

## 中华人民共和国石油化工行业标准

NB/SH/T 0741—2010  
代替 SH/T 0741—2004

### 汽油中烃族组成的测定 多维气相色谱法

Standard test method for determination of hydrocarbon types  
composition in gasoline by multidimensional gas chromatography



2010-05-01 发布

2010-10-01 实施

国家能源局 发布

## 前 言

本标准代替 SH/T 0741—2004《汽油中烃族组成测定法(多维气相色谱法)》。本标准与 SH/T 0741—2004 相比主要变化如下:

——拓宽了方法的适用范围和测定范围;

——对含有含氧化合物的成品汽油适应性增强。可适用于含某些醚类或醇类化合物、或多种含氧化合物的成品汽油的烃族组成的测定。附录 A 中对含有含氧化合物时测定结果的校正方法也作了改进。

——提出推荐使用由加权统计计算获得的相对质量校正因子数值;

——增加了仪器系统验证程序;

——方法的精密度有所变化;

本标准的附录 A 为规范性附录,本标准的附录 B 和附录 C 为资料性附录。

本标准由中国石油化工集团公司提出。

本标准由中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院归口。

本标准负责起草单位:中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院。

本标准参加起草单位:国家油品质量监督检验中心、中国石油化工股份有限公司济南分公司、中国石油化工股份有限公司安庆分公司、中国石油化工股份有限公司齐鲁分公司、中国石油化工股份有限公司上海高桥分公司、中国石油化工股份有限公司沧州分公司和扬子石化股份有限公司。

本标准主要起草人:徐广通、杨婷婷。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——SH/T 0741—2004。

## 汽油中烃族组成的测定

### 多维气相色谱法

#### 1 范围

1.1 本标准规定了用多维气相色谱的方法测定成品汽油或汽油调合组分中的饱和烃、烯烃、芳烃和苯含量。

1.2 本标准适用于终馏点不高于210℃的石油馏分中饱和烃、烯烃、芳烃和苯含量的测定。浓度范围适用于烯烃体积分数0.5%~70%、芳烃体积分数1%~80%和苯体积分数0.2%~10%的石油馏分或成品汽油。超出该含量范围的样品该方法也能测定,但没有给出精密度数据。对馏程符合本标准要求的、由其他非常规原油如页岩或油砂加工得到的汽油产品或由非石油矿物燃料合成加工的烃类燃料本标准也同样适用,但未给出精密度数据。

1.3 有些汽油样品含有醚类或醇类含氧化合物组分,也可能含有多种含氧化合物组分。醚类化合物随烯烃组分出峰,醇类化合物则随非苯芳烃组分出峰。此时应根据相关试验方法(如SH/T 0663)测得的含氧化合物的类型及含量对按本标准试验步骤测定的烃组成结果进行必要的校正。

1.4 本标准不适合测定除苯外的各烃族中的单体组分含量。

1.5 本标准采用国际单位制[SI]单位。

1.6 本标准没有对所涉及到的所有安全问题提出建议。因此,在使用本标准前,用户必须建立适当的安全和保护措施并制订相应的管理制度。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 4756 石油液体手工取样法(GB/T 4756—1998, eqv ISO 3170: 1988)
- GB/T 6683 石油产品试验方法精密度数据确定法(GB/T 6683—1997, neq ISO 4259: 1992)
- GB 17930 车用汽油
- SH/T 0663 汽油中某些醇类和醚类测定法(气相色谱法)
- ASTM D6623 火花点火式发动机燃料中单体烃测定法(高分辨气相色谱法)
- ASTM D6839 火花点火式发动机燃料中烃组成、苯和含氧化合物测定法(气相色谱法)

#### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

##### 3.1

**饱和烃 saturates**

链烷烃和环烷烃的总量。

##### 3.2

**烯烃 olefins**

链烯烃、环烯烃和某些二烯烃的总量。

## 3.3

苯 benzene

最小碳数的芳烃。

## 3.4

非苯芳烃 non-benzene aromatics

非苯芳烃包括单环取代芳烃、芳烯烃和大于六元环的环二烯。

## 3.5

芳烃 aromatics

芳烃为苯含量(3.3)和非苯芳烃含量(3.4)之和。

## 3.6

 $N,N$ -双( $\alpha$ -氰乙基)甲酰胺(BCEF)  $N,N$ -bis( $\alpha$ -cyanoethyl) formamide

气相色谱固定液。

## 3.7

烯烃捕集阱 olefins trap

分析系统中用于从饱和烃和烯烃的混合物中选择性保留烯烃组分的色谱柱。

注：该柱在特定的温度下对烯烃组分的捕集与释放具有良好的可逆性，因而可以重复使用。在一定温度下该柱能从饱和烃和烯烃的混合物中选择性保留烯烃组分，通过饱和烃组分；提高温度后保留的烯烃组分又全部释放出来。

## 4 方法原理和概要

4.1 气相色谱测定汽油烃族组分和苯含量的分析原理图见图1，系统及柱连接示意图见图2。汽油样品进入色谱系统后首先通过极性分离柱(BCEF柱)使脂肪烃组分和芳烃组分得到分离。由饱和烃和烯烃构成的脂肪烃组分通过烯烃捕集阱时烯烃组分被选择性保留，饱和烃组分则穿过烯烃捕集阱进入氢火焰离子化检测器(FID)检测。待饱和烃组分通过烯烃捕集阱后，此时芳烃组分中的苯尚未到达极性分离柱的柱尾，通过六通阀切换使烯烃捕集阱暂时脱离载气流路，此时苯通过旁路进入检测器检测；苯洗脱检测后，通过切换另一个六通阀对非苯芳烃组分进行反吹，非苯芳烃组分进入检测器检测，待非苯芳烃检测完毕，再次通过阀的切换使烯烃捕集阱置于载气流路中，在适当的条件下使烯烃捕集阱中捕集的烯烃完全脱附并进入检测器检测，检出的色谱峰依次为饱和烃、苯、非苯芳烃和烯烃。

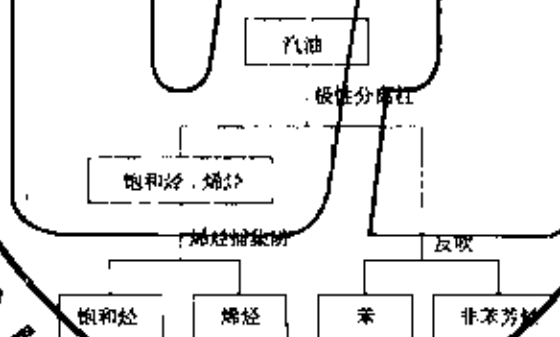


图1 气相色谱分析汽油烃族组成和苯含量的原理图

4.2 样品无需预处理直接进样，采用标准样品确定各烃族组分的保留时间。按确定步骤测量汽油试样中各烃族组分的色谱峰面积，采用校正的面积归一化方法定量，计算试样中各烃族组分的体积分数或质量分数。一个汽油样品的色谱分析时间约12min。

