

JIANZHU
XIAOFANG

“北京高等学校青年英才计划项目”

Bei jing Higher Education Young Elite Teacher Project



建筑消防安全工程实务

闫 宁◎著



中国劳动社会保障出版社

“北京高等学校青年英才计划项目”

Bei jing Higher Education Young Elite Teacher Project



建筑消防安全工程实务

闫 宁◎著



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑消防安全工程实务/闫宁著. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2014
ISBN 978-7-5167-1455-3

I. ①建… II. ①闫… III. ①建筑物—消防—安全管理 IV. ①TU998.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 238148 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

北京宏伟双华印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 259 千字

2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷

定价: 38.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话: (010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错, 请与本社联系调换: (010) 80497374

我社将与版权执法机关配合, 大力打击盗印、销售和使用盗版
图书活动, 敬请广大读者协助举报, 经查实将给予举报者奖励。

举报电话: (010) 64954652



内 容 简 介

消防安全事关人民群众生命财产安全，一直是安全管理工作中的重要内容之一。我国的法律法规明确消防安全工作以“预防为主、防消结合”为指导方针，尤其是建设项目必须坚持将此方针贯彻于设计、施工与审核及其检查工作的始终。因此，建筑消防安全设计与管理，是消防工作的重中之重。本书以建筑消防工程为研究对象与内容，详细介绍了消防科学现状与发展，建筑火灾扑救基础条件，建筑消防工程中的防火分隔、安全疏散、防排烟、火灾报警等系统，以及建筑消防灭火剂、灭火器的使用与维护等内容，同时分章介绍了建筑消防的供电系统与消防设施的检测要点。

本书可供建筑消防安全设计、检查和管理人员工作参考使用，也可供大中专院校和相关培训单位作为教材使用。

目 录

第一章 绪论 1

- 第一节 建筑消防工程研究的对象与内容 2
- 第二节 消防工程学科的建立与发展 5
- 第三节 消防总体规划与设计审核 11
- 第四节 消防工程资质与招标投标 15
- 第五节 消防技术法规与规范用词 21

第二章 火灾扑救条件 25

- 第一节 建筑火灾发展阶段 26
- 第二节 消防车道与回车场 29
- 第三节 建筑火灾扑救面 31
- 第四节 消防水泵接合器设置 33
- 第五节 消防前室设置 34
- 第六节 消防电梯设置 34
- 第七节 消防直升机停机坪 37

第三章 防火分隔系统 39

- 第一节 建筑类型与构件防火性能 40
- 第二节 建筑防火分区与分隔设施 46
- 第三节 建筑材料的阻燃性能 63

第四章 安全疏散系统 68

- 第一节 影响安全疏散的因素 69
- 第二节 建筑安全疏散基本设施 77
- 第三节 高层建筑安全疏散设施 83
- 第四节 建筑辅助安全疏散设施 86

第五章 防烟排烟系统 89

- 第一节 火灾烟气流动与烟毒危害 90
- 第二节 防烟分区与防烟排烟设施 94
- 第三节 防烟、排烟方式与系统设置范围 96

第六章 火灾报警系统 106

- 第一节 火灾报警系统的组成 107
- 第二节 火灾探测器的基本原理 112
- 第三节 火灾探测器的选择、布置与安装 116
- 第四节 消防联动控制与系统设置范围 119

第七章 灭火剂与灭火器 129

- 第一节 灭火剂 130
- 第二节 火灾类型与危险等级 141
- 第三节 建筑灭火器配置 143
- 第四节 建筑灭火器的使用与报废 151

第八章 给水灭火系统 153

- 第一节 消防给水灭火系统的组成 154
- 第二节 室外消火栓与室内消火栓 157
- 第三节 消防给水基础设施 164
- 第四节 消防给水要求与系统设置范围 170

第九章 自动喷水灭火系统 175

- 第一节 自动喷水灭火系统的组成 177
- 第二节 自动喷水灭火系统的基本原理 186
- 第三节 自动喷水灭火系统布设与安装 190
- 第四节 设计依据与系统设置范围 192

第十章 气体灭火系统 194

- 第一节 气体灭火系统的组成 195
- 第二节 不同类型的气体灭火系统 199
- 第三节 气体灭火系统的设计依据与设置范围 211

第十一章 泡沫灭火系统 213

- 第一节 泡沫灭火系统的组成 214
- 第二节 泡沫液的组分与类型 216
- 第三节 泡沫灭火系统的灭火方式 218
- 第四节 泡沫灭火系统设计依据与系统设置范围 223

