

# 炼厂气气相色谱分析系统——四阀五柱方案的原理简介

譙应召

(山东化工研究院, 山东 济南 250014)

**摘要:** 炼厂气分析系统——四阀五柱方案的基本工作过程图解。

**关键词:** 气相色谱;四阀五柱

## 1 背景介绍

炼厂气的组成因加工条件及原料的不同,有很大差别。除了催化重整产生的气体是以氢气为主外,其他装置产气主要为碳一(甲烷  $\text{CH}_4$ )至碳四(丁烷、丁烯等)的气态烃以及少量杂质等,其中以催化裂化装置总加工量大,气体产量大,气体中的烯烃也最多。因此,催化裂化气体是炼厂气加工装置的主要来源。

炼厂气常分为两个部分,碳一和碳二(乙烷、乙烯)的烃类称为干气,数量较少,一般作为燃料气供加热炉烧掉,也可利用干气中的乙烯组分制作苯乙烯等;碳三(丙烷、丙烯等)和碳四的烃类,即液化石油气,是炼厂气加工的主体。

使用 Shimadzu 公司的气相色谱仪 GC-2014,配备有双 TCD 检测器和四支自动切换阀,设计某炼厂气分析系统,一次进样完成炼厂气样品中多组分的分析工作。

## 2 结构原理

本四阀五柱炼厂气分析系统的结构如图 1 所示,系统分为两个分析通道,均采用 TCD 检测器,但使用的载气类型不同。系统配置有四支自动切换阀(两支自动十通阀、两支自动六通阀),气相色谱系统分析程序对四个十通阀和六通阀进行精确、定时的切换,改变五根色谱柱的连接与反吹状态,实现样品的分离测定。

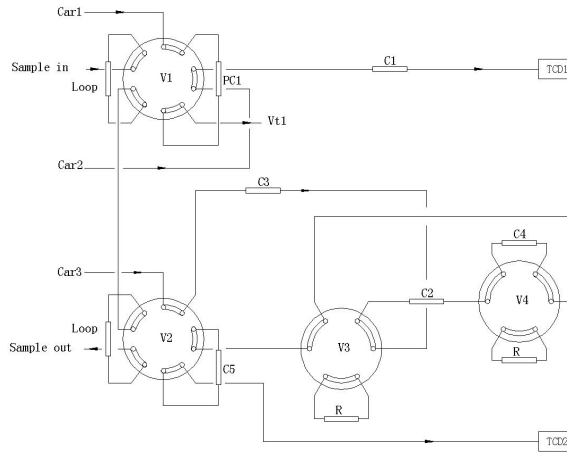


图 1 四阀五柱炼厂气分析系统（待机状态）

通道一采用氩气做为载气，分析炼厂气样品中的微量氢气组分，采用较为基本的十通阀进样反吹方式连接。

通道二采用氢气做为载气，分析炼厂气样品中的微量烃类物质和氧气、氮气、二氧化碳等组分，采用了多重嵌套方式连接。

### 3 工作流程

该系统的工作流程如下：

通道一的工作过程：

#### 1 取样

如图 1 所示，此时将样品通入定量环（样品流经 sample in - loop - sample out），充分吹扫定量环，排除其中参与空气或样品。

#### 2 进样

系统启动数据采集的瞬间，十通阀 V1 旋转 36 度，此时样品被载气携带进入预分离色谱柱 PC1 中（样品流经 car1 - loop - PC1 - Column1 - TCD1）。

样品在预分离色谱柱 PC1（PC1 柱内填充物为有机担体类固定相）中分离为较轻组分（氢气、氧气、氮气、一氧化碳）和较重组分（烃类、二氧化碳等物质）。

其中保留较弱的永久气体类组分流入色谱柱 Column1（C1 色谱柱内填充物为分子筛），氢气被色谱柱 Column1 分离出来，在 TCD1 检测器上出峰。

#### 3 反吹

当色谱柱 PC1 中的较轻组分完全流入色谱柱 Column1 中，十通阀 V4 再次旋转 36 度，此时色谱柱 PC1 内部的载气反向流动，将保留时间较强的组分（二氧化碳、重烃类等物质）反吹流出系统。

