

第四章 防火防爆安全技术

本章包括五节内容

第一节火灾爆炸事故机理

第二节防火防爆技术

第三节烟花爆竹安全技术

第四节民用爆炸物品安全技术

第五节消防设施与器材

要求：掌握火灾、爆炸的机理，运用防火防爆安全相关技术和标准，辨识、分析和评价火灾、爆炸安全风险，制定相应安全技术措施。

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

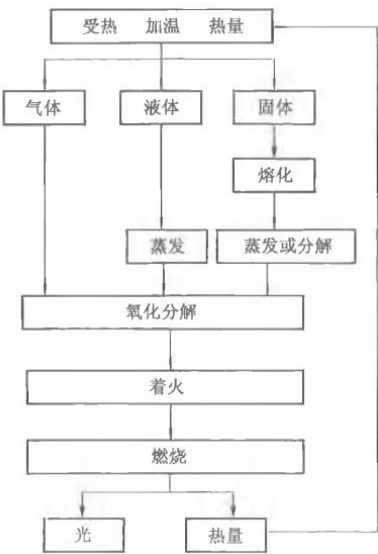
名词	定义	发生的必要条件
燃烧	可燃物与氧化剂作用发生的放热反应，通常伴有火焰、发光和发烟现象。	燃烧三元素（缺一不可）： 氧化剂、可燃物、点火源 在火灾防治中，阻断三要素的任何一个要素就可以防止火灾发生
火灾	在时间和空间上失去控制的燃烧所造成的灾害（所有火灾不论损害大小，都列入火灾统计范围）	

（二）燃烧（火灾）过程和形式

1.燃烧过程

大多数可燃物质的燃烧并非是物质本身在燃烧，而是物质受热分解出的气体或液体蒸气在气

相中的燃烧。



可燃物质的燃烧过程

可燃气体燃烧所需要的热量只用于本身的氧化分解,并使其达到自燃点而燃烧。

可燃液体在点火源作用（加热）下，首先蒸发成蒸气，其蒸气进行氧化分解后达到自燃点而燃烧。

在固体燃烧中，如果是简单物质（如硫、磷等），受热后首先熔化，蒸发成蒸气进行燃烧，没有分解过程；如果是复杂物质，在受热时首先分解为气态或液态产物，其气态和液态产物的蒸气进行氧化分解着火燃烧。有的可燃固体(如焦炭等)不能分解为气态物质，在燃烧时则呈炽热状态，没有火焰产生。

2.燃烧形式

燃烧形式	定义
扩散燃烧	可燃气体（氢、甲烷、乙炔以及苯、酒精、汽油蒸气等）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，遇火源即能形成稳定火焰的燃烧，称为扩散燃烧。
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，浓度在爆

	炸范围内，遇火源后在其分布空间进行燃烧，称为混合燃烧。煤气、液化石油气泄漏后遇到明火发生的燃烧爆炸即是混合燃烧。
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	可燃物质首先遇热分解出可燃性气体，再与氧进行的燃烧，称为分解燃烧。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。在这些固体表面与空气接触的部位上，会被点燃而生成“炭灰”，使燃烧持续下去。这些可燃物质燃烧时，一般需要使可燃物质与助燃物质相接触。

（三）火灾的分类

(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

1.引燃能（最小点火能）

引燃能是指释放能够触发初始燃烧化学反应的能量，也叫最小点火能，影响因素包括温度、释放的能量、热量和加热时间。几种可燃气体或蒸气的最小点火能量见教材表 4-1.

2.着火延滞期（诱导期）

也称着火诱导期或感应期，指可燃性物质和助燃气体的混合物在高温下从开始暴露到起火的时间或混合气着火前自动加热的时间，在燃烧过程中又称为着火延滞期或着火落后期，单位用 ms 表示。

3.闪燃

闪燃是在一定温度下，在液体表面上能产生足够的可燃蒸气，遇火能产生一闪即灭的燃烧现象。在闪点温度下，液体蒸发速度不太快，燃烧一闪而过。闪燃往往是持续燃烧的先兆。

4.闪点

在规定条件下，易燃和可燃液体表面能够蒸发产生足够的蒸气而发生闪燃的最低温度，一般情况下闪点越低，火灾危险性越大。几种燃烧性液体的闪点见教材表。

物质名称	闪点	物质名称	闪点	物质名称	闪点
二硫化碳	-45	甲醇	12	松节油	32
乙醚	-45	二氯乙烷	8	丁醇	35
石油	-21	乙醇	13	醋酸	40
丙酮	-20	醋酸丁醇	13	戊醇	46
苯	-11	氯苯	25	乙二醇	112
甲苯	1	二乙胺	26	甘油	176.5

5.燃点（着火点）

着火是指可燃物与火源接触而燃烧，并且在火源移去后仍能继续保持燃烧的现象。可燃物质发生着火的最低温度称为燃点（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。

物质名称	熔点	燃点	闪点	物质名称	熔点	燃点	闪点
萘	80.2	86	80	聚乙烯	120	400	340
樟脑	174 ~ 179	70	65.5	聚苯乙烯	100	400	370
硫黄	113	255		红磷		160	

6.自燃点

自燃是指可燃物在没有外界火源的作用下，靠自热或外热而发生燃烧的现象。根据热源的不同，物质自燃分为自热自燃和受热自燃两种。

在规定条件下，不用任何辅助引燃能源而达到自行燃烧的最低温度称为自燃点。

液体和固体受热分出来可燃气体越多、固体可燃物粉碎得越细，自燃点越低；一般情况下，密度越大，闪点越高，而自燃点越低。下列油品的密度：汽油<煤油<轻柴油<重柴油<蜡油<渣油，其闪点依次升高，自燃点则依次降低。

7.阴燃

没有火焰和可见光的燃烧现象称为阴燃。通常产生烟和温度升高的迹象，是处于燃烧初期的

一种燃烧现象。

【例题】根据燃烧发生时出现的不同现象，可将燃烧现象分为闪燃、自燃和着火。油脂滴落于高温部件上发生燃烧的现象属于（ ）

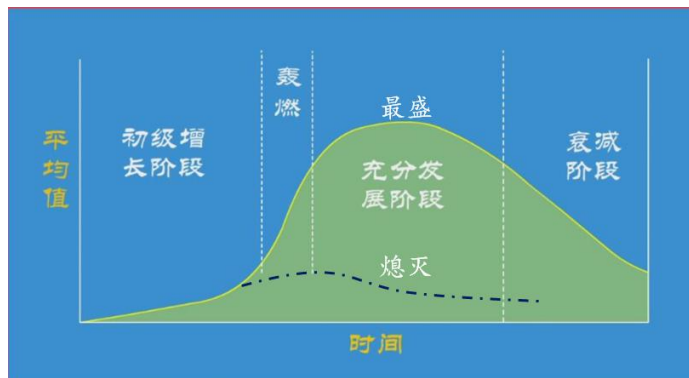
- A.阴燃
- B.闪燃
- C 自热自燃
- D.受热自燃

答案：D

解析：自燃是指可燃物在空气中没有外来火源的作用下，靠自热或外热而发生燃烧的现象。根据热源的不同，物质自燃分为自热自燃和受热自燃两种。闪燃是指可燃物表面或可燃液体上方在短时间内重复出现火焰一闪即灭的现象。闪燃往往是持续燃烧的先兆。阴燃是指没有火焰和可见光的燃烧。C 选项，油脂为可燃物，接触到热源为高温部件，属于受热发生燃烧为受热自燃。