## 5 意义和应用

5.1 汽油中的烯烃、芳烃和苯含量是汽油产品标准中的重要质量指标。本标准提供了一个采用多维气相色谱技术快速测定汽油产品及汽油调合组分中饱和烃、烯烃、芳烃和苯含量的试验方法。

5.2 色谱方法影响分析结果的因素较少, 分析结果精度较高, 试验步骤简单, 分析周期较短, 并有利于改善试验环境、减轻劳动强度、降低试验成本。

## 6 干扰物质

6.1 样品中的高碳数脂肪烃( $C_{17}$ 以上, 不含 $C_{17}$ )在极性柱中与苯的分离可能不完全, 影响苯和芳烃组分的检测, 因此样品的终馏点不应超过 $210^{\circ}\text{C}$ 。

6.2 汽油样品中的醚类化合物如甲基叔丁基醚会在烯烃捕集阱中保留, 与烯烃一起出峰。此时得到的色谱图中的烯烃面积分数包括醚类化合物; 醇类化合物如乙醇、甲醇会在非苯芳烃的保留时间范围内出峰, 此时得到的非苯芳烃含量包括醇类化合物; 可根据相关方法如 SH/T 0663 测定的汽油中醚或醇类化合物的含量对结果进行校正, 见附录 A。

6.3 汽油中的少量含硫、氮的化合物在烯烃捕集阱中可能产生不可逆吸附, 最终可能降低烯烃捕集阱的容量或使用寿命, 经多种燃料的实验表明, 未发现对测定结果产生影响。

6.4 汽油中抗氧剂、清净剂、抗静电剂、含铅抗爆剂和含锰抗爆剂未发现对分析结果产生影响。

6.5 汽油中溶解的少量水不干扰测定, 如存在游离水可由无水硫酸钠或滤纸过滤脱除。

## 7 仪器

7.1 气相色谱仪: 色谱仪器至少应包括汽化室、控温色谱柱箱、火焰离子化检测器(FID)、色谱工作站和一些必须的硬件设备。这些硬件设备包括色谱柱、烯烃捕集阱、平衡柱、切换阀及相应的空温装置。符合下列性能和参数要求的任何气相色谱仪均可采用。仪器及分离系统的示意图见图 2。

7.2 进样系统: 能将约 $0.1\mu\text{L}$ 的汽油试样导入气相色谱仪的汽化室。微量注射器、自动进样器都能很好的进样。

7.3 载气及检测器气体流量控制: 稳定的载气和检测器气体流速控制对获得准确、可靠、重复性好的分析结果非常关键。

7.4 火焰离子化检测器(FID): 检测器必须满足或优于表 1 中的要求。

表 1 火焰离子化检测器性能要求

性 能	典型值
噪声/ $\text{A}$	$10^{-10} \sim 10^{-12}$
漂移/ $(\text{A}/\text{h})$	$10^{-13}$
检测限 $a-C_{10}/(g/s)$	$10^{-9} \sim 10^{-10}$
线性范围	$10^3 \sim 10^6$

7.5 烯烃捕集阱: 烯烃捕集阱的作用是在特定的温度下, 样品中经极性柱分离出的饱和烃和烯烃的混合组分通过时, 必须定量保留所有烯烃组分, 通过所有饱和烃组分。一般烯烃捕集时的温度为 $120^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$ 。当温度升高后, 该烯烃捕集阱必须定量释放所有保留的烯烃组分, 一般释放温度为 $200^{\circ}\text{C} \sim 220^{\circ}\text{C}$ 。具体温度根据烯烃捕集阱的具体情况确定。

注: 如发现烯烃捕集阱有烯烃逃逸现象, 建议调整操作条件直至更换烯烃捕集阱。

7.6 平衡柱: 对烃族组分无保留或吸附, 只起压力平衡作用, 以保证阀切换时基线的平稳。

7.7 切换阀: 按本标准规定的分析步骤进行操作, 分析系统应包括两个两点位六通阀, 阀的切换可以是手动也可以是自动, 为保证阀切换时间的准确, 建议采用自动切换阀。

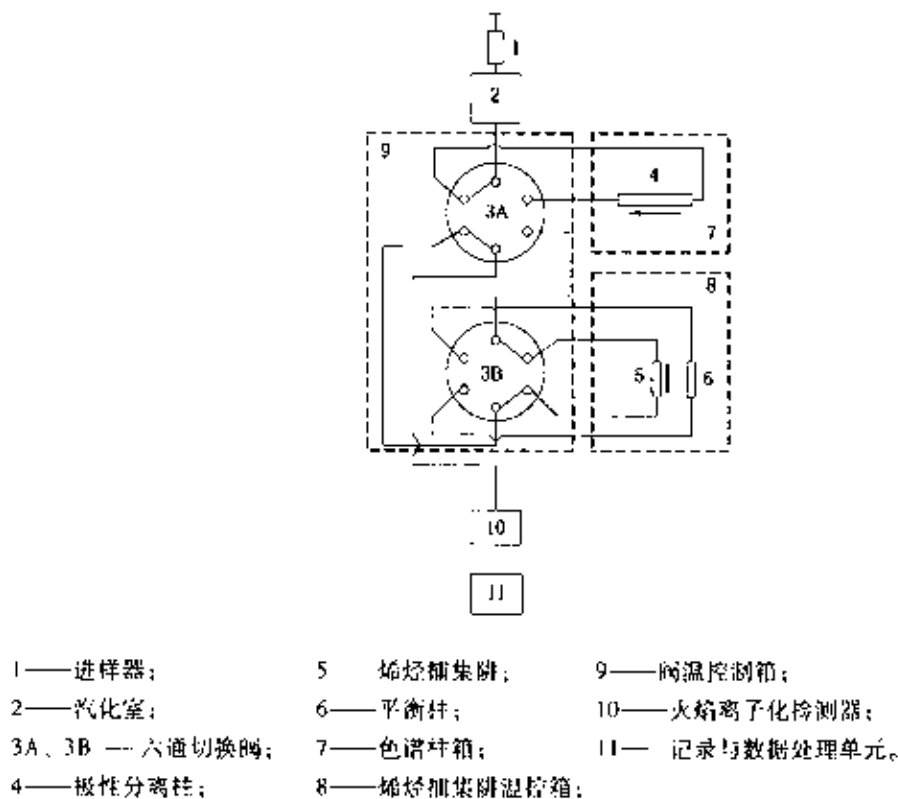


图 2 多维气相色谱仪及分离系统示意图

7.7 分析系统组件的温度控制：极性分离柱、烯烃捕集阱、切换阀都应具有独立的温度控制系统，接触样品的所有部件都应保持一定的温度以防止样品冷凝。表 2 列出一些组件典型的控制温度范围。一些组件要求采用等温操作，一些要求采用可重复的程序升温操作。表中所列温度只是一个典型的操作温度范围，具体使用时可以根据极性分离柱或烯烃捕集阱的具体情况进行适当调整，温度控制可以采用各种方式满足分析系统的要求。

