

武警学院试用教材



建筑防火设计原理

中国人民武装警察部队学院

建筑防火设计原理

于 福 海

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国人民武装警察部队学院

一九九一年七月

前言

《建筑防火设计原理》是为满足武警学院消防本科教学的需要，根据教学大纲的要求编写的。

本书主要介绍了建筑防火的基础理论和某些典型工业与民用建筑防火设计的应用技术。本书除供教学使用外，还可供从事消防技术工作的同志参考。

本教材由武警学院消防工程系于福海付教授主编。浙江消防总队潘佐阳高级工程师及建筑防火教研室内的部分教师也参加了部分章节的编写工作或提供了一些素材。本教材在编写过程中曾得到吴建勋教授、朱吕通教授的热情指导和帮助。在此一并表示谢意。

本教材由贺占奎付教授审阅。

本书系初稿，由于水平有限，错误或不当之处一定不少，望广大读者批评指正。

编者

一九九一年六月

目 录

第一篇 建筑防火设计基础

第一章 绪论

第一节 建筑防火设计的任务与要求

第二节 建筑设计防火监督的任务、内容、原则和方法

第二章 建筑火灾的基本对策

第一节 建筑火灾的形成与危险性

第二节 建筑火灾的基本对策与防火安全概念树状图

第三章 建筑材料的防火性能

第一节 建筑材料与火灾

第二节 建筑材料防火性能的检测与分级

第三节 建筑材料在高温条件下热分解产物及燃烧生成物的毒性

第四节 混凝土的耐火性能

第五节 钢材的耐火性能

第六节 防火涂料

第四章 建筑物的耐火等级

第一节 建筑构件的燃烧性能和耐火极限

第二节 钢筋混凝土构件的燃烧性能

第三节 建筑物的耐火等级

第五章 外墙板及内部装修工程防火

第一节 外墙板的防火性能及构造处理

第二节 内部装修工程防火

第六章 防火分隔

第一节 建筑物内的火灾蔓延与防火分区的划分

第二节 防火间距

第七章 安全疏散

第一节 疏散设计的一般原则

第二节 安全疏散的理论计算

第三节 避难层及其它安全疏散设施

第二篇 工业与民用建筑防火设计

第一章 民用建筑防火设计

第一节 居住建筑防火设计

第二节 影剧院防火设计

第二章 高层民用建筑防火设计

第一节 高层建筑的划分及特点

第二节 高层住宅防火设计

- 第三节 高层旅馆防火设计
- 第三章 工业建筑防火设计
 - 第一节 厂房、库房防火设计
 - 第二节 高层工业建筑防火设计
 - 第三节 高架自动化仓库防火设计
- 第四章 厂房防爆设计
 - 第一节 爆炸
 - 第二节 泄压面积
 - 第三节 厂房防爆建筑设计
 - 第四节 防爆厂房的结构类型
- 第五章 工企总平面防火设计
 - 第一节 工企总平面防火设计的任务依据和步骤
 - 第二节 厂(库)址选择及厂(库)区总平面布置
 - 第三节 厂(库)区竖向布置
 - 第四节 工程管线
 - 第五节 交通运输

前言

《建筑防火设计原理》是为满足武警学院消防本科教学的需要，根据教学大纲的要求编写的。

本书主要介绍了建筑防火的基础理论和某些典型工业与民用建筑防火设计的应用技术。本书除供教学使用外，还可供从事消防技术工作的同志参考。

本教材由武警学院消防工程系于福海付教授主编。浙江消防总队潘佐阳高级工程师及建筑防火教研室内的部分教师也参加了部分章节的编写工作或提供了一些素材。本教材在编写过程中曾得到吴建勋教授、朱吕通教授的热情指导和帮助。在此一并表示谢意。

