



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 20702—2026

代替 GB/T 20702—2006

## 气体灭火剂灭火性能测试方法

Test method for extinguishing performance of gaseous extinguishing agent

2026-03-31 发布

2026-10-01 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 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 气体灭火剂灭火浓度测试方法 .....	1
4.1 试验原理 .....	1
4.2 试验装置 .....	2
4.3 试验材料 .....	4
4.4 试验步骤 .....	4
4.5 试验报告 .....	6
5 气体灭火剂惰化浓度测试方法 .....	6
5.1 试验原理 .....	6
5.2 试验装置 .....	6
5.3 试验步骤 .....	7
5.4 试验报告 .....	8



## 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。

本文件代替 GB/T 20702—2006《气体灭火剂灭火性能测试方法》，与 GB/T 20702—2006 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了适用于高沸点气体灭火剂灭火浓度测试的输送系统试验装置(见 4.2.3)；
- b) 增加了推荐使用的典型燃料(见 4.3)；
- c) 更改了采用可燃液体作为燃料测定气体灭火剂灭火浓度方法中的空气流量[见 4.4.1c)，2006 年版的 A.4.4]；
- d) 删除了采用可燃液体作为燃料测定气体灭火剂灭火浓度方法中不同空气流量的试验步骤(见 2006 年版的 A.4.10～A.4.19)；
- e) 删除了采用可燃液体作为燃料测定气体灭火剂灭火浓度方法中加热燃料条件下的试验步骤(见 2006 年版的 A.4.22～A.4.23)；
- f) 删除了采用可燃气体作为燃料测定气体灭火剂灭火浓度方法中不同火焰高度的试验步骤(见 2006 年版的 A.5.11)；
- g) 增加了气体灭火剂灭火浓度测试方法“试验报告”中相关试验条件的要求[见 4.5c)]；
- h) 增加了气体灭火剂惰化浓度测试方法“试验报告”(见 5.4)。

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。

本文件由国家消防救援局提出。

本文件由全国消防标准化技术委员会(SAC/TC 113)归口。

本文件起草单位：应急管理部天津消防研究所、中国民航大学、上海汇友精密化学品有限公司、浙江省化工研究院有限公司、浙江诺亚氟化工有限公司、中国矿业大学(北京)、国网湖南省电力有限公司防灾减灾中心。

本文件主要起草人：赵婧、陈培瑶、王帅、庄爽、张北辰、张肖、刘鸣莉、倪航、陶杨、周彪、陈宝辉。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——本文件首次发布为 GB/T 20702—2006；

——本次为第一次修订。

## 引 言

气体灭火剂广泛应用于电气设备、数据中心、文物档案库等场所的火灾防护。灭火浓度和惰化浓度是评价气体灭火剂灭火性能的关键指标,为气体灭火剂工程应用提供设计依据。

本文件提供了一种实验室条件下测定气体灭火剂灭火性能的试验方法。该方法在科学研究、工程建设标准制定中被广泛采用,所测得的灭火浓度或惰化浓度反映了试验条件下气体灭火剂实现灭火或惰化效果的最低临界值,测试结果为气体灭火剂的选用和工程设计提供重要数据支持。在实际工程应用中,还要考虑灭火系统的配置、环境条件、安全域度等多重因素,以确保持续有效的防护效果。

# 气体灭火剂灭火性能测试方法

**警示**——试验过程可能存在化学暴露、高压风险、爆炸风险、火灾风险，试验人员应采取适当的安全防护措施。

## 1 范围

本文件描述了杯式燃烧法测定气体灭火剂灭火浓度的试验原理、装置、材料、步骤和试验报告，以及惰化球法测定气体灭火剂惰化浓度的试验原理、装置、材料、步骤和试验报告。

本文件适用于气体灭火剂灭火浓度和惰化浓度的测定，其他气体介质灭火性能的测定参考使用。

## 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 3536 石油产品闪点和燃点的测定 克利夫兰开口杯法

GB/T 3723 工业用化学产品采样安全通则

GB/T 5907.1 消防词汇 第1部分：通用术语

GB/T 33102 纯甲烷和高纯甲烷

## 3 术语和定义

GB/T 5907.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**气体灭火剂灭火性能 extinguishing performance of gaseous extinguishing agent**

