

# 超高层玻璃幕墙安装技术研究

黄开发

上海建工五建集团有限公司, 上海 200333

[摘要]玻璃幕墙自身的优势在于厂内预制完成后能够迅速抵达施工现场进行安装,相比于其他建筑外围护结构能够大幅提升施工效率,但对材料垂直运输手段的选择以及吊装施工中的工艺提出了较高的要求,本文以某银行总部玻璃幕墙施工为例,阐述幕墙结构组件在垂直运输和吊装安装过程中的重点内容,总结了一套完整的玻璃幕墙运输以及吊装的施工技术体系,以期为将来的类似工程提供参考。

[关键词]超高层建筑;玻璃幕墙;轨道吊装技术;移动炮车;BIM技术

DOI: 10.33142/ect.v4i2.19184

中图分类号: TU974

文献标识码: A

## Research on Installation Technology of Super High-rise Glass Curtain Wall

HUANG Kaifa

Shanghai Construction No. 5 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200333, China

**Abstract:** The advantage of glass curtain wall itself lies in the ability to quickly arrive at the construction site for installation after prefabrication in the factory. Compared with other building envelope structures, it can greatly improve construction efficiency. However, it puts forward higher requirements for the selection of vertical transportation methods for materials and the process of hoisting construction. This article takes the glass curtain wall construction of a bank headquarters as an example to explain the key content of curtain wall structural components in the vertical transportation and hoisting installation process, and summarizes a complete construction technology system for glass curtain wall transportation and hoisting, in order to provide reference for similar projects in the future.

**Keywords:** super high-rise buildings; glass screen wall; track hoisting technology; mobile artillery vehicle; BIM technology

### 引言

玻璃幕墙作为建筑外围护轻质墙体,在国内超高层建筑中广泛应用,其结构型式复杂多样,且幕墙单元与主体结构连接和吊装施工工艺要求较高,本文以乌兹别克斯坦某银行总部工程为例,通过采取有效的玻璃幕墙材料运输方法,选用适当的吊装设备,严格控制幕墙单元体吊装偏差等措施,确保幕墙安装质量并进一步完善幕墙施工体系,阐述玻璃幕墙从加工到运输,再到吊运和吊装施工过程的技术应用,对单元式玻璃幕墙的吊运和吊装施工技术具备一定的参考价值。

目前单元式幕墙的研究已经逐渐在设计、施工全过程的技术路线上不断创新,在此基础上,基于单元式幕墙的垂直运输方法应用和吊装施工技术控制,有效提升幕墙单元体的运输和吊装效率,减少因场地狭小和交叉作业的不良影响,并保证单元式幕墙整体安装的质量。

### 1 工程背景概况

乌兹别克三座银行办公总部项目,建设地点位于乌兹别克斯坦首都塔什干新城,该地块建设范围三座银行办公楼及中央地下停车场。项目总建筑面积约 22 万  $m^2$ ,三栋塔楼 26~33 层,建筑高度 135~159m,建成后将作为塔什干市新的经济金融中心。



图 1 项目实景图

### 2 幕墙工程概况

建筑外立面采用玻璃幕墙形式,包含框架式幕墙与单元式幕墙,局部区域设置了上悬开启窗、铝板幕墙、玻璃雨篷、采光顶幕墙以及与幕墙一体的地弹门、旋转门等,幕墙类型多达 16 种,幕墙施工过程中对不同种类的幕墙之间的技术工艺和穿插施工流程的管理范畴较大。

三座银行办公大楼外立面造型各异,以现代的空间手法呼应了乌兹别克斯坦典型历史建筑的外部特征,ASK 银行总体造型呈六边形,外立面各边不在同一平面,宛如一个钻石形;ALQ 银行外形虽整体四方,但存在错层,外伸连廊等异型造型;PSB 银行则标准规则,四角呈圆弧

造型。并且该项目属于境外工程，地理位置特殊，建筑造型复杂，对玻璃幕墙的施工工艺和安装质量提出了较高的要求，因此在进行具体的幕墙结构施工时，除了在原材料加工组装等方面进行质量管控外，还应严格控制玻璃幕墙施工吊装各个环节的施工关键点，尤其是幕墙构件运输和吊装安装环节的施工控制，从而确保幕墙的施工质量。



