三维地质灾害调查监测预警系统

（地质灾害信息系统）

解决方案

武汉地大信息工程有限公司

2010 年 12 月

目 录

目 录 1

1. 解决方案概述 3

2. 系统功能 4

2.1. 系统建设目标 4
2.2. 系统建设内容 4

3. 系统总体设计 6

3.1. 需求分析 6
3.1.1. 数据模型 6
3.1.2. 业务需求 8
3.1.3. 业务流程 11
3.1.4. 功能需求 14
3.1.5. 部署方式 16
3.2. 开发平台与关键技术 16
3.2.1. 平台选型 16
3.2.2. 运行环境 17
3.2.3. 关键技术 18
3.3. 数据库设计 19
3.4. 系统结构与组成 20
3.4.1. 系统架构 20
3.4.2. 系统结构与组成 22

4. 系统功能模块设计 24

4.1. 三维地理信息系统基本功能模块 24
4.1.1. 概述 24
4.1.2. 功能设计 24
4.1.3. 模块实现 30
4.2. 地质灾害模块 30
4.2.1. 地质灾害信息管理 30
4.2.2. 地质灾害信息查询浏览 34
4.2.3. 地质灾害数据统计分析 35
4.2.4. 地质灾害数据导入、导出 36
4.3. 专业监测模块 37
4.3.1. 监测点管理 37
4.3.2. 监测设备管理 38
4.3.3. 钻孔信息管理 38
4.3.4. 监测信息查询、浏览 39
4.3.5. 监测数据接收模块 40
4.4. 预警预报模块 43

4.4.1. 专业监测数据报警 43
4.4.2. 地质灾害预警分析 44
4.4.3. 地质灾害敏感性分析 46
4.5. 群测群防 47
4.5.1. 群测群防行政体系管理 47
4.5.2. 群测群防 2 卡 1 表管理 48
4.5.3. 群测群防信息查询、浏览 50
4.6. 人文经济模块 50
4.6.1. 人文经济数据管理 50
4.6.2. 风险评估 51
4.6.3. 灾情评估 51
4.7. 短信平台 52
4.7.1. 发送短信（短信单发） 52
4.7.2. 短信群发 52
4.8. 系统管理 53
4.8.1. 数据字典管理 53
4.8.2. 参数设置 54
4.8.3. 系统设置 55
4.8.4. 联系人和联系单位管理 55
4.9. 信息发布 57
4.9.1. 门户网站数据发布 57
4.9.2. 门户网站 57
4.10. 数据管理模块 58
4.10.1. 空间数据切片（入库）处理模块 58
4.10.2. 灾害调查成果图件管理 58
4.10.3. 空间数据管理模块 59
4.10.4. 影像数据输出模块 61
5. 实施方案与工作安排建议 63
5.1. 实施方案 63
5.2. 保密措施 64
6. 联系方式 65

1. 解决方案概述

三维地质灾害调查监测预警系统基于国土资源部《县(市)地质灾害调查与区划基本要求及实施细则》和中国地质调查局《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（中国地质调查局地质调查技术标准 DD2008-02）》，为斜坡、滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降、地面塌陷、地裂缝等地质灾害调查信息，群测群防信息（防灾预案表、工作明白卡、避灾明白卡）、灾害预警和专业监测信息提供一个一体化的管理平台。

本系统在区域地质灾害调查、区域地质灾害分布发育与成灾规律研究的基础上，科学运用多种地质灾害监测手段，建立以滑坡、泥石流地质灾害变形特征研究与监测、成灾机理研究与监测、地质灾害主要控制因素研究与监测为主要内容的区域地质灾害监测预警网络，科学支持地质灾害群测群防体系建设，探索建立群专结合的地质灾害监测预警示范区，逐步提高区域地质灾害监测预警技术水平，为减灾防灾提供技术支持。

系统基于 iTelluro 三维地理信息组件，在三维环境下实现了地质灾害、预警预案、群测群防、监测信息的一体化管理，基于插件式二次开发接口，可快速实现防治决策、综合管理等定制业务。系统符合地质灾害防治业务流程，可满足地质灾害监测、预警工作对多源属性、空间信息的业务需求。系统在总结众多地质灾害预警预报项目成果的基础上，最终开发出示范区市、县两级、客户端/服务器模式的三维地质灾害调查监测信息系统。该系统包含基础地理信息、地质灾害数据库、监测设备信息管理、监测数据库、地灾统计、群防群测、预警预报、人文经济、灾情评估、短信报警、数据转换、数据发布、系统管理等功能。

2. 系统功能

2.1. 系统建设目标

系统建设目标为，基于地质灾害监测数据和网络，建设三维地质灾害调查监测信息系统。本系统以三维地理信息技术和地质灾害专业监测技术为基础，集成各种基础地理信息、地质灾害信息、监测设备信息以及各类监测数据和专题数据，为地质灾害监测人员提供直观的地质灾害三维视景和便捷的地灾数据管理和查询功能。

系统基于 iTelluro 三维地理信息组件，在三维环境下实现了地质灾害、预警预案、群测群防、监测信息的一体化管理，基于插件式二次开发接口，可快速实现防治决策、综合管理等定制业务。

系统在总结众多地质灾害预警预报项目成果的基础上，最终开发出示范区市、县两级、客户端/服务器模式的三维地质灾害调查监测信息系统，符合地质灾害防治业务流程，可满足地质灾害监测、预警工作对多源属性、空间信息的业务需求。

2.2. 系统建设内容

本系统是建立在三维地理信息技术和地质灾害专业监测技术基础之上，基于基础地理信息、地质灾害数据库、监测设备信息、监测数据库等数据库的地质灾害调查监测信息系统，主要建设内容包括：

1）三维地理信息系统基本功能

2）地质灾害

3）专业监测

4）预警预报

5）群测群防

6）人文经济

7）短信平台

8）系统管理

9）信息发布

10）数据管理

3. 系统总体设计

3.1. 需求分析

3.1.1. 数据模型

地质灾害调查监测防治业务涉及到大量地质灾害相关的专业数据和基础数据，例如空间数据库包括：1:25 万、1:5 万、1:1 万、1:5000 以及局部灾害区的 1:2000、1:1000、1:500 的系列比例尺基础地理数据（包括影像数据、数字高程模型、数字线划图等），移民安置规划数据、地质安全评价对象分布图、1:5 万基础地质图、水文地质图、工程地质图、边坡结构图、地质灾害分布图等，以及灾害点上的监测点平面布置图、地质勘察工程分布图、人文经济分区图等。通过专业监测体系和群测群防体系，基于专线连接和其他通讯网络，也涉及到大量专业监测信息和群测群防信息。

地质灾害防治数据具有多维、多态、多类型的特征：

（1）地质灾害防治信息从业务类型上有：

- 地质灾害
- 监测（专业监测和群测群防）
- 治理
- 搬迁避让
- 人文经济（用于风险评估和灾情评估）
- 管理
- …

以上不同类型的业务数据从空间分布上，可以分布于国家、省、县等节点，从

数据类型上有空间和属性信息；

（2）对于不同的业务数据，包括属性数据、空间数据、文本数据、图像数据、多媒体数据等多种类型的数据；

（3）从纵向上，地质灾害防治信息可以划分国家、省、县等级别，每个级别都包括了以上类型和种类的数据，并且在纵向上有不同的业务模型和业务流程；

空间数据从业务角度，可以划分为基础空间信息和业务相关的空间数据：

（1）基础空间信息

基础空间信息有 DEM、影像、基础地理、基础地质等数据，这些数据可以为其他所有类型的业务数据提供空间可视化底图，也可以为业务应用提供可视化、属性和空间查询、空间分析等基础空间信息服务。

基础空间信息的特征包括：

- 基础空间信息的更新周期较长，一般为数月到数年，无需实时更新；
- 基础空间信息数据量大；
- 基础空间信息服务具有比较完善的行业和业界标准，例如 OGC 标准、国家标准、地质数据元数据标准等；
- 基础空间信息的管理、维护、更新、操作、发布等工具比较成熟，具有大量商业和开源应用系统可以选择；
- **基础空间信息是往往是业务信息采集的本底数据或数据源。**

（2）业务空间信息

地质灾害防治业务空间信息包括业务相关的空间信息，例如灾害点位置、灾害点范围、监测设备分布等业务数据的空间信息。

业务空间信息的特征包括：

- 更新周期短，信息需要实时或按需更新；
- 空间信息的应用和业务相关；
- 业务空间数据的存储没有成熟或标准的方案，可以采用空间数据库的空间、属性一体化存储（例如应用 Oracle Spatial 或 ArcGIS 的 Geodatabase 存储空间信息），也可以自定义关系数据模型来存储空间信息（例如应用经度和纬度字段存储点位置），具体的存储方案需要根据应用来决定；
- 业务空间数据的管理、维护、更新、操作需要和业务模块无缝整合，这也就需要提供可以在分布式网络环境下的空间信息基础应用组件或平台。

从应用和数据角度，空间数据可划分为**区域空间信息**和**灾害点体空间信息**，如下图所示：

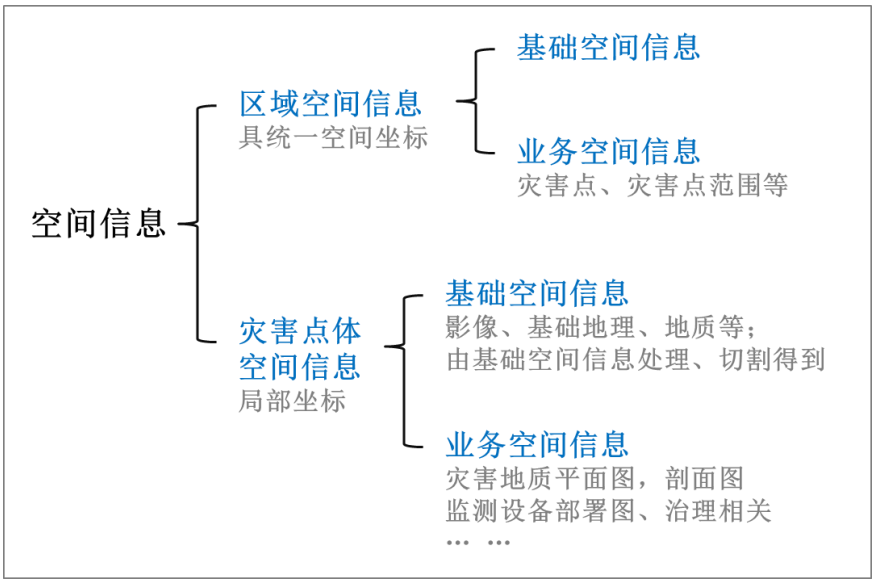


图 3-1 地质灾害防治信息的空间信息类型

3.1.2. 业务需求

由于地质灾害的危害性及突发性，须及时准确地作出判断，提出解决问题、处

理灾害的措施，而处理问题的各种应用的系统的数据来源就是地质灾害的基本数据。业务用户按需求不同可分为政府主管部门及领导、地质灾害防治管理部门等，不同的用户有不同的需求。

（1）政府主管部门及领导需求

地质灾害防治工作的政府主管部门有市、县地方政府主管部门。各级政府主管部门是地质灾害防治工作管理的主体，他们所需了解的信息基本上属于结构化的信息，其内容主要有：地质灾害的数量、规模及分布状况，监测预警工作网络，群测群防组织建设，地质灾害防灾预案，防治工作的规范、规定、要求和执行情况，防治工作进展，地质灾害工程治理规划、实施现状及治理工程效果等。

他们所需信息主要是综合信息及有关的统计分析信息，对数据的检索、查询以专题查询为主，极少随机查询。他们要求**系统以可视化技术，实现空间信息与属性信息的关联查询，用最简捷、明了的方式访问系统，用直接分析的方式如图形、统计报表、多媒体等，提供其所关心的信息。**其所需的应用业务服务以及数据均来自与地质灾害监测和防治管理部门。

（2）防治工作及监测预警管理部门需求

地质灾害监测和防治管理部门是信息服务和数据的主要使用者和提供者，他们的需求具体、细致，所涉及的信息内容最为丰富，所要采用的分析处理工具最多，功能要求也最复杂。地质灾害监测管理部门有地调中心、中国地质环境监测院、地质环境监测总站，各区县地质环境站。他们所需信息以结构化信息为主，检索查询亦以专题查询为主，随机查询为辅。根据其职能，其要求也有所不同，因此，我们对其分成三级节点：

1）区县地质环境站（县市节点）

主要职责是：对所在区、县地质灾害系统进行日常管理、维护，建立区(县)级地质灾害监测预警决策支持系统，并采集、传送有关数据。编制地质灾害减灾防灾预案；对所在县群测群防监测工作进行技术指导；对新生的地质灾害点进行调查和巡查及应急治理；及时向主管部门汇报全县地质灾害调查和监测情况，并向技术指导单位通报。

2）地质环境监测总站，应急办公室

省地质环境总站主要对本省(市)的地质灾害信息录入、组织和管理；了解本省(市)地质灾害发展动态；为省(市)人民政府提供地质灾害监测预警信息；对区、县级地质环境监测站进行管理；编制防灾预案建议；受政府委托，组织实施库区地质灾害的短临预报；负责对区、县级地质环境监测站进行技术培训和指导，组织治理工程的竣工验收。

政府应急办负责统一协调地质灾害应急救援的相关事宜。

3）地调中心、中国地质环境监测院

对各类地质灾害信息进行编辑、组织和实时管理，全面了解各省地质灾害现状与发展动态，为主管部门提供信息服务和决策技术支持。参与重大地质灾害体监测与预警，对省、县地质灾害监测、治理进行业务及技术指导。

(3)系统用户及维护人员

系统用户及维护人员主要包括政府主管部门和防治工作及监测预警管理部门的业务专家、监测人员及信息管理人员、系统管理人员等，是系统的主要用户。

业务专家通常是从多源、多维和多时态信息中抽取特征信息，经综合分析判断，提供决策支持建议的责任人。他们对数据往往要求有较高的选择余地，他们更多的需要通过随机查询而获得所要求的数据或数据组合，要求能够直接进行空间分

析和区域评价。他们要求的数据是多元和多维的，而且具有历时性，希望能通过信息系统对不同空间、不同时域、不同主题的各种不同类型数据同时处理提供支持。

地质灾害监测人员指从事该项工作的专职技术人员和群测群防工作人员，信息及系统管理人员为各级站点及中心机房的数据采集、处理人员和系统管理人员。他们担负数据采集及系统的日常运行服务和维护和管理任务。因而他们要求系统具有界面友好、安全性强、稳定性高、对录入数据的转换修改快速高效、便于检查和维护，以及与异构平台的数据交流顺畅等特点。他们也要求系统建立相关规范化制度，以便进行规范化管理。

（4）社会公众

社会公众关心的是其生活活动地区的地质环境、地质灾害分布、灾情和预警预报信息，有关地质灾害重大决策、法律法规及地质灾害防治知识，地学科普及相关新闻等。他们对系统的使用将受到一定程度的限制，需要有不同密级的安全控制技术和措施，可设计为单独的系统。

