



住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材  
高校建筑电气与智能化学科专业指导委员会  
规划推荐教材

# 公共安全技术

(第二版)

张九根 王克河◎主编  
谢秀颖 马小军◎主审



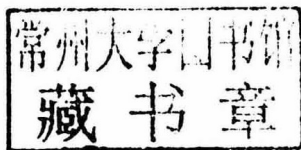
中国建筑工业出版社



住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材  
高校建筑电气与智能化学科专业指导委员会规划推荐教材

# 公共安全技术 (第二版)

张九根 王克河 主编  
谢秀颖 马小军 主审



中国建筑工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

公共安全技术/张九根等主编. —2版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 7

住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材  
高校建筑电气与智能化学科专业指导委员会规划推荐教材  
ISBN 978-7-112-22070-0

I. ①公… II. ①张… III. ①智能化建筑-公共安全-安全技术-高等学校-教材 IV. ①TU89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 070365 号

本教材依据《高等学校建筑电气与智能化本科指导性专业规范》编写, 内容包括:

第 1 章公共安全技术概论, 介绍公共安全系统的概念、功能与组成, 公共安全技术的发展; 第 2 章公共安全技术原理, 介绍公共安全系统的构成, 公共安全系统的前端技术、信息传输技术、信息存储技术、信息显示技术等; 第 3 章和第 4 章分别介绍火灾自动报警系统和安全技术防范系统, 在介绍各子系统的组成及系统工作原理的基础上, 重点叙述主要设备选择和系统设计的相关要素, 即强调工程性; 第 5 章应急响应系统, 包括建筑应急响应系统和城市应急联动系统; 第 6 章公共安全系统机房、供配电、防雷与接地。

本教材编写力求结构体系体现新颖性、课程目标强调工程性、具体内容突出先进性。

本教材是高等学校建筑电气与智能化学科专业指导委员会规划推荐教材, 亦可作为智能建筑工程设计、技术咨询、工程招投标人员的参考书。

如果需要本书配套课件, 请发邮件至 524633479@qq.com 与责编联系。

责任编辑: 张 健 王 跃 齐庆梅

责任校对: 刘梦然

住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材  
高校建筑电气与智能化学科专业指导委员会规划推荐教材

### 公共安全技术

(第二版)

张九根 王克河 主编

谢秀颖 马小军 主审

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 字数: 346 千字

2018 年 5 月第二版 2019 年 7 月第五次印刷

定价: 30.00 元(赠课件)

ISBN 978-7-112-22070-0  
(31875)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 教材编审委员会

主任：方潜生

副主任：寿大云 任庆昌

委员：（按姓氏笔画排序）

于军琪 王 娜 王晓丽 付保川 杜明芳

李界家 杨亚龙 肖 辉 张九根 张振亚

陈志新 范同顺 周 原 周玉国 郑晓芳

项新建 胡国文 段春丽 段培永 郭福雁

黄民德 韩 宁 魏 东

## 序

自 20 世纪 80 年代智能建筑出现以来，智能建筑技术迅猛发展，其内涵不断创新丰富，外延不断扩展渗透，已引起世界范围内教育界和工业界的高度关注，并成为研究热点。进入 21 世纪，随着我国国民经济的快速发展，现代化、信息化、城镇化的迅速普及，智能建筑产业不但完成了“量”的积累，更是实现了“质”的飞跃，已成为现代建筑业的“龙头”，为绿色、节能、可持续发展做出了重大的贡献。智能建筑技术已延伸到建筑结构、建筑材料、建筑能源以及建筑全生命周期的运营服务等方面，促进了“绿色建筑”、“智慧城市”日新月异的发展。

坚持“节能降耗、生态环保”的可持续发展之路，是国家推进生态文明建设的重要举措。建筑电气与智能化专业承载着智能建筑人才培养的重任，肩负着现代建筑业的未来，且直接关系到国家“节能环保”目标的实现，其重要性愈加凸显。

