

# 高效液相色谱法测定航空燃料和石油馏分中芳烃的含量

LC-376

**摘要：** 本文参照中华人民共和国石油化工行业标准《NB/SH/T 0939-2016 航空燃料和石油馏分中芳烃含量的测定 示差折光检测器高效液相色谱法》建立了航空燃料和石油馏分中芳烃含量测定的分析方法。实验结果表明，系统性能验证标准溶液（SRS）三组分达到基线分离，1-甲基萘峰面积的信噪比为 47.6，环己烷和邻二甲苯的分离度为 7.457，系统性能验证满足要求；供试品中邻二甲苯的检出限为 0.06  $\mu\text{g/mL}$ ，定量限为 0.6  $\mu\text{g/mL}$ ，1-甲基萘的检出限为 0.02  $\mu\text{g/mL}$ ，定量限为 0.2  $\mu\text{g/mL}$  可满足检测要求。

**关键词：** 航空燃料 石油 总芳烃和总饱和烃 高效液相色谱仪 示差折光检测器

## 技术特点：

- ❖ 可应对《NB/SH/T 0939-2016 航空燃料和石油馏分中芳烃含量的测定》标准要求
- ❖ 扩展了航空燃料和石油馏分相关应用案例

我国喷气燃料现有四个品种：煤油型的 RP-3 的喷气燃料、宽馏分型的 RP-4 的喷气燃料、高闪点型的 RP-5 喷气燃料和大比重型的 RP-6 喷气燃料，它们共同构成了我国较为完整的喷气燃料体系。喷气燃料的基本组成为不同的石油烃类和残留的少量非烃及添加剂。在这些组分中，烃类主要是烷烃、环烷烃、芳香烃和少量的烯烃。其中芳香烃因影响喷气燃料的燃烧性，国家标准 GB 6537-2018 中规定其体积分数不超过 20%

（民用航空燃料体积分数不超过 25%）。因此对航空燃料中芳烃进行测定是必要的。

本法采用正庚烷溶解试样，摇匀，过滤后直接上机测定，具有操作简单，效率高，重现性好、准确度高等特点。利用岛津液相色谱 - 示差折光检测器，通过比对供试品与对照品的保留时间，对航空燃料中芳烃进行定性定量测定，建立了芳烃的检测方法。供相关行业参考。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

本文使用岛津 LC-2030C Plus 高效液相色谱仪，配置信息如下：

型 号： LC-2030C Plus 检测器： RID-20A

色谱工作站： LabSolutions Version 6.102

### 1.2 分析条件

色 谱 柱： Inertsil NH<sub>2</sub> (UP) (250 mm x 4.6 mm I.D., 5  $\mu\text{m}$ ，  
岛津（上海）实验器材有限公司，Cat.No.:5020-05546)

流 动 相： 正庚烷 柱 温： 35 $^{\circ}\text{C}$

流 速： 1.0 mL/min 洗脱方式： 等度洗脱

进 样 量： 10  $\mu\text{L}$

### 1.3 标准溶液配制

1.3.1 系统性能验证标准溶液 (SRS)：在 100 mL 容量瓶中分别称取 1.0 g  $\pm$  0.1 g 环己烷、0.5 g  $\pm$  0.05 g 邻二甲苯、0.5 g  $\pm$  0.05 g 1-甲基萘，然后用正庚烷稀释至刻度。注：如果瓶子密封片较好在 5 $^{\circ}\text{C}$  -25 $^{\circ}\text{C}$  下暗处保存，SRS 可保存一年。

1.3.2 标准曲线溶液：准备 MIX3 标准混合工作溶液（A、B、C、D、E 和 F），按照表 1 的浓度称量标准物质（精确至 0.0001 g），置于 100 mL 容量瓶，用正庚烷稀释至刻度。

表 1 标准工作溶液浓度

标准供试品 MIX3	环己烷 (mg/mL)	邻二甲苯 (mg/mL)	1- 甲基萘 (mg/mL)
A	50	150	20
B	10	30	10
C	5	15	5
D	2	6	2
E	0.2	0.6	0.2
F	0.02	0.06	0.02

