ICS 13.220.10
CCS C 84

T/CFPA 058-2026

团　　体　　标　　准

T/CFPA 058-2026

氟化酮微胶囊灭火产品通用技术要求

General technical requirements for fluorinated ketone microencapsule fire extinguishing products

2026-05-06 发布　　2026-09-01 实施

中国消防协会　发布

目　　次

1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 分类、标记和编码 2
4.1 分类 2
4.2 分级 2
4.3 标记和编码 2
5 一般要求 3
6 技术要求 4
6.1 外观 4
6.2 尺寸偏差 4
6.3 响应温度 4
6.4 基材性能 4
6.5 柔韧性能 4
6.6 抗振动性能 4
6.7 绝缘性能 4
6.8 环境适应性能 4
6.9 灭火性能 5
6.10 环保性能 5
6.11 使用寿命 5
7 试验方法 6
7.1 外观 6
7.2 尺寸偏差 6
7.3 响应温度 6
7.4 基材性能试验 6
7.5 柔韧性能试验 6
7.6 抗振动性能试验 6
7.7 绝缘性能试验 6
7.8 环境适应性能试验 7
7.9 灭火性能试验 7
7.10 环保性能试验 7
7.11 使用寿命试验 7
8 检验规则 8
8.1 检验类别与检验项目 8
8.2 抽样 8
8.3 检验结果判定 8

9 标志、包装、运输和贮存 9
9.1 标志 9
9.2 包装 9
9.3 运输 9
9.4 贮存 10
10 使用说明编写要求 10
附录 A（资料性） 氟化酮微胶囊灭火产品主要类型说明 11
附录 B（规范性） 氟化酮微胶囊灭火产品的设计及应用 14
附录 C（规范性） 无烟主动灭焰电缆护套、无烟主动灭焰电缆隔离槽、无烟主动灭焰哈弗管和无烟主动灭焰分支头的抗火性能试验方法 16
附录 D（规范性） 氟化酮微胶囊灭火产品灭火性能试验方法 17
附录 E（规范性） 氟化酮微胶囊灭火产品使用寿命的热老化加速试验 21

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。

本文件由福州融耀智造科技有限公司提出。

本文件由中国消防协会归口。

本文件起草单位：福州融耀智造科技有限公司、应急管理部天津消防研究所、中国科学院福建物质结构研究所、中铁高铁电气装备股份有限公司、中国铁路广州局集团有限公司、中国铁路上海局集团有限公司、中国铁路成都局集团有限公司、中国铁路南昌局集团有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网山东省电力公司电力科学研究院、中国铁路设计集团有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、中铁第五勘察设计院集团有限公司、中铁电气化勘测设计研究院有限公司、四川艾德瑞电气有限公司、国网浙江省电力有限公司、国网浙江省电力有限公司宁波供电公司、国网浙江省电力有限公司超高压分公司、恩耐斯（福建）科技有限公司、上海拓铁通信科技有限公司、武汉卓能电气有限公司、上海民宁科技有限公司。

本文件主要起草人：陈遵炳、李荣振、陈培瑶、王剑磊、曹求洋、奚金柱、李志杰、陈敏华、卓建洪、夏煜基、游诚曦、王巍、黄存、蒋明、赖建江、伍敏、吴树雄、李伊平、张泽恩、崔晓杰、林阳、卓展鸿、张海强、吴成毅、林胡根、徐海涛、陈双龙、刘承国、林良越、黄代清、陈锦汉、尤少杰、陈隆、马超峰、罗柳雄、李亚艺、曾海阳、黄本溢、廖建国、张振华、刘飞、安维任、罗彬、伍超、杨业鸿、申伟平、邵展宏、祁建山、赵融、戴昀、杨荣权、汪响、奚明华、奚超、蒋平、范国强、邓帅、江鹏飞、叶礼凤、张仁强、胡谨听、张鹏、吴炅、魏光、魏宏伟、杨照辉、楚振宇、刘印、郑红阳、唐龙、俞靖波、闫亮、谢瑞、曹明淑、赵琛、罗安、谢柳竹、万旭、牛梦宇、杨汀、王小星、王青录、王继来、吴波、孟金林、高磊、唐钊、李景坤、郑励耘、杨俊明、李子然、邓梦、蔡薇薇、丁雪成、闫琛、黄巨朋、田子昭、刘国富、陈伟、魏建忠、李长擎、赵丽娜、张少晨、赵鑫宇、周玉杰、李逢源、唐伟、王志强、孙妙、宋小宁、李国春、孔帅、王正辉、李富强、谢龙君、倪周辉、王波、杨帆、宗万里、陈宏豪、朱瑞、楼汉宁、闫军芳、刘娟、王展翔、陈标、陈雪英、陈志、周梓萱、林烨辉、奉立友、施汉雄、刘艳梅、杜宝峰、卓朋信、朱立勇。

引　言

氟化酮微胶囊灭火产品，通过受热触发释放灭火介质实现主动灭火，全程无烟雾产生，兼具环保、响应迅速、高效灭火、电气场景适配性强等特性和优势，可广泛应用于电缆沟、电气柜、设备接头等场景初起电气火灾的灭火和防护。为规范此类产品的技术要求、试验方法及检验规则，保障产品质量与使用安全，依据现行国家、行业相关标准，结合氟化酮微胶囊灭火产品特性和实际应用需求，制定本文件。

氟化酮微胶囊灭火产品通用技术要求

1 范围

本文件规定了氟化酮微胶囊灭火产品的分类、标记、编码、一般要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及使用说明编写要求。

本文件适用于氟化酮微胶囊灭火产品的设计、生产、检验及应用。

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 2406.2 塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第 2 部分 室温试验

GB/T 2408 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB/T 2423.24 环境试验 第 2 部分：试验方法试验S：模拟地面上的太阳辐射及太阳辐射试验和气候老化试验导则

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AOL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 5169.16 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法

GB/T 7142 塑料长期热暴露后时间－温度极限的测定

GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级

GB/T 8627 建筑材料燃烧或分解的烟密度试验方法

GB/T 18380.12 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 12 部分：单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW预混合型火焰试验方法

GB/T 25208-2010 固定灭火系统产品环境试验方法

GB 25972 气体灭火系统及部件

GB 26572 电器电子产品有害物质限制使用要求

GB 45944 全氟己酮灭火剂

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 氟化酮灭火剂 fluorinated ketone fire extinguishing agent

