

大型商业综合体局部悬挑超重钢结构连廊提升施工研究与应用

刘 顶 巴金平 刘家赫 孟 青 刘学胜

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，项目团队采用分段吊装施工方法，结合超大型液压同步提升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。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提升；钢结构连廊；超大型液压同步提升

1 概述

目前国内大型商业综合体钢结构施工较多，发展较好^[1]。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^[2-5]，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数字化管理与现场施工的实际情况结合的案例较少^[6-8]。

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。同时采用数字化管理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。

2 项目简介

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 28030.2m²，总建筑面积约为104357.91m²，地库建筑面积约为 37323.57m²，见图1。

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。

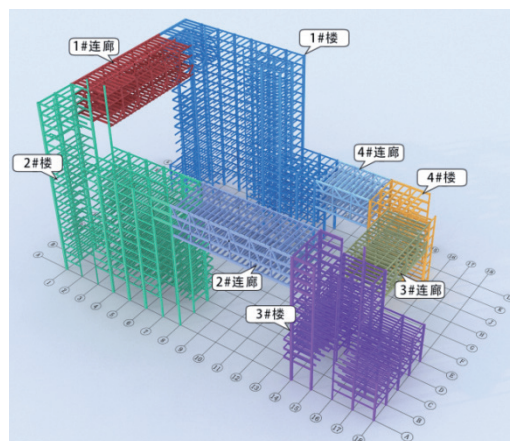


图1 钢结构模型示意图

3 高空局部悬挑超重钢结构连廊施工要点及难点

3.1 钢结构连廊在地下室顶板上拼装

1#连廊重量达1230吨。首层楼面荷载不足，拼装过程稍有不慎可能会导致首层楼板开裂。

此外，钢连廊待提升段在地下室顶板上拼装过程中应保证拼装精度。每个提升点应上下垂直、保持在一条竖直线上，防止提升过程中出现摆动。

3.2 钢结构连廊底部悬挑板避让措施

1#连廊正投影下方两侧主体结构有外挑约5m的钢结构楼层板，按照总体施工部署该悬挑构件需随主体结构正常施工。连廊垂直提升的路径上有5m长的结构悬挑板的障碍无法避让，造成提升困难。

3.3 顶部提升支架各吊点位置承载能力不一致

顶部提升支架各吊点位置承载能力不一致，提升过程

中A1点最大下挠约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。

3.4 构件自重大、整体提升过程中变形大

提升时，连廊处于非正常工作状态，与结构设计受力不一致。需考虑冲击荷载作用下，结构变形状况。合理采取结构加强措施。构件接口多，变形过大会导致接口处螺栓孔对接时偏差大，无法全部对齐等现象。

4 研究成果

4.1 研究目标

创新研制出为达到精确定位的要求，研制新型的架空式分配梁精确定位支撑装置；

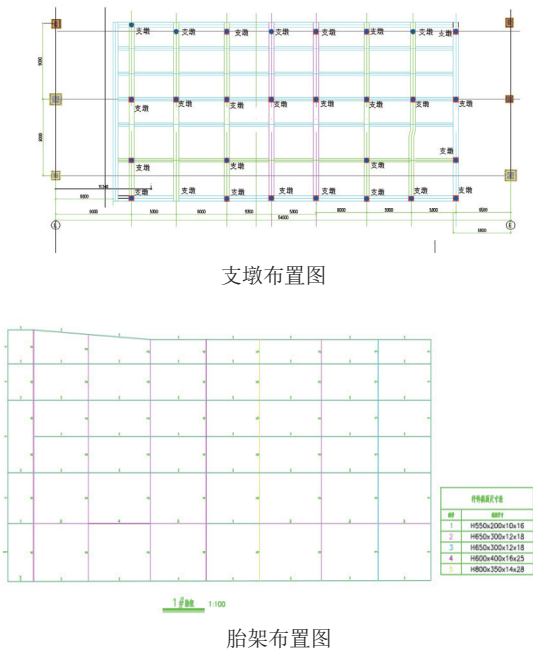
在连廊高空散拼段悬挑构件上设置提升支架；在预装段安装时，需要对该位置的预装段进行预变形处理，保证连廊提升就位后对口精度能够满足要求；

整体吊装构件临时加固件优化设计技术；连廊提升阶段，采用有限元软件对连廊提升、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。

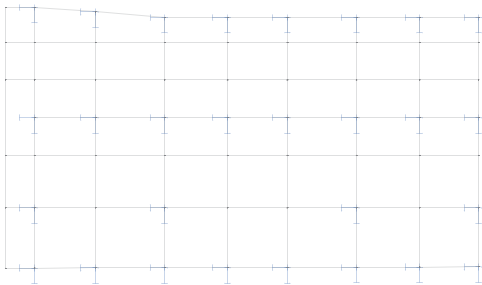
5 研究成果应用

5.1 连廊拼装胎架布置

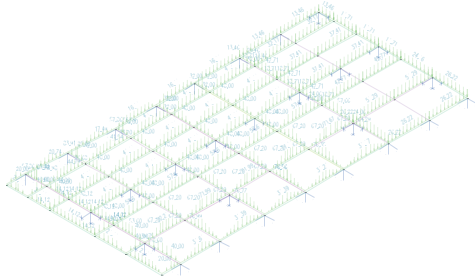
连廊正投影下方，依据连廊结构形式，胎架采用框架形式布置，根据土建混凝土柱布置若干个支墩，胎架材料采用H650x300x12x18、H550x200x10x16、H600x400x16x25



、H800x350x14x28四种工字梁组成连廊拼装胎架并进行胎架受力模拟，布设如下图：



模拟计算结果



荷载分布图

5.2 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）×额定提升能力

钢绞线安全系数=（实际配置钢绞线根数×单根钢绞线破断拉力）/吊点荷载

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

根据《重型结构和设备液压整体提升技术规范》GB51162-2016相关规定：提升器安全系数最小为1.30>1.25，钢绞线安全系数最小为2.77>2.0，所以提升器及钢绞线配置满足规范要求。

6 创新亮点-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。



(a) 智慧工地平台示意图



(b) 塔式起重机管理平台示意图

7 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。就施工管理过程通过对以上问题的研究,优化方案设计,减少不必要的支撑体系,节省施工成本。研制出精确定位架空式分配梁支撑体系,提高安装效率、提高安装精度。研制出超长悬挑型提升支架,解决构件不均匀承载能力条件下的施工难题。通过采用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,对变形全过程监测,提高施工过程中质量水平。提高我公司在超大型钢结构连廊整体提升中的经验,掌握施工复杂钢结构工程施工的核心技术,创新发展出成套的技术流程。培养一批专业的钢结构技术人才,提高公司在钢结构工程领域的施工水平。

参考文献:

- [1] 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.
- [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.

作者简介:

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