#### 1.4 供试品溶液的制备

参照行标 NB/SH/T 0939-2016 对供试品溶液进行制备，如图 1 所示。

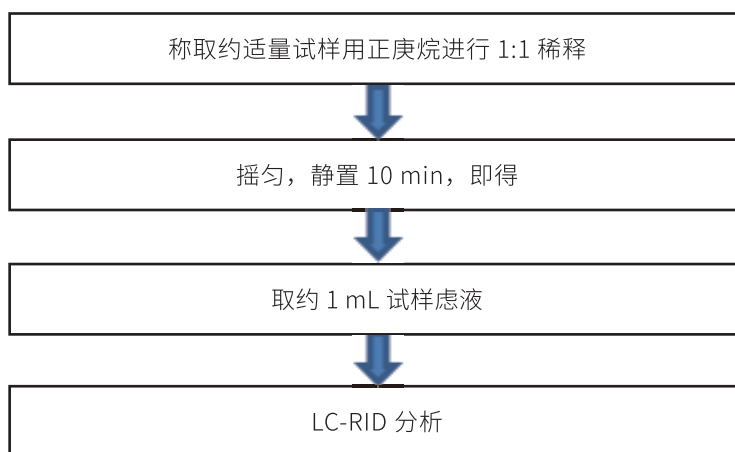


图 1 前处理流程图

## ■ 结果与讨论

### 2.1 色谱图

按 1.2 的分析条件对 SRS 标准溶液进行分析，其保留时间分别为 RT=7.171 min、RT=9.423 min、RT=12.442 min，标准溶液（SRS）三个组分达到基线分离；环己烷与邻二甲苯分离度为 7.457，1- 甲基萘峰面积的信噪比为 68.2，符合要求 [ 标准规定标准溶液（SRS）三个组分达到基线分离；数据系统能准确测量 1- 甲基萘峰面积（S/N ≥ 3:1）；环己烷与邻二甲苯分离度不小于 5]。标准溶液、供试品溶液、供试品溶液加标进行分析，如下图 2 所示。

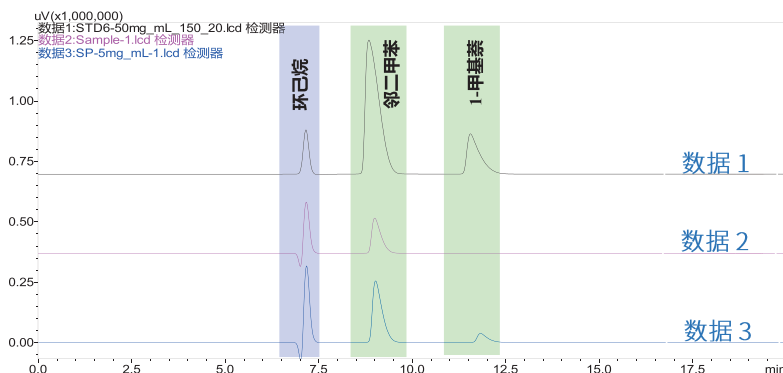


图 2 标准溶液、供试品溶液、供试品溶液加标色谱图

(数据 1: 标准溶液; 数据 2: 供试品溶液; 数据 3: 供试品溶液加标)

## 2.2 线性范围、检测限和定量限

取 1.3.2 的 MIX3 标准混合工作溶液，按照 1.2 分析条件进样分析，以目标物浓度为横坐标，目标物峰面积为纵坐标，以外标法绘制标准曲线，所得校准曲线线性关系良好，邻二甲苯线性相关系数  $r=0.9999$ ，1-甲基萘线性相关系数  $r=0.9999$ 。根据 MIX3 标准混合工作溶液 F 数据，利用色谱工作站以 3 倍信噪比及 10 倍信噪比分别计算仪器的检测限及定量限。结果如图 3、表 2 所示。

