

VDA 推荐

2005 年 2 月

使用一个 1 立方米的试验箱测定来自汽车内部零部件的有机物排放量

VDA
276

修改，生效

版本	日期	修改
1	2000 年 3 月 1 日	首版
2	2005 年 2 月 1 日	编辑修订 将总 CH 修改为总 HC 修改 HC 质量浓度计算方法 VDA 276 第 3 部分首版

德国汽车工业联合会（VDA）

VDA 推荐

2005 年 2 月

使用一个 1 立方米的试验箱测定来自汽车内部零部件的有机物排放量

VDA
276

前言

本试验方法使得有机化学物质的量化测定成为可能。而这些有机化学物质是由汽车驾驶室内
部零部件在所描述的条件下排放的。

通过本试验方法获得的试验结果不适用于

- ③ 就排放物对人体健康的影响加以任何形式的深入评价，
- ③ 以任何形式，将试验结果作为整车在停车，行驶或者等效于行驶的工况下，驾驶室内部
测得的排放物浓度的评价基础。

本文献由一下部分组成：

第 1 部分：标准排放测试¹

第 2 部分：使用平衡浓度测量法测定甲醛，氨和苯酚的排放量 – 汽车驾驶室内部的成型件²

第 3 部分：使用火焰电离探测仪（FID）测定碳氢化合物的总浓度

1 编制

塑料试验和塑料客户研究所（IKP）

Pfaffenwaldring 32 号

D-70569 斯图加特

TÜV 环境保护北方有限公司

化工和环境保护研究所

Große Bahnstraße 31 号

22525 汉堡

2 编制

Fraunhofer 木材研究所

Wilhelm-Klauditz 研究所（WKI）

Bienroder Weg 54 E

38108 Braunschweig

德国汽车工业联合会（VDA）

VDA 推荐

2005 年 2 月

使用一个 1 立方米的试验箱测定来自汽车内部零部件的有机物排放量
第 1 部分：标准排放测试

VDA
276

目录

1 引言	2
2 参考标准和文献	2
3 概念定义	3
4 符号和单位	4
5 测试方法基础	4
6 排放测试试验台	4
6.1 试验空间	5
6.2 试验空间恒温处理	5
6.3 空气增湿	6
6.4 纯净空气供给	6
6.5 碳氢化合物总浓度的测定	6
6.6 凝雾冷却	6
7 一般质量保证措施	7
8 零部件	9
8.1 零部件的取样	9
8.2 零部件的包装，运输和储存	9
9 标准排放测试试验过程	9
9.1 清洁	10
9.2 测试	10
10 测试结果的计算和表述	13
11 测试报告	14
附录 1：试验室报告	
附录 2：排放测试控制列表（示例）	

德国汽车工业联合会（VDA）

1 引言

本 VDA 推荐描述了一种试验箱测量方法，用于测定汽车驾驶室内部组件或者部件排放的挥发性有机物的浓度。同时，本 VDA 推荐还对体积为 1 立方米的试验箱的特征以及一般质量保证措施进行了描述，以确保其适用于针对汽车驾驶室内部零部件的标准排放测试。此外，本 VDA 推荐还描述了标准排放测试从试验样品制备到样品移交的一般试验过程。

对于接下来的化学分析，我们推荐采用由位于汉堡的北方技术监督协会 e.V. (TÜV) 和位于斯图加特的塑料试验和塑料客户研究所 (IKP)，在 FAT/BMBF¹ 项目的基础上编制的分析方法。一旦采用的是其他分析方法，则必须证明，通过相应分析方法获得的分析结果具备足够且可靠的可比性。同时，由于采用的分析方法与推荐的不同，因此，对此必须在测试报告中加以说明和记录。

2 参考标准和文献

对于下面罗列的标准文献，将在文中对应的引用处再次提请参考。如果对于某一引用的标准，未提供具体的生效日期或者版本信息，则将始终以对应标准的最新版为准。而对于与特定版本或者生效日期绑定的参考标准，则即使相应的标准推出了更新版本，本文献将仍以与之绑定的版本为准，直至通过修订，将本文献与更新后的参考标准进行绑定为止。

- ③ 欧洲合作行动 (ECA) “室内空气质量及其对人体的影响”，8 号报告 “使用小型试验箱测定室内材料和产品排放的挥发性有机化合物浓度的试验准则”
- ③ 欧洲合作行动 (ECA) “室内空气质量及其对人体的影响”，18 号报告 “对建筑产品挥发性有机化合物排放的评价”
- ③ DIN EN 45001，测试实验室经营管理一般准则
- ③ DIN EN ISO 9001，质量管理体系 – 质量保证模型/设计/颜法，生产，安装和维护保养过程中的质量管理
- ③ DIN 50011-11，气候及其技术应用；气候试验设备；一般概念及要求
- ③ DIN 50011-13，气候及其技术应用；气候试验设备；气候参数：空气湿度和空气温度

1 最终报告“用于评价汽车自身有机物排放对汽车驾驶室内部空气污染加剧程度的标准测量方法的研发和检验” (BMBF, Fkz: 07INR27A8 和 07INR27B0);

- 第 III 卷 (请向 TÜV 环境保护北方有限公司, Große Bahnstraße 31 号, 22525 汉堡索取)
- 第 IV 卷 (请向塑料试验和塑料客户研究所 (IKP), Pfaffenwaldring 32 号, 70569 斯图加特索取)

3 概念定义

本 VDA 推荐对下列概念定义进行了明确：

排风气流：通过一个预制的排风口离开试验空间的空气流。

负载：零部件的体积，面积，长度或者质量同试验空间体积间的比例关系。

排放速率：零部件单位时间的排放量；作为比较基础，该参数参照的是零部件的质量，体积，长度或者以每件样品作为参照。

凝雾：可凝结挥发性物质（主要是有机物）的沉淀作用

空气交换率：进气量和试验空间体积的商数，即单位时间的空气交换量。

空气流速度：实验空间内由于循环产生的空气流的平均速度，空气流速度的测量点位于试验空间中心。

空气试样：从试验空间环境中抽取的一定量且具有代表性的空气。

理想混匀：在一个理想混匀的空间内，送入的物质将完全且均匀地分布到整个空间中，在此过程中不会有任何延时。

冷凝物试样：来自试验空间环境的可凝结物质（凝雾）在一个可冷却收集装置上的聚积。

试验箱中的浓度：以化学分析或者物理方法测定的一种或者多种化学物质在气态空气试样中的浓度。该空气试样是在试验空间的一处具有代表性的位置上取得的。

零部件表面：由零部件的外轮廓围成的可被有机物质通过的表面。

试验空间：可不透气密闭的空间，用于测定给定的气候条件下挥发性有机化合物的排放量。

试验空间体积：扣除所有安装的技术嵌件和装置体积后的试验空间体积。

再现：在排风气流中测得的某种物质的质量和在相同时间段内在试验空间内测定的该物质的质量损失，这两者间的百分比关系。

进气气流量：单位时间内所有输入试验空间的气态物质的体积流量总和。

4 符号和单位

帕；温度：293 K)	某种物质在试验空间内的质量浓度（气压： 1.013×10^5
	某种物质在试验空间内的体积浓度
	排放速率
	以零部件表面面积为参照物的排放速率
	以零部件体积为参照物的排放速率
	以零部件质量为参照物的排放速率
	空气交换率
	单位为每小时的空气交换量
	面积负载
	体积负载
	质量负载

5 测试方法基础

将一个零部件放入一个近乎理想混匀的 1 立方米试验箱内，并在给定的温度，湿度和空气交换率条件下对其进行时效处理。在此过程中零部件排放的有机化合物将在试验空间内聚积。之后，通过一股空气流将它们从试验空间内带出。

