

突发化学事故现场应急检测 技术与仪器设备

上海豫东电子科技有限公司

www.yd17.cn



- 一、关于化学危害的认识
- 二、国内外重大化学危害事件
- 三、应急机制的建立和完善
- 四、突发化学事故应急检测的任务、要求与注意事项
- 五、突发化学事故应急监测中的个人防护
- 六、突发化学事故应急监测技术与设备

一、关于化学危害的认识

- 截止至**2002**年，全世界已登记的化学物质超过**4000**万种，这些物质中相当一部分具有毒性，可能造成化学危害。化学毒物暴露案例每年在全世界范围持续增加，已成为世界各国关注的焦点之一。
- 突发、灾害性的化学危害事故在全球发生的各类灾害中占有相当的比重，给人类的生命安全和自然环境带来了威胁。
- 《突发公共卫生事件应急条例》把**职业中毒**以及其他严重影响公众健康的事件定为突发公共卫生事件。

- 突发性化学事故不同于一般的化学危害，它没有固定的排放方式和排放途径，都是突然发生、来势凶猛，在瞬时或短时间内有大量的化学危害物排放，对环境造成严重污染和破坏，给人民的生命和国家财产造成重大损失。这就要求有关部门需要做好突发性化学危害事故的预防，并提高对突发性化学危害事故处理处置的应变能力。因此，加强突发性化学危害事故的应急监测，研究其处理处置技术，是环境监测和公共卫生监测领域中一项非常重要的工作。

- 突发化学事故的应急监测要求监测人员在事故现场，用小型、便携、简易、快速检测仪器或装置，在尽可能短的时间内判断出化学危害物质的种类、理化特性、浓度、污染的范围及可能的危害程度，为及时、正确的处理、处置化学危害事故和制定恢复措施提供科学的决策依据。

突发化学事故的原因

- 技术因素 管理混乱、操作不当、设备故障等。
- 自然因素 雷击、地震、风灾等引起。
- 意外因素 有毒有害的化学物质在生产、储存、使用和运输过程不慎泄漏造成危害。
- 战争因素
- 人为投毒

二、国内外重大化学危害事件

1952 年 12 月英国伦敦的毒雾事件，大气中二氧化硫等污染物造成 8000 人患病，4000 人死亡；1971 年伊拉克甲基汞中毒事件，误将浸泡过甲基汞农药的玉米、小麦种子食用，造成 8 万人中毒，8000 人死亡；1984 年在印度博帕尔某农药厂毒剂泄漏事件，含有异氰酸甲酯的烟雾逸入空气并扩散到附近的村庄，引起 67 万人受害，20 万人中毒，6400 人死亡，成为轰动世界的中毒事件。

1995 年 3

月 20 日 8 时左右上班高峰,日本东京地铁发生的奥姆真理教“沙林”投毒事件,造成死亡 12 人,中毒达 5 500 人左右,住院治疗 1 036 人。事件当天日本政府所在地及国会周围的几条地铁主干线被迫关闭,26 个地铁站受影响,东京交通陷入一片混乱。

我国急性中毒事件也时有发生，如 1979 年温州化工厂氯气罐爆炸，致使 700 余名工人、居民中毒，59 人死亡。1991 年 9 月江西上饶地区因违章运输一甲胺，使 2.4 吨的一甲胺喷出，浓烟滚滚，造成 432 人急性中毒、39 人死亡、经济损失 200 万元以上的恶性事故。最近各地相继发生多起苯及其化合物职业中毒事故：河北省白沟镇箱包加工企业发生多人苯中毒致 6 人死亡；浙江温岭市制鞋企业发生苯中毒致 4 人死亡；广东东莞发生 8 人苯中毒；北京某包装制品企业 20 人苯中毒致 1 人死亡、1 人病危。据报告，我国每年约有 10 万人急性农药中毒，其中主要是有机磷杀虫剂中毒。

1993年8月5日13时25分,清水河安贸公司危险品四号库房因过硫酸氨自燃引发了库房内硝酸氨等其他易燃易爆物品导致连锁性爆炸起火,火势蔓延无法控制,蘑菇状云中天而起,燃烧爆炸达16小时之久,库房炸成2000米²爆炸区,现场形成了一个宽20米、深约10米的炸坑。由于深圳市委市政府组织全市军、警、民奋力灭火,及时采取果断措施,由1000多名武警战士分三批赴汤蹈火,身背水泥袋,用200吨水泥筑成水泥墙,将相隔仅30米处的240吨双氧水贮罐与火区隔离,才未发生更大爆炸。否则深圳市将有二个区被炸毁,距爆炸区仅4000米的国贸大厦也将毁于一旦。

这次爆炸造成库区内3栋仓库炸毁,12栋仓库局部燃烧。深圳市局部停电、停水,部分工厂停产,直接经济损失2.4亿元。伤141人,死15人(包括市公安局副局长王久明、杨水桐。笋田区派出所副所长曾志德),8人失踪,重伤25人,总共伤亡189人。

- 2003年岁末，位于重庆开县高桥镇的中国石油四川石油管理局川钻十二队的罗家十六矿井突然发生井喷，富含剧毒硫化氢的天然气汹涌喷出。这一事故带给人们的是难以磨灭的伤痛：现场救援工作共持续了近4天。事件造成**65000**人撤离疏散、**10000**人到医院就诊、**2142**人住院治疗、**243**人死亡。

- **2004年3月，福建建甌市130人氯气中毒；4月16日重庆市天原化工厂氯气泄漏，造成7人死亡，15万人疏散**
- **2005年，危险化学品事故发生164起，死亡229人**
- **2007年，我国重大职业中毒事故（同时中毒10人以上或死亡5人以下）39起，涉及188人中毒，死亡76人，重大急性职业中毒事故病死率高达40.43%。中毒致死例数居首位的化学物质为硫化氢，死亡27例，死亡率为39.71%。**

- **2008年8月26日**，广西广维化工股份有限公司发生爆炸事故，爆炸引发的火灾导致车间内装有甲醇、乙炔、醋酸乙烯等易燃易爆物品的储罐发生爆炸。事故还造成周围**3公里**范围内**18个**村屯和广维集团生活区的**11500**名群众紧急疏散，共造成**20**人死亡；是一起近**10**年来全国范围内伤亡最严重的化工事故 。

三、应急机制的建立和完善

- 建立了国家应急机制和工作体系
- 法制建设---突发公共事件应对法
- 起草和编制国家应对突发公共事件预案
 总体预案（1件）
 专项预案（25件）
 部门预案（80件）
- 推动地方的预案编制工作

山东省应急救援体系建设

- **2006年**，省职防院被国家指定为省级化学事故医疗救治基地，负责我省及周边地区化学事故事故的应急救援
- 山东省设于应急预案的制订：山东省突发化学事故事故医疗卫生救援应急预案、山东省职防院化学事故应急预案、山东省职防院化学事故应急检测实施细则、山东省职防院化学事故医疗救治实施细则等**14个**应急预案。
- 建立应急专家库；
- 成立中毒救治队伍

- 应急检测设备的配置
- 解毒药物储备工作
- 毒物及中毒数据库建设
- 启动了中毒现场救援工作平台建设
- 开展中毒应急处理控制的技术研究工作

四、突发化学事故应急检测的任务、要求与注意事项

对有毒有害物质的正确监测，在突发化学事故应急救援中十分重要，采取有效的技术手段查明泄漏毒物的状况，可为控制事故的态势提供决策依据。

- 化学事故应急监测中的任务：及时查明造成化学事故的有毒有害物质的种类，即**定性检测**。测定有毒有害物质的扩散和浓度分布情况。有条件时可查明导致化学事故的客观条件根据有毒有害物质的浓度分布情况。确定不同程度污染区的边界。并进行标志。

