



赛默飞色谱及质谱客户解决方案系列
生活饮用水检测应用文集

目录

一、前言：	1
1.1 背景介绍	1
1.2 标准汇总	1
二、应用解决方案：	14
2.1 金属元素篇	14
2.1.1 GB/T 5750.6-2022 12.1 & 14.1 无火焰原子吸收分光光度法	14
2.1.2 GB/T 5750.6-2022 4.4 电感耦合等离子体发射光谱法	16
2.1.3 GB/T 5750.6 生活饮用水标准检验方法 金属和类金属指标	18
2.1.4 GB/T 5750.6 扩展篇 IC 与 iCAP RQ ICP-MS 联用技术分析饮用中砷碘溴铬形态	20
2.2 GC&GCMS 篇	22
2.2.1 GB/T 5750.8-4.3 顶空 - 气相色谱法 (GC-ECD) 测定生活饮用水中的 24 种卤代烃	22
2.2.2 GB/T 5750.8-21.2 HS-GC-FID 法分析生活饮用水中 11 种挥发性有机物	24
2.2.3 GB/T 5750.8-4.2, GB/T 5750.8- 附录 A GCMS 结合吹扫捕集仪检测生活饮用水中 55 种挥发性有机物	26
2.2.4 GB/T 5750.8-75.1 自动 SPME-GCMS 法分析生活饮用水中臭味物质土臭素和 2- 甲基异莰醇	28
2.2.5 GB/T 5750.9-12.2 气相色谱法测定生活饮用水中的百菌清	30
2.2.6 GB/T 5750.8-15.1, GB/T 5750.8- 附录 B 固相萃取 - 气质联用法测定生活饮用水中的半挥发性有机物	32
2.2.7 GB/T 5750.8-15.1, GB/T 5750.8- 附录 B 变色龙软件控制气质联用仪分析环境中 161 种半挥发性有机物	34
2.2.8 GB/T 5750.8- 附录 B ISQ 7610 GC-MS 使用一条宽线性范围校正曲线分析水样中的多环芳烃 (PAHs)	36
2.2.9 GB/T 5750.10-24.3 赛默飞高端气质产品应用于饮用水中痕量亚硝胺分析	38
2.2.10 GB/T 5750.10-24.3 AEI-GC-MS/MS 技术用于饮用水中亚硝胺的测定	41

2.2.11 GB/T 5750.10 应用气相色谱联用 Orbitrap 高分辨质谱仪分析水中的消毒副产物	43
2.3 IC&IC-MS 篇	46
2.3.1 GB/T 5750.6 常规阳离子的快速分析 高压离子色谱快速分析水中常规阳离子	46
2.3.2 GB/T 5750.5 常规阴离子的快速分析 高压离子色谱快速分析水中常规阴离子	47
2.3.3 GB/T 5750.5 高氯酸盐 离子色谱法测定水质中高氯酸盐的含量	48
2.3.4 GB/T 5750.5 碘离子 离子色谱法测定水样中碘离子	49
2.3.5 GB/T 5750.5 硫化物和氰化物 离子色谱脉冲安培检测法测定水中硫化物和氰化物	52
2.3.6 GB/T 5750.6 六价铬 水质中六价铬含量的测定	53
2.3.7 GB/T 5750.8 丙烯酸 抑制型离子色谱法测定水中丙烯酸	56
2.3.8 GB/T 5750.9 草甘膦 抑制型电导检测离子色谱法测定水中的草甘膦	57
2.3.9 GB/T 5750.10 卤氧化物 离子色谱法测定饮用水中亚氯酸盐、氯酸盐、溴酸盐、 二氯乙酸及三氯乙酸	59
2.3.10 GB/T 5750.10 卤代乙酸 离子色谱抑制电导检测法 - 同时测定水中 5 种卤乙酸	61
2.3.11 GB/T 5750.10 碘乙酸 离子色谱法同时测定饮用水中一碘乙酸、二碘乙酸	64
2.4 HPLC 篇	65
2.4.1 GB/T 5750.8 48 生活饮用水中二苯胺的测定	68
2.4.2 GB/T 5750.9 14.2 溴氰菊酯、37 甲氰菊酯、38 氯氟氰菊酯、39 氰戊菊酯和 40 氯菊酯	70
2.4.3 GB/T 5750.9 36.2 氯硝柳胺	73
2.4.4 HJ/T 72-2001 邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯	76
2.4.5 GB/T 5750.8 74 双酚 A 生活饮用水中双酚 A、双酚 B、双酚 S 和双酚 F 的测定——液相色谱法	78
2.4.6 GB/T 5750.8 74.2 双酚 A 生活饮用水中双酚 A 的测定——液相色谱法	81
2.4.7 GB/T 5750.8 13 丙烯酰胺 生活饮用水中丙烯酰胺的测定——液相色谱法	83
2.4.8 GB/T 5750 82 萘酚 Acclaim RSLC 120 C18 分析生活饮用水中的萘酚	85
2.4.9 Acclaim Trinity P1, 3 μm, 150×3.0 mm 生活饮用水中的碘乙酸，二氯乙酸和三氯乙酸	87

2.5 LC-MS 篇	89
2.5.1 GB/T 5750.8-13 丙烯酰胺.....	89
2.5.2 GB/T 5750.5-14.3 高氯酸盐.....	91
2.5.3 GB/T 5750.8-79 戊二醛	93
2.5.4 GB/T 5750.8-16.2 微囊藻毒素	96
2.5.5 GB/T 5750.9- (25-35) 氟苯脲等 11 种苯甲酰脲类农残.....	98
2.5.6 GB/T 5750.9- (14-20) 莠去津, 呋喃丹等多种农残	100
2.5.7 GB/T 5750.8- (83-84) 种全氟辛酸和全氟磺酸.....	102
2.5.8 GB/T 5750.10-15.3 酸根离子以及卤代乙酸的检测	104
2.5.9 GB/T 5750.8-89 药品及个人护理品	106

三、CMD 仪器特点简要汇总108

IC 部分.....	108
TEA 部分	109
GC&GC/MS 部分	110
HPLC 部分.....	111
LC-MS 部分.....	112
软件部分.....	114
耗材和消耗品	115

一、前言：

1.1 背景介绍

安全的饮用水是人类健康的基本保障，是关系国计民生的重要公共健康资源。《生活饮用水卫生标准》是以保护人民群众身体健康和生活质量出发点，对饮用水中与人群健康相关的各种因素做出量值规定，经国家有关部门批准、发布的法定卫生标准。GB 5749-2022《生活饮用水卫生标准》于2022年3月15日经国家市场监督管理总局（国家标准化管理委员会）批准发布，代替GB 5749-2006《生活饮用水卫生标准》，自2023年4月1日起实施。GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》于2006年12月由原卫生部和国家标准委员会联合发布，自2007年7月1日开始实施，至今已有13年。新标准的颁布实施能够更好地解决在近年来的标准应用过程中出现的一些问题。

GB/T 5750-2006《生活饮用水标准检验方法》是生活饮用水检验技术的推荐性国家标准，是GB 5749《生活饮用水卫生标准》配套方法与重要技术支撑，为贯彻实施《生活饮用水卫生标准》、开展生活饮用水卫生安全性评价提供检验方法支持。近年来由于国内外水质检验技术得到快速发展，卫生、建设、水务等相关部门的各级检测机构水质检验仪器设备配置亦得到一定提升，GB/T 5750-2006《生活饮用水标准检验方法》在使用过程中也出现了部分问题，已经不能满足生活饮用水检测的要求。最新的GB/T 5750《生活饮用水检验方法》于2022年1月4日开始征求意见，新标准在检测方法灵敏度、自动化程度、方法便利性、补充部分指标检测方法、拓展质谱技术应用范围等方面有了很大提升，能够更好地满足GB 5749《生活饮用水卫生标准》中水质指标的检验需求，能够更好地保证饮用水水质检验工作高效、准确开展，相信很快即将发布实施。

赛默飞作为科学服务领域的领导者拥有广泛的科学分析产线，一直致力于生活饮用水检测领域，对于本次《生活饮用水卫生标准》和《生活饮用水检验方法》中的指标和检测方法的修订，也提供了非常完善的解决方案。希望这些方案有助于您的实验室饮用水检测工作，提升实验室工作效率。

1.2 标准汇总

1.2.1 常规和扩展指标及检测方法

生活饮用水卫生标准中常规指标是反映生活饮用水水质基本状况的水质指标，扩展指标是反映地区生活饮用水水质特征及在一定时间内或特殊情况下水质状况的指标。最新的《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）中这两项指标共97项，是生活饮用水分析实验室检测必配项目，以下是这些指标中78项需要用到大型检验设备的检测项目及检测方法汇总，仅供学习参考。

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
常规指标	1	砷 (As)	5750.6-9.1	氢化物原子荧光法		
			5750.6-9.2	二乙氨基二硫代甲酸银分光光度法		
			5750.6-9.3	锌—硫酸系统新银盐分光光度法		
			5750.6-9.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-9.5	电感耦合等离子体质谱法		
			5750.6-9.6	液相色谱 - 电感耦合等离子体质谱法	C8 反相色谱柱	
			5750.6-9.7	液相色谱 - 原子荧光法		
	2	镉 (Cd)	5750.6-12.1	无火焰原子吸收分光光度法		
			5750.6-7.2	火焰原子吸收分光光度法		
			5750.6-12.3	原子荧光法		
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		
	3	六价铬 (Cr6+)	5750.6-13.1	二苯碳酰二肼分光光度法		
			5750.6-13.2	液相色谱 - 电感耦合等离子体质谱法	阴离子交换分析柱 (50 mm×4 mm, 10 μm) 或等效分析柱	
	4	铅 (Pb)	5750.6-14.1	无火焰原子吸收分光光度法		
			5750.6-14.2	火焰原子吸收分光光度法		
			5750.6-14.3	氢化物原子荧光法		
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号	
常规指标	5	汞 (Hg)	5750.6-11.1	原子荧光法			
			5750.6-11.2	冷原子吸收法			
			5750.6-11.3	双硫腺分光光度法			
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法			
	6	铝 (Al)	5750.6-4.1	铬天青 S 分光光度法			
			5750.6-4.2	水杨基荧光酮—氯代十六烷基吡啶分光光度法			
			5750.6-4.3	无火焰原子吸收分光光度法			
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法			
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法			
	7	铁 (Fe)	5750.6-7.2	火焰原子吸收分光光度法			
			5750.6-5.2	二氮杂菲分光光度法			
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法			
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法			
	8	锰 (Mn)	5750.6-7.2	火焰原子吸收分光光度法			
			5750.6-6.2	过硫酸铵分光光度法			
			5750.6-6.3	甲醛肟分光光度法			
			5750.6-6.4	高碘酸银 (Ⅲ) 钾分光光度法			
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法			
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法			
	9	铜 (Cu)	5750.6-7.1	无火焰原子吸收分光光度法			
			5750.6-7.2	火焰原子吸收分光光度法			
			5750.6-7.3	二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法			
			5750.6-7.4	双乙醛草酰二胺分光光度法			
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法			
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法			
	10	锌 (Zn)	5750.6-7.2	火焰原子吸收分光光度法			
			5750.6-8.2	双硫腺分光光度法			
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法			
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法			
	11	三氯甲烷	5750.8-4.1	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-5MS 30m×0.32mm×0.25μm	26098-1430	
			5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330	
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*	
	12	一氯二溴甲烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330	
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*	
	14	二氯一溴甲烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330	
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*	
	15	三溴甲烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330	
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*	
	16	三卤甲烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330	
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*	

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
常规指标	17	二氯乙酸	5750.10-14.1	液液萃取衍生气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30 m×0.32 mm×0.25 μm*	26090-1430*
			5750.10-14.2	离子色谱法	IonPac AS19(4*250mm)	062885
			5750.10-15.3	高效液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim Trinity P1 2.1 × 50 mm, 3μm*	075565*
	18	三氯乙酸	5750.10-14.1	液液萃取衍生气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30 m×0.32 mm×0.25μm*	26090-1430*
			5750.10-14.2	离子色谱法	IonPac AS19(4*250mm)	062885
			5750.10-15.3	高效液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim Trinity P1 2.1 × 50 mm, 3μm*	075565*
	19	氰化物	5750.5-7.1	异烟酸 - 吡唑啉酮分光光度法		
			5750.5-7.2	异烟酸 - 巴比妥酸分光光度法		
			5750.5-7.3	流动注射法		
			5750.5-7.4	连续流动法		
	20	氟化物	5750.5-6.1	离子选择电极法		
			5750.5-6.2	离子色谱法	IonPac AS22(4*250mm)	064141
			5750.5-6.3	氟试剂分光光度法		
			5750.5-6.4	双波长系数倍率氟试剂分光光度法		
	21	硝酸盐	5750.5-8.1	麝香草酚分光光度法		
			5750.5-8.2	紫外分光光度法		
			5750.5-6.2	离子色谱法	IonPac AS22(4*250mm)	064141
	22	溴酸盐	5750.10-23.1	离子色谱法 - 氢氧根系统淋洗液	IonPac AS19/AS27(4*250mm)	062885/ 088437
			5750.10-23.2	离子色谱法 - 碳酸盐系统淋洗液	IonPac AS23(4*250mm)	064149
			5750.10-15.3	高效液相色谱串联质谱法	Acclaim Trinity P1 2.1 × 50 mm, 3μm*	075565*
	23	亚氯酸盐	5750.10-21.1	碘量法		
			5750.10-21.2	离子色谱法	IonPac AS23/AS19/AS27 (4*250mm)	064149/ 062885/ 088437
			5750.10-21.3	高效液相色谱串联质谱法	Acclaim Trinity P1 2.1 × 50 mm, 3 μm*	075565*
	24	氯酸盐	5750.10-21.1	碘量法		
			5750.10-21.2	离子色谱法	IonPac AS23/AS19/AS27 (4*250mm)	064149/ 062885/ 088437
			5750.10-15.3	高效液相色谱串联质谱法	Acclaim Trinity P1 2.1 × 50 mm, 3μm*	075565*
	25	氯化物	5750.5-5.1	硝酸银容量法		
5750.5-6.2			离子色谱法	IonPac AS22(4*250mm)	064141	
5750.5-5.3			硝酸汞容量法			
26	硫酸盐	5750.5-4.1	N,N- 二乙基对苯二胺分光光度法			
		5750.5-6.2	离子色谱法	IonPac AS22(4*250mm)	064141	
		5750.5-4.3	铬酸钡分光光度法 (热法)			
		5750.5-4.4	铬酸钡分光光度法 (冷法)			
		5750.5-4.5	硫酸钡烧灼称量法			
27	锑 (Sb)	5750.6-22.1	氢化物原子荧光法			
		5750.6-22.2	氢化物原子吸收分光光度法			
		5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法			
		5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法			
28	钡 (Ba)	5750.6-19.1	无火焰原子吸收分光光度法			
		5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法			
		5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法			
29	铍 (Be)	5750.6-23.1	桑色素荧光分光光度法			
		5750.6-23.2	无火焰原子吸收分光光度法			
		5750.6-23.3	铝试剂 (金精三羧酸铵) 分光光度法			
		5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法			

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
扩展指标	30	硼 (B)	5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		
			5750.6-29.1	甲亚胺 -H 分光光度法		
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		
	31	钼 (Mo)	5750.6-16.1	无火焰原子吸收分光光度法		
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		
	32	镍 (Ni)	5750.6-18.1	无火焰原子吸收分光光度法		
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		
	33	银 (Ag)	5750.6-15.1	无火焰原子吸收分光光度法		
			5750.6-15.2	巯基棉富集—高碘酸钾分光光度法		
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		
	34	铊 (Tl)	5750.6-24.1	无火焰原子吸收分光光度法		
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		
	35	硒 (Se)	5750.6-10.1	氢化物原子荧光法		
			5750.6-10.2	二氨基萘荧光法		
			5750.6-10.3	氢化物原子吸收分光光度法		
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		
	36	钠 (Na)	5750.6-25.1	火焰原子吸收分光光度法		
			5750.6-25.2	离子色谱法	IonPc CS12A(4*250mm)	046073
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		
	37	二氯甲烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
			5750.8-21.2	顶空毛细管柱气相色谱 FID 法	TG-WAXMS 30m×0.32mm×0.25μm	26088-1430
	38	1,2- 二氯乙烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
			5750.8-21.2	顶空毛细管柱气相色谱 FID 法	TG-WAXMS 30m×0.32mm×0.25μm	26088-1430
	39	四氯化碳	5750.8-4.1	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-5MS 30m×0.32mm×0.25μm	26098-1430
			5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	40	氯乙烯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
			5750.8-7.1	顶空毛细管柱气相色谱 FID 法	TG-5MS 30m×0.53mm×1.0μm	26098-2980

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
扩展指标	41	1,1- 二氯乙烯	5750.8-8.1	吹扫捕集气相色谱法 & 电解电导检测器法	TG-VRX 60m×0.32mm×1.8μm	26081-3410
			5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	42	1,2- 二氯乙烯	5750.8-8.1	吹扫捕集气相色谱法 & 电解电导检测器法	TG-VRX 60m×0.32mm×1.8μm	26081-3410
			5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	43	三氯乙烯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	44	四氯乙烯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	45	六氯丁二烯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	46	苯	5750.8-21.1	液液萃取毛细管柱气相色谱 FID 法	TR-FFAP 30 m×0.25mm×0.25 μm	260N142P
			5750.8-21.2	顶空毛细管柱气相色谱 FID 法	TG-WAXMS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26088-1430
			5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	47	甲苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-21.1	液液萃取毛细管柱气相色谱 FID 法	TR-FFAP 30 m×0.25mm×0.25 μm	260N142P
			5750.8-21.2	顶空毛细管柱气相色谱 FID 法	TG-WAXMS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26088-1430
	48	二甲苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-21.1	液液萃取毛细管柱气相色谱 FID 法	TR-FFAP 30 m×0.25mm×0.25 μm	260N142P
			5750.8-21.2	顶空毛细管柱气相色谱 FID 法	TG-WAXMS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26088-1430
	49	苯乙烯	5750.8-21.1	液液萃取毛细管柱气相色谱 FID 法	TR-FFAP 30 m×0.25mm×0.25 μm	260N142P
			5750.8-21.2	顶空毛细管柱气相色谱 FID 法	TG-WAXMS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26088-1430
			5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	50	氯苯	5750.8-21.2	顶空毛细管柱气相色谱 FID 法	TG-WAXMS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26088-1430
			5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	51	1,4- 二氯苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
5750.8-4.3			顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*	

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
扩展指标	52	三氯苯(总量)	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	53	六氯苯	5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
	54	七氯	5750.9-22.1	液液萃取气相色谱法	TG-1701MS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26090-1430
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
	55	马拉硫磷	5750.9-7.1	毛细管柱气相色谱法	TG-1701MS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26090-1430
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
	56	乐果	5750.9-7.1	毛细管柱气相色谱法	TG-1701MS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26090-1430
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
	57	灭草松	5750.9-15.1	液液萃取碘甲烷衍生气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30 m×0.25 mm×0.25μm	26090-1420
			5750.9-13.4	液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim RSLC 120 C18 2.1× 150 mm,2.2μm*	071399*
	58	百菌清	5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
			5750.8-12.2	液液萃取气相色谱 ECD 法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25m	26098-1420
	59	呋喃丹	5750.9-18.1	高效液相色谱法(荧光检测器)	Acclaim 120 C18 4.6×150mm,5 μm	059148
			5750.9-8.3	液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim 120 C18 2.1 ×150 mm,5μm	059144
			5750.9-13.4	液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim RSLC 120 C18 2.1× 150 mm,2.2μm*	071399*
	60	毒死蜱	5750.9-19.1	液液萃取气相色谱 FPD 法	TG-1701MS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26090-1430
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
	61	草甘膦	5750.9-21.1	高效液相色谱法(荧光检测器)	Hypersil GOLD SAX, 4.6×250mm,5 μm	26305- 254630
5750.9-21.2			离子色谱法	IonPac AS19(4*250mm)	062885	
62	敌敌畏	5750.9-7.1	毛细管柱气相色谱法	TG-1701MS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26090-1430	
		5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206	
63	莠去津	5750.9-20.1	高效液相色谱法(紫外检测器)	Acclaim 120 C18 4.6× 250 mm,5μm	059149	
		5750.9-13.4	液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim RSLC 120 C18 2.1× 150 mm,2.2μm*	071399*	
64	溴氰菊酯	5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206	
		5750.9-14.2	高效液相色谱法(二极管阵列检测器)	Acclaim C30 4.6× 250 mm,5μm	075718	
65	2,4-滴	5750.9-15.1	液液萃取碘甲烷衍生气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30 m×0.25 mm×0.25μm	26090-1420	
		5750.9-13.4	液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim RSLC 120 C18 2.1× 150 mm,2.2μm*	071399*	
66	乙草胺	5750.9-41.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS,30 m×0.25 mm×0.25μm Hypersep C18 500mg/6mL	26098-1420 60180-305-P	

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
扩展指标	67	五氯酚	5750.10-20.1	衍生化气相色谱 ECD 法	TG-1MS 30 m×0.25 mm×0.5μm	26099-2230
			5750.10-20.2	顶空固相微萃取气相色谱 ECD 法	TG-5MS 30 m×0.32mm×0.25μm POLYACRYLATE 85um POLYACRYLATE 1.10mm	26098-1430 36SP08A3-SM (Fiber) 36SA10A3-SM (Arrow)
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
			5750.9-13.4	液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim RSLC 120 C18 2.1× 150 mm,2.2μm*	071399*
	68	2,4,6- 三氯酚	5750.10-20.1	衍生化气相色谱 ECD 法	TG-1MS 30 m×0.25 mm×0.5μm	26099-2230
			5750.10-20.2	顶空固相微萃取气相色谱 ECD 法	TG-5MS 30 m×0.32mm×0.25μm POLYACRYLATE 85um POLYACRYLATE 1.10mm	26098-1430 36SP08A3-SM (Fiber) 36SA10A3-SM (Arrow)
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
	69	苯并芘	5750.8-12.1	高效液相色谱法 (荧光检测器)	Acclaim 120 C18 4.6× 150 mm,5μm	059141
			5750.8-87.1	高效液相色谱法 (荧光检测器和紫外检测器或二极管阵列检测器)	Hypersil GREEN PAH 4.6×250mm,5 μm	31105-254630
	70	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
	71	丙烯酰胺	5750.8-13.1	高效液相色谱串联质谱法 (ESI)	Hypercarb 2.1×100mm,3 μm* Acclaim PA II 2.1×150mm,3 μm Hypercarb 500mg/6mL	35003-102130* 063187 60106-402
	72	环氧氯丙烷	5750.8-20.1	液液萃取气相色谱质谱法	TG-WAXMS 30 m×0.25 mm×0.25μm Hypersep C18 500mg/6mL	26088-1420 60180-305-P
	73	微囊藻毒素 -LR	5750.8-16.1	高效液相色谱法(二极管阵列检测器)	Acclaim 120 C18 4.6× 250 mm,5μm	059149
			5750.8-16.2	液相色谱串联质谱法 (ESI+)	Acclaim 120 C18 2.1 ×150 mm,5μm	059144
	74	2- 甲基异莰醇	5750.8-75.1	顶空固相微萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm* DVB/C-WR/PDMS 50/30 μm* DVB/C-WR/PDMS 1.10mm*	26098-1420* 36SP05T3-SM(Fiber)* 36SA11T3-SM(Arrow)*
	75	土臭素 (二甲基萘烷醇)	5750.8-75.1	顶空固相微萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm* DVB/C-WR/PDMS 50/30 μm* DVB/C-WR/PDMS 1.10mm*	26098-1420* 36SP05T3-SM(Fiber)* 36SA11T3-SM(Arrow)*
	76	高氯酸盐	5750.14.1	离子色谱法 – 氢氧根系统淋洗液	IonPac AS20(4*250mm)	063148
			5750.14.2	离子色谱法 – 碳酸盐系统淋洗液	IonPac AS22(4*250mm)	064141
			5750.14.3	超高效液相色谱串联质谱法		
	77	挥发酚类 (以苯酚计)	5750.4-12.1	4- 氨基安替比林三氯甲烷萃取分光光度法		
			5750.4-12.2	4- 氨基安替比林直接分光光度法		
			5750.4-12.3	流动注射法		
			5750.4-12.4	连续流动法		
	78	阴离子合成洗涤剂	5750.4-13.1	亚甲蓝分光光度法		
			5750.4-13.2	二氮杂菲萃取分光光度法		
			5750.4-13.3	流动注射法		
			5750.4-13.4	连续流动法		

注: * 表示根据赛默飞应用推荐 ** 填充柱用毛细柱替代

1.2.2 参考指标及其他指标检测方法

生活饮用水卫生标准及配套的检验方法中，除了基本指标和扩展指标外，还有一些参考指标和方法，是在遇到突发事件或者做饮用水水质安全调查分析等其他用途时使用的参考检测方法，这里也做了相应的汇总，仅供生活饮用水分析实验室学习参考。

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
参考指标	1	钒 (V)	5750.6-21.1	无火焰原子吸收分光光度法		
			5750.6-4.4	电感耦合等离子体发射光谱法		
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法		
	2	氯化乙基汞	5750.6-28.1	液相色谱 - 原子荧光法		
			5750.6-28.2	液相色谱 - 电感耦合等离子体质谱法	C18 分析柱 (4.6 mm×150 mm, 5 μm) 或等效色谱柱	
			5750.6-28.3	吹扫捕集气相色谱 - 冷原子荧光法		
	3	四乙基铅	5750.6-27.1	双硫踪比色法		
	4	石棉	5750.6-30.1	扫描电镜 - 能谱法		
			5750.6-30.2	相差显微镜 - 红外光谱法		
	5	六六六 (总量)	5750.9-4.1	毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30 m×0.32mm×0.25μm	26090-1430
	6	对硫磷	5750.9-7.1	毛细管柱气相色谱 FPD 法	TG-1701MS 30 m×0.32mm×0.25μm	26090-1430
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
	7	甲基对硫磷	5750.9-7.1	毛细管柱气相色谱 FPD 法	TG-1701MS 30 m×0.32mm×0.25μm	26090-1430
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
			5750.9-8.3	液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim 120 C18 2.1 ×150 mm,5μm	059144
	8	林丹	5750.9-4.1	毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30 m×0.32mm×0.25μm	26090-1430
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
9	滴滴涕	5750.9-4.1	毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30 m×0.32mm×0.25μm	26090-1430	
		5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm HyperSep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206	
10	敌百虫			TG-17MS 30 m×0.25 mm×0.25μm	26089-1420	
11	甲基硫菌灵			Acclaim PA II 4.6×250mm,5μm*	063199*	
12	稻瘟灵			TG-5MS 30m×0.25mm×0.25μm	26098-1420	
13	氟乐灵	5750.8- 附录 B	固相萃取气相色谱质谱法测定半挥发性有机物	TG-5MS 30m× 0.25mm×0.25 μm HyperSep Retain PEP 500mg/6mL	26098-1420 60107-206	
14	甲霜灵			TG-5MS 30m×0.25mm×0.25μm	26098-1420	
15	西草净	5750.8- 附录 B	固相萃取气相色谱质谱法测定半挥发性有机物	TG-5MS 30m× 0.25mm×0.25 μm HyperSep Retain PEP 500mg/6mL	26098-1420 60107-206	
16	乙酰甲胺磷			TG-1701MS 30 m×0.32mm×0.25μm	26090-1430	
17	甲醛	5750.10-11.1	AHMT 分光光度法			

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
参考指标	18	三氯乙醛	5750.10-13.1	填充柱顶空气相色谱 ECD 法	TG-1MS 30 m×0.25 mm×1.0μm	26099-2960
			5750.10-13.2	液液萃取气相色谱 ECD 法	TG-1MS 30 m×0.25 mm×1.0μm	26099-2960
	19	氯化氰	5750.10-19.1	异烟酸-巴比妥酸分光光度法		
	20	亚硝基二甲胺	5750.10-24.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 30 m×0.32mm×1.8μm	26059-3960
			5750.10-24.2	液液萃取气相色谱质谱法	TG-WAXMS 30 m×0.32 mm×0.5μm	26088-2240
			5750.10-24.3	固相萃取气相色谱串联质谱法	TG-WAXMS 30 m×0.25 mm×0.25μm	26088-1420
	21	1,1,1- 三氯乙烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	22	1,2- 二溴乙烷	5750.8-60.1	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 30m×0.25mm×1.4μm	26059-3320
	23	五氯丙烷	5750.8-77.1	顶空气相色谱 ECD 法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm	26098-1420
			5750.8-77.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 30m×0.25mm×1.4μm	26059-3320
	24	乙苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-21.1	液液萃取毛细管柱气相色谱 FID 法	TR-FFAP 30 m×0.25mm×0.25 μm	260N142P
			5750.8-21.2	顶空毛细管柱气相色谱 FID 法	TG-WAXMS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26088-1430
	25	1,2- 二氯苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	26	硝基苯	5750.8-32.1	气相色谱 ECD 法	TG-WAXMS 30 m×0.32 mm×0.25 μm* TR-FFAP 30 m×0.32 mm×0.25 μm	260X142P* 260N142P
	27	双酚 A	5750.8-74.1	超高效液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim RSLC120 C18 2.1×150mm, 2.2 μm	071399
			5750.8-74.2	反相液相色谱法 (荧光检测器)	Acclaim 120 C18 4.6×250mm, 5 μm	059149
	28	丙烯腈	5750.8-17.1	液体进样气相色谱 FID 法 (2μL)	TG-WaxMS 30m×0.32mm×1μm**	26088-2970
			5750.8- 附录 A	吹扫捕集气相色谱质谱法测定挥发性有机物	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330
	29	丙烯醛	5750.10-12.1	液体进样气相色谱 FID 法	TG-WaxMS 30m×0.32mm×1μm**	26088-2970**
	30	戊二醛	5750.8-79.1	液相色谱串联质谱法 (ESI)	Hypersil GOLD VANQUISH 2.1×100mm, 1.9μm	25002-102130-V
	31	二(2-乙基己基)己二酸酯	5750.8- 附录 B	固相萃取气相色谱质谱法测定半挥发性有机物	TG-5MS 30m× 0.25mm×0.25 μm HyperSep Retain PEP 500mg/6mL	26098-1420 60107-206
	32	邻苯二甲酸二乙酯	5750.8- 附录 B	固相萃取气相色谱质谱法测定半挥发性有机物	TG-5MS 30m× 0.25mm×0.25 μm HyperSep Retain PEP 500mg/6mL	26098-1420 60107-206
	33	邻苯二甲酸二丁酯	5750.8- 附录 B	固相萃取气相色谱质谱法测定半挥发性有机物	TG-5MS 30m× 0.25mm×0.25 μm HyperSep Retain PEP 500mg/6mL	26098-1420 60107-206
	34	多环芳烃 (总量)	5750.8-87.1	高效液相色谱法 (紫外串联荧光检测器)	Hypersil GREEN PAH 4.6×250mm, 5 μm	31105-254630

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号	
参考指标			5750.8- 附录 B	固相萃取气相色谱质谱法测定半挥发性有机物	TG-5MS 30m× 0.25mm×0.25 μm HyperSep Retain PEP 500mg/6mL	26098-1420 60107-206	
	35	多氯联苯(总量)	5750.8-88.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30m× 0.25mm×0.25 μm TR-PCB 8MS 50 m x 0.25 mm x 0.25 μm* HyperSep Retain PEP 500mg/6mL	26098-1420 26AJ148P* 60107-206	
	36	二噁英(2,3,7,8-四氯二苯并对二噁英)	HJ77.1-2008	二噁英类的测定 同位素稀释高分辨气相色谱-高分辨质谱法	TG-Dioxin GC (60m x 0.25mm, 0.25μm)	26066-1540	
	37	全氟辛酸	5750.8-83.1	超高效液相色谱串联质谱法	Accucore aQ 2.1×100mm, 2.6μm* HyperSep Retain WAX 150mg/6mL	17326-102130 60107-611-B	
	38	全氟辛烷磺酸	5750.8-83.1	超高效液相色谱串联质谱法	Accucore aQ 2.1×100mm, 2.6μm* HyperSep Retain WAX 150mg/6mL	17326-102130 60107-611-B	
	39	丙烯酸	5750.8-78.1	高效液相色谱法(紫外检测器)	Acclaim C18 4.6 mm×250 mm, 5 μm	059149	
			5750.8-78.2	离子色谱法	IonPac AS11-HC(4*250mm)	052960	
	40	环烷酸	5750.8-80.1	超高效液相色谱质谱法(ESI)	Synchronis C18 100×2.1mm, 1.7μm	97102-102130	
	41	丁基黄原酸	5750.8-46.1	铜试剂亚铜分光光度法			
	42	β-萘酚	5750.8-82.1	高效液相色谱法(荧光检测器)	Acclaim 120 C18 2.1×150 mm, 3μm	063187	
	43	二甲基二硫醚	5750.8-85.1	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3410	
	44	二甲基三硫醚	5750.8-85.1	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3410	
	45	苯甲醚	5750.8-81.1	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-WAXMS 30 m×0.25 mm, 0.25 μm	26088-1420	
	46	碘化物	5750.5-13.1	硫酸铈催化分光光度法			
			5750.5-13.2	高浓度碘化物比色法			
			5750.5-13.3	高浓度碘化物容量法			
			5750.5-13.4	电感耦合等离子体质谱法			
		47	硫化物	5750.5-9.1	N,N-二乙基对苯二胺分光光度法		
				5750.5-9.2	碘量法		
		48	亚硝酸盐	5750.5-12.1	重氮偶合分光光度法		
其它指标		49	钴	5750.6-17.1	无火焰原子吸收分光光度法		
	5750.6-4.4			电感耦合等离子体发射光谱法			
	5750.6-4.5			电感耦合等离子体质谱法			
	50	钛	5750.6-20.1	水杨基荧光酮分光光度法			
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法			
	51	锡	5750.6-26.1	氢化物原子荧光法			
			5750.6-26.2	分光光度法			
			5750.6-26.3	微分电位溶出法			
			5750.6-4.5	电感耦合等离子体质谱法			
	52	丙烯酰胺	5750.8-13.1	高效液相色谱串联质谱法(ESI)	Hypercarb 2.1×100mm,3 μm* Acclaim PALL 2.1×150mm,3 μm Hypercarb 500mg/6mL	35003-102130* 063187 60106-402	
	53	己内酰胺	5750.8-14.1	气相色谱 FID 法	TG-WaxMS B 30m x 0.32mm x 0.25μm**	26086-1430**	
	54	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm Hypersep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206	

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
其它指标	55	乙腈	5750.8-17.1	气相色谱法 (FID)	TG-WaxMS 30m×0.32mm×1μm**	26088-2970
	56	异丙苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-21.1	液液萃取毛细管柱气相色谱 FID 法	TR-FFAP 30 m×0.25mm×0.25 μm	260N142P
	57	1,3- 二氯苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	58	四氯苯	5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	59	三硝基甲苯	5750.8-33.1	气相色谱 FID 法	TG-1701MS 30m×0.32mm × 0.50μm**	26090-2240**
	60	二硝基苯	5750.8-34.1	气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30m×0.32mm × 0.50μm**	26090-2240**
	61	硝基氯苯	5750.8-34.1	气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30m×0.32mm × 0.50μm**	26090-2240**
	62	二硝基氯苯	5750.8-34.1	气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30m×0.32mm × 0.50μm**	26090-2240**
	63	氯丁二烯	5750.8-37.1	顶空气相色谱 FID 法	TG-1701MS 30m×0.32mm × 0.50μm**	26090-2240**
	64	三乙胺	5750.8-39.1	气相色谱 FID 法	TG-WVOC B 30m× 0.32mm×5.0μm**	26058-3050**
	65	苯胺	5750.8-40.1	重氮偶合分光光度法		
	66	二硫化碳	5750.8-41.1	液液萃取气相色谱 FPD 法	TG-200MS 30m×0.32mm× 0.5μm**	26084-2240**
	67	水合肼	5750.8-42.1	对二甲氨基苯甲醛分光光度法		
	68	松节油	5750.8-43.1	液液萃取气相色谱 FID 法	TG-5SiIMS 30m× 0.25mm×0.25μm* TG-17MS 30m× 0.32mm×0.25μm**	26096-1420* 26089-1430**
	69	吡啶	5750.8-44.1	巴比妥酸分光光度法		
	70	苦味酸	5750.8-45.1	气相色谱 ECD 法	TG-5SiIMS 30m× 0.25mm×0.25μm**	26096-1420**
	71	二苯胺	5750.8-48.1	高效液相色谱法(二极管阵列检测器)	Hypersil GOLD 4.6×4250 mm, 5μm	25005-254630
	72	1,2- 二氯丙烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	73	1,3- 二氯丙烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	74	2,2- 二氯丙烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	75	1,1,2- 三氯乙烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
			5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	76	1,2,3- 三氯丙烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	77	1,1,1,2- 四氯乙烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	78	1,1,2,2- 四氯乙烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	79	1,2- 二溴 -3- 氯丙烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
其它指标	80	1,3- 二氯丙烯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	81	1,2- 二溴乙烯	5750.8-60.1	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 30m×0.25mm×1.4μm	26059-3320
	82	1,2- 二溴乙烷	5750.8-60.1	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 30m×0.25mm×1.4μm	26059-3320
	83	1,2,4- 三甲苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	84	1,3,5- 三甲苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	85	丙苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	86	4- 甲基异丙苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	87	丁苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	88	仲丁基苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	89	叔丁基苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	90	五氯苯	5750.8-4.3	顶空毛细管柱气相色谱 ECD 法	TG-1301MS 30m×0.25mm×0.25μm*	26091-1420*
	91	2- 氯甲苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	92	4- 氯甲苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	93	溴苯	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	94	萘	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4μm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4μm	26059-3330* 26081-3330
	95	萘酚	5750.8-82.1	高效液相色谱法 (荧光检测器)	Acclaim 120 C18 2.1×150 mm, 3μm	063187
	96	药品及个人护理品 (39 种药品)	5750.8-89.1	超高效液相色谱串联质谱法	Accucore VDX 2.1×100mm, 2.6μm* Hypersil GOLD aQ 2.1×100mm, 1.9μm	VDX-102130* 25302-102130
	97	内吸磷	5750.9-7.1	毛细管柱气相色谱 FPD 法	TG-1701MS 30 m×0.32 mm×0.25μm	26090-1430
			5750.8-15.1	固相萃取气相色谱质谱法	TG-5MS 30 m×0.25 mm×0.25μm Hypersep Retain PEP 200mg/6mL	26098-1420 60107-206
	98	甲萘威	5750.9-13.1	高效液相色谱法 (紫外检测器)	Acclaim 120 C18 4.6×250mm, 5μm	059149
575098-13.2			分光光度法			
5750.9-18.1			高效液相色谱法 (荧光检测器)	Acclaim 120 C1 4.6×150mm, 5μm	059148	
5750.9-13.4			液相色谱串联质谱法 (ESI)	Acclaim RSLC 120 C18 2.1×150mm, 2.2μm*	071399*	
99	氟苯脲	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1×100mm, 1.9μm	25002-102130	
100	氟虫脲	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1×100mm, 1.9μm	25002-102130	

类别	序号	指标	参考标准号及目录	标准推荐方法	推荐色谱柱耗材	货号
其它指标	101	除虫脲	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1x100mm, 1.9µm	25002-102130
	102	氟啶脲	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1x100mm, 1.9µm	25002-102130
	103	氟铃脲	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1x100mm, 1.9µm	25002-102130
	104	杀铃脲	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1x100mm, 1.9µm	25002-102130
	105	氟丙氧脲	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1x100mm, 1.9µm	25002-102130
	106	敌草隆	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1x100mm, 1.9µm	25002-102130
	107	氯虫苯甲酰胺	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1x100mm, 1.9µm	25002-102130
	108	利谷隆	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1x100mm, 1.9µm	25002-102130
	109	甲氧隆	5750.9-25.1	液相色谱串联质谱法 (ESI 负离子)	Hypersil GOLD 2.1x100mm, 1.9µm	25002-102130
	110	氯硝柳胺	5750.9-36.1	萃取 - 反萃取分光光度法		
			5750.9-36.2	高效液相色谱法 (二极管阵列检测器)	Acclaim 120 C18 4.6x250mm, 5µm	059149
	111	甲氰菊酯	5750.9-14.2	高效液相色谱法 (二极管阵列检测器)	Acclaim C30 4.6x 250 mm, 5µm	075718
	112	氯氟氰菊酯	5750.9-14.2	高效液相色谱法 (二极管阵列检测器)	Acclaim C30 4.6x 250 mm, 5µm	075718
	113	氰戊菊酯	5750.9-14.2	高效液相色谱法 (二极管阵列检测器)	Acclaim C30 4.6x 250 mm, 5µm	075718
	114	氯菊酯	5750.9-14.2	高效液相色谱法 (二极管阵列检测器)	Acclaim C30 4.6x 250 mm, 5µm	075718
	115	二溴甲烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4µm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4µm	26059-3330* 26081-3330
	116	氯溴甲烷	5750.8-4.2	吹扫捕集气相色谱质谱法	TG-624SiIMS 60m×0.25mm×1.4µm* TG-VRX 60m×0.25mm×1.4µm	26059-3330* 26081-3330
	117	乙醛	5750.10-12.1	气相色谱 FID 法	TG-WaxMS 30m×0.32mm×1µm**	26088-2970**
	118	一氯乙酸	5750.10-14.1	液液萃取衍生气相色谱 ECD 法	TG-1701MS 30 m×0.32 mm×0.25 µm*	26090-1430*
			5750.10-14.2	离子色谱法	IonPac AS19(4*250mm)	062885
	119	一溴乙酸	5750.10-14.2	离子色谱法	IonPac AS19(4*250mm)	062885
	120	二溴乙酸	5750.10-14.2	离子色谱法	IonPac AS19(4*250mm)	062885
121	磷酸盐	5750.5-10.1	磷钼蓝分光光度法			
122	氨	5750.5-11.1	纳氏试剂分光光度法			
		5750.5-11.2	酚盐分光光度法			
		5750.5-11.3	水杨酸盐分光光度法			
		5750.5-11.4	流动注射法			
		5750.5-11.5	连续流动法			

注: * 表示根据赛默飞应用推荐 ** 填充柱用毛细柱替代

二、应用解决方案：

2.1 金属元素篇

2.1.1 GB/T 5750.6-2022 12.1 & 14.1 无火焰原子吸收分光光度法

ICE 3500 AAS 石墨炉原子吸收法测定法生活饮用水及其水源水中镉和铅

引言

样品经适当处理后，注入 GF35Z 石墨炉原子化器，所含的镉和铅金属离子在石墨管内高温蒸发解离为原子蒸气，待测元素的基态原子吸收来自同种元素空心阴极灯发出的共振线，其吸收强度在一定范围内与金属浓度成正比。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Fisher Scientific iCE 3500 AAS

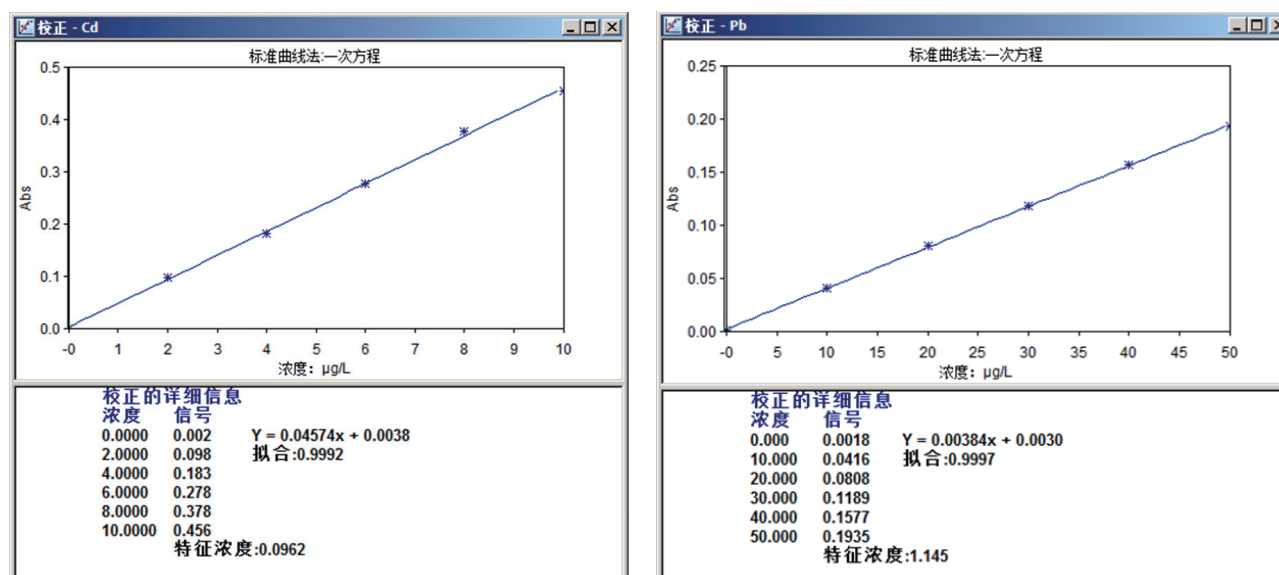
元素	波长 (nm)	测量方式	石墨管	基体改进剂	光谱通带 (nm)	干燥 (°C)	灰化 (°C)	原子化 (°C)	除残 (°C)
Pb	283.3	石墨炉	普通	磷酸二氢铵	0.5	100	700	1400	2500
Cd	228.8	石墨炉	普通	磷酸二氢铵	0.5	100	600	1100	2500

2 试剂及标准品：

标准溶液：镉、铅（有色金属研究院）

基体改进剂：磷酸二氢铵

3 测试结果：



样品名称	吸光度 Abs (峰高)	溶液浓度 μg/L	测量值 mg/kg	QC 控制值 mg/kg
Cd QC 系列	0.0285	0.541	0.068	0.060±0.009
	0.1386	2.948	0.368	0.35±0.06
	0.1598	3.411	0.426	0.45±0.06
	0.0650	1.339	0.167	0.16±0.01
Pb QC 系列	0.0184	4.018	25.22	26±3
	0.0394	9.469	59.18	58±5
	0.1710	43.723	546.5	552±29
	0.0250	5.748	35.92	37±2

结论

采用 Thermo Scientific iCE3500 石墨炉原子吸收进行了水样品镉和铅的测定，数据表明，该方法分析速度快、定量下限低，满足对镉和铅元素检测运行成本、分析速度、灵敏度和稳定性的测量要求。

2.1.2 GB/T 5750.6-2022 4.4 电感耦合等离子体发射光谱法

iCAP PRO ICP-OES 法测定生活饮用水及其水源水 27 种金属和类金属指标

引言

本方法针对生活饮用水及其水源水中金属和类金属指标的检测，水样经过滤或消解后注入电感耦合等离子体发射光谱仪，其中铝、锑、砷、钡、铍、硼、镉、钙、铬、钴、铜、铁、铅、锂、镁、锰、钼、镍、钾、硒、硅、银、钠、锶、铊、钒和锌的最低检测质量浓度、所用测量波长参考如下：

元素	波长/nm	最低检测质量浓度/($\mu\text{g/L}$)	元素	波长/nm	最低检测质量浓度/($\mu\text{g/L}$)
铝	308.22	40	镁	279.08	13
锑	206.83	30	锰	257.61	0.5
砷	193.70	35	钼	202.03	8
钡	455.40	1	镍	231.60	6
铍	313.04	0.2	钾	766.49	20
硼	249.77	11	硒	196.03	50
镉	226.50	4	硅 (SiO_2)	212.41	20
钙	317.93	11	银	328.07	13
铬	267.72	19	钠	589.00	5
钴	228.62	2.5	锶	407.77	0.5
铜	324.75	9	铊	190.86	40
铁	259.94	4.5	钒	292.40	5
铅	220.35	20	锌	213.86	1
锂	670.78	1			

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Fisher Scientific iCAP PRO Duo ICP-OES

2 试剂及标准品：

分析元素标准溶液：Inorganic Ventures，内标元素标准溶液：Inorganic Ventures

3 测试结果：

元素	波长nm	方法检出限ng/mL	水样1 ($\mu\text{g/L}$)	水样2 ($\mu\text{g/L}$)	水样3 ($\mu\text{g/L}$)	元素	波长nm	方法检出限ng/mL	水样1 ($\mu\text{g/L}$)	水样2 ($\mu\text{g/L}$)	水样3 ($\mu\text{g/L}$)
Al	167.0	0.28	10.5	0.9	0.3	Mg	279.5	0.025	8023	1824	1709
As	189.0	2.6	<DL	<DL	<DL	Mn	257.6	0.092	7.6	<DL	<DL
Ag	328.0	0.4	5.4	1.2	0.5	Mo	202.0	0.38	4.0	<DL	<DL
B	249.7	0.4	38.2	12.5	10.5	Na	589.5	0.26	7012	6934	6955
Ba	455.4	0.028	47.2	11.9	11.8	Ni	221.6	0.38	6.8	<DL	<DL
Be	313.0	0.028	<DL	<DL	<DL	Pb	220.3	2.8	<DL	<DL	<DL
Cd	226.5	0.078	0.15	<DL	<DL	Se	196.0	2.2	<DL	<DL	<DL
Cu	324.7	0.78	117	14.4	8.4	Sb	206.8	1.8	<DL	<DL	<DL
Fe	259.9	0.29	51.1	<DL	<DL	Sr	189.9	0.68	<DL	<DL	<DL
						Zn	213.8	0.11	2513	90.8	18.2

结论

该方法操作简单、重现性好、灵敏度高，适用于生活饮用水中金属和类金属指标的含量测定。

iCAP PRO Duo Series ICP-OES 仪器特点：

气体控制：冷却气、辅助气、雾化气、附件气全部采用高精度质量流量计控制，控制精度高，确保数据结果准确性和稳定性；

光学系统：高色散率恒温型中阶梯光栅和棱镜二维分光系统，全谱直读技术（全波长同时刻测量），消除样品中共存主量基体形成的邻近谱线和跨光谱级次间的干扰影响，

检测器：高分辨率 400 万像素结构的专利技术 CID 检测器，采用抗强光信号溢出、高量子化效率、宽线性范围、2MHz 高速数据读取等特点，具有全行业最为领先的技术性能；

软件操作：标准嵌入式样品分类模版，仪器参数全自动优化功能，易于使用和方法开发；

典型特点：行业同类产品中独有的 iFR（约 50000 条谱线同时刻测量）和 eUV（真空紫外区增敏）技术，提供高效测量和更高真空紫外区谱线灵敏度的优势。

2.1.3 GB/T 5750.6 生活饮用水标准检验方法 金属和类金属指标

iCAP RQ ICP-MS 测定生活饮用水中多元素含量

引言

生活饮用水是指供人类生活所需的饮水和日常用水，饮用水的污染和水质恶化，将会直接危害到人们的身体健康，致使居民用水被迫中断；被污染的水源需要更多的时间进行恢复，将会造成严重的经济损失。为了确保人们的用水安全同时避免经济损失，需要对饮用水进行严格的检测和监控。本文采用 iCAP RQ ICP-MS，选用生活饮用水作为分析对象，按照 GB5749-2022《生活饮用水卫生标准》的规定，对多元素进行测定，并实现了完善的准确度验证。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ iCAP RQ ICP-MS.

