

2016 年版



注册消防工程师资格考试辅导教材

# 消防安全技术实务

XIAOFANG ANQUAN JISHU SHIWU

公安部消防局 组织编写



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

注册消防工程师资格考试辅导教材

# 消防安全技术实务

(2016年版)

公安部消防局 组织编写

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

本辅导教材以消防专业知识和消防实务技术为主进行编写,共分五篇四十五章。第一篇消防基础知识,主要介绍有关燃烧、火灾、爆炸的基础知识及事故防控的基本原理与技术。第二篇建筑防火,主要介绍生产和储存物品的火灾危险性分类、建筑分类和耐火等级、总平面布局和平面布置、防火防烟分区与分隔、安全疏散、建筑电气防火、建筑防爆、建筑设备防火防爆、建筑装修和保温材料防火及灭火救援设施等设计要求。第三篇建筑消防设施,主要介绍建筑室内外消防给水系统、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、细水雾灭火系统、气体灭火系统、泡沫灭火系统、干粉灭火系统、火灾自动报警系统、防排烟系统、消防应急照明和疏散指示系统、城市消防远程监控系统等各种消防设施的分类、系统组成、工作原理、适用范围、设置要求及其供配电技术,以及建筑灭火器的配置要求与配置技术。第四篇其他建筑、场所防火,主要介绍石油化工、地铁、城市交通隧道、加油加气站、发电厂与变电站、飞机库、汽(修)车库、洁净厂房、信息机房、古建筑和人民防空工程等建筑的防火技术。第五篇消防安全评估,主要介绍火灾风险管理、火灾风险识别、火灾风险评估方法及建筑性能化防火设计评估的方法与技术。

本辅导教材适用于参加注册消防工程师资格考试的人员及其指导教师,还可供消防相关人员使用。

## 严正声明

未经出版者预告书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有机械工业出版社防伪标和二维码溯源防伪标,并印有防伪水印,无标签或标签不全及无水印者不得使用和销售。

## 如何用二维码验真伪?

第1步:扫描封面上的二维码,关注“注册消防工程师考试资讯中心”公众号。

第2步:进入“注册消防工程师考试资讯中心”公众号后,点击“正版验证”。

第3步:刮开封面二维码下部分的涂层,扫描露出的条形码或输入序列号,进行正版认证。

## 图书在版编目(CIP)数据

消防安全技术实务:2016年版/公安部消防局组织编写.—2版.—北京:机械工业出版社,2016.6(2016.6重印)

注册消防工程师资格考试辅导教材

ISBN 978-7-111-53899-8

I. ①消… II. ①公… III. ①消防-安全技术-资格考试-自学参考资料 IV. ①TU998.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第108056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:何文军 责任编辑:於薇 张利萍 责任校对:刘志文

封面设计:张静 责任印制:乔宇

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2016年6月第2版第2次印刷

213mm×274mm·35.5印张·1042千字

标准书号:ISBN 978-7-111-53899-8

定价:90.00元

本书如有缺页、倒页、脱页,请与本书发行部门联系。

## 编写人员名单

主 编 陈伟明 杨建民

副 主 编 单于广

执行副主编 张明灿 王宝伟 沈友弟

参加编写人员 (按姓氏笔画)

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 马建民 | 王宗存 | 王宝伟 | 白 洁 | 石 芳 | 田锦林 |
| 关大巍 | 刘 凯 | 许 丹 | 祁 闻 | 李 苗 | 李 磊 |
| 闫 霁 | 毕 明 | 朱国庆 | 何建红 | 张兴权 | 张明灿 |
| 张颖琮 | 张耀宇 | 沈友弟 | 沈燕清 | 杨瑞新 | 杨丙杰 |
| 陈 柏 | 陈 震 | 姜 宁 | 姚 斌 | 董文辉 | 赖穗欢 |
| 蔡 芸 | 廖曙江 |     |     |     |     |

编 审 人 员

东靖飞 张智勇 郭树林 徐晓楠 黄晓家 薛亚群 廖 平

# 修订说明

本辅导教材自 2014 年第一次出版以来，受到了全国消防行业及社会各界的广泛关注，广大读者反响强烈。近两年来，国家制定和修订了一批消防技术规范标准。为适应形势发展和读者的需要，辅导教材编写组在征求收集读者意见和建议的基础上，对教材进行修订。

本次修订工作，遵循辅导教材编写的原则，以规范标准为依据，以社会需求为导向，按照修订增、删、改的基本要求，增加和更新了一些新的内容，对有的章节内容做了删减和调整，对不符合新的消防技术规范标准的内容以及部分不准确的说法进行了修正和纠正，目的是使本辅导教材符合新的消防技术规范标准，更加方便应试人员复习备考，适应社会需求。需要特别说明的是，本辅导教材的内容如有与现行国家消防技术规范标准不一致之处，应以国家的消防技术规范标准为准。

本辅导教材出版后，承蒙读者关心和厚爱，不少读者来信来电指出不足，提出修改意见和建议，在此表示衷心感谢，并希望对修订本继续提出宝贵意见，以便不断修订完善。

注册消防工程师资格考试辅导教材编写组

2016 年 4 月

# 编写说明

为适应注册消防工程师资格考试的需要,方便应试人员复习备考,根据《注册消防工程师资格考试实施办法》和《注册消防工程师资格考试大纲》,公安部消防局组织部分消防部队、科研院所、消防企业的专家编写了“注册消防工程师资格考试辅导教材”,共分三册,分别为《消防安全技术实务》《消防技术综合能力》和《消防安全案例分析》。

本辅导教材《消防安全技术实务》以消防专业知识和消防实务技术为主进行编写,共分五篇四十五章。第一篇消防基础知识,主要介绍有关燃烧、火灾、爆炸的基础知识及事故防控的基本原理与技术。第二篇建筑防火,主要介绍生产和储存物品的火灾危险性分类、建筑分类和耐火等级、总平面布局 and 平面布置、防火防烟分区与分隔、安全疏散、建筑电气防火、建筑防爆、建筑设备防火防爆、建筑装修和保温材料防火及消防灭火救援设施等设计要求。第三篇建筑消防设施,主要介绍建筑室内外消火栓系统、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、细水雾灭火系统、气体灭火系统、泡沫灭火系统、干粉灭火系统、火灾自动报警系统、防排烟系统、消防应急照明和疏散指示系统、城市消防远程监控系统等各种消防设施的分类、系统组成、工作原理、适用范围、设置要求及其供配电技术,以及建筑灭火器的配置要求与配置技术。第四篇其他建筑、场所防火,主要介绍石油化工、地铁、城市交通隧道、加油加气站、发电厂、飞机库、汽(修)车库、洁净厂房、信息机房、古建筑和人民防空工程等建筑的防火技术。第五篇消防安全评估,主要介绍火灾风险管理、火灾风险识别、火灾风险评估方法及建筑性能化防火设计评估的方法与技术。