- 化学事故应急监测中的要求

1 准确：准确查明造成化学事故的有毒有害物质的种类，对未知毒物和已知毒物在事故过程中相互作用而成为新的危险源的检测要慎之又慎。

2 快速：能在最短的时间内报知监测结果。为及时处置事故提供科学依据。通常，对事故预警所用监测方法的要求是快速显示分析结果；但在事故平息后为查明其原因则常常采用多种手段取证，此时注重的是分析结果的精确性而不是时间。

3 灵敏：监测方法要灵敏即能发现低浓度的有毒有害物质或快速地反映事故因素的变化。

4 简便：采用的监测手段应当简捷。可根据监测时机、监测地点和监测人员确定所用的监测手段及仪器的简便程度。通常，实施现场快速监测时，应选用较简便的仪器。

- 注意事项

1. 注意个人防护：化学事故应急监测不同于一般的环境监测，参加监测的人员必须考虑自身防护问题，否则不但监测不到数据，而且有可能引起中毒甚至危及生命。如**1999**年**12**月某地发生环氧乙烷泄漏事故，参加现场监测和救援的人员因穿戴防护器材不当，受到环氧乙烷的毒害，造成数十人中毒。因此，化学事故应急监测中的个人防护问题应引起监测人员和有关部门的高度重视。务必做到预先有准备，掌握正确的防护方法，以保证顺利完成应急监测任务和自身安全。

2.注意化学因子多重性：在化学事故应急检测中，如有燃烧或爆炸，现成的化学毒物有可能不只是一种。因此检出一种有毒危险品，仍不能过早地停止工作，要对可能出现的毒物进行更广泛的检测。

需要注意的是，对于采用一些特异性的化学测试方法，它们只能显示有没有某种或某类化学品的存在。试验的阴性结果只表明某一种特殊物质没有以显著性含量存在；而阳性结果不能说明其它有毒危险品不存在。

五、化学危害应急监测中的个人防护

1.个体防护装置

是指为了保护突发公共卫生事件处置现场工作人员免受化学（**chemical**）、生物（**Biological**）与放射性（**radioactive & nuclear**）污染危害而设计的装备，包括防护服、防护眼面护具、防护手套和呼吸用品等，以预防现场环境中有害物质对人体健康的危害。

2.个体防护装置的分级原则-A级防护



可对周围环境中的气体与液体提供最完善隔离保护。

防护对象：防护高蒸气压、可经皮肤吸收，或致癌和高毒性化学物；可能发生高浓度液体泼溅、接触、浸润和蒸气暴露；接触未知化学物（纯品或混合物）；有害物浓度达到IDLH浓度（立即威胁生命和健康的浓度），缺氧。

防护装备：全面罩正压空气呼吸器（SCBA，根据容量、使用者的肺活量、活动情况等确定气瓶使用时间）、全封闭气密化学防护服（为气密系统，防各类化学液体、气体渗透）、防护手套（抗化学防护手套）、防护靴（防化学防护靴）、安全帽

2.个体防护装置的分级原则-B级防护



适用于环境中的有毒气体（或蒸汽），或其他物质对皮肤危害不严重的环境。

防护对象：为已知的气态毒性化学物质，能皮肤吸收或呼吸道危害，达到IDLH浓度，缺氧；

装备：SCBA(确定防护时间)、头罩式化学防护服(非气密性，防化学液体渗透)、防护手套(抗化学防护手套)、防护靴(防化学防护靴)、安全帽

2.个体防护装置的分级原则-C级防护

适用于低浓度污染环境或现场支持作业区域。

防护对象：非皮肤吸收有毒物，毒物种类和浓度已知，浓度低于IDLH浓度，不缺氧。

装备：空气过滤式呼吸防护用品

(正压或负压系统，选择性空气过滤，适合特定的防护对象和危害等级)、**头罩式化学防护服**(隔离颗粒物、少量液体飞溅)、**防护手套**(防化学液体渗透)、**防护靴**(防化学液体渗透)



2.个体防护装置的分级原则-D级防护



防护对象：适用于现场支持性作业人员。

装备：衣裤相连的工作服或其他普通工作服、靴子及手套；

3.应急检测人员防护原则

- 一级防护

1.适用于进入有毒化学物品泄漏区域内进行调查、采样的工作人员；对不明毒源的事件现场救援者。

2.采用A级防护。工作人员须穿着全面罩正压式呼吸器或全封闭化学防护服，佩戴防护手套、防护靴和安全帽

- 二级防护

1.适用于在有毒化学物品泄漏区域内或附近应急车辆中进行样品检测的工作人员和司机。

2.采用B级防护。工作人员须穿着全面罩正压式呼吸器或头罩式化学防护服，佩戴防护手套，穿防护靴。

3.应急检测人员防护原则

- 三级防护

1.适用于在有毒化学物品泄漏区域外的指挥员和保障工作人员。

2.采用C级防护。工作人员须佩戴空气过滤式呼吸防护用品，佩戴防护手套、穿防护靴。

- 工作场所内严禁吸烟、进食和饮水。工作完毕，沐浴更衣



身穿防护服、手提便携式气相色谱仪的应急监测人员

六、化学事故应急检测技术与设备

1. 非器材的检判法
2. 试纸法、侦检粉法
3. 检测管法
4. 化学比色法
5. 便携式分析仪器法、便携式现场检测箱
6. 传感器法
7. 光离子化检测器（PID）气体检测技术
8. 红外光谱法
9. 气相色谱法、液相色谱法（包括质谱联用技术）
10. 其它方法

1.非器材的检判法

• 感官检测法

这是最简易的监测方法。即用鼻、眼、口、皮肤等人体器官（也可称作人体生物传感器）感触被检物质的存在。如氰化物具有杏仁味、二氧化硫具有特殊的刺鼻味、含巯基的有机磷农药具有恶臭味、硝基化合物在燃烧时冒黄烟、一些化学物质如HCL 能刺激眼睛流泪，酸性物质有酸味，碱性物质有苦涩味，酸碱还能刺激皮肤等。但这种方法可直接伤害监测人员，这只能是一种权宜之计，单靠感官检测是绝对不够的。并且对于剧毒物质绝不能用感官方法检测。

- 从气味判断

各种毒物都具有其特殊的气味。一旦发生化泄漏事故后，在泄漏地域或下风方向，可嗅到毒物发出的特殊气味。如氢氰酸是苦杏仁味，可嗅质浓度为 **$1.0 \mu\text{g} / \text{L}$** ；光气散发出烂干草味，可嗅质量度为 **$4.4 \mu\text{g} / \text{L}$** ；氯化氰为强烈刺激味，可嗅质量浓为 **$2.5 \mu\text{g} / \text{L}$** ；硫化氢气体散发出臭鸡蛋味等。

• 植物检测法

检测植物表皮的损伤也是一种简易的监测方法，现已逐渐被人们所重视。有些植物对某些大气污染很敏感，如人能闻到二氧化硫气味的浓度为**1-19ppm**，在感到明显刺激如引起咳嗽、流泪等其浓度为**10-20ppm**；而有些敏感植物在**0.3-0.5 ppm**时，在叶片上就会出现肉眼能见的伤斑。**HF**污染叶片后其伤斑呈环带状，分布叶片的尖端和边缘，并逐渐向内发展。光化学烟雾使叶片背面变成银白色或古铜色，叶片正面出现一道横贯全叶的坏死带。利川植物这种特有的“症状”，可为环境污染的监测和管理提供旁证。

- 动物检测法

利用动物的嗅觉或敏感性来检测有毒有害物质，如狗的嗅觉特别灵敏，国外利用狗侦查毒品很普遍。美军曾训练狗来侦检化学毒剂，使其嗅觉可检出6种化学毒剂，当狗闻到微量化学毒剂时即发出不同的吠声，其检出最低浓度为0.5 -1mg/L。有一些鸟类对有毒有害气体特别敏感，如在农药厂生产车间里养一种金丝鸟或雏鸡，当有微量化学物泄漏时，动物就会立即有不安的表现，以至挣扎死亡。

