

# 灭火抢险救援 基础与应用

樊国安 主编



河南出版集团

# 灭火抢险救援

## 基础与应用

樊国安 主编

河南出版集团

## 图书在版编目(CIP)数据

灭火抢险救援基础与应用/樊国安主编. —郑州:中原  
农民出版社, 2006. 10  
ISBN 7-80641-988-8

I. 灭… II. 樊… III. 消防-基本知识 IV. TU998.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 092291 号

---

出版:河南出版集团 中原农民出版社

(地址:郑州市经五路 66 号 电话:0371—65751257

邮政编码:450002)

发行:全国新华书店

印制:郑州九州印务有限公司

开本:850mm × 1168mm 1/32

印张:10

字数:230 千字 印数:1—5 000 册

版次:2006 年 10 月第 1 版 印次:2006 年 10 月第 1 次印刷

---

书号:ISBN 7-80641-988-8/TU·004 定价:19.80 元

本书如有印装质量问题,由承印厂负责调换

# 《灭火抢险救援基础与应用》编委会

主 编 樊国安

副主编 汪志强 马 雷 董维平

许志清 王自强 宋 尚

张公虎

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| <b>第一章 物资分类及其火灾危险性</b> ..... | 1  |
| 第一节 爆炸性物资.....               | 1  |
| 第二节 氧化剂.....                 | 4  |
| 第三节 易燃与可燃气.....              | 7  |
| 第四节 自燃性物资.....               | 9  |
| 第五节 遇水燃烧物资 .....             | 11 |
| 第六节 易燃与可燃液体 .....            | 13 |
| 第七节 易燃与可燃固体 .....            | 16 |
| <br><b>第二章 物资燃烧</b> .....    | 19 |
| 第一节 物资燃烧的本质和条件 .....         | 19 |
| 第二节 物资的燃烧历程 .....            | 22 |
| 第三节 物资的燃烧产物 .....            | 24 |
| 第四节 火焰 .....                 | 27 |
| 第五节 热 .....                  | 28 |
| 第六节 物资的燃烧类型 .....            | 30 |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| <b>第三章 火场供水</b> .....                  | 37  |
| 第一节 水的理化性质 .....                       | 37  |
| 第二节 消防水枪射流 .....                       | 39  |
| 第三节 消防水源 .....                         | 41  |
| 第四节 火场供水 .....                         | 43  |
| <b>第四章 灭火指挥原则、灭火的基本方法和灭火战斗行动</b> ..... | 45  |
| 第一节 灭火指挥原则 .....                       | 45  |
| 第二节 灭火的基本方法 .....                      | 47  |
| 第三节 灭火战斗行动 .....                       | 49  |
| <b>第五章 消防器材</b> .....                  | 66  |
| 第一节 个人防护装备 .....                       | 66  |
| 第二节 特勤器材 .....                         | 68  |
| <b>第六章 灭火业务基础</b> .....                | 73  |
| 第一节 灭火作战计划制订 .....                     | 73  |
| 第二节 供水联动(片)方案 .....                    | 82  |
| 第三节 灭火战斗编程 .....                       | 90  |
| 第四节 技术训练 .....                         | 94  |
| 第五节 战术训练 .....                         | 101 |
| 第六节 战术应用训练 .....                       | 104 |
| 第七节 特勤训练 .....                         | 117 |

