

论锥体玻璃幕墙和异形铝板幕墙设计

冯国栋

上海淞博建设工程有限公司 上海 201899

摘要: 锥体玻璃和铝板幕墙外倾斜施工设计, 外倾的角度变化, 幕墙立柱与弧形横梁的连接方式, 以及楼层平台结构和连续幕墙衔接问题; 建筑变径楼层平台弧形外边线飘带铝板的设计, 栏杆铝板与玻璃栏杆高度方向变化; 多种幕墙衔接等施工设计问题解析。

关键词: 锥体玻璃幕墙; 异性铝板幕墙

前言

随着我国经济高速发展步伐, 建筑行业发生了日新月异的变化; 建筑物由满足空间布局的基础上更合理发挥作用, 具体体现在体育场馆的空间大跨度实现, 超高层建筑的外立面造型各异, 商业综合体多种业态布置有效引导客户购物体验, 同时建筑外立面设计更是千变万化。建筑外立面是采用涂料、面材等诸多材料, 幕墙面板同样由单一玻璃、铝板等发展为GRC、陶板、石材、保温一体板、UHPC、仿石砖等; 幕墙系统衍生了单元体、点式、拉索(杆)、精致钢等构造系统。

本文以实际项目做为案例, 对建筑外立面的幕墙系统设计进行评析, 本项目存在多种幕墙系统之间衔接, 以及幕墙与结构之间连接方式逐渐变化, 通过幕墙优化设计更好地实现建筑外立面效果。

1 建筑概况

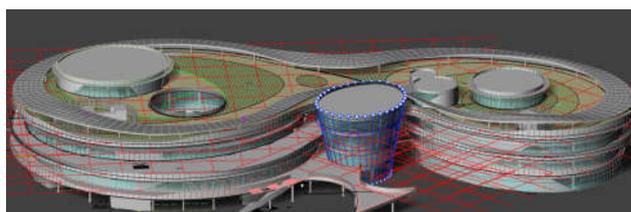
综保区扩区C06-02地块新建工程项目。地块位置: 上海市浦东新区临港洋山特殊综合保税区内。建设工程性质: 商业和商务办公。建设内容包含5栋高层研发楼, 8栋多层研发楼, 4栋花园研发楼, 1栋共享云台(17#公共配套)。其中17#楼零售锥体玻璃幕墙采用6+1.9PVB+6Low-e+12Ar+8+12Ar+8mm钢化夹胶中空玻璃, 楼层平台玻璃栏杆采用8+1.52PVB+8mm钢化夹胶玻璃^[4], 铝板幕墙和楼层平台栏杆采用3mm厚氟碳喷涂铝单板。

2 锥体外倾幕墙系统和铝板幕墙设计原理

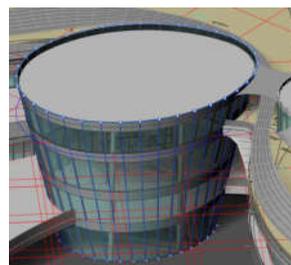
2.1 建筑设计方案

17#楼由零售、食堂和展厅通过楼层平台进行连接, 零售锥体从一层到屋面建筑边线逐层扩大, 每层由不同的半径拼接成建筑外轮廓边线。平面图中一层到五层屋面建筑外边线定位圆心不是垂直的一条线, 每层圆心定位点没有固定规律, 玻璃幕墙分格从每层定位圆中心放射出来, 一圈的玻璃分格尺寸接近等分。锥体玻璃幕墙和铝板幕墙在椭圆形立面外倾的角度是变化的, 竖向剖

面中幕墙倾斜角度是不一致。



17#楼三维模型



17#楼锥体局部模型

2.2 幕墙系统设计问题

锥体是竖明横隐玻璃幕墙系统, 采用倾斜钢立柱200x100x8mm氟碳喷涂+100mm铝垫框, 水平铝横梁通过铝角码+M8对穿螺栓连接而成^[1]。

平面图中沿锥体轮廓线进行连续竖向剖切后, 汇总在剖面图中发现倾斜立柱从77度变化80度; 根据建筑图楼层建筑标高位置和平面轴网, 对楼层幕墙分格控制点三维放样, 采用从一层到屋面一个分格竖向的控制点逐层连成直线, 立柱在高度方向是折线。如果按从一层到屋面两个控制点连成直线, 二、三层位置局部控制点与拉直通线之间发现有50mm偏差, 上下立柱插接位置偏差大造成玻璃无法安装。即使控制点距离拉通直线接近的分格玻璃需加工成双曲玻璃, 造成钢立柱、铝横梁和玻璃等加工难度系数加大。

