

浅析花瓣造型钢构装饰单元安装施工技术

纪建华, 易 刚

(巨匠建设集团股份有限公司, 浙江 桐乡 314500)

摘要: 为了应对现代建筑外立面造型提升需求, 解决花瓣造型钢构装饰件因数量多、构造复杂导致的高空拼装焊接难度大、效率低、工期长、安全性不足等问题, 并在兼顾设计效果与施工技术经济指标的同时探索新施工路径, 本文通过将整体钢构拆分为多个单元骨架实施模块化施工, 并配套单元安装施工技术; 采用工厂集中加工制作单元构件、流水线批量生产的方式保证构配件尺寸一致性, 通过地面预拼装、精准吊装与临时支撑体系降低高空作业风险, 实现整体焊接拼装衔接性的优化。工程实践表明, 该技术有效克服了传统高空安装的弊端, 显著缩短了施工工期、提高了经济效益, 既保证了结构牢固性与施工便捷性, 又展现出整体美观、绚丽多彩的装饰效果。本文成果可为类似工程提供施工依据。

关键词: 钢构; 花瓣; 模块化; 安装; 施工技术; 集中加工

中图分类号: TU758.11

文献标志码: A

文章编号: 1673-8993(2026)05-0074-06

doi:10.13402/j.gcjs.2026.05.057

Analysis on installation and construction technology of petal-shaped steel structure decoration units

Ji Jianhua, Yi Gang

(Jujiang Construction Group Co., Ltd., Tongxiang 314500, Zhejiang, China)

Abstract: In order to meet the needs of modern building façade modeling improvement needs, solve the problems of difficult high altitude assembly and welding, low efficiency, long construction period and insufficient safety caused by the large number and complex structure of petal-shaped steel structure decoration parts, and explore new construction paths while to take into account the design effect and construction technical and economic indicators, the overall steel structure is divided into multiple unit skeletons to implement modular construction, and the unit installation construction technology is supported. The method of centralized processing and mass production of unit components and assembly line in the factory is used to ensure the consistency of the dimensions of components; through ground pre-assembly, precise hoisting and temporary support systems, the risk of high-altitude work is reduced, and the overall welding assembly connection is optimized. Engineering practice shows that this technology effectively overcomes the disadvantages of traditional high-altitude installation, significantly shortens the construction period, improves economic benefits, not only ensures the structural firmness and construction convenience, but also shows the overall beautiful and colorful decorative effect. The results can provide a construction basis for similar projects.

Key words: steel structure; petal; modularity; installation; construction technology; centralized processing

近年来, 随着建筑设计不断创新并追求独特性, 钢构装饰件在建筑领域中的地位日益凸显。然而, 其安装施工常涉及复杂工艺与高难度操作,

既要实现设计效果, 又要兼顾施工的技术经济指标。空腹薄壁装饰构件具备低成本、易制作、重量轻、强度高、韧性佳、抗冲击性、造型多样等

收稿日期: 2024-12-13

作者简介: 纪建华(1983—), 男, 正高级工程师, 国家一级注册建造师, 从事建筑施工方面的研究。

特性,能满足绝大多数外立面装饰造型的施工需求,其应用显著降低了外立面造型施工难度,同时提升了施工效率与质量^[1]。但因空腹薄壁装饰构件形状特殊、构造复杂,传统安装方式面临诸多挑战。单元式幕墙因构件标准化、施工效率高的优势,在大型公共建筑及异形立面项目中得到广泛应用^[2]。为此,本文提出一种新型装饰单元安装施工技术。将空腹薄壁装饰构件拆分为多个单元骨架并实施模块化施工,利用大型吊车吊装能力,在地面完成骨架组装后实施模块化吊装^[3]。模块化建筑作为高度预制化的建筑体系,其主要由模块单元及单元间连接构成。模块单元按用途在工厂预制,现场仅需完成模块间连接与安装^[4],以此缩短工期,提高经济效益。