|                                        |         |
|----------------------------------------|---------|
| <b>第七章 几种类型火灾的扑救</b> .....             | 132     |
| 第一节 化工火灾的扑救.....                       | 132     |
| 第二节 石油贮罐火灾的扑救.....                     | 134     |
| 第三节 棉花加工、储存火灾的扑救 .....                 | 135     |
| 第四节 液化石油气火灾的扑救.....                    | 137     |
| 第五节 仓库火灾的扑救.....                       | 144     |
| 第六节 高层建筑火灾的扑救.....                     | 145     |
| 第七节 强风情况下火灾的扑救.....                    | 153     |
| 第八节 冬季火灾的扑救.....                       | 154     |
| 第九节 夜间火灾的扑救.....                       | 155     |
| 第十节 缺水地区火灾的扑救.....                     | 155     |
| 第十一节 有毒区域火灾的扑救.....                    | 157     |
| 第十二节 电器火灾的扑救.....                      | 158     |
| 第十三节 百货商场(大楼)火灾的扑救 .....               | 161     |
| 第十四节 地下火灾的扑救.....                      | 164     |
| 第十五节 古建筑火灾的扑救.....                     | 165     |
| 第十六节 汽车火灾的扑救.....                      | 167     |
| 第十七节 铁路列车火灾的扑救.....                    | 168     |
| 第十八节 飞机火灾的扑救.....                      | 170     |
| 第十九节 隧道火灾的扑救.....                      | 172     |
| 第二十节 农药厂火灾的扑救.....                     | 175     |
| 第二十一节 化学危险品仓库火灾的扑救.....                | 176     |
| <br><b>第八章 化学危险品火灾、泄漏事故的处置对策</b> ..... | <br>179 |
| 第一节 化学危险品火灾事故的行动准则.....                | 179     |

|                 |                                             |            |
|-----------------|---------------------------------------------|------------|
| 第二节             | 各类化学危险品灾害事故的灭火对策·····                       | 183        |
| 第三节             | 化学危险品灾害事故的特点和成因·····                        | 189        |
| 第四节             | 化学危险品灾害事故的分类·····                           | 190        |
| 第五节             | 化学危险品灾害事故抢险救援的主要任务和<br>方法·····              | 191        |
| 第六节             | 常用 10 类 69 种化学危险品灾害事故的<br>处置措施·····         | 194        |
| 第七节             | 常用军用有毒危险品类(8 种)、农药有毒<br>危险品类(7 种)的处置措施····· | 227        |
| <b>第九章</b>      | <b>各类社会灾害事故的抢险救援·····</b>                   | <b>234</b> |
| 第一节             | 建筑倒塌事故的抢险救援·····                            | 235        |
| 第二节             | 抗洪救灾·····                                   | 236        |
| 第三节             | 地震灾害的抢险救援·····                              | 238        |
| 第四节             | 爆炸事故的抢险救援·····                              | 240        |
| 第五节             | 交通事故的抢险救援·····                              | 242        |
| 第六节             | 气体泄漏、燃爆事故的抢险救援·····                         | 243        |
| 第七节             | 液体泄漏、燃爆事故的抢险救援·····                         | 245        |
| 第八节             | 固体化学品事故的抢险救援·····                           | 247        |
| 第九节             | 城市特大火灾事故应急救援预案·····                         | 248        |
| <b>附录</b> ····· |                                             | <b>255</b> |
| 附 1             | 城市特大火灾事故应急救援指挥部成员联系表<br>·····               | 255        |
| 附 2             | 城市特大火灾事故应急救援指挥部办公室成员<br>联系表·····            | 256        |



|     |                                  |     |
|-----|----------------------------------|-----|
| 附 3 | 城市灭火救援专家组成员联系表 .....             | 257 |
| 附 4 | 城市公安消防队、企业专职消防队执勤实力<br>统计表 ..... | 258 |
| 附 5 | 城市特大火灾事故应急救援器材装备调集表 .....        | 259 |
| 附 6 | 城市消防灭火、救援资源调查表 .....             | 260 |
| 附 7 | 消防业务题库 .....                     | 261 |

## 第一章 物资分类及其火灾危险性

消防工作是同各种化学危险物资打交道的工作；防火工作是设法防止物资发生火灾或不使火灾蔓延造成更大的损失；灭火工作是设法扑灭物资的火灾，减少物资的损失。

在我国将化学危险品分为十大类，即爆炸性物资、氧化剂、易燃与可燃气、自燃性物资、遇水燃烧物资、易燃与可燃液体、易燃与可燃固体、毒害性物资、腐蚀性物资和放射性物资。后三种不常遇到，故不多探讨。

