

# 泛光照明工程装配式技术的探索与实践

赵伟平 何润 吴观华

中建照明有限公司, 广东 深圳 518000

**[摘要]**近年来国家及地方出台了一系列文件,明确要求“大力发展装配式建筑”。随着越来越多复杂建筑造型及异形幕墙结构出现,泛光照明工程作为建筑行业的一个分支,装配化施工及幕墙灯光一体化设计已成为照明行业发展的趋势。本篇文章就泛光照明工程装配式技术实施要点进行简要分析与探讨。

**[关键词]**泛光照明; 装配式技术; 精细化设计; 幕墙灯光一体化

DOI: 10.33142/aem.v4i8.6792

中图分类号: TU7

文献标识码: A

## Exploration and Practice of Assembly Technology in Floodlighting Engineering

ZHAO Weiping, HE Run, WU Guanhua

China State Construction Lighting Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

**Abstract:** In recent years, the state and local governments have issued a series of documents, which clearly require "vigorously develop prefabricated buildings". With the emergence of more and more complex building shapes and special-shaped curtain wall structures, floodlighting engineering, as a branch of the construction industry, assembly construction and curtain wall lighting integrated design have become the development trend of the lighting industry. This article briefly analyzes and discusses the implementation points of assembly technology in floodlighting engineering.

**Keywords:** floodlighting; assembly technology; refined design; curtain wall lighting integration

### 引言

在建筑行业不断发展过程中,传统建筑所不具备的优势已经逐渐在预制装配式建筑当中体现出来。随着经济化建设的提高,装配式建筑施工必将迎来爆发式增长,无论是从国家政策引领,亦或是市场需求影响,装配式建筑必将成为我国未来建筑行业的重要发展方向。因此,对于泛光照明工程而言,运用装配式技术也将是未来照明行业发展的重要手段。我们需要强化对于泛光照明工程装配式施工的研究,加强技术研发,从而使泛光照明工程装配式技术能够更好的发挥作用,带来更多的经济效益。

### 1 项目概况

乐山市奥林匹克中心项目位于乐山市市中区苏稽镇,是2022年四川省第14届运动会主场馆。项目建设内容包含“一场三馆”(30000座的体育场、7000座的体育馆、2000座的游泳馆、综合训练馆)、产业配套用房、地下车库和设备用房、室外运动场地等。项目总占地面积约339亩,建筑面积约20.78万 $m^2$ 。其中泛光照明工程“三馆”幕墙点光源、线型灯安装结构采用了装配式技术,实施装配式建筑面积为:1.3万 $m^2$ 。

#### 1.1 泛光照明工程装配式工艺流程

泛光照明工程装配式技术是照明系统通过精细化设计、工厂化生产、装配化施工和信息化管理的一种建设方式,是一种新型的照明安装整体解决方案。



图1 泛光照明工程装配式技术具体实施流程示意图

#### (1) 技术策划

对原设计图纸、节点详图进行分析,寻找合理的策划点,并与传统安装工艺进行对比,明确装配式技术策划的合理性和必要性,力求做到高质、高效,为项目创效。

#### (2) 精细化设计

将设计的产品尽量简化、统一、减少种类,使得系列产品组装更便捷,外形更美观;组织生产时,更容易降低成本和批量化。

#### (3) 样板引路

根据BIM模型或者图纸进行样板生产和安装,做好样板质量检查,明确样板各参数是否合理,确定质量目标 and 设计标准,确保装配化施工的合理性。

#### (4) 工厂化生产

工厂预制加工、模块化生产,能够降低耗能、耗材,保障泛光照明工程装配式安全、环保、节能。

#### (5) 装配式施工

将工厂生产的预制构件运输至现场,在现场严格按照BIM模型或图纸进行装配施工。

#### (6) 信息化管理

运用信息化技术和管理系统对预制构件的物料、进度、以及装配化施工进行全过程的管理。

### 1.2 装配式点光源

#### (1) 技术策划

对原设计图纸中LED点光源安装大样图进行分析,寻找合理的策划点,明确装配式点光源策划的合理性和必要

性, 分析如下:

①LED 点光源通过螺丝固定的方式安装在幕墙铝合金格栅内, 格栅后方为玻璃且空间狭小; 一旦点光源发生故障后, 维护人员须通过格栅与玻璃间的狭小空间反手持工具查找螺丝孔, 且眼睛看不到螺丝孔具体位置, 无法顺利完成拆除任务。

②铝合金格栅单元固定时采用的是勾型铝合金挂件挂在横向的螺杆上面, 点光源维修时需从每列格栅顶部由上至下逐个拆除, 然后再由下而上逐个安装恢复, 维修费用高, 耗时耗力, 效率低, 不经济。

