

双曲异型铝板在幕墙工程中的应用

冯齐雨

(江苏安厦工程项目管理有限公司 江苏常州 213022)

摘要: 铝板幕墙具有减轻结构自重, 抗腐蚀性和耐候性, 抗酸雨、盐雾和各种空气污染物, 耐冷热性能好, 能抵御强紫外线照射, 能长期保持不褪色、不粉化, 造型美观、使用寿命长等优点, 在建筑领域已被广泛使用。双曲异型铝板幕墙属于一种多维几何变化的立面板材幕墙, 外形新颖、造型美观。这种立面的特殊性给铝板外幕墙施工带来很大的难度, 尤其是铝板深化设计与加工阶段的尺寸及造型的把控。本文主要以某一高层建筑商业裙房幕墙的施工经验为例, 对幕墙板材的设计、制作和安装等方面的细节进行重点介绍, 精确分析双曲异型铝板尺寸和造型在施工过程中的质量管控技术。

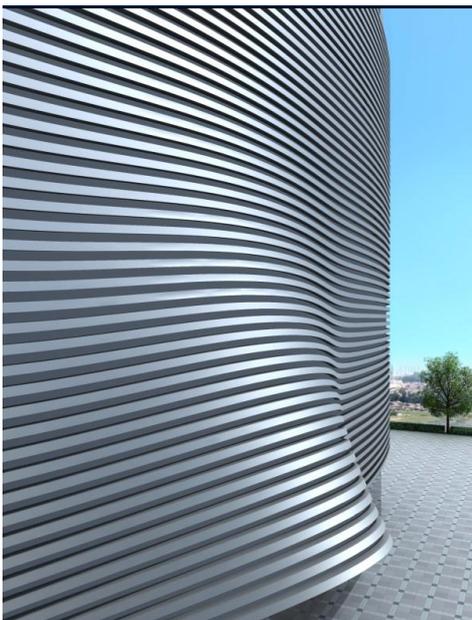
关键词: 铝板幕墙; 双曲异型铝板; 施工技术

一、工程概况及专业结构形式

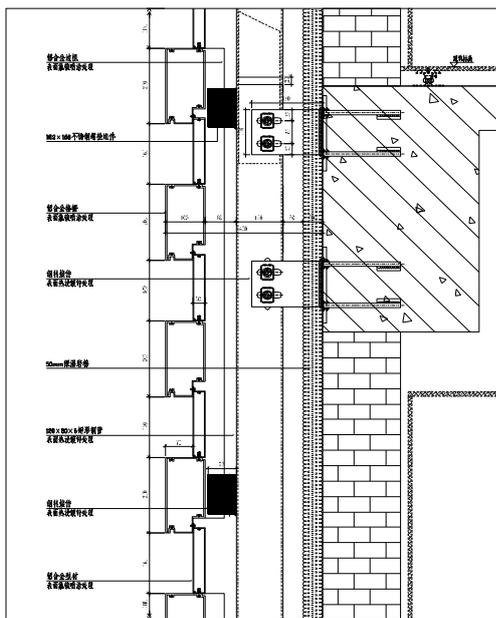
某广场项目是一个超高层商业建筑, 整体项目由 39 层办公楼 A、28 层办公楼 B、4 层商业裙楼及 3 层地下室四大部分组成, 项目总建筑面积 18.7 万 m^2 。其中商业裙房建筑面积 3 万 m^2 , 高度 21.60m。该裙房外幕墙采用多维几何变化的双曲异型铝板格栅状外形立面幕墙。

幕墙系统: 竖龙骨 120×80×6 矩形钢管, 材质为 Q235B, 表面热浸镀锌处理, 板块截面为 75x920 铝单板格栅型外观, 格栅空隙为外凸 200*70 或内凹 160*70 的 3mm 厚铝单板, 女儿墙内侧及顶部收口为 3mm 厚折边铝单板, 表面氟碳喷涂处理。支撑体系: 矩形钢管、钢转接件及平板埋件。

