

基于信息服务的地质环境信息化建设

陈辉 (中国地质环境监测院 北京 100081)

[摘要：本文结合国内地质环境、地质灾害防治等领域工作的实际情况，对国内环境地质领域信息化工作现状给出了一个总体评价，并且提出了未来几年地质环境领域信息化的发展思路以及相应的重点工作内容，从基础数据库体系的建立、数据采集、汇总及综合管理系统的建设、信息共享服务系统等方面进行了论述。本文的编写，借鉴了很多相关领域的信息化成果及成功案例。

关键词：地质环境、信息化、总体设想]

在以 Internet 为基本运作模式的经济时代来临之际，地质环境信息化的建设和发展就是通过出色的应用服务和快速的响应，为各类用户提供最高水平、可持续性的地质环境专业信息服务能力，这也应该是整个地质环境工作的重要工作目标之一。

随着近几年计算机技术的不断发展，在地质环境领域信息化工作的不断强化，地质环境信息化工作已经从单一的数据库建设和简单的软件开发，逐步过度到建立适合于地质专业领域应用、适合于多元数据处理、分析和信息服务的空间数据库建设和各类应用地理信息系统建设。

一、地质环境信息化现状

信息化工作在环境地质领域得到了比较广泛地应用，主要是基于空间数据库的地理信息系统，既包括了地理信息系统的通用功能，同时提供了基于环境地质专业应用的特殊功能，如钻孔数据综合管理、地下水资源、环境、灾害评价系统、空间信息虚拟三维可视化系统以及基于网络的空间信息发布系统等。这些功能的提供，大大提高了地质灾害信息应用的潜力，为今后进一步的信息开发奠定了基础，通过各项工作的开展，形成了比较成熟的空间数据库建设方法、工作流程、文档编录和成果表达方法，具备了信息系统建设的综合能力；通过信息化技术的广泛应用，使地质环境管理和地质灾害防治工作得到了促进，为今后更好地开展信息化建设奠定了坚实的基础。

(一) 数据库建设初见成效，数据资源积累逐步提高

目前已经在全国范围内逐步开展 1/500-1/600 万比例尺的各类水工环地质专题信息空间数据库建设；1/50-1/100 万比例尺的分省地质环境空间数据库建设；1/5 万比例尺全国重点城市和经济区地质环境综合空间数据库的建立工作；1/20 万水文地质图空间数据库；地质灾害调查数据库；矿山环境地质调查数据库；地下水动态监测数据库等。随着环境地质信息的不断积累，地质环境领域的信息体系逐步形成，为今后环境地质信息服务奠定了基础，提供了有效的数据资源保障。

(二) 各类应用系统在环境地质管理和地质灾害防治工作中得到应用

随着各类地质环境项目的开展，信息化工作也在逐步深入地进行，已经开始或正在建设的信息系统有，全国县市地质灾害调查数据库系统，全国区域环境地质调查数据库系统，地质环境监测数据库系统、全国矿山环境地质调查信息系统等。在应用系统开发方面，利用各类基础软件和开发工具开发了适合与不同目的的各类系统，如：三峡库区地质灾害预警分析系统、区域地质环境评价系统以及多种专项系统、环境地质调查野外采集系统、首都地区地下水与环境调查评价信息系统、长江三角洲地区地下水资源与地质灾害调查评价数据库与信息系统等等，这些系统的开发和建立，大大提高了信息技术在水工环地质专业领域的应用水平，从某种程度上说，极大地促进了环境地质工作的发展。遥感技术的应用，也在部分的重

点地区得到了初步应用。

(三) 网络建设形成了基础框架

在网络系统建设方面,建成开通了与国际互联网直接连接的中国地质环境信息网站,初步形成了环境地质数据中心的总体框架,对环境地质领域的信息化工作起到有利的基础支撑作用。建立了向上连接部局,向下连接地质灾害重点监测区的多级网络体系。通过开展野外应急数据通讯系统试点工作,基本实现了基于卫星数据传输的地质灾害移动通讯系统。