本教材由贺占奎付教授审阅。

本书系初稿，由于水平有限，错误或不当之处一定不少，望广大读者批评指正。

编者

一九九一年六月

目 录

第一篇 建筑防火设计基础

- 第一章 绪论
 - 第一节 建筑防火设计的任务与要求
 - 第二节 建筑设计防火监督的任务、内容、原则和方法
- 第二章 建筑火灾的基本对策
 - 第一节 建筑火灾的形成与危险性
 - 第二节 建筑火灾的基本对策与防火安全概念树状图
- 第三章 建筑材料的防火性能
 - 第一节 建筑材料与火灾
 - 第二节 建筑材料防火性能的检测与分级
 - 第三节 建筑材料在高温条件下热分解产物及燃烧生成物的毒性
 - 第四节 混凝土的耐火性能
 - 第五节 钢材的耐火性能
 - 第六节 防火涂料
- 第四章 建筑物的耐火等级
 - 第一节 建筑构件的燃烧性能和耐火极限
 - 第二节 钢筋混凝土构件的燃烧性能
 - 第三节 建筑物的耐火等级
- 第五章 外墙板及内部装修工程防火
 - 第一节 外墙板的防火性能及构造处理
 - 第二节 内部装修工程防火
- 第六章 防火分隔
 - 第一节 建筑物内的火灾蔓延与防火分区的划分
 - 第二节 防火间距
- 第七章 安全疏散
 - 第一节 疏散设计的一般原则
 - 第二节 安全疏散的理论计算
 - 第三节 避难层及其它安全疏散设施

第二篇 工业与民用建筑防火设计

- 第一章 民用建筑防火设计
 - 第一节 居住建筑防火设计
 - 第二节 影剧院防火设计
- 第二章 高层民用建筑防火设计
 - 第一节 高层建筑的划分及特点
 - 第二节 高层住宅防火设计

- 第三节 高层旅馆防火设计
- 第三章 工业建筑防火设计
 - 第一节 厂房、库房防火设计
 - 第二节 高层工业建筑防火设计
 - 第三节 高架自动化仓库防火设计
- 第四章 厂房防爆设计
 - 第一节 爆炸
 - 第二节 泄压面积
 - 第三节 厂房防爆建筑设计
 - 第四节 防爆厂房的结构类型
- 第五章 工企总平面防火设计
 - 第一节 工企总平面防火设计的任务依据和步骤
 - 第二节 厂(库址)选择及厂(库)区总平面布置
 - 第三节 厂(库)区竖向布置
 - 第四节 工程管线
 - 第五节 交通运输

第一篇 建筑防火设计基础

第一章 绪论

第一节 建筑防火设计的任务与要求

建筑防火设计是建筑设计工作的一个重要组成部分，这项工作搞得与坏，对整个建筑的安全将会起到重要作用。目前这项工作已经得到人们普遍的重视和关注。

人类的生产、生活及其有关的政治、经济、文化活动，大多数是在一定的建筑物内进行的。凡是有建筑物的地方，一般都存在可燃、易燃物质和火源，稍有不慎难免发生火灾。但若在建筑设计时，充分考虑并采取了各种预防火灾的措施，就能有效地预防火灾。反之，就可能在建筑中留下先天性的火险隐患，一旦着火的条件成熟，就会酿成火灾，造成人员的伤亡和重大的经济损失。这方面的教训是很多的。因而，世界上许多国家，都把建筑防火设计列为建筑设计的一项重要内容。

一、建筑防火设计的任务

建筑防火设计大体有以下几项任务：

(一) 进行城市消防规划

为了加强城市公安消防设施的规划建筑管理，防止和减少火灾对城市造成的危害，需要对城市进行消防规划。

城市消防规划包括城市消防安全总体布局和消防站、消防给水、消防车道、消防通讯、消防供配电等内容。

(二) 进行总平面消防布局

在进行总平面防火设计时，要正确选择建、构筑物的位置，进行总平面防火规划，合理地布置各种管线和车道。

(三) 正确选择建筑物的耐火等级

根据使用性质及火灾危险性大小，正确选择各种建筑物的耐火等级、层数和防火墙间的占地面积，并对其进行必要的防火分隔、防烟分隔。

(四) 安全疏散设计根据建筑物规模、房间大小及使用人数，进行安全出口设计。

(五) 设置消防设备。

在建筑物内外，配备消火栓及其它灭火设施，安装防雷、防静电、自动报警等安全保护装置。

二、建筑防火设计的要求

(一) 建筑防火设计必须贯彻“预防为主、防消结合”的消防工作方针，遵循《建筑设计防火规范》及其它有关方针、政策，从全局出发，统筹兼顾，正确处理生产和安全、重点和一般、原则性和灵活性的关系，积极采用先进的防火技术，做到促进生产，保障安