（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。典型的火灾发展过程如下图所示。



初起期是火灾开始发生的阶段，这一阶段可燃物的热解过程至关重要，主要特征是冒烟、阴

燃。

发展期是火势由小到大发展的阶段，一般采用 T 平方特征火灾模型来简化描述，即假定火灾热释放速率与时间的平方成正比，轰燃就发生在这一阶段。

最盛期的火灾燃烧方式是通风控制火灾，火势的大小由建筑物的通风情况决定。

减弱至熄灭期是火灾由最盛期开始消减直至熄灭的阶段，熄灭的原因可以是燃料不足、灭火系统的作用等。

由于建筑物内可燃物、通风等条件的不同，建筑火灾有可能达不到最盛期，而是缓慢发展后就熄灭了。

（六）燃烧机理

1.活化能理论

物质分子间发生化学反应，首要的条件是相互碰撞。但相互碰撞的分子不一定发生反应，而只有少数具有一定能量的分子相互碰撞才会发生反应，这种分子称为活化分子。

2.过氧化物理论

气体分子在各种能量（如热能、辐射能、电能、化学反应能等）作用下可被活化。在燃烧反应中，首先是氧分子在热能作用下活化，被活化的氧分子形成成为过氧化物，过氧化物再进一步反应。

3.链反应理论

链式反应理论也称连锁反应理论。



链式反应一般可以分为链的引发、链的发展（含链的传递）及链的终止三个阶段。

- (1)引发阶段，需有外界能量（如光子，加热、射线照射等）使分子键破坏生成第一批自由基，使链反应开始。
- (2)发展阶段，自由基很不稳定，易与反应物分子作用生成燃烧产物分子和新的自由基，使链式反应得以持续下去。
- (3)终止阶段，自由基减少、消失，使链反应终止。

二、爆炸

(一) 爆炸及其分类

1.爆炸的定义

物质系统的一种极为迅速的物理的或化学的能量释放或转化过程，是系统蕴藏的或瞬间形成的大量能量在有限的体积和极短的时间内，骤然释放或转化的现象。

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	这是一种纯物理过程，只发生物态变化，不发生化学反应。蒸汽锅炉爆炸、轮胎爆炸、水的大量急剧气化等均属于此类爆炸。
化学爆炸	物质发生高速放热化学反应(主要是氧化反应及分解反应)，产生大量气体，并急剧膨胀做功而形成的爆炸现象。炸药爆炸，可燃气体、可燃粉尘与空

	气形成的爆炸性混合物的爆炸，均属于化学爆炸。
核爆炸（原子爆炸）	某些物质的原子核发生裂变或聚变反应，瞬间放出巨大能量而形成的爆炸现象。如原子弹、氢弹的爆炸。

2)按照爆炸反应相分类

按照爆炸反应相的不同，爆炸可分为气相爆炸、液相爆炸和固相爆炸。

(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。物质爆炸时的燃烧速度为每秒数米，爆炸时无多大破坏力，声响也不大。如无烟火药在空气中的快速燃烧，可燃气体混合物在爆炸浓度上限或下限时的爆炸即属于此类。
爆炸	物质爆炸时的燃烧速度为每秒十几米至数百米，爆炸时能在爆炸点引起压力激增，有较大破坏力，有震耳的声响。•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。爆轰时的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

1. 冲击波

爆炸形成的高温、高压、高能量密度的气体产物。破坏程度与冲击波能量的大小、建筑物的坚固程度及其距产生冲击波的中心距离有关。

2. 碎片冲击

爆炸的机械破坏效应会使容器、设备、装置以及建筑材料等碎片，在相当大的范围内飞散而造成伤害。碎片的四处飞散距离一般可达数十米到数百米。

3. 震荡作用

爆炸发生时，特别是较猛烈的爆炸往往会引起短暂的地震波。在爆炸波及的范围内，这种地震波会造成建筑物的震荡、开裂、松散倒塌等危害。

4. 次生事故

造成火灾；高空作业人员造成高处坠落；二次爆炸等。

5. 有毒气体

在爆炸反应中会生成一定量的 CO、NO、H₂S、SO₂ 等有毒气体。

(三) 可燃气体爆炸

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。

分解爆炸性气体在温度和压力的作用下发生分解反应时，可产生分解热，分解热是引起气体爆炸的内因，温度和压力则是外因

分解爆炸的敏感性与压力有关。分解爆炸所需的能量，随压力的升高而降低。当压力低于某

值时，就不再产生分解爆炸，此压力值称为分解爆炸的极限压力(临界压力)。

2.可燃性混合气体爆炸

可燃性混合气体由于条件不同，有时发生燃烧，有时发生爆炸，在一定条件下两者也可能转化。燃烧与化学爆炸的区别在于燃烧反应（氧化反应）的速度不同。

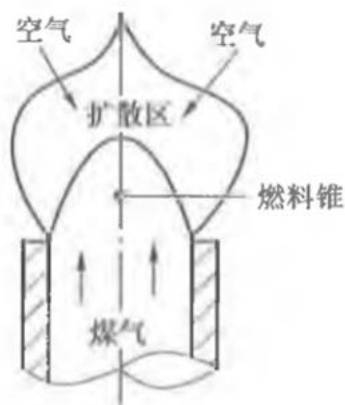
燃烧反应过程一般可以分为三个阶段：

(1)扩散阶段。可燃气体分子和氧气分子通过扩散达到相互接触，所需时间称为扩散时间。

(2)感应阶段。可燃气体分子和氧化分子接受点火源能量，离解成自由基或活性分子,所需时间称为感应时间。

(3)化学反应阶段。自由基与反应物分子相互作用，生成新的分子和新的自由基，完成燃烧反应，所需时间称为化学反应时间。

三段时间相比，扩散阶段时间远远大于其余两段时间，因此是否需要经历扩散过程，就成了决定可燃气体燃烧或爆炸的主要条件。



3.可燃气体爆炸反应历程

爆炸可以用热着火机理解释，燃烧和爆炸都是可燃物与氧化剂之间的化学反应，当系统的温度升高到一定程度时，反应的速率将迅速加快，于是便引发了燃烧或爆炸。有热反应，也有链式反应，需根据具体情况而定，

(四) 物质爆炸浓度极限

爆炸极限是表征可燃气体、蒸气和可燃粉尘危险性的主要指标之一。当可燃性气体、蒸气或可燃粉尘与空气(或氧)在一定浓度范围内均匀混合,遇到火源发生爆炸的浓度范围称为爆炸浓度极限,简称爆炸极限。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;可燃粉尘的爆炸极限用混合物的质量浓度(g/m³)来表示。可燃气体的体积分数及质量浓度在20℃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/m³;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

