

加压送风量与门两侧压差值关系的网络模拟分析

哈尔滨工业大学 陈军华[☆] 高甫生 王砚玲 施 微

摘要 利用多区域网络模型,以 20 层高层建筑为例,分别对各种加压方式下的加压送风量与门两侧压差值的关系进行了定量模拟分析。模拟结果表明,加压送风量的大小对门两侧压差值特别是着火层门两侧的压差值具有决定性的影响。

关键词 多区域网络模型 加压方式 加压送风量 压差值

Network simulation for relationship of pressurized supply air rate and pressure difference across the door

By Chen Junhua[★], Gao Fusheng, Wang Yanling and Shi Wei

Abstract Taking a twenty storied high-rise building for example, uses a multizone network model to simulate the relationship of the pressurized supply air rate and the pressure difference across the door under various pressurized conditions, providing a quantitative analysis method of evaluating the availability of the smoke control system. The result shows that the pressurized supply air rate has a significant effect on the pressure difference across the door especially the door in the fire floor.

Keywords multizone network model, pressurized method, pressurized supply air rate, pressure difference

★ Harbin Institute of Technology, Harbin, China

①

0 引言

现行《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95(2005 版))^[1](以下简称《高规》)第 8.3.1 条规定下列部位应设置独立的机械加压送风的防烟措施:

1) 不具备自然排烟条件的防烟楼梯间、消防电梯间前室或合用前室;

2) 采用自然排烟措施的楼梯间,其不具备自然排烟的前室。

从上可归纳出,目前高层建筑采用机械加压送风方式主要有以下三种:只对防烟楼梯间加压送风,防烟楼梯间和合用前室同时加压送风和只对着火层前室加压送风。

为避免在加压送风量设计计算过程中,不同的设计者因使用的公式或选用的参数不同等原因,导

致计算结果差别很大,《高规》第 8.3.2 条规定了加压送风量取值范围表供设计者参考。同时《高规》第 8.3.7 条还规定了加压部位的正压值。在实际加压系统中,加压送风量的大小直接决定加压部位的正压值,加压风量过大可能导致疏散人员开门困难;过小则阻挡不了烟气侵入疏散通道。《高规》对各种层数送风量的选取规定得过于笼统,划分范围过大。如 10 层建筑有可能选取 19 层建筑的送风量,其结果是可能超压,同时增加投资。为了了解各种加压方式的送风量与门两侧的压差值的关系,

①☆ 陈军华,男,1981 年 9 月生,在读硕士研究生
250001 济南市经四路 181 号济南市同圆建筑设计研究院有
限公司
(0531) 86930965
E-mail: cjhlqx1927@yahoo.com.cn
收稿日期:2006-05-08

本文利用国外使用较为广泛的多区域网络模型对上述问题作了定量模拟分析。

1 多区域网络模型简介

多区域网络模型 CONTAMW 是美国国家标准和技术研究院(NIST)下属的建筑火灾研究实验室(Building and Fire Research Laboratory)开发的用于建筑物内多区域空气流动和污染物传播模拟研究的软件的最新版本。它将整个建筑物看成与室外相通的空气流通网络,网络节点即为建筑物内的房间或称区域,各节点具有均一的压力和温度,网络连线为将各区域连通起来的各类空气流通路径,主要包括开启的窗户和门,窗缝、门缝以及不太明显却未必不重要的各种建筑围护结构的缝隙。网络模型将其中的每个区域(或称节点)作为一个控制体,利用质量、能量守恒等方程从宏观角度对整个建筑物的空气流动、压力分布和污染物的传播情况进行研究。典型的网络模型输入数据是气象参数(空气温度、风速)、建筑特征(高度、渗透面积、开口条件)、送风量和室内空气温度。网络模型可实现对建筑楼梯间加压防烟、局部区域排烟及二者联合使用的建筑防排烟系统进行研究分析,评价烟控系统效果及与人员有关的火灾安全分析。网络模型对火灾烟气的处理手法十分粗糙,适用于远离着火区的建筑各区域之间的烟气流动分析^[2-4]。

