

2019

注册消防工程师资格考试配套用书



★ 为自己负责，请购买正版；发现盗版，必追到底

消防安全技术实务

XIAOFANG ANQUAN JISHU SHIWU

李永康 马国祝 编著

- ▶ 精炼考试要点，构建思维导图
- ▶ 解剖归纳内容，图示理解记忆
- ▶ 规范条文链接，紧扣考试大纲
- ▶ 真题分析研究，培养答题思路



欲了解更多关于消防考试信息，
请扫上面二维码，
关注“注册消防工程师考试资讯中心”

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

注册消防工程师资格考试配套用书

消防安全技术实务

李永康 马国祝 编著



机械工业出版社

本书依据《注册消防工程师资格考试大纲》规定的考试要求,按照新版《注册消防工程师资格考试辅导用书》内容,在前3版的基础上,综合读者的反馈信息和考试需要,经全面修订、推敲、提炼而成。全书紧扣考试大纲,结合考试教材内容和考试涉及的规范条文,根据内容需要,基本按照助考知识要点、记忆思维导图、内容归纳解剖、规范条文链接、历年真题研究和联想记忆口诀六大模块进行编排。内容包括了第1篇消防基础知识,第2篇建筑防火,第3篇建筑消防设施,第4篇其他建筑、场所防火和第5篇消防安全评估。本书全面系统地对考试内容进行了归纳总结和阐释,以方便考生在尽可能短的时间内掌握消防专业知识及考试要点,顺利通过考试。

本书可供参加一二级注册消防工程师考试的考生考前复习使用,同时应与《注册消防工程师资格考试辅导用书》和《注册消防工程师考试真题分析与全真模拟》配套使用。

图书在版编目(CIP)数据

消防安全技术实务/李永康,马国祝编著. —4版.
—北京:机械工业出版社,2019.6
注册消防工程师资格考试配套用书
ISBN 978-7-111-62504-9

I. ①消… II. ①李…②马… 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(2019)第068603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:薛俊高 责任编辑:薛俊高
责任校对:刘丽华 李锦莉
责任印制:李昂
北京京丰印刷厂印刷
2019年5月第4版·第1次印刷
184mm×260mm·30.5印张·752千字
标准书号:ISBN 978-7-111-62504-9
定价:85.00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

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

2015年12月19日进行的注册消防工程师资格考试，是我国消防发展史上具有重要意义的一件大事，也是首次注册消防工程师资格考试，参加考试的人数达到了44万，报考人数更是超过了58万。编者通过对近四年来的注册考试全过程的参与，获得的最深刻的体会是：若要顺利通过注册考试，教材是基础，规范是关键，合理的复习方法是保障。命题专家以规范为依据出题，而大部分题目在规范中都可以找到答案。这表明考前必须以规范为中心来展开复习才能取得更好的效果。为适应这种需要，机械工业出版社决定配合《注册消防工程师资格考试大纲》和中国消防协会组织专家编写的辅导教材，出版一套《注册消防工程师资格考试配套用书》（简称配套用书）。本配套用书紧扣规范和教材，对教材每章的知识点进行提炼，对内容进行归纳，并对真题结合规范和教材进行了分析与解答。本配套用书与考试教材、真题分析和全真模拟相辅相成，考生通过对考试教材的学习，有了一定的基础，再通过配套用书加深对规范的理解，从而掌握应用规范解题的能力，最后通过真题分析与全真模拟进行深度强化训练。本书的编排特点如下：

（1）总结考试要点，构建思维导图

注册考试的考题量大面广，相关规范条文纷繁庞杂，本书对每章需重点掌握的内容进行了提炼，然后通过构建思维导图，加深考生对考点的形象记忆。虽然本书对重点内容进行了高度概括，但最终目的是使考生熟悉、理解教材和规范内容，因此在复习过程中考生切勿脱离教材和规范。对本书点到为止的内容，要自行参阅相关规范进行理解。本书对一些重要知识点提供了思维导图，读者可结合自己的理解触类旁通。

（2）内容归纳解析，图示理解记忆

参加消防考试的考生来自于不同行业，受工作经历的限制，对有关消防的整套规范未能完整地掌握，加之消防规范的大部分内容学习起来十分枯燥，成为考生在复习中普遍感到头痛的一个难题。本书力求通过对每章内容的归纳，形成一套完整的知识体系，并辅以大量的图示和表格帮助考生对规范条文进行理解记忆，以达到事半功倍的效果。

