

# 地质灾害多元信息管理在三峡库区塌岸研究中的应用

车 凌, 许 强, 何政伟  
(成都理工大学, 成都 610059)

摘 要: 由于地质体本身结构的复杂性以及地质灾害发生机理和过程的复杂性, 使得人们对地质灾害进行真正的评价防治之前一般都会采取各种手段和方法查明地质灾害的基本情况, 获得大量的信息。主要介绍了如何将地质灾害评价防治时所获得的大量多元化信息进行规划管理及应用, 快速、高效、合理地进行地质灾害的预测与防治。主要包括了建立一套适合于地质灾害评价的地质灾害多元信息获取与采集技术标准, 编码体系, 空间数据库的建库标准、图层划分、建库工作流程。以地质灾害多元信息管理为理论和实施的技术基础, 以 ArcGIS 为平台, 开发一套集基础数据的采集、存储、管理、检索、图形编集、空间模型分析、综合分析评价、成果图形生成及输出和信息发布为一体“三峡库区塌岸信息管理与防治决策支持系统”的具体理论和开发技术难点。

关键词: 地理信息系统; 多元信息; 编码体系; 三峡库区塌岸

中图分类号: P694 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)01-0152-04

## Application of Geo-hazard Multi-variables Information Management System to Shore Collapse in Three Gorges Reservoir Region

CHE Ling, XU Qiang, HE Zheng-wei  
(Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

**Abstract:** The geologic structure and the reason of geo-hazards is complicated, so people always use kinds of means to inspect the substantia reasons in order to carry on the geo-hazards appraisal and danger area ranked. So a great deal of information was acquired. How to organize and apply many multi-variables information that gaining from geo-hazards appraisal was presented, in order to fast and effectively carry on the geo-hazards appraisal and danger area ranked. The main content includes establishing a set of standard to collect multi-variables information, coding system, standard of establishing database, sorts of layers. Theories and technic nodus that in the system of Three Gorges reservoir region collapse shore information administering and decision-making, based on ArcGIS. It can collect , save, manage, search information and gathering graphics, model-analyzing, synthetical analysis, information publish and so on.

**Key words:** geographic information system; multi-variables information; coding system; Three Gorges reservoir region shore collapse

### 1 前 言

三峡库区跨越多个复杂的地质构造单元, 地质条件多变、库岸结构复杂、动力地质现象活跃、人类活动频繁, 存在大量的潜在库岸不稳定地段, 水库蓄水后塌岸将大量产生。塌岸具有类型复杂、地质模式多样、预测评价难度大等特点, 目前国内外尚无成熟的方法可供借鉴。水库塌岸预测与防治是三峡库区地质灾害防治中亟待进一步解决的一大技术难题。本项目主要是以地质灾害多元信息管理为理论和实施技术基础, 以 ArcGIS 平台, 开发一套集基础数据的采集、存储、管理、检索、图形编集、空间模型分析、综合分析评价、成

果图形生成及输出和信息发布为一体“三峡库区塌岸信息管理与防治决策支持系统”, 利用该系统对“三峡库区塌岸预测与防治专题”所有基础数据和成果资料以及今后三峡库区与塌岸有关的各种资料, 并在此基础上, 结合本专题研究成果和专家经验为库区的塌岸预测和防治提供宏观决策。

### 2 现代 GIS 技术为地质灾害多元信息的管理提供了基本工具

由于地质体本身结构的复杂性以及地质灾害发生机理和过程的复杂性, 使得人们对地质灾害进行真正的评价防治之前一般都会采取各种手段和方法查明地质灾害的基本情况,

① 收稿日期: 2004-04-21  
作者简介: 车凌 (1978- ), 男, 成都理工大学研究生, 主要研究方向为地质工程信息技术。

获得大量的信息。具体地讲, 一般主要包括如下几类信息:

(1) 野外现场地质调查。通过野外现场地质调查, 我们可以获得所研究对象的工程地质环境条件(包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、工程地质条件以及地质灾害变形破坏迹象等)。

(2) 工程地质勘探。通过钻探、平洞、坑探、槽探、地球物理勘探等勘探手段获取有关地质体内部结构和空间展布的信息。

(3) 地质灾害监测信息。通过大地水准测量、GPS 监测、雷达遥感监测(InSAR 和 D-InSAR)、常规遥感监测、钻孔倾斜仪监测、应力监测、声发射监测、地下水动态监测、排水工程流量监测、气象监测、支护措施的应力变形以及支护效果监测等一系列监测手段, 获取有关地质体的位移(相对位移、绝对位移、水平位移和竖直位移等)、变形速率、地应力、地下水、降雨等随时间发展演化的动态信息。

