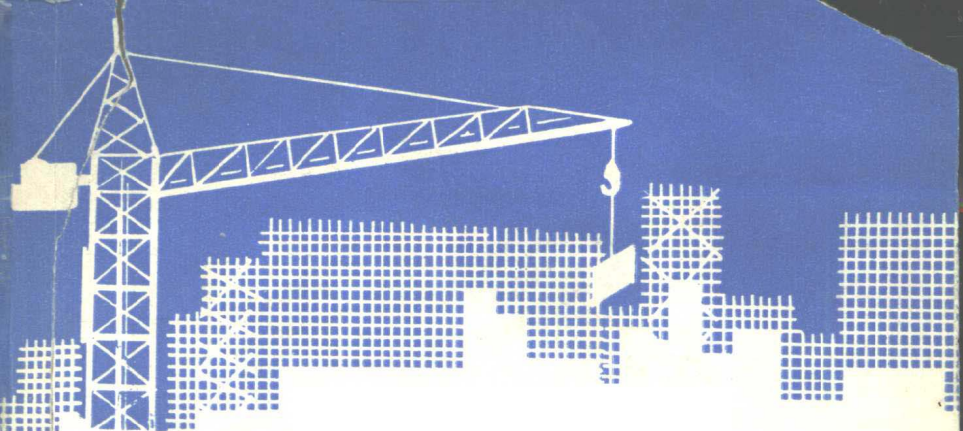




高层建筑防火设计

蒋永琨
朱吕通 编 著
国客昌

群众出版社

高层建筑防火设计

蒋永琨 朱吕通 国客昌 编著

群众出版社

一九八一年·北京

内 容 提 要

本书从预防高层建筑火灾出发，较全面地介绍了高层建筑防火设计的基本知识，高层建筑耐火设计和安全疏散，高层建筑消防给水和自动灭火装置以及防排烟设计等问题。可供从事建筑设计、给水设计、通风空调设计技术人员，建设和管理人员，消防人员，以及有关的高等院校师生参考。

高 层 建 筑 防 火 设 计

群众出版社出版 新华书店北京发行所发行

贵州新华印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 14.25印张 300千字

1981年7月第1版 1981年7月第1次印刷

印数：00001——15000册 定价：1.35元

目 录

第一章 概 论	(1)
第一节 高层建筑发展情况.....	(1)
第二节 高层与多层建筑的划分.....	(3)
第三节 高层建筑火灾特点.....	(5)
第二章 高层建筑的耐火设计	(9)
第一节 高层建筑结构概况.....	(9)
第二节 建筑构件的耐火性能.....	(13)
第三节 建筑物的耐火等级.....	(29)
第四节 建筑装修材料的耐火要求.....	(44)
第五节 建筑构造防火要求.....	(52)
第三章 规划布局和平面布置	(67)
第一节 规划布局.....	(67)
第二节 火灾蔓延和防火间距.....	(82)
第三节 建筑物内防火分区.....	(96)
第四节 附属建筑和其它用房的布置.....	(103)
第四章 安全疏散和消防电梯	(109)
第一节 安全疏散设施布置的基本原则.....	(109)
第二节 安全疏散的时间和距离.....	(116)
第三节 安全出口的数量和宽度.....	(128)
第四节 疏散楼梯和楼梯间.....	(139)
第五节 屋顶直升飞机场.....	(148)
第六节 安全疏散的辅助设施.....	(153)

