



# 中华人民共和国出入境检验检疫行业标准

SN/T 3599—2013

---

## 汽油中有机含氧化合物和苯含量的测定 二维中心切割气相色谱法

Determination of organic oxygenate compounds and benzene content in  
gasoline—Two-dimensional gas chromatography using a heart-cutting system

2013-08-30 发布

2014-03-01 实施

---

中 华 人 民 共 和 国  
国家质量监督检验检疫总局 发 布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准参考了 EN 13132:2000《无铅液体石油产品 无铅汽油 有机氧化物和总有机化合物的测定 柱切换气相色谱法》和 EN 12177:2000《液体石油产品 无铅汽油 苯含量的测定气相色谱法》。

本标准由国家认证认可监督管理委员会提出并归口。

本标准起草单位：中华人民共和国上海出入境检验检疫局、中华人民共和国辽宁出入境检验检疫局。

本标准主要起草人：张继东、邱丰、邵敏、张凯、费旭东、孙延伟、魏宇锋、王文青。

# 汽油中有机含氧化合物和苯含量的测定

## 二维中心切割气相色谱法

### 1 范围

本标准规定了无铅汽油中有机含氧化合物、总有机键合氧含量和苯含量的二维中心切割气相色谱测定方法。

本标准适用于终馏点不超过 220℃ 的无铅汽油中有机含氧化合物、总有机键合氧含量和苯含量的测定,单一有机含氧化合物的测定范围为 0.17%~15%(质量分数),总有机键合氧含量的最大测定范围为 3.7%(质量分数),苯含量的测定范围为 0.05%~6%(体积分数)。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法(密度计法)

SH/T 0604 原油和石油产品密度测定法(U形振动管法)

SN/T 2383 液体化工品 密度和相对密度的测定 数字式密度计法

### 3 方法提要

汽油中的苯和含氧化合物首先第一根毛细管柱上分离,然后经中心切割系统逐一切换至第二根色谱柱进一步分离,分离后的组分进入火焰离子化检测器进行检测。

注:二维中心切割气相色谱技术指南参见附录 A。

### 4 试剂

4.1 气体:氢气、氦气或氮气,含量大于 99.999%,不含碳氢化合物。

4.2 有机含氧化合物:包括甲醇、乙醇、正丙醇、异丙醇、正丁醇、仲丁醇、叔丁醇、异丁醇、仲戊醇、甲基叔丁基醚、甲基叔戊基醚、乙基叔戊基醚、丙酮、丁酮、乙基叔丁基醚等,所有用于配制校准样品的有机含氧化合物的纯度不能低于 99.0%(质量分数)。

4.3 苯:纯度不能小于 99.0%(质量分数)。

4.4 溶剂:推荐使用正庚烷或不含苯和有机含氧化合物的汽油,溶剂中不得含有待测组分或内标物。

4.5 内标:内标推荐使用甲基异丁基酮。当样品本身含有甲基异丁基酮时,可以采用其他挥发性相近且含量不小于 99.0%(质量分数)的有机含氧化合物(如 1,2-二甲氧基乙烷)作为内标。

### 5 仪器

#### 5.1 气相色谱

5.1.1 气相色谱:配有柱切换阀(中心切割系统,即 Deans switching 系统)、火焰离子检测器(FID)、程

序升温控制器或双柱温箱控制器。

5.1.2 双毛细管柱:两根色谱柱应具有不同的极性,以保证待测组分从第二根色谱柱流出时,待测组分之间以及待测组分与基质之间具有良好的分离效果,其分离度  $R$  不能小于 1。推荐使用附录 A 中的毛细管柱。

## 5.2 容量瓶

玻璃容量瓶,容量为 25 mL。

## 5.3 天平

感量为 0.1 mg。

## 5.4 冰箱

温度能够控制在 5℃~10℃之间。

# 6 分析步骤

## 6.1 试样的制备

冷却样品至 5℃~10℃。称量容量瓶(5.2),精确至 0.1 mg。

在样品瓶中加入一定量的内标(4.5),称量容量瓶(5.2),精确至 0.1 mg。内标的质量  $m_{st}$  (以 g 表示)应为样品质量  $m_s$  的 2%~5%,但不能少于 0.050 g。