(四) 信息标准化工作开始走上正轨

为配合信息化工作的开展,已经新编或修订了相关的信息化工作指南和数字化标准,主要包括:地下水资源数据交换格式标准、水文地质钻孔数据交换格式标准、区域水文地质调查空间数据库建设工作指南、区域环境地质调查空间数据库建设工作指南、地质环境监测数据库格式标准、县市地质灾害调查数据库格式标准、水工环空间数据库图例标准。这些标准的推出,为水工环信息化工作的开展奠定了基础,促进了水工环信息标准化的进程。

二、地质环境信息化建设总体构想及主要工作内容

(一) 总体目标

通过建立支持地质灾害防治和地质环境管理的完整数据体系,形成一体化综合数据中心,提供数据快速响应和多目标应用系统,建立支持地质灾害防治和地质环境管理工作全过程的综合一体化动态评价及预警平台,促进地质灾害、地质环境调查评价、规划、管理、防治的科学化与现代化,为全社会提供方便快捷的信息服务,充分发挥地质环境管理在国家社会发展中的基础性、公益性和战略性作用,使地质灾害防治、地质环境管理工作更好地适应我国可持续发展的需要。

(二) 数据综合一体化管理及数据共享平台建设

(1) 总体框架

数据综合一体化管理系统总体框架是:依托地质灾害调查、地质灾害监测等工作体系和分布式网络体系,各项数据资源按照统一的标准和一体化结构进行综合,在不同应用功能的管理系统的相互协调下为地质灾害防治提供有效的数据和综合数据的管理能力。在数据库基础之上,以地质实体为目标,以统一标准的数据模型或数据组织方式连接各种信息,形成一个在空间和时间上连续分布的综合信息框架,既尽可能地包含所有信息,包括潜在有用信息,又能方便快速选取。同时,充分考虑“分层”在空间数据组织中的作用,通过开展面向对象的整体数据模型研究,建立面向空间拓扑关系的数据组织方式,建立直接面向空间实体及其空间关系和语义关系的数据模型;建立基于空间实体的空间索引机制;突破传统的地图组织模式,以独立、完整、具有地质意义的实体及空间关系为基本单位进行数据组织和表达;提供与其它系统的数据交换能力。

(2) 数据库建设

数据综合一体化管理系统建设以环境地质综合数据库建设为核心,使数字化信息的有效积累逐步满足地质环境管理、地质灾害防治工作的需求。地质灾害调查、评价和动态监测工作的开展已经形成了大量的、有用的信息,为不同时期的经济发展起到了重要的作用。在信息化快速发展的当今,通过基础数据库的建设,完成整个信息化的基础工作,形成一切工作信息采集和综合成果信息汇集中心,最终建成支持地质环境管理、地质灾害防治的基础信息中心。就是依托现代信息技术和大型 GIS 技术,结合地学信息的语义、多时空性、多数据源、多存储格式等特点数字化,建立综合数据库,为地质环境管理、地质灾害防治信息化建设的每个环节提供坚实的数据信息。

数据库的建设依托现有地质灾害调查专业管理体系和分布式网络体系,各项数据资源按

照统一的标准和一体化结构进行综合,在不同应用功能的管理系统的相互协调下为地质环境管理和地质灾害防治工作提供有效的数据信息和综合数据的管理能力。

(3) 数据综合一体化管理平台

将多年地质工作所积累的海量数据和新的调查、监测数据,依托现代信息技术和大型 GIS 技术,结合地学信息的语义、多时空性、多数据源、多存储格式等特点,建立数据综合一体化管理平台,为地质灾害防治工作的各个环节提供坚实的数据信息、提供方便快捷的信息综合处理功能。

(4) 数据管理、维护体系建设

数据库管理维护体系的建立是整个数据建设的重要组成部分之一。在数据库管理维护体系中,要完成对数据库建设全过程控制,从多源数据的一体化组织到数据的传输与交换、数据检验及质量控制,在数据仓库技术、大型地理信息系统技术和多源一体化信息整合技术的支持下,按照不同的应用目标,形成功能齐全的多级分布式数据库管理维护体系。

