

# 基于 WebGIS 的城市生命线风险评估 应用系统研究

汤仁锋, 白永强, 汪 彤

(北京市劳动保护科学研究所, 北京 100054)

**摘要:**随着城市基础设施建设的快速发展,现代城市基础保障的生命线系统的信息空间化管理和安全隐患分析模拟显得日益迫切。以往的城市生命线管理系统的空间数据与属性数据不是在空间数据库中存储,不能很好地达到共享,也没法实现互操作;对安全隐患与风险评估方面没有考虑空间的关系及对周边的影响,进行有效的综合风险评估、分析与模拟就更加不能实现。要解决这些问题,需要新的管理手段与方法。针对城市生命线系统,以燃气管线为主要研究对象,依据实际的应用需求,利用 ArcSDE 和 SQL Server 的空间数据库管理技术,Adobe 的 Flex 地图表达 RIA 技术,REST 方式的 SOA 服务技术, ArcIMS 的地图数据与服务发布等技术,从应用系统的功能和框架结构、管线数据统一模型和燃气管线的风险分析专题进行研究,设计开发了城市燃气系统风险评估应用系统,为燃气风险管理和应急管理提供技术工具。该系统实现了城市生命线的数据的空间化存储、管理、表达及风险分析模拟,具有很好的用户体验,实用性强,共享性高,可扩充性强等优点。

**关键词:** WebGIS; RIA; Flex; REST; SOA; ArcIMS; 城市生命线; 风险评估

**中图分类号:** TP311

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2011)03-0209-04

## Research and Application of Risk Assessment in Urban Lifeline Systems Based on WebGIS

TANG Ren-feng, BAI Yong-qiang, WANG Tong

(Beijing Municipal Institute of Labour Protection, Beijing 100054, China)

**Abstract:** With the rapid development of urban infrastructure construction, urban lifeline system is the basic foundation of modern city, which to be information systems management and security risks of space simulation and analysis become increasingly urgent. Management of urban lifeline systems past, the spatial data and attribute data is not stored in the spatial database, which can not be good shared, thus can not be interoperated. On the safety hazards and risk assessment does not take into account the relationship between space and on the surrounding the impact of effective integrated risk assessment, analysis and simulation can not be achieved even more. To solve these problems, the need for new management tools and methods. Lifeline for the city system to gas pipeline as the main object of study, based on the actual application requirements, the use of space ArcSDE and SQL Server database management technology, Adobe's Flex technology map the expression of RIA, REST mode of SOA services, technology, ArcIMS map data and services, publishing technology, from the application systems and frame structures, pipelines and gas pipelines unified model, risk analysis research topics, design and development of the city gas system risk assessment applications for gas risk management and emergency management tools. The system realizes the lifeline of the city's space-based data storage, management, expression and risk analysis modeling, has a good user experience, practicality, and shared high scalability and strong advantage.

**Key words:** WebGIS; RIA; Flex; REST; SOA; ArcIMS; urban lifeline systems; risk assessment

## 0 引言

城市中的供水、供气、供电、通讯及交通等这些公

共基础设施,是维持现代城市生产、生活正常运转的基础,是现代城市生命线。随着经济和城镇化进程的快速发展,城市人口急剧增加,城市生命线相伴会出现更多的灾害隐患。任何环节滞后或失灵都可能导致整个城市瘫痪。令人担忧的是,目前大多数城市的"生命线"缺乏自我保障能力<sup>[1]</sup>。文献[2]中也仅是对城市基础设施的信息化管理提出了一个设计,没有对其安全风险方面进行分析评估等,因此对城市生命线的

收稿日期:2010-06-30;修回日期:2010-09-17

基金项目:国家 863 科技支撑计划项目(2006BAJ16B03-07)