板材尺寸和造型把控是幕墙施工过程中的难点。



局部立面效果



横剖节点

二、双曲异型铝板幕墙设计

1. 铝板幕墙设计理念

建筑设计理念是把广场幕墙工程建成一个能适应未来发展的地标建筑, 有如下特点:

- (1)提供生态化、人性化的办公环境及优雅的环境, 让工作成为一种享受。
- (2)具有灵活的平面布局和高使用率。
- (3)具有高性能的节能设施, 自然采光, 有效组织自然气流。

幕墙设计力求与建筑立面设计及结构特征相吻合, 并通过幕墙设计加以完善。主楼立面充分展示竖向线条的挺拔、流畅, 裙楼立面充分展示横向线条的沉稳、大气, 表现出整体建筑的宏伟大气。幕墙外观效果富有时代气息, 简约而不简单, 大气而不奢华, 符合现代审美品位, 并与当地的自然景观、绿地、树木乃至天空形成一个珠联璧合的整体。

2. 铝板幕墙设计要求安全可靠

本工程结构设计使用年限为 50 年，建筑结构以及各类结构构件的安全等级均为二级，重要性系数均为 1.0，安全可靠将是首要考虑的因素。在幕墙设计方案中，均应充分考虑风荷载、雪荷载、温度应力、地震作用等对幕墙影响，要求具有良好应变能力。在材料选择中，应充分考虑材料强度和安全性，玻璃采用钢化安全措施。

(1)面材、铝型材的设计耐久性保证 50 年以上；

(2)要求加减震防冲击吸收能量材料，如加设隔离垫片，不同位移位置加设抗震缝，采用定距离压紧方式，保证板块的伸缩变位能力；

(3)抗震计算本工程抗震设防烈度为 7 度，采取抗震构造措施，并遵循“小震不坏，中震可修，大震不倒”的原则；

(4)按规范要求每层合理部位设置一定数量的应急救援窗，满足消防救援需求。

3. 铝板幕墙设计要求造型美观

在幕墙美观性上，对外立面效果进行有针对性地创意和艺术性地加工，力图外立面简洁明快、线条顺畅、分格清晰、造型独特，以体现该建筑立面的节奏感和韵律感，体现该建筑立面的独特效果。同时，考虑内视效果展示，保证室内外露部分的一致性，使室内感到规整、协调、精致。内外交融是其自然要求。

为更好地协调该建筑外立面的节奏感和韵律感，设计外立面时尽可能使各种线条整齐。铝板幕墙的所有接头、拼缝、外露螺栓、不锈钢件等均具有工艺观赏性，充分展现机械美感。

3. 铝板幕墙设计要求性能先进

(1)防水做法

本工程采用成熟的框架式幕墙系统，合理设计板块搭接，如上下相邻板块采用承扣式扣槽搭接，左右相邻板块采用优质结构胶和密封胶条密封，实现结构防水，密封机理可靠，气密性能、水密性能更好。采用开放式结构，使得接缝处灰尘吸附蓄积量少，减轻幕墙外表面污染，减少幕墙清洗频率。

(2)防火做法

本工程防火等级为一级，幕墙主要装饰材料全部为难燃或不燃烧体，幕墙与楼板、隔墙外沿间采用防火岩棉嵌挂。防火岩棉密度不小于 $48\text{kg}/\text{m}^3$ ，楼板隔层、水平防烟带为 100mm 厚岩棉，岩棉采用厚度 1.5mm 厚镀锌钢板承托。

