

# 大空间双层波浪形铝片天花装配化施工技术研究 (主送)

骆云

上海市建筑装饰工程集团有限公司 上海 200072

**【摘要】**：针对层高超9m、面积逾1300 m<sup>2</sup>的大空间波浪形铝片天花施工，传统满堂脚手架与主副龙骨体系存在安全性差、平整度不可控、灯光效果难以保证等问题。本文以某物联网科技园办公楼室内热带雨林休闲区精装修工程为依托，提出了一种“双层主龙骨承载系统+组件化装配式安装”的天花施工技术。施工前采用三维数字模型进行方案比选与精准下料，确定了300mm×300mm×1.5mm与240mm×240mm×1.5mm两种规格铝片及透光亚克力片的排布参数；施工中采用移动式高空作业平台替代满堂脚手架，并通过六号螺栓定位器精准控制双层铝片60mm间距，实现了高处作业安全与多专业交叉施工同步推进。工程实践表明，该技术有效缩短了工期，单方人工成本节约约60元，装饰效果与照明指标均达到设计要求，可为同类大空间、小板材、变标高天花工程施工提供参考。

**【关键词】**：波浪形天花；双层龙骨；装配化施工；三维放样；大空间装饰

DOI:10.12417/2811-0722.26.07.019

## 1 引言

随着公共建筑室内设计趋向自然化、艺术化，大面积、变标高、异曲面吊顶的应用日益增多。此类天花常采用小规格金属板或复合材料拼接而成，以形成连续起伏的云朵或波浪造型。然而当工程层高超过9m、施工面积超过1000 m<sup>2</sup>时，传统满堂脚手架搭设量大、占用时间长，且主副龙骨体系难以同时满足上下双层面板的牢固连接与整体刚度要求；而“小板材、大拼装”带来的高空微调作业量极大，如不加以技术优化，极易引发安装精度不足、灯光效果不均、后期维护困难等问题。

目前，国内关于格栅吊顶、单元板吊顶的技术成果较多，但系统性地针对双层错位铝片形成的波浪变标高吊顶，从测量放样、骨架设计、装配化安装到照明验证的一体化技术报道仍较有限。本文结合某物联网科技园（三期）精装修项目中1300 m<sup>2</sup>室内热带雨林休闲区天花施工实践，总结形成了一套以三维预控为核心、双层主龙骨承载为骨架、组件化装配为手段的施工技术，以期为同类工程提供借鉴。

## 2 工程概况与技术难点

### 2.1 工程概况

某物联网科技园（三期）精装修工程位于辽宁省沈阳市浑南区，其三层室内热带雨林景观公园天花面积约1300 m<sup>2</sup>，结构层高9.5m，天花完成面最高点约8.3m，最低点约7m，需呈现出自然连绵起伏的波浪造型。面层材料选用300mm×300mm×1.5mm和240mm×240mm×1.5mm两种规格的白色铝片，发光区域采用同规格透光亚克力片，双层面板通过螺栓串联，层间净距要求为60mm。发光区域背景照明采用600mm×600mm隐框LED平板灯密拼满铺，周边辅以定制射灯营造星光效果。

### 2.2 技术难点分析

经综合分析，本工程存在四方面突出技术难点：

(1) 高处作业安全与多专业交叉矛盾。9.5m层高下，若搭设满堂脚手架将严重占用地面景观园林施工工作面，且自身搭拆周期长，无法满足工期要求。

(2) 小板材大面积安装的平整度与牢固性。面层铝片单块最小尺寸仅240mm×240mm，总用量逾万片，在变标高条件下，常规主副龙骨体系难以同时保证上、下层铝片的连接刚度，易出现松动、异响甚至脱落隐患。

(3) 双层面板间距精准控制。上、下层铝片通过螺栓串联，层间60mm是形成波浪光影效果的核心参数，传统逐片调节方式工效低且一致性差。

(4) 灯光效果的一次成优。地面为水系与树木景观，天花灯具后期维护难度极大，要求一次调试即达标。

## 3 施工技术方案设计

### 3.1 三维数字预控技术

鉴于该工程仅处于概念设计阶段，业主、设计方对最终完成效果尚无统一认知，项目部采用三维建模软件按1:1建立天花整体模型（图1），在模型中反复调整铝片规格配比、排布密度、起伏高度及发光区域边界，直至视觉效果经各方确认。基于模型直接导出排版图及材料清单，实现精准下料，从源头避免了因效果不确定导致的拆改返工。

