

J Z A Q F H S J S C

建筑

安全防火 设计手册

李引擎 边久荣 熊洪 李淑惠 王惟中 编著



河南科学技术出版社

建筑安全防火设计手册

李引擎 边久荣 熊 洪 李淑惠 王惟中 编著



河南科学技术出版社

内容提要

本书比较系统地介绍了建筑安全防火设计的基本理论和方法。全书内容以《建筑设计防火规范》、《高层民用建筑设计防火规范》、《建筑内部装修设计防火规范》等国家现行规范为依据,对建筑火灾的特点进行了分析;对建筑防火的分类、分级和建筑防火间距、防火分区知识进行了详细介绍;用大量的数据资料和图例,完整系统地介绍了安全疏散设计、内部装修防火设计、火灾自动报警系统设计、消防给水和固定灭火系统设计、防排烟系统设计,以及结构构件的防火设计与火灾后的鉴定处理。全书资料翔实,实用性强,可供工程设计人员作为工具书使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑安全防火设计手册/李引擎等编著—郑州:河南科学技术出版社,1998.8

ISBN 7-5349-2142-2/T·433

I. 建… II. 李… III. 防火—建筑结构—结构设计—手册—IV. TU234-62

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第18998号

建筑安全防火设计手册

李引擎 边久荣 熊 洪 李淑惠 王惟中 编著
责任编辑 封延阳 责任校对 王艳红 樊建伟

河南科学技术出版社出版 (郑州市农业路73号 邮编 450002)

郑州新星印刷有限公司印刷 全国新华书店发行

开本:787×1092 1/16 印张:24 千字:546

1998年8月第1版 1998年8月第1次印刷

印数:1-3 000

ISBN7-5349-2141-4/T·432 定价:48.00元

前言

随着人们生活水平和居住水平的提高，以及建筑材料、建筑设备和工程技术的发展，人们对建筑防火安全性的要求也越来越高。

火灾，尤其是建筑火灾很少是由于自然原因造成的，它几乎都是由于人类有意或无意的过失造成的。火灾给人民生命财产、自然资源带来了极大的危害。

火灾是可以预防的，现代的科学技术和先进的设计思想为减少火灾发生次数、降低火灾损失提供了可能性。

建筑防火是一门综合性很强的新型交叉技术科学，它涉及规划、建筑、结构、材料、电子、给水、空调等学科专业。因此这在客观上决定了建筑防火设计与研究工作的复杂性和艰巨性。

近年来，国内外的许多专家学者对建筑防火的诸多问题，进行了广泛的、卓有成效的研究，并逐步形成了一个较为完整的设计体系。为了更好地推进我国建筑防火事业的发展，为了使广大工程设计人员更重视这方面的问题，我们在参考国内外众多技术资料的基础上，根据各自专业工作中的一些实践和体会，编著了此书。本书共分 10 章，其中李引擎编写了第 1、2、5、6、10 章；李淑惠编写了第 3、4 章；边久荣编写了第 7 章；王惟中编写了第 8 章；熊洪编写了第 9 章。

由于编者水平所限，书中难免会有一些错误和不尽如人意的地方，恳请读者予以批评、指正。

编著者

1998 年 2 月

目录

1 概论	(1)
1.1 城市火灾的危害与特点.....	(1)
1.2 现代建筑和消防.....	(4)
1.3 我国建筑防火设计的主要内容.....	(8)
1.4 建筑物火灾损失统计与保险费率的确定.....	(10)
2 建筑火灾的燃烧特性和热转移	(17)
2.1 燃烧的基本状态.....	(17)
2.2 燃烧热与火灾荷载密度.....	(22)
2.3 室内火灾发展的过程.....	(29)
2.4 火灾中的热转移.....	(31)
2.5 火灾的毒气效应.....	(40)
3 建筑的防火分类与分级	(48)
3.1 建筑的类型与火灾特点.....	(48)
3.2 高层民用建筑的耐火等级.....	(54)
3.3 非民用高层建筑的耐火等级.....	(59)
4 建筑防火间距与防火分区	(61)
4.1 防火间距的确定原则.....	(61)
4.2 有关建筑防火间距的规定.....	(63)
4.3 防火分区的作用与规定.....	(66)
4.4 防火分隔物.....	(70)
4.5 工程设计举例.....	(73)
5 安全疏散设计	(80)
5.1 火灾对人体的作用.....	(81)
5.2 有关国家对安全疏散的规定.....	(84)
5.3 安全疏散的计算方法.....	(91)
5.4 水平疏散路线的设计.....	(95)
5.5 垂直疏散设计.....	(99)
5.6 超高层建筑的安全疏散.....	(103)
5.7 安全疏散的辅助设施.....	(107)

