

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 5217—2025

电化学储能舱早期预警复合火灾报警器
报警性能检测方法

Test methods of early warning composite fire detector alarm performance of
electrochemical energy storage cabin

2025-10-30 发布

2025-11-30 实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

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 试验装置2

5 设备的校准2

6 试验方法2

附录A(规范性) 热解粒子传感器试验设备6

附录B(规范性) 锂离子电池火灾模拟试验设备7

附录C(规范性) 设备的校准8

附录D(规范性) 热解粒子传感器报警性能试验热解粒子浓度及热解片配方9

参考文献12

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。

本文件由江苏省消防救援总队提出并组织实施。

本文件由江苏省消防标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：江苏省产品质量监督检验研究院、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、江苏省锂电池电极材料工程研究中心、江苏省消防救援总队、南京中谷芯信息科技有限公司。

本文件主要起草人：徐晶晶、海乐檬、魏成龙、宋醒醒、徐艳楠、蔡宇武、赵心怡、张占鹏、陈玉明、刘建军、肖鹏、孙磊、姚荣斌、李强、郑典元、李金丽、徐翠宁。

电化学储能舱早期预警复合火灾报警器 报警性能检测方法

1 范围

本文件描述了电化学储能舱早期预警复合火灾探测器报警性能检测的实验方法,规定了试验条件、试验装置、设备校准的相关要求。

本文件适用于电化学储能舱早期预警复合火灾探测器报警性能的检测。电气火灾监控系统中的复合火灾探测器可参照适用。

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 4715—2024 点型感烟火灾探测器
- GB 4716—2024 点型感温火灾探测器
- GB 15322.1—2019 可燃气体探测器 第1部分:工业及商业用途点型可燃气体探测器
- GB/T 36276—2023 电力储能用锂离子电池

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电化学储能舱 **electrochemical energy storage cabin**

装载电化学储能系统,并为其提供工作条件 and 环境防护的方舱。

3.2

电化学储能舱复合火灾探测器 **early warning composite fire detector of electrochemical energy storage cabin**

能探测电化学储能舱环境内的一氧化碳、氢气、温度、烟雾和热解粒子,一般由一氧化碳传感器、氢气传感器、温度传感器、烟雾传感器和热解粒子传感器中的两种及以上复合而成,用于电化学储能舱中锂离子电池等火灾早期探测的装置。

3.3

热解粒子传感器 **pyrolysis sensor**

测量被保护区域中的热解粒子浓度的传感器。

3.4

报警设定值 **alarm set point**

预先设定的报警浓度值或温度值。

注:报警设定值和量程由制造商规定,并在说明书中注明。

3.5

报警时间 alarm time

当被保护区达到报警条件至探测器发出报警信号的时间。

4 试验装置

4.1 一氧化碳传感器、氢气传感器试验装置

应符合 GB 15322.1—2019 附录 B 的规定。

4.2 温度传感器试验装置

应符合 GB 4716—2024 附录 A 的规定。

4.3 烟雾传感器试验装置

应符合 GB 4715—2024 附录 A 的规定。

4.4 热解粒子传感器试验舱

应符合附录 A 的规定。

4.5 锂离子电池火灾模拟试验装置

应符合附录 B 的规定。

5 设备的校准

应定期对 4.4 规定的热解粒子传感器试验舱和 4.5 规定的锂离子电池火灾模拟试验装置的加热盘装置进行校准。校准方法应符合附录 C 的规定。

6 试验方法

6.1 试验纲要

6.1.1 试验的环境要求

如无特殊要求,各项试验应在下述环境条件中进行:

- 温度:−5℃~55℃;
- 相对湿度:25%~75%;
- 大气压力:86 kPa~106 kPa。

6.1.2 试验样品

不同试验所要求的试验样品(简称“试样”)数量及编号如表 1 所示。

表 1 不同试验所要求的试样数量及编号

一氧化碳报警性能试验	氢气报警性能试验	温度报警性能试验	感烟报警一致性试验	热解粒子报警性能试验	三元锂电池模拟火灾试验	磷酸铁锂电池模拟火灾试验
1#、2#	3#、4#	5#、6#	1#~10#	7#、8#	9#	10#

