

三峡库区水环境应急管理系统设计及集成应用

张艳军^{1,2}, 曾 咍¹, 张云怀², 余 游¹

(1. 重庆市环境保护信息中心, 重庆 401147; 2. 重庆大学 化学化工学院, 重庆 400044)

摘 要: 围绕环境应急事件管理和 2010 年部市次生环境应急演练的业务应用需求, 设计和开发了基于面向服务架构(SOA)的环境应急管理信息系统技术架构。建立了为支撑智能决策的结构化的水环境数据资源目录和基于专家知识的内容管理数据体系。提出了一种基于 XML 标准的数据和模型接口的松耦合集成方式, 并在 2010 年环保部重庆市政府联合环境应急演练中通过了现场监测数据态势验证。

关键词: 环境应急; 三峡库区; 智能化; 预警

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2013)02-0102-04

中图分类号: X505

Design and Implementation of Emergency Management System for Water Environment in Three Gorges Reservoir Area

ZHANG Yan-jun¹, ZENG Xuan¹, ZHANG Yun-huai², YU You¹

(1. Chongqing Environmental Protection Information Center, Chongqing 401147, China;

2. School of Chemistry and Chemical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: In order to meet the requirements of 2010 environmental emergency response exercise and related environmental emergency management, we designed and developed an emergency management information system based on service oriented architecture(SOA). The goal of the system is to support the structurization of intelligent decision on water resource inventory and management based on expert knowledge. We proposed a new method integrating XML based data and model as the interface. The system was realized and performed during the 2010 joint environmental emergency response exercise, which was organized by environmental protect ministry and Chongqing municipal government.

Keywords: environmental emergencies; Three Gorges Reservoir area; intelligent; early warning

近年来随着社会发展和人民生活水平的提高, 环境问题日益受到重视, 而环境投诉事件和突发性环境污染事故的发生则呈逐步上升趋势, 引起政府和社会的高度重视。以国家“水体污染控制与治理”科技重大专项“流域水环境风险预警及三峡库区示范技术研究”项目为支撑, 围绕环境应急事件管理和 2010 年部市次生环境应急演练的业务应用需求, 结合环境信息化软件系统“数据共享, 业务协同”的顶层设计理念, 设计和实现了一套基于 SOA 技术架构的环境应急管理信息系统, 并在 2010 年环保部重庆市政府联合环境应急演练中得以验证。

1 研究现状

1.1 研究概况

通过环境监察能力的基础建设, 重庆市环保局在

国家和地方政策法规的基础上, 形成了一套标准化的应急处置流程和应急监测预案; 搭建了基础的硬件平台, 形成了以应急监测车、应急指挥车为基础的移动监测和处置平台; 初步建成了应急管理信息系统、污染源在线监测系统、环境质量在线监测系统及 GIS 应用的数字环保一张图。

1.2 环境应急演练需求

“松花江事件”后, 环保部提出环境应急管理是以“事前预防、应急准备、应急响应、事后管理”的全过程管理, 包括风险防范体系、应急预案体系、指挥协调体系、恢复评估体系等 4 大核心要素以及政策法律体系、组织管理体系、应急资源体系等 3 大保障要素。各地纷纷建立了相关的应急管理和模型系统, 在环境应急中取得了很好的效果。2010 年环保部、重庆市政府联合举办的次生环境应急演练的需求为: 支持日

收稿日期: 2012-03-21

修回日期: 2012-05-22

资助项目: 国家科技重大科技专项“流域水质安全评估与预警管理技术研究”(2012ZX07503-002)

作者简介: 张艳军(1980—), 男(汉族), 山西省天镇县人, 博士研究生, 高级工程师, 主要研究方向为环境信息化及 3S 技术应用、环境化工技术与应用。E-mail: zyj36548@yahoo.com.cn.

常应急演练和突发事件应急处置,实现与投诉受理系统的平战结合使用;突出科学预警、智能环保,直接用于应急事故的快速定位、快速甄别、预案辅助、指挥调度、模拟预测等业务管理,构建了图文一体的受理维权、监控预警、应急处置“三大平台”与执法监督有机结合的“四位一体”综合指挥系统,快速调度应急管理、应急监测、科研部门、应急专家和专业救援保障队伍。