在选定的时间点上，抽取空气或者冷凝物样品。通过对抽取的试样进行化学分析，可以对试验空间内空气中的各类气态组成物质的浓度进行定性或者定量测定。

6 排放测试试验台

用于测定气态排放物的试验台应具备下列一些功能组成部分：

试验空间	纯净空气供给
空气循环单元	控制和调节单元
试验空间恒温处理单元	总 HC 监视器
空气增湿单元	凝雾冷却装置

对于这些功能组成部分的结构形式，设置，组合以及技术规格，并为加以强制规定。在下面的章节中，如果有必要的话，将对相应必须达到的最低要求加以描述。另外还要提供证据（例如通过合作试验程序），证明对于要测定的化学物质，采用的排放测试试验台能够返回具有可比性的试验结果。

有关持续质量保证措施，请参考第 7 章中的描述。

6.1 试验空间

试验空间应该是一个体积为 1 ± 0.05 立方米的可不透气密闭的空间。在其内部安装有用于空气混匀的装置和一个装置零部件的支架，以避免零部件与试验空间的各内表面发生接触。为了调节空气交换率或者说控制空气取样过程，应提供一根进气和一根排气管（直径小于 50 毫米）。为了避免短路气流，两根气管应采取径向连接。

材料

试验空间各内表面以及用于固定零部件的支架都必须采用不锈钢或者玻璃作为材质。如果出于工艺方面的原因，不能选用上述两种材料制成试验空间内的嵌件或者零件，则另行选用的材料的有机化合物排放和吸收量都必须较小。相应的，这类嵌件或者零件与试验空间大气环境发生接触的表面的面积不得超过试验空间各内表面面积之和的 5%。

气密性

为了避免不受控的空气交换过程，应确保在 1000 帕超压形成的空气交换率条件下，试验过程中每分钟因不密封所产生的泄漏气流的量小于试验空间体积的千分之一，或者说进气量的百分之一。

为了避免外来空气流入，在排放测试试验时，试验空间内的压力应始终比试验室的环境大气压要稍大一些。同时，来自试验空间的气体体积流量相比试验室环境大气的体积流量也应稍大一些。这一点在采集空气试样时尤显重要。

空气混匀

本试验方法的一项重要前提条件是要力求试验空间的空气达到理想混匀。通过安装合适空气混匀装置，应保证即使是对于占地面积或者体积大的试验样品，仍可以实现空气的理想混匀。在未放置试验样品的情况下，实验空间中心空气的平均流动速度应大于 0.1 米/秒。

备注：在欧洲合作行动（ECA）“室内空气质量及其对人体的影响” 8 号及 18 号报告中，对测定气密性和空气混匀度的方法加以了描述。

清洁

通过采用合适的清洁方法，例如高温解吸，应确保在各试验间彻底清洁试验空间。相应更详细的描述请参阅第 9.1 章节。

在每次试验开始前，应通过空白值抽样证明对试验空间的清洁是否彻底。

6.2 试验空间恒温处理

由于有机化合物的排放很大程度上会受到试验温度的影响，因此，必须对试验空间选用的恒温处理装置相应提出高要求。

如果需要的话，应根据试验条件，确保恒温处理装置的温度调节范围足够大。同时，恒温处理装置在空间上及时间上的温度偏差不得超过 ± 0.5 K。

6.3 空气增湿

在对试验箱进气进行增湿时，请确保在此过程中不会产生蒸汽和汽雾。借助增湿单元，应确保 65 摄氏度时，进气流的露点达到 10.4 摄氏度。也就是说，23 摄氏度时，空气湿度应为 45%，65 摄氏度时，空气湿度应为 5%。

6.4 纯净空气供给

由于在试验时要进行空气交换，并且要对空气进行取样，所以，必须输入纯净空气。为了将空气交换率设定为要求的每小时 0.5，在试验条件下（65 摄氏度，环境气压），空气流量必须能被设定为 6.67 ± 0.35 升/分钟。同时，相应的调节精度应为 $\pm 3\%$ 。

在开始试验前，进气中各种挥发性有机碳氢化合物的浓度总和不得大于 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而每种挥发性有机碳氢化合物的浓度不得大于 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

为了避免对被分析物的吸收，应使用 $7 \mu\text{m}$ 的颗粒物过滤器降低进气中微尘的含量。

6.5 碳氢化合物总浓度的测定

为了在一次试验循环期间，对实验空间内碳氢化合物总浓度的变化进行定性评价，应使用一台火焰电离探测器（FID）的在线分析器。该分析器应以总信号的形式测定多种有机化合物。通过在人造空气中添加约 100 ppmv 的丙烷，来制备一种试验混和气，并使用该混和气对分析器进行校准。最后，应使用纯度为 5.0 的氮气作为零气体。

在第 10 章中提供了一个换算公式，以便获得质量浓度数据。

备注：有关在火焰电离探测器（FID）总信号的基础上，用于定量测定总碳氢化合物排放量所需的技术装备条件，请参阅本标准的第 3 章“使用一台火焰电离探测器（FID）测定碳氢化合物总浓度”。

6.6 凝雾冷却

零部件排放的可凝结有机化合物的定性测定是通过安装在试验空间内的一台冷却装置实现的。在试验空间的大气温度为 100 摄氏度时，该冷却装置的温度必须被保持在 21 ± 1 摄氏度。需要引起注意的是，该冷却装置的使用可能对试验箱内的温度控制产生影响。针对冷却装置应采用何种材质，请参考第 6.1 章节下的描述。插图 1 以流程图的形式，对作为示例的排放测试试验箱进行了描述：

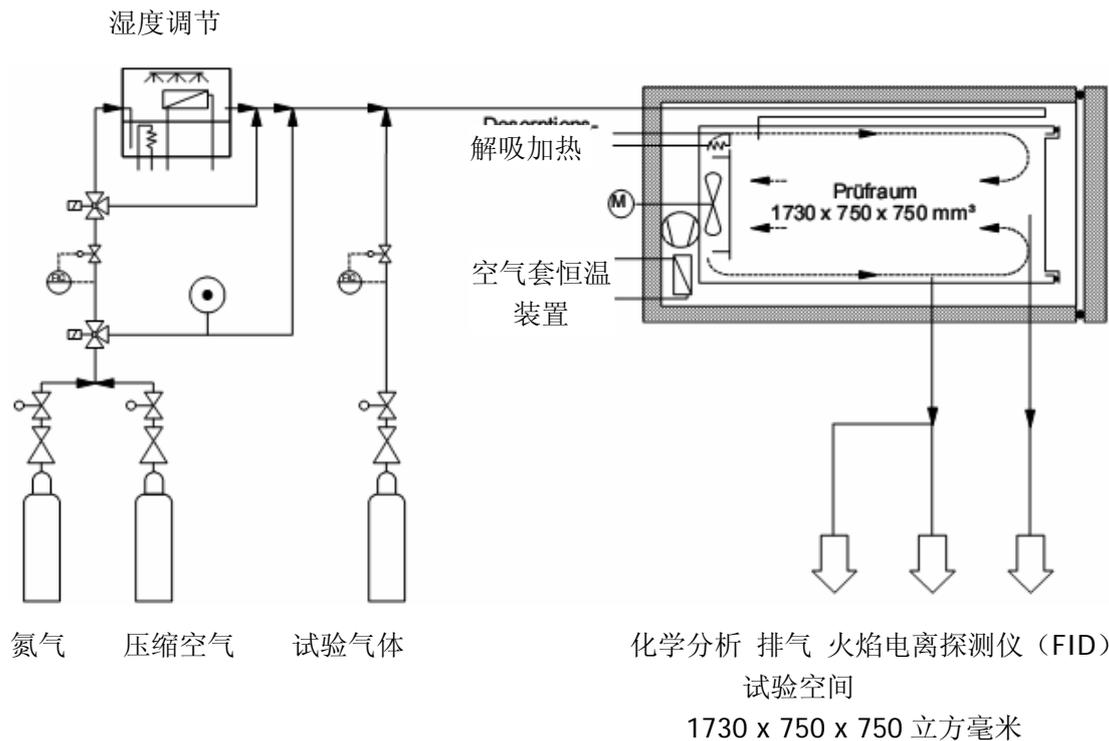


插图 1 1 立方米排放测试试验箱流程图（例如 HCE/S 1000，制造商：Vötsch 工业技术有限公司，Balingen）

7 一般质量保证措施

由于在排放测试试验台上集成了多项技术功能，故增加了试验台出错的机会。因此，需要定期对整体系统进行彻底仔细的检查。由于某些系统故障对试验结果的影响可能并不直接，因此，应将排放测试试验台纳入一套经得起认证的质量保证体系或者对其采取一项等效的持续监控措施。

