

中华人民共和国强制性国家标准

《二氧化碳灭火剂》

(征求意见稿)

编制说明

标准编制组

二〇二三年五月

一、工作简况

（一）任务来源

根据国家标准化管理委员会 2013 年国家标准制修订项目计划的要求，国家标准《二氧化碳灭火剂》由中华人民共和国应急管理部归口管理，具体编制工作由应急管理天津消防研究所主编，修订计划项目编号为 20131121-Q-312，由 TC113/SC3 全国消防标准化技术委员会灭火剂分技术委员会组织修订和审查。

（二）制定背景

二氧化碳灭火剂具备来源广泛、廉价易得的特点，其主要依靠窒息作用和部分冷却作用灭火，灭火后无残留，广泛应用于手提式灭火器、推车式灭火器、固定灭火系统等装置中，是一类典型的洁净气体灭火剂。

《二氧化碳灭火剂》的现行标准为 GB 4396-2005，该标准发布实施已经十余年时间。期间，我国二氧化碳灭火剂的生产工艺不断改进，二氧化碳灭火系统的国家标准也进行了修订调整，随着气瓶安全监察规程、压力容器安全技术监察规程的出台，对二氧化碳灭火剂的安全储运、使用更加重视，旧版标准已经与产品的性能要求、安全规范不适应，因此有必要对其进行重新修订。

（三）起草小组人员组成及所在单位

应急管理部天津消防研究所牵头负责本标准的修订工作。

二、标准编制原则、主要技术内容及其确定依据

（一）标准编制原则

本标准按照 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》的要求进行编写。

（二）标准主要技术内容及确定依据

本标准规定了二氧化碳灭火剂的技术要求、试验方法、检验规则、产品的标志、充装、储运和安全警示。

以灭火剂产品的高效、安全应用为原则，结合我国当前二氧化碳的生产水平，本标准在原标准的基础上提高了对二氧化碳灭火剂的技术要求，调整了部分检验方法。新旧标准中对二氧化碳灭火剂的技术要求见表2。

表2 新旧标准技术要求对比

项目	修订前	修订后
二氧化碳纯度	$\geq 99.5\%$	$\geq 99.9\%$
水含量	$\leq 0.015\%$ （质量分数）	$\leq 20 \times 10^{-6}$ （体积分数）
氧含量	不要求	$\leq 20 \times 10^{-6}$ （体积分数）
油含量	无	$\leq 5 \times 10^{-6}$ （质量分数）
醇含量	$\leq 30 \times 10^{-6}$ （质量分数）	不要求
总硫化物含量	$\leq 5 \times 10^{-6}$ （质量分数）	$\leq 5 \times 10^{-6}$ （体积分数）

目前，国内二氧化碳生产工艺和技术日趋成熟，相关产品纯度不断提高，工业二氧化碳和焊接用二氧化碳的纯度都已经能普遍达到99.9%，在多方征求意见的基础上，新版标准将纯度的指标规定为 $\geq 99.9\%$ 。

二氧化碳与水结合形成碳酸，会对钢瓶容器形成腐蚀，氧气的存在会加速二氧化碳对钢瓶容器的腐蚀，二氧化碳灭

火剂长期高压储存，因此有必要严格控制二氧化碳灭火剂中的水含量和氧含量。

油含量，指二氧化碳灭火剂中不易挥发长链烷基烃或脂肪酸酯类物质的含量。二氧化碳中油脂主要源于尾气回收生产工艺的原料气中含有重质油组分，另外通过压缩机进行气体充装时，也可能引入压缩机油。二氧化碳灭火剂一般用于保护电气设备机房、图书馆、贵重设备机房等场所，较高浓度的油脂容易粘附在保护对象表面，对精密设备造成污染甚至危害。

硫化物广泛存在于尾气回收工艺制备的二氧化碳中，目前已检出的成分有硫化氢、氧硫化碳、二氧化硫、二硫化碳和各类硫醇。硫化物易造成运输和储存设备、管道、阀门的腐蚀，有些硫化物还有较强的毒性和臭味。GBZ 2.1-2007《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》指出空气中硫化氢的最高允许浓度为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ （约为 6.6×10^{-6} ），空气中硫化氢的浓度 $\geq 4 \times 10^{-6}$ 时就能明显感到恶臭的气味。尾气回收法生产的二氧化碳，其生产过程都要经过脱硫工艺，参考目前脱硫工艺水平和其他行业二氧化碳的相关标准，宜将总硫化物的浓度设定为 $\leq 5 \times 10^{-6}$ 。

