ICS 13.220.10
CCS C 84

中华人民共和国国家标准

GB 45944—2025

全氟己酮灭火剂

Perfluorohexanone extinguishing agent

2025-08-01 发布　　2026-08-01 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
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　技术要求 …… 2
5　试验方法 …… 2
6　检验规则 …… 6
7　标志、充装、包装、运输和贮存 …… 7
附录 A（资料性）　全氟己酮灭火剂色谱质谱图 …… 8
附录 B（规范性）　全氟己酮灭火剂灭火浓度测试方法 …… 10

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。

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并归口。

全氟己酮灭火剂

1 范围

本文件规定了全氟己酮灭火剂的技术要求、检验规则，以及标志、充装、包装、运输和贮存，并描述了相应的试验方法。

本文件适用于全氟己酮灭火剂的研发、生产、充装和检验。

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 6680 液体化工产品采样通则

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 7376—2008 工业用氟代烷烃中微量水分的测定

GB/T 9722 化学试剂 气相色谱法通则

GB/T 13004 钢质无缝气瓶定期检验与评定

GB/T 13075 钢质焊接气瓶定期检验与评定

GB 16670 柜式气体灭火装置

GB/T 20702 气体灭火剂灭火性能测试方法

GB 25972 气体灭火系统及部件

GB/T 27550 气瓶充装站安全技术条件

XF 1203 气体灭火系统灭火剂充装规定

TSG 23 气瓶安全技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全氟己酮 perfluorohexanone

十二氟-2-甲基-3-戊酮。

注：分子式：$CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$；CAS 登记号：756-13-8。

3.2

全氟己酮灭火剂 perfluorohexanone extinguishing agent

用于灭火的全氟己酮。

3.3

全氟-2-甲基-2-戊烯 HF 加成物 HF adduct of perfluoro-2-methyl-2-pentene

全氟-2-甲基-2-戊烯和 HF（氟化氢）通过加成反应生成的物质。

注：主要为 1,1,1,2,2,3,3,5,5,5-十氟-4-三氟甲基-戊烷，CAS 登记号：30320-28-6。

3.4

灭火浓度　extinguishing concentration

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低浓度。

4　技术要求

全氟己酮灭火剂在常温下是无色透明的液体，其技术要求应符合表1的规定。

表1　全氟己酮灭火剂技术要求

序号	项目	技术指标
1	全氟己酮纯度(质量分数)/%	≥99.0
2	全氟-2-甲基-2-戊烯及其HF加成物含量 /(mg/kg)	≤90
3	全氟-4-甲基-2-戊烯含量 /(mg/kg)	≤1 000
4	水分含量/(mg/kg)	≤10
5	酸度(以HCl计)/(mg/kg)	≤3
6	非挥发性残留物含量(质量分数)/%	≤0.03
7	悬浮物或沉淀物	不可见

5　试验方法

5.1　取样

取样容器采用高密度聚乙烯材质，取样前应将样品容器和取样设备干燥处理，按照GB/T 6680的规定取样。样品应及时密封保存，避光，避水。

取样人员应穿戴适当的防护用具，避免接触和吸入样品。

5.2　全氟己酮纯度

5.2.1　仪器

气相色谱仪：配有氢火焰离子化检测器(FID)，符合GB/T 9722规定的色谱条件下，以苯为试样，整机灵敏度以检出限计，检出限不应大于5×10^{-10} g/s。

5.2.2　试验条件

色谱测试典型操作条件见表2，也可使用其他能达到同等分离程度的色谱柱和色谱操作条件。

表2　色谱测试典型操作条件

项目	参数
检测器	氢火焰离子化检测器或质谱检测器
色谱柱	熔融石英毛细管柱， 固定相：60%苯基-全氟辛基聚硅氧烷
柱长×柱内径×液膜厚度	150 m×0.32 mm×2.0 μm

