

基于BIM技术的大型钢结构建筑施工安全管理分析

孙祯祥

中国水利水电第八工程局有限公司

摘要:为切实提升大型钢结构建筑施工安全管理水平,提升建筑施工单位经济效益,促进我国建筑领域的全面发展。本文将对基于BIM技术的大型钢结构建筑施工安全管理进行分析,以供参考与借鉴。

关键词: 钢结构; 建筑工程; 安全管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.11.104

引言:随着经济的发展与社会的进步,当前大型建筑工程数量在不断的增多,其在施工运行的过程中,难免会出现一些事故安全事故,例如,塔机设备的碰撞事故等。因此,为切实提升其施工安全质量,施工管理人员需要对其施工安全管理进行翔实的规划,并将防碰撞及远程监控系统进行充分的应用,以此来切实保障建筑施工的安全及顺利。

一、研究背景

(一) 国内研究背景

我国的塔机技术一般都是对国外技术进行引进,之后对其进行自主创新。在远程监控系统以及防碰撞系统的研发上,我国比国外的研发时间要晚一些,其整体技术水平要落后于国外。当前我国从事研究的专业人员一般都是科研机构或是高等院校,其塔机技术尚没有形成完善的行业标准,从而我国的大型钢结构建筑施工安全管理工作水平仍有待提高。但是随着经济的发展与科技的进步,我国也势必会研发出技术水平一流的防碰撞及远程监控系统,切实提升基于BIM技术的大型钢结构建筑施工安全管理水平^[1]。

(二) 国外研究背景

防碰撞系统以及远程监控系统在国外的一些建筑企业中已经得到了全面的应用,例如德国的LIEBHERR公司以及法国的POTAIN公司。

其中德国的LIEBHERR公司是一所大型的跨国建筑公司,也是当前生产塔机型号最多的公司,其研发出的模糊逻辑电路控制技术,可以实现对塔机的最优控制,进而有效的提升建筑施工安全管理质量,同时还可以对其他机的控制进行精确,有效的降低了工作人员的作业压力。

法国POTEIN公司的主营业务为塔机生产,该公司所生产的塔机都携带了微机辅助驾驶系统,可以有效的塔机的故障进行分析,并对其运行参数进行记录。

虽然国外所生产的塔机质量相对较高,且具有良好建筑施工安全管理作用,但是其价格也是相对较为昂贵,在我国当前的建筑市场中无法进行全面的普及。

二、基于BIM技术的大型钢结构建筑施工安全风险分析

随着经济的发展与社会的进步,大型工程建筑群体变得越来越多,特别是一些大型水电施工项目,其中的塔机起重设备以及基于BIM技术的大型钢结构建筑设备

也都得到了全面的发展。在建筑施工要求以及施工强度的限制下,单台起重设备的实际覆盖范围是有限的,其覆盖范围早已无法再满足当前工程建设中额定一些垂直及水平运输的基本需求。为切实提升施工建设效率,做好起重设备的全方位覆盖,当前的起重设备都是以群塔的形式或是塔式施工机械群的形式出现,多台起重设备或是多台塔机协同交叉作业的现象早已变得相对较为普遍。但是在其交叉作业的过程中,由于其作业区域的重合。使得各个起重设备之间存在一定的制约,进而导致在对大型钢结构建筑进行施工的过程中,起重设备会经常性的出现碰撞事故,从而使得当前的大型钢结构建筑施工安全无法得到全面的保障。

(一) 人为因素导致施工设备出现碰撞

人为因素是当前施工安全风险管理的重点管理对象之一,同时施工人员也是当前建筑施工中最为活跃的因素,但是也是极为不稳定的因素。各类起重设备都是需要人工来进行操作,所以导致大型起重设备出现碰撞风险的首要参考因素就是人为因素。

