

重庆市地质灾害数据库设计与建设

李月臣^{1,2}, 赵纯勇^{1,2}, 刘春霞^{1,2}, 杨华^{1,2}

(1. 重庆师范大学地理科学学院, 重庆 400047; 2. 重庆市GIS应用研究重点实验室, 重庆 400047)

摘要: 灾害信息管理在减灾工作中占有重要地位。世界各国非常重视灾害数据库的建设。我国灾害数据库研究较为薄弱。重庆市地质灾害频繁, 但灾害信息的管理缺乏有效的管理方法。因此, 在这一地区设计和建立标准统一、功能完善的地质灾害时空数据库无疑具有十分重要的意义。论文从数据库的概念性设计、逻辑设计和数据库实体建设等方面详细介绍了重庆市地质灾害数据库的设计和建设过程。概念性设计中对重庆市地质灾害数据库的内容、灾害信息的分类编码、数据库的宏观地理定义进行了设计; 逻辑设计中侧重对数据库中空间数据和属性数据的结构以及图形属性数据库一体化进行设计; 最后, 文章从图形数据库和属性数据库2个方面详细介绍了如何进行重庆市地质灾害数据库的实体建设。

关键词: 地质灾害; 数据库; 图形数据库; 属性数据库; 重庆市; 设计与建设

文章编号: 1003-8035(2007)01-115-05

中图分类号: P642.2

文献标识码: A

1 前言

自然灾害信息管理在减灾工作中占有重要地位。世界各国非常重视灾害数据的收集、数据库的设计与建设等问题的研究。国外对灾害数据库的研究起步较早, 研究较为成熟。与之相比, 国内在这方面的研究则相对欠缺^[1]。重庆市地处长江上游, 三峡库区。在特定的地质地貌气候等自然因素以及不合理的人类活动综合作用下, 地质灾害频繁发生, 位居全国70多个地质灾害严重的山地城市之首。目前, 重庆市地质灾害信息的管理主要采用人工管理方法, 效率低下。只有将GIS、MIS、多媒体技术结合起来, 才能实现地质灾害信息高效科学地管理^[2,3]。一个成功的灾害信息管理系统, 在很大程度上取决于是否设计和建立了标准统一、功能完善的时空数据库。因此, 对数据库进行合理的设计和建设无疑具有十分重要的意义。

2 重庆市地质灾害数据库设计

2.1 重庆市地质灾害数据库设计的基本要求

重庆市地质灾害信息数据数据库设计可分为3个阶段: 概念设计、逻辑设计、物理设计(数据库实体建设)^[4]。在设计和建设时应遵循以下几点要求: (1) 数据库要保持最小冗余度, 对大量的数据体用非冗余结构予以定义; (2) 在插入、修改和删除数据时, 数据结构、相互关系和从属性应保持不变; (3) 数据库要具

有独立性, 数据存放尽可能地独立于使用它的应用程序; (4) 要具有不断扩充和更新的能力。

2.2 重庆市地质灾害数据库概念性设计

数据库概念化设计是从抽象的角度来设计数据库。其内容包括: 决定数据库的内容。选择适当的数据模型、各数据内容如何在库中组织等。

2.2.1 重庆市地质灾害数据库的内容

重庆市地质灾害十分发育。主要有以下几种: 滑坡、崩塌、泥石流、塌陷、地裂缝、危岩等。因此, 此数据库包含的内容主要为以上几种地质灾害类型的空间数据、属性数据和想关多媒体数据。

①空间数据包括: 行政区划图、地质地貌图、灾害分布图、气象要素图、遥感影像图等;

②属性数据包括: 灾害时空数据(灾害点代码、灾害点行政区位置、灾害点坐标、最近发生时间)、气象水文资料(气温与降水资料、河流水文变化资料、地下水文资料)、地质地貌资料(灾害点地质地貌资料、成灾区地质地貌背景资料)、灾情信息(受灾面积、建筑农田损坏情况、人员牲畜伤亡情况、损失价值)、灾害防治信息(成灾原因分析、稳定性危险性分析、发展趋

