为困难的事情; 地理数据采集的另一项主要进展是 GPS 技术, GPS 可以准确、快速地定位在地球表面的任何地点。

区域地质调查野外数据的获取技术是数字区调的基础, 野外数据采集涉及大量地质实体几何空间实体的数据采集与计算机输入方法的研究, 野外手图电子化是解决空间数据的获取及计算机输入的关键。因此, 野外现场数据采集, GPS 定位及其相应的数据模型是数据获取研究的内容。另一方面, 要实现野外数据采集, 掌上电脑的性能是构成野外数据采集器的一个重要指标。野外数据采集设备是野外数据采集信息化的重要平台, 是野外数据的获取技术的基础。研究构成野外数据采集设备的物理指标主要: 质(重)量、功耗、速度、屏幕性能等; 同时还要考虑构成野外数据采集设备操作系统的功能。

3) 野外数据及地质图空间数据模型及其数据表达理论与技术研究: 数据模型是一种数据(实体)、数据(实体)之间的联系以及有关语义约束规则的形式化描述, 为地质科学数据的共同理解提供基础。区域地质调查的数据模型以数字的形式表达现实世界地质对象及其相互关系, 野外数据及地质图空间数据模型的目的就是在计算机上抽象和表达现实世界。野外数据及空间数据模型及其数据表达是 GIS 技术应用的重要基础, 它与制图的数据模型有着重要的区别。区域地质调查野外数据与地理空间位置或特征相关联的对象称为空间对象, 是各种空间地质实体的抽象表达, 可分为纯几何类型、

几何拓扑关系、纯拓扑类型、空间地物、非地物类型等。按地质实体与空间数据的特点, 避免制图与空间数据模型的合二为一, 避免物理模型与概念模型合二为一, 来研究区域地质调查野外空间数据模型。

4) 数字区域地质调查定量质量评价体系研究: 主要是通过计算机技术, 自动与辅助相结合的方法, 研究评价野外数据采集的数据质量。在数字填图数据模型的基础上, 按照区域地质调查的技术要求, 通过一定的定量指标, 研究野外地质调查工作量与质的关系。特别是基于 GIS 技术, 如空间分析、缓冲分析、空间运算等来定量评价野外路线观测的有效性、科学性和客观性。

5) 区域地质调查数据的显示与视觉化理论与技术研究: 空间信息框架构成都具有多层次特点或多比例尺性。这是因为某一比例尺地质数据库只描述了所在区域的有限地理要素、空间关系和地理功能, 是对地质环境进行特定的抽象和概括, 这样也就限制了利用它所能进行的地学研究性质。地质数据库以离散数字形式模拟的地质环境是在一定比例范围内具有地质环境信息的真实性, 否则会出现地质信息的详细程度过粗乃至失真, 或出现地物信息的载负量过大无法使用。因此, 为了能够充分适度地反映系统所关心区域的空间地质信息, 采用多种比例尺共存的方式。建立对应多种比例尺数据的空间数据库来满足系统多层次的需求。充分利用多维技术是实现区域地质调查向更深层次和更广范围的服务领域扩展是当前主要需求。

6) 区域地质调查属性数据的数据库存储及处理的理论与技术研究: 区调数据库及数据仓库的设置, 为面向全球、全社会服务的领域很广, 它的数据来源也分布于全国的各个地质调查院、大学、其他地学行业等, 只有将各个面向操作管理、多时态的数据库重组为面向服务主题的数据仓库, 才能做好多方面的信息服务。

7) 区域地质调查数据的共享、分析与应用理论与技术研究: 经过几十年区调工作, 我国与区调有关的数据库建设有了一定的积累, 随着全国 1:20 万、1:5 万地质图空间数据库、全国 1:20 万水文图空间数据库的建立, 重砂、岩石、同位素、矿产地、岩心钻孔数据库的建立, 高层分析的需求推力越来越大。数字填图与数据仓库的建设必需紧密结合和同步进行。从数据库到数据仓库是一个数据准备的过程, 一般包括数据的选择(选择相关的数据)、净化(消除噪音、冗余数据)、推测(推算缺

失数据)、转换(离散值数据与连续值数据之间的相互转换,数据值的分组分类,数据项之间的计算组合等)、数据缩减(减少数据量)。在建设以图幅为单位的区调数据库基础上,应加强区域性综合信息系统及数字区调数据仓库的建设。

8) 数字填图标准化等理论与技术研究:集 GIS, GPS, RS 技术为一体的野外数据采集系统使传统的野外地质调查发生了革命性的变化,并随着网络技术的应用和发展,必然对传统的规范体系产生冲击。因而必须同时对野外区域地质调查技术流程、质量控制与数字填图标准化等进行系统的研究。主要开展以下方面标准的研究:野外数据采集工作指南与规程。数字填图技术要求与规程、数字填图定量质量评价、数字地质成果归档与管理、地质空间信息共享分类编码、地质空间数据元数据标准、地质空间信息共享与服务体系数据转换标准。地质空间信息共享地理对象模型、地质对象网络传输协议、地质空间信息 WEB 服务规范、地质数据处理分析决策模型组件共享标准、地质空间信息服务体系的数据模型、地质决策模型组件 WEB 服务

规范、地质图示表达共享标准等。

9) 数字区调空间信息数据栅格、服务栅格、计算栅格体系的研究:栅格(grid)是一个集成的机制或概念,具有为了满足政府、企业和公众人员、政策制定者、支持者的要求,进行有关地质调查信息的收集、处理、存储、分发和管理,通过某种互联的机制将资源联入 grid 的能力,grid 的参与者有使用 grid 中任何资源(本地和异地)的能力,组合中的资源有形成新的组合资源的能力。研究的内容包括网络、超级计算机、服务器、操作系统、数据库、文件系统等 grid 的底层设施资源,通过 grid 调用,共享区域地质调查成果资源。空间信息栅格(SIG)的构建主要基于 Grid, OpenGIS 规范、目录服务、中间件(J2EE)、空间分析、Web 服务等相关技术。综合利用这些技术,将实现空间信息虚拟同构应用环境 SIVIAE (Spatial Information Virtual Isomorphic Application Environment),从而整合分布的异构的各种区域地质调查空间信息资源以一种标准统一的方式为用户提供应用和服务。

摘自《数字区域地质调查基本理论与技术方法》

1:5 万区调中的基本层序调查

单学东,董万德,李显东

(辽宁地质勘察院)

垂向叠覆规律基本层序调查在近些年的区域地质调查工作中,已广泛为人们所利用,尤其在地质研究方面,成为必不可少的工作手段之一。它能准确、客观地了解沉积序列的组成和结构,提高研究程度,并在此基础上自动转入形成环境、沉积作用及其时空发展变化规律的研究,大大提高了工作效率。但另一方面,由于野外观察露头所限,在实际工作中,人们往往容易对基本层序的顶底界线、纵向变化规律等产生一些误解。同时,随着区调研究的深入,高频旋回层序研究越来越广泛地进入到人们的研究范畴,它在丰富人们研究内容的同时,也容易使人们对基本层序与米级旋回之间产生混淆,造成对基本层序划分较混乱,难以对地层进行理想解释。

1 基本层序定义

基本层序是沉积地层垂向序列中按某种规律叠

覆的、一般能在露头范围内观察到的代表一定地层间隔的单层组合。基本层序内各单层在沉积时不一定完全连续,但其顶底常由更明显的侵蚀或突变界面所限定。根据其自身特性及控制因素可分为以下 2 种类型。

1.1 旋回性基本层序

从根本上讲,沉积环境决定了沉积物的岩性、厚度及叠置方式等各种属性,沉积环境的演化具有旋回性特点,导致相应堆积物也具有旋回性的叠置特征。

控制沉积环境演化从而导致沉积物按一定顺序叠置而显示旋回性特点的机制主要有 2 方面:一是沉积环境系统内部作用能量因其自身特性随时间及空间的变化而引起的自身规律性变化,如风暴作用、地震、洪水事件、重力流,等等,因这种沉积环境突发性变化而产生的沉积物堆积基本层序,称为自旋回性基本层序。这类基本层序由于其作用能量周期性变小、消失而具有向上变细、变薄的特

点,从而使其旋回性特点不一定连续重现(图1,图2)。第二种控制沉积环境的机制是外部能量的规律性变化而引起的系统内部沉积物规律性叠覆,如地球运行轨道周期性变化和其他宇宙因素及地壳的升降等引起的相对海平面变化、古气候改变等,从而控制沉积环境的改变。由这种因素所形成的基本层序称为他旋回性基本层序。旋回性基本层序常由3个以上单层按一定顺序依次叠覆而成,并在一定地层间隔内重复出现。

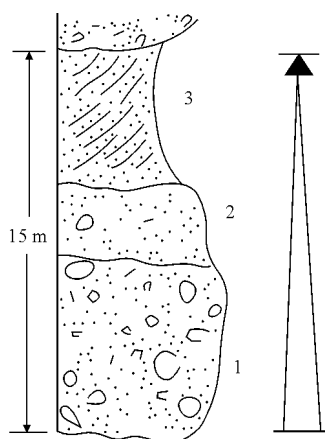


图1 辽东半岛南部永宁组下部冲积扇基本层序

1—砾岩;2—含砾砂岩;3—具交错层砂岩

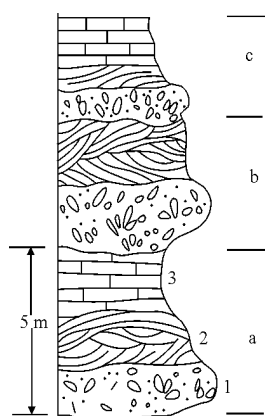


图2 辽东半岛南部马家屯组风暴沉积基本层序

1—风暴期含砾屑灰岩沉积;2—风暴衰弱期披盖沉积(具丘状层理);3—正常天气灰岩沉积

1.2 非旋回性基本层序

肉眼看不出旋回性特征的地层间隔,如岩性均一的沉积、韵律层沉积和具有某种随机重复出现的夹层的沉积等,均为非旋回性地层序列,可以任取其一段地层柱代表其不显旋回的基本层序。基本层序在地层记录中普遍存在,贯穿了沉积环境系统的发展过程,并且在地层沉积的不同阶段,其基本层序也具有相对应的结构特点。

2 区调中如何进行基本层序调查

1:5 万区调中的大量实际资料,大多来源于剖面资料,所以基本层序的调查应着重在剖面测制工作中进行。

基本层序的调查,首先应注重其顶底界面的识别,不管是由粗变细或是由细变粗的基本层序类型,其本身的变化必然有其特定的规律性,诸如侵蚀兼并、沉积间断等,是指示其顶底界面的重要内容。在界定了顶底界面以后,才能正确认识基本层序的旋回性变化规律。其次,对组成基本层序的单层成分要详细观察,尤其是特殊成分或成因的夹层,对某段地层的沉积特征往往起着举足轻重的影响,一定不能漏过。特定单层的规律性重现,是某段地层基本层序的重要表现形式。通过对单层的成分、结构、构造、沉积构造等分析,查明其沉积环境,是基本层序调查的主要内容。最后,对基本层序的旋回性规律进行调查,着重观察重复出现的基本层序单层的变化规律,如厚度变化、是否缺失等,以此来解释某段地层沉积环境演化。

在实际工作中,我们在确定了地层单位的群、组、段或层的界线以后,在所确定的地层单元范围内,研究其部分地层叠覆规律——基本层序调查,并以此具有代表性的沉积特征来表述该段地层的沉积规律,进一步通过对基本层序之间叠覆规律的分析,以及基本层序的环境、成因解释,进而来表述该段地层的沉积特征,这段地层可以是层、段、组或是群。

3 基本层序纵向的变化规律及成因

总体上讲,基本层序的纵向变化规律可以概括为2种描述类型:一种是向上变细的基本层序,一种是向上变粗的基本层序。确定某段地层是由向上变粗的基本层序叠加而成或由向上变细的基本层序相叠加,是解释该段地层沉积特征、沉积环境演化的关键所在。

如前所述,自旋回性基本层序由于其作用能量周期性变小、消失,而显示出向上变细的特点;而他旋回性基本层序的作用因素具有正弦曲线型变化特点,而使其本身也具有类似的表现形式,在相当于一个完整层序单位的一段岩石地层组合的不同部位,其基本层序的特征及叠覆状态具有显著的规律性特点(图3)。

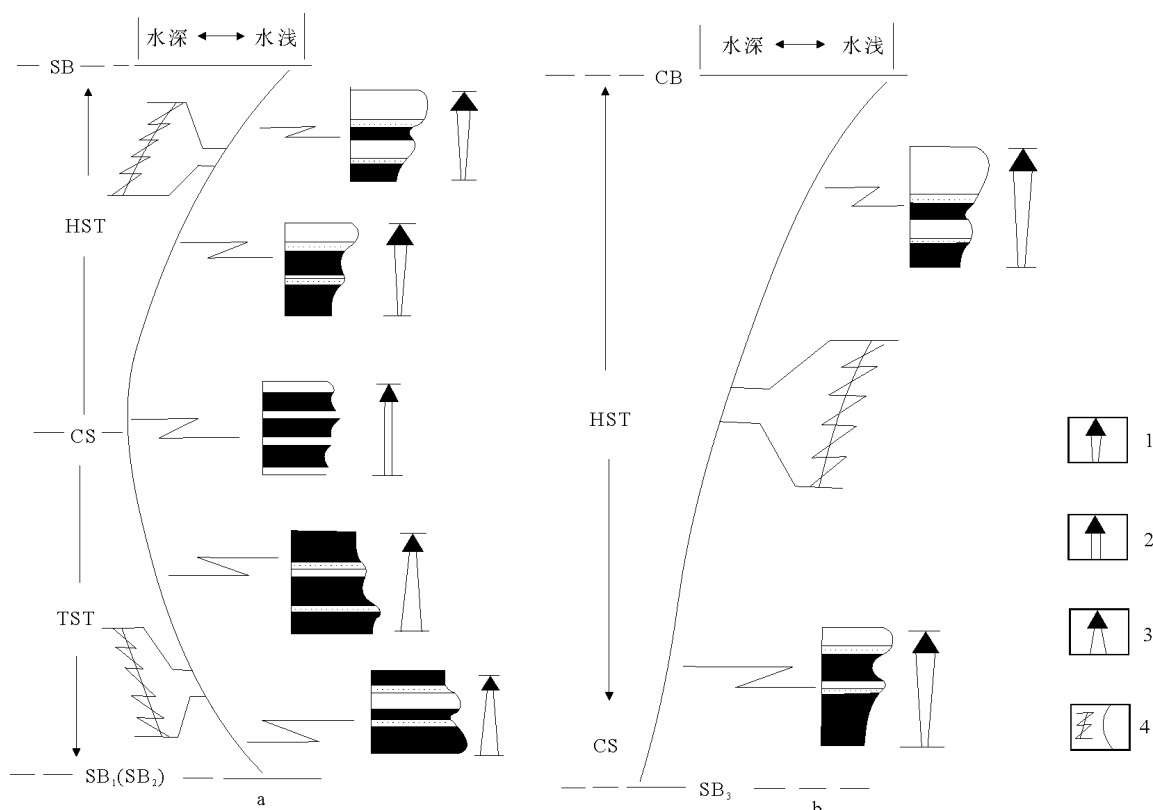


图3 基本层序在层序发展过程中不同阶段分布形式及叠覆状态示意图

a—I, II型层序; b—III型层序; 1—向上变粗; 2—加积(韵律); 3—向上变细; 4—海平面变化旋回

图3中a部分, I, II型层序下部海侵体系域(TST)区段, 基本层序显示一种向上变细的特点, 随着地层向上叠覆, 基本层序下部单元减薄, 上部单元变厚, 总体显示出海侵退积型地层结构。整个海侵体系域的形成过程是一个不断加深的变化旋回, 直至凝缩段沉积(CS)为止, 沉积环境达到最深程度, 但其决不是一个渐变的加深过程, 而表现出一种“脉动”式结果。我们仔细观察现代海滩潮汐过程就会发现, 涨潮过程, 海水涌上来速度较快, 满潮时有一相对平稳时期, 然后再慢慢回落, 也就是说涨潮时海水能量较大, 而退潮时能量则相对较小, 这也从“将今论古”方面为我们的论证做一验证。在这一阶段, 基本层序各单元粒度、厚度向上变化的结果, 充分显示了形成基本层序的能量具有由大变小的特征。

在凝缩段部位(CS), 沉积环境处于一相对较深水状态, 并有一定的持续时间, 基本层序往往由页岩-灰岩、泥灰岩-灰岩等的韵律层或不显旋回性的纯页岩等(非旋回性基本层序)组成, 表现出加积型沉积结构特点。

高水位体系域(HST)沉积阶段, 基本层序表现为向上变粗、变厚的变化, 并且越靠上部, 其下部单元越薄、上部单元越厚, 是一个向上变浅的序

列。由基本层序的变化结果显示高水位体系域总体为海退进积型地层结构。

III型层序最基本特征是具有淹没不整合界面, 往往发育于碳酸盐缓坡、台地等部位。其基本层序由向上变粗、变厚的单元所组成, 完全显示一种向上变浅的变化过程, 这与 Goodwin 和 Anderson (1985) 所提出的 PAC 旋回是等同的。由下向上, 基本层序下部单元逐渐变薄, 上部单元逐渐加厚, 显示出海退进积型地层结构, 同样, 这种变化也是一种非渐变的“脉动”式变化过程。

4 基本层序的级别、规模及影响因素

基本层序不具备级别的概念, 它的级别是不定的, 完全取决于所描述的地层的级别(如段、组或群), 而所谓基本, 是相对于地层序列中一段地层间隔而言的。如图4所示, 我们描述a段地层(假设是一个段), 其基本层序是灰岩—页岩; 而描述b层的基本层序则为泥晶灰岩—含白云质灰岩。同样, 基本层序的规模也取决于所描述的地层单元的规模; 此外, 某段地层的沉积速率也是决定其规模的重要因素, 如表示一个冲积扇的基本层序(快速堆积), 其规模可达几十米至上百米, 而凝缩段部

位的基本层序规模仅有几十厘米或几厘米。

基本层序是岩石地层单位的表现内容，而岩石地层单位一般以组（或段）为基本描述单位，所以，通常情况下我们以组这一级别来描述基本层序。

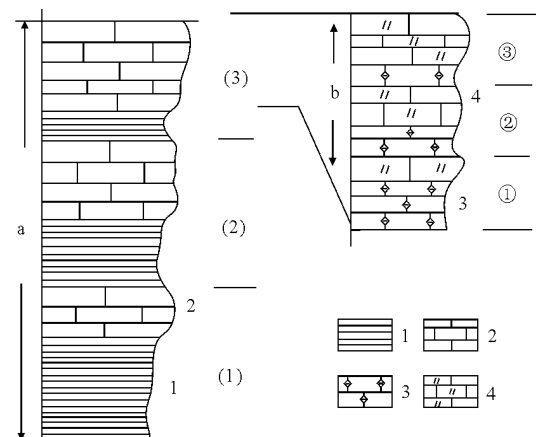


图4 不同级别地层单位基本层序相包含示意图

1—页岩；2—灰岩；3—泥晶灰岩；4—含白云石灰岩

5 基本层序与米级旋回区别及联系

米级旋回的概念最早由 Anderson 和 Goodwin (1990) 提出，是指地层中能够识别的那种几米厚的由异成因机制控制下的间断-加深过程中所形成的地层堆积单元。米级旋回所表示的地层单元，均由向上变浅的序列组成，单元之间由一个突然变到深水相的特征面所分开。

米级旋回是相对海平面升降所控制的地层记录，其根本原因是天文周期（米兰柯维奇周期）所决定的海平面周期性变化所致。它是高频率海平面变化旋回过程的产物，具有旋回性特点，往往由几

个页岩-灰岩或泥灰岩-灰岩等岩性重复出现所组成的层束或其他岩性层的叠覆，表示一向上变浅的变化过程。而基本层序所表现的是一段地层间隔的沉积特点。在实际工作中，应根据可以看到的沉积物单层叠覆规律和界面特征来划分，而不受其成因或环境解释的影响。基本层序是整个地层沉积系统的特征表现，只要有沉积地层的叠覆，就可划定其基本层序的特征，不管是海相沉积、陆相沉积还是其他类型的堆积体。

从其研究对象来看，基本层序要比米级旋回研究范围大的多，它可以囊括几乎所有的地层体系；而米级旋回由于受相对海平面变化控制的敏感性，在远洋-半远洋的较深水环境中较为发育，随着水体环境总体向上变浅，米级旋回层序组成特征相应发生变化，发育情况相对减弱。在非富含碳酸盐地层中，高频旋回层序乃至米级旋回理论上同样发育，但因其沉积速率较快及沉积物粒度相对较粗，致使在实地野外露头中很难识别出米级旋回特征，所以其仅发育于相当于他旋回性基本层序发育的层位中。而从其自身规模来讲，基本层序没有级别的概念，它可以很小，到厘米级，例如一个韵律层；也可以很大，到十几米，甚至几十米。而米级旋回通常为几米厚，常常可能由一个或几个他旋回性基本层序所组成。

总之，基本层序与米级旋回是 2 套地层单位系统（岩石地层单位和旋回地层单位）的基本单元，在某些特定的条件下，两者可能相重，但决不能等同视之，基本层序强调的是地层叠覆的客观特征，而米级旋回则着重是地层的旋回性、环境演化等特点。

摘自《辽宁地质》2002 年第 1 期

1:5 万区域地层调查值得注意的两个问题

蔡雄飞¹，张雄华¹，章泽军¹，潘良云²

(1. 中国地质大学·武汉；2. 江西省地矿局地矿调研大队)

20 世纪 90 年代，1:5 万区调新理论、新方法的深入应用，使区调工作从理论、内容、方法和深度上都有许多重大突破。层序地层学的兴起和推广，给 1:5 万区域地层学研究带来了生机。但是，层序地层学毕竟是从地震地层学的基础上发展起来的，在露头层序地层学应用上还有一定的局限性。因此在应用“热”中，切不能单打一，应与其

他地层学手段结合起来，这是做好 1:5 万区调和区域地层工作中首先值得注意的问题。其次对海相地层与陆相地层在工作思路、方法上不能等同对待，因为两者的沉积特征、方式和外部作用上存在极大差异。用海相地层的工作方法就会把陆相地层具复杂性的一面给简单化，降低区域地层的研究质量。

1 层序地层学方法应与具高分辨率的其他地层学手段相结合

层序地层学的核心和主要研究内容是海平面变化,各层序单元均是依赖海平面变化特征而划分的。海平面变化是一个复杂的问题,它既可受全球海平面变化的影响,又可以受区域各种作用的影响。因而层序地层学比较适合于海平面变化最频繁的地区,如陆架边缘地带,这里沉积物容易发生迁移和改造,并可形成各种异地沉积体。这里的海平面变化呈阶跃式(指海平面变动呈跳跃式),最大特征是地层在层序上连续,而在相序上不连续,因而岩性、岩相差异明显,是研究层序最好的古地理单元。而那些海平面变动缓慢者,笔者称为渐进式或缓慢渐进式。这里地层在地层序列上连续、相序上也连续,表现在岩性、岩相上的差异不明显。如构造过渡区、深水区及构造活动区,层序地层学的特征并不显著。

在构造过渡区及深水区,即大陆斜坡以下地区,海平面变化微弱,往往形成一种单调的岩系。如江南过渡区从震旦系至志留系,岩性单调,岩相分异不明显。江南过渡区自从晋宁期完成对接,成为中国古板块的一部分,至震旦纪早期裂开。下震旦统为含砾的陆源碎屑岩系,上震旦统以白云质泥质条带和具水平层理的硅质岩为主。下寒武统为黑色岩系,中、上寒武统为泥质条带灰岩。奥陶系主要为笔石页岩相沉积。志留系以粉砂岩为主。沉积构造从下震旦统至奥陶系主要为毫米级水平纹层及韵律层理,代表了静水较深水沉积。这套岩系横向上十分稳定,从黔东南、湘西一直绵延到赣北、皖南、浙西,EW 延伸一千几百千米,岩性、岩相、古生物群等亦基本相同。如果强调层序地层,则很难根据海平面不同时期变化特征而划分层序单元,更不用说划分大的层序界面。即使能划分出来旋回层序,也很难进行横向上的对比。尽管岩性单调,但这个时期全球和大区域事件对沉积作用的影响很大。下震旦统全球冷事件形成的南沱冰碛岩、下寒武统的全球缺氧事件形成的黑色页岩、晚寒武世的全区重力流事件形成的长条状砾屑灰岩、早志留世前陆盆地形成的具重力流递变层理的中、细砂岩等,都是全球和大区域事件的沉积,广泛分布、十分醒目。以这些事件沉积为标志,同样能够确立区域等时地层格架,与大区域乃至全球进行对比。因此可以说,事件地层学与层序地层学在盆地分析中具同等作用,因为两者都具规模大、分辨力强的特

点。

在构造活动剧烈地区,即造山带地区,层序地层学很难单独使用,必须与具高分辨率的事件地层学、构造地层学等紧密结合,才能建立造山带区域地层格架,因为造山带地层已几经改造。在进行层序地层学工作时,首先要做精细的沉积岩和岩相古地理、古构造复原和再造工作。还要据沉积记录的产物区分出全球海平面变化与区域构造效应。这些基础工作都有赖于其他具高分辨率的地层学手段,如事件地层学、构造地层学,才能在造山带中区分出史密斯型、非史密斯型和有限史密斯型 3 种地层类型,才有可能对史密斯型和有限史密斯型开展层序地层学工作。

即使在开展层序地层学研究较理想地区,也应与其他地层学手段紧密结合,因为层序地层还经常受地表出露好坏、剖面是否连续、每个岩石地层单位出露是否完整等限制。与其他地层学手段相结合,不但可以做好层序地层学工作,而且有利于层序地层学的进一步完善和创新。如年代地层学与层序地层学结合起来,不仅有利于层序地层学应用,而且发展了层序地层学的理论,同时层序地层学的研究也必将对那些不符合客观实际的年代地层界线进行优化(殷鸿福等,1995)。层序地层学与成岩特征结合起来,利用不同体系域,尤其是高水位体系域的成岩特征,可以帮助认识层序界面(杜远生等,1995),有助于成岩层序地层学的发展及沉积盆地的油气勘探。

1:5 万区域地层调查实践证明,在区域地层研究中,光依靠单一方法,其研究程度是难以深入的,必须几种方法相互结合、互相渗透。层序地层学兴起和大力推广,是当代地层学、沉积学的革命,把层序地层学与高分辨率的其他地层学分析手段结合起来,是今后 1:5 万层序地层学研究进一步发展的标志。

2 注意陆相盆地自身发育特征及其研究方法

陆相盆地与海相盆地存在着极大差异。前者规模小,物源供给为多方向来源,不存在陆源物质供给不到的地区;后者主要从大陆一个方向上供给。因此,陆相盆地具有多物源、多沉积中心、相变快、相带窄、水域面积小、变化快等特点。

陆相盆地的形成过程及其沉积类型始终与外部作用息息相关。其中以构造、源区岩性、气候和古

地形等因素尤为重要。构造因素最为重要,它直接控制陆相盆地的生长,又间接地通过其他因素影响陆相地层的沉积特征。可以说,陆相盆地的发育本身就是构造运动的产物。如果构造与古气候联合作用,将使陆相盆地的堆积达到最大空间。古地形、物源区成分和古气候也很重要。古地形陡峻,地势差异明显,可以给陆相盆地提供源源不断的充沛物质,那些堆积厚度大的陆相砂砾岩沉积类型都是处于这种构造古地形的背景。而隆起区母岩的物质成分和古气候条件也影响陆相盆地的沉积方式。如果母岩区是以碳酸盐岩为主的地层,古气候炎热干燥,必然以物理风化为主,形成不同大小的灰质砾和长石质砂岩,这是炎热干燥环境下迅速堆积的产物;反之剥蚀区处于炎热而潮湿的环境下以化学风化作用为主,灰质砾和长石质被溶解,往往堆积石英质成分。这种密不可分的关系决定了陆地盆地有什么样的古构造、古气候、源区类型,就接受什么样类型的沉积。盆地的沉积类型敏感地记录源区的抬升和沉降、剥蚀和搬运方式。因而盆内的砾岩、砂岩的成分、大小、含量、表面特征、扁平面倾向等无不反映母岩区的各种性质,也反映破坏磨蚀的程度和气候条件或构造背景。盆内与盆外这种相关性特征,是我们认识陆相盆地的基础。

由上述可见,陆相盆地的工作思路和方法不能照搬海相盆地的那一套,必须视其自身发展的各种特征进行研究,改变以往过于简单的做法。以赣西北三都红盆冲积扇为例进一步说明之。

