

离子色谱法在饮水水质卫生检测中的应用

申燕妮

山西长治城镇供水集团有限公司 山西 长治 046000

[摘要]民以食为天,食以水为先。为了使我国社会经济可以得到显著提高,在不断发展城市建设的基础上,需要对饮水工程加强管理与维护。饮水安全不仅是区域经济发展的基本保障,还联系着广大群众的生命健康。本文主要对离子色谱法在饮水水质卫生检测中的应用做论述,详情如下。

[关键词]离子色谱法;饮水水质;卫生检测

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.1317

引言

离子色谱法是利用离子交换原理,通过固定相表面带电荷的基团与试样离子和流动相淋洗离子进行可逆交换、离子-偶极作用或吸附实现溶质分离。水中阳离子通过经阳离子色谱柱交换分离,用甲基磺酸溶液为淋洗液,经过电解再生抑制器降低背景值,用电导检测器检测,根据保留时间定性,峰高或峰面积定量。水质中阳离子离子色谱法作为高效液相色谱的一种,相对于水中测阳离子的方法有分光光度法、原子吸收法相比。具有多组分测定、选择性好、运行费用低、废液环保、灵敏度高、速度快等优点。

1 离子色谱法基本原理

离子色谱法是一种较为高效的检测技术方法,属于高效液相色谱,主要对水质中的阴离子与阳离子常数以及含量进行准确测试,通常采用树脂材料作为检测原材料,其能够对淋出液进行在线自动连接的电导检测。离子色谱法原理较为简单,首先使用某些离子,使其在特定检测条件下进行自发交换,在离子交换后容易被检测离子分离,再定性分离离子或定量分析。在对离子进行分离过程中,检测人员常会应用促进离子交换的树脂材料,树脂容量相对较低,应用较多,所以通常被称为离子交换树脂。离子交换树脂在实际的水质检测过程中进行测定时,主要利用其柱填料性能,锅炉水质检测人员采用离子强度较低且容易实验的溶液,溶液主要被作为流动相时,就能够采用观察手段近距离查看溶液电阻,用于检测和评定水中阴阳离子含量。如果检测人员对待检测水质使用不同分离原理,则水会发生3种相应分离模式,分别被称为离子排斥色谱、高效电子交换图色谱、离子对色谱。这3种高效离子交换色谱有着各自的优缺点,如何进行这3种色谱的选择需要依据实际要求,确保其能够满足锅炉水质检测相关标准需求。其具体原理为:选择淋洗液,使用氢氧根体系或碳酸根体系对阴离子作出检测,使用甲烷磺酸分析阳离子,取样后利用泵作用,淋洗液冲洗定量环带样品进入色谱柱进行分离。进行阴离子分析时,由抑制器装置电解锅炉水后产生氢离子,以阳离子交换膜与淋洗液氢氧根离子结合生成水。碳酸氢根/碳酸根体系和氢离子结合后生成碳酸,再分解为CO₂和水。分析阳离子时,利用抑制器装置电解生成氢氧根,以阴离子交换膜和淋洗液氢离子结合后产生水,降低电导后增强待测离子相应,再检测电导检测器。

2 离子色谱法使用及维护注意事项

(1)日常使用中,ASDV自动进样器样品瓶瓶盖都塞好后,将从瓶盖孔中挤出的液体抖掉。注意不要用实验布拭擦

掉从瓶盖孔挤出的液体;实验布会留下纤维,进入管路,增加系统压力。淋洗液瓶中的淋洗液每周更换一次,以防止长菌污染系统,定期检查淋洗液过滤头情况,建议3~6个月更换过滤头。(2)淋洗液配制。淋洗液配制过程中应注意佩戴无粉的一次性手套,其中多次用高纯水清洗手套,配制用容量瓶、试剂瓶未使用时始终高纯水浸泡且均为高品质PP材料,使用的试剂应至少为优级纯试剂。配制淋洗液的浓缩液,临用时稀释使用。配制成淋洗液后,用溶剂过滤器过滤去除颗粒物,采用超声方式除气泡。(3)样品前处理。样品上机前,未知浓度的水样应测试电导率,根据电导率情况稀释50或100倍,建议稀释后样品的电导率值为<50μS/cm。稀释后的样品经过0.45μm水性滤膜过滤再上机。如果对于可能含有重金属污染物或有机物的复杂水体样品应采用RP柱或C18柱去除疏水性化合物。常见预制柱功能如下:C18预处理小柱、RP柱用于去除有机分子;石墨化炭黑柱去除色素;P柱去除土壤中腐殖酸、苯环类的化合物;H、Na柱去除溶液中的金属离子;Ag柱去除溶液中的Cl⁻。(4)实验环境。实验室环境湿度需低于75%,温度最好保持在25℃左右。应保持独立通风和空调系统,其中测试阳离子过程中,NH⁴⁺环境空气要求高,放置过夜、未密封的标准溶液,在第二天测试中NH₄⁺浓度明显增高。

