

# FIRE ENGINEERING

# 消防工程

谢中朋 主编

宋晓燕 李隆庭 崔丽琴 副主编

火灾基础知识 ◎ 建筑材料与耐火等级 ◎ 建筑防火 ◎  
建筑灭火器的配置 ◎ 建筑消火栓给水系统 ◎ 自动喷水灭火系统 ◎  
气体灭火系统 ◎ 建筑防、排烟 ◎ 性能化防火设计简介 ◎



化学工业出版社

# 消防工程

谢中朋 主编

宋晓燕 李隆庭 崔丽琴 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从国家规范要求以及现场使用的角度出发,系统地介绍了火灾基础知识、建筑材料与耐火等级、建筑防火、建筑灭火器的配置、建筑消火栓给水系统、自动喷水灭火系统、气体灭火系统、建筑防排烟设计、火灾自动报警系统以及性能化防火设计简介等内容。

本书可以作为高等院校消防工程、安全工程、建筑环境与设备工程、建筑技术、工程管理专业的教材,也可供从事相关专业的科研人员、工程技术人员及管理人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

消防工程/谢中朋主编. —北京:化学工业出版社,  
2010.9  
ISBN 978-7-122-09222-9

I. 消… II. 谢… III. 消防 IV. TU998.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第142530号

---

责任编辑:周永红 杜进祥  
责任校对:边涛

装帧设计:关飞

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:化学工业出版社印刷厂

720mm×1000mm 1/16 印张15 $\frac{3}{4}$  字数363千字 2011年1月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:40.00元

版权所有 违者必究

# 前 言

火灾是严重危害人类生命财产、直接影响社会发展和稳定的一种最常见的灾害。随着经济建设的快速发展,物质财富的急剧增多,人们的物质文化生活水平迅速提高。但是新能源、新材料、新设备的广泛开发利用,使得火灾发生的频率越来越高,造成的损失也越来越大。因此必须培养更多能够掌握火灾科学的基本理论,掌握各类民用和工业设施、设备的消防安全技术,掌握消防法规、防灭火工程技术、火灾调查和灭火救援等技术的人才。

根据我国消防科学的发展水平,为了既适应本科消防工程学科的教学需求,又能为提高我国消防技术水平作出一点努力,编者编写了这部《消防工程》。

本书从国家规范要求以及现场使用的角度出发,结合作者的实际经验,系统地介绍了火灾事故、建筑材料耐火性能与防火要求、建筑防排烟设计、火灾灭火报警系统等内容。

本书由谢中朋主编,宋晓燕、李隆庭、崔丽琴副主编,在本书的编写过程中得到了王恺、李传贵、郭永锋、周爱桃、康伯阳、李勇军、李杰、王轶波、张跃兵的大力帮助和指导,在此表示感谢。

随着科学水平的发展,我国消防工程理论与技术得到迅速发展,学者们发表了很多各具特色的与消防相关的文献和书籍。本次编写过程中也吸收了较多之前诸多教材的优点,且参阅了许多近年来发表的科技文献。为此特向文献作者表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间紧迫,疏漏和不妥之处在所难免,恳请广大读者不吝指正。

编者  
2010年7月

# 目 录

<b>第一章 火灾基础知识</b>	<b>1</b>
<b>第一节 火与人类文明</b>	1
<b>第二节 火灾的性质</b>	2
一、火灾的性质	2
二、火灾事故的特点	2
三、火灾的分类	2
<b>第三节 可燃、易燃物质的燃烧</b>	4
一、气体可燃物的着火	4
二、液体可燃物的着火	5
三、固体可燃物的着火	5
四、爆炸引起的火灾	6
<b>第四节 火灾的发生</b>	6
一、燃烧的条件	6
二、建筑物火灾的发展	7
三、火灾的蔓延	9
<b>第五节 火灾烟气</b>	10
一、烟气的产生	10
二、烟气对人体的危害	11
三、防控火灾烟气的主要措施	12
<b>第六节 烟气的蔓延过程分析</b>	13
一、烟气流动的几个阶段	13
二、典型烟气流动形式	15
<b>第七节 典型火灾案例分析</b>	16
一、深圳市龙岗区坪地洋华高新科技厂“2·11”火灾	16
二、河南洛阳东都商厦火灾	18
三、新疆克拉玛依友谊馆火灾	19
四、美国米高梅旅馆火灾	21
<b>第二章 建筑材料与耐火等级</b>	<b>23</b>
<b>第一节 建筑材料的高温性能</b>	23

