

气相色谱仪在环境安全检验中的应用与维护

周仁威

湖北虹科检测技术有限公司 湖北武汉

【摘要】气相色谱仪是一种使用十分广泛的检测仪器，能够对热稳定、沸点较高的物质进行检测分析，在多个领域中均有应用，本文就其在环境安全检验中的应用与维护进行简要介绍，以帮助仪器使用人员正确使用仪器，能够对仪器进行日常维护并对常见故障进行排查。

【关键词】气相色谱仪；环境；安全检验；有机物分析；故障

Application and maintenance of gas chromatograph in environmental safety inspection

Renwei Zhou

Hubei Hongke Testing Technology Co., Ltd. Wuhan, Hubei

【Abstract】 Gas chromatograph is a widely used detection instrument, which can detect and analyze substances with thermal stability and high boiling point. It is used in many fields. This paper briefly introduces its application and maintenance in environmental safety inspection, so as to help instrument users use the instrument correctly, carry out daily maintenance of the instrument and troubleshoot common faults.

【Keywords】 Gas chromatograph; Environment Safety inspection; Organic matter analysis; Fault

气相色谱仪是一种包括载气系统、进样系统、柱温箱、检测器以及信号收集系统等 5 个主要部分的仪器，其基本原理是以气体作为流动相，根据被分析物的与色谱柱固定相的分配或吸附系数差异，从而可在色谱柱中被分离开来并依次通过检测仪，最终在记录仪器上显示为一个个色谱峰的形式，主要应用于分析易于挥发的物质^[1]。因此，气相色谱仪广泛应用于医药卫生、环境监测以及石油化工等多个领域。

1 气相色谱仪简介

不同的物质在不同相态有着不一样的选择性分配性质，使用流动相对固定相中的混合物质进行冲洗便能使不同物质以不同速度沿着固定相移动，从而达到将不同物质分离开来的方法便是色谱法，而以气体作为流动相对被分析物进行分析的方法便称之为气相色谱法^[2]。纯度为 99% 以上的氮气、氩气、氦气以及氢气等是气相色谱法中常用的载气，其具有化学惰性好、不与载气通路中的其他物质发生反应的优点。在气相色谱法中，被分析物要能够被汽化并被载气带入色谱柱中，各组分之间能够在色谱

系统中达到彼此分离的效果，从而达到对易挥发有机化合物的定性与定量分析。

通过气相色谱法得到的色谱图一般有着多个色谱峰，各色谱峰之间应达到彼此完全分离的效果，并且色谱峰是一条近似于高斯分布的曲线，气相色谱法便是根据得到的色谱峰分析组分的组成物质及其含量^[3]。

2 气相色谱仪在环境安全检验中的应用

2.1 在空气安全监测中的应用

空气质量与人体健康有着直接的关联，一旦空气的有关污染物超过一定浓度，便可能直接或间接的对人造成急性、慢性危害，并且还可能会影响生物或材料。在常见的空气污染物中，包括飘尘、有害气体、气溶胶以及挥发性污染物等，在类别上有含硫化合物、碳的氧化物、含氮化合物、碳氢化合物以及多环芳烃等。在对空气的安全监测中，气相色谱法能够对多种有机化合物进行检测分析，如一氧化碳、总烃、三氯乙醛、正己烷、乙酸乙酯以及苯系物等，并且有着较为成熟的气相色谱分析方法。如籍语与王良锋对工作场所空气中多达 20 种挥发性

有机物建立了溶剂解吸-气相色谱检测方法, 并对该方法的线性、灵敏度、准确性进行了验证, 表示该方法能够对类似于汽车检测中心空气中的相关物质进行有效检测^[4]。刘芷郁则对气相色谱法测定空气与废气中的甲苯和均三甲苯的方法进行了综述, 指出气相色谱法在其中有着方法流程简洁、周期较短以及成本较低的优势^[5]。这些均体现了气相色谱仪在空气安全监测中的良好应用效果。

2.2 在土壤安全监测中的应用

土壤污染主要分为无机物污染与有机物污染两大类, 一旦有害物质在土壤中的含量超过其自净能力, 便可能通过“土壤到植物到人体”或“土壤到水到人体”的途径被人体吸收, 并危害人体健康。在对土壤安全的监测中, 气相色谱法主要应用于对无机金属化合物、农药、肥料、腐殖酸以及亚硝胺等多种污染物的检测分析, 并且具有较好的效果。谢可杰等人对土壤中 10 种有机磷农药残留制定了气相色谱分析方法, 能够较好的检测分析土壤中的速灭磷、甲拌磷等有机磷农药残留^[6]。陶晓杰等人则利用气相色谱法对种植人参土壤中有有机氯农药残留量进行了测定与评估, 并指出应用气相色谱法检测方便、结果也比较准确^[7]。