图2 幕墙造型平面图

### 3 玻璃幕墙的运输与装架

项目地处乌兹别克斯坦塔什干地区，距离幕墙单元构件加工厂路途遥远，直线距离近 5000 公里，为了有效装架和保护单元板块在运输过程中不受到损坏，并迅速进入施工现场进行高效的吊装，在施工现场狭隘，无法留出幕墙材料堆放区域的条件，预先在当地租用加工厂，单元玻璃与型材等原材先运输至加工厂，在当地组装后，再运输至施工现场吊装施工。



图3 当地加工厂组装

玻璃幕墙原材采用集装箱经铁路进行运输至当地，各类型材料必须做好有效的装架与保护：单元板块采用专门设计的转运架进行叠放；铝型材粘贴保护纸、外裹保护膜后沿车箱长度方向摆放，并捆扎牢固；铝板装车采用专用的木箱，先用塑料气泡膜裹住，再用包装纸条或编织布条将铝板包裹严密并用保护胶带绑扎紧；钢结构捆包时，其

两端先用薄纸板裹住，再用包装纸条或编织布条将钢结构包裹严密并用保护胶带绑扎紧。



图4 原材装架与保护措施

## 4 幕墙吊装技术

### 4.1 幕墙吊装技术分析

超高层玻璃幕墙施工有几个特点：结构与幕墙同步施工，需要分段实施，难以完全利用塔吊吊运；室外堆放场地有限，需在楼层中周转运输。根据吊装高度、建筑造型设计与幕墙形式的不同，本项目幕墙吊运与安装包括：汽车吊、塔吊、轨道吊、单臂吊等，其中汽车吊与塔吊主要服务于低楼层雨棚、框架式幕墙与塔冠的安装，轨道吊与单臂吊则是最主要的单元板安装吊装技术。

### 4.2 轨道吊技术

单轨吊机安装时先进行横向钢支撑的连接，然后再进行斜向拉结的连接，最后进行轨道的铺设轨道，多适用于外立面造型规则平整的建筑幕墙吊装。轨道可以根据楼层高度进行划配置，一次可以服务 5-10 个楼层的单元幕墙吊装。



图5 轨道吊装示意

轨道支臂与稳定组件：200\*100\*6 矩形管；  
螺栓组件：M16 螺栓；

电动葫芦规格型号：HHBD02-01 型环链电动葫芦，转弯半径 1.5m，提升速度 6.6m/min，运行速度 11m/min，额定荷载 2t，并配置超载限制器；

中间楼层在结构内设置预埋件，轨道架体焊接在埋件上，结构外挑 1.5m 左右。

轨道钢架最不利工况下，最大弯矩 33.9kN·m，最大剪力 36.4kN，经有限元计算分析，构件强度满足要求。

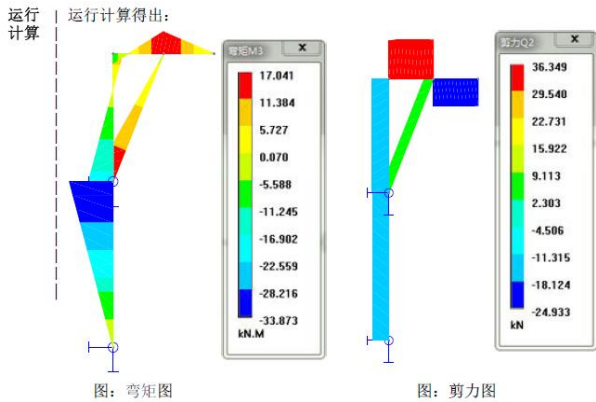


图 6 轨道设计计算分析

### 4.3 单臂吊技术

单臂吊由一只移动式吊机架、卷扬机、滑轮和若干配重块等组成，水平梁采用 120×80×6 矩形管，立柱采用 120×80×6 矩形管，钢丝绳采用 φ11，斜杆采用 120×80×6 矩形管，后配重采用钢筋砼预制块，每块重 25kg。底部有 6 个万向轮(前后部各三个)，顶部有一个定向滑轮，简单的材料有利于快速安拆转运，利用施工升降机或货梯即可实现上下楼层的运输，运用范围灵活。

单臂吊动力系统为卷扬机，最大起重量为 2t，吊装速度为 10~15m/min。被吊装板块最大重量为 0.96t，宽度为 1.5m，高度为 6.6m。

通过支点受力简图，可知 A、B 支座仅提供竖直向上的反力，通过对 A 点求力矩平衡，已知卷扬机自重 360kg，吊装材料最重不得超过 1000kg，得出配重重量至少要大于 680kg，故配重考虑设置为 1000kg。

