

# 大面积超薄金属板吊顶防挠曲施工技术研究

刘柯

中铁建工集团有限公司, 江苏 南京 210000

**[摘要]**随着国内建筑业的蓬勃发展,金属吊顶市场规模也呈现出逐步扩大的趋势。根据最新的市场研究数据,金属吊顶行业的市场规模从2015年的大约70亿元人民币,已经增长到了2019年的超过1000亿元人民币。这一显著的增长,特别得益于国内市场对环保、美观以及实用性问题的高度重视。越来越多的建筑企业开始倾向于选择金属吊顶产品,这不仅反映了市场的需求变化,也为金属吊顶市场的进一步增长提供了丰富的机遇。随着市场需求的持续增长,金属吊顶行业市场也在不断地进行升级和变革。目前,市场上的金属吊顶产品种类已经不再局限于传统的铝合金、钢材、不锈钢等基础材料。众多金属吊顶企业开始注重创新和研发,推出了许多新型材料,例如混凝土板、石材板、天然大理石板、无机复合板、合金板等,这些新型材料的出现,不仅丰富了市场选择,也满足了不同建筑设计的需求,从而有效地提升了整个行业的市场竞争力。

**[关键词]**大面积;超薄金属板;吊顶防挠曲;施工

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16361

中图分类号: TU448

文献标识码: A

## Research on Anti Bending Construction Technology of Large-area Ultra-thin Metal Plate Ceiling

LIU Ke

China Railway Construction Engineering Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

**Abstract:** With the booming development of the domestic construction industry, the market size of metal ceiling has also shown a gradually expanding trend. According to the latest market research data, the market size of the metal ceiling industry has grown from approximately 7 billion Yuan in 2015 to over 100 billion Yuan in 2019. This significant growth is particularly attributed to the high attention paid by the domestic market to environmental protection, aesthetics, and practicality issues. More and more construction companies are inclined to choose metal ceiling products, which not only reflects changes in market demand, but also provides rich opportunities for further growth of the metal ceiling market. With the continuous growth of market demand, the metal ceiling industry market is also constantly upgrading and transforming. At present, the types of metal ceiling products on the market are no longer limited to traditional basic materials such as aluminum alloy, steel, stainless steel, etc. Many metal ceiling companies have begun to focus on innovation and research and development, launching many new materials such as concrete slabs, stone slabs, natural marble slabs, inorganic composite slabs, alloy slabs, etc. The emergence of these new materials not only enriches market choices, but also meets the needs of different architectural designs, effectively enhancing the market competitiveness of the entire industry.

**Keywords:** large area; ultra-thin metal plate; ceiling anti deflection; construction

目前建筑幕墙行业的主要材质为玻璃、石材、铝板、金属板等。在室外幕墙吊顶工程中,石材吊顶被限制使用已逐渐淘汰,绝大多数工程设计采用金属幕墙来进行吊顶装饰施工,因此铝板、金属板以及其衍生品成为主要的装饰材料。但传统铝板或金属板吊顶,因为其会产生下挠形变,对材料强度要求高,传统铝板吊顶为保证其强度,往往采用增加材质厚度的措施,从而导致吊顶钢材龙骨要求提高、作业难度增加、成本投入增加的问题。如何能合理控制金属板吊顶材质厚度,在保证室外吊顶的安全的情况下,既能控制吊顶形变,又能提高成本投入的性价比是极大的挑战和希望解决的问题。

### 1 技术简介

针对上述困难,决定从工艺源头出发,从材料选用和工艺制作上改进室外吊顶幕墙施工方法,采用1mm超薄金属印花单板作为吊顶饰面。材料方面,金属印花单板由符

合GB/T 14978标准的镀铝锌钢板制作,该材料为合金钢板,具备优异的抗弯曲性能,能够达到2T的抗弯标准,符合B级抗弯要求。表面采用三辊涂<sup>[1]</sup>工艺,涂层光泽度差值小,统一性高。金属板背面采用铝制瓦楞加固,控制金属板表面平整度,并增加在长期悬挂状态下防挠曲能力。

瓦楞型超薄金属板解决了目前大面积吊顶工程中,成本投入与外观平整度效果相矛盾的难题,在材料上和工艺上共同减小吊顶金属板下挠弯曲发生变形,又能在成本上节约饰面材料及龙骨材料的费用,同时减小饰面及龙骨整体重量,达到安全经济美观环保的效果。

