



世纪高等教育给排水科学与工程系列规划教材

# 建筑消防工程

李亚峰 马学文 余海静 等编著



免费电子课件



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高等教育给排水科学与工程系列规划教材

# 建筑消防工程

李亚峰 马学文 余海静 等编著



机械工业出版社

本书主要介绍建筑消防工程的基本知识、工程设计基本要求等。主要内容包括建筑火灾的特点与规律、建筑设计防火、建筑防排烟、建筑消防系统、火灾自动报警系统、地下工程与人防工程的消防、灭火器的配置等。重点讲述消火栓灭火系统、自动喷洒灭火系统、气体灭火系统的组成、灭火原理、适用条件、设计计算方法等。

本书可作为高等学校给排水科学与工程、建筑环境与能源应用工程、安全工程、环境工程等专业本、专科学生的教材,也可供从事相关专业的工程技术人员参考。

本书配有电子课件,免费提供给选用本书的授课教师。需要者请根据书末的“信息反馈表”索取。

## 图书在版编目(CIP)数据

建筑消防工程/李亚峰,马学文,余海静等编著. —北京:机械工业出版社, 2013. 6

21世纪高等教育给排水科学与工程系列规划教材

ISBN 978-7-111-42551-9

I. ①建… II. ①李… ②马… ③余… III. ①建筑物—消防—高等学校—教材 IV. ①TU998.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第102225号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘涛 责任编辑:刘涛 沈红

版式设计:常天培 责任校对:张薇

封面设计:陈沛 责任印制:杨曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2013年7月第1版第1次印刷

169mm×239mm·20.25印张·392千字

标准书号:ISBN 978-7-111-42551-9

定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

建筑消防技术的推广与应用，对预防火灾和及时扑灭初期火灾，保证人民生命安全，减少火灾损失具有重要意义。随着高层建筑、地下建筑、大空间建筑和各类工业企业建筑的大量兴建，以及新型建筑材料、装饰材料的广泛应用，诱发建筑火灾发生的因素越来越多，发生火灾的危险性也越来越大，对建筑消防工程技术要求也越来越高。同时，建筑消防工程中应用的新技术和新设备也越来越多，及时掌握和了解消防新技术和新设备是十分必要的。

本书结合国家新的《建筑设计防火规范》，系统地介绍了建筑设计防火、建筑防排烟、建筑消防系统、火灾自动报警系统等相关内容。主要内容包括建筑火灾的特点与规律、建筑设计防火、建筑防排烟、消火栓灭火系统、自动喷洒灭火系统、气体灭火系统、地下工程与人防工程的消防、火灾自动报警系统、灭火器的配置等，重点讲授各种消防系统的组成、灭火原理、适用条件、设计计算方法等。

本书共分7章，第1章由李亚峰、李军编写；第2章由李亚峰、蒋白懿编写；第3章由李亚峰、余亚琴编写；第4章的4.1~4.4由余海静编写；第4章的4.5~4.8由刘丽娜编写；第5章由吴昊编写；第6章由刘丽娜编写；第7章由马学文编写。全书由李亚峰统编定稿。

由于我们的编写水平有限，书中缺点和错误之处，请读者不吝指教。

作 者

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 建筑火灾与建筑消防工程</b> .....	1
1.1 火灾的分类.....	1
1.2 燃烧的基本条件与灭火方法.....	3
1.3 灭火剂.....	5
1.4 建筑消防工程.....	16
1.5 消防管道常用材料及连接方式.....	25
1.6 常用消防设施图例.....	26
思考题与习题.....	27
<b>第 2 章 消火栓灭火系统</b> .....	28
2.1 室外消火栓给水系统.....	28
2.2 建筑室内消火栓给水系统.....	37
2.3 高层建筑室内消火栓给水系统.....	65
附录.....	91
思考题与习题.....	93
<b>第 3 章 自动喷水灭火系统</b> .....	94
3.1 概述.....	94
3.2 自动喷水灭火系统设置场所与火灾危险等级.....	94
3.3 闭式自动喷水灭火系统.....	96
3.4 雨淋灭火系统.....	132
3.5 水幕系统.....	146
3.6 水喷雾灭火系统.....	149
3.7 自动喷水-泡沫联用灭火系统.....	154
思考题与习题.....	161
<b>第 4 章 其他灭火系统</b> .....	162
4.1 二氧化碳灭火系统.....	162
4.2 蒸汽灭火系统.....	169
4.3 干粉灭火系统.....	173
4.4 泡沫灭火系统.....	182
4.5 消防炮灭火系统.....	201

