



# 灭火器实用手册

主编 杨 波



MIEHUOQI SHIYONG SHOUCHE



上海科学技术出版社

## 内 容 提 要

灭火器为消防工作中最常用、最普及的灭火器材,本书对其进行了同类书少有的系统性、完整性及专业性介绍。全书共分为五章,内容包括基础知识、灭火器配置和设置、灭火器选择和操作方法、灭火器日常检查和维护保养,以及灭火器实用教学考核系统介绍。

本书读者对象包括机关、团体、企业、事业单位的消防安全管理人员,微型消防站队员,志愿消防队员及具有防火巡查检查职责的单位员工。

### 图书在版编目(CIP)数据

灭火器实用手册 / 杨波主编. 上海: 上海科学技术出版社, 2021. 5  
ISBN 978-7-5478-5283-5

I. ①灭… II. ①杨… III. ①灭火器—手册 IV.  
①TU998.13-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2021)第050064号

---

灭火器实用手册

主编 杨 波

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行  
上海科学技术出版社  
(上海钦州南路71号 邮政编码 200235 www.sstp.cn)

印刷

开本 787×1092 1/16 印张 7.5

字数 135千字

2021年5月第1版 2021年5月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-5283-5/TU·308

定价: 98.00元

---

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题, 请向工厂联系调换

# 编 委 会

---

主 编 杨 波

副 主 编 孙玉平 马 哲 赵锦祯 金达华

编 委 (按姓氏笔画排序)

王 朔 王 薇 刘付燕武 何文奇

余晓玲 冷友伟 张 杰 陈忠义

俞君峰 谭 涵

# 前 言

---

随着我国经济社会的快速发展,人民群众生活水平的不断提升,小康社会的全面建成,人民群众的生活越来越美好。在经济社会的繁荣发展中,各种潜伏的火灾隐患、累积的消防安全风险给消防工作带来了严峻的挑战,火灾事故时有发生,给人民群众的生命财产造成了很大的损失,严重影响了人民群众良好的安居乐业环境。因此,一方面,要提高广大人民群众消防安全意识,防止隐患成灾情况的发生;另一方面,要加强对单位的消防安全宣传教育培训,提高应对消防安全风险和处置突发事件的能力,保障人民生命和财产安全。

灭火器是一种单位广泛配置的灭火器具,是扑救初起火灾的重要消防器材,是消防实战灭火过程中较为理想的灭火装备。通过灭火器相关知识的培训,使社会单位从业人员熟悉灭火器的基础理论知识,掌握灭火器的操作使用方法,懂得灭火器的日常检查和维护保养,可以极大地提高利用灭火器处置初起火灾的能力。

此次组织编写《灭火器实用手册》,是响应社会单位学习灭火器理论知识、操作技能和配置标准的需求,依托消防行业特有工种职业培训与技能鉴定统编教材和现行与灭火器有关的规范标准,重点突出了灭火器有关知识的系统性、完整性,从与灭火器相关的基础知识着手,梳理了灭火器配置和设置的要求,定制了多个灭火器配置和设置的示例,详解了灭火器选择和操作的方法,总结了灭火器使用的安全原则,整理了灭火器日常检查和维护保养的主要事项,介绍了检查维保的标准和方法。另外,借鉴本书,某科技公司创新开发了互联网+灭火器教学考核系统平台、灭火器三维交互教学考核系统和灭火器虚拟仿真教学考核系统,为社会单位从业人员提供了更多样、更实用的学习方式。本书通过深入浅出、通俗易懂的内容介绍和创新型教学考核系统的使用简介,旨在为机关、团体、企业、

事业单位和消防从业人员开展灭火器学习时提供有益的帮助和借鉴。

在本书编写过程中,上海市消防救援总队、西安科技大学城市公共安全研究所、上海金枝华智能科技有限公司等单位的有关领导和专家给予了大力支持与帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请广大读者予以批评指正,以便今后不断完善。有需要拓展交流相关知识,以及对本书有意见和建议的读者,可发送邮件到 [jinzhihua@jzh119.com](mailto:jinzhihua@jzh119.com),以做进一步探讨。

