

# 化工危险源环境安全监测和应急响应系统的研发与应用

张 峰<sup>1</sup>, 黄子璐<sup>2</sup>, 张 钧<sup>1</sup>

(1. 泰州市环境监测中心站, 江苏 泰州 225300; 2. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

**摘 要:**通过分析化工危险源环境污染的危害性,提出了将工业无线传感器网络技术、视频监控技术和自动控制、无线通讯、地理信息系统(GIS)、数据库及网络工程等计算机技术应用于化工危险源的监测和监控,建立一个化工危险源的环境安全监测和应急响应系统的必要性。概述了系统的需求分析和架构,详细介绍了系统的组成、功能和关键技术,探讨了如何将该系统应用于泰州某化工公司危险源的环境监控和应急管理。

**关键词:**化工危险源; 环境安全监测; 应急响应系统; 研发与应用

中图分类号: TP315 X83

文献标识码: B

文章编号: 1674-6732(2010)03-0030-05

## Development and Application of the Environmental Safety Monitoring and Emergency Response System for Chemical Industry Hazard

ZHANG Feng, HUANG Zilü, ZHANG Jun

(1. Taizhou Environmental Monitoring Central Station, Taizhou, Jiangsu 225300, China; 2. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037, China)

**ABSTRACT:** Based on the analysis of the danger from the environmental pollution of the chemical industry hazard, it is necessary to set up a environmental safety monitoring and emergency response system with support of the industry wireless sensor network technique, videomonitoring and automation control technique, wireless communication, geographical information system (GIS), the database and network engineering, etc. Reviewed the demand and organization of the system, introduced in detail the key technologies and application of the system, and discussed the adoption of the system to the environmental monitoring and emergency management of the hazard of a chemical industry company.

**KEY WORDS:** chemical industry hazard; environmental safety monitoring; emergency response system; development and application

化工行业具有“高温高压、易燃易爆、有毒有害、连续作业、链长面广”的特点,由化工事故(安全生产事故、交通事故、恶意排污等)引发的突发环境事件是当今世界各国都面临的一个重大环境问题。从技术角度分析,降低风险因素是可行的,但彻底杜绝小概率事件的发生是不可能的。通过对以往突发环境事件的分析可以发现,应急处理如及时有效,事故造成的损失相对就小,否则,往往对环境造成严重污染和破坏,给国家和人民财产安全造成重大损失,严重影响企业的效益和职工的安全。因此,加强对化工企业自身危险源的环境安全监测和突发事件处理,并建立相应的应急响应系统迫在眉睫。

随着工业无线传感器网络技术<sup>[1]</sup>和视频监控

技术的发展和成熟,将工业无线传感器网络技术、视频监控技术和自动控制、无线通讯、地理信息系统(GIS)、数据库及网络工程等计算机技术应用于化工危险源的监测和监控,建立一个分布于化工危险源及其周围的环境安全监测和应急响应系统已成为发展趋势<sup>[1, 2]</sup>。

### 1 系统需求分析

系统针对以下建设目标进行需求分析:①为化工行业提供日常作业的安全监测与应急服务,提升

收稿日期: 2009-12-29; 修订日期: 2010-03-01

作者简介: 张峰(1973-)男,高级工程师,本科,从事环境监测与管理工作。

突发事故应急处理能力。②为事故处置部门提供决策支持,通过对事故的仿真模拟和预测,自动生成处置决策和方案。③强化对风险源的管理和监控,尤其是日常监控和监测,实现无人值守,自动报警,提高环境安全管理水平。

### 1.1 平战结合

系统应具备日常监控和事故后的临时部署能力,既可用于环保部门对化工危险源排放有毒有害气体的日常在线监测,也可以在出现紧急事故后,通过基于 GIS 的自动监控平台、相应的气体扩散模型和完善的应急预案系统,实现及时的科学决策和处理。

### 1.2 建立双网,便于扩充

“双网”即无线传感器网络与视频监控网络。在危险环境和累积性致害环境下,环保工作者可以使用此平台,实现现场设备无人值守和远程在线监控。此外,系统不仅能够容纳气体仪表,同时具备

