

二、配电电气场所气体灭火系统完整解决方案

一、方案总则

1.1 编制依据

本方案严格依据现行国家消防及电气规范编制，适用于所有高低压配电类封闭电气设备房间：

- 《气体灭火系统设计规范》GB 50370-2005
- 《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263-2007
- 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116-2013
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《低压配电设计规范》GB 50054
- 《电力工程电气设计规范》

1.2 适用场景（配电电气专用）

本方案适用于必须使用气体灭火、严禁用水、严禁干粉的电气封闭防护区：

1. 高低压配电室（10kV/0.4kV）
2. 干式变压器室、箱变室内机房
3. 电缆夹层、电缆竖井封闭层
4. 柴油发电机房、UPS配电室
5. 高压环网柜室、电容补偿室、继电保护室

1.3 电气场所火灾特点（核心区别于机房）

1. 起火原因单一：电缆老化、绝缘击穿、接触不良过热、过载、弧光短路、设备闪络。
2. 阴燃起火、无烟或少烟：电缆绝缘层起火前期隐蔽，温感优先于烟感。
3. 带电火灾多：全程高压带电，绝对不能用水、泡沫。
4. 干粉灭火禁用：干粉附着母线、绝缘子、断路器，会造成永久绝缘下降、设备报废、高压爬电事故。
5. 火势蔓延极快：电缆桥架贯通性强，一旦起火会沿电缆快速扩散至整栋配电系统。

1.4 灭火方式选型原则

- 禁止：喷淋、消火栓、泡沫、干粉
- 唯一合规优选：洁净气体全淹没灭火

二、系统选型与对比（电气场所专用）

2.1 各气体在电气房的适配性

1) 七氟丙烷（HFC-227ea）——配电室、变压器室首选

- 绝缘性能极高，不导电、不残留、不损伤高压瓷瓶、母线、端子
- 灭火速度快，适合电缆阴燃、电气弧光火灾
- 造价适中、维保成熟、验收通过率最高
- 95%民用/工业配电房标准配置