2.3 幕墙系统设计问题解决思路和方法

倾斜钢立柱在77度至80度之间逐渐变化时, 弯弧铝横梁上下保持水平安装, 横隐的拉弯玻璃副框无法铝

横梁贴合, 横向副框无法通过铝压块固定。按78.5度立柱做为中间值, 立柱向左右两侧各旋转1.5度满足角度的变化, 玻璃副框沿玻璃弯弧半径拉弯加工, 玻璃副框与水

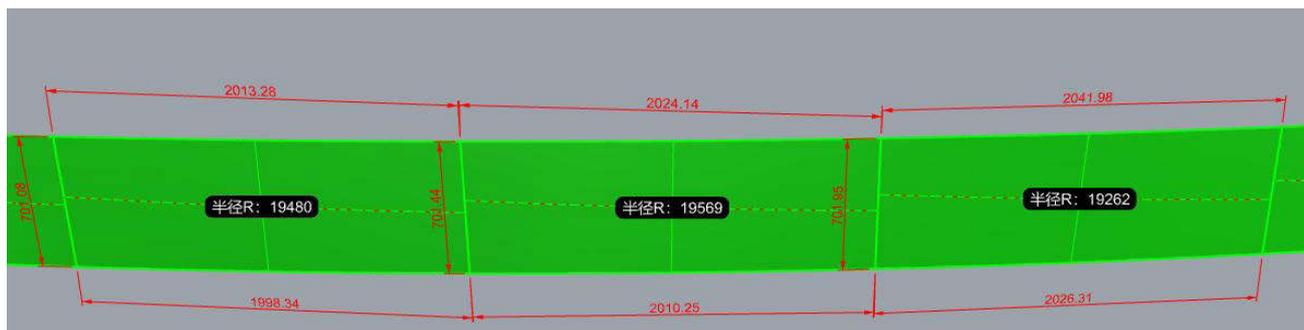
平拉弯铝横梁之间缝隙在3mm~7mm变化, 可采用不同截面的三元乙丙胶条弥补渐变宽度的缝隙。



锥体1层80度玻璃幕墙节点竖 锥体1层78.5度玻璃幕墙节点竖 锥体1层77度玻璃幕墙节点竖

锥体玻璃幕墙倾斜角度模拟

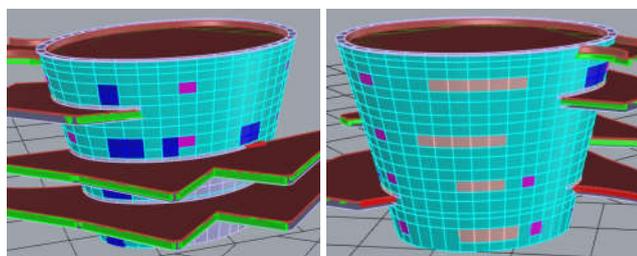
玻璃和铝板面板优化设计, 从一层到屋面立柱按一条直线安装, 一个分格内玻璃两条竖边是直线; 玻璃上下两条横边按建筑外轮廓线模拟一个弯弧半径, 把玻璃四个控制点优化为一个平面, 各角点偏差缩小到4mm以内, 类似在一个圆柱体上扭转一定角度后再切割成T形, 通过三维模型把每片玻璃的加工参数提取出来^[4]。



锥体单片玻璃尺寸参数化

立柱优化设计, 锥体在每层有临边的工字钢梁和楼层的平台两种结构形式, 钢立柱采用吊挂方式用14#槽钢+M12螺栓连接到主体结构工字钢梁, 在二~四层的局部有楼层平台, 钢立柱底部通过底钢插芯与楼层平台上混凝土坎台上预制钢板埋件连接; 局部一层至四层贯通玻璃幕墙的钢立柱层间伸缩缝位置设中钢插芯, 钢插芯与下一根立柱焊接, 上端插入到上一根钢立柱内200mm长度, 预留20mm缝隙满足在热胀冷缩情况的沿长度方向伸缩功能^[3]。

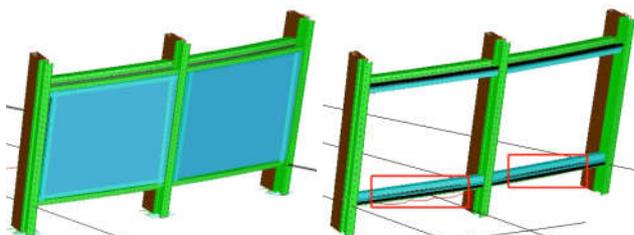
于开启窗宽度和高度尺寸较大, 整窗重达210Kg。采用在窗中间增加竖向分格, 原玻璃窗宽度均分。方案1、2为矩形开启窗和圆弧形铝横梁的对比, 电动窗开启五金要求窗框横向为直线, 方案1中窗框高度尺寸减小到上下两个铝横梁之间, 满足开启要求; 方案2中窗扇框高度方向超出上下铝横梁边线, 直线窗框与拉弯的铝横梁干涉, 最终采用方案1。



