



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 21614—2026

代替 GB/T 21614—2008

## 危险品 气雾剂燃烧热试验方法

Dangerous goods—Test method for the heat of combustion of aerosols

2026-01-28 发布

2026-05-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布



## 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 21614—2008《危险品 喷雾剂燃烧热试验方法》，与 GB/T 21614—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了总燃烧热  $Q_g$ 、净燃烧热  $Q_n$  的定义，增加了能量当量  $W$  的定义（见第 3 章，2008 年版第 3 章）；
- 增加了试剂或材料，包括苯甲酸、氧气、点火丝、明胶胶囊或其他可密封性容器（见第 6 章）；
- 增加了设备和材料的标定，包括量热仪的能量当量的标定、明胶胶囊的燃烧热的标定（见第 8 章）；
- 更改了试验步骤，包括称样、充氧、调节水温、绝热外壳法（试验方法 1，仲裁法）、等温外壳法（试验方法 2）、试验后检查（见第 9 章，2008 年版第 6 章）；
- 更改了计算，包括绝热外壳法量热仪的温升、等温外壳法量热仪的温升、点火丝燃烧后释放的热量、明胶胶囊燃烧后释放的热量、总燃烧热、净燃烧热、气雾剂燃烧热的计算（见第 10 章，2008 年版第 7 章）；
- 增加了精密度（见第 11 章）。

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。

本文件由全国危险化学品管理标准化技术委员会（SAC/TC 251）提出并归口。

本文件起草单位：上海化工院检测有限公司、宁波海关技术中心、南京理工大学、上杭县安全生产应急救援服务中心、中山市天图精细化工有限公司、上海市应急管理事务和化学品登记中心、常州合规思源产品安全技术服务有限公司、上海化工研究院有限公司、化工行业生产力促进中心、英德市东顺精细化工实业有限公司、黔南州值守应急救援指挥中心、内蒙古化工职业学院、中国石油和化学工业联合会。

本文件主要起草人：何源、吴昊、赖喜堂、肖秋平、蒋伟、陈有为、徐森、胡训军、梁高健、王燕、范宾、林建、刘卫、刘婉卿、吴彦冬、高文君、刘贇、薄晨琦、余辛、姜小寒、崔岩东、张为敬、戎霄、吴珂、崔智博、王倩、刘童玲、王飞、李继萍。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2008 年首次发布为 GB/T 21614—2008；
- 本次为第一次修订。

## 引 言

气雾剂,也称喷雾剂或气溶胶,是由金属、玻璃或塑料制成的不可再充装容器,内装有压缩、液化或溶解气体,带或不带液体、糊状物或粉状物,并装有释放装置,可使内容物喷射出来,形成悬浮于气体中的固体或液体颗粒,喷出物呈泡沫状、糊状或粉状,或呈液体或气体状。根据喷射距离分为泡沫气雾剂和喷雾气雾剂,本文件仅适用于喷雾气雾剂,不适用于泡沫气雾剂。

在联合国《关于危险货物运输的建议书 规章范本》和联合国《全球化学品统一分类和标签制度》中,气雾剂易燃性的分类与气雾剂产品所含的易燃组分含量以及燃烧热有关,气雾剂内容物的燃烧热可通过参考已发表的科学文献、计算或适当的测试方法获取。

气雾剂内容物可能具有多种危险性,如毒性、腐蚀性、易燃性等。本文件仅为喷雾气雾剂的易燃性的分类提供了固体和液体组分燃烧热的测定以及气雾剂燃烧热的计算,但是气雾剂易燃性的分类的判定还需结合气雾剂内含易燃组分的质量分数以及 GB/T 21630 和 GB/T 21631(适用时)中规定的测试结果综合判定。

## 危险品 气雾剂燃烧热试验方法

警示——使用本文件的人员应有正规实验室工作的实践经验。本文件并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施,并保证符合国家有关法规规定的条件。

