

# 化工开发区突发性大气污染事故预测预警系统建设架构

吴健伟<sup>1</sup>, 薛锐<sup>1</sup>, 陈希<sup>2</sup>

(1. 泰州市环境监测中心站, 江苏 泰州 225300; 2. 解放军理工大学, 江苏 南京 210007)

**摘要:**大气污染事故预测预警系统主要包括污染气象模型和大气扩散数学模型, 利用地理信息系统(GIS)技术, 按照污染事故发生的地理位置, 将模型的数值解和GIS相结合, 从而可以在时间和空间上对污染扩散进行分析, 得到不同地点的污染物浓度和污染程度, 获取受污染范围内的人口和周边单位等重要信息, 从而预测污染事故对环境的影响程度和范围, 为突发性环境污染事故的应急监测、现场救护和灾后评估提供科学依据。

**关键词:**预测预警; 污染事故; 污染物扩散; 数学模型; 地理信息系统

中图分类号: X 323

文献标识码: C

文章编号: 1674-6732(2010)-06-0008-03

## The Structure of Prediction and Alarm System for Sudden Air Pollution Accident in Chemical Industrial Zone

WU Jian-wei<sup>1</sup>, XUE Rui<sup>1</sup>, CHEN Xi<sup>2</sup>

(1. Taizhou Environmental Monitoring Central Station, Taizhou, Jiangsu 225300, China; 2. PLA University of Science and Technology, Nanjing, Jiangsu 210007, China)

**ABSTRACT:** A mathematical model system on the prediction and alarm for sudden air pollution accident was developed, which was consisted of meteorological model, atmospheric diffusion model and GIS (geographic information system). The data solutions gained from the model combining with GIS make an analysis of the diffusion of pollution. In that case, the spatio-temporal concentrations and the level of the pollutants can be acquired. Moreover, the important information on population and institutes nearby can be obtained. Thus, it is available to predict the influence degree and extent by the pollution accident. The system can also provide a scientific support for emergency monitoring, field rescue and calamity survey.

**KEY WORDS:** prediction and alarm; contamination accident; pollutant diffusion; mathematical model; GIS

当前, 中国正处在国民经济迅速发展时期, 随着化工园区建设的加快与生产活动的日益频繁, 发生突发性环境污染事故的可能性大大增加<sup>[1]</sup>。对于大气污染事故, 可短时间内集聚形成极高浓度的污染物, 对人和周围环境产生极大危害, 甚至会造成极端性的破坏。为减少环境污染事故的损失, 为污染事故的处理提供及时、可靠、科学的依据, 建立事故预测预警系统十分必要。泰州市西北工业区是一个以化工为主的工业区, 为提高该区对突发性大气污染事故的应急处置能力<sup>[2]</sup>, 2009年在该地区建设了大气污染事故预测预警系统, 目前该系统已基本建成, 进入试运行状态。

据进行分析, 对综合信息进行挖掘; 建立多尺度大气环境及风险要素预报预警模型; 建立突发性大气污染事故风险评估与决策支持计算模型; 建立突发性大气污染事件仿真应用平台; 建立系统运控管理应用软件; 建立综合信息服务系统; 建立大气环境的地理信息系统。事故发生后, 首先根据污染源现场监测仪器监测的数据, 确定污染源强, 然后利用大气污染扩散计算模块预测受影响的区域范围, 通过地理信息显示模块提供污染区域内的敏感单位、救援单位、人口以及由事故发生地点到指定地点的最佳路径等信息, 为应急监测、应急救援工作的开展提供决策依据。系统组成见图1。

