

# 大型商业综合体局部悬挑超重钢结构连廊提升施工及BIM研究与应用

刘 顶 巴金平 刘家赫 孟 青 陈佳媛

中国建筑第七工程局有限公司 河南郑州 450004

**【摘要】**在硅谷小镇A-A地块商业中合体局部悬挑超重钢结构连廊提升施工中，针对主体钢结构作业环境复杂，连廊施工、钢结构安装重量大等问题，为提高施工品质与效率，项目团队采用超大型液压同步提升施工技术及构件预变形处理和整体吊装构件零件加固件优化技术。保证了现场施工的安全性以及施工质量，取得了客观的经济效益。同时采用BIM技术及搭建智慧工地平台，实现钢结构全生命周期应用及智能运行、精准管控和安全运维。对超重悬挑钢结构连廊施工实践中及施工数字化管理相关研究有着重要借鉴意义。

**【关键词】**局部悬挑超重钢结构连廊；超大型液压同步提升施工技术；BIM；智慧工地；钢结构全生命周期

## 概述

目前国内大型商业综合体钢结构施工较多，发展较好<sup>[1]</sup>。以及大型钢结构建筑中局部悬挑超重钢结构连廊超大型液态同步提升技术较为成熟<sup>[2-5]</sup>，但针对大型商业综合体局部悬挑超重钢结构连廊提升施工同时运用BIM管理技术将数字化管理与现场施工的实际情况结合的案例较少<sup>[6-8]</sup>。

本文阐述了本项目采用超大型液压同步提升施工技术及构件预变形处理和整体吊装构件零件加固件优化技术。保证了现场施工的安全性以及施工质量，取得了客观的经济效益。同时采用BIM技术及搭建智慧工地平台，实现钢结构全生命周期应用及智能运行、精准管控和安全运维。对超重悬挑钢结构连廊施工实践中及施工数字化管理相关研究有着重要借鉴意义。

## 1 高空局部悬挑超重钢结构连廊施工要点及难点

硅谷小镇A-A地块商业综合体位于武汉东湖高新科技开发区高新大道以南未来三路以东的未来科技城内。由4栋主楼及地下室组成，其中1#楼18层、2#楼13层（局部18层）、3#楼4层（局部13层）、4#楼8层，下设一二层地下室，总用地面积约为 28030.2m<sup>2</sup>，总建筑面积约为104357.91m<sup>2</sup>，地库建筑面积约为 37323.57m<sup>2</sup>

该工程结构复杂，钢结构施工安装重量大加工难度大，焊接难度大。钢结构、幕墙、精装修、机电、门窗、景观、绿化等多专业交叉协调难度大。主楼核心筒与外框结连接节点复杂。连廊施工复杂，安全系数风险高。

## 2 BIM策划

项目各参与方提供BIM技术支持，协助建设单位提升项目品质；组织、协调、监督本项目的BIM工作实施，提高参与方成果质量；整个项目模型搭建，整合包装、设备等成果出具优化意见；碰撞报告、净高控制、虚拟动画等应用优化设计；全场机电管线综合调整，整合设备、土建、场布模型，对设备运行空间分析确保设备运行安全；搭建维护项目管理平台实现多方数据协同，提高项目管控效率；项目塔吊模拟，施工模拟辅助现场交底，规避施工风险；基于模型 导出构建明细表辅助甲方进行工程量统计及招投标；跟踪复核施工变更，加快签证进程确保项目工期；对各参建方进行BIM及平台应用培训，共同提升项目质量。

## 3 实施目标

运用BIM技术实施实现钢构全生命周期应用，实现钢构深化设计，钢结构设计加工安装一体化施工流程。运用BIM技术实施达到多专业深化设计，实现现场安装、质量安全、安全可控。运用BIM技术实施实现钢构件材料资源精细化节约，优化物料 及现场堆场安装步骤，利用钢结构进行空间优化在进行砌体排布。

## 4 BIM技术重难点应用

### 4.1 底部架空式分配梁精确定位支撑体系

1#连廊重量达1200吨，本工程钢结构连廊跨度比较大，且高度很高，若采用常规的吊装方案，需要大量的高空作业及较大吨位的吊车，不但施工难度大，而且存在较大的质量、安全风险。为保证施工现场质量安全，可将连廊正

下方地下室顶板进行拼装，再利用“超大型液压同步提升施工技术”将其整体提升到设计标高，再进行对口处的杆件焊接，最后拆除临时措施结构。由于连廊提升作业危险系数大，连廊提升前提升路径内的外架需提前拆除；地下室顶部考虑承载问题需进行回顶，以免对原结构造成扰动；拼装时，立面上禁交叉作业，在屋面设置两台二级配电箱，电缆从一级箱引入，以保证液压泵站电压稳定。

