

多曲面异形组合幕墙体系施工技术研究分析

刘桂 程维武 周成谨 王红兵 苏伟城

广西北投装饰装修有限公司 广西 南宁 530000

【摘要】：随着现代建筑行业的发展，尤其是高层建筑、商业综合体以及地标性建筑的兴起，建筑外立面的设计需求呈现出多样化、个性化和艺术化的趋势。传统的幕墙系统虽然在一定程度上满足了建筑外立面的功能性需求，但随着建筑造型的逐渐复杂化和独特性的提升，常规的幕墙形式已经无法满足新型建筑设计的要求。多曲面异形组合幕墙体系能够突破传统幕墙的几何限制，满足建筑外立面多样化、复杂化的设计需求，同时具有优异的结构性能和视觉效果。本文将对多曲面异形组合幕墙体系的施工技术进行深入分析，探讨其在施工、安装等方面的关键技术难点，并提出相应的解决方案，以期为相关领域的工程实践提供参考。

【关键词】：异形组合幕墙；多曲面；施工技术；吊装

DOI:10.12417/2811-0536.25.01.048

前言

多曲面异形组合幕墙体系是由多个曲面异形构件组合而成的复杂结构系统。其在满足建筑美学需求的同时，还需要具备极高的技术要求和施工精度。由于其独特的几何形态和构造方式，使得传统的施工方法面临着诸多技术难题，尤其是在材料加工、构件制造、安装定位和精度控制等方面存在较大的挑战。例如，异形曲面构件的制造需要依靠高精度的加工设备，而现场的安装和对接则要求极为精确的施工技术和设备支持。近年来，随着科技的进步，许多现代建筑施工技术和设备的应用，尤其是BIM（建筑信息建模）技术、激光扫描技术、预制工艺、模块化施工等技术的引入，为多曲面异形组合幕墙体系的施工提供了强有力的技术支撑，先进的施工技术不仅提高了施工效率，还有效减少了由于人为操作和技术偏差导致的误差，提高了工程质量和社会安全性。

1 多曲面异形组合幕墙体系的构成与特点

1.1 多曲面异形组合幕墙体系的构成

多曲面异形组合幕墙体系是现代建筑中广泛应用的一种外立面结构系统。其基本构成包括支撑框架、玻璃单元、连接件、密封材料等多个关键部分。由于幕墙设计的复杂性和多样性，这些构件在系统中具有各自独特的功能，且相互协作，以实现幕墙的稳定性、美观性和功能性。

支撑框架是多曲面异形组合幕墙体系的骨架结构，通常由铝合金、钢材或复合材料制成，承担着整个幕墙体系的荷载，必须具备足够的强度和刚度来支撑幕墙面板，并且要保证在不同温度和荷载作用下不发生变形。支撑框架的设计需考虑幕墙的几何形状，确保每一块玻璃单元和其它构件都能精准安装并稳定

运行。

玻璃单元作为幕墙体系的面板材料，玻璃单元通常由钢化玻璃、中空玻璃、低辐射玻璃等多种类型组成。玻璃不仅需要具备良好的透光性、抗风压性和隔热性，还需要考虑到其在曲面幕墙设计中的适配性。曲面的设计往往使得玻璃的切割与加工难度加大，需要使用高精度的数控加工设备，确保每个玻璃单元的尺寸、角度、曲率等均达到设计要求。

连接件是支撑框架与玻璃单元之间的承接组件，通常使用高强度的金属材料，如不锈钢、铝合金等。连接件不仅要承受一定的力学负荷，还需要在设计时保证其美观性，以避免影响幕墙外观。

密封材料用于幕墙系统的密封和防水，通常选用硅胶、聚氨酯等高弹性密封剂。密封材料的质量直接影响到幕墙的气密性和水密性。

1.2 多曲面异形组合幕墙体系的特点

多曲面异形组合幕墙体系以其独特的几何形态和结构设计成为现代建筑的重要组成部分，广泛应用于地标性建筑和高端商业楼宇。多曲面异形组合幕墙的最大特点是其高度的艺术表现力，通常采用复杂的曲面和异形设计，能够突破传统建筑立面的造型限制。这种幕墙设计不仅具备视觉上的冲击力，还能与周围环境相融合，打造独特的建筑风貌。

由于多曲面异形幕墙需要适应复杂的曲线和不规则形态，因此其结构设计与施工难度远高于传统的直线型幕墙，要求幕墙的支撑框架、玻璃单元、连接节点等都需精确计算，以保证其结构稳定性。此外，多曲面异形幕墙的安装过程中对精度的要求非常高。每个玻璃单元和支撑构件都需要在设计图纸的基础上进行严格的尺寸控制和加工处理。如果任何一个环节出

