

# 第 1 章 危险化学品

化学品产业经过几十年的发展，给人们的生活及相关产业带来了巨大的变化，极大地改善了现代人的生活质量，加速了社会发展的进程。然而，由于化学品自身的特性，化学品的生产具有诸多的危险性，随着化学品数量和种类的不断增加，化学品使用、储运、管理不当造成的灾害日益严重。据报道，世界上已知的化学品多达 1000 万种，常用的化学品已超过 8 万种，而且每年仍有 1000 余种新的化学品问世。化学品的产量也由 50 年前的 100 万吨发展到现在的 4 亿吨。而且这些化学品中有相当一部分是易燃易爆、有毒有害、腐蚀或放射的危险物品，在其生产、储存、运输和使用等过程中如果处理不当或疏于管理，就有可能对人类和环境产生危害，因此，应该通过安全管理对化学品的危害予以控制。目前，各国政府均十分重视危险化学品的安全管理工作，制定了一系列法律、法规及标准。然而，要进行危险化学品的安全管理，首先必须弄清楚危险化学品的概念、分类和特征等基本内容。

## 1.1 化学品

化学品是指各种元素和 / 或由元素组成的化合物及其混合物，无论是天然的或人造的。按此定义，可以说人类生存的地球和大气层中所有有形物质包括固体、液体和气体等都是化学品。不是化学品的物质是组成元素的基本粒子等。

化学品主要有以下危险性：（1）爆炸性；（2）燃烧性；（3）氧化性；（4）毒性、刺激性、麻醉性、致敏性、窒息性、致癌性；（5）腐蚀性；（6）放射性；（7）高压气体危险性。

## 1.2 危险化学品

### 1.2.1 危险化学品概念

一般的、不严格的、比较抽象的定义是：“化学品中具有易燃、易爆、有毒、有害及有腐蚀特性，对人员、设施、环境造成伤害或损害的化学品属危险化学品。”

比较严格的定义是：“化学品中符合有关危险化学品（物质）分类标准规定的

化学品（物质）属于危险化学品。”目前，国际通用的危险化学品分类标准有两个：一是《联合国危险货物运输建议书》规定了 9 类危险化学品的鉴别指标；二是“危险化学品鉴别分类的国际协调系统（GHS）规定了 26 类危险化学品的鉴别指标和测定方法，这一指标已为先进工业国接受，但尚未形成全球共识。我国国内标准也有两个。一是国标“GB 13690 常用危险化学品分类及标志”，将危险化学品分为 8 类，也规定了相应指标；二是国标“GB 6944 危险货物分类和品名编号”，该标准节选自“联合国危险货物运输建议书”，没有包括实验测定方法及一些附加说明。

具有实际操作意义的定义是：“国家安全生产监督管理局公布的《危险化学品名录》中的化学品是危险化学品”。除了已公认不是危险化学品的物质（如纯净食品、水、食盐等等）之外，《名录》中未列的化学品一般应经实验加以鉴别认定。

符合标准规定的危险化学品一般都以它们的燃烧性、爆炸性、毒性、反应活性包括腐蚀性为衡量指标。

### 1.2.2 常用危险化学品的分类及其特性

危险化学品的分类是根据某一化学品（化合物、混合物或单质）的理化性质、燃爆性、毒性、对环境影响的数据，以确定其是否为危险化学品，并进行危险性分类。

危险化学品的分类是危险化学品安全管理的基础。

目前，危险化学品的分类方法主要有：

(1) 对于现有化学品，可以根据《常用危险化学品的分类及标志》（GB 13690—92）和《危险物品名表》（GB 12268—90）两个标准来确定其危险性类别和项别。

(2) 对于新化学品，应首先检索文献，利用文献数据对其危险性进行初步评价，然后进行针对性实验；对于没有文献资料的危险品，需要进行全面的物化性质、毒性、燃爆、环境方面的试验，然后依据《常用危险化学品的分类及标志》（GB 13690—92）和《危险货物分类和品名编号》（GB 6944—86）两个标准进行分类。

(3) 对于混合物，其燃烧爆炸危险性数据可以通过试验获得，但毒性数据的获取则需要较长时间，费用也较高，进行全面试验并不现实。为此可采用推算法对混合物的毒性进行推算。

目前，我国的危险化学品分类的主要依据是《常用危险化学品分类及标志》（GB 13690—92）和《危险货物分类和品名编号》（GB 6944—86）。前者将危险化学品分为 8 类、21 项。

第 1 类 爆炸品

第 2 类 压缩气体和液化气体

第 1 项 易燃气体

- 第 2 项 不燃气体
- 第 3 项 有毒气体
- 第 3 类 易燃液体
  - 第 1 项 低闪点液体
  - 第 2 项 中闪点液体
  - 第 3 项 高闪点液体
- 第 4 类 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品
  - 第 1 项 易燃固体
  - 第 2 项 自燃物品
  - 第 3 项 遇湿易燃物品
- 第 5 类 氧化剂和有机过氧化物
  - 第 1 项 氧化剂
  - 第 2 项 有机过氧化物
- 第 6 类 毒害品和感染性物品
  - 第 1 项 毒害品
  - 第 2 项 感染性物品
- 第 7 类 放射性物品
- 第 8 类 腐蚀品
  - 第 1 项 酸性腐蚀品
  - 第 2 项 碱性腐蚀品
  - 第 3 项 其他腐蚀品

