



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 13277.6—2021

---

## 压缩空气 第6部分：气态污染物含量测量方法

Compressed air—  
Part 6: Test methods for gaseous contaminant content

(ISO 8573-6:2003, MOD)

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

---

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 ..... I

引言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义、单位和符号..... 1

4 选用指南和适用方法 ..... 2

5 取样技术 ..... 2

6 测量方法 ..... 4

7 标准状态 ..... 4

8 试验结果评定 ..... 4

9 不确定度 ..... 4

10 试验报告..... 4

附录 A（资料性） 现场测量和取样程序及实验室分析 ..... 6

附录 B（资料性） 在线取样和分析系统 ..... 7

附录 C（资料性） 现场测量设备——取样和测量程序——气体检测管取样 ..... 9

附录 D（资料性） 压缩空气气态污染物浓度报告——示例 ..... 10

参考文献 ..... 11

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 13277《压缩空气》的第6部分。GB/T 13277 已经发布了以下部分：

- 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。

本文件修改采用 ISO 8573-6:2003《压缩空气 第6部分：气态污染物含量测量方法》。

本文件与 ISO 8573-6:2003 的技术性差异及其原因如下：

- 用规范性引用的 GB/T 13277.1 替换了 ISO 8573-1(见 3.1)，两个文件之间的一致性程度为修改，以适应我国的技术条件、增加可操作性；
- 用规范性引用的 GB/T 786.1 替换了 ISO 1219-1(见 3.2)，两个文件之间的一致性程度为等同。

本文件做了下列编辑性改动：

- 更改第1章范围的叙述方式和内容，以符合 GB/T 1.1—2020 的规定；
- 删除了正文未引用的 ISO 2602 和 ISO 2854；
- 更改第7章的“参考工况”为“标准状态”，以便和 GB/T 13277 的其他部分规定一致；
- 按附录在正文中所处位置的前后顺序更改附录的顺序。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国压缩机标准化技术委员会(SAC/TC 145)归口。

本文件起草单位：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、重庆鲍斯净化设备科技有限公司、上海森滤实业有限公司、广东太安伊侨能源设备有限公司、中山市凌宇机械有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司。

本文件主要起草人：姜慧君、王合广、张成彦、瞿赠名、耿茂飞、杨光华、李金禄、王开锋、严文学。

## 引 言

经压缩机压缩产生的压缩空气中存在各种污染物,主要包括颗粒、水、油、气态污染物和活性微生物等,这些污染物在不同的用气场合会产生各种不良影响。为了适应压缩空气净化设备的发展、满足压缩空气用气设备的需求,制定压缩空气质量测量方法标准已经成为压缩空气净化领域的重要任务。GB/T 13277 旨在确立普遍适用于压缩空气各类污染物的测量方法,拟由九个部分构成。

- 第 1 部分:污染物净化等级。目的在于对压缩空气中各类污染物进行说明,并提出各类污染物的描述方法。
- 第 2 部分:悬浮油含量测量方法。目的在于为压缩空气中悬浮油含量的测量提供可操作、可靠性高的测量方法。
- 第 3 部分:湿度测量方法。目的在于为压缩空气中气态水含量的测量提供可操作、可靠性高的测量方法。
- 第 4 部分:固体颗粒测量方法。目的在于为压缩空气中固体颗粒计数浓度的测量提供可操作、可靠性高的测量方法。
- 第 5 部分:油蒸气及有机溶剂测量方法。目的在于为压缩空气中油蒸气等污染物浓度的测量提供可操作、可靠性高的测量方法。
- 第 6 部分:气态污染物含量测量方法。目的在于为压缩空气中一氧化碳、二氧化碳等气态污染物浓度的测量提供可操作、可靠性高的测量方法。
- 第 7 部分:活性微生物含量测量方法。目的在于为压缩空气中活性微生物含量的测量提供可操作、可靠性高的测量方法。
- 第 8 部分:固体颗粒质量浓度测量方法。目的在于为压缩空气中固体颗粒质量浓度的测量提供可操作、可靠性高的测量方法。
- 第 9 部分:液态水含量测量方法。目的在于为压缩空气中液态水含量的测量提供可操作、可靠性高的测量方法。