全，方便使用，经济合理。

(二) 建筑防火设计必须满足生产工艺的需要，安全为了生产，而不能限制生产，更不能违背生产工艺的客观规律。

(三) 在生产和使用的过程中，往往产生废热、烟气、废渣、废水等有害物质，这些有害物质弥漫在空气中或下水道内，增加了不安全因素，在设计时应采取妥善措施加以解决。

(四) 在进行防火设计时，应注意节省经费开支，降低工程造价，以最低的投资取得最佳的效果。

第二节 建筑设计防火监督的任务、内容、原则和方法

一、建筑设计防火监督的任务

建筑设计防火监督的基本任务，是对设计、建设单位贯彻防火技术措施进行检查监督，保证各种新建、改建、扩建的工程项目符合《建规》及其他有关防火规定的要求，尽可能地把可以避免的火灾隐患消除在设计阶段，做到防患于未然。具体任务如下。

(一) 参加城镇建设规划的制订

根据城镇的发展规划和消防安全保卫工作的实际需要，对消防站、消防瞭望塔、消防给水、消防道路、消防通信等专用设施，提出设置要求；对公用事业中火灾危险性较大的设施，如城市液化石油气站、煤气贮罐、汽车加油站等，以及易燃、易爆工厂、大型物资仓库、港口码头、车站等工业企业的布局和城市改造方案，提出防火要求，纳入规划，统筹安排。

(二) 审查、验收

对新建、改建、扩建的工业与民用建筑的设计，实施消防监督：(1) 监督和指导设计人员，认识贯彻《建规》以及有关消防规则、规定和技术规范；(2) 必要时，应对工程项目的厂址选择、总平面布置、生产工艺、建筑设计、消防给水、采暖通风、电气设备等方面进行防火审查；(3) 对重点工程和火灾危险性较大的工程项目，在施工过程中进行必要的监督，以保证各项消防技术措施的落实，并参加工程的竣工验收。

(三) 宣传指导

贯彻实施《建规》及其他防火技术规范，搞好建筑设计防火工作，主要依靠设计、建设单位的领导和设计人员，由于建筑设计的要求是多方面的，防火要求仅仅是其中的一项，加上有些设计人员对防火要求不大了解，在设计中往往有所忽视，因此，公安消防监督机关在对设计、建设单位贯彻防火规范实行检查监督的同时，必须对这些单位的有关领导和设计人员普及建筑设计防火的知识，提高他们贯彻执行《建规》自觉性，增强责任感，把好建筑设计防火的质量关。

宣传指导工作包括：

1、通过各地建筑工程学会或有关学术团体，组织消防技术讲座，宣传建筑设计防火知识；

2、加强消防技术情报和资料的交流；

3、组织设计员参观有关建筑火灾现场，提高他们的防火警惕性和对建筑设计防火工

作重要意义的认识，了解和掌握有关防火技术措施；

4. 召集设计单位或各系统基建、设计部门的有关人员参加座谈会，了解贯彻执行防火规范的情况，交流经验，研究带有倾向性问题，征求对建筑设计防火监督工作的意见。

5. 经常深入设计单位，协同解决设计中遇到的消防技术问题。

(四) 调查研究

建筑设计防火监督工作，是一项涉及多种学科的综合性的技术管理工作，随着科学技术的发展，新工艺、新型建筑材料的不断出现，往往会遇到许多新的问题，因此，必须通过深入调查研究，认真总结火灾现场的经验教训，不断积累技术资料和数据，这样，才能提高解决问题的能力，有效地开展建筑设计的防火监督工作。

而且又为修改和补充《建规》提供必要的依据。

二、建筑设计防火监督的内容

为了做好建筑设计防火监督工作，应首先了解和掌握建筑物的规模、用途以及生产工艺流程，火灾危险性等情况，重点监督审查以下几个方面是否符合消防安全要求。

(一) 总平面布置

建(构)筑物所在地区的规划、地势、方位、周围环境和间距，建筑物的长度、宽度、面积以及易燃可燃物资堆放地点和数量等是否符合防火要求；消防水源和道路能否保证灭火需要。