锥体模型立面1

锥体模型立面2

玻璃幕墙每层设有外倒电动窗开启70度, 玻璃窗的分格高度是1300mm, 宽度在1565~2090mm之间变化。由



开启窗方案1

开启窗方案2

3 楼层异形铝板和玻璃栏杆设计原理

3.1 建筑设计方案

本项目食堂和展厅的二到四层玻璃幕墙和铝板幕墙退在建筑外边线内侧, 楼层平台栏杆与内退幕墙之间最

小处有2米距离。在楼层外边线设铝板和玻璃防护栏杆，玻璃栏杆竖向采用90×18mm热镀锌钢板外侧包裹氟碳喷涂铝型材，顶部横杆采用宽度136mm氟碳喷涂铝型材^[2]。

楼层平台栏杆铝板与侧面竖向铝板、吊顶铝板是连续完成面，侧向铝板垂直投影轮廓线是每层不同半径的弧线拟合连接而成；铝板和玻璃栏杆分格是从定位圆心与内退玻璃幕墙分格控制点连线的延伸，铝板分格从1437mm~1893mm之间变化。在吊顶铝板与玻璃栏杆之间外侧面铝板高度是1550mm、2800mm和3800mm，展开立面上栏杆和侧向铝板是由直线段和平滑地沿上下飘带形状边线组成，形成铝板和玻璃两条祥云在沿着楼层平台外立面飘荡。

3.2 铝板幕墙和玻璃栏杆设计难点

在楼层平台栏杆压顶铝板宽度设计为360mm，栏杆玻璃完成面沿360mm宽铝板纵向内退110mm，8+1.52PVB+8mm钢化夹胶玻璃下端支撑在4mm热镀锌钢槽内19mm^[6]，两片玻璃之间竖向12mm缝隙镂空。栏杆玻璃把360mm宽纵向铝板分成内外两块，内侧铝板向下延伸固定到混凝土结构打密封胶形成防水线；外侧铝板在立面建筑12mm密封胶缝并向下延伸到吊顶，外侧铝板在顶部做成90度内凹槽配有泛光铝型材和灯具。

栏杆铝板内外侧立面竖向12mm密封胶缝，缝隙内侧采用竖向120×60×5mm矩形钢管和50×4mm矩形钢管

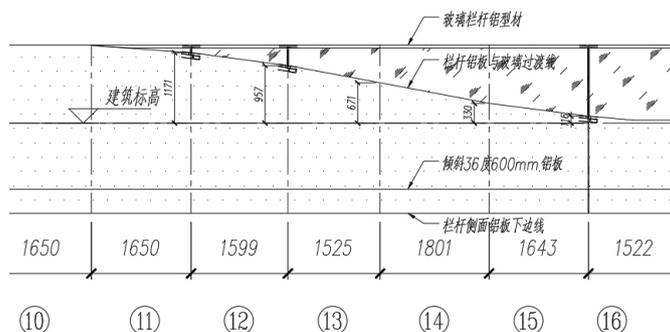
固定铝板，局部横向缝隙采用50×4mm等边角钢。竖向120×60×5mm矩形钢管高度随着铝板栏杆飘带的形状变化。

3.3 异性弧形幕墙设计问题解决思路和方法

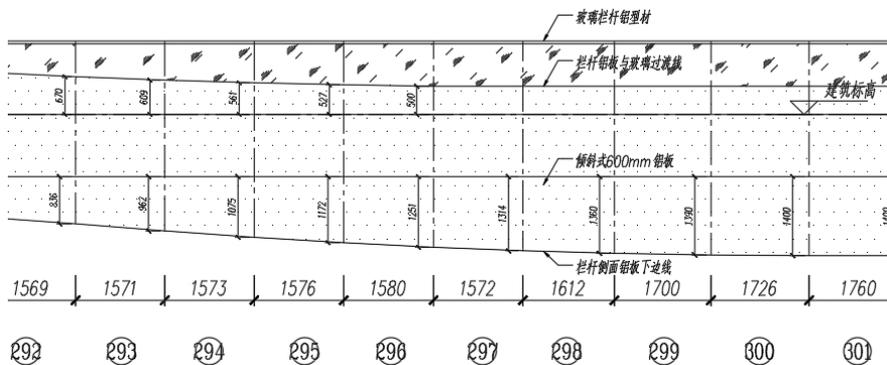
栏杆铝板和玻璃栏杆按建筑方案分格折线拼合后，局部铝板板块长度和高度1500×1700mm超常规规格，加工和运输过程中易变形，按平面图中铝板外边线圆弧半径在48米的分格控制在1700mm长度以内按连续折线设计，平面圆弧半径在12米范围以内的铝板分格控制在1200mm长度以内并按弧形铝板设计。

