

装配式钢结构模式在园林景观工程中的应用研究

肖心想

珠海市格馨园艺有限公司 广东 珠海 519000

【摘要】：针对传统园林景观构筑物现场焊接施工普遍存在的工期长、精度难控、安全隐患多、占用作业面大等问题，本文提出将装配式钢结构模式系统应用于景观廊架、精神堡垒、岗亭及会客厅等几类典型景观建筑中。文章分析了“工厂整体焊接组装—分模块运输—现场快速拼装”的技术路径，并从进度、安全、质量、成本四个维度论证其优势。研究表明，该模式可大幅压缩施工周期，规避现场高空焊接风险，提升安装精度与结构耐久性，并实现综合成本节约。结合广东沿海台风高发区的气候特征，进一步探讨了装配式钢构的防风设计、防腐处理及灾后快速恢复能力，阐明其在沿海园林工程中的推广价值与发展趋势。

【关键词】：装配式钢结构；园林景观；模块化建造

DOI:10.12417/2811-0722.26.08.041

1 引言

园林景观工程中的廊架、精神堡垒、岗亭及会客厅等构筑物，既是功能载体，也是景观视觉的焦点。长期以来，这类钢结构景观单体多采用传统方式施工：“将散件型材运至现场，经切割、组对、焊接、打磨、涂装等工序逐步成型”。这种方式严重依赖现场技术工人水平，施工质量波动大，并需长时间占用园林施工面，与景观绿化、园建铺装等工序交叉干扰严重。在广东沿海地区，受台风、暴雨、高温高盐等环境影响，现场焊接作业窗口更短，风险成倍增加，工期极易失控。

随着装配式建筑技术日趋成熟，其“工厂预制、现场装配”的核心思想开始向景观工程延伸。景观构筑物虽体量不及建筑，但造型往往更为复杂，且对表面观感、细部精度有更高要求，恰好契合了装配式钢结构模块化柔性定制的特点。本文从园林景观工程实践出发，系统论证装配式钢构模式在景观廊架、精神堡垒、岗亭、会客厅中的应用逻辑与多维优势，并重点分析其在广东沿海台风区的适应性与推广前景。

2 装配式钢构景观构筑物的模块化设计与制造

2.1 标准化与个性化协同的模块拆分

将景观单体分解为若干可独立制造、运输、吊装的模块，是实现装配式建造的前提。设计阶段需兼顾建筑效果与工艺可行性：①景观廊架：沿纵向拆分为多榀门式框架段，每段包含主梁、次梁及副龙骨，单段长度宜控制在3~6m，工厂完成整榀焊接、校正。②精神堡垒：高耸造型可沿高度方向分为2~3节塔身模块，内设爬梯、检修平台，各节法兰螺栓连接。③岗亭与景观会客厅：按功能间或箱体单元划分，如底盘骨架模块、墙体围护模块、屋顶模块，工厂完成整体焊接组装及管线预埋，形成“整体箱式模块”。模块接口统一采用高强螺栓法兰板或销轴铰接，避免现场焊接，同时设置定位销、止口等辅助对中结构，确保拼装一次成功。

2.2 工厂整体焊接组装与精度控制

与散件预制不同，本文倡导的“整体组装式”模式要求工

厂完成模块内全部构件的焊接、组立，甚至进行整装预拼装。其核心优势在于：①在恒温、无风的车间内采用自动化焊接设备或熟练焊工施焊，焊缝质量可进行超声波或射线探伤，杜绝现场手工焊常见的咬边、气孔、未熔合等缺陷。②模块在工装胎架上定位，尺寸误差可控制在±2mm以内，远优于现场焊接。廊架各榀模块尺寸一致，现场拼接后整体对角线、柱顶标高极易达标，景观构件的线形美得到根本保障。③工厂内同步完成抛丸除锈、热浸镀锌或重防腐涂层喷涂，漆膜厚度、附着力等指标完全受控，从源头解决沿海景观钢结构易锈蚀的痛点。