6.1.3 试样的安装

试样应按制造商规定的安装方式安装于试验装置中,并使试样处于监视状态。如果说明书给出多种安装方式,试验中应采用对试样工作最不利的安装方式。

6.1.4 试验前准备

按照制造商规定对试样进行调零和标定操作。再将试样通电,使其在正常大气条件下预热 20 min。

6.1.5 试验气体

配制试验气体应采用制造商声称的探测气体种类和报警设定值要求,除相关试验另行规定外,试验气体应由可燃气体与洁净空气混合而成,试验气体湿度应符合正常湿度条件,配气误差应不超过报警设定值的 $\pm 2\%$ 。采用一氧化碳作为可燃气体配制试验气体时,可燃气体的纯度应不低于 99.5%。采用氢气作为可燃气体配制试验气体时,可采用满足制造商要求的标准气体配制试验气体。

6.1.6 试验程序

对电化学储能舱早期预警复合火灾探测器先进行单项报警性能试验,再进行锂电池模拟火灾报警性能试验。

6.2 一氧化碳报警性能试验

将试样安装于 4.1 规定的试验箱中,使其处于监视状态。向试样通入流量为 500 mL/min、浓度为满量程 60% 的试验气体,保持 60 s,记录显示值作为基准值。将试样置于正常环境中通电 5 min,以相同流量再次向试样通入浓度为满量程 60% 的试验气体并开始计时,当试样的显示值达到 90% 基准值时停止计时,记录试样的报警时间。

6.3 氢气报警性能试验

试验步骤同 6.2。

6.4 温度报警性能试验

将探测器放置在 4.2 规定的试验装置内,使其处于监视状态,应将试样与制造商提供的电源和监视设备连接。以不大于 1 °C/min 的升温速率升温至报警设定值的 50%、80%、120%,各保持 5 min,记录探测器温度显示值和探测器发出报警信号时的动作温度。在温度超过报警设定值 120% 持续时间 5 min 或温度超过制造商规定的温度测量范围时如仍未报警,试验停止。

6.5 感烟报警一致性试验

在 4.3 规定的试验装置内,按照 GB 4715—2024 中 6.4 的方法,测量所有试样的响应阈值并计算出所有试样响应阈值的平均值。

6.6 热解粒子报警性能试验

6.6.1 试验步骤

按下列步骤进行热解粒子报警性能试验:

- a) 按照附录 A 的要求将试样安装在试验舱背板距试验舱顶(220 \pm 30)mm 的位置,布设热解材料,除非另有规定,否则热解材料在试验前应在温度(23 \pm 2)°C和湿度(50 \pm 5)%条件下至少调节

88 h。可裁剪热解材料使其与加热炉充分接触,热解粒子采样孔连接热解粒子检测仪,测量试验舱内的粒径小于1 μm颗粒(PM1.0)的浓度;

- b) 在材料热解试验前,加热炉的温度不应大于40℃;试验舱应通风换气,直至试验舱内的粒径小于1 μm颗粒(PM1.0)的浓度不大于0.05 mg/m³;
- c) 关闭试验舱门,按照下列要求的试验条件,进行材料热解试验,监测试验舱内的粒子浓度记录试样的报警时间。

——对符合附录D中D.2.1要求的聚氯乙烯(PVC)热解片加热,以3℃/min的升温速率升温至80℃,保持5 min,然后以10℃/min的升温速率升温至180℃,保持3 min。加热炉升温至80℃恒温5 min后开始计时,计算试样的报警时间,记录试验舱内的粒径小于1 μm颗粒(PM1.0)的浓度,浓度与时间的关系曲线应在图D.1的实线范围内。

