

易制毒化学品检测仪

公安部第三研究所 成云飞 陈泓 沙淼淼 杨明

摘要: 本文阐述了易制毒化学品的定义、分类及危害,并介绍了一类基于气相色谱技术的易制毒化学品检测仪。该仪器与快速前处理技术及配套试剂相结合,可用于23种易制毒化学品的现场快速检测。文中详细说明了易制毒化学品检测仪的组成、工作原理、性能指标及其所采用的关键创新技术。

关键词: 易制毒化学品 气相色谱 易制毒化学品检测仪

一、易制毒化学品的定义和分类

易制毒化学品是指用于非法生产、制造或合成毒品的原料、配剂等化学品,包括用于制造毒品的原料前体、试剂、溶剂、稀释剂和添加剂等。易制毒化学品既是一般医药、化工的工业原料,又是生产、制造或合成毒品的必不可少的化学品,因此具有双重性。

按照在制造毒品中的功能,易制毒化学品可分为三类。第一类包括:1-苯基-2-丙酮;3,4-亚甲基二氧苯基-2-丙酮;胡椒醛;黄樟油;黄樟素(黄樟脑);异黄樟素(异黄樟脑);N-乙酰氨基苯酸;邻氨基苯甲酸;麦角酸;麦角胺;麦角新碱;麻黄素(碱);伪麻黄素(碱);消旋麻黄素;去甲麻黄素;甲基麻黄素;麻黄浸膏;麻黄浸膏粉等麻黄素类物质。第二类包括:苯乙酸;醋酸酐;三氯甲烷;乙醚;哌啶。第三类包括:甲苯;丙酮;甲基乙基酮;高锰酸钾;硫酸;盐酸。其中,第一类是用于制毒的主要原料,第二类、第三类是用于制毒的化学配剂。例如,醋酸酐、乙醚、三氯甲烷、丙酮和盐酸等本身不是毒品,但由于其是生产和合成毒品的重要辅助原料,因而经常被毒品犯罪分子用来生产毒品。

二、易制毒化学品的危害

近年来,毒品问题国际化程度正在加剧,我国面临

的形势尤其严峻。伴随着冰毒、摇头丸等苯丙胺类毒品的全球泛滥,境外贩毒组织与境内不法分子勾结,以生产各种化工品为掩护,在境内开设加工厂,疯狂生产各种新型毒品。目前,国内已有20个城市发现制毒活动,制毒方法也由简单的化学提炼发展到利用化学方法合成。

打击非法制造毒品和走私、非法买卖易制毒化学品等违法犯罪活动,堵塞易制毒化学品生产、经营、使用上的漏洞,必须加强对易制毒化学品的监管。2005年8月26日我国颁布的《易制毒化学品管理条例》(自2005年11月1日起施行)规定各级管理部门应当依照本条例和有关法律、行政法规的规定,在各自的职责范围内,加强对易制毒化学品生产、经营、购买、运输、价格以及进出口的监督检查;对非法生产、经营、购买、运输易制毒化学品,或者走私易制毒化学品的行为,依法予以查处。因此,开发出原理可靠、功能强大、操作简便的易制毒化学品现场快速检测方法势在必行。

三、气相色谱法

色谱法是一种效率较高和应用较广的分离方法,其利用混合物中各组分在两相(固定相和流动相)中溶解、解吸、吸附、脱附等作用力的差异,当两相作相对运动时,这些组分在两相中反复多次受到各作用力作用而得到分离。按照固定相和流动相不同,色谱法可以分为气相色

谱法和液相色谱法。其中，以载气为流动相的色谱法称为气相色谱法。气相色谱技术具有分析速度快、分离效能高、灵敏度高以及易于与其他分析实验仪器联用等优点，近年来被用于环境监测、突发事件等现场检测。但现有商用小型色谱仪存在一定的局限性，如：通常需要外接计算机和外接气源，限制了其便携性；检测器一般采用热导检测器（TCD）、光诱导离子化检测器（PID）和电子捕获检测器（ECD）等，局限于如天然气、炼厂气、工业废气等常规气体的分析；没有专门针对易制毒化学品现场快速检测的仪器。

在《八八公约》所规定的23种易制毒化学品中，除1种盐（高锰酸钾）、2种无机酸（盐酸和硫酸）、3种高沸点有机物（麦角酸、麦角胺和麦角新碱）外，其余17种物质均可以用气相色谱仪分析检测，如表1所示。因此，研究用于现场快速检测易制毒化学品的小型化气相色谱仪具有重要的实用意义。由于氢火焰离子化检测器（FID）对大多数有机化合物均有较好响应，我们采用FID作为检测器，致力于基于气相色谱技术的易制毒化学品检测仪的小型化研究，旨在为一线公安、海关缉毒部门提供更好的打击毒品犯罪的检测手段。

