

第四章 防火防爆安全技术



第一节 火灾爆炸事故机理

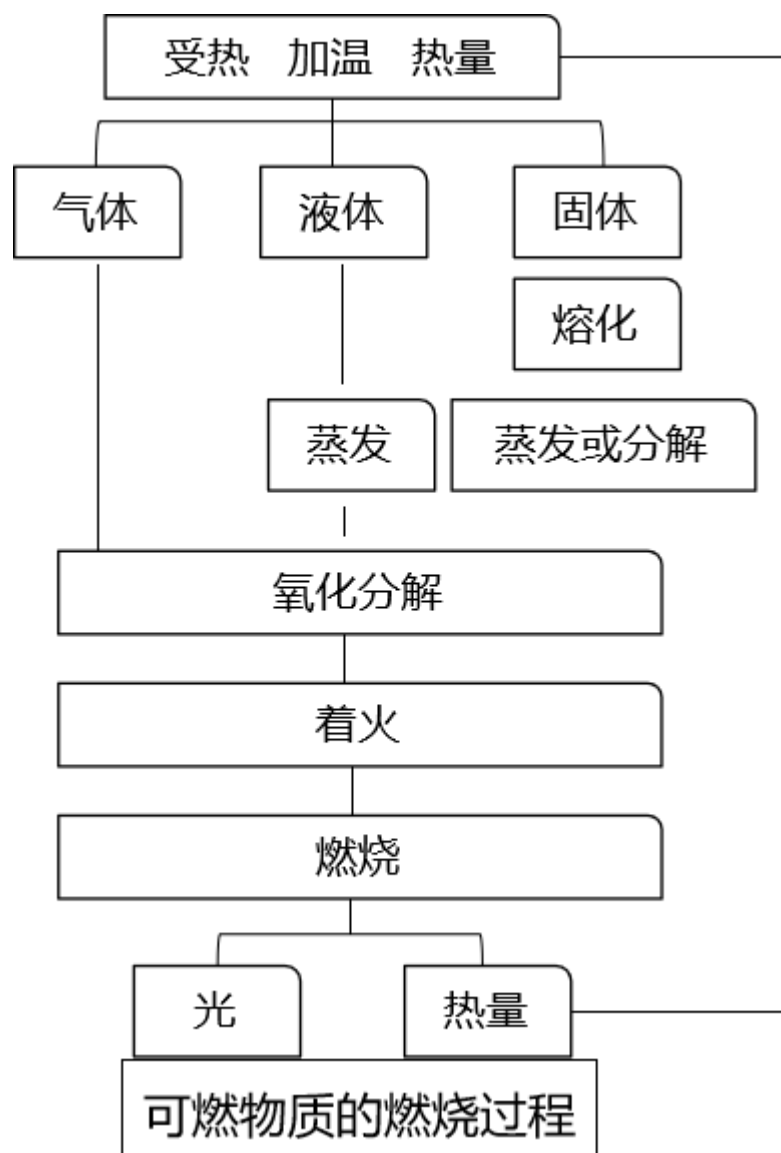
一、燃烧与火灾

(一) 燃烧和火灾的定义、条件

名词	定义	发生的必要条件
燃烧	可燃物与氧化剂作用发生的放热反应, 通常伴有火焰、发光和发烟现象。	燃烧三元素 (缺一不可): 氧化剂、可燃物、点火源
火灾	在时间和空间上失去控制的燃烧所造成的灾害(所有火灾不论损害大小, 都列入火灾统计范围)	

(二) 燃烧 (火灾) 过程和形式 (重点)

1.燃烧过程



2.燃烧形式

燃烧形式	定义
扩散燃烧	可燃气体（氢、甲烷等）从管道、容器的裂缝流向空气时，气体与空气互相扩散混合，混合浓度达到爆炸极限，遇火源能形成稳定燃烧。
混合燃烧	可燃气体和助燃气体在管道、容器内部等相应空间扩散混合，遇火源后在其分布空间进