(4) 文献信息。收集整理的相关的文献资料。上述地质灾害信息获取的手段非常多, 信息的内容和形式也是多种多样的。在这些地质灾害信息中, 既有定量信息, 也有定性信息; 既有宏观信息, 也有微观信息; 既有区域信息, 也有局部或单体信息; 既有地质体表面的信息, 也有地质体内部的信息; 既有随时间的延伸不断变化的信息(即时间序列), 也有随时间基本保持不变的信息。既有纸质文档, 又有电子文档; 既有定性的文字描述, 又有定量的数据; 既有图形、图像甚至声音信息, 又有一般的文档信息。以上所有这些来源不同的渠道, 反映地质体不同方面属性的信息我们称为“多元信息”。由于多元信息的复杂性, 为这些其信息的管理带来了较大的麻烦。而现代 GIS 技术刚好解决了这一难题。

地理信息系统(Geographic Information System, 简称 GIS), 产生于上世纪 60 年代。它随人们对自然资源 and 环境的规划管理工作的需要以及计算机制图技术的应用而诞生, 是一种对大批量空间数据进行采集、存储、管理、检索、处理和综合分析并以多种形式输出结果的计算机系统。GIS 所特有的强大的空间数据库(主要由图形库和属性库构成)为地质灾害多元信息的高效和科学合理的管理提供了一个基本的工具和操作平台。

### 3 地质灾害多元信息管理系统研究

(1) 建立一套适合于地质灾害评价的地质灾害多元信息获取与采集技术方法标准。

(2) 建立一套适合于地质灾害多元信息的编码体系。

(3) 地质灾害多元信息空间数据库的建库标准、图层划分、建库工作流程。

(4) 开发一套可实际推广应用的地质灾害多元信息管理系统。

#### 3.1 多元信息的获取与采集

地质灾害的多元信息可以通过如下三个方面来获取:

- (1) 野外现场地质调查。
- (2) 工程地质勘探。
- (3) 地质灾害监测信息。

#### 3.2 多元信息的分类和编码

地质灾害信息系统与国家环境与资源系统相比是一个微观系统。这个系统在功能上应能向上承接和传输有关信息, 向下可以存储和交换下一级或几级信息, 也即要具有向上和向下的兼容性。为了实现这一目标, 就必须对多元信息实行科学地分类管理。

地质灾害信息系统和其他信息系统一样都是建立在计算机上的, 信息代码是计算机鉴别和查找某种信息的主要依据和手段, 另一方面, 地质灾害信息系统是非常复杂的, 包含着大量的数据(主要是图形数据和属性数据), 图形和属性数据在 GIS 中作为一种公共资源为不同的应用目的和多用户提供服务。因此, 提供一套标准的地质灾害数据分类和编码体系不仅为实现数据共享打下必要的基础, 而且可以提高信息检索的效率, 提高信息的利用率, 同时减少 GIS 的重复劳动, 也只有如此才能发挥信息系统的特殊作用。

所谓信息编码是将各种自然信息转换成便于计算机进行识别和处理的符号体系信息加工过程。

目前, 国内外还没有一套通用的地质灾害数据编码系统, 虽然在其他一些如环境数据编码、地质矿产术语分类代码等一些编码体系涉及到部分地质灾害数据, 但这些地质灾害数据既零散又不全面, 各编码方法也不尽相同, 因此, 根据已有的部分地质灾害数据编码难以形成一套完整的地质灾害数据编码系统。

本项研究拟在方鸿琪等人提出的《地质灾害数据分类编码框架》(方鸿琪、杨闽中著, 《城市工程地质环境分析原理》, 中国建筑工业出版社, 1999) 的基础上, 采用国际地质矿产术语分类代码(GB9649-88)所推荐的编码方法, 对多源地质灾害信息进行系统地分类和编码, 制定地质灾害信息数据编码体系, 并争取让其成为行业标准。

#### 3.3 地质灾害多元信息空间数据库的建立

空间数据库建设是信息系统开发中的主要工作, 其涉及的主要技术关键问题是 GIS 数据库图层设计、数据库标准化及图形采集精度误差控制分析等。ArcGIS 主要通过子系统目录来代表一个图层的, 是用来表征同一性质的空间要素的集合, 图层的划分显然有利于数据库的管理检索与分析查询。因此, 图层划分遵循的基本原则有如下两条: (1) 根据数据库用途服务来选择; (2) 最小冗余原则。