表 2 系统组件的温度控制

系统组件	典型操作温度/℃	加热方式
极性分离柱	100 ~ 120	恒温
烯烃捕集阱	125 ~ 210	程序升温 30℃/min ~ 50℃/min
切换阀	100 ~ 160	恒温
样品管线	100 ~ 160	恒温

7.8 阀切换驱动系统：如阀切换采用气动驱动系统，要注意供给气动系统的空气压力满足驱动的要求，以迅速实现阀的切换。

7.9 载气纯化装置：为保障烯烃捕集阱的使用寿命，除气相色谱常规使用的分子筛、活性炭等净化器脱除载气中的水和烃类杂质外，须安装专门的脱氧净化器，确保载气中的氧含量在 1μL/L 以下。

7.10 色谱柱：极性分离柱，凡满足苯与脂肪烃的正十二烷或 1-十一烯完全分离及苯与甲苯完全分离，并留有合适阀切换时间的色谱柱均可以使用。推荐采用 BCEF 作固定液，涂渍量 25%，Chromosorb P(AW)200μm ~ 300μm 作载体，柱管材料为内衬石英的不锈钢管或内壁脱活的不锈钢管，长度 5m，内径 2mm。

7.11 记录与数据处理单元：建议采用色谱工作站，并具有下列功能。

7.11.1 可显示采集的色谱图；

7.11.2 显示色谱峰的峰面积及面积百分比数据；

- 7.11.3 校正因子的计算及使用;
- 7.11.4 具有处理噪音和鬼峰的功能;
- 7.11.5 能进行必要的手动积分处理;
- 7.11.6 测定结果通过色谱峰面积或面积分数、对应的相对质量校正因子和有关参数通过校正的面积归一化方法计算。

8 试剂与材料

8.1 标准试剂: 下列化合物可以用来验证柱分离或测量检测器的响应: 正戊烷、正己烷、正庚烷、异辛烷、正辛烷、正壬烷、正癸烷、正十一烷、正十二烷、1-戊烯、1-己烯、1-庚烯、1-辛烯、1-壬烯、1-癸烯、1-十一烯、苯、甲苯、二甲苯、丙基苯、异丙基苯、三甲基苯等。试剂的纯度应使用分析纯或以上纯度的试剂。

警告: 这些化合物均为易燃或有毒化合物, 若摄取、吸入或通过皮肤吸收将对人体产生伤害或致命。

8.2 校正样品的制备: 为减少配制过程中烃组分挥发对实验结果的影响, 建议按照纯物质的挥发性由低到高的次序, 以质量比制备校正样品。建议先配制饱和烃、烯烃和芳烃各自的混合组分, 称量的含量范围参照表3。校正样品配制时可根据测量实际样品的具体情况进行配制, 使校正样品与待测试样的浓度接近, 表4列出一组典型校正样品的配制比例。

表3 校正样品中各烃族组分的配制含量

饱和烃			烯 烃			芳 烃		
化合物名称	质量分数 %	体积分数 %	化合物名称	质量分数 %	体积分数 %	化合物名称	质量分数 %	体积分数 %
正戊烷	19	20	1-戊烯	30	32	甲苯	32	32
正己烷	23	24	1-己烯	26	27	二甲苯	30	30
正庚烷	17	17	1-庚烯	23	23	乙基苯	10	10
异辛烷	17	16	1-辛烯	10	8	异丙基苯	28	28
正辛烷	11	10	1-壬烯	6	5			
正壬烷	7	7	1-癸烯	3	3			
正癸烷	4	4	1-十一烯	2	2			
正十一烷	2	2						
合计	100	100		100	100		100	100

注: 表中的体积和质量分数间并非完全一致的对应关系, 建议按表中所列的体积分数量取。

表4 典型校正样品的配制

序 号	饱和烃		烯烃		非苯芳烃		苯	
	质量分数/%	体积分数/%	质量分数/%	体积分数/%	质量分数/%	体积分数/%	质量分数/%	体积分数/%
1	44.7	49.0	13.7	15.0	40.5	35.0	1.17	1.00
2	38.6	42.0	23.0	25.0	37.3	32.0	1.18	1.00
3	37.0	40.0	27.8	30.0	33.4	28.5	1.78	1.50
4	37.4	40.0	32.9	35.0	27.9	23.5	1.80	1.50
5	37.9	40.0	38.0	40.0	22.2	18.5	1.82	1.50
6	36.3	38.0	43.1	45.0	18.8	15.5	1.84	1.50

注: 表中的体积和质量分数间并非完全一致的对应关系, 建议按表中所列的体积分数量取, 然后进行准确的称量, 以得到精确的质量分数。

8.3 压缩空气：助燃气，纯度不小于99.9%。

警告：高压气体，注意安全。

8.4 氮气：燃气，纯度不小于99.9%。

警告：高压气体，极易燃。

8.5 空气和氮气都需要净化，使用分子筛、活性炭净化器脱除气体中的水和烃类物质。

8.6 载气：高纯氮气或氢气，按7.9条要求净化。

8.7 样品瓶：使用带面有压盖或螺旋扣盖、且盖中衬有外层为聚四氟乙烯面的橡胶密封垫的玻璃小瓶。

8.8 质量控制检查样品：用于常规监测色谱系统和分离系统的可靠性，监测烯烃捕集阱的捕集能力。通过对质量控制检查样品的分析验证测定的结果是否在方法的精度范围之内。质量控制检查样品应由与被测试样相近的烃类化合物配制或购买得到。质量控制检查样品要采用安培瓶封装后在低温下储存，并在储存期间保持不变。表4的校正样品可以作为质量控制检查样品使用。

## 9 仪器系统的建立和准备

9.1 分析仪系统的集成(色谱仪及独立的温控元件)见图2。如采用商品化系统，安装、定位和系统优化可以与生产厂联系。

9.2 载气中的杂质将可能对色谱柱和烯烃捕集阱的性能产生不利影响，因此必须按7.9条要求安装可靠的载气净化系统以保证系统的正常运行。

9.3 通过实际样品、质量控制检查样品或参比样品检验极性柱对脂肪烃和芳烃的分离效果及苯和非苯芳烃组分的出峰时间，以此确定第一次和第二次阀的切换时间。通过参比样品或实际样品实验调整烯烃捕集阱的温度直至满足烯烃和醚类化合物的捕集要求。典型的色谱操作条件见表5。