深化设计阶段,通过将工业化建造理念贯穿于构件生产环节,采用参数化控制的模块化预制策略,并借助单元板块尺寸的优化设计,实现工厂化整体拼装的最大化^[5]。该技术通过预先加工与组装,能显著减少现场操作难度、提高施工效率、降低作业危险。相比之下,施工现场环境复杂多变,气候条件(如风速、温度波动)直接影响施工安全。此外,幕墙施工工序繁多且涉及多种协同,增加了管理难度;加之缺乏有效的针对性安全措施,易导致事故发生^[6]。为此,本文聚焦于花瓣造型钢构装饰单元的安装施工技术,旨在解决传统安装方式的弊端,以提升装饰效果与经济效益。通过详细阐述该技术的原理、流程及关键要点,为相关领域研究者和从业人员提供有益参考,促进其进一步应用和推广。本文通过花瓣造型钢构装饰单元安装施工技术攻关,为钢结构装饰工程提供创新解决方案。

1 国内外施工技术现状

目前,国内外针对花瓣造型钢构装饰单元安装施工技术的研究已取得一定进展。以下从国内、国际两方面梳理其研究现状。

国内方面,近年来伴随建筑领域快速发展,商业建筑外立面装饰造型研究中暴露的问题,反映出学术界在该领域的短板:造型形态分析局限、组合规律系统化研究不足、营造方法研究薄弱、

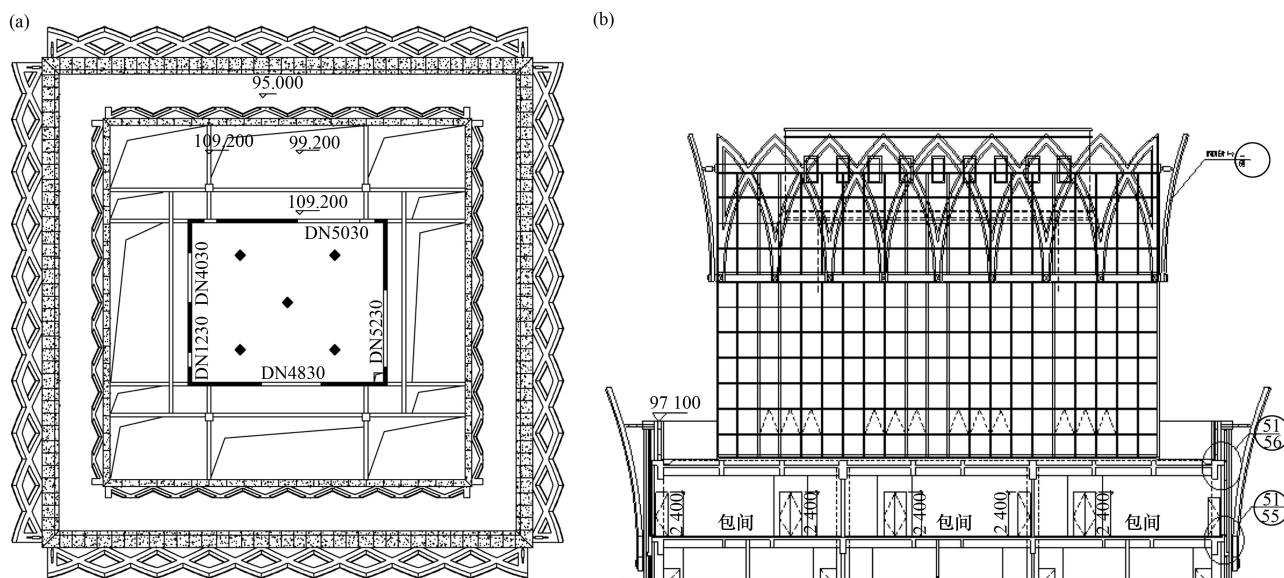
消费者心理与行为研究缺失、跨学科融合不足、可持续性与创新性研究滞后^[4]。针对花瓣造型钢构装饰单元安装施工技术的研究正逐步深入,部分高校与科研机构已开展相关研究,涉及施工工艺优化、模块化设计方法及装配式建造技术等方向。相关学术论文陆续发表,总结同案例经验、提炼技术创新,提出了针对性较强的可行性施工方案。但需指出,国内研究仍较有限,缺乏系统性、深入性的成果积累。