全国高等学校建筑电气与智能化学科专业指导委员会十分重视教材在人才培养中的基础性作用，多年来下大力气加强教材建设，已取得了可喜的成绩。为进一步促进建筑电气与智能化专业建设和发展，根据住房和城乡建设部《关于申报高等教育、职业教育土建类学科专业“十三五”规划教材的通知》（建人专函〔2016〕3号）精神，建筑电气与智能化学科专业指导委员会依据专业标准和规范，组织编写建筑电气与智能化专业“十三五”规划教材，以适应和满足建筑电气与智能化专业教学和人才培养需求。

该系列教材的出版目的是为培养专业基础扎实、实践能力强、具有创新精神的高素质人才。真诚希望使用本规划教材的广大读者多提宝贵意见，以便不断完善与优化教材内容。

全国高等学校建筑电气与智能化学科专业指导委员会  
主任委员  
方潜生

## 第二版前言

《公共安全技术》是在全国高等学校建筑电气与智能化学科专业指导委员会指导下,根据建筑电气与智能化专业规范要求编写的专业核心课程教材,2014年出版以来受到各有关专业教师的好评。本教材系统、全面地展现了公共安全技术的概念、原理、系统、工程设计与应用规范等,形成一个体系。

本书第二版修订,广泛收集了教材使用者以及相关专家的意见和建议,修订重点是:原理性内容上反映新技术应用,设计性内容上符合新规范要求;增加智慧城市相关内容;解决前后内容衔接上的一些问题。具体修订内容说明如下:

1. 按《智能建筑设计标准》GB 50314—2015的定义,微调“公共安全技术”定义,将“应急联动系统”改为“应急响应系统”,第5章标题相应作修改。

2. 第1章,修改了公共安全系统中相关概念;增加了燃烧的基本原理,对火灾自动报警系统的概念作了广义和狭义的描述;修改了智慧城市的概念。

3. 第2章,章首的概念性内容按新规范作修改;第2.3节前端技术第3小节中视频探测技术增加了CMOS视频传感器和摄像机的内容;第2.3节信息传输技术第2小节中视频信号的传输方式补充了数字视频信号的传输内容。

4. 第3章,第3.1节标题改为火灾自动报警系统组成与工作原理,按广义概念介绍系统组成,增加了系统工作原理;第3.3节标题改为消防设施联动控制,结构上由原来8小节按各消防设施分别介绍,调整为2小节:消防设施及其工作原理、消防设施联动控制原理,内容上增加了部分消防设施控制电路图的分析;原3.9节火灾自动报警系统的性能化设计改为性能化防火设计简介;原3.7节电气火灾监控系统设计和3.8节可燃气体探测报警系统设计合并为火灾预警系统;取消原3.6节消防应急照明与疏散指示系统设计;增加消防设备电源监控系统。

5. 第4章,调整部分名词概念,删减了工作原理性内容,扩充了设备性能及适用场合等应用性内容;第4.1节补充了日夜型摄像机、网络摄像机和硬盘录像机等内容;第4.2节增加常用入侵探测器设备技术参数比较;第4.6节增加车牌识别设备、不同类型停车场配置要求;增加了实践性强的思考题和习题。

6. 第5章,标题改为应急响应系统,内容作相应修改;第5.1节标题和内容均按最新标准作修改,增加了5.1.4节紧急广播系统与信息发布与疏散导引系统的联动;第5.2节标题改为城市应急联动系统概述,合并原5.2.1和5.2.2小节,删去了5.2.5小节。

7. 第6章,按最新规范修改了部分内容。

8. 增加了参考文献,删去规范标准的年号。

需要说明的是,作为一门专业课的教材,本书力求新颖性、工程性、先进性。在介绍各子系统的组成及系统工作原理的基础上,重点叙述主要设备选择和系统设计的相关要素,即强调工程设计方法;在技术上和相关设计规范的应用上力图体现先进性。但是,高

新技术发展日新月异，高新技术产品层出不穷，新技术和新产品的推广应用速度越来越快，设计规范标准的修订周期越来越短，教材的滞后性无法避免。因此，使用本教材时，除掌握教材所提供的基本概念、基本原理和基本方法外，还要了解有关技术的发展、关注设计规范的修订，特别注意不能把本教材当作规范、标准来使用。

