

模块化建筑工程的供应链整合与项目进度-成本-质量协同管控研究

寻 阳 王朝辉

陕西西咸新区泾河新城城市建设投资有限公司, 陕西 西安 713700

[摘要]伴随建筑业的现代化进程,模块化建筑凭借工厂预制、现场快速装配的特性而备受瞩目,供应链的复杂性和多环节的衔接为项目管理提出了全新挑战。基于供应链整合视角,剖析模块化建筑工程在材料、构件及运输方面的供应链特点,研究供应链协同对项目进度、成本与质量的作用机制。借助搭建协同管控模型,达成信息共享、任务协同及绩效反馈的闭环管理模式。

[关键词]模块化建筑;供应链整合;项目协同管理;进度控制;成本管理;质量管理

DOI: 10.33142/aem.v7i8.17757

中图分类号: TU741

文献标识码: A

Research on Supply Chain Integration and Collaborative Control of Project Schedule Cost Quality in Modular Construction Engineering

XUN Yang, WANG Zhaohui

Shaanxi Xixian New Area Jinghe New City Urban Construction Investment Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 713700, China

Abstract: With the modernization process of the construction industry, modular buildings have attracted much attention due to their characteristics of factory prefabrication and rapid on-site assembly. The complexity of the supply chain and the connection of multiple links have posed new challenges for project management. Based on the perspective of supply chain integration, analyze the supply chain characteristics of modular construction engineering in terms of materials, components, and transportation, and study the mechanism of supply chain collaboration on project schedule, cost, and quality. By building a collaborative control model, a closed-loop management mode of information sharing, task collaboration, and performance feedback can be achieved.

Keywords: modular architecture; supply chain integration; project collaboration management; progress control; cost management; quality management

引言

模块化建筑作为现代建筑工业化的核心形式,以工厂预制构件、现场迅速装配的途径,达成施工周期的缩减、现场污染的减轻以及建筑质量的提高。然而,模块化建筑项目包含设计、生产、运送、装配等多个环节,构建起复杂的供应链网络。传统的项目管理模式难以对各环节的进度、成本与质量进行有效协调,极易造成资源浪费、进度拖延和质量问题。探究模块化建筑工程供应链整合以及项目进度、成本、质量的协同管控,具备关键的理论与实践意义。本文把供应链管理理论与建筑工程管理实践相结合,给出模块化建筑供应链整合的对策,构建起协同管控模型,为提高项目整体管理效能提供借鉴。

1 模块化建筑供应链特征分析

模块化建筑供应链包含设计、构件制造、运输、组装及现场管控等诸多关键流程,每个环节在整个项目的生命周期里都有着不可替代的意义。模块化建筑要求各专业设计团队协同合作,保障建筑方案、构件尺寸与接口标准的统一。设计信息若存在滞后或偏差,会直接干扰后续构件生产与现场装配的精准度,进而引发返工或延误^[1]。

构件的生产工作一般在工厂里完成,涵盖预制墙板、楼板、梁柱及其他功能模块的制作。生产计划应与设计图纸精确契合,且要综合考量设备能力和人力资源。若生产

环节无法及时响应现场需求,会造成装配阶段处于等待状态,进而使项目整体进度延迟。此外,运输阶段包含大型构件的装载、运送与卸货操作,受道路状况、物流资源和天气状况影响显著。运输效率欠佳不仅会使现场施工延迟,还可能加大构件损坏几率,继而引发项目成本上升和质量隐患增多。装配环节是模块化建筑供应链的核心要点,要求构件在现场快速精准地组合连接,同时要与施工现场管理、吊装设备及安全措施高效协作。

现场管理流程包含施工协调、质量检查以及安全控制,需实时把控各环节推进情况,保证各模块按规划高效对接。因各环节存在时间、空间和信息方面的不对称情况,若缺少有效协调,会加大项目延期、成本超支以及质量产生风险的可能性。因此,达成供应链整合极为关键,它需要设计单位、生产厂家、物流供应商和现场施工团队搭建信息共享平台,统一资源调配准则,优化作业流程,通过预先谋划、动态调整和多方合作,减少延误与质量问题,增强项目整体管理的效率和执行力度,为模块化建筑项目的顺利推进筑牢根基。

2 供应链整合策略

2.1 信息化平台建设

模块化建筑供应链管理里,构建信息化平台是达成全流程协同的根基。该平台一般涵盖项目管理、设计协作、

生产调度和施工现场管理等系统模块,能达成设计图纸、构件生产计划、运输调度和施工进度实时共享。借助信息化平台,各参与方可即时获取最新设计变更信息,减少因信息滞后引发的生产返工与装配差错^[2]。同时,平台可融合生产工厂的资源管理功能,实时监测构件加工进度、设备利用率和人力安排,增强生产调度的精准度与效率。信息化平台能动态管理物流路线、运输车辆状况与到货时间,预先警示运输延误风险,进而缩短装配阶段的等待时长。此外,施工现场管理模块可实时收集现场装配进度、质量检测数据和安全信息,构建闭环反馈机制,为项目管理者提供决策支撑。借助信息化平台搭建,让供应链各环节数据实现透明化与可追踪,提高整体协同效率和管理精准度,为模块化建筑项目按计划、低成本、高品质完成给予技术保障。