大型塔机或是群塔在运行的过程中,对操作人员的业务水平、关注能力以及判断能力都有着相对较高的要求与标准,这种综合能力需要操作人员在长时间的工作中进行慢慢的积累并沉淀。但是在大型钢结构建筑施工现场的工作人员,其自身的综合素质水平参差不齐,一些特种作业人员的综合素质水平相对较低,存在上班注意力不集中、打瞌睡、玩手机、操作水平低等问题,这对当前大型塔机施工机械群或是群塔的运行安全造成了严重的威胁,同时也是诱发起重设备发展碰撞的主要原因^[2]。

因为大型塔机施工机械群或是群塔的施工覆盖范围相对较广,所以需要多人对其进行协同操作,而当对一些作业交叉区域进行施工时,其操作误差值将会变大,进而对其施工造成一定的威胁。在操作过程中,一般都是以指挥人员以及数据屏操作人员为主,起重设备上的操作人员由于距离地面相对较远,对于信号的接收存在一定的延迟,特别容易导致其操作误判,从而导致起重设备出现碰撞风险。

人为因素是不能进行主观改变或是对其进行完全解决,所以在对大型钢结构建筑项目进行施工的过程中,其碰撞风险是无法被完全消除的。所以,需要当前额管理人员切实做好施工安全管理,同时运用好防碰撞系统,对碰撞事故进行预防与规避,以此来有效的提升建筑施工安全。

(二) 电器故障等因素导致施工设备出现风险

当门塔机在交叉作业区域进行施工的过程中,倘若突然遭遇电气故障,也会在一定程度上引发机械碰撞,从而对施工安全产生影响。大型门塔式施工机械群或是群塔在施工作业的过程中,会使用功率相对较高的设备

来作为其能源支持，其设备在高速运转的过程中，特别容易出现电压波动，进而导致电压突然偏低，同时，由于施工现场的供电质量相对较低，也会导致其供电电压下降，进而使得设备接触器无法正常贴合，导致大型施工设备丧失紧急制动功能。例如，变频器以及PLC等设备都会因为此故障无法正常运行。从而导致起重设备的限位功能失真，造成施工事故。或是在其设备上，原本就存有一些质量相对较低的电器元件，在设备超负荷的工作下，其自身质量无法承受，从而导致其功能失效。

（三）外部环境因素导致施工出行风险

在对大型钢结构建筑项目进行施工的过程中，其外部环境的气候因素具有很高的不确定性，同时其气候环境也是影响大型塔机施工机械群以及群塔等起重设备施工安全的主要因素之一。起重设备的高程相对较高，特别容易受到施工环境中的狂风、冰冻、大雾等极端天气的影响，为其施工埋下一定的安全隐患。例如大雾天气对于操作人员的视力会产生一定的阻碍，影响其正确的判断，而大风天气会导致起重设备自身不受控制，从而引发碰撞，对建筑施工安全管理工作造成不良的影响。因此，针对气候环境因素的不可抗力，管理人员需要在风险来临之前，切实做好防范，例如当施工现场出现6级以上大风时，其群塔需要停止作业，当其风力达到每秒20米时，需要停止一切吊装作业，所有起重设备的机械臂都需要摆至顺风位，门塔式设备的吊钩上不得悬挂重物^[3]。

除此之外，建筑施工现场环境也会对其施工安全产生一定的影响，一些施工需要将大型门塔式施工机械群安装在公路、铁路以及其他建筑物的附近，从而导致其施工环境相对较为复杂，一些信号塔以及电线等障碍物会对其起重设备的正常运行造成一定的阻碍。因此在对其位置进行选择的过程中，施工设计人员需要对施工现场进行实勘，以此来对其布置位置进行优化设计。

三、基于BIM技术的大型钢结构建筑施工安全管理分析

（一）构建施工防碰撞系统

1. 防碰撞系统功能

施工防碰撞系统的功能可以将其分为5方面来进行阐述，分别为远程监视功能、倾斜监控功能、防碰撞功能、安全防护功能以及状态测试、记录功能。

第一，远程监视功能可以帮助施工安全管理人员远程对当前塔机的运行状态进行不间断的监控，切实满足大型塔机的远程管理需要。

第二，倾斜监控功能。施工安全管理人员可以借助测量仪器来对塔机的倾斜程度进行分析，以此来确定塔机的实际安全状态，若是塔机的倾斜程度到达临近数值时，其系统会对其给予报警，以此来提示塔机操作人员慎重操作。