### 1 系统组成

该系统包括下列八大功能: 对大气环境特征进行分析, 对致灾影响因子进行评估; 对实时监测数

收稿日期: 2009-11-16; 修订日期: 2010-07-07

作者简介: 吴健伟(1963—), 男, 高级工程师, 本科, 从事环境应急管理工作。

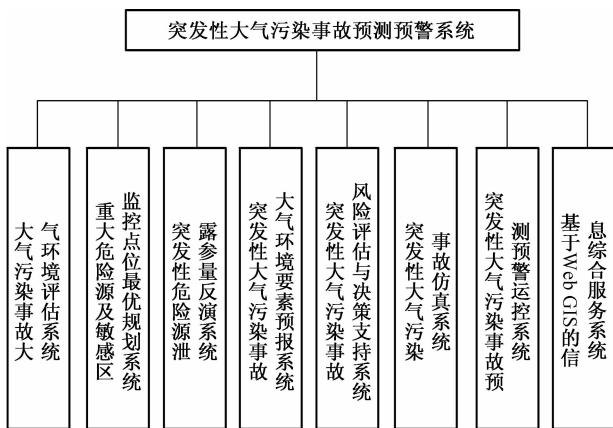


图1 系统组成架构

## 2 分系统功能

### 2.1 大气污染事故大气环境评估系统

大气污染源的泄漏是造成危害的主要原因之一,大气温度、气压、湿度、风向和风速以及大气层结稳定度状况与大气污染程度的关系极为密切。通过分析多年历史气象观测资料,对污染源扩散有重要影响的气象环境特征统计参数进行科学的计算和分析,从而为政府决策人员掌握该地区的大气环境参数,进而对可能出现的突发性大气污染事件进行科学的决策指挥提供科学依据,也能够为地方政府和工业园区(开发区)应急响应中心指挥人员的决策提供依据。

### 2.2 重大危险源及敏感区监控点位最优规划系统

突发性危险源监测点及市区敏感点最优规划系统,充分考虑环境敏感点及厂界危险源监测点对危险物泄漏信息的准确监测和充分采集的影响,针对不同危险源泄漏源(点源、面源)和不同危险源泄漏类型(瞬时爆炸型、连续型)分别建立试验模型,综合考虑该区域气候状况(如年、季、月、旬平均的温度、气压、湿度、风向、风速、大气层结稳定度等)对污染物扩散形式、扩散范围和扩散强度的影响特征等因素建立综合规划系统;根据人口稠密区(包括居民区、商业区、学校等)、重要目标区、关键设备区以及该区域气候状况对污染物扩散形式、扩散范围和扩散强度的影响特征等因素,最终优化环境污染事故敏感点布设方案。

### 2.3 突发性危险源泄露参量反演系统

在进行污染扩散预测前,对突发性危险源发生事故时的各种危险源参量进行反演,准确获取突发性危险源的分子量、沸点、比重、蒸汽密度、泄漏速率、蒸汽压、分子扩散系数、临界温度、黏度等重要

危险源参量。

突发性危险源识别与监控系统提供突发性泄漏事故的类型和形式后,为了获取危险源的量化参数,反演系统利用污染物扩散模型将突发性危险源参量引入扩散方程,利用大气环境参数、监测站实时监测数据和初始估计源强等参数进行正向计算,然后以污染源参量度通过平流扩散方程得到的计算污染物扩散浓度与实际监测浓度误差最小值为约束条件,建立反向伴随计算方程,通过求解方程,得到突发危险源的各个参量值。

### 2.4 突发性大气污染事故大气环境要素预报系统

大气污染物的散布过程是大气输送与扩散的结果,精确的大气环境(包括大气稳定度、风速、风向、气温、湿度、压强等气象要素)是对突发性大气污染事件进行准确预测的前提。考虑化工园区区域的地理环境、边界层中风场等要素的时空变化幅度较大,在突发性大气污染事件预测时正确描述当地的大气环境更为重要。以往受到计算条件和相关技术的限制,在污染扩散预测中对大气环境场的考虑过于简化,拟采用中尺度准静力动力学模型和边界层预报模式相嵌套的方式,保证为污染扩散预测提供实时的大气环境资料。系统将采用并行计算技术,大大压缩大量计算所需的时间,保证大气环境预测的时效性。

### 2.5 突发性大气污染事故风险评估与决策支持系统

该系统依据上述其他分系统提供实时的大气环境资料、污染物质的理化数据、事故设备实时的参数信息,对事故造成的物料泄漏、污染扩散、火灾事件等可能产生的影响范围和影响程度开展客观、定量的危险源环境影响评估与风险分析,建立科学、合理的层次结构与指标体系;根据不同危险品的理化特征、敏感特性和环境临界参数进行危险源泄漏/火灾事故(隐患)的风险评估,包括事故发生概率、影响范围、影响程度、持续时间等的风险概率(以概率形式给出事故范围、影响程度、持续时间的风险估计);同时结合工业园区可用应急救援力量、道路交通状况和实际天气情况提供包括救援目标、救援力量、救援装备、风险权重和决策偏好等因素的应急响应和救援预案生成与编辑的交互式环境,并进行应急救援行动决策和救援方案优选,为事故的应急处置和救援指挥提供决策支持<sup>[3]</sup>。

