

装配式建筑项目关键成功因素研究

张广泰, 魏 佳, 何 彬, 李 同

(新疆大学 建筑工程学院, 乌鲁木齐 830047)

摘要:以影响装配式建筑项目成功的因素为研究对象,通过文献分析及专家访谈得出装配式建筑项目关键成功因素。运用解释结构模型分析各关键成功因素之间的相互关系,划分层级,绘制层次拓扑图,得到影响装配式建筑项目成功的直接因素、间接因素及根本因素,并提出建议对策。

关键词:装配式建筑;ISM;关键成功因素

中图分类号:F407.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)06-0194-06

自 2016 年以来,国家相继出台了《住房和城乡建设部等部门关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》及《住房和城乡建设部等部门关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》等多项文件,装配式建筑发展十分迅速。截至 2020 年末,全国 31 个省(自治区、直辖市)和新疆生产建设兵团新开工装配式建筑总计 6.3 亿 m^2 ,相比 2019 年增加 50%,占新建建筑面积的比例约为 20.5%,完成了《“十三五”装配式建筑行动方案》确定到 2020 年达到 15%以上的目标^[1]。

装配式建筑是建筑工业化的典型代表,装配式建筑项目的成功应符合新型建筑工业化的目标。目前,关于装配式建筑的研究,大部分是关于装配式建筑质量、成本、产业链等方面的研究,在项目管理方面的研究较少。基于上述背景,系统研究装配式建筑项目的关键成功因素,进而分析关键因素对项目成功的影响机理,提高装配式建筑项目管理水平。

1 成功因素识别

1.1 关键成功因素初步识别

文献阅读法能够全面地识别装配式项目关键成功因素。经过大量阅读和整理相关领域的文献,从中检索和梳理装配式项目相关领域研究成果。通过中国知网及百度学术等数据库检索,对装配式项目和关键成功因素关键词进行检索。筛选了 2017—2021 年被引用频次较多的学术文献,总共获取密切相关研究文献 24 篇,并对 24 篇有关装配式

项目关键成功因素进行汇总,共得到装配式项目成功关键因素 33 个。再根据文献中关键成功因素出现的频次,选取频次大于等于 3 次的成功影响因素共 25 个^[2-25],由此得到装配式建筑项目关键成功初始因素清单。

1.2 确定最终关键成功因素

通过文献分析法识别的装配式项目关键成功因素较为笼统,因此邀请具备装配式项目相关经验的专家进行访谈建议。选择 5 位履历丰富从事相关工作的专家进行访谈。对文献分析法得到的因素进行修正,将不合理的因素以及含义重叠的部分进行删除,得到最终关键成功影响因素清单,见表 1。

2 关键成功因素分析

2.1 确定关键成功因素相关关系

本次问卷调查的目的是确定装配式建筑关键成功因素间的相互关系,使业主通过管理关键成功因素,提高项目管理水平。调查问卷总体分为两个部分:第一部分是基本信息,包括调查对象的受教育程度、从事装配式项目相关工作的年限等。第二部分是专家根据自己的实践经验对装配式建筑各关键成功因素之间相互关系进行评分,有直接影响记为 1,无直接影响记为 0。最后受访者可以根据实际情况对问卷提出建议。问卷调查主要通过纸质版问卷形式及邮件的方式向从事装配式建筑相关工作的政府主管部门、高校等研究机构、施工单位及咨询单位的专家发放。此次调研最终收到有效结果 23 份。专家基本情况见表 2。

收稿日期:2022-03-01

作者简介:张广泰(1963—),男,新疆伊犁人,新疆大学建筑工程学院,教授,博士生导师,研究方向为工程项目管理、减隔震等;魏佳(1992—),女,新疆昌吉人,新疆大学建筑工程学院,硕士研究生,研究方向为工程管理。