（3）规范条文链接，联想记忆口诀

注册考试大部分试题都是直接从规范条文中摘录出来的。考生必须对常用的规范条文熟练掌握，本书每章中对引用的大部分条文都给出了链接，便于考生复习，同时对一些比较难记和容易混淆的内容采用联想记忆口诀法，以加深考生对重点内容的记忆。

（4）历年真题研究，把握出题思路

真题是考试大纲最直接的反应，是考生复习的宝典。对历年真题的详细分析研究，便于考生深入了解命题专家的出题思路和考核目的，同时结合真题的练习，加强对规范条文的理解，做到有的放矢，才是成功通过注册考试的必经之路。

（5）踏实认真复习，提高专业技能

本书并不适合于所有考生，也无能力帮助每位考生都通过注册考试，因为本书的编写可以说走的是一条最笨的路，就是花苦功夫从根本上真正提高考生的技术水平。消防行业是高

风险的行业，涉及的都是人命关天的大事，这个行业特点决定了从业人士必须具有真才实学，来不得半点虚假。

本书是以《消防安全技术实务》（2018年版）教材为基础进行编写的，共5篇43章。第1篇消防基础知识，主要包括燃烧、火灾、爆炸的基础知识以及易燃易爆危险品消防安全知识；第2篇建筑防火，主要包括生产和储存物品的火灾危险性分类、建筑的分类和耐火等级、总平面布局和平面布置、防火防烟分区与分隔、建筑安全疏散、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3篇建筑消防设施，主要包括建筑室内外消防给水及消火栓系统、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、防烟排烟系统、消防应急照明和疏散指示系统、城市消防远程监控系统、建筑灭火器配置及消防供配电的配置要求及配置技术；第4篇其他建筑、场所防火，主要包括石油化工、地铁、城市交通隧道、加油加气站、发电厂与变电站、飞机库、汽车库与修车库、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5篇消防安全评估，主要包括火灾风险识别、火灾风险评估方法和建筑性能化防火设计评估的方法与技术。



目 录

前言	
第1篇 消防基础知识	1
第1章 燃烧基础知识	1
第2章 火灾基础知识	6
第3章 爆炸基础知识	12
第4章 易燃易爆危险品基础知识	15
第2篇 建筑防火	19
第1章 概述	19
第2章 生产和储存物品的火灾危险性分类	22
第3章 建筑分类与耐火等级	28
第4章 总平面布局和平面布置	38
第5章 防火防烟分区与分隔	54
第6章 建筑安全疏散	71
第7章 建筑电气防火	96
第8章 建筑防爆	101
第9章 建筑设备防火防爆	113
第10章 建筑装饰、保温材料防火	124
第11章 灭火救援设施	137
第3篇 建筑消防设施	145
第1章 概述	145
第2章 消防给水及消火栓系统	149
第3章 自动喷水灭火系统	174
第4章 水喷雾灭火系统	208
第5章 细水雾灭火系统	219
第6章 气体灭火系统	231
第7章 泡沫灭火系统	249
第8章 干粉灭火系统	263
第9章 火灾自动报警系统	270
第10章 防烟排烟系统	315
第11章 消防应急照明和疏散指示系统	328
第12章 城市消防远程监控系统	335
第13章 建筑灭火器配置	343
第14章 消防供配电	361
第4篇 其他建筑、场所防火	367
第1章 石油化工防火	367
第2章 地铁防火	378
第3章 城市轨道交通隧道防火	385
第4章 加油加气站防火	390
第5章 发电厂与变电站防火	402
第6章 飞机库防火	409
第7章 汽车库、修车库防火	416
第8章 洁净厂房防火	428
第9章 信息机房防火	432
第10章 古建筑防火	436
第11章 人民防空工程防火	441
第5篇 消防安全评估	450
第1章 火灾风险识别	450
第2章 火灾风险评估方法概述	457
第3章 建筑性能化防火设计评估	462
附录	473
附录一 本科目历年考试各篇章分值分析	473
附录二 2019年消防工程考试复习参考标准及图集	475
后记	476
参考文献	478