4.6 气体灭火系统·····	207
4.7 SDE 灭火系统·····	221
4.8 灭火器的配置设计·····	229
思考题与习题·····	249
<b>第 5 章 地下工程与人防工程的消防工程</b> ·····	<b>250</b>
5.1 地下工程的消防·····	250
5.2 人防工程的消防·····	256
思考题与习题·····	260
<b>第 6 章 建筑防排烟系统</b> ·····	<b>261</b>
6.1 概述·····	261
6.2 自然排烟·····	264
6.3 机械排烟·····	266
6.4 机械加压送风防烟·····	271
思考题与习题·····	274
<b>第 7 章 火灾自动报警系统</b> ·····	<b>275</b>
7.1 火灾自动报警系统的组成与工作原理·····	275
7.2 火灾探测器及选择·····	278
7.3 火灾报警控制器·····	303
思考题与习题·····	315
<b>参考文献</b> ·····	<b>316</b>

## 第 1 章

# 建筑火灾与建筑消防工程

### 1.1 火灾的分类

在时间和空间上失去控制的燃烧所造成的灾害称为火灾。火灾可以按燃烧对象、火灾损失严重程度或起火直接原因等进行分类。

#### 1.1.1 按燃烧对象分类

火灾按燃烧对象可分为 A 类火灾、B 类火灾、C 类火灾和 D 类火灾。

##### 1. A 类火灾

A 类火灾是指普通固体可燃物燃烧而引起的火灾。这类火灾燃烧对象的种类很繁杂,包括木材及木制品、纤维板、胶合板、纸张、棉织品、化学原料及化工产品、建筑材料等。A 类火灾的燃烧过程非常复杂,其燃烧模式一般可分为四类:

- 1) 熔融蒸发式燃烧,如蜡的燃烧。
- 2) 升华式燃烧,如萘的燃烧。
- 3) 热分解式燃烧,如木材、高分子化合物的燃烧。
- 4) 表面燃烧,如木炭、焦炭的燃烧。

##### 2. B 类火灾

B 类火灾是指油脂及一切可燃液体燃烧而引起的火灾。油脂包括原油、汽油、煤油、柴油、重油、动植物油等;可燃液体主要有酒精、乙醚等各种有机溶剂。这类火灾的燃烧实质上是液体的蒸气与空气进行燃烧。根据闪点的大小,可燃液体被分为三类:闪点小于  $28^{\circ}\text{C}$  的可燃液体为甲类火险物质,如汽油;闪点大于及等于  $28^{\circ}\text{C}$ 、小于  $60^{\circ}\text{C}$  的可燃液体为乙类火险物质,如煤油;闪点大于及等于  $60^{\circ}\text{C}$  可燃液体为丙类火险物质,如柴油、植物油。

### 3. C类火灾

C类火灾是指可燃气体燃烧而引起的火灾。按可燃气体与空气混合的时间,可燃气体燃烧分为预混燃烧和扩散燃烧。可燃气体与空气预先混合好后的燃烧称为预混燃烧;可燃气体与空气边混合边燃烧称为扩散燃烧。根据爆炸下限(可燃气体与空气组成的混合气体遇火源发生爆炸的可燃气体的最低含量)的大小,可燃气体被分为两类:爆炸下限小于10%(体积分数)的可燃气体为甲类火险物质,如氢气、乙炔、甲烷等;爆炸下限大于及等于10%(体积分数)的可燃气体为乙类火险物质,如一氧化碳、氨气、某些城市煤气。可燃气体绝大多数是甲类火险物质,只有极少数才属于乙类火险物质。

### 4. D类火灾

D类火灾是指可燃金属燃烧而引起的火灾。可燃的金属有锂、钠、钾、钙、锶、镁、铝、钛、锌、锆、钽、铀、钍、钷。这些金属在处于薄片状、颗粒状或熔融状态时很容易着火,而且燃烧热很大,为普通燃料的5~20倍,火焰温度也很高,有的甚至达到3000℃以上。另外,在高温条件下,这些金属能与水、二氧化碳、氮、卤素及含卤化合物发生化学反应,使常用灭火剂失去作用,必须采用特殊的灭火剂灭火。正是因为这些特点,才把可燃金属燃烧引起的火灾从A类火灾中分离出来,单独作为D类火灾。应该指出,虽然建筑物中钢筋、铝合金在火灾中不会燃烧,但受高温作用后,强度会降低很多。在500℃时,钢材抗拉强度降低50%左右,铝合金则几乎失去抗拉强度。这一现象在火灾扑救时应给予足够的重视。

