

多系统综合幕墙施工技术研究

王琼

上海建工五建集团有限公司, 上海 200063

[摘要]随着经济的发展,建筑行业不断前进,为了提升建筑的美观和品质,越来越多的建筑幕墙形式被广泛应用在建筑物中。在这个过程中多种系统的幕墙应用在一个单体建筑物中,带来的施工难度也逐步增大。文中从玻璃幕墙系统、采光井系统、格栅系统及飘带系统重点介绍一个单体的幕墙施工技术,为类似多系统综合幕墙施工技术提供了较好的借鉴。

[关键词]多系统;幕墙;曲面玻璃;采光井;格栅系统;飘带;施工技术

DOI: 10.33142/aem.v4i2.5429

中图分类号: TU761.12

文献标识码: A

Research on Construction Technology of Multi System Comprehensive Curtain Wall

WANG Qiong

Shanghai Construction No. 5 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200063, China

Abstract: With the development of economy and the continuous progress of the construction industry, in order to improve the beauty and quality of buildings, more and more forms of building curtain walls are widely used in buildings. In this process, the curtain wall of various systems is applied to a single building, and the construction difficulty is gradually increasing. This paper mainly introduces a single curtain wall construction technology from the glass curtain wall system, daylighting well system, grid system and streamer system, which provides a good reference for the similar multi system comprehensive curtain wall construction technology.

Keywords: multi system; curtain wall; curved glass; daylighting well; grating system; streamers; construction technique

1 工程技术背景

1.1 对多种系统的幕墙的认识

目前幕墙系统存在多种形式,按照用途分类可分为:建筑幕墙、构件式建筑幕墙、单元式幕墙、玻璃幕墙、石材幕墙、金属板幕墙、全玻幕墙、点支承玻璃幕墙等;按照镶嵌板材质分类:主要有玻璃幕墙、金属板幕墙、非金属板幕墙以及石材幕墙;根据构件分类有框架式(单元式)幕墙:明框式幕墙、隐框式玻璃幕墙、横明竖隐式玻璃幕墙、横隐竖明式玻璃幕墙。单元式幕墙:单元式玻璃幕墙、半单元式玻璃幕墙、小单元式玻璃幕墙;根据是否开放分类有封闭式、开放式幕墙。

1.2 工程概况

湖州织里镇文体中心作为湖州的文化地标,3#楼会展中心幕墙工程设计采用了“丝绕蚕”元素,“千丝绕里”的造型错综复杂,弧度大,曲径长,规格形状不一,工程结构跨度大,构件翻身、吊装与焊接难度大,安装精度控制难,由自由曲线生成的异形双曲面,完全无任何规律可循,数以万计的大小不一,曲率不同的龙骨、玻璃、铝板、铝格栅,从设计、制造、安装、数据传递必须一一对应,精准无误,面对整个项目施工难度之大,精度要求之高,工艺之难超出了以往工程。

本建筑主要平面形状为矩形,东西方向长度为71.8m,南北方向长度为46.85m,项目主要幕墙形式分为DY-01 竖明横隐-框架式曲面玻璃幕墙、DY-02 竖明横隐-框架式玻璃幕墙、DY-03 采光井系统、DY-04 玻璃雨蓬系统、DY-05

飘带系统、DY-06 铝格栅系统、DY-07 铝板系统等。因为DY-01 竖明横隐-框架式曲面玻璃幕墙, DY-03 采光井系统, DY-05 飘带系统及DY-06 铝格栅系统施工难度最大,因此本文重点介绍这几种幕墙系统。

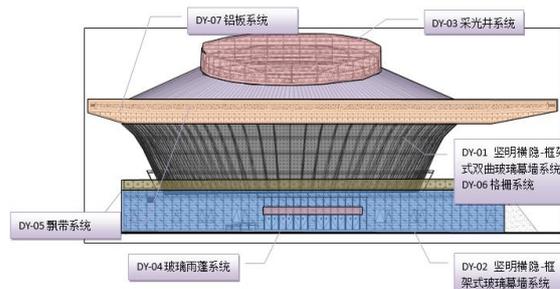


图1 幕墙系统图

2 主要施工技术

2.1 样板施工

幕墙视觉样板施工,将抽象的设计要求和繁复的质量标准、规范等具体化、实物化,使施工管理人员,尤其现场操作工人能看得见、摸得着。通过样板施工,引领后续幕墙大面积的标准化施工,以提高幕墙工程的施工工艺水平和技术质量管理水平,确保质量,创造精品工程。