含有氟原子和酮羰基的灭火药剂，如全氟己酮灭火剂（FK-5-1-12）等。

3.2 氟化酮微胶囊 fluorinated ketone microcapsules

采用微胶囊技术，以氟化酮灭火剂为芯材，以高性能封装材料为壁材，受热即可释放灭火剂的微粒。

3.3 氟化酮微胶囊灭火产品 fluorinated ketone microcapsule fire extinguishing products

以氟化酮微胶囊为核心灭火组分，与相关材料复合制成，具有即时灭火功能的产品。

3.4 响应温度 trigger temperature

高温下氟化酮微胶囊发生相变释放出氟化酮灭火剂，该相变温度即为氟化酮微胶囊的灭火响应温度。

4 分类、标记和编码

4.1 分类

按氟化酮微胶囊灭火产品的使用功能分为：

a） 贴片式灭火产品：粘贴固定于电气设备柜内，靠近易起火点上方的灭火产品，典型产品包括无烟主动灭焰补丁/贴片等。

b） 包裹式灭火产品：包裹于电缆或电缆接头表面的灭火产品，典型产品包括无烟主动灭焰电缆护套、无烟主动灭焰盖毯、无烟主动灭焰哈弗管、无烟主动灭焰分支头、无烟主动灭焰电缆隔离槽等。

c） 穿套式灭火产品：套设于开关接线端子、蓄电池电极接线端等接头触点处的灭火产品，典型产品包括无烟主动灭焰开关组件、无烟主动灭焰蓄电池罩等。

注：氟化酮微胶囊灭火产品不同类型详细说明及示意图见附录A。

4.2 分级

氟化酮微胶囊灭火产品的分级应符合表1的规定。

表 1 氟化酮微胶囊灭火产品的分级

项目		等级		
		A	B	C
灭火性能	防护空间大小[a]、灭火次数	30 L 防护空间内 具备 3 次以上灭火能力	10 L 防护空间内 具备 3 次以上灭火能力	5 L 防护空间内 具备 3 次以上灭火能力
	持续灭火时长[b]	可持续灭火 15 min以上	可持续灭火 10 min以上	可持续灭火 5 min以上
抗火性能[c]		2.0 h	1.0 h	0.5 h

[a] 贴片式灭火产品按照防护空间大小、灭火次数划分等级，产品以50 mm × 100 mm × 2 mm 为基准尺寸。

[b] 包裹式和穿套式灭火产品按照持续灭火时长划分等级。

[c] 无烟主动灭焰电缆护套、无烟主动灭焰电缆隔离槽、无烟主动灭焰哈弗管和无烟主动灭焰分支头按照持续灭火时长、抗火性能划分等级。

4.3 标记和编码

氟化酮微胶囊灭火产品型号由产品标记（MY）、类别代号、产品代号、等级标识、主参数、生产商自定义代号六部分构成，类别代号、产品代号、等级标识及主参数的表示方法见表2，生产商自定义代号为可选。

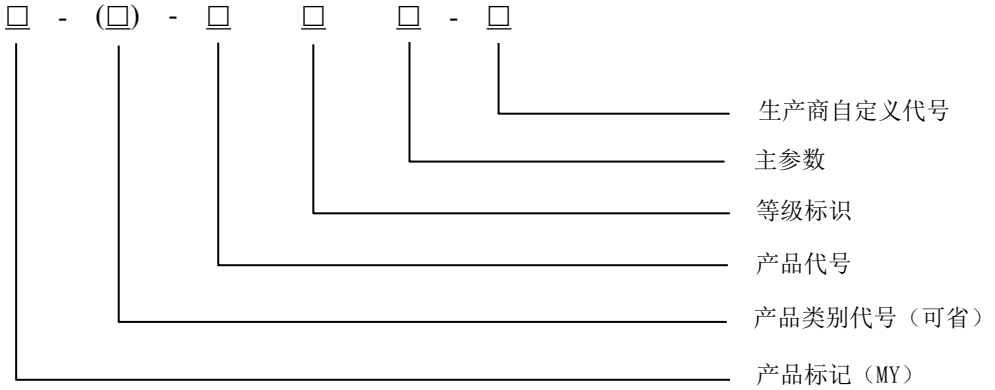
表 2　氟化酮微胶囊灭火产品类别代号、产品代号、等级标识及主参数

类别代号	产品名称	产品代号	等级标识	主参数			型号
				名称	单位	格式	
贴片式（TP）	无烟主动灭焰补丁/贴片	TP	A/B/C	长、宽、厚	mm	□□□	MY-(T)-TPA□□□
包裹式（BG）	无烟主动灭焰电缆护套	HT	A/B/C	内径	mm	□	MY-(B)-HTA□
	无烟主动灭焰电缆隔离槽	CG	A/B/C	横截面宽、高	mm	□□	MY-(B)-CGA□□
	无烟主动灭焰哈弗管	HG	A/B/C	内径	mm	□	MY-(B)-HGA□
	无烟主动灭焰分支头	YF	A/B/C	导体截面主线/支线	mm^2	□/□	MY-(B)-YFA□/□
	无烟主动灭焰盖毯	GT	A/B/C	宽度	mm	□	MY-(B)-GTA□
穿套式（CT）	无烟主动灭焰开关组件	KG	A/B/C	适配电缆截面范围	mm^2	□/□	MY-(Z)-KGA□/□
	无烟主动灭焰蓄电池罩	XZ	A/B/C	编号	-	□	MY-(Z)-XZA□

