



中华人民共和国国家标准

GB/T 13277.8—

压缩空气 第 8 部分： 固体颗粒质量浓度测量方法

Compressed air—

Part 8: Test methods for solid particle content by mass concentration

(ISO 8573-8:2004, MOD)

(征求意见稿)

20 - - 发布

20 - - 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 单位和符号	1
5 选用方法	2
6 取样技术	2
7 测量方法	2
8 试验结果评定	5
9 不确定度	6
10 试验报告	6
附录 A(资料性附录) 试验报告样本	7

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。

本文件为 GB/T 13277 的第 8 部分。

本文件按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本文件使用重新起草法修改采用 ISO 8573-8:2004《压缩空气 第 8 部分：固体颗粒质量浓度测量方法》。

本文件与 ISO 8573-8:2004 的技术性差异及其原因如下：

- 按 GB/T 1.1-2020 的规定，调整了第 1 章范围中的叙述方式；
- 关于规范性引用文件，本文件做了具有技术性差异的调整，以适用我国的技术条件，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：
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 786.1 代替了 ISO 1219-1（见第 4 章和第 7 章）；
 - 用等效采用国际标准的 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 代替了 ISO 8573-1（见第 3 章）；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 13277.2 代替了 ISO 8573-2（见第 6 章和第 7 章）；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 13277.4 代替了 ISO 8573-4（见第 6 章和第 7 章）；
 - 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。

本文件还做了下列编辑性修改：

- 压力单位用“MPa”代替“bar”，并进行数值换算。

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/TC145）归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

压缩空气

第8部分：固体颗粒质量浓度测量方法

1 范围

本文件规定了确定压缩空气中固体颗粒质量浓度的试验方法及适用粒径范围，同时规定了固体颗粒质量浓度测量过程中的取样技术、测量方法、试验结果评定、不确定度和试验报告要求。

本文件适用于压缩空气中固体颗粒质量浓度的测量。

注1：本文件叙述的方法适用于 GB/T 13277.1《压缩空气 第1部分：污染物净化等级》所定义的6~7级颗粒浓度。

注2：GB/T 13277.4《压缩空气 第4部分：固体颗粒测量方法》中描述的测量方法适用于 GB/T 13277.1《压缩空气 第1部分：污染物净化等级》所定义的0~5级颗粒浓度。

注3：固体颗粒质量浓度即以最大颗粒尺寸范围内的固体颗粒质量来表示。

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：用于常规用途和数据处理的图形符号（GB/T 786.1-2009，ISO 1219-1：2006，IDT）

GB/T 4975 容积式压缩机术语 总则（GB/T 4975-1995，eqv ISO 3857-1：1977，ISO 3857-2：1977）

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）

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

GB/T 13277.4 压缩空气 第4部分：固体颗粒测量方法（GB/T 13277.4-2015，ISO 8573-4：2001，MOD）

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

3 术语和定义

GB/T 4975、GB/T 17446、GB/T 13277.1 和 GB/T 13277.4 界定的术语和定义适用于本文件。

4 单位和符号

下列单位包括非 SI 推荐的首选单位均适用于本文件。

——1 MPa = 1000000 Pa。

——1 L=0.001m³。

——MPa (a)，表示绝对压力。

——MPa (e)，表示有效压力。

图 1 中所用图示符号见 GB/T 786.1。

5 选用方法

重量分析法适合于质量浓度测量，尽管如此，压缩空气中存在的水和油都应减少到最低限度。适合固体颗粒直径测量的方法可以从表 1 中选择。

表 1 固体颗粒直径测量方法

方法类型	最大固体颗粒直径 d μm	液态水和油污染物含量 mg/m ³
显微镜法	$d \geq 0.5$	≤ 20
颗粒分级法	$0.1 \leq d \leq 40$	非认可

6 取样技术

应在或接近实际压力和恒定流量下进行取样。

取样方法的选择需取决于压缩空气系统中实际的污染水平和压缩空气流量。取样方法参见 GB/T 13277.2 和 GB/T 13277.4。

应当注意的是，在进行部分流量取样时，在有大粒径固体颗粒出现的地方，重力效应会产生取样误差。

压缩空气样品气在测量后可以引回至主管路或直接排放到大气中。空气样品的参数值(压力、温度、空气速度等)应在试验设备生产厂商规定的范围内。方法 B1 是使用 Y 形件从主管路流中进行全流量采样。

7 测量方法

7.1 概述

试验设备和测试仪器应保持良好的工作状态。应按测量设备的使用说明对设备进行校准。

在有合适的连接件和截止阀连接到压缩空气系统的情况下并满足测量条件时，可以使用便携式测试仪器在压缩空气系统中的任一点处使用。

为了保证重量法测量固体颗粒含量的精度要求，使用取样方法 A 时，压缩空气样品中水和悬浮油的总含量应小于 20mg/m³，使用取样方法 B1 和 B2 时，压缩空气样品中水和悬浮油的总含量应小于 5mg/m³。