气体灭火剂通过物理或化学作用表现出的灭火、惰化能力。

### 3.2

**灭火浓度 minimum extinguishing concentration; MEC**

不考虑任何安全系数，在确定的试验条件下扑灭特定燃料火所需要的灭火剂最小体积分数。

### 3.3

**惰化浓度 minimum inerting concentration; MIC**

使某一种可燃气体和空气的混合物在任何比例下都无法被点燃或发生爆炸所需气体灭火剂的最小体积分数。

### 3.4

**高沸点气体灭火剂 high-boiling-point gaseous extinguishing agent**

在常温常压下(25 ℃, 101.3 kPa)呈液态，喷放后易汽化的灭火介质。

## 4 气体灭火剂灭火浓度测试方法

### 4.1 试验原理

在同轴流动的空气流中心位置处，圆柱形储存罐(杯)中燃料燃烧形成扩散火焰，在空气中逐步加入

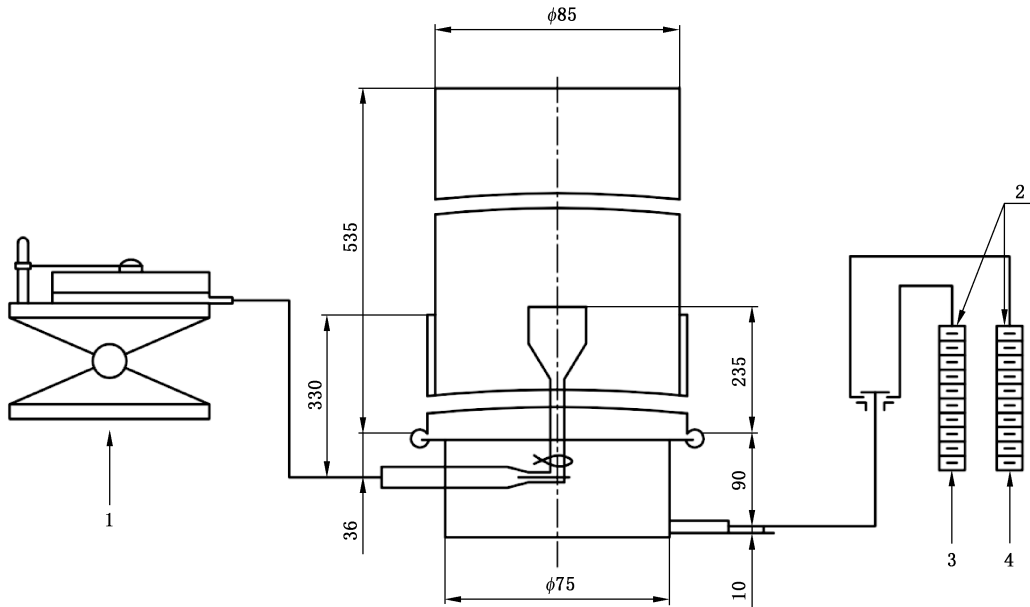
气体灭火剂,记录扑灭扩散火焰时对应的浓度。

## 4.2 试验装置

### 4.2.1 一般要求

气体灭火剂灭火浓度测试装置为杯式燃烧器。杯式燃烧器应符合图 1 结构,燃烧杯应符合图 2 结构。除另有说明外,所标注的尺寸误差应不大于±5%。

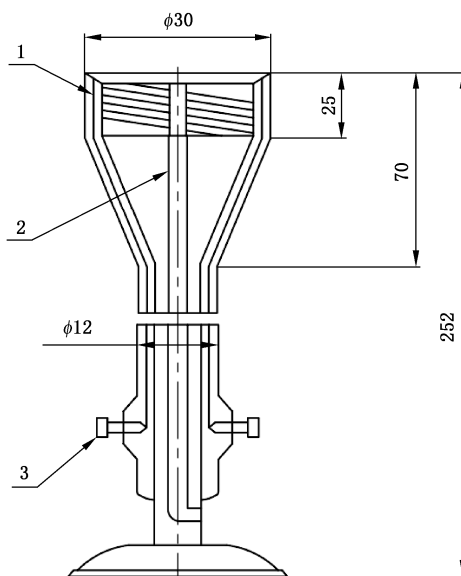
单位为毫米



标引序号说明:

- 1——液面调节架;
- 2——流量计;
- 3——空气入口;
- 4——灭火剂入口。

图 1 杯式燃烧器结构图



标引序号说明：

- 1——内壁与外壁间电加热丝；
- 2——热电偶管；
- 3——加热接口。

图 2 燃烧杯结构图

#### 4.2.2 组成部件

试验装置包括以下内容。

- 燃烧杯：应为圆柱形，顶部开口，材质为玻璃、石英或不锈钢，外径 $(30 \pm 1)$  mm，壁厚 1 mm～2 mm；顶部边缘倒角 45°，顶部以下 2 mm～5 mm 处安装测量燃料温度的装置；气体燃料灭火装置的杯顶应采用适当方法使气体均匀流动（例如填充耐火材料）。
- 烟囱：应为直立的圆形管道，材质为玻璃或石英，内径 $(85 \pm 2)$  mm，壁厚 2 mm～5 mm，高度 $(535 \pm 5)$  mm。
- 集气管：空气和灭火剂在集气管中汇集成为单一的混合流送入扩散器。
- 扩散器：安装在烟囱底部，用于导入空气和灭火剂的混合气流，并使混合气流均匀通过烟囱截面；扩散器内空气和灭火剂混合物温度应为 $(25 \pm 10)$  °C，使用校准的感温器测量。
- 燃料供应：液体燃料输送到杯，液位应保持固定且可调节；气体燃料应以固定的流量输送到杯。
- 空气供应：向集气管输送空气的装置，流量可调，应使用已校准的装置测量空气流量。
- 灭火剂供应：向集气管输送灭火剂的装置，流量可调，应使用已校准的装置测量灭火剂流量。
- 输送系统：应将具有代表性可测量的灭火剂样品以气体形式输送到杯式燃烧器。

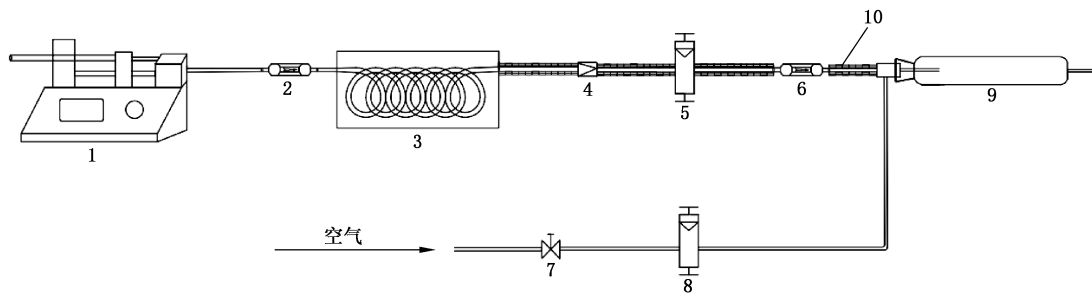
#### 4.2.3 适用于高沸点气体灭火剂灭火浓度测试的输送系统

高沸点气体灭火剂导入前，应对设备进行调整，增加适用于高沸点气体灭火剂的输送系统，确保灭火剂充分汽化。灭火剂输送系统的示意图见图 3。输送系统的设计应确保灭火剂能够汽化并以稳定、可控的方式输送至杯式燃烧器，同时应严格控制温度，避免灭火剂高温分解或产生杂质，影响试验结果。输送系统的组成部件如下。