(3)防雷做法

幕墙防雷设计基于幕墙形成自身防雷体系，并与主体结构可靠接地，共同形成防雷体系。根据防雷设计规范规定，建筑物不仅需考虑顶层雷击，还要考虑侧向雷击。本工程按 II 类防雷设计，幕墙竖向铝合金龙骨通过铜编织避雷带与主体结构避雷接地系统连接，形成不大于 10×10 米或 8×12 米防侧雷网络，接地电阻不小于 1 欧姆，这样可保证建筑安全，防止雷电损害。为减小通路电阻，竖龙骨与铜编织避雷带的接线端子相连时做特殊处理，竖龙骨的接触处去掉氟碳喷涂涂层，接线端子与竖龙骨的接触表面进行镀锡处理。

4. 铝板幕墙设计要求可拆卸更换

因该建筑周围路段人流繁多，如建筑局部功能改变，幕墙拆卸更换或维修将在所难免。因此幕墙设计时不仅要考虑到板块的可更换性，而且在更换时不影响幕墙的正常使用。本工程幕墙结构设计选用框架式可拆卸幕墙系统，保证板块的可更换性。

5. 铝板幕墙设计考虑节能环保

本幕墙工程所选系统为高性能幕墙体系，在材料选择及构造设计上进行节能考虑。根据公用建筑节能设计标准规定，本建筑处于夏热冬冷地区，其外围护结构传热系数及遮阳系数应满足下表的要求。

夏热冬冷地区围护结构传热系数和遮阳系数限值

围护结构部位	传热系数 K $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
屋面	≤ 0.60	
外墙(包括非透明幕墙)	≤ 0.80	
底面接触室外空气的架空或外挑楼板	≤ 0.80	
外窗(包括透明幕墙)	传热系数 K $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	遮阳系数 SC (东、西向/南向/北向)

单一朝向外窗 (包括透明幕墙)	窗墙面积比 ≤ 0.2	≤ 3.5	$\leq 0.45/0.70/-$
	$0.2 >$ 窗墙面积比 ≤ 0.3	≤ 3.0	$\leq 0.35/0.50/0.70$
	$0.3 >$ 窗墙面积比 ≤ 0.4	≤ 2.8	$\leq 0.32/0.45/0.60$
	$0.4 >$ 窗墙面积比 ≤ 0.5	≤ 2.5	$\leq 0.28/0.40/0.55$
	$0.5 >$ 窗墙面积比 ≤ 0.7	≤ 2.3	$\leq 0.25/0.35/0.50$
屋顶透明部分		≤ 2.7	≤ 0.35

幕墙环保设计是城市建设的组成部分，满足对城市无光污染、节能、高效安全的要求。

本幕墙工程没有高反射材料，所用的铝材、钢材、氟碳涂层等均不会污染环境，大部分主要材料均可回收利用。材料加工大部分在场内完成，现场加工量少，可以减少加工废料污染和加工噪声对周围居民的影响。同时，最大限度减少硅酮结构胶和密封胶用量，避免对环境造成影响。铝材表面进行氟碳喷涂处理，钢材表面进行热浸镀锌防腐处理，在两种不同金属材料接触部位设置防腐蚀橡胶片，防止电化学腐蚀。

6. 铝板幕墙设计考虑装饰材料高性价比

充分考虑幕墙工程的经济性、效益性，提高幕墙装饰材料的高性价比。在确保满足国家规范的基础上，合理地使用材料至关重要，力争以较低的工程投资获得满意的装饰效果。裙楼采用 3mm 厚格栅型铝板+砌体围护墙外贴硬质岩棉保温节能墙体，既能保证其隔声、隔热、保温、防结露性能，又保证外观效果的一致性。