## 1.1.2 按火灾损失严重程度分类

按火灾损失严重程度可分为特大火灾、重大火灾和一般火灾。

### 1. 特大火灾

特大火灾是指死亡10人以上(含10人),重伤20人以上,或死亡、重伤20人以上,或受灾50户以上,或烧毁财产损失100万元以上的火灾。

### 2. 重大火灾

重大火灾是指死亡3人以上,受伤10人以上,或死亡、重伤10人以上,或受灾30户以上的火灾,或烧毁财产损失30万元以上的火灾。

### 3. 一般火灾

不具备重大火灾的任一指标的火灾称为一般火灾。

## 1.1.3 按起火直接原因分类

火灾起火的直接原因可分为放火、违反电气安装安全规定、违反电气使用安全规定、违反安全操作规定、吸烟、生活用火不慎、玩火、自燃、自然灾害及其他。



## 1.2 燃烧的基本条件与灭火方法

### 1.2.1 燃烧的基本条件

燃烧是一种放热发光的化学反应。凡发生燃烧就必须同时具备燃烧的的必要条件和充分条件。

发生燃烧的必要条件有三个：

第一是有可燃物。凡能与空气中的氧或其他氧化剂起剧烈反应的物质，都可称为可燃物。可燃物的种类繁多，按其物理状态，分为气体可燃物、液体可燃物和固体可燃物三种类别，如木材、纸张、汽油、乙炔、金属钠和钾等。

第二是有氧化剂（助燃物）。凡能帮助和支持燃烧的物质，即能与可燃物发生氧化反应的物质称为助燃物，如空气、氧、氯、溴氯酸钾、高锰酸钾、过氧化钠等。

第三是有着火源（温度）。着火源是指供给可燃物与氧或助燃剂发生反应的能量来源，最常见的有明火焰、赤热体、火星和电火花等。

所谓明火焰是最常见而且比较强的点火源，如一根火柴、一个烟头都会引起火灾。

所谓赤热体是指受到高温或电流因素作用，由于蓄热而具有较高温度的物体，如烧红了的铁块、金属设备等。

火星是在铁器与铁器或铁器与石头之间强力摩擦撞击时产生的火花。火星的能量虽小，但温度很高，约有 $1200^{\circ}\text{C}$ ，故也能点燃，如棉花、布匹、干草、糠类的易燃固体物质。

电弧和电火花是在两极间放电放出的火花，或者是击穿产生的电弧光，这些火花能引起可燃气体、液体蒸气和固体物质着火，是一种较危险的着火源。

在某些情况下，虽然具备了燃烧的三个必要条件，也不一定能发生燃烧。只有当可燃物的含量达到一定程度，并提供充足的氧，才能使燃烧发生并继续下去。如 $\text{H}_2$ 在空气中的体积分数达到4%以上才有可能发生燃烧和爆炸，否则就不会。因此，可燃物的含量和最低含氧量是发生燃烧的充分条件。

### 1.2.2 防火的基本措施

防火就是防止燃烧发生，实际上就是防止发生燃烧的三个必要条件同时具备。因此，一切防火措施都应该从这几个方面考虑。

(1) 控制可燃物 用难燃或不燃的材料代替易燃、可燃材料；用水泥或混凝土结构代替木结构；用防火涂料代替可燃材料，提高耐火极限；对散发可燃

气体或蒸气的场所加强通风换气，防止积聚形成爆炸性混合物；对装有易燃气体或可燃气体的容器关闭紧密，防止泄漏。

(2) 隔绝助燃物 对使用生产易爆化学物品的生产设备实行密闭操作，防止与空气接触形成可燃混合物。如炼油厂的仓库，常用泡沫灭火系统隔绝空气防止冷却爆炸。

(3) 消除着火源 防止可燃物附近有火源，消除火灾隐患，如仓库、油库、加油站严禁任何火源，在爆炸危险的场所安装整体防爆电气设备等。

(4) 阻止火势蔓延 为防止火势蔓延，在建筑分区之间要设防火通道、防火墙、防火安全门或留防“火”间距；在面积较大的场所划分防火分区，用卷帘门隔开；在可燃气体管道上安装阻火器；塑料管道易燃，一旦着火下层火舌会顺着管道蔓延到上层，所以在楼板下层管道上设阻火圈。