表5 典型色谱操作条件

操 作 条 件	典 型 参 数
汽化器温度/℃	220
检测器温度/℃	110
烯烃捕集温度/℃	120 ~ 140
烯烃释放温度/℃	200 ~ 220
载气流量/(ml/min)	25 ~ 30
检测器气体流量/(ml/min)	
空气/(ml/min)	300 ~ 350
氢气/(ml/min)	25 ~ 30
进样量/μl	0.1
阀切换驱动压力/kPa	200 ~ 300

## 10 系统验证和标准化

10.1 仪器系统可靠性检验：以一个校正样品或一个普通汽油样品作为测试样品，进行过烯烃捕集阱和不过烯烃捕集阱两次试验，比较两次试验的非苯芳烃测量的峰面积值。如果系统正常，两次试验的非苯芳烃测量值之差不应超过方法的重复性要求，否则应检查仪器系统的管路连接、六通阀和载气纯度等是否存在问题。

10.2 烯烃捕集阱的性能检验：烯烃捕集阱是该试验方法分析系统中最关键的部件，如烯烃捕集阱失效或达不到性能要求将直接影响分析结果。可采用表4中烯烃含量较高的参比样品或烯烃含量高的实际样品来检验烯烃捕集阱的性能。在确定的试验条件下，烯烃捕集阱应通过所有的饱和烃组



分、捕集所有的烯烃组分,见图3。测量的结果偏差不应超过校正样品中各组分含量水平的再现性要求。否则应调整分析条件以满足上述要求,如果必要须更换烯烃捕集阱。

10.3 保留时间的确定:可通过校正样品或实际汽油样品确定饱和烃、苯、非苯芳烃和烯烃组分的保留时间范围。表6给出了按表5条件通过柱长5m的BCEF柱及烯烃捕集阱各烃族组分的保留时间,图3为按照表4配制的典型校正样品的色谱图。

表6 各烃族组分的典型保留时间

组分	保留时间/min
饱和烃	0.6~3.0
苯	3.0~5
非苯芳烃	5.0~9.0
烯烃	9.0~13.0

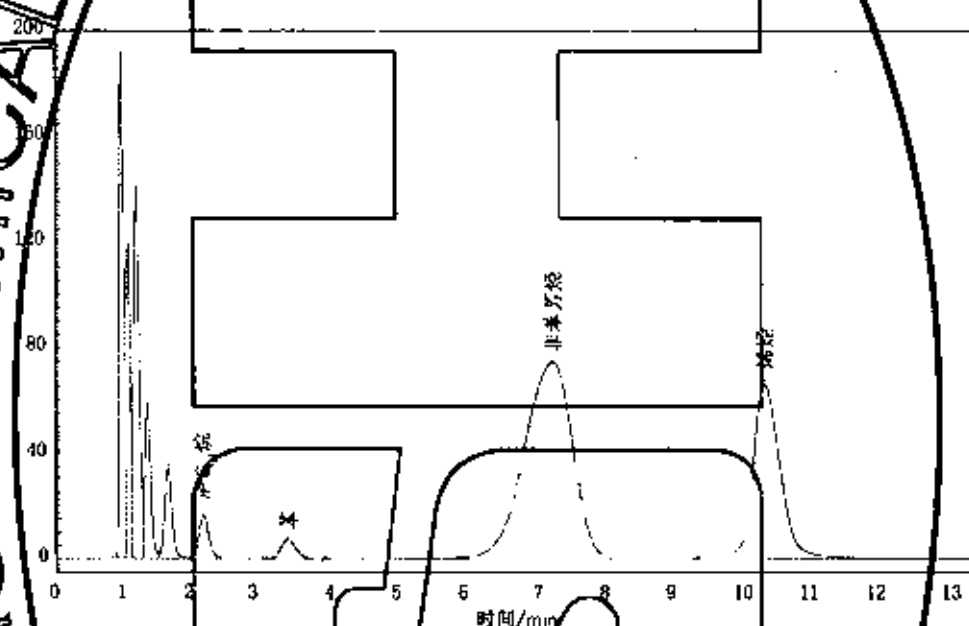


图3 含饱和烃、烯烃、非苯芳烃及苯的校正样品的色谱图

## 11 试验步骤

11.1 样品采集与准备:按照GB/T 4756方法采样。样品采样后如不立即分析,为防止样品中轻组分挥发,应密封后保存在冰箱中。分析前使试样温度达到室温。

11.2 分析系统准备:开机后,检查分析系统的参数设置是否准确,为净化分析系统,分析样品前需按样品的分析步骤将仪器空运行一遍,以驱除色谱柱和烯烃捕集阱中的残留杂质。

11.3 取约0.1μL有代表性的试样在准备就绪的气相色谱系统上进样,试样首先通过极性分离柱,在极性分离柱上,脂肪族与芳烃组分完全分离,由极性分离柱中分离出的饱和烃与烯烃的混合物组分进入烯烃捕集阱,在烯烃捕集阱中烯烃组分被选择性保留而饱和烃则通过烯烃捕集阱并进入FID检测(见图2);在本流出极性分离柱前,切换六通阀3B使烯烃捕集阱脱离载气流路并密封,此时从极性柱中分离出的苯通过平衡阀进入FID检测(见图4a),待苯出峰完毕后,切换另一六通阀3A,使C<sub>6</sub>(含C<sub>7</sub>)以上的非苯芳烃反吹出极性柱并进入FID检测(见图4b)。在非苯芳烃反吹的同时,开始升高烯烃捕集阱的温度,待非苯芳烃组分完全洗脱后,再次切换六通阀3B使烯烃捕集阱重新进入载气流路,此时烯烃由烯烃捕集阱中脱附进入FID检测(见图4c)。得到的色谱图经色谱工作站及相应的分析软件处理,计算各组分的质量分数或体积分数。典型的汽油色谱图见图5。