再在容量瓶中加入一定量的经冷却的样品,定容至 25 mL。称量容量瓶质量,精确至 0.1 mg。记录加入的试样的质量  $m_s$  (单位为 g),精确至 0.1 mg。

摇动容量瓶,至瓶内溶液混匀。

## 6.2 密度的测定

根据 GB/T 1884、SH/T 0604 或 SN/T 2383 测定样品 15℃时的密度  $\rho_s$ ,精确至 0.1 kg/m<sup>3</sup>。

## 6.3 校正

配制校准样品:在容量瓶中(5.2)称取一定质量的试样中可能含有的有机含氧化合物(4.2)和内标(4.5),用汽油或正庚烷(4.4)定容至 25 mL。校准样品中的含氧化合物应与样品中相应的含氧化合物含量相近。

将配制好的校准样品进行气相色谱分析。第一次进样时,样品只在第一根色谱柱上进行分离,根据校准样品各组分在第一根色谱柱上的保留时间,依次设定每一组分的柱切换时间。第二次进样时,将待测组分逐一切换至第二根色谱柱进一步进行分离,根据待测组分在第二根色谱柱的积分结果计算校正因子。

记录苯、含氧化合物和内标在两根柱上的保留时间。

根据式(1)计算苯和各含氧化合物的校正因子  $f_i$ :

$$f_i = \frac{m_i \times A_{st}}{m_{st} \times A_i} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$f_i$  ——苯以及各含氧化合物的校正因子;

$m_i$  ——校准样品中组分  $i$  的质量,单位为克(g);  
 $A_{st}$  ——内标的峰面积;  
 $A_i$  ——组分  $i$  的峰面积;  
 $m_{st}$  ——校准样品中内标的质量,单位为克(g)。

#### 6.4 定性与定量分析

注射一定量的试样(6.1),进行气相色谱分析。第一次进样时,样品只在第一根色谱柱上进行分离,根据样品在第一根色谱柱上的色谱图确认样品中可能含有的待测组分,依次设定每一待测组分的柱切换时间。第二次进样时,将待测组分逐一切换至第二根色谱柱进一步进行分离。与 7.3 中校准样品的气相色谱图进行比较,根据保留时间确认试样中的待测组分和内标。

根据试样在第二根色谱柱上的数据进行定量分析。

注:有些情况下,某些待测组分在第一根色谱柱上可以分开,而在流经第二根色谱柱时色谱峰发生重合,在定量分析时,需要多次进样,分别将会发生重合的峰从第一根色谱柱上至第二根色谱柱进一步分离。

### 7 结果计算

#### 7.1 计算试样中每一待测组分的质量

根据式(2)计算试样中的每一待测组分  $i$  的质量  $m_i$ :

$$m_i = \frac{A_i \times f_i \times m_{st}}{A_{st}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$m_i$  ——试样中每一待测组分  $i$  的质量,单位为克(g);  
 $A_i$  ——组分  $i$  的峰面积;  
 $f_i$  ——组分  $i$  的校正因子(6.3);  
 $m_{st}$  ——试样中内标(6.1)的质量,单位为克(g);  
 $A_{st}$  ——内标的峰面积。

#### 7.2 计算样品中每一待测组分的质量分数

根据式(3)计算样品中组分  $i$  的质量分数  $w_i$ :

$$w_i = \frac{100m_i}{m_s} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$w_i$  ——样品中组分  $i$  的质量分数,%;  
 $m_i$  ——试样中组分  $i$  的质量,单位为克(g);  
 $m_s$  ——试样的质量(6.1),单位为克(g)。  
 计算结果精确至 0.1%。

#### 7.3 计算样品中每一待测组分的体积分数

根据式(4)计算样品中组分  $i$  的体积分数  $\varphi_i$ :

$$\varphi_i = \frac{100V_i}{V_s} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$\varphi_i$  ——样品中组分  $i$  的体积分数,%;

## SN/T 3599—2013

$V_i$ ——试样中组分  $i$  的体积,单位为毫升(mL);

$V_s$ ——试样的体积,单位为毫升(mL)。

根据式(5)计算组分  $i$  的体积  $V_i$ :

$$V_i = \frac{1\,000\,m_i}{\rho_i} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$V_i$ ——试样中组分  $i$  的体积,单位为毫升(mL);

$m_i$ ——组分  $i$  的质量(7.1),单位为克(g);