接下来将对部分用于测定试验参数的重要试验方法加以描述。

气密性：

对于试验空间的气密性，将通过施加 1000 帕的一个超压，并在接下来的 2 小时内观察压力降低情况来测定。测定气密性的压力传感器的灵敏度应小于 100 帕，而精度应达到 ± 5%。在观察时间段内，平均泄漏速率的计算公式如下

$$\dot{v} \left[\frac{\%}{h} \right] = \frac{1000 \%}{t [h]} \cdot \left[\frac{p_1}{p_2} - 1 \right]$$

\dot{V} 基于试验空间体积的单位泄漏速率，单位：千分比/小时

P1 试验开始时试验箱内的绝对气压，单位：帕

P2 试验结束时试验箱内的绝对气压，单位：帕

t 测定泄漏速率的时间段，单位：小时

可选试验方法:

在施加一个 1000 帕超压的情况下,通过观测试验空间内气压降至初始值一半所需的时间 $t_{1/2}$,来测定试验空间的气密性。在经过该半衰期后,实验空间内的大气压力将降至试验开始时实验空间内的大气压力的一半。接下来,就可以通过以下的公式计算得出单位泄漏速率

$$\dot{v} \left[\frac{\%}{h} \right] = \frac{100 \%}{t[h]} \cdot \frac{\Delta p}{p} \cdot \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

\dot{v} 基于试验空间体积的单位泄漏速率,单位:百分比/小时

$\Delta p/p$ 基于环境大气压的相对超压

$t_{1/2}$ 至超压降至初始值一半所经过的时间,单位:小时

通过上述两种方法,测定试验空间温度为 65 摄氏度时,试验空间的气密性。

空气流速度:在未放置试验样品的情况下,测定试验空间中心的空气流速度。作为测量仪器,可以使用热线式风速计,薄膜式风速计或者叶轮式风速计。

进气流量:

由于会对试验结果产生巨大的影响,因此,必须定期检查进气流量。而在大气压条件下,差不多是直接在试验空间的进气口上使用一台气表测定进气量的。该气表的测量精度应达到±2%。同时,该气表必须适用于第 6.4 章节下要求的试验环境条件。将要测得最小进气量应达到气表读数精度的 200 倍。之后,只要用进气量除以测量持续时间,得到的商数即是所需的进气流量。在计算试验条件下的空气交换率时,必须按照理想气体法则,在试验空间内实际温度和气压的基础上,对计算得出的进气流量相应加以修正。

空白值:

通过定期检查,一方面可以获取进气和室内空气中各类物质的空白值,另一方面还可以了解其它同试验空间大气发生接触的排放源。

对于用于定量分析的物质空白值,应根据试验规程并采用其中规定的措施来加以测定。

对于空白值的半定量监控,应采用筛选法,例如Tenax高温解吸。而相应方法针对不同物质的测量灵敏度应小于 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

通过上述方法测得的所有挥发性有机化合物的浓度总和应小于 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。而每种挥发性有机化合物的浓度则应小于 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

温度和湿度:

应使用组合式温湿度传感器,确保温度和湿度达到试验要求,且误差不超过 0.5 K 或者±5%。

进气增湿后可能会产生凝结效应,如果对此拥有足够的理论及实践经验的话,还可以在进气流中测定湿度。

8 零部件

在测定挥发性有机物排放时，零部件在试验前所处的环境条件，可能会对试验结果，特别是定量试验的结果产生重大影响。因此，有必要尽量对零部件试验前所处的环境条件进行标准化。

8.1 零部件的取样

对于测定新零件挥发性有机物排放情况的标准化试验，应对进货交付状态下的零部件进行检验。

在一定的情况下，要考虑到零部件可能还会从周围环境吸收原本不属于自己的挥发性有机物质。因此，应尽量详细对零部件在试验前所处的环境条件加以记录。

如果试验要求对零部件进行部分拆解，分离或者以某种形式对其加以改造，则必须对拆解，分离或者改造过程加以记录。在此过程中应避免污染零部件。

8.2 零部件的包装，运输和储存

在取样后，实验开始前，必须对零部件进行包装，以确保其不会受到来自周围环境的化学物质的污染，最大可能地保留其固有的排放特性。同时，包装还应确保零部件不会因辐射（例如阳光辐射）发生材质变性。

备注：为了达到上述目的，应选用一个带有铝合金中间层的可焊接复合材料箔。它不仅能满足气密性以及扩散密封性能方面的要求，还能保护零部件不会在运输过程中受损（例如Flöter, 71735 Eberdingen-Nußdorf 公司的相关产品）。

在临时储存及运输零部件的过程中，环境温度不得超过 23 摄氏度。

9 标准排放测试试验过程

本章节将对标准排放测试的试验步骤，布置以及要求加以描述。通过该试验，可以了解零部件在严酷气候条件下挥发性有机化合物排放的总体情况。

在第一阶段正常化处理过程中，试验温度应为 65 摄氏度，而相应的进气湿度应达到约 5% 相对湿度（对应于 23 摄氏度下 45% 的相对湿度）。空气交换率应达到 0.4 升/小时。

试验过程中将测定气态BTXE/S¹-芳香物质，乙醛和丙酮的浓度，另外还会对GC-MS进行总体分析。如果需要的话，还可以在历时两个半小时的取样窗口时间内，通过采取对应的空气分析方法，测定胺类物质，乙二醇醚，邻苯二甲酸盐或者N-亚硝胺的浓度。

在第二阶段的正常化处理过程中，试验温度将被增大至 100 摄氏度（对进气将不采取增湿处理）。与此同时，将使用一台温度为 21 摄氏度的冷却装置，完成凝雾凝结取样。

1 苯，甲苯，p/m-二甲苯，o-二甲苯，乙苯和苯乙烯

应以试验报告的形式，对试验过程加以记录（参考附录 1 中的示例）。在整个试验过程中，应借助火焰电离探测仪（FID），对有机化合物的温度，湿度和总浓度加以记录。

9.1 清洁

在对零部件进行试验前，必须对试验空间所有接触污染物的表面进行清洁，以确保它们的洁净。必要时，应尽量降低试验空间内残留污染物的浓度，以确保通过空气分析测量法获得的测量结果的质量不会因此而受到影响。

试验空间

首先，必须借助合适的方法（例如使用工业吸尘器）清洁试验空间，确保其中不含有任何零部件颗粒或者残留物。应使用钢丝绵或者挥发性溶剂清理边角上由于凝结物干缩而产生的残留。

在使用经过加热的吹洗空气对试验空间进行高温清洁时，应确保在此过程中所有与试验空间大气发生接触的内表面的温度均超过 200 摄氏度。自达到加热温度起，应反反复换气清洁 10 次。

