

化学产品中重金属的定性检验方法研究

周业武

梧州市产品质量检验所, 广西 梧州 543000

[摘要] 化学工业不断发展, 化学产品里可能有铅、镉、汞、砷、铬等重金属, 这些元素对人体健康和环境有潜在危害。当下, 检测化学产品重金属多靠定性检验法, 像化学反应法、沉淀反应法、显色反应法、比色或试纸检测法以及快速检测试剂法。这些方法操作简便, 能快速判断重金属存不存在, 不过在复杂样品里易受干扰, 灵敏度和准确性都有局限。整体而言, 定性检验在初步筛查中应用很广, 但还得改进, 提高可靠性与准确性。

[关键词] 化学产品; 重金属; 定性检验方法

DOI: 10.33142/aem.v7i12.18665

中图分类号: TS207.51

文献标识码: A

Research on Qualitative Testing Methods for Heavy Metals in Chemical Products

ZHOU Yewu

Wuzhou Product Quality Inspection Institute, Wuzhou, Guangxi, 543000, China

Abstract: With the continuous development of the chemical industry, chemical products may contain heavy metals such as lead, cadmium, mercury, arsenic, and chromium, which pose potential hazards to human health and the environment. At present, the detection of heavy metals in chemical products mostly relies on qualitative testing methods, such as chemical reaction method, precipitation reaction method, colorimetric or test paper detection method, and rapid detection reagent method. These methods are easy to operate and can quickly determine the presence or absence of heavy metals, but they are susceptible to interference in complex samples and have limitations in sensitivity and accuracy. Overall, qualitative testing is widely used in preliminary screening, but further improvement is needed to enhance reliability and accuracy.

Keywords: chemical products; heavy metals; qualitative testing method

引言

随着化学工业发展, 化学产品生产、流通、使用过程易受重金属污染。铅、镉、汞等重金属有毒性、难降解、易累积, 微量存在就可危害人体健康, 影响环境。监测、控制化学产品中重金属, 关乎安全、环保。化学产品重金属来源复杂, 定性检验能快速判断特定重金属存在与否, 常用方法有化学反应法、沉淀反应法等, 各有优势和局限。本研究系统梳理化学产品中重金属的常见种类及来源, 分析不同定性检验方法的原理及操作特点, 比较其灵敏度、选择性、操作便捷性和应用场景, 并探讨其在实际检测中的优势与改进方向, 为化学产品重金属的快速筛查和质量控制提供参考。

1 常见重金属种类及其来源

常见重金属包括汞、镉、铅、砷和铬等, 这些元素在环境中普遍存在, 但过量接触会对人体健康造成严重危害。汞主要来自工业排放、含汞日用品和化妆品, 可通过呼吸、皮肤接触或误食进入人体; 镉常存在于矿山开采、电镀废水及污染土壤中的农作物中, 长期摄入可引起肾脏损伤和骨骼病变; 铅来源包括含铅油漆、蓄电池制造、汽车尾气及老旧水管, 儿童尤其容易通过接触进入体内; 砷可通过自然地质活动或农药、工业废水污染进入饮用水和农产品,

长期积累可能导致皮肤病变或癌症; 铬, 尤其是六价铬, 多见于皮革加工和电镀废水中, 可通过皮肤或呼吸道吸入, 对人体具有刺激性和致癌风险。总体来看, 重金属的来源既包括自然过程, 也主要来自人为活动, 如工业排放和农业化学品使用, 因此加强工业治理和个人防护是减少重金属风险的关键措施。

2 化学产品中重金属的常用定性检验方法

2.1 化学反应法

化学反应法属于化学产品当中重金属定性检验的一种基础性方法。这种方法的关键之处就在于借助不同重金属元素在化学性质方面所存在的差异, 促使它们和特定试剂产生具备指示意义的反应, 进而凭借能够被观察到的反应现象来判定重金属是否存于其中。此方法一般会采用酸溶或者消解这类方式去对化学产品展开前处理工作, 让样品里的重金属转变成游离离子又或者是可反应的状态。之后在把控好一定的温度、酸碱度以及反应时间这些条件之后, 再加入相应的检验试剂。因为不同的重金属离子在溶解度、络合能力还有反应活性等方面有着明显的区别, 所以其反应的结果往往会呈现出特征性的沉淀生成、颜色出现变化或者反应速率存在差别等情况, 由此便形成了直观的定性判据。化学反应法有着操作步骤相对较为简单、检