2 试剂及标准品：

标准溶液 (Al、Mn、Cu、Zn、Ba、B、Fe、Ag、As、Be、Cd、Mo、Ni、Pb、Se、Sb、Tl、Na)、内标元素标准溶液 (Sc、Ge、Rh、In、Re)、硝酸。

3 仪器参数：

Thermo Scientific™ iCAP RQ ICP-MS 具备 Autotune 一键自动优化功能，能快速优化仪器参数。

仪器参数	设置值	仪器参数	设置值
RF 功率 (w)	1550	QCell 气 (mL/min)	4.99 (He)
冷却气 (L/min)	14	KED 电压 (v)	3
辅助气 (L/min)	0.80	嵌片规格 (mm)	3.5
雾化气 (L/min)	0.97	中心管内径 (mm)	2.5

4 样品前处理：

用 1% 硝酸溶液配制标准系列溶液，末梢水样品无需前处理，用实验室超纯水作为实验空白，同时对末梢水进行不同浓度的加标处理。

5 测试：

末梢水样品的分析结果及加标浓度和回收率情况如表所示。不同浓度加标回收率均在 80.52% - 117.51% 范围内，满足回收率 80%-120% 的控制范围要求。

元素	限度值 (ug/L)	样品浓度 (ug/L)	理论加标 1 (ug/L)	样品加标 1 (ug/L)	加标回收率 1 (%)	理论加标 2 (ug/L)	样品加标 2 (ug/L)	加标回收率 2 (%)	理论加标 3 (ug/L)	样品加标 3 (ug/L)	加标回收率 3 (%)
9Be	2	<0.030	5	5.171	103.29	10	9.964	99.57	50	51.897	103.78
11B	500	5.149	10	15.023	98.74	50	54.584	98.87	250	248.172	97.21
23Na	200 mg/L	3.006	-	-	-	10 mg/L	10.545	105.45	50 mg/L	51.219	102.44
27Al	200	12.492	10	21.784	92.92	50	62.538	100.09	250	260.959	99.39
55Mn	100	5.970	10	14.372	84.02	50	54.681	97.42	250	256.113	100.06
56Fe	300	0.543	10	10.497	99.54	50	40.801	80.52	250	256.825	102.51
60Ni	20	0.638	5	5.423	95.70	10	10.061	94.24	50	48.499	95.72
63Cu	1000	2.665	10	11.437	87.72	50	51.626	97.92	250	246.439	97.51

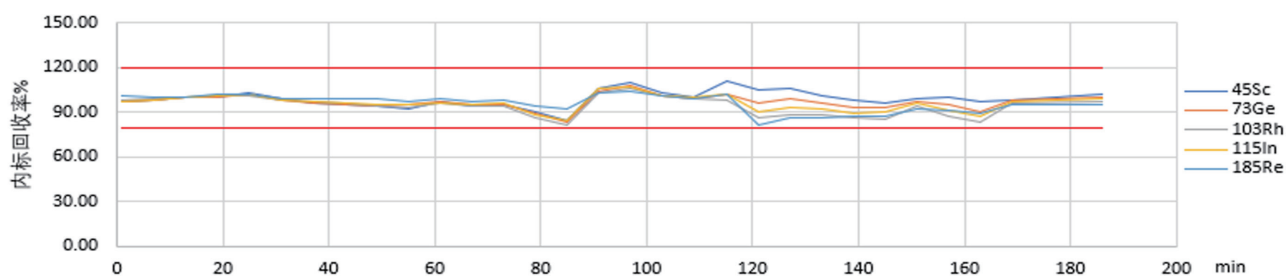
元素	限度值 (ug/L)	样品浓度 (ug/L)	理论加标 1 (ug/L)	样品加标 1 (ug/L)	加标回收率 1 (%)	理论加标 2 (ug/L)	样品加标 2 (ug/L)	加标回收率 2 (%)	理论加标 3 (ug/L)	样品加标 3 (ug/L)	加标回收率 3 (%)
66Zn	1000	8.196	10	18.426	102.30	50	59.680	102.97	250	266.079	103.15
75As	10	1.204	5	7.020	116.32	10	12.414	112.10	50	54.562	106.72
78Se	10	0.149	5	5.930	115.61	10	11.900	117.51	50	57.574	114.85
98Mo	70	1.996	5	7.093	101.93	10	12.361	103.65	50	55.656	107.32
107Ag	50	<0.001	5	5.070	101.48	10	10.036	100.40	50	50.756	101.52
111Cd	5	0.591	5	5.814	104.47	10	10.960	103.69	50	52.803	104.42
121Sb	5	1.697	5	7.560	117.27	10	12.872	111.75	50	56.499	109.60
135Ba	700	16.570	10	26.994	104.23	50	67.625	102.11	250	272.191	102.25
205Tl	0.1	0.019	5	5.170	103.01	10	10.159	101.40	50	50.890	101.74
208Pb	10	<0.003	5	4.743	96.24	10	8.947	90.16	50	49.109	98.36

6 稳定性测试:

生活饮用水中的钾钠钙镁等含量较高，分析过程对内标的回收率影响较大，容易产生内标的漂移。iCAP RQ ICP-MS 配备的专利嵌片可以有效提升接口对较高基体样品长期分析的稳定和耐受性，通过对接口进行一定程度的“钝化”及内标浓度的合理调整，可以有效保证样品长期分析的内标稳定性。下图展示了未梢水样品连续 3 小时分析过程中内标的波动情况，介于 80%-120% 的回收率水平，满足标准和用户检测的实际需求。

结论

本方法采用的是标准曲线法，用 He-KED 模式进行测定，通过对生活饮用水样品加标回收率的测定，显示出本方法具有良好的准确性。实验所有元素均采用 KED 模式（氦气碰撞）测试，可有效消除多原子离子干扰。样品的不同浓度加标回收率均满足实际控制要求，内标回收率稳定，方法准确，高效简单，适合生活饮用水样品中多元素同时检测。实验数据表明，赛默飞的 iCAP RQ ICPMS 能够完全满足此类样品的分析测试要求。



2.1.4 GB/T 5750.6 扩展篇 IC 与 iCAP RQ ICP-MS 联用技术分析饮用中砷碘溴铬形态

引言

新版生活饮用水标准 GB5749-2022 中对很多重金属元素进行限量要求,其中溴酸盐和六价铬具体规定了有毒有害具体形态,限值分别为 0.01 和 0.05mg/L。对砷元素进行了限值规定 0.01mg/L。碘是人体每日必需的微量元素,在体内被用于合成甲状腺激素,摄入过高或过低均对健康产生危害;水中的溴、铬、砷、碘的监测,为安全用水提供必要的技术支持,具有广泛的检测需求。但四种元素形态分析的流动相和分析柱都会有所不同,所以分析流程耗时耗力。本文采用同一个流动相条件,相同色谱柱在 10min 之内同时分析溴、碘、铬、砷不同形态,优化了分析方法,降低检出限,提高分析效率。

实验部分

1 仪器配置:

Thermo Scientific™ iCAP RQ ICP-MS; Thermo Scientific™ Dionex ICS-5000 离子色谱。

2 试剂及标准品:

硝酸 (Optima Grade, Fisher Scientific); 氨水 (Optima Grade, Fisher Scientific); 碳酸铵 (MACKLIN); 砷甜菜碱溶液标准物质硝酸 AsB (国家标准物质中心); 二甲基砷溶液标准物质 DMA (国家标准物质中心); 亚砷酸根溶液标准物质 As3+ (国家标准物质中心); 砷胆碱溶液标准物质 AsC (国家标准物质中心); 一甲基砷溶液标准物质 MMA (国家标准物质中心); 砷酸根溶液标准物质 As5+ (国家标准物质中心); 碘酸根 IO3- (碘酸钾基准物质); 碘离子 I- (碘化钾基准物质); 六价铬 Cr6+ (O2Si smart solutions); 溴酸根 BrO3-: 1000µg/mL (溴酸根离子用去离子水溶解溴酸钾获得); 溴离子 Br-: 1000µg/mL (上海市计量测试研究院)。

3 仪器参数:

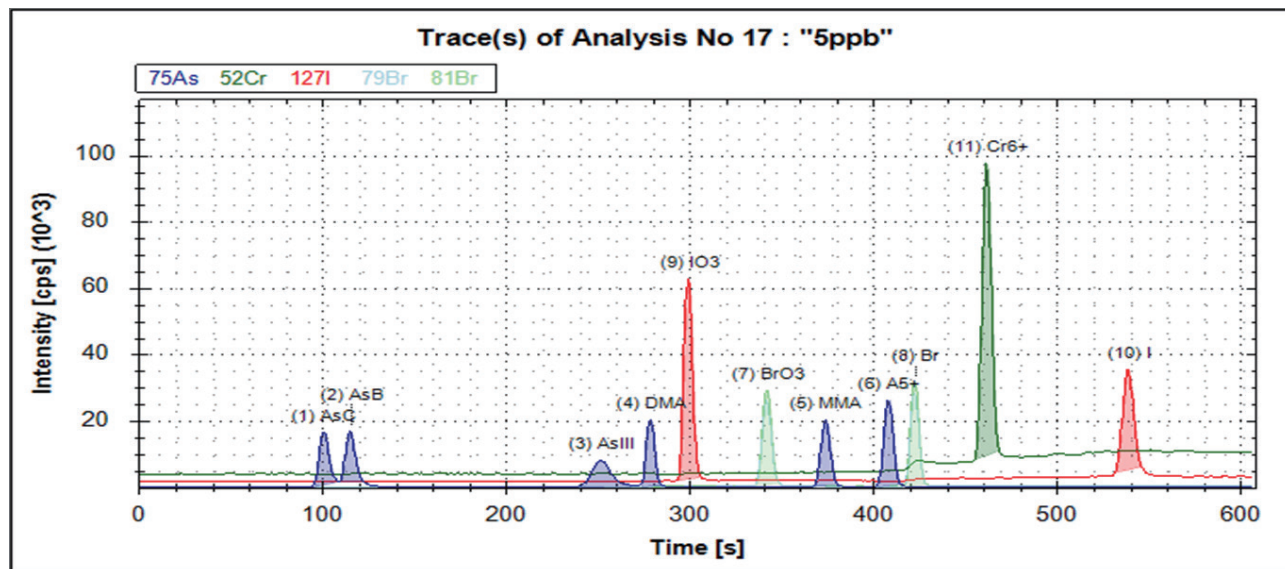
采用 Thermo Scientific Dionex IC5000 离子色谱分离,以 Thermo Scientific™ iCAP RQ ICP-MS 作为高灵敏度元素检测器,检测从 IC 洗脱的砷碘溴铬形态。选用高效能 AG19 和 AS19 阴离子色谱柱实现砷甜菜碱、二甲基砷、亚砷酸根、砷胆碱、一甲基砷、砷酸根、碘酸根、碘离子、溴酸根离子、溴离子、铬的快速、高效一次性分离测定。

仪器参数	设置值	仪器参数	设置值
RF 功率 (W)	1550	Q Cell 气体 (mL/min)	3.5(He)
冷却气 (L/min)	14	KED 电压 (v)	3
辅助气 (L/min)	0.8	驻留时间 (ms)	100
雾化气 (L/min)	1.02	分析质量数	79Br、81Br、121I、52Cr、75As

柱子	Dionex IonPac AG 19(4*50mm) AS 19(4*250mm)
洗脱	梯度
流动相	A 水 B 碳酸铵 + 硝酸铵
流速	1.2mL/min
进样体积	25µL
持续时间	600s

4 谱图分析

ICPMS 采用时间扫描模式测定元素形态，可以同时多个通道对多种不同元素进行监测，即使不同元素出峰时间重叠也不影响分离。下图 As、Cr、Br、I 四种元素不同形态色谱图。



5 实验结果及加标回收率

实验分别对 5 种市售瓶装饮用水及当地自来水进行检测，并选取两种进行加标回收。样品测定值都在标准限值范围内，但不同品牌的饮用水也有明显区别，根据水源产地和工艺有密切的关系。加标回收率在 85.6% 到 118.6% 之间，完全满足分析需求。

	某品牌 1	某品牌 2	自来水	某品牌 3	某品牌 4	某品牌 5	某品牌 1 加标回收率 %	某品牌 3 加标回收率 %
AsC	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	88.6	85.6
AsB	<LOD	<LOD	0.044	<LOD	<LOD	<LOD	97.7	96.8
As3+	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	121.6	118.6
DMA	<LOD	<LOD	0.008	<LOD	<LOD	<LOD	96.9	101.0
MMA	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	91.4	93.4
As5+	<LOD	0.30	0.47	0.10	0.38	0.05	97.5	106.4
BrO3-	<LOD	1.87	1.14	2.09	0.57	<LOD	95.7	103.9
Br-	0.19	0.39	9.91	27.23	7.44	41.007	100.1	99.1
IO3-	0.05	0.43	0.94	4.50	1.20	0.988	106.3	102.7
I-	<LOD	0.04	0.66	<LOD	<LOD	<LOD	93.4	96.7
Cr6+	0.02	0.43	0.06	0.34	0.05	0.04	98.5	99.9

结论

本文采用 IC-ICPMS 联用方法，在同一条件下同时测定 Br、I、As、Cr 四种不同元素，十一种不同形态，具有检出限低，方法简单，满足标准限定要求，从而为环境水质监测提供有效的分析手段。

2.2 GC&GCMS 篇

2.2.1 GB/T 5750.8-4.3

顶空 - 气相色谱法 (GC-ECD) 测定生活饮用水中的 24 种卤代烃

引言

我国在 GB5749-2022《生活饮用水卫生标准》对饮用水中卤代烃的含量进行了严格限定。饮用水中有机卤代物种类多，且浓度极低，且待分析物沸点低，极易挥发，因此采用顶空法来解决以上几方面问题。通过间接分析液体样品中挥发性组分的方法，而非液体样品直接进样，减少了基体干扰，消除了无法完全分离等一些问题。本方法主要通过采用气相顶空法，选择电子捕获检测器（ECD）对水中卤代烃进行分析，方法具有灵敏度高，重复性好，回收率高，操作方便等优点。

实验部分

1 仪器配置：

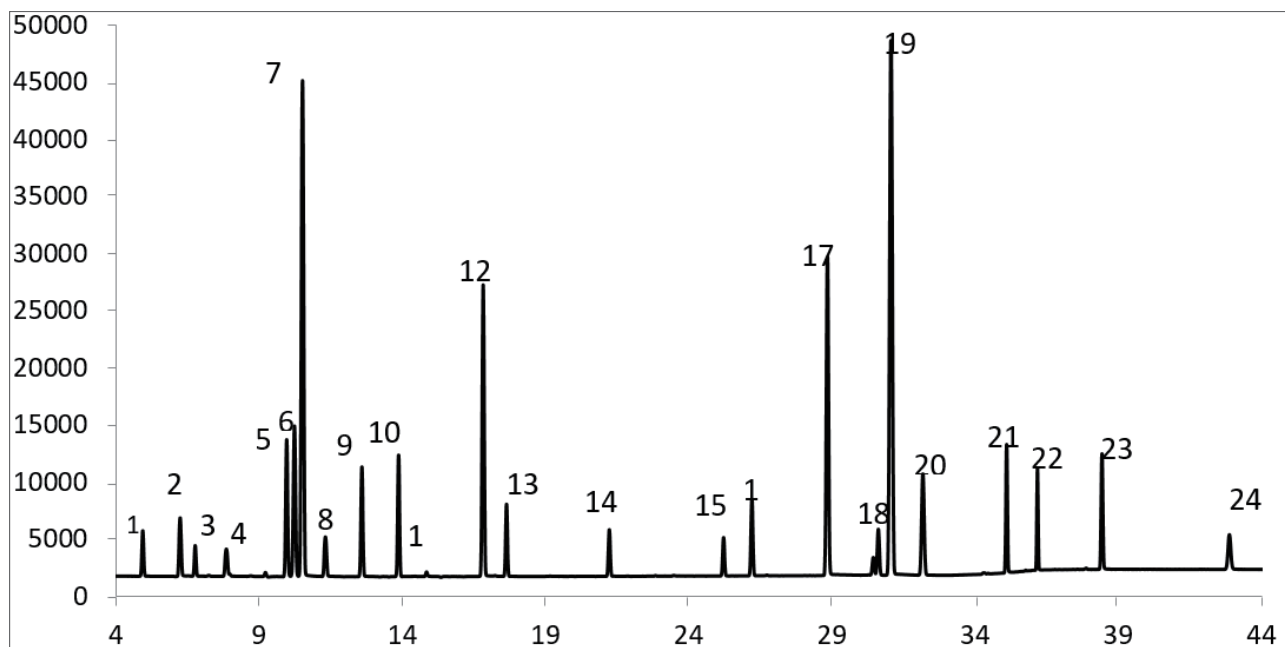
Thermo Scientific™ TriPlus™ RSH 自动进样器、TRACE 1310 GC 气相色谱仪（配 ECD 检测器）、TG-624MS 色谱柱（30 m×0.32 mm×1.8 μm）、Chromeleon CDS 软件

2 试剂及标准品：

24 种卤代烃标准品（购自国家标准物质中心及 Accustandard 公司），甲醇（色谱纯，赛默飞世尔科技），氯化钠（分析纯，北京化学试剂厂）

3 测试结果：

24 种卤代烃标准品色谱图见下图，且灵敏度和分离度非常好。



24 种卤代烃标准品色谱图

序号	物质名称	保留时间	序号	物质名称	保留时间
1	1,1- 二氯乙烯	4.93	13	一氯二溴甲烷	17.63
2	二氯甲烷	6.24	14	三溴甲烷	21.23
3	反 -1,2- 二氯乙烯	6.76	15	对二氯苯	25.22
4	1,2- 二氯乙烷	7.85	16	邻二氯苯	26.20
5	三氯甲烷	9.96	17	1,3,5- 三氯苯	28.84
6	1,1,1- 三氯乙烷	10.23	18	1,2,4- 三氯苯	30.62
7	四氯化碳	10.51	19	二氯丁烯	31.07
8	1,2- 二氯乙烷	11.31	20	1,2,3- 三氯苯	32.18
9	三氯乙烯	12.59	21	1,2,3,5- 四氯苯	35.10
10	二氯一溴甲烷	13.87	22	1,2,3,4- 四氯苯	36.18
11	环氧氯丙烷	14.85	23	五氯苯	38.43
12	四氯乙烯	16.82	24	六氯苯	42.88

方法线性、检出限、加标回收、稳定性测试等均详见 AN_C_GC-20

结论

采用赛默飞世尔全新一代 TRACE 1310 气相色谱仪，结合 TriPlus™ RSH 多合一自动进样器，本实验使用其中顶空功能。其具有安装快捷方便，同时测定灵敏度高、重复性好、结果可靠等优点，本文完全满足饮用水中多种卤代烃的分析与检测需要，同时可以轻松应对实验室各种对水质分析的要求。

详细信息请查找：AN_C_GC-20 顶空 - 气相色谱法 (GC-ECD) 测定生活饮用水中的 24 种卤代烃

2.2.2 GB/T 5750.8-21.2

HS-GC-FID 法分析生活饮用水中 11 种挥发性有机物

引言

本文参考最新生活饮用水国标方法《GB/T 5750.8-2022 生活饮用水标准检验方法第 8 部分：有机物指标》中新增的 11 种挥发性有机物检测方法、质量控制规范参照《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》，建立生活饮用水中二氯甲烷、苯、甲苯、1,2-二氯乙烷、乙苯、对二甲苯、间二甲苯、异丙苯、邻二甲苯、氯苯和苯乙烯的顶空-气相色谱-氢火焰离子检测方法，该方法操作简单、重现性好、灵敏度高，适用于生活饮用水中挥发性有机物的含量测定。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ TriPlus™ 500 顶空自动进样器、TRACE 1610 GC 气相色谱仪（配 FID 检测器）、TG-WAXMS（30 m×0.32 mm×0.25 μm，PN：26088-1430）、Chromeleon CDS 软件

2 试剂及标准品：

9 种挥发性有机物混合标准溶液（上海安谱科学仪器有限公司），1000 mg/L 溶于甲醇；二氯甲烷（上海安谱科学仪器有限公司），2000 mg/L 溶于甲醇；1,2-二氯乙烷（上海安谱科学仪器有限公司），2000 mg/L 溶于甲醇；氯化钠（上海安谱科学仪器有限公司）：优级纯，于 550 °C 烘烤 2 h 以去除吸附的有机物。其他实验常见有机试剂均由 Fisher 公司提供。

3 测试结果：

11 种挥发性有机物的色谱图见图 2，且分离度非常好。

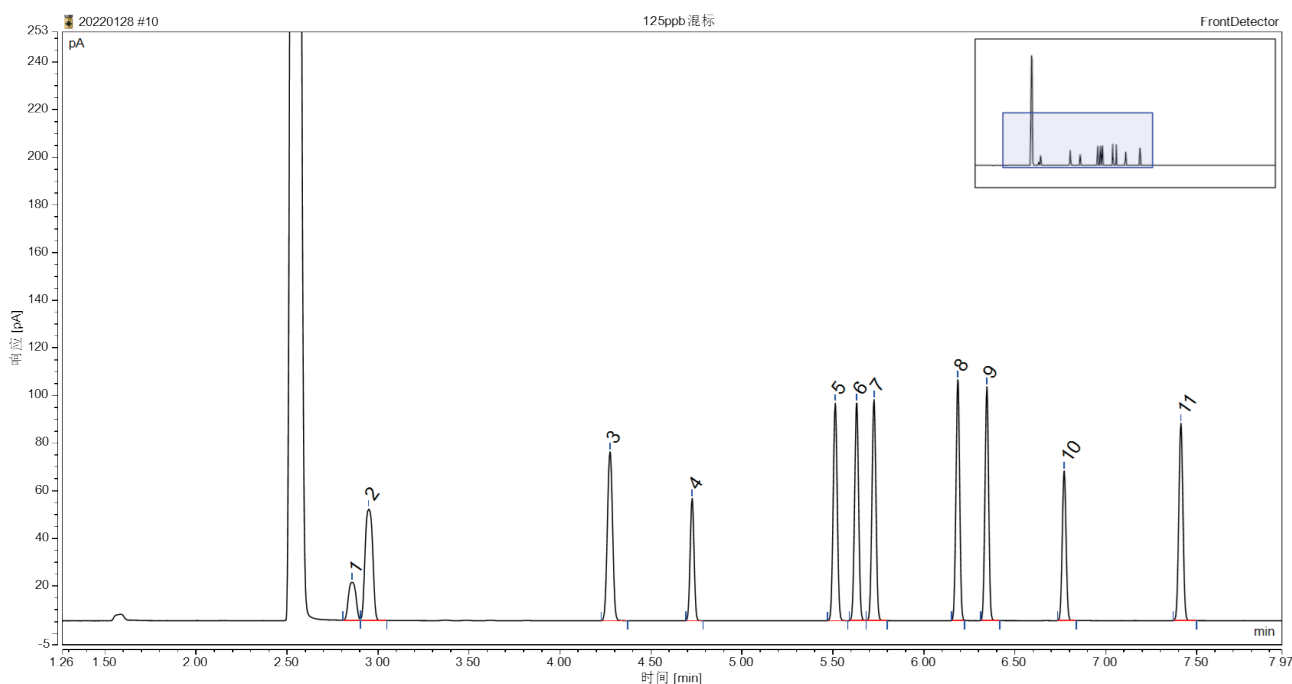


图 2 11 种挥发性有机物标准溶液色谱图

- | | | |
|------------------------|--------------------|--------------------|
| 1——二氯甲烷，2.857 min； | 5——乙苯，5.510 min； | 9——邻二甲苯，6.347 min； |
| 2——苯，2.950 min； | 6——对二甲苯，5.627 min； | 10——氯苯，6.773 min； |
| 3——甲苯，4.277 min； | 7——间二甲苯，5.723 min； | 11——苯乙烯，7.417 min。 |
| 4——1,2-二氯乙烷，4.730 min； | 8——异丙苯，6.187 min； | |

校正和线性: 1.0-80.0 ug/L 范围内的校正曲线, 线性关系良好, 线性相关系数均大于 0.999。图 3 展示了部分校正曲线示例。

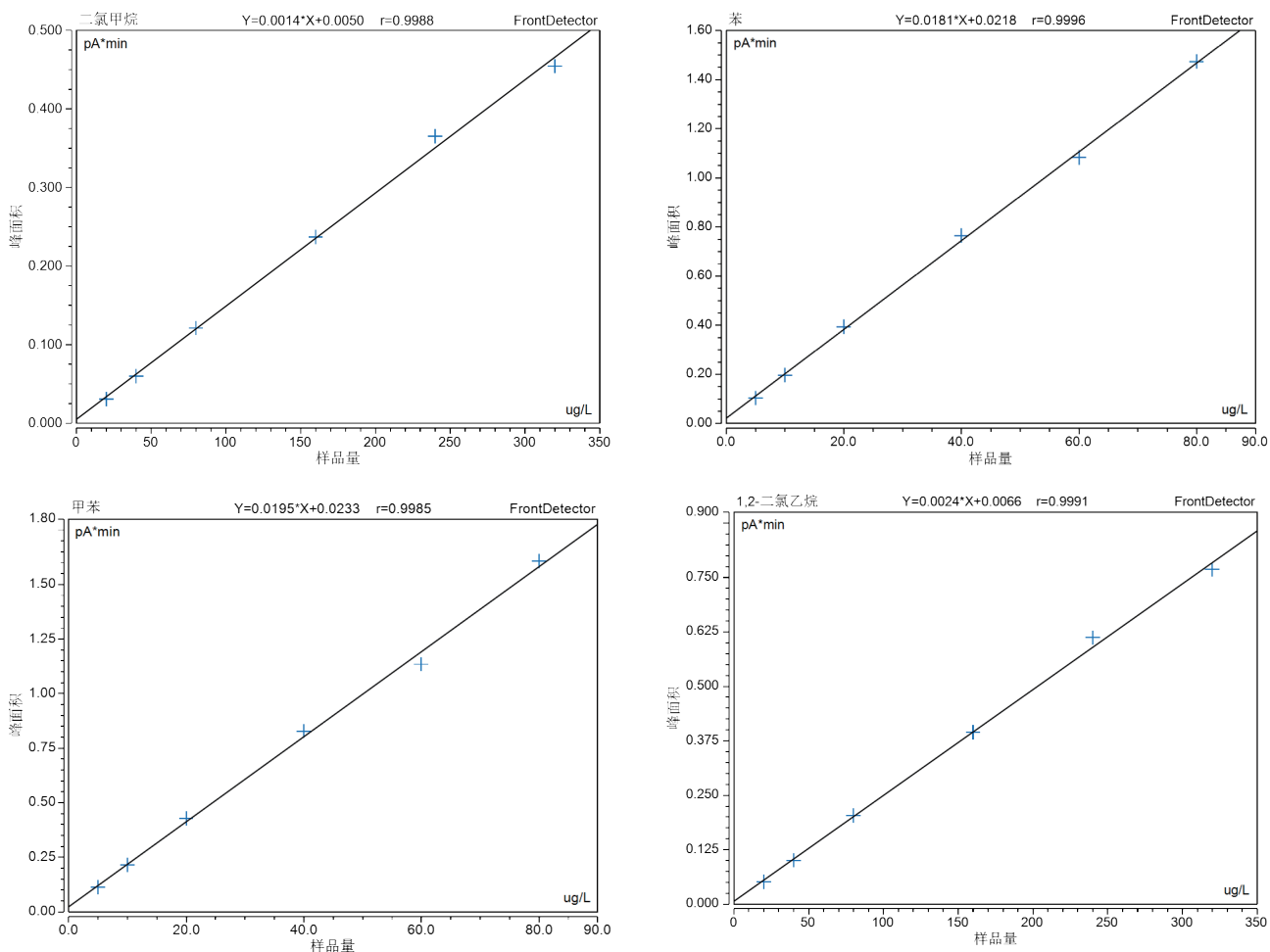


图 3 部分挥发性有机物标准曲线图

方法检出限、加标回收、稳定性测试等均详见 AN_22009_GCMS

结论

本文采用赛默飞世尔全新一代 TRACE 1610 气相色谱仪, 结合其安装快捷方便, 测定灵敏度高、重复性好、结果可靠等优点, 测试生活饮用水中的 11 种挥发性有机物, 建立起生活饮用水中二氯甲烷、苯、甲苯、1,2-二氯乙烷、乙苯、对二甲苯、间二甲苯、异丙苯、邻二甲苯、氯苯和苯乙烯的顶空 - 气相色谱 - 氢火焰离子检测方法, 该方法操作简单、重现性好、灵敏度高, 适用于生活饮用水中挥发性有机物的含量测定。

详细信息请查找: AN_22009_GCMS HS-GC-FID 法分析生活饮用水中 11 种挥发性有机物

2.2.3 GB/T 5750.8-4.2, GB/T 5750.8- 附录 A

GCMS 结合吹扫捕集仪检测生活饮用水中 55 种挥发性有机物

引言

最新的《生活饮用水标准检验方法》增加了采用吹扫捕集 - 气质联用法检测挥发性有机物，该方法可以实现一针进样分析水中 55 种包括苯系物、氯苯类化合物及部分卤代烃在内的挥发性有机物，具有简便、快速、灵敏度高、准确性好等特点，能够更好的满足《生活饮用水标准》的检测需求。

实验部分

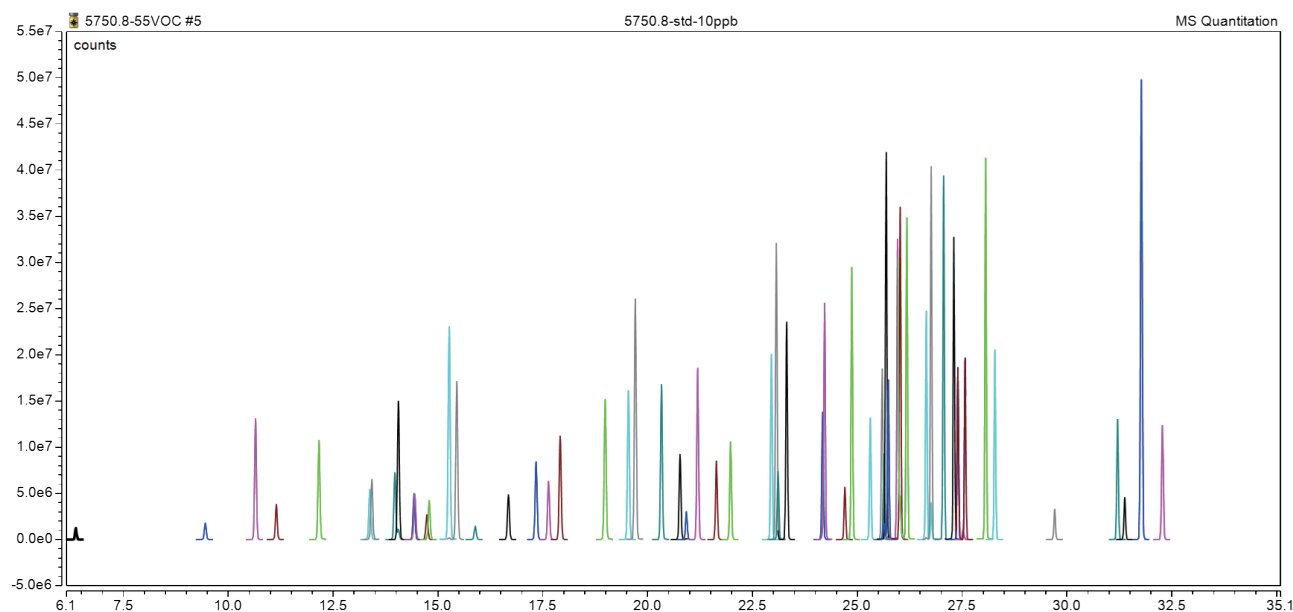
1 仪器配置：

TRACE 1610 GC 气相色谱仪、ISQ 7610 单四极杆质谱仪 (ExtractaBrite™ 离子源)、TG-624SiIMS 色谱柱 (60m*0.25mm*1.4μm, P/N: 26059-3330)、Chromeleon CDS 软件、Teledyne Tekmar Atomx XYZ 吹扫捕集仪 (5ml)

2 试剂及标准品：

55 种挥发性有机物标液 (2000mg/L)、4- 溴氟苯: 色谱纯或有证标准物质、氟苯: 色谱纯或有证标准物质、1,2- 二氯苯 -D4: 色谱纯或有证标准物质

3 测试结果：



55 种 VOCs 标准品定量通道图

序号	物质名称	保留时间	序号	物质名称	保留时间
1	氯乙烯	6.37	28	乙苯	23.07
2	1,1- 二氯乙烯	9.45	29	1,1,1,2- 四氯乙烯	23.11
3	二氯甲烷	10.65	30/31	间、对二甲苯	23.31
4	反式 -1,2- 二氯乙烯	11.15	32	邻二甲苯	24.17
5	1,1- 二氯乙烷	12.16	33	苯乙烯	24.22
6	2,2- 二氯丙烷	13.38	34	三溴甲烷	24.7
7	顺式 -1,2- 二氯乙烯	13.42	35	异丙苯	24.87
8	溴氯甲烷	13.97	36	1,1,2,2- 四氯乙烯	25.59
9	氯仿	14.06	37	溴苯	25.64
10	1,1,1- 三氯乙烷	14.45	38	正丙苯	25.69

11	四氯化碳	14.74	39	1,2,3- 三氯丙烷	25.74
12	1,1- 二氯丙烯	14.79	40	2- 氯甲苯	25.96
13	苯	15.27	41	1,3,5- 三甲苯	26.02
14	1,2- 二氯乙烷	15.45	42	4- 氯甲苯	26.18
15	三氯乙烯	16.68	43	仲丁基苯	26.64
16	1,2- 二氯丙烷	17.34	44	1,2,4- 三甲苯	26.76
17	二溴甲烷	17.64	45	叔丁基苯	27.06
18	溴二氯甲烷	17.91	46	对异丙基甲苯	27.3
19	顺式 -1,3- 二氯丙烯	18.99	47	1,3- 二氯苯	27.4
20	甲苯	19.71	48	1,4- 二氯苯	27.57
21	反式 -1,3- 二氯丙烯	20.33	49	正丁基苯	28.06
22	1,1,2- 三氯乙烷	20.77	50	1,2- 二氯苯	28.28
23	四氯乙烯	20.92	51	1,2- 二溴 -3- 氯丙烷	29.71
24	1,3- 二氯丙烷	21.19	52	1,2,4- 三氯苯	31.2
25	二溴氯甲烷	21.64	53	六氯丁二烯	31.38
26	1,2- 二溴乙烷	21.98	54	萘	31.77
27	氯苯	22.95	55	1,2,3- 三氯苯	32.27

方法线性、方法检出限、精密度、及准确度测试等均详见 AN_22015_GCMS

结论

本文采用 Thermo Scientific™ ISQ 7610 气质联用仪测定《生活饮用水标准检验方法》GB/T5750.8 新增加的使用吹扫捕集 & 气质方法检测生活饮用水中 55 种挥发性有机物，经测试，在目标物浓度 0.4~40 $\mu\text{g/L}$ 的线性范围内，55 种化合物的相对响应因子标准偏差均小于 20%，55 种化合物的检出限均小于方法检出限，0.5 $\mu\text{g/L}$ 和 30 $\mu\text{g/L}$ 的加标样品连续进样 6 次，RSD 均小于 20%，水样进行添加 20 $\mu\text{g/L}$ 标样测试，55 种化合物回收率均在在 80~120% 之间，本文该方法操作简单，灵敏度高、能够满足《生活饮用水标准检验方法》GB/T5750.8 新增加的 55 种 VOCs 的检测方法。

详细信息请查找：AN_22015_GCMS GCMS 结合吹扫捕集仪检测生活饮用水中 55 种挥发性有机物

2.2.4 GB/T 5750.8-75.1

自动 SPME-GCMS 法分析生活饮用水中臭味物质土臭素和 2- 甲基异茨醇

引言

土臭素和 2- 甲基异茨醇是蓝藻、放线菌和某些真菌的代谢产物，当水体中浓度超过嗅阈值（10 ng/L）时可导致饮用水产生令人极为敏感的臭味，影响水体感官。最新版的《生活饮用水质量标准》更是将这两个指标增加到扩展指标中，限值为 10 ng/L。本文应用自动 SPME 技术连接 thermo scientific™ ISQ 7000 GCMS，实现了 2- 甲基异茨醇和土臭素的高效率、高灵敏度检测，最低检出质量浓度分别为 1.0ng/L 和 0.49ng/L，满足饮用水中的检测要求。

实验部分

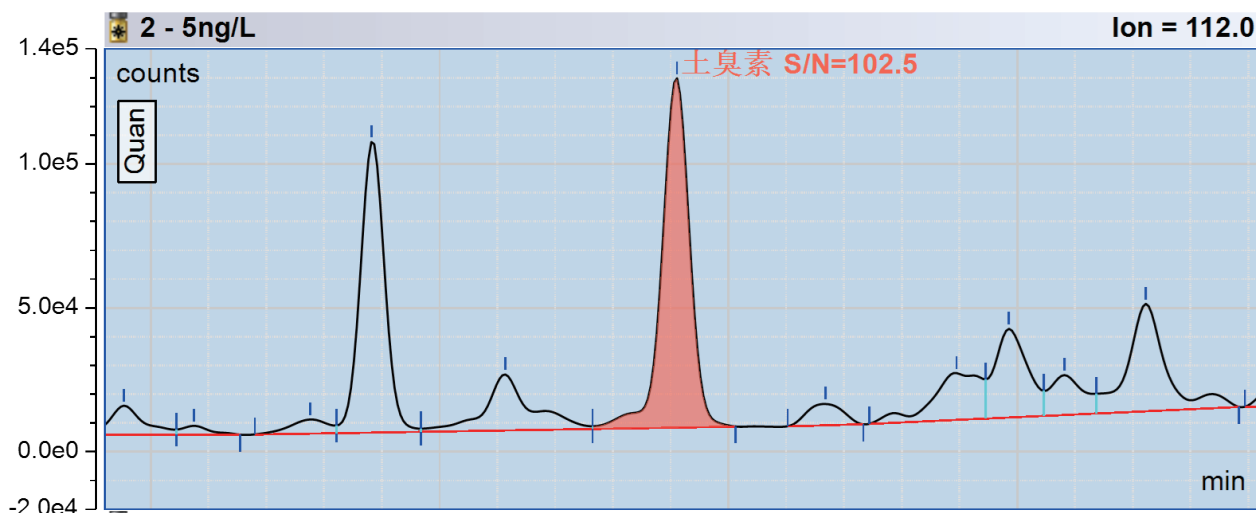
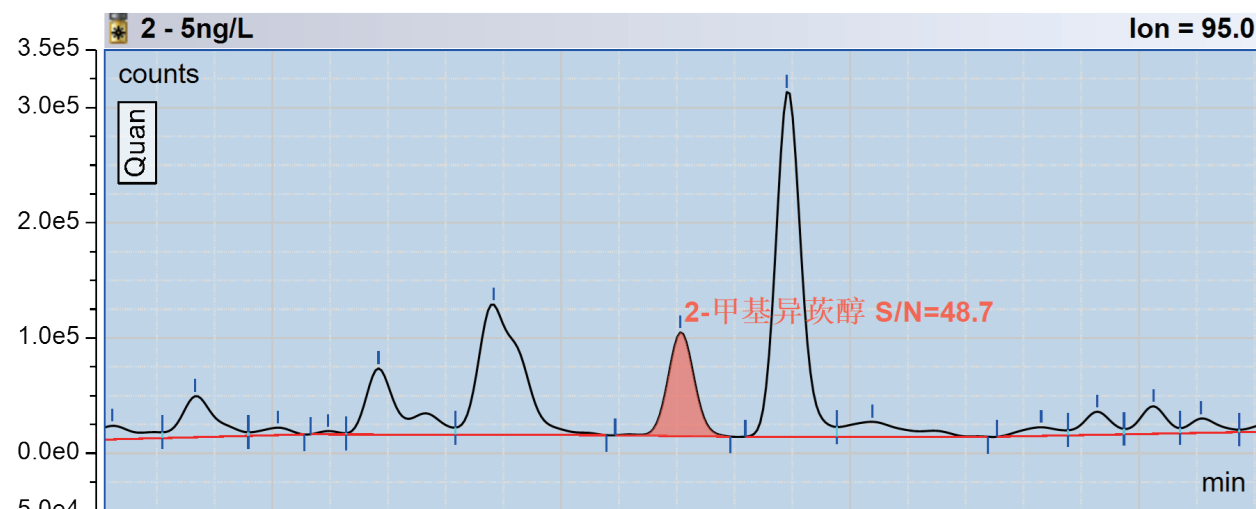
1 仪器配置：

Thermo Scientific™ TriPlus™ RSH 自动进样器、TRACE 1310 GC 气相色谱仪、ISQ 7000 单四极杆质谱仪 (ExtractaBrite™ 离子源)、TG-5 SILMS 30 m × 0.25 mm × 0.25μm (P/N: 26096-1420)、SPME 纤维头: DVB/C-WR/PDMS 80/10 (P/N: 36SP05T3)、Chromeleon CDS 软件

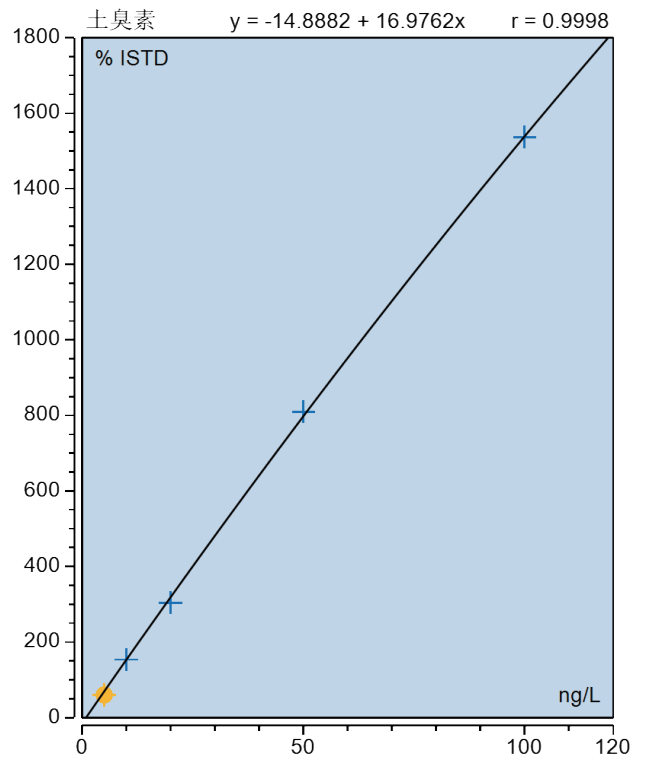
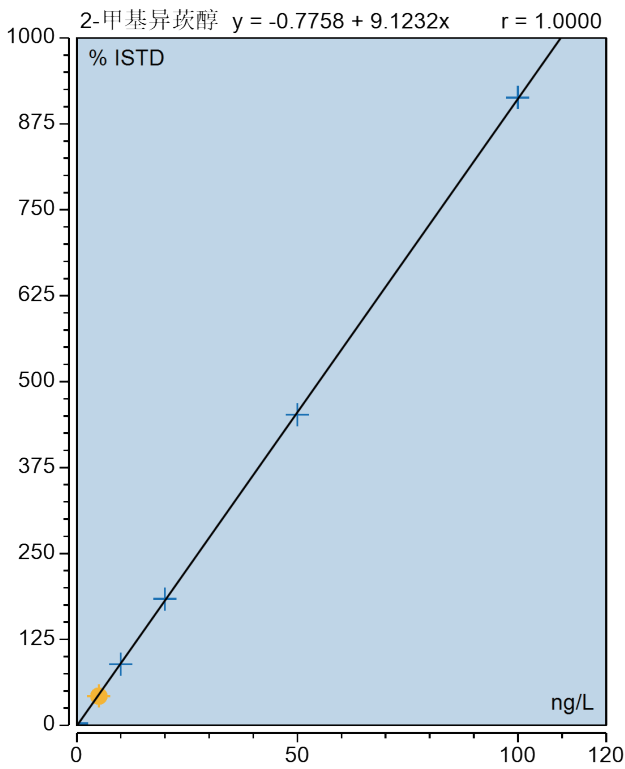
2 试剂及标准品：

土臭素和 2- 甲基异茨醇混标: (AccuStandard 公司, 100μg/mL, 1ml) 2- 异丁基 -3- 甲氧基吡嗪: (AccuStandard 公司, 1000μg/mL, 10ml)

3 测试结果：



5ng/L 标准品的色谱图



标准曲线 (0-100ng/L)

实验条件优化、方法检出限 (MDL) 以及稳定性测试等均详见 AN_21046_GCMS

结论

使用本法分析饮用水中土臭素和 2-甲基异莰醇的线性范围、最低检测浓度、精密度和重复性均满足生活饮用水卫生标准的要求, 同时具有以下优点: 1、灵敏度高, 实验室常规气质即可满足要求; 2、自动 SPME 分析, 误差更小, 操作更简便, 系统稳定耐用。

详细信息请查找: AN_21046_GCMS 自动 SPME-GCMS 法分析生活中饮用水中臭味物质土臭素和 2-甲基异莰醇

2.2.5 GB/T 5750.9-12.2

气相色谱法测定生活饮用水中的百菌清

引言

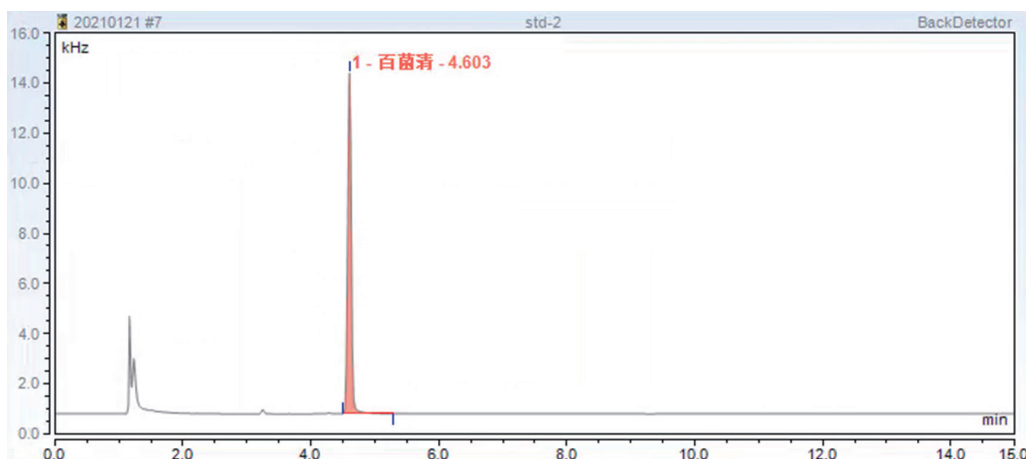
百菌清 (chlorothalonil)，别名四氯间苯二甲腈，是一种高效低毒的广谱杀菌剂，广泛应用于蔬菜、水果和水稻等农作物病害的防治，非常容易进入环境，最终进入到水体内，对人类有一定的危害。本文利用赛默飞公司全新推出的 Trace1610 系列气相色谱仪，参照 GB/T5750 建立了生活饮用水中的百菌清的检测方法，本方法操作简单，灵敏度高，可供有测试需求的实验室进行参考。

实验部分

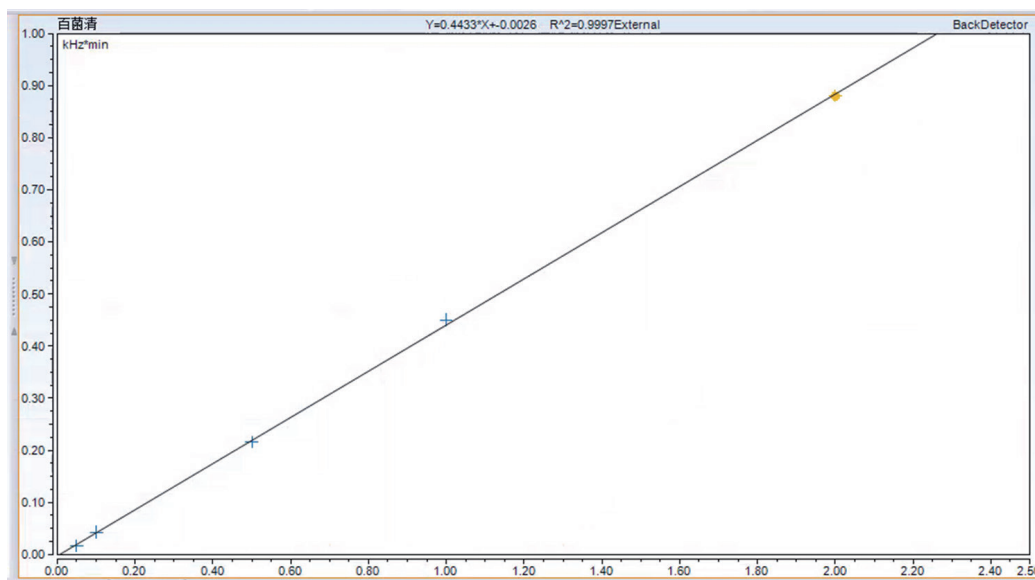
1 仪器配置：

Thermo Scientific™ TriPlus™ AS1610 液体自动进样器、TRACE 1610 GC 气相色谱仪（配 ECD）、TG-1701MS 30m*0.25mm*0.25 μ m (P/N: 26090-1420)、Chromeleon CDS 软件

2 测试结果：



百菌清标准溶液色谱图 (2 μ g/mL)



百菌清标准溶液校准曲线 (0.05~2 μ g/mL)

样品前处理、方法检出限 (MDL) 加标回收、及稳定性测试等均详见 AN_22022_GCMS

结论

本文利用 ThermoTraceGC1610 气相联用仪测定《生活饮用水标准检验方法》GB/T5750 新增加的百菌清，在目标物浓度 0.05~2 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的线性范围内，相关系数均大于 0.99，线性关系良好，0.5mg/L 的标准样品连续进样 6 次，RSD 均小于 5%，检出限为 0.001 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，在空白水样进行添加回收测试，5~30 $\mu\text{g}/\text{L}$ 浓度水平下，回收率范围在 93~101% 之间，偏差在 2.42~3.51% 之间，本文该方法操作简单，灵敏度高、能够满足 GB/T 5750《生活饮用水标准检验方法》中百菌清的测试需求。

详细信息请查找：AN_22022_GCMS 气相色谱法测定生活饮用水中的百菌清

2.2.6 GB/T 5750.8-15.1, GB/T 5750.8- 附录 B

固相萃取 - 气质联用法测定生活饮用水中的半挥发性有机物

引言

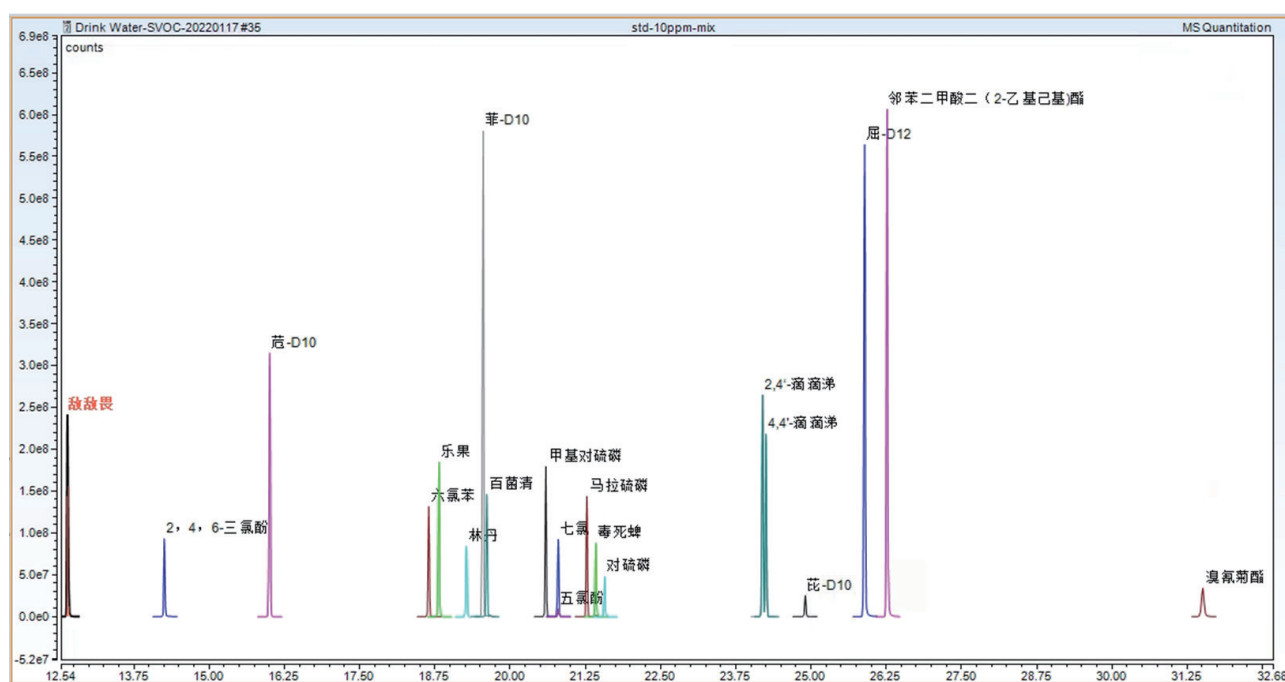
半挥发性有机污染物 (SVOCs), 主要包括有机农药类, 多环芳烃类, 塑化剂等, 这些化合物的沸点一般在 170 ~ 350°C 之间, 主要通过工厂废弃物排放, 农田滥用农药, 生活垃圾随意丢弃等进入土壤, 最终进入水环境。生活饮用水主要来源于地下水和江河水, SVOCs 含量低, 分析的时候需要大量水, 常用固相萃取法进行提取, 再经过气相色谱质谱联用仪 (GCMS) 进行分析, GCMS 具有高通量, 定性准, 灵敏度高等优势, 特别适合生活饮用水中种类多, 含量低的多种 SVOCs 的一次进样分析。

