

中国矿业大学新世纪教材建设工程资助教材

消防工程学

程远平 李增华 编著

Fire Control Engineering

Cheng Yuanping & Li Zenghua

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

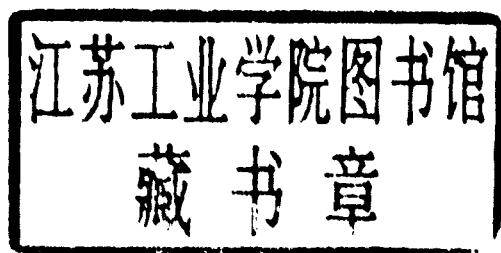
中国矿业大学新世纪教材建设工程资助教材

消防工程学

Fire Control Engineering

程远平 李增华 编著

Cheng Yuanping & Li Zenghua



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

内 容 提 要

本书分火灾基础、建筑火灾被动防护、建筑火灾主动防护和防爆基础四个部分。内容涉及火灾发生、发展及蔓延的基础知识;建筑材料的高温性能、耐火试验、钢结构防火设计、建筑物的耐火等级、防火分区及防烟分区和安全疏散等防火方法和技术;火灾报警、灭火剂、灭火器,各种自动灭火系统等建筑灭火方法和技术;最后简要介绍了爆炸种类,以及气体、粉尘和水蒸气爆炸预防的基本方法。

本书可作为高等院校消防、建筑、安全等专业的教材,也可供从事消防工作的现场技术人员及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

消防工程学 / 程远平,李增华编著. —徐州:中国矿业大学出版社,2002.5(2003.10重印)

ISBN 7 - 81070 - 444 - 3

I. 消… I. ①程…②李… II. 消防—基本知识
N. TU998.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 082296 号

书 名 消防工程学

编 著 者 程远平 李增华

责任编辑 马跃龙

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 江苏徐州新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 21.75 字数 522 千字

版次印次 2002 年 5 月第 1 版 2003 年 10 月第 2 次印刷

印 数 1001~2000 册

定 价 26.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

随着我国经济建设的快速发展,建筑业正在发生日新月异的变化,城镇的建筑物正朝着高层化、密集化的方向发展,建筑物的装修材料也趋于多样化,用电负荷和火灾负荷也不断增大,对消防工作提出了更高、更严格的要求。但是,在经济快速发展和巨大社会变化面前,消防工作也遇到了一系列新问题。特别是最近几年来,火灾造成的经济损失和人员伤亡不断增长,严重影响了经济建设、社会安定和改革开放的顺利进行。江泽民总书记“隐患险于明火,防范胜于救灾,责任重于泰山”的指示是消防工作的指导思想。

消防工作是基础知识、专业知识、国家的法律(包括专业技术规范)与工程设计、施工和管理的有机结合。1998年9月1日《中华人民共和国消防法》正式施行。她标志着消防法制建设迈上了一个新台阶,使预防火灾和减少火灾危害的工作有法可依,公民人身、公共财产和公民财产的安全进一步得到保障,从而促进社会主义现代化建设事业的顺利进行。在此背景下,为了适应经济和社会的发展,满足高等院校教学的发展,我们编写了这本《消防工程学》教材。

本书分火灾基础、建筑火灾被动防护、建筑火灾主动防护和防爆基础四个部分。内容涉及火灾发生、发展及蔓延的基础知识;建筑材料的高温性能、耐火试验、钢结构防火设计、建筑物的耐火等级、防火分区及防烟分区和安全疏散等防火方法和技术;火灾报警、灭火剂、灭火器,各种自动灭火系统等建筑灭火方法和技术;最后简要介绍了爆炸种类,以及气体、粉尘和水蒸气爆炸预防的基本方法。本书层次清晰、注重基础、图文并茂、简明实用,可作为高等院校消防、建筑、安全等专业的教材,也可供现场技术及管理人员参考。

在本书的编写过程中,硕士研究生季经纬、本科生孟宪立、翟成和邱长河在绘图方面给予了大力帮助,在此表示衷心感谢!