2.2 协作机制优化

供应链整合不单单依靠信息的顺畅流通,还得有明确的协作机制让各方高效配合。模块化建筑项目一般会关联设计单位、生产厂家、物流供应商以及施工单位,多方合作时易产生责任界定模糊、任务重叠或冲突等状况。因此,应通过合同条款确定各方责任、交付标准以及违约处理规则,保障各环节有章可循、责任分明。同时,可推行绩效激励措施,把进度、质量和成本指标与供应商或施工方的奖金关联起来,提升各方的积极性与责任感。此外,可借助供应链协同方案,构建跨部门、跨企业的联合调度与协调体系。例如,定时召开项目协调会议,统筹生产、运输及装配安排,迅速处理突发状况与资源矛盾。经由协作机制的改良,各方在项目实施过程中能达成紧密配合,减少进度拖延与资源的无谓消耗,达成进度、成本和质量的同步控制^[3]。

2.3 物流与库存管理

物流与库存管理对模块化建筑项目的衔接和推进起着关键作用。构件生产和现场装配需实现高度协同,运输计划若不合理或库存管理欠佳,就会引发现场等待现象或库存大量积压,进而使成本上升并阻碍施工进度。为了实现物流管理的优化,可结合生产节奏与施工进度,制定合理的运输计划,运用现代物流调度手段,如GPS跟踪和运输管理系统这类,让运输过程实现可视化和实时监控。同时,面对大尺寸或者特殊的构件,可设计专属运输路线并配备装卸设备,增强运输效率与安全性。在库存管理方面,要精准把控构件的存放时长与数量,避免场地被大量占用以及材料出现老化。借助对生产、运输及现场装配数据的剖析,能精准预估并动态调控库存策略,保障现场装配顺利开展。高效的物流与库存管理,既确保了模块化建筑施工的连贯进行,还为削减成本、压缩工期和提升质量筑牢根基。

3 进度-成本-质量协同管控模型

3.1 三维协同管控模型构建

模块化建筑工程里,项目进度、成本和质量紧密相连,

且供应链环节的复杂程度让管理难度升级。为此,搭建三维协同管控模型(Progress-Cost-Quality,简称PCQ模型)是达成供应链整合与项目管理高效融合的关键办法。该模型围绕项目管理展开,将设计、生产、运输及施工各个环节融入统一管理架构,达成任务协同、绩效评估与反馈闭环。利用三维视角对进度、成本和质量实施动态监控,可在项目执行期间迅速察觉偏差与风险,保证项目目标的统一与可控。

3.2 任务协同管理

在三维协同管控模型里,任务协同属于核心部分。把供应链各环节任务进行细分,明确各节点的责任归属、完成标准与时间规定。例如,生产阶段要依据施工规划按时完成构件制作,物流环节应保障运输的及时性,施工环节要确保装配的精度与质量。借助信息化平台,使各环节任务与进度表实时关联,促成节点任务的相互联动。若某个环节发生延迟或出现异常,系统可自动提示相关负责人加以调整,防止局部问题波及整体进度。任务协同既关乎时间同步,还包含资源统筹,像对劳动力、设备和材料进行合理调配,让生产、运输和施工环节高效衔接,增强项目整体执行效率^[4]。

3.3 绩效评价机制

绩效评价是三维协同管控模型的核心支撑,是保障项目目标高效实现的关键举措。模型凭借设定进度、成本、质量三项关键指标,对供应链各环节及其参与方的工作绩效实施量化考核,以此达成对项目运行状态的全面掌控。进度指标主要从节点完成率、实际与计划时间偏差、延误天数等方面进行评估,能直观展现各环节是否按计划开展,及时找出进度滞后问题。成本指标借助对预算执行率、材料与运输成本管控状况、资源浪费率等的量化分析,协助管理者把握资金使用效率和成本偏离状况,进而在项目实施时优化资源配置。质量指标会依据构件检验合格率、现场装配精度、缺陷率以及返工情况来开展评估,保障装配质量与工程安全水平契合标准规定。通过对进度、成本和质量这三类指标开展综合分析,可构建起多维度绩效评价体系,为管理者提供科学的决策支撑,可将绩效评价结果与激励机制相挂钩,既能对高绩效单位予以奖励,也对低绩效环节提出整改需求,推动供应链各方积极优化操作流程,增强整体协作效率,保证项目在紧张的工期和复杂的供应链条件下顺利开展。绩效评价机制的构建既提高了项目管理的精细程度,又为后续项目经验积累和持续改进提供数据支持。

3.4 反馈闭环管理

反馈闭环管理是助力三维协同管控模型达成动态调整与持续优化的关键步骤。借助信息化平台对项目各环节实时监控数据进行集中汇总,形成反映进度、成本和质量情况的动态报表,助力管理者实时掌握项目运行状况。基

