

# Geological Disaster Investigation into the System Based on ArcGIS Engine\*

Sheng Yu<sup>1,2#</sup>, Zhengwei He<sup>1,2</sup>, Dongjian Xue<sup>1,2</sup>, Xi Nan<sup>1,2</sup>, Sisi Chen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Key Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection, Chengdu University of Technology, Chengdu

<sup>2</sup>School of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu

Email: levintnt@163.com

Received: Dec. 13<sup>th</sup>, 2012; revised: Dec. 29<sup>th</sup>, 2012; accepted: Jan. 4<sup>th</sup>, 2013

**Abstract:** The system, using C/S fat client development mode, is developed for collecting disaster points information of 88 counties in Guizhou province. For the convenience of field and indoor work personnel to use, on the function of not only the attributes of data collection, analysis and statistics but also combines some of the basic functions of GIS, such as field line selection, combined with the GPS real-time positioning, the District of thematic map is generated out of. At the same time real-time and historical data collected by the system can be in the form of .MDB export to Guizhou Office of province land natural resources “a map” project Oracle database, as its disaster system decision support and information release was based on.

**Keywords:** ArcGIS Engine; Geological Hazard Survey; GIS; Database

## 基于 ArcGIS Engine 的地质灾害调查录入系统研究\*

余 晟<sup>1,2#</sup>, 何政伟<sup>1,2</sup>, 薛东剑<sup>1,2</sup>, 南 希<sup>1,2</sup>, 陈思思<sup>2</sup>

<sup>1</sup>成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 成都

<sup>2</sup>成都理工大学地球科学学院, 成都

Email: levintnt@163.com

收稿日期: 2012 年 12 月 13 日; 修回日期: 2012 年 12 月 29 日; 录用日期: 2013 年 1 月 4 日

**摘 要:** 本系统采用 C/S 胖客户端开发模式, 是为采集贵州省 88 县灾害点详细信息而开发。为方便野外和室内工作人员的使用, 在功能上除单纯的属性数据的采集录入、分析统计外还结合了 GIS 的一些基本功能, 如野外线路的选择, GPS 的实时定位, 各区县专题图的生成出图等。同时该系统所收集的现势资料和历史资料能以 .MDB 的形式导出到贵州省国土资源厅“一张图”工程的 Oracle 数据库中, 作为其地灾子系统决策支持和信息发布的确实依据。

**关键词:** ArcGIS Engine; 地质灾害调查; 地理信息系统; 数据库

### 1. 引言

贵州省简称“黔”或“贵”, 位于中国西南的东南部, 介于东经 103°36′~109°35′、北纬 24°37′~29°13′

之间, 东毗湖南、南邻广西、西连云南、北接四川和重庆, 资源富集, 发展潜力巨大。同时, 贵州省还位于云贵高原东部, 地处青藏高原向东部丘陵过渡的斜坡地带, 山高坡陡、降雨丰沛、河流纵横, 地质地理条件特殊, 地质环境脆弱。贵州省已完成的 74 个县(市)地质灾害调查资料分析研究结果显示, 地质灾害主要有种类多、分布广、易诱发、影响大四个特点。按照

\*基金项目: 国家自然科学基金(40972225)、2010 年高等学校博士学科点专项科研基金(20105122120014)、贵州省国土资源厅重大专项项目(黔财建[2010]464: 贵州省地质灾害监测预警与决策支持平台研究)。

#通讯作者。

国家地质灾害防治规划划分, 全省均为地质灾害易发区, 是全国地质灾害的重灾区之一<sup>[1,2]</sup>。2010年6月28日, 贵州省关岭县岗乌镇发生大规模滑坡, 据当地统计, 约有37户99个村民被掩埋在滑坡堆积中<sup>[3]</sup>。中国国土资源航空物探遥感中心紧急派机飞往灾区进行航摄, 并派遣技术人员连夜赶往贵州安顺机场, 前往灾区展开应急航空遥感工作。

贵州省每年发生地质灾害的次数、人员伤亡和直接经济损失在全国一直处于前几位, 因地质灾害造成的人员伤亡和经济损失不可小视, 地质灾害日渐成为影响和制约贵州社会发展的重要因素之一。在地质灾害技术支撑方面, 近年来, 贵州省地质灾害防灾减灾战线广大科技工作者在地质灾害防治领域开展了卓有成效的工作, 取得了一定的可喜成绩, 但对开展深入研究地质灾害发育规律、搭建预警信息平台等工作而言, 尚缺乏统一高效的地质灾害数据库体系和一个集地质灾害空间数据显示、信息查询统计、专题展示、数据挖掘为一体的地质灾害信息综合平台, 而这对高质量的数据管理及更深入工作的开展是不可或缺的。