该系统由危险源事故的风险评估模块、危险源风险与事故伤损评估模块、预案生成与编辑模块、

预案解释与决策控制模块、危险源事故的应急响应与决策支持模块等5个部分组成。

## 2.6 突发性大气污染事件仿真系统

突发性大气污染事件仿真系统在上述各个分系统的支持下,针对化工开发区的主要特征污染物,将突发性大气污染事件事故过程、事故风险、处置对策等进行全过程仿真。主要功能是在真实气候背景下和真实危险源存在的前提下,把突发性大气污染事件可能发生的情形和发生后的不确定性通过计算机模型模拟和风险评估后,仿真出实际可能发生的本质过程。

当氯气、氯化氢、氟化氢泄漏事故发生后,仿真系统能够令处置人员及时查询到各类相关信息,包括发生污染事故的风险源详细情况、事故发生地近区域内的风险源、发生事故的危险品详细信息、针对危险品的应急处置和应急监测分析方法、环境危害情况、危险品毒性程度、应急处置物资等。该系统可利用突发性大气污染事件扩散模型预报分系统提供的预报预警信息,和突发性大气污染事件风险评估与决策支持分系统提供的事故风险评估结果(包括发生概率、影响范围、影响程度、持续时间等的风险概率),同时结合应急响应救援预案和应急救援行动决策支持信息,仿真事故处理的过程,为决策人员提供参考,使之作出快速、科学的决策。

## 2.7 突发性大气污染事故预测预警运控系统

突发性大气污染事故预测预警运控系统通过对系统运行状态、业务数据和局域网进行监控,以实现对整个系统的运控管理,保证各个分系统能够按照日常业务流程和应急响应流程进行正常业务运行。

## 2.8 基于 Web GIS 的信息综合服务系统

基于 Web GIS 的信息综合服务系统可与危险源监测和应急响应后台信息管理系统进行无缝连接,实现危险源监测信息、应急响应信息及周边环境信息(包括该化工区和该市的平面布置图及周边环境,消防管网、检测仪分布、预案等专题图)的

快速查询、显示、编辑修改,实现各类报表、报告及地图的输出。该系统能在危险源监测系统的支持下,实现危险源监测点的定点监测和预警,并定位事故现场位置<sup>[4]</sup>;能在专业模型的支持下,实现事故分析预测,准确显示事故发生地点和可能影响范围中的重点保护对象;能提供可靠的应急预案及显示可调动的应急资源信息。在事故发生时,该系统有助于合理分配任务,以保证应急人员作出快速响应,并确保人员安全。

## 3 结语

突发性大气污染事故的整个应急过程非常复杂,因此要求突发性大气污染事件预测预警系统十分完善和全面,系统必须由多个子系统构成,各子系统的内容既要自成一体,可独立工作,又要相辅相成,构成完整的突发性环境事故应急预警系统。在发生重大污染事故时,该系统结合地理信息系统,可预测有毒有害气体的影响范围,及时提出预案和应急响应程序,包括人员疏散的范围、安全区域的范围和应急处置方法等。该系统可以完全满足实战中反应快速、操作便捷的要求,满足查询统计结果以地图、文本、图表等多种方式直观显示的要求,为环境污染事故应急监测提供了直接、有效、快速的技术支撑,为事故应急指挥提供了真实有效的决策依据。

### [参考文献]

- [1] 杨国艳,葛婧婧. 突发性环境污染事故防范与预警体系建设初探[J]. 污染防治技术, 2008, 21(1): 29-31.
- [2] 张永辉,王东. 环境污染事故应急监测与指挥系统的设计与开发[J]. 中国高新技术企业, 2009(21): 117-119.
- [3] 魏科技,王毅力,宋永会,等. 突发性环境污染事故防范与应急研究进展及体系构建[J]. 安全与环境学报, 2008, 8(6): 64-70.
- [4] 吕连宏. 突发性水污染事故预警指标体系实证研究[J]. 中国安全科学学报, 2010(4).

(本栏目编辑 周立平)

## 声明

本刊已加入中国学术期刊网络出版总库、中国学术期刊综合评价数据库、万方数据-数字化期刊群、中国核心期刊(遴选)数据库和中文科技期刊数据库。凡被本刊录用的稿件将同时通过因特网进行网络出版或提供信息服务,稿件一经刊用将一次性支付作者著作权使用报酬,如作者不同意将自己的文章被以上期刊数据库收录,请在来稿中声明,本刊将作适当处理。

《环境监控与预警》编辑部