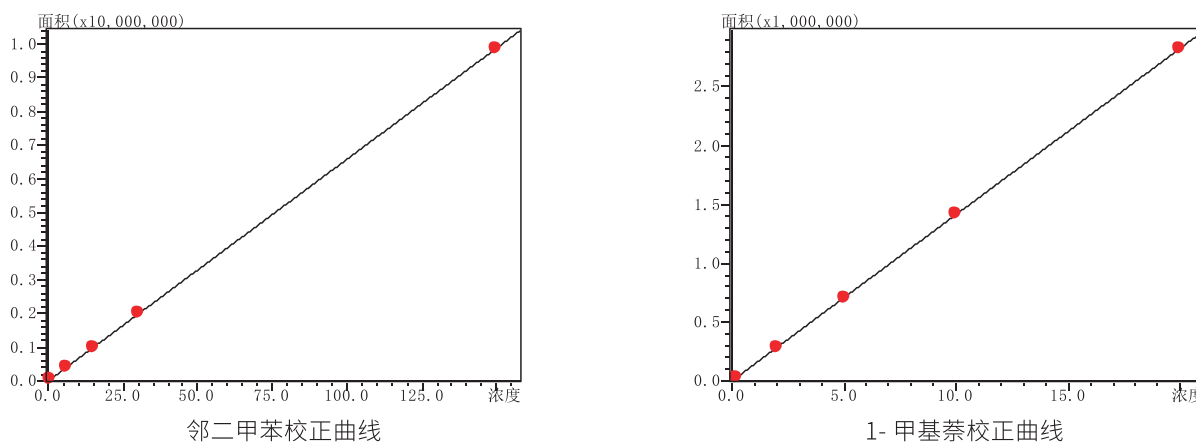


图 3 校准曲线

表 2 校准曲线相关信息

No.	化合物名称	曲线方程	相关系数 (r)	准确度 (%)	检测限 (mg/mL)	定量限 (mg/mL)
1	邻二甲苯	$Y = (65886.5)X + 1793.72$	0.9999	99.0-101.3	0.004	0.012
2	1-甲基萘	$Y = (141441)X + 385.912$	0.9999	97.6-100.6	0.003	0.008

## 2.3 重复性考察

配制同一浓度标准溶液，各两份平行，考察分析方法质量分数的重复性（其中邻二甲苯浓度分别为 4 mg/mL，1-甲基萘浓度分别为 2 mg/mL）。同一操作者用同一仪器对同一标准溶液重复测定两份平行的结果之差均小于下表质量分数列出值，结果见表 3。

表 3 重复性测试 (n=2)

No.	化合物名称	峰面积		平均值 (X)	差的绝对值	质量分数 %
		A	B		A-B	
1	邻二甲苯	4304038	4303647	4303843	391	3431
2	1-甲基萘	299340	299630	299485	290	580

注：单环芳烃质量分数 (%) =  $0.129X^{0.667}$ ；双环芳烃质量分数 (%) =  $0.337X^{0.333}$

## 2.4 加标回收率考察

按 1.4 制备供试品溶液和供试品溶液加标，制得低、中、高三个浓度水平的供试品加标溶液各 6 份（其中邻二甲苯加标浓度分别为 0.6 mg/mL、4 mg/mL、8 mg/mL，1-甲基萘加标浓度分别为 0.2 mg/mL、2 mg/mL、5 mg/mL），如下表 4 所示。测试结果显示：邻二甲苯各水平的加标回收率在 92.2~101.7% 之间，相对标准偏差 RSD% 在 1.38~3.23% 之间；1-甲基萘各水平的加标回收率在 100.0~105.7% 之间，相对标准偏差 RSD% 在 0.08~0.28% 之间。

表 4 供试品加标实验结果 (n=6)

No.	化合物名称	供试品浓度 (mg/mL)	低浓度		中浓度		高浓度	
			回收率 %	RSD%	回收率 %	RSD%	回收率 %	RSD%
1	邻二甲苯	61.53	98.4	1.38	95.3	3.23	99.2	1.51
2	1-甲基萘	0.05	105.2	0.28	103.4	0.09	100.1	0.08

## ■ 结论

本文采用岛津 LC-2030C Plus 高效液相色谱仪搭载示差折光检测器，建立了航空燃料和石油馏分中芳烃含量的定量确认方法。结果表明，该方法基于色谱保留时间定性，选择性强，准确度高，可有效地检测航空燃料和石油馏分中芳烃的含量，供相关行业参考。

岛津应用云

