

《混合气体危险性的判定 第1部分：毒性》

国家标准征求意见稿 编制说明

标准起草工作组

2025年08月

一、工作简况

1.1 任务来源

随着国内现代工业（如金属加工行业、汽车制造行业、LED 行业、医疗行业、激光技术以及农产品保鲜技术）的高速发展，对各种混合气体的需求量越来越大，混合气体种类也越来越多，混合气体的正确分类对混合气体的正确使用、存储和运输显得至关重要，其中毒性是混合气的危险特性之一，不慎吸入会损害人体健康甚至致命。

不同毒性的混合气在使用和运输时需要采取不同的安全措施，做出不同等级的警示和说明，因此对混合气体的毒性进行科学分类直接关系到混合气的安全性。混合气体的毒性分类紧密契合危险化学品安全综合治理（《安全生产法》、《危险化学品安全专项整治》）和职业病危害源头防控（《国家职业病防治规划》）领域。直接服务于《“健康中国 2030”规划纲要》关于营造健康环境、强化职业健康的核心目标，并为落实《‘十四五’国家安全生产规划》中提升风险精准管控、遏制重特大事故的要求提供关键技术支撑。同时，作为产业基础高级化的重要环节（《中国制造 2025》），该标准有助于促进化工、新材料、半导体等关键产业的绿色安全与可持续发展，并强化对潜在环境风险的源头管理，体现了国家在保障人民生命健康、公共安全与环境质量方面的系统施策与综合协同效应。

根据国标委发〔2025〕7 号文，国家标准化管理委员会于 2025 年下达了修订计划，修订计划号：20250523-T-606，完成周期为 16 个月。本标准由全国气体标准化技术委员会提出，全国气体标准化技术委员会混合气体分技术委员会执行。

1.2 工作过程的说明

1.2.1 起草阶段

2025 年国家标准化管理委员会下达了〔2025〕7 号文，《混合气体的分类 第 1 部分：毒性分类》正式立项，标准由全国气体标准化技术委员会归口。为保证项目顺利实施，全国气体标准化技术委员会混合气体分会组织杭州新世纪混合气体有限公司、大连大特气体有限公司、中国工业气体工业协会、昊华气体有限公司西南分公司、北京氮普北分气体工业有限公司、佛山三水德力梅塞尔气体有限公司等相关单位做了大量的前期调研及草案起草工作。

标准起草小组首先开始搜集相关的资料，包括 ISO 10298: 2018《Gas cylinders—Gases and gas mixture—Determination of toxicity for the selection of cylinder valve outlets》（气瓶. 气体和气体混合物. 气瓶阀出口选择的毒性测定），GB 30000.18《化学品分类和标签规范 第 18 部分:急性毒性》、ISO 5145: 2017《Gas cylinders—Cylinder valve outlets for gases and gas mixtures—Selection and dimensioning》（气

瓶 气体和混合气体气瓶瓶阀出气口 选择和尺寸）、CGA P-20—2023《STANDARD FOR CLASSIFICATION OF TOXIC GAS MIXTURES》(有毒气体混合物分类标准)和 ISO 14456《Gas cylinders - Gas properties and associated classification (FTSC) codes》[气瓶 气体特性和相关分类 (FTSC) 代码]等国内国外标准和规范文件，进行了深入分析，于 2025 年 5 月提出了标准的讨论稿。2025 年 7 月 9 日，标准起草小组在线上召开标准讨论会，广泛征求意见。在此次讨论会上，专家们围绕标准的标准名称、适用范围、判定准则等内容进行了讨论。提出了如下的意见：

(1) 标准名称：将《混合气体的分类 第 1 部分：毒性分类》调整为《混合气体危险性的判定 第 1 部分：毒性》。

(2) 标准修订的基本原则参照 ISO 10298：2018。国标有试验方法可作描述，没有的就不作描述；

(3) 标准适用范围：与 ISO 标准的适用范围一致。

1.2.2 征求意见阶段

2025 年 8 月 4 日，起草小组再次召开工作组会议，对草案稿的内容再次提出了修改意见。2025 年 8 月初，起草小组根据工作组会议讨论的意见修改并提出了征求意见稿，在“全国标准信息公共服务平台”、全国气体标准化网站、以及发送主要生产、经销、使用、科研、检验等单位及大专院校，面向全社会广泛征集修改意见。

二 国家标准编制原则和确定标准主要内容

起草小组参照了国外先进标准，查阅了大量资料，按照按照 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》修订该项标准，现将有关情况说明如下：

2.1 标准名称

2017 版的标准名称为《混合气体的分类 第 1 部分：毒性分类》，在 GB 30000.1《化学品分类和标签规范 第 1 部分：通则》中第 4 章将急性毒性划入危险性种类的健康危害，为了明确界定文件的使用范围，经过工作小组的讨论，将“分类”改为“判定”，并且明确了该文件属于危险性的判定，现将标准名称变更，名称为：《混合气体危险性的判定 第 1 部分：毒性》