- 高压注射泵：由电机、传动系统、注射器及控制系统组成，配合单向阀封闭载液入口形成闭环系

统,确保液态灭火剂在高压下以恒定流量输出。

- 汽化炉:利用循环槽加热方式,将液态灭火剂汽化。汽化炉应配备精确的温度控制功能,确保灭火剂完全汽化且温度稳定。
- 减压阀:安装在汽化炉后端,用于调节灭火剂的输出压力。
- 保温加热装置:汽化炉后端的气体输送管路外壁设有保温加热装置,如保温加热带,配备精确的温度控制功能,确保样品处于充分汽化状态。
- 流量计:高温气体流量计,精确测量气体灭火剂的流量。
- 单向阀:在汽化炉前端、流量计后端分别设置单向阀,形成单向通路,控制灭火剂输送。



标引序号说明:

- |              |             |
|--------------|-------------|
| 1——高压注射泵;    | 6——单向阀(气体); |
| 2——单向阀(液体);  | 7——调节阀;     |
| 3——汽化炉;      | 8——流量计(空气); |
| 4——减压阀;      | 9——混合器;     |
| 5——流量计(灭火剂); | 10——保温加热装置。 |

图 3 高沸点气体灭火剂输送系统示意图

### 4.3 试验材料

试验用材料满足以下要求。

- 空气:应清洁、干燥且无油,氧气浓度为 $(20.9 \pm 0.5)\%$ (体积分数)。应记录气源及其氧含量。
- 燃料:燃料种类和质量应符合国家或相关行业标准要求,使用及安全应符合 GB/T 3723 的规定。典型燃料宜为商用正庚烷(纯度不低于 99%),甲烷气体应符合 GB/T 33102 的规定。
- 灭火剂:单组分灭火剂应明确灭火剂种类。多组分灭火剂应预混合后提供,储存状态为液态的灭火剂应以纯净灭火剂提供,即不用氮气加压。

### 4.4 试验步骤

#### 4.4.1 采用可燃液体作为燃料

采用可燃液体作为燃料测定气体灭火剂灭火浓度的试验步骤如下。

- a) 将可燃液体从燃料罐导入燃烧杯中。
- b) 启动加热装置,使杯中燃料温度达到 $(25 \pm 3)^\circ\text{C}$ 或高于开口杯闪点 $(5 \pm 3)^\circ\text{C}$ ,取较高者,开口杯闪点测定应符合 GB/T 3536 的规定。调整燃烧杯内液位,确保燃料液面位于测温装置上方,与杯顶部距离为 5 mm~10 mm。
- c) 调节空气流量至 40 L/min。
- d) 点燃燃料,预燃 60 s~120 s,同时调整燃料液位距杯顶不超过 1 mm。
- e) 通入灭火剂,逐渐增加流量,直至火焰熄灭,记录灭火时灭火剂和空气的流量或烟囱中空气/灭

灭火剂混合物中氧浓度。在灭火剂流量调整后,应稳定 10 s 以上,使得在集气管中新比例的灭火剂和空气能达到燃烧杯的位置。灭火剂流量增加值不应超过前流量值的 3%。接近灭火点时,灭火剂流量增量尽可能小。最终流量调整应为测量装置最小刻度单位。

- f) 按照 4.4.3 的规定计算灭火剂的灭火浓度。
- g) 清除燃烧杯中的燃料和所有附着在燃烧杯上的残余物以及燃烧的烟黑,准备后续试验。
- h) 重复试验步骤 4.4.1 a)~4.4.1 g),共进行 5 次试验。
- i) 取 5 次试验的平均值为灭火剂的灭火浓度。

#### 4.4.2 采用可燃气体作为燃料

用于气体燃料的燃烧杯应在杯顶部获得均匀的气流。例如,在液体燃料的燃烧杯中填充耐火材料。采用可燃气体作为燃料测定气体灭火剂灭火浓度的试验步骤如下。

- a) 气体燃料应通过具有校准的调节装置来供应,可调节和测量燃气的流量。
- b) 调节空气的流量至 40 L/min。
- c) 将气体燃料通入杯中并点燃,调节燃料流量,使火焰高度达到大约 80 mm,预燃 60 s。
- d) 通入灭火剂,逐渐增加流量,直至火焰熄灭,记录灭火时灭火剂和空气的流量以及烟囱中空气/灭火剂混合物中氧浓度。在灭火剂流量调整后,应稳定 10 s 以上,使得在集气管中新比例的灭火剂和空气能达到杯的位置。灭火剂流量增加值不应超过前流量值的 3%。
- e) 火焰熄灭后,停止可燃气体供应。
- f) 按照 4.4.3 的规定计算灭火剂的灭火浓度。
- g) 清除杯中的燃料和所有附着在燃烧杯上的残余物以及燃烧的烟黑,准备后续试验。
- h) 重复试验步骤 4.4.2 a)~4.4.2 g),共进行 5 次试验。
- i) 取 5 次试验的平均值为灭火剂的灭火浓度。

