

半装配式玻璃幕墙施工工艺优化与质量控制研究

孙瑶瑶 卢闹闹 彭真

中建七局建筑装饰工程有限公司，郑州市中原区，450007；

摘要：随着建筑行业对幕墙性能要求的提升，半装配式玻璃幕墙因其施工效率高、结构灵活等特点得到了广泛应用。然而，由于传统施工工艺在构件连接、防水处理、安装精度控制等方面存在局限性，所以会诱发施工周期延长、质量隐患增加等风险。为此，本文通过分析半装配式玻璃幕墙施工工艺的局限性，提出了几点针对性的优化措施与质量控制策略，希望能够进一步提升施工效率、降低质量风险，为幕墙工程品质的保证提供一些支持。

关键词：半装配式玻璃幕墙；施工工艺；优化；质量控制

DOI：10.69979/3041-0673.26.01.089

引言

半装配式玻璃幕墙施工主要通过预制构件与现场安装结合的方式完成相应的施工任务，其不但兼顾了工业化生产的标准化，而且最大程度上满足了建筑设计的个性化需求。但由于其施工任务的达成需要多环节协同作业，所以倘若施工人员仍旧运用传统工艺，则容易产生渗漏、变形等质量问题。为此需要施工单位优化施工工艺并建立系统化质量控制体系，以全面提升幕墙工程的综合性能。由此可见，对半装配式玻璃幕墙施工工艺优化与质量控制策略等相关内容做出分析与阐述，很有必要。

1 半装配式玻璃幕墙施工工艺的局限性

1.1 构件连接方式单一，适应性不足

在传统半装配式幕墙施工环节，是机械固定与结构胶粘接两种被广泛应用的连接方法，但基于实际情况分析，二者均存在明显局限。就机械固定而言，其连接稳固性高度依赖于螺栓孔位加工精度，一旦构件在生产环节发生误差且超出允许范围，便极有可能引发连接部位的松动或是造成应力在局部区域过度集中等问题。而结构胶粘接这种方法，其性能表现会受到环境温湿度条件制约，比如在低温或者潮湿的环境下，结构胶固化过程变慢，固化时间大幅延长，乃至存在粘接失效的潜在风险。更重要的是，这两种连接方法均不具备动态调节功能，所以难以有效适应主体结构因微小变形或温度应力变动而产生的位移，经过长期运用后，幕墙平面内变形超标的问题就会被逐渐凸显出来^[1]。

1.2 防水体系设计依赖现场操作，可靠性低

在当前幕墙防水工艺中，“堵水”施工占据主导地位，实践中现场施工人员往往需要借助密封胶填充构件

间隙来实现防水目标。但事实上，密封胶施工存在诸多约束条件，基层清洁度以及打胶环境温湿度均需严格把控，然而在实际现场操作时，粉尘、油污极易对其造成污染，致使胶体与基材之间无法牢固粘接。此外密封胶老化程度会受到紫外线照射强度影响，当幕墙长期处于强光照环境，密封胶便容易发生开裂、脱落等情况从而诱发渗漏问题。与此同时传统防水设计存在缺陷对幕墙系统排水路径设计不到位，致使雨水容易在构件内部积聚，进一步扩大渗漏发生的可能性。

1.3 安装精度控制依赖人工经验，效率低下

在半装配式幕墙安装工艺运用过程中，现场施工人员若想精准对接构件，则需借助定位销、调整螺栓等工具来完成。但考虑到传统施工方法却存在明显弊端，其过度依赖工人目视判断与手动调节。在这种情况下，就会因为人工操作存在不确定性，而容易因操作误差致使构件发生错位或者间隙分布不均等现象出现^[2]。以立柱垂直度调整为例，这一过程通常需要施工人员反复实行测量并利用敲击操作来校正。在这种情况下，不但施工效能极为低下，而且敲击力度一旦掌控不好就会对构件造成损伤，继而无法保证施工进度和效率。

1.4 施工过程信息化程度低，协同性差

在传统施工管理模式下，纸质图纸和现场口头沟通成为最为重要的信息交互方式。这样一来，就会致使构件加工、运输、安装等各个环节的信息传递呈现出一定的滞后性，从而因为信息传递不及时，导致构件型号错配、安装顺序混乱等问题频繁出现。以幕墙单元体和主体结构连接件预埋环节为例，由于信息沟通不畅，预埋位置极易引发偏差，一旦发生这种情况，就要进行现场返工予以调整。而返工情况的出现，不但会拖慢工期，

而且还会额外扩大施工成本。与此同时,传统施工管理工作中,实时质量监测手段极为匮乏,隐蔽工程验收只能依赖抽检这种方法,可抽检具有局限性很难对施工阶段的各个薄弱环节予以全面覆盖,继而为工程质量埋下隐患。

