

# 大跨度钢连廊幕墙一体化整体提升施工技术

赵泽民 毕鉴臣 许森宏

中建海峡建设发展有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i6.10954

[摘要] 介绍钢结构和幕墙一体化施工的关键工序和其采用整体提升施工方法的技术要点。

[关键词] 大跨度; 钢连廊; 幕墙一体化; 整体提升

中图分类号: TV 文献标识码: A

## Large-span steel corridor curtain wall integrated overall lifting construction technology

Zemin Zhao Jianchen Bi Miaohong Xu

China Construction Strait Construction and Development Co.,Ltd.

[Abstract] This article introduces the key construction processes of steel structure and curtain wall integration and the technical points of the overall lifting construction method.

[Key words] Large Span; Steel link bridge; Curtain wall integration; Overall promotion

### 引言

钢结构连廊多为两片或多片钢桁架中间连接大截面型钢梁,组合成一个具有大跨度建筑空间的刚性结构体,而幕墙骨架结构、装饰面板由于材料性质差异,在采用整体提升技术时,应对变形的能力也会存在差异。本文以福州市公安局业务技术用房项目钢连廊为例,介绍了钢结构幕墙一体化连廊,采用整体提升施工工艺时的质量控制要点。

### 1 工程概况

福州市公安业务技术用房项目位于福州市仓山区,总建筑面积197543m<sup>2</sup>,南北连体桁架跨度42m,宽25m,安装高度27m,桁架钢件为800x800x40x40焊接箱型截面,桁架杆件之间节点全部位刚接,连接方式采用焊接;主梁与桁架、次梁与主梁为铰接节点,连接方式采用高强螺栓连接。南北侧连体桁架提升整体重量分别约1500t。

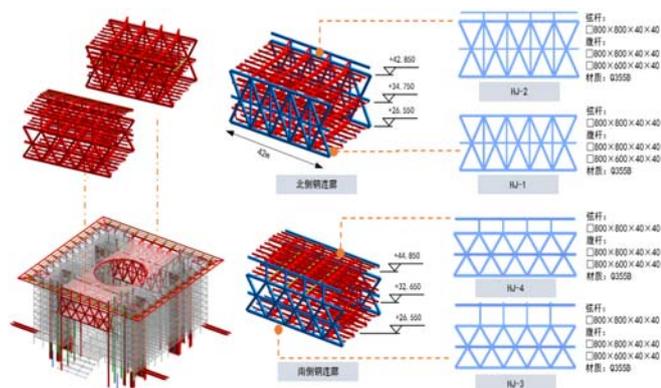


图1-1 项目钢结构概况

### 2 施工重难点

钢连廊安装平台位于2层预应力混凝土结构平台上,下部为重要会议室、报告厅,中心为无柱大跨度空间,承载风险大;下方7层至2层完全挑空,安装高度20m,跨度大、体积大,拼装过程中随着自重逐渐增大,挠度也在逐渐形成,桁架外形尺寸变形风险大;桁架设计要求全是刚性节点,分段连接也焊接,40mm壁厚截面焊缝深而长且数量多,质量控制难度大。

### 3 施工工艺流程及操作要点

#### 3.1 工艺流程

大跨度超重钢结构连廊幕墙一体化整体提升施工工法首先根据结构合理拆分和局部加强设计,从而分离出提升结构和提升支座点,用于布置液压同步提升设备;其次根据拼装平台承载要求,合理设计临时支撑和结构回顶措施;再次幕墙龙骨提升结构在地面平台进行一体化拼装,将尽量多的高空作业在地面完成,大大降低施工风险;在支座安装和连体桁架拼装阶段,采用高精度测量设备复测空间坐标精度,采用高敏感应力应变器进行结构健康状况监测;最终采用液压泵站同步向油缸提供液压驱动力,油缸反复拉动钢绞线,从而实现提升结构同步上升达到设计位置。