注 1：氟化酮微胶囊灭火产品等级标识说明详见附录 B。

注 2：同一型号产品不同规格参数（如尺寸、内径以及适配缆径等）若不影响技术性能，可免于重复本文件第六章的技术要求测试。

氟化酮微胶囊灭火产品型号的编制方法如下。



示例 1：MY-(TP)-TPA100502 表示长度为 100 mm、宽度为 50 mm、厚度为 2 mm等级标识为 A 类的无烟主动灭焰补丁/贴片。

示例 2：MY-(BG)-CGA100100 表示横截面宽 100 mm、高 100 mm、等级标识为 A 类的无烟主动灭焰电缆隔离槽。

示例 3：MY-(CT)-KGA1.5/6 表示为适用电缆截面在1.5 mm^2～6 mm^2之间的 A 类无烟主动灭焰开关组件。

5　一般要求

5.1　氟化酮微胶囊灭火产品使用材料、制造工艺等均不应对人体、环境以及动植物产生危害。

5.2　氟化酮灭火剂应符合 GB 45944 的规定，且应提供相关检测报告。

5.3 使用环境与使用寿命应符合下列规定：

a） 使用环境温度：-40 ℃～60 ℃；
b） 使用环境湿度：不高于90％RH；
c） 使用寿命（室温25 ℃）：自形成终产品之日起不低于5年。

5.4 设计及应用

应符合附录 B 的规定。

6 技术要求

6.1 外观

外观检查应按本文件7.1规定的方法进行，产品表面不应出现脱落、剥落、龟裂等缺陷。

6.2 尺寸偏差

尺寸测量应按本文件7.2规定的方法进行试验，产品的尺寸偏差不应超过设计值的 ±5%。

6.3 响应温度

响应温度应按 本文件7.3规定的方法进行试验，实测响应温度与设计响应温度的偏差不应超过 ±5 ℃。

6.4 基材性能

6.4.1 燃烧性能

燃烧性能应按本文件7.4.1规定的方法进行试验，产品的基材及配件的燃烧性能不应低于GB 8624规定的B1 级。

6.4.2 抗火性能

抗火性能应按本文件7.4.2规定的方法进行试验，不同等级的产品的抗火性能应符合4.2的规定，且测定时不应出现烧穿情形。

6.5 柔韧性能

柔韧性能应按本文件7.5规定的方法进行试验，无烟主动灭焰补丁/贴片在常温（20±5）℃下，可弯折90°，无烟主动灭焰护套、无烟主动灭焰盖毯和罩覆式灭火产品在常温（20±5）℃下，可弯折120°，弯曲部位不应出现明显裂纹。

6.6 抗振动性能

抗振动性能应按本文件7.6规定的方法进行试验，产品外观不应出现损坏，试验后灭火性能应符合6.9要求。

6.7 绝缘性能

绝缘性能应按本文件7.7规定的方法进行试验，产品绝缘电阻应大于20 MΩ。

6.8 环境适应性能

环境适应性能应按本文件7.8规定的方法进行试验，产品应能承受表3所规定的环境条件下的各项试验。试验后，产品表面应无开裂、粉化、熔化、剥脱、腐蚀和溶胀现象，灭火性能应符合本文件6.9的规定。

表3　氟化酮微胶囊灭火产品环境条件

序号	项目	要求		
1	低温	温度		持续时间/d
		(-40±2) ℃		10
2	高温	温度		持续时间/d
		(60±2) ℃		10
3	恒定湿热	温度	相对湿度	持续时间/d
		(40±2) ℃	90%～95%	10
4	盐雾腐蚀	溶液		持续时间/d
		质量浓度20%的氯化钠溶液		10
5	耐水	溶液		持续时间/d
		40℃温水		10
6	光老化	一个周期为24h：8h照射 + 16h黑暗		持续时间/周期
				10
注：可在包裹式和穿套式灭火产品中加入热敏指示剂，当环境温度超过响应温度时，产品表面应出现明显的不可逆颜色变化。				

6.9　灭火性能

灭火性能应按本文件7.9规定的方法进行试验，产品的灭火性能应符合表4 的规定。

表4　氟化酮微胶囊灭火产品的灭火性能要求

序号	产品		要求
	产品类别	等级	
1	贴片式（TP）	A	模拟电气柜灭火试验，内部空间30L，具备3次以上灭火能力
		B	模拟电气柜灭火试验，内部空间10L，具备3次以上灭火能力
		C	模拟电气柜灭火试验，内部空间5 L，具备3次以上灭火能力
2	包裹式（BG）	A	模拟电缆灭火试验，持续灭火15min以上
		B	模拟电缆灭火试验，持续灭火10min以上
		C	模拟电缆灭火试验，持续灭火5min以上
3	穿套式（CT）	A	模拟接头触点灭火试验，持续灭火15min以上
		B	模拟接头触点灭火试验，持续灭火10min以上
		C	模拟接头触点灭火试验，持续灭火5min以上
注：氟化酮微胶囊灭火产品等级划分说明详见附录 B。			

6.10　环保性能

产品环保性能应符合GB 26572 的规定。

6.11　使用寿命

使用寿命应按本文件7.11规定的方法进行试验，产品的使用寿命不应低于5年。

7 试验方法

7.1 外观

产品的外观采用目测的方式进行，应无脱落、剥落、龟裂等缺陷。

7.2 尺寸偏差

用精度为1 mm的钢卷尺和精度为0.1 mm的游标卡尺分别进行测量，实际尺寸与设计尺寸的误差不应超过 ±5%。

7.3 响应温度

氟化酮微胶囊灭火产品的响应温度采用热重分析仪（TGA）进行测定，按以下方法进行试验测试：

a） 称取20 mg微胶囊灭火产品样品，放入热重分析仪的坩锅中；

b） 设置仪器的升温程序10℃/min，通入保护气体氮气100ml/min，启动设备；

c） 在升温过程中，热重分析仪自动记录样品失重—温度曲线；

d） 观察热重曲线，取DTG对应的热分解起始温度为响应温度；

7.4 基材性能试验

7.4.1 燃烧性能试验

贴片式、穿套式灭火产品的燃烧性能应按 GB/T 5169.16 的规定进行垂直燃烧性能的测定。包裹式灭火产品的燃烧性能应按下列规定进行试验：

a） 按GB/T 2406.2的规定进行氧指数的测定；

b） 按GB/T 2408的规定进行垂直燃烧性能的测定；

c） 按GB/T 8627的规定进行烟密度等级的测定。

7.4.2 抗火性能试验

按照附录C的方法进行无烟主动灭焰电缆护套、无烟主动电缆隔离槽、无烟主动灭焰哈弗管以及无烟主动灭焰分支头基材的抗火性能试验。

7.5 柔韧性能试验

柔韧性能按下列方法进行试验：

a）采用弯曲试验装置夹持试样，以100 mm/min的速率缓慢将试样弯折至6.5条规定的角度，保持该状态5 min后，缓慢恢复至自然状态；

b）用肉眼观察试样弯曲部位是否有明显裂纹。

7.6 抗振动性能试验

按照GB/T 25208-2010第19章规定的试验方法进行，振幅1.0mm，频率40Hz，在X、Y、Z三个相互垂直的轴线上每个方向依次振动2h。

7.7 绝缘性能试验

按照GB 25972-2024第6.9条规定的试验方法进行，将绝缘电阻测试仪的两个电极分别压在样品的两个面，确保接触良好。

7.8 环境适应性能试验

7.8.1 耐低温性能试验

按照GB/T 25208-2010第4章规定的试验方法进行，试验温度（-40±2）℃，保持不少于10 d后进行7.9灭火性能试验。

7.8.2 耐高温性能试验

按照GB/T 25208-2010第5章规定的试验方法进行，试验温度（60±2）℃，保持不少于10 d后进行7.9灭火性能试验。

7.8.3 耐恒定湿热性能试验

按照GB/T 25208-2010第6章规定的试验方法进行，试验温度（40±2）℃，相对湿度（93±3）%RH，保持不少于10 d后进行7.9灭火性能试验。

7.8.4 耐盐雾腐蚀性能试验

按照GB/T 25208-2010第11章规定的试验方法进行，试验用氯化钠溶液质量浓度为（20±0.1）%，保持不少于10 d后进行7.9火性能试验。

7.8.5 耐水性能试验

按照GB/T 25208-2010 第10章规定的试验方法进行，将制作好的试样浸泡于40 ℃温水中，保持不少于10 d，每日观察试样外观。10天后若仍无开裂、溶胀现象，擦干后进行 7.9 灭火性能试验。