本版第1、5章由何毅修订，第2章由林昕修订，第3、6章由张九根修订，第4章由王克河修订。

感谢山东建筑大学谢秀颖教授和南京工业大学马小军教授为本书审稿并对修订稿提出宝贵意见；感谢华东交通大学、哈尔滨学院、南京工程学院、内蒙古科技大学、西安建筑大学等学校的老师们参加本书修订意见征求会，指出了第一版书中的问题，并对修订提供了好的建议；感谢一位未留名的老师通过出版社转来的修订建议；感谢第一版副主编张永坚老师为本书做的贡献。

限于作者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免有不足或不妥之处，敬请读者赐教。

编者

2018年2月

## 第一版前言

公共安全系统 (public security system) 是为维护公共安全, 综合运用现代科学技术, 以应对危害社会安全的各类突发事件而构建的技术防范系统或保障体系。公共安全系统对火灾、非法侵入、自然灾害、重大安全事故和公共卫生事故等危害人们生命财产安全的各种突发事件, 建立起应急及长效的技术防范保障体系; 并具有以人为本、平战结合、应急联动和安全可靠的功能。公共安全系统一般包括火灾自动报警系统、安全技术防范系统和应急联动系统等。

公共安全系统是智能建筑的主要子系统, 对应地, “公共安全技术” 是建筑电气与智能化专业的专业核心课程, 是建筑智能化工程知识领域的核心知识单元, 其主要内容包括: 公共安全系统、安全技术防范系统、火灾自动报警系统、应急联动系统、消防联动系统、消防—建筑设备联动系统、公共安全系统集成技术、城市区域联网安防系统。

本教材依据《高等学校建筑电气与智能化本科指导性专业规范》编写, 内容安排如下:

第1章公共安全技术概论, 包括公共安全系统的概念、功能与组成, 公共安全技术的发展。

第2章公共安全技术原理, 包括公共安全系统构成、前端技术、信息传输技术、信息存储技术和信息显示技术。

公共安全系统中的火灾自动报警系统和安全技术防范系统的各相关子系统, 其结构体系都包括前端、传输、信息处理/控制/管理和显示/记录/执行四大单元。不同(功能)的子系统, 只是各单元的具体内容有所不同。基于此, 将火灾自动报警系统和安全技术防范系统的上述四大单元的主要技术统一做原理性的叙述, 是本书编写的特色之一。

第3章火灾自动报警系统, 包括系统组成与类型、火灾探测报警系统、消防联动控制系统、家用火灾报警系统、电气火灾监控系统、可燃气体探测报警系统、火灾自动报警系统的性能化设计。

第4章安全技术防范系统, 包括视频安防监控系统、入侵报警系统、出入口控制系统、访客对讲系统、电子巡查系统、停车场管理系统、安全技术防范系统集成与综合管理、住宅小区安全防范系统。

第5章应急联动系统, 包括建筑应急联动系统和城市应急联动系统。此部分在以往的教材中鲜有系统介绍, 尤其是纳入地区应急联动体系已经是正在兴起的智慧城市的重要组成部分, 故独立为一章。

第6章公共安全系统机房、供配电、防雷与接地。火灾自动报警系统的监控中心宜独立设置, 但与安防系统监控中心合并设置越来越普遍, 故合并在一起叙述。火灾自动报警系统、安全技术防范系统和应急联动系统的供电、防雷与接地的要求基本相同, 也合并在一起叙述。

本教材编写力求新颖性、工程性、先进性。

新颖性——一般“消防”和“安防”分别成书，即使合编，也是简单拼接。本教材体系安排抓住“消防”和“安防”技术核心——信息处理技术的应用，从原理上介绍公共安全系统中的技术。

工程性——在介绍各子系统的组成及系统工作原理的基础上，重点叙述主要设备选择和系统设计的相关要素，即强调工程设计方法，这也是本书的一大特色。

先进性——主要体现在技术上和相关设计规范的应用上。

此外，尚需说明的是，曾有一位前辈讲过，编写教材要做到“天衣无缝”，意思是不要面面俱到，要有取有舍、留有余地，给读者思考的空间。本教材在内容范围和深度的把握上、思考题的设置上力图遵循这样的思想。