### 2 技术特点

(1) 针对大面积室外吊顶,增大单块金属板尺寸,以提升视觉感官效果,特别是在超高挑空的室外吊顶中,采用大分隔设计能显著增强视觉冲击效果。

(2) 超薄金属板采用三辊涂工艺,能有效提升表面

涂层光泽度,严格控制色差,确保整体吊顶的完成质量和观感质量均达到高标准。

(3) 针对 1mm 超薄镀锌铝锌钢板<sup>[2]</sup>吊顶,减轻饰面及龙骨整体重量,节约成本,同时采用铝制瓦楞做背衬加固,减小下挠变形,保证安装成型效果。

(4) 在系统应用上具有质量稳定、性能优异、装饰性好、寿命长、平整度高、不变形不开裂、施工方便的性能。

### 3 工艺原理

(1) 采用 1mm 超薄镀锌铝锌钢板作为大面积金属板吊顶的饰面材质,与传统铝板材质不同。由于成本限制或者其他因素,超薄铝板刚度不足,在昼夜温差较大的地区,金属面板会因升温较大而产生较大的热膨胀值,在直射情况下更为明显。而镀锌铝锌钢板则由 55%的铝、43.5%的锌和 1.5%的硅组成的合金涂层,在强照射、暴晒以及温度应力作用下,适应力及耐久性更好。因板材更加轻薄,故安装运输便捷,施工速度更快。

名称	板材重量 kg/m <sup>2</sup>	弹性模量	屈服强度 M Pa	抗剪强度 f <sub>val</sub>	泊松比	线膨胀系数 1/°C
合金钢板 (1.0mm)	7.85	2.1x10 <sup>5</sup>	320	125	0.3	1.2x10 <sup>-5</sup>
铝单板 (3.0mm)	8.2	0.7x10 <sup>5</sup>	136.5	79.2	0.33	2.35x10 <sup>-5</sup>

图 1 合金钢板与铝单板性能对比图

(2) 三辊涂装方式是增加了一根计量辊(或调节辊)。由于涂料的品种、初始黏度、压力、温度等都是相同的,所以带料辊所汲取的涂料有一部分被计量辊挤回漆盘;另一部分跟随带料辊,在这一部分涂料通过带料辊与涂敷辊之间的缝隙时,涂料层又被撕裂并按两辊的角速度成比例地分成两部分,一部分由带料辊供给涂敷辊,而另一部分附着在带料辊上回到计量辊与带料辊之间的间隙处。这样在涂敷辊与带料辊之间间隙或压力一定时,通过对带料辊与计量辊之间的间隙或压力来调节涂膜的厚度,从而更加有效地控制产品成膜厚度的一致性。

	辊涂	喷涂	覆膜	热转印
生产工艺	平辊辊涂、负压印刷式涂装	静电喷涂、静电浮涂涂装	基材上涂覆一层 PVC 膜	热转印辊加热将油墨转印于基材上
颜色纹样	三辊三涂+彩色印刷工艺,可实现五轴颜色	只能做单一颜色	国产 20 纹样,进口 30 纹样价格较高	纹样质感不清晰
清洁能力	自清洁功能	可拆卸喷头清洗装置	—	—
防火性能	A1级防火	A级防火	表面涂覆阻燃隔热物质,遇火会炭化脱落	A级防火
耐久性	耐久寿命 20 年	较短	不能用于室外	普通油漆不到 1 年即会褪色,氟碳漆可维持 5-10 年
环保性	不是变量,活性化学分子稳定易回收	挥发出来的溶剂污染环境,不利人体健康	粘合剂含有甲醛成分	胶含有甲醛成分

图 2 涂装方式效果对比图

(3) 为能充分抵抗吊顶金属板在自身重力作用下,本身抗弯强度不足而导致形成下挠,采用铝制瓦楞型加固板<sup>[3]</sup>作为背衬,增强超薄金属板的抗弯能力。与传统金属板加劲肋不同,加劲肋仅能减小下挠幅度,而瓦楞型加固板则覆盖整个板块,有效分散重力引起的下挠,从而达到安装及使用效果。

