

文章编号:1006-7329(2001)02-0007-05

# 中庭建筑分类及其火灾防治措施

廖曙江, 付祥钊, 庞煜

(重庆大学B区 城市建设与环境工程学院, 重庆 400045)

**摘要:**针对目前建筑消防规范对中庭防火措施的要求不完善,还不能满足实际工作的需要,采用分析和综合的方法,对国内常见的中庭形式进行了分类,结合实际设计经验,提出了适合各种中庭的防火和防排烟措施,并对存在的问题进行了讨论,以期设计和审核工作提供科学和完善的方法。

**关键词:**中庭; 建筑防火; 防排烟

**中图分类号:**TK121

**文献标识码:**A

在过去,为了控制火灾,抑制火灾烟气在建筑内部和向邻近建筑物扩散,主要通过采用建筑结构上的防火分区和防火分隔来达到目的,而中庭建筑的出现,却对水平分区、垂直分隔的防火设计提出了挑战。

中庭是以建筑物内部空间为核心,综合多种功能的空间而形成的体积很大的空间,它通常贯穿多个楼层,并与各楼层相通。使用中庭的高层建筑都是大型公用建筑,其火灾特性与普通建筑火灾存在较大的差异,它具有内部空间大、使用功能复杂、火灾荷载大、人员密集、内部难以实现防火防烟分隔、火灾烟热不易排出等特点,火灾烟气一旦进入,高温有毒的烟气将迅速扩散,充满整个空间,并很快蔓延到与中庭相通的各楼层,加快火灾的扩展,影响安全疏散,因此中庭容易形成巨大的火灾隐患。由于中庭火灾的特殊性,对中庭火灾的防治也具有很多特殊性,在防火防烟分区、火灾探测报警、自动灭火、烟气控制以及人员疏散等方面都与普通建筑有很大差别。现行的《高层民用建筑设计防火规范》中有一些关于中庭建筑的规定,但在实际工作中对这些条款的运用时,我们发现“高规”中对中庭的定义不明确,对中庭形式的多样性没有体现,要求过于单一,在实际的建筑防火设计中不能给出有针对性的指导和要求,使业主、设计、审核人员都感到不能确切把握,因此制定适合于中庭建筑特点和要求的消防技术规范也是当务之急。

近年来,很多学者和机构<sup>[1][2][3][4]</sup>对中庭火灾的发展规律,烟气流动特性、防火防烟安全设计等方面进行了积极的探索,取得了大量有意义的成果。但由于中庭建筑结构的多样性和复杂的使用功能,使这些研究成果在实际的应用中遇到了很多值得探讨的问题,为此有必要对国内常见的中庭建筑从建筑防火角度予以分类,并就适合不同类型中庭的火灾防治措施进行研究,以期对中庭建筑的综合防火有个正确的认识,为设计和审核工作提供科学和完善的方法。

## 1 中庭的分类及其防火、防排烟措施

中庭属于建筑物的一部分,它随建筑物形式的变化和不同的使用功能也具有不同的形式,其防火分隔、烟气控制和火灾探测报警等方面也有不同的方案。国内常见的中庭建筑根据其主体建筑的关系和火灾防治措施归纳起来,可以分为三大类。

· 收稿日期:2000-11-06

资助项目:建设部科技项目资助(98-04-03)

作者简介:廖曙江(1970-),男,重庆人,博士生,主要从事建筑物火灾防治研究。

### 1.1 长廊式中庭(见图1)

长廊式中庭实际上是一种加了顶棚的街道,为许多现代商业步行街所采用(重庆的都市广场就有这种长廊式中庭),有人也称之为“线型中庭”。这种长廊式中庭的两端是敞开的,部分较长的长廊式中庭在其中部按照一定的间距设有进出口,它的显著特点之一便是其具有良好的自然通风,是半室外空间。

