

文章编号 : 1007-6069 (2006) 01-0021-06

城市地震应急指挥技术系统数据管理研究

王素珍 冯启民 陈 双

(中国海洋大学 工程学院, 山东 青岛 266071)

摘要:以城市地震应急指挥技术系统 (UEECTS)数据管理为研究背景,将空间地理信息系统技术引入数据管理领域,为 UEECTS系统设计并开发了数据管理子软件系统,在实现对 UEECTS系统数据空间可视化展示的基础上,实现了对系统数据的查询、添加、删除及修改数据管理操作,为城市 UEECTS系统建设提供了良好的数据支持。针对 UEECTS系统的数据规划以及数据管理子软件系统的开发与实现做了详细讨论与阐述,以期为全国范围内 UEECTS系统数据库的建设以及数据管理子软件系统的开发应用提供通用性模型。

关键词:地震应急指挥技术系统;数据规划;数据管理;地理信息系统;SDE;ADO

中图分类号:P315 文献标识码:A

Research on data management of urban earthquake emergency command technology system

WANG Su-zhen FENG Q i m in CHEN Shuang

(College of Engineering, Ocean University of China, Qingdao, 266071, China)

**Abstract:**Based on the research on data management of urban earthquake emergency command technology system (UEECTS), in the paper geographic information system (GIS) is applied to the field of data management, and database management subsystem (DBMS) is further designed and developed for UEECTS. The spatial distribution of UEECTS' system data is realized by the DBMS, and moreover management functions of the data query, addition, deletion and modification are achieved. The establishment of DBMS provides strong data support for UEECTS. In this work, the UEECTS' system database planning and DBMS' development are discussed and illustrated in detail, a general model is provided for UEECTS' system database establishment and DBMS' realization.

**Key words:**UEECTS; data planning; data management; GIS; SDE; ADO

1 引言

我国是全球大陆地震灾害最严重的国家,严重的地震灾害给人民生命财产和国民经济带来重大损失。仅新中国成立以来的 50 年地震造成的死亡人数已接近 30 万。据不完全统计,经济损失平均每年 16 亿元。减轻地震灾害直接关系到国家发展、社会稳定和人民生命财产安全。然而,严重的地震灾害和地震预报这一世界难题还远未得到解决,因此,我国力求在众多城市建立和完善集地震监测预报、地震灾害预防和地震紧急救援三大工作体系为一体的城市地震应急指挥技术系统,实现对地震灾害的综合防御。

城市地震应急指挥技术系统,是一个涉及高新技术的复杂系统,它必须利用地震预报、地震工程知识、地

收稿日期: 2005 - 06 - 26; 修订日期: 2005 - 09 - 15  
基金项目:山东省优秀中青年科学家奖励基金 (02B504)  
作者简介:王素珍 (1975 - ),女,山东潍坊人,博士研究生,主要从事环境防灾信息化研究.

震应急对策与指挥方面的分析与决策技术,并借助于相应的网络技术、通讯技术以及数据库管理技术,把地震震情和地震应急指挥等重要的抗震救灾环节集成在一起,将城市海量空间数据与相应的数学模型方法相结合,在实现对城市地震环境分析、建筑物震害预测、生命线工程震害预测、次生灾害预测、经济损失与人员伤亡估计的基础上,为城市地震应急救灾提供迅速有效的救灾救援、物质人员调度、物质人员疏散、震害防御以及稳定社会治安的防震减灾对策与决策,并借助于现代网络通信技术指导现场应急救灾的顺利高效实施,以最大限度的降低因救援时间延误所造成的二次损失。根据唐山地震关于存活率和抢救时间关系的统计,被埋人员在3天后的存活率降低到37%,5天后降为7%。日本根据1995年神户地震的经验,将震后3天作为重点应急的时段,研究了“72小时作战方略”。所以在强震过后,及时了解地震对城市影响的空间分布(包括了解各类房屋建筑破坏的空间分布、人员重伤的空间分布等)具有重要的意义。在预知灾情大致分布情况的基础上,使指挥决策者能有目的地指挥救灾,科学合理地实施大震应急预案。

