

CPQS

中国消费品质量安全促进会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

全氟己酮系洁净气体灭火设备
通用技术要求

General Technical Requirement for Perfluorohexaone Fire-fighting Equipment

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国消费品质量安全促进会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 5

4 分类和标记 6

5 要求 6

6 试验方法 16

7 系统设计 33

8 操作与控制 38

9 检验规则 39

10 标志、包装、运输、贮存和使用说明 39

11 设备安装、调试、验收与维护管理 40

附录 A（规范性） 不同充装密度下最大工作压力和最小工作压力确定方法 44

附录 B（规范性） 全氟己酮或全氟己酮系灭火剂充装要求 45

附录 C（规范性） 灭 B 类正庚烷和 A 类木垛表面火的灭火浓度确定试验方法 50

附录 D（规范性） 氢氟酸抑制性能试验方法 53

附录 E（规范性） ODP/GWP 值确定方法 55

附录 F（资料性） 专用符号 56

附录 G（规范性） 基础灭火试验值测试方法 58

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。

本文件由中国消费品质量安全促进会消防产品工作委员会提出。

本文件由中国消费品质量安全促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

引 言

本文件根据中国消费品质量安全促进会关于团体标准立项的有关要求(中消促办函[2022]128号),由中国消费品质量安全促进会消防产品工作委员会组织有关单位共同完成。

本文件编制过程中,编制工作组认真总结了我国气体灭火系统多年来研发、生产、设计、使用的相关成果及工程实践经验,紧密契合国内外发展最新动态,对全氟己酮及全氟己酮混配物灭火剂的质量、对人身及环境的影响因素、灭火效能与分解产物毒性、灭火设备及部件的可靠性要求、系统设计方法及配置等相关要求、产品的安装、验收、维护等要求开展了有关基础性试验及工程应用试验研究。在广泛征求有关各方意见和建议的基础上,经专家审查定稿。

本文件规定了全氟己酮系灭火设备的术语和定义、分类和标记、要求、试验方法、检验规则,系统设计与验证、安装、调试、验收与维护管理,标志、包装、运输、贮存和使用说明书要求等,对消防行业履行国际公约,对科学、公正地开展全氟己酮系灭火设备合格评定工作,对生产、设计与使用单位正确选择和使用以全氟己酮或全氟己酮为主要组分并添加助剂的洁净气体灭火技术,在“安全可靠、技术先进、经济合理”的前提下规范气体灭火系统产品的生产、设计、使用及维护工作,均具有十分重要的意义。

本文件由中国消费品质量安全促进会消防产品工作委员会负责管理和相关条文解释。

全氟己酮系洁净气体灭火设备 通用技术要求

1 范围

本文件规定了以全氟己酮或全氟己酮为主要组分并添加助剂的洁净气体灭火设备的术语和定义、分类和标记、要求、试验方法、检验规则，系统设计与验证、安装、调试、验收与维护管理，标志、包装、运输、贮存和使用说明书要求等。

本文件适用于全氟己酮系洁净气体灭火设备。

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 191 包装储运图示标志
GB 2894 安全标志及其使用导则
GB 4065—1983 二氟一氯一溴甲烷灭火剂
GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）
GB 4351.1 手提式灭火器 第1部分：性能和结构要求
GB/T 5099（所有部分）钢质无缝气瓶
GB/T 5100 钢质焊接气瓶
GB/T 6680 液体化工产品采样通则
GB 7144 气瓶颜色标志
GB/T 7376-2008 工业用氟代烷烃中微量水分的测定
GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮
GB/T 9722-2006 化学试剂气相色谱法通则
GB/T 9969 工业产品使用说明书总则
GB/T 11640 铝合金无缝气瓶
GB 14191-2006 溶解乙炔气瓶充装规定
GB 14193-2009 液化气体气瓶充装规定
GB 16669-2010 二氧化碳灭火系统及部件通用技术条件
GB 16804 气瓶警示标签
GB 16806 消防联动控制系统
GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3-2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4-2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T 17626.5-2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
GB/T 17626.6-2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验
GB/T 20702-2006 气体灭火剂灭火性能测试方法
GB/T 21604-2008 化学品 急性皮肤刺激性 腐蚀性试验方法
GB/T 21606-2008 化学品急性经皮毒性试验方法
GB/T 21609-2008 化学品 急性眼刺激性 腐蚀性试验方法
GB 25972-2010 气体灭火系统及部件
GB 27550 气瓶充装站安全技术条件
GB/T 32566 不锈钢焊接气瓶

GB 50116火灾自动报警系统施工及验收规范
 GB 50166火灾自动报警系统设计规范
 GB 50193-93（2010年版）二氧化碳灭火系统设计规范
 GB 50235工业金属管道工程施工规范
 GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
 GB 50263 气体灭火系统施工及验收规范
 GB 50370-2005 气体灭火系统设计规范
 GB/T 6680-2003 液体化工产品采样通则
 GB/T 7376-2008 工业用氟代烷烃中微量水分的测定
 GB/T 9722-2006 化学试剂气相色谱法通则
 XF 61-2010 固定灭火系统驱动、控制装置通用技术条件
 XF 602-2013 干粉灭火装置
 XF 1167-2014 探火管式灭火装置
 XF 1203 气体灭火系统灭火剂充装规定
 JT 617 危险货物道路运输规则
 TSG 23 气瓶安全技术规程
 CCCF/XFJJ-01 电动客车动力锂离子电池箱火灾防控装置通用技术要求
 HJ/T 375-2007 环境空气采样器技术要求及检测方法

3 术语和定义

GB 25972-2010、GB 50370-2005和GB 50193-1993界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全氟己酮系洁净气体灭火设备 perflourohexanone or additive-enhanced-perfluorohexanone fire extinguishing equipment

以全氟己酮或全氟己酮为主要组分并添加助剂的洁净气体灭火设备。

3.2

预制灭火设备 pre-engineered fire extinguishing equipment

将灭火剂贮存装置和喷放部件等预先组装成套的灭火设备，其使用应符合规定的设计应用要求。

3.3

内贮压式灭火设备 storage pressure fire extinguishing equipment

灭火剂与增压气体贮存于同一容器的灭火设备。

3.4

外贮压式灭火设备 cylinder operated fire extinguishing equipment

灭火剂与增压气体贮存于不同容器的灭火设备。

3.5

灭火剂贮存装置增压压力 super pressurized pressure

内贮压式灭火设备中，用于驱动贮存容器中灭火剂的驱动压力。

3.6

最大工作压力 maximum working pressure

内贮压式灭火设备最大工作压力是指具有额定充装量的灭火剂贮存容器，在最高使用环境温度时灭火剂贮存容器内部的平衡压力。

外贮压式灭火设备最大工作压力是指在灭火设备正常动作状况下，减压装置出口的最大压力。

其它驱动式灭火设备最大工作压力是指在灭火设备正常动作状况下，驱动源产生的最大压力。

3.7

其它驱动式灭火设备 other fire extinguishing equipment

非内贮压式、外贮压式灭火设备的其他灭火设备。

3.8

管理平台 management platform

以客户端形式接收、查询、管理远程监控装置传输的相关信息，对特定灭火设备（如：移动式设备）可下达控制指令的平台。

3.9

远程监控装置 remote monitoring and control device

对灭火设备的安装、运行等相关信息通过视频、数据采集等方式进行监测、存储并传输至管理平台的装置。对特定灭火设备可执行管理平台控制指令。

3.10

专用符号 Symbol

用于全氟己酮系灭火设备工程设计计算的字母标识。见附录F。

4 分类和标记

4.1 分类

4.1.1 按灭火剂驱动方式分类：

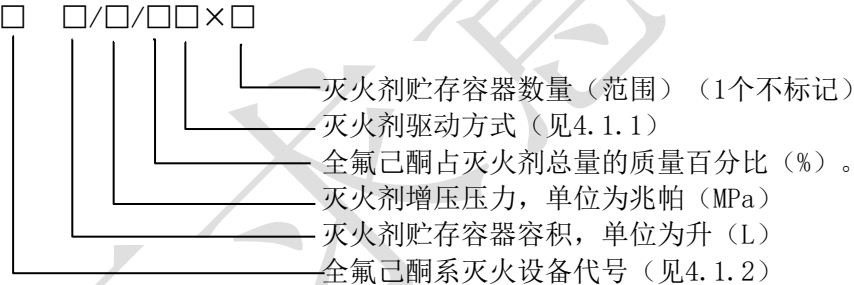
- a) 内贮压式灭火设备（以 N 表示）；
- b) 外贮压式灭火设备（以 W 表示）；
- c) 其它驱动式灭火设备（以 Q 表示）。

4.1.2 按灭火剂类型分类：

- a) 单剂型。使用全氟己酮灭火剂的洁净气体灭火设备（以 DF 表示）；
- b) 混剂型。使用全氟己酮并添加助剂的洁净气体灭火设备（以 HF 表示）。

4.2 标记

全氟己酮系洁净气体灭火设备的标记由灭火设备代号、灭火剂贮存容器容积、灭火剂贮存压力、全氟己酮占灭火剂总量的质量百分比（%）、灭火剂驱动方式、灭火剂贮存容器数量（范围）组成，标记形式可采用下列方式。



示例1：DF20/1.2/100N，代表灭火剂贮存容器数量为 1，内贮压式，全氟己酮占灭火剂总量重质量百分比为 100%，增压压力 1.2 MPa，灭火剂贮存容器容积 20 L 的全氟己酮系灭火设备。

示例2：HF70/85W×2，代表灭火剂贮存容器数量为 2，外贮压式，全氟己酮占灭火剂总量重质量百分比为 85%，贮存压力为常压，灭火剂贮存容器单瓶容积 70 L 的全氟己酮系灭火设备。

示例3：HF10/60Q×5，代表灭火剂贮存容器数量为 5，产气驱动式，全氟己酮占灭火剂总量质量百分比为 60%，贮存压力为常压，灭火剂贮存容器单瓶容积 10 L 的全氟己酮系灭火设备。

5 要求

5.1 全氟己酮系洁净气体灭火设备（以下简称灭火设备）

5.1.1 灭火设备组成

灭火设备至少应由灭火剂、贮存装置、启动装置、驱动装置（必要时）、喷嘴、喷放管路与部件、信号反馈装置以及配套的火灾报警及控制装置、必要的定位及工况反馈装置等组成。

5.1.2 外观质量

灭火设备外观应符合下列要求：

- a) 设备各构成部件应无明显加工缺陷或机械损伤，部件外表面应进行防腐处理，防腐涂层、镀层应完整、均匀；
- b) 在灭火剂贮存容器上应标注灭火剂的名称，字迹应明显、清晰。在驱动气体贮存容器上应标注充装气体的名称；
- c) 灭火设备铭牌应牢固地设置在系统明显部位，注明：设备名称、型号规格、执行标准代号、灭火剂充装总质量、贮存压力、工作温度范围、生产单位、产品编号、出厂日期等内容；
- d) 有关配套的装置、设备外观应符合相关标准要求。

5.1.3 工作温度范围

灭火设备的工作温度范围一般为：-10℃～+50℃。允许设定其他工作温度。
工作温度低于-10℃或高于50℃时，应经试验验证。

5.1.4 主要参数

内贮压式全氟己酮灭火设备的典型增压压力、典型充装密度、最大工作压力、最小工作压力见表1。

表1 内贮压式全氟己酮灭火设备主要参数

典型增压压力 /MPa	典型充装密度 /(kg/m ³)	最大工作压力 /MPa	最小工作压力 /MPa
1.2	484.4	1.35	1.09
	808.0	1.35	1.09
2.5	484.4	2.77	2.32
	808.0	2.78	2.34
3.4	484.4	3.90	3.17
	808.0	3.95	3.20
4.2	484.4	4.70	3.90
	808.0	4.85	3.91
5.6	484.4	6.70	5.22
	808.0	6.89	5.24

注：1. 本表给出的有关数据源于实体火灾试验，适用于产品应用设计。
2. 根据产品应用设计要求，当充装密度选择介于最大充装密度和最小充装密度之间时，对应的最大工作压力和最小工作压力应按规范性附录A确定。
3. 其他增压压力或最大充装密度等应经试验确定。

5.1.5 外贮压式、其他驱动式灭火设备

外贮压式、其他驱动式灭火设备（泵组式、产气剂驱动式等）的性能要求和试验方法应符合消防产品技术鉴定要求或相关国家、行业标准的规定。

5.1.6 灭火剂性能及充装要求

5.1.6.1 灭火剂性能

全氟己酮灭火剂性能应符合表2规定。全氟己酮（含助剂）混配灭火剂性能应符合表3规定。使用助剂提高灭火效率时，环境安全性能要求应符合表4规定。

表2 全氟己酮灭火剂性能

项 目	指 标
全氟己酮纯度（质量分数）/%	≥99.0
全氟-2-甲基-2-戊烯及 HF 加成物含量 /（mg/kg）	≤90
全氟-4-甲基-2-戊烯含量 /（mg/kg）	≤1000
水分/（mg/kg）	≤10
酸度（以 HCl 计） /（mg/kg）	≤3
非挥发性残留物(质量分数)/%	≤0.03
悬浮物或沉淀物	不可见

项 目	指 标
基础灭火试验值（体积分数）/%	4.5
氢氟酸抑制值（体积分数）/ 10^{-6}	≤ 700
注：1. 基础灭火试验值按附录G的方法测试。 2. 氢氟酸抑制值测试按附录D的方法测试。 3. 确定基础灭火试验值及氢氟酸抑制值测试，应由专业机构进行。	

表3 全氟己酮（含助剂）混配灭火剂性能

项 目	指 标
全氟己酮含量（质量分数）/%	≥ 51
水分/（mg/kg）	≤ 10
酸度（以 HCl 计）/（mg/kg）	≤ 3
非挥发性残留物(质量分数)/%	≤ 0.03
悬浮物或沉淀物	不可见
基础灭火试验值（体积分数）/%	≤ 3.8
氢氟酸抑制值（体积分数）/ 10^{-6}	≤ 600
注：1. 全氟己酮性能应符合表2的规定； 2. 基础灭火试验值按规范性附录 G 的方法测试； 3. 氢氟酸抑制值按规范性附录 D 的方法测试。 4. 确定基础灭火试验值及氢氟酸抑制值测试，应由专业机构进行。	

表4 全氟己酮灭火剂、全氟己酮（含助剂）混配灭火剂安全性能

项 目	全氟己酮灭火剂	全氟己酮（含助剂）混配灭火剂
急性经皮毒性 LD ₅₀ （mg/kg）	> 2000	> 2000
急性皮肤刺激性、腐蚀性	对皮肤无刺激性和腐蚀性	对皮肤无刺激性和腐蚀性
急性眼刺激性、腐蚀性	对眼睛无刺激性和腐蚀性	对眼睛无刺激性和腐蚀性
ODP	0	0
GWP	1	< 150
注：上述安全性能应由专业机构确认。		

5.1.6.2 灭火剂充装要求

全氟己酮或全氟己酮系灭火剂充装应符合下列要求：

- 充装应由灭火剂生产企业或其授权单位实施，充装单位的能力及灭火剂充装要求应符合附录 B 的规定；
- 增压气体应选用高纯氮或超纯氮，性能应符合 GB/T 8979 的规定；
- 灭火剂充装后应进行含水率测试，抽样规则按照附录 B 中 B 3.6 实施。含水率不应超过 0.0035%（质量分数）。

5.1.7 启动功能要求

5.1.7.1 启动方式

灭火设备应具有自动启动、手动启动和/或机械应急启动功能，且手动启动和机械应急启动应有防止误动作的措施，并用文字或图形符号标明操作方法。

5.1.7.2 延时启动

灭火设备应具备延时启动功能，延迟时间可在 0~30 s 内可调，误差不大于设定时间的 20%。

5.1.7.3 启动运行要求

灭火设备启动运行应符合下列要求：

- a) 灭火设备采用不同方式启动，其动作应准确、可靠、无故障，各有关阀门、部件等动作应灵敏、可靠。配套使用的报警控制与驱动装置，应能正确显示装置的工作状态，发出灭火控制指令；
- b) 设有消防控制室时，灭火设备的有关信息应传送到消防控制室；
- c) 灭火设备启动后的操作与控制应包括对开口封闭装置、通风机械、防火阀等设备设施的联动操作与控制。

5.1.7.4 定位功能

具有定位功能的移动式灭火设备应符合下列要求：

- a) 应使用红外、紫外、图像、热成像等类型火灾探测器的火警信息作为定位信息，使用 2 个独立的火警信号进行自动定位、启动；
- b) 应具有显示报警延时启动状态和报警非启动状态功能，启动故障时应在 60 s 内发出故障信号；
- c) 平均移动速度不应小于 0.3 m/s，定位精度应满足表 5 要求。（保护半径）

表5 定位精度要求

定位精度，m	
ΔX	ΔY
0.15	0.250
0.10	0.142

5.1.8 绝缘性能

在正常大气条件下，灭火设备上有绝缘要求的外部带电端子与设备本体的绝缘电阻应大于20 MΩ，电源插头与设备本体间的绝缘电阻应大于50 MΩ。

5.1.9 环境适应性

5.1.9.1 耐高温性能

按6.30规定的方法进行试验，灭火设备应运行可靠且不应出现误动作。

5.1.9.2 耐低温性能

按6.30规定的方法进行试验，灭火设备应运行可靠且不应出现误动作。

5.1.9.3 耐湿热性能

按6.31规定的方法进行试验，灭火设备应运行可靠且不应出现误动作。

5.1.9.4 抗振性能

按6.11规定的方法进行试验，试验后灭火设备及部件不应脱落、松动和结构损坏，灭火设备启动运行应可靠、无故障。

5.1.10 抗电干扰性能

5.1.10.1 射频电磁场辐射抗扰度试验

按6.45规定的方法进行试验，试验期间，试样应保持正常监视状态，试验后，试样性能应满足产品功能要求。

5.1.10.2 射频场感应的传导骚扰抗扰度

按6.46规定的方法进行试验，试验期间，试样应保持正常监视状态，试验后，试样性能应满足产品功能要求。

5.1.10.3 静电放电抗扰度

按6.47规定的方法进行试验，试验期间，试样应保持正常监视状态，试验后，试样性能应满足产品功能要求。

5.1.10.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按6.48规定的方法进行试验，试验期间，试样应保持正常监视状态，试验后，试样性能应满足产品功能要求。

5.1.10.5 浪涌(冲击)抗扰度

按6.49规定的方法进行试验，试验期间，试样应保持正常监视状态，试验后，试样性能应满足产品功能要求。

5.1.10.6 电源瞬变

按6.50规定的方法进行试验，试验期间，试样应保持正常监视状态，试验后，试样性能应满足产品功能要求。

5.1.10.7 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度

按6.51的方法进行试验，试验期间，试样应保持正常监视状态，试验后，试样性能应满足产品功能要求。

5.1.11 灭火性能

5.1.11.1 A类火灾全淹没灭火

按6.41.1.3规定的方法进行试验，灭火设备应在喷射结束后30 s内扑灭明火，10 min内不出现复燃，灭火试验过程防护区的氢氟酸浓度不应超过表2或表3的规定。