于报表结果,管理者可快速调整生产、运输及施工计划,像预先调配劳动力、优化运输线路或变更施工次序,保障项目按既定计划顺利开展。反馈闭环除了涵盖对偏差的矫正,着重强调预警机制的构建。若某一指标呈现异常,系统可自动生成预警信息,并发送给项目管理团队,让相关负责人及时采取应对手段,减少潜在风险对项目整体目标的冲击。此外,反馈闭环机制可对历史数据开展分析与总结,为后续项目供给经验借鉴,推动项目管理持续优化。凭借闭环管理手段,项目团队可在复杂供应链环境下迅速察觉并解决问题,增强整体协作效能与项目管理的科学性^[5]。

3.5 整体作用与价值

三维协同管控模型的构建对模块化建筑项目意义重大,它把供应链整合和项目管理有效融合,创建了“任务驱动—绩效考核—反馈优化”的闭环管理体系。该体系通过清晰界定各环节的任务与职责,构建科学的绩效评估机制,借助实时数据反馈达成动态优化,促使项目管理由传统经验式、单向控制模式向信息化、数据化、协同化的高效管理模式转变。在任务驱动阶段,各环节参与人员按照项目总体目标与节点要求,清晰界定自身职责,且在生产、运输、装配以及现场施工等环节同步开展任务。这种任务协同不仅能有效消除各环节间的沟通阻碍、降低协调成本,还能够极大降低节点延误、施工冲突以及资源浪费的发生概率,保障项目进度处于可控状态,增强供应链整体运行效率。绩效评价机制的建立不仅提升了项目管理精细化水平,也为后续项目经验积累与持续优化提供了数据支撑。

绩效评价机制作为三维协同管控模型的关键支撑,借助对进度、成本和质量这三类关键指标开展量化考核,全面评估供应链各环节及参与方工作表现。进度指标着重聚焦于节点完成率、延误天数以及计划偏差,可直观展现各环节推进状况,同时为管理者及时调整施工安排或资源分配提供参考。成本指标涉及预算执行比率、材料及运输成本控制成效、资源利用效率等内容,为项目管理者精准呈现成本监控数据,协助在施工期间实现成本优化。质量指标借助构件检验合格率、现场装配精度、缺陷率以及返工状况展开全面评估,进而保证项目施工质量及安全水平达到设计标准。将绩效评价结果与激励机制相挂钩,高绩效的单位给予奖励,低绩效环节责令整改,该机制不仅保证了工程质量和成本把控,还激发各环节参与方主动去优化

操作流程的热情,进而催生持续改进的动力。

反馈闭环管理是达成三维协同管控动态化的关键举措。利用信息化平台对各环节实时监控数据进行集中汇总,产出进度、成本与质量的动态报表,使管理者可随时把控项目运行状况,还可依据报表结果迅速调整生产计划、运输安排与施工顺序。例如,要是某一环节发生节点延误或者资源匮乏问题,管理者可立即调配劳动力、改良运输路线或更改施工顺序,达成快速应对与偏差修正。此外,闭环管理涵盖预警机制,一旦进度、成本或质量指标偏离正常范围,系统能够自动生成预警提示,提醒项目管理团队采取应对举措,减轻潜在风险对整体目标造成的影响。反馈闭环机制不只是着眼于问题的修正,又重视经验的汇聚,依托历史数据的分析为后续项目的改进提供参考,达成管理进程的持续完善^[6]。

4 结语

供应链整合应用于模块化建筑工程,可有效减轻多环节衔接压力,增强项目整体管理效率。借助信息共享、协作机制的优化以及物流管理,达成进度、成本和质量的协同把控,有利于提升施工效率、降低成本隐患并保障建筑品质。研究为模块化建筑项目供应链的管理及协同控制给予了理论支撑与实践指引,还为未来建筑工业化的发展提供管理借鉴。

[参考文献]

- [1]谭政军.供应链管理视角下建筑工程物资管理优化策略[J].中国管理信息化,2025,28(16):49-51.
 - [2]刘伟,徐玉莹.水利工程装配式建筑项目供应链协同效益驱动因素研究[J].水利经济,2025,43(4):103-112.
 - [3]费多.建筑工程施工中的供应链管理优化与成本控制研究[J].城市建筑,2025,22(14):230-232.
 - [4]李鹏.工程管理中建筑材料供应链的风险分析[J].陶瓷,2025(7):200-202.
 - [5]张学强,张小利.全过程工程咨询模式下建筑工程招标采购的协同管理实践[J].招标采购管理,2025(6):62-63.
 - [6]张玉贤.建筑工程物资管理中的采购与供应链优化策略研究[J].石化技术,2025,32(5):425-427.
- 作者简介: 寻阳(1991.10—),毕业院校: 辽宁科技大学,所学专业: 岩土工程,当前就职单位: 陕西西咸新区泾河新城城市建设投资有限公司,职称级别: 工程师。