第七节	消防电梯·····	(160)
第五章	高层建筑消防给水·····	(166)
第一节	高层建筑和低层建筑消防给水的划分·····	(167)
第二节	高层建筑物消防用水量·····	(171)
第三节	高层建筑室外消防给水·····	(188)
第四节	高层建筑室内消火栓给水系统·····	(195)
第五节	自动喷水灭火设备·····	(214)
第六节	水幕设备·····	(237)
第六章	固定灭火装置·····	(248)
第一节	固定“1211”灭火装置·····	(248)
第二节	固定二氧化碳灭火装置·····	(269)
第三节	氮气灭火装置·····	(278)
第四节	蒸气灭火装置·····	(279)
第五节	固定干粉灭火装置·····	(285)
第六节	空气泡沫灭火设备·····	(291)
第七节	抗溶性泡沫灭火设备·····	(313)
第八节	氟蛋白泡沫灭火设备·····	(319)
第九节	高倍数空气泡沫灭火设备·····	(325)
第七章	通风、空气调节和煤气·····	(334)
第一节	通风和空气调节的类型·····	(334)
第二节	通风、空气调节系统的火灾危险性·····	(337)
第三节	通风、空气调节系统的防火要求·····	(339)
第四节	制冷设备的防火要求·····	(346)
第五节	煤气和液化石油气防火要求·····	(351)
第八章	电气防火设计·····	(356)
第一节	消防电源·····	(356)

第二节	配电线路.....	(360)
第三节	电气照明.....	(365)
第四节	配电装置.....	(369)
第五节	油浸电力变压器室.....	(370)
第六节	蓄电池室.....	(373)
第七节	高层建筑物的防雷保护.....	(374)
第八节	火灾自动报警装置.....	(381)
第九章	防排烟设计.....	(393)
第一节	烟气的危害.....	(394)
第二节	防排烟设计.....	(416)
第三节	房间和走道排烟.....	(430)
第四节	防烟楼梯间及其前室和消防电梯 前室的防排烟.....	(433)

第一章 概 论

第一节 高层建筑发展情况

我国早在1000多年前，就建造了不少的高层塔楼。例如：河南登封县的嵩岳寺塔，是一座砖砌的十层塔楼，高达40米，建于公元523年，距今已有1400多年的历史；河北定县的开元寺塔，是一座砖砌的11层塔楼，高达82米，建于公元1055年，距今已有900多年的历史；耸立在钱塘江边，月轮山上的六和塔，巍峨挺拔，雄伟壮丽，是我国砖木结构建筑中的珍贵遗产之一，距今已有1000多年的历史。象这类塔楼建筑，在我国许许多多地方都有，不胜枚举。

解放前，我国是个半封建、半殖民地的国家，经济技术等各个方面都十分落后，几乎没有建造什么高层建筑，只是在个别城市，依赖外国人或直接由外国人投资，建造了为数有限的高层建筑，如上海国际饭店、上海大厦，广州的爱群大厦等。解放后，随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的蓬勃发展，科学技术不断提高，城市人口的迅速增长，城市用地日趋紧张，因而促进了高层建筑的发展。已经和正在陆续兴建一批批高层建筑。如北京、上海、广州、长沙、南京等许多城市，相继建造了一批或一些高层住宅、旅馆、办公楼、电信楼、广播电视楼、医院、藏书楼、科研楼，各种轻工业和电子工业厂房等。这些高层建筑的建造，毫无疑

问，为今后建造更多的高层建筑提供了许多有益的经验。

可以预料，随着全党工作着重点转移到社会主义现代化建设上来，实现四个现代化的步伐加快，城市人民居住条件的不断改善，城市用地愈来愈紧张。在今后，将会建造更多的高层建筑，这就给建筑防火设计提出了新的课题，迫切需要我们去学习它、研究它，解决好。

