



中华人民共和国国家标准

GB/T 13277.1—2023

代替 GB/T 13277.1—2008

压缩空气 第 1 部分：污染物净化等级

Compressed air—
Part 1: Contaminants and purity classes

(ISO 8573-1:2010, MOD)

2023-05-23 发布

2023-12-01 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 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 标准状态 2

5 压缩空气净化等级 2

6 净化等级描述 4

附录 A（资料性） 指南 6

参考文献..... 8

表 1 压缩空气中颗粒等级 2

表 2 压缩空气中湿度和液态水等级 3

表 3 压缩空气中总含油量等级 4

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1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。

本文件代替 GB/T 13277.1—2008《压缩空气 第1部分：污染物净化等级》，与 GB/T 13277.1—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了“润滑油/冷却剂”“微生物污染物”的术语及定义(见 3.1、3.2)；
- b) 更改了压缩空气中颗粒等级指标(见表 1, 2008 年版的表 2)；
- c) 更改了压缩空气中液态水等级指标(见表 2, 2008 年版的表 4)；
- d) 更改了压缩空气中总含油量等级指标(见表 3, 2008 年版的表 5)。

本文件修改采用 ISO 8573-1:2010《压缩空气 第1部分：污染物净化等级》。

本文件与 ISO 8573-1:2010 的技术差异及其原因如下：

- 用规范性引用的 GB/T 10893.1 替换了 ISO 7183(见第 3 章)，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 13277.7 替换了 ISO 8573-7(见第 3 章和 5.6)，以适应我国的技术条件、增加可操作性；
- 增加了规范性引用文件 JB/T 7664，在“术语和定义”一章中引用 JB/T 7664，并删除了 ISO 8573-1:2010 第 3 章(见第 3 章)，以保证与修订前一致；
- 用规范性引用的 GB/T 13277.4 替换了 ISO 8573-4(见 5.2)，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 13277.3 替换了 ISO 8573-3(见 5.3)，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 13277.2 替换了 ISO 8573-2(见 5.4)，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 13277.5 替换了 ISO 8573-5(见 5.4)，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 13277.6 替换了 ISO 8573-6(见 5.5)，以适应我国的技术条件、增加可操作性。

本文件做了下列编辑性改动：

- 更改了第 1 章范围的叙述方式，以符合 GB/T 1.1—2020 的规定；
- 将第 4 章的“参考条件”更改为“标准状态”，以便和 GB/T 13277 的其他部分规定一致。

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、东莞太安伊侨科技设备有限公司、汉粤净化设备(浙江)有限公司、中山市凌宇机械有限公司、深圳市宏日嘉净化设备科技有限公司、重庆鲍斯净化设备科技有限公司、福建伊普思实业有限公司、合肥通用机电产品检测院有限公司、杭州山立净化设备股份有限公司、德格瑞(南通)压缩空气净化设备有限公司。

本文件主要起草人:李金禄、王开锋、王合广、严文学、刘燕仪、毛京兵、瞿赠名、林培锋、姜慧君、黄琴琴、沈文昊、耿茂飞。

本文件于1991年首次发布,2008年第一次修订,本次为第二次修订。

引 言

经压缩机生产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 9 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1部分：污染物净化等级

1 范围

本文件规定了压缩空气中颗粒、水和油的净化等级以及活性微生物、气态污染物的描述方法。

本文件适用于压缩空气中污染物的净化分级及描述方法。

注：本文件规定的污染物净化等级与压缩空气系统中规定或测量空气的位置无关。本文件描述了压缩空气系统中污染物的基本信息，并与 GB/T 13277 的其他部分共同规定了压缩空气净化等级要求及其测量方法。附录 A 给出了应用本文件的使用指南。

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 10893.1 压缩空气干燥器 第1部分：规范与试验（GB/T 10893.1—2012，ISO 7183：2007，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 13277.3 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 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 13277.5 压缩空气 第5部分：油蒸气及有机溶剂测量方法（GB/T 13277.5—2019，ISO 8573-5：2001，MOD）

GB/T 13277.6 压缩空气 第6部分：气态污染物含量测量方法（GB/T 13277.6—2021，ISO 8573-6：2003，MOD）

GB/T 13277.7 压缩空气 第7部分：活性微生物含量测量方法（GB/T 13277.7—2021，ISO 8573-7：2003，MOD）

JB/T 7664 压缩空气净化 术语

ISO 8573-8 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 8573-9 压缩空气 第9部分：液态水含量测量方法（Compressed air—Part 9：Test methods for liquid water content）

3 术语和定义

GB/T 10893.1、GB/T 13277.7、JB/T 7664 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

润滑油/冷却剂 **lubricant/coolant**

压缩机中用于除去热量和减小摩擦的液体。

3.2

微生物污染物 **microbiological contaminants**

活性的菌落单元,可能是细菌、真菌或者酵母菌。

4 标准状态

气体体积的标准状态应符合以下规定:

- 空气温度:20 ℃;
- 绝对空气压力:0.1 MPa(a);
- 相对水蒸气压力:0。

5 压缩空气净化等级

5.1 概述

压缩空气中的主要污染物按压缩空气净化等级分为三类:固体颗粒、水和油。

压缩空气净化等级是根据各种污染物的浓度分别给出的净化级别。压缩空气净化等级范围区间的极限值是通过实际应用得到的。

如果需要,建议直接给出所有其他污染物特定的允许浓度,或者由压缩空气设备制造商确定,详见 6.4。

5.2 颗粒等级

颗粒等级的确定及定义见表 1。应根据颗粒等级要求按照 GB/T 13277.4 或 ISO 8573-8 进行测量。

当确定存在大于 5 μm 的颗粒时,不应采用 1 级到 5 级的分级。

表 1 压缩空气中颗粒等级

等级 ^a	以颗粒尺寸 ^b (<i>d</i>)为依据,每立方米内颗粒的最大数量 个/m ³			颗粒质量浓度 ^b (<i>C_p</i>) mg/m ³
	0.1 μm< <i>d</i> ≤0.5 μm	0.5 μm< <i>d</i> ≤1.0 μm	1.0 μm< <i>d</i> ≤5.0 μm	
0	由设备使用者或制造商规定的比等级 1 更高的要求			—
1	≤20 000	≤400	≤10	
2	≤400 000	≤6 000	≤100	
3	不规定	≤90 000	≤1 000	
4	不规定	不规定	≤10 000	
5	不规定	不规定	≤100 000	

表 1 压缩空气中颗粒等级 (续)

等级 ^a	以颗粒尺寸 ^b (<i>d</i>)为依据,每立方米内颗粒的最大数量 个/m ³			颗粒质量浓度 ^b (<i>C_p</i>) mg/m ³
	0.1 μm< <i>d</i> ≤0.5 μm	0.5 μm< <i>d</i> ≤1.0 μm	1.0 μm< <i>d</i> ≤5.0 μm	
6 ^c	—			0< <i>C_p</i> ≤5
7 ^c				5< <i>C_p</i> ≤10
X				<i>C_p</i> >10
^a 在对颗粒等级做出判定时,应满足该级别内每种颗粒尺寸范围内颗粒数量的规定。				
^b 在标准状态下,见第 4 章。				
^c 见 A.3.2.2。				

5.3 湿度和液态水等级

湿度和液态水等级的确定及定义见表 2。应根据湿度和液态水等级要求按照 GB/T 13277.3 或 ISO 8573-9 进行测量。

表 2 压缩空气中湿度和液态水等级

等级	压力露点 ℃	液态水质量浓度 ^a (C_w) g/m ³
0	由设备使用者或制造商规定的比等级 1 更高的要求	—
1	≤−70	
2	≤−40	
3	≤−20	
4	≤+3	
5	≤+7	
6	≤+10	
7	—	$C_w \leq 0.5$
8		$0.5 < C_w \leq 5$
9		$5 < C_w \leq 10$
X		$C_w > 10$
^a 在标准状态下,见第 4 章。		

5.4 油等级

总含油量等级的确定及定义见表 3。应按照 GB/T 13277.2 测量液态油和悬浮油。在总含油量等级为 3 级、4 级和 X 级时,在标准状态下油蒸气含量一般不会对总含油量造成明显影响,因此,可根据情况确定是否测量油蒸气。如果有必要测量油蒸气,应按照 GB/T 13277.5 进行测量。

表 3 压缩空气中总含油量等级

等级	总含油量 ^a (液态油、悬浮油、油蒸气) mg/m ³
0	由设备使用者或制造商规定的比等级 1 更高的要求
1	≤0.01
2	≤0.1
3	≤1
4	≤5
X	>5
^a 在标准状态下,见第 4 章。	

5.5 气态污染物

本文件不对气态污染物的净化等级做规定;气态污染物含量的描述见 6.4。应按照 GB/T 13277.6 测量气态污染物含量。

5.6 活性微生物

本文件不对活性微生物污染物的净化等级做规定;活性微生物含量的描述见 6.4。应按照 GB/T 13277.7 测量活性微生物含量。

6 净化等级描述

6.1 描述原则

在指定测试点处的压缩空气净化等级的描述应包含以下指定顺序的信息,并以冒号隔开:

GB/T 13277.1—2023[A;B;C]

说明:

A —— 颗粒等级,见表 1;

B —— 湿度和液态水等级,见表 2;

C —— 总含油量等级,见表 3。

6.2 未规定的描述

当 A、B、C 中任何一种污染物的净化等级未规定时,该污染物的描述应由一个连字符代替。

示例:GB/T 13277.1—2023[A;-;C]

表示按照 GB/T 13277.1—2023,压缩空气中颗粒等级为 A、湿度或液态水等级未规定、总含油量等级为 C。

6.3 X 级描述

当污染物净化等级属于 X 级时,应在圆括号内标出该污染物的最高浓度。

示例:GB/T 13277.1—2023 [A;X(15);C]