如果使用碱性清洗剂清洗试验空间的各内表面，则清洗完毕后应立即使用纯水连续清洗两次。之后，应在试验温度条件下，使用吹洗空气对试验箱进行干燥处理。

其他

对于那些会与试验空间大气发生接触，但在清洁试验空间时又不会被直接清洁到的部件，必须对它们单独采取技术上等效的清洁措施。

备注：对于耐温性能低于 200 摄氏度的试验空间组成部件（例如密封材料），一般情况下，应在 120 摄氏度的条件下，对其连续清洗 2 至 3 小时，然后使用真空进行干燥。

9.2 试验

试验过程中，首先要将零部件放入排放测试试验空间。在完成正常化处理和空气取样后，再将零部件从排放测试试验空间中取出。

9.2.1 试验前的正常化处理

在将零部件放入排放测试试验空间前，必须首先将其置于温度为 70 ± 1 摄氏度，相对湿度为 $5 \pm 2\%$ 的环境下进行正常化处理。

9.2.2 准备工作

在开始试验前，应首先仔细地检查试验台的各项功能是否正常，以确保能够可靠地完成整个试验。外观和功能检查的项目应包括纯净空气发生装置，试验空间，空调装置，总碳氢化合物监控器，数据记录装置和所有其他试验所需的辅助装置。

备注：有关试验开始前须完成的检查项目，请参考附录 2 中的清单。

9.2.3 将零部件放入试验空间

应将零部件置于试验空间中心的一个支架上，同时应避免其与各内表面发生接触。如果要将多件零部件放入试验空间，则放置时应确保由空气循环引起的环流在各个方向上均达到最佳。需要注意的是，必须确保零部件在整个试验过程中不会发生移位。

在将零部件放入试验空间后，应立即封闭试验空间。

9.2.4 正常化处理阶段

在封闭排放测试试验空间后，应通过选定自动试验程序，或者通过手动设定试验条件，立即开始试验。下表对各个试验阶段的气候参数以及取样过程进行了归纳整理。而插图 2 则展示了温度曲线以及取样窗口：

标准排放测试试验过程

序号	时间[小时:分种]	设定温度 [摄氏度]	空气交换率 [升/小时]	进气湿度[摄氏度 /%相对湿度] ¹⁾	步骤
试验前的正常化处理					
1		70	最大	10,4/4,0	
2	- 0:30	70	最大	10,4/4,0	必要时完成试验空间的各项准备工作
试验阶段					
3	0:00	65	0,40	10,4/5,0	第 1 阶段正常化处理
4	2:00	65	0,40	40,4/5,0	开始空气取样 - BTXE/S-芳香物质 - 乙醛和丙酮 - 总体分析 - 必要时继续取样
5	4:30	100	0,44	关闭相应装置	第 2 阶段正常化处理 - 开始凝雾取样
6	8:00	100	0,44	关闭相应装置	- 结束凝雾取样

1) 65 摄氏度以及 1.013×10^5 帕大气压条件下的露点温度或者相对湿度

补充注释

针对 9.2.1 章节：为了确保试验开始前，试验空间能够达到所需的湿度要求，必须及时对进气进行增湿处理。

针对第 9.2.2 章节：必须尽可能早的落实针对试验空间的准备工作，以确保最晚在开始试验时，原本通过试验前正常化处理获得的试验条件又重新恢复到要求的精度范围内。

针对第 9.2.3 章节：应确保最晚在 30 分钟后，试验空间内的试验温度重新恢复为 65 ± 0.5 摄氏度。

针对第 9.2.4 章节：在设计空气取样步骤时，应确保在执行完毕规定的空气取样过程后，仍留有足够的剩余时间，可以进行补充取样，以便测定例如胺类物质，乙二醇醚，邻苯二甲酸盐或者 N-亚硝胺的浓度。

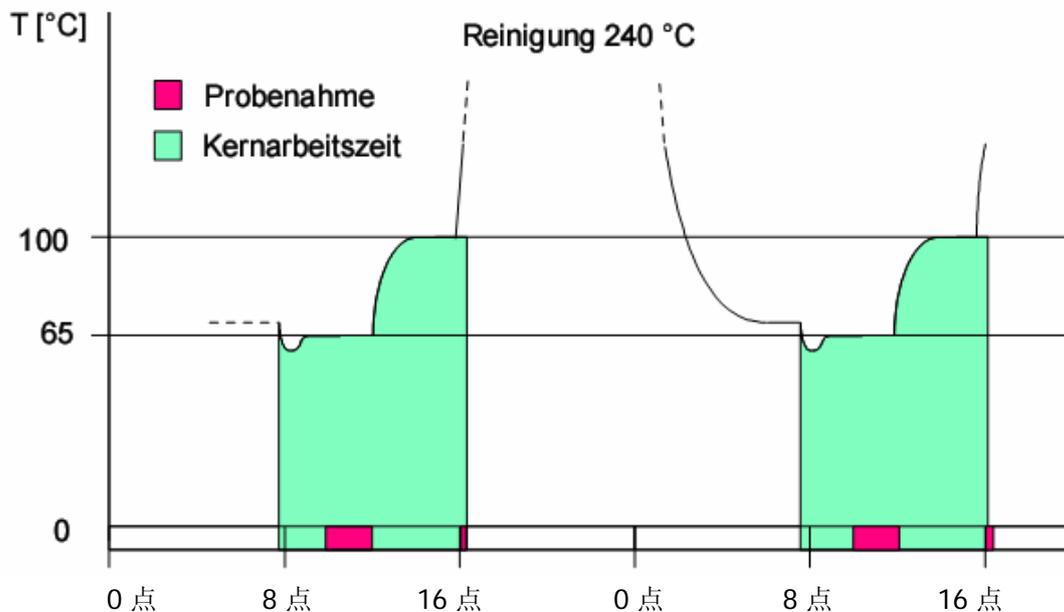


插图 2 使用 1 立方米排放测试试验箱测定零部件排放的易挥发和难挥发有机化合物的标准排放测试的试验循环周期

空气取样

在标准化的排放测试过程中，空气的取样应在规定的时间进行。因此，如果在一个取样窗口时间内，对多种被分析物进行取样时，各分析物的取样持续时间和顺序必须保持不变。

有关空气取样的具体步骤，请参考相应空气分析测量法中的描述。

备注：标准排放测试将空气换气率设定为 6 升/分钟（65 摄氏度，大气压条件下）。而可同时进行的空气取样过程的数量也相应取决于该参数设定。

凝结取样

在将温度为 21 摄氏度的冷却气流输送至冷却装置的同时，开始进行凝结取样。一般情况下，由于在凝结取样时必须打开排放测试试验箱，因此，取样的结束也宣告试验的结束。

有关凝结取样的具体步骤，请参考相关标准作业指导书中的描述。

9.2.5 结束试验

在关闭空调装置或者打开排放测试试验箱后，排放测试试验也宣告结束。排放测试结束后，应立即对试验空间进行清洁（参考第 9.1 章节的相关内容）。

10 试验结果的计算和表述

试验结果一方面可以是试验空间大气中物质排放浓度的量化数据以及据此计算得出的排放速率。另一方面也可以是对试验空间大气中是否存在化学物质的定性说明。

试验结果的类型，测定以及计算均是相关化学分析测量法的组成部分。为此均编制了标准作业指导书。应将常态¹下未放置试验样品的试验空间体积作为基准体积。当然，如果以该基准体积为参考进行计算的话，也会导致得出的浓度数据比实际情况要低。

试验空间大气中的物质浓度

标准排放测试 试验	65 摄氏度 阶段	甲苯 (108-88-3) 物质 (CAS 编号)	10 μg/m ³ 浓度[μg/m ³]
--------------	--------------	------------------------------	--