第 1 篇 消防基础知识

第 1 章 燃烧基础知识



助考知识要点

- ◆ 燃烧的条件：可燃物、助燃物、引火源、链式反应自由基
- ◆ 燃烧的类型：闪点、燃点、自燃点概念
- ◆ 燃烧的方式：气体燃烧、液体燃烧、固体燃烧



记忆思维导图

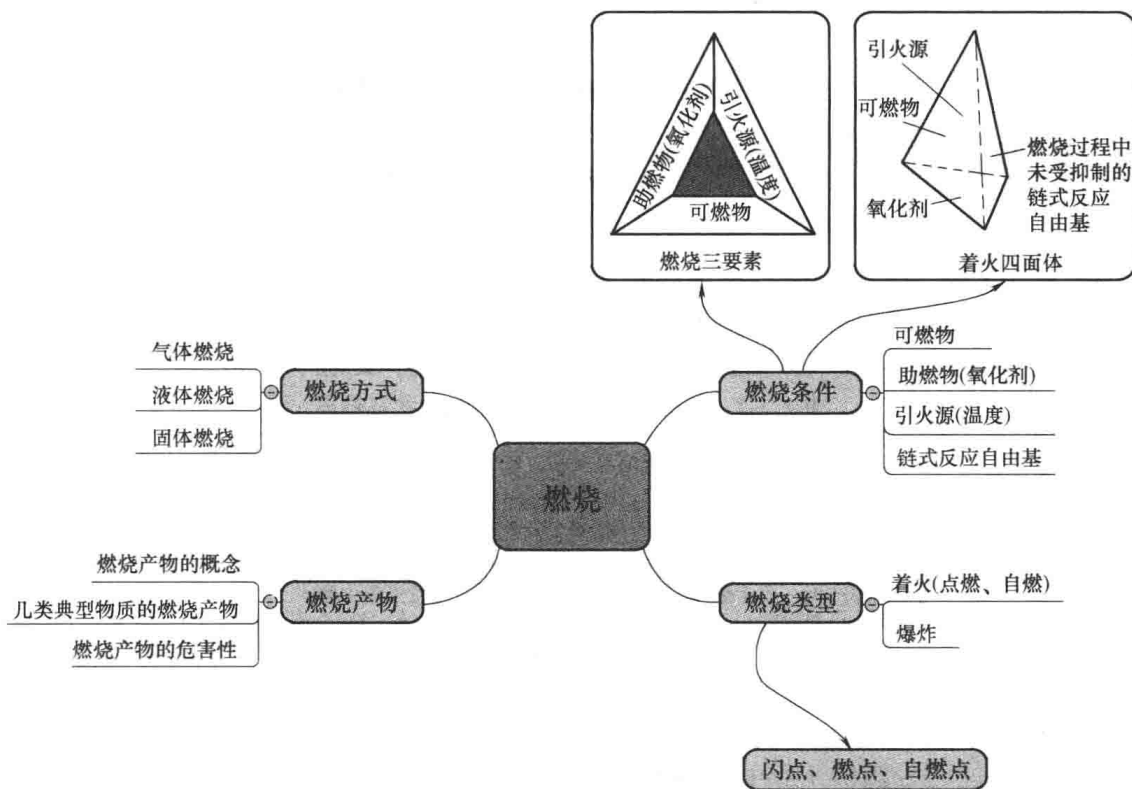


图 1.1-1 燃烧基础知识记忆思维导图

1.1 燃烧的条件

(1) 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。燃烧可分为有焰燃烧和无焰燃烧。

(2) 燃烧的发生和发展,必须具备三个必要条件,即可燃物、助燃物和引火源,通常称为燃烧三要素。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,自由基的链式反应是这些燃烧反应的实质。因此,大部分燃烧发生和发展需要四个必要条件,即可燃物、助燃物、引火源和链式反应自由基,见图 1.1-1。

(3) 燃烧的必要条件见表 1.1-1。

表 1.1-1 燃烧的必要条件

可燃物	化学组成	无机可燃物和有机可燃物
	状态	可燃固体、可燃液体和可燃气体
助燃物	氧气	
引火源	①明火。②电弧、电火花。③雷击。④高温	
链式反应自由基		

1.2 燃烧的类型

1. 按照燃烧发生瞬间的特点,燃烧可分为着火和爆炸

(1) 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。

1) 点燃,又称强迫着火。

2) 自燃:可燃物质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,可分为化学自燃和热自燃。

(2) 爆炸: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。

2. 按燃烧物形态分为气体燃烧、液体燃烧和固体燃烧,见表 1.1-2

表 1.1-2 气体、液体、固体燃烧方式及特点

气体燃烧	扩散燃烧	特点: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)
	预混燃烧	特点:燃烧反应快,温度高,火焰传播速度快,反应混合气体不扩散,在可燃混气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
液体燃烧	闪燃	可燃性液体挥发出来的蒸气与空气混合达到一定的浓度或者可燃性固体加热到一定温度后,遇明火发生一闪即灭的燃烧。闪点则是指易燃或可燃液体表面产生闪燃的最低温度
	沸溢	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,比重相差较大; 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
	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不断加大。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
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		

(续)

