

基于 BIM 数字技术融合的建筑消防安全管理研究——以小区建筑为例

徐文平, 孔垂乾, 鲁昌云

贵州工程应用技术学院矿业工程学院, 贵州毕节, 中国

【摘要】本文首先对高层建筑的消防管理和 BIM 技术的国内外应用现状进行梳理, 再通过查阅大量文献分别从高层建筑自身特点、建筑消防设备及安全管理等多个角度进行分析, 找出目前消防安全管理存在的问题。再对 BIM 技术从内涵特点和应用内容方面进行分析, 总结 BIM 技术在建筑行业和消防管理方面的优势。最后, 利用 Revit 建模软件进行建模, 通过添加项目参数的方法构建建筑信息的 BIM 模型, 并应用该模型建立消防设备数据库进行消防安全管理, 提出基于该模型制定应急预案的构想和建议。对利用 BIM 技术进行高层建筑的消防安全管理具有重要的理论意义和实践意义。

【关键词】高层建筑; 火灾防治; BIM 技术; Revit 建模; 消防安全管理

【基金项目】贵州工程应用技术学院 2023 年大学生创新创业训练计划项目 (编号: 202310668123)

1. 研究背景

近年来, 随着经济的发展和城市化进程的加快, 大量的农村人口开始逐步地向城市集中, 对城市的居住和工作场所的需求也在不断地增加[1]。然而, 高层建筑消防安全问题也随之成为公众关注的焦点。高层建筑消防安全管理是保障人民群众生命财产安全的重要保障之一, 能够起到预防火灾、减小损失的作用。而 BIM 技术在建筑信息获取方面极具优势。因此, 开展基于 BIM 技术的高层建筑消防安全管理, 对有效防范和提高火灾救援效率具有重要意义。

本文首先对高层建筑的消防管理和 BIM 技术的国内外应用现状进行梳理, 再通过查阅大量文献分别从高层建筑自身特点、建筑消防设备等多个角度进行分析, 阐述了进行高层建筑消防安全管理的必要性, 然后通过查阅高层建筑消防安全管理现状的分析, 找出了目前消防安全管理存在的问题。再对 BIM 技术从内涵特点和应用内容方面进行分析总结, 归纳了 BIM 技术在建筑行业 and 消防管理方面的优势, 分析 BIM 技术在高层建筑消防安全管理中的集成应用。最后, 利用 Revit 建模软件进行建模, 清晰的展示建筑内部消防设备的布局, 接着再通过添加项目参数的方法构建建筑信息的 BIM 模型, 并应用该模型建立消防设备数据库进行消防安全管理, 对利用该模型进行应急预案的制定提出构想

和建议。对于利用 BIM 技术进行高层建筑的消防安全管理具有重要的理论意义和实践意义。

2. 现状研究

国外一些发达国家在消防管理方面形成了一套较为完善的体系, 这些国家不断加强法制建设和体制改革, 注重消防宣传和培训, 推广先进的消防技术和理念, 建立全面的消防救援体系, 保障公民、财产和社会稳定[2]。在日本、新加坡等国家, 消防法规制定、消防设备研发和应用、消防队伍建设和消防宣传等方面具有较为成熟的经验, 这些经验可以为我国消防事业提供一定的借鉴和启示 [3, 4]。

国内对高层建筑消防安全的管理问题也有着广泛的关注和研究, 比如, 杨[5]从责任落实、监管水平提升、宣传力度加大等角度, 提出了相应的对策; 周[6]利用故障树方法对建筑物进行了定性和定量分析, 找出了引起建筑物火灾的可能原因, 为建筑物火灾的防范提供了有效的依据; 魏[7]在对火灾危险性进行了论述之后, 对各种消防设备和各种设施所存在的安全隐患进行了分析, 并针对这些问题, 给出了相应的对策; 毛[8]以高层建筑消防设备的监管为主要研究内容, 根据消防设备的特性, 并结合目前高层建筑火灾危险情况的特点, 对其监管途径进行了研究; 舒[9]从加强高层建筑消防安全管理, 保护人

民的生命和财产的角度出发,探讨了高层建筑火灾的发生和监控,并对消防设备的管理问题进行叙述,为提高人们的生活质量奠定基础;安全事故的原因可以归纳为四个:安全管理水平不高,施工过程控制松懈,质量检验不严,安全环境不规范,周[10]对这些原因进行了分析,从安全成本的角度出发,从三个方面提出了管理对策,即:加强政府市场监督,提高企业的安全管理水平,建立安全管理信息化体系。