5.1.11.2 B类火灾全淹没灭火

按6.41.1.2规定的方法进行试验，灭火设备应在喷射结束后30 s内扑灭明火，10 min内不出现复燃，灭火试验过程防护区的氢氟酸浓度不应超过表2或表3的规定。

5.1.11.3 A类火灾局部应用灭火

按6.41.2规定的方法进行试验，灭火设备应在喷射开始后30 s内扑灭明火，10 min内不出现复燃。

5.2 灭火剂瓶组

灭火剂瓶组性能应符合GB 25972-2010中5.2.4~5.2.11的规定。

5.3 驱动气体瓶组

驱动气体瓶组性能应符合GB 25972-2010中5.3的规定。

5.4 启动气体瓶组

启动气体瓶组性能应符合GB 25972-2010中5.3的规定。

5.5 容器

5.5.1 材料

容器材料宜采用不锈钢、铝合金材料并应符合GB/T 11640、GB/T 32566相关国家标准或行业标准的规定。采用其他材料时，应有必要的防腐措施并经试验验证。

5.5.2 容器的设计、制造和检验要求

容器的设计、制造、检验应符合GB/T 5099、GB/T 5100、GB/T 11640、GB/T 32566的相关规定。

5.5.3 公称工作压力

灭火剂贮存容器公称工作压力不应小于灭火设备最大工作压力。驱动气体贮存容器公称工作压力不应小于驱动气体瓶组最大工作压力。启动气体贮存容器公称工作压力不应小于启动气体瓶组最大工作压力。

5.5.4 颜色和标志

容器的颜色应为红色。

容器钢印标记和铭牌应分别符合GB/T 5099、GB/T 5100、GB/T 11640的规定。

5.6 容器阀

5.6.1 材料

容器阀体及金属部件采用的材料，应符合防腐要求或采取防腐措施。宜采用不锈钢、铜合金材料制造。

容器阀密封件应采用硅橡胶、三元乙丙橡胶等。采用其他材料时，应经试验验证。

5.6.2 其余性能

容器阀的其余性能应符合GB 25972-2010中5.5.1、5.5.3~5.5.12的要求。

5.7 火灾自动报警与灭火驱动产品

5.7.1 火灾自动报警产品应选用极早期、早期火灾探测器。如：吸气式、热解粒子型、图像型、红外、紫外型及早期电气火灾探测器等，并应符合相关国家标准、行业标准或消防产品技术鉴定的要求。

5.7.2 灭火驱动产品应符合GB 25972的要求。

5.7.3 消防联动控制产品应符合GB 16806的要求。

5.7.4 远程监控装置

5.7.4.1 远程监控装置应具备联网功能，具有与管理平台双向加密通讯功能，通讯类型应采用4G、5G、以太网等方式。

5.7.4.2 远程监控装置应传输灭火设备运行状态、运行数据等信息至管理平台，并能够接受并执行远程管理平台下发的控制指令。运行状态应包含报警状态、故障状态、正常监测状态；运行数据应包含灭火设备贮存压力值变化信息、灭火设备位置变化信息等；平台控制宜包括启动、停动、复位、消音、多向移动喷射等功能。

5.7.4.3 远程监测与平台通讯延时不应大于10 s，远程控制与平台通讯延时不应大于5 s。

5.7.4.4 远程监控装置应具有联网状态指示、数据传输指示等的光信号或提示信号。

5.7.4.5 远程监控装置应具有远程受控专用指示灯，当收到远程受控指令时，应发出指示信息传输的光信号或信息提示。

5.7.4.6 远程监控设备应按6.42规定的方法进行显示、保存、推送功能试验，并符合下列要求：

- a) 显示有灭火设备启动后的灭火剂喷放情况的反馈信号；
- b) 显示灭火剂瓶组中灭火剂泄漏、低压、超压、喷放信号；
- c) 具有实时监控并记录功能，且记录信息应能至少保存500条，并实时同步上传平台；
- d) 具备与其它用户终端数据交互推送功能。

5.7.4.7 管理平台应符合以下基本安全要求：

- a) 各类装置接入管理平台时，网络连接应安全，传输数据应加密；
- b) 对管理平台的访问应有身份认证和授权；
- c) 应建立网管系统，设置防火墙，具有攻击防御和溯源安全措施；
- d) 管理平台数据库应具有热备份功能，必要时数据库可进行异地备份；
- e) 管理平台应具有系统运行和操作日志管理功能；
- f) 管理平台应保证火灾报警信息、消防设施运行状态信息、巡检巡查信息、系统运行和操作日志记录信息等不被修改和删除。

5.7.4.8 5.7.4.2~5.7.4.7涉及的管理平台性能，应经专业机构认定。

5.8 喷嘴

5.8.1 一般要求

5.8.1.1 工作性能

全氟己酮系灭火设备喷嘴应满足灭火剂喷射性能及雾化效能要求。其工作压力、保护半径、最大及最小保护高度、结构尺寸、等效孔口单位面积喷射率等，应经专业机构认定后应用。

5.8.1.2 标志

喷嘴明显部位应永久性标出：生产单位或商标、喷嘴型号、代号、性能及效能等。

5.8.1.3 结构、尺寸

喷嘴的结构、尺寸应符合下列要求：

- a) 典型喷嘴号码、等效孔口直径、等效孔口面积及喷嘴连接口径见表 6。
- b) 喷孔横截面积小于 7 mm² 的喷嘴应安装过滤网，网孔边长应不大于喷孔直径的 60%，过滤网总面积应大于喷孔横截面积的 10 倍。
- c) 防止喷孔被外界物质堵塞用的保护帽，按 6.39 规定的方法进行试验时保护帽应在 0.01 MPa～0.3 MPa 压力范围内与喷嘴脱离，且不应影响喷嘴正常喷射并对人员不造成损伤。
- d) 喷嘴内部的雾化板、膛线尺寸的偏差应符合设计要求，活动部件动作灵活无卡阻。

表6 典型喷嘴代号、等效孔口直径、等效孔口面积及喷嘴连接口径

典型喷嘴代号	等效孔口孔径/mm	等效孔口面积/mm ²	喷嘴连接口径/mm
1#	7.14	40.08	15
2#	7.94	49.48	15、20
3#	8.73	59.87	20
4#	9.53	71.26	20
5#	11.11	96.99	20、25
6#	12.70	126.68	25
7#	14.29	160.33	25
8#	15.88	197.93	25、32
9#	17.46	239.50	32
10#	19.05	285.02	32
11#	20.64	334.51	32、40
12#	22.23	387.95	40

注：1. 按本表制造的喷嘴，其等效孔口直径及等效孔口面积的确认，应由专业机构进行。
2. 自行确定的等效孔口口径与等效孔口面积，应经专业机构确认。

5.8.1.4 材料

喷嘴各部件均应采用耐腐蚀的金属材料制造，并应符合本标准要求的机械强度和耐温度性能。过滤网的材料应具有良好的耐腐蚀性能。

5.8.1.5 流量特性

按6.16规定的方法进行试验，确定喷嘴的等效孔口直径、等效孔口面积以及等效孔口面积喷射率。不同喷射压力下，喷嘴的单位孔口面积质量流量与对应喷嘴号码的标准喷嘴流量特性相比，其差值不应超过-5%或+10%。

5.8.1.6 雾化性能

按6.53规定的方法进行试验，其测量值不应超过制造商公布值的±10%。

5.8.1.7 耐热和耐压

按6.17规定的方法进行耐热和耐压试验，喷嘴不应有变形、裂纹或损坏。试验压力为灭火设备最大工作压力。

5.8.1.8 耐热和耐冷击

喷嘴按6.18规定的方法进行耐热和耐冷击试验，喷嘴不应有变形、裂纹或损坏。

5.8.1.9 耐腐蚀性能

喷嘴耐腐蚀性能应符合下列要求：

- a) 按 6.8 规定的方法进行喷嘴盐雾腐蚀试验，喷嘴不应有明显的腐蚀损坏。试验后喷嘴耐热和耐冷击性能应符合 5.8.1.8 的规定；
- b) 按 6.10 规定的方法进行喷嘴应力腐蚀试验，喷嘴不应有裂纹或损坏。试验后喷嘴耐热和耐压性能应符合 5.8.1.7 的规定；
- c) 按 6.9 规定的方法进行喷嘴二氧化硫腐蚀试验，喷嘴不应有明显的腐蚀损坏。试验后喷嘴耐热和耐冷击性能应符合 5.8.1.8 的规定。

5.8.2 全淹没喷嘴浓度分布性能

按 6.19 规定的方法进行浓度分布试验，全淹没系统用喷嘴在最大安装高度和最小安装高度的试验空间中，均应在喷射结束后 30 s 内达到灭火浓度，并不应引起飞溅。

5.8.3 局部应用喷嘴喷射特性

按 6.20 规定的方法进行喷嘴喷射特性试验，局部应用喷嘴喷射特性应符合 GB 16669-2010 中 5.6.10.1 的规定。

5.9 信号反馈装置

信号反馈装置的性能应符合 GB 25972-2010 中 5.15 的规定。

5.10 安全泄放装置

安全泄放装置的性能应符合 GB 25972-2010 中 5.11 的规定。

5.11 检漏装置

5.11.1 基本性能

检漏装置的基本性能应符合 GB 25972-2010 中 5.14 的规定。

5.11.2 信号传输性能

5.11.2.1 检漏装置应具有信号传输功能。

5.11.2.2 当安装具有泄漏报警功能的远程监控设备时，若工作压力低于下限，应发出声光报警信号。外部音响器件距离远程监控设备 1m 处的声压级（A 计权）应在 85 dB 以上，115 dB 以下。应具备双向通信或通过 4G、5G、以太网等方式直接连接监控平台功能。传输的信息应包含灭火设备贮存压力值变化信息、灭火设备位置变化信息等检漏装置检测信息。检漏装置通过协议传输给管理平台，在管理平台上显示并记录为故障类型，故障记录应包含采集参数和故障位置。

5.11.2.3 信号传输应保证数据的安全性、稳定性、准确性。

5.11.2.4 远程监控设备泄漏报警功能应按 6.42 规定的方法进行试验，并符合要求。

5.11.3 绝缘要求

在正常的大气条件下，检漏装置的接线端子与外壳之间的绝缘电阻应大于 20 M Ω 。

5.11.4 耐电压性能

检漏装置接线端子与外壳之间的耐电压性能，按 6.22 规定的方法进行试验，不应出现表面飞弧、扫掠放电、电晕或击穿现象。

额定工作电压大于 50 V 时，试验电压为 1 500 V（有效值），50 Hz；

额定工作电压小于等于 50 V 时，试验电压为 500 V（有效值），50 Hz。

5.12 低泄高封阀

低泄高封阀的性能应符合 GB 25972-2010 中 5.17 的规定。

5.13 连接管

连接管的性能应符合GB 25972-2010中5.10的规定。

5.14 引发装置

5.14.1 热引发装置

热引发装置的性能应符合XF 602-2013中6.19.2的规定。

5.14.2 电引发装置

电引发装置的性能应符合XF 602-2013中6.19.1的规定。

5.14.2.1 探火管

探火管的性能应符合XF 1167-2014中6.3的规定。

5.15 启动组件

启动组件的性能应符合XF 602-2013中6.20的规定。

5.16 电源

5.16.1 供电能力

供电能力应符合XF 61-2010中6.2的规定。

5.16.2 电源电压

5.16.2.1 灭火装置应能在电源额定电压值的85%~110%范围内正常工作。

5.16.2.2 主备电源电压低于设定值时，应能发出故障报警信号。

5.17 阀门动作反馈装置

5.17.1 工作压力

阀门动作反馈装置的工作压力不应小于灭火设备的最大工作压力。

5.17.2 动作要求

阀门动作反馈装置应在阀门开度不低于90%时动作并应有动作显示。

5.17.3 工作可靠性要求

阀门动作反馈装置在大于等于动作压力下应可靠动作100次，试验过程中不应出现任何故障和结构损坏。

5.17.4 强度要求

按6.2规定的方法进行液压强度试验，阀门动作反馈装置不应损坏。

试验压力为1.5倍灭火设备最大工作压力，压力保持时间5 min。

5.17.5 密封要求

按6.3规定的方法进行气密性试验，阀门动作反馈装置不应产生气泡泄漏。

试验压力为灭火设备最大工作压力，压力保持时间为5 min。

5.17.6 耐电压性能

阀门动作反馈装置接线端子与外壳之间的耐电压性能，按6.22规定的方法进行试验，不应出现表面飞弧、扫掠放电、电晕或击穿现象。

额定工作电压大于50 V 时，试验电压为1 500 V（有效值），50 Hz；

额定工作电压小于等于50 V 时，试验电压为500 V（有效值），50 Hz。

5.17.7 绝缘要求

在正常的大气条件下，阀门动作反馈装置的接线端子与外壳之间的绝缘电阻应大于20 M Ω 。

5.17.8 耐腐蚀性能

5.17.8.1 耐盐雾腐蚀性能

按6.8规定的方法进行盐雾腐蚀试验，阀门动作反馈装置不应有明显的腐蚀损坏。试验后，阀门动作反馈装置动作要求应符合5.17.2的规定。

5.17.8.2 耐二氧化硫腐蚀性能

按6.9规定的方法进行二氧化硫腐蚀试验，阀门动作反馈装置不应有明显的腐蚀损坏。试验后，阀门动作反馈装置动作要求应符合5.17.2的规定。

5.17.9 标志

在阀门动作反馈装置明显部位应永久性标出：生产单位或商标、型号规格、工作电压。

5.18 选择阀

5.18.1 材料

选择阀阀体及金属部件采用的材料，应符合防腐要求或采取防腐措施。宜采用不锈钢、铜合金材料制造。

密封件应采用硅橡胶、三元乙丙橡胶，采用其他材料时，应经试验验证。

5.18.2 其余性能

选择阀的其余性能应符合GB 25972-2010中5.7.1、5.7.3~5.7.9的要求。

5.19 单向阀

5.19.1 材料

单向阀的材料应符合GB 25972-2010中5.8.2的要求。

灭火剂流通管路单向阀阀体及金属部件采用的材料，应符合防腐要求或采取防腐措施。宜采用不锈钢、铜合金材料制造。

密封件应采用硅橡胶、三元乙丙橡胶，采用其他材料时，应经试验验证。

5.19.2 其余性能

单向阀的其余性能应符合GB 25972-2010中5.8.1、5.8.3~5.8.10的要求。

5.20 集流管

5.20.1 材料

集流管采用的材料，应符合防腐要求或采取防腐措施。宜采用不锈钢、铜合金材料制造。

5.20.2 其余性能

集流管的其余性能应符合GB 25972-2010中5.9.2~5.9.5的要求。

5.21 减压装置

5.21.1 材料

减压装置采用的材料，应符合防腐要求或采取防腐措施。宜采用不锈钢、铜合金材料制造。

5.21.2 其余性能

减压装置的其余性能应符合GB 25972-2010中5.16的要求。

5.22 防护等级

全氟己酮系灭火设备及配套使用的火灾报警产品、部件等的防护等级应符合设计应用场所的相关规定，防护等级应按GB/T 4208-2017的要求确定。

5.23 验证与确认

本文件中从事验证与确认的专业机构，应由中国消费品质量安全促进会消防产品工作委员会确定。

6 试验方法

对灭火设备和部件的性能检验，应参照被检样品的设计图样和相关技术条件，按本标准规定的试验方法进行。

任何部件的气密性试验项目，均应在液压强度试验后进行。

除另行注明外，本章规定的试验应在下列条件下进行，即：

环境温度：15℃～35℃；

相对湿度：45%～75%；

大气压力：86 kPa～106 kPa

6.1 外观检查

6.1.1 对照设计图样和相关技术文件资料，目测或用通用量器具检查，样品的工作温度范围、灭火剂充装密度、充装压力、工作压力、灭火设备喷射时间等基本参数应符合本标准第5章的规定。样品的结构、尺寸、灭火剂和充压气体、贮存容器的容积和直径、部件材料等应符合本标准第5章的规定，并满足设计和工艺技术文件的要求。

6.1.2 目测检查部件标志的内容和固定方式应符合本标准相应条款的规定。

6.1.3 检查样品工艺一致性情况，目测有无加工缺陷、表面涂覆缺陷、机械损伤等现象，应符合本标准相应条款的规定和设计要求。

6.2 液压强度试验

6.2.1 液压强度试验装置用液压源应具备消除压力脉冲的稳压功能，压力测量仪表的精度不低于1.6级，试验装置的升压速率应在使用压力范围内可调。压力显示器液压强度试验亦可在活塞式压力试验仪上进行。

6.2.2 将被检样品进口与液压强度试验装置相联，排除连接管路和样品腔内空气后，封闭样品所有出口。以不大于0.5 MPa/s的速率缓慢升压至试验压力，保持压力5 min后泄压，检查样品。试验结果应符合本标准相应条款的规定。连接管强度试验升压速率不低于0.5 MPa/s。

6.3 气密性试验

6.3.1 试验要求

气压密封试验装置用氮气或压缩空气，压力测量仪表的精度不低于1.6级，试验装置的气压源应满足升压速率在使用压力范围内可调。

检漏试验用水温度不应低于5℃。

6.3.2 瓶组、信号反馈装置、低泄高封阀等部件气密性试验

将被检样品进口与气压源相联，以不大于0.5 MPa/s的升压速率缓慢升压至试验压力。将样品浸入水中，样品至液面深度不小于0.3 m，在规定的压力保持时间内检查样品渗漏情况，应符合本标准相应条款的规定。

6.3.3 容器阀、选择阀、单向阀、阀门动作反馈装置气密性试验

试验条件和试验程序与6.3.2相同，容器阀、选择阀、阀门动作反馈装置处于关闭状态，单向阀处于正向状态。结果应符合本标准相应条款的规定。

将容器阀、选择阀、阀门动作反馈装置置于开启状态、单向阀处于方向状态，重复上述试验。结果应符合本标准相应条款的规定。

6.3.4 压力显示器气密性试验

将被检样品安装在试验管路上，充压至测量上限的2/3，保持7 d后浸入水中10 min，样品至液面深度不小于0.3 m。应符合本标准相应条款的规定。

6.3.5 集流管、连接管、减压装置气密性试验

将被检样品进口与气压源相联，封闭样品其他出口，以不大于0.5 MPa/s的升压速率缓慢升压至试验压力。将样品浸入水中，样品至液面深度不小于0.3 m，在规定的压力保持时间内检查样品渗漏情况，应符合本标准相应条款的规定。