2.2 范围

关于混和气体的毒性分类 2017 版国家标准采用国际标准的分类方法，分类方法科学可靠，但适用范围限制不明确，在实际应用中容易产生歧义，错误的应用可能会对使用者的安全造成危险，且出于安全考虑其分类范围过窄，在实际应用中大部分混合气体被判定为无毒气体，存在潜在风险，其基础数据

的获取方式不够详尽，对未知气体的毒性判断没有参考的方法。参考现有的国际、国家标准及分类原则（包括 ISO 10298、GHS、DOT 危险化学品运输以及我国对应 DOT 标准的强制性国家标准 GB 6944-2025 等），本次修订结合实际情况，明确了标准的适用范围，界定了判定混合气体毒性的相关术语和定义，给出了混合气体毒性的分类依据，描述了混合气体毒性判定的方法，给出了部分纯气体的 LC₅₀ 值、气体 LC₅₀ 值的选取和部分混合气体毒性判定实例。明确了适用于混合气体气瓶阀门出气口连接方式的选择。使分类结果更安全保守，更符合实际应用的需求。

2.3 术语和定义

2017 版标准给出了“毒性气体”和“半数致死浓度”的定义。本次修订，正文内容的改动较大，全文不在提及毒性气体，因此删除了该术语。对于在正文中反复出现的术语为半数致死浓度（LC₅₀），起草小组参考了 ISO 10298-2018 的 3.1 重新编制了该术语，由“在空气中使健康的雌雄成年大白鼠连续吸入 1 h，能引起受试白鼠在 14 d 内死亡一半的气体的浓度”更改为“在空气中使实验动物连续吸入一段时间，在规定的时间内，能引起受试动物死亡一半的气体浓度”。

2.4 混合气体毒性的分类

2.4.1 按 ISO 14456 的规则分类

标准起草小组首先开始搜集相关的资料，2017 版混合气体毒性分类依据见表 1。

表 1 混合气体的毒性分类

项 目	毒性类别		
	第一类	第二类	第三类
	无毒	有毒	剧毒
LC50（体积分数）	$>5000 \times 10^{-6}$	$200 \times 10^{-6} < LC50 \leq 5000 \times 10^{-6}$	$\leq 200 \times 10^{-6}$

该分类依据是按照 ISO 10298: 2010 《Determination of toxicity of a gas or gas mixture》（气体以及混合气体毒性的测定）制定的，ISO 10298 采用了 ISO 14556《Gas cylinders - Gas properties and associated classification (FTSC) codes》中的 FTSC 分类码的 C 码作为混合气体气瓶阀门出气口连接用的分类方式，ISO 10298 已经更新至 2018 版本 ISO 10298: 2018《Gas cylinders - Gases and gas mixtures - Determination of toxicity for the selection of cylinder valve outlets》（气瓶. 气体和气体混合物. 气瓶阀出口选择的毒性测定），其分类标准未发生变化，如下：

在 ISO 14456 中，毒性水平分为三类：

- 类别 1：无毒[$LC_{50} > 5000 \times 10^{-6}$ （体积分数）]；
- 类别 2：有毒[200×10^{-6} （体积分数） $< LC_{50} \leq 5000 \times 10^{-6}$ （体积分数）]；
- 类别 3：剧毒[$LC_{50} \leq 200 \times 10^{-6}$ （体积分数）]。

该分类有时会被用到运输法规中。

其中：

- LC_{50} 值对应的吸入时间为 1 h。

2.4.2 按 GHS（全球化学品统一分类和标签制度）的规则分类

2017 版标准中只给出了有 1 小时 LC_{50} 数据时的分类方法，起草小组发现 GHS 中的 LC_{50} 值对应的时间为 4 小时，读者使用该值的时候可能会不理解，因此本次修订加入 GHS 的毒性分类，并给出为何在 4 小时的 LC_{50} 转化为 1 小时 LC_{50} 时需要除以 2 的原理。增加的 GHS 中吸入毒性分类的内容如下：

在 GHS 中吸入毒性分类为：

- 第 1 类：吸入致命 $0 < LC_{50} \leq 100 \times 10^{-6}$ （体积分数）；
- 第 2 类：吸入致命 $100 \text{ ppm} < LC_{50} \leq 10^{-6}$ （体积分数）；
- 第 3 类：吸入有毒 $500 \text{ ppm} < LC_{50} \leq 2500 \times 10^{-6}$ （体积分数）；
- 第 4 类：吸入有害 $2500 \text{ ppm} < LC_{50} \leq 10^{-6}$ （体积分数）。

在 GHS（全球化学品统一分类和标签制度）中， LC_{50} 值对应的吸入时间为 4 小时。因此，附录 A 中给出的 LC_{50} 值需要除以 2（即 $\sqrt{4/1}$ ）。除以 2 的计算原理见附录 B.1。

2.5 毒性的判定

2.5.1 概述

2017 年版的标准将本章命名为“混合气体的 LC_{50} 的计算方法”，为对应标准名称，本次修订将本章名称改为“毒性判定方法”。

2017 年版的标准关于毒性的判定部分只给出了计算方法（见 2.5.3），本次修订增加了如果毒性未知可通过试验法确定 LC_{50} 值的相关描述，对于已知各组分 LC_{50} 值的混合气体，则应避免进行试验，按照算法判定毒性。