现误差，都可能导致幕墙的整体形态受到影响，甚至影响到整个结构的安全性。施工人员必须具备较高的技术水平，并使用专用设备进行精确定位。

多曲面异形组合幕墙不仅要满足美学需求，还需要具备良好的功能性能，如抗风压、隔热、隔音和防水等。这就要求设计和施工过程中充分考虑幕墙的各项功能要求，选择合适的材料，并在安装时确保每个节点的密封性与紧密性。

2 多曲面异形组合幕墙体系的施工难点

2.1 设计与施工之间的协调性难题

多曲面异形组合幕墙体系的施工面临的首个难题是设计与施工之间的协调性。幕墙的设计通常非常复杂，涉及多个曲面和异形元素，这些设计往往基于精密的三维建模技术，施工现场的实际条件和设计模型之间可能存在差异，这为施工过程带来了许多挑战，设计师在计算机辅助设计（CAD）中绘制的三维模型虽然精确，但它并不完全考

在多曲面异形组合幕墙体系的施工中，设计人员通常依据理论模型进行计算与规划，然而在实际施工过程中，许多细节问题难以在设计阶段预测。例如，现场环境可能受到建筑物结构、气候变化、施工设备等因素的影响，这些都会影响原设计的可执行性。如果设计和施工队伍之间的沟通不充分，或没有对现场实际情况进行充分考量，可能导致设计与实际施工之间出现较大的偏差，进而影响整个幕墙体系的质量和效果。

2.2 材料加工与精度控制困难

由于幕墙设计涉及复杂的曲面和不规则几何形状，材料的加工要求非常高。尤其是在玻璃单元和支撑框架的加工过程中，需要严格控制每个构件的尺寸、角度和曲率，以确保其与其他构件的精确对接。然而，曲面幕墙的加工难度远大于传统的直线型幕墙，任何加工误差都会直接影响幕墙的外观和结构安全性。在曲面设计中，玻璃的弯曲、切割和加工都是非常精细的操作，任何一处不符合标准的加工都会导致安装时的对接问题。尤其是在大尺寸玻璃的加工过程中，传统的切割和加工设备难以满足高精度的要求。即使是微小的误差，也可能导致玻璃单元的形态和尺寸不符，进而影响幕墙的整体安装效果。

2.3 高精度安装与定位难度较高

多曲面异形组合幕墙体系的高精度安装与定位是施工过程中最具挑战性的难题之一。幕墙系统的每一块玻璃单元和支撑框架都需要精确对接，而曲面的复

杂形态使得安装过程变得极为复杂。在多曲面幕墙的施工中，每个构件的安装精度必须达到毫米级，否则将导致整体幕墙的形态变形，影响外观和功能。在多曲面异形幕墙的安装过程中，由于曲面形态的变化，任何一个安装偏差都会影响到整体幕墙的美观和功能。安装时，施工人员需要根据设计图纸和三维模型的精确数据来确定每个构件的位置、角度和方向。

3 多曲面异形组合幕墙体系施工技术应用策略

3.1 预制工艺与模块化施工

多曲面异形幕墙的构件（如玻璃单元、支撑框架等）在工厂中进行批量化、标准化加工，采用数控机床、激光切割等高精度加工设备来确保每个构件的尺寸和形状符合设计要求。预制工艺可以在工厂环境中充分发挥设备的精密加工能力，确保构件的稳定性和质量，减少现场加工误差，通过将幕墙系统分解成若干个模块，在工厂内完成组装后，运输到施工现场进行统一安装。模块化施工的优势在于，可以减少现场施工的复杂性，缩短施工周期，并且通过标准化的连接件和接口设计，使得各个模块的安装变得简便、高效。

预制工艺和模块化施工不仅能够提高施工精度，还能有效地解决多曲面异形幕墙的个性化需求。施工队伍能够在较为标准化的工厂环境中完成复杂构件的加工，减少了施工现场的变量。通过模块化施工，安装速度大大提高，减少了施工过程中可能出现的错误，从而提高了施工质量和效率。

3.2 吊装与安装工法改进

在吊装过程中，采用专用的吊装设备，如液压升降平台、起重机、旋转吊装机等，这些设备能够提供更精确的吊装力和更稳定的操作，确保每个构件都能够按照设计要求精确地定位。液压升降平台和起重机的结合使用，能有效解决多曲面异形幕墙大尺寸、重型构件的吊装问题，对于复杂的异形构件，可以使用分段吊装或局部吊装技术，在每个构件安装前进行定位调整，确保每个单元的精准安装。结合现场的具体情况，采用渐进式吊装工法，即通过逐步吊装和安装，确保整体结构的稳定性和逐渐对接。