在国外，高层建筑起始于19世纪末期。产业革命后，许多国家出现了人口超过100万的大城市。随着工业生产的迅速发展，城市人口的高度集中，城市用地日趋紧张。为了解决城市用地紧张情况，一些经济技术发达的资本主义国家，要求提高建筑层数，以适应发展需要。与此同时，在19世纪后期，钢铁生产也大幅度地增长，价格降低，从而为建造高层建筑提供了技术物质条件。例如，1885年，美国芝加哥建造的10层人寿保险公司大楼，是当时世界上第一幢用铁和钢建造的摩天大楼。1895年，在美国辛辛那提建造的高度为90米、共20层的公证大楼，是当时世界上第一幢全部用钢材做骨架建造的摩天大楼。1907年在美国纽约建造的高度为187米、共47层的辛尔摩天大楼；1931年，还是在纽约市，建造的高度为381米、共102层的帝国州（帝国州是纽约州的别名）大厦；1973年，仍然在纽约市建造的世界贸易中心大厦，高度为411米、共110层；1974年，在芝加哥建造的高度为443米、共110层的西尔斯大楼等。高度的竞赛似乎还要继续下去。

近二、三十年来，在欧洲和其它洲的一些国家，高层建筑发展也非常快。例如，1973年法国巴黎建造的曼·蒙巴那斯大楼，其高度为229米，地上为58层，地下为6层；日本东京建造的副中心办公大楼，高度为240米，地上为60层，地下3层，

塔楼3层；澳大利亚墨尔本在1973年建造的M.L.C办公大楼，高度为226米，共65层；哥伦比亚波哥大的马祖那大厦，高度为248米，共70层。国外这些高层建筑，也毫无疑问，在设计和施工等方面都积累了丰富的经验，其中也包括建筑防火设计方面的经验，值得我们借鉴。

第二节 高层与多层建筑的划分

由于各个国家经济技术水平不同，而对高层建筑的叫法也不尽一致。比如：有的叫“多层建筑”；有的叫“高层建筑”、“超高层建筑”；有的叫“摩天大楼”；等等。同时，对高层建筑，由于各个国家消防登高车辆最大工作高度不同，消防车供水能力不同，对高层建筑的起始高度的规定也有差异。例如西德规范规定，经常有人停留的最上一层地板高出地面22米者，称为高层建筑；日本规范规定，超过11层或高度超过31米者称为高层建筑，超过45米者称为超高层建筑；法国规范规定，高度超过28米的公共建筑和高度超过50米的居住建筑称为高层建筑；英国规范规定，高度超过30米，底层面积超过900平方米称为高层建筑；比利时规范规定，入口路面以上25米者称为高层建筑；苏联规范规定，十层及十层以上居住建筑或层数在七层以上的其它公共建筑，称为高层建筑；美国规范规定，22~25米或七层以上，称为高层建筑等等。

一九七二年，国际高层建筑会议，将高层建筑划分为四类：

第一类高层建筑：9~16层（最高到50米）；

第二类高层建筑：17~25层（最高到75米）；

第三类高层建筑：26~40层（最高到100米）；

第四类高层建筑：40层以上（高度超过100米）。

综合国外对高层建筑起始高度的划分，考虑到国内目前消防装备等情况，对于高层建筑起始高度的划分，需要考虑以下两个情况：

一、要把高度和层数结合起来划分建筑物的起始高度。从防火安全、安全疏散和消防扑救角度看，结合目前高层建筑实际情况，把层数和高度适当结合起来划分较为适当。因为一律按建筑物高度或一律按建筑物的层数划分，都不够全面，不能完全反映高层建筑和多层建筑的实际情况。

拿按层数来作为划分标准来说，就不完全合理。因为各种不同用途的建筑，其层高是不同的，一般为2.7米到5米之间，个别高层建筑的层高为6~7米，就是说，层高相差85~160%，层高相差这么大，按层数来划分显然是不合理的。而住宅建筑层高多在2.8~3米之间，个别有2.7米的，就是说，层高相差10~30厘米。很明显，对于住宅建筑按层划分较为适宜；对办公楼、综合使用楼、科研楼、电信通讯楼、邮政楼、电讯调度楼、医院等高层建筑，由于其层高相差悬殊，按建筑高度来划分比较合适。

二、高层建筑的起始高度，应根据目前我国城市登高消防器材、消防车供水能力等实际情况，并参考国外对高层和低层的界线是比较合理的。

（一）登高消防器材。我国目前除少数城市的登高消防车最大工作高度超过24米以外，其他城市为数有限的登高消防车最大工作高度均在24米以内，如使用较为广泛的C Q 23

