

医院建筑火灾模拟及逃生分析研究与实践

徐旻洋

(华东建筑集团股份有限公司,上海 200041)

【摘要】医院建筑被认为是最具建设挑战性的建筑设施,在建设过程中存在诸多不确定性因素,例如人口趋势,疾病的变化模式,技术进步和临床知识等等。其中,遇到灾害现象的建筑安全性尤为重要,医院建筑的人员复杂性、密集化、可燃物众多等特点为其增加了火灾隐患,在发生火灾时,由于其不同人员的疏散条件差异性,导致其疏散的难度很高,所以对于医院建筑可能存在的消防隐患以及建立全面可靠的防火监督很有必要。本文详细说明了大型医院建筑火灾模拟及逃生分析的技术路线,包括模型构建、通风分析、火灾模拟和疏散分析等步骤,并以某大型医院为例进行模拟分析,得出最不利通风工况、火灾发生过程温度分布云图、烟气分布云图以及各房间疏散路线等结果,通过项目研究可以为类似项目的分析提供技术路线参考。

【关键词】医院建筑;火灾模拟;逃生分析

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】 本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

1 引言

城市发展过程中,医院在现代城市中随处可见,一定程度上代表了城市的社会便利程度和良好形象。医院在结构中较之普通的建筑群具有一定的复杂性,社会公众对于医院的安全问题高度关注。医院人员复杂、密集化的特点为建筑增加了火灾隐患,所以对于医院建筑可能存在的消防隐患以及建立全面可靠的防火监督很有必要^[1-3]。

医院内发生火灾,危害形式集中在以下几点:

1) 火势蔓延速度快:在医院中关于建筑防火材料以及防火设计可能存在一定的弊端,为火灾的蔓延创造了有力的条件。特别是像在药物储藏室中,室内存在大量的可燃物体,为火灾的燃烧提供了物质基础,进而加剧了火势的蔓延;

2) 人员逃生困难:发生火灾时,受灾人员的逃生渠道较之普通的建筑带有一定的局限性,只有楼梯间可以快速地从火灾现场中脱离出来。加之医院人员密集,特殊人员多,一旦发生火灾事故,极易

对受灾人员在撤离时形成巨大的阻碍;

3) 火灾扑救困难:现阶段中关于火灾消防能力远远不能满足高层医院消防的需要,即使是云梯消防车也只能达到限定的高度进行消防作业,给扑救工作带来一定的困难。

对于大空间中庭建筑内火灾烟气运动规律的研究,通常是把实体实验研究和物理模型计算机数值模拟技术相结合。

实体模型实验研究方法主要包括小尺寸的物理模型实验研究和全尺寸物理模型实验研究。由于大空间火灾场景的影响因素众多,如可燃物品的种类、数量、位置以及分布的状态,房间通风口的大小、位置以及高度,着火区域四周壁面的装饰材料等等,造成火灾过程的概率性很大,想要从小尺寸实验中找出模型与实体的相似比例关系是非常困难的,而进行全尺寸模型的物理实验费用巨大,且操作困难,于是计算数值模拟成为了更合理的选择^[46]。现在已经有60多种与火灾有关的成熟可靠的计算数值模拟的模型,其中有三十多种区域模型

【基金项目】 上海市科学技术委员会科研计划项目“面向现代医疗设施的数字化建设及智慧运营研究与示范”(项目编号:17DZ1203601)

【作者简介】 徐旻洋(1989-),男,工程师,主要研究方向:建筑信息化。

可以模拟火灾场景下的火灾发展趋势和烟气蔓延趋势,并预测火场空间内的温度、烟气浓度、能见度等状态参数;有二十多种只能用于单室火灾的模拟和预测;十几种可以对多室火灾蔓延的场景进行模拟和预测。根据建筑特点、空间布局、材料特性等,合理使用数值仿真模型,是进行火灾模拟及逃生分析设定的有效方式^[7-8]。

2 技术方案

图1为某医院四层模型,南侧为统一的手术治疗室,东区为逃生楼梯,以及电机房,与西区一条走道相连,通过防火门隔离,平时为通行方便,防火门为常开状态;西区靠中部为电梯厅,西区尽头为西部逃生梯以及电梯厅,西北部为常规医疗病房以及诊室。楼层结构较为简单,以通风计算结果(论文第四节详细阐述)可知,若西北部发生火灾危害性比较小,气体需要很长时间才能蔓延到主通道;南部手术区为重点疏散区域,沿主通道一字延伸分布,若主通道发生火灾,手术室到电梯厅的通道需保持通畅。现假设中心区域电机房着火,所有防火门未关,火势及烟雾可自由蔓延。需分析气体的扩散速度,东侧手术室有多少时间从电梯厅撤离,主通道何时被烟雾阻断,有喷淋的情况下,对烟雾以及火势的控制效果等内容,进而评价该楼层设计在发生火灾时,人员疏散通道设计是否合理^[9-11]。

