

全国公安高等教育（本科）规划教材
公安部政治部 组编



建筑防火

蔡芸 主编



中国人民公安大学出版社

全国公安高等教育（本科）规划教材
公安部政治部 组编

建筑防火

蔡 芸 主编

中国人民公安大学出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑防火/蔡芸主编. —北京: 中国人民公安大学出版社, 2014. 8

全国公安高等教育(本科)规划教材

ISBN 978-7-5653-2011-8

I. ①建… II. ①蔡… III. ①建筑物—防火系统—建筑设计—
高等学校—教材 IV. ①TU892

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 203938 号

建筑防火

蔡 芸 主编

出版发行: 中国人民公安大学出版社

地 址: 北京市西城区木樨地南里

邮政编码: 100038

经 销: 新华书店

印 刷: 北京蓝空印刷厂

版 次: 2014 年 8 月第 1 版

印 次: 2014 年 11 月第 2 次

印 张: 14.5

开 本: 787 毫米×1092 毫米 1/16

字 数: 301 千字

书 号: ISBN 978-7-5653-2011-8

定 价: 50.00 元

网 址: www.cppsups.com.cn www.porclub.com.cn

电子邮箱: zbs@cppsup.com zbs@cppsu.edu.cn

营销中心电话: 010-83903254

读者服务部电话(门市): 010-83903257

警官读者俱乐部电话(网购、邮购): 010-83903253

教材分社电话: 010-83903259

本社图书出现印装质量问题, 由本社负责退换
版权所有 侵权必究

全国公安高等教育（本科）规划教材

编审委员会

主任：夏崇源

副主任：樊京玉 黄进 谢维和

程琳 王世全 崔芝崑

委员：（按姓氏笔画排序）

马维亚 王刚 伊良忠 刘玉庆

刘冠华 闫继忠 许剑卓 孙茂利

杜兰萍 李娟 李锦奇 杨东

杨钧 吴钰鸿 吴跃章 张文彪

张兆端 张俊海 张高文 陈勇

陈延超 武冬立 林少菊 战俊

奚路彪 高峰 郭宝 曹诗权

程人华 程小白 傅国良 熊文修

滕健

编委会办公室：

陈延超（兼） 周佩荣 屈明

杨益平 曾惠

主编简介

蔡芸，女，1987年毕业于西北建筑工程学院暖通专业，工学学士。现任中国人民武装警察部队学院消防工程系建筑防火教研室主任，教授，硕士研究生导师。主要从事建筑防火的教学与科研工作。

全国公安高等教育（本科）规划教材

建筑防火

主 编：蔡 芸

副主编：刘激扬 倪照鹏 王 倩

撰稿人：（按姓氏笔画排序）

王宗存 王 倩 刘文利 刘激扬

杜宝玲 李孝斌 赵 杨 倪照鹏

蔡 芸

前 言

教材是体现教学内容和教学方法的知识载体，是联系教与学的有效媒介。教材建设是公安教育训练的基础性工作，是实现公安院校教育现代化、提高教学质量的一项基本措施。改革开放以来，我们根据公安院校教学工作需要，先后组织编写了近200种公安院校专业课和专业基础课教材，为培养高素质的公安人才提供了有力支撑。近年来，我国执法环境和执法依据发生了深刻变化，公安理论和实践创新有了长足进步，公安高等教育实现了跨越式发展，原有统编教材难以满足现实需要，亟须重新编写。对此，公安部党委十分重视，郭声琨部长、杨焕宁常务副部长专门作出指示，成立了由公安部党委委员、政治部主任夏崇源任主任委员的教材编审委员会，并在京召开了工作部署会推动教材编写工作顺利有序进行。

本套教材是公安院校的本科教学用书，也是公安民警培训、自学的母本教材或指导性用书，涵盖侦查、治安、经济犯罪侦查、交通管理工程、刑事科学技术、禁毒、网络安全与执法、公安视听技术、警务指挥与战术、边防管理、消防工程等公安类本科专业，共计110种教材，是公安高等教育史上规模最大、涉及最广的一次教材建设工程。