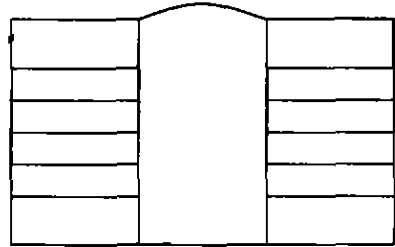


图1 长廊式中庭正立面图

长廊式中庭的防火设计要求,当街道两侧的建筑物的间距大于建筑物最小防火间距6 m时,可以将通道两侧的建筑看成相互独立的防火建筑,其防火分区面积可以不叠加(两侧建筑物之间有走廊连接时,走廊两端设防火卷帘和水幕),但当中庭两侧的建筑物的间距小于6 m时,则考虑到火灾情况下的热辐射的影响,两侧的区域不再视为无分隔,在计算防火分区面积时应将中庭两侧区域各层的面积叠加,当其超过单个防火分区最大面积的要求时,应在中庭两侧采取加设防火卷帘和水幕等防火分隔措施。考虑到长廊式中庭是建筑物内部主要的人流通道,为减少火灾造成的影响疏散和灭火的不利因素以及防止烟气在中庭内积聚,要求在中庭建筑的室内设置自动喷淋灭火系统,中庭的屋顶的材料应为不燃材料(一般用防火玻璃),且在玻璃顶棚上应按一定面积比例设可以自动开启的排烟窗(国内用得较少)。

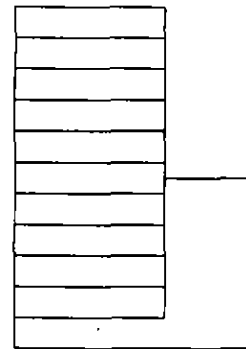


图2 贴附式中庭示意图

### 1.2 贴附式中庭(见图2)

这类中庭与建筑物主体的首层相通,与主体的其它楼层有外墙分隔,有的甚至只是贴附于建筑物的一侧。这类中庭一般都是封闭式的,在实际应用中通常设计为一个有良好视野和采光的宽敞的门厅或四季厅。

这类中庭因为通常除首层外,其余楼层与建筑主体都有外墙分隔,在火灾情况下各楼层与中庭相互影响的可能性较小,主要的防火措施是在建筑主体内设置自动喷淋灭火系统,在中庭内设置排烟系统,能够防止火焰侵入和烟气积聚,为安全疏散和消防人员的灭火行动提供通道。在设计时,对采取了上述措施后,对中庭的防火分区的面积可不叠加计算。但对中庭内与建筑主体相接触的区域和外墙,如果考虑到采光和外观效果要使用玻璃幕墙时,则应满足玻璃幕墙的防火设计要求,使用防火玻璃。

### 1.3 内嵌式中庭

内嵌式中庭是城市空间室内化在高层建筑中运用非常活跃的形式,对不同风格,不同使用功能的建筑有各具特色的空间形式。广泛应用在宾馆、商务楼、公寓、医院、现代商场、图书馆及娱乐中心等公用建筑中。根据中庭与室内建筑的关系,可归纳为内置式和贯通式,按照其与室内建筑围廊的关系,又可分为回廊式和互通式。

#### 1.3.1 内置式中庭(见图3)

内置式中庭的特点之一是其处于建筑物的内部,其布置位置根据不同建筑的风格和功能而异,且可以有几个中庭同时布置在建筑物内部,可以是相互独立,也可是相互贯通(重庆大都会广场有三个内置式中庭)。内置式中庭的特点之二是中庭的顶部是封闭的,顶部以上是其它楼层,且中庭的高度因建筑物的特点而有高有低,从贯穿2~3层到十几层都有。

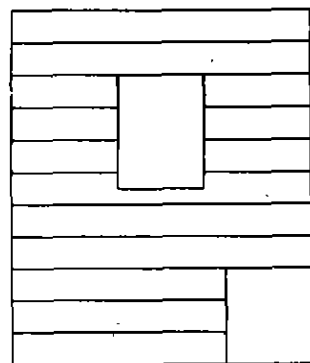


图3 内置式中庭示意图

由于内置式中庭的特点,在防火设计中首先要防止火焰和烟气窜入中庭,并要充分考虑中庭顶

部楼板和钢结构的耐火极限要符合“高规”的要求,在顶部应布置自动喷淋系统加以保护,对几个中庭通过楼层或走道相连的情况,防火分区要根据具体情况进行合理分隔或进行面积叠加计算。建议在中庭之间用防火卷帘加自动喷淋进行分隔。在内置式中庭内部必须设置合理的排烟系统,防止烟气在中庭中的积聚、扩散。