一、建筑材料高温性能 .....	23
二、建筑材料的耐火性能 .....	25
<b>第二节 建筑构件的耐火性能 .....</b>	<b>32</b>
一、建筑构件的耐火试验 .....	32
二、影响建筑构件耐火性能的因素 .....	33
三、建筑耐火构件的耐火极限要求 .....	34
四、提高构件耐火极限的措施 .....	35
<b>第三节 建筑物耐火等级 .....</b>	<b>35</b>
一、耐火等级的定义和作用 .....	35
二、建筑物耐火等级的划分 .....	36
<b>第四节 钢结构耐火设计 .....</b>	<b>42</b>
一、裸钢及受保护构件的热反应 .....	42
二、钢结构防火保护方法 .....	43

### **第三章 建筑防火** **46**

<b>第一节 防火分区与防烟分区 .....</b>	<b>46</b>
一、防火分区的概述 .....	46
二、防火分区的分隔设施 .....	47
三、建筑的防火分区 .....	50
四、防烟分区 .....	54
<b>第二节 总平面防火设计 .....</b>	<b>55</b>
一、高层民用建筑总平面防火设计 .....	56
二、工业建筑总平面防火设计 .....	58
三、消防车道 .....	58
四、高层建筑扑救立面及登高车操作场地的设计 .....	60
<b>第三节 室内装修防火设计 .....</b>	<b>61</b>
一、装修材料的分类及分级 .....	61
二、内部装修设计方案或要求 .....	61
三、内部装修工程应注意的几个问题 .....	64
<b>第四节 安全疏散 .....</b>	<b>65</b>
一、保证安全疏散的基本条件 .....	65
二、合理布置安全疏散设施 .....	66
三、安全疏散时间与距离 .....	71

### **第四章 建筑灭火器的配置** **74**

<b>第一节 灭火剂简介 .....</b>	<b>74</b>
一、概述 .....	74
二、水灭火剂 .....	74

三、泡沫灭火剂 .....	80
四、干粉灭火剂 .....	81
五、二氧化碳灭火剂 .....	82
六、四氯化碳灭火剂 .....	82
七、卤代烷灭火剂 .....	83
八、其他灭火剂 .....	83
<b>第二节 建筑灭火器的配置 .....</b>	<b>84</b>
一、灭火器的基本常识 .....	84
二、手提式灭火器 .....	88
三、推车式灭火器 .....	94
四、灭火器的选择与设置 .....	96
五、灭火器的设计计算 .....	100

## **第五章 建筑消火栓给水系统 104**

<b>第一节 消防水源 .....</b>	<b>104</b>
一、天然水源的基本要求 .....	104
二、给水管网的基本要求 .....	104
三、消防水池的基本要求 .....	105
四、消防水箱的要求 .....	106
<b>第二节 室外消防给水系统 .....</b>	<b>106</b>
一、室外消火栓的设置条件 .....	106
二、室外消防给水系统的分类 .....	106
三、室外消火栓给水系统的设置范围和要求 .....	108
四、室外消火栓用水量 .....	109
五、室外消火栓的布置 .....	111
<b>第三节 室内消火栓给水系统 .....</b>	<b>112</b>
一、室内消火栓给水系统类型 .....	112
二、室内消火栓给水系统设置原则 .....	114
三、室内消火栓的布置 .....	114
<b>第四节 消火栓给水系统水力计算 .....</b>	<b>118</b>
一、室内消火栓充实水柱 .....	118
二、室内消火栓用水力计算 .....	119