2 建筑模型

模拟的高层建筑共 20 层,层高 3 m,共有 279 个区域,1 386 个空气流通过程。假定 2 层着火,其平面图见图 1。图中所示区域图标为各区域定义温度、面积、压力和污染物等特征,空气流通过程为建筑物门、窗、楼板和墙等,将它们定义为空气泄漏特征。模拟时,各楼层的楼梯间开向前室的门(一道门)和前室开向走廊的门(二道门)处于关闭状态,模拟过程中采用的主要构件空气泄漏特征值来

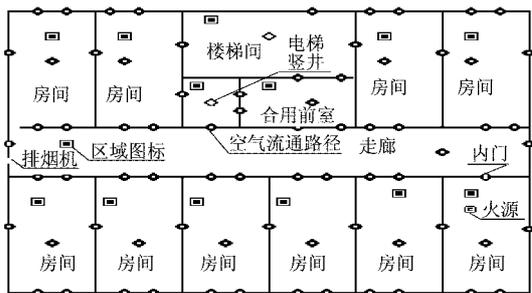


图 1 模拟建筑着火层多区域网络平面图

源于文献[5]。独立前室面积为 7 m²;合用前室面积为 10 m²;假定着火房间面积为 40 m²,着火房间有一火源,模拟时火源不断产生烟气,大多数可燃物在燃烧一段时间后,其烟气发生量将趋于稳定值。按最不利情况考虑,模拟时设定火源烟气发生量为最大值,则求得烟气最大发生量为 0.24 kg/s^[6];条形走廊面积为 80 m²,火灾时使用机械排烟,按照 60 m³/(m²·h)的排烟量计算,排烟机的排烟量为 7 200 m³/h;对楼梯间多点加压均匀送风,每隔 2 层设置 1 个风口,第 1 个风口设置在 1 层,共设 7 个风口,合用前室需要加压送风的风口采用常闭式风口;双扇防火门的尺寸为 2 m×1.6 m,门在关闭时,门下沿距地面为 0.01 m,其余各处门缝为 0.004 m,流通面积为 0.048 8 m²;电梯缝隙为 0.006 m,流通的面积为 0.057 6 m²;当防烟楼梯间采用外窗自然排烟方式时,楼梯间外窗每隔 1 层设置 1 个,第 1 个设置在 2 层,外窗尺寸为 1.5 m×1.5 m。模拟时,所有楼层的门、窗均关闭,不考虑外界的天气和风压的影响,外界温度为 23 ℃,大气压为标准大气压。模拟状态为稳态,其结果不随时间变化。

3 模拟结果分析

3.1 只对楼梯间加压送风

前室为独立前室(即楼梯间前室,以下同)时,通过定加压风量模拟分析该加压方式工况下的各层门两侧的压差值特征。图 2 是楼梯间加压风量为 5 000 m³/h 时,各楼层的一、二道门两侧压差分布图,从图中可以看出加压风量一定时,着火层以上各层的一、二道门两侧的压差值几乎相等,首

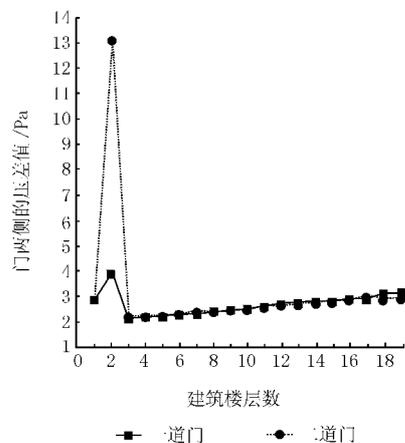


图 2 楼梯间加压风量为 5 000 m³/h 时各楼层的门两侧压差分布

层的一、二道门两侧的压差值比着火层以上各层稍大一些,着火层的一、二道门两侧的压差值则远大于其他各层;除着火层外,其他各层每层的一道门两侧的压差值与二道门两侧的压差值接近相等。主要原因是:以着火层为分界层,着火层以上各层送风量能均匀送到各层前室,且各层的边界条件均相同,故着火层以上各层的一、二道门两侧压差值几乎相等;着火层以下即首层临近着火层,且首层设有送风口,则该层送入前室的风量稍大于着火层以上各层的平均送风量,故首层一、二道门两侧的压差值要稍大于着火层以上各层;着火层则由于走廊进行机械排烟,走廊压力为 -5 Pa 左右,而其他层走廊均未排烟,那么在走廊机械排烟的影响下,着火层的门两侧的压差值将大幅上升。