本书由南京工业大学、山东建筑大学、南京三江学院联合编写，第1、5章由何毅编写、第2章由林昕编写、第3、6章由张九根编写、第4章由张永坚编写，全书由张九根统稿。

感谢山东建筑大学谢秀颖教授和南京工业大学马小军教授为本书审稿。

限于作者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免有不足或不妥之处，敬请读者赐教。

# 目 录

第1章 公共安全技术概论	1
1.1 公共安全系统概述	1
1.2 公共安全技术的发展	16
1.3 智慧城市背景下的公共安全系统	18
思考题与习题	23
第2章 公共安全技术原理	24
2.1 公共安全系统构成	24
2.2 前端技术	26
2.3 信号传输技术	48
2.4 信息存储技术	53
2.5 信息显示技术	57
思考题与习题	60
第3章 火灾自动报警系统	62
3.1 系统组成与工作原理	62
3.2 火灾探测器的选择与布置	69
3.3 消防设施联动控制	84
3.4 火灾自动报警系统设计	105
3.5 火灾预警系统	119
3.6 消防设备电源监控系统	127
3.7 住宅建筑火灾自动报警系统	128
3.8 性能化防火设计简介	130
思考题与习题	133
第4章 安全技术防范系统	135
4.1 视频安防监控系统	135
4.2 入侵和紧急报警系统	153
4.3 出入口控制系统	161
4.4 访客对讲系统	170
4.5 电子巡查系统	170
4.6 停车场管理系统	172
4.7 安全技术防范系统集成与综合管理	177
4.8 住宅小区安全防范系统	182
思考题与习题	185

第5章 应急响应系统 .....	186
5.1 建筑应急响应系统 .....	186
5.2 城市应急联动系统概述 .....	188
思考题与习题 .....	200
第6章 公共安全系统机房、供配电、防雷与接地 .....	201
6.1 公共安全系统机房 .....	201
6.2 公共安全系统供配电 .....	204
6.3 公共安全系统防雷与接地 .....	208
思考题与习题 .....	210
主要参考文献 .....	211

# 第 1 章 公共安全技术概论

公共安全技术 (public security technology) 是为维护公共安全, 运用现代科学技术, 以应对危害社会安全的各类突发事件而构建的综合技术防范系统或安全保障体系。本书将主要讨论建筑智能化领域的公共安全系统, 该系统主要包括火灾自动报警系统、安全技术防范系统和应急响应系统等部分。

本章将在概述公共安全系统的基本概念、火灾自动报警系统和安全技术防范系统等内容的基础上, 分析公共安全技术的现状及发展趋势。最后, 对智慧城市框架背景下的公共安全系统进行介绍。

## 1.1 公共安全系统概述

### 1.1.1 公共安全系统的基本概念

#### 1. 安全

根据现代汉语词典的解释, 所谓“安全”就是没有危险、不受侵害、不出事故。中文所说的“安全”, 在英文中有“Safety”和“Security”两种解释。牛津大学出版的《现代高级英汉双解辞典》对“Safety”一词的主体解释是: 安全、平安、稳妥; 保险(锁)、保险箱等。而对“Security”一词的主体解释是: 安全、无危险、无忧虑; 提供安全之物, 使免除危险或忧虑之物; 抵押品, 担保品; 安全(警察), 安全(部队)等。

实际上, 中文所讲的“安全”是一种广义的安全, 它包括两层涵义: 一是指自然属性或准自然属性的安全, 对应英文中的“Safety”, 他的被破坏主要不是由于人的有目的的参与而造成的, 而是由自然灾害事故(如水、火、震灾等)或准自然灾害事故(如产品设计缺陷、环境、卫生条件恶化等)所产生的对安全的破坏; 二是指社会人文性的安全, 即有明显人为属性的安全, 它与英文中“Security”相对应, 他的被破坏主要是由于人的有目的的参与而造成的, 如入侵盗窃、抢劫、破坏等刑事犯罪等。因此广义地讲, “安全”应该包括“Safety”和“Security”两层含义。

#### 2. 公共安全

公共安全是指公民、个人和社会的安全, 指公民个人和社会从事正常的生活、学习、工作、娱乐、交往所必需的稳定的外部环境和秩序; 指多数人的生命、健康、公私财产、民主权利和自我发展有可靠的保障, 最大限度地避免各种灾难的伤害。