3.主要研究内容

对高层建筑自身特点、建筑消防设备和人员消防安全意识等内容进行分析总结,找出目前高层建筑消防管理存在的不足,进而说明开展高层建筑消防安全管理的必要性。

总结 BIM 的内涵、特点和其在建筑和消防安全管理行业的应用优势,提出一种基于 BIM 的高层建筑消防安全管理理论模型。

利用 Revit 建模软件完成某高层建筑的建模,通过自建族来完成所需部件模型的构建。

设置消防设备的参数信息,并整合到建筑模型中,完成 BIM 模型的构建。建立消防设备管理数据库,对利用 BIM 模型设置应急预案进行过程分析。

4.高层建筑消防安全管理分析

4.1 高层建筑消防安全管理的必要性分析

高层建筑自身具有高度、结构复杂性、人员密集度等特点。消防建筑设备方面建筑内部消防设备除了自动消防系统以外,还需有应急疏散设备和消防设施监控系统。人的消防安全意识方面,需要通过加强消防安全意识的宣传和普及,以及制定合适的安全逃生方案和逃生设施。这些特点使得高层建筑的消防安全管理面临着独特的挑战和困难

4.2 高层建筑消防安全管理的重要组成

建筑内部的管理关系到其消防安全。通过建立健全的管理机构和制度,加强消防设备的管理与维护,开展消防巡查和隐患排查工作,可以提升内部的消防安全管理水平,有效预防和控制火灾风险。单位应完善管理机制,加强监督和评估,与相关部门和专业机构合作,及时了解消防安全管理的最新要求和技术进展,优化管理措施,确保建筑内部的消防安全管理与时俱进,与高层建筑的特点相适应。

消防监督管理在高层建筑消防安全中发

挥着重要作用。加强监督力度和提升执法水平,可以有效提高高层建筑的消防安全水平。同时,加强人员培训和资源投入,提升消防监督管理机构的能力和专业素养,确保其有效的履行监督职责。此外,还应积极借助技术手段和创新工作模式,提升消防监督管理的效率和准确性,推动消防安全工作不断向前发展。

4.3 高层建筑消防安全管理存在的问题

消防设备方面可能存在的问题:设备维护不及时;缺乏设备管理制度;设备老化;缺乏监控和报警功能等。

人员安全意识方面可能存在的问题:缺乏消防安全培训;忽视安全演练和实践;消防设备误用;缺乏安全意识的宣传等。

5.BIM 技术理论基础

5.1BIM 的内涵及特点

建筑信息模型,是一种基于数字化技术的综合性建筑设计与管理方法。它不仅仅是建筑模型的三维表示,还包括了建筑的几何形状、结构、时间等多维信息。BIM 的内涵与特点使其成为建筑行业中的重要工具。BIM 的内涵体现在其对建筑信息的全面集成;BIM 的特点包含模型共享、协同设计和可视化。

BIM 的内涵及特点使其成为建筑行业不可或缺的技术工具。通过全面集成建筑信息、模型共享、协同设计和可视化展示,BIM 技术提高了建筑管理的效率和质量。

5.2BIM 的应用内容

BIM 软件主要运用于建筑设计;施工过程管理;运维管理和项目交付等方面。

5.3BIM 技术在高层建筑消防安全管理方面的优势

BIM 技术在建筑行业中有许多优点,它对传统的建筑设计、施工和运维管理方式进行了巨大变革,为建筑项目的全生命周期提供了全面的数字化支持,BIM 技术在建筑行业具有诸多优势,包括提升设计效率、改善设计质量、提高协同合作、改善运维管理、实现项目可视化、提高建筑信息管理、降低成本风险和推动环境可持续性。随着 BIM 技术的不断发展和应用,建筑行业将迎来更高效、智能的发展。