二氧化碳灭火剂充装在无缝气瓶中，储存压力一般为 5.7MPa，属于高压储存，具有较高安全风险。根据气瓶安全监察规程、压力容器安全技术监察规程等文件的规定，新版标准对其标志、充装、储运和安全警示做了补充规定。

二氧化碳灭火剂充装单位应符合国家有关充装许可的

规定，充装过程应符合 GB 14193 规定。盛装二氧化碳灭火剂的气瓶应存放在阴凉干燥处，远离热源避免暴晒。二氧化碳虽然没有毒性，但是吸入高浓度二氧化碳有导致缺氧窒息的危险。生产、储存、使用二氧化碳灭火剂的地方要保持空气流通，并装备通风设备。搬运时需确保气瓶佩戴安全帽，轻卸轻放，严禁碰撞、倒置和抛掷。

（三）标准修订变化及依据（仅修订标准需要列出）

与 GB 4396-2005 相比，本标准除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：更改了纯度的要求和试验方法，增加纯度的快速检验方法，更改了水含量的要求和试验方法，增加了氧含量的要求和试验方法，更改了油含量的要求和试验方法，更改了总硫化物含量的要求和试验方法，增加了标志、充装、储运和安全警示的相关内容，删除了醇类含量的要求和试验方法。

在测试方法方面，新标准增加了氧含量的测试方法，修改了纯度、水含量、油含量、总硫化物含量的测试方法。在新标准的测试方法中，均运用了较为先进的测试设备和技术，具有便携、集成度高、精密度高、检测速度快、使用方便等特点，提高了测试的准确度和实效性。在测度的测试方法中，保留气相色谱法作为仲裁检验的方法，增加了现场快速检验方法。水分含量的测试旧版标准中采用五氧化二磷吸收法，检测装置复杂，对气密性要求严格，检测过程步骤繁琐，还要经常对五氧化二磷进行更换，新版标准采用露点法，更加方便快捷。旧版标准中对油含量的测试方法为将二氧化

碳样品通过干净滤纸，观察滤纸上有无油渍斑点，该方法存在较大误差，仅能粗略的定性判定，新方法采用比浊法，测试精度可达 1×10^{-6} 。

此外，二氧化碳灭火剂属于高压储存，具有较高安全风险，新版标准增加了对其标志、充装、储运和安全警示的规定。

三、试验验证分析

针对本标准规定的技术要求及试验方法，编制组开展了验证分析，具体如下。

3.1 纯度

新版标准修改了旧版标准关于纯度的气相色谱法试验方法，气体纯度的要求由 99.5% 变为 99.9% 之后，原标准中气相色谱仪的硬件（热导检测器）和软件（定量计算的面积归一化法）都无法满足高纯气体分析的要求。新版标准中建议采用配置氦离子化检测器的气相色谱仪测定二氧化碳样品中氮气、氢气、氧气、一氧化碳、甲烷和水的含量，最后 100% 减去主要杂质的含量即为二氧化碳灭火剂的纯度。附录 A 作为规范性文件规定了氦离子化气相色谱仪测定二氧化碳中主要杂质含量的方法步骤。该方法的检测限低（50ppb）、准确性高，是目前高纯气体纯度测试的主要方法，同时仪器价格高、体积大，只适用于在实验室中检测，因此将气相色谱法规定为仲裁法。

为了二氧化碳灭火剂生产企业和充装单位更加方便灵活的进行质量控制，新版标准又增加了化学吸收测定二氧化

碳纯度的方法，该方法也具有较高的准确性和稳定性，且检测仪器简单小巧，检测过程方便灵活，非常适合现场检测、快速检测。

化学吸收法原理是二氧化碳充满一定体积容器，用氢氧化钾溶液吸收二氧化碳，吸收前后气体体积的差值和吸收前气体体积之比，即为二氧化碳含量。

取 6 个二氧化碳灭火剂样品分别采用气相色谱法、化学吸收法检测其含量，检测结果显示，两种方法的检测结果具有较好平行性。数据如表 3 所示：

表 3 气相色谱法和化学吸收法检测结果对比

样品编号	气相色谱法 检测结果，%	化学吸收法 检测结果，%
1	99.95	99.96
2	99.91	99.90
3	99.93	99.93
4	99.82	99.84
5	99.61	99.62
6	99.49	99.53

3.2 水含量

旧版标准中水分含量采用五氧化二磷吸收法或气相色谱法检测二氧化碳灭火剂中水分含量。五氧化二磷法属于化学吸收法，检测装置复杂，对气密性要求严格，检测过程步骤繁琐，还要经常对五氧化二磷进行更换。气相色谱则需要