## 4 工艺流程及操作要点

### 4.1 施工工艺流程

深化设计→原材料切割→辊涂印花→弯折造型→背衬铝制瓦楞加固件安装→缺口打胶→固定角码安装→保护膜粘贴→调平安装→去除保护膜

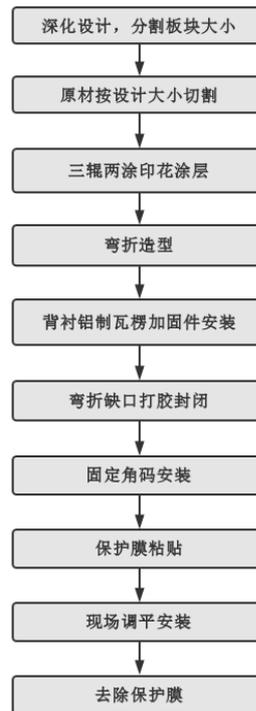


图 3 大面积超薄金属板防挠曲施工工艺流程图

### 4.2 操作要点

#### 4.2.1 大面积吊顶饰面分割深化设计

针对大面积室外吊顶,对于饰面做深化设计,需综合考虑高度、造型需求等关键因素,精确确定饰面板块的分割尺寸,确保线条分明、分割效果突出。因此在进行设计时,往往追求大板块、超长板块等效果。根据生产线的技术条件,原材料为卷材,长度方向不受限制,目前可做到 1.25m 宽尺寸,基本满足大多数分割尺寸要求。

#### 4.2.2 超薄镀锌铝锌板加工

##### (1) 原材切割

根据深化设计,使用激光切割机,输入尺寸参数,按照尺寸分割进行超薄镀锌铝锌金属板的切割,此时必须为吊顶金属板的展开面,便于后续进行造型的加工,一次成形,板块面层为一个整体。

##### (2) 印花涂层

对切割完成的金属板进行外饰面涂层施工,表面涂层采用 PVDF 氟碳辊涂,采用三辊两涂工艺。经过辊涂处理后,金属板需在约 250°C 的高温下进行烘烤,随后采用负离子冷却技术。接着,使用特制印刷辊在金属板表面印制多样纹路和色彩,最后再进行封漆辊涂、烘烤及冷却处理。

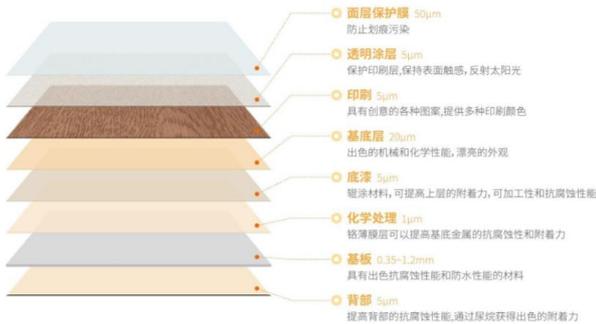


图4 超薄金属板结构分层图

### (3) 造型弯折

对完成饰面涂层印刷的平板,使用弯折机进行造型制作。根据深化设计,输入弯折宽度参数,人工辅助弯折机进行板材弯折造型,最小折边可达2cm。

### (4) 瓦楞背衬加固

对为了增强超薄金属板在长期悬挂状态下的防挠曲能力,并确保安装后的表面平整度,金属板背面采用了铝制瓦楞加固。这些瓦楞由0.3mm厚的铝材弯折成特定的凹凸形状,其密度可根据板材尺寸进行调整。常规的瓦楞弯折点宽度为1cm,且瓦楞的弯折方向设计为垂直于板材的宽度方向,以减少瓦楞自身的变形。

### (5) 收口及成品保护

对弯折折边的缝隙处,采用硅酮结构密封胶进行封闭,降低渗漏水风险。并对金属板饰面进行保护膜粘贴,防止运输产生划痕。

## 4.2.3 饰面板快速安装

### (1) 调平定位

检查完吊顶龙骨后,对金属板进行标高和定位确认,使得所有金属板完成面底面标高安装在同一水平面。

### (2) 安装固定

对于室外超高挑空层的吊顶金属板安装,采用剪刀式升降车来运输材料。根据深化设计,对各金属饰面板进行安装固定,利用角码和不锈钢自攻螺钉,将金属板固定在吊顶钢材龙骨上。

### (3) 封闭收口

对所有金属板拼缝内填泡沫条,并进行硅酮结构密封胶封闭处理。除去保护膜,完成饰面所有工序。

## 5 质量控制

### 5.1 超薄镀铝锌板加工

- (1) 核实每块板材展开裁剪尺寸,控制相同批次以及各批次之间尺寸误差,保证整体工程所有板材统一;
- (2) 根据行业标准,饰面涂层的辊涂厚度应使用测膜仪进行精确检查,确保总厚度达到至少35µm。此外,应仔细观察表面涂层,检查是否存在凹陷或其他质量缺陷。
- (3) 金属板弯折造型,弯折前符合弯折宽度,控制折边宽度误差;折边完成后,检查每处折边折痕,防止出