## **第六章 自动喷水灭火系统 123**

<b>第一节 自动喷水灭火系统简介 .....</b>	<b>123</b>
一、概述 .....	123
二、自动喷水灭火系统的选择 .....	124

三、闭式自动喷水灭火系统·····	125
四、开式自动喷水灭火系统·····	131
<b>第二节 自动喷水灭火系统组件</b> ·····	134
一、供水设备·····	135
二、消防水泵·····	136
三、消防水泵接合器·····	136
四、配水管网·····	137
五、喷头·····	137
六、报警阀组·····	141
<b>第三节 自动喷水灭火系统分区</b> ·····	146
一、自动喷水灭火系统的分区·····	146
二、喷头选型和布置·····	147
三、自动喷水灭火系统的用水量·····	153
<b>第四节 自动喷水灭火系统设计和水力计算</b> ·····	154
一、管网的布置·····	154
二、管道水力计算·····	156
三、自动喷水灭火系统设计简例·····	157

## **第七章 气体灭火系统** **158**

<b>第一节 气体灭火系统概述</b> ·····	158
一、二氧化碳灭火剂及灭火系统·····	158
二、水蒸气灭火剂及灭火系统·····	161
三、其他灭火剂及灭火系统·····	162
<b>第二节 七氟丙烷灭火系统</b> ·····	163
一、七氟丙烷灭火系统概述·····	163
二、七氟丙烷灭火系统设计计算·····	166
<b>第三节 气体灭火系统类型、组成和工作原理</b> ·····	171
一、全淹没系统·····	171
二、局部应用系统·····	173
三、无管网系统·····	173
<b>第四节 气体灭火系统的组件及设计</b> ·····	175
一、系统主要组件·····	175
二、气体灭火系统的设计·····	178
<b>第五节 气体灭火系统的操作与控制</b> ·····	181
一、操作与控制系统的组成设备和器件·····	181
二、气体自动灭火系统的操作控制过程·····	182
三、单元独立灭火系统的操作与控制·····	182
四、组合分配灭火系统的操作与控制·····	184



## 第八章 建筑防、排烟设计 185

第一节 建筑防、排烟设计简介	185
一、常用防、排烟技术	185
二、我国防、排烟设计的现状	186
第二节 建筑防、排烟设施	186
一、防、排烟设施	186
二、防、排烟设施的设置部位	187
第三节 自然排烟	188
一、影响自然排烟的因素	189
二、自然排烟设施的设置场所	189
三、自然通风方式的要求	190
四、自然排烟建筑设计	192
第四节 机械防、排烟	192
一、机械防、排烟设施的设置	192
二、排烟系统排烟量要求	194
三、防烟系统设计计算	195
四、排烟系统设计计算	198
第五节 通风空调系统防火	202
一、管道系统及材料	202
二、防火阀的设置	203
三、通风和空气调节	205

## 第九章 火灾自动报警系统 206

第一节 火灾自动报警系统简介	206
一、火灾自动报警系统的组成	206
二、火灾自动报警系统的基本形式	211
三、火灾自动报警系统的工作过程	212
第二节 火灾报警系统的选择与布置	213
一、系统保护对象的分级	213
二、探测区域与报警区域	213
三、火灾探测器的选择	215
四、点型火灾探测器的设置数量和布置	218
五、线型火灾探测器的设置	225
六、手动火灾报警按钮的设置	225
第三节 消防联动系统	226
一、消防控制室	226
二、消防设备的控制	227
第四节 系统供电与布线	228