在平面图中栏杆和玻璃幕墙轮廓线是圆弧形，分格控制点无法直接依据水平垂直轴网定位，采用间断的幕墙分格控制点到两侧轴线之间距离确定；因此，根据平面图、立面图和相邻幕墙的衔接点作为立面展开图的隔断点，将平立面分段展开。在按分格依次编上号码，展开图是平面中每个分格的正投影，便于区分开面板的编号统计、筛选和汇总。在提料加工时，每块面板还需结合平、立面图的位置做三维放样，根据铝板的实际规格尺寸，以及上下折边铝板的偏转角度画展开图，并附上单块铝板的三维简图。

对栏杆展开立面图上玻璃与铝板的渐变线进行微调，避免铝横梁或玻璃加工角度太尖锐无法实现，玻璃与铝板分格控制点与建筑标高线逐个标上尺寸定位，确保幕墙安装后与建筑效果一致。



铝板与玻璃栏杆过渡位置放样

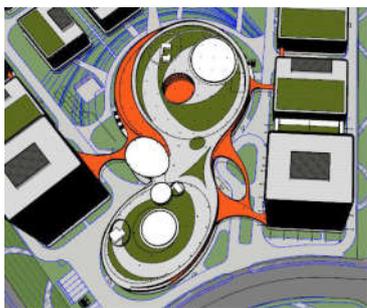


玻璃和铝板栏杆飘带位置放样

4 连廊平台的玻璃、铝板栏杆和铝板吊顶

4.1 建筑设计问题和难点

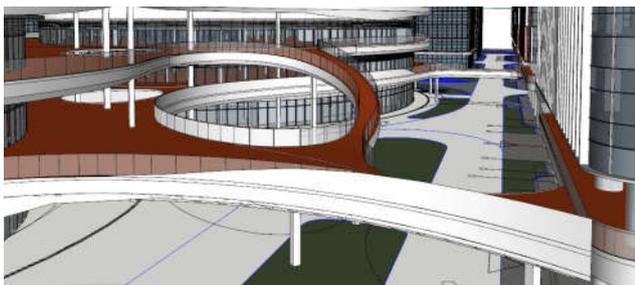
1#、4#、11#楼分别与17#楼在二三层通过连廊平台相连，17#栏杆高度是1300mm与其它楼1200mm高度不一致^[5]。平面连廊栏杆宽度分格尺寸1200~1700mm局部尺寸超1800mm，分格线垂直向下对的立面铝板划分，局部直线铝板分格在超宽立面的弧度位置过渡效果不佳。



连廊平台平面图

4.2 异性栏杆铝板和吊顶铝板解决方案

圆弧形连廊平台与楼层平台相接位置，沿用360mm宽度铝板栏杆和玻璃栏杆，连廊平台的吊顶板由水平面向倾斜面过渡，沿建筑外轮廓线角部设一条倾斜36度600mm高度变化铝板，把平台下吊顶铝板与栏杆侧向铝板由隔开，栏杆侧向立面铝板是由不同规格尺寸的铝板按弧面拼接而成。



连廊平台局部模型

栏杆高度1200mm和1300mm之间变化在两楼伸缩缝位置过渡，把17#楼的1300mm高度逐渐降低到1200mm，确保在交接点位置栏杆高度一致。原1800mm位置栏杆分格在折线位置减小到1200mm以内，半径12米内弧形段内采用弧形。连廊平台的建筑、结构图通过犀牛建三维模型，在空间逐个定位吊顶控制点，再按相近几个分格一个模数，在犀牛中依次展开成连续的平面板块，每块铝板可以按三维的角点数据画出加工图。

总结

本项目的玻璃幕墙铝板幕墙面积超60%的范围是通过建三维模型放样后再局部展开，根据建筑轮廓线圆弧的半径的不同，在平面上需要转化为折线和拉弯成圆弧来实现；同时增加了高度方向的变化，整体难度系数较大。反映了现代建筑物由标准向异形参数的发展，使用三维软件辅助设计常态化，在计算机中让建筑的具体的参数化弧线、折线等异形材料加工得以实现，使得建筑的造型外立面更加新颖别致。

参考文献

- [1]DGJ 08-56-2019上海市建筑幕墙工程技术规范
- [2]JGJ 102-2003玻璃幕墙工程技术规范
- [3]GB 50017-2017钢结构设计标准
- [4]JGJ 113-2015建筑玻璃应用技术规程
- [5]JGJ/T 470-2019建筑防护栏杆技术标准
- [6]GB 50018—2002冷弯薄壁型钢结构技术规范