### 1.2.3 灭火方法及原理

灭火的技术关键就是破坏维持燃烧所需的条件，使燃烧不能继续进行。灭火方法可归纳成冷却、窒息、隔离和化学抑制四种。前三种灭火方法是通过物理过程进行灭火，后一种方法是通过化学过程灭火。不论是采用哪种方法灭火，火灾的扑救都是通过上述四种方法的一种或综合几种方法作用而灭火的。

#### 1. 冷却法灭火

可燃物燃烧的条件（因素）之一，是在火焰和热的作用下，达到燃点、裂解、蒸馏或蒸发出可燃气体，使燃烧得以持续。冷却法灭火就是采用冷却措施使可燃物达不到燃点，也不能裂解、蒸馏或蒸发出可燃气体，使燃烧终止。如可燃固体冷却到自燃点以下，火焰就将熄灭；可燃液体冷却到闪点以下，并隔绝外来的热源，就不能挥发足出足以维持燃烧的气体，火灾就会被扑灭。

水具有较大的热容量和很高的汽化热，是冷却性能最好的灭火剂，如果采用雾状水流灭火，冷却灭火效果更为显著。

建筑水消防设备不仅投资少、操作方便、灭火效果好、管理费用低，且冷却性能好，是冷却法灭火的主要灭火设施。

#### 2. 窒息法灭火

窒息法灭火就是采取措施降低火灾现场空间内氧的含量，使燃烧因缺少氧气而停止。窒息法灭火常采用的灭火剂一般有二氧化碳、氮气、水蒸气及烟雾剂等。在条件许可的情况下，也可用水淹窒息法灭火。

重要的计算机房、贵重设备间可设置二氧化碳灭火设备扑救初期火灾，高温设备间可设置蒸汽灭火设备，重油储罐可采用烟雾灭火设备，石油化工等易燃易爆设备可采用氮气保护。采取恰当的方法利于及时控制或扑灭初期火灾，减少损失。

### 3. 隔离法灭火

隔离法灭火就是采取措施将可燃物与火焰、氧气隔离开来,使火灾现场没有可燃物,燃烧无法维持,火灾也就被扑灭。

石油化工装置及其输送管道(特别是气体管路)发生火灾,应关闭易燃、可燃液体的来源,将易燃、可燃液体或气体与火焰隔开,残余易燃、可燃液体(或气体)烧尽后,火灾就会被扑灭。电机房的油槽(或油罐)可设一般泡沫固定灭火设备;汽车库、压缩机房可设泡沫喷洒灭火设备;易燃、可燃液体储罐除可设固定泡沫灭火设备外,还可设置倒罐转输设备;气体储罐可设倒罐转输设备外,还可设放空火炬设备;易燃、可燃液体和可燃气体装置,可设消防控制阀等。一旦这些设备发生火灾事故,可采用相应的隔离法灭火。

### 4. 化学抑制法灭火

化学抑制法灭火就是采用化学措施有效地抑制游离基的产生或者降低游离基的含量,破坏游离基的链锁反应,使燃烧停止。如采用卤代烷(1301、1211)灭火剂灭火,就是降低游离基的灭火方法。

抑制法灭火对于有焰燃烧火灾效果好,但对深部火灾,由于渗透性较差,灭火效果不理想,在条件许可情况下,应与水、泡沫等灭火剂联用,会取得满意的效果。

卤代烷灭火剂可以抑制易燃和可燃液体火灾(汽油、煤油、柴油、醇类、酮类、酯类、苯及其他有机溶剂等)、电气设备(发电机、变压器、旋转设备及电子设备)、可燃气体(甲烷、乙烷、丙烷、城市煤气等)、可燃固体物质(纸张、木材、织物等)的表面火灾。

由于卤代烷对大气臭氧层的破坏作用,应尽量限定特殊场所采用,一般不宜采用。

与卤代烷灭火效果相似或可以替代卤代烷的灭火剂,国内外正在研究中,有可能替代卤代烷的灭火剂有FE-232、FE-25、CGE410、CEA614、HFC-23、HFC-227、NAF-S-Ⅲ、氟碘烃等。