5.8 安全疏散计算实例	(109)
6 建筑内部装修防火设计	(115)
6.1 内装修防火设计的概念	(115)
6.2 国外内装修防火设计规定	(119)
6.3 建筑内部装修材料的分类与分级	(130)
6.4 民用建筑内装修防火设计	(137)
6.5 地下民用建筑和工业建筑内装修防火设计	(157)
6.6 设计举例	(163)
7 火灾自动报警系统	(166)
7.1 火灾的基本特征	(166)
7.2 火灾自动报警系统的组成	(172)
7.3 火灾探测的方法与探测器的类型	(175)
7.4 火灾探测器的工作原理	(178)
7.5 火灾报警控制器	(200)
7.6 火灾自动报警系统工程设计	(204)
8 消防给水和固定灭火系统	(229)
8.1 消火栓灭火系统	(229)
8.2 自动喷水灭火系统	(248)
8.3 气体灭火系统	(269)
9 建筑防排烟系统	(311)
9.1 烟气的传播	(311)
9.2 烟气的控制	(315)
9.3 防排烟系统的设计原则	(317)
9.4 自然排烟系统的设计	(319)
9.5 加压送风系统的设计	(320)
9.6 机械排烟系统的设计	(325)
9.7 设计实例	(326)
10 结构构件的防火设计与火灾后的鉴定处理	(331)
10.1 构件试验的标准升温曲线与耐火极限概念	(331)
10.2 钢筋和混凝土的高温特性	(333)
10.3 部分构件的一般构造规定	(342)
10.4 火灾对结构构件作用效应的评估	(349)
参考文献	(374)

火的使用是人类最伟大的发明之一。过去、现在和将来，它对人类的进步和社会的发展都起着无法估量的巨大作用。然而，由于人类自身的不慎和其他自然原因，火也会给社会生产和生活带来无法弥补的巨大损失。火灾是各种自然灾害中最危险、最常见、最具毁灭性的灾种之一。火灾出现的概率之高，以及它对可燃物的敏感性和燃烧蔓延的快速性都是十分惊人的。

1.1 城市火灾的危害与特点

火灾是指失去控制的火，在其蔓延发展过程中给人类的生命财产造成损失的一种灾害性的燃烧现象。它可以是天灾，也可以是人祸。因此火灾既是自然现象，又是社会现象。

根据工业发达国家 1986~1988 年的统计，火灾直接损失平均约占国民生产总值的 0.3%，大约每人每年为 35 美元。而每年火灾造成的人员死亡率约为总人口的十万分之二。表 1.1 给出了一些国家火灾直接损失的情况。

表 1.1 部分国家火灾的直接损失统计表 (单位: 亿)

国家	货币名称	1986 年	1987 年	1988 年	占国民生产总值的百分比
匈牙利	福林	29	5.9	10	0.12
西班牙					0.12
美国	美元	71	76	88	0.18
原联邦德国	马克	33	34	36	0.18
日本	日元	5 325			0.18
加拿大	加拿大元	10.5	10.2	10.8	0.21
英国	英镑	8.1	8.2	10	0.21
奥地利					0.21
芬兰	芬兰马克	8.25			0.22
新西兰	新西兰元	1.2			0.26

续表

国家	货币名称	1986年	1987年	1988年	占国民生产总值的百分比
瑞典	克郎	24	28	31	0.27
法国	法郎				0.29
丹麦	克郎	19			0.31
比利时	比利时法郎	199.45	236	208.7	0.40
挪威	克郎	23	22.9	33.5	0.49
荷兰	盾	10.3	9.9	8.2	0.22

事实上，火灾带来的间接损失大大超过其直接经济损失。一般可将火灾造成的直接、间接经济损失，人员伤亡损失，扑救消防开支，保险费用以及防火工程费用等统称为火灾代价。根据世界火灾统计中心及欧洲共同体的研究，如果火灾直接损失占国民生产总值的0.2%左右，则整个火灾的损失将占国民生产总值的1%。由此可见，火灾使人类付出了巨大的代价。

我国在过去的10年里，平均每天发生火灾112起，7人被烧死，10人被烧伤，80万元人民币化为灰烬。从1983年到1987年，火灾损失平均年递增40.7%。社会越进步，建筑越宏伟，对火灾就越敏感。例如广东省在1990年的火灾直接损失为9000万元，间接损失为75亿元；1991年的火灾直接损失上升为1.07亿元，间接损失为91.88亿元。

从表面数字看，目前我国每年火灾的直接经济损失还远低于发达国家，但数值仍是触目惊心的。由于我们不可能生活在只有非燃烧性材料的环境中，因此有必要更进一步地了解火的燃烧过程，以便更好地防止火灾的发生，延缓火灾的蔓延速度，及时控制火势，从而减小火灾的损失。

火灾可分为“自然火灾”和“建筑物火灾”两大类。所谓自然火灾，是指在森林、草场等一些自然区发生的火灾。这类火灾的起因有两种，一种是由大自然的物理和化学现象引起的，例如雷、电或堆积物的长期化学变化所产生的热；另一种则是由人类自身行为的不慎所引起的。这类火灾发生的次数不多，但其火势一般都较大，难以扑灭，例如森林、煤矿火灾等。建筑物火灾是指发生于各种人为建造的物体之内的火灾。事实证明，最常见、最危险、对人类生命和财产造成损失最大的还是这类发生于建筑物之中的火灾。

