

七、储能消防全氟己酮气体灭火系统解决方案

一、项目背景

随着新能源产业快速发展，锂离子电池储能电站（BESS）、工商业储能柜、集装箱储能系统越来越广泛应用。但锂电池具有**热失控（Thermal Runaway）**风险，一旦发生故障，极易引发：

- * 电芯内部短路
- * 电池爆燃
- * 可燃气体释放
- * 火焰喷射
- * 二次复燃
- * 爆炸事故

因此，储能消防设计已经从传统灭火发展为：

“早期预警 + 多级探测 + 精准灭火 + 持续冷却 + 防止复燃”的综合解决方案。

目前国内大型储能项目普遍采用：

全氟己酮（FK-5-1-12）+ 水消防 + 热失控监测 + BMS联动

二、全氟己酮简介

全氟己酮（FK-5-1-12）

商品名称：

- * Novec1230（原3M）
- * 国产FK5112
- * 全氟己酮灭火剂

特点

项目参数

灭火方式吸热降温+化学抑制

ODP0

GWP < 1

环保等级极高

无残留是

导电性不导电

腐蚀性无

灭火速度≤10秒

人员安全可用于有人场所

三、为什么储能选择全氟己酮？

相比七氟丙烷，全氟己酮具有明显优势：

对比全氟己酮七氟丙烷

环保★★★★★★★

温室效应极低较高

灭火速度快快
 设备腐蚀无无
 电气绝缘优优
 灭火浓度较低较高
 后期维护简单一般
 目前：
 国内新建储能项目几乎全部优先采用全氟己酮。

四、储能消防设计标准

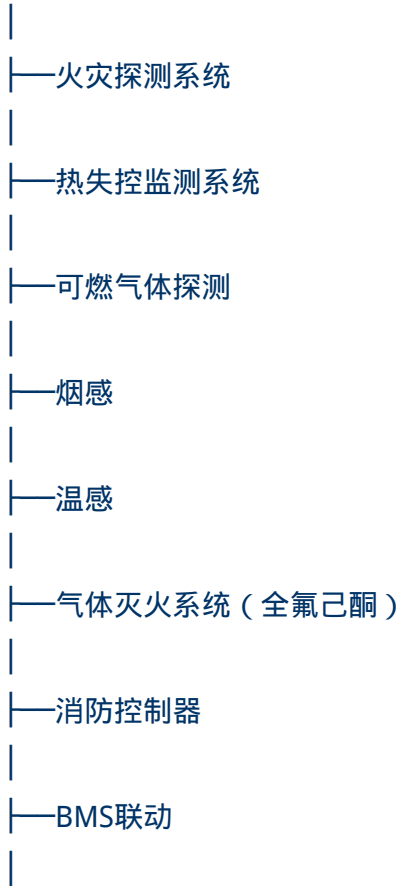
主要依据：

- * GB 55036《消防设施通用规范》
- * GB 50116《火灾自动报警系统设计规范》
- * GB 50370《气体灭火系统设计规范》
- * GB/T 42288《电化学储能电站安全规程》
- * NB/T 42091《储能电站设计规范》
- * NFPA 855（国际）
- * NFPA 68
- * NFPA 69

五、储能消防系统组成

整个系统一般包括：

储能消防系统



└—PCS联动
|
└—EMS联动
|
└—排风系统
|
└—水消防系统

六、全氟己酮灭火系统组成

主要设备：

① 储药瓶组

包括：

- * 全氟己酮药剂瓶
- * 瓶头阀
- * 容器阀
- * 压力表
- * 安全泄放装置

一般压力：

2.5MPa

② 启动装置

包括：

- * 电磁启动器
- * 手动启动器
- * 机械应急启动

③ 管网

采用：

- * 无缝钢管
- * 不锈钢管

喷头：

- * 全淹没喷头
- * 柜内喷头

④ 控制盘

负责：

- * 自动启动
- * 手动启动
- * 紧急停止

* 联动控制

⑤ 声光报警

动作流程：

探测报警

↓

声光报警

↓

30秒延时

↓

释放灭火剂

↓

反馈信号

七、探测系统设计

储能柜通常采用：

一级报警

吸气式感烟

(VESDA)