——对符合D.2.2要求的丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)热解片加热,以3℃/min的升温速率升温至90℃保持5 min,然后以10℃/min的升温速率升温至190℃,保持3 min。加热炉升温至90℃恒温5 min后开始计时,计算试样的报警时间,记录试验舱内的粒径小于1 μm颗粒(PM1.0)的浓度,浓度与时间的关系曲线应在图D.2的实线范围内。

——对符合D.2.3要求的FR-4环氧玻纤布层压板热解片加热,以3℃/min的升温速率升温至90℃,保持5 min,然后以10℃/min的升温速率升温至190℃,保持3 min。加热炉升温至90℃恒温5 min后开始计时,计算试样的报警时间,记录试验舱内的粒径小于1 μm颗粒(PM1.0)的浓度,浓度与时间的关系曲线应在图D.3的实线范围内。

6.6.2 停止试验的条件

试样发出报警信号或满足以下条件之一时停止试验:

- 聚氯乙烯(PVC)热解片:加热炉升温至180℃恒温3 min;
- 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)热解片:加热炉升温至190℃恒温3 min;
- FR-4环氧玻纤布层压板:加热炉升温至190℃恒温3 min。

6.7 锂离子电池模拟火灾报警性能试验

6.7.1 试验条件

锂电池模拟火灾报警性能试验条件见表2。

表2 锂电池模拟火灾报警性能试验条件

项目	试验条件
三元锂电池 模拟火灾试验	1) 试验材料:4节18 650三元锂电池(正负极平头),额定电压:3.6 V/3.7 V,容量:3 300 mAh~3 500 mAh; 2) 以2kW的加热功率对三元锂电池进行加热,当首个电池泄压阀开启时,开始计时; 3) 加热盘设置温度:200℃
磷酸铁锂电池 模拟火灾试验	1) 试验材料:磷酸铁锂电池,标称额定电压:3.2 V,容量:50 Ah; 2) 以2 kW加热功率对磷酸铁锂电池进行加热,当电池泄压阀开启时,开始计时; 3) 加热盘设置温度:200℃

6.7.2 电池试验前处理

在测试之前,电池应按照GB/T 36276—2023中6.2.4的方法进行充放电循环,充放电循环结束后,将电池以恒功率充电至充电截止电压后静置1 h,并在充电结束8 h内开始试验。