③幕墙铝合金转接件处 MR50\*25 铝合金线槽, 增加了高空接线、打孔、穿线等工序, 增加了材料成本及安装难度。

策划点:

①解决狭小空间点光源拆卸困难问题, 简化点光源的安装工艺流程, 降低劳务费及后期维护费。

②实现地面装配式作业, 点光源的安装、接线、回路分布工作均在地面完成, 由幕墙单位将装有点光源的铝合金格栅单元统一吊装。在每块格栅单元板块两侧面的竖向铝方通的内侧开条形检修孔, 用于线路连接后的隐藏和线路检修, 减少高空接线、打孔、穿线等工序, 减少高空作业时间, 降低安装及维修难度, 节省人工费及措施费。

③克服传统卡扣式点光源发光面凸出幕墙格栅表面, 容易脱落的缺点, 提升外型美观度。

④在图纸会审阶段, 提出“装配式点光源工艺”, 并征得业主、设计、监理及总承包单位的同意, 在现场打样环节进行优化、相关参建方签字确认后实施。

### (2) 精细化设计

①运用“推动手机壳背部摄像头取出手机的原理”, 增设 PC 材质的点光源固定卡扣并创建 3D 模型; 通过“PC 卡扣+支腿固定”方式解决狭小空间点光源拆卸困难问题; 克服传统卡扣式点光源外露, 容易脱落的缺点, 增加幕墙整体美观度。

②创建 BIM 模型, 将点光源的点位及开孔位置精确的体现在犀牛模型中, 可直观的反映每个格栅单元中点光源的数量及排布。

③将 BIM 软件建立的犀牛模型导出 CAD 图纸, 而后在导出 CAD 图中进行各单元板块间的电气线路和网线连接图形绘制。

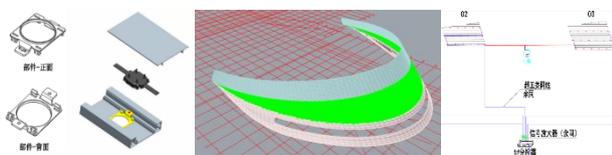


图2 采用 BIM 技术进行点光源布灯及安装结构建模

### ④铝合金格栅点光源预留孔设计

明确开孔尺寸及孔间距、开孔注意事项等, 设置孔与

边框之间预留长度的不等式公式, 确保生产加工的精密度。

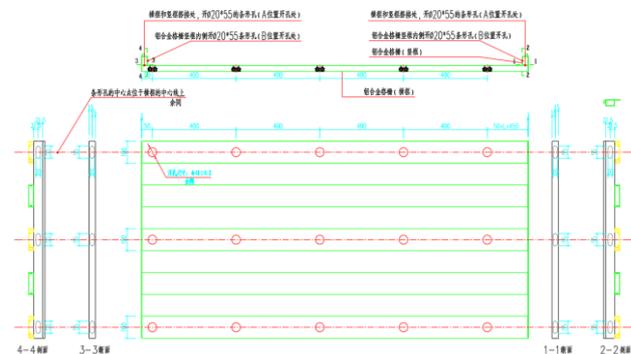


图3 预埋孔洞示意图

### (3) 样板引路

首先, 根据 BIM 模型或者图纸进行样板生产和安装, 对样板的外形、规格、尺寸以及光效、光色等进行检查, 发现问题及时纠偏, 确保样板各参数的合理性和适用性。检查项目如下:

#### ①铝合金格栅样板开孔质量检查



图4 格栅开孔图

钻孔直径 $\varnothing 41\text{mm}$ , 允许偏差 $\pm 0.2\text{mm}$ ; 孔位偏差 $\pm 0.3$ , 累计偏差 $\leq 0.5$ ; 如下图所示。加工后清理毛刺, 圆孔不得有毛边;

#### ②PC 卡扣质量检查

LED 点光源 PC 固定卡扣应符合中国国家现行标准《塑料 拉伸性能的测定第 2 部分: 模塑和挤塑塑料的试验条件》GB/T 1040.2-2006 和《塑料 弯曲性能的测定》GB/T 9341-2008 中的有关规定。

表 1 PC 卡扣质量标准

厚度 (mm)	圆孔尺寸 (mm)	长边 (mm)	宽边 (mm)	飞翼开孔尺寸 (mm)
2 $\pm 0.05$	38.4 $\pm 0.2$	49.6 $\pm 0.2$	42 $\pm 0.2$	3.5 $\pm 0.05$
细划痕	深度 $\leq 0.1\text{mm}$ , 数量 $\leq 3$ 个			
硬划痕	不允许			
翘曲	不允许			

#### ③LED 点光源样板质量检查

产品必须符合《灯具 第 1 部分: 一般要求与试验》(GB 7000.1-2015) 和《灯具 第 2-20 部分: 特殊要求 灯串》(GB 7000.9-2008) 以及《LED 夜景照明应用技术要求》(GB/T 39237-2020) 规范中的有关要求。