国际方面,发达国家在建筑工业化与复杂造型钢结构安装技术领域处于领先地位,其先进技术与理论为花瓣造型钢构装饰单元安装施工提供了重要借鉴。比如建筑工业化的推广与应用,建筑工业化是指通过标准化、模块化的方式进行建筑设计和施工。这种方法可以提高施工效率、降低成本、缩短工期,同时提升建筑质量和安全性。西方发达国家已形成较完整的建筑工业化理论与技术体系,涵盖设计标准、施工工艺、材料选型等内容,推动建筑行业现代化。这些国家积累了成功工程案例,配套标准规范,构建起覆盖结构优化、装配工艺、数字化设计等维度的技术体系。相关机构与企业积极推动该领域发展,持续提出创新施工方法和解决方案。

总体而言,国内外在该技术领域研究仍存在一定差距。国内需进一步加强科研机构与高校的深度合作,拓宽研究范围、深化技术研究,进而提升整体研究水平;同时积极借鉴国际经验,加强交流合作,推动技术落地应用,逐步形成具有自主特色的技术体系。

2 工程概况

商业建筑的外立面设计绝非仅仅是围合空间的简单功能体现,更能通过视觉冲击力激发消费欲望,在市场营销和品牌建设发挥着重要作用。桐乡某旅游广场(一期)工程位于桐乡市高桥镇桐九线与高桥大道交叉口西北侧,主楼采用框架核心筒结构(地上二十四层,地下二层),裙房为框架结构(地上四层,地下二层);主楼建筑总高度为 99.2 m,总建筑面积为 88 889.45 m²。主楼建筑幕墙最高点标高为 137.80 m,其顶部四周花瓣造型钢构装饰单元安装施工技术如图 1 所示。



(a) 平面; (b) 立面

图 1 花瓣造型钢构装饰架

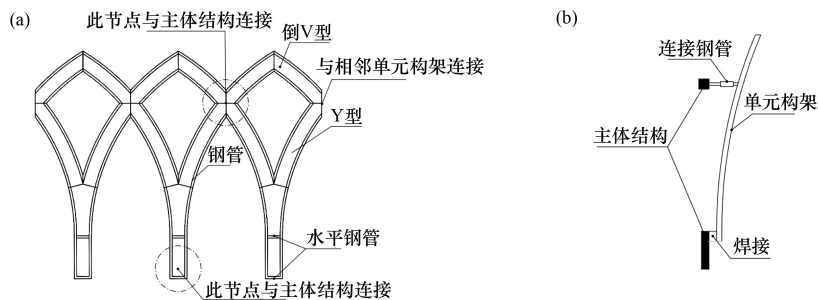
3 工艺原理

曲线造型、节奏和韵律作为建筑设计的核心元素,不仅能赋予建筑物美学魅力,更能通过对自然的模拟和情感的表达,增强建筑与人们的情感共鸣。对这些设计原则的理解和应用,有助于打造兼具独特个性和生命力的现代建筑作品,为城市和社区注入文化价值和艺术氛围。现代建筑立面设计需在细部处理、材料甄选、工艺适配、创新手法运用和环境适应性等多维度综合考量和优化。通过科学的设计方法和技术创新,可实现建筑设计功能性、美学性和可持续性的有机融合,营造更宜人的生活和工作空间^[7]。

花瓣钢构装饰体由多个沿建筑墙体四周设置的装饰单元构成,单个装饰单元含型钢框架和单层铝装饰板,其中铝装饰板固定于框架构件表面。

每个单元框架由两部分组成:“Y”型构件(置于底部)和倒“V”型构件(位于“Y”型构件上方)。“Y”型构件底端两根钢管先平行延伸,再逐渐呈一定弧形向两侧展开;“Y”型分叉点以上,内侧两根钢管分别与外侧两边钢管平行,端部以钢管连接固定。倒“V”构件由 4 根呈一定弧度的平行钢管构成。多个装饰单元相互连接,最终构成完整的花瓣钢构装饰体。钢管加工需保证弧形一致性,焊接时应控制内部应力,避免因应力过大导致钢管变形,进而引发单元间拼接不衔接、不连贯的问题。

