

# 基于 BIM 的建筑施工安全防护分析

朱健康 蔡蓉蓉

中国水利水电第六工程局有限公司 辽宁沈阳 110000

**摘要:** BIM技术的合理运用可以提高建筑安全防护水平, 应予以重视。建筑施工安全防护人员可以利用BIM技术打造完善的安全防护体系, 有效减少施工流程互操作带来的各种影响, 增强和提高施工的安全性, 确保施工人员自身的安全。建筑业安全防护管理部门要提高BIM技术培训管理意识, 不断提高专业技能, 积极引导建筑企业采购辅助设备, 及时更新升级, 充分体现使用BIM技术的实际功能和价值。

**关键词:** BIM技术; 建筑施工; 安全防护

## Analysis of construction safety protection based on BIM

Jiankang Zhu Rongrong Cai

China Sixth Engineering Bureau of Water Resources and Hydropower Co., Ltd., Shenyang, Liaoning 110000.

**Abstract:** The proper application of Building Information Modeling (BIM) technology can enhance the level of construction safety and protection, and should be given due attention. Construction safety personnel can utilize BIM technology to create a comprehensive safety protection system, effectively reducing the various impacts caused by interoperability in construction processes, enhancing and improving construction safety, and ensuring the safety of construction personnel. The safety management departments in the construction industry should raise awareness of BIM technology training and management, continuously improve professional skills, actively guide construction companies in procuring auxiliary equipment, and timely update and upgrade them, fully reflecting the practical functions and value of using BIM technology.

**Keywords:** BIM technology; Building construction; Safety protection

随着我国经济的快速发展, 建筑业也处于高速发展阶段, 施工技术监管取得了长足进步, 但施工防护工作还存在不少问题。BIM技术的运用很好地解决了这些问题, 标志着建筑业进入了信息化时代。基于BIM建筑技术的建筑安全防护系统在推动建筑业发展方面发挥着重要作用, 对建筑业提出了新的挑战。

### 一、建筑施工安全事故类型

#### 1. 高处坠落

高处作业指超出坠落基准面2m, 且可能导致高处坠落的施工作业。高处坠落是高空作业过程中受到危险势能差而造成的人身伤害。

##### (1) 高处坠落特征

一是导致事故发生的因素很多。二是事故数量较多, 已成为建筑工程造成伤害的重要因素。三是施工发生区域多。四是造成伤害的损害大, 施工相关的死亡率高。五是出现事故的人大多是青壮年, 年龄为23至45岁。

##### (2) 高处坠落中的不同类型

第一种是四口作业坠落, 包括电梯口、预留口、通道口、楼梯口等; 第二种是五临边边, 指的是楼梯侧边、楼层周边、平台或者阳台边、坑、屋面周边和沟、槽及深基

础周边; 第三种是悬空作业坠落; 第四种是操作台在高空作业发生坠落, 操作台指的是吊篮、脚手架及施工电梯等; 第五种是攀登作业坠落; 第六种是其他高处作业坠落。

#### 2. 坍塌

坍塌是当物体受到重力或外力破坏结构稳定性或超过力极限时造成的伤害。

##### (1) 坍塌特性

施工过程有较强不可预测性和突发性, 实施救援的难度较大, 救援不当可能导致次伤害, 施工难度比较大, 社会负面影响大<sup>[1]</sup>。

##### (2) 坍塌类型

脚手架坍塌、深基坑边坡坍塌、沟槽边坡坍塌、拆除工程坍塌、建筑物或者墙体坍塌及模板坍塌。

#### 3. 物体打击

物体打击是指受到失控物体惯性影响伤害人身生命安全的事故。在施工过程中从高处坠落的工具、砖块、零部件和材料可能对人体健康有害, 物体打击是建筑施工安全事故中人员受伤和死亡的主要原因。

##### (1) 物体打击特征

首先,物体打击是建筑工程施工中死亡率最高的事故。其次,物体打击的特点是突发性,被打击的人往往很难迅速做出反应。最后,造成事故的因素是复杂的,诱发事故的因素可能不止一个。