压缩空气  
第 6 部分：气态污染物含量测量方法

1 范围

本文件规定了压缩空气中气态污染物测量过程中的选用指南和适用方法、取样技术、测量方法、标准状态、试验结果评定、不确定度以及试验报告。

本文件适用于压缩空气中一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、一氧化氮、二氧化氮、C<sub>1</sub>～C<sub>5</sub> 范围内(大于或等于 C<sub>6</sub> 的参见 GB/T 13277.5)的碳氢化合物等气态污染物的测量。

本文件给出的测量方法也适用于其他气体。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 786.1 流体传动系统及元件 图形符号和回路图 第 1 部分:图形符号(GB/T 786.1—2021,ISO 1219-1:2012,IDT)

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

3 术语和定义、单位和符号

3.1 术语和定义

GB/T 13277.1 界定的术语和定义适用于本文件。

3.2 单位和符号

GB/T 786.1 规定的符号适用于本文件。本文件所用单位及符号说明见表 1。

表 1 本文件采用的首选单位和符号

| 单位/符号                                               | 说明                    |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| MPa                                                 | 表压,1 MPa=1 000 000 Pa |
| mL/m <sup>3</sup>                                   | 体积分数,表示为毫升每立方米        |
| μg/g                                                | 质量分数,表示为微克每克          |
| 1/10 <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) | 体积分数                  |
| MPa(a)                                              | 绝对压力                  |

4 选用指南和适用方法

本文件提供了两种方案可以测量污染物含量：

- a) 现场取样,现场分析；
- b) 现场取样,实验室分析。

该两种方案的推荐方法和设备见表 2。

表 2 推荐的测量方法和设备

| 方案  | 气态污染物                                           | 测量设备                                                    |
|-----|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 非现场 | 一氧化碳(CO)                                        | 非分散红外(NDIR)吸收光谱分析仪                                      |
|     | 二氧化碳(CO <sub>2</sub> )                          | 非分散红外(NDIR)吸收光谱分析仪                                      |
|     | 二氧化硫(SO <sub>2</sub> )                          | 非分散红外(NDIR)吸收光谱分析仪                                      |
|     |                                                 | 紫外荧光                                                    |
|     | 碳氢化合物(HC)<br>(C <sub>1</sub> ~ C <sub>5</sub> ) | 加热火焰电离检测器(HFID)                                         |
|     | 氧化氮(NO <sub>x</sub> )                           | 带 NO <sub>2</sub> /NO 转换器的化学发光检测器(CLD)和加热型化学发光检测器(HCLD) |
| 现场  | 所有确定的气体                                         | 颜色可变化的气体检测管                                             |

5 取样技术

5.1 使用取样袋进行气体取样

应在大气条件下对气体样品进行取样,并使用特别制作的专用气体取样袋收集。应将压缩空气样品收集在气体取样袋中,用于评定污染物浓度值。样品的所有测量应在大气压条件下进行。取样程序见附录 A。

没有使用特别制作的专用气体取样袋(例如氟乙烯丙烯制成的取样袋)收集空气样品进行分析时,应采用以下方法。

- 气体取样袋应适合用来收集气体。在主系统管道中需要有紊流条件,以确保气体污染物混合充分,使空气具有代表性。
- 使用取样器(见图 1)并通过减压阀将气体取样袋连接到取样点,根据预期的气体污染物种类,可采用聚四氟乙烯(PTFE)管和聚四氟乙烯接头或不锈钢接头。取样时宜保护管路,防止可能形成的冷凝。气体取样袋宜设有排放阀,以便于吹洗。取样前应使用系统空气吹洗 5 min。注意取样袋应未有过度膨胀,尺寸要符合取样的要求。只有在制造商允许的情况下,袋子才能重新使用。
- 应将未使用过的空的气体取样袋连同充满气体样品的取样袋一起送到实验室进行盲测。