固 体 燃 烧	蒸发燃烧	硫、磷、钾、钠、蜡烛、松香等可燃固体，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，称为蒸发燃烧。樟脑、萘等在燃烧时不经过熔融过程，但其燃烧现象也是一种蒸发燃烧
	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，又称为异相燃烧
	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成分与氧发生燃烧反应，称为分解燃烧
	熏烟燃烧（阴燃）	固体可燃物在空气不流通、加热温度较低，分解出的气体量较少或逸散较快，含水分较多等条件下，发生只冒烟而无火焰的燃烧现象。阴燃是固体材料特有的燃烧形式，很多固体材料（如纸张、锯末、纤维织物、乳胶橡胶等）都能发生阴燃。有些可燃固体的燃烧包含两种或两种以上的形式，如木材、棉、麻、纸张等在适当的外界条件下，燃烧会明显地存在分解燃烧、阴燃、表面燃烧等形式

1.3 闪点、燃点、自燃点的概念

1. 闪点▲

(1) 闪点是指在规定的试验条件下，可燃性液体或固体表面产生的蒸气在试验火焰作用下发生闪燃的最低温度。

(2) 闪点是衡量易燃液体火灾危险性大小的主要特性。闪点越低，火灾危险性越大，按闪点的高低，易燃液体的分级如下：

- 1) 闪点 $< 28^{\circ}\text{C}$ 的为甲类易燃液体，如汽油、酒精。
- 2) $28^{\circ}\text{C} \leq \text{闪点} < 60^{\circ}\text{C}$ 的为乙类易燃液体，如煤油，松节油。
- 3) 闪点 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的为丙类易燃液体，如柴油。

2. 燃点

(1) 在规定的试验条件下，物质在外部引火源作用下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) 在一定条件下，物质的燃点越低，越易着火。

(3) 燃点与闪点的关系。易燃液体的燃点一般高出其闪点 $1 \sim 5^{\circ}\text{C}$ ，且闪点越低，这一差值越小。因此一般用闪点评定易燃液体火灾危险性大小，用燃点衡量固体的火灾危险性大小。

3. 自燃点

(1) 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。

(2) 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。

1.4 高聚物的燃烧产物

塑料、橡胶和合成纤维是人们熟知的三大合成有机高分子化合物，其应用广泛且容易燃

烧。高聚物的燃烧包括一系列的物理和化学变化，在燃烧（或分解）过程中产生 CO、NO（氮氧化物）、HCl、HF、SO₂ 及 COCl₂（光气）等有害气体。不同类型的高聚物在燃烧（或分解）过程中会产生不同类别的产物。只含碳和氢的高聚物，如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯燃烧时有熔滴，易产生 CO 气体。含有氧的高聚物，如有机玻璃、赛璐珞等，燃烧时变软，无熔滴，同样产生 CO 气体。含有氮的高聚物，如三聚氰胺甲醛树脂、尼龙等，燃烧时有熔滴，会产生 CO、NO、HCN 等有毒气体。含有氯的高聚物，如聚氯乙烯等，燃烧时无熔滴，有炭瘤，并产生 HCl 气体，有毒且溶于水后有腐蚀性。有木粉填料的酚醛树脂燃烧时会放出有毒的酚蒸气。



历年真题研究

【2015-1】用着火四面体来表示燃烧发生和发展的必要条件时，“四面体”是指可燃物、氧化剂、引火源和（ ）。

- A. 氧化反应 B. 热分解反应 C. 热传递 D. 链式反应自由基

【答案】D

【解析】大部分燃烧发生和发展需要四个必要条件，即可燃物、助燃物、引火源和链式反应自由基。

【2016-1】对于原油储罐，当罐内原油发生燃烧时，不会产生（ ）。

- A. 闪燃 B. 热波 C. 蒸发燃烧 D. 阴燃

【答案】D

【解析】闪燃、沸溢、喷溅都是液体燃烧的形式，沸溢和喷溅过程中都会出现热波，A 和 B 正确；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，C 正确；阴燃是固体材料特有的燃烧形式，D 错误。本题要求选不会产生的，故选 D。

【2016-2】汽油闪点低，易挥发，流动性好，存有汽油的储罐受热不会发生（ ）现象。

- A. 蒸汽燃烧及爆炸 B. 容器爆炸 C. 泄漏产生流淌火 D. 沸溢和喷溅

【答案】D

【解析】储罐受热后，易造成汽油泄漏。汽油闪点低、易挥发，故泄漏造成的汽油挥发成油雾，空气中含量为 74 ~ 123g/m³ 时遇火爆炸，进而引发容器爆炸，导致泄漏产生流淌火。沸溢和喷溅一般是重质油品达到一定条件时发生，汽油属于轻油，不属于重质油品。

