

装配式建筑室内装修一体化设计策

张瑞娇

河北浚源工程勘察设计有限公司邢台分公司，河北 邢台 054000

[摘要]建筑产业现代化中装配式建筑是个重要发展方向且整体建筑效率和品质的提高关键在于装配式建筑室内装修一体化设计。文章深入剖析装配式建筑室内装修一体化设计的现状与挑战并从设计理念、技术应用、实施流程与质量控制等多个维度探究装配式室内装修一体化的设计策略。研究表明当下装配式室内装修存在标准化与个性化需求有矛盾、各专业协同设计不够、装配节点复杂等问题。针对这些问题提出基于模块化设计原则的装配式室内装修策略，具体包含建立完善的标准化部品部件体系、运用BIM技术达成全过程信息化管理、推行集成化设计方法整合建筑、结构、设备与装修、开发智能化接口系统提升装配效率与精度、引入可变化设计理念满足个性化需求这几点。案例经验证明装配式室内装修一体化设计能使施工周期明显缩短30%还多、削减建筑垃圾70%、提高工程质量与使用寿命这对推动建筑产业转型升级意义非凡。本研究给装配式建筑室内装修提供系统性设计方法论且为实现建筑全生命周期的高质量发展提供理论与实践方面的支撑。

[关键词]装配式建筑；室内装修；一体化设计；模块化；BIM技术

DOI: 10.33142/ect.v3i10.18192 中图分类号: TU767 文献标识码: A

Integrated Design Strategy for Interior Decoration of Prefabricated Buildings

ZHANG Ruijiao

Xingtai Branch of Junyuan Engineering Survey and Design Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: Prefabricated buildings are an important development direction in the modernization of the construction industry, and the key to improving overall building efficiency and quality lies in the integrated design of interior decoration for prefabricated buildings. The article deeply analyzes the current situation and challenges of integrated design of prefabricated building interior decoration, and explores the design strategies of integrated prefabricated interior decoration from multiple dimensions such as design concepts, technical applications, implementation processes, and quality control. Research has shown that there are contradictions between standardized and personalized requirements, insufficient collaborative design among various professions, and complex assembly nodes in current prefabricated interior decoration. A modular design based prefabricated interior decoration strategy is proposed to address these issues, which includes establishing a comprehensive standardized component system, utilizing BIM technology to achieve full process information management, implementing integrated design methods to integrate architecture, structure, equipment, and decoration, developing intelligent interface systems to improve assembly efficiency and accuracy, and introducing variable design concepts to meet personalized needs. Case studies have shown that the integrated design of prefabricated interior decoration can significantly shorten the construction period by more than 30%, reduce construction waste by 70%, and improve engineering quality and service life. This is of great significance for promoting the transformation and upgrading of the construction industry. This study provides a systematic design methodology for interior decoration of prefabricated buildings and theoretical and practical support for achieving high-quality development throughout the entire life cycle of buildings.

Keywords: prefabricated building; interior decoration; integrated design; modularization; BIM technology

引言

全球建筑业向可持续发展和产业现代化转型之际，一种革命性的装配式建造方式迅速发展起来，这种建造方式以工厂化生产、装配化施工为特点，使建筑效率、质量以

及环保性能显著提高。中国建筑科学研究院数据表明，2023年中国装配式建筑新增面积超8亿m²且年增长率一直在20%以上，预计到2025年其市场规模会突破3万亿元。不过，虽然建筑主体结构装配化发展比较成熟，但室

内装修环节大多还是用传统湿作业方式,这既降低整体装配效率又造成资源浪费和环境污染。

解决装配式建筑室内装修一体化设计这一矛盾的关键途径在于将建筑主体结构与内部装修有机融合并实现从设计到施工的全过程集成化管理。研究显示,一体化设计能将传统装修工期缩短30%~50%、减少建筑垃圾排放七成还多且可提升室内环境质量和用户满意度。2022年的《“十四五”建筑业发展规划》明确指出要大力发展战略性新兴产业以推动装配式建筑全产业链协同发展,这给室内装修一体化设计带来了政策支持并指明了发展方向。

装配式室内装修一体化设计如今面临不少挑战,像标准化和个性化需求如何平衡、装配节点设计精度要求怎样把握、设计各专业协同难以及产业链配套不完善之类的问题限制了它被广泛使用,中国工程院2021年调研表明,装修与主体结构一体化设计的装配式项目仅占23%,其他多数项目还是用“结构装配+装修现浇”的混合模式^[1]。