### 1 范围

本文件描述了气雾剂燃烧热试验的原理、试验条件、试剂或材料、仪器设备、设备和材料的标定、试验步骤、计算、精密度和报告的要求。

本文件适用于气雾剂中固体和液体组分燃烧热的测定以及气雾剂燃烧热的计算。

### 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

### 3 术语和定义

#### 3.1

**总燃烧热 gross heat of combustion**

$Q_g$

单位质量的燃料在恒定体积的密闭容器内燃烧,除水凝聚成液态外,其余产物均为气态时所释放出的能量。

#### 3.2

**净燃烧热 net heat of combustion**

$Q_n$

单位质量的燃料在恒定的压力下燃烧,所有产物(包括水)均为气态时释放出的能量。

#### 3.3

**能量当量 energy equivalent**

$W$

系统温度升高 1 °C 所需要的能量。

### 4 原理

将一定量的试样装在氧弹中,采用等温外壳法或绝热外壳法测定试验前后温度的变化,通过计算得出试样的燃烧热,并根据质量比计算气雾剂的燃烧热。

### 5 试验条件

环境温度应为 23 °C ± 2 °C、相对湿度应为 30% ~ 80%,仪器设备避免阳光直射。

## 6 试剂或材料

- 6.1 苯甲酸:有证标准物质;应为片状或丸状。
- 6.2 氧气:纯度不小于 99%。
- 6.3 点火丝:铁丝或铬镍合金丝。
- 6.4 明胶胶囊或其他可密封性容器。

## 7 仪器设备

- 7.1 自动化量热仪:由氧弹、量热计、外壳、温度计、搅拌器及相关附件组成,温度分辨率应不大于 0.01 °C。
- 7.2 分析天平:分度值为 0.1 mg。
- 7.3 尺子:分度值为 1 mm。

## 8 设备和材料的标定



### 8.1 量热仪的能量当量的标定

称取质量为 0.9 g~1.1 g(精确至 0.1 mg)的苯甲酸对量热仪的能量当量进行标定,按第 9 章进行 6 次试验,总完成时间不少于 3 d 且不大于 10 d。当量热仪内部有任何变动时,应重新标定能量当量。量热仪的能量当量  $W$  按公式(1)计算:

$$W = \frac{Q_B \times m_B + e_1}{\Delta T_1} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $W$  ——量热仪的能量当量,单位为千焦每摄氏度(kJ/°C);
- $Q_B$  ——苯甲酸的燃烧热,单位为千焦每克(kJ/g);
- $m_B$  ——苯甲酸的质量,单位为克(g);
- $e_1$  ——按 10.3 计算得到的标定测试中点火丝燃烧后释放的热量  $e_{ir}$  或  $e_{al}$ ,单位为千焦(kJ);
- $\Delta T_1$  ——按 10.1 或 10.2 计算得到的标定测试温升  $\Delta T_{adi}$  或  $\Delta T_{iso}$ ,单位为摄氏度(°C)。

取满足 11.1 要求的 6 次试验结果的平均值作为量热仪的能量当量。

### 8.2 明胶胶囊的燃烧热的标定

称取质量为 0.5 g(精确至 0.1 mg)的明胶胶囊,按第 9 章至少进行 3 次试验。当明胶胶囊批次更换时,应重新标定。明胶胶囊的燃烧热  $Q_{gel}$  按公式(2)计算:

$$Q_{gel} = \frac{\Delta T_2 \times W - e_2}{m_j} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $Q_{gel}$  ——明胶胶囊的燃烧热,单位为千焦每克(kJ/g);
- $\Delta T_2$  ——按 10.1 或 10.2 计算得到的标定测试温升  $\Delta T_{adi}$  或  $\Delta T_{iso}$ ,单位为摄氏度(°C);
- $W$  ——按 8.1 得到的量热仪的能量当量,单位为千焦每摄氏度(kJ/°C);
- $e_2$  ——按 10.3 计算得到的标定测试中点火丝燃烧后释放的热量  $e_{ir}$  或  $e_{al}$ ,单位为千焦(kJ);
- $m_j$  ——标定用明胶胶囊的质量,单位为克(g)。