现弯折过度导致涂层破裂;

(4) 瓦楞背衬加固过程中,严格检查胶体覆盖面积及厚度,既要确保连接牢固,又要控制加固平整度使得受力均匀。

### 5.2 高空金属板吊顶安装

(1) 金属板安装前,检查所有吊顶龙骨焊缝质量,不得有裂纹、焊瘤、烧穿、弧坑等缺陷;

(2) 金属板安装前,检查板材尺寸规格是否存在因运输搬运造成的挤压变形;

(3) 金属板安装过程中,使用经纬仪对板材四角的高差进行复核,控制安装平整度;

(4) 角码固定过程中,应先固定一半角码,待标高复核无误后,安装所有的角码;

(5) 尽量白天施工,以确保安装过程中减小视觉偏差;

(6) 对板材缝隙的封闭质量进行严格检查,确保密封胶无遗漏、断开或气泡等缺陷,以保障整体吊顶的柔性连接紧密无漏。

## 6 安全措施

(1) 机械设备在启动和运行中必须严格遵守规章制度,符合安全要求;

(2) 严格执行防护措施,如有装置就要采取安全措施;

(3) 机械设备使用前,应进行全面的检查,确保无损坏部件存在;

(4) 机械设备的操作、检修及维修人员,需具备相应的专业技术知识;

(5) 机械设备在运行时,应当确保安全隔离,禁止员工和操作人员靠近;

(6) 机械设备的锁定、关闭和安全防护装置,应处于操作状态;

(7) 在机械设备运行过程中,应定期检查安全保护装置的有效性;

(8) 在机械设备运行前,应对机械部件和安全防护装置进行检查和维护;

(9) 使用机械设备时应确保正确使用,不得有违章操作;

(10) 机械设备必须按照规定定期进行安全检查;

(11) 机械设备应有适当的保护装置和安全带;

(12) 机械设备运行时,操作人员应按规定佩戴手部安全防护装备;

(13) 在高空作业车上工作时,请系好安全带,并确保安全带与作业车的安全锁紧装置连接牢固;

(14) 在高空作业车移动时,请将平台降至最低位置,以降低车体的重心和提高稳定性;

(15) 在高空作业车上工作时,注意周围环境和移动物体,避免被物体击中或碰撞;

(16) 在高空作业车上工作时,不得将身体伸出护栏外,以免发生坠落意外。

### 7 环保措施

(1) 现场加强管理,树立现场人员保护环境的理念;

(2) 因金属板材保护膜,隔离泡沫等材料较多,易污染环境,对胶桶、包装膜、保护胶带等加强管理,保证工地现场环境整洁,不受污染;

(3) 合理安排工作进度,工作尽量减少及避免夜间施工。如确有必要的夜间施工时,现场只安排手电筒,低噪音工具,如胶枪和少量员工工作;

(4) 向工地现场运送材料、工具时,根据现场情况合理安排时间,避免干扰附近居民正常的工作、生活。

### 8 结语

综合以上分析,我们可以得出结论,采用超薄金属板作为吊顶材料的施工工艺,具有诸多显著优势。首先,这种材料本身具有轻薄的特点,这不仅有助于减轻建筑结构的负担,而且在运输和搬运过程中也更加方便。其次,通过实施精确的施工步骤和严格的质量控制措施,可以有效地防止吊顶在使用过程中出现挠曲变形的问題。此外,这

种施工方法还能够显著节约前期材料的加工时间和现场安装所需的时间,从而大大加快了大面积饰面板吊顶施工的进度。这种大面积超薄金属板吊顶防挠曲施工技术的应用范围非常广泛,它不仅适用于室外超高挑空的金属板吊顶造型,而且可以广泛推广使用在室内大面积金属板吊顶的安装中,以及超长墙面金属板饰面的施工。这种技术的应用,不仅提升了建筑的美观性,同时也增强了结构的稳定性和耐久性。

### [参考文献]

[1] 王伟. 三辊涂敷工艺技术的突破与应用[J]. 科技视界,2014(18):251-251.

[2] 张宏德. 建筑用镀铝锌钢板[J]. 钢结构,2003,18(6):49-50.

[3] 刘玉军,蒋荃. 铝质瓦楞复合板的性能与测试[J]. 中国建筑材料联合会铝塑复合材料分会 2011 年年会论文集,2011(8):99-100.

作者简介:刘柯(1992.10—),男,石家庄铁道大学四方学院,土木工程,中铁建工集团有限公司,项目经理,工程师。