【2018-1】木制桌椅燃烧时不会出现的燃烧形式是（ ）。

- A. 表面燃烧 B. 分解燃烧 C. 熏烟燃烧 D. 蒸发燃烧

【答案】D

【解析】木材、棉、麻、纸张等燃烧存在分解燃烧、熏烟燃烧、表面燃烧等形式。硫、磷、钾、钠、蜡烛、松香等可燃固体，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。显然木制桌椅不会出现蒸发燃烧方式。

【2018-84】聚氯乙烯电缆燃烧产物有（ ）。

- A. 炭瘤 B. 氮氧化物 C. 水蒸气 D. 腐蚀性气体 E. 熔滴

【答案】 ACD

【解析】 聚氯乙烯燃烧时无熔滴，有炭瘤，并产生 HCl 气体，有毒且溶于水后有腐蚀性。



联想记忆口诀

1. 燃烧发生条件：可₁燃物、助₂燃物、引₃火源和₄链₅式反应自由基（可燃火链）
2. 液体燃烧方式：闪₁燃、沸₂溢、喷₃溅（闪沸溅）
3. 固体燃烧方式：表₁面燃烧、分₂解燃烧、熏₃烟燃烧（阴燃）、蒸₄发燃烧（表分熏蒸）

第2章 火灾基础知识



助考知识要点

- ◆火灾分类：A、B、C、D、E、F 六类
- ◆火灾原因：电气，吸烟，生活用火不慎，生产作业不慎，玩火，放火，雷击
- ◆火灾蔓延：热传导，热对流，热辐射
- ◆灭火方法：冷却灭火，隔离灭火，窒息灭火，化学抑制灭火



记忆思维导图（图 1.2-1）

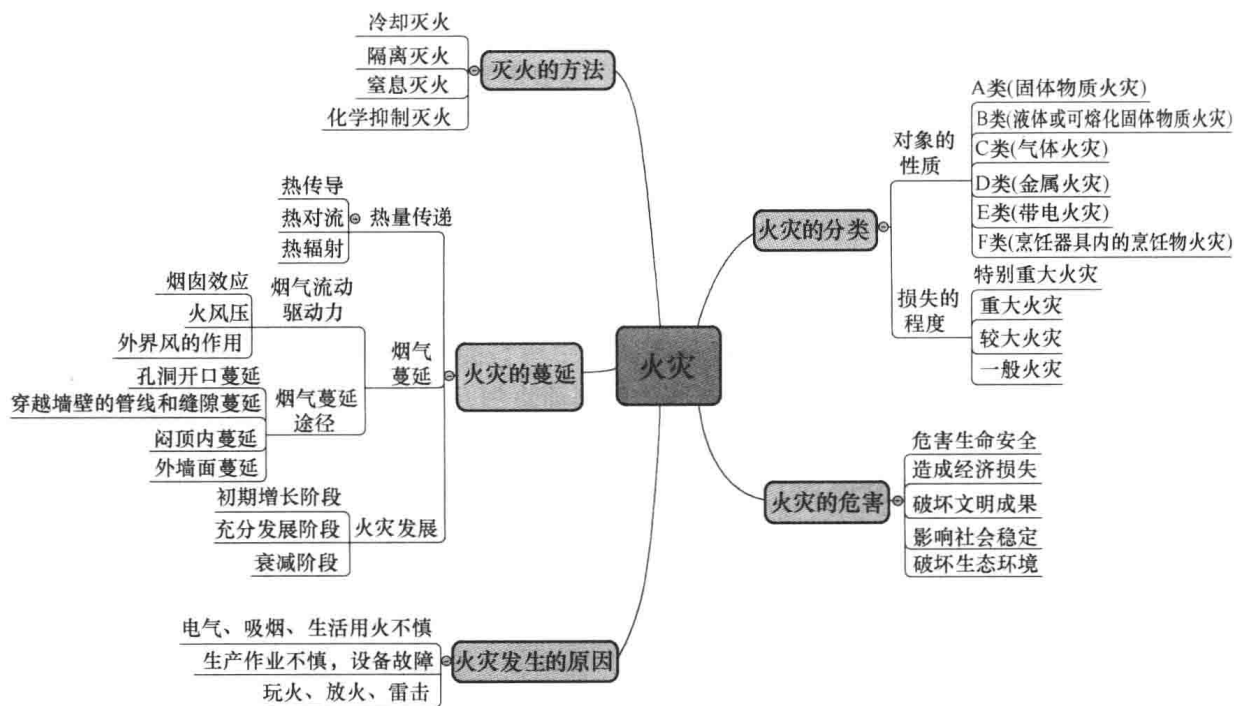


图 1.2-1 火灾基础知识记忆思维导图



内容归纳解析

2.1 火灾的分类

1. 火灾按照燃烧对象的性质分类，见表 1.2-1

表 1.2-1 火灾按照燃烧对象的性质分类

火灾分类		燃烧对象
A 类火灾	固体物质火灾	木材、棉、毛、麻、纸张等

(续)