优点：

* 极早期发现烟雾

* 毫克级探测

二级报警

点型烟感

确认火灾。

三级报警

温感

确认温升。

四级报警

热失控探测

监测：

* 电芯温度

* 模组温度

* 母排温度

五级报警

可燃气体

检测：

* H₂

* CO

* VOC

这是目前大型储能项目的重要配置。

八、灭火逻辑

典型控制流程：

烟感报警

↓

一级报警

↓

通知BMS

↓

BMS检查

↓

发现异常

↓

二级确认

↓

关闭PCS

↓

切断充放电

↓

关闭空调

↓

关闭风机

↓

延时30秒

↓

释放全氟己酮

↓

持续监测

↓

如继续升温

↓

启动水消防

九、储能柜典型配置

例如：

215kWh储能柜

配置：

顶部

↓

烟感

↓

温感

↓

喷头

↓

电池簇

↓

喷头

↓

底部

左右两侧：

* 温度探测

* 可燃气体探测

顶部：

* 泄爆装置

底部：

* 排风

十、全氟己酮灭火机理

主要包括：

第一

快速吸热

全氟己酮汽化吸收大量热量。

第二

中断燃烧链反应

捕获自由基：

H•

OH•

O•

阻止燃烧继续。

第三

降低火焰温度

火焰迅速熄灭。

十一、是否能够扑灭锂电池火灾？

这是很多客户最关心的问题。

答案是：

不能完全解决热失控问题，但可以有效控制初期火灾和阻止火势蔓延。

原因：

锂电池热失控属于：

内部放热反应

↓

自身供氧

↓

持续分解

↓

持续释放热量

即使没有空气，

电芯仍可能继续反应。

因此：

全氟己酮主要作用是快速扑灭明火、抑制火焰蔓延，为人员疏散和消防处置争取时间，而不是彻底终止电芯内部热失控。

十二、为什么还要配置水消防？

目前行业共识：

气体灭火负责：

* 灭火

* 控火

* 防蔓延

水消防负责：

* 冷却

* 防复燃

* 长时间降温

因此：

热失控

↓

全氟己酮

↓

扑灭火焰

↓

持续监测



水喷淋



持续冷却



避免复燃

十三、储能消防系统联动控制

系统应与以下设备联动：

- * BMS（电池管理系统）
- * PCS（储能变流器）
- * EMS（能量管理系统）
- * HVAC（空调系统）
- * 排风系统
- * 泄爆装置
- * 门禁系统
- * 火灾报警控制器
- * 消防控制室

联动动作包括：

- * 停止充放电
- * 隔离故障电池簇
- * 切断交流/直流回路
- * 启动报警
- * 启动灭火
- * 启动排烟或排风（依据设计策略）
- * 上传消防状态至监控平台

十四、系统优势

- * 灭火速度快（通常可在数秒内完成喷放）
- * 无残留，不损坏电气设备
- * 对精密电子设备友好
- * 环保性能优异，ODP 为 0、GWP 极低
- * 电绝缘性能好，适用于带电设备
- * 可与火灾报警、BMS、PCS、EMS 等系统深度联动
- * 支持柜级、舱级及集装箱级防护方案

十五、设计建议

针对不同规模项目，可参考以下配置：

项目类型推荐消防方案

工商业储能柜（100 ~ 300kWh）柜内全氟己酮自动灭火 + 烟感 + 温感 + 可燃气体探测

集装箱储能（1 ~ 5MWh）舱级全氟己酮气体灭火 + 吸气式感烟 + 热失控监测 + 可燃气体探测 + 水消防接口

电网侧大型储能电站全氟己酮气体灭火 + 水喷淋/水炮冷却 + BMS联动 + EMS联动 + 泄爆系统 + 智能消防管理平台

十六、售前、设计、施工及售后整体服务方案

一个完整的储能全氟己酮消防项目建议采用全生命周期服务模式：

- 1. 售前阶段：现场勘查、风险评估、消防方案设计、投资预算、规范符合性分析。
- 2. 设计阶段：消防系统图纸设计、灭火剂用量计算、喷头布置、管网水力计算、联动逻辑设计及第三方审图配合。
- 3. 施工阶段：设备安装、管网施工、压力试验、控制系统接线、联动调试、系统验收。
- 4. 培训阶段：操作培训、应急演练、维护保养培训、消防管理制度建立。
- 5. 售后阶段：定期巡检、灭火剂压力检测、故障诊断、备品备件供应、年度维保及远程技术支持。

本方案符合目前国内储能项目”预警—联动—灭火—冷却—复位“的设计思路，可广泛应用于工商业储能柜、集装箱储能系统及大型储能电站。对于大型项目，建议采用全氟己酮气体灭火系统与热失控监测、水冷却系统协同防护，以提高整体消防安全水平和系统可靠性。