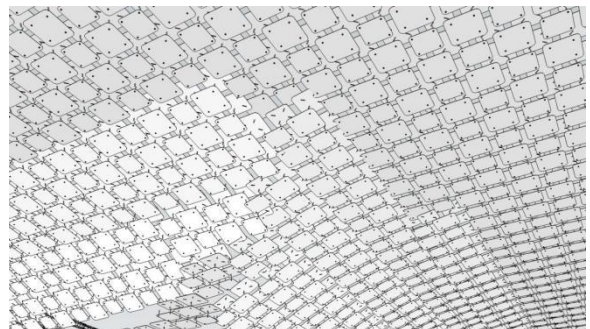


图1 天花铝片三维放样模型

### 3.2 双层主龙骨承载系统

传统吊顶采用单层承载龙骨与覆面龙骨组合,当需要悬挂下层铝片时,只能在覆面龙骨上二次转接,节点刚度不足。本工程提出“双层主龙骨系统”:采用国标50系列轻钢龙骨作主龙骨,上下两层主龙骨均按300mm×300mm方格网布置,通过 $\varnothing 8$ 吊杆及吊件呈十字形连接,使整个骨架形成空间网格受力体系。(图2)

该体系具有两个显著优势:一是双层主龙骨均可直接承载,在结构基层确保天花牢固,消除安全隐患。铝片通过吊杆组件挂于第二层主龙骨,传力路径简捷明确;二是300mm×300mm的网格密度与铝片规格模数匹配,每片铝片至少有四个固定点,有效消除局部晃动。

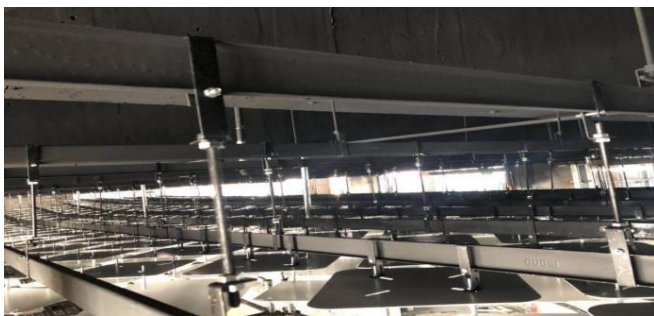


图2 双层主龙骨安装示意

### 3.3 组件化装配与间距控制

为实现上下层铝片60mm净距的精准控制,且减少高空逐片调节作业,将每12片铝片(上下两层各6片)预组装为一个组件单元。组装时采用M6螺栓贯穿上、下铝片四角预开长孔(40mm×7mm),通过定位螺母锁定60mm间距,在地面完成组件拼装后整体吊装至第二层主龙骨下固定。(图3)

该做法将70%以上的组装作业由高空转为地面作业,且螺栓定位标准统一,从根本上保证了双层间距的一致性。



图3 双层铝片组件化安装

### 3.4 移动平台与多专业协同

将原设计满堂脚手架优化为8.5m高移动式作业平台,平台平面尺寸2.1m×2.1m,步距2m,工作面满铺钢踏板并设1.2m高防护栏杆。移动平台可分区流水推进,地面景观、水电管线等专业同期穿插施工,使关键线路工期缩短约15d。

### 3.5 照明系统优化

发光区域面层由初始方案的软膜天花改为同规格透光亚克力片,消除软膜收边不齐的质量风险,且亚克力片与周边铝片模数统一,视觉效果整体性更强。底部照明采用600mm×600mm隐框LED平板灯密拼满铺,每灯独立变压器,多回路供电,确保长时间运行不跳电。在脚手架拆除前,逐区完成通电试验并请业主确认,实现照明效果一次验收。

## 4 施工工艺流程与操作要点

### 4.1 工艺流程

整体工艺流程为:移动平台搭设→三维模型放样与材料排版→测量放线确定发光区域→双层主龙骨安装→电气配管配线→组件化铝片安装→LED平板灯安装→亚克力片安装→分区分回路通电试验→清洁及平台拆除。

### 4.2 关键操作要点

(1) 测量放线与排版:依据三维模型成果,使用全站仪在结构顶板上精确标定发光区域边界及关键标高控制点。铝片排版以模型导出图为依据,经现场复核后形成最终排版图,确保无小半块、无突变拼缝。