火灾分类		燃烧对象
B类火灾	液体或可熔化固体物质火灾	汽油、煤油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡等
C类火灾	气体火灾	煤气、天然气、甲烷、乙烷、氢气、乙炔
D类火灾	金属火灾	钾、钠、镁、钛、锆、锂等
E类火灾	带电火灾	变压器等设备的电气火灾
F类火灾	烹饪器具内的烹饪物火灾	动植物油脂

2. 火灾按照损失程度分类，见表 1.2-2、图 1.2-2 所示

表 1.2-2 火灾按照损失程度分类

火灾分类	死亡人数 N	重伤人数 N	直接财产损失 D
特别重大火灾	$N \geq 30$	$N \geq 100$	$D \geq 1$ 亿
重大火灾	$10 \leq N < 30$	$50 \leq N < 100$	5000 万 $\leq D < 1$ 亿
较大火灾	$3 \leq N < 10$	$10 \leq N < 50$	1000 万 $\leq D < 5000$ 万
一般火灾	$N < 3$	$N < 10$	$D < 1000$ 万

注：火灾事故自发生之日起 7 日内，事故造成的伤亡人数发生变化的，应当及时补报。

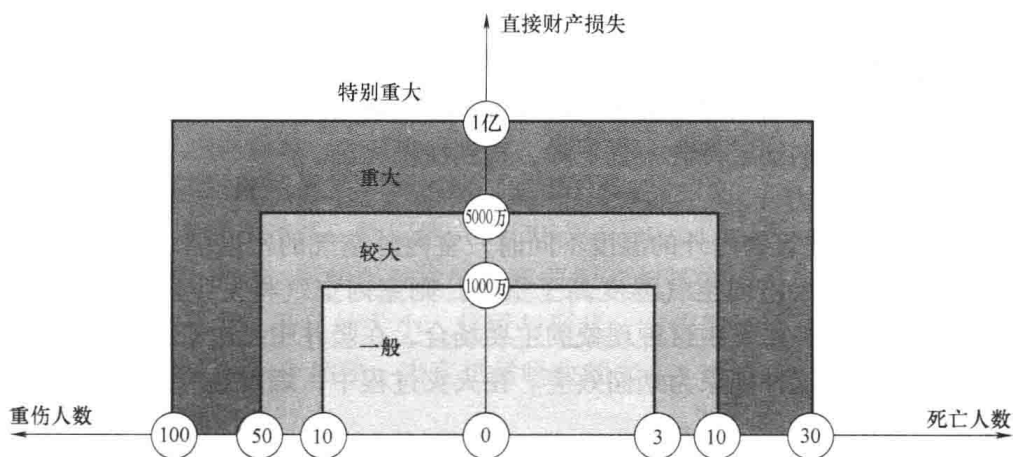


图 1.2-2 火灾按照损失程度分类

2.2 建筑火灾蔓延的机理与途径

1. 建筑火灾蔓延的热量传热方式

(1) 热传导：属于接触传热，是连续介质就地传递热量而又没有各部分之间相对的宏观位移的一种传热方式。对于起火的场所，热导率大的物体，利于火势传播和蔓延。

(2) 热对流：指流体各部分之间发生相对位移，冷热流体相互掺混引起热量传递的方式。建筑发生火灾过程中，通风孔洞面积越大，热对流的速度越快；通风孔洞所处位置越高，对流速度越快。热对流对初期火灾的发展起重要作用。