7.8.6 耐光老化性能试验

按照GB/T 2423.24-2022中试验方法Sb：气候老化试验（无喷淋）规定的试验方法进行，保持不少于10 d后进行7.9灭火性能试验。

7.8.7 热敏变色性能试验

将样品放入高温试验箱中，将试验箱的温度设定在响应温度±5 ℃，保持5 min后，拿出恢复至室温后，观察是否出现明显变色。

7.9 灭火性能试验

按照附录D进行试验。

7.10 环保性能试验

按照GB 26572规定的方法进行限用物质含量的测定。

7.11 使用寿命试验

按照附录E进行试验。

注：附录E所采用的试验方法以GB/T 7142为依据，并做了适当调整。

8 检验规则

8.1 检验类别与检验项目

8.1.1 出厂检验

氟化酮微胶囊灭火产品出厂检验项目按照表5执行。

8.1.2 型式检验

型式检验应由生产企业提出，申请方需提供相关的生产证明资料，证明资料至少包括营业执照、质量管理体系认证等。产品型式检验项目应按表5的规定进行。有下列情况之一时，应进行型式检验：

a） 新产品投产或某产品转厂生产的试制定型鉴定；

b） 正式生产后，产品的结构、关键原材料、配方、生产工艺等发生改变，可能影响产品的质量和性能时；

c） 产品停产一年以上恢复生产时；

d） 产品质量监管部门提出进行型式检验要求时；

e） 其他通过型式检验才能证明产品质量的情况。

8.2 抽样

8.2.1 检验样品应从批量产品中随机抽取。

8.2.2 在相同环境条件下，用同样的原料和工艺连续稳定生产的产品为一批，每批不超过1000件，按批次进行抽样，样品数应满足型式检验的样本大小。

8.2.3 出厂检验应按照GB/T 2828.1检验，其中按一般检验水平 Ⅱ、接收质量限0.4确定抽样方案。

8.3 检验结果判定

出厂检验结果应符合本文件第6章的规定，如有任何一项不符合，剔除不合格品后，应重新抽取两倍数量样品。对出厂检验项目全项复检后仍有不符合的项目，则判定为不合格产品。

型式检验结果应符合本文件第6章的规定，如有任何一项不符合要求，则判定为不合格。

表5 型式检验及出厂检验项目表

试验项目		性能要求条款	试验方法条款	型式检验项目	出厂检验项目	
					全检	抽检
外观		6.1	7.1	√	√	-
尺寸偏差		6.2	7.2	√	√	-
响应温度		6.3	7.3	√	-	√
基材性能	燃烧性能[a]	6.4	7.4	√	-	-
	抗火性能[b]					
柔韧性能[c]		6.5	7.5	√	-	√

表 5　型式检验及出厂检验项目表（续）

试验项目		性能要求条款	试验方法条款	型式检验项目	出厂检验项目	
					全检	抽检
抗振动性能		6.6	7.6	√	–	–
绝缘性能		6.7	7.7	√	–	√
环境适应性	低温	6.8	7.8.1	√	–	–
	高温		7.8.2	√	–	√
	恒定湿热		7.8.3	√	–	–
	盐雾腐蚀		7.8.4	√	–	–
	耐水		7.8.5	√	–	–
	光老化		7.8.6	√	–	–
灭火性能		6.9	7.9	√	–	√
环保性能		6.10	7.10	√	–	–
使用寿命		6.11	7.11	√	–	–
注：“√”表示需要检验；“－”表示生产者自行确定是否检验，是否进行全检或者抽检。						
[a] 为氟化酮微胶囊灭火产品的基材及配件的检验项目。						
[b] 为无烟主动灭焰电缆护套、无烟主动灭焰电缆隔离槽、无烟主动灭焰哈弗管和无烟主动灭焰分支头基材的检验项目。						
[c] 为无烟主动灭焰补丁/贴片、无烟主动灭焰护套、无烟主动灭焰盖毯和穿套式灭火产品的检验项目。						

9　标志、包装、运输和贮存

9.1　标志

9.1.1 单件产品表面应有牢固、耐久的生产企业标识。

9.1.2 每批产品应附合格证和产品使用说明书。

9.1.3 产品合格证上应标明产品名称、商标、型号规格、执行标准、生产企业名称、生产企业地址、生产日期或批号、联系电话、使用寿命等。

9.2　包装

采用一定的材料对产品进行包装，包装应能防雨、防潮。

9.3　运输

运输中应防止雨淋，运输过程中应避免抛掷、碰撞、拖拽等。装卸时应轻抬轻放，避免意外损坏。

9.4 贮存

产品应贮存于阴凉、干燥、通风良好的环境，远离热源，避免阳光直射和接触腐蚀性、溶解性等物质。

10 使用说明编写要求

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） 氟化酮微胶囊灭火产品简介；
c） 氟化酮微胶囊灭火产品主要性能参数；
d） 氟化酮微胶囊灭火产品示意图；
e） 氟化酮微胶囊灭火产品安装程序；
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） 售后服务；
h） 制造单位名称、地址、联系方式。

附 录 A

（资料性）

氟化酮微胶囊灭火产品的主要类型说明

A.1 无烟主动灭焰补丁/贴片

将氟化酮微胶囊集成到聚合物基质中，制成具备探温、灭火一体化的片状灭火产品。适用于小型封闭空间易起火点正上方（如蓄电池柜、变压器箱、高低压柜、配电箱）。同时，可根据防护空间大小任意裁切，能够 3 次以上灭火。

无烟主动灭焰补丁/贴片一面为耐高温背胶，另一面为高分子胶层包覆的氟化酮微胶囊层。外形结构见图A.1。

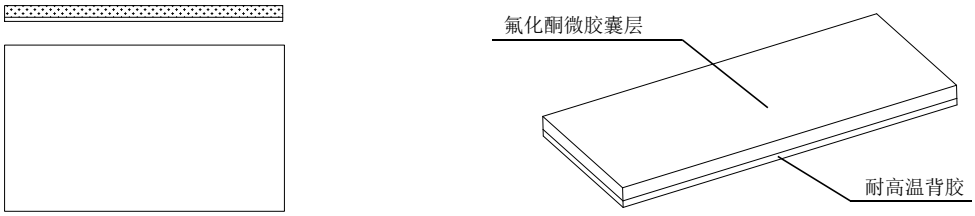


图 A.1 无烟主动灭焰补丁/贴片结构示意图

A.2 无烟主动灭焰电缆护套

无烟主动灭焰电缆护套由绝缘抗火隔热层、氟化酮微胶囊层、耐高温防水层及固定件组成。适用于电缆接头、电缆布局交叉密集以及电力设施等场所电缆的防火隔离，抑制火势的蔓延。无烟主动灭焰电缆护套为长条（卷）状。外形结构见图A.2。