应当参考测量设备制造商的要求考虑设备的适用性。

使用重量法需要对压缩空气样品中存在的固体颗粒进行分离和称重。压缩空气的温度、压力、湿度及其他污染物的影响都应加以考虑。

7.2 试验设备

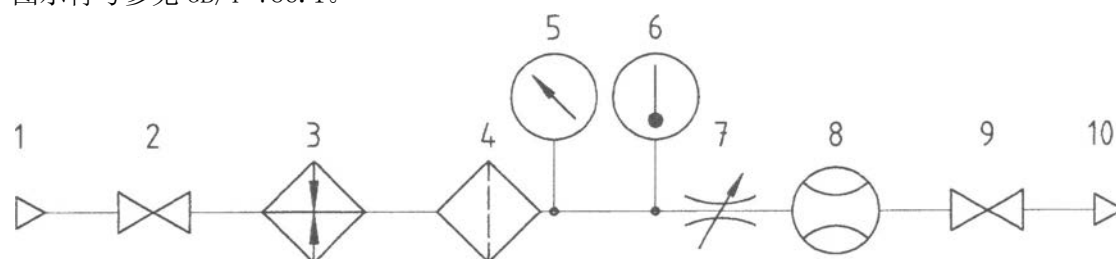
7.2.1 概述

空气流经管线上相应的阀门并流过试验设备，应当预先检查管线上所用的阀门，以确保其不会增加管路中原有的污染等级。

重量法试验设备的一般布置应与图 1 一致。

注：下列条款标题中括号内的数字见图 1 的元件数字。

图示符号参见 GB/T 786.1。



说明：

- | | |
|----------------|------------|
| 1—— 取样点； | 6—— 温度计； |
| 2—— 截止阀； | 7—— 流量控制阀； |
| 3—— 加热器（如果需要）； | 8—— 空气流量计； |
| 4—— 膜片夹持座； | 9—— 截止阀； |
| 5—— 压力表； | 10—— 排放口。 |

图 1 重量法试验设备布置图

7.2.2 膜片夹持座（4）

膜片应由疏水性高效材料制造。

注：典型的膜片和膜片夹持座的描述见 GB/T 13277.2。

7.2.3 流量控制阀（7）

为了精确地调节流量，需使用一个精密调节阀。

7.2.4 压力表（5）

应记录整个试验期间的压力值。

压力的测量精度应优于读数的 $\pm 2\%$ 。

7.2.5 温度计（6）

应记录整个试验期间的温度值。

温度的测量精度应优于 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

7.2.6 流量计（8）

应记录整个试验期间的流量。

流量的测量精度应优于读数的 $\pm 5\%$ 。

7.2.7 管路、连接件、截止阀（2 和 9）

管路、连接件和截止阀技术要求应符合 GB/T 13277.2。

7.2.8 加热器 (3)

可以使用加热器来减少压缩空气样品中的液态水和油污染物含量水平并达到 7.1 的规定值。通过加热或降低压缩空气压力的方法来减少液态水和油含量时,不应对压缩空气样品中固体颗粒的含量产生影响。

7.3 试验步骤

7.3.1 测量准备

测量准备程序应符合 GB/T 13277.2。应在取样前确定干燥膜片的重量。

7.3.2 试验持续时间

压缩空气取样的最佳持续时间可以在对固体颗粒含量进行初步测量后确定。

试验大致的持续时间 t (分钟表示) 也可以用下列公式确定:

$$\frac{m_{\min}}{c_{p\lim}q} < t < \frac{m_{\max}}{c_{p\lim}q} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

m_{\min} ——膜片上固体颗粒含量要求的最小数量, 单位为毫克;

m_{\max} ——膜片上固体颗粒含量要求的最大数量, 单位为毫克;

$c_{p\lim}$ ——压缩空气中固体颗粒含量的假定值或最大允许值, 单位为毫克每立方米;

q ——通过膜片的压缩空气排放量, 单位为立方米每分钟。

每平方米膜片表面上收集的固体颗粒质量应在 1 毫克~5 毫克范围内。

7.3.3 固体颗粒质量浓度的测量

如果压缩空气流中没有液态水和油污染物,则每个样品中的固体颗粒质量浓度由试验膜片在空气取样前后的差值除以穿过膜片的空气总体积来确定。在空气取样后、称重前,试验膜片应当被放入装满一种合适干燥剂(如硅胶)的干燥器内,干燥时间为 10 到 15 分钟或直到膜片质量稳定。

如果压缩空气流中存在液态水和油污染物,应在空气取样后和试验膜片称重前将其去除。为此,试验膜片应被放置在充满硫酸的干燥器内 2 小时。然后,将试验膜片放入带有锥形壁面的化学漏斗中(滤液在膜片上),用玻璃棒压在锥形壁面上并用 10 至 15 毫升的少量适宜溶剂处理几次,以溶解和除去油。之后,试验膜片应在 20~30° C 的温度下保持 2~3 分钟,然后再称重。