2. 试纸法、侦检粉法

- 试纸法

把滤纸浸泡在化学试剂后晾干，裁成长条、方块等形状，装在密封的塑料袋或容器中，使用时，使被测空气通过用试剂浸泡过的滤纸，有害物质与试剂在纸上发生化学反应，产生颜色变化；或者先将被测空气通过未浸泡试剂的滤纸，使有害物质吸附或阻留在滤纸上，然后向试纸上滴加试剂，产生颜色变化；根据产生的颜色深度与标准比色板比较，进行定量。前者多适合于能与试剂迅速起反应的气体或蒸气态有害物质；后者适用于气溶胶的测定，允许有一定的反应时间。如：氯气的联苯指示剂法。

- 多用途检测纸

利用参加生色反应的特定化学试剂制成的检测纸，可对多种有害气体进行定性或半定量测试。该检测纸的优点是使用、携带方便，可作为有害气体定性检测的辅助手段；缺点是干扰多，易失效。检测纸的主要品种有：检测氨气的酚酞试纸、奈氏试剂试纸；检测有机磷农药的酶底物试纸；检测一氧化碳的氯化钯试纸；检测光气的二苯胺、对二甲胺基苯甲醛试纸；检测氢氰酸的醋酸铜联苯胺试纸；检测硫化氢的醋酸铅和硝酸银试纸；检测甲醛和乙醛的息夫试纸；检测二氧化氮、次氯酸、过氧化氢的邻甲苯胺和碘化钾-淀粉试纸。

化学物	显色试剂	颜色变化
一氧化碳	氯化钯	白色→黑色
二氧化硫	亚硝酰铁氰化钠 +硫酸锌	浅玫瑰色→砖红色
二氧化氮	邻甲联苯胺	白色→黄色
二氧化碳	碘酸钾+淀粉	白色→紫蓝色
二氧化氯	邻甲联苯胺	白色→黄色
二硫化碳	吡啶+硫酸铜	白色→褐色
光气	对二甲氨基苯甲醛 +二甲苯胺	白色→蓝色
苯胺	对二甲氨基苯甲醛	白色→黄色
氨气	石蕊	红色→蓝色

氟化氢	对二甲基偶氮苯肿酸	浅棕色→红色
砷化氢	氯化汞	白色→棕色
硒化氢	硝酸银	白色→黑色
硫化氢	醋酸铅	白色→褐色
氢氰酸	对硝基苯甲醛+碳酸钾(钠)	白色→红棕色
溴	荧光素	黄色→桃红色
氯	邻甲联苯胺	白色→蓝色
氯化氢	铬酸银	紫色→白色
磷化氢	氯化汞	白色→棕色

- 从上表可以看出，有些侦检纸的显色反应并不专一，例如，用氯化汞制备的侦检纸，砷化氢和磷化氢均能使之变成相同颜色，用邻甲苯胺制备的侦检纸遇二氧化氮或二氧化氯都呈现出黄色。这些干扰现象是由其显色反应的本质决定的，在选择或应用侦检纸时应当引起注意。侦检纸检测化学危险物，其变色时间和着色强度与被测化学物质的浓度有关。被测化学物质的浓度越大，显色时间越短，着色强度越强。

• 侦检粉或侦检粉笔法

侦检粉的优点是使用简便、经济、可大面积使用，缺点是专一性不强、灵敏度差、不能用于大气中有害物质的检测。侦检粉主要是一些染料，如用石英粉为载体，加入德国汗撒黄、永久红B和苏丹红等染料混匀，遇芥子气泄漏时显蓝红色。侦检粉笔是将试剂和填充料混合、压成粉笔状便于携带的侦检器材。它可以直接涂在物质表面或削成粉末撒在物质表面进行检测。如用氯胺T和硫酸钡为主要试剂制成的侦检粉笔，可检测氯化氰，划痕处由白色变红、再变蓝。灵敏度达5ppm。侦检粉笔在室温下可保存三年。侦检粉笔由于其表面积较小，减少了和外界物质作用的机会，通常比试纸稳定性好，也便于携带。

3.检测管法

包括检测试管法、直接检测管法（速测管法）和吸附检测管法。

(1)显色反应型（水）检测试管法：该法是将试剂做成细粒或粉状封在毛细玻璃管中，再将其组装在一支聚乙烯软塑料试管中，试管口用一带微孔的塞子塞住。使用时，先将试管用手指捏扁，排出管中的空气，插入水样中，放开手指便自动吸入水样，再将试管中的毛细试剂管捏碎，数分钟内显色，与标准色板比较以确定污染物的浓度。如：Cr (VI) 检测管。

(2)填充型（气体）检测管法：是一种内部填充化学试剂显示指示粉的小玻璃管，一般选用内径为2—6mm，长度为120-180mm的无碱细玻璃管。指示粉为吸附有化学试剂的多孔固体细颗粒，每种化学试剂通常只对一种化合物或一组化合物有特效。当被测空气通过检测管时，空气中含有的待测有毒气体便和管内的指示粉迅速发生化学反应，并显示颜色。管壁上标有刻度（通常是 mg/m^3 ），根据变色环（柱）部位所示的刻度位置就可以定量或半定量地读出污染物的浓度值。如：苯蒸气快速检测管。

(3) (气或水) 直接检测管法 (速测管法) :

该法是将检测试剂置于一支细玻璃管中，两端用脱脂棉或玻璃棉等堵塞，再将两端熔封。使用前将检测管两端割开，浸入一定体积的被测水样中，利用毛细作用将水样吸入，也可连接注射器抽入污染的水样或空气样，观察颜色的变化或比较颜色的深浅和长度，以确定污染物的类别和含量。如有一种氯化物检测管，采用铬酸银与硅胶混合制成茶棕色试剂，按上述方法制成检测管。当水中氯化物与铬酸银硅胶试剂接触后，使茶棕色试剂变为白色（产生白色的 AgCl ），检测管中试剂变色的长度与水中氯化物的含量成正比。因此，可在检测管外壁或说明书中绘制含量刻度标尺，可作氯化物定量。

(4) (气或水) 吸附检测管法: 该法是将一支细玻璃管的前端置吸附剂, 后端放置用玻璃安瓿瓶封装的试剂, 中间用玻璃棉等惰性物质隔开, 两端用脱脂棉或玻璃棉等堵塞, 再将两端熔封。使用前将检测管两端割开, 用唧筒抽入污染水样或空气样使吸附在吸附剂上, 再将试剂安瓿瓶破碎, 让试剂与吸附剂上的污染物作用, 观察吸附剂的颜色变化, 与标准色板比较以确定污染物的浓度。如有一种可测定空气中HCN 的检测管, 是将经试剂处理过的硅胶作吸附剂, 与分别装在小安瓿瓶中的碱和茚三酮溶液组装成检测管。如有HCN 存在时吸附剂显蓝紫色, 灵敏度可达0.05mg/L 。

德国德尔格公司 Drager检气管

目前已有多种有害气体或 VOCs 现场快速测定的气体检测管和水污染检测管。例如:Drager 检测管以其公认的简便、快速、准确等特点而成为气体定性及定量检测的有力工具,加上适当的配件,Drager 检测管还可分别用于空气、气体、水、液体、土壤及污水等样品的现场快速检测。Drager 检气管由玻璃制成,内充惰性载体材料,该载体已用化学试剂处理过,当待测气体或蒸汽存在时即发生显色反应。这些试剂非常稳定,一般具有两年的使用寿命。另外,此类检气管有的可用于短时测量(给出瞬时的实际浓度),有的可进行数小时以上的测定(给出时间加权的平均浓度)。测量范围极其广泛,从数千分之一 ppm 以至数 %体积;既可直接读数,也可用于实验室取样检测。目前这类检测管已有 200 多种型号,可分别测定 350 ~500 种有害气体或 VOCs。