本辅导教材第一篇第一、二章由祁闻编写,第三、四章由张耀宇编写;第二篇第一章由关大巍编写,第二章由张耀宇编写,第三章由祁闻编写,第四章由姜宁编写,第五、六章由蔡芸编写,第七章由张颖琮编写,第八、九章由廖曙江编写,第十章由关大巍编写,第十一章由姜宁编写;第三篇第一章由姚斌编写,第二章由姜宁编写,第三、四、五章由沈友弟编写,第六、七章由许丹编写,第八章由张明灿编写,第九章由刘凯编写,第十章由王宝伟编写,第十一章由董文辉编写,第十二章由刘凯编写,第十三章由姚斌编写,第十四章由张颖琮编写;第四篇第一、三章由王宝伟编写,第二、四章由何建红编写,第五章由关大巍编写,第六章由姚斌编写,第七、八章由赖穗欢编写,第九章由张明灿编写,第十章由何建红编写,第十一、十二章由赖穗欢编写;第五篇第一、二章由马建民编写,第三章由张明灿编写,第四章由王宗存、李磊编写。

本辅导教材参照和引用了已经颁布实施的国家消防技术标准规范。随着经济社会的发展和消防科学技术的进步,新的消防技术标准规范还将陆续制定和颁布,已颁布的国家消防技术标准规范也会做进一步修改。读者在应式和执业过程中应以有效的现行国家消防技术标准规范为依据。

本辅导教材的编写工作,得到了上海、北京、辽宁、重庆、江苏、安徽、山西公安消防总队,公安部天津、沈阳消防研究所,中国人民武装警察部队学院和中国建筑科学研究院防火研究所的大力支持。公安部天津、沈阳消防研究所国家标准规范管理组和中国人民武装警察部队学院消防工程系的专家、教授对本辅导教材进行了审阅,提出了许多宝贵的修改意见,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,书中难免存在不足之处,希望读者批评指正。

# 目 录

修订说明  
编写说明

## 第一篇 消防基础知识

|                        |    |  |    |
|------------------------|----|--|----|
| 引言 .....               | 1  | 第一节 爆炸的概念及分类 .....                     | 20 |
| 第一章 燃烧基础知识 .....       | 1  | 第二节 爆炸极限 .....                         | 23 |
| 第一节 燃烧条件 .....         | 1  | 第三节 爆炸危险源 .....                        | 25 |
| 第二节 燃烧类型及其特点 .....     | 3  | 本章思考题 .....                            | 27 |
| 第三节 燃烧产物 .....         | 7  | 参考文献 .....                             | 28 |
| 本章思考题 .....            | 10 | 第四章 易燃易爆危险品消防安全知识 .....                | 29 |
| 参考文献 .....             | 10 | 第一节 爆炸品 .....                          | 29 |
| 第二章 火灾基础知识 .....       | 11 | 第二节 易燃气体 .....                         | 30 |
| 第一节 火灾的定义、分类与危害 .....  | 11 | 第三节 易燃液体 .....                         | 33 |
| 第二节 火灾发生的常见原因 .....    | 13 | 第四节 易燃固体、易于自燃的物质、遇水放出<br>易燃气体的物质 ..... | 34 |
| 第三节 建筑火灾蔓延的机理与途径 ..... | 14 | 第五节 氧化性物质和有机过氧化物 .....                 | 36 |
| 第四节 灭火的基本原理与方法 .....   | 18 | 本章思考题 .....                            | 37 |
| 本章思考题 .....            | 19 | 参考文献 .....                             | 38 |
| 参考文献 .....             | 19 |  |    |
| 第三章 爆炸基础知识 .....       | 20 |  |    |

## 第二篇 建筑防火

|                               |    |                          |    |
|-------------------------------|----|--------------------------|----|
| 第一章 概述 .....                  | 39 | 第三节 建筑构件的燃烧性能和耐火极限 ..... | 56 |
| 本章思考题 .....                   | 42 | 第四节 建筑耐火等级要求 .....       | 58 |
| 参考文献 .....                    | 42 | 本章思考题 .....              | 60 |
| 第二章 生产和储存物品的火灾危险性<br>分类 ..... | 43 | 参考文献 .....               | 61 |
| 第一节 生产的火灾危险性分类 .....          | 43 | 第四章 总平面布局和平面布置 .....     | 62 |
| 第二节 储存物品的火灾危险性分类 .....        | 49 | 第一节 建筑消防安全布局 .....       | 62 |
| 本章思考题 .....                   | 51 | 第二节 建筑防火间距 .....         | 63 |
| 参考文献 .....                    | 51 | 第三节 建筑平面布置 .....         | 69 |
| 第三章 建筑分类与耐火等级 .....           | 52 | 本章思考题 .....              | 73 |
| 第一节 建筑分类 .....                | 52 | 参考文献 .....               | 73 |
| 第二节 建筑材料的燃烧性能及分级 .....        | 53 | 第五章 防火防烟分区与分隔 .....      | 74 |
|                               |    | 第一节 防火分区 .....           | 74 |
|                               |    | 第二节 防火分隔 .....           | 77 |