#### 4.4.3 灭火剂灭火浓度计算方法

##### 4.4.3.1 浓度计算方法

测定恰好能使火焰熄灭的空气/灭火剂混合体系中灭火剂蒸汽浓度,使用针对待测混合体系浓度范围进行过校准的气体分析装置,该装置既可是具备连续采样能力的类型(如在线气体分析仪),也可是用于分析离散样品的类型(如气相色谱仪),宜使用连续测量技术。

也可以用连续氧浓度分析装置对烟囱中空气/灭火剂混合物中的氧浓度进行测量。记录燃料火焰熄灭时氧浓度值,通过公式(1)计算灭火剂灭火浓度:

$$C_E = \left(1 - \frac{C_0}{C_S}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $C_E$  —— 灭火剂浓度;
- $C_0$  —— 烟囱中空气/灭火剂混合物的氧气浓度;
- $C_S$  —— 空气源中的氧气浓度。

##### 4.4.3.2 流量计算方法

灭火剂和空气混合物中的灭火剂浓度也可以通过测量灭火剂和空气的流量计算得到。如果使用质量流量计,测得的质量流量可通过公式(2)转换成体积流量。

$$V_i = \frac{m_i}{\rho_i} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$V_i$  —— 气体样品的体积流量，单位为升每分(L/min)；

$m_i$  —— 气体样品的质量流量，单位为克每分(g/min)；

$\rho_i$  —— 气体样品的密度，单位为克每升(g/L)。

计算时应使用实际蒸汽密度。

应使用已公布的属性数据，在缺少公布数值时，可以采用评估技术。在试验报告中应记录物理数据的性能来源。

体积百分比浓度  $C_E$  计算见公式(3)：

$$C_E = \frac{V_{ext}}{V_{ext} + V_{air}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$C_E$  —— 灭火剂浓度；

$V_{air}$  —— 空气的体积流量，单位为升每分(L/min)；

$V_{ext}$  —— 灭火剂的体积流量，单位为升每分(L/min)。

#### 4.5 试验报告

结果报告应包括以下内容。

- a) 设备示意图，包括尺寸和使用材料的说明。
- b) 灭火剂、燃料和空气的来源和成分情况。
- c) 测试条件，包括以下内容：
  - 1) 大气压力；
  - 2) 实验室温度或进入烟囱底部的空气温度(如果不同)；
  - 3) 供应至烟囱的空气湿度。
- d) 每次试验中试验开始时的燃料温度、灭火时的燃料温度和灭火时的空气/灭火剂混合物的温度。
- e) 如果使用 4.4.3.2 的方法，记录灭火时灭火剂和空气流量；如果使用 4.4.3.1 的方法，记录灭火时灭火剂的浓度和氧气浓度。
- f) 高沸点气体灭火剂灭火浓度测试，给出灭火剂样品汽化的详细过程。
- g) 确定灭火浓度的方法。
- h) 每次试验灭火时的灭火剂浓度，并给出可燃液体或可燃气体种类。
- i) 测量误差分析。



