

Design and Implementation of the GEMIS's Server-Side Subsystem

Qi Liu, Ji Jian, Zhangsheng Wu, Yang Xu

College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu

Email: orangebay@126.com

Received: Apr. 28th, 2011; revised: May 16th, 2011; accepted: May 20th, 2011.

Abstract: With the increase of geological hazard in recent years, the issue of geological environmental data management has been becoming far more pivotal. However, the traditional geological environment data management is confined by technical bottlenecks to low efficiency, besides, the ability to forecast and predict geological hazard is comparably weak. Based on Browser/Server, Client/Server mixed structure, the Geological environment data management information system (GEMIS) is a good solution to these issues. This paper, oracle, Map GIS IMS, Visual Studio 2008 etc tools and Web Service, XML etc. techniques are adopted to construct the GEMIS's server-side subsystem. Practices and experiments show that the GEMIS's server-side subsystem can fully serve modernization of geological hazard management, vastly enhanced the efficiency, contributing to sustainable development of the local economy.

Keywords: Geological Hazard; Geological Environmental Data; Server-Side Subsystem; Browser/Server; Client/Server Mixed Structure

地质环境数据管理系统后台子系统的设计与实现

刘 奇, 简 季, 吴章生, 徐 阳

成都理工大学地球科学学院, 成都

Email: orangebay@126.com

收稿日期: 2011 年 4 月 28 日; 修回日期: 2011 年 5 月 16 日; 录用日期: 2011 年 5 月 20 日

摘 要: 随着近几年地质灾害的增多, 地质环境数据的管理问题也日益凸显其重要性。但是, 传统地质环境数据的管理受限于技术瓶颈而管理效率低下, 预测和预报能力较为薄弱。而基于 B/S、C/S 混合架构的地质环境数据管理系统很好的解决了这些问题。本文运用 oracle、Map GIS IMS、Visual Studio 2008 等工具和 Web Service, XML 等技术实现了广元市地质环境管理系统后台子系统的建设。实践表明, 地质环境数据管理系统后台子系统能很好的服务于地质灾害的现代化管理, 大大提升了工作效率, 为地方经济的可持续发展做出贡献。

关键词: 地质灾害; 地质环境数据; 后台子系统; B/S、C/S 混合架构

1. 前言

地质灾害给人类社会带来的影响已经成为了一个重要的世界性课题。我国领土辽阔, 气候多变, 地形, 地貌和地质条件复杂, 并且岩浆与地壳断裂活动分布普遍, 是世界上地质灾害最严重的少数国家之一。据中国国土资源公报^[1], 2001~2009 年, 我国发生较大规模的地质灾害近 19 万起, 死亡和失踪总人数 7024 人, 造成直接经济损失近 330.5 亿元。而我国也陆续出台了一系列地质灾害防治的纲要文件, 以提高我国

地质灾害防治水平, 尽可能避免或减轻地质灾害造成的危害和损失。在这一系列的综合治理下, 2001~2009 年, 成功避让地质灾害而安全转移人数达到 22.4 万人次。截止 2009 年末, 在四川、陕西、甘肃等地震灾区, 启动 1965 处重大地质灾害隐患点勘查, 涉及人数 93 万余人; 完成 314 处重大隐患点治理工程, 保护人员 21 万余人; 对 1999 处隐患点实施搬迁避让工程, 搬迁人员 14 万余人, 挽回了人民的生命和财产^[1]。

