

大空间建筑内不同防火分区划分方式 对人员疏散影响的数值模拟研究

●赵武军¹,王 强²

(1. 运城市消防支队,山西 运城 044000; 2. 中国科学院 力学研究所,北京 100190)

摘 要: 对于大空间建筑来说,防火分区的划分有利于建筑物内人员安全疏散与有组织排烟。防火分区的面积关系到烟气的沉降速度,同时也会影响人员的疏散时间。针对某大空间建筑内空间分布,通过数值模拟的手段,比较研究不同防火分区划分方式对人员疏散时间的影响。通过比较可以发现,合理改变防火分区的布置方式,不仅能够满足人员疏散的要求,同时也有利于建筑施工和布局。

关键词: 建筑火灾; 人员疏散; 防火分区; 数值模拟

中图分类号: D631.6

文献标志码: A

文章编号: 1008-2077(2014)08-0019-03

0 引言

随着社会经济的快速发展,城市中各种类型的大型空间建筑越来越多,特别典型的就是一些大型的商场和超市等。我国现有防火设计规范^[1-2]对防火分区面积有着明确的规定,地上建筑防火分区在设有水喷淋的情况下最大面积不超过 4 000 m²,而地下建筑防火分区面积不大于 2 000 m²,但新型的大空间建筑无论在使用要求还是操作上很难满足这一要求。如何保证这类建筑内的所有人员在火灾发生时快速有效地疏散至安全区域,成为现代消防的一个重要课题^[3-4]。

对于大空间建筑来说,防火分区的划分有利于建筑物内人员安全疏散与有组织排烟^[5-6]。防火分区面积越大烟气层发展到临界危险高度和温度的时间就越长,致使空间内能见度衰减的时间也越长,这就越有利于人员疏散。但是,防火分区的增大亦会导致人员疏散距离和疏散时间的同步增加,同时防火分区内的人员数也会增加。因此,需要因地制宜,合理划分防火分区,以保证火灾发生时人员能够安全及时的撤离灾害区域。本文针对某大空间建筑内空间分布,通过数值模拟的手段,比较研究不同防火分区划分方式对人员疏散时间的影响。

1 模型搭建

1.1 模拟场景介绍

本模拟场景以某大型购物中心地下一层商场为研究背景,该商场总面积为 12 512 m²,层高 5.5 m,计算区域两种防火分区划分方式如图 1、图 2 所示。采用 EVACNET4 进行人员疏散的模拟计算,人员占用面积按照总面积的 50% 计算,人员密度为 0.85 人·m⁻²,计算区域疏散人数共 5 721 人。设定建筑物内人流的疏散速度为 1 m·s⁻¹,疏散楼梯处的疏散速度为 0.6 m·s⁻¹。火灾发生时,人员通过分布在该层的 11 部楼梯疏散到更安全的地上一层,然后由地上一层的安全通道疏散到室外。

1.2 人员安全疏散准则

建筑物发生火灾后,如果人员能在火灾达到危险状态之前全部疏散到安全区域,便可认为该建筑物的防火安全设计对于火灾中的人员疏散是安全的。人员疏散过程的具体时间构成和安全判定方法如图 3 所示,模型需要的安全疏散时间可表示为:

$$t_{RSET} = t_{alarm} + t_{pre} + t_{move} \quad (1)$$

可用安全疏散时间 t_{ASET} 是指从起火时刻到火灾对人员安全构成危险状态的时间段。保证人员安全疏散的基本条件是: $t_{ASET} > t_{RSET}$ 。