本系统在这样的背景下应运而生, 旨在为防灾、救灾的决策支持和地质灾害调查的信息化起到积极的作用。

## 2. 系统数据库设计

### 2.1. 贵州省地质灾害调查录入系统数据库

系统成功的核心和基础是科学的数据库设计。根据系统分析, 系统需要处理海量的地理地质、航片卫片、地质灾害点和区划等空间数据, 大量的地质灾害调查信息和管理、统计、分析等形成的属性数据, 以及规范标准数据。因此, 在数据库选择时, 用关系数据库与空间数据库协同管理上述三种数据。业务逻辑构成为: 空间数据库、业务属性数据库和规范标准数据库。系统采用 ArcSDE + Access 存储全部空间和非空间数据, 进行空间数据和属性数据一体化管理。

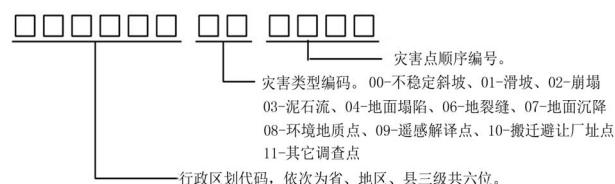
1) 空间数据库: 主要包括基础地理数据(行政界线、水系、交通、居民地, 等高线等), 基础地质数据(地质构造, 地层界线、工程岩组、坡体结构等), 影像数据(航卫片等), 灾害专题数据库(历史地质灾害点、地质灾害易发分区图、录入地质灾害点等)。

2) 业务属性数据库: 主要包括以上空间数据库对应的属性数据, 地质灾害详查数据(滑坡调查数据、泥石流调查数据、崩塌调查数据、地面塌陷调查数据、地裂缝调查数据、不稳定斜坡调查数据), 搬迁避让调查数据, 群测群防数据等。

3) 规范标准数据库: 主要包括与各类地质灾害相关的规范及标准图以及历年灾害发生时, 国家及地方的一些治理灾害的政策和法规<sup>[4]</sup>。

### 2.2. 空间数据库和业务属性数据库的连接

空间数据库和业务属性数据库通过“统一编号”的连接是数据库的设计重点。地质灾害统一编号是GIS连接空间图元与属性表及外部数据库的唯一性关键字, 三者必须保持一致。其编码结构如下:



示例: 贵州省黔西县(行政区划代码: 522423)灾害点图元编码

522423010021(灾害类型: 滑坡, 野外顺序编号 = 0021)

522423020050(灾害类型: 崩塌, 野外顺序编号 = 0050)

在录入灾害点信息时, 空间图元和相应的灾害调查表会生成统一编号, 使他们一一对应起来。统一编号将作为系统实现图查属性与属性查图相互跳转中间的桥梁。灾害点信息的入库流程如图1所示。

### 2.3. 调查录入子系统各表内容及结构关系图

地质灾害详查数据主要作用是用来描述崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的地理位置、发生时间等的信息统计表。

例如滑坡的属性数据<sup>[5]</sup>主要包括滑坡统一编码、所属乡镇、具体地点、经纬度、地貌类型、地层岩性、构造部位、地层倾向、地下水类型、前期降雨量、原始坡高、原始坡度、滑体面积、滑体长度、滑体宽度、滑体高度、滑体规模、滑坡坡度、滑坡坡向、滑坡剖

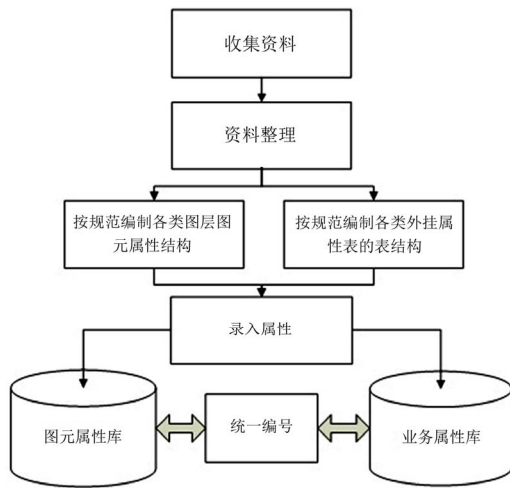


Figure 1. Disaster points information warehousing flowchart  
图 1. 灾点信息入库流程图

面形状、滑坡体岩性、滑坡体碎石含量、滑面倾向、滑面倾角、地下水补给、地下水埋深、地质因素、土地利用类型、人为因素、目前稳定性、威胁财产、直接经济损失、防治建议等。