现在我国已公布的常用危险化学品有 4000 多种，如溴素、硫酸、盐酸、液氯、二氧化硫等都属于危险化学品。

#### 1.2.2.1 爆炸品

本类化学品指在外界作用下（如受热、受摩擦、撞击等），能发生剧烈的化学反应，瞬时产生大量的气体和热量，使周围压力急骤上升，发生爆炸，对周围环境造成破坏的物品，也包括无整体爆炸危险，但具有燃烧、抛射及较小爆炸危险的物品。

按其爆炸性的大小，爆炸品分五项：

- 具有整体爆炸危险的物质和物品；
- 具有抛射危险，但无整体爆炸危险的物质和物品；
- 具有燃烧危险和较小抛射危险或两者兼有，但无整体爆炸危险的物质；
- 无重大危险的爆炸物质和物品；
- 非常不敏感的爆炸物质。

爆炸品具有以下特性：爆炸性强。爆炸品都具有化学不稳定性，在一定外

因的作用下，能以极快的速度发生猛烈的化学反应，产生大量气体和热量，使周围的温度迅速升高并产生巨大的压力而引起爆炸。

敏感度高。爆炸品对热、火花、撞击、摩擦、冲击波等敏感，极易发生爆炸。

#### 1.2.2.2 压缩气体和液化气体

本类化学品是指压缩、液化或加压溶解的气体，并符合下述两种情况之一者：

临界温度低于 50℃，或在 50℃时，其蒸气压力大于 294kPa 的压缩或液化气体；

温度在 21.1℃时，气体的绝对压力大于 275kPa，或在 54.4℃时，气体的绝对压力大于 715kPa 的压缩气体；或在 37.8℃时，雷德蒸气压大于 275kPa 的液化气体或加压溶解气体。

按其性质分为以下三项： 易燃气体； 不燃气体（包括助燃气体）； 有毒气体（毒性指标同第 6 类）。

压缩气体和液化气体特性如下：

可压缩性。一定量的气体在温度不变时，所加的压力越大其体积就会变得越小，若继续加压会压缩成液态。

膨胀性。气体在光照或受热后，温度升高，分子间的热运动加剧，体积增大，若在一定密闭容器内，气体受热的温度越高，其膨胀后形成的压力越大。一般压缩气体和液化气体都盛装在密闭的容器内，如果受高温、日晒，气体极易膨胀产生很大的压力。当压力超过容器的耐压强度时就会造成爆炸事故。

易燃可燃气体与空气能形成爆炸性混合物，遇明火极易发生燃烧爆炸。

除具有易燃性、毒性外，还有刺激性、致敏性、腐蚀性、窒息性等。

#### 1.2.2.3 易燃液体

指闭杯闪点等于或低于 61℃ 的液体、液体混合物或含有固体物质的液体但不包括由于其危险性已列入其他类别的液体。本类物质在常温下易挥发，其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物。

按闪点分为以下三项：

低闪点液体 闪点 < -18℃；

中闪点液体 -18℃ ≤ 闪点 < 23℃；

高闪点液体 23℃ ≤ 闪点 ≤ 61℃。

易燃液体具有以下特性：

易挥发性。易燃液体大部分属于沸点低、闪点低、挥发性强的物质。随着温度的升高蒸发速度加快，当蒸气与空气达到一定浓度时遇火源极易发生燃烧爆炸。

易流动扩散性。易燃液体具有流动和扩散性，大部分黏度较小，易流动，有蔓延和扩大火灾的危险。

受热膨胀性。易燃液体受热后，体积膨胀，液体表面蒸气压同时随之增加，部分液体挥发成蒸气。在密闭容器中储存时，常常会出现鼓桶或挥发现象，如果体积急剧膨胀就会引起爆炸。

带电性。大部分易燃液体为非极性物质，在管道，储罐、槽车、油船的输送、灌装、摇晃、搅拌和高速流动过程中，由于摩擦易产生静电，当所带的静电荷聚积到一定程度时，就会产生静电火花，有引起燃烧和爆炸的危险。

毒害性。大多数易燃液体都有一定的毒性，对人体的内脏器官和系统有毒性作用。

#### 1.2.2.4 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品

本类物品易于引起和促成火灾，按其燃烧特性分为以下三项：

易燃固体：指燃点低，对热、撞击、摩擦敏感，易被外部火源点燃，燃烧迅速，并可能散发出有毒烟雾或有毒气体的固体；

自燃物品：指自燃点低，在空气中易于发生氧化反应，放出热量，而自行燃烧的物品；

遇湿易燃物品：指遇水或受潮时，发生剧烈化学反应，放出大量的易燃气体和热量的物品。有些不需明火即能燃烧或爆炸。

易燃固体主要特性如下：

易燃性。易燃固体容易被氧化，受热易分解或升华，遇火种、热源常会引起强烈、连续的燃烧。

可分散性与氧化性。固体具有可分散性。一般来讲，物质的颗粒越细其比表面积越大，分散性就越强。当固体粒度小于 0.01mm 时，可悬浮于空气中，这样能充分与空气中的氧接触发生氧化作用。

