第53卷第1期
2013年1月
大 连 理 工 大 学 学 报
Journal of Dalian University of Technology
Vol.53, No.1
Jan. 2013

文章编号：1000-8608(2013)01-0024-05

跨界突发性大气污染防范及应急系统设计与实现

马书明[1]， 张树深[*1]， 郑洪波[1]， 匡文慧[2]

（1.大连理工大学 化工与环境生命学部，辽宁 大连 116024；
2.中国科学院 地理科学与资源研究所，北京 100101）

摘要：基于国家跨界突发性事故防范与应急需要，以C/S结构为主体架构，基于组件式GIS平台ArcGIS Engine、.NET、Oracle、计算机网络等技术开发了突发性大气污染防范与应急系统.设计并开发了6大功能模块：基础空间信息模块、跨界环境专题信息模块、环境风险源申报模块、跨界污染风险评价与制图模块、跨界污染监控与预警模块、污染应急与指挥模块，实现了数据浏览、环境风险源申报、跨界风险评价、跨界污染预警与通信、污染应急辅助决策等功能.系统填补了我国在突发性跨界大气事故研究方面的空白，对完善我国突发性污染事件的环境风险管理体系，增加环境突发事故应急处置能力具有一定的实践意义.

关键词：.NET；ArcGIS Engine；跨界；突发性大气污染；防范；应急
中图分类号：X937 **文献标志码**：A

0 引 言

近年来，我国工业发展飞速，由此造成的环境问题越来越尖锐，极端环境事件频繁发生.2005年11月13日，中石油吉林石化分公司双苯厂硝基苯精馏塔发生爆炸，上百吨硝基苯等有毒化学物质随消防用水排入松花江，并随江水跨界进入邻国俄罗斯境内，造成了恶劣的国际影响[1].

松花江水污染事件暴露出我国在跨界突发性重大污染事件防范应急工作中的不足.从国内研究现状来看，科研领域关于跨界突发性污染事件的研究尚处于空白.基于此，国家于2008年启动“八六三”国家高技术研究发展计划重大攻关课题“跨界重大环境污染事件风险防范与应急技术系统”.本文针对跨界突发性大气污染这一典型事件的实际需求，基于国家突发事件法规准则及突发事故监测、模拟、处理处置方面取得的进展[2-8]，采用.NET、ArcGIS Engine、Oracle、计算机网络等技术，对跨界突发性大气污染事件的防范与应急系统进行研究，开发集风险管理和应急处置于一体的跨界突发性大气污染防范与应急系统.

1 系统总体设计

1.1 系统目标与设计原则

结合跨界事件的特点和用户的实际需求，本系统目标是构建具有跨界风险源管理、大气事故模拟、跨级预警报警和应急决策能力的平台，旨在辅助政府及企业应急部门贯彻平战结合原则，最大限度地保障人民生命安全和环境安全.

系统具体目标如下：(1)“平时”，系统提供化工石化企业信息和跨界风险源信息管理功能，提供模拟风险源不同情景事故后果的评估功能，提供针对可能的事故情景的预案管理和专家信息管理功能.(2)“战时”，系统提供多用户跨界报警渠道、事故源查询和事故模拟功能，提供专家调用和应急预案调用功能，提供针对事故源的应急防护、应急处置方法等辅助决策功能.

本系统是一项应用目标明确、工程性强的系统开发工程，在设计过程中始终遵循如下原则：(1)实用性原则.系统功能和界面设计以用户的可操作性及现实需求为第一考虑要素.(2)可靠性原则.系统要确保运行时的稳定性及数据的安全性、系统相关数据和资料的准确性和完整性.(3)标准

收稿日期：2011-10-13； **修回日期**：2012-12-11.
基金项目：“八六三”国家高技术研究发展计划资助项目(2007AA06A411)；辽宁环境科研教育“123工程”资助项目(CEPF2009-123-1-7).
作者简介：马书明(1983-)，男，博士，E-mail:msm1106@126.com；张树深*(1953-)，男，教授，博士生导师，E-mail:zhangss@dlut.edu.cn.

化原则. 系统设计符合开发环境的基本要求和标准，相关数据库表结构、编码、符号应符合国家标准和行业规范. (4)可拓展性原则. 系统模块不但满足当前需要，并可通过模块的扩充或升级满足可预见将来需求，以保证系统的先进性.