德尔格检测管和便携式泵



北京劳动防护科学研究所可生产约**40**多种常见化学物快速气体检测管。

- 专业生产各种比长式气体检测管,比长式气体检测管在不用任何能源,电源的情况下,能够快速检测,具有操作简单,携带方便等特点,并可在空气中对有害气体的检测

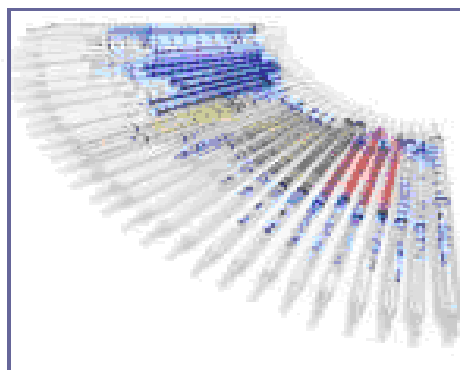
[.www.yd17.cn](http://www.yd17.cn)





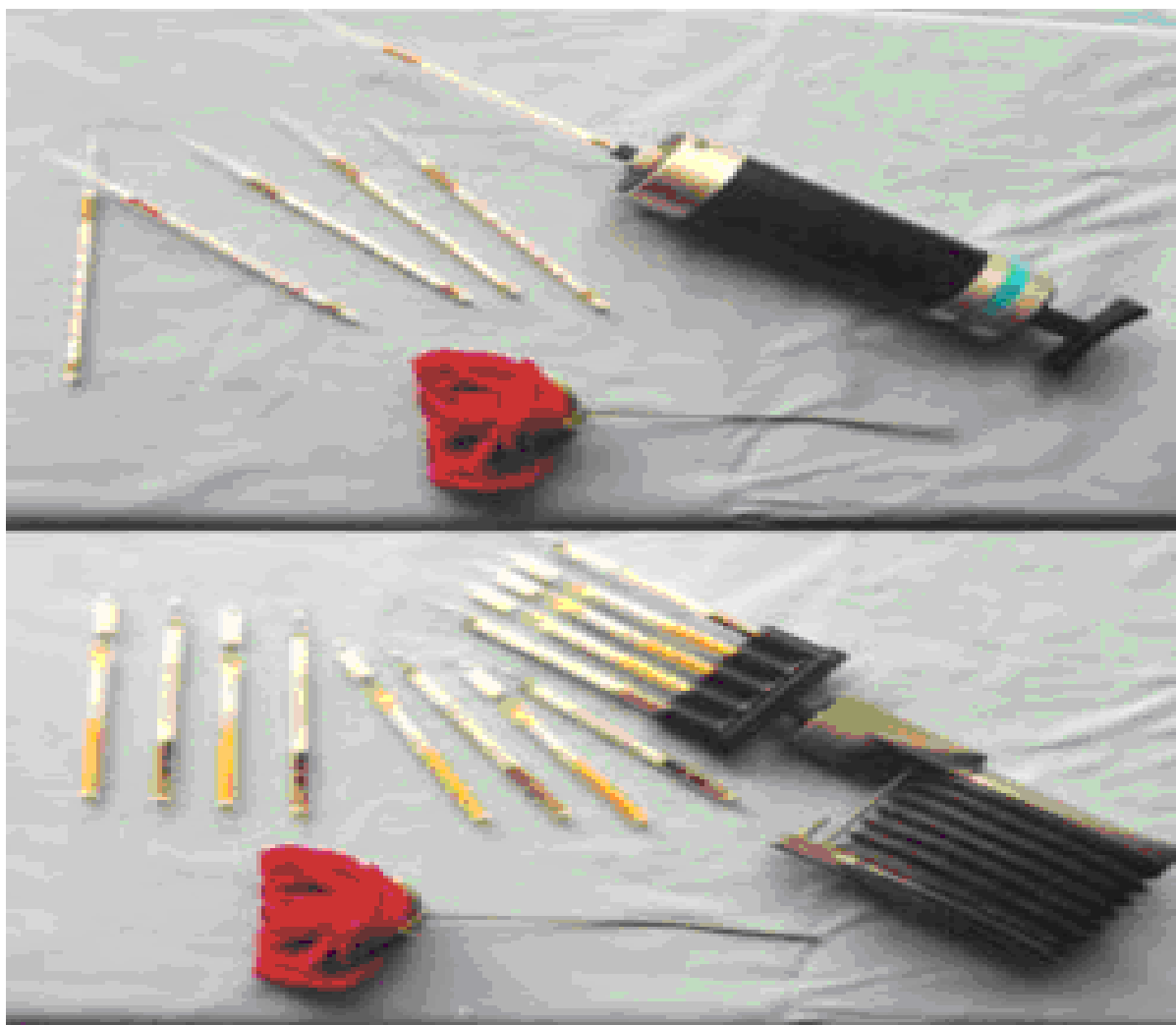
上海必发生
化科技有限
公司的产品

气体检测管



Colorimetric Gas Detection Tubes

RAE Systems高选择性的气体检测管为用户提供了快速、低成本、不需要电能的现场气体检测工具。气体检测管可以检测多种气体和蒸气。RAE Systems的气体检测管变色清晰，读数简单、方便，不需要校正即可获得高准确度的测量。



检测管

几年来,气体检测管(即气体比色管)一直是应急事故中气体检测的基本设备。它们被广泛接受并证明可以以 10^{-6} 级水平测量很多有毒有害气体,且价格不高。但比色管法存在以下缺陷:

(1)比色管只能提供“点测”(spot check),不能提供定量分析及连续的警报检测,即只用一支检测管无法提供给操作者一个危险状况的警报。

(2)“点测”的特点决定比色管易发生测量错误。因为它们的采样量较小,并且现场还存在着空气流动等因素的影响。只有采用 $100\text{ ml/min} \sim 500\text{ ml/min}$ 的连续监测,才不至于被一时的高或低的读数蒙蔽。

(3) 比色管的响应比较慢,一般需要几分钟才能给出结果。

(4) 比色管的最好的测量精度大约是 $\pm 25\%$ 。

(5) 管的读数更倾向于间断读数。

(6) 废弃的比色管容易产生玻璃和化学污染。

(7) 用户需要大量储备比色管备用,而比色管可能存在过期的问题。

(8) 比色管仅局限于常见化合物,许多特定化

4.化学比色法

化学比色法(化学测试组件法)

该法是简易监测分析中常用方法之一。比色法利用化学反应显色原理进行分析,其优点是操作简便、反应较迅速,反应结果都能产生颜色或颜色变化,便于目视或利用便携式分光光度计进行定量测定。由于器材简单、监测成本低,易于推广使用。但比色法的选择性较差,灵敏度有一定的限制。

采用化学试剂测试组件现场测定时,分析方法主要有目视比色法和滴定法:

(1) 比色立体柱 (Color Column, 简写为 CC): 为一种分步颜色比较器。该柱由一个样品/混合池和一个已校正过的分步颜色比较器组成,封装在单一膜压成

的塑料件中用于比色测定。测定时,只需将预备试剂和试样在混合池中混合并将产生的颜色与五个(或更多个)分步颜色中的一个相对应即可。

(2) 比色盘 (Color Disc, 简写为 CD): 这种比色单元有一连续变化的彩色轮(即彩色轮比较器),可快速准确地进行颜色对比。测定时,只需简单地转动彩色轮盘使其与反应样品的颜色一致即可读出浓度值。该法较比色立体柱更精确。

(3) 比色卡 (Color Card, 简写为 CCa): 由一分步并已校正过的色阶组成,一般压成膜保存备用。测定时,只需将预备试剂和试样混合后将颜色与标准色阶对比即可得到浓度值。

(4) 记数滴定器 (Drop Count Titrator, 简称为 DCT): 使用时, 只需简单地往样品中加入显色剂, 然后用滴定器滴定至颜色变化即可, 通过计算可获得待测物的浓度值。