	行燃烧，称为混合燃烧。如煤气、液化石油气。
蒸发燃烧	可燃液体在火源和热源作用下，蒸发出的蒸气发生氧化分解而进行的燃烧，称为蒸发燃烧。如酒精、汽油、乙醚等易燃液体的燃烧。
分解燃烧	可燃物首先遇热分解出可燃性气体，再与氧进行的燃烧。如木材、纸、油脂一类的高沸点固体可燃物的燃烧。
表面燃烧	如炭、箔状或粉状金属（铝、镁）的燃烧。

(三) 火灾的分类（重点）

(1) 《火灾分类》(GB/T4968)按可燃物的类型和燃烧特性将火灾分为 6 类。

火灾分类	定义
A 类火灾	固体物质火灾，燃烧时产生灼热灰烬，如木材、棉、毛、纸张火灾等。
B 类火灾	液体或可熔化的固体物质火灾，如汽油、煤油、柴油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡火灾等。
C 类火灾	气体火灾，如煤气、天然气、甲烷、乙烷、丙烷、氢气火灾等。
D 类火灾	金属火灾，如钾、钠、镁、钛、锆、锂、铝镁合金火灾等。

E 类火灾	带电火灾，是物体带电燃烧的火灾，如发电机、电缆、家用电器等。
F 类火灾	烹饪器具内烹饪物火灾，如动植物油脂等。

(2)根据《生产安全事故报告和调查处理条例》规定的生产安全事故等级，按照一次火灾事故造成的人员伤亡情况和直接财产损失严重程度，将火灾等级划分为 4 类

分类	定义
特别重大火灾	指造成 30 人以上（含本数，下同）死亡，或者 100 人以上重伤，或者 1 亿元以上直接财产损失的火灾。
重大火灾	指造成 10 人以上 30 人以下（不含本数，下同）死亡，或者 50 人以上 100 人以下重伤，或者 5000 万元以上 1 亿元以下直接财产损失的火灾。
较大火灾	指造成 3 人以上 10 人以下死亡，或者 10 人以上 50 人以下重伤，或者 1000 万元以上 5000 万元以下直接财产损失的火灾。
一般火灾	指造成 3 人以下死亡，或者 10 人以下重伤，或者 1000 万元以下直接财产损失的火灾

(四) 火灾基本概念及参数（考点）

- 1.燃点（着火点）：在控制燃烧时，需将可燃物的温度降至其燃点（着火点）以下。
- 2.自燃点：在没有外界火源的作用下，靠自热或外热而发生燃烧。根据热源不同，物质自燃

分为自热自燃和受热自燃两种。

3.阴燃：没有火焰和可见光的燃烧现象称为阴燃。

(五) 典型火灾的发展规律

典型火灾事故的发展分为初起期、发展期、最盛期、减弱至熄灭期。

二、爆炸

(一) 爆炸及其分类 (重点)

1.爆炸特征

一般来说，爆炸现象具有以下特征：

(1)爆炸过程高速进行。

(2)爆炸点附近压力急剧升高，多数爆炸伴有温度升高。

(3)发出或大或小的响声。

(4)周围介质发生震动或邻近的物质遭到破坏。

爆炸最主要的特征是爆炸点及其周围压力急剧升高。

2.爆炸的分类

1)按照爆炸的能量来源分类

物理爆炸、化学爆炸和核爆炸（原子爆炸）。

2)按照爆炸反应相分类

(1)气相爆炸，包括可燃性气体和助燃性气体混合物的爆炸；气体的分解爆炸；液体被喷成雾状物在剧烈燃烧时引起的爆炸（喷雾爆炸）；飞扬悬浮于空气中的可燃粉尘引起的爆炸等。

(2)液相爆炸，包括聚合爆炸、蒸发爆炸以及由不同液体混合所引起的爆炸。例如，硝酸和油脂，液氧和煤粉等混合时引起的爆炸。

(3)固相爆炸，包括爆炸性化合物及其他爆炸性物质的爆炸（如乙炔铜的爆炸）；导线因电流

过载，由于过热，金属迅速气化而引起的爆炸等。

3)按照爆炸速度分类

爆燃（燃爆）	伴有爆炸的一种以亚音速传播的燃烧波。燃烧速度为每秒数米；如无烟火药在空气中的快速燃烧。
爆炸	物质爆炸时的燃烧速度为每秒十几米至数百米，可燃气体混合物在多数情况下的爆炸，以及火药遇火源引起的爆炸即属于此类。
爆轰	物质爆炸时的燃烧速度为 1000-7000m/s。特点是突然引起极高压力，并产生超音速“冲击波”。例如，梯恩梯（TNT)炸药的爆炸速度为 6800m/s。