1.2　系统总体结构设计

1.2.1　系统总体功能结构设计　针对总体目标，系统共设计 6 个模块：基础空间信息模块、跨界环境专题信息模块、环境风险源申报模块、跨界污染风险评价与制图模块、跨界污染监控与预警模块、污染应急与指挥模块. 系统总体结构图如图 1 所示.

1.2.2　系统网络结构设计　跨界突发性大气污染防范与应急决策系统涉及 4 类用户：化工石化企业、界内应急中心、界外应急中心和政府应急中心. 整个系统采用 C/S 结构，各用户通过应急内网进行用户间信息交互. 系统网络拓扑结构图如图 2 所示.

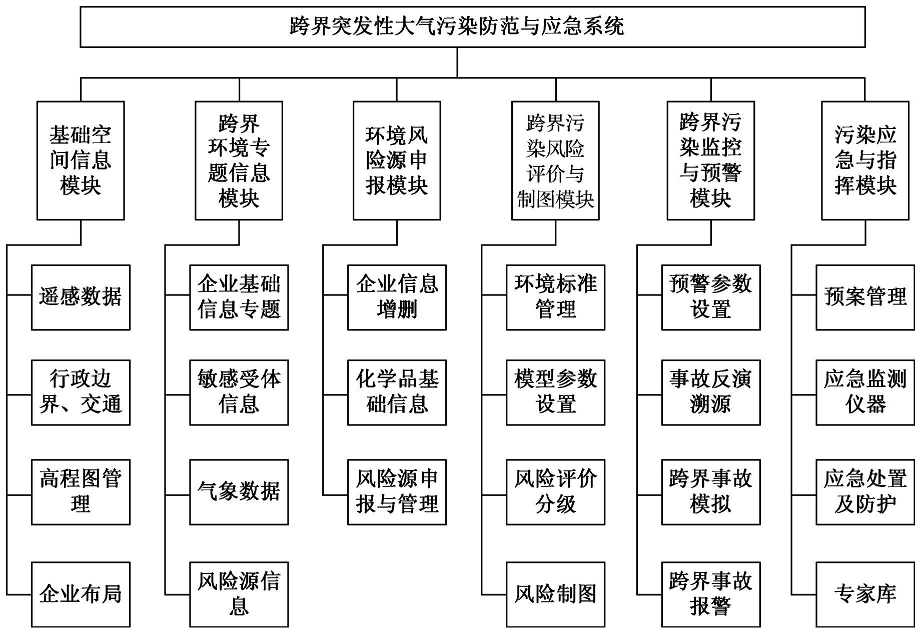


图 1　系统总体功能结构图

Fig. 1　Structure of the system

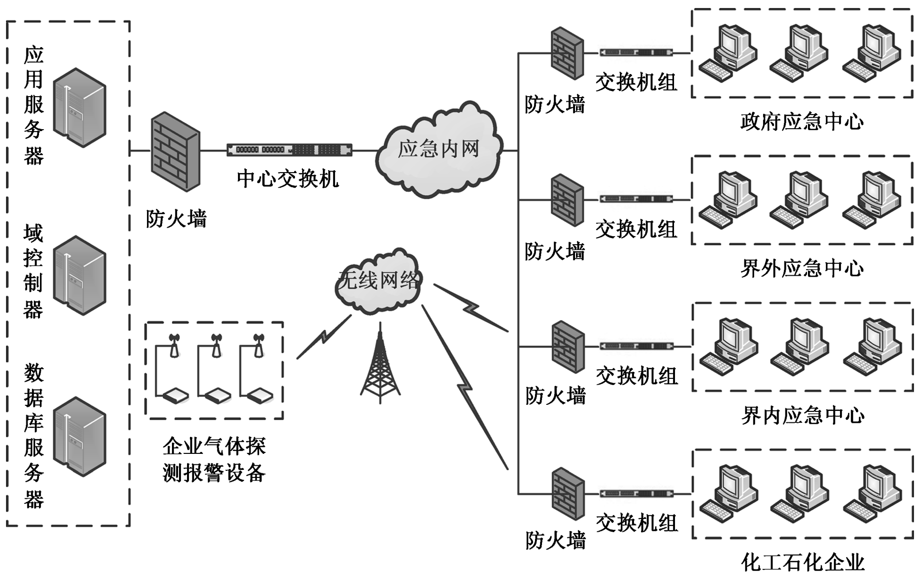


图 2　系统网络拓扑结构图

Fig. 2　Network topological graph of system

2 系统实现

2.1 系统示范区

系统选择大连市为示范区，以大孤山半岛企业作为企业用户.大孤山半岛位于大连市区东北部，大连湾与大窑湾之间，南临黄海，西南部与甘井子区隔海相望.地理跨度为 38°55′N～39°03′N，121°47′E～121°56′E.半岛石化企业集中，涉及的化学品种类多，数量和规模大，安全隐患和环境风险突出.半岛西北侧为大连经济技术开发区，人口密集.本研究通过构建大连市应急中心—开发区应急中心—半岛园区应急中心—企业应急联动框架来实现系统展示.