DCT 的原理与普通滴定分析一样。滴定法原来是采用滴定管来加滴定剂的, 作为简易法, 则依据从滴瓶中所需滴加的滴数来计算被测物的浓度 (因滴定剂的浓度已知)。这对于在现场需要定量或半定量知道待测物浓度的情况尤为适用。具有携带方便、操作

简单、价格便宜等特点。

(5) 数字式滴定器 (Digital Titrator, 简称为 DT) : 由于这种滴定器可以更精确地将滴定剂加入试样中, 所以与 DCT 相比, 此种滴定器具有更高的精确度和准确度。

(6) 便携式测试仪器 : 反应产生的颜色变化还可采用分光光度计或比色计等便携式仪器测定。

虽然能生产化学测试组件的厂家不只一个, 但美国 HACH 公司的产品最完备。该公司目前可以提供 100 多种具有不同分析方法和分析试剂的单参数化学测试组件。需要指出的是, 将这些单参数化学测试组件组合起来可组成一个便携式的专用的现场测试组件箱。

5.便携式分析仪器法、便携式现场检测箱

便携式仪器分析法

利用有害物质的热学、光学、电化学、色谱学等特点设计的能在现场测定某种或多种有害物质的便携式仪器。包括：气相色谱法、袖珍式爆炸和有毒有害气体检测器法、便携式离子色谱法(IC)、反射式分光光度计法、便携式阳极扫描伏安计(ASV)法、便携式离子计、其它便携式仪器分析法。如： CO 红外检测仪， PH_3 ， Cl_2 ， CO ， AsH_3 定电位电解式检测仪， H_2S ， CO 库仑检测仪， H_2S ， NH_3 气敏电极检测仪， HCN 电解式检测仪， CO 固定热传导式检测仪，苯系物等便携式GC仪等。这是近年来发展最快的领域之一，涉及内容非常丰富。

(1) 分光光度法

该法是利用污染物本身的分子吸收特性或与特定的显色试剂在一定条件下的显色反应而具有的对紫外-可见光的吸收特性,结合商品化的便携式比色计或分光光度计进行比色分析的一种方法。具有携带方便、操作简单,可在任何地方、任何时间进行快速准确分析的特点。根据光度计的构造,可分为单参数袖珍比色计(如美国 HACH 公司)、滤光片式分光比色计和便携式分光光度计(如美国 HACH 公司的 DREL/2010 型)三种类型。

(2) 气相色谱法

对于一般已知污染物种类的污染事故,检测管法可以发挥较大的作用。但对于那些污染物未知以及污染物种类多,尤其是有机污染物种类多的污染事故,仅靠检测管已不能满足现场定性定量分析的要求。

随着新型灵敏的广谱型检测器的出现,高效毛细管柱的广泛使用以及电子技术的快速发展,高性能的便携式气相色谱仪已经研制成功并得到了推广使用。有些型号的便携式气相色谱仪与普通气相色谱仪在

性能上已无明显的差别(如 HNU-311 和 SRI 系列等),有些型号的便携式气相色谱仪体积小、重量轻,可以手提携带,特别适用于野外或现场的快速分析测定(如 PHOTOVAC-10PLUS 型、MTI 系列、P200、M200、Quad、ASF-700A、EE300-110 系列、Scento 系列、OVA-128 型、A511 型等)。

在便携式气相色谱仪中,大多采用光离子化检测器(Photo Ionization Detector,简称为 PID)和电子捕获检测器(ECD)。PID 检测器可以检测离子化电位小于等于 12 eV 的任何化合物,如脂肪族(除甲烷)、芳香族、多环芳烃、醛类、酮类、酯类、胺类、有机磷、有机硫化合物及某些金属有机物等。此外,也可检测 O_2 , NH_3 , H_2S , AsH_3 , PH_3 , Cl_2 , I_2 , HI 及 NO 等无机化合物。PID 检测器的紫外灯有 11.7 eV, 10.2 eV, 9.5 eV 和 8.3 eV 四种。通过选择不同灯电位的 PID 检测器,可以提高检测的选择性。

(3) 袖珍式爆炸和有毒有害气体检测器法

如：HNU101 型系列袖珍光离子化分析仪、EE300-100 系列袖珍溶剂检测器、Micro TIP2000 型及 Micro FID 型手提式气体检测器、1302 型多种气体检测器、IB2 及 IBX 型红外分析仪、OVA 型有机气体分析仪、MSI301 有机气体检测器、Sensidyne 袖珍 RHn 检测器、SIP-1000 型袖珍气体分析仪等。

(4) 便携式离子色谱法(IC)

如：PIA1000 型便携式离子色谱仪和 IC2001 型轻便型手提式离子色谱仪等。

(5) 反射式分光光度计法

(6) 便携式阳极扫描伏安计(ASV)法

(7) 便携式离子计

(8) 其它便携式仪器分析法

如：单项或多项目气体检测器、单项或多项目水质检测器等。

目前,随着制造技术的发展,便携式多气体(复合式)检测报警仪也是一个新的选择。由于这种检测仪可以在一台主机上配备所需的多个气体(无机/有机)检测传感器,所以它具有体积小、重量轻、相应快、同时多气体浓度显示的特点。更重要的是,泵吸式复合式气体检测仪的价格要比多个单一扩散式气体检测仪便宜,使用起来也更加方便。需要注意的是在选择这类检测仪时,最好选择具有单独开关各个传感器功能的仪器,以防止由于一个传感器损害影响其它传感器使用。同时,为了避免由于进水等堵塞吸气泵情况发生,选择具有停泵警报的智能泵设计的仪器会好一些。

便携式现场检测箱

在具体实施上述各种分析技术或方法时,为了便于现场监测分析样品,通常是将检测管、片、纸以及取样器材等装在便于携带的箱、盒或包中,组成可供现场监测分析用的手提式装备。如美国某兵工厂在美国环保局的资助下,研制了一种简单的、可检测下水道中污染物的现场检测箱。其检测内容有:酸碱度、硬度、浊度、电导率、氨氮、硝酸盐氮、Cl、F、Hg、 SO_4^{2-} 、

PO_4^{3-} 、氰化物、重金属、有机氯、有机磷、2,4-D 和 2,4,5-T 等农药以及苯乙烯、苯酚等有机污染物。箱内除装备有各种简易检测器材和采样器材外,还配备了 pH 计、简易分光光度计、离子选择性电极、电导率计等小型仪器。我国对简易检测分析方法和器材的研制工作也很重视。军事医学科学院和防化研究院都研制过各种类型的检测器材。如 88 型水质检测箱,可检测水中 30 余种污染物;全军环境监测总站研制的电镀废水检测盒可作废水中 Cr(VI) 、铜、氰化物和酸碱度等检测。这些检测器材所用简易检测技术大多是一次性使用的简易检测管或检测试纸等。85 型侦毒器可侦检空气中有毒有害气体;中国人民解放军 6901 厂生产的有害气体快速检测箱可检测空气中多种有害气体,如 CO 、 H_2S 、苯系物等,其所用技术大多是吸附检测管。劳动部职安局毒物检测技术指导站/

北京市劳动保护科学研究所科技发展公司研制了三种型号的突发性污染事故快速检测箱,即:1)DJC-1型:可测定项目包括CO, H₂S, O₂, Cl₂, NH₃, NO_x, SO₂, HCl, 液化气和苯。2)DJC-2型:可测定项目包括CO, CO₂, H₂S, O₂, Cl₂, NH₃, NO_x, SO₂, HCl, 液化气和苯等几十种常见气体污染物。3)DJC-3型:可测定项目包括HCN、AsH₃、丙烯腈、丙烯醛、苯酚、甲醛、羰基镍、汞、光气和甲醇。另外,中国人民解放军防化研究院的DQJD-1型多种气体检定器也属于这种类型。而6901厂生产的68型毒物检测箱备有80余种试剂,45种检测管,总重量仅6.5kg,可以分离和鉴别含磷毒剂、芥子气、路易斯气、HCN、CNCI、光气、苯氯乙酮、五氯酚钠、有毒重金属如Hg, Pb, Be, Tl, Cu, 砷酸盐等。还有中国预防医学科学院、中国分析测试中心等单位也都研制出各种适合环境监测用的简易检测分析器材。