本套教材以培养应用型公安专门人才为目标，以习近平总书记系列重要讲话为指南，坚持院校专家学者与实务部门骨干相结合，深入基层、融入实战、贴近一线，在充分吸纳教学科研成果和警务实践成功经验的基础上编写而成。教材在内容上主要突出公安理论的基础性和公安工作的实践性，在阐述公安各学科基本原理的同时，注重实践运用能力的培养，既兼顾了学科专业的系统性，又强调了警务实战的特殊性。在

体例规范上，既相对统一，又预留空间，鼓励学术上的研究和探讨，利于学生展开更深的探究。

本套教材是在公安部政治部的统一领导下分组集体编写而成的。为保证教材内容贴近实战，我们遴选了部分警务实战骨干参与编写工作。各门教材由编写组精心组织、反复论证、集思广益完成初稿，最后经有关实战部门业务专家和部分社会相关领域知名专家学者审核后定稿。

我们相信，经过组织者、编写者、出版者的共同努力，全国公安高等教育（本科）规划教材能够以体系完整、内容丰富、贴近实战、形式新颖的精品特质，服务公安院校的教学和广大民警自学，为培养高素质、高水平的应用型公安专门人才发挥重要作用。

公安部政治部

2014年8月

编写说明

火灾是最经常、最普遍的威胁公众安全和社会发展的主要灾害之一，其引发的生命财产损失往往也非常巨大。其中，建筑火灾是对人们危害最严重、最直接，也是对人们的日常生活影响最大的灾害。建筑防火设计则是针对建筑可能引发火灾的因素及其可能导致火灾危害或损失增大等的因素，采取的相应技术防治措施。建筑防火设计所采取的防火技术措施总体上可归纳为：防火（爆）—避火—控火—耐火四个方面，在设计过程中依靠建筑设计、结构设计、给水设计、采暖通风设计和电气设计共同完成。通常的防火设计方法是按照相关规范对建筑进行防火设计，这种传统的防火设计方法，设计人员只需根据不同的建筑类型，对照规范中的不同防火设计要求逐项落实，即可达到保护人员安全，减少火灾损失的基本要求。随着社会经济以及城市化的快速发展，对现代建筑使用及功能的需求也发生了巨大变化，对建筑防火设计也提出了更高的要求。建筑防火性能化设计作为一种新型的建筑防火设计方法，汇集了当前建筑防火领域最先进的技术，为建筑防火设计提供了更为灵活的、积极的设计方法，在满足防火安全目标的基础上，实现了经济性、系统性和功能性的统一。

本教材以我国现行相关的防火设计规范为依据，主要讲述了建筑防火设计中总平面防火设计、建筑主体防火设计、消防设施的设置原则和建筑消防设计审核的内容及方法等，并简要介绍了性能化防火设计的基本评估方法和原则等相关内容。