2 系统设计

2.1 系统软件架构

三峡库区突发性水环境应急管理平台采用面向 SOA 的框架设计,整个系统架构分为数据层、模型层和业务层(图 1)。数据层主要对环境应急管理的核心业务数据进行规范描述,将包括污染源、风险源、水文气象、周边敏感目标、环境质量、预测模型等在内的业务数据,基于市环保局信息化二期设计的数据资源目录,封装成标准的资源对象;模型层着重对应急模型进行管理,一方面访问底层的数据资源,另一方面通过标准的调用接口为上层业务应用提供服务。其内容包括:模型描述、模型管理和模型应用等;业务层则根据具体的业务需求,通过灵活的组织 and 调用各类模型,提供环境事件投诉、甄别、模型模拟和处置等流程服务^[1-7]。

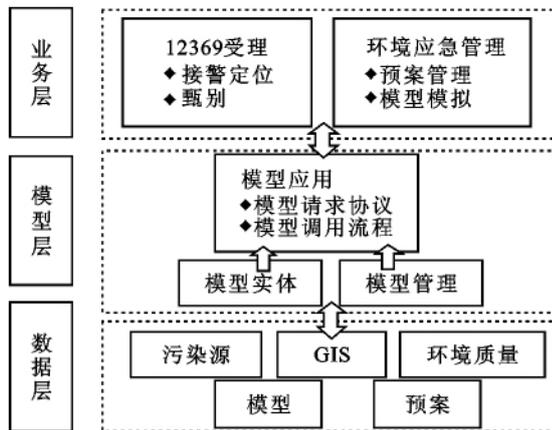


图 1 三峡库区水环境应急管理系统软件架构设计

2.2 业务设计

通过对一般环境投诉和应急事故集中受理、甄别后,分别启动相应级别的处置流程,在应急系统上具有实时调度、音视频交互、态势模拟、态势展现等功能。系统建设应实现“五个一”,即“一个体系,一张网,一张图,一个表,一个流程”。一个体系:即“三级协同,四方联动”的调度体系,“三级协同”指“指挥中

心—现场指挥部—单兵”的协同作战体系;“四方联动”指通过后续建设,建成“国家环保部—市环保局—区(县)环保局—相关单位”的联动体系。“一张网”即利用现有环保业务网络资源和公共网络资源,采用有线、无线通信技术的混合组网,实现语音、数据和视频 3 网融合。“一张图”指基于 GIS 电子地图,形成应急全要素信息集成展现的电子沙盘。“一个表”指实现应急预案的智能化生成,即将应急指挥人员、监测人员、处置人员、救援队伍、专家等信息自动生成一个调度表,并将标准化的处置、监测等方案模块自动生成应急方案。“一个流程”指将标准化的应急指挥流程电子化,应急过程中的进度情况可以在电子化的流程中清晰展现。系统各用户均可以在统一界面上共享信息,实时交流;信息资源可以根据已有信息主动智能化推送,尽可能达到快速、便捷、直观的应用要求。

3 系统开发应用

环境应急管理系统业务流程围绕环境事件接警定位、事件甄别、预案启动、资源调度、处置方案管理、监测数据管理、信息管理等模块,实现环境事件“定位、甄别、态势和模拟”开发集成。在设计开发过程中,通过建立专题数据资源目录体系,制定基于标准的 Web Service 数据、模型和应用接口,实现了系统可扩展、数据同步共享、业务协同规范的综合性应用平台。

3.1 专题数据资源目录体系

结合基础地理数据、污染源排放和环境监测数据及其它专题数据的特点,进行各类基础数据及专题数据的标准化工作,保证数据的一致性及标准化^[8-12]。本设计涉及地理背景库、环境质量、风险源、污染源、模型库及预警模型库、决策支持库等专题数据库。

(1) 自然地理背景。基础地理空间数据按照 1:5 万、1:1 万及 1:2 000 基础地形图分层内容展现,主要包括行政区划、地名、交通、河流水系、地形、水文气象监测、等高线、流域环境功能分区、断面划分、网格生成和河道地形等各类要素,预留 GIS 输入输出接口,基础数据采用国家统一的西安 80 坐标系。

(2) 污染源。污染源主要针对分为工业污染源、风险源及流动源,重点筛选中可能对环境造成污染事故的风险源,参照环境风险导则中涉及的主要污染源及其在生产、运输、使用、销售等环节的临界污染量为阈值,数据主要包括影响环境污染危险品所在的区县,流入的流域、品名、数量及危险品的物理化学特性等。依据建立的环境污染风险源分级标准体系,对环境污染风险源进行分级,明确环境污染的主要风险源