表 1 关键成功因素最终清单

序号	编号	关键成功因素	释义
1	S ₁	完善的行业标准	技术标准体系的完善性,例如构配件生产质量验收标准,技术规范和标准及质量检测设备
2	S ₂	监管机制	全流程监管体系,应从装配式建筑项目工厂生产,现场组装的项目特性进行监管
3	S ₃	设计标准	设计的系统化集成和标准化计
4	S ₄	设计的准确性	设计正确准确性
5	S ₅	设计创新	数字化技术应用的情况,提前检查部件之间、部件与现浇件之间的碰撞等
6	S ₆	变更控制能力	频繁的设计变更会使项目没法按照实施方案进行
7	S ₇	部建生产能力	包括厂家生产集成化程度,制造厂商技术能力
8	S ₈	部件的质量	构件质量满足要求
9	S ₉	部件的供货计划	供货计划是否按约定时间交付构件
10	S ₁₀	部件运输	运输阶段可靠性、准时性即运输阶段对部件质量的保护
11	S ₁₁	施工水平	包括施工质量,施工方法,现场布局管理,人员流动及工效及绿色施工
12	S ₁₂	装配水平	装配施工构件组装效率及质量效果
13	S ₁₃	项目实施方案	装配式建筑整体施工组织设计,技术方案制定,工艺流程安排等
14	S ₁₄	机械设备	具有普通施工设备及装配部分高精度的吊装机械及稳定器具
15	S ₁₅	监管人员水平	有类似监管经验的监管人员技术能力
16	S ₁₆	项目管理水平	包含做事原则、态度及方式、项目部机构架构设计等
17	S ₁₇	沟通信息对称	信息化平台的搭建,流畅并及时的项目信息传递
18	S ₁₈	协作	参与方成员之间主动寻求协作的倾向和能力
19	S ₁₉	资金支付	甲方是否按时拨款及支付比例影响项目可否顺利实施
20	S ₂₀	构件保管	构件产品的现场存放及对部件保护情况

表 2 专家基本情况

变量	选项	频率	占比/%	变量	选项	频率	占比/%
受教育程度	专科及以下	1	4.35	相关领域 工作年限	1~5 年	1	4.35
	大专	5	21.74		6~10 年	5	21.74
	本科	13	56.52		11~15 年	12	52.17
	硕士及以上	4	17.39		15 年以上	5	21.74
所在单位性质	建设单位	4	17.39	职称	初级	0	0.00
	施工单位	4	17.39		中级	12	52.17
	监理单位	2	8.70		副高级	9	39.13
	政府主管部门	3	13.04		正高级	2	8.70
	高校研究机构	3	13.04	装配领域 工作年限	2 年以下	6	26.09
	咨询单位/项目管理	5	21.74		3~5 年	12	52.17
	其他	2	8.70		5 年以上	5	21.74

2.2 关键成功因素解释结构模型构建

2.2.1 构建邻接矩阵

项目关键成功因素包含了 $S_i(i=1,2,\cdots,20)$ 等 20 个因素组成,构建 20×20 的邻接矩阵 $A=\{a_{ij}\}$ 。 a_{ij} 代表两个因素之间的逻辑联系,用 1 或 0 表现影响因素 i 和 j 之间的关系,1 代表因素 i 对因素 j 有直接影响,0 代表因素 i 对因素 j 无直接影响。当 90% 及以下的被访者认为有直接影响为标准,即得到装配式项目关键成功因素的邻接矩阵 A 。

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \bar{a}_{ij} \geqslant 0.9 \\ 0, \bar{a}_{ij} < 0.9 \end{cases} \quad (1)$$

2.2.2 计算可达矩阵

邻接矩阵 A 经 MATLAB 进行布尔运算可得装配式建筑关键成功因素的可达矩阵 M 。可达矩阵 M 是矩阵形式来描述有向连接图各节点之间经过一定的距离长度的通路后可达到的程度,可以用来表现因素 S_i 经过多少因素对因素 S_j 产生作用,表明了所有要素间是否存在互相影响关系。

[illegible]

[illegible]

2.2.3 划分层级结构

依据可达矩阵 M 可以得出每个关键因素的可达集 $C(A_{ij})$ 与先行集 $D(A_{ij})$ 及其交集。满足 $C(S_i) \cap D(S_i) = C(S_i)$ 的影响因素处于同一层次,然后去除已划分的影响因素,依此类推便可将各影响因素按层次排布,见表 3。

根据上述计算得到层次分布后,利用有向弧从下至上表明相邻层级因素间的联系,根据需要补充必要的越级联系,从而构建多级递阶有向图,即得到装配式建筑项目关键成功因素的解析结构模型

