

装配式景观装置的设计与实践

何昊天

康奈尔大学, 美国 14850

DOI:10.61369/ADA.2025010016

摘要： 装配式景观装置因其模块化构造、高效施工与绿色可持续特征，已成为城市空间设计中的重要组成部分。鉴于乐高理念及在康奈尔大学约翰逊艺术博物馆进行的户外布展实践，本文提出三位一体的装配式景观设计理念：标准模块—接口设计—拼接逻辑。通过多类型模块单元组合与连接策略，构建出具备形态可变性、功能可拓展性与场景适应性的景观装置体系。研究证明，借助乐高式模块理念构建的装配式景观系统，具备良好的工程通用性与景观美学表现力。

关键词： 装配式景观；乐高理念；模块拼接

Design and Practice of Prefabricated Landscape Installations

He Haotian

Cornell University, America 14850

Abstract： Prefabricated landscape installations, characterized by modular construction, efficient assembly, and green sustainability, have become a vital component of urban spatial design. Inspired by LEGO and the outdoor exhibition design practice of Johnson Museum of Art at Cornell University, this study proposes a trinity concept of prefabricated landscape design: standard modules – interface design – assembly logic. By combining diverse module types with strategic connection methods, the system achieves morphological variability, functional scalability, and contextual adaptability. The research demonstrates that the LEGO-inspired modular approach endows the prefabricated landscape system with strong engineering versatility and expressive landscape aesthetics.

Keywords： prefabricated landscape; LEGO concept; modular connection

景观设计采用装配式理念，正逐步调整城市公共空间的营造途径，与传统的施工手段相比，装配式景观拥有模块化构造、施工周期短以及后期维护容易等优势，可切实应对多样化场地及功能需求，乐高拼装模型设计逻辑具有单元模块标准化、接口通用性与组合方式的多元性，对景观装置模块化设计起到了启发作用，借助引入类似乐高的结构组织理念，景观装置不只能实现构件的多样排列与替换，还能在维持整体结构无损的情形下实现功能的延伸与形态的改新，提高景观设计在实际使用时的适应水平与生命周期质量。

一、基于乐高理念的装配式景观系统构建机制

（一）模块设计原则与尺度标准化逻辑

模块体系的构建必须建立在明确的模数控制逻辑之上。设计团队通过收集城市公共空间中主要景观构件（座椅、高台、围栏、展台等）的常用尺寸数据，将人机工学作为基本尺度依据，设定模块的主模数为300mm×300mm×300mm。该尺寸不仅与常规板材（如1200mm×2400mm）的开料比例相容，也便于运输与现场组装。在功能类型方面，模块体系被划分为承重模块、装饰模块与交互模块三类。承重模块作为结构主体，主要承担竖向荷载传导与整体稳定性维持功能，装饰模块使用铝板或可回收复合材料构造，主要承担立面视觉统一与肌理丰富功能^[1]。交互模块则集成光电元件或感应系统，适用于夜间照明、声音交互与信息展示等场景。

在连接界面设计中，所有模块均须满足快速拼接、重复拆装

与误差容纳能力三项要求。为此，可预设三类基础连接机制，包括承插连接（孔槽对位、插入锁固）、螺栓固定连接（用于结构加固与防脱落）、磁吸卡扣连接（主要用于装饰与交互件快速替换），以满足现场施工快速定位的技术要求。

（二）模块拼接方式与结构组装逻辑

在装配式系统中，模块组合方式决定了结构完整性与空间表达的多样性。设计阶段主要采用横向拼装与并列布置两种策略：前者适用于路径引导、边界框架等线性节点，后者多用于平台铺装，通过插槽与扣板完成横向连接。在立体结构构建中，系统采用柱式叠加与旋转插接相结合的方式提升高度表达力^[2]。柱式叠加借助钢套筒与定位销实现1~2.4m的竖向层级，旋转插接则通过齿状锁扣每90°定位一次，适用于构建螺旋楼梯、展台等复杂构件，有效控制结构变形，提高组装稳定性。

面对复杂场地如曲线边界与高差过渡，系统设置多角度转接构件与三角拼接模块进行边界细化。研究在Rhino平台进行了模

拟，模拟构建了斜面拼接数据库，其中包含30°、45°、60°、75°四种常规转角角度的连接件。模拟选取某社区广场观景台项目作为设计样本，观景台边缘总长为18.2米，需完成两个直角转折与一个弧线过渡段的处理。数据显示，使用45°倾角构件组合构建的观景台边缘，拼缝宽度控制在5mm以内，模块连接误差平均不超过1.8mm，视觉连续性良好，结构稳定性满足《园林景观设计施工技术规范》的相关要求^[3]。