物质的定性试验结果

标准排放测试 试验	65 摄氏度 阶段	甲苯 (108-88-3) 物质 (CAS 编号)	被发现 结果
--------------	--------------	------------------------------	-----------

使用火焰电离探测仪 (FID) 测得的总碳氢化合物质量浓度

标准排放测试 试验	180 分钟 时间	总碳氢化合物 物质	10 mgHC/m ³ 浓度[mgHC/m ³]
--------------	--------------	--------------	--

由于纪录是连续进行的，所以，在一般情况下，将通过一条浓度-时间-曲线再现试验空间中物质浓度随时间的变化过程。其中，时间点 t = 0 对应的是在将零部件放入试验空间后，封闭试验空间的那个时刻。

从使用火焰电离探测仪 (FID) 测得的体积浓度中，可以计算得出总碳氢化合物的质量浓度。相应可采用如下的公式（使用丙烷试验混和气体进行校准）：

$$\text{质量浓度} = \frac{\text{摩尔质量 C - 丙烷原子量}}{\text{摩尔体积}} \cdot \text{体积浓度}$$

$$C_{m,HC} [\text{mg C - Äquiv.} / \text{Nm}^3] = \frac{36,03 [\text{kg/kmol}]}{24,06 [\text{m}^3 / \text{kmol}]} \cdot C_{v,FID} [\text{ppmv}]$$

$$= 1,50 \cdot C_{v,FID} [\text{ppmv}]$$

1 对于被测试验气体而言，常态所指的环境条件为：大气压：1.013 x 10⁵帕，温度：293 K。在温度为 273 K 的常态条件下，质量浓度的计算公式为：

排放速率

一旦计算得出了质量浓度，就可以在忽略试验箱自身蓄热的情况下，计算得出取样时间刻的物质排放速率。其计算公式为：

排放速率 = 空气流量 x 浓度

$$\dot{m}_{HC} [mg/h] = \dot{V} [m^3/h] \cdot C_{m,HC} [mg/m^3]$$

以零部件表面面积为参照物的排放速率

空气流量 x 浓度

$$\text{排放速率} = \frac{\text{空气流量} \times \text{浓度}}{\text{试验材料的表面面积}}$$

$$\dot{m}_{A,HC} [mg/m^2h] = \frac{\dot{V} [m^3/h] \cdot C_{m,HC} [mg/m^3]}{A [m^2]}$$

以零部件质量为参照物的排放速率

空气流量 x 浓度

$$\text{排放速率} = \frac{\text{空气流量} \times \text{浓度}}{\text{试验材料的质量}}$$

$$\dot{m}_{m,HC} [mg/kg] = \frac{\dot{V} [m^3/h] \cdot C_{m,HC} [mg/m^3]}{m [kg]}$$

11 试验报告

为了满足 DIN ISO 9001 以及 DIN EN 45001 中的相关要求，试验报告中必须包含下列一些内容：

- ③ 测试实验室的名称和地址
- ③ 委托单位名称和地址
- ③ 零部件到货日期以及到货时的包装形式
- ③ 标识零部件唯一的名称
- ③ 针对零部件的详细描述
- ③ 生产日期
- ③ 自零部件到货之时起直至开始试验前零部件所处的储存和气候条件
- ③ 对零部件进行的改造（例如拆解，表面封装...）
- ③ 整个试验过程中的试验参数，包括温度，湿度和空气交换率
- ③ 取样时刻，方式和持续时间
- ③ 分析方法和操作规程
- ③ 对分析方法的简短描述
- ③ 分析方法的精度以及可靠性
- ③ 待测物质的再现情况
- ③ 参考标准
- ③ 与标准试验方法不相同的地方以及试验过程中与标准流程不相同的地方
- ③ 日期和署名

附录 1 实验室报告 第 1 页, 共 1 页	使用一个 1 立方米的试验箱测定来自汽车内部零部件的有机物排放量 第 1 部分: 标准排放测试	VDA 276-1
-------------------------------	--	--------------

委托单编号

零部件名称

经办人, 部分

试验前的预处理
参见 B 部分

日期

试验气候条件
参见 C 部分

试验仪器编号

A. 基本信息

制造商 生产日期

B. 入库

入库日期 地点

温度 摄氏度 包装形式 PE

相对湿度 %

PE-AI

裸露

C. 测量

测量开始时间 测量结束时间

EPS 总碳氢化合物文件

C1. 正常化处理

自动 手动

程序编号 温度 摄氏度

露点浴 摄氏度

进气量 l/分钟

C2. 取样

物质等级

日期/样品名称	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>								
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>								
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>								

D. 出库

出库时间 地点

日期:

署名:

附录 1 实验室报告 第 1 页，共 1 页	使用一个 1 立方米的试验箱测定来自汽车内部零部件的 有机物排放量 第 1 部分：标准排放测试	VDA 276-1
------------------------------	---	--------------

附录 2：排放测试检查清单（示例）

定期检查	正常
用于载体气供给的纯净空气过滤器（功能，负载）	
对于空气增湿，储存有足够量的水	
破裂保险装置（功能，气密性）	
对试验空间进行外观检查，空气循环	
凝雾冷却装置的功能（循环，气密性，温度）	
将零部件放入试验空间前	
进气流量设定是否正确（检查实际值）	
连接了凝雾冷却装置，并装上了玻璃片	
在试验箱门上安装了完好的门封	
对总碳氢化合物分析器进行了校准并已经连接	
开始试验时	
堵塞住了不需要的试验箱开口	
数据记录装置已被激活	
试验参数均符合要求	

德国汽车工业联合会（VDA）

	使用一个 1 立方米的试验箱测定来自汽车内部零部件的	VDA
--	----------------------------	-----

	<p>有机物排放量</p> <p>第 2 部分：使用平衡浓度测量法测定甲醛，氨和苯酚的排放量 – 汽车驾驶室内部的成型件</p>	276-2
--	--	-------

Determination of organic substances as emitted from automotive interior products using a 1 m³ test cabinet.

Part 2: Determination of the release of Formaldehyde, Ammonia and Phenole-measurement by method of steady-state concentration.(此段为英文)

1 目的

本 VDA 推荐的目的是描述一种测量方法，以便测定汽车驾驶室内部成型件排放的甲醛，氨以及苯酚的浓度。

2 应用范围

本 VDA 推荐描述的测量方法适用于测定成型件在极限气候条件下的排放。

3 参考的其他试验方法

ENV 717-1 复合木材制品 – 甲醛排放的测定 – 第 1 部分：使用试验箱法测定甲醛的排放

4 原理

为了测定在生产汽车过程中使用的纺织品以及木纤维成型件排放的污染空气的污染物，例如甲醛，氨及苯酚的浓度，将会采用一种试验方法，即所谓的 1 立方米试验箱法。同时，将会使用该试验方法测定汽车驾驶室内最坏情况下，上述空气污染物的排放浓度。

为了模拟汽车驾驶室内部存在阳光辐射的情况，将试验时试验箱内的温度确定为 65 摄氏度。另外，通过前期在通风蝶阀关闭的情况下对汽车内空气交换率的相关研究，同时也考虑到汽车驾驶室内一般都普遍采用无纺布材料，因此，为试验选定的空间占比/空气交换率间的比值为 4。最后，为试验选定的空气相对湿度约为 11%，也就是说，需要将室温下水蒸汽增湿达到饱和的空气输送入温度为 65 摄氏度的试验箱内。在试验箱内安装零部件时，应确保其各个表面上的空气环流。