2.3 运输与现场快速装配

模块经公路运输抵达现场，采用小型汽车吊即可完成吊装。装配流程一般为：预埋锚栓或地脚螺栓精准放样→吊装立柱模块并临时固定→安装梁段模块并对接→螺栓终拧→拼缝密封→局部补漆。以一座30米长景观廊架为例，主体钢结构装配可在1~2个工作日完成，而传统焊接方式至少需7~10天。现场几乎无切割火花、无焊接弧光，对已完园林成品形成零污染、零破坏。

3 进度、安全、质量、成本多维优势论证

3.1 进度优势

装配式钢构将大量串行工序转化为并行流程：现场进行基础施工的同时，工厂进行模块制造，二者时间重合度可达70%以上。主体拼装阶段，每吊装一个模块仅需数分钟到数十分钟，现场作业班组由焊工转为起重工与装配工，大幅度缩短关键线路工期。以景观会客厅为例，传统施工从下料焊接到面层装饰需25~30天，而装配式仅需基础养护完成后5~8天安装完毕，总体工期可压缩30%~50%。在广东沿海，往往需抢在5~10月台风季到来之前完成景观构筑物封顶，工期压缩的价值尤为突出。

3.2 安全优势

现场焊接是园林施工中明火作业、高处坠落、触电等多风险并存的环节。装配式钢构从根源上消除了90%以上的现场焊

接量,极大降低了火灾隐患,尤其适合临近林草、木质铺装等敏感区域的景观场地。模块吊装虽然涉及起重风险,但其工序标准、可控性强,可严格遵循起重吊装安全规范。同时,无大量散件现场堆放,降低了台风来临前紧急清理的难度,减少了松散材料被强风吹起伤人毁物的次生风险。

3.3 质量优势

景观钢构暴露于公众视线,其表面平整度、焊缝成形、涂装质感直接决定建成效果。工厂制造的模块经精细打磨、批灰、喷涂,可实现近似家具级的涂装品质,现场仅有拼缝需要修饰。结构安装精度由模块预制精度保证,整体垂直度、檐口水平度容易达到高级装饰标准,避免了传统现场拼焊因热变形导致的门窗洞口不规整、线条歪斜等问题。在沿海强风区,良好的构件对位和螺栓受力状态经工厂预检,使得结构计算假定与实际受力高度吻合,抗风可靠性大幅提升。

3.4 成本优势

表面看装配式增加了工厂预制费及运输费,但从全生命周期考量,综合成本具有明显优势:①工期缩短带来的管理费、设备租赁费、资金利息减少,开发商可提前交付运营产生收益;②现场焊接工人多为高薪技工,减量后人工成本显著下降;③一次成优率高,几乎无返工,维修成本与停工损失极少;④模块可设计为可拆卸重复利用,在临时展厅、可移动岗亭等场景中摊销成本。对于广东沿海经济发达地区,人工单价高企、工期延误罚款重,装配式的成本优势更为突出。

4 广东沿海台风高发区的适应性推广

4.1 抗风设计与连接构造

广东沿海基本风压普遍在 $0.5\sim 0.9\text{kN/m}^2$,叠加地形、阵风系数后,景观构筑物需具备较高抗侧力能力。装配式钢构通过以下措施确保台风下安全:

模块间节点采用摩擦型高强螺栓连接,既能传递剪力也能传递弯矩,使结构保持整体刚接或半刚接受力形态,避免纯粹销接导致刚度不足。①精神堡垒等细长高耸结构分段连接处设置抗剪键与对穿螺栓,并经过风振舒适度验算;基础锚固采用预埋锚栓群,提供可靠抗拔力。②围护构件(格栅、装饰面板)采用不锈钢或镀锌螺钉固定于主结构预留连接板,确保不因局部破坏引发连锁坠落。③小型岗亭、会客厅整体箱式模块设置可调节地脚,与基础连接后形成整体箱型结构,自重轻且刚劲,抗风性能优异。