收稿日期: 2006-04-07; 修回日期: 2006-05-08

基金项目: 国家“十五”科技攻关计划“三峡库区地质灾害监测预警及辅助决策支持系统关键技术示范”
[C2001BA604A02]

作者简介: 李月臣(1974—), 男, 博士, 主要从事资源环境遥感与GIS研究。

势预测、预防治理措施、预防治理经费)等;

③多媒体数据包括:灾害点声音解说、灾害点录像、灾害点照片等。

2.2.2 地质灾害信息的分类编码

编码,是给每一种地理要素分配一个唯一的标识符,从而实现灾害信息标准化存储和信息资源共享。编码时要遵循兼容性:已经颁布实施的有关国家标准应直接引用,充分引用有关行业标准及重庆市颁布的地方标准;完整性和可扩充性:编码码结构应留有适当的扩充余地,以便在必要时扩充新的类别代码且不影响已有的分类和代码;稳定性:信息分类应以各要素最稳定属性为依据制定出分类方案。地质灾害信息整体代码包含行政区编码和灾害体本身信息分类编码两部分。前者标志了灾害体所在行政区的具体位置,便于按行政区查询;后者标志了灾害体本身的类型等属性信息,便于按灾害体属性信息条件查询。

(1) 行政区编码体系

县以上行政区划单位的编码按《中华人民共和国行政区划代码》(GB/T2260-2002)标准执行。县级以下的乡、镇、街按《县级以下行政区划编制规则》(GB/T10114)标准执行,行政区编码用九位数字编码表示。编码从左到右的含义如图1:

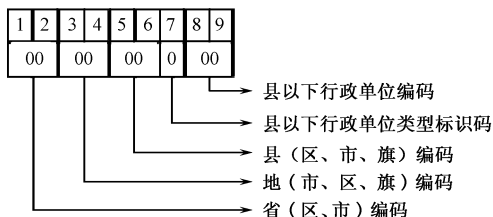


图1 行政区编码体系

Fig.1 Code system of administrative district

(2) 地质灾害信息分类编码

按灾害的一、二级分类和灾害的性质编码,由八位数组成:1~3位为一级分类代码,第4位为二级分类代码,第5位是按年限分类,第6位是按规模分类,第7位是按危险程度分类,第8位是按治理措施分类。一级分类分为崩塌(876)、滑坡(877)、泥石流(879)、塌陷(844)和地裂缝(845)5大类。表1是地质灾害信息分类编码的示例。

2.2.3 地质灾害信息数据库的宏观地理定义

数据库标准是空间和非空间地理数据采集、处理的依据。重庆市地质灾害数据库的宏观定义为:(1) 坐标系统:空间数据库选用大地坐标作为标准坐标系

统;(2)投影方式:以高斯-克吕格投影作为统一的投影格式。(3)数据格式:空间数据库中的矢量数据格式采用Mapinfo的.tab格式存储。其它的非.tab格式的矢量数据都统一转换成.tab文件格式。属性数据库的数据格式统一采用Access的.mdb格式存放。

表1 建兴坡六角亭滑坡调查简表

Table 1 Example of Liujiaoting Landslide survey form
全部编码:50010300001187734243

| 编号 | 分布地 | | 灾害类型 | | 发生时间 | |
|------|------------------------------|------|---------------------|---------------------|-------|----------|
| | 代码 | 地址 | 代码 | 类型 | 代码 | 年月 |
| 011 | 500103000 | 建兴坡 | 8773 | 碎屑滑坡 | 4 | |
| 规 模 | | | | | | |
| 代码 | 长(m) | 宽(m) | 面积(m ²) | 体积(m ³) | | |
| | | | | 土方 | 石方 | |
| 2 | 130 | 90 | 11700 | 117000 | | |
| 危险程度 | | | 防治措施 | | | |
| 代码 | 主要灾情 | | 经济损失(万元) | 代码 | 整治意见 | 治理经费(万元) |
| 4 | 危及菜园坝立交, 130 栋房屋, 200 余人生命安全 | | | 3 | 挡墙抗滑桩 | 468 |