#### 3.2 操作要点

##### 3.2.1 技术准备

(1) 结构拆分: ①提升结构拆分时要充分考虑其结构特点,切分位置合理,尽量利用本体结构作为支点;②桁架结构拆分将支座上锚固支座点设置在上翼缘,下锚固设置在斜腹杆交叉位置,采用“上进下退”的方式,上弦杆断点、腹杆、下弦杆分段留置长度依次减少;③与连体桁架相连的挑檐、幕墙骨架及底

面面板随连体桁架一并在地面完成安装; ④支座随主体型钢柱预先安装就位, 连体桁架与主体相连接构件和腹杆嵌补构件, 在提升完成后安装。

(2) 二次加强设计: 根据拆分情况和油缸布置特点, 经验算复核后对支座点和提升结构补充加强措施或改造。大吨位提升上支座下方和水平方向增设斜撑以加强支座和平面外稳定性; 双油缸布置方案, 其上下支座放置点设计双牛腿构造。

(3) 计算分析: 应用Midas有限元软件进行虚拟仿真模拟, 对结构二次设计、结构加强措施和各不利工况, 进行应力应变、变形、荷载等分析验算, 确保方案执行安全可靠。

### 3.2.2 支撑及回顶措施施工

拼装平台选择考虑荷载传递的合理性和操作空间, 选择在2层裙房楼板, 利用现有混凝土框架柱和柱点位置回顶, 形成多点支撑方式支承。

下部支撑回顶采用500x20圆管设置在下层混凝土框架柱上, 从顶板回顶至2层平台梁底。圆管在顶板模板脚手架搭设前即就位, 直接顶至混凝土梁底。回顶圆管柱分为3部分, 底部调阶段约200mm焊接于预埋件上, 用于调节水平; 中间支撑采用3m标准段, 逐节续接至顶部调节段; 顶部调节约200mm用于修正标高。

平台上部采用同规格圆管回顶, 使提升结构在支点上架立拼装, 使拼装荷载直接传递到回顶柱和混凝土结构柱上。圆管之间设置16厚钢板, 采用M20高强螺栓连接上下段。

### 3.2.3 桁架拼装的测量

采用全站仪、钢直尺和钢卷尺对地面拼装桁架和主体牛腿连接点的空间坐标进行测量, 支座点和提升结构对接点作为提升后合拢安装的关键点, 其坐标对位的精准程度将直接影响提升的最终效果, 因此将其作为重点测量对象。测量工作包含连廊桁架7层及9/10层支座与桁架对接点两端的坐标。

桁架拼装外观尺寸其跨度最外端安装孔距偏差不得大于±5mm, 接口截面错口不得大于2mm, 各层间桁架对角线之差在H/2000 (H为桁架梁层高) 之内, 节点处杆件轴线错位在4mm以内, 确保提升对接后连廊成型质量。

### 3.2.4 钢桁架现场的拼装

在钢连廊的桁架构件制作完成出厂前, 采取卧躺姿势在工厂进行整榀预拼。在厂区整理出相应场地, 并以11轴 (结构连接轴) 和7层标高作为十字轴线参照, 在地面画出坐标, 然后在坐标上画出桁架杆件中心, 腹杆中心线延长超过坐标轴, 避免拼装时杆件遮盖标线而干扰预拼装。

连廊钢桁架拼装: 每榀钢桁架的部件在拼装平台上按图纸要求拼装; 拼装时按图纸编号顺序把各分段杆件在平台上按设计要求拼装就位; 先吊上下弦杆, 用胎架定位块定位, 必须保证对中心线、水平度、以及端面垂直度, 然后安装桁架的腹杆; 上、下弦杆的拼接: 对接头采用全熔透焊接。拼装点焊完成后开始施焊, 施焊时在上下翼板各先打底焊一道, 再按要求盖面焊接, 以防止焊接变形; 上弦与下弦的斜腹杆拼装: 按设计图纸的定位尺寸定位点焊后开始施焊, 施焊时由两名焊工在桁架的左

