

# SH/T0693 汽油中芳烃分析系统的原理

谯应召

(山东化工研究院, 山东 济南 250013)

**摘要:** 《SH/T -0693 汽油中醇类和醚类的含量测定气相色谱法》分析原理图解。

**关键词:** 汽油;芳烃

## 1 背景介绍

无铅汽油中添加一定量的烯烃和芳烃可以显著提高汽油的辛烷值,芳烃的存在会增加发动机进气系统和燃烧室沉积物的形成,并增加尾气中芳烃、氮氧化物、其他烃类的排放,尤其是增加苯的排放,苯含量的增加危害公众健康。因此,在所有清洁汽油标注方法中都对芳烃进行了严格限制应用。

## 2 结构原理

SH/T 0693 气相色谱分析系统结构如图 1 所示,系统由预切色谱柱 (Column-1, 可以采用 TCEP 填充柱也可以使用 TCEP 的毛细管柱)、自动十通阀、主分析柱 (Column-2, 标准要求为弱极性毛细管柱) 和阻尼柱 (R) 组成。气相色谱系统分析程序对十通阀进行精确、定时的切换,改变两根色谱柱的反吹和连接状态,将汽油中的烃类物质与其他烃类组分分离,从而实现汽油样品中苯、甲苯和重芳烃类的定量分析。

实际色谱分析过程中汽油样品需要进样测定两次,用以提高分析效率——第一次进样测定汽油中的苯和甲苯;第二次进样测定汽油样品中的 C8 以及 C8 以上的芳烃类物质。该色谱分析系统采用内标法定量,内标物为 2-己酮。

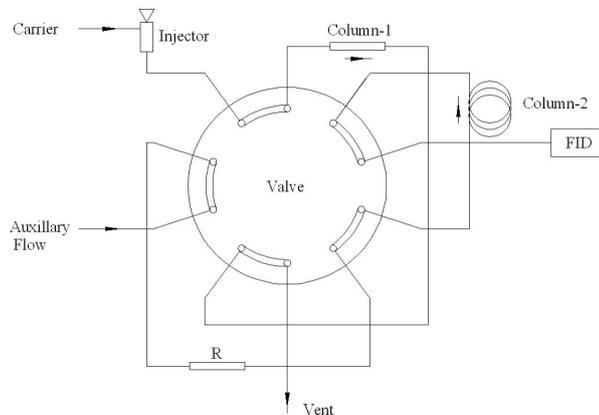


图 1 SH/T 0693 硬件结构 (系统待机状态)

### 3 工作流程

该系统的工作流程如下：

#### 3.1 第一次进样：

汽油样品直接进样至气相色谱仪的进样口（Injector）中，样品气化并进入预切色谱柱（Column-1），系统的简化结构如图 2 所示：



图 2 进样状态下系统结构简化示意图

汽油样品在预切色谱柱（Column-1）内各个组分的分布状态，如图 3 所示：

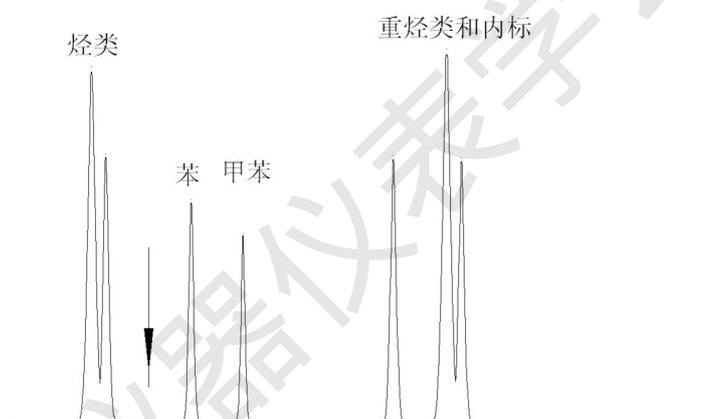


图 3 第一次进样预切柱流出组分色谱图

在强极性预切色谱柱（TCEP 柱）中汽油中各组分被分离成为大致两组：轻烃类组分（C9 以下的烷烃和烯烃类物质）——保留较弱；重芳烃类组分（包括苯、甲苯以及 C8 以上的芳烃类并包含内标物质）——保留较强。

#### 3.2 切换反吹：

预切色谱柱首先流出的轻烃类物质经由 Vent 端口放空，当分析时间到达图 3 中所示的切换点时（即轻烃类出峰之后、苯出峰之前），色谱系统控制十通阀旋转，系统状态发生变化，如图 4 所示：