第十二章 消防供电系统 224

- 第一节 消防供电负荷设备及分级 225
- 第二节 消防供电要求 229
- 第三节 消防设备的供电控制 233

第十三章 消防设施检测 239

- 第一节 消防设施检测范围与程序 240
- 第二节 消防设施检测的内容 241
- 第三节 消防设施检测仪器 248
- 第四节 电气防火检测 249

参考文献 254

第一章

绪 论

建筑消防安全

工程实务

第一节 建筑消防工程研究的对象与内容

一、建筑消防工程的研究对象

人类同火灾作斗争是从对灭火的认识开始的。这是因为远古时期,把雷电、火山喷发、自燃等原因引起的火灾,都看成是天降灾祸。我国古代人们从自然界雨水熄火认识到水能灭火,所以就有了《五行》中“水克火”,《周易》中的“水火相息”等,并有了“杯水车薪”“远水救不了近火”以及“曲突徙薪”等典故,从而认识到防火的重要性。

在现代讲的“消防”一词是从日本引进而来的。在此之前,我国历史上一般将同火灾作斗争称之为“火政”“火禁”“救火”等。20世纪初“消防”一词引进我国时,曾泛指“消灭和预防火灾、水灾”等灾害。

消防的有关文献可通过中国图书馆图书分类法(中图法分为22大类)上检索查到,当时称之为“人民消防工作”,为第五级(D631.5)。即:

D(类)政治法律(一级);

D6 中国政治(二级);

D63 国家行政管理(三级);

D633 民族工作(四级);

D633.1 公安工作之一的 D631.5 人民消防工作(五级)。

随着社会、经济、科技的发展以及火灾事故的日益突出,加上人们对消防的逐渐认识,一个完整的、独立的同火灾作斗争的体系逐渐形成。这样,人们就把专门同火灾作斗争称之为“消防火灾”,才有了现在的“火灾消防”的特定涵义,通常简称为“消防”。

从广义上讲,消防是预防和扑救火灾的总称。

从学科角度讲,消防是研究火灾预防和扑救的一门综合性科学。

建筑消防工程学作为消防工程的一个重要组成部分，其研究对象就是一旦发生火灾事故后的处置技术及措施。为此，用最短的时间处置初起火灾最为关键，尤其采取自防自救固定消防技术和措施具有至关重要的作用，如建筑构件耐火、材料阻燃、火灾预警、自动灭火、防烟排烟、安全疏散等技术和措施。同时，为了能够给消防队灭火提供有利时机，现已形成了建筑自防自救内部控火与消防队接警到场外部灭火相互结合的格局，可以做到最大限度地防止和减少火灾带来的严重后果。

二、建筑消防工程的研究内容

从系统工程角度方面来讲，消防系统是由火灾预防系统、火灾扑救系统、火灾调查系统、消防立法系统、消防教育系统和消防科研系统等各个子系统所组成的既相互联系又相互作用的一个闭环系统，如图 1—1 所示。

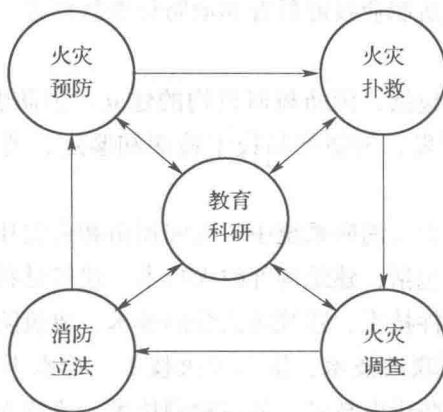


图 1—1 火灾防护系统

消防研究的主要内容如下：

1. 消防立法系统

消防立法系统主要包括：消防执法机构的建立、消防技术法规、消防行政法规、消防行政处罚、消防刑事处罚、消防行政复议、消防行政诉讼和消防行政赔偿等。

2. 火灾预防系统

火灾预防系统主要包括：消防监督机构的建立、防火检查、防火检测、火灾危险源识别、火灾隐患判定、建筑防火、电气防火、化学危险品防火、重点场所防火、本质安全化消防和消防安全系统评估等。