BIM 技术在消防安全管理方面具有诸多优势,可以提升消防安全管理的效率和准确性,降低火灾风险,并为消防人员和建筑管理者提供更好的决策支持。BIM 技术在消防

安全管理方面的优势有精确的建筑模型；实现消防设备的模型化管理；三维可视化管理等。

5.4 BIM 技术在高层建筑消防安全中的集成应用

对 BIM 技术的应用，能够全面的提升消防安全管理的效率性和准确性，减少因建筑火灾带来的风险，确保建筑安全和人员的生命财产安全。BIM 技术在建筑消防方面的应用主要包括消防设计、消防系统和应急预案三个方面。如图 1 所示。

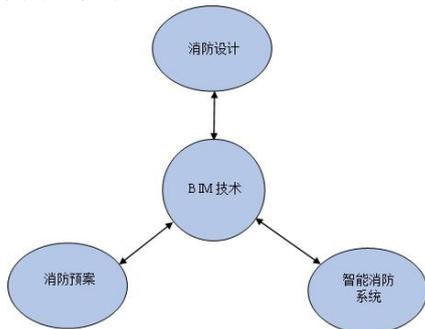


图 1. 基于 BIM 的建筑消防安全管理

基于 BIM 技术的高层建筑消防设计是一种新型的消防设计方式。它充分利用了信息技术和建筑信息模型，将消防设计优化模型、消防安全管理、消防逃生和灭火救援模型相结合，为高层建筑消防系统的信息化、智能化改造和升级提供技术支持。如图 2 所示，具体内容包括以下几个方面：消防设计优化模型；消防安全管理和宣传模型；消防逃生和灭火救援模型。

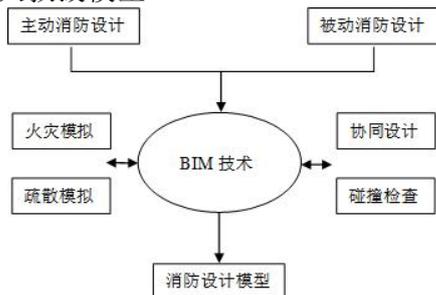


图 2. 基于 BIM 的消防设计

基于 BIM 技术的高层建筑消防应急预案是指通过 BIM 技术对高层建筑消防应急预案进行数字化建模、可视化呈现和模拟演练，从而实现高效、科学的消防应急管理。

5.5 基于 BIM 技术的高层建筑智能消防系统

BIM 技术是在建筑设计、施工和运营过程中，通过数字化的方法对建筑物进行全过程管理和协同，提高工程效率和质量。如图 3 所示，主要应用在以下方面：

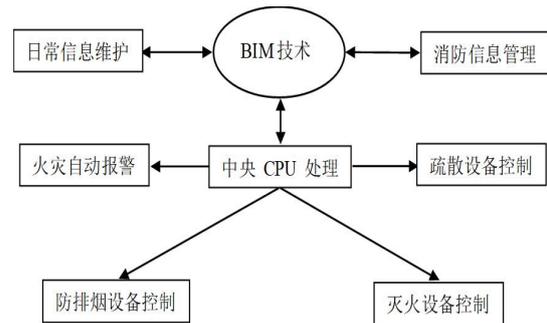


图 3. 基于 BIM 的智能消防系统

6. BIM 模型构建与应用

6.1 Revit 建模软件简介

Autodesk Revit 是由美国 Autodesk 公司开发的一款三维建模软件，主要用于建筑、结构、设备、管道、电气和通讯等领域的设计、建模和协同工作。Revit 基于 BIM 技术，通过数字化的方式对建筑物进行全过程管理和协同，提高工程效率和质量。目前，Revit 已经成为了世界上最具影响力的三维参数化 BIM 软件之一，也是我国应用最广泛的 BIM 数据生成平台，它的出现使得建筑设计工具和方法迎来了变革。

Revit 包含建筑设计、结构设计、设备设计、管道设计、电气设计等模块，可应用于建筑设计中的各个方面。它提供了丰富的建模工具和组件，支持实时协同设计和模型更新，可自动生成施工图、框图、部件清单和材料清单等文档。除此之外，Revit 还支持与其他软件的数据交换和集成，方便协同工作和数据管理。Revit 具有易学易用、高效快捷、可靠精准等优势，在建筑、工程、施工等领域广泛应用。其 BIM 技术的应用，能够大大提高建筑物设计和施工的效率和质量，为建筑行业提供了强大的工具和支持。