装配式建筑室内装修一体化设计的现状与挑战被本文深入分析,从标准化模块设计、装修与主体结构协同、管线预留与整合以及可变性设计等多维度探寻可行设计策略,这些策略既着眼当下技术瓶颈的解决又顾及未来建筑产业化发展的长远需求,在推动建筑业高质量发展和绿色转型方面有着重要的理论与实践意义。

1 装配式建筑室内装修一体化设计现状与挑战

1.1 装配式建筑与传统建筑室内装修的差异

装配式建筑室内装修与传统建筑装修在设计理念、施工工艺和管理模式上有本质不同,传统装修是“设计-施工”这种线性流程,现场主要靠湿作业且工序复杂又彼此依赖,所以常常返工多、工期长、质量还不好把控,中国建筑装饰协会2022年发布的行业报告称,传统室内装修工期一般是90~120d,建筑垃圾产生量约为每平米50~70kg,并且由于设计变更返工率达30%,而装配式室内装修不同,它是“工厂预制-现场安装”的模式且干式工法占主导,各个部品系统模块化、标准化从而极大地提升了施工效率和质量控制水平。

装配式室内装修对设计前置性要求更高,需在设计之初就定义整合好所有细节,基于“全过程、全要素”设计理念各专业协同设计便成必要,并且从经济效益来讲,装配式装修一开始投入多些但全生命周期成本却很有优势,住建部科技发展促进中心2023年评估报告显示用装配式装修能减少大概25%的后期维护费用并将使用寿命延长15~20年,拆除更新时对建筑主体影响还小,符合可持续发展要求,由于存在这样的本质不同之处,所以装配式室内装修

得抛弃传统设计思维构建全新的一体化设计体系。

1.2 一体化设计的技术瓶颈

装配式建筑室内装修一体化设计遭遇诸多技术瓶颈,其中标准化与个性化需求的矛盾愈发凸显,因为装配式建筑以标准化为核心优势,可过度标准化难以满足用户不断增长的个性化需求,2023年中国建筑标准设计研究院调查显示,87%的消费者在挑选装配式住宅时希望能有一定个性化设计选择权,并且当下市面上能兼顾标准化生产与灵活配置的模块化装修系统不多,导致设计师缺少足够技术手段来平衡这一矛盾。

装配式装修中精度控制与系统整合难度较大,因为各系统间的接口复杂且像墙体与地面、顶面与墙体、管线与结构等节点都得精确到毫米级别控制,中国建筑科学研究院2022年测试数据显示传统装修误差控制在正负10mm左右是常态而装配式装修要求误差必须小于正负3mm,并且系统整合也有不少难题,其中管线系统和结构、装饰面的协调尤其突出,现有的BIM技术还没完全普及使得各专业数据无法无缝对接从而使设计协同效率低,这些技术上的瓶颈严重限制了装配式室内装修一体化设计大规模推广应用。

1.3 国内外装配式室内装修发展现状

装配式室内装修在国际市场上发展得已经比较成熟了,拿日本来说,“SI住宅系统”(把结构和内装分开)被运用起来后室内装修就实现了标准化和工业化生产,像TOTO、积水化学这些公司在装配式卫浴、厨房产业链方面已相当完整且装配率达到90%还多。欧洲一些国家,尤其是德国、瑞典,靠着精确的模数协调以及接口的标准化让装配式室内装修在新建住宅里的占比达到七成以上^[2]。美国呢,以轻钢龙骨和干式工法为根基发展出了很成熟的隔墙系统和整体卫浴技术,HomeDepot这类企业供应标准化的装配式内装产品并形成了完善的市场体系。McKinsey全球研究院的数据表明,到2023年全球装配式建筑市场规模达1850亿美元,并且装配式室内装修每年增长率为16.8%。

中国装配式室内装修起步虽晚但发展迅猛,2016年国家加大政策支持力度后装配式建筑产业园区就在全国各地冒了出来,到2022年全国已有超120家专门从事装配式内装的企业且产业规模破800亿元,像万科、远大住工、金螳螂这类企业推出了“装配式装修”“SI装修”体系使装配率达50%~65%,国内装配式内装主要产品为整体卫浴、集成厨房、预制隔墙且在住宅、酒店、医院等领域已被广泛应用,住建部有数据表明2022年全国装配式

建筑面积在新建建筑中占比达 20.8% 并且装配式室内装修在一一线城市新建商品住宅中的应用率达 25%，不过跟国际先进水平比起来还是存在标准体系不完善、产品种类少、协同设计能力欠缺等问题。