干粉灭火剂的化学抑制作用也很好,且近年来不少类型干粉可与泡沫联用,灭火效果很显著。凡是卤代烷能抑制的火灾,干粉均能达到同样效果,但干粉灭火的不足之处是有污染。

化学抑制法灭火,灭火速度快,使用得当,可有效地扑灭初期火灾,减少人员和财产的损失。

## 1.3 灭火剂

灭火剂的种类很多,其中常用的有水、卤代烷灭火剂、泡沫灭火剂、干粉

灭火剂、二氧化碳灭火剂等。近几年，洁净环保型灭火剂应用也越来越广泛，如 SDE 灭火剂、七氟丙烷、气溶胶等。

### 1.3.1 水

水是最常用的一种天然灭火剂。灭火时可以利用高压水泵和水枪产生直流水或开花水，直接喷射在燃烧面上灭火；或通过水泵加压并由喷雾水枪射出雾状水流进行灭火；也可以以水蒸气的形式施放到燃烧区使燃烧物质因缺氧而停止燃烧。

水的灭火机理主要有冷却作用、窒息作用、对水溶性可燃液体的稀释作用、冲击乳化作用及水力冲击作用等。灭火时，往往不是一种作用的单独结果，而是几种作用的综合结果，但一般情况下，冷却是水的主要灭火作用。当然，灭火时水流的形态不同，水的各种灭火作用在灭火中的地位也就不同，如直流水或开花水灭火的主要作用是冷却和水力冲击，水蒸气灭火的主要作用是窒息，喷雾水灭火的主要作用是冲击乳化。灭火的对象不同，水的主要灭火作用也不相同，如用水扑救水溶性可燃液体火灾时，水的主要灭火作用是稀释。

用水作灭火剂，具有灭火效果好、使用方便、价格便宜、器材简单等优点，而且适用于多种类型的火灾。因此，是建筑最主要的灭火剂。

但水不是万能的灭火剂，对下列火灾不能用水扑救。

1) 不能用来扑救“遇水燃烧物质”的火灾，如活泼金属类、金属氢化物类、金属碳化物类、金属磷化物类、硼氢化物类、金属氰化物类、金属硅化物类及金属硫化物类等。因为这类物质与水能发生反应，产生可燃气体，同时放出一定热量，当温度达到可燃气体的自然点或可燃气体接触明火时，便会燃烧或爆裂。

2) 一般情况下，不能用直流水扑救可燃粉尘（面粉、铝粉、糖粉、煤粉、锌粉等）聚集处的火灾，因为粉尘被水流冲击后会悬浮在空气中，易与空气形成爆裂性混合物。

3) 在没有良好的接地设备或没有切断电源的情况下，一般不能用直流水扑救高压电气设备火灾。

4) 不宜用直流水扑救橡胶、褐煤的粉状产品的火灾。由于水不能浸透或很难浸透这些燃烧介质，因而灭火效率很低。只有在水中添加润湿剂，提高水流的浸透力，才能用水有效地扑灭。

5) 不能用直流水扑救轻于水且不溶于水的可燃液体火灾，因为这些液体会漂浮在水面上随水流散，可能助长火势扩大，促使火灾蔓延。

6) 不能用水扑救储存有大量浓硫酸、浓硝酸场所的火灾，因为水与酸液接触会引起酸液发热飞溅。

7) 不宜用水扑救某些高温生产装置或设备火灾,因为这些高温装置或设备的金属表面受到水流突然冷却时,会影响机械强度,使设备可能遭到破坏。

水的灭火形态有直流水、开花水和雾状水三种。其中直流水和开花水由消防栓所接水枪喷出柱状或开花水枪喷出的滴状水流,主要用于扑救A类固体火灾,或闪点在 $120^{\circ}\text{C}$ 以上、常温下呈半凝固状态的重油火灾,以及石油或天然气井喷火灾。雾状水主要指水滴直径小于 $100\mu\text{m}$ 的水流,用于扑救粉尘、纤维状物质及高技术领域的特殊火灾,如计算机房、航天飞行器舱内火灾,以及现代大型企业的电器火灾。雾状水有利于水对燃烧物的渗透,温降快,容易汽化,汽化后体积增大约1700倍,稀释了火焰附近的氧气的含量,窒息了燃烧反应,有效地控制了热辐射,它的灭火效率高,水渍损失小。

### 1.3.2 泡沫灭火剂

凡能够与水混合并可通过化学反应或机械方法产生灭火泡沫的灭火药剂,称为泡沫灭火剂。泡沫灭火剂一般由发泡剂、泡沫稳定剂、降粘剂、抗冻剂、助溶剂、防腐剂和水的组成。

按照泡沫生成原理,泡沫灭火剂可分为化学泡沫灭火剂和空气泡沫灭火剂。化学泡沫是通过硫酸铝和碳酸氢钠的水溶液发生化学反应产生的,泡沫中包含的气体为二氧化碳。空气泡沫是通过空气泡沫灭火剂的水溶液与空气在泡沫产生器中进行机械混合搅拌而生成的,所以空气泡沫又称为机械泡沫,泡沫中所含气体为空气。