### 5 气体灭火剂惰化浓度测试方法

#### 5.1 试验原理

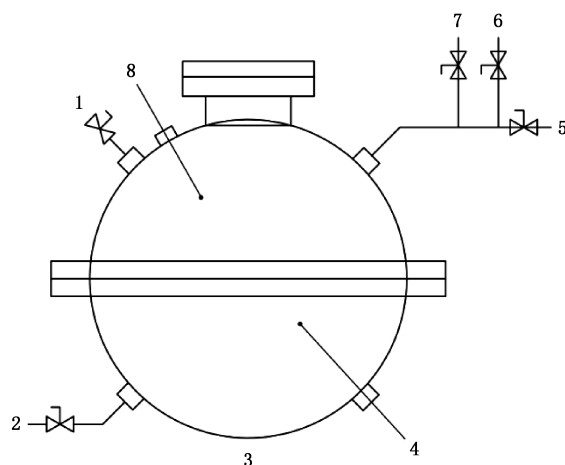
在标准大气压下，点燃燃料/灭火剂/空气混合物，测量压力的升高值，记录抑制燃烧所需灭火剂的最小体积分数。

#### 5.2 试验装置

气体灭火剂惰化浓度试验装置由下述部分组成。

- 试验容器，球形，容积(7.9±0.25)L，配有入口和出口，热电偶和压力传感器，见图 4。
- 点火器，由四根石墨棒(“H”铅笔铅芯)组成，用两根电线系在一端，两线间距离大约 3 mm，通常电阻为 1 Ω。

- 电容器,两个  $525 \mu\text{F}$ 、 $450 \text{ V}$  的电容器串联,用导线与点火器线连接。
- 内部混合风扇,能够承受爆炸时的温度和压力。



标引序号说明:

- |                |         |
|----------------|---------|
| 1——取样口;        | 5——通风口; |
| 2——气体入口;       | 6——真空表; |
| 3——7.9 L 试验容器; | 7——压力表; |
| 4——点火器;        | 8——热电偶。 |

图 4 惰化球示意图

### 5.3 试验步骤

气体灭火剂惰化浓度的试验步骤如下。

- a) 球和组件应处于  $(22 \pm 3)^\circ\text{C}$ , 并记录实际温度。
  - b) 将压力传感器与适宜的记录仪连接, 以测量试验容器内的压力升。压力传感器的精度为  $70 \text{ Pa}$ 。
  - c) 启动真空装置, 将试验容器内空气排空。
  - d) 输入灭火剂, 用分压的方法使其达到要求的浓度。如果是液体应有足够的时间等待其挥发。取样方法应符合 GB/T 3723 的规定。
  - e) 在相对湿度  $(50 \pm 5)\%$  的环境条件下, 通过分压法调节燃料蒸气与空气的混合比例, 使目标组分浓度达到规定值, 最终使系统压力稳定在  $101.3 \text{ kPa}$ 。
  - f) 开启风扇, 混合  $1 \text{ min}$ ; 关闭风扇, 等待  $1 \text{ min}$ , 使混合物达到静止状态。
  - g) 给电容器充电到  $\text{DC } 720 \text{ V} \sim \text{DC } 740 \text{ V}$  的电压, 可产生  $68 \text{ J} \sim 70 \text{ J}$  的贮存能量。
  - h) 合上开关, 电容器放电。
- 注 1: 电容器放电电流引起石墨棒表面的电离, 击穿间隙, 引起电晕放电。
- i) 如果有压力升, 测量出数值并做记录。
  - j) 用蒸馏水和布清洗试验容器内部, 以避免分解残余物的沉积。
  - k) 保持燃料和空气比例稳定, 逐步调整灭火剂用量, 持续监测压力变化, 以确定当压力较最初压力升高  $0.07$  倍时所对应的灭火剂浓度。
- 注 2: 确定可燃边界即找到这样的组成: 恰好能产生  $0.07$  倍的压力升。
- l) 重复试验, 改变燃料/空气的比例和灭火剂的浓度, 测试惰化该混合物最高的灭火剂蒸气浓度, 即为气体灭火剂的惰化浓度。

#### 5.4 试验报告

试验报告应包括以下内容。

- a) 试验装置(爆炸反应容器形状、容积)。
  - b) 灭火剂、燃料和空气的来源和成分情况。
  - c) 点火前环境温度和大气压力。
  - d) 点火装置。
  - e) 记录压力升的数据。
  - f) 记录惰化浓度。
  - g) 若试验操作与 5.3 规定有偏离应加以说明。
- 