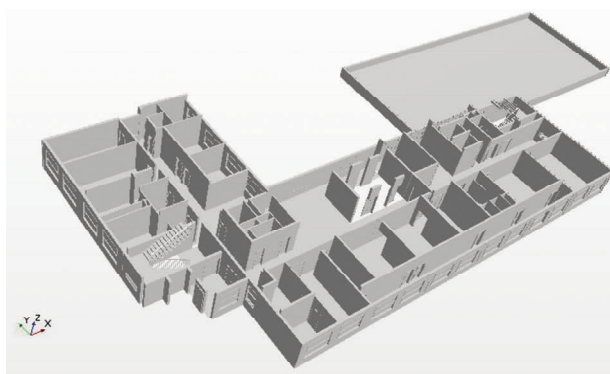


图1 医院楼层模型

根据通用主流的建筑火灾模拟分析方法,结合本医院建筑模型特点,将本项目火灾模拟及逃生分析技术路线分为三个步骤,如图2所示。

第一阶段:通风分析,选取一到两个极端通风工况,即远离中心通风良好区域的区域进行通风分析,旨在查看整个建筑布局在极端通风条件下的气

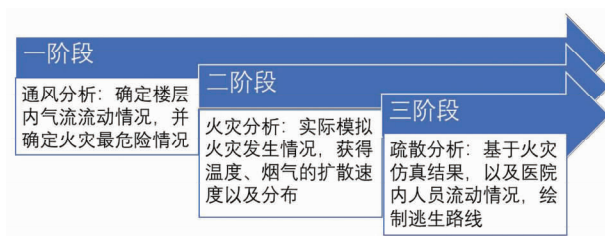


图2 火灾模拟及逃生分析技术路线

流流通情况,确定气体郁结的结构点,进而论证如若发生火灾,预测烟气在通风最差的情况下的扩散方向以及程度。此外,通风分析也需要为火灾分析确定火灾最为危险的状况提供数值仿真依据。

第二阶段:火灾分析,在通风分析的基础上,确认发生火灾最危险的位置,根据火灾载荷分析,添加合适的燃烧物作为燃烧源。分析实际燃烧过程中,温度场分布,有害气体扩散程度,以及烟雾行走趋势。

第三阶段:疏散分析,基于火灾仿真的结果,主要参考温度场分布,划定行人禁行区域,根据有害气体以及烟雾扩散的趋势,分析人员疏散的安全时间。综合两方面的因素,得出疏散的合理路线以及疏散的安全时间。

疏散设计的对象为医院中的特殊缓行人群,分析这类人群在疏散过程中的最大逃生时间,与烟雾扩散速度和范围作对比,得出最终合理安全的疏散路线。疏散设计的前提假设为,在危险发生后,众人能按照引导员,有序地撤离建筑物,而不考虑人员在发生火灾后惊慌乱行,最终导致逃生失败。因此本项目得出的疏散结论和指导建议,旨在为医院管理部门提供消防以及疏散建议,在合理引导的基础上,最大程度地保全人身安全^[12-14]。

3 分析软件介绍

Kameleon FireEx(简称KFX)是目前在气体扩散、消防和火灾模拟方面处于国际领导地位的CFD软件,并逐渐成为燃烧和火灾领域的工业标准。其开发者ComputIT公司是一家环境和反应流领域内的专业公司。

KFX的软件优势主要体现在:

1)KFX是一款三维瞬态CFD软件,通过参数设定(如courant数等),能得到大尺度问题每个时间节点和坐标节点的物理量(温度、热辐射、烟气、能

见度、燃烧产物浓度、有毒气体等),且基本不出现计算发散的问题。KFX 对大尺度燃烧火灾的模拟功能是其它软件不能比拟的。

2)KFX 可以与有限元结构响应软件 Fahts/Usfos 之间具有无缝接口,从而进行动态结构响应分析,包括结构的变形及从屈服到坍塌的整个过程。基于分析结果,设计人员可以对有火灾隐患的结构进行被动防护,减小灾害损失。

3)KFX 具有详细的求解带有喷水系统的火灾减灾措施的拉格朗日模型。水是一种清洁高效、环境友好、无毒无害的灭火介质。水喷淋灭火系统早已广泛地应用在消防领域。其数值模拟结果对喷嘴的安装设计有重要意义。

4)KFX 具有高效的前处理和后处理能力并且界面友好。在 KFX 软件中,网格可以自动与几何模型匹配,大大节省了其它软件所需要的几何处理和网格划分时间,前处理非常简单高效。且后处理功能强大,可以直观了解事故影响范围和程度。

5)KFX 能很好地解决消防安全中关于气体扩散、燃烧、爆炸、结构响应、喷射灭火等问题的模拟计算。

KFX 软件计算程序经过大量实验进行修正,能更好地满足工程上的精度需求。工程上常用的几种火灾模拟软件对比如表 1 所示^[15-19]。

4 通风分析

通风分析,选取一到两个极端通风工况,即远

离中心通风良好区域的区域进行通风分析,旨在查看整个建筑布局在极端通风条件下的气流流通情况,确定气体郁结的结构点,进而论证如若发生火灾,预测烟气在通风最差的情况下的扩散方向以及程度。