#### (2) 物体打击类型

首先,故障设备的连续运转会伤害施工人员;其次,高空坠落零件、工具和建筑材料等;再次,人为因素造成的,乱丢杂物与废弃物;然后,拆装施工模板时发生模板掉落或者支模,伤害施工人员;最后,压力容器爆炸,残骸伤及操作人员,因机器故障导致物料飞出。

#### 4.起重伤害事故

起重伤害是指起重作业发生夹挤、重物坠落、起重机倾覆和物体打击等事故。

##### (1) 起重伤害事故特征

一是通常起重伤害事故规模大、范围广,会出现设备大量损坏、人员群伤或者多个人死亡等;二是操作起重设备人员受到的伤害可能性大,而事故高发人员为文化素质与操作能力较低的作业者;第三,在安装、维修及操作起重作业中出现伤害事故;四是起重事故的高发行业为冶金、建筑、交通运输及机械制造等。

##### (2) 起重伤害事故类型

施工期间起重伤害事故类型包括起重机失稳倾翻、重物坠落、挤压、破坏金属结构、触电及高处坠落等<sup>[2]</sup>。

#### 5.触电事故

触电事故指电流直接或间接作用导致人体受到伤害。

##### (1) 触电特征

首先,夏季是触电事故发生频率高的时期。我国的雨季是夏秋两季。如果施工人员在户外工作,由于潮湿环境、人体出汗和缺乏足够的绝缘防护等问题,触电次数会增加。其次,施工现场有几种类型的低压工频触电,低压设备应用比较多,被设备操作使用次数多。再次,事故高发人群为年轻施工人员,缺少相关经验,操作马虎。最后,不遵守安全技术原则,没有足够的安全用电常识,不遵守规则操作。

##### (2) 触电类型

施工中的触电类型主要有双相触电、单相触电、雷击伤害及跨步电压触电。

## 二、建筑施工安全事故致因

### 1.人的不安全行为

人是施工的主体。此类不安全行为主要包括施工人员违章操作、管理人员的指挥失误和施工人员违反劳动纪律的行为。安全事故的表现包括:一是施工前培训不足,缺乏职业素养和职业技能。其次,缺乏安全意识,不注意施工安全,施工期间通过违章操作减少施工时间。最后,施工人员心理和生理方面缺乏健康的引导,个人心理因素导致的安全问题。

### 2.物的不安全状态

施工单位投入安全生产的设备和资金少,或管理人员不重视安全生产。这体现在以下几点:一是没有设置满足施工要求的安全措施,防护措施不到位,如吊篮、脚手架、施工电梯等,购买的安全防护设施材料的强度、刚度和质量不符合要求。二是劳动防护用品不足或者质量不符合要求,主要防护装备是安全帽、安全带、安全绳和防滑鞋等。

### 3.施工管理不到位

施工单位不重视施工现场安全管理,或施工单位制定的安全施工制度不符合施工要求的。具体表现为:第一,高处作业技术措施不具有可操作性,难以指导工作。第二,安全检查措施没有落到实处,只停留在表面。第三,施工单位的安全管理人员少,这些安全控制措施无法实施。

### 4.环境因素

气候和环境因素,高温、大风、雷电、高寒、雨雪天气将增加施工风险,在雨季、夜间、冬季和潮湿的空气环境下工作也会出现安全事故。

## 三、传统建筑安全施工预警方法不足

### 1.传统建筑安全施工不能及时进行预警

传统的建筑安全管理模型需要重复且复杂的统计分析工作来获得信息,通过这种方式产生的信息简单而低效。施工安全管理人员主要以纸质形式记录和发送信息,但由于巡视和监控方面需要及时统计和分析记录数据,导致施工监控滞后。如果现场观察员故意违规,项目工程部必须充分了解安全管理信息,并做好采取行动的准备。这使施工人员能够及时识别潜在危险,在施工现场采取安全措施,消除施工过程中的安全隐患<sup>[3]</sup>。