编 者

2021年2月

# 目 录

第一章 基础知识	1
第一节 燃烧的基础知识	1
一、燃烧的定义	1
二、燃烧的条件	1
三、燃烧的形式	3
四、燃烧产物	8
第二节 火灾的基础知识	12
一、火灾的定义	12
二、火灾的分类	12
三、火灾的危害	13
第三节 防火灭火的基本方法和措施	15
一、防火的基本方法和措施	15
二、灭火的基本方法和措施	16
第四节 灭火器的基础知识	17
一、灭火器的分类	17
二、灭火器外部基本结构及功能	21
三、灭火器的安装配件	28
四、灭火器的型号编制	29
五、灭火器的灭火能力	31
第二章 灭火器配置和设置	34
第一节 灭火器的配置	34
一、灭火器配置场所的危险等级	34
二、灭火器的配置原则	38

三、灭火器的配置方法 .....	43
第二节 灭火器的设置 .....	45
一、灭火器设置点的确定 .....	45
二、灭火器的设置规定 .....	46
第三节 灭火器的配置示例 .....	47
一、金属冷加工车间灭火器的配置示例 .....	47
二、白酒库房灭火器的配置示例 .....	49
三、二类高层办公楼灭火器的配置示例 .....	52
四、电影院灭火器的配置示例 .....	54
五、单层商场灭火器的配置示例 .....	56
<b>第三章 灭火器选择和操作方法 .....</b>	<b>60</b>
第一节 灭火器的选择方法 .....	60
一、按火灾类型选择灭火器 .....	60
二、判断灭火器适合扑灭的火灾类型 .....	61
三、灭火前灭火器的完好性判断 .....	62
第二节 灭火器的操作方法 .....	62
一、灭火器的灭火操作步骤和操作要领 .....	63
二、水基型灭火器的操作方法 .....	64
三、干粉灭火器的操作方法 .....	69
四、二氧化碳灭火器的操作方法 .....	72
五、洁净气体灭火器的操作方法 .....	75
六、灭火器使用的安全原则 .....	75
<b>第四章 灭火器日常检查和维护保养 .....</b>	<b>77</b>
第一节 灭火器的日常检查 .....	77
一、灭火器的配置检查 .....	77
二、灭火器的外观检查 .....	82
三、灭火器的其他检查 .....	88
四、灭火器的有效性判断 .....	88
第二节 灭火器的日常维护保养和维修 .....	89

一、灭火器维护保养的基本要素 .....	89
二、灭火器维护保养的方法和注意事项 .....	90
三、灭火器安装配件维护保养的方法 .....	91
四、灭火器的常见故障和排除方法 .....	92
五、灭火器的维修 .....	93
第五章 灭火器实用教学考核系统 .....	95
一、互联网+灭火器教学考核系统平台简介 .....	96
二、灭火器三维交互教学考核系统简介 .....	96
三、灭火器虚拟仿真教学考核系统简介 .....	105
参考文献 .....	109

# 第一章 基础知识

---

消防工作是人们与火灾做斗争的一项专门性工作,做好消防工作是我国社会主义建设的需要,是全体社会成员安全的需要。灭火器作为扑救各类初起火灾的重要消防器材,因其结构简单、轻便灵活、操作方便、适用性强的特点,得到了非常广泛的使用,熟练操作使用灭火器成为人们应对初起火灾的必备技能。为了使灭火器的灭火更快更高效,人们应掌握燃烧、火灾和防火灭火等消防基础理论知识,知晓灭火器的分类、外部基本结构和安装配件等灭火器的基本知识。