|                           |     |                              |     |
|---------------------------|-----|------------------------------|-----|
| 第三节 防火分隔设施与措施 .....       | 82  | 第一节 采暖系统防火防爆 .....           | 127 |
| 第四节 防烟分区 .....            | 85  | 第二节 通风与空调系统防火防爆 .....        | 128 |
| 本章思考题 .....               | 86  | 第三节 燃油、燃气设施防火防爆 .....        | 132 |
| 参考文献 .....                | 86  | 第四节 锅炉房防火防爆 .....            | 135 |
| <b>第六章 安全疏散</b> .....     | 87  | 第五节 电力变压器防火防爆 .....          | 137 |
| 第一节 安全疏散基本参数 .....        | 87  | 本章思考题 .....                  | 138 |
| 第二节 安全出口与疏散出口 .....       | 92  | 参考文献 .....                   | 139 |
| 第三节 疏散走道与避难走道 .....       | 95  | <b>第十章 建筑装饰、保温材料防火</b> ..... | 140 |
| 第四节 疏散楼梯与楼梯间 .....        | 96  | 第一节 装修材料的分类与分级 .....         | 140 |
| 第五节 避难层(间) .....          | 100 | 第二节 装修防火的通用要求 .....          | 145 |
| 第六节 逃生疏散辅助设施 .....        | 101 | 第三节 特殊功能部位与用房装修防火要求 .....    | 146 |
| 本章思考题 .....               | 104 | 第四节 单层、多层公共建筑装饰防火 .....      | 147 |
| 参考文献 .....                | 104 | 第五节 高层公共建筑装饰防火 .....         | 148 |
| <b>第七章 建筑电气防火</b> .....   | 105 | 第六节 地下民用建筑装饰防火 .....         | 150 |
| 第一节 电气线路防火 .....          | 105 | 第七节 建筑外保温系统防火 .....          | 150 |
| 第二节 用电设备防火 .....          | 107 | 本章思考题 .....                  | 153 |
| 本章思考题 .....               | 112 | 参考文献 .....                   | 153 |
| 参考文献 .....                | 112 | <b>第十一章 灭火救援设施</b> .....     | 154 |
| <b>第八章 建筑防爆</b> .....     | 113 | 第一节 消防车道 .....               | 154 |
| 第一节 建筑防爆基本原则和措施 .....     | 113 | 第二节 消防登高面、消防救援场地和灭火          |     |
| 第二节 爆炸危险性厂房、库房的布置 .....   | 114 | 救援窗 .....                    | 156 |
| 第三节 爆炸危险性建筑的构造防爆 .....    | 117 | 第三节 消防电梯 .....               | 157 |
| 第四节 爆炸危险环境电气防爆 .....      | 121 | 第四节 直升机停机坪 .....             | 158 |
| 本章思考题 .....               | 126 | 本章思考题 .....                  | 159 |
| 参考文献 .....                | 126 | 参考文献 .....                   | 160 |
| <b>第九章 建筑设备防火防爆</b> ..... | 127 |                              |     |

### 第三篇 建筑消防设施

|                            |     |                          |     |
|----------------------------|-----|--------------------------|-----|
| <b>第一章 概述</b> .....        | 161 | 本章思考题 .....              | 203 |
| 第一节 建筑消防设施的作用及分类 .....     | 161 | 参考文献 .....               | 203 |
| 第二节 建筑消防设施的设置与管理 .....     | 164 | <b>第四章 水喷雾灭火系统</b> ..... | 204 |
| 本章思考题 .....                | 165 | 第一节 系统灭火机理 .....         | 204 |
| 参考文献 .....                 | 165 | 第二节 系统分类 .....           | 205 |
| <b>第二章 室内外消防给水系统</b> ..... | 166 | 第三节 系统工作原理与适用范围 .....    | 206 |
| 第一节 消防给水设施 .....           | 166 | 第四节 系统设计参数 .....         | 208 |
| 第二节 室外消火栓系统 .....          | 176 | 第五节 系统组件及设置要求 .....      | 209 |
| 第三节 室内消火栓系统 .....          | 178 | 本章思考题 .....              | 215 |
| 本章思考题 .....                | 183 | 参考文献 .....               | 216 |
| 参考文献 .....                 | 183 | <b>第五章 细水雾灭火系统</b> ..... | 217 |
| <b>第三章 自动喷水灭火系统</b> .....  | 184 | 第一节 系统灭火机理 .....         | 217 |
| 第一节 系统的分类与组成 .....         | 184 | 第二节 系统分类 .....           | 218 |
| 第二节 系统的工作原理与适用范围 .....     | 187 | 第三节 系统组成与工作原理 .....      | 219 |
| 第三节 系统设计主要参数 .....         | 190 | 第四节 系统适用范围 .....         | 223 |
| 第四节 系统主要组件及设置要求 .....      | 195 | 第五节 系统设计参数 .....         | 224 |



|                                   |            |                                 |            |
|-----------------------------------|------------|---------------------------------|------------|
| 第六节 系统组件及设置要求 .....               | 226        | 第六节 消防控制室 .....                 | 302        |
| 本章思考题 .....                       | 230        | 本章思考题 .....                     | 306        |
| 参考文献 .....                        | 230        | 参考文献 .....                      | 306        |
| <b>第六章 气体灭火系统 .....</b>           | <b>231</b> | <b>第十章 防排烟系统 .....</b>          | <b>307</b> |
| 第一节 系统灭火机理 .....                  | 231        | 第一节 自然通风与自然排烟 .....             | 307        |
| 第二节 系统分类和组成 .....                 | 232        | 第二节 机械加压送风系统 .....              | 312        |
| 第三节 系统工作原理及控制方式 .....             | 234        | 第三节 机械排烟系统 .....                | 318        |
| 第四节 系统适用范围 .....                  | 236        | 第四节 防排烟系统的联动控制 .....            | 330        |
| 第五节 系统设计参数 .....                  | 236        | 本章思考题 .....                     | 332        |
| 第六节 系统组件及设置要求 .....               | 245        | 参考文献 .....                      | 332        |
| 本章思考题 .....                       | 248        | <b>第十一章 消防应急照明和疏散指示系统 .....</b> | <b>333</b> |
| 参考文献 .....                        | 248        | 第一节 系统分类与组成 .....               | 333        |
| <b>第七章 泡沫灭火系统 .....</b>           | <b>249</b> | 第二节 系统的工作原理与性能要求 .....          | 336        |
| 第一节 系统的灭火机理 .....                 | 249        | 第三节 系统的选择及设计要求 .....            | 337        |
| 第二节 系统的组成和分类 .....                | 249        | 本章思考题 .....                     | 340        |
| 第三节 系统型式的选择 .....                 | 252        | 参考文献 .....                      | 340        |
| 第四节 系统的设计要求 .....                 | 253        | <b>第十二章 城市消防远程监控系统 .....</b>    | <b>341</b> |
| 第五节 系统组件及设置要求 .....               | 259        | 第一节 系统组成和工作原理 .....             | 341        |
| 本章思考题 .....                       | 263        | 第二节 城市消防远程监控系统的设计 .....         | 343        |
| 参考文献 .....                        | 264        | 第三节 系统的主要设备 .....               | 347        |
| <b>第八章 干粉灭火系统 .....</b>           | <b>265</b> | 本章思考题 .....                     | 350        |
| 第一节 灭火机理 .....                    | 265        | 参考文献 .....                      | 350        |
| 第二节 系统的组成和分类 .....                | 266        | <b>第十三章 建筑灭火器配置 .....</b>       | <b>351</b> |
| 第三节 系统工作原理及适用范围 .....             | 268        | 第一节 灭火器的分类 .....                | 351        |
| 第四节 系统设计参数 .....                  | 269        | 第二节 灭火器的构造 .....                | 353        |
| 第五节 系统组件及设置要求 .....               | 274        | 第三节 灭火器的灭火机理与适用范围 .....         | 355        |
| 本章思考题 .....                       | 275        | 第四节 灭火器的配置要求 .....              | 360        |
| 参考文献 .....                        | 275        | 本章思考题 .....                     | 363        |
| <b>第九章 火灾自动报警系统 .....</b>         | <b>276</b> | 参考文献 .....                      | 363        |
| 第一节 火灾探测器、手动火灾报警按钮和系统<br>分类 ..... | 276        | <b>第十四章 消防供配电 .....</b>         | <b>364</b> |
| 第二节 系统组成、工作原理和适用范围 .....          | 278        | 第一节 消防用电及负荷等级 .....             | 364        |
| 第三节 系统设计的要求 .....                 | 282        | 第二节 消防电源供配电系统 .....             | 367        |
| 第四节 可燃气体探测报警系统 .....              | 298        | 本章思考题 .....                     | 369        |
| 第五节 电气火灾监控系统 .....                | 300        | 参考文献 .....                      | 369        |