$\rho_i$ ——组分  $i$  15℃时的密度(见附录 B),单位为千克每立方米(kg/m<sup>3</sup>)。

根据式(6)计算试样的体积  $V_s$ :

$$V_s = \frac{1\,000\,m_s}{\rho_s} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

$V_s$ ——试样的体积,单位为毫升(mL);

$m_s$ ——试样的质量(6.1),单位为克(g);

$\rho_s$ ——试样 15℃时的密度(6.2),单位为千克每立方米(kg/m<sup>3</sup>)。

每一含氧化合物的体积分数精确至 1%,苯含量的体积分数精确至 0.01%。

#### 7.4 总有机键合氧

根据式(7)计算总有机键合氧的质量分数  $w$ :

$$w = \sum_{i=1}^n \frac{1\,600\,w_i}{M_i} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

$w$ ——总有机键合氧的质量分数,%;

$w_i$ ——样品中组分  $i$  的质量分数,%;

$M_i$ ——组分  $i$  的摩尔质量。

计算结果精确至 0.01%。

示例:如果检测结果表明样品中甲醇的质量分数为 2%,乙醇的质量分数为 4%(甲醇的摩尔质量为 32.04,乙醇的摩尔质量为 46.07),总有机键合氧的质量分数  $w$  为:

$$w = \frac{1\,600 \times 2}{32.04} + \frac{1\,600 \times 4}{46.07} = 2.39\%$$

## 8 精密度

### 8.1 重复性

在同一实验室,由同一操作者使用同一仪器,按照相同的测试方法,对同一样品相互独立进行测试获得的两次独立测试结果的绝对差值应不大于表 1、表 2 和表 3 中的数值。

### 8.2 再现性

在不同实验室,由不同操作者使用不同仪器,按照相同的测试方法,对同一样品相互独立进行测试获得的两次独立测试结果的绝对差值应不大于表 1、表 2 和表 3 中的数值。

表 1 有机含氧化合物测定的重复性限与再现性限

有机含氧化合物的质量分数 或体积分数/%	重复性限/%	再现性限/%
0.1~1.0	0.05	0.1
>1.0~3.0	0.1	0.3
>3.0~5.0	0.1	0.4
>5.0~7.0	0.2	0.5
>7.0~9.0	0.2	0.6
>9.0~11.0	0.2	0.8
>11.0~13.0	0.3	0.9
>13.0~15.0	0.3	1.0

表 2 总有机键合氧含量的重复性限与再现性限

总有机键合氧的质量分数/%	重复性限/%	再现性限/%
1.5~3.0	0.08	0.3

表 3 苯含量的重复性限与再现性限

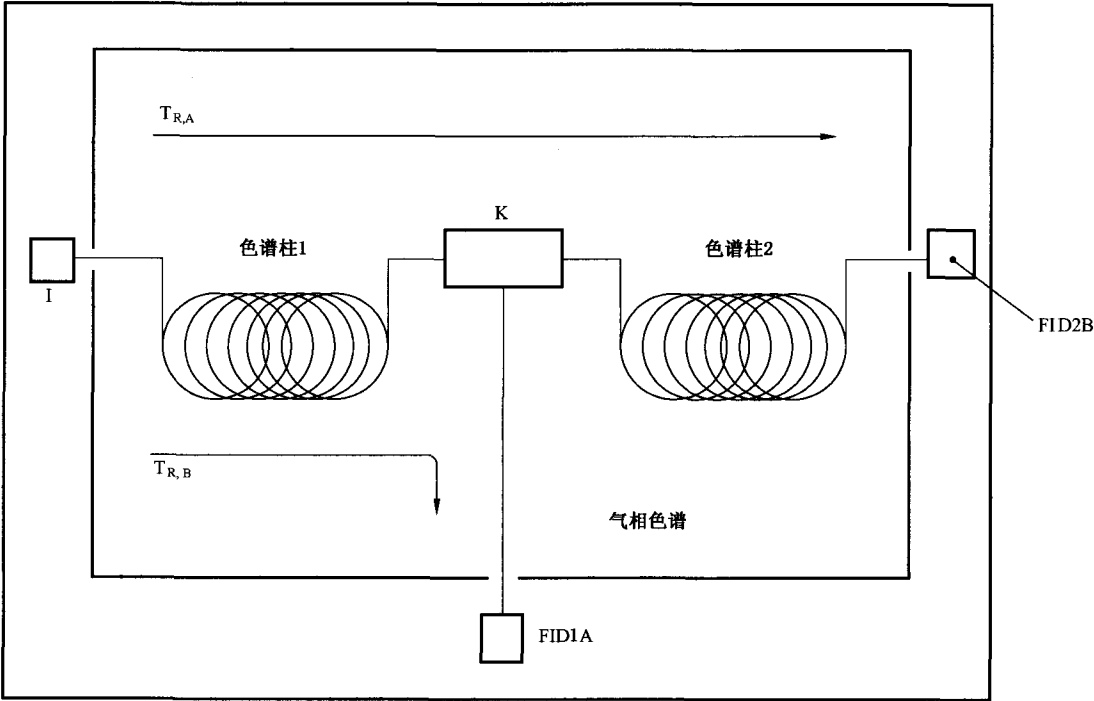
苯含量的体积分数/%	重复性限/%	再现性限/%
0.05~0.15	0.005	0.01
>0.15~1.50	0.03	0.10
>1.50~6.00	0.05	0.25

