



城市大气环境安全监测探讨

姜岩, 郑海明, 蔡小舒

(上海理工大学动力工程学院 上海 200093)

摘要: 城市环境安全研究目前主要停留在定性描述和评价阶段, 考虑到大中城市在经济建设和社会发展中的重要功能及城市环境系统的结构特殊性, 本文介绍了环境安全的一个重要组成部分—城市大气环境安全, 指出对大气环境安全监测的重要性, 概述了建立一套基于FTUV和FTIR的城市大气环境监测系统的核心问题和发展思路。

关键词: 安全监测; 城市环境安全; 大气监测

中图分类号: X820

文献标识码: A

Discussion of City Atmospheric Environmental Safety Monitoring

JIANG Yan, ZHENG Hai-ming, CAI Xiao-shu

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai, 200093, China)

Abstract: The urban environment safe research at present mainly pauses in the qualitative description and evaluation stage, considered the important functions of the major city in social economic development, this article discussed the city atmospheric environment safety, pointed out the importance of monitoring atmospheric environment safety, summarized the necessity to establish a set of cities atmospheric environment monitoring based on FTUV and FTIR.

Keywords: safe monitoring; urban environmental safety; atmospheric monitoring

随着我国国民经济的持续快速发展, 城市化步伐的加快, 有关城市环境安全的问题也越来越引起人们的关注。城市, 作为一个国家经济发展的重点和中心, 一个区域的管理中心、服务中心和经济增长中心, 是一个国家财富和人才最为集中的地方。城市的大气环境安全问题, 已成为我国环境问题研究的新热点之一。

1 城市环境安全的概念

“环境”与“安全”是关系到地球上一切生物的生存与可持续发展、一个国家的稳定与发展及世界和平与安定的根本问题, 与人们的生存息息相关。环境安全涉及到环境科学和安全科学的众多领域, 牵涉到环境生态和国家安全的方方面面, 使环境安全的范畴难以统一。一般认为, 环境安全是指人类赖以生存发展的环境处于一种不受污染和破坏的安全状态, 或者说人类和世界处于一种不受环境污染和破坏危害的良好状态, 且社会治安和国家安全都没有受环境污染和环境破坏的有害影响^[1]。换言之, 作为典型人工生态系统的城市, 人口密度高、人类强度活动高, 其环境安全是指与城市居民正常生活

有关的一切自然条件和社会条件免受不可逆破坏和威胁的状态^[2]。

2 城市大气环境安全监测的重要性

城市大气环境安全作为环境安全的最重要的组成部分之一, 直接关系到人类的生存与毁灭。随着我国国民经济的持续快速发展, 城市大气环境安全的问题也越来越引起人们的关注。笔者认为可以将城市大气环境安全问题划分为以下两类:

2.1 突发性大气环境污染事故的威胁与破坏

随着我国工业生产的迅猛发展, 突发性的大气环境污染事故也在不断增加, 威胁着人类健康、破坏着生态环境, 严重制约着生态平衡及经济、社会的发展。突发性的环境污染灾害, 是指由于人为因素或其它突发性因素(包括自然因素), 使大量有毒有害气体突然外逸、泄漏、扩散, 造成大面积污染, 对环境和人群造成危害的事故^[3]。突发性大气环境污染事故没有固定的排放方式和排放途径, 发生突然, 危害严重, 危险源在瞬时或短时



间内排放大量有毒污染物质,往往对环境造成严重且长远的污染和破坏,给人民生命和财物造成重大损失。且伴随着城市经济的快速发展,大量的财富和人口不断向城市聚集,危险化学品事故造成的后果则会越来越严重。

在突发性环境污染事故中,相当数量的事故与有毒气体物质有关,为涉及危险化学品的事故,该类事件近年来在我国的发生率相当高,给我国的社会和经济带来很大影响。如:

2003年12月23日,重庆开县发生特大天然气井喷事故,由于未能及时检测到喷射出的大量有毒气体及扩散方向,造成243人死亡、数千人受到毒气危害、数万人转移的严重后果;2004年4月15日,重庆天源化工厂发生氯气泄漏事故,造成数十人死伤,约15万人被迫撤离;2005年7月4日,上海市南汇区发生液氨泄漏事故,导致百余人氨气中毒并被送往医院救治^[4];2004年8月25日,上海市奉贤区新桥镇沪江生化厂一车间发生有毒气体三氯化磷泄漏事故;2004年5月26日,湖南省湘潭市某郊区一私营化工厂发生一起急性二氧化硒气体污染周围环境,导致28名居民急性中毒;2005年11月13日,吉林石化集团公司一生产基地发生爆炸事故,毒气弥漫,造成5人死亡,1人失踪,数万人疏散;此外,北京市怀柔区中发黄金冶炼有限公司八道河冶炼厂发生氰化氢气体泄漏事故,造成3人死亡;江西省南昌市江西油脂化工厂发生废弃氯气钢瓶残留氯气泄漏事故,造成多人中毒等等。

据不完全统计,2002—2004年的3年间,我国内地共发生非爆炸品类危险化学品事故1091起,共造成977人死亡、1477人受伤,另有8695人中毒^[5]。且我国的大气环境污染事故随着工农业生产的快速发展有增加趋势,成为我国城市发展过程中一个不可忽视的问题。

国际上,这种惨痛教训也时有发生:1986年8月21日,喀麦隆首都雅温得附近的尼奥斯火山湖突然爆发,产生的大量二氧化碳和有毒的氯化氢气体夺去了1740人的生命。1984年12月3日,美国联碳公司在印度的工厂有毒气体泄漏,造成数千居民死亡的惨剧。

这些危险化学品事故发生突然,危害严重,污染影响长远且难于完全消除,造成的直接和间接经济损失都非常巨大,对城市的生态系统构成了严重的危害,已经成为城市发展过程中的一个不可忽视的问题。

2.2 战争与恐怖袭击造成的环境破坏与人身安全问题

随着全球范围内的政治、宗教、民族等问题的日益复杂化,使得人们不得不面对日益严峻的恐怖事件的挑

战。尤其是美国911事件以后,国际安全局势一直动荡不安,世界恐怖活动有增无减,且呈现多样化趋势,恐怖分子作案手段越来越狡猾,带来的危害也越来越大,给社会安全造成极大的威胁。恐怖分子使用军用毒气、工业毒气等毒气袭击事件多有发生。

从现阶段看,恐怖袭击有多种形式,主要以大型公共场所毒气投放与爆炸事件出现,通过平民的死伤造成恐惧效应,进而对实施对象国进行政治和经济打击。例如,1995年3月20日,日本东京地铁三条地铁5节车厢发生“沙林”毒气投放事件,震惊世界,造成12人死亡,14人终身残疾,5000多人受伤的惨剧。2003年美国最大城市纽约的地铁系统内突然出现不明有毒气体,导致6名地铁工作人员中毒。中国内地及香港地铁在近一年内均出现过不明气体泄露事件^[6]。毒气袭击通常攻击的目标是人群密集地方和重要的公共场所,例如:火车站、机场或大型国际会议等重要公共设施建筑和集会。毒气袭击所使用的化学制剂或武器材料相对容易制造,具有花费低、易于获取、杀伤力大等特点。空气传播的恐怖袭击已经对人类的安全构成了严重威胁,世界各国应加强防范。

同样,在我国快速的经济的发展过程中,各项事物变化纷呈、各种问题错综复杂,不可避免的产生不同程度的社会矛盾,在某些特定情况、局部地区,这种问题有可能激化造成人为的破坏行为。这些安全隐患,将严重干扰和影响我们当前建设和谐社会的进程。北京、上海等作为中国最大型的城市,对外交流活动和国际性的大型活动日益增多,2008年,北京将举办奥运会,2010年,上海也要承办世博会等,这些大型国际性的活动很容易成为犯罪分子的目标,这就要求我们加强城市应急体系的建设,及时监测大气环境中有毒气体的出现和扩散,做好一切防范措施与物质仪器支持,保障人民的安全。