6.2 某高层建筑消防安全管理模型构建

某高层建筑分为地下两层地上二十八层，共三十层。地下两层为停车场和机房，地上均为住宅区。由于高层建筑居住人口较多，人流量较大，且各个年龄段的人群均有涵盖，所以对于建筑防火和疏散有着较高的要求。该建筑主要的防火和疏散设施有以下几点：

灭火系统：建筑内部设有消火栓灭火系统，其用水量为 20L/s，同时还设手提式干粉灭火器。

报警系统：建筑内部安装了火灾自动报警装置，且在消防电梯和防火电梯处均有智能型感烟探测器。在有火灾发生时，可自动

切断非消防电源，点亮应急照明等。

疏散设施：建筑内部设有多个疏散通道及信号指示逃生出口。

6.3 建筑模型构建及信息整合

利用 Autodesk Revit 和该建筑的消防系统模型（如图 4 所示）进行建模，完成所需建筑的结构模型建造，并利用其添加相应参数，构成建筑的 BIM 模型。

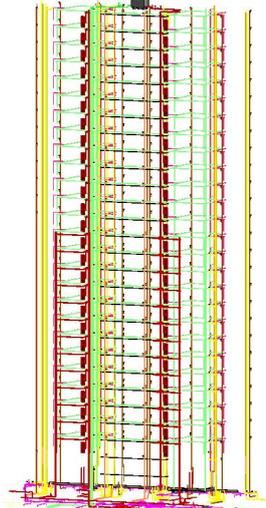


图 4.消防系统模型

再确定建筑消防系统模型之后，选取特例进行模型的改建，显示出其建筑结构模型来进行高层建筑消防安全管理，选取顶层（28楼）来构建结构模型，其原因是，顶层有一个 5 立方米的储水箱，我们在其内部再添加灭火器箱和防火墙，再加上原有的消防栓进行消防安全管理工作，且各类水管不再延伸方便对模型的处理，无需再进行多余的水管处理工作。根据机电模型画出相应的标高和轴网，载入合适的结构和建筑族后对其参数进行修改，首先将梁柱按照图示放置，再依次绘制墙体，门窗，楼板，屋顶，将梁顶与屋顶对齐，便完成了建筑结构模型的绘制。

由于基于 BIM 的高层建筑消防安全管理，不仅仅是单一的建模过程，而是由数据层到模型层最终到应用层的转换。因此还需将建筑信息以及不同消防设备的信息整合到建筑模型当中，形成建筑信息的 BIM 模型，再将模型导入 BIM 的运维软件里实现基于 BIM 的高层建筑消防安全管理。

以灭火器为例利用 Revit 软件设置项目参数，展示灭火器的位置、型号、生产日期等各类信息，更加清晰的看出灭火器所在的楼层，以及负责检查的检查员信息等。如图 5 所示，在 Revit 软件中点击项目参数，设置

名称例如：灭火器型号，位置等。因为要输入不同的参数信息，所以参数类型选择“文字”，参数分组方式选择“文字”，右侧过滤器类别选择“火警设备”，点击“确定”，即可在模型中添加相应参数。再点击消防栓即可在其左侧显示刚才添加的文字参数信息表格，在里面输入所需的相关信息即可展示灭火器的各类信息（如图 6 所示），为实现更加方便的消防安全管理落实消防安全管理责任制，表格中设置了灭火器的购买负责人，检查负责人，检查日期等信息，直接体现该灭火器的负责人，如果出现问题可以直接追责，也对检查负责人起到警惕作用，督促其认真落实消防管理工作。

按照相同的方法也可设置消火栓，喷淋，烟感报警器，火灾报警器等设备的信息参数，并将这些信息统一到数据库中进行管理。



图 5.添加项目参数

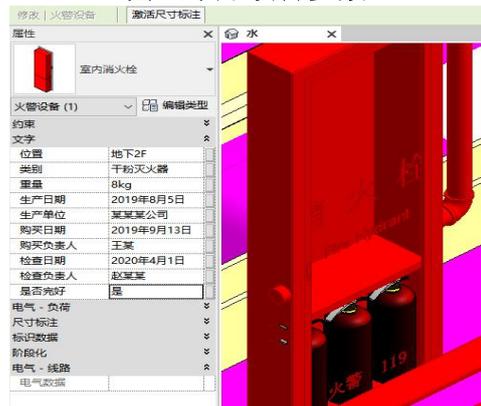


图 6.灭火器各类信息参数

6.4 消防设备管理数据库构建

微软可视工作室（简称 VS）是美国微软公司的开发工具包系列产品。VS 是一个基本完整的开发工具集，它包括了整个软件生命周期所需要的大部分工具，如 UML 工具、代码管控工具、集成开发环境（IDE）等等。所写的目标代码适用于微软支持的所有平台。