CEL/800系列实验室



HACH公司基于DR/800系列比色计，设计了12种特殊应用场所的实验室，这些实验室按照工业要求配置，适合于饮用水、废水、工业用水、水质控制、锅炉用水、冷却塔、农业、环境研究和教育。

DREL/2400便携水质实验室





美国**INFICON**公司的最新一代的全便携式气相色谱仪**CMS200**，可进行现场分析，其数据质量与实验室气相色谱仪分析结果相当。并可快速有效地分析空气、土壤式水中的有机挥发物。通过内部泵可实现自动进样，也可向加热口注射，实现手工进样。附件包括一个便携式吹洗和吸附阱系统、土壤气体采样器，以及烟气监测器。

6、传感器法

传感器是将某种信号,按一定规律转换成另一种信号的器件和装置。传感技术是获取信息的工具。这是一项迅速发展的高技术,是构成现代信息技术的主要技术之一,是检测原理、材料科学、工艺加工三要素的最佳结合。在发达国家,传感技术被列为核心技术之一。

气体传感器是一种把气体中的特定成分检测出来,并转换成电信号的器件,人们很早就开始了气体传感器的研究,将其用来对有毒、有害气体的探测,对易爆、易燃气体的安全报警,对人类生产生活中所需了解的气体进行检测、分析研究等,使得它在工业生产和日常生活中起到耳目的作用。在化学危害的应急监测中也发挥了有效的作用。

1 气体传感器

检测气体的关键部件是气体传感器。气体传感器即气体敏感元件就是能感知环境中某种气体及其浓度的一种装置或器件,它能将与气体种类和浓度有关的信息转换成电信号,从而可以进行检测、监控、分析、报警。气体传感器从原理上可分为四大类。

1.1 电学类气体传感器

利用材料的电学参量随气体浓度的变化而改变的特性制作的气体传感器为电学类气体传感器。这类气体传感器又可分为电阻式和非电阻式两大类,其中电阻式气体传感器主要有接触燃烧式、热导式、半导体气体传感器等,而非电阻式气体传感器则通常是利用材料的电流或电压随气体含量变化的特点而制成的传感器

接触燃烧式气体传感器使易燃气体在传感器表面接触燃烧从而引起传感器的电阻改变,将电阻的变化量转换为百分 LEL(最低爆炸下限 lower explosive limit)显示或报警。其主要特点是不受环境温度影响,稳定性高,且接触燃烧式气体传感器电阻的变化与气体浓度成线性关系,使电路设计变得简单。应用这种方法能对处于爆炸下限的绝大多数可燃性气体进行检测和报警。其缺点是寿命短,通常只有 1~2 年,而且元件表面的催化剂接触到一些非可燃性气体时会产生反应从而容易发生催化剂中毒。

半导体式气体传感器利用半导体材料表面吸附、脱附气体分子会引起半导体电导率的变化来检测气体。在所有可燃气体传感器中,应用最广的是电学类气体传感器。其中的半导体气敏元件自1962年 Seiyama 应用于气体探测以来,以其灵敏度高、响应时间快、经济可靠等优点而得到迅猛发展,目前已成为世界上产量最大、应用最广的传感器之一。这类传感器主要有 SnO_2 , SnO , Fe_2O_3 三大类

1.2 光学类气体传感器

利用气体的光学特性来检测气体成分和浓度的传感器为光学类气体传感器。根据具体的光学原理可分为红外吸收式、可见光吸收光度式、光干涉式、化学发光式和试纸光电光度式、光离子化式等的气体传感器。

红外吸收式气体分析仪是利用气体的特征红外吸收光谱鉴别气体和分析其浓度的。其理论依据是：不同气体的特征红外吸收光谱不同，在一定浓度范围内，每种气体的红外吸光度值与气体的浓度呈线性关系，多组分红外线气体分析仪在 70 年代就有产品，用于监测大气中 CO 或 CO₂ 的红外线气体分析器利用被测气体对红外光的特征吸收来进行定量分析。当被测气体通过受特征波长光照射的气室时，被测组分吸收特征波长的光，透射光强度与入射光强度、吸光组分浓度之间的关系遵守比尔定律。

红外光谱法是最精确的检测气体的方法。它具有高抗振能力和抗污染能力,与计算机系统相连,灵敏度高、误报率低,也不消耗气体。但这种方法成本最高,装置复杂,操作过程历时长。操作人员需要经过专门培训。

光离子化气体检测仪的工作原理是:在一定能量的光照射下,气体分子吸收光子产生电离,这种光电离形成的离子数与气体分子的浓度有关,通过测定离子流可以得到气体分子浓度。北京中西集团公司推出的超小型复合式气体监测仪系列,内置强吸气泵,可更换探头,采用光离子化(PID)技术,监测各种挥发性有机物(VOCs)、毒气,如异丁烯,苯、甲醇和二氧化硫、一氧化碳等,有各种便携式、佩带式、固定式有毒、有害、易燃气体监测仪器。

1.3 电化学类气体传感器

利用电化学性质的气体传感器在气体传感器中占有相当的比重,它也可分为下面一些种类。

一是检测一氧化碳的定电位电解式气体传感器,对检测气体以恒定电位作电化学性氧化还原,通过测定电场电流获得气体浓度的信息。

电化学类气体检测仪主要用于检测毒性气体如 CO , CO_2 , H_2 , O_2 , SO_2 等。检测时将仪器置于待测气源附近,反应产生的电流经仪器转换成待测气体的浓度值;这类仪器相对成本不高,对气体泄漏的响应快,用于现场监控比较方便,其主要优点是选择性好、灵敏度高。不足之处在于某些这类气体传感器对干扰气体也有响应,会引起误报,因而需要增加抗干扰部分。另外它们的最大不足是寿命短,一般 1~2 年就应更换传感器。

1.4 其它

高分子气敏材料由于其易操作性、工艺简单、常温选择性好、价格低廉等优点,在毒性气体和食品鲜度检测中发挥着巨大的作用。它主要分为高分子电阻式、高分子电介质式、浓差电池式、声表面波式、石英振子式等。

高分子电阻式气体传感器也是通过测量高分子材料的电阻来测量气体的浓度。高分子电介质式气体传感器利用的是高分子材料吸附气体时其介电常数的变化得到气体浓度的信息。浓差电池式气体传感器则是因这种气敏材料吸收气体时形成浓差电池,通过对电池电动势的测量反映气体的浓度。

p-Gas200 便携式综合式气体探测仪

p-Gas200 对于混合气有较高的分辨，可以作为高可靠性报警或普通分析用途应用。

应用：

- 公共安全有毒气体快速分析
- 环境检测
- 污染源检测
- 工业工艺现场分析
- 科学研究实验室分析

测试仪功能：

- 现场 LCD 4×16 字符式轮换显示多项环境参数
- 越限报警,报警限可设置
- RS232/RS485 通信接口支持串行通信,可与计算机联机
- 数据记录 100 组。可阅读，输出或打印
- 泵采样取样
- 用户也可以自行标定或校准

pGas2000 技术指标：

- BD4 主机测试 ADC 分辨率: 0.025%FS
- BD5 主机测试 ADC 分辨率: 0.0015%FS
- 电化学探头准确度: $\pm 1-2\%$ 读数(一般)
- 长期稳定性: $\pm 10\%$ /年 (一般)
- 分析器响应时间: $< 10\text{ms}$
- 探头响应时间: $< 1\text{min}$
- 仪器使用环境: 温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$; 湿度: $0\% \sim 95\%\text{R}$ (无结露)
- 仪器保存环境: 温度: $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$; 湿度: $0\% \sim 80\%\text{R}$ (无结露)