第三，防碰撞功能。施工安全管理人员可以对塔机的幅度位置以及高度位置等部位进行实时检测，使得同一施工环境下的塔机组成无线监控网络，从而将每一个塔机的运行状态在不同的塔机之间进行传递，使得每一个塔机都可以根据传输的数据来进行防碰撞计算，以此

来对其运行的距离以及高度进行预警。

第四，安全防护功能。施工安全管理人员可以在施工现场设置20个不同的保护区域，每个区域中可以设置12个控制点，以此来对施工现场的高压线等特点区域进行有效保护。

第五，状态测试、记录功能。施工安全管理人员可以借助该项功能对塔机的运行数据进行记录与测试，并将其数据传输到智能终端之中，以此来对其安全性能进行翔实的分析。

2. 防碰撞系统特点及性能

防碰撞系统使用了分布式算法，其所有的数据更改以及参数变化都可以在监控室中进行完成，同时监控室可以对每一个塔机的实际运转情况进行监控，并对其运行中所出现的故障进行第一时间的发现。在对其进行安装的过程中，其不仅拆卸方便，且安装流程对当前的塔机作业操作影响相对较小。

下表为防碰撞系统性能指标表。

表1 防碰撞系统性能指标表

编号	类型	名称	指标
1	回转及变幅角传感器	量程	0-360°
		分辨率	<0.18°
2	行程传感器	量程	0-80m
		分辨率	<0.05m
3	悬挂高度传感器	量程	0-300m
		分辨率	<0.05m
4	悬挂重量传感器	量程	2-80t
		分辨率	<50kg
5	风速传感器	量程	0.40m/s
		分辨率	0.01m/s

其工作运行参数为：电源AC220V±10%，工作温度为-20至60摄氏度，工作湿度为0-95%^[4]。

3. 防碰撞系统应用

第一，塔臂区域保护。施工安全管理人员可以借助防碰撞系统对塔臂进行一定的限制，使其不得进入一些特定的区域，从而防止其与其他塔臂发生一定的碰撞，其示意图如下所示。

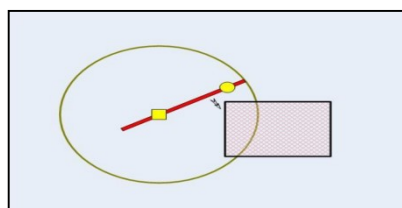


图1 塔臂区域保护示意图

第二，将其倾角传感器安置在回转平台之上，可以使其随着大臂进行转动，从而对其大臂下方的塔机倾斜角度进行监控，当前塔机倾斜度高于千分之四时进行报警，以此来防止其塔机倾斜过大从而出现倾覆风险。

第三，门塔式施工机械群是借助无线监控网络来进行互联互通的，之后通过对其数据进行分析，以此来实现设备的预警及保护，当塔机的塔臂进入交叉区域后，

系统就会生成不同颜色光以及图像，来对操作人员进行不同程度的示警。

(二) 构建远程监控系统

1. 远程监控系统概述

远程监控系统是当前施工安全管理人员进行安全管理的重要手段之一，其可以对同一施工环境下的多台塔机进行实时监控，并对其运行状态进行掌握。施工区域内的所有建筑设备的运行状态以及视频监控数据都会经由网络，传输至管理中心，并由管理中心来对起重设备的运行状态进行监控，下图为远程监控系统结构示意图。



