

# 建筑施工现场可视化管理与研究

刘淋杰\*

陕西建工集团股份有限公司, 陕西 712000

**摘要:** 建筑工程施工涉及的专业项目众多, 尤其是现在工程规模越来越大, 现场施工更是复杂, 很容易受到内外部各种因素的影响, 出现质量以及安全问题。为提高工程建设综合效果, 就需要结合建筑施工特点, 积极采取有效的措施手段进行控制管理。例如对工程施工现场做可视化, 执行动态控制, 以设计方案为依据, 对各项要素做到统筹兼顾, 及时发现并消除存在的隐患, 争取做到从根源上解决问题, 这对保证施工质量与安全具有重大意义。

**关键词:** 建筑工程; 施工现场; 可视化

## 一、前言

对建筑施工现场进行可视化, 可以进一步实现施工现场布局、材料设备应用以及施工结构优化等方面的有效管理, 第一时间了解并掌握繁杂的现场内容, 并及时根据所获信息作出调整, 确保每道工序、每个环节均能够按照设计进行, 保证施工结果与规划预期一致。可视化在建筑施工现场管理中的应用意义重大, 以全新的理念和技术作为支持, 来推动工程施工活动的有序进行, 排除各类因素带来的不利影响。

## 二、施工可视化

### (一) 可视化

可视化是现代化管理的一种手段, 以信息技术与计算机技术作为支持, 来实现对整个施工现场的动态化监控, 确保第一时间掌握施工信息, 为工程施工的灵活管理提供保障。对于建筑工程来讲, 其施工过程十分复杂, 涉及的内容众多, 整个现场的管理难度非常大, 任何一个环节兼顾不到位均有可能出现质量以及安全问题, 影响工程的正常建设<sup>[1]</sup>。对建筑施工现场执行可视化, 即通过对现场安装摄像头来收集各项实时数据, 并及时将视频信息上传到电脑终端, 然后利用视频编码器来讲视频转变为视频信息的形式, 最终传输给控制中心, 由管理人员来综合各项要素对工程施工现场做有针对性的管理, 从根源上来杜绝各类问题的发生。

### (二) 4D管理

4D管理理念早已被提出, 且现在逐渐被应用到多个领域的建筑施工中, 进一步提高了管理综合水平。4D监控管理系统的建立, 可以实现对施工现场成本、材料、进度以及质量等多个方面的同时管理, 为管理人员提供完整真实的施工现场, 便于做到可视化、动态化管理<sup>[2]</sup>。并且, 在管理系统的支持下, 通过对工程施工数据的收集分析, 还可以为后续的相似工程的建设提供管理依据, 减少常见问题的发生, 提高工程管理整体效果。

## 三、建筑施工现场可视化目标

鉴于建筑工程施工过程的复杂性与综合性特点, 对其施工现场开展可视化, 通过实时监控来收集获取各项信息数据, 第一时间掌握施工实际情况, 这对提高工程施工综合效果具有重要意义。可以将可视化系统看作为一项综合技术, 其囊括了工程数据库、虚拟现实技术以及4D技术, 通过构建4D信息模型, 可以实现建筑施工现场材料、场地布局、人力等方面的动态化、可视化<sup>[3]</sup>。

4D信息模型的构建以及应用, 是建筑3D模型与施工进度的有效联合, 进一步满足工程不同部门之间的信息共享, 为相关管理工作的开展提供数据支持, 可以通过可视化方法对自身负责管理项目进行动态监控, 并结合施工状态做出灵活调整, 以确保更及时的来应对各种问题, 提高管理的高效性, 将施工风险降到最低。

## 四、建筑施工现场可视化实现途径

### (一) BIM技术

\*通讯作者: 刘淋杰, 1985年1月, 男, 汉族, 湖南长沙人, 现就职于陕西建工集团股份有限公司, 工程师, 本科。研究方向: 建筑工程。

BIM即建筑信息模型,可以将其简单地看作为智能化建筑的3D模型,具有可视化、模拟性、协调性以及优化性特点,可以将建筑工程不同阶段的数据、信息以及资源全部连接在一起,实现对工程对象的完整描述,不同专业之间可以真正做到信息共享,提高施工作业协调性,能够很大程度上减少交叉施工的矛盾,确保工程施工的高效性。以三维数字设计以及工程软件为支持,构建可视化柱子建筑模型,作为建筑、结构、开放商、设计工程师以及用户等不同环节人员分析模拟的平台,实现相互之间的高效化沟通和协作,满足工程高质量管理基本要求<sup>[4]</sup>。