因本工程DY-01 竖明横隐曲面玻璃幕墙和DY-06 装饰铝格栅呈双曲面,且倾斜角度只有33°,此部位DY-01 竖明横隐玻璃幕墙系统为双曲面,钢材、铝合金型材、玻璃均需弯圆,格栅为双曲面、钢龙骨均为双曲面。加工及施工工艺要

求都是最难的,因此本工程选用该区域做一个 1:1 实体样板。

本样板用 6 支 200*5mm 钢方管钢立柱作为支撑,底部采用 12*400*400 后置埋板(配套 M16 机械螺栓)进行固定。此钢架吊挂 4 块 HS8+1.52SGP+HS8(双银 LOW-E)+12AR+TP10mm+12AR+TP10mm 超白双中空夹胶玻璃,玻璃面积共计 23.84m²,尤其是在双曲玻璃幕墙外的格栅连接,选用几种连接方式以确定最佳的连接构件。

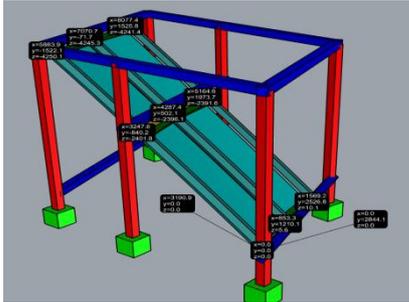


图 2 幕墙样板模型图

2.2 曲面玻璃加工方案

2.2.1 曲面玻璃加工

(1) 曲面玻璃的形状分类

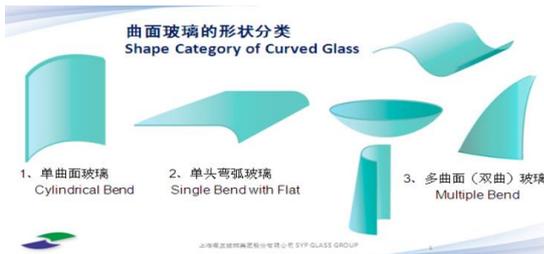


图 3 曲面玻璃分类图

(3) 曲面钢化玻璃的成型加工工艺介绍

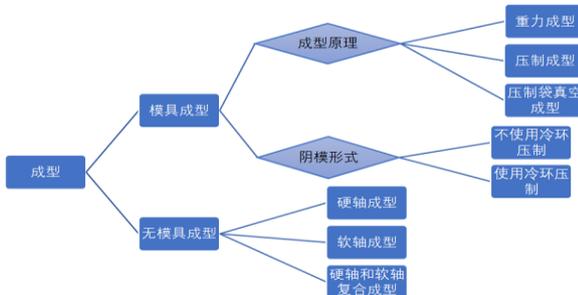


图 4 曲面玻璃加工工艺图

(3) 建筑曲面玻璃成型方式

建筑曲面玻璃常见的两种成型方式:

a. 辊道成型: 典型产品——单曲玻璃

b. 模具成型: 模具成型相比于辊道成型, 可以做出曲面特征相对较复杂的产品。如多曲率, 较大的拱高和球面, 相对更小的曲率半径, 但相应的制造成本也会高。典型产品——双曲玻璃、单头弯弧玻璃、超小半径曲面玻璃、连续弯玻璃等

2.2.2 单曲玻璃

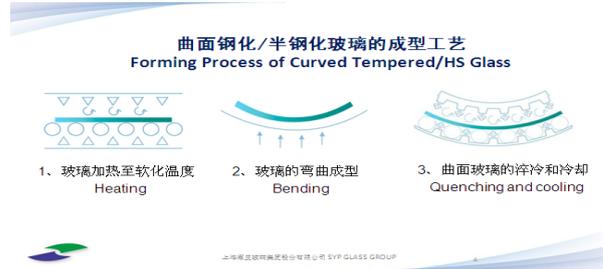


图 5 曲面玻璃加工工艺图

(1) 单曲钢化/半钢化玻璃成型的常见设备加工流程:



图 6 设备加工流程

(2) 单曲玻璃的主要参数指标:

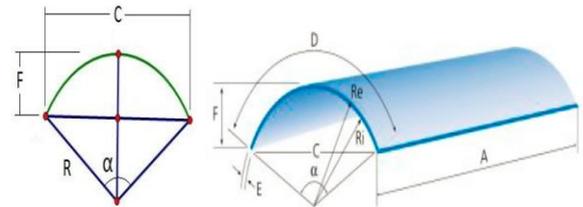


图 7 单曲玻璃加工参数图

注: A: 直线边高度(Height);

F: 拱高(Height of Rise);

E: 玻璃厚度(Thickness);

α : 角度(Angle);

C: 弦长(Chord);

D: 弧长(Girth);

R: 曲率半径(Radius)

$$R = (C^2 / 4 + F^2) / (2 \times F), D = (\alpha \times \pi / 180) \times R$$

(3) 单曲弯钢化设备的加工能力:

表 1 单曲加工尺寸表

加工厚度	最小加工尺寸 Minimum Size	最大加工尺寸 Maximum Size	备注 Remark
8-19mm	700(弧) x 500mm	3000(弧) x 6000mm	8-10mm: R≥2500mm 12-19mm: R≥3500mm
5-19mm	600(弧) x 400mm	3000(弧) x 3000mm	5-6mm: R≥1500mm 8-12mm: R≥2000mm 15-19mm: R≥3000mm
5-15mm	250(弧) x 400mm	1600(弧) x 3000mm	5-6mm: R≥750mm 8-10mm: R≥950mm 12-15mm: R≥1500mm
5-19mm	600(弧) x 400mm	2400(弧) x 6000mm	5-6mm: R≥1000mm 8mm: R≥1800mm 10-12mm: R≥2000mm 15-19mm: R≥3000mm

注: 1. 不同厚度的玻璃的最小弯弧半径 R 可参考备注;

2. 我司拥有多台单曲弯钢化设备, 不同设备加工能力会有差异, 以上可供参考

2.2.3 双曲面弯钢化玻璃

集合 SYP 汽玻双曲面玻璃生产的技术和经验。可加工形状：马鞍形、S 形、锥形、单头弯、球形等

(1) 双曲玻璃加工能力：

表 2 双曲加工尺寸表

最大尺寸 (mm)	最大拱高 (mm)	玻璃厚度 (mm)	成型方式
2600×5000	500	6-12	模具成型

(2) 特殊曲面玻璃示例：



图 8 特殊曲面玻璃示例图

(3) 双曲面钢化玻璃加工流程：

采用有限元分析软件对“双曲面玻璃”进行展平→采用“数控切割机”进行切割→采用“数控磨边机”进行磨边→根据三维数模，制作“成型模具”→采用专门的“双曲钢化设备”进行弯弧处理。

(4) 玻璃模型分析：

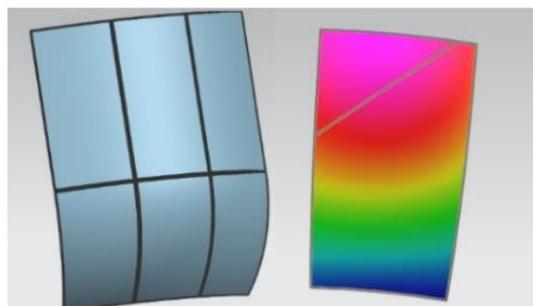


图 9 双曲玻璃模型分析图

(6) 双曲夹胶中空加工流程：



图 10 双曲玻璃加工流程图

2.3 定位测量控制施工

本项目需要用全站仪测量定位的空间控制点共有 12000 多个，施工测量是整个幕墙施工的基础工作，直接影响着幕墙的安装质量。因此先精确测量主体建筑物进行外轮廓线，然后根据测量结果调整幕墙施工图，如影响不大可针对土建结构进行调整，并经设计师确认，因此必须努力提高测量放线的精度。空间点位采用 50*50*5 角钢做固定支架，焊接在主体钢结构上。