（三）系统集成平台与模型化设计工具

在设计与施工全流程中，参数化建模平台提供了模块系统的高效集成能力。以Rhino+Grasshopper为建模核心平台，设计人员构建了模块几何生成器，能够通过输入参数（如长、宽、高、编号、接口类型等）自动生成模块模型。系统逻辑中预设每个模块的节点连接规则，确保不同模块之间的拼装可行性。配合参数化建模平台，模块数据库的建立成为标准化运维的基础支撑系统^[4]。数据库按功能、尺寸、材料与接口方式四级分类，每组模块均附带参数表、材质说明、节点连接图与施工编号信息，设计人员可通过标签查询系统实现一键调用，提升设计流程自动化水平。

在施工实施阶段，系统通过参数模型生成装配指导图与构件施工脚本。装配指导图包括分区拼装图、接口定位图与节点编号图三类，施工人员依据图纸可快速完成模块对应位置的拼装定位与接口对接，确保结构装配顺序与安全要求一致。施工脚本则导出为Excel表单格式，标明构件编号、起吊顺序、安装工具、操作时间与验收流程等信息，为现场施工组织提供精细化、流程化的操作依据。

二、模块拼接在景观装置实践中的适配路径

（一）场地分析导向的构型响应机制

城市开放空间常呈现不规则结构，具备多转折边界、狭长形态或局部突起等特点，对构件布设形成几何约束。在模块系统中，基于统一模数原则构建的标准单元可在二维与三维方向上实现高效布置，通过设置等间距、等厚度的模块连接关系降低边界干扰效应。现代景观空间中常集成休憩、引导、信息展示与互动功能，不同使用需求需通过物理结构实现有机组合。模块拼接通过通用接口机制将各类功能单元统一纳入装配序列，避免因功能冲突导致的结构割裂问题。

在环境协同方面，模块系统还需考虑地形起伏、水体边界、绿化节点等自然要素的嵌套关系^[5]。通过设置多级台阶单元、嵌入式底座或可调节节点构件，系统可在不破坏原始地貌的前提下完成稳定布设，提升系统与环境整体融合度。

（二）施工装配与可维护性的工程实现

施工层面的适配性表现为模块结构的预制效率、装配逻辑清晰性与拼接精度控制能力。装配式模块通常在工厂完成预加工，再运输至现场进行快速拼装其加工精度直接影响装配效率与整体结构稳定性。采用标准金属构件（如铝型材、热镀锌钢）制作的模块在激光切割与数控折弯工艺下可实现±1mm以内的加工误

差，接口对接误差率控制在3%以下，有效保障构件拼装密闭性与整体刚性。

在装配操作中，拼接节点结构形式需兼顾力学稳定以及施工的便捷程度，常用节点包括插接、锁扣以及螺栓三类，垂直方向承压结构宜采用插接节点，调整角度可通过锁扣节实现成，构件加固多采用螺栓节点，为顺应长期运营的环境，模块系统应拥有高效拆装及维护能力，各构件相互间要采用可逆拼装策略，允许在周边结构完好无损的情况下替换单体模块，在构件底部可增设快速定位槽及滑轨接口，有助于在拆装进程中同步把控对位精度及作业效率，降低维护活动对整体装置稳定性的影响^[6]。

（三）交互性能与体验层面的设计扩展

交互机制作为增强场地活力与提升使用黏性的关键手段，其结构宜嵌入模块体系，而非额外构建，设计时需将光、电、声等传感与输出组件集成到功能模块内，且要预留安全可靠的供电通道与布线路径，保证模块装配完成后依然拥有完整的智能响应功能。

在感知响应阶段，模块单元需依据位置与人流密度的情形设置感应触发条件，在嵌入式光源或者声音播报系统中，可采用5V直流低压供电机制及无线触发控制，实现耗能控制和分区管理，在用户适配性方面，模块设计需兼顾儿童、老年人和其他特殊人群在使用安全与功能识别方面的能力^[7]。所有外露构件边缘需进行≥20mm的圆角打磨处理，选用的表面材料需有抗污、防滑及热稳定的特性，且需把控模块离地高度，让其适配坐卧行为的标准，在行为数据反馈维度方面，系统可通过局部嵌入的传感器采集用户接触频率、互动时长与停留热区等数据，反向修正模块组合策略及位置摆放。

