

# 基于 BIM 技术在逃生疏散模拟方面的初步研究

杨焯峰 闫文凯

(中国建筑科学研究院 BIM 工程设计中心, 北京 100013)

**【摘要】**目前我国是一个事故、灾害频发的国家,在这种形势下,对建筑内紧急逃生疏散问题的研究已经刻不容缓,本文就逃生疏散模拟进行初步的分析研究,运用逃生模拟分析软件对建筑的 BIM 模型进行系统性分析,加载逃生路径和设置疏散人数并研究参数设置,最终得疏散时间、疏散轨迹,以及疏散口人数曲线图和区域人数变化曲线图,有助于建筑师对设计进行针对性调整和优化。通过研究,我们得知不仅要基于 BIM 技术的应用软件进行学习、了解与研究还要在过程中找到更好的方式与方法,使之得到更好的运用和发展完善,更好服务于设计,服务于绿色,服务于社会,服务于人。

**【关键词】**逃生疏散模拟;模拟动画;疏散口人数曲线图;区域人数变化曲线图

**【中图分类号】**TU976+.56;TP391.9 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1674-7461(2013)03-0063-05

## 1 研究背景

世界各地的突发事件发生频繁,特别是像火灾地震等灾害,给人民和社会造成巨大的人员伤亡和财产损失。

近年来,随着我国经济的发展,城市中各类大型的公共建筑也越来越多,而这些大型建筑的内部装修所采用的装修材料中可燃物居多,火灾荷载很多,特别是节假日时人员集中,经常达到人员饱和的情况,从而导致火灾的因素增多<sup>[1]</sup>。一旦发生火灾,蔓延极其迅速,会产生大量烟气,毒性和烟雾的影响也较为突出<sup>[2]</sup>。仅在 2008 年全国各地的安全事故共发生 413 752 起,死亡 91 172 人,这些惊人的数据说明我们国家正处于火灾突发事件的高发期<sup>[3]</sup>。

我国是一个发展中国家,目前正处在迅速推进工作化和城市化的发展阶段,很多大型建筑和超高层建筑都已使用,或处在建设中。建筑内的人员逃生疏散就是建筑的生命线,不容许有任何疏忽。当下对建筑内紧急逃生疏散问题的研究已经刻不容缓,本文就建筑内的人员逃生疏散模拟方面做了初步研究,得出具有参考价值的数据和图表,以辅助

优化建筑设计。

## 2 人员疏散模拟软件现状

目前国际上有 20 多种常用的人员疏散模型。按照模型的基本原理可将人员疏散模型分为 3 类:优化法、模拟法和风险评估法。

(1) 优化 (optimization) 模型:忽略周围人员和非相关避难的行为,假定人员以最有效的方式进行疏散,将人员视为具有共同特征的整体,如:EVACNET+ 和 TAKAHASHI'S MODEL;

(2) 模拟 (simulation) 模型:表现疏散行为和行动状况,不仅要达到正确的评估结果,也要能采取接近真实避难路径情景,如:BGRAF, EXIITT, EGRESS, ESCAPE, EVACSIM, EXIT89, EXODUS, MAGNETMODEL, PAXPORT, SIMULEX, VEGAS;

(3) 风险评估 (risk assessment) 模型:识别火灾时与疏散有关的危险或相关事故,并对最后的风险进行量化。通过多次计算,它能评估改变防火分区设计、消防措施等参数的效果。如:CRISP, WAYOUT。