作者简介:汤仁锋(1981-),男,硕士研究生,研究方向为 3S 集成与应用研究;白永强,博士,研究方向为城市燃气安全技术研究;汪彤,研究员,从事安全技术研究。

灾害隐患预先进行分析、模拟和评估,进行直观的空间分析与展示表达就很有必要,通过技术和管理的手段可达到防灾减灾于未然。GIS 技术对具有空间位置关系的数据进行有效的采集存储、处理、分析、展示;WebGIS 是基于 Internet 技术的地理信息系统,是把空间数据和 GIS 功能应用于网络的技术,展示给大众的一种表现方式,它易于部署维护,具有全球化、大众化,良好的扩展和可伸缩性及跨平台性等特点,是目前 GIS 技术中的主流技术。采用 WebGIS 技术,以燃气管线为主要研究对象,在对其风险评估模型研究成果的基础上,在 SOA 理念下空间数据共享<sup>[3]</sup>的指导思想下,设计开发出基于 WebGIS 应用的城市生命线风险评估管理系统。

## 1 应用需求

(1)应用系统运行于局域网或广域网:应用系统主要运行于内部网络上,但支持城际网或广域网的网络运行应用。

(2)用户交互与结果展示是基于 Web 的:在浏览器中输入网址就可以进行轻松访问,交互操作。

(3)具有地图浏览、导航与距离量测功能。

(4)实现生命线专题查询和统计:能够实现对供水、供电、供气 and 供热管线的分级别、分区域的查询和统计。

(5)对燃气泄漏后果进行模拟分析:利用高斯扩散模型和相关模型对事故管线的泄漏后果进行计算模拟,并在地图上进行展示。

(6)对生命线可靠性进行分析:根据管线可靠度模型计算事故管线的可靠度。

(7)对管线事故的影响范围进行分析:根据管线的网络模型,计算事故管线对上下游的管线的影响以及对周边建筑、人群等的影响数量。

## 2 应用系统功能和框架结构

### 2.1 应用系统功能

根据应用需求,采用地理信息应用系统工程分析方法<sup>[4]</sup>,将应用系统的功能分为地图功能模块、专题查询统计模块、燃气管线泄漏后果模拟模块、管线影响范围评估模块、可靠性分析模块和综合风险评估模块,见图 1。

地图功能模块:地图拉框放大,拉框缩小和任意平移浏览;地图鹰眼导航和地图距离量测。

专题查询统计:专题由图查属性和由属性查专题要素的双向查询,专题城区区域统计和专题风险级别统计。

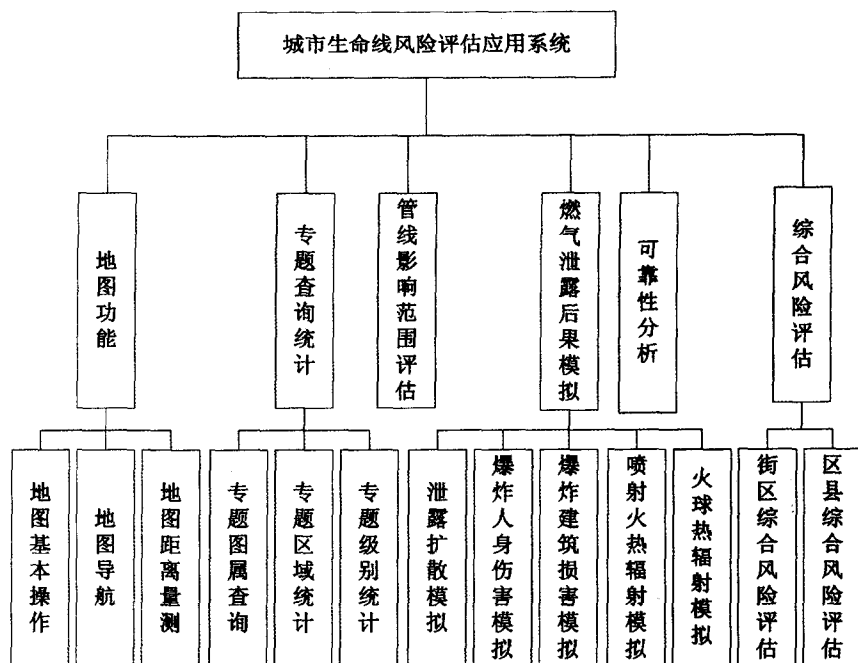


图 1 应用系统功能模块图

燃气泄漏后果模拟:燃气泄漏扩散模拟,燃气爆炸对人身伤害模拟,燃气爆炸对建筑物损害模拟,燃气爆炸喷射火热辐射模拟和燃气爆炸火球热辐射模拟。

综合风险评估:街区综合风险评估和区县综合风险评估。

### 2.2 应用系统框架结构

根据应用需求和应用系统功能,在 J2EE 标准的 Struts<sup>[5]</sup>和 Hibernate<sup>[6]</sup>基础上,应用系统基于 SOA 的理念和思想<sup>[7]</sup>进行设计架构,分为以下几个方面:

