

# 地质工作信息化若干问题的思考

姜作勤

(中国地质调查局发展研究中心,北京 100037)

**摘要** 随着社会的发展、技术的进步,地质工作正处在转变时期。各国地质工作的重点从以寻找和发现矿产资源为主向兼顾资源与环境保护、减轻灾害的资源与环境并重的方向转变。本文将分析地质工作的转变对地质工作信息化提出的新要求,并阐述新形势下数字化信息资源的积累与管理的地位和作用、地质调查全过程信息化的实现引起的一系列变革、信息服务的发展以及管理在信息化过程中越来越突出的作用。

**关键词** 地质工作信息化;调查评价全过程信息化;信息服务;信息化的管理

中图分类号:P5 文献标识码:XC 文章编号:1671-2552(2004)09-10-0839-07

信息技术应用不断深入的过程是地质工作现代化水平不断提高的过程。几乎与计算机的发明同步,USGS(美国地质调查局)开始在地学领域应用计算机。数据处理技术极大地提高了地球物理和地球化学的数据处理、等值线绘制、异常圈定的速度;文字处理技术的应用使调查报告文字部分实现了数字化;数据库技术的应用使地质调查的描述性属性信息的管理实现了数据库化;数字制图技术与彩色电子出版技术的应用从根本上改变了地质调查的主要成果——彩色地质图出版印刷的传统工作流程;GIS技术的应用使地质图空间与属性信息的综合管理实现了信息化;到20世纪末,掌上计算机、手写识别技术与3S等技术的发展与综合应用解决了地质调查全过程信息化的瓶颈问题;网络技术,特别是Internet的广泛应用从根本上改变了信息传播与服务的工作方式;各种决策支撑系统、综合分析评价系统、管理信息系统及办公自动化系统提高了管理与决策的科学性。信息技术应用是地质工作现代化的巨大推动力。

随着社会的发展、技术的进步,地质工作的领域不断拓宽,正处在变革时期。进入21世纪,各国地质工作的重点从以寻找和发现矿产资源(包括油气等能源)为主的矿产型,向兼顾资源与环境保护、减轻灾害的资源与环境并重的社会型转变。地质工作的主要任务除传统的基础地质调查和矿产资源调查评价及信息服务的任务外,增加了环境地质、农业地质、城市地质、资源管理等内容<sup>[1]</sup>。

地质工作发生的变革对地质工作信息化提出了什么样的要求?在信息资源积累到一定程度之后,信息资源的积累与管理在地质工作信息化中的地位与作用?实现地质调查评价全过

程的信息化遇到的挑战?信息服务以及地质工作信息化的管理如何适应新形势的需要?本文将根据作者对国内外地质工作信息化情况的了解,阐述对上述若干问题的点滴认识。

## 1 地质工作的变革对信息化提出新需求

《全国地质工作规划纲要》编制组通过大量的调研提出了经济与社会发展对地质工作的需求。除了资源保障及基础地质调查等传统地质工作外,还要求地质工作在生态环境建设、农业发展、城镇化建设以及国家重大工程等方面发挥作用<sup>[2]</sup>。与国际上地质工作转变和中国经济社会发展对地质工作的需求相适应,中国地质调查局在近期工作部署中明确强调地质工作的转变。中国地质调查局局长寿嘉华在2004年地质工作部署中要求扩大服务领域,在农业发展、城市规划和城镇化建设、生态环境建设与保护中发挥地质工作的优势,为社会的可持续发展服务<sup>[3]</sup>。在地质工作发展战略研究的重大的行动计划建议中将上述内容纳入多目标地质调查工程。

环境地质调查主要涉及对地震、滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降和塌陷等地质灾害以及与人类生存有关的沙漠化、水土流失、冻土、石漠化、地方病、土壤污染、土地盐渍化、地下水污染、海岸侵蚀等方面进行调查评价,为保护与改善人类生存环境服务。

农业地质调查是以区域地球化学调查方法为主要手段,针对农作物赖以生长的地质环境开展的综合地质调查。通过测定土壤及浅层水中元素的分布,研究元素从岩石-土壤-水-农作物(养殖物)-人体的迁移转化和循环过程,及其对生态环境产生的影响,实现对农业地质环境的科学评价<sup>[4]</sup>。

城市地质调查是在城市及周围潜在城市化地区的特定范围内,以地、物、化、遥及水、工、环等多学科手段为主,结合城市学、区域经济学,对城市地表和地下空间的结构与空间资源、地质灾害与地壳稳定性、地下水资源与质量、矿产资源与能源、生态环境与地质景观资源等进行多方面的调查、评估与预测,为城市发展规划提供国土资源基础资料和科学依据。