#### a、外观质量检查

**表 2 灯具外观质量标准**

检验类别	检验项目	检验方法	检验内容	判定标准
	异色	目视/手感觉	PC 外罩异色点	PC 外罩无异色点 $0.5 \leq \Phi \leq 1mm$
			灯体, 灯板色差	灯体, 灯板无明显色差、发黄等
			灯体及其组件	灯体及其组件氧化不良异色;
	变形/破裂	目视/手感觉	灯体, 零部件, 外罩, 硅胶垫等	无破裂、变形;
			压铸件变形, 毛刺	压铸件无变形, 无机加工毛刺影响装配等;
	表面处理		灯体表面	灯体表面无处理不良, 无凸起点
	灯体尺寸	钢直尺	宽度	$W=42.2mm$ , 允许偏差 $\pm 0.1mm$
		钢直尺	长度	$L=52.4mm$ , 允许偏差 $\pm 0.1mm$
		游标卡尺	厚度	$D=15.8mm$ , 允许偏差 $\pm 0.05mm$
		游标卡尺	支撑柱高度	$H=9.7mm$ , 允许偏差 $\pm 0.02mm$
游标卡尺		外壳直径	直径 $\phi 38mm$ , 允许偏差 $\pm 0.1mm$	

注: W 表示宽度、L 表示长度、D 表示厚度、H 表示高度;

#### b、光色质量检查

LED 作为点的光源, 可实现渐变, 跳变, 色彩闪烁, 随机闪烁, 渐变交替, 追逐, 扫描、流水等流动颜色变化, 具有单色、双色、七彩色渐变、跳变等多种色彩组合选择; 对点光源样板进行光色品质检查, 确保其光色均匀、品质符合要求。

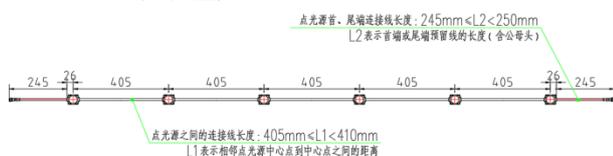
#### c、五芯公母头质量检查

**表 3 公母头质量标准**

检验项目	检验要求	检验工具	备注
外观	1、表面无损坏, 断针, 针歪。 2、针孔表面无生锈、氧化、变形、 3、外表面无黑点、露底、毛刺、脱皮、 气泡、污渍、烧白现象; 色泽光亮均匀。	目视	
尺寸检验	符合技术要求。	游标卡尺	
材质	接插针的材质为黄铜, 接插孔的材质采用磷青铜, 绝缘体的材质采用 PBT。		

其次, 样板经反复试验、调试、自检合格后, 提交样板确认单; 经业主、监理、设计和总包方签字确认后, 方可进行批量采购。

#### (4) 工厂化生产


**图 5 定制成串点光源示意图**

将幕墙单元板块各横框 LED 点光源在 BIM 模型中进行

数量统计、汇总后, 在工厂直接采用点灯串的方式进行模块化生产。

#### (5) 装配式施工

将工厂生产的预制构件运输至现场, 在现场严格按照 BIM 模型和图纸进行装配施工。

#### (6) 信息化管理

运用 BIM 技术, 对异形复杂幕墙结构建模, 在模型中将幕墙外立面点光源进行合理的点位排布; 通过 BIM 模型对 LED 点光源进行统计, 并对统计的数据进行现场核对。

### 2 装配式线型灯安装结构

#### (1) 技术策划

对原设计图纸中 LED 线型灯安装大样图进行分析, 寻找合理的策划点, 明确装配式线型灯安装结构策划的合理性和必要性, 分析如下:

①原设计图纸线型灯之间的连接线及网线外露, 外露线路无线槽或配管保护且影响建筑外立面白天效果。

②原设计图纸中 LED 线型灯支架直接在幕墙铝板上打螺丝安装, 螺丝转孔处容易引起幕墙渗漏水, 而长期的渗水漏水对幕墙的安全使用很不利。

#### 策划点:

①采用装配式线型灯安装结构, 设置 Z 字型钢制转接件, 将其底面打螺丝固定在幕墙铝板拼接缝后方的钢矩管立柱上, 顶面露出幕墙铝板外表面。待幕墙铝板拼接缝灌胶完成后, 将铝合金灯槽安装在钢制转接件外露的顶面上, 线型灯与铝合金灯槽无缝拼接、装配, 既避免了直接在幕墙铝板上打螺丝造成渗漏水的风险, 又对外露线路进行了隐藏和保护, 且保证了幕墙白天的美观性。