工况一:楼层平面的西北方向空间,空调风口尺寸 0.2x0.2m,风向向下,风速 15m/s。楼层门全开,窗口全开。图 3 是速度分布云图,在有空调的作用下,西北角房间的气流扩散程度比较差,最多只能扩散到临近三个房间,如果在西北角发生火灾,烟气将比较集中在西北角。西北面的窗户保持良好的通风,将有效地控制火灾烟气对大楼内部的影响。图 4 是压力分布云图,气流在门口处有比较明显的积结,考虑到火灾会有大量气流在短时间内向四面扩散,口门会有很气流阻滞,若燃烧态势比较剧烈,将有比较大的概率产生爆轰,造成大的危害,所以从这点分析,西北角窗口的开放也是切切实要的。

图 5 是整体三维流线分布图,相比流速分布,流线更能体现气流发展的态势。楼层气流积结的点比较明显,集中在电梯厅,东侧楼梯厅。而开窗的房间,如西侧,西侧楼梯厅,气流比较畅通。在逃生疏散时,如果烟气已经扩散到全楼层,应该将逃生线路,设计在楼梯厅,以及西侧楼梯厅。图 6 是局部三维流线分布图,从流线来看,在楼道中的分布,垂向分布上,比较集中在中上部,由此可以推断,在楼道中烟气扩散的主要速度方向也集中在中上部,结

表 1 常用火灾模拟软件对比

名称	人机界面	应用范围	评 述
KFX	可以手工绘制 3D 模型,也可以导入已建立的 PDMS、PDS 模型导入; 有丰富后处理结果(云图、数值、各类曲线、动画以及自身独有的逃生设计; 前处理简单快捷,上手容易,网格质量要求低,条件输入简单,有大量的工程实测数据,简化定义时间。	气体扩散 液池扩展和蒸发 爆炸 燃烧 水喷淋 结构响应	KFX 火灾模型计算功能非常强,这是由于 KFX 的火灾模型是经过大量的工程与试验数据得到,这就保证了火灾模拟的准确性,可以与 Flacs 实现数据对接,并且可以根据火灾情况模拟水喷淋以及逃生路线设计,完善了火灾以及消防模拟的整个过程,真实反映现场。
FLACS	可以手工绘制 3D 模型,也可以导入已建立 PDMS、PDS 模型导入。	气体扩散 液池扩展和蒸发 爆炸 燃烧	FLACS 爆炸模块功能较强,被业内广泛认可,但其火灾模型起步较晚,燃烧工程与试验数据不足,模拟结果真实性需要验证。
FDS	无标准的图形操作界面,输入文件需要以固定格式的文本文件以及相关命令来导入,操作不易上手。	气体扩散 燃烧 水喷淋	FDS 是美国国家标准研究所建筑火灾研究实验室开发的模拟火灾中流体运动的计算流体动力学软件,重点计算火灾中的烟气和热传递过程。由于 FDS 是开放的源码,在推广使用的同时,根据使用者反馈的信息持续不断地完善程序。因此,在火灾科学领域得到了广泛应用。

合烟气本身密度较空气低的物理现象,在疏散过程中应采用弯腰前行的姿势前行。

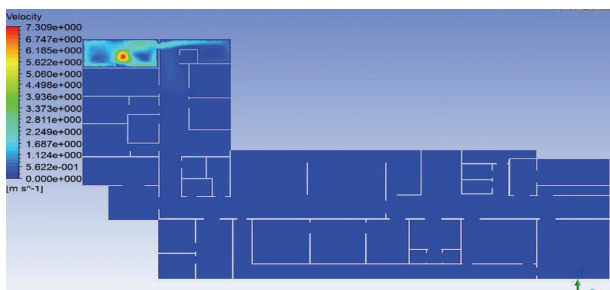


图3 工况一通风分析速度云图

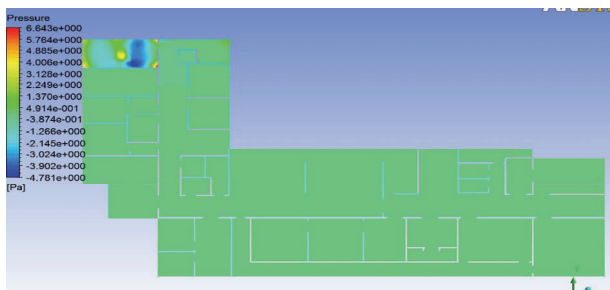


图4 工况一通风分析压力云图

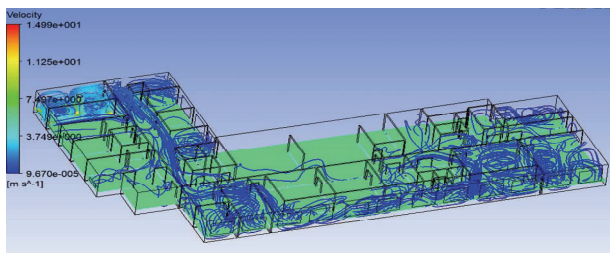


图5 工况一整体三维流线分布

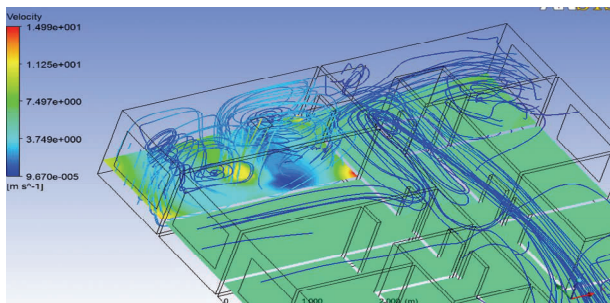


图6 工况一局部三维流线分布

工况二:空调风口尺寸 $0.2 \times 0.2\text{m}$,风向向下,风速 15m/s 。楼层门全开,窗口全开。图7是速度分布云图,在有空调的作用下,东南角房间的气流扩散程度明显要比西北角房间扩散程度高,最远处已经能影响到电梯间,如果在西北角发生火灾,烟