## 第一节 燃烧的基础知识

### 一、燃烧的定义

燃烧是指可燃物与助燃物(氧化剂)作用发生的放热反应,通常伴有火焰、发光和(或)烟气现象,如图1-1所示。燃烧具有三个特征,即化学反应、放热和发光。



图1-1 燃烧

### 二、燃烧的条件

#### 1. 燃烧的必要条件

燃烧可分为有焰燃烧和无焰燃烧。通常看到有明火的都是有焰燃烧;有些固体燃烧时,虽然有发光发热的现象,但是没有明火,这种燃烧是无焰燃烧,例如木炭的燃烧。

任何物质发生燃烧,必须具备以下三个必要条件,即可燃物、助燃物(氧化剂)和引火源(温度),如图1-2所示。只有在这三个条件同时具备的情况下,可燃物质才能发生燃烧。

进一步研究表明,有焰燃烧的发生和发展除了具备上述三个条件以外,因其燃烧过程中还存在未受抑制的自由基(也称游离基,一种高度活泼的化学基团,能与其他自由基和分子起反应,从而使燃烧按链式反应的形式扩展)作中间体,因此有焰燃烧的发生和发展需要四个必要条件,即可燃物、助燃物(氧化剂)、引火源(温度)和链式反应。



图 1-2 着火三角形

### 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为可燃物,如木材、氢气、汽油和纸张等。按物理状态不同,可燃物可分为可燃固体、可燃液体和可燃气体三大类。对于这三种状态的可燃物,其燃烧难易程度是不同的,首先是气体比较容易燃烧,其次是液体,最后是固体。

### 2) 助燃物(氧化剂)

能帮助和支持可燃物燃烧的物质,即能与可燃物发生氧化反应的物质称为助燃物(氧化剂)。通常所讲的助燃物(氧化剂)是氧气,还有些物质也是助燃物,如氯气。另外,有些物质如赛璐珞等自身含氧,一旦受热,能自动释放出氧气,不需要外部助燃物就可发生燃烧。

### 3) 引火源(温度)

引火源是供可燃物与助燃物发生燃烧反应的能量来源,一般分为直接火源和间接火源两大类。常见的直接火源有明火、电弧、电火花和雷击等;间接火源有高温等。

### 4) 链式反应

对于有焰燃烧,根据燃烧的链式反应理论,因燃烧过程中存在未受抑制的自由基(游离基)作中间体,从而形成燃烧四面体,如图 1-3 所示。

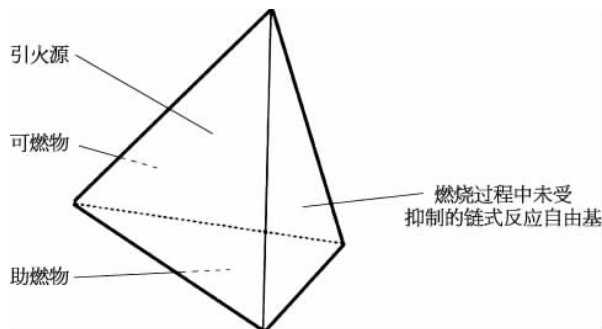


图 1-3 燃烧四面体

## 2. 燃烧的充分条件

可燃物、助燃物和引火源是燃烧的三个必要条件,但是燃烧的发生需要这三个条件达到一定量的要求,并且存在相互作用的过程,这就是燃烧的充分条件。

### 1) 一定数量或浓度的可燃物

可燃气体或可燃液体的蒸气与空气混合只有达到一定浓度,才会发生燃烧或爆炸。例如常温下用火柴去点燃煤油,煤油并不立即燃烧,这是因为在常温下煤油表面挥发的煤油蒸气量不多,没有达到燃烧所需的浓度。由此说明,如果可燃物的浓度不足时,即使有足够的空气与引火源接触,也不能发生燃烧。如灯用的煤油在 40℃ 以下时,液体表面的蒸气量不能达到燃烧所需的浓度。

### 2) 一定含量的助燃物

各种不同的可燃物发生燃烧,均有本身固定的最低含氧量要求。低于这一浓度,即使燃烧的其他必要条件全部具备,燃烧仍然不会发生。如氢气燃烧的最低含氧量要求为 5.9%,汽油燃烧的最低含氧量要求为 14.4%,蜡烛燃烧的最低含氧量要求为 16%。