### 第一节 爆炸性物资

#### 一、爆炸性物资的概念

凡是受高热、摩擦、撞击或受一定物资的激发能瞬间发生单分解或复分解化学反应，并以机械功的形式在极短时间内放出能量的物资，称为爆炸性物资。

凡是被列为爆炸品的物资必须具备 3 个条件：

1. 变化速度快。爆炸反应一般在  $10^{-6} \sim 10^{-5}$  秒内完成，爆炸传扩速度在 3 000 ~ 9 000 米/秒。

2. 反应中释放出大量的热。爆炸时的反应热在2 930.76 ~ 6 280.2千焦/千克,气体产物温度达到2 000 ~ 4 000℃,压力可达到10万~40万个大气压。

3. 反应中产生大量的气体产物。一般1千克炸药爆炸时产生700~1 000升气体。

## 二、爆炸性物资的分类

1. 爆炸性物资按组成可分为爆炸性化合物和爆炸性混合物。

(1)爆炸性化合物。这类物资具有一定的化学组成,按其化学结构或爆炸基团可分为十大类,即硝基化合物、硝酸酯化合物、硝铵、迭氮化合物、重氮化合物、雷酸盐、乙炔化合物、过氧化物和臭氧化物、氮的卤化物、氯酸盐和高氯酸盐。

爆炸化合物按化学反应类型可分为单分解爆炸化合物和复分解爆炸化合物。

(2)爆炸性混合物。这类爆炸性物资通常是由2种或2种以上的爆炸组成部分和非爆炸组成部分经机械混合而成的,例如:硝铵炸药、黑火药等。

2. 爆炸性物资按照用途分为起爆药、爆破药、发射药和烟火剂4种。

(1)起爆药。这种炸药主要作为引爆剂,用来激发刺激炸药的爆轰,又称为初级炸药。它的特点是敏感度较高,从燃烧到爆炸的时间短。常用的有雷汞、迭氮铅、子弹底火等。

(2)爆破药。用来破坏障碍物的炸药,又称猛炸药。这种炸药都需要起爆药来引爆,常用的有TNT、苦味酸、硝铵炸药等。

(3)发射药。这种炸药主要用于爆竹、枪弹或火箭的推进剂,它们的主要形式是迅速燃烧。常用的有黑火药、硝化棉等。

(4)烟火剂。主要形式是燃烧,在特殊情况下,也能爆轰。常

用的烟火剂有照明剂、信号剂、燃烧剂、发烟剂等。

### 三、爆炸性物资的特性

从消防角度来看主要有以下 6 个特性：

#### (一) 爆炸性

该特性是炸药的主要特性，由本身的组成和性质决定的。

炸药发生爆炸常常是由于外界因素作用而引起的。这些外界因素主要有：①热；②撞击；③摩擦；④明火；⑤酸碱；⑥金属。

#### (二) 燃烧性

绝大多数炸药爆炸时伴随有燃烧现象，而且燃烧不需要外界供给氧气。

#### (三) 破坏性

决定炸药破坏力大小的主要性能指标有 3 个：

1. 威力。又称爆力，是指炸药爆炸时的做功能力，即炸药爆炸时对周围物资的破坏能力。爆炸时爆炸温度越高，气体产生越多，其威力越大，破坏力越大。

2. 猛度。炸药的猛度指炸药在爆炸后，爆轰产物对周围物资破坏的猛烈程度或粉碎程度，是用来衡量炸药的局部破坏能力。

3. 爆速。炸药爆炸时，爆轰波沿炸药内部传扩的速度称为爆轰速度，简称爆速。爆速越大，则炸药爆炸后的爆炸力和击碎力越大。

还有一个性能指标是殉爆，指被发药包爆炸被主发药包引爆的现象。因为主发药包爆炸而能引起被发药包爆炸的最大距离称为殉爆距离。发生殉爆的原因主要是爆炸碎片的撞击以及冲击波的传播作用。殉爆距离越大，表明炸药的破坏力越强。