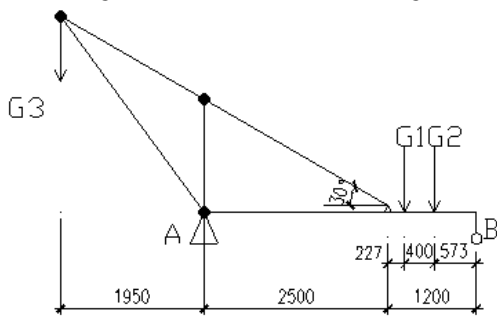


图 7 支点受力简图

通过计算软件分析，对单臂吊整体建模计算，由下图应力云图可知，最大应力  $207\text{N/mm}^2 < 215\text{N/mm}^2$ ，满足强度要求。

度要求。

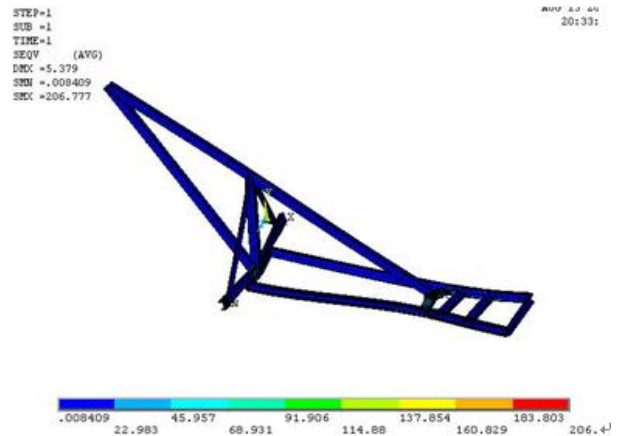


图 8 单臂吊应力云图

### 4.4 吊装工艺步骤

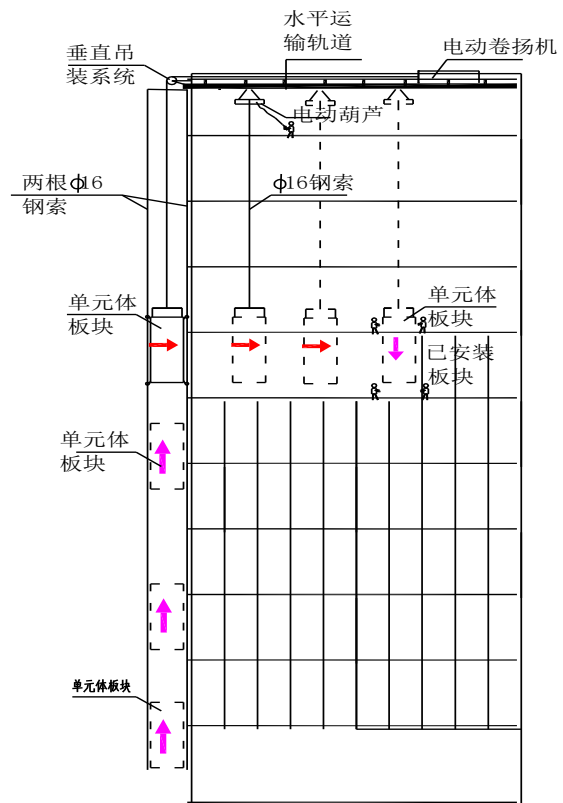


图 9 吊装流程图

步骤一：单元板块通过吊机运输至单元板块起抛器。吊装时单轨吊机在指挥人员的指示下缓缓提升板块，同时存放层内人员借助起抛器，将板块向楼外移动。当板块接近垂直状态时，板块存放层上一层人员应确保板块不与楼板发生碰撞。

步骤二：单元板块的吊起过程中应安排足够的人员协助吊运板块，避免在板块出楼层的过程中与土建结构柱、梁等发生擦碰或者撞击。

步骤三：板块水平插接，保持板块的垂直度，插接时，对板块间的缝隙进行严格的控制，通过游标卡尺等测量设备控制板块间的缝隙。

步骤四：板块下行插接，通过电动葫芦控制板块的下行，板块就位后，通过木锤等设备校正板块，板块安装后，再进行封修等的安装。

为确保单元体的吊运顺利进行，在进行单元体吊运的区域设置警戒线，并专门设置巡视员在转运层看护幕墙单元的吊运，在起吊前施工人员不仅要检查自制吊机各构件的可靠性，还应确认揽风钢丝绳和 U 型环是否稳当的绑定在单元体设置的工艺孔内。