6.7.3 电池放置

6.7.3.1 三元锂电池

如图 1 所示,电池泄压口朝上垂直放置于钢制托盘上,电池之间使用铁丝网或铁丝固定。试验布置满足附录 B 要求。

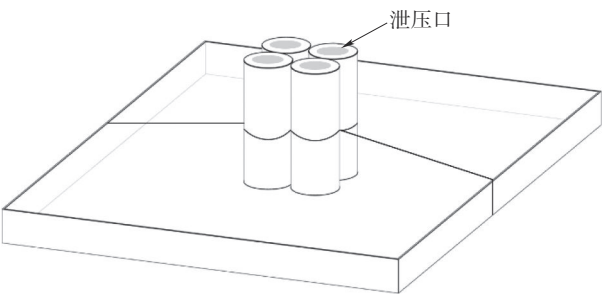


图 1 三元锂电池放置图

6.7.3.2 磷酸铁锂电池

如图 2 所示,电池水平放置于钢制托盘上,试验布置满足附录 B 要求。

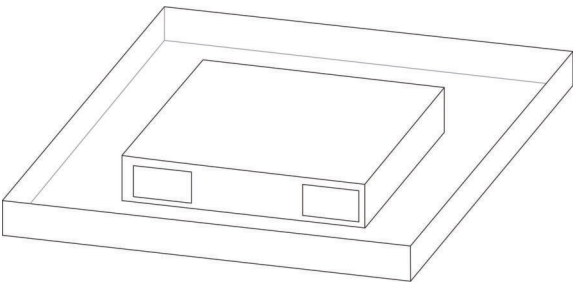


图 2 磷酸铁锂电池放置图

6.7.4 实验开始

按表 2 规定的试验条件对电池加热,加热期间通风设备应保持关闭,观察试样的工作状态,记录试样的报警时间。

6.7.5 停止试验的条件

- 试样发出报警信号或以下情况之一时停止试验：
- 在首个电池泄压阀开启 1 min 后试样没有报警；
 - 在其他任何可能发生危及试验人员安全的情况时。

附 录 A
(规范性)
热解粒子传感器试验设备

A.1 热解粒子传感器试验舱

热解粒子传感器试验舱示意图见图 A.1。

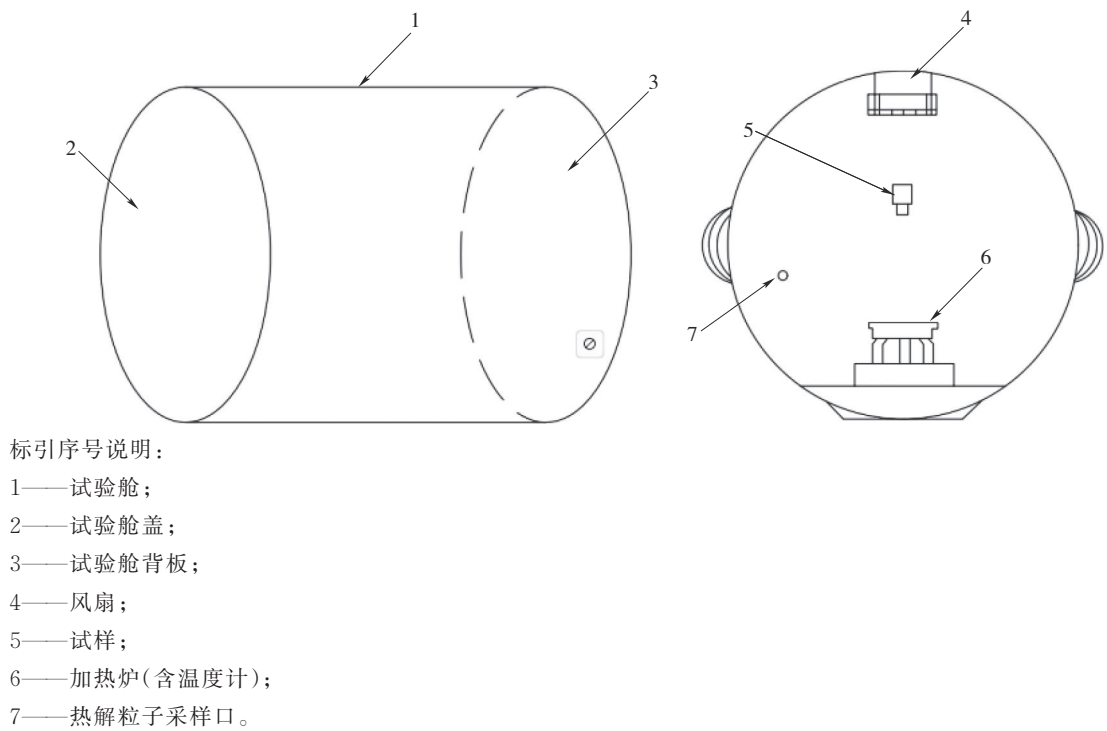


图 A.1 热解粒子传感器试验舱示意图

A.2 技术参数

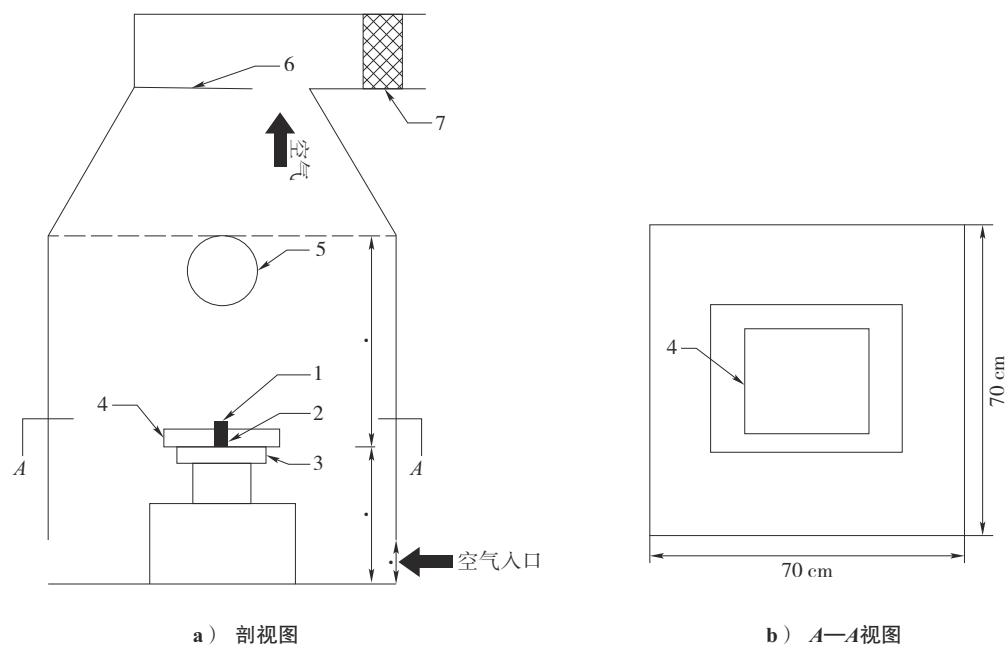
主要技术参数如下。

- 加热炉:输入电压:AC 220 V;额定功率:300 W;炉盘直径: ≥ 140 mm。
- 检测粒径: $0.1\ \mu\text{m}\sim 1\ \mu\text{m}$;量程: $0.001\ \text{mg}/\text{m}^3\sim 150\ \text{mg}/\text{m}^3$;采样流量: $2.8\ \text{L}/\text{min}\pm 0.2\ \text{L}/\text{min}$ 。