表1. 17种适合于气相色谱分析的易制毒化学品性质

编号	易制毒品化学品	分子量	沸点(°C)	备注
1	乙醚	74.12	34.6	
2	丙酮	58.08	56.5	
3	三氯甲烷	119.39	61-62	
4	醋酸酐	102.09	139	
5	甲苯	92.13	110.6	
6	哌啶	85.15	106	
7	甲基乙基酮	72.1	79.6	
8	1-苯基-2-丙酮	134.18	214	
9	3,4-亚甲基二氧苯基-2-丙酮	178.19	120-122	
10	苯乙酸	136.14		需衍生化前处理
11	邻氨基苯甲酸	137.13		需衍生化前处理
12	N-乙酰邻氨基苯甲酸	179.18		需衍生化前处理
13	麻黄碱	165.23	225	
14	黄樟脑	162.18	232-234	
15	异黄樟脑	162.18	253	
16	黄樟油			主要成分为黄樟脑
17	胡椒醛	150.13	263	

四、易制毒化学品检测仪

目前，我们已研制出基于气相色谱技术的AD04-02/AD04-03易制毒化学品检测仪，分别如图1和图2所示。该类仪器集工业控制计算机、分离系统、温控系统、气体发生器于一体，结构合理、外型美观，具有分离效能



图1 AD04-02 易制毒化学品检测仪



图2 AD04-03 易制毒化学品检测仪

高、检测速度快、检测种类多、可靠性高、操作方便、便携性好等优点，与快速前处理技术及配套试剂相结合，可用于23种易制毒化学品的现场快速检测。

1. 工作原理

AD04-02/AD04-03易制毒化学品检测仪是基于气相色谱技术的分析仪器。AD04-02易制毒化学品检测仪的系统框图如图3所示，主要分为气路部分和电路部分，两者共有的器件是进样器、色谱柱和检测器。其中，气路部分由气源、气路调节阀件和不锈钢管道组成；气源包括空气、氮气和氢气，空气由空气泵从大气中采集，氮气和氢气分别由气体发生器提供；气路调节阀件包括稳压阀、稳流阀、背压阀以及针形阀等，稳压阀用于减小并稳定从气体发生器及空气泵输出的气压，稳流阀用于稳定进入色谱柱的载气流速，背压阀用于调节进样器分流比大小，针形阀用于调节进入检测器的氢气和空气流速。电路部分主要由温控板、信号采集处理系统、工业控制计算机、液晶显示器以及电源和各种变压器组成；温控板为进样器、色谱柱、检测器、信号采集处理系统、点火器等提供电源，并对进样器、色谱柱及检测器温度进行实时控制；信号处理器将收集到的放大信号进行处理并传输到色谱工作站。

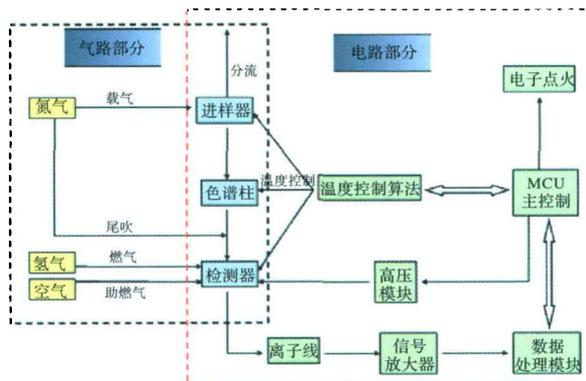


图3 AD04-02易制毒化学品检测仪的系统框图

AD04-03易制毒化学品检测仪在AD04-02易制毒化学品检测仪的基础上,分别从气路部分和电路部分入手,一方面将氮、氢和空三路气体改为氢气和空气两路,并在保留原有的色谱柱的基础上,减小色谱器件及气路调节阀的体积;另一方面整合电路部分,进一步集成温控系统;最后对整体结构进行整合。与AD04-02易制毒化学品检测仪相比,AD04-03易制毒化学品检测仪的体积小,重量更轻,更适合单兵携带。

AD04-02/AD04-03易制毒化学品检测仪气路图分别如图4和图5所示。在进行检测时,疑似易制毒样品经过初检法快速排除和预处理后,由微量注射器“注射”进入进样器,随后被载气携带同时进入两根独立控温的毛细管色谱柱。由于样品中各组份在色谱柱中的流动相和固定相间分配或吸附系数的差异,在载气的冲洗下,样品中各组份在两相间作反复多次分配,从而在柱中得到分离,接在柱后的检测器根据组份的物理化学特性,将样品中各组份按顺序检测出来。