测成本比较低廉、对于仪器设备的依赖程度不高等诸多优势,是适合作用于化学产品生产进程当中的快速筛查以及质量初步检测的。不过在复杂的化学体系里面,共存的离子以及基体成分有可能会对反应结果造成干扰,进而引发假阳性或者假阴性这类现象,所以在实际的应用过程当中就需要结合合理的样品预处理手段、掩蔽剂的使用情况以及对对照实验等相关内容来进行综合性的判断。

2.2 显色反应法

显色反应法属于化学产品里重金属定性检验常用的一种方法,它的原理是借助特定显色试剂和重金属离子产生络合或者取代反应,于特定条件之下形成带有特征颜色的化合物,进而凭借颜色的呈现、变化或者深浅状况来判定重金属的存在情况。此方法一般是在样品经过溶解或者消解处理之后施行,依靠调控溶液的酸碱程度、反应时长以及试剂用量,促使显色反应可以稳定且充分地展开。不同重金属离子同显色试剂的络合能力以及显色特性存在显著区别,这就让显色反应法在选择性以及灵敏度方面具备一定的长处,可达成对微量重金属的直观辨别。相较于传统化学反应法来讲,显色反应法的检测结果更容易观察并且比对,适宜和标准色阶或者空白对照一道辅助做出判断,在实验室常规检测以及现场快速筛查当中都具备不错的适用性^[1]。然而该方法同样会受到样品基体复杂性、共存离子竞争络合还有光照以及温度条件变化等因素的影响,所以在实际运用过程中需要合理挑选显色试剂,并且通过优化反应条件、设置对照实验等相关举措,提升定性判断的精确性以及可靠性,以此充分发挥显色反应法在化学产品重金属定性检验方面的技术优势。

2.3 沉淀反应法

沉淀反应法算得上是在化学产品重金属定性检验领域里应用时间颇为久远且原理相对直观的一种方法了。这种方法的基本思路是借助重金属离子于特定条件之下同沉淀剂展开反应,进而生成那些难溶或者微溶的化合物。随后凭借沉淀所呈现出来的生成状况、颜色特点以及形态方面的特征,去判定重金属具体的存在情形。在实际开展检测工作的过程当中,一般而言都需要针对化学产品样品给予适当的溶解处理或者消解处理,目的是让其中所含的重金属能够转化成为可以参与反应的那种离子状态。接着要在对溶液酸碱度以及离子强度加以控制的情况下,加入像硫化物、氢氧化物这类或者是其他的特定沉淀剂。因为不同的重金属化合物在溶解度积、生成条件以及沉淀特性等方面存在着比较明显的差异,所以沉淀反应法能够在某种程度上达成对多种重金属进行区分以及做出初步判断的效果。此方法的操作流程较为简单,所得的结果也较为直观,比较适宜用于化学产品生产进程当中的快速筛查环节,同样也适用于实验室层面的初步检测工作。不过,在那种复杂的样品体系当中,共存的离子很可能会引发共沉

淀的情况出现,又或者会抑制沉淀的生成,如此一来便会对检验结果的准确性产生影响。所以在运用该方法的时候,就需要合理地去选择沉淀剂,并且要配合着对反应条件予以调节,倘若有必要的话,还需结合掩蔽方面的相关措施以及对对照实验一道来进行综合性的分析,以此来提升沉淀反应法在重金属定性检验方面所具备的可靠性以及实用价值。