公共安全的范畴主要包括信息安全、食品安全、公共卫生安全、公众出行安全、避难者行为安全、人员疏散的场地安全、建筑公共安全、城市生命线安全、恶意和非恶意的人身安全和人员疏散等。

其中, 信息安全是指为数据处理系统而采取的技术的和管理的的安全保护, 保护计算机硬件、软件、数据不因偶然的或恶意的原因而遭到破坏、更改或显露。信息安全本身包括

的范围很广,大到国家军事政治等机密安全,小到如防范商业企业机密泄露、防范青少年对不良信息的浏览、个人信息的泄露等。信息安全主要包括以下五方面的内容,即需保证信息的保密性、真实性、完整性、未授权拷贝和所寄生系统的安全性。信息安全是一门涉及计算机科学、网络技术、通信技术、密码技术、信息安全技术、应用数学、数论、信息论等多种学科的综合性学科。

### 3. 公共安全系统

公共安全系统(public security system)是智能建筑一个主要的子系统。《智能建筑设计标准》GB 50314—2015中给出的定义是:公共安全系统是为维护公共安全,运用现代科学技术,具有以应对危害社会安全的各类突发事件而构建的综合技术防范或安全保障体系综合功能的系统。其功能是:应有效地应对建筑内火灾、非法侵入、自然灾害、重大安全事故等危害人们生命和财产安全的各种突发事件,并应建立应急及长效的技术防范保障体系;应以人为本、主动防范、应急响应和严实可靠。公共安全系统包括火灾自动报警系统、安全技术防范系统和应急响应系统等。

火灾自动报警系统(automatic fire alarm system)是探测火灾早期特征、发出火灾报警信号,为人员疏散、防止火灾蔓延和启动自动灭火设备提供控制与指示的消防系统。火灾自动报警系统包括火灾探测报警系统、消防联动控制系统、可燃气体探测报警系统和电气火灾监控系统等。

安全技术防范系统(security & protection system)是以维护社会公共安全为目的,运用技防产品和其他相关产品所构成的入侵和紧急报警系统、视频安防监控系统、出入口控制系统、防爆安全检查系统等,或由这些系统组合或集成的电子系统或网络。安全技术防范系统一般由安全防范综合管理系统和若干个相关子系统组成,民用建筑及通用工业建筑中较常用子系统包括:入侵和紧急报警系统、视频安防监控系统、出入口控制系统、电子巡查系统、访客对讲系统、停车库(场)管理系统及各类建筑物业务功能所需的其他相关安全技术防范系统。

应急响应系统(emergency response system)是为应对各类突发公共安全事件,提高应急响应速度和决策指挥能力,有效预防、控制和消除突发公共安全事件的危害,具有应急技术体系和响应处置功能的应急保障机制或履行协调指挥职能的系统。

#### 1.1.2 火灾自动报警系统

##### 1. 燃烧的基本原理

火灾是一种违反人们意志,在时间和空间上失去控制,并给人类带来灾害的燃烧现象。

##### (1) 燃烧本质

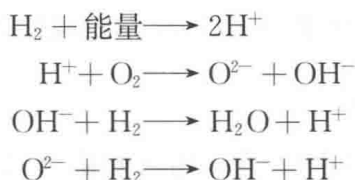
通常,人们所看到的燃烧现象,大多是可燃物质与空气(氧)或其他氧化剂进行剧烈反应而发生的放热发光现象。

燃烧通常伴有火焰、发光和/或发烟的现象。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,而发出各种波长的光。发光的气相燃烧区就是火焰,它的存在是燃烧过程中最明显的标志。由于不完全燃烧等原因,燃烧产物中会混有一些微小颗粒,这样就形成了烟。

本质上讲,燃烧是一种可燃物与氧化剂作用发生氧化反应。若反应速率低,产生的热量又随时散失,没有发光现象,则为一般氧化反应;若反应剧烈,瞬时放出大量的热和

光，则成为燃烧。故燃烧的基本特征表现为：放热、发光、发烟、伴有火焰等。

近代链式反应理论认为燃烧是一种游离基的链式反应（也称链锁反应），即化合物或单分子中的共价键在外界因素（如光、热）的影响下，裂解成化学活性非常强的原子或原子团——游离基（也称自由基），在一般条件下这些原子或原子团容易自行结合成分子或与其他物质分子反应生成新的游离基。反应物产生少量新的游离基时，即可发生链式反应。反应一经开始，许多链式步骤就自行发展下去，直至反应物裂解完为止。如氢在空气中的燃烧反应：