(1)网络基础支撑环境:提供应用系统运行的基本网络环境,包括操作系统,相关的网络设备等硬件。

(2)数据服务中心:为应用系统提供基础的城市电子地图数据;城市生命线空间和业务专题数据;风险评估指标相关标准数据和其他关联数据。

(3)应用服务接口:提供地图引擎接口、风险评估算法模型、通用数据访问接口和其他业务应用接口。

(4)Web 服务接口:通过 Web 服务对外提供统一的应用系统 Web 服务,包括地图引擎服务、风险评估服务、统计和检索分析服务等。

(5)Web 服务器:采用开源 Tomcat 作为 Web 服务支撑,对外提供统一访问路径,监听和接收机分发处理消息等。

(6)Web 客户端:在浏览器,如 IE,Firefox,Chrome 中,提供用户与应用系统进行交互的载体,并将交互结果进行展示,采用基于 RIA 的 Flex 技术实现。

(7)两大体系:城市安全生产运行标准体系和信息系统安全与标准体系,是应用系统建设和运行的保障。

3 WebGIS 和管线数据统一模型

3.1 WebGIS 简述

WebGIS 是目前 GIS 技术中的一种主流技术,是 Web 技术和 GIS 技术相互融合的产物,是将 GIS 功能融入 Web 中的一种新的技术,是服务器 GIS 的一种重要体现。它具有分布式、动态的、跨平台的、大众化的、服务式的和互操作的基础特征;通过网络可使空间信息走入千家万户,能够将网络节点上的数据聚合到一起,共同展现给用户,比较成功的大众化 WebGIS 比如 Google 地图服务。WebGIS 主要由前台展示层,中间 GIS 引擎,应用服务及 Web 应用服务层和后台数据服务层典型的三层组成。逻辑上,中间层可单独再划分成三个层次:GIS 引擎服务层,业务模型应用服务层和 Web 应用服务器层。WebGIS 应用的一般处理过程是前台客户端将交互结果向 Web 服务器发送处理请求,Web 服务器根据请求内容进行响应,将 GIS 功能计算处理的数据参数发送给 GIS 服务器进行处理,GIS 服务器将处理的结果经由 Web 服务器返回给请求的客户端进行展示。WebGIS 的发展经历了从瘦客户端模式到胖客户端模式,目前胖客户端式 WebGIS 成为 WebGIS 应用的主流模式,它是将 GIS 服务器处理的结果一部分或大部分在客户端进行计算,最后将结果展示处理,这样减轻了 GIS 引擎服务的负载,提高了系统运行性能,用户体验也得到了相应的提高;瘦客户端是传统的 WebGIS 应用模式,前台发出请求,由 Web 服务器进行响应,完全由 GIS 引擎服务器处理完毕后将结果发回前台展示,这样全部 GIS 功能运算都在 GIS 引擎服务器上计算完成,增大了负载,对性能有一定的影响,用户体验也会受到相应的影响。

目前广泛应用的 RIA(富互联网应用)技术是胖客户端式的 WebGIS 一种重要展示手段,比如 Adobe 公司的 Flex 技术和 Microsoft 公司的 Silverlight 技术都是 RIA 的重要流行应用技术<sup>[8]</sup>。

3.2 系统开发环境和 WebGIS 平台

城市生命线风险评估应用系统是基于 J2EE 标准下进行设计开发,JDK 采用 1.6 版本,Web 服务器采用 Tomcat6.0,开发 IDE 工具采用 Eclipse;WebGIS 前台计算展示采用 ESRI 的基于 Flex 技术的 RIA 应用开发包。