建库的误差分析是控制数据库质量的关键, 必须建立数据库质量监控的工序流程, 建立相应的检测方法程序, 只有这样才能保证所建立的数据库是可靠的, 图形的拼接才可能是完整的、可靠的。

##### 3.3.1 数据库的标准化

数据库的标准化工作是信息系统数据共享网络通讯统一决策的保证, 它包括图库输入、图层划分、属性库及软件的标准化等问题。应遵循和执行以下标准:

(1) 国土资源部地质环境司: 县(市)地质灾害调查与区划基本要求。

(2) 国土资源部地质环境司: 县(市)地质灾害调查与区划基本要求实施细则。

(3) 国土资源部地质环境司: 县(市)地质灾害调查与区划- 空间数据库系统建设技术要求。  
中华人民共和国行政区划代码 GB2260- 98;  
全数字式日期表示法 GB2808- 81;  
国家基本比例尺地形图分幅编号 GB/T13989- 92;  
区域地质调查总则(1 50 000) DZ/T0001- 91;  
数字化地质图图层及属性文件格式 DZ/T 0197- 1997;

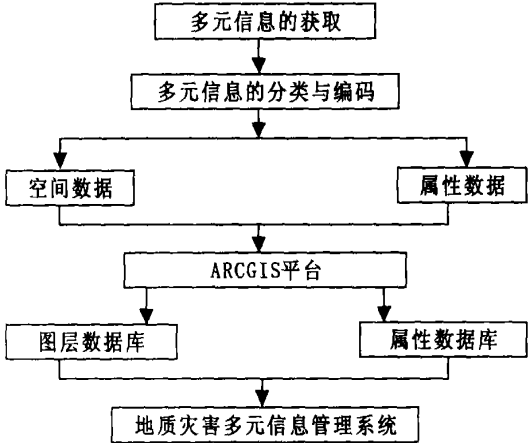


图 1 地质灾害多元信息管理系统工作流程  
地质图用色标准及用色原则 DZ/T 0179- 1997;  
国土基础信息数据分类与代码 GB13923;  
区域地质图图例 GB958- 89;  
地质钻孔基本数据文件格式 DZ/T 0122- 94;  
1 50 000 地质图地理底图编绘规范 DZ/T 0157- 95;  
1 200 000 地质图地理底图编绘规范及图式 DZ/T 0160- 95;  
GIS 图层描述数据内容标准 DB9702;  
数字地质图空间数据库工作指南(试用稿);  
地质调查元数据内容与格式标准(试用稿)。

3.3.2 图层划分

(1) 图层划分原则

- ① 按要求将地质灾害多源信息内容划分成为若干个图层。
- ② 相同逻辑内容的空间信息一般放在一个图层之中。
- ③ 图层划分要适应 GIS 软件功能特点, 相同的图层、图元类型将拥有且只可能拥有相同的属性表和属性结构。

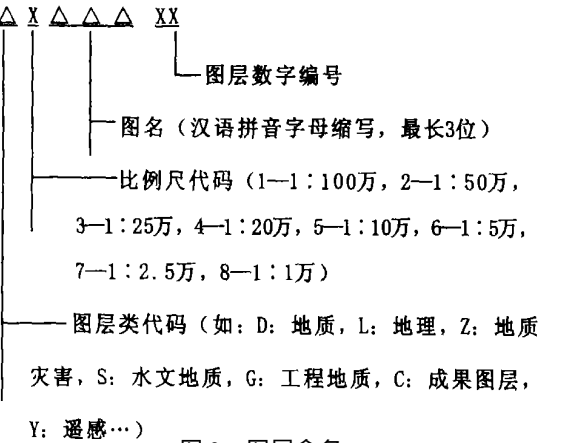


图 2 图层命名

(2) 地质灾害多元信息图层划分。地质灾害多元信息包括基础资料要素、现场调查要素和研究成果要素三大部分, 根据需要, 将三者分别划分如下图层 基本信息图层、水系图层、交通图层、居民地图层、境界图层、地形等高线图层、气象图层、植被图层、重要工程图层、水文地质图层、工程地质岩组图层、地层岩性图层、地质构造图层、地层产状图层、滑坡、崩塌图层、泥石流图层、地裂缝图层、地面沉降图层、塌陷图层、第四系图层、遥感图层。