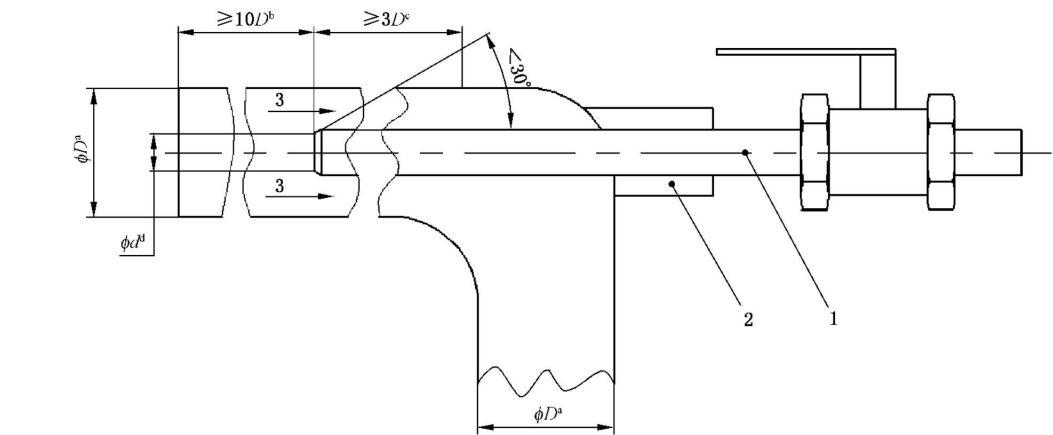
5.2 在线进行气体取样

应在系统压力下使用不锈钢取样器(见图 1 和图 2)对气体进行取样。压缩空气管路外的取样器末端应设有阀门,该阀门应适用于压缩空气管路的全部压力条件。取样器应无影响读数的污染物。

取样程序见附录 B。

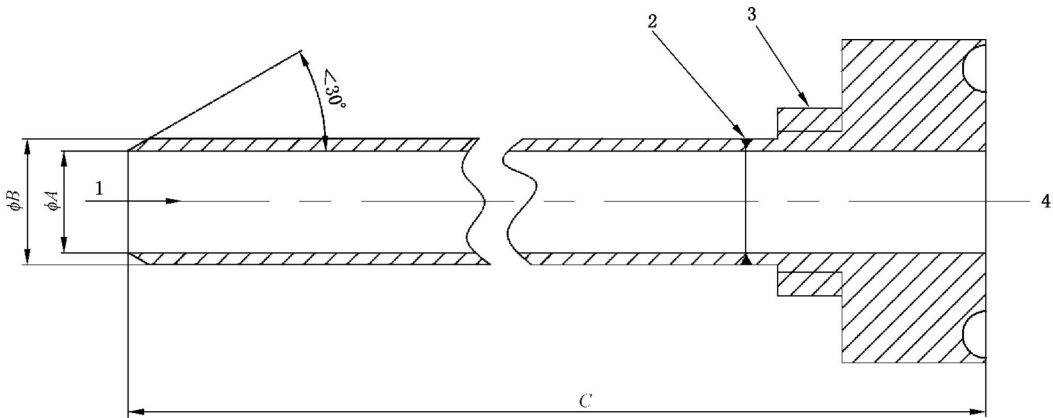
5.3 使用气体检测管取样

取样程序见附录 C。



- 标引序号说明：
- 1——主管路取样管；
  - 2——调节取样管的可调密封压盖；
  - 3——空气流动方向。
- <sup>a</sup> 主管路直径， $D$ ；
- <sup>b</sup> 取样管前最短直管段长度， $10D$ ；
- <sup>c</sup> 取样管最短插入点在  $3D$  处；
- <sup>d</sup> 取样管内径， $d$ 。

图 1 取样器取样时插入设备的布置



| 典型取样管尺寸 | A<br>mm | B<br>mm | C<br>mm |
|---------|---------|---------|---------|
| 取样管 1   | 7       | 9.6     | 200     |
| 取样管 2   | 10      | 12.6    | 200     |
| 取样管 3   | 17      | 19.6    | 400     |