2.5.2 试验法

推荐采用 GB/T 21605—2008《化学品急性吸入毒性试验方法》中规定的试验方法。GB/T 21605 对应的文件为 OECD TG 403，是国际公认的方法，二者的技术内容完全相同。GB/T 21605 给出的 LC_{50}

试验时间 4h，当需要转化为 1h 时，应按照本文件的规定进行换算，同时，GB/T 21605 中的毒性分类是基于 GHS 的分类，转化为 1h 的数据时，按照本标准中 ISO 14456 的分类方法分类。

2.5.3 计算法

关于混合气体判定的计算方法，本次修订的标准与 2017 版标准完全相同，如下：

$$LC_{50} = \frac{1}{\sum_i \frac{C_i}{LC_{50i}}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- LC₅₀ ——混合气体的半数致死浓度，体积分数；
- C_i ——混合气体中第*i*种有害组分（LC₅₀ < 5000×10⁻⁶的组分）的含量，体积分数；
- LC_{50i}——混合气体中第*i*种有害组分（LC₅₀ < 5000×10⁻⁶的组分）的半数致死浓度，体积分数。

同时，由于纯气体经混合后可能发生协同效应，导致计算后的 LC₅₀ 值有偏差，因此在本章中额外进行了说明。

2.6 附录 A 部分纯气体的 LC₅₀ 值

2017 年版本的标准给出了部分纯气体的 LC₅₀ 值，在表格中还给出了对应气体的英文、CAS 登记号、UN 号等。本次修订，在标准附录 A 的表 A.1 中删除了“气体名称（英文）和序号”列，按照 ISO 19230 的附录 A 重新核对了部分纯气体的 LC₅₀ 值，确保数据的正确性，在本编制说明中，增加了部分 LC₅₀ 值取值的原因以及相关的参考文献序号，以便于读者理解和查询，见表 2。

表 2 部分气体的 LC₅₀ 值

序号	气体名称（中文）	CAS ^a 登记号	UN 号	LC ₅₀ ^b 值/1h 10 ⁻⁶ （体积分数）	备注	参考文献序号 （见附件 1 参考文献）
1	氨	7664-41-7	1005	7338		[1]
2	砷化氢	7784-42-1	2188	178		[2]
3	五氟化砷	7784-36-3	3308	178	与砷化氢类似	—
4	三氯化硼	10294-34-5	1741	2541		[1]
5	三氟化硼	7637-07-2	1008	864		[3]
6	氯化溴	13863-41-7	2901	290	根据氯气估算得出	—
7	一氧化碳	630-08-0	1016	3760	时间换算	[4]
8	碳基氟	353-50-4	2417	360		[5]
9	羰基硫	463-58-1	2204	1700	时间换算	[6]
10	氯	7782-50-5	1017	293		[1]
11	五氟化氯	13637-63-3	2548	122		[7]

12	三氟化氯	7790-91-2	1749	299		[7]
13	氯三氟乙烯	79-38-9	1082	2000	时间换算	[8]
14	氯甲烷	74-87-3	1063	5133		[9]
15	氰	460-19-5	1026	350		[10]
16	环丙烷 ^c	75-19-4	1027	220000	“无毒” - LC _{Lo} ^c -小鼠- 时间换算	—
17	氯化氰	506-77-4	1589	80	时间换算	[11]
18	氰化氯	7698-05-7	1789	3120		—
19	硒化氰	13536-95-3	2202	51	与硒化氢相同	—
20	重硫化氰	13536-94-2	1053	712	与硫化氢相同	—
21	乙硼烷	19287-45-7	1911	80	时间换算	[12]
22	二氯硅烷	4109-96-0	2189	314		[13]
23	二甲胺	124-40-3	1032	5290	时间换算	[14]
24	三氧化二氮	10544-73-7	2421	57	分解为二氧化氮计算 得出	—
25	环氧乙烷	75-21-8	1040	2900	时间换算	[15]
26	氟	7782-41-4	1045	185		[16]
27	锆烷	7782-65-2	2192	620		[17]
28	六氟丙酮	684-16-2	2420	470	时间换算	[18]
29	溴化氢	10035-10-6	1048	2860		[19]
30	氯化氢	7647-01-0	1050	2810		[20]
31	碘化氢	10034-85-2	2197	2860	与溴化氢类似	—
32	硒化氢	07783-07-5	2202	51		[21]
33	硫化氢	07783-06-4	1053	712		[1]
34	碲化氢	07783-09-7	3160	51	与硒化氢类似	—
35	溴甲烷	74-83-9	1062	850	时间换算	[22]
36	甲基氯硅烷	993-00-0	2534	2810	根据氯化氢当量校正	[23]
37	甲硫醇	74-93-1	1064	1350	时间换算	[24]
38	甲基乙烯基醚 (抑制)	107-25-5	1087	>40000	未经证实的资料显示 为64000×10 ⁻⁶ (体积分数)	—
39	乙胺	75-04-7	1036	16000	时间换算	[25]
40	甲胺	74-89-5	1061	7110		[26]
41	一氧化氮	10102-43-9	1070	115	与二氧化氮相同	—
42	二氧化氮	10102-44-0	1067	115		[27]
43	三氟化氮	7783-54-2	2451	6700		[28]
44	亚硝酰氯	2696-92-6	1069	35	时间换算-LC _{Lo} -猫	[29]
45	二氟化氧	7783-41-7	2190	2.6		[7]
46	臭氧	10028-15-6	—	9	时间换算	[30]
47	光气	75-44-5	1076	5	时间换算	[31]
48	磷化氢	7803-51-2	2199	20	时间换算	[32]
49	五氟化磷	07647-19-0	2198	261	源自分解为氟化氢后	—