“Y”型构件设有两道水平连接钢管,每个单元构件通过 3 根钢管与主体结构焊接固定;相邻单元的耳板通过不锈钢球头螺栓连接,并在水平可调节构件机构的作用下,使相邻单元具备一定的角度和位置调整能力^[8]。具体如图 2 所示。



(a) 立面; (b) 侧面

图 2 单元构架连接示意

4 安装施工技术

施工工艺如图 3 所示。

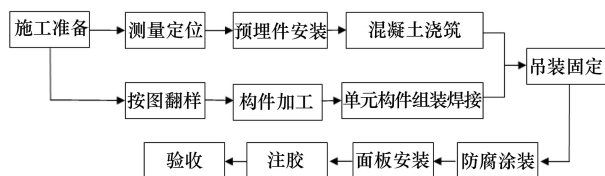


图 3 施工工艺流程

4.1 预埋件安装

应熟悉施工图纸, 编制并审批详细的制作安装施工方案, 明确预埋件安装位置、标高及允许偏差。熟悉装饰钢构件尺寸、制作工艺及材料要求。对施工人员进行质量、安全和技术交底, 并履行相关签认手续。构件原材料进场前须进行检测, 合格后方可使用, 各项性能检验和质量验收必须满足要求, 焊条选用应与主材强度相适应, 一般采用 T422 - T425 的焊条。施工前应核对花瓣装饰架设计施工图, 复测已完成的主体模板并测出立面外缘控制线, 根据建筑物主体结构标高与轴线确定预埋件位置, 偏差应及时调整且不得累计。放线时应考虑与其他装饰面的接口、拉好的钢丝应在两端紧固点做好标记, 并保护其位置正确。根据设计图纸绘制每个构件的加工翻样图, 明确其形状、尺寸。按翻样图依次组织加工多样构件, 依形状、尺寸分类加工, 加工时附详细翻样图。预埋件加工完成后须检查外观质量, 同一台班完成同一类型成品抽查 10% (且不少于 5 组), 并及时做好检查记录。以同一台班或 300 件同类型产品为一验收批, 每批抽取 3 个试件进行拉伸试验, 试验结果应符合要求; 如不符合要求, 需加倍复检, 复检不合格则该批预埋件报废处理。预埋件安装于主体墙柱的侧模上, 土建梁柱钢筋绑扎完毕后, 用铁丝作临时固定, 校正完成后用电焊点焊固定牢固。若埋设在箍筋或主筋间隙处, 则应增设辅助钢筋并与主体钢筋焊接牢固。

预埋件安装注意要点: 1) 根据图纸检查规格、数量; 2) 预埋件不应突出混凝土表面, 外露尺寸不应大于构件外形尺寸; 3) 预埋件的锚筋应设置于主筋内侧。预埋件在施工时应与建筑物的防雷网接通; 4) 严格控制预埋件位置误差, 不得

超过允许偏差; 5) 预埋件埋设过程中必须紧贴模板, 控制好上下、左右偏差及倾斜度; 6) 阴角部位埋设: 依据钢构装饰体安装需求, 角位处预留 50 mm 间距, 否则影响后续施工; 阳角部位埋设: 与阴角相反, 角位两个埋件应贴边靠紧。

4.2 构件加工

按照加工翻样图, 在放样台上按 1:1 比例绘制实形, 核对各部分尺寸后, 制作样板和样杆作为加工依据。同时制作一个单元样品, 单元样品验收合格后进行成批加工。为保证钢构件制作和安装质量, 必须对形状不符合要求的构件进行矫正, 以达到形状一致性。

4.3 混凝土浇筑

浇注前, 应检查预埋件是否有遗漏、偏位等情况。按设计位置通过测量放线精准定位预埋件, 复核定位结果以验证实际安装精度^[9]。若浇捣过程中发现预埋件位移, 应立即校正其位置。混凝土浇捣时, 严禁振动棒与预埋件直接接触, 并应随时复核预埋件位置。拆除预埋件周围模板时, 不应敲击预埋件表面, 以防止其松动。应先拆除周围模板, 轻轻敲击预埋件处模板, 待松动后再进行拆除, 并检查预埋件有无偏移。如有偏移, 补救用的后置埋件的施工工艺及抗拔力必须满足规范要求。