人类在同火灾的斗争中发现，一场火灾的燃烧过程被中止有以下三种方式：

(1) 火灾在某一局部生成，但整个环境不具备可充分燃烧的条件，于是火灾自动中止。

(2) 火灾出现并可继续蔓延，此时由人通过一定的消防设备去中止燃烧。

(3) 火灾由于天气的变化（如雨、雪等）被自动中止。

由此，可以概括地说，人类的防火工作首先就是创造一个使火不容易充分燃烧的设

计空间, 继而就是生产出一些有效的防火与灭火专用的高效能设施。

由于人口和各种生产力要素逐步高度集中于城镇, 各种自然灾害对城镇侵袭所造成的经济损失日趋严重。现代化城市具有生产集中、人口集中、建筑集中、财富集中四大特点。从世界范围看, 这些基本特点几乎是共有的且有进一步发展的趋势。同时, 这些现代城市又因可燃易燃物品多、火灾危险源广等而时时处在火灾的威胁之中。这就导致了城市火灾损失呈增长趋势这一世界性的共同规律。

我国中等以上城市有 400 多个, 这其中绝大部分的城市抗御火灾的能力较低, 存在大量的火灾隐患, 适应不了城市新的发展形势。由于城市中单体建筑防火性能较差, 并且建筑和居住密度极大, 所以一旦发生火灾, 就可能变成区域性的甚至是全城性的灾难。1983 年哈尔滨市发生火灾, 火势蔓延了 5 个街区, 烧毁建筑 4.8 万 m^2 , 迫使铁路停运 18h。1985 年伊春市发生火灾, 7 条街区的 28.6 万 m^2 的建筑受损, 使大约 1 700 户人家失去了住房。1985 年北京西南郊液化石油气储备厂的储罐发生泄漏, 气化后体积约 5 000 m^3 , 扩散范围为 10 万 m^2 , 其爆炸威力相当于几十吨 TNT 炸药。由于发现及时并迅速采取了一系列的措施, 才化险为夷。如果这次严重的险情成灾, 其后果无法想像。

1.1.1 我国城市防火所存在的问题

从城市防火角度看, 我国绝大部分城市普遍存在着以下一些共性的问题:

1.1.1.1 城市基础设施差, 建筑物本身耐火能力低

我国 90% 以上的城市都是在旧城市的基础上兴建、发展的, 历史遗留下来的简陋的棚区, 手工作坊, 各色的民居和各类工业、商业建筑高度混杂在一起, 立体地展现出这些城市几百上千年的历史风貌。这些城市及其建筑物普遍没有或很少有整体防火能力。有人曾形象地描述说某些城市犹如坐落在“火山”上。而相当一部分城市的消防管网设施是 50 年以前建造的, 其中一部分已无法正常使用。

1.1.1.2 建筑密集, 规划布局混乱

城市旧区的建筑密度大, 房屋大多是低矮破旧的, 几十栋, 甚至几百栋连成一体, 建筑密度超过 75%。建筑间通道狭窄, 一旦发生火灾, 消防扑救和人员疏散都是严重的问题。城市中的新建筑或是穿插在旧区中, 或是相对集中建设, 但总是由于各种各样现实条件的制约而无法保证合理、规范的防火规划真正得以实施。

1.1.1.3 管理渠道不畅, 全民防火意识差

城市防火规划管理涉及的单位和部门众多, 现实中所暴露出来的矛盾常常无法找到权威、统一的管理部门予以解决。而在城市中绝大多数居民的防火意识很差, 缺乏最基本的防火、灭火知识和应急处理能力。

1.1.1.4 生活和生产用燃料成分多种多样

我国的城市生产和生活用燃料的成分比较复杂地交叉在一起, 形成了一种独特的社会现象。如有用木材、柴草、木炭、煤、液化石油气、天然气、油、电等作为基本燃料的。这种无规则的混杂加大了管理工作的困难, 增大了火灾危险性和控制火灾的难度。

1.1.1.5 建筑电气火灾危险性加大

城市中的老区建筑密集, 建筑原有的电线布置本来就混乱, 而随后不断出现的乱拉

乱接现象更把这种混乱推向了极端。许多线路敷设的时间已十分长久，线路绝缘早已老化损坏。而现代家庭电器又不断地增大用电量，电线超设计负荷现象十分普遍。所以，电气火灾已成为建筑火灾的第一成灾原因。

1.1.1.6 城市缺少整体防火体系

到目前为止，国家还没有系统的、可具体操作的综合防御火灾的对策。各部门只能尽其有限能力开展一些局部的研究工作。全国在对综合研究城市防火能力及防御体系和政策的研究方面还几乎是空白。