					的数据	
50	三氟化磷	7783-55-3	3308	436	源自分解为氟化氢后的数据	—
51	六氟化硒	7783-79-1	2194	50	时间换算	[33]
52	硅烷	7803-62-5	2203	19000	时间换算	[1]
53	四氟化硅	7783-61-1	1859	922		[5]
54	锑化氢	7803-52-3	2676	178	与砷化氢类似	—
55	二氧化硫	7446-09-5	1079	2520		[34]
56	四氟化硫	7783-60-0	2418	40		[35]
57	硫酰氟	2699-79-8	2191	3020		[1]
58	六氟化碲	7783-80-4	2195	25	时间换算	[33]
59	四氟乙烯	116-14-3	1081	2000		—
60	三氟乙酰氯	354-32-5	3057	10	与三氯乙酰氯类似	—
61	三氟乙烯	359-11-5	1954	2000	时间换算-数据取自三氟氯乙烯	—
62	三甲胺	75-50-3	1083	7000	LC _{Lo} -时间换算	[36]
63	六氟化钨	7783-82-6	2196	218	源自分解为氟化氢后的数据	—
64	溴乙烯（抑制）	593-60-2	1085	>40000		—
65	氯乙烯（抑制）	75-01-4	1086	150000		[37]
66	氟乙烯（抑制）	75-02-5	1860	>40000		—
67	五氟化锑	7783-70-2	1732	30	小鼠	[38]
68	三氟化砷	7784-35-2	1556	178	与砷化氢类似	—
69	双三氟甲基过氧化物	927-84-4	—	10	保守假设	—
70	三溴化硼	10294-33-4	2692	950	源自含三氟化硼的溴化氢	—
71	氯化溴	13863-41-7	2901	290	根据氯气估算得出	—
72	五氟化溴	7789-30-2	1745	25	时间换算和效果调整	—
73	三氟化溴	7787-71-5	1746	180	根据氟气估算得出	—
74	溴丙酮	598-31-2	1569	260	与氯丙酮类似	—
75	氟化氙	14333-26-7	—	1100		—
76	二氟二溴甲烷	1868-53-7	1941	27000	LC _{Lo} -时间换算	—
77	二氯（2-氯乙烯基）砷烷	—	—	8	根据静脉注射推断	[39]
78	二乙胺	109-89-7	1154	8000	时间换算	[14]
79	二乙基锌	557-20-0	—	无毒	保守假设	[40]
80	双光气	503-38-8	1076	2	源自光气的数据（保守）	—
81	二氯乙肿	598-14-1	1892	7	LC _{Lo} -人类-时间换算	[41]
82	七氟丁腈	375-00-8		10	保守假设	—
83	氰化氢	74-90-8	1613	144	时间换算	[42]

84	氟化氢	7664-39-3	1052	1307	5项研究的中位数	[43]
85	五氟化碘	7783-66-6	2495	120	与五氟化氯类似	—
86	二氯化甲肿	593-89-5	1556	7	与乙基二氯肿类似	—
87	甲基二氯硅烷	75-54-7	1242	1785		[44]
88	羰基镍	13463-39-3	1259	20	时间换算	[45]
89	戊硼烷	19624-22-7	1380	10	时间换算	[46]
90	五氟丁腈	—	—	10		—
91	五氟丙腈	422-04-8	—	10	保守假设	—
92	过氯酰氟	7616-94-6	—	770	时间换算	[11]
93	全氟丁-2-烯	360-89-4	—	12000	“无毒”-LC _{Lo} -时间换算	[38]
94	氯代苯肼	622-44-6	1672	5	与光气类似	—
95	环氧丙烷	75-56-9	1951	7140	时间换算	[47]
96	四氯化硅	10026-04-7	1818	1312		[44]
97	六氟化碲	7783-80-4	2195	25	时间换算	[33]
98	四乙基铅	78-00-2	1649	63		[48]
99	四氟(代)肼	10036-47-2	--	100	时间换算	[49]
100	四甲基铅	75-74-1	61097	800	时间换算	[50]
101	亚硫酸氯	7719-09-7	1836	500		[51]
102	三氯硅烷	10025-78-2	1295	2780		[52]
103	三乙基铝	97-93-8	—	无毒	保守假设	[40]
104	三乙基硼	97-94-9	—	1400	时间换算	[12]
105	三氟丙酮腈	353-85-5	—	500	时间换算和效果调整； 数据取自三氟氯乙烯	—
106	三甲基铈化氢	—	—	178	与铈化氢类似	—
107	六氟化铈	7783-81-5	2978	25	与六氟化碲类似	—
^a CAS—化学文摘系统； ^b 见 4.2.2； ^c 根据定义它是一种气体，但对于运输法规，则被认为是一种液体。						

