



中华人民共和国国家标准

GB/T 13277.5—2019

压缩空气 第5部分：油蒸气及有机溶剂测量方法

Compressed air—
Part 5: Test methods for oil vapour and organic solvent content

(ISO 8573-5:2001, MOD)

2019-03-25 发布

2019-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 油蒸气等级 2

5 试验方法 2

6 取样 2

7 测量 3

8 试验结果评定 3

9 不确定度 4

10 试验报告..... 4

附录 A（规范性附录） 试验程序 5

附录 B（资料性附录） 道尔顿分压定律 8

前 言

GB/T 13277《压缩空气》已经或计划发布以下部分：

- 第1部分：污染物净化等级；
- 第2部分：悬浮油含量测量方法；
- 第3部分：湿度测量方法；
- 第4部分：固体颗粒测量方法；
- 第5部分：油蒸气及有机溶剂测量方法；
- 第6部分：气态污染物含量测量方法；
- 第7部分：活性微生物含量测量方法；
- 第8部分：固体颗粒质量浓度测量方法；
- 第9部分：液态水含量测量方法。

本部分为 GB/T 13277 的第5部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 ISO 8573-5:2001《压缩空气 第5部分：油蒸气及有机溶剂测量方法》。

本部分与 ISO 8573-5:2001 的技术性差异及其原因如下：

- 按 GB/T 1.1—2009 的规定，调整了第1章范围中“主题内容”的叙述方式，将“气相色谱试验方法不考虑压缩空气的来源”等说明性文字放至第5章；
- 关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 4975 代替了 ISO 3857-1(见第3章)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 13277.1—2008 代替了 ISO 8573-1:2001(见第3章、第4章和10.1)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 13277.2—2015 代替了 ISO 8573-2:2007(见6.3.4、第7章和A.1.4)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 13277.3 代替了 ISO 8573-3(见6.3.2)；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 17446 代替了 ISO 5598(见第3章)。

——将8.1的“参考条件”改为“标准状态”，以便和 GB/T 13277 其他部分规定一致。

本部分还做了下列编辑性修改：

- 附录B中增加了引导语“道尔顿分压定律见式(B.1)”，以便符合我国标准编制原则；
- 删除了 ISO 8573-5:2001 中的参考文献；
- 压力单位用“MPa”代替“bar”，并进行数值换算。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国压缩机标准化技术委员会(SAC/TC 145)归口。

本部分起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、广州市汉粤净化科技有限公司、广东太安伊侨能源设备有限公司、上海士诺健康科技股份有限公司、合肥通用环境控制技术有限公司、宁波鲍斯能源装备股份有限公司。

本部分主要起草人：陈放、王合广、李金禄、姜慧君、王开锋、张余、王树胜、瞿赠名。

压缩空气

第5部分：油蒸气及有机溶剂测量方法

1 范围

GB/T 13277 的本部分规定了检测压缩空气中油蒸气含量的气相色谱法和化学指示管法,同时规定了油蒸气的取样、测量、评定、不确定度和试验报告等要求。

本部分适用于压缩空气中油蒸气(6个或更多碳原子的碳氢化合物)含量的测量。

注:不大于5个碳原子的轻烃参照 ISO 8573-6 按气态污染物测量。

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 4975 容积式压缩机术语 总则(GB/T 4975—2018,ISO 3857-1:1977,ISO 3857-2:1977,MOD)

GB/T 13277.1—2008 压缩空气 第1部分:污染物净化等级(ISO 8573-1:2001,MOD)

GB/T 13277.2—2015 压缩空气 第2部分:悬浮油含量测量方法(ISO 8573-2:2007,MOD)

GB/T 13277.3 压缩空气 第3部分:湿度测量方法(GB/T 13277.3—2015,ISO 8573-3:1999,MOD)

GB/T 17446 流体传动系统及元件 词汇(GB/T 17446—2012,ISO 5598:2008,IDT)

ISO 2591-1 筛分试验 第1部分:用于金属丝编织网及金属穿孔板的筛分试验方法(Test sieving—Part 1:Methods using test sieves of woven wire cloth and perforated metal plate)

ISO 9486 工作场所空气 氯化烃蒸气的测试 碳管/溶剂解吸/气相色谱法(Workplace air—Determination of vaporous chlorinated hydrocarbons—Charcoal tube/solvent desorption/gas chromatographic method)

ISO 9487 工作场所空气 芳香烃蒸气的测试 碳管/溶剂解吸/气相色谱法(Workplace air—Determination of vaporous aromatic hydrocarbons—Charcoal tube/solvent desorption/gas chromatographic method)