三都红盆位于赣西北修水县东北部,面积约 100 km^2 。红盆的时代,据采获的恐龙蛋化石,确认为晚白垩世中、晚期。区内出露了大小8个冲积扇体,在空间上既有先后关系,又互相交错,呈错综复杂的关系。根据野外对砂、砾岩各种参数的调查以及数理统计的结果,可分为早期2个扇体、中期5个扇体、晚期1个扇体。早期扇体砾石成分以灰岩和砂岩为主,砾石大,物源成分来自南侧的石炭—二叠纪灰岩和志留纪砂岩。中期扇体分为北侧2个、南侧3个,南北扇体在物质成分上存在着较大差异。北侧扇体砾石成分为灰岩和砂岩,物源来自于其北侧的石炭纪、二叠纪、志留纪的碳酸盐岩和陆源细碎屑岩系。南侧扇体砾石成分以砂质为主,次为花岗岩砾和灰质砾,其母岩主要是其南部的震旦系、寒武系地层和九岭岩体,物源具近源与远源的混杂特点。晚期扇体砾石成分以砂岩为主,无灰质砾和花岗岩砾,物源成分明显来自于其北部较老的志留系陆源碎屑岩系。每个扇体沉积体系内

部分异清楚,可划分为扇根、扇中、扇缘亚相。根据早、中、晚期扇体内部不同特征的演化规律看,早期扇体泥石流发育,反映了源区处于强烈抬升阶段;中期扇体牵引流较发育,而泥石流较少,砾石相对较小,沉积物具较好的旋回性,反映源区相对下降;晚期扇体以稀性泥石流沉积为主。这8个扇体的演化特征,反映了盆地成生和发展的全过程,即早期处于成生阶段,中期发展处于鼎盛阶段,晚期为萎缩阶段。如果按照以往仿效研究海相地层的做法,势必把8个不同期、不同成因的扇体归为一个沉积体系,把砂砾岩和不含砾的泥岩作为2个填图单位,就必然把陆相地层具复杂性的一面给掩盖了,对陆相盆地充填史不可能达到真正了解。

把红盆的砂砾岩的各种参数作为填图内容,不但可以有效地划分地层,区分同期异相扇体,确定各扇体的边界,而且可以有效地控制扇体各亚相的横向变化。例如:砾石成分是指示母岩区的最直观标志,因而它是扇体各亚相划分和对比的良好标志层(蔡雄飞、章泽军,1995)。在未利用砾石成分作为划分和对比标志时,红盆的冲积扇地层划分非常混乱,因为红层“化石稀少,岩性横向变化甚大”,用一两条剖面控制不了多个扇体内部的变化特征。而有了砾石成分作为定量、定性标志,就可以有效控制扇体内部横向上不稳定的特征。如修水县西北部第三纪早、中期的马坳小红盆,以马坳河为界,南北部的砂砾岩同属一个扇体的扇中亚相沉积,但扇中的砾石含量、大小存在差异。北部地区砾石含量略高,砾石也大一些,而南部地区砾石含量、大小远不如北部。表面看起来存在很大差异,应归属2个不同亚相,但经过砾石成分统计和调查,它们的砾石成分都是砂质和灰质类型组合。砾石成分的一致性,反映它们是同期同亚相同构造环境下堆积的产物。它们之间砾石含量、大小的差别,是由于距离远近而致。这样在区域上远距离对比再也不是盲目的,而是抓住了这种相关性,具有定性和定量的结果,收到的效果是十分显著的。

陆相地层填图方法改进后取得了良好效果:1)图面内容丰富多彩,有效地控制了各陆相地层单元,有利于地层划分和对比;2)该填图方法不仅对红层在理论研究上很有意义,而且具有可操作性,因为这些砂砾岩常具事件沉积特征,在野外十分醒目、易于观察;3)调查计算红层砂砾岩的各种参数对找矿也具指导意义,可对红层中赋存的矿产追本溯源;4)陆相盆地(除近海大型湖盆外)的地层层序单元受控因素与海相者存在重大差别,

因此陆相砂砾岩的各种参数是陆相层序地层学深入研究的基础。

综上所述,陆相地层主要依赖于源区及外部地质作用,因此加强背景分析、内外部相互作用分析和整体性系统性分析,是 1:5 万区调中做好陆相盆

地地层工作的基础。目前对中生代陆相盆地的生物地层学、大型湖泊相研究程度较高,而对大量中小型盆地的冲积扇、河流相研究尚显不足,似应大力加强。

摘自《辽宁地质》2002 年第 1 期

论层序地层与岩石地层单位之间的关系——

兼论沉积岩区 1:5 万区域地质调查中填制“层序—组图”的双重表示方法

陈建强¹, 王训练¹, 周洪瑞¹, 杜子图¹, 胡明花¹, 胡树庭²

(1. 中国地质大学·北京; 2. 山东省地矿厅地质调查研究院)

近 30 多年来,地层学经历了前所未有的深刻变革。从 1885 年第三届国际地质大会通过了俄国地质委员会提出的统一地层划分单位(界、系、统、层)算起,地层规范和系统概念的提出已超过 100 年的历史。100 多年来,有关地层分类原则和方法的争论从未停止过。每当地层学的理论概念、研究内容和方法手段有重要的扩展和创新时,地层分类体系的争论必将随之出现。20 世纪 50 年代以前,地层学的主要研究内容和方法是生物地层学,属统一地层学(传统地层学)的研究阶段。21 世纪初,尽管沉积相概念的兴起使地层横向对比关系面目一新,但未摆脱经典地层学派把年代地层看成惟一的统一地层分类论者的影响。

20 世纪 70 年代《国际地层指南》问世以来,多重地层划分的理论和方法不断得到了发展和完善。近 20 多年来的多学科交叉和新理论、新方法(如地震地层学及层序地层学、生态地层学等)的出现,使多重地层分类论已占有支配地位。国内以张守信(1989)、王鸿祯(1989, 1995)和原中国地质科学院区调处主持的“全国岩石地层单位清理”工作为代表,并已在我国 1:5 万区域地质调查中广泛实施。在露头层序地层学的研究方面,王鸿祯主持的国家“八五”重大基础科研项目“中国古大陆及其边缘层序地层和海平面变化研究”所取得的研究成果可作为这方面的代表。目前,关于层序地层与年代地层或生物地层之间的关系已有较多的论述。但是,有关层序地层与岩石地层之间关系的讨论较少,而层序地层与岩石地层之间的关系又是理论地层学和 1:5 万区调工作中急待解决的问题。

1 层序地层学和岩石地层学的理论基础

1.1 地层记录的特征

人们对地层记录性质的认识是逐渐深化的,经历了从垂向加积作用到侧向迁移作用模式的建立;从水体由深到浅遵循从灰岩—页岩—砂岩—砾岩的沉积模式,发展到各种岩类可形成于不同水深条件,从而建立了不同古地理背景的沉积模式的过程。地层的形成受控于复杂的构造环境和沉积环境,沉积之后又经历了各种成岩作用的改造。因此,地层记录的基本特性可包括 2 个方面:1) 地层记录的不完整性。地层记录存在各种级别的沉积间断。经过地层学者的长期努力,已经建立了比较完整的地层系统,但仍然需要不断的补充完善和改进。2) 地层记录的旋回性。地层沉积作用受多种环境因素和构造背景的控制和影响。这些控制因素在地史时期呈现周期性的变化,从而使地层记录有旋回性。需要说明的是,地层旋回性不是一个简单重复出现的均变的过程,而是存在不同级别的周期性和前进性的发展过程。

1.2 层序地层和岩石地层及其界面的含义

层序地层学源于地震地层学。地震反射的地层界面基本代表了等时界面。层序地层的基本单位是层序(三级层序或称为正层序)。层序是在一个三级海平面升降周期内形成的一套具有成因联系的三维地层组合体。其顶底界面是层序不整合面及与之相当的整合面。理论上层序地层界面是严格的等时面,具有年代地层界线的特征;层序界面又是通过沉积相分异和地层结构的转换表现出来的,它又具有岩石地层界线的特征。因此层序地层的研究可对优化年代地层和岩石地层发挥重要作用。一般来说,盆地内部岩石地层单位与层序地层和年代地层单位界线大致平行或相合;盆地边缘岩石地层单位是穿时的,与年代地层和层序地层界线斜交。

从统一地层学到多重地层单位划分是地层学分

类的重大突破。岩石地层单位是现代区域地质调查的填图单元。所以，目前岩石地层学也已成为地层学研究的一个重要方面。但是，在岩石地层单位的使用过程中还存在岩石地层单位理论概念和实际使用之间的矛盾。按广义的理论概念，岩石地层单位为岩性、岩相和变质程度基本一致的地层体，包括物质组分及成因 2 个方面。在实际工作中，特别是在区调填图中常常需要可操作性和实用性更强的地层单位，一般使用狭义的岩石地层单位的概念，较多地强调物质组分的统一。现在使用的岩石地层单位，由于建立时的指导思想不同，对岩性、岩相和变质程度统一标准的认识不同，以及对地层成因研究程度的差异，使岩石地层单位的使用长期以来难于统一。我们认为层序界面有可能优化岩石地层单位界面，层序界面和层序地层单元可成为建立岩石地层单位的主要参考依据。

2 层序地层学与地层学其他分支学科之间的关系

19 世纪统一地层学占统治地位，使用一套地层单位系统（界、系、统、阶、层、地层）。20 世纪 60 年代以前虽然统一地层划分仍然占统治地位，但出现了许多地层学分支学科。60 年代以来多重地层划分概念迅速兴起和发展。各类地层单位及其界线之间的相互关系问题的争论从未停止。统一地层分类论者只承认年代地层单位是主要单位，认为

其他地层单位都是辅助性的。各类地层单位界线可以相合，也可以不相合。多重地层分类论者认为地层按照不同的特征和属性可分为不同类型的地层单位，但在具体做法上又有分歧。大致可分为 4 种观点：1) 年代地层、生物地层和岩石地层单位为主，其他为辅助性地层单位；2) 年代地层和岩石地层单位为主，其他为辅助性的地层单位；3) 将生物地层、岩石地层、年代地层、不整合界定地层和磁性地层放在同等重要的位置上；4) 岩石地层、年代地层、层序地层单位为主，其他为辅助性的地层单位。

笔者按王鸿祯教授的观点，从时间（年代）和空间（物质记录）的关系出发，强调年代地层和岩石地层是主要的地层单位，其他均为辅助性地层单位（图 1），并提出层序地层为辅助性地层单位中相对独立的重要的一支。从其界面性质来看，层序是在一个等时格架内为等时面所分隔的地层单位，具有年代地层单位的特性；层序界面又是通过沉积相的横向分异和地层结构的纵向转换表现出来的，又具有岩石地层界线的特征。因此，层序地层单位不仅是联接岩石地层单位和年代地层单位的纽带和桥梁，而且能对优化年代地层和岩石地层单位、完善地质年代表发挥重要作用。

强调 2 类地层单位系统多重地层划分的出发点：1) 从层次关系来看，多重地层单位并不是平行的，承认多重地层单位的同时，强调 2 类主要的地层单位系统是主要的，其他均为辅助性地层单位；

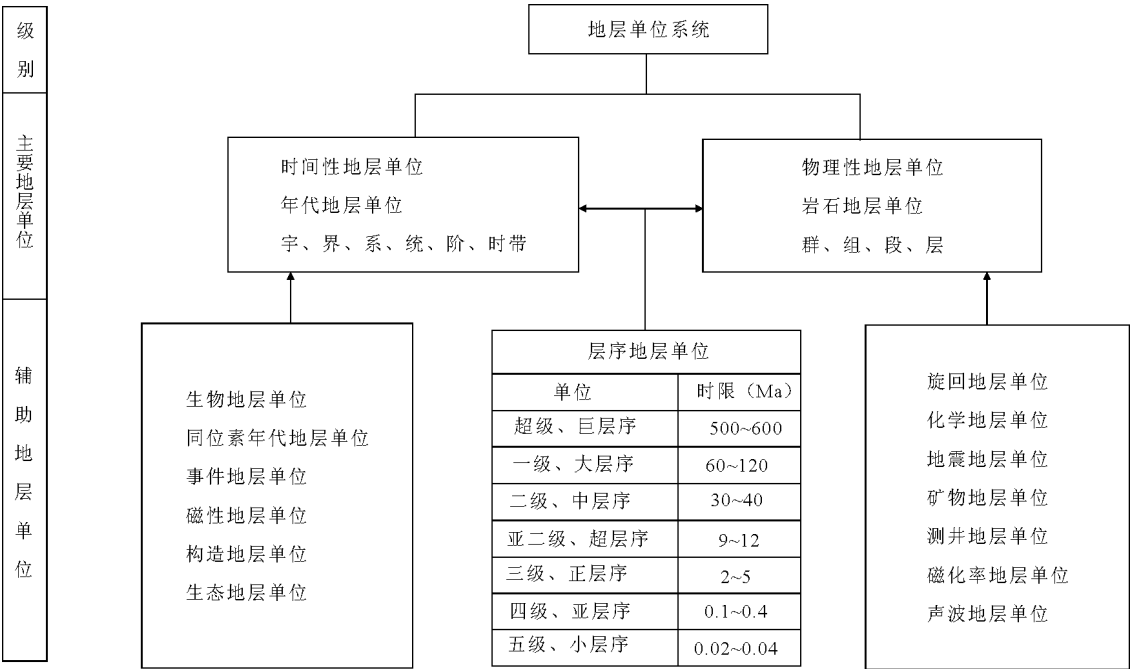


图 1 多重地层单位系统

2) 从时空关系来看, 岩石地层单位反映岩性、电性、地震感应、化学、矿物等与时间没有固定联系的地方性地层单位, 即为物理性地层单位。年代地层单位反映严格时间阶段的生物、放射性测年、地磁极性倒转等, 是全球性 or 大区域性 (生物古地理分区控制的) 地层单位, 即为时间性地层单位。我们认为生物地层单位和层序地层单位等都是辅助性地层单位。

3 层序地层与岩石地层单位及其界线之间关系探讨

笔者基本采用王鸿桢等提出的层序地层级别体系方案 (表 1), 惟将其正层序组作为亚二级层序地层单位, 采用超层序命名, 与 Vail 等和 Michum 超层序的概念一致。山东沂水、淄博、长清地区寒

武系可分为 3 个中层序和 12 个正层序 (图 2)。下面主要以此为例对层序地层与岩石地层单位及其界线之间的关系作一简述。年代地层基本单位是阶。传统的阶一般都是以生物地层为标准建立的, 其界线一般高于层序底界, 与海侵体系域底界面 (首次海侵面) 一致。因此, 有一些学者提出用海侵面作为阶的界线。层序地层单位与岩石地层单位划分原则和对比内容不同, 是独立的 2 套系统, 2 类地层单位的大小、适用范围没有对应关系。总的来说, 在盆地内部或在克拉通陆表海环境, 岩石地层单位和层序地层及年代地层单位的界线趋于平行或一致; 在盆地边缘, 岩石地层界线是穿时的, 与年代地层和层序地层界线斜交。另外现在使用的岩石地层单位建立的依据也不完全一致。因此, 岩石地层单位和层序地层单位之间的相互关系是复杂的, 大致有如下几种情况。

表 1 层序地层级别体系									
本 文			王 鸿 桢 等			Vail 等	Mitchum 等	Brett 等	Cooper
级 别	层 序 地 层 单 位	代 号	层序地层	天文周期					
超 级	巨层序	Gigasequence	GG	巨层序 (Gs), 500~600 Ma	双银河年				固旋回 Chelogeniccycle 600~1 250 Ma
一 级	大层序	Megasequence	MG	大层序 (Mg) 60~120 Ma	克拉通热 周期	大层序 Megasequence >50 Ma	大层序 200 Ma	大层序 50~60 Ma	大旋回 Megacycle 250~375 Ma 超旋回 Supercycle 70~150 Ma
二 级	中层序	Mesosequence	MS	中层序 (Ms) 30~40 Ma	穿越银道 周期	超层序组 Supersequenceset 27~40 Ma	超层序组 20~30 Ma	全层序 10~30 Ma	宏旋回 Macrocycle 20~50 Ma
亚二级	超层序	Supersequence	SP	正层序组 (OSs) 9~12 Ma		超层序 Supersequence 9~10 Ma	超层序 9~10 Ma		中旋回 Mesocycle 5~10 Ma
三 级	正层序	Orthosequence	OT	正层序 (Os) 2~5 Ma	奥尔特周期	层序 Sequence ⁰ 5~5 Ma	层序 1~2 Ma	层序 2~3 Ma 亚层序 1~1.5 Ma	旋回 Cycle 1~3 Ma
四 级	亚层序	Subsequence	SB	亚层序 (Ss) 0.1~0.4 Ma	米兰科维奇 长周期	副层序 Parasequence 0.05~0.5 Ma	高频层序 0.1~0.2 Ma	副层序组 0.45 Ma 副层序 0.1 Ma	小旋回 Microcycle 0.1 Ma
五 级	小层序	Microsequence	MC	小层序 (Mc) 0.02~0.04 Ma	米兰科维奇 短周期	单层序 Simple Sequence 0.01~0.05 Ma	5 级层序 0.01~0.02 Ma	韵律层 0.02 Ma	

1) 中层序时限达 30~40 Ma, 多以不整合面为界, 一般相当于群或大于群。如马家沟中层序下以怀远运动不整合面为界, 上以中奥陶统与石炭系不整合面为界, 对应于济南群。怀远运动不整合面与寒武系下部不整合面之间的时限约为 80 Ma, 包括了 3 个中层序 (五山中层序、长清中层序、九龙中层序), 这 3 个中层序的界线与群 (长清群和九龙群) 的界线不一致。

2) 目前较常见的是一个组包含了几个正层序。如馒头山组、张夏组都由 2 个或 2 个以上的中层序

组成。从这个意义上来说, 三级层序及其界面的分辨率高于岩石地层单位。

3) 2 个组构成一个正层序, 如贵州北部志留系由马脚冲组 (灰绿色泥页岩, TST) 和溶溪组 (下组层, HST) 构成一个正层序。

4) 一个组可相当于一个三级层序。其体系域可相当于段。层序界面、海进体系域的底面和最大海泛面可作为段的界线。如华南湘中下石炭统马栏边组为一个正层序。

如前所述, 层序界线具有年代地层单位的特

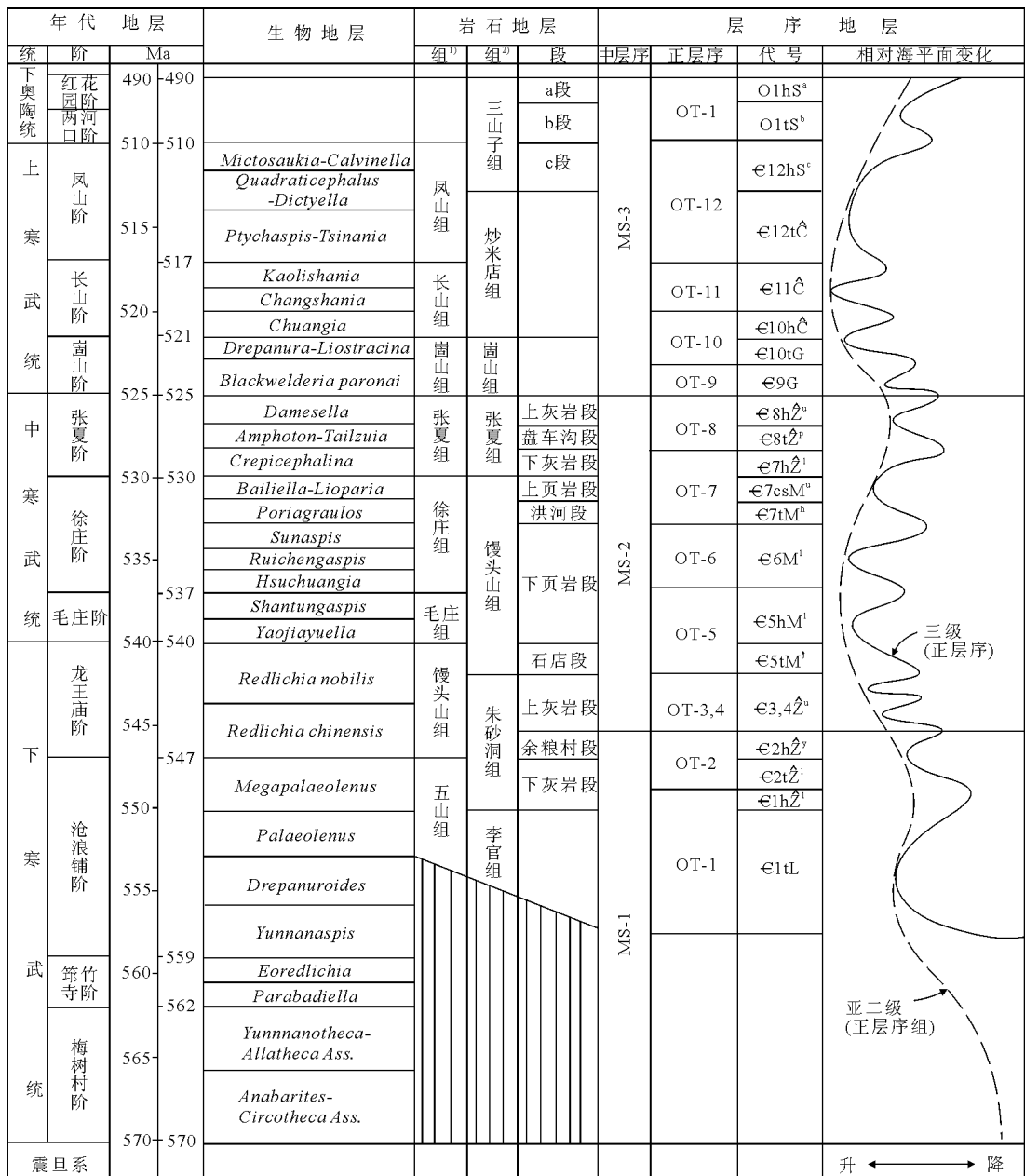


图2 山东中部和北部寒武纪层序地层年代格架及相对海平面变化

性,它是通过沉积相的横向分异和地层结构的纵向转换表现出来的,又具有岩石地层界线的特征。因此,层序地层单位能优化岩石地层单位,使岩石地层单位界线尽可能与层序地层单位界线统一起来,有明显的年代地层特征。如山东张夏组划分为上灰岩段、盘车沟页岩段和下灰岩段。上灰岩段与盘车沟页岩段常以页岩的存在与否为判别标志,但在实际工作中较难于掌握。我们认为岩石地层段的界线不一定和层序或体系域的界线一致,但段的划分应该考虑亚层序的划分结果。所以把上灰岩段与盘车

沟页岩段的界线置于第二(SB2)与第三(SB3)亚层序的界线之间。

由于岩石地层单位普遍存在穿时性和岩石地层单位的传统使用习惯,在具体剖面上,现行的岩石地层与层序地层界线有时并非一致。如贵州北部志留系雷家屯组与马脚冲组的界线高于层序界面约5 m;奥陶系马家沟组土峪段与五阳山段的界线则低于层序界线约3 m。在这种情况下,可通过岩石地层单位的进一步划分或界线的调整使岩石地层单位的界线与层序地层的界线一致,从而使岩石地层单

位有比较明确的统一成因和时代意义。

4 层序地层研究方法在 1:5 万地质填图中的应用

区域地质调查及形成的地质图件反映一个国家基础地质研究水平和工作程度。区调成果的重要性包括理论和实际 2 个方面。理论方面应反映当代地质学的新理论、新方法。实际方面,应强调其实际应用价值。任何优秀制图方案都应具有较强的可

操作性,还应能经得起实践的检验。因此笔者进行山东 1:5 万淄川、文祖幅区调工作设计时提出填制“层序—组图”的双重表示方法。保留现行沉积岩区填制地质组图的一套表示方法,以保证相对稳定的物质内容得到记录反映,同时加入层序地层的内容,用层序地层单位优化岩石地层单位及其界线,阐明岩石地层单位的空间相变规律,使岩石地层单位有更为明确的统一的成因和时代意义,从而把 1:5 万区调工作提高到一个新的水平。

摘自《中国区域地质》1998 年第 4 期

浅谈在 1:5 万区域地质调查中有关层序地层野外调查的若干问题

张国仁

(辽宁地勘局区域地质调查队)

依据《1:5 万区域地质调查总则》和《沉积岩区 1:5 万区域地质调查指南》要求,在 1:5 万区调中根据岩石的不同属性对地层进行多重划分,以提高区域地层研究程度。层序地层学是在地震地层学的基础上综合了所有地层学的最新发展而诞生的,对建立可以进行全球对比的以海平面变化为基准的等时性年代地层格架,研究地层的时空四维变化规律,具有许多其他学科无可比拟的优越性。

我国从“七五”末期迄今,在 1:5 万区调过程中都不同程度地进行了露头层序地层学调查与研究,尤其是在典型的沉积岩发育区已取得了许多成果。但是,由于应用的历史较短,各家对其理论的理解及划分标准、原则掌握不尽一致,于是产生了对层序划分较混乱、区域上难以对比等一系列问题。

1 层序地层野外调查方法和步骤

在沉积岩区 1:5 万区调中,大量的沉积资料是从剖面中获得的。层序地层的调查也以主干剖面为主,系统地收集岩性、岩相、沉积相序、不整合界面等有关标志,以副层序作为描述单位,分析不同级别旋回层序的垂向变化及规律,初步划分层序;再利用多条辅助剖面进行补充,并且在填图过程中利用路线追索,结合岩石地层、年代地层、生物地层及地球化学地层等多方面地层属性资料进行综合

分析和验证。与邻区及同一沉积盆地进行对比,分析层序地层单位的横向、纵向上的延伸和区域上的展布特征,进一步完善测区层序地层单位及海平面变化旋回。由于 1:5 万测区范围往往要比古沉积盆地范围小得多,一些沉积地质体的变化不甚明显,尤其是在陆表海这个古地理背景下,更需要将测区与整个盆地相结合,方可得出较正确的结论。并探讨海平面变化及层序形成的控制因素,恢复沉积盆地发展演化历史,从而建立区域岩石或层序地层格架,查明岩石的时空四维分布规律,为矿产预测和国民经济建设提供可靠的地质资料。

2 野外调查内容及应注意的问题

2.1 副层序的调查

副层序是层序调查的基础,也是剖面描述的基本单位,是以海泛面或与之可以对比的面为界,在成因上有联系的、相对整合的一套岩层或岩组。以往在剖面分层时,只注重于以岩性为标志划分岩性层,如图 1 中所示,在以砂岩和页岩交互组成的地层中,当以某一岩石为主时,则岩性层称为砂岩夹页岩或页岩夹砂岩即可。但近年来,有不少学者采用副层序为单位进行划分岩性成因层,可以看出,采用 2 种方法分层的界线可以重合,也可以不重合。显然后者有利于层序地层的划分与研究,但也有不适之处,当副层序的厚度很小时,剖面图上难

以表示,最后还要并层描述。鉴于如上情况,笔者建议在测剖面时,不管是以岩性分层还是以岩性成因分层,都要对副层序逐一详细描述。如果副层序规模(指厚度)较大时,就单独划为一层,如果副层序规模小,就将相同的或相似的、相互联系的副层序归并为一个岩性层,但记录中要对每个层序厚度、特征等逐一描述(图1),同时在剖面图上将该层在主剖面线外放大表示。

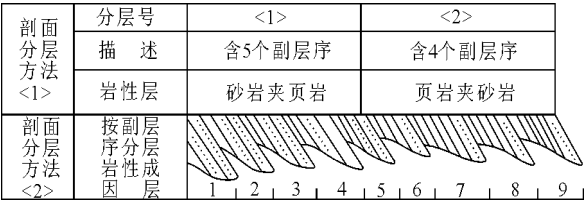


图1 两种剖面分层法对比

至于副层序的划分和识别,主要注意2点:一是副层序的底界识别。多数学者认为,副层序形成一般是与五级海平面变化对应,而且多表现出进积型,因此,野外要注意寻找相应级别的洪泛期所形成的沉积标志,如冲刷界面、海侵滞留砾石和能够证明海水突然加深的岩性转换面等。二是如何分析归并在成因上有联系的、相对整一的岩层和岩层组。要想较好解决这个问题,最好在正式分层描述前对剖面要进行详细的踏勘,注意寻找层序界面和内部的变化规律,对该段地层有个总体、系统的了解和划分思路,这样既可提高工作效率,又增强了划分准确性。划分了副层序之后,分析相邻的副层序变化规律,是反映进积还是退积特征,进而将具有相同成因联系的副层序归并为副层序组,研究垂向上的地层结构的变化,为准确划分归并层序打下可靠基础。

2.2 不整合界面调查

不整合界面是划分层序的重要依据,野外识别不整合界面尤其重要。

2.2.1 不整合界面的空间展布和类型变化及主要识别标志 据邓巴和罗杰斯(1957)分类方案,将不整合划分为非整合、角度不整合、假整合和似整合4种类型。在1:5万区调范围内,前3种不整合容易识别,而后者似整合的确定,不仅根据相序变化、沉积标志等特征,更为重要的是需要进行大区域对比和追索。因为不同地区地壳运动的强烈程度和沉积条件常常是变化的,互有差异的,所以不整合在广大范围常常也是变化的,会由一个地区的非整合、角度不整合过渡到另一地区的假整合,甚至