1.1.2 城市防火应采取的措施

我国城市工业产值占国民生产总值的70%以上，全国利税的80%来自于城市。而现有城市的一半以上处于地震区，地震次生火灾的危害极大，因此城市防火安全的问题应引起政府和各方面的足够重视。从现在起就应从规划、设计、管理诸方面加以重视，并逐步采取有效措施予以解决。拟采取的措施包括以下几方面：

1.1.2.1 统一规划，逐步整改

防火规划应列为城市整体规划的一部分，对城市旧区采取控制密度、局部拆除、连片改造、迁移危险建筑等做法，使建筑布局的危险性降到最低点。

1.1.2.2 通畅疏散路线，设置避难场所

城市防火规划应充分考虑火灾中人员的疏散和避难问题，即在城市街区内和周围地带设置若干绿地、广场及公园以供紧急状态时人们暂时避难。同时以宽阔快捷的多条道路与其连成有机的整体，以利于大量人员沿这些路线实现安全撤离。

1.1.2.3 加强燃料和用电的管理

逐步改变城市居民烧木材、烧煤、烧电、烧油混杂的现状，禁止在城市街区内大量储存汽油、柴油；调整陈旧的电线，禁止私自乱拉乱接电线，新设线路一定要加电线套管予以保护。

1.1.2.4 加强消防力量，保持消防道路畅通

迅速有效的消防灭火是减少人员伤亡和财产损失最重要的条件之一，而通畅的消防道路是消防灭火最基本的保证。因此，城市建设中必须按照有关法规和规范合理地设置消防队伍和路线，任何单位和个人均不得自设障碍而导致消防道路的阻塞。

1.2 现代建筑和消防

1.2.1 现代建筑的发展方向及对建筑防火的影响

纵观世界发达国家大城市的发展过程，可以发现现代建筑的基本发展方向是：

- (1) 向高层发展。即在节约城市用地的同时，将城市立体化了。
- (2) 向大规模、复合型方向发展。即将地下的停车场、地铁交通与地面低层的商业活动和高层的居住层联合成一个整体。
- (3) 向多用途、多功能复合型方向发展。即在同一建筑的同一水平楼层内集社会公众活动、办公事务、饮食服务为一体的复合使用功能型。可以定性地说，一个楼层即相

当于城市一个街区的功能。

(4) 向大跨度、大容量的建筑方向发展。用新型的玻璃钢和复合树脂做结构骨架的薄膜建筑可将 10 万人同时容纳在一个大空间之中。

应该说,上述任何一种建筑形式都会给建筑防火带来新的问题,提出新的挑战。

由于社会、土地和人口诸多因素的影响,高层与超高层建筑将不可避免地成为我国大城市的主要建筑形式。这些建筑的出现,革新了传统的施工工艺,推动了社会生产力的发展,但同时也对建筑防火设计和消防灭火工作提出了更高的要求。

1.2.2 高层建筑火灾的特点

概括起来,高层建筑火灾具有如下一些特点:

(1) 高层建筑内管道四通八达,楼梯、电梯形成了竖向的“烟囱效应”。根据有关火灾现场实测,一场火灾可在 30min 内由底到顶地蔓延一栋 30 层的楼房。

(2) 高层建筑内容纳的人数很多,垂直撤离距离大,加之火灾中人员的恐慌心理,都使安全疏散成为人们首先关注的问题。加拿大曾做过正常状态下的人员撤离试验,一栋 11 层的楼房要将人员全部撤离需要 6.5min,而一栋 50 层的楼房则需要 131min。由此,有关专家提出:高层建筑要想在火灾中将全部人员在有限的时间内及时地撤离出去是不可能的。所以需要考虑在建筑内设计出能供人暂时避难的安全空间。

(3) 高层建筑给消防灭火带来了特殊的困难。当火沿着建筑内空间发展时,消防人员会因烟雾的阻碍和垂直攀登距离过长而延误战机;当火沿建筑外墙向上蔓延时,消防人员往往会因云梯高度不够和供水不足而无法扑灭升腾的火焰。

(4) 高层建筑一旦失火,燃烧的时间将会很长。而在长时间的高温作用下,钢筋混凝土和钢结构均会因原有的强度和刚度遭受破坏而出现建筑物整体或局部的倒塌。

(5) 大量的煤气瓶和煤气管、各种电器产品、固定的设备密布在高层建筑的各个空间中。一旦设计不合理或使用不当,就会因漏电、漏气等原因而引发火灾。另外,由于垂直方向的行程大,楼层间的相互通讯联系比较困难,有可能会出现下面的楼层已大火弥漫,而上面的人群却毫不知晓的情况。