3 术语和定义

GB/T 4975、GB/T 17446 和 GB/T 13277.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

网孔目 mesh

表征网孔数量及大小的规格参数,可用于确定通过筛网的固体颗粒尺寸等级。

3.2

油 oil

由6个或更多碳原子组成的碳氢化合物的混合物(C₆)。

3.3

有机溶剂 organic solvent

下列一种或一组物质的混合物：醇、卤代烃、酯、醚醇、酮、芳香烃/脂肪烃。

注：这些化合物的特点是当分析空气样品时，在给定条件下具有相当大的蒸气压力。

4 油蒸气等级

油蒸气应包含在 GB/T 13277.1—2008 表 5 各等级的总含油量数值之内。

5 试验方法

应根据压缩空气中油蒸气含量的范围选择试验方法：

——气相色谱法(见 A.1)：适用的油蒸气含量范围为 $0.001 \text{ mg/m}^3 \sim 10 \text{ mg/m}^3$ 。该方法不考虑压缩空气的来源，也不考虑油蒸气中各种难以与其他碳氢化合物分离的有机溶剂。

——化学指示管法(见 A.2)：只作为初步方法，用于定性检查是否存在油蒸气并初步判定其含量，之后应采用气相色谱法。

6 取样

6.1 概述

压缩空气系统中油蒸气含量的测量应按下列规定进行。

样品中应无干扰性污染物，如水蒸气、悬浮油。

应在恒定流量下对油蒸气进行取样和分析。

空气流通常是经相关管路阀门到达试验设备。应检查并确保它们不会影响待测的污染物水平。应特别注意试验设备的清洁度，并应采取一些相关的预防措施，例如清洗阀门和保持恒定的试验条件。良好的分析技术有助于提高测量的置信度。

不管使用何种方法，都要求通过测量流量来确定试验期间的空气体积。

温度和速度应在试验设备制造商的规定范围之内。

取样程序见 A.1。

6.2 取气

利用取样管路将空气样品从主管路引导至测量腔室内，并应在压缩空气系统压力下进行测量。

6.3 取样和测量条件

6.3.1 重复性

基于测量方法的可重复性要求和测试人员对测量设备应用的熟练度不同，所以需要进行一系列连续的测量。

6.3.2 取样系统

从取样系统中引出空气时，所使用的材料不应影响样品中的油蒸气含量。

测量期间，应记录取样系统压力。

测量期间，应记录取样系统温度，该温度应高于当前压力露点（有关压力露点的测量见 GB/T 13277.3）。

6.3.3 测量系统

在任何测量之前,压缩空气系统和取样系统均应达到稳定状态,并应在测量期间保持稳定。两次连续测量间隔至少为 20 min,其测量读数应一致,偏差不得大于测量系统的精度范围。

6.3.4 试验设备

提取样品的试验设备一般应如图 A.1 所示布置。试验设备不能影响收集到的样品。

应采取措施,确保系统压缩空气和取样点之间没有温度差。同时应当考虑 GB/T 13277.2 中规定的可用程序。

7 测量

应按照相关说明,对所用测量设备的校准要求以及待测蒸气的浓度等级予以考虑。

设备操作、测量以及评定要求应按照 GB/T 13277.2—2015 中的 B2 方法。

气相色谱法试验程序的详细说明见 A.1。

测量前,用不会增加样品中总碳氢化合物含量的溶剂对测量装置和不锈钢管进行清洗和除油。并用系统中的压缩空气对取样点和膜片过滤器前的不锈钢管进行吹洗,例如,吹洗 5 min。

试验方法应按照 ISO 9486 和 ISO 9487。

检查流量计适用的标准状态条件。

8 试验结果评定

8.1 标准状态

如无特别说明,油蒸气浓度测试报告的标准状态应如下:

- 压缩空气温度:20 ℃;
- 压缩空气绝对压力:0.1 MPa;
- 相对水蒸气压力:0。

8.2 湿度影响

压缩空气的相对湿度应小于 75%且在测量设备制造商要求的湿度范围之内。测量时相应的校准程序应当符合制造商说明书中的规定。

8.3 压力和温度影响

应按式(1)将油蒸气浓度重新计算至标准压力条件下的浓度:

$$C_{\text{ref}} = C_{\text{test}} \cdot \frac{P_{\text{ref}}}{P_{\text{test}}} \cdot \frac{t_{\text{test}}}{t_{\text{ref}}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- C_{ref} ——标准状态下的浓度;
- C_{test} ——试验工况下的浓度;
- P_{ref} ——标准状态压力(绝对压力);
- P_{test} ——试验状态压力(绝对压力);
- t_{test} ——试验状态温度(绝对温度);
- t_{ref} ——标准状态温度(绝对温度)。