改变加压送风量,模拟得到各层一、二道门两侧压差值。表 1 列举了不同加压送风量工况下 1, 2, 3, 10, 20 层的一、二道门两侧的压差值。表中 Δp_1 为一道门两侧的压差值, Δp_2 为二道门两侧的压差值。由于着火层前室的二道门最靠近充满烟气的走廊,所以其两侧的压差值对防烟效果和人员的疏散显得尤为重要。从表 1 中可以看出:

表 1 楼梯间加压风量不同时各层的一、二道门两侧的压差值(独立前室)

楼层数	楼梯间加压风量/(m^3/h)											
	5 000		10 000		20 000		25 000		30 000		50 000	
	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2
1	2.9	2.9	12.8	12.5	50.9	50.0	78.8	77.3	112.4	110.2	302.6	296.0
2	3.9	13.1	23.6	32.7	89.8	97.9	134.9	142.3	187.6	194.0	469.0	470.2
3	2.1	2.2	9.6	9.4	39.4	38.7	61.8	60.7	89.1	87.4	246.8	241.4
10	2.5	2.5	9.8	9.8	39.3	38.7	61.4	60.4	88.3	86.8	243.8	239.1
20	3.2	3.1	10.6	10.5	40.1	39.5	62.2	61.2	89.1	87.6	244.6	239.9

m^3/h 时,各楼层的一、二道门两侧压差值分布见图 3,从图 3 中可以看出,除着火层外,其他各层一道门两侧的压差值几乎相等,二道门两侧的压差值也有同样的规律,但一道门两侧的压差值大于二道门两侧的压差值。笔者认为这主要是由于经由楼梯间门缝进入合用前室的风量中大部分通过电梯缝渗漏到电梯竖井中,仅有少量通过二道门门缝进入走廊。

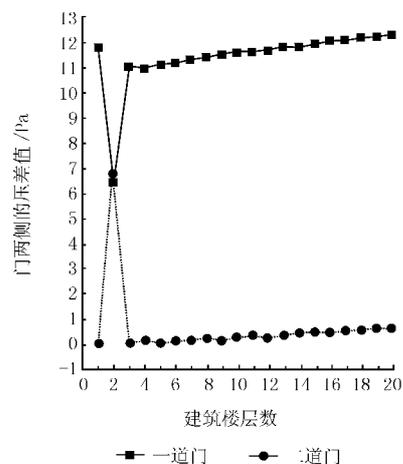
改变送风量,模拟得到各层一、二道门两侧的压差值。表 2 为不同加压送风量工况下 1, 2, 3, 10, 20 层的一、二道门两侧的压差值。从表 2 中可以看出:

1) 与其他层的二道门两侧的压差值相比,着火层的二道门两侧的压差值很大,且随着加压风量

1) 在加压风量相同的情况下,除着火层外,其他层每层一道门两侧的压差值与二道门两侧的压差值接近。而在着火层,走廊与前室有温差,前室与楼梯间没有温差,由于热压的作用和走廊进行机械排烟,导致着火层一、二道门两侧的压差值不相等。加压风量很小时,二道门两侧的压差值总是一大于一道门两侧的压差值,随着加压风量的增大,这种差值逐渐减小,当加压送风量达到一定值,如加压风量在 $50\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ 时,前者将小于后者。