GASMET FTIR Dx4015C便携式气体分析仪

用于对现场环境空气的快速分析，可应用于应急监测，污染源调查，劳动卫生，消防，防化等领域



GASMET Dx4015c使用Temet独有傅立叶变换红外光谱仪、特制温控分析单元和信号处理电路，结构非常牢固，抗震性强，适于野外工作，是现场快速分析的理想工具。

GASMET Dx4015c可同时分析中红外有吸收的气体，可选择不同量程范围，联机CALCMET分析软件有光谱库提供众多的成分供用户参考，可以分析出未知气体组分。

GASMET Dx4015C的校准采用简单的每种组分分别标定，只需出厂进行一次初始标定后，无需再次标定。

升级组分方法非常简便，用户只需用新的组分标气进行一次标定即可完成。





IQ-1000万用气体检测仪

型 号	IQ-1000
-----	---------

>> 产 品 描 述：

IQ-1000是当今市场上功能最强大的万用便携式气体检测仪。通过在IQ-1000的四个探头端口的其中一个使用艾思特公司的万用-气体探头，该优秀的检测仪就可检测100余种有毒和可燃气体（参见下面的万用-气体探头气体列单）。为每一种气体提供了3个报警设置点，如果超过了任何一个报警极限，声、光指示器就会发出警告。

除了万用-气体探头之外，IQ-1000还可连续使用电化学、催化式以及固态探头，增强了IQ-1000的选择性。IQ-1000接受并同时显示多达4个探头的读数，从而增强了它的应用灵活性。IQ-1000的“气体搜寻”特性允许你使用万用-气体探头去搜索一个区域，看是否有危险气体存在。因为万用-气体探头可以检测100余种气体，如果一轮气体搜索过后，显示读数为零，那么该区域可能就没有危险气体存在。

- Mega-Gas万用气体传感器可以探测超过100种有毒/易燃气体——Mega-Gas传感器气体列表。
- 微处理器控制单元智能化管理维护所有气体设置和校准的数据库,可随时选用。不需要换算和推测!
- “气体搜索”功能可以使你迅速确定这一百多种气体中的任何一种是否存在。
- 附加固态、电化学或者催化型传感器可以提供功能更强的选择性。IQ-1000最多可以接受4个传感器并同时显示读数。
- 数据记录器(选件)可以存储几个月的有价值的数。这些数据可以传送到打印机,或传送到电脑保存并通过“EINSTEIN”数据管理软件进行管理。
- 内置采样泵
- 声音和可视报警指示
- 大屏幕背光LCD显示器
- 自动校准
- RS-232接口
- 带有肩带的携带箱



7.光离子化检测器(PID)气体检测技术

PID 的工作原理

PID 使用一支 10.6 eV(或 11.7 eV、9.5 eV 和 8.3 eV)光子能量的紫外(UV)灯作为光源,这个高能量的紫外辐射使被测物质电离,产生带正电的离子和带负电的电子,通过检测该电流的大小,就可知道被测物质在空气中的含量。其主要特点是灵敏度高、检出限低($\mu\text{g}/\text{m}^3$ 级)、准确、快速。应用范围广,可检测 400 多种有机和部分无机化合物。将其安装在便携式的分析仪器中,形成便携式光离子化气体分析仪,可在现场进行痕量气体分析,并且只以空气作载气,属于本质安全型仪器。主要应用在环保、商检、石化、公安、国防等领域。

PID 仪器的特点

1. 连续灵敏测量：PID 可以检测低至 ppm 浓度 (百万分之一) 的有机物的存在。这对于现代的石油化工、劳动卫生、环境监测等都具有很大的优势。

2. 快速：PID 的反应一般小于 3 秒，适合快速应急需要。

3. 便携测量：仪器体积小巧、重量轻，可携至任何需要检测的地点。强力吸气泵可以吸取人员不便到达地点的气体。

4. 无需氢气等危险载气，安全可靠。

5. 适应性广：这包含两个方面的内容：一是它可以检测绝大多数的有机物，二是它所测量的浓度范围较宽，由 10^{-5} (0.1 ppm) 一直到 5×10^{-3} (5000 ppm)，仪器均可以以 10^{-5} (0.1 ppm) 的准确度加以测量。

6. 非破坏性测量：由于 PID 仅仅是使有机物电离，所以在有机组分离开检测器后会重新复合，因此，可以利用 PID 的强力吸气泵进行采样袋操作，对测量样品做进一步的分析。

7. 不会中毒：同大多数其它检测器或传感器不同，PID 检测器不会被高浓度的待测物质损坏（中毒），它的恢复时间同它的反应时间一样，仅为 3 秒钟，因此它可以随时对实时浓度进行测量。

8. 只对有机物反应：PID 对常见气体，如氧气、一氧化碳、氯气、甲烷等等没有反应，因此它在复杂环境中具有一定的指向性，即只对有机化合物反应。

便携式光离子化气体分析仪是一种小巧的、非破坏性、可连续测量、线性范围宽的检测分析仪器。需要指出的是,只有当紫外光的能量大于待测气体分子的离子化电位时,待测气体才能被检测出来。PID 检测器可以检测离子化电位小于/等于 12 eV 的任何化合物,多用于芳香族化合物的检测分析,如多环芳烃 (PAHs);也可以检测脂肪族(甲烷除外)、卤代烃类、不饱和烃类、醛类、酮类、酯类、醇类、胺类、有机磷、有机硫化合物及某些金属有机物等。此外,它对 H_2S , PH_3 , NH_3 , N_2H_4 , Cl_2 , I_2 , AsH_3 , HI 及 NO 等无机化合物也有很高的灵敏度。但不能检测放射性物质、空气、天然气、 HCl 、 HF 、 HNO_3 、 O_3 和非挥发性有机物等。PID 检测器的紫外灯有 11.7eV, 10.2eV, 9.5eV 和 8.3eV 四种,通过选择不同的紫外灯来提高仪器的选择性。

PID 检测器

光离子化检测器(Photo Ionization Detector, 简称为 PID) 可以检测极低体积分数($0 \sim 0.002$) 的 VOC 和其他有毒气体。可以看成是一个“低浓度的 LEL 检测器”。它是一种小巧的、可连续测量、宽范围的检测器, 它可以为工作人员提供实时的信息反馈, 这种反馈可以使工作人员确认他们是否处于安全状态。PID 连续测量的结果可以被记录下来(采集数据) 或者立即“回放”(浏览数据)。一个 PID 可以看成是带一个分离柱的气相色谱仪, PID 的高精确度、高灵敏度(10^{-9} 级) 和可测定化合物种类多的特点使其成为有机污染事故应急监测的首选检测器。

PID检测器的气体检测仪



- **RAE公司**（美国华瑞公司）具有专利保护的**PID**技术和不断创新的改进，保证了华瑞公司在**PID**技术上的世界领先地位
- **PID**产品已经广泛应用于全球各地的环保、安全、应急事故、石油化工、密闭空间进入、室内空气质量、商检、农业等等领域。

MultiRAE Plus 是一种可以灵活配置的多种气体检测仪，它可以配备包括PID传感器在内的一至五种传感器，并且能够通过无线方式向2公里远的主控制器传送实时数据。拥有ATEX、UL、和 cUL、MC认证。主要应用于为国防安全、石油化工和环境防化以及紧急事故处理等领域。

MultiRAE Plus 可以和RAELin进行无线连接使用，能够把从传感器检测到信息整合后传回RAE系统，一个无线传感器可以装置1.2或更高版本的固件，可以在2公里远的地方与主控制器传输信息。