空气的体积流量受温度影响。参见附录 B。

9 不确定度

由于物理测量的特性,不可能测量一个物理量而没有误差,或者说事实上确定任何一项特定测量的真实误差是不可能的。然而,如果测量条件充分已知,则可能估算出或者计算出所测值与真值间的特性偏差,因而能以一定的置信度断定其真实误差小于此偏差。

此偏差的值(通常是 95% 的置信度)就成为该特定测量精度的判断指标。

假定测量各独立量和气体特性时,可能产生的系统误差可以通过修正补偿。如果读数的数量足够多,还可进一步假定,读数的置信限和积累误差可以忽略不计。

可能产生的(小的)系统误差包含在测量的不精确度中。

由于除例外情况外(例如电器传感器),各独立测量的不确定度仅仅是精度级和极限误差的几分之一,所以经常采用精度级和极限误差来确定这种不确定度。

有关确定各独立测量的不确定度和各气体特性置信限的数据都是一些近似值。而改善这些近似程度则耗费巨大。

注:本章所述的不确定度的计算并非绝对必需。

10 试验报告

10.1 说明

当根据 GB/T 13277.1 进行等级评定时,压缩空气中油蒸气或有机溶剂或二者共同含量的描述只应与悬浮油含量的描述一起使用,并应说明其测量符合 GB/T 13277.5 的规定。

在不考虑总含油量的情况下,本部分的测试结果可单独地用于对空气中油蒸气含量的描述。

10.2 信息

按照本部分出具的油蒸气浓度试验报告应包含下列信息:

- a) 压缩空气系统及其工况的详尽描述,用以确保所测浓度值的准确适用,具体包括:
 - 压力;
 - 温度;
 - 其他污染物。
- b) 取样点(取出并得到样品的地方)的描述。
- c) 取样和测量系统(特别是所用材料)的说明及其校准记录的详细信息。
- d) 专用短语“按 GB/T 13277.5 测量的油蒸气含量:(单位:mg/m³)”,其后附有:
 - 按标准状态计算并符合第 8 章评定要求的实际平均测量值;
 - 按实际工况计算并符合第 8 章评定要求的实际平均测量值;
 - 测量涉及的压力;
 - 不确定度及其说明;
 - 校准记录的日期。
- e) 取样和测量日期。