2.3 地质灾害信息数据库的结构设计

重庆市地质灾害数据库结构需要考虑2个因素:图形信息的管理;属性信息的管理。因此,数据库结构设计主要包括:图形数据分层,各层数据属性项。各属性数据库结构设计等内容(表2和表3)。

表2 空间数据结构表

Table 2 Spatial data structure

| 层 | 数据类型 | 属性项 |
|-------|------|-------------------------|
| 行政区 | 面状 | 名称、面积(km ²) |
| 道路网 | 线状 | 长度(km) |
| 等高线 | 线状 | 高程(m) |
| 水系 | 线 | 长度(km) |
| 水体 | 面状 | 面积(km ²) |
| 地质灾害体 | 点状 | 名称、编码、类型、坐标(°) |
| 地质构造 | 线状 | 类型、长度(km) |
| 地层 | 面状 | 类型、面积(km ²) |
| 土地利用 | 面状 | 类型、面积(km ²) |
| DEM | Grid | 高程(m) |
| 气温 | Grid | 气温数值(°C) |
| 降水 | Grid | 降水数值(mm) |
| 遥感影像 | Tif | 灰度值 |

2.4 空间数据库与属性数据库一体化设计

(1) 数据库均衡化设计

将数据库中各关系表进行分解,使其变成简单

的、更稳定的一套关系表的过程叫做数据库均衡化。有效的均衡化处理对数据库系统运行效率和安全有着十分重要的作用。重庆市地质灾害信息数据库的均衡化设计如图 2 所示。图 2 中 A 表存储了所有信息。而 B 表中则将一个表分成若干个子表。各个子表均与主表有直接或间接关系。A 表中的关系很简单。但是所有信息都存在一个表中, 内容繁多, 冗余度大, 在进行数据库操作时速度较慢; B 表中将空间与属性信息分开存储, 将原来的一个表分成若干个内容不同、关系明确的子表, 存储更为有效。在进行数据库查询和更新时, 可以根据需要对各子表分别进行操作, 速度快而且合乎逻辑。

表 3 属性数据结构表

| Table 3 Structural table of attribute data | | | |
|--|------|-------|-----|
| 字段名称 | 数据类型 | 长度(m) | 小数位 |
| 统一编码 | 字符 | 20 | |
| 县区名称 | 字符 | 30 | |
| 乡镇名称 | 字符 | 30 | |
| 灾害类型 | 字符 | 30 | |
| 发生时间 | 日期 | 8 | |
| 坐标 X、Y (°) | 数值 | 8 | 2 |
| 面积(m ²)、体积(m ³) | 数值 | 16 | 2 |
| 长(m)、宽(m) | 数值 | 16 | 2 |
| 灾害损失(万元) | 数值 | 16 | 2 |
| 治理建议与措施 | 字符 | 250 | |
| 治理经费(万元) | 数值 | 16 | 2 |
| 灾害点图片 | 字符 | 50 | |
| 灾害点解说 | 字符 | 50 | |
| 灾害点录像 | 字符 | 50 | |

(2) 数据库关键项的确定

数据库设计中将空间数据和属性数据分别建库存储。空间数据采用 Mapinfo 数据模型存储, 而属性数据则使用 Access 存储。两者通过关键项进行一体化连接。关键项包括主关键项和外部关键项。主关键项是用来定义存在性和唯一性的。通常关键项应该是一个没有实际意义的项。对地质灾害数据来说, 灾害体编码是人为赋给的, 不具有任何实际意义。一个灾害体一旦确定, 它的编码就被确定了。因此, 使用灾害体编码则能保证该灾害体在数据库中的唯一性。外部关键项是相对于主关键项而言的。主关键项一般存在于母表中。而外部关键项则存在于子表中。它是主关键项在子表中的一个副本。它不要求唯一性。图 3 表示了主关键项和外部关键项的关系。

3 重庆市地质灾害实体数据库建设^[5]