#### 4.2 连廊拼装基础设计

根据连廊施工特点，连廊在正投影下方地下室顶板面组装完成，利用连廊正投影下方顶板对应的地下室钢筋混凝土柱作为受力点（地下室结构采用满堂架反顶支撑），安装钢支墩，钢支墩用膨胀螺栓固定在楼面上；拼装胎架分为钢支墩、胎架主梁、胎架次梁。在连廊主梁每个接点位置焊接定位板，作为连廊主钢梁拼装定位基准，同时，利用定位板使连廊主钢梁起拱。以1#连廊为例，在1#连廊正投影下方，依据连廊结构形式，胎架采用框架形式布置，根据土建混凝土柱布置支墩，胎架材料采用工字梁组成连廊拼装胎架。

#### 4.3 超长悬挑提升架设计与应用

为避开连廊底部主体结构悬挑楼板，将连廊整体提升段长度减小，不仅可以减少提升重量，而且可以保证工期。在连廊高空散拼段悬挑构件上设置提升支架，见图1。

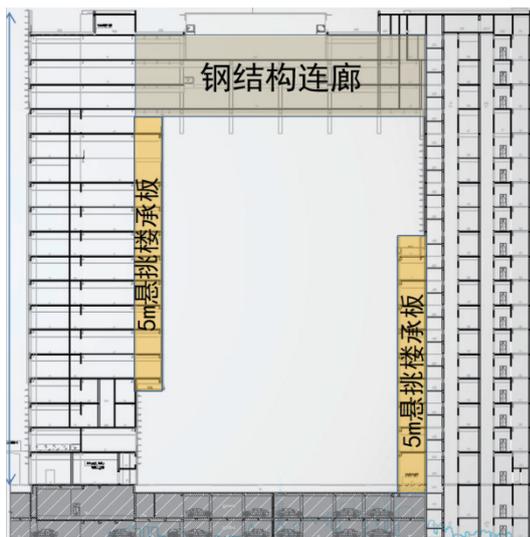


图1 建筑剖面示意图

#### 4.4 构件预变形处理技术

提升时，连廊预装段提升架最不利提升点A1端部最大下挠约31mm，此变形会影响连廊对口焊接，所以在预装段安

装时，需要对该位置的预装段进行预变形处理，保证连廊提升就位后对口精度能够满足要求。见图2。

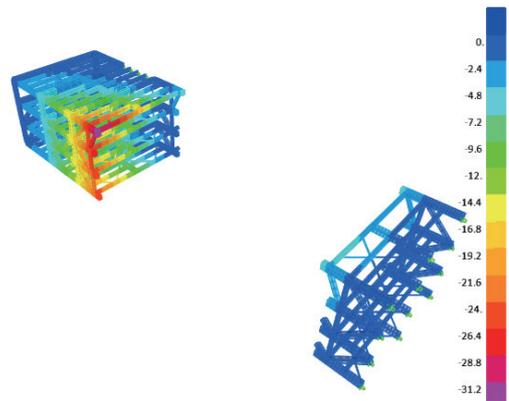


图2 构建预变形模拟示意图

#### 4.5 整体吊装构件临时加固件优化技术

采用BIM技术对施工现场钢结构与土建模型进行结合，对施工全过程进行模拟分析，有利于现场施工过程质量与安全管理。

连廊提升阶段，采用SAP2000非线性施工阶段分析对连廊提升到卸载整个过程进行模拟计算，对于钢结构杆件施工全过程中变形位移情况进行分析，以指导现场施工，见图3。

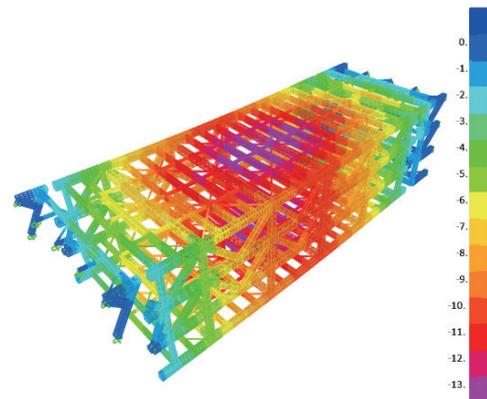


图3 整体吊装构件临时加固模拟示意图

#### 4.6 提升监测监控研究（液态提升工艺）

(1) 提升点设置：在主桁架两端设置提升点，对两端节点处安装临时杆件，进行加固。

(2) 提升牛腿设置：在连廊两侧的设置提升牛腿，在下方设置斜支撑。

(3) 桁架拼装：在地下顶板拼装，采用塔吊吊装，汽车吊辅助作业。桁架采用逐层拼装法。

(4) 整体提升：使用液压油泵将桁架进行体提升

到位;