#### (四) 安定性

安定性是指炸药在一定的储存期间内，不改变自己的物理性

质、化学性质和爆炸性的能力。安定性取决于炸药的物理状态、化学结构、密度、杂质和环境的温度、湿度等因素。

#### (五) 吸湿性

水是炸药的一种“稳定剂”，很多炸药溶解于水或与水相混时，性质就变稳定了。

#### (六) 毒性

有些炸药本身具有一定的毒性，如 TNT、苦味酸等；绝大多数炸药爆炸时能产生有毒或窒息性气体，如一氧化碳、二氧化碳、氧化氮、二氧化氮、氮气、氰化氢等。产生这些气体的原因是它们本身含有形成这些有毒或窒息性气体的元素，在爆炸的瞬间，这些元素的原子相互重新结合成一些有毒的或窒息性的气体释放出来。

## 第二节 氧化剂

### 一、氧化剂的概念

凡是具有较强的氧化性能，分解温度在  $500^{\circ}\text{C}$  以下，遇酸碱、潮湿、强烈摩擦、冲击或与易燃物、还原剂等接触时能发生分解反应并引起燃烧或爆炸的物资叫做氧化剂。

### 二、氧化剂的性质

#### (一) 氧化性

最突出的特性是具有较强的得电子能力。

#### (二) 爆炸性

大部分有机氧化剂和少部分的无机氧化剂本身具有爆炸性。

#### (三) 燃烧性

绝大部分有机氧化剂本身都具有燃烧性。

### 三、氧化剂的分类

氧化剂按化学组成可分为无机氧化剂和有机氧化剂 2 类,它们按氧化性能强弱又分一、二级。

#### (一) 无机氧化剂

1. 一级无机氧化剂。这类多为碱金属或碱土金属的盐类或过氧化物。其特点是易分解,具有极强的氧化性,能引起燃烧和爆炸。例如:硝酸钾、硝酸锂等硝酸盐类氧化剂的高价氮易得到电子变成低价氮;高锰酸钾、氯酸钾、高氯酸钾、过氧化钠、过氧化钾易放出氧等。

2. 二级无机氧化剂。除一级外的所有无机氧化剂均属此类。其特点也是易分解,但比一级无机氧化剂要稳定,具有较强的氧化性,能引起燃烧。一般不能引起爆炸,如:亚硝酸钠、亚氯酸钠、铬酸、氧化银等。

#### (二) 有机氧化剂

1. 一级有机氧化剂。这类氧化剂绝大多数为有机过氧化物和少数有机硝酸盐,都含有极不稳定的氧原子,具有极强的氧化性,能引起燃烧和爆炸。例如:有机过氧化物都含有过氧基,易分解放氧。

2. 二级有机氧化剂。除一级有机氧化剂以外的所有有机过氧化物均属此类,如:过醋酸、过氧化环己酮等。它们也易分解和进行自身氧化—还原反应。但比一级氧化剂的化学活泼性差些。

### 四、氧化剂的危险性

1. 大多数无机氧化剂本身不易燃易爆,但受热、撞击、摩擦时易分解放氧,如接触易燃物、有机物,能引起燃烧和爆炸。例如:过氧化钾分解成氧化钾和氧气与可燃物接触摩擦引起燃烧;高锰酸钾分解成锰酸钾和二氧化锰与可燃物接触经过撞击发生爆炸等。

2. 绝大部分有机氧化剂不但是氧化剂,而且本身还具有燃烧性和爆炸性。因为有机氧化剂绝大部分是有机物的过氧化物,它们分子中有结合力较弱的过氧化基,极不稳定,一经受热、摩擦、撞击等作用,即分解出活性氧,遇可燃物燃烧或爆炸,还能发生自身氧化—还原反应而引起燃烧或爆炸。

3. 有些氧化剂与可燃、易燃液体接触可引起自燃。例如:浓硫酸、浓硝酸的混合物与松节油或乙醇接触都能自行起火;浓硝酸和松节油加入适量的浓硫酸生成二氧化碳、水、氮气、碳和二氧化氮等。

4. 氧化剂遇酸后,大多数能发生反应,且反应常常是剧烈的,甚至引起爆炸。例如:过氧化钠和浓硫酸反应生成硫酸钠、水和氧气;氧化剂和浓硝酸反应生成硝酸钾、次氯酸、氯气、水、氧气等。