重庆市地质灾害数据库建设分为 2 部分: 图形数

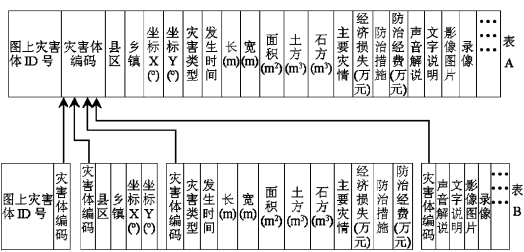


图 2 重庆市地质灾害信息数据库均衡化示意图

Fig. 2 Sketch map of geological hazard data-base proportion of Chongqing



图 3 重庆市地质灾害信息数据库关键项关系示意图

Fig. 3 Sketch map of relation among key items in geologic hazard data_base of Chongqing

据库建设; 属性数据库建设。二者在物理存储形式上是分离的。但可以利用图形数据库与属性数据库一体化技术, 通过关键项的链接将二者融合起来。相互查询, 相互调用, 从而实现图形数据库和属性数据库的有机结合。

3. 1 图形数据库建设

就目前重庆市基础资料现状而言, 可以共享的数字化地图资料较少。因此, 重庆市地质灾害信息图形库建设以传统的纸质印刷图件以及勘测部门野外勘测绘制的图件作为基础地图。采取图形数字化的方式进行图形数据录入编辑, 建设图形数据库。

3. 1. 1 基础底图处理与栅格扫描

为了确保扫描后的栅格图件的质量, 在扫描之前需要对基础底图作相应细化和净化处理, 突出图件中需要矢量化对象要素, 去除非目标底图要素的影响。或将原始阴图照相制版晒为阳图, 然后再进行扫描。为了减少拼图次数, 扫描时尽量使用大幅面、高精度扫描仪, 对基础图件进行扫描。

3. 1. 2 栅格图件数字化

图形数据库的建设采用 MapGIS 提供的扫描矢量

化功能实现栅格图件的数字化采集工作。MapGIS 扫描矢量化提供了全自动跟踪式矢量化和人工交互半自动跟踪式矢量化 2 种方法。对于图件中要素单一、质量清晰的图件采用全自动式矢量化。大多数情况下选用人工交互半自动式跟踪矢量化图件的方法。

3.1.3 矢量数据编辑与处理

数字化过程中,数字化的编辑和处理是必不可少的工作。矢量数据的编辑和处理主要内容有:

(1) 数字化错误检查和修改:对控制点标识及其坐标位置进行检查。检查是否有遗漏的、重复的或者不完整的数字化要素。检查中发现的错误,要按照数字化和图形标准进行修改。直至矢量数据符合要求为止。

(2) 建立拓扑关系:拓扑空间关系用来描述空间实体之间的相邻、包含和相交等空间关系。其在空间数据库研究与应用中具有十分重要的意义。重庆市地质灾害图形数据库的建立是利用 MapGIS 的拓扑查错和拓扑重建功能,把数字化后的图形建立拓扑关系,从而获得具有正确的拓扑关系的分层矢量化图形数据。

(3) 图幅拼接:重庆市地质灾害信息系统图形库中,有些原始底图不是完整的一幅。如主城区由 12 幅分幅图构成。因此,须对各幅分图进行拼接。

(4) 投影坐标系统转换:在输入或矢量化地图时,一般情况下与规定的投影坐标不一致。因此,需要通过投影与坐标转换,使各幅矢量图形转化为已经定义的坐标系统和投影格式。

3.1.4 图形库的建立

重庆市地质灾害图形数据库以 MapGIS 作为后台支持,将 Mapinfo 作为面向用户的前台支持。所有通过 MapGIS 完成的矢量图形数据格式全部转化为 Mapinfo 的数据格式(.tab)。然后对矢量图形数据进行分层处理与属性数据编辑,得到符合规范要求、具有统一的投影坐标系统的地质灾害相关要素图层。最终完成重庆市地质灾害信息系统的图形库建设工作。