(三) 环境地质调查及地质灾害调查信息系统建设

地质灾害调查信息系统建设的主要目标是,地质灾害调查的数据采集、数据管理、综合处理等全过程实施信息化,使地质灾害调查工作能够有效、快捷地应用地理信息系统、卫星定位系统、遥感技术,使环境地质调查、地质灾害调查信息的综合处理能力得到提高,实现地质灾害调查数据采集和综合处理的标准化及数据快速处理,把地质调查的传统工作方式转变为现代数字化工作方式,提升调查工作的技术水平,为实现野外采集、数据传输、数据综合及信息服务的地质灾害调查流程信息化奠定基础。地质灾害调查系统主要由野外采集系统与室内桌面处理系统组成。

主要工作内容如下:

(1) 基于地质调查移动计算机,选用掌上机或平板电脑,集成 GPS 技术、移动数据传输技术和地理信息系统等技术,根据地质灾害野外调查数据模型,建立野外数据录入系统、调查点定位系统、数据移动传输系统、野外素描图编绘系统及多媒体影像编录系统。

(2) 建立野外数据综合管理系统。提供野外调查线路设计、野外调查工作部署、野外调查数据接受,野外数据集成管理及数据综合分析处理等功能。

(四) 地质灾害动态监测信息系统建设

地质灾害动态监测信息系统是集监测信息采集、数据传输、数据汇总的多级应用系统。其构建于地质灾害数据传输多级网络系统之上,主要由遥感解译系统、监测数据获取系统、数据传输系统及数据汇总和处理系统组成。系统建设的主要目标是,为整个地质灾害防治工作快速、准确地输送地质灾害动态监测数据。尤其是通过遥感解译的建立,通过遥感信息的快速解译,提出防灾、减灾建议,为抢险救灾提供决策服务,提高地质灾害防治工作的科学性、准确性,达到减灾防灾的目的。

地质灾害动态监测信息系统主要任务是:

(1) 通过专项研究,建立遥感解译标志数据库和解译模型方法库。建立基于通用遥感处理系统和地理信息系统平台之上的地质灾害防治遥感解译系统。

(2) 地质灾害监测仪器信息标准化和接口改造。优选典型的地质灾害监测仪器设备,改造数据采集接口,开发数据接口程序,建立规范化仪器设备数据接口标准和数据交换协议。

(3) 建立监测数据传输系统,形成有线网络传输和无线网络传输的数据交换传输系统,实现标准化、网络化监测数据传输协议和监测数据通信设备协议,支持 TCP/IP 网络、GPRS 和 GSM、CDMA 以及卫星线路等网络的传输协议;提供单个监测数据的连续传输-接收功能和批量数据传输/接收功能;建立完善的网络安全认证和数据加密系统。

(4) 建立地质灾害监测数据网上录入系统。支持群测群防监测信息和地质灾害灾情速报和综合管理。

(5) 监测数据管理服务系统。建立以空间数据库为核心的网络化监测数据管理系统和监测设备管理系统,提供基于时间序列的数据采集传输数据库接口、数据组织与管理功能,提供基于监测点的动态数据存储、图形显示、仪器管理等功能。

(五) 地质灾害防治管理信息系统建立

全国地质灾害防治规划是加强地质灾害宏观管理的重要手段,是国家地质环境主管部门依法对地质环境调查与地质环境保护进行监督管理的依据。地质灾害防治管理信息系统建设总体目标是,在规划成果基础之上的,以数据库建设为核心,对地质灾害规划成果进行科学地管理和合理利用,实现地质灾害规划数据网络体系的共享,辅助地质灾害防治规划的制定和动态跟踪管理,提高规划成果的应用效率,为规划管理水平的进一步提高提供技术支持和信息化服务。地质灾害防治管理信息系统是在地质灾害防治信息系统建设的重要应用系统之一。

(六) 区域地质环境评价及地质灾害防治决策支持系统建设

开展区域地质环境评价及地质灾害防治决策支持系统建设,促进地质环境和地质灾害调查、评价及防治工作的高效运行与科学管理。地质环境评价及地质灾害综合评价预警系统根据主要地质灾害发育分布规律,致灾特点及其对人类生活和社会经济活动的影响程度,在分析研究地质灾害规律和典型地质灾害点(区)监测数据的基础上,通过建立地质灾害数据库,利用信息技术对地质灾害的基础数据和动态数据进行分析研究,探索地质灾害分析预警的技术途径,逐步建立符合国情的地质灾害防治决策支持系统,在实现区域评价、单体预测的基础上,建立综合评价系统,最终实现地质灾害的预警预报目标。