3 建立城市大气环境安全监测系统

城市大气环境安全作为突发性安全事件,是国家安全的重要组成部分。对环境安全监测技术的研究并建立一套环境安全监测系统是非常紧迫和必要的。这一套系统工程体系的建立,具体来说,就是包括对危险污染源头的监测、鉴别与控制,危险化学品存储控制与规划,制定危险化学品事故应急预案、实施危险化学品事故应急救援等内容。

美国等西方国家在9.11事件之后,都加强了自身的城市环境安全保护,尤其是在人员流动较大的车站、地铁、机场和国家的各敏感部门增加安装了大量的安全监



测仪器。美国曾投巨资在城市的地铁内安装防生化危险气体监测装置。美国的安捷伦(Agilent)公司研制出用于监测恐怖分子可能开展的化学战所用制剂的实时大气安全系统。

目前我国的城市安全体系从防灾和反恐两个角度加强了安全管理,取得了一定的成绩,但我国的城市环境安全中的“预测意识”尚待加强,因为“无论是恐怖行动还是自然灾害,一旦发生意外,采取什么措施都晚了。而北京、上海这样的城市最擅长的恰好是意外发生后的应对,而不是危机前的预防研究,这让人担心”^[7]。

从技术手段角度讲,需要相关部门使用先进的设备,进行提前预警和探测分析气体,实时掌握监测区域的大气情况。目前已有可能实施较全面的对有毒有害气体的安全监测和报警系统(与爆炸、生物危害事件比较)。目前国际上的监测技术水平已经可能做到同时对多种有毒有害气体进行在线监测,并能够做到迅速报警,使相关人员能在第一时间逃生。显然,这一技术中最为关键的核心问题就是如何对上述气体物质进行准确定性、定量、实时在线测量、及时报警。

常规的气体分析测量方法例如气相色谱、电化学、半导体传感器、催化燃烧等分析方法用于城市环境安全监测时,具有很多缺点:一般需要取样测量,一个测量周期的时间需要几分钟到几十分钟,甚至可能要数小时,而且只能在某些点上对为数不多的几种气体物质进行测量,显然不适合进行在线安全监测的需要。因为如果烟雾中有1%浓度的一氧化碳,只要吸一口气人体就会瞬间失去知觉,并在30秒至1分钟内当场死亡^[8]。

城市大气环境安全监测与城市环境污染监测(如AQMS)的目的和方法完全不同。城市大气环境污染监测是针对已知的污染气体成分,如SO₂、NO_x等测量其长期变化或缓慢变化的浓度。而城市大气环境安全是要监测突然出现的未知的有毒有害气体的浓度,因此首先需对突然出现的未知气体进行判别,通过比对有毒气体光谱图谱库确定该气体的成分,然后测量其浓度,是否会对生命带来危害并发出报警信号。在这种背景下,根据不同有毒有害气体及有机物在不同波段的特征吸收光谱,研究采用紫外-可见光光谱的傅立叶变换(FTUV-VIS)监测原理及傅立叶变换红外光谱(FTIR)法来实现对大气环境安全问题的连续在线监测是十分恰当的选择。

差分吸收光谱法(DOAS)是对吸收光谱的一种新型的数据处理方法,由德国Heidelberg大学环境物理研究所Ulrich Platt和D Perner教授提出^{[9][10]},最早应用于大气质量监测及天体遥感等。它将气体的吸收光谱分解

为快变和慢变两个部分,然后利用快变部分进行计算分析确定被测气体的浓度。通常情况气体吸收光谱快变部分与气体分子的结构和所组成的元素有关,是气体分子吸收光谱的特征部分,所以差分吸收光谱法可有效消除其他气体成分的干扰,从而使检测的分辨率和灵敏度提高,分析气体的范围也更广。近几年,国外对差分吸收光谱法的检测方法进行了大量的研究,使得基于差分吸收光谱法的测量仪器得到了发展和应用,其研究结果已经开始用于污染气体的监测,得到了满意的应用效果。