在进行消防安全管理时需要针对不同消防

设备的信息进行分类存储。在 Microsoft Windows 操作系统中随着微软公司在 Active 技术上的发展, Windows 中的数据访问组件也被不断升级换代, 如 ODBC、DAO、ADO 等数据库引擎, 这些组件一起构成了免费的数据库管理系统, 同时 BIM 技术支持 ODBC 组件的数据库导出。模型中的信息在数据库中按照图元、构件的功能进行分类存储。针对消防设备管理, 分别提取火警设备明细信息与专用设备明细信息。火警设备明细表主要包括族与类型、位置、检查负责人、检查日期和状态等信息参数。专用设备明细表主要包括类型、所属楼层、状态等信息参数。在后续的数据库构建中可查看建筑消防设备的位置、检查日期、检查负责人、设备运行状态等。

6.5 制定消防应急预案构想

Pyrosim 由美国标准技术研究院 (NIST) 研发的, 用于消防动态仿真模拟 (FDS) 的软件。它是在 FDS 的基础上发展起来的。软件以计算流体动力学为依据, 可以模拟预测火灾中的烟气, CO 等毒气的运动, 温度以及浓度等情况; 软件可以模拟的火灾范围很广, 从日常炉火房间, 接电设备引起的各种火灾形式; 方便快捷的建模, 并支持 DXF 和 FDS 格式的模型文件的导入。

Pyrosim 被用来创建火灾模拟, 预测火灾烟气流动、火灾温度和有毒有害气体的浓度分布进行仿真模拟预测。软件以计算流体动力学为理论依据, 对火灾中的烟气、火灾温度及烟气浓度的分布。该软件可模拟多种火灾。

Pathfinder 是一套由美国的 Thunderhead Engineering 公司研发的简单、易用的新型的智能人员紧急疏散逃生评估系统。它利用计算机图形仿真和游戏角色领域的技术, 对多群体中的所有个体运动都进行图形化的模拟演练, 从而可以准确确定每个个体在灾难发生时逃生路径和逃生时间。灾难应急疏散模拟分析软件 Pathfinder 是一套简单、易用的新型的智能人员紧急疏散逃生评估系统。

Pathfinder 是一个人物为基础的模拟器, 通过定义每一个人员的各种参数 (人员数量, 行走速度, 以及距离出口的距离) 来实现模拟过程中的各自独特的逃生路径和时间模拟。可以模拟灾难条件下人员的疏散路径, 不同区域的人员的疏散时间。可以定义: 某区域的人员的密度、人员距离出口的至近距

离、人员走路的速度、支持内部建模、CAD 文件的导入、FDS 文件的导入。

最后在制定消防应急预案时准确的掌握建筑内部消防设备设施的位置和建筑内部各种疏散通道布局, 对于预案的准确性和合理性起着决定性因素。因此, 利用 BIM 模型三维可视化的优势制定应急预案。下图 7 为消防疏散通道、消防设备位置示意图。

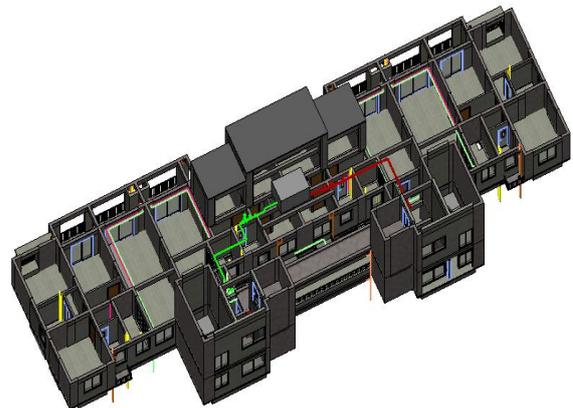


图 7.消防疏散通道及消防设施位置示意图

建筑内部疏散楼梯相关参数信息如图 8 所示。



图 8.楼梯参数信息

再确定建筑内部消防设备设施位置及疏散通道以后, 将建筑 BIM 模型分别导入到 PyroSim 和 PathFinder 软件中进行火灾模拟和人员疏散模拟, 再将结果相结合制定火灾应急预案, 可以大大的提高预案的合理性和可靠性。具体实现过程如图 9 所示。