固体的可分散性是受许多因素影响的，但主要还是受物质比表面积的影响，比表面积越大，和空气的接触机会就越多，氧化作用也就越容易，燃烧也就越快，则具有爆炸危险性。

另外，易燃固体与氧化剂接触，能发生剧烈反应而引起燃烧或爆炸。如赤磷与氯酸钾接触，硫磺粉与氯酸钾或过氧化钠接触，均易立即发生燃烧爆炸。

热分解性。某些易燃固体受热后不熔融，而发生分解现象。有的受热后边熔融边分解，如硝酸铵( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )在分解过程中，往往放出  $\text{NH}_3$  或  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$  等有毒气体。一般来说，热分解的温度高低直接影响危险性的大小，受热分解温度越低的物质，其火灾爆炸危险性就越大。

对撞击、摩擦的敏感性。易燃固体对摩擦、撞击、震动也很敏感。例如：赤磷、闪光粉等受摩擦、震动、撞击等也能起火燃烧甚至爆炸。

毒害性。许多易燃固体有毒，或燃烧产物有毒或有腐蚀性。如：二硝基苯、二硝基苯酚、硫磺、五硫化二磷等。

自燃物品的主要特性如下：

#### 极易氧化

自燃的发生是由于物质的自行发热和散热速度处于不平衡状态而使热量积蓄的结果。自燃物品多具有容易氧化、分解的性质，且燃点较低。在未发生自燃前，一般都经过缓慢的氧化过程，同时产生一定热量，当产生的热量越来越多，积热使温度达到该物质的自燃点时便会自发地着火燃烧。

凡能促进氧化的一切因素均能促进自燃。空气、受热、受潮、氧化剂、强酸、金属粉末等能与自燃物品发生化学反应或对氧化反应有促进作用，。它们都是促使自燃物品自燃的因素。

**易分解** 某些自燃物质的化学性质很不稳定，在空气中会自行分解，积蓄的分解热也会引起自燃，如硝化纤维素、塞璐珞、硝化甘油等。

遇湿易燃物品的特性如下：

**遇水或酸反应性强** 遇水、潮湿空气、酸能发生剧烈化学反应，放出易燃气体和热量，极易引起燃烧或爆炸。

**腐蚀性或毒性强** 某些遇湿易燃物品具有腐蚀性或毒性，如硼氢类化合物、金属磷化物等。

#### 1.2.2.5 氧化剂和有机过氧化物

本类物品具有强氧化性，易引起燃烧、爆炸，按其组成为以下两项：

**氧化剂**指处于高氧化态，具有强氧化性，易分解并放出氧和热量的物质。包括含有过氧基的无机物，其本身不一定可燃，但能导致可燃物的燃烧；与粉末状可燃物能组成爆炸性混合物，对热、震动或摩擦较为敏感。按其危险性大小，分为一级氧化剂和二级氧化剂。

**有机过氧化物**指分子组成中含有过氧键的有机物，其本身易燃易爆、极易分解，对热、震动和摩擦极为敏感。

氧化剂和有机过氧化物特性如下：

氧化剂中的无机过氧化物均含有过氧基（—O—O—），很不稳定，易分解放出原子氧，其余的氧化剂则分别含有高价态的氯、溴、氮、硫、锰、铬等元素，这些高价态的元素都有较强的获得电子能力。因此氧化剂最突出的性质是遇易燃物品、可燃物品、有机物、还原剂等会发生剧烈化学反应引起燃烧爆炸。

氧化剂遇高温易分解放出氧和热量，极易引起燃烧爆炸。特别是有机过氧化物分子组成中的过氧基（—O—O—）很不稳定，易分解放出原子氧，而且有机过氧化物本身就是可燃物，易着火燃烧，受热分解的生成物又均为气体，更易引起爆炸。所以，有机过氧化物比无机氧化剂有更大的火灾爆炸危险。

许多氧化剂如氯酸盐类、硝酸盐类、有机过氧化物等对摩擦、撞击、震动极为敏感。储运中要轻装轻卸，以免增加其爆炸性。

大多数氧化剂，特别是碱性氧化剂，遇酸反应剧烈，甚至发生爆炸。例如过氧化钠（钾）、氯酸钾、高锰酸钾、过氧化二苯甲酸等，遇硫酸立即发生爆炸。这些氧化剂不得与酸类接触，也不可用酸碱灭火剂灭火。

有些氧化剂特别是活泼金属的过氧化物如过氧化钠（钾）等，遇水分解出氧气和热量，有助燃作用，使可燃物燃烧，甚至爆炸。这些氧化剂应防止受潮，灭火时严禁用水、酸碱、泡沫、二氧化碳灭火扑救。

⑥ 有些氧化剂具有不同程度的毒性和腐蚀性。例如铬酸酐、重铬酸盐等既有毒性，又会烧伤皮肤；活性金属的过氧化物有较强的腐蚀性。操作时应做好个人防护。

⑦ 有些氧化剂与其他氧化剂接触后能发生复分解反应，放出大量热而引起燃烧爆炸。如亚硝酸盐、次亚氯酸盐等遇到比它强的氧化剂时显示还原性，发生剧烈反应而导致危险。所以各种氧化剂亦不可任意混储混运。