如果不会对从压缩空气取样后的试验膜片上的固体颗粒含量产生影响,也可以使用其他方法去除试验膜片上的水和油。

质量测量的最大不确定度应优于 ±2% 。

7.4 试验结果的计算

必须确保试验计算结果具有稳定性、可重复性,并且在形式上具有真实性。

每次测量的固体颗粒质量浓度 c_{pn} (mg/m^3) 应由下列公式确定：

$$c_{pn} = \frac{m_n - m_0}{q_n t_n} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

m_0 —— 取样前试验膜片的质量，单位为毫克；

m_n —— 取样后试验膜片的质量，单位为毫克；

q_n —— 取样空气通过膜片的流量，单位为立方米/每分钟；

t_n —— 取样时间，单位为分钟。

7.5 固体颗粒最大直径的确定

表 1 中规定的固体颗粒最大直径的测量方法应符合 GB/T 13277.4。

8 试验结果评定

8.1 标准状态

固体颗粒质量浓度的体积的标准状态如下：

—— 空气温度：20℃；

—— 空气压力：0.1 MPa (a)；

—— 相对湿度：0。

8.2 湿度的影响

测量的固体颗粒质量浓度应参照由取样点空气分压力得到的干空气体积进行重新计算。在正常情况下，湿度对体积的影响是很小的，并且通常不需要计算其影响。

8.3 压力的影响

应按标准压力状态重新计算固体颗粒质量浓度。

固体颗粒质量浓度的变化与系统和样品气绝对压力之比成正比例。

8.4 温度的影响

应按参考温度条件重新计算固体颗粒质量浓度。

如果温度超过测量颗粒的稳定性或取样设备的额定值，温度也会影响固体颗粒测量的结果。

8.5 平均值

考虑到测量设备和相关方法的重复再现性和测试人员的经验，应在取样点做几次连续的测量，并取平均值。

应通过不少于 3 次的测试结果并用下式来确定固体颗粒质量浓度的平均值 (c_p ，毫克/立方米)：

$$c_p = \frac{c_{p1}t_1 + c_{p2}t_2 + \dots + c_{pn}t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$c_{p1}, c_{p2}, \dots, c_{pn}$ ——空气样品中固体颗粒含量，毫克/立方米；

t_1, t_2, \dots, t_n ——取样时间，分钟。

9 不确定度

测量方法的不确定度取决于所用的设备和结果计算的准确度。试验结果的总不确定度应优于±10%。

10 试验报告

10.1 说明

压缩空气固体颗粒质量浓度和最大固体颗粒直径的表述应说明试验值是符合 GB/T 13277 本文件标准程序的。

如在样品中存在能够影响颗粒浓度测量结果的任何因素(例如油污染物或取样管),都应加以记录。

10.2 试验报告格式

按照 GB/T 13277 本部分规定测量固体颗粒质量浓度的试验报告应包含下列内容:

- a) 压缩空气系统及其工况条件的详细说明,以便保证质量浓度值的有效性:
 - 1) 容积流量;
 - 2) 取样时间;
 - 3) 压力;
 - 4) 温度;
 - 5) 其他污染物(包括水和油);
- b) 取样点说明;
- c) 取样和所用测量系统的说明,特别是所用材料和设备,以及其详细校验纪录;
- d) “符合 GB/T 13277.8 要求的固体颗粒质量浓度”词语后应有下列内容:
 - 1) 符合第 8 条并换算成参考工况的实际测量平均值数据;
 - 2) 符合第 8 条并按照实际工况计算的实际测量平均值数据;
 - 3) 在实际和参考条件下固体颗粒浓度(用毫克/每立方米表示);
 - 4) 测量参照的压力和温度;
 - 5) 不确定度值及其说明;
 - 6) 检定记录日期;
- e) 取样和测量日期。

试验报告样本参见附录 A。

附录 A
(资料性附录)
试验报告样本

压缩空气系统中固体颗粒质量浓度含量

压缩空气系统、试验条件、取样点说明： _____

采用的试验方法： _____

采用的取样方法： _____

试验设备清单和相应的校验日期： _____

符合 GB/T 13277.8 的固体颗粒质量浓度试验结果

试验序号	试验日期和时间	压缩空气参数			最大固体 颗粒直径 μ	大固体颗粒质量浓度 mg/m^3	
		温度 $^{\circ}\text{C}$	压力 MPa (e)	总取样容积 流量 m^3		实际工况	标准状态
1							
2							
3							
.....							
.....							
.....							
.....							
平均值：							
记录：				日期：			
批准：				日期：			
如果颗粒超出测量范围，则应标注为“未测量”。							