转为似整合(图2)。因此,不整合界面可以大区域对比。

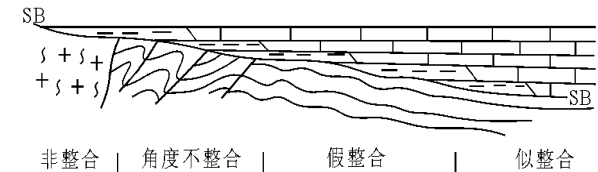


图2 不整合类型空间变化示意图

在1:5万区调中,对于不整合面的识别归纳起来有以下标志:1)地层和古生物带的缺失;2)界面的剥蚀标志,如陆上暴露产生深切河谷,海岸暴露产生大型的喀斯特溶洞、帐篷构造、干裂构造带、波浪潮汐冲刷带以及大量蒸发盐出现等;3)古风化壳标志,如铁质风化壳、铝质风化壳和硅质风化壳等;4)不整合界面上下岩层的几何关系标志,如上覆岩层对不整合的区域性上超(超覆)、顶超和下超等;5)岩性岩相的转换面及底砾岩大量出现等。

2.2.2 不整合界面的时间意义及不整合的级别 虽说与漫长的地质时间相比,层序界面所经历的时间是短暂的,但也是跨时的,由古陆→盆地这种跨时性由大到小,时间经历由大到小。如图3所示,即以时间 T_5 下部为在海退期间形成陆上剥蚀和非沉积时间,如图左边,显示了 T_2-T_3 为水下只搬运不沉积时间, T_3-T_5 为暴露剥蚀时间;上部为海侵期间形成不整合时间,由暴露剥蚀时间(T_5-T_7)和水下只搬运不沉积时间(T_7-T_8)组成。由古陆→盆地这种不整合面所跨越时间的值是呈楔形尖灭或变小的,故沉积记录的缺失并不意味着地质时间的缺失。

不整合面体现了构造运动和全球海平面二者的

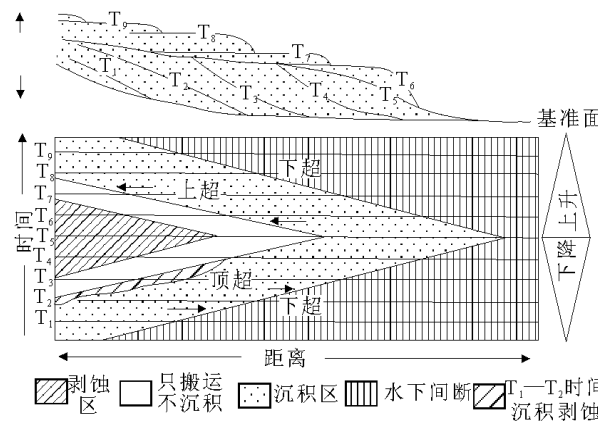


图3 不整合界面在地层格架中的时间含义

上部为岩石格架,下部为年代格架

相互作用,由于海平面变化具有多级别的旋回性,因此就决定了不整合面也具有级别性。通常所说的不整合,一般均为 3 级以上(有人称 SB_1 、 SB_2 和 SB_3),而 4 级以下与副层序相对应级别的不整合,通常称为小规模侵蚀间断界面以示区别。严格地说,层面也是一种沉积间断面,只不过级别最小而已。

2.2.3 不整合面上下地层的时间属性 层序地层是研究由 2 个相邻不整合面或相当的面所限定的一套有成因联系的、内部相对整合的地层。前已述及,一个不整合面的形成具有一定的时间区段,因此,由此限定的一套地层形成的时间也是具有固定区间的,就是说,相邻 2 个层序以不整合面为界,

其上部任何地区地层总是比其下部地层形成的要晚,这正是层序地层单位被普遍地当作等时地层单位的根本原因所在。它不同于岩性界线,一个地区岩性界线上部不一定比另一个地区岩性界线下部地层形成的要晚,因为岩性界线是穿时的。图 4 中所示的是 2 个层序即层序 I 和层序 II,在每个层序内等时线是近水平的,而岩性界线都是倾斜的,与等时线斜交。层序 I 形成于 T_5 以前,层序内所有的岩性界线都是穿时的,如 A 点处地层要比 B 点处形成得早, C 处地层要比 D 处早。虽然 B 处地层的位置高于 C 处,但形成时间要早,因为它们分别属于不同的层序,层序界面之上的地层总是比之下的地层形成要晚。

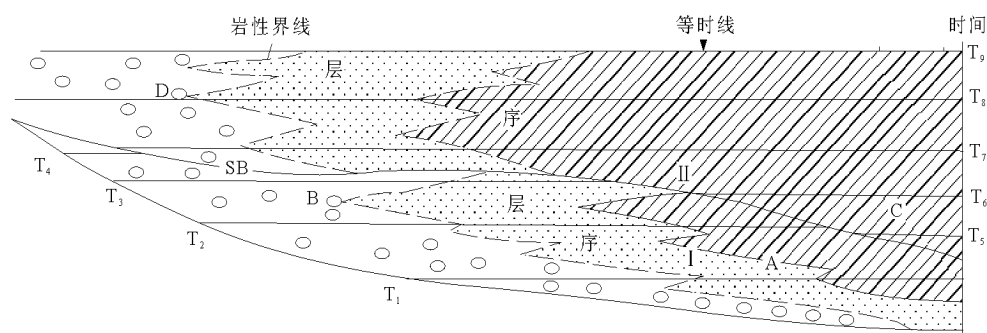


图 4 不整合界面上下地层形成的时间关系示意图

2.3 饥饿段与最大海泛期沉积

饥饿段又称凝缩段,具有严格的定义,是指形成于全球海平面上升最末期或相对海平面最高期,区域性最大海泛期沉积于中—外陆棚至盆地内的贫陆源碎屑的海相薄层低速 ($1\sim 10\text{ mm/ka}$) 沉积段,经常与海底间断面相伴出现。野外识别饥饿段的常见标志: 1) 由于沉积速率低,有利于底栖生物生长,因此,常见强烈生物扰动的毫米—厘米级纹层、薄层泥灰岩(或页岩)—灰泥岩韵律。2) 浮游生物化石凝聚的瘤状泥质灰岩层,富有机质或深色的粘土岩。3) 由于能量低,生物化石保存较完整;饥饿段厚度小,但经历的时间较长,因此,常见不同相带的生物化石共存现象,构成生物的组合带。4) 常相伴磷、锰、菱铁矿等结核或自生海绿石相对富集层,铂族和放射性元素的地球化学异常层。5) 水下硬底和间断面的频繁出现。

在盆地的不同位置上,不是所有的层序中都发育饥饿段。尤其陆表海这一古地理背景,水体一般较浅,地形差别不大,且沉积速率高,所形成的副层序厚度较大,不具备“凝缩段”的涵义;但它与上下岩层相比,层理最薄,沉积速度最低,因此可

用“最大海泛期(MFS)沉积”表示,说明也是海侵最广泛时沉积的,向盆地追索可见饥饿段沉积。

如上所述,不管饥饿段还是最大海泛期沉积,都是相对海平面最高时的产物。由于海平面变化具旋回性,因而决定了饥饿段和最大海泛期沉积也具有级别性。如图 5 所示,一个发育完整的对称型的 3 级层序在中部发育饥饿段,它由 5 个副层序组成,而每个副层序只是下部为饥饿段,因此描述饥饿段时要注意等级性。建议除了 3 级旋回之外,虽是低速沉积,但不应称饥饿段,这点待以后进一步商讨。

饥饿段的发育,由靠陆→盆地具有较好的规律性。如图 6 所示,在 A 点剖面上只发育最大海泛期沉积,无饥饿段; B 点只见一层很薄的饥饿段; C 点可见 3 层饥饿段; D 点也可见 3 层,而中部厚度较大,上下 2 层极薄; E 点只见一层厚度较大的饥饿段; F 点见 2~3 层饥饿段,单层厚度减薄,同时之间多见水下间断面、硬底面等构造。由此得出从靠陆向盆地方向,饥饿段从无到有,数量变化为少—多—少—多;单层厚度由薄到厚再变薄;水下间断面从无到有,数量由少到多再到少的变化。因

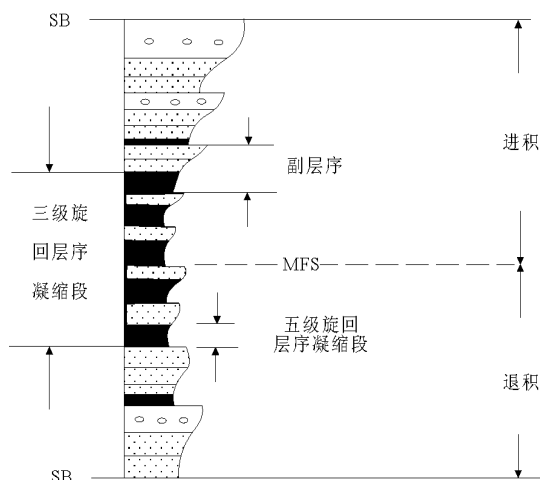


图5 不同级别的凝缩段

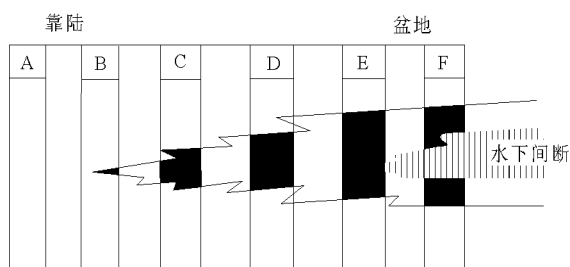


图6 凝缩段在不同剖面上显示的特征

而在野外可以根据不同地区饥饿段的发育情况来恢复古地理及盆地方向。

2.4 野外期间不同级别旋回层序的归并

在1:5万区调和层序地层调查中,不同级别旋回层序归并问题是普遍存在的。如果归并依据和原则不统一,就会产生层序划分的不一致。建议首先在野外立足于最基本旋回、沉积记录的收集,通常指6级或5级的岩层或岩层组,再结合沉积环境及垂向变化、成因联系合理归并成副层序,然后根据副层序垂向叠置关系划分副层序组(一般与体系域对应),最后结合层序界面及其在区域上的延展特征,根据内部沉积相序变化归并层序。一般3级海平面变化曲线和沉积记录多属对称型,也有非对称型(如单边式或Ⅲ型层序。但是,一个保存和发育完整的3级层序内部具有连续的、近于对称的沉积相序变化,这点是非常重要的,即由早期退积的副层序,到中期加积,晚期进积型的副层序序列。

2.5 区域地层格架的建立

层序地层划分是建立地层格架的基础,而地层格架是研究区域性岩石地层序列时空有序排列特点的基础。地层格架表现形式有3种。一是在格架中突出层序地层单位,其有关界线用实线表示,而内部的岩石地层等界线则用虚线和点线区分,称为层序地层格架;二是岩石地层格架,与上述的表示方

法正好相反;上述两者又统称为空间地层格架。三是对于时间分辨率较高的地层,可利用标准的生物带及同位素年代学资料,建立年代地层格架。

1:5万区调建立地层格架应注意以下几点。1) 地层格架剖面方向的选择:尽量选择垂直于古海岸的方向,通过大量古流向及沉积相标志、古地理恢复等进行判别,因为只有这样地形差别和岩相变化最大最具有代表性,能够反映出由陆地向盆地的变化规律。如果测区范围小,也可延至邻区。2) 剖面数量及分布:一般不得少于3条主干剖面,而且对个别地段尚须采用辅助剖面 and 主干路线补充。各种剖面分布要合理,其总体布置应平行或接近选择地层格架剖面的方向。合理控制层序地层单位横、纵向上的延伸与展布。3) 地层格架顶底界面的确定:格架顶部的水平面一般选择区内重要的不整合和大规模的区域性快速上超面,可近似地作为水平线。然后在各地依据岩石地层单位或层序地层单位的厚度,向下作等比例尺岩性柱,连接不同地区同一单位的界线,这样各地底部点的连线即可大致认为是该时期沉积之前的古地形线。最后在这个图内,尽量表示更多层序地层标志及其他沉积标志,广泛标定非正式单位,较全面地表示地层格架的内容。

2.6 层序地层与岩石地层的关系

严格地说,层序地层和岩石地层两者各以岩石的某种属性来划分地层,各有其划分原则和单位系统。层序地层是研究以不整合面或相当整合面为界所限定的一套有成因联系、内部相对整合的一套地层,其单位一般有巨层序、超层序、层序、副层序组和副层序及层组。岩石地层是以岩石的宏观岩性、岩相为标志划分地层,其单位有群、组、段、层。从形成时间和分布区域上看,岩石地层边界通常是相变界面,是穿时的,其分布范围具地方性;而层序地层单位一般是等时的,可以适用于整个沉积盆地,具有区域性。因此,岩石地层单位的群、组、段与层序地层单位的超层序、层序、副层序组之间不应有严格的对应性。如组级单位的形成不取决于海平面变化的级别,而是由沉积物的供给速率和相变、横向的延展性所决定的。因为在一个5级海平面变化过程中,由于沉积速率高,形成厚度较大,有了一定规模,而且又具有区域延展性,可以对比,符合建组条件。相反,即使在一个4级或3级海平面变化过程中,由于水深,沉积速率低,形成的岩石体既无规律又无延展性,不具备建组条件。因此,在1:5万区调中,常常遇到在一个组的内部可划分出几个层序,也有的几个组才合并为一

个层序的情况。对此也许有人要问,按照《中国地层指南》规定,在组的内部一般不应有重要的不整合存在。进行层序地层研究之后,上述的“重要不整合”是指层序界面的哪一种?笔者认为,一般指由构造作用而产生的角度不整合和区域性的平行不整合。而层序地层除了强调不整合外,还注意与不整合面相当的整合面。只要认识到这一点,上述的情况也就不难理解了。

另外,层序地层还可以对个别岩石地层单位界线优化。由于每一个层序尽管在不同地区其岩性发生相变或者差别显著而命名为不同的组,但皆为该层序在不同地区的有机延伸部分。层序界面通常是明显的岩石组合之间的界线,是穿时最小的自然地层界面。因此,对于个别由复杂岩性组成的、往往会发生改动的组的界线,应优化为与之最为相关的层序界面或体系域界面上来,而且两侧边界仍保持为相变界线。值得注意的是这种优化是有限度的,应当在不违背岩石地层划分的基本原则下,只能在界面附近进行。如果完全按层序地层界线优化,那就失去了岩石地层含义,而成为以层序界面所限定的复合岩石体。通过必要的优化后,不仅使岩石地层划分在纵向上成因相关,更加客观自然,而且可以将同时异组放在由层序界面或体系域界面所限定的等时格架中进行研究,从而大大提高地质填图和古地理图编制的准确性和精度。所以,层序地层研究不仅能丰富岩石地层单位的内容,对正式单位进行修订、补充,还能反映出沉积规律,为岩石地层单位的空间追索和对比提供可靠的标志。

2.7 层序地层在 1:5 万填图中的作用及图面表达

在以岩石地层单位进行填图过程中,由于组的

边界是穿时的、复杂的相变界线,因而存在着组的边界的确定及其横向对比问题。对此笔者建议,在填图中应吸收和应用层序地层学之长处,按照前文所述的原则,用层序界面对个别原有岩石地层单位的界线进行优化,既能反映岩性在横向上或不同地区的差异,又能通过层序界面进行正确对比。此外,层序地层对地质填图还具有预测性和指导性。

关于层序地层单位在地质图中能否表达的问题是一个探索性的课题。笔者认为这主要取决于 2 点:1) 层序地层单位的规模及表示内容,能否与岩性地质图同时表示在一张图上,要看图面的结构、内容。在层序地层规模较大和图面负担不重的情况下可适当表示,否则最好另作一张层序地层地质图。建议以层序为基本填图单位,同时表示不整合面、饥饿段或最大海泛期、上超及其他沉积相标志等。2) 取决于野外自然条件和可行性,如测区的露头连续和标志识别的程度等,是否具备区域可填性和对比性。如果满足以上条件,建议在填大比例尺图时作一尝试,可能会收到较好的效果。

2.8 1:5 万测区范围的局限性

一个 1:5 万测区一般包括 2~4 个图幅,与古沉积盆地相比只是弹丸之地,很难全面反映整个盆地的特征。因此,要想建立盆地层序地层系统,只靠测区内是不全面的,尚需结合邻幅或盆地其他地段的延展特征。如果周边地区已经初步建立了层序地层系统,那么本测区内只是对其验证和补充,使其更加完整、准确。如果周边是空白区,除了对区内进行重点研究之外,对区外还应适当地选择代表性剖面或标准剖面进行补充。

摘自《中国区域地质》1998 年第 2 期

综合方法在 1:5 万区调工作中的应用

高德臻

(中国地质大学·北京)

1:5 万区域地质调查是对片区内所有地质体从各方面进行调查研究的综合系统工程。除地面地质调查外,还须充分利用区内的航天航空遥感、地球物理与地球化学等项资料进行综合对比分析,并由此得出较为客观的地质结论。

1 应用物探资料进行深部构造研究,编制立体构造地质图

北京西山大台幅位于西山腹地,是煤矿的重要产地及多金属找矿的有利地段,需要对区内的深部构造进行研究。区内出露地层为华北地台型,元古宇—中生界,种类齐全。其中火山岩、碎屑岩、碳酸岩界面清楚,岩性及物性参数差异明显。北京矿务局对含煤地层进行过多轮勘探,深部资料较多;区内有 1:5 万航磁及 1:20 万重力最新资料。这些都为在本区开展深部构造研究,编制立体构造图创造

了必要条件。

1.1 构造物性界面的选择

深部立体构造图主要由构造物性界面来表达。首先通过物性测量来确定构造物性界面，确定的原则：1) 空间展布形态在构造上有代表性意义；2) 被构造物性界面所分划的相邻岩层的岩性在地球物理参数上有显著差异。

依据以上原则，大台地区自上而下确定 4 个物性界面：①南大岭组顶界—髫髻山组底界面，髫髻山组安山岩岩石物性为中磁性 ($\kappa=465\times10^{-6}4\pi$ SI)，较高密度 (2.729 kg/m^3)，该层底界面的空间展布形态可反映燕山中晚期构造形态，而南大岭组顶界面则反映了燕山早期的构造形态；②南大岭组底界面，南大岭组玄武岩岩石物性为高密度 (2.86 kg/m^3)，中磁性 ($\kappa<900\times10^{-6}4\pi$ SI)，该层底界面的空间展布形态反映了印支期构造形态；③马家沟组顶界面，马家沟组为高密度层 (2.73 kg/m^3)，低甚致无磁性，其顶界面的空间展布形态反映了加里东期的构造形态；④片麻岩基底顶界面，片麻岩基底为高磁性 ($\kappa=2\,000\times10^{-6}4\pi$ SI)，磁化强度 ($J=2\,000\times10^{-3}\text{ A/m}$)。其上部的盖层则无磁性。该顶界面的空间展布反映了五台期的构造形态。

1.2 制作控制剖面

立体构造图通过一系列纵横交叉的构造剖面表达。这些剖面是经地表地质测量及钻探所获得的地质、构造等项资料，综合在这些剖面上的重、磁资料对深部构造界面的定量计算拟合后完成。它与前人不同之处在于对深部界面非主观推测，而是利用重、磁资料进行定量计算逐步拟合的方法来完成的。在大台幅制做了 5 条纵横交叉剖面，其中的 3 条横切构造线的走向；2 条沿构造线的走向（上述剖面尽量通过已知可利用钻孔）。5 条剖面具有 6 个共轭交点，以便保证计算结果的一致性和准确性。

1.3 计算方法

首先采用正则化滤波及位场延拓法划分重磁的背景场与局部场，将浅源场分离，分别提取深源与浅源信息，并对断裂构造的重力场进行褶积运算。此后，将深浅源信息转化为目标构造层（构造界面）。在此基础上进行正演迭代计算从而建立重磁场地质构造模型。计算时，对磁性基底界面的深度与形态的计算采用《正演拟合加最优反演法》，对航磁资料进行；对盖层构造界面深度与形态的计算采用多边形界面有限长棱柱体重力效应方法，对重力资料进行。

依据地表地质、钻探信息、综合重磁剖面的计算结果，建立重、磁构造模型，编制了大台幅三维立体地质构造图（图 1）。

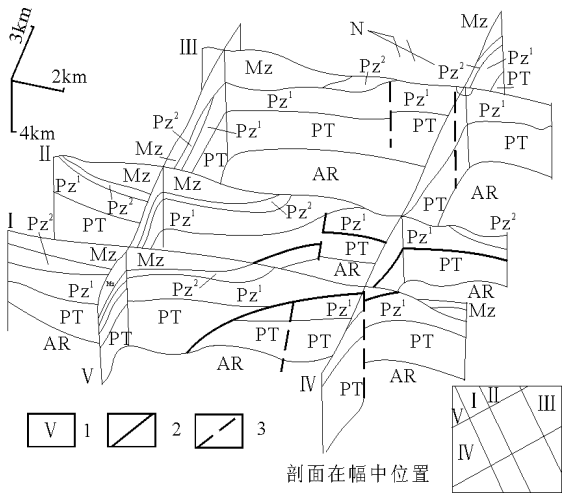


图 1 大台幅立体构造示意图

1—剖面编号；2—实测断层；3—物探推测断层

2 图形图像处理和多元信息库的建立

卫星遥感 TM 图像资料具有全球覆盖率高的特点，是区域地质调查最为基础的资料。但其缺点是比例尺小（1:20 万 TM 图像的地面解译能力为 $200\text{ m}\times200\text{ m}\sim400\text{ m}\times400\text{ m}$ ），用常规方法放大成 1:5 万比例尺后，其使用效果更差。因此，对其进行有效处理，使其可利用的价值提高，并在此基础上建立多元信息库，在区调工作中具有现实意义。

苏尼特左旗位于内蒙古中部草原地区，原始 TM 图像的特征：1) 各波段整体亮度值偏低、色调偏暗但局部亮度值很高；2) 色调反差小，可识别的地物类别少；3) 波段间可识别的地物差异不明显。TM 图像特征值的统计特征见表 1、2。可以看出：1) 各波段均值偏低（如 TM2 为 32.51），有效值域较窄（如 TM2 为 23~41）、标准差很小（TM2 为 3.10）；2) 各波段间相关系数很高（在 0.774 8

表 1 TM 图像统计特征

波段	亮度范围	均值 μ	方差 σ^2	标准差 σ	有效值域 $\mu\pm3\sigma$
TM1	30~145	64.92	19.61	4.43	52~78
TM2	21~74	32.51	9.60	3.10	23~41
TM3	23~92	42.22	25.55	5.05	27~57
TM4	11~84	43.89	24.76	4.98	29~59
TM5	4~159	91.54	97.34	9.87	62~122
TM7	1~97	50.98	34.59	5.88	33~69

表 2 TM 图像相关矩阵

波段	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
TM1	1					
TM2	0.826 7	1				
TM3	0.861 9	0.962 4	1			
TM4	0.826 8	0.922 2	0.949 8	1		
TM5	0.819 6	0.792 6	0.858 3	0.901 0	1	
TM7	0.774 8	0.863 5	0.887 5	0.909 1	0.950 7	1

~0.962 4); 3) 各波段的亮度直方图分布很集中且呈单峰。上述特征反映了该地区气候干旱、风成沙覆盖严重、地形地貌单调(实际上地形相对高差均小于 100 m)的环境特点,原始图像在地质解译上很难利用。

2.1 对原始 TM 片进行有效处理的途径

经对上述特征的进一步分析可知,局部高亮度值的沙地和局部低亮度值的水体是造成上述特征的重要原因,从而使得其他绝大多数地物的亮度值压缩在介于二者之间的一个很窄范围内。由于局部沙地和水体不是我们识别的主要目标,如果将它们分

别压至到最高端(值 255)和最低端(值 0),则介于中间的地物的亮度值就可望得到扩展, TM 的影像特征和统计特征将会向有利的方向发展。这就要求寻找到合适的扩展参数。扩展参数可以从每个波段亮度直方图中通过试验来确定,例如参数为 0.01~0.98,即将直方图中低端占 1% 的像元亮度置 0,而将高端占 2% 的像元亮度值置 255。依此方法,对每幅图像的每个波段都选取合适的参数进行特殊的反差扩展(线性与非线性)就成为必要的措施之一。波段的选择是多波段假彩色合成的重要依据。选择的原则是使参加合成的 3 个波段(或比值)图像的相关系数最小而方差最大,使其包含的信息量最多。同时可以进行最佳波段组合系数 OIF 计算,公式

$$OIF=\sum_{i=1}^3SD_i/\sum_{j=1}^3|CC_j|,$$

式中的 SD_i 为每个波段的标准差, CC_j 为 3 个波段两两之间的相关系数。OIF 值越大,则 3 个波段所含的信息越多、同时重复的信息越少。从该地区沙尔塔拉幅 TM1—TM7 波段中的 6 个波段组合系数值 OIF(表 3)可以看出,以 TM345, TM135, TM145, TM157, M257, TM357 为最好。

表 3 TM 图像 6 个波段的组合系数 OIF 值

波段组合	TM123	TM124	TM125	TM127	TM234	TM235	TM237	TM345	TM347	TM457
OIF	4.75	4.86	7.13	5.50	4.63	6.90	4.18	7.35	5.40	5.88
波段组合	TM134	TM135	TM137	TM145	TM147	TM157	TM245	TM247	TM257	TM357
OIF	3.57	7.62	6.09	7.57	6.09	8.06	5.34	5.27	7.31	7.66

2.2 处理方法与效果

1) 依据以上处理思路与分析,结合地质目的与要求,选择 2 个关键图幅进行如下处理:

①做全区(1 280×1 024 像元)和子区(300×300 像元)处理,前者提供全图幅的地质信息,后者提供局部地质信息;

②对每个波段先做特殊反差扩展增强处理,尽量减少风成沙的影响而突出地质体;

③依据最佳波段组合系数,针对构造、岩性、地层等做波段组合的选择;

④进行假彩色合成比值增强处理;

⑤选择地质信息丰富的处理图像硬拷贝,放大成 1:5 万图像,做综合信息图与专题信息图,供地质人员室内解译和野外检查时使用;

⑥在全区处理完毕以后,经审查确定重点子区的处理,即为了解决该子区具体地质内容用其中的某一种方法进行处理以达预期的地质目的。

2) 经过上述处理,取得了较好的效果,主要表现为:

①减少了风成沙的影响,较大地丰富了图像的地物、地质与地理信息,使处理后的图像的可利用性大大增强;

②针对地质目标按上述方法所做的假彩色合成比值增强处理,比其他的处理方法要好,揭露了大量的构造,岩性与地层等方面的信息;

③获得了 2 个图幅可供地质解译的综合信息硬拷贝图像(1:5 万);

④形成计算机图像文件库。

2.3 利用微机图像处理系统建立 1:5 万区调多元信息库

通用的计算机图像处理系统虽种类很多,且各有特色,但却很难完全满足 1:5 万区调这一专项领域中的众多技术要求。1:5 万区调工作对图像处理系统要求:

1) 1:5 万区调工作所涉及的地理、地质、遥感和物化探等资料必须可以输入到计算机并互相匹配;

2) 要有能容纳一个图幅范围大小的高分辨率彩色显示功能;

3) 为绘制与更新大量的区调地质图件, 应有最终绘图功能;

4) 要有较好的图形图像处理功能, 从多元数据, 特别是遥感图像中增强与提取地质信息;

5) 有良好的用户介面与汉化功能, 在使用过程中地质人员可介入, 并按其要求成图。对此, 苏尼特左旗 1:5 万区调项目组与地矿部三联计算机技术公司合作开发了一套能用于 1:5 万区调和其他地质领域的 ICPS III 型图形图像处理系统 (图 2)。

该套系统解决了多元信息进入微机并达到互相匹配的效果。特别是地理信息 (地形图) 与遥感信息的相互叠置, 使输出的带有地形等高线的遥感图像为地质人员实际调查提供了极为直观的图件。该系统的另一特点是地质人员可在显示器前对图像进行直接解译、修改并可多次反复, 直至满意后按其要求输出成果。这样就减少了许多中间图件的过渡环节。该套系统最终所成的地形地质图可达作者原图的精度, 现正向达到编稿原图精度要求改进。

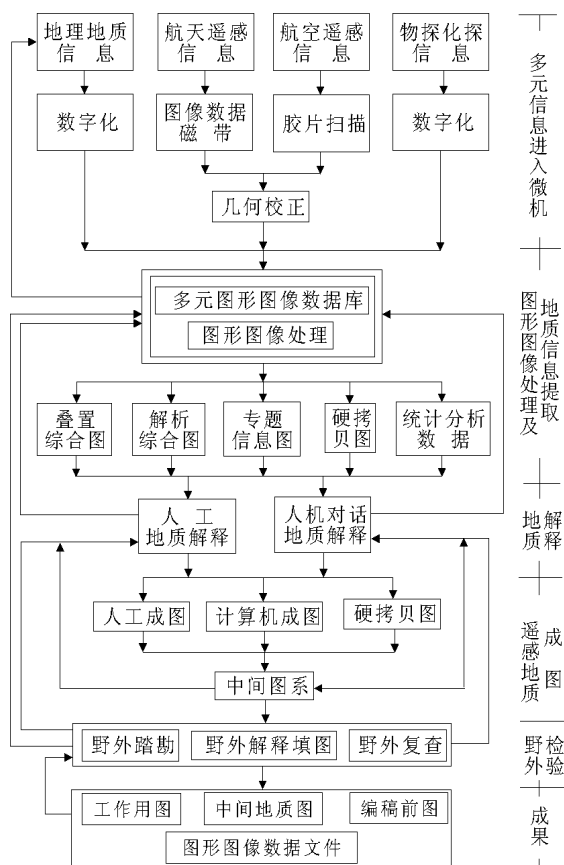


图2 ICPS III型图形图像处理和成图工作流程图

摘自《地质与勘探》1998年第6期

关于花岗岩 1:5 万填图中的几个问题

廖瑞君, 韩仲仁

(江西地勘局地矿调研大队)