- 温度计:量程: $0\ ^\circ\text{C}\sim 200\ ^\circ\text{C}$;精度: $0.1\ ^\circ\text{C}$ 。

附 录 B
(规范性)
锂离子电池火灾模拟试验设备

B.1 锂离子电池火灾模拟试验舱

锂离子电池火灾模拟试验舱示意图见 B.1。



标引序号说明：

- 1——锂离子电池；
- 2——K 型热电偶；
- 3——电阻丝加热盘；
- 4——钢制托盘；
- 5——试样；
- 6——挡板；
- 7——风扇。

图 B.1 锂离子电池火灾模拟试验舱示意图

B.2 技术参数

主要技术参数如下。

- K 型热电偶：量程：0℃~200℃；精度：0.1℃。
- 电阻丝加热盘：输入电压：220 V；额定功率：2 kW。
- 钢质托盘：钢板厚度：2 mm。

附 录 C
(规范性)
设备的校准

C.1 校准条件

环境温度: $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于85%。或符合校准用仪器设备所规定的环境条件。在校准过程中,环境温度波动不应超过 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

C.2 校准方法

C.2.1 加热盘在校准前应进行清洁处理,清除可能影响测温准确度的灰尘和污垢等。接通电源,使其在校准温度稳定不少于10 min。

C.2.2 采用经校准的合格的圆铜片热电偶,精度为1级。将圆铜片热电偶与加热盘表面紧密接触,可采用隔热垫片、耐高温胶布进行辅助固定,并且在圆铜片与加热盘之间以及圆铜片与隔热垫之间不应存在孔隙,即使有,也十分细小。