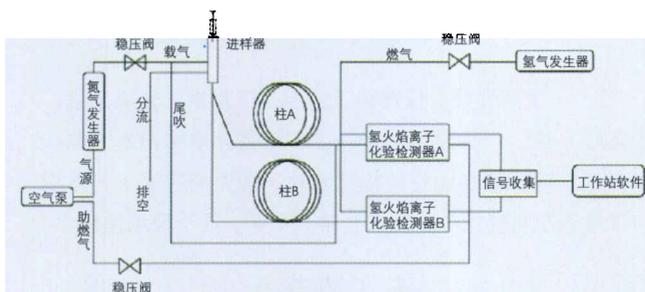


图4 AD04-02易制毒化学品检测仪气路图

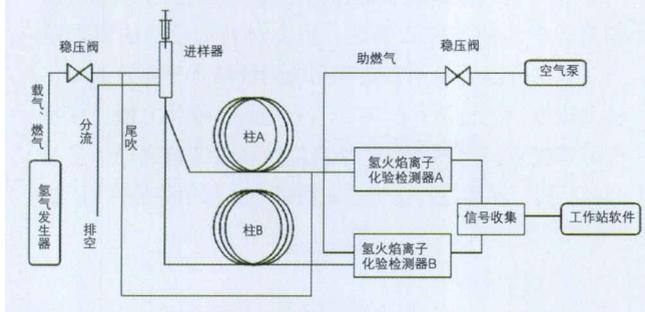


图5 AD04-03易制毒化学品检测仪气路图

2. 关键技术

AD04-02/AD04-03易制毒化学品检测仪主要采用了以下关键技术:

- 具有自主知识产权的双色谱柱双检测器定性分析系统。该类仪器具有不同极性的两根毛细管色谱柱,可分别进行独立的温度控制。进样后载气将被测化合物同时送

入两根色谱柱进行分离,再分别由其后连接的双微型FID进行检测,可同时针对高低沸点的易制毒化学品进行分析。

- 独特的多气源与仪器集成一体化设计。仪器自带安全型综合性的小型化气体发生器,提供仪器分析所需的气体;其模块化结构可以方便的嵌入主机中,提高系统的结构紧凑性和可靠性;隔离技术有效地避免气体发生器电解液对仪器的腐蚀和干扰。

- 完善的仪器控制和数据采集、分析集成技术。仪器的中央控制系统包括了工业控制计算机、嵌入式操作系统、控制与数据分析软件等三大部分,在设计方面具有以下特点: a. 采用通用的操作系统工业控制计算机为增强性的PC机,在上面进行开放和功能扩展相当容易。 b. 硬件方面采用嵌入式的工业控制机,抗干扰能力和实时性强。 c. 专业的处理软件能自动进入系统分析状态,自动采样、控制温度和采集信号,自动进行分析处理,生成检测报告。 d. 采用触摸屏和全中文图形界面,具有全自动分析报警软件。该仪器采用工控机对温控、检测器点火、信号采集与处理等功能进行集成控制,解决了CPU通讯、操作系统减裁、快速A/D转换与信号采集、色谱峰判别及处理方法等问题。

- 先进的模块结构设计和良好的工作环境适应性。色谱柱一体化加热技术使仪器实现传统柱箱五分之一的体积内同时对两根毛细管色谱柱独立控温;小型精密气路控制阀件为仪器提供精确、稳定的流量;小型空气泵、气体发生器使仪器无须外接大型空气压缩泵和气体钢瓶;防震结构设计和交流供电方式使仪器满足车载需要。

- 专用的易制毒化学品数据库。拥有专门针对易制毒化学品检测的、功能强大的样品数据库,测试结果可自动与数据库进行比对,从而实现易制毒化学品的定性检测,并可实现一次进样,同时出峰,加快分析速度,适合现场检测。

- 快捷、标准的化学前处理方法。具有针对易制毒化学品的标准、快捷、简便的化学前处理方法,确保了检测结果的准确和仪器的安全使用。

3. 技术指标

以AD04-03易制毒化学品检测仪为例,其主要技术指标如下:

- 仪器尺寸: 240 mm × 320 mm × 415 mm;
- 仪器重量: 20 Kg ± 0.5 Kg;
- 双柱双温: 温度范围+50 °C ~ +250 °C



温度稳定性 $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$;

- 灵敏度: $< 5 \times 10^{-9}\text{ g/s}$;
- 出峰偏差: $\text{RSD} \leq 3\%$;
- 分析时间: $\leq 5\text{ min}$;
- 衍生时间: 约 10 min ;
- 电源: $220\text{ V} \pm 22\text{ V } 50\text{ Hz} \pm 0.5\text{ Hz}$;
- 功率: 最大功率 $< 300\text{ W}$;
- 环境温度: $+5\text{ }^\circ\text{C} \sim +40\text{ }^\circ\text{C}$;
- 相对湿度: $\leq 80\%$;