3.2 属性数据库建设

属性数据库是描述空间实体特征或性质的二维数据表。一般采用关系型数据库方式来建立。重庆市地质灾害属性数据库的建立是采用 Access 数据库管理系统来实现的。

3.2.1 属性库数据分类处理

重庆市地质灾害属性数据主要为描述地质灾害点的类型、分布、特征、危害程度、治理情况、野外观测、室内测试的数据。建库前,首先对重庆市地质灾害属性数据按照其对灾害实体所描述的属性和特征进行归类处理。把标志地质灾害空间对象某一属性特征的数据归为一类。使得属性数据层次分明,条理清晰,为建立结构合理的地质灾害属性数据二维表格奠定基础。

3.2.2 创建数据库与二维关系数据表

在 Access 中新建一个数据库,并且命名为 CQGHIS.mdb。根据前面属性数据的分类结果,对数据库进行均衡化设计。属性数据库分为:编码初始化表、灾害分布表、灾害规模表、灾害损失表、灾害媒介信息表等多个子表。对二维数据表的结构进行设计。在建立数据表时,还需要设计主关键项和外部关键项。除初始化编码表外,其它数据表均以灾害体整体编码为关键项,实现各数据表之间的链接以及与图形数据库中的灾害实体对象链接,实现 2 库一体化。

3.2.3 属性数据加载

为了方便用户录入数据,系统利用可视化的编程语言 VB 设计了友好的数据录入界面(图 4,图 5)。对于媒介信息的录入,为了减少数据库的占用空间,仅以文件路径的形式存储媒介信息。而媒介信息文件则储存在数据库外的储存介质上。需要时可以通过该路径访问数据库外的媒介信息。

4 结语

地质灾害数据库的建设对减灾防灾具有十分重要的作用。重庆市地质灾害频繁。灾害信息的管理



图 4 重庆市地质灾害属性数据录入
Fig. 4 Input of attribute data of geological hazards in Chongqing City



图 5 重庆市地质灾害媒介信息录入

Fig. 5 Input of multimedia data of geological hazards in Chongqing City

缺乏有效的管理方法。本文系统介绍了重庆市地质灾害信息数据库的设计与建设方法,最终设计和建立了标准统一、功能完善的地质灾害时空数据库。地质灾害数据库建设时,需要注意的是空间和属性数据质

量控制问题。只有建设具有高数据质量的数据库才能更加有效的为政府防灾减灾决策服务。目前,该数据库已经在重庆市的地质灾害信息管理以及防灾减灾决策中发挥着积极作用。

参考文献:

- [1] 蒋小珍. 岩溶塌陷灾害数据库的建设[J]. 中国地质灾害与防治学报(增刊), 2004, 15: 138-141.
- [2] 李月臣, 杨华, 陈晋, 赵纯勇. 重庆市滑坡灾害危险性区域评价研究[J]. 应用基础与工程科学学报(增刊), 2004, 12: 199-206.
- [3] 李月臣. 重庆市地质灾害信息管理系统设计[J]. 地域研究与开发, 2002, 21(1): 81-83.
- [4] 兰恒星, 伍法权, 周成虎, 等. 基于 GIS 的滑坡空间数据库研究-以云南小江流域为例[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2002, 15(4): 10-16.
- [5] 李月臣. 重庆市地质灾害 GIS 系统与危险性评价研究[D]. 重庆师范大学硕士学位论文, 2001.

Design and construction of geological hazard database in Chongqing City

LI Yue-chen, ZHAO Chun-yong, LIU Chun-xia, YANG Hua

(1 College of Geography Science, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;

2 Key Laboratory of GIS Application of Chongqing City, Chongqing 400047, China)

Abstract The design and construction of geological hazards database is very important for the hazard prevention and treatment. The geological hazards of Chongqing are the severest in our country. Geological hazards have affected the economic development of Chongqing. But the management of the geological hazards information can't effectively serve the government. In order to enhance the study on the geological hazards of Chongqing. This paper introduces the design and construction of geological hazards information database. The process of database design and construction is discussed from three steps: conceptual design, logistic design and physical construction. The conceptual design mainly includes the design of the contents, the code and the macro-geographical definition of the geological hazards information database. The logical design is mainly to design the structure of the geological database and to integrate the spatial database with attribute database. In the end, the paper introduces how to construct the spatial and attribute database in detail.

Key words: geological hazard; database; spatial database; attribute data base; Chongqing City; design and construction