

多种有毒易燃气体并存的预警监测监控系统

——在“北京染料厂示范工程”中的应用

杨 铸* 谢增信 李增源 洪 涛
(北京市城市有毒有害易燃易爆危险源控制技术研究中心)

【摘 要】 讨论了监测监控预警系统的工作原理,说明了系统软件的功能和作用。该系统采用分布式监测监控技术,具有完善的远程数据处理、记录功能,对恶劣的作业环境更加适应。系统还具有各种数据库、事故处理方案、监测气体泄漏扩散计算模型等重要功能。这些功能对提高安全管理和安全生产水平,也具有较大的意义。

【关键词】 易燃气体 有害气体 监测 监控 预警系统

1 概 述

危险源监测与预警技术是一项系统工程,涉及计算机技术、通讯技术、电子技术、机械、气体动力学、化学监测技术等方面的高新技术。在 70 年代,随着自动化技术的发展,出现了以单片机为主的监测预警系统,并在早期的危险源监测预警中得到发展,如德国 Drager(德尔格) 公司的积木式有害气体报警仪器、法国的奥德木姆公司的积木式多气体监测仪等。80 年代末,由于台式计算机出现,特别 PC 机的普及,使危险源监测预警技术加速发展,在监测预警技术中引入了控制技术、通讯技术、专家系统、事故处理方案、危险源泄漏扩散模拟计算等重要技术,使危险源监测预警技术更加完善。如德国 Drager 公司的 Polytron 固定式气体监测系统,美国 DET-TROICS 公司的 Eagle-2000 灾害监测系统,尤其是美国 Eagle-2000 灾害监测系统,可与集散控制系统(DCS) 和可编程控制器(PLC) 硬件连接,具有危险源监控预警功能,监测流程采用多层的分布式,能完成多种危险源的同时监测任务。

国内危险源监测预警系统相对比较落后,在实际监测预警中,主要采用单片机系统^[1]。90 年代劳动保护研究院开发的氨罐监控系统、化工部职业安全卫生研究院的可燃气监控系统。该监控系统采用数据库和专家系统^[2~3],使我国的监测技术有了较大的进步,但系统采用单层分布式系统监测预警技术,而其软件系统的专用性强(通用性差),因此,系统监测种类受到限制,监测气体种类少,应用不广泛。

随着生产力和城市化的不断发展,需要监测的危险源种类越来越多。以北京市地区易燃易爆危险源分布情况为例:有易燃易爆危险工业 610 家;危险物品存放点 600 多处,涉及危险源的物品种达数千种;危险物品经销单位 2900 多家。近年来,北京市发生过不少类似的火灾爆炸事件。如东方化工厂罐区、首钢焦化厂精苯车间、北京化工厂油罐车间等发生的事故^[4],尤其是 1997 年 6 月 27 日,北京东方化工厂的爆炸事故,给国家和人民的生命财产造成巨大的损失。虽然该厂安装了进口的安全监控仪表,但事故之后,至今尚未探明引发事故的原因^[5],极不利

* 副研究员,硕士

于安全管理和预防工作。若安装了远距离的监测监控和数据存档技术系统,则可避免该类事件再次发生。

笔者介绍的“北京染料厂示范工程”,就是将研究开发的这一套危险源监测监控预警系统,安装于北京染料厂,使该厂的多种有毒有害易燃易爆气体危险源能得到有效地监测和预警,从而减少了事故的发生。

2 监测分布流程和系统工作原理

北京染料厂是我市化工系统中最大的染料厂,位于东郊,占地 42 万平方米,建筑面积 12 万平方米。由于行业的特殊性,该厂存在着不少危险源。这些危险源有可燃气(乙醇、环氧乙烷、二甲苯、三乙胺等)、毒气(如 HCN、二氧化硫、氨气)等多种有毒有害气体。见图 1 所示。