2.4 比色与试纸检测法

比色以及试纸检测法属于一类凭借颜色变化来作为判别依据的快速定性检验办法,在化学产品的重金属初步筛查以及现场检测方面有着颇高的应用价值。该方法的基本原理在于借助重金属离子和特定的显色试剂或者功能化的试纸相互作用之后,引发颜色的出现或是变化,接着依靠人眼去观察或者同标准色卡做对比,进而判断样品当中是否存有目标重金属。比色法一般是样品经过简单的前处理以后,把反应体系和标准溶液或者色阶拿来对照,能够在相对较短的时间内获取到直观的结果;而试纸检测法则会把显色试剂预先固定于载体之上,其操作流程更为简便,适宜在非实验室的环境当中使用^[2]。相较于传统的化学反应方法来讲,比色与试纸检测法有着检测速度较快、操作步骤较少、对仪器设备的依赖程度较低等诸多优势,可满足化学产品在生产、流通以及监管过程里对于快速定性判断的需求。

2.5 快速检测试剂法

近年来,随着分析化学以及材料技术不断发展,快速检测试剂法慢慢开始推广开来,这是一种用来定性检验重金属的手段。它的关键之处就在于把特定的化学反应体系、能够显色的试剂或者络合剂都集成到试剂包、检测试剂盒亦或是可以一次性使用的检测装置当中,如此一来,就能让检测的过程变得更为标准,操作的流程也得以简化。在针对化学产品展开检测的时候,这种方法一般只需要对样品做简单的处理,依照说明去加入相应的试剂,并且在规定的时间内观察反应出现的现象,之后凭借颜色产生的变化、沉淀形成的状况或者指示出来的结果便能判断出重金属具体的存在情况。相比于传统的实验室检测方法而言,快速检测试剂法有着检测速度比较快、对于操作的要求相对较低以及重复性较为不错等诸多优势,尤其适合在生产现场、市场监管还有应急检测等这样的场景当中运用。不过,因为试剂的配方以及反应的条件已经被固定下来了,所以它的适用范围以及检测灵敏度往往会受到一定的限制,在复杂的化学基体环境里还可能出现干扰的情况或者是判断时产生误差。

3 定性检验方法的比较与应用分析

3.1 方法灵敏度与选择性比较

在针对化学产品展开的重金属定性检验工作当中,各种各样的检验方法在灵敏度以及选择性这两个方面存在

着颇为明显的差异,而这方面的差异会实实在在地对其在不同检测场景之下的适用情况产生影响。灵敏度具体指的是检验方法所能具备的检测到微量重金属的那种能力,而选择性则是体现出该方法对于目标重金属和其他共存离子加以区分的那种能力。化学反应法还有沉淀反应法,虽说它们的操作流程是比较简单的,而且所花费的成本也是相对低廉的,然而在对微量元素展开检测的时候,其灵敏度就显得有些有限了,并且在那种较为复杂的样品基体环境当中,还特别容易受到共存离子的干扰,如此一来就会使得选择性有所降低。显色反应法是借助特定的显色剂和重金属相互作用进而形成具有特征颜色的复合物,这种方法在一定程度上提升了对特定金属离子的识别能力,不过在有多金属同时共存的情形之下,颜色方面的差异或许就不会那么明显了,所以选择性还是需要依靠对试剂以及反应条件加以优化的方式来进行进一步增强。比色与试纸检测法,它的灵敏度是比较高的,比较适合用于快速筛查相关情况,可是其最终的判断结果往往会受到观察条件以及色差方面主观因素的影响,而选择性也得依赖于试纸或者比色剂所具有的特异性才行^[3]。快速检测试剂法是凭借预制好的试剂组合以及标准化的操作流程,这在很大程度上提高了灵敏度以及重复性,与此同时也在一定程度上增强了选择性,然而即便如此,它还是有可能会受到样品复杂成分所带来的干扰。