从上述反应式可以看出，游离基有氢原子、氧原子及羟基，反应过程中每一步都取决于前一步生成的物质，故称这种反应为链式反应。

## (2) 燃烧条件

燃烧必须具备三个条件：可燃物、氧化剂和温度，用图形表示称为燃烧三角形，如图 1-1 (a) 所示。对有焰燃烧，因燃烧过程中存在未受抑制的游离基作为中间体（即链式反应），故有焰燃烧的条件应增加链式反应，即形成燃烧四面体，如图 1-1 (b) 所示。

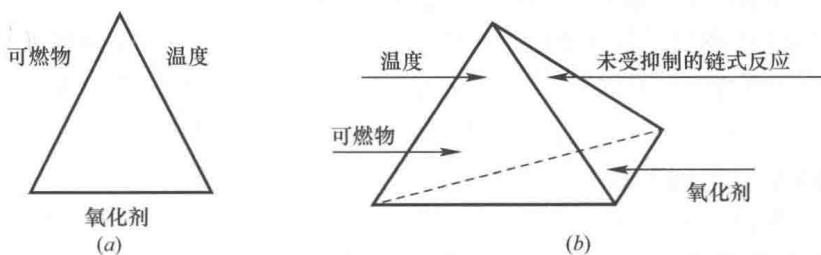


图 1-1 燃烧的必要条件

### 1) 可燃物

凡能与空气中的氧或其他氧化剂起化学反应的固体、液体、气体物质称为可燃物。常见的可燃物有木材、纸张、汽油、酒精、氢气、乙炔气等。

### 2) 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氧化剂，如氧、氟、氯等。

### 3) 温度

温度即为引火源，是供可燃物和氧化剂发生燃烧反应的能量来源。常见的是热能，其他还有由化学能、电能、机械能等转变而来的热能。燃烧反应可以通过用明火点燃处于空气（或氧气）中的可燃物或通过加热处于空气（或氧气）中的可燃物来实现。

### 4) 链式反应

大多数有焰燃烧都存在链式反应。

具备了燃烧的必要条件，并不等于燃烧必然发生。在各种必要条件中，还有一个“量”的概念，即发生燃烧或持续燃烧的充分条件。

### ① 一定的可燃物浓度

可燃气体或蒸气只有达到一定浓度才会发生燃烧。如车用汽油在 $-38^{\circ}\text{C}$ 以下, 甲醇在 $7^{\circ}\text{C}$ 以下时均不能达到燃烧所需的浓度, 此时, 虽有足够的氧气和明火, 仍不能发生燃烧。

### ② 一定的氧气含量

可燃物发生燃烧有最低含氧量要求, 低于这一浓度, 虽然燃烧的其他条件已具备, 燃烧仍不会发生, 如汽油的最低氧含量要求为 $14.4\%$ , 煤油为 $15\%$ 。

### ③ 一定的点火能量

可燃物发生燃烧有最小点火能量要求, 达到这一强度要求时才会引起燃烧反应, 如汽油的最低点火能量为 $0.2\text{mJ}$ 。

### ④ 不受抑制的链式反应

对于无焰燃烧, 以上三条件同时存在、相互作用, 燃烧就会发生。对于有焰燃烧, 除以上三条件外, 燃烧过程中存在未受抑制的游离基, 形成链式反应, 燃烧才能持续下去。故不受抑制的链式反应也是有焰燃烧的充分条件之一。

## (3) 燃烧类型

### 1) 闪燃

在一定温度下, 易燃与可燃液体(固体)表面上产生足够的可燃蒸气, 遇火能产生一闪即灭的短促燃烧现象, 称为闪燃。

在规定的试验条件下, 液体(固体)表面能产生闪燃的最低温度称为闪点, 如汽油闪点为 $-50^{\circ}\text{C}$ 、乙醇 $12.8^{\circ}\text{C}$ 、松木 $240^{\circ}\text{C}$ 、聚乙烯 $340^{\circ}\text{C}$ 。闪点是衡量物质火灾危险性的重要参数。在消防工作中, 以闪点的高低作为评价液体火灾危险性的依据。闪点越低的液体, 其火灾危险性就越大。根据闪点可对液体生产、加工、储存的火灾危险性进行分类, 进而采取相应的防火安全措施。