地质灾害数据录入模块主要是实现滑坡、泥石流、崩塌、地面塌陷、地裂缝、不稳定斜坡共 6 种地质灾害以及搬迁避让详细调查数据的入库功能，是数据存储的入口。各类地质灾害的具体情况如表 1 所示。

在地质灾害数据录入模块中，这 7 个表之间是独

立存在，相互之间没有字段的映射关系。具体流程逻辑如图 2 所示。

### 3. 系统体系结构

地质灾害调查录入系统可以在 Windows XP/Windows 7/Windows Server 2003/Windows Server 2008 硬件平台下运行<sup>[6]</sup>。系统采用 C/S 胖客户端开发模式，选用 Microsoft Visual Studio 2008 开发平台下的开发语言 C#，GIS 组件 ArcEngine 9.3 以及数据库 Access 2010，运行环境 Microsoft.NET Framework 3.5，主流屏幕分辨率最佳效果，进行基于 AE 的地质灾害调查录入系统的实现。系统现有数据管理模块、查询统计模块、信息可视模块、信息输出模块、帮助说明模块这 5 个模块(图 3)，后期根据需要还可以增强模块功能或者加入其它模块。

### 4. 系统功能及实现

#### 4.1. 地质灾害调查录入系统属性的实现

地质灾害调查录入系统属性功能主要有：详查信息录入功能、数据库合并导出功能、信息查询功能、信息统计功能、信息管理功能和报表打印导出功能(图 4a)。

Table 1. Main table of geological hazard information  
表 1. 地质灾害信息主表

序号	灾害类型	数据子表	字段数量
1	滑坡调查表	滑坡点基本信息、滑坡环境、滑坡基本特征、变形活动特征、滑坡成因、稳定性分析、滑坡危害、监测建议、防治建议、遥感解译点、野外记录信息、滑坡示意图、调查单位	174
2	泥石流调查表	泥石流点基本信息、泥石流沟与主河关系、水动力类型、泥沙不及途径、降雨特征值、沟口扇形地、地质构造、不良地质体情况、土地利用、防治措施现状、监测措施、危害对象、造成危害、灾害史、泥石流特征、泥石流综合判断、自动评分、易发程度、发展阶段、潜在危害、检测建议、防治建议、泥石流示意图、野外记录信息、调查单位情况	228
3	崩塌调查表	崩塌点基本信息、崩塌环境、危岩体特征、堆积体特征、崩塌危害、检测建议、防治建议、野外记录信息、崩塌示意图、调查单位情况	193
4	地面塌陷调查表	塌陷点基本信息、斜坡环境、塌陷区地貌特征、成因类型、塌陷形成条件、灾害情况、防治情况、野外记录信息、塌陷示意图、调查单位情况	207
5	地裂缝调查表	地裂缝基本信息、发育特征、规模等级、形成条件、灾害情况、防治情况、野外记录信息、地裂缝示意图、调查单位情况	195
6	不稳定斜坡调查表	不稳定斜坡基本信息、斜坡环境、斜坡基本特征、可能失稳因素、目前稳定程度、已造成危害、潜在威胁、监测建议、防治建议、不稳定斜坡示意图、野外记录信息、调查单位情况	152
7	搬迁避让调查表	搬迁避让基本信息、新选址场地条件、安全性、地基稳定性、生产生活条件、农户(村社)认同、安置场址土地类型、搬迁安置场址适宜性、搬迁地质灾害隐患、搬迁避让示意图、野外记录信息、平面图、调查单位情况	112