(2) 双层主龙骨安装:8吊杆与结构顶板固定后,先安装上层主龙骨网格,再安装下层主龙骨网格,两层之间通过竖向龙骨连接件形成整体。安装完成后对整体刚度进行手扳检查,并对龙骨、吊杆、结构底板统一喷涂黑色涂料,避免面层安装后露底。

(3) 铝片地面预组装:在地面设置组装胎架,按“上层铝片—螺栓—定位螺母—下层铝片—锁紧螺母”的顺序将12片铝片组装为1个单元,逐一校核60mm间距。组装完成后编号并按安装顺序码放。

(4) 高空就位与微调：组件吊至安装位置后，通过四角吊杆与第二层主龙骨连接。全部组件安装完成后，技术人员参照三维模型，对局部起伏高度进行微调，确保曲率连续、无突兀折点。

(5) 灯具安装与通电试验：LED 平板灯在第二层主龙骨下方满铺安装，单头射灯散布于发光区域周边。每完成一个发光区域灯具及亚克力片安装后，即进行满负荷通电试验，检查照度均匀度及色温一致性，调试合格后方可进入下一区域。（图 4、图 5）

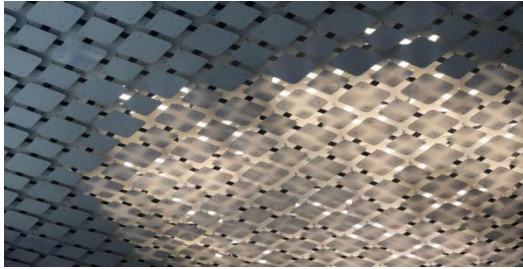


图 4 安装 LED 平板灯



图 4 通电试验灯

## 5 质量控制要点

本工程质量控制执行《建筑装饰装修工程质量验收标准》（GB 50210-2018）中格栅吊顶工程相关规定。在此基础上，本工程实施了更严格的内部控制标准：面层表面平整度用 2m 靠尺检查不得大于 2mm，格栅直线度拉 5m 线检查不得大于 2mm。同时对于隐蔽工程进行 100% 举牌验收，重点检查吊杆连接可靠性及螺栓紧固力矩。

## 6 安全与环保措施

高处作业严格执行“一平台一验收”制度，移动平台每次移位后须经安全员检查确认方可上人。作业面下方按移动平台行进范围设置安全警戒区，严禁交叉作业人员进入。电气作业人员持证上岗，所有临时用电线路采用架空敷设并每日巡查。铝

## 参考文献：

- [1] GB 50210-2018,建筑装饰装修工程质量验收标准[S].
- [2] 张志强,刘伟.大跨度异形铝板吊顶施工技术研究[J].建筑施工,2021,43(8):1526-1529.
- [3] 王明亮,陈建.装配式吊顶系统在大型公共建筑中的应用[J].建筑技术,2020,51(5):583-586.
- [4] 赵永刚,李学峰.空间网格结构吊顶承载体系设计与施工[J].钢结构,2019,34(12):42-46.
- [5] 某物联网科技园(三期)精装修工程施工组织设计[Z].2018.

合金边角料及包装材料分类收集、集中清运出场，现场粉尘采用湿式清扫，有效控制施工扬尘。

## 7 效益分析

(1) 经济效益：移动平台替代满堂脚手架，节约脚手架租赁及搭拆费用；三维预控减少拆改返工量；组件化地面组装降低高空作业人工消耗。经综合测算，单方人工成本较常规工艺节约 60 元，1300 m<sup>2</sup> 吊顶共节约人工费约 7.8 万元，且施工工期缩短 15d 以上。

(2) 社会效益：工程完工后，天花波浪起伏效果、灯光照明指标均达到设计要求，观感质量优良，获得业主、设计及监理单位的高度认可，成为园区室内设计的标志亮点，具有良好的示范推广价值。

## 8 结语

本文以大空间、大面积、小板材、双层面板的波浪形铝片天花为对象，提出并实施了一种以“三维数字预控—双层主龙骨承载—组件化地面组装—移动平台多专业协同”为核心的一体化施工技术。经工程验证，该技术有效解决了超高空间小板材吊顶的安全稳定性、平整度控制、层间距精准化及照明效果一次成优等难题，取得了良好的经济效益和社会效益，可为其同类公共建筑异形吊顶施工提供可复用的技术路径，也为空间造型复杂的装修工程提供了理论与实践借鉴。（图 6）



图 6 最终效果