气将比较快地扩散到整个东部地区。且由于东南角房间开门位置,造成气流扩散方向使得东部走道尽头的格栅没有起到作用。图8是压力分布云图,与西北角房间工况类似,气流在房间四角处有比较明显的积结,若燃烧态势比较剧烈,将有比较大的概率产生爆轰,造成大的危害,所以从这点分析,两边的门都需要保持通风畅通。

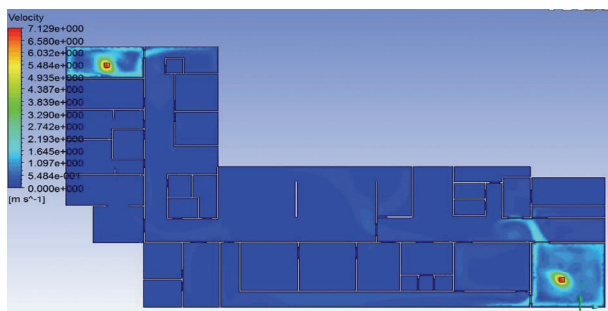


图7 工况二通风分析速度云图

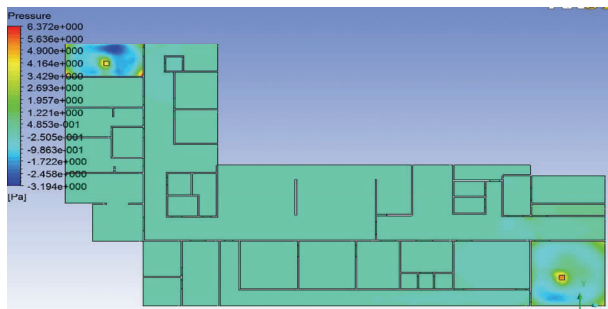


图8 工况二通风分析压力云图

图9是整体三维流线分布图,从整体流线来看,气流已经影响到整个东部地区,进而阻断了东部的疏散线路。电梯厅的气体积结大大减少,方便了人员从东部向西区扩散,西区楼梯厅仍然是主要考虑的疏散线路。图10是局部空间速度矢量图,在楼道中烟气扩散的主要速度方向也集中在中上部,在疏散过程中应采用弯腰前行的姿势前行。

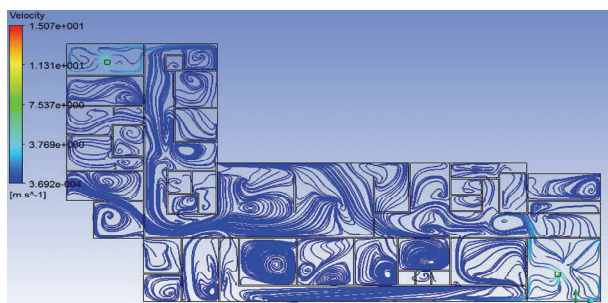


图9 工况二整体三维流线分布

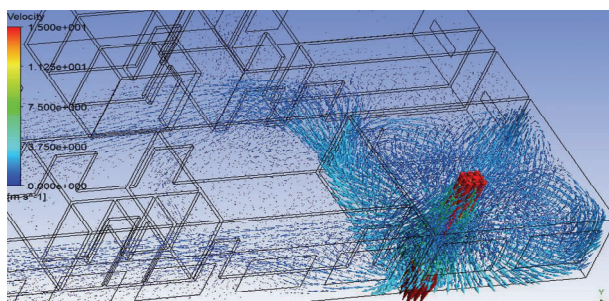


图 10 工况二局部空间速度矢量图

5 火灾模拟

火灾荷载直接影响到火灾发展及持续时间,是影响商场火灾发展很重要的因素。火灾荷载是指涉火空间内所有可燃物燃烧所产生的总热量值,也可定义成与室内所有可燃物燃烧时产生相等热量的某种可燃物的重量。即:

$$P = \frac{\sum G_i \Delta H_i}{\Delta H_v}$$

其中, P 为火灾荷载, G_i 为各种可燃物的重量, ΔH_i 为各种可燃物的燃烧热值, ΔH_v 为某种特定可燃物的燃烧热值。本文中我们采用 C6H14 作为特定可燃物。