目前主流 WebGIS 平台有 ESRI 的 ArcIMS, ArcGIS Server; MapInfo 公司的 MapXtreme; 超图的 SuperMap IS. NET 和 SuperMap iServer 等。城市生命线风险评估应用系统采用 ESRI 的 ArcIMS 9.3 WebGIS 平台架构和建设。

ArcIMS 是 ESRI 公司的一个轻量级的 WebGIS 服务平台,从 3.0 版本发展到现在的 10 版本,但基础部分和整个结构没有发生很大的变化,每次版本的升级都是对前一版本的优化和提升。目前广泛应用的是 9.3.1 版本<sup>[8]</sup>。

ArcIMS 着重的是在 Internet 上发布空间数据,使空间数据得到共享与应用。它是一种简单的框架提供了强大的 GIS 功能<sup>[9]</sup>。ArcIMS 主要用来对空间数据的管理与发布,提供 GIS 相关的地图服务,可动态的提供地图服务及几何等服务。在生产中,提供地图服务有两种方式:一种是瓦片的方式,提供静态的地图图片服务;另一种是动态的实时提供地图服务,还提供了基于 OGC 标准的 WMS 等服务。安装好的 ArcIMS 主要由 Author, Administrator 和 Designer 三个工具软件组成,后台由 ArcIMS Application Server, ArcIMS Monitor 和 ArcIMS Tasker 三个服务进程进行管理和维护。

3.3 管线数据统一模型

数据库中的模型有物理模型和逻辑模型<sup>[10]</sup>。管

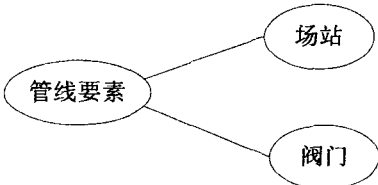


图2 管线数据逻辑模型

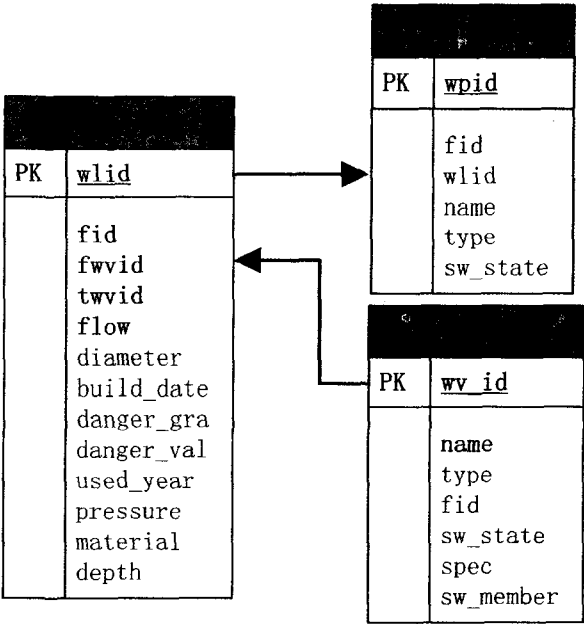


图3 管线数据表存储模型

线数据统一模型只是数据库中的逻辑模型,考虑实体之间的关系及在数据库中表的结构。以燃气管线为主要研究对象,管线数据主要由空间数据和属性数据组成,通过空间要素对象 ID 与其属性数据和其他关联要素进行关联。管线要素与阀门、场站的逻辑模型见图 2,表存储模型见图 3。

## 4 燃气管线风险分析专题

### 4.1 燃气泄漏扩散模拟图

利用射流模型<sup>[11]</sup>和高斯扩散模型<sup>[12]</sup>,利用 GIS 技术在地图上对燃气泄漏的影响范围进行模拟,见图 4。地图上的模拟图上颜色较深范围表示燃气浓度爆炸极限范围。