2 半装配式玻璃幕墙施工工艺优化措施

2.1 开发复合式连接技术,提升构件适应性

传统连接方法在应对复杂工况时常因适应性不足而暴露诸多问题,从而难以有效缓冲主体结构微变形或温度应力问题,导致连接部位应力集中,最终影响幕墙整体稳固性。针对这一局限性,施工单位则可研发“机械固定+弹性缓冲”复合连接节点,以机械固定为基础,通过增设弹性缓冲层,利用其所具备的变形能力,使得主体结构在产生微小变形或温度应力作用时,缓冲层材料就会出现弹性形变,将应力分散吸收,这样便可大幅降低连接部位应力集中风险,有效延长连接节点运用寿命^[3]。此外实际施工中现场工作人员应摒弃传统固定螺栓形式,选用可调节连接件(这种连接件内置滑槽和限位装置)。实践中相关工作人员可依据现场实际情况对构件实施三维方向微调,这样一来不论构件加工过程中引发的尺寸误差还是安装现场因空间约束等因素导致的偏差,都可以经过精准微调得以补偿,从而保证构件精准对接,大幅提升幕墙安装品质。

2.2 构建多道防水屏障,强化系统可靠性

传统防水体系多依赖单一的“堵水”方式,所以在面对复杂多变的外部环境时,防水效果很难得到保证。比如发生雨水渗漏等问题,就会影响幕墙的正常运用与耐久性。所以,为了能够优化防水体系,施工单位则应从传统的“堵水”模式向“疏导+阻隔”的全新模式转变。实践中施工人员可在构件接缝处理上设置导水槽。导水槽根据幕墙排水需求、构件布局精心设计,可以将雨水及时引导至预设的排水系统,从而防止雨水在幕墙内部积聚从源头上降低渗漏风险。基于实际情况分析,在防水层设计方面,施工单位可选用“结构防水+密封胶防水”的双层防护机制。详细而言,结构防水依托构件自身的搭接结构形成一道坚固的物理屏障,有效阻挡大部分雨水的影响;而密封胶则作为辅助防线填充构件之间的微小间隙,进一步强化防水成效。需要注意的是,在密封胶选择上应选用耐候性更强的硅酮改性密封胶,这种密封胶经过特殊配方优化具有卓越的抗紫外线、耐老化性能,相比传统产品,其运用寿命大幅延长能在长

期暴露于户外环境情况下,仍旧保持良好的防水性能^[4]。

2.3 引入智能化安装设备,提高精度控制效率

当前时期在半装配式玻璃幕墙安装施工环节,施工单位倘若沿用传统人工操作方法,不但施工效率低下,而且施工品质难以得到保证,并且还会由于人为因素导致安装误差,从而影响幕墙整体性能和美观程度。现代化社会背景下,施工企业应当积极引入智能化安装设备,进一步提升半装配式玻璃幕墙安装施工效率。以激光投线仪为例,其能够生成高精度的三维控制网并为构件安装提供精确的空间定位。此外通过在构件上加装传感器,能够实时监测构件位置偏差,并将数据及时反馈至调整结构,调整结构就可以根据反馈数据自动校正,从而提升安装过程的自动化与精准化水平,这样便可保证安装精度。基于实际情况分析,针对一些结构复杂、安装难度大的施工节点,施工人员则可选用六轴机械臂,并借助预先设定的程序,精确完成高精度定位和紧固作业。在这种情况下,就能够弥补人工敲击操作的全部不足之处,保证构件完整性和安装品质。

2.4 搭建数字化管理平台,实现全流程协同

半装配式玻璃幕墙施工涉及多个环节和众多参与方,传统管理方法的运用往往会诱发信息传递不及时、不精准等问题,从而引发各个施工方之间的矛盾,以及产生返工情况,一旦如此将会影响工程进度和质量。为此,施工单位可通过创建数字化管理平台实现多参与方的全流程协同管理。实践中,技术人员可借助BIM技术构建的施工管理平台将构件设计、生产、运输、安装等每个环节数据予以整合,以保证信息的实时共享与动态更新。与此同时施工单位可通过在构件上安装RFID芯片,标记构件身份信息,在这种情况下施工人员只需运用扫描设备扫描芯片即可高速获取构件加工精度、出厂日期等具体数据,为现场安装提供精准依据,保证安装任务的顺利达成。另外施工单位还可以利用数字化管理平台模拟功能,在施工前对全部施工过程进行虚拟模拟,经过模拟提前识别施工阶段可能发生的碰撞问题,并根据模拟结果及时优化施工方案,以防止在实际施工中诱发返工等问题,从而节省施工成本和时间。基于实际情况分析,施工单位还可以在施工现场部署无线传感器网络,实时监测环境温湿度、风速等参数,从而自动调整施工工艺参数,确保现场施工品质不会受到环境因素影响,如此便可保证半装配式玻璃幕墙施工任务能够高效、规范、有序达成。