3.1.3. 业务流程

1）地质灾害：

根据职责和功能，地质灾害数据流程具体可分为：数据采集、数据交换、数据审计、数据发布和应用 5 个过程。

（1）数据采集

数据采集的过程分为日常采集维护（重点是专业监测和群测群防信息）以及由国家统一安排实施的地质调查，主要针对地质灾害数据，一般由中国地质调查局统一部署，由专业地质工程地质队、岩土工程勘察设计院、环境总站等专业单位实施。

（2）数据交换

数据交换在每个节点的流程基本一致，也就是对基础中的不同时间不同来源的数据通过数据交换系统得到灾害点唯一的数据。

数据交换的核心是数据标准和数据编码。

（3）数据审计

指对已经调查、获取的数据进行修改、维护、合并时需要做的步骤。例如：对于数据库中某滑坡的信息需要修改灾害信息时，可以通过审计系统保留修改内容，然后由专业进行审计确认最终生成新的数据库中某滑坡信息数据。

（4）数据发布

经过审计的数据发布到数据库。例如，县市调查、详查得到的灾害点数据，需要通过审计、发布，统一进入数据库。

（5）数据应用（检索、浏览、查询）

数据应用只在地质灾害监测防治业务中，对地质灾害数据的应用需求。其应用需求可概况为下图：

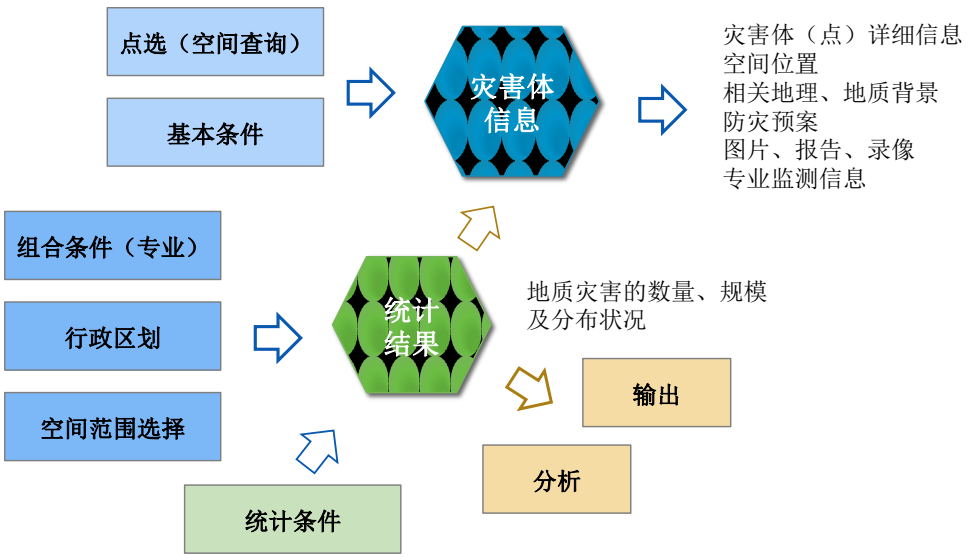


图 3-2 地质灾害信息使用流程

2）专业监测数据

总体上可分为数据采集、数据发布；按监测类型可分为手动监测和自动监测 2 种，其业务流程有所不同。

（1）数据采集

对于手动监测的流程为：采集软件采集后，通过数据交换软件同步更新到监测数据库，如果涉及到省、市等多个级别的信息系统，可根据监测点统一编号分别更新。

自动监测的数据通过 GPRS 或卫星直接提交到监测数据库，可根据需求分发至市、县区等多个级别的信息系统。

（2）数据发布和应用

通过信息系统统一发布，市、区等多个级别只发布自己级别的数据。

数据应用的业务模型和流程如下图所示：

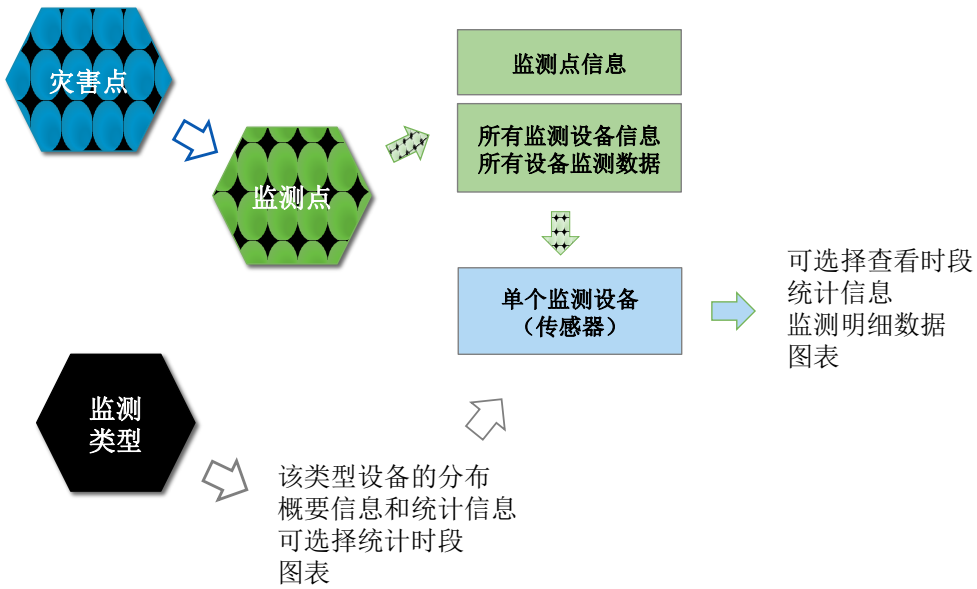


图 3-3 监测数据和信息使用流程

3）其他数据流程

其他的业务数据流程和具体的业务相关，但其本底数据或基础数据一般都以地质灾害数据或专业监测数据为核心。

3.1.4. 功能需求

本系统是建立在三维地理信息技术和地质灾害专业监测技术基础之上，基于基础地理信息、地质灾害数据库、监测设备信息、监测数据库等数据库的地质灾害调查监测信息系统。系统运行于 Internet 互联网络环境下或局域网环境下，基于 C/S 模式，主要的功能需求包括：

1）三维地理信息系统基本功能

2）地质灾害

- 地质灾害数据管理（7 张表）
- 地质灾害数据查询浏览（空间、属性查询，浏览）
- 地质灾害数据统计分析
- 地质灾害数据输入、输出

3）专业监测

- 监测数据接收模块
- 专业监测信息管理
  - 钻孔信息管理
  - 监测设备管理
  - 监测点管理
- 专业监测数据浏览、查询

4）预警预报

- 专业监测数据报警
- 地质灾害预警分析
- 地质灾害敏感性分析

5）群测群防

- 群测群防行政体系管理
- 2 卡 1 表管理：防灾预案表、工作明白卡、避灾明白卡
- 群测群防信息查询、浏览

6）人文经济

- 人文经济数据管理
- 风险评估（包括统计分析）
- 灾情评估（包括统计分析）

7）短信平台

- 短信单发
- 短信群发

8）系统管理

- 数据字典管理
- 联系人维护
- 联系单位维护

9）信息发布

- 门户网站数据发布
- 门户网站

10）数据管理

- 空间数据切片（入库）处理模块
- 灾害调查成果图件管理：易发性分区、危险性评价、防治分区等
- 空间数据管理模块：可直接加载本地空间数据，并在系统显示、查询
- 影像数据输出模块：可将系统中的影像按照范围输出为单个影像文件（带坐标）

3.1.5. 部署方式

三维地质灾害调查监测信息系统包括服务器端和客户端；

- 服务器端部署在支持 IIS+.net Framework 3.5 环境的服务器上，主要部署：
  - iTelluro Server 服务器端，主要为系统提供空间数据服务；
  - 业务数据库；
  - 监测数据集成服务；
- 客户端可运行于任意可以和服务器端连接的 PC 机。

3.2. 开发平台与关键技术

3.2.1. 平台选型

在需求分析基础上，系统选用三维地理信息系统平台 iTelluro （网图）进行客户端开发。系统选型和开发平台如下表所示：

表 3-1 系统平台和开发环境概述

开发平台	Microsoft .net 2.0/3.5, ASP.net
开发语言	C#
运行环境	Windows XP, Windows 2003 以上操作系统
GIS 平台	GDAL

三维 GIS 平台	iTelluro	网图
数据库	SQL Server 2008, Access, PostgreSQL

说明：

- 服务器数据库选用 SQL Server 2008；
- GDAL 主要用于客户端矢量数据的加入和读取（iTelluro 功能扩展）；
- 其他数据库为监测数据集成所需。

3.2.2. 运行环境

1）服务器运行环境

Windows Server 2003 以上环境；

.net 3.5 环境；

SQL Server 2008 以上数据库。

2）客户端运行环境

硬件需求

P3 1G 以上 CPU；

512M 以上内存；

支持 DirectX 9.0c 以上的显卡。

软件需求

Windows XP sp2，Windows Server 2003，Vista，Windows 7 以上操作系统；

.net 2.0 运行库支持；

DirectX 9.0c 运行时（托管 Dx 支持）。

3.2.3. 关键技术

1）三维地理信息技术

通过三维地理信息技术，为系统提供统一的应用和数据集成平台。系统选用三维地理信息系统平台 iTelluro （网图）进行客户端开发，iTelluro 是一款高效、稳定的网络三维地理信息系统平台，它采用面向 Internet 的分布式计算技术和三维可视化技术，支持跨区域、跨网络的复杂大型网络三维应用系统集成。iTelluro 为海量三维空间数据的发布提供了可扩展的开发平台，开发者可以方便、灵活地实现网络空间数据的共享和三维可视化。

iTelluro 基于主流技术平台.NET 开发，产品开放性好、架构灵活、三维功能和 GIS 功能强大、支持 TB 级海量、多源（包括 DEM、DOM、DLG、三维模型数据和其它专题数据）数据一体化管理和快速三维实时漫游功能，支持三维空间查询、分析和运算，可与常规 GIS 软件集成，提供全球范围基础影像资料，方便快速构建三维空间信息服务系统，亦可快速在二维 GIS 系统完成向三维的扩展。

iTelluro 的三维客户端 GlobeEngine 采用全组件化开发，通过应用工业标准的组件化技术，使得 GlobeEngine 可以嵌入任意客户端，与其他业务系统无缝集成。

2）开源栅格空间数据读写接口（GDAL）

GDAL 是一个操作各种栅格地理数据格式的库。包括读取、写入、转换、处理各种栅格数据格式（有些特定的格式对一些操作如写入等不支持）。它使用了一个单一的抽象数据模型就支持了大多数的栅格数据（GIS 对栅格，矢量，3D 数据模型的抽象能力实在令人叹服）。当然除了栅格操作，这个库还同时包括了操作矢量数据的另一个有名的库 ogr（ogr 这个库另外介绍），这样这个库就同时具备了操作栅格和矢量数据的能力。

系统在敏感性计算和预警分析中使用了 GDAL，通过应用 GDAL，避免了使用商业 GIS 软件，极大降低了总拥有成本，并且可以有效减少系统服务器端和客户端的空间占用大小。

3）基于服务的多源监测数据集成

系统包括了来自不同数据源的多源地质灾害监测数据，为了在一个统一的平台上集成这些数据源，采用了基于服务的数据集成技术，如下图所示，通过数据服务，可以为数据应用层提供一个统一的数据应用接口，从而统一应用层的数据调用和应用接口，实现多源地质灾害监测数据的集成。

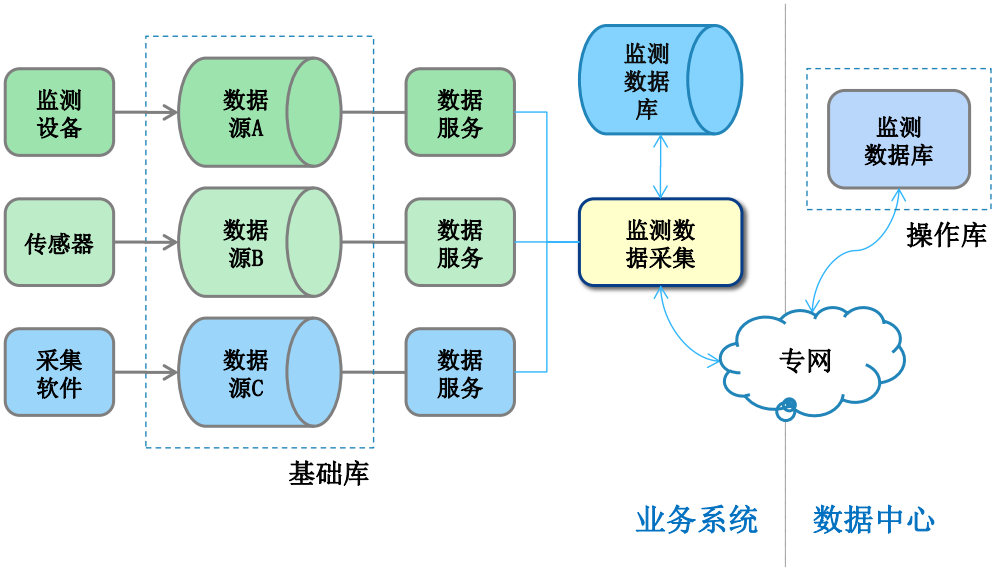


图 3-1 基于服务的数据集成模式示意图

3.3. 数据库设计

系统数据主要包括 6 类数据。

1、自然地理数据。主要包括行政区划、交通位置、地表水系、城镇村落基础设施以及 DEM 数据等，主要为一些基础数据，提供管理的背景条件，并用于 Web 信息发布的地理底图。

2、地质灾害类数据。主要有地质灾害分布图、遥感解译图、易发区划图、危险区划图、防治规划图，用于 Web 信息发布。

3、承灾体数据。主要有村户、人口数量、房屋类型、新旧程度说明、基础设施类型、估价等。这部分数据做为管理者查询使用，是风险评价、灾情评估、人文经济等风险管理信息的基础数据使用。

4、地质灾害专业监测数据。主要有分布图、站点信息和监测数据。例如深部位移、含水量、降雨量、地表位移等监测数据。以及裂缝伸缩仪和报警器的分布图、监测点信息（责任人、安装位置等），这部分数据做为管理者查询使用。