当前, 地质灾害防治工作取得了一些成绩, 但

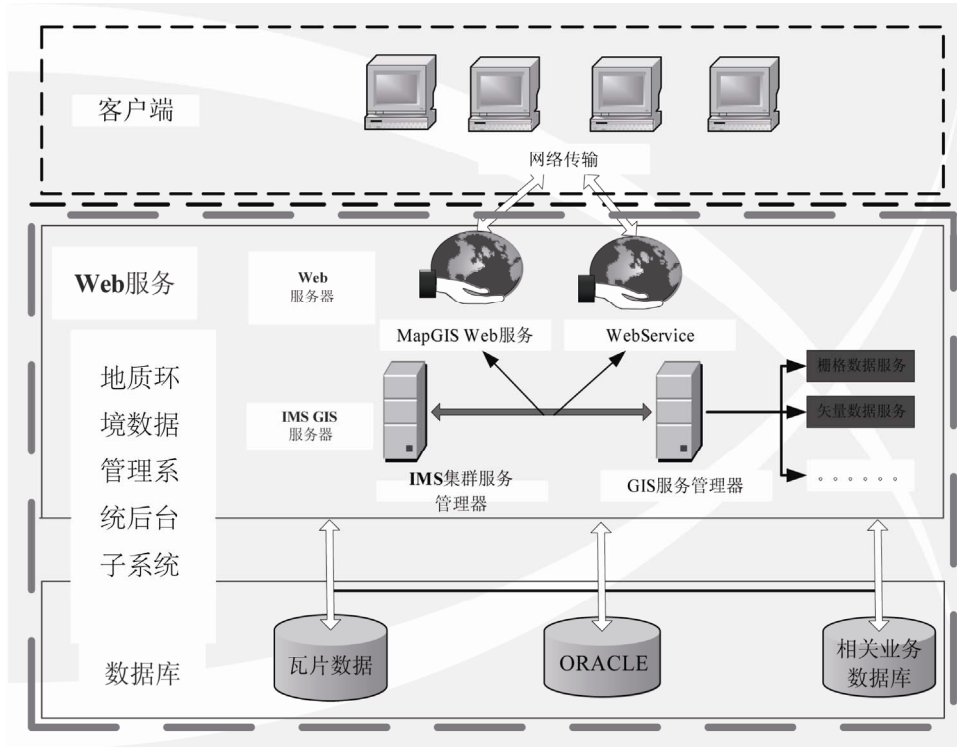


Figure 1. Integrated model of system development
 图 1. 系统开发的集成模式

是，目前大量环境和地质灾害数据库的建设主要是采用信息难于实现共享的 C/S 结构，导致花费巨资建立的数据库资源无法被需要者利用，从而变为数量众多的“信息孤岛”，并且地质灾害发生的预测、预报能力较弱，一般仅限于已经发现地质灾害产生的征兆后，进行监视、监测和预告，而对于事先未发现征兆的地质灾害的预测预报工作较为薄弱，地质灾害的预防和治理上没有做到最及时，最合理的处理^[2]。近年来，借助于计算机技术和以 GIS 为核心的 3S 技术的不断发展与应用，为地质灾害信息的现代化管理开辟了新的道路。

广元市地跨扬子准地台、秦岭地槽褶皱系和松潘甘孜地槽褶皱系三个一级构造单元，龙门山大巴山台缘拗陷、四川台拗、西秦岭冒地槽褶皱带、巴颜喀拉冒地槽褶皱带四个二级构造单元，龙门山陷褶断束、汉南台拱、川北台陷、摩天岭地背斜、甘孜—丹巴地背斜五个三级构造单元，雁门陷褶束、米仓山台穹、梓潼台凹、通江台凹四个四级构造单元的部分地段。由于特殊的地理位置和地质构造，广元市一直都是地质灾害易发区和多发区，特别是

“5·12”汶川特大地震后，龙门山区和米仓山区地质构造、地质环境发生了很大变化，地质灾害隐患点数量成倍增加^[3]。为了保护、改善和合理利用地质环境，防治地质灾害，保护公共财产和公民生命财产安全，需要建立广元市地质环境管理数据库系统。笔者对基于 Map GIS K9 的广元市地质环境管理数据库系统的后台子系统进行了研究。