• 可检测的易制毒化学品: 乙醚、丙酮、三氯甲烷、丁酮、甲苯、醋酸酐、麻黄碱、黄樟脑、胡椒醛、邻氨基苯甲酸、苯乙酸、N-乙酰邻氨基苯甲酸等。其中, 邻氨基苯甲酸、苯乙酸和N-乙酰邻氨基苯甲酸三种易制毒化学品需在检测前进行衍生处理。

4. 检测结果

图6和图7分别给出了部分易制毒化学品在AD04-03易制毒化学品检测仪低温柱和高温柱的检测结果。

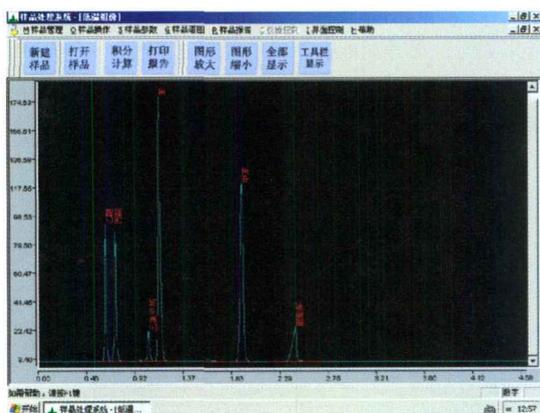


图6. AD04-03易制毒化学品检测仪低温样品色谱图

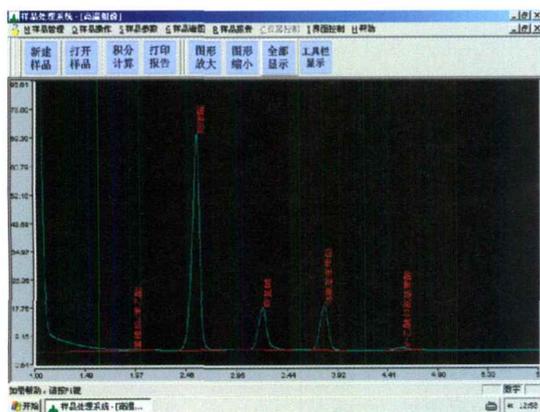


图7. AD04-03易制毒化学品检测仪高温样品色谱图

5. 仪器特点

综上所述, AD04-02/AD04-03易制毒化学品检测仪具有以下特点:

- 分离效能高。通过采用合适类型的色谱柱、柱温和气体流量, 可实现易制毒化学品的高效分离。
- 检测速度快。高低温色谱柱可分别针对不同沸点范围的易制毒化学品进行分离, 实现一次进样, 同时出峰, 仪器分析时间不大于 5 min ; 结合快捷、标准的化学前处理方法, 可实现现场快速检测。
- 检测种类多。仪器具有专用的易制毒化学品数据库, 与快速前处理技术及配套试剂相结合, 可用于《八八公约》中所规定的所有23种易制毒化学品的检测。
- 可靠性高。先进的模块结构设计、完善的仪器控制、数据采集和分析集成技术, 提高了系统的结构紧凑性和实用可靠性, 使仪器具有良好的工作环境适应性。
- 操作方便。触摸屏、全中文图形界面和全自动分析报警软件使仪器操作过程更加便捷、人性化, 操作人员经过简单培训即可掌握, 方便一线公安干警的使用。
- 便携性好。仪器集工业控制计算机、分离系统、温控系统、气体发生器于一体, 无需外接笔记本电脑和气源; 在保证各项性能指标和外壳强度的前提下, 体积和重量尽可能减少, 更适合单兵携带, 便于现场使用。

五、结束语

为了有效遏制新型毒品的蔓延, 我们必须加强对易制毒化学品的监控和管理, 提高对制毒活动的发现能力。本文介绍的易制毒化学品检测仪具有分离效能高、检测速度快、检测种类多、可靠性高、操作方便、便携性好等优点, 为易制毒化学品的现场快速检测提供了有效的手段, 必将在打击毒品犯罪领域发挥很好的作用。

参考文献

- [1] 杨建国, 何轻舟. 易制毒化学品监管实用手册[M]. 北京: 中国海关出版社, 2003年.
- [2] 李文君, 聂鹏. 我国禁毒问题的现状与禁毒工作的难点[J]. 警察技术, 2008, 3(108), 64-67.
- [3] 张祥民. 现代色谱分析[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2005年.