6.4 超压试验

6.4.1 试验设备与6.2.1的规定相同。

6.4.2 将被检样品进口与试验装置相联，容器阀处于开启状态，压力显示器须做防止内部零件冲出的保护措施，排除连接管路和样品腔内空气后，封闭样品所有出口。以不大于0.5 MPa/s的升压速率缓慢升压至试验压力，保持5 min后泄压，检查样品应符合本标准相应条款的规定。

6.5 工作可靠性试验

6.5.1 容器阀、选择阀的工作可靠性试验

按GB 25972-2010中6.6.1规定的方法进行。

6.5.2 驱动装置工作可靠性试验

按XF 61规定的方法进行。

6.5.3 单向阀的工作可靠性试验

按GB 25972-2010中6.6.2规定的方法进行。

6.5.4 低泄高封阀工作可靠性试验

按GB 25972-2010中6.6.4规定的方法进行。

6.6 最大最小工作压力下动作试验

容器阀在最大和最小工作压力下动作试验的试验装置、气源与GB 25972-2010中6.7相同。

将被试阀门安装在专用试验容器上，连接好控制驱动部件，使被试阀门处于正常工作状态，由气源给专用试验容器充压至0.5倍最小工作压力，启动驱动器使阀门动作，检查阀门开启状况。

最大工作压力下的动作试验程序同上，试验压力为1.1倍最大工作压力。

6.7 等效长度试验

按GB 25972-2010中6.8规定的方法进行。

6.8 盐雾腐蚀试验

按GB 25972-2010中6.9规定的方法进行。

6.9 二氧化硫腐蚀试验

按GB 25972-2010中6.10规定的方法进行。

6.10 应力腐蚀试验

按GB 25972-2010中6.11规定的方法进行。

6.11 振动试验

按GB 25972-2010中6.12规定的方法进行。

6.12 温度循环泄漏试验

按GB 25972-2010中6.13规定的方法进行。

6.13 瓶组倾倒冲击试验

按GB 25972-2010中6.14规定的方法进行。

6.14 安全泄放装置动作试验

按GB 25972-2010中6.15规定的方法进行。

6.15 手动操作试验

按GB 25972-2010中6.16规定的方法进行。

6.16 喷嘴流量特性试验

按GB 25972-2010中6.17规定的方法进行。

6.17 喷嘴耐热和耐压试验

按GB 25972-2010中6.18规定的方法进行。

6.18 喷嘴耐热和耐冷击试验

按GB 25972-2010中6.19规定的方法进行。

6.19 喷嘴雾化性能试验

确定喷嘴下500 mm处雾锥的直径D。在图1中标示的24个测量点处，在喷嘴最小工作压力下采用相位多普勒测速及粒径分析仪（PDPA）进行测定雾滴直径测量。测量位置垂直于喷嘴的中心轴线并位于喷嘴下500 mm的平面内。

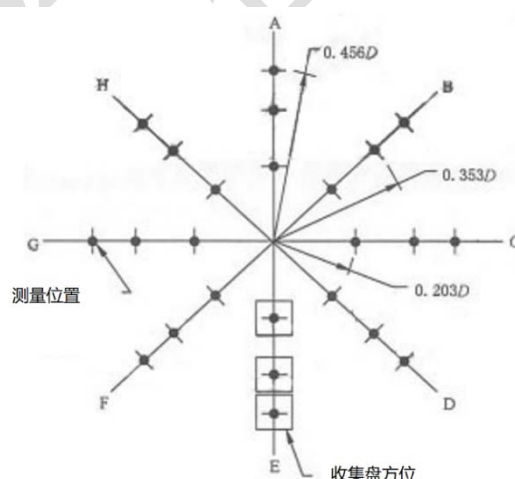


图1 雾滴直径测量位置示意图

6.20 全淹没喷嘴喷射特性试验

6.20.1 灭火设备要求

灭火设备由生产单位设计，并符合下列要求：

- a) 灭火剂瓶组应放置在最低工作温度下放置 16 h 以上；
- b) 管路布置应保证喷嘴入口压力不超过 7.3.1.4 规定值（20℃～22℃时）；
- c) 对于使用全氟己酮灭火剂的灭火设备，灭火浓度为 5.9%；对于使用全氟己酮系（含灭火助剂）灭火剂的灭火设备的灭火浓度，按照 20℃时最低设计浓度的 76.92%计算（灭火浓度参见附录 C 确定）；当试验空间有实际泄漏，灭火剂瓶组喷射剩余率不为零时，灭火剂充装量应做适当修正；
- d) 灭火剂喷放时间不大于 8 s。

6.20.2 燃料要求

燃料为正庚烷，其馏分：

- a) 初馏点：+90℃；
- b) 50%：+93℃；
- c) 干点：+96.5℃；
- d) 密度（+15.6℃）：700 kg/m³±50 kg/m³。

6.20.3 最大高度试验空间浓度分布试验

6.20.3.1 试验空间

试验空间的体积不应小于 200 m³，高度至少为 4 m。地面尺寸至少为 7 m×7 m。空间的最高高度为喷嘴的最大保护高度。

试验空间若设泄压口，应设在 3/4 空间高度以上或顶部。

6.20.3.2 喷嘴布置

喷嘴的位置应保证灭火剂不能直接喷向试验火、不能引起燃料的飞溅。

6.20.3.3 氧浓度测量

试验空间氧浓度测量样品点位置见图 2。

三个取样点与试验空间中心的水平距离应在 850 mm~1 250 mm 之间，距离地面高度分别为 0.1H（H 为试验空间高度）、0.5H、0.9H。

氧浓度分析仪的分辨率不低于 0.1%（体积分数），通道数量至少三个。应能连续测量，试验使用范围：17%~21%（体积比），精度应不受燃烧产物影响。

6.20.3.4 温度测量

试验空间温度测量点位置为与试验空间中心的水平距离应在 850 mm~1 250 mm 之间，距离地面高度分别为 0.5H。

采用 1 mm 的 K 型热电偶（Ni-CrNi），测温仪表时间常数不大于 1 s，应能连续测量。

6.20.3.5 喷嘴压力测量

系统喷放过程中喷嘴的压力应通过设置在管道上的压力传感器来测量，压力传感器距离喷嘴不超过 1 m，传感器的精度不低于 0.5%。

6.20.3.6 燃料罐

燃料罐为钢质圆形，内径 80 mm±5 mm，高不小于 100 mm，壁厚 5 mm~6 mm，燃料罐底部垫水，正庚烷深度至少为 50 mm，液面距燃料罐口至少 50 mm。

在喷嘴与燃料罐之间应设置一个与试验空间同高的挡板，挡板的位置见图 3，挡板宽度为试验空间宽度的 20%。

燃料罐共 10 个，其中八个燃料罐置于试验空间四墙面对角位置，四上四下交错放置，下角燃料罐距地 300 mm，距墙 50 mm，上角燃料罐口距吊顶 300 mm，距墙 50 mm；挡板后放置两个，距挡板 5 mm，放置高度分别为距地 300 mm 和挡板垂直中点处。

6.20.3.7 试验

点燃燃料罐，预燃30 s后，启动系统。

系统启动时，M2处的氧浓度不应低于20.4%（体积分数）。试验期间由燃烧产物引起氧浓度降低不应超过1.5%（体积分数）。该数值通过与冷喷的参数相比较获得。

6.20.3.8 试验记录

灭火系统有效喷射时间，喷嘴前压力；

释放到空间内的灭火剂总量；

达到灭火浓度时间。

观测燃料罐灭火时间宜采用红外线摄像仪或测温法。

6.20.4 最小高度/最大覆盖面积试验空间浓度分布试验

6.20.4.1 试验空间

试验空间的面积、高度由喷嘴生产单位给出。

燃料罐位置上方应设可关闭的开口，便于系统启动前通风。

试验空间内应设置一个与其同高挡板，放置在喷嘴与试验空间一面墙之间的中间位置，挡板宽度为试验空间宽度的20%，挡板的位置见图3。

6.20.4.2 喷嘴布置

对于360°喷嘴，喷嘴的位置应安装在试验空间中间位置。

对于180°喷嘴，喷嘴的位置应安装在试验空间一侧壁的中间位置。试验空间的面积、高度和喷嘴布置由喷嘴生产单位给出。

6.20.4.3 氧浓度、试验空间温度、喷嘴压力的测量

氧浓度、试验空间温度、喷嘴压力的测量同6.20.3.3~6.20.3.5。

6.20.4.4 燃料罐

燃料罐尺寸按6.19.3.6中的规定。

将五个燃料罐置于试验空间内，燃料罐顶部距地面或顶部300 mm范围内，试验空间墙角位置各一个，距墙50 mm，挡板的后面放置一个。

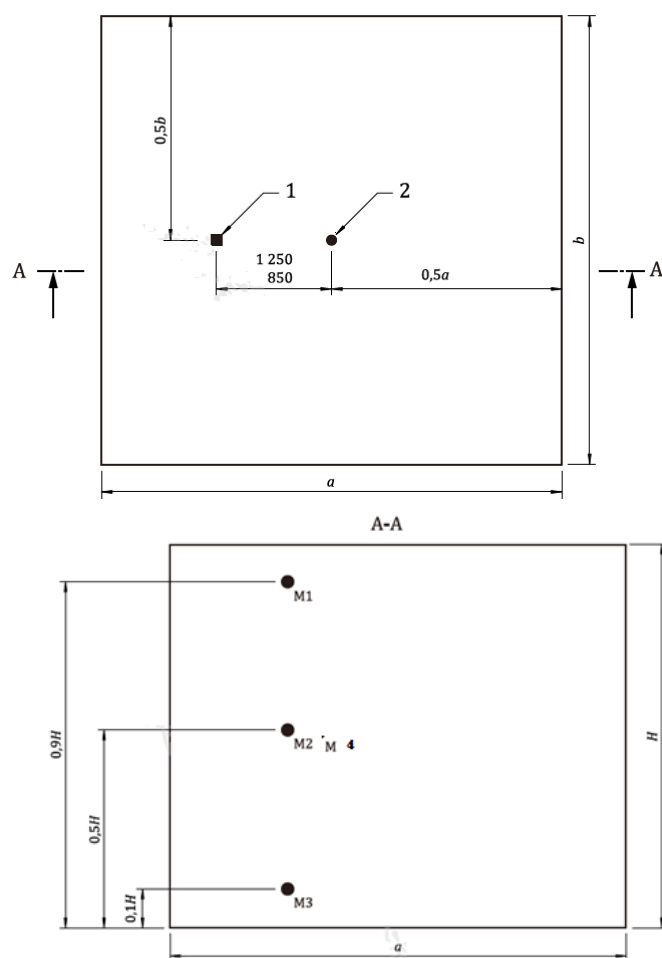
6.20.4.5 试验

点燃燃料罐，预燃30 s，启动系统。

系统启动时，M2处的氧浓度不应低于20.4%（体积分数）。试验期间由燃烧产物引起氧浓度降低不应超过1.5%（体积分数）。该数值通过与冷喷的参数相比较获得。

6.20.4.6 试验记录

试验记录要求同6.20.3.8。



标引序号说明：

1—测量点；

2—喷嘴；

$M1 \sim M3$ —氧浓度测量样品点；

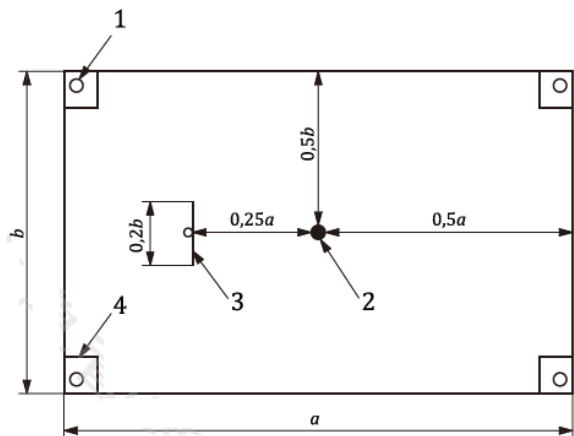
$M4$ —测温点；

a —试验空间长度；

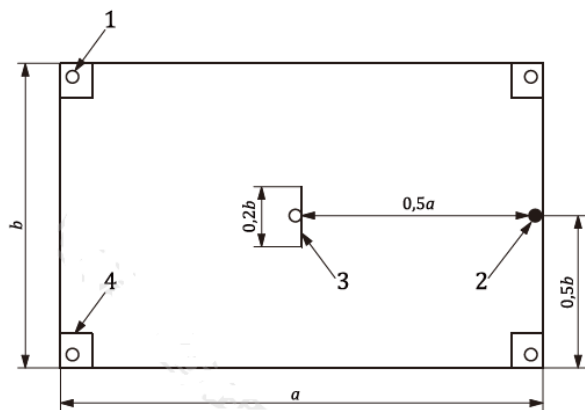
b —试验空间宽度；

H —试验空间高度

图2 喷嘴最大安装高度试验测量点布置示意图



标引序号说明：
1—燃料罐；
2—360° 喷嘴；
3—挡板；
4—通风口；
a—试验空间长度；
b—试验空间宽度；



标引序号说明：
1—燃料罐；
2—180° 喷嘴；
3—挡板；
4—通风口；
a—试验空间长度；
b—试验空间宽度；

图3 最小高度/最大覆盖面积浓度分布试验布置示意图

6.21 局部应用喷嘴喷射特性试验

按GB 16669-2010中6.21、6.22规定的方法进行。

6.22 低泄高封阀关闭压力试验

按GB 25972-2010中6.23规定的方法进行。

6.23 热空气老化试验

按GB 25972-2010中6.24规定的方法进行。

6.24 耐电压性能试验

试验采用耐电压测试仪，试验电压0 V~1 500 V连续可调。试验电压设定后自动升压，升压速率为100 V/s~500 V/s，定时60 s±5 s，到达设定时间后自动降压，试验结果应符合相关条款的规定。

6.25 绝缘电阻试验

试验采用绝缘电阻测试仪（也可用兆欧表或摇表），试验电压500 V，测量范围0 MΩ~500 MΩ。测试时应保证触点接触可靠，试验引线间绝缘电阻足够大，试验结果应符合相关条款的规定。

6.26 电源试验

使被检控制盘处于正常监视状态，接入可调电源，备用电源充电至正常工作状态。

调整电源电压为187 V~242 V，50 Hz。使控制盘所有回路处于报警和驱动喷洒状态，检查工作情况。断开主电源，备用电源处于正常监视状态24 h后，使控制盘一回路处于报警和驱动喷洒状态，检查工作情况。

6.27 连接管低温试验

非金属连接管低温试验在低温试验箱内进行。

在处理试样时应戴上手套以减低对试样的热传导影响。

试验芯轴的外径应等于软管公称内径的12倍。软管长度除能够围绕芯轴的圆周弯曲一段外还应在每一端有足够夹持长度。

将连接管固定在试验芯轴上并放入试验箱内，试验温度为系统最低温度，试验时间24 h。

试验后，在试验箱中将整个连接管在10 s±2 s内将其弯曲到制造商规定的最小弯曲半径。观察软管内胶层或外胶层是否出现龟裂或破裂。取出连接管使其恢复到室温（20℃±5℃）温度后再进行强度和密封试验。

6.28 称重装置报警功能试验

采用重物或砝码模拟灭火剂瓶组质量，逐步缓慢减少质量直至报警，记录质量减少数值。

6.29 压力显示器报警功能试验

将压力显示器进口与气压供给系统连接，压力显示器的输出端与报警器连接，将气压调至贮存压力后，缓慢降压至报警器报警，记录此时的压力值。

6.30 液位测量装置报警功能试验

将液位测量装置与模拟容器相连，液位测量装置的输出端与报警器连接，将容器内液位充至正常水平后，缓慢泄放容器内液体至报警器报警，记录此时的液位值，之后将液位差值换算成灭火剂质量。

6.31 高、低温试验

灭火设备、称重装置和液位测量装置的高低温试验分别在高温试验箱和低温试验箱中进行，试验箱温度控制精度±2℃，达到设定温度后计算试验时间。试验结束后立即进行功能检查。

6.32 湿热试验

湿热试验在湿热试验箱中进行。使湿热试验箱缓慢升温至40℃±2℃，被检样品温度平衡后，加湿至规定相对湿度90%~95%，试验时间24 h，试验结束后立即进行功能检查。

6.33 压力显示器基本性能试验

按GB 25972-2010中6.32规定的方法进行。

6.34 压力显示器交变负荷试验

将压力显示器安装在交变负荷试验台上。调整交变频率、交变幅度，然后进行1000次的交变试验。

6.35 信号反馈装置触点接触电阻试验

可用数字毫欧表直接测出信号反馈装置触点接触电阻，也可以测取触点间电流和电压降，计算出触点的接触电阻。所用电工仪表的精度不低于1.5级，取连续五次测量平均值。

6.36 称重装置过载试验

将称重装置按工作位置安装在支架上，使其承受相当于两倍灭火剂瓶组（含灭火剂）质量的重物或拉力，保持15 min，除去载荷后检查样品状况和报警功能。

6.37 信号反馈装置动作试验

6.37.1 将被检样品按工作位置安装在试验装置上，接通气压源，连好动作指示灯。缓慢升压至信号反馈装置动作，记录压力值。反复测试五次，其平均值为动作压力。

6.37.2 调整供气压力使其大于或等于信号反馈装置动作压力，重复动作试验100次，检查样品动作状况。调整供气压力为0.8倍信号反馈装置动作压力，持续3 min，检查样品动作状况。

6.38 外贮压式瓶组特性试验

6.38.1 试验装置

灭火剂瓶组所对应的充压气体瓶组的充装压力和数量应与设计一致；灭火剂瓶组内装不含有影响喷放的杂质的试验用水，试验用水充装体积与试验容器规格相对应的灭火剂最大充装量的体积相同。

6.38.2 记录仪表

压力传感器精度不低于0.5%，数据采集系统数据采集间隔时间小于1 s。

6.38.3 试验程序

通过流量调节球阀来调节水的流量，使喷水时间达到10 s的要求，记录此时各点的压力数据和喷水时间。

6.39 灭火设备自动、手动及机械应急启动试验

应组装一套包括全部构成部件的灭火设备，可以用氮气或压缩空气替代灭火剂，采用自动、手动或机械应急启动的方式开展试验，试验中应观察系统各部分、组件等的工况，试验情况应符合5.1.7.3的要求。

