

# 离子色谱检测饮用水中消毒副产物

生活饮用水是人类生存不可缺少的要素。城市居民的生活饮用水是由自来水公司集中供给的。为确保向居民供给安全和卫生的饮用水，我国卫生部颁布了《生活饮用水卫生标准》，它是关于生活饮用水安全和卫生的技术法规，主要基于三个方面来保障饮用水的安全和卫生：即确保饮用水感官性状良好；防止介水传染病的爆发；防止急性和慢性中毒以及其他健康危害。

据国外的调查，在饮用水中已鉴定出数百种化学物质，其中有一些是饮用水消毒副产物。我国《生活饮用水卫生标准》中，就有针对消毒副产物的测定，包括溴酸盐，亚氯酸盐等。此外还有氟化物、氯化物、硝酸根、硫酸根这些常见阴离子以及钠离子、钾离子、钙离子、镁离子等阳离子的测定方法。这些物质的限值大多是依据毒理学研究和人群流行病学调查所获得的资料而制定的。

《生活饮用水卫生标准》（简称为《标准》，下同）和《生活饮用水标准检验方法》（简称为《标准检验方法》，下同）一书已出版，后者已于2007年7月1日正式开始实施。离子色谱技术自1975年被美国H. Small先生提出后，在三十余年的发展历程中，已经成为了水质检测中不可或缺的分析手段之一。《标准检验方法》中也将离子色谱法作为一种重要检测手段。其中涉及离子色谱的标准方法包括：

GB/T 5750.6 2006阴离子的检测，70-72页，离子色谱技术测定生活饮用水以及水源水中的氟化物、氯化物、硝酸根离子以及硫酸根离子的含量；

GB/T 5750.10 2006亚氯酸盐的检测，405-410页，离子色谱技术测定生活饮用水以及水源水中的亚氯酸盐、氯酸盐以及溴离子；

GB/T 5750.10 2006 溴酸盐的检测，411-415 页，离子色谱法测定生活饮用水以及水源水中的溴酸盐。

此外，最新的GB/T 8538-2008饮用矿泉水检验方法中，也规定了常规阴阳离子及消毒副产物（氯酸盐、亚氯酸盐、溴酸盐）的限量。推荐检测方法与《生活饮用水卫生标准》中相关项目检测方法相符。GB/T 8538-2008饮用矿泉水检验方法适用于饮用天然矿泉水水源水及直接提供给消费者的所有预包装样品的测定。

## 1 饮用水中的亚氯酸盐和氯酸盐

### 1.1 饮用水中亚氯酸盐及氯酸盐的来源、危害及有关规定

公共水供应系统处理饮用水时要加入消毒剂以保护人体健康，并改善饮用水的气味和口感。现在常用的是二氧化氯、臭氧、氯以及氯胺这种消毒方式。二氧化氯是一种广谱型的消毒剂，它对水中的微生物，包括病毒、芽孢、配水管网中的异养菌、还原菌以及真菌等均有很高的杀灭作用。Akin和Hoff等人对臭氧、二氧化氯、氯以及氯胺这种消毒剂进行比较，消毒效率：臭氧>二氧化氯>氯>氯胺；稳定性：氯胺>二氧化氯>氯>臭氧。综合以上两个方面的因素以及我国的国情来看，二氧化氯消毒具有比较好的效果以及广阔的前途，现在我国很多地区都在使用二氧化氯消毒。

但是用二氧化氯消毒会产生消毒副产物氯酸盐和亚氯酸盐，产生的这两种消毒副产物存在某些毒性问题。这两种化合物在动物体内产生过氧化氢，把血红元氧化成没有颜色的正铁血红元，造成溶血性的贫血等疾病。正因为如此，美国现行EPA中规定亚氯酸盐、氯酸盐总量最大允许浓度为1000 $\mu\text{g/L}$ ，2004年公布的WHO《饮用水水质准则》（第三版）中将亚氯酸盐的指标规定为0.7mg/L。

## 1.2 《标准检验方法》有关饮用水中亚氯酸盐的测定

GB/T 5750.10 2006亚氯酸盐的检测（节选）：

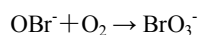
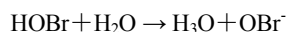
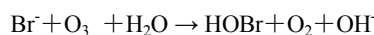
范围：适用于用离子色谱法对生活饮用水及水源水中亚氯酸盐，氯酸盐以及溴离子的测定。

原理：水样中待测阴离子随碳酸盐淋洗液进入离子交换系统，根据分离柱对各阴离子的不同亲和力进行分离，已分离的阴离子流经抑制器系统换成高电导率的强酸，淋洗液则转变成为弱电导率的碳酸。由电导检测器测量各阴离子组分的电导率，以相对保留时间和峰高或者峰面积定性和定量。

## 2 饮用水中的溴酸盐

### 2.1 饮用水中溴酸盐的来源、危害及有关规定

我国的自来水等城镇供水的消毒方式主要以二氧化氯消毒为主，但是瓶装水的消毒则有部分采用臭氧消毒。溴酸盐是用臭氧对饮用水进行消毒时产生的一种消毒副产物。研究表明，当人们终身饮用含溴酸盐为 $5.0 \mu\text{g/L}$ 或 $0.5 \mu\text{g/L}$ 的饮用水时，其致癌率分别为 $10^{-4}$ 和 $10^{-5}$ 。臭氧对溴氧化生成溴酸盐的过程如下：