北京染料厂地形复杂,监控点分散,点与点之间距离远,毒气和可燃气种类多,为了集中监测控制,采用分布式监测系统,子站采用二次监测控制仪表。二次仪表可选用单片机智能化监测系统,也可选用计算机监测系统,并通过一根信号线与厂安全办公室的计算机连接。

“示范工程”中采用了单片机智能化监测系统作为二次仪表,其主要特点为:一则可以解决监控现场安装计算机带来的不便;二则可以避免过多的电缆线进入办公室带来的安装问题;三则可以增加监测距离。图 2 所示即示范工程的“系统工作原理图”。实践证明,符合北京染料厂的实际情况,用户非常满意。

在该工作原理图中,防爆型的传感器监测探头是该系统的基本单元。探头中所用的传感器和变送器均采用国内外最先进的产品。监测探头安装在危险源环境中,探头中传感器和变送器相连接,变送器把传感器的检测信号转换为标准的(4~20)毫安电流,信号传输距离可达 1200 米。变送器通过信号电缆线将电信号输送到单片机构成的下位机上,下位机一般安装在控制室。下位机将监测的信号放大,再通过 A/D 实现模拟信号向数据信号转换。该数据信号经过单片机智能化处理,可完成现场监测物质浓度的显示、报警任务。报警后系统可切断事故发生源头,启动相关设备,如通风、喷淋、阀门等防灾执行设备。

下位机通过 RS-232 串口和 485 转换器,向上位机传送实时监控数据。上位机(计算机)一般放在总控制室或办公室内,接收下位机发来的数据,并将数据进行分类处理,完成仿真显

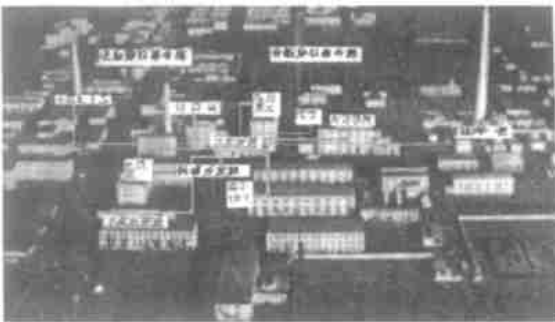


图 1 监测点的分布图

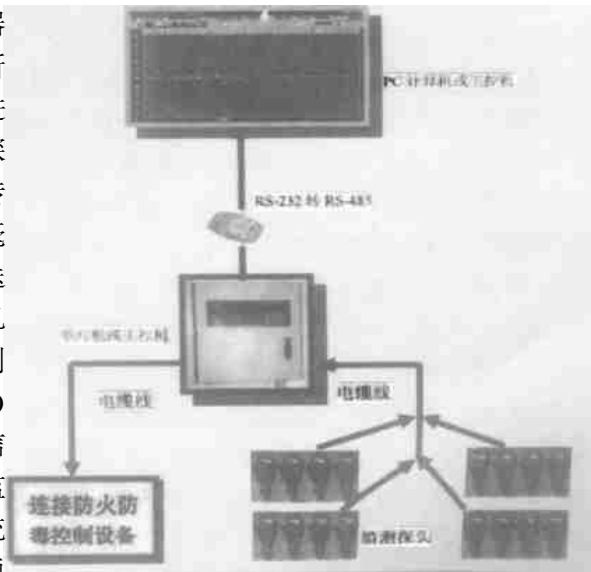


图 2 监测系统流程图

示、声光报警、数据存档等功能。见图 2 所示。

下位机为 98 系列单片机多种气体智能监控仪。每台仪表可挂接 16 个监测探头,能完成显示、数据采集、一级报警和二级声光报警、打印、时钟等功能,可监控 16 种不同物质,对多种气体共存的环境监测非常有用。