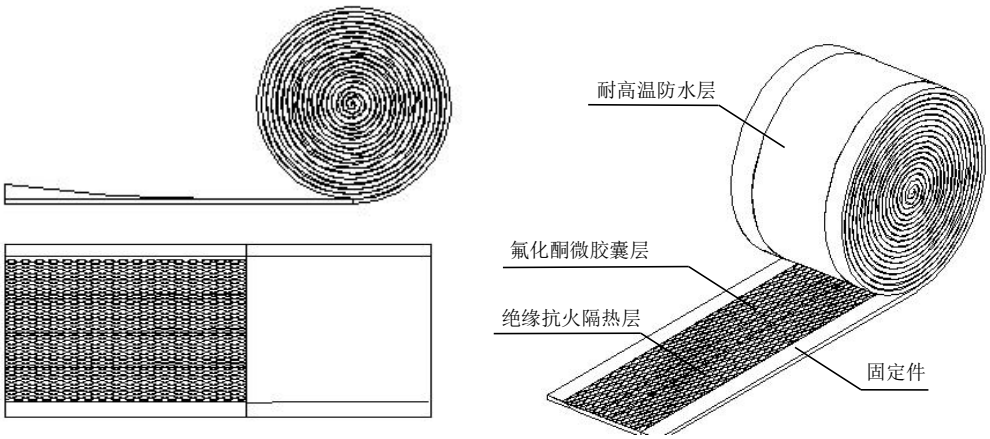


图 A.2 无烟主动灭焰电缆护套结构示意图

A.3 无烟主动灭焰电缆隔离槽

无烟主动灭焰电缆隔离槽由绝缘抗火材料制成，在靠近电缆侧涂覆氟化酮微胶囊层。适用于高低压

电缆、不同电源电缆等的封闭式隔离或分层排布防护。外形结构见图 A.3。

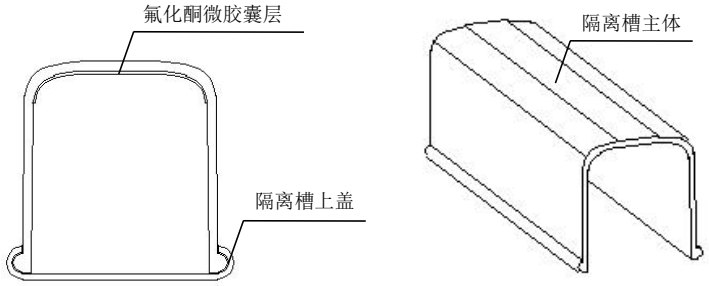


图 A.3　无烟主动灭焰电缆隔离槽示意图

A.4　无烟主动灭焰哈弗管

采用上下半圆式，滑槽安装结构，内管壁涂覆氟化酮微胶囊层。适用于直埋电缆的安全防护，遇火主动触发，释放灭火因子。外形结构见图 A.4。

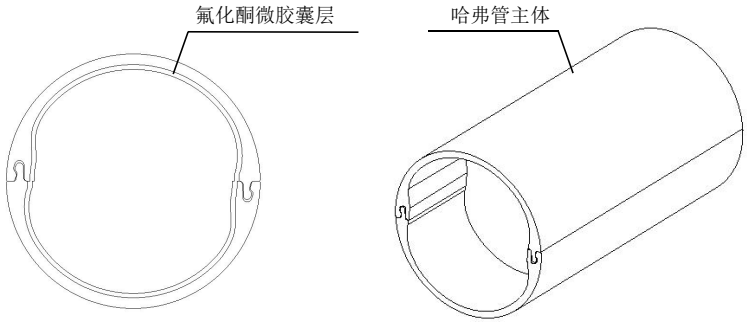


图 A.4　无烟主动灭焰哈弗管示意图

A.5　无烟主动灭焰分支头

无烟主动灭焰分支头主体由可扣合式盒体和上盖组成，预留线缆出入口，通过螺栓固定，内表面涂敷有氟化酮微胶囊层。适用于电缆接头处、接头引线处等。外形结构见图 A.5。

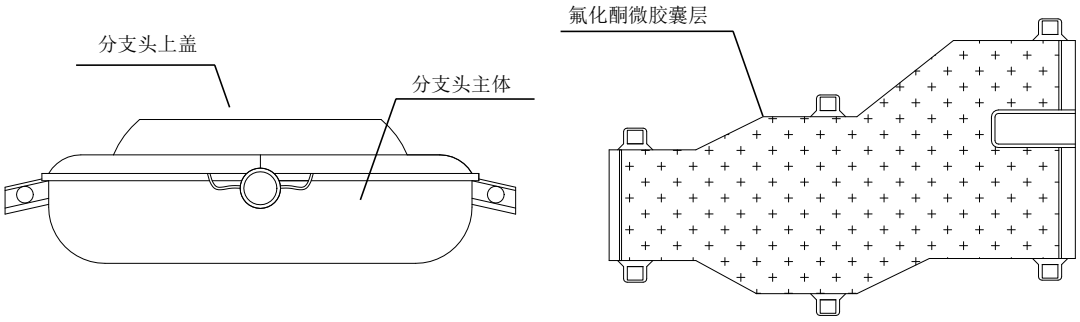


图 A.5　无烟主动灭焰分支头结构示意图

A.6　无烟主动灭焰盖毯

无烟主动灭焰盖毯由绝缘抗火隔热层、氟化酮微胶囊层以及耐高温防水层组成，适用于电缆桥架，电缆竖井等多电缆防护。

A.7　无烟主动灭焰开关组件

无烟主动灭焰开关组件由绝缘阻燃基体材料制成，氟化酮微胶囊均匀分布在基体材料内，能覆盖开关元器件接线处。无烟主动灭焰开关组件添加温变材料，若接线处起火或过热，开关组件表面会有明显的不可逆颜色变化，给予警示，便于日常巡检。外形结构见图A.6。