由于溴酸盐的致癌作用，各国政府和国际组织对溴酸盐的毒性给予了极大关注，对饮用水中的溴酸盐进行了大规模的研究，并且制定了饮用水中溴酸盐的最大容许浓度。美国国家环境保护局（EPA）在第一阶段饮用水控制法案中规定饮用水中 $\text{BrO}_3^-$ 的最大容许浓度为 $10 \mu\text{g/L}$ ；世界卫生组织（WHO）规定为 $25 \mu\text{g/L}$ 。我国规定的溴酸盐的最高允许浓度为 $10 \mu\text{g/L}$ ，这个规定从2005年6月1日已经开始实施。

### 2.2 《标准检验方法》中有关饮用水中溴酸盐的测定方法

GB/T 5750.10 2006溴酸盐的检测及GB/T 8538-2008饮用天然矿泉水检验方法中针对溴酸盐的检测（节选）：

## 3 艾塔对饮用水中消毒副产物测定的推荐方法

艾塔推荐使用IonPac AS23分析柱，对亚氯酸盐、氯酸盐、溴离子和其它常见阴离子进行等度分离  
IonPac AS23阴离子分析柱

大容量AS23色谱柱除了分离效果更佳以外，还具有柱容量更高，可以耐受更复杂基体的特点。

分析条件:

- 色谱柱: AS23分析柱
- 淋洗液: 0.8mM碳酸氢钠  
+4.5mM碳酸钠
- 抑制器: 阴离子抑制器
- 流速: 1.0mL/min
- 进样体积: 100  $\mu$ L
- 柱温: 30 $^{\circ}$ C

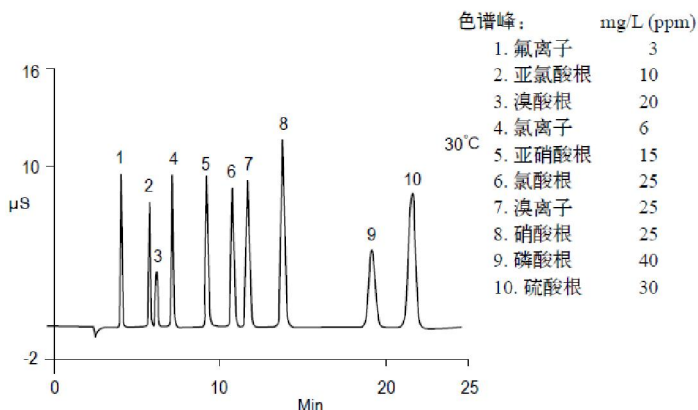


图 AS23色谱柱等度分离常见阴离子和部分消毒副产物

## 4 仪器配置

### 方案 1:

序号	内容	数量	备注
1	EP-1000 离子色谱仪主机 全塑高压恒流泵 一体式双电极电导检测池阴离子抑制器 电导检测器	1	
2	进样器 9 位自动进样器 样品瓶	1	选配自动进样器 如不配自动进样器, 需要 配置手动进样阀
3	试剂盒 试剂盒 (放置淋洗液瓶)	1	
4	色谱工作站 EASY2013UI 色谱工作站	1	
5	其他 恒温柱温箱 EP-1000 系统安装启动包 IonPac AS23阴离子分析柱	1	

### 方案 2:

序号	内容	数量	备注
1	EP-2000 离子色谱仪主机 HP-3510 双柱塞并联式全塑泵 一体式双电极电导检测池阴离子抑制器	1	

电导检测器			
2	进样器 24位自动进样器 样品瓶	1	选配自动进样器 如不配自动进样器,需要 配置手动进样阀
3	试剂盒 试剂盒(放置淋洗液瓶)	1	
4	色谱工作站 EASY2013UI 色谱工作站	1	
5	其他 恒温柱温箱 EP-2000 系统安装启动包 IonPac AS23阴离子分析柱	1	

## 附件:

可根据用户实验室装配酌情配置

序号	名称	规格描述	数量	备注
1	氯酸盐标准品	1000mg/L 1ml	5	根据实际需要
2	亚氯酸盐标准品	1000mg/L 1ml	5	根据实际需要
3	溴酸盐标准品	1mg/L 1ml	5	根据实际需要
4	碳酸钠	500mL	1	
5	碳酸氢钠	500mL	1	
6	超纯水器	UPW-10N	1	
7	溶剂过滤器	AL-01 (AP-01P+FB-10T)	1	
8	超声波清洗器	AS5150 6L 两档功率可调	1	
9	水系滤膜	Φ50 0.45μm 50片/盒	5	
10	水系针式过滤器	Φ13 0.45μm 100个/包	5	
11	容量瓶	1000mL	4	
12	容量瓶	500mL	2	
13	容量瓶	100mL	10	
14	容量瓶	25mL	10	
15	容量瓶	10mL	10	
16	移液管	10mL	1	
17	移液管	5mL	2	
18	移液管	2mL	2	
19	玻璃烧杯	500mL	2	
20	玻璃烧杯	250mL	2	
21	玻璃烧杯	50mL	2	
22	玻璃搅棒		2	
23	磨口瓶	500mL	2	
24	磨口瓶	250mL	2	
25	量筒	100mL	1	

26	量筒	250mL	1	
27	量筒	1000mL	1	
28	玻璃漏斗		1	
29	培养皿	90mm	30	
30	培养皿	150mm	30	
31	天平称量纸		5	
32	定量滤纸		10	
33	封口膜		2	
34	塑料洗瓶		3	
35	吸耳球		5	
36	塑料瓶	500mL	10	
37	塑料瓶	100mL	10	

以上产品艾塔科仪均可提供，如需要，请您与艾塔科学仪器有限公司联系。

**全国服务热线：400-002-7510**

公司地址：江苏省苏州市常熟高新技术产业开发区国家大学科技园内

销售热线：**13006194365**

公司总机：**400-002-7510**

公司网址：**[www.attalabs.cn](http://www.attalabs.cn)**

电子邮箱：**[atky@attalabs.net](mailto:atky@attalabs.net)**