一、系统供电·····	228
二、系统布线一般规定·····	228
三、屋内布线·····	229

## **第十章 性能化防火设计简介** **230**

<b>第一节 性能化防火设计的基本概念与基本要求</b> ·····	230
一、性能化防火设计的基本概念·····	230
二、性能化防火设计的内容·····	231
三、性能化防火设计的特点·····	232
四、建筑性能化防火设计的应用与注意事项·····	233
<b>第二节 我国性能化防火设计的应用</b> ·····	235
一、性能化防火设计的应用情况·····	236
二、我国性能化研究与实践工作的重点·····	236
三、性能化防火设计的研究展望·····	238

## **参考文献** **239**

## 第一节 火与人类文明

在人类文明发展史上，从来没有一项发明能像火影响那么大，从夸父追日到普罗米修斯偷火，从“长明灯”到“拜火教”，从钻木燧石到火柴的产生，在人类文明前进的每一步，火的作用和影响都不容忽视。火给人类带来了进步，人类之所以区别于其他动物的其中一个重要原因就在于人类会使用火，火的使用是人类走向文明的重要标志。恩格斯说：“只是人类学会了摩擦取火以后，人才第一次使无生命的自然力为自己服务。”

从原始人到现代人智慧产生的每一步都离不开火，可以说认识和掌握自然火是人类智慧启迪的第一步；而人类在火光中得到光明，在寒冷中取得温暖，利用火抵御野兽侵袭是火对人类智慧启迪的第二步；继而人类掌握了用火烧烤食物，摆脱了茹毛饮血的时代，使人类大脑在吃熟食过程中更加发达，人类从此揭开了认识自然改变自然的新篇章。由此可以说，是火将人类带进文明时代。

人类自学会使用火之后，生产能力不断提高，社会也随之进步与发展。由于人类对火的使用和掌握积累了大量的知识和经验，蒸汽机应运而生，从而推动了18世纪西方工业革命的形成。随着社会生产的发展，火的使用也越来越广泛，在冶金、能源、化工、交通运输、机械制造、纺织、造纸、食品国防等轻重工业以及人们的日常生活都和火有着密切的关系。甚至连航天事业的发展也和火的使用密不可分。

火促进了人类的进步，给人类带来了文明，但火若失去控制，也能给人类造成灾难。世界上每年发生各种火灾与爆炸（建筑火灾、森林火灾、工业性火灾与爆炸）不知要毁掉多少生命、财产与资源。为了预防与减少火灾造成的损失，提高火灾防治的科学性，在燃烧学、流体力学、测量和计算机的学科等基础上发展起一门新兴的交叉学科——火灾科学。

在《火灾统计管理规定》中，火灾的定义是：凡在时间或空间上失去控制所造成的灾害，都为火灾。俗话说：水火无情，火可以使人们辛勤劳动创造的财富，顷刻之间化为灰烬，倾家荡产；火也可以吞噬整座建筑，烧光精心备置的设备设施，从此失去经营的基础。火灾是威胁经济建设、改革开放、企业经营和人民安居乐业的大灾害，必须认真对待，严加防范。

## 第二节 火灾的性质

火灾是火失去控制而蔓延的一种灾害性燃烧现象。火灾发生的必要条件是可燃物、热源和氧化剂（多数情况为空气）。火灾是各种灾害中发生最频繁、且极具毁灭性的灾害之一，其直接损失约为地震的五倍，仅次于干旱和洪涝。

### 一、火灾的性质

#### 1. 火灾的发生既有确定性又有随机性

火灾作为一种燃烧现象，其规律具有确定性，同时又具有随机性。可燃物着火引起火灾，必须具备一定的条件，遵循一定的规律。条件不具备，物质无论如何不会燃烧；条件具备时，火灾必然会发生。但在一个地区、一段时间内，什么单位、什么地方、什么时间发生火灾，往往是很难预测的，即对于一场具体的火灾来说，其发生又具有随机性。火灾的随机性由于火灾发生原因极其复杂所致。因此必须时时警惕火灾的发生。