(二) 建筑结构

建筑物的耐火等级和层数是否与生产类别或民用建筑使用性质及规模相适应；易燃、易爆厂房是否采取了相应的防爆措施；明火和高温作业地点及工业、民用烟囱与房屋可燃结构之间，是否采取了防火措施；采暖、通风、保温是否符合防火要求。

(三) 防火分隔

根据建筑面积和使用性质的要求，大面积的建筑物以及容易起火的部位与其他部位之间是否采取了防火分隔设施；防火分隔设施是否符合燃烧性能和耐火极限的要求。

(四) 安全疏散

建筑物安全出口的数目，安全疏散距离，门、疏散走道和楼梯的宽度及楼梯间的类型，门的开启方向等，能否适应疏散人员和物资的要求。

三、建筑设计防火监督的原则和方法

建筑设计防火监督工作，不单纯是一个技术管理的问题，它牵扯的面比较广，涉及到所有的设计、建设单位，而且情况也比较复杂，有许多防火安全措施，尽管《建规》已有明确的规定，但在一些新建、改建、扩建的工程项目中，往往受到土地、投资、设备、材料等条件的限制，贯彻落实存在相当大的困难，这种情况，在老城市的改造中尤为突出。妥善地解决这些问题，搞好建筑设计防火监督工作，颇为棘手。根据许多地区的经验，应遵守一些基本原则并注意工作方法。

(一) 基本原则

建筑设计防火监督工作应遵守的基本原则，主要有三条：

1. 贯彻党委领导和群众路线的原则。开展建筑设计防火监督工作，必须在党委的统一领导下，紧密配合城建规划、计划和设计等有关部门，充分发动和依靠广大设计人员，贯彻落实《建规》和有关建筑设计防火的规定。

2、贯彻实事求是，既要保证安全，又要有利于生产的原则，安全为了生产、生产必须安全。这是党和国家既定的安全生产方针，在工作中必须贯彻。但是，贯彻党的方针政策，必须实事求是，因地制宜。如城市中的小型企业工程项目，经常会遇到新建厂房与旧厂房之间在防火间距上的矛盾。这些企业往往是历史上遗留下来的，一般厂区狭小，周围防火安全条件差，建筑密集、陈旧、简陋。而它们的产品又往往是国家急需的产品。在处理这类问题时，就应根据实际情况，实事求是的提出改进意见，必要时建议上级主管部门解决。

3、贯彻重点工程严格要求的原则。对火灾危险性大的易燃、易爆厂房，公共设施，大型物资仓库，以及人员集中，政治影响大的公共建筑等重要工程项目，必须作为监督的重点，按照《建规》及有关规定的要求，严格审查，落实措施，确保安全。

(二) 建筑设计防火监督的方法

1、现场调查 每项工程，尤其是重点工程，一定要深入现场进行调查，了解周围环境和生产工艺流程，并核对拟建工程的图纸，为全面审查打好基础。

2、全面审查 根据现场调查的情况，对拟建工程的设计资料、图纸，对照《建规》等有关消防规则、规定和技术规范的要求，按建筑设计防火的主要内容，进行全面审查，提出处理意见。

3、检查验收 为了保证工程质量，对重点工程还应进行必要的施工监督，并参加重点工程项目的竣工验收，以防不按设计要求施工，而降低防火要求。这也是建筑设计防火监督工作不可缺少的一环。

第二章 建筑火灾的基本对策

第一节 建筑火灾的形成与危险性

火促进了人类的文明和进展，但也给人类造成了巨大损失。据国外有关资料介绍，全世界每年的火灾损失大约占整个国民生产总值的千分之二左右。

在上述火灾损失当中包括建筑火灾、森林火灾、车辆火灾、船舶火灾、飞机火灾和其它火灾的损失，其中尤以建筑火灾的损失为最严重。为此不难看出，要想有效地控制火灾损失首要环节就是认真研究建筑火灾的发生、发展蔓延规律，切实做好建筑火灾的预防工作，而搞好建筑防火的最基础工作则又是对新建、改建和扩建的建、构筑物，针对不同情况采取有效的消防对策。