试验中观察并记录：

系统各阀门、部件等动作情况；配套使用的报警控制与驱动装置工作状态等；灭火设备启动后的操作与控制的开口封闭装置、通风机械、防火阀等设备设施的联动操作与控制情况。

6.40 喷嘴保护帽试验

将带有保护帽的喷嘴安装在配有压力表的试验管路上。以0.1 MPa/min的升压速率升压，记录保护帽脱落的压力。试验次数不少于三次。

6.41 喷嘴安装高度与喷嘴保护面积关系试验

按GB 16669-2010中6.21.2规定的方法进行。

6.42 灭火试验

6.42.1 全淹没应用灭火试验

6.42.1.1 试验准备

a) 灭火设备由生产单位设计，并符合下列要求：

——灭火剂瓶组应放置在最低工作温度下放置16 h以上；

——管路布置应保证喷嘴入口压力不超过7.3.1.4规定值（20℃~22℃时）；

——对于使用全氟己酮灭火剂的灭火设备，A类木垛火灭火浓度为5.5%，B类火灭火浓度为

5.9%；对于使用全氟己酮系（含灭火助剂）灭火剂的灭火设备的灭火浓度，按照20℃时最

低设计浓度的 76.92% 计算（灭火浓度参见附录 C 确定）；当试验空间有实际泄漏，灭火剂瓶组喷射剩余率不为零时，灭火剂充装量应做适当修正；

——灭火剂喷放时间不应大于 8 s。

b) 试验空间应符合下列要求：

——试验空间的体积不应小于 200 m^3 ，高度至少为 4 m；

——地面尺寸至少为 $7 \text{ m} \times 7 \text{ m}$ 。试验空间若设泄压口，应设在 $3/4$ 空间高度以上或顶部；

c) 喷嘴数量不多于 2 只，喷嘴的位置应保证灭火剂不能直接喷向试验火，不能影响燃料的飞溅；

d) 氧浓度试验空间氧浓度测量样品点位置见图 4；氧浓度分析仪的分辨率不低于 0.1%（体积分数），通道数量宜取 3。连续测量，试验使用范围：17%~21%（体积分数）；

e) 试验空间温度测点位置见图 4；测温仪表时间常数不大于 1 s，通道数量宜取 3。连续测量，测量范围：0℃~1 200℃；

f) HF 气体浓度测试仪通道数量宜取 6。连续测量，测量范围：0 ppm~2000 ppm。（见附录 D）

6.42.1.2 B 类火灭火试验

a) 油盘、氧浓度、HF 浓度测量点的布置见图 5。油盘底部距地面 600 mm。油盘为钢质正方形，面积 $0.25 \text{ m}^2 \pm 0.02 \text{ m}^2$ ，高度 100 mm，钢板厚度 6 mm。

燃料为正庚烷，其馏分：

——初馏点：+90℃；

——50%：+93℃；

——干点：+96.5℃；

——密度： $700 \text{ kg/m}^3 \pm 50 \text{ kg/m}^3$ 。

b) 向油盘内注入 12.5L 正庚烷，油盘底部以清水作垫层，液面距油盘上沿 50mm；

c) 点燃盘内正庚烷，预燃 30 s，关闭试验空间所有开口，手动启动灭火设备。灭火设备启动时，由于正庚烷的燃烧引起的试验空间内氧浓度不应低于正常大气条件下氧浓度 0.5%（体积分数），灭火剂喷射前，由于正庚烷的燃烧引起试验空间内氧浓度的变化量不应超过 1.5%（体积分数）；

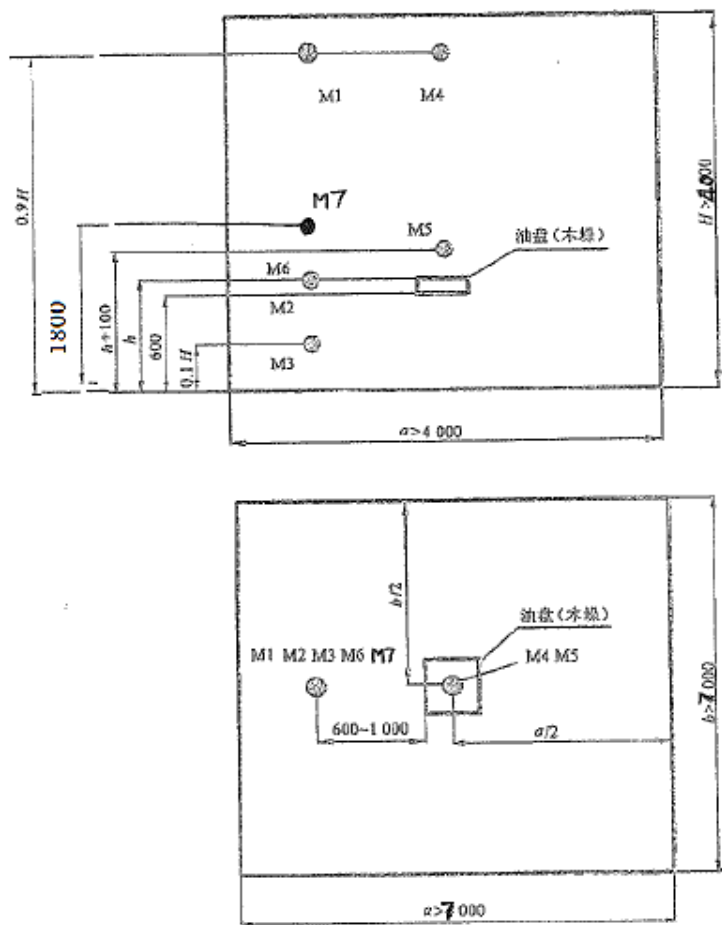
d) 试验记录：试验空间内各测氧点的氧浓度变化；试验空间各测温点的温度变化；HF 气体的浓度；灭火设备喷射延迟时间和喷射时间，喷嘴前压力，灭火时间，释放到试验空间的灭火总量。也可通过温度传感器或红外摄像机监测扑灭正庚烷火的时间。

6.42.1.3 A 类木垛火灭火试验

a) A 类木垛火灭火试验模型由堆放在金属支架上的木条构成，木材采用云杉、冷杉或密度相当的松木。木条应经干燥处理，使其含水率保持在 9%~13%。木条由四层构成，方木的横截面 $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ 、长度 $450 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$ ，木垛层间呈直角交错放置，每层方木之间间隔均匀摆成正方形，将方木及层间钉起来形成木垛；

引燃用燃料盘为钢质正方形，面积 $0.25 \text{ m}^2 \pm 0.02 \text{ m}^2$ ，燃料盘高度为 100 mm，用壁厚 6 mm 的钢板制成。燃料 6.42.1.2 规定的正庚烷；

b) 油盘、氧浓度、HF 浓度测量点的布置见图 4。



标引序号说明：
M1～M3——氧浓度测量取样点；
M4～M6——测温点；
M7——HF气体取样点。

图4 A类/B类火灭火试验布置示意图

- c) 将木垛放在钢质试验架上，木垛底部距地面高度 600 mm，燃料盘置于木垛正下方，盘上沿距木垛底部距离 300 mm，试验架的结构应使木垛底部充分暴露在大气中。在试验空间外引燃木垛，但不应受阳光、雨雪等天气条件的影响，风速不大于 3 m/s，必要时可采取适当的防风措施。如在室内引燃木垛时，室内空间容积应大于五倍试验空间容积；。
- d) 将 1.6 L 正庚烷注入引燃盘内，点燃正庚烷引燃木垛，自由燃烧 3 min，正庚烷耗尽后，使木垛继续燃烧 3 min，在试验空间外总预燃时间为 6 min，预燃结束后将木垛移入试验空间，移入木垛至启动灭火设备用时不应大于 15 s。关闭试验空间所有开口，手动启动灭火设备。灭火设备启动时，由于正庚烷的燃烧引起的试验空间内氧浓度不应低于正常大气条件下氧浓度 0.5%（体积分数），灭火剂喷射前，由于正庚烷的燃烧引起试验空间内氧浓度的变化量不应超过 1.5%（体积分数）；
可通过温度传感器或红外摄像机监测扑灭木垛明火的时间。灭火设备喷放结束后，试验空间维持密封 10 min 浸渍期；
- e) 试验记录：10 min 浸渍期内有无余火或复燃；木垛试验前后的质量损失；试验空间内各测氧点的氧浓度变化；试验空间各测温点的温度变化；HF 气体的浓度；灭火设备喷射延迟时间和喷射时间，喷嘴前压力，灭火时间，释放到试验空间的灭火总量。

6.42.2 局部应用灭火试验

6.42.2.1 试验模型

试验用木垛采用GB 4351.1中规定的3A木垛。

6.42.2.2 喷嘴布置

喷嘴安装高度距木垛上部距离不低于2.5 m。

6.42.2.3 灭火剂用量

灭火剂用量不应大于55 kg。

6.42.2.4 试验程序

按照GB 4351.1中规定的方法和步骤引燃木垛，预燃结束后手动启动灭火设备，观察并记录灭火设备喷射时间，喷嘴处压力，灭火时间，10 min内木垛有无出现复燃。

6.43 远程监控设备报警功能试验

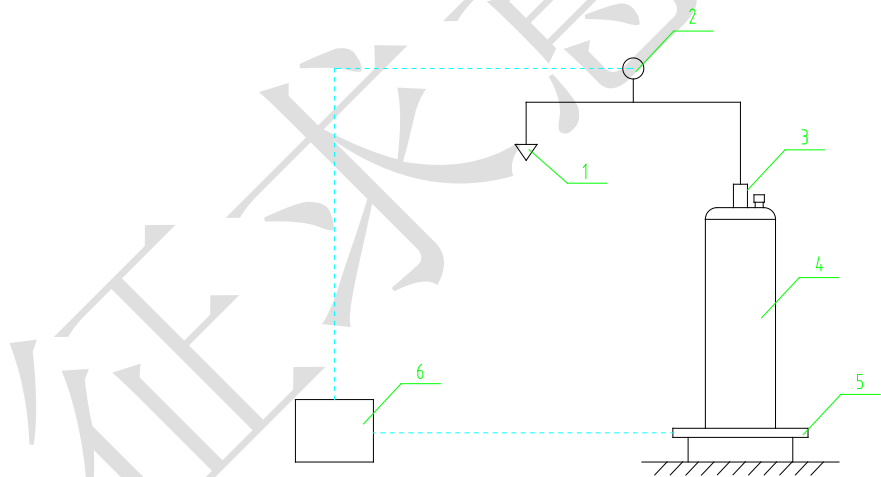
将能输出模拟动作信号的试验装置与远程监控设备连接，使试验装置压力低于最小工作压力，观察远程监控设备是否可靠报警，是否发出声光报警信号，在距离远程监控设备1m处，用手持式声级计测试报警声压级。

6.44 远程监控设备显示、保存、推送功能试验

将能输出模拟动作信号的试验装置与远程监控设备相连，分别模拟泄漏、低压、超压、喷放等信号，目测远程监控设备的显示功能。当持续输出报警信号，查看远程监控设备设备的保存功能。目测与其他用户终端数据交互推送功能。

6.45 喷嘴等效孔口单位面积喷射率试验

喷嘴等效孔口单位面积喷射率试验装置如图5所示, 容器阀至喷嘴间连接管直径d不应小于喷嘴入口公称直径。



标引序号说明：
1—被测喷嘴；
2—压力传感器；
3—电磁阀；
4—灭火剂瓶组；
5—荷重传感器；
6—数据采集处理系统。

图5 喷嘴等效孔口单位面积喷射率测试

灭火剂瓶组容积应与喷嘴孔口尺寸协调, 使喷射在合理的时间内完成。

灭火剂瓶组按设计给定的充装密度（484.4 kg/m³和808.0 kg/m³两种充装密度）灌装灭火剂并充压至贮存压力，放置2 h后安装在试验装置上。安装好喷嘴，启动容器阀，记录喷嘴前压力和灭火剂质量对时间的变化曲线。根据喷嘴公称实际孔口面积，计算出不同喷射压力下喷嘴单位孔口面积的质量流量。

6.46 射频电磁场辐射抗扰度试验

将试样按GB/T 17626.3-2016中第7章规定进行试验布置，接通电源，使试样处于正常监视状态20 min。按GB/T 17626.3-2016中第8章规定的试验方法对试样施加表7所示条件的电磁干扰试验。试验期间观察并记录试样状态。

试验期间，试样应保持正常监视状态。

表7 射频电磁场辐射抗扰度试验条件

试验内容	试验条件
场强/V/m	10
频率范围/MHz	80~1000
扫频速率/十倍频程每秒	$\leq 1.5 \times 10^{-3}$
调制幅度	80%(1 kHz, 正弦)

6.47 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

将试样按GB/T 17626.6-2017中第7章规定进行试验布置，接通电源，使试样处于正常监视状态20 min。按GB/T 17626.5-2019中第8章规定的试验方法对试样施加表8所示条件的电磁干扰试验。试验期间观察并记录试样状态。

试验期间，试样应保持正常监视状态。

表8 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验条件

试验内容	试验条件
频率范围/MHz	0.15 - 80
电压/dBuV	140
调制幅度	80%(1 kHz, 正弦)

6.48 静电放电抗扰度试验

将试样按GB/T 17626.6-2017中第7章规定进行试验布置，接通电源，使试样处于正常监视状态20 min。按GB/T 17626.2-2018中第8章规定的试验方法对试样及耦合板施加表9所示条件的电磁干扰试验。试验期间观察并记录试样状态。

试验期间，试样应保持正常监视状态。

表9 静电放电抗扰度试验条件

试验内容	试验条件
放电电压/kV	空气放电（外壳为绝缘体试样）8 接触放电（外壳为导体试样和耦合板）6
放电极性	正、负
放电间隔/s	≥ 1
每点放电次数	10

6.49 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

将试样按GB/T 17626.6-2017中第7章规定进行试验布置，接通电源，使试样处于正常监视状态20 min。按GB/T 17626.4-2018中第8章规定的试验方法对试样施加表10所示条件的电磁干扰试验。试验期间观察并记录试样状态。

试验期间，试样应保持正常监视状态。

表10 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验条件

试验内容	试验条件
瞬变脉冲电压/kV	AC电源线 2x(1±0.1)
	其他连接线 1x(1±0.1)
重复频率/kHz	AC电源线 2.5x(1±0.1)
	其他连接线 5x(1±0.1)
极性	正、负
时间	每次1 min

6.50 浪涌(冲击)抗扰度试验

将试样按GB/T 17626.6-2017中第7章规定进行试验布置，接通电源，使试样处于正常监视状态20 min。按GB/T 17626.5-2019中第8章规定的试验方法对试样施加表11所示条件的电磁干扰试验。试验期间观察并记录试样状态。

试验期间，试样应保持正常监视状态。

表11 浪涌(冲击)抗扰度试验条件

浪涌（冲击）电压/kV	AC电源线	线-线 1x(1±0.1)
		线-地 2x(1±0.1)
	其他连接线	线-地 1x(1±0.1)
极性		正、负
试验次数		5

6.51 电源瞬变试验

按正常监视状态要求，将试样与等效负载连接，连接试样到电源瞬变试验装置上，使其处于正常监视状态。开启试验装置，使试样主电源按“通电(9 s)一断电(1 s)”的固定程序连续通断500次，施加方式采用6 次/min。

6.52 短时中断和电压变化的抗扰度试验

按正常监视状态要求，将试样与等效负载连接，连接试样到主电压暂降和中断试验装置上，使其处于正常监视状态。使主电压下滑至60%，持续25 s，重复进行30次；再将使主电压下滑至100%，持续10 s，重复进行30次。

试验期间，试样应保持正常监视状态。

6.53 全氟己酮系灭火剂测试方法

6.53.1 取样

取样容器采用高密度聚乙烯材质，使用前应将样品容器和取样设备充分干燥处理，按照GB/T 6680规定的技术要求采取样品。样品应密封保存，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。

6.53.2 全氟己酮系灭火剂纯度

6.53.2.1 仪器

气相色谱仪：配有火焰离子化检测器（FID）或质谱检测器（MS），符合GB/T 9722-2006中6规定的色谱条件下，以苯为试样，整机灵敏度以检出限计，要求检出限小于等于 5×10^{-10} g/s。

6.53.2.2 试验条件

表12中的色谱测试条件已被证明是适用的，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12 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

项目	参数
色谱柱	熔融石英毛细管柱，KB-PFXN 或 KB-PFXN 相似柱， 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
载气	高纯氮气或氦气
载气流速/mL/min	0.4
分流比	35:1
柱箱温度/°C	35（恒温）
检测器温度/°C	200
进样器温度/°C	200

6.53.2.3 测定步骤

- 测定步骤如下：
- a) 启动气相色谱仪，按 6.52.2.2 规定的条件调节仪器，使仪器的条件稳定并符合要求。
 - b) 进样器取待测试样 0.3 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图 6、图 7。
 - d) 取三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 0.1%。

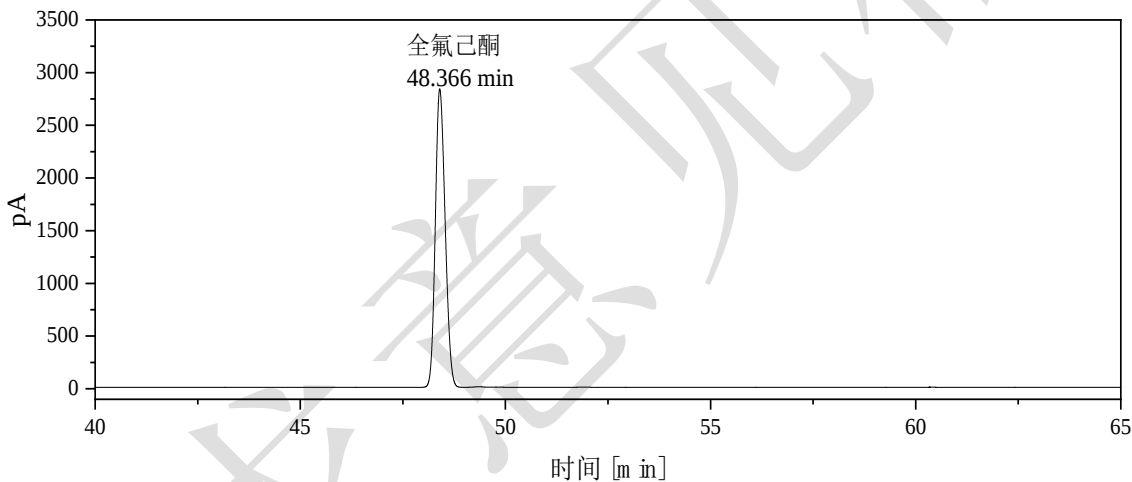


图6 全氟己酮典型色谱图

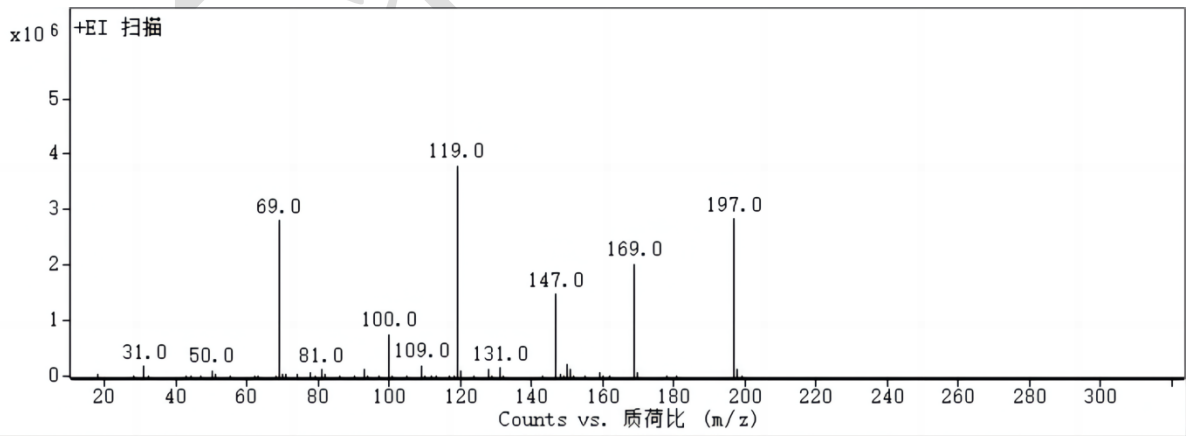


图7 全氟己酮典型质谱图

6.53.3 全氟-2-甲基-2-戊烯及其 HF 加成物含量

分别向容量瓶中加入全氟-2-甲基-2-戊烯0.0200 g、全氟-2-甲基-2-戊烯HF加成物0.0200 g，再加入全氟己酮灭火剂样品99.7600 g，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