表 2　色谱测试典型操作条件（续）

项目	参数
载气	高纯氮气或氦气
载气流速	0.4 mL/min
分流比	35∶1
柱箱温度	35 ℃恒温
检测器温度	200 ℃
进样器温度	200 ℃

5.2.3　试验步骤

试验步骤如下：

a）启动气相色谱仪，按 5.2.2 规定的条件调节仪器，使仪器的色谱测试条件稳定并符合 5.2.2 要求；

b）用进样器取待测样品 0.2 μL 注入色谱仪中；

c）采用面积归一化计算方法，计算全氟己酮的纯度；全氟己酮典型色谱图和质谱图见附录 A；

d）取三次平行试验结果的算术平均值为测定结果，各次试验的绝对偏差应不大于 0.2%。

5.3　全氟-2-甲基-2-戊烯及其 HF 加成物含量

5.3.1　试剂和材料

试剂和材料如下：

a）全氟-2-甲基-2-戊烯：纯度≥99.9%；

b）全氟-2-甲基-2-戊烯 HF 加成物：纯度≥99.9%。

5.3.2　仪器设备

仪器设备如下：

a）气相色谱仪：同 5.2.1；

b）电子天平：分辨力 0.000 1 g；

c）容量瓶：聚丙烯(PP)材质，容积 100 mL；

d）移液器。

5.3.3　试验步骤

试验步骤如下。

a）准确称取全氟-2-甲基-2-戊烯 0.020 0 g、全氟-2-甲基-2-戊烯 HF 加成物 0.020 0 g，加入盛有 99.960 0 g 全氟己酮灭火剂样品的容量瓶中，配制标准储备溶液。

b）以全氟己酮灭火剂样品为溶剂，将标准储备溶液逐级稀释得到全氟-2-甲基-2-戊烯和全氟-2-甲基-2-戊烯 HF 加成物两种试剂浓度分别为 200 mg/kg、100 mg/kg、50 mg/kg、20 mg/kg 和 10 mg/kg 的标准溶液。

c）按照 5.2.1、5.2.2、5.2.3a)和 5.2.3b)规定的仪器、试验条件和操作步骤分别测定样品和标准溶液中全氟-2-甲基-2-戊烯及其 HF 加成物含量。以标准溶液浓度为横坐标，以标准溶液目标分

析物色谱峰面积与样品中目标分析物色谱峰面积的差值为纵坐标。将各测量点线性拟合绘制标准工作曲线，所绘标准曲线的线性相关系数应大于 0.99。将测试样品中目标化合物的色谱峰面积与标准曲线相对应，得到对应的质量浓度。

d） 取三次平行试验结果的算术平均值为测定结果，各次试验的相对偏差应不大于 10%。

5.4 全氟-4-甲基-2-戊烯含量

5.4.1 试剂和材料

使用纯度≥99.9%的全氟-4-甲基-2-戊烯配制标准储备溶液。

5.4.2 仪器设备

同 5.3.2。

5.4.3 试验步骤

试验步骤如下。

a） 准确称取全氟-4-甲基-2-戊烯 0.100 0 g，加入盛有 99.900 0 g 全氟己酮灭火剂样品的容量瓶中，配制标准储备溶液。以全氟己酮灭火剂样品为溶剂，将标准储备溶液逐级稀释得到全氟-4-甲基-2-戊烯浓度分别为 1 000 mg/kg、800 mg/kg、600 mg/kg、400 mg/kg 和 200 mg/kg 的标准溶液。

b） 按照 5.2.1、5.2.2 和 5.2.3a）、5.2.3 b）规定的仪器、试验条件和操作步骤分别测定样品和标准溶液中全氟-4-甲基-2-戊烯含量。以标准溶液浓度为横坐标，以标准溶液目标分析物色谱峰面积与样品中目标分析物色谱峰面积的差值为纵坐标。将各测量点线性拟合绘制标准工作曲线，所绘标准曲线的线性相关系数应大于 0.99。将测试样品中目标化合物的色谱峰面积与标准曲线相对应，得到对应的质量浓度。

c） 取三次平行试验结果的算术平均值为测定结果，各次试验的相对偏差应不大于 10%。

注：全氟-4-甲基-2-戊烯含量的测定与全氟-2-甲基-2-戊烯及其 HF 加成物含量的测定合并进行，直接利用已知浓度的标准样品进行校准。

5.5 水分含量

从盛装容器中取样，按 GB/T 7376—2008 中 5.3 的规定进行。应选用适用于酮类物质水分含量滴定的卡尔·费休试剂。

取 3 次平行试验结果的算术平均值为测定结果，各次试验的绝对偏差应不大于 2 mg/kg。

5.6 酸度

5.6.1 仪器和试剂

仪器和试剂如下：

a） 电位测定仪：精度 0.01 mV；

b） 低温试验箱：最低控温范围≤－20 ℃；

c） 电子天平：分辨力 0.000 1 g；

d） 酸式滴定管：10 mL；

e） 分液漏斗：250 mL；

f） 一次性注射器：20 mL；

g） 锥形瓶：100 mL；

h) 氯化钠:分析纯;