火灾荷载调查是进行火灾模拟的基础。在取得真实的火灾荷载数量、种类、可燃性以及分布等的基础上,才能得到尽可能真实的火灾发展模拟过程。

本文计算中,电机房火灾荷载密度取为 270 MJ/m^2 ,假定机电房中所有电机都发生火灾,且将蔓延到整个房间,测量该面积大约为 27 m^2 ,根据假设的火灾荷载密度,可以得到:

$$\text{总放热量 } Q = 270 \text{ MJ/m}^2 \times 27 \text{ m}^2 = 7290 \text{ MJ}$$

查询相关资料可得,C6H14 液体状态下的密度为 654.8 kg/m^3 ,燃烧热值为 45.773 MJ/kg 。由此我们可以得到所需 C6H14 的质量为 160 kg 。

火灾模拟中所用参数依照第 4 小节通风分析的结果进行设定,根据模拟结果,机电房约在第 80s 时燃尽。下文针对 80s 内的相关数据进行分析,分析过程中选取 $Z = 0.5 \text{ m}$ 的高度平面查看随时间推进着火空间内的温度情况,图 11 至图 16 分别是 5s、10s、20s、40s、60s、80s 时 0.5 m 高度处平面温度分布云图,从图中温度分布发展趋势可知,在 60s 后,高温区向电机房外部延伸,烟气也向外扩散,所以在

烟气分析中应重点考虑 50s 之后的分布情况与发展趋势。



图 11 5s 时温度分布云图



图 12 10s 时温度分布云图



图 13 20s 时温度分布云图



图 14 40s 时温度分布云图



图 15 60s 时温度分布云图

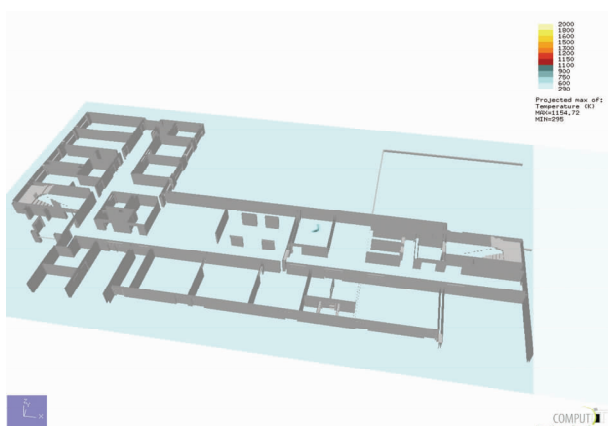


图 16 80s 时温度分布云图

图 17 至图 20 分别是 50s、60s、80s、100s 时 1.6m 高度处平面烟气分布云图,图 21 和 22 分别是 80s 和 100s 时火焰及烟气渲染图,从图中烟气分布发展趋势可知,在 60s 后,烟气向通道方向开始大量扩散,80s 时已经扩散到周边空间,此时已经对疏散人群产生较大的影响。