实验部分

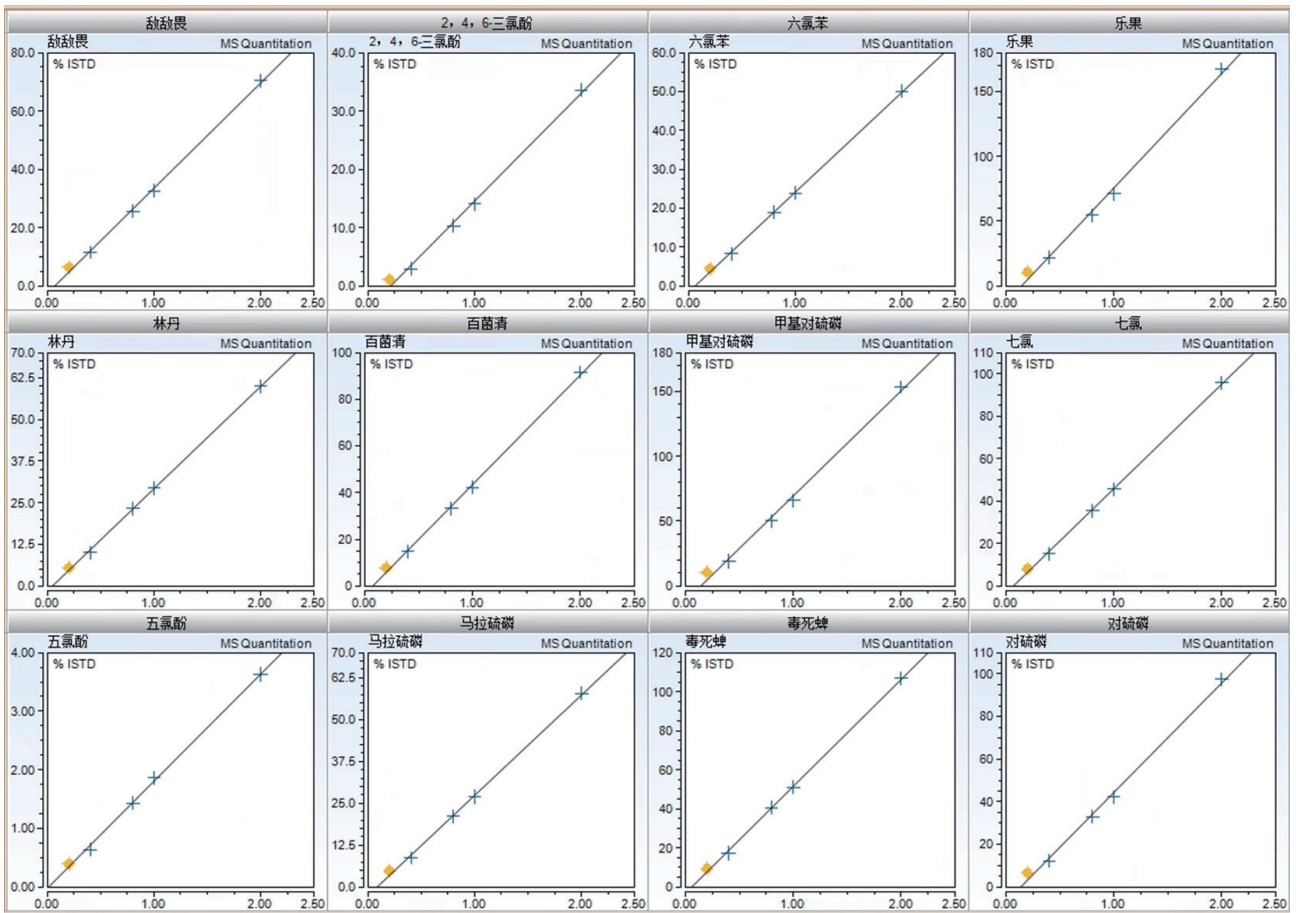
1 仪器配置:

Thermo Scientific™ AS 1610 液体自动进样器、TRACE 1610 GC 气相色谱仪、ISQ 7610 单四极杆质谱仪 (ExtractaBrite™ 离子源)、TG-5SILMS 30m*0.25mm*0.25μm (P/N: 26096-1420)、Chromeleon CDS 软件、Thermo Scientific™ RetainPEP 固相萃取柱 (P/N:60107-206), Thermo Scientific™ 16 位真空固相萃取装置 (P/N:60104-232), Thermo Scientific™ 固相萃取装置旋转阀门 (P/N:60104-242), Thermo Scientific™ 真空泵 (P/N:60104-241), Thermo Scientific™ 氮吹装置 (P/N:TS-18824)

2 测试结果:



15 种 SVOCs 标准品定量通道图 (10mg/L)



15 种 SVOCs 标准溶液校准曲线 (0.2-2mg/L)

样品前处理、仪器检测限 (IDL) 和方法检测限 (MDL) 以及加标回收等均详见 AN_22016_GCMS

结论

本文采用 Thermo Scientific™ ISQ 7610 气质联用仪测定《生活饮用水标准检验方法》GB/T5750 新增加的 15 种 SVOCs，在目标物浓度 0.2~2mg/L 的线性范围内，15 种化合物相关系数均大于 0.99，线性关系良好，0.2mg/L 的标准样品连续进样 6 次，RSD 均小于 5%，在空白水样进行添加回收测试，0.2~2 μ g/L 浓度水平下，回收率范围在 80~110% 以上，化合物的检出限在 0.02~2.9 μ g/L 之间，本文该方法操作简单，灵敏度高、能够满足 GB/T 5750《生活饮用水标准检验方法》新增加的 15 种 SVOCs 的测试需求。

详细信息请查找：AN_22016_GCMS 固相萃取 - 气质联用法测定生活饮用水中的半挥发性有机物

2.2.7 GB/T 5750.8-15.1, GB/T 5750.8- 附录 B

变色龙软件控制气质联用仪分析环境中 161 种半挥发性有机物

引言

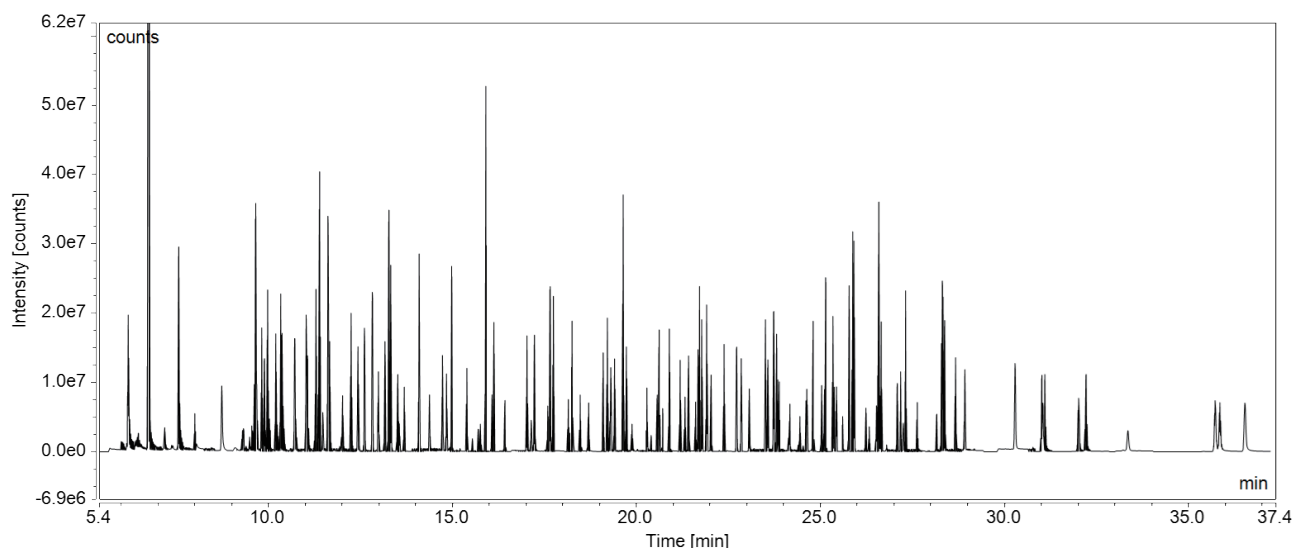
半挥发性有机物涵盖较多的有机物，常见的有：有机磷农药、有机氯农药、氯代杀虫剂、多环芳烃类、多氯联苯、酞酸酯、苯胺类等有机物，广泛分布于水质、空气、土壤、沉积物、植物组织等环境中。半挥发性有机污染物一般具有环境蓄积性、生物蓄积性，高毒性等特点，如苯酚类有毒、多环芳烃类中的苯并[a]芘、苯并[k]荧蒹、苯并[k]荧蒹等具有强致癌性；酞酸酯为环境激素类污染等。这些化合物多数被美国环保局提出的 129 种优先污染物，为优先监控化合物可供有测试需求的实验室进行参考。

实验部分

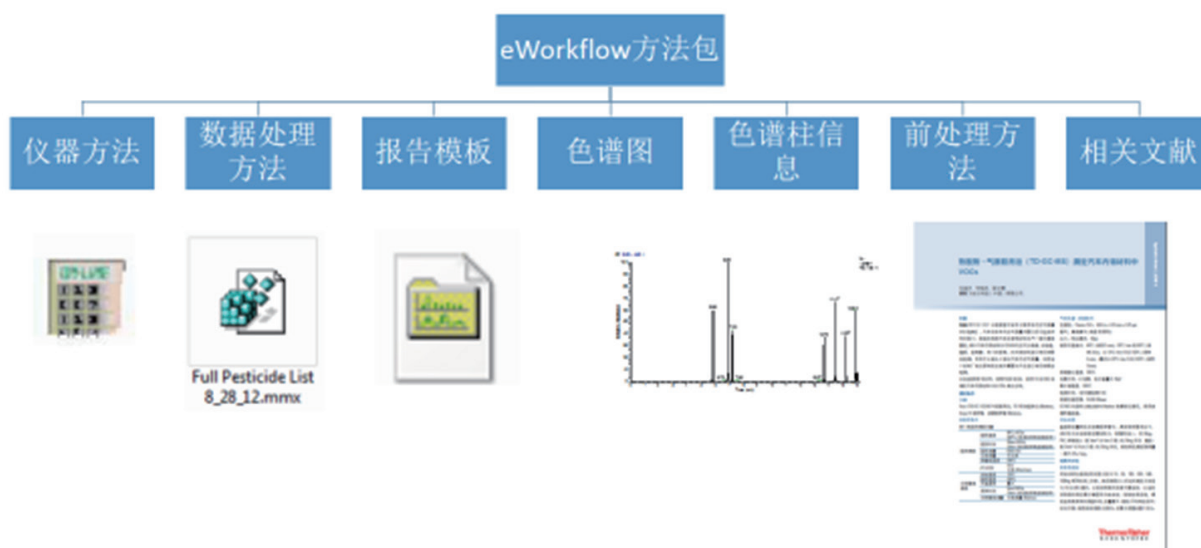
1 仪器配置：

Thermo Scientific™ AS 1310 液体自动进样器、TRACE 1310 GC 气相色谱仪、ISQ 单四极杆质谱仪 (ExtractaBrite™ 离子源)、TG-5SILMS 30m*0.25mm*0.25μm (P/N: 26096-1420)、Chromeleon CDS 软件

2 测试结果：



100ppb 标准溶液色谱图



eWorkflow 方法包示意图

结论

采用变色龙软件控制气质联用仪用于分析环境中 161 种 SVOC，能够智能化地分析、处理数据，减少数据处理过程的时间。同时拥有环境中 161 中 SVOC 分析检测的 eWorkflow 方法包，方便快捷建立仪器方法。

详细信息请查找：AN_C_GCMS-78 变色龙软件控制气质联用仪分析环境中 161 种半挥发性有机物

2.2.8 GB/T 5750.8- 附录 B

ISQ 7610 GC-MS 使用一条宽线性范围校正曲线分析水样中的多环芳烃（PAHs）

引言

本文采用 ISQ 7610 单四极杆 GC-MS 系统分析水样品中的 PAHs。XLXR 检测器为系统标准配置，可提供扩展线性动态范围并延长系统使用寿命。本项分析使用单一校正曲线（超过 4 个数量级）分析水样品。扩展后的动态范围消除了为不同样品单独制备曲线的必要，有助于提高样品通量。该系统运行了一系列水样品，证实了分析 PAHs 时仪器的耐用性。此外，ISQ 7610 GC-MS 系统采用的 NeverVent™ 技术无需放空系统即可更换色谱柱和维护离子源，显著缩短了仪器停机时间。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ TriPlus™ RSH SMART 自动进样器、TRACE 1610 GC 气相色谱仪、ISQ 7610 单四极杆质谱仪 (ExtractaBrite™ 离子源)、Thermo Scientific™ TraceGOLD™ TG-PAH 30 m × 0.25 mm × 0.10 (P/N 26055-0470)、Chromeleon CDS 软件

2 试剂及标准品：

校正混合物（含 EPA 8270 中列出的 18 种 PAHs，每种成分浓度为 2,000 µg/mL，P/N 31995）、标记内标混合物（2,000 µg/mL，P/N 31206）和 GC-MS 调谐混合物（1,000 ng/mL，P/N 31615）均购自 Restek；购自 LGC 纯二苯并呋喃（10 mg，P/N DRE-C20710000），然后使用二氯甲烷（DCM）稀释至浓度为 10 mg/mL。替代标准混合物（4,000 µg/mL，P/N M-8270-SS）购自 AccuStandards

3 测试结果：

19 种 PAHs、5 种标记 ISTD 和 2 种替代物的色谱分离和分离度非常好，见图 1。

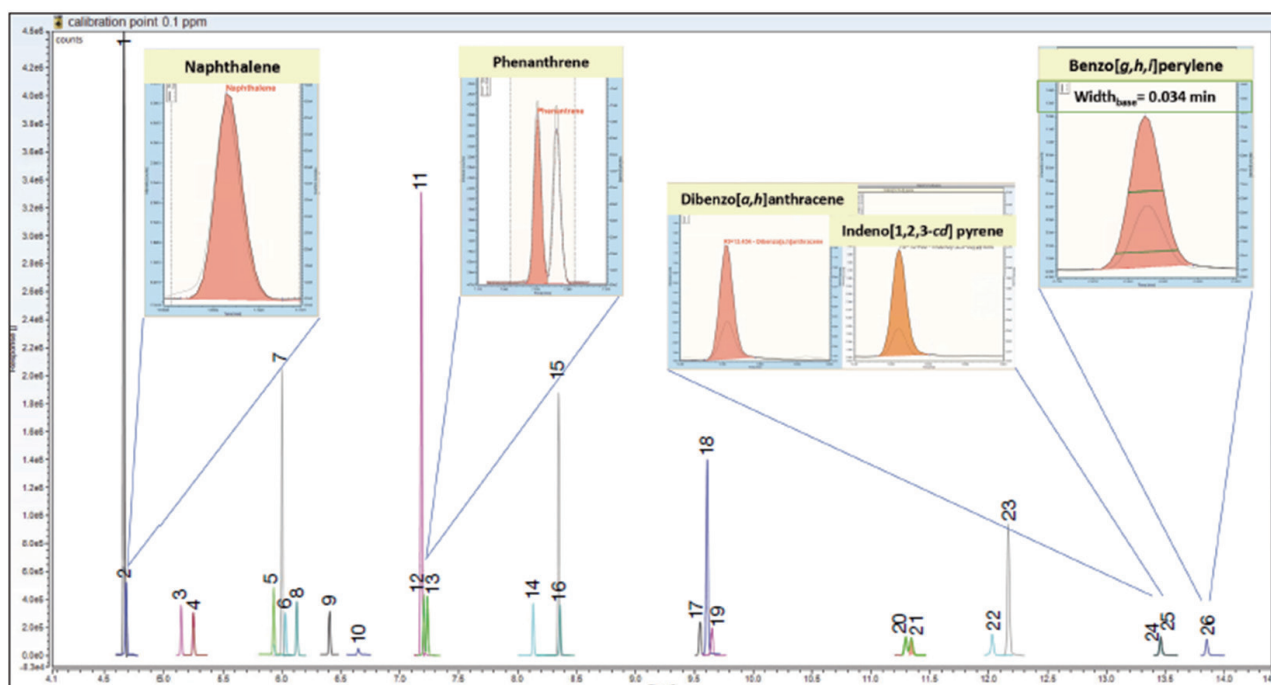


图 1 在 SIM 模式下采集 0.1ppm 溶剂标准品中 19 种 PAHs、5 种标记 ISTD 和 2 种替代物的色谱图

校正和线性：制备 2.5-20,000 ng/mL 范围内的校正曲线，计算平均相对响应因子（AvRF）校正拟合类型和 EPA8270E 要求的 %RSD 值（%RSD<15%），评估方法线性。在整个校正范围内，所有化合物的计算 %RSD 均 <10%。图 2 展示了部分校正曲线示例。

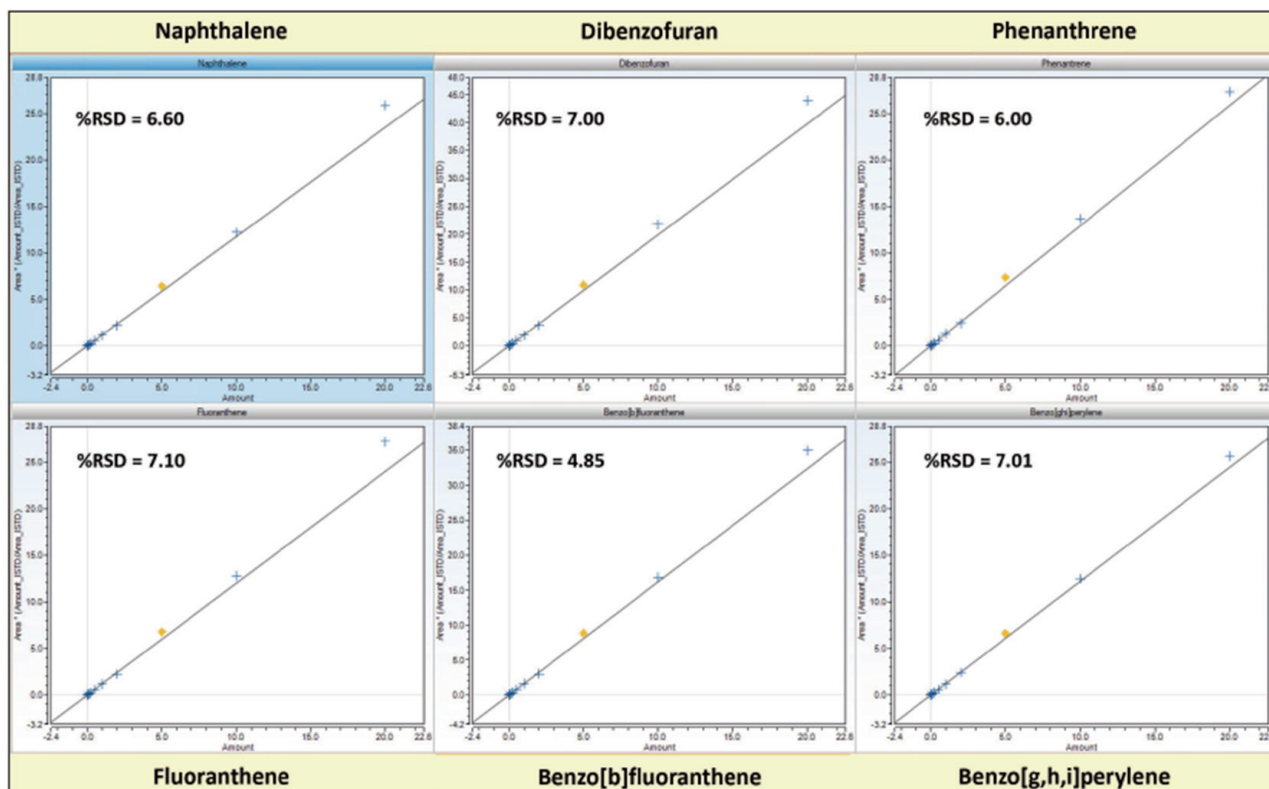


图 2 部分 PAHs 的校正曲线（图中标注平均相对响应因子的 %RSD）。线性范围为 2.5-20,000 ng/mL，跨越 4 个数量级。

仪器检出限（IDL）和方法检出限（MDL）以及稳定性测试等均详见 AN_000455_GCMS

结论

本文实验结果表明，ISQ 7610 GC-MS 系统满足并超出了 EPA 8270E 对环境样品中 PAHs 分析的要求。（1）高斯峰形和色谱分离度均符合 EPA8270E 要求（2）XLXR 检测器提供了卓越的动态范围，从 2.5 ppb-20 ppm，跨越 4 个数量级，19 种 PAHs 的 AvRF %RSD 均 <10%。无需配制两条不同的校正曲线，加快了分析工作流程（3）IDL 和 MDL 位于柱上量的低 pg 区域，加标基质样品亦是如此。（4）该系统在 136 次进样和 52 小时连续运行后，性能在灵敏度、峰形和 DFTPP 调谐检查方面都没有变化，系统稳定耐用。

详细信息请查找：AN_000455_GCMS 基于 ISQ 7610 GC-MS 系统和 EPA 方法 8270E 分析多种基质中的多环芳烃（PAHs）

2.2.9 GB/T 5750.10-24.3

赛默飞高端气质产品应用于饮用水中痕量亚硝胺分析

引言

上世纪 50 年代，医学界就发现亚硝胺是一类广泛存在于食物、香烟及酒等中，且毒性强烈的致癌物质。由于具有高致癌性及高检出率，在 20 世纪末饮用水中的亚硝胺类物质得到了国内外研究人员的关注。一般认为，其是在氯胺消毒等工艺过程中产生的消毒副产物。相关专家表示，在已经鉴别出的 700 多种消毒副产物中，亚硝胺是健康风险最大的消毒副产物类别之一，特别是 N-亚硝基二甲胺（NDMA）。本实验分别采用三重四极杆气质联用 TSQ 8000Evo 及气质超高分辨质谱 Exactive GC 进行水中亚硝胺的分析。在目标物定量分析（Target Quan）方面，两者均体现出优异的灵敏度和稳定性，无需借助大体积进样来提高方法灵敏度。其中，Exactive GC 能够实现高分辨（R=60000，FWHM at 200 m/z）、高质量精度及高灵敏度的全扫描分析，因此，在定量分析的同时，也可进行非目标物的定性分析（Unknown Screening）。

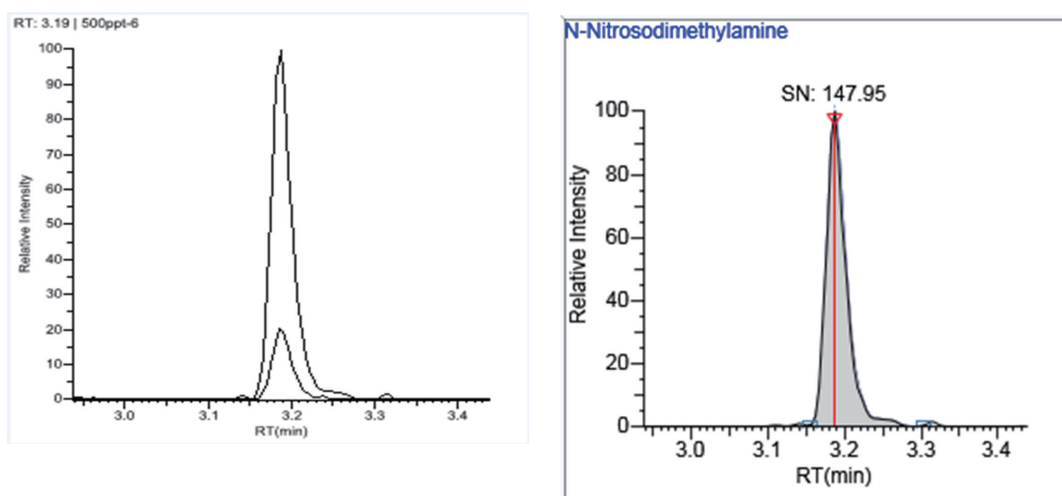
实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ AS 1310 液体自动进样器、TRACE 1310 GC 气相色谱仪、TSQ 8000EVO 三重四极杆质谱仪（ExtractaBrite™ 离子源）、Exactive GC 高分辨质谱仪、TG-1701MS 30m*0.25mm*0.25μm、TraceFinder 数据处理系统

2 测试结果：

2.1 TSQ 8000EVO



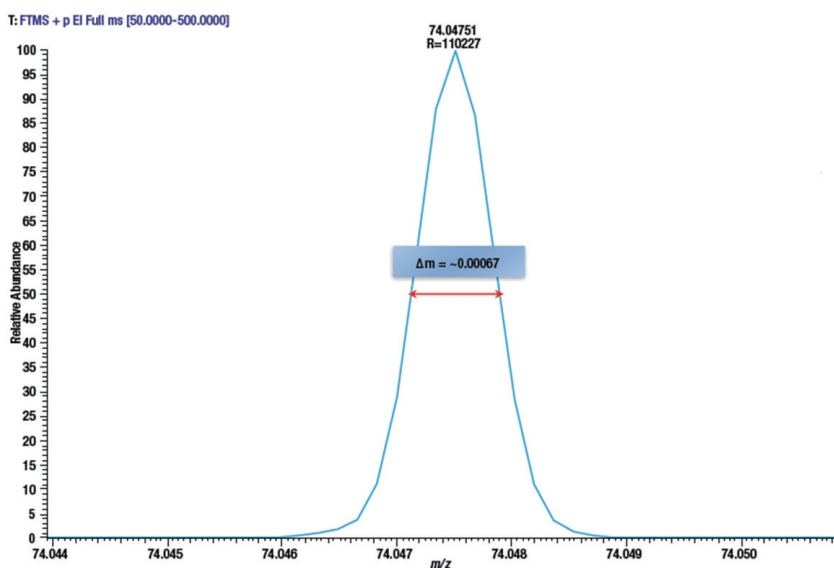
0.5ppbNDMA 色谱图

7 种亚硝胺 0.5ppb 混标结果见下表：

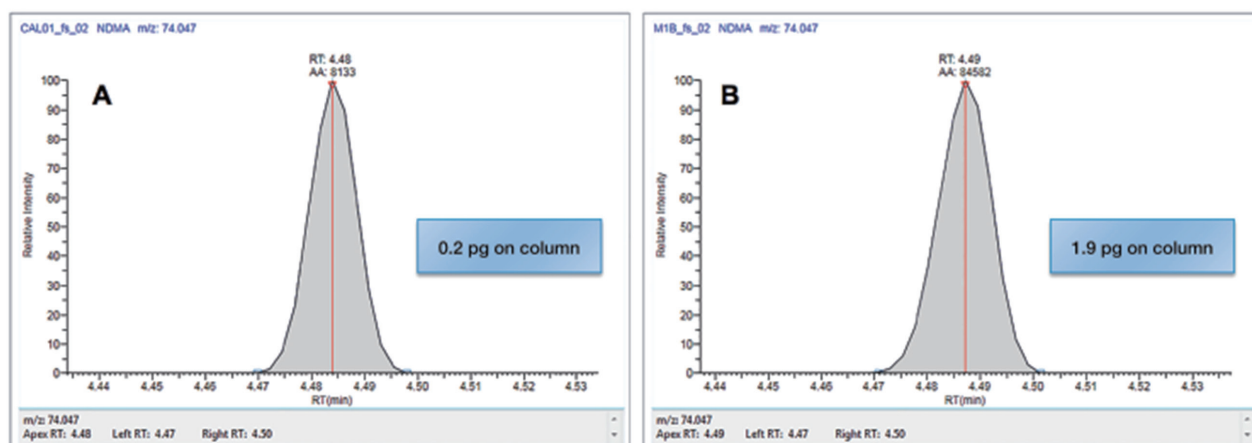
	NDMA	NMEA	NDEA	NPYR	NDPA	NPiP	NDBA
1	2743	11678	9090	3887	6779	5248	7536
2	2294	11902	9328	3690	6495	5781	7261
3	2450	11651	9352	3694	6871	5890	7083
4	1940	11507	9547	4076	5335	5719	7178
5	2123	11733	10149	3612	6268	6669	7379
6	2016	10460	9489	4354	6520	5830	7131
7	1874	10929	9588	3488	6252	5358	7054
8	1692	10884	8424	3700	6569	5972	7198
平均值	2141.5	11343	9370.88	3812.63	6386.13	5808.38	7227.5
SD	340.28	515.52	489.21	281.68	476.52	430.97	161.63
RSD (%)	0.16	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.02
IDL (ppb)	0.24	0.07	0.08	0.11	0.11	0.11	0.03

2.2 Exactive GC

以 NDMA 为例，NDMA 分子离子 (m/z 74.04747) 的准确检测会受到背景离子的干扰。在所有实验中，仪器的分辨率都设为 60000 (m/z 200, FWHM)，相当于 m/z 74 处的质量分辨率 >100000 ，足够在基质背景中实现 NDMA 目标离子的选择性检测 (见下图)。



饮用水样品中的 NDMA，在 m/z 74.04747 下分辨率 $R > 100000$ (FWHM)



0.1 μ g/L 的校准溶剂标样 (A) 和 1.0 ng/L 的加标饮用水样品 (B) 中的 NDMA (m/z 74.04747, XIC, EI 为 70eV) 的绝对柱上浓度

此外，Exactive GC 技术的显著优势在于它的高分辨全扫描采集模式使得分析人员可以通过对定量实验的原始数据进行进一步分析，从而在实验数据取得之后还能够筛查样品中是否还有其它可能有有害的化学物质。在本研究中，我们通过使用 TraceFinder 对饮用水样品的原始数据按照非靶向筛查工作流程进行处理来做演示。该工作流程会自动进行化合物去卷积并得到纯的质谱图，然后再进行谱库检索来进行化合物的鉴定。



饮用水样品中检出的化学污染物实例（图中显示 TraceFinder 去卷积浏览器中氯碘甲烷（a）和全氯乙烯（b）以及它们相应的去卷积之后的质谱图、鉴定结果可靠度总分、NIST 谱库匹配结果（SI）和每个被测离子的精确质量数）

结果显示，饮用水样品中还包含 220 种其他新型污染物，像卤代有机化合物、药物（如：克林霉素、非氨基酯等）、单帖烯类（D-萘烯）和邻苯二甲酸盐等。这些化合物的鉴定使用 NIST 谱库（SI 阈值为 800）和一个高分辨过滤分数（HRF，阈值为 80）进行。上图给出了一些鉴定出的可信度很高的部分化合物，其中氯碘甲烷曾有文献报道为消毒剂副产物。此外，四氯乙烯是一种广泛使用的、在私人或公共饮用水中频繁检出的干洗剂，已知对人类健康有害。这两种化合物的谱库匹配结果均极佳（SI >890），总分 >95% 且分子离子的质量准确度 <0.5 ppm。

结论

饮用水的安全问题涉及到目标物定量和非目标物定性两个应用方向。在目标物定量方面，以文中亚硝胺类化合物为例，样品前处理包括一个对水样进行固相萃取（SPE）的步骤，最终样品浓缩 1000 倍。TSQ 8000 Evo 及 Exactive GC 均符合相关法规要求，可以轻松在 1.0 ng/L 浓度水平实现该化合物的检测和准确定量。其中，TSQ 8000 Evo 因仪器配置简单，操作便捷，更易于在常规分析检测中推广。在同样条件下，应用 Exactive GC 技术可对已采集的数据再次挖掘，进行溯源，使得对饮用水样品中的其它有害污染物的检测和鉴定成为可能。

详细信息请查找：AN_C_GCMSMS_2_201702Y 赛默飞高端气质产品应用于饮用水中痕量亚硝胺分析

2.2.10 GB/T 5750.10-24.3

AEI-GC-MS/MS 技术用于饮用水中亚硝胺的测定

引言

亚硝胺为半挥发性化合物，是饮用水中的新兴污染物。亚硝胺广泛用于化妆品、农药或橡胶产品等不同制造领域。在水中，亚硝胺是废水和饮用水氯化等工业过程的副产物。由于亚硝胺具有致癌性，因此被认为是主要污染物，世界各国均规定了最高可接受限值 9 ng/L，通报水平 10 ng/L。GC-MS 是亚硝胺测定的首选分析技术。特别是，三重四极杆 GC-MS/MS 仪器的选择反应监测（SRM）模式可提供高选择性和高灵敏度，降低可能导致亚硝胺的假阳性和定量不准的基质干扰和背景离子的干扰，以及检测超痕量有毒化合物都需要高选择性和高灵敏度，近年来得到广泛应用。

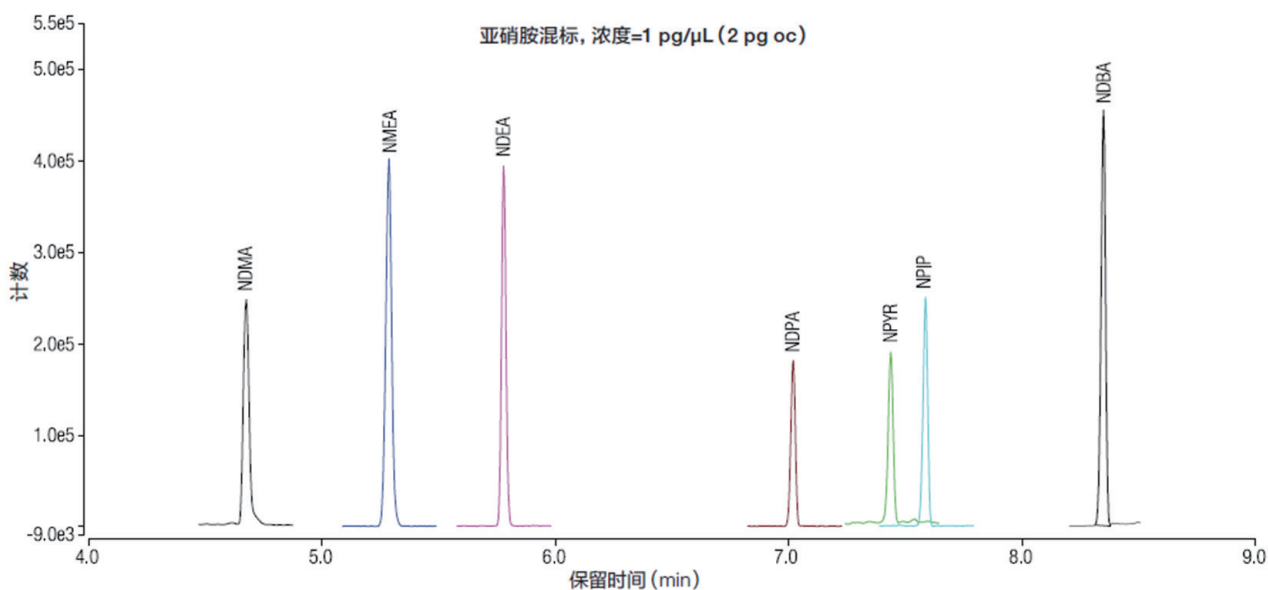
实验部分

1 仪器配置：

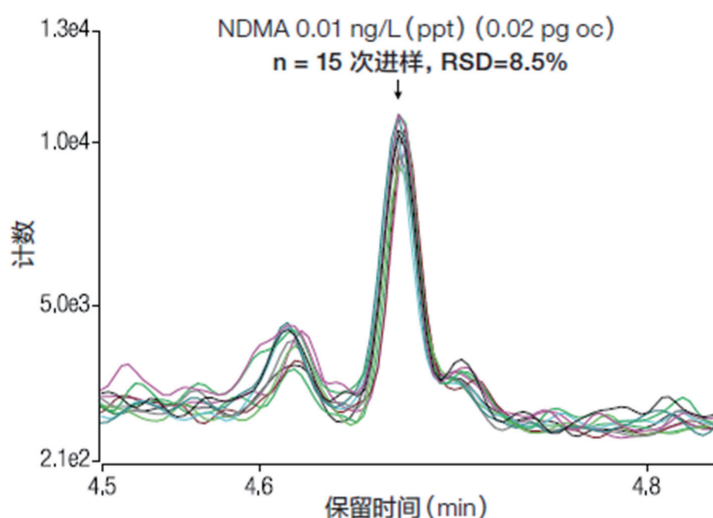
Thermo Scientific™ TriPlus™ RSH 自动进样器、TRACE 1310 GC 气相色谱仪、TSQ 9000 三重四极杆质谱仪 (AEI 离子源)、TG-1701MS 30m*0.25mm*0.25 μ m、Chromeleon CDS 软件

2 测试结果：

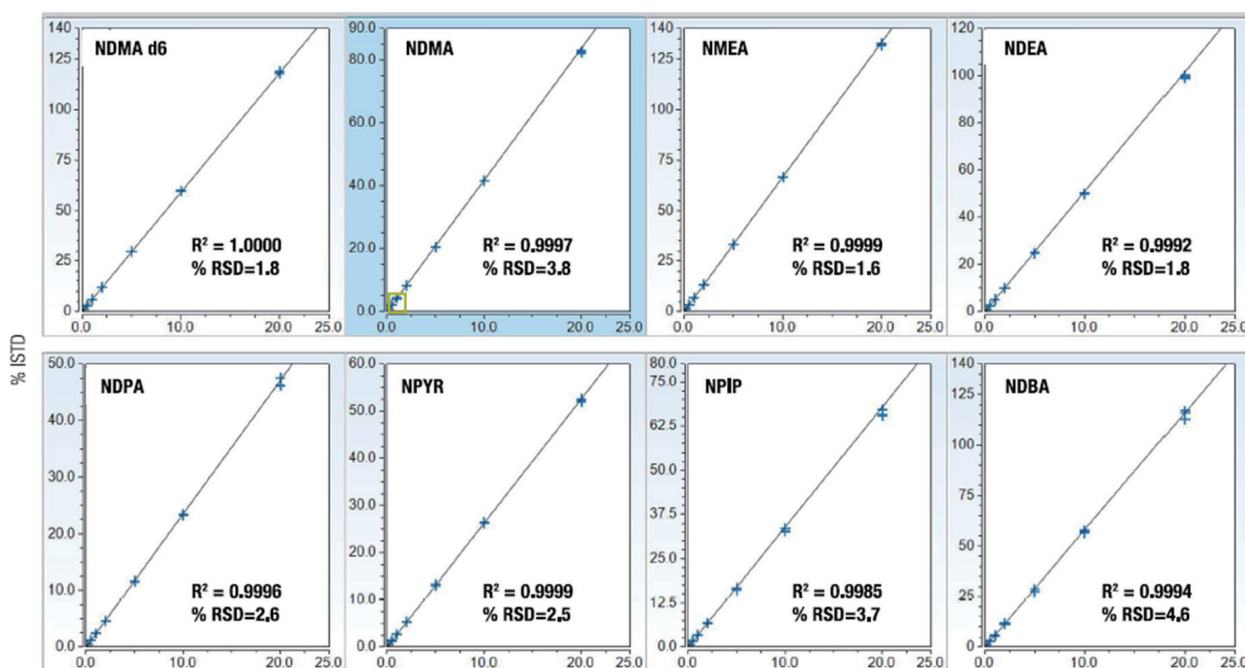
所有化合物 9 分钟内分离采集完成，比一些方法（例如 EPA 方法 521）的建议速度快 3 倍，提高了样品通量并降低了分析成本。1 pg/ μ L 溶剂标样（样品浓度相当于 1 ng/L，由样品前处理浓缩 1000 倍换算而得）中所有亚硝胺化合物在 TraceGOLD TG-1701 MS 色谱柱上均获得非常好的分离度和灵敏度，见下图。



灵敏度: 0.01 pg/μL 溶剂标样在低 ppt 水平 (样品浓度相当于低 ppq [0.01 ng/L], 由样品前处理浓缩 1000 倍换算而得) 下, 优异的信号精密度和峰面积重复性 (<10% RSD), 见下图。



校正和线性: 0.05-20 pg/μL (饮用水浓度相当于 5-20 ng/L, 由样品前处理浓缩 1000 倍换算而得) 范围内的校正曲线, 使用 Chromeleon CDS 软件和平均校正因子 (AvCF), 每种浓度重复进样三次并使用 NDPA d-14 进行内标校正, 线性相关系数 (R^2) 和平均响应因子 (RF RSD%) 见下图。



样品前处理、仪器检测限 (IDL) 和方法检测限 (MDL) 以及加标回收等均详见 AN_10615_GCMS

结论

配置 AEI 离子源的 TSQ 9000 GC-MS/MS 系统在分析亚硝胺具有无可匹敌的仪器检测限, 灵敏度达 ppt 级, 且具有出色的线性范围, 可提供无与伦比的定量性能, 是常规实验室的理想分析工具。

详细信息请查找: AN_10615_GCMS AEI-GC-MS/MS 技术用于饮用水中亚硝胺的测定

2.2.11 GB/T 5750.10

应用气相色谱联用 Orbitrap 高分辨质谱仪分析水中的消毒副产物

引言

饮用水使用之前必须经历消毒处理过程,但是化学消毒剂可与水中的天然物质反应,产生对人体有害的消毒副产物(DBPs),尤其是含碘类物质,如碘化 DBPs (iodo-DBPs),由于基质的复杂性以及目标化合物低含量等特点,鉴定水中形成的碘化 DBPs 难度较大。为此,研究人员需要采用高分辨率、高质量数精度和高灵敏度的分析技术来解决这一难题。

实验部分

1 仪器配置:

Thermo Scientific™ TriPlus™ RSH 自动进样器、TRACE 1310 GC 气相色谱仪、Q Exactive GC 高分辨质谱仪、TG-5MS 60m*0.25mm*0.25μm (P/N: 26096-1540)、TraceFinder 数据处理系统

2 样品制备:

DBPs 的形成主要与所采用的消毒反应类型以及水源中的天然有机物(NOM)、溴化物、碘化物含量有关。为了研究含碘水样品中碘化 DBPs 的产生,我们分别进行了实验室规模的氯化反应和氯胺反应。检测水样为含有国际腐殖质协会(IHSS)参比物质一来源于北欧水库(NL)(Vallsjoen, Skarnes, 挪威) NOM 的 Milli-Q® 水溶液,并加入溴化物(500 ppb KBr)和碘化物(500 ppb KI)。之后采用氯和一氯胺进行消毒反应,通过 XAD 树脂提取水样本,并使用乙酸乙酯洗脱吸附的待测物。将经过干燥和浓缩处理后的提取物用 Q Exactive GC 系统采用一级全扫描模式进行碘化 DBPs 分析。将未经处理的水样采用与处理水样相同的浓缩步骤进行前处理,并作为空白样本用以判断所检测和鉴定的化合物是消毒处理过程中产生的副产物还是样品前处理步骤的人工产物。

3 测试结果:

图 1 展示了未经处理的质控样品与氯化反应样品的色谱图。图 2 以图表形式展示了碘化 DBPs 的检测和分子结构鉴定工作流程。经解卷积处理后,软件检测到大量色谱峰(例如,我们在氯胺反应 NL NOM 提取物样品总离子流色谱图(TIC)中,以响应强度值 500,000、信噪比(S/N) 10:1 为限,共找出 2,500 余个离子流色谱峰)。寻找到大量化合物峰对于样品的广泛分析非常有利。然而,这也需要研究人员能够在单个样品内或不同样品组间快速筛选出感兴趣的化合物。在本次研究中,我们采用精确质量过滤分离出含有碘的化合物(精确质量 m/z 126.90392)。该方法极大缩小了上述样品中含碘化合物的分析范围,例如氯胺反应 NL NOM 提取物分析结果仅包括 15 个主要色谱峰。

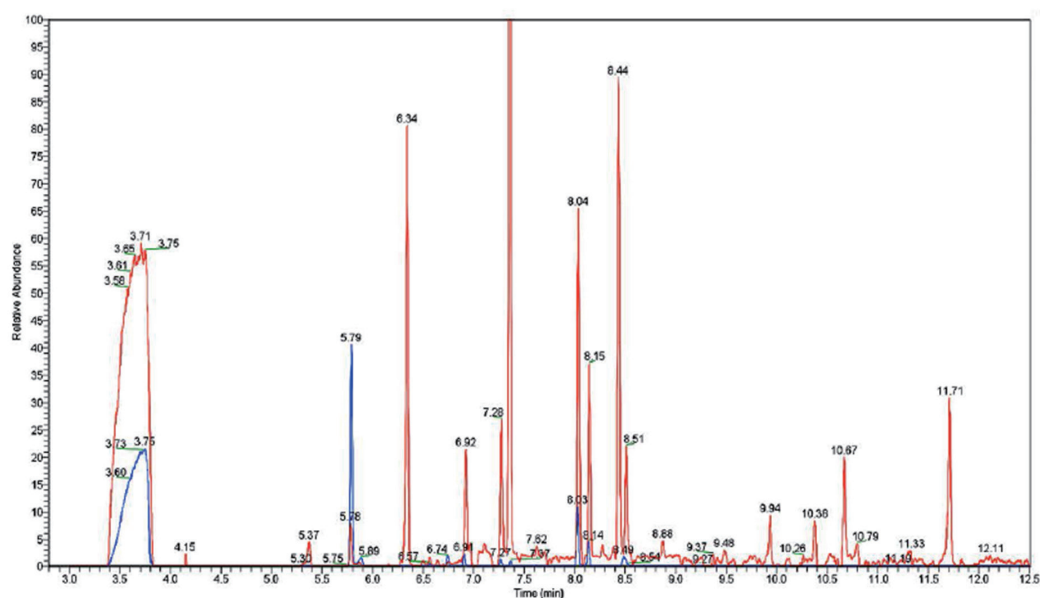


图 1. 添加天然有机物质(NL NOM)的 Milli-Q 水样经氯化反应处理样品(红色)与未经处理的质控样品(蓝色)的提取离子流重叠图(m/z 126.903902, 碘)表明,与质控样品相比,氯化处理水中的含碘色谱峰数量和响应强度均有提高。

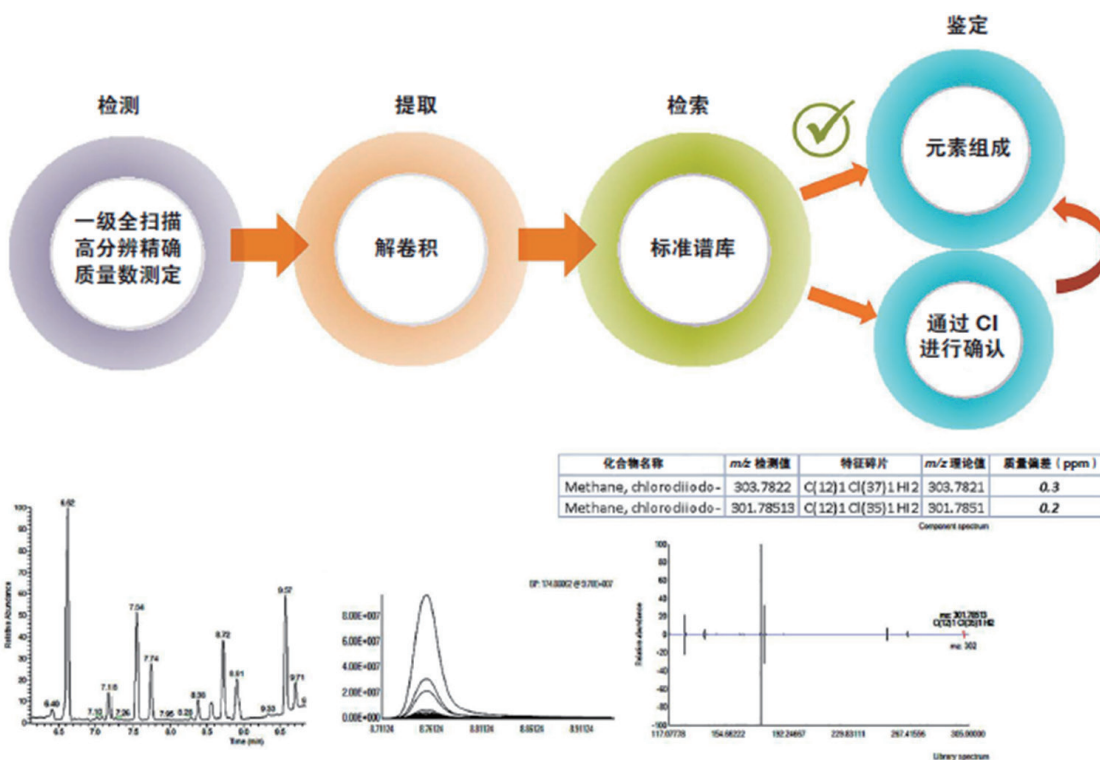


图 2. 针对碘化 DBPs 谱图解卷积峰检测和化合物结构推测的化合物检测流程

样品比较及碘化 DBPs 的含量变化: TraceFinder 软件除了能够鉴定目标离子流色谱峰外, 还可以将样品分组以利于分析, 并将所检测到的化合物含量倍数变化实现可视化展示。所有样品中检测到的化合物根据色谱保留时间对齐, 并自动比较其峰面积, 从而生成一个热图 (图 6)。

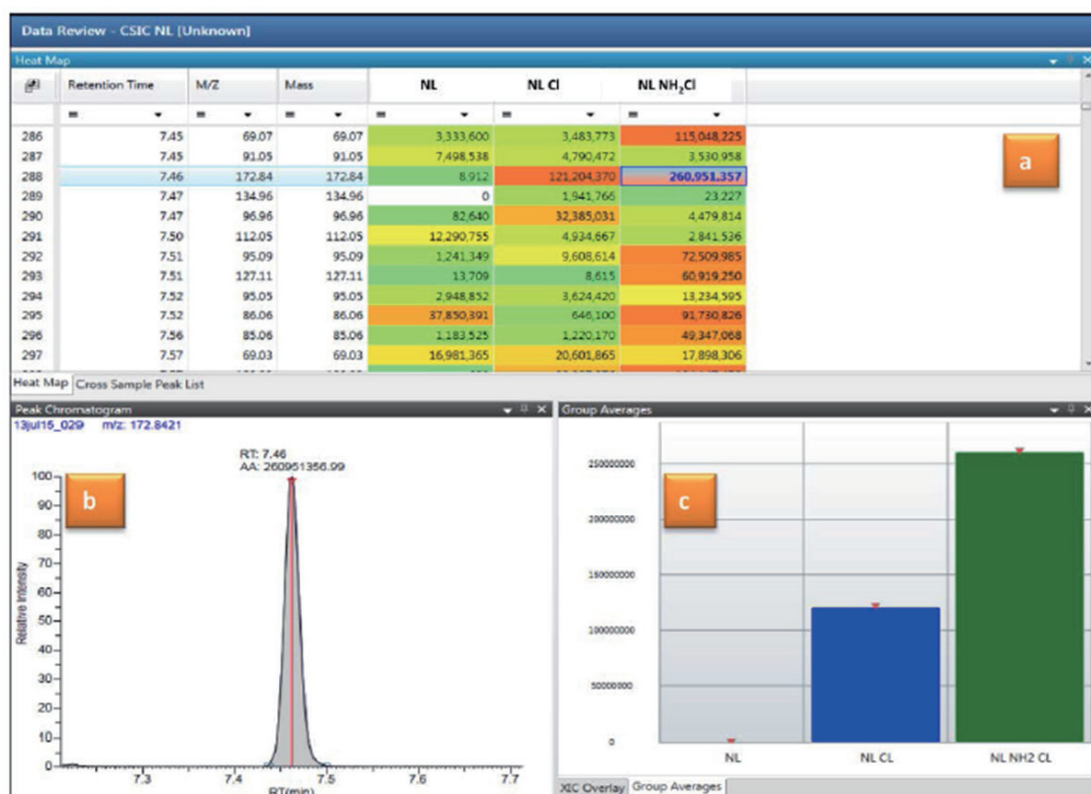


图 6. TraceFinder 软件展示根据检测到的离子流色谱峰 (a) 峰面积生成热图的界面, 图中以色谱保留时间为 7.46 min、含量出现升高的化合物为例, 显示了相应提取离子流色谱图 (b) 和分析样品中该化合物的丰度 (c)

表 3. 经消毒处理的 NL NOM 水样中鉴定和确证的碘化 DBPs。

色谱保留时间 (min)	鉴定结果	元素组成	化学结构	理论 m/z (EI)	实测 m/z (EI)	Δ (ppm)	理论 m/z [M+H] ⁺	实测 m/z [M+H] ⁺	Δ (ppm)
3.71	碘甲烷	CH ₃ I	<chem>C-I</chem>	141.92739	141.92745	0.4	142.93522	142.93522	0.0
5.36	氯碘甲烷	CH ₂ ClI	<chem>Cl-CH2-I</chem>	175.88842	175.88839	0.2	176.89625	176.89620	0.3
5.76	碘乙醛	C ₂ H ₃ IO	<chem>O=CC-I</chem>	169.92231	169.92234	0.2	170.93013	170.93014	0.06
7.36	二碘甲烷	CH ₂ I ₂	<chem>I-CH2-I</chem>	267.82404	267.82424	0.8	268.83186	268.83192	0.2
8.03	碘乙酸乙酯	C ₄ H ₇ IO ₂	<chem>CCOC(=O)CI</chem>	213.94852	213.94840	0.6	214.95635	214.95627	0.4
8.14	碘化乙烯	C ₂ H ₃ I	<chem>I-CH=CH2</chem>	153.92739	153.92742	0.2	154.93522	154.93519	0.2
8.77	二氯碘甲烷	CHCl ₂ I	<chem>Cl-CH(Cl)-I</chem>	301.78507	301.78509	0.1	301.78507	301.78511	0.1
9.85	一溴二碘甲烷	CHBrI ₂	<chem>Br-CH(I)-I</chem>	345.73455	345.73459	0.1	345.73455	345.73446	0.3

结论

本文所采用的 Q Exactive GC 质谱仪以及化合物检测鉴定流程可对经消毒处理水样中的未知 DBPs 进行快速检测和可信鉴定，有助于研究人员对未知化学物质进行可靠的、及时的分析报告。

详细信息请查找：AN_10490_GCMS 应用气相色谱联用 Orbitrap 高分辨质谱仪分析水中的消毒副产物

2.3 IC&IC-MS 篇

2.3.1 GB/T 5750.6 常规阳离子的快速分析

高压离子色谱快速分析水中常规阳离子

引言

为了满足高通量实验室日常检测需求，本文提供了水中常规阳离子的快速检测方法，以小粒径高压色谱柱为分析柱，3 min 内可完成常规阳离子（锂离子、钠离子、铵根离子、钾离子、镁离子、钙离子）的分析，与常规色谱柱分析方法相比效率可提升 300%，分离度满足色谱分析要求，结果准确、可靠。

实验部分

1 实验条件

Thermo Scientific™ Dionex™ Integrion 离子色谱仪；

色谱柱：IonPac™ CS12A-Fast-5 μ m (3 × 150 mm) + IonPac™ CG12A-Fast-5 μ m (3 × 30 mm)；