综上所述,作为城市防火非常重要的一部分,高层建筑防火已成为一个亟待解决的大问题。

1.2.3 火灾安全科学与火灾研究

在世界范围内,人们逐渐认识到对火灾的预防和扑救必须依靠先进的科学技术。火灾的发生既有其偶然性,又有其特殊的规律性。火灾安全科学是近年来发展起来的一门新兴的综合性很强的新型交叉技术学科。火灾安全科学的目的在于防止和减轻各类火灾的损失。一般说来,各类火灾的过程有很大的差别,即便在同一类火灾中火的现象也有不同。而且在火灾研究中还应研究那些与火灾过程无直接关系,但却对火灾损失有直接影响的课题,例如,火灾初起时人的行为、人员的有效疏散和扑救火灾的方法等。因此,火灾安全科学必然要包括与之有关的各个领域。

美国在 20 世纪 50 年代就成立了火灾研究委员会,并大规模地开展火灾机理和预防措施的研究。各工业发达国家每年都要拿出相当可观的经费资助防火研究工作。例如,日本东京火灾研究所每年用于火灾研究的正常运行费用就相当于几千万元人民币;英国

政府每年拨给建筑中心用于防火研究的款项为几百万英镑。

1985年，国际火灾安全科学协会宣告成立，并且已经分别在美国、日本、英国和澳大利亚先后召开了四次国际火灾安全科学研讨会。最近20年来，一些国家通过政府拨款和国际合作的方式进行了诸如火灾物理、火灾结构、火灾化学、人与火灾的相互影响、火灾探测、自动灭火、火灾统计与保险系统、烟的毒性、消防救援等方面的研究工作。这些工作极大地推动了火灾防护机理和防火灭火技术工程的迅速发展。

1.2.4 国际建筑防火的现状

归纳起来，国际建筑防火的现状可从以下几个方面来描述。

1.2.4.1 建筑火灾基础科学的研究

建筑火灾基础科学研究的基本目的就在于通过各种燃烧现象（物理的、化学的），去揭示建筑火灾发生、发展及蔓延的基本规律，为火灾的防治工作提供最基础的理论根据。目前，火灾理论尚在建立初期，主要的研究手段尚离不开实体燃烧试验。但由于电子技术等高科技的发展，以及实体燃烧试验成本过高等原因，许多国家已纷纷利用计算机技术开展火灾模拟理论的研究。目前这些研究工作已可做到：

(1) 提供工程中可以参照应用的计算程序。如建筑物的火灾模型、烟气蔓延运动的过程、结构在火灾中的稳定等。

(2) 对城市和建筑的火灾危险度及防火、保险费用提供安全评估专家系统。

(3) 将火灾模拟的研究成果用于消防教学和部队训练等。

1.2.4.2 现代消防技术的发展

现代消防与建筑防火是相互依托的永恒性的工作。社会的不断发展使消防事业日益面临新的困惑和挑战。所谓“消防现代化”的观念也是现代社会的产物。仅从防御灾害的角度看，现代城市是脆弱的，因为城市中的电力、通讯、交通、煤气、自来水等各种网络的某一环节一旦发生问题，就可能导致全城性的灾难。鉴于此，各国都下了很大气力进行消防技术现代化的工作。就工业化国家现状看，他们基本实现了城市防灾救护系统的一体化，消防队伍的职业化，即消防队同时兼有救灾、救生和帮助市民排忧解难等多项功能，并且消防队员具有终生职业的性质。这种体制有利于消防人才的培养和消防队伍的稳定，有利于新技术的采用，而且救灾、救生一体化有助于全社会对消防工作的理解与支持。

各国正将更多的电子新技术用于城市的消防控制中心，计算机智能技术的应用将取代传统的消防思维和做法。有的国家正在准备设置三维空间的图像设施，以了解火灾现场的立体关系。而卫星系统将被用来随时采集火灾现场的资料并指挥扑救工作。红外遥感仪将用于远距离地探测火灾现象。就灭火武器和方法而言，传统的一套也将会从根本上有所改变。现代化的消防装备将可以实现远距离和空中灭火，通过卫星指挥的遥控式固定灭火导弹可以准确有效地击中任何方位的着火目标。飞机空中喷洒灭火药剂可在极短的时间内抑制火势的蔓延。

1.2.4.3 新型防火建材的研究

就建材防火工作而言，一方面要对它们的燃烧机理进行定量的分析，另一方面就是创造高质量的新型防火材料。近年来，国际上集中开展的工作包括：

- (1) 非燃材料在高温条件下的力学和变形状态的研究。
- (2) 建材燃烧性能等级合理划分的研究。
- (3) 火灾荷载密度与建筑物火灾危险度关系的研究。
- (4) 建筑室内装修材料易燃性、发烟性和热释效率的评估。
- (5) 新型阻燃建材品种的开发研究。

1.2.4.4 建筑物总体防火区划合理性的研究

近年来高档次的公共建筑在城市中占有了更多的位置。为了保证消防灭火及时和受灾区域不过分地扩大,以及人员的安全避难,人们正在从事如下的一些工作:

- (1) 城市防火规划布局合理性的研究。它综合考虑了城市的人文、地理、气候、交通、工业等多方面的因素。
- (2) 火灾中人员恐慌心理和最佳逃生方法的研究。
- (3) 建筑内防火分区和人员密度、流量的计算分析。
- (4) 新型防火分隔构件和产品的研制,使这些产品最终达到多功能、外形美观、经济实用、系列化的目的。

1.2.4.5 自动灭火系统的完善与优化

自动灭火系统作为灭火工程的一部分,大约占建设费用的1.5%。传统的自动喷水灭火喷头热惰性强、灵敏度差,所以以往要开启相当数量的喷头,在较大的作用面积上保持一定的喷水强度。针对这一问题,美国人率先提出了快速响应—早期灭火这一全新的自动喷水灭火系统的理论。快速响应喷头动作速度比传统的喷头快4.5~14倍,达到了早期发现、早期灭火的目的。

除此之外,日本人正在试制智能型的定点灭火喷头。该产品可以自动巡测着火的具体位置,并将水柱定向喷射到着火点,若干分钟之后,自动停止工作并做二次巡检和智能判断。如果火灾已被扑灭则中止工作,如果火灾仍未根除则继续自动喷水。该产品一旦投产将是自动灭火系统的一次根本性的革命。

就自动灭火系统而言,人们需要做的工作还包括:水幕系统与结构构件共同工作,自动喷淋系统与古建筑的保护,灭火系统管网的优化设计,卤代烷替代剂的研究等等。

1.2.4.6 火灾探测报警系统的智能化与早期化

(一) 火灾探测报警系统的智能化技术

新一代的智能型火灾探测与报警技术正吸引着众多的科学家和制造厂商为之奋斗。智能系统应包括如下的内容:

(1) 智能化的探测器。传统的探测器只有单一的传递火灾信息的功能,而无法作出判断。目前日本正在研制中的复合型探头便属于具有判断功能的智能型产品。该探测器将光、烟、热三种感应功能复合在一起,即通过对火灾空间有可能出现的光、烟、热三种火灾现象与正常使用中出现的这三种现象作比较判断,只有当几种判断都有问题时,才发出火灾报警信号。

(2) 分析运算功能。火灾报警控制器能对接收到的火灾探测参数进行分析运算,实现“零点”补偿,自动消除环境背景的干扰。

(3) 特征参数存储功能。控制器具有存储火灾探测参数特征曲线的功能,并能与现

场采集的火灾探测参数对比, 实现定值和速率的预警或报警。

(二) 早期火灾报警技术的开发

除了智能报警系统之外, 早期火灾报警技术的开发是人们关注的另一大焦点。澳大利亚的一个公司将空气净化技术移植到火灾报警系统中, 该技术通过对收集到的空气中的粒子作分析判断, 可比一般探测器在时间上早几十倍准确地探知火灾的发生。

总之, 火灾探测智能系统应从火灾探测与判断、发布警号、自动灭火控制、防火分隔、防烟、排烟、引导疏散、指挥救生等步骤全部实现计算机智能处理。

1.3 我国建筑防火设计的主要内容

建筑物的防火性能是房屋的设计、建造和使用者十分关心的问题。在建筑设计中考虑防火功能始于19世纪末期。1900年, 德国人公布了第一批的研究成果, 但一直到第二次世界大战后的40~50年代, 由于新工艺学的发展, 才使人们有可能在建筑设计中系统地引入防火工程。

1.3.1 建筑火灾发展过程和防火设计对策

建筑中火灾的发展主要取决于三个因素:

- (1) 助燃氧气的供给状况 (包括空间的体积大小和通风条件);
- (2) 可燃物体的热能参数 (热惯性、初始火的能量等);
- (3) 可燃材料的分布和性质。

建筑火灾发展过程和防火设计对策的基本内容可用表1.2来描述。

表 1.2 建筑火灾发展过程和防火对策

火灾阶段	火灾出现	着火物燃烧	室内部分燃烧	室内整体燃烧	室内轰燃
火灾各阶段的现象	火灾出现	(1)着火物的燃烧扩大; (2)火灾被感知	(1)室内火灾扩大; (2)初期灭火; (3)室内人员撤离	(1)温度急剧上升; (2)烟和有毒气体产生	(1)火向相邻空间蔓延; (2)防火度低的建造物被烧毁
研究的课题和对象	(1)内装修和内含物的着火性、发烟性; (2)火与烟的性质	(1)内装修和内含物的燃烧性; (2)火灾报警器的灵敏性	(1)内装修和内含物的燃烧性; (2)灭火设备动作环境的情况	(1)燃烧热度的量值; (2)烟与有毒气体成分的分析	(1)结构的耐火性; (2)防火分区的有效性
防火对策	控制内装修和内含物的着火性	(1)内装、内含材料的不可燃和难燃处理; (2)火灾探测器的灵敏性	(1)内装、内含材料的不燃、难燃处理; (2)自动灭火设备; (3)避难设计	(1)自动灭火设备; (2)内装、内含材料的非燃、难燃化	(1)全体避难; (2)耐火被覆、耐火设计; (3)防止火灾大面积蔓延