本教材由中国人民武装警察部队学院蔡芸教授任主编，公安部消防局刘激扬高级工程师、天津消防科研所倪照鹏研究员、中国人民武装警察部队学院王倩副教授任副主编。

参加编写的人员及分工如下：倪照鹏（第一、五章）；王倩（第二、八章）；杜宝玲（第三章）；李孝斌（第四章）；王宗存（第六章）；刘激扬

◎建筑防火

(第七章); 赵杨 (第九章); 蔡芸 (第十章); 刘文利 (第十一章)。

由于编者水平所限, 错误及不足在所难免, 希望读者批评指正。

在教材编写过程中, 得到了天津消防科研所和中国建筑科学研究院建筑防火研究所的大力支持, 在此表示衷心感谢。

《建筑防火》编写组

2014年6月

目 录

第一章 建筑火灾与建筑防火对策	(1)
第一节 建筑火灾.....	(1)
第二节 建筑防火对策.....	(9)
第二章 建筑材料的对火反应特性	(14)
第一节 概述.....	(14)
第二节 建筑材料的燃烧性能分级.....	(16)
第三节 建筑钢材的高温性能.....	(20)
第四节 混凝土的高温性能.....	(21)
第五节 木材的燃烧和阻燃.....	(23)
第六节 其他建筑材料的高温性能.....	(24)
第三章 建筑物耐火设计	(29)
第一节 建筑构件的耐火性能.....	(29)
第二节 建筑物耐火等级.....	(37)
第四章 总平面布局和平面布置	(49)
第一节 建筑总平面布局总体要求.....	(49)
第二节 防火间距.....	(50)
第三节 消防车道和救援场地.....	(62)
第四节 平面布置.....	(65)
第五章 防火分区与防烟分区	(71)
第一节 防火分区.....	(71)
第二节 防火分隔.....	(80)
第三节 防火分隔设施.....	(87)
第四节 防烟分区.....	(91)
第六章 安全疏散与避难设计	(93)
第一节 安全疏散设计的基本要求和程序.....	(93)

◎建筑防火

第二节	安全疏散设计理论及计算	(96)
第三节	安全出口和房间疏散门设计	(105)
第四节	安全疏散距离	(108)
第五节	疏散楼梯和疏散走道	(110)
第六节	避难层与避难走道	(118)
第七章	建筑装修工程防火	(121)
第一节	建筑装修的火灾危险性	(121)
第二节	装修材料的分类与分级	(123)
第三节	建筑内部装修设计防火要求	(128)
第四节	建筑外墙饰面及保温系统防火	(135)
第八章	建筑防爆设计	(141)
第一节	概述	(141)
第二节	爆炸危险性厂房(仓库)的布置	(144)
第三节	爆炸危险性厂房(仓库)的构造	(147)
第九章	建筑消防设施的设置原则	(152)
第一节	水灭火系统的设置原则	(152)
第二节	气体灭火系统的设置原则	(159)
第三节	泡沫灭火系统的设置原则	(162)
第四节	火灾自动报警系统的设置原则	(164)
第五节	防排烟系统的设置原则	(167)
第六节	建筑灭火器的设置原则	(170)
第七节	消防电梯的设置原则	(172)
第八节	屋顶直升机停机坪的设置原则	(173)
第十章	建设工程消防设计审核	(175)
第一节	建设工程消防设计审核的范围和技术依据	(175)
第二节	建设工程消防设计审核的基本内容和方法	(178)
第三节	工业与民用建筑的消防设计审核	(187)
第四节	消防设计和竣工验收的备案、抽查	(199)
第十一章	建筑防火性能化设计简介	(201)
第一节	概述	(201)
第二节	建筑防火性能化设计的基本内容和程序	(203)
第三节	建筑防火性能化设计的支撑条件和评估方法	(209)
主要参考文献		(219)

第一章 建筑火灾与建筑防火对策

【教学重点与难点】

教学重点：建筑火灾的原因、分类；建筑火灾发展的阶段及特点；建筑防火系统的构成和建筑防火设计的主要内容。

教学难点：分析影响室内火灾后温度—时间关系的因素。

第一节 建筑火灾

一、建筑火灾的原因

火灾是时间和空间上失去控制的燃烧所造成的灾害。火灾根据发生场合的不同，主要可以分为建筑火灾、工矿火灾、交通工具火灾、森林火灾等类型。其中，建筑火灾是对人们的危害最严重、最直接，对人们日常生活影响最大的火灾。

在我国，造成建筑火灾的原因主要有：生活用火不慎，生产作业用火不慎或违章操作，电气设备设计、安装、使用及维护不当，吸烟、玩火、放火、自燃等。据统计，2002年至2011年十年间，我国共发生火灾192万多起，造成18000余人死亡，17000余人受伤，其中的绝大部分的火灾原因是建筑火灾。十年间，电气火灾和生活用火不慎导致的火灾分别达到358500起和348579起，是造成火灾最突出的两个原因。