4.4 单元构件组装焊接

采用合格单元样品作为组装依据, 组装过程中应严格按照设计要求及相关标准规范进行焊接作业。根据控制线确定骨架位置, 严格控制骨架位置偏差; 确定组件在立面上的水平、垂直位置, 并在框格上画线, 设置平面度控制点, 根据控制点拉线调整, 使组件按要求就位, 确保各花瓣装饰架顶部整齐、立杆垂直。焊接宜采用电弧焊, 注意角焊接的高度和长度, 并及时清理焊渣。如发现焊接过程中出现咬边、气孔、夹渣、焊缝不均匀等缺陷, 应查明原因并及时修复。用磨光机将焊缝打磨至略低于钢管表面 0.1 ~ 0.2 mm, 注意避免损伤构件主体。对验收合格的单元构件喷涂防腐漆, 油漆干燥前应避免淋雨、受潮。

4.5 吊装固定

吊装施工前, 应核对施工图, 并对已完幕墙

进行复测,测出幕墙立面外缘控制线。以建筑物主体结构标高和幕墙原始标高控制点为基准,根据轴线确定花瓣装饰架立柱位置线,按设计确定立柱锚固点位置并进行复测。根据分格依次确定每根立柱及其锚固点位置,水平标高以幕墙基准线为准,其偏差应及时调整,不得累积。若误差超出允许范围,其处理方案须经设计单位、监理单位及建设单位同意后方可实施。

在墙体垂直、水平方向各用 $\varnothing 0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$ 钢丝设置一道控制线,以控制单元构件的水平与垂直位置。单元构件吊装前须进行检查,合格后方可起吊安装。用塔吊将单元构架吊运至安装位置附近,配合吊篮进行高处作业安装。将单元构架立柱底部与预埋件临时点焊固定,上部用可调螺杆与主体结构连接,随即进行调整和固定,单元构架连接如图 4 所示。每个单元构件均用线坠调整垂直度,确保所有单元构架倾斜程度一致,验收合格后进行正式焊接固定。单元构架安装牢固后,方可松开吊装和临时固定绳索,再进行下一单元构架的安装。

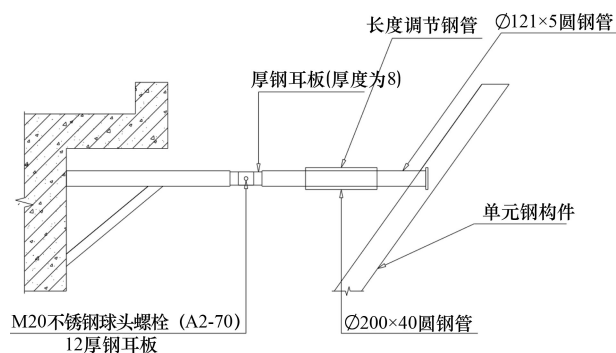


图 4 单元构架与主体连接详图

应将焊接部位的油污、灰尘、铁锈等清理干

净,清除干净后应在 4 h 内涂刷防腐漆。涂刷应均匀,不得有气孔、露底等缺陷。

4.6 金属面板安装

花瓣骨架、避雷、防火隔断等隐蔽工程验收合格后,方可进行金属面板安装。安装时应严格按照图纸和有关标准规范施工,并实时跟踪检查、纠偏整改。安装金属面板时,应对横竖连接件进行检查、测量、调整;左右、上下的偏差不应大于 1.5 mm。金属面板安装前后效果如图 5 所示。金属面板空缝安装时,应采取防水措施,并设置符合设计要求的排水出口。

4.7 注胶

完成上述施工后,对金属面板间进行密封处理^[10]。填充硅酮耐候密封胶时,金属面板缝的宽度、深度应根据硅酮耐候密封胶的技术参数通过计算确定。注胶前应对金属面板的安装质量进行检查,确保底托、柔性垫块安装到位,板块间距已调整到位。在金属板块边缘黏贴美纹纸,用玻璃胶枪均匀注胶,待胶体初步表干后揭去美纹纸。注胶完成后的效果如图 6 所示。