按发泡倍数,泡沫灭火剂可分为低倍数泡沫、中倍数泡沫和高倍数泡沫;按用途,泡沫灭火剂可分为普通泡沫灭火剂和抗溶泡沫灭火剂。

化学泡沫灭火剂属低倍数泡沫灭火剂。空气泡沫灭火剂种类繁多,按泡沫的发泡倍数,可分为低倍数泡沫、中倍数泡沫和高倍数泡沫三类。低倍数泡沫灭火剂的发泡倍数一般在20倍以下,中、高倍数灭火剂的发泡倍数一般在20~1000倍以下。根据发泡剂的类型和用途,低倍数空气泡沫灭火剂又分为蛋白泡沫、氟蛋白泡沫、水成膜泡沫、合成泡沫、抗溶性泡沫五种类型。

泡沫灭火是由泡沫灭火剂的水溶液通过化学、物理的作用,填充大量的气体后形成无数的小气泡。气泡的相对密度范围为 $0.001\sim 0.5$ ,远小于可燃易燃液体的相对密度,可以覆盖在液体表面,形成泡沫覆盖层。泡沫灭火的作用机理有:

- 1) 泡沫在燃烧物表面形成了泡沫覆盖层,可以使燃烧物表面与空气隔绝。
- 2) 泡沫层封闭了燃烧物表面,可以遮断火焰的热辐射,阻止燃烧物本身与附近可燃物的蒸发。
- 3) 泡沫析出的液体对燃烧表面进行冷却。

4) 泡沫受热蒸发产生的水蒸气可以降低燃烧物附近氧的含量。

泡沫灭火剂主要用于扑救可燃液体的火灾，是石化企业主要使用的灭火剂。各类泡沫灭火剂性能比较见表 1-1。

表 1-1 泡沫灭火剂的性能比较

分类	名称	组成	优缺点	扑救场所
化学泡沫灭火剂	YP 型普通化学泡沫	硫酸铝、碳酸氢钠+水解蛋白稳定剂	泡沫黏稠、流动性差、灭火效率低、不能久储	A 类及 B 类非水溶性油类液体
	YPB 型	YP+氟碳蛋白表面活性剂+碳氢蛋白表面活性剂	泡沫粘度小、流动性好、自封性好、灭火效率高，为同容量 YP 型灭火剂的 2~3 倍，储存期长	A 类及 B 类非水溶性油类液体，但不能扑救水溶性液体
空气泡沫灭火剂	蛋白泡沫灭火剂	蛋白泡沫灭火剂以动植物蛋白质或植物性蛋白质在碱性溶液中浓缩液为基料，加入适当的稳定剂、防腐剂和防冻剂等添加剂的起泡性液体	该灭火剂具有成本低、泡沫稳定，灭火效果好，污染少等优点。但流动性差影响了灭火效率。该泡沫耐油性低，不能以液下喷射方式扑救油罐火灾	各种石油产品、油脂等火灾，也可扑救木材，油罐火灾，在飞机跑道上灭火
	氟蛋白泡沫灭火剂	蛋白泡沫基料+氟碳表面活性剂配制而成	克服了蛋白泡沫灭火剂的缺点，同时可以液下喷射方式扑救油罐火灾。与干粉（ABC 类）的相溶性好；可采用液下喷射方式	可扑救大型储罐散装仓库、输送中转装置、生产加工装置，油码头的火灾及飞机火灾
	水成膜泡沫灭火剂	氟碳表面活性剂，无氟表面活性剂和改进泡沫性能的添加剂（泡沫稳定剂、抗冻剂、助溶剂以及增黏剂）及水组成	具有剪切应力小，流动性小，泡沫喷射到油面上时，泡沫能迅速展开，并结合水膜的作用把火势迅速扑灭的优点	适用于扑救石油类产品和贵重设备。油罐可以采用液下喷射方式
	高倍数泡沫灭火剂	以合成表面活性剂为基料的泡沫灭火剂。与水按一定的比例混合后通过高倍数泡沫灭火剂产生器，可产生数百倍以上甚至千倍的泡沫	1min 内产生 1000m <sup>3</sup> 以上的泡沫，泡沫可以迅速充满着火的空间，使燃烧物与空气隔绝，使火焰窒息	主要用于扑救非水溶性可燃易燃液体的火灾。如油罐漏滴、防火堤内的火灾，以及仓库、飞机库、地下室、地下街室、煤矿抗道的火灾
	抗溶性泡沫灭火剂	在蛋白质水解液中+有机酸金属络合盐	析出的有机酸金属皂在泡沫上形成连续的固体薄膜。这层膜能使泡沫持久地覆盖在溶剂液面上起到灭火的作用	扑救水溶性易燃、可燃液体火灾，如醇、脂、醚、醛、酮、有机酸、氨等

