

# 大型公共异形场馆建筑安全建造关键技术研究

朱金平<sup>1</sup> 饶大全<sup>2</sup> 李顺<sup>3</sup> 黄智<sup>4</sup>

中国十七冶集团有限公司 安徽 马鞍山 243000

**摘要:** 改革开放以来,随着国内经济发展,城市不断扩建。各种公共建筑也拔地而起,为满足外观、使用功能等要求。公用建筑设计呈现出占地面积越来越大、功能越来越齐全、造价越来越高、外形结构越来越复杂、楼层高度越来越高等特征。在此种趋势下,无形中提高了建造公用建筑的施工难度。施工难度增大同时隐藏在背后的安全问题已经不容小觑。有数据表明,安全事故分类主要分为物体打击、机械伤害、起重伤害、触电、淹溺、灼烫、高处坠落、坍塌、火药爆炸、瓦斯爆炸、中毒和窒息等伤害类型。其中频发事故最多为物体打击,而物体打击特易发生公共建筑高空作业过程中。特别是大型公用建筑高空作业安全问题,本文以江西科晨研发中心项目为例。介绍大型公共异形场馆建筑的建设过程中涉及到安全问题的关键技术研究。研究中涉及到运用可视化BIM技术从工序方面控制安全事故、运用可视化BIM技术进行安全建造事前准备阶段、安全建造事中控制阶段可视智能化视频监控系统的研究应用等研究技术。

**关键词:** 大型公共; 异形; 高空作业; 安全; BIM技术; 可视智能化监督系统

## 一、引言

随着国内安全形势的严峻,于2021年6月10日中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》,自2021年9月1日起施行。新颁布的《中华人民共和国安全生产法》对安全管理工作提出了更高的要求,可见国家注重安全的程度。国民生活与安全生产息息相关。如何保证安全生产,需要社会各界的共同努力。在已发生的安全生产事故中可以分析得出多与高空作业息息相关,高空作业一般易于产生特别重大安全事故,如代表性的江西丰城发电厂特重大事故。而且高空作业事故一般都是特别重大安全事故中伴随着一般较大安全事故的发生。本文以易造成群死群伤的公共建筑高空作业为切入点,用江西科晨研发中心项目为例,介绍了高空作业安全与建筑技术、质量、经济之间的关系。分析大型公共异形场馆建筑安全建造关键技术研究与应用成果。运用可视化BIM技术从工序方面控制安全事故、运用可视化BIM技术进行安全建造事前准备阶段、安全建造事中控制阶段可视化视频监控系统的研究应用。为大型公共异形场馆建筑安全建造的推广和应用提供一些参考和借鉴。

## 二、江西科晨研发中心项目介绍

本文所选的大型公共异形场馆建筑安全建造项目是江西科晨研发中心项目,位于江西省南昌市青山湖区青山湖北大道以东、民强路以南。由中国十七冶集团有限公司江西分公司承建。江西科晨研发中心项目,总建筑面积约67204.24 m<sup>2</sup>。其中计容建筑面积48361.37 m<sup>2</sup>。不计容建筑面积:18842.87 m<sup>2</sup>。具体建设内容主要有三栋楼,1#研发中心楼为27层,建筑高度为99.75m,总建筑面积为38708.42 m<sup>2</sup>;2#集体产业用房为11层,建筑高度为39.9m,总建筑面积7499.52 m<sup>2</sup>;3#研发中心附属商业楼为3层,建筑高度为12.6m,总建筑面积为2153.43平方米;其中包含2层地下室,总高度为7.6m,其中地下一层地下车库建筑面积为8829.17平方米,地下二层地下车库建筑面积为8840.75平方米,人防工程建筑面积约为4000平方米。该项目1#研发中心楼建筑高度为99.75m,为极易发生高空作业事故的楼栋,作为重点研究对象。

## 三、可视化BIM技术在工序控制方面的应用

本工程大胆采用可视化BIM技术从工序方面避开高空作业易产生的交叉作业问题。运用BIM技术软件从全局考虑。在主体结构施工过程中,按照施工顺序进行模拟施工。三栋楼分三个分区,同时进行施工。难免存在三个分区之间交叉作业问题及分区内部交叉作业问题。因本工程

