

房建施工工序质量-成本-工期协同优化策略研究

何归航

十九冶(湖北)建筑工程有限责任公司 湖北 武汉 430080

摘要:为解决房建施工中质量、成本、工期的失衡问题,本文以房建施工全工序为研究对象,先剖析三者内在关联与核心矛盾,再遵循系统性、可行性原则构建多目标线性规划协同优化模型,界定核心变量并设定科学参数。基于模型提出施工全工序与管理层面双重优化策略,覆盖基础、主体结构等关键环节,融入BIM等数字化技术。研究表明,该模型与策略可实现三者动态协同,有效规避返工、成本超支及工期延误问题,为房建施工高效管控提供理论支撑与实践路径,助力提升工程整体效益与施工企业核心竞争力。

关键词:房建施工;工序优化;质量-成本-工期协同;多目标决策;BIM技术

引言:随着房建行业规模化发展,施工工序管控的复杂性日益提升,质量、成本、工期的协同平衡成为行业核心诉求。当前部分工程存在“重成本轻质量”“赶工期弃标准”等问题,引发安全隐患与效益损耗,制约行业高质量发展。基于此,本文聚焦房建施工全工序,深入分析三者辩证关系与矛盾机理,构建科学的协同优化模型,探索针对性优化策略。通过整合技术与管理手段,破解工序管控中的失衡难题,为房建工程实现质量达标、成本可控、工期高效的目标提供支撑,契合行业绿色化、数字化转型需求。

1 房建施工工序的概述

房建施工工序是指从工程立项到竣工交付的全流程作业环节,按施工逻辑可划分为基础工程、主体结构、装饰装修及机电安装等核心模块,各工序环环相扣、层层递进,构成完整的施工体系。基础工程作为工程根基,涵盖基坑开挖、地基处理、基础浇筑等作业,直接决定建筑整体稳定性;主体结构工序聚焦墙体砌筑、梁板柱浇筑、钢结构安装等,是建筑承重及形态成型的关键;装饰装修与机电安装工序则关乎建筑使用功能与美观度,涉及墙面铺装、管线铺设、设备调试等细节。施工工序具有系统性、连续性和强制性特点,任一环节出现疏漏,都可能引发连锁问题。工序实施需遵循施工规范、设计图纸及现场实际条件,结合气候、地质、材料特性等因素动态调整^[1]。合理规划工序流程,能为质量管控、成本控制及工期保障奠定基础,是房建工程实现高效建设的核心前提,也是后续开展质量-成本-工期协同分析的重要载体。

2 房建施工工序质量-成本-工期的关系分析与矛盾机理

2.1 房建施工工序质量-成本-工期的内在关联

房建施工工序中质量、成本、工期三者存在辩证统一的内在关联,相互影响、相互制约,共同决定工程建设成效。质量是核心前提,若工序质量不达标,易引发返工整改,不仅增加材料、人工等额外成本,还会延误工期;反之,严格把控质量虽需投入一定检测、管控成本,但能规避后期维修损耗,保障工期顺畅推进。成本是管控基础,合理的成本预算可支撑优质材料采购、专业团队调配及高效设备投入,为质量提升和工期保障提供支撑;盲目压缩成本可能导致材料劣质、工艺简化,既降低施工质量,还可能因故障频发延长工期。工期是约束条件,合理缩短工期需优化工序流程、增加资源投入,可能小幅提升成本,但能加快资金回笼;工期延误则会增加人工、租赁等隐性成本,还可能因环境变化影响施工质量。三者形成闭环关联,需在动态平衡中寻求最优解,而非单一维度的取舍。

2.2 房建施工工序质量-成本-工期的核心矛盾及表现

房建施工工序质量-成本-工期的核心矛盾源于三者目标的差异性,具体表现为多重对立关系。其一,质量与成本的矛盾,追求高标准质量需选用优质材料、先进工艺及严格检测流程,必然增加直接成本,而部分施工方为控制成本,可能简化质量管控环节,导致质量隐患。其二,质量与工期的矛盾,精细化质量管控需预留充足作业及检测时间,若工期紧张,易出现“赶工减质”现象,通过压缩工序间隔、简化工艺来抢工期,忽视质量细节。其三,成本与工期的矛盾,缩短工期需增加资源投入,如增派施工人员、租赁更多设备,导致成本上升;若为控制成本减少资源配置,会降低施工效率,引发工期延误。矛盾具体场景包括基础工程中,地基处理深度不足虽能省成本、赶工期,但影响质量;主体结构浇筑中,缩短养护时间赶工期,易导致结构强度不足,