一、建筑火灾的形成

图 1-2-1 是指一般情况下，室内发生火灾时，火灾温度与延续时间变化的规律。

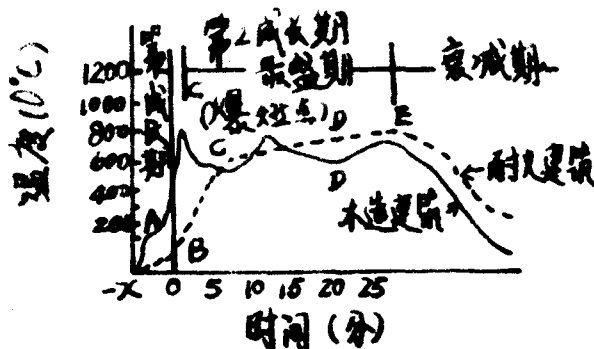


图 1-2-1 室内火灾的一般经过

室内发生火灾后，最初只局限于起火部位周围可燃物的燃烧，随后烧着家俱、内装修和天棚酿成整个房间的火灾，进而再从起火房间扩大到其它房间（或区域），使整个建筑起火。

A 是起火点，B 是内装修材料起火的点，C 是天棚起火的点，D 是火灾从起火房间向周围房间或区域扩大蔓延的点，E 是起火建筑物内可燃物大部分起火的点。特别是 C 点，叫爆燃点，从 A 点到 C 点是火灾的初起阶段，从 C 点到 E 点是火灾的发展猛烈阶段。E 点以后是火灾的衰减熄灭阶段。

从 B 点到 C 点的时间一般只有几分钟到十几分钟，任何火灾差别都不会很大，相反，从 A 点到 B 点的时间由于起火条件不同，而有很大差别。从 C 点到 E 点的时间则取决于建筑构造和可燃物的数量，当建筑物为可燃结构时，从 C 点到 E 点的时间约为 20~30 分钟，当建筑物为耐火结构时，从 C 点到 E 点的时间有时可延续 2~3 个小时。

二、建筑火灾的危险性

1、建筑火灾的危险性

发生火灾后，如果起火部位周围的可燃物较多，热分解生成的可燃气体又没有完全耗尽，则剩余的可燃气体和空气混合，进入燃烧区域后会急剧起火燃烧，这种现象称为爆燃。发生爆燃时，起火房间的温度急剧上升，同时产生大量烟气，使整个建筑物充满烟雾，这种现象对整个建筑来说无疑是很危险的。人员、物资的疏散只能在发生爆燃以前进行，否则人身安全将无法得到保障。

当火灾进入发展阶段后，高温烟气夹带着烈焰从窗口喷出，向室外蔓延，危及上层房间及相邻建筑的安全。此时起火房间内抹灰层剥落，窗框弯曲、熔化、吊顶塌落，使起火建筑物内的可燃物大部起火，进入衰减期后某些承重构件亦相继倒塌破坏，屋顶烧穿，产生大量飞火，使火灾迅速向周围建筑蔓延，在整个火灾发展阶段，火灾对人和物会造成生命危险、倒塌危险和延烧危险。

2、影响建筑火灾危险性的因素

影响建筑火灾危险性的因素如图 1-2-2 所示。

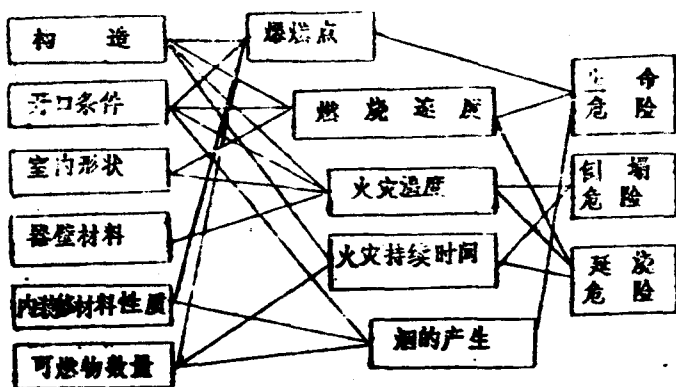


图 1-2-2 影响建筑火灾危险性的主要因素

从灭火及疏散角度看，到达爆燃点的时间越迟越好。从火场实际情况不难看出，建筑结构、围护结构的开口大小、内装修可燃材料的性质以及可燃物的数量，都将直接影响到达爆燃点的时间。可燃材料多，开口部位小，保温性能好，对推迟爆燃时间都是十分不利的。

