

# 高层建筑火灾模拟及预防措施

卢俊

四川港建水利水电有限责任公司

DOI:10.12238/btr.v4i3.3743

**[摘要]** 通过PyroSim软件的数值模拟方法,模拟了高层建筑火灾,得出在开窗与关窗两种工况下,关窗时房间温度更高,能见度更小,火灾危险性更大。根据模拟结果提出完善建筑物内的消防设施的建设和预防措施。

**[关键词]** PyroSim; 高层建筑火灾; 预防措施

**中图分类号:** TD223 **文献标识码:** A

## High-rise building fire simulation and preventive measures

Jun Lu

Sichuan Gangjian water resources and hydropower Co., Ltd

**[Abstract]** Through the numerical simulation method of PyroSim software, the fire of elevation building is simulated. It is concluded that under the two working conditions of window opening and window closing, the room temperature is higher, visibility is smaller and the fire risk is greater when the window is closed. According to the simulation results, some suggestions and preventive measures are put forward to improve fire fighting facilities in buildings.

**[Keywords]** PyroSim; Elevation building fire; preventive measure

### 1 高层建筑火灾隐患

根据最新的调查数据表明,在消防安全方面国内高层建筑还存在隐患:(1)在全国的高层建筑中,消防系统布置不完善,各类消防隐患问题还没有得到有效的整改的高层建筑有65.6%。(2)存在不按规定使用可燃易燃的外墙保温材料的高层建筑和外墙保温材料保护层破损、皲裂、脱落的高层建筑;(3)一些高层建筑内未设置自动消防设施或是没有按照规范规定的要求来设置自动消防设施,甚至一些老旧高层建筑内的消防设施损坏或瘫痪而没有更新。

高层建筑具有体积大、占地少、大容量等特点,火灾一旦发生就十分危险,下面几项就是高层建筑火灾的特征。(1)起火因素复杂;(2)火势蔓延途径多、速度快;(3)人员疏散困难;(4)难于扑救。

### 2 高层建筑火灾数值模拟

采用PyroSim进行建模模拟,在软件上创建一个模型,设定要预测的参数,比

如烟层高度、温度变化、烟气的蔓延等,它都能准确地模拟出来。本文以某高校高层宿舍楼为研究对象,每层共有22个房间共16层,每个房间大小布局都相同。每个房间住6人,一人一桌一凳一床还有一个柜子,一层就可容纳132个人,整栋楼可容纳2112人。门窗面积分别为 $2\text{m}^2$ 和 $3\text{m}^2$ ,房间内门窗处于敞开状态。该宿舍楼为钢筋混凝土结构,耐火等级为二级。

### 3 火灾模拟条件的设定

本文采用1:1的比例建立宿舍房间模型。模型内部的桌、椅、床、凳、地板均采用黄松材料做表面,且厚度均为0.02m。模型的墙壁采用钢筋混凝土作为材料,厚度为0.2m。床垫采用泡沫作为表面材料,厚度为0.1m。火源点设置在上铺,是因为床上都是易燃材料,更有助于燃烧。设置火源面积为 $1\text{m}^2$ ,面积足够大,燃烧发展才够快。火源功率大小为 $800\text{KW}/\text{m}^3$ ,燃烧时间设置为100s。

### 4 温度监控设备

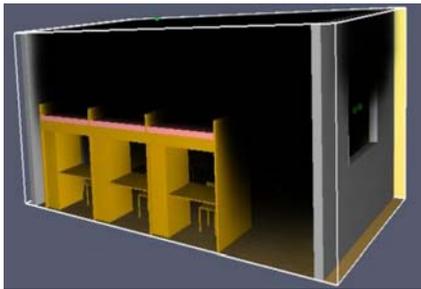
在天花板处设置一个热电偶1,检测火灾过程中天花板的温度变化情况。火源点上方设置热电偶2,检测火源附近温度变化。门的中部和下端分别设置热电偶3和热电偶4,检测火灾发生时门口处温度的变化以及门口地板的温度变化。在窗户的中部设置热电偶5,以检测窗户附近的温度变化情况。在房间中部设置热电偶6,检测房间正中位置的温度变化。

### 5 烟气层高度探测设备

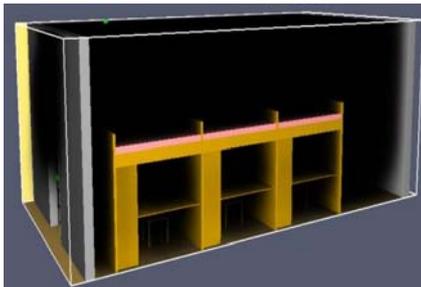
烟气层高度就是在充满了热烟的上楼层与较冷的地下楼层之间的位置。在PyroSim模拟软件中,通过设置层分区设备来观测烟气层高度变化。