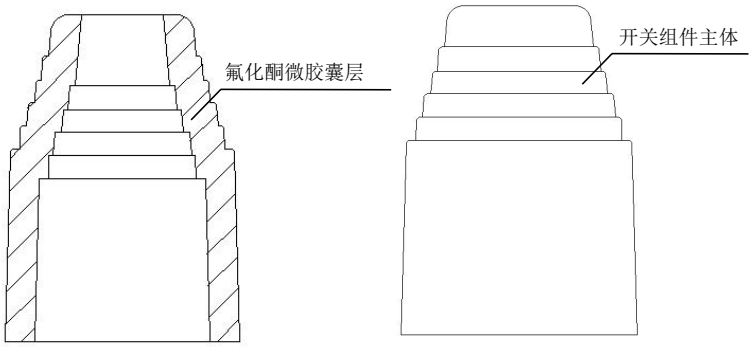


图 A.6　无烟主动灭焰开关组件结构示意图

A.8　无烟主动灭焰蓄电池罩

无烟主动灭焰蓄电池罩由绝缘阻燃基体材料制成，氟化酮微胶囊均匀分布在基体材料内，具有柔韧性，可翻折，能完全覆盖蓄电池电极及引线。无烟主动灭焰蓄电池罩添加温变材料，蓄电池极柱处起火或过热，蓄电池罩表面会有明显的不可逆颜色变化，给予警示，便于日常巡检。外形结构见图A.7。

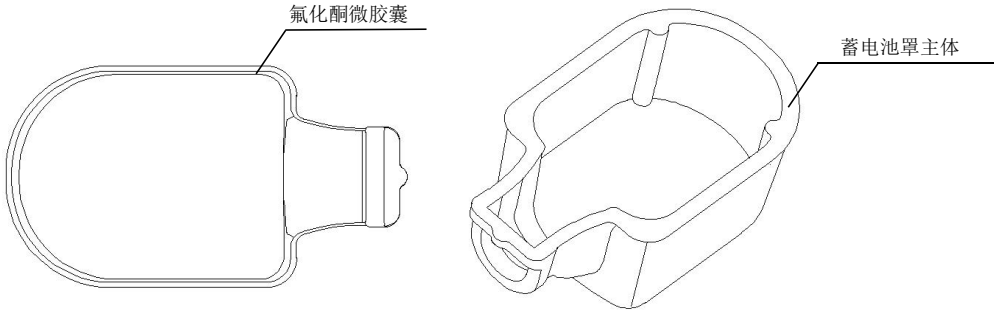


图 A.7　无烟主动灭焰蓄电池罩结构示意图

附 录 B

（规范性）

氟化酮微胶囊灭火产品的设计及应用

氟化酮微胶囊灭火产品的设计及应用应符合表B.1的规定。

表 B.1 氟化酮微胶囊灭火产品的设计及应用

产品	等级标识	关键性能参数	应用场景	设计数量
无烟主动灭焰补丁/贴片	A	保护空间 30 L，可反复灭火 3 次	高压柜、环网柜电缆室等较大能量空间	每面高压柜/环网柜电缆室内设置 10 套（尺寸：50 mm × 100 mm × 2 mm）
	B	保护空间 10 L，可反复灭火 3 次	配电箱、低压柜单元室、蓄电池柜等小型或小能量空间	每个低压分隔室2套；每个配电箱2套；每个蓄电池极柱上方各设 置1套。（尺寸：50 mm × 100 mm × 2 mm）
	C	保护空间 5 L，可反复灭火 3 次	易起火点正上方≤3cm	易起火点正上方设置1套。（尺寸：50 mm × 100 mm × 2 mm）
无烟主动灭焰电缆护套	A	可持续灭火 15 min，抗火 120 min	高风险区如电缆中间头处防护、区间电缆同沟、交叉缠绕	设计长度与电缆长度一致
	B	可持续灭火 10 min，抗火 60 min	重要电缆弯曲、交叉缠绕处防护	设计长度与电缆长度一致
	C	可持续灭火 5 min，抗火 30 min	一般电缆弯曲、交叉缠绕处防护	设计长度与电缆长度一致
无烟主动灭焰电缆隔离槽	A	可持续灭火 15 min，抗火 120 min	高风险区防护、区间电缆同沟	设计长度与同沟长度一致
	B	可持续灭火 10 min，抗火 60 min	中风险区防护	设计长度与同沟长度一致
	C	可持续灭火 5 min，抗火 30 min	低风险区防护	设计长度与同沟长度一致
无烟主动灭焰哈弗管	A	可持续灭火 15 min，抗火 120 min	高风险直埋电缆区域的防护	设计长度与电缆长度一致
	B	可持续灭火 10 min，抗火 60 min	中风险直埋电缆区域的防护	设计长度与同沟长度一致
	C	可持续灭火 5 min，抗火 30 min	低风险直埋电缆区域的防护	设计长度与同沟长度一致
无烟主动灭焰分支头	A	可持续灭火 15 min，抗火 120 min	主干电缆分支连接处、替代传统预分支电缆头（高风险区域）	每处1套
	B	可持续灭火 10min，抗火 60min	主干电缆分支连接处、替代传统预分支电缆头（中风险区域）	每处 1 套
	C	可持续灭火 5 min，抗火 30 min	主干电缆分支连接处、替代传统预分支电缆头（低风险区域）	每处1套
无烟主动灭焰盖毯	A	可持续灭火 15 min	桥架、支架等多电缆防护（高风险区域）	设计长度为各层桥架长度之和
	B	可持续灭火 10 min	桥架、支架等多电缆防护（中风险区域）	设计长度为各层桥架长度之和

表B.1 氟化酮微胶囊灭火产品的设计及应用（续）

产品	等级标识	关键性能参数	推荐使用场景	设计数量
无烟主动灭焰盖毯	C	可持续灭火 5 min	桥架、支架等多电缆防护（低风险区域）	设计长度为各层桥架长度之和
无烟主动灭焰开关组件	A	持续灭火 15 min	低压开关柜、配电箱线缆接头处，或微断开关（高风险区域）	每个回路 1 套
	B	持续灭火 10 min	低压开关柜、配电箱线缆接头处，或微断开关（中风险区域）	每个回路 1 套
	C	持续灭火 5 min	低压开关柜、配电箱线缆接头处，或微断开关（低风险区域）	每个回路 1 套
无烟主动灭焰蓄电池罩	A	持续灭火 15 min	蓄电池极柱处（高风险区域）	蓄电池每个极柱处设置一套
	B	持续灭火 10 min	蓄电池极柱处（中风险区域）	蓄电池每个极柱处设置一套
	C	持续灭火 5 min	蓄电池极柱处（低风险区域）	蓄电池每个极柱处设置一套
注：无烟主动灭焰补丁/贴片等级划分的关键性能参数，基于 50㎜×100㎜×2㎜ 的基准尺寸进行试验验证。				