#### 2. 火灾的发生是自然因素和社会因素共同作用的结果

火灾的发生首先与建筑科技、消防设施、可燃物燃烧特性，以及火源、天气、风速、地形、地物等物理化学因素有关。但火灾的发生绝对不是纯粹的自然现象，还与人们的生活习惯、文化修养、操作技能、教育程度、法律知识，以及规章制度、文化经济等社会因素有关。因此，消防工作是一项复杂的、涉及各个方面的系统工程。

### 二、火灾事故的特点

#### 1. 严重性

火灾易造成重大的伤亡事故和经济损失，使国家财产蒙受巨大损失，严重影响生产的顺利进行，甚至迫使工矿企业停产，通常需较长时间才能恢复，有时火灾与爆炸同时发生，损失更为惨重。

#### 2. 复杂性

发生火灾的原因往往比较复杂，主要表现在着火源众多、可燃物广泛、灾后事故调查和鉴定环境破坏严重等。此外，由于建筑结构的复杂性和多种可燃物的混杂也给灭火和调查分析带来很多困难。

#### 3. 突发性

火灾事故往往是在人们意想不到的时候突然发生，虽然存在有事故的征兆，但一方面是由于目前对火灾事故的监测、报警等手段的可靠性、实用性和广泛应用尚不理想；另一方面则是因为至今还有相当多的人员对火灾事故的规律及其征兆了解甚微，耽误救援时间，致使对火灾的认识、处理、救援造成很大困难。

### 三、火灾的分类

#### 1. 按照燃烧对象分类

##### (1) 固体可燃物火灾

普通固体可燃物燃烧引起的火灾，又称为 A 类火灾。固体物质是火灾中最常见的燃烧对象，主要有木材及木制品，纸张、纸板、家具；棉花、布料、服装、床上用品；粮食；合成橡胶、合成纤维、合成塑料、电工产品、化工原料、建筑材料、装饰材料等，种类极其繁杂。

固体可燃物的燃烧方式有熔融蒸发式燃烧、升华燃烧、热分解式燃烧和表面燃烧四种类型。大多数固体可燃物是热分解式燃烧。由于固体可燃物种类繁多、用途广泛、性质差异较大，导致固体物质火灾危险性差别较大，评定时要从多方面进行综合考虑。

### (2) 液体可燃物火灾

油脂及一切可燃液体引起的火灾，又称为 B 类火灾。油脂包括原油、汽油、煤油、柴油、重油、动植物油；可燃液体主要有酒精、苯、乙醚、丙酮等各种有机溶剂。

液体燃烧是液体可燃物首先受热蒸发变成可燃蒸气，其后是可燃蒸气扩散，并与空气掺混形成预混可燃气体，着火燃烧后在空间形成预混火焰或扩散火焰。轻质液体的蒸发属相变过程，重质液体的蒸发时还伴随有热分解过程。评定可燃液体的火灾危险性的物理量是闪点。闪点小于 28℃ 的可燃液体属甲类火险物质，例如汽油；闪点大于及等于 28℃，小于 60℃ 的可燃液体属乙类火险物质，例如煤油；大于等于 60℃ 的可燃液体属丙类火险物质，例如柴油、植物油。

### (3) 气体可燃物火灾

可燃气体引起的火灾，又称为 C 类火灾。

可燃气体的燃烧方式分为预混燃烧和扩散燃烧。可燃气体与空气预先混合好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。失去控制的预混燃烧会产生爆炸，这是气体可燃物火灾中最危险的燃烧方式。可燃气体的火灾危险性用爆炸下限进行评定。爆炸下限小于 10% 的可燃气体为甲类火险物质，例如氢气、乙炔、甲烷等；爆炸下限大于或等于 10% 的可燃气体为乙类火险物质，例如一氧化碳、氨气、某些城市煤气。应当指出，绝大部分可燃气体属于甲类火险物质，极少数才属于乙类火险物质。