1.3.2 我国建筑防火设计主要考虑的几个技术问题

由于在火与建筑物之间具有一种相互的作用效果，所以防火设计要综合考虑许多问题，包括各地区居民的生活方式及气候条件等。具体地讲，我国建筑防火设计主要考虑以下几个方面的技术问题：

1.3.2.1 合理规划建筑布局，确定建筑物的耐火等级

城市中新建建筑首先要考虑该建筑与周围环境的关系，按照有关法规确定好各建筑间应保持的最小防火间距，之后应根据该建筑的使用性能、建筑面积、高度、结构状态等确定其相应的耐火等级。

1.3.2.2 划分建筑内的防火分区和防烟分区

为了保证建筑内的某一局部出现火灾后不致迅速蔓延到全楼和阻碍烟气的快速流动，规范要求大于某一面积的建筑必须被划分成若干个防火、防烟的分区。各分区位置确定后，应选择具有相应耐火等级的分隔物将各分区分隔开来。

1.3.2.3 确定各构件的耐火强度

建筑物的结构承重件应保证建筑着火后，在规定的时间内不出现破坏和倒塌现象。不同材料的梁、板、柱构件有不同的耐火极限（用小时表示），因此设计师应根据建筑物的耐火等级和各构件的耐火特性选定构件的种类和截面尺寸。对于那些必需但又不满足耐火等级要求的构件则需选用附加的防火材料予以保护，以满足规范的要求。

1.3.2.4 划定避难通道，计算避难出口

避难路线分水平段部分和垂直段部分。水平段即同一水平楼层的人从不同的方位到达最近出口的距离必须小于规定值，并且通道的宽度要足够且畅通无阻。垂直通道指防火楼梯和消防电梯。防火楼梯应考虑防烟，要有足够的宽度，无可燃装修且有直接通向室外的出口。各出口的面积应通过计算来确定。对一些高层建筑，应考虑设立避难层，以保证一时撤离不出去的人员能有一个临时的避难空间。

1.3.2.5 设立防、排烟系统

对一些建筑应考虑设立防、排烟系统。该系统通过自然和机械的作用将火灾中的烟气和外部的新鲜空气进行交换，以保证人员的正常灭火和撤离。该系统应重点保证防烟楼梯间及其前室部位的安全。系统路线确定后，应适当地选定相应的风机、阀门（防火阀和排烟阀）和管道系统。

1.3.2.6 加设自动报警、广播和疏散诱导系统

根据规范的规定，相当一部分的建筑都应加设自动报警系统。设计该系统时，要确定探测器的保护范围、控制器的控制能量，以及与其他系统的联动问题。疏散诱导与事故广播系统也应同时加以考虑，并纳入控制中心。

1.3.2.7 消火栓系统和自动灭火系统

消火栓系统几乎在所有的公共建筑中都应设立。自动灭火系统则根据建筑的特征而有所不同。自动灭火系统包括喷水、水淋、卤代烷、泡沫几种形式。设计时应针对不同的对象选用相应的系统。自动灭火系统设计时，除了进行水量、管网的计算之外，还应选择合适的产品。

1.3.2.8 建筑内装修的防火设计

火灾危险主要来源于内装修材料。因此，建筑设计中对内装修选材应有严格的防火要求。今后，各种建材都必须经检测并打有相应的防火等级印记。设计师应根据国家规定选择符合要求的建材产品。

建筑防火设计是一个系统工程，它既要考虑各个部分的特殊性，又必须综合考虑整个系统的协调性，这就需要逐步做到整体优化。

1.4 建筑物火灾损失统计与保险费率的确定

1.4.1 保险的基本概念

1.4.1.1 保险业的产生和发展

灾难是保险业产生的基础条件，而保险又化解了灾难对社会产生的政治动荡和经济损失。保险首先是一种经济行为，它是社会经济发展到一定阶段的特殊产物。而现代保险同时也是一门科学，它是建立在概率、统计等数学基础之上的。

在国际上，保险出现至今已有几百年的历史了，其中火灾保险是最早出现的一个险种。火灾保险可以追溯到保险业历史最悠久的 17 世纪的英国。1635 年有人向当时的查理一世申请特许经营火灾保险，但未获批准。1666 年伦敦市发生了大火才推动了火灾保险事业的发展。于 1680 年建立的英国火灾保险事务所被公认为全世界第一家火灾保险公司。至今，英国仍是全世界保险业的中心。

我国的保险业始于 1805 年，是英国人在广州设立的谏当保安行。但一直到 20 世纪 70 年代末期，我国的保险业才得以迅速发展。目前已有近 30 家保险公司，承保金额已达数万亿元人民币。