（二）爆炸破坏作用（考点）

- 1.冲击波
- 2.碎片冲击
- 3.震荡作用
- 4.次生事故
- 5.有毒气体

（三）可燃气体爆炸（考点）

1.分解爆炸性气体爆炸

某些气体如乙炔、乙烯、环氧乙烷等，即使在没有氧气的条件下，也能被点燃爆炸,其实质

是一种分解爆炸。除上述气体外，分解爆炸性气体还有臭氧、联氨、丙二烯、甲基乙炔、乙炔基乙炔、一氧化氮、二氧化氮、氰化氢、四氟乙烯等。

2.可燃性混合气体爆炸

燃烧反应过程一般可以分为三个阶段：

(1)扩散阶段。

(2)感应阶段。

(3)化学反应阶段。

(四) 物质爆炸浓度极限 (重点)

一般用可燃气体或蒸气在混合气体中所占体积分数 (%)来表示；可燃粉尘爆炸极限用混合物的质量浓度 (g/m^3)来表示。可燃气体的体积分数及质量浓度在 20°C 时的换算公式为

$$Y=L \times M / 2.4$$

式中 L —体积分数, %;

Y —质量浓度, g/m^3 ;

M —可燃性气体或蒸气的相对分子质量。

能够爆炸的最低浓度称为爆炸下限；能发生爆炸的最高浓度称为爆炸上限。用爆炸上限、下限之差与爆炸下限浓度之比值表示其危险度 H ，即

$$H=(L_{\text{上}}-L_{\text{下}})/L_{\text{下}} \text{ 或 } H=(Y_{\text{上}}-Y_{\text{下}})/Y_{\text{下}}$$

爆炸极限不是一个物理常数，它随条件的变化而变化，影响因素如下：

1.温度的影响

2.压力的影响

3.惰性介质的影响

4.爆炸容器对爆炸极限的影响

5.点火源的影响

(五) 粉尘爆炸 (重点)

1.粉尘爆炸危险性物质大体可分为七类：①金属类（如镁粉、铝粉、其他金属等）；②煤炭类（如活性炭、煤等）；③粮食类（如面粉、淀粉等）；④合成材料类（如塑料、染料、合成洗剂等）；⑤饲料类（如血粉、鱼粉、饲料粉等）；⑥农副产品类（如棉花、烟草、砂糖等）；⑦林产品类（如纸粉、木粉等）。

2.粉尘爆炸的特点

(1)粉尘爆炸速度或爆炸压力上升速度比爆炸气体小，但燃烧时间长，产生的能量大，破坏程度大。

(2)爆炸感应期较长。

(3)有产生二次爆炸的可能性。

(4)粉尘有不完全燃烧现象。产生大量的 CO 及粉尘（如塑料粉）自身分解的有毒气体。

3.粉尘爆炸过程

粉尘爆炸过程与可燃气体爆炸相似，但有两点区别：一是粉尘爆炸所需的发火能要大得多；二是在可燃气体爆炸中，促使温度上升的传热方式主要是热传导；而在粉尘爆炸中，热辐射的作用大。

(六) 燃烧、爆炸的转化

固体或液体炸药燃烧转化为爆炸的主要条件有三条：

(1)炸药处于密闭的状态，燃烧产生的高温气体增大了压力，使燃烧转化为爆炸。

(2)燃烧面积不断扩大，使燃速加快，形成冲击波，从而使燃烧转化为爆炸。

(3)药量较大时，燃烧形成的高温反应区将热量传给尚未反应的炸药，使其余炸药爆炸。

了解燃烧与爆炸的关系，从技术上杜绝一切由燃烧转化为爆炸的可能性，是防火防爆技术的

一个重要方面。

一、火灾爆炸预防基本原则（考点）

- (1) 防止和限制可燃可爆系统的形成。
- (2) 当燃烧爆炸物质不可避免地出现时，要尽可能消除或隔离各类点火源。
- (3) 阻止和限制火灾爆炸的蔓延扩展，尽量降低火灾爆炸事故造成的损失。