### (4) 可燃金属火灾

可燃金属燃烧引起的火灾，又称为 D 类火灾。

例如锂、钠、钾、钙、锶、镁、铝、锆、锌、铀、钍和铀，由于它们处于薄片状、颗粒状或熔融状态时很容易着火，称它们为可燃金属。可燃金属引起的火灾之所以从 A 类火灾中分离出来，单独作为 D 类火灾，是因为这些金属在燃烧时，燃烧热很大，为普通燃料的 5~20 倍，火焰温度较高，有的甚至达到 3000℃ 以上；并且在高温下金属性质活泼，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。

## 2. 根据火灾损失严重程度分类

### (1) 特别重大火灾

指造成 30 人以上死亡，或者 100 人以上重伤，或者 1 亿元以上直接财产损失的火灾。

### (2) 重大火灾

指造成 10 人以上 30 人以下死亡，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。

### (3) 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。

### (4) 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。

此外，根据起火原因火灾又可分为由违反电器燃气等安装规定、抽烟、玩火、用火不慎、自然原因等造成的火灾，而且随着社会和经济的发展，这些火灾的发生越来越普遍，也引起了人们越来越多的关注。

## 第三节 可燃、易燃物质的燃烧

### 一、气体可燃物的着火

可燃混合气体的着火方式有两种，一种称为自燃着火，另一种称为强迫着火或点燃。自燃和点燃过程统称为着火过程。

把一定体积的可燃混合气体预热到某一温度，在该温度下，气体可燃物发生缓慢的氧化还原反应。并放出热量，导致气体温度增加。从而使反应速度逐渐加速，产生更多的热量，最终使反应速度急剧增大直至着火，这种过程称为自燃。

强迫着火是指在可燃混合气体内的某一部分用点火源点着相邻一层混合气，然后燃烧波自动传播到混合气的其余部分。点火源可以是火焰、高温物体、电火花等。

着火机理可分为两类，即热自燃机理和链式自燃机理。

#### 1. 热自燃机理

热自燃机理也称谢苗诺夫热自燃理论，它是指在外部热源加热的条件下，使反应混合气达到一定的温度，在此温度下，可燃混合气发生化学反应所释放出的热量大于容器器壁所散失的热量，从而使混合气的温度升高，这又促使混合气的反应速率和放热速率增大，这种相互促进的结果，导致极快的反应速率而达到着火。

#### 2. 链式自燃机理

所谓链式自燃机理是指在混合气体中，由于自由基反应链的分支，使活动中心（自由基）迅速增值，从而使反应速率急剧升高而导致着火。按照该理论，使反应自动加速不一定要依靠热量的逐渐积累，通过自由基链式反应（尤其是有分支的链式反应）也能逐渐积累活化中心，使反应自动加速，直至着火。

实际燃烧过程中，不可能有纯粹的热自燃或链式自燃存在。事实上，它们是同时存在而且是相互促进的。可燃混合气的自行加热不仅加强了热活化，而且亦加强了每个链反应的基元反应。低温时链反应可使系统逐渐加热，加强了分子的热活化。所以，自燃现象就不可能用单一的自燃理论来解释。一般来说，在高温时，热自燃是着火的主要原因，而在低温时支链反应是着火的主要原因。

着火反应有以下两个特征。

① 具有一定的着火温度  $T_i$ 。当反应系统达到该温度时，反应速率急剧增大，气体压力急升，并伴有放热、发光等着火现象。

② 在着火温度达到之前有一个感应期，即着火延迟时间。在着火延迟时间内，反应速率极慢，可燃混合气体浓度变化很小。

## 二、液体可燃物的着火

液体可燃物燃烧时其火焰并不紧贴在液面上，而是在液面上方空间的某个位置。这是因为液体可燃物着火前先蒸发，在液面上方形成一层可燃物蒸气，并与空气混合形成可燃混合气。液体可燃物的燃烧实际上是可燃混合气的燃烧，是一种气态物质的均相燃烧。