3 离子色谱法在饮水水质卫生检测中的应用

3.1 离子色谱法同时测定纯化和饮用水中亚硝酸盐和硝酸盐

硝酸盐和亚硝酸盐不是人体所必需的营养物质,摄入量过多,会对人体健康产生危害,进入体内的硝酸盐一部分通过肾脏排出体外,一部分在体内转化成亚硝酸盐。而亚硝酸盐对人体的危害主要有两个方面,一是亚硝酸盐本身的毒性,它能够把血液中携带氧气的低价铁血红蛋白氧化成高铁血红蛋白,使血液失去携带氧气的功能,导致高铁血红蛋白症,从而使人出现缺氧中毒症状,严重时还会因呼吸衰竭而危及生命;二是它的致癌、致畸作用。目前,国内外测定硝酸盐和亚硝酸盐的方法很多,主要有3大类,分别为光谱法、色谱法和电化学法。离子色谱法同时测定水中的硝酸盐和亚硝酸盐的研究较多,但是同时测定多种饮用水中的硝酸盐和亚硝酸盐并不多。通过MIC型离子色谱仪可以对纯化水、某品牌矿泉水、自来水、井水中的亚硝酸盐和硝酸盐进行分离和准确测定,具有操作简便,检出限低,精密度高,回收率高等特点,特别是适用样本类型较多,能够同时测定4种样本,包括纯化水、矿泉水、自来水和井水,便于推广应用

用,适应范围广,适用于制药行业纯化水的检测和饮用水行业的检测。

3.2测定无机阴离子

其中,在阴离子检测过程当中,相关工作人员运用碳酸钠分别对社区、学校以及某知名品牌的矿泉水等生活饮用水进行了分析和研究,从而确定了不同区域当中饮用水中所含的无机阴离子种类,其种类分别包括氯离子、氟离子以及硝酸根等。通过实验可以得知,检测的相对标准偏差为0.7%~2.5%,而检出限值为0.164~0.4233 $\mu\text{g/mL}$,其回收率为98%~106.2%。对实验结果进行对比可以发现检测检测样品中氟离子含量明显超标。可以利用离子色谱法同时对氟化物、氯化物、硝酸盐以及硫酸盐这4种阴离子进行同时检测,其检测时间为25min,相比于传统化学检测的时间短5min,因此利用离子色谱法对饮用水进行检测,可以节省检测时间,此外,该种检测方法的检测质量以及检测的准确性要远超过传统化学检测方法。

3.3电导检测离子色谱法

饮用天然水主要包括饮用天然矿泉水和包装饮用水,氟化物(F^-)、氯化物(Cl^-)、溴化物(Br^-)、碘化物(I^-)是饮用天然水中常见的无机阴离子,人体中这些离子主要从饮用水和食物中摄入,若长期饮用氟化物、碘化物含量过低的水会使龋齿病、克汀病的患病风险增高;反之,若长期饮用氟化物、碘化物含量过高的水,则会引起氟中毒、氟骨症、高碘甲状腺肿症等。氯化物主要以钠、钾、钙和镁的形式存在于天然水中,其浓度一般在一定范围内波动,当氯化物浓度突然升高时,表明水体受到污染,含量过高会导致水质口感变差,对配水系统也会有腐蚀作用。饮用天然水在生产加工过程中如果采用臭氧进行灭菌,臭氧会氧化水中的溴化物生成副产物溴酸盐(BrO_3^-),国际癌症研究机构认定溴酸盐为2B级潜在的致癌物质。因此,饮用天然矿泉水、包装饮用水、地表水、地下水的国家标准对氟化物、氯化物、溴化物、碘化物含量都有严格的限量要求。在水质检测中,测定 F^- 含量的方法主要有离子选择电极法、分光光度法、离子色谱法;测定 Cl^- 含量的方法主要有容量法、离子色谱法;测定 Br^- 含量的方法主要有分光光度法、离子色谱法;测定 I^- 含量的方法主要有分光光度法、气相色谱法、离子色谱法。其中最有效的分离检测技术为离子色谱法,该方法试剂消耗少,对环境友好,检出限低,测定结果准确可靠,建立快速、准确的饮用天然水中的氟化物、氯化物、溴化物、碘化物含量的分析方法非常必要。利用电导检测离子色谱仪,以饮用天然水为研究对象,建立了同时测定饮用天然水中氟化物、氯化物、溴化物、碘化物含量的电导检测离子色谱法。该方法简单、快速、准确、可靠,灵敏度高,极大提高了检测效率,可为饮用天然水生产企业水质监控及加工工艺的改进提供科学参考。