右侧同步进行, 避免焊接变形; 从中心开始逐根安装腹杆, 安装时应注意对称; 组装中所有杆件应按施工图控制尺寸, 各杆件的力线应汇交于节点中心, 并完全处于自由状态, 不允许有外力强制固定。组装构件控制基准、中心线应明确表示, 并与平台基准线相一致。

幕墙附属构件安装。附属连体桁架的部分幕墙构造提前在地面安装在连体桁架上, 其中南侧G轴/K轴 (北侧Q轴/T轴) 及7层底幕墙部分主龙骨拟在桁架拼装时同步施工, 待其连体桁架结构及幕墙骨架拼装完成后预提至离地1800mm后开始安装7层底部装饰面板, 验收完成后再一次到位提升至结构标高。其中10~11轴与14~15轴面板在提升完成后嵌补安装。

(1) 测量放线: 根据主体结构上的轴线和标高线, 按设计要求将支承骨架的安装位置线准确地弹到主体结构上。测量放线时应控制分配误差, 并在风力不大于四级的情况下进行, 放线后应及时校核, 以保证幕墙垂直度及立柱位置的正确性。

(2) 焊接骨架: 按弹线位置准确无误地将经过防锈处理的立柱用焊接或螺栓固定在连接件上。安装时应随时检查标高和中心线位置, 保证骨架竖杆铅直和平整。立柱安装标高偏差不得大于3mm, 轴线前后偏差不得大于2mm, 左右偏差不得大于3mm。

(3) 安装铝板: 按施工图用铆钉或螺栓将铝合金板饰面逐块固定在型钢骨架上。板与板之间留缝10~15mm, 以便调整安装误差。金属板安装时, 左右、上下的偏差不得大于1.5mm。

(4) 处理板缝: 用清洁剂将金属板及框表面清洁干净后, 立即在铝板之间的缝隙中先安放密封条或防风雨胶条, 再注入硅酮耐候密封胶等材料, 注胶要饱满, 不能有空隙或气泡。

(5) 清理板面: 清除板面护胶纸, 把板面清理干净。

### 3.2.5 提升总体布置

单个连体桁架结构体提升重量分别约1500t, 根据结构特点支座点设置为4个, 每个支座2台350t型号液压油缸。油缸采用穿芯式结构, 钢绞线从油缸内部穿过并锚固, 油缸安全储备系数1.99~2.22; 钢绞线采用高强度低松弛预应力钢绞线, 公称直径为15.24mm, 抗拉强度为1860N/mm<sup>2</sup>, 破断拉力为260.7kN, 每个支座根据不同提升反力配置相应的钢绞线21~23组, 安全储备系数3.35~3.7; 液压泵站采用双泵、双主回路和双比例阀系统, 可实现连续提升、连续下降和大流量驱动。泵站布置于主体结构屋面, 减短输油回路, 提高驱动效率; 计算机系统采用多模式控制系统, 最多可同时控制80台油缸, 控制系统设计同步控制精度在±5mm以内。

### 3.2.6 提升结构健康监测

考虑结构特点、施工重难点和有限元分析结果, 在提升结构拼装完成后、正式提升前布置对桁架应力应变敏感薄弱点进行应变监测和变形监测。

应变监测包含施工阶段和运营阶段, 施工阶段布置124个, 运营阶段62个。通过专用数据采集设备即可采集到钢结构表面的应变, 将采集的数据通过网络上传到云平台中进行整合分析即得到该相应的应力。