i) 水:符合 GB/T 6682 要求的分析实验室用三级水;

j) 盐酸标准溶液:浓度 0.002 0 mol/L。

5.6.2 试验步骤

试验步骤如下。

a) 过量氯化钠充分溶解在水中,过滤制得饱和氯化钠溶液。全氟己酮灭火剂样品和饱和氯化钠溶液分别放置在−10 ℃±2 ℃低温试验箱中至恒温备用。

b) 开启电位测定仪,用水充分清洗电极,仪器稳定后,对电极进行校正。

c) 分液漏斗放置于−10 ℃±2 ℃低温试验箱中降温 10 min 后取出,外表面包覆隔热层,用 20 mL 一次性注射器抽取约 12 mL 全氟己酮灭火剂样品,注入到分液漏斗中,用天平称量加入样品的质量。然后加入饱和氯化钠溶液 60.0 g,振摇 1 min,静置 1 min 后分层,放出底层样品备用。将上层萃取液从分液漏斗上口倒入 100 mL 锥形瓶,锥形瓶放置于冰水浴中,读取 0 ℃±2 ℃ 时萃取液稳定的电位值 P_1。

d) 对下层灭火剂样品连续重复 c)中萃取步骤两次,分别测得萃取液水解电位 P_2 和 P_3。

e) 取 60.0 g 新的空白饱和氯化钠溶液放置在冰水浴中,记录 0℃±2℃时溶液初始电位为 P_0。

f) 向空白饱和氯化钠溶液中逐滴滴入浓度为 0.002 0 mol/L 的盐酸标准溶液,观察溶液电位的变化,记录电位分别为 P_1、P_2 和 P_3 时对应盐酸标准溶液的体积为 V_1、V_2 和 V_3。

5.6.3 结果计算

按照公式(1)计算全氟己酮灭火剂的酸度:

$$S=\frac{c\times[V_1-(V_2+V_3)/2]\times M\times 1\,000}{m} \quad \cdots\cdots(1)$$

式中:

S ——全氟己酮灭火剂的酸度,单位为毫克每千克(mg/kg);

c ——盐酸标准滴定溶液的浓度,单位为摩尔每升(mol/L);

V ——盐酸标准滴定溶液的体积,单位为毫升(mL);

M——盐酸的摩尔质量,取 36.5,单位为克每摩尔(g/moL);

m ——样品质量,单位为克(g)。

取 3 次平行测定结果的算术平均值为测定结果,各次测定的绝对偏差应不大于 1 mg/kg。

5.7 非挥发性残留物含量

5.7.1 仪器设备

仪器设备如下:

a) 蒸发皿:材质为铂、石英或陶瓷,容积约 150 mL;

b) 恒温水浴:控温范围室温至 99 ℃,精度 1 ℃;

c) 烘箱:控温在 110 ℃±2 ℃,精度 1 ℃;

d) 电子天平:分辨力 0.000 1 g。

5.7.2 试验方法

将蒸发皿放入烘箱中,110 ℃±2 ℃下烘干至恒重,放入干燥器中冷却至周围环境温度后称量,精确至 0.1 mg。

移取约 100 g 样品于蒸发皿中，放于水浴上，水浴温度设定为 60 ℃，在通风柜中蒸发至干。将蒸发皿外面用擦镜纸擦干净，置于 110 ℃±2 ℃的烘箱中加热 2 h，放入干燥器中冷却至周围环境温度，再次称量蒸发皿质量，精确至 0.1 mg。

5.7.3 结果计算

按公式(2)计算非挥发性残留物含量 W。

$$W=\frac{m_2-m_1}{m}\times 100\% \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

W ——非挥发性残留物含量；

m_1——蒸发皿的质量，单位为克(g)；

m_2——样品汽化后连带蒸发皿的质量，单位为克(g)；

m ——样品的质量，单位为克(g)。

5.8 悬浮物或沉淀物

室温下取液体样品 10 mL 置于干净的具塞比色管内，擦干比色管管外壁附着的霜或湿气，从横向透视观察是否有混浊或沉淀物。

6 检验规则

6.1 检验类别与项目

6.1.1 出厂检验

全氟己酮纯度、全氟-2-甲基-2-戊烯及其 HF 加成物含量、全氟-4-甲基-2-戊烯含量、水分含量、酸度为出厂检验项目。

6.1.2 型式检验

表 1 规定的全部项目为型式检验项目。

有下列情况之一，应进行产品型式检验：

a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b) 产品的设计、关键原材料、生产工艺、生产条件等发生改变，可能影响产品质量时；

c) 产品标准规定的技术要求发生变化时；

d) 停产一年及以上恢复生产时；

e) 产品质量监督部门提出进行型式检验要求时；

f) 其他通过型式检验才能证明产品质量的情况时。

6.2 抽样

6.2.1 检验样品应从已灌装的包装单元中抽取。

6.2.2 在相同的环境条件下，用相同的原料和工艺连续稳定生产的产品为一批，每批不超过 40 t。按批次进行抽样，每批生产的全氟己酮灭火剂按表 3 的规定随机抽取一定数量进行出厂检验。