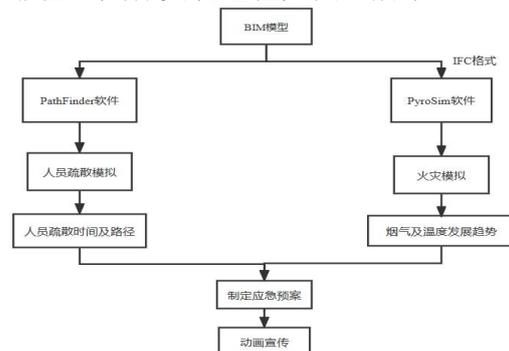


图 9.利用 BIM 模型制定应急预案

小结,本章首先利用 Revit 建造了某建筑的结构模型,再对其内部的消防设施进行参数设置,完成建筑物的 BIM 模型创建,并利用 Visual Studio 开发工具完成该模型内部建筑消防设备信息数据库的建立,实现消防设备信息的数据化管理,对利用该模型制定合理可靠的应急预案也提出构想。

7.结论

由于经济的飞速发展,高层建筑逐渐普及,开展基于 BIM 的高层建筑消防安全管理不仅可以提高建筑的安全性,还有利于维护社会稳定和人民生命财产安全。本文的结论有以下几点:

总结了高层建筑消防安全管理现状,从消防设备管理方面发现目前存在着设备维护不及时、缺乏设备管理制度、设备老化和更新不及时和缺乏设备监控和报警功能的问题;从人员安全意识方面发现目前缺乏消防管理安全培训、忽视安全演练和实践、消防设备误用滥用和缺乏安全意识持续宣传的问题。

对 BIM 技术的内涵、特点和应用内容进行了分析,从建筑行业和消防安全管理两个方面分别介绍了 BIM 技术具有的优势,总结了 BIM 技术在高层建筑消防安全的集成应用,重点从消防设计、消防系统和应急预案三个方面展开分析。

利用 Revit 软件构建了现实某建筑的建筑结构模型,展示了建造过程中使用的族文件,并对其设置所需的项目参数,完成 BIM 模型的构建。

利用 Visual Studio 开发平台对该建筑的消防设备信息完成数据库的建立,构建了数据化的设备信息管理平台;再阐述了利用该模型进行火灾模拟和人员疏散模拟,构建更

加合理准确的消防应急预案。

综上所述,利用 BIM 技术进行高层建筑消防安全管理对于提高建筑安全和住户的生命财产安全有明显的优势,本文所提到的利用 BIM 模型来建立消防设备管理平台和制定应急预案对于高层建筑消防安全管理也十分有益。

参考文献

- [1]潘峰.高层建筑工程的消防安全管理研究[J].消防界(电子版),2017(11):110-112.
- [2]Kaye Alan David, Kolins Daniel, Urman Richard D. Management of a fire in the operating room [J]. Journal of anesthesia, 2014, 28 (2): 279-287.
- [3]Sharpe G M. Fire protection systems and procedures for large sites [J]. Occup Health Saf, 2013, 82 (12): 43-45.
- [4]Arvidson M. Large-Scale Water Spray and Water Mist Fire Suppression System Tests for the Protection of Ro-Ro Cargo Decks on Ships [J]. Fire Technology, 2014, 50 (3): 589-610.
- [5]杨秸.建筑消防安全管理的问题及对策[J].管理观察,2017(23):29-30.
- [6]周伟.建筑防火安全管理中故障树分析法的应用探究[J].城市建筑,2017(2):176-176.
- [7]魏谋清.高层建筑消防安全管理建议分析[J].低碳世界,2017(27):145-146.
- [8]毛启献.高层建筑消防设备监督管理探究[J].中国设备工程,2023(01):52-54.
- [9]舒凡.加强高层建筑消防监督及设备管理研究[J].中国设备工程,2022(24):74-76.
- [10]周东平.成本视角下建筑企业安全管理研究[J].安徽建筑,2021,28(11):188-189.