（一）电气问题

这类火灾原因包括：电气线路故障、电气设备故障和电加热器具过热等。在建筑内，电气线路会因为短路、超负荷运行、接触电阻过大、漏电等原因而产生电火花、电弧或引起绝缘导线和电缆过热而形成火灾。建筑中使用电器的工作电压和工作电流与所使用的插座功率不相符，电器长时间处于工作状态、使用完毕不及时关闭电源，建筑内私拉乱接电线，不安装漏电保护器或随意加粗保险丝等行为，都容易导致电器故障、线路老化等问题，进而引起火灾事故。此外，卤钨灯、白炽灯等高温灯具与可燃物的距离过近，电熨斗或电暖气过热等也易造成火灾。

因电气问题引发火灾的事故约占火灾事故总数的3/4以上，大多还导致了较多的人员伤亡和严重的经济损失。

（二）生活用火不慎

这类火灾原因在家庭火灾中占主导地位，包括：油锅起火，炉具故障或使用不当，烟道过热窜火，照明、使用蚊香、烘烤等用火不慎，其他如敬神祭祖等用火，余火复燃，飞火，荒郊、野外生火不慎等。例如，在家中使用蚊香、油灯、蜡烛等时粗心大意，未能及时熄灭或过于靠近可燃物导致火灾；在喜庆节日、婚丧嫁娶、重大活动燃放烟花爆竹以及宗教活动等时用火不慎引发火灾；家庭中安装火炉、火盆等明火取暖或烘烤衣物，疏忽大意引发火灾；摩丝、打火机、酒精等危险生活用品存放不当，靠近火源或加热设备，引发火灾、爆炸事故等。

（三）违章作业等

这类火灾原因包括：生产作业用火不当或违反安全操作规定进行生产作业等。例如，用明火熔化沥青、石蜡或熬制动、植物油脂等熬炼过程中，因操作不慎超过可燃物的自燃点而导致火灾；在烘烤烟叶、木板时，因升温过高，引起烘烤的可燃物起火；因锅炉中排出的炽热炉渣处理不当，引燃周围的可燃物导致火灾；在未采取相应防护措施的情况下，进行焊接和切割等操作，迸出的火星和熔渣引燃附近的可燃物造成火灾；在易燃易爆的车间动用明火或使用非防爆型设备，引起火灾、爆炸事故；将性质相抵触的物品混放引起火灾、爆炸事故；机器设备未能及时维修润滑，导致运转过程中因摩擦发热引发火灾；化工生产设备失修，造成跑、冒、滴、漏现象，遇到明火引发火灾等。

（四）吸烟

违反规定吸烟、卧床吸烟、乱扔烟头、火柴等原因也是导致火灾的一种不可忽视的原因。

（五）玩火

儿童天性好奇，在玩火柴、打火机、炉灶、燃放烟花爆竹等过程中，由于缺乏使用常识，容易引发火灾。同时，宠物狗、猫等对电线的玩弄、啃咬等，也容易导致电线短路起火。

（六）自燃

自燃是指可燃物在空气中没有外来火源的作用，靠自热或外热而发生燃烧的现象。浸油的棉织物，新割的稻草和谷草，潮湿的锯末、刨花、豆饼、棉籽、煤堆等如果通风不良，积热散发不出去，容易自燃起火。

（七）人为放火

据统计，自2002年到2011年，我国因人为放火而引发的火灾事故达56456起，给社会安全造成极大危害。放火作为一项严重危害社会安全的犯罪行为，《中华人民共和国刑法》对放火罪作了明确的刑法处罚规定。

（八）其他

除了上述造成建筑火灾的原因以外，因为雷击、静电、地震等引发的次生火灾等原因，也会导致建筑火灾。

雷击引起的火灾原因可以细分为：因雷电直接击在建筑物上发生的热效应、机械效应作用等引发火灾；雷电产生的静电感应作用和电磁感应作用引发火灾；雷电沿着电气线路或金属管道系统侵入建筑物内部，因建筑物没有设置可靠的防雷保护措施而引发雷击起火等。