由于水平有限,时间仓促,错误和不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

程远平 李增华

2001年10月

目 录

前 言	程远平 李增华
-----------	---------

第一部分 火灾基础

第1章 绪论	3
1.1 火与人类文明	3
1.2 火灾分类	3
1.2.1 根据火灾发生地点分类	3
1.2.2 根据燃烧对象分类	4
1.2.3 根据火灾损失严重程度分类	5
1.2.4 根据起火原因分类	5
1.3 火灾的危险性	6
1.3.1 火灾的发生既有确定性,又有随机性	6
1.3.2 火灾的发生是自然因素和社会因素共同作用的结果	6
1.3.3 火灾的发生随时代进步而增大	6
1.4 典型火灾案例分析	7
1.4.1 巴西焦马大楼火灾	7
1.4.2 大兴安岭特大森林火灾	8
1.4.3 青岛市黄岛油库火灾	10
1.5 火灾防治	12
1.5.1 建立消防队伍和机构	12
1.5.2 研制各种防灭火设备	13
1.5.3 制定有关防灭火法规	14
1.5.4 研究火灾机理和规律	14
第2章 火灾发生	16
2.1 气体可燃物的着火	16
2.1.1 热自燃机理	16
2.1.2 链式自燃机理	18
2.1.3 强迫着火	19
2.2 液体可燃物的着火	20
2.2.1 液体可燃物单个液滴的着火	20
2.2.2 液滴群的着火	21
2.2.3 液面着火	21
2.2.4 油罐的沸溢和喷溅式燃烧	21

2.3	固体可燃物着火	22
2.3.1	煤的着火过程	22
2.3.2	木材着火过程	23
2.3.3	高分子材料着火过程	24
2.3.4	阴燃	24
2.4	爆炸引起的火灾	25
第3章	火灾蔓延	26
3.1	气体可燃物中火灾的蔓延	26
3.2	液体可燃物中火灾的蔓延	27
3.2.1	油雾中火灾的蔓延	27
3.2.2	液面火灾的蔓延	28
3.2.3	含可燃液体的固面火灾蔓延	28
3.3	固体可燃物火灾的蔓延	29
3.3.1	固体可燃物火灾蔓延的影响因素	29
3.3.2	塑料等人工合成材料火灾的蔓延	31
3.3.3	薄片状固体可燃物火灾的蔓延	31
第4章	火灾烟气	32
4.1	烟气的产生	32
4.2	烟气特征与危害	33
4.2.1	烟气特征	33
4.2.2	烟气危害	35
4.3	烟气毒性评价	35
4.3.1	化学分析法	35
4.3.2	动物试验法	37
4.3.3	生理研究法	38
4.3.4	毒性评价指标	38
第5章	典型火灾及烟气蔓延过程分析	40
5.1	建筑物火灾	40
5.1.1	室内可燃物的燃烧过程	40
5.1.2	室内火灾的发展过程	44
5.1.3	建筑火灾烟气流动与蔓延过程	46
5.1.4	火灾在全面发展阶段的性状	55
5.2	森林火灾	58
5.2.1	火灾环境	58
5.2.2	火灾蔓延	58
5.3	矿井火灾	59

5.3.1 矿井火灾燃烧和蔓延.....	59
5.3.2 矿井火灾对风流流动状态的影响.....	63

第二部分 建筑火灾被动防护

第6章 建筑材料的高温性能	69
6.1 概述.....	69
6.2 钢材的高温性能.....	70
6.2.1 钢的冶炼与分类.....	70
6.2.2 常用建筑钢材.....	70
6.2.3 建筑钢材的高温性能.....	71
6.3 混凝土的高温性能.....	72
6.3.1 混凝土的高温力学性质.....	73
6.3.2 混凝土的爆裂.....	75
6.3.3 混凝土的热学性质.....	75
6.4 其他建筑材料的高温性能.....	76
6.4.1 石材.....	76
6.4.2 粘土砖.....	76
6.4.3 砂浆.....	77
6.4.4 石膏.....	77
6.4.5 石棉水泥材料.....	77
6.4.6 玻璃.....	78
6.4.7 防火隔热材料.....	78
6.5 建筑材料的燃烧性能分级及试验方法.....	80
6.5.1 建筑材料的燃烧性能分级.....	80
6.5.2 建筑材料不燃性试验方法.....	80
6.5.3 建筑材料的难燃性试验方法.....	82
6.5.4 建筑材料可燃性试验方法.....	84
第7章 建筑构件的耐火试验	86
7.1 建筑构件的耐火性能.....	86
7.1.1 构件的燃烧性能.....	86
7.1.2 构件的耐火极限.....	86
7.2 建筑构件的耐火试验条件.....	87
7.2.1 升温条件.....	87
7.2.2 压力条件.....	88
7.2.3 加载条件.....	88
7.2.4 构件约束及边界条件.....	89
7.2.5 受火条件.....	89
7.2.6 试件要求.....	89