和主要污染物。并明确可能受环境事故危害的敏感目标类型,明确不同类型敏感目标的数量、空间地理位置,对敏感目标的脆弱性进行分析评估。

(3) 环境质量。环境质量数据包括现有的监测能力网络布点的大气、地表水、饮用水源等监测点,还包括在事故处置过程中的临时监测布点及监测的数据。

(4) 模型参数。为环境模型提供的污染物理化特性、扩散系数及现场的气象、水文参数等。

(5) 决策支持库。决策支持库主要是将历史的或整理规范的应急预案进入系统作为可以启用的应急方案,预案类型包括部门预案和企业预案等。并按处理的危化品、预案标题、制订时间和预案状态等方面。

(6) 知识库。主要针对应急处置提供的各类专家资源库、法律法规、标准规范、危化品标识、理化特性、燃烧爆炸危险性、包装与储运、毒性危害、急救、防护措施、泄露处理等。

3.2 数据、模型和应用接口

系统软件开发接口分为面向服务的标准服务调用接口和模型数据接口。标准服务调用在应急指挥开发与 GIS 系统相结合开发时,利用 GIS 平台提供的可视化地图服务和应用分析服务等接口,实现在专业对象管理与地理信息的集成,应用分析服务的集成应用。GIS 标准服务调用包括可视化服务聚合,即在 GIS 软件或者三维 GIS 软件中将平台发布的多种不同来源的可视化地图服务叠加显示,如 GIS Online 和 OGC 地图服务等。本系统开发过程中通过 API 标准接口调用 GIS 平台的影像服务、地名服务等,实现了与市政务地理信息平台的无缝集成,保证了基础数据的更新^[13-15]。

为增强系统架构的灵活性和可扩展性,在平台的

数据和模型接口设计中均采用 SOA 和环境模型模块化设计思想,采用基于服务注册中心的一对多的数据共享交换机制,基于网络服务(web service, WS)进行封装,其核心包括基于 XML 的参数传递方式和独立于平台的模型调用,将其称为模型接口^[16-17]。模型接口分为配置接口和调用接口两个部分。其中配置接口主要用于对模型运行所需要的参数进行设置。根据参数作用不同,将其分为模型属性参数和模型运行参数两类,其中模型属性参数用于设置模型调用的一些经验性参数,如污染物特性数据等;而模型运行参数则是指那些需要在模型运行时动态获取的参数,如水流速度和监测点数据等。对属性参数用户可以通过系统提供的操作界面进行手动设置;对运行参数用户则可以通过设置数据源的相关信息,如参数路径和数据格式等,然后由模型在运行时自动读取,也可以通过调用接口按既定的数据格式传送给模型。

调用接口则是在配置接口的基础上,描述业务应用在调用模型时的规则,包括需要提供的参数数目、类型和格式等。配置接口和调用接口均基于 XML Schema 进行描述,并开放供业务系统查询并使用。并以一个三峡库区一维水动力污染扩散模型的调用为例,对模型接口进行说明。表 1 说明模型运行的部分参数可以通过两种方式指定。一种是通过操作界面,指定该运行参数所存放的目录和文件名称,然后模型在运行时自动读取该目录下的指定文件获取参数;另一种则是在调用该模型是直接将参数封装成指定格式进行传送。表 2 为运行参数和属性参数的描述共同组成了调用接口的输入部分,输出部分则指定了模型调用后返回的数据格式。

通过将坐标数据与现有 GIS 系统的坐标系统向匹配,模型返回的数据可以直接在用户界面中进行展现。

表 1 模型运行的部分参数格式

m

时间	朱沱流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	嘉陵江流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	龙溪河流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	乌江流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	大坝水位/m
20100526	3 090	456	120	206	173

表 2 模型输出结果的部分参数

I 网格 编号	J 网格 编号	时间	污染物 名称	污染物浓度/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
106	29	0526—13:00	二硝基甲苯	0.9

3.3 基于专家知识的内容管理和智能决策模型

针对环境应急管理事故现场复杂的快速、科学处置的应用需求,建立基于专家知识的内容管理和智能化信息推送业务服务系统,有效保证信息的获取和

科学决策。在 2010 年部市环境应急演练中,紧扣当前气象、地质灾害频发热点等复杂、水、气污染并举,面对社会网络舆情,增加了处置的难度。系统建立以专家知识驱动的内容管理,按照应急预案管理、知识库、专家库和现场情况等不同业务主题快速查询搜索,抽提定制功能推送服务,为应急事件现场指挥提供科学技术支持。

当前的水动力学和水质模型的系统开发复杂度

和决策过程中需要专家干预,决策过程需要专家人工的经验知识判断,业务化运行的应急系统通过研究模型库、知识库和数据库等技术引导下的智能决策模型库体系,研究基于知识的驱动的复杂模型库的判断规则和规律性,由模型与知识规则共同协作来完成对复杂环境问题的决策分析,以模型为核心,以知识为驱动的水环境模型集成技术与示范,建立水环境数据采集、模型运行和智能分析功能的水环境预警系统,提高水体污染物扩散过程模拟分析与预测的智能化。