重大工程等基础设施建设需要地质工作提供安全支撑。主要是查明重大工程周围和沿线地区的地质环境背景和地质条件,预测发生灾害的可能性和环境地质变化趋势。对一些重大地质灾害隐患点实施专业化的监控或工程治理,以保障国家重大工程基础设施的正常建设和运营<sup>[2]</sup>。

地质工作拓展的任务,虽然领域不同,但主要任务是调查、评价、监控、预测,从信息化的角度,涉及信息获取、综合分析、评价、信息管理与服务。根据对《农业地质调查规划要点》<sup>[4]</sup>、城市地质调查的有关资料以及《全国地质灾害防治信息系统建设规划研究》的分析,拓宽服务的新领域对地质工作信息化提出的需求见表1。

从表1可以看出,地质工作领域的拓宽对信息化提出的需求主要包括相关领域数据库的建立及一体化管理、调查评价全过程的信息化、信息服务系统、各种综合分析评价系统及相应的标准。这些需求为地质工作信息化增加了新任务。

## 2 数字化信息资源的积累与管理 仍是地质工作信息化的核心

地质信息是国家空间数据基础设施的重要组成部分,是国家矿产资源管理、土地利用规划、水资源的开发利用与保

护、地质环境保护等涉及社会经济发展、人民生活的基本决策依据。地学基础数据库是地质信息资源的重要组成部分,是现代地质工作最有价值的成果,建立与完善内容齐全的系列地学基础数据库是地质工作信息化的基本任务。地学基础系列数据库对地质工作信息化其他任务的实施具有重大影响。它们是地质工作部署决策、各种综合分析评价系统如矿产与水资源评价、地质灾害评价预报、土地适宜性评价、区域稳定性评价等的信息源,是进一步开展地质工作必须了解的基础资料,是信息服务的基本要素。

从20世纪70年代末建立文献与地球化学数据库开始,经过20多年的努力,特别是近10年的努力,中国已建立了一批全国性的地学数据库,如地质文献数据库、全国地质资料馆馆藏资料目录数据库、全国地层数据库、各种比例尺(1:20万、1:50万、1:250万)的数字地质图空间数据库、岩石地层数据库、重力数据库、航磁数据库、区域地球化学数据库、水文地质图空间数据库、地下水资源动态监测数据库、环境地质数据库、灾害地质图空间数据库、矿产资源储量数据库、矿产数据库、全国地质工作程度数据库等。信息资源的积累与共享是地质工作信息化水平的基本标志,信息资源的开发利用是整个国家信息化的核心。上述相当数量数据库的建立,并没有改变数字化信息资源的积累与管理作为地质工作信息化的核心地位。主要原因如下。

2.1 信息产品是地质工作的唯一产品,只要地质调查工作存在,地质信息就会不断产生

自从1835年诞生了世界上第一个地质调查所,开始了系统的地质工作以来,基础地质调查就是地质工作的一项最基

表1 地质工作的转变对信息化提出的新需求

Table 1 New demands for IT applications set by the transformation of geological work

领域	对地质工作的要求	对信息化的需求
地质环境	①地质灾害的调查 ②地质灾害的监测、预报、预警 ③地下水资源调查评价、监测 ④沙漠化、水土流失、冻土、石漠化、地方病、土壤污染、土地盐渍化、地下水污染、海岸侵蚀等的调查评价	①建立数据库体系,实现一体化管理 ②地质环境调查全过程的信息化 ③各种环境地质分析、评价、预测预警系统 ④方便快捷、深层次的信息服务 ⑤标准化建设
农业地质	①系统开展区域地球化学调查 ②农业地质生态环境评价 ③开展名、特、优产地的地球化学特征评价	①农业经济区地球化学数据库 ②调查评价全过程信息化 ③综合评价系统 ④成果服务系统 ⑤相关数据库等标准
城镇化发展	①地表综合地质调查 ②水资源的合理利用和保护 ③地质灾害的调查与防治(崩塌、地裂缝、地面沉降等) ④生态环境地球化学调查 ⑤地下空间的调查评价与利用(地球物理、钻探)	①多元、多维数据库的建立与综合管理 ②三维地质数据的可视化 ③各种综合分析评价系统(如地表稳定性) ④信息服务 ⑤标准
国家重大工程	①地质环境调查评价 ②地质灾害的监测、预警预报	①地质环境数据库 ②地质环境的评价系统 ③地质灾害的监测、预报预警系统