燃烧速度是指可燃物的氧化反应速度，主要受建筑结构、开口条件及室内形状的影响。建筑空间高大，开口部位多，可燃材料集中，则燃烧速度就快。燃烧速度加快时，可燃物的放热速度和热分解速度也相应加快，从而扩大了生命危险和延烧危险，可燃结构开口部位较多，一般比耐火建筑空气流通好，燃烧速度也快，所以一定数量的可燃物，在空气流通的条件下，起火后 20~30 分钟内即可全部烧尽。

火灾温度一般系指室内火场的高温烟气温度而言。燃烧产生的热量一部分通过窗口扩散到室外，一部分被墙壁吸收，剩余部分则不断把火场温度升高。火灾温度在受开口条件和可燃物性质的影响同时，还受室内开关和四周墙壁材料性质的影响。木结构建筑火灾温

度容易大幅度上下摆动，在火灾发展过程中，墙壁被烧穿后，空气供应充足，燃烧速度加快，火灾温度迅速升高，一般可超过 1000℃。耐火结构建筑火灾最高温度一般比木结构低，大多为 800~900℃，升温也比较缓慢。木结构建筑只要火不扑灭，在火灾进行的同时，柱子、墙壁、屋顶会相继烧毁，造成整个建筑的倒塌破坏。耐火结构发生火灾后，其结构本身一般是不会倒塌的。

火灾持续时间取决于建筑结构本身的条件及可燃物的数量。木板房，起火后一般半个小时左右即可烧垮，耐火结构起火，火灾持续时间则主要取决于可燃物的数量。火灾持续时间越长，对建筑本身的破坏性越大。

烟的危害主要来自三个方面，烟气可以使人缺氧、中毒、窒息、对人构成很大的威胁；烟气遮挡人的视线，使人增加恐怖感，影响人员的疏散和火灾的扑救工作；烟气还可以扩大火灾的蔓延。发烟量受开口条件及可燃物种类的影响，燃烧速度慢时发烟量少，燃烧速度快时发烟量多，燃烧完全时烟气中 CO₂ 多，燃烧不完全时烟气中 CO 多。烟气的水平流动速度和人的疏散速度差不多，即 0.5~1.0m/s，烟气的垂流速度则比人的垂直疏散速度大得多。

建筑火灾的危险不仅仅是由于燃烧引起的破坏力，建筑火灾的危险是由燃烧方面的破坏力和受灾方面的防御力决定的，燃烧方面的破坏力和受灾方面的防御力是根据建筑构造、空间条件及管理状态及利用形式来决定的。特别是具有危险构造的建筑物，它可以左右建筑防火措施，建筑火灾危险的制约关系如图 1-2-3。