5、群测群防数据。

6、综合文档和其他数据。包括示范站简介、项目成果报告、多媒体等。

系统数据库选用 SQL Server。系统数据统一存储于 SQL Server。

3.4. 系统结构与组成

3.4.1. 系统架构

地质灾害信息管理系统建设采用C/S模式，总体划分为富客户端应用和服务器端二部分，整体架构设计如下图所示：

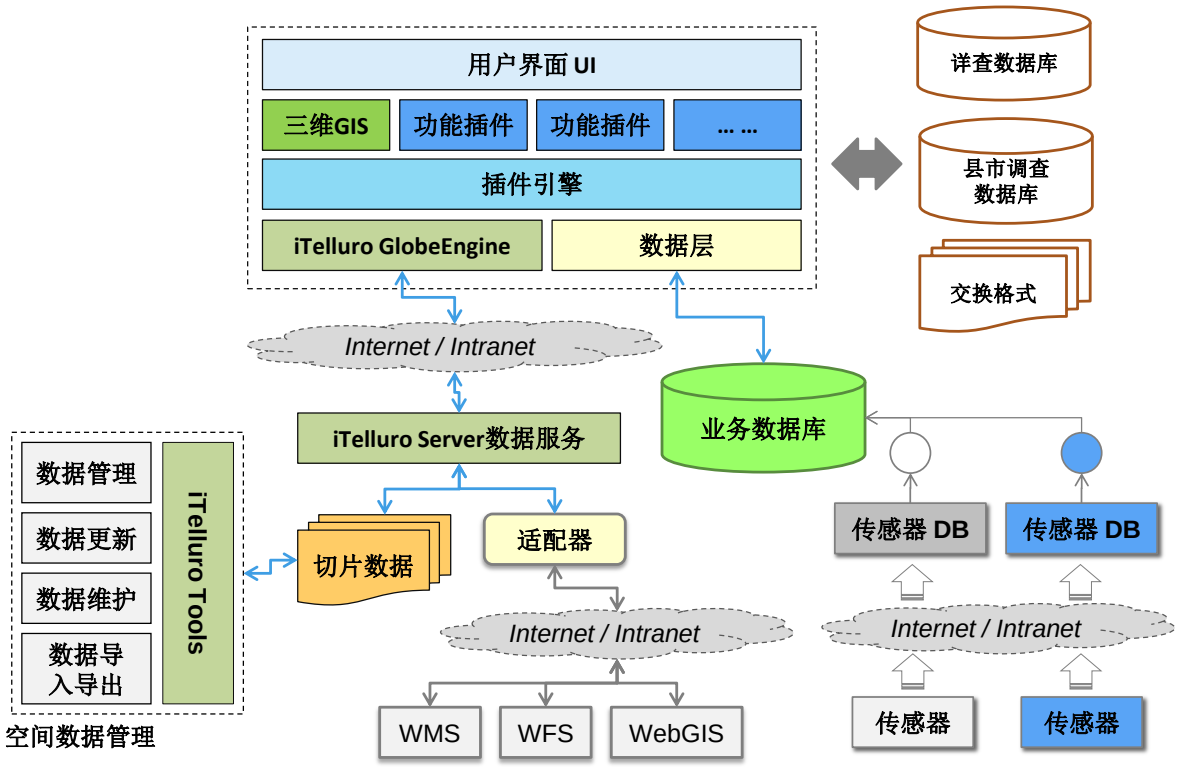


图 3-2 系统架构示意图

如上图所示，系统包括客户端、服务器端 2 个部分。

1）三维浏览器（客户端）

客户端是一个基于三维浏览器（GeoBrowser）技术的富客户端应用，该部分基于 iTelluro GlobeEngine，应用 WinForm 技术构建，是一个轻量级、可以提供友好的用户交互体验的地理信息客户端系统。客户端本身不保存数据，所有数据由服务器端提供，客户端通过先进的空间索引技术和流技术，从服务器获取所需部分，以实现海量空间数据的支持。客户端可以选择是否保存缓存数据，保存了缓存数据的客户端可以在网络断开状态下查看缓存于本地的部分数据。

系统客户端构建于功能组件和 iTelluro GlobeEngine 之上，提供基本的地图数据浏览、查询、量算等功能，在此基础上，可以对工作区内灾害点、监测点进行浏览查看、查询、管理等功能。

客户端功能组件基于地大公司客户端插件引擎构建，各个功能模块开发为独立的插件，可独立开发，互不影响。

2）服务器端

服务器端包括 3 个部分：

空间数据部分：基于 iTelluro Server，实现空间数据管理和服务；

业务数据库：地质灾害和监测数据业务数据库；

监测数据集成服务：地质灾害监测数据流水数据集成服务，即不同传感器获取的监测数据统一读取、聚合到业务数据库的后台服务程序。

3.4.2. 系统结构与组成

系统整体结构如下图所示：

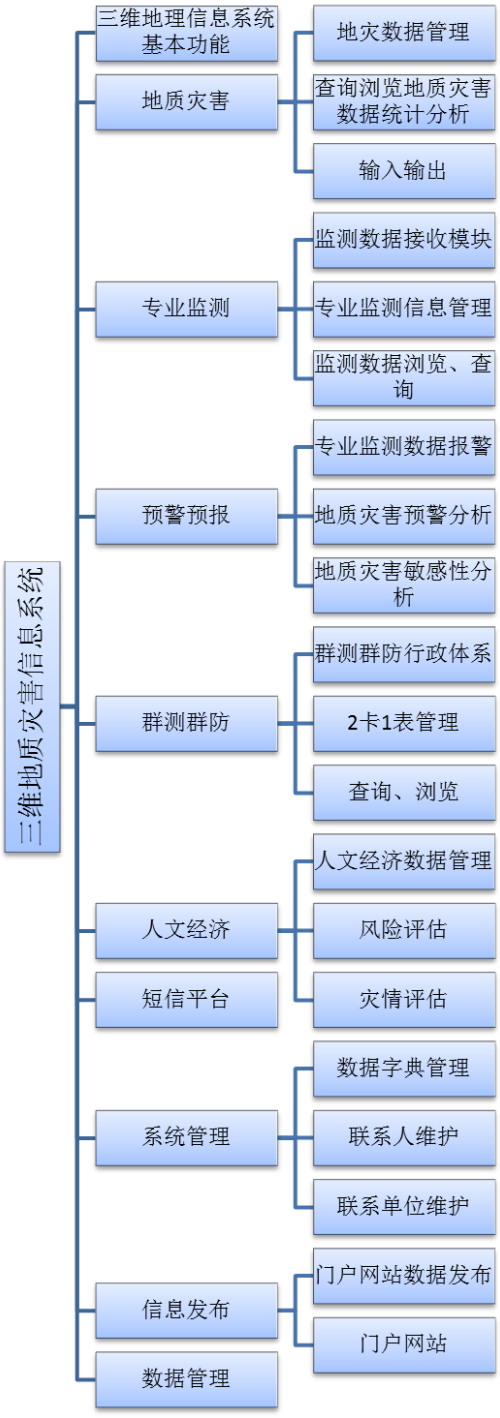


图 3-4 地质灾害信息管理系统模块示意图

4. 系统功能模块设计

4.1. 三维地理信息系统基本功能模块

4.1.1. 概述

三维地理信息系统基本功能模块是系统的核心模块，是**系统数据可视化和分析应用的主要载体，也是系统功能实现的基础**。三维地理信息系统基本功能模块包括服务器端和客户端 2 部分，服务器端通过 iTelluro Server 向服务器端提供空间数据服务和分析、查询服务，客户端将服务器端通过 http 协议返回的空间数据展示给用户。

三维地理信息模块可以展示系统内的空间数据（遥感影像和 DEM、行政区划、灾害数据、基础地理、预警分析结果等）。

4.1.2. 功能设计

三维地理信息系统基本功能模块实现了以下功能：

（1）图层管理

GIS 将地图上的信息进行那分层，这既可以帮助我们分离众多的地理信息数据，也可以进行任意图层数据之间的叠加分析。如下图所示，系统可以将数据根据类型和来源组织为树形结构，并控制其是否显示。

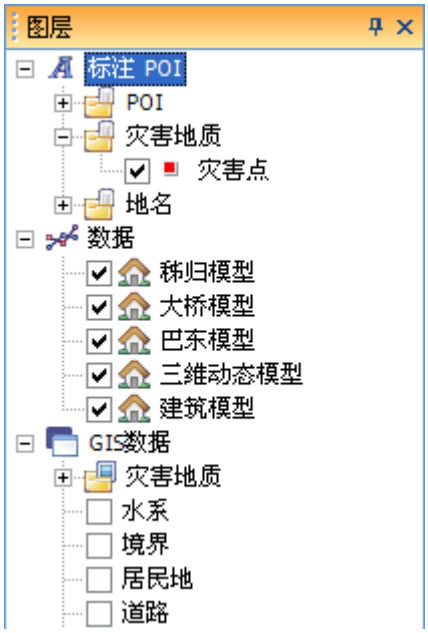


图 4-1 图层功能

系统除可以应用 DEM 和影像数据生成基础的三维地图基础图层外，还可以叠加点、线、面等 GIS 图层、三维模型、三维标注、三维线和多边形等空间数据。

（2）放大缩小功能

对地图进行缩放操作。可以通过按钮或者鼠标的滚轮来操作。三维视图右侧的控制面板可用于三维视图的旋转、缩放、视角等操作（下图）。

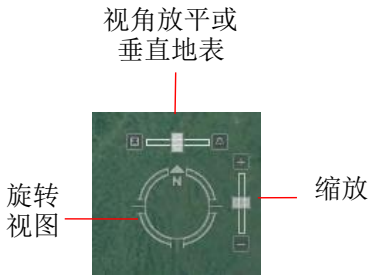


图 4-2 三维视图控制面板

（3）漫游功能

将鼠标移至地图上，按住鼠标左键，向要求地图移动的方向托拽地图，然后松开鼠标即可，您可以多次移动地图直至移动到您所需要的地图范围。也可以通过三

维视图工具栏按钮实现漫游。

（4）视图方向

可以通过按钮或鼠标右键按下来控制视图的方向，对三维视图进行旋转。也可以通过三维视图控制面版进行操作。

（5）视角

即三维视图中摄像机和地面的夹角，可以实现视图的垂直和放倒查看，如下图所示：



图 4-3 不同的视角状态

可以使用鼠标右键或相关按钮实现视角的改变。

（6）默认视图

将鼠标移至该按钮上方，并且单击鼠标左键，当前地图无论显示的是什么内容，都会还原到正北方向或初始地图。

（7）POI 信息功能

查询三维地理信息中的 POI 信息，并定位到目标位置。

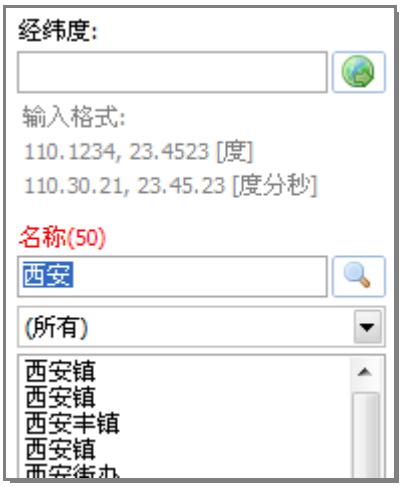


图 4-4 定位和 POI 查询功能

（8）距离测量功能

将鼠标移至该按钮上方，鼠标箭头转变为小手掌形状，此时单击鼠标左键，鼠标箭头转变为十字形，在地图显示区域上方可以看到即将测量距离的总长度。

直线：左键单击然后开始移动测量，再次单击屏幕完成测量，退出测量状态；

折线：左键单击开始测量，右键单击结束测量。

进行直线和折线投影距离、曲线距离、投影面积的测量。如图所示：

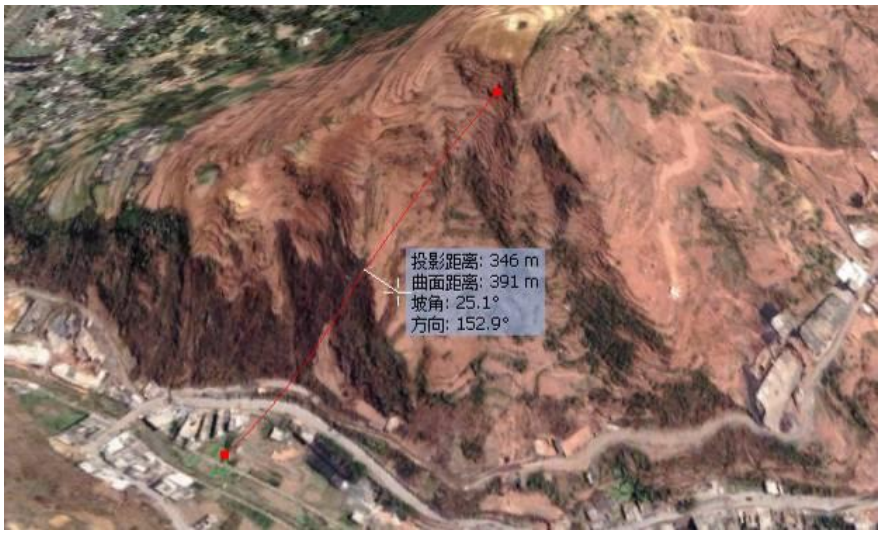


图 4-5 三维空间直线距离测量



图 4-6 三维曲线距离测量和面积测量

（9）面积量算功能

该功能可实现指定区域的面积计算。

（10）飞行、定位、路线录制

可以指定飞行或定位到某个三维空间的某个位置，可以将漫游过程记录，并在三维视图中回放。回放过程可以暂停、继续、停止。

（11）截图功能

将当前视图保存为图片文件。

（12）其他功能

包括鼠标当前位置、地面高程、三维地图比例尺等信息的显示。

下图所示分别为三维视图的指北针、比例尺和位置信息：



图 4-7 三维视图的指北针、比例尺和位置信息

（3）GIS 空间分析

该部分实现常规 GIS 和三维 GIS 空间分析功能，包括坐标查询、地形表面曲线、地形三维剖面、空间距离、面积、山体地物体积及坡度/坡向等计算等功能。



图 4-8 地形信息查询界面示意图

地形分析控件可以选择起点和终点分析地形剖面。

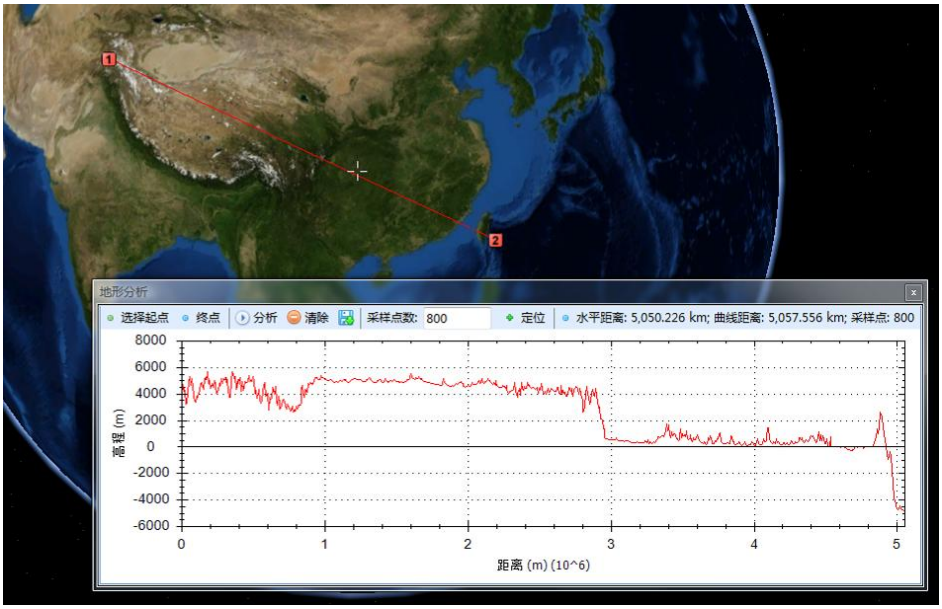


图 4-9 地形分析运行界面示意图

体积及表面积分析模块可以分析任意地形范围内地表以上或以下范围内的体积和表面积（下图）。



图 4-10 体积表面积分析界面示意图

4.1.3. 模块实现

三维信息模块的功能实现由基于“三维地理信息系统平台 iTelluro （网图）”开发平台实现，系统客户端和服务器端只提供所需的功能调用接口和用户界面（UI）即可。