液逐级稀释分别得到全氟-2-甲基-2-戊烯、全氟-2-甲基-2-戊烯HF加成物浓度为200 mg/kg、100 mg/kg、50 mg/kg、20 mg/kg和10 mg/kg的标准溶液。

按照6.52.2.1~6.52.2.3规定的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HF加成物。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。

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

6.53.4 全氟-4-甲基-2-戊烯含量

向容量瓶中加入全氟-4-甲基-2-戊烯0.0200g，再加入全氟己酮灭火剂样品99.7800g，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分别得到全氟-4-甲基-2-戊烯浓度为200 mg/kg、100 mg/kg、50 mg/kg、20 mg/kg和10 mg/kg的标准溶液。

按照6.52.2.1~6.52.2.3的规定的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。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。

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

全氟-4-甲基-2-戊烯含量的测定可与全氟-2-甲基-2-戊烯及HF加成物含量的测定合并进行，可以直接利用已知浓度的标准样品进行结果校准。

6.53.5 水分

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滴定的卡尔费休试剂。取两次平行测定结果的算术平均值为测定结果，两次平行测定结果的绝对差值应不大于2 mg/kg。

6.53.6 酸度

6.53.6.1 试剂及仪器

试剂及仪器如下：

- a) 电位测定仪：精度 0.01；
- b) 低温试验箱：最低控温范围 $\leq -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 电子天平：最小感量 0.0001 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：分析实验室用三级水；
- j) 盐酸标准溶液：浓度 0.0020 mol/L。

6.53.6.2 测定步骤

测定步骤如下：

- a) 过量氯化钠充分溶解在水中，过滤制得饱和氯化钠溶液。全氟己酮样品和饱和氯化钠溶液分别放置在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温箱中至恒温备用；
- b) 开启电位测定仪计，用蒸馏水充分清洗电极，仪器稳定后，对电极进行校正；
- c) 分液漏斗放置于 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 全氟己酮样品，注入到分液漏斗中，天平称量加入样品重量。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 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时萃取液稳定的电位值 P_i ；

- d) 对下层灭火剂样品重复上述萃取步骤两次，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，0 °C 时记录溶液初始电位为 P_0 ；
- f) 向空白饱和氯化钠溶液中逐滴滴入浓度为 0.0020 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 。

6.53.6.3 结果计算

全氟己酮的酸度按式（1）计算：

$$S = \frac{C \times (V_1 - \frac{V_2 + V_3}{2}) \times 10^3 \times M}{m} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- S ——全氟己酮的酸度，单位为毫克千克（mg/kg）；
- C ——盐酸标准滴定溶液的浓度数值，单位为摩尔升（mol/L）；
- V ——盐酸标准滴定溶液的体积数值，单位为毫升（mL）；
- m ——样品的质量数值，单位为克g；
- M ——盐酸的摩尔质量，为36.5。

取二次平行测定结果的算术平均值为测定结果，各次测定的绝对值偏差应不大于1 mg/kg。

6.53.7 非挥发性残留物

6.53.7.1 仪器

非挥发性残留物测试采用的仪器如下：

- a) 蒸发皿：材质为铂、石英或陶瓷，容积约 150 mL；
- b) 恒温水浴：能使温度控制在试验样品沸点的附近；
- c) 烘箱：可控温在 (110 ± 2) °C，精度 1 °C；
- d) 电子天平：最小感量 0.0001 g。

6.53.7.2 试验方法

将蒸发皿放入烘箱中， (110 ± 2) °C 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 试样于蒸发皿中，放于水浴上，维持 60 °C 温度，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) °C 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。

6.53.7.3 结果计算

非挥发性残留物 W （%）按式（2）计算：

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

式中：

- W ——非挥发性残留物，%；
- m_1 ——蒸发皿的质量，单位为克（g）；
- m_2 ——试样气化后蒸发皿的质量，单位为克（g）；
- m ——试样的质量，单位为克（g）。

6.53.8 悬浮物或沉淀物

室温下取液体试样 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。

6.53.9 急性经皮毒性

按 GB/T 21606-2008 规定方法进行。

6.53.10 急性皮肤刺激性、腐蚀性

按GB/T 21604-2008规定方法进行。

6.53.11 急性眼刺激性、腐蚀性

按GB/T 21609-2008规定方法进行。

6.53.12 ODP/GWP 值

按附录E规定方法进行。

7 系统设计

7.1 一般规定

7.1.1 全氟己酮系灭火设备用于扑救下列火灾：

- a) 电气火灾；
- b) 固体表面火灾；
- c) 液体火灾；
- d) 气体火灾（可切断气源）。

7.1.2 对特定场所使用的磷酸铁锂、锰酸锂、钛酸锂等锂离子电池，全氟己酮系灭火设备可用于延缓、抑制其热失控引发的初期火灾。

7.1.3 全氟己酮系灭火设备不应用于扑救下列火灾：

- a) 含氧化剂的化学制品及混合物火灾，如硝化纤维、硝酸钠等；
- b) 活泼金属火灾，如钾、钠、镁、钛、锆、铀等；
- c) 金属氢化物火灾，如氢化钾、氢化钠等；
- d) 可自行分解的化学物质火灾，如过氧化氢、联胺等。

7.1.4 灭火设计中的全氟己酮无毒性反应浓度（NOAEL 浓度）为 10.0%，全氟己酮添加助剂后的无毒性反应浓度应经试验确定。

7.1.5 不允许保护间断的对象，应按设计用量的 100%设置备用系统。灭火剂使用后 72 h 内不能恢复工作的，应按系统原贮存量的 100%设置备用量。

7.2 全淹没灭火系统

7.2.1 防护区设计应符合下列要求：

- a) 防护区宜以固定的单个封闭空间划分，当同一区间的吊顶层和地板下需同时保护时可合为一个防护区；
- b) 当采用管网灭火系统时，一个防护区的面积不宜大于 500 m²，容积不宜大于 2000 m³；
- c) 防护区的最低环境温度不宜低于-10℃。当环境温度低于-10℃时，有关设计要求应经试验确认；
- d) 防护区围护结构及门窗的耐火极限均不应低于 0.5 h，吊顶的耐火极限不应低于 0.25 h。防护区围护结构承受内压的允许压强不宜低于 1.2 kPa；
- e) 防护区灭火时应保持封闭条件，除泄压口以外的开口以及用于该防护区的通风机和通风管道中的防火阀等，在喷放灭火剂前应做到自动关闭；
- f) 防护区的泄压口宜设在外墙上，应位于防护区净高的 2/3 以上；
- g) 泄压口的有效泄压面积应按式(3)计算：

$$F_x = 0.13 \frac{Q_x}{\sqrt{P_f}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

F_x ——泄压口面积，单位为平方米（m²）；

Q_x ——全氟己酮系灭火剂在防护区的平均喷放速率，单位为千克每秒（kg/s）；

P_f ——围护结构承受内压的允许压强，单位为帕（Pa）。

7.2.2 两个或两个以上的防护区采用组合分配系统时，一个组合分配系统所保护的防护区不应超过 8

个；组合分配系统的灭火剂贮存量，应按贮存量最大的防护区确定。

7.2.3 灭火系统的灭火剂贮存量，应为防护区的灭火设计用量、贮存容器内的灭火剂剩余量和管网内的灭火剂剩余量之和。

7.2.4 防护区不允许保护间断的场所，应按系统原贮存量的 100%设置备用系统。灭火剂使用后 72 h 内不能恢复工作的，应按系统原贮存量的 100%设置备用量。

7.2.5 系统设计温度宜采用 20℃。

7.2.6 同一集流管上的贮存容器，其规格、充压压力和充装量应相同。

7.2.7 同一防护区，当设计两套或三套管网时，集流管可分别设置，系统启动装置必须共用或同时启动，同时启动的动作响应时差不应大于 1 s。各管网喷嘴流量应符合同一灭火浓度、同一喷放时间要求。

7.2.8 管网上不应采用四通管件进行分流。

7.2.9 一个防护区内设置的预制灭火设备属于感温启动喷放的，设置数量不应超过 1 台；具有自动、手动及机械应急操作功能的，当设置数量多于 1 台时，必须能同时启动，其动作相应时差不大于 2 s。

7.2.10 喷嘴的最大保护高度不应大于 5 m，且最大、最小保护高度应经试验确认。

7.2.11 喷嘴的最大保护半径不应大于 2.5 m，且最大保护半径应经试验确认。

7.2.12 喷嘴宜贴近防护区顶面安装，距顶面的最大距离不宜大于 0.5 m。

7.2.13 采用内储压系统的防护区，其管道内容积不宜超过该防护区灭火剂贮存容积的 80%。

7.2.14 全氟己酮系灭火设备应按附录 C 进行灭火浓度试验确认，试验确认符合要求的，固体表面火灾的灭火浓度为 5.5%，可燃液体火灾的灭火浓度为 5.9%。其他可燃物的灭火浓度等应经试验确认。

7.2.15 全氟己酮系灭火设备的灭火设计浓度不应小于灭火浓度的 1.3 倍，惰化设计浓度不应小于惰化浓度的 1.1 倍。

7.2.16 当几种可燃物共存或混合时，其灭火设计浓度应按其中最大的灭火浓度确定。

7.2.17 扑救木材、纸张、织物类等固体火灾时，应考虑灭火浸渍。全淹没灭火设计的灭火浸渍时间宜为 20 min；扑救通讯机房、电子计算机房等防护区火灾时，灭火浸渍时间宜为 3 min；扑救其他固体火灾时灭火浸渍时间宜为 10 min；扑救气体和液体火灾时灭火浸渍时间不应小于 1 min。

7.2.18 在通信机房、金融中心、珍品库等防护区，设计喷放时间应不大于 8 s。其他防护区设计喷放时间应不大于 10 s。

7.2.19 灭火设计用量与惰化设计用量及灭火剂贮存量应符合式(4)的规定。

$$W = K \cdot \frac{V}{S} \cdot \frac{C_1}{(100 - C_1)} \quad (4)$$

式中：

W ——防护区全氟己酮系灭火剂设计用量，单位为千克（kg）；

C ——全氟己酮系灭火剂灭火设计浓度 %；

S ——全氟己酮系灭火剂过热蒸气在 101 kPa 和防护区最低环境温度下的比容，单位为立方米每千克（ m^3/kg ）；

其中 $S = K_1 + K_2 T$

式中：

T ——防护区环境温度，单位为摄氏度（℃）；

V ——防护区的净容积，单位为立方米（ m^3 ）；

K ——海拔高度修正系数，按表 13 的规定取值；

K_1 ——全氟己酮灭火剂取值 0.0664，全氟己酮系灭火剂取值经试验确定；

K_2 ——全氟己酮灭火剂取值 0.000274，全氟己酮系灭火剂取值经试验确定。

表 13 海拔高度修正系数

海拔高度, m	修正系数
-1000	1.130
0	1.000
1000	0.885
1500	0.830
2000	0.785
2500	0.735

海拔高度, m	修正系数
3000	0.690
3500	0.650
4000	0.610
4500	0.565

7.3 管网计算

7.3.1 内贮压系统

7.3.1.1 平均设计流量

管网中主干管的平均设计流量应按式(5)计算:

$$Q_w = \frac{W}{t} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

Q_w ——主干管平均设计流量, 单位为千克秒(kg/s);

t ——全氟己酮的喷放时间, 单位为秒(s)。

管网中支管的平均设计流量应按式(6)计算:

$$Q_g = \sum_1^{N_g} Q_c \dots\dots\dots (6)$$

式中:

Q_g ——支管平均设计流量, 单位为千克秒(kg/s);

N_g ——安装在计算支管流程下游的喷嘴数量;

Q_c ——单个喷嘴的设计流量, 单位为千克秒(kg/s)。

7.3.1.2 阻力损失

阻力损失的一般情况及计算方法如下:

- 阻力损失一般包括容器阀组(容器阀、虹吸管、高压软管、单向阀)阻力损失, 集流管(如有)阻力损失, 选择阀(如有)阻力损失, 管道阻力损失和管接件阻力损失等;
- 管道阻力损失应根据管道种类确定。当采用内镀锌钢管时, 其阻力损失可按下式计算:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{5.75 \times 10^5 Q^2}{\left(1.745 + 2 \times \log_{0.12} \frac{D}{D}\right)^2 D^5} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

ΔP ——计算管段阻力损失(MPa);

L ——管道计算长度(m), 为计算管段中沿程长度与局部损失当量长度之和;

Q ——管道设计流量(kg/s);

D ——管道内径(mm)。

其他部件阻力损失, 应经试验测定, 换算为同类管道当量长度确定;

- 初选管径按参照管道设计流量, 按下式计算:

$$D = (12 \sim 20) \sqrt{Q} \dots\dots\dots (8)$$

- 管网阻力损失宜采用“过程中点”时贮存容器内压力和平均设计流量进行计算。

7.3.1.3 过程中点压力

喷放“过程中点”时容器内压力, 宜按式(10)计算

$$P_m = \frac{P_0 V_0}{V_0 + \frac{W}{2\gamma} + V_p} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

P_m ——喷放“过程中点”贮存容器内压力(绝压), 单位为兆帕(MPa);

P_0 ——贮存容器额定增压压力(绝压), 单位为兆帕(MPa);

V_0 ——喷放前全部贮存容器内的气相总容积, 单位为立方米 (m^3) ;

γ ——全氟己酮灭火剂液体密度, 千克每立方米 (kg/m^3), (20 °C 时为1616)。全氟己酮系灭火剂液体密度应经试验确认;

V_p ——管网管道的容积, 单位为立方米 (m^3) 。

$$V_0 = n \cdot V_b \left\{ 1 + \frac{\eta}{\gamma} \right\} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

n ——贮存容器的数量;

V_b ——贮存容器的容量, 单位为立方米 (m^3) ;

η ——全氟己酮灭火剂充装率, 单位为千克每立方米 (kg/m^3)。全氟己酮系灭火剂充装率应经试验确定。

7.3.1.4 喷嘴入口压力(绝对压力)

喷嘴工作压力、高程压头及典型增压贮存容器的入口压力计算方式及要求如下规定:

a) 喷嘴工作压力应符合式(12)的规定:

$$P_c = P_m - \sum_1^{N_d} \Delta P \pm P_h \dots\dots\dots (12)$$

式中:

P_c ——喷嘴入口压力(绝对压力), 单位为兆帕 (MPa) ;

$\sum_1^{N_d} \Delta P$ ——系统流程阻力总损失, 单位为兆帕 (MPa) ;

N_d ——流程中计算管段的数量;

P_h ——高程压头, 单位为兆帕 (MPa) 。

b) 高程压头应按式(13)计算:

$$P_h = 10^{-6} \cdot \gamma H g \dots\dots\dots (13)$$

式中:

H ——过程中点时, 喷嘴高度相对贮存容器内液面的位差, 单位为米 (m) ;

g ——重力加速度, $9.8 \text{ m}/\text{s}^2$ 。

c) 典型增压贮存容器的喷嘴入口压力的计算结果应符合如下规定:

——2.5 MPa 增压级别贮存容器的系统, $P_c \geq 1.0 \text{ MPa}$ (绝对压力);

——3.4 MPa 增压级别贮存容器的系统, $P_c \geq 1.2 \text{ MPa}$ (绝对压力);

——4.2 MPa、5.6 MPa 增压级别贮存容器的系统, $P_c \geq 1.3 \text{ MPa}$ (绝对压力);

且满足 $P_c \geq 0.5 P_m$ 的要求。

其他增压级别贮存容器的喷嘴入口压力要求, 应按附录C的规定, 经专业机构试验确定。

7.3.1.5 喷嘴等效孔口面积

喷嘴等效孔口面积应按式(14)计算:

$$F_c = \frac{Q_c}{q_c} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

F_c ——喷嘴等效孔口面积, 单位为平方厘米 (cm^2) ;

q_c ——等效孔口单位面积喷射率, 单位为千克每秒平方厘米 [$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{cm}^2)$] , 应按6.17的规定, 由专业机构经试验确定。