针对多曲面异形幕墙的独特需求，可以根据具体的项目设计定制吊装工具和装置。比如，为了保证构件的顺利转向和定位，可以开发专门的吊装夹具、吊索和支撑系统，通过精确计算吊装力、角度和力度分布，确保每个构件的安装不发生偏移，且吊装和安装过程中，必须确保安全操作，并利用高精度的激光对

接系统和激光定位设备对构件进行实时监测，确保每个构件在安装过程中精确对接，避免出现安装偏差，确保施工质量。

3.3 建筑信息建模（BIM）技术的应用

BIM 模型能够详细显示每个构件的几何形态、安装位置、连接方式等信息，有助于提前发现潜在的设计问题，为施工提供更加清晰、精确的指导，通过 BIM 技术进行碰撞检测，能够提前识别设计中的冲突问题，检查结构、管道、幕墙系统之间的相互影响，提前解决设计冲突，避免施工中出现不必要的返工和延误。

一方面，BIM 技术还能够用于施工进度的管理和控制。通过对施工过程中每个环节进行建模和模拟，施工团队可以精确计算施工所需的时间和资源，优化施工计划和进度安排，确保工程的按时完成。另一方面，BIM 技术能够实现各施工队伍、设计团队和管理人员之间的实时数据共享和信息协同，保证各方信息的同步更新，从而确保施工过程中所有环节的顺利进行。通过 BIM 系统，施工过程中的任何调整和修改都能够即时反馈到相关部门，提高施工效率和协调性。

3.4 激光扫描与精确定位技术

在多曲面异形组合幕墙体系的施工过程中，精确的定位和尺寸测量是确保施工质量和结构稳定性的关键，激光扫描技术和精确定位技术的应用，可以为施工提供高精度的三维空间数据，保证每一个构件的安装精度，从而有效避免了施工中可能出现的误差。

激光扫描技术能够对施工现场进行高精度的三维扫描，获取现场的详细空间数据。通过激光扫描仪，能够精确捕捉到墙面、地面、结构梁柱等的尺寸和位置，为后续的幕墙安装提供准确的基准数据。激光扫描还能够识别出施工现场存在的任何不平整或偏差，为施工提供修正方案，通过将激光扫描得到的数据与

BIM 模型进行整合，可以对比施工现场与设计模型的差异。通过实时的差异分析，施工团队可以在施工过程中即时调整方案，确保幕墙构件的安装符合设计要求。激光扫描与 BIM 技术的结合，能够在施工前期发现问题，并进行实时调整，从而有效避免了施工中的不必要的错误。

在多曲面异形幕墙的安装过程中，使用激光定位技术对每个构件进行精确的定位和对接。激光对接系统能够实时监测每个构件的安装角度和位置，确保幕墙单元之间的连接精确无误，避免了因定位不准导致的安装偏差。施工过程中，通过激光扫描和激光对接技术，可以对每个已安装构件进行精密检测，确保每个连接点和构件的位置、角度都符合设计要求。激光扫描的无损检测特性，有助于提高质量控制的精度，避免传统测量方法可能带来的误差。

4 结语

综上所述，多曲面异形组合幕墙体系施工技术的研究与应用，结合了现代先进技术手段，如预制工艺、模块化施工、吊装工法、BIM 技术、激光扫描及精确定位等，极大地提升了施工效率与精度，预制工艺与模块化施工的应用使得幕墙构件的生产与现场安装更加标准化，减少了现场施工的复杂性和时间成本，通过吊装与安装工法的改进，结合高精度吊装设备和定制化工具，解决了多曲面异形构件安装中的定位与对接问题。BIM 技术的运用不仅优化了设计与施工的协同，提高了施工管理效率，还通过碰撞检测与进度控制，降低了设计与施工的差异和错误。激光扫描与精确定位技术为施工过程中的高精度安装提供了保障，确保了幕墙各构件的精准对接与安装质量，多曲面异形组合幕墙体系施工技术的创新与应用，能够有效解决施工中的技术难题，提高施工精度，减少施工风险，确保工程质量，推动幕墙行业向更高水平发展。

参考文献：

- [1] 程小春.太原南站站房工程的设计与施工关键技术[J].建筑施工,2021,43(04):577-580.
- [2] 孙旭敏.探究异形装饰条组合幕墙施工技术[J].中国建设信息化,2021,(06):66-67.
- [3] 佟金才,沈思远,马立鹏,等.新型块状单元板式异形陶板组合幕墙施工技术[J].天津建设科技,2020,30(06):57-59.