2. 系统结构与系统设计

2.1. 系统结构

自 20 世纪 90 年代以来，GIS 技术与地质灾害预警预报模型的结合成为一个新的地质灾害研究方向。这主要是因为 GIS 提供了对与地理空间相关的数据进行有效管理和综合分析的强大功能^[4]，从而将各种与空间信息相关的技术与学科有机融合起来，通过空间操作与模型分析，为规划、管理、决策等提供有价值的信息^[5]。经过多种技术方案和软件平台的分析比较，最终确定了采用 NET 技术的体系结构的 Web GIS 系统。Windows Server 2003 为系统操作平台，Map GIS K9 为 Web GIS 服务器平台，C#为开发语言，以

oracle 10g 为数据库支撑, 开发运行于 IIS 服务器平台上的 Web GIS 广元市地质环境管理数据库系统后台子系统, 实现了地质环境数据集中管理、分析、远程浏览查询和信息共享等功能, 系统构架如图 1 所示。

2.2. 关键技术

2.2.1. Web Service 技术

Web GIS 是将网络技术和 GIS 技术相结合。近几年, Web GIS 得到了飞速的发展, 但由于 Web 的限制和 GIS 自身的一些特点, 传统的 Web GIS 实现技术存在一些问题, 例如: 因为传统 Web GIS 系统采用的空间数据技术基础决定了它们的封闭性, 因而无法实现异构空间数据的互操作。无法实现跨平台的数据访问。但是, 随着 Web Service 的出现, 这种局面得到有效的解决, 引起了 Web GIS 实现体系的变革。

所谓 Web Services(Web 服务), 是指那种自包含、自描述、模块化的应用程序, 这类应用程序能够被发布、定位, 并通过 Web 实现动态地调用。Web 服务所实现的功能, 可以从简单请求到复杂商业过程的任意功能^[6]。在该系统中, 配置完一个 Web 服务, 其他的应用程序以及其它的 Web 服务就能够发现并调用这个服务。因此, 利用 Web 服务技术, 可以很好地实现服务在 Web 层次的互操作。该系统应用到的 GIS 服务是 Map GIS 基于 Microsoft .Net 的 Web GIS 服务。该体系代替了传统 Web GIS 三层体系结构中的 GIS 应用服务器, 不同于 GIS 应用服务器, 它不是直接向用户提供 GIS 数据和空间分析、查询功能, 而是提供了一系列数据和功能的接口, 通过这些基于开发通信协议的接口, 可以实现 GIS 功能的跨域和异构的集成, 从而达到地理空间数据的分布式计算和共享的目的。

2.2.2. oracle 的表分区技术

该系统的动态雨量监测库和位移监测库与外部地质灾害的监测设备关联, 从而雨量监测库和位移监测库需要实时动态接收外部硬件设备通过网络传回的数据, 从而数据库的数据量可能达到几十 GB 甚至 TB 级, 面对海量数据的管理, 会对数据的管理造成很大困难, 并且对读写、查询等操作的效率产生巨大影响, 此时, 就需要用到数据库的优化技术。数据库的优化方法有很多, 例如: 数据表的分布存储策略,

索引的合理使用以及表的分区优化等, 在该系统中我们在设计 oracle 数据库时采用了对表和索引进行分区的数据优化技术, 以达到改善系统性能的性能。

表的分区优化是从表数据的物理存储位置着手, 根据数据的某种特性对表进行横向或纵向分割, 再将表数据按照一定的规则分散到不同的物理分区上存取, 从而实现数据的并行处理, 显著提高系统访问数据的效率^[7]。

表分区的基本操作流程是:

- 1) 确定分区数和分区键: 首先评估现有数据中是否存在逻辑分组和模式, 依次确定分区数和分区键。
- 2) 确定是否应用多个文件组: 使用文件组分离数据有助于优化性能和维护, 一般情况下, 文件组数与分区数相同。
- 3) 创建分区函数: 系统的分区函数的间隔是按照数据收集时间划分的, 根据数据大小可自行确定分区数。
- 4) 创建分区构架: 创建分区函数后, 必须将其与分区架构相关联, 以便将分区定向至特定的文件组。
- 5) 创建分区表: 表定义应使用分区架构, 而架构又定义函数。