扩充性和灵活性,可以兼容第三方环保设备的数据传输。

### 1.3 移动监控

在突发环境事件发生后,系统能够在移动环保车等车辆内迅速成立应急响应指挥系统。笔记本电脑在车辆移动状态下,可以显示传感器数据。这意味着化工危险源任意一点出现泄露,仪表数据可迅速传入主机,并通过主机,传入笔记本电脑,可以被动式显示所有数据,起到辅助现场决策的作用。

## 2 系统的架构及组成

### 2.1 系统的基本架构

根据系统需求分析,以华瑞科力恒(北京)科技有限公司的传感器、无线数据采集网系统和数据通讯网系统来说明基本架构示意图,如图 1 所示。

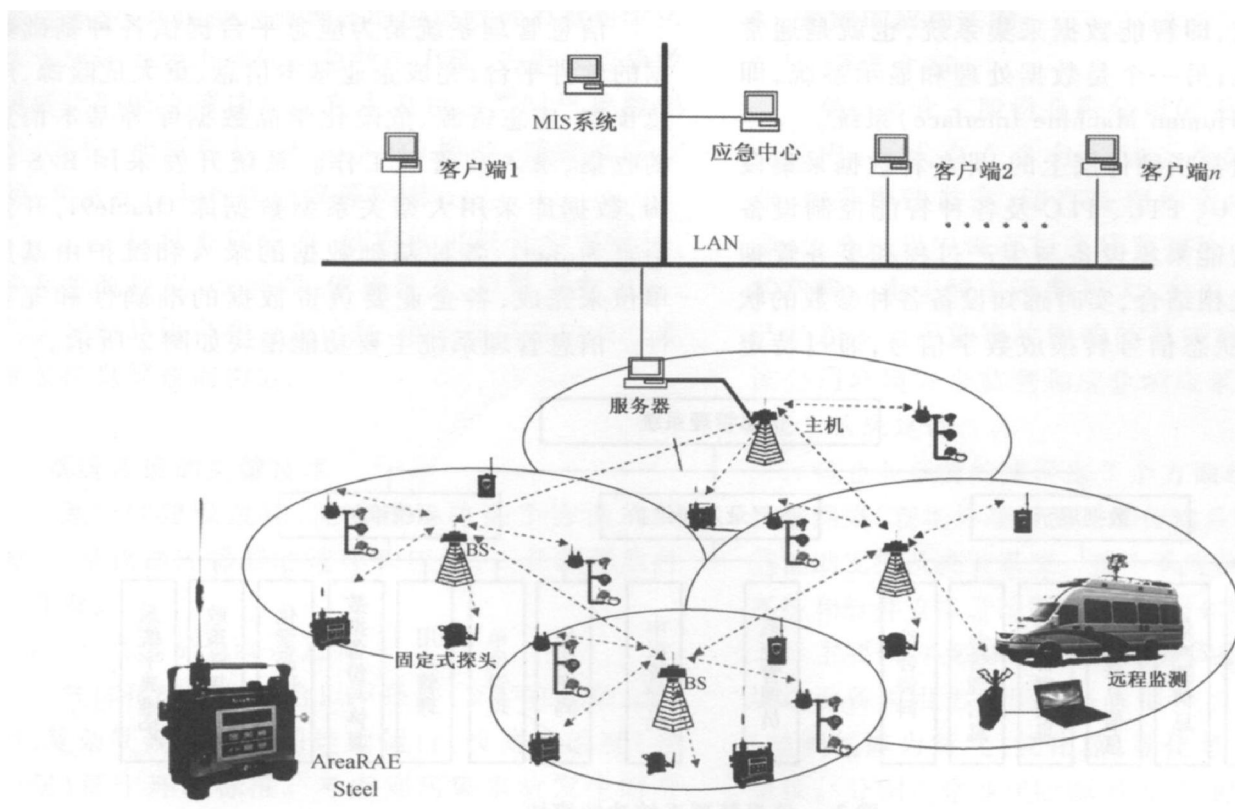


图 1 系统基本架构示意

### 2.2 系统的组成

本系统主要由 3 个方面组成:传感器网络及视频网络;数据采集及传输平台;辅助支持和决策系统。

#### 2.2.1 传感器网络和视频网络

传感器网络建设:无线传感器网络(Wireless Sensor Network, WSN)综合了传感器、嵌入式计算、

分布式处理和无线通信等技术,是一种全新的信息获取和处理技术。WSN 是一种由大量部署在监控区域的智能传感器节点构成的网络应用系统,节点一般采用随机投放的方式大量部署在被感知对象的内部或者周围,并通过自组织方式构成无线网络;在任意时刻,节点间通过无线信道连接,以协作的方式通过局部的数据采集、预处理以及节点间的