7.3	建筑构件的耐火试验装置	90
7.3.1	建筑构件耐火试验的工艺流程	90
7.3.2	耐火试验炉	91
7.3.3	燃烧系统	92
7.3.4	加载设备	93
7.3.5	测量仪器	93
7.3.6	压力、变形测试仪器	93
7.3.7	测量精度	93
7.4	建筑构件的耐火试验过程	94
7.4.1	试件设计、安装及加荷	94
7.4.2	试验的开始和结束	94
7.4.3	测量与观察	94
7.4.4	试验报告	95
7.5	影响构件耐火极限的因素及提高耐火极限的措施	95
7.5.1	影响构件耐火极限的因素	95
7.5.2	提高构件耐火极限的措施	96
第8章	建筑物的耐火等级	97
8.1	建筑物耐火等级的划分	97
8.1.1	建筑物耐火等级的分级标准	97
8.1.2	高层民用建筑耐火等级的分级标准	99
8.2	建筑物耐火等级的选定	101
8.2.1	影响耐火等级选定的因素	101
8.2.2	一般民用建筑耐火等级的选定	101
8.2.3	高层民用建筑耐火等级的选定	101
第9章	钢结构耐火设计	103
9.1	裸露钢结构的耐火性能	103
9.1.1	钢材的高温力学性能	103
9.1.2	钢材的截面温度分布	104
9.1.3	构件的截面系数	104
9.1.4	构件的破坏过程	104
9.2	钢结构临界温度计算	105
9.3	钢结构耐火保护方法	106
9.3.1	截流法	106
9.3.2	疏导法	107
9.4	钢结构耐火保护厚度计算	108
9.4.1	保护材料的性质及分类	108
9.4.2	导热微分方程	109

9.4.3	轻型干保护材料层厚度计算	110
9.4.4	重型或含水材料保护层厚度计算	113
9.4.5	构件截面系数	114
第 10 章	防火分区与防烟分区	116
10.1	防火分区	116
10.1.1	防火分区的划分原则	116
10.1.2	水平防火分区	116
10.1.3	竖向防火分区	120
10.2	防火分隔物	120
10.2.1	防火分隔物的种类	120
10.2.2	防火分隔物的设计要求	120
10.3	防火间距	122
10.3.1	确定防火间距的基本因素	122
10.3.2	建筑物之间防火间距规定	122
10.4	防烟分区	124
10.4.1	防烟分区的设置原则	124
10.4.2	防烟分区的划分方法	124
第 11 章	安全疏散	126
11.1	安全疏散设计的基本原则	126
11.1.1	安全疏散设计的目的	126
11.1.2	安全疏散设计的基本原则	126
11.2	允许疏散时间及安全疏散距离	126
11.2.1	允许疏散时间	126
11.2.2	安全疏散距离	127
11.3	安全出口	128
11.3.1	安全出口的设置原则	128
11.3.2	安全出口的数量	129
11.3.3	安全出口的宽度	129
11.4	疏散楼梯和楼梯间	131
11.4.1	疏散楼梯	131
11.4.2	楼梯间	132
11.5	避难层与屋顶直升机停机坪	135
11.5.1	避难层	135
11.5.2	屋顶直升机停机坪	137
11.6	消防电梯	138
11.6.1	消防电梯的技术要求	138
11.6.2	消防电梯的设置范围及设置数量	139

第 12 章 总平面防火设计	140
12.1 高层民用建筑总平面防火设计.....	140
12.1.1 高层民用建筑的选址.....	140
12.1.2 主体建筑与裙房.....	141
12.1.3 高层建筑的附属建筑.....	141
12.2 消防车技术数据.....	142
第 13 章 室内装修防火设计	144
13.1 装修材料的分类和分级.....	144
13.1.1 装修材料的分类.....	144
13.1.2 装修材料的分级.....	144
13.2 内部装修设计防火要求.....	144
13.2.1 一般要求.....	144
13.2.2 单层、多层民用建筑	145
13.2.3 高层民用建筑.....	145
13.2.4 地下民用建筑.....	147
13.3 内部装修工程应注意的几个问题.....	148