2) 加压风量与门两侧的压差值关系:加压风量在 $10\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ 以内时,着火层的二道门两侧的压差值小于 $30\ \text{Pa}$,风量在 $8\ 050\ \text{m}^3/\text{h}$ 左右时,门两侧的压差值为 $25\ \text{Pa}$;在 $10\ 000\sim 25\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ 范围内,门两侧的压差值为 $30\sim 140\ \text{Pa}$,风量在 $12\ 500\ \text{m}^3/\text{h}$ 左右时,门两侧的压差值为 $50\ \text{Pa}$,风量在 $20\ 500\ \text{m}^3/\text{h}$ 左右时,门两侧的压差值为 $100\ \text{Pa}$;风量大于 $25\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ 时,门两侧的压差值超过 $140\ \text{Pa}$,当风量达到 $50\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ 时,压差值接近 $470\ \text{Pa}$ 。当门两侧的压差值达到 $100\ \text{Pa}$ 以上时,防火门开启将很困难。

前室为合用前室,楼梯间加压风量为 $10\ 000$

图 3 楼梯间加压风量为 $10\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ 时各楼层的门两侧压差值分布

的增大,两者的差值逐渐增大。而着火层的一道门

表 2 楼梯间加压风量不同时各层一、二道门两侧的压差值(合用前室) Pa

楼层数	楼梯间加压风量/(m ³ /h)									
	10 000		20 000		30 000		40 000		50 000	
	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2
1	11.8	0.1	45.1	3.2	101.5	9.7	179.6	19.5	289.2	32.7
2	6.5	6.8	46.3	13.5	108.9	26.9	194.2	46.1	302.1	70.5
3	11.0	0.1	43.9	2.5	98.3	7.4	163.9	15.0	270.4	25.3
10	11.6	0.3	44.3	2.7	98.4	7.7	173.6	15.2	269.6	25.4
20	12.3	0.7	45.0	3.3	99.0	8.3	174.1	15.8	269.9	26.0

两侧的压差值在加压风量很小的时候,不及其他层的一道门两侧的压差值大,但随着加压风量的增大,着火层的一道门两侧的压差值逐渐加大,最终超过其他层的一道门两侧的压差值,并且两者差值逐渐加大。

2) 加压风量很小时,着火层的一道门两侧的压差值小于二道门两侧的压差值,随着加压风量的增大,前者的值将越来越大于后者的值,如在送风量为 10 000 m³/h 时,前者是后者的 0.955 倍;而在送风量为 40 000 m³/h 时,前者是后者的 4.2 倍。

3) 加压风量与门两侧的压差值关系:送风量在 20 000 m³/h 以内时,着火层的一、二道门两侧的压差值分别小于 46.3 Pa,13.5 Pa;在 20 000~40 000 m³/h 范围内,一道门两侧的压差值为 46.3~194.2 Pa,二道门两侧的压差值为 13.5~46.1 Pa,送风量为 20 600 m³/h 左右时,一道门两侧压差值为 50 Pa,二道门两侧的压差值为 15 Pa,这说明对于 20 层建筑,当加压送风量为 20 600 m³/h 时,就可基本满足一、二道门关闭时楼梯间和合用前室的加压要求。送风量大于 40 000 m³/h 时,一、二道门两侧的压差值分别超过 194.2 Pa,46.1 Pa。

3.2 对楼梯间和合用前室同时加压送风

楼梯间加压风量为 20 000 m³/h,着火层合用前室加压风量为 2 000 m³/h 时,各楼层的一、二道门两侧的压差值分布见图 4。从图中可以看出楼梯间和合用前室同时加压,走廊机械排烟的工况下,各楼层的一、二道门两侧的压差值变化规律:

1) 合用前室加压送风时,较低楼层(1,2,3 层)一道门两侧的压差值较小,甚至出现负压,即合用前室的压力值大于楼梯间的压力值,其中 2 层为着火层,由于走廊进行机械排烟,其一道门两侧的压差值要大于相邻 2 层;而在合用前室未进行加压