地质环境评价及地质灾害防治决策支持系统是以数据仓库(Data Warehouse)技术为基础,联机分析处理(OLAP)和数据挖掘(Data Mining)工具为手段(DW+OLAP+DM=DSS)的一整套可操作、可实施的整体解决方案,建立可连接多个异构数据源(如:Informix、Oracle、DB2、Sybase、SQL Server)的数据处理系统。通过地质灾害分布规律及地质灾害发生机理的研究,利用地理信息系统(GIS)的多源数据处理能力以及数据综合叠加分析能力,建立地质灾害决策支持系统。通过系统的建立能进一步挖掘现有的各种数据的潜力,提供关键指标分析、重要灾种分析、重大事件分析、即席分析、风险评估、风险预警等功能,提供多方位、多层次、多视觉的信息处理。地质灾害预警综合评价预警系统主要由区域地质灾害预警分析系统和单体地质灾害预警分析系统组成。

(七) 建立突发性重大地质灾害远程会商及应急指挥系统

随着国家经济建设规模的日益扩大和人民生活水平的日益提高,地质灾害造成的损失日益突出,地质灾害的防治工作,必须针对重大地质灾害及时作出反应,提出科学的决策意见,及时指挥应急处理工作。

突发性重大地质灾害远程会商及应急指挥系统,是针对突发重大地质灾害的预报和应急指挥,在建立地质灾害综合数据库的基础上,构建连接国务院国土资源主管部门、地质灾害数据中心及重点地质灾害发生区的远程会商和应急指挥网络化多媒体环境及地质灾害应急数据传输环境,形成一套信息化的地质灾害远程会商和应急指挥工作流程。

主要工作内容是:

(1) 对重大地质灾害预报和应急指挥相关的信息进行提取、加工、整理、集成与分析,建立地质灾害综合数据库。信息内容包括地理、地质背景数据;气象分析数据;地质灾害调查与监测数据;地质灾害情况资料;救灾条件信息等。

(2) 建立地质灾害信息发布平台。开发和建设重大地质灾害息预报与应急指挥相关的

动态信息发布系统、空间信息提取与发布系统、多媒体信息发布系统。

(3) 构建地质灾害远程会商和应急指挥的网络和多媒体运行环境。包括多点、多级视频会议系统、大屏幕显示系统及有关音像、电话系统；国家到重点地质灾害区域之间的网络信息传输系统；构建地质灾害重点区域应急调查数据快速传输环境。

(4) 研究与制定形成一套地质灾害远程会商和应急指挥系统工作规范。分析地质灾害远程会商和应急指挥工作的特点，提出地质灾害远程会商和应急指挥系统工作的模式，建立一套相关的工作规范。

(八) 地质环境信息快速传输网络系统建设

建立支持环境地质、地质灾害调查与监测数据传输、信息交换和共享的网络支撑体系。利用国家高速宽带信息网，构建支持环境地质、地质灾害调查与监测数据传输、信息交换的信息网络，形成纵向连接国家、省（区、市）和部分重点地质灾害监测区工作单位，横向连接政府其他部门和有关单位的网络系统。

地质环境信息及其相关信息充分显示了其多元性、时空性和复杂性特征，这就说明信息化工作不可能以集中管理方式一蹴而就，所谓的信息一体化集成，可定义为多元信息能从其产生的源头主动或被动地任意转移到需要此信息的场所，而且这个转移过程是顺利、准确和及时的。为了实现这个过程，一方面保证在复杂条件中信息发布点和信息收集点之间有顺畅的信息物理通道，另一方面，保证在复杂条件中大量的、散布的、异步的、异构的信息处理点能相互协调、有序、同步地进行信息交流。数据信息的网络化为实现信息一体化集成提供了基础。网络化面临两大任务：首先将整个工作过程的每个信息采集点纳入信息网之中；其次，提供必要的应用软件工具，及时、准确地提取、处理信息。因此，建立支持地质环境信息传输、交换的网络系统的两项主要任务是：第一，构筑覆盖专业工作的信息传输网；第二，支持满足地质环境管理工作应用需求的应用软件系统运行。