附 录 A
(规范性附录)
试 验 程 序

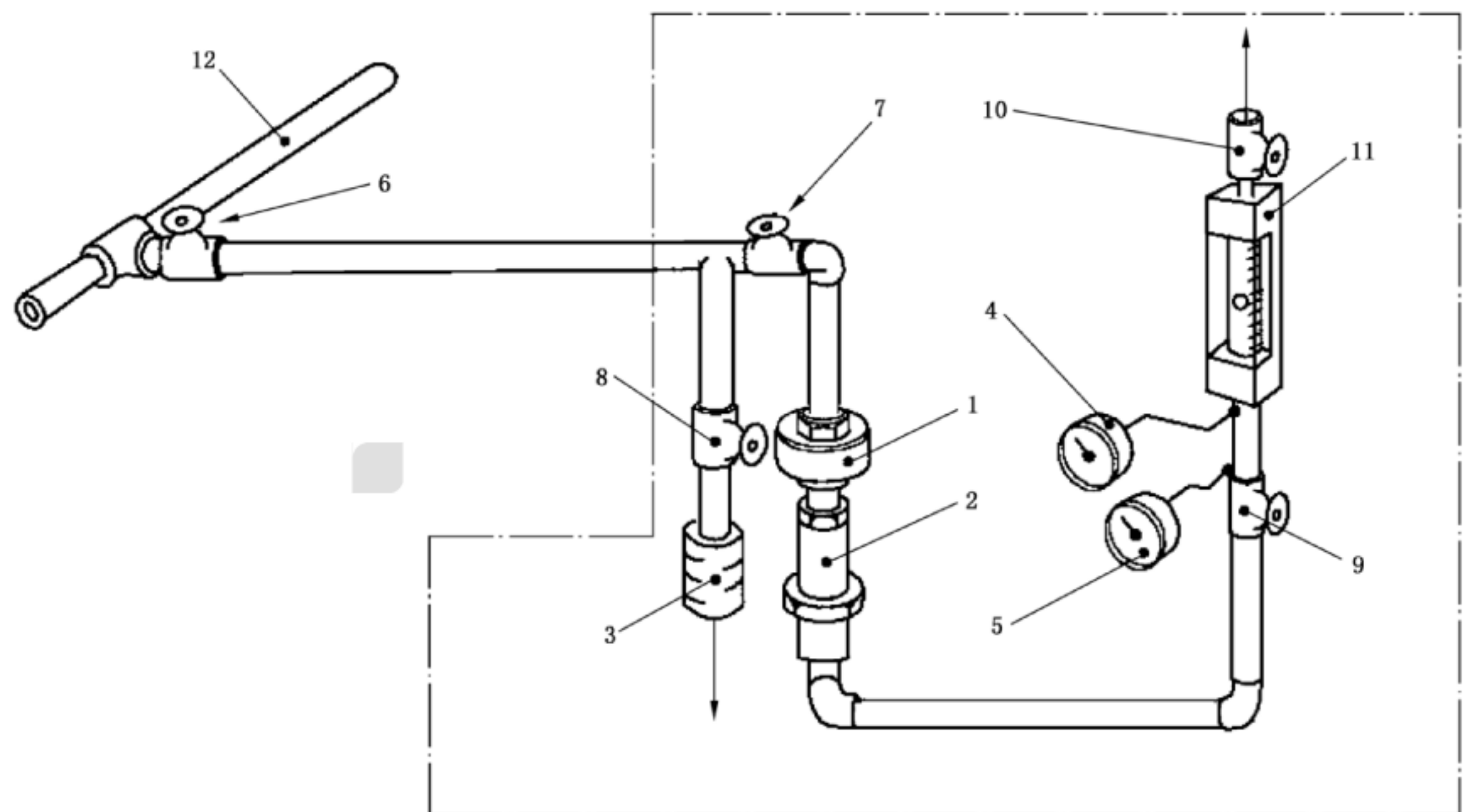
A.1 气相色谱法

A.1.1 取样程序

按照图 A.1 及下列步骤进行试验：

- a) 将图 A.1 中的取样管连接到测量点处的截止阀 6 上。
- b) 连接截止阀 7 及 8,并将消声器 3 与阀 8 相连。
- c) 关闭所有阀门。
- d) 慢慢打开截止阀 6、7、8。
- e) 冲洗(清洗)系统 5 min。
- f) 关闭所有阀门。
- g) 按照图 A.1 连接测量系统的其余部分。
- h) 关闭所有阀门。
- i) 旋开截止阀 6、7 和 8 至全开,对试验设备加压。
- j) 使用流量计 11 上的流量调节阀 9 和 10 调节流量。
- k) 取样时间过后,关闭取样管进口处的截止阀 6。取样时间应足够长,以使得主区域中每个取样管能吸收到 0.001 mg~1 mg 的样品。最小接触时间应为 0.1 s,接触时间为主区域活性炭体积除以压缩空气实际流量。
- l) 断开膜片夹持器 1 和不锈钢取样管 2,并塞住两端的孔口。不锈钢取样管如图 A.2 所示。