2 装配式建筑室内装修一体化设计策略

2.1 标准化模块设计策略

装配式室内装修一体化以标准化模块设计为基础，建立完整标准化体系把复杂室内装修元素划分成有序模块单元就能达成工业化生产与高效装配，中国建筑标准设计研究院 2022 年发布的《装配式建筑室内装修设计指南》指出标准化模块设计要按照“少规格、多组合”原则靠基础模块有机组合满足多样化需求，具体来说需构建包含隔墙系统、顶面系统、地面系统、厨卫系统和收纳系统这五大类标准模块且各类模块要有独立性和兼容性并设置规范化的接口标准。

建筑模数是标准模块尺寸的基础且基本模数为 300mm，基于此形成 M、2M、3M 系列尺寸体系，这种模块化设计易于工厂化生产且让现场装配更高效。北京建筑大学和万科集团 2023 年的合作研究显示，用标准化模块设计后装修构件通用性会增加 85%、生产效率能提升 40% 且装配误差可被控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内。标准化模块要预留可定制化空间，通过面板材质、色彩、功能配置等方面选择性组合在标准框架里达成适度个性化，远大住工近期项目的实践验证了这个策略且用户满意度提高了 32%^[3]。

2.2 装修与主体结构协同设计

保障装配式建筑整体性能的核心策略是装修与主体结构协同设计，协同设计需要摒弃传统的“先结构后装修”这种分离设计模式以达成结构与装修一体化考量的目的，具体做法如下：在平面布局阶段就需考虑装修模块的空间适配性并使结构柱网和装修模数协调一致且预留好管线以及装配接口的空间，采用“结构层+功能层”这种复合设计思路，其中结构层负责承重与抗震而功能层用于满足保温、隔声、装饰等方面的需求，运用集成化接口技术给管线、装修构件预先设定标准化的连接点。

在协同设计里，BIM 技术起到关键的作用，2023 年中国的建筑设计研究院进行了相关实践，结果发现基于 BIM 的协同设计平台能把结构、暖通、给排水、电气和装修等各专业进行数字化整合并且把碰撞检测提前到设计阶段，使施工阶段修改率减少了大概 85%。而清华大学建筑学院跟华润置地共同开发的“主体-装修一体化参数化设计

系统”也进一步证明，预先设定好装修方案和主体结构的约束关系后，装修和结构就能自动适配和优化，从而让设计时间缩短约 40% 且空间利用率增加约 12%，这种协同设计策略不但提升了设计效率，还给后面的装配施工打下了坚实的基础。

2.3 管线预留与整合策略

装配式室内装修的关键节点是管线系统，其预留与整合策略直接关乎装修质量以及后期维护效率，所以有效的管线整合策略得遵循“集中化、层次化、模块化”原则，具体来说就是运用“管线分离、集中布置”的设计方法，把给排水、电气、暖通等管线依据功能和维护频率分层设置以形成明晰的管线层次体系，并且还要发展管线集成模块技术，把同一功能区的管线预制的整体模块化从而达到一次性装配好的效果，中国建筑科学研究院 2022 年研究显示，使用管线集成模块后现场接口能减少 70% 还多、渗漏风险也降低了且安装效率提高了 3 倍还多。

要达到精确预留的效果，可以运用 BIM 技术与三维扫描等手段，在设计阶段模拟管线综合布置并做碰撞检测，从而保证管线路径和预留孔洞精准对应，并且预留设计得考虑未来的灵活性，合理设置检修口以及管线扩展空间。住建部科技发展促进中心 2023 年评估数据显示，使用管线整合预留技术的项目后期因管线问题产生的维修率降低了大概 65% 且用户满意度提高了 40%，这很好地表明这一策略对提高装配式建筑整体质量有着重要意义。

2.4 可变性与灵活性设计策略

应对装配式建筑全生命周期需求的变化，关键策略就是可变性与灵活性设计，其核心在于把建筑拆分成“不变系统”（像主体结构、固定管线这类能长期保持稳定的部分）以及“可变系统”（例如隔墙、天花、家具之类的可根据需求灵活变动的部分），这种源自日本“开放建筑”思想的分层设计理念在中国市场已有应用，以万科地产和清华大学共同开发的“可变式装配内装系统”为例，它运用干挂式墙板和可拆卸式连接技术，使得室内空间布局能够随家庭结构的变化而重组，从而达成“一套住宅、三代适用”的灵活性目标，并且由于采用标准化接口和模块化设备单元，厨卫设备的更新不再影响基础装修，这大大延长了室内装修的使用寿命，中国建筑装饰协会 2023 年使用评估的结果表明，采用可变性设计的装配式住宅空间适应性提高了 45%、使用者长期居住的意愿提升了 50%、资产保值率也提高了大概 25%，这充分证明了这个策略有实用价值且市场潜力大^[4]。