本的任务。虽然地质工作的领域有所拓宽,但其主要任务仍是应用地质科学的理论与技术,通过调查研究,获取对地球的物质组成、结构、构造等的认识,寻找人类赖以生存的矿产资源,了解地质环境。地质工作的主要成果——各类地质报告是所获取信息的集中体现。可以说,地质工作是一种信息生产、加工与服务的工作。信息产品是其唯一产品。

由于地质工作的对象——地球本身十分复杂,人们能够观察到的只是其表层及局部,推断是地质工作的基本方法。由已知推断未知、由现在推断过去、由表层推断深部这种方法必然导致地质信息的不确定性,以致人们对它的认识需要不断深化。对地质图的不断修编(称新一轮或新一代)是这种规律的体现。在某种意义上说,地质信息的积累与管理是一项永无完结的工作<sup>[4]</sup>。

## 2.2 尚有相当数量宝贵的地质资料没有建立数据库

采用数字技术保存地质资料档案的优越性早在“八五”期间就已经明确,但由于资金等方面的原因,目前9.2万种馆藏地质报告只有约1.2万种完成了数字化。按现在每年数字化2500种的速度,尚需30多年才能完成。岩心是地下地质情况的最直接反映,是了解地下地质情况最可靠的实物地质资料。世界各国都十分重视钻孔数据库的建设。中国拥有 $1.3 \times 10^8$  m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。已完成的4000多幅1:5万地质图只有300幅左右按数据库的要求完成了数据采集。按目前每年100~200幅的进度,尚需20多年,还不算新完成的图幅。上述情况还只是几个典型的实例,没有包括需要进入基础地质数据库系列的所有内容,数据库建设的任务远没有完成。

## 2.3 目前地质数据维护和管理的现状与水平远不能满足应用的要求

有效的数据管理是数据资源满足多种应用的技术基础。只有实现数据科学、合理的管理,才能根据数据的覆盖范围、空间、时间、专业属性、质量等特征对多种数据资源进行单个或组合查询、检索,以最大限度地满足不同用户的不同需求。如何将分布在不同单位、不同时期、采用不同标准、具有不同覆盖范围的数据综合管理,是世界各国地调机构努力解决的问题。

综合应用地质、地球物理、地球化学和遥感等多元信息解决各种地质问题是现代地质工作的明显特点。随着数字化信息资源的积累,数据管理技术,特别是空间数据库技术的发展,使广泛应用综合的方法成为可能。我们已经建立的数据库分布在不同的单位,基本上是一个数据库一个管理系统,具有一定的查询检索功能。当用户需要从多个数据库中抽取所需数据时,繁琐与困难是可以想象的。

综上所述,地质数据资源的积累将伴随地质工作的存在而不断进行,目前的地质数据管理水平很难适应信息资源的开发与服务的要求,数字化信息资源的生产、维护与管理应纳入地质工作的基本任务。

## 3 支持地质调查全过程信息化的技术已经实用化,但从根本上改变传统工作方式还有很长的路要走

### 3.1 各种野外数据采集系统开始采用,标志着实现地质调查评价全过程信息化的技术进入实用化阶段

由于地质调查的基本工作方式是地质人员的直接观察和思考,文字描述与图件是地质信息的主要表示方式,其信息化成为地质工作主流程信息化难度最大的工作,是实现地质调查全过程信息化的瓶颈。

国外早在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化问题。1991年,加拿大B.C.省地质调查所的区调人员已在野外使用由加拿大安大略地质调查所开发的在掌上计算机上运行的FieldLog系统<sup>[5]</sup>采集数据。当然,受技术水平的限制,系统的功能有限。支持野外数据采集信息化的基本技术掌上计算机、GPS、GIS、数据库与手写输入操作系统等技术日趋成熟。掌上计算机的功耗、重量、单次充电可持续工作时间及丰富的接口满足野外工作的要求。可用于掌上机的操作系统提供的文字处理、电子表格、简单图象处理、与袖珍GPS联接实现动态自动定位、收发电子邮件、上网浏览、无绳压感笔输入等方面的功能为提高数字野外记录本的性能提供了良好的应用软件开发平台<sup>[6]</sup>。近两年,满足地质调查精度要求的GPS已经微型化,可内置于掌上计算机中,能够支持野外数据采集要求的具有较大存储容量的存储设备微型化以及屏幕显示阳光下可读技术日趋成熟,操作系统及相应的软件功能不断完善,可支持交互式图形操作、文字描述的简单录入及空间与属性数据的管理、野外素描图的绘制,可灵活地根据不同地区地质条件的特征进行个性化裁减或扩展,可方便地与室内整理接口。上述技术的发展为野外数据采集系统的实用化奠定了基础。