型曲臂登高消防车，其最大工作高度为23米。因此，24米以下的建筑利用此种登高消防车进行扑救和抢救工作是能满足需要的，再高一些的建筑就不适应需要了。国外对高层建筑起始高度的划分，大多是根据本国登高消防器材最大工作高度来确定的。如日本确定高层建筑起始高度为31米(11层)，就是根据该国使用较为广泛的消防器材最大工作高度来划分的。

(二) 消防车供水能力。目前各城市消防队大多是配备解放牌消防车。这种消防车上配置的水带基本是 $\phi 65$ 毫米的麻质水带，虽然标称耐压力为 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ ，而实际工作压力 $7\text{kg}/\text{cm}^2$ 左右，在最不利的情况下，能直接送水扑救火灾的最大工作高度约为24米左右。

(三) 消防队(站)布设情况。我国目前各城市的消防队(站)，大多是布点少，相互之间的距离大，在市区的消防队接到火灾报警后，一般要5~10分钟才能到达本管区边缘地带的建筑；有的城市要10~15分钟甚至更长的时间才能到达本管区的边缘地带，而屋顶消防水箱一般只贮存10分钟的消防用水量，但低层建筑主要靠消防车抽吸室外消防用水来进行扑救的。因此，发生火灾时，不等到消防队到达或者到达了但还未登上24米高处进行灭火战斗，水箱内的消防水就用完了，若固定消防泵发生故障就会延误灭火战机，造成重大的损失。

第三节 高层建筑火灾特点

在各种防火条件相同的情况下，高层建筑比低层建筑火灾危害性大，而且发生火灾后容易造成大的损失和伤亡事

故。其火灾特点主要是：

一、火势蔓延途径多、危害大

高层建筑的楼梯间、电梯井、管道井、电缆井，排气道、垃圾道等竖向管井，如没有考虑防火分隔措施或对防火分隔措施处理不当，发生火灾时，好象一座座高耸的烟囱，拔气作用大，即成为火势迅速蔓延的途径。试验证明，在火灾初起阶段，因空气对流而产生的烟气，在水平方向扩散速度为0.3米/秒，在火灾燃烧猛烈阶段，由于高温的作用，热对流而产生的烟气扩散速度为0.5~0.8米/秒；烟气沿楼梯间等竖向管井的垂直扩散速度为3~4米/秒。就是说，一座高度为100米的高层建筑，在25~33秒左右，烟气即能顺着垂直通道从低层扩散到顶层，与此同时，火势也将很快蔓延扩大，使整个大楼形成大“火柱”。许多高层建筑火灾都证明了这一点。

助长高层建筑火灾迅速蔓延的还有风力因素。据测定，如在10米高处的风速为5米/秒时，则在30米高处的风速为8.7米/秒，在60米高处的风速为12.3米/秒，在90米高处的风速为15米/秒。这时，着火物所需要的氧气（助燃剂）供应愈来愈充分，火场区的热对流相应加快，燃烧愈来愈猛烈，火势蔓延更为加快，因而更加难以控制和扑灭，往往造成重大损失。

二、疏散困难，容易造成重大伤亡事故

高层建筑的特点，一是层数多，垂直距离远，需要较长的疏散时间；二是人员比较集中，疏散时容易出现拥挤情况；三是发生火灾时的烟气和火势向竖向蔓延快，给安全疏散带来困难，而平时使用的电梯由于不防烟火和停电等原因