- 标引序号说明：
- 1——流动方向；
  - 2——无缝连接；
  - 3——合适的压紧螺纹连接；
  - 4——至膜片夹持器。

图 2 不锈钢取样管

6 测量方法

附录 B 中给出了实验室评定污染物浓度值的推荐程序。附录 B 中推荐使用的分析设备基于表 2 规定的检测器原理。

应考虑测量系统的完整性和测量设备的校准要求,测量设备的使用应符合其使用说明并且应考虑待测气体的污染程度。

可以使用现场气体检测管测量浓度值。气体检测管化学反应后的颜色变化与实际压缩空气样品中的污染物浓度成正比,这样就可以通过其刻度直接读数。具体操作见附录 C。

7 标准状态

除非另有规定,气态污染物浓度的标准状态应符合表 3 的规定。

表 3 标准状态

|      |            |
|------|------------|
| 空气温度 | 20 ℃       |
| 空气压力 | 0.1 MPa(a) |
| 相对湿度 | 0          |

8 试验结果评定

试验结果应以体积分数作为污染物的浓度值。

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确定度中。

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

压缩空气中气态污染物的浓度应使用体积分数来表示。应提供足够详细的说明,以使得能够按照本文件规定的程序对数值进行验证。

## 10.2 报告格式

按照本文件出具的气态污染物浓度试验报告或试验说明应包括下列信息。

- a) 对压缩空气系统及其工作状态进行详细描述,使得测量的浓度值具有适用性。
- b) 取样点(取出并得到样品的地方)的描述。
- c) 取样和分析系统(特别是所用材料)的说明及其校准记录的详细信息(如适用)。
- d) 专用短语“按 GB/T 13277.6 测量的 CO/CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>/HC/NO/NO<sub>2</sub> 污染物浓度”后接:
  - 按第 8 章评定的实际平均测量值;
  - 实际大气条件;
  - 取样和测量日期。
- e) 不确定度说明(如适用)。

报告示例见附录 D。

## 附录 A

(资料性)