三、典型案例的应用分析

（一）高校庭院多功能景观装置实践

某综合类高校北区教学楼与图书馆之间的庭院面积约600平方米，场地狭长，平均宽度7.2米，存在功能单一、照明不足、设施老化等问题。2024年，作者参与康奈尔大学约翰逊艺术博物馆（Johnson Museum of Art）户外展览概念设计并得到启发：其户外装配式景观装置在美观性、便捷性基础上，通过模块化设计、参数化调控与智能交互集成，构建了高度灵活可变的展示系统，可针对不同展览主题与作品特性实现快速适配，充分满足博物馆展品高频更新的需求。采用300mm标准钢框架模块，通过螺栓与插接组合形成基础结构，单个模块可承载≥200kg，满足雕塑、装置艺术等重型展品需求。同时模块还可根据场景进行变化。透明展柜模块：集成防紫外线玻璃与恒温恒湿系统，适配文物、书画等精密展品；磁吸展板模块：金属磁吸表面可快速吸附展板、灯箱或多媒体屏，灵活布展平面作品。模块采用磁吸卡扣+螺栓加固双重连接机制：装饰性模块（如展板、灯箱）通过磁吸接口实现30秒内快速更换；承重结构则通过热镀锌钢螺栓固定，确保抗风载（≥8级）与抗震（设防烈度7度）安全。施工使用电锤、电动螺栓枪与激光水平仪进行装配。

表1 项目运行期内关键技术评估

评估维度	测量指标	基准值	实测值	评价结论
装配效率	单模块平均拼装时间 (min)	≤ 12	8.4	满足高效施工标准
结构稳定性	承载试验变形 (mm)	≤ 3.0	1.6	模块承载稳定, 变形可控
用户参与度	日均互动停留人次 (人)	≥ 120	184	使用频率显著提升
夜间识别率	亮度覆盖范围 (Lux/m²)	≥ 25	31.2	可视性优良

评估结果显示, 施工周期缩短 35%, 停留率提升 53%, 夜间照度为原系统 2.7 倍, 结构稳定性与拼缝精度均符合设计要求。

(二) 商业街区互动式展示装置试点

项目位于市中心商业步行街交汇区, 占地约 180 平方米, 日均人流超 8200 人次, 原有展板与坐凳结构单一, 驻足率仅 7.6%, 信息误读率达 22.3%。为提升空间利用与导视效率, 团队构建基于 600mm 模数的互动展示系统, 采用双层拼接结构整合展示与休憩功能, 装置高度控制在 1.6 米以内。设计环节通过 SketchUP 布设和节点逻辑校验, 材料为铝合金支架与亚克力面板, 连接采用铰接销轴与锁定件。系统内嵌压力感应与语音模块, 电源由 24V 直流与太阳能联合供电。施工实行定点组装, 三人一组每小时拼装 4.5 组模块。运行阶段连续监测 7 天, 评估维度涵盖安装精度、交互响应率、导视准确率与材料完整性, 数据由 MCU 主控板与红外感应器同步采集并上传至街区管理平台分析。结果如表 2 所示:

表2 项目的关键指标评估结果

评估维度	测量指标	基准值	实测值	评价结论
安装精度	模块拼缝误差 (mm)	≤ 4	2.3	拼装准确, 误差可控
交互响应率	单次交互识别成功率 (%)	≥ 90	94.6	识别稳定, 反馈及时
导视准确率	图文指引误读率 (%)	≤ 10	5.8	信息清晰, 指引有效
材料完整性	表面划痕发生率 (/100m²)	≤ 3	1.0	面板耐磨, 视觉一致性良好

结果显示, 系统交互响应率达 94.6%, 导视准确率 94.2%, 拼缝精度高, 运行稳定, 单模块更换时间不超 12 分钟, 维护效率良好。

四、结束语

模块拼接作为装配式景观构建体系的结构基础, 其核心价值不仅在于实现高效建造和灵活配置, 更在于推动公共空间设计范式由静态建构向动态生长的系统转变。通过标准模数、接口通用与功能复用的构造机制, 景观装置获得了更强的环境适应力、构型延展性与人机互动潜能。在复杂场地条件、多元使用需求和运行可持续性的协同要求下, 模块拼接技术展现出集成化、数据驱动化与体验导向化的综合能力, 为景观介入式系统提供了可演化、可维护、可持续的技术路径。

参考文献

[1] 成立, 曹媛媛. 融合绿化景观的装配式桥梁防撞护栏设计方案研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (04): 190–195.
[2] 曾汀汀. 装配式构建方式在园林景观设计中的应用策略探析 [J]. 佳木斯职业学院学报, 2024, 40 (10): 52–54.
[3] 翁小妹. 装配式立体绿化技术在园林景观中的应用 [J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23 (08): 127–129.
[4] 张毅. 预制装配式混凝土滴灌花槽立体景观施工技术探讨 [J]. 四川建筑, 2024, 44 (03): 256–257+261.
[5] 马嘉. 基于晶格空间打印的景观构筑物设计及建造研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2024.
[6] 何明静. 装配式立体生态植被防护挡墙研究 [J]. 铁道建筑技术, 2024, (05): 171–174.
[7] 杨中举. 基于装配式理念的可移动餐饮建筑设计研究 [D]. 中国矿业大学, 2024.