主机和二次仪表之间通过 RS-232 串口和 RS-485 转接器连接,监控距离可达 1200 米,这样,监控与传感器的距离可达 2400 米以上,从而可满足该监控系统的需要。对大于 16 路监测点的监测源,系统可采用 C168Hseries、C168h/PCI、C218Plus、C218Turbo、C320series 等多串口扩展卡,连接 8 台以上 SP-3AX 二次仪表,从而可实现 128 路以上的有毒有害气体监测。

3 软件的工作原理和功能

系统工作时,上位机系统接收下位机串口信号,自动对采集的数据进行分类处理和数据校正,完成绘制、显示、存档、报警功能。其软件的主界面见图 3 所示。

分时数据存档方式为实时监测数据的分时平均值,日时数据存档方式为一天内所监测到的分时最高和分时最低值存档,黑匣子以实时监测数据存档。

显示时日数据以一天内分时最高和分时最低值绘制棒状图,克服了单点显示的缺点,使用户很直观地观测到一天的浓度变化情况图,对可能出现的变化进行预测,为该系统进一步预测监控环境危险程度打下基础。还可用于总量控制监测,供专家分析查询;分时数据以分时平均值绘制曲线,可用于日排放和泄漏量计算。黑匣子和实时数据以实时值绘制曲线。

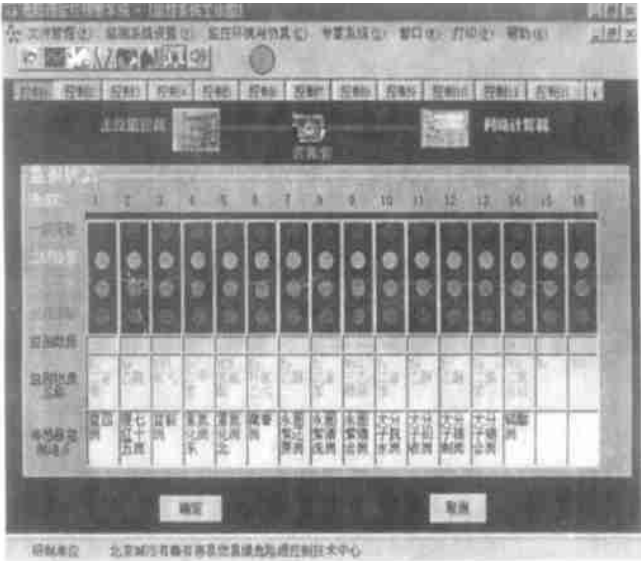


图 3 控制系统工作主界面图

在监测分析参数的选择中,可动态输入一级和二级报警值、监测单位、监测范围、监测地点、监测物质名称等,保证软件系统用于各种危险源监测控制。

考虑系统软件的应用范围和通用性,除有串口数据采集功能外,软件系统预留有数据校正功能和 DLL 数据交换功能,可实现计算机对变送器和传感器直连,扩大了系统的应用范围。

打印方式:实时走势曲线、分时走势曲线、日时走势曲线、黑匣子曲线均可以用报表方式或图形方式输出。

报警方式,除对一级和二级报警实现声光报警外,还提供专家应急处理系统方案和各类数据库。一级和二级报警方案,用户可自行选择。方案中的数据库文件,采用 RTF 文件结构,用户可用 WIN 95 的写字板和 OFFICE 97 进行修改。数据库包括危险物品数据库、监测毒物数据库、主管部门数据库、消防救援数据库。所有数据库采用开放式结构,用户可自行增加、减少、建立、删除、修改。对此,国外也有类似报道^[8~9]。最后,系统还提供传感器分布电子图、厂区分布电子图,厂区周围电子图,供事故处理时参考。

系统提供报警、监测、运行仿真功能,使用户在无二次仪表或 A/D 采集卡时直接运行该软件,更快掌握软件运行特点。

系统提供有毒有害气体动力扩散模型仿真系统“ALOHA”,轻气泄漏采用 GUSS 扩散模型,重气采用 DEGADIS 扩散模型,比 OOMS 重气扩散模型更为准确;可对泄漏物质进行模拟计算,绘出有害区域和致死区域图,在泄漏范围内任意点的泄漏气体浓度随时间的变化图,下风向浓度变化图,泄漏源强度图。这些,对安全管理和事故预防及事故处理均有较大帮助。