### 现场测量和取样程序及实验室分析

#### A.1 气体取样袋

气体取样袋应密封。

制作气体取样袋的材料应为惰性材料。

气体取样袋应有充气配件和排放样品到气相色谱仪的装置。

气体取样袋应标明温度要求,以确定满足系统取样气体温度条件(气体取样袋和样品温度相匹配)。

如果压缩空气中发现有硫化物,则应当使用有黑色层的取样袋和聚四氟乙烯(PTFE)配件。

在任何情况下,当有硫化物存在时,都不应使用不锈钢取样容器。

#### A.2 现场取样

取样应按照第 5 章。

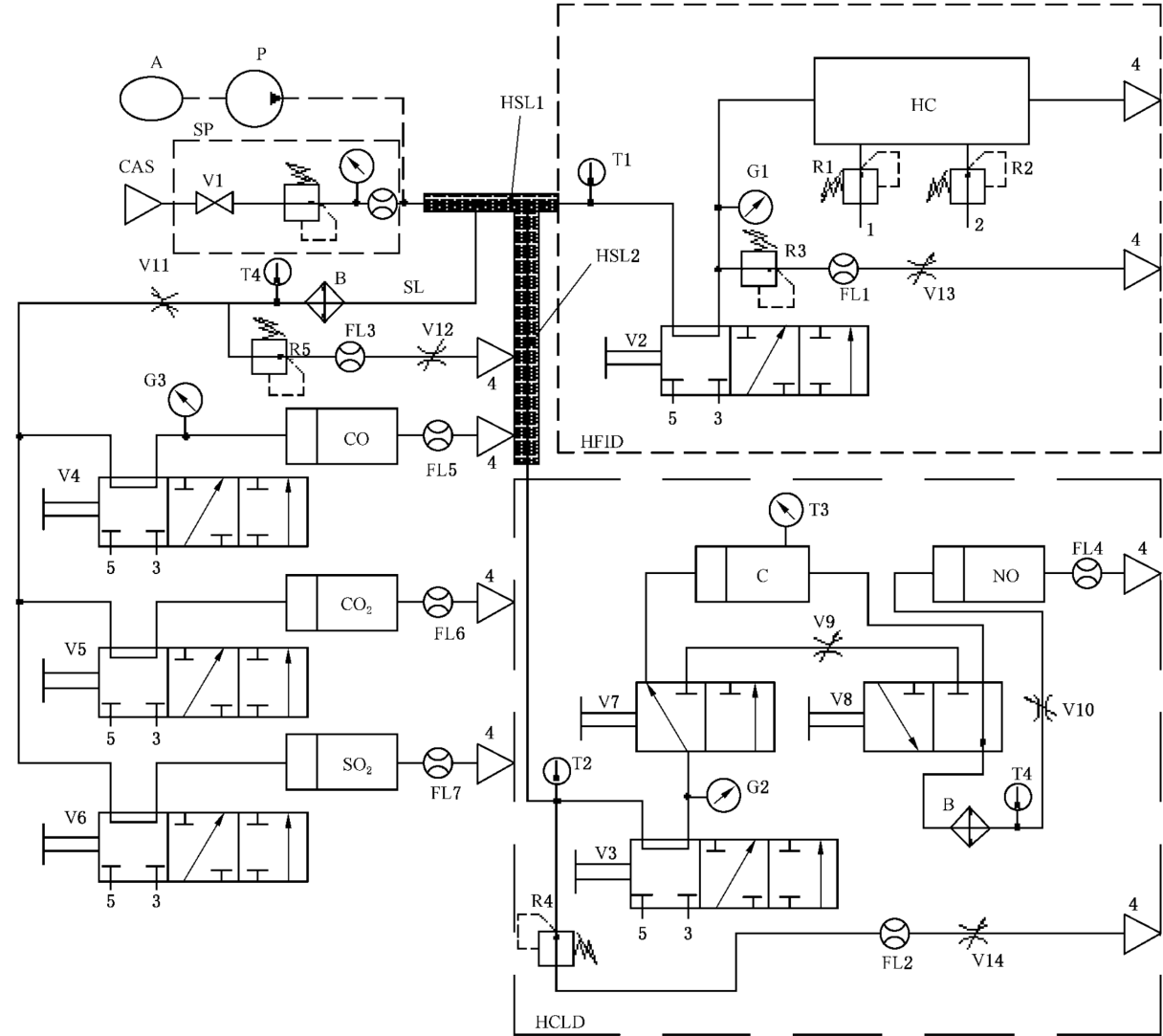
#### A.3 实验室分析

气体样品的分析应遵守相关组织机构的建议。

附录 B  
(资料性)  
在线取样和分析系统

B.1 气态污染物的测定

本附录介绍了气态污染物的分析系统。也可以使用已证明具有等效结果的其他系统或分析方法。压缩空气分析系统的示意图见图 B.1,示意图中的符号见表 B.1。



- 标引序号说明：
- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1 —— 空气；  | 4 —— 排气口； |
| 2 —— 燃料；  | 5 —— 零气。  |
| 3 —— 量程气； |           |

图 B.1 CO,CO<sub>2</sub>,SO<sub>2</sub>,NO<sub>x</sub>(HCLD 分析和加热取样管路)和 HC(HFID 分析和加热取样管路)的压缩空气分析系统

表 B.1 图 B.1 中使用的符号说明

| 符号                                                                                                                | 说明                               | 符号              | 说明                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|
| A                                                                                                                 | 取样袋                              | R1,R2           | 空气和燃料调压阀                                |
| B                                                                                                                 | 样品气的冷却和冷凝水槽 <sup>a</sup>         | R3,R4,R5        | 控制样品气流量的调压阀                             |
| C                                                                                                                 | NO <sub>2</sub> 到 NO 转换装置        | SL              | 取样管路 <sup>c</sup>                       |
| CAS                                                                                                               | 压缩空气取样                           | SO <sub>2</sub> | 二氧化硫 NDIR 分析仪                           |
| CO                                                                                                                | 一氧化碳 NDIR 分析仪                    | SP              | 压缩空气管路取样点的压力控制和流量监测                     |
| CO <sub>2</sub>                                                                                                   | 二氧化碳 NDIR 分析仪                    | T1              | 进入 HFID 分析仪的样品流温度计                      |
| FL1,FL2,FL3                                                                                                       | 测量样品旁通气流的流量计                     | T2              | 进入 HCLD 分析仪的样品流温度计                      |
| FL4,FL5,FL6,FL7                                                                                                   | 测量通过分析仪气流的流量计                    | T3              | NO <sub>2</sub> 到 NO 转换装置的温度计           |
| G1,G2,G3                                                                                                          | 到分析仪的样品管线上的压力表                   | T4              | 水槽测温温度计                                 |
| HC                                                                                                                | HFID                             | V1              | 取样或关闭取样器的阀门                             |
| HCLD                                                                                                              | HCLD 氮氧化物分析仪                     | V10,V11         | 调节分析仪流量的针阀                              |
| HFID                                                                                                              | HFID 碳氢化合物分析仪                    | V2,V3,V4,V5,V6  | 直接取样、零气或校核气流连接分析仪的阀门                    |
| HSL1,HSL2                                                                                                         | 加热的不锈钢或 PTFE <sup>b</sup> 材料取样管路 | V7,V8           | 至旁通 NO <sub>2</sub> 到 NO 转换装置的三通阀       |
| NO                                                                                                                | 加热化学发光检测器(HCLD)                  | V9              | 平衡经过 NO <sub>2</sub> 到 NO 转换装置和旁通管气流的针阀 |
| P                                                                                                                 | 泵                                | V12,V13,V14     | 为减压阀排出空气提供限制的针阀                         |
| <sup>a</sup> 应使用冰或冷冻法将水槽温度保持在 0℃~4℃。<br><sup>b</sup> 温度应保持在 95℃~200℃。<br><sup>c</sup> 管路应使用 PTFE 或不锈钢制造,可以加热或不加热。 |                                  |                 |                                         |