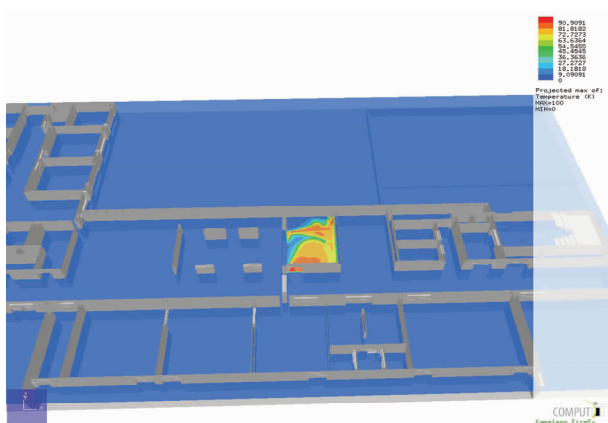


图 17 50s 时烟气分布云图

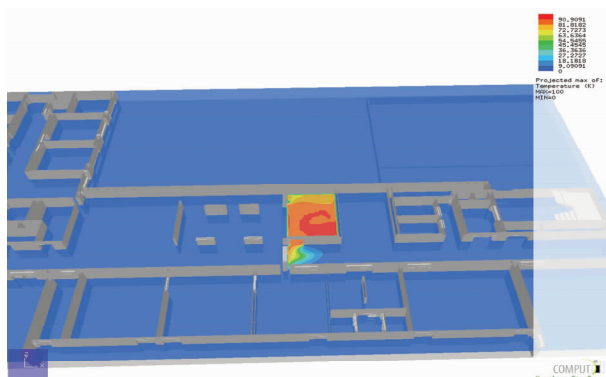


图 18 60s 时烟气分布云图

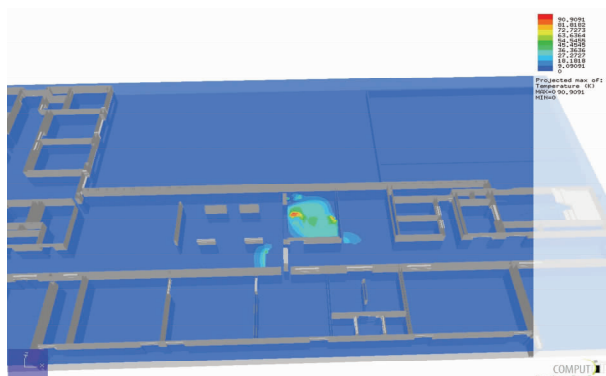


图 19 80s 时烟气分布云图

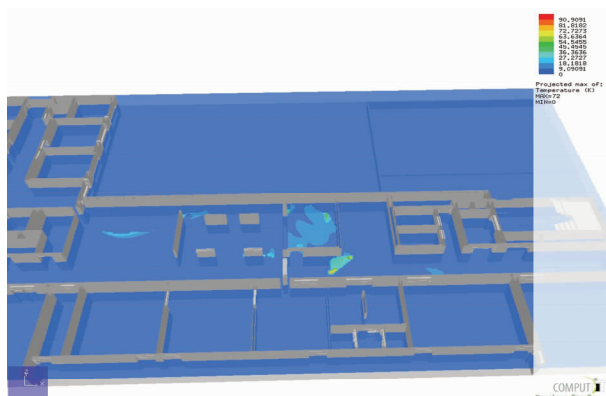


图 20 100s 时烟气分布云图

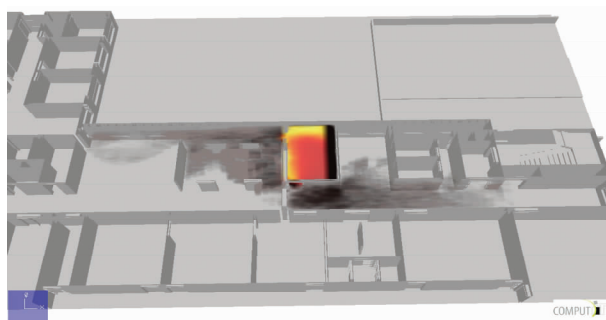


图 21 80s 时火焰及烟气渲染图

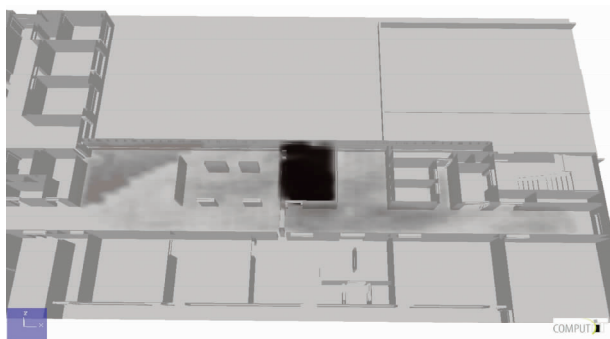


图 22 100s 时火焰及烟气渲染图

通过以上分析可知,在火灾开始阶段,火源处温度较高,室内氧气足够提供燃料燃烧。随着火势的发展,在第 10s 以后,火势发展较快,大约 30s 时火灾达到轰燃。轰燃之后,由于通风口处由于氧气充足,温度较高,而机电房附近区域由于供氧不足,温度不高。从烟气渲染图上我们可以看出从 20s 至 60s 期间烟气浓度变化较小,从 70s 之后烟气迅速延伸到了主走道空间并开始向东部扩散。到 100s 时烟气已经基本手术室区连接主通道的所有空间。空间温度分布随着时间的推进,整个空间的温度在上升,由开始的局限于中间区域的高温向整个空间扩散。由于中间区域的供氧量不足,最高温度向其它地方转移。燃烧初始阶段 CO_2 主要集中在火源附近,随着燃烧的进行, CO_2 向四周进行扩散。燃烧前期由于氧气充足, CO 浓度很低,随着燃烧的进行,空间内的氧气减少,燃料不能充分燃烧,从而产生了大量的 CO 。

6 逃生分析

根据以上模拟分析结果,我们可以看到本医院建筑逃生通道的设置比较合理,在火灾发展初期通道内基本没有烟气进入,温度也相对较低。一旦发生火灾,人群有相对充分的时间来进行逃生。此外,由于医院走道有大量的排气窗,此处与外界相连,烟气能够得到较为充分的扩散,空间相对较为宽广有利于人群的疏散。

但是,由于我们采用的燃烧介质为轻质油,相对于医院机电房具体物品来说其燃烧放热量较大,以业内文献中通用的火灾载荷密度同比材料木材进行对比,木材的燃烧热值为 18MJ/kg ,本文所用 C_6H_{14} 为 45.8MJ/kg ,假定其燃烧速度相同,则木材所耗时间为 C_6H_{14} 的 2.54 倍,即要用 4min 左右的

时间。在实际当中,由于液体燃料的燃烧速度要大于固体燃料的燃烧速度,根据相关文献,固体可燃物热释放功率大约为 $225 \sim 500\text{kW/m}^2$ 。实际中,我们假定为 400kW/m^2 ,总热量 $7\,290\text{MJ}$,我们可以算出本文中的平均热功率为:

$$\frac{7\,290\text{MJ}}{27\text{m}^2 * 100\text{s}} = 2\,700\text{kW/m}^2$$

据此我们可得两种燃料的热燃烧速度之比约为 6。结合前面的燃烧热量比值,在实际当中,火灾发展时间要在本文结果乘上 15 甚至更大的一个系数。

本文中我们假定时间乘上一个系数 15,则燃烧总时间约为 24min,以此进行逃生方案分析。由于燃烧区域位于楼层东区,西区所受影响较小,人员有充足的时间逃生,医院东区的逃生出口离火源较近,一旦发生火灾,人员没有充分时间逃生,因此我们主要分析这附近人员的逃生情况。假定着火区域人员密度为 1人/m^2 ,假定着火后的由于拥堵人员平均行走速度为 0.5m/s 。根据上文计算结果,在第 40s 时(乘上系数 15,即实际情况在约 10min 左右时,以下所有时间皆为实际时间,即模拟时间乘以 15),烟气分布即将突破电机房范围。