3 半装配式玻璃幕墙施工质量控制策略

3.1 严格把控构件加工质量

构件加工作为幕墙质量重要基础作为施工单位务必要予以全方位把控。实践中施工单位可从原材料检验、加工设备校准、工艺参数控制这三个方面着手。(1)在原材料检验环节,铝型材表面氧化膜厚度要严格符合设计要求;玻璃原片透光率和平整度也需借助专业设备做好精准检测,保证原材料质量达标。(2)加工设备校准方面,考虑到加工核心刀具磨损度会伴随运用而变化,所以施工技术人员一定要定期校准,以防范构件尺寸发生偏差。(3)而在工艺参数控制上,切割、钻孔等工序对环境要求颇高,故而需要相关技术人员严格控制环境温度和湿度,以此保证构件加工精度。

3.2 强化现场施工环境管理

施工环境对幕墙质量有着极为显著的影响,所以创建一套完善的环境监测体系和应对机制显得尤为重要。在密封胶施工这一核心环节,基层含水率并非被忽视的指标而是要提前做好检测,一旦检测结果显示基层含水率超过4%就无法直接施工,所以需要对其实行烘干处理直至含水率符合要求^[5]。当遭遇大风天气时,高空作业存在极大安全隐患,此外如果想要防止构件因风力作用而坠落,则应立即暂停相关作业;若遇到雨天未固化的密封胶若被雨水冲刷,将严重影响施工质量,所以施工单位一定要搭建防雨棚。为减少粉尘污染对施工的干扰,确保胶体同基材能够牢固粘接,施工区域需合理设置围挡。

3.3 完善隐蔽工程验收流程

对于半装配式玻璃幕墙施工项目而言,隐蔽工程验收作为幕墙质量把控的核心环节,作为施工单位务必要严谨对待。在验收环节,施工单位要制定一份详尽无遗的检查清单,留存全面且清晰的影像资料以此作为验收可靠依据。对于预埋件安装,无法仅凭目测而需仔细检查其锚固长度、间距是否严格达到设计要求;防腐处理是否真正落实到位;防火隔离带验收要认真规范,以保证所用材料燃烧性能、厚度,达到消防规范标准;排水系统则需开展通水试验,保证不存在堵塞、渗漏等问题后,才能推进下一道工序,以防止质量隐患被遗留至后续施工环节之中。

3.4 建立质量追溯与责任机制

在半装配式玻璃幕墙施工阶段,施工单位可借助信息化手段建立质量追溯与责任机制。实践中施工技术人员可通过为每批构件分配一个独一无二的编码,当需要了解构件信息时只需对其实行扫描,其加工、运输、安装等全流程记录便会清晰呈现,为质量追溯提供依据。与此同时施工日志的记录也不容忽视,实践中相关工作人员需具体且精准记载核心工序操作人员、具体时间、工艺参数等核心信息,如此一来一旦发生问题,便能快速溯源找到问题根源。此外施工单位还应制定一套健全可行的质量奖惩制度,对于那些因违规操作或者疏忽大意而引发质量事故责任人,务必要依照制度予以实施相应处罚,促使每一位参与施工人员都透彻认识到质量关键程度,强化全员质量意识。

4 结束语

总体而言,半装配式玻璃幕墙施工工艺优化与质量控制需从连接技术、防水体系、安装精度、信息化管理等多维度协同推进。通过开发复合式连接节点、构建多道防水屏障、引入智能化设备、搭建数字化平台等半装配式玻璃幕墙施工工艺优化措施的运用,可以帮助施工单位有效突破传统工艺的局限性,进一步提升现场施工的规范性、精准性,从而保证各项施工任务能够如期保质完工。与此同时,施工单位通过严格把控构件加工、环境管理、隐蔽工程验收等关键环节,并建立质量追溯与责任机制,可以形成全流程质量控制闭环,这样便可将半装配式玻璃幕墙施工质量控制工作的实施作用全面展现出来,为幕墙工程安全与耐久性提供保障。

参考文献

- [1]施天陆.研发中心装饰装修工程建筑幕墙系统施工工艺应用研究[J].居舍,2024,(20):65-67+71.
- [2]郭宁,张洋洋,王金鑫,等.高层建筑工程玻璃幕墙施工工艺研究[J].建筑技术开发,2024,51(05):37-39.
- [3]张文.建筑玻璃幕墙施工技术难点与应对措施[J].石材,2024,(03):28-30.
- [4]王志成,高平均.超高层建筑弧形玻璃幕墙施工中的工程质量控制与消防安全探究[J].消防界(电子版),2023,9(18):126-128.
- [5]刘亚,肖君彦,吴军.超高层建筑全玻璃幕墙施工技术 & 质量控制措施[J].城市建筑空间,2022,29(S2):646-647.