

# 曲面蜂窝铝板格栅施工的应用研究

张浩 陈迎春 杨金龙 龚猛 吴一凡

中建科工集团有限公司重庆分公司 重庆 江北 401120

**摘要:** 铝格栅系列也是在我国大陆近年来国内发展及生产得最快的新型室内隔断吊顶材料系列产品之一, 铝格栅吊顶由于产品具有开放宽阔的室内外景观视野, 通风, 透气, 其吊顶产品线条造型简洁大方明快且排列整齐, 层次结构清晰而分明, 体现出明了简洁现代大方风格, 安装操作与使用拆卸简单, 方便维护, 成为了我国在近几年内的风靡居室装饰工程产品。铝格栅系列根据主要结构种类也可分为主要结构分为凹槽铝格栅和平面铝格栅。本文主要论述曲面蜂窝铝板格栅施工的应用研究, 通过对铝格栅以及施工工艺控制要点的论述, 提出了工程施工的改进意见, 希望为以后研究提供参考。

**关键词:** 曲面蜂窝; 铝板格栅; 施工研究

## 1 引言

随着时代的变迁, 人们对建筑的要求也在不断的变化, 现在的建筑不再只关注它的用途, 更多的关注于建筑的外观, 尤其是那些大型的公共建筑, 更是以其独特的造型和风格, 以突出地方的历史和文化特色, 而这些独特的建筑很快就成为了各个城市的标志性建筑。在安装时, 由于安装后埋件的位置、渐进式弧形施工的架体、铝立柱的安装精度、铝横梁的安装精度、蜂窝铝板的安装精度以及蜂窝铝板的安装质量都会对其安装效果产生很大的影响, 基于此, 本文对曲面蜂窝铝板格栅施工的应用进行了深入地研究。

## 2 蜂窝铝板简介

### 2.1 蜂窝铝板用途及特点

蜂窝铝板材是一种以铝合金为基材的复合材料为基础, 研制成功的新型复合材料板材。采用"蜂巢"结构, 即以高强度铝合金铝板为面、底板与铝蜂窝芯板, 经过高温、高压的复合, 制成具有优良耐候性能的装饰涂料。材料精良, 工艺先进, 结构合理, 不但在大尺度、平整度上表现优异, 而且在形状、表面处理、色彩、安装系统等方面均有广泛的应用前景。另外, 除了铝合金板外, 我们还可以按用户要求选用其他材料, 例如: 铜, 锌, 不锈钢, 纯钛, 防火板等。蜂窝铝板外墙围护保温装饰系统, 主要是专门针对垂直大跨度, 复杂的建筑曲面屋顶结构及对墙面的对外墙的保温、隔热、吸音、防水性要求及建筑造型整体美观及性能等的一系列苛刻环境要求所进行的研发与制作装饰系统, 广泛运用于目前国内外的各类大型现代住宅建筑: 幕墙装饰、包柱隔墙、吊顶、室内装饰、屋顶、挑出窗檐、电梯内饰、地铁列车与地铁轻轨、豪华的车船内饰。同时蜂窝铝板幕墙也还

应该同时具有着以下一些主要功能特点: (1) 幕墙结构强度范围足够大; (2) 结构材料本身重量轻; (3) 幕墙材料表面平整度综合性能更好些; (4) 结构承重部分面积跨度比较大: 最大承重跨度规格最大可达1500\*6000mm, 无需另行安装任何预应力混凝土及加强混凝土预应力筋带等部件; (5) 防火抗震及防火保温隔音的性能要求比较好: B1级或以上等级; (6) 隔音保温和隔音声的效果好: 计权隔阻声衰减量能达到最大25dB以下; (7) 防火及隔热及阻燃保温效果好, 导热系数:  $0.527W/(m \cdot K)$ ; (8) 对低温耐候性要更强, 具有承受高温及自洁蚀变能力。烤漆板系统漆采用辊压成型涂料工艺, 含氟碳为70%左右的优质全氟碳烤漆板产品; (9) 圆弧板的最小弯曲变形弯曲半径最高也可达约为300mm, 且圆弧板表面为经过一次模具冲压成型加工处理后注塑成型, 无需先经模具二次进行注塑冲压加工, 保证提高了圆弧板块表面之间的粘接强度与弹性不产生受损。<sup>[1]</sup>

### 2.2 双曲面蜂窝铝板加工工艺及材料性能

第一, 根据双曲蜂窝板的成型制造方法, 分为两大类: 一类是将蜂窝铝板加工成具有光滑光滑的表面, 然后将蜂窝铝板切割成所需要的形状, 并用压模机械滚压成所需要的高度。第二种是为将铝蜂窝板中的面板、蜂窝板、背板等进行切割, 使之达到所要求的尺寸, 然后涂上塑料, 然后靠压模进行冷浸成型(或热压), 以获得所要求的形状。第二种是蜂窝铝板, 若采用滚涂工艺, 可达到所要求的色彩效果, 一般为三层三烘。第三, 蜂窝铝板的冷压成型温度为20~30℃, 热压成型温度为100℃, 粘接蜂窝材料的粘接强度与粘接工艺有关。