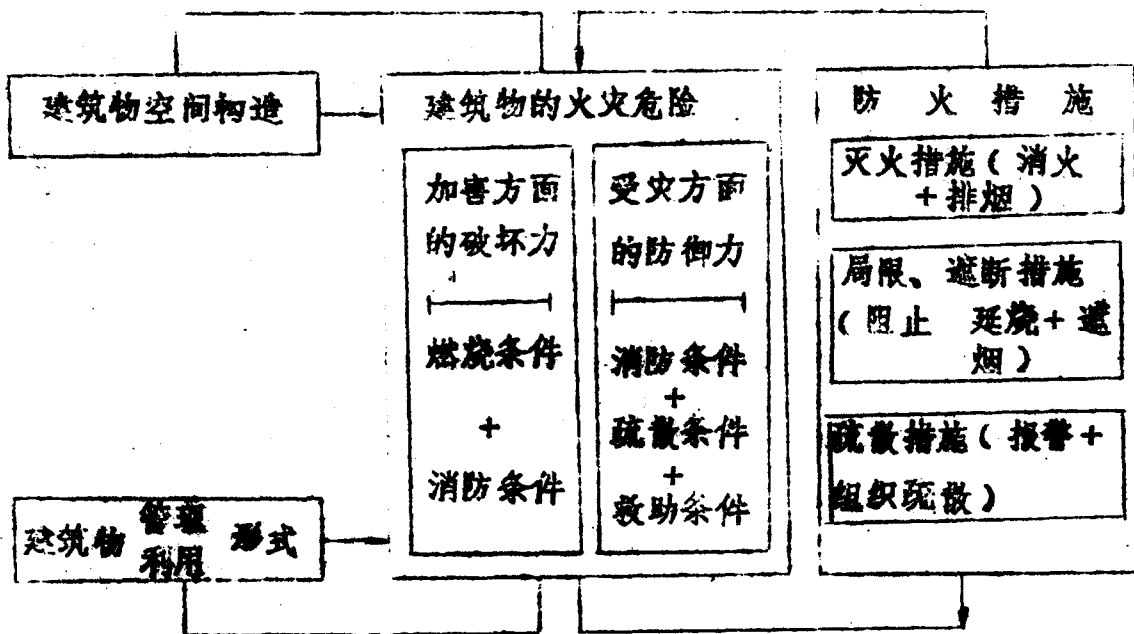


图 1-2-3 建筑火灾危险的制约关系

加害力受空间构造（尤其是可燃物的特性）及建筑物的使用管理形式的影响比较大；防御力受空间构造及建筑物的使用情况影响比较大。这样，由于空间构造的缺点和管理不善，增加了火灾的加害力，减弱了火灾的防御力。目前出现的各种各样的危险空间，如地

下建筑空间、高层建筑空间、封闭建筑空间等，发生火灾的机会较多，火灾容易扩大蔓延，而且疏散及扑救火灾都十分困难，使火灾的防御能力大大降低。

第二节 建筑火灾的基本对策与防火安全概念树状图

防火对策大致可分为两类。一类是积极防火对策，即采用预防失火、早期发现、及早扑灭初起火灾等措施，进而不致于成灾；另一类是消极防火对策，即起火后尽量不使火势扩大，利用耐火结构设计防火分区，并以此作为灭火战斗的阵地。

以积极对策为重点进行防火，总的来讲是可以减少火灾发生起数的，但也不排除发生重大火灾的可能性。至于以消极对策为重点进行防火，虽然会发生火灾，但是，可以减少发生重大火灾的概率。

一、防火安全概念树状图

防火安全概念树状图，亦称概念树，是表示各个层次的概念及其相互关系的图解，呈树枝分布状，故名。亦称决策树，是在复杂情况下作决策时使用的流程图，表示出各种不同的可以互相替代的方案或供选择的路径。在本章中，它与概念树状图同义。

1-2-4 至 1-2-8 所示的树状图，表明在研究建筑物防火安全问题时必须考虑的要素，以及这些要素之间的相互关系。它使人们在分析或设计建筑物时能按逻辑方式通过事项的各个层次逐渐上升。它的成败取决于能使事项的每个层次得到满足的完备性。但是，决策树状图②中的较低层次并不代表重要性或效能的较低层次，而是表示达到上一个层次的手段。

(一) 防火安全目标

使用树状图时必须首先明确防火安全目标（目的）。这些目标说明建筑物在保护其占用者、内部财产、工作的连续进行以及邻居安全方面所应达到的程度。目标应当尽可能有量的规定，而不应当用笼统的或一般的术语来描述。

例如，生命安全目标可以表述为保护所有的占用者，使火灾对他们的影响不会达到不可忍受或无法支持的程度。该目标还可以进一步表述为保护消防队员等抢救人员（他们可能需要留在对于占用者来说过于危险不可停留的地方），使之免遭建筑物意外倒塌的伤害或不致陷入困境。各种不同的生命安全目标适用于不同用途的建筑物。例如，托儿所的要求与办公室的要求相差很大，而此两者又不同于工业用房或仓库建筑物。