②采用装配式工艺, 灯槽在工厂批量加工 1 米/根, 可完美实现弧线过渡, 相对传统铝合金线槽 (6 米/根) 几乎不需要进行切割, 可节省作业时间, 降低人工费及机械台班费。

③对 LED 线型灯分组 (3 套 LED 线型灯为一组), 在地面上完成该组内部灯具之间的公母头连接工作, 在高空进行灯组与灯组之间的公母头的插接及灯组与灯槽的装配化安装, 可极大地减少了高空作业时间, 提高接线质量, 降低安装难度, 节省人工费及措施费, 提高工作效率。

④在图纸会审阶段, 提出“装配式线条灯结构”, 并征得业主、设计、监理及总承包单位的同意, 在现场打样环节进行优化、相关参建方签字确认后实施。

#### (2) 精细化设计

①创建 BIM 模型, 将 LED 线型灯、灯槽及开关电源引出线、控制网线以灯槽为壳体装配式深化设计, 灯具外壳及线路隐藏在灯槽中, 外形美观, 施工方便。

②钢制转接件精细化设计, 其外形、尺寸、颜色与幕墙铝板板块间的拼接缝完美贴合, 保证幕墙白天的美观性, 安装便捷, 并可用于工厂批量加工生产。

### (3) 样板引路

首先,根据精细化设计步骤中的加工图纸,结合施工图中的参数要求,对LED线型灯、铝合金灯槽以及钢制转接件进行样品加工;

其次,将生产出的样品进行现场打样,对样板的外形、规格、尺寸、灯具与灯槽的匹配度、相邻灯槽之间的平行度与直线度等进行检查,发现问题及时纠偏,确保LED线型灯灯体与铝合金灯槽贴合、灯槽内预留的线路敷设空间充足,灯具安装及拆除方便。

再次,使用功率计和照明护照等仪器对灯具的功率、色温(CCT)、显色指数(CRI)、光色品质(CQS)、光照度(lux)、色容差(IEC-SDCM)等参数进行检查,确保灯具光色均匀、品质符合要求。

最后,样板经反复试验、调试、自检合格后,提交样板确认单;经业主、监理、设计和总包方签字确认后,方可进行批量采购。

### (4) 工厂化加工

LED线型灯、铝合金灯槽及钢制转接件工厂预制加工、批量生产,确保精密度及产品质量。

### (5) 装配式施工

在幕墙铝单板板块的拼接缝灌胶前,将Z字型钢制转接件(表面氟碳喷涂)的底面打螺丝嵌入铝板拼接缝后方的钢矩管立柱上,拼接缝灌胶时连同钢制转接件后半部分一起灌胶,转接件前半部分的顶面凸出幕墙铝板外表面用于固定灯槽,LED线型灯与灯槽装配式安装,解决了幕墙铝板上直接打孔容易渗漏水的问题,且外型美观,安装拆卸方便。具体施工步骤如下:

### (6) 信息化管理

运用BIM技术,对各专业从室内吊顶引到室外顶棚内的线路进行管线碰撞,有冲突的管线部位进行合理避让;通过BIM模型对LED线型灯进行统计,并对分析的数据进

行现场核对。

## 3 思考与展望

当今社会经济不断发展,建筑行业也在进入一个飞跃的阶段。泛光照明工程装配式施工技术与传统的照明施工技术相比,其安装操作更加快捷方便,成本费用更加经济合理,环境也相对安全、卫生。但泛光照明工程装配式技术在实际施工过程中仍然存在着诸多阻碍,传统照明施工的思维模式束缚以及BIM技术在照明方面的研发和应用尚不成熟,都限制了泛光照明工程装配式技术的发展。

本文通过对装配式点光源以及装配式线型灯安装结构的分析,为泛光照明工程装配式技术的应用提供了思路。未来的建筑施工,会有越来越多的装配式技术在泛光照明工程得以应用,如线管及桥架进行模块化设计,工厂预制加工,运输至现场进行拼接组装;开关电源与控制器、信号放大器等设备放置于控制箱内集中安装,控制箱模块化设计,装配化施工等等。

## 4 结束语

综上所述,在泛光照明工程中应用装配式技术不仅能极大地简化安装工艺流程,还能将灯具的安装、接线、回路分布等工作在地面完成,减少高空作业时间,缩短施工周期,降低施工成本。本文通过工程实例对泛光照明工程装配式技术进行分析,希望所述内容能为类似工程提供参考。

### [参考文献]

[1]徐言毓.装配式建筑机电安装施工技术研究[J].安装,2018,5(8):20-21.

[2]徐海东.关于预制装配式建筑电气设计要点浅析[J].百科论坛电子杂志,2019,3(6):398-399.

作者简介:赵伟平(1981.10-)男,所学专业:机械设计制造及其自动化,研究方向为照明智能控,职称及学历:中级电气工程师、本科,职务:技术负责人