2.2.3. XML 技术

可扩展标记语言(eXtensible Markup Language, XML), 由万维网协会(w3c)于 1998 年发布的一种标准, 它是标准通用标记语言的一个简化子集。XML 是一种跨平台、跨网络、跨编程语言的一种数据描述语言。在描述数据内容的同时也对数据结构进行描述, XML 可以在任何应用程序中读写数据, 这使得 XML 成为数据交换的一种公用标准^[8]。

本系统是以 ASP.NET 技术实现的地质环境数据管理系统的服务端, 通过 HTTP 协议 POST 方式获得客户端提交的参数, 并查询 oracle 数据库, 获得所需数据, 然后将结果数据以 XML 文件的方式返回给前端用户解析以获得相关信息。

3. 数据库设计

鉴于系统的核心功能是为了实现地质环境和地质灾害空间信息的集中管理、远程浏览查询、共享, 以及基于信息数据的分析等功能, 则系统数据库的设计市的地质灾害的栅格数据、矢量数据、卫星影像数据、



Figure 2. Relationship and properties structure of the landslide
图 2. 滑坡的属性结构及其关系

雨量监测数据、位移监测数据和档案数据以及其他属性数据组成。考虑到固态因子图层的数据在建成后变化较小，而动态因子雨量和位移数据，将随时间而增长，数据量庞大，因此，数据库应分开建库。本系统的数据库可以划分成三部分。第一部分：该库主要包括广元市 1:200,000 地质图、地形图、影像图、规划图以及通过切片技术生成的瓦片数据、灾害点数据。第二部分：该数据库包括监测预警库(雨量监测库和位移监测数据库)，地质灾害点数据以及用户管理表、前言定制表等数据信息。第三部分：相关业务及档案信息，主要包括总体预案、群测群防、历史文献、灾害点图片以及前言解说等相关数据。

3.1. 地理空间数据库的建立

3.1.1. 基础信息数据库

基础信息数据包括：地质数据，包括地质地层，地质岩性，地质结构，地貌等信息；地理数据，包括省、市、县(区)、乡镇边界，地名，通信和地形等信息；水文气象数据，包括气象站，降水数据，水电站和河流水文基础数据的位置；城市规划数据：包括规划图的图界，规划区信息等；广元市的遥感图像。

广元市 1:200,000 地质图、地形图、规划图是矢量图，影像图是栅格图，通过切片技术把这四类地图切割成很多不同级别的瓦片地图，基于文件的地理数据库把数据存放于本地文件，由 MAPGIS K9 提供对数据的各种访问方法，可通过工具对数据文件，日志文件，进行管理，可以对地理数据进行查询，分析，提供数据的安全管理。

3.1.2. 地质灾害数据库

广元地质灾害十分发育。其地质灾害数据主要包括滑坡、泥石流、地面塌陷、不稳定斜坡和崩塌五类数据。通过收集的资料，通过在 Map GIS 平台上进行矢量化等工作得到详细的地质灾害点的矢量数据。本着充分考虑数据冗余、结构合理性、数据执行效率的原则，以下以滑坡为例对地质灾害点的数据结构设计思想进行说明。

基于地质灾害点的属性特征很复杂，在设计其数据结构时主要从其社会和自然属性考虑，从而通过五张表来完全表示滑坡(如图 2)，设定灾害统一编码为主键把这五张表关联。灾害统一编码方式参照“县(市)地质灾害调查与区划空间数据库系统建设要求”，其