附录 A  
(资料性附录)  
二维中心切割气相色谱技术指南

A.1 简介

二维中心切割气相色谱技术通过使用第二根色谱柱进一步分离在第一根色谱柱上未分离的组分，从而提高了气相色谱的分离能力。

柱切换阀与峰体积相比应具有较小的切换体积，且干扰样品的测定。载气的流向可以通过改变压力进行调整。图 A.1 给出了阀切换技术的工作原理。系统的中间点 K 是一个气动的连接器(微流板)，进入连接器的载气的流量和方向可以自由设定，可以在不影响样品峰形的情况下从柱 1 切换至柱 2 或者特定检测器。



说明：

- I——分流进样口；
- K——气动连接器(微流板)；
- $T_{R,A}$ ——双柱串联时的载气流向(切换阀打开)；
- $T_{R,B}$ ——中心切割时的载气流向(切换阀关闭)；
- FID1A——FID 监控检测器；
- FID2B——FID 主检测器。

图 A.1 载气的流向示意图

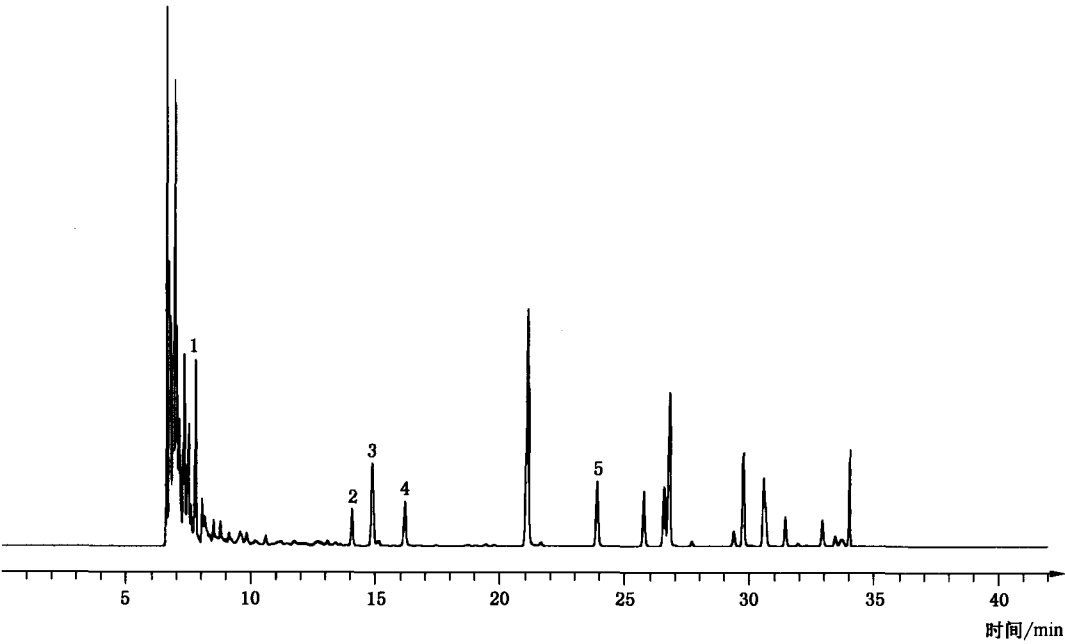
A.2 气相色谱分析条件

由于测试结果取决于所使用仪器,因此不可能给出气相色谱分析的通用参数。设定的参数应保证色谱测定时被测组分与其他组分能够得到有效的分离,下列给出的参数已被证明是可行的:

- a) 进样口温度:150 ℃;
- b) 进样量:0.5 μL;
- c) 进样方式:分流进样,分流比 80 : 1;
- d) 载气:氮气;
- e) 柱温箱 1 程序升温:初始温度 40 ℃,保持 6 min,以 5 ℃/min 程序升温至 120 ℃;
- f) 色谱柱 1:TCEP 型,50 m×0.25 mm(内径)×0.4 μm(膜厚),或相当者;
- g) 柱温箱 2 程序升温(可选):初始温度 40 ℃,保持 9 min,以 5 ℃/min 程序升温至 120 ℃;
- h) 色谱柱 2:DB-1 型,25 m×0.25 mm(内径)×0.4 μm(膜厚),或相当者。

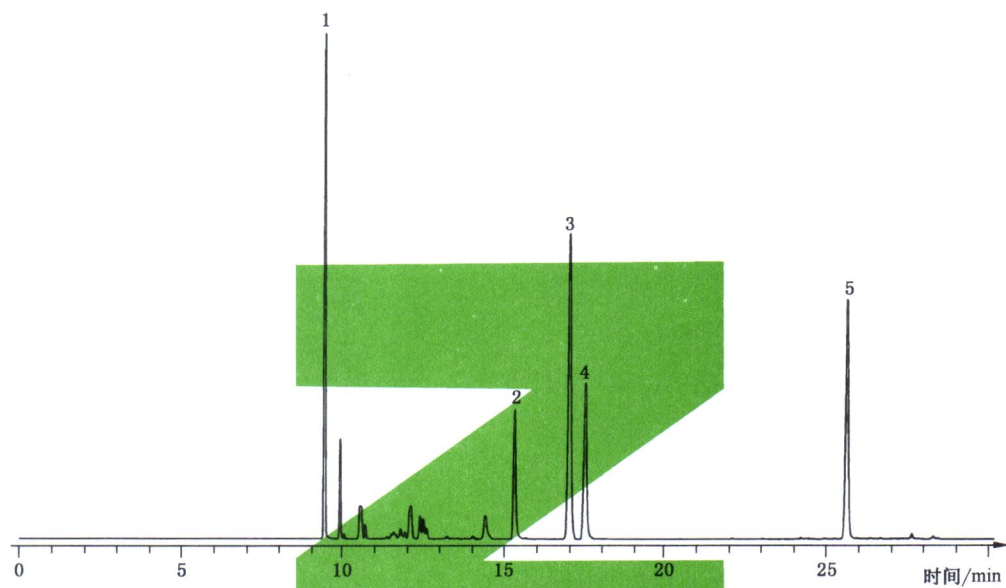
A.3 汽油的气相色谱图

图 A.2 和图 A.3 是采用二维中心切割气相色谱技术测定汽油中的含氧化合物的色谱图。根据样品在第一根色谱柱上分离的色谱图确认样品中可能含有的待测组分,然后在第二次进样时将待测组分切换至第二根色谱柱进一步进行分离。



说明:  
1——MTBE;  
2——甲醇;  
3——苯;  
4——乙醇;  
5——甲基异丁基酮。

图 A.2 汽油的在第一根色谱柱(FID1 A)上进行分离的色谱图



说明：

- 1——MTBE；
- 2——甲醇；
- 3——苯；
- 4——乙醇；
- 5——甲基异丁基酮。

图 A.3 将汽油中含氧化合物和苯切换至第二根色谱柱(FID2 B)上进行分离的色谱图

附录 B  
(规范性附录)