《花岗岩类区 1:5 万区域地质填图方法指南》(以下简称“花岗岩填图方法”)自 1991 年出版以来, 的确使花岗岩区的填图工作上了一个新台阶, 显著地提高了花岗岩区的填图质量和研究水平。但同时也要看到, 随着近年来花岗岩填图工作的实践, 对花岗岩研究的深入和新岩体新现象的发现, 对花岗岩 1:5 万填图所出现的一些新问题进行讨论, 对发展和完善“花岗岩填图方法”、提高第二代填图的质量和研究水平是有益的。

1 花岗岩的构造填图及就位机制

1.1 花岗岩构造填图的目的及其主要内容

花岗岩构造填图的目的可归纳为 2 点: 一是研究岩浆生成、运移、演化、就位和后期变形, 这是岩体地质研究的重要内容; 二是研究矿质迁移、富

集和沉淀部位及其规律, 这是寻找与岩体有关矿产的基础。花岗岩构造填图主要包括如下内容。

1) 岩体形态填图, 岩体的平面形态特征是填图工作首先要解决的岩体地质问题。岩体的平面形态特征及其展布, 可说明岩体的就位机制、岩体就位受控构造性质以及岩体后期变形特征等诸多地质问题。如呈圆形同心环状分布的复式深成岩体, 可能为热轻气球膨胀或底辟式就位机制; 深成岩体或岩墙 (脉) 呈左行雁行分布, 其就位可能受左行剪切断裂 (或裂隙) 控制; 深成岩体或岩墙 (脉) 呈 S 形产出, 说明就位后产生了左行剪切变形。

2) 岩体内部构造的调查研究, 深成岩体的内部构造系指岩体岩石中造岩矿物、包体、同源脉岩、原生节理的形态、排列方式和优选方向, 以及岩体内后期脉岩、次生裂隙的形态、排列方式和优选方向。岩体的内部构造调查研究可查明深成岩体

的就位机制和就位后被改造的变形特征及被改造变形的力学性质。在“花岗岩填图方法”中有较多的例证,不赘述。

3) 岩体接触围岩变形变质特征调查研究,深成岩体接触围岩变形变质特征调查研究,能有效地为深成岩体的就位机制提供可靠的地质依据。如武夷山西坡,深成岩极其发育,在 1:5 万填图中发现不同深成岩体的接触围岩具有明显不同的变形变质特征。猪将中粗粒似斑状黑云二长花岗岩单元侵位在震旦纪泥质岩层中,围岩具塑性变形和交代变质特征;里峰中粗粒似斑状黑云母二长花岗岩单元侵位在前震旦纪砂质岩层中,围岩具脆性变形和接触变质特征。这 2 个深成岩体的围岩迥然不同的两种变形变质特征

4) 控制岩体就位的构造调查研究,指对具体控制深成岩体就位的断裂构造的调查研究。如诸广山地区汤湖序列的就位受 SN 向张性断裂带控制,其主要单元及其组构均呈 SN 向分布,而整个序列却呈 NE 向延展,形成“梳状”复式岩体。经研究,汤湖序列位于 NE 向的黄坳断裂和禾源—万安断裂之间,2 断裂左行剪切运动时,其间诱发了与剪切方向呈小于 45° 交角的近 SN 向的侧列拉张断裂带的生成和有序发展,这些 SN 向拉张断裂带控制了汤湖序列的有序就位。

5) 控制岩浆带的区域构造分析,指对控制岩浆带展布的区域构造的综合分析。如江西中部扬子、华南古板块碰撞对接地带的南缘,发育一系列呈 EW 向分布的加里东期复式岩体,由西至东主要有山庄序列、芙蓉山序列、金溪序列、塘湾序列、慈竹序列等。这些复式深成岩体同属华南加里东造山带的产物。就位和展布均受扬子、华南古板块碰撞对接带制约。

6) 岩体就位的地力学分析,综合岩体的内部构造和岩体接触围岩的变形变质特征等资料,对岩体就位的地力学进行定性分析。如赣中地区的水浆复式深成岩体,出露面积 30 km^2 ,呈椭圆形作 NE 向分布。深成岩体侵位在新元古界岩层中,侵入接触面呈波状起伏外倾,倾角 SE 缓 ($35^\circ \sim 45^\circ$),NE, NW 陡 (70°)。接触围岩岩层发育裙边褶曲。岩体两侧的褶曲枢纽均向 SW 倾伏,倾伏角平缓。在深成岩体内部,内接触带发育数十厘米至几米宽的混染岩带,其中的片状矿物定向排列;岩体内岩石中斑晶和暗色矿物条带沿岩体边缘呈环状排列;岩体表面发育穹状缓倾斜原生节理;岩体中派生脉岩产生褶曲,其枢纽向 SW 向倾伏。综合水浆复式

深成岩体的内部构造和接触围岩变形特征,笔者认为,水浆复式深成岩体就位的地力学受区域 NE 向断裂运动应力的诱发,深源岩浆由 SW 往 NE 的构造薄弱部位上侵,至中深层次发生原地热轻气球膨胀,由于岩浆的多次涌动,形成同心环带状复式深成岩体。

1.2 花岗岩就位机制

“花岗岩填图方法”中指出,花岗岩的就位机制有 2 种类型:强力就位和被动就位。花岗岩浆的上侵,如果只因围岩与岩浆之间的密度差所存有的自然浮力,而无应力驱动,岩浆是不会上侵就位的。譬如在水田里,其表层泥已半硬化并有泥裂生成,而下层仍是稀泥,上下层显然存在着密度差,但从未见下层的稀泥上涌。只有当踩一脚或丢一块石头下去后,在应力驱动下稀泥才沿泥裂上涌。这是现实生活中的一个常理。笔者认为花岗岩的上侵必须具备 2 个条件:①密度差;②应力驱动。关于深成岩体就位的空间问题:根据造山带的研究,花岗岩带与造山带密切相关,或属同造山期花岗岩带,或属造山期后花岗岩带。所以造山作用不但为花岗岩浆上侵就位提供了三维构造空间,同时也为花岗岩浆上侵就位提供了足够的驱动应力。构造空间的成生和发展是花岗质岩浆上侵、就位的基本条件。所以,对于强力就位和被动就位是否可作如下定义:岩浆上侵的速率大于岩浆上侵构造空间扩张的速率,为强力就位;相反,岩浆上侵的速率小于岩浆上侵构造空间扩张的速率,为被动就位。

2 “高位侵入杂岩”如何填图问题的提出

江西中部的玉华山地区,玉华山“高位侵入杂岩”呈椭圆状作 SN 向分布,出露面积 370 km^2 。主要特点:①岩石类型复杂,主要有碎斑花岗岩、碎斑花岗斑岩、碎斑钾长花岗斑岩、粗斑二长花岗斑岩、碎斑熔岩等;②“高位侵入杂岩体”在空间上彼此紧密伴生,相互嵌套,或呈不规则同心环带状,或呈刺穿式同心带状;③岩石普遍具碎斑结构,环状、放射状裂隙发育。蜜蜂街超单元的各单元边缘及内部含有围岩破碎角砾,角砾呈尖棱角状、棱角状,砾径大小不等,大者达几米,小者仅几毫米。角砾局部分布较集中。说明玉华山“高位侵入杂岩”具有鲜明的隐爆特征;④岩石成分和结构由南向北作规律的演化;⑤成岩时代均为早白垩世 [$132 (\text{Rb-Sr}) \sim 103.1 \text{ Ma} (\text{K-Ar})$]。很显然,玉华山“高位侵入杂岩”介于深成岩与火山岩之

间。在玉华山地区开展 1:5 万填图时,这类“高位侵入杂岩”如何填图成为花岗岩区填图面临的新方法问题。我们当时的做法是,首先依照花岗岩区岩石谱系单位的方法填图,其步骤:①根据岩石类型、岩石结构和接触关系准则将杂岩充分解体,共解体侵入体 38 个;②依据岩石成分、岩石结构、成岩时代的一致性 or 相近性以及涌动、脉动接触关系准则建立单元,共建立了 10 个单元;③依据空间上紧密相伴、时间上紧密相随、成分相近、结构演化程序以及超动接触关系等标志归并为窑里、蜜蜂街、玉华山 3 个超单元及 1 个独立的桃溪单元。第二,在各种地质图件(野外手图、清图、地质实际材料图、地质图编稿底图)上按岩石谱系超单元、单元二级体制加火山岩岩性花纹的双重表达方式制图。这些做法虽说提高了玉华山地区“高位侵入杂岩”的填图质量和研究程度,取得了初步的效果,但考虑到“高位侵入杂岩”在江西省域内有一定的分布(如玉华山、相山等),又与铀、金、银多金属成矿关系密切,开展“高位侵入杂岩”填图方法研究势在必行。“高位侵入杂岩”填图方法的研究和解决,可填补深成岩填图方法和火山岩填图方法之间的空白,是对“花岗岩填图方法”的补充和完善。

3 同构造期脉岩调查

“花岗岩填图方法”偏重于专属性脉岩的调查,因专属性脉岩在成因上与深成岩体同源,在形成时间上紧随相应的深成岩体,是研究深成岩体的内容之一。但近年江西省地质填图发现众多脉岩的成因与一定的构造型式关系密切,属同构造期脉岩。如武夷山西坡的付坊超单元中发现 2 种显然不同产状的伟晶岩脉:一种是分布在付坊超单元边部向外缓倾斜的板状伟晶岩脉,属专属性脉岩无疑;另一种是呈带状分布的陡倾斜伟晶岩脉[其中钾长石的 K-Ar 法年龄为 $(151.1 \pm 114) \text{ Ma}$],在岩体、围岩

中均有发育,经研究这类伟晶岩脉属崇安—石城韧-脆性剪切带剪切作用所产生的剪切热而形成的同构造期伟晶岩脉。又如庐山地区,在观音桥片麻岩套中也发育 2 种不同产状的伟晶岩脉:一种是分布在观音桥片麻岩套边缘向外缓倾斜的伟晶岩脉,属专属性脉岩;另一类呈半环状分布的陡倾斜伟晶岩脉,在观音桥片麻岩套和星子岩群中均有发育[锆石 U-Pb 年龄为 $(132 \pm 0.13) \text{ Ma}$],经研究岩脉沿庐山变质核杂岩构造的基底拆离带分布,属庐山变质核杂岩构造的同构造期脉岩。再如赣南潭口地区,浅变质岩系呈现向南凸的弧形展布,沿弧顶有加里东期、燕山期花岗岩类侵入以及垂直弧顶的细晶花岗岩脉、石英脉呈半环形辐射状分布,脉岩切穿岩体的侵入接触界线。经填图,这类脉岩应属“弧形构造”的同构造期脉岩。

笔者认为,同构造脉岩具有如下特点:1)成因上与一定型式的构造关系密切,如区域性韧性剪切带、韧-脆性剪切带、大型拆离带、弧形构造、环形构造等;2)分布上平行构造带,或垂直构造带呈带状、环带状、放射状展布;3)在岩体和围岩中均发育,常常切穿岩体的侵入接触界线,脉岩产状多数呈现陡倾斜;4)脉岩类型以酸性脉岩常见,如伟晶岩脉、细晶花岗岩脉、花岗斑岩脉、石英脉等;5)脉岩的地质时代较新,主要集中在侏罗—白垩纪。对于同构造期脉岩调查,据我们的实践应注重以下几个方面的内容:1)同构造期脉岩的分布特征及分布规模;2)同构造期脉岩各单脉的规模、形态及产状;3)同构造期脉岩类型、岩石学、岩石化学及含矿性(较多的同构造期脉岩均属含矿脉岩);4)同构造期脉岩与其他不同类型脉岩在分布、产状、岩石学、岩石化学、形成时代等方面的区别;5)同构造期脉岩的形成时代;6)同构造期脉岩与区域某种构造的成因关系。同构造期脉岩对于构造研究有着重要意义,同时也是花岗岩填图的重要内容,在 1:5 万填图中应予以重视。

摘自《中国区域地质》1998 年第 3 期

火山构造组合研究和地质填图方法

——以福建闽清测区 1:5 万区域地质调查为例

马金清,李进堂,冯宗帜

(福建省区域地质调查队)

20 世纪 70 年代创立的火山地层—岩性岩相双

重填图法,使全国火山岩区的 1:20 万区域地质填

图工作得到了飞跃的发展。可是 20 年后的火山岩区 1:5 万地质填图若仍停留在原 1:20 万水平上, 所填测的地质图必然是除多几个火山机构(喷发中心)外, 火山地质构造面貌与原 1:20 万地质图相差无几。因此, 如何改进火山岩区填图方法, 提高火山地质研究程度, 是摆在新一轮 1:5 万填图面前的重要课题。笔者等在闽中火山岩区的闽清县、金沙、池园、白云等幅 1:5 万区调联测填图中, 以遥感地质为指导, 将单个火山构造研究扩展到多个、多种火山构造之间相互关系、组合形式、空间分布格局及其与区域构造关系的研究。填图中除了查明火山岩性岩相分布特征外, 更侧重调查不同火山机构喷发物层次、分布范围、相互关系、火山喷发起止先后。同时注重在按喷发带、区(盆地)测制基准剖面的基础上, 经划分对比建立测区地层系统。测区采用上述火山地层—岩性岩相—火山构造法所填制的地质图及编制的火山岩相构造图, 火山面貌清楚, 层次分明, 具有较强的立体感, 全面反映了不同阶段、不同时期火山作用特点、演化规律及火山岩相分布特征, 建立了普里尼式喷发的火山碎屑流堆积、爆溢相及侵入相等火山岩相的相模式, 合理地追塑了测区火山地层格架。

1 实例简介

闽清测区位于浙闽粤火山活动带中段。区内火山活动始于早侏罗世, 止于早白垩世, 以晚侏罗世火山喷发活动最为强烈, 形成的火山岩厚度较大, 岩类繁多, 岩相类型齐全, 火山构造复杂多样, 别具一格。通过 1:5 万地质填图共发现和恢复圈定大小不等、不同类型的火山机构(含喷发中心) 133 处。据其空间分布、组合类型特征, 将火山构造划分为 4 个 NE 向喷发亚带(相当于 IV 级火山构造)及 2 个火山构造洼地(火山喷发盆地)。前者与 NE 向断裂带展布方向一致; 后者分布在 NW 与 NE 向深断裂交会处, 火山岩及火山构造无论在大区域或小范围都清楚显示出受基底深断裂或区域断裂控制的特点。调查表明, 区内早侏罗世火山多为小型破火山或锥状火山, 火山岩具双峰式特点, 显示这一时期火山活动处于区域断陷的张性环境; 晚侏罗世火山常形成大、中型破火山、层状火山或穹状火山, 火山机构成群成带呈串珠状 NE 向线状展布, 总体属挤压环境下松弛阶段的产物; 早白垩世火山活动局限在火山构造洼地(盆地)内, 常形成镶嵌式、卫星式火山组合群体, 火山活动具双峰式特

点, 伴有 A 型晶洞花岗岩形成, 属张性(弱拉张)构造环境产物。区内火山构造复杂多样, 火山机构(含喷发中心)在空间上成群成带, 各火山口喷出物互相交织、叠置, 是本区火山构造一个重要特色。概括起来, 火山机构基本排列组合方式有镶嵌式、串珠式、卫星式、叠置切割式等。

1) 田当镶嵌式组合火山群体, 位于闽清县城东北侧, 是同一时期由多个火山相继喷发致使火山机构互相镶嵌叠置组成的群体(图 1)。长约 12 km, 宽约 5 km, 面积约 60 km²。西侧被侵入的粒状碎斑熔岩穿切或覆盖, 北侧被早白垩世山坪顶火山喷发盆地叠覆, 东侧延伸至区外。

该组合群体由南园组火山岩组成, 由茶山营、瓦窑坪、石榴洋、金山、梧洋等破火山组成, 在卫片上显示出环圈交织叠套的影像特征。它们基本上是由火山碎屑流相岩石组成的破火山, 火山通道由

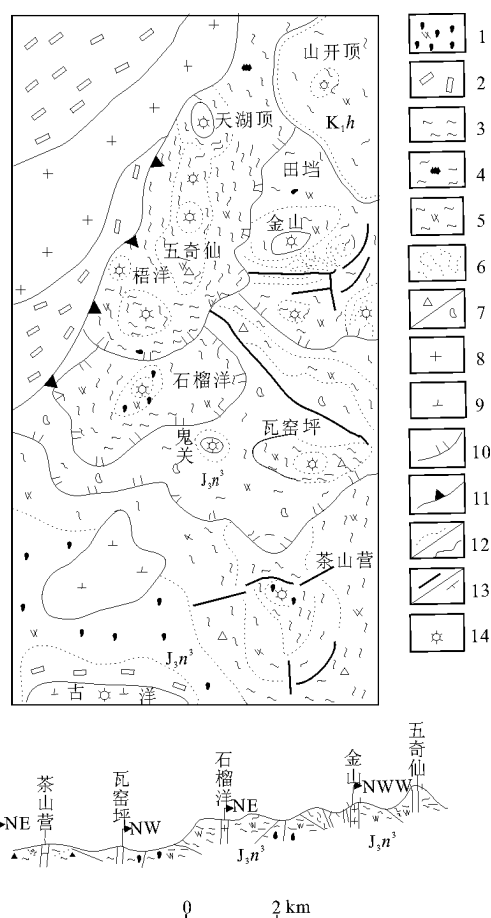


图 1 田当镶嵌式火山群岩性岩相构造图

K₁h—黄坑组; J₃n³—南园组三段; 1—流纹英安质晶屑凝灰熔岩; 2—碎斑熔岩; 3—流纹质; 4—英安流纹质; 5—流纹英安质晶屑凝灰岩; 6—流纹英安质晶屑凝灰岩; 7—角砾、集块; 8—花岗岩斑岩; 9—闪长岩; 10—各火山机构喷发物范围; 11—碎斑熔岩侵入界线; 12—岩相界线、地层界线; 13—断裂、流面产状; 14—火山口中心

熔结凝灰岩、熔结集块岩或花岗斑岩充填,一般均发育有环状、放射状断裂,各岩性、岩相均围绕火山通道环状展布,产状呈围斜内倾。但各火山机构又有自身的岩性、岩相分布格局,有的呈圆形、椭圆形或半圆形,彼此镶嵌叠置,构成了火山组合群体。它们是同一时期多火口同时或稍晚相继喷发,结束稍有先后,形成的镶嵌叠置的火山组合群体。

2) 云龙串珠式组合火山群体,位于闽清县城西南侧,是晚侏罗世晚期酸性岩浆喷发阶段形成的,长 6 km,宽 3 km,面积 18 km²。自南向北有

云龙、潭口、寨顶等火山机构呈 NE 向串珠状展布(图 2),这一特征与卫片上显示的 NE 向的串珠状环形影像恰相吻合。群体的火山通道相多由角砾集块熔结凝灰岩或含角砾熔结凝灰岩组成。通道外围是火山碎屑流相熔结凝灰岩及爆溢相的凝灰熔岩,呈环状、半环状展布,产状内倾,总体呈 NE 向带状展布。上述特征表明:该群体火山喷发受 NE 向基底断裂控制,火山同时喷发或交替喷发,使火山产物互相连接,形成了 NE 向展布的串珠式组合火山群体。

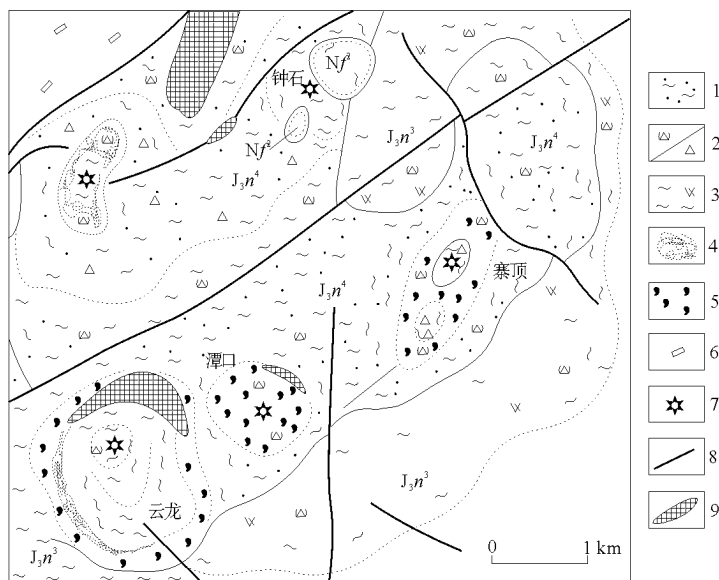


图 2 云龙串珠式火山群岩性岩相构造图

Nf²—佛昙组上段; J₃n⁴, J₃n³—南园组第四段、第三段; 1—流纹质晶屑熔结凝灰岩; 2—含角砾、角砾、集块; 3—流纹英安质晶屑熔结凝灰岩; 4—流纹质晶屑凝灰岩; 5—流纹质晶屑凝灰岩; 6—碎斑熔岩、橄榄玄武岩; 7—火山中心; 8—断裂; 9—潜火山岩

3) 大湖仙卫星式组合群体,位于闽清县城东南侧大帽山火山构造洼地的西北端,平面上呈椭圆形,面积约 50 km² (图 3),由下白垩统寨下组火山岩组成。群体中心大湖仙为中心火口,通道为含角砾熔结凝灰岩充填,自通道往外为火山碎屑流相的含集块角砾熔结凝灰岩、角砾熔结凝灰岩、熔结凝灰岩、英安质熔结凝灰岩,喷溢相安山岩和喷发沉积相的凝灰质砂岩、粉砂岩等。各岩性岩相带围绕中心火口呈环状、半环状展布,岩层围斜内倾,倾角 10~25°,并发育一系列环状、放射状断裂(部分为花岗斑岩充填);更为特征的是,环绕大湖仙中心火口通道发育有乌岩山、野猪段、六六溪、鸡京仙等一系列小型火山机构(侧火口),形成了以大湖仙主火口为中心卫星式分布格局的火山组合群体。这一组合特征是破火山口构造控制所致。

4) 大帽山叠置切割式火山构造组合,位于闽

清县城南部,早期旋回或先期形成的火山构造被晚期旋回或晚期的火山构造叠置切割。大帽山早白垩世火山构造洼地明显叠置切割晚侏罗世一系列火山机构(图 4),其火山产物有明显的间断叠覆。又如大帽山火山构造洼地内早期黄坑旋回火山机构被晚期旋回火山喷发物叠置切割,反映了不同旋回(时期)火山喷发中心有一定距离的迁移。这一组合形式对判别火山构造形成先后和火山地层划分具标志性作用。

闽清测区,在火山机构相互关系、产物叠置关系判别和不同时期、阶段及喷发次产物界面性质认定的基础上,以岩石组合特征、古生物化石、同位素地质年龄为依据,将原划归晚侏罗世长林组、南园组的火山地层,进一步划分为早侏罗世梨山组、藩坑组及晚侏罗世南园组第二、三、四段。把早白垩世火山地层划分为黄坑组、寨下组等岩石地层单

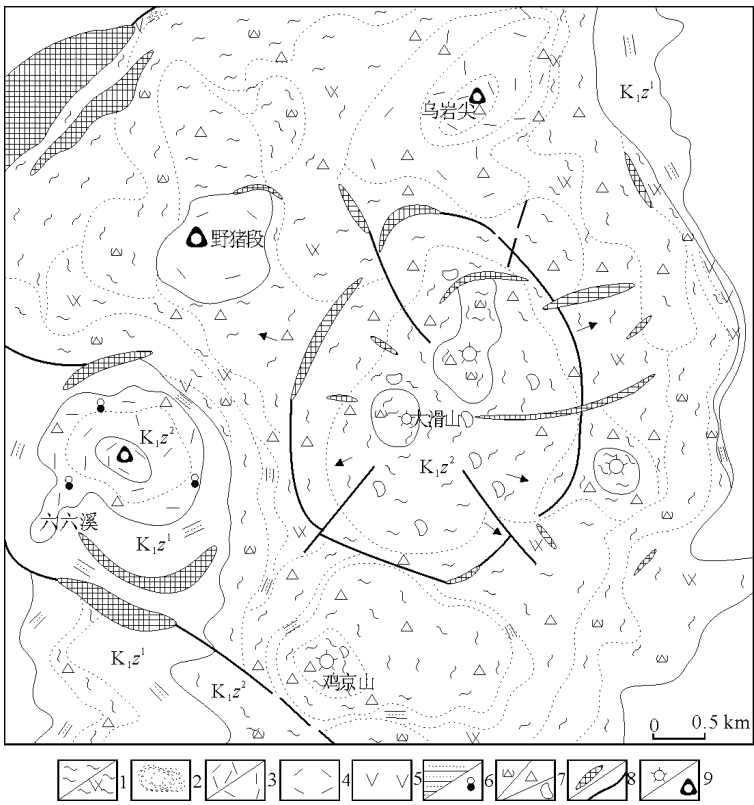


图3 大湖仙破火山岩性岩相构造图

K_1z^2 , K_1z^1 —寨下组上段、下段; 1—流纹质、流纹英安质屑熔结凝灰岩; 2—流纹质晶屑凝灰岩; 3—流纹岩; 4—块状流纹岩; 5—安山岩; 6—凝灰质粉砂岩、石泡; 7—含角砾、角砾、集块; 8—潜火山相、断裂; 9—古火山口、岩钟; 10—沉积岩产状、火山岩产状、接触面产状

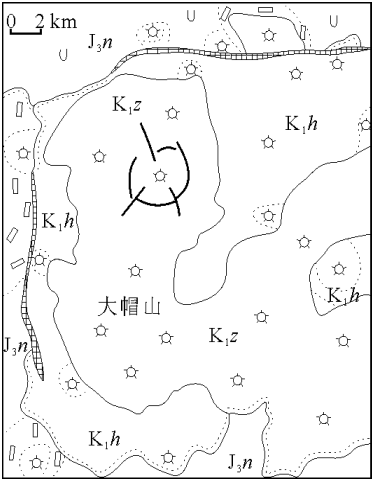


图4 大帽山地区叠置切割式火山构造组合

K_1z —寨下组; K_1h —黄坑组; J_3n —南园组

位,合理地重新建立了区内中生代火山岩地层层序,使闽中地区长期争议的地层划分归属问题得到圆满解决。

2 调查程序及工作方法

火山岩区 1:5 万区调工作,以遥感地质为先导,综合分析前人资料,通过野外踏勘,编制古火

山地质草图,填制岩性岩相地质图,并经加深研究等反复多次互为验证,最终编制古火山地质图、火山岩相构造图及地质调查报告。

1) 分析前人资料,捕捉火山构造信息,闽清地区 1:20 万地质图是 20 世纪 60 年代初用地层法填制的火山岩地质图,火山机构近乎空白,但从火山产物在空间分布特征上,一些特殊的大块度喷发物、特殊的岩石、潜火山岩以及某些断裂、岩脉(岩墙)空间产出形态,火山岩产状变化等蛛丝马迹仔细分析,仍能发现一些火山机构形迹。在综合分析研究前人资料过程中,依据火山作用特点和机理,把能反映火山构造、火口位置的地质体、地质要素及喷发物,用设计好的花纹、图例及符号标绘在地质草图上,使地质草图具有较强的预测性。

2) 深化航卫片判读及地貌分析,航卫片上蕴藏着极其丰富的火山作用信息,在开展工作前应充分利用视域广泛的、能充分揭示环形线性影像的卫片,并配合航片,结合地质内容以及地形、地貌特征等深入判读,找出判别标志。如地形陡峻变异处或转折端,往往是 2 种不同岩性和岩相界线,或是环状、放射状断裂通过的地段;而一些比较陡峻独立的山头以及不规则的丘包,往往是流纹岩或是其

充填于火山通道形成的岩钟或岩柱,比较浑圆宽缓的山头通常是斑岩类;某些环形的直立陡壁多为熔结凝灰岩等。另外,中生代古火口往往具有环形构造,而破火口常表现为环形山、负地形及环状、辐射状水系等地貌景观。将上述火山构造形迹在地质草图上作特殊标志。充分利用航卫片对提高填图工作的预见性、效率和质量具有重要作用。

3) 合理灵活布置观测路线,观测路线布置基本上按火山岩工作方法指南要求,而为了提高工作效率,更好地解决火山地质问题,宜采用主干路线与辅助路线相结合的办法。主干路线间距可以稀疏,但必须安排在火山构造反映较明显、露头好,岩性、岩相发育较齐全的地段,由经验丰富的地质人员进行观测,目的在于搞清火山地层层序、岩性岩相组合特征及划分标志,特别要掌握不同时期或不同喷发次形成的岩石的颜色、成分、结构构造变化及差异性和土壤地貌特征等。在主干路线基础上,间插地布置辅助路线,用于圈定地质体及了解岩性、岩相的空间分布范围,或针对关键部位作适当加密,以提高火山地质研究程度。路线上凡遇到不同的岩性岩相接触界面、标志层、含矿层、产状变化以及反映火山构造的岩墙、岩脉、断裂、蚀变,均应认真观察记录、标定,并作适当追索,为确定古火山中心及不同火山机构边界奠定基础。