B.2 样品测量

对能够将数据记录在纸带记录器或等效数据采集系统上的分析仪进行调整设置后,将取样袋连接在分析系统上的三通阀处,从而将室内空气或混合空气泵入系统。然后将阀门调到合适位置,使样品气泵入到系统,这样分析仪就能显示污染物浓度的读数。为了使样品气浓度值具有代表性,读数必须至少稳定 3 min。在整个周期内记录读数。实际浓度值可以通过人工记录并换算得出,或者通过数据自动采集系统自动记录分析仪稳定 3 min 的数据,并打印出其浓度值。

附录 C  
(资料性)

现场测量设备——取样和测量程序——气体检测管取样

C.1 取样设备

样品取自压缩空气管路。测量浓度可以根据玻璃管正面颜色变化的刻度计算出来。取样测量应当重复进行,以达到可接受的置信水平。

图 C.1 是使用检测管技术作为分析系统的典型布置示意图。

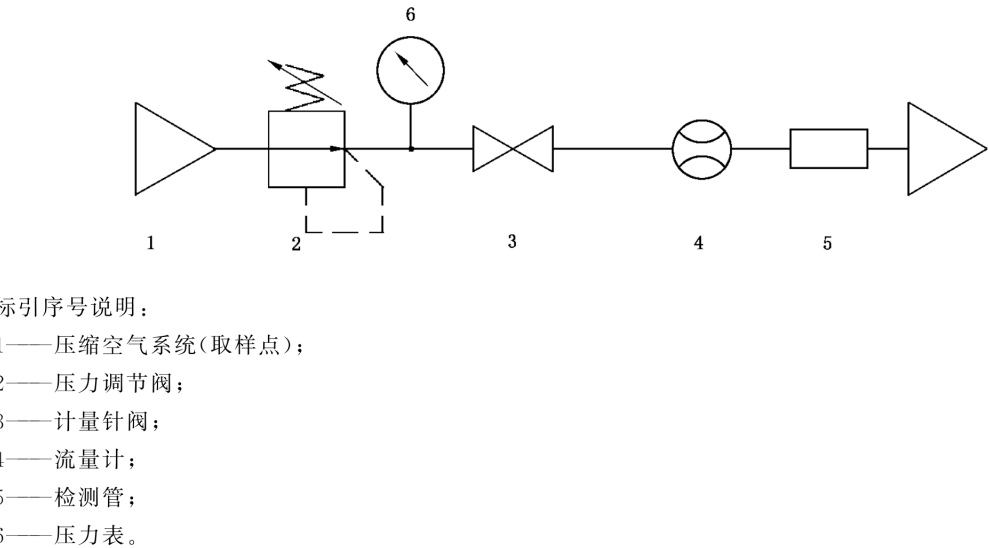


图 C.1 使用气体检测管方法的布置示例

C.2 测量设备

这里介绍了污染压缩空气源的气态污染物浓度值的测量方法。该方法使用广泛,通常称之为检测管法。

检测管几乎可以适用于所有相关的气体污染物的检测,在有些情况下,并且可以检测不止一种污染物。

检测管的工作原理是通过特定的化学反应来改变检测管的颜色从而测量污染物含量。检测管内装有根据待测污染物浓度范围给定数量的试剂。由于化学反应遵守化学计量关系,只要给出准确的样品气体体积,检测管读数就能给出有效数据。