### 6 火灾模拟过程及结果分析

本次火灾模拟分别在开窗和关窗两种工况下进行研究,分别对其火灾的温度和烟气层高度进行分析具体模拟结果如图1所示。



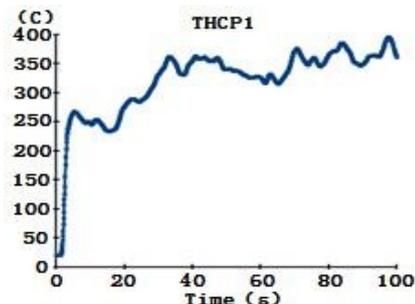
(a) 开窗100s时烟气蔓延状态



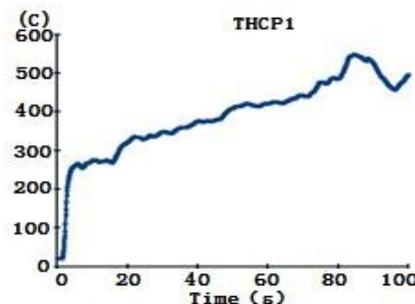
(b) 关窗100s时烟气蔓延状态图1烟气模拟

从以上的对比图可以看出在开窗工况下烟气从窗口排出而不会从门口排出。关窗工况下烟气从门口排出,且在关窗工况下烟气层更浓更低。

温度是火灾发生过程中必须要考虑的问题之一。下图是对各测点温度进行分析。



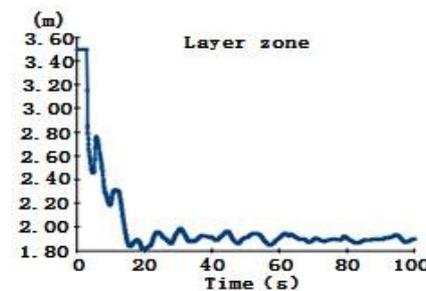
(a) 开窗温度曲线图



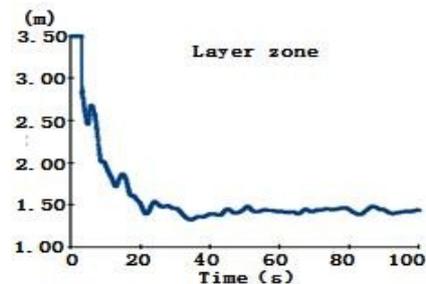
(b) 关窗温度曲线图2温度对比分析

从两张图中可以明显看出测点温度呈稳定呈、持续上升状态。测点天花板处的温度是因为浮力作用,燃烧产生的烟气密度比空气小,一旦产生就会往上飘,因为天花板的阻挡,使烟气不能继续向上升,它就沿着天花板向四周扩散,当整个天花板都充满烟气时,一部分烟气在重力作用下向下扩散,占领更大的空间,在扩散中遇到冷空气与之交换热量,使烟气温度降低。

火灾中对人体伤害最大的不是高温火焰,而是有毒有害的高温烟气,烟气会在悄无声息地把人毒死、毒晕。两种情况下烟气层高度变化曲线图。



(a) 开窗烟气层高度变化



(b) 关窗烟气层高度变化

图3 烟气层高度对比分析

分析得出开窗工况下,烟气层高度维持在1.8米以上,对于大部分人员来说是安全的高度。关窗工况下,烟气层高度在20s时就已经下降到了1.5米,这对于绝大部分人来说都是极不安全的,已经遮挡了视线,不易辨别方向,不利于逃生。

### 7 预防措施

高层建筑火灾目前是世界难题,主要以预防为主。首先就要完善并强化硬

件设施:第一是检查防火门、消防电梯、逃生通道等的材料及建造是否符合规定;第二是固定灭火设置,室内消火栓、自喷系统、防排烟系统以及自动报警系统要规律性的检查是否完好;第三是消防,室内消防设施不行了,就只能靠外部消防了,建筑物周边要有符合规范的消防车道,便于消防车救援以及调头。在建筑物附近要有便于取水的室外消火栓。建筑内部要有使用消防电源接入的应急疏散指示牌和应急照明灯。以上是整个高层建筑应具备的预防火灾发生的设施。

### 8 结论

本文利用PyroSim软件对高层宿舍楼进行火灾模拟,主要比较了在开窗和关窗两种工况下烟气层高度和温度等的差异,确定了在关窗工况下更加危险,并以此研究数据来确定人员在什么时间内疏散比较安全,为后期建筑内布置消防设施和高程火灾预防提供依据。

### [参考文献]

- [1]吕淑然,杨凯.火灾与疏散仿真模拟PyroSim+Pathfinder 教程与工程应用[M].化学工业出版社,2014.
- [2]徐向宇.典型宿舍危险性及其人员疏散模拟与疏散心理及行为调查研究[D].山西太原:太原理工大学,2016.
- [3]H.W.Emmons.The growth of fire science[J].Fire Safety Journal.1981.
- [4]Hu L H,Huo R,Li Y Z et al.Full-scale burning tests on studying smoke temperature and velocity along a corridor[J].Tunneling and Underground Space Technology,2005:223-229.
- [5]霍然.火灾过程的计算模拟化与人员的安全疏散[J].消防科学与技术,2002,(4):13-19

### 作者简介:

卢俊(1971--)男,汉族,四川成都人,大学本科,注册安全工程师,长期从事施工企业一线施工安全管理与研究。