有机含氧化合物和苯 15 ℃ 时的密度

物 质	密度(15 ℃)/(kg/m <sup>3</sup> )
甲醇, CH <sub>3</sub> OH	795.8
乙醇, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	794.8
正丙醇, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	813.3
异丙醇, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHOH	789.5
正丁醇, CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH	813.3
仲丁醇, CH <sub>3</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	810.6
叔丁醇, (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> COH	791.0
异丁醇, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> OH	805.8
正戊醇, CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> OH	818.5
仲戊醇, CH <sub>3</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	813.5
3-戊醇, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	824.6
2-甲基-1-丁醇, C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> OH	823.5
异戊醇, CH <sub>3</sub> CH(CH <sub>3</sub> )C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> OH	816.3
叔戊醇, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C(OH)CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	813.5
3-甲基-2-丁醇, CH <sub>3</sub> C(CH <sub>3</sub> )CH(OH)CH <sub>3</sub>	822.8
正己醇, CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> OH	822.5
2-己醇, CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH(OH)CH <sub>3</sub>	818.2
3-己醇, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	822.7
2-甲基-1-戊醇, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> OH	827.9
3-甲基-1-戊醇, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	826.1
4-甲基-1-戊醇, CH <sub>3</sub> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	816.6
2-甲基-2-戊醇, CH <sub>3</sub> C(CH <sub>3</sub> )C(OH)(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	817.7
3-甲基-2-戊醇, CH <sub>3</sub> CH(OH)CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	833.3
4-甲基-2-戊醇, CH <sub>3</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	811.3
2-甲基-3-戊醇, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH(OH)CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	829.0
3-甲基-3-戊醇, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> C(CH <sub>3</sub> )(OH)CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	828.9
2-乙基-1-丁醇, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>2</sub> OH)CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	837.4
2,2-二甲基-1-丁醇, CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	832.6
2,3-二甲基-2-丁醇, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHC(OH)(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	826.9
3,3-二甲基-2-丁醇, C(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> OH	823.1
正庚醇, CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> OH	825.9
2-庚醇, CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH(OH)CH <sub>3</sub>	821.7

表 (续)

物 质	密度(15 °C)/(kg/m <sup>3</sup> )
3-庚醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$	825.2
4-庚醇, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	822.8
2-甲基-2-己醇, $(\text{CH}_3)_3\text{C}(\text{OH})\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	818.3
2-甲基-3-己醇, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	827.9
3-甲基-3-己醇, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	828.9
3-乙基-3-戊醇, $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{COH}$	848.2
2,4-二甲基-3-戊醇, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	835.1
正辛醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{OH}$	828.8
2-辛醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CHOHCH}_3$	824.0
3-辛醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CHOHCH}_2\text{CH}_3$	824.5
4-辛醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CHOHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	823.5
2-甲基-1-庚醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$	805.7
3-甲基-1-庚醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	791.8
4-甲基-1-庚醇, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{OH}$	813.7
5-甲基-1-庚醇, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$	822.3
6-甲基-1-庚醇, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{OH}$	824.4
2-甲基-2-庚醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})\text{CH}_3$	811.0
3-甲基-2-庚醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	793.8
4-甲基-2-庚醇, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	806.2
5-甲基-2-庚醇, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	817.0
6-甲基-2-庚醇, $(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	810.7
2-甲基-3-庚醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	828.6
3-甲基-3-庚醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	833.3
4-甲基-3-庚醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$	803.1
5-甲基-3-庚醇, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$	822.0
6-甲基-3-庚醇, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	784.9
2-甲基-4-庚醇, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	817.2
3-甲基-4-庚醇, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	841.2
4-甲基-4-庚醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	828.0
2-乙基-1-己醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$	835.3
3-乙基-3-己醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	841.7
正壬醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{OH}$	831.7
2-壬醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	826.7
3-壬醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$	830.2

表(续)