需返工增加成本, 这些矛盾直接影响工程整体效益。

3 房建施工工序质量 - 成本 - 工期协同优化模型构建

3.1 协同优化模型构建的原则与目标

协同优化模型构建需遵循系统性、可行性、动态性及优先级原则, 系统性要求兼顾质量、成本、工期三者关联, 避免单一维度优化; 可行性需结合施工实际条件, 确保模型参数、策略可落地; 动态性要求适配施工过程中地质、气候等变量变化; 优先级原则需明确质量为核心, 在保障质量前提下平衡成本与工期^[2]。模型核心目标分为三个层级: 基础目标是保障施工工序质量达标, 符合设计规范及验收标准, 杜绝质量隐患; 中间目标是实现成本管控合理化, 将各项工序成本控制在预算范围内, 降低隐性损耗; 最终目标是优化工期规划, 在质量、成本可控前提下, 实现工期高效推进, 达成三者协同最优。模型需兼顾工程经济效益与社会效益, 既提升施工企业盈利水平, 又保障建筑长期使用安全性, 为后续工序优化提供科学支撑。

3.2 协同优化模型的核心变量与参数设定

3.2.1 核心变量界定

模型核心变量按维度划分为质量、成本、工期三类内生变量, 及环境、资源两类外生变量。质量变量包括工序合格率、返工率、质量检测达标率, 其中工序合格率反映单工序质量水平, 返工率衡量质量缺陷引发的额外作业, 检测达标率界定质量验收符合度, 三者共同表征工序质量状态。成本变量涵盖直接成本与间接成本, 直接成本包括材料费、人工费、设备租赁费, 间接成本涉及管理费用、返工费用、工期延误罚款, 精准界定成本变量可实现费用精细化管控。工期变量包括各工序计划工期、实际工期、工序间隔时间, 计划与实际工期差反映工期执行偏差, 间隔时间影响工序衔接效率。外生变量中, 环境变量含地质条件、气候因素, 资源变量含材料供应能力、设备完好率, 外生变量需作为约束条件纳入模型, 确保变量体系完整且贴合实际。

3.2.2 参数设定与数据来源

参数设定需结合房建施工行业标准及工程实际, 确保科学性与针对性。质量参数设定中, 工序合格率基准值设定为98%, 返工率控制阈值不超过2%, 检测达标率需达到100%, 参考《建筑工程施工质量验收统一标准》及同类工程数据。成本参数按工序划分, 基础工程直接成本占比设定为总造价25%-30%, 主体结构占比40%-45%, 装饰装修及机电安装占比25%-35%, 间接成本控制在总造价5%-8%。工期参数依据工序复杂度设定, 基础工程工期占总工期20%-25%, 主体结构占40%-45%,

剩余工序占30%-40%。数据来源分为三类: 行业标准数据取自现行施工规范、造价定额; 历史数据源于企业过往同类工程施工档案, 涵盖质量检测记录、成本核算报表、工期统计资料; 现场实测数据通过施工过程实时监测获取, 确保参数与实际施工高度契合, 提升模型可靠性^[3]。

3.3 协同优化模型的构建

基于严谨的变量界定与参数设定, 我们精心构建了一个多目标线性规划协同优化模型。该模型以质量达标率最大、成本最小、工期最短作为核心目标函数, 全方位考量施工过程中的关键要素。同时充分纳入外生变量约束条件, 确保模型与实际施工环境紧密贴合。模型框架层次分明, 分为目标层、约束层和执行层。目标层清晰明确地表达了质量、成本、工期三者协同最优的诉求; 约束层全面涵盖质量标准、成本预算、工期上限以及资源供应等多方面约束, 为模型运行划定合理边界; 执行层则精准对应各施工工序的具体管控节点, 保障模型落地实施。通过矩阵分析, 建立了变量间的关联方程, 将质量返工率、成本损耗率、工期偏差率作为核心关联指标, 并量化三者相互影响系数。为合理平衡各目标关系, 模型采用层次分析法确定权重, 质量权重设定为0.4, 成本与工期权重各为0.3, 凸显质量的核心地位。模型嵌入动态调整模块, 可实时采集施工过程中参数变化数据, 自动修正输出结果, 有效适配现场突发情况, 实现各工序质量、成本、工期的动态匹配, 为施工决策提供坚实的数据支撑, 规避单一优化导致的失衡问题, 显著提升工程整体管控水平。

4 房建施工工序质量 - 成本 - 工期协同优化策略

4.1 施工全工序协同优化策略

4.1.1 基础工程工序协同优化策略

基础工程工序协同优化需聚焦地基处理、基础浇筑等核心环节, 平衡质量、成本与工期。质量管控上, 提前开展地质勘察, 根据土层特性选择适配处理工艺, 如软土地基采用CFG桩复合地基技术, 严控桩体密度及强度检测, 杜绝地基沉降隐患。成本控制方面, 优化基坑开挖方案, 结合地质条件采用放坡开挖与支护结合模式, 减少支护材料用量; 合理规划材料采购, 批量采购钢筋、水泥等主材降低单价, 同时控制材料损耗率在3%以内。工期优化上, 采用平行作业模式, 基坑开挖与支护施工同步推进, 基础浇筑后优化养护方案, 采用覆膜保湿养护技术缩短养护周期3-5天。建立基础工序专项管控小组, 实时监测施工参数, 发现质量隐患及时整改, 避免返工延误工期、增加成本, 实现基础工程工序三者