除加拿大外,美国、澳大利亚和中国分别开发了基于掌上计算机的野外地质数据采集系统并在野外工作中使用。主要包括Penmap<sup>[7]</sup>和FieldPad<sup>[8]</sup>。GeoMapper是美国加州伯克利地球资源中心在Penmap的基础上开发的系统。提供适应地质人员工作习惯的地质图形接口,具有描述岩性、构造、地层、矿化、蚀变的工具条<sup>[9]</sup>。这是个实用性较强的系统,已经在多个项目中使用。ESRI公司的产品ArcPad也成为野外数据采集系统的开发平台。

中国从20世纪90年代中期正式立项解决地质野外数据采集信息化的问题。经过近10年的努力,自行开发的野外数据采集系统RGMAP已经进入实用阶段。在掌上机上具有显示、漫游、研究区域地理底图、地质草图和图象等基础信息的功能、GPS导航与定点(满足区调要求)的路线显示及定点图形编辑的功能、与桌面遥感图象配准一体化的功能。野外电子记录本具有简单、易操作、与传统记录风格基本一致的录入界面;具有电子笔、PRB二级电子词典、键盘等工具获取区

调野外数据,实现野外记录数字化的功能;具有野外采样、素描、产状、照片等多源数据的获取、存储与管理的功能;提供通过选中字典中的条目填写字段的功能、路线描述功能,可以对地质人员当天所跑的路线进行描述,包括路线号、分段线号、本段路线长度、累计路线长度和描述内容<sup>[1]</sup>。经过12个图幅的填图试验,制订了《数字区域地质调查野外数据采集工作指南》(试行)。值得一提的是,中国地质调查局将推广该系统纳入工作重点。现在,在全国范围内已举办了17次数字填图技术培训班和研讨会,软件已在全国推广应用了260余套。在野外区调数据采集系统的基础上,中国地质调查局准备全面开展矿产资源评价、地下水资源调查和地质灾害调查野外数据采集系统的开发研制。投入资金与人力,组织如此规模的试点与推广,这在世界上是绝无仅有的。

### 3.2 地质调查全过程信息化的实现是对传统工作方式的

#### 根本变革

(1)数据采集方式发生变化。地质人员记录野外观测信息从习惯使用的笔与记录本变成了电子记录本。这对于不熟悉计算机系统操作的地质人员来说,同样的工作可能需要更长的时间。实际上,即使熟练操作,工作负担也不会比传统方式有太大的变化。野外数据采集系统的效果主要体现在地质填图后续的过程中,如室内整理、成果输出及信息服务。

(2)调查评价的质量管理发生变化。包括野外数据采集的质量控制、项目质量检查、项目审查与成果汇交的要求等。由于采用数字技术需要完全不同的质量控制、检查及审查方法,要求相关人员掌握与传统工作方式不同的技能。

(3)提交的成果发生了根本变化。在采用数字技术生成传统地质图的同时,建立基于GIS的地质图空间数据库,这是数字填图最重要的成果。空间数据库管理系统可支持对所管数据按区域、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,可根据用户需求派生出各种不同的应用图件。使地质图不再只是一张复杂的、非地质专业人员很难看懂的固定图件。这是对传统地质填图的重大变革。

(4)新的标准体系:地学数据模型标准(数字地质图数据库标准)、地质描述用语(USGS称其为科学语言)标准、空间定位标准、野外数据采集标准、地质信息的分类编码标准、数据质量标准、数字制图标准及元数据标准等。

(5)要求相应的管理机制根据上述变化进行调整:①重新编写填图规范;②野外数据采集的质量检查规定、项目成果审查、验收及汇交规定;③数字成果的知识产权规定;④对相关部门的岗位责任进行调整;⑤由于增加了成果输出的种类(图与数据库),需对填图工作量重新进行估算。

(6)对人力资源配置提出新的要求:对实施野外填图的地质人员、项目管理人员、质量检查人员、成果验收人员的技能有了新的要求,因此需要大量的培训。

由此可见,地质调查全过程信息化的实现将导致工作内容、方式、管理、成果表达、人力资源等方面发生变化。这种变化

涉及对人们传统工作习惯与观念的改变,还涉及多个部门,包括地质调查项目的承担单位、项目的管理部门、项目的审查部门、资料汇交管理部门。只有所有部门、环节、人员能够适应这种变革,地质调查全过程信息化才能顺利实施。因此,采用新技术从根本上改变传统工作方式还有很长的路要走。