### 2.3 工程技术难点及风险分析

双层蜂窝铝板的安装施工安全隐患。双层飞檐蜂窝

板的装饰,就像是一道长虹,飞檐的高度很难控制,每一片都有不同的形状,生产难度大,安装质量也有很大的风险。

### 3 曲面蜂窝铝板格栅施工

#### 3.1 重难点分析

曲面蜂窝铝板格栅工程屋面造型结构一般设计为球壳型,屋面构件一般多由多层曲面蜂窝铝板拼装或连接组合而成,由于球壳型屋面全方向弧度问题的问题持续大量存在,因此屋面结构安装与工艺过程的施工管理中广泛采用的高精度的测量跟踪及定位、精准的安装、误差的自动跟踪控制及计算校正与自动矫正、材料的自动垂直和定向及运输自动控制系统等多项技术工艺措施也都成为有效解决了该技术工程难点中的一项施工难点。

(1) 曲面每块蜂窝铝板的截面设计弧度及高度尺寸等均要求完全的不一样,都是要求遵循一定尺寸要求的设计弧度,放测时难度本就相对较大,精度要求相对极高,测量工作才是其的重中之重。应用国内先进实用的AutoCAD三维三维建模新技术,优化设置了对整个球面轴线坐标的设置参数及实现对后置预埋件轴线位置的三维实时精确三维坐标的定位,提高完善了对后置预埋件轴线定位的工程实际现场施工数据的精度。

(2) 在对蜂窝铝型材节点进行节点深化设计的基础上,确定了节点区域内铝型材开口的孔锚孔和穿孔补强节点的尺寸,然后进行了预制加工,并在每个节点上进行了相应的节点和连接点的尺寸,并在此基础上画出了相应的节点,并在此基础上画出了相应的节点,并在此基础上画出了相应的孔洞和孔洞的补强。

(3) 所有的铝制品都是工厂生产的,避免客户因生产现场工艺错与漏工而造成增加生产工作量,保证型材构件尺寸、精度控制及型材开孔位置控制的科学准确,保证完成了产品各受力部位上的各种铝型材组件均已能得到完美拼接。

(4) 为了确保整体球壳式屋顶蜂窝铝板结构的安装和施工工艺能够有效、安全地进行,采用球壳混凝土结构,按照球面弧度的大小,合理地设计和控制小截面的横杆进深,确保了建筑结构的安装稳定和施工质量。

#### 3.2 蜂窝铝板施工技术

##### 3.2.1 蜂窝铝板拼装工艺

第一种是屋顶铝框的安装。该项目屋顶铝框是在屋面板垂直锁定边缘安装的,其安装偏差满足安装规范,并对其进行跟踪复查,并对误差大的部分进行调整。

第二种是蜂窝铝板的装饰。根据蜂窝铝片的编号,在工厂内按区段编号,然后将其加工后送到工地进行安

装。(1)用蜂窝铝板固定角片进行安装,并准备相应的工作台,台面必须平坦,支持牢固,并用柔软的材料覆盖,以避免刮花蜂窝铝面板;(2)按设计需要,决定角片安装的位置大小,并制造出相同厚度的定位块;(3)角板与蜂窝铝板的角部之间的距离小于100 mm,角板之间的间隔为500 mm,角板的安装是平坦的;(4)蜂窝铝片的内部和外部都要干净,尤其是盲区部位要擦拭干净;(5)在机架的上部安装有蜂窝铝板,按安装的控制点,按施工次序进行,用不锈钢自攻式自钻式不锈钢自攻式螺钉将连接角片与铝框相结合;(6)将蜂窝铝板的第一块固定牢固,然后将其他的蜂窝铝板按照设计的方向进行安装;(7)因为该蜂窝铝板是三维双曲面,因此,为了解决安装时因机架的偏移造成的角片与机架出入之间的空隙过大,需要用尼龙垫将空隙填满,再用自攻自钻钉固定,并确保自攻式自钻钉的有效长度,如果无法确保,则将机架调整至符合要求;(8)负责工程施工的跟进和管理,保证工程质量。<sup>[2]</sup>

### 4 施工过程控制要点

#### 4.1 铝材的制造

(1) 蜂窝铝片位于建筑物的外层,其主要承载风荷载,因此,在风荷载下,铝材的材质和断面尺寸应符合风荷载下的强度、刚度(变形)。该项目采用6063-T5、6063-T6两种材料。

(2) 将铝合金型材按照图纸的尺寸进行裁剪,并在加工前对型材进行校正。

(3) 铝合金型材的可视面都经过表面处理,可以选择阳极氧化、电泳漆、粉末喷涂或氟碳喷涂。

(4) 在搬运时,所有的铝型材都要轻巧地搬运,以免碰撞而导致的表面碰撞,从而影响外观的美观。在运输过程中,必须采用防止碰撞的方法。

#### 4.2 球壳式屋顶测量的现场测量

(1) 本项目所配的钢卷尺、线锤、激光经纬仪、激光测距仪、激光指向仪、水平仪、铅垂仪、电子计算机等,必须持有检验合格证书,并在规定的使用期限内,并由有资质的计量检测单位检定,经检测合格后才能准予工地使用。