二、点火源及其控制（考点）

消除点火源是防火和防爆的最基本措施。

（一）明火

可燃气体应符合：爆炸下限大于 4%(体积百分数)的可燃气体或蒸气，浓度应小于 0.5%；

爆炸下限小于 4%的可燃气体或蒸气，浓度应小于 0.2%的标准。

明火与有火灾爆炸危险的厂房和仓库相邻时，应保证足够的安全距离，如化工厂内的火炬与

甲、乙、丙生产装置、油罐和隔油池应保持 100m 的防火间距。

（二）摩擦和撞击

（三）电气设备：危险温度、电火花和电弧

（四）静电和雷电放电

（五）化学能和太阳能

有些物质在常温下能与空气发生氧化反应放出热量而引起自燃，因此，应保存在水中（液封），

避免与空气接触；有些物质与水作用能够分解放出可燃气体，如电石与水作用可分解放出乙

炔气体，金属钠与水作用分解放出氢气，注意采用防潮措施等。

三、爆炸控制（重点）

防止爆炸的一般原则：

- (1) 控制混合气体中的可燃物含量处在爆炸极限以外

(2) 使用惰性气体取代空气

(3) 使氧气浓度处于其极限值以下

四、防火防爆安全装置及技术

防火防爆安全装置可以分为阻火隔爆装置与防爆泄压装置两大类。

(一) 阻火及隔爆技术

1.工业阻火器

工业阻火器分为机械阻火器、液封和料封阻火器。

2.主动式隔爆装置和被动式隔爆装置

工业阻火器对于纯气体介质才是有效的，对气体中含有杂质（如粉尘、易凝物等）的输送管道，应当选用主动式、被动式隔爆装置为宜。

主动式（监控式）隔爆装置由一灵敏的传感器探测爆炸信号，控制隔爆装置喷洒抑爆剂或关闭阀门，从而阻隔爆炸火焰的传播。

被动式隔爆装置是由爆炸波推动隔爆装置的阀门或闸门来阻隔火焰。

3.其他阻火隔爆装置

1)单向阀

2)阻火阀门

3)火星熄灭器（防火罩、防火帽）

4.化学抑制防爆（简称化学抑爆、抑制防爆）装置

适用于泄爆易产生二次爆炸，或无法开设泄爆口的设备以及所处位置不利于泄爆的设备。常用的抑爆剂有化学粉末、水、卤代烷和混合抑爆剂等。

(二) 防爆泄压技术

将超高压力释放出去，以减少巨大压力对设备、系统的破坏或者减少事故损失。防爆泄压装

置主要有安全阀、爆破片、防爆门等。

防爆门（窗）一般设置在使用油、气或燃烧煤粉的燃烧室外壁上。泄压面积与厂房体积的比值（ m^2/m^3 ）宜采用 0.05~0.22。防爆门（窗）应设置在人不常到的地方，高度最好不低于 2m。