4 系统的技术指标及其应用

本预警监测监控系统采用分布式监测监控计算机技术,运用国内外最先进的传感器监测技术、单片机智能化监测控制技术。完成后的系统,于 1999 年在北京染料厂现场进行了检测、调试、安装、运行。运行结果表明:监测数据稳定可靠,数据显示、存档、打印功能齐全,监测范围和报警范围任意设置,监测点可扩展到 128 个,监控距离可达 2400 米。在软件结构上,界面良好,动静结合,系统开放,通用。在软件功能上,提供多种气体的数据显示、走势图显示、黑匣子、打印、专家系统、报警处理方案、数据库、各种电子图、在线帮助和泄漏扩散模型。所有这些功能,可用于查询、事故分析、事故处理,安全评估。

本监控系统应用于“北京染料厂示范工程”,在 1999 年鉴定会上,专家们认为:达国内先进水平。

适用范围:各种有毒有害气体的测量和预警,也可用于其它物理参数监测;

监测容量:(2~128)点;

检测信号:串口数据信号、电流、电压信号和变送器的(4~20)mA 标准信号;

监控距离:可达 2400 米;

报警方式:声、光二级报警,专家提示,并具有自动开启喷淋、排风、阀门等防灾防毒执行设备功能;

报警数值:监测浓度范围任意设置;

检测误差:有毒有害气体、可燃气体 $\leq \pm 5\%$;

报警误差:有毒有害气体、可燃气体 $\leq \pm 15\%$;

监测浓度范围:由传感器自身确定。

5 小 结

1) 本预警系统将先进传感器监测技术、计算机监测监控技术、专家系统、危险源泄漏模型等融为一体,增强了危险源监测的远程数据存档、预警、打印报表、事故处理指导、泄漏模拟计算功能。

2) 在预警系统中采用了多层分布结构,软件系统更加开放,监测危险气体种类多,监测距离较远,远程数据存储更加完善,其分时数据可完成监测物质泄漏量的计算。

3) 系统测试结果准确可靠,可扩展性强,软件通用性好,适合危险源更加复杂的场所。

4) 在今后危险源监测工作中,应不断扩充监测物质品种和危险物理量的监测内容,如:温度、压力、设备缺陷等,以满足我国城市化和科学技术的发展需要。同时,随着网络技术在我国的发展和普及,网络技术在危险源监测监控预警系统中使用将更加广泛,应加强网络监测预

警系统开发,增强网络浏览功能,这是危险源预警监测系统的发展方向。
(收稿:2000年6月;作者地址:北京市宣武区陶然亭路55号;北京市劳动保护研究所;邮编:100054)

参 考 文 献

1 张兴周、曹家年等 .微机控制易燃易爆气体浓度超限自动报警防护系统 .应用科技,1989(2):35~40 .
2 马瑞玲、韩青林、韩中枢等 .重大工业危险源(罐区)监测预警系统 .中国安全科学学报,1999,7(增刊):20~25 .
3 彭晓红 .重大危险源计算机监控与预警系统 .中国安全科学学报,1999,7(增刊):4~7 .
4 金磊 .20世纪中火灾事故分析及未来对策 .劳动保护,1999,17(12):17~19 .
5 钟培道 .东方化工厂‘6.27’特重大事故的调查的反思与教训 .劳动保护,1999,17(6):5~6 .