4.2. 地质灾害模块

4.2.1. 地质灾害信息管理

地灾信息管理模块包括各类灾害信息的调查表数据的采集和维护。

地质灾害类型主要包括斜坡调查表、滑坡调查表、崩塌调查表、地面沉降调查表、地面塌陷调查表、地裂缝调查表、泥石流调查表（如下图所示）。

1）斜坡调查表

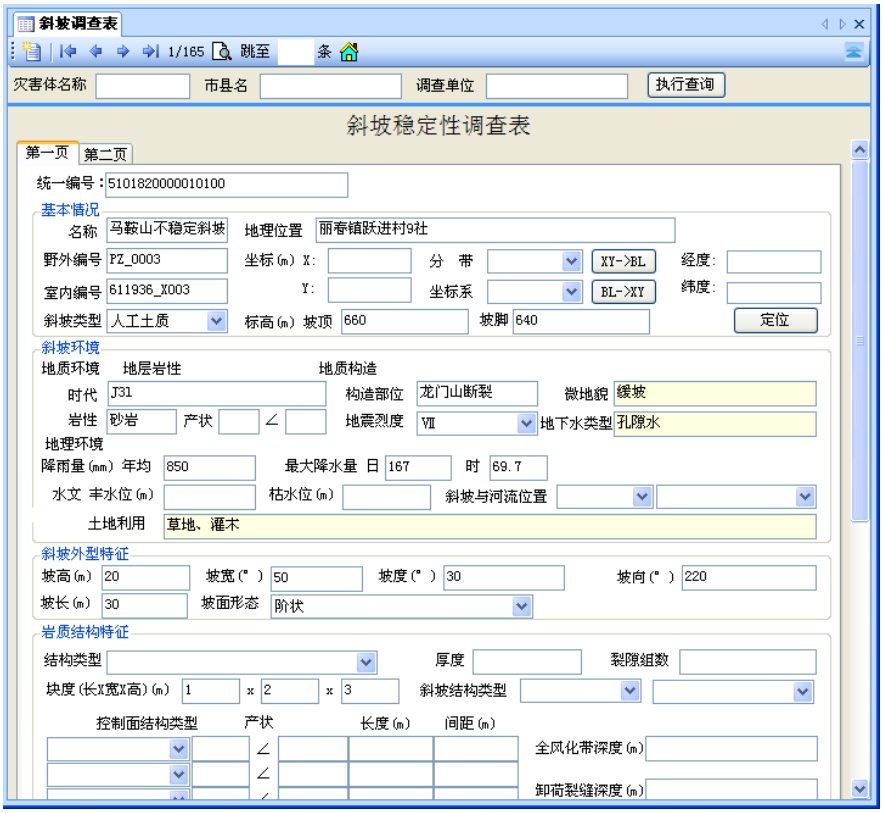


图 4-11 斜坡调查表

2）滑坡调查表



图 4-12 滑坡调查表

3）崩塌调查表



图 4-13 崩塌调查表

4）地面沉降调查表

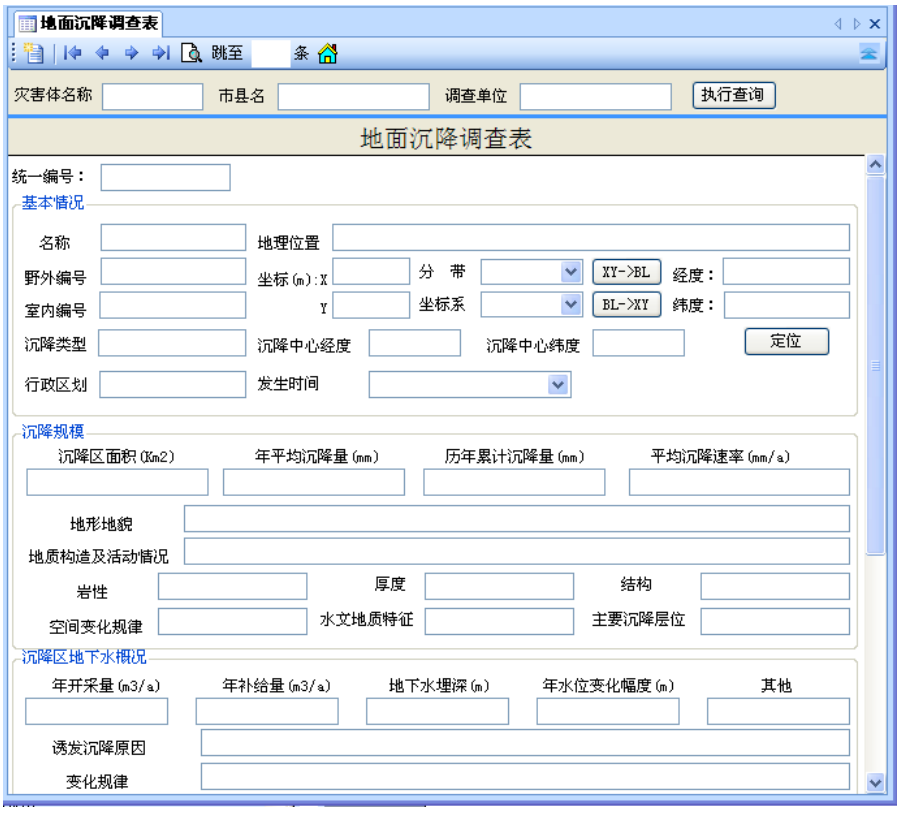


图 4-14 地面沉降调查表

5）地面塌陷调查表



图 4-15 地面塌陷调查表

6）地裂缝调查表



图 4-16 地裂缝调查表

7）泥石流调查表



图 4-17 泥石流调查表

4.2.2. 地质灾害信息查询浏览

灾害信息查询对导入到“地质灾害调查综合数据库”的地质灾害数据进行浏览查询，包括以下子模块：

1）空间浏览、查询

基于地灾数据库，在三维地理信息窗口中分类别（滑坡、崩塌等）显示所有地灾数据；

点击各个灾害点，可以查看摘要信息；

通过“详细信息”连接，可在新窗口下查看地灾相关的详细信息。

2）名称关键字查询

通过行政区划、灾害点名称、灾害类型等方式，对地灾数据进行关键字模糊查

询，返回查询结果的列表；

选择列表中的某条信息，可查看其详细信息，或者定位到三维地理信息窗口，查看其地理位置。

3）详细信息查看

查看某条地质灾害数据的详细信息。

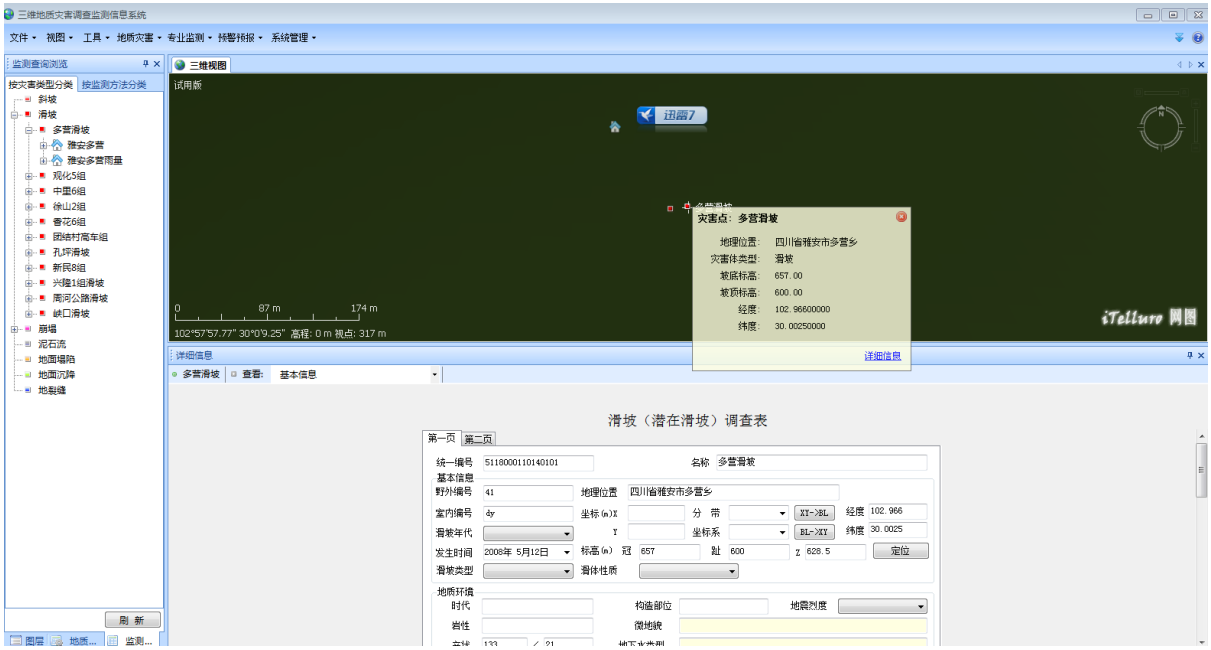


图 4-18 灾害点详细信息浏览查询界面

4.2.3. 地质灾害数据统计分析

系统基于 C/S 模式，运行于 Internet 互联网络环境。在统一的三维地理信息平台之上，对各种类型的地质灾害数据，以地域方式来查询统计出各种灾害的分布情况、稳定及变形情况、灾害威胁情况、监测情况等内容（下图）。