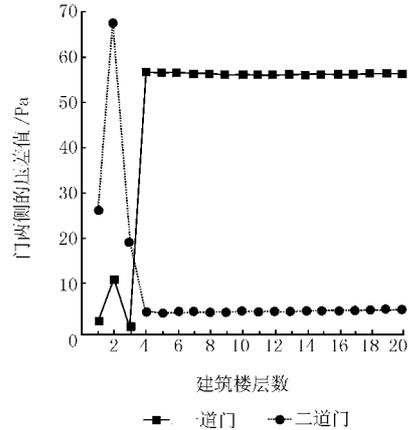


图 4 各楼层门两侧的压差值分布

送风的楼层压差值急剧升高,如 3 层以上各层,且这些楼层的一道门两侧的压差值几乎相等。

2) 二道门两侧的压差值在合用前室进行加压送风的楼层比较大,如 1,2,3 层,其中 2 层即着火层,由于走廊进行机械排烟,其二道门两侧的压差值在建筑各层数达到最高;而在合用前室未进行加压送风的楼层则急剧降低,如 3 层以上各层,且这些楼层的二道门两侧的压差值相近。

3) 在对合用前室加压送风的楼层,二道门两侧的压差值要大于一道门(楼梯间总风量大于合用前室总风量的 5 倍的情况除外),其中着火层差值最大;而在未对合用前室进行加压送风的楼层,结果正好相反。且未对合用前室加压送风的各楼层的一道门两侧的压差值的差值几乎相等,同时二道门两侧的压差值也有同样的规律。

楼梯间送风量为 16 000 m³/h 时,模拟得到各层一、二道门两侧的压差值随着着火层合用前室送风量的变化情况。表 3 列举了楼梯间加压风量恒定的工况下,合用前室加压送风量不同时 1,2,3,10,20 层的一、二道门两侧的压差值。从表 3 中可以看出:

表 3 着火层合用前室加压风量不同时各层一、二道门两侧的压差值 Pa

楼层数	着火层合用前室加压风量/(m ³ /h)									
	500		1 000		2 000		4 000		6 000	
	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2
1	19.4	5.0	9.7	9.6	-0.8	17.9	-52.3	51.2	-155.0	112.5
2	22.3	17.5	15.0	28.2	1.8	53.1	-29.7	111.0	-108.0	215.1
3	18.1	3.8	8.0	7.2	-2.0	13.0	-40.1	39.9	-171.0	89.7
10	30.2	1.6	32.4	1.8	39.6	2.4	54.6	3.7	68.3	4.9
20	30.9	2.1	33.0	2.4	40.0	2.8	54.0	4.1	66.5	5.2

1) 楼梯间加压风量一定时,随着合用前室加

压风量的增大,合用前室有加压风量的楼层,如 1, 2, 3 层,其一道门两侧的压差值逐渐减小,甚至出现负值,即楼梯间的压力小于合用前室的压力,而二道门两侧的压差值逐渐增大;合用前室无加压风量的楼层,如 4~20 层,其一、二道门两侧的压差值都逐渐增大,且前者增幅大于后者。

2) 加压风量与门两侧压差值的关系:楼梯间加压风量为 16 000 m³/h 时,着火层合用前室加压风量小于 2 000 m³/h,着火层的二道门两侧的压差值小于 53.1 Pa,此时一道门两侧的压差值大于 1.8 Pa,送风量为 630 m³/h 左右时,一、二道门两侧的压差值均为 20.5 Pa,该模拟结果与文献[7]中的分析及试验结果非常接近,从而间接证明了模拟结果的可靠性。当送风量为 850 m³/h 左右时,一、二道门两侧的压差值分别为 17 Pa, 25 Pa;当送风量为 1 880 m³/h 左右时,一、二道门两侧的压差值分别为 3.6 Pa, 50 Pa;加压风量为 2 000~6 000 m³/h 时,二道门两侧的压差值为 53.1~215.1 Pa,此时一道门两侧的压差值为 1.8~-108 Pa,其中在加压风量为 3 700 m³/h 左右时,一、二道门两侧的压差值分别为 -24 Pa, 100 Pa;加压风量大于 6 000 m³/h 后,二道门两侧的压差值大于 215.1 Pa,此时一道门两侧的压差值将小于 -108 Pa。上述分析说明,当楼梯间和合用前室同时加压送风时,对于本文分析的 20 层建筑、楼梯间加压风量为 16 000 m³/h 情况而言,合用前室的合理送风量应在 630~850 m³/h 之间,而《高规》推荐的风量为 18 000~22 000 m³/h,若取 18 000 m³/h 风量按三层合用前室同时送风计算,则每层送风量为 6 000 m³/h,此时二道门两侧的压差值达到 215.1 Pa 以上,将会出现防火门打不开、人员无法疏散的危险局面。