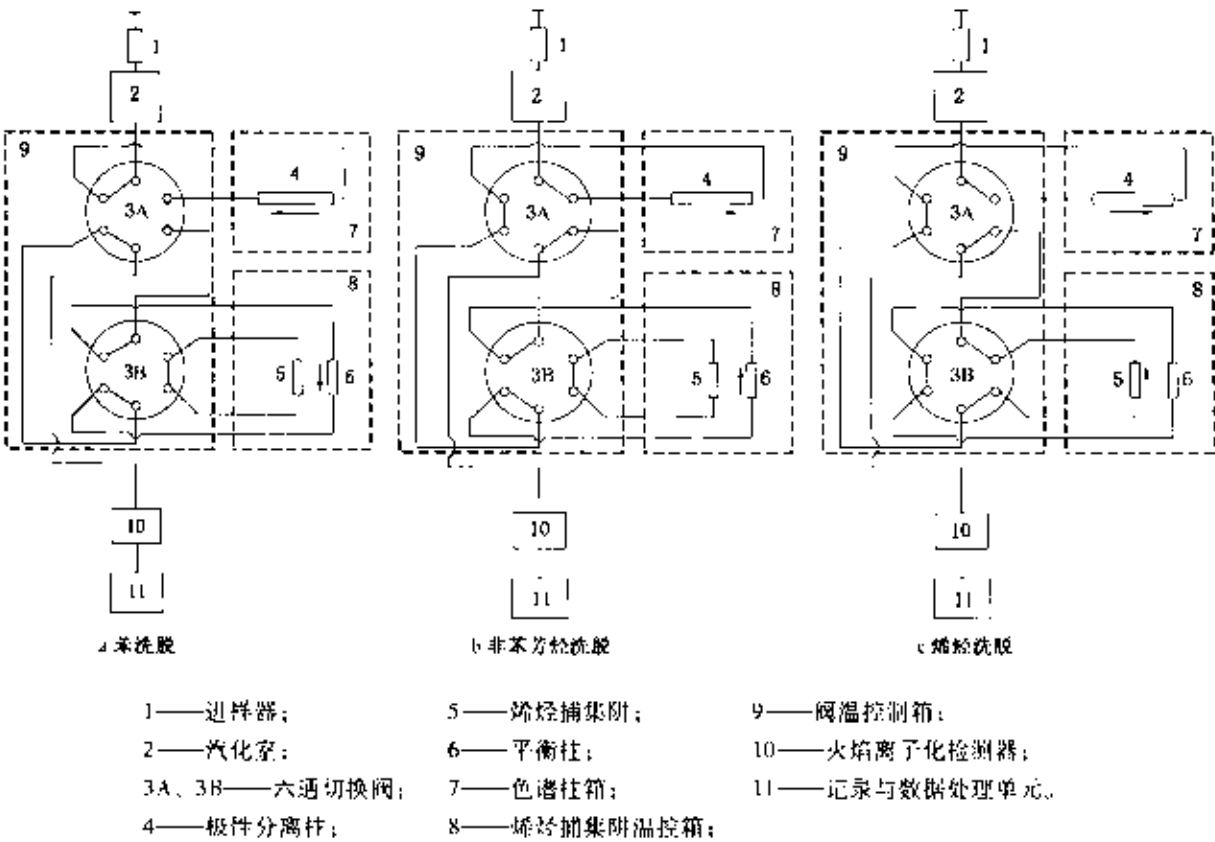


图 4 汽油组成分析色谱操作流程

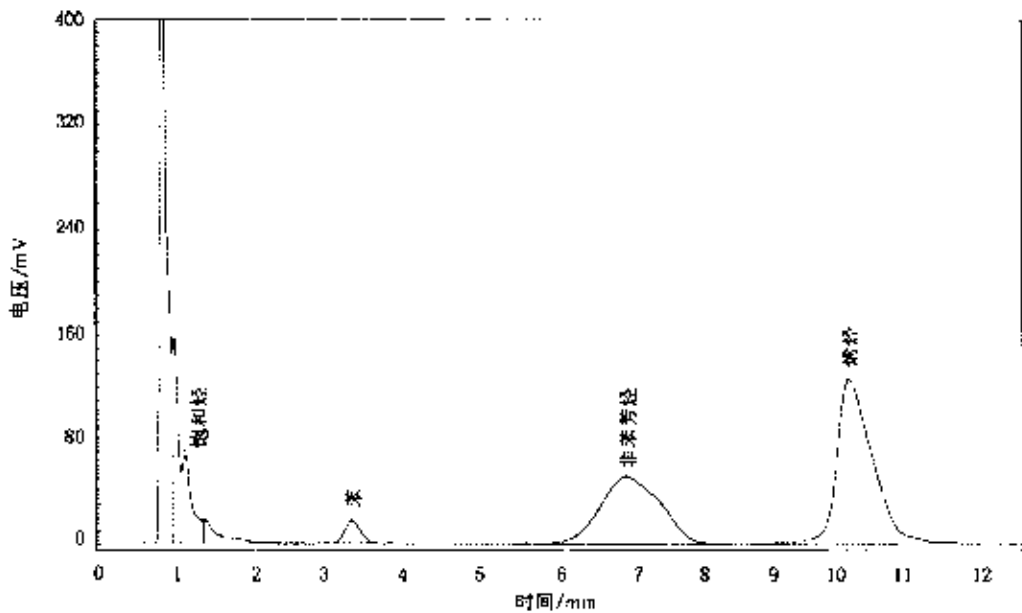


图 5 典型的汽油色谱图

12 质量控制检查

为确认分析系统的可靠性，在仪器运行一段时间后，应分析两次质量控制检查样品。质量控制检查样品的分析步骤应与汽油样品分析步骤一致。两次质量控制检查样品的结果均值应符合方法规定的重复性要求。如测定结果超出要求，应确定误差源、并进行必要的修正。

### 13 计算和报告

#### 13.1 试样中各烃族组成和苯含量的计算

13.1.1 检查积分仪或色谱工作站对谱图的积分状况,以确定对所有的色谱峰都进行了合理的积分,如不合理可以采用工作站的手动积分功能进行基线修正后重新积分。

注:由于汽油中的苯含量较低,不合理的基线切割和积分将对分析结果产生较大的影响。

13.1.2 相对质量校正因子:符合 GB 17930 馏程要求的汽油产品,根据各烃族不同碳数组分的分布以及在 FID 上的响应,各烃族组分相对非苯芳烃的相对质量校正因子的取值见表 7,对特定的汽油馏分,各烃族组分相对质量校正因子的取值和计算参见附录 B。表 7 的相对质量校正因子也可以通过标准样品根据式(1)的计算获得。

表 7 各烃族组分的相对质量校正因子

烃族组分	饱和烃	烯 烃	非苯芳烃	苯
相对质量校正因子 $f_i$	1.074	1.052	1.000	0.980

$$f_i = \frac{m_i P_A}{m_A P_i} \quad (1)$$

式中:

$f_i$ ——相对质量校正因子(以非苯芳烃组分为参比);

$m_A$ ——标准样品中非苯芳烃的质量分数;

$P_A$ ——色谱测定标准样品中的非苯芳烃的峰面积分数;

$m_i$ ——标准样品中饱和烃、烯烃或苯的质量分数;

$P_i$ ——色谱测定的标准样品中饱和烃、烯烃或苯的峰面积分数。

13.1.3 试样中饱和烃、烯烃、非苯芳烃和苯的质量分数可按式(2)进行计算。

$$m_i = \frac{P_i f_i}{\sum P f_i} \times 100 \quad (2)$$

式中:

$m_i$ ——试样中某组分  $i$  的质量分数, %;

$f_i$ —— $i$  组分的相对质量校正因子;

$P_i$ —— $i$  组分色谱测定的峰面积分数。

13.1.4 试样中饱和烃、烯烃、非苯芳烃和苯的体积分数可按式(3)进行计算。

$$V_i = \frac{P_i f_i / d_i}{\sum P f_i / d_i} \times 100 \quad (3)$$

式中:

$V_i$ ——试样中某组分  $i$  的体积分数, %;

$f_i$ —— $i$  组分的相对质量校正因子;

$P_i$ —— $i$  组分色谱测定的峰面积分数;

$d_i$ ——饱和烃、烯烃和非苯芳烃的加权相对密度及苯的相对密度,见 13.1.5。

13.1.5 对符合 GB 17930 馏程要求的汽油产品,各烃族组分的加权相对密度取值见表 8,对特定的汽油馏分,各烃族组分加权相对密度的计算参见附录 C。

表 8 各烃族组分在 20℃ 的加权相对密度

烃族组分	饱和烃	烯 烃	非苯芳烃	苯
加权相对密度	0.6860	0.6880	0.8700	0.8789

13.1.6 当汽油中含有醚类或醇类化合物时,必须首先测定出各个含氧化合物的含量,然后按附录A的方法计算各烃族组分的含量。

### 13.2 试验结果的报告

报告试样中饱和烃、烯烃、芳烃的体积分数(或质量分数),精确至0.1%,芳烃含量为非芳烃含量和苯含量之和。报告苯的体积分数(或质量分数),精确至0.01%。

## 14 精密度

本标准的精密度按照GB/T 6683经实验室间循环试验得到,按下述规定判断试验结果的可靠性(95%的置信水平)。

14.1 重复性:由同一操作者在同一实验室使用同一台仪器对同一试样连续测定的两个试验结果之差不应超过表9或表10所列数值。

14.2 再现性:不同实验室的不同操作者使用不同仪器对同一试样进行试验,所测的两个独立的试验结果之差不应超过表9或表10所列数值。

表9 精密度

% (体积分数)

组分	重复性	再现性	范围
饱和烃	1.6	2.6	20 ~ 78
烯烃	$0.14X^{0.61}$	$0.25X^{0.61}$	0.5 ~ 70
芳烃	$0.14X^{0.70}$	$0.18X^{0.70}$	1 ~ 80
苯	$0.05X^{0.69}$	$0.11X^{0.69}$	0.2 ~ 10
非芳烃	$0.14X^{0.66}$	$0.18X^{0.66}$	1 ~ 70

注: X 是组分的平均体积分数, %。

表10 典型含量水平下的精密度

% (体积分数)

组分	组分含量	重复性	再现性
饱和烃	1	0.2	0.3
	3	0.3	0.5
	5	0.4	0.7
	15	0.8	1.4
	18	0.9	1.6
	25	1.1	1.9
	30	1.2	2.1
	35	1.3	2.4
	45	1.4	2.6
	45	1.5	2.8
	50	1.6	3.0
	5	0.4	0.7
	10	0.7	0.9
	15	0.9	1.2
	20	1.1	1.5
芳 烃	25	1.3	1.7
	30	1.5	2.0
	35	1.7	2.2
	40	1.9	2.4
	45	2.0	2.6
	0.5	0.03	0.07
	1	0.05	0.11
	1.5	0.07	0.15
	2.5	0.09	0.21
	5.0	0.15	0.32
苯	10.0	0.25	0.53

## 附录 A (规范性附录)

### 汽油样品中含有含氧化合物时的结果校正

#### A.1 概述

成品汽油中经常添加含氧化合物如醚类或醇类物质以改善汽油的辛烷值和排放状况。当汽油中含有醚类或醇类化合物时,按本方法进行分析时,汽油中的醚类化合物将与烯烃组分一起出峰,而醇类化合物则将与非苯芳烃组分一起出峰,因此在对汽油中烃组分测量时必须将汽油中含氧化合物的响应从相应的烃组分中扣除,经校正得到真正的汽油中烃族组成的含量。根据 GB 17930 的要求,汽油中含氧化合物的含量可由 SH/T 0663 方法测定。根据测定的各含氧化合物的质量分数以及本方法试验过程中测定的各烃组分的表现峰面积的结果,按下述步骤得到汽油烃族各组分的质量或体积分数。

#### A.2 色谱峰面积分数的校正

A.2.1 试样中含有醚类化合物时,按式(A.1)对烯烃峰面积分数进行校正

$$A'_{OLE} = A_{OLE} - \sum_i (C_i/f_i) \quad \text{..... (A.1)}$$

式中:

$A'_{OLE}$ ——校正后试样中烯烃组分色谱峰相应的面积分数,%;

$A_{OLE}$ ——色谱测量的表观烯烃色谱峰面积分数,%;

$C_i$ ——第*i*个醚类化合物的质量分数,%;

$f_i$ ——该醚类化合物对应的相对质量校正因子,参见表 A.1

A.2.2 试样中含有醇类化合物时,按式(A.2)对非苯芳烃峰面积分数进行校正

$$A'_{ARO} = A_{ARO} - \sum_i (C_i/f_i) \quad \text{..... (A.2)}$$

式中:

$A'_{ARO}$ ——校正后试样中非苯芳烃组分色谱峰相应的面积分数,%;

$A_{ARO}$ ——色谱测量的表观非苯芳烃色谱峰面积分数,%;

$C_i$ ——第*i*个醇类化合物的质量分数,%;

$f_i$ ——该醇类化合物对应的相对质量校正因子,参见表 A.1

A.2.3 汽油中常见的含氧化合物在 FID 上试验测定的相对非苯芳烃的质量校正因子见表 A.1。

#### A.3 各烃族组分的归一化质量和体积分数的计算

表 A.1 部分含氧化合物实验测定的相对质量校正因子

含氧化合物	质量校正因子
甲基叔丁基醚 (MTBE)	1.605
乙基叔丁基醚 (ETBE)	1.582
甲基叔戊基醚 (TAME)	1.503
乙醇	2.352
叔丁醇	1.495
甲醇	4.423

对烯烃和非苯芳烃峰面积分数校正后,再根据测定的饱和烃和苯的面积分数重新对烃组分的峰面积分数进行归一化处理,得到各烃组分归一化的面积分数  $P_i$ ,并按式(A.3)和式(A.4)计算各烃组分归一化的质量分数  $m_i$ 和体积分数  $V_i$ 。

$$m_i = \frac{P_i f_i}{\sum P_i f_i} \times 100 \quad (\text{A.3})$$

$$V_i = \frac{P_i f_i / d_i}{\sum P_i f_i / d_i} \times 100 \quad (\text{A.4})$$

式中:

$m_i$ ——烃族组分  $i$  在烃组分中占的质量分数,%;

$V_i$ ——烃族组分  $i$  在烃组分中占的体积分数,%;

$f_i$ —— $i$  烃族组分的相对质量校正因子;

$P_i$ ——归一化后  $i$  组分色谱测定的峰面积分数,%;

$d_i$ ——饱和烃、烯烃和非苯芳烃的加权相对密度及苯的相对密度。

#### A.4 汽油中各烃族组分的质量分数的计算

按式(A.5)计算试样中各烃族组分的质量分数。

$$m'_i = m_i \times (100 - \Sigma C_{\text{oxy}}) / 100 \quad (\text{A.5})$$

式中:

$m'_i$ ——烃族组分  $i$  在汽油中所占的质量分数,%;

$m_i$ ——烃族组分  $i$  在烃组分中占的质量分数,%;

$\Sigma C_{\text{oxy}}$ ——试样中所有含氧化合物的质量分数之和,%。

#### A.5 汽油中各烃族组分的体积分数的计算

由于汽油中烃组分的密度与含氧化合物的密度不同,因此在进行体积分数换算时应考虑密度差异对体积分数的影响。

##### A.5.1 按式(A.6)计算试样中烃的相对加权密度 $d_{\text{HC}}$ :

$$d_{\text{HC}} = \Sigma m_i d_i / 100 \quad (\text{A.6})$$

式中:

$d_i$ ——第  $i$  种烃族组分(包括饱和烃、苯、非苯芳烃、烯烃)对应的加权相对密度;

$m_i$ ——各烃族组分  $i$  在烃组分中占的质量分数,%。

##### A.5.2 试样中含氧化合物所占的体积分数 $V_{\text{oxy}}$ 按式(A.7)计算:

$$V_{\text{oxy}} = \Sigma (C_i / d_i) / (\Sigma (C_i / d_i) + (100 - \Sigma C_i) / d_{\text{HC}}) \quad (\text{A.7})$$

式中:

$C_i$ ——第  $i$  种含氧化合物在试样中所占的质量分数,%;

$d_i$ ——第  $i$  种含氧化合物的相对密度,取值见表 A.2;

$d_{\text{HC}}$ ——汽油中烃的加权相对密度。

表 A.2 汽油中常见含氧化合物的相对密度(20℃)

含氧化合物	相对密度
甲基叔丁基醚(MTBE)	0.7459
乙基叔丁基醚(ETBE)	0.7440
甲基叔戊基醚(TAME)	0.7710
乙 醇	0.7967
叔丁醇	0.7910
甲 醇	0.7963

A.5.3 试样中各烃族组分所占的体积分数按式(A.8)计算:

$$V'_i = V_i \times (100 - V_{\text{OXY}})/100 \quad (\text{A.8})$$

式中:

$V'_i$ ——烃族组分*i*在试样中所占的体积分数, %;

$V_i$ ——烃族组分*i*在烃组分中占的体积分数, %;

$V_{\text{OXY}}$ ——试样中含氧化合物所占的体积分数, %。

## 附录 B

(资料性附录)

## 各烃族组分相对质量校正因子的计算

## B.1 烃类化合物相对甲烷的质量响应因子的计算

根据 ASTM D6839, 按式(B.1)计算各烃族不同碳数组分在 FID 上相对甲烷的质量响应因子, 见表 B.1

$$f^0 = \frac{[(12.011 \times C_n) + (1.008 \times H_n)] \times 0.7487}{12.011 \times C_n} \quad (\text{B.1})$$

式中:

- $f^0$ ——某烃类化合物相对甲烷的质量响应因子;  
 $C_n$ ——某烃类化合物中碳原子的个数;  
 $H_n$ ——某烃类化合物中氢原子的个数;  
 12.011——碳原子的相对原子质量;  
 1.008——氢原子的相对原子质量;  
 0.7487——相对于甲烷的校正系数。

表 B.1 在 FID 上各烃族不同碳数组分相对甲烷的质量响应因子

碳原子数	链烷烃 P	环烷烃 V	烯烃 O	芳烃 A
4	0.906		0.874	
5	0.899	0.874	0.874	
6	0.895	0.874	0.874	0.801
7	0.892	0.874	0.874	0.820
8	0.890	0.874	0.874	0.827
	0.888	0.874	0.874	0.832
	0.887	0.874	0.874	0.837
	0.887		0.874	0.840

## B.2 各烃族中不同碳数组分的组成测定

采用 ASTM D6623 或 ASTM D6839 测定出烃族中不同碳数组分的组成见表 B.2。

## B.3 各烃族组分相对甲烷的质量响应因子的计算

## B.3.1 链烷烃相对甲烷的质量响应因子按式(B.2)计算:

$$f_p^M = \frac{\sum P_i \cdot f_{P_i}^M}{P_T} \quad (\text{B.2})$$

式中:

- $f_p^M$ ——总链烷烃相对甲烷的质量响应因子;  
 $P_i$ ——不同碳数链烷烃的质量分数, %;  
 $f_{P_i}^M$ ——不同碳数链烷烃相对甲烷的质量响应因子;  
 $P_T$ ——不同碳数链烷烃的质量分数之和, %。



表 B.2 不同碳数组分的质量分数

%

碳原子数	链烷烃 $P$	环烷烃 $N$	烯烃 $O$	芳烃 $A$
4	$P_4$		$O_4$	
5	$P_5$	$N_5$	$O_5$	
6	$P_6$	$N_6$	$O_6$	$A_6$
7	$P_7$	$N_7$	$O_7$	$A_7$
8	$P_8$	$N_8$	$O_8$	$A_8$
9	$P_9$	$N_9$	$O_9$	$A_9$
10	$P_{10}$	$N_{10}$	$O_{10}$	$A_{10}$
11+	$P_{11}^*$		$O_{11}^*$	$A_{11}^*$

B.3.2 环烷烃相对甲烷的质量响应因子按式(B.3)计算:

$$f_N^M = \frac{\sum N_i \cdot f_{N_i}^M}{N_T} \quad (\text{B.3})$$

式中:

 $f_N^M$ ——总环烷烃相对甲烷的质量响应因子; $N_i$ ——不同碳数环烷烃的质量分数, %; $f_{N_i}^M$ ——不同碳数环烷烃相对甲烷的质量响应因子; $N_T$ ——不同碳数环烷烃的质量分数之和, %;

B.3.3 总饱和烃相对甲烷的质量响应因子按式(B.4)计算:

$$f_S^M = \frac{P_T + f_P^M \cdot N_T + f_N^M \cdot S_T}{S_T} \quad (\text{B.4})$$