BIM固有的一个特性就是可视化,可以通过统一的平台来掌握工程施工的整个过程,所有数据的收集分析更加简单,并且不仅仅可以将各项数据用于汇报和展示,更为关键的是所有专业均能够做到信息共享,设计、施工、运营之间存在的矛盾与问题能够第一时间解决,针对任何问题的沟通、讨论、决策均是在可视化状态下进行,最大程度上来避免施工问题的发生。BIM可实现三维动态可视化设计,将工程以三维立体的形式展示给人们,便于管理人员能够以更加直观的方式来确认工程施工情况。例如不同设备管线之间的设计,可视化状态下就能够从根源上来避免不同专业之间的碰撞,为各专业之间的配合与协调提供了可靠保障。在BIM技术下,除了设计图纸以外,还可以综合判断存在的“错、漏、缺”问题,全面掌握施工现场具体情况,便于整体管理工作的调整与优化。

在技术水平不断提高的背景下,可以将BIM构建的建筑及施工现场3D模型与施工进度、现场布局以及资源分配等项目相联系,实现施工过程动态化、集成化以及可视化的4D施工管理。建立施工现场4D信息管理系统,对施工过程中涉及的项目进行综合管理,针对进度、人力、材料、设备、成本以及场地布局等实现集成化和动态化管理,为工程高质量建筑提供保障<sup>[5]</sup>。

## (二) 4D-CAD技术

4D-CAD是将建筑工程3D模型作为基础,联合进度为时间因素,形象地展示出工程施工进展,实现建筑施工过程动态模拟以及自动优化管理。现代化建筑越来越复杂,整个施工过程需要多个部门之间的通力协作,面对不同领域和时间跨度产生的数据信息进行收集和处理,可想而知整个工作执行的难度,并不能够一步就实现建筑信息模型的构建。可以将4D信息模型看作为一个子信息模型,即基于4D模型综合施工过程信息、施工资源信息以及其他相关信息进一步扩展所得的模型。

从时间维度分析,建筑4D信息模型与时变结构计算具有共通性,相互之间能够形成良好的数据互通性,并且3D结构模型可以通过4D系统三维模型导出生成。以建筑钢筋混凝土结构施工为例,4D模型可以对柱、墙、梁、板所有结构构件以及支撑体系做动态化展示,包括确认不同结构在施工过程中不同时间节点的状态,这就能够为现场管理提供真实可靠的依据。4D信息模型还包括了工程相关信息,例如结构形式、材料、荷载、施工资源以及质量安全等,为管理人员提供了更加全面充分的数据资料,使得施工现场管理更加简单<sup>[6]</sup>。随着工程施工进度的不断变化,4D信息模型也会产生相应变化,其可以自动生成时变结构的计算模型,对结构受力情况以及动态变化进行科学计算,以及能够对施工阶段结构的安全性以及可靠性进行评价,全面掌握各结构施工动态情况。

为实现建筑工程施工现场可视化管理,便可以基于BIM与4D-CAD技术的特点,将两者进行结合,研究基于IFC标准的4D模型理论,建立3D几何模型与时间以及工程信息的集成机制。基于IFC标准的4D施工管理扩展模型4DSMM++,便可做到3D信息模型与进度的双向链接。4DSMM++将工程施工进度、人力、成本、材料、机械以及场地等众多资源集合在一起,实现多维信息的集成与管理。另外,构建基于IFC标准的建筑工程4D施工系统,便能够实现网络环境下施工进度、资源以及现场的动态化管理,满足工程全面可视化管理的根本要求<sup>[7]</sup>。

## 五、建筑施工现场 4D 可视化管理

### (一) 时变结构安全分析

时变结构分析对象即工程设计阶段到施工阶段全过程的信息交换与共享,而基于4D信息模型的可视化管理,即可以对建筑施工阶段时变结构的安全分析做4D可视化动态模拟,同时做到结构安全分析与施工安全管理。以4D信息模型作为支持,获取安全分析所需的建筑施工相关信息,然后与设计规范荷载取值、随机模拟以及时变结构分析,来自形成结构分析计算模型、抗力随机过程以及荷载随机过程,完成该时点结构安全性能指标的计算。以建筑工程各构件为对象,对其安全性能指标进行模糊分析,综合后便可获得工程整体结构的安全性能评价。如果可以获取结构或布局构件的实测安全信息,便能够与动态预测以及评价模型进行综合分析,对结构安全性指标预测值作出相应调整,提高结构安全性能评价结果的可靠性<sup>[8]</sup>。图1为施工阶段建筑结构安全分析内容与逻辑关系。