第三节 烟花爆竹安全技术

一、概述（考点）

1. 烟花爆竹的组成

烟火药最基本的组成是氧化剂和还原剂。氧化剂提供燃烧反应时所需要的氧，还原剂提供燃烧反应所需的热。还包括黏合剂、添加剂（如火焰着色剂、惰性添加剂）等。

2. 产品级别

按照药量及所能构成的危险性大小，烟花爆竹产品分为 A、B、C、D 四级。

A 级：由专业燃放人员在特定的室外空旷地点燃放、危险性很大的产品。

B 级：由专业燃放人员在特定的室外空旷地点燃放、危险性较大的产品。

C 级：适于室外开放空间燃放、危险性较小的产品。

D 级：适于近距离燃放、危险性很小的产品。

二、烟花爆竹基本安全知识

（一）烟花爆竹、原材料和半成品安全性能检测

主要安全性能检测项目包括：摩擦感度、撞击感度、静电感度、爆发点、相容性、吸湿性、水分、pH。

（二）烟花爆竹、烟火药生产的安全措施

1. 烟火药制造（裸药效果件制作）过程中的防火防爆措施

制作各工序应分别在单独工房内进行；在机械运转时，人与机械间应有防护设施隔离。

(1)粉碎氧化剂、还原剂应分别在单独专用工房内进行

(2)烟火药各成分混合宜采用转鼓等机械设备。

(3)黑火药制造宜采用球磨、振动筛混合。

(4)进行火药混合的球磨机与药物接触的部分不应使用铁制部件。不应使用易产生火花（铁质）和静电积累（塑料）材质。

(5)药物干燥应采用日光、热水（溶液）、低压热蒸汽、热风干燥或自然晾干，不应用明火直接烘烤药物等。

2.烟花爆竹产品生产过程中的防火防爆措施

(1)含有较大颗粒的铝、钛、铁粉的烟火药，不应筑压。

(2)礼花弹安装定时引线时，应使用竹、铜钎轻轻刺破中心管的砂纸。

(3)热风干燥成品，有药半成品室温小于或等于 60℃，风速 $\leq 1\text{m/s}$ ；循环风干燥应有除尘设备。

(4)干燥后的成品、有药半成品应通风散热。不应翻动和收取，冷却至室温时收取。

（三）烟花爆竹工厂的布局 and 建筑安全要求

1.建筑物危险等级

1.1 级建筑物为建筑物内的危险品在制造、储存、运输中具有整体爆炸危险或有迸射危险，其破坏效应将波及周围。其中，1.1-1 级建筑物为建筑物内的危险品发生爆炸事故时，其破坏能力相当于 TNT 的厂房和仓库；1.1-2 级：其破坏能力相当于黑火药的厂房和仓库。

1.3 级建筑物为建筑物内的危险品在制造、储存、运输中具有燃烧危险，偶尔有较小爆炸或较小迸射危险，或两者兼有，但无整体爆炸危险，对周围建筑物影响较小。

2.工厂布局

生产、储存爆炸物品的工厂、仓库应建在远离城市的独立地带，禁止设立在城市市区和其他

居民聚集的地方及风景名胜區，与重要设施保持安全距离。

3.工艺布置

危险品中转库最大存药量不应超过 2 天生产需要量，临时存药间或临时存药洞的最大存药量不应超过单人半天的生产需要量，且不应超过 10kg。

1.1 级、1.3 级厂房和库房（仓库）应为单层建筑，其平面宜为矩形。

1.1 级厂房应单机单栋或单人单栋独立设置，当采取抗爆间室、隔离操作才可以联建。危险工艺区和非危险工艺区应分开，不得联建。

（四）烟花爆竹工厂电气安全要求

1.电气设备防爆

将危险场所划分为 F0、F1、F2 三类，并应符合下列规定：

F0 类：经常或长期存在能形成爆炸危险的黑火药、烟火药及其粉尘的危险场所。

F1 类：在正常运行时可能形成爆炸危险的黑火药、烟火药及其粉尘的危险场所。

F2 类：在正常运行时能形成火灾危险，而爆炸危险性极小的危险品及粉尘的危险场所。

(2)F0 类危险场所不应安装电气设备。

(3)F0 类危险场所电气照明应采用可燃性粉尘环境 21 区用电气设备 DIP21，外壳防护等级为 IP65 级的灯具。

（五）烟花爆竹及其原料储存和运输安全要求

1.危险品储存

库房（仓库）危险品的存药量和建设规模应符合下列规定：

①危险品生产区内，1.1 级中转库单库存药量不应超过 500kg，1.3 级中转库单库存药量不应超过 1000kg。

②危险品总仓库区内, 1.1 级成品仓库单库存药量不宜超过 10000kg,1.3 级成品仓库单库存药量不宜超过 20000kg;烟火药、黑火药、引火线仓库单库存药量不宜超过 5000kg。