静电通常是由摩擦、撞击而产生的。例如，在工业生产、储运过程中，因摩擦、流送、装卸、喷射、搅拌、冲刷等操作工序而产生的静电聚积，也可引发可燃物燃烧或爆炸等。

地震次生火灾具有突发性、易发性和复杂性等特点，是地震引发的次生灾害中造成灾情最为严重的一种。

二、建筑火灾的分类

根据不同的分类标准，可以将火灾分为不同的类型。

（一）根据可燃物的类型和燃烧特性分类

按照国家标准《火灾分类》(GB/T 4968)，根据可燃物的类型和燃烧特性火灾可划分为 A、B、C、D、E、F 六大类。

1. A 类火灾，指固体物质火灾，如木材、棉、毛、麻、纸张等火灾。这种物质往往具有有机物质性质，一般在燃烧时产生灼热的余烬。日常生活中发生的火灾大部分属于 A 类火灾。

2. B 类火灾，指液体火灾和可溶化固体物质火灾，如汽油、煤油、原油、甲醇、乙醇、沥青和石蜡等火灾。

3. C 类火灾，指气体火灾，如煤气、天然气、甲烷、乙烷、丙烷、氢气等火灾。

4. D 类火灾，指金属火灾，如钾、钠、镁、铝镁合金等火灾。

5. E 类火灾，指带电火灾，即物体带电燃烧的火灾。

6. F 类火灾，指烹饪器具内的烹饪物火灾，如动植物油脂火灾。

（二）根据火灾损失分类

按照公安部 2007 年下发的《关于调整火灾等级标准的通知》，火灾根据其损失大小可以分为特别重大火灾、重大火灾、较大火灾和一般火灾四个等级。

1. 特别重大火灾，是指造成 30 人及以上死亡，或者 100 人及以上重伤，或者 1 亿元及以上直接财产损失的火灾。

2. 重大火灾，是指造成 10 人及以上 30 人以下死亡，或者 50 人及以上 100 人以下重伤，或者 5000 万元及以上 1 亿元以下直接财产损失的火灾。

3. 较大火灾，是指造成 3 人及以上 10 人以下死亡，或者 10 人及以上 50 人以下重伤，或者 1000 万元及以上 5000 万元以下直接财产损失的火灾。

4. 一般火灾，是指造成 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。

三、建筑火灾的发展与蔓延

(一) 建筑室内火灾的发展

建筑火灾一般最初发生在建筑内的某个房间或局部区域，然后逐步蔓延到相邻房间或区域，再进一步蔓延至整个楼层，甚至整座建筑物。根据室内火灾温度随时间变化的特点，可以将火灾发展过程大致分为五个阶段，即引燃阶段、增长阶段、轰燃和充分发展阶段、衰减阶段和熄灭阶段，如图 1-1 所示。

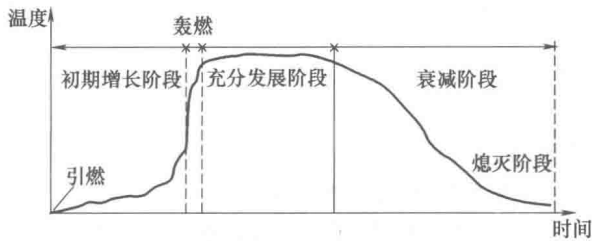


图 1-1 建筑室内火灾的发展阶段

1. 引燃阶段。在火灾的引燃阶段，火灾范围较小，可燃物刚达到其临界燃烧温度，不会产生高热量辐射及高强度的气体对流，烟气生成量不大，燃烧所产生的有害气体尚未蔓延扩散，是火灾扑救和人员逃生的最好阶段。此阶段的火灾主要依靠设置的火灾探测报警装置和相应的灭火器等器材，通过尽早发现火灾，并把火灾及时控制消灭在起火点。