(3) 图层命名原则。根据 DDB9701 标准, 图层命名由以下 7 位 ASC 码构成。

3.3.3 建库工作流程

工作步骤主要用于对建库程序、方法、过程进行指导。由于操作设备、工作经验的不同, 所使用的方法、流程也各不相同, 如有分层清绘矢量化和一次性矢量化、预编 ID 号和由关键属性字段转换生成 ID 号、数字化仪矢量化和扫描矢量化等不同方法。

(1) 资料准备

- ① 收集资料
- ② 图件预处理

图件预处理就是在全面收集资料的基础上, 对资料进行系统的分析研究、综合整理及筛选等(包括图幅修编、接边、分层、编码及清绘等), 以加速图形的录入速度, 提高图形录入的精度和准确度。

(a) 地理内容; (b) 地质内容; (c) 遥感内容; (d) 其它图层。

③ 分层及清绘处理

(2) 属性表编制。

① 根据制定的图素编码原则和图形代码标准, 分别对各图层的图素进行详细的编号, 即标注图元编号(ID 号)。编号遵守从西到东、从北到南的原则。

② 根据图元编号(ID 号) 编制与之相对应的属性数据表格, 依据属性表文件的要求添加各数据项内容, 建立完整的属性数据表。

(3) 图形数字化。图形数字化是利用输入设备和计算机系统将图形信息数据化, 转变成按一定的数据结构及类型组成的数字化图形, 从而利用计算机制图和建立地理信息系统。地理信息系统是一种将空间数据(图形) 与非空间数据(属性) 联系起来的特殊信息系统。地理数据包含了其空间位置、可能的拓扑关系和被记录实体的特征, 反映空间和拓扑关系的具体内容就是数字化图形。

(4) 属性库的录入。

(5) 图形属性挂接。将建好的属性数据文件和数字化好的图形数据文件利用图元编号(ID 号) 或特殊标识意义的关键字段进行挂接, 使空间数据图形和非空间数据属性联系在一起。

利用图形和属性一一对应关系, 由图形到属性、由属性到图形对图形数据和属性数据进行全面检查和修改。

注意此时挂接和检查的只是点要素和线要素, 多边形要等到线要素编辑修改好之后才能建立拓扑形成。

- (6) 图形编辑修改。
- (7) 图形误差校正。
- (8) 图形投影转换。由于不同年代的成图所使用的坐标系及地球椭球体参数均有所不同, 因此要根据所要形成的结果设定各项投影参数, 然后进行图形的投影转换。