### 3) 一定能量的引火源

不同可燃物发生燃烧,均有本身固定的最小点火能量要求,达到这一能量才能燃烧,否则便不会发生燃烧。如乙醚(蒸气浓度 5.1%)的最小点火能量为 0.19 mJ,汽油的最小点火能量为 0.2 mJ,甲醇(蒸气浓度 12.2%)的最小点火能量为 0.215 mJ。

### 4) 燃烧条件的相互作用

燃烧要发生,要求可燃物、助燃物、引火源都要达到一定的量,且必须使这三个条件相互作用。

在实际情况下,对燃烧产生影响的条件还有很多,比如液态和气态可燃物,压力和温度对燃烧的影响就较大。又比如一般情况下,相同质量的固态可燃物与空气接触的表面积越大,燃烧所需的点火能量就越小。

## 三、燃烧的形式

### (一) 不同可燃物的常见燃烧方式

按燃烧物的物理状态不同,燃烧分为固体物质燃烧、液体物质燃烧和气体物质燃烧三种类型。

## 1. 固体物质燃烧

### 1) 蒸发燃烧

可燃固体受热后升华或熔化后蒸发,随后蒸气与氧气发生的有焰燃烧现象,称为蒸发燃烧。固体的蒸发燃烧是一个熔化、汽化、扩散、燃烧的连续过程,属于有焰的均相燃烧。例如蜡烛、樟脑、松香和硫黄等物质燃烧就是典型的蒸发燃烧。

### 2) 分解燃烧

分子结构复杂的可燃固体,由于受热分解产生可燃气体后发生的有焰燃烧现象,称为分解燃烧。分解燃烧与蒸发燃烧一样,都属于有焰的均相燃烧,只是可燃气体的来源不同:分解燃烧的可燃气体来自固体的热分解,而蒸发燃烧的可燃气体是相变(由固相变为气相)的产物。例如木材、纸张、棉、麻、毛、丝、合成高分子的热固性塑料及合成橡胶等物质的燃烧都属于分解燃烧。

### 3) 阴燃

固体物质无可见光的缓慢燃烧,通常产生烟气并有温度升高的现象,称为阴燃。阴燃是在燃烧条件不充分的情况下发生的缓慢燃烧,是固体物质特有的燃烧形式。固体物质能否发生阴燃,主要取决于固体材料自身的理化性质及其所处的外部环境。例如成捆堆放的纸张、棉、麻,以及大堆垛的煤、草和锯末等固体可燃物,在空气不流通、加热温度较低或含水分较高时可能会发生阴燃。

阴燃和有焰燃烧在一定条件下能相互转化。有焰燃烧可转化为阴燃,如在密闭或通风不良的场所发生火灾,由于燃烧消耗了氧气,氧浓度降低,燃烧速度减慢,分解出的气体量减少,火焰逐渐熄灭,此时有焰燃烧可能转为阴燃。但如果改变通风条件,增加供氧量或可燃物中的水分蒸发到一定程度,也可能由阴燃转变为有焰燃烧。火场上的复燃现象和固体阴燃引起的火灾等都是阴燃在一定条件下转化为有焰燃烧的例子。

### 4) 表面燃烧

可燃固体的表面直接吸附氧气而发生的燃烧,称为表面燃烧。这种燃烧方式的特点是,在发生表面燃烧的过程中,固体物质既不熔化或汽化,也不发生分解,只是在其表面直接吸附氧气进行燃烧反应,固体表面呈高温、炽热、发红、发光而无火焰的状态。例如木炭、焦炭等物质燃烧就属于典型的表面燃烧。

## 2. 液体物质燃烧

### 1) 蒸发燃烧

蒸发燃烧是指可燃液体受热后一边蒸发一边与空气相互扩散混合,遇引火源后发生燃烧,呈现有火焰的气相燃烧形式。可燃性液体在燃烧过程中,并不是液体本身在燃烧,而是液体受热时蒸发出来的液体蒸气被分解、氧化达到燃点而