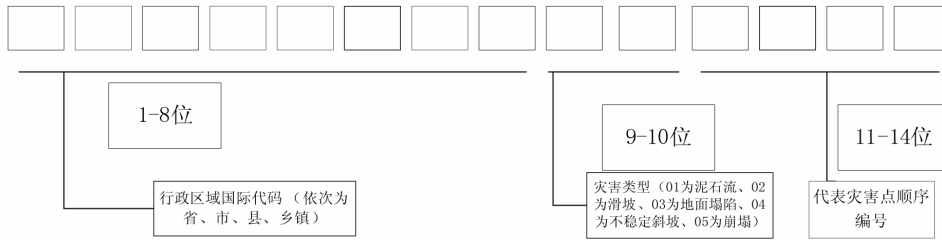


Figure 3. Disaster points unified coding
图 3. 灾害点统一编码方式

Table 1. Monitoring data table
表 1. 监测数据表

名称	类型	备注
ID	NUMBER	记录的 ID 号
PARAID	VARCHAR(20)	PARAID 码
PARAVALUE	NUMBER	设备采集到的数值大小
COLLECTTIME	DATE	记录监测值的收集时间
SYSTEMTIME	DATE	记录监测值录入系统的时间
FLAG	NUMBER	系统自动生成的编号

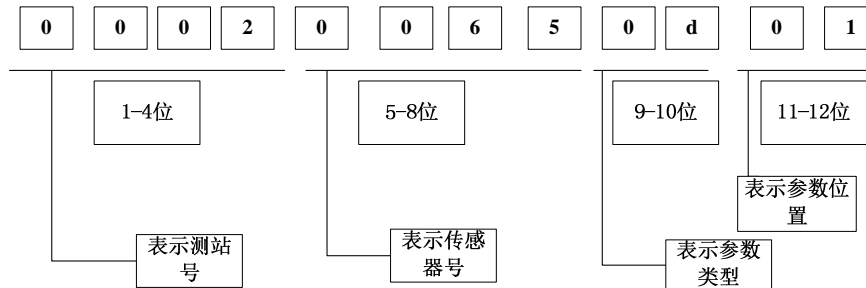


Figure 4. Coding structure of PARAID
图 4. PARAID 编码结构图

结构是一组 14 为数字，结构如图 3。

3.2. 监测预警库

鉴于降雨和地面位移是地质灾害是否发生的最重要参考因子，人们对降雨和位移的关注度很高，因此，动态的雨量监测和位移监测数据的管理十分重要，在本系统中把这两个监测信息融合到了一张数据表中，其表结构如表 1 所示。

PARAVALUE 是遥测设备采集到的具体类型参数的数值，这些值所代表的信息包括：电池电压、电池温度、位移，降雨量；COLLECTTIME 是遥测设备采集数据的时间；SYSTEMTIME 是数据存入数据库的时间；PARAID 是遥测参数唯一标识，是一个 12 位字符表示的数据，其编码规则如图 4 所示。其中，

参数类型即 PARAID 的 9~10 位有如下类型：01 表示电池电压，02 表示电池温度，04 表示雨量，表示 0d 位移，不同的 PARAID 对应不同的 PARAVALUE 值。

3.3. 业务档案数据库

总体预案和群测群防库中包含了广元市以及其它省市的关于防灾减灾的应急预案，以及明白卡等信息。通过这个库可以查看地质灾害区或者是隐患区域的地质状况、转移预案、涉及转移人数户数、转移路线等信息。历史文献库中包括了政府的各类政策法规公文以及相关业务流程以及规范手册。在建库之初，对已有的原始档案进行归档整理入库。灾害点图片数据主要是对相对应的地质灾害点的说明和展示。前言解说数据是对客户定制的前言进行解说。