混合爆炸气体的初始温度越高,爆炸极限范围越宽,则爆炸下限越低,上限越高,爆炸危险性增加。因为温度,活化分子增加,扩大了爆炸极限范围。

2.压力的影响

一般而言,初始压力增大,气体爆炸极限也变大,爆炸危险性增加。这是因为,在高压下混合气体的分子浓度增大,反应速度加快,放热量增加。

3.惰性介质的影响

在混合气体中加入惰性气体(如氮、二氧化碳、水蒸气、氩、氦等),随着惰性气体含量的增加,爆炸极限范围缩小。

4.爆炸容器对爆炸极限的影响

爆炸容器的材料和尺寸对爆炸极限有影响。若容器材料的传热性好,管径越细,火焰在其中

越难传播，爆炸极限范围变小。

5.点火源的影响

点火源的活化能量越大，加热面积越大，作用时间越长，爆炸极限范围也越大。

(五) 粉尘爆炸

当可燃性固体呈粉体状态，粒度足够细，飞扬悬浮于空气中，并达到一定浓度，在相对密闭的空间内，遇到足够的点火能量，就能发生粉尘爆炸。

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）。

1.粉尘爆炸的机理

粉尘爆炸是一个瞬间的连锁反应，爆炸过程比较复杂，受诸多因素制约，尚在研究之中。

2.粉尘爆炸的特点

粉尘爆炸有以下特点：

(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。粉尘的爆炸要经过尘粒的表面分解或蒸发阶段及由表面向中心燃烧的过程，所以感应期比气体长得多。

(3)有产生二次爆炸的可能性。因为粉尘初次爆炸产生的冲击波会将堆积的粉尘扬起，引起第二次爆炸。

(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.粉尘爆炸的条件

(1)粉尘本身具有可燃性。

(2)粉尘悬浮在空气（或助燃气体）中并达到一定浓度。

(3)有足以引起粉尘爆炸的起始能量（点火源）。

4.粉尘爆炸过程

同可燃气体（蒸气）与空气的混合物一样，可燃粉尘与空气混合物遇点火源也可能发生爆炸，其也具有爆炸极限，包括上限及下限，有实际应用意义的主要是下限。可燃粉尘的爆炸极限一般以其单位体积混合物中的质量（g/m³）来表示。粉尘爆炸同样是一种链式连锁反应。

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。

5.粉尘爆炸的特性及影响因素

评价粉尘爆炸危险性的主要特征参数是爆炸极限、最小点火能量、最低着火温度、粉尘爆炸压力及压力上升速率。

粉尘爆炸极限不是固定不变的，它的影响因素主要有粉尘粒度、分散度、湿度、点火源的性质、可燃气体含量、氧含量、温度、惰性粉尘和灰分等。一般来说，粉尘粒度越细，分散度越高，可燃气体和氧的含量越大，火源强度、初始温度越高，湿度越低，惰性粉尘及灰分越少，爆炸极限范围越大，粉尘爆炸危险性也就越大。

粉尘爆炸压力及压力上升速率(dp/dt)主要受粉尘粒度、初始压力、粉尘爆炸容器、湍流度等因素的影响。粒度对粉尘爆炸压力上升速率的影响比其对粉尘爆炸压力的影响大得多。

当粉尘粒度越细，比表面越大，反应速度越快，爆炸上升速率就越大。

(六) 燃烧、爆炸的转化

爆炸的最主要特征是压力的急剧上升，并不一定着火（发光、放热）；而燃烧一定有发光放

热现象，但与压力无特别关系。

化学爆炸，绝大多数也是氧化反应引起的爆炸，温度与压力也会升高。与燃烧在反应速率，传播速度，传热速度差别大。

无论是固体或液体爆炸物，还是气体爆炸混合物，都可以在一定的条件下进行燃烧,但条件变化时，它们又可转化为爆炸。

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。

【例题】下列关于火灾分类的说法中，正确的是（ ）。

- A.家庭炒菜时油锅着火属于 F 类火灾
- B.工厂镁铝合金粉末自然着火属于 E 类火灾
- C.家庭的家用电器着火属于 D 类火灾
- D.实验室乙醇着火属于 C 类火灾

答案：A

解析：B 选项中，工厂镁铝合金粉末着火属于 D 类金属火灾。C 选项中家用电器着火属于 E 类带电火灾。D 选项中，实验室乙醇着火属于 B 类液体火灾。

【例题】可燃气体爆炸一般需要可燃气体、空气或氧气、点火源三个条件。但某些可燃气体，即使没有空气或氧气参与，也能发生爆炸，这种现象叫作分解爆炸。下列各组气体中，均可以发生分解爆炸的是（ ）

- A.乙炔、氰化氢、甲烷
- B.乙炔、环氧乙烷、一氧化氮
- C.二氧化氮、甲烷、四氟乙烯
- D.环氧乙烷、甲烷、四氟乙烯

答案：B

解析：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、乙烯基乙炔、一氧化氮、二氧化氮、氰化氢、四氟乙烯等。

第二节 防火防爆技术

一、火灾爆炸预防基本原则



二、点火源及其控制

工业生产过程中,存在多种引起火灾和爆炸的点火源,例如明火、化学反应热、摩擦和撞击、火花、静电放电等。消除点火源是防火和防爆的最基本措施。

(一) 明火

明火是指敞开的火焰、火星和火花等,如生产过程中的加热用火、维修焊接用火及其他火源

是导致火灾爆炸最常见的原因。

1.加热用火的控制

加热易燃物料时，要尽量避免采用明火设备，若采用明火，做好防范措施。

2.维修焊割用火的控制

在焊割时必须注意以下几点：

(1)在输送、盛装易燃物料的设备、管道上，或在可燃可爆区域内动火时，应将系统和环境进行彻底的清洗或清理。用惰性气体进行吹扫置换，气体分析合格后方可动焊。同时可燃气体应符合：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。

(2)动火现场应配备必要的消防器材，并将可燃物品清理干净。

(3)气焊作业时，应将乙炔发生器放置在安全地点。

(4)电杆线破残应及时更换或修理，不得利用与易燃易爆生产设备有联系的金属构件作为电焊地线，以防止在电路接触不良的地方产生高温或电火花。

3.其他明火

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

摩擦和撞击往往是可燃气体、蒸气和粉尘、爆炸物品等着火爆炸的根源之一。

在易燃易爆场合应避免这种现象发生，如工人应禁止穿钉鞋，不得使用铁器制品。

在有爆炸危险的生产中，机件的运转部分应该用两种材料制作，其中之一是不发生火花的有色金属材料（如铜、铝）。

(三) 电气设备

危险温度、电火花和电弧。详见本书第二章。

(四) 静电和雷电放电

详见本书第二章。

(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

防止爆炸的一般原则:



应防止可燃气体向空气中泄漏,或防止空气进入可燃气体中;控制、监视混合气体各组分浓度;装设报警装置和设施。

预防在设备和系统里形成爆炸性混合物措施主要有设备密闭、厂房通风、惰性介质保护、以不燃溶剂代替可燃溶剂、危险物品隔离储存等。

1. 惰性气体保护

采取的惰性气体(或阻燃性气体)主要有氮气、二氧化碳、水蒸气、烟道气等。以下情况通常需考虑采用惰性介质保护:

(1) 可燃固体物质的粉碎、筛选处理及其粉末输送时,采用惰性气体进行覆盖保护。

- (2)处理可燃易爆的物料系统，在进料前用惰性气体置换，排除系统中原有气体。
- (3)将惰性气体通过管线与火灾爆炸危险的设备、储槽等连接起来，以备不时之需。
- (4)易燃液体利用惰性气体充压输送。
- (5)有爆炸性危险生产场所，对可能引起火灾危险的电器、仪表等采用充氮正压保护。
- (6)易燃易爆系统检修动火前，使用惰性气体进行吹扫置换。
- (7)发现易燃易爆气体泄漏时，采用惰性气体冲淡；发生火灾时，用惰性气体进行灭火。

2.系统密闭和正压操作

当设备内部充满易爆物质时，要采用正压操作，以防外部空气渗入设备内。设备内的压力必须加以控制，不能高于或低于额定的数值。压力过高，轻则渗漏加剧，重则破裂导致大量可燃物质排出；压力过低，就有渗入空气、发生爆炸的可能。通常可设置压力报警器，在设备内压力失常时及时报警。

对爆炸危险度大的可燃气体（如乙炔、氢气等）以及危险设备和系统，在连接处应尽量采用焊接接头，减少法兰连接。

3 .厂房通风

4 .以不燃溶剂代替可燃溶剂

以不燃或难燃的材料代替可燃或易燃材料，是防火与防爆的根本性措施。

常用的不燃溶剂主要有甲烷和乙烷的氯衍生物，如四氯化碳、三氯甲烷和三氯乙烷等。

5 .危险物品的储存

性质相互抵触的危险化学物品如果储存不当，往往会酿成严重的事故。

重点 1：

物品名称	禁止储存物品	备注
爆炸物品	不准与任何其他类物品共储，必须单独	起爆药、雷管与炸药必须隔离储存

	储存	
易燃液体(汽油、苯等)	不准与任何其他类物品共储	

重点 2：

易燃气体、氧化剂、有毒物品除惰性气体外，助燃气体除惰性气体和有毒物品外，不准与其他类物品共储。

重点 3：

遇水或空气能自燃的物品：钾、钠、电石、磷化钙、锌粉、铝粉、黄磷等，钾、钠浸入石油中，黄磷浸入水中，均单独储存。

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

阻火隔爆通过隔离措施防止外部火焰蹿入或者阻止火焰在系统、容器及管道间蔓延。

按照作用机理，可分为机械隔爆和化学抑爆两类。机械隔爆是依靠某些固体或液体物质阻隔火焰的传播；化学抑爆主要是通过释放某些化学物质来抑制火焰的传播。

机械阻火隔爆装置主要有工业阻火器、主动式隔爆装置和被动式隔爆装置等。其中工业阻火器装于管道中，形式最多，应用也最为广泛。

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。工业阻火器常用于阻止爆炸初期火焰的蔓延。一些具有复合结构的机械阻火器也可阻止爆轰火焰的传播。



2.主动式隔爆装置和被动式隔爆装置

靠装置某一元件的动作来阻隔火焰，只在爆炸发生时才起作用，因此它们在不动作时对流体介质的阻力小，有些隔爆装置甚至不会产生任何压力损失。

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，经放大后输出给执行机构，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。

被动式隔爆装置主要有自动断路阀、管道换向隔爆等形式，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

单向阀又称止逆阀，止回阀。它的作用是仅允许液体（气体或液体）向一个方向流动，遇到倒流时即自行关闭，通常在系统中流体的进口和出口之间。

2)阻火阀门

为了阻止火焰沿通风管道或生产管道蔓延而设置的阻火装置。正常情况下，阻火阀门受环状或者条状的易熔金属的控制，处于开启状态。一旦着火，温度升高，易熔金属即会熔化，此

时阀门失去控制，受重力作用自动关闭。

3)火星熄灭器（防火罩、防火帽）

由烟道或车辆尾气排放管飞出的火星也可能引起火灾。安装火星熄灭器，用以防止飞出的火星引燃可燃物料。

4.化学抑制防爆（简称化学抑爆、抑制防爆）装置

化学抑爆是在火焰传播显著加速的初期通过喷洒抑爆剂来抑制爆炸的作用范围及猛烈程度的一种防爆技术。它可用于装有气相氧化剂中可能发生爆燃的气体、油雾或粉尘的任何密闭设备。例如：加工设备（如反应容器、混合器、搅拌器、研磨机、干燥器、过滤器及除尘器等）、储藏设备（如常压或低压罐、高压罐等）、装卸设备（如气动输送机、螺旋输送机、斗式提升机等）、试验室和中间试验厂的设备（如通风柜、试验台等）以及可燃粉尘气力输送系统的管道等。

爆炸抑制系统主要由爆炸探测器、爆炸抑制器和控制器三部分组成。其作用原理是：高灵敏度的爆炸探测器探测到危险信号后，通过控制器启动爆炸抑制器，迅速将抑爆剂喷入被保护设备中。

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。

1.安全阀

压力升高超过安全规定的限度时，安全阀自动开启，泄出部分介质，降低压力至安全范围内再自动关闭。安全阀在泄出气体或蒸气时，产生动力声响，还可起到报警的作用。

用于泄放高温油气或易燃、可燃气体等遇空气可能立即着火的物质时，宜接入密闭系统的放空塔或事故储槽。

2.爆破片

爆破片(又称防爆膜、防爆片)是一种断裂型的安全泄压装置。使用是一次性的，若被破坏，需重新安装。

不应或不宜使用安全阀而应使用爆破片的情况：

- (1) 压力容器的介质不洁净、易于结晶或聚合，这些杂质或结晶体有可能堵塞安全阀。
- (2) 对于工作介质为剧毒气体或可燃气体(蒸气)里含有剧毒气体的压力容器，其泄压装置应采用爆破片而不宜用安全阀，以免污染环境。

爆破片的防爆效率取决于它的厚度、泄压面积和膜片材料的选择。泄压膜材料要有一定强度；有良好的耐热、耐腐蚀性；同时还应具有脆性，：当受到爆炸波冲击时，易于破裂；厚度要尽可能薄，但气密性要好。

- ①操作压力较低或没有压力的系统，可选用石棉、塑料、橡皮或玻璃等材质的爆破片；
- ②操作压力较高的系统可选用铝、铜等材质；微负压操作时可选用 2~3mm 厚的橡胶板。
- ③应特别注意，钢、铁片破裂时可能产生火花，存有燃爆性气体的系统不宜选。
- ④存有腐蚀性介质的系统，可在爆破片上涂一层防腐剂。

爆破片应有足够的泄压面积，以保证膜片破裂时能及时泄放容器内的压力。

爆破片爆破压力的选定，一般为设备、容器及系统最高工作压力的 1.15~1.3 倍。

3.防爆门(窗)

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，在燃烧室发生爆燃或爆炸时用于泄压。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)应设置在不人常到的地方，高度最好不低于 2m。

【例题】防爆的基本原则是根据对爆炸过程特点的分析采取相应的措施,包括防止爆炸发生,控制爆炸发展,削弱爆炸危害。下列措施中,属于防止爆炸发生的是()