2.7 附录 B 气体 LC₅₀ 值的选取

2017 版并没有气体 LC₅₀ 值的选取的相关内容，本次修订增加了本部分的内容，以便于读者在确实 1h LC₅₀ 数据的情况下能够判定混合气体的毒性。

2.7.1 概述

早年的文献通常没有进行标准化的试验，因此当从早年的文献中查询毒性数据时，要进行验证。此外，有些气体的毒性数据是缺失的，因此，需要特别注意利用所有可用的信息。以完善气体的毒

理学特性。

2.7.2 时间换算

本条给出了 4h-LC50 值和 1h-LC50 值换算的方法，该方法基于哈柏法则，对任意生物半减期长于暴露时间的物质来说均适用。

$$W = c \times t$$

式中：

W ——导致某种后果（如造成 50%暴露的动物死亡）的毒性指标常数；

c ——吸入浓度，体积分数；

t ——吸入时间，h。

但对于在考察时间内具有明显的解毒和排泄速率的气体 and 蒸气，优化后公式能更准确的表达吸入浓度和时间的关系。

$$W = c \times \sqrt{t}$$

从 4h 换算到 1h 时，优化后的公式计算的 LC50 值低于哈柏法则的计算结果，《联合国关于危险货物运输的建议书 规章范本》为了安全起见采用了优化后的公式。但当时间从 1h 升至 4h 时，哈伯定律又具有更低的 LC50 值。因此本文件给出了一个概括性的方案：

以 1h 为基准点：

- 1) 从更短的暴露时间向上外推至 1 h 时，首选线性外推法[公式 (B.1)]；
- 2) 从更长的暴露时间向下外推至 1 h 时，使用换算系数 $\sqrt{xh/1h}$ [公式 (B.2)]。

但是，因为过短的时间不可信，不使用小于 0.5 h 的试验结果。

2.7.3 动物的选择

由于关于人类的数据（即便存在）通常不足以得出任何吸入剂量与产生反应的关系，因此使用实验室动物来研究气体对恒温动物（哺乳动物+鸟类）的毒性。

特别强调了除非有相反的迹象，例如与其他动物或人类相比，大鼠的敏感性极高或极低，因此大鼠是首选的实验对象。因此，大鼠的 LC₅₀ 数据最为常见。如果没有大鼠的数据，则采用与大鼠体重相近的动物的数据。

2.7.4 效应调整

通常从报告文献和数据库中查阅到的是 LC_{Lo} 这一术语，而不是 LC₅₀。

但该术语的使用不够统一，很难判断出其与 LC_{50} 的大小关系。尽管如此，将 LC_{Lo} 当作近似致死浓度（ALC）相关信息来使用似乎是合理的，因为气体分类不需要太高的精度，但混合气体的毒性计算需要一个明确的 LC_{50} 值。当有额外信息证明可行时，可将 LC_{Lo} 值当作 LC_{50} 值使用。

2.7.4 交叉参考

对于某些物质而言，其特性需要参考毒理学特性已知且化学相关结构相似的物质，且尽可能全面地考虑构效关系（结构与活性之间的关系）来确定。此外，在有些情况下，对呼吸道的毒理学影响是基于一些基本反应的，比如，在有水分存在的情况下，不同气体水解产生的有毒气体相同。

2.7.4 其他给药途径

没有其他方法获取 LC_{50} 数据时，这种方法作为最后的选择。

有时挥发性液体的吸入毒性必须基于其他非肠道给药（尤其是腹腔内注射，i.p.）的半数致死剂量（ LD_{50} ）值来评估。对于全身性的活性物质而言，吸入半数致死浓度（ LC_{50} ）与腹腔内注射半数致死剂量（ LD_{50} i.p.）二者之间存在良好的相关性。以有毒农药为例，研究表明，腹腔注射半数致死剂量（ LD_{50} i.p.）大体上与大鼠在4 h暴露期间吸入的、与体重相关的剂量相当。例如，腹腔内注射 LD_{50} 值为100 mg/kg时，大致相当于4 h吸入半数致死浓度（ LC_{50} ），约为1 mg/L空气。

2.7.4 结论

特定气体的 LC_{50} 值优先选用大鼠4 h的 LC_{50} 值，如果没有，则选择大鼠在与1 h不同但最接近1 h的暴露时间下的 LC_{50} 值（不能选择小于0.5 h的数据）。如果仍没有，其次选择的动物是小鼠，再其次依次为兔子、豚鼠、猫、狗、猴子，且优先选择1 h暴露时间的数据。如果未找到任何动物的可靠 LC_{50} 数据，则按照相同的动物优先级顺序查找可靠的最低致死浓度（ LC_{Lo} ）值。