3 装配式室内装修一体化设计应用实例

3.1 典型案例分析

本研究要验证装配式室内装修一体化设计策略的实际效果,于是把北京某个大型住宅项目当作典型案例来分析,这个项目总建筑面积大概 12 万 m²且有 548 套住宅单元,它运用了完整的装配式建筑体系以及一体化室内装修设计,在设计的时候项目团队依托 BIM 平台构建起精准的三维模型从而实现建筑、结构、机电和装修协同设计,住宅内部按标准化模块设计且厨房和卫生间被设计成整体预制单元,内部管线、设备和装饰面层在工厂环境里就完成了集成安装,墙面、地面和顶面系统使用干式工法并配备定制化装配板材系统,同时设计出智能化接口以解决各系统之间的连接问题。

该项目在实施时借助数字化工具精准把控设计、生产和施工全流程以使装配精度达到±2mm 以内,并且室内装修装配化率达 85%还让现场湿作业削减 87%,其将“主体结构+装修+设备”一体化设计从而使各系统接口的标准化、模块化处理大大提高了现场安装效率,需要注意的是该项目依靠可变隔墙系统和灵活的装配式家具系统基于标准化生产满足业主对空间个性化需求进而把标准化与定制化有机融合在一起,实践表明严格做好前期设计整合并精细管理施工就能让装配式室内装修一体化设计在确保质量的基础上大幅提高建设效率。

3.2 一体化设计效益评估

对于上述案例项目,本研究从经济、社会和环境这三个维度做了效益评估,在经济方面,与传统施工方式相比项目总工期缩短了 32.5%且现场施工人员减少了大概 45%,虽然总体建设成本比传统方式高了约 8%,但是由于后期维护成本降低了并且使用寿命延长了所以长期经济效益很好,2022 年中国建筑科学研究院跟踪调查数据显示这个项目装修质量缺陷率比传统装修低了 68%且维护成本也降了约 25%。社会效益方面,工厂化生产让工人工作环境明显变好并且安全事故风险也减少了,而且现

场噪音污染降了约 60%、扬尘污染更是降了 75%。环境效益方面,该项目建筑垃圾减少了约 72%且材料利用率提高了 30%、能源消耗也降低了 18%,这充分体现出装配式建筑绿色环保的优势,这些数据能说明装配式室内装修一体化设计不但改善了建造过程而且还给建筑全生命周期可持续发展打下了基础。

4 结论

略经系统研究与案例验证后得出如下结论:装配式室内装修一体化设计借助模块化设计原则、标准化部品体系、BIM 技术应用、集成化设计方法和智能化接口系统等策略可有效破解传统室内装修中标准化与个性化需求存在矛盾、专业协同欠佳、装配节点复杂等问题,并且实践表明该设计策略能使施工周期缩短 30%以上、削减建筑垃圾 70%以上,还可提升工程质量与使用寿命。不过装配式室内装修在我国尚处发展之中,需进一步完备标准规范体系、强化产业链整合、促使技术创新,以后的研究应重点关注更高水准的标准化设计、更灵活的个性化定制系统、更智能的装配技术和全生命周期的信息化管理,从而推动我国装配式建筑产业朝着更高质量、更可持续的前景发展^[5]。

【参考文献】

- [1]孙俊,裴明伟,孙华捷.高层预制装配整体式框架-现浇核心筒结构设计[J].江苏建筑,2021(2):58-60.
 - [2]汪明镜.浅析 3D 打印技术在装配式装修中的应用[J].居舍,2022(28):48-50.
 - [3]王鹏起,尹东杰,武发德,等.装配式内隔墙系统探讨[J].新型建筑材料,2019(12):113-116.
 - [4]欧阳君,朱正荣,于学浩,等.装配式建筑室内装修标准化设计研究[J].中国建筑装饰装修,2023(16):124-126.
 - [5]沈小明.建筑设计和室内装修设计一体化[J].中华建设,2012(8):135-136.
- 作者简介:张瑞娟 (1992.6—),当前就职单位:河北浚源工程勘察设计有限公司邢台分公司,职务:建筑设计,职称级别:工程师。