③危险品总仓库区内, 1.1 级成品仓库单栋建筑面积不宜超过 500m², 1.3 级成品仓库单栋建筑面积不宜超过 1000m²,每个防火区面积不超过 500m², 烟火药、黑火药、引火线仓库单栋建筑面积不宜超过 100m²。

库房（仓库）内危险品的堆放应符合下列规定：

①危险品堆垛间应留有检查、清点、装运的通道。堆垛之间的距离不宜小于 0.7m, 堆垛距内墙壁距离不宜少于 0.45m;搬运通道的宽度不宜小于 1.5m。

②烟火药、黑火药堆垛的高度不应超过 1.0m;半成品与未成箱成品堆垛的高度不应超过 1.5m;成箱成品堆垛的高度不应超过 2.5m。

2.危险品运输

宜采用符合安全要求并带有防火罩的汽车运输；厂内运输可采用符合安全要求的手推车运输，厂房之间的运输也可采用人工提送的方式。不宜采用三轮车运输，严禁用畜力车、翻斗车和各种挂车运输。

三、烟花爆竹生产安全管理要求

(1)烟花爆竹生产企业必须依照有关规定取得安全生产许可证。

(2)烟花爆竹生产企业应当建立健全主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门、岗位安全生产责任制。

(3)烟花爆竹生产企业的安全投入应符合安全生产要求。

(4)烟花爆竹生产企业应当设置安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员：

①确定安全生产主管人员。

②烟花爆竹生产企业配备占本企业从业人员总数 1%以上且至少有 1 名专职安全生产管理人

员。

③配备相当数量的兼职安全生产管理人员。

一、民用爆炸物品生产安全基础知识（考点）

民用爆炸物品是用于非军事目的、列入《民用爆炸物品品名表》的各类火药、炸药及其制品和雷管、导火索等点火、起爆器材。

（一）民用爆炸物品基本安全知识

1. 炸药燃烧及爆炸特征

1) 炸药燃烧的特性

(1) 能量特征；(2) 燃烧特性；(3) 力学特性；(4) 安定性；(5) 安全性。

2) 炸药爆炸特征

(1) 反应过程的放热性。爆炸热（或爆热），常用炸药的爆热在 3700~7500kJ/kg。

(2) 反应过程的高速度。通常为每秒几百米或几千米。

(3) 反应生成物必定含有大量的气态物质。

2. 民用爆炸品的燃烧爆炸敏感度及其影响因素

1) 起爆器材、工业炸药的燃烧爆炸敏感度

2) 民用爆炸品爆炸影响因素

3. 爆炸冲击波的破坏作用和防护措施

1) 爆炸冲击波的破坏作用：爆炸所产生的空气冲击波的初始压力（波面压力）可达 100MPa 以上。

2) 防护措施：总体规划和设计应合理，保证外部、内部的安全距离。

3) 工厂平面布置

主厂区内按危险与非危险分开原则，加以区划、布置。主厂区应布置在非危险区的下风侧。

总仓库区应远离工厂住宅区和城市等目标；

销毁场所应选择在有利的自然地形，如山沟、丘陵、河滩等地，满足安全距离。

4)工艺布置

在生产工艺流程中，需区分开危险生产工序与非危险生产工序，宜分别设置厂房。

危险品生产厂房和库房在平面上宜布置成简单的矩形，不宜设计成复杂的凹型、L型等。

5)电气设备防爆

(1)对于 F0 区场所，即炸药、起爆药、火工品的储存场所，制造加工、储存场所，不应安装电气设备。

(2)对于 F1 区场所，即起爆药、火工品制造的场所，电气设备表面温度不得超过允许表面温度，且符合防爆电气设备的有关规定：应优先采用尘密结构型、n 类 B 级隔爆型、本质安全型、增安型（仅限于灯类及控制按钮）。