### 2) 着火

可燃物质与空气共存, 达到某一温度或与火源接触即发生燃烧, 并在火源移去后仍能继续燃烧, 直至可燃物燃尽为止, 这种持续燃烧的现象叫着火。可燃物质开始持续燃烧所需要的最低温度叫燃点。如松木燃点 $250^{\circ}\text{C}$ 、聚乙烯 $341^{\circ}\text{C}$ 。

一切可燃液体的燃点都高于其闪点。控制可燃物质的温度在燃点以下, 也是预防火灾发生的措施之一。

### 3) 自燃

可燃物质在空气中连续均匀地加热到一定的温度, 在没有外部火花、火焰等火源的作用下, 能够发生自动燃烧的现象叫做受热自燃。

可燃物质受热发生自燃的最低温度叫自燃点。在这一温度时, 可燃物质与空气接触, 不需要明火源的作用就能自动发生燃烧。如汽油自燃点 $415^{\circ}\text{C}\sim 530^{\circ}\text{C}$ , 木材 $250^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ , 聚乙烯 $520^{\circ}\text{C}$ 。

可燃物质自燃点不是固定不变的, 它主要取决于氧化时所放出的热量和向外导出的热量。液体与气体可燃物(包括受热时能熔融的固体)的自燃点还受到压力、浓度、含氧量、催化剂等因素的影响; 固体可燃物自燃点与固体粉碎颗粒的大小、分解产生的可燃气体数量及受热时间长短等因素有关。

引起物质受热自燃的因素主要有: 接触灼热物体、直接用火加热、摩擦生热、化学反

应、高压压缩、热辐射作用等。有些空气中的可燃物质，在远低于自燃点的温度下自燃发热，且这种热量经过长时间的积蓄使物质达到自燃点而燃烧，这种现象叫做物质的本身自燃。物质本身自燃发热的原因有物质的氧化生热、分解生热、吸附生热、聚合生热和发酵生热。物质的本身自燃和受热自燃，两种现象的本质一样，只是热的来源不同，因此两者可以统称为自燃。

#### 4) 爆炸

物质发生急剧氧化或分解反应，使其温度、压力增加或使两者同时增加的现象，称为爆炸。在爆炸时，势能（化学能或机械能）突然转变为动能，有高压气体生成或释放出高压气体，且这些高压气体随之作机械功，如移动、改变形状或抛射周围物体。

爆炸按爆炸物质在爆炸过程中的变化，可分为物理爆炸、化学爆炸。物理爆炸是由于液体变成蒸气或者气体迅速膨胀，压力急速增加，并大大超过容器的极限压力而发生的爆炸，如蒸汽锅炉、液化气钢瓶等的爆炸。化学爆炸是因物质本身起化学反应，产生大量气体和高温而发生的爆炸，如炸药的爆炸、可燃气体与空气混合物的爆炸等。

消防工作中，对可燃气体、蒸气、粉尘环境的火灾爆炸危险性，用爆炸极限来判定，进而采取相应的防范措施。爆炸极限（又称爆炸浓度极限或燃烧极限或火焰传播极限）是可燃气体、蒸气或粉尘与空气混合后，遇火源产生爆炸的浓度范围，通常以体积百分比表示，最低浓度为爆炸下限（%LEL, low explosive limit），最高浓度为爆炸上限（%UEL, upper explosive limit）。如甲烷的爆炸极限在空气中为5%~15%、在氧气中为5.4%~60%，一氧化碳的爆炸极限在空气中为12.5%~74%、在氧气中为15.5%~94%。

## 2. 火灾发展过程

火灾发生、发展的整个过程是非常复杂的，影响因素也很多，但通过对燃烧理论的研究发现，热量传播伴随在火灾发生、发展的整个过程，是影响火灾发展的决定性因素，而且热量传播的三种途径（传导、对流和辐射）在火灾发展的各个阶段起的作用也各不相同。下面以建筑室内火灾为例介绍火灾的发展和蔓延。