3. 火灾扑救系统

火灾扑救系统主要包括：消防指挥机构的建立、火灾扑救、消防救助、消防通信、灭火战术、灭火方法、消防站、消防车辆、灭火装备、灭火药剂、火灾报警与固定灭火设施等。

4. 火灾调查系统

火灾调查系统主要包括：火灾调查机构的建立、火灾现场保护、火灾现场勘查、火灾原因鉴定、火灾责任处理、火灾损失统计等。

5. 消防教育系统

消防教育系统主要包括：消防教育机构的建立、消防高等教育、消防中等教育、消防继续教育、消防职业技能教育和消防科普教育等。

6. 消防科研系统

消防科研系统主要包括：消防科研机构的建立、消防燃烧基础理论的研究、消防科技产品研制和开发、消防产品技术检测和鉴定、消防科研成果推广与应用等。

由此不难看出，在火灾消防系统中，火灾预防和火灾扑救是建筑消防工程学研究的重点内容，主要包括：建筑构件耐火技术、建筑材料阻燃技术、消防规划布局技术、火灾扑救条件技术、建筑防火分隔技术、建筑防烟排烟技术、建筑安全疏散技术、火灾报警联动技术、给水灭火技术、喷水灭火技术、气体灭火技术、泡沫灭火技术、消防供电技术、消防检测技术、建筑灭火器配置技术以及相关的消防规划、设计、安装、操作和维护等。

第二节 消防工程学科的建立与发展

一、消防工程学科的建立

工程学是一门应用学科,主要研究自然科学在各行业中的应用方式、方法的一门学科,是用数学和其他自然科学的原理来研究工程进行的一般规律,通过设计、控制、实验、实施等手段实现所研究工程门类的目标和任务。实践工程学的人叫做工程师。我国现行高等院校的工学本科专业划分为 21 个类别,其中包括安全工程和消防工程学科。消防工程学科归为公安技术类。

消防工程是一门综合性的学科,涉及与诸多学科的相互交叉、渗透、融合,它不仅涉及物理学、化学、数学、机械、电子、建筑、信息、心理、生理等多种自然科学学科,还涉及法学、经济学、哲学、管理学、教育学、心理学、灾害学等诸多的社会人文科学学科。

二、消防工程学科的发展

1. 消防科研机构

消防科研机构是专门从事消防科学研究的单位,我国自 20 世纪 60 年代开始建立至今,已初具规模,并日臻完善,对消防事业的发展和消防安全起到了重要作用。目前,我国国内有公安部所属消防研究所 4 个以及国家级的检测中心 4 个以及 1 个国家重点火灾实验室。

(1) 公安部消防科研机构

1) 天津消防研究所。1965 年成立,设有:消防机械、化学化工、自动控制、工业与民用建筑、工程热物理、计算机软件等专业。同时还建立了火灾理论研究和试验基地、工程设计标准规范科学试验基地、固定灭火系统和耐火构件质

量监测中心和火灾分析鉴定中心等。

2) 上海消防研究所。1965年成立,主要从事消防装备技术和灭火技术战术的研究与开发、消防装备产品质量检测和相关标准的制定等。

3) 沈阳消防研究所。1963年成立,主要研究火灾报警技术、火场通信技术、城市消防调度指挥技术、静电火灾危险性检测技术、电气火灾原因鉴定、消防产品标准化和质量检验等。

4) 四川消防研究所。1963年成立,主要研究建筑火灾传播规律、建筑防火分隔技术、建筑材料耐火阻燃技术、建筑材料热解产物及毒性分析、建筑防火材料质量检测及自动洒水灭火等。

(2) 国家消防检测机构

1) 国家消防电子产品质量监督检测中心。1985年6月成立,为国家级消防电子产品质量监督检测机构,地址在沈阳市。

2) 国家消防装备质量监督检测中心。1987年6月成立,为国家级消防装备产品质量监督检测机构,地址在上海市。

3) 国家防火建筑材料质量监督检验中心。1987年成立,为国家级建筑材料质量监督检验机构,地址在四川省都江堰市。

4) 国家固定灭火系统和耐火构件质量监督检验中心。1988年10月成立,为国家级消防产品质量监督检验机构,地址在天津市。

(3) 国家重点火灾实验室

中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室是中国火灾科学领域的国家级研究机构。1995年建立,主要包括:建筑火灾、城市与森林火灾、工业火灾、火灾化学、火灾监测监控、清洁高效灭火、火灾风险评价、计算机模拟与理论分析8个研究室及研究方向。

此外,还有清华大学、中国人民武装警察部队学院、浙江大学、香港理工大学、香港城市大学、天津大学、同济大学、南开大学、吉林工业大学、中国矿业大学、重庆大学、沈阳航空工业学院、中南大学、台湾成功大学、西南交通大学和华中理工大学等许多高等院校,都设置了消防科研机构或专业实验室等,是我国消防科学研究与开发技术体系中一支重要力量。