#### 1.2.2.6 毒害品和感染性物品

指进入肌体后，累积达一定的量，能与体液和组织发生生物化学作用或生物物理学作用，扰乱或破坏肌体的正常生理功能，引起暂时性或持久性的病理改变，甚至危及生命的物品。

具体指标：

经口： $LD_{50} \leq 500\text{mg/kg}$ （固体）

$LD_{50} \leq 2000\text{mg/kg}$ （液体）

经皮： $LD_{50} \leq 1000\text{mg/kg}$ （24h 接触）

吸入： $LC_{50} \leq 10\text{mg/L}$ （粉尘、烟雾）

该类分为毒害品、感染性物品 2 项。其中毒害品按其毒性大小分为一级毒害品和二级毒害品。

毒害品的主特性如下：

溶解性。很多毒害品水溶性或脂溶性较强。毒害品在水中溶解度越大，毒性越大。因为易于在水中溶解的物品，更易被人吸收而引起中毒如氯化钡易溶于水，对于人体危害大，而硫酸钡不溶于水和脂肪，故无毒。但有的毒物是不溶于水但可溶于脂肪，这类物质也会对人体产生一定危害。

挥发性。大多数有机毒害品挥发性较强，易引起蒸气的吸入中毒。毒物的挥发性越强，导致中毒的机会越多。一般沸点越低的物质，挥发性越强，空气中存在的浓度高，易发生中毒。

分散性。固体毒物颗粒越小，分散性越好，特别是一些悬浮于空气中的毒物颗粒，更易吸入肺泡而中毒。

### 1.2.2.7 放射性物品

放射性物品是指放射性比活度大于  $7.4 \times 10^4 \text{Bq/kg}$  的物品。按其放射性大小细分为一级放射性物品、二级放射性物品和三级放射性物品。

放射性物品的特性如下：

具有放射性，能自发、不断地放出人们感觉器官不能觉察到的射线。放射性物质放出的射线分为四种： $\alpha$ 射线，也叫甲种射线； $\beta$ 射线，也叫乙种射线； $\gamma$ 射线，也叫丙种射线；还有中子流。但是各种放射性物品放出的射线种类和强度不尽一致。如果上列射线从人体外部照射时， $\beta$ 、 $\gamma$ 射线和中子流对人的危害很大，达到一定剂量易使人患放射病，甚至死亡。如果放射性物质进入体内时，则 $\alpha$ 射线的危害最大，其他射线的危害较大，所以要严防放射性物品进入体内。

许多放射性物品毒性很大。如钋<sup>210</sup>、镭<sup>226</sup>、镭<sup>228</sup>、钷<sup>230</sup>等都是剧毒的放射性物品；钠<sup>22</sup>、钴<sup>60</sup>、铯<sup>90</sup>、碘<sup>131</sup>、铅<sup>210</sup>等为高毒的放射性物品，均应注意。

不能用化学方法中和或者用其他方法使放射性物品不放出射线，而只能设法把放射性物质清除或者用适当的材料予以吸收屏蔽。

### 1.2.2.8 腐蚀品

腐蚀品是指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体。与皮肤接触在 4h 内出现可见坏死现象，或温度在 55℃ 时，对 20 号钢的表面均匀年腐蚀率超过 6.25mm/a 的固体或液体。