3.4 软件系统应用验证

围绕重庆市环境投诉受理及环境应急管理应用需求,开发了三峡库区突发性应急管理平台,在 2010 年环保部和重庆市政府联合举办的环境应急演练中进行了应用和验证,演练模拟重庆某公司的液氯储槽发生氯气泄露、二甲苯储罐泄露并流入长江某支流,市区两级立即启动次生突发环境事件应急预案。在智能化的环境信息系统锁定事故发生地,环境应急系统的基础数据库准确提供泄漏点原储存污染物数量;通过现场环保监测人员监测的空气、水环境状况,模型模拟泄露的污染物可能进入长江、到达下游饮用水源取水点的时间,并迅速自动生成集领导、专家、监测与应急人员于一体的组织机构,以及监测方案与处置技术建议方案。现场应急处置人员按照方案处置险情,现场传回的各类数据和图像也实时传回指挥中心,模拟现场污染的发展趋势,为专家及时调整监测和处置方案,经过约 4 h 的紧急处置,空气和水质都已达标。三峡库区突发性应急管理系统实现了突发性环境事件的集中受理定位、事件甄别及统一调动应急组织体系、污染物的态势、模型模拟等应急指挥流程。

4 结论

(1) 通过环境事件投诉及应急管理及平战结合应用需求,设计和开发了基于 SOA 架构的“五个一”重庆市环境应急管理平台,实现了环境事件定位、甄别态势和模拟等应急指挥流程,并将应用到部市环境应急演练,并通过业务化过程中不断补充数据和完善系统功能。

(2) 针对大气、水质等环境模型数据分散、多元,模型相对独立、缺乏耦合和重用的功能薄弱等,提出

了一种基于标准 XML 数据和模型接口的松耦合系统集成方式,满足在环境应急事件处置决策过程中的简单、快速、易用的模型调用模拟,并通过现场监测数据态势验证,为决策提供技术支持。

致谢:特别感谢武汉大学张万顺教授对本研究的大力支持。

[参 考 文 献]

- [1] 董志颖,李兵,孙晶. GIS 支持下的吉林西部水质预警研究[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2003,33(1):56-58.
- [2] 冯文钊,张宏. 突发性环境污染事故应急预案网络系统的设计与开发[J]. 城市环境与城市生态,2004,17(1):9-11.
- [3] 张艳军. 基于 SOA 的三峡库区水环境安全预警平台集成[J]. 四川环境保护,2010,29(1):47-50.
- [4] 李桂秋,窦明,胡彩虹. 郑州市水环境预警系统研究[J]. 气象与环境科学,2008,31(3):86-89.
- [5] 张艳军,曾喆. GIS 技术在景观视觉分析中的应用[J]. 地理空间信息,2008,6(4):87-89.
- [6] 陈明. 美国环境应急体系的特点与启示[J]. 环境保护,2010(14):64-66.
- [7] 董峰. 大连市环境应急预案系统规划研究[D]. 辽宁大连:大连理工大学,2007.
- [8] 汤国安,赵牡丹. 地理信息系统[M]. 北京:北京科学出版社,2001:183-201.
- [9] 谢红霞,胡勤海. 突发性环境污染事故应急预案系统发展探讨[J]. 环境污染与防治,2004,26(1):44-45.
- [10] 张波等. 基于 GIS 的水污染事故水质模拟系统动力学模型研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,2010:22-35.
- [11] 何焰,由文辉. 水环境生态安全预警评价与分析:以上海市为例[J]. 安全与环境工程,2004(4):1-4.
- [12] 潘莹,冯文钊. Web Service/WebGIS 在突发性环境污染事故应急预案系统中的应用[J]. 计算机应用研究,2004,21(11):184-186.
- [13] 窦明,李重芳,王陶. 汉江水质预警系统研究[J]. 人民长江,2002,33(11):38-39.
- [14] 冉圣宏,陈吉宁. 区域水环境污染预警系统的建立[J]. 上海环境科学,2002,21(9):541-544.
- [15] 于长江,孟宪林. 突发事故水环境污染风险预警模型的研究[J]. 哈尔滨商业大学学报,2007,23(1):75-79.
- [16] 孙永旺,朱建军,王蕾,等. 基于 GIS 的水环境管理信息系统的研究[J]. 测绘科学,2007,32(5):165-167.
- [17] 陈小钢. 虚拟地理环境和地学认知检验[J]. 地理研究,2003,22(2):245-252.