淋洗液：33 mM 甲烷磺酸；

流速：0.8 mL/min；

柱温：30℃；

进样量：25 μ L；

检测：抑制电导，CDRS600 (2 mm)，自循环电解抑制模式。

2 分离谱图

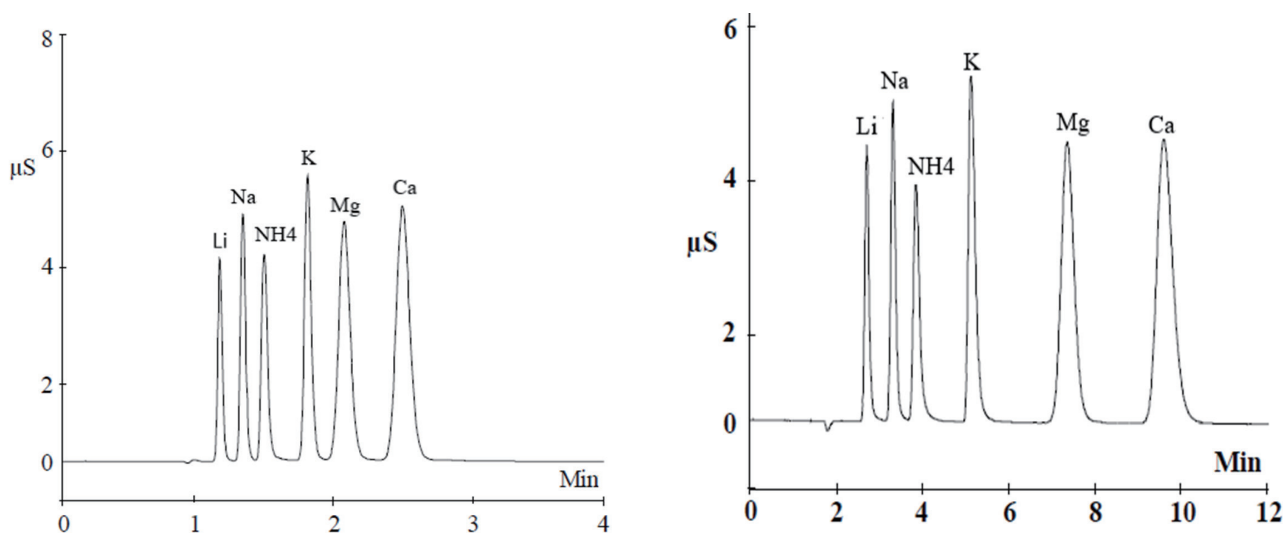


图 1 水质中常规阳离子快速分离（左）及常规分离（右）色谱图

结论

本方法采用赛默飞高压离子色谱仪 Integrion（PEEK 材质），耐压可至 6000psi，满足小粒径色谱柱 IonPac CS12A 5 μ m 对仪器高耐压的要求。本方法 5 min 内可完成常规阳离子的分析，同时兼有准确、快速、高效等特点。

2.3.2 GB/T 5750.5 常规阴离子的快速分析

高压离子色谱快速分析水中常规阴离子

引言

本方法借助高压离子色谱仪及小粒径 IonPac AS18 4 μ m 色谱柱, 5 min 内可完成水中常规阴离子 (氟离子、氯离子、亚硝酸根、溴离子、硝酸根、硫酸根及磷酸根) 的分析, 可满足高通量实验室快速分析需求。

实验部分

1 实验条件

Thermo Scientific™ Dionex™ Integrion 离子色谱仪;

色谱柱: IonPac™ AS18-Fast-4 μ m (4 × 150 mm) + IonPac™ AG18-Fast-4 μ m (4 × 30 mm);

淋洗液: 38 mM KOH;

流速: 1.5 mL/min;

柱温: 30℃;

进样量: 25 μ L;

检测: 抑制电导, ADRS600(4 mm), 电解自循环抑制模式。

2 分离谱图

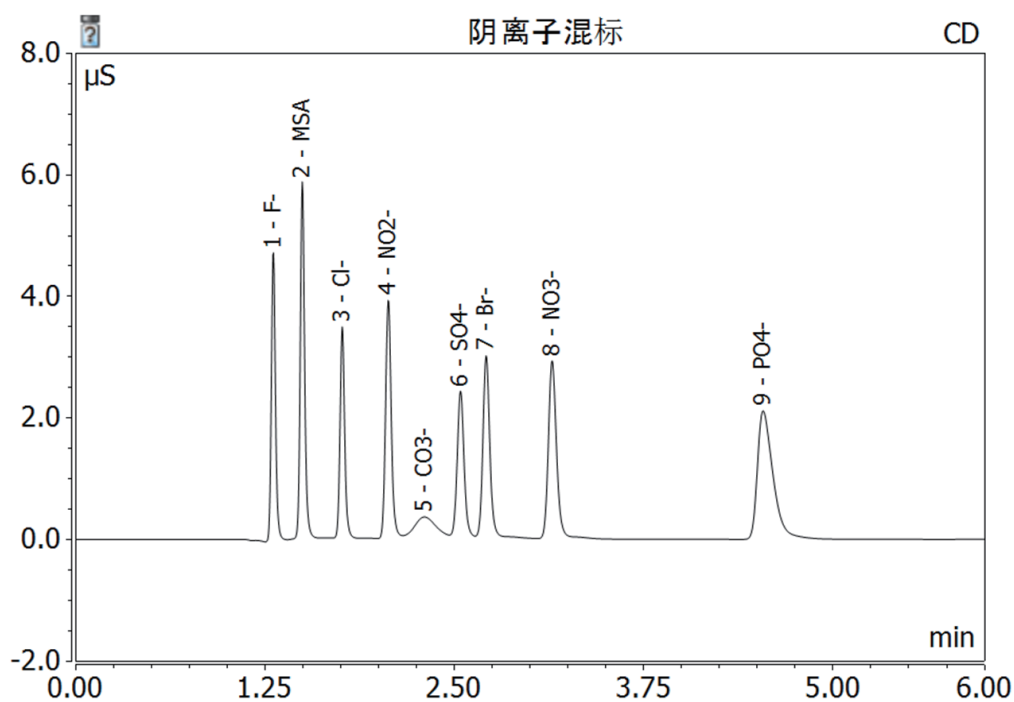


图 2 水质中常规阴离子快速分离谱图

结论

本分析方法采用小粒径柱 AS18-Fast-4 μ m 分析水中的常规阴离子, 同时配备高压离子色谱仪 Integrion (PEEK 材质), 5min 内可完成水样中常规离子的分析, 分离度良好, 各目标离子无相互干扰, 定量准确, 同时兼有快速、高效等特点。

2.3.3 GB/T 5750.5 高氯酸盐

离子色谱法测定水质中高氯酸盐的含量

引言

高氯酸盐是一种持久性污染物，水质污染问题一直存在。《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》中规定高氯酸盐限值为0.07mg/L；高氯酸分子量小，极性极强，限量低，离子色谱为首选分析方法，样品过滤后直接进样，无需任何衍生化处理，方便、快捷；因此《GB 5750.5 生活饮用水标准检验方法》及《T/LNWTA 007-2021 离子色谱法测定饮用水中高氯酸盐》中均指定采用离子色谱方法检测水中的高氯酸。

实验部分

1 实验条件

色谱柱：IonPac™ AS20 (4 × 250 mm) + IonPac™ AG20 (4 × 50 mm)；

淋洗液：45 mM KOH 等度洗脱；

流速：1.0 mL/min；

柱温：30℃；

进样量：500 μL；

检测：抑制电导，ADRS600(4 mm)，电解自循环抑制模式。

2 分离谱图

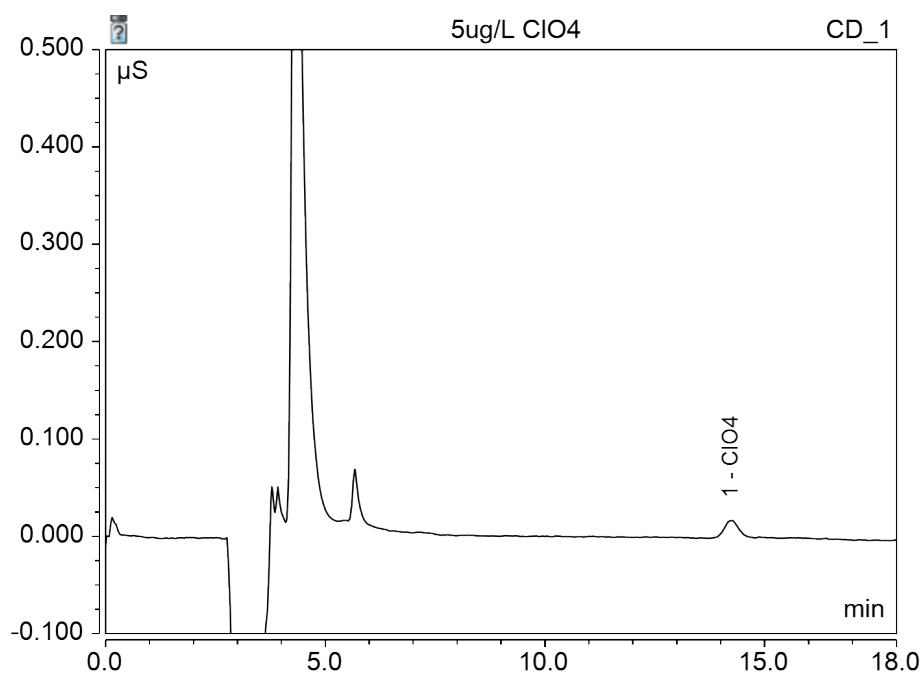


图3 高氯酸分离谱图

结论

本方法利用赛默飞特有强亲水性 IonPac AS20 色谱柱，可减弱高氯酸根在色谱柱上的保留强度，16min 内可完成样品的分析；同时本方法采用氢氧根体系分析高氯酸，一次抑制产物为水，降低总背景信号，可检测低高氯酸根含量的水样；本方法采用大体进样模式 (500 μL)，检出限低至 2 μg/L，满足国标限量要求。

详细信息请查找：AN134 离子色谱测定饮用水和地下水中低浓度的高氯酸盐

2.3.4 GB/T 5750.5 碘离子

离子色谱法测定水样中碘离子

引言

碘离子作为人体所必需的重要微量元素之一，影响人体的正常生长发育，因而水中碘离子常被重点关注，且《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》规定饮用水中碘化物限值为 0.1 mg/L。碘离子有多种检测方法，如比色法，电感耦合等离子体发射光谱法及离子色谱法。其中比色法比较经典，但存在安全（使用高毒的亚砷酸）及易受干扰等问题。发射光谱法也可用于水中碘检测，且可同时检测多种物质，但碘的检测灵敏度较低，低含量样本检测准确性较差，并且无分离功能，检测为总碘含量，需配备离子色谱分离后才可准确检测碘离子含量。离子色谱在碘离子的测定上具有明显的优势，如操作简便、无干扰、高灵敏及高稳定性等特点，并且性价比高。《HJ 778-2015 水质 碘化物的测定 离子色谱法》及《GB8538-2016 食品安全国家标准 饮用天然矿泉水检验方法》均是以离子色谱法分析水中的碘含量，两标准分别选用电导及安培检测器，两检测器均能满足水质中碘离子分析要求，安培检测器灵敏度更高，更适用于水中超低碘离子含量的分析。

实验部分（电导法）

1 实验条件

色谱柱：IonPac™ AS16 (4 × 250 mm) + IonPac™ AG16 (4 × 50 mm)；

淋洗液：40 mM KOH 等度洗脱；

流速：1.0 mL/min；

柱温：30℃；

进样量：250 μL；

检测：抑制电导，ADRS600(4 mm)，电解自循环抑制模式。

2 分离谱图

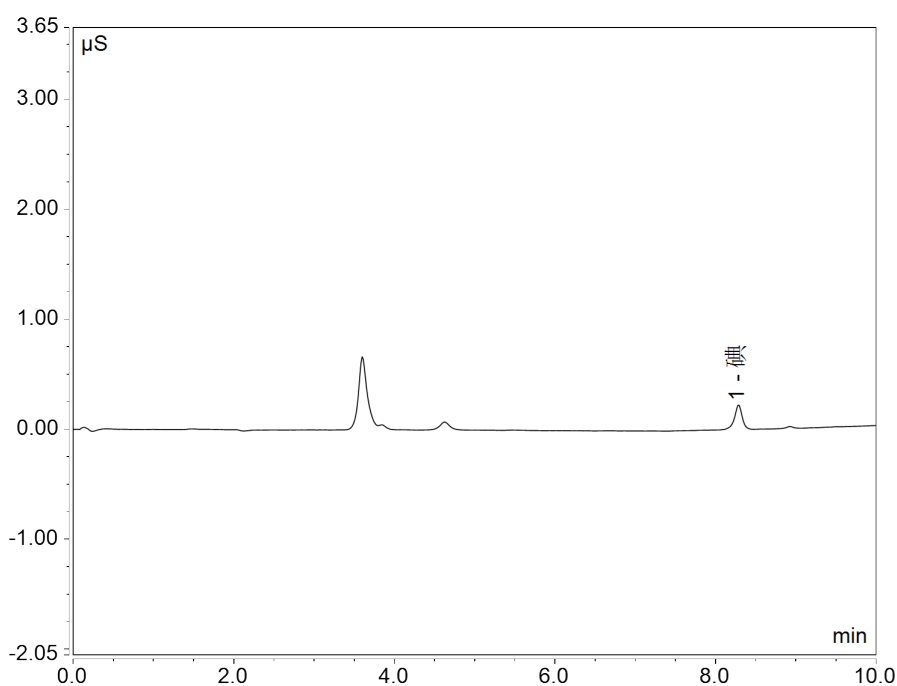


图 4 抑制电导法检测水中碘离子色谱图

实验部分（安培法）

1 实验条件

Thermo Scientific™ Dionex™ Integriion 离子色谱仪；

色谱柱：IonPac™ AS16 (4 × 250 mm) + IonPac™ AG16 (4 × 50 mm)；

淋洗液：40 mM KOH 等度洗脱；

流速：1.0 mL/min；

柱温：30℃；

进样量：100 μL；

检测方式：安培检测器，银工作电极，Ag-AgCl 参比电极模式，三电位波形脉冲安培检测；

2 分离谱图

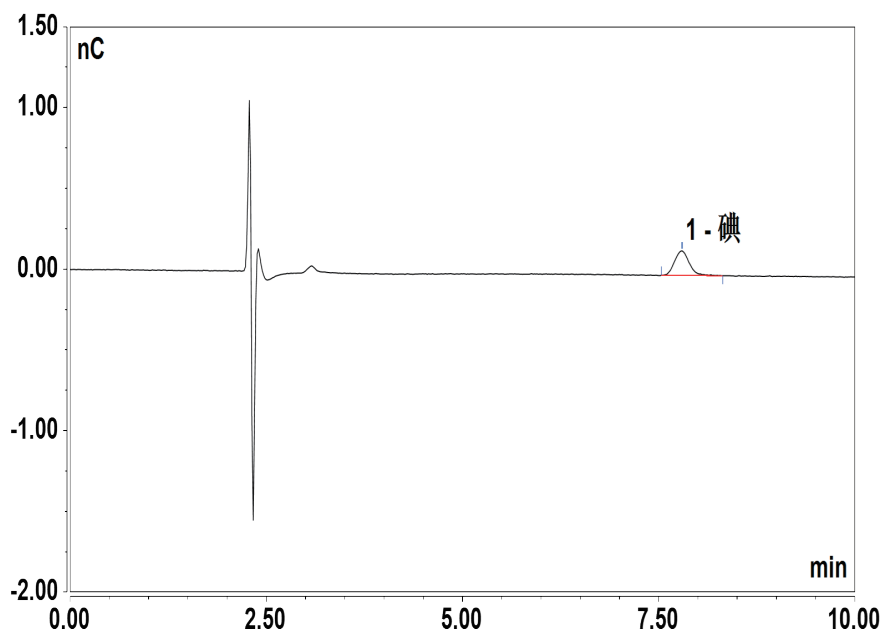


图 5 脉冲安培检测法检测水中碘离子色谱图

实验部分（IC/ICP-MS/MS）联用方法

1 实验条件

色谱柱：IonPac™ AG14A (4 × 50 mm)；

淋洗液：50 mM（硝酸铵 NH_4NO_3 pH=8.7）等度洗脱；

流速：1.2 mL/min；

进样量：25 μL；

检测方式：ICP-MS/MS

2 分离谱图

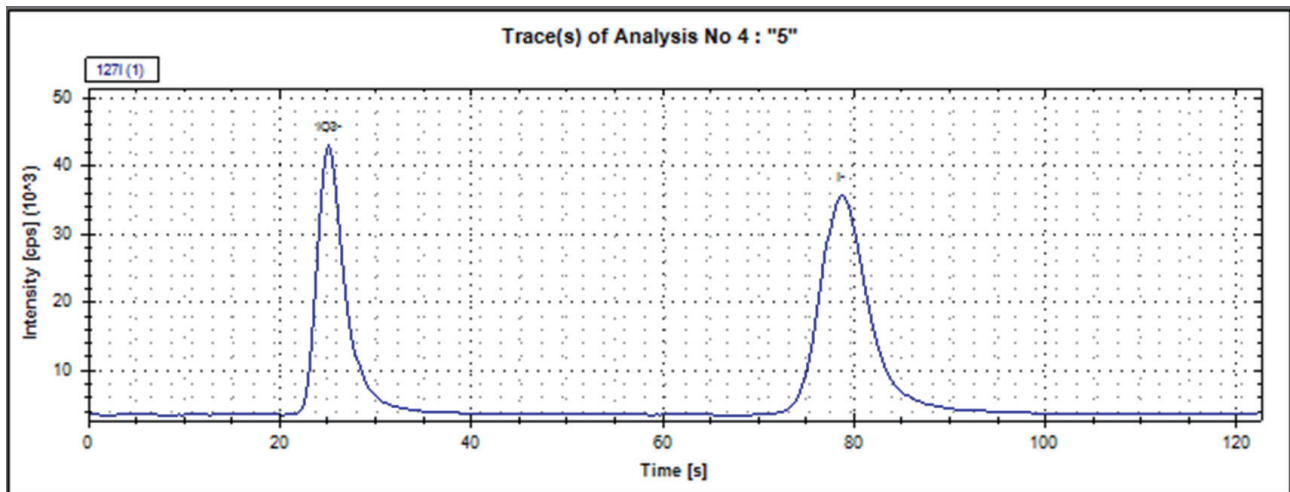


图 6 IC/ICP-MS/MS 联用碘形态分析谱图

结论

电导及脉冲安培检测法采用赛默飞强亲水 AS16 色谱柱，可加速碘离子洗脱，缩短保留时间，提高灵敏度；碘离子同时具有电导及安培响应，两种检测器均可满足水中碘离子含量检测，且均能满足《GB 5749-2022》的限量要求。安培检测器灵敏度更高，小体积进样即可满足标准限量要求，但不能与常规离子同时分析；电导检测器灵敏度弱于安培检测器，需要更大进样体积来满足标准限量要求，但可与常规离子同时分析，因此两者可根据实际需求进行选择。IC/ICP-MS/MS 联用法集成了离子色谱分离优势及质谱的质量筛选优势，抗干扰更强，同时采用 AG14A 保护柱作为分析柱，分析速度快，但成本相对较高。

2.3.5 GB/T 5750.5 硫化物和氰化物

离子色谱脉冲安培检测法测定水中硫化物和氰化物

引言

人类长期饮用硫化物超标的水源有损健康，危害较大；氰化物为剧毒物质，对人畜具有极低的急性中毒致死量，因此硫化物及氰化物均是污水及饮用水的重要监测项目；为了确保人体健康《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》中规定了饮用水中硫化物限量为 0.02 mg/L，氰化物的限量为 0.005mg/L。标准中推荐了多种硫化物及氰化物的检测方法，是以染色及分光光度法为主，样品需要衍生化处理，操作繁琐，且分光光度计方法容易受到干扰等；并且硫离子与氰根两者独立检测，耗时低效；与之相比离子色谱方法更具优势，样品经过滤后直接进样，无需任何前处理，且一针进样硫离子及氰根同时出结果，快速、高效。硫离子及氰根均是以具有选择性的安培检测器进行检测，与比色法相比，可以排除干扰，具有更高的灵敏度、无干扰、快速分析等优势。

分析条件

1 实验条件

Thermo Scientific™ Dionex™ Integriion 离子色谱仪；

色谱柱：IonPac™ AS7 (2 × 250 mm) + IonPac™ AG7 (2 × 50 mm)；

淋洗液：100 mM NaOH + 250 mM NaOAc + 0.5 % (v/v) 乙二胺，等度洗脱；

流速：0.25 mL/min；

柱温：30℃；

进样量：25 μL；

检测方式：安培检测器，银工作电极，Ag-AgCl 参比电极模式，三电位波形脉冲安培检测；

2 分离谱图

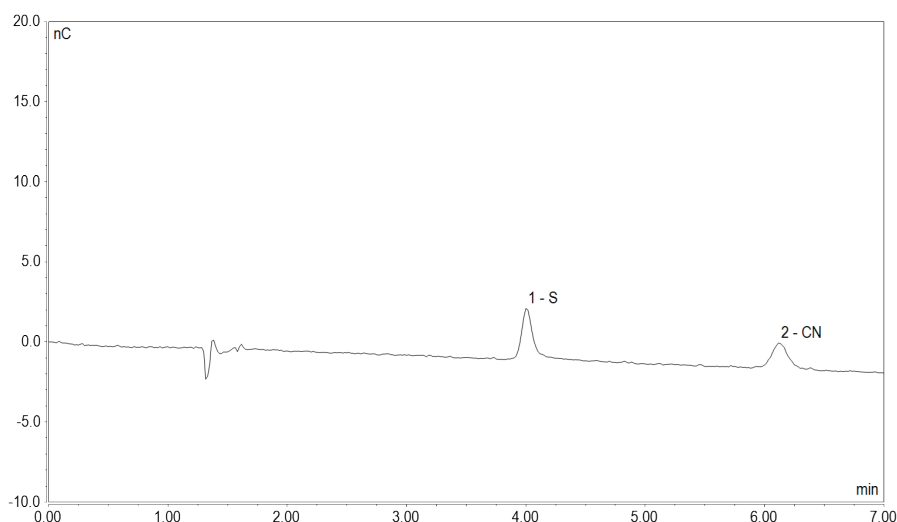


图 7 10 μg/L 硫离子和氰化物的分离谱图

结论

IonPac AS7 为硫化物和氰化物专用分析柱，硫离子及氰根具有较高的安培响应，因此本方法可满足水质中低含量的氰根及硫离子分析。并且离子色谱柱的分离及脉冲安培检测器良好的选择性，可消除共存还原性物质的干扰。同时，脉冲安培检测器具有极高的灵敏度，可使方法检测限低至 0.5 μg/L 以下。离子色谱法无需复杂的前处理，常规水样可直接过滤后进样、快速、高效。

2.3.6 GB/T 5750.6 六价铬

水质中六价铬含量的测定

引言

六价铬为极毒物，而且很容易被人体吸收，能造成遗传性基因缺陷而致癌，并且单次过量的六价铬甚至有致死作用，对环境有持久危险性。

《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》中规定六价铬的最大允许浓度为 0.05 mg/L，且推荐二苯酰胺二胂分光光度法及液相色谱 - 电感耦合等离子体质谱法，以上分光光度法仪器成本较低，但灵敏度稍差，并且易受到干扰；液相色谱 - 电感耦合等离子体质谱法灵敏度高，无干扰，但仪器成本相对较高。本文推荐两种高性价比六价铬检测方法，抑制电导法及离子紫外联用柱后衍生法，两者均可有效消除干扰；并且通过大体积进样，抑制电导法检出限可至 2 $\mu\text{g/L}$ ，离子紫外联用柱后衍生法可准确定量六价铬低至 0.025 $\mu\text{g/L}$ 的水样，完全满足国标要求，价格适中，性价比较高，并且在《HJ 779-2015 环境空气 六价铬的测定 柱后衍生离子色谱法》标准中已有离子色谱与紫外检测器连用检测低含量六价铬的应用先例。

实验部分（抑制电导法）

1 实验条件

色谱柱：IonPac™ AS16 (4 × 250 mm) + IonPac™ AG16 (4 × 50 mm)；

淋洗液：40 mM KOH 等度洗脱；

流速：1.0 mL/min；

柱温：30℃；

进样量：500 μL ；

检测：抑制电导，ADRS600(4 mm)，电解自循环抑制模式。

2 分离谱图

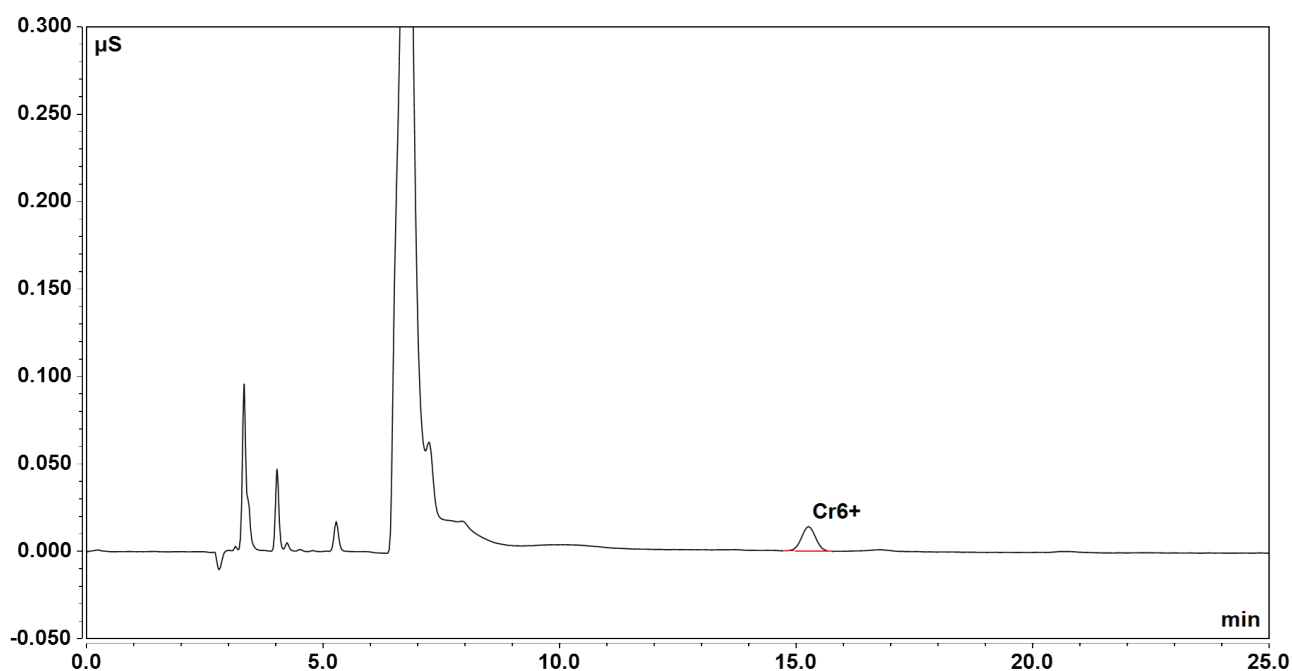


图 8 2 $\mu\text{g/L}$ 六价铬的分离谱图

采用直接电导法可以对水中的六价铬进行测定，检出限可达 2 $\mu\text{g/L}$ ，方法简单方便，可以满足国标中六价铬的测试要求。

实验部分（离子 + 紫外柱后衍生法）

1 实验条件

色谱柱: IonPac AS11-HC(4 mm × 250 mm) + IonPac AG11-HC (4 mm × 50 mm)

淋洗液: 250 mM 硫酸铵 +100 mM 氨水

衍生试剂: 2 mM 二苯卡巴肼 +0.5 M 硫酸 +10% 甲醇

主泵流速: 1.0 ml/min, 衍生泵流速: 0.33 ml/min

柱温: 30 °C

进样量: 1500 μL。

检测器: 60 mm 长光程紫外检测器, 542 nm 波长

2 分离谱图

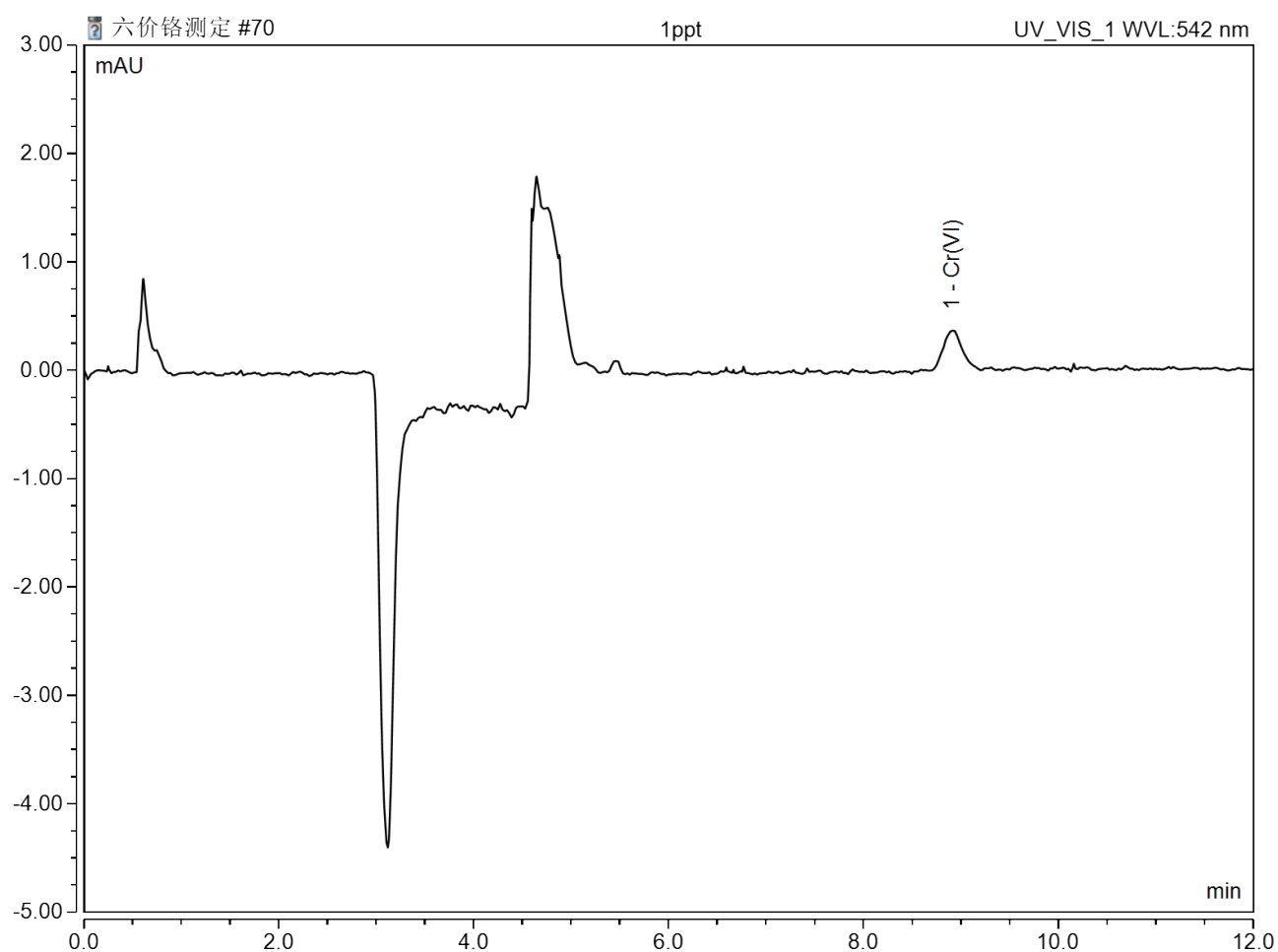


图 9 1 ng/L 六价铬水溶液分离色谱图

实验部分（IC/ICP-MS/MS 联用法）

1 实验条件

色谱柱: IonPac AG7 (4 mm × 50 mm)

淋洗液: 0.4 M HNO₃ 等度洗脱

进样量: 100 μL。

2 分离谱图

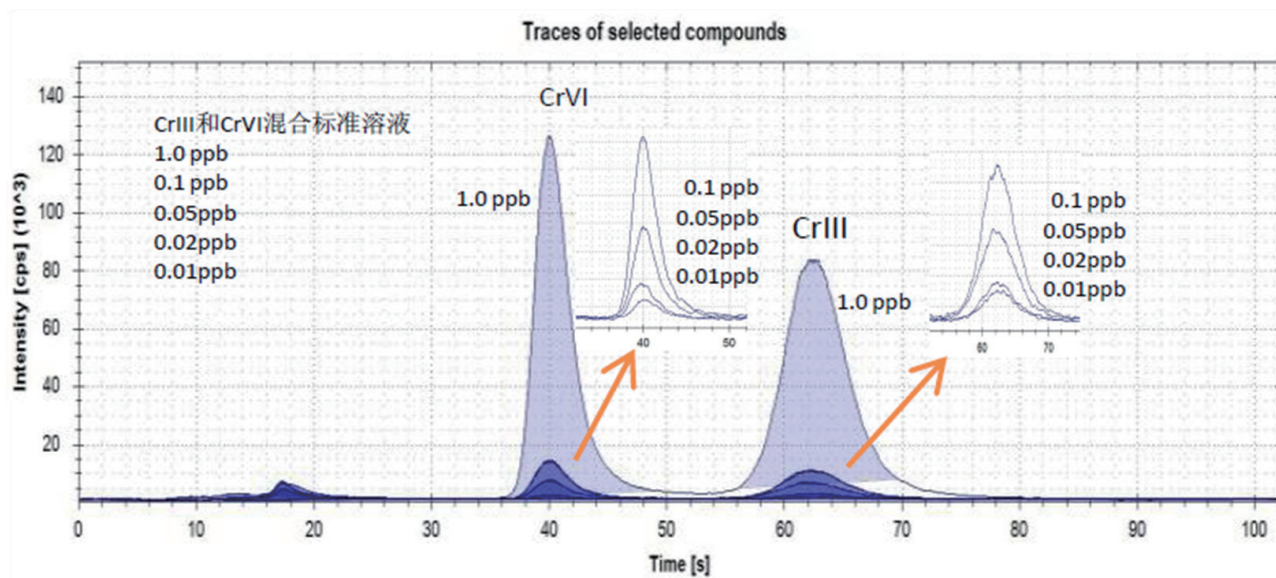


图 10 IC/ICP-MS/MS 联用法分离谱图

结论

本文建立了抑制电导、离子色谱 - 柱后衍生紫外检测器及 IC/ICP-MS/MS 联用法测定水样中六价铬的方法，以上方法均具有样品前处理简单、方便，满足高通量分析及 GB 5749 关于六价铬限量需求。抑制电导法操作最为便捷，但复杂基质容易受到干扰；离子色谱 - 柱后衍生紫外检测器及 IC/ICP-MS/MS 联用法专属性更强，并且除六价铬外可同时可以分析三价铬含量，IC/ICP-MS/MS 联用法采用 AG7 保护柱作为分析柱，分析速度更快，并且具有质谱筛选优势，但成本相对较高。

详细信息请查找：

AN_C_IC-078- 离子色谱 - 柱后衍生紫外可见检测法快速测定大气中的六价铬

AN_C_IC-061 柱后衍生离子色谱法测定玩具材料中的六价铬

2.3.7 GB/T 5750.8 丙烯酸

抑制型离子色谱法测定水中丙烯酸

引言

丙烯酸易溶于水，可混溶于乙醇、乙醚，有刺激性气味，具有中等毒性，对皮肤、眼睛和呼吸道粘膜有强烈的刺激性。《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》对丙烯酸提出的参考指标和限值为 0.2 mg/L。丙烯酸是丙烯酸树脂及丙烯酸酯类树脂的主要原料，丙烯酸及其相关产品广泛应用于塑料、纺织、建材，皮革、包装材料等众多行业，所以工作场所有害因素职业接触限值化学因素规定丙烯酸的卫生接触限值为 6 mg/m³。以丙烯酸为原料的相关产品中可能存在少量的丙烯酸单体残留，可通过材料接触进入水体中。

离子色谱测定丙烯酸方便简单，但是丙烯酸保留较弱，水中容易有乙酸及氟的干扰。故《DB37T 4151-2020 水质中丙烯酸的测定》及《TWSJD 18.7-2021 工作场所空气中化学因素测定 甲酸、乙酸、丙烯酸和氯乙酸的离子色谱法》均推荐采用离子色谱氢氧根体系测定水中丙烯酸。

实验部分

1 实验条件

色谱柱：IonPac™ AS11-HC(4 × 250 mm) + IonPac™ AG11-HC(4 × 50 mm)；

淋洗液：KOH 梯度洗脱；

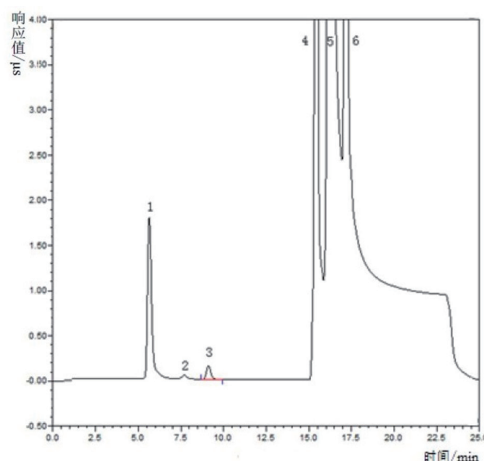
流速：1.0 mL/min；

柱温：35℃；

进样量：100μL；

检测：抑制电导，ADRS600(4 mm)，电解自循环抑制模式。

2 分离谱图



标引序号说明：

1——氟化物；

2——甲酸；

3——丙烯酸；

4——氯化物；

5——硫酸盐；

6——硝酸盐。

图 11 自来水加标样品中丙烯酸的检测分离谱图

结论

本方法采用离子色谱法对水质中丙烯酸进行检测，不需复杂前处理，可以快速上机测定，也无需使用有机溶剂的前处理，环境友好且检测效率高。采用氢氧根体系 - 梯度洗脱避免了水中有机的干扰，保证了测定结果的准确性。

2.3.8 GB/T 5750.9 草甘膦

抑制型电导检测离子色谱法测定水中的草甘膦

引言

草甘膦 (Glyphosate) 是一种常用的高效、低毒、广谱灭生水性除草剂, 对孕妇胎儿有影响, 长期大量使用, 会对环境造成一定程度的影响, 并且最终会污染饮用水, 国标《GB5749-2022 生活饮用水卫生标准》中要求草甘膦限量为 0.7 mg/L。

《GB/T 5750 生活饮用水标准检验方法 农药指标》推荐饮用水中草甘膦的测定采用液相色谱法和离子色谱法。草甘膦其本身为强极性离子, 无紫外吸收, 因此必须衍生化之后才能用液相色谱分析, 操作相对繁琐、耗时, 并且衍生化效率影响检测结果的准确性; 针对其强极性、小分子特性采用离子色谱分析更具优势, 并且无需衍生化处理, 过滤后直接进样、快速高效; 离子色谱法采用低背景的氢氧根淋洗系统进行梯度洗脱, 噪音低, 灵敏度高, 结果稳定可靠。

实验部分

1 实验条件

色谱柱: IonPac™ AS19 (4 × 250 mm) + IonPac™ AG19 (4 × 50 mm);

淋洗液: 30 mM KOH 等度洗脱;

流速: 1.0 mL/min;

柱温: 30℃;

进样量: 25 μL;

检测: 抑制电导, ADRS600(4 mm), 电解自循环抑制模式。

2 分离谱图

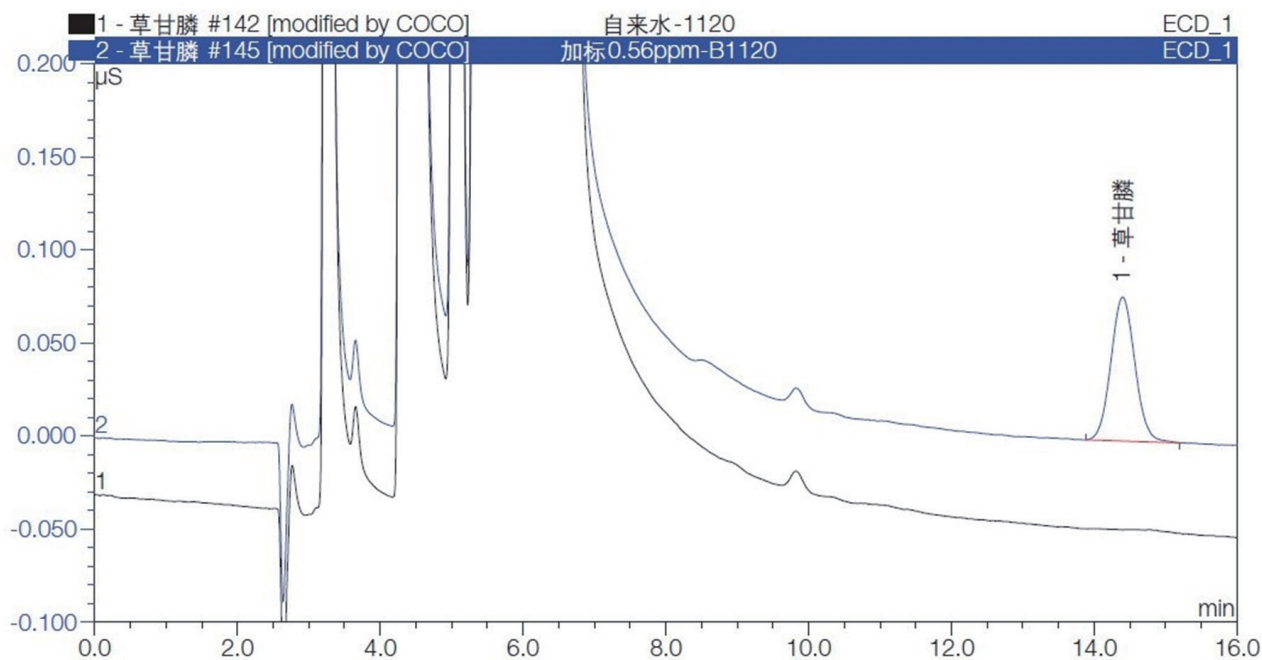


图 12 自来水及加标样品中草甘膦的检测分离谱图 (等度条件)

由于草甘膦为阴离子，采用梯度洗脱方法可实现草甘膦、常规阴离子、亚氯酸盐、溴酸盐、二氯乙酸、三氯乙酸和氯酸盐同时分析，效果见下图 13。

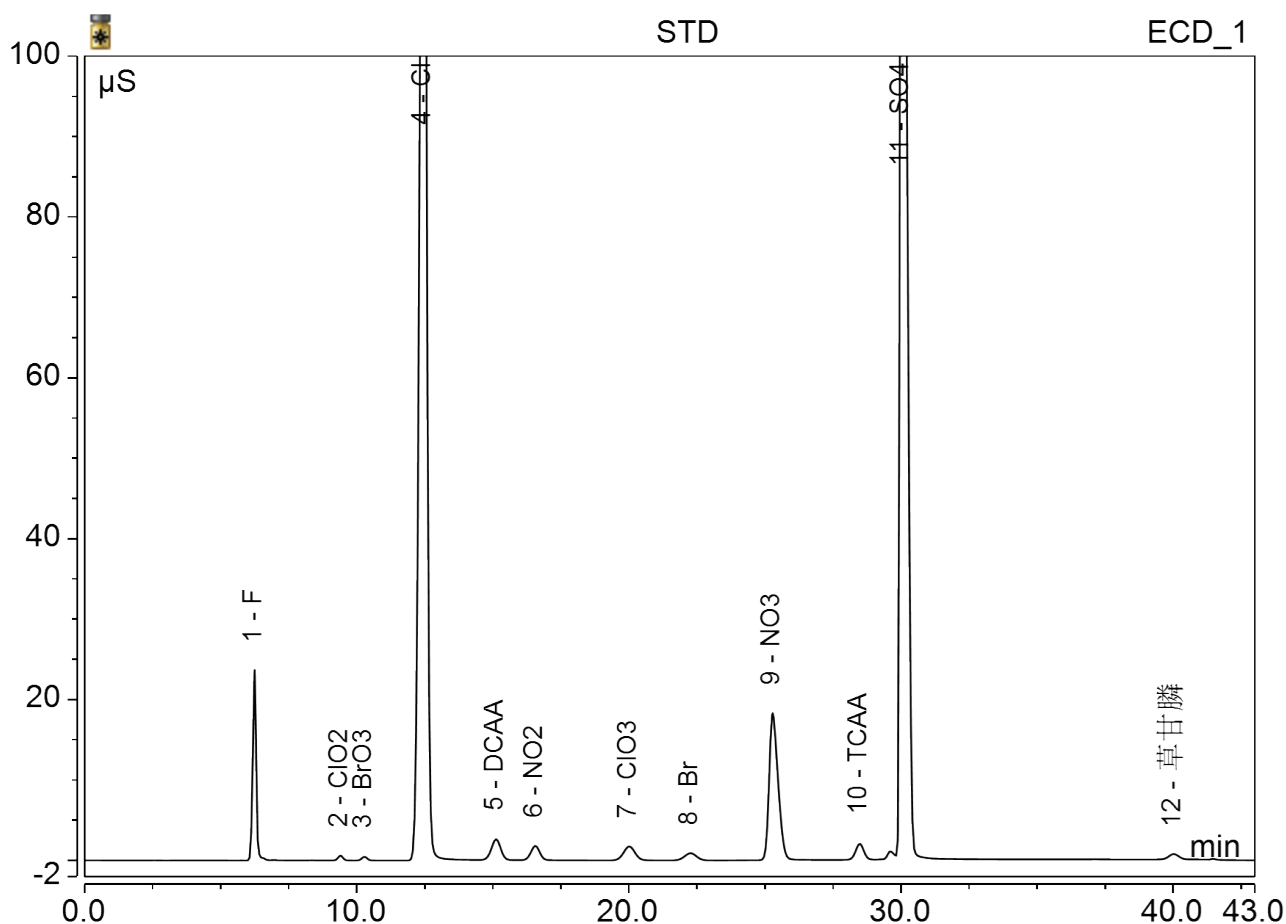


图 13 梯度分析同时检测水中草甘膦和 5 种消毒副产物等 12 种阴离子

结论

采用离子色谱分析草甘膦，样品直接进样，无需衍生化处理，操作简单、高效，检测结果准确、可靠。同时采用赛默飞氢氧根体系淋洗液，梯度洗脱，可实现饮用水中的草甘膦和其他 11 种阴离子同时分析。且检测结果准确，样品加标回收率大于 95%，25 μL 进样时，检出限可达到 15 $\mu\text{g/L}$ ，定量限可达 50 $\mu\text{g/L}$ 。所以离子色谱方法完全可以满足国家标准的检测要求，且具有灵敏度高，准确度好，受干扰小，操作简单的特点。

详细信息请查找：AN-C-IC-4 抑制型电导检测离子色谱法测定水中的草甘膦

2.3.9 GB/T 5750.10 卤氧化物

离子色谱法测定饮用水中亚氯酸盐、氯酸盐、溴酸盐、二氯乙酸及三氯乙酸

引言

消毒副产物 (Disinfection by-products, DBPs) 是指用消毒剂对饮用水消毒过程中, 产生的不利人体健康的副产物。其中溴酸盐是利用臭氧消毒过程中产生的, 已被世界卫生组织和美国 EPA 列为潜在的致癌物, 甚至在含量低至 1 $\mu\text{g/L}$ 也有致癌的作用。美国环境保护署 (USEPA) 和世界卫生组织 (WHO) 在最新的饮用水法规中规定饮用水中溴酸盐的含量不得超过 10 $\mu\text{g/L}$; 氯酸盐是使用漂白粉消毒产生的副产物, 同样不利人体健康, 并且国标《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》中规定生活饮用水中亚氯酸盐、溴酸盐及氯酸盐不允许超过 0.7mg/L、10 $\mu\text{g/L}$ 及 0.7mg/L。

《HJ 1050-2019 水质 氯酸盐 亚氯酸盐 溴酸盐 二氯乙酸 三氯乙酸 离子色谱法》推荐采用离子色谱法一次进样对 5 种消毒副产物进行同时测定。本文采用高容量的 IonPac AS19 阴离子交换色谱柱, 通过优化影响分离的各种条件, 建立了直接进样离子色谱分析饮用水中 5 种消毒副产物 (即亚氯酸盐、溴酸盐、氯酸盐、DCAA 和 TCAA) 的分析方法。方法采用氢氧化根作为淋洗液, 背景电导和噪音都很低, 因此灵敏度高。

实验部分

1 实验条件

色谱柱: IonPac™ AS19 (4 × 250 mm) + IonPac™ AG19 (4 × 50 mm);

淋洗液: KOH 梯度洗脱

流速: 1.0 mL/min;

柱温: 25℃;

进样量: 500 μL ;

检测: 抑制电导, ADRS600(4 mm), 电解自循环抑制模式。

2 分离谱图

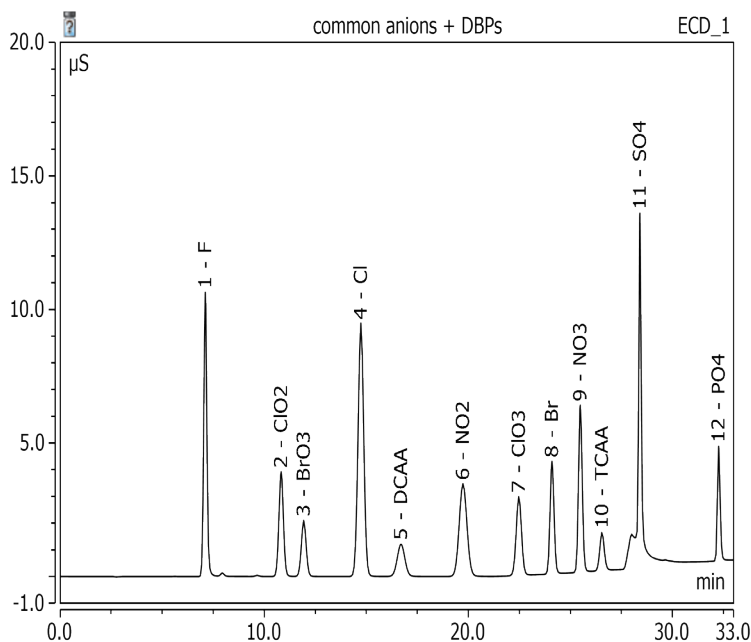


图 14 卤氧化物、卤代乙酸消毒副产物及常规离子同时分析分离色谱图

结论

本文建立了饮用水中 5 种痕量消毒副产物的离子色谱测定方法。该法快速简便、分离效果好、灵敏度和准确度高，利用 HAAs 的阴离子电化学特性达到检测目的，避免了 HAAs 的衍生化，值得进一步研究和推广使用。该方法一次可满足饮用水中低含量五种消毒副产物的测定要求。

详细信息请查找：AN-C-IC-3 离子色谱法测定饮用水中亚氯酸盐、氯酸盐、溴酸盐、二氯乙酸及三氯乙酸

2.3.10 GB/T 5750.10 卤代乙酸

离子色谱抑制电导检测法 - 同时测定水中 5 种卤乙酸

引言

卤乙酸作为一种卤代物是在饮用水采用氯气消毒过程中产生的，是一种普遍存在于水中的消毒副产物，因具有潜在的致癌性、致突变性、生殖发育毒性和肝脏毒性而受到广泛的关注，饮用水中卤代乙酸含量监控势在必行，国标《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》规定了卤乙酸的最大限量，如二氯乙酸：0.05mg/L；三氯乙酸：0.1 mg/L 等；《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》中推荐卤代乙酸的主要检测方法是 GC、GC/MS/MS、IC 及 HPLC/MS/MS，其中 GC 及 GC/MS/MS 需要衍生化处理，操作较为繁琐；离子色谱法样品前处理小柱过滤后直接进样分析，灵敏度好，操作简单、快速；国标《GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准》也将 HPLC/MS/MS 作为卤乙酸的检测方法，但 IC/MS/MS 方法与其相比更具有分离优势及灵敏度优势，低含量卤乙酸的分析结果更加准确、可靠。

实验部分 (离子色谱抑制电导法)

