

# 顶空 - 气相色谱法测定地表水中的苯系物含量

GC-210

**摘要：**本文参考中华人民共和国国家环境保护标准《HJ 1067-2019 水质苯系物的测定 顶空 / 气相色谱法》相关条件，采用岛津 GC-2010 Pro 气相色谱仪结合 HS-10 顶空自动进样器，建立了测定地表水中苯系物的分析方法，该方法操作简单、重复性好，为地表水的苯系物含量测定提供借鉴。

**关键词：**气相色谱法 顶空进样 地表水 苯系物

苯系物主要是指苯、甲苯、二甲苯、乙苯等，广义的苯系物包括全部芳香族化合物。苯系物的来源比较广泛，主要是工业生产、汽车尾气、装修装饰、办公设备等。而水中苯系物主要来源是工业生产。

苯系物对生物体具有毒性，对人类健康能够产生直接危害。经研究，苯系物具有神经毒性和遗传毒性，长期接触可以导致人体患上贫血症和白血病。水质中的苯系物除了对人体造成危害外，对水中生物也会产生严重毒害作用。

很多国家已把水质中苯系物的浓度作为水质常规监测的内容之一，并规定了严格的水中苯系物检测的标准。我国也推出了《水质 苯系物的测定 顶空 / 气相色谱法》（HJ 1067-2019）的环境行业标准，对地表水、地下水、生活污水和工业废水中 8 种苯系物进行测定，该标准已于 2020 年 3 月 24 日实施。本文参照 HJ 1067-2019 的相关条件，采用岛津 GC-2010 Pro 结合 HS-10 顶空自动进样器进行分析。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

仪器：GC-2010 Pro 气相色谱仪

进样器：HS-10 顶空自动进样器

### 1.2 分析条件

HS-10 条件：

恒温炉温度：60°C

定量环温度：100°C

GC 条件：

色谱柱：SH-Rtx-WAX, (30 m×0.32 mm×0.5 μm)

柱温程序：40°C (5 min) \_5°C /min\_80°C (5 min)

进样口温度：200°C

恒线速度控制：33.4 cm/s

进样方式：分流进样（分流比为 10:1）

传输线温度：100°C

恒温时间：30 min

FID 温度：250°C

进样体积：1 mL

### 1.3 标准溶液配制

分别向 6 个 20 mL 顶空瓶中预先加入 3 g 氯化钠，再加入一定配比的水和标准使用液，配制目标化合物质量浓度分别为 0.010、0.10、0.50、1.0、5.0 和 10.0 mg/L 的标准系列（定容体积为 10 mL），立即密闭顶空瓶，轻振摇匀，即得。

### 1.4 样品前处理

取一定的地表水，至 40 mL 取样瓶中装满，用盐酸溶液（水与盐酸体积 1: 1 混合）将 pH 调至 ≤ 2，再加入 25 mg 抗坏血酸。取一只顶空瓶，加入 3 g 氯化钠，再移入 10 mL 上述地表水，加盖密封，待测。