3.4砷和铬

由于抑制电导检测器对五价砷有响应而对三价砷没响应,采用 H_2O_2 (22%)将As(III)氧化成As(V),以2mmol/L Na_2CO_3 和2mmol/L NaHCO_3 混合溶液为淋洗液,流速1.5mL/min,测定水中的总As(V),再用差减法计算As(III)的

含量,该方法的转化率在99%左右。以0.5mmol/L Na_2CO_3 为淋洗液,流速为2.0mL/min,测定Cr(VI),同时在0.01mol/L NaOH 的介质中,用 H_2O_2 将Cr(III)氧化成Cr(VI),然后测定总Cr,由此计算Cr(III)的含量。

4 提升饮水安全的措施

4.1加强规范化管理

依据有关法律法规和标准规定,加强部门协作配合,健全制度,统一条件,规范供水单位及涉及饮用水卫生安全产品卫生许可工作与水厂的卫生管理工作,对集中供水实施饮用水卫生安全巡查和定期水质监督工作。加强供水水源防护管理,加大对饮用水设施、消毒设备等的改善和监督力度,促进供水单位建立健全卫生管理制度,完善供水设施,建立健全饮用水污染突发事件应急处置工作机制,增强及时发现和控制饮用水卫生安全隐患的能力。建立健全供水技术服务体系,提升饮用水的水质分析检测能力,定期和不定期对生活饮用水进行常规水质检测及检查,提供技术指导,及时发现和解决影响饮水安全的问题,保障供水水量和水质达标。

4.2重视社会化服务体系建设

加强水利工程建设管理,完善技术服务体系,定期开展技能培训,提升工程管理水平。同时加强节水宣传工作,呼吁水资源重复利用,减少供水系统耗水量,并定期排查管道运行情况,及时进行维修保养,以免造成水量损失。

4.3建立饮水监测网络体系,实时动态监测

饮水工程施工完成后,应定期检验水质,保证供水水质安全。有关部门要根据实际条件建立安全饮水监测网络体系,以便后期进行综合评估。同时,水利、环保、国土资源等相关部门应在饮水安全工程的建设和管理中紧密配合,定期相互交流工程监测和供水管理状态,为政府科学管理提供正确决策。除此之外,国家应监督地区建立相关管理制度,加大对饮水系统的支持力度,构建适宜当地的监督网络体系,并定期对各项监测指标进行校对。

结语

目前,离子色谱法技术的推广与普及有效的提高了我国饮用水水质检测的整体水平,相对于传统的化学技术检测方法,离子色谱法可以对饮用水当中的所有成分进行同时检测,并且其检测准确度要远高于传统化学检测方法。因离子色谱法操作简单以及检测准确性高,在未来的水质卫生检测中,其作用将会被放大数十倍,在提高我国饮用水检测水平的基础上,提升检测质量,从而保障居民用水安全。

参考文献

- [1]孙艺祯.离子色谱法在饮用水水质检测中的应用[J].城市建设理论研究:电子版,2013,14(34):167-168.
- [2]中华人民共和国自然资源部.地下水水质分析方法第46部分:溴化物的测定溴酚红分光光度法:DZ/T0064.46-2021[S].北京:中国地质出版社,2021.
- [3]中华人民共和国自然资源部.地下水水质分析方法第51部分:氯化物、氟化物、溴化物、硝酸盐和硫酸盐的测定离子色谱法:DZ/T0064.51-2021[S].北京:中国地质出版社,2021.