4) 岩相构造剖面测制,当填图之后地质图基本定下来了,古火山面貌基本清楚了,应选择火山构造反映明显、岩相发育齐全的地段测制代表性火山岩相剖面。重在研究火山岩相特征、变化等,如熔岩的流纹构造、流动方向,斑晶或碎屑的大小及含量变化,及其与其他岩石的关系和熔结火山碎屑岩的碎屑物组合、碎屑粒度、塑性组分含量、形态特征、熔结程度、相序、相组合、相厚度、冷却单元等。特别对主要岩石或岩相间的接触关系及性质应予查明。

3 研究的主要内容

1:5 万火山岩区地质填图,在运用地层岩性岩相双重填图法中,寻找火山产物的来源地是提高火山地质研究程度的关键。首先要研究每一个喷发带、区(盆地)的火山岩地层层序,通过划分对比建立起测区地层系统;同时研究火山岩岩相空间分布特征及纵横方向的变化,建立不同岩相的相模式。在火山构造方面特别强调要深化火山构造研究,从以往研究单个火山构造扩展到多个及大型火

山构造的研究,并通过重点剖析典型火山机构,研究不同时期(阶段)火山活动特点、火山构造排列组合方式、空间分布格局及其与区域构造的关系,进而探讨火山构造成因机制及演化历程,建立火山构造模式。为此,在填图中还应重视做好以下几方面的调研。火山岩产状是研究火山构造的重要手段,因其产状变化大,多测量产状,研究其变化规律,对恢复圈定火山机构和确定火山类型具有重要作用。还应查明大片火山岩系中不同间断界面的性质。构造不整合面是一种常见的、区域上具有一定稳定性的界面,也是划分火山活动旋回及群或组的界面;喷发不整合面是同一火山活动旋回内由火山喷发造成的与下伏地层的不平整面或超覆面,一般是划分地层单位段和少数组的界面,在界面上下常可见到冷凝边及烘烤边或蚀变带,通常也是划分火山机构或火山群体的边界。此外,常可见到侵出相、潜火山相及火山通道相岩石与围岩呈侵入、穿切或过渡关系,这也是不可忽视的重要调研内容。

4 图件编制方法

火山岩区填图除提交地质图外,需编制古火山岩相构造图,该图编制成功与否是关系总结火山活动规律的重要环节。为了直观客观地反映古火山面貌及不同类型火山构造之间的内在联系,编图以突出火山构造,反映火山物质来源地为原则,火山基底地质内容及一些范围小的次要的岩性、岩相可以简化,主要火山岩相带、火山构造及能反映火山构造的标志,如岩墙(脉)、断裂等要醒目。因而在编图方法及表达形式上首先应突出火山机构类型及其之间关系、喷出物范围,然后注意火山机构组合群体及其与大型火山构造、区域构造和侵入活动的关系。1) 图例设定,采用简单、形象的花纹及不同线条组合,分别表示不同岩性岩相,并用不同线划表示不同的火山机构类型、火山物质来源地及产物空间分布范围。尤其对反映火山构造的断裂、岩墙、岩脉以及控制火山活动的区域断裂用醒目的图例表示。2) 线条以已确定的火口位置为放射状或同心弧状的圆心往外画出。当某火山机构不完整,火口位置被晚期(次)喷发物覆盖,或火口位于区外时,则取大致垂直岩相界线或岩层走向由外往内画收敛线划。3) 相邻火山机构的交接部位,有时可能存在火山形成物相互混杂的现象,不太容易确认其归属或是其共同产物部分,则采用重叠制图。4) 不同级别的火山构造,采用线条粗细比例适度

的不同图例表示,对研究程度不同的古火山口(通道),则用醒目的不同图例加以区分。这样,编绘出的火山岩相构造图不但能直观地反映出火山机构物质来源地,喷出活动起始、结束的先后及排列组合的空间分布格局等,火山作用规律一目了然,具有较强的立体感,而且能清楚地显示出不同级别的火山构造与区域构造的关系。

5 结 论

1) 在火山岩区填图中,必须充分利用视域广阔,能充分揭示环形、线性构造的卫星照片、航片和物化探资料等,发掘更多的古火山信息,提高工作的预见性、效率及质量。

2) 1:5 万火山岩区地质填图,不仅要沿用 1:20 万区调所创立的双重填图法,而且要不断改进和完善该方法,以深化火山地质研究,促进火山岩区地质填图工作。

3) 在研究单个火山构造的同时,更应注意研究多个多种火山构造及其空间组合形式、产物分布范围,并查明不同产物间界面的性质,这对研究火

山喷发演化的历程,正确建立火山地层层序、格架及寻找火山矿产有现实意义。

4) 在同一火山活动期内,虽然火山活动基本连续,但赋在同一构造不整合面或同一喷发不整合面内的若干个火山口不是在同一时间内整体形成的,各火口在各阶段的喷发起止有先有后,有的表现同时或稍后,喷出物表现为在空间上是相互交叉叠置的,火山机构呈串珠状、镶嵌状等。

5) 为了更好地反映测区古火山构造面貌及各时期火山活动旋回、岩相、火山构造之间的关系,以及构造-岩浆作用、火山活动与侵入活动的关系,除提交地质图外,还必须编制火山构造岩相图。

6) 通过研究火山机构类型、喷出物波及范围,了解火山构造空间分布规律及典型火山机构等,探讨火山群体活动规律及成生演化历史,进而由火山机构基本单元逐级归纳划分出不同级别的火山构造系统,对研究区域构造、深部构造与火山活动的关系,探讨火山喷发的成因机理,具有十分重要的意义。

摘自《中国区域地质》1998 年第 3 期

GIS 在 1:5 万榆关镇幅区域地质调查中的应用

董国臣,郝国杰,陈 达,李承东,郑建民

(河北地质矿产勘查开发局)

榆关镇幅位于河北省秦皇岛地区,地处燕山东南麓。区内主要岩性为早前寒武纪变质火山—沉积岩(芦龙群湾杖子组及三门店组)和花岗质岩石(龙口店变基性岩、饮马河片麻岩、庙岭片麻岩、战马山石英闪长岩、望海店变质石英闪长岩和秦皇岛变质花岗岩),北部及西部尚出露有中生代沉积地层(下花园组)和花岗岩(2 个序列 4 个单元),第四纪沉积发育。

区域研究程度较高,许多单位先后在本区进行过地质矿产调查及专题研究工作。本次工作在野外填图前,搜集了区内已有的地质矿产、水文、航磁、重力、地球化学、航片和 TM 卫片以及地形和基岩钻孔资料。同时选用了 Mapinfo for Windows 4.0, Mapbasic for Windows 4.0, ER Mapper 5.2, 以及 Geobase 软件进行资料处理及编辑。GIS (Geo Information System) 是一套与地理信息或空间信息相关的信息系统,它能对空间信息进行采集、存贮、加工、分析及再现,不仅如此,GIS 还能够提供多种方法和途径,综合分析不同的空间信息,解释不

同实体的空间关系,解释各种地质现象以及模拟其形成过程。因此借助于计算机,GIS 为地质人员提供了一个分析解译地质、物化探、水文、遥感及地形等方面多元综合信息的强有力的工具。

1 野外数据采集

借助于 GIS 对航磁、重力及航卫片资料分析、解译,在此基础上进行野外地质填图工作。

1) 野外地质点记录,地质填图的目的是采集野外第一手资料。地质点的描述针对宏观地质特征,内容包括岩石名称、颜色、结构构造、粒度变化及接触关系等,尽量多定点描述,减少同一路线不同的点重复描述及点间记录,描述内容记录在一定格式的记录本上。地质点的点位(坐标)直接从 1:2.5 万野外手图上量取,记录内容在野外驻地输入 Paradox 数据库软件,形成地质点数据库,并转入 Mapinfo 4.0 形成地质点图层文件,若有条件可在野外驻地计算机上进行地质体勾绘。

2) 剖面的记录, 剖面研究是区调工作的重要内容, 我们在实际工作中依然采用皮尺测量、手工记录的方式, 描述分层特征及宏观变化特征, 然后将记录内容输入计算机 Paradox 数据库, 建立相应的专业数据库。

3) 地理坐标的选择, 所有的地质记录都与空间位置有关, 地理坐标选用高斯-克吕格投影, 克鲁索夫斯基椭球体, 普尔科沃大地基准坐标系。点位坐标值的确定主要有 2 种方式, 一种是使用 GPS 定位仪, 另一种则是直接从野外手图上判读。在早期野外工作中我们曾试用 GPS, 但由于坐标系转换问题, 主要采用手图直接测量法, 每个坐标值都精确到米。

2 资料综合处理与图层划分

原始资料包括图形、数据及文字描述资料。图形资料可通过扫描 (Scanning) 或数字化 (Digitizing) 转入 Mapinfo 4.0 生成图形文件, 数据资料经格式化 (gritting) 后输入 ER Mapper 5.2 形成图像文件, 文字资料则以数据库或直接输入 Mapinfo 4.0 形成数据库图件、属性表及标注说明。所有资料经过编辑处理, 最后转入 Mapinfo 4.0 形成一系列空间数据库, 空间数据库以图层 (Layer) 为基本逻辑文件, 各图层根据需要可以任意套合及叠加, 形成不同类型的图层。而作为最终成果只提交地质图及数据化资料光盘。

3 地质图的表示内容

地质资料共形成 5 个图层: 地质体分布图、构造要素图、基岩地质图、图外整饰图以及地质图图例和注记。

1) 地质体分布图, 表示图幅内各地质填图单位的展布, 并按色标及图示图例标准赋予标准颜色和纹饰。地质体特征以下挂式属性表的方式表示, 包括填图单位名称、代号、主要岩石类型、结构、构造、同位素年龄以及各自特定代号 (Ccocode 及 ID), 借助于特定代号, 可把属性表与其他关系型数据库相联系, 以表明其详细属性特征信息。

2) 构造要素图, 表示所有的构造要素, 包括断层、褶皱枢纽、面理、线理、韧性变形带及地质体产状。其中地质体产状枢纽只是 1:5 万地质图面所能表示的部分。各种构造要素以属性表的形式表示其类型和产状数据。

3) 基岩地质图, 根据 1:20 万重力和 1:5 万航

磁解译成果及钻孔资料, 结合露头区地质体特征对第四系覆盖区进行揭盖编制而成, 它表示整个图幅内的基岩地质体分布特征。并与地质体分布图一样, 以属性表来表示地质体的特征。

4) 图外整饰图, 表示地质图上所有的附图、附表、图切剖面、接图表及行业标记等。

5) 地质图图例及注记, 表示填图单位的文字说明、地质体符号和图面表示的产状数值。

4 矿产地质图

根据区内已有的 1:20 万区域矿产调查成果和矿产普查等资料编辑而成, 共分为 3 个图层: 矿床、矿 (化) 点分布图、成矿远景区划图和矿产图例、符号及注记, 分别表示矿床、矿 (化) 点的分布、矿化异常区 (根据 1:20 万化探及 1:5 万航磁) 和成矿远景区以及图面文字说明、图例等。前两者均以属性表来说明详细资料。

5 物化探及遥感图件

航磁、重力、地球化学及遥感图件均是在收集已有资料的基础上通过 ER Mapper 5.2 处理而成, 其中航磁资料为 1:5 万比例尺, 重力和地球化学资料为 1:20 万比例尺, 遥感资料为美国陆地卫星 TM4 全波段数据。

1) 航磁资料, 将航磁平面异常图描绘、扫描、输入 Arc/Info 软件, 编辑形成三维坐标数据文件, 再将该数据文件用 Petrosys 软件栅格化处理, 其像元基本尺寸为 20 m×20 m, 然后输入 ER Mapper 图像软件进行处理, 可按要求形成不同高度的上延下延异常图、不同方向异常滤波图及剩余异常图。这些图件对地质体解译效果良好。

2) 重力资料, 与航磁资料相近, 原始重力资料经栅格化形成 500 m 像元后, 转入 ER Mapper 进行编辑处理, 形成布格重力异常图呈假彩色剩余异常图, 也可形成等值线异常图。重力异常图对解译断裂构造, 特别是具一定规模的构造效果较好。

3) 卫片图像, TM4 卫片的地面分辨率为 30 m, 把卫片数据输入 ER Mapper 进行编辑处理, 利用 11×11 和 3×3 窗口滤波加强, 形成像元为 30 m 的地面图像信息, 它对识别地表岩石类型效果明显。将其不同波段赋予红、绿、蓝 3 色进行叠加, 所显示的效果也不尽相同, 3, 2, 1 波段叠加显示自然色; 4, 3 和 2 波段叠加显示假彩色合成, 其中植被显示红色, 土壤显示绿色, 水显蓝色。7, 4

和 2 波段代表不同的植物和岩石, 同时也能清楚地体现构造特征。

4) 地球化学资料, 地球化学资料的采样密度为每 4 km^2 一个样, 分析元素共 39 种, 将每种元素数据栅格化后输入 ER Mapper 软件, 形成 $2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$ 的像元, 根据要求可生成色块图或色级图。单元素及结合元素图像对成矿远景区划研究是非常有用的。

6 数据库文件图层

数据文件图层主要包括由地质点、地质产状要素、钻孔及各类测试样品等所形成的图层, 将这些资料按其内容分别输入 Paradox 5.0 数据库软件, 形成 DBF 文件, 其输入内容如下。

地质点: 点号、点位、点性、岩石名称及特征描述等。

地质产状: 产状类型、走向、倾向及倾角等。

岩矿鉴定: 样品编号、岩石名称、矿物成分、结构构造、次要矿物成分、次生矿物等。

岩石化学全分析: 样品号、岩石名称及各项分析结果等。

稀土元素样: 样品号、岩石名称及分析结果。

同位素样: 样品号、岩石名称、同位素年龄、测定方法等。

人工重砂样: 样品号、岩石名称及分析结果。

水井钻孔及工程钻孔: 孔号、孔深、岩层 1、岩层 2 及岩层 3 等。

每个数据库的数据项均包括坐标及代号。将这些数据库文件转入 Mapinfo 4.0, 利用其坐标值产生点, 形成不同的数据库图层, 构成空间数据库的一部分。

7 地形地理图

1) 交通道路及村镇分布图: 表示村镇及道路分布状况, 并以属性表表示村镇及道路名称、级别等特征。2) 水系分布图: 表示区内河流、湖泊及

渠道分布特征, 并表示其名称、类型等特征。3) 地形等高线分布图: 以 40 m 的等高距表示地形等高线分布特征, 并以属性表输入其类型及高程值。

4) 测区图框: 表示图幅轮廓、修饰边框及图幅经纬度和方里网值, 生成标准 1:5 万图框。5) 图幅方里网格图: 表示图幅范围内的方里网格, 即高斯-克吕格坐标系格网。

8 讨 论

区域地质调查是一项基础性地质工作, 涉及的知识面很广, 几乎包括地质学各个领域。区调工作过程需要处理大量多方面的资料, 区调成果也正是多种信息综合研究的体现。另一方面, 区调涉及的资料种类繁多, 既有图形、图像, 又有文字、数字, 并且这些资料多与空间位置密切相关。这些恰与 GIS 的特征相符合, GIS 的特点表现在综合处理多源空间信息方面。因此, GIS 在区调工作中可以得到充分的发挥及应用。GIS 的应用将使区域地质调查工作步入一个崭新的阶段, 其优越性体现在以下几个方面。

1) GIS 的应用增强了区调工作综合处理运用航磁、重力、遥感及水文地质资料的能力, 丰富了区域地质调查成果的表示内容, 扩大了区调成果为社会服务的应用范围。

2) 从野外工作阶段开始利用微机, 与传统区调资料相比, 减少了各资料之间的互相转绘过程, 提高了工作效率, 减少了工作周期及劳动强度。

3) GIS 作为一种工具, 它既能有效地综合各种原始资料, 又能把不同资料进行有机的组合, 不同资料形成不同图层, 实现综合解译及处理分析, 达到资料共享。

4) 工作成果及各类资料均以数字化形式保存, 有利于资料的更新及二次开发利用, 缩短了资料编辑及出版周期。

摘自《中国区域地质》1998 年第 4 期

GPS 与 GIS 结合进行 1:5 万地质填图的研究

李天文, 马智民

1 我国 1:5 万地质填图现状

区域性地质调查是国民经济建设的一项基础工

作, 对农业、水利、冶金、能源、国土规划整治等方面有着重要作用。但目前我国 1:5 万地质填图仅完成国土面积约 20%, 而每年所能完成及待印刷

出版的图件 200~300 幅,仅占国土面积的 0.07% 左右。地质图的制印依赖传统的手工艺导致的套回精度不高和周期过长,严重地制约着地质调查成果图件的出版速度及质量。

在科技高速发展的今天,使用传统地质图的局限性就暴露出来了。主要是不利于用户图件内容的二次开发及改版与更新,表现形式单一,不能按要求直接在原图上形成各种专题地图。解决以上问题的方法就是采用数字化制图。

地矿部科技司设立的“计算机辅助编制 1:5 万地质图工艺流程试验研究”项目,为 1:5 万地质制图从传统方式向计算机制图转变奠定了坚实的基础。中国地质大学研制的 MAPCAD 制图软件在区调行业也得到了推广应用。然而 MAPCAD 软件编制 1:5 万地质图还存在着两大问题:一是 MAPCAD 只是计算机辅助制图软件,不能将图件中的点线面等要素赋予不同的数据,没有空间分析及属性库管理等功能;二是每个使用 MAPCAD 的单位未按统一标准进行图件内容分层归类,文件命名及图件中的图例花纹、线型、符号、颜色等也无统一标准。同样,按以上方式形成的数字地质图不利于图件的使用、二次开发、数据统一管理和数据的共享,对全国区调工作的统一也极为不利。1996 年,中国地质大学在 MAPCAD 基础上推出了 MAPGIS 软件。目前基本上只是利用了 MAPGIS 软件的制图功能,属性库管理和空间分析等功能还未开发应用。因此,充分发挥该软件的各项功能在绘制区调图中的应用是目前需要开发研究的问题。

2 GIS 完成 1:5 万地质填图的标准化内容

1) 地质图的图层划分和属性数据库结构设计应以 1997 年 3 月编制的《数字化地质图层及属性表格式》(征求意见稿)标准为主要参考依据。

2) 各图层中图形的点线面参数应按 1:5 万地质图出版要求进行设置。

3) 各属性表中,各数据项的代码以 GB9649 为标准进行设计,各数据库数据项的记录数据长度均以“km”或“m”为单位,角度以 60 进制度分秒连续填写,不足 2 位前补 0,日期只输年月,不足 2 位的月份前补 0。能归并统一的数据内容可编临时性代码,输入代码由计算机自动转换,不易标准化的内容一律填写汉字。

4) 应建立详细的数据代码字典。

3 差分 GPS 作为 1:5 万地质图数据采集方案

1) 单基准站差分。在要进行 1:5 万地质填图的区域内靠近中心地区选择一个已知点位坐标,可靠的控制点作为单基准站,设置一台多通道 GPS 接收机进行长期观测,根据差分 GPS 的实验结果,选择单基准站可满足 1:5 万地质填图的精度要求。

2) 坐标差分。采用坐标差分计算简便数据甚少。在测量时,基准站与用户同时观测,由基准站的已知坐标与实测坐标可求出某一时刻偏差值($\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$),将用户接收机与该时刻的记录值通过差分校正公式同偏差值进行运算后,可得校正值。

3) 几何数据、属性数据联合采集。利用 GIS 完成 1:5 万地质图,需要将地面上实体的几何数据和描述地理实体的属性数据输入到 GIS 地理数据库中。几何数据用以描述观测点空间位置,属性数据用来描述对象的特征和性质。具体到 1:5 万地质图上就是地层、岩石、构造、水文地质、地貌等特征。各野外地质调查小组配备一台便携式计算机,在 DGPS 接收机采集几何数据的同时输入属性数据,并及时检查,发现问题立即修改。野外工作一段时间后,可将便携机中数据传入到大本营中的 GIS 中。

4 利用 GPS 和 GIS 完成野外填图

传统的野外填图需要将 1:5 万地形图放大至相应的 1:2.5 万的地形图作为手图,或将与 1:5 万相应的 1:2.5 万,1:1 万地形图作为手图,以提高地质点在 1:5 万地质图上的精度。如用差分 GPS 定位技术就可用 1:5 万地形图作为野外填图的手图。将差分 GPS 采集的数据用电子手簿记录,在各观测点位前注不同代号,其代号和野外记录资料的相应点位代号相同。再将 GPS 数据通过接口转换成 GIS 数据格式,在 1:5 万地形图的图框内完成地质填图。

利用差分 GPS 定位技术填图不仅省时,而且能减少扩并误差和数字化过程中与底图的套误差。同时利用 GIS 工具在地形图上做任意剖面,既减少了野外工作量,又缩短了成图周期。另外,GIS 成图中利用计算机,增强了地质图面的表现力,使色标更好地发挥了填图语言和制印依据的作用。

摘自《西安工程学院学报》1998 年第 3 期

基于 GIS 的区域地质调查数字制图

——以 1:5 万《里庄幅》为例

廖忠礼^{1,2}, 刘晓蓉¹, 陈 乔¹, 廖光宇¹, 朱弟成^{1,2}

(1. 成都地质矿产研究所; 2. 中国地质大学·北京)

1 概 述

1:5 万《里庄幅》图幅地处我国西南横断山系东缘的中高山及高山深切区段内, 位于四川省凉山彝族自治州的冕宁县、西昌市和盐源县接壤部位。其区域研究程度较高, 许多院校、科研及生产单位先后在本区进行过地质矿产调查及专题研究工作(四川省地质局、水电部设计单位、中国科学院、西南地震队、四川省冶金地质勘探公司 603 队、成都地质学院、成都地质矿产研究所及中国地质科学院地质研究所、地质力学研究所)。本次工作在野外填图前, 搜集了区内已有的地质矿产、水文、工程、航片和 TM 卫片以及地形资料。同时选用了 MAPGIS 软件进行资料处理及编辑。

地理信息系统(Geographic Information System, 简称 GIS)是建立在地球科学基础上的边缘科学, 是以地理空间数据库为基础, 在计算机软硬件的支持下, 对空间相关资料进行采集、管理、操作、查询分析、模拟、显示和制图输出, 并采用地理模型分析方法, 适时提供多种空间和动态的地理信息, 为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机技术系统; 是融地理学、几何学、计算机科学及各类应用对象为一体的综合性高新技术。其最大特点在于能够提供多种方法和途径, 综合分析不同的空间信息, 解释不同实体的空间关系, 解释各种地质现象以及模拟其形成过程。因此借助于计算机, GIS 为地质人员提供了一个分析解译地质、物化探、水文、遥感及地形等方面的多元综合信息强有力的工具。

2 基于 GIS 的区调地质调查方法

MAPGIS 具有生产高品质矢量地图和图表的能力, 完全可以满足区调工作最终成果需求。GIS 在区调工作中的实施应贯穿于工作的始末。GIS 的工作过程包括数据准备、数据输入、数据编辑与输

出, 应与区调工作的资料收集、踏勘设计、野外调查、资料整理及出版对应起来。

2.1 数据准备

组成区调的 GIS 数据主要包括收集到的资料及野外实际勘测得到的数据。考虑到成果的综合性和除收集常规的地质、矿产资料外, 还应收集水资源、土地、植被等资料, 并按所建立的 GIS 数据模型来描述工作区内不同地质体、不同资源信息的空间位置(几何信息)及与之相关的性质信息(属性信息), 建模的方法应符合系统对数据的要求。

根据区调的特点, 其 GIS 数据库模型一般采用关系型数据库。在进行区域扫描之前, 应确定数据库中每一个要输入记录的字段类型及宽度, 以确保信息输入的速度并减少作业的出错率。野外扫描应在数据模型的指导下完成, 根据库内字段类型来完成信息的采集。

2.2 数据输入

数据输入是在硬件支持下完成的, 主要输入设备包括数字化仪、扫描仪等, 目前主要采用扫描输入方式, 键盘输入是属性数据的输入方式。

在 GIS 中, 几何数据以点、线、面形式表示。点要素在区调工作中反映为地质点、岩性控制点、岩性界线点、采样点、剖面起始点、矿体点、构造控制点以及风景点、人文点, 等等; 线状要素反映为地质界线、构造线、剖面线; 面状要素反映为岩体、岩脉、火山机构、环状断裂及其他封闭的地质单元和其他面状信息。为合理安排工作强度, 应在设计前期输入地形图, 并按照区调的要求对地形图内各要素进行合理取舍或添加, 并应用 GIS 的图层管理功能, 删除生成编稿原因、交通图、地形数字模型等图件。

属性信息的输入与几何信息的输入同时进行, 按照预先建好的数据类型来完成。其他数据库的记录应按工作总则的要求并随着工作的进展来逐步完成。

2.3 编辑及分析

编辑作业主要以人机交互的方式进行。其主要

任务：1) 处理在初期输入作业中难以处理的、复杂的属性信息；2) 修正、补充在图幅间接边外形因数据的不一致以及输入的几何数据与属性数据的差错及缺失等；3) 创建不同岩性花纹，多数 GIS 软件缺乏地学中的岩性花纹，但系统具有创建符号功能，可依据有关标准创建；4) 修边工作，地质图不同于一般图件之处在于周边的内容（图例、剖面、接图表、柱状图、岩性谱系图等），此项工作应在编辑阶段内完成；5) 确定空间拓扑关系，通过拓扑关系，确定地质图内不同几何信息的关系（断裂与地层、岩体，岩体与岩体，岩体与岩脉，岩脉与地层等），以便进行空间分析。

GIS 不同于一般数据库系统与计算机制图系统之处，在于其具有分析功能，并可在区调工作中充分应用。例如，通过叠加法对有关图件进行逻辑运算，就可形成有关专题图件。

2.4 产品输出

GIS 产品输出常有打印输出或绘图输出。目前，高质量的喷墨绘图仪完全可以满足对地质图的高精度、高清晰度和着色均匀的要求，如出图的份数较大时，为降低成本起见，可采取光栅分层，输出红、绿、蓝 3 原色图，再由印刷合成。

3 数字制图方法及工艺流程

3.1 数字制图依据的规范

1) 中华人民共和国地质矿产部 1986 年批准、发布的标准 DZ41-86《1:5 万区域地质图地理底图编绘及地质图清绘规程》；

2) 中华人民共和国国家技术监督局 1989 年发布的中华人民共和国国家标准 GB958-89《1:5 万区域地质图图例》；

3) 中华人民共和国国家技术监督局 1990 年发布的中华人民共和国国家标准 GB12342-90《1:2.5 万、1:5 万、1:10 万地形图图式》；

4) DZ/T0179-1997《1:5 万地质图用色标准及用色原则》（本测区使用 4 色色标）；

5) 中华人民共和国地质矿产部 1991 年发布的行业标准 DZ/T0001-91《1:5 万区域地质调查总则》及《三大岩类（沉积岩、变质岩、花岗岩类）区域地质填图方法指南》；

6) 四川省地质矿产局 1992 年《1:5 万区域地质调查工作手册》（内部出版、使用）；

7) 编绘设计书。

3.2 数字制图方法及工艺流程

3.2.1 数学基础的建立 新编制的 1:5 万地质图采用高斯-克吕格（Gauss-Kruger）投影，克拉索夫斯基（Krusovosky，1940）椭球体，6°分带，分幅编号按国家测绘局 1990 年 12 月发布的《1:5 万地形图更新技术规定》进行分幅编号。每幅图经差 15′，纬差 10′，方里网注偶公里数，间距 4 cm，中央经线 99°。因收集到的底图资料仍为 1954 年北京坐标系，1956 年黄海高程系，加之考虑到与测区 EW 两侧地区已测图幅的接图等原因，故仍采用 1954 年北京坐标系，1956 年黄海高程系，等高距为 40 m。H47E023024 位于 17 带的东边缘 15′以内，故需展绘 18 带方里网（表 1）。

控制点点位误差不超过±0.2 mm，图廓边长误差不超过±0.2 mm，方里网线误差不超过±0.1 mm，对角线误差不超过±0.3 mm，2 对角线的校差不超过 0.3 mm；图廓线均可按直线绘出（表 2，图 1）。

3.2.2 地理底图数字化及编辑 由于 1:5 万里庄幅的地形图不是数字化地图，因此，首先要对其地理底图进行数字化。数字制图的工艺流程一般为图 2 所示。

表 1 里庄幅图廓点对邻带坐标的坐标值

点号	经度λ	纬度φ	经差±Δλ	纵坐标 X m	横坐标 Y/m	
					查表值	换算值
1	101°45′	28°10′	+2°45′	3 120 029.0	270 140.3	17 770 140.3
2	102°00′	28°10′	+3°00′	3 120 611.5	294 710.5	17 794 710.5
3	101°45′	28°00′	+2°45′	3 101 546.6	270 558.2	17 770 558.2
4	102°00′	28°00′	+3°00′	3 102 126.8	295 166.5	17 795 166.5