江西科晨研发中心项目:大型公共异形场馆建筑安全建造关键技术研究,项目编号:36011202110280101

程1#研发中心楼为27层、2#集体产业用房为11层、3#研发中心附属商业楼为3层。在运用BIM软件模拟过程中。发现如下问题。

问题一：1#楼研发中心楼在施工至、2#楼在施工至30m以上时。坠落半径在5m以上，工人疏忽从30m以上掉落物体可能影响到3#研发中心附属商业楼施工安全。提出解决办法是每超过10m设置水平防护，定期安排专人佩戴安全带清理水平防护内杂物，有效提前发现问题及解决问题。

问题二：存在分区之间的施工安全问题。楼栋内施工过程中，1#研发中心楼和2#集体产业用房在标准层施工过程中，楼层顶部施工主体结构安装模板搅拌混凝土时，楼层底部开始砌筑墙体。虽说楼层内砌筑混凝土无交叉作业问题，但楼层外边沿施工时，难免会出现外侧模板安装过程中掉落工具及模板等局部交叉作业情况。实际施工经验也表明，施工过程中局部工人会因砌筑外墙需搭设活动外脚手架而觉得麻烦，直接站立在外脚手架上砌筑外墙。造成工人在管理空隙间的违章而存在交叉作业风险，很大概率造成高处坠落。为杜绝此类交叉作业而产生高处坠落风险。提出如下解决办法是加强施工过程安全监管，坚决杜绝工人违章导致砌筑外墙的安全风险，其次从根本上解决问题。如每层外脚手架与主体结构之间间隙用白色兜网封闭。每五层悬挑工字钢层用模板形成硬质封闭层。（如泥工砌筑墙体需要从上至下放线时，在管理人员监督下将硬质封闭层开小孔，保证放线垂直度）。

问题三：在采用BIM技术进行施工过程交叉作业检查中发现。塔吊区域一直存在高处坠落的风险。因为司索工绑扎吊运材料未能按照“十不吊”的要求进行规范吊运，机械吊钩维修保养不到位导致脱钩，钢丝绳磨损检查不到位，施工现场塔吊覆盖区域设置办公室等都是造成高处坠落风险区域。实际经验也验证因塔吊覆盖区域交叉作业风险。提出如下解决办法提前培训司索工按照规范要求进行吊装作业，按照规范要求进行机械维修保养，钢丝绳定期检查更换，尽量将办公区设置于塔吊覆盖区外，因现场环境影响，必须设置塔吊区域内必须设置双层防护盆等。综

上问题情况，说明运用BIM技术能将大型公共异形场馆建筑安全建造交叉施工作业问题进行可视化，可在施工前提前预判施工过程中可能的交叉作业问题。通过可视化BIM技术，合理安排现场施工进度。杜绝交叉作业风险。

#### 四、事前准备阶段可视化BIM技术的应用

传统的事前准备阶段控制包括风险评估、对存在安全问题提出预防控制措施，针对提出的预防控制措施进行员工培训和沟通。施工现场实际观察发现，传统安全建造事前控制因存在人为因素影响较大，可能对建造安全事前风险把握不准。甚至针对安全建造事情准备阶段形同虚设，难以认真有效执行。执行过程中也因针对工人技能水平、素质等参差不齐，难以达到满意效果。

针对以上情况本工程大胆采用可视化BIM技术进行安全建造事前准备阶段控制。运用可视化BIM技术，优点在于可有效结合施工过程工序及图纸设计基础上进行安全建造事前准备阶段分析。每个工序施工后，后期需进行的施工工序在施工之前及施工过程中可能产生的安全风险都能以可视化图形进行展示。比如在施工之前进行基坑开挖，开挖过程是放坡开挖或是基坑支护开挖，开挖坡度及高度都能进行可视化展示。能在开挖之前清晰知道开挖后栏杆设置的安全高度及范围，便于对搭设外加防护班组进行安全技术交底和技术交底。又比如在进行楼板钢筋绑扎过程中，绑扎钢筋前夕，可以利用可视化BIM技术对专业钢筋工种进行安全技术交底。工人可清晰知道楼层内施工区域可能涉及的风险因素，如楼层电梯口，楼梯边，施工过程预留的洞口。楼层混凝土浇筑完毕后还能搭设防护之前，还能给外架工进行可视化安全防护技术交底。综上所述，运用可视化BIM技术进行大型公共异形场馆建筑安全建造。可在工程实施之前将高处作业风险进行可视化BIM处理，达到风险知道，对突出安全风险采取针对性的预防控制措施。同时运用可视化BIM技术可给施工区域工人进行安全技术交底，达到提高工人安全意识，降低安全风险。