## 结果讨论

### 2.1 标准溶液色谱图

标准溶液色谱图见图 1，相关化合物见表 1。

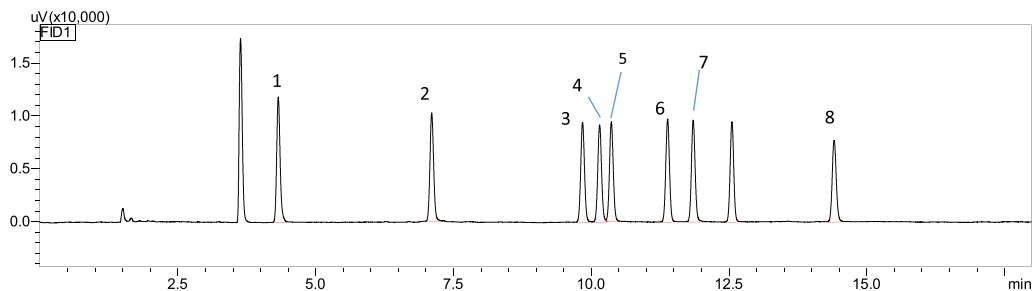


图 1 浓度 0.100 mg/L 工作曲线色谱图

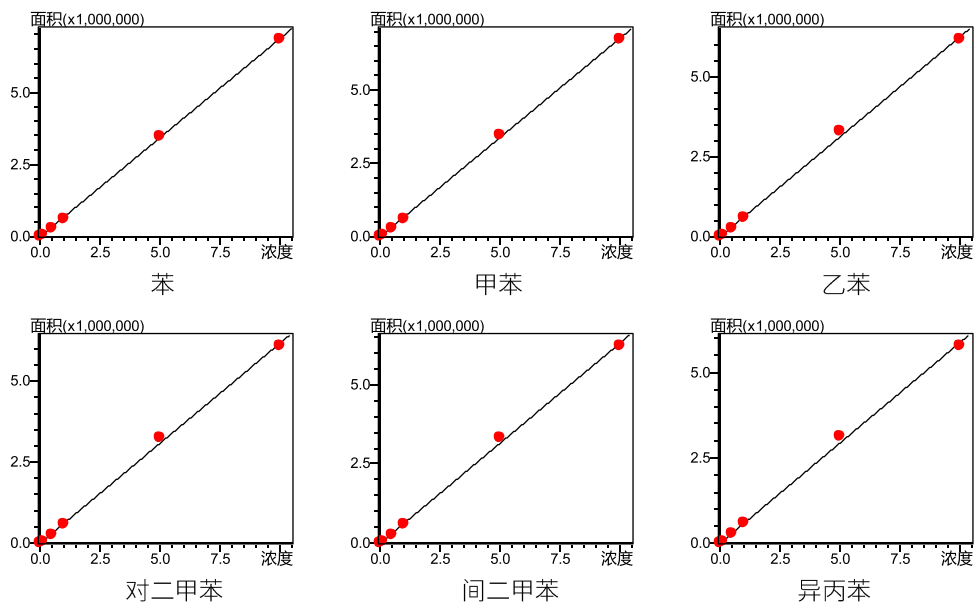
表 1 化合物信息

No.	化合物	英文名称	CAS 号	保留时间 (min)
1	苯	Benzene	71-43-2	4.383
2	甲苯	Toluene	108-88-3	7.117
3	乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	9.865
4	对二甲苯	p-Xylene	106-42-3	10.192
5	间二甲苯	m-Xylene	108-38-3	10.388
6	异丙苯	Isopropylbenzene	98-82-8	11.448
7	邻二甲苯	o-Xylene	95-47-6	11.853
8	苯乙烯	Styrene	100-42-5	14.444

### 2.2 标准曲线

取上述标准工作液，按照 1.2 分析条件，从低浓度到高浓度依次进样分析，记录标准系列目标物的保留时间和响应值。

以峰面积比为纵坐标，浓度比为横坐标，绘制标准曲线，并以最低点浓度的 3 倍信噪比计算仪器检出限，标准曲线如图 2 所示，相关系数及检出限如表 2 所示。



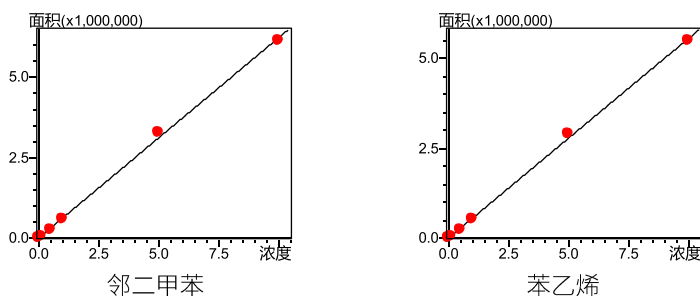


图2 8种苯系物标准曲线

表2 标准曲线相关系数及仪器检出限

No.	化合物	相关系数	仪器检出限 (μg/L)
1	苯	0.9998	0.70
2	甲苯	0.9998	0.79
3	乙苯	0.9994	0.85
4	对二甲苯	0.9993	0.85
5	间二甲苯	0.9992	0.86
6	异丙苯	0.9991	0.83
7	邻二甲苯	0.9993	0.84
8	苯乙烯	0.9996	1.07