5 施工效果

花瓣装饰架所有工序施工完成后,施工单位应按设计图纸和相关标准规范进行验收,做好验收记录,并按有关规定建立并提供分项工程质量验收所需的技术资料。花瓣造型钢构装饰件可满足多样化、独特新颖的设计需求,为建筑增添独特魅力。其最终呈现的花瓣造型完整、流畅且富有艺术感,显著提升建筑整体的视觉美感与辨识度(图 7)。花瓣装饰架与钢结构连接节点的施工



(a) 安装前; (b) 安装后

图 5 金属面板安装

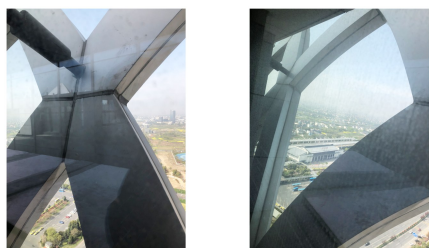


图 6 注胶完成效果



图 7 桐乡旅游广场(一期)工程实景

质量至关重要,施工完成后仍需长期落实质量保障措施^[11]。模块化吊装完成后,施工单位应对整体钢构装饰件进行检测,包括外观检查、连接节点焊缝探伤检测、整体结构变形监测等。经检测,花瓣型钢构装饰件整体质量符合要求。

6 结 语

建筑外立面设计不仅是美学表达,更是城市文化、历史遗产和社会价值的重要载体。通过精心设计的外立面,可有效传播城市特色文化,塑造城市视觉形象和空间表情,促进建筑与城市空间的融合与互动,进而提升城市整体品质和吸引力。建筑外观作为消费者与商业空间之间最直观的媒介,反映出人们对个性化和视觉冲击感的创造需求正不断增强。为追求此类冲击力视觉效果,人们开始逐渐摆脱以往商业建筑各部分分隔设计

的局限,迈入融合整体建筑设计与有机理念的新阶段。加强商业建筑外观的互动性设计,是营造活跃商业氛围的关键。商业建筑装饰设计具有符号单元化特质,其特点是将若干装饰符号抽取并组合为装饰单元,在建筑表面以不同排列次序或频率重复应用。这些装饰手法对增强商业街区建筑的关联性、营造街区建筑韵律具有重要意义。

参考文献:

- [1] 宋敏,郭祥军,徐峰,等. 空腹薄壁装饰构件在建筑外立面中的应用[C]//2020 年全国土木工程施工技术交流会. 北京:施工技术,2020.
- [2] 王路乾,李小争. 建筑幕墙单元式板块高空安装精度控制方法[J]. 四川水泥,2025(12):167-169.
- [3] 周春,邱德斌. 超高超重钢结构模块化施工技术[J]. 石油化工建设,2021,43(5):72-75.
- [4] 费广清. 钢结构模块化建筑创新实践分析[J]. 安徽建筑,2024,31(6):60-61.
- [5] 罗威. 幕墙深化设计对建筑效果与施工的影响[J]. 四川水泥,2025(12):83-85.
- [6] 王强. 三全管理模式在高层建筑幕墙施工安全中的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版),2025(35):130-132.
- [7] 罗仕棋. 现代建筑立面造型细部设计[J]. 四川水泥,2021(8):109-110.
- [8] 姜春晓,于江波,陈杰. 铝合金框架幕墙立柱与埋件连接施工工艺优化研究[J]. 石材,2026(1):143-145.
- [9] 谢海杰,甘雨,周昌祺,等. 建筑工程中单元式幕墙施工技术研究[J]. 中国建筑装饰装修,2025(9):124-126.
- [10] 郭世豪. 大型公共建筑装饰装修高质量施工技术研究[J]. 中国建筑装饰装修,2025(19):186-188.
- [11] 张爱华,董杰. 建立钢结构与外幕墙关键连接节点的质量追溯体系严格原材料质量控制[J]. 中国品牌与防伪,2025(13):210-212.