如图 23 所示,与电机房正对的手术室可以从南侧的紧急通道可以逃生,通往西侧的安全楼梯,最远的房间距离西侧楼梯口为 70m,特殊人员逃生时间为 350s,而烟雾扩散到距离楼梯间尚有 10m 距离的时候,需要 1 500s,除去发现火灾发生反应时间 600s,留给人员逃生时间为 900s,病人早已到达 1 楼,逃出火灾大楼。

如图 24 所示,位于燃烧区域右侧第二手术室的人员,处于最为危险情况,其他除第二间手术室可以通过后侧的通道逃生,只有第二间需要从前侧主通道行走逃脱。针对该最危险工况进行分析,火焰已从电机房伸出到达主通道,隔断了东西两侧,则第二手术室的人员只能从东侧逃生通道逃走。从第二手术室的门口到东侧楼梯的距离约为 13m,一般人员需要 26s 跑到楼梯口,考虑到手术室人员行动不便,或中老年行动缓慢的因素,将特殊人员的行走速度设为 0.2m/s ,则特殊人群到达楼梯口的时间为 75s。从分析结果知,烟雾 12.5min 到达第二间手术室门口, 17.5min 到达楼梯间门口, 22.5min 进到楼梯间。极端情况下,人员在发现着火后 2.5min (150s)内必须从第二手术室逃出, 7.5 (450s) min

内赶到楼梯间, 12.5min (750s) 内开始下楼。考虑到人员本身行走速度比烟雾扩散速度慢, 所以出于安全角度, 人员需要在烟雾到达楼梯间时, 已经与燃烧楼层有至少两层的逃生距离。假设特殊人群下楼速度为 0.025m/s , 楼层高度为 3m , 则通过单层的时间为 2min , 从四楼下到二楼的时间为 4min (240s), 加上之前通过走廊的 75s , 考虑之前的车里准备工作 60s , 总共耗时 375s , 小于烟雾到达楼梯口的 750s 。故即使在最危险的第二间房间, 特殊人群仍然可以在正确疏导的前提下, 成功逃生。

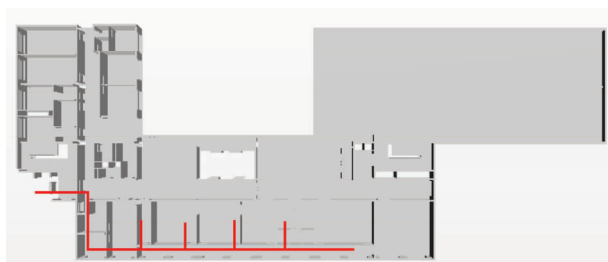


图 23 机电房对面手术室逃生路线图

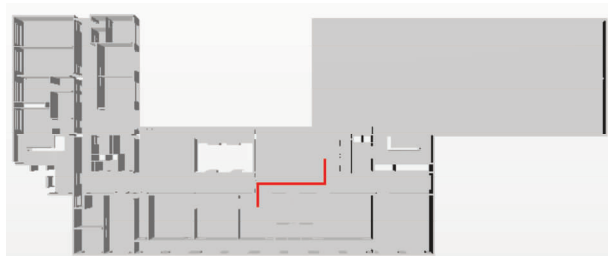


图 24 机电房右侧第二手术室逃生路线图



图 25 其他楼层手术室逃生线路

实际情况下, 因为有其他更为灵敏的探测手段, 火灾反应时间是短于 600s , 加上楼道内其他主动消防手段启动, 如喷淋系统, 烟雾到达楼梯口的时间要比 1500s 长。即使火灾发生在一楼, 其他楼层的人员可以直接通过主通道来疏散, 如图 25 所示, 五楼的最长逃生时间为, 人员到楼梯口 55m , 275s , 加上下楼时间 480s , 一共 755s , 小于 900s 的烟雾扩散到西侧楼梯口时间, 全部人员可以安全撤离。

7 结论

综上所述, 本项目医院建筑的火灾模拟及逃生分析研究得到以下结论, 通过项目研究可以为类似项目的分析提供技术路线借鉴:

1) 通过楼层通风分析可知, 如遇火灾, 西侧楼梯为主要逃生通道;

2) 日常应保持门窗通风, 在极端情况下, 如急速火灾, 可大大降低发生爆炸的危险, 且有利于烟气疏通;

3) 人员在逃生时, 需要弯腰, 压低身躯前行, 可避免吸入过多烟气;

4) 火灾发生时, 即使发生在比较危险的楼层中段电机室, 整个楼层仍然可以在合理疏散的前提下, 安全撤离;