燃烧。因此,液体能否发生燃烧、燃烧速率高低,与液体的蒸气压、闪点、沸点和蒸发速率等密切相关。

## 2) 闪燃

闪燃是指可燃液体挥发的蒸气与空气混合达到一定浓度后,遇明火发生一闪即灭的燃烧现象。闪燃的形成过程,是在一定温度条件下,可燃液体表面会产生可燃蒸气,这些可燃蒸气与空气混合形成一定浓度的可燃性气体,当其浓度不足以维持持续燃烧时,遇火源能产生一闪即灭的火苗或火光,形成一种瞬间燃烧现象。可燃液体之所以会发生一闪即灭的闪燃现象,是因为液体在闪燃温度下蒸发的速度较慢,所蒸发出来的蒸气仅能维持一刹那的燃烧,而来不及提供足够的蒸气维持稳定的燃烧,故闪燃一下就熄灭了。闪燃往往是可燃液体发生着火先兆,因此,从消防角度来说,发生闪燃就是危险的警告。

## 3. 气体物质燃烧

### 1) 扩散燃烧

可燃气体或蒸气与气体助燃物(如氧气)在扩散时,边混合边燃烧的现象,称为扩散燃烧。例如天然气井口的井喷燃烧、工业装置及容器破裂口喷出燃烧等均属于扩散燃烧。扩散燃烧的特点是扩散火焰不运动,也不发生回火现象,可燃气体与气体助燃物(如氧气)的混合在可燃气体喷口进行。气体扩散多少,就烧掉多少,这类燃烧比较稳定。

### 2) 预混燃烧

可燃气体或蒸气预先同气体助燃物(如氧气)混合,遇引火源产生带有冲击力的燃烧现象,称为预混燃烧。这类燃烧往往造成爆炸,因此也称爆炸式燃烧或动力燃烧。预混燃烧的特点是燃烧反应快,温度高,火焰传播速度快。

预混燃烧一般发生在封闭体系或混合气体向周围扩散的速度远小于燃烧速度的敞开体系中。当大量可燃气体泄漏到空气中,或者大量可燃液体泄漏并迅速蒸发产生蒸气,则会在大范围空间内与空气混合形成可燃性混合气体,若遇引火源就会立即发生爆炸。许多火灾爆炸事故都是由预混燃烧引起的,如制气系统检修前不进行置换就烧焊,燃气系统开车前不进行吹扫就点火,用气系统产生负压“回火”或漏气未被发现而动火等,往往形成预混燃烧,极易造成设备损坏和人员伤亡事故。

## (二) 特殊的燃烧现象

### 1. 自燃

#### 1) 自燃的定义

可燃物在没有外部火源的作用时,因受热或自身发热并蓄热所产生的燃烧,

称为自燃。

## 2) 自燃的类型

根据热源不同,自燃分为自热自燃和受热自燃两种类型:

(1) 自热自燃。可燃物在没有外来热源作用的情况下,由于其本身内部的物理作用(如吸附、辐射)、化学作用(如氧化、分解、聚合)或生物作用(如发酵)而产生热,热量积聚导致升温,当可燃物达到一定温度时,未与明火直接接触而发生燃烧,这种现象称为自热自燃。例如煤堆、油脂类、赛璐珞和黄磷等物质自燃就属于自热自燃。

(2) 受热自燃。可燃物被外部热源间接加热达到一定温度时,未与明火直接接触就发生燃烧,这种现象称为受热自燃。例如油锅加热、沥青熬制过程中,受热介质因达到一定温度而着火,就属于受热自燃。

自热自燃和受热自燃的本质是一样的,都是可燃物在不接触明火的情况下自动发生的燃烧。它们的区别在于导致可燃物升温的热源不同,前者是物质本身的热效应,后者是外部加热的结果。

## 2. 轰燃

### 1) 轰燃的定义

某一空间内,所有可燃物的表面全部卷入燃烧的瞬变过程,称为轰燃。

### 2) 轰燃的形成原因

轰燃是燃烧释放的热量在室内逐渐累积与对外散热共同作用、燃烧速率急剧增大的结果。轰燃是一种瞬态过程,其中包含室内温度、燃烧范围和气体浓度等参数的剧烈变化。

### 3) 轰燃的征兆

大量火场实践表明,建筑火灾即将发生轰燃之前可能会出现以下征兆:

- (1) 室内顶棚的热烟气层开始出现火焰;
- (2) 热烟气从门窗口上部喷出,并出现滚燃现象;
- (3) 热烟气层突然下降且距离地面很近;
- (4) 室内温度突然上升。

### 4) 轰燃的危害性

主要体现在以下方面:

(1) 易加速火势蔓延。轰燃发生后,喷出的火焰是造成建筑物层间及建筑与建筑之间火势蔓延的主要驱动力,不仅直接危害着火房间以上的楼层,而且严重威胁毗邻建筑的安全。

(2) 能导致建筑坍塌。轰燃发生后,建筑的承重结构会受到火势侵袭,使承

重能力降低,导致建筑倾斜或倒塌破坏。

(3) 对人员疏散逃生危害大。轰燃发生后,室内氧气的浓度会下降到3%左右,在缺氧的条件下人会失去活动能力,从而来不及逃离火场就中毒窒息致死。

(4) 增加了火灾扑灭难度。轰燃的发生标志着建筑火灾的失控,室内可燃物出现全面燃烧,室温急剧上升,火焰和高温烟气在火风压的作用下从房间的门窗、孔洞等处大量涌出,沿走廊、吊顶迅速向水平方向蔓延扩散。同时由于烟囱效应的作用,火势会通过竖井、共享空间等向上蔓延,形成全面立体燃烧,给消防救援人员扑灭火灾带来很大困难。

### 3. 回燃

#### 1) 回燃的定义

当室内通风不良、燃烧处于缺氧状态时,由于氧气的引入导致热烟气发生的爆炸性或快速的燃烧现象,称为回燃。

#### 2) 回燃的形成原因

回燃通常发生在通风不良的室内火灾门窗被打开或破坏时。在通风不良的室内环境中,长时间燃烧后聚集了大量具有可燃性的不完全燃烧产物和热解产物,它们组成了可燃气体混合物。由于室内通风不良、供氧不足,氧气的浓度低于可燃气体混合物爆炸的临界氧浓度,因此,不会发生爆炸。然而,当房间的门窗被突然打开,或者因火场环境受到破坏,大量空气随之涌入,室内氧气浓度迅速升高,使可燃气体混合物达到爆炸极限范围,从而发生爆炸性或快速的燃烧。

#### 3) 回燃的征兆

身处室外向室内观察,可能观察到的征兆包括:

- (1) 着火房间开口较少,通风不良,蓄积大量烟气;
- (2) 着火房间的门或窗户上有油状沉积物;
- (3) 门窗及其把手温度高;
- (4) 开口处流出脉动式热烟气;
- (5) 有烟气被倒吸入室内的现象。

身处室内观察,可能观察到的征兆包括:

- (1) 室内热烟气层中出现蓝色火焰;
- (2) 听到吸气声或呼啸声。

#### 4) 回燃的危害性

回燃是建筑火灾过程中发生的具有爆炸性的特殊燃烧现象。回燃发生时,室内燃烧气体受热膨胀从开口逸出,在高压冲击波的作用下形成喷出火球。回燃产生的高温高压和喷出火球不仅会对人身安全产生极大威胁,而且会对建筑结构本

身造成较强破坏。因此,在灭火救援过程中,如果出现回燃征兆,在未做好充分的灭火和防护准备前,那么不要轻易打开门窗,以免新鲜空气流入导致回燃的发生。

#### 4. 爆炸

##### 1) 爆炸的定义

在周围介质中瞬间形成高压的化学反应或状态变化,通常伴有强烈放热、发光和声响的现象,称为爆炸。

##### 2) 爆炸的分类

爆炸按照产生的原因和性质不同,分为物理爆炸、化学爆炸和核爆炸。化学爆炸,按照爆炸物质不同,分为气体爆炸、粉尘爆炸和炸药爆炸;按照爆炸传播速率不同,又分为爆燃、爆炸和爆轰。