5 取样

如果以所有主要表面为参照，那么，零部件的总表面积应达到 2 平方米。对于体积较大的成型件，应从完整的成型件上提取具有代表性的一部分作为试样。在制造或者取样完毕后，应立即使用不透气的包装材料，例如聚乙烯薄膜，将零部件包装好。然后，应将包装好的零部件置于最高 25 摄氏度的环境条件下进行时效处理，直至实验开始。为了避免零部件表面出现凝结现象，在将试样放入试验箱时，其材料的表面温度必须大于 20 摄氏度。

6 试验方法

6.1 试验参数

将试样材料放入一个总体积为 1 立方米的实验箱内，并在规定的气候条件下进行时效处理：

试验温度 (65 ± 1) 摄氏度

空气相对湿度 (11 ± 5) %

空气交换率 0.5 h⁻¹

空间占比 2 平方米/立方米 *

* 在空气交换率减小的情况下，空间占比也可以稍小些，以便确保两者间的比值始终保持为 4。

6.2 1 立方米试验箱描述

6.2.1 玻璃箱（示例）

箱体内部尺寸为 1.00 米 x 0.80 米 x 1.25 米（参见插图 1）。箱体的外壁是用 8 毫米厚的玻璃制成的。箱内温度是借助一套不锈钢制成的热电偶来进行设定的。而空气循环则是通过安装在热电偶上的两台风扇实现的。

德国汽车工业联合会（VDA）

通过将 23 摄氏度下水增湿至饱和的空气输送入温度为 65 摄氏度的试验箱内，来实现试验箱内的大气相对湿度保持在 $(11 \pm 5)\%$ 。

6.2.2 不锈钢试验箱

试验箱由一个正常化处理室和实际用于测定排放的排放测定试验室（1.78 米 x 0.75 米 x 0.75 米）组成。排放测定试验室是一个气密的焊接容器，其内壁采用的是平整且表面不粗糙的不锈钢。而室内湿度的调节是根据露点原理通过调节进气流量来实现的。

本 VDA 推荐第 1 部分第 6 章节对此类不锈钢试验箱进行了详尽的描述。

备注：只要能达到本VDA推荐中描述的测量方法的要求，也允许使用其他款式的 1 立方米箱式试验装置。

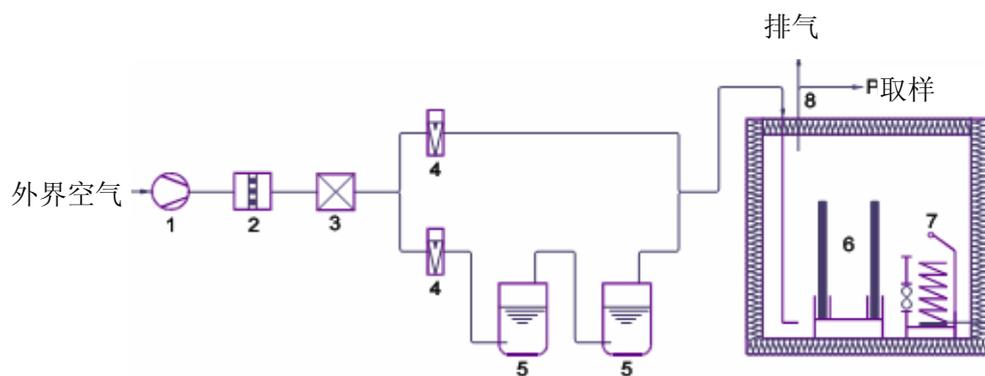
6.3 试验箱运行所需的设备

- 1 立方米的试验箱
- 1 台空气量测量仪，测量范围：50 至 300 升/小时
- 气体取样设备
- 热电偶流速仪
- 气压仪
- 3 台空气净化装置
- 压缩空气接头或者泵机/空气压缩机
- 活性炭塔
- 最好的油分离器
- 绝热材料（仅针对玻璃试验箱）

7 试验过程

7.1 试验装置上的准备工作

必须对试验箱进行调节，以确保箱内满足 (65 ± 1) 摄氏度的试验温度。可以通过压缩空气管道将新鲜空气输送入箱内。应设置一个活性炭塔对空气预先进行净化。在开始试验前，下列各物质在试验箱大气内的浓度不得超标：



- | | |
|----------|-----------|
| 1 泵机 | 5 水瓶 |
| 2 活性炭过滤器 | 6 试样材料 |
| 3 质量流量计 | 7 带风扇的热电偶 |

插图 1 1 立方米试验箱示意图（例如：带外部绝热的玻璃试验箱）

	Ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
甲醛	<0.005	6.3
苯酚	<0.003	11.4
氨	<0.01	13.9

7.2 试验

从包装中取出零部件并放入已经经过恒温处理的试验箱内。与此同时，还应将在试验过程中记录温度和空气相对湿度的热电偶流速仪放入试验箱内，然后封闭试验箱。通过两个串联空气净化器调节空气湿度。在封闭条件下，借助可调变压器以及节流阀使得空气流量达到要求。例如，在空气交换率为 0.5 h^{-1} 时，应将空气流量设置在 (500 ± 5) 升/小时。

7.3 用于测定甲醛、氨及苯酚浓度的空气取样

每天，应在达到相应的平衡浓度的前提下测定甲醛，氨及苯酚的浓度。

备注：；在试验开始阶段，必须连续 3 个工作日每天取样 2 次。因此，应相应规划好试验箱内试样零部件的空间占比。

借助气体取样设备，从试验箱内每次抽取 0.1 立方米的空气（参见插图 2）。然后，将抽取的空气送入灌装有吸收液体的气体净化瓶中，并借助相应的测定方法对空气试验进行化学分析。

7.3.1 使用的分析方法

7.3.1.1 甲醛

为了测定甲醛的浓度，应将试验箱内的空气以 2 升/分钟的速度通入装有蒸馏水的气体净化瓶。然后，通过乙酰丙酮法（VDI 指令 3484 第 2 页，1999 年版），使用光度计或者荧光，来测定吸收溶液中的甲醛含量。该测量方法的指示极限为 0.005 ppm 甲醛（ $1\text{ ppm} \approx 1.25\text{ mg HCHO}/\text{m}^3$ ）。

另外，还可以采用 DNPH 法测定甲醛浓度。相关的取样，分析和评价请参考 VDI 指令 3862 第 3 页，1999 年 10 月版中的描述。

7.3.1.3 苯酚

应使用 p-硝基苯胺法（VDI 指令 3485，1988 年 12 月版）测定苯酚的浓度。相应地，应使用 0.1 摩尔的泡碱液作为吸收溶液。取样速度应为 1 升/分钟。在此条件下，这种分析法的指示极限约为 0.003 ppm 苯酚（ $1\text{ ppm} \approx 3.8\text{ mg}/\text{m}^3$ ）

7.3.1.4 氨

对于试验箱大气内氨的光度测定，应使用 0, 1 M 的硫酸作为吸收溶液。取样速度应为 1 升/分钟。在 1 毫升吸收溶液中各掺入 5 毫升溶液 A（将 25 毫升硝普钠和 9.975 克苯酚溶解在蒸馏水中，然后用蒸馏水稀释至 500 毫升）和 5 毫升溶液 B（将 2.5 克氢氧化钠溶解在蒸馏水中，然后用蒸馏水稀释至 500 毫升）。然后在 40 摄氏度条件下用水浴恒温处理 30 分钟。然后，使用光度计，在波长为 580 nm 的条件下，测定产生的靛酚比色络合物相对于蒸馏水的消光（指示极限：0.01 ppm 氨；） $1\text{ ppm} \approx 1.39\text{ mg}/\text{m}^3$ 。