而我们国家对于人员疏散的研究目前还处于起步阶段,通过研究和借鉴已有一些模型,如中国科

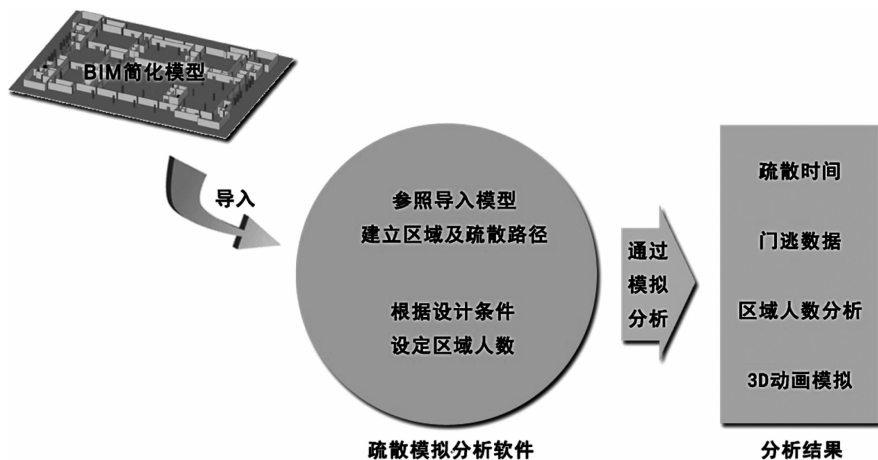


图1 逃生模拟分析流程图

技大学的 SafeGo 安全疏散分析软件,其核心为自主发展的多作用力元胞自动机模型(CAFE),可以模拟疏散过程中典型人群心理和行为,集合了连续性、离散型模型的优点,可靠性很高。该大学还模拟了疏散中的亲情行为。此外,香港城市大学开发的空间网格疏散软件(SGEM)也在不断完善中。这些都是针对火灾发生时的专业模拟分析软件,其中涉及到的参数越来越多,更具真实性<sup>[4]</sup>。

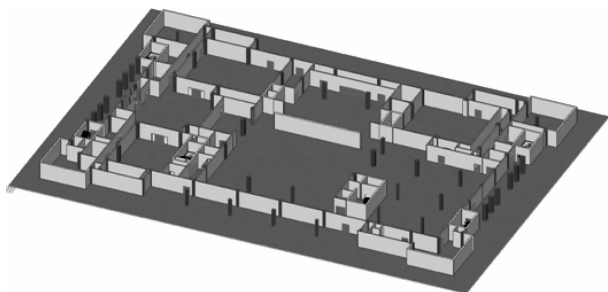


图2 经过简化后的 BIM 模型

### 3 基于 BIM 模型进行逃生模拟分析

本文将运用基础的疏散模拟分析软件对 BIM 模型局部进行疏散模拟设置模拟分析。

基本流程(如图1):

- 1) 简化 BIM 模型;
- 2) 将以简化的模型导入到疏散模拟分析软件中;
- 3) 根据模型设置逃生路径以及区域连接点和逃生出口;
- 4) 在已经建立的路径区域内设定设计人数并调整参数;
- 5) 进行三维疏散模拟浏览演示并得出结果。

#### 3.1 简化 BIM 模型

通过对已有的 BIM 模型简化,得到疏散模拟软件中可以参考和浏览的模型(如图2)。简化的目的是为了在疏散模拟分析软件中便于参照和直观浏览,最终得出的动画视频可对人员的疏散过程一目了然。

导入模型存在接口和格式的要求,不同的疏散模拟分析软件导入的格式是不一样的,为了达到预期的效果,经过反复的试验研究,总结出模型转换过程中采取 DXF 格式最为直接,也不容易导致错误,模型在逃生疏散软件中显示很正常,三维浏览较流畅,但模型过大也会影响三维浏览的顺畅度或者不能导入(如图3)。

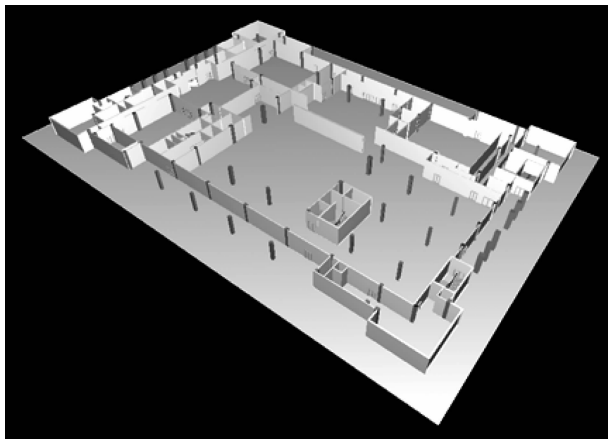


图3 模型导入到疏散模拟软件后的三维显示效果

### 3.2 疏散模型的建立

根据已经导入的三维模型进行必要的分析,确定在紧急情况下建筑内人员的疏散方案,即有紧急情况发生时,建筑内的人员应就近找到合理的安全疏散出口进行疏散,此时要考虑到在建筑内的疏散指示下使人员合理地按照引导方向进行紧急疏散(如图4、图5)。