配备专门的色谱柱，且检测设备价格较高。露点法是一种简便、快速、准确测量气体中微量水分的方法，已经被二氧化碳相关产品标准广泛采用，如 GB/T 23938-2009《高纯二氧化碳》、GB 10621-2006《食品添加剂 液体二氧化碳》、GB/T 6052-2011《工业液体二氧化碳》等，故新版标准推荐采用露点法测量二氧化碳灭火剂中的水分含量。

旧版标准和 ISO 5923 规定水分含量的单位为%（质量分数），考虑中国气体标准对微量水分含量单位的普遍采用情况，将新版标准水分含量的单位规定为（体积分数）/10⁻⁶。

新版标准提高了二氧化碳灭火剂的纯度的要求，相应应提高其水分含量的要求，综合考虑不同厂家二氧化碳灭火剂水分含量的数据（见表 4）和二氧化碳相关国家标准的规定，二氧化碳灭火剂中水分含量不大于 20 × 10⁻⁶。

表 4 不同厂家二氧化碳灭火剂水分含量检测数据

样品编号	水分含量, 10 ⁻⁶	样品编号	水分含量, 10 ⁻⁶
1	6.8	6	11.6
2	9.6	7	8.5
3	4.6	8	6.9
4	4.3	9	5.5
5	12.8	10	10.2

3.3 氧含量

二氧化碳由于具有弱酸性，会对碱性化学电池液和氧化锆化学电池传感器的稳定造成影响，容易造成基线漂移，故相关标准推荐采用酸性燃料电池或其他适用的传感器。

由于 5.5.1 中利用气相色谱测定二氧化碳的纯度试验方法中包含了氧含量的测试，这里仍采用气相色谱法为仲裁法。对不同厂家二氧化碳灭火剂样品的检测数据如表 5。

表 5 不同厂家二氧化碳灭火剂氧含量检测数据

样品编号	氧含量, 10^{-6}	样品编号	氧含量, 10^{-6}
1	8.5	6	3.0
2	13.8	7	8.6
3	4.6	8	12.7
4	5.3	9	4.1
5	11.9	10	7.6

3.4 油含量

旧版标准中对油含量的测试方法为将二氧化碳样品通过干净滤纸，观察滤纸上有无油渍斑点，该方法仅能粗略的定性判定，无法准确的定量分析，尤其是油含量为 10^{-6} 数量级时，目视法存在较大误差。

对气体中微量油含量进行测试，一般有红外光谱法、紫外光谱法、气相色谱法和比浊法，ISO 5923 推荐红外光谱法测定二氧化碳中油含量，该方法测试灵敏度低、准确度高，但是检测过程需要引入四氯化碳作为油脂的吸附剂，四氯化碳为易挥发有毒物质，且由于破坏臭氧层而被国家限制使用。考虑到实验人员的安全和仪器设备的使用成本，这里推荐更为安全、经济、简便的比浊法，比浊法的测试精度可以达到 1×10^{-6} ，满足标准的指标要求。比浊法即利用油不溶于水但能与水形成悬浊液的特性，用冰乙酸将二氧化碳蒸发后

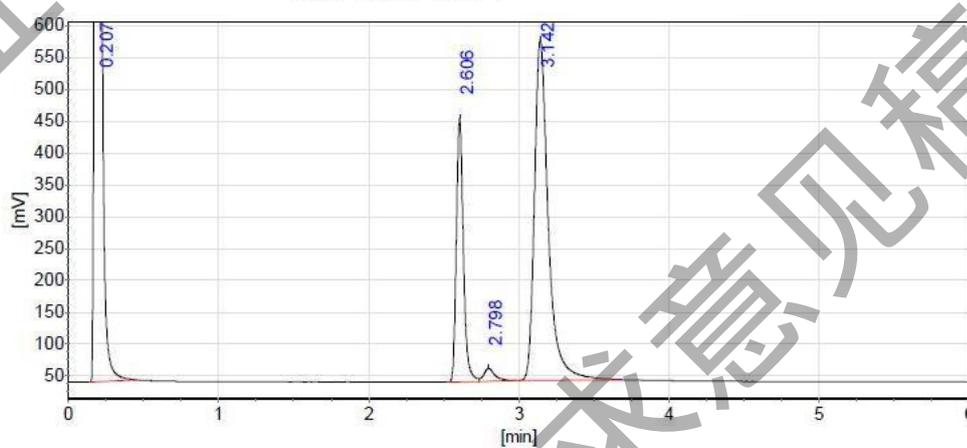
残留的油脂溶解，加水后乙酸溶液变混浊，与标准浊阶管进行比浊定量。利用本方法对不同厂家二氧化碳灭火剂样品的检测数据如表 6。