取满足 11.1 要求的至少 3 次试验结果平均值作为明胶胶囊的燃烧热。

## 9 试验步骤

### 9.1 称样

9.1.1 称取并记录一定质量的试样  $m_s$  (精确到 0.1 mg, 试样宜为制造商提供的气雾剂中的液体和固体组分, 也可采用其他经过验证的方法获取), 使其燃烧产生的温升约为 0.9 g~1.1 g 苯甲酸燃烧产生的温升。

9.1.2 称取并记录明胶胶囊的质量  $m_1$  (精确到 0.1 mg), 将试样加入明胶胶囊中。用点火丝缠绕固定装有样品的明胶胶囊, 记录铁丝的长度  $l_{ir}$  或铬镍合金丝的长度  $l_{al}$ 。

注: 当样品含水量较高时, 含有试样的明胶胶囊可能无法点燃, 适当减少称样量。

### 9.2 充氧

装好试样和点火丝后, 盖紧氧弹盖, 缓慢往氧弹中充氧, 压力为  $3.0 \text{ MPa} \pm 0.5 \text{ MPa}$ 。

**警告——禁止过度充入氧气。** 氧气充入过多时, 可打开充气接头, 释放氧弹中的气体, 若通过重新称量证明氧弹中的试样有损失, 应重新测试。

### 9.3 调节水温

9.3.1 测试前, 应调节量热仪中的水温。绝热外壳法: 低于环境温度  $1.0 \text{ }^\circ\text{C} \sim 1.4 \text{ }^\circ\text{C}$ ; 等温外壳法: 低于外壳温度  $1.6 \text{ }^\circ\text{C} \sim 2.0 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

9.3.2 每次试验, 量热仪中都应使用相同质量的水, 质量相差不超过  $\pm 0.5 \text{ g}$ 。如试验环境温度保持不变, 水量也可按体积量取。

### 9.4 绝热外壳法(试验方法 1)

将氧弹装入量热仪, 启动搅拌器, 使量热仪中的水温与氧弹的温度一致, 保持 3 min, 点燃试样, 记录初始温度  $T_s$ 。每隔 1 min 记录一次温度, 直至连续 3 min 温度保持不变为止, 记录终止温度  $T_f$ 。

### 9.5 等温外壳法(试验方法 2)

将氧弹装入量热仪, 启动搅拌器, 前 5 min 每隔 1 min 记录一次温度并计算温升速率  $r_1$ , 在第 6 min 时点燃试样并记录点火时间  $t_a$  和点火温度  $T_a$ , 记录温升达到总温升 60% 时的时间  $t_b$  (精确到 0.1 min)。在快速温升期过后, 每隔 1 min 记录一次温度, 直至连续 5 min 温度保持不变, 根据公式(4)记录并计算温度变化速率恒定开始的时间  $t_c$ 、温度  $T_c$  以及温升速率  $r_2$ 。

### 9.6 试验后检查

9.6.1 取出氧弹, 以均匀的速度释放氧弹中的气体, 操作过程不少于 1 min。检查氧弹内部, 如有燃烧不完全的试样或油烟沉积物, 应重新测试。

注: 如样品含水量较高, 多次试验后仍有燃烧不完全的物质, 描述现象并记录测试结果。

9.6.2 测量未燃烧点火丝的长度, 计算并记录已燃烧铁丝的长度  $l_{ir}$  或已燃烧铬镍合金丝的长度  $l_{al}$ 。

## 10 计算

### 10.1 绝热外壳法量热仪的温升

根据 9.4 得到的数据, 绝热外壳法量热仪的温升  $\Delta T_{adi}$  按公式(3)计算:

$$\Delta T_{\text{adi}} = T_f - T_s \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $\Delta T_{\text{adi}}$ ——绝热外壳法量热仪的温升,单位为摄氏度(°C);
- $T_f$ ——终止温度,单位为摄氏度(°C);
- $T_s$ ——初始温度,单位为摄氏度(°C)。