1 实验条件

色谱柱：IonPac™ AS19 - 4 μm (4× 250 mm) + IonPac™ AG19 - 4 μm (4 × 50 mm)；

淋洗液：KOH 梯度洗脱；

流速：1.0 mL/min；

柱温：25℃；

进样量：500 μL；

抑制参数：ADRS600(4 mm)，电流：90 mA；自循环抑制模式

2 分离谱图

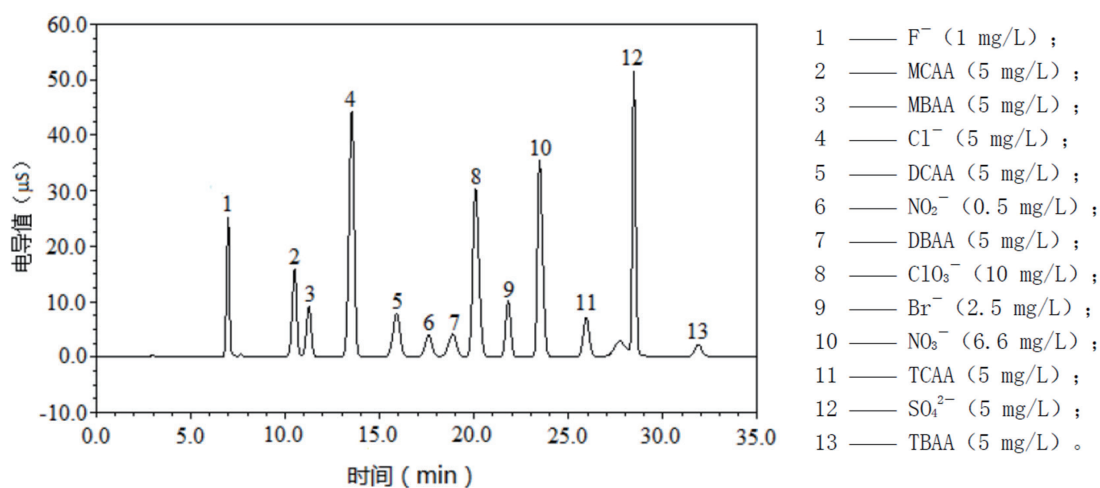


图 15 水质中卤代乙酸及常规离子抑制电导法分离谱图

结果

离子色谱电导法可同时测定水中的氯及溴代乙酸，该方法无需衍生化处理，操作简便；样品只需经过 On Guard Ag/Ba/H 柱一次过滤后直接上样，便可消除水样中高含量的氯离子、硫酸根对目标离子的干扰，检测结果准确可靠。

实验部分 (离子色谱质谱联用法)

1 实验条件

色谱柱: IonPac™ AS19 - 4 μm (2 × 250 mm) + IonPac™ AG19 - 4 μm (2 × 50 mm);

淋洗液: KOH 梯度洗脱;

流速: 0.25 mL/min;

柱温: 25℃;

进样量: 50 μL;

抑制参数: ADRS600(2 mm), 电流: 25mA; 外接水抑制模式, 外接水 AXP 泵流速: 0.8 mL/min;

电导检测器三通 -AXP 泵流速 (乙腈): 0.25 mL/min;

2 质谱条件

离子源: 电喷雾离子源 (ESI);

监测模式: 多反应监测模式 (MRM);

扫描模式: 负离子模式;

质谱条件: 喷雾电压: -3000 V; 离子源温度: 200 °C; 离子传输管温度: 200 °C; 鞘气: 45 Arb; 辅助气: 10 Arb, 待测物和同位素内标质谱参数见表 1。

表 1 卤乙酸质谱参数 (ThermoFisher 质谱)

Compound	Precursor (m/z)	Product (m/z)	Collision Energy (V)	Tube Lens (m/z)	Source Fragmentation (V)
MCAA	92.9	35.1	9.7	79	14.6
MCAA_IS	93.9	35.1	9.1	82	13.1
DCAA	126.9	83.0	8.5	86	24.5
Bromate	126.9	110.9	21.7	85	24.5
DCAA_IS	128.0	83.9	8.4	84	13.1
MBAA	136.9	80.0	8.7	86	9.8
MBAA_IS	137.9	80.0	9.4	84	14.7
Dalapon	140.9	96.9	7.7	84	13.0
TCAA_IS	161.9	117.9	5.3	78	18.0
BDCAA	162.8	80.9	8.6	79	22.9
TCAA	162.8	118.9	5.3	79	22.9
BCAA	172.8	128.9	9.6	89	22.8
CDBAA	206.8	78.9	15.6	91	22.9
DBAA	216.8	172.8	10.1	87	14.7
TBAA	250.7	78.9	19.4	87	26.1

3 质谱谱图

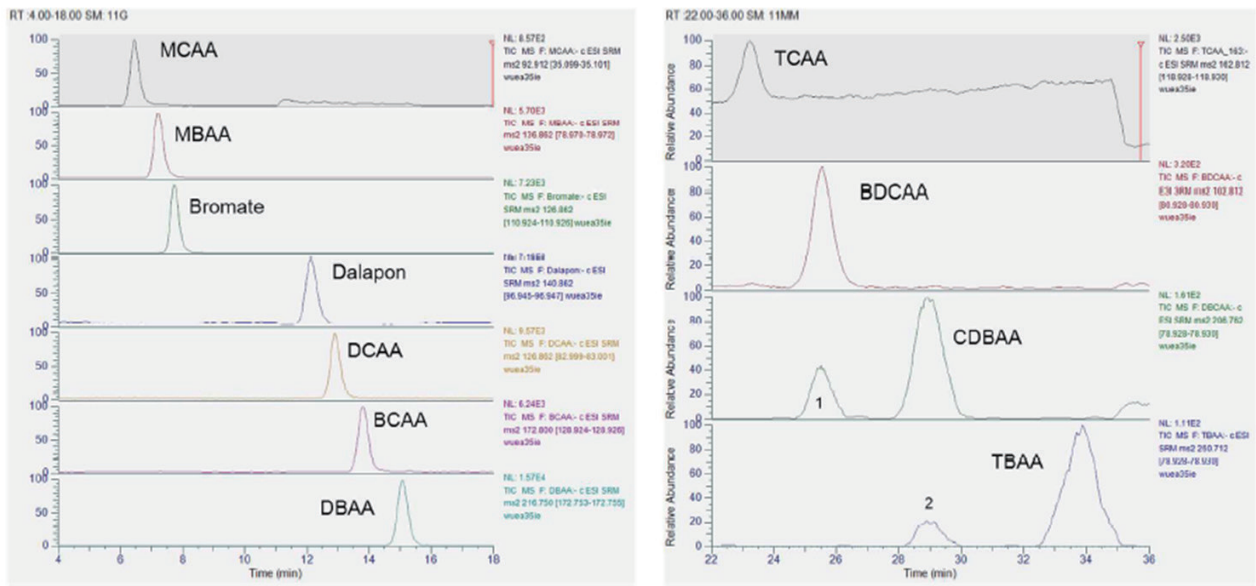


图 16 卤代乙酸质谱谱图

结果

离子色谱与质谱联用可分析水样的卤代乙酸，一针进样可同时分析 MCAA、DCAA、TCAA、MBAA、DBAA、TBAA、DBCAA、DCBAA 等卤代乙酸，同时采用本方法同时兼容含氧消毒副产物的同时分析。

结论

本文建立了卤代乙酸的电导及离子质谱联用检测方法，两者均可满足水质中卤代乙酸的检测要求，电导检测方法所用成本低，离子与质谱连用方法成本较高，灵敏度更高，可有效排除杂质离子干扰。

2.3.11 GB/T 5750.10 碘乙酸

离子色谱法同时测定饮用水中一碘乙酸、二碘乙酸

引言

碘代消毒副产物是一类新发现的消毒副产物，主要由工业污染和海水侵袭带来的高浓度碘离子与氯化、溴化消毒副产物在一定条件下相互作用而形成，包括碘代酸、碘代三卤甲烷、碘代乙腈和碘代乙酰胺等。碘代消毒副产物的浓度虽然比氯化、溴化消毒副产物低得多，但碘原子的亲脂性较强，因此其细胞毒性和遗传毒性明显强于后两者，例如碘乙酸的遗传毒性是溴乙酸的 2.95 倍，氯乙酸的 48 倍。《GB 5749-2022 生活应用水卫生标准》参考指标中规定碘乙酸限值为 0.02mg/L。

实验部分

1 实验条件

色谱柱：IonPac™ AS19 (4 × 250 mm) + IonPac™ AG19 (4 × 50 mm)；

淋洗液：KOH 梯度洗脱

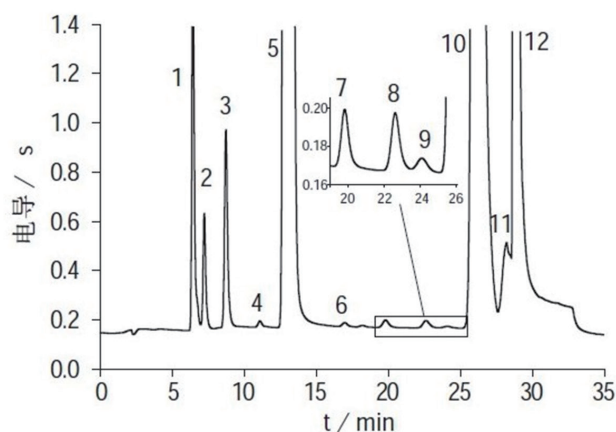
流速：1.0 mL/min；

柱温：25℃；

进样量：500 μL；

检测：抑制电导，ADRS600(4 mm)，电解自循环抑制模式。

2 分离谱图



1—F⁻；2—CH₃COO⁻；3—HCOO⁻；4—一碘乙酸；5—Cl⁻；6—NO₂⁻；
7—ClO₃⁻；8—Br⁻；9—二碘乙酸；10—NO₃⁻；11—CO₃²⁻；12—SO₄²⁻

图 17 加标自来水样及常规离子抑制电导法分离谱图

结论

离子色谱抑制型电导检测法可分析水样的碘乙酸，一针进样可同时分析常规阴离子和碘乙酸，同时分离度良好，灵敏度高。选用氢氧根淋洗液抑制背景低灵敏度高，两种碘代乙酸的检出限达到 μg/L 级，完全可以满足国标要求。

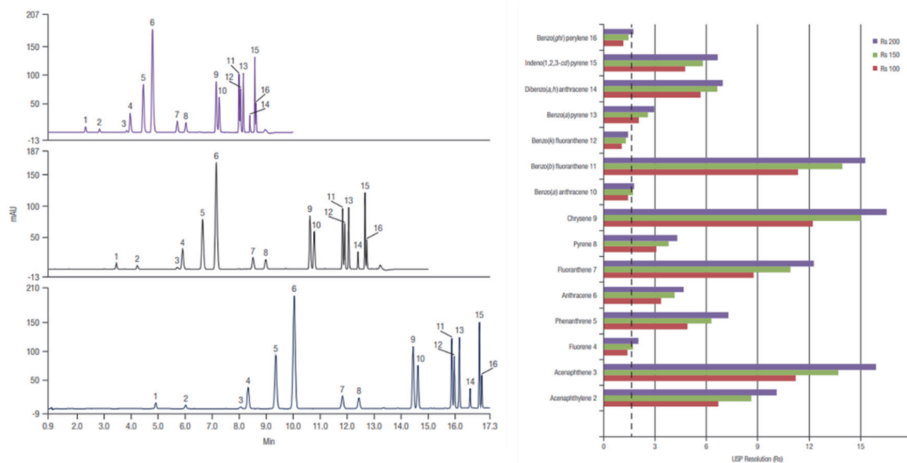


图 2 不同长度 Hypersil GOLD VANQUISH 1.9 μm UHPLC 色谱柱对 PAHs 的分离结果

GB/T 5749-2020 饮用水标准中列出了 97 项需要检测的指标，如微囊藻毒素-LR、甲萘威、莠去津、咪喃丹、百菌清、2,4,6-三氯酚、五氯酚、溴氰菊酯和苯并(a)芘等，无论采用液相或气相色谱方法，均要求对水样做复杂的预处理，如大体积液液萃取、离线固相萃取等，或者采用柱后衍生高效液相色谱方法检测。由于水体中污染物含量水平很低，传统的样品前处理中有机溶剂消耗大，处理样品量大，使得操作步骤繁琐，分析过程中容易受到实验室环境的污染，降低了方法的准确度和精密度，也增加了操作人员暴露在有机试剂中的几率。在线固相萃取（On-line SPE）结合 HPLC 是一种简单、快速、精确的样品在线前处理与检测方法。使用双三元液相色谱系统，可以实现样品自动化在线富集，浓缩以及基体消除等。与其他前处理和检测方法相比，提高了抗污染能力，分析效率高，操作简单，灵敏度高，成本低，满足实际分析监测的需求。更多在线固相萃取双三元液相色谱系统在水质分析中的应用见表 1。下图为 Online SPE HPLC 方法分析饮用水中的杀虫剂和毒素残留的系统配置流路图（AN72710）：

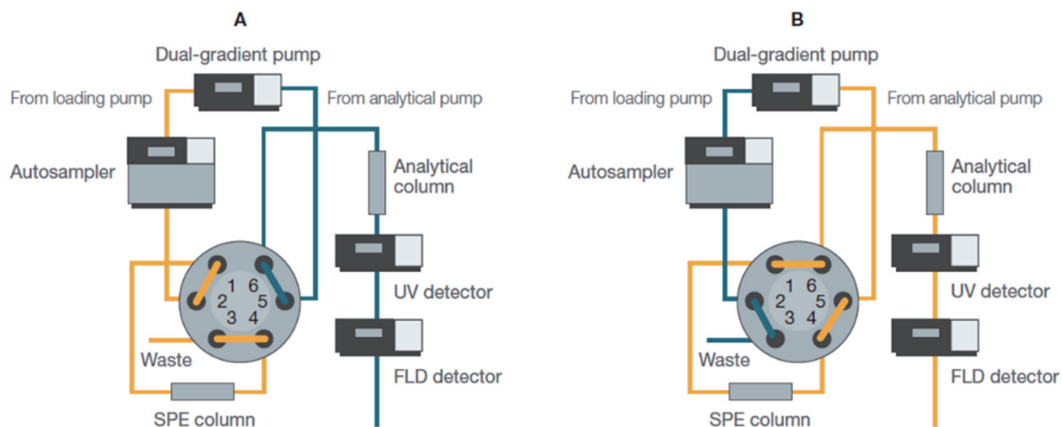


图 3 U3000 双梯度系统配置切换阀实现自动化的样品的净化、提取和洗脱、分离

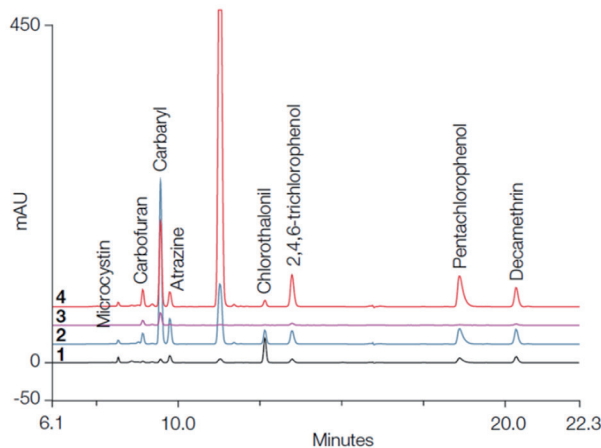


图 4 Online SPE HPLC 分析微囊藻毒素、咪喃丹、西维因、莠去津、百菌清、2,4,6-三氯酚、五氯酚和溴氰菊酯

表 1 Online SPE HPLC 用于水质检验中的有机物和农药指标分析

应用报告	
1	* 生活饮用水中 9 种有机物的分析 (HPLC-UV-FLD)
2	DGLC-02 在线固相萃取技术 - 高效液相色谱同时分析饮用水中的 9 种有机物及农残
3	AN 72710: Determination of pesticide residues and toxins in drinking water by online SPE – high-performance liquid chromatography (微囊藻毒素、西维因、莠去津、呋喃丹、百菌清、2,4,6-三氯酚、五氯酚、溴氰菊酯)
4	* 饮用水和瓶装矿泉水中 11 种酚类的分析 (HPLC-UV)
5	AN191: Determination of Phenols in Drinking and Bottled Mineral Waters Using Online Solid-Phase Extraction Followed by HPLC with UV Detection
6	* 自来水中 16 种多环芳烃类化合物的分析 (HPLC-UV-FLD)
7	AN213: Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Tap Water Using On-Line Solid-Phase Extraction Followed by HPLC with UV and Fluorescence Detections(萘、苊烯、苊、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并(a)蒽、蒾、苯并(b)蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、苯并(g,h,i)花、茚(1,2,3-c,d)芘)
8	AN_19025_HPLC: 在线固相萃取 - 液相色谱法测定水中痕量多环芳烃
9	* 环境水样中痕量微囊藻毒素的测定 (HPLC-UV)
10	AN261: Sensitive Determination of Microcystins in Drinking and Environmental Waters
11	* 自来水及湖水中敌草快和百草枯的测定 (HPLC-UV)
12	AN 1051: Sensitive and Rapid Determination of Paraquat and Diquat in Tap and Environmental Waters 自来水和环境水中的百草枯和敌草快快速分析)
13	* 环境水样中 4 种邻苯二甲酸酯的测定 (HPLC-UV)
14	AN 1045: Determination of Phthalates in Drinking Water by UHPLC with UV Detection (DMP、BMEP、DEP、BEEP、DPP、BBP、DIBP、DBP、BBP、DAP、DCP、BMP、DHP、DEHP、DNOP、DNP、DPRP)
15	* 水样中 5 种痕量苯胺类化合物 (HPLC-UV)
16	AN 292: Determination of Aniline and Nitroanilines in Environmental and Drinking Waters by On-Line SPE (苯胺、2,4-对硝基苯胺、间硝基苯胺、邻硝基苯胺、二硝基苯)
17	* 环境水样中痕量莠去津的测定 (HPLC-UV)
18	AN C_LC-16: 在线固相萃取 - 高效液相色谱 - 紫外检测法测定水样中痕量莠去津 (阿特拉津)
19	* 污水中直链十二烷基苯磺酸盐 (LAS) 的检测 (HPLC-UV)
20	* 水体中双酚 A 的测定 (HPLC-UV)
21	* 水体中灭草松和 2, 4-D 的测定 (HPLC-UV)
22	* 饮用水及环境水体中痕量毒死蜱的测定 (HPLC-UV)
23	* 饮用水中痕量甲萘威和百菌清的测定 (HPLC-UV)
24	* 水体中痕量甲萘威和呋喃丹的测定 (HPLC-UV)
25	2011- 色谱 - 在线柱浓缩 - 超高效液相色谱法测定水体中的痕量甲萘威和呋喃丹
26	AU186: Rapid HPLC Determination of Carbofuran and Carbaryl in Tap and Environmental Waters Using On-Line SPE
27	* 饮用水中痕量辛基酚和 4-n- 壬基酚的测定 (HPLC-UV)
28	* 双三元并联系统分析饮用水中的 14 种爆炸物 (HPLC-UV)
29	* 双三元柱后衍生测定饮用水中的 N- 甲基氨基甲酸酯 (HPLC-FLD)
	* 参考: Brochure-Vertical 应用专辑 环境 En 色谱及痕量元素分析水质分析应用专辑

使用 Acclaim Carbamate、Acclaim Carbonyl C18、Hypersil Green PAH、Acclaim Trinity Q1、Acclaim Explosives 专用柱能够获得理想的分离结果，水质分析中通用柱的应用可参考以下资料：

1. Acclaim Trinity P1 应用于生活饮用水及工艺用水中碘乙酸、二氯乙酸和三氯乙酸的含量测定，CCS-HJ-071
2. Acclaim PolarAdvantage II 应用于生活饮用水中丙烯酰胺的测定，CCS-HJ-078
3. Acclaim 120 C18 应用于生活饮用水中双酚 A 的测定，CCS-HJ-071
4. Acclaim RSLC 120 C18 应用于生活饮用水中双酚 A、双酚 B、双酚 S 和双酚 F 的测定，CCS-HJ-079
5. Acclaim RSLC 120 C18 应用于生活饮用水中 α -萘酚和 β -萘酚的测定，CCS-HJ-075
6. Hypersil GOLD CN 应用于水质中邻苯二甲酸二甲(二丁、二辛)酯的测定(HJ/T 72-2001)，CCS-HJ-077

赛默飞 Vanquish 液相平台，具有流速精度高、梯度延迟体积灵活调节、多种柱温加热模式等特点，联合强大的 CAD 检测器和智能、可靠的 Chromeleon 色谱数据系统，能够满足水质分析的使用需求。以下所列为根据新的《生活饮用水卫生标准 GB5749-2022》要求，针对二苯胺、5 种拟除虫菊酯和氯硝柳胺测定进行的方法学研究结果。

2.4.1 GB/T 5750.8 48 二苯胺

Hypersil GOLD C18 应用于生活饮用水中二苯胺的测定

二苯胺主要用于塑料抗氧化剂、橡胶的防老剂等，也用作染料和医药中间体。环境污染时尤其对水生生物有极高毒性，造成长期不利影响。具累积毒性，能损害人的神经系统、心血管系统及血液系统。采用 Vanquish Core HPLC 系统和 Hypersil GOLD C18 色谱柱，以及溶剂效应增强套件，实现生活饮用水分析中对二苯胺的高灵敏度测定。

实验部分

Vanquish™ Core HPLC 液相色谱系统：

泵：VC-P21-A，进样器：VC-A13-A，柱温箱：VC-C10-A，UV 检测器：VC-D11-A，溶剂效应增强套件：0.18×350mm Viper 管（满足量环进样，存在溶剂效应时）。

实验条件

色谱柱：Hypersil GOLD C18, 250×4.6 mm, 5 μm (P/N: 25005-254630)，进样量：100 μL，流速：0.8 mL/min，柱温：30 °C，检测波长：280 nm；采集频率：5 Hz，光谱采集：190-400 nm，流动相：A: 超纯水, B: 甲醇，洗脱程序：A:B=30:70，等度洗脱，运行时间：18 min。

实验结果

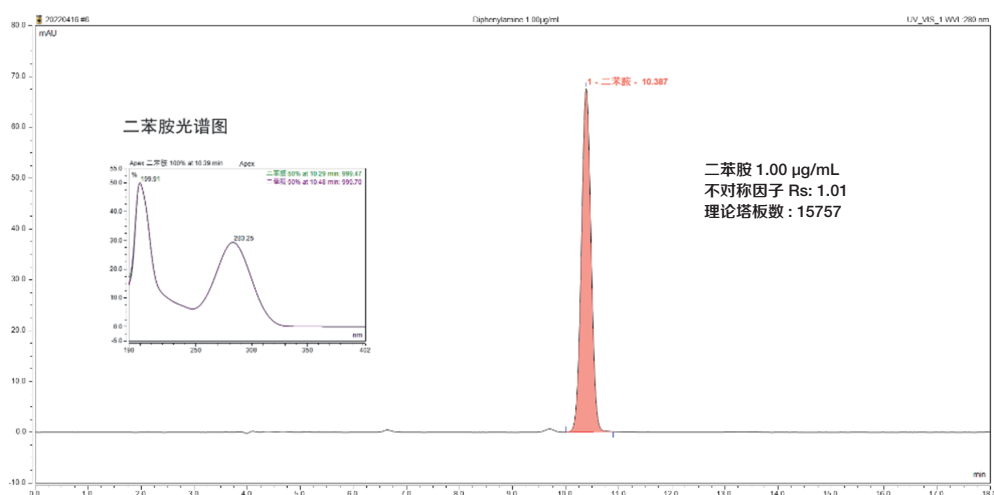


图 5 Hypersil GOLD C18 柱上二苯胺 (1.00 μg/mL) 的保留特性与紫外光谱图进一步确证

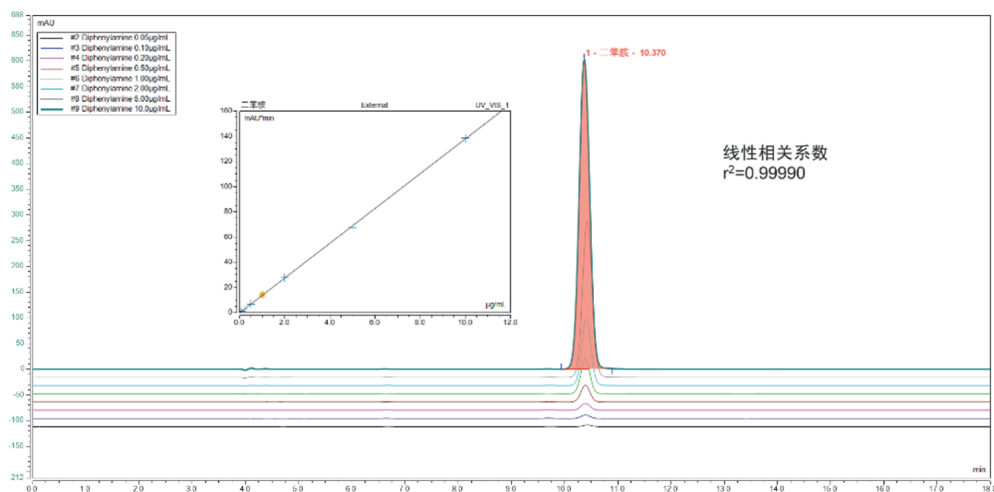


图 6 二苯胺校准曲线线性范围 (0.05-10.0 μg/mL)

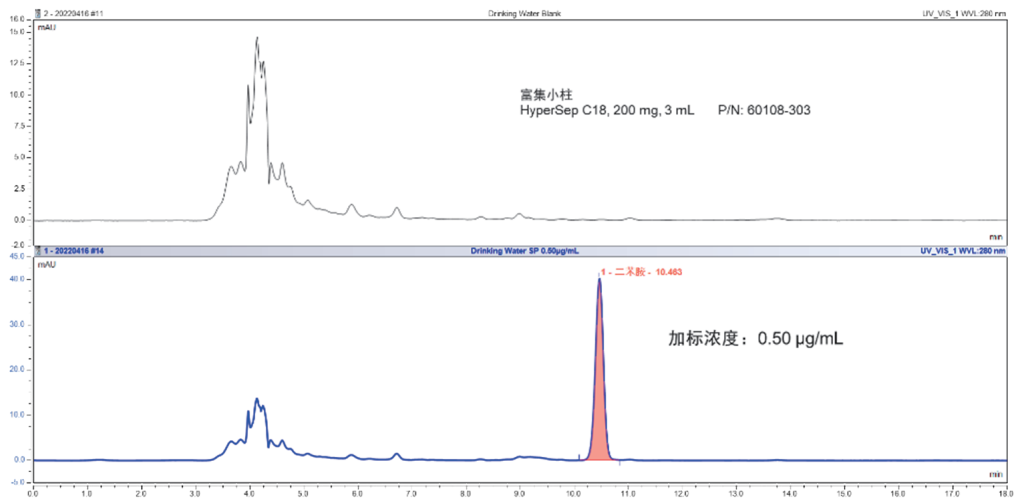


图 7. 生活饮用水样品空白及样品加标谱图

结论

采用 Vanquish Core HPLC 系统和 Hypersil GOLD C18 色谱柱，以及溶剂效应增强套件，实现了生活饮用水分析中对二苯胺的高灵敏度测定，谱峰对称性好，柱效高。满管进样时可在色谱柱入口端连接 0.18×350mm Viper 管，消除溶剂效应的影响。

2.4.2 GB/T 5750.9 14.2 溴氰菊酯、37 甲氰菊酯、38 氯氟氰菊酯、39 氰戊菊酯和 40 氯菊酯 2020-APP-LC-038- 生活饮用水中拟除虫菊酯类农药测试报告 (VWD- 化工)

拟除虫菊酯是一类高效、广谱杀虫剂，FAO/WHO 建议溴氰菊酯的 ADI 值为每千克体重 0.01mg。本实验采用 Vanquish Core 液相色谱系统分析拟除虫菊酯，比较了 C18 色谱柱合 C30 色谱柱上拟除虫菊酯的分离效果，C30 色谱柱上的分离度和灵敏度结果均满足要求，分离度优于国标。

实验部分

Vanquish Core HPLC 系统

泵：Quaternary Pump CN，自动进样器：Split Sampler C，柱温箱：VC column compartment，检测器：DAD Detector，变色龙色谱管理软件 Chromeleon CDS 7.3

实验条件

分析柱：Acclaim C30 4.6*250mm, 5 μ m，柱温：25 $^{\circ}$ C，检测波长：205nm，流动相：乙腈：水 =78:22

流速：1 mL/min，进样量：50 μ L

实验结果

标准中方法采用 C18 色谱柱 (4.6*250mm, 5 μ m)，但是在复现时发现分离度无法满足要求。更换为 C30 色谱柱后，分离度和灵敏度均满足要求，分离度优于国标。

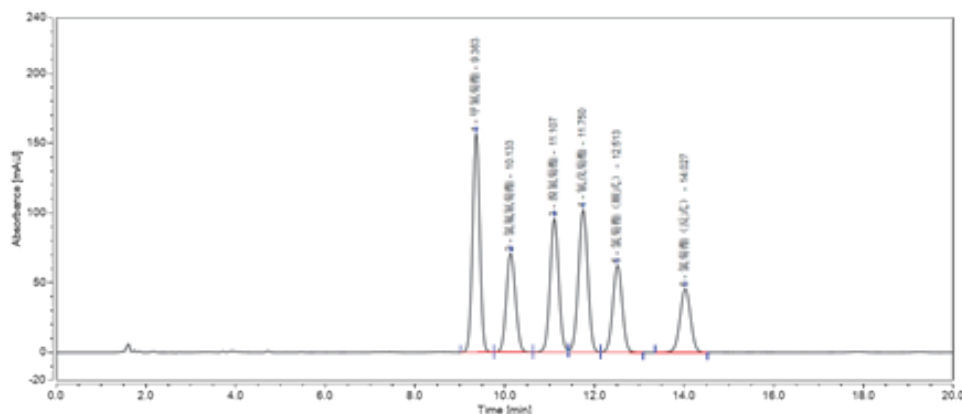


图 8 5 种拟除虫菊酯标准品色谱图

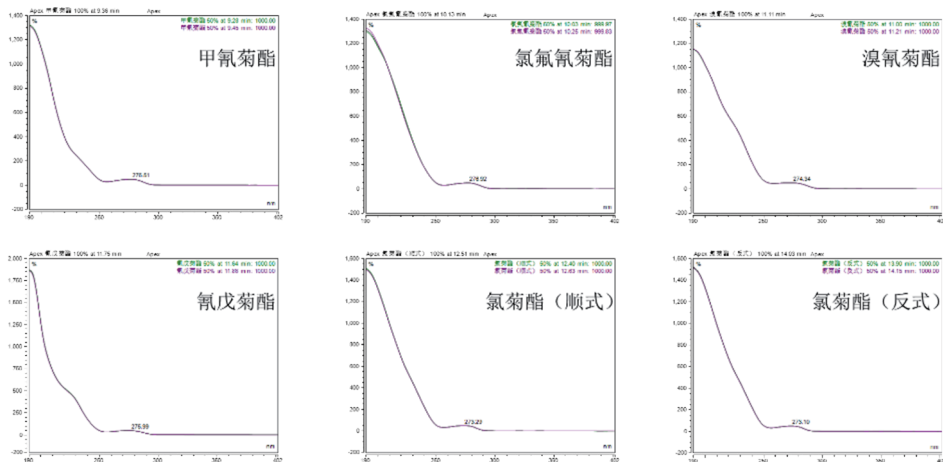


图 9 5 种拟除虫菊酯标准品光谱图

标准规定最低检测质量分别为：甲氰菊酯，0.3 ng；氯氟氰菊酯，0.4 ng；溴氰菊酯，0.6 ng；氰戊菊酯，0.5 ng；氯菊酯，0.4 ng。

本次实验线性最低点浓度为 0.01 mg/L，进样量为 50 μ L，因此本次实验最低检测质量均为 0.5 ng。下图为 0.01 mg/L 浓度标准品的色谱图。

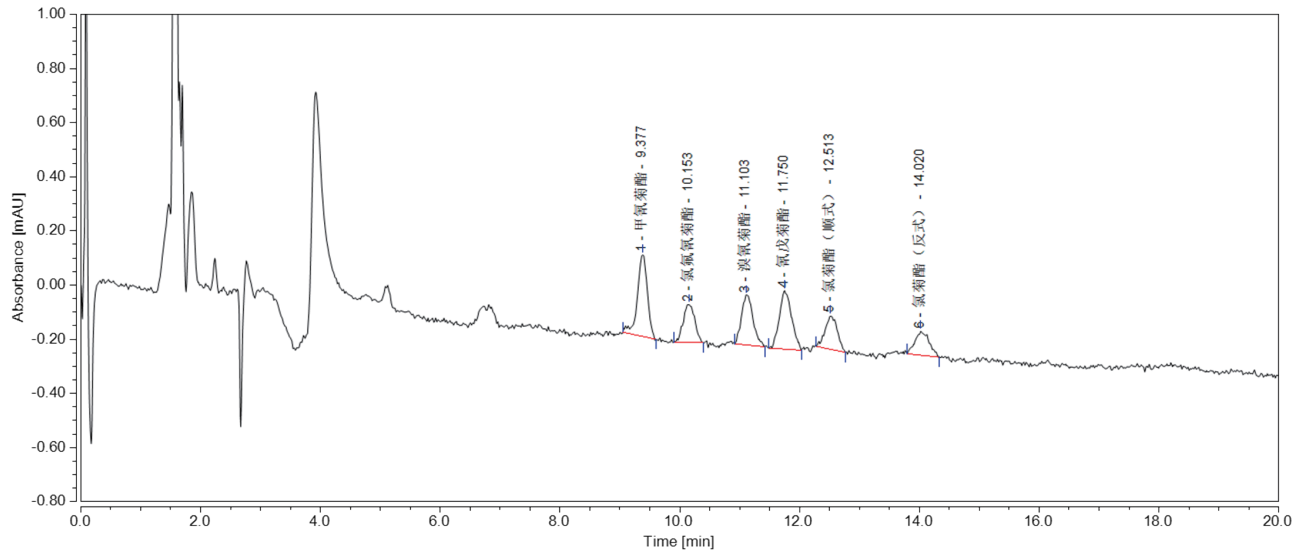


图 10 5 种拟除虫菊酯灵敏度

表 2 5 种拟除虫菊酯灵敏度

待测物	上样量 (ng)	信噪比	方法实测检测限 (ng)	标准规定检测限 (ng)
甲氰菊酯	0.5	29.1	0.05	0.3
氯氟氰菊酯	0.5	13.6	0.11	0.4
溴氰菊酯	0.5	17.8	0.08	0.6
氰戊菊酯	0.5	20.9	0.07	0.5
氯菊酯 (含顺式和反式)	0.5	顺式: 12, 反式: 8.7	0.09(按反式占 50% 折算)	0.4

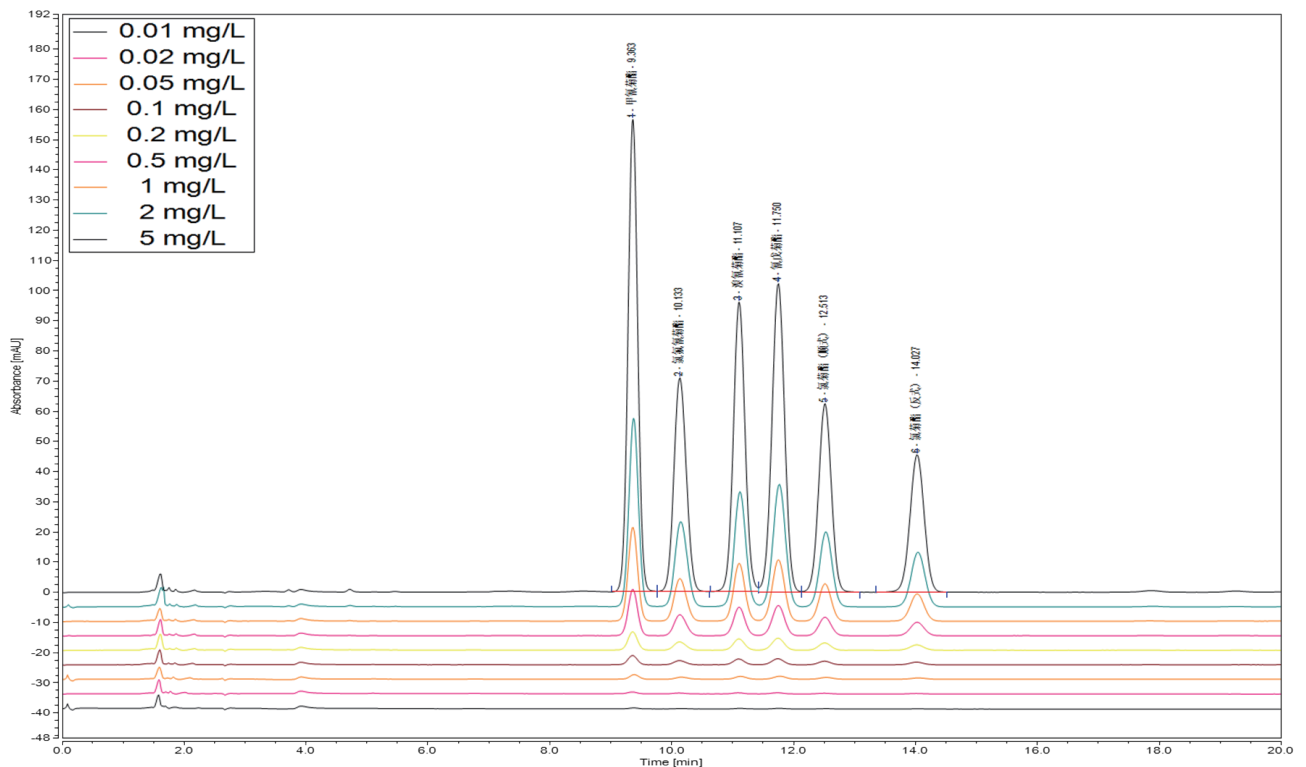


图 11 不同进样体积下的拟除虫菊酯色谱图

5 种菊酯在 0.01mg/L-5mg/L 范围的线性相关系数均为 0.9999，其中氯聚酯（顺式）和氯菊酯（反式）的峰面积合并用一条标曲计算。

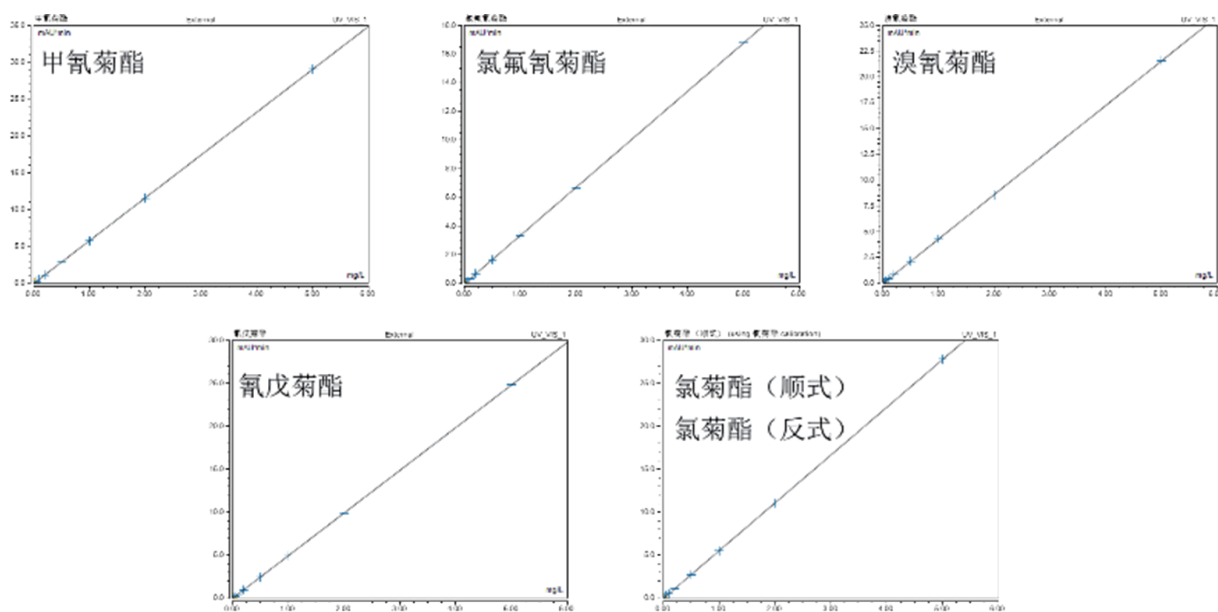


图 12 拟除虫菊酯的标准曲线

取 0.5 mg/L 的标准品溶液连续进样 6 针，重复性结果如下所示。

表 3 拟除虫菊酯保留时间和峰面积重现性

名称	保留时间 RSD%	峰面积 RSD%
甲氰菊酯	0.01	0.13
氯氟氰菊酯	0.03	0.3
溴氰菊酯	0.02	0.34
氰戊菊酯	0.02	0.24
氯菊酯（顺式）	0.02	0.28
氯菊酯（反式）	0.02	0.61

取实际水样进行分析，发现 5 种菊酯无检出，见下图。

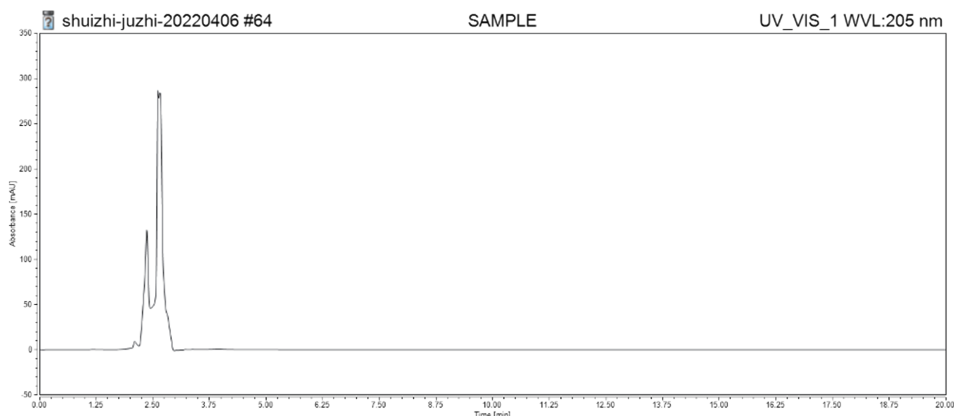


图 13 实际样品分析谱图

结论

由实验结果可以看出，使用赛默飞 Vanquish Core 液相色谱，搭配 Acclaim 120 C30 色谱柱（5μm，4.6×250mm），可以很好的分析 6 种拟除虫菊酯，分离度、灵敏度和稳定性均满足需求。

2.4.3 GB/T 5750.9 36.2 氯硝柳胺

2022-APP-LC-037- 生活饮用水标准检验方法 GB5750.9 氯硝柳胺测定 (DAD- 环境化工)

生活饮用水卫生标准 GB5749-2022 中农药指标新增了氯硝柳胺检查项。本次实验通过 Vanquish Core 液相研究方法的灵敏度、重现性、回收率等内容，并考察 Vanquish Core 液相检测氯硝柳胺的实际效果，为环境检测客户提供参考。

实验部分

Vanquish Core HPLC 系统

泵: Vanquish Dual Pump (VC-P33-A), 自动进样器: Vanquish Autosampler (VC-A12-A), 柱温箱: Vanquish Column Compartment (VC-C10-A), DAD 检测器: Vanquish DAD (VC-D11-A), 变色龙色谱管理软件 Chromeleon CDS 7.3

实验条件

分析柱: Acclaim 120 C18 (5 μ m, 4.6 \times 250mm), 柱温: 30 $^{\circ}$ C (加热模式: Force Air), 流动相: 甲醇: 0.1% 磷酸水 =88:12, 等度洗脱, 进样量: 10 μ l, UV 检测波长: 330nm

实验结果

标准公示稿推荐流动相条件为甲醇: 水 =85:15, 根据此条件所得氯硝柳胺色谱峰型差, 理论板数低 (537)。更换不同类型 C18 色谱柱, 峰型无法改善。氯硝柳胺 pKa 为 7.3, 流动相调酸性可以改善氯硝柳胺的离子化, 并改善色谱峰型。实验优化流动相为甲醇: 0.1% 磷酸水 =88:12。

通过优化的色谱条件, 可以得到极佳的氯硝柳胺色谱峰, 峰型好, 理论塔板数高, 保留适中。空白溶剂对氯硝柳胺组分检测无干扰。DAD 检测器的 3D 光谱显示, 在 206nm 和 330nm 附近有最佳吸收, 证明是氯硝柳胺组分。

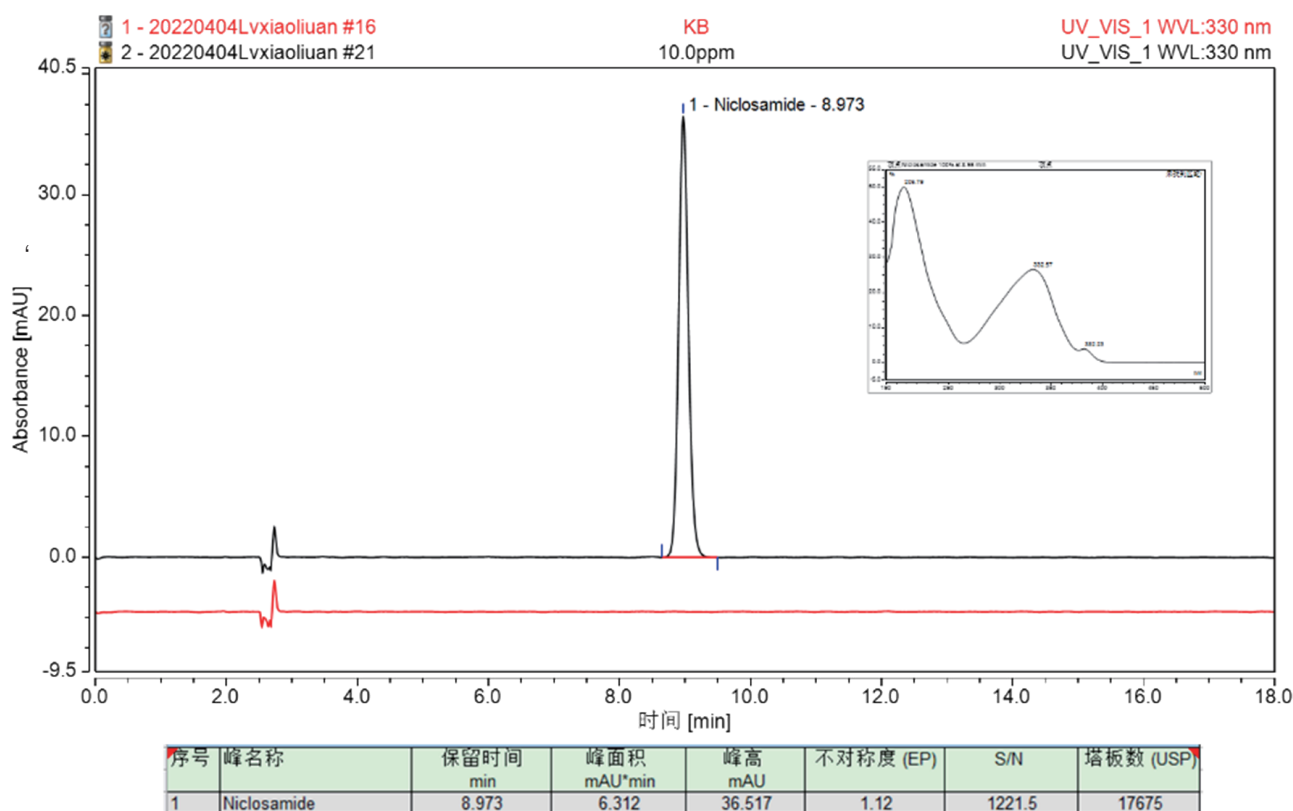


图 14 空白和标准品图谱与紫外光谱图

标准规定: 本方法最低检测质量 2ng, 对照品溶液浓度 0.2ppm, 进样量 10 μ L, 计算得到检测质量为 2ng, 信噪比 S/N=31.7, 结果优于标准要求。

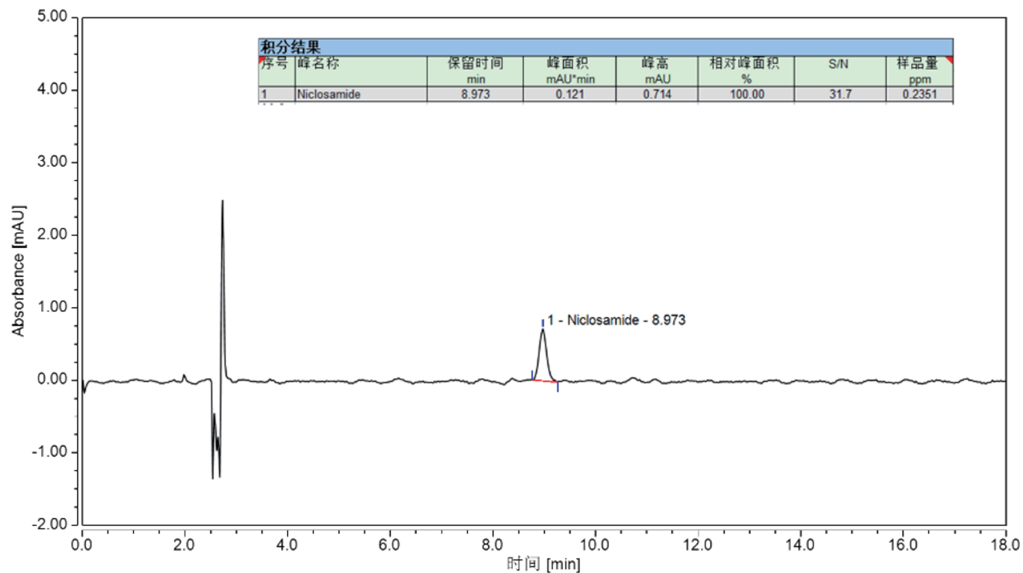


图 15 氯硝柳胺检测灵敏度

配制标准溶液浓度范围 0.2-25.0ppm 并分别进样检测，考察线性。所得结果线性良好， $R^2 > 0.999$ 。

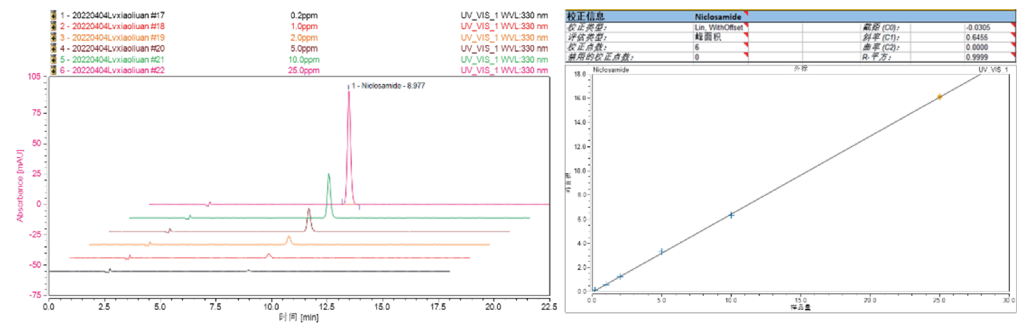


图 16 线性分析谱图和标准曲线

连续进样 6 针，保留时间 RSD 为 0.17%，峰面积 RSD 为 0.14%，所得结果重复性良好。

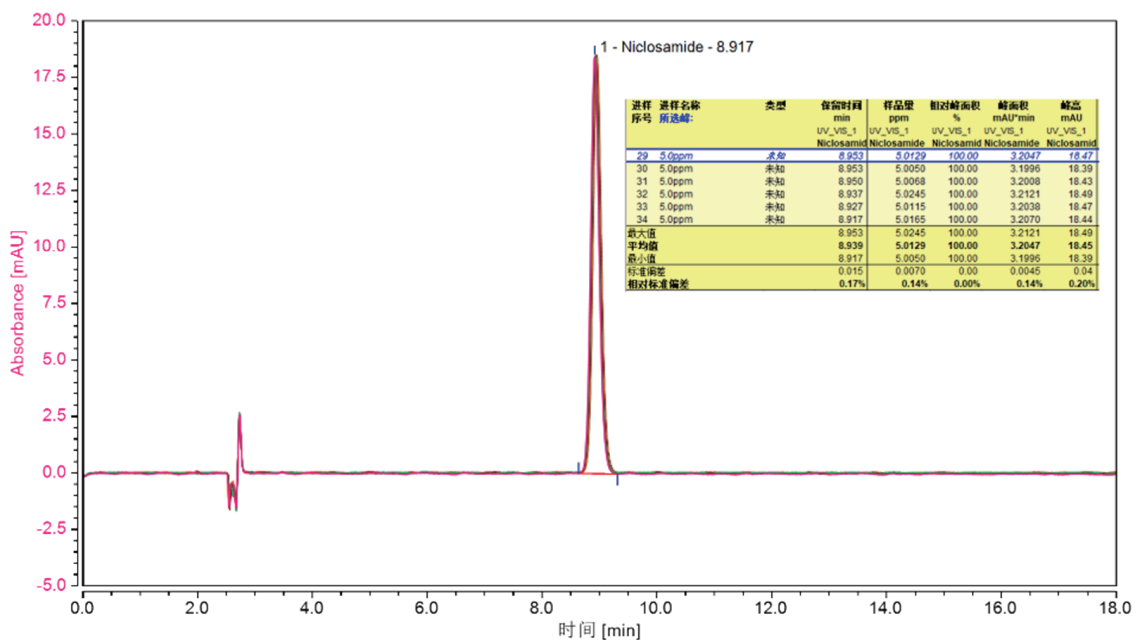


图 17 实验的重复性

在线性范围内取低、中、高 3 种浓度水平进样加标实验，考察回收率。所得结果回收率良好。3 种浓度的回收率满足标准 95%-104% 的要求，RSD 均满足标准小于 5% 的要求。

表 4 回收率

加入量 (μg)	测得量 (μg)	回收率 (%)	平均回收 (%)	RSD (%)
1	0.9905	99.05	99.28	0.32
	0.9964	99.64		
	0.9915	99.15		
5	5.0117	100.23	100.14	0.08
	5.0038	100.08		
	5.0056	100.11		
10	10.0034	100.03	100.23	0.18
	10.0362	100.36		
	10.0307	100.31		