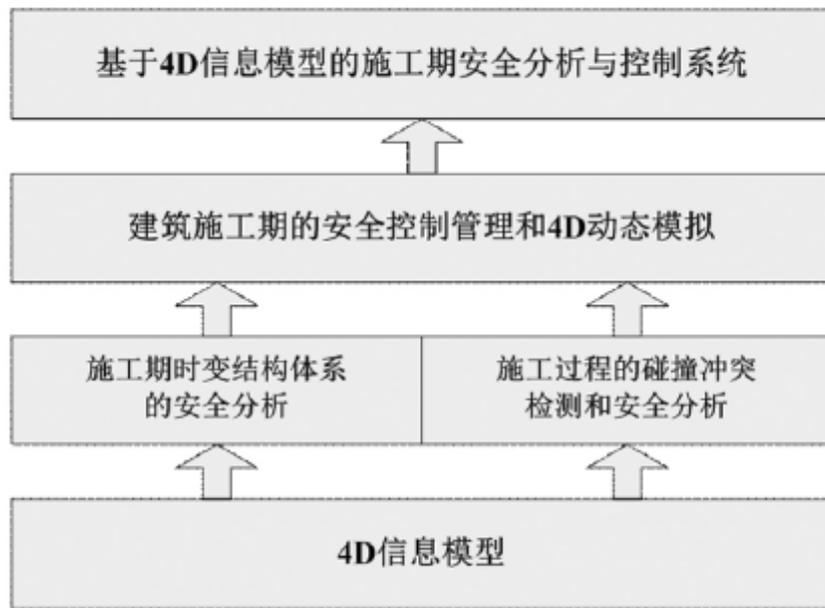


图1 施工阶段建筑结构安全分析内容与逻辑关系

(二) 3D布局施工现场

对工程施工现场进行3D布局,需要将工程施工计划与工期设计作为依据,综合多方要素来对现场空间以及资源安排进行布局规划,保证施工作业得以有序进行,做到高效化与安全化施工。建筑工程现场布局规划比较复杂,需要兼顾众多内容,除了设备以及设施的空间与平面布局外,还包括库房、运输道路以及水电路线等内容,全部需要进行科学规划,为文明施工和安全施工创造有利条件。利用4D可视化管理系统中3D模拟库等管理手段,来对现场存在的各要素进行综合安排,实现施工现场科学布局,同时兼顾工期计划,随时调整现场布局,确保资源以及空间布局的科学性,为可视化管理提供保障。

(三) 联合施工进度管理

为实现建筑施工现场的4D可视化管理,前提是要建立工程4D实体模型,由此就需要将3D模型与施工进度进行有效的结合,实现现场进度、布局规划、资源分配等方面的综合分析,确定施工资源空间、时间以及数量之间存在的联系和规律,判断不同因素对工程施工可能带来的影响,为4D模型建立提供支持。在将3D模型与施工进度进行融合时,前提是要确认现场布局与施工进度在空间和时间上能够保持一致,对每个时点的施工现场情况进行动态模拟,这样即便是工程进度发生变化,也能够通过模型对各阶段、各专业的实际施工状态进行确认,以便于在影响最小的情况下,对现场材料、人才以及设备等资源来作出最为科学的调整。工作人员可以在管理过程中获取到及时、完整的数据信息,保证每一项决策制定的科学性与可行性,推动工程施工活动的有序进行。

(四) 4D信息模型构建

以设计图纸为依据,完成建筑工程的3D模型构建,然后按照WBS划分以及施工方案对3D模型做进一步的施工段划分,并给每段施工环节附加属性,完成3D工程构件模型的建立。然后在将获得的3D构件模型与工程施工进度计划做链接,获得4D信息模型。建筑工程4D信息模型包括了施工现场资源、结构以及施工等方面的信息,可为施工阶段的结构安全分析提供数据支持,便于实现建筑工程施工现场的可视化管理。

(五) 施工阶段结构安全分析

就建筑工程结构类型、施工荷载以及材料性质等内容做不同时间段施工进度变化的时变分析,建立施工阶段建筑工程结构的分析模型。同时还需要基于实际施工行为,对工程构件做力学分析、性能验算以及安全性识别,明确构件安全指标和评价体系,完成施工阶段工程结构的安全分析。对工程施工供需情况进行确认,并满足施工过程动态跟踪管理的基本要求,第一时间确认结构变形、应力数值等变化,为安全施工与高效施工提供保证。