### 10.2 等温外壳法量热仪的温升

根据 9.5 得到的数据,等温外壳法量热仪的温升  $\Delta T_{\text{iso}}$  按公式(4)计算:

$$\Delta T_{\text{iso}} = T_c - T_a - r_1(t_b - t_a) - r_2(t_c - t_b) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $\Delta T_{\text{iso}}$ ——等温外壳法量热仪的温升,单位为摄氏度(°C);
- $T_c$ ——温度变化速率恒定时的温度,单位为摄氏度(°C);
- $T_a$ ——点火温度,单位为摄氏度(°C);
- $r_1$ ——点火前 5 min 的温升速率,单位为摄氏度每分(°C/min);
- $t_b$ ——温升达到总温升 60% 时的时间,单位为分(min);
- $t_a$ ——点火时间,单位为分(min);
- $r_2$ ——温度变化速率恒定时间后 5 min 的温升速率,单位为摄氏度每分(°C/min);
- $t_c$ ——温度变化速率恒定开始的时间(燃烧后),单位为分(min)。

注:如是降温, $r_2$  为负值,  $-r_2(t_c - t_b)$  为正值。

### 10.3 点火丝燃烧后释放的热量

点火丝为铁丝时燃烧后释放的热量  $e_{\text{ir}}$  按公式(5)计算:

$$e_{\text{ir}} = 1.13 \times l_{\text{ir}} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- $e_{\text{ir}}$ ——试验测定中铁丝燃烧后释放的热量,单位为千焦(kJ);
- 1.13——每厘米铁丝燃烧后释放的热量,单位为焦每毫米(J/mm);
- $l_{\text{ir}}$ ——试验测定中铁丝消耗的长度,单位为毫米(mm)。

点火丝为铬镍合金时燃烧后释放的热量  $e_{\text{al}}$  按公式(6)计算:

$$e_{\text{al}} = 0.96 \times l_{\text{al}} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- $e_{\text{al}}$ ——试验测定中铬镍合金丝燃烧后释放的热量,单位为千焦(kJ);
- 0.96——每厘米铬镍合金丝燃烧后释放的热量,单位为焦每毫米(J/mm);
- $l_{\text{al}}$ ——试验测定中铬镍合金丝消耗的长度,单位为毫米(mm)。

### 10.4 明胶胶囊燃烧后释放的热量

明胶胶囊燃烧后释放的热量  $e_{\text{gel}}$  按公式(7)计算:

$$e_{\text{gel}} = m_1 \times Q_{\text{gel}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- $e_{\text{gel}}$ ——试验测定中明胶胶囊燃烧后释放的热量,单位为千焦(kJ);
- $m_1$ ——试验测定中明胶胶囊的质量,单位为克(g);
- $Q_{\text{gel}}$ ——按 8.2 计算得到的明胶胶囊的燃烧热,单位为千焦每克(kJ/g)。

### 10.5 总燃烧热

试样的总燃烧热  $Q_g$  按公式(8)计算:

$$Q_g = \frac{\Delta T_3 \times W - e_3 - e_4}{m_s} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- $Q_g$  —— 试样的总燃烧热,单位为千焦每克(kJ/g);
- $\Delta T_3$  —— 按 10.1 或 10.2 计算得到的试样测定的温升  $\Delta T_{\text{adi}}$  或  $\Delta T_{\text{iso}}$ ,单位为摄氏度(°C);
- $W$  —— 按 8.1 得到的量热仪的能量当量,单位为千焦每摄氏度(kJ/°C);
- $e_3$  —— 按 10.3 计算得到的试样测定中点火丝燃烧后释放的热量  $e_{\text{ir}}$  或  $e_{\text{al}}$ ,单位为千焦(kJ);
- $e_4$  —— 按 10.4 中计算得到的试样测定中明胶胶囊燃烧后释放的热量,单位为千焦(kJ);
- $m_s$  —— 试样的质量,单位为克(g)。