### 1.3.3 干粉灭火剂

干粉灭火剂是一种干燥的、易于流动的固体粉末，一般借助于灭火器或灭火设备的气体压力将干粉从容器中喷出，以粉雾的形式扑灭火灾。干粉灭火剂按其使用范围可分为普通干粉和多用干粉两大类。

普通干粉主要用于扑救 B 类火灾、可燃气体火灾（C 类火灾）及带电设备的火灾，因而又称 BC 干粉。这类干粉的主要品种有碳酸氢钠干粉、改性钠盐干粉、紫钾盐干粉、钾盐干粉和氨基干粉。

多用干粉除了可扑救 B 类火灾、C 类火灾和带电设备火灾外，还可扑救一般固体物质火灾（A 类火灾），因而又称 ABC 干粉。这类干粉的主要品种有磷酸盐干粉和铵盐干粉。干粉灭火剂的性能比较见表 1-2。

表 1-2 干粉灭火剂的性能比较

干粉基料名称	组成	灭火原理	优缺点	扑救场所
碳酸氢钠 (BC 类)	滑石粉、云母粉、硬脂酸镁	用干燥的 CO <sub>2</sub> 或 N <sub>2</sub> 作动力，将干粉从容器中喷出，形成粉雾喷射到燃烧区，以粉气流的形式扑灭火灾	成本低，应用范围广，灭火速度快，但流动性和拒水性差	易燃液体、气体带电设备、木材、纸张等 A 类
全硅化碳酸氢钠	活性白土、云母粉、有机硅油		防潮、不宜结块，流动性好，储存期长，灭火效率相对高	
磷酸铵干粉 (ABC 类)	磷酸三铵磷酸氢二铵磷酸二氢铵		采用全硅化的防潮工艺，使干粉颗粒形成疏水的保护层，达到防潮、不结块目的，但价格昂贵	可燃固体、可燃液体、可燃气体及带电设备的火灾
氯化钠、氯化钾、氯化钠				金属火灾

注：1. BC 与 ABC 干粉灭火剂不兼容。

2. BC 类干粉与蛋白泡沫或化学泡沫不兼容。

干粉灭火剂平时储存在干粉灭火器或干粉灭火设备中。灭火时靠加压气体 CO<sub>2</sub> 或 N<sub>2</sub> 的压力将干粉从喷嘴射出，形成一股夹着加压气体的雾状粉流，射向燃烧物。干粉与火焰接触发生一系列物理化学反应。如碳酸氢钠干粉，受高温作用分解的化学反应方程式如下：



该反应是吸热反应，反应放出大量的二氧化碳和水。水受热变成水蒸气并吸收大量的热量，起到冷却、稀释可燃气体的作用。干粉进入火焰后，由于干粉的吸收和散射作用，减少火焰对燃料的热辐射，降低液体的蒸发速率。

碳酸氢钠干粉是普通干粉的一种，其主要成分为：碳酸氢钠 92%~94%，滑石粉 2%~4%，云母粉 2%，硬脂酸镁 2%。主要用于扑救 B 类火灾、C 类火



灾和带电设备火灾。

碳酸氢钠干粉由于产品成本低、价格便宜、应用范围广、灭火速度快等特点，是产量最大、使用最多的一种灭火剂。

但碳酸氢钠干粉的缺点是流动性和斥水性差，灭火效率低。为了克服这些缺点，采用了全硅化防潮工艺，从而使得全硅化碳酸氢钠干粉的防潮和抗结块性能显著提高，具有流动性好、储存期长、不易受潮结块等优点，灭火效率也有所提高。