液体可燃物的着火过程如图 1-1 所示。

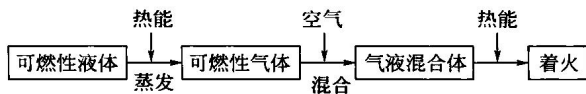


图 1-1 液体可燃物的着火过程

液体蒸发汽化过程对液体可燃物的燃烧起决定性的作用。可燃液体挥发的蒸气与空气混合达到一定浓度遇明火发生一闪即逝的燃烧，或者将可燃固体加热到一定温度后，遇明火会发生一闪即灭的闪燃现象，叫闪燃。发生闪燃时的固体最低温度称为闪点。闪点是表示蒸发特性的重要参数。闪点越低，越易蒸发，反之则不易蒸发。表 1-1 中给出一些液体可燃物的闪点值。

表 1-1 一些液体可燃物的闪点值

可燃物名称	乙醇	正丁醇	丙酮	石油	机油	汽缸油	汽油	润滑油
闪点/℃	10	34	-20	30	196	215	10	285

## 三、固体可燃物的着火

在火灾燃烧中遇到的可燃固体种类繁多，除了常见的煤外，还包括多种其他的建筑材料和构件、工业原材料与产品、室内生活与办公用品等，这些大多是由人工聚合物或木材制造的。

固体可燃物在着火之前，一般因受热而发生热分解，并释放出可燃性气体，剩下的基本上是由碳和灰分组成的固体残留物。可燃性气体如遇到适量的空气并具有足够高的温度，就会着火燃烧，形成气相火焰。而固体残留物常常在可燃性气体开始燃烧或几乎全部燃烧掉之后才开始燃烧，成为固体表面燃烧。以上便是固体可燃物着火的一般过程。

随着可燃物的不同，上述各个阶段所占的时间存在较大差别。例如木材热解，生成的挥发分多，固定炭较少，挥发分燃烧占的时间比例相对较大；而煤中的挥发分相对少得多，通常在煤的燃烧过程中，从开始干燥到大部分挥发分烧完所需的时间约占煤的总燃烧时间的十分之一，其余的为固定炭的燃烧时间。由于这些基本组成的不同，从而使木材的燃烧时间要比煤短得多。还有一些固体材料的质地致密，不容易吸附水分，例如一些人工合成的橡胶、塑料，因而其干燥阶段的时间很短。

总之，不同物质的燃烧过程可以分为以下几个阶段如图 1-2。

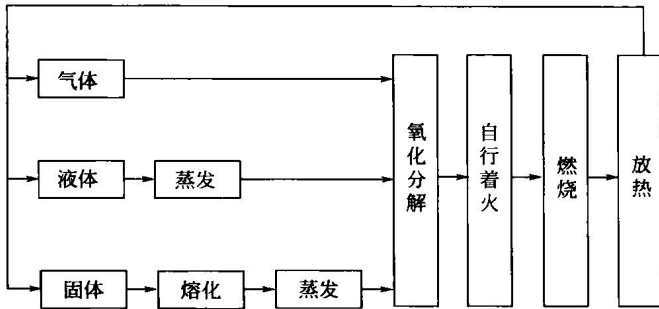


图 1-2 不同物质燃烧过程

## 四、爆炸引起的火灾

气相、液相和固相可燃物都可能发生爆炸而引发火灾。表 1-2 给出了爆炸的分类和特征。

表 1-2 爆炸的分类和特征

爆炸种类	特征
气相爆炸	可燃混合气的爆炸
	可燃性液雾的爆炸
	可燃性粉尘的爆炸
	可燃性流体或固体层与气体氧化剂的爆炸
液相爆炸	不稳定液体物体爆炸
固相爆炸	不稳定固体物质爆炸