3.3 只对着火层前室加压送风

以下分析针对防烟楼梯间采用外窗自然排烟方式的情况,此时只对前室进行加压送风。

前室为独立前室时,改变前室的加压送风量,模拟得到一、二道门两侧的压差值,见表 4。从中得出:此加压方式的送风量向楼梯间和走廊两个方向

表 4 独立前室加压风量不同时
着火层一、二道门两侧的压差值 Pa

楼层数	着火层独立前室加压风量/(m ³ /h)									
	1 000		2 000		2 500		3 000		4 000	
	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2
2	-16.2	17.2	-51.1	51.9	-77.3	78.0	-109.3	109.8	-190.4	190.8

流动,着火层一、二道门两侧压差值的绝对值非常接近,即楼梯间与走廊的压力值几乎相等。着火层独立前室加压风量小于 2 000 m³/h 时,二道门两侧的压差值将小于 52 Pa,当送风量为 1 230 m³/h 左右时,压差值为 25 Pa;送风量为 1 920 m³/h 左右时,压差值为 50 Pa;送风量超过 3 000 m³/h 后,压差值将大于 110 Pa,此工况下,防火门开启困难。

前室为合用前室时,改变合用前室的加压送风量,模拟得到一、二道门两侧的压差值,见表 5,从

表 5 合用前室加压风量不同时着
火层一、二道门两侧的压差值 Pa

楼层数	着火层合用前室加压风量/(m ³ /h)									
	1 000		3 000		4 000		5 000		6 000	
	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2	Δp_1	Δp_2
2	-7.9	9.3	-44.6	45.5	-78.7	79.4	-122.4	123.0	-175.9	176.3

表 5 中得出:着火层一、二道门两侧压差值的绝对值几乎相等。与独立前室相比,合用前室由于电梯缝的渗漏,在相同的加压风量下,门两侧的压差值低。着火层合用前室加压风量小于 4 000 m³/h 时,二道门两侧压差值将小于 79.4 Pa,其中送风量在 2 130 m³/h 左右,压差值为 25 Pa;送风量超过 6 000 m³/h 后,压差值将大于 176.3 Pa,此工况下,防火门开启困难。

4 结论

4.1 数值模拟显示,加压送风量的大小对各楼层楼梯间和前室门两侧的压差值,特别是着火层门两侧的压差值具有决定性的影响。无论采用何种加压方式,加压风量的选取都特别重要,过大会造成超压,过小则阻挡不了烟气侵入疏散通道。同时从维持前室与走廊相同的压差值所需的风量来看,本文模拟的 20 层建筑所需的风量小于《高规》建议的加压风量,例如,只对楼梯间加压送风,维持合用前室与走廊压差值为 25 Pa 时,模拟得到的送风量为 27 000 m³/h,而《高规》推荐值为 35 000 m³/h。

4.2 对楼梯间和合用前室分别加压送风、两者的加压风量分别为 16 000 m³/h 和 630 m³/h 时,着火层门两侧的压差值均可保持在 20 Pa 左右。该模拟结果与文献[7]中的分析及试验结果非常接近。

4.3 当楼梯间采用外窗自然排烟、仅对前室进行加压送风时,独立前室和合用前室的加压风量分别为 1 230 m³/h 和 2 130 m³/h,即可使着火层的二道门两侧的压差值维持在 25 Pa 左右。

(下转第 110 页)