该类按化学性质分为三项：酸性腐蚀品；碱性腐蚀品；③其他腐蚀品。

按其腐蚀性的强弱又细分为一级腐蚀品和二级腐蚀品。

腐蚀品具有以下特性：

强烈的腐蚀性。它对人体、设备、建筑物、构筑物、车辆、船舶的金属结构都易发生化学反应，而使之腐蚀并遭受破坏。

氧化性。腐蚀性物质如浓硫酸、硝酸、氯磺酸、漂白粉等都是氧化性很强的物质，与还原剂接触易发生强烈的氧化还原反应，放出大量的热，容易引起燃烧。

稀释放热性。多种腐蚀品遇水会放出大量的热，易燃液体四处飞溅造成人体灼伤。

## 1.2.3 危险化学品的标志

### 1.2.3.1 危险化学品标志说明

标志的种类。根据常用危险化学品的危险特性和类别，它们的标志设主标志 16 种和副标志 11 种，如下图所示。

标志的图形。主标志由表示危险特性的图案、文字说明、底色和危险品类别号四个部分组成的菱形标志。副标志图形中没有危险品类别号。

标志的尺寸、颜色及印刷。按 GB 190 的有关规定执行。

标志的使用原则。当一种危险化学品具有一种以上的危险性时，应用主标志表示主要危险性类别，并用副标志来表示重要的其他的危险性类别。

标志的使用方法。按 GB 190 的有关规定执行。

### 1.2.3.2 危险化学品主要标志（图 1-1）



标志 1 爆炸品标志  
底色 橙红色  
图形：正在爆炸的炸弹  
（黑色）  
文字 黑色



标志 2 易燃气体标志  
底色 正红色  
图形：火焰（黑色或  
白色）  
文字 黑色或白色



标志 3 不燃气体标志  
底色 绿色  
图形：气瓶（黑色或  
白色）  
文字 黑色或白色



标志 4 有毒气体标志  
底色 白色  
图形：骷髅头和交叉  
骨形  
文字 黑色



标志 5 易燃液体标志  
底色 红色  
图形：火焰（黑色或  
白色）  
文字 黑色或白色



标志 6 易燃固体标志  
底色：红色相同的垂直  
宽条  
图形 火焰（黑色）  
文字 黑色



标志 7 自燃物品标志  
底色 上半部白色  
图形：火焰（黑色或  
白色）  
文字 黑色或白色



标志 8 遇湿易燃物品  
标志  
底色 蓝色 下半部红色  
图形 火焰（黑色）  
文字 黑色



标志 9 氧化剂标志  
底色 柠檬黄色  
图形：从圆圈中冒出的  
火焰（黑色）  
文字 黑色



标志 10 有机过氧化物  
标志  
底色 柠檬黄色  
图形：从圆圈中冒出的  
火焰（黑色）  
文字 黑色



标志 11 有毒品标志  
底色 白色  
图形：骷髅头和交叉  
骨形（黑色）  
文字 黑色



标志 12 剧毒品标志  
底色 白色  
图形：骷髅头和交叉  
骨形（黑色）  
文字：黑色



标志 13 一级放射性物品标志  
底色：上半部黄色下半部白色  
图形：上半部三叶形（黑色）下半部一条垂直的红色宽条  
文字 黑色



标志 14 二级放射性物品标志  
底色：上半部黄色下半部白色  
图形：上半部三叶形（黑色）下半部两条垂直的红色宽条  
文字 黑色



标志 15 三级放射性物品标志  
底色：上半部黄色下半部白色  
图形：上半部三叶形（黑色）下半部三条垂直的红色宽条  
文字 黑色



标志 16 腐蚀品标志  
底色：上半部白色下半部黑色  
图形：上半部两个试管中液体分别向金属板和手上滴落（黑色）  
文字：（下半部）白色

### 1.2.3.3 危险化学品副标志



标志 17 爆炸品标志  
底色：橙红色  
图形：正在爆炸的炸弹（黑色）  
文字 黑色



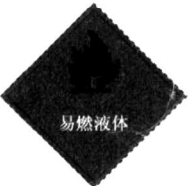
标志 18 易燃气体标志  
底色 红色  
图形 火焰（黑色）  
文字：黑色或白色



标志 19 不燃气体标志  
底色 绿色  
图形：气瓶（黑色或白色）  
文字 黑色



标志 20 有毒气体标志  
底色 白色  
图形：骷髅头和交叉骨形（黑色）  
文字 黑色



标志 21 易燃液体标志  
底色 红色  
图形 火焰（黑色）  
文字 黑色



标志 22 易燃固体标志  
底色：红色相间的垂直宽条（红 7、白 6）  
图形 火焰（黑色）  
文字 黑色



标志 23 自燃物品标志  
底色 上半部白色 下半部红色  
图形 火焰（黑色）  
文字 黑色或白色



标志 24 遇湿易燃物品标志  
底色 蓝色  
图形 火焰（黑色）  
文字 黑色



标志 25 氧化剂标志  
底色：柠檬黄色  
图形：从圆圈中冒出的火焰（黑色）  
文字 黑色



标志 26 有毒品标志  
底色 白色  
图形：骷髅头和交叉骨形（黑色）  
文字 黑色



标志 27 腐蚀品标志  
底色 上半部白色 下半部黑色  
图形：上半部两个试管中液体分别向金属板和手上滴落（黑色）  
文字：（下半部）白色

图 1-1 危险化学品主要标志

## 第 2 章 危险化学品的危害

危险化学品危害主要包括燃爆危害、健康危害和环境危害。燃爆危害是指危险化学品能引起燃烧、爆炸的危险程度；健康危害是指接触后能对人体产生危害的大小；环境危害是指危险化学品对环境影响的危害程度。

### 2.1 危险化学品的燃爆危害

火灾、爆炸事故有很大的破坏作用。石油化工企业由于生产中使用的原料、中间产品及产品多为易燃、易爆物，一旦发生火灾、爆炸事故，会造成严重后果。据不完全统计，每年由于危险化学品的火灾、爆炸所导致事故占化学品事故的 50% 以上，伤亡人数约占所有事故伤亡人数的一半。这些事故都是由于危险化学品自身的火灾爆炸危险造成的。因此了解危险化学品的火灾、爆炸危害，正确进行危险性评价，及时采取防范措施，对促进安全生产，防止事故发生具有非常重要的意义。

#### 2.1.1 燃烧与爆炸的概念

##### 2.1.1.1 燃烧

(1) 定义 燃烧是一种同时有光和热发生的剧烈的氧化还原反应。在氧化还原反应中，某些物质被氧化而另一些物质被还原。

(2) 燃烧条件 燃烧必须同时具备三个条件（或称三要素）

有可燃物存在。固体物质如木材、煤等；液体物质如汽油、苯等；气体物质如氢气、乙炔等。

② 有助燃物存在。即有氧化剂存在，常见的氧化剂有空气（其中的氧），纯氧或其他具有氧化性的物质。

有点火源存在。如高温的灼热体，撞击或摩擦所产生的热量或火灾、电气火花、静电火花、明火、化学反应热、绝热压缩产生的热能等。

三个条件缺一不可，否则不会引起燃烧。但并非具备了上述三个条件就一定能引起燃烧，而是要达到一定的比例，同时，要使燃烧发生必须具备一定能量的点火源。

##### 2.1.1.2 爆炸

(1) 爆炸的概念 物质自一种状态迅速转变为另一种状态，并在瞬间以对外

做机械功的形式放出大量能量的现象称为爆炸。爆炸是系统的一种非常迅速的物理的或化学的能量释放过程。

(2) 爆炸的特征 爆炸现象一般具有如下特征：

- 爆炸过程进行得很快；
- 爆炸附近瞬间压力急剧上升；
- 发出声响；
- 周围建筑物或装置发生震动或遭到破坏。

### 2.1.2 火灾与爆炸的危害

火灾与爆炸都会带来生产设施的重大破坏和人员伤亡，但两者的发展过程有显著的不同。火灾是在起火后火势逐渐蔓延扩大，随着时间的延续，损失数量迅速增长，损失大约与时间的平方成比例，如火灾时间延长一倍，损失可能增加四倍。爆炸则是猝不及防。可能仅在一秒钟内爆炸过程已经结束，设备损坏、厂房倒塌、人员伤亡等巨大损失也将在瞬间发生。