图,如图 1 所示。

表 3 层次分解

层级	关键因素
第 1 层(顶层)	施工水平、装配水平、机械设备
第 2 层	部件生产能力、部件的质量、部件的供货计划、部件运输,协作、部件保管
第 3 层	变更控制能力、项目实施方案、资金支付
第 4 层	设计标准、设计的准确性、设计创新、监管人员技术水平、项目管理水平
第 5 层	监管机制、沟通信息对称
第 6 层(底层)	完善的行业标准

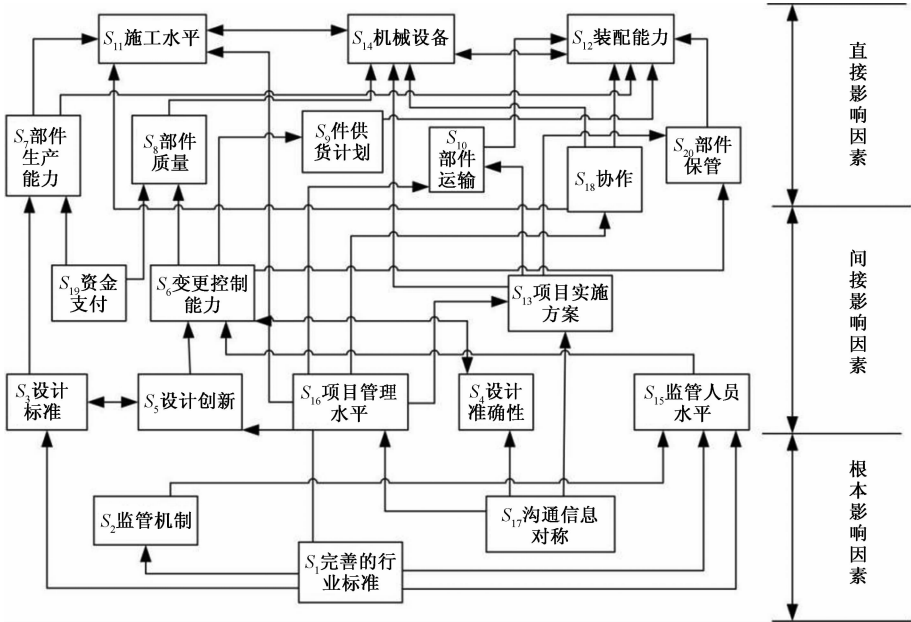


图 1 装配式建筑项目关键因素层级拓扑图

3 ISM 作用机理分析

3.1 表层直接因素分析

部件生产能力、部件的质量、部件供货计划、部件运输、施工水平、装配能力、机械设备、协作及部件保管是装配式建筑项目关键成功因素的表层直接影响因素。主要涉及部件生产运输、技术因素及管理因素方面。装配式建筑项目采用一种新的建筑产品建造模式,通过工厂预制生产零部件,运输至工程现场组装,达到绿色、高效及节省成本的效果。在这种建造模式下,部件对装配式建筑项目的成功有直接影响。装配式建筑项目部件是根据设计图纸拆分成部件零件,由厂家进行生产。部件厂家生产集成化程度、部品部件配套化、部件的精度能否达到质量要求及按照项目进度情况交付部件都对项目成功产生至关重要的直接影响。同时,部件的运输与保管也是两个不能忽略的重要因素。部件的运输过程中,保证的不仅仅时效性,还有对

部件的保护。部件运输到施工现场后,不是立刻就可以完成装配,部分部件需要在现场先行保管,轮到此部分安装时才进行装配安装。在安装前需避免部件的丢失及变形等情况的发生。施工水平、装配水平、机械设备则是项目施工装配阶段的主要保证。装配式建筑项目的特殊建造方式相比传统建造方式有更多的参建方,各参建方协同作业程度对项目的成功有直接影响,协作受到间接因素项目管理水平的影响,可以提高项目管理水平来提高协作能力。