2.2 系统开发工具及环境

2.2.1 ArcGIS Engine 由于系统涉及大量地理空间数据，研究选用国际领先的 ArcGIS Engine 平台作为地理数据开发平台.ArcGIS Engine 平台是美国环境系统研究所(ESRI)整合了地理信息系统与数据库、软件工程、人工智能、网络技术及多方面的计算机主流技术，开发出的 GIS 开发平台.该平台支持一系列的应用开发接口(API)，同时提供了大量高级地理信息系统开发控件[9].

2.2.2 .NET 系统采用 VisualStudio.NET 开发工具，它由微软公司开发，主要用于桌面应用程序、Web 应用程序、移动应用程序的开发.开发语言选择 C#，它是微软针对.NET 平台推出的编程语言，作为.NET 平台的第一语言，它几乎集中了所有关于软件开发和软件工程研究的最新成果，且与 ArcGIS Engine 有很好的兼容性[10].

2.2.3 软硬件环境 系统硬件环境为 Intel 双核微机或更高，中央处理器为 2 GHz 或更高，内存 1 GB以上或更高，显存 256 MB 以上，硬盘容量不小于 80 GB，配备以太网卡、高性能显示系统.

系统开发的软件环境为 Windows XP Professional (IE 6.0 以上)、Oracle 数据平台、ArcSDE 9.3 for Oracle、ArcGIS 9.3 Desktop、Arc Engine、.Net Frame 等.

2.3 系统数据

按照数据的结构，本研究数据可分为 3 类：地理空间数据库、基础信息数据库和文档资料库.地理空间数据库包括遥感底图、行政区边界信息、研究区高程数据、企业及企业布局空间数据、人口密度分布空间数据、敏感受体空间数据、应急疏散交通地理数据等.基础信息数据库包括企业基础数据、重大风险源数据、化学品基本属性数据、化学品环境标准数据、化学品毒理学数据、大气扩散模型参数数据、风险预警参数数据、研究区气象数据、应急专家数据.文档资料库包括不同级别的应急预案文档、化学品应急检测方法技术文档、化学品应急处置方法技术文档、人员应急防范方法技术文档等.

地理空间数据主要以 ARCINFO 格式在本机中存储和管理.基础信息数据，通过数据库的规范化设计，以表的形式在 Oracle 服务器中存储和管理.文档资料以富文本格式(rich text format，RTF)进行管理和调用.地理空间数据库和文档资料以本机存储为主，系统可在脱机状态调用和浏览.

2.4 应用功能实现

2.4.1 基础空间信息浏览 该功能由系统的基础空间信息模块实现.主要实现功能有遥感数据、行政边界、高程图、企业布局信息的浏览和添加删除等功能.浏览功能包括地图放大、缩小、固定放大、固定缩小、平移、全屏显示等.系统为实现跨界事故的快速判断，在系统界面设置 4 个比例范围下跨界快捷切换键，实现 4 个尺度的地图视图(省界、市界、县区界、厂区界)快速切换，以满足跨界识别及现场应急的需求.

2.4.2 跨界环境专题信息浏览 该功能由系统的环境专题信息模块实现.主要实现功能有专题信息的浏览和检索功能，专题信息包括企业基础信息专题、敏感受体专题、气象数据(风向、风速、降水、云量、辐射与日照、湿度、风向稳定频率等)、风险评价结果集、企业风险数据信息等.该部分内容为管理者提供跨界事故风险集中审核平台，同时也为风险评价和预警提供历史气象数据参考.

2.4.3 环境风险源申报 该功能由系统的环境风险源申报模块实现.主要实现功能有：企业信息管理、化学品基础信息添加和风险源申报管理.企业信息管理主要实现企业数据的申报、修改、浏览、增删等功能.化学品基础信息主要实现化学品数据的添加、修改、检索、增删等功能.风险源申报管理实现企业贮存的化学品基本信息名称、存量、存储装置、存储温度、压力等信息的添加、删除、检索等功能.