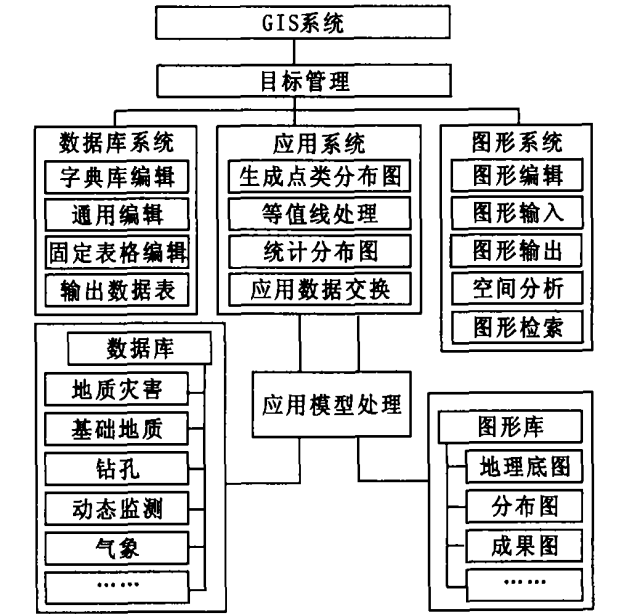


图 3 地质灾害多元信息系统的总体结构

- (9) 建立图库。将已有的图形按一定的格式和要求建立图形库和属性库, 形成 GIS 图库。
- (10) 图幅接边。对不同图幅的图形进行屏幕接边处理, 图形接边可以利用图库进行接边, 也可以将投影转换后的文件添加到一起进行接边, 接边时要注意图形属性的完整性。
- (11) 质量的自检和互检。经过以上几步工作, 实现了图形数字化以及空间数据图形和非空间数据特征属性的联结, 建立了空间数据的拓朴关系, 即完成了地理信息系统 GIS 的初步建立。为保证质量必须进行数据的自我检查(> 100%) 和互相检查(> 60%)。
- ① 图形内容检查。
- ② 属性内容检查。
- ③ 图层检查。
- ④ 接边检查。
- ⑤ 精度检查。将所有图层添加套合在一起检查套合精度, 将各图层分别添加到标准图框中, 检查图形精度。
- ⑥ 图形质量检查。输出套合在一起的图形请地质人员进行检查, 发现错误及时修改补充, 直到准确无误。
- ⑦ 差错率。总错误率小于 2%。其中: 图元(包括点、线、多边形、注释)错误率小于 1%。属性(包括文字、ID 号对应、

参考文献:

[ 1 ] 张永波, 张礼中, 等. 地质灾害信息系统的设计与开发[ M ]. 北京: 地质出版社, 2001.

[ 2 ] 陈述彭, 鲁学军, 周成虎. 地理信息系统导论[ M ]. 北京: 科学出版社, 1999.

[ 3 ] Wadge G. The potential of GIS modelling of gravity flows and slope instabilities [ J ]. International Journal of Geographical Information Systems, 1988, 2(2): 143- 152.

[ 4 ] 沈芳, 黄润秋, 等. 地理信息系统与地质环境评价[ J ]. 地质灾害与环境保护, 1999, 11( 1 ): 6- 10.

记录个数等) 错误率小于 2%。

3. 3. 4 开发地质灾害多元信息管理的系统结构

在上述基础上, 基于 GIS 平台, 开发地质灾害多元信息管理系统, 实现地质灾害多元信息的有机融合。该系统的总体结构如图所示。该系统拟设计为在 32 位 Windows 操作系统下运行的综合性应用集成系统。其主要包括目标管理系统, 图形系统, 数据库管理系统和应用系统四个部分。其主要功能包括: 信息管理, 数据信息采集(属性数据和空间图形数据), 图形编辑, 空间模型分析和成果图形生成及输出。

以地质灾害多元信息管理和理论和技术为基础, 以 ArcGIS 为平台, 开发一套集基础数据的采集、存储、管理、检索、图形编集、空间模型分析、综合分析评价、成果图形生成及输出和信息发布为一体“三峡库区塌岸信息管理与防治决策支持系统”。系统结构图如下所示:

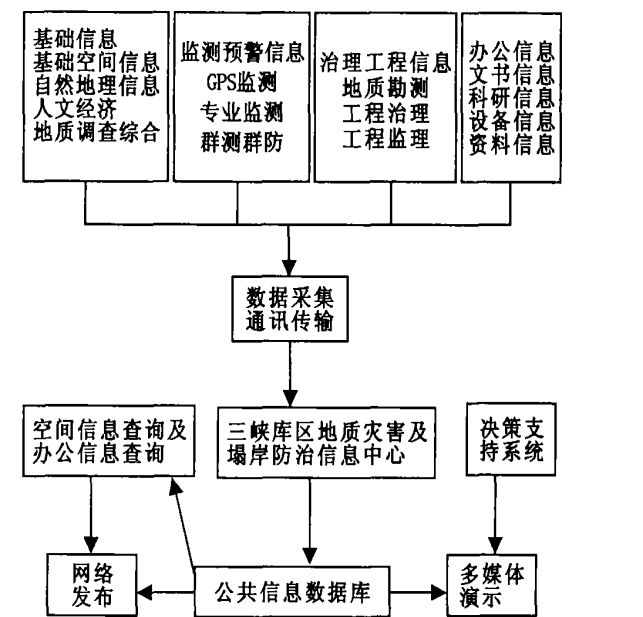


图 4 三峡库区塌岸信息管理与防治决策支持系统结构图

4 结 语

地质灾害的产生和发展受多种复杂的因素所控制和影响, 同时产生地质灾害的地质体往往具有非常明显的随机性、不确定性和复杂性, 由此而使得地质灾害的成灾机理和发展演化过程也变得异常复杂。目前使用的常规手段和日新月异的现代信息技术方法在地质灾害的勘察、评价、监测等方面发挥了巨大的作用, 怎样将这些多元化的信息综合的科学应用和管理是本项目实践和研究的核心, 在以三峡塌岸为研究对象的实践中已取得初步成效。由于此系统功能强大, 还有许多具体的技术细节待需做进一步的开发研究。