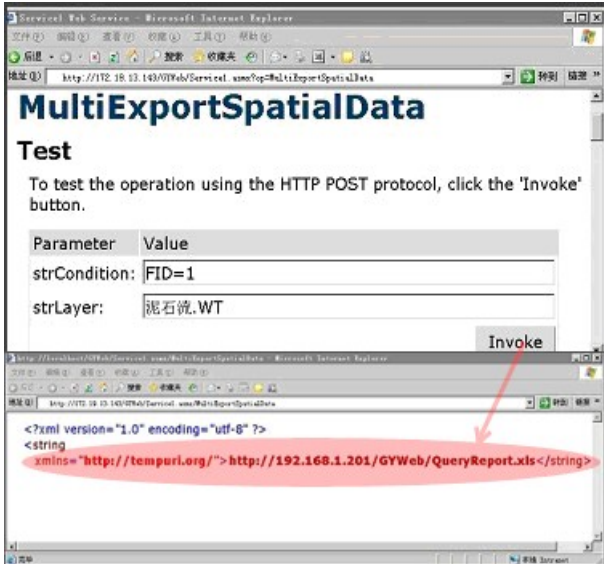


Figure 5. The instance of attribute query
图 5. 属性查询实例

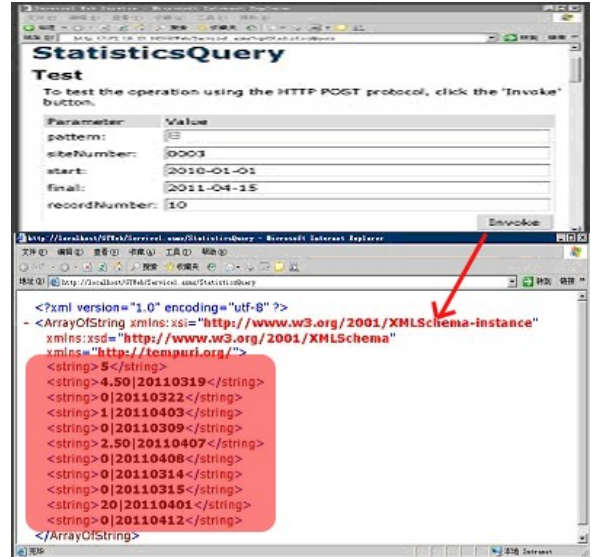


Figure 6. The instance of Statistical query
图 6. 统计查询实例

系统管理员可对已有的档案数据进行添加，修改、提取等管理。

4. 系统的功能和实现

数据库的功能模块是数据库的外在表现，是用户实现相应数据库操作的界面，该系统的主要数据库功能有查询和统计模块。

4.1. 地质灾害信息查询

4.1.1. 属性查询

通过名称，地质灾害等级等自设定条件可查询相关地质灾害点的基本信息。例如：如果要查询泥石流图层中 FID 属性为 1 的灾害点信息，实现如图 5 所示。当操作人员在 Multi Export Spatiat Data 界面中输入条件(FID = 1, 泥石流.WT)并点击 Invoke 按钮，系统会给前端用户相应的数据，此处为返回一个 Excel 文件的地址，其存放地址如图 5 中用红色阴影勾勒的部分。

4.1.2. 区域查询

用户可以根据已设定好的行政区域或自设定区域(设定范围可以是圆，矩形，自定义多边形)，对在设定区域内的地质灾害信息进行查询。并且可以通过 Excel 导出满足条件的记录。

4.1.3. 组合查询

用户设定一定的条件，对满足条件的地质灾害记

录查询，并通过 Excel 导出满足条件的记录。查询条件有：区域范围，地质灾害点发生时间(以年为单位)，地质灾害类型以及数据类型等。

4.2. 统计模块

根据系统功能需要对采集的现实或历史降雨数据的统计，从而分析降雨量对地质环境的影响，并设置雨量预警值，以实现地质灾害险情的及时预警和预报功能。该系统对降雨量按年，月，日，小时四种方式统计。以“日”统计为例，当操作人员在 Statistics Query 界面中输入相应条件并点击 Invoke 按钮，得到用户关心的信息数据，如图 6 所示，其中，返回数据的第一项(此处为 5)表示满足查询条件的所有记录所需的页码数(每页能显示的记录数由用户先行设定)，其余数据表示用户根据返回记录页数而选定指定页码中记录的信息(此处表示不同日期降雨量的情况)。

4.3. 动态监测

地质灾害的发生具有突发性特征，因此需要对地质灾害隐患点实时监测。此功能实现了对地质灾害隐患点的降雨和位移等诱发地质灾害发生的因素进行实时动态监测，从而给专家分析地质灾害是否发生以支持。以 0003 监测站的实时监测为例，操作人员在 Real Time Query 界面中输入测站号 0003，并点击 Invoke 按钮，前端用户得到图 7 中红色阴影所示数据(此处表