(3)对于 F2 区场所，即理化分析成品试验站，选用密封型、防水防尘型设备。

二、民用爆炸物品生产安全管理要求

取得安全生产许可证、建立健全安全生产责任制及各项管理制度。

应当建立生产安全事故应急救援组织，制定事故应急预案，配备应急救援人员和必要的应急救援器材和设备——满足事故应急管理要求。

一、消防设施（考点）

（一）火灾自动报警系统

自动消防系统应包括探测、报警、联动、灭火、减灾等功能。消防系统中有三种控制方式：

自动控制、联动控制、手动控制。

火灾自动报警系统是由触发装置、火灾报警装置、火灾警报装置和电源等部分组成；在火灾

自动报警系统中，当接收到来自触发器件的火灾报警信号，能自动或手动启动相关消防设备并显示其状态的设备，称为消防控制设备。

1.系统分类

根据工程建设的规模、保护对象的性质、火灾报警区域的划分和消防管理机构组织形式，将火灾自动报警系统划分为三种基本形式：区域火灾报警系统、集中报警系统和控制中心报警系统。

2.火灾自动报警系统的适用范围

《火灾自动报警系统设计规范》(GB50116)明确规定：“本规范适用于新建、扩建和改建的建、构筑物中设置的火灾自动报警系统的设计，不适用于生产和贮存火药、炸药、弹药、火工品等场所设置的火灾自动报警系统的设计

(二) 自动灭火系统

1.水灭火系统

2.气体自动灭火系统

3.泡沫灭火系统

低倍数发泡倍数： ≤ 20 倍；中倍数泡沫 21 ~ 200 倍，高倍数泡沫：201 ~ 1000 倍。

二、消防器材（重点）

消防器材主要包括灭火器、火灾探测器等。

(一) 灭火器

1.灭火剂

1)水和水系灭火剂

不能用水扑灭的火灾主要包括：

密度小于水和不溶于水的易燃液体的火灾，如汽油、煤油、柴油等；遇水产生燃烧物的火灾，

如金属钾、钠、碳化钙等，应用砂土灭火；硫酸、盐酸和硝酸引发的火灾，不能用水流冲击；电气火灾未切断电源前不能用水扑救；高温状态下化工设备的火灾不能用水扑救，遇水形变或爆裂。

2)气体灭火剂

由于二氧化碳不含水、不导电、无腐蚀性，可以用来扑灭精密仪器和一般电气火灾。但是二氧化碳不宜用来扑灭金属钾、镁、钠、铝等及金属过氧化物等氧化剂的火灾。

卤代烷 1211、1301，七氟丙烷，混合气体 IG-541 灭火剂灭火效果好，七氟丙烷，混合气体 IG-541（氮气、氩气、二氧化碳自然组合）具有无污染的特点。

3)泡沫灭火剂

4)干粉灭火剂

干粉灭火剂化学抑制作用是灭火的基本原理，起主要灭火作用。灭火组分是燃烧反应的非活性物质，捕捉终止燃烧反应产生的自由基。

2.灭火器种类及其使用范围

灭火器种类	适用范围
清水灭火器	适用于扑救可燃固体物质火灾,即 A 类火灾。
泡沫灭火器	适合扑救木材及脂类、石油产品火灾，即 A 类和 B 类部分物质火灾，但不能扑救 B 类水溶性火灾，也不能扑救 C 类、D 类和 E 类火灾。
酸碱灭火器	内部装有 65%的工业硫酸和碳酸氢钠的水溶液作灭火剂的灭火器。使用时，两种药液混

	<p>合发生化学反应，产生二氧化碳压力气体。</p> <p>该类灭火器适用于扑救 A 类物质的初起火灾，如木、竹、织物、纸张等燃烧的火灾。</p>
二氧化碳灭火器	适用于 A 类，B 类，E 类（600V 以下带电电器）、贵重设备、图书档案、精密仪器仪表的初起火灾。
干粉灭火器	普通干粉也称 BC 干粉，主要用于 B 类，C 类，E 类火灾
	多用干粉也称 ABC 干粉，适用于 A 类、B 类、C 类、E 类火灾

（二）火灾探测器

火灾探测器的基本功能就是对烟雾、温度、火焰和燃烧气体等火灾参量做出有效反应。包括感光式、感烟式、感温式、复合式、可燃气体、一氧化碳、火焰探测器等类型。