### 2.缺乏先进的建筑安全防护技术

在现有的建筑安全管理中,现场管理依靠人工操作,没有采用先进的科学技术。信息产业时代,建筑形式多样、施工环境复杂、施工难度大、施工方式复杂,常规的

安全管理人工监控已不能解决施工现场复杂的安全问题。人工预警需要大量的人力、物力和财力。如果安全防护预警机制不及时更新,施工设备老化和后方安全管理方法落后,将导致安全隐患,引发施工安全事故。

#### 四、基于 BIM 的建筑施工安全防护分析

##### 1. 系统危险源识别与实时监控

BIM-RFID传感器集成技术在建筑施工安全管理系统开发中的主要应用是危害识别。有两种类型的危险源:独特的和随机的。独特的危险源是指施工现场存在的危害,通常与建筑物和临时结构的永久性结构有关,可以彻底分析风险,并且可以人工控制。随机的危险源是指生产过程中客观存在变化。在各种内外条件的影响下,系统各要素之间的相互作用使系统状态恶化,造成危害。BIM-RFID传感器集成技术可用于有效检测这两种危险源。危害在特定的过程中可以通过使用已安装的4D BIM模型和采用BIM-RFID传感器集成技术的预警系统自动安全的检查独特危害。

确定生成的BIM安全模型。例如,如果BIM建筑模型的地板边缘没有受到保护,则BIM自动安全检查会识别危险源,并自动在地板边缘设置足够高的保护轨。BIM安全模型是通过在地板边缘添加保护栏形成的模型。随机危害具有三个方面:人、物和机器。首先,使用BIM碰撞检查和施工模拟获得建筑物更重要的结构部分。这些构件的不稳定性容易导致安全事故,属于危险源。其次,在机械设备的情况下,机械设备的位置和工作区域可以根据BIM技术的施工方针确定。最后,通过SCL安全检查方法识别与人员、材料和设备相关的施工危险,并将识别出的风险信息导入BIM系统。BIM-RFID传感器集成技术可以通过跟踪监视将随机的危险源集成为独特的危险,以实现安全预防和控制。

##### 2. 系统危险源管控

基于BIM技术分析识别风险后,采用BIM-RFID传感器集成技术管理三类风险:危险的人类行为、物体的危险状况和机械的危险状况。危险的人类行为管理主要依赖于智能安全头盔系统的使用。通常将RFID传感器标签内置在头盔中,并将阅读器安装在施工现场。当施工人员进入工地时,读取器可以通过读取嵌入在头盔中的RFID传感器标签获得入场资格。可以通过传感器标签基本信息和图像处理功能获得有关建筑环境的信息。通过将RFID传感器技术整合到智能安全帽系统中,可以将现场工作人员集中在统一的平台上,从而高效、安全地管理建筑工程施工人员<sup>[4]</sup>

##### 3. 系统数据中心管理

安全报警功能的实现需要对信息进行收集、分析、处理和传输。在信息采集方面,我们可以利用RFID传感器技术采集个人姓名、工作编号、工作类型、服务年限、对象信息等,通过无线发送到数据层进行处理和分析。数据处理平台分析接收到的信息,并做出安全管理决策。使用BIM-RFID传感器集成技术进行风险管理,RFID传感器标签将有关危害的位置和收集的实时信息发送到BIM数据处理中心,数据处理中心将对信息进行分析,并输出结果。