Early-Warning System for Monitoring and Controlling Co-Existing
Poisonous and Inflammable Gases
—— Its Application in the Demonstration Project of Beijing Dye-Stuff Factory

Yang Zhu* Xie Zengxin Li Zengyuan Hong Tao
(Beijing Municipal Research Institute for Control Technology of Poisonous,
Hazardous, Inflammable and Explosive Risk Resources)

Abstract

The working principle of the system is discussed. The functions and roles of the software of the system are described. The system applies distributive monitoring and controlling technology, and has rather perfect remote data analyzing and recording functions, which is feasible to be applied in bad environment. The system also has various data bases, the scheme for investigating and prosecuting accidents, and calculation model for monitoring gas leakage and diffusion. It is of great significance in safety management and production safety.

Key words: Inflammable gas Hazardous gas Monitoring Controlling
Early-warning system



杨 铸 硕士,北京市劳动保护科学研究所副研究员。1959年6月20日生,1987年毕业于科学院生态环境研究中心,(1987~1993)年从事环境分析方法和分析仪器研究开发,(1994~1997)年从事单片机、计算机软件 and 在线监测仪器研制开发,1997年至今从事危险源检测技术和计算机检测控制系统的预警技术研究。独自或合作开发的分析仪器和在线监测仪器6种,发表论文20篇,获北京市科技进步奖两项,获国家专利两项,科普书籍一部。



苏景云 高级经济师,现任吉林省永吉县社会保险公司副经理。1948年12月生,1985年后,从事劳动工作,撰写学术论文近百篇,其中在国际、国家和省、市级报刊发表和学术交流的有80余篇。30多篇在国家、省、市级获优秀论文奖、安全系统工程奖和劳动科学理论成果奖。多次被省、市政府授予安全生产先进工作者和标兵监察员。出版《劳动与社会保险研究文集》专著一部。现为中国劳动保护科学技术学会、中国未来研究会和中国企业文化促进会会员,兼任中国科技交流研究中心研究员、中国管理科学研究院特约研究员。



文 红 助理工程师,毕业于武汉水运工程学院起重运输与工程机械专业,现在天津港第二港埠有限公司散粮站从事设备管理工作。在工作的这几年中,主要从事设备的润滑管理,并对油品进行了国产化改进;气垫机、刮板机的管理;同时进行粉尘防爆的研究工作。还参与过散粮设备新增装汽车工艺的制定、测绘、安装及调试工作,并获局级

三等奖。



华危持 副主任医师,副所长,常州市卫生局安委会成员,常州市医学会理事,常州市图书馆学会副理事长,常州市第十届政协委员。1961年生,白求恩医科大学本科毕业。现主要从事医学科研、医学信息处理和英文翻译、计算机管理信息系统研究等工作。1998年获江苏省情报科研成果三等奖一项,1997年获常州市科技成果二等奖一项,在全国学术刊物上发表论文10多篇。(1997年至1999年)连续被评为市卫生系统优秀工作者,连续五年(1995年至1999年)获市政协优秀提案奖。



封 雨 工程师、经济师,现在河南石油勘探局安全环保监察处工作。1963年6月生,重庆垫江人,毕业于重庆石油高等专科学校、郑州工业大学,兼任中国劳动保护学会石油天然气分会安全管理专业研究会副秘书长。对安全科学与管理实践、安全经济有一定的研究,曾在国家、省部级学术刊物及学术会上发表论文30余篇,著有《职工安全知识读本》、《驾驶员例会学习教程》、《灾害大百科》(主编“石油勘探开发灾害”部分)。



赵正宏 工程师,中国劳动保护学会会员。1968年生,1991年毕业于中国地质大学(武汉)探工系安全工程专业,1999年又于该校攻读安全工程硕士。1991年后在河南油田炼油厂从事工业安全监察工作。1992年以来,出版专著一部,在国家级学术刊物上发表论文8篇,在十余家省部级刊物上发表论文26篇。分获二等奖一项、三等奖两项;获部级优秀论文三等奖两项;《工业安全管理实用事故模型》一文获南阳市自然科学奖一等奖;获河南油田现代化管理成果奖两项。