## 4 基于网络的信息服务作为战略重点 已形成完整的体系

### 4.1 信息服务成为21世纪各国地质工作的战略重点

为国家和社会提供所获取的地质学信息一直是各国地质学机构的基本任务。服务是地质工作价值的体现,是地质调查机构存在的依据。将信息服务提到前所未有的高度是进入21世纪发达国家地质工作的另一变化。美国地质调查所2000—2005年战略计划中将提供可靠的科学信息服务于国家作为USGS的基本职能和工作中心,并强调采用所有可能新出现的信息技术,保证及时(实时)、有效、连续地为用户提供信息服务。地质处的2000—2010年战略计划中,将提高公众查找、检索和使用地质处图件和资料的能力作为其6项任务的第一项。澳大利亚联邦政府提出,到2001年要使所有可能的服务实现在线服务。作为在线政府运行框架的一种实践,澳大利亚地质调查局AGSO(现与国家测绘局合并,更名为地学局)提出并实施其在线工作计划。加拿大自然资源部2000—2003年的计划重点是加强地学信息的管理与服务。主管副部长指出,要利用Internet尽快实现对国家地学空间知识库的网上存取。2003—2004年将为自然资源科学决策提供信息作为5项工作重点的首位。隶属于自然资源部的加拿大地质调查局的基本职能是:通过获取、解释和传播加拿大的地学信息,为加拿大的经济发展、公众安全和环境保护提供全面的地学基础知识。英国地质调查局将提供综合、客观、公正、最新的地学信息服务,以满足国内外用户的需要,为提高国家竞争力、社会发展和人民生活质量作出贡献。印度地质调查局也将提供科学信息作为其首要职能。

### 4.2 各国对信息服务的基本政策——定价的原则和标准

都有明确规定,且逐步向有利于共享的方向发展

信息和信息服务的定价原则与标准是推动信息服务与共享的核心问题,是信息服务必须面对的复杂问题。它涉及无偿、有偿、有借的程度、信息的成本费及信息服务费等诸多方面。该问题解决不好,不能适当处理和平衡数据的生产者、用户与管理部的利益关系,会严重阻碍信息服务的进程<sup>[12]</sup>。因此,发达国家都研究制定了明确的信息定价的原则及标准。对政府拥有和政府资助生产的数据采用“完全与开放”的共享政策是美国政府20世纪90年代确立的基本国策。这一政策的依据是“信息自由法”和“版权法”。可以概括为3句话:不允许联邦政府拥有版权;信息服务的收费最多不超过服务本身的成本;对信息的二次开发利用没有限制。USGS的定价原则是不收数据生产的成本费,价格主要由信息服务的费用组成。在英国,地质信息的采集并不完全由国家投资,因此数据

定价的原则是生产的费用应由销售数据的收入进行补偿。因此其地质信息的价格明显比美国要高得多。加拿大的政策与英国类似,属完全收费政策。澳大利亚实行有偿转让的政策,收费的标准介于美国与英国之间。近年来,数据收费的政策有向美国靠拢的趋势。加拿大的收费政策遭到民众的反对,1997年,政府采取了公共利益与成本回收的折中政策,降低收费标准。澳大利亚通过美国及其本身的实践,认识到数据最大价值的实现的根本途径不是发生在数据本身的直接交易之中,而是在数据流动和数据广泛应用的过程中。因此,其信息定价的政策正在逐步改变。最近由空间数据访问与定价的跨部门委员会提出的“联邦空间数据访问与定价政策建议”<sup>[13]</sup>的要点是,经Internet免费提供基础空间数据,收费不超过数据传输及打包的费用,且对商业性的增值没有版权限制。在数据收费政策上发生类似变化的还有荷兰等国家,基本上采取开放的政策,收取少量费用。

#### 4.3 信息服务方式的巨大变化

(1)网络技术特别是Internet的广泛应用,实现了通过网络向全世界发布信息,使以图书馆、资料馆的资料借阅及信息产品的销售为主的传统信息服务方式发生了根本变化。①服务范围与规模是传统服务方式无可比拟的。以USGS为例,1985年实现全国联网,1993年开通了WWW服务器,1999年USGS分布在全国的包括陆地与海洋地质、地球物理、地球化学、遥感、水文地质、生物、环境、试验分析、地质灾害、土地利用等类的服务器数目已达14类180多个。信息量不断增加,服务范围覆盖全世界。1999年,每月浏览图形信息的访问量约为11000人次,到2004年前5个月平均每月成功的服务请求达2300万次,经网上传输的数据量达150G(全国1:20万数据库的数据量约80G)。这种服务规模同样是传统方式不可思议的。②发达国家的地质信息网站多数可为用户提供网络浏览、下载及订购所需数据产品的服务。