收稿日期: 2014-06-18

作者简介: 赵武军(1973—)男,山西阳城人,高级工程师; 王强(1988—)男,江西南昌人,在读博士研究生。

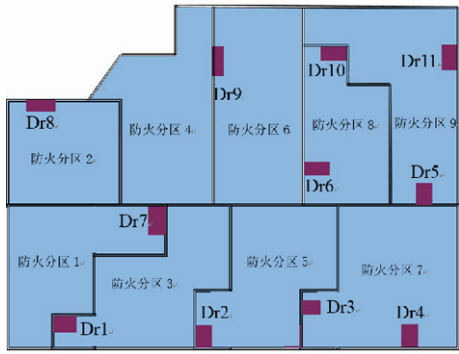


图 1 改进前防火分区划分

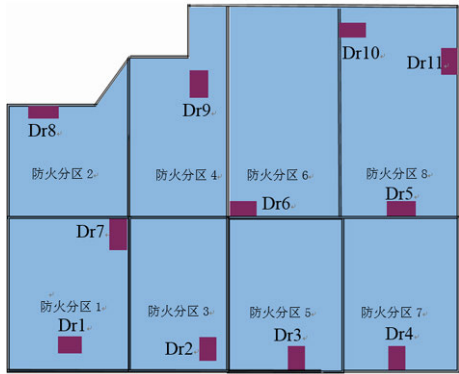


图 2 改进后防火分区划分



图 3 建筑火灾人员安全判据示意图

2 模拟结果

模型通过改变原有设计中部分防火分区布置 , 重新划分防火分区 , 对楼梯位置和出口位置进行改进 , 保证改进后的方案中每个防火分区至少有两个安全出口 (原方案中防火分区 2 只有一个逃生通道) , 并且将不规则布置方式拉成直线 , 以方便建筑施工 ; 同时将较小的防火分区适当扩大 , 防火分区由原来的 9 个变成现在的 8 个 , 从而减少了防火分区的个数 (如图 2 所示) 。这将减少建筑内防排烟设施的布置 , 降低建筑成本 , 同时 , 也使得建筑施工更加简单。但是改进方案对人员疏散的影响需要进一步探讨 , 以判定改进方案的可行性。

在火灾情况下 , 火灾从发生到探测报警器响应 , 以及人员反应都需要一段时间。因此 , 按照通常的探测报警时间及人员响应时间 , 在计算总的疏散时间时应当加上这几部分的时间 , 也就是不同的运动疏散时间加上探测报警等预疏散时间 60 s , 再加上

人员疏散准备时间 120 s , 即共加上 180 s。

对于原防火分区划分情况 (如图 1 所示) , 通过模拟计算得到人员整个疏散过程所需要运动疏散时间为 376 s , 则整个疏散所用时间为 $376\text{ s} + 180\text{ s} = 556\text{ s}$ 。在原有防火分区情况下 , 由于疏散距离较小 , 楼梯和出口较多 , 总的疏散时间较短 , 可以满足安全疏散的要求。表 1 给出了防火分区改进前后的疏散时间及总人数 , 可以看到 , 改进前后实际疏散时间变化不大。表 2 给出了各个出口的运动疏散时间及人数。表 3 给出了改进前后各防火分区人员疏散时间的变化。

表 1 改进前后的人员疏散时间

划分方式	疏散人数	疏散方式	运动疏散时间/s	实际疏散时间/s
改进前	5 721	通过 11 部疏散楼梯进行疏散	376	556
改进后	5 721	通过 11 部疏散楼梯进行疏散	400	580

表 2 改进前后各出口人员疏散情况

出口	防火分区划分改进前		防火分区划分改进后	
	各楼梯疏散人数	各出口疏散时间/s	各楼梯疏散人数	各出口疏散时间/s
1	440	104	742	176
2	735	164	833	176
3	610	152	806	168
4	1 005	376	800	180
5	426	376	404	396
6	522	376	162	76
7	534	376	560	400
8	246	180	234	180
9	148	120	204	164
10	535	376	573	400
11	520	376	403	292
总计	5 721	376	5 721	400

表 3 改进前后各防火分区运动疏散时间

防火分区	改进前疏散时间/s	改进后疏散时间/s
1	376	396
2	104	292
3	376	292
4	376	292
5	376	400
6	376	400
7	376	180
8	376	252
9	152	—