### 1.3.2 贯通式中庭(见图4)

贯通式中庭是指中庭的顶部也是建筑物的顶部,通过顶棚与外部空间相分隔,并可通过顶棚采光,顶棚上可按一定面积比例设置自动天窗。这类中庭有的是布置在建筑物的上部,有的是贯穿整个建筑物。

这类中庭能够充分利用流动的自然风,利用“烟囱效应”进行排烟,但当火势无法控制而在中庭中蔓延时,又可能会使火势迅速扩散,火灾加剧,所以应合理组织排烟气流并考虑排烟系统有充分的排烟量。在防火分区时,常将这类中庭作为一个独立的防火空间。另外还应充分考虑顶棚的消防安全,采光玻璃应用防火玻璃,且玻璃和钢结构的耐火极限也要大于1.5 h,必要时可设置喷淋系统保护或在结构上做防火处理。

### 1.3.3 回廊式中庭(见图4)

在回廊式中庭中,中庭通过回廊与建筑物中的使用区域发生空间上的联系。回廊在这类中庭建筑中是非常重要和敏感的部位,竖相共享空间对其周围区域的影响将非常大。在火灾情况下,如果回廊里的防火墙分隔不合理或耐火极限达不到要求,就可能造成烟气和火焰蔓延到整个空间,同时回廊就不可能起到有效疏散人群的作用。当火势的蔓延失去控制时,中庭将成为烟气与火焰积聚和扩散的主要场所,将极大的影响灭火活动和人员的安全疏散。

在回廊式中庭的防火中,应充分利用回廊这个对建筑和消防都有重要作用的区域,在中庭和使用区域之间形成一道屏障,使之成为阻止烟气流动和火焰蔓延的缓冲区。在防火设计时,首先应进行合理的防火分隔,防火区域之间应有防火墙或防火卷帘及水幕分隔,并在回廊边沿设挡烟垂壁。

回廊的防火墙的耐火极限不应低于1.0 h,如果走道上开有门窗,则门应为甲级防火门,窗的耐火极限不应低于0.6 h,如果采用玻璃分隔,则必须采用耐火极限不低于1.0 h的防火玻璃,并设置自动喷淋系统保护。其次,在回廊中设置自动喷淋系统,阻止火焰蔓延和降低烟气温度,为降低烟气在竖向空间的上升速度,也可以采用快速反应喷头以提高系统对烟气蔓延的反应速度。第三,中庭和使用区域内应设置合理有效的排烟系统,烟气一般通过中庭排出,而对未着火层进行正压送风,抵挡着火层烟气的侵入。第四,使用区域内应设置自动喷淋系统。第五,为防止火焰竖相贴墙蔓延,在回廊外沿应设高度不低于80 cm的不燃烧体裙墙,如果是用防火玻璃,则要参考“高规”中对玻璃幕墙的有关防火规定。另外,回廊的装修应符合有关建筑装饰防火规范。

### 1.3.4 互通式中庭(见图5)

当中庭与其周围的楼层区域是互通的,整个建筑是一个统一的空间。中庭对楼层空间是敞开的,各层面通过中庭这一竖向空间发生直接联系。在火灾情况下,最不容易控制烟气和火焰的蔓延。因此,中庭与使用区域之间必须有明确的防火分隔是防火设计的首要环节,通常采用在中庭四周各层面设置防火卷帘(加自动喷淋系统保护)的方式,但为了人员疏散和灭火活动的展开,在建筑物的首层一般不设防火卷帘,也有利于空气流动和排烟,但可设挡烟垂壁。同时,在各层使用区域内应设置有效的排