- A.严格控制火源,防止爆炸性混合物的形成
- B.及时泄出燃爆开始时的压力
- C.切断爆炸途径
- D.组织训练消防队伍和配备相应消防器材

答案:A

解析:防爆基本原则有:防止爆炸性混合物形成。严格控制火源。及时泄出爆燃开始的压力。切断爆炸传播途径。减弱爆炸压力和冲击波对人员、设备和建筑的损坏。检测报警。

第三节 烟花爆竹安全技术

一、概述

(一) 烟花爆竹的定义

烟花爆竹是以烟火药为主要原料,引燃后通过燃烧或爆炸,产生光、声、色、形、烟雾等效果,用于观赏,具有易燃易爆危险的物品。

(二) 烟花爆竹的组成、性质及产品分类与分级

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。

组成	包含
氧化剂	高氯酸钾、硝酸钾、硝酸钡、硝酸锶、四氧化三铅等
还原剂	镁铝合金粉、铝粉、钛粉、铝渣、铁粉等
黏合剂	酚醛树脂、淀粉、虫胶(又名柒片、洋干漆、紫胶)等

添加剂	草酸钠、氟铝酸钠、氟硅酸钠、硫酸钡、碳酸锶、碱式碳酸铜、聚氯乙烯、六氯代苯、香料、石蜡、硬脂酸（化学名十八烷酸）等
-----	-----------------------------------------------------------

2.烟花爆竹的特性

烟花爆竹的组成决定了它具有燃烧和爆炸的特性。其主要特性有：

特性	定义
能量特征	标志火药做功能力的参量，一般是指 1kg 火药燃烧时气体产物所做的功。
燃烧特性	标志火药能量释放的能力，主要取决于火药的燃烧速率和燃烧表面积。
力学特性	指火药要具有相应的强度，满足在高温下保持不变形、低温下不变脆，能承受在使用和处理时可能出现的各种力的作用，以保证稳定燃烧。
安全性	要求在配方设计时必须考虑火药在生产、使用和运输过程中安全可靠

3.产品类别

根据结构与组成、燃放运动轨迹及燃放效果，烟花爆竹产品的类别可分为以下九大类和若干小类：爆竹类、喷花类、旋转类、升空类、吐珠类、玩具类、礼花类、架子烟花类、组合烟花类。玩具类中的烟雾型、摩擦型小类仅限出口。

4.产品级别

《烟花爆竹安全与质量》(GB10631) 规定了烟花爆竹产品的级别和燃放类产品最大允许药量。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。

安全性能检测项目	内容
摩擦感度	在摩擦作用下，火药发生燃烧或爆炸的难易程度。一般用摩擦感度摆或其他摩擦仪进行。在某种压力与摆锤的高度下，发生摩擦爆炸的爆炸百分率。
撞击感度	烟花爆竹药剂在冲击和摩擦作用下发生爆炸，是由于炸药内部产生“热点”，也叫灼热核。热点半径越小，炸药的敏感度越低，临界温度越高。
静电感度	包括两个方面，一是炸药摩擦时产生静电的难易程度；二是炸药对静电火花的感觉度。前者是测量炸药摩擦时产生的静电量；后者是测量在一定电压和电容放电火花作用下发生爆炸的概率。
爆发点	使炸药开始爆炸变化，加热所需的最低温度叫作炸药的爆发点。
相容性	内相容性是药剂中组分与组分之间的相容性。外相容性是把药剂作为一个体系，它与相关的接触物质之间的相容性。比如，炸药与其包装材质之间的相容性会影响炸药的安全性。
吸湿性	烟火药的吸湿率一般应 $\leq 2.0\%$
水分	烟火药的水分一般应 $\leq 1.5\%$
pH	烟火药的 pH 应为 5~9

烟花爆竹药剂感度的影响因素有：

(1)温度。药剂温度升高，各种感度毫无例外地会增高。

(2)杂质。药剂中掺有惰性物质，感度会发生巨大变化，杂质主要影响药剂的机械感度。

(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)烟火药的原材料应符合有关原材料质量标准要求。

(2)粉碎氧化剂、还原剂应分别在单独专用工房内进行，每栋工房定员 2 人；粉碎前后应筛选除去杂质；严禁将氧化剂和还原剂混合粉碎筛选；高感度的材料应专机粉碎；不应用粉碎氧化剂的设备粉碎还原剂，或用粉碎还原剂的设备粉碎氧化剂。粉碎时应保持通风并防止粉尘浓度过高。

(3)原材料称量

(4)烟火药各成分混合宜采用转鼓等机械设备。

(5)黑火药制造宜采用球磨、振动筛混合，三元黑火药制造应先将炭和硫进行二元混合。

(6)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。进行烟火药混合的设备不产生火花和静电积累，不应使用易产生火花（铁质）和静电积累（塑料）材质。

(7)含氯酸盐等高感度药物的混合，应有专用工房，并使用专用工具。

(9)不应使用球磨机混合氯酸盐烟火药等高感度药物；摩擦药的混合，应将氧化剂、还原剂分别用水润湿后方可混合，混合后的烟火药应保持湿度等。

(12)制作药柱应采用湿药筑压，定量按教材表 4-16 限量的 1/2 计算。

(15)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。

(17)引火线应机械制作，并在专用工房操作；机械动力装置应与制引机隔离。

2.烟花爆竹产品生产过程中的防火防爆措施

(1)各工序应分别在单独专用工房进行；各工序应按定量领取并登记。

(2)直接接触烟火药的工序应按规定设置防静电装置，并采取增加湿度等措施，同时工具材质也不应产生静电。

(3)装药前应筛除效果件中的药尘（灰），除药尘（灰）应在单独工房操作。

(9)含有较大颗粒的铝、钛、铁粉的烟火药，不应筑压。

(10)礼花弹安装外导火索和发射药盒时，不应有药粉外泄。

(18)爆竹直接挤压封口，不应猛力敲打。

(24)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。

(28)热风干燥成品，有药半成品室温小于或等于 60℃，风速小于或等于 1m/S;循环风干燥应有除尘设备。

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

（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

《烟花爆竹工程设计安全规范》明确了危险性建筑物的危险等级，应按下列规定划分为 1.1 级、1.3 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进射危险，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，其破坏效应局限于本建筑物内，对周围建筑物影响较小。厂房的危险等级应由其中最危险的生产工序确定。

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区。与重要设施保持安全距离。

3.工厂平面布置

1)危险品生产区的总平面布置应符合下列规定

(1)同时生产烟花爆竹多个产品类别的企业，应根据生产工艺特性、产品种类分别建立生产线，并应做到分小区布置。

(3)危险性建筑物之间、危险性建筑物与其他建筑物之间的距离应符合内部最小允许距离的要求。

(4)同一危险等级的厂房和库房宜集中布置；计算药量大或危险性大的厂房和库房，宜布置在危险品产区的边缘或其他有利于安全的地形处，粉尘污染比较大的厂房应布置在厂区的边缘。