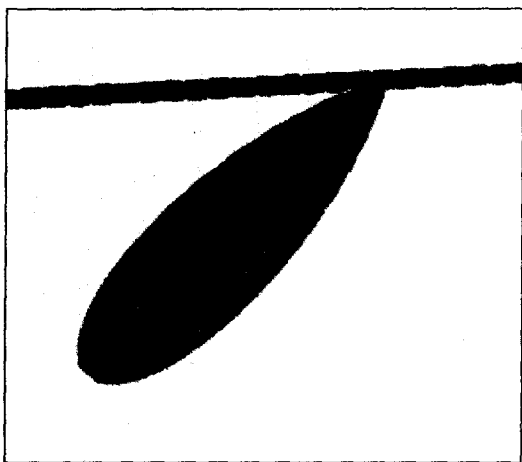


图 4 燃气泄漏高斯扩散模拟图

### 4.2 燃气泄漏爆炸火球热辐射模拟图

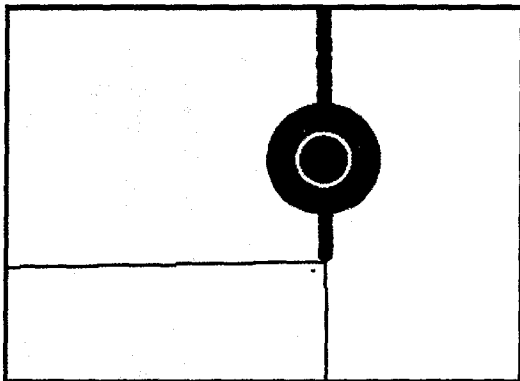


图 5 燃气泄漏爆炸火球热辐射模拟图

基于燃气泄漏爆炸时产生的火球热辐射模型<sup>[12]</sup>,利用 GIS 技术在地图上对事故燃气管线泄漏爆炸产生

的热辐射进行模拟,见图 5,地图上的模拟图从内向外的四个同心圆范围分别表示人员死亡范围、人员重伤范围、人员轻伤范围和人员皮肤疼痛范围。

## 5 结束语

将 WebGIS 技术应用于城市生命线系统研究,以服务为核心目标:数据服务,风险评估模型服务,GIS 应用服务,Web 服务等,很好适合了 Web 简单易用的 Web 架构,应用系统易进行扩展,易部署,易和其他异构系统进行集成。应用系统在相关测试数据下运行良好,适合应急管理人员、决策人员或相关的研究人员使用。

### 参考文献:

- [1] 万贵生. 拯救“城市生命线”[EB/OL]. 2004. <http://www.people.com.cn/GB/shehui/1063/2743921.html>.
- [2] 吴丽. 基于 WebGIS 的城市基础设施管理系统的设计[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(1): 221-224.
- [3] 邹滨, 曾永年, 董明辉, 等. SOA 理念下面向 Web 服务的网络空间数据共享模型研究[J]. 测绘科学, 2008, 33(5): 106-108.
- [4] 吴信才. 地理信息系统设计与实现[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [5] 张文建, 王健, 范孝良. Struts 在 J2EE 的 Web 层中的应用[J]. 微型机与应用, 2003(8): 16-19.
- [6] 杜玲玲. 基于 Hibernate 框架的数据持久化应用开发[J]. 微计算机信息, 2008(6): 271-273.
- [7] 高珍, 王超, 刘云, 等. SOA 理念下的 WebGIS 系统框架设计[J]. 煤矿现代化, 2005(5): 64-65.
- [8] ArcGIS Resource Center. ArcGIS API for Flex [EB/OL]. 2009. <http://help.arcgis.com/en/webapi/flex/>.
- [9] ESR. ArcIMS 初级教程 [EB/OL]. 2006. <http://www.gis-sky.net/Article/487.htm>.
- [10] 萨师煊, 王珊. 数据库系统概论[M]. 第 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [11] Duke C M, Morgan D F. Guideline for evolution of lifelines earthquake engineering [C]// Proc. U. S. National Conference on Earthquake Engineering. Oakland: Earthquake Eng Res Inst, 1975: 367-376.
- [12] Young-Do Jo, Bum Jong Ahn. A method of quantitative risk assessment for transmission pipeline carrying natural gas[J]. Journal of Hazardous Materials, 2005, 123: 1-12.

(上接第 208 页)

- with fewest channels between testers[J]. Preprint submitted to Elsevier Science, 2009(53): 680-690.
- [10] 黄传动. 通信协议的分布式测试方法研究和测试系统实现[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2006.

- [11] 邓良松, 刘海岩, 陆丽娜. 软件工程[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2008.
- [12] 朱少民. 软件测试方法和技巧: 软件工程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.