式中:

 $f_S^M$ ——总饱和烃相对甲烷的质量响应因子; $P_T$ ——总链烷烃相对甲烷的质量响应因子; $f_P^M$ ——总链烷烃相对甲烷的质量响应因子; $N_T$ ——不同碳数链烷烃的质量分数之和, %; $f_{N_i}^M$ ——不同碳数环烷烃的质量分数之和, %; $S_T$ ——饱和烃的质量分数, 其值为  $P_T$ 、 $N_T$  之和, %。

B.3.4 总烯烃相对甲烷的质量响应因子按式(B.5)计算:

$$f_O^M = \frac{\sum O_i \cdot f_{O_i}^M}{O_T} \quad (\text{B.5})$$

式中:

 $f_O^M$ ——总烯烃相对甲烷的质量响应因子; $O_i$ ——不同碳数烯烃的质量分数, %; $f_{O_i}^M$ ——不同碳数烯烃相对甲烷的质量响应因子; $O_T$ ——不同碳数烯烃的质量分数之和, %。

B.3.5 非苯芳烃相对甲烷的质量响应因子按式(B.6)计算:

$$f_A^M = \frac{\sum A_i \cdot f_{A_i}^M}{A_T} \quad (\text{B.6})$$

式中:

 $f_A^M$ ——总非苯芳烃相对甲烷的质量响应因子;

$A_i$ ——不同碳数非苯芳烃的质量分数, %;

$f_{A_i}^M$ ——不同碳数非苯芳烃相对甲烷的质量响应因子;

$A_T$ ——不同碳数非苯芳烃的质量分数之和, %。

B.4 各烃族组分相对非苯芳烃相对质量校正因子的计算见式 B.7

$$f_i = \frac{f_i^M}{f_A^M} \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

$f_i$ ——饱和烃、烯烃和苯相对非苯芳烃的质量校正因子;

$f_i^M$ ——饱和烃、烯烃和苯相对甲烷的质量响应因子;

$f_A^M$ ——总非苯芳烃相对甲烷的质量响应因子。

## 附录 C

(资料性附录)

## 各烃族组分加权相对密度计算

## C.1 各烃族不同碳数组分的相对密度见表 C.1

表 C.1 不同碳数组分的相对密度(20℃)

碳原子数	链烷烃 <i>P</i>	环烷烃 <i>N</i>	烯烃 <i>O</i>	芳烃 <i>A</i>
4	0.5788		0.6037	
5	0.6262	0.7454	0.6474	
6	0.6594	0.7636	0.6794	0.8789
7	0.6837	0.7649	0.7023	0.8670
8	0.7025	0.7747	0.7229	0.8681
9	0.7176	0.7853	0.7327	0.8707
10	0.7300	0.8103	0.7408	0.8724
11 +	0.7402		0.7503	0.8730

注：相对密度取自 ASTM D5 4A，烃类化合物的物性常数。

## C.2 各烃族中不同碳数组分的组成测定

采用 ASTM D6623 或 ASTM D6839 测定出烃族中不同碳数组分的组成见表 C.2。

表 C.2 不同碳数组分的质量分数 %

碳原子数	链烷烃 <i>P</i>	环烷烃 <i>N</i>	烯烃 <i>O</i>	芳烃 <i>A</i>
4	$P_4$		$O_4$	
5	$P_5$	$N_5$	$O_5$	
6	$P_6$	$N_6$	$O_6$	$A_6$
7	$P_7$	$N_7$	$O_7$	$A_7$
8	$P_8$	$N_8$	$O_8$	$A_8$
9	$P_9$	$N_9$	$O_9$	$A_9$
10	$P_{10}$	$N_{10}$	$O_{10}$	$A_{10}$
11 +	$P_{11}^*$		$O_{11}^*$	$A_{11}^*$

## C.3 各烃族组分加权相对密度的计算

## C.3.1 链烷烃的加权相对密度按式(C.1)计算：

$$d_p = \frac{\sum P_i \cdot d_{pi}}{P_T} \quad \text{..... (C.1)}$$

式中：

$d_p$ ——链烷烃的加权相对密度；

$P_i$ ——不同碳数链烷烃的质量分数，%；

$d_{pi}$ ——不同碳数链烷烃的相对密度；

$P_T$ ——不同碳数链烷烃的质量分数之和, %;

C.3.2 环烷烃的加权相对密度按式(C.2)计算:

$$d_{a_1} = \frac{\sum N_i \cdot d_{a_i}}{N_T} \quad (\text{C.2})$$

式中:

$d_{a_i}$ ——环烷烃的加权相对密度;

$N_i$ ——不同碳数环烷烃的质量分数, %;

$d_{a_i}$ ——不同碳数环烷烃的相对密度;

$N_T$ ——不同碳数环烷烃的质量分数之和, %;

C.3.3 饱和烃的加权相对密度按式(C.3)计算:

$$d_s = \frac{P_T \cdot d_T + N_T \cdot d_{a_1}}{S_T} \quad (\text{C.3})$$

式中:

$S_T$ ——饱和烃的质量分数, 其值为  $P_T$ 、 $N_T$  之和, %;

C.3.4 烯烃的加权相对密度按式(C.4)计算:

$$d_{o_1} = \frac{\sum O_i \cdot d_{o_i}}{O_T} \quad (\text{C.4})$$

$d_{o_i}$ ——烯烃的加权相对密度;

$O_i$ ——不同碳数烯烃的质量分数, %;

$d_{o_i}$ ——不同碳数烯烃的相对密度;

$O_T$ ——不同碳数烯烃的质量分数之和, %;

C.3.5 非苯芳烃的加权相对密度按式(C.5)计算:

$$d_{A_1} = \frac{\sum A_i \cdot d_{A_i}}{A_T} \quad (\text{C.5})$$

式中:

$d_{A_i}$ ——非苯芳烃的加权相对密度;

$A_i$ ——不同碳数非苯芳烃的质量分数, %;

$d_{A_i}$ ——不同碳数非苯芳烃的相对密度;

$A_T$ ——不同碳数非苯芳烃的质量分数之和, %;

中华人民共和国石油化学工业  
行业标准  
汽油中烃族组成的测定  
多维气相色谱法  
NB/SH/T 0741—2010

中国石化出版社出版发行

地址：北京市东城区安定门内大街58号

邮编：100041 电话：(010)84271850

石化标准编辑部电话：(010)84289937

读者服务部电话：(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: [press@sinopec.com.cn](mailto:press@sinopec.com.cn)

北京金明盛印刷有限公司印刷

版权专有 不得翻印

开本 880 × 1230 1/16 印张 1.5 字数 39 千字

2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

书号：155134 · 0180 定价：22.00 元

(购买时请认准封面防伪标识)