图 4-19 地灾统计结果查看界面

报表统计部分的主要功能包括：

1) 根据统计范围、统计单位，设置统计字段，查询统计出相关结果，供领导层决策支持；

2) 自定义组合查询统计条件，方便灵活，供管理员定制查询统计条件表达式；

3) 能将已统计出结果的报表保存下来，需要时一键调出；

4) 在三维地理信息平台上，圈选查询范围，方便快捷；

5) 能进行数据分析，对统计出来的数据以饼图的方式直观展现；

6) 可以查询出统计结果的明细信息，并可筛选以及分组显示，双击可在三维上定位至相应的灾害点；

7) 可修改相应的报表标题、列名，并输出成 Excel、pdf 等常用格式，供用户使用

4.2.4. 地质灾害数据导入、导出

系统提供数据转换功能，主要与县市地质灾害调查系统以及地质灾害详查系统进行数据交换，包括系统外数据交换和系统内数据交换。

系统外数据交换中分为导入和导出。导入中需要选择是以增量还是更新方式进

入原数据库中；导出时候需要下载模块数据库；其数据来源主要为县市地灾调查系统和地质灾害详查系统。

系统内数据交换中也分为导入和导出导入和导出中都需要选择文件存放位置。



图 4-20 系统数据交换界面

4.3. 专业监测模块

专业监测主要是对专业监测采集点的信息、采集到的数据以及设备本身信息进行浏览、查询管理。具体包括钻孔信息管理、监测设备管理、监测点管理和监测查询浏览。

4.3.1. 监测点管理

监测点管理可以查看监测点的详细信息，也可以对监测点信息进行编辑并保存。

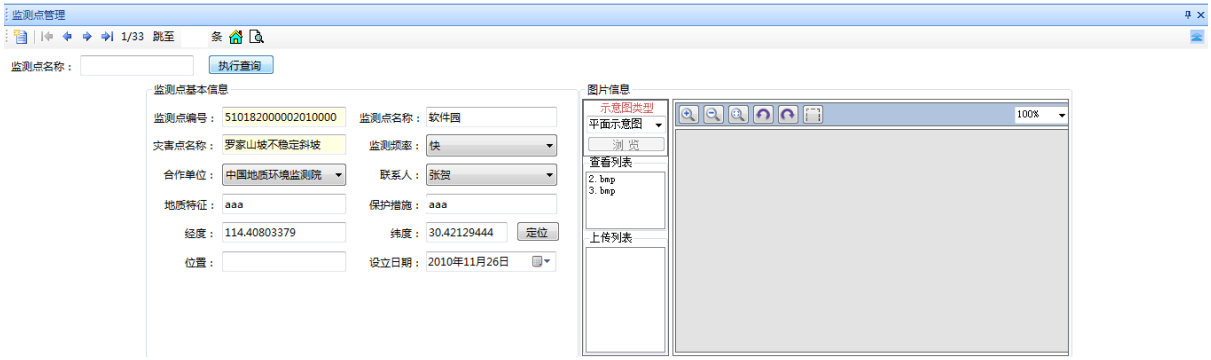


图 4-21 监测点管理查看界面

4.3.2. 监测设备管理

监测设备管理中可以查看监测设备的详细信息，也可以对监测设备信息进行编辑并保存。还能对监测设备的电压、电量及运行状态实时显示，当电压电量低于极限值时进行报警提示。

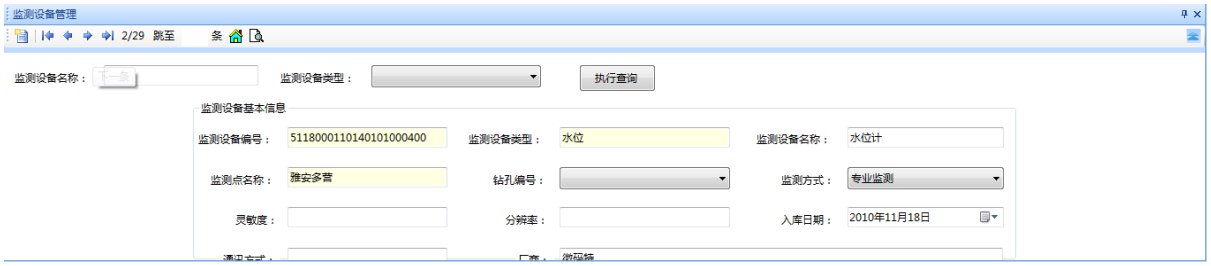


图 4-22 监测设备管理查看界面

4.3.3. 钻孔信息管理

钻孔信息管理中可以查看钻孔的详细信息，也可以对钻孔信息进行编辑并保存。



图 4-23 钻孔信息查看界面

4.3.4. 监测信息查询、浏览

监测查询浏览的流程和内容如下图所示：

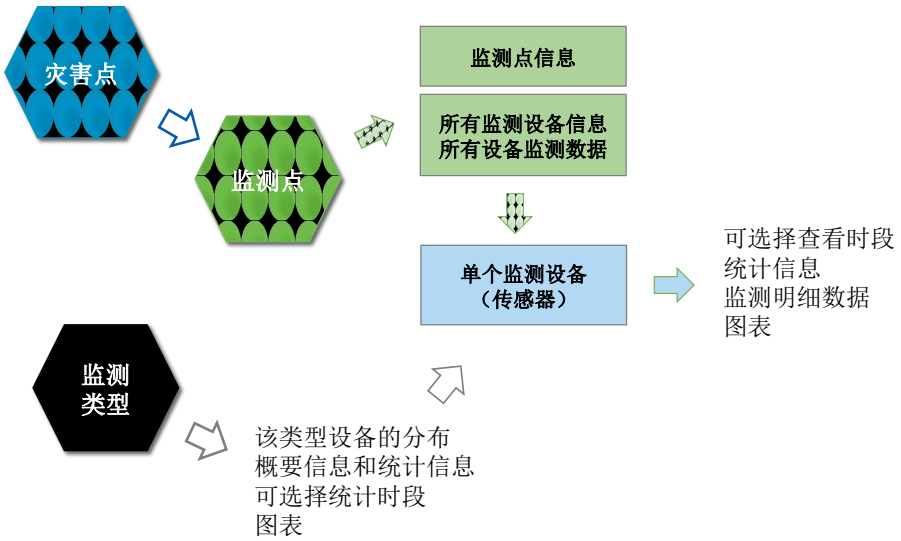


图 4-24 监测信息查询流程和内容

在监测查询浏览中，有两种分类方式，按灾害类型分类和监测方法分类。

可以在三维中定位到监测点，并显示此监测点的详细信息。



图 4-25 监测点查看界面

可以查询每个监测点的监测设备信息，并有图表的显示方法。在图表的显示过程中，其中时间范围、时间单位和图表样式可以根据实际需要进行选择。

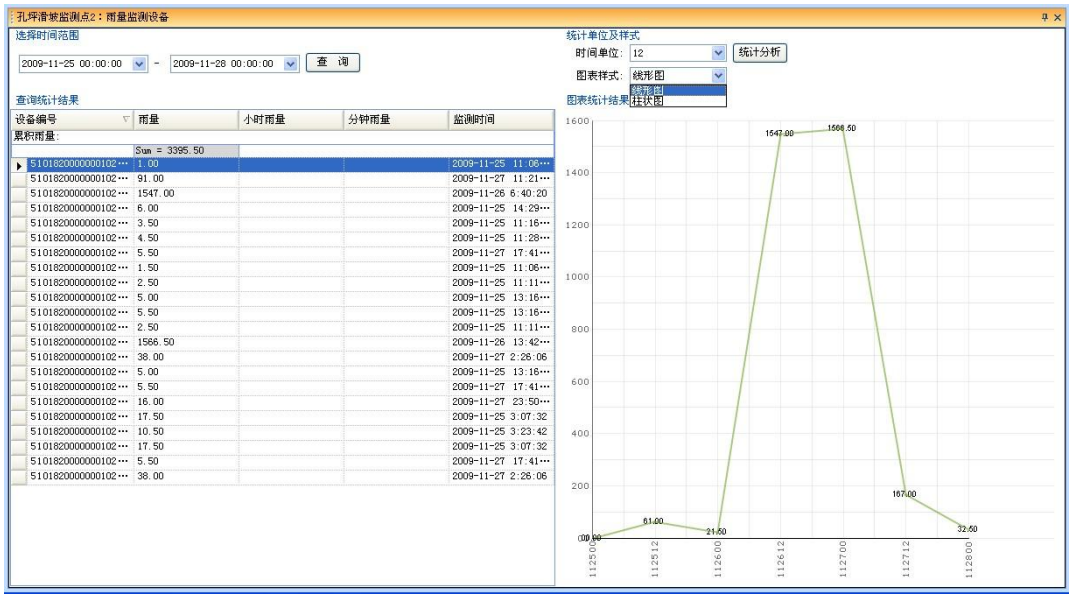


图 4-26 详细监测信息查看界面

4.3.5. 监测数据接收模块

监测数据后台接受模块是基于 Windows 服务的数据服务组件，用于定时自动获取或者手动获取雨量、含水率、水压力、深部位移等监测数据，并导入监测数据库，用于数据曲线的绘制和查询。

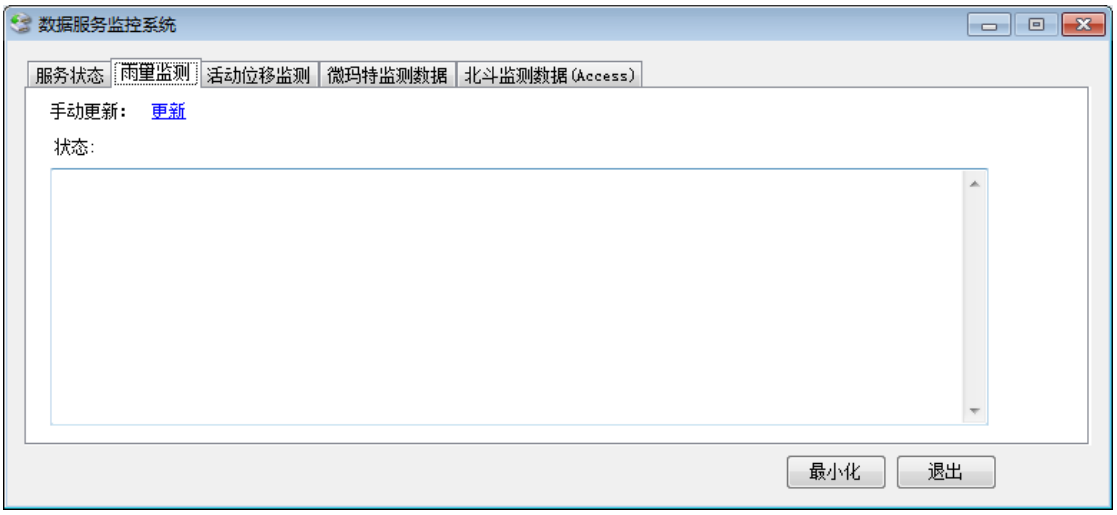
后台服务管理界面如下，包括 5 个部分：（1）服务状态监控和管理；（2）雨量监测；（3）活动位移监测；（4）微玛特监测数据;(5)北斗监测数据。**（具体的监测数据类型、来源和内容可根据需求定制）**。

1）服务状态监控和管理

服务状态监控了后台服务的当前状态，可以启动、停止或重启服务，并可以刷新服务状态。

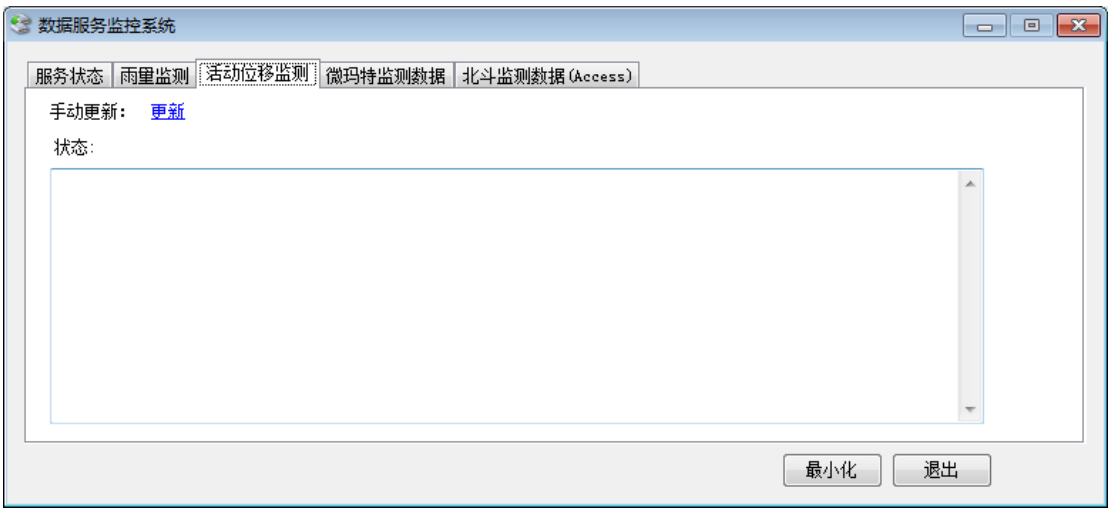
2）雨量监测

雨量监测可以手动将雨量数据更新到监测数据库中：



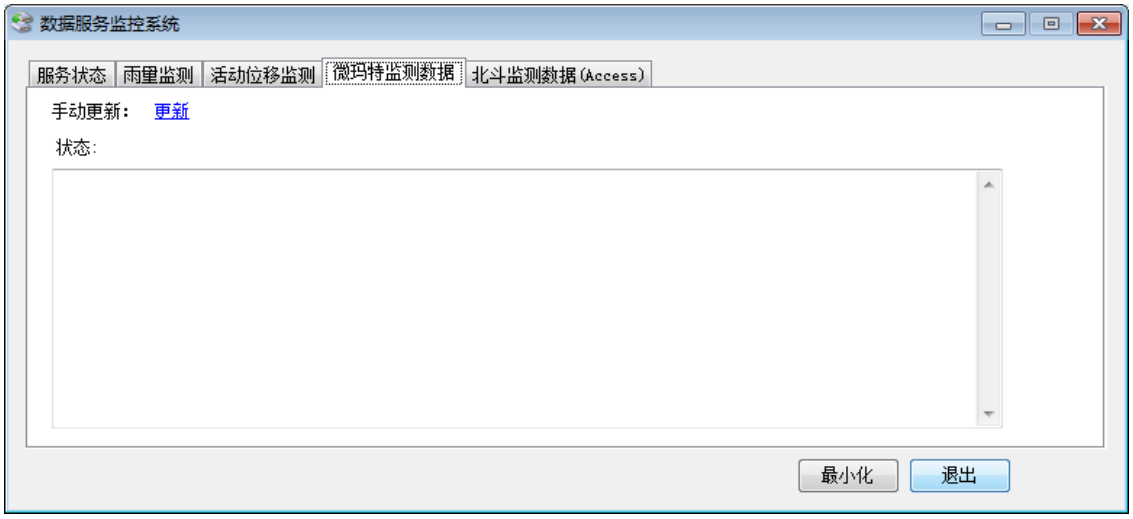
单击“更新”手动更新数据，可以将原雨量数据从原数据库中更新到新的监测数据库中，收取过程信息会显示于状态文本框。

3）活动位移监测



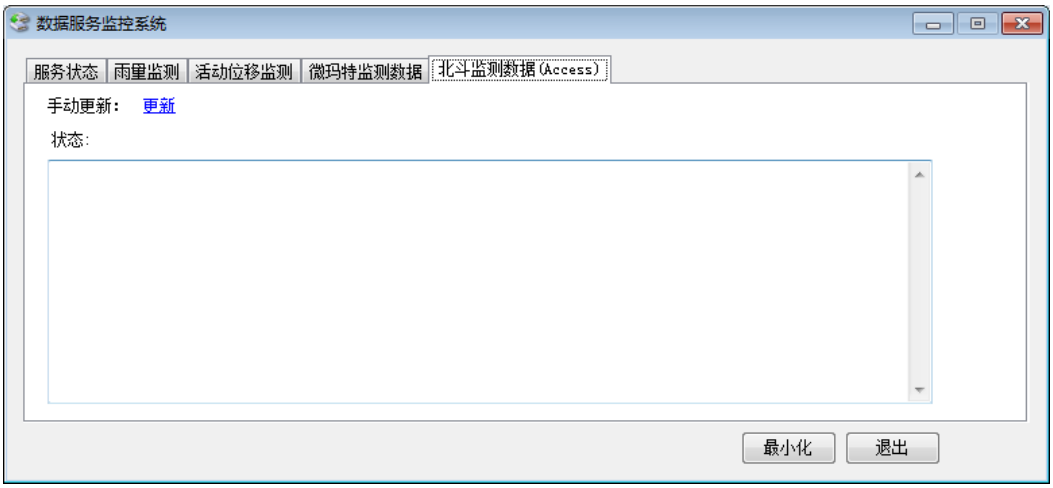
单击“更新”手动更新数据，可以将 Excel 测斜成果数据更新到新的监测数据库中，收取过程信息会显示于状态文本框。

4）微玛特监测数据



单击“更新”手动更新数据，可以将微玛特的表面位移监测数据、水位监测数据、水温监测数据、固定测斜数据等监测数据从 postsql 数据库中导到新的 sqlserver 的监测数据库中，收取过程信息会显示于状态文本框。

5）北斗监测数据



单击“更新”手动更新数据，可以将微玛特的固定测斜数据、水温监测数据、水位监测数据等监测数据从北斗 ACCESS 数据库中导到新的 sqlserver 的监测数据库中，收取过程信息会显示于状态文本框。

4.4. 预警预报模块

4.4.1. 专业监测数据报警

专业监测数据报警模块根据监测数据和针对数据的报警阀值，自动进行监测预警；如:监测设备有雨量和次声波两种，而报警阀值的设置只针对 6 小时雨量报警设置阀值；



图 4-27 短信报警阀值设置

预警结果也可以在系统应用模块中实时加载，显示最近的报警信息，并对其具体信息进行查看。

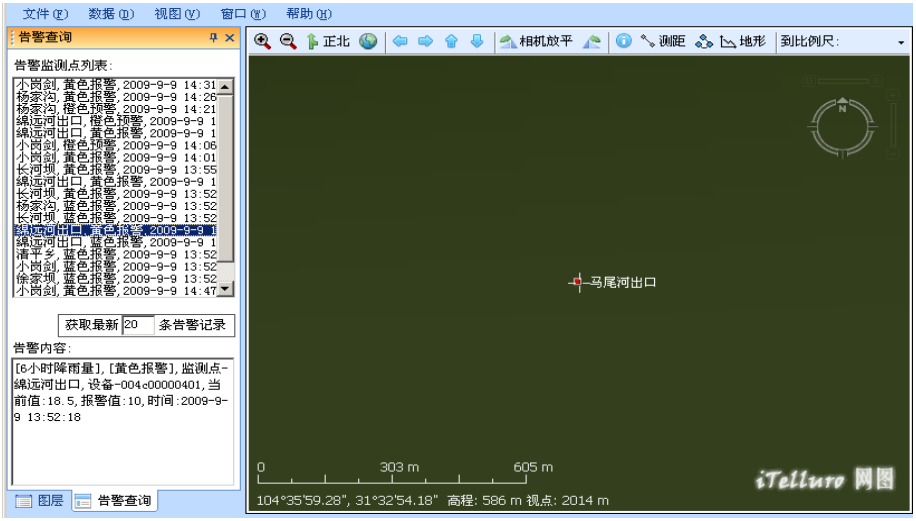


图 4-28 告警查询

4.4.2. 地质灾害预警分析

预警分析根据用户选择的预警日期和时间，预警分析因子，系统自动对需要的参数进行计算，插值生成雨量等因子的栅格地图，然后进行预警计算，生成预警结果，显示于地图。其运行流程如下图所示：