停止使用。所以，火灾时，高层建筑的安全疏散主要靠楼梯，如果楼梯间不能有效地防止烟火侵入，则烟气就会很快灌满楼梯间，从而会严重阻碍人们的安全疏散，甚至威胁人们的生命安全。火灾实例分析表明，被烟气熏死的（包括被烟熏晕倒后被火烧死的）占火灾死亡人数一半以上，有的高达70%。这是因为烟气中的一氧化碳与人体内的红血球结合能力比氧气快得多（大约200~300倍），即一氧化碳飞快地跑在前头与红血球结合，致使血液中很快得不到人体所需要的氧气，而不需要的二氧化碳气又不能迅速排出，结果，人就很快窒息死亡。

三、消防设施不够完备，扑救困难

扑救高层建筑火灾主要立足于室内消防给水设施，由于受到消防设施条件的限制，常常给扑救工作带来不少困难。比如，遇有面积火灾，室内消防水量就不一定够用，不能及时有效地控制火势蔓延；又如，万一消防水泵等室内消防给水设施发生故障，就得靠消防车抽吸室外消防用水进行扑救，但消防水带耐压力很不适应需要，往往由于水压过大，容易将水带胀破，延误灭火战机。如某高层建筑着火，消防队员开头试图采用沿楼梯铺设水带的办法，向40米高处供水灭火，由于楼层多，楼梯拐弯多，摩阻损失增大，供水压力相应增大，水还未送到着火楼层，下面三节水带就连续爆裂，延误了灭火战机，扩大了损失，就是个突出例证。类似这种情况的例子也是比较多的。

另外，有的高层建筑没有考虑消防电梯，扑救火灾时，消防人员只得身负“全副武装”向高楼冲，不仅消耗大量体力，还会与自上向下疏散的人员发生“对撞”情况，既延

误灭火战机，还可能发生撞伤事故；如遇到楼梯被烟火封住，消防人员冲不上去，这就会给消防扑救工作带来更多困难。

四、功能复杂，起火因素多

一些面积大、层数多的高层建筑，其特点在于：内部功能复杂，使用单位多，管理制度松弛，火险漏洞多，容易惹起大的火灾事故。例如，有的一幢建筑，既设有百货营业厅、各种加工厂、可燃物品库，还附设有人员密集的影剧院、礼堂、大餐厅等；有的一幢建筑，使用单位多，人员集中，管理松懈，在疏散走道、楼梯平台甚至门口附近，堆放着大量可燃物，在房间内，有的存放贵重设备，有的作实验室或化验室，使用煤气、氢气等可燃气体或汽油、酒精、丙酮、乙醚等易燃液体，有的房间作办公室等，起火因素多，危险大；有的一幢建筑，既有营业厅、旅馆、大餐厅，还设有公共娱乐场所和办公、居室等，而且管理不严，火险漏洞多。

火灾实例说明，由于上述综合性使用建筑，发生火灾时，由于火势蔓延快，扑救、疏散困难，往往造成大的损失。因此，在设计中，要十分注意防火设计，以策安全。

综上所述，在高层建筑设计中，认真贯彻“以防为主，以消为辅”的消防工作方针，针对火灾时蔓延快、危害大和疏散、扑救困难等特点，结合实际情况，积极创造条件，在防火设计中采用先进的防火技术，消除和减少起火因素；以便一旦发生火灾，能够及时有效地进行扑救，减少损失，有着十分重要的意义。

第二章 高层建筑的耐火设计

高层建筑设计应充分考虑建筑物主体结构的耐火能力和装修材料的不燃性。以便发生火灾之后，为安全疏散提供必要的时间，保障人员、物资的安全疏散；也为消防人员扑救火灾创造有利条件，又为火灾后建筑物迅速修复使用提供方便。火灾实例说明：只要建筑物主体结构具有足够的耐火能力，在火灾时主体结构一般不会全部烧塌，而比较完整地保存下来，经过重修就能继续使用。同时必须指出的是，如果家具、陈设能尽量采用非燃材料制作，对窗帘进行防火处理，亦有利于消除起火因素；对于防止火灾蔓延扩大，也有良好的作用。