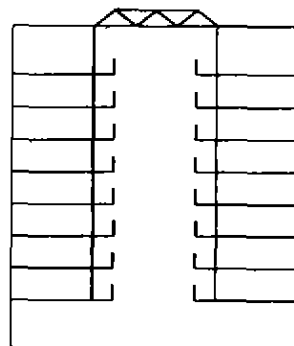


图4 贯通式中庭(带回廊)示意图

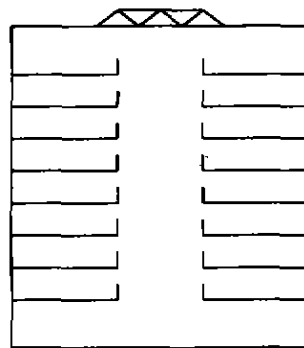


图5 互通式中庭示意图

烟系统,因为如果着火层的防火卷帘放下,则烟气难以侵入中庭,所以就对着火层进行集中排烟,而在其它层面正压送风防止烟气进入。且在使用区域内应设置自动喷淋系统。另外,各层面的装修应符合有关建筑装饰防火规范。

上述四种中庭形式并不是独立存在的,而是相互组合着在建筑物内形成独特的空间形式。有内置式带回廊(如重庆大都会广场),有贯通式带互通(如重庆新世纪百货大楼),有贯通式带回廊等等丰富的组合形式,加上还能与贴附式中庭、长廊式中庭进行组合,其形式更是千变万化。正因为内嵌式中庭这些丰富而复杂的特点,对防火及防排烟设计造成了很大的困难,只能对某一种特定的组合形式进行专门的防火设计,而不能用某种统一的规定来囊括所有的中庭形式的防火设计。这里只能给出针对某一种中庭形式的防火措施,在实际的设计中,再针对某种特定的组合将这些防火措施加以组合,并针对具体情况增加或减少一些措施。这样既可以保证防火设计的针对性,又可以保证应用规范的灵活性和连续性。

## 2 目前存在的问题及对策

### 2.1 中庭内燃烧及烟气流动特性

由于中庭形式有上述的多种组合,其内部的燃烧和烟气流动特性是有区别的。中庭内部的燃烧和烟气流动特性与中庭的空间形式、开口状况、使用功能、环境状况、可燃物类别及分布、火灾荷载等因素有关,在设计中,应该将中庭的燃烧、烟流模型的计算机模拟与实际状况相结合,才能对中庭内部在火灾状况下的火焰蔓延和烟流特性有一个科学理性的认识。但目前的研究还停留在小规模实验阶段,有关中庭的燃烧、烟流的场、区域模型还不能具有普遍性,与实际的运用还有很大差距,这也是今后的研究方向。

### 2.2 中庭排烟量的确定

影响中庭排烟量的因素很多,其确定应该根据中庭的形式,中庭高度,可燃物(火源)特性及分布,火灾面积,烟气流动特性及途径、烟气层温度等因素来综合确定。目前国内对中庭排烟量简单根据换气次数或开窗面积比来确定是不恰当的,要么排烟不足,造成烟气扩散填充,要么设计功率过大,浪费能源。建议根据英国 BS5588 规范或美国 NFPA92B 规范并结合具体情况综合考虑。

### 2.3 烟气填充及分层问题

中庭高度较高或当机械排烟系统排烟量不足,会造成烟气在中庭内扩散并积聚,且烟气在上升过程中受喷淋水幕的降温、因高度的变化而冷却或冷空气卷入使向上浮升的烟柱平均温度降低,烟气会沿中庭的边沿下降到一定高度,中庭上部将会被烟气逐渐填满,在较高的中庭中还可能出现上部热空气温度高于烟气温度而使烟气层在中庭内比预期高度低的某一点形成,而不能自动排出,造成的烟气分层问题的核心是烟气层温度的下降。烟气分层将影响排烟量的确定和排烟口的设置,从而影响整个排烟系统的选择和布置。如果是在较低的中庭内,烟气分层和烟气的下降可能会影响到人群的疏散和灭火人员的进入。目前对冷烟气填充及分层问题已有学者进行了一些研究<sup>[5]</sup>,但大都停留在试验研究和经验公式上,还没有在实际的防火设计中得到体现。建议在设置竖相多个排烟口,变负荷排烟系统,侧墙设自动窗及在建筑形式上合理利用自然对流等方面予以考虑。