当在给区域内设置人员时有多种追加方法,并能直接在建立区域时同时设置不同区域的人员峰值,也可以最后直观地驱逐区域设置人员。

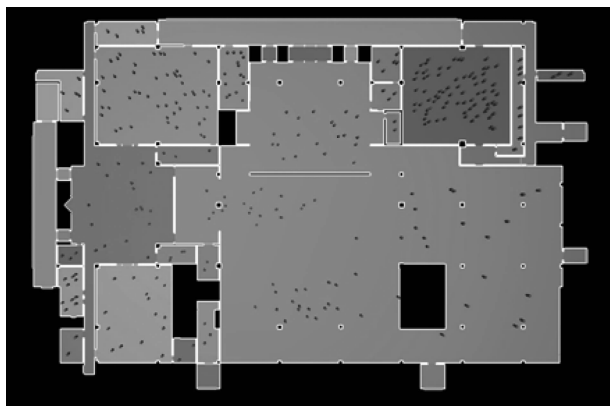


图4 根据模型建立的疏散区域及疏散路径

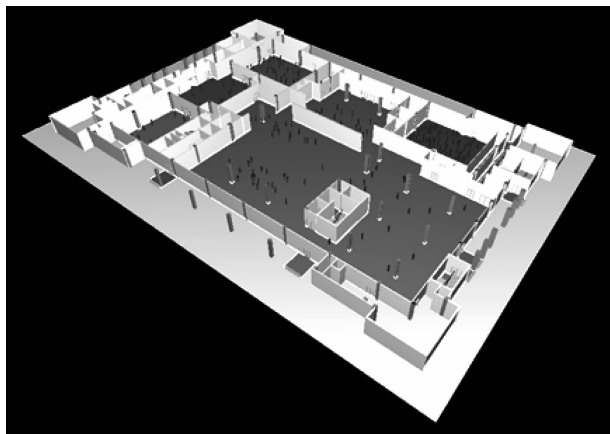


图5 疏散模型数据建立后的总体效果

### 3.3 具体参数的设置与调整

模拟分析不是简单的这些设置就可以的,还需要的就是详细的设置人员的属性,比如:人员的身高、身体宽度、疏散时的速度,还有模拟分析期限、紧急情况下人员的反应时间和行为等参数的设置,不同的模拟软件的设置参数也是不同的,具体还需

要进一步研究(如图6)。

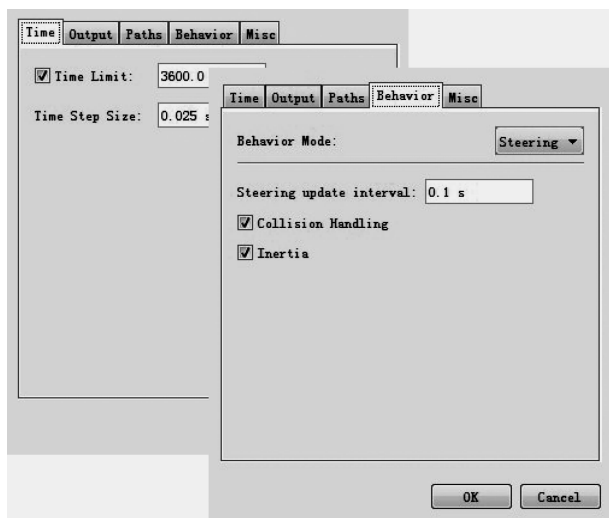


图6 参数设置面板

经过这些设置,我们才可以实现我们的人员疏散模拟分析,并通过对实际情况的考虑,结合建筑本身的性质去不断的调整这些参数的数值,最终得到有参考价值的疏散模拟分析数据和图表,以及三维动画。

通过动画(如图7-9),我们不但可以清晰地看到建筑内不同时刻的人员逃生疏散情况和人员的疏散轨迹,还能看到不同时间内已安全疏散的人数和疏散总人数,还有哪些出口会造成人员拥挤,哪些出口疏散人员相对较少,这个直观的动画可以让我们的设计师更有针对性地去优化设计。逃生模拟分析还可以生成数据图表助于我们的设计,经过分析可以得出疏散口在疏散全过程中的疏散人数变化值(如图10),并得出每个区域在疏散过程中的人数变化情况(如图11)。