(5)危险品生产厂房宜小型、分散。

2)危险品总仓库区的总平面布置应符合下列规定

不同类别仓库应考虑分区布置，同一危险等级的仓库宜集中布置，计算药量大或危险性大的仓库宜布置在总仓库区的边缘或其他有利于安全的地形处。

3)危险品生产区和危险品总仓库区的围墙设置应符合下列规定

(1)危险品生产区和危险品总仓库区应设置高度不低于 2m 的围墙。

(2)围墙与危险性建筑物、构筑物之间的距离宜设为 12m，且不应小于 5m。

4.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，且对通道也应有要求。

5.工厂安全距离的定义及安全距离的确定

(1)工厂安全距离的定义。烟花爆竹工厂的安全距离实际上是危险性建筑物与周围建筑物之间的最小允许距离。

(2)安全距离的确定。烟花爆竹工厂的内、外部安全距离是根据危险性建筑物的计算药量、建筑物的危险性等级和防护情况确定的。

6.生产烟花爆竹建筑物的安全要求

1)一般规定（详细参考教材）

(1)各级危险性建筑物的耐火等级和化学原料仓库的耐火等级除相应规定者外，均不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》（GB50016）中二级耐火等级的规定。

(2)建筑面积小于 20m² 的 1.1 级建筑物或建筑面积不超过 300m² 的 1.3 级建筑物的耐火等级可为三级。

(3)危险性建筑物应有适当的净空，室内梁或板中的最低净空高度不宜小于 2.8m，并应满足正常的采光和通风要求。

2)危险品生产区危险性建筑物的结构选型和构造

(1)1.1 级建筑物的结构型式应符合下列规定：

①均应采用现浇钢筋混凝土框架结构。

②当符合下列条件之一者，可采用钢筋混凝土柱、梁承重结构或砌体承重结构：

a.建筑面积小于 20m²，且操作人员不超过 2 人的厂房。

b.远距离控制而室内无人操作的厂房。

(2)1.3 级建筑物的结构型式应符合下列规定：

①除《烟花爆竹工程设计安全规范》(GB50161)第 8.2.2 条第 2 款规定以外的 1.3 级建筑物，均应采用现浇钢筋混凝土框架结构。

②当符合下列条件之一者，可采用钢筋混凝土柱、梁承重结构或砌体承重结构：

a.同时满足跨度不大于 7.5m，长度不大于 30m,室内净高不大于 4m,且横隔墙间距不大于 15m 的厂房

b.横隔墙较密且间距不大于 6m 的厂房。

3)抗爆间室和抗爆屏院

4)危险品生产区危险性建筑物的安全疏散

(1)危险品生产厂房安全出口的设置应符合下列规定：

①1.1 级、1.3 级厂房每一危险性工作间的建筑面积大于 18m² 时，安全出口的数目不应少于 2 个。

②1.1 级、1.3 级厂房每一危险性工作间的建筑面积小于 18m²,且同一时间内的作业人员不超过 3 人时，可设 1 个安全出口，但必须设置安全窗。

5)危险品生产区危险性建筑物的建筑构造

(1)1.1 级、1.3 级厂房的门应采用向外开启的平开门，外门宽度不应小于 1.2m。危险性工作间的门不应与其他房间的门直对设置；内门宽度不应小于 1.0m。

6)危险品总仓库区危险品仓库的建筑结构

(2)危险品仓库宜采用现浇钢筋混凝土框架结构，也可采用钢筋混凝土柱、梁承重结构或砌

体承重结构。

(3)危险品仓库安全出口的设置应符合下列规定

①当仓库（或储存隔间）的建筑面积大于 100m²(或长度大于 18m)时，安全出口不应少于 2 个。

②当仓库（或储存隔间）的建筑面积小于 100m²,且长度小于 18m 时，可设 1 个安全出口。

③仓库内任一点至安全出口的距离不应大于 15m。

7)通廊和隧道

(四)烟花爆竹工厂电气安全要求

1.电气设备防爆

《烟花爆竹工程设计安全规范》(GB50161)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。

(3)F0 类危险场所不应安装电气设备。

(4)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。

2.防雷与接地

从建筑物内总配电箱开始引出的配电线路和分支线路必须采用 TN-S 系统。

3.防静电

黑火药、烟火药生产危险场所入口处的外墙外侧应设置人体综合电阻监测仪和人体静电指示及释放仪，在其附近宜设置备用接地端子。

4.通信

危险品生产区和危险品总仓库区应设置畅通的固定电话。

(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

(1)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。

(2)危险品生产区运输危险品的主干道中心线与各级危险性建筑物的距离应符合下列规定：

①距 1.1 级建筑物不宜小于 20m,有防护屏障时可不小于 12m。

②距 1.3 级建筑物不宜小于 12m；距实墙面可不小于 6m。

③运输裸露危险品的道路中心线距有明火或散发火星的建构筑物不应小于 35m。

(3)危险品总仓库区运输危险品的主干道中心线与各级危险性建筑物的距离不应小于 10m。

三、烟花爆竹生产安全管理要求

根据《中华人民共和国安全生产法》、《安全生产许可证条例》、《烟花爆竹生产企业安全生产许可证实施办法》等管理规定：

(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。

(5)进行教育培训，持证上岗（混药、筛选、装药等）。

(6)满足安全生产条件

(10)烟花爆竹生产企业应当依法进行安全评价。

(11)烟花爆竹生产企业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。

四、烟花爆竹行业安全规范与技术标准

(一) 烟花爆竹安全与质量

《烟花爆竹安全与质量》(GB10631), 引用标准包括《烟花爆竹抽样检查规则》
(GB/T10632) 等。

(二) 烟花爆竹作业安全技术规范

《烟花爆竹作业安全技术规范》(GB11652) 本标准适用于烟花爆竹生产企业(含引火线厂、烟火药厂), 也适用于外加工厂等内容。

第四节 民用爆炸物品安全技术

一、民用爆炸物品生产安全基础知识

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) 民用爆炸物品的分类

民用爆炸物品包括工业炸药、起爆器材、专用民爆物品。

民用爆炸物品	包括
工业炸药	如乳化炸药、铵油炸药、膨化炸药、水胶炸药及其他工业炸药等
起爆器材	起爆器材可分为起爆材料和传爆材料两大类。电雷管、导爆管雷管等属起爆材料；导火索、导爆索、导爆管等属传爆材料。
专用民爆物品	如油气井用起爆器、射孔弹、点火药盒，地震勘探用震源药柱等。

(二) 民用爆炸物品的火灾爆炸危险因素

不同类别和品种的爆炸物品在生产、储存、运输和使用过程中的危险因素不尽相同，不能分

门别类加以阐述。以乳化炸药的生产为例，说明民用爆炸物品生产的火灾爆炸危险性。

制药所用的原材料和辅助材料，如硝酸铵、复合蜡（含乳化剂）等都具有易燃易爆性；乳化设备中有高速转动摩擦的部件，装药机含有各种输送泵。因此，乳化炸药生产线存在着火灾爆炸的危险。

乳化炸药生产的火灾爆炸危险因素主要来自物质危险性，如生产过程中的高温、撞击摩擦、电气和静电火花、雷电引起的危险性。

乳化炸药生产原料或成品在储存和运输中存在以下危险因素：

(1)硝酸铵储存过程中会发生自然分解，放出热量。当环境具备一定的条件时热量聚集，当温度达到爆发点时引起硝酸铵燃烧或爆炸。

(2)油相材料都是易燃危险品，储存时遇到高温、氧化剂等，易发生燃烧而引起燃烧事故。

(3)乳化炸药的运输可能发生翻车、撞车、坠落、碰撞及摩擦等险情，会引起乳化炸药的燃烧或爆炸。

(三) 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。一般是指 1kg 炸药燃烧时气体产物所做的功。