如果没有任何 LC_{50} 或 LC_{Lo} 值，则按照下列某一项或者多项或者全部的依据确定一个值：

- a) 该物质在空气中的反应（分解）情况；
- b) 与类似物质的类比；
- c) 与其他已发布的危害等级的比较；
- d) 与腹腔注射半数致死剂量（ LD_{50} i.p.）值的相关性。

2.7 附录 C 混合气体毒性的判定实例

本部分列举了一些混合气体的毒性判定实例，相对于2017版的标准，实例中删除了氧气中砷化氢的毒性判定实例，增加了氮中氨气的毒性判定实例。

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

1、主要试验（或验证）的分析

本次修订，由于气体的毒性十分危险，因此起草小组暂未进行验证实验，在征求意见后预计安排验证试验。

2、修订意义及预期的经济效果

现行的混合气的分类 第1部分：有毒混合气的分类标准（GB/T 34710.1-2017）已经执行8年，在应用2017版标准时遇到了一些实际问题，一方面是2017版标准适用范围限制不明确，对混合气体进行毒性分类后存在潜在的风险，例如在判断浓度为1%的砷烷毒性时，利用现行标准的分类方法，其判定结果为“无毒气体”，易对使用者造成误判，存在安全隐患；一方面是分类结果仅有三类，分类结果相对不够保守，如纯氨气 LC_{50} 值为 7338×10^{-6} （体积分数），该标准判定结果为“无毒气体”，亦存在潜在风险；另一方面，2017版标准中提供的基础数据获取方式不够详尽，除标准中已提供数据的气体外，没有其他气体的数据获取方式，不能适用于所有混合气体。针对这三个方面，通过现行标准作出修订，以提高该标准实用性，使其更安全、准确、有效地应用于混合气体毒性分类的工作领域中。

准确的毒性判定可减少因误判导致的中毒事件。例如，2018年某货场因混合气体（含砷化氢）毒性分类错误，造成1死1重伤，直接经济损失121.43万元。修订后的标准通过强化动态检测和风险评估，预计可将类似事故发生率降低30%-50%，每年为化工、冶金等行业节省数亿元事故处理费用。

其次，科学的毒性判定可避免过度防护导致的资源浪费。例如，某化工项目通过混合气体分级计算，将防爆等级从IIC调整为IIB，节省设备采购成本约30%。此外，标准强化环保要求（如限制高毒性气体排放），推动企业采用清洁生产技术，助力实现“双碳”目标。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

混合气体毒性分类的现有相关标准有国际标准 ISO 10298: 2018: 《Gas cylinders—Gases and gas mixtures—Determination of toxicity for the selection of cylinder valve outlets》、联合国出版的《Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals》（GHS）、美国标准 CGA P-20-2003 《Standard for classification of toxic gas mixtures》。

2017版本的混合气体毒性分类标准起草所参考的 ISO 10298-2010，该标准已经重新修订为 ISO 10298-2018。

美国标准 CGA P-20-2003 《Standard for classification of toxic gas mixtures》相比较 ISO 标准将混合气体的毒性分类更细，共分成五个区间，其分类方式同样采用计算混合气体 LC₅₀ 值的方法，内容上描述了气体缺乏数据时 LC₅₀ 的获取途径，但该标准对无毒气体的分类限值为 LC₅₀<5000×10⁻⁶(体积分数)，使得在实际应用中大部分的混合气体被判定为无毒气体，存在潜在风险。

类似的标准还有联合国出版的《Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals》（GHS），该标准主要应用于危险化学品的标签分类。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际 国外标准，并说明未采用国际标准的原因

该标准的起草参考了 ISO 10298: 2018、GHS、CGA P-20-2003 以及 ISO 14456 《Gas cylinders - Gas properties and associated classification (FTSC) codes》，毒性试验的部分引用了 GB/T 21605 《化学品急性吸入毒性试验方法》，该标准对应的文件为 OECD TG 403，是国际公认的方法，二者的技术内容完全相同。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准无相关的法律、行政法规。相关的标准有：

——ISO 10298: 2018: 《Gas cylinders—Gases and gas mixtures—Determination of toxicity for the selection of cylinder valve outlets》，本标准与 ISO 10298-2018 技术内容基本一致；

——GHS，本标准适用于气瓶连接接口，GHS 则适用于化学品统一分类和标签；

八、标准涉及专利的情况说明

本标准的技术内容不涉及专利。

九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本文件代替 GB/T 34710.1—2017 《混合气体的分类 第 1 部分：毒性分类》。本次国标的修订是依据混合气体行业发展的要求，根据我国混合气体发展现状进行的，因此应尽快实施国家标准。本次修改的内容已经具有较广泛的应用范围，具有可靠的技术措施保证，标准发布后将组织相关生产和应用企业进行宣贯培训，因此标准实施的过渡期较短（不会超过半年）。

建议本标准方法的发布日期和实施日期间隔 6 个月。

十、其他应予说明的事项

起草小组在 2025 年 7 月下旬召开的标准讨论会议中，考虑到本标准的实际意义为依据现有的分类规则判定混合气体的毒性，且毒性属于一种危险性质，因此提出将标准计划的中文名称修改为《混合气