由此可见,城市地震环境的分析、预测以及震时应急决策的制定,其结果的可靠性与精确性对城市地震应急救灾的高效实施有着不容忽视的作用。而城市地震应急指挥技术系统对城市地震环境的分析与预测离不开城市发展规划的大量基础资料和海量空间数据的支持,而城市地震应急决策的制定更是建立在城市发展规划基础资料、城市海量空间数据以及城市地震环境分析与预测结果数据的基础之上。因此,数据的正确性、精确性以及可靠性,对整个城市地震应急指挥技术系统在震时应急的可靠性与高效性有着十分重要的作用。

本文以城市地震应急指挥技术系统的建设为背景,在基于对系统数据详细分析与规划的基础上,将空间地理信息系统技术引入数据管理,研究并开发城市地震应急指挥技术系统的数据管理子系统,实现对UEECTS系统各数据的管理,为城市防灾规划提供了有效的数据支持,为城市防灾规划的数据管理实现提供借鉴。

## 2 UEECTS系统构建实例

UEECTS系统的建立,意为为市地震局搭建了一个平时进行地震会商,震时进行应急指挥的技术平台,实现市地震局和市政府、市公共安全指挥中心、上下级地震部门、公共媒体等部门的信息快速传递、高效处理;系统一旦接收到强震信息,即地震发生时,或系统预测到一个地震将要发生,系统快速应急启动,迅速判断地震的规模、影响范围和影响程度,快速预测城市地震灾害和损失情况,并进行现场震情、灾情收集与反馈,且根据地震预测与实际震情灾情提出一系列应急辅助决策,为市公共安全应急指挥部实施救灾行动提供决策依据,从而避免地震应急指挥的无序性,提高地震应急指挥决策的效率,缩短地震救灾组织时间,及时开展地震救灾;非震时,系统24小时不间断为市地震局地震信息处理、震情会商、电子政务以及和上、下级地震部门进行信息交互提供服务,自动实时监测、采集并处理各种地震信息和非地震信息,保证实时跟踪地震活动并判定地震趋势,保持和省地震局以及下级地震部门的信息畅通。

为了实现该系统的总体功能,系统要同时兼顾平时和震时的两个作用。因此,将该决策支持系统的总体实现规划为系统支持层、核心控制层和系统应用层,其中系统支持层主要由数据库及其管理子系统、模型库及其管理子系统、知识库及其管理子系统和方法库及其管理子系统构成;系统应用层主要划分为震情会商子系统、震害预测子系统、应急决策子系统及应急指挥子系统;系统控制层设置了核心控制子系统(含信息的上传、下达与发布)。UEECTS系统层次结构框架如图1所示。

## 3 UEECTS系统数据规划

在整个UEECTS系统的设计与运行过程中,系统数据的规划以及数据库的建立与管理是一项十分艰巨的任务,数据库的总体规划、数据的来源与采集、数据库的详细设计以及数据库的安全与管理都是UEECTS系统中十分重要的环节。

### 3.1 系统数据采集

现代化的城市建设是一个多功能的综合性动态系统。城市UEECTS系统的建设涉及海量的地理空间数据和相应的属性数据,除了考虑城市工程场地类型、地震地质背景数据外,还要考虑经济、人口、交通等城市