(2)燃烧特性。炸药能量释放的能力，主要取决于炸药的燃烧速率和燃烧表面积。

(3)力学特性。炸药要具有相应的强度。

(4)安定性。长期储存中保持其物理化学性质的相对稳定。为改善炸药的安定性，一般加入少量的化学安定剂，如二苯胺等。

(5)安全性。

2) 炸药爆炸特征

炸药的爆炸是一种化学过程，但与一般的化学反应过程相比，具有三大特征：

(1)反应过程的放热性。爆炸变化过程所放出的热量称为爆炸热（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

民用爆炸品在外界作用下引起燃烧和爆炸的难易程度称为民用爆炸品的敏感程度，简称敏感度。一般有火焰感度、热感度、机械感度（撞击感度、摩擦感度、针刺感度）、电感度（交直流电感度、静电感度、射频感度）、光感度（可见光感度、激光感度）、冲击波度、爆轰感度。

2)民用爆炸品爆炸影响因素

影响民用爆炸品爆炸的因素很多，主要有炸药的性质、装药的临界尺寸、炸药层的厚度和密度、炸药的杂质及含量、周围介质的气体压力和壳体的密封、环境温度和湿度等。

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

工厂、仓库的厂址选择，应建在远离城市的独立地带，并与其他重要设施保持安全距离；总体规划和设计应合理，保证外部与内部的安全距离。

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，在满足安全距离的条件下，确定销毁场地和有关建筑的位置。

4)安全距离

危险品生产区、总仓库区、销毁场等区域内的建筑物应留有足够的安全距离，称为内部安全距离。危险品生产区、总仓库区、销毁场等与该区域外的村庄、居民建筑、工厂、城镇、运输线路、输电线路等必须保持足够的安全防护距离,称为外部安全距离。

5)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。

6)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。

7)防雷电措施

8)防静电措施

9)消防雨淋系统灭火

在火炸药生产工房，需采用消防灭火系统装置。

10)火灾报警系统

4.预防燃烧爆炸事故的主要措施

生产工艺技术成熟可、按规程操作、设置防护报警装置、防止危险源引火源产生，防雷防静电等。。

二、民用爆炸物品生产安全管理要求

根据《中华人民共和国安全生产法》、《安全生产许可证条例》、《民用爆破器材安全生产许可证实施办法》、《民用爆炸物品安全管理条例》等管理规定：

(1)生产企业必须依照有关规定取得安全生产许可证。

(2)建立健全安全生产责任制各项管理制度：

(3)民用爆炸物品生产企业的安全投入应符合安全生产要求。

(4)民用爆炸物品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，并符合下列要求：

①确定安全生产主管人员。

②配备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。

(5)进行教育培训，考核合格，持证上岗。

(6)民用爆炸物品生产企业生产设施以及工厂设计和厂址、厂房、储存仓库等设施的设计与测绘应当满足安全生产条件。

(8)民用爆炸物品生产企业工厂周边安全距离应符合国家有关规定。

(9)民用爆炸物品生产企业应当采取下列职业危害预防措施：

①为从业人员配备符合国家标准或行业标准的劳动防护用品。

②对重大危险源进行检测、评估，采取监控措施。

③为从业人员定期进行健康检查。

(10)依法进行安全评价。

(11)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。

【例题】人们在山上开采石料时，将火药装入火药管，引爆火药就能将巨大的石头粉碎成小块石子，这主要运用了爆炸的（ ）特征

- A.爆炸过程高速进行
- B.爆炸点附近压力急剧升高，多数爆炸伴有温度升高
- C.发出或大或小的响声
- D.周围介质发生震动或临近物质遭到破坏

答案：D

解析：这个过程中的爆炸本质上是火药的爆炸，火药的巨大威力破坏了石头的完整性，将其粉碎为小石子。

第五节 消防设施与器材

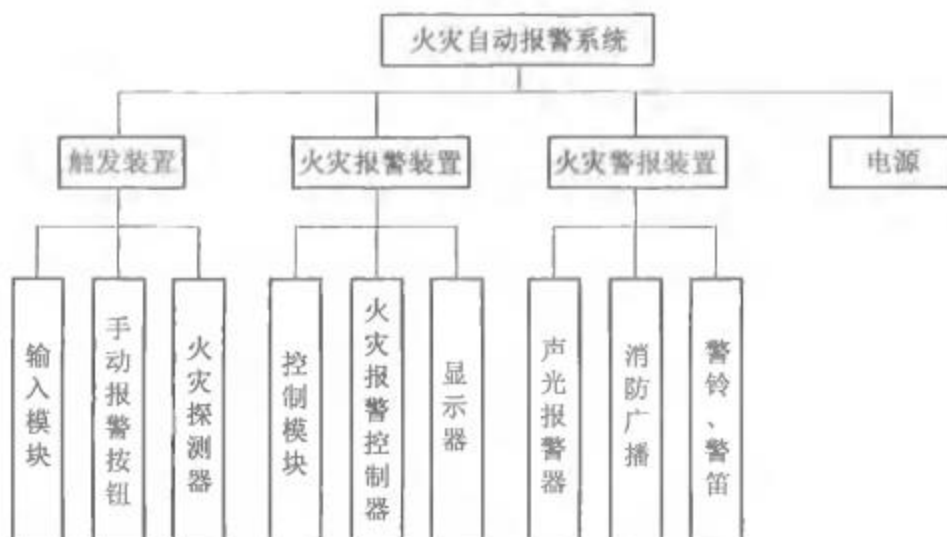
新《中华人民共和国消防法》中规定消防设施是指火灾自动报警系统、自动灭火系统、消火栓系统、可提式灭火器系统、灭火器防烟排烟系统以及应急广播和应急照明、安全疏散设施等。消防器材是指灭火器等移动灭火器材和工具

一、消防设施

(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、火灾报警装置和电源等部分组成，复杂系统还包括消防控制设备。



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。

区域报警系统	<ul style="list-style-type: none"> • 用于二级保护对象，有一台区域火灾报警控制器，使用广泛如行政事业单位，工矿企业的要害部门和娱乐场所
集中报警系统	<ul style="list-style-type: none"> • 用于一、二级保护对象，一台集中报警控制器、两台以上的区域报警控制器，高层宾馆、饭店、大型建筑群
控制中心报警系统	<ul style="list-style-type: none"> • 用于特级、一级保护对象，集中报警系统增加了消防联动控制设备，用于大型宾馆、饭店、商场、办公室、大型建筑群和大型综合楼工程