##### 4. 基于BIM技术的动态施工模拟

在大型建筑工程项目中,由于施工区域小,制定的施工方案比较复杂。可以基于BIM的虚拟施工技术对施工过程进行建模,监控施工规划和设计,评估合理性,科学控制和合理化规划施工进度。根据模拟施工过程的结果,重新调整碰撞方案和冲突方案,竣工后再模拟施工,反复模拟实验以获得最优的安全管理效果。基于BIM技术对施工效果进行模拟,实现图像处理效果。项目经理可以在软件中查看设计信息和设计性能,在施工阶段快速发现安全隐患,还可以使用可视化工具消除施工安全管理方面的缺陷。上文详述了我国建筑工程施工最容易出问题的事故领域和类型,在此利用BIM技术对塔吊、临边洞口、模板、脚手架及基坑等易出现安全事故的区域进行模拟。在实施此计划之前,必须对设计方案进行循环检查。检查过程包括模拟施工、修改计划,最终到结果显示安全隐患与碰撞为零时确定该方案为本项目的施工方案。

##### 5. 基于BIM技术的安全教育培训

识别施工计划中的安全隐患的常用方法有三种:危险源识别、动态施工模拟和BIM安全检查。上述方法对于提高建筑安全管理和优化施工方案具有特别重要的意义。BIM技术的优势包括可视化和信息的完整性。如果选择BIM为施工人员数字化安全培训的数据库,那么采用基于BIM的数字化培训效果更加显著。在这里,利用BIM技术进行建模,施工人员可以快速识别施工环境。与传统的安全培训相比,BIM培训有几个不同之处,BIM充分利用可视化的力量,帮助施工人员更好地了解施工现场状况,确定施工人员具体从事的工作和易发生危险的区域。在此基础上,创建一个安全策略。一线工人往往受教育程度较低,在创建施工计划时,我们可以使用3D漫游方法来模拟上述安全相关事故。在动态播放过程中,由安全员向施工人员解释项目中存在安全隐患的区域和施工重点关注的区域。

安全培训员在计算机中播放动画,并详细说明施工人员应真正关注的建筑商特定施工区域中隐藏的安全隐患。基于BIM平台的施工人员的教育性质可以从他们可以模拟真实的建筑环境,让施工人员体会到在现场的感觉,更加直观的显示安全隐患大小、区域和类型等。这种改进可以显著提高施工安全管理的质量和效率。

#### 6. 建筑工程施工安全指标建立

为了在建筑项目中发挥BIM的作用,必须首先建立建筑物的安全指标。为建筑项目设置施工安全指标,实施准确的建筑生命周期预算统计,计算出更准确的数据,有效实施建筑安全理念。安全评估指标可提供更准确和有效的数据。因此,在基于BIM的建设项目的建筑安全管理中建立建筑安全绩效,可以有效地实现建筑安全理论与建筑安全实践在项目建设过程中的结合,使建筑施工安全管理更有效率,促进建设项目的顺利、安全、高效发展,也使管理任务可以更加高效和系统地执行<sup>[5]</sup>。

#### 7. 施工场地规划

施工场地规划涉及特定场地的复杂施工或交叉作业,没有适当、科学的规划和调整就无法保证施工安全。BIM技术可以模拟施工现场的具体环境,使施工单位可以根据

施工图和平面图进行施工模拟。施工模拟要求根据实际施工要求对场地进行合理规划,确保施工安全性。

### 五、结语

为减少建筑施工安全问题,需要加强建筑安全防护预警研究。BIM技术在建筑行业的应用越来越广泛,可以更好地保障施工安全,提供防护预警,防范可能存在的潜在风险,及时通知现场施工人员改进不足之处,在建筑施工实践中具有现实意义。

#### 参考文献:

- [1]赵杰风.基于BIM的建筑施工安全防护预警研究[D].西安建筑科技大学,2019.
- [2]王梦真.BIM背景下装配式建筑施工安全评价模型研究[D].天津大学,2018.
- [3]陈定坤,何军,王海豹.基于BIM的建筑施工安全防护预警研究[J].中国建筑金属结构,2020(12):68-69.
- [4]徐宁霞.基于BIM的建筑施工安全防护分析[J].四川建材,2021,47(11):234-235.
- [5]陈千.基于BIM技术的建筑施工中安全管理探究[D].石河子大学,2020.