与一般常规监测仪器的点测量所不同,DOAS仪器优势是明显的:首先它是长距离开放式光程的在线监测,无须任何取样装置即可进行测量,能进行大范围的大气环境质量监测^[11]。而且DOAS技术能给出光程平均浓度,其探测极限很低(<ppb),并且能实现多种气体成分同时在线监测^{[12][13]}。最为重要的一点是它可在很短时间内完成对气体浓度的分析,响应时间短,真正能达到危险气体物质的实时在线监测目的。基于DOAS法建立的监测控制系统能够符合全天候的监控,向使用者实时发布信息和当前大气状态,管理大量的数据和警报信息。

城市大气环境安全监测系统的关键技术,是建立有毒气体的光谱图谱库,研制一套固定与移动相结合的测量实验装置,包括对固定区域监测的仪器和便携式的测量仪器,当事故发生时可以实时反应,对污染气体的成分与浓度进行现场判断与分析,快速报警,为事故的应急处理提供指导,以达到保护人们生命财产安全的目的。

4 结语

城市大气环境安全是人类生存的必要条件,是经济可持续发展的基本要素,是一个国家人民安居乐业、生活富裕、社会稳定的重要基础。因此,在人口密集或化学品密集的重要地带,如公共建筑和场所、军事场所、化学和石化行业的生产运输部门等,进行大范围而有重点的大气环境安全监测是十分必要和刻不容缓的。

参考文献:

- [1] 蔡守秋.论环境安全问题.安全与环境学报,2001,1(5)
- [2] 谢有奎等.城市环境安全评价初探.后勤工程学院学报 2005 第1期
- [3] 全娟珍.浅谈突发性污染环境事故.福建环境第17卷第5期
- [4] 胡怀生等.氮氧化物对环境污染的分析与防治措施.2003,17
- [5] 魏国.加强城市危险化学品环境安全管理.中国减灾.2005,42
- [6] 景小峰.城市地铁反恐解决方案.中国安防产品信息2005年第3期
- [7] 中国新闻社中国《新闻周刊》对日本防灾心理学博士,危机管理学家小松昭良采访笔录,2004年1月19日出版《新闻周刊》

(下转第33页)



的有害气体,进而逐步清除。最终达到改善室内空气质量的目的。但要注意使用时机,最好结合装修工程使用,可以有效降低人造板中的游离甲醛。使用新型的甲醛消除剂,喷涂在空气、装饰物表面,通过吸收、掩蔽作用来消除和抑制释放的甲醛。北京化工大学参与研制的两种甲醛捕捉剂便属于此类技术,它们在目前的国内产品中有一定的代表性。据称其中的液体产品可直接喷刷在人造板材的表面,其人造板材中甲醛清除率可达95%以上,空气中的甲醛清除率可达60~80%。两种捕捉剂的效果与现今中国市场上一枝独秀的日本产品相近,而其价格优势却很明显。

4.3.8 材料封闭技术^[10]

目前出现在我国市场上的美嘉保护盾,是一种封闭材料,称作甲醛封闭剂,具有封闭甲醛的作用,可以涂刷于家具和人造板材等表面,将甲醛气体封闭,减少甲醛向空气中的释放量。对甲醛含量高的装修部分,可用甲醛封闭剂对未经油漆处理的家具内壁板和人造板进行表面封闭处理或让人造板表面装饰的油漆充分固化,形成抑制甲醛散发的稳定层。据中国室内装饰协会室内环境监测中心有关专家介绍,上述技术都在某种程度上降低和减少室内空气中的甲醛污染,而且与室内空气中甲醛的污染程度有关。因此,我们必须在了解室内空气中甲醛含量的基础上,有针对性地选择使用。

4.3.9 抗污植物法

绿色植物能通过植物自身的生态特点改善室内空气。植物还可通过光合作用,吸收二氧化碳释放氧气,清除甲醛、苯和空气中的杂质,保持空气自然清新。如美国国家空间技术实验室(National Space Technology