### 5 幕墙信息化技术应用

通过在幕墙专项应用贯穿于设计、施工和维护幕墙的各个阶段，预先通过幕墙表皮划分模型，再基于划分模型进行主、次龙骨以及相应型材的建模，并监理幕墙面板、连接件预埋件的样板模型，最终搭建出整体幕墙效果模型。

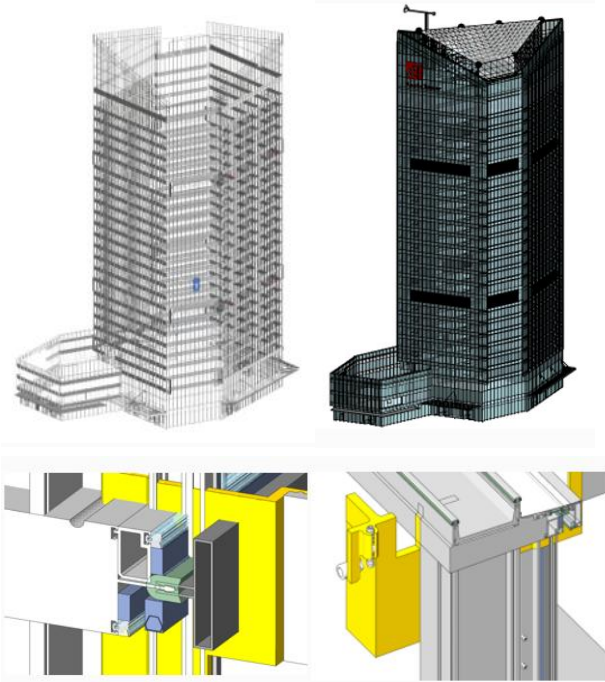


图 10 幕墙 BIM 模型

基于三维优化幕墙模型，提前进行准确下料，减少安装过程中因尺寸差错造成的质量问题；运用 Revit 等软件生成施工图配合模型参数化，三维模型生成二维图纸，减少深化设计工作量，提升图纸精度；借助无人机、可视化设备，便于后期维保与问题追溯。

### 6 结语

轨道吊技术特点：吊装服务楼层多，施工效率高，但一次安拆较麻烦，仅适用较为规整的建筑外形。

单臂吊技术特点：吊装灵活，适用范围广，装拆周转便捷，但吊装楼层覆盖范围较轨道吊少，吊装需要转移设备，周转的次数也多。

采用上述两种吊装安装技术工艺，可以应用适用各类型的建筑幕墙形式与造型，结合信息化 BIM 技术，从设计、施工到最后的运维全过程全链条的管控，有效提高施工效率，有较好的经济工程效益。

通过实践，也发现一些技术特点还有进一步研究提升的空间，如单臂吊怎样更加成熟与机械化，目前的炮车更多为简单材料自制，还未有成熟成套的楼层吊装机械设备，更轻量化，免安拆是楼层吊机的提升方向；BIM 技术如何更精准的服务与幕墙施工，联动加工原厂，跟踪每一块材料从生产到最终的维保，全生命可追踪，还有较大的距离要走。

### 【参考文献】

- [1]周小二.超高层单元式幕墙垂直运输与吊装技术的应用[J].施工技术,2019,46(4):66-67.
- [2]郝乐,周孟龙,龚正华.超高层递减收缩凹弧单元幕墙施工技术研究[J].建筑施工,2024,46(11):1774-1777.
- [3]李永生.超高层建筑单元式幕墙安装技术及受力分析[J].钢结构,2016,10(31):93-96.
- [4]项晋源,王向阳,王春梅,等.超高层异形曲面单元体幕墙双环形轨道吊装技术[J].施工技术,2017,46(23):72-76.
- [5]包纯南.新型移动炮车在超高层建筑幕墙工程中的应用关键技术[J].工程机械,2023,45(4):706-709.

作者简介：黄开发（1993.5—），毕业院校：嘉兴学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：上海建工五建集团有限公司，职务：分公司技术科长，职称级别：工程师。