按照标准规定方法处理实际水样并检测，实际样品中无氯硝柳胺检出。

结论

通过优化标准征求意见稿的色谱条件，氯硝柳胺可以有效检出。实验从灵敏度、线性、重复性、回收率等参数对实验方法进行考察，结果均良好，优于标准要求规定。Vanquish Core 液相可以满足生活饮用水新标准中氯硝柳胺的检测要求。

2.4.4 HJ/T 72-2001 邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯

水质中邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯的测定——液相色谱法

引言

本文参照标准 HJ/T 72-2001（水质 邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯的测定），使用 Hypersil GOLD CN 在 Vanquish Core 液相上可以在 10 分钟内保留和分离 3 种邻苯二甲酸酯类。进样量 5 μ L 或者 10 μ L，邻苯二甲酸酯类均可有效分离。标准柱温默认室温，对柱温进行调整，选择 20 $^{\circ}$ C 或者 30 $^{\circ}$ C，对分离无显著影响。该方案可满足水质中邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯的液相测定。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ Vanquish Core 液相色谱仪

2 试剂及标准品：

邻苯二甲酸二甲酯标准品、邻苯二甲酸二丁酯标准品、邻苯二甲酸二辛酯标准品、正己烷、异丙醇

3 分析条件：

色谱柱：Hypersil GOLD CN，5 μ m, 250 \times 4.6 mm (P/N: 25805-254630)

流动相：正己烷：异丙醇 =99:1

流速：1.0 mL/min

进样量：5 μ L

柱温：25 $^{\circ}$ C

检测器：UV 224 nm 采集频率 5 Hz

4 测试结果：

连续 2 针进样，邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯峰形良好，邻苯二甲酸二辛酯与邻苯二甲酸二丁酯分离度为 2.3，见图 1。

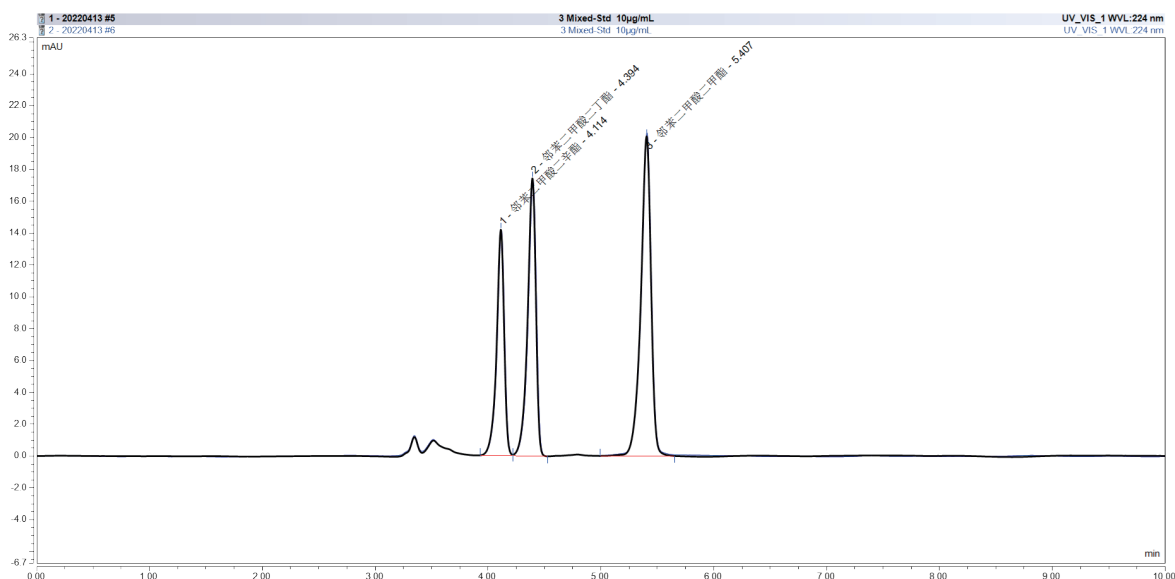


图 1 Hypersil GOLD CN 分离保留邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯 (10 μ g/mL) (n=2)

标准进样量为 10 μ L，调整进样量进样，如图 2， 分别进样 5 μ L 和 10 μ L 邻苯二甲酸酯类均可有效分离。

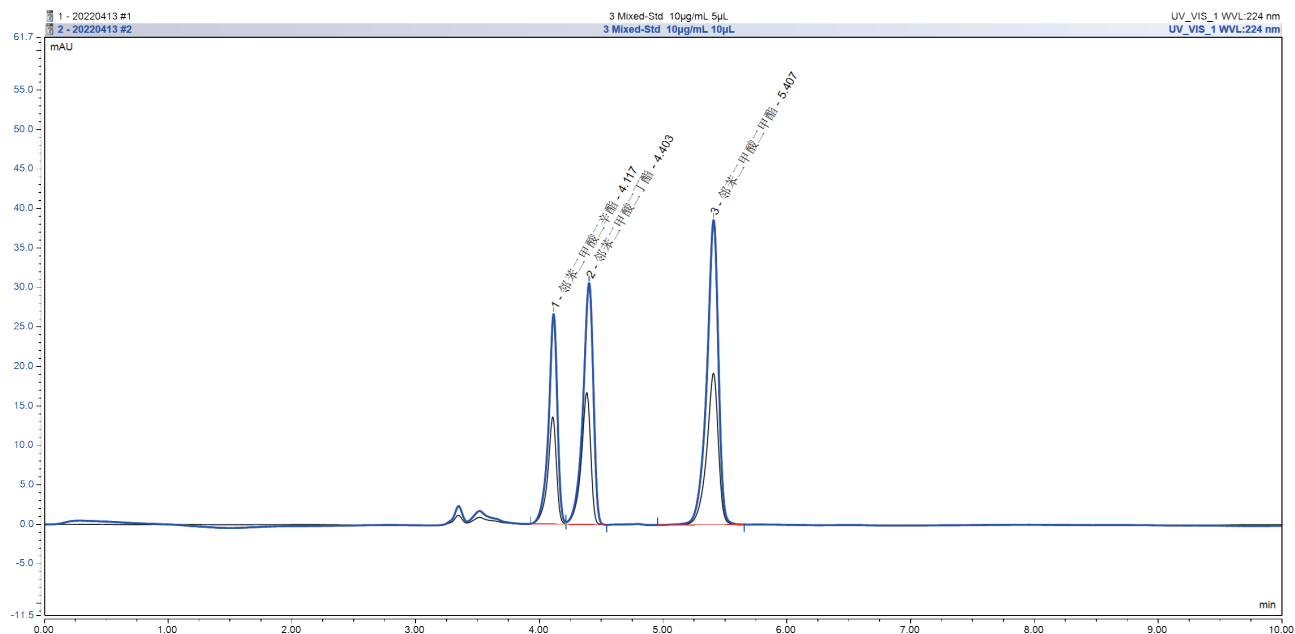


图 2 邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯进样量调整（黑线进样量 5 μ L，蓝线进样量 10 μ L）

实验选取 20/25/30 $^{\circ}$ C 三个柱温进行试验，发现柱温的调节对分离无显著影响，见图 3

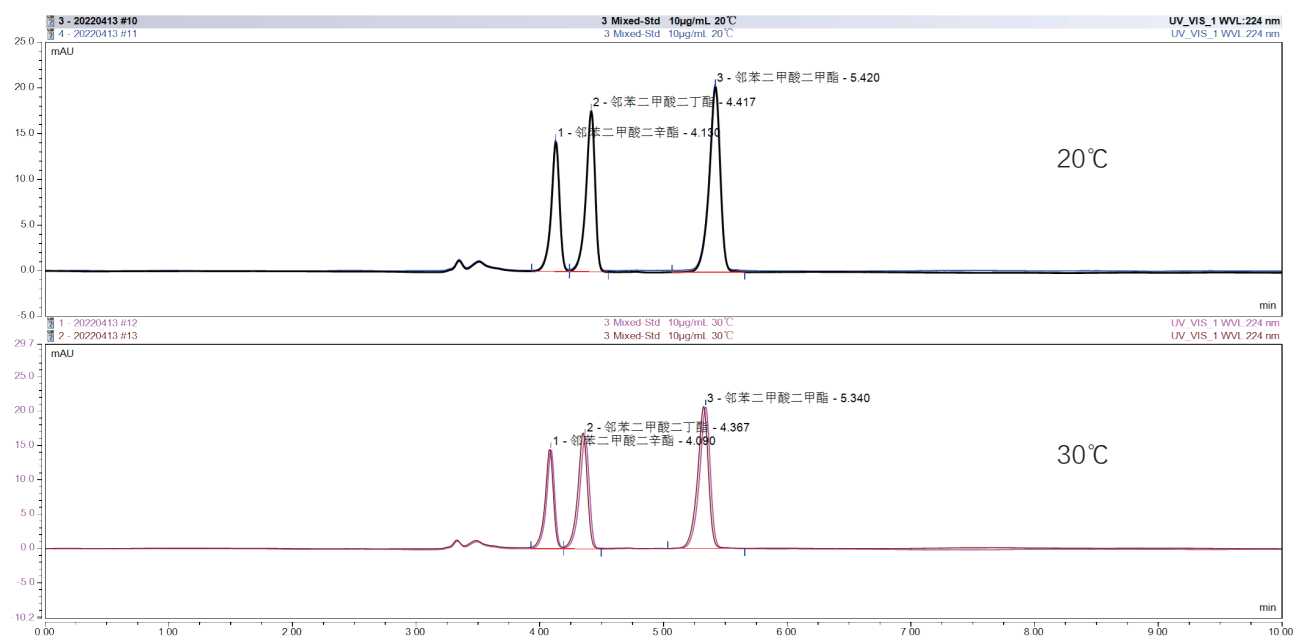


图 3 邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯柱温优化

结论

本文实验结果表明，参照标准 HJ/T 72-2001（水质 邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯的测定），使用 Hypersil GOLD CN 在 Vanquish Core 液相上可以在 10 分钟内保留和分离 3 种邻苯二甲酸酯类。进样量 5 μ L 或者 10 μ L，邻苯二甲酸酯类均可有效分离。标准柱温默认室温，对柱温进行调整，选择 20 $^{\circ}$ C 或者 30 $^{\circ}$ C，对分离无显著影响。该方案可满足水质中邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯的液相测定。

详细信息请查找：Hypersil GOLD CN 应用于水质中邻苯二甲酸二甲（二丁、二辛）酯的测定 (HJ/T 72-2001)，CCS-HJ-077

2.4.5 GB/T 5750.8 74 双酚 A

生活饮用水中双酚 A、双酚 B、双酚 S 和双酚 F 的测定——液相色谱法

引言

参照 GB/T 5750.8 74 双酚 A 第一法，标准推荐水样经 SPE 富集净化，C18 色谱柱分离，LC-MS/MS 同时测定双酚 A、双酚 B、双酚 F、4-辛基酚、4-壬基酚。本文采用 HPLC-DAD-FLD 进行试验，旨在验证双酚 A、双酚 B、双酚 S 和双酚 F 在 Acclaim RSLC 120 C18 色谱柱上的分离和保留，为后续可转移方法至液质联用仪上，提供色谱分离基础。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 超高效液相色谱仪

2 试剂及标准品：

双酚 A、双酚 B、双酚 S 和双酚 F 标准品、色谱纯甲醇、超纯水

3 分析条件：

色谱柱：Acclaim RSLC 120 C18, 150×2.1 mm, 2.2 μm (P/N: 071399)；

流动相：A 超纯水，B 甲醇；

梯度洗脱程序：见表 1；

流速：0.3 mL/min；

进样量：5 μL；

柱温：30 °C；

VWD 检测波长：270 nm；

采集频率：10 Hz；

FLD 检测波长：Ex=230 nm, Em=306 nm；

流通池温度：45 °C；灵敏度：1；采集频率：10 Hz。

表 1 梯度洗脱程序

Time (min)	A(%)	B (%)
0	40	60
1.5	40	60
3	20	80
6	20	80
6.1	40	60
10	40	60

4 测试结果:

BPA/BPB/BPS/BPF 在 Acclaim RSLC 120 C18 色谱柱上的分离谱图, 如图 1 所示。BPA/BPB/BPF 在 VWD 和 FLD 上均有良好的响应, 可采用 VWD 定性, FLD 定量, 而 BPS 无荧光响应, 因此采用 VWD 定性和定量。由于检测器串联, 目标物在两个检测器上的保留时间会有 0.1min 左右的延迟。

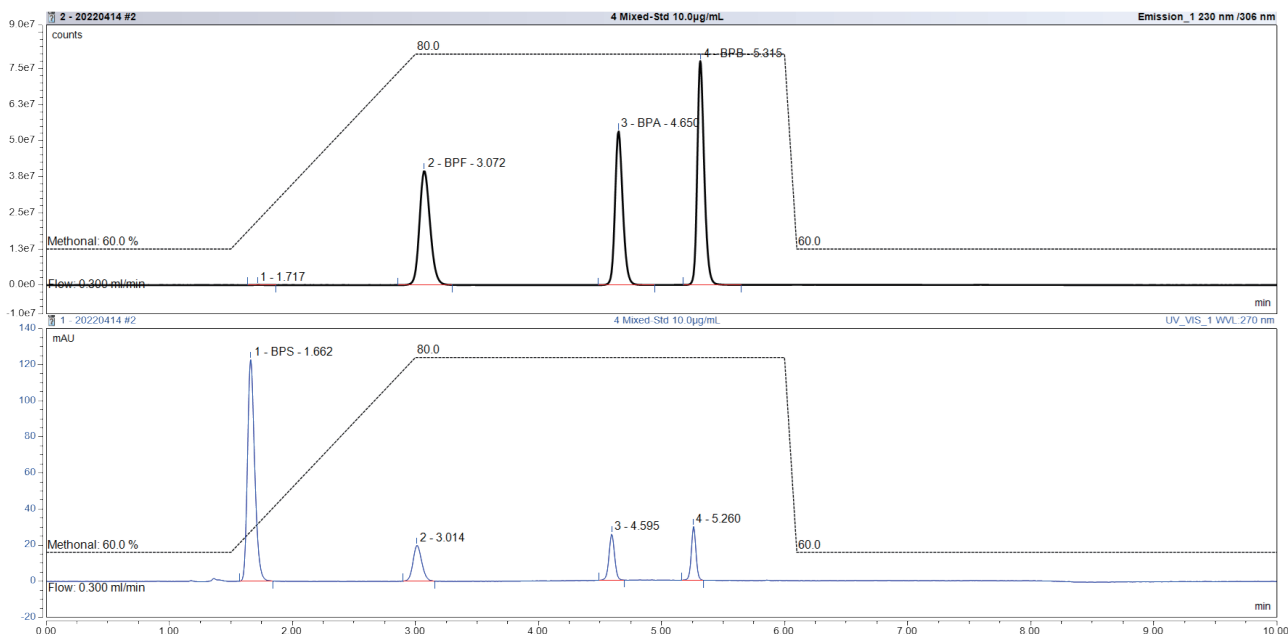


图 1 BPA/BPB/BPS/BPF 在 Acclaim RSLC 120 C18 上的分离和保留 (10.0 μ g/mL)

如图 2 所示, 依次对 BPA/BPB/BPS/BPF 的发射波长 E_m 和激发波长 E_x 进行扫描, 最终确认 BPA/BPB/BPF 的激发波长 $E_x=230$ nm, 发射波长 $E_m=306$ nm, 而 BPS 则无荧光响应。

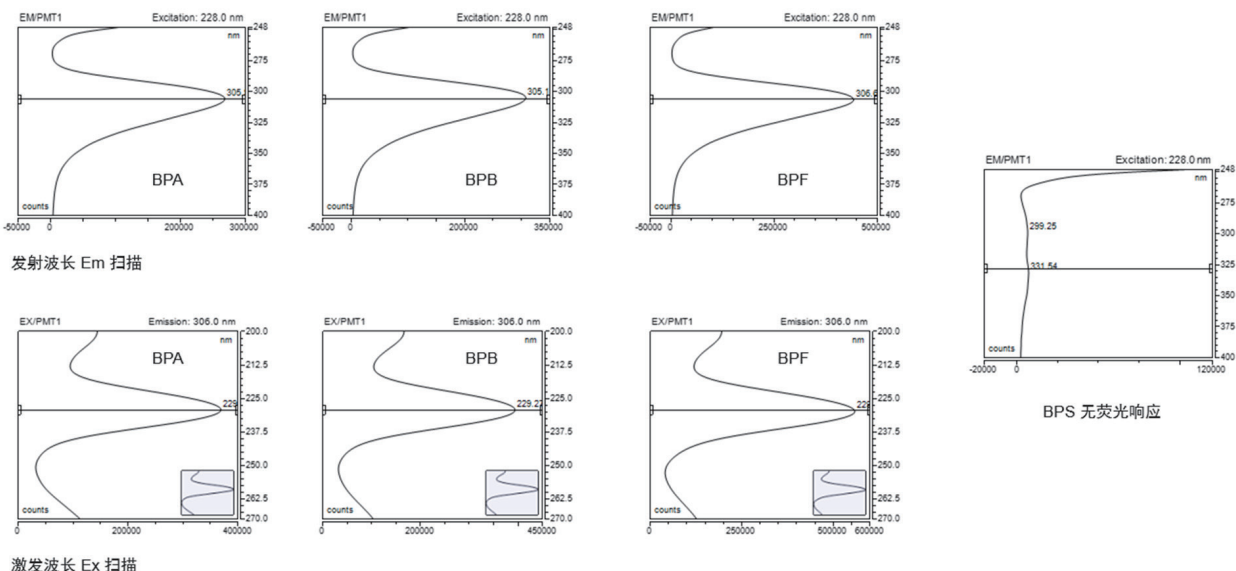


图 2 BPA/BPB/BPS/BPF FLD 激发波长 E_x 和发射波长 E_m 的扫描

BPA/BPB/BPS/BPF 混合标准品溶液 10.0 $\mu\text{g/mL}$ 连续 5 次进样, 保留时间 RSD 均小于 0.04%, 峰面积 RSD 均小于 0.18%, 重现性良好。四种双酚类化合物连续进样叠加谱图, 见图 3。

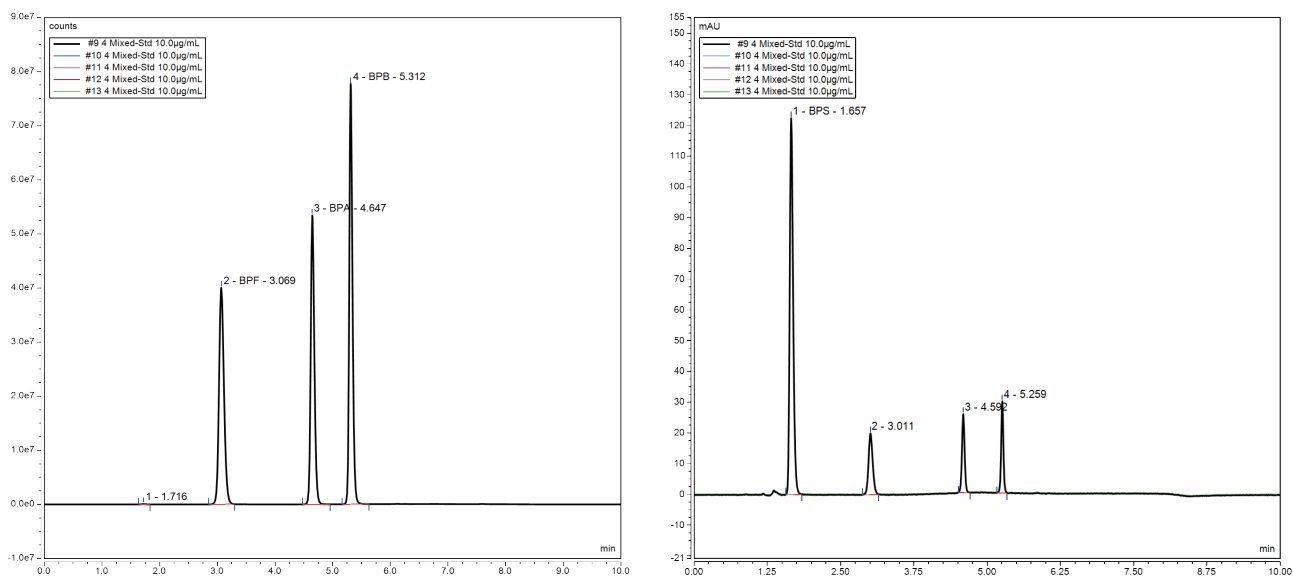


图 3 BPA/BPB/BPS/BPF 10.0 $\mu\text{g/mL}$ 重复进样叠加谱图 (n=5)

结论

试验结果表明, 采用 Acclaim RSLC 120 C18 色谱柱配合 Vanquish Core UHPLC 超高效液相色谱仪, 快速分离 BPA/BPB/BPS/BPF, 分离度优异, 峰形良好, 可在 10 min 内完成数据采集, 为后续可转移方法至液质联用仪上, 提供了具有较高的兼容性的色谱分离方案。

详细信息请查找: Acclaim RSLC 120 C18 应用于生活饮用水中双酚 A、双酚 B、双酚 S 和双酚 F 的测定, CCS-HJ-079

2.4.6 GB/T 5750.8 74.2 双酚 A

生活饮用水中双酚 A 的测定——液相色谱法

引言

本文参考 GB/T 5750.8 74.2 双酚 A 检测方法，使用 Acclaim 120 C18 色谱柱，在 Vanquish Flex 液相上可以在 15 分钟内保留分离双酚 A，结合荧光检测器检测。根据色谱峰保留时间定性，外标法定量。样品采用玻璃纤维滤器过滤，满定量环进样 25 μ L，无溶剂效应且灵敏度优异。样品基质加标测定无干扰，可满足 GB 5750 生活饮用水中双酚 A 的液相测定。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 液相色谱仪

2 试剂及标准品：

双酚 A 标准品，甲醇、超纯水

3 分析条件：

色谱柱：Acclaim 120 C18，5 μ m, 250 \times 4.6 mm (P/N: 059149)

流动相：水：甲醇 =30：70

流速：1.0 mL/min

进样量：25 μ L

柱温：25 $^{\circ}$ C

检测器：FLD Ex=228 nm, Em=312 nm 采集频率 5 Hz

仪器：Vanquish™ Flex UHPLC

过滤器：Titan3™ GMF（玻璃纤维）针头过滤器 30mm \times 0.7 μ m（P/N: 40725-GM）

4 测试结果：

双酚 A 连续 3 针进样峰形良好 见图 1。

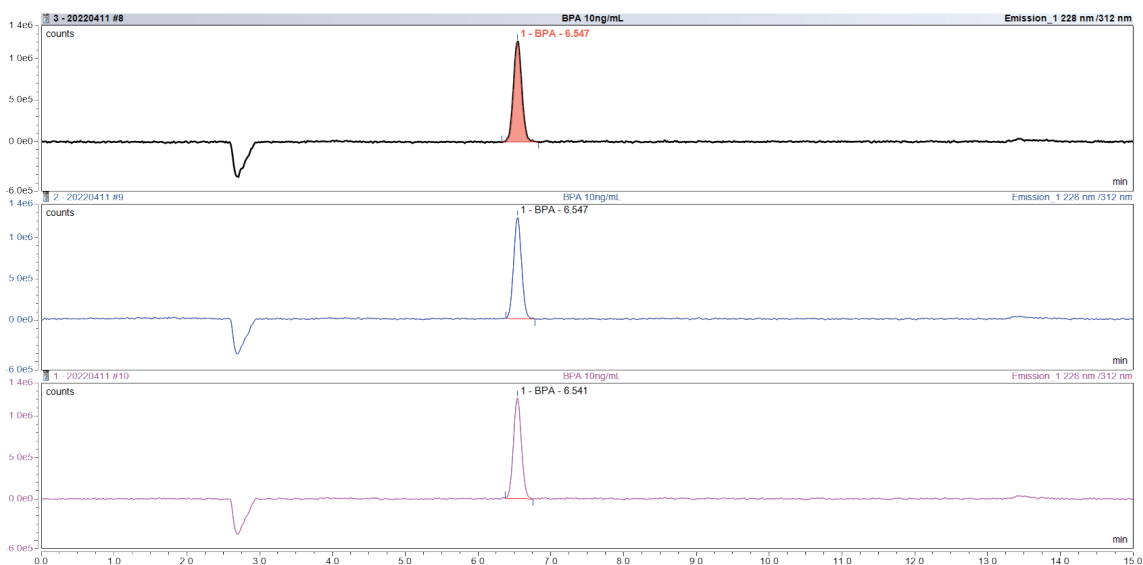


图 1 双酚 A 在 Acclaim 120 C18 上的分离保留 (10 ng/mL) (n=3)

分别配置 5 个浓度水平双酚 A 的标准曲线图。

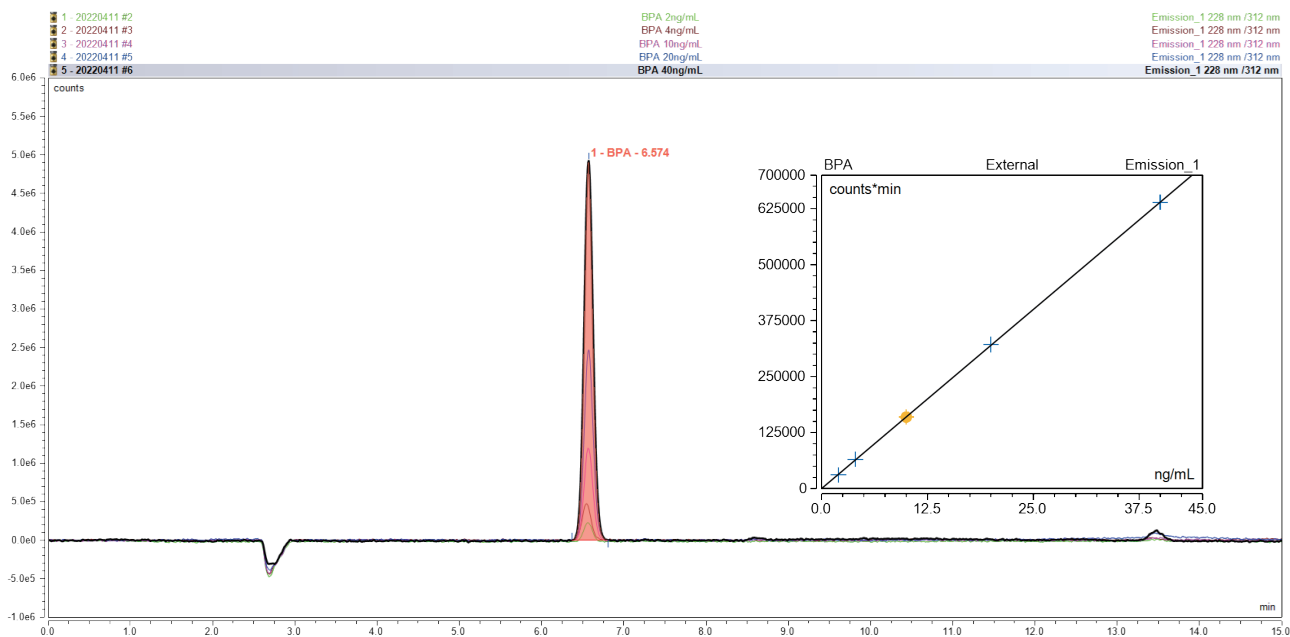


图 2 双酚 A 标准品溶液叠加谱图 (2/4/10/20/40 ng/mL)

生活饮用水样品加标谱图见图 3

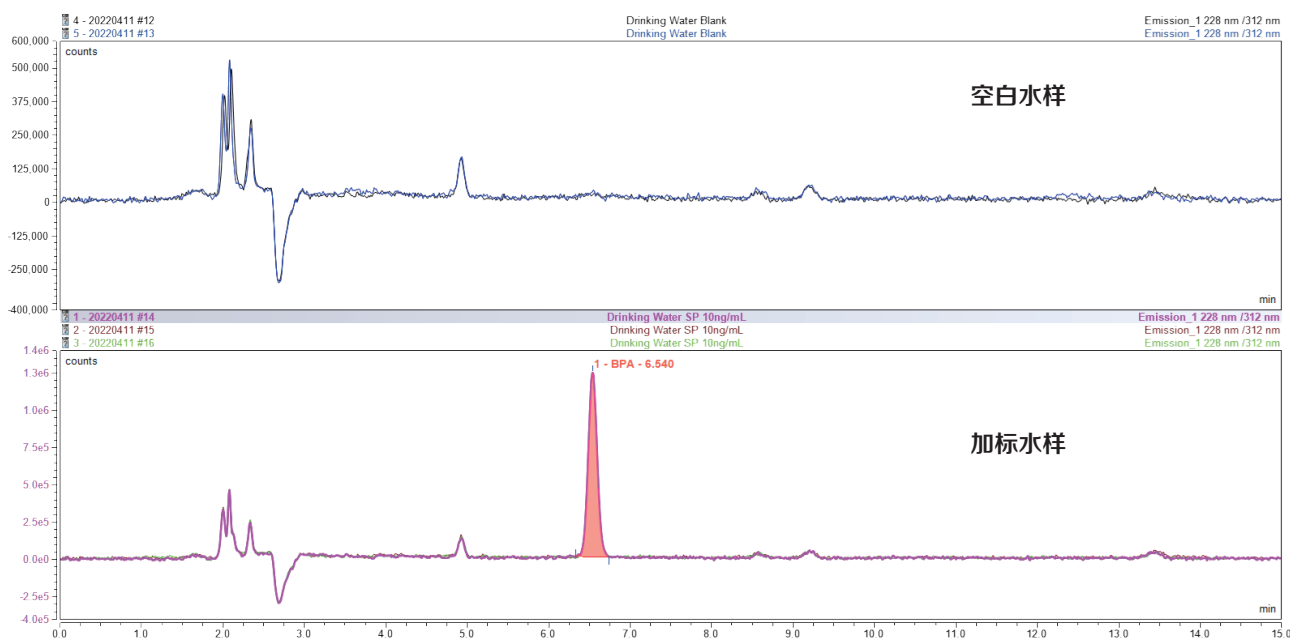


图 3. 生活饮用水样品加标 (10 ng/mL) 叠加谱图 (n=3)

结论

本文实验结果表明，使用 Acclaim 120 C18 在 Vanquish Flex 液相上可以在 15 分钟内保留分离双酚 A，样品采用玻璃纤维过滤器过滤，满定量环进样 25 μ L，无溶剂效应且灵敏度优异。样品基质加标测定无干扰，可满足 GB 5750 生活饮用水中双酚 A 的液相测定。

详细信息请查找：Acclaim 120 C18 应用于生活饮用水中双酚 A 的测定，CCS-HJ-071

2.4.7 GB/T 5750.8 13 丙烯酰胺

生活饮用水中丙烯酰胺的测定——液相色谱法

引言

参照 GB/T 5750.8 13 丙烯酰胺，标准推荐活性炭固相萃取柱富集浓缩，极性改性 C18 色谱柱分离保留，LC-MS/MS 测定。本文采用 HPLC-DAD 进行试验，旨在验证丙烯酰胺在极性改性色谱柱 Acclaim PolarAdvantage II 上的分离和保留，为后续可转移方法至液质联用仪上，提供色谱分离基础。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ Vanquish Core 高效液相色谱仪

2 试剂及标准品：

丙烯酰胺标准品、色谱纯甲醇、超纯水

3 分析条件：

色谱柱：Acclaim PolarAdvantage II, 150×4.6 mm, 3 μm (P/N:063191)；流动相：甲醇 - 超纯水 =20:80，等度洗脱；流速：0.5 mL/min；进样量：10 μL；柱温：30 °C；检测波长：DAD, 210 nm；采集频率：5 Hz；光谱采集：190-400 nm

4 测试结果：

丙烯酰胺色谱图及光谱图，如图 1 所示。在极性改性的 Acclaim PolarAdvantage II 色谱柱上，丙烯酰胺保留时间为 4.840 min，不对称因子为 1.14，理论塔板数为 12736，峰形优异，保留良好。

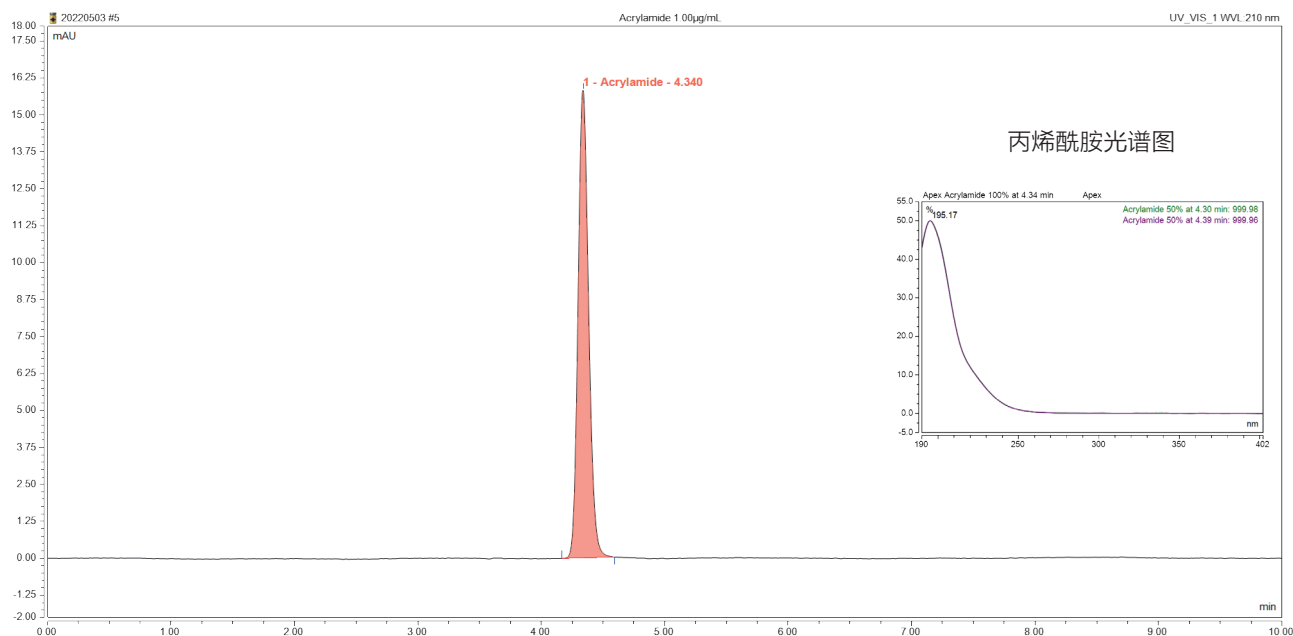


图 1 Acclaim PolarAdvantage II 分离保留丙烯酰胺 (1.00 μg/mL)

采用逐级稀释法配制得到丙烯酰胺系列标准工作溶液，线性范围 0.50-20.0 $\mu\text{g/mL}$ ，线性相关系数 $r^2=0.9996$ ，线性关系良好。丙烯酰胺线性方程图及标准曲线点叠加色谱图，见图 2。

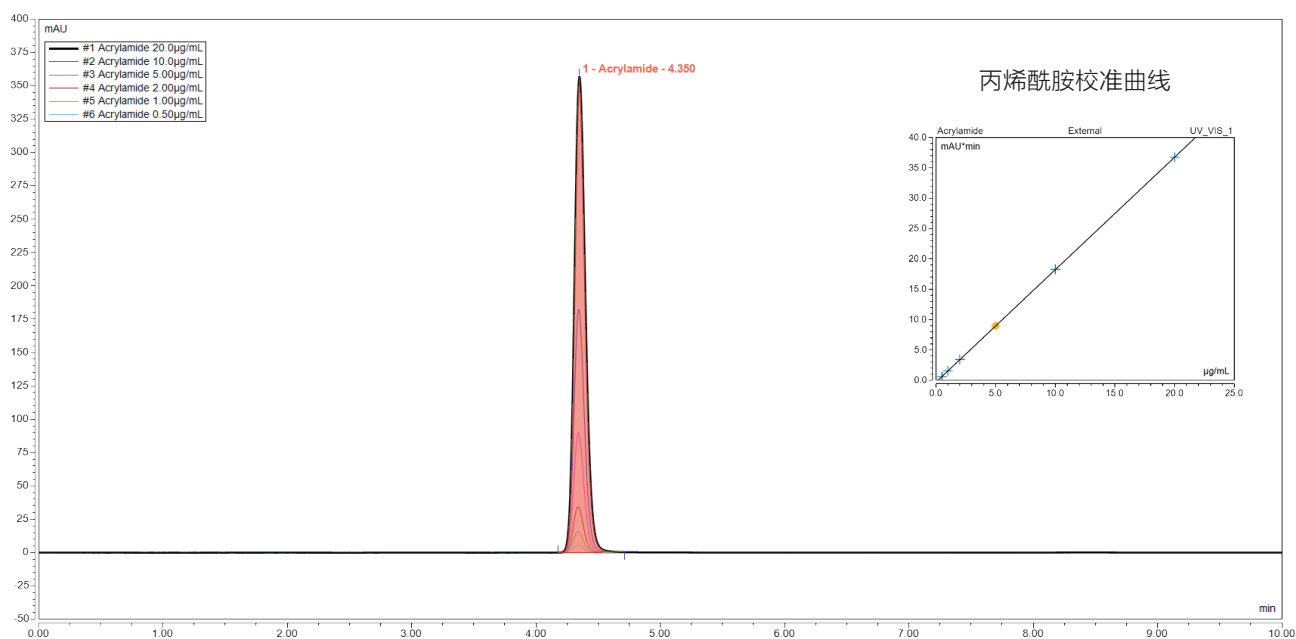


图 2 丙烯酰胺校准曲线线性范围 0.50-20.0 $\mu\text{g/mL}$

丙烯酰胺标准品溶液 5.00 $\mu\text{g/mL}$ 连续 7 次进样，保留时间 RSD 为 0.04%，峰面积 RSD 为 0.06%，重现性良好。丙烯酰胺连续进样叠加谱图，见图 3。

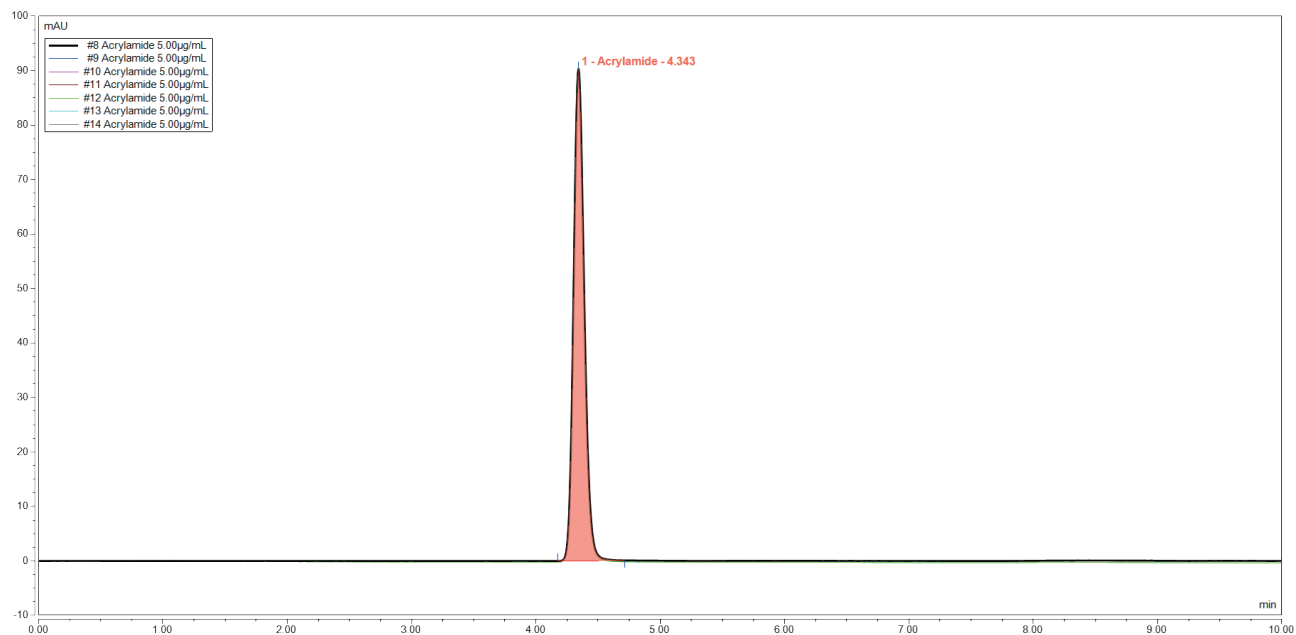


图 3 丙烯酰胺标准品溶液 5.00 $\mu\text{g/mL}$ 连续进样叠加谱图 (n=7)

结论

试验结果表明，采用极性改性的 Acclaim PolarAdvantage II 色谱柱分离保留丙烯酰胺，得到优异的峰形和良好的保留，重现性良好，可有效排除样品基质干扰，为后续可转移方法至液质联用仪上，提供色谱分离基础，实现准确的定性和定量。

详细信息请查找：Acclaim PolarAdvantage II 应用于生活饮用水中丙烯酰胺的测定，CCS-HJ-078

2.4.8 GB/T 5750 82 萘酚

Acclaim RSLC 120 C18 分析生活饮用水中的萘酚

引言

本文采用 Acclaim RSLC 120 C18 150×2.1 mm, 2.2 μm 在 Vanquish Flex UHPLC 液相上按照 GB/T 5750.8 82 萘酚测定的条件, 检测水样品中的 α-萘酚与 β-萘酚, 两者的分离度大于 4.0。其中 α-萘酚在高浓度范围 0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、5.0 mg/L 范围内线性相关系数 $r^2=0.99982$; β-萘酚在高浓度范围 0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5 mg/L 范围内线性相关系数 $r^2=0.99988$; 其中 α-萘酚在低浓度范围 0.001、0.002、0.005、0.01、0.02、0.1 mg/L 范围内线性相关系数 $r^2=0.99997$; β-萘酚在高浓度范围 0.0001、0.0002、0.0005、0.001、0.002、0.01 mg/L 范围内线性相关系数 $r^2=0.99995$, 线性关系良好。

实验部分

1 仪器配置:

Thermo Scientific™ Vanquish Flex UHPLC 液相色谱仪配置荧光检测器 FLD: VF-D50-A

耗材: Acclaim RSLC 120 C18 150×2.1 mm, 2.2 μm

2 试剂及标准品:

α-萘酚标准品, β-萘酚标准品, 甲醇, 纯水

3. 分析条件:

色谱柱: Acclaim RSLC 120 C18 150×2.1 mm, 2.2 μm(P/N: 071399); 流动相: 甲醇-水=60:40; 流速: 0.2 mL/min; 进样量: 高浓度, 5 μL, 低浓度, 10 μL; 检测器: 荧光检测器 α-萘酚, Ex=230 nm, Em=460; β-萘酚, Ex=230 nm, Em=360 nm; 流通池温度: 45℃; 灵敏度: 高浓度, 1, 低浓度, 6; 采集频率: 10Hz

4 测试结果:

α-萘酚与 β-萘酚标准品分离结果良好 见图 1。

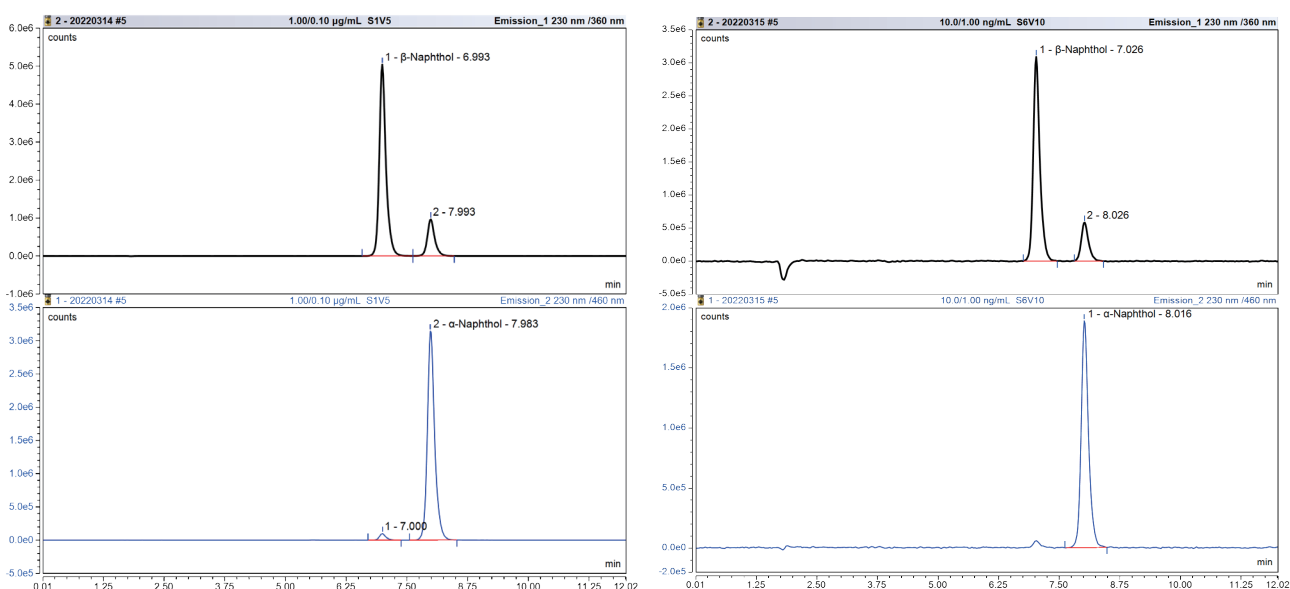


图 1 高浓度 α-萘酚 (1.0 mg/L) 与 β-萘酚 (0.1 mg/L), 低浓度 α-萘酚 (0.01 mg/L) 与 β-萘酚 (0.001 mg/L) 标准品分离结果

分别配制 6 个水平的高浓度的 α -萘酚 (0.1 mg/L-5 mg/L) 与 β -萘酚 (0.01 mg/L-0.5 mg/L) 标准品, 6 个水平低浓度的 α -萘酚 (0.001 mg/L-0.1 mg/L) 与 β -萘酚 (0.0001 mg/L-0.01 mg/L) 标准品, 绘制标准线。

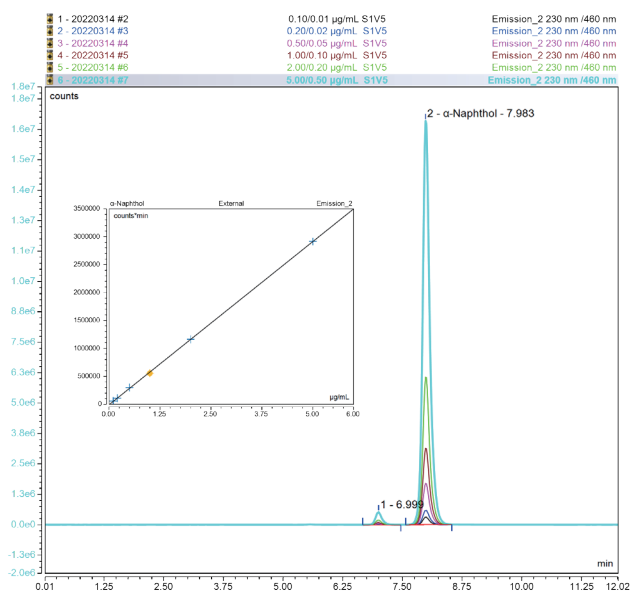


图 2.1 α -萘酚高浓度标准品校准曲线图

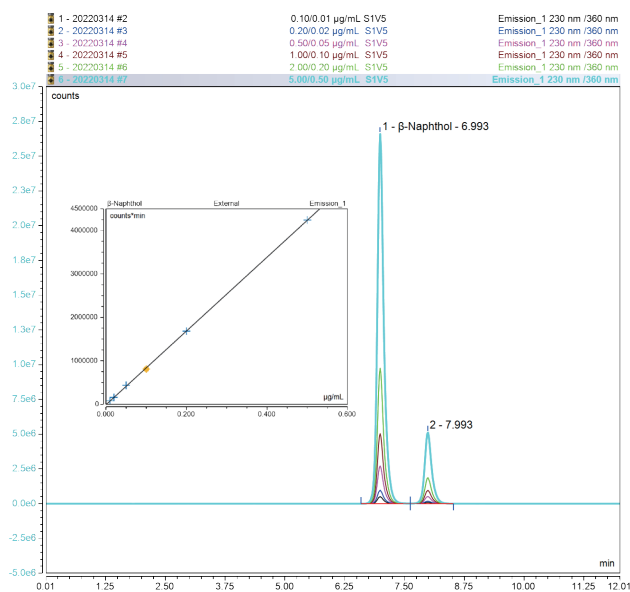


图 2.2 β -萘酚高浓度标准品校准曲线图

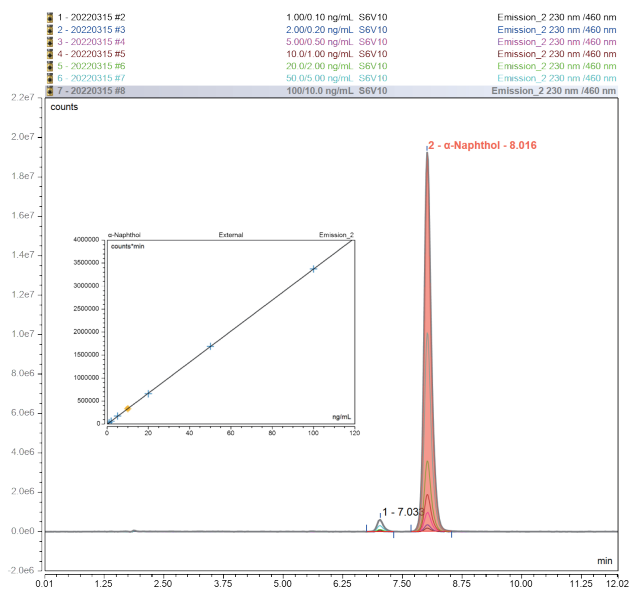


图 2.3 α -萘酚低浓度标准品校准曲线图

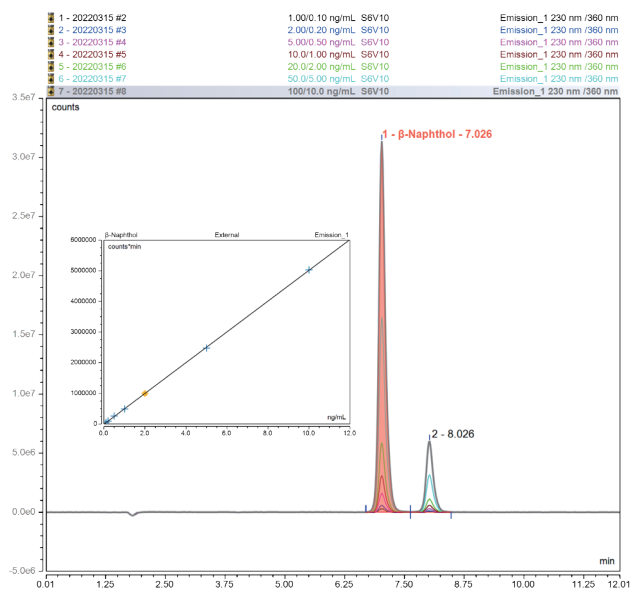


图 2.4 β -萘酚低浓度标准品校准曲线图

结论

本文实验结果表明, Acclaim RSLC 120 C18 150×2.1 mm, 2.2 μ m 色谱柱在 Vanquish Flex UHPLC 系统上可以满足 GB/T 5750.8 的检测要求。 α -萘酚的保留时间约为 8 分钟, β -萘酚保留时间约为 7 分钟。 α -萘酚加标浓度为 0.001 mg/L 时, 重复 6 次实验的平均回收率为 90.3%, RSD 为 3.39%; 加标浓度为 0.10mg/L 时, 重复 6 次实验的平均回收率为 106.7%, RSD 为 0.40%; β -萘酚加标浓度为 0.0001 mg/L 时, 重复 6 次实验的平均回收率为 99.5%, RSD 为 4.96%; 加标浓度为 0.01mg/L 时, 重复 6 次实验的平均回收率为 102.0%, RSD 为 0.29%。

详细信息请查找: Acclaim RSLC 120 C18 应用于生活饮用水中 α -萘酚和 β -萘酚的测定, CCS-HJ-075

2.4.9 Acclaim Trinity P1 , 3 μ m, 150 \times 3.0 mm 分析生活饮用水中的碘乙酸、二氯乙酸和三氯乙酸

引言

本文采用 Acclaim Trinity P1 , 3 μ m, 150 \times 3.0 mm 在 VanquishCore 液相上分析生活饮用水中的碘乙酸、二氯乙酸和三氯乙酸, 以磷酸二氢铵为流动相, 碘乙酸的保留时间为 3.16 分钟, 二氯乙酸的保留时间为 4.5 分钟, 三氯乙酸的保留时间为 15.5 分钟, 三者可以达到基线分离, 在实际样品检测中无需复杂的样品前处理或者对待测物进行同位素加标, 简便可行。

实验部分

1 仪器配置:

Thermo Scientific™ Vanquish Core 液相色谱仪

2 试剂及标准品:

碘乙酸标准品, 二氯乙酸标准品, 三氯乙酸标准品, 磷酸氢二铵, 乙腈

3. 分析条件:

色谱柱: Acclaim Trinity P1 , 3 μ m, 150 \times 3.0 mm (P/N: 075563)

流动相: 25mM 磷酸氢二铵溶液 (磷酸调节 pH 至 6.0) : 乙腈 =85: 15

流速: 0.6 mL/min

进样量: 10 μ L

检测器: UV 210 nm 采集频率 5Hz

仪器: Vanquish™ Flex UHPLC

4 测试结果:

碘乙酸, 二氯乙酸和三氯乙酸标准品分离结果良好 见图 1。

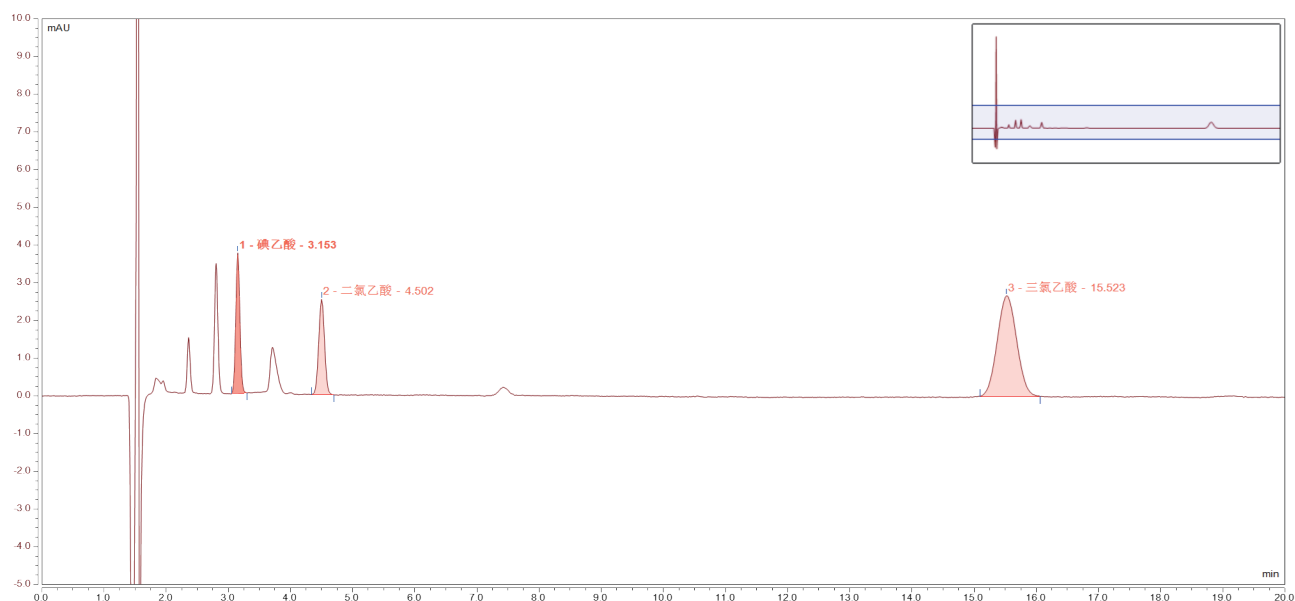


图 1 碘乙酸、二氯乙酸和三氯乙酸标准品分离结果 (2.00/5.00/10.0 μ g/mL)

分别制备 5 个水平的碘乙酸、二氯乙酸和三氯乙酸的标准曲线图。

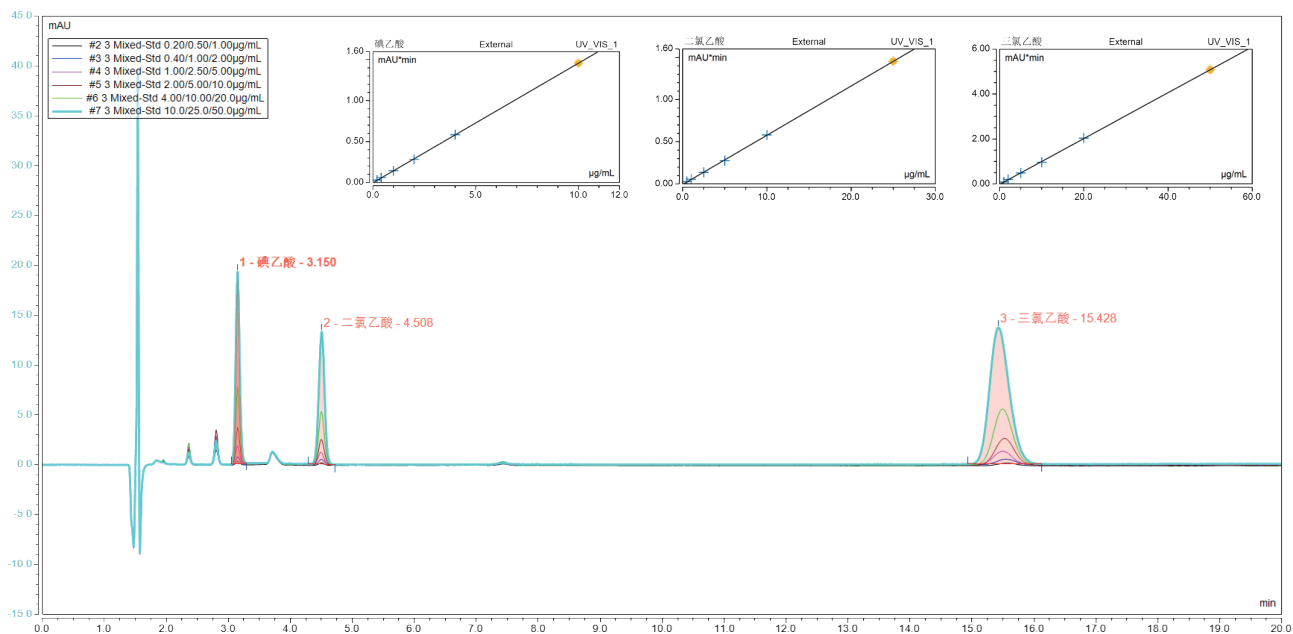


图 2 5 个水平的碘乙酸、二氯乙酸和三氯乙酸的标准曲线图

市政自来水加标谱图见图 3

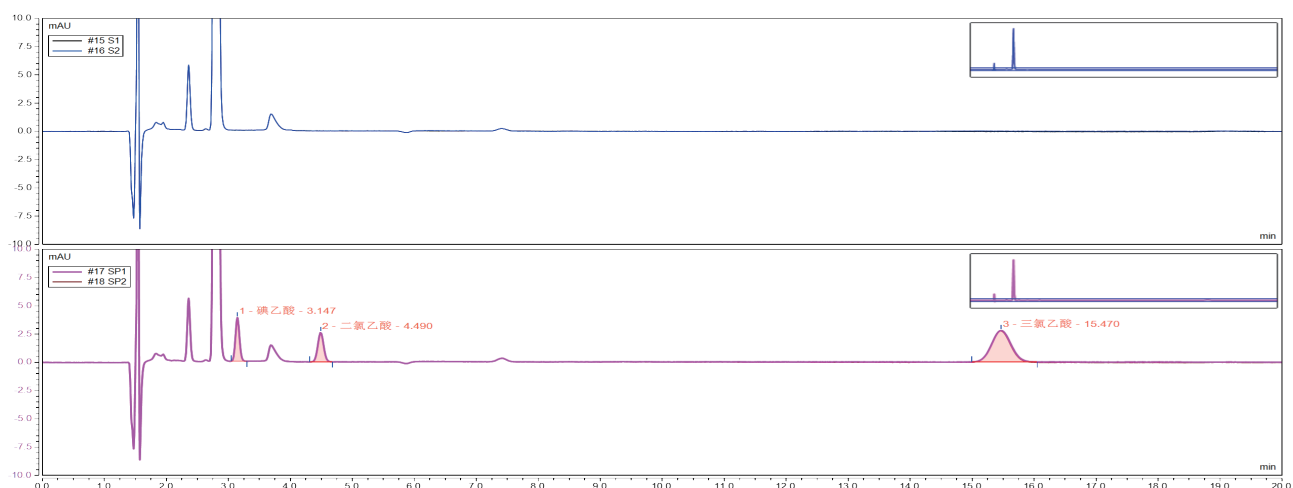


图 3. 市政自来水加标碘乙酸 2.00 mg/L ， 二氯乙酸 5.00 mg/L ， 三氯乙酸 10.0 mg/L 结果图

结论

本文实验结果表明，Acclaim Trinity P1，3 µm，150×3.0 mm 在 VanquishCore 液相上可以在 20 分钟内将碘乙酸、二氯乙酸和三氯乙酸基线分离。无需复杂的样品前处理或者同位素标记定量，简便可行。

详细信息请查找：Acclaim Trinity P1 应用于生活饮用水及工艺用水中碘乙酸、二氯乙酸和三氯乙酸的含量测定，CCS-HJ-071

2.5 LC-MS 篇

2.5.1 GB/T 5750.8-13 丙烯酰胺

生活饮用水中丙烯酰胺的测定—高效液相色谱串联质谱法

引言

丙烯酰胺可以通过食品美拉德反应而产生，广泛存在于油炸、焙烤等高温处理的食品当中。同时它也是一类重要工业合成化工原料，可用作聚丙烯酰胺。聚丙烯酰胺是由丙烯酰胺均聚合而成的线性高分子聚合物，在水处理以及食品行业，聚丙烯酰胺通常作为絮凝剂。然而其在生产、使用的过程中可能会缓慢释放出丙烯酰胺单体。通过饮食进入人体，可能会给人体健康带来潜在的危害，目前研究表明过量的接触丙烯酰胺会导致神经毒性、遗传物质损伤和基因突变，故其被国际癌症研究机构列为“可能对人致癌物质”，属于 2A 类致癌物。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 超高效液相色谱仪；

Thermo Scientific™ TSQ 系列三重四极杆质谱仪；

2 试剂及标准品：

丙烯酰胺标准品、质谱纯甲醇、超纯水、甲酸；

3 分析条件：

3.1 液相色谱条件：

Vanquish™ Flex UHPLC 液相系统；色谱柱：ThermoFisher HyperCarb, 100×2.1 mm, 3 μm (P/N:35003)；流动相：水相，0.1% 甲酸水；有机相：甲醇 =2:98，等度洗脱；流速：0.25 mL/min；进样量：10 μL；柱温：30 °C；洗脱时间 8 min；

3.2 质谱条件：

离子源：可加热电喷雾离子源 (H-ESI)；监测模式：多反应监测模式 (SRM)；扫描模式：正离子模式；质谱条件：喷雾电压：4500 V；离子源温度：300 °C；离子传输管温度：350 °C；鞘气：35 Arb；辅助气：10 Arb，Q1 分辨率 (FWHM)：0.7，Q2 分辨率 (FWHM)：1.2；碰撞气压力：2 mTorr；丙烯酰胺及其同位素选择反应监测离子对参数见表 1。

表 1 丙烯酰胺及同位素质谱参数

Compound	Precursor (m/z)	Product (m/z)	Collision Energy (V)	Tube Lens (m/z)	Source Fragmentation (V)
丙烯酰胺	72.0	54.9*	11	63	21.2
		43.9	20	63	21.2
		27.1	20	63	21.2
C313- 丙烯酰胺	75.0	57.9*	11	63	21.2
		44.9	20	63	21.2

带 * 为定量离子

4 测试结果:

丙烯酸胺离子流图, 如图 1 所示。采用赛默飞独有的 Hypercarb 色谱柱分离保留丙烯酸胺, 得到优异的峰形和良好的保留。丙烯酸胺保留时间为 4.54 min, 峰形优异。

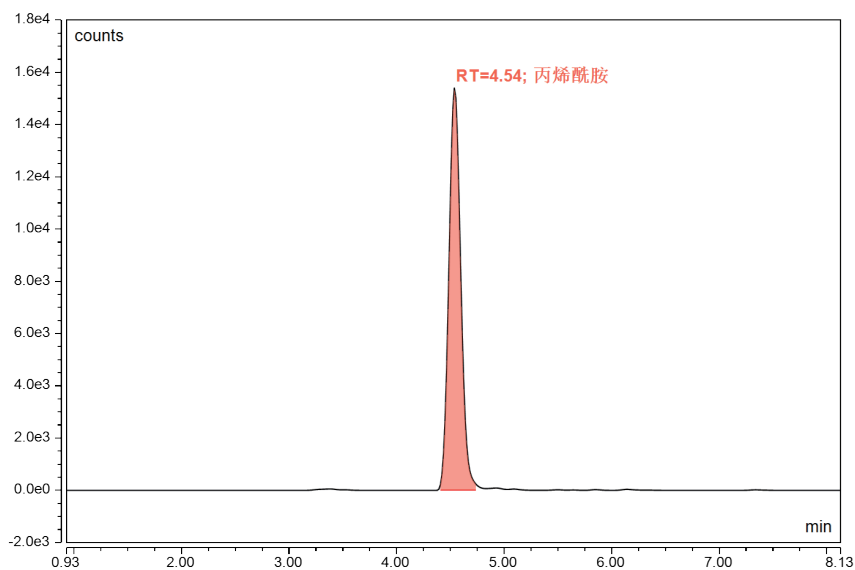


图 1 HyperCarb 柱分离丙烯酸胺 TIC 图

采用逐级稀释法配制得到丙烯酸胺系列标准工作溶液, 线性范围 0.050-20.0 ng/mL, 线性相关系数 $R^2=0.9998$, 线性关系良好。丙烯酸胺线性关系图, 见图 2。

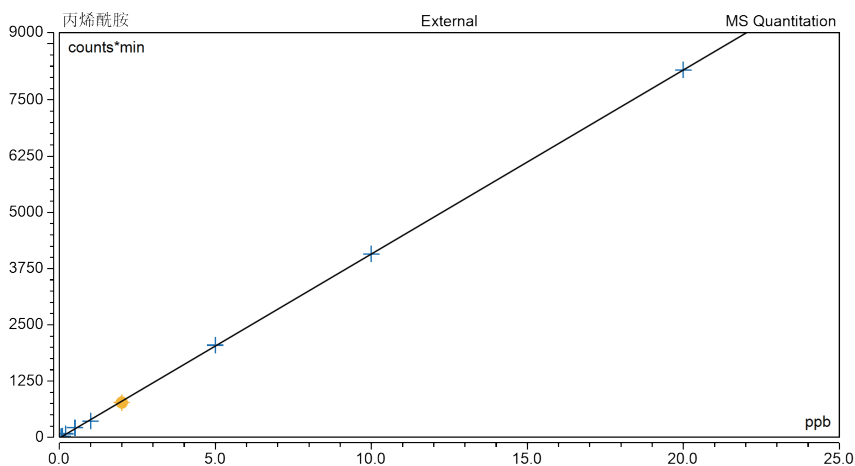


图 2 丙烯酸胺校准曲线线性范围 0.050-20.0 ng/mL

丙烯酸胺标准品溶液 5.0 ng/mL 连续 6 次进样, 保留时间 RSD 为 0.06%, 峰面积 RSD 为 0.54%, 方法重现性良好。

结论

本文基于 Thermo Scientific 三重四极杆串联质谱平台, 依据新国标《生活饮用水标准检验方法》GB/T5750 中新增加的丙烯酸胺液相色谱质谱分析法, 通过直接进样的方式, 采用赛默飞特色的 Hypercarb 色谱柱测定水质中丙烯酸胺, 得到良好的保留, 优异的峰形和重现性, 可有效排除样品基质干扰。该方法前处理简单, 灵敏度高、能够满足生活饮用水、瓶装水中丙烯酸胺的检测。

2.5.2 GB/T 5750.5-14.3 高氯酸盐

生活饮用水中高氯酸盐的测定—高效液相色谱串联质谱法

引言

高氯酸盐是环境中主要的无机污染物之一，具有高稳定性、高扩散性和持久性的污染物，广泛存在于各类水体中。环境中高氯酸根主要来源包括：人为污染来源，主要包括饮用水中的消毒剂副产物，工业生产、火箭染料以及军工制造等；自于自然界中固体高氯酸盐，铵盐以及钾盐等无机盐的溶解。环境中 ClO_4^- 可以通过饮水、呼吸、或经食物链等多种不同途径进入人体。过量摄入 ClO_4^- 会导致人体智力低下和甲状腺肿瘤。2005 年 EPA 给出了一个饮用水终生健康临时指导值，建议饮用水中高氯酸盐浓度不能超过 $15\mu\text{g/L}$ 。2017 年世界卫生组织发布的《饮用水水质准则第四版》第一次修订附录中提出饮用水中高氯酸盐的准则值为 0.07 mg/L 。新版标准中高氯酸盐 (以 ClO_4^- 计) 的最低检测质量浓度为 0.002 mg/L 。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 超高效液相色谱仪；

Thermo Scientific™ TSQ 系列三重四极杆质谱仪；

2 试剂及标准品：

高氯酸盐标准品、甲酸铵、质谱纯乙腈、超纯水；

3.1 液相色谱条件：

Vanquish™ Flex UHPLC 液相系统；色谱柱：ThermoFisher Acclaim Trinity P1, $100\times 2.1\text{ mm}$, $3\mu\text{m}$ (P/N:075565)；流动相：水相， 20mM 甲酸铵水溶液；有机相：乙腈；进样量： $10\mu\text{L}$ ；柱温： $35\text{ }^\circ\text{C}$ ；洗脱时间 10 min ；高氯酸盐检测液相洗脱梯度见表 1。

表 1 高氯酸盐洗脱梯度

时间	A%	B%	流速 mL/min
0.00	90	10	0.3
0.50	90	10	0.3
4.00	35	65	0.3
5.00	5	95	0.3
7.00	5	95	0.3
7.01	90	10	0.3
10.0	90	10	0.3

3.2 质谱条件：

离子源：可加热电喷雾离子源 (H-ESI)；监测模式：多反应监测模式 (SRM)；扫描模式：负离子模式；质谱条件：喷雾电压： 3000 V ；离子源温度： $300\text{ }^\circ\text{C}$ ；离子传输管温度： $300\text{ }^\circ\text{C}$ ；鞘气： 35 Arb ；辅助气： 10 Arb ，Q1 分辨率 (FWHM)： 0.7 ，Q2 分辨率 (FWHM)： 1.2 ；碰撞气压力： 2 mTorr ；高氯酸根及其同位素选择反应监测离子对参数见表 2。

表 2 高氯酸根及同位素质谱参数

Compound	Precursor (m/z)	Product (m/z)	Collision Energy (V)	Tube Lens (m/z)	Source Fragmentation(V)
ClO_4^-	98.9	83.0*	24.0	76	22.9
	100.9	85.0	24.0	77	22.9
$\text{Cl}^{16}\text{O}_4^-$	106.8*	89.0*	26.7	79	22.9
	108.8	91.0	26.7	79	22.9

带 * 为定量离子

4 测试结果:

高氯酸根定量离子流图, 如图 1 中高氯酸根离子的 TIC 图所示。采用赛默飞独家的 Acclaim Trinity P1 色谱柱检测水中的高氯酸根离子, 采用上述开发的仪器分析方法, 高氯酸根离子可获得了良好的色谱峰和保留。高氯酸根保留时间为 4.20 min。

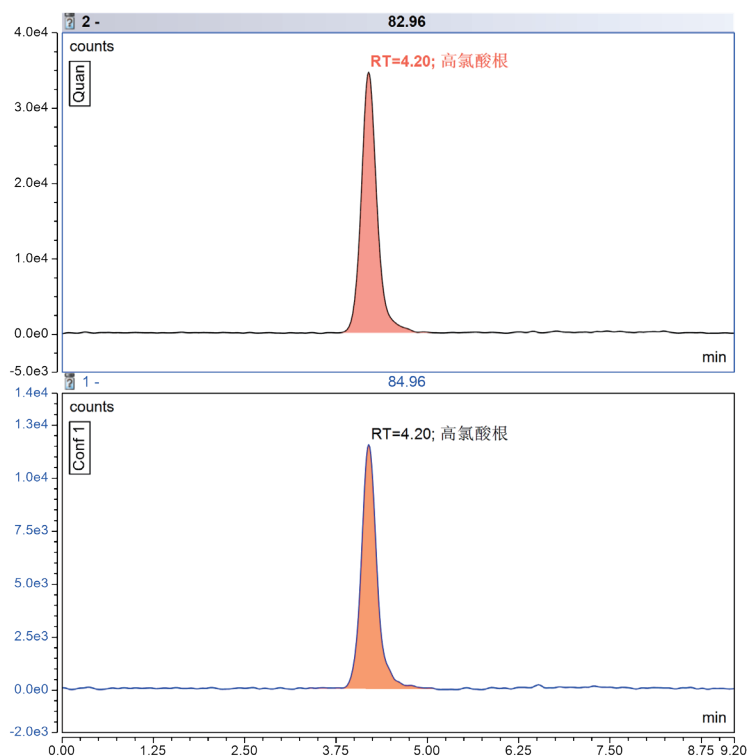


图 1 高氯酸根定量离子流图

采用逐级稀释法配制得到高氯酸根系列标准工作溶液, 线性范围 0.5-100.0 ng/mL, 采用上述仪器采集方法, 线性相关系数 $R^2=0.9995$, 线性关系良好。高氯酸根线性关系图, 见图 2。

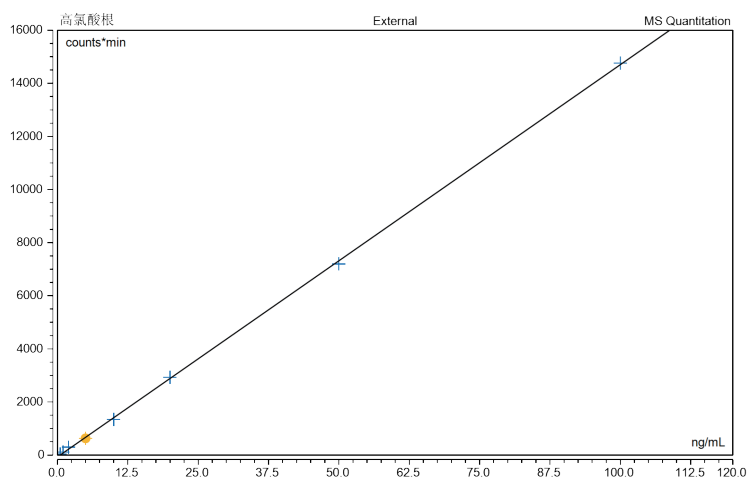


图 2 高氯酸根校准曲线线性范围 0.5-100.0 ng/mL

实验通过高氯酸根标准品溶液 5.0 ng/mL 连续 6 次进样, 保留时间 RSD 为 0.01%, 峰面积 RSD 为 0.98%, 方法重现性良好。

结论

本文基于 Thermo Scientific 三重四极杆串联质谱平台, 开发了快速分析水质中高氯酸盐的方法, 该方法采用赛默飞特色的 Acclaim Trinity P1 色谱柱, 采用直接进样的方法对目标物进行分析。该方法前处理简单, 灵敏度高, 通用性强, 对高氯酸根离子保留高, 峰形好, 非常适用于地表水、地下水、生活饮用水、瓶装水以及原水水质中高氯酸根离子的检测。

2.5.3 GB/T 5750.8-79 戊二醛

生活饮用水中戊二醛的测定—液相色谱串联质谱法

引言

戊二醛是带有刺激性气味的无色透明油状液体，是一种优良的杀菌消毒剂，被誉为继“甲醛”和“环氧乙烷”之后化学消毒剂发展史上的第三个里程碑，被广泛应用于医药、卫生、石油化工和有机合成等领域。戊二醛对人体组织有一定的毒性，相关报道表明具有明显的黏膜毒性和皮肤刺激性，接触戊二醛的人员会出现不同程度的喷嚏、头痛、皮疹和慢性咳嗽等症状。目前世界许多国家和地区都将其列入化合物安全管控清单。戊二醛在生产、排放、流通和使用过程中，或直接随废水排入水体，或通过地表水循环进入水体中。

当前戊二醛主流的检测方法有滴定法和色谱法，由于其易受到背景杂质的干扰，导致定量结果不准和假阳性情况。依据新国标《生活饮用水标准检验方法》，水中的戊二醛与 2,4-二硝基苯肼（DNPH）在酸性体系中反应生成戊二醛-2,4-二硝基苯腙，滤膜过滤后进样。经液相色谱仪分离后进入串联质谱仪，采用选择反应监测（SRM）模式，选取高响应异构体为定性定量离子，根据保留时间和特征离子峰定性，外标法定量。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 超高效液相色谱仪；

Thermo Scientific™ TSQ 系列三重四极杆质谱仪；

2 试剂及标准品：

戊二醛标准品、乙酸铵、质谱纯乙腈、超纯水，2,4-二硝基苯肼等。

3.1 液相色谱条件：

Vanquish™ Flex UHPLC 液相系统；色谱柱：Hypersil Gold Vanquish, 100×2.1 mm, 1.9 μm (P/N:25002-102130-V)；流动相：水相，2.5mM 乙酸铵水溶液；有机相：乙腈；进样量：10 μL；柱温：30 °C；洗脱时间 6.5 min；戊二醛衍生物检测液相洗脱梯度见表 1。

表 1 戊二醛衍生物洗脱梯度

时间	A%	B%	流速 mL/min
0.00	80	20	0.3
1.00	40	60	0.3
3.50	10	90	0.3
4.50	10	90	0.3
4.60	80	20	0.3
6.50	80	20	0.3

3.2 质谱条件：

离子源：可加热电喷雾离子源（H-ESI）；监测模式：选择反应监测模式（SRM）；扫描模式：负离子模式；质谱条件：喷雾电压：3500 V；离子源温度：350 °C；离子传输管温度：300 °C；鞘气：40 Arb；辅助气：5 Arb，Q1 分辨率（FWHM）：0.7，Q2 分辨率（FWHM）：1.2；碰撞气压力：2 mTorr；戊二醛衍生物选择反应监测离子对参数见表 2。

表 2 戊二醛衍生物的质谱参数

Compound	Precursor (m/z)	Product (m/z)	Collision Energy (V)	Tube Lens (m/z)	Source Fragmentation (V)
戊二醛 -DNPH	459.1	182.0*	17.4	102	19.6
	459.1	163.0	16.4	102	19.6
	459.1	179.0	13.1	102	19.6
	459.1	197.0	12.8	102	19.6

带 * 为定量离子

4 测试结果：

目标物定量定性离子流图，如图 1 中戊二醛衍生物的定量定性通道离子流图所示。采用赛默飞经典的 Hypersil Gold Vanquish C18 色谱柱检测水中经过衍生化的戊二醛衍生物，采用上述开发的仪器分析方法，该衍生物可获得良好的色谱峰和保留。戊二醛衍生物在 C18 柱上呈现双峰，其主峰的保留时间为 4.39 min。

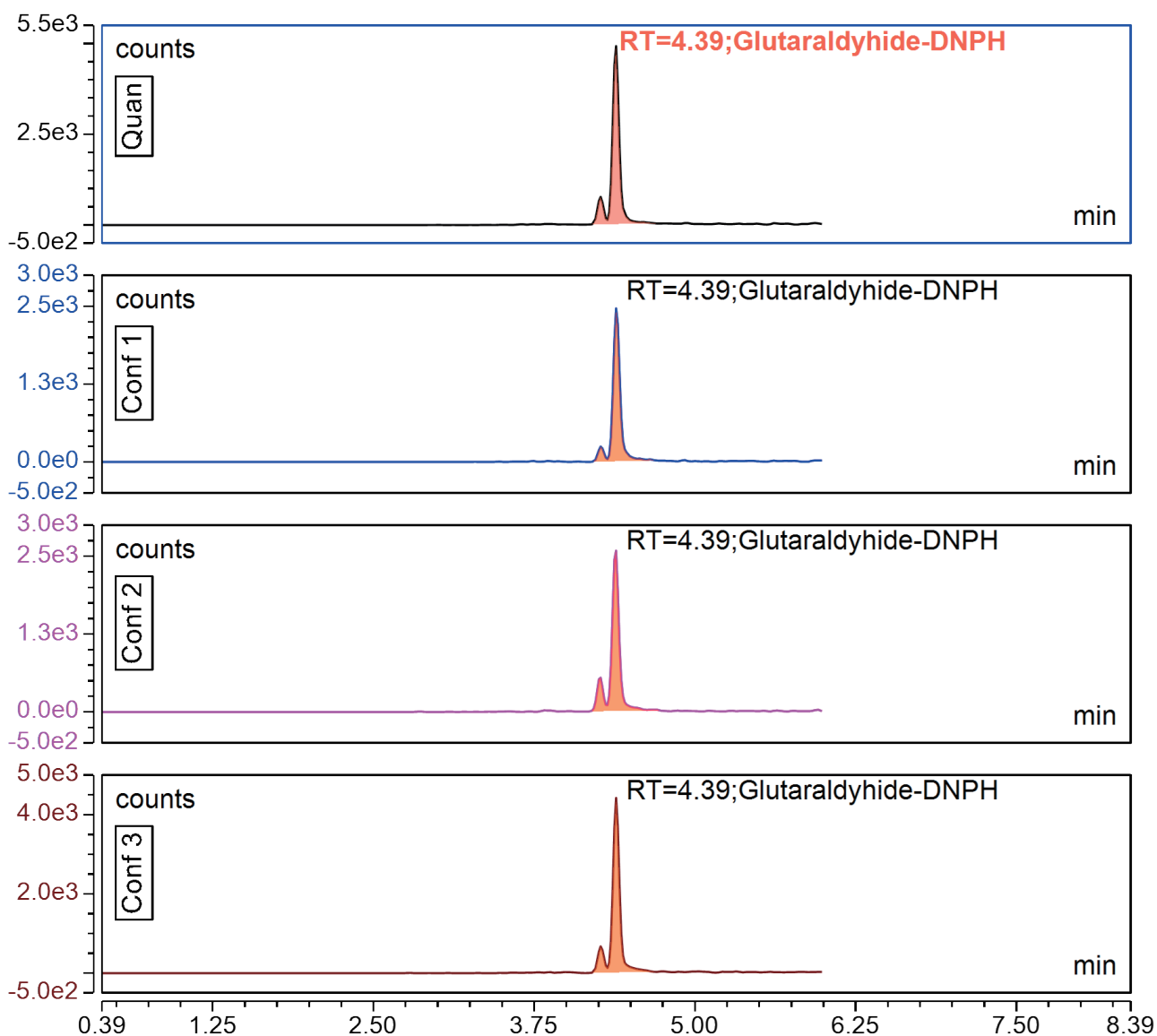


图 1 戊二醛衍生物定量定性离子流图

采用逐级稀释法配制得到戊二醛标准工作溶液，线性范围 1.0-100.0 ng/mL，参考新国标 GB/T 5750 戊二醛的衍生化过程，采用上述仪器采集方法，线性相关系数 $R^2=0.9996$ ，线性关系良好。戊二醛衍生物的线性关系图，见图 2。

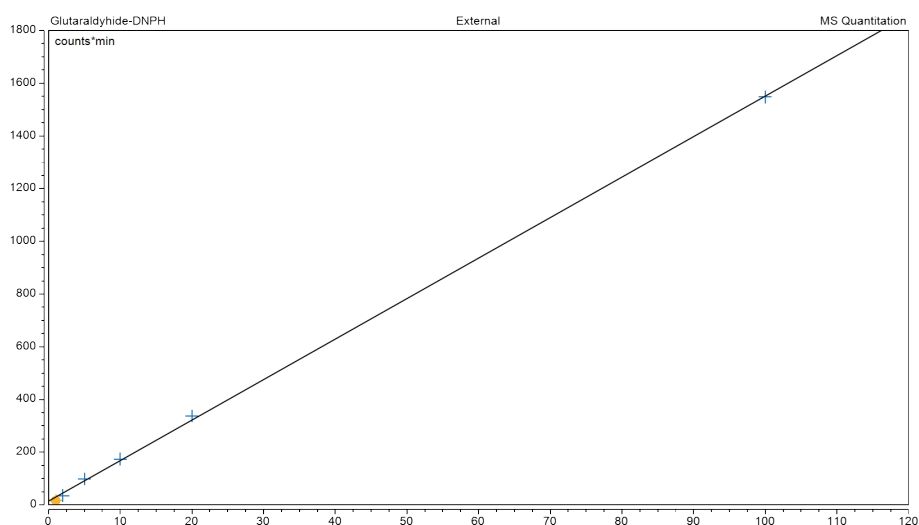


图 2 戊二醛衍生物校准曲线线性范围 1.0-100.0 ng/mL

实验通过戊二醛衍生后标准品溶液 10.0 ng/mL 连续 6 次进样，保留时间 RSD 为 0.01%，峰面积 RSD 为 0.28%，方法重现性良好，方法灵敏度优异，远高于标准要求的 1.0 ng/mL 的检测限要求。

结论

本文基于 Thermo Scientific 三重四极杆串联质谱平台，利用目标物与 2,4- 二硝基苯肼（DNPH）在酸性体系中反应生成戊二醛-2,4- 二硝基苯肼衍生物，分析水质中戊二醛的分析方法，该方法采用赛默飞 Gold C18 色谱柱，对水质中的戊二醛衍生物进行分析测定。该方法前处理相对简单，灵敏度优异，选择性强，非常适用于生活饮用水、瓶装水以及原水水质中高氯酸根离子的检测。

2.5.4 GB/T 5750.8-16.2 微囊藻毒素

生活饮用水中微囊藻毒素的测定—液相色谱串联质谱法

引言

微囊藻毒素是一类基本结构由 7 个氨基酸组成的环状多肽，由于多肽组成中氨基酸种类的不同，导致其在自然界存在多种类型。当蓝藻发生水华污染时，有毒蓝藻细胞破裂会向水体中释放多种不同类型的藻毒素。目前研究表明，微囊藻毒素对生物体的危害主要表现在肝脏毒性和神经毒性，对生物体的其他代谢器官也会造成不同程度的损伤。自来水常规处理工艺无法有效传出去水中的微囊藻毒素，全国每年都有许多自来水厂因蓝藻暴发而造成水源污染而被迫减产或者停车，给大家的饮用水安全带来潜在的隐患。鉴于微囊藻毒素来源于藻类，对人和其他动物具有很高的毒性和潜在危害，水中藻类毒素的分析检测研究，对于保护环境安全和人类生命健康具有重要意义。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 超高效液相色谱仪

Thermo Scientific™ TSQ 系列三重四极杆质谱仪

2 试剂及标准品：

微囊藻毒素标准品（MC-LR/MC-RR）、甲酸铵、质谱纯甲醇、超纯水

3.1 液相色谱条件：

Vanquish™ Flex UHPLC 液相系统；色谱柱：Accucore C8, 100×2.1 mm, 2.6 μm (P/N:17226)；流动相：水相，10mM 甲酸铵水溶液；有机相：甲醇；进样量：20 μL；柱温：30 °C；洗脱时间 15 min；微囊藻毒素液相洗脱梯度见相关的 AN。

3.2 质谱条件：

离子源：可加热电喷雾离子源（H-ESI）；监测模式：选择反应监测模式（SRM）；扫描模式：正离子模式；质谱条件：喷雾电压：4000 V；离子源温度：400 °C；离子传输管温度：320 °C；鞘气：40 Arb；辅助气：10 Arb，Q1 分辨率（FWHM）：0.7，Q2 分辨率（FWHM）：1.2；碰撞气压力：2 mTorr；微囊藻毒素选择反应监测离子对参数见相关 AN。

4 测试结果：

微囊藻毒素 MC-LR 和 MC-RR 离子流图，如图 1 所示。其中 MC-LR 选择 $[M+H]^+$ 为母离子，MC-RR 选择 $[M+2H]^{2+}$ 作为母离子，采用赛默飞 Accucore C8 色谱柱分离，两个待测物均可得到优异的峰形和良好的保留。MC-LR 和 MC-RR 分别为 6.04min 和 6.13min。

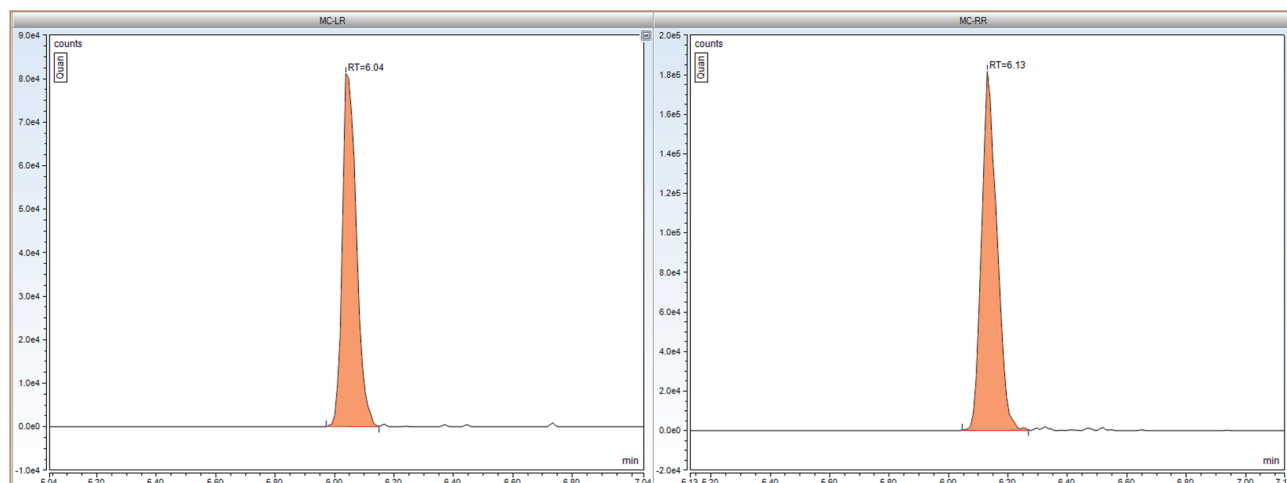


图 1 MC-LR 和 MC-RR TIC 图

采用逐级稀释法配制得到微囊藻毒素系列标准工作溶液，线性范围 1.0-200.0 ng/mL，MC-LR 和 MC-RR 的线性相关系数 R^2 均大于 0.999，线性关系良好。MC-LR 和 MC-RR 两个化合物的线性关系图，见图 2。

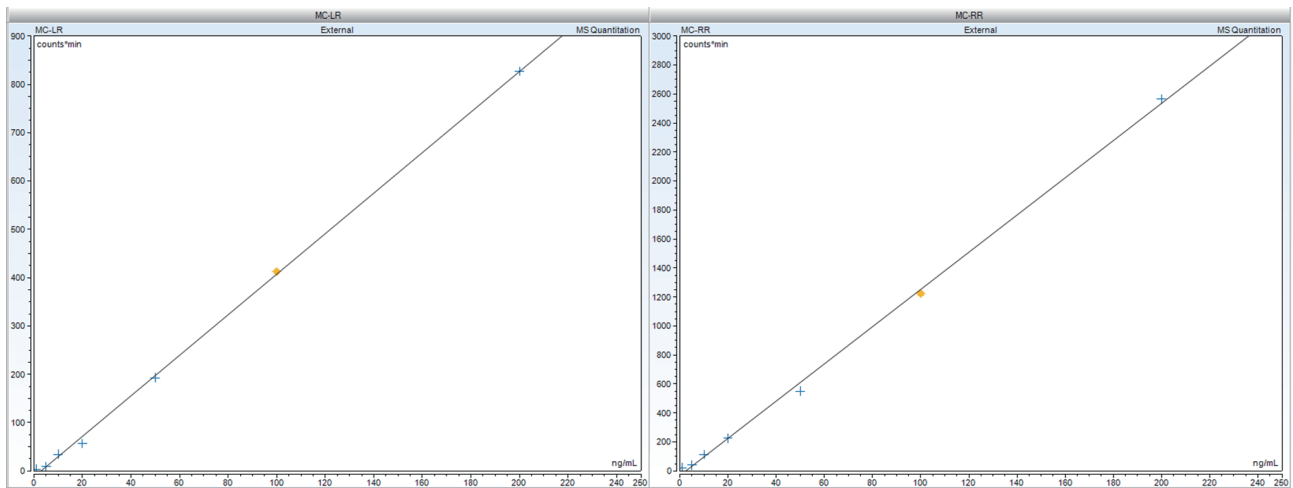


图 2 MC-LR 和 MC-RR 校准曲线线性范围 1.0-200.0 ng/mL

微囊藻毒素方法采集参数、方法检出限、精密度、及准确度测试等指标均详见相关的 AN。

结论

本文基于 Thermo Scientific 三重四极杆串联质谱平台，开发了直接进样快速分析水质中微囊藻毒素 (MCs) 的方法。该方法前处理简单，灵敏度满足饮用水和地表水法规的限量标准，能够准确、可靠地检测环境水中痕量的微囊藻毒素。

2.5.5 GB/T 5750.9- (25-35) 氟苯脲等 11 种苯甲酰脲类农残 生活饮用水中 11 种苯甲酰脲类农残的测定—液相色谱串联质谱法

引言

苯甲酰脲类杀虫剂主要成份是苯甲酰基脲类化合物，该类农药具有抗蜕皮激素的生物活性，通过抑制昆虫几丁质合成而导致其死亡或不育，是被誉为第 3 代杀虫剂或新型昆虫控制剂。该类农药尤其是对有机磷、拟除虫菊酯、氨基甲酸酯类杀虫剂有抗药性的害虫防治效果更佳。但过度使用可能会造成环境污染，苯甲酰脲类杀虫剂施用于作物后会通过各种途径进入环境，对环境的影响已经引起世界各国的广泛关注，饮用水源受到农业生产中杀虫剂污染已成为苯甲酰脲类农药生物暴露的主要来源。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 超高效液相色谱仪

Thermo Scientific™ TSQ 系列三重四极杆质谱仪

2 试剂及标准品：

11 种苯甲酰脲类农残标准品、质谱纯甲醇、超纯水、质谱纯甲酸

3.1 液相色谱条件：

Vanquish™ Flex UHPLC 液相系统；色谱柱：Hypersil Gold Vanquish, 100×2.1 mm, 1.9 μm (P/N:25002-102130-V)；流动相：水相，0.1% 水溶液；有机相：甲醇；流速：0.3 mL/min；进样量：10 μL；柱温：30 °C；洗脱时间 10 min，11 种苯甲酰脲类农残检测液相洗脱梯度见相关的 AN；

3.2 质谱条件：

离子源：可加热电喷雾离子源（H-ESI）；监测模式：选择反应监测模式（SRM）；扫描模式：正离子模式；质谱条件：喷雾电压：4500 V；离子源温度：300 °C；离子传输管温度：350 °C；鞘气：35 Arb；辅助气：10 Arb，Q1 分辨率（FWHM）：0.7，Q2 分辨率（FWHM）：1.2；碰撞气压力：2 mTorr；11 种苯甲酰脲类农残选择反应监测离子对参数见相关 AN。

4 测试结果：

11 种苯甲酰脲类农残总离子流图，如图 1 所示。采用赛默飞经典的 Hypersil Gold C18 色谱柱采集 11 种农残，得到优异的峰形和良好的保留。

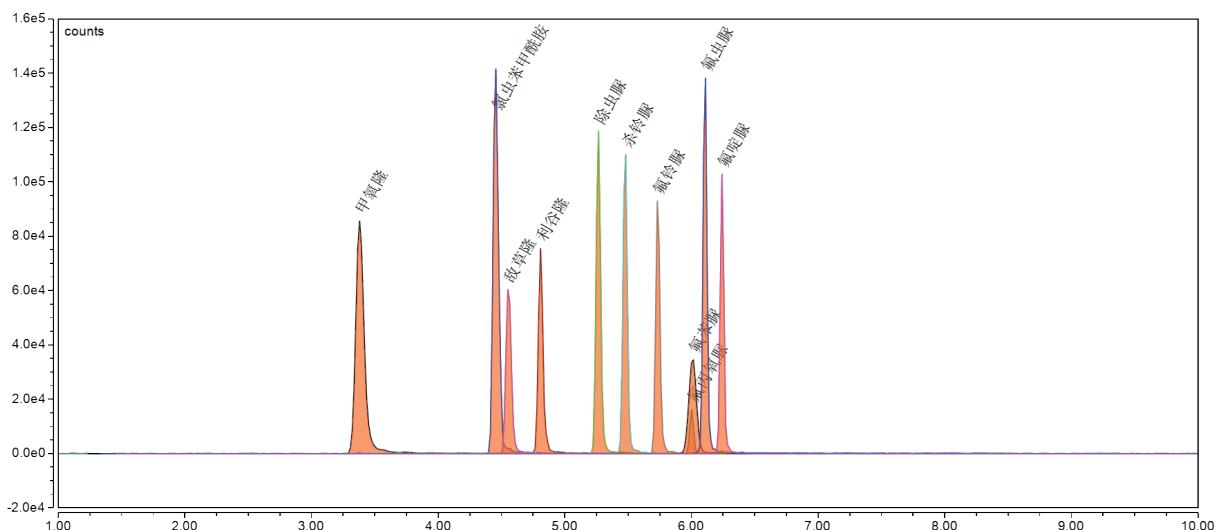


图 1 11 种农残总离子流图

采用逐级稀释法配制得到 11 种目标物系列标准工作溶液，线性范围 0.1-10.0 ng/mL，线性相关系数 R^2 均大于 0.998，线性关系良好。线性关系图，见图 2。

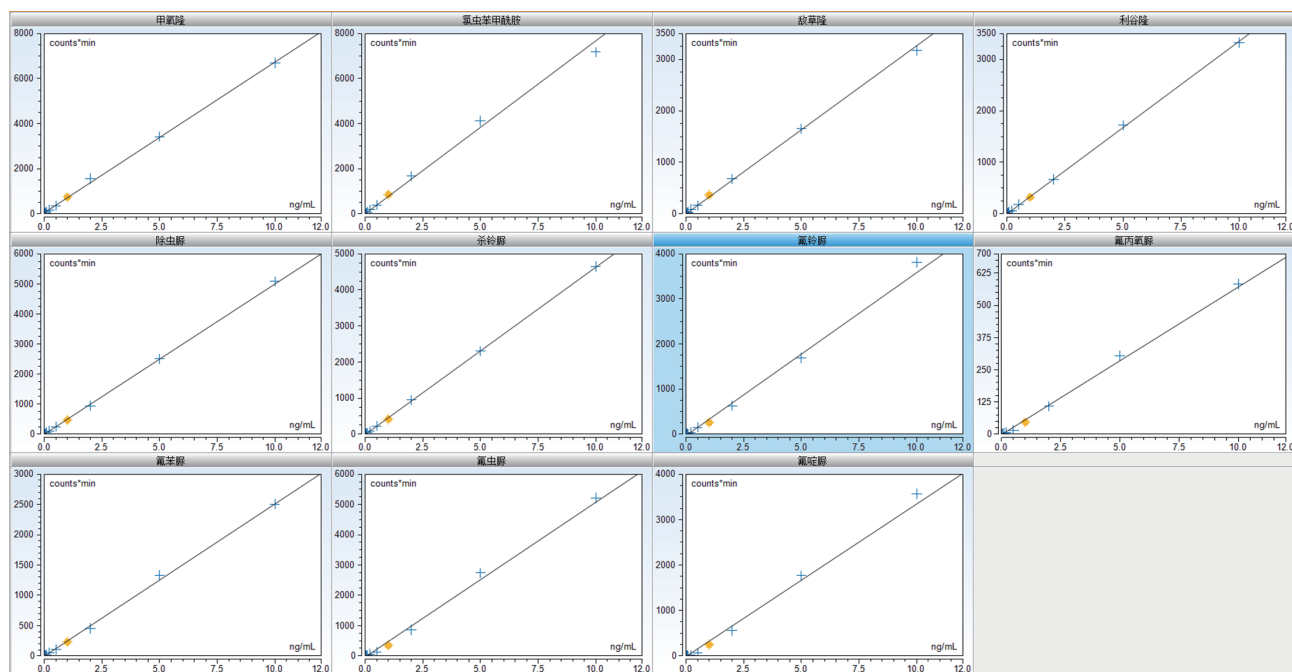


图 2 11 种农残校准曲线线性范围 0.1-10.0 ng/mL

方法采集参数、方法检出限、精密度、及准确度测试等指标均详见相关的 AN。

结论

本文采用赛默飞液相色谱三重四极杆串联质谱平台对水质中的苯甲酰胺类农药进行同时检测，该方法采用赛默飞 Hpersil Gold C18 色谱柱对 11 种目标物进行分离。方法采用直接进样分析，前处理简单，分离保留效果好、灵敏度高、特异性好，可满足对地表水、地下水以及生活饮用水中苯甲酰胺类农残的检测要求。

2.5.6 GB/T 5750.9- (14-20) 莠去津 , 咪喃丹等多种农残

生活饮用水中多种农残的测定—液相色谱串联质谱法

引言

现代农业生产中, 为提高农作物的产量, 有机磷、有机氯、除草剂以及生长调节剂类农药被广泛应用。未被利用的农药农药会通过自然循环系统, 通过地表径流, 地下水系统等途径进入水环境, 影响水环境质量。水中农药残留严重影响人和动物的生命质量。饮用水中农药污染在整个农药环境污染中占有重要地位。强化对饮用水中高风险农药的检测, 对于保障生物体的健康十分必要。

实验部分

1 仪器配置:

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 高效液相色谱仪

Thermo Scientific™ TSQ 系列三重四极杆质谱仪

2 试剂及标准品:

多农残标准品、质谱纯甲醇、超纯水、质谱纯甲酸、甲酸铵

3.1 液相色谱条件:

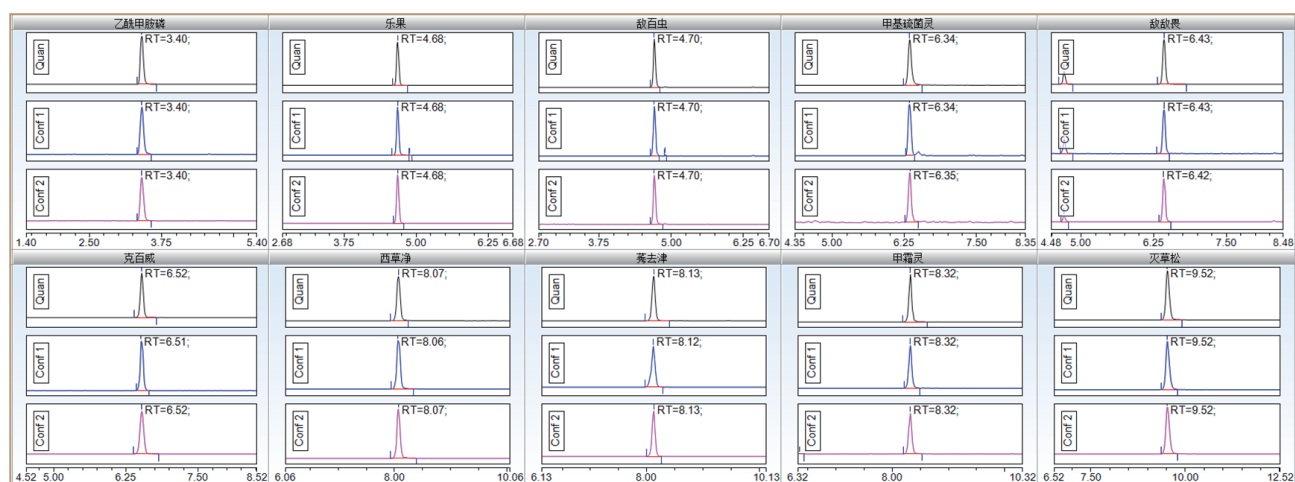
Vanquish™ Flex UHPLC 液相系统: 色谱柱: Acclaim Vanquish C18 (150 × 2.1 mm, 2.2 μm); 流动相: 水相, 2mM 甲酸铵水溶液 (0.1% 甲酸); 有机相: 甲醇; 流速: 0.3 mL/min; 进样量: 5 μL; 柱温: 40 °C; 洗脱时间 25 min, 多农残液相洗脱梯度见相关的 AN;

3.2 质谱条件:

离子源: 可加热电喷雾离子源 (H-ESI); 监测模式: 选择反应监测模式 (SRM); 扫描模式: 正/负离子模式同时扫描; 质谱条件: 喷雾电压: 正 4500V/ 负 3000 V; 离子源温度: 400 °C; 离子传输管温度: 350 °C; 鞘气: 40 Arb; 辅助气: 10 Arb, Q1 分辨率 (FWHM): 0.7, Q2 分辨率 (FWHM): 1.2; 碰撞气压力: 2 mTorr; 多种农残选择反应监测离子对参数见相关的 AN。

4 测试结果:

多农残检测离子流图, 如图 1 所示。采用赛默飞 Acclaim Vanquish C18 多农残检测色谱柱对水质中有机磷, 除草剂等多种类型农药进行分析检测, 得到优异的峰形和良好的保留。所有农残化合物能够提供 3 组以上的离子对, 为定量定性提供充足的依据。