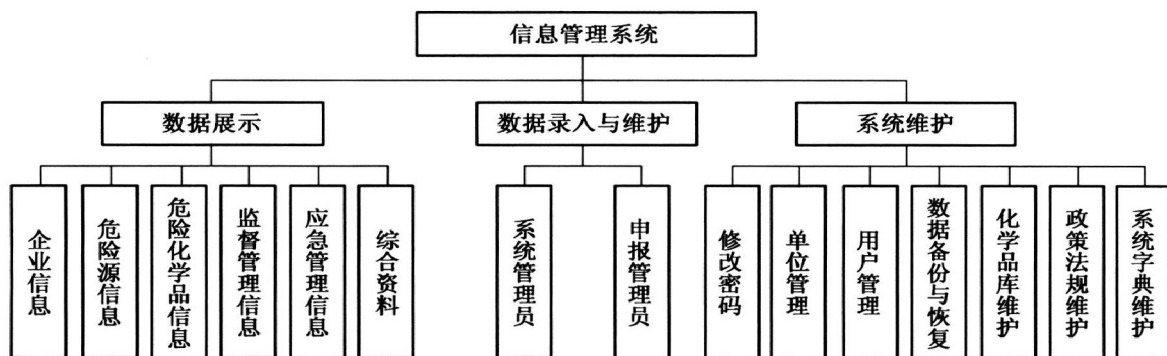


图 2 信息管理系统功能模块

综合应用系统是应急平台的核心部分, 应能够采集、分析和处理实时监控信息, 为协调指挥突发事件的应急处置工作提供参考依据。系统能够满足全天候、快速反应的需要, 具备事故快报功能, 并以地理信息系统和视频会议系统为平台, 以数据库为核心, 快速进行事故受理, 与应急资源和社会救助联动, 及时、有效地进行应急调度指挥。综合应用系统主要功能模块如图 3 所示。

(1) 应急值守管理模块: 该模块主要将装置内的各类自动报警 (如火灾报警、有毒气体报警仪、可燃气体报警仪、环保监测数据)、手动电话报警等信号连接到应急响应中心, 并依据事故特点和性质进行分类处理。它主要包括报警信号接收、类型区分、自动确认、事故位置自动定位和报警类型识别等功能。

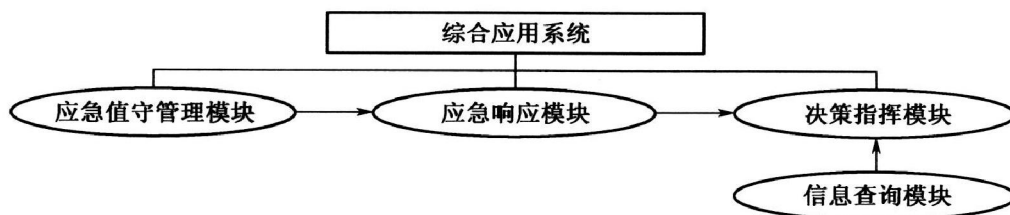
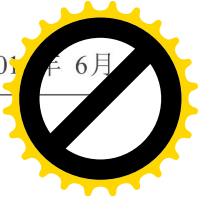
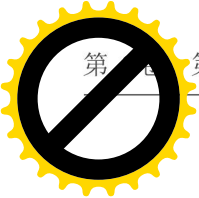


图 3 综合应用系统功能模块

(2)应急响应模块:突发事件发生后,自动记录事故基本情况,生成事故快报和事故详报,同时依据事故的类型和大小,自动选择合适的应急预案进行快速响应。它主要包括自动生成事故报告、应急预案调阅、事故报警、应急队伍调度和应急指挥中心形成等功能。