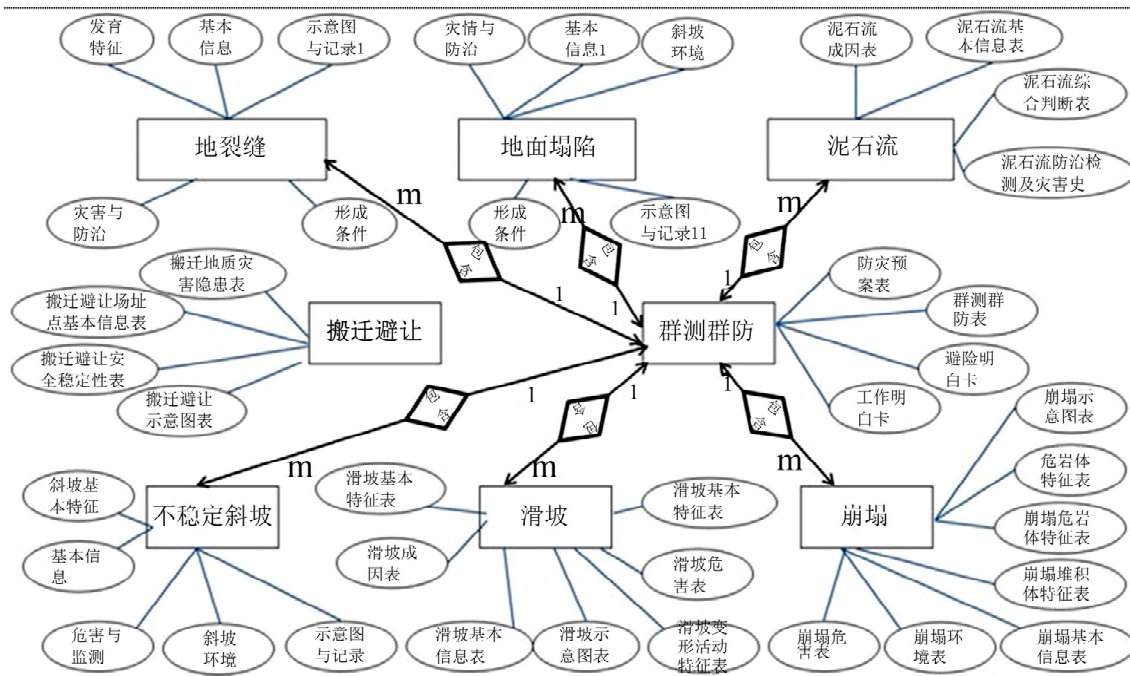


Figure 2. Data entry module table E-R  
图 2. 数据录入模块各表 E-R 图

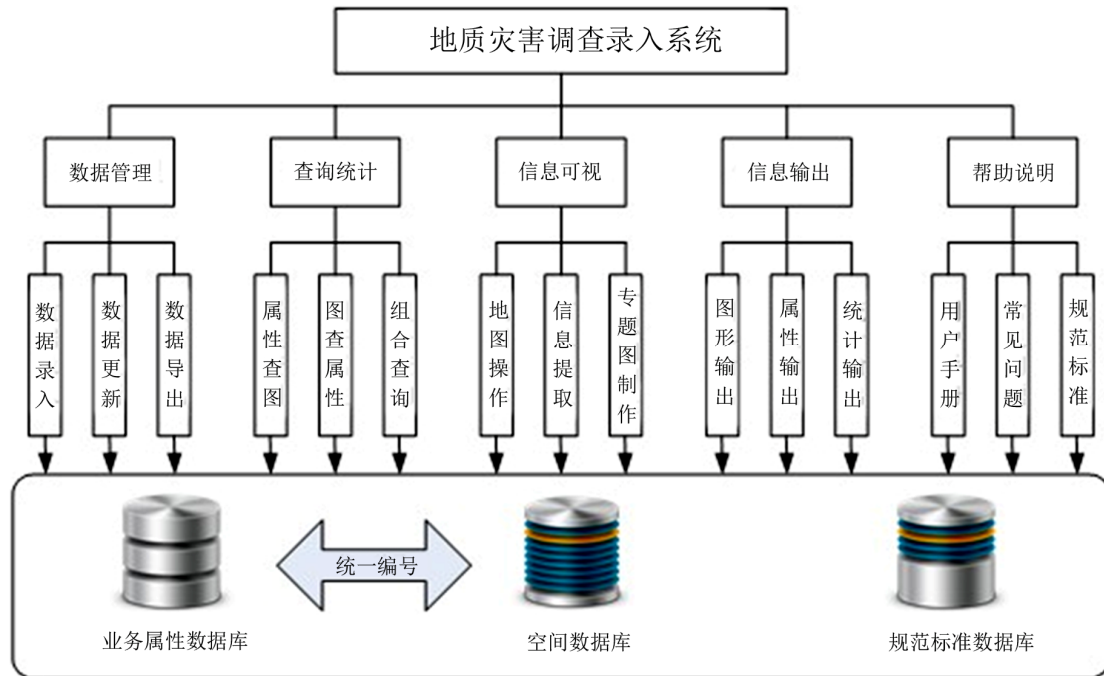


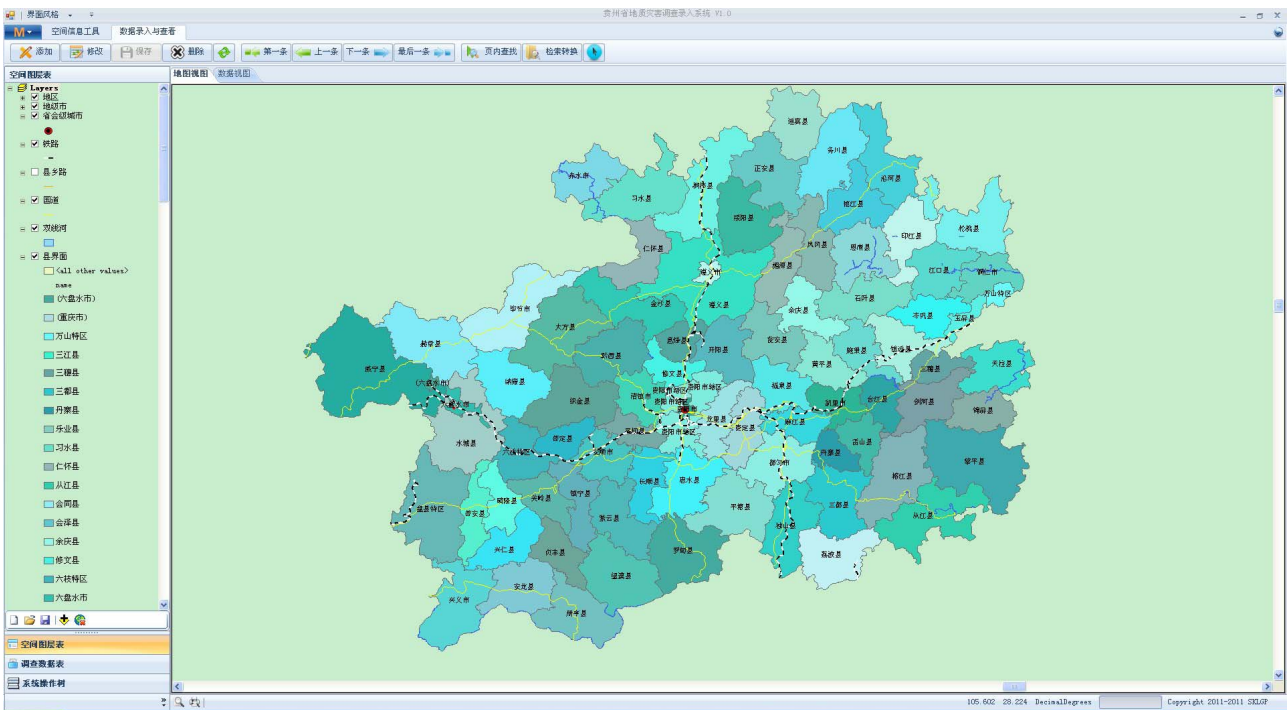
Figure 3. Geological disaster investigation into the system architecture  
图 3. 地质灾害调查录入系统体系结构

1) 详查信息录入功能: 主要是对六大灾种信息及搬迁避让信息的录入管理, 主要包括以单记录的方式提供给使用者对系统中详查信息的浏览、添加、修改、删除等操作。在添加某条详查信息时, 系统会按照地

质灾害“统一编号”规则对应用户的选择为每个灾点分配“统一编号”, 当出现重名时系统会提醒用户, 只有修改后才能保存入库, 每个灾点都应只有唯一的编号。另外, 系统还可以录入灾点相片、地形图、

## 基于 ArcGIS Engine 的地质灾害调查录入系统研究

(a) 属性的实现



(b) 空间的实现

Figure 4. Geological disaster investigation into the system interface  
图 4. 地质灾害调查录入系统的界面

剖面图等，实现信息的多媒体化。

2) 数据库合并导出功能：系统可以新建数据库，

也可以读入已建好的数据库。对于多个地区，不同单位分开调查的数据，系统可以将它们合并在一个数据



库里面, 属性表所录入的详查数据最后可以以.MDB 的形式导出。

3) 信息查询功能: 查询服务功能中系统提供了模糊查询和多条件查询的方式: 模糊查询可输入像统一编号、野外编号、经度、纬度、省、市、县、乡、填表人、审查人、填表日期等关键字进行查询; 多条件查询可以按照统一编号、灾害类型(滑坡、泥石流、崩塌、地面塌陷、地裂缝、不稳定斜坡以及搬迁避让)、行政区、填表时间等条件单独或者组合查询。