表 2 里庄幅三角点控

点 名	等级	直角坐标/m		高程/m
		X	Y	
黄瓜坪子	Ⅲ	3 126 469.0	17 776 212.1	3 209.6
阿牛窝个	Ⅱ	3 137 939.13	17 793 241.38	3 626.3
牦牛山	Ⅲ	3 124 914.6	17 789 190.4	3 403.3

1) 地理工作底图编绘，使用彩图嵌贴方法：在厚 0.1 mm 的热定型薄膜片基上，用方眼坐标尺展绘 1:5 万数学基础，经检查达到精度要求后方能使用。选用图纸伸缩率不超过 4‰的 1:5 万软纸彩色地形图作编图基本资料图件。每幅 1:5 万地形图视图纸伸缩情况裁割成若干块，但不得超过 16 块。然后展绘有数学基础的薄膜片基在透图台上进行嵌贴，所有的方里网线、图廓点和三角控制点均作为嵌贴控制点。控制点拼贴对点误差不超过 0.1 mm，方里线应为直线，因扭曲而造成的弯曲矢长不超过

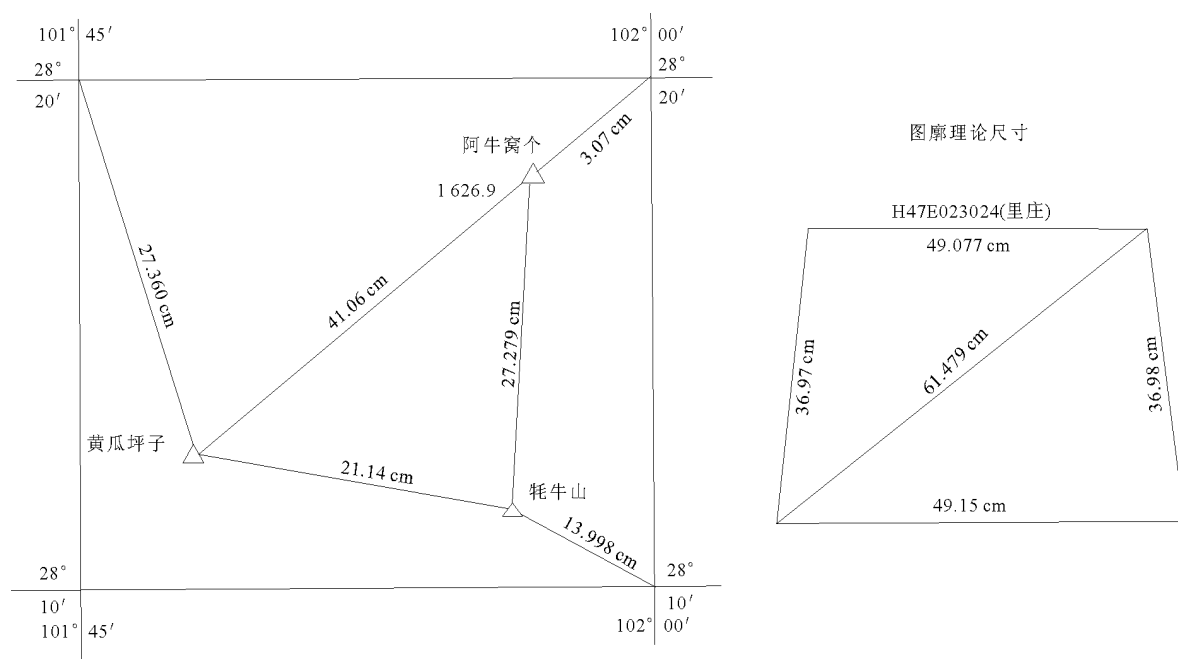


图1 图廓理论尺寸及三角控制点分布图

0.2 mm, 嵌贴裂隙不大于 0.2 mm, 彩图不得压盖内图廓线, 嵌贴好的彩图图面平整、清洁、粘贴牢实, 无漏胶现象。

2) 地理工作底图数字化, 将编绘好的二版图铅笔稿地理工作底图扫描成栅格图, 输入微机, 应用 MAPGIS 软件将其数字化, 并依照前述规范、技术标准及编绘设计书的各类参数表对各要素进行编辑, 形成地理版数字图文件。

3) 数字化地理版的误差校正, 地理版数字化编辑完毕后, 应用理论数据对其进行校正。校正时采用 4 个图廓点及偶公里组成的方里网交点和三角控制点为校正控制点。图廓和方里网交点的理论数据采用 MAPGIS 软件中投影转换子系统所提供的 1:5 万标准图框的数据, 三角控制点采用收集到的数据换算而成。校正后数学基础应满足规范要求的精度。

3.3 作者地质原图的制作

1) 地质工作底图数字化及编辑, 将地质工作底图扫描成栅格图, 输入微机后进行精度和变形检查, 认定合格后, 应用 MAPGIS 软件的编辑子系统, 将栅格图数据化, 并依照规范和技术要求以及编绘设计书所编写的各类参数表中的参数对地质体各要素及地质版的其他组成部分进行编辑。编辑前应先按照编绘设计书中的各类参数, 编辑好子图库和线型库。编辑工作程序: 线、点要素矢量化→线、点要素编辑→拓扑处理→区编辑→图幅整饰。图幅内容编辑顺序: 主图→附图(图例、剖面图、

柱状图、角图)→图面整饰。

2) 数字化地质图的误差校正, 误差校正的方法和理论数据同地理版。校正后的数学基础应完全满足精度要求。

3) 地理版与地质版的套合, 地理版和地质版各自具有独立的文件。为了处理好各要素间的关系, 应移动某一版(一般移动地理版)使之各同名图廓点和方里网线叠合在一起, 其重叠的点、线误差均不超过 0.2 mm。

作者地质原图的制作应与野外填图同步进行, 当野外填图扫面一条或几条路线结束时, 回到野外工作站(应配计算机), 在展绘实际材料图时, 也向计算机内输入。目前, 由中国地质调查局开发的数字填图方法已经取得重要进展, 并在填图实践中得到应用, 野外就是用掌上机录入第一性资料。

4 结 语

区域地质调查是一项基础性、公益性的地质工作, 也是一项生产性科研工作, 它所涉及的知识面很广, 包括地质学各个领域。区调工作过程需要处理大量多方面的资料, 区调成果也正是多元信息综合研究的体现。另一方面, 区调涉及的资料种类繁多, 既有图形、图像, 又有文字、数字, 并且这些资料多与空间位置密切相关, 这些恰与 GIS 的特征相符合, GIS 的特点表现在综合处理多源空间信息。因此, GIS 在区调工作中可以得到充分的发挥及应用。

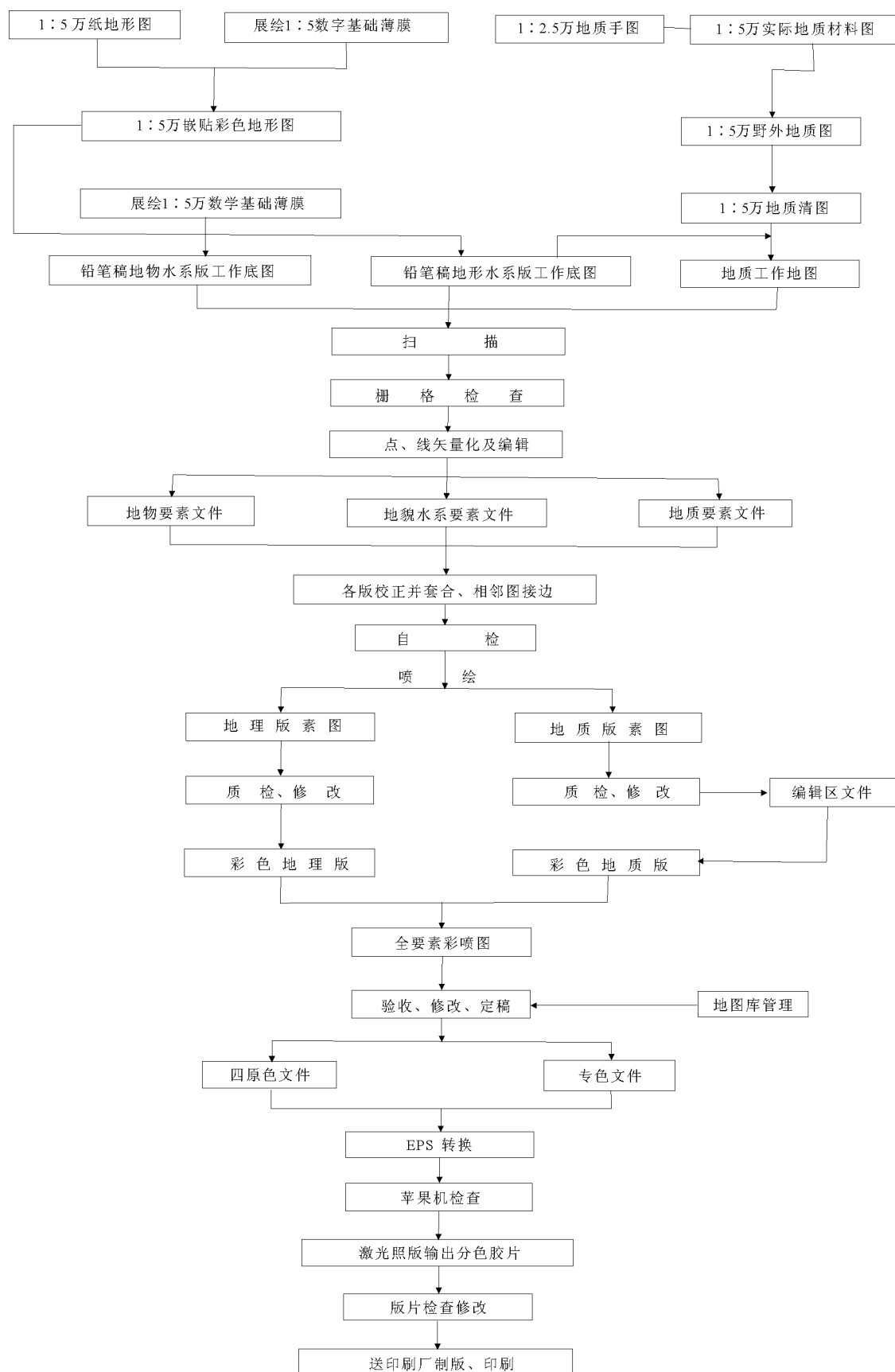


图 2 1:5 万区域地质图数字制图工艺流程

用计算机编制 1:5 万区域地质图的探讨

姚晓华

(河南省地矿厅第三地质调查队)

随着计算机技术的迅猛发展,我国自行研制开发的 MAPGIS 系统,表明我国的制图业已进入了新的里程碑。采用计算机 MAPGIS 数字制图,为 1:5 万区域地质图的编制更新了工具和手段,彻底改变了传统手工制图的复杂工序,提高了 1:5 万区域地质图制图技术和成图质量。

1 手工编制

1:5 万区域地质图方法手工编制 1:5 万区域地质图是利用 1:2.5 万地形资料选取水系,对地貌进行制图综合,简化标描,对居民地和其他地物进行综合取舍和现势资料补充,缩小复照,晒磅纸蓝图后,在展绘好 1:5 万数学基础的铝板上进行蓝图拼贴,清绘成编稿底图。再上地质要素及图廓外整饰(图切剖面、柱状、图例、构造图等)成图、复照、晒蓝、分版清绘、照像制版、印刷出版。

上述传统的 1:5 万区域地质图的手工编制成图方法工序繁杂,成图时间长,不便于修改,不利于资料的二次开发和综合利用。

2 计算机制图方法

计算机制图技术的发展将取代传统的手工制图方法。使用 MAPGIS 软件制作 1:5 万区域地质图,其方法:认真编写设计书,先将图幅内容分解成地理和地质两大部分,并分别按步进行编绘,直至合格。然后将二版合格的图先后套合,调整各类要素避让关系,如地物注记、水系与第四系地质界线、地质代号等的位置,全面检查各要素内容正确与否,出校样稿。经地理、地质编图质检人员认真检查、修改,再于视屏上检查,作最终验收。待出激光分色胶片后再按印刷要求逐一检查修改,最后印刷、出版。其成图过程如图 1 所示。

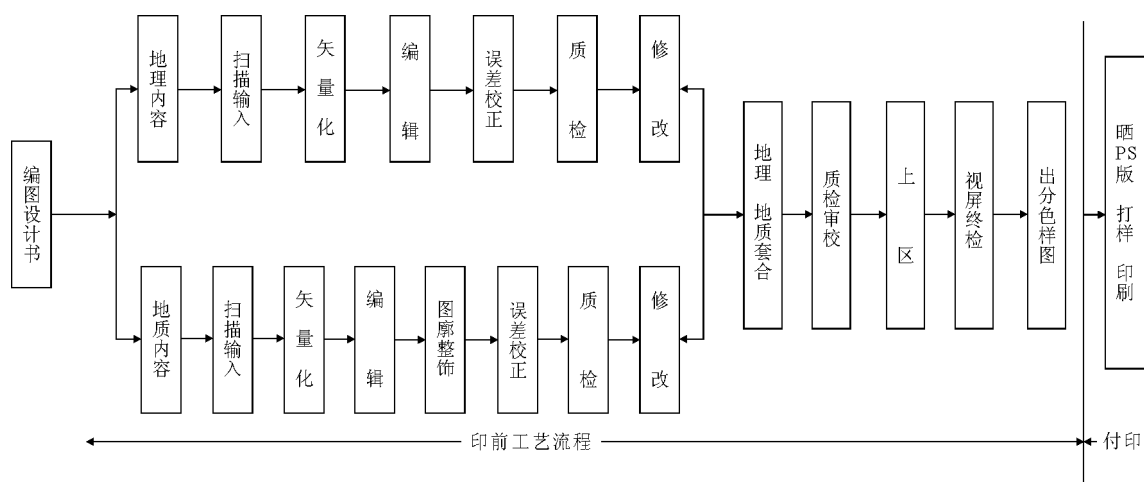


图 1 计算机制图成图过程

3 计算机制图的优越性及注意事项

3.1 计算机制图的优越性

1) 在编绘上有精度高,修改方便,容易保存,有利地质资料的开发与再利用等优点。可以反复修改设色标准、图案花纹库、子图符号库、线型库及地质代号等的设计,直至达到编图规范要求的效

果,大大提高了设计效率和质量。在修改试验时,不影响图幅的正常施工,甚至在制图过程中同样可以及时改动不合理的图素。

2) 在制版上可集编绘与制版于一体,省略了传统制版工艺。不仅缩短了制印周期,且消除了由制版过程而产生的误差。同时,不受菲林片的制约,各色比例(0~100%)可任意组合选用。

3) 计算机制图还可采用镂空技术,既可保证线条、花纹、面色的颜色纯度,不致因图素的叠加而变色,也可使地质符号、化石符号得到更完善的体现。

3.2 注意事项

由于计算机编制 1:5 万区域地质图起步不久,软件的成熟程度,制图工艺的先进性与稳定性都尚存不足,必须注意以下问题。

1) 精度问题,由于 1:5 万区域地质图的精度要求较高,而计算机编制在原始稿件及扫描、制作过程中均可产生误差。如何消除误差使每幅图各版(地理、地质)之间套合准确最终达到理论尺寸,选择图形数据库里的图形校正子系统,按设计的网格分块校正,使校正后的图件能满足高精度 1:5 万区域地质图制图出版要求。

2) 线条的圆滑,由于软件上交互式跟踪而使绘出的线条圆滑度不好,稍不注意,线条就会产生曲折、尖角等现象。因此在操作中跟踪线条点密要适度,这样可以解决线条的圆滑问题。

3) 河流,自下游向上游直至源头,其线条应由粗到细,但软件现在还不完善,需要人工干预。如所编图范围河流不被其他地物中断时,可以选择渐变线;否则就要分段用线性定线,精心造线和细心操作甩好尾,这样河流渐变线才能自然、协调。

4) 排版问题,软件的排版功能仍有不足,要求制图人员必须使编稿原图尽可能完善。避免成图后,因增减内容而造成排版上的困难。

5) 关于图案花纹,由于计算机制图沿图案边缘可裁,故有些花纹在边缘处可能被裁去一部分;对于小地质区域而言,又有填不上或不居中的问题。对于后者可采用子图替换,而前者却不可避免,制图人员只有用 Illustrator 软件修整。采用计算机编制 1:5 万区域地质图,从设计、输入、编辑、制作到出版,需要制图人员综合动态的考虑到计算机制图的优点和不足,科学地掌握计算机制图技术,高质、高效地编制出 1:5 万区域地质图。

摘自《河南地质》2000 年第 1 期

数字地质填图研究现状与发展趋势

于庆文¹, 李超岭¹, 张克信², 杨东来¹, 朱云海², 葛梦春²

(1. 中国地质调查局; 2. 中国地质大学·武汉)

由于现代信息技术和空间技术的迅速发展和广泛应用,以及社会需求的不断变化,最近十年来区域地质调查工作从理论基础的技术支撑,到填图内容和图件表现形式都发生了巨大的变化。在地学建立新的知识体系的过程中,全球的地质工作加强了基础地质调查研究的步伐,并以基础地质调查为基点,最大限度地满足社会不断变化和增长的需求,为国家繁荣和持续发展提供可靠的地学数据、信息和认识。区域地质调查工作内容涉及地学的各个领域,其进展与研究程度的高低,不但是衡量一个国家地质工作和地质科学技术总体水平的重要标志,同时是制约国家资源预测与评价和地质工作服务于经济建设能力的重要因素。

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上,并把相应的地质观测点及界线标绘在地形图上。获取的野外地质观测数据和信息基本上还处于分散的、非动态的管理现状,极大地制约了资源信息充分发挥。因此,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,世界各国都十分重视地质调查工作的现代化。由于地质内容的复杂性,野外数据采集的数字化地质调查的基本工作方式和信息化,一直是地质调查工作主流程信息化难度最大的工作。因此,各国均投入大量的人力和物力进行不同比例尺的数字填图实验工作。

1 国内外数字地质填图研究现状

近些年区域地质调查领域最大的进展就是信息技术的广泛应用。由于 GIS, GPS, RS 等高新技术的广泛应用,极大地提高了区域地质调查(填图)的效率,改进了地质填图的质量,加快了地质填图的速度,使地质调查领域信息化难度最大的区域地质调查实现了全过程的信息化,建立的数字地质图数据库,从根本上改变了地质图信息的传统表达方式,为地质图信息的灵活检索、信息共享、扩大服务领域奠定了基础,并大大提高了为社会提供服务

的能力。许多国家在开展新的国家地质填图计划时,还明确了应用高新技术的基本要求。

近十年来,随着信息技术的迅速发展,其应用不仅已经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,而且深入到解决跨学科、跨领域的信息共享,集成等问题。现在美、加、澳实施的地质填图计划中都明确提出要在填图的各个阶段及信息服务全面采用数字技术。到目前为止,上述填图计划都有一批项目已经完成。上述国家填图计划的实施过程具有以下特点:1)为地质调查全过程信息化组织制定一系列标准。如:地质调查数据模型标准、数字地质图数据库标准、数字地质图出版标准及元数据标准等;2)探索野外数据采集的计算机化问题。直到2002年,国外大多地学专家普遍认为,野外数据采集技术的发展,将导致地学及其相关领域的数据采集革命;3)采用GIS技术完成室内资料整理、分析及图件的编辑;4)提供2种输出,建立数字地质图数据库与硬拷贝地质图;5)建立了适应新技术的完整工作流程。

在国内,原地矿部及中国地质调查局相继在“八五”、“九五”期间开展了这方面的研究工作,采取走出去、请进来的方式,进行数字填图技术的跟踪,并立项开展这方面的工作,其特点都是计算机技术的应用,未涉及数字填图技术的核心。

纵观国内外主要野外数据采集软件,野外数据采集数据库的建立主要是通过回到室内整理野外采集的数据,然后输入到数据库中,或直接将大量的预先定义好格式的纸介质表格的有关数据输入到数据库中。这种二次输入方式,一是难以提高效率,二是没有根本解决野外地质调查数据获取的技术最基本的核心问题。过分结构化数据输入的数字野外笔记本,要求地学工作者改变他们观察和记录地质野外信息的方式,记录空间定点位置和属性信息分离管理。当前野外现场的电子手图处理系统、对区域地质野外调查的对象进行系统的地质实体分类与定义、数据表达、数据组织建模系统的研究。到目前为此,直接在野外进行地质调查与填图野外数据采集系统及其相配套的数字填图系统研究还在初创阶段,但已有把传统记录在笔记本上的野外描述转换成数字系统的计算机技术应用的研究,基本都是针对某一特定目标和某些项目要求,开展局部的研究工作,从系统的角度来看,这种方式还不属于数字填图技术的范畴。野外地质调查与填图数字化采集技术就是把野外地质观测路线与实际材料图及地

质制图的完全人工工作过程跨越式转变为野外现场地质调查与填图信息数字化过程。这个过程是野外数据的数字化获取技术及其成果统一性的数字化重现和认识的研究重点。

2 数字填图系统软件开发与野外数据采集设备发展趋势

2.1 数字填图系统软件开发发展趋势

数字填图系统软件开发以数字填图理论与技术方法为基础,是野外数据采集系统研究发展的趋势。其系统功能的基本特点是符合野外工作的质量和精度要求,便于野外地质人员操作和掌握。野外数据采集系统从野外数据采集拓展到整个数字填图过程,系统功能从数据处理拓展到数字填图过程定量质量评价,因而成为完整体系。野外数据采集系统能提供丰富的图示图例库,满足地质专业的图示需求。在CE平台上,实现了数字填图所需基本GIS功能(GPS定位、野外路线数据采集、素描等)。野外数据采集系统具有先进的数据组织和压缩技术,一次可以调入符合野外调查的整幅国际分幅地理数据和其他数据,来极大地满足实际工作的需要。野外数据采集系统可实现遥感系统与数字填图系统的一体化整合,为野外到室内实现一体化的采集、一体化的组织、一体化的管理及一体化的成果表现形式奠定了基础。数字填图技术在区域地质调查全面应用和实现的同时,还将导致地学及其相关领域野外数据采集发生根本性变化,并拓宽了如环境地质调查、地质灾害调查、固体矿产调查、地球化学调查、地球物理调查、地下水地质调查等专项调查的内容及程度。

目前,我国在数字填图技术的研究中,创建了数字地质填图过程的标准化和规范化的PRB数字填图技术体系: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等。该技术已广泛在区调中应用。

2.2 掌上计算机技术发展趋势

美国地调局从1997年开始,每年都召开数字填图技术(digital mapping technology)会议,专门讨论数字填图技术问题。越来越多的专家认为,野外数据采集设备的技术改造将导致地学及其相关领域野外数据采集的革命。

野外数据采集设备是一种集计算、电话/传真和网络等功能于一身的手持设备,也称 PDA。典型的 PDA 功能包括:移动电话、传真发送器和个人组织器。可以配置微型键盘或利用接触屏和输入笔进行数据输入。供电时间可达 8 h 以上。目前 CPU 多为 SH3, STROM 206 MHz, 400 MHz, 内存在 16~128 M 之间。由于 Windows CE 的出现,并迅速成为 PDA 的主流操作系统,该领域出现了新产品概念“Hand held PC”(HPC)手持计算机,它分为笔输入掌上机(无键盘型)和手持式掌上机(有键盘型),厂家在预装了中文 Windows CE 后,将此类产品定名为“掌上电脑”。

掌上电脑的屏幕性能是构成野外数据采集器的一个重要指标。目前发展变化向 2 个方向发展,一是向小的方面发展,以 4 寸及 4 寸以下为主,其特点是屏幕具有背射和透射的功能,如夏普厂商 2002—2005 年的生产计划主要在 2.5 寸左右。具体说,在野外可以在阳光下和黑暗处阅读屏幕,保证野外正常工作。二是向大的方面发展,以平板电脑为代表,屏幕在 5~8 寸左右,目前屏幕只有背射的功能,虽然野外视域大,但在阳光下阅读屏幕比较困难。预计 2003 年以后将出现透射的功能,可在阳光下和黑暗处使用与 GPS 一体化的野外数据器产品。

目前掌上机的操作系统,在市场上主要有 Palm 公司的 Palm OS 和微软公司的 WinCE。WinCE 从 1.0 到 3.0 给开发级用户提供了开发专业级的开发平台。不但能够面向野外现场开发,而且使掌上机与桌面的 GIS 系统一体化更高。

数字填图技术系统是软件密集的硬件集合,其硬件与现实世界连接。目前中国地质调查局正在实施的数字地质填图试点项目中使用的野外数据采集器硬件系统。数字填图系统是一个被构造型化为处理的节点。环绕着这个节点有 6 种设备:掌上机及夹克 GPS, CF 闪存卡、便携式计算机、数码像机、摄像机、语音录音笔。数字填图系统运行掌上机、便携式计算机并处理其他设备获取的数据。

区域地质调查野外路线观测的工作方式,要求随身带到野外的设备能够描述与管理复杂的信息,野外现场完成观察数据的一次性数字化输入;具有足够的存储容量、具有与室内所用系统的接口。在野外工作时,除了能在野外强阳光下和黑暗处阅读屏幕外,还必须体积小、重量轻、功耗低、至少能连续工作 10 h 以上。因此,野外数据采集器在视图的建模中是一个关键的节点。根据以上特点,目

前选用 Windows CE 为操作系统、屏幕具有背光和反射型功能的与 GPS 一体化的掌上电脑(iPACK 3850)为野外数据采集器。目前中国地质调查局正在实施的数字地质填图试点项目中使用的可在阳光下和黑暗处阅读的与 GPS 一体化的野外数据采集器。

2.3 全球定位技术

2000 年 5 月,美国政府宣布取消 SA 政策,正式结束了长达 10 年之久的人为降低 GPS 定位精度的政策。SA 政策取消后,单频单机实时定位精度达到 5~30 m,双频单机的精度为 5~25 m,从而彻底解决了 GPS 用于填图的定位精度问题。

目前用于野外数据采集的 GPS 主要有 3 种形式:一是将 GPS 作为可选设备提供接口,与野外数据采集系统的掌上机连接,通常选择如小博士 GPS。二是与掌上机集成一体化的 GPS,如 iPACK 3850 GPS 夹克,也是目前中国地质调查局正在实施的数字地质填图试点项目中使用的方式。三是内置 GPS,该产品是野外数据采集设备的最佳模式。GPS 与掌上机的集成实现了野外数据采集过程中的自动与实时定位,使野外数据采集的定位方法发生了改变。

2.4 手写和语音识别技术

手写笔输入是大多数掌上机的主要输入手段。1992 年 Apple 公司推出的 Newton PDA 就具有人工智能手写识别软件。从 1985 年第一块中文联机手写输入板问世到 1995 年的 10 年间,手写输入技术不断进步,实用性的产品更新换代很快。如汉王公司的手写识别技术和后处理技术、美国 Motorola 公司研制成功了高连笔识别率的慧笔。十几年来手写识别技术不断进步及其与掌上机的集成,使用于野外地质数据采集的掌上机几乎都具有手写识别能力。手写输入技术越来越完善,具有联想功能,目前是野外数据采集数据输入的重要手段之一。

1997 年 IBM 公司推出中文语音识别系统 IBM Via Voice 听写软件及开发工具,它采用了连续语音识别技术,提高了汉字输入速度和识别率, Via Voice 存储了 32 000 个常用汉语词汇,使用者能以 150 字/min 或更快的语速讲话,由计算机识别并自动转化文本文件。目前该软件的平均最高识别率>95%。由于语音识别需要复杂的处理,对计算机的性能要求较高,目前还不能内置在掌上机中,但许多掌上机配备内置微型录音设备。目前,野外语音录入设备可选用语音笔或 MD。数字语音录入的技术使用也非常方便。可以预见,一旦语音识别能够

直接识别语音记录文件,地质人员将从繁琐的数据输入中解放出来,并大大加快野外数据采集的步伐。

3 数字填图技术理论研究发展趋势

数字填图系统是以采集、存储、管理、描述、分析和再现地质实体在地球表面空间分布有关的数据的信息系统。它帮助地质学家在计算机辅助下,通过野外观测路线的调查,对地质、地貌、地球物理、地球化学和遥感等多源地学进行综合分析和解释,进行地质制图。特别是交互式处理能力和快速可视化运算能力,通过反复尝试,使地质学家能比较容易地完善自己的知识模型和测区的成图。这是传统的工作方式很难或无法实现的。因此是各国填图地质学家一直努力寻找的工具和方法。它所涉及的内容主要包括:数字填图的基本理论与技术方法框架体系研究;区域地质调查空间数据的获取及计算机输入;野外数据及地质图空间数据模型及其数据表达;地球物理、地球化学和遥感等多源地学数据整合技术;区域地质调查属性数据的数据库存储及处理;区域地质调查定量质量评价体系研究;区域地质调查数据的共享、分析与应用;区域地质调查数据的显示与视觉化;数字填图系统的项目管理、开发、质量保证与标准化等。

在数字填图技术理论研究方面,将从数字地质填图定义及其相关概念、数字填图地质建模、数字填图物理建模、数字填图数学建模、数字填图中的数据模型、数字填图技术的数字化过程模型、数据操作、数字填图定量质量评价体系及与数字填图相关的技术规范和标准等方面有一个全面地、系统地研究和发展,将逐步形成一门与地质学科紧密结合、相关的学科——数字区域地质调查。