体危险性的判定 第1部分：毒性》，标准的英文名称同时修改。修改后的中、英文名称修改后不与其他标准的名称冲突，也不改变标准的适用范围。

十一、国家标准公平竞争审查

根据“国标委发〔2025〕18号”文——《国家标准化管理委员会关于国家标准起草中开展公平竞争审查的通知》要求，秘书处组织起草工作组在认真学习《公平竞争审查条例》《公平竞争审查条例实施办法》的基础上对《混合气体危险性的判定 第1部分：毒性》国家标准的征求意见稿、送审稿、报批稿开展公平竞争审查，审查结论为：《混合气体危险性的判定 第1部分：毒性》国家标准的各稿无限制或者变相限制市场准入和退出、无限制商品要素自由流动、无影响生产经营成本、无影响生产经营的内容，标准制定过程中不存在违反规定的行为，具体内容详见《公平竞争审查表》。

附件 1

参考文献

- [1] Hartzell G.E., Packham S.C., Grand A.F., Switzer W.G. Modeling of toxicological effects of fire gases: III. Quantification of post-exposure lethality of rats from exposure to HCl. *J. Fire Sci.* 1985, 3 pp. 195–207. Hartzell G.E., Packham S.C., Grand A.F., Switzer W.G. Modeling of toxicological effects of fire gases: III. Quantification of post-exposure lethality of rats from exposure to HCl. *J. Fire Sci.* 1985, 3 pp. 195–207.
- [2] International Research and Development Corp. Arsine * LC50 acute inhalation toxicity evaluation in rats (60 min). 28 October 1985, Report no. 533-002, AT&T Bell laboratories.
- [3] Marhold, J.V. Sbomik Vysledku Toxiko logickeho Vysetheni Latek a Phipravku, 1972. Vernot E.H., Haun C.C., MacEwen J.D., Egan G.F. Acute Inhalation Toxicology and Proposed Emergency Exposure Limits of Nitrogen Trifluoride. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1973, 26 pp. 1–13.
- [4] Rose B.S. et al Acute hyperbaric toxicity of carbon monoxide. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1970, 17 pp. 752–760.
- [5] Scheel L.D. et al Toxicity of carbonyl fluoride, silicon tetrafluoride. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1968, 29 pp. 41–48.
- [6] Ber. Dtsch. Chem. Gas. Abt. B: Abhandlungen. 76, 299, 43.
- [7] Darmer K.L. Jr., Haun, C.C. and MacEwen, J.D. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1972, 33 pp. 661–668.
- [8] Fluor. Chem. Rev., 1, 197, 67.
- [9] Izmerov N.F. et al Toxicometric Parameters of Industrial Toxic Chemicals Under Single Exposure. Moscow, Centre of International Projects, GKNT, 1982 in IUCLID.
- [10] McNerney J.M., Schrenk H.H. Acute toxicity of cyanogen. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1960, 21 pp. 121–124.
- [11] Toxic and Hazardous Industrial Chemicals Safety Manual. International Technical Information Institute, Tokyo, Japan, 1977
- [12] Adams R.M. Boron, Metalboron Compounds and Boranes. Wiley, New York, 1964, pp. 693.
- [13] Bushy Run Research Center, A-199 (Dichlorosilane) Acute Vapor Inhalation Toxicity Test, Project Report 49-122. 1986 NTIS/OTS0537477.
- [14] Smyth H.F. et al Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine 1951, Volume 4, pp. 119122 in IUCLID.
- [15] Jacobson K.H. et al Toxicity of inhaled ethylene oxide and propylene oxide vapours. *AMA. Arch. Ind. Health.* 1956, 13 pp. 237–244.
- [16] Keplinger M.L., Suissa L.W. Toxicity of fluorine short-term inhalation. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1968, 29 pp. 10–18.
- [17] Vrednie chemichescie veshestva. Neorganicheskie soedinenia elementov I-IV groopp (Hazardous substances. Inorganic substances containing I-IV group elements), Filov V.A. *Chimia (Aarau).* 1988.
- [18] Du Pont De Nemours E.I. & Co. Inhalation toxicity of hexafluoroacetone compound in rats. Haskell Laboratory report No. 46-62. Haskell Laboratory for Toxicology and Industrial Hygiene, E. I. du Pont de Nemours Co. Unpublished report, 1962.
- [19] MacEwen, J.D. and Vernot, E.H. Toxic Hazards Research Unit Annual Technical Report, 1972. AMRL-TR- 20 72-62, AD 755 358, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, OH.
- [20] Hartzell G.E., Packham S.C., Grand A.F., Switzer W.G. Modeling of toxicological effects of fire gases: III. Quantification of post-exposure lethality of rats from exposure to HCl. *J. Fire Sci.* 1985, 3 pp.

195–207.[21]Zwart A., Arts J.H.E., Ten Berge W.F., Appleman L.M. Alternative Acute Inhalation Toxicity Testing by Determination of the Concentration-Time-Mortality Relationship: Experimental Comparison with Standard LC50 Testing. Regul. Toxicol. Pharmacol. 1992, 15 pp. 278–290.