检测管方法的测量响应就是检测管内正面颜色变化的面积与污染物浓度、经过检测管的样品气流量、取样时间成正比。

# 附录 D

(资料性)

## 压缩空气气态污染物浓度报告——示例

压缩空气气态污染物浓度报告见表 D.1。

表 D.1 报告示例

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |                |                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|----------------------------------------------|
| <p>说明</p> <p>_____压缩空气系统由 4 台压缩机及后冷却器、冷冻式干燥器组成,其中 1 台压缩机备用,2 台全负荷工作,1 台大约在 50%负荷下运行,管网工作压力为 0.7 MPa,在此工况条件下,测量了 CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、HC 和 NO<sub>2</sub> 的浓度。采集样品的取样器安装在供气管路进入 B 工厂的位置。</p> <p>在一个 48 h 的周期内每隔 1 h 定期取样。</p> <p>每个样品由 3 个_____制造的塑料气体取样袋组成。</p> <p>取样和测量期间的大气条件如下:</p> |                          |                |                                              |
| 开始日期:_____                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 19.5 °C                  | 0.101 5 MPa(a) | 相对湿度 49 %                                    |
| 结束日期:_____                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 22 °C                    | 0.101 6 MPa(a) | 相对湿度 42 %                                    |
| <p>注:对 48 个样品分别测量 3 次的平均值。</p> <p>测量实验室:_____;</p> <p>分析仪器制造厂商:_____;</p> <p>分析仪器校准时间:_____。</p> <p>每次测量前和测量后,分析仪器均通过量程气和零气进行标定。</p> <p>按 GB/T 13277.6 测量的污染物浓度如下:</p>                                                                                                                             |                          |                |                                              |
| 一氧化碳(CO)                                                                                                                                                                                                                                                                                           | (12±4)mL/m <sup>3</sup>  | 量程范围           | 0 mL/m <sup>3</sup> ~25 mL/m <sup>3</sup>    |
| 二氧化碳(CO <sub>2</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                             | (349±8)mL/m <sup>3</sup> | 量程范围           | 0 mL/m <sup>3</sup> ~1 000 mL/m <sup>3</sup> |
| 二氧化硫(SO <sub>2</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                             | <3 mL/m <sup>3</sup>     | 量程范围           | 0 mL/m <sup>3</sup> ~10 mL/m <sup>3</sup>    |
| 碳氢化合物(HC)(以 C <sub>1</sub> 计)                                                                                                                                                                                                                                                                      | (2±1) mL/m <sup>3</sup>  | 量程范围           | 0 mL/m <sup>3</sup> ~10 mL/m <sup>3</sup>    |
| 氧化氮(NO <sub>x</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                              | <3 mL/m <sup>3</sup>     | 量程范围           | 0 mL/m <sup>3</sup> ~10 mL/m <sup>3</sup>    |
| <p>报告人_____</p> <p>(签 名)</p> <p>_____</p> <p>(地点、日期)</p>                                                                                                                                                                                                                                           |                          |                |                                              |

参 考 文 献

- [1] GB/T 13277.5 压缩空气 第5部分:油蒸气及有机溶剂测量方法
-

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准

压缩空气

第 6 部分：气态污染物含量测量方法

GB/T 13277.6—2021

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

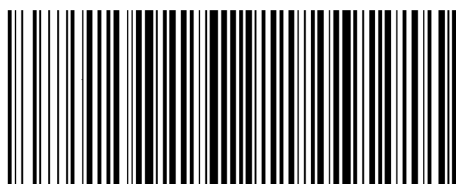
网址：www.spc.org.cn

服务热线：400-168-0010

2021 年 12 月第一版

\*

书号：155066 · 1-69357



GB/T 13277.6—2021

版权专有 侵权必究