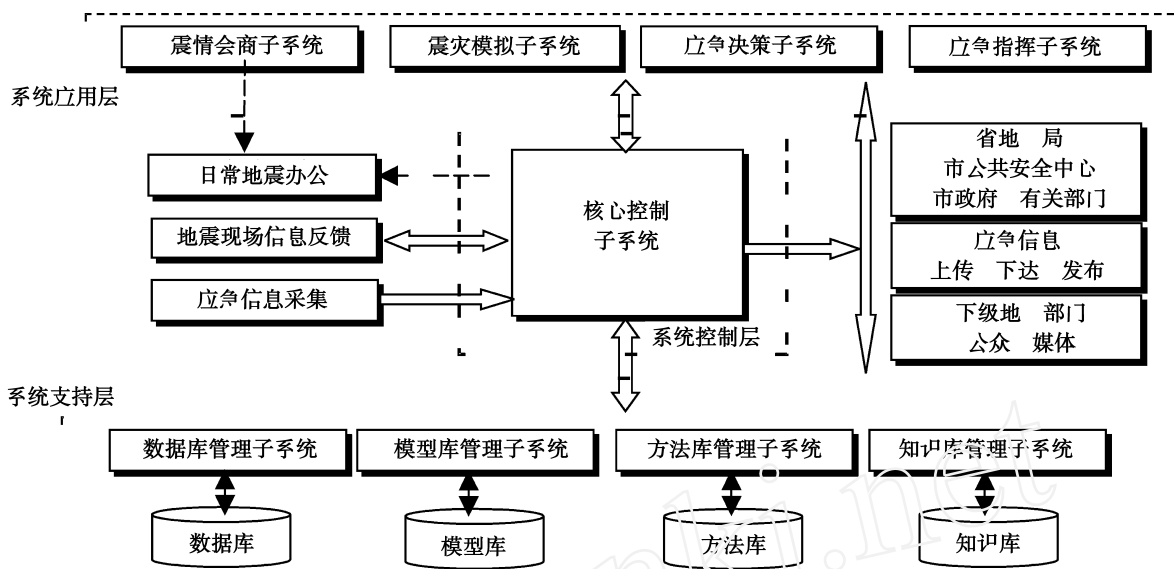


图 1 UEECTS系统层次结构图

发展建设状况数据,这些数据均是以城市建设发展规划的基础地理数据以及相应的市政工程建设数据为基础建立起来的,即在城市行政区划地理图件的基础上,再配以市地震办以调查列表的形式补充调查所得的各相关数据的空间地理数据和属性数据建设而成。UEECTS系统建设的所采集的数据源如表 1所示。

表 1 城市 UEECTS系统建设的数据源

数据分类	数据明细
行政区划基础图件	市区电子地图;堪察地形图
背景数据	工程场地类型;地震地质背景数据;自然环境状况;社会经济、人口、资源发展状况
监测数据	测震台站监测数据;遥测台站监测数据
建筑物数据	标志性建筑物数据;学校数据;居民委数据
市政工程数据	供水系统数据;供气系统数据;供电系统数据;交通系统数据——建设图件及相应属性数据
次生灾害源数据	次生火灾源数据;次生水灾源数据;次生危化源数据;次生放射源数据

3.2 系统数据规划标准

数据标准是使 UEECTS系统中各子系统、模块之间能够顺利实现数据共享的关键。本系统的数据标准采用省地震局、市公共安全系统采用的数据标准。对有些没有规定的专门数据,采用了国家标准,对国家标准所涉及的内容在保证共享的条件下,自己生成。本系统数据规划所参考的标准如表 2所示。

表 2 城市 UEECTS系统数据规划所采用的数据标准

序号	标准名称及代码
1	《国家基础地理信息数据分类与代码》 GB/T XXXX——200X
2	《全球定位系统(GPS)测量规范》 GB/T 18314——2001
3	《城市地理信息系统设计规范》 GB/T 18578——2001
4	《地理信息技术基础术语》 GB/T 17694——1999
5	《地形数据库与地名数据库接口技术规范》 GB/T 17797——1999
6	《数字地形图产品模式》 GB/T 17278——1998
7	《地球空间数据交换格式》 GB/T 17798——1999
8	《区域地质图地理底图编绘及地质图清绘规程 比例尺 1:50000》 DZ 41——86
9	《1:50000地质图地理底图编绘规范》 DZ/T 0157——95
10	《1:250000地质图地理底图编绘规范》 DZ/T 0191——1997