表 6 不同厂家二氧化碳灭火剂油含量检测数据

样品编号	油含量, 10^{-6}	样品编号	油含量, 10^{-6}
1	3	6	3
2	1	7	3
3	8	8	1
4	1	9	2
5	4	10	5

3.5 总硫化物含量

总硫分项硫典型色谱图



分析结果表

峰号	组分名	保留时间 [min]	峰高 [uV]	峰面积 [uV*s]	面积%	含量 [ppm]	峰型
1	总硫	0.207	1259650	4550913	48.26663	1.20	BB
2	COS	2.606	414433	1347299	14.28935	0.30	BV
3	硫化氢	2.798	20369	105034	1.11398	0.30	VB
4	CS2	3.142	535951	3425448	36.33004	0.30	BB

条件：柱温40℃，检测器140℃，硅胶色谱柱 1.5M*4MM

图 1 气相色谱法测定二氧化碳灭火剂中微量硫化物的典型谱图

微量硫化物含量的分析方法主要有氧化微库仑法、配置火焰光度检测器（FPD）的气相色谱法。氧化微库仑法操作繁琐，测定结果受转化炉转化率、气体进样体积等因素影响较大。FPD 是一种高选择性检测器，只对含硫和磷的物质有响应，含硫、磷物质在火焰燃烧中发出特征光谱，通过特征光谱进行定性和定量检测，该检测器对硫化物的检测限可达 ppb 级别。配置 FPD 检测器的气相色谱仪集成度高，操作简便，既可测总硫含硫，也能测定分项硫的种类和含量。在仪器检出限、重现性、可操作性等方面，火焰光度气相色谱法都明显好于氧化微库仑法。图 1 为配置火焰光度检测器(FPD)的气相色谱测定二氧化碳灭火剂中微量硫化物的典型谱图。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

本标准非等效采用（NEQ）ISO 5923: 2012，技术框架基本沿用 ISO 5923: 2012，对产品的技术要求和 ISO 5923: 2012 相比增加了“氧含量”的要求，提高了纯度、水含量的技术指标，对应测试方法采用国内二氧化碳标准中通用的测试方法。

五、以国际标准为基础的起草情况、是否合规引用或采用国际国外标准以及未采用国际标准的原因

本标准非等效采用（NEQ）ISO 5923: 2012 《Equipment for fire protection and fire fighting — Fire extinguishing media — Carbon dioxide》，原标准 GB 4396-2005 是在参考借鉴 ISO 5923: 1989 的基础上制定的，本次修订在原标准的基础上，参考借鉴 ISO 5923: 2012 最

新版标准内容，同时充分考虑我国二氧化碳产品标准 GB 1886.228-2016、GB/T 6052-2011、GB/T 23938-2009 的技术水平。

六、与有关法律、行政法规及相关标准水平的关系

本标准符合现行法律法规，与我国现有气体灭火剂、气体灭火系统相关产品标准、技术规范标准等互相支持、互为补充，共同构成气体消防领域的标准体系，与其他行业二氧化碳标准无冲突。

七、重大分歧意见的处理过程及依据

无。

八、作为强制性标准或推荐性标准的建议及理由

本标准所规定的产品主要应用于图书档案馆、电气控制室、计算机房、煤矿等消防重点场所，产品质量对于所保护场所的消防安全具有重要意义，属于保障生命财产安全的产品，建议按照强制性国家标准要求执行。

九、标准自发布日期至实施日期的过渡期建议及理由

根据前期行业调研，本标准新调整内容不涉及原材料和产品生产设备、生产工艺的新投入，对检测设备的更新有限。相关技术要求的提高与当前国内二氧化碳生产工艺水平相适应，不会引起生产成本的明显增加。因此，本标准实施所需技术条件是成熟的，建议按照正常流程进行发布和实施。本标准自发布日期至实施日期之间的过渡期建议为 12 个月。

十、与实施标准有关的政策措施

由于本标准是修订标准，且二氧化碳灭火剂产品标准一

直是强制性国家标准，我国有关法律法规和部门规章等配套齐全，所以对实施本标准无需新增有关政策措施，而且实施监督管理部门以及对违反强制性国家标准的行为进行处理的有关法律、行政法规、部门规章依据等也已明确。标准实施前应做好面向各相关行业的标准技术解读，做好相关生产企业的标准宣贯和技术培训工作。

十一、是否需要对外通报的建议及理由。

强制性国家标准，需要对外通报。

十二、废止现行有关标准的建议

本标准自实施之日起代替 GB 4396-2005《二氧化碳灭火剂》，本标准实施的同时废止原标准。

十三、涉及专利的有关说明

无。

十四、标准所涉及的产品、过程或者服务目录

本标准涉及二氧化碳灭火剂产品。

十五、其他应予以说明的事项

无。