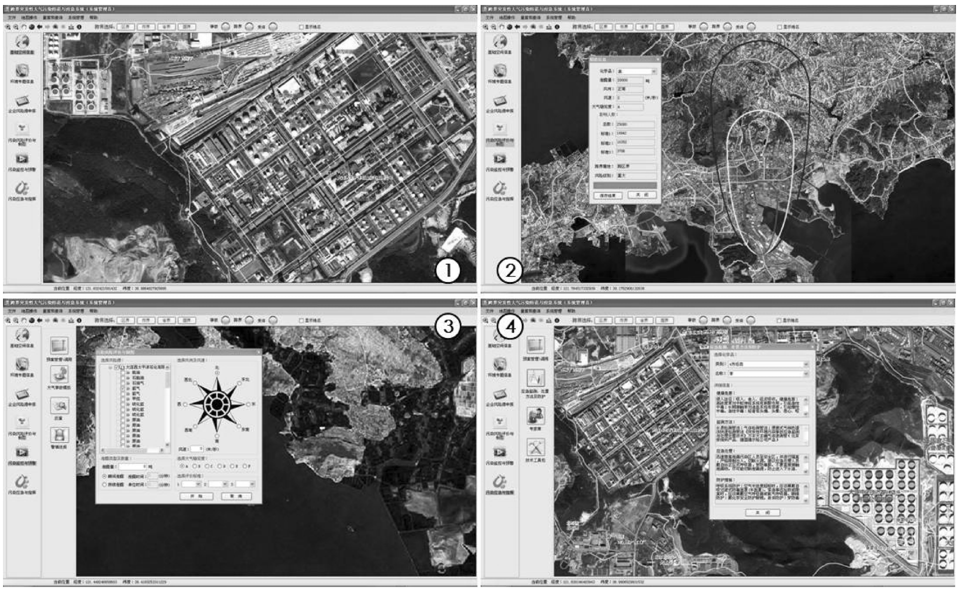
2.4.4 跨界污染风险评价与制图 该功能由系统跨界污染风险评价与制图模块实现.主要实现大气风险源的后果模拟：可计算在设定的泄漏量

和气象条件下3种阈值浓度扩散范围，并在遥感底图进行结果展示. 计算出3种不同浓度范围内受影响人数，并基于扩散范围自动辨识是否跨界、跨界类别（国界\省界\市界\县界）和可能产生事故的级别. 评级结果能以图谱的形式保存.

2.4.5　*跨界污染监控与预警*　该功能由系统的跨界污染监控与预警模块实现. 主要实现如下功能：可根据事故源的泄漏量和当日气象条件模拟事故扩散范围、受影响人数，预判跨界类型和总体事故级别，可将事故信息传送到其他联网用户. 警报信息发送后，接受者在系统屏幕前会得到报警指示灯和报警声音的提示. 此外系统还实现了基于报警信息和风向进行空间搜索风险源的功能.

2.4.6　*污染应急与指挥*　该功能由系统的污染应急与指挥模块实现. 具体功能如下：预案库，可实现各类应急预案的添加、删除、编辑、检索功能；应急检测方法库，可提供事故现场应急监测方法和设备信息参考；应急处置库，实现了事故源处置信息查询功能，可为事故处置者提供事故源处置方法参考；专家库，实现了专家信息的管理功能，可在事故发生时，通过库中专家信息的分类和联系方法，第一时间通知应急专家赶赴现场.

系统示意图见图3.



①系统主界面；②跨界风险评价结果界面；③事故应急模拟界面；④应急监测、应急处置技术查询界面

图3　系统示意图

Fig. 3　Schematic for the system

3　结　论

本文成功利用ArcGIS Engine和.NET框架等技术开发了突发性大气污染防范与应急系统. 系统开发了6大功能模块，实现了预期目标，填补了我国在跨界事故研究中的空白，对完善环境风险管理体系，增加事故应急处置能力具有一定的指导和实践意义.