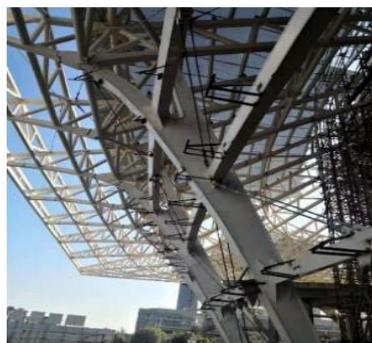


图 11 空间点位放线实体图

2.4 双曲玻璃幕墙系统施工

双曲面框支承玻璃幕墙异形、定制材料多（龙骨存在双向弯曲、扭转；玻璃存在单曲、双曲甚至多曲率玻璃），双曲构件种类达上万种之多，加工、安装难度大，安装质量难以保证。虽然采用异形定制材料，在一定程度上可以保证施工质量，但大范围的采用异形定制材料时，加工误差的累积将异常大，特别是弯曲玻璃的不可逆加工误差，影响范围将成几何级数增大。

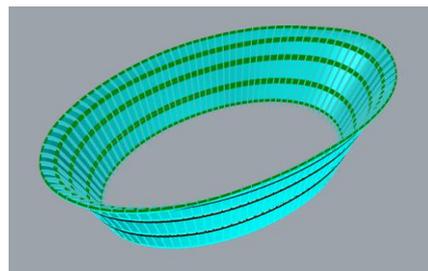


图 12 曲面玻璃 3D 模型图

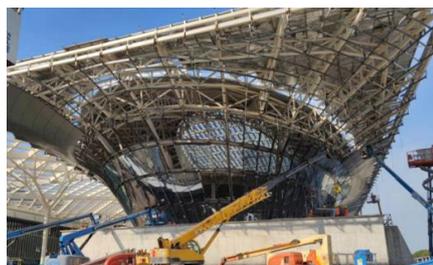


图 13 现场安装示意图

双曲玻璃幕墙系统位于各立面 2 层以上位置，玻璃最大规格为 1500mm*3200mm，重量为 456kg，无法使用吊篮垂直作业，也无法使用满堂脚手架作为施工作业平台，因此拟采用登高车和 50T 汽车吊进行幕墙龙骨、玻璃吊装，玻璃安装时采用汽车吊搭配定制电动吸盘进行玻璃板块的吊装，作业时作业人员站立于登高车上。

2.5 采光井系统施工

采光井系统包含顶面玻璃采光井及采光井侧边玻璃幕墙，因此在安装过程中，按照以下顺序按照：安装采光顶顶面龙骨→安装采光顶侧面龙骨→安装采光顶顶面玻璃→安装采光顶侧面玻璃。

顶面采光井玻璃施工前,首先对钢结构的满堂脚手架进行改造,将原来的满堂架进行加大,四周脚手架上升以满足采光顶侧面玻璃幕墙的施工,然后利用100T履带吊,端头配备定制洗盘在外围进行材料的吊装,使得操作工人能够安全、方便的施工。

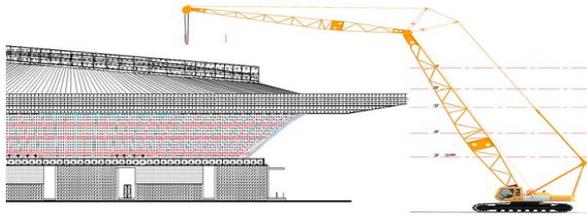


图 14 构件吊装示意图

2.6 格栅及飘带系统施工

格栅和飘带造型多,规格尺寸多、接口多且无任何规律可循。双曲转折部位材料加工对接困难。装饰格栅造型复杂,连接点处材料众多包含铝板、钢材和铝型材,多重材料组合将产生众多材料接口,势必增加质量问题发生概率,因此制定合理的方案显得尤为重要。