2) IG541混合气体——电站、高压枢纽、有人值守配电室

- 完全无毒、无温室效应、环保等级最高
- 适合经常有人工作的大型变配电中心
- 缺点：钢瓶多、占地大、造价高

3) 全氟己酮——高端高压精密继电保护室

- 低温喷放、对精密二次设备零影响

- 多用于电力调度机房、保护屏室

4) 二氧化碳——无人值守老旧配电室、地下电缆夹层

- 成本低，但有人场所禁用（窒息风险）

2.2 本方案最终推荐配置

- 高低压配电室、干式变压器室、电缆夹层：柜式/管网式七氟丙烷

- 发电机房：管网七氟丙烷

- 有人值守高压配电中心：IG541

下文以最通用、验收最稳的七氟丙烷系统做完整标准化设计。

三、防护区划分设计（电气专项要求）

3.1 防护区划分标准（严格按GB50370）

1. 单个防护区容积 $\leq 3600\text{m}^3$ 、面积 $\leq 800\text{m}^2$ ，超尺寸必须分隔。

2. 变压器室、配电室、电缆夹层必须独立分区，严禁合并防护。

3. 电缆夹层属于狭长密闭空间，单独划为独立防护区。

3.2 围护结构要求（电气房重点）

1. 墙体、顶板耐火极限 $\geq 0.5\text{h}$ 。

2. 防火门必须为甲级防火门、自闭式。

3. 所有通风口、百叶窗、排风机必须火灾自动关闭。

4. 防护区必须设置机械泄压口（安装高度：房间高度2/3以上），防止气体喷放超压破坏墙体、门窗。

3.3 电气房特殊封闭要求

配电室大量电缆穿墙孔洞，必须全部防火封堵，否则气体浓度不达标、消防必不通过。

- 桥架穿墙防火泥、防火板封堵

- 电缆竖井每层封堵

- 管线孔洞密封严实

四、灭火剂参数与用量设计（电气火灾专用浓度）

4.1 设计灭火浓度

- 电气火灾、电缆火灾、变压器火灾设计浓度：9%

（高于普通机房8%，因为电缆属于固体深位阴燃火，更难扑灭）

4.2 喷放时间要求

- 电气防护区：喷放时间 $\leq 8\text{s}$

快速降温、快速窒息，杜绝电缆复燃。

4.3 浸渍时间（关键验收点）

- 电缆夹层、变压器室：浸渍时间 $\geq 10\text{min}$

保证彻底熄灭深层阴燃，防止复燃复爆。

4.4 药剂用量计算公式

$Q = \text{防护区净容积} \times \text{设计浓度系数}$

电气房取值： 0.85kg/m^3 （高于普通机房 0.75kg/m^3 ）

五、探测报警系统设计（电气房专属双探测逻辑）

5.1 探测器选型（与机房完全不同）

机房：烟感为主

配电室：温感为主、烟感为辅

原因：电缆起火前期温度上升快、烟雾极少，单纯烟感会漏报。

5.2 标准配置

- 每个防护区：烟感探测器 + 温感探测器 组合双探测
- 变压器室、电缆夹层：加密温感布置

5.3 报警逻辑（两级预警）

1. 第一路报警（单探测器）：仅本地声光预警、通知值班人员巡检
2. 双探测复合报警：进入灭火联动程序

六、系统联动控制逻辑（配电行业核心重点）

电气房联动逻辑比机房更严格、更关键，直接关系设备安全：

6.1 联动动作顺序（标准30s延时）

1. 双探测器确认火警
2. 立刻切断防护区内所有非消防用电
3. 切断变压器通风风机、散热风机、排风机
4. 关闭防火百叶、防火阀
5. 开启声光报警、门外放气指示灯点亮
6. 延时30s（人员疏散）
7. 七氟丙烷喷放灭火

6.2 电气专属特殊联动（重中之重）

严禁自动切断高压总柜、进线电源！

消防联动只切本房间内的照明、插座、风机、空调

高压主电、低压进线总闸绝对禁止消防自动切断

（这是配电消防验收最大扣分点）

6.3 三种控制方式

1. 自动控制（日常运行模式）
2. 现场手动紧急启动/紧急停止
3. 钢瓶间机械应急启动

七、系统设备组成

1. 七氟丙烷储瓶组、容器阀、压力表
2. 选择阀（管网式多防护区使用）
3. 输送管网、镀锌无缝钢管
4. 专用灭火喷头（配电房顶喷均匀布置）
5. 火灾报警控制器
6. 烟感/温感探测器
7. 声光报警器、放气指示灯、紧急启停按钮
8. 自动泄压口
9. 防火封堵材料、联动控制模块

八、施工安装专项规范（配电房重点）

8.1 管网布置要求

1. 管道避开高压母线、裸带电体上方安全距离
2. 喷头避开变压器正上方涡流区、避免直喷设备表面结露
3. 管道固定牢固，避免设备震动导致松动

8.2 电气安全施工要求

1. 高压区域施工必须停电作业、挂牌上锁
2. 所有消防线路单独穿管，与强电桥架分开敷设
3. 消防控制线采用耐火铜线

8.3 电缆夹层施工重点

- 喷头分层布置、上下层全覆盖
- 狭长空间保证气流贯通、无死角

九、灭火后恢复与通风方案（电气独有）

1. 灭火结束后严禁立刻送电
2. 必须开启机械强制排风，通风时间 ≥ 30 分钟
3. 电工检测绝缘电阻、电缆温度、设备状态
4. 确认无残留阴燃、绝缘正常后方可恢复送电

十、日常运维与年检方案

10.1 日常巡检

- 瓶组压力常态绿色正常
- 泄压口无遮挡
- 防火门关闭严密
- 探测器无积灰

10.2 月度测试

- 声光报警、紧急启停功能测试
- 风机联动关闭测试

10.3 年度检测

- 系统全联动试验
- 压力检测、气密性检测
- 防火封堵复查
- 出具消防年度检测报告

十一、禁用与安全禁忌（配电房必考知识点）

1. 配电室绝对禁止干粉灭火器长期配置（会导致高压闪络事故）
2. 绝对禁止水喷淋、消火栓进入高低压配电间
3. 气体灭火延时期期间，严禁人员进入
4. 喷放未通风完毕，禁止合闸送电
5. 喷头、泄压口、手动按钮严禁遮挡

十二、方案优势总结

1. 完全适配电气带电火灾特性，解决电缆阴燃、设备弧光火灾
2. 不导电、不腐蚀、无残留，保护高压绝缘系统

3. 响应速度快，杜绝电缆跨区域蔓延
4. 联动逻辑符合电力行业特殊要求，不误切主电源
5. 完全符合最新消防验收标准，通过率高

十三、引用规范清单

- GB 50370-2005 《气体灭火系统设计规范》
- GB 50263-2007 《气体灭火系统施工及验收规范》
- GB 50116-2013 《火灾自动报警系统设计规范》
- GB 50016 《建筑设计防火规范》
- GB 50054 《低压配电设计规范》