3.3 系统数据库详细规划

城市 UEECTS系统在数据库规划方面,将其划分为系统基础数据库、系统成果数据库以及现场反馈数据库三大部分,其系统数据库整体规划及其服务流程如图 2所示。

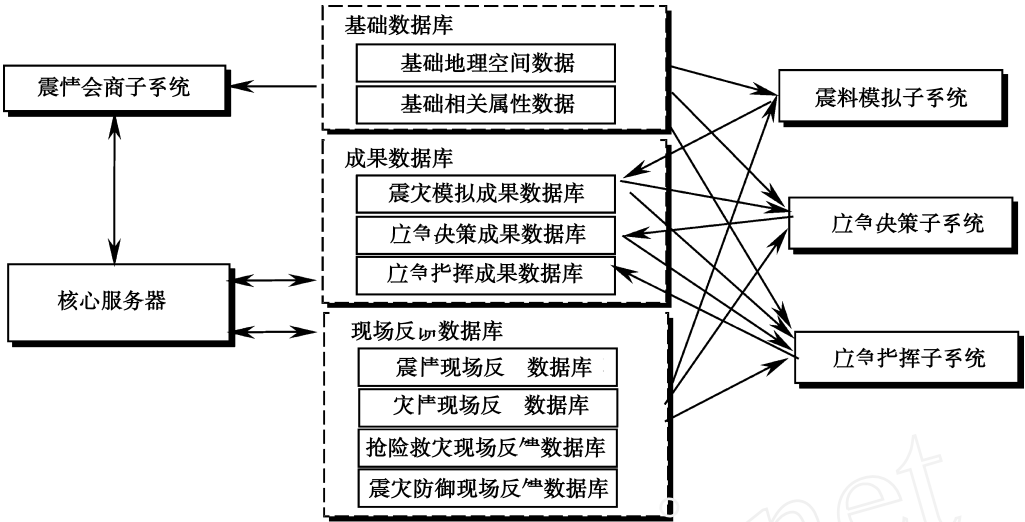


图 2 系统数据库整体规划及服务流程图

基础数据库主要包括基础地理空间数据以及相应的属性数据,主要服务于 UECTS 系统的“震情会商”、“震灾模拟”、“应急决策”以及“应急指挥”四个子系统,其细化体系结构如图 3 所示;成果数据库主要包括专题图和图表形式的震害预测成果数据、应急决策成果数据以及应急指挥成果数据,图 4 展示了成果数据库的细化结构;现场反馈数据库是指现场的震情、灾情数据以及抢险救灾和震害防御数据,其功用主要服务于系统的“震害预测”、“应急决策”与“应急指挥”子系统,便于系统及时根据现场反馈数据对应急决策与指挥调度进行调整,其数据库体系架构如图 5 所示。