2.火灾报警控制器

是火灾自动报警系统中的主要设备，具有控制、记忆、识别和报警功能外，还具有自动检测、联动控制、打印输出、图形显示、通信广播等功能。

火灾报警控制器按其用途不同，可分为区域火灾报警控制器、集中火灾报警控制器和通用火

灾报警控制器三种基本类型。

3.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

水灭火系统包括室内外消火栓系统、自动喷水灭火系统、水幕和水喷雾灭火系统。

2.气体自动灭火系统

以气体作为灭火介质的灭火系统称为气体灭火系统。灭火剂应当具有的特性是：化学稳定性好，耐储存、腐蚀性小、不导电、毒性低，蒸发后不留痕迹，适用于扑救多种类型火灾。

3.泡沫灭火系统

泡沫灭火系统指空气机械泡沫系统。按发泡倍数可分为低倍数泡沫灭火系统、中倍数泡沫灭火系统和高倍数泡沫灭火系统。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。

(三) 防排烟与通风空调系统

排烟有自然排烟和机械排烟两种形式。

排烟窗、排烟井是建筑物中常见的自然排烟形式，主要适用于烟气具有足够大的浮力、可能克服其他阻碍烟气流动的驱动力的区域。

机械排烟可克服自然排烟的局限，有效地排出烟气。

(四) 火灾应急广播与警报装置

二、消防器材

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

灭火剂是能够有效地破坏燃烧条件，中止燃烧的物质。

1) 水和水系灭火剂

水是最常用的灭火剂，它既可以单独用来灭火，也可以在其中添加化学物质配制成混合液使用，提高灭火效率，减少用水量。

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。苯类、醇类、醚类等；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

利用隔绝空气后的窒息作用可成功抑制火灾，因此早期的气体灭火剂主要采用二氧化碳。

由于二氧化碳不含水、不导电、无腐蚀性，对绝大多数物质无破坏作用，所以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

高倍数泡沫的应用范围远比低倍数泡沫广泛得多。能在短时间内迅速充满着火空间，特别适用于大空间火灾，并具有灭火速度快的优点。

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

灭火器由于结构简单，操作方便，轻便灵活，使用面广，是扑救初起火灾的重要消防器材。

按所充装的灭火剂则又可分为清水、泡沫、酸碱、二氧化碳、卤代烷、干粉、7150 等。

1)清水灭火器

清水灭火器适用于扑救可燃固体物质火灾，即 A 类火灾。

2)泡沫灭火器

泡沫灭火器适合扑救脂类、石油产品等 B 类火灾以及木材等 A 类物质的初起火灾，但不能扑救 B 类水溶性火灾，也不能扑救带电设备及 C 类和 D 类火灾。

3)酸碱灭火器

酸碱灭火器是一种内部装有 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，两种药液混合发生化学反应，产生二氧化碳压力气体。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。

4)二氧化碳灭火器

当氧气含量低于 12%或二氧化碳浓度达 30%~35%时，燃烧中止。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，以及一般可燃液体的火灾。

5)干粉灭火器

普通干粉也称 BC 干粉，是指碳酸氢钠干粉、改性钠盐、氨基干粉等，主要用于 B 类，C 类，E 类火灾，即可扑灭可燃液体、可燃气体以及带电设备火灾。

多用干粉也称 ABC 干粉，适用于 A 类、B 类、C 类、E 类火灾，即用于扑救可燃液体、可燃气体和带电设备的火灾及一般固体物质火灾，但都不能扑救轻金属火灾。

(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。

1. 感光式火灾探测器

用于监视有易燃物质区域的火灾发生，如仓库、燃料库、等场所，特别适用于没有阴燃阶段的燃料火灾（如醇类、汽油、煤气等火灾）的早期检测报警。按火灾光源性质分类，有红外火焰火灾探测器和紫外火焰火灾探测器两种。

2. 感烟式火灾探测器

是一种感知燃烧和热解产生的固体或液体微粒的火灾探测器。用于探测火灾初期的烟雾，并发出火灾报警讯号的火灾探测器。它具有能早期发现火灾、灵敏度高等特点。感烟式火灾探测器分为点型感烟火灾探测器和线型感烟火灾探测器。

3. 感温式火灾探测器

对警戒范围中的温度进行监测的一种探测器。

根据其感热效果和结构型式，可分为定温式、差温式和差定温组合式三类。

4. 可燃气体火灾探测器

利用可燃气体探测器监视可燃气体浓度值，及时发出火灾报警信号。

可燃性气体探测器主要应用在有可燃气体存在或可能发生泄漏的易燃易爆场所，或应用于居民住宅。

安装使用可燃气体探测器应注意以下几点：

(1) 应按所监测的可燃气体的密度选择安装位置。

(2)对于经常有风速 0.5m/s 以上气流存在、可燃气体无法滞留等场所,不适宜安装可燃气体探测器。有铅离子 (Pb+)存在的场所,或有硫化氢气体存在的场所,不能使用可燃气体探测器,否则会出现气敏元件中毒而失效。在有酸、碱等腐蚀性气体存在的场所,也不宜使用可燃气体探测器。

(3)应至少每季检查一次可燃气体探测器是否工作正常。

5.复合式火灾探测器

复合式火灾探测器包括复合式感温感烟、复合式感温感光、复合式感温感烟感光火灾探测器、分离式红外光束感温感光火灾探测器。

(三) 消防梯

(四) 消防水带

消防水带是火场供水或输送泡沫混合液的必备器材,广泛用于各种消防车消防泵消火栓等消防设备上。

(五) 消防水枪

消防水枪是灭火时用来射水的工具。其作用是加快流速,增大和改变水流形状。按照水枪的工作压力范围分为低压水枪、中压水枪、高压水枪。

(六) 消防车

我国的消防车有水罐泵浦车、泡沫消防车、干粉消防车、CO₂ 消防车、干粉泡沫水罐泵浦联用消防车、火灾照明车、曲臂登高消防车。

【例题】干粉灭火剂的主要成分是干粉,其中,起主要灭火作用的基本原理是()

A.窒息作用

B.冷却作用

C.辐射作用

D.化学抑制作用

答案：D

解析：干粉灭火器主要通过化学抑制作用灭火。

【例题】二氧化碳灭火器是利用其内部充装的二氧化碳的蒸气将二氧化碳喷出灭火的一种灭火器具。二氧化碳灭火器的作用机理是利用降低氧气含量，造成燃烧区域缺氧而灭火。下列关于二氧化碳灭火器的说法中，不正确的是（ ）。

A.1kg 二氧化碳液体可在常温常压下生成 500L 左右的气体

B.使用二氧化碳灭火器灭火，氧含量低于 15%时燃烧终止

C.二氧化碳灭火器适用于扑救 600V 以下的带电电器火灾

D.1kg 二氧化碳液体足以使 1m³ 空间范围内的火焰熄灭

答案：B

解析：考查二氧化碳灭火器。二氧化碳灭火器是利用内部充装的液态二氧化碳的蒸气将二氧化碳喷出灭火的一种灭火工具，其利用降低氧气含量，造成燃烧区窒息而灭火。一般当氧气的含量低于 12%或二氧化碳浓度达到 30%~35%时燃烧终止。1kg 的二氧化碳液体，在常温常压下能生成 500L 左右的气体，这足以使 1m³ 空间范围内的火焰熄灭。由于二氧化碳是一种无色的气体，灭火不留痕迹，并具有一定的电绝缘性能等特点，因此更适用于扑救 600V 以下的带电电器、贵重设备、图书档案、精密仪器仪表的初期火灾，以及一般可燃液体的火灾。