附 录 C

（规范性）

无烟主动灭焰电缆护套、无烟主动灭焰电缆隔离槽、无烟主动灭焰哈弗管和无烟主动灭焰分支头的抗火性能试验方法

C.1 试验设备和材料

燃烧器：符合GB/T 18380.12-2022的要求，按照GB/T 18380.12-2022附录NA的规定调整燃气和空气的流量供给强度，稳定输出1kW标准火焰。

燃料：工业丙烷气体。

计时器：精度0.1s。

试样：无烟主动灭焰电缆护套试样为正方形，长（250±5）mm，宽（250±5）mm；无烟主动灭焰电缆隔离槽和无烟主动灭焰哈弗管截取（250±5）mm长；无烟主动灭焰分支头取分支头主体。

C.2 试验程序

a） 试样固定

将试样固定于试验台，表面与台面垂直，使用耐热夹具确保无变形、无松动。

b） 燃烧器预热

调整燃气和空气的流量供给强度，点燃燃烧器，稳定输出1kW标准火焰。

c） 抗火测试

调整燃烧器位置，使火焰尖端正好触及试样表面中心位置（样品表面温度应在1000℃以上），同时燃烧器与试样平面呈90°±2°夹角，整个供火期间燃烧器的位置应固定。

持续供火，观察并记录试样表面和结构的变化情况。

C.3 试验结果评价

试样表面出现直径>5mm的贯通孔即认为试样被烧穿。

出现试样被点燃或表面被烧穿的情况，应及时停止试验，记录对应的时间。

附 录 D

（规范性）

氟化酮微胶囊灭火技术产品灭火性能试验方法

D.1 模拟电缆起火灭火试验

D.1.1 试验设备和材料

交流调压电源：输入电压220 V，输出电压0 V～150 V。

可燃物：电缆外护套（材料为聚乙烯），长100 mm、宽95 mm，数量6根。

可燃物支撑件：内径直径16 mm，壁厚1 mm，长100 mm的铝管，数量6根。

电源线：长2000 mm的1.5 mm^2铜芯电源线1条。

电阻丝：镍铬电阻丝（Cr20Ni 80，Φ0.4 mm）1200 w，长150 mm，2根（使用时拉伸至700 mm）。

陶瓷接线端子：大八小二孔陶瓷接线端子2个。

计时器：精度0.1 s。

热电偶：K型热电偶，精度-50 ℃～1300 ℃，3套。

实验组试样：含氟化酮微胶囊的样品，取1000 mm长。

对照组试样：无微胶囊的同规格样品，取1000 mm长。

D.1.2 试验程序

a） 试样固定

灭火试验在常温（20±5）℃环境条件下进行，在电缆外护套内插入铝制圆管，确保管壁与电缆外护套内壁紧密接触，避免燃烧时塌陷。

将3根电缆外护套以品字形排列固定，并将其放置在试样中心位置。闭合样品，将可燃物和加热电阻丝包裹在中间。

在实验组闭合样品上表面（从左到右200 mm、500 mm、800 mm）3个点位配置热电偶，记录这3个位置的表面温度。

b） 灭火性能测试

设置空白试验，空白试验采用无微胶囊的普通样品，实验组采用含氟化酮微胶囊的样品，其他试验条件完全一致。

调节调压器电压由0 V调至120 V，开始计时，电阻丝呈现稳定红热，加热可燃物，观察可燃物在样品中的燃烧情况。

c） 试验结果记录

记录空白试验中可燃物开始被引燃时间及持续燃烧时间。

记录实验组样品表面温度，表面温度应全程控制在300 ℃以下，允许瞬时波动，但单次超温持续时间不超过15秒。当超温15秒以上，停止试验并记录相应的时间。

记录抑制火焰时长。试验过程中允许出现间断的火焰，但火焰持续燃烧时间不能超过15秒，当火焰持续燃烧超过15秒，停止试验并记录相应的时间，即为持续灭火时间。

D.2 模拟接头触点起火灭火试验

D.2.1 试验设备和材料

交流调压电源：输入电压220 V，输出电压0 V～150 V。

可燃物：电缆外护套（材料为聚乙烯），长30 mm、宽30 mm，数量2片。

电源线：长2000 mm的1.5 mm^2铜芯电源线1条。

电阻丝：镍铬电阻丝（Cr20Ni 80，Φ0.4 mm）1200 w，长150mm，2根（使用时拉伸至700 mm）。

陶瓷接线端子：大八小二孔陶瓷接线端子2个。

计时器：精度0.1 s。

热电偶：K型热电偶，精度-50 ℃ ～ 1300 ℃，1套。

实验组试样：含氟化酮微胶囊的样品，1个。

对照组试样：无微胶囊的同规格样品，1个。

D.2.2 试验程序

a） 试验固定

灭火试验在常温（20±5）℃环境条件下进行，电阻丝中段上取2处放置可燃物，可燃物之间间隔100mm，实验组和对照组样品直接罩覆于可燃物上，接通电源。在组装好的实验组样品表面配置热电偶，记录表面温度。

b） 灭火性能测试

设置空白试验，空白试验采用无微胶囊的普通样品，实验组采用含氟化酮微胶囊的样品，其他试验条件完全一致。

调节调压器电压由0 V调至120 V，开始计时，电阻丝呈现稳定红热，加热可燃物，观察可燃物的燃烧情况。

c） 试验结果记录

记录空白试验中可燃物开始被引燃时间及持续燃烧时间。

记录实验组样品表面温度，样品表面温度应全程控制在200 ℃以下。允许瞬时波动，但单次超温持续时间不能超过15秒。当超温15秒以上，停止试验并记录相应的时间。

记录抑制火焰时长。试验过程中允许出现间断的火焰，但火焰持续燃烧时间不能超过15秒，当火焰持续燃烧超过15秒，停止试验并记录相应的时间，即为持续灭火时间。

D.3 模拟电气柜起火灭火试验

D.3.1 试验模型

a）灭火试验箱（长度/宽度/高度）：5 L（220 mm × 165 mm × 140 mm）、10 L（205 mm × 165 mm × 300 mm）、30 L（300 mm × 250 mm × 400 mm），箱体应设置通风孔（孔径不小于Φ25 mm ，数量不少于2个）及玻璃观察视窗。如图D.1所示。