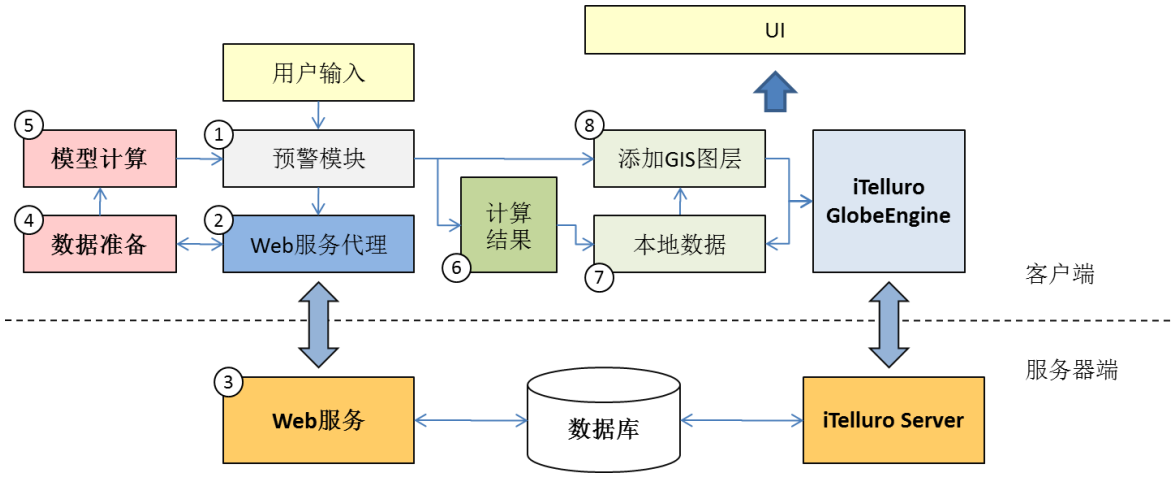


图 4-29 预警分析运行流程图

如图 4-29 所示，预警分析运行流程可以划分 9 个步骤：

1）用户选择的预警日期和时间，预警分析因子；

2）预警模块根据用户输入，生成预警分析参数信息，调用 Web 服务代理获取降

雨量、降水量预报等数据；

3）Web 服务接收预警分析参数后，返回降雨量等数据；

预警分析计算共分为 3 步：

4）根据用户输入的预警分析参数，对数据进行准备和插值，例如从服务器取回降雨量信息，生成雨量等因子的栅格地图；

5）根据预警分析模型，进行模型计算；

6）生成运算结果栅格图，并保存之；

预警结束，开始数据加载流程：

7）预警分析结束后，将分析结果处理为 iTelluro 可以加载的数据格式；

8）根据预警分析结果，基于 iTelluro GlobeEngine 组件，生成预警结果的 GIS 图层，添加到 iTelluro GlobeEngine 组件的三维地图对象；

9）iTelluro GlobeEngine 组件会自动读取数据，将结果叠加显示于三维视图。

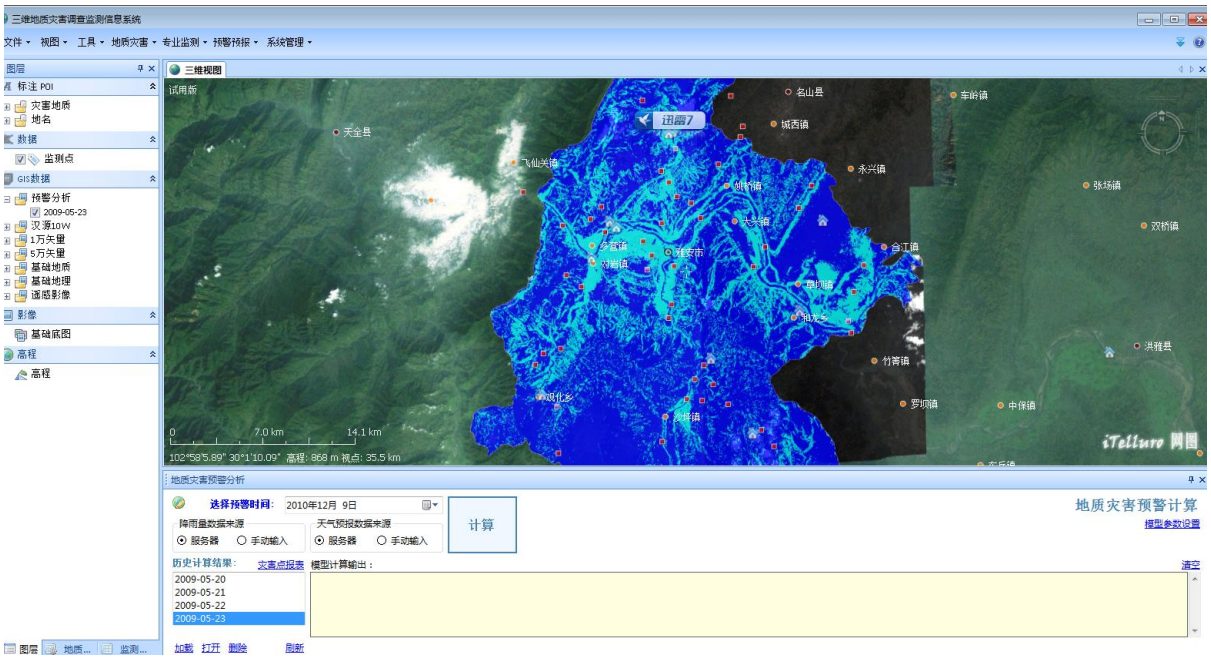


图 4-30 预警分析

另外还包含历史预警结果查询功能，具体如下：

（1）显示历史预警信息列表

向服务器请求历史预警计算结果，可以返回计算过的预警结果，并显示于一个列表；

（2）查看历史预警结果

选择某个预警结果，可以在三维地图窗口历史预警结果；

（3）删除历史预警结果

删除某个历史预警结果。

4.4.3. 地质灾害敏感性分析

敏感性评价是基于根据灾害点分布，对高程、坡度、坡型等因子进行单因子分析，计算不同因子对灾害点的贡献，然后应用不同因子进行加权叠加分析，生成叠加计算结果，最后在频谱分析基础上，生成敏感性分布图（图 4-31 ）。

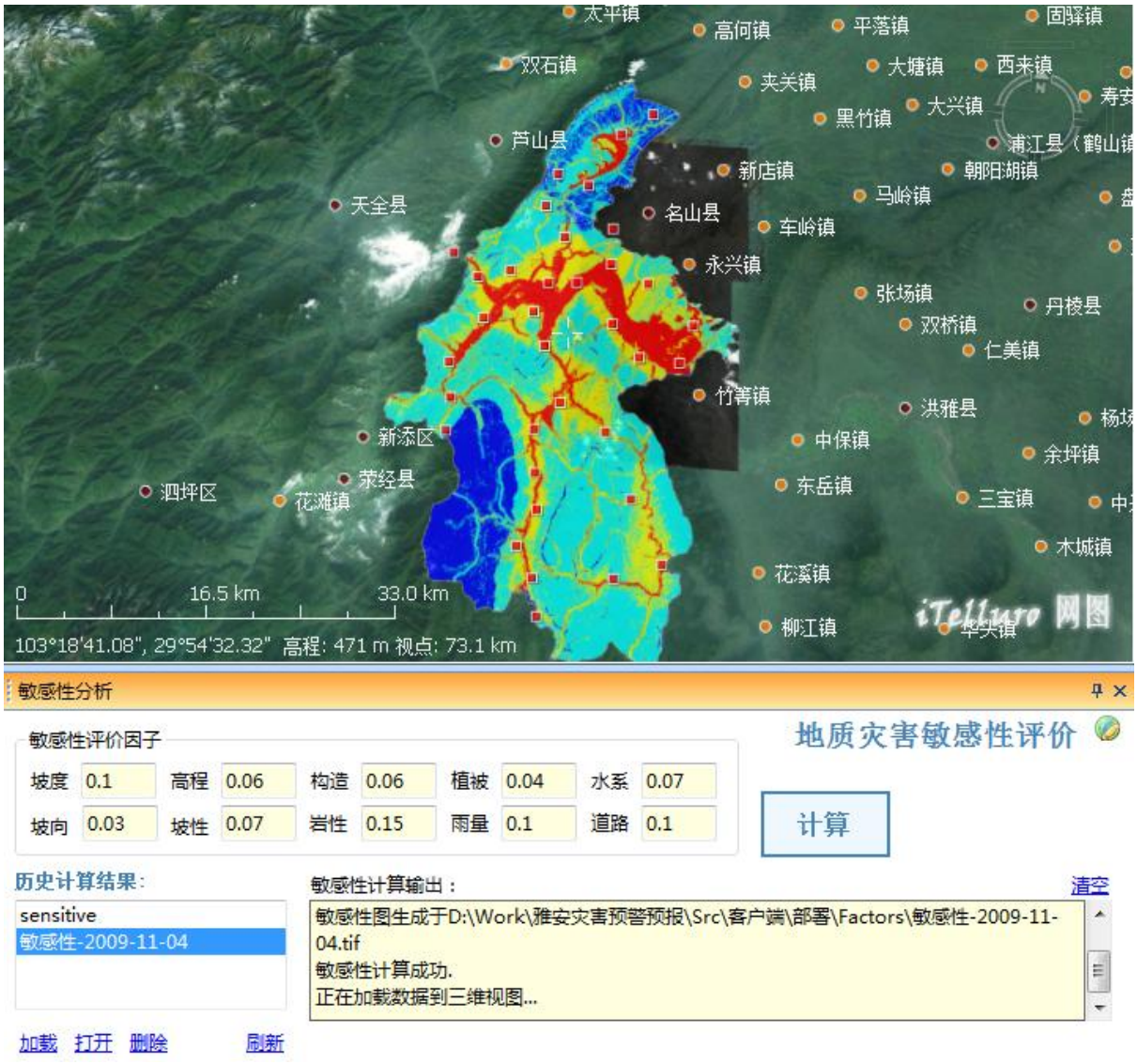


图 4-31 敏感性分析运行界面

4.5. 群测群防

群测群防模块包括行政体系维护、防灾预案卡、工作明白卡、避灾明白卡以及群测群防查询统计。

4.5.1. 群测群防行政体系管理

行政体系维护主要是记录监测预警的行政体系责任人的姓名、联系电话、单位等信息。

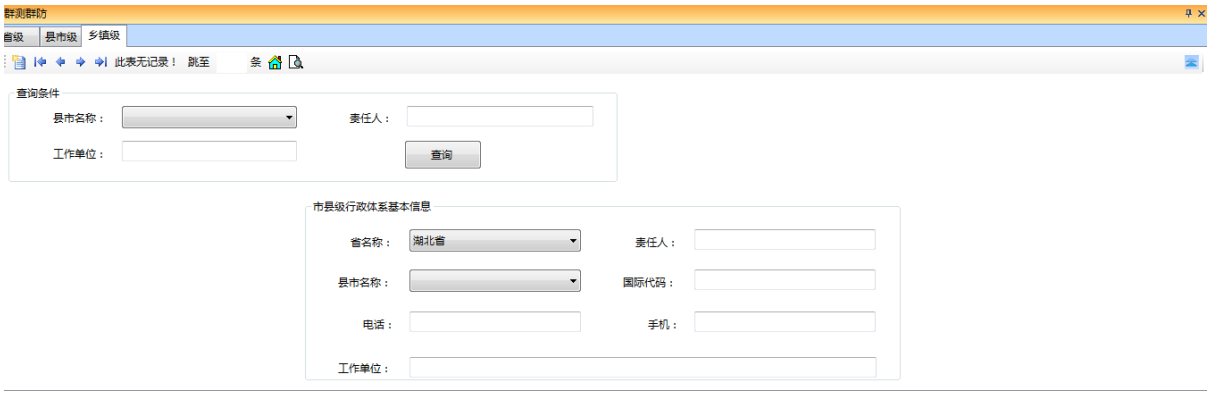


图 4-32 群测群防行政体系

4.5.2. 群测群防 2 卡 1 表管理

防灾预案卡中主要记录灾害基本情况、灾害的威胁情况、稳定情况、潜在危险和负责人详细信息等。工作明白卡中主要记录灾害基本情况、监测预报，应急避险撤离和本卡详细信息。避灾明白卡中主要记录基本情况、监测与预警，撤离与安置和本卡详细信息。