第三部分 建筑火灾主动防护

第 14 章 灭火剂	151
14.1 水灭火剂.....	151
14.1.1 水的性质.....	151
14.1.2 水的灭火作用机理.....	152
14.1.3 水流形态及在灭火中应用.....	152
14.1.4 水系灭火剂.....	153
14.2 泡沫灭火剂.....	158
14.2.1 泡沫灭火剂的种类及灭火作用机理.....	158
14.2.2 泡沫灭火剂的性能指标.....	158
14.2.3 常用泡沫灭火剂简介.....	159
14.2.4 通用泡沫灭火剂.....	161
14.3 干粉灭火剂.....	161
14.3.1 干粉灭火剂的分类.....	162
14.3.2 干粉灭火剂的灭火机理.....	162
14.4 二氧化碳灭火剂.....	163
14.4.1 二氧化碳的性质.....	163
14.4.2 二氧化碳的灭火作用.....	163
14.4.3 二氧化碳的灭火浓度.....	164
14.5 卤代烷灭火剂.....	164
14.5.1 概述.....	165

14.5.2	常用卤代烷灭火剂	166
14.5.3	卤代烷灭火剂的替代物	167
14.6	其他灭火剂	168
14.6.1	7150 灭火剂	168
14.6.2	气溶胶灭火剂	169
14.6.3	Inergentm 混合惰气灭火剂	170
第 15 章	建筑灭火器的配置	171
15.1	概述	171
15.1.1	灭火器的分类	171
15.1.2	有关专业术语	171
15.1.3	灭火器的基本结构	172
15.1.4	灭火器的标志	172
15.1.5	灭火器型号的编制	173
15.2	手提式灭火器	173
15.2.1	化学泡沫灭火器	173
15.2.2	干粉灭火器	174
15.2.3	1211 灭火器	176
15.2.4	二氧化碳灭火器	177
15.2.5	清水灭火器	178
15.2.6	强化液灭火器	179
15.2.7	酸碱灭火器	180
15.2.8	空气机械泡沫灭火器	180
15.2.9	1301 灭火器	181
15.3	推车式灭火器	181
15.3.1	推车式干粉灭火器	181
15.3.2	推车式 1211 灭火器	182
15.3.3	推车式化学泡沫灭火器	182
15.3.4	推车式二氧化碳灭火器	183
15.4	灭火器的设置	184
15.4.1	被保护场所的火灾危险等级分类	184
15.4.2	灭火器灭火级别分类	184
15.4.3	灭火器选择	184
15.4.4	灭火器的配置基准	186
15.4.5	灭火器的设置要求	187
15.5	灭火器配置设计计算	187
15.5.1	灭火器配置场所的计算单元	187
15.5.2	灭火器配置场所的保护面积计算	187
15.5.3	灭火器配置场所所需灭火级别	188

15.5.4	地下建筑灭火器配置场所所需灭火级别	188
15.5.5	灭火器配置场所每个设置点的灭火级别	188
15.5.6	灭火器配置场所和设置点实际配置的所有灭火器的灭火级别	189
15.5.7	灭火器配置设计计算程序	189
15.6	设计计算实例	189
第 16 章	火灾自动报警系统	194
16.1	概述	194
16.2	火灾自动报警系统	196
16.2.1	火灾自动报警系统的组成	196
16.2.2	报警区域和探测区域的划分	198
16.2.3	火灾自动报警系统设计方案	199
16.2.4	火灾自动报警系统设计的一般规定	200
16.2.5	消防联动控制设计要求	200
16.2.6	火灾应急广播设计要求	202
16.2.7	火灾警报装置的设计要求	202
16.2.8	消防专用电话设计要求	202
16.2.9	系统接地设计要求	203
16.3	火灾探测器	203
16.3.1	燃烧现象与火灾探测器	203
16.3.2	常用火灾探测器的基本原理	204
16.3.3	火灾探测器的选择	211
16.3.4	火灾探测器数量的确定	213
16.3.5	探测器的安装	214
16.3.6	手动报警按钮	217
16.4	自动报警装置	217
16.4.1	自动报警装置的种类	217
16.4.2	自动报警装置的选择	218
16.5	消防控制室	219
16.5.1	消防控制室的设备组成	219
16.5.2	消防控制室控制盘组成	219
16.5.3	消防控制室设备布置要求	220
16.6	消防设备的控制	220
16.6.1	消防专用设备的控制	220
16.6.2	事故照明和疏散指示标志灯	220
16.7	系统供电与布线	221
16.7.1	系统供电	221
16.7.2	布线	221