区域地质调查空间数据的获取及计算机输入理论与技术研究:地理要素数据如何有效地输入到计算机中是一项琐碎、费时、代价昂贵的任务,目前大多数的地理要素数据是从纸介质地图输入计算机。常用的方法是数字化和扫描。数字化的主要问题是低效率和高代价;扫描输入则面临另一个问题,扫描得到的栅格数据如何变换成 GIS 数据库通常要求的点、线、面、拓扑关系属性等形式。目前数据输入正在越来越多地借助非地图形式,遥感就是其中的一种形式。遥感数据已经成为数据获取的重要数据来源。与地图数据不同的是,遥感数据输入到计算机较为容易,但如何通过对遥感图像的解

释来采集和编译地理信息则是一件较为困难的事情;地理数据采集的另一项主要进展是 GPS 技术。GPS 可以准确、快速地定位地球表面的任何地点。野外数据采集涉及大量地质实体几何空间实体的数据采集与计算机输入方法的研究,野外手图电子化是解决空间数据的获取及计算机输入的关键。因此,野外现场数据采集, GPS 定位及其相应的数据模型是数据获取研究的内容。

数字地质填图系统通过计算机的应用为地球物理、地球化学和遥感等多源地学数据整合技术提供了方便快捷的平台。中国地质调查局现正在以 RG-MAP 为技术平台的支撑下,将野外数字地质路线调查形成的 PRB 库,与地球物理、地球化学和遥感等多源地学数据进行综合分析和解释并进行地质制图。多源数据的整合实质是将地球物理、地球化学、遥感影像及地学各种信息、地理要素信息等多源数据在空间上进行相关匹配和叠加,并通过多变量的特征选择和特征提取,提高人们对区域地质构造观察的广度和深度及三维概括及成果内容的表现能力。

野外数据及地质图空间数据模型及其数据表达理论与技术研究:空间数据模型及其数据表达是 GIS 技术的重要基础,它与制图的数据模型有着重要的区别。区域地质调查野外数据与地理空间位置或特征相关联的空间对象是各种空间地质实体的抽象表达,可分为纯几何类型、几何拓扑类型、纯拓扑类型、空间地物、非地物类型等。按地质实体与空间数据的特点,以要素类、对象类、关系类、子类等构成的第三代地理相关数据模型来研究区域地质调查野外空间数据模型。

数字区域地质调查定量质量评价体系研究:主要是通过计算机技术,自动与辅助相结合的方法,研究评价野外数据采集的数据质量。在数字填图数据模型的基础上,按照区域地质调查的技术要求,通过一定的定量指标,研究野外地质调查工作量与质的关系。特别是基于 GIS 技术,如空间分析、缓冲分析、空间运算等来定量评价野外路线观测的有效性、科学性和客观性。

区域地质调查属性数据的数据库存储及处理理论与技术研究:区调数据库及数据仓库的设置,为面向全球、全社会服务的领域很广,它的数据来源分布于全国的各个地调院、大学、其他地学行业等,只有将各个面向操作管理、多时态的数据库重组为面向服务主题的数据仓库,才能做好多方面的信息服务。

区域地质调查数据的共享、分析与应用理论与技术研究：经过几十年区调工作，我国与区调有关的数据库建设有了一定的积累，随着全国 1:20 万、1:5 万地质图空间数据库、全国 1:20 万水文图空间数据库的建立，重砂、岩石、同位素、矿产地、岩心钻孔数据库的建立，高层分析的需求推动力越来越大。数字填图与数据仓库的建设必须紧密结合和同步进行。从数据库到数据仓库是一个数据准备的过程，一般包括数据的选择（选择相关的数据）、净化（消除噪音、冗余数据）、推测（推算缺失数据）、转换（离散值数据与连续值数据之间的相互转换、数据值的分组分类、数据项之间的计算组合等）、数据缩减（减少数据量）。在建设以图幅为单位的区调数据库基础上，对区域性综合信息系统及数字区调数据仓库的建设研究是将来几年研究的重点。

数字填图系统项目管理、开发、质量保证与标准化等理论与技术研究：集 GIS, GPS, RS 技术为一体的野外数据采集系统使传统的野外地质调查发生了革命性的变化，必然对传统的规范体系产生冲击。因而必须同时对野外区域地质调查技术流程、质量控制与数字填图标准化体系开展研究。

4 我国当前数字填图试点图幅研究的重点

根据区域地质调查特点，对开展的 1:5 万、1:25 万试点图幅进行区域地质调查全过程的数字化填图应用研究，探讨数字化填图的最终成果表达形式，利用多源数据的整合技术，建立和完善数字地质填图中的野外地学空间数据库与地球物理、地球化学和遥感空间数据的叠加整合技术，充分挖掘各种深部隐伏地质信息，达到全方位深层次开发应用地学信息。为从野外至室内对地质图空间数据库的建立形成全数字过程的区域地质调查工作提供范例，中国地质调查局部署了 12 幅数字区域地质调查试点图幅，现将各图幅研究重点简述如下。

1) 1:5 万东山县、崇阳县幅，主要目的是配合研制的《数字区域地质调查系统》进行全面测试、实验和完善工作，并对变质岩区、火山岩区、沉积岩区 1:5 万数字填图方法进行探索和研究。根据任务要求，探索本区地质填图的基本规律、满足地质调查《总则》和有关《规范》的要求，在野外全程准确高效地收集各种复杂的地质现象，使之数字化、标准化和规范化，并在室内进行数据处理、编图和输出全程自动化，总结归纳数字填图过程与

传统填图技术方法等方面的比较报告。

2) 1:25 万阿荣旗幅，其重点在开展地球物理、地球化学、遥感等数据整合研究分析的基础上，通过野外数字填图试点，开展覆土掩盖区、森林沼泽区生态环境地质调查及隐伏矿体信息提取等方面的研究，以及槽探工程采集编录描述和表现形式及各种专题图件的编制表达等。

3) 1:25 万民和县幅，针对区内关键性地质问题采用以实测为主，调查与研究相结合原则，除重点研究秦—祁—昆重大基础地质问题外，主要开展高原隆升与环境效应及第四纪地质地貌、黄土高原高精度剖面测制及数据采集和成果的表现方式等，为西部地区开展数字填图技术奠定基础。按照不同地质体的基本特点分别采用不同的数字填图技术路线与技术方法。为数字地质填图技术培训、计算机野外填图系统软、硬件进一步开发与升级、国际交流提供资料和依据。

4) 1:25 万玉林市幅，充分挖掘利用以往资料，并输入到采集器中，强化对地质调查专业成果的再开发，在综合分析利用基础上进行修测，打破过分机械地强调点线密度，忽略了有效点、线这一局面。在确保图幅质量的前提下，将调查资金及测试样品、工作量投入到详测及重要基础地质等问题解剖区，加大与国民经济和地方经济发展密切相关的研究内容等方面。

5) 1:25 万乌云镇、嘉荫县、鹤岗市幅，在系统建立区内地层层序和区域地质构造格架及花岗岩演化序列的基础上，对乌云—结雅中生代断陷盆地和三江平原的成生演化及运动学、动力学机制进行探讨。总结区内主要有色、贵金属成矿特征、区域成矿背景及成矿规律，并与毗邻俄罗斯地区进行初步对比。针对区内的不同类型区，诸如森林覆盖区、沼泽区、农业区、矿山与城市等进行区域地质调查全过程的数字填图应用研究，探讨数字填图的最终成果表达形式，进行示范性调查，初步查明区内的生态、环境、灾害地质、旅游地质现状。为该区国土资源的合理开发利用、生态环境保护和建设及资源型城市经济可持续性发展提供基础资料。

6) 1:25 万扎兰屯市幅，在查明本区火山岩的岩性、岩相及火山机构分布规律的基础上，研究火山沉积盆地的形成、演化规律，建立测区中生代岩石地层层序。查明区内侵入岩的岩性特征及岩石化学成分的演化规律，确定侵入岩的形成时代，探讨岩浆作用和造山作用的关系。根据区内特点，进行区域地质调查全过程的数字填图应用研究，利用多

源数据的整合技术,建立和完善数字地质填图中的野外地学空间数据与地球物理、地球化学和遥感空间数据的叠加融合的整合技术,充分挖掘各种隐伏地质信息与深部信息,为建立地质图空间数据库和数字化专题图提供范例。

7) 1:25 万色达县、阿坝县幅,测区位于青藏高原东缘松潘—甘孜造山带,主要为三叠纪海相沉积岩分布区。采用数字填图全过程研究,通过对沉积建造、变质变形、岩浆作用的综合分析,恢复测区地质演化历史,提高该区地质研究程度。注意收集和调查总结测区有关的矿产资源、生态环境、地质灾害环境情况,扩大服务领域。探讨不同专题成果的表达方式。

8) 天津津塘经济区立体填图,在全面收集、分析、整理调查区各类资料的基础上,以满足区域经济、社会中长期规划和发展的需求为原则,运用覆盖区、海岸带和城市区域地质调查新技术、新方法,采用地球物理、地球化学、钻探、岩石地层、古生物和“3S”技术等多种手段,开展基础地质、资源评价、环境地质、工程地质、水文地质、农业地质及旅游地质等多学科、多专业、多参数的城区及周边地区的城市立体合作综合填图。建立调查区

综合空间数据库,编制多目标系列图件,为本区的社会经济发展规划、政府宏观决策提供基础地质依据。探讨并总结内陆沿江城市区立体合作填图的基本内容和工作方法、成果的种类及各种基础地质图件和专题图件的编制方法、表达形式和基本内容要求;在上述工作基础上,按照区域地质调查的各项要求,修编 1:25 万天津市幅地质图,实现测区地学基础系列图件及数据的全面更新。

以上图幅充分利用多源数据的整合技术,达到全方位、深层次的提取地学信息。研究地学信息采集、建库(如数字化野外原始记录本及其采样数据库、测试结果数据库、剖面数据库等)、管理、综合分析、储存、成果输出的各个阶段及其相互间的整合技术及地学工具软件包结合,探讨数字填图的最终成果表达形式,为建立地质图空间数据库和数字化专题图,为地质图信息的灵活检索、为信息共享、总结数字化野外填图—建库—综合整理—图件与报告编制—质量管理—提交全过程的有关技术要求提供依据,扩大野外数字填图系统的推广应用,实现地质调查信息主流程信息化。

摘自《地球科学——中国地质大学学报》2003 年第 4 期

(全国地层委员会 2001)

宇(宙)		界(代)	系(纪)	统(世)		阶(期)		Ma		
显生宙	新生界(代)Cz	第四系(纪)Q	奥陶系(纪)O	全新统(世)Qh				0.01		
				更新统(世)Qp						
				上新统(世)N ₂					2.60	
				中新统(世)N ₁						
				渐新统(世)E ₃					23.3	
				始新统(世)E ₂						
				古新统(世)E ₁					56.5	
		白垩系(纪)K	上(晚)白垩统(世)K ₂				65			
			下(早)白垩统(世)K ₁					96		
			侏罗系(纪)J	上(晚)侏罗统(世)J ₃						137
	中侏罗统(世)J ₂									
	下(早)侏罗统(世)J ₁									
	三叠系(纪)T	上(晚)三叠统(世)T ₃		土隆阶(期)T ₃ ²			205			
			亚智梁阶(期)T ₃ ¹							
		中三叠统(世)T ₂	待建			227				
			青岩阶(期)T ₂ ¹							
		下(早)三叠统(世)T ₁	巢湖阶(期)T ₁ ²			241				
			殷坑阶(期)T ₁ ¹							
	中生界(代)Mz	二叠系(纪)P	上(晚)二叠统(世)P ₃	震旦系(纪)Z	长兴阶 煤山亚阶(亚期)(期)P ₃ ²				250	
					吴家坪 老山亚阶(亚期)阶(期)P ₃ ¹					
中二叠统(世)P ₂					冷坞阶(期)P ₂ ⁴			257		
					茅口阶(期)P ₂ ³					
					祥播阶(期)P ₂ ²					
					栖霞阶(期)P ₂ ¹					
下(早)二叠统(世)P ₁			隆林阶(期)P ₁ ²			277				
			紫松阶(期)P ₁ ¹							
石炭系(纪)C			上(晚)石炭统(世)C ₂	新元古界(代)Pt ₃	南华系(纪)Nh	逍遥阶(期)C ₂ ⁴				295
						达拉阶(期)C ₂ ³				
		滑石板阶(期)C ₂ ²								
		罗苏阶(期)C ₂ ¹								
		下(早)石炭统(世)C ₁				德玛阶(期)C ₁ ³			320	
		大塘阶(期)C ₁ ²								
			岩关阶(期)C ₁ ¹			354				
		泥盆系(纪)D	上(晚)泥盆统(世)D ₃	元古宙(宙)PT	中元古界(代)Pt ₂		邵东阶(期)D ₃ ⁴			
待建										
锡矿山阶(期)D ₃ ²										
余田桥阶(期)D ₃ ¹										
中泥盆统(世)D ₂						东岗岭阶(期)D ₂ ²			386	
	应堂阶(期)D ₂ ¹									
下(早)泥盆统(世)D ₁	四排阶(期)D ₁ ⁴				410					
	郁江阶(期)D ₁ ³									
	那高岭阶(期)D ₁ ²									
	待建									
志留系(纪)S	志留系(纪)S	太古宙(宙)AR	新太古界(代)Ar ₃	顶(末)志留统(世)S ₄				438		
				上(晚)志留统(世)S ₃						
				中志留统(世)S ₂	安康阶(期)S ₂ ¹					
					紫阳阶南塔梁亚阶(亚期)(期)S ₂ ³					
				下(早)志留统(世)S ₁	马蹄湾亚阶(亚期)(期)S ₁ ³					
					大中坝阶(期)S ₁ ²					
					龙马溪阶(期)S ₁ ¹					

宇(宙)		界(代)	系(纪)	统(世)	阶(期)	年龄/Ma	
显生宙	新 生 界	新 近 系 (纪)	全新统(世)		0.011 5		
			更新统(世)	上	0.126		
				中	0.781		
				下	1.806		
				格拉斯阶	2.588		
			上新统(世)	皮亚森兹阶	3.600		
				赞克尔阶	5.332		
				梅辛阶	7.246		
				托尔通阶	11.608		
				中新统(世)	塞拉瓦尔阶	13.65	
					兰哥阶	15.97	
					布尔迪加尔阶	20.43	
		阿启坦阶			23.03		
		古 近 系 (纪)	渐新统(世)		28.4±0.1		
			鲁培尔阶	33.9±0.1			
			始新统(世)	普利亚本阶	37.2±0.1		
				巴尔通阶	40.4±0.2		
				鲁帝特阶	48.6±0.2		
				伊普里斯阶	55.8±0.2		
			古新统(世)	坦尼特阶	58.7±0.2		
	塞兰特阶			61.7±0.2			
	丹尼阶	65.5±0.3					
	中 生 界	白 垩 系 (纪)		上白垩统(晚白垩世)	马斯特里赫特阶	70.6±0.6	
			坎潘阶		83.5±0.7		
			三冬阶		85.8±0.7		
			康尼亚克阶		89.3±1.0		
			土仑阶		93.5±0.8		
			赛诺曼阶		99.6±0.9		
			下白垩统(早白垩世)	阿尔布阶	112.0±1.0		
				阿普特阶	125.0±1.0		
				巴雷姆阶	130.0±1.5		
				欧特里夫阶	136.4±2.0		
				凡兰吟阶	140.2±3.0		
				贝利阿斯阶	145.5±4.0		
		侏 罗 系 (纪)	上侏罗统(晚侏罗世)	提塘阶	150.8±4.0		
				基末利阶	155.7±4.0		
				牛津阶	161.2±4.0		
			中侏罗统(世)	卡洛夫阶	164.7±4.0		
				巴通阶	167.7±3.5		
				巴柔阶	171.6±3.0		
阿林阶				175.6±2.0			
下侏罗统(早侏罗世)			土阿辛阶	183.0±1.5			
	普林斯巴阶	189.6±1.5					
	辛涅缪尔阶	196.5±1.0					
	赫塘阶	199.6±0.6					
	三 叠 系 (纪)	上三叠统(晚三叠世)	瑞替阶	203.6±1.5			
诺利阶			216.5±2.0				
卡尼阶			228.0±2.0				
中三叠统(世)		拉丁阶	237.0±2.0				
		安尼阶	245.0±1.5				
		奥伦尼克阶	249.7±0.7				
下三叠统(早三叠世)		印度阶	251.0±0.4				
		长兴阶	253.8±0.7				
古 生 界 代		二 叠 系 纪	乐平统(世)	260.4±0.7			
			吴家坪阶	265.8±0.7			
			卡匹坦阶	268.0±0.7			
			沃德阶	272.0±0.7			
	罗德阶		276.0±0.7				
显 生 宇	古 生 界	二 叠 系 纪	乌拉尔统(世)	空谷阶	275.6±0.7		
				亚丁斯克阶	284.4±0.7		
				萨克马尔阶	294.6±0.8		
				阿瑟尔阶	299.0±0.8		
		石 炭 系 (纪)	宾夕法尼亚亚纪	上统(世)	格舍尔阶	303.9±0.9	
				中统(世)	莫斯科阶	311.7±1.1	
				下统(世)	巴什基尔阶	318.1±1.3	
				上统(世)	谢尔普霍夫阶	326.4±1.6	
			密西西比亚亚纪	中统(世)	维宪阶	345.3±2.1	
				下统(世)	杜内阶	359.2±2.5	
				泥 盆 系 (纪)	上泥盆统(晚泥盆世)	法门阶	374.5±2.6
					中泥盆统(世)	弗拉斯阶	385.3±2.6
		吉维特阶	391.8±2.7				
		志 留 系 (纪)	下泥盆统(早泥盆世)		埃姆斯阶	397.5±2.7	
				布拉格阶	407.0±2.8		
			洛霍考夫阶	411.2±2.8			
			奥 陶 系 (纪)	普里道利统(世)	416.0±2.8		
		罗德洛统(世)		卢德福德阶	418.7±2.7		
				戈斯特阶	421.3±2.6		
		温洛克统(世)		侯默阶	422.9±2.5		
申伍德阶	426.2±2.4						
兰多维利统(世)	特列奇阶	428.2±2.3					
	埃隆阶	436.0±1.9					
	鲁丹阶	439.0±1.8					
	赫南特阶	443.7±1.5					
上奥陶统(晚奥陶世)		445.6±1.5					
		455.8±1.6					
	中奥陶统(世)	达瑞威尔阶		460.9±1.6			
			468.1±1.6				
下奥陶统(早奥陶世)		471.8±1.6					
	特马豆克阶	478.6±1.7					
	芙蓉统(世)		488.3±1.7				
	寒 武 系 (纪)	中寒武统(世)	排碧阶	501.0±2.0			
下寒武统(早寒武世)			513.0±2.0				
前 寒 武 系	元 古 宇 (宙)	新元古界(代)	伊迪卡拉系(纪)	630			
			成冰系(纪)	850			
			拉伸系(纪)	1 000			
			中元古界(代)	狭带系(纪)	1 200		
				延展系(纪)	1 400		
				盖层系(纪)	1 600		
		古元古界(代)	固结系(纪)	1 800			
			造山系(纪)	2 050			
			层侵系(纪)	2 300			
			成铁系(纪)	2 500			
			新太古界(代)	2 800			
			中太古界(代)	3 200			
古太古界(代)	3 600						
始太古界(代)	下界未定						

表中“阶”的译名,引自《地层学杂志》第 29 卷第 2 期(2005),只对个别名作了改动。

重要常数

圆周率	$\pi=3.141\ 592\ 7$	玻尔磁子	$\mu_B=9.274\ 015\ 4\times10^{-24}\text{安}\cdot\text{米}^2$
自然对数的底	$e=2.718\ 281\ 8$	电子磁矩	$\mu_e=9.284\ 770\ 1\times10^{-24}\text{安}\cdot\text{米}^2$
真空中光速	$c=2.997\ 924\ 58\times10^8\text{米/秒}$	质子磁矩	$\mu_p=1.410\ 607\ 61\times10^{-26}\text{安}\cdot\text{米}^2$
真空磁导率	$\mu_0=4\pi\times10^{-7}\text{亨/米}$	核磁子	$\mu_N=5.050\ 786\ 6\times10^{-27}\text{安}\cdot\text{米}^2$
真空介电常数	$\epsilon_0=8.854\ 187\ 817\times10^{-12}\text{法/米}$	质子的磁旋系数	$\gamma_p=2.675\ 221\ 28\times10^8\text{安}\cdot\text{米}^2/\text{焦}\cdot\text{秒}$
精细结构常数	$\alpha=7.297\ 353\ 08\times10^{-3}$ $\alpha^{-1}=137.035\ 989\ 5$	μ 子静止质量	$m_\mu=0.113\ 428\ 913\text{原子质量单位}$
元电荷	$e=1.602\ 177\ 33\times10^{-19}\text{库}$	电子的康普顿波长	$\lambda_e=2.426\ 310\ 58\times10^{-12}\text{米}$
普朗克常量	$h=6.626\ 075\ 5\times10^{-34}\text{焦}\cdot\text{秒}$ $\hbar=h/2\pi=1.504\ 572\ 66\times10^{-34}\text{焦}\cdot\text{秒}$	质子的康普顿波长	$\lambda_{e,p}=1.321\ 410\ 02\times10^{-15}\text{米}$
第一辐射常量	$c_1=3.741\ 774\ 9\times10^{-16}\text{瓦}\cdot\text{米}^2$	中子的康普顿波长	$\lambda_{e,n}=1.319\ 591\ 10\times10^{-15}\text{米}$
第二辐射常量	$c_2=1.438\ 769\times10^{-2}\text{米}\cdot\text{开}$	理想气体的摩尔体积	$V_m=2.241\ 410\times10^{-2}\text{米}^3/\text{摩}$ (标准温度、气压下)
阿伏加德罗常数	$L,\ N_A=6.022\ 136\ 7\times10^{23}/\text{摩}$	摩尔气体常量	$R=8.314\ 510\text{焦/摩}\cdot\text{开}$
原子质量单位	$u=1.660\ 540\ 2\times10^{-27}\text{千克}$	哈特里能	$E_h=4.359\ 748\ 2\times10^{-18}\text{焦}$
电子静止质量	$m_e=5.485\ 799\ 03\times10^{-4}\text{原子质量单位}$	玻耳兹曼常量	$k=1.380\ 658\times10^{-23}\text{焦/开}$
质子静止质量	$m_p=1.007\ 276\ 470\text{原子质量单位}$	引力常量	$G=6.672\ 59\times10^{-11}\text{牛}\cdot\text{米}^2/\text{千克}^2$
中子静止质量	$m_n=1.008\ 664\ 904\text{原子质量单位}$	标准自由落体加速度	$g_n=9.806\ 65\text{米/秒}^2$
法拉第常数	$F=9.648\ 530\ 9\times10^4\text{库/摩}$	洛施密特常量	$n_0=2.686\ 763\times10^{25}/\text{米}^3$ (标准状态)
里德伯常量	$R_\infty=1.097\ 373\ 153\ 4\times10^7/\text{米}$	标准大气压	$p_0=101\ 325\text{帕}$
玻尔半径	$a_0=5.291\ 772\ 49\times10^{-11}\text{米}$	水的三相点温度	$t_0=273.16\text{开(或}0.01\text{℃)}$
经典电子半径	$\gamma_e=2.817\ 940\ 92\times10^{-15}\text{米}$	绝对零度	$T_0=-273.15\text{℃}$

天文数据

1 天文单位	$1.495\ 978\ 7\times10^{11}\text{米}$	太阳中心温度	$1.5\times10^7\text{开}$
1 光年	$6.324\times10^4\text{天文单位}$	太阳年龄	$\sim50\text{亿年}$
1 秒差距	$206\ 265\text{天文单位}=3.262\text{光年}$	地球平均半径	$6\ 371.004\text{千米}$
黄赤交角	$23^\circ26'21.448''$	地球椭球体的扁率	$1/298.257$
(2000 年 1 月 15 日)		地球椭球体的椭率	$1/305.3$
1 恒星日	$0.997\ 269\ 57\text{平太阳日}$	地球赤道周长	$40\ 075.04\text{千米}$
1 平太阳日	24平太阳时	地球表面积	$5.11\times10^8\text{平方千米}$
1 朔望月	$29.530\ 589\text{平太阳日}$	地球体积	$1.083\times10^{12}\text{立方千米}$
1 恒星月	$27.321\ 662\text{平太阳日}$	地球质量	$5.974\ 2\times10^{27}\text{克}$
1 回归年	$365.242\ 20\text{平太阳日}$	地球平均密度	5.52克/厘米^3
1 恒星年	$365.256\ 36\text{平太阳日}$	地球表面重力加速度	$9.806\ 2\text{米/秒}^2\ (\psi=45^\circ\text{处})$
1 儒略年	365.25平太阳日	地球表面脱离速度	11.2千米/秒
1 格里年	$365.242\ 5\text{平太阳日}$	地球年龄	$\sim46\text{亿年}$
1 太阴年	$12\text{朔望月}=354.367\ 1\text{平太阳日}$	月地平均距离	$384\ 401\text{千米}=0.002\ 57\text{天文单位}$
原子时 1 秒	铯原子跃迁频率 $9\ 192\ 631\ 770\text{周}$ 所经历的时间	近地点平均距离	$363\ 300\text{千米}$
日地平均距离	$1\text{天文单位}=1.495\ 978\ 7\times10^{11}\text{米}$	远地点平均距离	$405\ 500\text{千米}$
日地最近距离	$1.471\ 0\times10^{11}\text{米}$	月球直径	$3\ 476\text{千米}$
日地最远距离	$1.521\ 0\times10^{11}\text{米}$	月球表面积	$0.38\times10^8\text{平方千米}$
太阳直径	$1\ 392\ 000\text{千米}$	月球体积	$2.200\times10^{10}\text{立方千米}$
太阳表面积	$6.087\times10^{12}\text{平方千米}$	月球质量	$7.348\ 3\times10^{25}\text{克}$
太阳体积	$1.414\times10^{18}\text{立方千米}$	月球平均密度	3.34克/厘米^3
太阳质量	$1.989\ 1\times10^{30}\text{千克}$	月球表面温度	$+127\sim-183\text{℃}$
太阳平均密度	1.41克/厘米^3	月球表面重力加速度	$1.62\text{米/秒}^2\ (\text{为地球的}1/6)$
太阳常数	1.37千瓦/米^2	月球表面脱离速度	2.38千米/秒
太阳表面有效温度	$5\ 770\text{开}$	月球年龄	$\sim46\text{亿年}$
		银河系年龄	$\sim100\text{亿年}$

不同岩石的粒度划分对比表（mm）

岩 浆 岩		火 山 碎 屑 岩		正 常 沉 积 碎 屑 岩			碳 酸 盐 岩		变 质 岩			
颗粒类别	颗粒大小	颗粒类别	颗粒大小	颗粒类别	颗粒大小	颗粒类别	颗粒类别	颗粒大小	颗粒类别	颗粒大小		
巨 粒	>10	粗集块	>128	巨角砾	256	漂 砾		砾 晶	>2	粗粒变晶	>3	
				粗角砾		粗	卵					
		细集块	128~64		64							细
				粗火山角砾	64~8	16	粗					砾
中火山角砾	8~2	8	中									
		2	细	中粒变晶	3~1							
粗 粒	10~5	粗凝灰	2~0.25				1	粗	极粗晶	2~1	细粒变晶	<1
中 粒	5~2								0.5	中		
细 粒	2~0.2	细凝灰	0.25~0.062 5				0.25	细	中 晶	0.5~0.25	显微变晶	
微 粒	0.2~0.1						0.125	微	细 晶	0.25~0.05		
显微晶	0.1~0.05	火山尘灰	<0.062 5		0.063		粗	粉砂	粉 晶	0.05~0.003		
显微隐晶	<0.05				0.032		细		微 晶	0.003~0.005		
				0.003 9	粘土		泥 晶	<0.005				

区调队法律法规及技术性文件

(2006 年 4 月 27 日)

1 质量技术类

1.1 区域地质调查

《区域环境地质调查总则（试行）》（DD 2004-02）

《青藏高原艰险区（B 类区）1:250 000 区域地质调查技术要求》（DD2003-01）

《1:250 000 区域地质调查技术要求》（DD 2001-02）

《1:250 000 遥感地质调查技术规定》（DD 2001-01）

《火山岩岩石分类和命名方案》（GB/T 17412.1-1998）

《沉积岩岩石分类和命名方案》（GB/T 17412.2-1998）

《变质岩岩石分类和命名方案》（GB/T 17412.3-1998）

《地质图用色标准及用色原则（1:5 万）》（DZ/T 0179-1997）

《1:5 万地质图地理底图编绘规范》（DZ/T 0157-95）

《浅覆盖区区域地质调查细则（1:5 万）》（DZ/T 0158-95）

《城市地区区域地质调查工作技术要求（1:50 000）》（DZ/T 0094-1994）

《区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范（1:5 万）》（GB/T 14158-1993）