## 第四篇 其他建筑、场所防火

|                         |            |                       |            |
|-------------------------|------------|-----------------------|------------|
| <b>第一章 概述 .....</b>     | <b>370</b> | 参考文献 .....            | 386        |
| 本章思考题 .....             | 372        | <b>第三章 地铁防火 .....</b> | <b>387</b> |
| <b>第二章 石油化工防火 .....</b> | <b>373</b> | 第一节 地铁火灾危险性及其特点 ..... | 387        |
| 第一节 石油化工火灾危险性及其特点 ..... | 373        | 第二节 地铁建筑防火设计要求 .....  | 388        |
| 第二节 生产防火 .....          | 374        | 第三节 地铁火灾工况运作模式 .....  | 391        |
| 第三节 储运防火 .....          | 379        | 本章思考题 .....           | 393        |
| 本章思考题 .....             | 386        | 参考文献 .....            | 393        |

|                            |     |                            |     |
|----------------------------|-----|----------------------------|-----|
| <b>第四章 城市交通隧道防火</b> .....  | 394 | 第二节 汽车库、修车库的火灾危险性          | 441 |
| 第一节 隧道分类                   | 394 | 第三节 汽车库、修车库的防火设计要求         | 442 |
| 第二节 隧道的火灾危险性及其特点           | 395 | 本章思考题                      | 446 |
| 第三节 隧道建筑防火设计要求             | 397 | 参考文献                       | 447 |
| 本章思考题                      | 402 | <b>第九章 洁净厂房防火</b> .....    | 448 |
| 参考文献                       | 402 | 第一节 洁净厂房的分类                | 448 |
| <b>第五章 加油加气站防火</b> .....   | 403 | 第二节 洁净厂房的火灾危险性             | 449 |
| 第一节 加油加气站的分类分级             | 403 | 第三节 洁净厂房的防火设计要求            | 450 |
| 第二节 加油加气站的火灾危险性及其特点        | 406 | 本章思考题                      | 455 |
| 第三节 加油加气站的防火设计要求           | 408 | 参考文献                       | 455 |
| 本章思考题                      | 419 | <b>第十章 信息机房防火</b> .....    | 456 |
| 参考文献                       | 419 | 第一节 信息机房分类                 | 456 |
| <b>第六章 发电厂与变电站防火</b> ..... | 420 | 第二节 信息机房的火灾特点              | 456 |
| 第一节 发电厂分类                  | 420 | 第三节 信息机房的防火设计要求            | 457 |
| 第二节 火力发电厂的火灾危险性            | 421 | 本章思考题                      | 461 |
| 第三节 火力发电厂的防火设计要求           | 422 | 参考文献                       | 461 |
| 第四节 变电站的火灾危险性              | 425 | <b>第十一章 古建筑防火</b> .....    | 462 |
| 第五节 变电站的防火设计要求             | 426 | 第一节 我国古建筑分类                | 462 |
| 本章思考题                      | 429 | 第二节 古建筑的火灾危险性              | 463 |
| 参考文献                       | 429 | 第三节 古建筑防火安全措施              | 464 |
| <b>第七章 飞机库防火</b> .....     | 430 | 本章思考题                      | 467 |
| 第一节 飞机库的分类                 | 430 | 参考文献                       | 467 |
| 第二节 飞机库的火灾危险性              | 431 | <b>第十二章 人民防空工程防火</b> ..... | 468 |
| 第三节 飞机库的防火设计要求             | 432 | 第一节 人民防空工程分类               | 468 |
| 本章思考题                      | 437 | 第二节 火灾危险性及其特点              | 469 |
| 参考文献                       | 438 | 第三节 人民防空工程的建筑防火设计要求        | 470 |
| <b>第八章 汽车库、修车库防火</b> ..... | 439 | 本章思考题                      | 476 |
| 第一节 汽车库、修车库的分类             | 439 | 参考文献                       | 476 |