表 3　全氟己酮灭火剂抽样检查表

包装单元数	1～10	11～49	50～64	65～81	82～101	≥102
抽样数	全部	11	12	13	14	15

6.2.3　型式检验样品应从出厂检验合格的产品中抽取。

6.3　判定规则

出厂检验结果应符合第 4 章规定的要求，如有任何一项不符合本文件要求，应重新从两倍数量的包装中取样，对出厂检验项目全项复验后仍有不符合本文件要求的项目，则判定为不合格产品。

型式检验结果应符合第 4 章规定的要求，如有任何一项不符合本文件要求，则判定为不合格产品。

7　标志、充装、包装、运输和贮存

7.1　标志

产品包装容器上应清晰、牢固地标明“全氟己酮灭火剂”字样，产品铭牌应包括产品名称、执行标准、产品批号、产品净重、生产日期、生产企业、生产地址、充装企业、充装地址、安全警示等信息，还应标注产品对典型可燃物的灭火浓度，灭火浓度按照附录 B 确定的方法测试。

7.2　充装

7.2.1　全氟己酮灭火剂的充装场地条件、充装设备、监测和计量仪表、安全防护器具等应符合 GB/T 27550 的规定，充装人员应了解全氟己酮灭火剂的性能，充装单位应具备对全氟己酮灭火剂质量检验的能力。

7.2.2　不带压全氟己酮灭火剂容器可采用带有涂层的金属桶或气瓶，氮气保护；带压（表压≥0.2 MPa）容器的气瓶应符合 TSG 23 的规定。与全氟己酮灭火剂直接接触的包装材料应验证其与全氟己酮的相容性。

7.2.3　充装前应对充装容器和容器阀逐只进行检查，确保容器和容器阀的选型、质量、密封性能、安全性能符合 TSG 23、GB/T 13004、GB/T 13075、GB 16670、GB 25972、XF 1203 的要求。

7.2.4　全氟己酮可与水反应产生酸性物质，充装过程应对灭火剂中的水分含量进行严格控制，容器在充装前应进行干燥、抽真空、保护气置换等必要的处理，充装过程应采取措施避免灭火剂暴露在空气中。

7.2.5　充装用计量衡器应保持准确，瓶组内灭火剂的充装密度和充装压力应符合 GB 16670、GB 25972、XF 1203 的规定。

7.2.6　充装单位对充装过程的安全及充装后灭火剂的质量负责。充装后灭火剂的纯度、水分含量、酸度应符合表 1 的要求，应对充装后的容器进行密封检查。

7.2.7　充装单位填写并保存充装记录，记录内容至少应包括：充装日期、瓶号、环境温度、充装压力、充装量、充装人、检查人、容器规格、灭火剂生产单位、灭火剂质量情况（纯度、水分含量、酸度）、有无异常情况等。充装记录保存时间应不少于 2 年。