表示按照 GB/T 13277.1—2023,压缩空气中颗粒等级为 A、液态水质量浓度 C_w 为 15 g/m³、总含油量等级为 C。

6.4 气态污染物或活性微生物的描述(可选的)

气态污染物和活性微生物污染物应作为 6.1 规定项目后的附加项目进行标识,如下所示:

- GB/T 13277.6[测量污染物 & 测量值 & 测量单位];
- GB/T 13277.6[其他可能的污染物 & 测量值 & 测量单位];
- GB/T 13277.7[每立方米中菌落形成单元数(cfu/m³)]。

示例:

GB/T 13277.1—2023 [A:B:C]

- [C_{SO₂} ≤ 0.01 mg/kg];
- [C_{CO₂} ≤ 1 mg/kg];
- [C_{CO} ≤ 0.1 mg/kg];
- [5 cfu/m³](cfu 即菌落形成单元数)。

附录 A

(资料性)

指南

A.1 空气净化说明

本文件给出空气净化等级的目的是对压缩空气系统预期的空气洁净度提供指南,而不是对某一个空气净化设备的描述。仅仅通过设备的组合无法达到任何指定的空气净化等级,同时需要规定合适的润滑油/冷却剂并合理控制系统的运行参数(例如温度)。温度等参数的合理控制会对液体的物理状态产生影响,液体可能会变成气溶胶或蒸气。为了保证压缩空气系统的净化等级,需要遵守制造商对于维护周期的建议。

A.2 特殊应用

本文件可能并不适合特殊应用的全部要求。对于诸如呼吸空气、医疗空气、食品和饮料等应用,需要考虑控制净化等级中未规定或未包含的其他污染物,才能完全满足使用要求。在规定空气净化要求前,有必要咨询或参考其他的信息来源,例如药典、呼吸空气规范和洁净室标准。另外,国家也可以根据需要在一些应用场合(例如呼吸用空气)规定定期试验。

A.3 污染物

A.3.1 概述

污染物可以以固态、液态或者气态形式存在。它们相互影响(例如固体颗粒在油或者水的影响下会凝聚成更大的颗粒或聚结物;油和水会形成乳浊液)或者在压缩空气系统的管路中凝结(例如油蒸气或水蒸气)。

A.3.2 固体

A.3.2.1 概述

固态污染物有很多不同的来源,例如压缩机进口吸入的环境大气中的灰尘或者压缩空气系统中磨损或腐蚀产生的颗粒。其范围从非常大的颗粒或聚结物到非常小的乃至亚微米级的颗粒。另外,固体颗粒也有可能是惰性粒子或活性菌落单元。

A.3.2.2 颗粒 6 级和 7 级

通常工业工具和气动机械使用的空气由通用过滤器过滤,其名义过滤精度为 $5\ \mu\text{m}$ (6 级)和 $40\ \mu\text{m}$ (7 级)。在最新的颗粒尺寸测量系统发展以前,这种评级方式使用了许多年,并向用户提供了满意的解决方案,这种评级方式也能使压力损失(由此造成功率损失)降至最低。

该评级方式并不是绝对的颗粒含量评级,而是指规定颗粒尺寸下去除效率超过 95% 的过滤器提供的净化空气,即按照 GB/T 30475.3 试验时, $5\ \mu\text{m}$ 颗粒的去除效率高于 95% 时就是 6 级, $40\ \mu\text{m}$ 颗粒的去除效率高于 95% 时就是 7 级。

A.3.3 液体

压缩空气系统中的液态污染物主要包括水和压缩机润滑油/冷却剂。其他液态污染物可能是从压缩机进口的环境大气中带入的。蒸气凝结会出现液态,液体的浓度取决于温度和压力。液体有不同的

浓度范围,可以形成高浓度的液体管壁流、液滴和极小的亚微米级的气溶胶。

液态污染物会造成腐蚀,特别是在有水的情况下,会使压缩空气分布系统结冰或产生更多的污染物,而控制压力露点低于环境温度是避免结冰的有效方法。建议压缩机润滑油/冷却剂产生的液态污染物与密封件、非铁管道(包括铝和塑料)相容。

A.3.4 气体

气态污染物一般由水蒸气、压缩机润滑油/冷却剂的蒸气和其他碳氢化合物组成,它们的浓度取决于气体的温度和压力。其他气态污染物可能来自压缩机进气口周围的大气。气态污染物可能会溶于存在的液体中,或在降低温度或升高压力时凝结成液体。

参 考 文 献

- [1] GB/T 30475.3 压缩空气过滤器 试验方法 第3部分:颗粒
 - [2] ISO 3649 Cleaning equipment for air or other gases—Vocabulary
 - [3] A guide to the measurement of humidity, National Physical Laboratory, UK, ISBN 0-904457-24-9
-