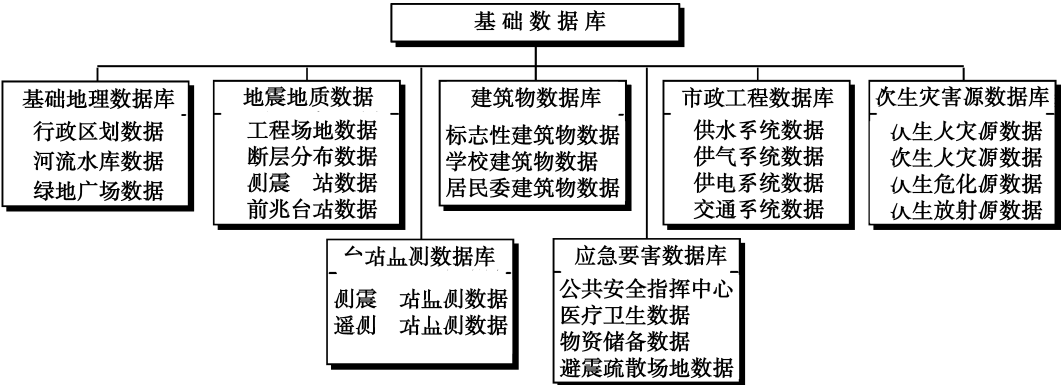


图 3 基础数据库体系结构图

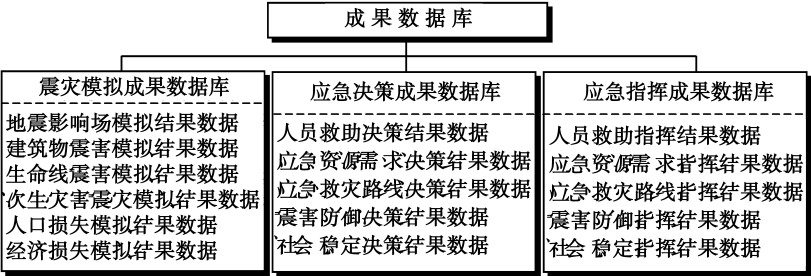


图 4 基础数据库体系结构图

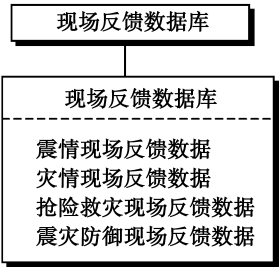


图 5 现场反馈数据库结构图

4 数据管理子软件技术集成

4.1 系统整体架构

城市地震应急指挥技术系统的高效运行有赖于系统对海量空间数据和属性数据的有效管理,能方便及

时地根据城市发展变化状况,对基础数据、成果数据以及震害时现场反馈数据,进行添加、删除及修改等数据管理操作。因此,在充分考虑系统涉及海量空间数据的基础上,设计并开发了数据管理子软件系统。系统采用大型数据库管理工具 Oracle作为海量空间数据管理的软件;数据访问技术在整体上采用美国 ESR I公司的 ArcSDE for Oracle及 Oracle(含 Spatial模块)实现对系统空间数据的访问,在对 RDBMS中的地理信息实现有效管理的同时,为 GIS软件提供开放式的数据支援;对 RDBMS中的属性数据采用 ADO 数据访问接口技术;系统应用界面整合采用了 ESR I ArcGIS9。数据管理子软件系统数据功能实现结构如图 6所示。

4 2 空间数据访问技术实现

空间数据引擎 ArcSDE采用 Client/Server体系结构,大量用户可同时并发对同一数据进行操作。在系统构建中,ArcSDE for Oracle的客户端负责数据结果的显示及用户请求的提交;ArcSDE for Oracle的服务器端,利用 Oracle的数据表 (Table)的形式存储空间数据,并通过 Oracle与 SDE的集成对空间数据进行管理,Oracle关系数据库管理系统提供数据服务,空间数据存储在 Oracle数据库中,SDE服务器进程作为应用服务器,对客户端应用软件发出应用请求,进行处理并转换为对 Oracle RDBMS请求,然后将 Oracle RDBMS返回的数据,经处理后提交给客户端应用程序,负责响应和处理用户的请求;而数据库服务器负责数据的管理工作。所有的地图数据都放在服务器端,客户端只负责提出请求,所有的响应都在服务器端完成。其数据访问层次结构如图 7所示。

4 3 属性数据访问技术实现

系统对属性数据的访问实现,采用微软的通用数据访问 (Universal Data Access)的高层软件接口技术 ADO (Active Data Object, ActiveX数据对象),以 OLE DB为基础,对 OLE DB进行封装,通过 OLE DB提供的 COM (组件对象模型)接口访问关系型数据库 Oracle,其技术实现如图 8所示。