第 17 章 自动喷水灭火系统	223
17.1 概述.....	223
17.1.1 自动喷水灭火系统的历史.....	223
17.1.2 自动喷水灭火系统的立法.....	223
17.1.3 自动喷水灭火系统的应用.....	224
17.1.4 自动喷水灭火系统的分类.....	227
17.2 湿式自动喷水灭火系统.....	228
17.2.1 应用范围.....	228
17.2.2 系统组成、工作原理	228
17.2.3 主要组件.....	230
17.2.4 系统分区.....	238
17.2.5 系统的设计和计算.....	241
17.3 干式、干湿式自动喷水灭火系统	258
17.3.1 应用范围.....	258
17.3.2 系统组成、工作原理、特点.....	258
17.4 预作用自动喷水灭火系统.....	261
17.4.1 应用范围.....	261
17.4.2 系统组成、工作原理及特点	262
17.5 循环自动喷水灭火系统.....	264
17.5.1 应用范围.....	264
17.5.2 系统组成、工作原理	264
17.5.3 循环自动喷水灭火系统的特点.....	267
17.6 雨淋灭火系统.....	267
17.6.1 主要特点和应用范围.....	267
17.6.2 系统组成和工作原理.....	267
17.7 消防水幕系统.....	270
17.7.1 消防水幕的设置范围.....	271
17.7.2 水幕系统的组成和工作原理.....	271
第 18 章 其他灭火系统简介	273
18.1 泡沫灭火系统.....	273
18.1.1 概述.....	273
18.1.2 系统的组成及使用范围.....	273
18.2 二氧化碳灭火系统.....	278
18.2.1 应用范围.....	278
18.2.2 系统分类.....	278
18.2.3 系统的构成.....	280
18.3 卤代烷 1301 灭火系统	281
18.3.1 工作原理.....	281

18.3.2	应用范围	282
18.4	蒸汽灭火系统	283
18.4.1	灭火原理	283
18.4.2	适用范围	284
18.4.3	蒸汽灭火浓度	284
18.4.4	蒸汽灭火系统类型与组成	284
18.4.5	蒸汽灭火系统的设计要求	285
18.5	水喷雾灭火系统	285
18.5.1	应用范围	286
18.5.2	系统组成	286
18.6	干粉灭火系统	287
18.6.1	系统特点	287
18.6.2	适用范围	287
18.6.3	系统的分类	288
第19章	建筑防烟、排烟设计	290
19.1	概述	290
19.1.1	设置防烟、排烟设施的必要性	290
19.1.2	防烟、排烟设施设置的范围	290
19.1.3	防烟、排烟设计的基本概念	291
19.1.4	防烟、排烟设计程序	291
19.2	自然排烟	292
19.2.1	自然排烟的方式	292
19.2.2	自然排烟存在的问题	292
19.2.3	自然排烟的设计条件	293
19.3	机械加压送风防烟	294
19.3.1	机械加压送风防烟系统的组成	294
19.3.2	机械加压送风防烟部位的确定	294
19.3.3	机械加压送风防烟系统的设计	296
19.3.4	机械加压送风系统的运行与控制	304
19.3.5	机械加压送风系统的设计步骤及实例	305
19.4	机械排烟	307
19.4.1	机械排烟设置部位的确定	308
19.4.2	机械排烟系统设计	308

第四部分 防爆基础

第20章	爆炸种类	315
20.1	气相爆炸	315
20.2	凝相爆炸	316

第 21 章 爆炸预防	317
21.1 气体爆炸的预防.....	317
21.1.1 严格控制火源.....	317
21.1.2 防止预混可燃气产生.....	319
21.1.3 用惰性气体预防气体爆炸.....	320
21.1.4 用阻火装置防止爆炸传播.....	321
21.1.5 用爆轰抑制器抑制爆轰的传播.....	323
21.1.6 用泄压装置保护设备.....	324
21.1.7 用爆炸抑爆装置抑制爆炸.....	325
21.2 粉尘爆炸的预防.....	326
21.3 预防水蒸气爆炸的措施.....	326
参考文献.....	328

第一部分 火灾基础

- 绪论
- 火灾发生
- 火灾蔓延
- 火灾烟气
- 典型火灾及烟气蔓延过程分析