(3)决策指挥模块:该模块依据实时气象数据、事故物质的理化性质、事故设备的参数对事故进行模拟,并依据企业现有的应急救援力量科学估算事故还需要出动的应急救援力量,为事故应急救援提供辅助决策功能。它主要包括实时气象数据库、事故(泄露事故、火灾事故)模拟、辅助决策方案、专家建议和视频会议等功能。

(4)信息查询模块:该模块可以分为短信息、报警检测数据、专题图、值班日志、机警历史记录、危险化学品信息和企业信息、危险源信息以及企业视频信息等查询功能。

### 3 系统建设的关键技术

系统的建设过程,需着重解决两个方面的问题,一是化学传感器的选择和应用;二是预测软件的开发。

#### 3.1 传感器的选择和应用

气体传感器须符合以下条件:支持在线数据传输、复杂气候条件下的连续运行、检测灵敏度(检测限)低于环境标准。考虑到污染事故发生时会发生断电、无线及有线网络被占用等情况,还需配备备用电源和自建的无线网络传输系统。日常的数据传输相对较小,公共网络的带宽可以保证监测数据的传输。

#### 3.2 预测软件的开发和应用

通用的高斯大气扩散模型<sup>[6]</sup>,及国内目前利用其开发的大气预测软件,不适用于事故模式下复杂的气象和地理条件下的准确预测。预测的准确性,首先依靠气象条件预测的准确性,包括局部风

场、大气层界稳定度等要素。因此,要实现精准的气体扩散预测,首先要依靠大量的历史气象资料及实时的气象数据对气象参数进行预测,气体扩散预测软件要具备对实时监测数据与预测数据进行修正、拟合的效果。该系统结合GIS系统进行二维或三维的仿真模拟,计算量相当大,需配置较高的小型计算机才能实现。

## 4 系统的应用实例

### 4.1 背景介绍

泰州某化工股份有限公司位于泰州市西北工业区内,下设有5个分公司。各分公司产品复杂,污染物种类多,储存备用的危险化学品也较多,生产过程中也有很多环节存在有毒气体跑逸的危险。由于城市不断扩大,主要商业及居民区已经在发生污染事故影响的范围内。因此,建立该公司环境安全监测和应急响应系统迫在眉睫。

### 4.2 系统建设情况

该企业系统的建设由3个方面组成:①无线传感器网络(现场终端设备);②传输系统及数据平台;③辅助支持及决策系统。整个系统可以由硬件支撑系统和软件支撑系统两部分组成,如图4所示。

主要硬件支撑系统:在充分调研的基础上,现场端设备采用北京华瑞科力恒公司的气体传感器(监测气体为氯气、氯化氢、氟化氢),附带数据采集仪。分别在企业风险源周边、厂界、周围敏感点,共布设19个气体监测点和1个气象数据观测点,分三个层次设置不同的检测灵敏度和报警值,与监控平台联网,实时传输监测数据。视频监控主要设置在企业内部易泄漏气体的点位,实现与监控平台的联网,设置气体超限报警视频触发、储存。

软件支撑系统包括辅助决策系统和监控平台的开发应用。辅助支持决策系统是基于GIS系统的预测预报软件开发应用,包含三维仿真模型的计算和应用,应急预案的自动生成和选择<sup>[7]</sup>。