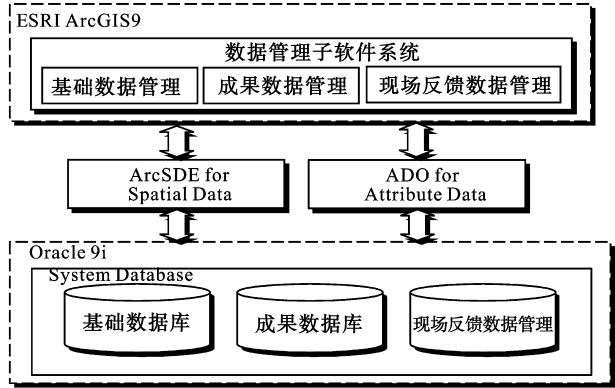


图 6 数据管理子软件系统功能实现结构图

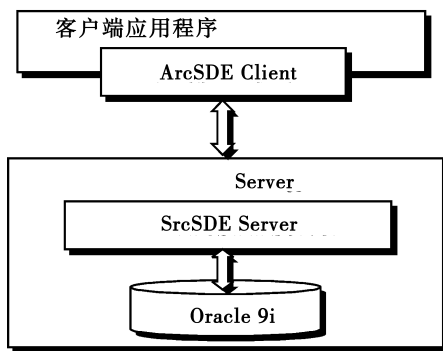


图 7 空间数据访问层次结构图

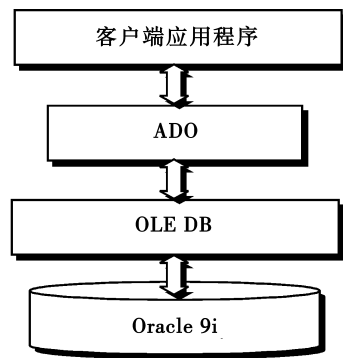


图 8 属性数据访问层次结构图

5 数据管理子软件系统功能及应用

数据管理子软件系统作为城市地震应急指挥技术系统的数据支持平台,意在实现对相关数据的有效管理。在系统功能划分上,以系统数据库规划结构为准,将其划分为文件管理、基础数据管理、成果数据管理、现场反馈数据管理、系统管理,其功能细化如图 9所示。

该软件系统的设计与开发已经应用在“青岛市地震应急指挥技术系统”的建设上,且已成为青岛市地震局指挥中心地震应急的重要数据支持平台,在基于对系统数据进行空间可视化展示的基础上,实现了对系统数据库的查询、修改、添加及删除等数据管理操作。图 10、11分别展示了系统对城市建筑物和交通系统的数据管理。

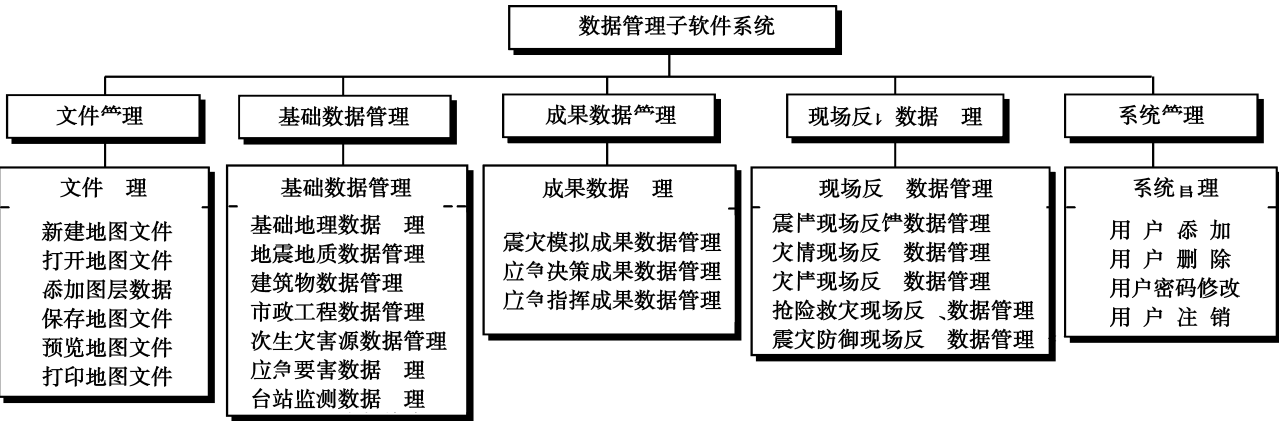


图 9 数据管理子系统功能细化结构图

6 结论

本文以城市地震应急指挥技术系统研究为背景,详细设计并开发了数据管理子系统,在数据规划方面,严格按照国家数据规范对系统数据作了详细的结构分析与规划,使其系统数据库的建设具有很高的通用性,为全国范围内 UEECTS系统数据库的建设提供了高效便捷的通用模型。