以上过氧化物、氯酸都是一些性质不稳定的物资,极易分解放出氧而引起燃烧或爆炸。

所以氧化剂不得和浓硫酸、浓硝酸等混存混运。这些氧化剂着火时,也不能用泡沫和酸碱灭火剂扑救。

5. 有些氧化剂,特别是活泼金属的氧化剂遇水或吸收空气中的二氧化碳和水蒸气能分解出助燃气体致使可燃物爆燃。例如:过氧化钠遇水生成氢氧化钠和氧气;氧化氯分解成氧气和氯气等。

6. 有些氧化剂相互之间接触能发生复分解反应,产生高热而引起燃烧或爆炸。

7. 不少氧化剂还具有一定的毒性和腐蚀性,能毒害人体、烧伤皮肤,如三氧化铬(铬酸)。

### 第三节 易燃与可燃气体

#### 一、易燃与可燃气体的概念

凡遇火、受热或与氧化剂接触,能着火、爆炸的气体,均称为易燃与可燃气体。

#### 二、易燃与可燃气体的分类

易燃与可燃气体按着火(爆炸)浓度下限分为一、二级。

1. 一级易燃与可燃气体是指着火(爆炸)浓度下限  $< 10\%$  的易燃与可燃气体。如:氢气、甲烷、天然气等。其爆炸极限氢气为  $4\% \sim 75\%$ , 甲烷为  $5\% \sim 15\%$ , 乙烯为  $2.75\% \sim 34\%$ , 乙炔为  $2.5\% \sim 85\%$ 。

2. 二级易燃与可燃气体是指着火(爆炸)浓度下限  $\geq 10\%$  的易燃与可燃气体。如:氨气、一氧化碳、发生炉煤气等。其爆炸极限一氧化碳为  $12.5\% \sim 74\%$ , 氨气为  $13.5\% \sim 79\%$ 。

#### 三、易燃与可燃气体的特性

##### (一) 燃烧爆炸性

这是易燃与可燃气体的主要特性,所有处于着火(爆炸)浓度范围内的易燃与可燃气体,遇着火源都能发生燃烧、爆炸。

易燃与可燃气体一旦着火,其燃烧速度就很快达到最大的数值,直到燃尽为止。

易燃与可燃气体的燃烧有 3 种形式:

1. 如果易燃与可燃气体与空气混合是在燃烧过程中进行的,则发生稳定式燃烧,又称扩散燃烧。如:燃气做饭、点气照明等。这种燃烧是易燃与可燃气体流出多少,就燃烧多少,燃烧时火焰不动,易燃与可燃气体流向燃烧区。



2. 如果易燃与可燃气体与空气的混合是在燃烧之前进行的,遇着火源则发生爆炸式燃烧,也叫动力燃烧。

3. 如果易燃与可燃气体处于压力下,受摩擦或其他着火源作用,则发生喷流式的燃烧。例如:气井的井喷火灾、高压气体的燃烧等。这类火灾较难扑救,只有设法切断气源,才能将火彻底扑灭。

### (二) 相对密度及扩散性

气体的相对密度是指与空气质量之比,即气体的摩尔质量与空气的摩尔质量之比。比空气轻的易燃与可燃气体逸散在空气中可以无限制地扩散,易与空气形成爆炸性混合物,而且能够顺风向飘流,这是气体着火爆炸和蔓延扩展的重要条件。比空气重的易燃与可燃气体泄漏出来,往往飘流于地表、沟渠、厂房死角处,长时间聚集不散,容易与着火源、热源或电源接触而发生燃烧、爆炸或自燃。

### (三) 可压缩性和受热膨胀性

气体都能被压缩,而且在一定温度下加压可以变成液体,所以气体通常都以压缩或液化状态储存在钢瓶中。

气体受热时体积会膨胀,受热温度越高,体积膨胀越大,形成的压力也越大,所以盛装压缩或液化气体的容器受到高温、日晒、剧烈振动等作用时,气体就会急剧地膨胀而产生很大的压力。当压力超过容器的耐压强度时,就会引起容器的爆裂(即物理爆炸)。

### (四) 腐蚀性

硫化氢、氨气等气体都具有腐蚀性,它们能腐蚀设备,削弱设备的耐压强度,严重时可使设备裂缝、漏气,引起火灾、爆炸。