爆炸通常伴随发热、发光、压力上升、真空和电离等现象，具有很强的破坏作用。它与爆炸物的数量和性质、爆炸时的条件、以及爆炸位置等因素有关。主要破坏形式有以下几种：

(1) 直接的破坏作用。机械设备、装置、容器等爆炸后产生许多碎片，飞出后会在相当大的范围内造成危害。

(2) 冲击波的破坏作用。物质爆炸时，产生的高温高压气体以极高的速度膨胀，像活塞一样挤压周围空气，把爆炸反应释放出的部分能量传递给被压缩的空气层，空气受冲击而发生扰动，使其压力、密度等产生突变，这种扰动在空气中传播就称为冲击波。冲击波的传播速度极快，在传播过程中，可以对周围环境中的机械设备和建筑物产生破坏作用和使人员伤亡。冲击波还可以在它的作用区域内产生震荡作用，使物体因震荡而松散，甚至破坏。

冲击波的破坏作用主要是由其波阵面上的超压引起的。在爆炸中心附近，空气冲击波波阵面上的超压可达几个甚至十几个大气压，在这样高的超压作用下，建筑物被摧毁，机械设备、管道等也会受到严重破坏。当冲击波大面积作用于建筑物时，波阵面超压在  $20 \sim 30\text{kPa}$  内，就足以使大部分砖木结构建筑物受到强烈破坏；超压在  $100\text{kPa}$  以上时，除坚固的钢筋混凝土建筑外，其余部分将全部破坏。

(3) 造成火灾。爆炸发生后，爆炸气体产物的扩散只发生在极其短促的瞬间内，对一般可燃物来说，不足以造成起火燃烧，而且冲击波造成的爆炸风还有灭火作用。但是爆炸时产生的高温高压，建筑物内遗留大量的热或残余火苗，会把从破坏的设备内部不断流出的可燃气体、易燃或可燃液体的蒸气点燃，也可能把

其他易燃物点燃引起火灾。

当盛装易燃物的容器、管道发生爆炸时，爆炸抛出的易燃物有可能引起大面积火灾，这种情况在油罐、液化气瓶爆破后最易发生。正在运行的燃烧设备或高温的化工设备被破坏，其灼热的碎片可能飞出，点燃附近储存的燃料或其他可燃物，引起火灾。

(4) 造成中毒和环境污染。在实际生产中，许多物质不仅是可燃的，而且是有毒的，发生爆炸事故时，会使大量有害物质外泄，造成人员中毒和环境污染。

## 2.2 危险化学品的健康危害

由于危险化学品的毒性、刺激性、致癌性、致畸性、致突变性、腐蚀性、麻醉性、窒息性等特性，导致人员中毒的事故每年都频繁发生。2000 年到 2002 年化学事故统计显示，由于危险化学品的毒性危害导致的人员伤亡占化学事故伤亡的 49.9%，关注危险化学品的健康危害，将是危险化学品安全管理的一项重要内容。

### 2.2.1 毒物的概念

#### (1) 毒物的定义

毒物通常是指较小剂量的化学物质，在一条件下，作用于机体与细胞成分产生生物化学作用或生物物理学变化，扰乱或破坏机体的正常功能，引起功能性或器质性改变导致暂时性或持久性病理损害，甚至危及生命者。

从理论上讲，在一条件下，任何化学物质只要给予足够剂量，都可引起生物体的损害。也就是说，任何化学品都是有毒的，危险化学品更是如此，所不同的是引起生物体损害的剂量。习惯上，人们把较小剂量就能引起生物体损害的那些化学物质叫做毒物，（其余为非毒物），但实际上，毒物与非毒物之间并不存在着明确和绝对的量限，而只是以引起生物体损害的剂量大小相对地加以区别。

工业毒物（生产性毒物）是指工业生产中的有毒化学物质。

#### (2) 毒物的形态和分类

在一般条件下，毒物常以一定的物理形态（即固体、液体或气体）存在，但在生产环境中，随着加工或反应等不同过程，则可呈下列五种状态造成污染：

粉尘 为漂浮于空气中的固体微粒，直径大于  $0.1\mu\text{m}$ ，大都在机械粉碎、辗磨固体物质时形成。

烟尘 又称烟雾或烟气，为悬浮在空气中的烟状固体微粒，直径小于  $0.1\mu\text{m}$ ，多为某此金属熔化时产生的蒸气在空气中氧化凝聚而成。如熔化铜时放出的锌蒸气所产生的氧化锌烟尘，熔融时产生的氧化铜烟尘等。