地质环境信息传输网络体系以多级分布数据控制体系为原形，是以地理分布为基准，以工作和专业职能为依托，形成分级管理体系。各级系统采用数据库支持下的应用结构，各系统按照不同的软、硬件层次级别进行组合，由高速网络系统进行连接，形成层次结构，各级系统按照统一标准存贮和管理数据。信息源所产生的数据先在基层系统按照统一的数据指标体系和标准加工和整理，根据需求传递给上一层，保证数据快速采集和不断更新，以便不同的应用系统存贮和应用。

系统网络环境采用成熟和稳定的技术，公用网络和专用网络相结合，在充分保证网络带宽和网络安全的前提下，建设低成本、易维护、稳定可靠的计算机网络系统。根据信息存储、管理和应用的需求，对各级网络系统配备不同的设备，以满足信息网运转的基本要求。国家级网络中心与省级系统的连接采用专线和公网两种方式进行，专线连接主要以 HDSL 宽带连接，公网方式则根据当地条件以 HDSL 或静态 IP 地址的 ADSL 或宽带形式为主。最低保证带宽要求为 2M。通过公网连接的中心考虑数据加密机制和防火墙技术，确保数据传输和网络安全。数据中继站的连接可根据情况以公网和数据保密为基础，采用卫星通讯、GPRS、ADSL 或宽带等多种形式。监测采集设备入网以 GSM、CDMA 网或拨号等，进行实时数据传输。

(九) 环境地质领域信息化标准的研究和制定

加强地质环境标准的研制、贯彻与应用，保证地质环境管理工作信息化建设的协调性发展。标准化作为一种有效和必要的现代化管理手段，在保证协调发展，增强科技实力，实现科技成果向生产力转化等方面的作用越来越显著。目前，许多国家不仅十分重视开发和利用各种信息、技术等资源，同时对标准化及标准化研究也尤为重视，随着信息时代的到来，对标准化的依赖程度也越来越大。

地质环境信息标准化制定的的原则是，根据国家信息化发展需求，围绕国土资源信息化

发展的总体目标,遵循国土资源信息化指导方针,充分吸收国内外先进经验,在已有国家标准和行业标准基础上,建立能够实现地质环境信息化的有效的、操作性强的各项标准,为实现地质环境管理信息系统建设提供强有力的技术支撑。地质环境信息化相关标准的制定,依照现行的国家及行业标准,保证与国土资源部规程、规范的一致性,形成适合于地质环境信息化工作的专项工作标准。在进行标准编制时,对涉及到已有标准的交叉数据,应严格按有关规定无条件地引用相关标准,以实现国家标准的严肃性和一致性。对所涉及到的相关专业数据尚无标准或标准中不存在相关内容,应采用一种建议原则:一是,对无标准专业的相关数据,按标准编制原则编制,作为临时标准使用;二是,对有标准而无相关内容时,按其给定的扩充原则进行扩充,并通知有关标准化管理部门给予确认。标准化制定,以“国土资源信息化标准指标体系”、“国土资源信息标准参考模型”、“国土资源信息核心元数据标准”、“国土资源信息高层分类编码及数据文件命名规则”等标准作为指导标准。

总之,地质环境信息化要以多目标的信息服务为最终目标。地质环境信息化服务的目标主要在以下几个方面体现:对专业领域的科学研究提供持续的信息共享服务;与其它相关的专业领域进行数据交换服务;为各级政府部门提供宏观决策信息服务;为社会公众提供及时的地质环境动态信息及地质环境教育的信息服务。

为了保证多元化的、动态变化的服务需求的实现,地质环境信息化服务必须构建在多级、多目标的应用系统之上。通过数据传输基础网络、信息一体化共享平台及标准化的建设。通过全国地质灾害防治规划管理信息系统、地质环境区域评价系统、地质灾害气象预警系统、地质灾害综合预警分析系统及全国地下水资源潜力评价等系统的建立和不断更新完善,必将实现地质环境信息社会化服务的目标。