图 4-33 防灾预案表

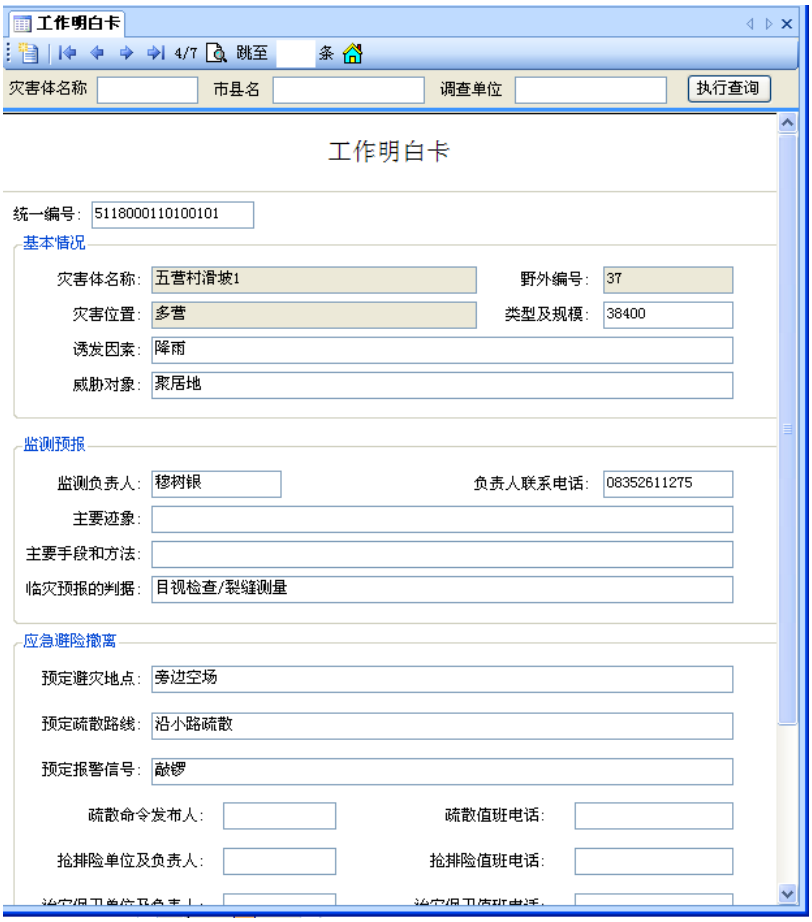


图 4-34 工作明白卡



图 4-35 避灾明白卡

4.5.3. 群测群防信息查询、浏览

群测群防查询统计主要是对省、县市、乡镇三级系统下的群测群防点的信息作简单统计查询，并在三维中形象显示。

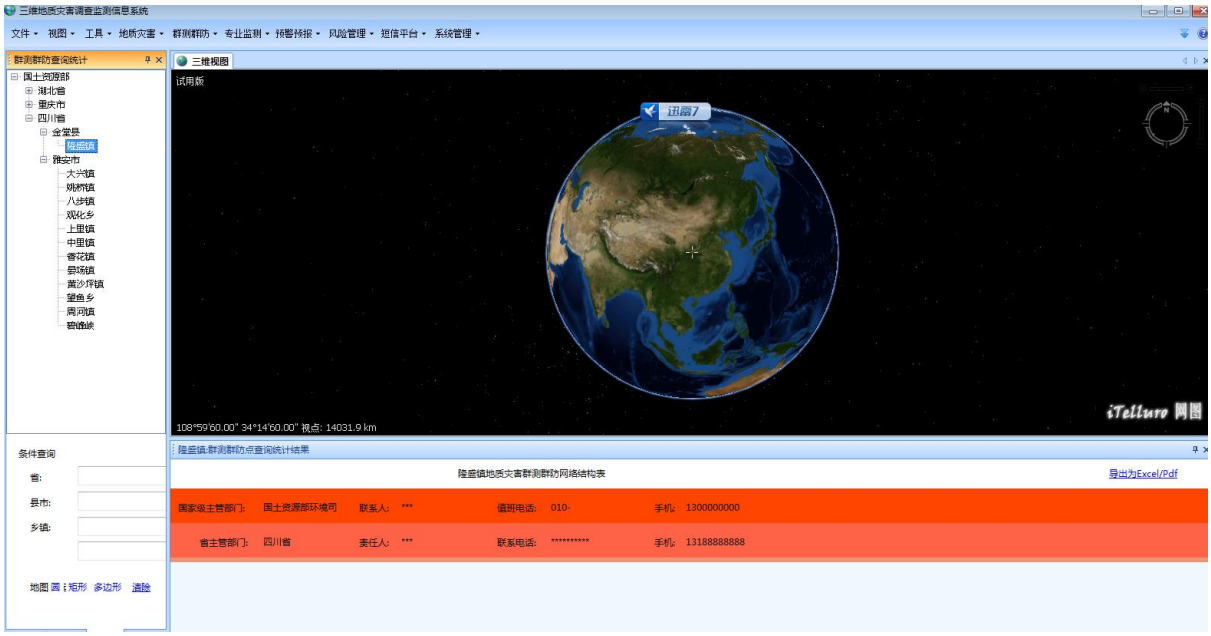


图 4-36 群测群防查询浏览

4.6. 人文经济模块

4.6.1. 人文经济数据管理

人文经济数据管理主要是对地质灾害涉及到的居民、学校、医院等信息图层的属性采集与维护，为进一步的风险评估和灾情评估提供数据支持。



图 4-37 人文经济数据管理

4.6.2. 风险评估

风险评估是在三维图中圈画出可能发生的地质灾害区域，评估出灾害发生时可能造成的影响，为政府决策部分提供决策支持。



图 4-38 风险评估

4.6.3. 灾情评估

灾情评估是当灾害已经发生后，通过三维直接查询统计，可以算出灾害带来的经济、人口等直接损失。

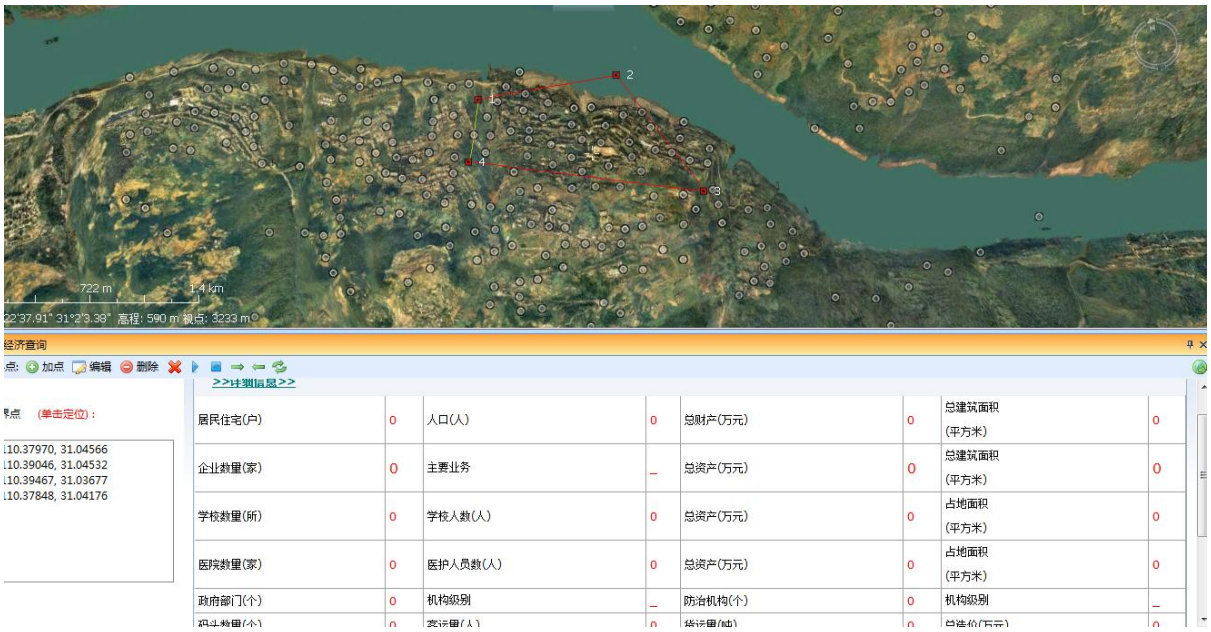


图 4-39 灾情评估

4.7. 短信平台

4.7.1. 发送短信（短信单发）

在通讯录中选中单个短信发送人，通过 MAS 短信服务器将信息发送到指定发信人的手机上；

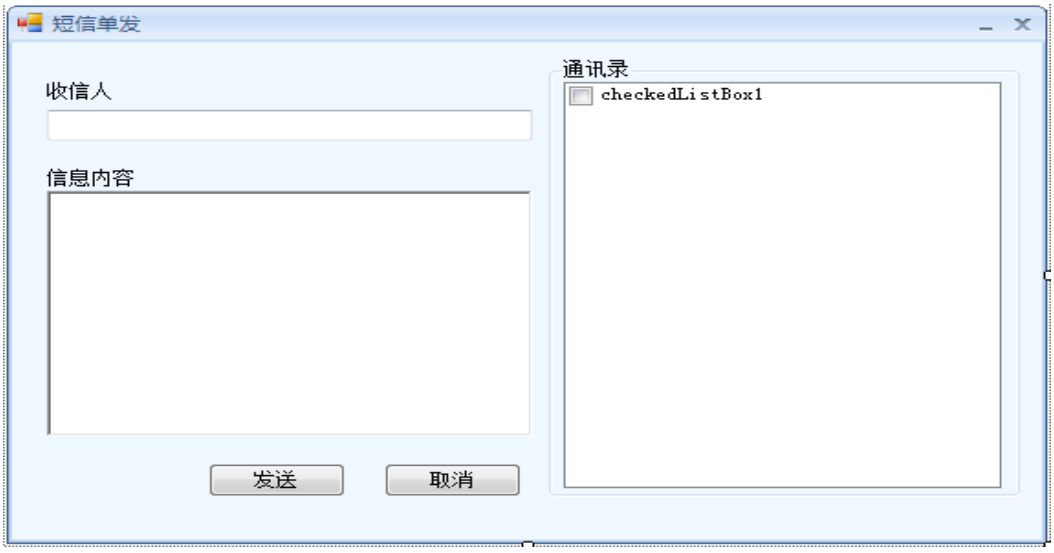


图 4-40 短信单发

4.7.2. 短信群发

将短信内容通过 MAS 短信服务器，群发到收信人的手机上；

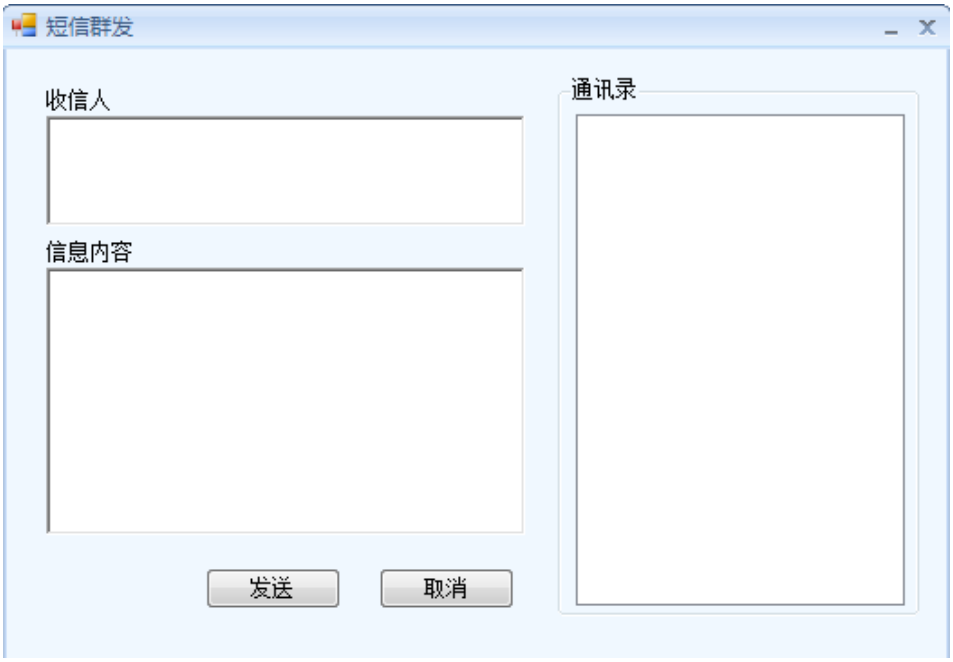


图 4-41 短信群发

4.8. 系统管理

系统管理设置模块包括了系统的运行参数设置、系统管理、用户管理、联系人管理等功能模块。

4.8.1. 数据字典管理

数据字典中包括系统中所有的灾害类型、类型编码和名称等信息。可以在数据字典中自行添加、编辑和删除。为方便数据的统一管理和处理，修改过程中遵守编码原则。

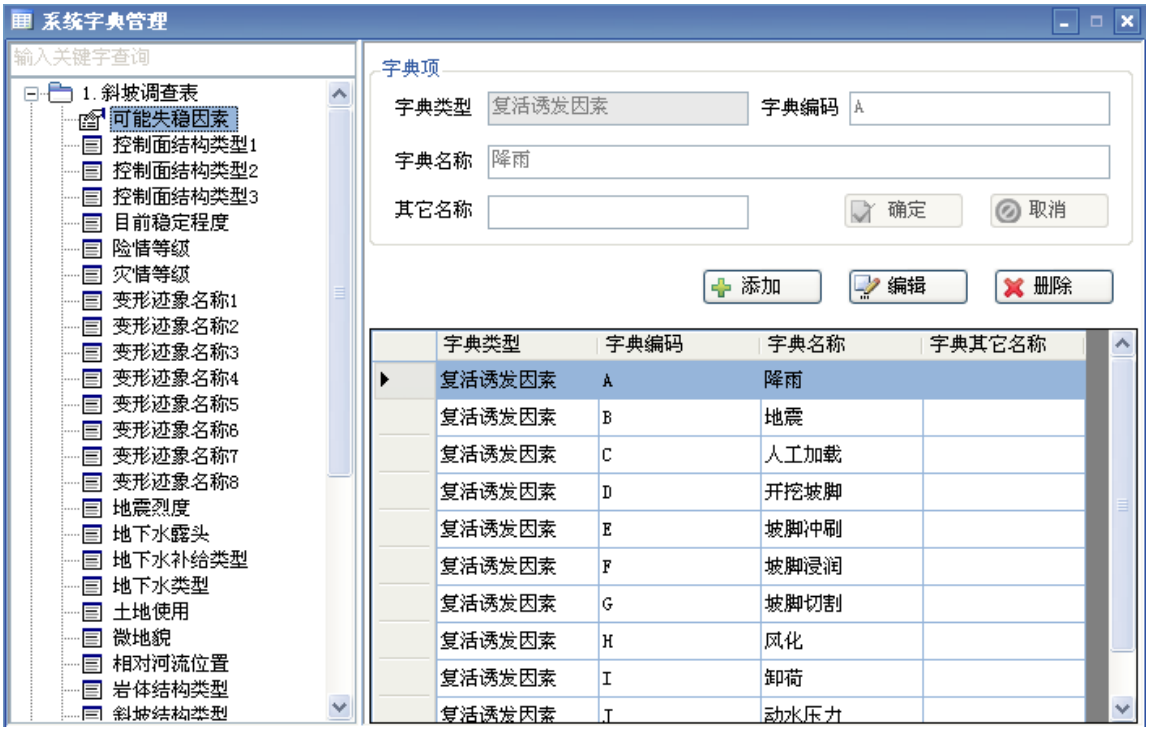


图 4-42 系统字典管理界面

系统字典管理主要功能包括：

- 查询：通过关键字进行模糊查询，在界面上可以显示对应字典信息。
- 添加：定位到字典项后点击添加。
- 编辑：定位到字典项后点击编辑。
- 删除：选择数据行后点击删除。

4.8.2. 参数设置

系统设置模块包括预警预报参数的设置和系统其他参数的设置：

（1）web 服务地址参数设置

对三维数据的 web 服务地址 URL 参数进行设置

（2）数据库设置

对系统所用数据库链接参数进行设置。



图 4-43 参数设置

4.8.3. 系统设置

系统设置模块包括用户管理、角色管理、用户角色分配 3 部分。

（1）用户管理

用户需要登录才可以使用该系统，各个功能需要登录后才可以使用。

用户管理模块是一个独立的的用户认证系统，通过该系统相关接口，系统三维浏览器客户端、Web 服务器端和 Web 应用管理端都可以采用统一的身份认证系统。

（2）角色管理

添加、删除、编辑用户，设置用户的属性信息。

（3）用户角色分配

对不同的用户，可以定义不同的级别（用户组），对用户组进行授权，例如只可以浏览查看，或可以对信息进行操作和编辑。

4.8.4. 联系人和联系单位管理

联系人管理中包括联系人类别、姓名、地址、电话、移动电话、身份证号、邮编和邮箱。可以查询、添加、编辑、删除联系人的信息。其中联系人类别和姓名是

必填项。

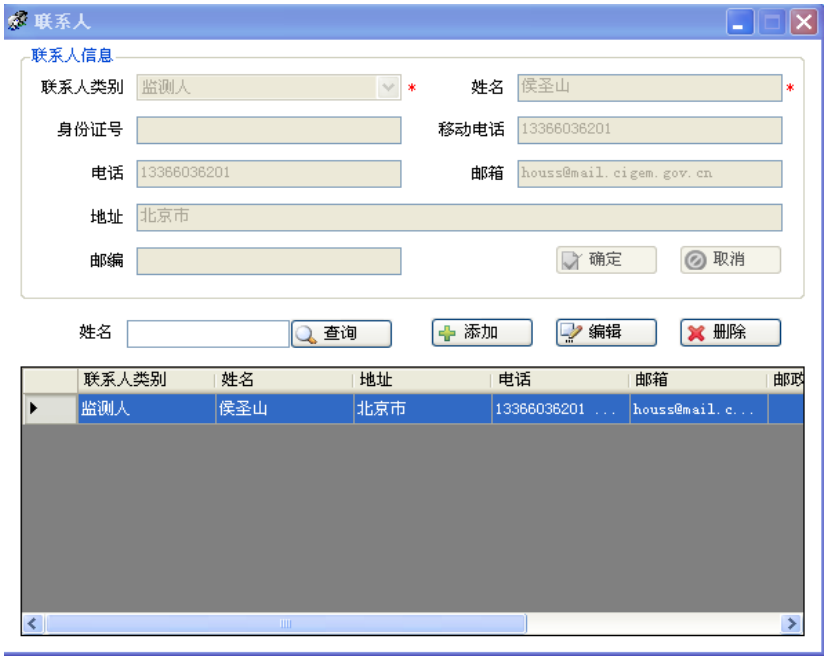


图 4-44 联系人管理界面

联系单位管理中包括单位名称、单位地址、单位电话、单位邮编、单位邮箱、法人代表、负责人姓名、负责人电话、负责人邮箱和负责人即时通。可以查询、添加、编辑、删除联系单位的信息，其中单位名称是必填项。