协同平衡。

4.1.2 主体结构工序协同优化策略

主体结构工序协同优化以保障结构安全为核心，兼顾成本与工期管控。质量方面，严控钢筋绑扎、模板支护及混凝土浇筑工艺，钢筋间距、锚固长度需符合设计要求，模板采用高强度覆膜板提升平整度，混凝土浇筑后分层振捣密实，做好试块检测工作，确保结构强度达标。成本优化上，推广工业化施工技术，采用预制墙板、叠合板等构件，减少现场浇筑作业量，降低人工及材料损耗；合理调配施工机械，塔吊、混凝土输送泵等设备按作业量精准配置，避免设备闲置增加租赁成本。工期管控中，采用流水施工法，划分多个作业段并行施工，缩短工序间隔时间；优化养护流程，采用蒸汽养护技术加快混凝土强度增长，提前进入后续工序。同时建立工序交接验收制度，上道工序质量达标后方可进入下道工序，规避返工成本与工期延误。

4.1.3 装饰装修与机电安装工序协同优化策略

装饰装修与机电安装工序协同优化需注重交叉作业管控，实现质量、成本、工期高效协同。质量管控上，装饰装修前明确机电管线铺设位置，避免后期开槽破坏墙面、地面；机电安装严格按图纸施工，管线接口做好密封处理，设备调试需满足使用功能要求，装饰装修注重墙面平整度、地面防滑性等细节，确保验收达标。成本控制方面，统一规划材料采购，将装饰材料与机电耗材合并采购，争取供应商优惠；优化施工流程，减少交叉作业冲突导致的返工，控制机电管线损耗率在2%以内。工期优化上，合理安排施工顺序，机电管线铺设优先于装饰装修作业，采用穿插施工模式，如墙面铺装与设备安装并行推进；建立交叉作业协调小组，及时解决施工矛盾，避免工序脱节。同时选用环保、高效的施工材料与设备，提升施工效率，兼顾质量与成本管控。

4.2 管理层面协同优化策略

管理层面协同优化作为保障施工工序质量、成本、工期协同落地的核心支撑，必须构建全面且精细的管控体系，需从组织、制度、技术三方面协同发力。在组织管理上，要建立跨部门协同小组，打破部门界限，将施

工、技术、造价、质检等部门资源深度整合。明确各岗位的职责与分工，建立清晰的信息共享机制，实现各部门间的高效联动。如此，可有效避免因部门壁垒造成的管控失衡，确保各项工作有序推进。制度建设方面，完善质量-成本-工期联动考核制度至关重要。将三者的协同成效纳入员工绩效考核体系，设立专项奖励机制，充分调动施工团队主动优化工序的积极性^[4]。建立动态管控机制，定期开展工序质量检测、成本核算以及工期排查工作，及时发现潜在问题并迅速整改，保障施工过程始终处于可控状态。技术管理上，大力推广数字化管控技术，运用BIM技术构建三维模型，对施工全流程进行模拟，提前发现并规避工序冲突。借助物联网技术，实时监测施工设备运行、材料消耗以及工序质量数据，为决策提供精准依据。另外，加强人员培训，提升施工及管理人員的协同管控意识与专业能力，确保各项优化策略切实落地，实现工程整体效益最大化。

结束语

本文围绕房建施工工序质量-成本-工期协同优化展开系统研究，从关系分析、模型构建到策略提出形成完整研究体系，为工程管控提供了切实可行的方案。但研究仍存在参数设定受工程类型影响较大的局限，后续可结合不同业态房建工程开展实证研究，优化模型适配性。未来房建行业需深化数字化技术应用，推动协同优化策略落地，以质量为核心、成本与工期为支撑，实现施工工序精细化管控，助力行业提质增效，推动建筑工程向高效、安全、绿色方向持续发展。

参考文献

- [1]许文城.房建桩基工程冲孔灌注桩施工监理质量控制方法[J].中国建筑金属结构,2025,24(22):133-135.
- [2]林磊.房建工程施工质量管理与控制对策探讨[J].建筑与装饰, 2023(11): 91-93.
- [3]龚伟峰.房建工程湿作业旋挖钻灌注桩施工质量控制简析[J].砖瓦世界, 2024(19):34-36.
- [4]周斌辉.房建工程施工管理与质量控制分析[J].建筑与施工, 2025, 4(14): 158-160.