5) 火灾发生楼层, 除电梯间东侧第二间手术室外, 都可以通过西侧楼梯逃生, 第二手术室可以通过东侧楼梯逃生, 时间充裕;

6) 非火灾发生楼层, 皆可以通过西侧楼梯逃生, 时间充裕。

参考文献

- [1] 孙昱, 谌红杰, 刘文尧. BIM 技术在中南大学湘雅五医院项目中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(5): 81-89.
- [2] 陆扬. 基于 BIM 的性能化分析手段在建筑防火设计中的研究与实践[J]. 土木建筑工程信息技术, 2011, 3(4): 63-71.
- [3] 王婷, 杜慕皓, 唐永福, 等. 基于 BIM 的火灾模拟与安全疏散分析[J]. 土木建筑工程信息技术, 2014, 6(6): 102-108.
- [4] 罗振敏, 郝强强, 程方明, 等. 地铁隧道火灾模拟及人员疏散研究[J]. 消防科学与技术, 2019, 38(3): 363-367.
- [5] 姚浩伟, 赖婧怡, 郑远攀, 等. 某游泳馆消防设计分析及火灾风险评估[J]. 消防科学与技术, 2019, 38(3): 311-313.
- [6] 田浩, 钱芳. 高层商业室内步行街消防设计分析[J]. 消防科学与技术, 2019, 38(3): 379-381.
- [7] 陈柯成, 谢嘉斌, 姚清河. 地铁站台火灾烟气扩散模拟与分析[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2019(2): 15-22.
- [8] 许镇, 任爱珠. 基于 Vega 的建筑火场与结构火灾反应同步模拟[J]. 土木建筑工程信息技术, 2009, 1(1): 63-66+71.

- [9] 蔡湧, 赵蕾, 艾安源, 等. 基于 Anylogic 的地铁站火灾人员疏散模拟及结构合理性分析[J]. 山西建筑, 2019, 45(8): 208-210.
- [10] 谭启, 王进. 基于 FDS 的某办公楼中庭区域火灾烟气流动数值模拟分析[J]. 黑河学院学报, 2018, 9(8): 215-216.
- [11] 朴勋, 耿雪川. 小型建筑火灾中人群智能疏散引导模拟研究[J]. 科技通报, 2018, 34(9): 238-241+248.
- [12] Jiyoung Noh, Hyun Soo Chung, Hye Mi jin, Jayoung Hur, min Ji Kim, Chan Mi Kang, Ga Hyun Lee. Tabletop Simulation Exercise of Critically Ill Patient Evacuation from a Hospital Fire [J]. Prehospital and Disaster Medicine, 2019, 34(s1).
- [13] 孙超, 刘月婵, 王博, 等. 教学楼火灾蔓延及人员疏散的数值模拟[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2018, 23(5): 106-112.
- [14] 赵平, 陈哲, 杨伟. 在建高层建筑火灾数值模拟分析[J]. 消防科学与技术, 2018, 37(12): 1638-1641.
- [15] Science-Fire Science, Studies Conducted at Wuhan University of Technology on Fire Science Recently Reported (Embedded Flame Heat Flux Method for Simulation of Quasi-steady State Vertical Flame Spread) [J]. Science Letter, 2019.
- [16] 李祥春, 蒋颖, 李梅生. 巷道火灾时期流场及瓦斯浓度变化规律数值模拟研究[J]. 煤炭科学技术, 2019, 47(5): 119-125.
- [17] Serhat Bilyaz, Ofodike A. Ezekoye. Fire Smoke Transport and Opacity Reduced-Order Model(Fire-STORM): A New Computer Model for High-Rise Fire Smoke Simulations [J]. Fire Technology, 2019, Vol. 55(3) pp. 981-1012.
- [18] Andreozzi Assunta, Bianco Nicola, Musto Marilena, Rotondo Giuseppe. Parametric analysis of input data on the CFD fire simulation [J]. Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1224(1).
- [19] Xi Jiaojiao, Li Jin. imulation Study on Emergency Evacuation of Metro Stations in Fire Degradation Mode [J]. Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1187(5).

Hospital Building Fire Simulation and Escape Analysis Research and Practice

Xu Minyang

(Arcplus Group PLC, Shanghai 200041, China)

Abstract: Hospital buildings are considered to be the most challenging building facilities, and there are many uncertainties in the construction process, such as population trends, disease patterns, technological advances and clinical knowledge. Among them, the safety of buildings in the event of disasters is particularly important. The complexity, density and flammable materials of hospital buildings add to the fire hazard. In the event of fire, due to the differences in evacuation conditions of different personnel, It is very difficult to evacuate, so it is necessary to have possible fire hazards in hospital buildings and to establish comprehensive and reliable fire supervision. This paper describes in detail the technical route of building fire simulation and escape analysis in large hospitals, including model construction, ventilation analysis, fire simulation and evacuation analysis. The simulation analysis is carried out by taking a large hospital as an example to obtain the most unfavorable ventilation conditions. The results of temperature distribution cloud map, smoke distribution cloud map and evacuation route of each room in the fire process can provide technical route reference for the analysis of similar projects through project research.

Key Words: Hospital Building; Fire Simulation; Escape Analysis