(3) 热辐射：热辐射是因热的原因而发出辐射能的现象。辐射换热是物体间以辐射的

方式进行的热量传递。与导热和对流不同的是，热辐射在传递能量时，不需要互相接触即可进行，所以它是一种非接触传递能量的方式。

2. 建筑火灾烟气的流动过程

(1) 烟气流动三条路线

第一条（也是最主要的一条）：着火房间→走廊→楼梯间→上部各楼层→室外。

第二条：着火房间→室外。

第三条：着火房间→相邻上层房间→室外。

(2) 着火房间内的烟气流动

1) 烟气羽流。在一般的建筑房间内，内部物品多为固体。当可燃固体受到外界条件的影响开始燃烧时，首先发生阴燃。当达到一定温度并且有适合的通风条件时，阴燃便转变为明火燃烧。明火出现后，可燃物迅速燃烧。燃烧中，火源上方的火焰及燃烧生成的流动烟气通常称为火羽流。在燃烧表面上方附近为火焰区，它又可以分为连续火焰区和间歇火焰区。而火焰区上方为燃烧产物即烟气的羽流区，其流动完全由浮力效应控制，一般称其为烟气羽流或浮力羽流。由于浮力作用，烟气流会形成一个热烟气团，在浮力的作用下向上运动，在上升过程中卷吸周围新鲜空气与原有的烟气发生掺混。

2) 顶棚射流。当烟气羽流撞击到房间的顶棚后，沿顶棚水平运动，形成一个较薄的顶棚射流层，称为顶棚射流。由于它的作用，使安装在顶棚上的感烟探测器、感温探测器和洒水喷头产生响应，实现自动报警和喷淋灭火。

3) 烟气层沉降。随着燃烧持续发展，新的烟气不断向上补充，室内烟气层的厚度逐渐增加。在这一阶段，上部烟气的温度逐渐升高、浓度逐渐增大，如果可燃物充足，且烟气不能充分地从上部排出，烟气层将会一直下降，直到浸没火源。

(3) 烟气流动驱动力

1) 烟囱效应。当建筑物内外的温度不同时，室内外空气的密度随之出现差别，这将引发浮力驱动的流动。如果室内空气温度高于室外，则室内空气将发生向上运动，建筑物越高，这种流动越强。竖井是发生这种现象的主要场合，在竖井中，由于浮力作用产生的气体运动十分显著，通常称这种现象为烟囱效应。在火灾过程中，烟囱效应是造成烟气向上蔓延的主要因素。

2) 火风压。火风压是指建筑物内发生火灾时，在起火房间内，由于温度上升，气体迅速膨胀，对楼板和四壁形成的压力。火风压的影响主要在起火房间，如果火风压大于进风口的压力，则大量的烟火将通过外墙窗口，由室外向上蔓延；若火风压等于或小于进风口的压力，则烟火便全部从内部蔓延，当它进入楼梯间、电梯井、管道井、电缆井等竖向孔道以后，会大大加强烟囱效应。

3) 外界风的作用。风的存在可在建筑物的周围产生压力分布，而这种压力分布能够影响建筑物内的烟气流动。烟气在水平方向的扩散流动速度较小，在火灾初期为 $0.1 \sim 0.3 \text{ m/s}$ ，在火灾中期为 $0.5 \sim 0.8 \text{ m/s}$ 。烟气在垂直方向的扩散流动速度通常为 $1 \sim 5 \text{ m/s}$ 。在楼梯间，烟气上升流动速度可达 $6 \sim 8 \text{ m/s}$ 。

3. 建筑室内火灾发展阶段

建筑室内火灾发展分为三个阶段，如图 1.2-3 所示。

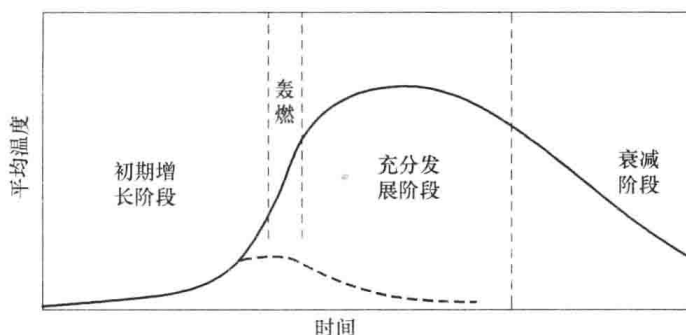


图 1.2-3 建筑室内火灾温度-时间曲线

(1) 初期增长阶段：初期增长阶段从室内出现明火算起。此阶段的火灾属于燃料控制型火灾。

(2) 充分发展阶段：室内燃烧持续一定时间后，室内温度不断上升，当室内温度继续上升到一定程度时，会出现燃烧面积和燃烧速率瞬间迅速增大，室内温度突增的现象，即轰燃，标志着室内火灾由初期增长阶段转变为充分发展阶段。

(3) 衰减阶段：在火灾全面发展阶段的后期，随着室内可燃物数量的减少，燃烧速度减慢，燃烧强度减弱，温度逐渐下降，当室内平均温度下降到其峰值的 80% 时，火灾进入衰减阶段。