## 第五篇 消防安全评估

|                             |     |                              |     |
|-----------------------------|-----|------------------------------|-----|
| <b>第一章 概述</b> .....         | 477 | 第三节 事件树分析法                   | 503 |
| 第一节 风险管理                    | 477 | 第四节 事故树分析法                   | 507 |
| 第二节 火灾风险评估                  | 480 | 第五节 其他火灾风险评估方法               | 510 |
| 本章思考题                       | 482 | 本章思考题                        | 513 |
| 参考文献                        | 483 | 参考文献                         | 513 |
| <b>第二章 火灾风险识别</b> .....     | 484 | <b>第四章 建筑性能化防火设计评估</b> ..... | 514 |
| 第一节 火灾风险评估概念辨析              | 484 | 第一节 概述                       | 514 |
| 第二节 火灾风险来源                  | 486 | 第二节 火灾场景设计                   | 520 |
| 第三节 火灾风险源分析                 | 488 | 第三节 烟气流动与控制                  | 525 |
| 本章思考题                       | 495 | 第四节 人员疏散分析                   | 536 |
| 参考文献                        | 496 | 第五节 建筑结构耐火性能分析               | 549 |
| <b>第三章 火灾风险评估方法概述</b> ..... | 497 | 本章思考题                        | 556 |
| 第一节 安全检查表法                  | 497 | 参考文献                         | 557 |
| 第二节 预先危险性分析法                | 501 |                              |     |

# 第一篇 消防基础知识

## 引 言

火灾是失去控制的燃烧现象，是常发性灾害中发生频率较高的灾害之一。人们对火灾危害的认识由来已久，如何运用消防技术措施防止火灾发生，迅速扑灭已发生的火灾，一直是人类研究的一个重要课题。消防技术中涉及的防火工程技术和消防安全设计与管理方法等内容，需要运用大量的自然科学知识和理论，这就要求从事消防专业技术工作的人员要认真研究火灾规律和特点，掌握必要的消防基础理论与技术手段，增强对火灾发生机理的科学认识，鉴别火灾现象，并能对消防基础知识的应用研究成果、工程应用领域和发展前景有较为全面的了解。

本篇消防基础知识部分主要针对社会消防专业技术人员执业需求，以国家有关法律法规、火灾基础理论等为依据，介绍了火灾及消防科学的基础理论、应用基础理论和应用技术的基本情况，全篇共分为四章十五节。其中，燃烧基础知识一章主要包括燃烧条件，燃烧类型及其特点，燃烧产物等内容；火灾基础知识一章主要涉及火灾的定义、分类与危害，火灾发生的常见原因，建筑火灾蔓延的机理与途径，灭火的基本原理与方法等内容；爆炸基础知识一章中主要介绍了爆炸的概念及分类，爆炸极限，爆炸危险源等内容；易燃易爆危险品消防安全知识一章主要介绍了爆炸品，易燃气体，易燃液体，易燃固体、易于自燃的物质、遇水放出易燃气体的物质，氧化性物质和有机过氧化物几类易燃易爆危险品的概念、分类及其火灾危险性。

## 第一章

# 燃烧基础知识

### 学习要求

通过本章学习，应了解燃烧的概念及燃烧的的必要条件和充分条件，熟悉气体、液体、固体燃烧的特点，掌握燃烧产物的概念和几种典型物质的燃烧产物。

燃烧基础知识主要包括燃烧条件、燃烧类型及其特点，以及燃烧产物等相关内容，是关于火灾机理与燃烧过程等最基础、最本质的知识。

### 第一节 燃烧条件

燃烧是指可燃物与氧化剂作用发生的放热反应，通常伴有火焰、发光和（或）发烟现象。燃烧过

程中, 燃烧区的温度较高, 使其中白炽的固体粒子和某些不稳定 (或受激发) 的中间物质分子内电子发生能级跃迁, 从而发出各种波长的光。发光的气相燃烧区就是火焰, 它是燃烧过程中最明显的标志。由于燃烧不完全等原因, 会使产物中产生一些小颗粒, 这样就形成了烟。

燃烧可分为有焰燃烧和无焰燃烧。通常看到的明火都是有焰燃烧; 有些固体发生表面燃烧时, 有发光发热的现象, 但是没有火焰产生, 这种燃烧方式则是无焰燃烧。燃烧的发生和发展, 必须具备三个必要条件, 即可燃物、助燃物 (氧化剂) 和引火源 (温度)。当燃烧发生时, 上述三个条件必须同时具备, 如果有一个条件不具备, 那么燃烧就不会发生, 如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 着火三角形

### 一、可燃物

凡是能与空气中的氧或其他氧化剂起化学反应的物质, 均称为可燃物, 如木材、氢气、汽油、煤炭、纸张、硫等。可燃物按其化学组成, 分为无机可燃物和有机可燃物两大类; 按其所处的状态, 又可分为可燃固体、可燃液体和可燃气体三大类。

### 二、助燃物 (氧化剂)

凡是与可燃物结合能导致和支持燃烧的物质, 称为助燃物, 如广泛存在于空气中的氧气。普通意义上, 可燃物的燃烧均是指在空气中进行的燃烧。在一定条件下, 各种不同的可燃物发生燃烧, 均有本身固定的最低氧含量要求, 氧含量过低, 即使其他必要条件已经具备, 燃烧仍不会发生。

### 三、引火源 (温度)

凡是能引起物质燃烧的点燃能源, 统称为引火源。在一定条件下, 各种不同可燃物只有达到一定能量才能引起燃烧。常见的引火源有下列几种:

(1) 明火。明火是指生产、生活中的炉火、烛火、焊接火、吸烟火, 撞击、摩擦打火, 机动车辆排气管火星、飞火等。

(2) 电弧、电火花。电弧、电火花是指电气设备、电气线路、电气开关及漏电打火, 电话、手机等通信工具火花, 静电火花 (物体静电放电、人体衣物静电打火、人体积聚静电对物体放电打火) 等。

(3) 雷击。雷击瞬间高压放电能引燃任何可燃物。

(4) 高温。高温是指高温加热、烘烤、积热不散、机械设备故障发热、摩擦发热、聚焦发热等。

(5) 自燃引火源。自燃引火源是指在既无明火又无外来热源的情况下, 物质本身自行发热、燃烧起火, 如白磷、烷基铝在空气中会自行起火; 钾、钠等金属遇水着火; 易燃、可燃物质与氧化剂、过氧化物接触起火等。

### 四、链式反应自由基

自由基是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, 也称游离基。

研究表明, 大部分燃烧的发生和发展除了具备上述三个必要条件以外, 其燃烧过程中还存在未受抑制的自由基作中间体。多数燃烧反应不是直接进行的, 而是通过自由基和原子这些中间产物瞬间进行的循环链式反应。自由基的链式反应是这些燃烧反应的实质, 光和热是燃烧过程中的物理现象。因此, 完整地论述, 大部分燃烧发生和发展需要四