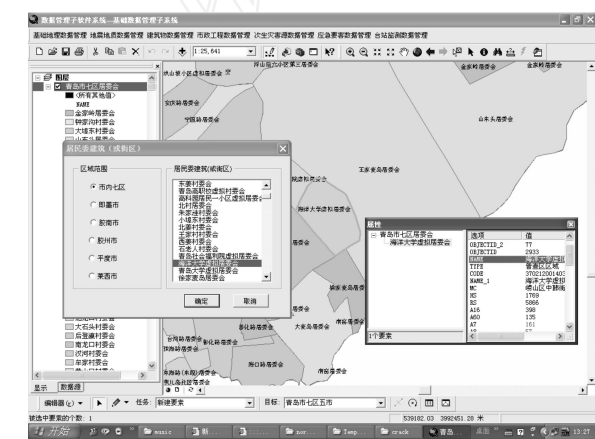


图 10 青岛市居民委建筑数据管理空间展示图

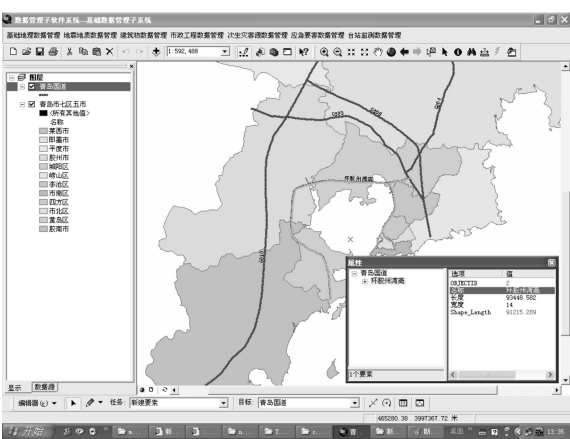


图 11 青岛市交通路网数据管理空间展示图

在数据管理子系统集成与功能应用方面,将空间地理信息系统技术引入数据管理领域,采用大型数据库管理系统 Oracle9管理系统数据库,运用 ESRI ArcGIS9软件开发平台和空间数据引擎 ArcSDE实现对系统数据库的高效访问,在实现对系统数据进行空间可视化展示的基础上,实现了对系统各项数据的查询、添加、删除及修改等数据管理操作,为城市地震应急系统数据管理的实现提供了良好的技术支持与系统建设模拟,为 UEECTS系统高效运行提供了坚实的数据支持。

参考文献：

[1] 于海英,谢礼立. 强震及工程震害基础资料数据地理信息系统研究 [J]. 地震工程与工程震动, 2003, 23(5): 1 - 7.

[2] 肖兰喜,袁一凡,等. 大中城市震害预测与辅助决策的空间分析 [J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3): 76 - 82.

[3] 危福泉,傅再扬,等. 城市防震减灾信息管理系统之研究 [J]. 福建地震, 2004, 20(3): 7 - 13.

[4] 赵成刚,冯启民. 生命线地震工程 [M]. 北京:地震出版社,1994.

[5] 王晓青,丁香香. 地震现场灾害损失评估地理信息系统 [M]. 北京:地震出版社,2002.

[6] 陈秀万,杨凯欣,等. 基于空间信息技术的城市应急救援联动系统研究 [J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(4).

[7] 张永波,张礼中,周小元,梁国玲,等. 地质灾害信息系统的设计与开发 [M]. 北京:地质出版社,2001.

[8] 冯启民,高惠珊. GIS技术在我国防灾减灾系统中的应用 [A]. 教育部 21 世纪 GIS 发展战略研讨会论文集 [C]. 武汉:中国地质大学, 2001, 261 - 280.