2.3 在水体安全监测中的应用

环境水的安全对人体健康十分重要, 对于环境水的安全监测对于保障水体生态具有十分重要的意义, 水中的污染物包括重金属、氧化剂、苯系物、有机磷农药、有机氯农药、有机酸、可溶性气体、卤代烃以及醇等。气相色谱法能够对其中的多种挥发性有机化合物进行检测, 在监测水体安全的工作中发挥着重要作用。在饮用水的消毒中也会用到消毒剂, 而消毒剂的使用可能产生多种消毒副产物, 并且对人体健康具有较大威胁, 因此需要将消毒副产物的浓度控制在限值之下以确保饮用水的安全。刘玉灿等人研究了使用气相色谱串联质谱测定水中 13 种挥发性消毒副产物的方法, 结果显示该方法能够在实际应用中具有较高的准确度、精密度, 能够满足快速、准确的要求^[8-9]。

3 气相色谱仪的日常维护

气相色谱仪是十分精密的仪器, 要确保仪器的正常运转与数据的可靠性、准确性, 就需要对仪器做好日常维护工作。下面将根据仪器的不同部件介

绍相应的维护方法。

3.1 载气系统的维护

首先, 需要确保载气的纯度符合标准要求, 在条件允许的情况下, 应保证气体纯度在 99.999% 以上, 在使用氢气和空气发生器时, 需要定期排水并对分子筛与干燥剂进行更换, 可在仪器上粘贴时间表以做到定期维护。每日使用前均应检查气体钢瓶的压力以确认剩余气体是否足够, 当钢瓶上的压力显示低于 2.0 兆帕时, 则需要更换气体钢瓶, 在更换后要检测接口处气密性, 若存在漏气情况则需要将接口再拧紧或重新连接, 若是发现钢瓶接口有瑕疵而导致接口处气密性差, 则应更换钢瓶。

3.2 进样系统的维护

对进样系统的维护包括进样针、进样口温度、压力、垫片以及衬管等, 在进样器完成 50~100 次进样后, 应更换新的进样垫; 将玻璃衬管从仪器中小心的取出, 使用镊子将其中的玻璃毛与其他杂质移除, 之后使用丙酮、甲苯等有机溶剂进行清洗, 经干燥后便可使用, 在使用时需要填充适量石英棉; 进样针在使用前与使用后均应用合适的溶剂清洗, 装有自动进样器的仪器则需要清洗瓶中装上与分析方法一致的溶剂, 并在设置仪器参数时勾选进样前后自动清洗选项。

3.3 色谱柱的维护

色谱柱是气相色谱中非常重要的一个部件, 也直接关系到检测分析结果准确性, 因此日常使用过程中需要做好对色谱柱的维护。首先, 新购买的色谱柱应对其进行老化处理后才能使用, 老化时需要注意以下 3 点: ①在室温下通适量载气后再老化以免损坏色谱柱, 并且不可将氢气作为载气; ②老化时不可将柱端接到检测器上以防污染检测器; ③注意阅读色谱柱使用说明书以确认其他注意事项。在安装色谱柱时, 需要将两边端口平齐的切割一小段, 切割的长度约 5mm, 切割后平视端口应无毛刺, 切割时注意佩戴好手套以防割伤; 安装时连接进样口与检测器色谱柱端口长度可使用仪器附带的工具测量, 将色谱柱安装好后可稍稍用力向外拉扯以确认将螺母拧紧; 色谱柱若在使用后需要继续留在柱温箱中, 则需要保证有载气通过以保护色谱柱; 取下色谱柱后可将两端扎在一个进样垫上进行密封, 然后再保存在色谱柱盒中。

3.4 检测器的维护

气相色谱仪可以根据需要配备不同的检测器，为便于介绍，现以使用最为普遍的氢火焰离子化检测器（FID）进行讲解，并介绍仪器使用人员能够操作的维护内容，其他内容应根据指导书或由专业人员进行。

首先，在安装色谱柱时，连接检测器的端口的色谱柱长度应插入进样口直至底部，然后向外抽出约 1mm，再将螺母拧紧。在使用时，应将检测器温度设置在 200℃ 以上，并且应高于进样口温度，待温度稳定后再点火，若仪器有自动点火设置则需要确认已完成点火后再运行方法^[10]。