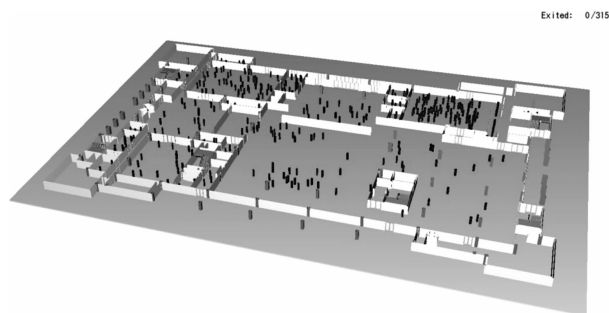
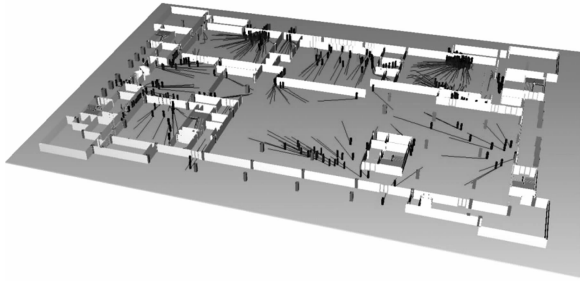


图7 疏散模拟开始时人员分布情况

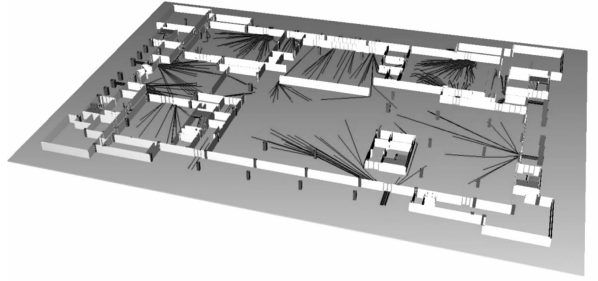
Exited: 10/315

Exited: 315/315



10.0

图8 疏散模拟过程中人员的疏散情况



39.5

图9 疏散模拟结束后的情况

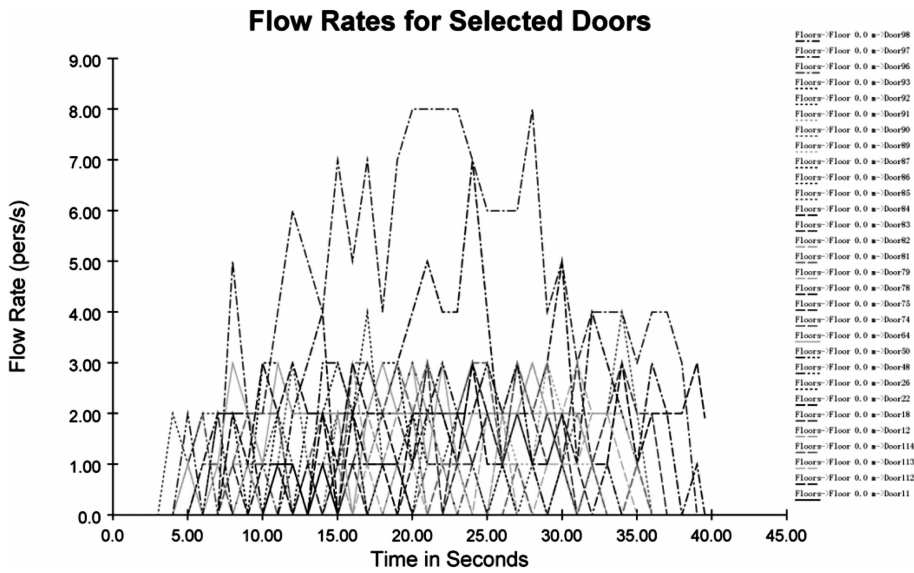


图10 疏散口人数曲线图

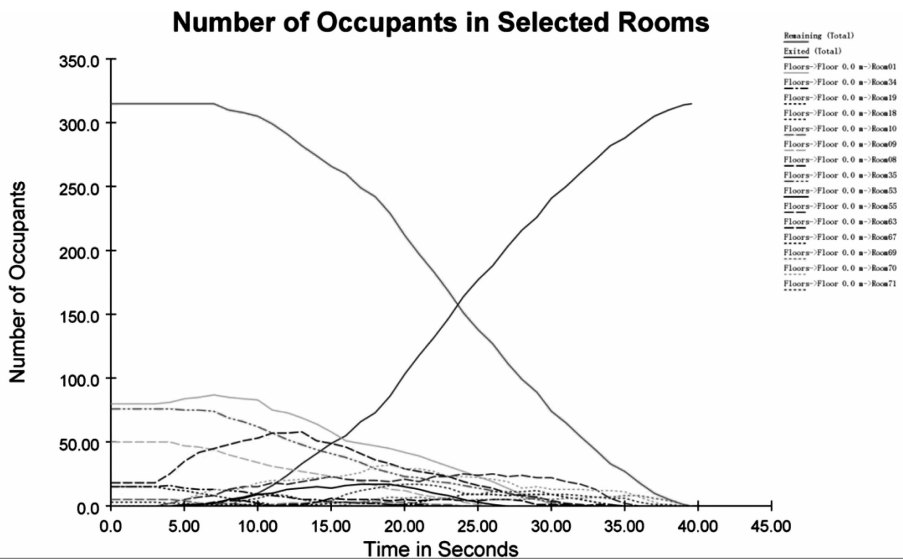


图11 区域人数变化曲线图

### 3.4 分析结论

通过对疏散模拟动画和数据的分析和研究,可以帮助设计师调整建筑出口位置以及疏散宽度,做到有的放矢的优化设计,尽可能避免在紧急情况下经常产生人流拥挤、疏散不均等问题,有效地缩短逃生时间,更能保障人员的安全。

## 4 总结

BIM 技术作为继 CAD(计算机辅助设计)技术后出现在建设领域的又一重要的计算机应用技术,在一些发达国家已经得到了迅速发展和应用,比如美国、英国、韩国、新加坡等国家。而我国 BIM 技术发展刚刚起步,要想推动 BIM 技术,需要重视基于 BIM 技术的应用软件的开发,还要逐步建立和完善 BIM 相关标准,与此同时更勇于实践和探索有效的应用模式。这样,才能让 BIM 技术在我国建设领域中发挥应有的作用。<sup>[5]</sup>

正像疏散模拟分析一样,我们不仅要进行了解与研究,还要在过程中找到更好的方式与方法,使基于 BIM 技术的应用软件得到好的应用和发展,更好地服务于设计,服务于绿色,服务于社会。

### 参考文献

- [1] 王起全,王敏. 大型活动拥挤踩踏事故人群疏散研究分析. 三峡大学学报(人文社会科学版),2008,12.
- [2] 严晓龙,刘涛,杨永川. 应急疏散仿真技术及其研究进展. 消防科学与技术. 2007,11,第26卷第6期.
- [3] 冯瑞,霍然. 超市火灾烟气蔓延及人员疏散的模拟研究. 安全与环境学报. 2006,2,6.
- [4] 杨林,王彬彬,蒋勇. 基于数值模拟的室内商业街火灾烟气输运研究. 中国安全生产科学技术. 2008,4.
- [5] 杨立兵. 公共场所应急疏散系统及模拟仿真. 中南大学,2009.
- [6] 崔喜红,李强,陈晋,陈春. 大型公共场所人员疏散模型研究. 自然灾害学报. 2005,12.
- [7] 温丽敏,陈全,陈宝智. 火灾中集群疏散的设计方法及计算机仿真. 东北大学学报(自然科学版). 1998,19(5).
- [8] 潘宏. 火灾人员逃生模拟软件. 2010,12,20.
- [9] 陆君安,方正,卢兆明,赵春梅. 建筑物人员疏散逃生速度的数学模型. 武汉大学学报(工学版). 2002,4.
- [10] 马智亮. BIM 技术及其在我国的应用问题和对策. 2010,05,10.

## The Research of BIM-based Analysis about Evacuation Simulation

Yang Xuanfeng, Yan Wenkai

(China Academy of Building Research, Architectural Design Institute, Beijing 100013, China)

**Abstract:** This article is a preliminary analysis about the escape evacuation simulation and systematic analysis of the architectural BIM model by escape simulation software. By loading the escape path and setting the number of evacuated people, the software can get the evacuation time, evacuation trajectory, and evacuated the port number of the graph and regional changes in the number graph contribute to architects targeted adjustment and optimization to design. By research, we learned that not only to study BIM technology applications to understand and research, but also to find better ways to in the design service.

**Key Words:** Escape Evacuation Simulation; Simulation Animation; Evacuation Port Number Graph; Regional Changes in the Number Graph