室内火灾刚发生时，只是起火部位的可燃物及其周围被燃烧引燃的可燃物在燃烧。随着燃烧的继续可能出现下述三种情况：

(1) 如果可燃物的数量有限，或者初始着火的可燃物与其他可燃物距离较远，甚至处在隔离的状态下，火灾会在最初着火的可燃物质燃烧完后逐步熄灭，不会进一步蔓延。

(2) 如果通风或供氧不足，火灾可能自行熄灭；如果通风条件受限，火灾也可能以较低的燃烧速度缓慢燃烧。

(3) 如果存在足够的可燃物，并且具有良好的通风或供氧条件，火灾会进一步发展蔓延，进入火灾的增长阶段。

2. 火灾增长阶段。如果初期火灾没有得到及时控制，可燃物会继续燃烧，热释放速率不断增大而进入火灾的增长阶段。此时，火灾的燃烧强度增大、速度加快、温度升高，不断分解生成大量烟气，燃烧面积不断扩大。此阶段的火灾，可以利用建筑内设置的自动灭火设施和室内消火栓系统进行控制。

3. 轰燃和充分燃烧阶段。当室内的烟气温度达到 600°C 以上时，室内绝大多数可燃物均会因热解速度加快、温度超过其临界着火温度而加入火灾的燃烧过程，以

致发生轰燃。轰燃作为一种强烈燃烧现象，是火灾由初期的增长阶段向充分发展阶段转变的过渡阶段，持续时间一般较短。轰燃的发生与否，取决于室内的可燃物数量和通风条件，一些高大空间通常难以发生轰燃。

一旦着火房间发生轰燃，火灾即进入充分燃烧阶段。此阶段燃烧强度最大、辐射热量强，燃烧物质分解出大量的燃烧产物，温度和气体对流达到室内的最大值，有时温度最高可达 1100℃ 以上。此阶段，门、窗等可燃易损构件被破坏，形成良好的通风条件，燃烧将逐步趋于稳定。随着燃烧的持续进行，建筑结构受到破坏，进而可能发生变形或倒塌，对建筑的安全构成严重威胁。

火灾的充分燃烧阶段是火灾发展过程中最为危险的阶段，对扑救人员和被困人员的生命安全威胁最大。这一阶段火灾主要依靠在建筑物内设置具有较高耐火性能的防火分隔物，阻止火灾的蔓延；采用耐火性能较高的建筑结构作为建筑物的承重与围护体系，确保建筑物发生火灾时不倒塌破坏或蔓延至相邻其他建筑物，为灭火救援、疏散逃生和灾后修复等创造条件。

4. 衰减阶段。随着可燃物的燃烧和分解，可燃物的数量不断被消耗、减少，气体对流逐渐减弱、温度逐渐降低，火灾将呈下降趋势而进入衰退阶段。在这一阶段，火场的温度下降速度比较慢，一般把室内平均温度降到温度最高值的 80% 作为火灾充分燃烧阶段与衰减阶段的分界点。由于此阶段火场内仍能维持一段时间的高温，要特别注意防止“死灰复燃”和建筑结构发生突然变化。

5. 熄灭阶段。当可燃物全部燃尽后，火便自然熄灭，火场温度随之逐渐降低，直至室内外温度趋于一致，宣告火灾结束。

（二）建筑火灾的蔓延方式

建筑火灾的蔓延方式与起火点、建筑材料、物质的燃烧性能和可燃物的数量以及火场周围条件等因素有关。室内火灾的常见蔓延方式为直接燃烧（火焰接触、燃烧）、热对流、热辐射、热传导等。火灾向相邻建筑蔓延主要通过热对流、飞火和热辐射三种方式。

各种火灾的蔓延方式在建筑火灾中一般会单独或者组合发生作用，下面简述几种主要的蔓延方式。

1. 热传导。热传导是热量通过直接接触的物体从温度较高部位传递到温度较低部位的现象。温度差是热传导的动力，固体是热传导的主要介质。影响热传导的因素有温度、物体导热能力、导热体厚度、截面积、导热时间等。温差越大、导热体截面积越大、厚度越小、导热时间越长，传导的热量越多。

不同物体有不同的导热性能，导热系数大的物体（如金属）更容易引起与其接触的可燃物的燃烧，成为火灾发展蔓延的途径。

2. 热对流。热对流是热量通过流动介质，由空间的一处传播到另一处的现象。热对流仅发生在流体中，是在液体和气体中进行热传递的特有方式，气体的对流现象比液体明显。对流可分自然对流和强制对流两种。