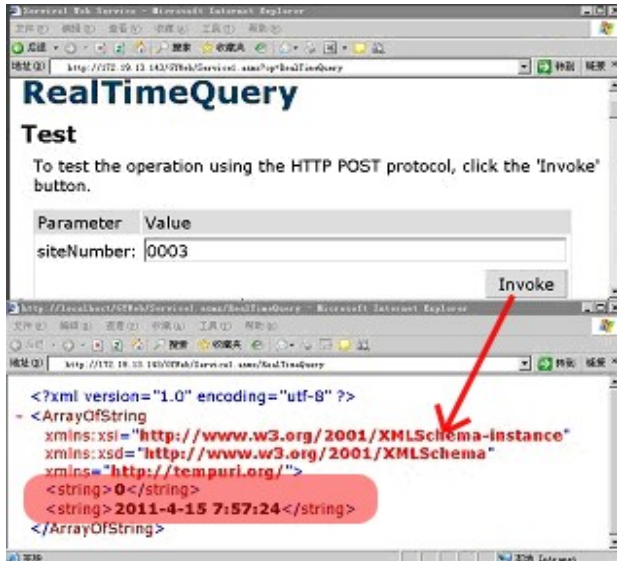


Figure 7. The instance of real-time dynamic monitoring
图 7. 实时动态监测实例

示 2011-4-15 7:57:24 时的实时雨量为 0)。

5. 结论与讨论

地质灾害频发，凸显出地质灾害防治工作的重要性。但是，之前建立的大量地质环境数据库系统由于技术的限制，往往只是对数据进行简单的管理而对地质灾害的分析功能较弱，以至于对地质灾害的预警、预报功能缺失，给个人及社会造成巨大损失。近年来，网络技术和以 GIS 为核心的 3S 技术的不断发展与应用，为地质灾害信息的现代化管理开辟了新的道路。Web GIS 成为 GIS 的必然发展趋势，

而 Web GIS 技术在地质环境数据库建立中的应用为防灾减灾工作提供巨大帮助。基于此而建立的广元市地质环境管理数据库系统后台子系统为我们全面掌握广元市地质灾害的分布，地质灾害的监测、预测和预报，以及发生地质灾害后的抢险救治工作提供了很大帮助，创造了良好的社会效益和经济效益。但是，由于时间原因，在系统建设过程中，没有考虑其他因素对地质灾害发生的影响，因而在今后的实践中需要更多、更深入的研究。

6. 致谢

在此，非常感谢我的导师简季博士在论文构思和书写过程中给予的指导。

参考文献 (References)

- [1] 2009 年中国国土资源公报[R]. 北京: 中华人民共和国国土资源部, 2010: 17-20.
- [2] 黄其芳. 我国地质灾害监测预报现状综述[J]. 西部探矿工程, 2004, 16(5): 181-184.
- [3] 广元市地质概况[URL]. http://www.gylr.gov.cn/newsDetail.action?_tGyNewcontent.id=8a8ae4ea2538ade501253ddb1efa0019, 2010-3-22.
- [4] 吴信才. 地理信息系统的基本技术与发展动态[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 23(4): 329-333.
- [5] 修文群, 池天河. 城市地理信息系统[M]. 北京: 北京希望电子出版社, 1999: 25-27.
- [6] 周平根, 毛继国, 侯圣山等. 基于 WebGIS 的地质灾害预警预报信息系统的设计与实现[J]. 地学前缘, 2007, 14(6): 38-42.
- [7] 李佳. 工程机械服务平台的设计与实现[D]. 南京: 东南大学自动化学院, 2010.
- [8] 崔伟. 基于 XML 和 web 服务数据集成的研究[J]. 计算机与数字工程, 2007, 35(2): 27-30.