### 2.3 重复性

按照 1.2 分析条件, 取 0.10 mg/L 浓度水平标准溶液, 重复进样 6 次, 考察仪器重复性, 测定结果见表 3。从表 3 结果可以看出, 在不同浓度下乙醇与正丁醇的峰面积比的 RSD% 均小于 3.0%, 表明 GC-2010 Pro 气相色谱仪具有良好的重复性。

表3 标样峰面积比重复性结果 (n=6)

No.	名称	RSD%	No.	名称	RSD%
1	苯	2.42	5	间二甲苯	2.91
2	甲苯	2.30	6	异丙苯	1.32
3	乙苯	2.91	7	邻二甲苯	2.34
4	对二甲苯	2.40	8	苯乙烯	2.94

### 2.4 加标回收实验

对地表水进行 2 次平行测定, 结果表明地表水中苯系物未检出。

样品谱图结果如下图 3 所示。

以该样品为基质样品, 添加标准溶液, 添加浓度 0.10 mg/L, 考察加标回收情况。实验结果表明各组分的加标回收率在 78.9~87.3% 之间, 结果如下图表 3 所示。

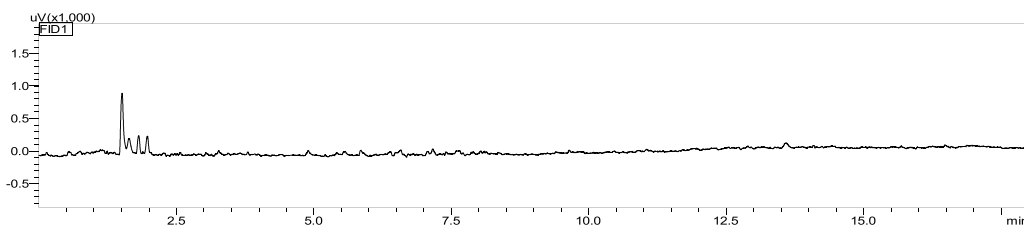


图3 样品图谱

表 3 样品加标回收率结果

No.	化合物	加标定量结果 1 (mg/L)	加标定量结果 2 (mg/L)	加标定量结果 3 (mg/L)	平均回收率 (%)
1	苯	0.082	0.081	0.081	81.3
2	甲苯	0.083	0.082	0.081	82.0
3	乙苯	0.079	0.081	0.079	79.7
4	对二甲苯	0.086	0.081	0.082	83.0
5	间二甲苯	0.085	0.087	0.086	86.0
6	异丙苯	0.082	0.081	0.080	81.0
7	邻二甲苯	0.081	0.080	0.080	80.3
8	苯乙烯	0.082	0.082	0.082	82.0

## ■ 结论

本文参考环境保护标准 HJ 1067-2019 《水质苯系物的测定 顶空 / 气相色谱法》相关条件，采用岛津 GC-2010 Pro 气相色谱仪结合 HS-10 顶空自动进样器，建立了测定地表水中苯系物的分析方法，实验结果显示：在 0.010 mg/L~10.0 mg/L 的浓度范围内，相关系数均大于 0.999；标准品溶液重复进样 6 次，8 种苯系物的 RSD% 均在 3.0% 以下，表明仪器精密度良好；结果表明，该方法操作简单、重复性好，可用于地表水的苯系物含量测定。

岛津应用云