## 10.6 净燃烧热

如试样中氢的质量分数已知,按公式(9)计算试样的净燃烧热  $Q_n$  :

$$Q_n = Q_g - 0.2122 \times H \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- $Q_n$  —— 试样的净燃烧热,单位为千焦每克(kJ/g);
- $Q_g$  —— 试样的总燃烧热,单位为千焦每克(kJ/g);
- 0.2122 —— 氢的气化热校正值,单位为千焦每克(kJ/g);
- $H$  —— 氢的质量分数, %。

## 10.7 气雾剂的燃烧热的计算

10.7.1 气雾剂燃烧热的结果应注明以总燃烧热表示,并修约至 0.005 kJ/g,除非另有要求。

10.7.2 当气雾剂燃烧热大于 22 kJ/g 或小于 18 kJ/g 时,点火丝燃烧后释放的热量可忽略。

10.7.3 气雾剂燃烧热由推进剂部分燃烧热和其他内容物燃烧热组成,按公式(10)计算气雾剂的燃烧热。各组分燃烧热可通过资料查询获取,当气雾剂中内容物各组分的燃烧热未知或其他有必要测定的情况下,按第 9 章进行测试。

$$Q_{\text{气雾剂}} = \sum(Q_i \times w_i) \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- $Q_{\text{气雾剂}}$  —— 气雾剂的燃烧热,单位为千焦每克(kJ/g);
- $Q_i$  —— 各组分的燃烧热,单位为千焦每克(kJ/g);
- $w_i$  —— 气雾剂中各组分的质量分数, %。

## 11 精密度

### 11.1 重复性

在同一实验室,由同一操作者使用同一台仪器,按相同的测试方法,对同一试样相互独立进行测试获得的两次独立试验结果的绝对差值不大于 0.13 kJ/g,以大于 0.13 kJ/g 的情况不超过 5%为前提。

### 11.2 再现性

在不同实验室,由不同操作者使用不同仪器,按照相同的测试方法,对同一种试样相互独立进行测试获得的两次独立试验结果的绝对差值不大于 0.40 kJ/g,以大于 0.40 kJ/g 的情况不超过 5%为前提。

## 12 报告

检测报告至少应包含如下信息：

**GB/T 21614—2026**

- a) 样品信息:名称、气雾剂组分与内容物的质量比例;
- b) 试验条件:包括环境温度和湿度;
- c) 试验方法;
- d) 试验结果;
- e) 其他信息。



## 参 考 文 献

- [1] GB/T 213 煤的发热量测定方法
- [2] GB/T 21630 危险品 喷雾剂点燃距离试验方法
- [3] GB/T 21631 危险品 喷雾剂封闭空间点燃试验方法
- [4] NY/T 1860.27 农药理化性质测定试验导则 第 27 部分:气雾剂的可燃性
- [5] SN/T 3125 液态烃燃料燃烧热的测定 弹式量热计法
- [6] XF/T 536.1 易燃易爆危险品火灾危险性分级及试验方法 第 1 部分:火灾危险性分级
- [7] 环境保护部化学品登记中心. 化学品测试方法:理化特性和物理危险性卷(第二版)[M]. 北京:中国环境出版社,2013.
- [8] ASTM D240 Standard test method for heat of combustion of liquid hydrocarbon fuels by bomb calorimeter
- [9] ECHA (European Chemicals Agency), Guidance on the Application of the CLP Criteria; Guidance to Regulation (EC) No 1272/2008 on classification, labelling and packaging (CLP) of substances and mixtures, Version 4.0, Nove 2024.
- [10] NFPA 30B Code for the Manufacture and Storage of Aerosol Products
- [11] United Nations, Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), tenth revised edition, ST/SG/AC.10/30/Rev.10, New York and Geneva, 2023.
- [12] United Nations, Recommendations on the Transport of Dangerous Goods Model Regulations, twenty-third revised edition, ST/SG/AC.10/1/Rev.23, New York and Geneva, 2023.
- [13] United Nations, Manual of Tests and Criteria, eighth revised edition, ST/SG/AC.10/11/Rev.8, New York and Geneva, 2023.
-