磷酸铵盐干粉又称磷铵干粉，是多用干粉的一种。它不仅用于扑救 B 类火灾、C 类火灾和带电设备火灾，还可用于扑救 A 类火灾。

磷酸铵盐干粉是以磷酸的铵盐（磷酸二氢铵和磷酸氢二铵）为主要基料，加入硫酸铵、各种添加剂和硅油等制成。

使用干粉灭火剂应注意以下两点：

1) 干粉灭火剂不能与蛋白泡沫和一般泡沫联用，因为干粉对蛋白泡沫和一般合成泡沫有较大的破坏作用。

2) 对于一些扩散性很强的气体，如氢气、乙炔气体，干粉喷射后难以稀释整个空间的气体，所以对于精密仪器、仪表会留下残渣，故干粉灭火不适用。

#### 1.3.4 卤代烷灭火剂

卤代烷是卤素原子取代烷烃分子中的部分或全部氢原子后得到的一类有机化合物的总称。一些低级烷烃的卤代物具有不同程度的灭火作用，这些具有灭火作用的低级卤代烷称为卤代烷灭火剂。

卤代烷灭火剂主要通过抑制燃烧的化学反应过程，使燃烧中断，达到灭火的目的。其作用是通过拿去燃烧连锁反应中的活泼性物质来完成的，这一过程称为断链过程和抑制过程，与干粉灭火剂作用相似。而其他灭火剂大都是冷却和稀释等物理过程。

常用的卤代烷灭火剂有 1301 和 1211 两种，它们又叫“哈龙”灭火剂。

1301 灭火剂，即三氟一溴甲烷，化学分子式为  $\text{CF}_3\text{Br}$ ，是一种无色无味的气体。卤代烷 1301 是一种能够用于扑救多种火灾的有效灭火剂。它主要是通过高温分解对燃烧反应进行抑制，中断燃烧的链式反应，使火焰熄灭，因而具有很高的灭火效力，并可使灭火过程在瞬间完成。此外，它还具有不导电、耐贮存、腐蚀性小、毒性较低、灭火不留痕迹等优点。

1301 灭火系统适用于扑救下列火灾：

1) 气体火灾，如甲烷、乙烷、丙烷、煤气、天然气等火灾。

2) 液体火灾，如煤油、汽油、柴油以及醇、醛、酮、醚、酯、苯类的火灾。



3) 固体的表面火灾,如纸张、木材、织物的初起火灾,以及塑料、橡胶等的火灾。

4) 电气火灾,如变配电设备、发电机、电动机、电缆等的火灾。

1301 灭火系统不适用于扑救下列物质火灾:

1) 硝化纤维、炸药、氧化氮、氟等无空气仍能迅速氧化的化学物质与强氧化剂。

2) 钾、钠、钛、锆、铀、钷、氢化钾、氢化钠等活泼金属及其氢化物,联氨等能自行分解的化学物质。

3) 能自燃的物质及氧化氮、氟等强氧化剂。

1211 灭火剂,即二氟一氯一溴甲烷,化学分子式为  $\text{CF}_2\text{ClBr}$ ,是一种无色、略带芳香气味的、低毒、不导电的气体。它的应用范围仅次于 1301。

1211 灭火剂的主要特点有:

1) 灭火速度快,用量少。1211 灭火时间一般在 1s 内。对同一可燃物质火灾,1211 灭火剂用量仅为  $\text{CO}_2$  的 1/3。

2) 灭火后不留残渣、残迹,不污损仪表设备,不降低油质,不污损纸张,是防护计算机、文物档案馆的理想灭火剂。

3) 易汽化,可用于空间火灾扑救。电绝缘性良好,是电气设备火灾扑救的理想灭火剂。

4) 化学稳定性和热稳定性都较好,能长期储存,有效储存使用期 5 年以上。

1301 和 1211 都是以液态充装在容器里,并用氮气或二氧化碳加压作为灭火剂的喷射动力。灭火时,卤代烷从喷嘴喷入燃烧区,几秒钟内即可把火扑灭。

卤代烷灭火剂一般适用于贵重设备机房、计算机房、电子设备室、图书档案馆等既怕水又怕污染的场所,危险性较大且重要的易燃和可燃液体、气体储藏室的火灾场所,建筑内发电机房、变压器室、油浸开关、采油平台、地下工程重要部位。

哈龙灭火剂在灭火、防爆和抑爆方面具有优越的性能,在世界各地也获得广泛应用。但由于哈龙属于溴氟烷烃类物质,对大气臭氧层有巨大的破坏作用,《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》修正案规定,工业发达国家停止哈龙生产和消费的最后期限是 1994 年,不发达国家可延长至 2005 年。按规定我国在 2005 年以前全部淘汰哈龙 1211,2010 年以前全面淘汰哈龙 1301。

### 1.3.5 二氧化碳灭火剂

二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ ) 是一种不燃烧、不助燃的惰性气体,自身无色、无味、无毒,密度比空气约大 50%。长期存放不变质,灭火后能很快散逸,不留痕迹,