(1) 物理爆炸。装在容器内的液体或气体,由于物理变化(温度、体积和压力等因素的变化)引起体积迅速膨胀,导致容器压力急剧增加,因超压或应力变化使容器发生爆炸,且在爆炸前后物质的性质及化学成分均不改变的现象,称为物理爆炸。物理爆炸本身虽然没有进行燃烧反应,但是由于气体或蒸气等介质潜藏的能量在瞬间释放出来,其产生的冲击力可直接或间接地造成火灾。例如锅炉爆炸就是典型的物理爆炸,其原因是过热的水迅速蒸发出大量蒸汽,使蒸汽压力不断升高,当压力超过锅炉的耐压强度时,就会发生爆炸。

(2) 化学爆炸。由于物质在瞬间急剧氧化或分解(即物质本身发生化学反应)导致温度、压力增加或两者同时增加而形成爆炸,且爆炸前后物质的化学成分和性质均发生了根本变化的现象,称为化学爆炸。化学爆炸反应速度快,爆炸时能发出巨大的声响,产生大量的热能和很高的气体压力,具有很大的火灾危险性,能够直接造成火灾,是消防工作中预防的重点。

## 四、燃烧产物

### 1. 燃烧产物的定义

燃烧产物是指由燃烧或热解作用产生的全部物质。通常是指燃烧生成的气体、热量和可见烟等。

### 2. 燃烧产物的分类

燃烧产物分为完全燃烧产物和不完全燃烧产物两类。

#### 1) 完全燃烧产物

可燃物质在燃烧过程中,如果生成的产物不能再燃烧,则称为完全燃烧,其产物为完全燃烧产物,例如二氧化碳。

## 2) 不完全燃烧产物

可燃物质在燃烧过程中,如果生成的产物还能继续燃烧,则称为不完全燃烧,其产物为不完全燃烧产物,例如一氧化碳。

## 3. 不同物质的燃烧产物

燃烧产物的数量与成分,随物质的化学组成、温度及空气(氧)的供给情况等变化而有所不同。

### 1) 单质的燃烧产物

一般单质在空气中完全燃烧,其产物为该单质元素的氧化物。例如碳、氢和硫等燃烧生成二氧化碳、水及二氧化硫等产物,这些产物不能再燃烧,属于完全燃烧产物。

### 2) 化合物的燃烧产物

一些化合物在空气中燃烧除生成完全燃烧产物外,还会生成不完全燃烧产物。特别是一些高分子化合物,受热后会产生热裂解,生成许多不同类型的有机化合物,且能进一步燃烧。最典型的不完全燃烧产物是一氧化碳,它能进一步燃烧生成二氧化碳。

### 3) 木材的燃烧产物

木材主要由碳、氢、氧元素组成,木材在受热之后即产生热裂解反应,生成小分子产物。木材的燃烧存在以下三个比较明显的阶段:

(1) 干燥准备阶段。当温度达到 150~200℃时,产物主要是水蒸气和二氧化碳,为燃烧做好了准备。

(2) 有焰燃烧阶段。当温度达到 200~280℃时,木材开始变色并炭化,分解产物主要是一氧化碳、氢和碳氢化合物,并进行稳定的有焰燃烧。

(3) 无焰燃烧阶段。当温度达到 300℃以上时,在木材表面垂直于纹理方向上木炭层出现小裂纹,随着炭化深度的增加,裂缝逐渐加宽,产生“龟裂”现象。

### 4) 有机高分子材料的燃烧产物

有机高分子材料的燃烧具有发热量大、燃烧速度快、发烟量大和有熔滴等特点,并且在燃烧或分解过程中会产生氮氧化物、氯化氢、光气和氰化氢等大量有毒或有刺激性的有害气体,其燃烧产物的毒性十分剧烈。

## 4. 燃烧产物的毒性及其危害

燃烧产物大多是有毒、有害气体。统计资料表明,火灾中死亡的人约 75% 是由于吸入毒性气体中毒而致死的。燃烧产物中含有大量的有毒成分,如一氧化碳、氰化氢、二氧化硫和二氧化氮等,这些气体均对人体有不同程度的危害。常见有害气体的来源、生理作用及短期(10 min)估计致死浓度见表 1-1。