Laboratory)的有关实验证明,银苞芋、吊兰、芦荟、仙人球、虎尾花、扶郎花等室内观赏植物对甲醛有较好的吸收效果。但利用植物对甲醛的吸收作用净化室内空气需要在较低污染物浓度下,且作用时间较慢,其作用的时效和稳定性还有待进一步观察和研究,所以此方法只能作为降解甲醛的辅助手段^[11]。

参考文献

- [1] Frederick J, Passman, Biocide Toxicity: A Comparison of the Toxicological Properties of Common Metalworking Fluid Biocides [J]. The Industrial Metalworking Environment: Assessment and Control, 1995: 13-16
- [2] 朱天乐主编. 室内空气污染控制[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002
- [3] 李东光编著. 脲醛树脂胶粘剂[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002
- [4] 卢网珍, 杨自力, 赵文进. 装修住宅甲醛污染现状及防治对[J]. 现代预防医学, 2002, 29(6): 826-828
- [5] Lisa Stevens, John A. Lanning, Larry G. Anderson. Photocatalytic Oxidation of Organic Pollutants Associated with Indoor Air Quality 98-MP9B.06. [C] For Presentation at the Air & Waste Management Association's 91st Annual Meeting & Exhibition, June 14-18, 1998, San Diego, California
- [6] 胡将军, 李英柳, 彭卫华. 吸附-光催化氧化净化甲醛废气的试验研究[J]. 化学与反应工程, 2004(1): 39-41
- [7] 王晓明, 史文祥, 赵莹等. 基于等离子体反应器的室内空气净化装置研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2004, 5(6): 90-93
- [8] 梁亚红, 张鹏, 马广大. 气体放电光催化去除VOCs的实验研究[J]. 环境工程, 2004, 22(2): 46-48
- [9] 梁夫艳, 张彭义, 余刚等. 气相中甲苯的臭氧-光催化降解[J]. 环境科学, 2002, 23(6): 17-21
- [10] 肖红侠, 王岳人, 张海青. 室内甲醛污染现状及防治措施[J]. 中国住宅设施, 2004, (6): 31-35
- [11] 丁震, 林萍, 吕永生等. 室内空气甲醛污染的净化与控制[J]. 中国公共卫生, 2003, 19(8): 998-1000

(上接第8页)

- [8] 陈玲等著. 环境监测. 北京: 化学工业出版社, 2004年
- [9] U. Platt, Differential optical absorption spectroscopy (DOAS). Air monitoring by Spectroscopic Techniques. John Wiley & Sons, Inc. 1994, pp. 2784.
- [10] Platt, D. Perner, and H. W. Platt. Simultaneous measurements of atmospheric CH₂, O₃ and NO₂ by differential optical absorption. J. Geophys. Res. 84 (1979), 63296335.
- [11] 毛万朋, 蔡小舒, 程智海. 傅里叶变换滤波差分吸收光谱法在烟气SO₂在线监测中的应用研究. 工程热物理学报, 2004, 25(增刊)
- [12] 蔡小舒, 李树荣, 付敬业, 赵志军. 差分吸收光谱法监测NO₂

- 浓度技术研究. 工程热物理学报, 2003, 24(2)
- [13] 瑞典OPSS AB公司. 大气质量监测系统的认证书. DOAS(差分吸收光谱法)大气监测系统设备技术资料
- [14] 蔡浩等. 空气传播的生化袭击与建筑环境安全(1): 综述. 暖通空调, 2005, 35(1)
- [15] 宫学栋. 实现环境安全的重要性及几点建议. 环境保护, 1999(9)
- [16] 曲格平. 关注生态安全之二: 影响中国生态安全的若干问题. 环境保护, 2002, 7特稿
- [17] 刘砚华, 魏复胜. 关于突发环境污染事故应急监测. 中国环境监测, 1995, 11(5)
- [18] 刘东国. 国际安全的新领域: 环境安全. 教学与研究, 2002, 10