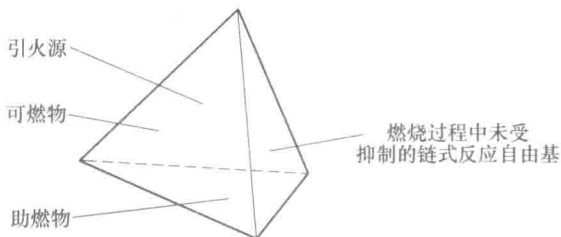


图 1-1-2 着火四面体

个必要条件,即可燃物、助燃物(氧化剂)、引火源(温度)和链式反应自由基,燃烧条件可以进一步用着火四面体来表示,如图1-1-2所示。

## 第二节 燃烧类型及其特点

燃烧可从着火方式、持续燃烧形式、燃烧物形态、燃烧现象等不同角度做不同的分类。掌握燃烧类型的有关常识,对于了解物质燃烧机理、火灾危险性的评定,有着重要的意义。

### 一、按燃烧发生瞬间的特点分类

按照燃烧形成的条件和发生瞬间的特点,燃烧可分为着火和爆炸。

#### (一) 着火

可燃物在与空气共存的条件下,当达到某一温度时,与引火源接触即能引起燃烧,并在引火源离开后仍能持续燃烧,这种持续燃烧的现象叫着火。着火就是燃烧的开始,并且以出现火焰为特征。着火是日常生活中常见的燃烧现象。可燃物的着火方式一般分为下列几类:

##### 1. 点燃(或称强迫着火)

点燃是指从外部能源,诸如电热线圈、电火花、炽热质点、点火火焰等得到能量,使混气的局部范围受到强烈的加热而着火。这时就会在靠近点火源处引发火焰,然后依靠燃烧波传播到整个可燃混合物中,这种着火方式习惯上称为引燃。

##### 2. 自燃

可燃物质在没有外部火花、火焰等引火源的作用下,因受热或自身发热并蓄热所产生的自然燃烧,称为自燃。即物质在无外界引火源条件下,由于其本身内部所发生的生物、物理或化学变化而产生热量并积蓄,使温度不断上升,自然燃烧起来的现象。自燃点是指可燃物发生自燃的最低温度。

(1) 化学自燃。例如火柴受摩擦而着火;炸药受撞击而爆炸;金属钠在空气中自燃;煤因堆积过高而自燃等。这类着火现象通常不需要外界加热,而是在常温下依据自身的化学反应发生的,因此习惯上称为化学自燃。

(2) 热自燃。如果将可燃物和氧化剂的混合物预先均匀地加热,随着温度的升高,当混合物加热到某一温度时便会自动着火(这时着火发生在混合物的整个容积中),这种着火方式习惯上称为热自燃。

#### (二) 爆炸

爆炸是指物质由一种状态迅速地转变成另一种状态,并在瞬间以机械功的形式释放出巨大的能量,或是气体、蒸气在瞬间发生剧烈膨胀等现象。爆炸最重要的一个特征是爆炸点周围发生剧烈的压力突变,这种压力突变就是爆炸产生破坏作用的原因。作为燃烧类型之一的爆炸主要是指化学爆炸,关于爆炸的具体分类及其特点见本篇第三章第一节。

### 二、按燃烧物形态分类

燃烧物按燃烧物形态分为气体燃烧、液体燃烧和固体燃烧。可燃物质受热后,因其聚集状态的不同而发生不同的变化。绝大多数可燃物质的燃烧都是在蒸气或气体的状态下进行的,并出现火焰。而有的物质则不能变为气态,其燃烧发生在固相中,如焦炭燃烧时呈灼热状态。由于可燃物质的性质、状态不同,燃烧的特点也不一样。

#### (一) 气体燃烧

可燃气体的燃烧不需像固体、液体那样经熔化、蒸发过程,其所需热量仅用于氧化或分解,或者将气体加热到燃点,因此容易燃烧且燃烧速度快。根据燃烧前可燃气体与氧混合状况不同,其燃烧方

式分为扩散燃烧和预混燃烧。

### 1. 扩散燃烧

扩散燃烧即可燃气体和蒸气分子与气体氧化剂互相扩散，边混合边燃烧。在扩散燃烧中，可燃气体与空气或氧气的混合是靠气体的扩散作用来实现的，混合过程要比燃烧反应过程慢得多，燃烧过程处于扩散区域内，整个燃烧速度的快慢由物理混合速度决定。

扩散燃烧的特点为：燃烧比较稳定，火焰温度相对较低，扩散火焰不运动，可燃气体与气体氧化剂的混合在可燃气体喷口进行，燃烧过程不发生回火现象（火焰缩入火孔内部的现象）。对稳定的扩散燃烧，只要控制得好，就不会造成火灾，一旦发生火灾也较易扑救。

### 2. 预混燃烧

预混燃烧是指可燃气体、蒸气预先同空气（或氧）混合，遇引火源产生带有冲击力的燃烧。预混燃烧一般发生在封闭体系中或在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，燃烧放热造成产物体积迅速膨胀，压力升高，压强可达709.1~810.4kPa。火焰在预混气中传播，存在正常火焰传播和爆轰两种方式。按照混合程度不同，预混燃烧还可分为部分预混式燃烧和完全预混式燃烧。

预混燃烧的特点为：燃烧反应快，温度高，火焰传播速度快，反应混合气体不扩散，在可燃混合气体中引入一火源即产生一个火焰中心，成为热量与化学活性粒子集中源。预混气体从管口喷出发生动力燃烧，若流速大于燃烧速度，则在管中形成稳定的燃烧火焰，燃烧充分，燃烧速度快，燃烧区呈高温白炽状，如汽灯的燃烧；若可燃混合气体在管口流速小于燃烧速度，则会发生“回火”，如制气系统检修前不进行置换就烧焊，燃气系统于开车前不进行吹扫就点火，用气系统产生负压“回火”或漏气未被发现而用火时，往往形成动力燃烧，有可能造成设备损坏和人员伤亡。

## （二）液体燃烧

易燃、可燃液体在燃烧过程中，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，即蒸发燃烧。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、沸点和蒸发速率等性质密切相关。可燃液体会产生闪燃的现象。