7.3.2 采用全淹没灭火设计的外贮压式灭火设备及其他驱动式灭火设备, 设计方法应经试验验证或符合相关国家标准、行业标准、消防产品技术鉴定要求。

7.4 局部应用系统

7.4.1 设计原则

采用局部应用灭火的全氟己酮系灭火系统, 宜采用体积法设计。

7.4.1.1 灭火剂喷放应全部覆盖保护对象，保护对象的任一部位不应超出灭火剂喷射范围，且应设计安全裕量，见图8。

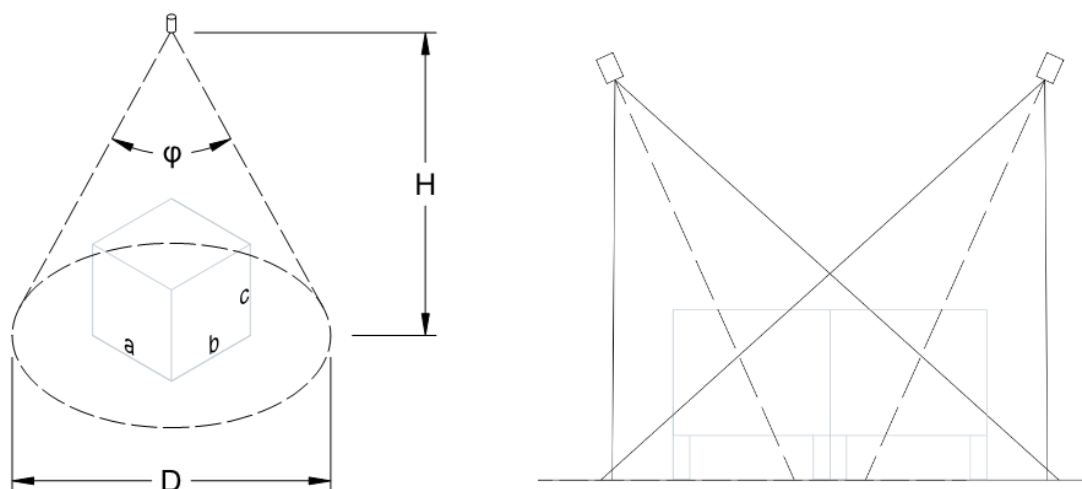


图8 单喷嘴和多喷嘴保护示例

7.4.1.2 单一保护对象的体积不宜大于 3 m^3 ，保护对象的高度不宜大于 2.5 m 。

7.4.1.3 局部应用喷嘴的最大、最小安装高度和最大、最小保护半径，应经试验确认。试验应经专业机构按 5.8.3 及 6.41.2 的有关规定进行。

7.4.2 灭火剂设计用量

灭火剂设计用量按式 (15) 计算。

$$M = V_I \cdot q_v \cdot t \quad (15)$$

式中：

V_I ——保护对象围护容积，单位为立方米 (m^3)，

q_v ——系统单位体积喷射率，单位为千克每秒每立方米 [$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^3)$]；

t ——喷射时间，单位为秒 (s)。

7.4.2.1 保护对象围护容积

灭火剂喷放时应完全包覆保护对象并具备安全裕度。电气设备、数据机柜等保护对象的围护形式宜采用图8所示的锥体，锥角不小于 30° ，保护对象外表面距锥面的最小距离不宜少于 0.6 m ，喷嘴距保护对象最高点不宜低于 1.5 m 。

其他保护对象的有关参数应由专业机构经试验确定。

7.4.2.2 单位体积喷射率

电气设备、数据机柜等保护对象的单位体积喷射率按 $1 \text{ kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^3)$ 计算；其他保护对象的单位体积喷射率应经试验确定，试验由专业机构经试验确定。

7.4.2.3 喷射时间

局部应用灭火系统的全氟己酮系灭火剂喷射时间不宜小于 15 s 。对于燃点温度低于沸点温度的液体和可熔化固体的火灾，全氟己酮系灭火剂的喷射时间不宜小于 30 s 。

7.5 火灾抑制装置

7.5.1 适用范围

采用磷酸铁锂、锰酸锂、钛酸锂等锂离子电池的电动汽车电池仓、电化学储能柜（舱）等。

7.5.2 使用方式

灭火设备应在密闭或相对密闭环境条件下直接施加于保护对象。
使用贮压式、非贮压式灭火设备时，保护对象应具备安全泄压能力。

7.5.3 危险源探测

危险源探测应符合下列规定：

- a) 应至少具备探测一氧化碳气体浓度以及电池或电池组表面温度的功能。也可具备探测其他危险源的功能；
- b) 预警信息至少为一氧化碳气体浓度探测报警与电池或电池组表面温度探测报警信息；
- c) 当用温度场确定方式替代电池或电池组表面温度时，其相关算法、判定标准、软件安全性能均应经专业机构确定；
- d) 采用电池管理系统（BMS）作为危险源探测方式的，应符合相关行业规定。

7.5.4 预警功能

预警功能应符合下列规定：

- a) 一氧化碳气体浓度安全限定临界值达到 $190 \text{ ppm} \pm 50 \text{ ppm}$ 时，应发出预警信号。应通过声报警、光报警或声光复合报警的形式进行警示，声报警器的最大声压级不应小于 75 dB(A 计权) ，光报警器的闪光频率应为 $1 \text{ Hz} \sim 2 \text{ Hz}$ ，并能清晰闪烁。
- b) 采用其他探测方式进行预警的，应经试验确认其符合预警要求。

7.5.5 火灾抑制

火灾抑制功能应符合下列规定：

- a) 当电池或电池组表面温度（或温度场方式测定的等效温度）达到 $80 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，应在 $0 \sim 10 \text{ s}$ 内通过手动和/或自动方式喷放灭火剂进行抑制；
- b) 采用电池管理系统（BMS）相关数据作为喷放依据的，应符合相关行业规定；
- c) 采用其他探测形式控制喷放的，应经专业机构测试验证，并确定有关技术要求。

7.6 验证

当工程实际与产品检验合格时的试验条件、原系统设计方案等发生重大改变时，应按实际工况重新设计，必要时应经专业机构验证。

8 操作与控制

8.1 一般规定

8.1.1 采用气体灭火系统的防护区，应设置火灾自动报警系统，其设计应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的规定。

8.1.2 每个防护区应设置两路独立火灾信号的极早期、早期火灾探测器（如：吸气式、热解粒子型、图像型、红外、紫外型及早期电气火灾探测器等）。没有火灾探测产品的防护部位，宜设置可自动启动全氟己酮系灭火设备的装置。

8.1.3 无人场所或难以现场确认场所的全氟己酮系灭火设备，应使用远程监控装置。其他场所可使用远程监控装置。

8.2 控制要求

8.2.1 管网灭火系统应设自动控制、手动控制和机械应急操作三种启动方式。其他形式的灭火系统至少应具备两种启动方式，并应保证火灾发生时灭火剂正常喷放。

8.2.2 采用自动控制启动方式时，根据人员安全撤离防护区的需要，应有不大于 30 s 的可控延迟喷射；对于平时无人工作的防护区，可设置为无延迟的喷射。

8.2.3 灭火设计浓度或实际使用浓度大于无毒性反应浓度（NOAEL 浓度）的防护区，应设手动与自动控制的转换装置。当人员进入防护区时，应能将灭火系统转换为手动控制方式；当人员离开时，应能恢复为自动控制方式。防护区内外应设手动、自动控制状态的显示装置。

8.2.4 自动控制装置应在接到两个独立的火灾信号后才能启动。手动控制装置和手动与自动转换装置

应设在防护区疏散出口的门外便于操作的地方，安装高度为中心点距地面 1.5 m。机械应急操作装置应设在储瓶间内或防护区疏散出口门外便于操作的地方。

8.2.5 气体灭火系统的操作与控制，应包括对开口封闭装置、通风机械和防火阀等设备的联动操作与控制。

8.2.6 设有消防控制室的场所，各防护区灭火控制系统的有关信息，应传送给消防控制室。

8.2.7 气体灭火系统的电源，应符合国家现行有关消防技术标准的规定；采用气动力源时，应保证系统操作和控制需要的压力和气量。

8.2.8 组合分配系统启动时，选择阀应在容器阀开启前或同时打开。

9 检验规则

9.1 检验分类和检验项目

9.1.1 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验，检验项目为第5章的全部项目：

- a) 新产品试制定型鉴定；
- b) 正式投产后，如产品结构、材料、工艺、关键工序的加工方法有重大改变，可能影响产品的性能时；
- c) 发生重大质量事故时；
- d) 产品停产一年以上，恢复生产时；
- e) 其他应进行型式检验的情况。

9.1.2 出厂检验

产品出厂检验项目由生产单位根据产品特性确定。

9.2 检验结果判定

9.2.1 型式检验

产品的型式检验项目全部合格，该产品为合格。若出现一项不合格，则该产品或部件为不合格。

9.2.2 出厂检验

产品全部出厂检验项目合格，该产品为合格；若出现不合格，则该产品为不合格。

10 标志、包装、运输、贮存和使用说明

10.1 标志

铭牌（或标识）上应标明：设备名称、型号规格、主参数、工作温度范围、执行标准代号、制造商、生产厂、出厂日期等。

10.2 包装

产品的包装应采用生产单位规定的方式包装，包装应保证在正常运输中不损坏、不松散，并符合运输部门的相关规定。

10.3 运输和贮存

灭火设备在运输和贮存中，应避免倒置、雨淋、曝晒、强腐蚀和接触腐蚀性物质。灭火设备存放的环境条件应符合产品说明书的规定。

10.4 使用说明书编写要求

使用说明书应按GB/T 9969进行编写，使用说明书应至少包括下列内容：

- a) 应用场景说明；
- b) 灭火设备简介；

- c) 灭火设备主要性能参数;
- d) 灭火设备示意图;
- e) 灭火设备操作程序;
- f) 部件的名称、型号规格、主要性能参数、安装使用及维护说明、注意事项;
- g) 灭火剂灌装方法;
- h) 售后服务;
- i) 制造单位名称、地址、联系方式。

11 设备安装、调试、验收与维护管理

11.1 安装

11.1.1 全氟己酮系气体灭火设备的施工安装单位必须具有相应等级的资质，施工现场应具有相应的施工技术标准，健全的质量管理体系和施工质量检验制度，实现施工全过程质量控制，施工现场的质量管理应按 GB 50263 的要求检查记录。

11.1.2 材料和系统组件进场检验应填写施工过程检查记录，进场抽样检查时有一件不合格，应加倍抽查；若仍有不合格，应判定此批产品不合格。

11.1.3 全氟己酮系气体灭火设备的安装除应符合本标准的规定外，尚应符合 GB 50263、GB 50235、GB 50236 的有关规定。

11.1.4 灭火剂输送管道连接应符合下列规定：

- a) 采用螺纹连接时，管材宜采用机械切割；螺纹不应有缺纹、断纹等现象；螺纹连接的密封材料应均匀附着在管道的螺纹部分，拧紧螺纹时，不应将填料挤入管道内；安装后的螺纹根部应有 2~3 条外露螺纹；连接后，应将连接处外部清理干净并做防腐处理。
- b) 采用法兰连接时，衬垫不应凸入管内，其外边缘宜接近螺栓，不应放双垫或偏垫。连接法兰的螺栓，直径和长度应符合标准，拧紧后，凸出螺母的长度不应大于螺杆直径的 1/2 且保有不少 2 条外露螺纹。
- c) 已防腐处理的无缝钢管不宜采用焊接连接，与阀门等个别连接部位需采用法兰焊接连接时，应对被焊接损坏的防腐层进行二次防腐处理。

11.1.5 管道穿过墙壁、楼板处应安装套管。套管公称直径比管道公称直径至少应大 2 级，穿墙套管长度应与墙厚相等，穿楼板套管长度应高出地板 50 mm。管道与套管间的空隙应采用防火封堵材料填塞密实。当管道穿越建筑物的变形缝时，应设置柔性管段。

11.1.6 管道支、吊架的安装应符合下列规定：

- a) 管道应固定牢靠，管道支、吊架的最大间距应符合 GB 50263 的规定。
- b) 管道末端应采用防晃支架固定，支架与末端喷嘴间的距离不应大于 500 mm。
- c) 公称直径大于或等于 50 mm 的主干管道，垂直方向和水平方向至少应各安装 1 个防晃支架，当穿过建筑物楼层时，每层应设 1 个防晃支架。当水平管道改变方向时，应增设防晃支架。

11.1.7 灭火剂输送管道安装完毕后，应进行强度试验和气压严密性试验，并合格。当采用水压强度试验时，试验压力为 1.5 倍系统最大工作压力。灭火剂输送管道的气密性试验压力为水压强度试验压力的 2/3。对气动管路应取驱动气体贮存压力。试验方法应符合 GB 50263 的有关规定。

11.1.8 灭火剂输送管道的外表面应按设计要求进行涂覆。

11.1.9 全氟己酮系气体灭火设备的控制组件的安装应符合设计要求，并应符合 GB 50116 和 GB 50166 的有关规定。

11.1.10 全氟己酮系气体灭火设备的安装除应符合本标准的规定外，尚应符合 GB 50235 的有关规定。

11.1.11 基本安全要求规定如下：

- a) 防护区应有保证人员在 30 s 内疏散完毕的通道和出口。
- b) 防护区内的疏散通道及出口，应设应急照明与疏散指示标志。防护区内应设火灾声报警器，必要时，可增设闪光报警器。防护区的入口处应设火灾声、光报警器和灭火剂喷放指示灯，以及防护区采用的全氟己酮系气体灭火设备的永久性标志牌。灭火剂喷放指示灯信号，应保持到防护区通风换气后，以手动方式解除。
- c) 防护区的门应向疏散方向开启，并能自行关闭；用于疏散的门必须能从防护区内打开。

- d) 灭火后的防护区应通风换气，地下防护区和无窗或设固定窗扇的地上防护区，应设置机械排风装置，排风口宜设在防护区的下部并应直通室外。
- e) 储瓶间的门应向外开启，储瓶间内应设应急照明；储瓶间应有良好的通风条件，地下储瓶间应设机械排风装置，排风口应设在下部，可通过排风管排出室外。
- f) 经过有爆炸危险及变电、配电室等场所的管网、壳体等金属件应设防静电接地。
- g) 灭火设备的手动控制与应急操作应有防止误操作的警示显示与措施。
- h) 设有全氟己酮系气体灭火设备的场所，宜配置空气呼吸器。

11.2 调试

- 11.2.1 全氟己酮系气体灭火设备的调试应在系统施工结束和与系统有关的火灾自动报警装置及联动控制设备调试合格后进行。
- 11.2.2 调试前应具备完整的技术资料，并对系统进行检查，及时处理发现的问题。
- 11.2.3 调试前施工单位应制订调试方案，并经监理单位批准。调试人员应根据批准的方案按程序进行。进行调试时，应采取可靠措施，确保人员和财产安全。
- 11.2.4 全氟己酮系气体灭火设备的调试应符合 GB 50263 的有关规定。

11.3 验收

- 11.3.1 全氟己酮系气体灭火设备的验收应由建设单位组织监理、设计、施工等单位共同进行。
- 11.3.2 全氟己酮系气体灭火设备验收时，应提供下列资料：
 - a) 经审核批准的设计施工图、设计说明书、设计变更通知书；
 - b) 主要组件和资料符合市场准入制度要求的有效证明文件和产品出厂合格证，材料和系统组件进场检验的复验报告；
 - c) 装置及其主要组件的安装使用和维护说明书；
 - d) 全氟己酮系气体灭火设备施工现场质量管理检查记录；
 - e) 全氟己酮系气体灭火设备施工过程质量检查记录；
 - f) 隐蔽工程验收记录、系统调试记录；
 - g) 装置验收申请报告。
- 11.3.3 全氟己酮系气体灭火设备的验收，应符合下列规定：
 - a) 隐蔽工程在隐蔽前的验收应合格，并按表 14 内容记录；

表14 隐蔽工程验收记录

工程名称														
建设单位									设计单位					
监理单位									施工单位					
管道 编号	设计参数				强度试验				严密性试验				防腐	
	管径	材料	介质	压力 (MPa)	介质	压力 (MPa)	时间 (min)	结果	介质	压力 (MPa)	时间 (min)	结果	等级	结果
隐蔽前的检查														
隐蔽方法														
简图或说明														
验收结论														
验		施工单位				监理单位				建设单位				

收 单 位			
	项目负责人：（签章） 年月日	监理工程师：（签章） 年月日	项目负责人：（签章） 年月日

b) 质量控制资料核查应全部合格，并按表 15 内容记录；

表15 质量控制资料核查记录

工程名称				
建设单位		设计单位		
监理单位		施工单位		
序号	资料名称	资料数量	核查结果	核查人
1	经批准的设计施工图、设计说明书			
2	设计变更通知书、竣工图			
3	系统组件的市场准入制度要求的有效证明文件和产品出厂合格证；材料的出厂检验报告与合格证；材料和系统组件进场检验的复验报告			
4	系统组件的安装使用说明书			
5	施工许可证（开工证）和施工现场质量管理检查记录			
6	全氟己酮系气体灭火设备施工过程检查记录及组件的强度和严密性试验记录、管道试压和管道冲洗记录、隐蔽工程验收记录			
7	系统验收申请报告			
8	系统施工过程调试记录			
核查结论				
核 查 单 位	建设单位	施工单位	监理单位	
	项目负责人：（签章） 年月日	项目负责人：（签章） 年月日	监理工程师：（签章） 年月日	

11.3.4 施工质量验收应包括下列内容：

- 全氟己酮系气体灭火设备各组件的规格、型号、数量、安装方式、安装位置、方向及安装质量应符合设计要求；
- 灭火剂输送管道、管件的规格、型号、位置、坡向、坡度、连接方式及安装质量应符合设计要求；
- 固定管道的支、吊架，穿过建筑构件及其变形缝的处理、各管段和附件的型号规格以及防腐处理和涂刷油漆颜色，应符合设计要求；
- 在进行施工质量验收时应做好相应工程质量验收记录，形成验收结果报告。

11.3.5 全氟己酮系气体灭火设备功能验收应包括下列内容：

- 应按设计要求进行模拟启动试验并合格；
- 应按设计要求进行模拟喷气试验并合格；
- 应按设计要求对设有灭火剂备用量的装置进行模拟切换操作试验并合格；
- 应对主、备用电源进行切换试验并合格；
- 在进行功能验收时应做好相应功能试验验收记录，形成验收结果报告；
- 功能验收不合格的全氟己酮系气体灭火设备不应投入使用。

11.3.6 全氟己酮系气体灭火设备验收合格后，应将装置恢复到正常工作状态，并向建设单位移交本章要求的资料。

11.4 维护管理

11.4.1 全氟己酮系气体灭火设备投入使用后，应建立管理、检测、维护和操作规程，并由专业人员进行日常维护管理，保证装置处于正常工作状态；

11.4.2 维护管理人员应熟悉全氟己酮系气体灭火设备的原理、性能和操作维护规程；

11.4.3 与全氟己酮系气体灭火设备配套的火灾自动报警系统的维护管理应按 GB 50116 执行。

11.4.4 每月应对装置进行检查，检查内容及要求应符合以下规定：

- a) 对装置全部组件进行外观检查，所有组件应无碰撞变形及其他机械性损伤，表面应无锈蚀，保护涂层应完好，铭牌和防护区标志牌应清晰，手动操作装置的防护罩、铅封和安全标志应完整；
- b) 供电电源和驱动装置运行状态完好，各组件连接电缆牢固无松动现象；
- c) 贮存容器的压力指示装置应指示清晰，示值位于正常工作范围内；
- d) 检查装置输送管路和喷嘴应连接牢固无堵塞现象。

11.4.5 每年应进行一次模拟自动启动试验。

附录 A

(规范性)

不同充装密度下最大工作压力和最小工作压力确定方法

A.1 测试条件

A.1.1 容器要求

容器的公称工作压力不小于8 MPa，容积不小于100 L。

A.1.2 测试仪器要求

测试仪器要求如下：

- a) 称重仪器最小分度值 0.01 kg；
- b) 压力表精度应为 0.4 级；
- c) 压力传感器精度不应低于 0.25%；
- d) 温度试验箱的温度均匀度 0.5 °C。