2. 消防科学的形成与发展

消防科学是建立在火灾经验教训的基础上,是用无数生命和财富损失换取的

一门科学，称之为经验科学（或生命科学）不无道理。按照消防科学的形成可划分为三个不同层次：火灾基础理论、火灾防护技术和消防工程技术。

（1）火灾基础理论的研究与发展

1980年7月第一届国际消防科学讨论会（每两年一届）上，提出了10个领域的火灾基础理论与火灾科学技术问题：

- 1) 火灾物理学；
- 2) 火灾化学；
- 3) 烟的毒性及危险；
- 4) 火灾统计；
- 5) 火灾危险性和系统分析；
- 6) 人与火的相互关系；
- 7) 火灾探测技术；
- 8) 灭火应用技术；
- 9) 建筑构件耐火性能；
- 10) 特定消防问题。

（2）火灾防护技术的应用与发展

1) 建筑防火技术。该技术主要包括：耐火材料、耐火构件、防火墙、防火门、防火卷帘、防火阀等。

2) 固定灭火技术。该技术主要包括：消火栓灭火、自动喷水灭火、泡沫灭火、卤代烷灭火、干粉灭火、二氧化碳灭火、气溶胶灭火等。

3) 火灾报警技术。该技术主要包括：火灾自动报警、消防电话、消防广播、消防联动等。

4) 安全疏散技术。该技术主要包括：疏散楼梯、疏散走道、疏散出口、消防应急照明、灯光疏散指示标志、消防电梯、消防停机坪、消防避难间等。

5) 防烟排烟技术。该技术主要包括：挡烟垂壁、防烟阀、正压送风、防烟风机等。

6) 耐火阻燃技术。该技术主要包括：钢结构防火涂料处理、木结构防火涂料处理、织物阻燃处理等。

7) 电气保护技术。该技术主要包括：短路保护、过载保护、漏电保护、接地保护、防雷电保护、防静电保护等。

8) 燃气保护技术。该技术主要包括: 气体报警、防爆排风、自动断气、自动灭火等。

9) 电气防爆技术。该技术主要包括: 防爆电灯、防爆开关、防爆电机、防爆变电设备等。

10) 防爆泄压技术。该技术主要包括: 阻火器、安全液封、单向阀、阻火闸门、火星熄灭器、安全阀、防爆膜、防爆门、放空管、防爆减压板、阻隔抑爆技术等。

11) 消防本质安全技术。该技术主要包括: 本质安全替代技术, 如难燃材料代替可燃材料、非燃清洗剂代替易燃可燃清洗剂等; 本质安全控制技术, 如过温自控电熨斗、熄火自动断气灶眼等; 本质安全抑制技术, 如爆炸减压板、阻隔抑爆技术等。

12) 消防检测技术。该技术主要包括: 建筑消防设施检测、电气防火检测等。

(3) 消防产业的兴起与发展

经济建设发展的方向, 决定了消防产业的发展方向, 消防产业概念的界定为消防产业的发展方向明确了目标。目前, 在我国的消防产业中已超过 3 000 多家企业, 从业人数超过 100 万人, 年均产值超过 200 亿元。消防产业的发展必将推进消防科学技术的发展, 保证社会的安定, 主要体现在以下几个方面:

- 1) 制定现代化的消防规划, 加强城市消防基础设施建设;
 - 2) 消防管理的社会化和法制化将要进一步发展;
 - 3) 消防经费专款专用, 增加投资, 提高消防技术、设备、产品的开发、创新能力;
 - 4) 加强消防工程技术及设计审核工作;
 - 5) 消防产业人员素质的培养和队伍的建设;
 - 6) 建立、完善消防中介技术咨询服务的管理机制。
- (4) 火灾科学与火灾安全工程学科

1985 年, 第一次国际火灾安全科学学术讨论会 (The First Symposium of Fire Safety Science) 在美国召开, 并成立了国际火灾安全科学学会 (International Association for Fire Safety Science, IAFSS)。在这次会议上正式提出了火灾学 (Fire Safety Science) 和火灾安全工程学 (Fire Safety

Engineering) 的概念, 与会的许多科学家对于火灾研究的一些重要的概念取得了一致意见。目前人们一般认为, 这次会议标志着火灾学和火灾安全工程学的诞生。

火灾学侧重研究火灾发生与发展的基本规律。虽然火灾现象是复杂的, 但不论哪种火灾都包括起火、火灾增大、烟气蔓延、熄灭等过程。从机理上说, 这些过程有着相同的特点。火灾动力学的研究可以大大深化人们对火灾现象的认识, 为科学防治火灾提供有效的理论指导。