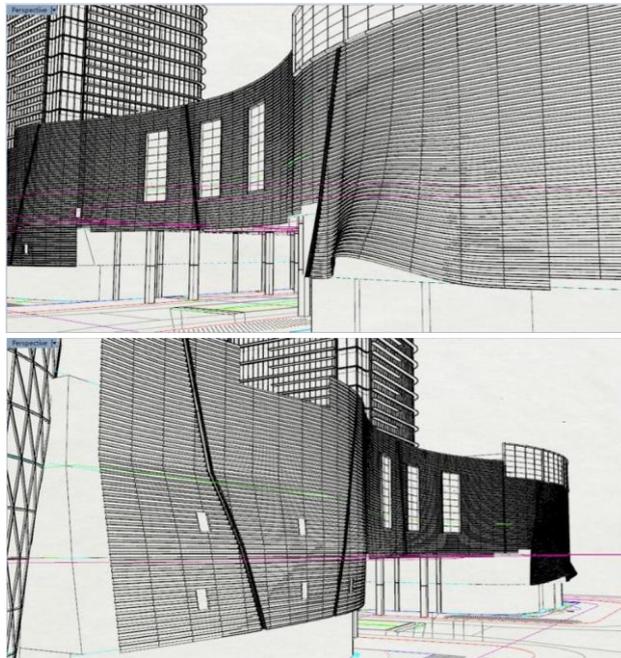
三、双曲异型铝板幕墙加工

铝单板工厂加工工序：图纸二次深化(放样)→下料→折弯→焊接→打磨→前处理→喷涂→包装。

1、利用 BIM 技术建模

因本建筑裙房外立面铝板幕墙为多维几何变化的双曲异型立面，为能精确地将幕墙铝板尺寸及造型展现出来，在深化设计阶段采用 BIM 技术。

在深化初期，由现场实际放线得出外立面各竖向主龙骨的相对位置尺寸，根据事先确认好的铝板节点，结合墙面造型，以及墙面的推拉窗、救援窗、伸缩缝的位置，建立三维实体模型的信息数据。在得到各项数据之后，利用犀牛三维建模，将胶缝、窗口、伸缩缝等直接表现在实体模型中，利用 BIM 技术的便捷性及准确性，将此工程的铝板外幕墙完完全全的展现出来。

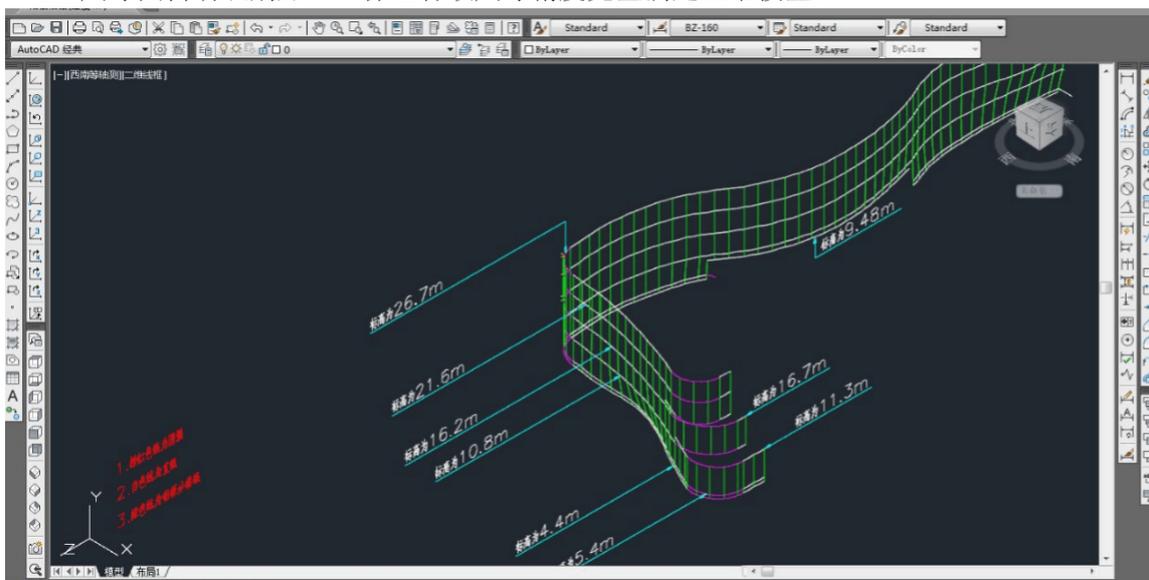


局部三维建模图例

2、工厂二次深化设计

加工阶段首要环节是图纸二次深化(放样)阶段：随着国内建筑行业发展，各建筑应用软件间的配合也得到很好地应用。在工厂二次深化阶段，能够与前期的犀牛三维模型无缝对接，利用三维模型中