为了确定财产保护目标，建筑物设计师必须提出许多问题。例如，是否有一部分财产比其他财产贵重得多？哪些财产是无法取代的，或者一旦破坏之后将会严重影响工作的继续进行？在现场是否有某些功能对于工作的继续进行是必不可少的？再进一步问，在紧急情况下是否在别处有其他功能可以发挥作用？明确诸如此类的因素之后，设计师便能设计得恰到好处，以反映委托人的需要。

(二) “防止起火”或“控制火灾的影响”

树状图提供为获得防火安全性所需之逻辑，换言之，它提供使防火安全目标得以满足的条件，但不提供为达到这些目标所需之最低条件。因此，根据树状图，如果起火可以防

止，或者在起火后火灾可以控制，防火安全目标便能实现。这个逻辑或操作在树状图中用符号“+”表示。

图 1-2-5 中的“防止起火”分支（以及有关的性能标准）实际上构成一部防火规范。该分支中列出的大多数事项都需要有持续的监控才以获得成功。因此，圆满实现防火目标的责任基本上在于业主（占用人）。但是，设计师可使建筑物具有某些特征，以帮助业主（占用人）预防火灾。

要完全避免建筑物内起火是不可能的。因此，为了达到全面的防火安全目标，从建筑物设计的观点看，在“控制火灾影响”分支中取得的高度成功能起到重要作用。实际上，设计组可以把树状图中的这个分支（以及有关的防火安全标准）看作是一部建筑规范。起火之后，一切考虑便转移到“控制火灾影响”分支，以达到防火安全目标。

按照树状图的逻辑，火影响可以通过“控制火灾”或“控制暴露”分支加以控制（见图 1-2-4）。“或”门表示目标可以通过任何一个设计分支或同时通过这两个分支达到，只要所选择的路径能完全满足防火安全目标。当然，最好两个分支都采用，因为这比只采用一个分支成功的概率高。

（三）“控制火灾”

防火安全目标可以通过控制火灾本身来实现。图 1-2-6 表明，控制火灾可以通过下述方法之一完成：（1）控制燃烧过程；（2）扑灭火灾；（3）凭借结构控制火灾。这里也是逻辑“或”的关系，树状图中这三个分支中的任何一个分支都能满足“控制火灾”事项。因此，举例说，在某些火灾中，由于结构控制了火势蔓延，使消防工作取得成功。而在另一些火灾中，消防工作的成功是通过控制燃烧过程（燃烧过程的控制则通过控制可燃物或控制环境）取得的。

用于控制“扑灭火灾”事项的各个事项如图 1-2-6 所示。在该图中，符号⊙（圆圈中央加一个黑点）代表逻辑“与”门，它表示“与”门下方的层次上的一切要素对于完成“与”门上方的事项都是必需的，缺一不可的。例如，为了完成自动灭火事项，所有的三个事项，即火灾探测，开始行动和控制火灾，均必不可少。同样，为了完成人工灭火，所有六个事项都必须进行。如果缺少其中任何一项，便足以破坏全局，导致自动灭火工作的失败。

在考虑“凭借结构控制火灾”事项时，结构的完整性必须具备，火灾本身的运动必须得到控制。如图 1-2-6 所示，该事项可以通过排气、火灾隔离或火灾遏制来完成。

（四）“控制暴露”

如图 1-2-7 所示，火灾影响的控制可以通过控制“暴露者”（暴露的人、财物或功能，视所考虑的设计特性而定）实现。在考虑“控制暴露”分支时，我们可以通过控制暴露量或者通过保护暴露者使控制暴露获得成功。例如，我们可以限制在一个空间内的人数以及财物的数量或种类。这一点往往难以做到。如果无法做到这一点，我们可以使建筑物具有某些结构特点，以保护暴露者，这样也能实现防火安全目标。

暴露的人或财物的保护方法有二，一是把他（它）们转移至安全的避难区，二是就地保护。例如，在医院、托儿所或监狱之类的制度严格的机构用房中，通常必须对人进行就地保护。为此，便可以考虑图 1-2-7 中的“就地保护暴露者”分支。另一方面，思想机灵、行动方便的人，例如，办公室的工作人员或学校的师生员工，则可进行转移，从而保护他们免受火灾暴露；可以短期转移，亦可长距离转移，视其他关键的设计要素而定。图