4.2 沿海防腐与耐久性

工厂预制阶段统一进行重防腐处理是应对盐雾腐蚀最有效的手段。常规做法为:抛丸除锈至 Sa2.5 级→热浸镀锌(或电弧喷铝)→环氧云铁封闭漆→丙烯酸聚氨酯面漆,涂装体系可满足 C4-C5 腐蚀环境要求。模块拼缝在螺栓终拧后注入耐候密封胶,阻止雨水渗入型材内腔。相比现场涂装,工厂流水

线涂装质量稳定,维修间隔延长,全生命周期维护成本降低 50%以上。台风带来的强风雨冲刷对涂层破坏也因良好附着力被极大削弱。

4.3 灾后快速恢复与韧性设计

台风过境可能对园林设施造成局部损坏。装配式模块化使得受损部分可单独拆解更换,无需整体拆除。某一榀廊架梁柱若被倒伏树木撞击变形,只需卸下连接螺栓吊离,换上新模块即可在数小时内恢复功能与外观。这种“可替换”特性赋予景观构筑物灾后快速恢复的韧性,契合沿海地区防灾减灾需求。同时,可在台风预警前对可移动岗亭模块进行临时加固或移位避险,措施灵活。

5 发展趋势与展望

(1) 标准化产品体系构建

未来将形成涵盖廊架、岗亭、精神堡垒、会客厅等品类的标准化钢构模块库,景观设计师可像搭积木一样组合模块,既保证个性化立面,又实现快速建造。行业标准与图集将逐步配套完善。

(2) 与智慧园林深度融合

装配式模块预留管线通路和智能设备接口,可集成景观照明、喷雾降温、信息屏显、Wi-Fi 基站等,在工厂即完成智能系统预装,现场“即插即用”,推动园林设施向数字化、智慧化演进。

(3) 可逆装配与循环经济

采用全螺栓、无焊接、无化学锚固的可拆卸连接,景观构筑物可完整拆移至新场地重新组装,实现多次循环利用,大幅降低全生命周期碳排放,符合绿色建造理念。

(4) 沿海抗台风专用景观钢构体系

针对广东、海南、福建等台风高发区,开发经风洞试验验证的标准化抗风模块,如流线型断面以减少风荷载、自调节阻尼器等,并将装配式钢构纳入沿海韧性城市建设体系,成为平急两用的景观基础设施。

6 结论

(1) 装配式钢结构在园林景观廊架、精神堡垒、岗亭、会客厅等构筑物中,通过“工厂整体焊接组装—分模块运输—现场机械装配”的技术路线,将现场湿作业与焊接切割减至最低,有效解决了传统施工进度慢、精度低、隐患大的痛点。

(2) 从进度、安全、质量、成本四个维度看,工期可压缩 30%~50%,安全隐患急剧减少,安装精度与涂装品质由工厂保障,综合成本较传统模式具有显著优势,尤其适合人工费高、工期敏感的高品质景观项目。

(3) 广东沿海台风高发区是装配式景观钢构的理想应用场景。其抗风连接可靠、工厂防腐彻底、灾后可快速更换等特

质,契合高压、高盐雾、高韧性需求,具有较强的推广价值,有望成为沿海园林景观工程的主流建造方式。

未来,随着标准化产品体系建立、智慧化集成以及绿色循环理念的深化,装配式钢构景观构筑物将迎来更广阔的发展空间。

参考文献:

- [1] 王伟,李国强.装配式钢结构建筑技术标准与应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2020.
- [2] 陈志华,王小盾,等.模块化钢结构体系研究进展[J].建筑结构学报,2019,40(2):1-14.
- [3] 广东省住房和城乡建设厅.广东省建筑结构荷载规范:DBJ15-101-2014[S].北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [4] 刘彦军,赵昕.滨海景观钢结构防腐涂装设计及维护策略[J].现代涂料与涂装,2021,24(7):34-37.
- [5] 陈星,梁伟.装配式园林小品设计施工一体化实践——以广州某公园为例[J].广东园林,2022,44(5):58-62.