(2)信息服务的方式向更利于用户应用的方向发展。①元数据成为网上寻找、定位与存取所需信息的重要工具。元数据是描述数据的数据,提供关于数据的内容、覆盖范围、质量、提供者以及提供方式等信息。经过多年的努力,元数据的国际标准ISO 19115已于2003年发布,越来越多的网络信息资源的提供者建立基于元数据标准的信息资源目录供用户查阅。②开始提供一站式服务。众所周知,Internet的增长符合新摩尔定律,每6个月翻一番。其管理的松散性及信息资源增加的快速性,使得用户在搜索某一专题或某一区域的所有信息变得十分繁琐。一站式服务就是为了解决这个问题而出现的。最早出现在英国地理信息协会的杂志上,报道INTER-GRAPH在Internet上开设了世界上第一家全天候服务的一站式数据商店,提供存取英国地质调查所(BGS)等政府部门的以地图为基础的数据服务。USGS在2000年开通的ASK USGS也是这类网站。2002年,为促进信息共享,减少重复,使各级政府与公众能更容易、更快、更便宜地获取信息,由总统倡导、联邦管理和预算办公室(OMB)资助,实施“一站式服务

计划”,属电子政务计划的内容,首批包括24个项目。一站式服务可提供以单位为主线、以专题为主线、以区域为主线或以服务类型为主线的服务<sup>[14]</sup>。可通过一个入口获得某个单位、某个区域或某个专题的所有信息。澳大利亚、加拿大也在积极实现一站式服务。③将WebMapping作为一站式服务的一项目标实施。WebMapping是互操作的一种应用。这里的互操作主要指不同GIS系统之间的互操作,含义是不同GIS系统之间可透明地存取数据,实现空间数据库和其他服务的共享。WebMapping的目的是对分布在网上的存储在不同系统中的数字地图信息进行存取、显示与叠加等操作,最终要实现网上动态编图。开发与使用增强数据访问能力的Web-mapping服务已经作为地理空间信息一站式服务的一项任务列入计划。

(3)服务的层次逐步深入:提供网络等各种方式发布提供数据是最简单的信息服务,是网上信息服务的基本形式,也是普遍采用的一种形式。为满足用户日益增长的需求,对所拥有的数据资源进行加工服务也已成为发达国家信息服务的一种重要形式。客户可通过信息服务的用户接口提交服务要求,系统经过识别用户需求、将需求转换成系统可执行的任务,进行相应的数据处理,再按要求表达处理结果返回给用户。这种服务主要包括各种条件检索、格式转换、专题图输出等。另一种比较深层次的服务是将信息变成知识,并提供解决问题的服务。这是最高层次的服务。当然,这种服务可通过网络请求,也可通过网络提供,但是,解决方案的形成需要各类专家的参与。除信息服务外,基于标准的Web服务还可提供软件服务。

(4)十分注重与客户的关系。USGS将用户看做其所以存在的2个条件之一(另一个条件是掌握信息)。已形成了一套完整的包括政策、计划、评估、总结、奖励及研究的客户服务体系。1996年开始制定客户服务计划,1997年成立了客户服务与研究组。其任务包括定义客户、进行客户满意度调查的试点、建立与客户沟通的机制、审查客户服务计划与标准、跟踪客户服务标准的实施等<sup>[15]</sup>。2000年和2001年对客户在座谈会上发表的关于USGS的地位、作用、社会需求及发展方向等内容进行整理并发表,及时反映客户意见并据此对工作计划进行调整<sup>[16]</sup>。英国地质调查局在其发展战略中同样十分强调与客户的关系。

#### 4.4 切实改善信息服务已成为当务之急

在相当长的一段时间内,我们与发达国家在信息化方面的差距突出表现在信息资源的积累上。经过近10年的努力,这种差距虽然仍然存在,但更大的差距表现在信息服务方面。与发达国家相比,信息服务的观念与信息化的发展要求不适应,机制不健全,政策法规不配套,大批已建数据库发挥的作用与其应该和可以发挥的作用相差甚远。到现在,对于诸如哪些信息可以共享、哪些可以有限制地共享、定价的原则、涉及信息服务的若干单位之间的关系、数据更新与维护的机制等有关信息服务的基本问题没有明确的规定。网上数

据以部分元数据为主,而且以单个数据库元数据的形式出现。直到现在,还没有一个反映地质信息资源全貌的基于元数据的数据资源目录。网上数字化专业数据只有全国地层数据库等少数内容,与已建数据库的数量相比实在太少。信息服务的这种状态与地质工作现代化的要求和信息化的要求极不相符。