### 2.4 中庭内机械排烟的限制

各种中庭都有其不同的排烟措施,选择合理的排烟方法,将对安全疏散通道的保护,配合灭火行动有重要意义。对采用机械排烟的中庭,主要目的是让上升烟柱在中庭内某一点形成烟气层,在烟气层下方形成空气层,进入空气层的烟气流动量与通过排烟系统排出的烟气流动量相等,但如果上升烟柱造成的质量流率很大,而烟柱随高度的上升,温度迅速降低,当随高度而增加的大质量流率烟气流趋向静止时,在烟柱中存在某个质量流率的平衡点,超过此点,利用机械排烟系统,在经济上是不实际的。经验表明,当烟气质量流率大于 150~250 kg/s 时会出现这种情况。如果在中庭的

顶部由于太阳照射和设备、人群散热造成热量积聚,那么在中庭上部空气的温度会较高,在火灾初期阶段进入中庭的烟气温度一般较冷,而且在烟柱上升时,周围填入的冷空气一般都在 20℃左右,因此形成的烟柱温度将大大低于中庭顶棚的空气温度,如果这些热空气不能被非常迅速的排出,就会导致烟气过早分层。只有先排出热空气,烟气层才会填补上来,这一过程的时间量程是不确定的,有可能造成过多的能量损失,在温度低的天气中,问题更复杂。同时,排烟机造成的烟气流动对烟气层温度也有相当敏感的影响,也影响排烟率的选择。所以在运用机械排烟时,要视火灾类型、防火分区的结构、中庭的布局等具体情况,结合防火规范来确定排烟量和选择排烟系统。

上述问题都不是孤立存在,而是相互影响的,其中主要的影响因素是:燃烧释热率,烟气流速、流量,烟气层温度变化规律。这几项的确定又因中庭建筑的形式不同而变化,因此,不论在实验研究或是防火设计中,都要具体问题具体分析,综合考虑。

### 3 结束语

随着建筑环境的改变,新型建筑形式的出现,中庭空间也从传统的采光、通风及休闲社交功能向容纳建筑内部交通组织、城市交通换乘和城市公共集会等多项功能复合。中庭功能的多元化,社会化也将给火灾防治带来许多新的问题。一方面,应该加强建筑火灾燃烧、烟气流动特性等方面的基础研究,另一方面,要努力将实验室的理论与实际的工作相结合,对不适合现状的规范、标准进行改进,在建筑防火设计上逐渐向功能性设计的方向发展。

### 参考文献:

- [1] 范维澄,王清安,等. 火灾科学导论[M]. 武汉:湖北科学技术出版社,1993
- [2] NFPA 92B. Guide for Smoke Management Systems in Malls, Atria, and Large Areas[S]. 1995,USA
- [3] 赵国凌. 防排烟工程[M]. 天津:天津科技翻译出版公司,1991
- [4] 曾杰,韩巍. 中庭建筑的分析与防火设计的对策[J]. 消防技术与产品信息, 2000,(5):5-8
- [5] 李元洲,霍然,等. 中庭火灾中烟气充填特点的研究[J]. 中国科学技术大学学报,1999,29(5),590-594
- [6] 章孝思. 高层建筑防火[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1995
- [7] GB 50045-95. 高层民用建筑设计防火规范[S].

## Classification of Atria and Measures for Their Fire Protection

LIAO Shu-jiang, FU Xiang-zhao, PANG Yu

(Faculty of Urban Construction and Environment Engineering, Chongqing University B, Chongqing 400045, China)

**Abstract:** Due to imperfection of the present architecture fireproofing technique criterion for the fire protection of atrium, it can't satisfy the needs of practical project. On the basis of practical experience, by the way of analysis and synthesis, the forms of atrium are classified and the suitable measures of fire protection and smoke management system for atrium are suggested. The aim of this paper is to provide a scientific and perfect method for their design and auditing.

**Keywords:** atria; fire protection; smoke management system