图 4-45 联系单位管理界面

4.9. 信息发布

4.9.1. 门户网站数据发布

该部分实现可在网站后台对网站上的相关信息进行维护，可增加、删除、修改网站内容，包括基本信息、预警信息以及公告等信息。

通过数据发布模块，可建立业务应用系统和发布系统之间的桥梁，实现地质灾害、监测数据、预警结果发布到门户网站。

4.9.2. 门户网站

向公众发布自然地理信息、地质灾害信息、当期和各期的区域预警信息，实现网页的浏览、搜索和查询功能。并授权发布、浏览、查询有关专业滑坡监测和区域降雨监测方面的有关信息。



图 4-46 门户网站

面向公众的门户网站主要面向公众用户，面向社会发布地质灾害、监测预警相关信息。**业务用户也可以在专网或政务网内，使用本系统客户端，直接连接到服务**

器，完成系统具备的所有功能。

4.10. 数据管理模块

4.10.1. 空间数据切片（入库）处理模块

空间数据切片（入库）工具主要用来处理 DOM、DLG、DEM 数据：

将 DOM(数字正射影像图)和 DLG(数字线划地图)数据处理成切片数据，处理后的数据直接加载到三维漫游系统中浏览、显示。

将以 TXT 格式或者 Dat 格式存储的 DEM 数据，按照指定的级别切割，生成 bil 后缀的切片数据，该切片数据用于加载到三维漫游软件中，显示地形的起伏。

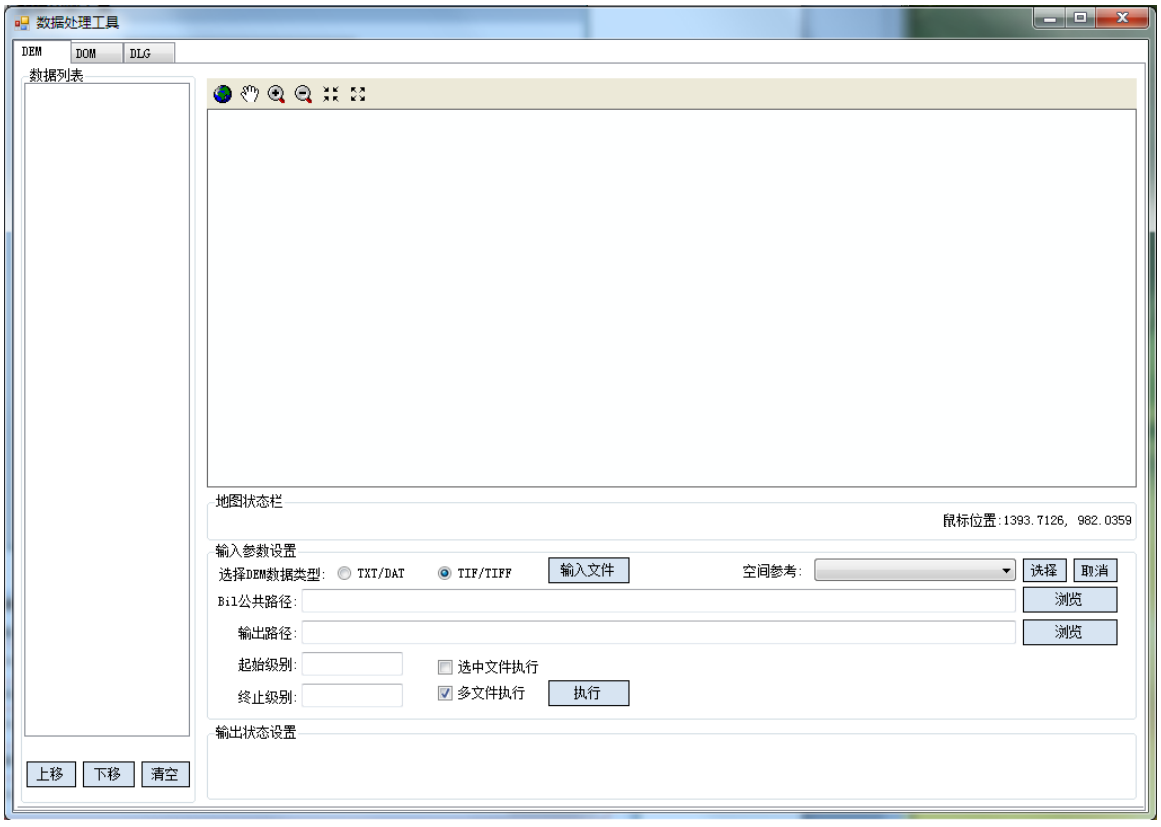


图 4-47 数据切片入库工具

4.10.2. 灾害调查成果图件管理

可以直接加载易发性分区、危险性评价、防治分区等成果图件，在三维可视化环境中浏览查看。

4.10.3. 空间数据管理模块

该模块可将外部矢量数据加载到系统三维视图中显示，并提供了对已加载数据的管理功能，已加载的矢量数据图形还可闪烁明示，使查找更直接.

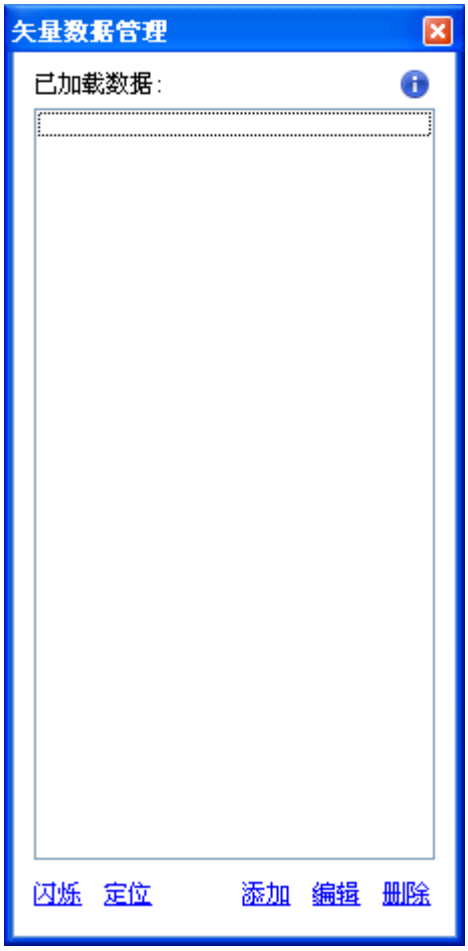


图 4-48 矢量数据加载

- **闪烁**

选择“已加载数据”列表中的矢量数据，然后点击“闪烁”，其三维视图中对应的矢量图形则会闪烁一次，以明示其位置。

- **定位**

选择“已加载数据”列表中的矢量数据，然后点击“定位”，可直接定位到三维视图中对应矢量图形的位置。

- **添加及显示控制**

点击“添加”会打开矢量文件属性编辑窗口。

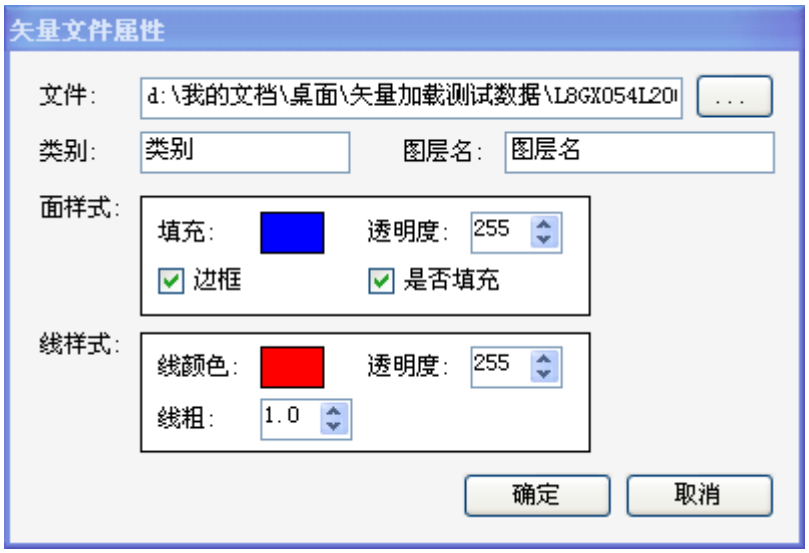


图 4-49 矢量文件属性编辑

在此窗口中点击  选择矢量数据文件，然后编辑类别、图层名等属性后点击“确定”按钮即可加载矢量数据文件到三维视图中，并在列表中显示已加载数据。



点击  ，鼠标在三维视图中会显示手型，此时点击已加载的图形会以标记，并打开窗口以显示该图形图层的相关信息。

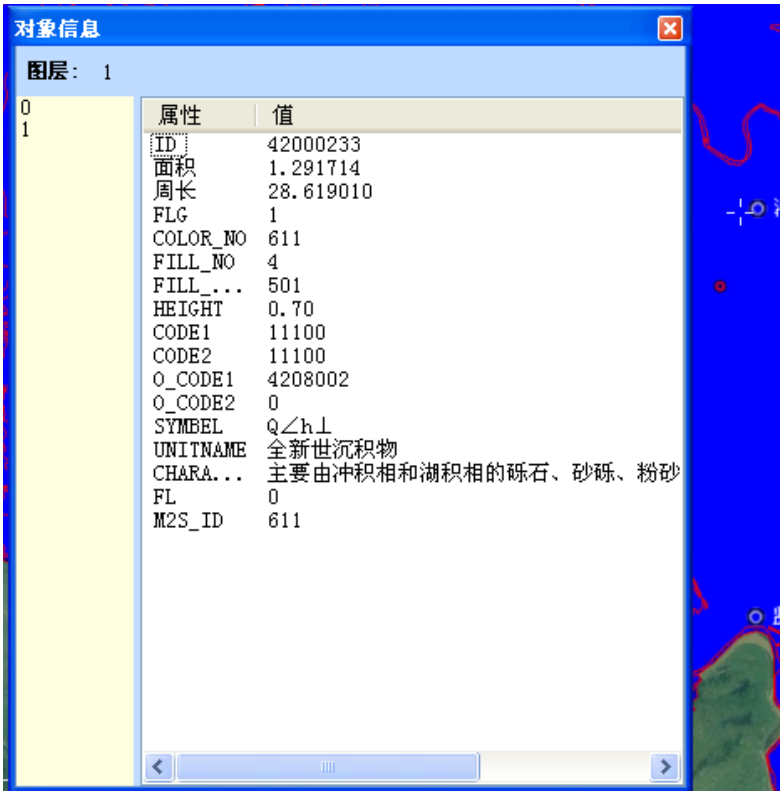


图 4-50 图层信息查看

加载的影响数据还会显示到图层管理模块中，通过图层也可对其进行管理（隐藏或显示）。



4.10.4. 影像数据输出模块

可直接将三维系统中的影像按照范围输出为单个影像文件（带坐标）。该模块功能允许将三维视图中的影像输出为 tif 格式文件，提供了手动输入输出范围和拉框选择范围两种方式。


影像输出
地理范围
手动输入
拉框选择
参数设置
坐标系：
GCS_WGS_1984
级　数：
0
分辨率：
474.6米
目标文件：
浏览
执行

图 4-51 影像输出模块

5. 实施方案与工作安排建议

5.1. 实施方案

项目整体实施方案如下图所示，可以划分为 4 个阶段，8 项任务：

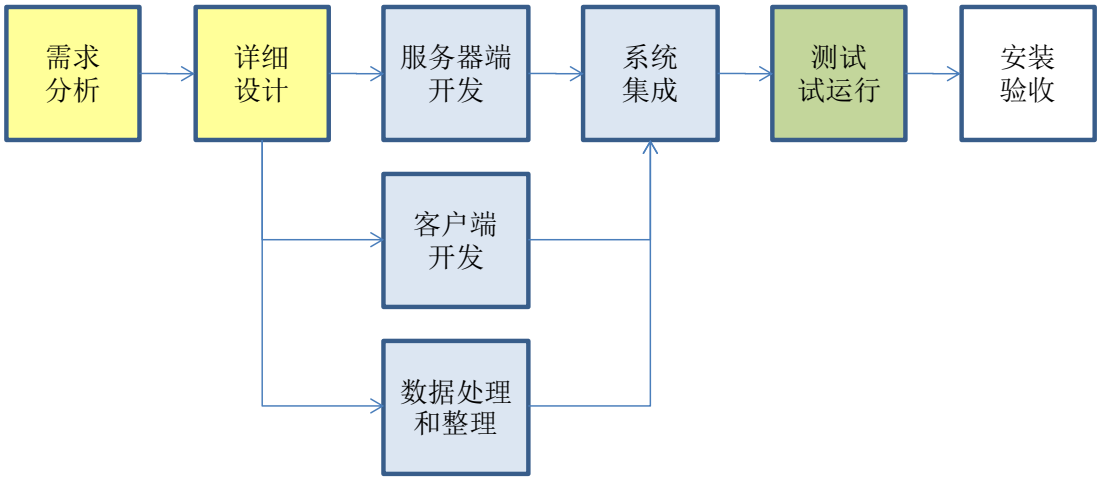


图 5-1 项目实施方案

项目实施方案包括 4 个阶段，8 项任务，其中**数据处理和整理的工作内容和方法祥见数据处理一章**，各个阶段的任务和实施内容简述如下：

1）设计需求分析

该阶段对项目进行详细的需求分析，并完成详细设计。

2）数据库建库、数据处理、系统定制及建设

包括数据库建库、空间数据编绘整理、系统开发、集成 4 部分。

空间数据编绘整理将在已有基础地理、地质、业务数据基础上，整理、编辑，完成为系统可用的最终格式，建立空间数据库。

根据项目和系统要求，将项目已完成的正射影像图和数字高程模型进行色彩调整、坐标转换等处理，以满足软件系统的要求。区域基础地理数据将是三维管理系

统建设不可缺少的一部分，内容将包括主要境界、重点城市分布、主要居民点分布等。对于目前存储于二维地理信息系统中的基础地质数据，可以在三维系统中实现对其的管理，这些数据必须进行进一步处理才能进入三维管理系统。

系统开发，基于详细设计，开发编码。

系统集成，即将以上 3 个部分的工作进行集成，形成完整的系统。

3）集成测试

对系统整体进行测试，修改系统的 bug 和各类缺陷，对数据、程序进行相应修改。

4）安装验收

系统最终的安装调试、验收。

5.2. 保密措施

项目参加及有关人员均应遵照《中华人民共和国保守国家秘密法》、《科技保密规定》和国家有关的保密规定要求，对列入国家秘密的项目（课题），以及其他有关信息，承担保密责任，并应采取相应的保密措施。

在项目实施过程中有涉秘成果形成，将按照保密规定进行管理，采取相应的保密措施。项目组应当按国家有关的保密规定要求，对项目（课题）组成员在参加国内外学术交流活动中（包括讲学、访问、参加会议、参观、咨询、通信等）的有关保密问题进行明确规定并严格执行。

项目组在发表与项目（课题）有关的各类保密资料，应事先向负责核定密级的有关部门提出申请，由该部门根据国家有关保密规定进行审查并确定准予发表后方可发表。

6. 联系方式

武汉地大信息工程有限公司

地址：武汉市洪山区关山一路 1 号光谷软件园 D8 恒隆大楼

邮编：430074

Web：http://www.infoearth.com

联系人：

崔伟　销售总监

移动电话: 13911635376

电子邮件: cuiwei55@126.com

罗欣　项目总监

电话: 02759808815

移动电话: 13995511523

电子邮件: luox@infoearth.com