根据室内火灾温度随时间的变化特点，可以将火灾的发展过程分为三个阶段，即火灾初期增长阶段、火灾充分发展阶段、火灾减弱阶段，如图1-2所示。

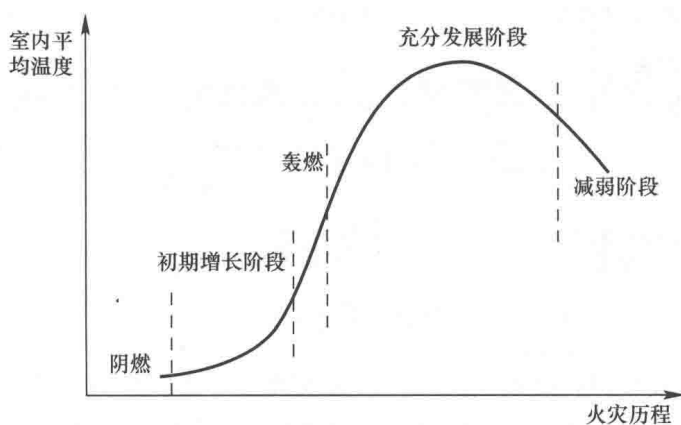


图 1-2 室内火灾温度变化曲线

### (1) 初期增长阶段

火灾燃烧范围不大, 火灾仅限于初始起火点附近, 室内温度差别大, 在燃烧区域及其附近存在高温, 室内平均温度低; 火灾发展速度较慢, 在发展过程中火势不稳定; 火灾发展时间因点火源、可燃物质性质和分布、通风条件影响长短差别很大。

若房间通风足够好, 火灾将逐渐发展为“轰燃”——室内所有可燃物都将起火。

### (2) 充分发展阶段

燃烧强度仍在增加, 热释放速率逐渐达到某一最大值, 室内温度经常会升到  $800^{\circ}\text{C}$  以上, 因而可严重损坏室内设备及建筑物本身的结构, 甚至造成建筑物的部分毁坏或全部倒塌。另外, 高温烟气还会携带着相当多的可燃组分从起火室的开口窜出, 引起邻近房间或相邻建筑物起火。

### (3) 减弱阶段

火灾逐渐减弱, 可燃物的挥发组分大量消耗而使燃烧速率减小。随后明火燃烧无法维持, 可燃固体变为赤热的焦炭。这些焦炭按碳燃烧的形式继续燃烧, 不过燃烧速率已比较缓慢。由于燃烧放出的热量不会很快散失, 室内平均温度仍然较高, 在焦炭附近还会存在局部相当高的温度区。

若火灾尚未发展到减弱阶段就被扑灭, 可燃物还会发生热分解, 而火区周围的温度在一段时间内还会比平时高很多, 可燃挥发组分还可以继续析出。如果达到了足够高的温度与浓度, 还会再次出现明火燃烧。

## 3. 火灾发展与消防

建筑物发生火灾后人们一定会采取多种消防行动来抗御火灾。这些行动或多或少会影响火灾的发展, 从而使有些火灾在初期即被扑灭, 或者不会达到充分发展阶段(旺盛期)。采取的消防行动越及时、越合理, 越有助于保护建筑物内人员与财产的安全, 并使建筑本身少受损失。各种消防对策对于控制和扑救火灾都有着重要的作用, 它们分别以不同的方式, 在火灾的不同阶段, 对火灾的发展进程产生影响。例如, 在火灾早期启动喷水灭火, 对控制室内温度的升高很有效, 于是室内可能不会出现轰燃阶段, 并且火灾也会较快被熄灭。在建筑火灾中, 各种防治火灾对策的应用都应当参照火灾的发生、发展过程加以考虑, 如图 1-3 所示。



图 1-3 火灾发展过程与相应消防对策

控制起火是防止或减少火灾损失的第一个关键环节, 为此应当了解各类可燃材料的着火性能, 将其控制在危险范围之外。在防火设计过程中, 不仅需要严格控制建筑物内火灾荷载密度, 而且必须重视材料的合理选用。对那些容易着火的场所或部位采用难燃材料或不燃材