(2) 按照球壳结构的最佳轴线图,测量人员测放球壳屋顶的轴线,并对其进行适当的防护,以便于以后的安装时,及时地进行引测、控制和复核。在确认球壳体的轴线和控制点的正确性后,测量员对后埋件的定位进行测量,并做好记号,以便于开挖后埋件的锚固孔。特别是在施工中,要特别注意避免因损坏标志而导致的后埋构件的安装不准确,并及时进行复查。<sup>[3]</sup>

(3) 控制测量误差。经过多道检验、核验,球壳屋顶轴线的横向偏差为 $\pm 4$  mm;纵向偏差不超过5毫米。测量时要根据气象条件,在风速小于4级的时候进行,以保证资料的准确性。

#### 4.3 铝立柱,横梁安装

(1) 在安装之前,根据施工图,检查铝柱(T型支座)的弯曲弧度、转角支座、芯套等部件的大小和加工孔的位置。

(2) 在安装铝合金柱(T型支架)之前,应清洗接头,如有需要,应进行防腐蚀。安装完毕后,应对铝柱(T型支架)进行全面的检查,内容包括防腐是否完好,规格是否正确,调整是否到位。

(3) 从上到下进行竖杆的安装,一头向上,预留20毫米的伸缩缝,然后按顺序安装。在架设好后,根据测量的定位线,先进行3 d的初调,使偏差小于1 mm,然后在下一步进行整体的调整。

(4) 在对垂直梁进行修正时,先将参考线调整好。首先悬挂基准线,每3-4个竖向基准线悬挂1条,用经纬仪测量基准线的精确性。为避免基准线受到风的干扰,测量时必须先确定基准线的端点,并使其在垂直杆的外侧。所有参考线的位置都要精确。在竖直基准线放置后,每2-3层进行一次封闭水平。水平线用水平尺找平,并定位在横杆的外侧。在确定了基准后,应进行测量,在进行测量之前,应先对其进行标定,并对其进行正确的检验。

(5) 利用参考平面测量球面误差,调整超出误差范围的横梁,以木板轻敲横梁修正误差,轻敲时要注意保护铝表面的氧化膜,避免破坏铝表面的氧化膜;如果用轻敲的方法也不能达到误差的标准,可以把螺栓松动,如果仍然不能满足误差的要求,就需要把横梁拆卸下来,调整好后再进行安装。

(6) 在竖梁调试完毕后,组织验收竖梁的安装。

(7) 采用耐候密封胶对铝柱层间伸缩缝进行封口处理,并选用市场上的高品质耐候密封胶,以保证接缝的强度和密封性。

#### 4.4 铝合金梁的安装

(1) 检验梁的长度和弯曲的弯曲程度,符合设计要求。

(2) 在安装铝合金横梁之前,必须将横梁上的插头固定在横梁的两边,然后用M6X130不锈钢螺栓穿过横梁和横梁的插头,然后拧紧。在不锈钢螺栓全部拧紧之前,要先检查一下横梁插销的位置,确定各个接头的位置正确,然后才能全部拧紧。

#### 4.5 蜂窝铝片的安装与密封

(1) 检查蜂窝铝片的大小和表面质量,保证其表面尺寸与设计图一致,铝片表面有瑕疵,其缺陷应达到GB5237-1-2008铝合金型材规格。

(2) 将铝合金框架安装到所述垂直梁上。将蜂窝铝片放入分格内,调整好蜂窝铝片的位置,确保蜂窝铝片的四边缝和出入位置符合图纸的要求。

(3) 将所述蜂窝铝片与所述铝合金框架通过拉铆钉相结合。

(4) 将铝圆管置于蜂窝铝板的空隙中,将蜂窝铝板固定好后,便可进行密封胶的灌浆。

### 5 结束语

综上所述,本文对球面整体布置和后埋构件的精确定位进行了优化,同时也解决了施工中繁琐、精确度高、渐进式曲面施工、球面误差控制等问题。另外,它还可以最大限度地确保球壳式屋顶蜂窝铝板的准确安装,缝隙均匀、清晰、整体球面曲线流畅美观,从而降低了以后的检查工作的难度,可以说具有非常重要的价值意义。

#### 参考文献:

- [1]程乐.蜂窝铝复合材料在客车上的应用研究[D].山东大学,2021.DOI:10.27272/d.cnki.gshdu.2021.003180.
- [2]李铁东,邹海涛.多腔铝材转接法开缝蜂窝铝板幕墙的应用[J].铁路技术创新,2020(06):105-108.DOI:10.19550/j.issn.1672-061x.2020.06.105.
- [3]苗方辉,谢江美.球壳屋面结构外装饰蜂窝铝板施工技术[J].施工技术,2018,47(13):143-147.