

单元式幕墙轨道吊装技术应用与研究

谭振烽

广州工程总承包集团有限公司，广东广州，510030；

摘要：为解决超高层的单元式幕墙施工过程中遇到的实际技术问题、工期问题。首先采用了在建筑立面上同时安装多条吊装轨道；其次为解决高空单次吊装作业技术间隙较长而导致幕墙安装工效较低的情况，采用了两台悬臂式起重机吊装的施工技术；并针对施工现场的实际立面、平面情况设计了平卧式悬挑轨道系统及三角架式悬挑轨道系统。研究和实际表明：同时安装多条吊装轨道可以有效的保证玻璃幕墙立面的安装进度；两台悬臂式起重机吊装可以有效的解决超高层建筑玻璃幕墙的安装的技术时间间隙并对多条轨道的形成一个立面的作业系统，有效的保证了幕墙的安装进度。三角架式悬挑轨道系统传给支撑结构的力远远的小于普通平卧式悬挑系统的轨道传给支撑结构的力，且能够保证在吊装作业过程中的整体稳定性。该技术希望对同行有所参考。

关键词：单元式幕墙；多条环形轨道；三角架式悬挑轨道

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 12. 050

1 工程概况

广州市增城区城发投资发展有限公司建设东部中心广深科技项目位于广东省广州市增城区永宁街站前路北侧 228-70-8（13）地块，项目总用地面积为 22232.00m²，总建筑面积为 122338.17m²，地上建筑面积为 89963.33m²，地下建筑面积 32870m²，地下 3 层，裙楼两层，地上塔楼为 T1、T2，结构形式为框架-核心筒、框架-剪力墙结构

幕墙形式为单元式幕墙。裙楼地上 9 层高度为 56.8 米，幕墙形式有锯齿玻璃幕墙、点式玻璃幕墙、全玻幕墙、框架式玻璃幕墙、铝板幕墙、石材幕墙、装饰条、格栅、吊顶、雨棚等。本工程塔楼幕墙面积约 3.98 万 m²，裙楼约 3.6 万 m²，合计 7.58 万 m²。其总体效果图如图 1 所示：



图 1 工程效果图

2 工程现状

对于超高层结构，采用单元式幕墙可以大量的减少吊船的使用。对于单元式幕墙的吊装，传统的做法说明如下：

文献 1、2 采用悬挑集成式轨道，在悬挑梁上布置两条轨道，内侧轨道行走吊装的电动葫芦，外侧行走电

动吊篮；文献 3 采用悬臂式起重机+20 号悬挑工字钢的形式分层设置环形轨道对单元式幕墙实施施工。文献 4 采用牵引式斜拉环轨吊装施工单元式玻璃幕墙，其轨道的斜拉钢丝绳上端连接埋设在上层的悬挑工字钢上。文献 5 则直接制作简易式的门式支座作为吊装的支架。文献 6 则直接搭设一个平台，做一个简易的吊车实施吊装^{[1][2]}。

上述文件都从实际工程的出发提出了实际的解决措施，且都在施工现场投入了使用，产生了一定的经济型效益和社会效益。

本文则根据现场不同的楼面标高情况设计出不同的轨道的支撑系统，增加了吊车，解决了超高空的幕墙吊装的时间间隙。加快了进度，对上述文献涉及的技术进行了延伸。

3 工艺原理

本项目采用如下的吊装方式：竖向在 20 层埋设沿建筑物四周通长的环形轨道，在 32 层、33 层，屋面机房层，机房屋顶层分别架设半层轨道。在平面位置同时架设两台悬臂起重机。保证整个项目同时从多个面实施幕墙的吊装。在地面用两条钢丝绳连接中间的某个楼面做滑轨。单元式幕墙在悬臂起重机的作用下沿该钢丝绳滑轨运动，待运输到滑轨钢丝绳的上端之后，用悬挑工字钢上的电动葫芦吊运该单元式幕墙到指定位置安装，悬臂起重机去吊装下一块单元式幕墙。

待幕墙安装到轨道的下一层结构后，该层轨道实施拆除，最后对塔吊等位置实施收口施工。其轨道支撑系

统按照现场的实际工况选用三脚架或者普通的悬挑式结构^{[3][4]}。

其环形轨道的平面布置见图 2 所示

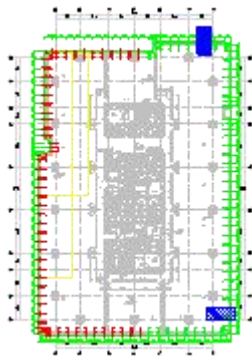


图 2 环形轨道布置图

图 2 说明：红色悬挑位置的轨道布置为 20 层，33 层，机房屋顶层；绿色悬挑位置的轨道布置为 20 层，32 层，屋面机房屋。蓝色填充位置为两台悬臂起重机。

其悬臂起重机的安装见图 3 所示，其地面锚索吊装见图 4 所示，



图 3 悬臂起重机的安装图



图 4 地面锚索图

4 悬挑轨道设计

4.1 非机房屋顶层悬挑轨道设计

悬挑工字钢采用 I16 号工字钢(单条总体长度 2.5m, 轨道中线距离外侧锚固点 0.6m; 工字钢锚固点距离 1.5m), 轨道采用 I18 号工字钢, 采用抱箍式行走小车。考虑小车行走最不利工况在跨中。其整体最大的应力为 19.6MPa, 其整体的应力见图 5 所示, 其悬挑梁前段传给结构的最大压力为 8568N, 见图 6 所示, 后支座传给结构的最大拉力为 1646N, 见图 7 所示:

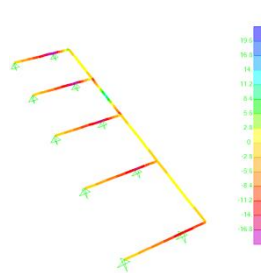


图 5 整体应力图



图 6 前支座传给结构的力



图 7 后支座传给结构的力

为整体安全考虑, 忽略斜拉卸荷钢丝绳的受力^{[5][6]}。

其实际的做法照片见图 8、图 9 所示。



图 8 悬挑轨道图



图 9 悬挑轨道图

4.2 机房屋顶层悬挑轨道设计

机房屋顶层悬挑轨道采用三角形轨道形式, 上面悬挑工字钢采用 I16 工字钢, 轨道采用 I18 工字钢, 竖向支撑及后拉杆采用 100*6 的方钢, 其整体最大应力为 12.6MPa; 传给结构支撑的最大力为竖向为 $203.24+256.62=459.86\text{N}$, 最大的水平力为 156.17N, 其整体应力图见图 10 所示, 支座力见图 11 所示。

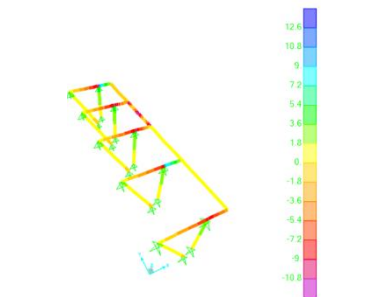


图 10 整体应力图

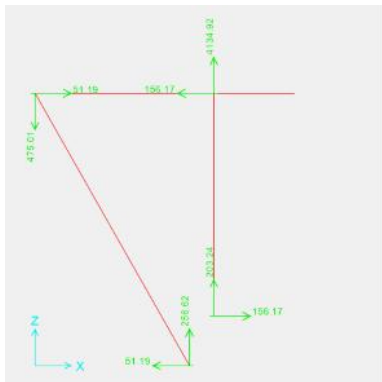


图 11 支座力图

其实际的做法照片见图 12、图 13 所示。



图 12 屋面轨道 1

图 13 屋面轨道 2

4.3 轨道 I18 工字钢下翼缘计算

其小车采用抱箍式行走小车，其荷载见图 14 所示，应力见图 15 所示。

图 14 中：F 为小车行走的标准值 4KN；图 15 的最大应力为 38.5MPa，有足够的应力储备。

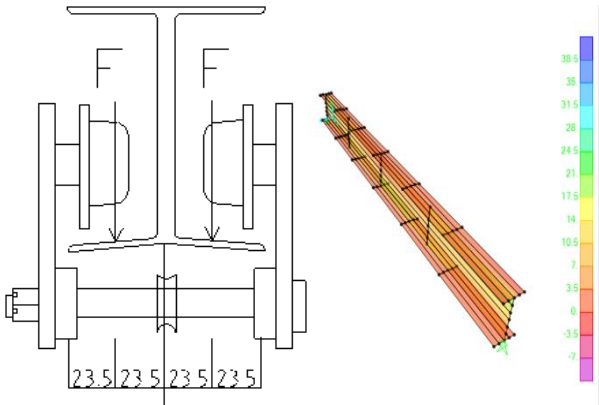


图 14 小车受力图

图 15 轨道应力图

5 安全措施

超高层幕墙施工的安全特点：幕墙施工的的施工和高处的施工都贯穿到整个的安装施工过程中。其安全管理重心有三个方面：1、轨道安装的安全管理；2、卷扬机的防止倾覆的安全管理；3、安装过程中的安全管理^[7]。

6 结语

本项目针对实际超高层的单元式幕墙的施工遇到的实际技术问题，采用了多层环轨同步吊装的技术，并针对现场的实际情况设计了相应的轨道支座，其研究及实际应用表明：

1. 采用多层环轨能够解决幕墙立面的吊装进度；
2. 采用多台悬臂式起重机能够减少单元式幕墙的安装的技术间隙时间，可以加快幕墙的安装进度，对多层多层环轨形成补充，进一步提高施工效率。
3. 考虑建筑立面的变化以及平面的变化，采用了多种悬挑轨道的形式，当采用三角形轨道的时候，传给主体结构的力量较小，且利于整个悬挑轨道结构的稳定。使得轨道交通的支撑系统多样化。

参考文献

- [1] 韩俊雨, 鲍冠男, 魏鑫等. 集成式环轨吊装平台的研究与应用[J]. 天津建设科技, 2022, 32 (02): 52-56.
- [2] 王春晖, 王有为, 张海轩. 单元式幕墙双轨道吊装技术的应用与研究[J]. 建筑结构, 2021, 51 (S2): 1800-1803.
- [3] 李小龙, 孙经纬. 浅析超高层建筑幕墙单元体吊装施工工艺[J]. 建筑技术开发, 2021, 48 (17): 85-86.
- [4] 毛旭, 龚琦, 潘东旭等. 牵引式斜拉环轨吊装施工技术超高层幕墙安装过程中的应用[J]. 建筑技术, 2021, 52 (02): 240-243.
- [5] 缪泽华. 双轨定点牵引吊装的大型玻璃幕墙施工技术[J]. 住宅与房地产, 2018 (25): 198.
- [6] 石楚琪, 赵倩. 装配式混凝土建筑安全管控要点[J]. 广州建筑, 2020, 48 (03): 40-44.
- [7] 赵建, 陆跃东, 康松等. 海天大酒店改造项目(海天中心)一期幕墙垂直运输体系探讨——单元幕墙索道吊运, 双环轨吊装系统应用与研究[J]. 居业, 2019 (06): 79-80.