(5) 补杆卸载: 安装斜支撑杆件, 对焊缝进行检测, 合格后对桁架进行卸载;

(6) 楼承板安装浇筑: 结构沉降稳定后, 铺设楼承板并浇筑混凝土。

#### 4.7 连廊提升器及钢绞线配置计算

根据 1#连廊各吊点提升荷载配置提升器及钢绞线, 主要配置TLJ-2000提升器, 额定提升能力为 2000KN, 该提升器额定配置12根钢绞线, 钢绞线破断拉力为 355KN。各提升点提升设备配置及安全系数计算如下表所示:提升器安全系数=(实际配置钢绞线根数/额定钢绞线根数) $\times$ 额定提升能力  
 吊点荷载钢绞线安全系数=(实际配置钢绞线根数 $\times$ 单根钢绞线破断拉力)/吊点荷载。见表1

表1 提升吊点反力及提升器配置表

| 提升吊点反力及提升器配置表 |            |       |            |         |         |      |
|---------------|------------|-------|------------|---------|---------|------|
| 吊点编号          | 吊点反力值 (KN) | 提升器配置 | 钢绞线配置      | 提升器安全系数 | 钢绞线安全系数 |      |
| 1#            | A1         | 3071  | 2*TLJ-2000 | 24      | 1.30    | 2.77 |
|               | A2         | 2545  | 2*TLJ-2000 | 24      | 1.57    | 3.35 |
|               | A3         | 2853  | 2*TLJ-2000 | 24      | 1.40    | 2.99 |
|               | A4         | 3042  | 2*TLJ-2000 | 24      | 1.31    | 2.80 |

### 5 创新亮点

#### 5.1 搭建智慧工地平台

通过搭建数字化智慧建造平台, 项目各参与方通过此平台进行项目协调, 利用平台进行项目的技术、质量、安全、物料等智能化管理同时结合数字化技术, 提高项目协同管理效。通过大数据管理进行塔式起重机安全备案管理、塔基和附着设计与施工、塔式起重机运行全过程监控记录、塔式起重机安装拆除过程防倾覆控制、群塔防碰撞的监控系统, 目的是帮助施工项目成为安全生产、文明施工的信息化管理工程。对于硅谷小镇项目各专业交叉作业协调难度大以及建设管理系列要求, 对施工现场质量、进

度、安全、成本等功能进行全面开发, 实现项目的全周期管理。

### 6 结束语

本文以硅谷小镇A-A地块商业综合体局部悬挑超重钢结构连廊提升专项工程为对象, 阐述钢结构连廊提升的重难点。并就施工管理过程中BIM技术的过程及方法进行了详细描述。丰富了相关悬挑超重钢结构连廊施工工艺的研究, 打通了设计界面实现数据互通, 利用BIM模型整合所有设计成果, 使设计人员与施工人员极大的优化了工作成果。

### 参考文献:

- [1] 缪承功. 钢结构建筑在土建方向中的应用与发展前景分析[J]. 工程技术与管理, 2024, 8(4).
- [2] 肖亚明. 我国钢结构建筑的发展现状及前景[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2003(01): 111-116
- [3] 罗衡, 牡丹, 张志伟, 等. 超宽双连廊连体结构整体提升施工技术[J]. 安装, 2020(5): 56-58.
- [4] 余洋, 朱鑫昱, 黄军. 钢结构网架整体液压提升施工技术[J]. 城市建设理应力/MPa 论研究(电子版), 2015, 5(36): 640-641.
- [5] 吴南, 刘晓斌, 朱家勇, 等. 光谷之星钢连廊提升设备选型及提升平台设计[J]. 建筑机械化, 2019, 40(1): 47-50.
- [6] 曹吉昌, 王佳仪, 陈明琪. 基于 BIM+GIS+IoT技术的智慧工地系统 关键技术研究及应用[J]. 建设科技, 2020(增刊1): 74-77.
- [7] 芦东, 李贝娜. 基于 BIM 技术的施工项目信息化管理应用——以北京三建公司赛迪科技园科研楼建设项目为例[J]. 中国建设信息化, 2020(02): 48-53.
- [8] 闫飞, 李茂省, 于凤仙, 等. BIM技术在钢结构工程施工中的应用探讨[J]. 工程建设与设计, 2024(08): 88-90

### 作者简介:

刘顶(1989.11—), 男, 汉, 河南民权, 学历大学本科, 现有职称: 中级工程师, 研究方向: 主要从事安全管理。