备注：也可以采用其他分析方法。前提条件是使用这些方法获得的试验结果必须与通过此处描述的方法获得的试验结果相一致。

8 试验结果的计算

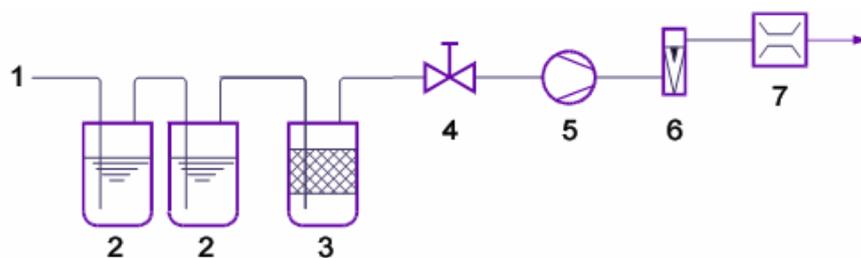
需要对取样样品的体积按要求进行修正（20 摄氏度，1013 hPa），相应的公式如下：

修正后取样样品的体积（20 摄氏度，1013 hPa）[m³]

读取的取样样品体积[m³]

测量过程中的平均空气压力[hPa]

测量过程中气表内的平均空气温度[摄氏度]



- | | | | |
|---|----------|---|-------|
| 1 | 取样探头 | 5 | 气泵 |
| 2 | 气体净化瓶 | 6 | 气体流量计 |
| 3 | 使用硅胶的干燥塔 | 7 | 体积流量计 |

甲醛浓度计算公式:

$$K_{CH_2O} = (Ex - Ex_{BW}) \cdot A \cdot 3 \quad [\mu g / 30ml]$$

$$K'_{CH_2O} = \frac{K_{CH_2O}}{1000 \cdot V_{korr}} \quad [mg / m^3]$$

$$K''_{CH_2O} = \frac{K_{CH_2O}}{1,248} \quad [ml / m^3] \text{ bzw. } [ppm]$$

K_{CH_2O} : 样品中的甲醛含量

Ex 吸收溶液的消光

Ex_{BW} : 比较溶液的消光

A: 校准函数的斜率 [$\mu g / 10ml$]

K'_{CH_2O} : 甲醛浓度 [mg / m^3]

K''_{CH_2O} : 甲醛浓度 [ppm] 或者 [ml / m^3]

氨浓度的计算公式:

$$(Ex_{St} - Ex_{BW}) \hat{=} C_{St}$$

$$(Ex_{NH_3} - Ex_{BW}) \hat{=} K_{NH_3}$$

$$K'_{NH_3} = \frac{K_{NH_3} \cdot 30}{V_{korr}} \quad [mg / m^3]$$

$$K''_{NH_3} = \frac{K'_{NH_3}}{1,39} \quad [ppm] \text{ bzw. } [ml / m^3]$$

Ex_{St} : 标准溶液的消光

Ex_{NH_3} : 分析溶液的消光

Ex_{BW} : 比较溶液的消光

K_{St} : 标准溶液的浓度 [mg / ml]

K_{NH_3} : 分析溶液的浓度 [mg / ml]

K'_{NH_3} : 氨的浓度 [mg / m^3]

K''_{NH_3} : 氨的浓度 [ppm] 或者 [ml / m^3]

苯酚浓度的计算公式:

$$K_{Ph} = (Ex - Ex_{BW}) B3 \quad [mg / 30ml]$$

$$K'_{Ph} = \frac{K_{Ph}}{V_{korr}} \quad [mg / m^3]$$

$$K''_{Ph} = \frac{K'_{Ph}}{3,8}$$

Ex: 分析溶液的消光

Ex_{BW} : 比较溶液的消光

B: 校准函数的斜率 [$\mu g / 10ml$]

K_{Ph} : 苯酚的浓度 [mg]

K'_{Ph} : 苯酚的浓度 [mg / m^3]

K''_{Ph} : 苯酚的浓度 [ppm] 或者 [ml / m^3]

9 试验报告

在提示试验是按照本 VDA 推荐实施的同时，试验报告中还应包含下列信息：

- 零部件的来源
- 取样时刻材料所处的地点，位置和状态，特别是湿度条件
- 材料的生产日期
- 取样日期
- 试验日期
- 试验条件
- 空间占比
- 测得的甲醛，氨及苯酚的浓度（单位：ppm）
- 其他细节方面的描述¹⁾

- 1) 试验过程中与本 VDA 推荐要求不相一致的步骤（例如零部件的取样，正常化处理等）。

	使用一个1立方米的试验箱测定来自汽车内部零部件的 有机物排放量 第3部分：使用火焰电离探测仪（FID）测定碳氢化合 物的总浓度	VDA 276-3
--	--	--------------

目录

1 目的和应用	2
2 其他参考标准和文献	2
3 概念定义（依据 EN 12619）	2
4 符号和单位	3
5 试验方法基础	3
5.1 测量原理	3
5.2 测量设备	3
6 校准	5
6.1 设备校准	5
6.2 基础校准	5
6.3 对整个分析路径的校准	5
7 试验过程	5
8 测量和数据采集	6
8.1 允许的取样体积流量	6
8.2 对测量结果的评价	6
8.3 数据采集	6
9 试验结果的计算和表述	7
10 试验报告	7

德国汽车工业联合会（VDA）

1 目的和应用

可以通过采集发自火焰电离探测器（FID）的信号，确定环境大气中碳化氢及其化合物的含量。火焰电离探测器（FID）会根据有机化合物的质量，按比例地返回信号。如果仅仅是需要测定有机化合物的总含量，则只需对汇总信号进行分析评价，即可获得总碳氢化合物的浓度（总-HC 浓度），而无须对信号事先进行分离处理。这种方法特别适用于使用排放测试试验箱的连续测量。

2 其他参考标准和文献

对于下面罗列的标准文献，将在文中对应的引用处再次提请参考。如果对于某一引用的标准，未提供具体的生效日期或者版本信息，则将始终以对应标准的最新版为准。而对于与特定版本或者生效日期绑定的参考标准，则即使相应的标准推出了更新版本，本文献将仍以与之绑定的版本为准，直至通过修订，将本文献与更新后的参考标准进行绑定为止。

- ① 适用性试验，参考德国联邦污染控制法
- ③ VDI 3481 第 1 页“其态排放物的测量。碳氢化合物的浓度测量。火焰电离探测器（FID）” – 2004 年 3 月失效，且无替代标准
- ③ DIN ISO 6879，空气质量 – 空气质量测量方法的性能特征和有关概念
- ③ DIN EN 12619 “测定废气中低浓度气态总有机碳的质量浓度。使用火焰电离探测器的连续测量法”

3 概念定义（依据 EN 12619）

燃烧气体：用于维持火焰所需的气态燃料。

燃烧用空气：在火焰电离探测测量仪器中燃烧燃烧气体所需的空气。

调整时间：总有机碳的浓度一开始会出现跳跃式的变化。一段时间后，测量设备上的测量信号才会达到最终测量值的 90%。这段时间就被称为调整时间。

火焰电离探测器（FID）：一种采用火焰电离探测法的测量设备

总碳氢化合物：使用火焰电离探测器（FID）测得的所有气态碳氢化合物的质量总和

总碳氢化合物质量浓度：将所有气态碳氢化合物的质量总和除以规定的基准温度和气压条件下干燥气体的体积所得的商数。作为总有机碳，总碳氢化合物质量浓度的单位一般采用 mg/m³。