#### 五、控制阶段可视智能化视频监督系统的应用

大型公共异形场馆建筑施工过程中，高空作业安全事

故时有发生。运用可视化 BIM 技术进行事前控制后,施工实施阶段也不容忽视。已发生的高空作业安全事故项目中,都为实施阶段发生。发生事故的主要三大因素为人的因素、管理的因素、物的不安全状态因素。目前为杜绝高空作业安全方面因素采取措施有工人进入施工现场进行实名制,对工人进行三级安全教育,上岗前对工人进行班前教育,施工过程进行巡检,对进场安全设备进行检查等措施。针对已有的安全措施进行分析,目前措施都对工人及管理人员有较高的素质及自控能力。众所周知工程项目越大,涉及的班组越多,人员越复杂,人的不可控因素及情绪因素越难把控。为解决人的不确定因素,降低高空作业安全事故风险。有针对性的提出一种全新的大型公共异形场馆建筑施工高空作业-可视化视频监督系统。即在 1#研发中心楼和 2#集体产业用房的东北角同步安装可视智能化视频监控系统,可视智能化视频监控系统随主体结构同时施工,做到高空作业层 24 小时全覆盖。可视智能化视频监控系统可实时监督高空作业人员是否正确佩戴安全帽,是否正确佩戴安全带,有无“三违行为”等。若捕捉到工人不安全行为,可视智能化视频监督系统自动上传至主机进行警报处理,从而及时发现不安全行为,杜绝人的不安全因素。降低高空作业发生事故的风险。同时可视智能化视频监督系统也可进行数据保存。假若事故发生时候,可提取数据。对事故责任人及班组进行处理,完美还原事故现场。减少现场因高空作业事故发生后班组之间互相扯皮,班组与项目部之间扯皮事故。

#### 六、PDCA 循环过程中嵌入 BIM 技术的应用

本项目在大型公共异形场馆建筑过程中大胆采用 PDCA 管理模式进行安全管理,并且结合应用 BIM 技术辅助穿插管理全过程。PDCA 安全管理中计划为:确定安全目标,指定安全计划,识别潜在安全风险。执行为:实施安全计划,包括培训员工、执行安全程序等。检查为:定期检测和评估安全绩效。处理:根据检查结果采取必要的行动来改进安全管理。例如在项目实施前期,对本项目定的安全目标为不发生一般及以上安全事故。并应用 BIM 技术识别潜在安全风险,包括但不限于高空交叉作业的规

避。在执行过程中,按照制定好的安全计划培训员工。培训内容包括运用可视化 BIM 技术为员工进行安全注意事项。使员工能清晰执行安全程序。在片区施工安全程序执行完毕后可通过可视智能化视频监督系统进行检查执行成果,并对安全程序及实施过程进行评估。假设检查结果出现未按安全程序执行的情况,采取措施进行纠偏并给与罚款警告,保证安全目标的执行。

#### 总结

大型公共异形场馆建筑安全建造关系到国民安全生产,本文以江西科晨研发中心项目为基础,利用可视化 BIM 技术对大型公共异形场馆建筑安全建造从工序方面控制提前预知高处作业交叉风险,在结合工序、工期,施工区域及现场情况下,可做到提前规避高空交叉作业,降低安全事故产生。还可以运用可视化 BIM 技术对大型公共异形场馆建筑安全建造事前准备阶段进行工人安全技术交底和可视化现场风险。有针对性的解决工人因素、技能水平参差不齐而导致交底不够精确问题。事前控制后应用可视智能化视频监督系统。进一步监督规范施工现场的高处作业中人的不安全因素。并且可二十四小时实时监督,事后提取数据还原现场,避免扯皮事发生。本项目还运用 PDCA 循环过程中嵌入 BIM 技术,进一步保证了安全目标的执行。本文认为,通过大型公共异形场馆建筑安全建造关键技术研究,利用可视化 BIM 技术及可视智能化视频监督系统是一种有利于提高工程安全降低工程风险的方式,也是一种符合安全建筑理念和社会发展的方式,值得在更多的工程项目中推广和应用。

#### 参考文献

- [1]张智博,李方慧,唐浩.复杂大跨度体育场馆结构优化分析[J].黑龙江大学学报,2020,11(03):14-22.
- [2]余地华,大空间复杂场馆混合钢结构体系关键建造技术.湖北省,中建三局集团有限公司,2022-09-05.
- 李兴钢,李书平,任庆英等.复杂山地条件下冬奥雪上场馆设计建造运维关键技术[J].建设科技,2023,(11):24-26.