3.2 操作便捷性与检测效率分析

在化学产品的重金属定性检验方面,操作便捷性以及检测效率这两个因素,属于评价相应方法适用性的关键指标所在,它们和实验的可操作性、现场应用的可行性存在着直接关联。传统的化学反应法还有沉淀反应法,其操作相对来说较为简单,所需求的仪器设备数量不多,然而步骤却相对繁琐,样品前处理环节以及反应所需的时间都比较长,在进行批量检测的时候,其效率相较于而言是比较低的。显色反应法在操作层面略微显得更为简化一些,能够凭借直接对颜色变化加以观察的方式,便能获取初步的判断结果,检测效率也得到了一定程度的提升,不过对于那些复杂的样品而言,依旧需要对反应条件予以严格的把控,并且要开展对照实验,如此一来便增加了操作的难度。比色以及试纸检测法借助标准化的试剂以及直观的比色结果,大幅度地提升了操作的便捷性,不需要复杂的仪器,便能够快速地完成判断工作,这种方法比较适合在现场进行快速检测以及对大量的样品展开初筛操作。快速检测试剂法是把所有的试剂预先制备好或者将其集成于试剂盒当中,其操作步骤极为简单,仅仅只需要将样品加入进去并经过短时间的反应之后,就能够得到相应的检测结果,其检测效率颇高,重复性表现也不错,特别适用于生产现场或者应急检测的情况。

3.3 成本与应用场景分析

在化学产品重金属定性检验方面,成本以及应用场景属于选择检验方法时需要重点考量的因素。不同的检验方法在试剂消耗、仪器依赖、人员操作以及实验时间等方面所呈现出的成本差异颇为显著,而这也就决定了其适用的检测环境以及规模情况。传统化学反应法还有沉淀反应法这两种方法所需使用的试剂成本相对较低,对仪器的依赖程度也较少,所以它们比较适合实验室条件相对简陋的基础检测工作,或者针对批量样品进行初筛操作。不过这些方法的操作步骤数量较多,检测周期也相对较长,所以在大规模且需要快速筛查的场景当中,其效率就会受到一定的限制。显色反应法虽然需要特定的显色试剂,成本会略微偏高一些,但是凭借直观的颜色变化情况,可以较为快速地做出判断,因此它比较适合在实验室里开展快速检测工作,也可以应用于质量控制环节^[4]。比色法以及试纸检测法能够借助标准化试剂或者试纸来实现便捷的操作流程,然而每次开展检测的时候,依旧需要消耗相应的试剂或者试纸,单次检测的成本处于相对中等的水平,所以它们比较适合用于现场检测、应急监测或者是生产过程中的快速筛查工作。

4 结语

化学产品里重金属的定性检验,是确保产品安全的一项关键手段。仔细分析各类方法能够察觉到,每种方法在灵敏度、选择性以及操作便捷性方面均有着各自的长处与短处,并且还存在着干扰情况以及准确性方面的制约因素。在实际的应用过程当中,需要依据样品的具体状况以及检测的实际需求来挑选相宜的方法,当有需要的时候,甚至可以将多种方法综合起来加以运用,从而促使检测的可靠性以及效率得以提升。在未来,伴随着技术的不断发展进步,这些方法是有希望能够变得更加迅速、更加精准并且更加规范化的,进而为产品质量的把控给予有效的支撑助力。

[参考文献]

- [1]张青春,标准件产品有毒重金属及其化学成分检测新方法[Z].浙江省,国家标准件产品质量监督检验中心,2007-01-19.
 - [2]郭恒横,魏森林,梅利,等.化学法处理钒工业废水中重金属[J].辽宁化工,2025,54(8):1366-1370.
 - [3]席竹梅.基于化学方法的水环境重金属污染物去除技术研究[J].化纤与纺织技术,2025,54(10):75-77.
 - [4]俞佳利,金佳慧.废水中重金属离子的化学分析方法比较[C].广西:广西网络安全和信息化联合会.2025 年第六届工程领域数字化转型与新质生产力发展研究学术交流会论文集.诸暨市水业技术检测有限公司,2025.
- 作者简介:周业武(1996.10—),毕业院校:广西大学,所学专业:环境工程,当前就职单位名称:梧州市产品质量检验所,就职单位职务:检验员,职称级别:助理工程师。