4) 信息统计功能: 信息统计功能主要是用 MSChart 控件来实现, MSChart 控件能给图形统计和报表图形显示提供很好的解决办法, 同时支持 Web 和 WinForm 两种方式。信息统计结果主要以柱状图, 饼状图和条形图来显示, 统计的内容主要包括全省地质灾害点总数, 6 种灾害类型分别的个数; 6 种灾害类型中小型、中型、大型和特大型的灾害点的个数<sup>[7]</sup>; 按行政区进行统计分为市、县、乡三个级别; 按灾害发生的时间进行统计。

5) 信息管理功能: 信息管理功能主要是用来管理录入的详查信息, 查询和统计出来的信息, 并可更新规范标准数据库中的内容, 及时核对数据是否符合规范, 对不符合规范的数据进行修改。

6) 报表打印与导出功能: 对于以上查询和统计的结果, 系统提供打印, 同时可以导出为 word 和 excel 格式的数据, 方便各种用户的使用和操作。

#### 4.2. 地质灾害调查录入系统空间的实现<sup>[8,9]</sup>

地质灾害调查录入系统空间功能主要有: 图形显示功能、查询功能、编辑功能和专题图功能(图 4b)。

1) 图形显示功能: 支持浏览、放大、缩小、漫游、标识、量测、图层控制等基本操作, 另外通过“统一编号”将灾害点数据库和由 ArcGIS 生成的图元连接, 在图上动态显示。

2) 查询功能: 点击查询(在图上选定任意一个图元, 即可查询出该图元的属性资料), 区域查询(在图上选定一个具体的区域, 如圆形、矩形或者多边形, 在该范围内进行查询), 行政区查询(用下拉框列出了市名、县名和乡名供用户选择), 时间查询(按灾害发

生的时间段来查询)。

3) 编辑功能: 进行点、线、面状地物的编辑, 方便野外调查过程中任务分配、线路选择、地物标记等。

4) 专题图功能<sup>[10]</sup>: 系统提供了交互式地制作各类柱状、饼状、点密度专题图功能, 叠加在地理底图上, 直观形象地表达不同的行政区域在同一时间段的各种受灾情况。系统还支持交互式地整饰添加要素(如标题、比例尺、指北针、制作人等), 输出 BMP、JPEG 等图形数据。

### 5. 结束语

本文旨在探讨地质灾害调查与 GIS 技术的有机结合, 充分利用 GIS 强大的空间图形与属性数据管理和现有程序语言在编程方面的功能, 实现对地质灾害数据的有效管理, 并在此基础上进行信息化的显示、对比和分析, 为贵州省建设管理及决策部门有效地控制与防治地质灾害, 降低地质灾害对社会经济造成的损失提供了科学的决策依据, 并为地质灾害调查的信息化起到积极的作用。

### 参考文献 (References)

- [1] 郭强. 论贵州省地质灾害防治[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2007, 18(4): 45-49.
- [2] 田稼. 贵州省地质灾害有哪些特点[N]? 贵州省人民政府公报, 2008(7).
- [3] 王治华, 郭大海, 郑雄伟, 王建超, 郭兆成, 董丽娜. 贵州 2010 年 6 月 28 日关岭滑坡遥感应急调查[J]. 地学前缘, 2011, 18 (3): 310-315.
- [4] 李海峰, 高德政. 基于 GIS 的地质灾害信息管理系统的设计与开发[J]. 四川地质学报 2006, 26 (3): 178-180.
- [5] 王小东. 基于 GIS 的地质灾害数据库设计[J]. 河南理工大学学报, 2007, 26 (3): 250-253.
- [6] 龙晓君, 何政伟, 张东辉, 张雪峰, 薛东剑. 结合 AE 和工作流的环境地质调查管理信息系统的研究[J]. 测绘科学, 2011, 36(2): 205-207.
- [7] 张桂荣, 殷坤龙. 基于 WebGIS 的地质灾害信息系统网络数据库建设[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005, 16(3): 114-117.
- [8] 邱洪钢, 张青莲, 陆绍强. ARCGIS ENGINE 开发从入门到精通[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [9] 李崇贵等. ARCGIS ENGINE 组件式 GIS 软件开发及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [10] 陈好, 蔡忠亮. 基于 ArcGIS Engine 的地质灾害信息管理与应用[J]. 测绘信息与工程, 2010, 35(4): 45-46.