0.001~0.007 m 变化时的比摩阻。

采用第 1 章的计算方法,风道比摩阻随空气温度和风道绝对粗糙度的变化规律计算结果见图 2。

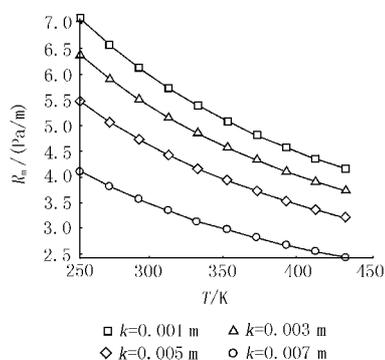


图 2 不同绝对粗糙度下比摩阻与温度的关系

由图 2 可知,风道比摩阻随空气温度的升高有较大的下降。

表 2 比摩阻的相对变化率

	T/K									
	253.16	273.16	293.16	313.16	333.16	353.16	373.16	383.16	413.16	433.16
R_m /(Pa/m)	5.471	5.072	4.727	4.427	4.162	3.927	3.718	3.530	3.359	3.205
ϵ_T /%	15.74	7.30	0.00	-6.35	-11.95	-16.92	-21.35	-25.32	-28.94	-32.20

粗糙度对排烟系统土建风道沿程阻力有很大影响,必须同时考虑气体温度和绝对粗糙度对土建风道沿程阻力的作用。

上述分析表明,排烟系统烟气温度对土建风道沿程阻力影响很大,由于排烟系统中气体温度是变化的,系统设计计算可取室温与火灾烟气的中间值。

4 结论

理论计算结果表明,空气温度和绝对粗糙度对土建风道沿程阻力影响不容忽视,风道沿程阻力工程实际情况与按常规要求的设计计算值有较大的

以常规计算参数 $T=293.16\text{ K}$, $k=0.003\text{ m}$ 时的风道比摩阻值为基准,空气温度变化时风道比摩阻相对变化率按式(6)计算,计算结果见表 2。

$$\epsilon_T = \frac{R_m(T) - R_m(T = 293.16\text{ K})}{R_m(T = 293.16\text{ K})} \times 100\% \quad (6)$$

由表 2 可见,当排烟系统空气温度按 $T=293.16\text{ K}$ 设计,而实际温度随排出烟气温度的升高而升高,土建风道气流沿程阻力会相应减少,如 $T=353.16\text{ K}$,风道比摩阻相对变化率可达 -16.92% ; $T=373.16\text{ K}$,相对变化率可达 -21.35% ,大大超过了规定 10.00% 的设计误差。由于排烟系统中气体温度是变化的,多数时间会远高于 293.16 K ,加上土建风道烟气热压的作用,排烟系统实际运行阻力会远小于设计值。此外,绝对

差异,超过规范允许的误差。上述现象可能引起高层建筑防烟楼梯间与前室加压送风系统和排烟系统不能按照原设计要求运行,须给予充分的注意。

参考文献:

[1] 李荆,石磊. 高层建筑防排烟系统风量调试[J]. 暖通空调,2002,32(4):118-119
 [2] 孙一坚. 工业通风[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1985
 [3] 陆耀庆. 供暖通风设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1987
 [4] 彭小勇,李惠敏. 风管摩擦阻力的直接计算方法[J]. 暖通空调,2004,34(12):76-78

(上接第 83 页)

本文仅对楼梯间和前室门关闭时门两侧的压差值进行分析,有关开门对压差值的影响将另文讨论。

参考文献:

[1] 中华人民共和国公安部. GB 50045—95 高层民用建筑设计防火规范(2005 版) [S]. 北京:中国计划出版社,2005
 [2] Musser A M. Multizone modeling as an indoor air quality design tool [C] // Healthy Buildings 2000, 6th International Conference Proceedings. Finland, 2000(2): 455-460
 [3] Dols W S. A tool for modeling airflow and

contaminant transport [J]. ASHRAE Journal, 2001, 43(3): 35-42
 [4] Walton G N. CONTAMW2. 4 user manual [M]. NISTIR 7251. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2004
 [5] Persily A K, Elizabeth M I. Input data for multizone airflow and IAQ analysis [R]. National Institute of Standards and Technology. NISTIR 6585, Gaithersburg, MD, 2001
 [6] 霍然,胡源. 建筑火灾安全工程导论[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1999
 [7] 高甫生,王砚玲,邱旭东. 高层建筑加压送风系统的试验研究[J]. 暖通空调,2003,33(4):31-35