量程范围：测量值的值域范围。在量程范围内，测量设备的测量偏差必须被控制在规定的误差范围内。

被测气体：用于测定总碳氢化合物浓度的试验气体。

指示极限：能够触发可被测定信号的最低物质浓度。

零气体：一种用于在校准曲线上检验及设定零位的气体。

试样停留时间：从待测气体进入试样管道直至被探测识别，中间经过的时间。

试验气体：一种用于在校准曲线上设定及检验某一特定点位的气体。

响应因数：将任意（或者任意多个）碳化合物的火焰电离探测仪（FID）测量信号除以丙烷的测量信号，得到的无因次商数即为响应因数。

4 符号和单位

物质在试验空间内的浓度（大气压： 1.013×10^5 帕，温度：293 K）

5 测量试验基础

火焰电离探测仪（FID）的灵敏度极高，线性特征突出，故应用极为广泛。插图 1 是一张火焰电离探测仪（FID）的结构示意图。被测气体中的有机化合物经扩散火焰的燃烧，产生离子。这些产生的离子经电场加速产生电流。而借助测量电流的大小，就可以测定有机化合物的浓度。

火焰电离探测仪（FID）对含碳化合物非常敏感且不会受到物质等级的制约。由于各化合物的分子结构不同，对探测仪的响应能力也就提出了不同的要求。尤其对于带有杂原子且分子量较小的化合物，以及完全或者不完全氧化的化合物（例如 CO, CS₂, CS₂O），探测器对它们的响应会大大降低。

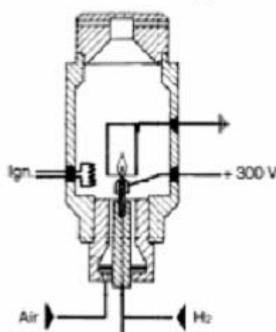


插图 1：

5.2 测量设备

应采用适合连续测量的设备。同时，该测量设备应配有抽气泵，以便能够吸入被测气体。对于取样气体流量非常小的设备而言，其优点就在于取样对试样空间大气的的影响往往可以忽略不计（参考插图 8）。当然，这样一来对整个分析方法也会提出更高的要求（参考第 5.2.2 章节）。

推荐使用设计上满足下列规格/指令其中之一的设备。

- ③ 适用性试验，参考德国联邦污染控制法
- ③ DIN EN 12619 “测定废气中低浓度气态总有机碳的质量浓度。使用火焰电离探测仪的连续测量法”

- ③ VDI 3481 第 1 页 “其态排放物的测量。碳氢化合物的浓度测量。火焰电离探测仪 (FID)”
– 2004 年 3 月失效, 且无替代标准

5.2.1 指示极限

设备的指示极限应小于 0.5 ppm 丙烷等价物

备注: 在 EN 12619 中相应描述了一种方法, 可被用于测定设备的指示极限。

5.2.2 取样

应使用一根可加热的 (不锈钢, 玻璃) 管道从试验空间取样。这根管道应具备如下一些特征:

③ 试样停留时间应小于 1 分钟。

③ 试样通过的整个路径上温度应大于 150 摄氏度且小于 200 摄氏度

备注: 一旦试验空间温度高于 100 摄氏度, 则试样所通过的路径上的温度应至少高出 50 K。试样所通过的路径包括过滤器, 被测气体管道以及火焰电离探测仪 (FID) 内所有与被测气体发生基础的零部件, 还包括火焰电离探测仪 (FID) 的检测器金属块。

③ 如果必要的话, 应在吸气侧安装颗粒物过滤装置

③ 不会导致被测气体发生回流 (旁流原理)

备注: 试验过程中不允许被测气体回流 (旁流原理)。这是因为在取样和回流之间的分析路径上, 永远不能排除可能存在潜在的污染源, 导致测量出现误差。

5.2.3 气体

燃烧气体

氢气

或者

纯度为 5.0 的氢气和氦气的混和气 (40/60)

燃烧用空气

纯度为 5.0 的人造空气 或者

质量相当的零气体发生器

试验气体

人造空气中的丙烷, 纯度为 5.0, 精度为 $\pm 2\%$, 浓度应达到相应采用的量程范围终值的 80-90%

零气体

人造空气, 要求请参考燃烧用空气

5.2.4 测量设备的配置

在测量设备上应安装有数字或者模拟测量值显示器。

为了能够用一套数据分析系统采集测量数据, 测量设备应配备有符合工业标准的模拟接口 (可选 RS 232 接口)。

为了能够对测量设备进行校准, 为试验气体和零气体应各至少提供一个可控输入。

6 校准

由于火焰电离探测器（FID）的功能复杂，因此，有必要对整体系统定期进行细致的检查。火焰电离探测器（FID）应将被纳入一套经得起认证的质量保证体系中或者对其采取一项等效的持续监控措施。

6.1 设备校准

通过设备侧用于连接试验气体和零气体的可控接口，完成对设备的校准。这里的校准仅涉及设备状态，而设备以外的试样路径并不属于校准的考察范畴。在保持流量以及气压等条件相同的前提下，将上述气体送入设备中。请按照下面的步骤操作：

1. 装入零气体，调节设备显示，使之与零气体的标称值相一致
2. 装入试验气体，调节设备显示，使之与试验气体的标称值相一致
3. 装入零气体，检查设备显示是否同零气体的标称值相一致。一旦发现偏差，应重复步骤 1-3

备注：从记录的测量信号中可以得出特定设备及系统的调整时间（有关调整时间，请参考 DIN ISO 6879）。作为定期检查的组成部分，可以将调整时间作为额外的设备校准检验标准。

6.2 基础校准

所谓基础校准，指的是对测量设备在各个量程范围内进行校准，以检验其线性。每年在对试验测量用品进行检定计量时，为了达到检验测量设备线性的目的，推荐对每一段的量程范围至少采用三个浓度等级。

备注：一般情况下，测量设备制造商总是会在提供的维护保养服务中将基础校准包含在内。

6.3 对整个分析路径的校准

为了校准整个分析路径，将在不施加压力的条件下，通过取样管道将零气体和试验气体送至整个分析路径。此处校准与设备校准（参考第 6.1 章节）间的偏差最大不得超过 1%。一般情况下，应每半年对整个分析路径进行一次校准

备注：使用的试验气体必须与设备校准（第 6.1 章节）时使用的相同。只有这样才能确保达到要求的校准精度。

7 试验过程

根据制造商的说明，启动测量设备。在此过程中，应特别遵守制造商提供的安全说明。

8 测量和数据采集

测量过程取决于相应使用的测量设备。因此，应按照测量设备制造商提供的相关信息进行测量。

8.1 允许的取样体积流量

对于伴随有空气交换的测量过程，包括所有附加取样体积流量在内的取样体积流量最大不得大于空气交换流量的 60%。

如果要增大取样量，则应减小空气流出口的截面积（参考第 1 部分，插图 1），以避免吸入环境空气。在减小空气流出截面积的同时，应确保减小后的空气流动速度至少与之前的流速大小相同。

空气流出口横截面上的空气流动速度计算公式如下：

V	空气流动速度	米/秒
N	空气交换率	升/小时
V	试验箱体积	立方米
d	内径	米
η	取样比例	-

例如：在本标准第 1 部分中，试验条件如下

		6 毫米管道	22 毫米管道
空气交换率	升/小时	0,4	0,4
试验箱体积	立方米	1	1
空气流出口内径	毫米	4,8	18
取样体积流量所占比例		90%	60%
空气流动速度	米/秒	0,61	0.18

8.2 对测量结果的评价

在测量前，应根据第 6.1 章节的描述进行校准。在测量结束后，也应进行校准。同时，应至少保留两次基础校准间，针对零气体和试验气体的校准数据。

根据与标称校准值间的误差情况，应相应采取如下的措施：

误差	< 2%	测量结果有效
	> 2%且< 5%	须对测量结果进行线性修正
	> 5%	测量结果不可取

8.3 数据采集

应通过数字或者模拟接口，每小时记录采集测得的浓度数据一次。

9 试验结果的计算和表述

试验结果的表述请参考本标准第 1 部分，第 10 章节中的描述。

10 试验报告

试验报告的结构和内容请参考本标准试验箱测量法（第 1 和第 2 部分）中的描述。