通道二工作过程

### 1. 取样：

如图 1 所示，此时将样品通入定量环（样品流经 sample in - loop -sample out），充分吹扫定量环，排除其中参与空气或样品。

### 2. 进样

样品通入十通阀完全替换掉定量环中残余气体后，十通阀旋转 36°，此时样品进样至色谱柱 PC 中，此时系统状态如图 2 所示：

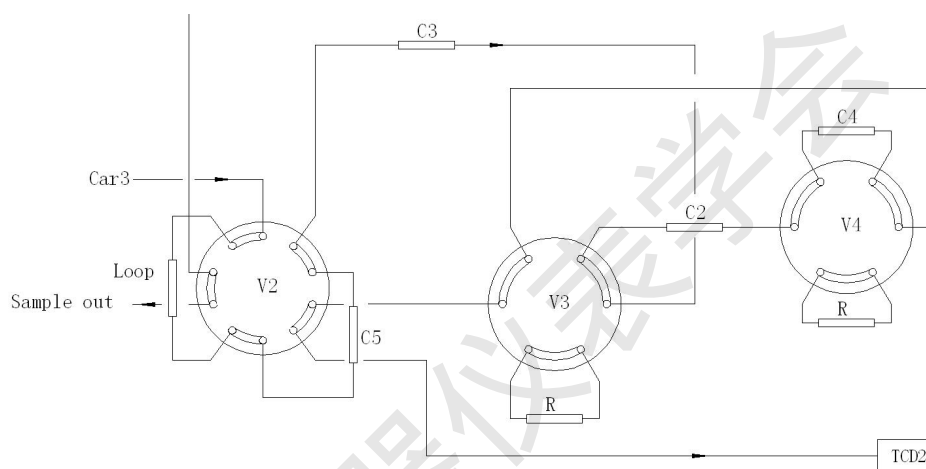


图 2 进样状态下的系统结构图

此时样品流经 Car3 - loop - Column5 - Column3 - Column2 - Column4 - TCD2。样品在 Column5 色谱柱中被预分离成两部分——C6 以下的烃类和永久气体，保留较弱和 C6 以上的烃类杂质，保留较强。

### 3. 反吹，C6 以上烃类物质出峰：

当样品中的 C6 以下组分流出色谱柱 Column5 之后，系统控制十通阀再次旋转 36°，色谱柱 Column5 内部的载气流向发生反相，色谱柱 Column5 内留存的 C6 以上的重烃类物质被反吹，直接流入 TCD2 检测器，作为单一色谱峰被检测到。

此时载气的流向为：car3 - Column4 - Column2 - Column3 - Column5 -TCD2。

### 4. 色谱柱选择，永久气体和 C2 轻烃类被滞留，Column3-C6 烃类物质出峰

当 Column5 中流出的保留较弱的组分（C6 以下的烃类物质和永久气体类物质）完全流入色谱柱 Column3 之后，其中多种物质再次被色谱柱 Column3 分离成多个部分——永久气体类加 C2 轻烃类组分（包括氢气、氧气、氮气、甲烷、一氧化碳、乙烷、乙烯）和重烃类组分（包括 C2-C6 之间的的较重烃类，其作为多个色谱峰存在）。

其中永久气体类组分作为合峰完全流入色谱柱 Column2 之后，切换阀 V3 旋转，将永久气体和 C2 烃类物质滞留在 V3-V4 阀的闭环系统中。

合峰中的组分在色谱柱 Column2 中再次被分离成为永久气体和 C2 烃类两部分，其中保留较弱的永久气体类组分流入色谱柱 Column4（色谱柱 Column4 内填充物为分子筛）之后，切换阀 V4 旋转 60 度，将这些组分滞留在色谱柱 Column4 中；C2 烃类则滞留在色谱柱 Column2 中。

此时色谱柱 Column3 中的重烃类物质（Column3-C6 的重烃类物质其中包括二氧化碳）在 TCD1 色谱柱上缓慢的出峰（注意色谱柱长度的配合，再此系统中非常重要）。

5 色谱柱选择，释放 C2 烃类。

当色谱柱 Column3 中的所有重烃类物质出峰完毕，切换阀 V3 再次旋转 60 度，此时色谱柱 Column2 中滞留的乙烷和乙烯在 TCD2 出峰。

6 色谱柱选择，释放永久气体类组分

当色谱柱 Column2 中的乙烷和乙烯完全流出色谱柱后，切换阀再次旋转 60 度，将色谱柱 Column4 中滞留的永久气体类组分（氧气、氮气、一氧化碳、甲烷）再次释放出来。

最终系统复位，恢复到进样之前的状态。

系统总体谱图如图 3 所示