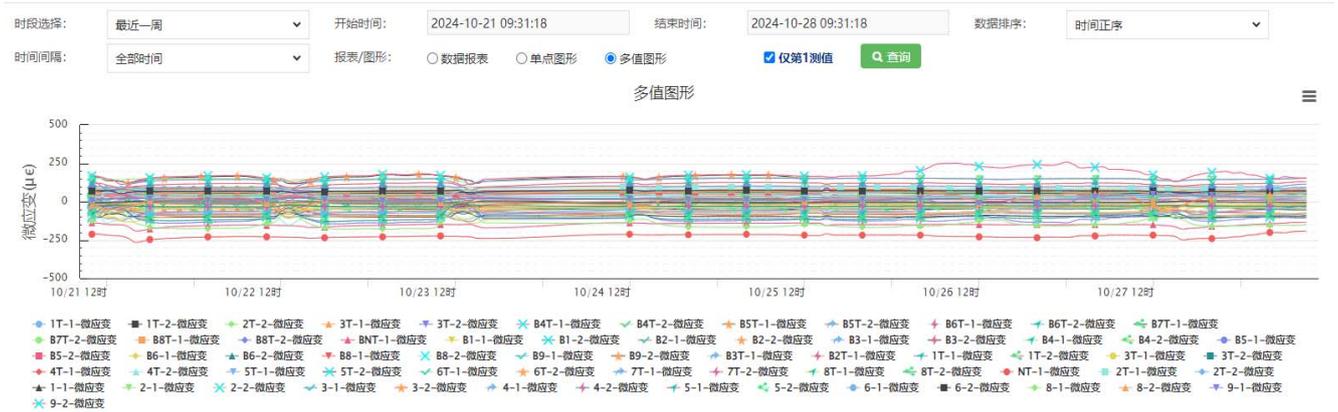


图4.2.6-1 监测平台实时数据

变形监测主要在桁架整体提升到位,未与主体拼接点连接(初始值)、桁架与主体全部连接完成、桁架连廊楼板混凝土施工完成几个工况下监测其变形情况。点布置在桁架下弦杆与斜腹杆交点,共24个。监测数据通过网络传入云数据平台并对监测数据进行分析,实时查看数值变化判断是否超出预警值。

### 3.2.7提升结构合拢

提升结构提升至距离合拢点还剩300~500mm左右时暂停提升,对连接点进深偏差进行第一次复核,对合拢间隙过小,影响结构体提升合拢的,通过气割修整坡口,适当扩大合拢间隙,以确保是顺利合拢;再次提升至设计标高,通过细微行程控制调整标高,错位误差偏差控制在±5mm,最终完成合拢。

合拢完成后,随即对桁架上下弦杆件、斜腹杆进行对接焊接,合拢焊缝探伤合格、整个提升结构整体结构验收完成后根据施工需要开始卸载提升设备,完成荷载传递转化。拆卸顺序为:控制系统→液压系统→提升地锚→提升油缸→钢绞线。

## 4 结束语

大跨度钢连廊幕墙一体化整体提升施工技术具有施工质量水平高,人员和措施投入少,施工难度低,施工安全性高,经济效益显著等特点,适合在大跨度、超大体量的钢结构连廊和幕墙施

工。福州市公安业务技术用房项目钢连廊体量千吨以上,跨度大,相关幕墙工程与钢结构一体化安装,应用此项施工技术创造了良好的施工效益,为同类型项目解决钢结构幕墙一体化施工提供有效借鉴。

### 【参考文献】

- [1]贾宝荣. 钢结构幕墙一体化在设计施工联动中的融合与实践[J]. 建筑施工, 2022, 44(12): 2994-2997.
- [2]陈立. 钢结构幕墙一体化设计施工技术[J]. 建筑施工, 2021, 43(9): 1801-1803.
- [3]袁鼎. 钢结构与幕墙的一体化施工[J]. 建筑施工, 2020, 42(12): 2276-2278.
- [4]范焯, 栾亨强, 付建, 等. 钢结构连廊整体提升施工技术[J]. 建筑技术, 2024, 55(20): 2441-2444.
- [5]王伟涛. 钢结构整体提升矫正微调施工工艺[J]. 四川建筑, 2023, 43(06): 159-161.

### 作者简介:

赵泽民(1982--),男,汉族,山西朔州人,本科,文章方向: 钢结构和幕墙一体化施工。