可燃液态烃类燃烧时，通常产生橘色火焰并散发浓密的黑色烟云。醇类燃烧时，通常产生透明的蓝色火焰，几乎不产生烟雾。某些醚类燃烧时，液体表面伴有明显的沸腾状，这类物质的火灾较难扑灭。在含有水分、黏度较大的重质石油产品，如原油、重油、沥青油等燃烧时，沸腾的水蒸气带着燃烧的油向空中飞溅，这种现象称为扬沸（沸溢和喷溅）。

### 1. 闪燃

闪燃是指易燃或可燃液体（包括可熔化的少量固体，如石蜡、樟脑、萘等）挥发出来的蒸气分子与空气混合后，达到一定的浓度时，遇引火源产生一闪即灭的现象。发生闪燃的原因是易燃或可燃液体在闪燃温度下蒸发的速度比较慢，蒸发出来的蒸气仅能维持一刹那的燃烧，来不及补充新的蒸气维持稳定的燃烧，因而一闪就灭了。但闪燃却是引起火灾事故的先兆之一。闪点则是指易燃或可燃液体表面产生闪燃的最低温度。

### 2. 沸溢

以原油为例，其黏度比较大，并且都含有一定的水分，以乳化水和水垫两种形式存在。所谓乳化水是原油在开采运输过程中，原油中的水由于强力搅拌成细小的水珠悬浮于油中而成。放置久后，油水分离，水因密度大而沉降在底部形成水垫。

燃烧过程中，这些沸程较宽的重质油品产生热波，在热波向液体深层运动时，由于温度远高于水的沸点，因而热波会使油品中的乳化水汽化，大量的蒸汽就要穿过油层向液面上浮，在向上移动过程中形成油包气的气泡，即油的一部分形成了含有大量蒸汽气泡的泡沫。这样，必然使液体体积膨胀，向外溢出，同时部分未形成泡沫的油品也被下面的蒸汽膨胀力抛出罐外，使液面猛烈沸腾起来，就像“跑锅”一样，这种现象叫沸溢。

从沸溢过程说明,沸溢形成必须具备三个条件:

- ① 原油具有形成热波的特性,即沸程宽,密度相差较大。
- ② 原油中含有乳化水,水遇热波变成蒸汽。
- ③ 原油黏度较大,使水蒸气不容易从下向上穿过油层。

### 3. 喷溅

在重质油品燃烧过程中,随着热波温度的逐渐升高,热波向下传播的距离也加大,当热波达到水垫时,水垫的水大量蒸发,蒸汽体积迅速膨胀,以至把水垫上面的液体层抛向空中,向罐外喷射,这种现象叫喷溅。一般情况下,发生沸溢要比发生喷溅的时间早得多。发生沸溢的时间与原油的种类、水分含量有关。根据试验,含有1%水分的石油,经45~60min燃烧就会发生沸溢。喷溅发生的时间与油层厚度、热波移动速度及油的燃烧线速度有关。

研究表明,油滴飞溅高度和散落面积与油层厚度、油池直径有关,一般散落面积的直径与油池直径之比均在10以上。由于喷溅带出的燃油从池火燃烧状态转变为液滴燃烧状态,改变了燃烧条件,燃烧强度和危险性随之增加,并且油滴在飞溅过程中和散落后将继续燃烧,极易造成火灾的迅速扩大,影响周边其他可燃物及人员、设备等,造成伤亡和损失,所以,对油池火灾而言,要避免喷溅现象的发生。

## (三) 固体燃烧

根据各类可燃固体的燃烧方式和燃烧特性,固体燃烧的形式大致可分为五种,其燃烧各有特点。

### 1. 蒸发燃烧

硫、磷、钾、钠、蜡烛、松香、沥青等可燃固体,在受到火源加热时,先熔融蒸发,随后蒸气与氧气发生燃烧反应,这种形式的燃烧一般称为蒸发燃烧。樟脑、萘等易升华物质,在燃烧时不经过熔融过程,但其燃烧现象也可看作是一种蒸发燃烧。

### 2. 表面燃烧

可燃固体(如木炭、焦炭、铁、铜等)的燃烧反应是在其表面由氧和物质直接作用而发生的,称为表面燃烧。这是一种无火焰的燃烧,有时又称之为异相燃烧。

### 3. 分解燃烧

可燃固体,如木材、煤、合成塑料、钙塑材料等,在受到火源加热时,先发生热分解,随后分解出的可燃挥发分与氧发生燃烧反应,这种形式的燃烧一般称为分解燃烧。

### 4. 熏烟燃烧(阴燃)

可燃固体在空气不流通、加热温度较低、分解出的可燃挥发分较少或逸散较快、含水分较多等条件下,往往发生只冒烟而无火焰的燃烧现象,这就是熏烟燃烧,又称阴燃。阴燃是固体材料特有的燃烧形式,但其能否发生,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。很多固体材料,如纸张、锯末、纤维织物、胶乳橡胶等,都能发生阴燃。这是因为这些材料受热分解后能产生刚性结构的多孔炭,从而具备多孔蓄热并使燃烧持续下去的条件。此外,阴燃的发生需要有一个供热强度适宜的热源,通常有自燃热源、阴燃本身的热源和有焰燃烧火焰熄灭后的阴燃等。

### 5. 动力燃烧(爆炸)

动力燃烧是指可燃固体或其分解出的可燃挥发分遇火源所发生的爆炸式燃烧,主要包括可燃粉尘爆炸、炸药爆炸、轰燃等几种情形。其中,轰燃是指可燃固体由于受热分解或不完全燃烧析出可燃气体,当其以适当比例与空气混合后再遇火源时,发生的爆炸式预混燃烧。例如,能析出一氧化碳的赛璐珞、能析出氰化氢的聚氨酯等,在大量堆积燃烧时,常会产生轰燃现象。建筑室内火灾发生过程中可能会产生该现象,具体内容见本篇第二章第三节。

这里需要指出的是,上述各种燃烧形式的划分不是绝对的,有些可燃固体的燃烧往往包含两种或两种以上的形式。例如,在适当的外界条件下,木材、棉、麻、纸张等的燃烧会明显地存在分解燃烧、