《1:5 万区域地质调查总则》（DZ/T 0001-91）

《1:5 万区域地质图图例》（GB/58-89）

《沉积岩类区 1:5 万区域地质填图方法指南》，中国地质大学出版社，1991

《花岗岩类区 1:5 万区域地质填图方法指南》，中国地质大学出版社，1991

《变质岩类区 1:5 万区域地质填图方法指南》，中国地质大学出版社，1991

《1:5 万区域地质调查工作手册》，四川省地矿局，1992

1.2 矿产勘查

《战略性矿产远景调查技术要求》（DD 2004-04）

《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T 13908-2002）

《固体矿产勘查、矿山闭坑地质报告编写规范》（DZ/T 0033-2002）

《固体矿产预查暂行规定》（DD 2000-01）

《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究

规定》(DZ/T 0078-93)

《固体矿产普查总则》(GB/T 13687-92)

1.3 工程地质勘察

《1:10 万—1:20 万工程地质调查规范》(DZ/T 0096-1994)

《1:2.5 万—1:5 万工程地质调查规范》(DZ/T 0097-1994)

1.4 矿山资源储量核实

《固体矿产推断的内蕴经济资源量和经工程验证的预测资源量估算技术要求》(DD 2002-01)

《地质矿产勘查测量规范》(GB/T 18341-2001)

《固体矿产资源/储量分类》(GB/T 17766-1999)

《对矿山保有资源储量核实报告有关问题的处理意见》

《矿山保有资源储量核实报告编制参考提纲》

《矿山保有资源储量核实报告编制参考提纲有关章节内容和附图要求的说明》

1.5 矿山地质环境影响评价

《矿山地质环境影响评估技术要求》，国土资源发 [2000] 27 号文

《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》

《土地复垦规定》

1.6 区域矿产规划

《关于开展市、县级矿产资源规划工作的通知》，川国土资发 [2003] 108 号文

1.7 矿山开发利用方案编制

《关于加强对矿产资源开发利用方案审查的通知》，国土资发 [1999] 98 号文

《矿产资源开发利用方案编写内容要求》

1.8 建设项目压覆矿产资源调查

《关于建设项目压覆矿产资源审批工作的通知》，川国土资发 [2004] 227 号文

1.9 地质灾害危险性评估

《地质灾害防治条例》，2004-3-1

《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》(附件：《地质灾害危险性评估技术要求(试行)》)，国土资发 [2004] 69 号文

《关于转发国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知的通知》，川国土资发 [2004] 240 号文

1.10 区域地质灾害规划

《县(市)地质灾害调查与区划基本要求》实施细则，国土资源部地质环境司，2003-3

1.11 地质遗迹景观调查与地质公园建设

《地质遗迹保护管理规定》，地质矿产部，

1995-5-4

《关于申报国家地质公园的通知》(附件：《国家地质公园申报表》、《国家地质公园综合考察报告提纲》、《国家地质公园总体规划工作指南(试行)》、《国家地质遗迹(地质公园)评审委员会组织和工作制度》、《国家地质公园评审标准》)，国土资发 [2000] 77 号文

《世界地质公园网络工作指南》，联合国教科文组织地学部，2002-4

《古生物化石管理办法》，国土资源部，2002-10-1

《中国国家地质公园建设技术要求和 work 指南》，国土资源部地质环境司，2002-11

《关于做好世界地质公园申报工作的通知》(附件：《世界地质公园申报书》、《世界地质公园申报综合报告》、《世界地质公园总体规划文本》、《世界地质公园总体规划说明书》、《世界地质公园的画册》、《世界地质公园的光盘》、《世界地质公园博物馆科学内容展示方案》、《世界地质公园景区(点)说明及标示集》、《遵循的法律及参考标准》)，国土资发 [2003] 4 号文

《关于申报国家矿山公园的通知》(国家矿山公园申报工作指南及附件：《国家矿山公园申报书》、《国家矿山公园综合考察基本要求》、《国家矿山公园总体规划工作要点》、《国家矿山公园评价标准》)，国土资发 [2004] 256 号文，2004-11-19

《四川省地质公园申报、建设与管理暂行办法》，四川省国土资源厅，2004

《风景名胜区规划规范》(GB 50298-1999)

《旅游规划通则》(GB/T 18971-2003)

《旅游资源分类、调查与评价》(GB/T 18972-2003)

1.12 测 量

《城市测量规范》(CJJ8-99)

《1:500, 1:1 000, 1:2 000 地形图图式》(GB/T-7929-1995)

《城镇地籍调查规程》(TD 10001-93)

《全球定位系统城市测量技术规程》(CJJ73)

1.13 信息工程

《GIS 图层描述数据内容标准》(DDB9702)

《资源评价工作中地理信息系统工作细则》(DDZ9701)

《国土基础信息分类与代码》(GB/T 13923-92)

《地质矿产术语分类代码》(GB9649-88)

1.14 人力资源

《工人考核条例》，劳动部
《四川省地矿局人才引进教育培训暂行规定》
《四川省职业技能鉴定实施办法及有关实施意见》

2 环境类

《环境影响评价法》2003-9-1
《大气污染防治法》2000-9-1
《水污染防治法实施细则》2000-3-20
《国家危险物名录》1999-10-1
《建设项目环境保护管理条例》1998-11-29

《环境噪声污染防治法》1997-3-1
《水污染防治法》1996-5-15
《固体废物污染环境保护法》1996-4-1
《污染综合排放标准》(GB8978-1996)
《环境空气质量标准》(GB3095-1996)
《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)
《排放污染物申报登记管理规定》1992-10-1
《大气污染防治法实施细则》1991-7-1
《环境保护法》1989-12-26
《化学危险物品安全管理条例》
《地面水环境质量标准》(GB3838-88)

摘自 <http://www.scqd.com>

×××项目区调规则

1 地质路线记录

1.1 记录本格式（表 1）

1.2 记录要求

1)点线记录必须与手图上的表示内容完全吻合。
2) 每条路线结束另起一页记录路线小结，格式见表 2。

表 1 地质路线记录格式

	年 月 日 天气
路线	从××(向××方向经××)至××
任务	查明××
人员	××
手图	××(图幅号)××(档案号)
卫片	××(卫片号)
	(空 1 行)
点前	岩性为
	(空 2 行)
点号	D××
点位	X=3 296 Y=15 244;位于××村(标志)××方向×× km 处
	GPS:N:123°27.084' E:49°32.654'
点性	分界点(岩性点、构造点、化石点等)
描述	点处露头情况(人工或天然,好与坏及大小等)
	(另一行)点北为××岩,描述岩石特征及其他特征
	(另一行)产状:倾向∠倾角(注明产状类型)
	(另一行)样品等编号
	(空 2 行)
	点南为××岩,描述内容同上
	(空 2 行)
	各地质体间接触关系的性质,依据
	(空 3 行)
点间	按岩性段连续详细记录(对重要地质意义的地质体可适当放大表示)
	(空 4 行记下点)

表 2 路线小结格式

	路线小结
工作量	1)路线长度
	2)地质点个数(另一行)
	3)样品数及样品号(另一行)
主要成果	总结路线上获得的地质认识与成果
存在问题	路线中有哪些遗留问题有待进一步解决

1.3 着墨要求

1) 手图编号、档案号 8—44—30 (044/2)
2) 卫片编号 H—44—30
3) 点号 D101
4) 点位中 $X=××××$ $Y=×××××$
GPS N: $××°××.××'$ E: $××°××.××'$
5) 记录中: 产状 $30°∠45°$
样品编号 b101
照片编号 ZP I —1 (注: 个人先对照片筛选, 对确有意义的编号上墨, 照片要保留归档)
素描图 (注: 图名写在上面, 图例以说明问题为准, 比例尺画在下面, 为线段比例尺, 长 2 cm, 方位标在左上角, 长 1.5 cm)

6) 其 他

1.4 记录本目录编制要求（表 3）

1.5 手图表示内容

1) 野外各小组手图应固定。手图上路线用绿色, 按实际前进方向以 1~1.5 cm 的断线带箭头表示, 断裂用红色, 剖面导线用棕色, 其他用黑色。

表 3 记录本目录编制要求

点号	内 容	页 数	备 注
D101	岩性分界点(构造点、控制点等)	1	B101 ,H101
	××和××分界(填图单位分界)		
D102	… …	… …	… …
…	…	…	…
…	…	…	…
小结		10	
D106	构造点	12	
…	…	…	…

注:1)每一个点占 2 行;2)小结后空 1 行;3)点上详细内容先空着,待确定后再补充。

- 2) 图上表示内容要合理避让,按点位、样位、产状、点号、样号顺序,后者避让前者。
- 3) 点上取样时,不上样品符号,在点号后写样号。点间取套样时,按薄片—稀土—微量—化学全分析—人工重砂—测年样顺序用较后边的样品符号。

2 遥感地质解译的编录

- 1) 遥感地质解译点和解译路线的编录,即前进式编录。
- 2) 遥感地质解译的主干路线解译后,应作地质解译路线小结。
- 3) 记录要求
- ①点性主要指地层(岩石)单位界线点、断层点、褶皱点、岩性控制点。
- ②遥感特征描述内容:先描述遥感影像 6 个要素,接触界线影像特征及延展情况,再描述填图单元及代号、岩性。
- 遥感影像的6个基本要素赋予的地质含义(表4)。

表 4 遥感影像的 6 个基本要素

颜色	点纹	线 性	面 形	环 形	微地貌
白、黑	点纹	树枝状	条形	单 环	平 坦
红色	斑纹	不对称树枝状	条带形	同心环	扇 形
绿色	线纹	似平行状	条块状	放射环	坡积裙
蓝色	条纹	羽状	块 状	串珠环	谷 坡
褐色	块纹	格状	圆 形	复合环	浑圆状山脊
黄色	格纹	环状	不规则状	叠置环	尖棱状山脊

- a. 点状影像:指图像中的点纹结构,表示同一岩层中的结构组合特征;
- b. 面形影像:指不同岩石、地层之间组合的图像构造;
- c. 线性影像:指地质构造(褶皱、断裂、岩

- 层)的线性特征,反映地质体或构造形迹、性质和相对的时空关系;
- d. 环形影像:指构造活动或热事件活动形成的环状地质特征;
- e. 色调影像:指不同地质体地物波谱特征形成的不同色调,通常表现为岩石、地层性质或蚀变矿化的色彩和色调特征;
- f. 地貌影像:不同地质作用形成的地貌形态特征。

- ③可解译程度:地质界线、同一地层单元(群、组、段)的岩性(组合)可解译程度。
- ④每个地层单元均应填写解译标志和遥感模型,断裂和褶皱构造只填写解译标志。
- ⑤野外验证结果:一般按“根据 XX 地质野外观察,点北为多尼组长石石英砂岩,点南为郎山组灰岩,二者为整合接触关系,据此检查,解译结果正确”格式填写,据此检查,并签名和日期。
- ⑥主干地质路线要有野外查证,以便建立遥感模型、遥感标志;一般解译路线只描述遥感标志、填图单元名称、代号及位置控制。
- ⑦遥感地质解译小结:a. 工作量(地质点数、路线长度);b. 解译标志及遥感模型(地层单位遥感影像特征);c. 可解译程度;d. 野外验证结果及评价;e. 存在问题和解决措施。
- ⑧单独一个记录本;点号要用“h”。
- 4) 记录格式(表 5)

表 5 遥感地质解译的记录格式

年 月 日 第 页	
遥 感 路 线	从 至 。
图幅名称及编号	霍尔(H-44-44)
遥感图像性质	航片或卫片(比例尺)
解 译 人 员	
	(空 2 行)
点 前	遥感影像特征:影像 解译地质内容:应为 岩性组合(填图单位)。
	(空 2 行)
点 号	h×××××
位 置	X= Y= ;位于 。
	Gps: N ;E
描 述	遥感影像特征:点东影像 ;点西影像 ;界线影像 解译地质内容:点东应为 岩性组合(填图单位);点西应为 岩性组合(填图单位);接触关系为 。
	(空 2 行)
点 间	0~200 m,影像 ,岩性组合(填图单位) ; 200~500 m,影像 ,岩性组合(填图单位) ; 500 m~路线结束,影像 ,岩性组合(填图单位) 。
	(空 2 行)
	遥 感 解 译 路 线 小 结

5) 查证内容主要包括解译地质体的定性、定量内容和位置的准确度,遥感地质解译标志判别与实地表征的吻合度(表6)。

表 6 遥感地质解译查证记录表			
点号		图像名称编号	
名称		遥感图像性质	
地质观察描述:			
遥感地质解译查证(包括图片、素描)			
1)遥感解译标志、依据:			
2)地质解译性质、内容:			
3)地质点位、准确度:			
4)查证的评定:			
查证者: 年 月 日 第 页			

3 地质剖面

3.1 剖面记录本

1) 封面
名称:××县(××标志)+时代+群(组)
实测剖面(剖面编号)记录
比例尺:1:×××××
参加人员:(分层、记录、取样、前测手、后测手)
测制日期:××××年××月××日

2) 脉体不占分层号。
3) 着墨要求:封面,首页的剖面位置、图幅号、坐标、起止方向、日期,正文的测站号、斜距、方位角、坡度、皮尺数、产状、层位、厚度、样品、素描图。

3.2 剖面图

1) 图例大小为 12 mm×8 mm,一般放在剖面图下方。
2) 总导线方向标定在剖面起手处,位于纵向比例尺上方,箭头指向图内。
3) 样品以断线(长约 2.5 cm)标定在剖面图上方。
4) 剖面起点坐标(经纬度)标定在总导线方向之上。
5) 责任表位于剖面右下角,其上部留约 20 cm 宽度不安排地质内容。责任表格式见表 7,大小为 60 mm×120 mm。
6) 平面图为点线,分层界线一般只标注填图单位界线。
7) 剖面图上的产状用折线向下拉出(长约 2 cm)。

表 7 责任表格式			
单 位	河北省地质调查院西藏普兰项目部		
图 名	××县××山(标志物)+时代+群(组)实测剖面图(编号)		
制 图		图 号	
清 绘		比例尺	
审 核		日 期	
技术负责		资料来源	

3.3 剖面小结格式

封面:剖面名称(剖面代号)+小结
比例尺:1:×××××
测制单位:河北省地质调查院西藏普兰项目部
测制时间:××年××月××日
正文:1) 剖面概况:①剖面位置、图幅编号、比例尺、日期、参加人员及分工、起点、终点、总方位、总长度;②测制目的、工作量(样品、累积长度等)
2) 地质认识
3) 成果
4) 存在问题

4 常用图例

4.1 岩石代号

1) 深成侵入岩		
Σ	未分的超基性岩	σ 橄榄岩
ψ	纯橄榄岩	φσ 二辉橄榄岩
ω	斜方辉石橄榄岩	ψσ 异剥橄榄岩
φμ	辉石岩	σψ 橄榄二辉岩
ωψ	斜方辉石岩	φρ 二辉岩
ψρ	角闪石岩	φω 蛇纹岩
χ	煌斑岩	δχ 斜长煌斑岩
ξχ	云煌岩	
N	未分的基性岩	υ 辉长岩
υβ	辉长辉绿岩	ω 石英辉长岩
ηρ	二长辉长岩	ω 苏长岩
ω	斜长岩	βμ 辉绿(玢)岩
Π	未分的中性岩	δ 闪长岩
δη	二长闪长岩	δβ 黑云母闪长岩
ξδ	正长闪长岩	ωδ 辉长闪长岩
ξ	正长岩	η 二长岩
δμ	闪长玢岩	ηρ 二长斑岩
Γ	未分的花岗岩	γ 花岗岩
κργ	碱长花岗岩	ξγ 正长花岗岩
ηγ	二长花岗岩	γδ 花岗闪长岩
γσβ	英云闪长岩	γβ 黑云母花岗岩

γm 白云母花岗岩	$\gamma \beta m$ 二云母花岗岩	mb1 结晶灰岩	gls 颗粒灰岩
$\eta \gamma \beta m$ 二云母二长花岗岩	γo 斜长花岗岩	dol 白云岩	gdl 颗粒白云岩
δo 石英闪长岩	$\delta \eta o$ 石英二长闪长岩	si 硅质岩	cc 碳质页岩
$\xi o \pi$ 石英正长斑岩	$\eta \pi$ 石英二长斑岩	sis 硅质页岩	csn 钙质页岩
$\kappa \gamma$ 碱性花岗岩	$\eta \rho$ 石英二长岩	sas 砂质页岩	sim 粉砂质泥岩
ξo 石英正长岩	$\gamma \pi$ 花岗斑岩	coa 煤	cass 钙质砂岩
ι 细晶岩	γ 花岗细晶岩	osh 油页岩	
$\lambda o \pi$ 石英斑岩	$\gamma \delta \mu$ 花岗闪长斑岩	5) 变质岩	
$\eta \gamma \pi$ 二长花岗斑岩	ρ 伟晶岩	sl 板岩	ph 千枚岩
$\gamma \rho$ 花岗伟晶岩	$\delta o \pi$ 石英闪长斑岩	sch 片岩	gn 片麻岩
$\delta \eta \pi$ 石英二长闪长斑岩	κc 碳酸岩	og 正片麻岩	pg 副片麻岩
2) 喷出岩		gnt 变粒岩	gnl 麻粒岩
Ω 未分的超基性喷出岩	ω 苦橄岩	mss 变质砂岩	mv 变质火山碎屑岩
B 未分的基性喷出岩	$\mu \beta$ 细碧岩	mas 变安山岩	mis 云母片岩
β 玄武岩、粗玄岩	$\omega \beta$ 苦橄玄武岩	chs 绿泥片岩	qls 石英片岩
$\chi \beta$ 碱性玄武岩	$\alpha \beta$ 安山玄武岩	gls 蓝闪石片岩	ges 绿片岩
A 未分的中性喷发岩	α 安山岩	hos 角闪片岩	mb 大理岩
βx 玄武安山岩	αo 石英安山岩	qs 石英岩	gg 花岗片麻岩
$\alpha \mu$ 安山玢岩	$\tau \alpha$ 粗面安山岩	plg 斜长片麻岩	abl 斜长角闪岩
τ 粗面岩	τo 石英粗面岩	lti 浅粒岩	hs 角岩
$\alpha \tau$ 安粗岩	$\alpha \tau o$ 石英安粗岩	hf 角页岩	gs 云英岩
$\tau \pi$ 粗面斑岩		sk 夕卡岩	ec 榴辉岩
Δ 未分的酸性喷出岩	λ 流纹岩	eh 榴闪岩	ibr 磁铁石英岩
$\lambda \pi$ 流纹斑岩	$\kappa \lambda$ 碱长流纹岩	mg 混合片麻岩	gnd 铁帽
$\nu \pi$ 霏细斑岩	ζ 英安岩	6) 构造岩	
$\zeta \mu$ 英安玢岩	$\lambda \chi \tau$ 石英角斑岩	tr 碎裂岩	sb 构造角砾岩
$\nu \lambda$ 黑曜岩、珍珠岩、松脂岩	ν 响岩、玻璃岩、隐晶岩	pmm 初糜棱岩	myl 糜棱岩

3) 火山碎屑岩

lv 熔岩	pr 火山碎屑岩
a 集块岩	vb 火山角砾岩
plt 火山碎屑熔岩	tf 凝灰岩
al 集块熔岩	bl 角砾熔岩
tl 凝灰熔岩	la 熔集块岩
lb 熔角砾岩	lt 熔凝灰岩
ia 熔结集块岩	ib 熔结角砾岩
it 熔结凝灰岩	ba 沉集块岩
bb 沉火山角砾岩	bt 沉凝灰岩
spr 沉火山碎屑岩	lpr 熔火山碎屑岩
tss 凝灰质砂岩	tcg 凝灰质砾岩
tst 凝灰质粉砂岩	vba 角砾集块岩

×××质的在基本名称符号前加该质的熔岩符号，

如：aba 安山质沉集块岩

4) 沉积岩

br 角砾岩	cg 砾岩
ss 砂岩	ds 岩屑砂岩
ak 长石砂岩	qu 石英砂岩
fq 长石石英砂岩	st 粉砂岩
sh 页岩	cr 粘土岩
ms 泥岩	ls 灰岩
ml 泥灰岩	mls 泥晶灰岩

mb1 结晶灰岩	gls 颗粒灰岩
dol 白云岩	gdl 颗粒白云岩
si 硅质岩	cc 碳质页岩
sis 硅质页岩	csn 钙质页岩
sas 砂质页岩	sim 粉砂质泥岩
coa 煤	cass 钙质砂岩
osh 油页岩	

5) 变质岩

sl 板岩	ph 千枚岩
sch 片岩	gn 片麻岩
og 正片麻岩	pg 副片麻岩
gnt 变粒岩	gnl 麻粒岩
mss 变质砂岩	mv 变质火山碎屑岩
mas 变安山岩	mis 云母片岩
chs 绿泥片岩	qls 石英片岩
gls 蓝闪石片岩	ges 绿片岩
hos 角闪片岩	mb 大理岩
qs 石英岩	gg 花岗片麻岩
plg 斜长片麻岩	abl 斜长角闪岩
lti 浅粒岩	hs 角岩
hf 角页岩	gs 云英岩
sk 夕卡岩	ec 榴辉岩
eh 榴闪岩	ibr 磁铁石英岩
mg 混合片麻岩	gnd 铁帽

6) 构造岩

tr 碎裂岩	sb 构造角砾岩
pmm 初糜棱岩	myl 糜棱岩
pm 千糜岩	um 超糜棱岩
rfm 变余糜棱岩	oφ 蛇绿岩
oφ(m) 蛇绿混杂岩	mlg 混杂岩
tmlg 构造混杂岩	smlg 沉积混杂岩

4.2 矿物代号

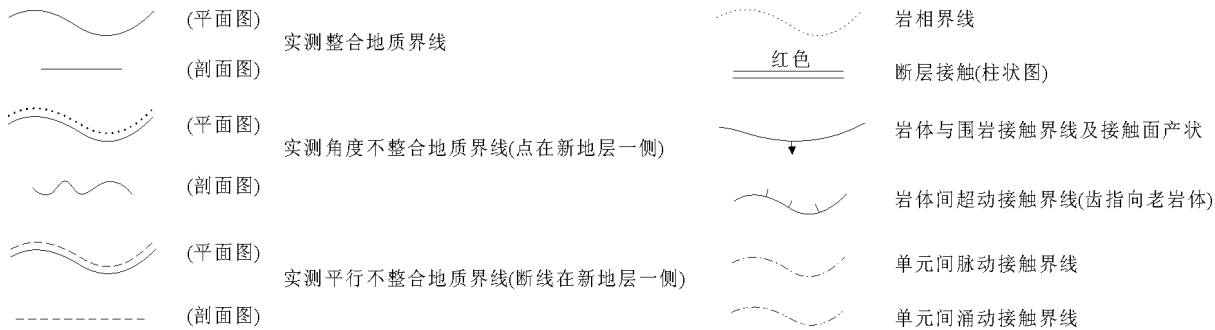
Ad 红柱石	Mt 磁铁矿	Gpn 石墨
Ze 沸石	Ds 蓝晶石	Sil 夕线石
Sep 蛇纹石	Cpx 单斜辉石	Gl 蓝闪石
Ser 绢云母	Hb 角闪石	Kf 钾长石
Gn 方铅矿	Do 白云石	Mu 白云母
Tou 电气石	Gt 石榴石	St 十字石
Qz 石英	Ep 绿帘石	Opx 斜方辉石
Cal 方解石	Sti 辉锑矿	Chm 铬铁矿
Pl 斜长石	Prx 辉石	Lm 褐铁矿
Bit 黑云母	Thr 黝铜矿	pyl 叶蜡石
Chl 绿泥石		

4.3 第四系成因类型符号

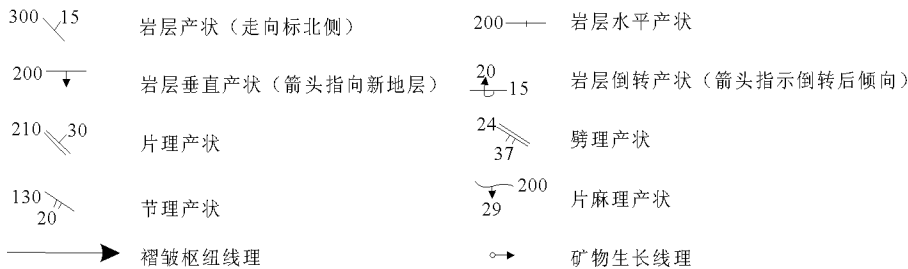
Q^{al} 冲积	Q^{pl} 洪积	Q^{alp} 冲洪积
Q^{cl} 残积	Q^{dl} 坡积	Q^{cd} 残破积
Q^{col} 崩积	Q^l 湖积	Q^f 沼积
Q^f 湖沼积	Q^{cl} 冰川积	Q^{vl} 火山堆积
Q^{col} 风积	Q^s 人工堆积	Q^{all} 冲湖积
Q^{df} 泥石流堆积	Q^{cas} 泉华	Q^{lel} 冰湖堆积

4.4 地质构造符号

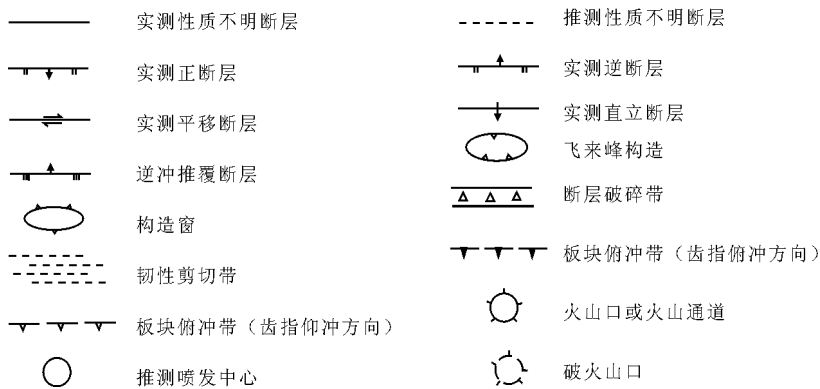
1) 地质界线



2) 产状



3) 构造



4.5 样品符号及代号



注：1) 点上取样时，不上样品符号，在点号后写样号；2) 点间取套样时，按稀土—微量—化学全分析—人工重砂—测年样顺序用较后边的样品符号。

5 花纹设计原则

1) 未成岩的松散堆积物花纹纵向表示；沉积岩的

花纹横向系统的交错表示；变质岩花纹横向波状系统的交错表示（大理岩除外）。

2) 由 2 个（或 2 个以上）基本花纹组成的岩

石花纹，一般按 1:1 之规律组合。

3) 岩浆岩进一步细分时，以组成岩石的主要矿物符号为基础，有规律的组合。

4) 变质岩按板理、片理、片麻理，混合岩根据混合岩化程度规定不同类型的线条表示各类主要岩石基本花纹。

5) 各花纹要素应平行于层理、片理、片麻理或区域构造走向；岩浆岩一般应平行于南北图边排列。

6) 图例设计沉积岩以中层、中粒表示；岩浆岩以中粒表示。

7) 以特征结构参加命名的岩石按规定表示(表 8)。

8) 以特殊构造参加命名的岩石，构造附加花纹与基本花纹按 1:1 的比例组合。

表 8 花纹设计原则

花纹 mm	粒 级			花纹 mm	粒 级	
	火山碎屑岩	正常沉积碎屑岩	夕卡岩		糜棱岩	岩浆岩
4.0	粗集块					
2.5		巨 砾		4		巨 粒
2.0	细集块	粗 砾	粗 粒	3		粗 粒
	粗火山角砾					
1.5		中 砾	中 粒	2		中 粒
1.0	细火山角砾	细 砾	细 粒	1.5		细 粒
0.8	粗凝灰	粗 砂		3×1	粗	粗 斑
0.6		中 砂		2×1		中 斑
0.4	细凝灰	细 砂		1.5×1	细	细 斑
0.25		粉 砂				

岩浆岩粒级花纹规格可根据岩石出露面积的大小作适当调整

9) 以特征矿物（碎屑）成分参加命名的岩石，按其含量，附加花纹与基本花纹比例规定见表 9。

表 9 附加花纹与基本花纹比例

量	比 例
含	附加花纹稀疏表示
× 质	1:2
主要	1:1

10) 含有用矿物（元素）的岩石，在基本花纹中有用矿物花纹（元素代号）稀疏表示。必要时可用矿物代号代替矿物花纹。

11) 火山碎屑岩

四大基本类型①正常火山碎屑岩；②熔结火山碎屑岩；③火山碎屑熔岩；④沉积火山碎屑岩。

火山碎屑物按大小形态：集块、角砾、凝灰；按碎屑物状态：晶屑、玻屑、浆屑、岩屑和多屑。

火山熔岩成分分为十大类：流纹质、英安质、粗面质、安粗质、安山质、玄武安山质、玄武质、粗面玄武质、响岩质和超镁铁质。

A 正常火山碎屑岩花纹：化学成分符号与碎屑岩符号按 1:3 组成。

B 熔结火山碎屑岩花纹：化学成分符号与熔结符号与碎屑岩符号按 1:1:2 组成。

C 火山碎屑熔岩花纹：化学成分符号与碎屑符号比例为 3:1。

D 沉火山碎屑岩则在花纹中加表示层状的横线，花纹配比同上。

据河北省区域地质矿产调查研究所