## 5 地质工作信息化的管理——统筹规划与高层协调

随着信息化的深入,统筹规划和高层次协调的重要性越来越突出。这主要是由下列因素决定的。

### 5.1 不同专业、不同部门的信息化存在共用技术,只有统筹规划方可避免低水平的重复

(1)空间数据的管理技术:空间性是地质信息的基本特点。基础地质信息、矿产资源信息、水资源信息、地质灾害信息虽然专业内容不同,但可采用相同的空间信息管理技术进行存储、管理及查询检索。进行一体化管理的体系结构可以是相同的;分析各种比例尺的地质图数据库、水文地质图数据库的管理系统,所需查询检索的主要功能基本上是相同的,包括按行政区划、图幅、任意多边形(工作区)进行空间检索;按各种属性进行单一或组合条件查询。而现状是,每个数据库都开发一个查询检索功能。有些开发由于水平有限,造成低水平重复。

(2)野外数据采集技术:区域地质调查、矿产资源、水资源与地质灾害的野外数据采集系统从信息系统的角度看,涉及掌上计算机、GPS、GIS等技术的综合应用。主要功能是文字描述(包括各类地质特征)信息的采集与管理、定位信息与影像信息的显示、交互式图形编辑、与室内整理的接口等。对通用的功能进行提炼,开发地质野外数据采集组件或平台,可大大提高各系统的开发效率。国外许多野外采集系统就是选择每个平台开发的,ESRI公司的ArcPad、美国加州地球资源中心开发的PenMap等都属这种开发平台。

(3)信息服务技术:网站开发技术、资源定位技术、元数据、网络发布技术、跨系统跨平台的传输技术及相关标准等对于任何类型的信息服务都是通用的,只是具体的实现方法有所区别。这些技术并不需要也不应该每个从事信息服务的部门都自行开发。

### 5.2 随着地质工作信息化的深入,管理的作用特别是高层次的协调越来越重要

随着计算机技术及相关信息技术的发展,特别是3S技术和网络、Internet技术的广泛应用,信息技术在地学领域中的应用已从解决某个方面的局部问题如数据处理、制图等发展到从数据采集、数据管理、分析处理直至成果表达全过程的信息化。开发支持这种全过程信息化的系统涉及到技术综合、多源地学信息的综合、标准的综合。更重要的是,系统的实现不仅仅是简单的模拟传统工作方式,而是一场改变传统工作方式的变革,涉及制定新的规范、规定新的工作流程与

质量管理(控制)体系、改变某些部门的职能、改变原有的人力资源配置以及必要的培训等。这些管理行为在技术、方法、标准等问题基本解决之后,就成为这场变革能否成功的关键。管理在地质工作信息化过程中的作用越来越突出。

(1)地质调查评价全过程信息化的实现需要高层次的组织与协调。如上所述,调查评价主流程信息化的实现是一场变革,涉及多个部门的多方面改变。这些变革只能由高层次机构负责协调相关部门之间的关系、明确相关部门职能的变化、组织制定并贯彻新的规范和标准。

(2)现代化的信息服务是另一个需要高层次协调的领域。随着新技术的应用特别是Internet网在信息传播中的重要作用,信息服务的内容、形式发生了根本的变化。信息服务不再仅仅是资料部门的任务,也就是说,除全国资料馆外,中国地质调查局、局直属单位、大区、承担地质调查项目的地勘单位都可以从事信息服务。在中国地质调查局发展研究中心内部,资料处、成果处、数据室、网络室、期刊室都与信息服务有关。这些单位在信息服务中的作用、相互关系都需要协调。这样的协调只靠信息管理部门如中国地质调查局信息资料处是很困难的,需要高层次的协调。

(3)信息部门与其他专业部门在信息化中的关系需要协调。信息部门是地质工作信息化的具体实施部门,应组织信息化项目的立项、组织标准的制定、为信息化提供技术与标准方面的支持及指导等。专业部门是本领域信息化的主角,他们最了解本领域的需求,最清楚在信息化中需要解决的问题。但他们或是对所需信息技术的了解和掌握的程度有限,或是对地质工作信息化的共用技术缺乏了解,因此应在信息化的过程中与信息部门相互沟通、协调。信息部门不能代替专业部门在本领域信息化中的作用,专业部门也不能各行其是。信息部门与专业部门在信息化中的相辅相成的作用只有通过高层次的协调才能实现。