图2 远程监控系统结构示意图

2. 远程监控系统与设备安全管理结合

为了切实提升当前大型钢结构施工安全性，施工安全管理人员可以将远程监控系统与设备安全管理相结合。远程监控系统可以对施工安全生产流程以及施工现场作业进行实时监控，远程监控系统是加强施工安全性的重要措施，没有有关部门的许可，其监控信息不能外泄。同时，设备管理部门需要对其监控技术进行审核，并对其监控系统的使用情况进行实时的监督。安全管理部门需要定期的对起重设备进行检查，对最大危险源进行巡视，对不安装监控设备的下属职能部门进行处罚。

3. 远程监控系统的安装应用

在对远程监控系统进行安装的过程中，其安装人员的年龄要高于18周岁，且可以适应高空作业，身体健康无高血压，在上塔机进行作业之前，接受过专业培训，下表为远程监控系统参数落实表。

表2 安装前系统参数落实表

编号	配件	参数
1	高度传感器	传动比
2	幅度传感器	传动比
3	内部齿轮及回转传感器	齿数
4	回转齿轮	模数

施工人员需要对其铁板支架进行安装，铁板支架的作用是将摄像头与配电箱进行组合，方便其在塔机上的固定，在安装过程中，需要按照设计图纸进行安装，将摄像头进行架好后，对配电箱进行固定，同时需要注意好安装方向，以此来便于对其进行检修。

在对其分点设备进行点对点传输时，施工人员需要对其两个分点进行正面安装，其传输距离约为2km左右，但是在实际的安装中，仍需对施工的实际情况进行分析，下图为点对点传输示意图。



图3 点对点传输示意图

四、施工安全管理效益分析

(一) 经济效益

在工程建设实践过程中，人们对防碰撞系统以及远程监控系统进行过应用，应用结果显示，该系统切实提升了当前起重设备的施工安全，对其建筑施工进行了全面的安全防护，最大限度的提升了建筑施工起重设备的生产效率，为建筑施工单位带来了极大的经济效益。在实际的工程建设中，管理人员将该系统应用到了安全管理工作中，并借助该系统减少了2.5月的施工时间，同时为建筑单位节约了210万元，其所构建的远程管理平台，帮助其节约了20余万元的差旅费用。

(二) 社会效益

在防碰撞系统以及远程监控系统的成功应用下，当前的大型钢结构建筑施工的安全性得到了极大的提升，特种设备管理工作已经迈向自动化以及标准化，切实提高了特种设备的安全监管力度，为同类型的钢结构建筑施工提供翔实的参考，具有极高的社会效益^[5]。

结论

综上所述，随着我国建筑行业的不断发展与完善，建筑起重设备的使用数量得到全面提升，但是对其进行使用的过程中，其安全事故频发，使得当前的建筑施工项目受到严重的影响。因此，需要管理人员切实做好施工安全管理，并充分的应用好防碰撞及远程监控系统，为当前的建筑工程安全管理工作保驾护航。

参考文献

[1] 贾表庆, 汪兴文, 顾磊. 基于BIM技术的大型钢结构建筑智能建造关键技术应用分析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022, (06): 114-116.

[2] 付杰, 宋敏, 郭祥军. 基于BIM技术的大型钢结构蒙古包及其外幕墙快速安装施工技术[C]. 《施工技术》杂志社、亚太建设科技信息研究院有限公司. 2021年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(上册). 《施工技术》杂志社、亚太建设科技信息研究院有限公司: 施工技术编辑部, 2021: 383-386.

[3] 刘军涛, 孟鑫桐, 张立佳. BIM技术在大型钢结构建筑施工安全管理中的应用[J]. 建筑技术, 2021, 52(06): 679-683.

[4] 杨海滨, 刘占省, 刘军涛. 基于BIM技术的大型钢结构建筑智能建造关键技术的应用[J]. 建筑技术, 2021, 52(06): 675-678.

[5] 姚开成, 陈军民, 张桂美. BIM模拟大型群体装配式钢结构住宅建筑装配施工技术[J]. 城市住宅, 2019, 26(08): 67-70.

作者简介: 孙祯祥(1988-), 男, 汉, 湖南省邵阳市, 工程师, 研究生, 主要研究方向: 施工技术管理。