雾 为混悬于空气中的液体微滴，多系蒸气冷凝或液体喷洒所形成，如铬电镀时的铬酸雾，喷漆作业中的含苯漆雾等。烟尘和雾，又称为气溶胶。

蒸气 为液体蒸发或固体物质升华而形成。前者如苯蒸气，后者如熔磷时的磷蒸气等。

气体 为生产场所的温度、气压条件下散发于空气中的气态物质。如常温常压下的氯、一氧化碳、二氧化硫等。

毒物可按各种方法予以分类：按化学结构分类；按用途分类；按进入途径分类；按生物作用分类。具体毒物查阅毒物手册。

毒物的生物作用，又可按其作用的性质和损害的器官或系统加以区分。

按作用的性质可分为：刺激性、腐蚀性、窒息性、麻醉性、溶血性、致敏性、致癌性、致突变性和致畸性等。

按损害的器官或系统则可分为：神经毒性、血液毒性、肝脏毒性、肾脏毒性和全身毒性等毒物。有的毒物主要具有一种作用，有的具有多种或全身性的作用。

### (3) 毒物的毒性

毒性通常是指某种毒物引起机体损伤的能力，它是同进入人体内的量相联系的，所需剂量（浓度）愈小，表示毒性愈大。

绝对致死量或浓度（ $LD_{100}$ 或 $LC_{100}$ ），即全组染毒动物全部死亡的最小剂量或浓度。

半数致死量或浓度（ $LD_{50}$ 或 $LC_{50}$ ），即染毒动物半数死亡的剂量或浓度。

最小致死量或浓度（MLD或MLC），即全组染毒动物中个别动物死亡的剂量或浓度。

最大耐受量或浓度（ $LD_0$ 或 $LC_0$ ），即全组染毒动物全部存活的最大剂量或浓度。

以上是将动物实验所得的数据经统计处理而得。除用死亡表示毒性外，还可用机体的其他反应表示，如引起某种病理改变，上呼吸道刺激，出现麻醉和某些体液的生物化学改变等。引起机体发生某种有毒作用的最小剂量（浓度）称为阈剂量（阈浓度），不同的反应指标有不同的阈剂量（阈浓度），如麻醉阈剂量（浓度）、上呼吸道刺激阈浓度、嗅觉阈浓度等。最小致死量（浓度）也是阈剂量（浓度）的一种。一次染毒所得的阈剂量（浓度）称为急性阈剂量（浓度），长期多次染毒所得的称为慢性阈剂量（浓度）。

上述各种剂量通常用毒物的毫克数与动物的每公斤体重之比，即用毫克/公斤（mg/kg）来表示。浓度表示方法，常用1立方米（或1升）空气中的毫克或克数（ $mg/m^3$ 、 $g/m^3$ 或 $mg/L$ 、 $g/L$ ）表示。

## 2.2.2 毒物进入人体的途径

毒物可经呼吸道、消化道和皮肤进入体内，在工业生产中，毒物主要经呼吸

道和皮肤进入人体内，亦可经消化道进入，但比较次要。

**呼吸道** 是工业生产中毒物进入体内的最重要的途径。凡是以气体、蒸气、雾、烟、粉尘形式存在的毒物，均可经呼吸道侵入体内。人的肺脏由亿万个肺泡组成，肺泡壁很薄，壁上有丰富的毛细血管，毒物一旦进入肺脏，很快就会通过肺泡壁进入血液循环而被运送到全身。通过呼吸道吸收最重要的影响因素是其在空气中的浓度，浓度越高，吸收越快。

**皮肤** 在工业生产中，毒物经皮肤吸收引起中毒亦比较常见。脂溶性毒物经表皮吸收后，还需有水溶性，才能进一步扩散和吸收，所以水、脂皆溶的物质如苯胺易被皮肤吸收。

**消化道** 在工业生产中，毒物经消化道吸收多半是由于个人卫生习惯不良，手沾染的毒物随进食、饮水或吸烟等而进入消化道。进入呼吸道的难溶性毒物被清除后，可经由咽部被咽下而进入消化道。

### 2.2.3 毒物对人体的危害

#### (1) 刺激

**皮肤** 当某些化学品和皮肤接触时，化学品可使皮肤保护层脱落，而引起皮肤干燥、粗糙、疼痛，这种情况称作皮炎，许多化学品能引起皮炎。

**眼睛** 化学品和眼部接触导致的伤害轻至轻微的、暂时性的不适，重至永久性的伤残，伤害严重程度取决于中毒的剂量，采取急救措施的快慢。

**呼吸系统** 雾状、气态、蒸气化学刺激物和上呼吸系统（鼻和咽喉）接触时，会导致火辣辣的感觉，这一般是由可溶物引起的，如氨水、甲醛、二氧化硫、酸、碱，它们易被鼻咽部湿润的表面所吸收。

一些刺激物对气管的刺激可引起气管炎，甚至严重损害气管和肺组织，如二氧化硫、氯气、煤尘。一些化学物质将会渗透到肺泡区，引起强烈的刺激或导致肺水肿。表现有咳嗽、呼吸困难（气短）、缺氧以及痰多。例如二氧化氮、臭氧以及光气等。

#### (2) 过敏

**皮肤** 皮肤过敏是指接触后在身体接触部位或其他部位产生的皮炎（皮疹或水疱）。如：环氧树脂、胺类硬化剂、偶氮染料、煤焦油衍生物和铬酸等。

**呼吸系统** 呼吸系统对化学物质的过敏引起职业性哮喘，这种症状的反应常包括咳嗽（特别是夜间），以及呼吸困难。如气喘和呼吸短促，引起这种反应的化学品有甲苯、聚氨酯、福尔马林。

#### (3) 缺氧（窒息）

窒息涉及到对身体组织氧化作用的干扰。这种症状分为三种：单纯窒息、血液窒息和细胞内窒息。

**单纯窒息** 这种情况是由于周围氧气被惰性气体所代替，如氮气、二氧化碳、乙烷、氢气或氦气，而使氧气量不足以维持生命的继续。一般情况下，空气中含氧 21%。如果空气中氧浓度降到 17% 以下，机体组织的供氧不足，就会引起头晕、恶心，调节功能紊乱等症状。这种情况一般发生在空间有限的工作场所，缺氧严重时导致昏迷，甚至死亡。