第一节 高层建筑结构概况

一、结构种类

整个高层建筑的耐火能力，在很大程度上取决于该建筑物采用何种材料的建筑结构。从目前情况看，高层建筑不外乎是钢筋混凝土结构和钢结构两大类。从防火安全角度看，前者比后者的耐火性要好。可见，建筑物耐火能力的高低与采用何种材料的结构有着密切关系。

我国目前已建的和正在设计、施工的各种高层建筑，其主体结构基本上都是采用各种类型的钢筋混凝土结构，这对防

火安全是十分有利的。

国外高层建筑结构不尽相同，大多采用钢筋混凝土结构，也有采用钢结构的。以美国为例，20层左右的高层建筑，不少是采用钢筋混凝土结构，20层以上的，则大多采用钢结构。采用钢结构施工工期短，因为钢骨架在工厂加工，现场安装，每层楼只需二、三天即可完成安装。如西尔斯大楼就是采用钢结构（做防火保护层）。但也有不少高层建筑是采用钢筋混凝土结构的。如芝加哥于一九七六年建成的高度为74层的水塔广场大楼就是采用钢筋混凝土结构。其它城市也有类似情况。

南美洲的一些国家，在建造30至40层的高层建筑时，大多采用钢筋混凝土结构，他们认为，这种结构的优点是：可节省建筑钢材；造价和经常维修费用低；防火性能比钢结构好。所以，高层建筑采用钢结构的少，即使采用它，其楼梯也是采用钢筋混凝土的。

苏联建造的高层建筑，大都采用钢筋混凝土结构，如莫斯科近年来建造的16层以下的住宅，都采用预制钢筋混凝土大板结构，16至30层的住宅，采用预制和现浇钢筋混凝土结构，40层以上的建筑，采用钢和组合框架结构。

香港现在已建造了30多层的采用全钢框架结构（楼板采用钢筋混凝土）以及玻璃幕墙围护结构楼房。其它一些国家，采用玻璃幕墙围护结构最高也达30几层。

二、高层建筑结构体系

高层建筑结构类型很多，按结构体系来说，大体分为以下几种：

（一）框架体系。这种结构体系优点在于建筑布置灵

活，可以形成较大空间，在高层公共建筑和旅馆中采用的较多。其缺点是抗水平荷载的刚度和强度都较低，抗震性能也较差。

(二) 剪力墙体系。这是一种多功能高强度的结构体系，它的抗震性能较好。据计算，十五层以上的高层的建筑，采用这种结构体系是较为经济的。但由建筑平面被剪力墙分隔为许多单独空间，因而建筑平面布置和使用性质受到一定限制，只对于住宅和旅馆建筑颇为适用。如香港采用双肢剪力墙体系建造高层住宅和旅馆等。我国目前已建造的或正在设计、施工的高层住宅和旅馆大多采用钢筋混凝土剪力墙结构体系。如北京前三门大街高层住宅，基本上是采用大模板剪力墙结构体系，这不仅使我国的建筑业在工业化的道路上又跨进了新的一步，从而为大规模、高速度的进行高层住宅和其它高层建筑的建设创造了有利条件，而且对住宅等建筑的设计也带来了好处。这种结构体系整体性强，抗震性能好，也增加了建筑平面有效面积(剪力墙厚度一般为16~18厘米，混合结构的承重墙厚度一般为24~37厘米)，也增强了耐火能力。

28层的白天鹅宾馆，主楼结构为了适应抗台风和抗震的需要，考虑到旅馆平面布置的特点，采用了现浇钢筋混凝土剪力墙结构体系，横向设置剪力墙，纵向由电梯间、楼梯间、服务间等剪力墙并结合外墙的钢筋混凝土翼墙构成多排框架，以抗抵水平力；等等。

(三)、框架——剪力墙体系。这种结构体系，承载能力较大，使用较方便，适用于不超过20层的高层建筑。美国、苏联、日本和欧洲一些国家在高层建筑中多采用此种结构体