4. 轰燃和回燃的概念

(1) 轰燃。轰燃是指室内火灾由局部燃烧向所有可燃物表面都燃烧的突然转变，室内轰燃是一种瞬态过程。当建筑室内火灾出现以下三种情况，即可判断发生了轰燃：

- 1) 顶棚附近的气体温度超过某一特定值（约 600°C ）。
- 2) 地面的辐射热通量超过某一特定值（约 $20\text{kW}/\text{m}^2$ ）。

3) 火焰从通风开口喷出。影响轰燃发生的重要因素包括室内可燃物的数量、燃烧特性与布局、房间的大小与形状、开口的大小、位置与形状、室内装修装饰材料热惯性（即导热系数、密度和比热组合成的一个参数，决定热量吸收的多少）等。

(2) 轰燃发生之前征兆：

- 1) 屋顶的热烟气层开始出现火焰。
- 2) 出现滚燃现象。
- 3) 热烟气层突然下降。
- 4) 温度突然增加。

(3) 回燃。回燃是指当室内通风不良、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。室内发生火灾时，处于气相的可燃混合物浓度和室内的氧浓度是回燃发生的决定性因素。回燃的剧烈程度随室内可燃气体相混合物浓度的增加而增大。室内火灾中可燃气体相混合物浓度的大小，主要取决于室内可燃物的类型、火灾荷载密度（单位建筑面积上的火灾荷载）、通风条件以及燃烧时间等。

(4) 回燃发生之前征兆。如果身处室外，观察到的征兆包括：着火房间开口较少，通风不良，蓄积大量烟气；着火房间的门或窗户上有油状沉积物；门、窗及其把手温度高；开口处流出脉动式热烟气；有烟气被倒吸入室内的现象。如果身处室内，观察到的征兆包括：

室内热烟气层中出现蓝色火焰（表明燃烧缺氧，燃烧产物中含有较多一氧化碳，其燃烧呈蓝色）；听到吸气声或呼啸声。

2.3 防火和灭火的基本原理与方法

1. 防火的基本方法

- (1) 控制可燃物。
- (2) 隔绝助燃物。
- (3) 控制引火源

2. 灭火的基本原理与方法

(1) 冷却灭火。在用水灭火的过程中，水大量地吸收热量，使燃烧物的温度迅速降低，火焰熄灭，火势得到控制、火灾终止。

(2) 隔离灭火。将可燃物与氧气、火焰隔离，就可以中止燃烧、扑灭火灾。如自动喷水-泡沫联用系统在喷水的同时喷出泡沫，泡沫覆盖于燃烧液体或固体的表面，在发挥冷却作用的同时，将可燃物与空气隔开。

(3) 窒息灭火。可燃物的燃烧是氧化作用，需要在最低氧浓度以上才能进行，低于最低氧浓度，燃烧不能进行，火灾即被扑灭。一般氧浓度低于15%时，就不能维持燃烧。在着火场所内，可以通过灌注非助燃气体，如二氧化碳、氮气、蒸汽等，来降低空间的氧浓度，从而达到窒息灭火。此外，水喷雾灭火系统工作时，喷出的水滴吸收热气流热量而转化成蒸汽，当空气中水蒸气浓度达到35%时，燃烧即停止，这也是窒息灭火。

(4) 化学抑制。由于有焰燃烧是通过链式反应进行的，如果能有效地抑制自由基的产生或降低火焰中的自由基浓度，即可使燃烧中止。化学抑制灭火的常见灭火剂有干粉灭火剂和七氟丙烷灭火剂。

规范条文链接

《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令 第493号）

第十三条 事故报告后出现新情况的，应当及时补报。

火灾事故自发生之日起7日内，事故造成的伤亡人数发生变化的，应当及时补报。

历年真题研究

【2015-81】下列灭火剂中，在灭火过程中含有窒息灭火机理的有（ ）。

- A. 二氧化碳 B. 泡沫 C. 直流水 D. 水喷雾 E. 氮气

【答案】 ABDE

【解析】窒息灭火就是通过采取措施降低火灾现场空间内氧的浓度，使燃烧因缺少氧气而停止。窒息灭火常采用的灭火剂一般有二氧化碳、氮气、水蒸气等。此外，水喷雾灭火系统实施动作时，喷出的水滴吸收热气流热量而转化成蒸汽，当空气中水蒸气浓度达到35%时，燃烧即停止，这也是窒息灭火的应用。

【2016-96】导致高层建筑火灾烟气快速蔓延的主要因素包括（ ）。

- A. 热浮力 B. 建筑物的高度 C. 风压 D. 建筑物的楼层面积 E. 建筑的室内外温度