3.2 中层间接因素分析

资金支付、变更控制能力、项目管理水平、项目实施方案、设计标准、设计创新、设计准确性及监管人员水平是影响装配式建筑项目成功的中间间接因素。变更控制能力、设计标准、设计准确性及设计创新 4 个因素都属于设计方面的因素,装配式建筑项目的设计是对项目的定制化服务,设计系统化

集成性、标准化、正确准确性、装配建筑部件的合理拆分及数字化技术应用的情况都对项目产生重要影响。设计因素受到底层根本因素完善的行业标准及沟通信息对称的影响。完善的行业标准是保证设计正确准确的前提,各参与方之间项目信息传递高效正确使得设计的质量得到保证。由于部件工厂化生产,项目前期就需要大量的资金支持,因此资金情况在项目中起着至关重要的作用。项目实施方案明确了项目各阶段的内容及要求,是项目实施过程的核心。监管人员技术水平影响项目实施效果,好的监管可以及时发现问题,协调纠偏控制,从而更合理地达到项目预期目标。

3.3 底层根本因素分析

底层根本因素包括监管机制、沟通及信息对称、完善的行业标准是装配式建筑项目成功的基础因素。监管机制体现在装配式建筑项目全阶段监管体系,应根据装配式建筑项目的工厂生产,现场装配的项目特点进行监管。沟通信息对称是贯穿装配式建筑项目各个阶段影响项目成功重要因素,对设计,构件定制化生产不易更改的特点更加要求项目各个阶段及各方项目信息传递的高效和正确性尤为紧要。自 2016 年国家大力发展装配式建筑以来,就暴露出国内该领域的技术标准体系的空缺。2017—2021 年,国家住建部陆续发布装配式领域行业标准规范及意见 14 个,主要包括装配式混凝土、装配式木结构、装配式钢结构及装配式劲性柱混合梁框架结构等方面技术标准。此外目前已征集意见正在完善还未发布的行业标准的有 7 个,涉及装配式职业技能标准、装配式专业人员职业及装配式住宅设计选型等方面。

4 对策及结论

表层因素直接决定着装配式建筑项目的成功,但表层因素往往受间接及根本层次因素的影响。因此,在项目管理策略中,因从结构底部开始解决问题。根本影响因素处于结构底部,对直接因素和间接因素的作用较强,但不易受其他因素的作用。在进行项目管理时,应注重先解决底层根本因素,注意健全项目监管机制,完善相关行业标准,加强与各参建方沟通信息对称。通过解决这些底层根本因素,达到解决结构上部因素问题的目的,间接层因素起到传递底层因素作用效果。间接因素中多关注受到底层因素作用多同时对表层因素作用多的因素,如监管人员水平、项目管理水平及变更控制能力,这类因素具有很强传递作用,它的解决

有利于解决表层直接因素问题,影响装配式项目成功。

影响装配式建筑项目成功的要素很多,研究通过文献分析及专家访谈得出关键成功因素 20 个,构建了关键成功因素的 ISM 模型,得到层级拓扑图,分析了关键成功因素之间互相关系。结果表明完善的行业标准、监管机制等为根本影响因素,项目管理水平、设计标准等间接影响因素,装配水平、部件质量等直接影响因素。根据关键因素的层级拓扑图及影响关系,表层直接影响因素虽然决定着装配式建筑项目的成功,但表层直接影响因素往往受间接及根本层次因素的影响,注重解决底层因素问题来达到解决上层因素的目的。

参考文献

[1] 住房和城乡建设部标准定额司. 关于 2020 年度全国装配式建筑发展情况的通报[J]. 建筑监督检测与造价, 2021, 14(2):12,16.

[2] 罗祥,黄喜兵. 基于 ISM 的装配式建筑成本控制研究[J]. 建筑经济, 2021, 42(11):73-77.

[3] 侯延香,李敏,李永福. 基于 ISM 模型的装配式装修发展影响因素分析[J]. 建筑经济, 2021, 42(11):78-84.

[4] 魏宏亮,牛昌林,刘福江,等. 基于 DEMATEL-AISM 法的装配式建筑预制构件成本影响因素分析[J]. 建筑经济, 2021, 42(10):83-88.

[5] 王乾坤,段宏磊,申楚雄,等. 装配式建筑弹性供应链影响因素研究[J]. 建筑经济, 2021, 42(10):79-82.