7.3　包装、运输和贮存

盛装全氟己酮灭火剂的容器在出厂、运输和贮存时，应有牢固的包装和防护措施，避免相互碰撞或与其他坚硬的物体碰撞。

全氟己酮灭火剂应密闭贮存于阴凉、干燥、通风良好的仓库，远离热源，不应雨淋，避免阳光直射和接触强碱、胺类和醇类等物质。

附　录　A
（资料性）
全氟己酮灭火剂色谱质谱图

全氟己酮灭火剂典型的色谱质谱图见图 A.1～图 A.3。

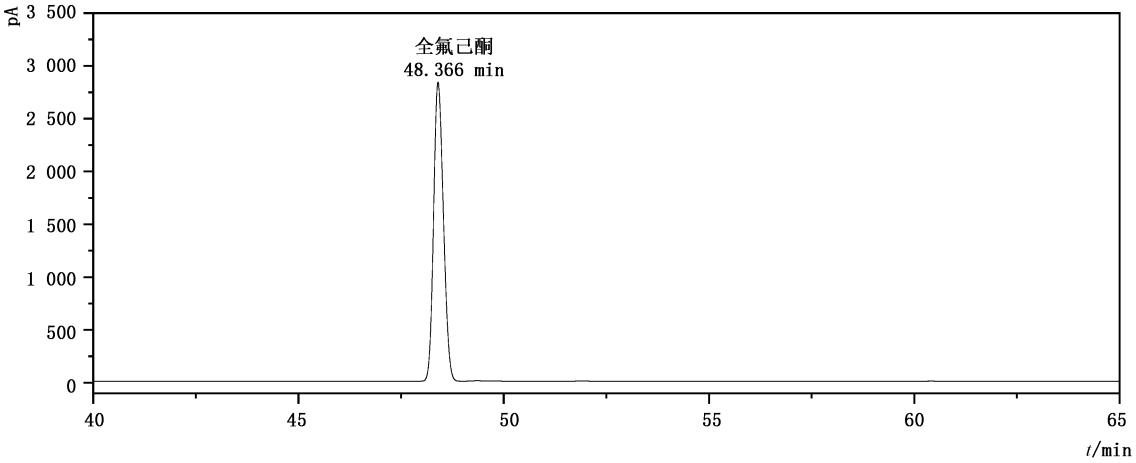
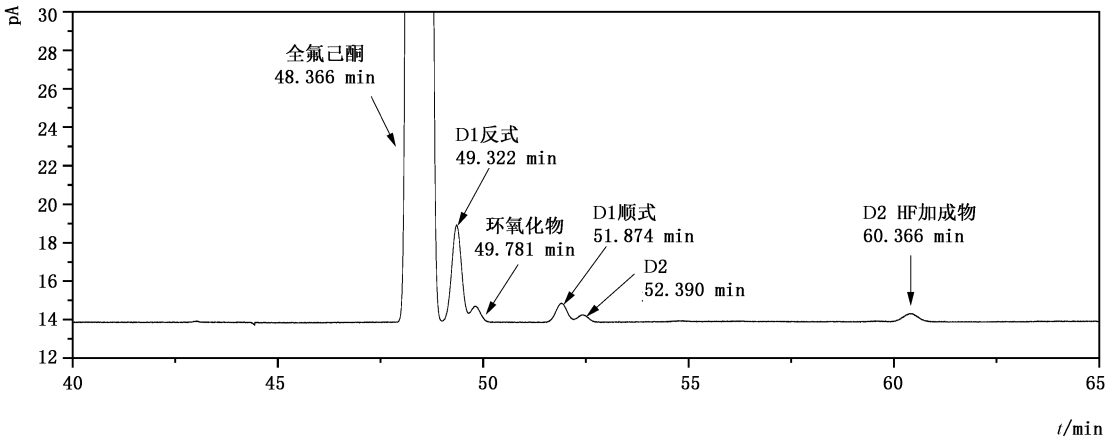