(六) 施工资源管理

利用4D信息模型来对建筑施工现场各项资源进行管理,可以通过两个方面来实现:一是工程设备资源库,即利用该管理系统来对施工设备材料等资源做动态化管理,前提必须管理人员对涉及的所有设备种类以及数量进行完全登记和分类,然后将各类数据以参数化实体的形式输入到电脑内,建立相应的数据库。然后对施工所应用的设备做专门类别的提取,以参数化的形式呈现出来,提高资源管理综合效率。并且,可以通过机械模式来描述3D机械实体,促使虚拟施工方案与虚拟结构之间有效结合,为实际设备管理决策方案的制定提供依据,提高管理方案的科学性与可行性。二是工程资金查询、计算以及分析,即管理人员通过4D信息管理模型对对工程施工现场和后台数据库内的资源数据进行分类统计和比对,确认资源实际应用情况。而且系统可以根据定额库提前设定的预置线来对实际应用数据进行比对分析,将结果提交给管理人员,以便于能够及时对不合理的部分作出调整,切实满足工程施工要求。

#### (七) 物理碰撞与冲突管理

现代化建筑工程基础功能越来越完善,结构设计也更为复杂,施工过程中往往存在大量不同专业之间的交叉施工,如果前期设计不合理或者现场管理不到位,均有可能出现物理上的碰撞与冲突,不仅增大施工难度,还会延误工期,产生更多经济损失。为排除施工过程中的物理碰撞与冲突问题,便可以通过4D信息模型来对施工现场做可视化管理,建立时空关系模型,有目的性的对施工操作、资源调配以及设施布置等内容进行协调管理。对施工过程做可视化动态模拟,包括不同专业项目之间的碰撞检测、冲突分析等,及时就存在的隐患来进行专业间的沟通协商,结合实际条件作出设计上的更改,消除相互之间的冲突,确保工程可以在规定工期内完成施工内容。

#### (八) 安全管理控制

安全管理也是建筑工程施工现场管理的重要内容,对实现安全施工意义重大。面对每年众多的施工安全事故,必须针对安全管理来采取积极有效的措施,以高新技术作为支持,来预测和评估可能会出现的安全事故,提前做好预防,消除导致事故发生的各类隐患,提高工程施工安全性。在针对建筑施工现场执行可视化管理时,就需要将安全分析、控制以及施工安全管理集成一体,建立安全识别分析与控制管理局侧集成机制,对施工阶段各环节和时间段进行可靠的安全管理与控制。以4D信息模型作为支持,对工程施工过程进行动态模拟,综合现场各类数据信息,来对施工作业以及对应的安全措施以及安全事故进行预演,并根据预演结果来对安全管理方案进行必选以及调整,确保管理方案的可行性。并且,在4D模拟过程中,还可以根据指定时点的施工状态自动导出结构安全分析数据,通过数据接口导入到结构分析系统内,对该时点结构安全性进行分析。将分析获得的应力以及变值,判断该时点结构安全性能指标,用于安全分析和预测,满足施工阶段安全管理要求。

### 六、结语

实现建筑工程施工现场可视化管理,便可以全年掌握施工全过程不同时段的实际状态,对施工活动进行动态化、可视化管理,对于收集获取的各类信息数据,经过分析后作为管理人员各项决策制定的重要依据,通过对管理方案的灵活调整,来更及时的应对各种问题,不仅可以提高管理效率,还能够保证安全施工与高效施工。

#### 参考文献:

- [1]陈林博.BIM-GIS技术在建筑施工管理可视化中的应用[J].建筑技术开发,2019,46(18):58-59.
- [2]董家赫,李丹阳.建筑施工现场的4D可视化管理探讨[J].住宅与房地产,2017(29):119.
- [3]胡文发,宋玉茹,何新华.基于BIM和供应链集成的大型建筑安装工程可视化管理系统[J].建筑经济,2017,38(06):96-101.
- [4]郭玉莹,刘全.基于KanBIM的施工现场可视化管理研究[J].项目管理技术,2016,14(12):74-79.
- [5]穆新盈,朱立军.BIM-GIS技术在建筑施工管理可视化中的应用[J].江西建材,2016(22):257+262.
- [6]唐文意.建筑施工现场可视化管理与研究[J].建材与装饰,2016(48):167-168.
- [7]卫彦刚.分析建筑施工现场的4D可视化管理[J].建材与装饰,2016(33):77-78.
- [8]李浩.建筑施工现场可视化管理与研究[J].江西建材,2016(01):285.