[6] 李卫东,张天天,刘美霞. 基于系统动力学的装配式建筑产业政策模拟及节能减排效益评价[J/OL]. 工业建筑: 1-15[2022-03-20]. DOI:10. 13204/j. gyjzG20102903.

[7] 彭军龙,周静. 基于 FISM-ANP 的装配式建筑成本影响因素分析[J]. 长沙理工大学学报(自然科学版), 2021, 18(2):57-65,98.

[8] 刘猛锐,孙峤,夏洪春. 基于 ISM-MICMAC 的装配式建筑多空间调度影响因素分析[J]. 土木工程与管理学报, 2021, 38(3):146-152.

[9] 张雁,翁一杰,张扬冰,等. 基于 IPD 视角的装配式建筑管理要素影响关系研究[J]. 工程管理学报, 2021, 35(1):31-36.

[10] 罗岚,吴霞,黄伟. 基于 FCM 的装配式建筑成本影响因素分析[J]. 建筑经济, 2020, 41(S2):77-82.

[11] 焦凤丽. S 项目装配式建筑成本影响因素分析与控制研究[D]. 青岛:青岛理工大学, 2020.

[12] 李玲燕,张晶晶. 装配式建筑发展水平空间差异及其影响因素研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(22):196-205.

[13] 梁献超. EPC 模式下装配式建筑工程质量管理体系与策略[J]. 建筑经济, 2020, 41(11):73-78.

[14] 朱蕾,陈静怡,袁竞峰. 基于 ISM 的装配式建筑供应链韧性关键影响因素研究[J]. 土木工程与管理学报, 2020, 37(5):108-114.

[15] 金志成,余健俊,叶嵩. 基于 T-PIGN-TOPSIS 法的装配

式建筑施工企业优选模型[J]. 土木工程与管理学报, 2020,37(4):115-122,130.

[16] 段永辉,周诗雨,郭一斌,等. 基于 SEM 的装配式建筑施工安全风险及策略[J]. 土木工程与管理学报, 2020,37(2):70-75,121.

[17] 黄桂林,张闯. 基于 SNA 的装配式建筑绿色供应链风险[J]. 土木工程与管理学报, 2020,37(2):41-49.

[18] 鲍俊超. 装配式建筑施工阶段成本影响因素分析与研究[D]. 兰州:兰州理工大学, 2020.

[19] 李锦华,李雪强,周博,等. 装配式建筑工期效益影响因素分析及应对策略[J]. 建筑经济, 2020,41(4):64-69.

[20] 彭浩. 基于 SEM 的装配式建筑成本影响因素研究[D]. 合肥:安徽建筑大学, 2020.

[21] 木孟地,金长宏,李瑶. 基于 ISM 的装配式建筑质量影响因素研究[J]. 安徽工程大学学报, 2020,35(1):68-73.

[22] 高魁. 基于 ISM 和 ANP 的装配式建筑施工进度影响因素研究[J]. 安徽建筑大学学报, 2019,27(6):56-64.

[23] 刘光忱,温振迪,何雪礼,等. 基于 ISM-MICMAC 的装配式建筑质量影响因素[J]. 土木工程与管理学报, 2019,36(5):33-39.

[24] 刘杏红,张瀚宇. 基于 TQM 理论和 BIM 的装配式建筑质量管理研究[J]. 建筑经济, 2018,39(10):25-30.

[25] 韩志鹏. 总承包商视角下国际工程项目关键成功因素的识别[D]. 天津:天津大学, 2018.

Research on Critical Success Factors of Prefabricated Construction Project

ZHANG Guangtai, WEI Jia, HE Bin, LI Tong

(School of Architectural Engineering,Xinjiang University,Urumqi 830047,China)

Abstract: Taking the factors that affect the success of prefabricated construction projects as the research object, the key success factors of prefabricated construction projects are obtained through literature analysis and expert interviews. The interpretive structure model is used to analyze the relationship between the key success factors, divide the levels, draw the hierarchical topology map, get the direct, indirect and fundamental factors affecting the success of prefabricated construction projects, and suggestions and countermeasures are put forward.

Keywords: prefabricated construction project;ISM;critical success factors