[21] Zwart A., Arts J.H.E., Ten Berge W.F., Appleman L.M. Alternative Acute Inhalation Toxicity Testing by Determination of the Concentration-Time-Mortality Relationship: Experimental Comparison with Standard LC50 Testing. Regul. Toxicol. Pharmacol. 1992, 15 pp. 278–290.

[22] Br. J. Ind. Med. 2, 24, 45.

[23] Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) for Methylchlorosilane. April 2009, US National Advisory Committee for AEGL.

[24] Tansy H.F. et al Acute toxicity studies of rats exposed to methyl mercaptan. J. Toxicol. Environ. Health. 1981, 8 p. 71 [-BB].

[25] Smyth H.F., Carpentier C.P., Weil C.S., Pozzani U.C. A.M.A. Arch. Ind. Hyg. Occup. Med. 1954, 10 pp. 61–68.

[26] Air Products and Chemical. Monomethylamine, anhydrous International Research and Development Corporation. 1992, pp. 214-053.

[27] Carson T.R. et al Response of animals inhaling nitrogen dioxide. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1962, 23 pp. 457–462.

[28] Vernot E.H., Haun C.C., MacEwen J.D., Egan G.F. Acute Inhalation Toxicology and Proposed Emergency Exposure Limits of Nitrogen Trifluoride. Toxicol. Appl. Pharmacol. 1973, 26 pp. 1–13.

[29] Patty F.A., ed. Hyg. Toxicol. Toxicology, Ind., Vol. II, 1963.

[30] Deichmann W.B. Toxicology of drugs and chemicals. Academic Press, New York, 1969, pp. 446.

[31] Rinehart W.E., Hatch T. Concentration- time in sublethal exposures to phosgene. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1964, 25 pp. 545–553.

[32] Waritz T.S., Brown R.M. Acute and subacute inhalation toxicities of phosphine. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1976, 36 pp. 462–468.

[33] Kimmerle G. Inhalation Toxicitat von Schwefel-, Selen- and Tellurhexafluorid. Arch. Toxikol. 1960, 18 pp. 140–144.

[34] NTIS PUBLICATION AD-A 148-952.

[35] J. Occup. Med., 18, 277, 62.

[36] International Research and Development Corp. Trimethylamine, Anhydrous, Acute Inhalation Toxicity Evaluation on Trimethylamine in Rats. Project no. 214-055 for Air Products, Oct. 1992.

[37] Prodan L., Suciu I., Pislaru V., Ilea E., Pascu L. Experimental acute toxicity of vinyl chloride (monochloroethylene). Ann Acad Sci. 1975, 246 pp. 154–158.

[38] Chekunova, M.P. and Minkina, N.A. Higiena/Sanitariya, 35(7), 1970, pp. 25-28.

[39] J. Pathol. Bacteriol, 58, 411, 46.

[40] ISO 10156, Gas cylinders - Gases and gas mixtures - Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets.

[41] National Technical Information Service. PB 214-270.

[42] Ballantyne B. The influence of exposure route and species on the acute lethal toxicity and tissue concentrations of cyanide. In: Developments in the Science and Practice of Toxicology, (Hayes A.W., Schnell R.C., Miya T.S., eds.). Elsevier, New York, NY, 1983, pp. 583–6.

[43] Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals, Volume 4. Subcommittee on Acute Exposure Guideline Levels, Committee on Toxicology Board on Environmental Studies and Toxicology, The National Academy Press, Washington DC, 2004.

- [44] Jean P.A., Gallavan R.H., Kolesar G.B., Siddiqui W.H. Chlorosilane Acute Inhalation Toxicity and Development of an LC50 Prediction Model. *Inhal. Toxicol.* 2006, 18 pp. 515–522.
- [45] *Am. J. Clin. Pathol.*, 26, 107, 56.
- [46] *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 19, 46, 58.
- [47] Rowe V.K., Hollingsworth R.L., Oyen F., McCollister D.D., Spencer H.C. Toxicity of propylene oxide determined on experimental animals. *A. M. A. Arch. Industr. Health*, 13, 1956, pp. 228236 (which corresponds to the following, more detailed, report: Dow Chem. Co., Summary of exposures of laboratory animals to propylene oxide vapor, OTS 0206131).
- [48] *Br. J. Ind. Med.*, 18, 277, 61.
- [49] Deichmann W.B. *Toxicology of Drugs and Chemicals*. Academic Press, New York, 1969, pp. 580.
- [50] Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure indices. 5th ed., 1986, Cincinnati, Ohio, USA. Am. Conf. of Gov. Ind. Hygienists Inc.
- [51] Kinkead E.R., Einhaus R.L. Acute Toxicity of Thionyl Chloride Vapor for Rats. AF Aerospace Medical Research Laboratory, University of California, Irvine, Report # AFAMRL-TR84-069, Nov. 19, 1984.
- [52] Dow Corning Corp. Report Series No. I-0005-1665, dated Sept. 21, 1987 in IUCLID.