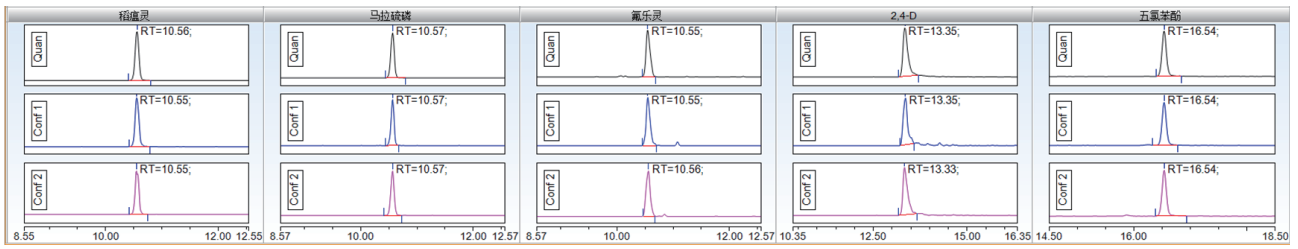


图 1. 部分农残定量定性提取离子流图

采用逐级稀释法配制得到多农残系列标准工作溶液，线性范围 0.5-200.0 ng/mL，所有农残的线性相关系数 R^2 均大于 0.997，线性关系良好。典型化合物的线性关系图，见图 2。

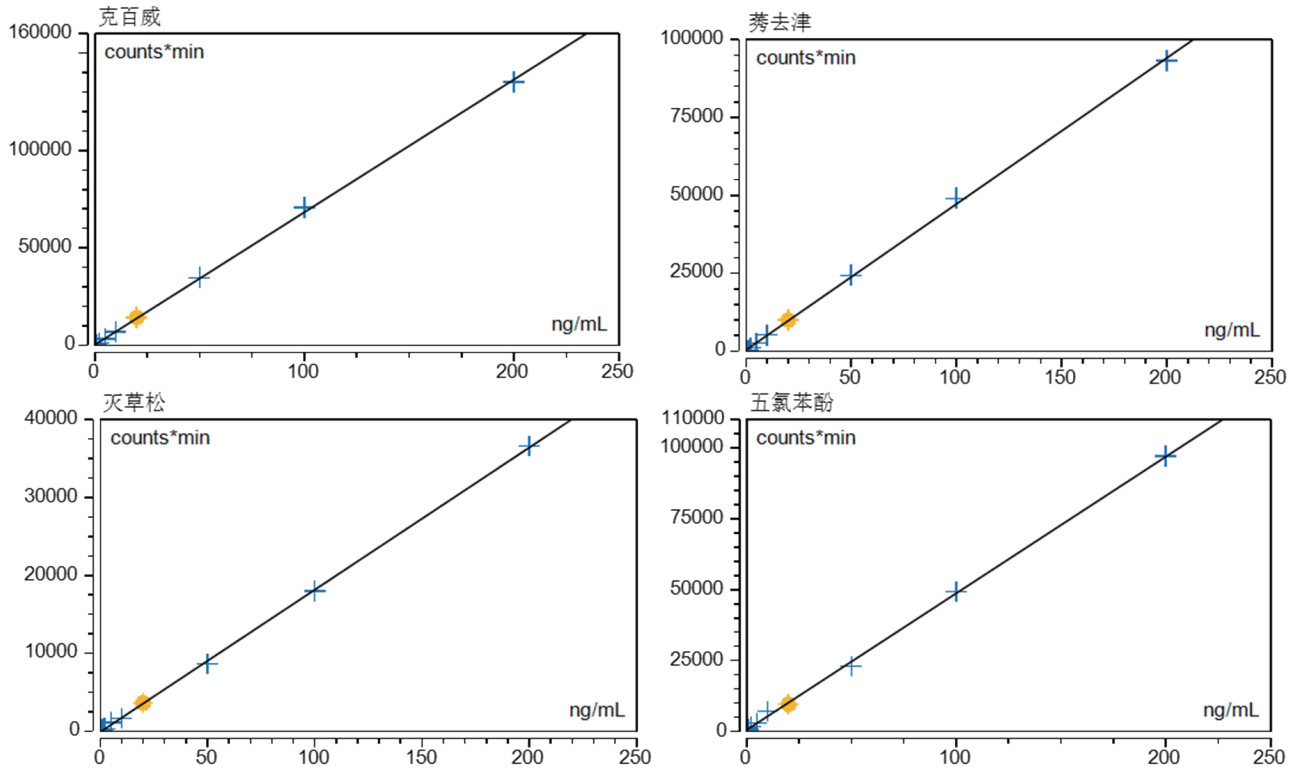


图 2. 典型农药呋喃丹、莠去津、灭草松和五氯酚标准曲线

方法采集参数、方法检出限、精密度、及准确度测试等指标均详见相关的 AN。

结论

本文采用赛默飞液相色谱三重四极杆串联质谱平台对水中有机磷、有机氯以及除草剂等多种类型的农药进行同时检测，该方法采用赛默飞 Acclaim Vanquish C18 色谱柱对多种农残实现定量定性。方法采用直接进样分析，前处理简单，分离保留效果好、灵敏度高、特异性好，可满足对地表水、地下水以及生活饮用水中多种类型的农残高通量的定量和筛查的检测要求。

2.5.7 GB/T 5750.8- (83-84) 种全氟辛酸和全氟磺酸

生活饮用水中 11 种全氟化合物的测定—超高效液相色谱串联质谱法

引言

全氟化合物 (PFAs) 是一类具有特殊理化性质的人造化合物, 其以表面活性、热稳定性、耐酸性以及疏水疏油性而广泛应用于生产与生活中, 如纺织品涂层、染色剂、泡沫灭火器、皮革等行业。PFAs 具有键能很强的 C-F 键, 其极大的稳定性导致该类化合物难以在环境介质中化学降解及生物降解, 并且可在生物体内放大、富集。研究表明, 全氟类化合物在生物体内的蓄积水平高于已知的有机氯农药和二恶英等持久性有机污染物的数百倍至数千倍。全氟类化合物还具有生殖毒性、诱变毒性、发育毒性、神经毒性、免疫毒性等多种毒性, 是一类具有全身多脏器毒性的环境污染物。中国、欧盟及世界各国都对相关产品中的 PFAs 提出了限制要求, 并陆续发布了相应的检测标准。

实验部分

1 仪器配置:

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 超高效液相色谱仪

Thermo Scientific™ TSQ 系列三重四极杆质谱仪

2 试剂及标准品:

11 种 PFAs 标准品以及相关内标、乙酸铵、质谱纯甲醇、超纯水

3.1 液相色谱条件:

Vanquish™ Flex UHPLC 液相系统: Trap 柱: Thermo Scientific Accucore C18, 50× 2.1mm, 2.6μm; 分析柱: Thermo Scientific Accucore aQ (100 × 2.1 mm, 2.6 μm); 流动相: 水相, 10mM 乙酸铵水溶液; 有机相: 甲醇; 流速: 0.3 mL/min; 进样量: 10 μL; 柱温: 35 °C; 洗脱时间 15 min, 17 种 PFAS 及其内标液相洗脱梯度见相关的 AN;

3.2 质谱条件:

离子源: 可加热电喷雾离子源 (H-ESI); 监测模式: 选择反应监测模式 (SRM); 扫描模式: 负离子模式; 质谱条件: 喷雾电压: 3000 V; 离子源温度: 400 °C; 离子传输管温度: 320 °C; 鞘气: 50 Arb; 辅助气: 10 Arb, Q1 分辨率 (FWHM): 0.7, Q2 分辨率 (FWHM): 0.7; 碰撞气压力: 2 mTorr; 17 种 PFAS 及其内标选择反应监测离子对参数见相关的 AN。

4 测试结果:

17 种 PFAs 化合物的提取离子流图, 如图 1 所示。采用赛默飞独家的 Accucore aQ 色谱柱对 17 种 PFAs 进行分析测定, 得到优异的峰形和良好的保留。

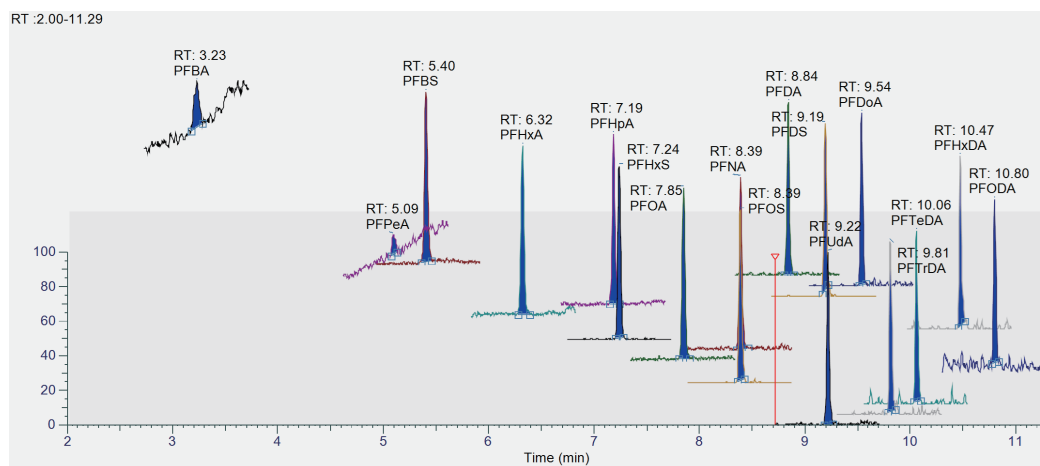


图 1. 17 种 PFAs 提取离子流色谱图

采用逐级稀释法配制得到 17 种 PFAs 系列标准工作溶液，线性范围 1.0-500.0 pg/mL，线性相关系数 R^2 均大于 0.995，线性关系良好。典型化合物的线性关系图，见图 2。

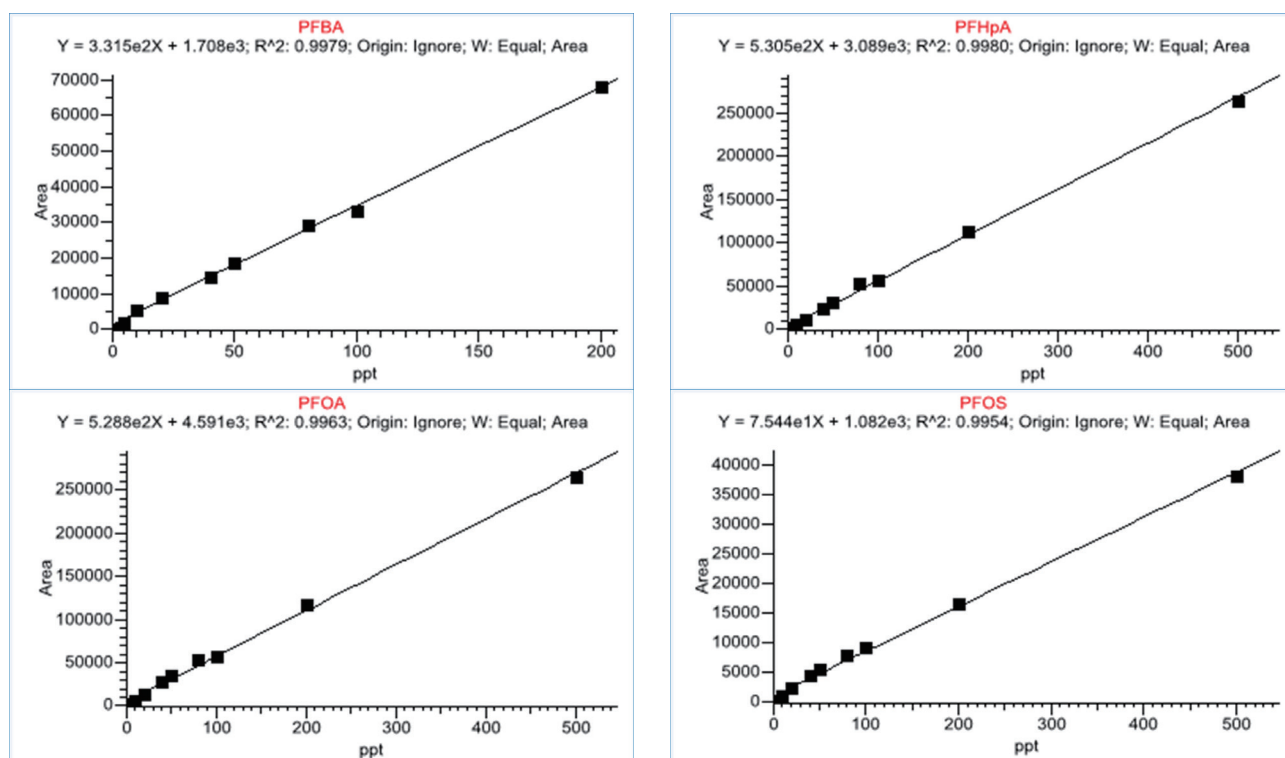


图 2. 典型 PFAs 化合物 PFBA、PFHpA、PFOA、PFOS 标准曲线

方法采集参数、方法检出限、精密度、及准确度测试等指标均详见相关的 AN。

结论

本文基于 TSQ Altis 建立了水样中 17 种全氟化合物同时分析检测的方法。该法选择性高，干扰小，稳定性好，优异的灵敏度较好满足国际国内环境法规要求。采用该法对生活饮用水及地下水等环境基质样品进行了直接进样分析，发现自来水中有 PFOA 检出，而地下水未有检出。选取地下水作为空白基质考察了基质样品中各全氟化合物的灵敏度及稳定性，也取得了优异的灵敏度和重现性结果，该法完全适用于水质中 PFAs 等有机污染物的快速高效监测分析。

2.5.8 GB/T 5750.10-15.3 酸根离子以及卤代乙酸的检测

生活饮用水中消毒剂副产物的测定—液相色谱串联质谱法

引言

氯气、氯胺和臭氧是当下较为常见的水质消毒方式，因源水中有机质及溴化物的存在，强氧化性的消毒剂对水质进行消毒的过程中会产生系列如溴酸盐、卤代乙酸、卤代烷烃等对人体健康产生强的“三致作用”的副产物。为此，世界各国，各组织均出有相关指导方法对水质消毒副产物进行严格的限定和检测。

实验部分

1 仪器配置：

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 超高效液相色谱仪；

Thermo Scientific™ TSQ 系列三重四极杆质谱仪；

2 试剂及标准品：

消毒剂副产物标准品、甲酸铵、质谱纯乙腈、超纯水；

3.1 液相色谱条件：

Vanquish™ Flex UHPLC 液相系统；色谱柱：ThermoFisher Acclaim Trinity P1, 100×2.1 mm, 3 μm (P/N:075565)；流动相：水相，20mM 甲酸铵水溶液；有机相：乙腈；进样量：10 μL；柱温：35 °C；洗脱时间 10 min；消毒剂副产物检测液相洗脱梯度见表 1。

表 1 高氯酸盐洗脱梯度

时间	A%	B%	流速 mL/min
0.00	90	10	0.3
0.50	90	10	0.3
4.00	35	65	0.3
5.00	5	95	0.3
7.00	5	95	0.3
7.01	90	10	0.3
10.0	90	10	0.3

3.2 质谱条件：

离子源：可加热电喷雾离子源 (H-ESI)；监测模式：多反应监测模式 (SRM)；扫描模式：负离子模式；质谱条件：喷雾电压：3000 V；离子源温度：200 °C；离子传输管温度：200 °C；鞘气：35 Arb；辅助气：10 Arb，Q1 分辨率 (FWHM)：0.7，Q2 分辨率 (FWHM)：1.2；碰撞气压力：2 mTorr；消毒剂副产物及其同位素选择反应监测离子对参数详见相关的 AN。

4 测试结果：

消毒剂副产物定量定性离子流图，如图 1 中的 TIC 图所示。采用赛默飞独家的 Acclaim Trinity P1 色谱柱同时检测水中的酸根离子和卤代乙酸，采用上述开发的仪器分析方法，6 种待测物均可获得良好的色谱峰和灵敏度。

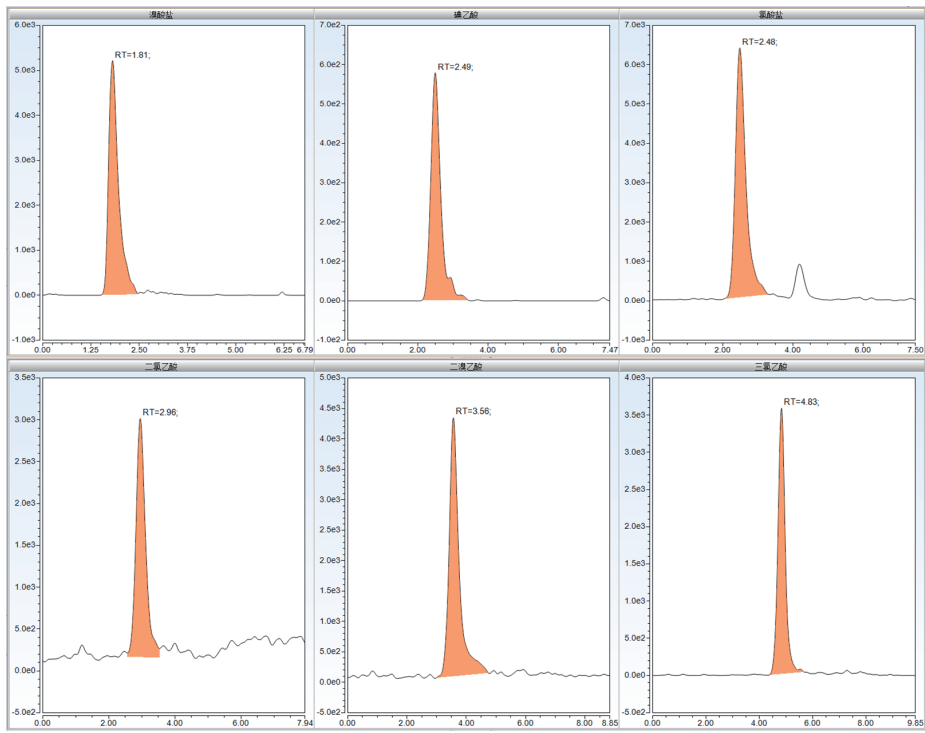


图 1 消毒剂副产物离子流图

采用逐级稀释法配制得到消毒剂副产物系列标准工作溶液，线性范围 2-200.0 ng/mL，采用上述仪器采集方法，所有待测物线性相关系数 R^2 均大于 0.999，线性关系良好。消毒剂副产物线性关系图，见图 2。

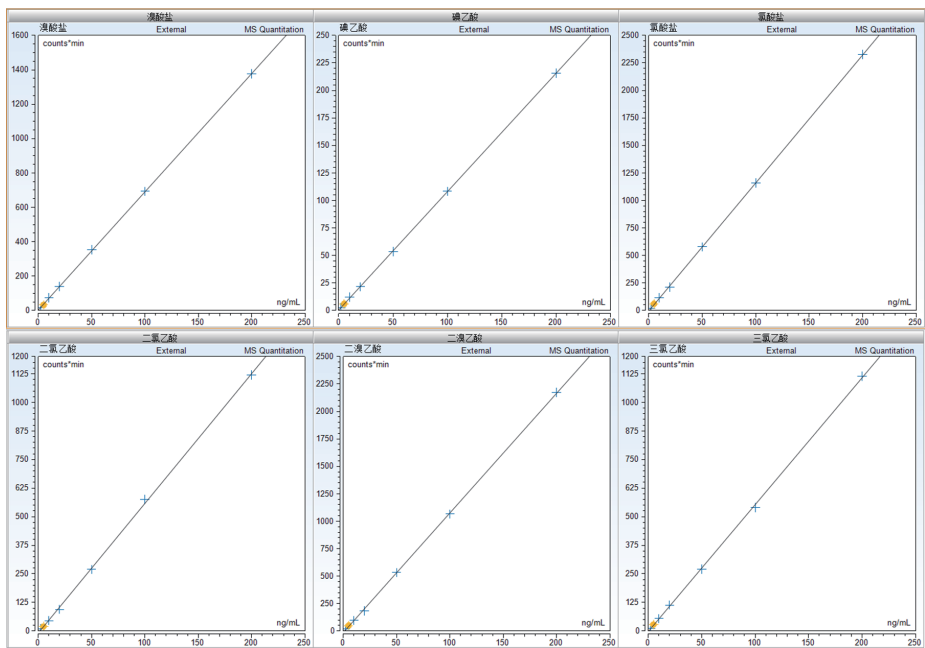


图 2 消毒剂副产物校准曲线线性范围 2-200.0 ng/mL

方法采集参数、方法检出限、精密度、及准确度测试等指标均详见相关的 AN。

结论

本文基于 Thermo Scientific 三重四极杆串联质谱平台，开发了快速分析水质中多种消毒剂副产物的方法，该方法采用赛默飞特色的 Acclaim Trinity P1 色谱柱，有效地解决了卤代乙酸和无机酸分离和检测的问题。方法采用直接进样的方法对目标物进行分析，无需复杂的衍生、萃取过程。该方法前处理简单，灵敏度高，具有高通量的优点。非常适用于地表水、地下水、生活饮用水、瓶装水以及原水水质中高氯酸根离子的检测。

2.5.9 GB/T 5750.8-89 药品及个人护理品

生活饮用水中药品及个人护理品的测定—超高效液相色谱串联质谱法

引言

医药产品及个人护理品 (PPCPs) 是一类新兴污染物质, 包括抗生素类药物、解热镇痛药、神经系统用药、心血管系统用药等。许多 PPCPs 组分具有较强的生物活性, 虽然其在环境中浓度很低, 但其在环境中的长期存在具有潜在的生态风险和健康风险, 环境中的 PPCPs 可以通过食品、饮用水途径使人群长期低剂量地暴露于该类物质, 可能引起包括肠道不适、过敏和变态反应等在体内的人体反应。PPCPs 主要通过生活污水处理厂出水、医院废水、工业废水、未经处理的生活污水、处理或未经处理的畜牧养殖厂废水等排入环境水体, 从而污染环境。目前饮用水已经成为人群暴露 PPCPs 的途径之一。

实验部分

1 仪器配置:

Thermo Scientific™ Vanquish Flex 超高效液相色谱仪;

Thermo Scientific™ TSQ 系列三重四极杆质谱仪;

2 试剂及标准品:

39 种 PPCPs 标准品以及其内标、质谱级甲酸、质谱纯甲醇、超纯水;

3.1 液相色谱条件:

Vanquish™ Flex UHPLC 液相系统; 色谱柱: Accucore VDX, 100×2.1 mm, 2.6 μm (P/N:VDX-102130); 流动相: 水相, 0.1% 甲酸水溶液; 有机相: 甲醇; 进样量: 10 μL; 柱温: 40 °C; 洗脱时间 18 min; 39 种 PPCPs 及其内标液相洗脱梯度详见相关的 AN。

3.2 质谱条件:

离子源: 可加热电喷雾离子源 (H-ESI); 监测模式: 多反应监测模式 (SRM); 扫描模式: 正离子模式; 质谱条件: 喷雾电压: 4000 V; 离子源温度: 300 °C; 离子传输管温度: 350 °C; 鞘气: 40 Arb; 辅助气: 10 Arb, Q1 分辨率 (FWHM): 0.7, Q2 分辨率 (FWHM): 1.2; 碰撞气压力: 2 mTorr; 39 种 PPCPs 及其内标选择反应监测离子对参数详见相关的 AN。

4 测试结果:

39 种 PPCPs 及其内标定量定性离子流图, 如图 1 中 39 种 PPCPs 及其内标的 TIC 图所示, 该方法中对绝大多数化合物提供四组以上的离子对, 在满足定量的同时提供更加丰富的定性离子对信息。采用赛默飞特色的 Accucore VDX 色谱柱检测水中的 39 种 PPCPs 及其内标物, 采用上述开发的仪器分析方法, 39 种 PPCPs 及其内标可获得了良好的色谱峰峰形和保留。



图 1 部分 PPCPs 及其内标定量定性离子流图

采用逐级稀释法配制得到 39 种 PPCPs 及其内标系列标准工作溶液，线性范围根据待测物灵敏度设定，采用上述仪器采集方法，所有待测物的线性相关系数 R^2 均能满足 0.995 以上，线性关系良好。典型的 PPCPs 化合物的线性关系图，见图 2。

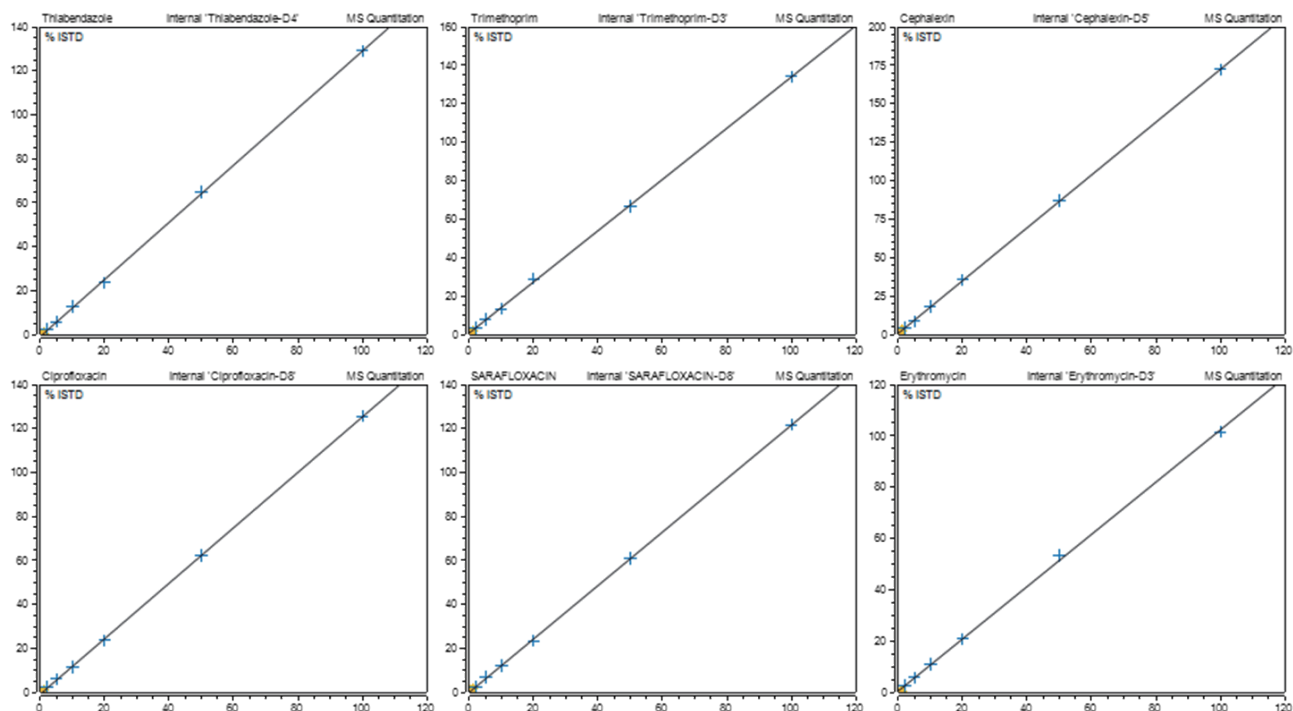


图 2. 典型 PPCPs 化合物的标准曲线

方法采集参数、方法检出限、精密度、及准确度测试等指标均详见相关的 AN。

结论

本文基于 Thermo Scientific 三重四极杆串联质谱平台，建立了同位素内标法分析水质中 39 种 PPCPs 的方法，该方法采用赛默飞特色的 Accucore VDX 色谱柱，可采用直接进样的方法对目标物进行分析。该方法前处理简单，灵敏度高，可满足对地表水、地下水以及生活饮用水中多种类型的 PPCPs 高通量的定量和筛查的检测要求。

三、CMD 仪器特点简要汇总

IC 部分

赛默飞 Dionex 离子色谱 (IC) 系列专为离子与极性化合物分析而精心打造，无论您需要处理少量样品还是较大的工作量，无论您的分析任务简单还是极具挑战性，我们均能提供解决方案。40 多年来，赛默飞世尔科技始终作为离子色谱的领导者，您可以放心选择我们的离子色谱系统、耗材、服务和支持，获得最佳结果。



Dionex™ ICS-600 基础型离子色谱系统

设计小巧，操作简便。系统稳定性佳，适合于常规离子的测定。

- 小巧的设计能够有效节省工作台空间同时方便接触流体
- 抑制型电导检测，提供低噪声和稳定的基线
- 支持标准孔径和微孔径两种解决方案
- 可选配柱温箱以降低噪声和漂移
- 极高的性价比，完全兼容 Thermo 所有特有离子色谱技术



Dionex™ Aquion™ 系列离子色谱系统

Aquion 系列高性能离子色谱仪，设计精良，易于操控，启动快速，性能可靠稳定。

- 双柱塞高压泵可提供高精度，低漂移和无脉冲的淋洗液流速
- 可选高效在线淋洗液脱气功能
- 集成的 RFIC-EG 技术，实现灵活的等度和梯度分离，并确保稳定结果
- 可内置精确控温柱温箱，兼容各种规格色谱柱
- 全系统变色龙软件控制，合规易用



Dionex™ Integriion™ 高压离子色谱 (HPIC™) 系统

Integriion 是一款可靠的集成式高压离子色谱仪。灵活性极大、功能全面，操作简便，配置丰富，更高分辨率，更快分析速度，挑战分离极限。

- 泵耐压高达 6000 psi，流速范围更宽，完全兼容 4 μm 等小粒径色谱柱分离，大大提高分辨率
- HPIC 淋洗液自动生成，利用去离子水电解产生精确浓度的淋洗液，在减少劳动力的同时大幅改善实验结果的重现性
- 集成检测器灵活配置，支持多种检测器，无限拓展离子色谱应用范围
- 无线智能设备监控，随时随地完整详尽地控制系统及其状态，主动维护，防止出错



Dionex™ ICS6000 高压离子 色谱 (HPIC™) 系统

ICS6000 系统是一款真正模块化、配置灵活性极高的高性能系统。其强大的系统设计可在高达 6000 psi 的压力下运行，并获得一致可靠的结果。作为一款顶级的离子色谱系统，其专为那些想要扩展离子分析界限的用户设计。

- 灵活的仪器配置，单系统、双系统，标准孔及微孔随意选择，仪器升级方便
- 兼容 pull 及 push 进样模式，满足超痕量分析应用；扩展功能强，兼容所有离子色谱功能及应用
- 同时对单个样品进行两种不同的分析，或同时分析两种不同的样品可轻松切换为双系统，极大提升工作效率
- 连续电解再生抑制器技术将流动相转化为水，实现 IC 与 MS 的完美对接。兼容单四极杆、三重四极杆和高分辨精确质量数 (HRAM) Orbitrap 质谱分析仪，可执行强大的离子色谱-质谱 (IC-MS) 分析。
- 适用技术范围广，从用于痕量分析的二维离子色谱分析技术到用于复杂碳水化合物分析的高性能阴离子交换色谱-脉冲安培检测 (HPAEPAD)。可解决所有 IC 分析应用挑战。

TEA 部分

赛默飞拥有更完整的痕量元素分析仪器范围。从单元素到多元素分析，检出限从 ppm 到 ppq，是低消耗、高产出的系统，为您提供无可匹敌的易用性和灵活性，同时节省空间，减少气体消耗，让您的元素分析工作一步到位。



iCE™ 3000 系列 原子吸收光谱仪

iCE 3000 系列作为经典的原子吸收光谱仪，完全为客户需求所设计。

- 分析效率高，灵敏度高
- 能降低客户使用成本：火焰气体消耗低，石墨管寿命长，通用型燃烧头耐腐蚀等
- 满足法规：使用的 SOLAAR Security 软件满足 CFR21 规范
- 软件简单易用：Wizards 向导软件，方便仪器的使用和掌握



iCAP™ PRO 系列电感耦合等离子体发射光谱仪 (ICP-OES)

Thermo Scientific™ iCAP™ PRO 系列 ICP-OES 整合了强大的多元素测定功能和灵活性，保证您的实验室不惧任何挑战。

- 稳健耐用
- 易学易用
- 事半功倍
- 精益求精
- 高投资回报



iCAP™ RQ 系列 电感耦合等离子体质谱仪

- 可进行多元素每周 7 天 24 小时不间断连续分析需要
- 操作简单的时候，能够满足各种级别检测
- 适用于对定量分析有较高要求和那些日常测试样品量非常大的实验室，比如环境分析、食品质量控制和地矿等行业的相关实验室
- 满足超痕分析的需要，如高纯试剂检测等，操作简单便捷



iCAP™ TQ 电感耦合等离子体质谱仪

- iCAP TQ 无机三重四极杆质谱仪可以在三重四极 TQ 和单四极 SQ 之间切换
- 使用 TQ，系统支持超低检测限和强大的抗干扰能力，适用于分析有挑战性的基质样品检测
- 转成 SQ，适用于大通量常规检测

GC&GC/MS 部分



TRACE™ GC 1600 系列
气相色谱

TRACE GC 1600 系列气相色谱，是业内唯一能实现用户可直接更换的模块化进样口和检测器的气相色谱仪。重新定义了气相色谱在常规分析及高通量实验室中的适用性，给您带来突破性的仪器性能，极大提高分析效率。

- 模块化的设计实现了进样口和检测器的即时联接，减少仪器的维护时间，让用户可以根据具体的应用及日常分析工作快速提高仪器性能。
- 高精度压力控制，保证良好的保留时间稳定性和峰面积稳定性。



ISQ™ 7610 单四极杆
GC-MS 系统

ISQ 7610 GC-MS 单四极杆系统，拥有高稳定性和卓越灵敏度，大幅提高实验室效率及生产力，满足客户最具挑战性的分析需求。

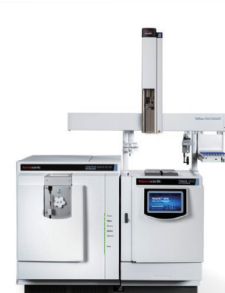
面对不断变化的监管要求、更低的检出限、更多的化合物等日益严苛的分析需求，ISQ 7610 和 TSQ 9610 可以帮助让您的实验室可以更好地应对这些挑战。

- **NeverVent** 技术不卸真空清洗和更换离子源，不卸真空更换色谱柱，减少停机时间，最大化样品分析效率。
- 智能软件和 e-Workflows 智能解决方案：轻松开展实验，一站式全流程方案。
- 高性能 AEI 离子源：全新设计带来超高灵敏度和耐用性，首次将 GC-MS/MS 推到阿克级别灵敏度。



TSQ™ 9610 三重四极杆
GC-MS/MS 系统

TSQ 9610 GC MS/MS 三重四极杆气质联用仪旨在通过其超高的灵敏度，选择性和易用性，全面提升实验室的生产力，并保证用户在实验中均能一直获得稳定的最佳结果。



Orbitrap Exploris™ GC 系列
超高分辨气质联用仪

Orbitrap Exploris GC 和 Orbitrap Exploris GC 240 系统是基于 Orbitrap 高分辨质谱技术的气质联用系统。它拥有高分辨率和高质量精度的完美性能，是气相色谱仪和 Orbitrap 质谱仪的完美结合。

- 具有高分辨率，高灵敏度，高准确度和宽动态范围的统一，为实验带来无限可能。
- 同时具备准确定量功能。
- 可靠、耐用、操作简单的软件系统。智能数据处理，可进行定量、筛查、和鉴定分析。

HPLC 部分

UHPLC 能够提供更快的运行、更高的分离度以及更低的运行成本，满足更多实验室各种不同应用的需求。赛默飞所有型号的 HPLC 系统都具备常规分析及快速分析的功能，为您的分析需求提供更强的多功能性。UHPLC 能够提供更快的运行、更高的分离度以及更低的运行成本，满足更多实验室各种不同应用的需求。赛默飞所有型号的 HPLC 系统都具备常规分析及快速分析的功能，为您的分析需求提供更强的多功能性。

Dependability



Vanquish™ Core HPLC

专为常规分析实验室设计而成，拥有出色的分析精确度和操作简便性，可靠且耐用：

- 700 bar 耐压的 HPLC，二元 / 四元 / 双三元 / 等度可选，结合阀切换可以实现二维、多中心切割等拓展应用
- 支持定期系统健康检查，保障设备长时间运行
- 升级版自定义进样程序，方法编辑更简单
- 预压缩的智能进样功能技术，有效改善压力波动
- 连续可调梯度延迟体积功能，可对所有常见 HPLC 系统的方法进行无缝方法转移
- Vanquish 触摸屏（选配），持续了解系统状态，可抗腐蚀且支持戴手套操作
- 溶剂监测系统（选配），对流动相余量及废液水平进行主动测量

Flexibility



Vanquish™ Flex UHPLC

完全生物兼容，从常规 HPLC 到 UHPLC，方法转换灵活，擅长从方法开发到日常分析。

- 灵活的二元、四元和双三元系统可选，高压二元体系提供更强分离能力，四元体系提供更多的溶剂选择
- 最高耐压 1034 bar (15,000 psi)，流速高达 8mL/min
- 智能样品预压缩，样品处理准确度、进样精度更高
- 生物兼容的流路和 UHPLC 压力范围，确保最大的应用灵活性
- 更加有效地控制分离，2 种温控模式，拥有主动式预热功能
- 更灵敏地进行检测，使用 LightPipe 技术二极管阵列检测器，线性范围宽
- 支持 Vanquish 触摸屏和溶剂监测系统新功能

Performance



Vanquish™ Horizon UHPLC

高耐压，高性能、高通量和高分离度，能满足各类应用对高端 UHPLC 的一切需求。生物兼容设计，可提供无以伦比的性能和通量。

- 1500bar 高耐压，允许在苛刻的分析中使用更小颗粒色谱柱，实现可靠的运行
- 更多溶剂通道，2x3 溶剂流路，在无需暂停实验更换溶剂的情况下，可实现多达九种不同溶剂组合
- 更精确地处理样品，最多可以加载 23 块多孔板，可提升至 8832 样品容量
- 纳米级柱塞杆控制精度，流速精度更高，能满足各类应用对高端 UHPLC 的需求
- 采用 SmartFlow 泵技术，提供无可匹敌的保留时间重复性和超低的基线噪音，以达到超高的灵敏度

Productivity



Vanquish™ Duo UHPLC

三套工作流程，两套流路，使用一个集成式解决方案，为客户提供更多选择，以新视角看待分析效率。

- 双梯度工作流程：一台液相兼容双通道 LC 系统，可同时运行两套分析方法（相同或不同方法），双倍缩短分析时间；可同时使用两种通用检测器，提供更佳丰富的表征信息
- 串联 LC 或 LC-MS 工作流程：串联设计，提前进行色谱柱清洗平衡，提高仪器产出以及提升检测器利用率，特别适合高通量分析
- 反梯度工作流程：可为 CAD 检测器提供反梯度补偿，补偿后分析物响应曲线相似，是专为无标准品未知物定量打造的系统

LC-MS 部分

秉承 40 几年的创新史，让赛默飞获得无数荣耀，第一台商品化三重四极杆质谱，第一台台式三重四极杆质谱等。我们的创新没有止步，从分析复杂分子和基质到确保易用性，同时满足法规要求。我们全新的液相色谱质谱（LC/MS）工作流程解决方案可提供耐用、灵敏、可重现且可靠的目标定量方法，帮助您获得超高置信度数据。



TSQ Fortis™ Plus
三重四极杆质谱仪

卓越可靠性和耐用性提高了目标定量实验室的分析效率

- 简单易用，能帮助不同专业级水平的用户获得高质量数据，并提高分析结果的可靠性。
- Tracefinder 软件可用于所有应用（从方法开发到报告生成）。因此，所有专业水准的用户都能获得高质量的数据。



TSQ Quantis™ Plus
三重四极杆质谱仪

轻松解答实验室目标物定量工作流程中的关键分析挑战

- 最佳的灵敏度，即使在复杂的基质中也可以获得所有分子类型的全面数据。
- 卓越的稳定性，能够提高数据的可靠性，同事延长仪器的正常运行时间。
- 可靠性和精密性提高了每次分析和每个样品的数据质量。
- 与专业应用软件紧密集成，确保提高所有应用领域的工作效率。
- 简单易用，帮助不同专业级水平的用户获得高质量的数据，并提高分析结果的可靠性。



TSQ Altis™ Plus
三重四极杆质谱仪

解决目标物定量工作中最严格的分析挑战

- 满足从简单到复杂基质中所有分子类型分析的极高灵敏度。
- 出色的仪器稳定性确保在提高数据可靠性的同时不损失仪器正常运行时间。超快的选择反应监测（SRM）能够在更短时间内增加分子定量的数量。
- 与专业应用软件紧密集成，提高了所有应用领域的工作效率。
- 简单易用，帮助专业和非专业级水平的用户获得高质量的数据，并提高分析结果的可靠性。



VeriSpray™ 纸喷雾离子源

全新 VeriSpray 纸喷雾离子源帮您有效减少常规工作流程中的质谱分析（MS）之前的色谱分离。

- 夜以继日：简化样品制备，减少每个样品在制备过程中的无谓损耗、减少成本、运转时间，解决样品积压问题
- 自动采集：允许对多达 240 个样品进行无人值守的分析。
- 智能定位：允许集成到实验室信息系统中的装载机条形码读取功能，简化了实验室工作流程
- 操作简单：使用 Xcalibur 软件（版本 ≥4.3SP1）和 TraceFinder 软件（版本 ≥4.1SP5）进行数据采集，增强自动化程度
- 灵活百搭：可以自由搭配赛默飞 TSQ Altis/Quantis/Fortis/Endura/Quantiva 三重四极杆质谱。

Orbitrap 技术是公认的赛默飞的独特技术，被用于高分辨的质谱分析平台。Q Exactive/Exploris 质谱系列将 HRAM 的定性和定量功能集成到同一台质谱中，仅用一台质谱仪就能实现化合物的鉴定，定量和确证。



Orbitrap Exploris™ 120 质谱仪

- 使用超高场 Orbitrap 质量分析器，可实现 120,000 的分辨率，为用户分析复杂基质样品提供充足的信心；
- 采用扫描速度更快的高场 Orbitrap™ 质量分析器，扫描速度可达 22 Hz，具有出色的定性和定量性能；
- 具有全新的扫描方式选择，包括 DDA, DIA, targeted SIM 和 PRM 等模式，丰富的扫描模式保证用户能够从从容面对不同领域内各种不同的分析挑战。



Orbitrap Exploris™ 240 质谱仪

- 使用超高场 Orbitrap 质量分析器，可实现最高 240,000 的分辨率，为用户分析复杂基质样品提供充足的信心；
- 采用快速扫描的高场 Orbitrap™ 质量分析器，全新扫描速度最高可达 22Hz，具有出色的定性和定量性能；
- 具有全新的扫描方式选择，包括 TopN/TopSpeed DDA, DIA 和 PRM 等模式；
- 配置灵活：可灵活搭配 Biopharma 选项，FAIMS Pro 接口选项。



Orbitrap Exploris™ 480 质谱仪

- 使用超高场 Orbitrap 质量分析器，可实现最高 480,000 的分辨率，为用户分析复杂基质样品提供充足的信心；
- 采用快速扫描的高场 Orbitrap™ 质量分析器，全新扫描速度最高可达 40Hz，提高化合物鉴定通量，实现分析百无一漏；
- 除 TopN/TopSpeed DDA, DIA 和 PRM 等模式外，还包含下一代定量技术的 SurQuant, TurboTMT 及 BoxCar 方法包为超敏感目标蛋白定量提供强大助力；
- 配置灵活：可灵活搭配 Biopharma 选项，FAIMS Pro 接口选项。

- 快速正负极性切换扫描速度，一针进样即可获得正负两种模式的数据，大大缩短数据采集耗费的时间；
- 内置 EASY IC™ 离子源内标校正，单次校正后可提供至少五天的高质量精度！
- 高质量的共轭双曲面四极杆与 RF 应用相结合，可在狭窄的隔离宽度下实现极高的离子传输效率，提供出色的选择性，同时降低灵敏度损失。



FAIMS Pro™ 接口

下一代差分离子迁移 FAIMS Pro 接口可实现出色的选择性、鉴定更多蛋白质，同时减少耗时的样品制备步骤。

- 增强蛋白质组学分析应用中 LC/MS 仪器的选择性和检测限。
- 简化或消除离线样品制备过程，从而提高分析性能并节省时间。
- 预定义实验模板含有仪器推荐设置，加快了数据采集速度。
- 易于设置和使用，提高了分析性能。
- 设计用于纳流至微流色谱分析 (25 µl/min)。



Q Exactive™ UHRM 组合型四极杆 Orbitrap™ 质谱仪

能在结构生物学和生物制药研究中执行最高质量的非变性完整蛋白质谱和自上而下的分析。

- 能可靠地分辨较小的质量差异
- 节省珍贵的样本
- 能快速地对非变性蛋白进行自上而下的 MS 分析
- 能表征完整的天然蛋白复合物，包括膜蛋白

Exactive™ Plus Orbitrap™ 质谱仪

革命性 Quanfirmation 概念，从可靠的定性 / 定量筛查研究到完整单克隆抗体的表征。

- 卓越定量能力
- 完整蛋白质的分析能力
- 增强极为可靠的结果

Q Exactive™ 组合型四极 Orbitrap™ 质谱仪

可以快速可靠地识别、定量和确认更多化合物。

- 快速得到高度可靠的结果
- 更加可靠地应用于药物发现和代谢组学研究

软件部分

实验室法规要求越来越严格，赛默飞提供从实验室整体运营环境到数据网络化管理、备份和归档的数字化整体解决方案，使科学仪器功能和效率更大化的同时确保实验室高效、合规运行。



先进的色谱数据系统 Chromeleon™ 变色龙软件

Chromeleon 变色龙软件是蜚声全球的色谱数据系统，以简约、智能、法规依从为主要特点，是世界上较早实现智能化、人性化、安全性、审计追踪及电子签名的软件之一；也是世界上第一个支持在企业环境中控制质谱仪器并进行数据处理，同时也能控制所有主流前端色谱技术（GC、LC、IC）的色谱数据系统平台；



…提高生产率

- 利用 eWorkflow，快速实现准确无误的序列设置
- 通过智能启动和智能运行控制（Intelligent Run Control, IRC），提高分析的“一次成功率”
- 借助内置的动态更新和智能工具，实现快速数据处理、查看和报告



…控制您的所有仪器

- 完全控制赛默飞的离子色谱、气相色谱、液相色谱和质谱仪
- 全面控制超过 400 种第三方仪器
- 自定义面板（ePanels），为所有仪器提供一致的界面外观



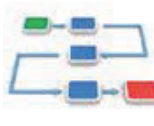
…确保法规依从性

- 自动化软件和仪器确认程序
- 综合性安全工具，确保数据具有最高等级的完整性和可追溯性
- 电子报告和电子签名确保法规（包括 21 CFR Part 11）依从性



…简化管理

- 许可、用户和网络资源的集中管理
- 数据组织和存档
- 在实验室和其它场所之间，通过网络分配资源



…连接您的实验室

- 轻松连接其它实验室软件（例如 LIMS、SDMS）
- 访问 AppsLab，进入我们的分析应用数据库
- 从移动设备上控制仪器和查看数据

您还可以选择：

- 提供简化的开放式访问界面的 Chromeleon XPS Open Access 软件
只需最少的培训即可允许任意用户运行样品，同时在后台充分使用 Chromeleon 的全部功能。
- 超越了色谱数据系统的 Chromeleon XTR 实验室管理系统软件
全面管理整个实验室，确保遵守流程，保持数据完整性，最终帮助客户实现完全的合规。

耗材和消耗品



样品制备整体解决方案

在样本分析，尤其是复杂样本分析中，洁净的前处理过程密切相关到方法的灵敏度和重现性。

SOLA™ and SOLA μ ™ SPE: 首个无筛板 SPE 产品，提供更高重现性。

HyperSep™ SPE 和 QuEC-HERS: 提供多样化的 SPE 及 QuEChERS 产品，满足食品和环境多种标准应用。

HyperSep™ SLE 和蛋白质沉淀产品: 提供快速，高通量的样品净化处理。

Titan™ 针式过滤器和注射器: 提供高质量的样品过滤。



SureSTART 全明星样品瓶

提供样品进样与存储完整解决方案。三大等级系列产品满足不同性能需求，全面认证实现无宕机的实验室运转。

SureStop 系列样品瓶与 AVCS 盖: 最佳密封性和防掉垫设计，满足对样品瓶的所有需求。

MS 认证和 GOLD 高惰样品瓶样品瓶: 最高质量供高要求实验室客户选择。

WebSeal™ Plate +: 采用最先进的涂覆技术，尤其适用于在普通孔板上被吸附的生物样品。



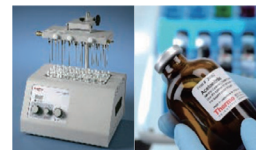
GC 色谱柱和附件

为 GC 提供性能卓越的耗材和工具产品，及色谱柱。

TraceGOLD™ 色谱柱: 提供高惰性，低流失，耐高温的高性能色谱柱与专用柱。

TracePLOT™ 色谱柱: 永久气体，碳氢化合物和溶剂的高重现性分析。

GC 附件: 提供 GC 维护所需的隔垫，进样针，衬管，刃环等全面耗材。



氮吹仪和 GC 衍生试剂

Reacti-Therm™ 氮吹仪是浓缩和衍生化的有效工具。

更可靠: 均匀稳定加热，在环境温度加 10°C 到 200°C 间进行恒温孵育。

更方便: LED 显示屏，校准温度方便快捷。

多功能: 可有加热和搅拌功能。

多应用: 可用于化学反应和水解反应适用于质谱，液相和气相色谱的衍生化试剂。



LC 色谱柱和 Viper 管线

提供多种系列的常规 LC 色谱柱，特色专用柱和混合模式色谱柱。提供纳流到制备柱等全面规格与定制化规格产品。

Hypersil GOLD™ 色谱柱: 提供出色的峰型，适合常规分析与快速分析。

Acclaim™ 色谱柱: 22 种不同键合相选择，提供最佳性能，适合复杂和具有挑战的分析。

Accucore™ 色谱柱: 采用表面多孔增强核技术，在较低柱压下实现更高分离度，具有 1.9 μ m, 2.6 μ m 和 4 μ m 三种粒径选项。

Vanquish™ 系列色谱柱: 耐受 1500bar 高压，适合高性能需求的 UHPLC 分析。



核酸药物表征色谱柱

赛默飞可助力核酸生产中的工艺控制和相关杂质分析，及最终产品的检测和放行。应用于质粒纯度，寡核苷酸杂质分析，mRNA 的鉴别，序列长度，加帽率分析，Poly A 检测。

DNAPac™ 反相柱: 专用于分析核酸的大孔径反相 (RP) 色谱柱。基于 4 μ m 聚合物颗粒，在较宽 pH 值 (0-14)、高温 (达 110°C) 及流动相组成的条件下提供卓越性能。

DNAPac™ 阴离子交换柱: 可分离仅相差一个碱基的寡核苷酸。

DNASwift™ 阴离子交换柱: 用于分析和纯化核酸的强阴离子交换整体柱，具有极高分离度和载样量。无孔基质具有更低残留。



蛋白药物表征色谱柱

提供多种分析模式的硅胶和聚合物色谱柱，可解决分析蛋白，双抗，ADC 等新型药物时面临的难题。

ProPac™ 和 MAbPac™ 色谱柱: 以 ProPac WCX-10 为代表的蛋白表征金标准色谱柱之上，开拓了离子交换，疏水，体积排阻，反相和亲和蛋白分析平台方案。

CX-1 线性 pH 梯度缓冲液: 搭配 ProPac Elite WCX 与 MAbpac SCX-10 色谱柱可以实现快速和高分辨率电荷异质体分析。

GlycanPac™ 糖苷分析柱: 根据糖苷的带电荷状态，利用亲水性差异进行分析。

肽图分析反相柱: 有全多孔和核壳柱供选择。



Smart Digest 快速酶解试剂盒

为肽图分析和核酸序列分析提供高质量，高重现性和高灵敏度的酶解结果。

SMART Digest™ 试剂盒: 包括胰蛋白酶，糜蛋白酶和蛋白酶 K 三种，有多种规格供选择，只需简单三步即可实现高效酶解。

SMART Digest™ Immuno Affinity 试剂盒: 可实现亲和捕获和酶切的同时进行，快速方便地进行样品捕获和酶解。

SMART Digest™ RNase 试剂盒: 可精确控制酶切时间，实现 mRNA 的部分酶切，具有优异的序列覆盖度。

赛默飞世尔科技

上海

上海市浦东新区新金桥路27号3,6,7号楼
邮编 201206
电话 021-68654588*2570

北京

北京市东城区北三环东路36号环球贸易中心C座7层/8层
邮编 100000
电话 010-87946888

广州

广州国际生物岛寰宇三路36、38号合景星辉广场北塔204-206 单元
邮编 510000
电话 020-82401600

成都

成都市临江西路1号锦江国际大厦1406 室
邮编 610041
电话 028-65545388*5300

沈阳

沈阳市沈河区惠工街10号卓越大厦3109 室
邮编 110013
电话 024-31096388*3901

西安

西安市高新区科技路38号林凯国际大厦
1006-08单元
邮编 710075
电话 029-84500588*3801

南京

南京市中央路201号南京国际广场南楼1103室
邮编 210000
电话 021-68654588*2901

武汉

武汉市东湖高新技术开发区高新大道生物园路
生物医药园C8栋5楼
邮编 430075
电话 027-59744988*5401

昆明

云南省昆明市五华区三市街6号柏联广场写字
楼908单元
邮编 650021
电话 0871-63118338*7001

欲了解更多信息，请扫描二维码关注我们的微信公众账号

赛默飞世尔科技在全国有共21个办事处。本资料中的信息、说明和技术指标如有变更，恕不另行通知。



赛默飞
官方微信



赛默飞
中国技术培训中心
China Service Training Center

热线 800 810 5118
电话 400 650 5118
www.thermofisher.com

ThermoFisher
SCIENTIFIC