在一空间范围内，当可燃气体、可燃蒸气或粉尘浓度处于可燃界限之内，并且有足够大能量的点火源和温度足够高时，就会发生气相爆炸，并引发火灾。

液相爆炸与固相爆炸是一种与空气中的氧气无关的爆炸现象，也就是说爆炸物内含有氧化剂，例如液体炸药和固体炸药均为不稳定物质，当其受到摩擦、撞击之后，容易局部升温，从而在其内部放热而引起爆炸。

## 第四节 火灾的发生

### 一、燃烧的条件

燃烧是一种放热发光的化学反应。燃烧过程中的化学反应十分复杂，有化合反应，有分解反应。有的复杂物质燃烧，先是物质受热分解，然后发生氧化反应。

任何物质发生燃烧，都有一个由未燃状态转向燃烧状态的过程。这一过程的发生必



须具备三个条件，即可燃物、助燃物（氧化剂）、着火源。

### 1. 可燃物

凡是能与空气中的氧或其他氧化剂发生化学反应的物质称可燃物。可燃物按其物理状态分为气体、液体和固体三类。

① 气体可燃物 凡是在空气中能燃烧的气体都称为可燃气体。可燃气体在空气中燃烧，同样要求与空气的混合比在一定范围——燃烧（爆炸）范围，并需要一定的温度（着火温度）引发反应。

② 液体可燃物 液体可燃物大多数是有机化合物，分子中都含有碳、氢原子，有些还含有氧原子。液体可燃物中有不少是石油化工产品。

③ 固体可燃物 凡遇明火、热源能在空气中燃烧的固体物质称为可燃固体，如木材、纸张、谷物等。在固体物质中，有一些燃点较低、燃烧剧烈的称为易燃固体。

### 2. 助燃物（氧化剂）

能帮助支持可燃物燃烧的物质，即能与可燃物发生反应的物质称为助燃物（氧化剂）。火灾发生时，空气中的氧气是一种最常见的助燃剂。在热源能够满足持续燃烧要求的前提下，氧化剂的量和供应方式是影响和控制火灾发展事态的决定性因素。

### 3. 着火源

着火源是指供可燃物与氧或助燃物发生燃烧反应的能量，常见的是热能。其他还有化学能、电能、机械能和核能等转变成的热能。根据着火能量来源不同，着火源可分为：明火、高温物体、化学热能、电热能、机械热能、生物能、光能、核能。

## 二、建筑物火灾的发展

绝大部分火灾是发生在建筑物内，火最初都是发生在建筑物内的某一区域或房间内的一点，随着时间的增长，开始蔓延扩大直到整个空间、整个楼层，甚至整座建筑物。火灾的发生和发展的整个过程是一个非常复杂的过程，其所受到的影响因素众多，但是热量的传播是影响火灾发生和发展的决定性的因素，伴随着热量的传导、对流和辐射，建筑物室内环境的温度迅速升高，如果超过了人所能承受的极限，便会危及生命。随着室内温度进一步升高，建筑物构建和金属失去其强度，从而造成建筑物结构损害，房屋倒塌，造成更为严重的生命和财产损失。

通常室内平均温度随时间的变化可用曲线表示，来说明建筑物室内的发展过程，如图 1-3 所示。

由图 1-3 可以看出，火灾的发生发展可以归结为以下几个阶段。

### 1. 阴燃阶段

没有火焰的缓慢燃烧现象称为阴燃。很多固体物质，如纸张、锯末、纤维织物、纤维素板、胶乳橡胶以及某些多孔热固性塑料等，都有可能发生阴燃，特别是当它们堆积起来的时候。阴燃是固体燃烧的一种形式，是无可见光的缓慢燃烧，通常产生烟和温度上升等现象，它与有焰燃烧的区别是无火焰，它与无焰燃烧的区别是能热分解出可燃气体，因此在一定条件下阴燃可以转换成有焰燃烧。