图4为改进防火分区划分前后疏散到地上一层的人数的情况。由图可以看出,疏散前后人员总数均呈现先快速增加后又逐步减少的规律。这是由于大量的人员通过疏散楼梯快速疏散到地上一层后又经过相应的通道疏散到建筑外部。仔细分析疏散过程人员变化可以发现,改进后人员相对存在短暂的滞留现象,但是基本变化趋势相差不大。

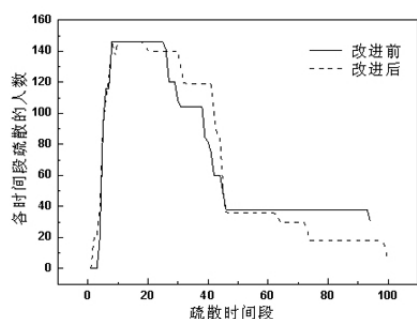


图4 地上一层单位时间内疏散人数随时间段的变化

图5为改进前后计算区域未疏散人数随疏散时间的变化,可以发现在初始阶段,改进前疏散效率相对更高,但是200 s之后疏散效率基本一致。最终疏

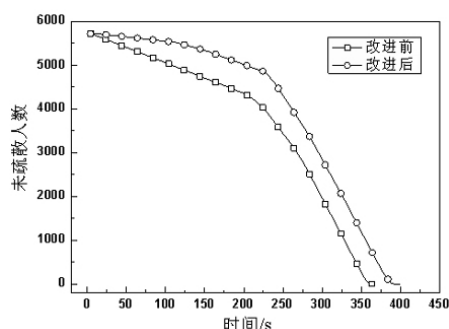


图5 计算区域未疏散人数随疏散时间的变化

散时间改进后比改进前略长24 s。

总之,通过观察各图表可以得出,在原防火分区情况下,人员总的运动疏散时间为376 s,在防火分区改动后,人员总的运动疏散时间为400 s,仅增加了24 s,同样可以满足人员安全疏散的要求。但在防火分区划分方面已经有很大的改进,有利于建筑施工和布局。

3 结论

3.1 由公式(1)可计算出各个疏散场景的必需疏散时间 t_{RSET} ,改进前 t_{RSET} 为556 s,改进后 t_{RSET} 为580 s。说明防火分区优化后,部分防火分区面积扩大了,总的人员疏散时间有所增加,但是变化不大,仅比原来增加了24 s。

3.2 由各个疏散场景人员疏散时间和疏散人数比较可知,除楼梯6的疏散时间和疏散人数大大减少以外,防火分区优化后其它10部楼梯的疏散人数和疏散时间基本不变,说明本案例中防火分区的优化是合理的。

参考文献:

- [1] GB 50016-2006, 建筑设计防火规范[S].
- [2] GJG 48-88, 商店建筑设计规范[S].
- [3] 霍然,袁宏永. 性能化建筑防火分析与设计[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2003.
- [4] 范维澄,孙金华,陆守香,等. 火灾风险评估方法学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [5] 公安部消防局. 高层建筑性能化防火设计案例汇编[G]. 2002.
- [6] 李元洲. 中庭式大空间建筑内火灾烟气流动与控制研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2001.

The Numerical Simulation of the Impact of the Fire Compartment Arrangements on the Evacuation Time in a Large Space Building

ZHAO Wu-jun¹, WANG Qiang²

(1. Yuncheng Municipal Fire Brigade, Shanxi Province 044000, China;

2. Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: For large space buildings, the different ways of smoke-control zones arrangements are beneficial to the safety of buildings and organized smoke control. The area of smoke-control zones is related to the settling velocity of a flue gas, but also affects the evacuation time of personnel. This paper makes a comparison of a spatial distribution of the smoke-control zones in large space structures, and of different ways of smoke-control zones arrangements on the evacuation time by means of numerical simulation. It is found by comparison that the reasonable arrangement of smoke-control zones arrangements, not only can satisfy the requirements of the evacuation, but also are conducive to the construction and layout.

Key words: building fire; evacuation; fire compartment; numerical simulation