A.2 测试程序

A.2.1 测试前准备

测试前准备要求如下：

- a) 准确测量使用的容器容积，可充水测试水容积；
- b) 容器应经过清洗、烘干、置换处理；
- c) 充装过程尽量避免水份进入充装管路。

A.2.2 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按要求的充装密度充装全氟己酮灭火剂；
- b) 在 20°C 温度下充装高纯氮气至规定贮存压力，放置 12 h 后观察瓶组内压力，压力下降应进行补充氮气，之后每隔 6 h 进行检查补压，直至氮气充分溶解到全氟己酮灭火剂中，瓶组内压力不再下降；
- c) 将瓶组放置到温度箱内，当箱内温度达到设定温度（最低和最高工作温度）点后，至少恒定 12 h，之后观测瓶组内压力。

附 录 B
(规范性)
全氟己酮或全氟己酮系灭火剂充装要求

B.1 基本要求**B.1.1 充装设施与场地**

B.1.1.1 充装现场应符合消防和环境保护等相关标准、规范的规定，其设备、建筑和安全设施，应符合 GB 27550 规定。

B.1.1.2 充装单位应根据全氟己酮或全氟己酮系灭火剂的特性，在充装场地室内外醒目处设置符合 GB 2894 规定的安全标志。

B.1.1.3 充装设施、管道、阀门、连接件等应选用与组份介质相容的材料。

B.1.1.4 称量法使用的衡器或使用的压力表的准确度等级、称量范围（最大称量值）、标度分划及分隔值不低于 GB 14193-2009 中 5.1 和 GB 14191-2006 中 5.1 要求，并应满足全氟己酮或全氟己酮系灭火剂的分装工艺要求。

B.1.1.5 充装系统所使用的压力表准确度等级不应低于 1.6 级，量程为最大测量值的 1.5~2 倍，表盘直径应不小于 150 mm。

B.1.1.6 衡器和压力表的检定周期按相应计量检定规程的规定。

B.1.2 人员

B.1.2.1 应配备与全氟己酮或全氟己酮系灭火剂充装数量相适应的充装人员和化验员。

B.1.2.2 充装人员和化验员应经专业技术培训和考核合格或取得相应的资格证书。

B.1.3 包装

B.1.3.1 带压包装一般采用无缝钢瓶包装，应符合 5.5 要求。应符合 TSG 23 的规定，充装条件应满足 GB 27550 的要求，充装过程符合 XF 1203 的规定。钢瓶的包装定量标准及定期检验，按 TSG 23 规定执行。最大充装密度不大于 1400 kg/m³，钢瓶的设计压力大于实际充装压力的 1.2 倍以上。

B.1.3.2 钢桶包装必须确保材料符合要求，容器内干燥与清洁。

B.1.4 包装物处理

B.1.4.1 钢瓶预处理步骤如下：

- a) 充装钢瓶气相接口与真空泵连接，液相口与高纯氮气瓶连接；
- b) 打开气相接口阀门，抽真空至气瓶压力小于 -0.08 MPa，关闭气相接口阀门；
- c) 打开高纯氮气瓶阀门，调节减压阀将压力控制在 0.1 MPa~0.2 MPa；
- d) 打开充装钢瓶液相阀门，向钢瓶内部充装氮气至 0.1 MPa；
- e) 重复步骤 b~d；对钢瓶内部氮气进行水分检测，水分 ≤100 ppm 后抽真空备用；若水分 >100 ppm，则继续重复步骤 b~d 至水分小于等于 100 ppm。

B.1.4.2 钢桶预处理步骤如下：

- a) 准备好瓶装氮气，并连接好减压阀和皮管；
- b) 缓慢打开瓶阀，调节减压阀出口压力 0.1 MPa；
- c) 将皮管从桶口插入桶底，向桶内通高纯氮气 2 min 以上；
- d) 高纯氮气置换过的桶应立即盖紧桶盖。

B.1.5 来料验收与检测

B.1.5.1 来料技术指标的测定，优先考虑采用现行有效的国际、国家、行业通用的标准，亦可使用企

业优化的企业标准。

B.1.5.2 各指标及其允许偏差按用户订货合同规定应在充装产品合格标签中明示,但不应低于国家、行业标准的要求。

B.2 充装前包装物检查

B.2.1 充装前气瓶检查

充装前气瓶检查的内容如下:

- a) 气瓶外表面的颜色标记与它充装介质的规定标记相符，具体按照 GB 7144 执行；
- b) 气瓶瓶阀的接口螺纹形式与该充装介质的规定相符；
- c) 气瓶外表无裂纹、严重腐蚀、明显变形及其他严重外部损伤缺陷；
- d) 气瓶在规定的检验期限内；
- e) 气瓶的安全附件齐全、符合安全要求。

B.2.2 充装前钢桶检查

B.2.2.1 钢桶外观检查

充装前钢桶外观检查的内容如下:

- a) 外表面无凹陷, 无脏污;
- b) 油漆完好;
- c) 桶盖、垫圈外观完好, 齐全, 桶盖、垫圈尺寸配套。

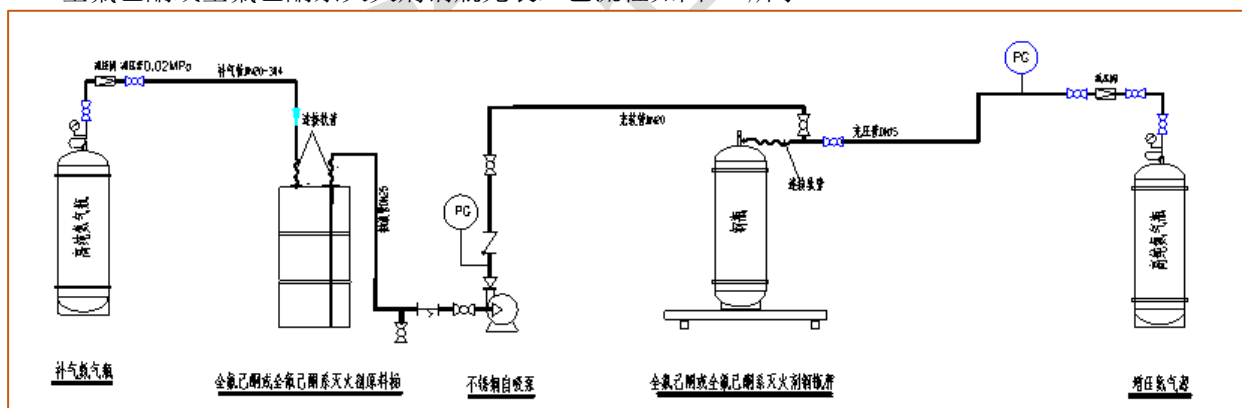
B.2.2.2 钢桶内部检查

用手电筒照射钢桶内，目测桶内情况，桶内涂层无破损或脱落、无异物、无明水。

B.3 充装

B.3.1 钢瓶充装流程工艺图

全氟己酮或全氟己酮系灭火剂钢瓶充装工艺流程如图B.1所示。



图B.1 全氟己酮或全氟己酮系灭火剂钢瓶分装工艺流程

B.3.2 钢瓶充装步骤

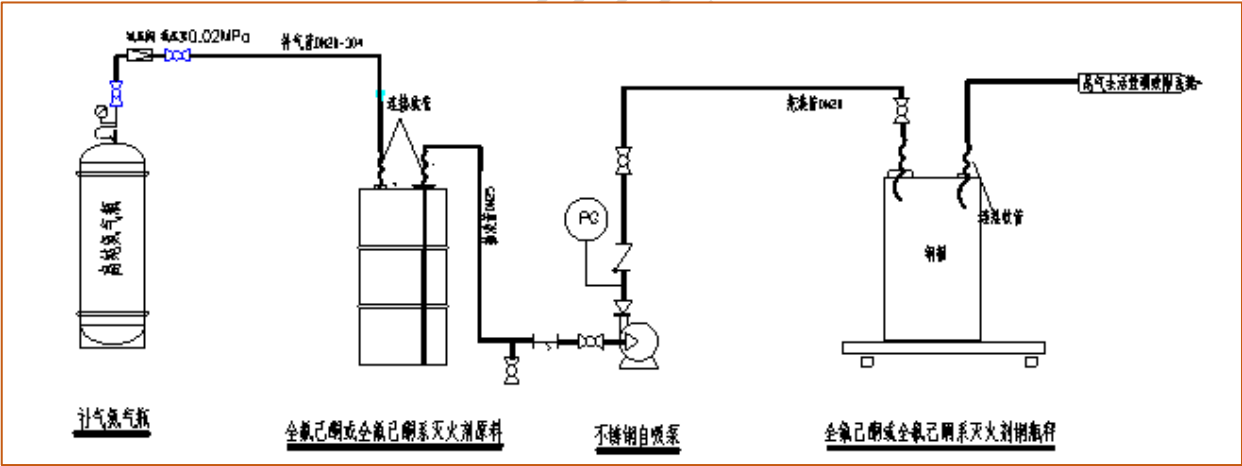
B.3.2.1 充装钢瓶秤的检查和操作步骤如下:

- a) 开启充装钢瓶秤电源开关，检查显示器显示为“0”，显示有重量数据的时候要置零操作；
- b) 将置换好的钢瓶放在已标定的钢瓶秤上，记录钢瓶的重量；
- c) 全氟己酮或全氟己酮系灭火剂原料桶气液相口分别与氮气补气软管、自吸泵进口抽液管连接；自吸泵出口管与全氟己酮或全氟己酮系灭火剂钢瓶充装口连接；增压管路 with 灭火剂瓶组加压口连接；

- d) 第一次充装时，需打开补气氮气对补压管路、灭火剂管路、加压管路进行氮气吹扫并检查管路是否有渗漏。吹扫完毕后关闭补气氮气；
 - e) 打开原料桶控制阀门，通过补气氮气瓶阀门，调节减压阀出口压力至 0.02 MPa，开始向原料桶补压；
 - f) 打开自吸泵进口阀，开启自吸泵，开启泵出口阀 1/3 开度，待压力稳定后再缓慢打开泵出口阀门，通过调节出口阀控制泵出口压力(0.2 MPa~0.3 MPa)；
 - g) 开启气瓶充装阀门，对灭火剂瓶组进行充装，并注意监听瓶内无异常声响。灭火剂充装完毕后，关闭充装阀门，关闭自吸泵，要求做好充装药剂量记录（单位为 kg）；
 - h) 将灭火剂充装管路更换为增压氮气源加压管路；
 - i) 打开高纯氮控制阀，根据全氟己酮或全氟己酮系设备工作压力需求，补充钢瓶内部 N2 压力。当瓶组压力达到所需压力后及时关闭钢瓶增压阀；
 - j) 将瓶组在环境温度下静置 12h，静置后压力不足的重复 i 步骤进行补压至目标压力；
 - k) 充装完毕后，将满瓶转移到满瓶待检区，检验分析。
- B.3.2.2 充装后检查、检测步骤如下：
- a) 瓶阀与连接瓶口处的密封良好（试漏）；
 - b) 瓶体无鼓包、变形或泄漏等严重缺陷；
 - c) 瓶体温度无异常升高；
 - d) 抽样检测瓶组内灭火剂的含水率；
 - e) 充装量在规定的范围内（复秤）；
 - f) 气瓶闷盖和瓶帽齐全；
 - g) 检查充装证和危标、检验合格证齐全；
 - h) 经检查、检验合格后入库。

B.3.3 钢桶充装分装流程工艺图

全氟己酮或全氟己酮系灭火剂钢桶充装工艺流程如图表B.2所示。



图B.2 全氟己酮或全氟己酮系灭火剂钢桶分装工艺流程

B.3.4 钢桶充装步骤

- 钢桶充装步骤如下：
- a) 充装钢桶秤的检查和操作。开启充装钢瓶秤电源开关，检查显示器显示为“0”，显示有重量数据的要置零操作；
 - b) 将空钢桶放至秤上，确认显示器显示皮重与实际一致，按去皮按钮；
 - c) 全氟己酮或全氟己酮系灭火剂原料桶气液相口分别与氮气补气软管、自吸泵进口抽液管连接，自吸泵出口管与全氟己酮或全氟己酮系灭火剂钢桶灌装口连接，尾气管与钢桶排气口连接，开启尾气吸附系统；
 - d) 打开补气氮气瓶阀门，调节减压阀出口压力至 0.02 MPa，开始向原料桶补气；

- e) 打开自吸泵进口阀，开启自吸泵，开启泵出口阀 1/3 开度，待压力稳定后再缓慢打开泵出口阀门，通过调节出口阀控制泵出口压力(0.2 MPa~0.3 MPa)；
- f) 检查连接软管是否有渗漏，开启分装阀门，开始灌装。检查管路各处密封情况，灌装管与钢桶连接处无泄漏，桶壁温度正常；
- g) 在产品充装重量达到后，关闭分装液相阀门，关闭自吸泵；
- h) 拆除充装钢桶气、液相口连接管路，并立即盖好桶盖上紧；
- i) 充装完毕后，将满桶转移到待检区，检验分析。

B.3.5 充装后检查、检测

充装后检查、检测步骤如下：

- a) 钢桶气液相口的密封良好（试漏）；
- b) 桶体无鼓包、变形或泄漏等严重缺陷；
- c) 桶体温度无异常升高；
- d) 充装量在规定的范围内（复秤）；
- e) 检查充装证和危标、检验合格证齐全；
- f) 经检查、检验合格后入库。

B.3.6 抽样规则

以一次连续充瓶瓶数或一个操作班生产的全氟己酮系灭火剂为一批，全氟己酮系灭火剂出厂前应按表B.1的规定随机抽样检验，检验合格后方可出厂。

表B.1 出厂前随机抽样表

每批瓶数	50以下	51~100	101~500	501~1000
抽检瓶数	2	3	5	10

B.3.7 检验方法

B.3.7.1 取样钢瓶及处理方法

- B.3.7.1.1 取样钢瓶采用 GB 4065—83 中取样钢瓶。
- B.3.7.1.2 取样钢瓶在第一次使用前，应检查内部是否清洁，若内表面不清洁，需用水和适当的溶剂（如乙醇或丙酮）来洗涤。洗净后，在 105 ℃~110 ℃烘箱内烘 3 h~4 h，趁热将瓶子抽真空至绝对压力不高于 10 mmHg 柱，并在此压力下保持 1 h~2 h，关闭钢瓶阀门，以备取样。
- B.3.7.1.3 取样人员应穿戴适当的防护用具，避免接触和吸入样品。

B.3.7.2 取样方法

用一根干燥的不锈钢细管联接在灌装全氟己酮钢瓶的出口阀上。细管和钢瓶阀门，先用高纯氮吹（2 min~3 min），稍稍开启钢瓶阀门，放出全氟己酮，使其冲洗阀门及联接管，然后将联接管的末端迅速与取样钢瓶阀紧密联接，将全氟己酮钢瓶的出口阀全部打开，然后打开取样钢瓶阀门，使全氟己酮灌入其中。来确定灌入样品的足够量。取样结束后，先关紧取样钢瓶阀门，接着关紧灌装全氟己酮 钢瓶阀门。拆开联接管道，放下取样钢瓶。为保证取液相样品，在取样过程中，灌装全氟己酮的钢瓶应倒放（钢瓶内如有虹吸管，可直立放置）。

B.3.8 试验方法

B.3.8.1 水分

按 6.52.5 检测。

B.3.8.2 酸度

按6.52.6检测。

B.4 充装记录

B.4.1 充装单位应有专人负责填写气瓶充装记录，记录的内容至少包括介质组分、充装日期、瓶号、室温、充装压力、充装的起止时间、有无异常情况的记录及处理。充装人员应签字。

B.4.2 充装单位应负责妥善保管充装记录，按TSG 23规定，保存时间应不少于3年。

B.5 标志、运输和贮存

B.5.1 标志

B.5.1.1 钢瓶外应标明“全氟己酮或全氟己酮系灭火剂”字样，每一瓶产品都应附有产品合格证及充装证，合格证上应标明产品名称、产品标准代号、产品批号、数量（净重、充装压力或充装量）、生产日期、生产厂名和厂址。按照 GB/T 191 规定喷涂标识。警示标签应符合 GB 16804；

B.5.1.2 包装桶上应张贴合格证。合格证上应标明产品名称、产品标准代号、产品批号、净重、生产日期、生产厂名和厂址；

B.5.1.3 通过认证的产品包装物应张贴或印刷认证标识。

B.5.2 运输

B.5.2.1 装有产品的钢瓶为带压容器，在装卸运输过程中，严禁撞击、拖拉、摔落，应与其它包装容器一致符合中华人民共和国铁路、公路对危险货物运输的有关规定；

B.5.2.2 运输应符合 TSG 23 、JT 617 以及运输的有关规定。

B.5.3 贮存

本产品应贮存于阴凉、干燥、通风良好的仓库。

附录 C

(规范性)

灭 B 类正庚烷和 A 类木垛表面火的灭火浓度确定试验方法

C.1 试验空间

试验空间的体积应不小于 200 m^3 ，其长、宽不小于 7 m ，高度 $3.5\text{ m}\sim 4\text{ m}$ 。试验空间若设泄压口，应设在 $3/4$ 空间高度以上或顶部。

C.2 测量参数

C.2.1 氧浓度测量

试验空间氧浓度测量样品点位置见图 C.1。氧浓度测量设备的分辨率不低于 0.1% （体积分数），应可以连续采集、记录试验时试验空间内的氧浓度。测量设备精度应不受燃烧产物影响。试验使用范围为 $17\%\sim 21\%$ （体积分数）。数据存储的频率至少为 10 Hz 。

C.2.2 二氧化碳及一氧化碳浓度测量

监测二氧化碳浓度。

燃烧产物如二氧化碳、一氧化碳不应影响灭火性能的评估。

C.2.3 喷嘴压力测量

应采用压力传感器监测喷嘴压力，传感器精度不低于 0.5% ，传感器距喷嘴的距离不超过 1 m 。

C.2.4 试验空间温度测量

试验空间温度测点位置见图 C.1。测温仪表时间常数不大于 1 s ，通道数量宜取 3 。连续测量，测量范围： $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 1\text{ }200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。采用 1 mm 的 K 型热电偶（Ni—CrNi）。