1.4.1.2 保险的基本概念

保险分为财产保险和人身保险两大类。财产保险是以财产及与财产有关的利益作为保险标的的保险或者是对该财产造成经济损失所负的经济赔偿责任作为保险标的的保险；人身保险则是以人的生命或身体作为保险标的的保险。

下面简要介绍一下与保险有关的几个基本概念。

(1) 保险金额。简称保额，是保险人在被保险人的保险财产遭受损失时所负担损失补偿的最高额度，也是计算保险费的依据。

(2) 保险费。是被保险人参加保险时应向保险人缴付的费用。财产保险的保险费是由投保时约定的保险金额与保险费率及保险期限三个因素构成的。保险费是由两部分费用叠加的：纯保险费和附加保险费，详见图 1.1。

(3) 保险费率。是指保险人依据保险金额与保险期限向被保险人收取保险费的计算标准率。

1.4.2 建筑火灾损失统计方法

建筑物火灾发生的概率一般是很小的，但建筑物火灾又是无法避免的。因此，估量建筑物的火灾发生概率和损失是一项基础性的工作。

1.4.2.1 确定防火单位火灾损失率的数学期望和方差

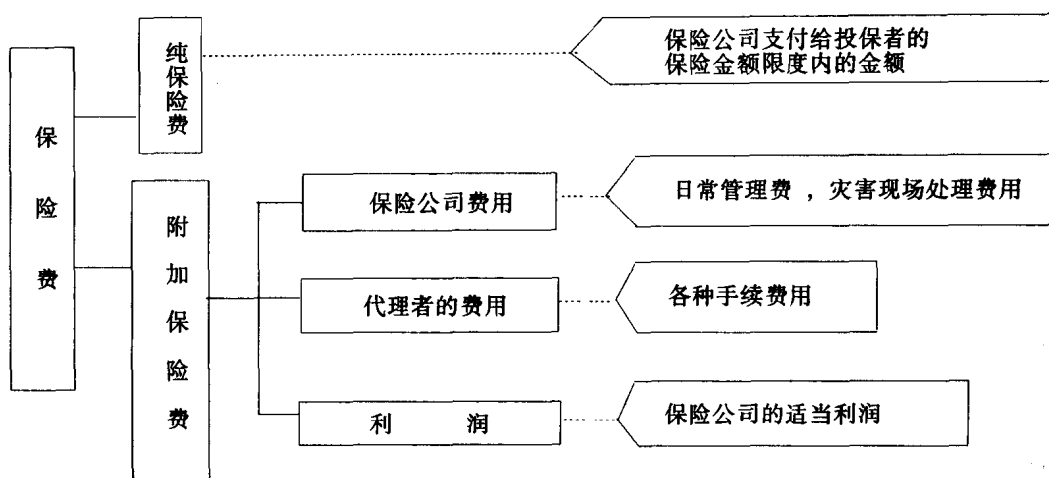


图 1.1 保险费的构成

防火单位是由若干建筑组成的，在火灾中，防火单位内各建筑物间可以是互相联系的，也可以是无关系的，但与防火单位外部是没有关系的。

若防火单位 A 的资产为 S ，年火灾损失为 C ，则称 $\xi = C/S$ 为它的年火灾损失率。显然 ξ 是在 $[0, 1]$ 中取值的随机变量。

两个防火单位 A 和 B ，如果它们的资产相当且火灾损失具有相同的概率分布，则称它们是同型的。由于火灾损失率分布一般是不知道的，所以通常把火灾发生、蔓延、危害的可能强度都大致相同的防火单位叫做同型的。例如大小、材料、结构、耐火等级和用途都相同或相近的防火单位可以认为是同型的。

为了得到年火灾损失率 ξ 的数学期望 α 和方差 σ ，取与 A 同型且相互独立的 n 个防火单位 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ 的 m 年火灾损失资料，见表 1.3。

表 1.3 防火单位与火灾损失统计格式

防火单位	年火灾损失					
	1	2	...	j	...	m
A_1	C_{11}	C_{12}	...	C_{1j}	...	C_{1m}
\vdots						\vdots
A_i	C_{i1}	C_{i2}	...	C_{ij}	...	C_{im}
\vdots						\vdots
A_n	C_{n1}	C_{n2}	...	C_{nj}	...	C_{nm}

由表 1.3 得到的每个 $\xi_{ij} = C_{ij}/S$ 值，可以看作随机变量 ξ 的一次随机取值，记为

$$\bar{\xi} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \xi_{ij}, \quad S^2 = \frac{1}{mn-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (\xi_{ij} - \bar{\xi})^2. \quad (1-1)$$

根据概率论的知识，当 mn 很大时，可以认为

$$\alpha \approx \bar{\xi}, \quad \sigma^2 \approx S^2. \quad (1-2)$$

1.4.2.2 大量同型防火单位总火灾损失的估计

考虑 N 个与 A 同型且相互独立的防火单位 A_1, A_2, \dots, A_N ， N 是很大的自然