参考文献：

[1]　曾贤刚，吴雅玲. 中国环保四年巨变——从松花江水污染事件说起[J]. 环境经济，2010(z1)：73-78.
ZENG Xian-gang, WU Ya-ling. Changes to environmental protection in China in the past four years — from the Songhua River water pollution incident [J]. **Environmental Economy**, 2010(z1): 73-78. (in Chinese)

[2]　万本太. 突发性环境污染事故应急监测与处理处置技术[M]. 北京：中国环境科学出版社，2006.
WAN Ben-tai. **Sudden Environmental Pollution Monitoring and Emergency Treatment and Disposal Technologies** [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2006. (in Chinese)

[3]　郭振仁，张剑鸣，李文禧. 突发性环境污染事故防范与应急[M]. 北京：中国环境科学出版社，2006.
GUO Zhen-ren, ZHANG Jian-ming, LI Wen-xi. **Sudden Environmental Pollution Accident Prevention and Emergency** [M]. Beijing: China Environmental

Science Press，2006.（in Chinese）

[4] 中华人民共和国环境保护部. 国家突发环境事件应急预案[Z]. 北京：中华人民共和国环境保护部，2006.
Ministry of Environmental Protection of the People′s Republic of China. National environmental emergencies contingency plans [Z]. Beijing：Ministry of Environmental Protection of the People′s Republic of China，2006.（in Chinese）

[5] 中华人民共和国环境保护部. 环境污染事故应急预案编制技术指南（征求意见稿）[Z]. 北京：中华人民共和国环境保护部，2008.
Ministry of Environmental Protection of the People′s Republic of China. Technical guidelines of preparation and plan for environmental pollution emergency（draft）[Z]. Beijing：Ministry of Environmental Protection of the People′s Republic of China，2008.（in Chinese）

[6] 国家环境保护总局. HJ/T 169—2004 建设项目环境风险评价技术导则[S]. 北京：中国环境科学出版社，2004.
Environmental Protection Administration of China. HJ/T 169—2004 Constructing project environment risk evaluation technology [S]. Beijing：China Environmental Science Press，2004.（in Chinese）

[7] 李凤英，毕　军，曲常胜，等. 环境风险全过程评估与管理模式研究及应用[J]. 中国环境科学，2010，**30**(6)：858-864.
LI Feng-ying，BI Jun，QU Chang-sheng，*et al*. Whole-process environmental risk assessment and management and its application [J]. **China Environmental Science**，2010，**30**(6)：858-864.（in Chinese）

[8] 蒋自强，张　欣，王体健. 突发性泄漏事件大气环境与健康风险评估系统研究[J]. 安全与环境学报，2010，**10**(6)：127-132.
JIANG Zi-qiang，ZHANG Xin，WANG Ti-jian. Development of risk assessment system of atmospheric environment and health for accidental chemical release [J]. **Journal of Safety and Environment**，2010，**10**(6)：127-132.（in Chinese）

[9] 夏　波，武　伟，刘洪斌. 基于ArcGIS Engine构建测土配方施肥信息系统[J]. 西南师范大学学报：自然科学版，2007，**32**(2)：59-64.
XIA Bo，WU Wei，LIU Hong-bin. Development of a recommended fertilization information system based on ArcGIS Engine [J]. **Journal of Southwest China Normal University：Natural Science**，2007，**32**(2)：59-64.（in Chinese）

[10] 苗德强，胡　锋，李辉信. 基于.NET和ArcGIS Engine的土壤污染评价管理信息系统的设计与实现[J]. 科技通报，2011，**27**(2)：299-304.
MIAO De-qiang，HU Feng，LI Hui-xin. Design and implementation of soil pollution evaluation and management information system based on .NET and ArcGIS Engine [J]. **Bulletin of Science and Technology**，2011，**27**(2)：299-304.（in Chinese）

Design and realization of prevention & emergency system to cross-border sudden air pollution

MA Shu-ming[1]，ZHANG Shu-shen[*1]，ZHENG Hong-bo[1]，KUANG Wen-hui[2]

（1. Faculty of Chemical，Environmental and Biological Science and Technology，Dalian University of Technology，Dalian 116024，China；
2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research，CAS，Beijing 100101，China）

Abstract：To meet the national needs of prevention & emergency response to cross-border sudden air pollution，using C/S as the main structure，a new system is developed based on ArcGIS Engine，.NET，Oracle，Network. Six function modules are designed and developed. They are basic spatial information module，cross-border thematic information module，environmental risk sources reporting module，cross-border risk assessment and mapping module，cross-border pollution monitoring & early warning module and emergency response module. The new system supplies the function of data browsing，environmental risk sources reporting，cross-border risk assessment，cross-border emergency response and communication，emergency decision. It has filled the research gaps on cross-border sudden air pollution and has practical significance to improve national emergency pollution incident risk management system and increase environmental emergency response capacity.

Key words：.NET；ArcGIS Engine；cross-border；sudden air pollution；prevention；emergency response