C.2.5 喷嘴附近温度测量

对于液化灭火剂，应记录喷口位置的温度。

C.3 试验用灭火系统

灭火系统设计由生产单位提供。

灭火剂瓶组应在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下放置 16 h 以上。

灭火系统灭火剂喷射时间应为 $8\text{ s}\sim 10\text{ s}$ 。

试验中，灭火剂的喷放应不影响试验火的燃烧。

喷嘴安装位置：使用一只喷嘴时，喷嘴安装在空间顶部中心，距顶部距离不应大于 300 mm ；使用多只喷嘴时，应均匀对称布置，距顶部距离不应大于 300 mm 。

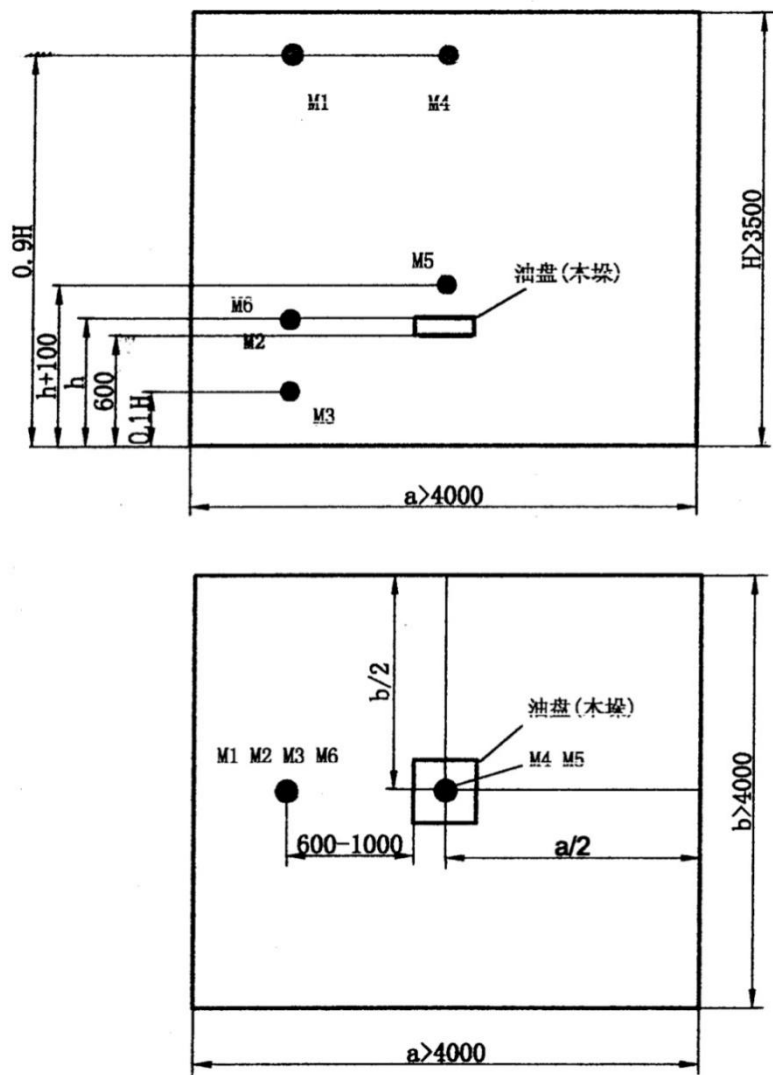
C.4 灭火浓度确定条件

对于 A 类木垛表面火，灭火系统应在喷射结束后 60 s 内扑灭所有明火，在喷射结束 10 min 不复燃。

对于 B 类正庚烷火，灭火系统应在喷射结束后 30 s 灭火。

灭火浓度是试验室连续三次成功灭火的浓度。

单位：mm



标引序号说明：
M1～M3—氧浓度测量样品点；
M4～M6—测温点。

图C.1 A类B类火灭火试验布置示意图

C.5 B类正庚烷火灭火试验

C.5.1 燃料要求

使用的燃料应符合6.20.2的要求。

C.5.2 试验模型与布置

油盘：正方形，面积 $0.25\text{ m}^2 \pm 0.02\text{ m}^2$ ，高度100 mm，油盘壁厚6 mm。
油盘固定在试验空间正中心，底部距地面600 mm。

C.5.3 试验程序

油盘内加入12.5 L正庚烷，油盘底部垫水，液面距油盘上沿50 mm，开启氧浓度分析仪和测温仪表，使之处于正常工作状态。点燃油盘，预燃30 s，关闭试验空间所有开口，手动启动灭火系统灭火。

系统启动时， $M2$ 处的氧浓度不应低于20.4%（体积分数）。试验期间由燃烧产物引起氧浓度降低不应超过1.5%（体积分数）。该数值通过与冷喷的参数相比较获得。

C.5.4 试验记录

试验记录应涵盖下述内容：

- 试验空间内各测氧点的氧浓度变化；
- 试验空间内各测温点的温度变化；
- 灭火系统喷射延迟时间和喷射时间，喷嘴前压力；
- 灭火时间；
- 释放到试验空间内的灭火剂总量。

C.6 A类木垛火灭火试验

C.6.1 燃料要求

木材采用云杉、冷杉或密度相当的松木，含水率9%~13%。

木垛由四层构成，每层六根方木。方木横截面为40 mm×40 mm，长450 mm±50 mm。木垛层间呈直角交错放置，每层的方木之间间隔均匀摆成正方形，将方木及层间钉起来形成木垛。

油盘采用C.5.2 B类火灭火试验用油盘。

C.6.2 试验模型与布置

木垛的布置见图C.1。木垛底部距地面600 mm。

引燃木垛用燃料采用C.5.1 B类火灭火试验用正庚烷。

将木垛放在钢质试验架上，油盘置于木垛正下方，油盘上沿距木垛底部约300 mm，试验架的结构应使木垛底部充分暴露在大气中。

C.6.3 试验程序

在试验空间外引燃木垛，但不应受阳光、雨雪等天气条件影响，风速不大于3 m/s，必要时可采取适当防风措施。如在室内引燃木垛时，室内空间体积应大于六倍试验空间体积。

将1.6 L正庚烷注入油盘，点燃后引燃木垛自由燃烧3 min，正庚烷耗尽后，木垛继续燃烧3 min；

在试验空间外总预燃时间为6 min+10 s，预燃结束后将木垛移入试验空间，移入木垛至启动灭火系统用时不应大于15 s。关闭试验空间所有开口，手动启动灭火系统灭火；

系统启动时， $M2$ 处的氧浓度不应低于20.4%（体积分数）。试验期间由燃烧产物引起氧浓度降低不应超过1.5%（体积分数）。该数值通过与冷喷的参数相比较获得。

灭火剂喷射结束后，试验空间维持密封10 min浸渍期。10 min后将木垛移出试验空间，观察是否复燃。

C.6.4 试验记录

试验记录应涵盖下述内容：

- 10 min浸渍期内有无余火或复燃，浸渍时间内观测记录木垛表面温度及余火、复燃状况宜采用红外摄像仪；
- 木垛试验前后的质量损失；
- 试验空间内各测氧点的氧浓度变化；
- 试验空间内各测温点的温度变化；
- 灭火系统喷射延迟时间和喷射时间，喷嘴前压力；
- 灭火时间；
- 释放到试验空间内的灭火剂总量。

附 录 D
(规范性)
氢氟酸抑制性能试验方法

D.1 氟离子测试

D.1.1 取样点

灭火试验过程中氢氟酸取样点如6.41.1.3图4 M7位置所示。

D.1.2 试剂及仪器

试剂：

- a) 总离子强度缓冲液 (TISAB)；
- b) 氟化钠 (NaF)：分析纯，经 110 °C 烘干 2 h，干燥冷却；
- c) 标准溶液： 10^{-2} mol/L, 10^{-3} mol/L, 10^{-4} mol/L, 10^{-5} mol/L, 10^{-6} mol/L；
- d) 超纯水 ($18\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$)，0~5 °C。

仪器：

- a) 环境空气综合采样器，执行标准 HJ/T 375-2007；
- b) 取样管：空心圆形气体紫铜管（内径 10mm）；
- c) 连接管：聚四氟乙烯软管或内衬聚四氟乙烯薄膜的硅橡胶管；
- d) 棕色气泡吸收瓶：10 mL；
- e) 烧杯：100 mL；
- f) 离子计：雷磁 PXSJ-216F（配套电极温度电极 T-818-B-6，参比电极 232-01；
- g) 氟离子电极 PF-2-01）；
- h) 移液管：20 mL 移液管，10 mL 移液管。

D.1.3 分析步骤

D.1.3.1 操作

操作要求如下：

- a) 开机：接通电源，检查电极，并按动“开/关”键，预热 15 min；
- b) 标定：将三根电极用超纯水清洗干净，放入标准溶液中，选择标液的浓度单位，输入当前的标称值，当读数稳定后，按“确认”键，仪器存贮、显示标定结果。将电极清洗干净后，放入另一种标准溶液中，同样输入当前标液的浓度值，等读数稳定后，按“确认”键进行标定。标定完 5 种浓度的标液后，按“取消”键退出标定，保存标定结果，斜率在 90.00%以上，仪器才可进行下一步操作，否则重新标定直至达到要求为止；
- c) 样品采集：典型样品采集过程，使用 3 台 2 通路采样器，共 6 个采样管路。取样瓶棕色气泡吸收瓶中装入 10 mL 0~5 °C 超纯水作为吸收液，采样流量为 1 L/min，于 A 类火试验点火同时开启 3 台采样器（记录时间 t_1 ），并分别于以下时间点关停采样管路：药剂喷射前（记录时间 t_2 ），药剂启动喷射时（记录时间 t_3 ），药剂喷射完成时（记录时间 t_4 ），火被完全扑灭时（记录时间 t_5 ），火被完全扑灭后 10 min（平行两组取样管，记录时间 t_6 ）。取样结束后，用洗耳球将吸收液收集至氟化瓶中，立即进行氟离子检测；
- d) 吸收液氟离子浓度测试样品制备：用待测样品润洗移液管 2-3 次后，移取待测样品 10 mL 至 100 mL 容量瓶中，再移取 20 mL 的 TISAB 于 100 mL 容量瓶中，用超纯水定容至刻度线，摇匀备用；
- e) 吸收液氟离子浓度测试：将已制备好的样品转移至洁净的烧杯中，仪器按照上一次标定结果进行自动测量、自动判断、自动计算并显示当前的电位值、温度值，按“按当前设置开始测量”键进行测量，待数值稳定后记录数据 X_i ；
- f) 吸收液氟离子浓度计算：

按公示 D.1 计算：

$$c = 19 * 10 * X_1 \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

19——氟的相对分子量，单位为克每摩尔（g/mol）；

10——稀释倍数；

X_1 ——仪器显示数值，单位为摩尔每升（mol/L）。

注：结果的数值表示到小数点后2位，单位为mg/L。取平行测定结果的算术平均值为测定结果；三次平行测定结果的绝对差值不大于3.00。

g) 抑制氢氟酸性能计算：

抑制氢氟酸性能以采样气体中含HF的体积分数来表示，单位ppm（ 10^{-6} ），按公式D.2计算：

$$\text{抑制氢氟酸性能} = \frac{\frac{0.01C \times V_m}{1000 \times M}}{(t_n - t_1) \times 1} \times 10^6 \dots\dots\dots (D.2)$$

式中：

C ——吸收液氟离子浓度，单位毫克每升（mg/L）；

M ——HF的物质的量，19 g/mol；

0.01——吸收液体积，单位升（L）；

V_m ——气体摩尔体积，22.4 L/mol；

t_n ——采样记时，单位分钟（min）；

1——采样流量，单位为升每分钟（L/min）。

附录 E (规范性) ODP/GWP 值确定方法

E.1 臭氧消耗潜能值 ODP (Ozone Depletion Potential)

臭氧消耗潜能值 (Ozone Depletion Potential, 简称 ODP), 指的是单位质量的某种气体在大气中引起的臭氧总量变化量相对于单位质量的三氯氟甲烷 (CFC-11) 在大气中引起的臭氧总量变化量的比值。该比值测量的是某种气体对大气的长期效应, 且该比值不随时间变化。

ODP 可以实验数据模拟计算得出, 具体计算公式如下:

$$ODP = \frac{\sum_z \sum_{\theta} \sum_t \Delta O_3(Z, \theta, t) \cdot \cos \theta}{\sum_z \sum_{\theta} \sum_t \Delta O_3(Z, \theta, t)_{\text{for CFC-11}} \cdot \cos \theta}$$

式中:

z —海拔;

θ —纬度;

t —时间;

ΔO_3 —稳定状态下, 单位质量排放率导致的臭氧变化。

E.2 全球变暖潜能值 GWP (Global Warming Potential)

GWP 是一个相对值, 表示某一种温室气体能够捕获得到的空气中的热量。一定质量的温室气体所捕获得到的热量相对于同样质量的 CO_2 所捕获的热量之比。即将特定气体和相同质量 CO_2 比较之下 (即 CO_2 的 GWP 是 1), 造成全球暖化的相对能力, 是衡量温室气体对全球暖化的影响。

根据伯尼尔的模型, GWP 的公式如下:

$$GWP = \frac{\int_0^{ITH} a_i \cdot [C(t)] dt}{\int_0^{ITH} a_{CO_2} \cdot [C_{CO_2}(t)] dt} = \frac{\int_0^{ITH} a_i \cdot C_{0i} e^{-t/\tau_i} dt}{\int_0^{ITH} a_{CO_2} \cdot [C_{CO_2}(t)] dt}$$

式中:

$ITH(t)$ —计算时的评估期间长度, 通常以 100a 为基准;

a_i —大气中每单位质量的化合物增加的辐射强迫 (由于该化合物的 IR 吸收引起的穿过大气的辐射通量的改变), $W/m^2 kg$;

C —化合物的大气浓度;

τ —化合物的大气寿命;

$C(t)$ —在 1kg 待测物在 $t=0$ 时间释放到大气后, 随时间衰减之后的比例;

a_{CO_2} —1kg CO_2 的辐射强迫, $W/m^2 kg$;

$C_{CO_2}(t)$ —在 1kg CO_2 在 $t=0$ 时间释放到大气后, 随时间衰减之后的比例。

E.3 ODP 和 GWP 的参考值

可以通过联合国政府间气候变化专门委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 的官方统计数值查询全氟己酮及全氟己酮系灭火剂中所添加助剂的 ODP 和 GWP 值, 所得数值应明确标注数据来源。

附录 F (资料性) 专用符号

本附录规定了用于全氟己酮系灭火设备工程设计计算的字母标识。

- C_t ——灭火剂设计浓度；
- D ——管道内径；
- F_c ——喷头等效孔口面积；
- F_x ——泄压口面积；
- g ——重力加速度；
- H ——过程中点时，喷头高度相对贮存容器内液面的位差；
- K ——海拔高度修正系数；
- L ——管道计算长度；
- n ——贮存容器的数量；
- N_s ——安装在计算支管下游的喷头数量；
- P_o ——灭火剂贮存容器充压(或增压)压力；
- P_c ——喷头工作压力；
- P_r ——围护结构承受内压的允许压强；
- P_h ——高程压头；
- P_m ——过程中点时贮存容器内压力；
- Q ——管道设计流量；
- Q_c ——单个喷头的设计流量；
- Q_s ——支管平均设计流量；
- Q_w ——主干管平均设计流量；
- Q_x ——灭火剂在防护区的平均喷放速率；
- q_c ——等效孔口单位面积喷射率；
- S ——灭火剂过热蒸气或灭火剂气体在 101kPa 大气压和防护区最低环境温度下的质量体积；
- T ——防护区最低环境温度；
- t ——灭火剂设计喷放时间；
- V ——全淹没防护区净容积；
- V_o ——喷放前，全部贮存容器内的气相总容积；
- V_l ——局部保护对象围护容积；
- V_b ——贮存容器的容量；
- V_p ——管网的管道内容积；

W —— 灭火剂设计用量；

W_0 —— 系统灭火剂贮存量；

γ —— 灭火剂液体密度；

η —— 充装量；

ΔP —— 计算管段阻力损失；

ΔW_1 —— 贮存容器内的灭火剂剩余量；

ΔW_2 —— 管道内的灭火剂剩余量。

附 录 G
(规范性)
基础灭火试验值测试方法

G.1 试验原理与要求

全氟己酮灭火剂气化后混入空气，通过标准的杯式燃烧器装置，测试熄灭正庚烷火焰的临界浓度。

G.2 试验设备与材料

试验装置的整体布局如图G.1所示，燃烧杯的尺寸符合GB/T 20702的要求。
正庚烷纯度≥99%。
空气应清洁、干燥、无油，空气中的氧的体积浓度为(20.9±0.5)%。

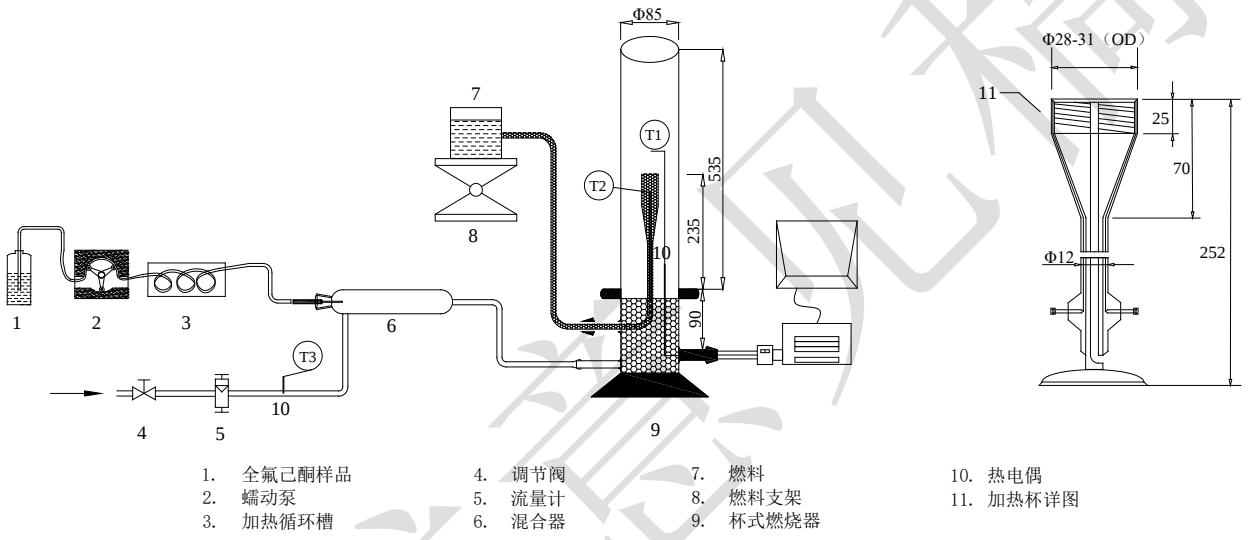


图 G.1 杯式燃烧法试验装置图

G.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；所测基础灭火试验值允许误差范围为±0.2%。
全氟己酮灭火剂采用蠕动泵泵入的方式采样，应提前标定蠕动泵转速与灭火剂质量流量的对应关系。根据对应温度下的比容参数，将灭火剂质量流量转化为体积流量，并计算灭火浓度：

$$C = \frac{C_{ext}}{C_{ext} + C_{air}} \times 100 \dots\dots\dots (G.1)$$

式中：
C—全氟己酮灭火剂最低灭火浓度，单位为百分之（%）；
C_{ext}—全氟己酮灭火剂的体积流量，单位为升每分钟（L/min）；
C_{air}—空气的体积流量，单位为升每分钟（L/min）。