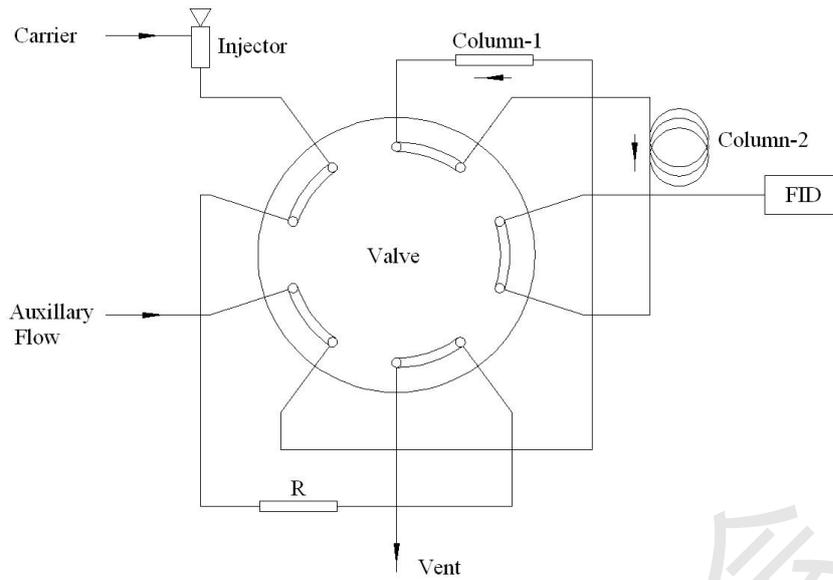


图 4 系统切换状态

此时，系统的简化结构如图 5 所示：

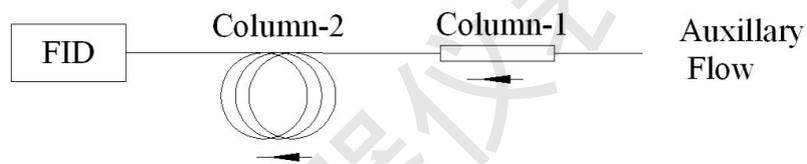


图 5 反吹状态下系统的简化结构

预切色谱柱（Column-1）中尚未流出的芳烃类物质（包括内标物）被反吹（注意此状态下预切色谱柱和主分析柱的载气流动方向发生变化）进入到主分析柱（Column-2）中，各组分依次流出至 FID 检测器出峰，系统获得的谱图如图 6 所示：

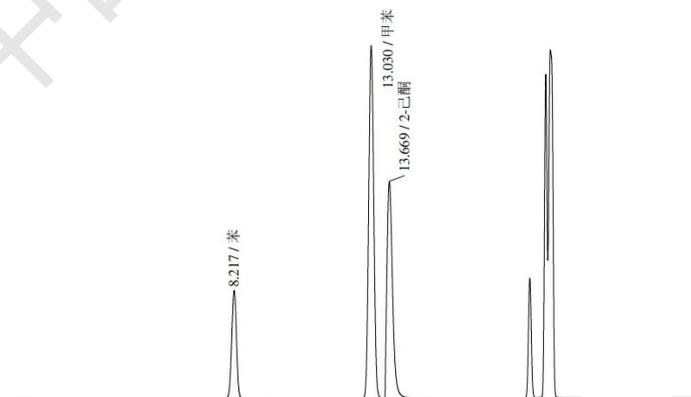


图 6 第一次进样系统谱图

### 3.3 系统复位

当苯、甲苯和内标组分流出色谱柱后，十通阀再次旋转恢复至原始位置，如图 1 所示。

此时柱箱程序升温至较高温度，将主色谱柱内残留的较重组分反吹入 FID 检测器，谱图中表现为复杂的色谱峰群。当所有重组分出峰完毕，系统降温恢复初始状态，完成第一次分析。

### 3.4 第二次进样

第二次进样时，一般需要提高柱温和流速，尽量缩短分析时间，预分离色谱柱中的谱图与图 3 相似，但是切换点发生变化，切换点选择到甲苯之后，重芳烃之前，如图 7 所示：

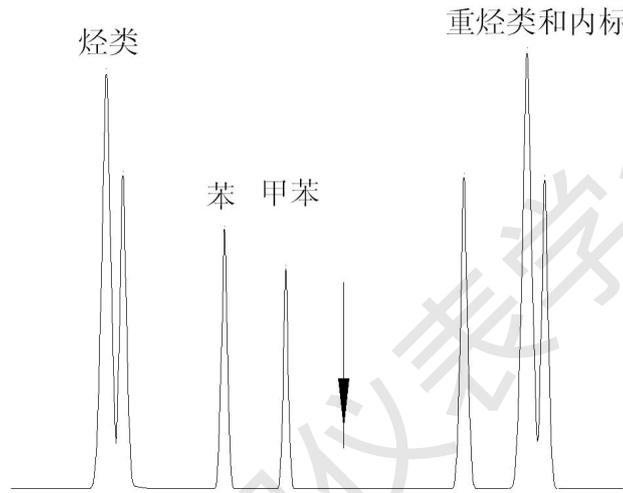


图 7 第二次进样预切柱流出组分色谱图

第二次进样分析获得的色谱谱图，如图 8 所示：

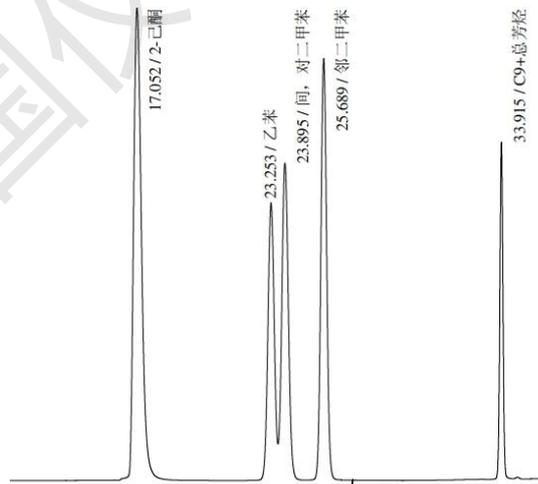


图 8 第二次进样系统谱图

## 4 常见故障

### 4.1 载气要求

载气要求彻底脱氧，以避免长期运行造成对预分离色谱柱的损坏。

## 4.2 切换时间

第一次进样测定时，如果切换时间选择较短，谱图中会存在较多烃类物质干扰；如果切换时间过长，那么苯色谱峰强度会受损失。

切换时间随着系统工作时间的延长，杂质的积累和预分离色谱柱性能的变化，需要对切换时间进行调节。

## 4.3 定量方法

本系统采用内标法定量，计算时内标量与样品量的确定比较重要。需要定期对标准曲线进行校准。

## 5 小结

本系统采用单十通阀的方案，两次进样完成汽油中苯、甲苯以及 C8 以上重芳烃的测定。

中国仪器仪表表字号