物 质	密度(15℃)/(kg/m <sup>3</sup> )
2-甲基-2-辛醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$	821.5
2-甲基-3-辛醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	833.0
3-甲基-3-辛醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	836.7
4-甲基-4-辛醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	832.3
2-癸醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	829.0
3-癸醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$	831.0
4-癸醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	828.7
5-癸醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	828.8
2-甲基-1-壬醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$	839.2
2-甲基-3-壬醇, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	832.0
甲基叔丁基醚, $(\text{CH}_3)_3\text{COCH}_3$	745.3
甲基叔戊基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OCH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	775.2
乙基叔丁基醚, $(\text{CH}_3)_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$	745.6
乙基叔戊基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$	774.9
甲基丙基醚, $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	730.2
甲基异丙基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHOCH}_3$	720.5
乙醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$	719.2
甲基丁基醚, $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	749.2
甲基异丁基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OCH}_3$	737.5
甲基仲丁基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OCH}_3$	746.7
乙基丙基醚, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	741.2
乙基异丙基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHOCH}_2\text{CH}_3$	728.1
甲基戊基醚, $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	764.2
甲基异戊基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}_3)_2\text{COCH}_3$	758.4
乙基丁基醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$	754.3
乙基异丁基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$	744.2
乙基仲丁基醚, $(\text{CH}_3)(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{COCH}_2\text{CH}_3$	748.2
丙醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	751.6
异丙基丙基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	742.5
异丙醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHOCH}(\text{CH}_3)_2$	729.2
甲基己基醚, $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	774.9
乙基戊基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	765.9
乙基异戊基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	761.3
丙基丁基醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	763.3

表(续)

物 质	密度(15℃)/(kg/m <sup>3</sup> )
丙基异丁基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	753.3
丙基仲丁基醚, $(\text{CH}_3)(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{CHOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	759.4
丙基叔丁基醚, $(\text{CH}_3)_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	758.2
异丙基丁基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHO}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	755.4
异丙基异丁基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OCH}(\text{CH}_3)_2$	744.6
异丙基仲丁基醚, $(\text{CH}_3)(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{CHOCH}(\text{CH}_3)_2$	749.0
异丙基叔丁基醚, $(\text{CH}_3)_3\text{COCH}(\text{CH}_3)_2$	746.0
甲基庚基醚, $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	783.8
乙基己基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	777.7
丙基戊基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	774.0
丙基异戊基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	768.7
异丙基戊基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	768.1
异丙基异戊基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHO}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	763.4
丁醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	772.5
丁基异丁基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	764.0
丁基仲丁基醚, $(\text{CH}_3)(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CHO}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	769.6
丁基叔丁基醚, $(\text{CH}_2)_3\text{CO}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	767.2
异丁醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	754.1
仲丁基异丁基醚, $(\text{CH}_3)(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{CHOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	759.8
叔丁基异丁基醚, $(\text{CH}_3)_3\text{COCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	757.4
仲丁醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OCH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	767.5
叔丁醚, $(\text{CH}_3)_3\text{COC}(\text{CH}_3)_3$	766.2
仲丁基叔丁基醚, $(\text{CH}_3)(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{CHOC}(\text{CH}_3)_3$	766.9
甲基辛基醚, $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	790.9
乙基庚基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	783.8
丙基己基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	781.3
异丙基己基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHO}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	775.9
丁基戊基醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{O}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	780.4
丁基-2-甲基丁基醚, $(\text{CH}_3)(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{CHCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	775.8
异丁基戊基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	774.0
异丁基异戊基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	787.7
仲丁基戊基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	777.2
仲丁基异戊基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	772.9
叔丁基戊基醚, $(\text{CH}_3)_3\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	775.1

表(续)

物 质	密度(15 ℃)/(kg/m <sup>3</sup> )
叔丁基异戊基醚, $(\text{CH}_3)_3\text{CO}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	770.5
甲基壬基醚, $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	796.6
丙基庚基醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{O}(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	787.8
庚基异丙基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHO}(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	781.7
丁基己基醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{O}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	787.0
异丁基己基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	779.3
仲丁基己基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	783.9
戊醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{O}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	787.0
2-甲基丁基戊基醚, $(\text{CH}_3)(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{CHCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	783.1
异戊基-2-甲基丁基醚, $(\text{CH}_3)(\text{CH}_3\text{CH}_2)\text{CHCH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	779.4
甲基癸基醚, $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2)_9\text{CH}_3$	801.5
乙基壬基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	795.6
丙基辛基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	793.9
异丙基辛基醚, $(\text{CH}_3)_2\text{CHO}(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	787.9
丁基庚基醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{O}(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	792.8
戊基己基醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{O}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	792.3
乙基癸基醚, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_9\text{CH}_3$	800.2
丙基壬基醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{O}(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	798.6
丁基辛基醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{O}(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	797.5
戊基庚基醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{O}(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	797.4
庚醚, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{O}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	800.0
丙酮, $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$	795.8
丁酮, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$	810.0
苯, $\text{C}_6\text{H}_6$	884.3