的各种信息，得出 CAD 放样展开图，且工厂大量的数控铣床、全自动转塔冲床等能够直接从 CAD 中引出一比一尺寸图自动识别加工，保证各项尺寸精度完全满足三维模型。



CAD 放样展开图

3、加工和喷涂

钣金阶段(折弯、焊接、打磨)：铝板单块的节点造型基本一致，局部标准立面的铝板加工相对较为简单，圆弧立面以及纵向为逐渐变化的板块加工较为复杂。但均可利用数控铣床、全自动转塔冲床等直接从 CAD 中引出一比一尺寸图自动识别加工，然后采用焊接或者拉弯进行辅助加工。

喷涂阶段(前处理、喷涂)：钣金完成后转入喷涂线上的自动喷枪进行自动喷涂，由于铝板板面为不规则的 M 型结构，完全依靠喷涂线上的自动喷枪无法满足水平板面上漆面膜厚的要求，需要补喷，操作比较繁琐。

四、双曲异型铝板幕墙安装

幕墙施工工艺：复核结构尺寸和预埋件→放线→检查放线精度、调整预埋件→安装连接铁件→安装龙骨→安装防火保温材料→安装铝板→收口、密封→清扫→全面检查。

1、基层处理

(1)预埋件设计标高、位置、数量须符合设计及安装要求，并经防腐防锈处理。埋件不符合要求时，应及时采取有效措施，增补埋件。

(2)安装格栅立杆的部位外墙混凝土面不得有酥松现象，且安装标高应符合设计要求，凹凸不平处必须剔除或修补平整，过凹处及基层蜂窝麻面严重处，不得用水泥砂浆修补，应用高强混凝土进行修补，并待有一定强度后，方可进行立杆安装。

2、安装转接件

有些部位根据幕墙结构设计，可能要加焊转接件进行。经检查埋件合格后，可进行过度连接件的焊接施工。焊接时，连接件的位置一定要与墨线对齐，先将同水平位置两侧连接件点焊，并进行检查，再将中间的连接件点焊。经检查，满足水平位置和垂直度要求后，进行满焊固定或段焊。

由于施工可能产生误差，因此在立杆安装前，应重新放线，以确定埋板位置与焊接立杆的准确性。如有偏差，及时修正。同时，应保证不锈钢立柱全部座落在钢板上，并且四周能够焊接。

3、幕墙体系安装

安装工艺流程：放线→连接件、支座安装→立柱、横梁安装→铝板安装→打胶。

(1)连接件、支座安装

(1)连接件安装在放线确定的位置上，先点焊，经调整后固定。连接件位置精确度为：标高偏差不大于 3mm，左右位置偏差不大于 3mm，平面外偏差不应大于 2mm。为保证上述安装准确度，在焊接固定连接件之前，需在幕墙的上下两端之间用经纬仪或重型线锤定位，确定出控制用垂直平面的上下两条边线，用以控制、检测安装位置。

(2)在连接件的安装中，应随时依据控制线测量铁件位置，使所有连接的安装孔或安装平面做到

垂直、平整，误差在允许的范围以内。连接件焊接时，应先点焊，找正后再焊接固定。

(2)立柱安装

连接件准确安装就位后，即可安装立柱。安装时，将已加工后的型材与连接件连接，初步固定，立柱、螺母与连接件间要加设足够强度的不锈钢弹簧垫圈。根据控制通线对立柱进行复核，调整立柱的垂直度、平整度，达到要求后再将螺母最终拧紧固定。