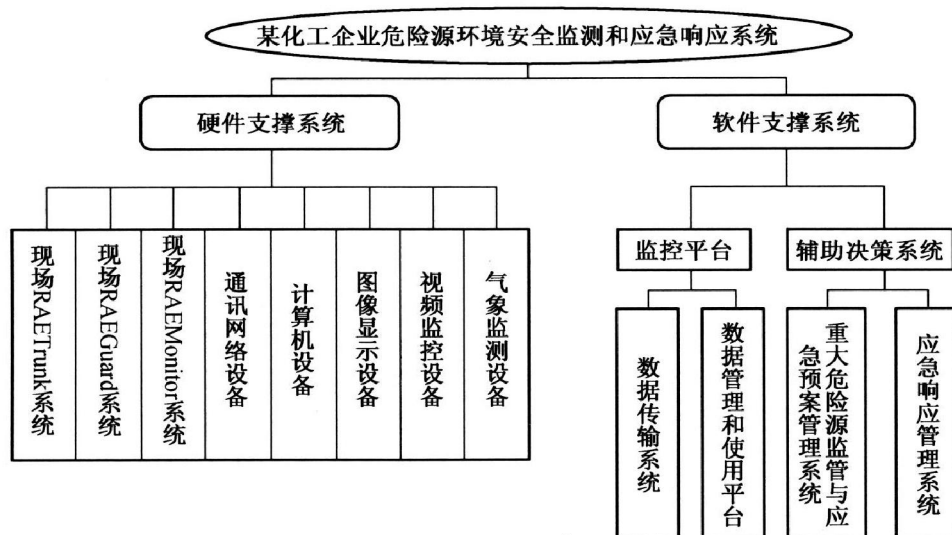
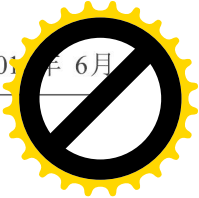
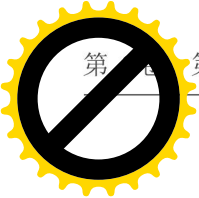


图 4 泰州某化工公司环境安全监测和应急响应系统

### 4.3 系统应用效果

该系统于 2009 年年底在泰州市初步建成,最初用于控制泰州市西北工业区某化工企业的氯碱工业及其衍生物生产过程中氯气、氯化氢、氟化氢废气的非正常排放和事故排放。后通过增加监控点扩展为西北工业区相关企业的区域监控及环境风险预警项目。通过几个月的试运行,基本达到了预期的效果,产生了良好的环境效益和社会效益,主要体现在以下几个方面:

(1) 系统的“平战结合”,提高了环境管理水平。通过每天 24 h 不间断远程监测、监控,及时了解企业无组织废气排放情况,同时解决了长期困扰地方政府及环保部门的企业与周边老百姓之间的矛盾,有利于企业了解自身的废气排放情况,及时调整更换老化设备,提高清洁生产水平。

(2) 预警系统及时提供事故警报。风险源及储罐、关键工艺周边的监测、监控设备,第一时间提供泄漏报警,为废气非正常排放处置节约了宝贵的时间,真正起到环境预警作用。

(3) 预测模块在事故发生后,能根据实时气象数据快速、准确地计算出随时间变化污染物的空间扩散范围,评估致死和致伤空间范围,为应急救援提供重要的技术支撑。

(4) 项目的建成为单个化工风险源及化工集中区风险预警系统的建设提供了经验,项目的推广应用对于提高环境风险应急能力及日常环境管理水平有很好的作用。

### 5 结语

环境污染事故是当今社会面临的重大问题。建立化工危险源环境安全监测与应急响应系统,能够实现环境监测信息和视频信息全过程的数字化管理,除了满足环境监测监控要求外,还具备预警预报功能,从而形成完整的监测、监控、预警、预报体系。该系统的建设,符合当前环保系统建设“先进的环境监测预警体系”的发展趋势,对于化工区的环境安全监测、监控、预警做了探索和尝试,对化工区的环境安全管理有十分重要的意义。

#### [参考文献]

- [1] 何科爽,马正华.无线传感器网络在环境监测中的应用[J].环境监测管理与技术,2009,21(2):60-62.
- [2] 信师国,刘庆磊,刘全宾.网络视频监控系统现状和发展趋势[J].信息技术与信息化,2010(1):23-25.
- [3] 吕北京,杨万椿,钟健.企业局域网规划与管理[EB/OL].(2001-09-26)[2010-05-18].<http://www.miq68.com/read.aspx>
- [4] 王牧阳.SCAD A 技术在水排管理中的应用[J].江苏环境科技,2006,19(2):165-166.
- [5] 北京三维力控科技有限公司.SCAD A HMI 系统[EB/OL].(2006-10-30)[2010-05-18].<http://bb5.c800.com/detail.aspx?id=41774>.
- [6] 王寒梅,贾铁然.大气污染物扩散模型应用研究[J].辽宁师专学报,2006,8(2):78-79.
- [7] 张子凡,任建武,郝元.基于 GIS 组件的南京环境污染事故应急监测地理信息系统[J].环境监测管理与技术,2002,14(4):18-20.