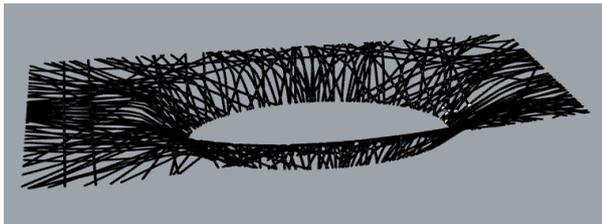


图 15 格栅示意图

首先对不规则造型的格栅利用三维建模软件重新建模,对格栅进行延伸变形达到预期效果,然后进行依次编号,使得现场施工不会错乱。

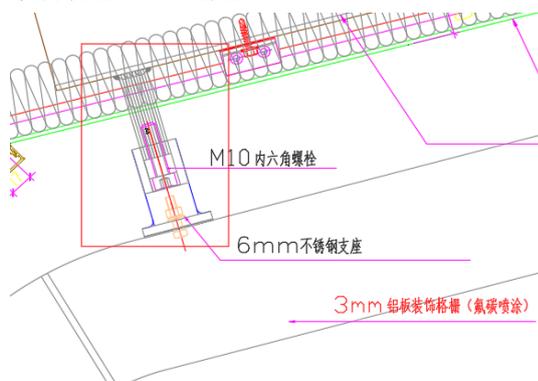


图 16 螺栓设计图

其次对于格栅及飘带如何通过铝板、钢材和铝型材与龙骨连接,设计通过采用长螺栓的形式在三道钢结构环梁处伸出与格栅进行连接。

由于双、多曲面框支承玻璃、铝板、格栅幕墙立面造型独特(见图 2.13),无法使用吊篮垂直作业,也无法使用满堂脚手架作为施工作业平台,如果采用满堂脚手架作

为施工作业平台无法进行全站仪三维测量放线。因此采用登高车、25T汽车吊进行连接件及铝格栅安装。材料垂直运输采用汽吊进行运输,所有空间构件用汽吊进行吊装就位,安装时用高空车作为施工作业平台将工人送至作业点,保证施工技术水平正常发挥即可确保施工质量。

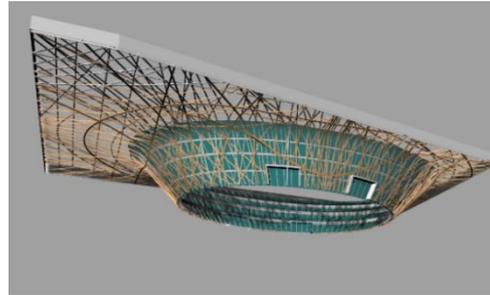


图 17 立面造型图



图 18 格栅安装图

最后,由于飘带主要位于格栅外侧位置,采用登高车做为作业平台进行安装,并配以汽车吊辅助垂直运输。

3 结论

本文阐述的多系统综合幕墙主要的施工难度在异性钢结构外侧进行曲面玻璃幕墙施工,在曲面玻璃外侧有一层无规则的装饰格栅,最外层是飘带,整体效果看起来像“丝绕蚕”,有着美观,地标意义,但是施工难度却非常规幕墙所能比。该幕墙工程的施工技术在织里镇文体中心项目的实例应用,证明该施工技术安装简便,方便操作,安全系数大,最终极大的缩短了施工周期,降低了施工成本,使安装质量得到很大提升,且随着社会的发展,越来越多的异性建筑,多系统综合幕墙装饰将成为时代的主流,会被广泛应用,因此该施工技术在以后类似多系统综合幕墙应用中值得推广。

[参考文献]

- [1] 张建宇,梁建宏,刘瑞权,关江龙. 高空双曲面幕墙安装[J]. 建筑施工,2018,322(40):201-203.
 - [2] 赵磊,唐际宇,黄贵等. 昆明新机场航站楼双曲面金属屋面安装施工技术[J]. 施工技术,2011,40(15):9-12.
 - [3] 郭思壮,梁华站,董欢,王磊,田忠贵,熊燕. 建筑工程幕墙施工技术分析[J]. 城市住宅,2019,26(9):23-124.
- 作者简介:王琼(1989.9-)男,盐城工学院,工程专业,当前就职于上海建工五建集团有限公司,太湖新城项目项目经理,中级职称。