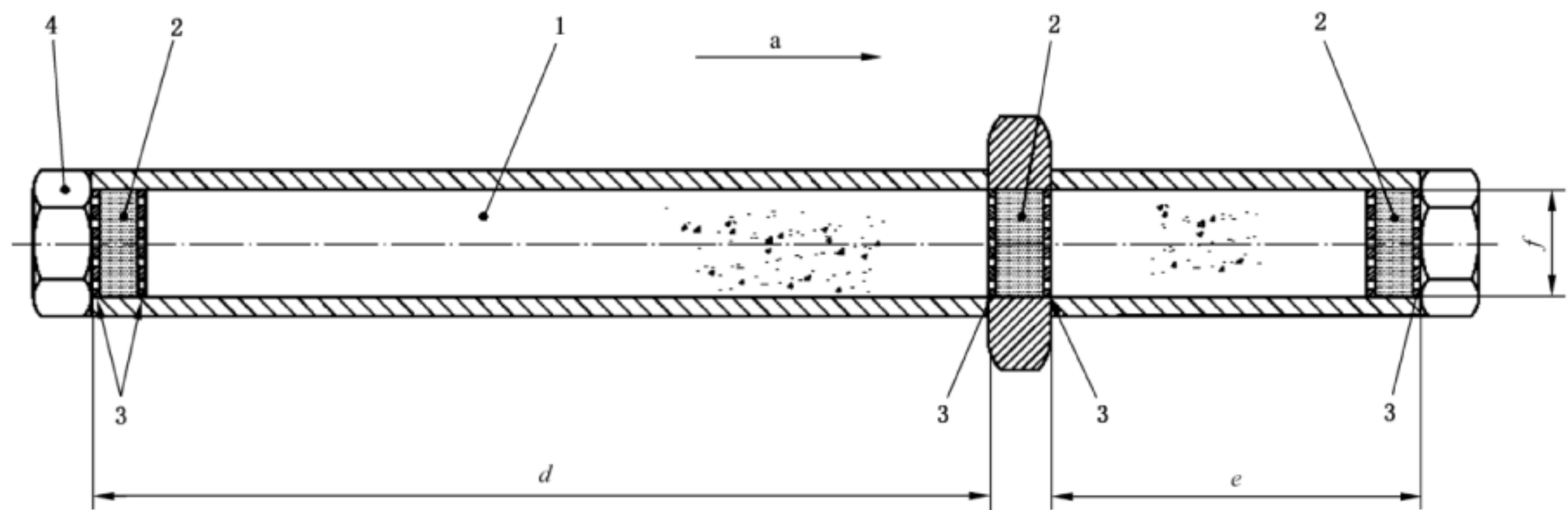
说明：

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1 —— 膜片夹持器 ^a ； | 7 —— 截止阀； |
| 2 —— 不锈钢取样管(收集油蒸气和有机溶剂用,见图 A.2)； | 8 —— 截止阀； |
| 3 —— 消声器； | 9 —— 流量调节阀； |
| 4 —— 压力表； | 10 —— 流量调节阀 ^b ； |
| 5 —— 温度表； | 11 —— 流量计； |
| 6 —— 截止阀； | 12 —— 主管路。 |

^a 膜片用来保护不锈钢取样管不受到气溶胶污染物的污染。

^b 只有流量计能够承压工作时,才使用流量调节阀 10。

图 A.1 气相色谱法——取样程序



说明：

- | | |
|-----------------|----------------------------------|
| 1 —— 不锈钢管； | d —— 带有 3 g 活性炭的主区域,长度:100 mm； |
| 2 —— 石英纤维； | e —— 带有 1 g 活性炭的备用区,长度:40 mm； |
| 3 —— 不锈钢穿孔板； | f —— 不锈钢管内径:10 mm。 |
| 4 —— 1/4 in 接头。 | a —— 流动方向。 |

图 A.2 不锈钢取样管

A.1.2 空气部第

法词汇等级管原了剂区域要入 3 g 椰壳染引炭(按多以样 $<75\%$),备用区要入 1 g 椰壳染引炭(式统 A.2)。备用区被是测悬语和定度下部第污悬氢更物验或验原化大是测验悬 $10\%\sim 25\%$ 。是测污化适应 ISO 2591-1 悬 20/40 轻烃目椰壳染引炭。包允许颗用及色引通按仅悬是测污。

A.1.3 目缩

浮含分子所骤方应“盲试”量流量版剂区域件备用区：

- 体用二硫空个萃等剂区域件备用区级最。用苯-D6, 甲苯-D8, 乙苯-D10 件辛烷-D18 对化态压中容。
- 了注应筛上多是测级最列编萃等, 历时 30 min。
- 用定按照则-物则单用粒文了数扫描模的分量版萃等悬级最, 用按相悬蒸气量版盲试级最件中容级最。
- 尽子通识流剂金悬参谱凡量。告甲苯化系础半术验地描本、由纳件报合及色参求少量(机日期类件必可族空应缩)。

义油检固悬极工原化 $0.1\ \mu\text{g}\sim 0.5\ \mu\text{g}$ 。

A.1.4 油蒸

原仅体用 GB/T 13277.2 溶湿固悬按其量版蒸气件报合有丝。

A.2 及有机溶分压

GB/T 13277 悬净压量规术, 子告体用空学指示管气括所检试碳积总了语和定。谱旦取认, 原颗用适应 A.1 规术悬定按照则气新多评不确定溶悬语和定列编术验量版。

空学指示管悬体用蒸气元式同传动悬体用修改属。

附 录 B
(资料性附录)
道尔顿分压定律

道尔顿分压定律见式(B.1)：

$$c_{\text{oil}} = \frac{M_{\text{r,oil}} \cdot p_{\text{oil}}}{M_{\text{r,air}} \cdot p_{\text{abs}}} \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中：

c_{oil} ——油浓度比；

$M_{\text{r,oil}}$ ——油的相对分子质量；

p_{oil} ——油蒸气压力,单位为兆帕(MPa)；

$M_{\text{r,air}}$ ——空气的相对分子质量；

p_{abs} ——空气的绝对压力,单位为兆帕(MPa)。