### 5.3 可以借鉴的信息化领导机制

从以上分析可以看出,地质工作的所有方面都需要协调,特别是高层次的协调。没有协调就意味着各行其是,意味着重复开发,意味着效率与水平的低下。国外信息化的管理机构一般包括2个层次。第一个层次是信息化委员会,其主要职能是制定方针政策、审定重大工程项目及部门间的协调。由于委员会的大多数成员并非信息技术或信息系统方面的专家,在决策时可能遇到困难,很多国家组织了信息化的技术咨询委员会。第二个层次是信息化管理的执行和操作机构,由于该部门需要对各部门的信息化进行监督与指导,级别应与各部门大致同级,且宜设在综合管理部门之下。USGS于1996年成立了信息委员会、信息管理与发布委员会。根据不同阶段信息化的重点,USGS先后成立了信息技术基础设施委员会<sup>[7]</sup>、USGS地理数据委员会和远程通信咨询委员会等咨询机构。

致谢:在本文的写作过程中,中国科学院刘闯教授,中国地质调查局奚小环处长,中国地质环境监测院陈辉高级工程师

师,发展研究中心单昌昊、杜子图和刘志刚等同志给予了许多帮助,在此一并表示感谢。

#### 参考文献:

- [1]刘树臣,等.当代地质调查工作发展态势及我国的对策[M].北京:地质出版社,2003.
- [2]全国地质调查工作规划纲要编制研究组.全国地质工作规划纲要编制调研报告[R].2003.
- [3][http-cgs.2004 http://www.cgs.gov.cn](http://www.cgs.gov.cn).
- [4]国土资源部.农业地质调查规划要点[S].2004.
- [5]李裕伟.地矿工作信息化工程的若干基本问题[J].国外地质科技,1998(1):1~6.
- [6]Boyan Brodarc.Field data capture and manipulation using GSC FieldLog V 3.0 [A]. In: Proceedings of a workshop on digital mapping technology: methods for geological map data capture, management and publication[R]. 1997.
- [7]姜作勤,李友枝.野外地质数据采集信息化的现状与特点[J].中国地质,2001,28(6):1~5.
- [8]John H Kramer, Todd Fitzgibbon. Buck rogers field geologist: 21st century electronic wizardry for mapping and field data collection[A]. In: Continuing education manual[S]. Geological Society of America, 1997.
- [9]姜作勤.澳大利亚第二代填图野外数据采集的新进展——AGSO的野外数字记录本[J].中国区域地质,1997,16(3):335~336.
- [10]George H Brimhall, Abel Vanegas. Removing science workflow barriers to adoption of digital geological mapping by using GeoMapper Universal Program and Visual User Interface[A]. In: Digital mapping techniques'01 workshop proceedings, USGS open-file report 00-223[R].2001.
- [11]李超岭,张克信,墙芳躅,等.数字区域地质调查系统技术研究[J].地球科学进展,2002,17(5):763~767.
- [12]何建邦,毕建涛,王雷,等.地理信息共享价格政策谏议[J].高技术通讯,2004,14(2):91~96.
- [13][http-ICSDAP.http://www.osdm.gov.au](http://www.osdm.gov.au). A proposal for a commonwealth policy on spatial data access and pricing. 2004.
- [14][http-geo-one-stop.2004 http://www.geo-one-stop.gov](http://www.geo-one-stop.gov).
- [15][http-usgs.2000 http://www.usgs.gov/customer](http://www.usgs.gov/customer).
- [16][http-usgs.2004 http://www.usgs.gov/customer/conversation](http://www.usgs.gov/customer/conversation).
- [17]USGS Manual. 2004 [Http://www.usgs.gov/usgs-manual/300](http://www.usgs.gov/usgs-manual/300), 308.51-Information Council, 308.52-Information Management and Delivery Committee; 308.53-Information Technology Infrastructure Committee; 308.55: USGS 地理数据委员会; 308.48: 远程通信咨询委员会.

## Thoughts on several problems about the information technology (IT) application to geological work

JIANG Zuoqin

(R & D Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China)

**Abstract:** With social development and technological advances, geological work is in a transitional period. The targets of geological activities of all countries are transformed from mainly engaging in search for mineral resources to paying attention to both mineral resources and environmental protection and disaster reduction. This paper analyzes the new demands for IT application set by such transformation of geological work and elucidates the position and role of the accumulation and management of digitized information in this new situation, a series of transformations caused by the IT application in the full sequence of geological survey and increasing role of the development and management of information services in the process of IT application.

**Key words:** IT application to geological work; IT application to the full sequence of geological survey and evaluation; information services; management of IT application