火灾安全工程学是在火灾学、消防工程和安全系统工程紧密结合的基础上形成的一门应用性很强的交叉分支学科。它运用工程学的原理和方法, 对火灾的形成与发展过程及其影响进行科学的决策分析, 火灾安全工程学强调从系统安全的高度出发, 综合考虑各种因素的影响, 研究如何实现建筑物(及构筑物)的总体安全, 也是建筑物性能化防火设计的基本依据。火灾安全工程学的主要目标是: 在进行建筑物的设计、使用和管理时, 应优先保证人员在火灾中的安全, 同时考虑如何减少火灾的发生和火灾造成的损失, 防止火灾大面积蔓延, 并最大限度地降低火灾对财产、环境和文化遗产的破坏等。从一定意义上说, 火灾安全工程学重在研究如何运用火灾安全科学的理论知识来解决火灾防治工程中遇到的实际问题, 该交叉分支学科是“火灾(安全)科学与消防工程”学科的应用基础理论。

火灾安全工程学虽然是为适应建筑防火设计规范改革的需求而发展起来的, 但其原理和方法不仅为建筑防火安全设计及相应规范的制订提供了理论依据, 而且可以用于火因调查、消防新产品的研制、防火安全教育、消防训练等方面, 因而具有非常广阔的应用前景。

基于这种研究的需要, 火灾安全工程学将充分利用火灾学的基础研究成果, 但并不过细地探究某些火灾现象的机理。它还讨论火灾防治技术, 但并不具体考虑某些产品的材料、结构或加工细节, 而重在了解这些技术在特定火灾场合下的适用性。在进行建筑物的火灾危险分析时, 还需要了解火灾发生与发展的规律、火灾燃烧产物的性质与烟气的蔓延规律、火灾中人员的行为与安全疏散、主动与被动防火对策的作用、火灾的特征数据、火灾的统计与调查、火灾危险性的评估方法、火灾防治的有效性和经济性等方面的问题。自然, 人们也应依据不同的应用对象及层次来确定某一次火灾危险分析的重点。

自 20 世纪 80 年代提出火灾安全工程学以后, 其很快成为国际消防界研究和

讨论的重点,多年来一直是国际著名火灾安全科学学术组织及其学术会议的主要议题。例如,国际火灾安全科学学会(IAFSS)、国际建筑协会(CIB)、国际标准化组织(ISO)、国际火灾科研合作论坛(Forum for International Corporation on Fire Research)等。可以说,火灾安全工程学的形成和发展带动了火灾学其他领域的研究和发展,是“火灾(安全)科学与消防工程”学科日臻成熟的重要标志之一,其中的一项重要研究就是火灾模化技术研究与应用。

火灾模化技术是定量研究火灾发展规律、发展防灭火新技术的一种新的基本手段,也是火灾安全工程学的重要组成部分。一般地说,模化可分为物理模化和数学模化两种基本形式。物理模化指的是通过各种试验来认识火灾规律,包括全尺寸实验、缩小尺寸实验及水力模拟实验等。应该注意到,火灾试验是一种毁灭性试验,许多物品一旦燃烧便完全丧失使用功能,尤其是全尺寸试验,其花费相当大。数学模化则是从流体流动、传热与传质的基本定律出发,建立火灾发展和烟气流动的数学方程,其中有代数方程,也有微分方程,可通过计算机求解一些重要参数在火灾过程中的变化。火灾安全工程学既重视物理模型(即重视火灾模化试验的结果),也重视数学模型(即重视利用计算机进行火灾过程模拟计算的结果)。火灾过程的计算机模化是根据基本数理定律来定量算出特定火灾的发展过程,因而有助于人们全面、深入地认识火灾的性能。

从20世纪60年代起,日本东京理科大学的川越邦雄(Kawagoe)教授等人对单个房间火灾过程进行了系统研究。他们提出了一种简化的室内火灾单层区域模型,自此开创了火灾过程数学模化的先河。此后随着计算机的快速发展,火灾数学模化得到了迅速发展,并可联立求解复杂的微分方程。美国哈佛大学的埃蒙斯(Emonse)教授等在发展火灾过程数学模化方面做出了突出贡献。自20世纪80年代初起,他领导的研究组发展了一系列的火灾模型,通称HARVARD系列模型,其中有的模型可描述单个房间的火灾发展,有的也可描述多个房间的随时间变化的火灾。此后,其他科研人员也陆续开发出若干独具特色的火灾模型。近几十年来,火灾过程的计算机模化一直是火灾(安全)科学基础研究的前沿,并逐渐成为定量分析建筑物火灾发展特征的重要工具。