图 A.1　全氟己酮灭火剂色谱图



标引符号说明：

D1——全氟-4-甲基-2-戊烯；

D2——全氟-2-甲基-2-戊烯。

图 A.2　全氟己酮灭火剂色谱局部放大图

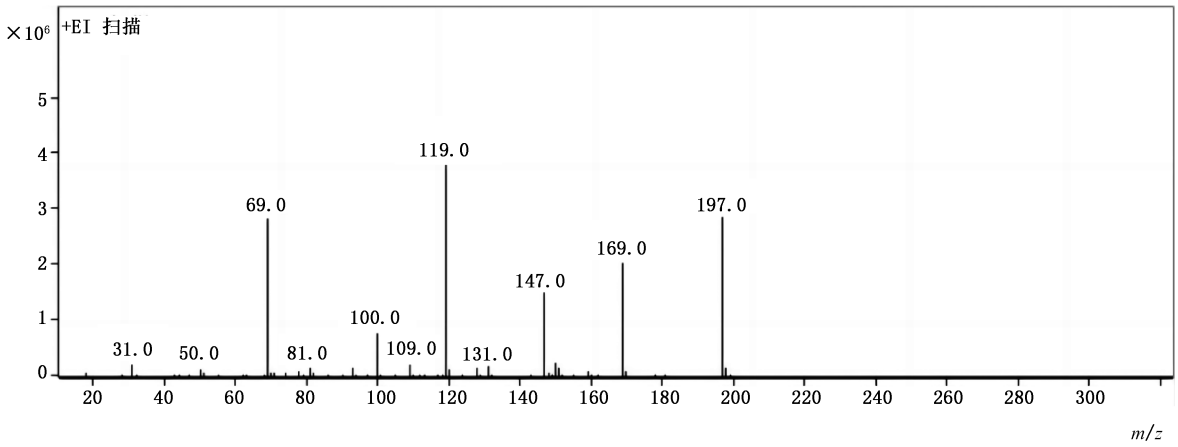


图 A.3　全氟己酮灭火剂质谱图

附　录　B
（规范性）
全氟己酮灭火剂灭火浓度测试方法

B.1　试验原理

全氟己酮灭火剂汽化后混入空气，通过标准的杯式燃烧器装置，测试熄灭燃料火焰的临界浓度。

B.2　试验设备与材料

试验装置的整体布局如图 B.1 所示，燃烧杯的尺寸应符合 GB/T 20702 的要求。

正庚烷纯度≥99%。

空气应清洁、干燥、无油，空气中的氧的体积分数为(20.9±0.5)%。

B.3　试验步骤与结果

按照 GB/T 20702 测定气体灭火剂灭火浓度的试验步骤开展测试。

全氟己酮灭火剂采用蠕动泵或注射泵泵入的方式采样，应设置汽化装置，确保灭火剂与空气混合前充分汽化。

推荐采用测试燃烧杯火焰下方空气中氧浓度变化，按公式(B.1)计算灭火浓度：

$$C=\left(1-\frac{O_{2-灭火}}{O_{2-气源}}\right)\times 100\% \qquad \cdots\cdots(B.1)$$

式中：

C ——全氟己酮灭火剂最低灭火浓度；

$O_{2-灭火}$ ——灭火时燃烧杯火焰下方空气中氧浓度；

$O_{2-气源}$ ——空气气源中的氧浓度。

如有适当的方法能够测试或计算灭火剂流量，也可按公式(B.2)计算灭火浓度：

$$C=\frac{C_{ext}}{C_{ext}+C_{air}}\times 100\% \qquad \cdots\cdots(B.2)$$

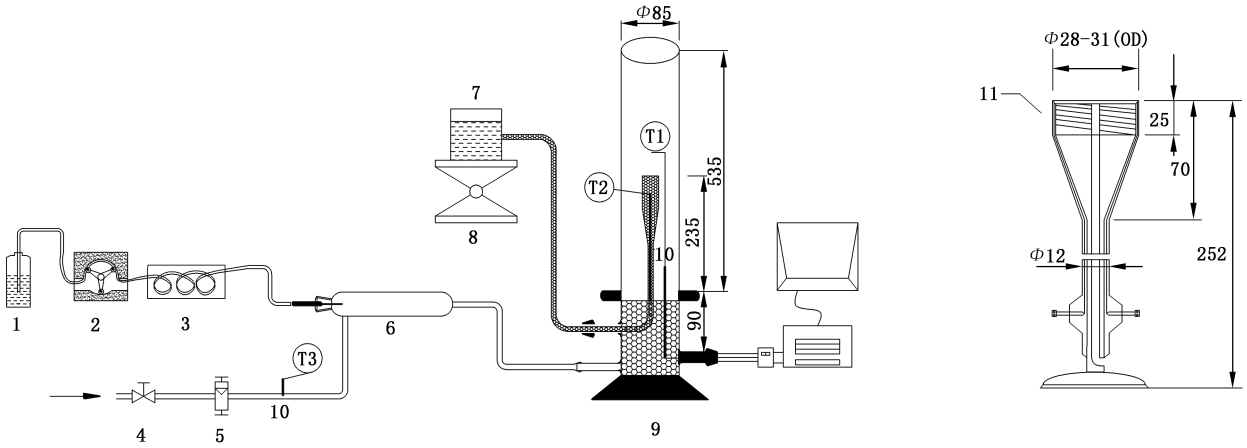
式中：

C ——全氟己酮灭火剂最低灭火浓度；

C_{ext} ——全氟己酮灭火剂的体积流量，单位为升每分(L/min)；

C_{air} ——空气的体积流量，单位为升每分(L/min)。

单位为毫米



标引序号说明：

1——全氟己酮样品；

2——进样泵；

3——加热循环槽；

4——调节阀；

5——流量计；

6——混合器；

7——燃料；

8——燃料支架；

9——杯式燃烧器；

10——热电偶；

11——加热杯详图；

T1、T2、T3——测温点。

图 B.1　杯式燃烧法试验装置图