② **血液窒息** 这种情况是由于化学物质直接影响机体传送氧的能力，典型的血液窒息性物质就是一氧化碳。空气中一氧化碳含量达到 0.05% 时就会导致血液携氧能力严重下降。

**细胞内窒息** 这种情况是由于化学物质直接影响机体和氧结合的能力，如氰化氢、硫化氢等。这些物质影响细胞和氧的结合能力，尽管血液中含氧充足。

#### (4) 昏迷和麻醉

接触高浓度的某些化学品，如乙醇、丙醇、丙酮、丁酮、乙炔、烃类、乙醚、异丙醚会导致中枢神经抑制。这些化学品有类似酒醉的作用，一次大量接触可导致昏迷甚至死亡但也会导致一些人沉醉于这种麻醉品。

#### (5) 全身中毒

全身中毒是指化学物质引起的对一个或多个系统产生有害影响并扩展到全身的现象，这种作用不局限于身体的某一点或某一区域。

#### (6) 致癌

长期接触一定的化学物质可能引起细胞的无节制生长，形成癌性肿瘤。这些肿瘤可能在第一次接触这些物质以后许多年才表现出来，这一时期被称为潜伏期，一般为 4~40 年。造成职业肿瘤的部位是变化多样的，未必局限于接触区域，如砷、石棉、铬、镍等物质可能导致肺癌；鼻腔癌和鼻窦癌是由铬、镍、木材、皮革粉尘等引起的；膀胱癌与接触联苯胺、萘胺、皮革粉尘等有关；皮肤癌与接触砷、煤焦油和石油产品等有关；接触氯乙烯单体可引起肝癌；接触苯可引起再障。

#### (7) 致畸

接触化学物质可能对未出生胎儿造成危害，干扰胎儿的正常发育，在怀孕的前三个月，脑、心脏、胳膊和腿等重要器官正在发育，一些研究表明化学物质可能干扰正常的细胞分裂过程，如麻醉性气体、水银和有机溶剂，从而导致胎儿畸形。

#### (8) 致突变

某些化学品对工人遗传基因的影响可能导致后代发生异常，实验结果表明 80%~85% 的致癌化学物质对后代有影响。

#### (9) 尘肺

尘肺是由于在肺的换气区域发生了小尘粒的沉积以及肺组织对这些沉积物

的反应，很难在早期发现肺的变化。当 X 射线检查发现这些变化的时候，病情已经较重了。尘肺病患者肺的换气功能下降，在紧张活动时将发生呼吸短促症状，这种作用是不可逆的，能引起尘肺病的物质有石英晶体、石棉、滑石粉、煤粉和铍。

## 2.3 危险化学品的环境危害

随着化学工业的发展，各种化学品的产量大幅度增加，新化学品也不断涌现。人们在充分利用化学品的同时，也产生了大量的化学废物，其中不乏有毒有害物质。由于毫无控制的随意排放及化学品其他途径的泄放，使环境状况日益恶化，严重污染了环境，如何认识化学品的污染危害，最大限度地降低化学品的污染，加强环境保护力度，已是人们急待解决的重大问题。

### 2.3.1 危险化学品进入环境的途径

危险化学品进入环境的途径主要有四种：

(1) 事故排放。在生产、储存和运输过程中由于着火、爆炸、泄漏等突发性化学事故，致使大量有害化学品外泄进入环境；

(2) 生产废物排放。在生产、加工、储存过程中，以废水、废气、废渣等形式排放进入环境；

(3) 人为施用直接进入环境。如农药、化肥的施用等。

(4) 人类活动中废弃物的排放。在石油、煤炭等燃料燃烧过程中以及家庭装饰等日常生活使用中直接排入或者使用后作为废弃物进入环境。化学品废物污染已成为影响环境质量的一个比较严重的问题，不仅占用土地，而且污染地下水及水源地，释放有毒有害气体。近年来，固体废弃物产生量和堆积量呈逐年增长的趋势，通过政府采取一些有效措施，虽然污染状况有所改观。但随着化工企业生产和使用危险化学品的量的增加，废弃物也在增加。污染现象仍然十分严重。

### 2.3.2 危险化学品对环境的主要危害

#### (1) 对大气的危害

我国的空气污染仍以煤烟型为主，主要污染物是二氧化硫和烟尘。1997 年，二氧化硫排放总量为 2346 万吨。二氧化硫年均值浓度在  $3 \sim 248 \mu\text{g}/\text{m}^3$  范围之间，全国年均值为  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。1997 年，全国降水年均 pH 值范围在 3.74 ~ 7.79 之间。华中、西南酸雨污染严重，华南酸雨污染有上升趋势，北方的部分地区酸雨污染仍较严重。氮氧化物年均值浓度在  $4 \sim 140 \mu\text{m}/\text{m}^3$  范围之间，全国年均值为  $45 \mu\text{m}/$