b）燃料盘1：钢制圆盘，Φ85 mm，高度30 mm（用于5 L和10 L灭火试验箱）。

c）燃料盘2：钢制圆盘，Φ85 mm，高度75 mm（用于30 L灭火试验箱）。

d）引燃燃料为商业级正庚烷：100 ml。

e）无烟主动灭焰补丁/贴片尺寸：50 mm × 100 mm × 2 mm。

f）纯净水：100 ml。

g）长柄点火器。

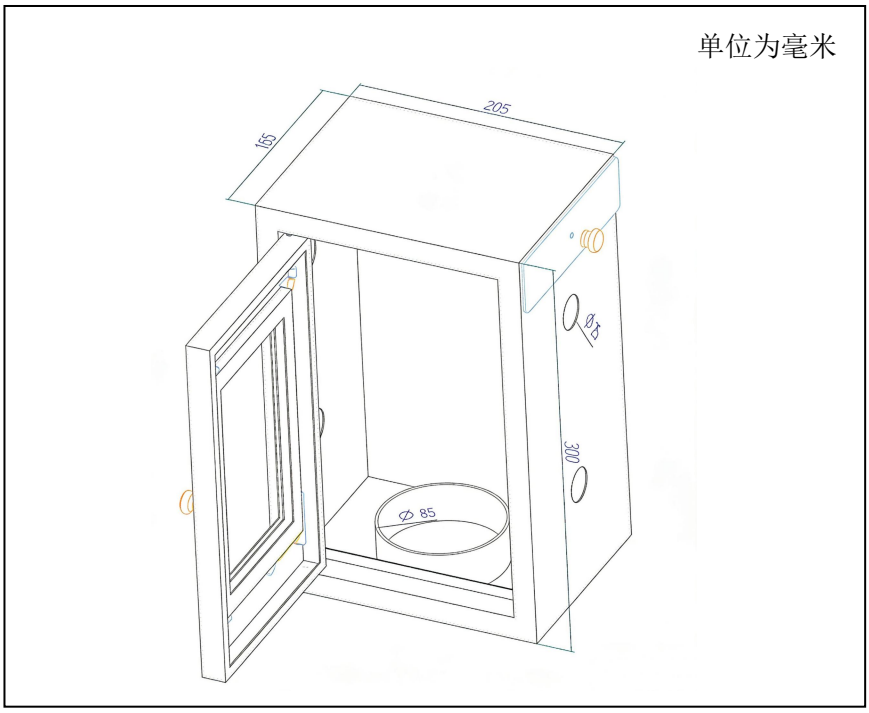


图 D.1 火灾试验模型

D.3.2 试验步骤

将无烟主动灭焰补丁/贴片（50 mm × 100 mm × 2 mm）布置在试验箱活动板中间位置，在燃料盘 1 中加入50 mL水和15mL正庚烷（燃料盘 2 加入 300 mL水和 15 mL 正庚烷），点燃燃料，预燃 10 s 后。将粘贴试样的活动板插入灭火试样箱上方，使含有灭火微胶囊的面位于金属燃料油罐的正上方，开始计时，等待无烟主动灭焰补丁/贴片的启动，可通过温度传感器或红外摄像仪监测扑灭明火的时间。释放结束后，试验空间维持密封 10 min 浸渍期。

设一组对照试验，对照组除不在试验箱顶部粘贴灭火试样外，其余试验配置与操作步骤均与上述试验组保持一致。

记录微胶囊灭火产品扑灭明火的时间，观察 10 min 浸渍期内有无余火或复燃。

附 录 E

（规范性）

氟化酮微胶囊灭火产品使用寿命的热老化加速试验

E.1 特征参数、临界值

选用氟化酮微胶囊灭火产品质量作为特征参数，以原始质量变化的30％作为临界值。

E.2 试验温度、试验时间

试验温度初步定为60℃、80℃、100℃，试验时间选为24h，48h，96h等时间对数的间隔，根据具体的试验温度而定，确保所选择的最低温度应使达到临界值所需时间至少为1000h，同样的，所选择的最高温度应使达到临界值的时间不少于100 h。

E.3 程序

1）在试验开始时，制备所需数量的试样，按规定条件进行调节并按适宜的检验标准方法进行测试。

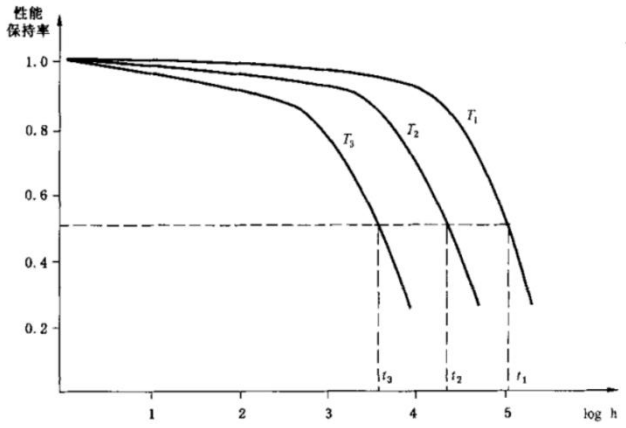
2）把所需数量的试样投入各个选定温度，并在保持恒温的热老化箱中进行老化试验。

3）在每个热老化周期结束时，对试样进行环境调节，如有必要，可在适当的控制环境下对每个试样进行检查。然后根据预先选定的测试方法进行测试。

4）继续该步骤直至材料性能数据超过临界值为止。

E.4 结果评价

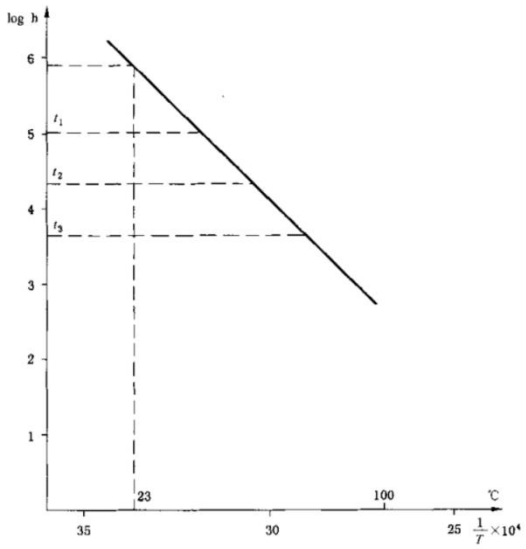
为了便于得出达到临界值所需要的时间，以质量的测试值作为时间的函数作图，用插入法得出t_1，t_2，t_3，如图E.1所示。



图E.1 材料性能与老化时间

以每个测试温度达到临界值时间的对数logt与相应的测试温度的热力学温度的倒数1/T作图，通过标绘各点并求取最佳拟合直线；也可用统计法求取最佳拟合直线。假如获得的直线是不适宜的，应立刻以其他温度条件进行老化试验。如果得到的直线依然不适宜，则中止试验。

寿命：将所得直线外推以得到使用温度下的估计寿命。如图E2所示。



图E.2 阿累尼乌斯图（时间－温度）