主要特点：

- 可选配光离子化检测器（PID）
- 可选用红外CO2传感器
- 强力智能吸气泵、远距离检测
- 锂离子充电电池无需放电
- 大容量数据采集



RAE PID产品: ToxiRAE



8. 红外光谱法 — IR

- 红外光谱法所研究的是分子中原子的相对振动，也就是研究化学键的振动。不同的化学键或官能团其振动能级的能量有所不同，吸收不同的红外光谱，在不同的波段出现吸收峰，形成红外光谱，分析中可根据红外光谱进行定性分析，根据吸收的强度进行定量分析。红外光谱法可直接分析固体、液体、气体样品。而傅立叶变换红外光谱法的发展，使红外光谱检测法成为环境监测、突发事件应急监测、防化检测和反化学恐怖应急监测中的重要工具。
- 该方法的主要限制为：**[1]**. 原子和单原子离子不吸收红外光谱，因此不能用来分析惰性气体和许多无机化合物的阳离子。**[2]**. H_2 、 O_2 、 N_2 、 Cl_2 等同质双原子分子，由于分子的对称性无红外光谱，所以红外光谱法不能分析这些气体。**[3]**. 对于复杂样品来说，应该和分离技术配合，先经分离再作红外检测。

傅立叶变换红外光谱法 — FTIR

便携式 FTIR 可以对未知气体进行识别,测量气体浓度从 mg/m^3 至百分含量,大多数组分的检出限都低于 $1 \text{ mg}/\text{m}^3$,可以测定 NO 、 NO_2 、 N_2O 、 SO_2 、 NH_3 、 HCl 、 HF 、 CO 、 CO_2 、 H_2O 等无机化合物,以及羟基硫化物 COS 、 CH_4 、 C_2H_6 、 C_3H_8 、 C_4H_{10} 、 C_2H_4 、 C_3H_6 、 C_4H_6 、 C_2H_2 、 C_8H_{18} 、 C_6H_6 、 C_7H_8 、 C_8H_{10} 和两种异构体、 CH_4O 、 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 、 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 、 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 、 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ 、 CH_2O 、 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ 、 CH_2O_2 、 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 等有机化合物,测定浓度范围均为 $0 \sim 200 \text{ mg}/\text{m}^3$. 我国已优先登记的有毒化学品有 40 个化学物质,其中氯化氢、氮氧化物、二氧化硫、一氧化碳、氯化氰、氰化氢、苯胺、丙烯腈、丙烯酰胺、二氯甲烷、氯乙烯、苯、甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯等可以使用便携式和车载式 FTIR 直接进行现场测定. 多氯联苯 (PCB) 有 209 种,文献^[1]用 FTIR 配合 MS 鉴定从毛细管柱流出的组分. 在鉴别分子结构差异时,FTIR 有时比 MS 更为准确. 多环芳烃及其异构体具有“三致”作用,由于 MS 对辨别芳烃取代基位置鉴别能力差,IR 成为多环芳烃取代异构体的强有力的鉴定工具.

我院装备的便携式红外光谱气体分析仪



便携式红外光谱气体分析仪 现场应用



9. 气相色谱法、液相色谱法（包括质谱联用技术）

- 气相色谱法、液相色谱法将气相色谱、液相色谱分离技术与不同的检测器配合，前者主要分析挥发性较大的化学物，后者主要分析较难挥发的、热不稳定的化学物。
- 气相色谱、液相色谱与质谱联用在复杂样品的毒物鉴别定性、定量检测起了重要作用。

HAPSITE GC-MS便携式气相色谱/质谱联用仪

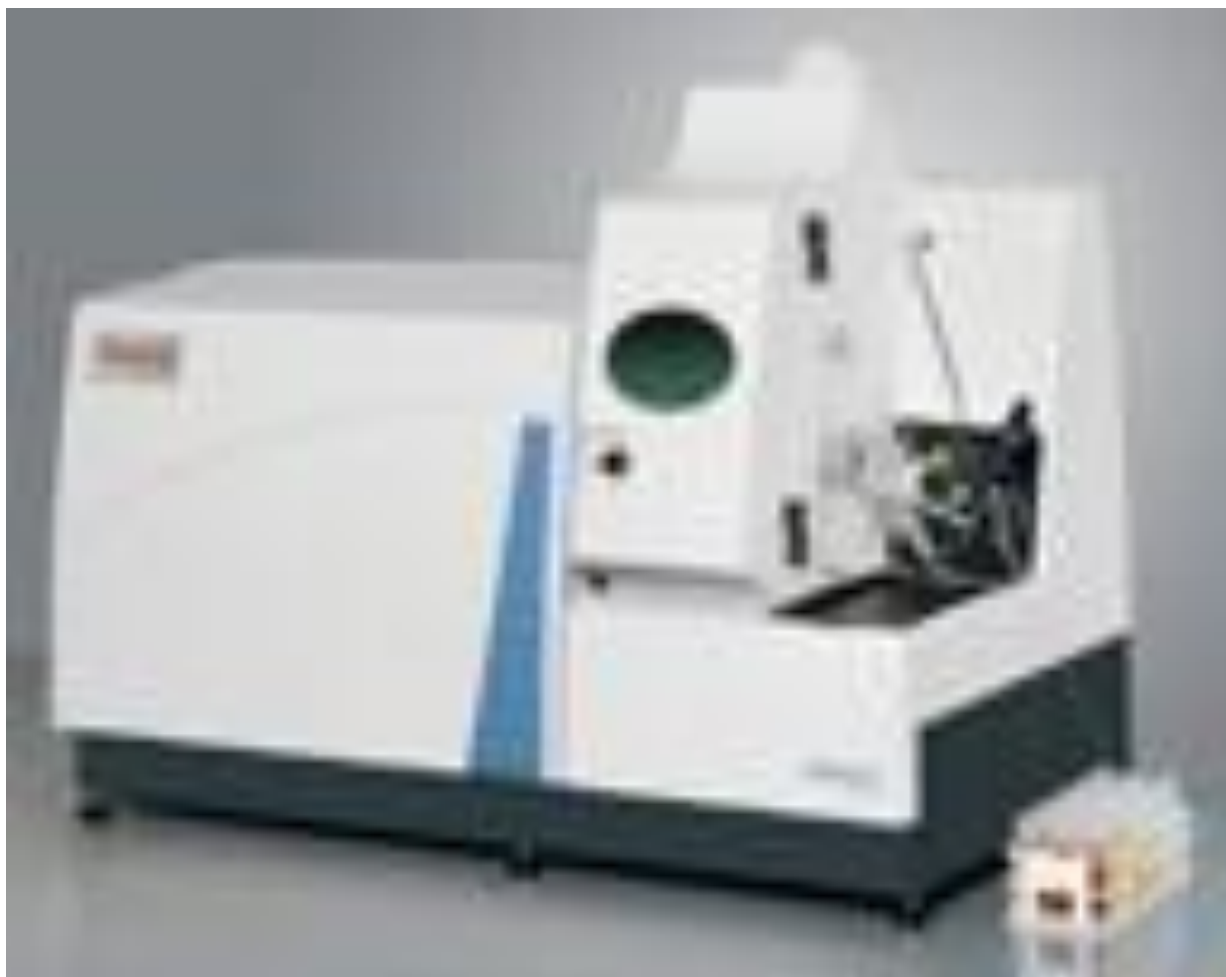


10. 其他方法

- **AAS** 原子吸收光谱分析法
- **AFS** 原子荧光分析法
- **ICP-AES** 电感耦合等离子体发射光谱
- **ICP-MS** 电感耦合等离子体质谱

是金属及类金属毒物的有效定性定量方法。

- 新一代XSeries2是当前世界上最小的台式ICP-MS



- **IMS 离子迁移谱法**

目前 IMS 应用最多的是在毒品、爆炸物和化学战争药剂检测方面,国外有很多公司已经生产出商品化的产品,供各个国家的军事、航空和安全等部门使用.在这些应用方面,IMS 的指标已经做的相当不错,探测极限一般都在 10^{-10} g 左右,探测的时间一般不会超过 20s,好的仪器可在 10s 之内.

- **表面声波法 — SAW:** 测苯乙烯、甲苯等有机蒸汽; **CO**、**SO₂**、**NO₂**、**NH₃**、氢氰酸、氯化氰、沙林等

谢

谢