(3)横梁安装

横梁安装时可根据设计位置，在立柱外面拉横线，控制转接件安装。由于横梁的安装偏差主要取决于立柱、转接件安装质量，因此在立柱制作及安装时严格控制各项偏差，才能保证横梁安装的准确。横梁的安装应由下向上进行。当安装完一层时，应进行检查、调整、校正，确认满足要求后再固定，以保证达到质量标准的要求。

框架体系安装质量除加工精度控制外，安装质量也是确保幕墙性能、控制龙骨面整体定位、保证铝板线条横向和竖向搭接弯曲贯通的重要环节。施工中如发现个别立柱、横梁位置超偏差过大时，应进行相应的调整或更换。

(4)防火、保温材料安装

框架体系安装完毕，即可进行防火、保温材料安装，层间和防火带应先固定防火镀锌钢板(用螺丝或射钉)，要求牢固可靠，并注意板的接口。根据要求铺设相应厚度的防火岩棉，保证接口处饱满，不应留缝隙，固定牢固。当采用内衬板时，内衬板与构件接缝应严密，四周应套装弹性橡胶密封条。隔墙粘贴硬质保温岩棉，严格按规范进行错缝搭接或裁剪粘贴，挂设玻纤网，并批嵌防水砂浆。

(5)幕墙板块安装

铝板在幕墙框架上的连接方式、螺钉安装位置和数量，按图样要求，排版编号进行安装。板块利用电动葫芦提升到达安装位置后，采用人工方法将铝板嵌入框架的镶嵌槽后，用不锈钢螺钉固定，然后安装扣紧件。调整铝板位置时，应保证接缝横平竖直，接缝大小一致，其尺寸偏差及外观质量要求均符合幕墙安装规定。最后进行顶部封口处理，即安装封口板。安装过程中，应注意对铝板、铝材等成品、半成品进行保护。

(6)嵌缝注胶

铝板安装完成后，进行嵌缝注胶。嵌缝注胶所用的硅酮胶必须在规定有效期内，同时经过相容性试验合格后方可应用。嵌缝注胶时先将填缝部位用规定的溶剂，按工艺要求进行净化处理。净化后嵌入硅酮胶条，在外侧胶缝两侧的铝板上贴保护胶带纸，然后用设计规定牌号的硅酮胶进行注胶。注胶后将胶缝压紧，抹平，撕去两侧胶带纸，将铝板表面的污渍擦干净。注胶后要做到胶缝与基材粘结牢固无孔隙，胶缝平整光滑，铝板表面清洁无污染。

(7)检查、调整、清洁、验收

全面检查安装整体效果，保证整体均匀、美观，有不满足要求的需调整，直至满足相关要求为止。

五、结束语

双曲异型格栅形铝板成为板材幕墙，乃至诸多幕墙形式的一种。近几年在业内出现和应用，更加丰富幕墙工程的艺术表现力，在施工过程中完善的组织结构也让施工得到很好的质量保证。本项目所使用的双曲异型铝板幕墙做到材尽其用、功能满足，成为工程所在地的一道亮丽的地标式的风景线。

参考文献：

- [1] 铝板带国家标准(GB/T3880-2006)；
- [2] [铝幕墙板 氟碳喷漆铝单板]GB/T429.2-2003；
- [3] [建筑装饰装修工程质量验收规范]GB50210—2001；
- [4] [公用建筑节能设计标准]GB50189-2005；
- [5] [建筑用硅酮结构密封胶]GB16776-2005；
- [6] [金属、石材幕墙工程技术规范]JGJ133-2001；
- [7] [建筑物防雷设计规范]GB50057-97(2005年版)。

作者简介：冯齐雨(1969-)男，江苏涟水人。国家注册监理工程师、一级建造师。现就职于江苏安厦工程项目管理有限公司，主持工程监理和项目管理工。通信地址：江苏省常州市新北区汉江西路96号，邮政编码：213022