阴燃、表面燃烧等形式。

### 三、闪点、燃点、自燃点的概念

不同形态物质的燃烧各有特点，通常根据不同燃烧类型，用不同的燃烧性能参数来分别衡量不同可燃物的燃烧特性。

#### (一) 闪点

##### 1. 闪点的定义

在规定的试验条件下，液体挥发的蒸气与空气形成的混合物，遇引火源能够闪燃的液体最低温度（采用闭杯法测定），称为闪点。

##### 2. 闪点的意义

闪点是可燃性液体性质的主要标志之一，是衡量液体火灾危险性大小的重要参数。闪点越低，火灾危险性越大，反之则越小。闪点与可燃性液体的饱和蒸气压有关，饱和蒸气压越高，闪点越低。在一定条件下，当液体的温度高于其闪点时，液体随时有可能被引火源引燃或发生自燃；若液体的温度低于闪点，则液体是不会发生闪燃的，更不会着火。常见的几种易燃或可燃液体的闪点见表 1-1-1。

表 1-1-1 常见的几种易燃或可燃液体的闪点

| 名称 | 闪点/℃  | 名称   | 闪点/℃ |
|----|-------|------|------|
| 汽油 | -50   | 二硫化碳 | -30  |
| 煤油 | 38~74 | 甲醇   | 11   |
| 酒精 | 12    | 丙酮   | -18  |
| 苯  | -14   | 乙醛   | -38  |
| 乙醚 | -45   | 松节油  | 35   |

##### 3. 闪点在消防上的应用

闪点是判断液体火灾危险性大小及对可燃性液体进行分类的主要依据。可燃性液体的闪点越低，其火灾危险性也越大。例如，汽油的闪点为  $-50^{\circ}\text{C}$ ，煤油的闪点为  $38\sim 74^{\circ}\text{C}$ ，显然汽油的火灾危险性就比煤油大。根据闪点的高低，可以用来确定生产、加工、储存可燃性液体场所的火灾危险性类别：闪点  $< 28^{\circ}\text{C}$  的为甲类； $28^{\circ}\text{C} \leq \text{闪点} < 60^{\circ}\text{C}$  的为乙类；闪点  $\geq 60^{\circ}\text{C}$  的为丙类（详见第二篇第二章）。

#### (二) 燃点

##### 1. 燃点的定义

在规定的试验条件下，应用外部热源使物质表面起火并持续燃烧一定时间所需的最低温度称为燃点。

##### 2. 常见可燃物的燃点

在一定条件下，物质的燃点越低，越易着火。常见可燃物的燃点见表 1-1-2。

表 1-1-2 几种常见可燃物的燃点

| 物质名称 | 燃点/℃    | 物质名称 | 燃点/℃    |
|------|---------|------|---------|
| 蜡烛   | 190     | 棉花   | 210~255 |
| 松香   | 216     | 布匹   | 200     |
| 橡胶   | 120     | 木材   | 250~300 |
| 纸张   | 130~230 | 豆油   | 220     |

##### 3. 燃点与闪点的关系

易燃液体的燃点一般高出其闪点  $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，并且闪点越低，这一差值越小，特别是在敞开的容器中很难将闪点和燃点区分开来。因此，评定这类液体火灾危险性大小时，一般用闪点。固体的火灾危险



性大小一般用燃点来衡量。

### (三) 自燃点

#### 1. 自燃点的定义

在规定的条件下,可燃物质产生自燃的最低温度称为自燃点。在这一温度时,物质与空气(氧)接触,不需要明火的作用就能发生燃烧。

#### 2. 常见可燃物的自燃点

自燃点是衡量可燃物质受热升温导致自燃危险的依据。可燃物的自燃点越低,发生自燃的危险性就越大。常见可燃物在空气中的自燃点见表 1-1-3。

表 1-1-3 某些常见可燃物在空气中的自燃点

(单位:℃)

| 物质名称 | 自燃点 | 物质名称 | 自燃点       |
|------|-----|------|-----------|
| 氢气   | 400 | 丁烷   | 405       |
| 一氧化碳 | 610 | 乙醚   | 160       |
| 硫化氢  | 260 | 汽油   | 530 ~ 685 |
| 乙炔   | 305 | 乙醇   | 423       |

#### 3. 影响自燃点变化的规律

不同的可燃物有不同的自燃点,同一种可燃物在不同的条件下自燃点也会发生变化。可燃物的自燃点越低,发生火灾的危险性就越大。

对于液体、气体可燃物,其自燃点受压力、氧浓度、催化、容器的材质和表面积与体积比等因素的影响。而固体可燃物的自燃点,则受受热熔融、挥发物的数量、固体的颗粒度、受热时间等因素的影响。

## 第三节 燃烧产物

燃烧产生的物质,其成分取决于可燃物的组成和燃烧条件。大部分可燃物属于有机化合物,它们主要由碳、氢、氧、氮、硫等元素组成,燃烧生成的气体一般有一氧化碳、二氧化碳、丙烯醛、氯化氢、二氧化硫等。

### 一、燃烧产物的概念

由燃烧或热解作用产生的全部物质称为燃烧产物,有完全燃烧产物和不完全燃烧产物之分。完全燃烧产物是指可燃物中的 C 被氧化生成  $\text{CO}_2$  (气)、H 被氧化生成  $\text{H}_2\text{O}$  (液)、S 被氧化生成  $\text{SO}_2$  (气)等,而  $\text{CO}$ 、 $\text{NH}_3$ 、醇类、醛类、醚类等是不完全燃烧产物。燃烧产物的数量、组成等随物质的化学组成及温度、空气的供给情况等的变化而不同。

燃烧产物中的烟主要是燃烧或热解作用所产生的悬浮于大气中能被人们看到的直径一般在  $10^{-7} \sim 10^{-4} \text{cm}$  的极小的炭黑粒子;大直径的粒子容易由烟中落下来,称为烟尘或炭黑。炭粒子的形成过程比较复杂。例如,碳氢可燃物在燃烧过程中,会因受热裂解产生一系列中间产物,中间产物还会进一步裂解成更小的碎片,这些小碎片会发生脱氢、聚合、环化等反应,最后形成石墨化炭粒子,构成了烟。

### 二、几类典型物质的燃烧产物

不同类型可燃物的燃烧特性及其燃烧产物是有差别的,以下介绍三类常见材料的燃烧产物。

#### (一) 高聚物的燃烧产物

有机高分子化合物(简称高聚物),主要是以煤、石油、天然气为原料制得,如塑料、橡胶、合成