C.2.3 在量程范围内选择不少于3个校准点。

C.3 技术要求

加热盘表面温度偏差应在 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内。

附 录 D
(规范性)

热解粒子传感器报警性能试验热解粒子浓度及热解片配方

D.1 热解粒子传感器报警性能试验热解粒子浓度

聚氯乙烯(PVC)热解试验、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)热解试验和FR-4环氧玻纤布层压板热解试验对应热解粒子浓度与时间的关系曲线应在图D.1~图D.3实线范围内。

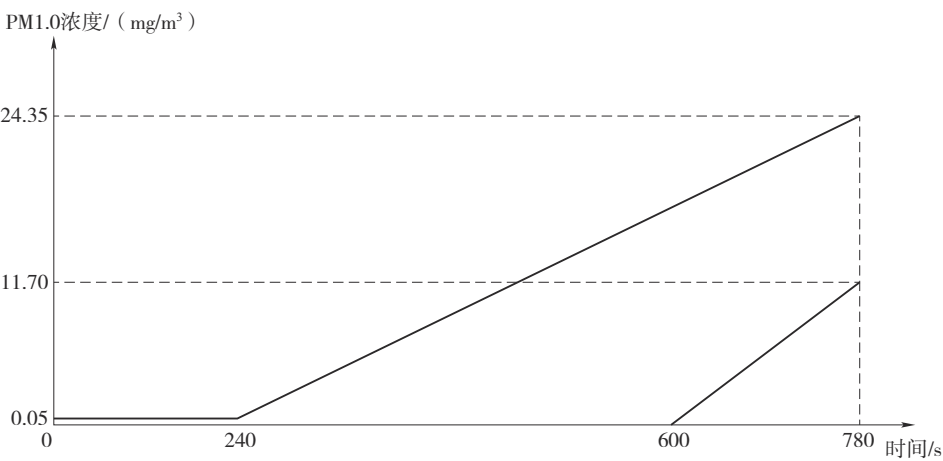


图 D.1 聚氯乙烯(PVC)热解试验

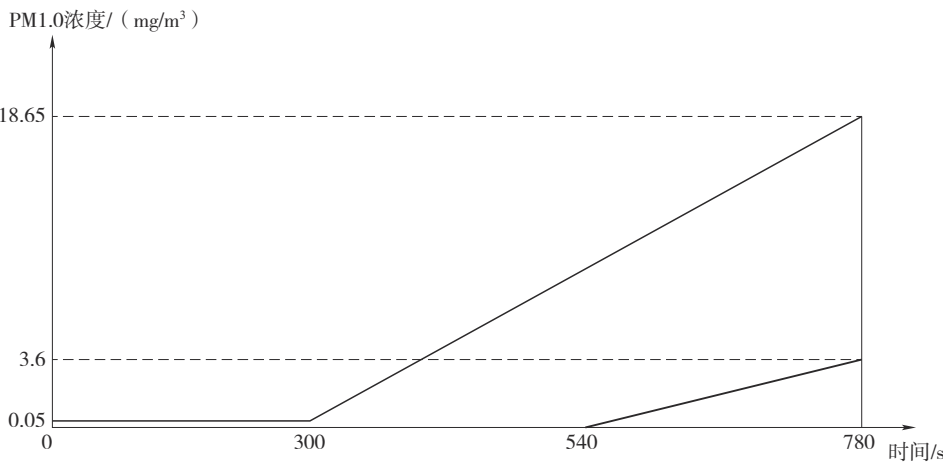


图 D.2 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)热解试验

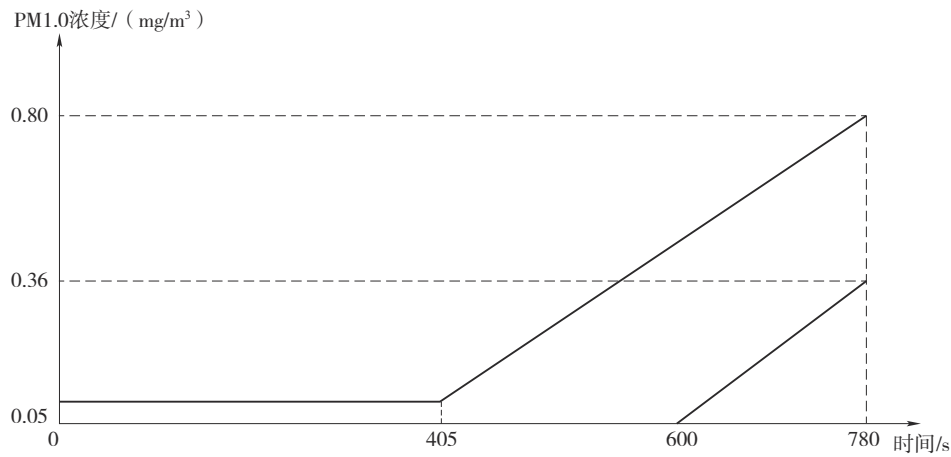


图 D.3 FR-4环氧玻纤布层压板热解试验

D.2 热解片配方

D.2.1 聚氯乙烯(PVC)热解片

聚氯乙烯(PVC)热解片应满足下列要求：

- a) 配方满足表 D.1 的要求；
- b) 质量为 $10\text{ g}\pm 1\text{ g}$ ；
- c) 长为 $83\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$ ，宽为 $90\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$ ，厚为 $1\text{ mm}\pm 0.3\text{ mm}$ 。

表 D.1 聚氯乙烯(PVC)热解片配方

成分	PVC	增塑剂		稳定剂	润滑剂		填充剂
物质种类	PVC-SG ₃	DOS (癸二酸二辛酯)	DOP (邻苯二甲酸二辛酯)	Ca/Zn 复合稳定剂	硬脂酸钙	聚乙烯蜡	纳米碳酸钙
份数	100	5	40	5	1.0	0.5	10

D.2.2 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)热解片

丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)热解片应满足下列要求：

- 配方满足表 D.2 的要求；
- 质量为 $10\text{ g}\pm 1\text{ g}$ ；
- 长为 $53\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$ ，宽为 $53\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$ ，厚为 $3\text{ mm}\pm 0.3\text{ mm}$ 。

表 D.2 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)热解片配方

成分	主体树脂	阻燃剂	
物质种类	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	四溴双酚 A	三氧化二锑
份数	100	18.75	6.25

D.2.3 FR-4环氧玻纤布层压板热解片

- FR-4环氧玻纤布层压板热解片应满足下列要求。
- 树脂配方应满足表D.3的要求,固化反应的有机溶剂为丙酮(分析纯)。固化层压后的化学成分含量如表D.4所示。
 - 质量为10 g±1 g。
 - 长为60 mm±2 mm,宽为60 mm±2 mm,厚为2 mm ±0.5 mm。

表 D.3 FR-4 环氧树脂配方

成分	主体树脂	固化剂	促进剂
物质种类	溴化环氧树脂	双氰胺	2-甲基咪唑
份数	100	3	0.3

表 D.4 FR-4 环氧树脂玻纤布层压板热解片固化层压后的化学成分含量

物质种类	溴化环氧树脂	无碱玻纤布
质量占比	43%	57%

参 考 文 献

- [1] GB 4715—2024 点型感烟火灾探测器
 - [2] GB 4716—2024 点型感温火灾探测器
 - [3] GB 12978 消防电子产品检验规则
 - [4] GB 14287.5 电气火灾监控系统 第5部分:测量热解粒子式电气火灾监控探测器(征求意见稿)
 - [5] GB 15322.1—2019 可燃气体探测器 第1部分:工业及商业用途点型可燃气体探测器
 - [6] GB 20517 独立式感烟火灾探测报警器
 - [7] GB 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
-