4 对气相色谱仪常见故障的检查与排除方法

首先是污染情况导致色谱图有杂峰或噪声变大，常见的污染情况包括定量管、进样口、色谱柱以及检测器等部件的污染。此时应对污染来源进行排查，更换新的或纯净的溶剂执行空白运行，若污染消失则一般与样品或溶剂有关；不更换溶剂执行空白运行（将注射器从进样器中去除并开始运行），污染消失则代表污染源在注射器上；将色谱柱移出并盖上检测器接头后执行空白运行，污染消失则代表问题出在进样口或色谱柱中，污染仍然存在则问题出在检测器中。当每次进样后均会在固定位置出现杂峰，且峰高、峰面积比较一致，则一般是定量管或进样口污染，对于污染较为轻微的情况可用载气吹扫 1h 左右，对于污染较为严重的情况则可用乙醇作为溶剂、氮气作为载气反复多次进样进行清洗，当基线中不再出现该杂峰时即清洗干净。当图谱出现周期性的杂峰后，一般是色谱柱污染或失效或是柱温不合适导致的，此时可通过将色谱柱老化 48h 左右再进行检测以观察色谱图是否恢复正常，若仍未恢复正常，则再调整柱温观察，此时组分仍无法分离则可判断为色谱柱失效，更换其他同型号的色谱柱即可。当检测器污染时，主要表现为图谱基线噪声变大，一般可通过载气带动乙醇进行清洗，若无效则可拆下检测器进行超声波清洗。

电路系统发生故障，此类故障的判断较为容易，例如色谱图中的基线为周期性的正弦波，则可判断为信号倍增器发生了故障，一般讲损坏的元件更换后即可。同时，由于电路系统故障需要的维护技术更加专业，一旦无法自行判断或排除故障时应及时

联系仪器工程师进行处理。下面再简要介绍几种其他常见故障的检查与排除方法：①进样口压力或流量存在波动。检查气体净化器或气体生成器是否已达到或接近满负荷运转、检查是否漏气、检查衬管是否正确安装、任何其他外部进样设备中是否存在限制，发现故障后采取对应的处理措施，如降低气体净化器运行负荷、排除漏气情况、重新安装衬管等；②FID 未点燃。检查喷嘴是否堵塞、检查 FID 流速、检查色谱柱流速、检查 FID 温度等，对应的清理喷嘴堵塞、调整 FID 流速与温度、调整色谱柱流速即可排除故障；③柱箱温度程序运行过程中基线上升。检查色谱柱是否渗漏、检查载气供给中是否泄漏、检查是否污染、检查色谱柱接头处是否泄漏并采取对应处理措施；④色谱峰拖尾。检查色谱柱、衬管、进样口密封垫等是否污染、检查是否正确切割与安装色谱柱、检查进样口温度等并对应清除污染、正确安装色谱柱以及调整进样口温度等；⑤出现前拖峰。检查色谱柱是否安装正确、检查样品溶剂的纯度、检查进样量是否过大并相应的再次安装色谱柱、更换纯净的溶剂以及降低进样量。

5 结语

气相色谱仪作为环境安全检验中常用的一种仪器，也是十分精密的仪器，使用人员应对气相色谱仪的工作原理、基本结构有足够的了解，并在日常的工作中掌握对仪器的维护与常见故障的排除技能，以确保仪器的正常使用并延长其使用寿命，从而使其在环境安全检验中发挥重要作用，使工作人员能够得到准确可靠的检验数据。

参考文献

- [1] 钟毅青.气相色谱仪在环境监测中的应用与维护[J].化工自动化及仪表,2018,45(7):533-536.
- [2] 李霞.气相色谱仪在室内环境污染物检测中的应用[J].山西化工,2021,41(2):54-56.
- [3] 李春明.气相色谱仪在环境监测中的应用[J].造纸装备及材料,2021,50(6):63-64.
- [4] 籍语,王良锋.气相色谱法测定工作场所空气中 20 种挥发性有机物[J].化工管理,2022(4):22-28.
- [5] 刘芷郁.气相色谱法同时测定空气和废气中的甲苯和均三甲苯[J].当代化工研究,2022(2):47-49.

- [6] 谢可杰,金应兰,徐婷婷,等.气相色谱法测定 10 种土壤有机磷农药残留[J].皮革制作与环保科技,2021,2(5):132-133,157.
- [7] 陶晓杰,白龙律,郭航宏,等.气相色谱法对种植人参土壤中有有机氯农药残留量的测定及评估[J].中国食品,2021(5):115.
- [8] 刘玉灿,王颖,朱玉良,等.气相色谱-串联质谱法同时测定水中 13 种挥发性消毒副产物的方法研究[J].分析化学,2022,50(1):145-152,中插 8-中插 13.
- [9] 葛璇,郭龙,刘畅,等.顶空-气相色谱质谱法测定水中 10 种氯苯类化合物[J].化学研究与应用,2022,34(3):668-675.
- [10] 吕璿.气相色谱仪常见故障分析与日常维护[J].化工设计

通讯,2021,47(8):64-65.

收稿日期: 2022 年 5 月 20 日

出刊日期: 2022 年 6 月 30 日

引用本文: 周仁威, 气相色谱仪在环境安全检验中的应用与维护[J]. 化学与化工研究, 2022, 2(1): 5-8
DOI: 10.12208/j. jccr.20220002

检索信息: 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS