

建筑工程项目管理中的施工进度优化方法研究

莫醒明

修水县城发质量检测有限公司 江西九江 332000

【摘要】建筑工程项目管理中的施工进度优化是工程建设的重要环节。通过对大型工程项目的调研分析,发现传统进度管理方法在资源配置、过程控制、协同管理等方面存在不足。研究提出了基于关键链的进度优化方法、动态资源平衡法和信息化进度控制方法等一系列优化措施。实践应用表明,这些方法能有效提高施工进度管理效率,减少工期延误,降低资源浪费,具有良好的实用价值。研究成果为建筑工程项目进度优化提供了可行的技术方案和管理工具。

【关键词】施工进度优化; 关键链法; 资源平衡; 信息化控制; 项目管理

引言:

建筑工程项目管理中,科学的施工进度优化方法对确保工程按期完工具有重要意义。随着工程规模扩大和建设要求提高,传统进度管理方法已难以满足现代工程建设需要。因此,研究先进的进度优化方法,开发实用的管理工具,具有重要的理论和实践价值。

1 施工进度优化方法的研究基础

传统建筑工程项目进度优化方法主要包括工作分解结构法(WBS)、甘特图法和网络计划技术(CPM)。工作分解结构法通过将项目任务系统化分解,建立工作包之间的层级关系,为进度控制提供结构化基础。甘特图法利用横道图直观展示施工活动的时间跨度与衔接关系,在单体建筑施工进度管理中应用广泛。网络计划技术则采用节点关系图确定关键路径,实现对施工过程的定量分析与优化。然而随着建筑工程规模扩大和技术升级,这些方法在资源配置、工序协调和进度预警等方面显现局限性。具体表现为:资源约束条件考虑不足,导致计划与实际执行产生偏差;工序逻辑关系过于简单化,难以应对复杂项目的动态变化;缺乏有效的信息反馈机制,影响进度控制的及时性与准确性。这些问题亟需通过创新优化方法予以解决。在工程建设领域,进度优化方法的发展经历了从经验管理到科学量化的转变过程。随着建筑工程项目规模不断扩大,新型建造技术不断涌现,进度优化方法也相应发展。近年来,国内外学者对施工进度优化方法进行了深入研究,提出了基于智能算法的进度优化方法、多目标约束下的进度优化模型等新型方法。这些研究为传统进度管理方法的改进和创新提供了新思路,推动了进度优化理论的发展。

2 关键链进度优化方法研究

2.1 关键链法在施工进度优化中的应用原理

关键链进度优化法基于约束理论,将资源依赖性与技术依赖性统一考虑,确定施工项目的核心工序链。关键链的识别过程需综合分析施工工序间的逻辑关系与资源占用情况,通过消除资源竞争确定最长工序链。在建筑工程施工过程中,关键链法通过重新安排任务执行顺序,实现资源利用最优化。该方法区别于传统关键路径法,在任务工期估算时去除单项任务的安全时间,改用项目级缓冲区统一管理工期储备。关键链进度优化的实施过程包括:建立施工网络图、识别资源约束、调整资源冲突、确定关键链、设置缓冲区等环节。通过建立任务依赖关系矩阵,分析施工过程中的资源依赖关系,确保关键链的准确识别。该方法强调对施工过程中关键资源的合理配置,通过调整非关键工序的开始时间,减少资源竞争,提高施工进度的可控性。关键链法在实际应用中还需考虑施工环境的复杂性和不确定性。通过建立工序关系矩阵,分析工序间的技术依赖关系和资源依赖关系,识别关键工序链。在确定关键链时,综合考虑施工工艺要求、场地限制、设备配置等多重约束条件。关键链优化过程中,采用计算机仿真技术验证优化方案的可行性,通过多次迭代优化,得到最优的施工进度安排方案。

2.2 缓冲区设置与管理方法

缓冲区管理是关键链进度优化的核心机制,通过科学设置项目缓冲区、接驳缓冲区和资源缓冲区,建立多层次的工期保护体系。项目缓冲区设置在关键链终点,用于保护项目总工期,其规模通过Monte Carlo模拟方法确定,一般取关键链工期的30%-50%。接驳缓冲区设置在非关键链与关键链的交汇处,防止非关键链的延误影响关键链的执行,

规模通常取汇入路径工期的15%-25%。资源缓冲区则通过提前通知机制，确保关键链上的关键资源及时到位。缓冲区消耗率通过建立缓冲区管理图实时监控，当缓冲区消耗超过预警值时，启动相应的干预措施。缓冲区管理过程中，采用动态跟踪技术记录缓冲区使用情况，建立缓冲区预警指标体系，实现对施工进度的精确控制。缓冲区管理的有效性还需通过项目实践验证。研究表明，通过持续跟踪和分析缓冲区使用情况，可总结出不同类型工程的缓冲区参数规律。大型公共建筑项目因其复杂性，项目缓冲区取值通常在40%-50%范围；而标准化程度高的住宅项目，缓冲区可适当压缩至30%-35%。这种基于工程类型的差异化设置方法，显著提高了缓冲区管理的精确性。

2.3 多项目环境下的资源冲突解决

多项目环境下的资源冲突问题涉及跨项目资源共享与协调机制的建立。通过构建多项目资源池，实现对关键资源的统一调配与管理。资源冲突的识别采用资源负荷分析方法，建立资源使用密度曲线，找出资源过载时段。冲突解决策略包括资源优先级管理、工序重组和资源替代等方式。在具体实施过程中，建立项目优先级评估体系，依据项目重要程度、工期紧迫度等因素确定资源分配顺序。对于共享资源，采用容量均衡法进行初步分配，再通过启发式算法优化资源使用方案。资源冲突解决方案的可行性评估采用多目标决策方法，综合考虑工期影响、成本变化和资源利用效率等因素。通过建立跨项目协调机制，实现资源使用信息的及时共享与动态调整。

3 动态资源平衡优化方法

3.1 资源负荷平衡模型的建立

资源负荷平衡模型以工序网络图为基础，通过建立数学模型描述施工过程中的资源分配问题。模型的目标函数设定为资源负荷方差最小化，约束条件包括资源可用量限制、工序逻辑关系和工期要求等。在模型构建过程中，引入资源负荷系数反映各时段资源使用强度，采用资源负荷曲线描述资源需求变化。模型参数包括工序持续时间、资源需求量、资源供应能力等关键变量。通过对工序浮动时间的合理利用，实现资源需求的动态调整。资源负荷平衡模型采用混合整数规划方法求解，通过调整工序开始时间，使资源使用曲线趋于平缓。模型的求解过程考虑了施工现场实际情况，将天气因素、场地条件等不确定性因素纳入约束条件，提高了模型的实用性。该模型通过最小化资源负荷波动，降低了资源供需矛盾，提升了施工效率。

资源负荷平衡模型的求解采用改进的粒子群优化算法，通过设定适应度函数评价资源配置方案的优劣。算法设计中引入自适应惯性权重和学习因子，提高了求解效率和精度。模型参数的确定基于大量工程实践数据，通过数据挖掘技术提取关键参数，建立参数敏感性分析模型，为模型优化提供依据。模型的动态特性通过引入时变参数得到体现，增强了模型对施工过程动态变化的适应能力。

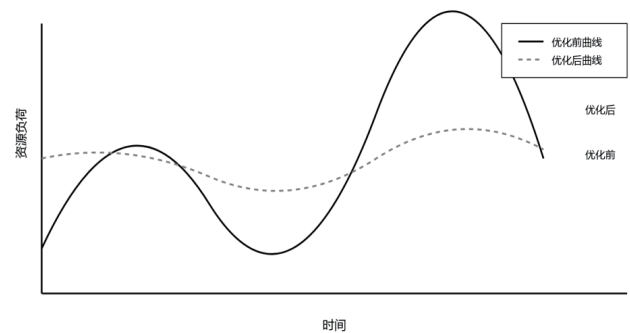


图1 资源负荷平衡优化示意

3.2 资源动态分配算法

资源动态分配算法针对施工过程中的资源需求变化，实现资源的实时优化配置。算法设计采用启发式搜索策略，结合遗传算法和模拟退火算法的优点，提高求解效率。算法的关键步骤包括初始解生成、邻域搜索、解的评价和终止判断。在算法实现过程中，通过建立资源配置优先级规则，确保关键工序优先获得资源配置。算法的适应度函数综合考虑资源利用率、工期影响和成本因素，通过迭代优化得到最优配置方案。为提高算法的收敛性能，采用自适应交叉算子和变异算子，动态调整搜索参数。算法设计中引入了禁忌搜索机制，避免陷入局部最优解。通过实际工程案例验证，该算法能够快速生成合理的资源配置方案，满足工程施工需求。

3.3 资源优化配置的实现方法

资源优化配置的实现采用分层控制策略，将资源配置过程分为战略、战术和操作三个层次。战略层面确定资源配置总体原则，制定资源使用计划；战术层面解决资源配置的具体方案，包括资源调配顺序和使用时间安排；操作层面负责资源配置方案的具体执行和监控。实施过程中建立资源信息管理系统，实现资源使用情况的实时监测与记录。通过建立资源预警机制，对可能出现的资源短缺情况提前预警。资源配置方案的实施效果评价采用多维度指标体系，包括资源利用率、工期完成情况和成本控制效果等。优化配置实现过程中应用物联网技术，通过传感器

网络实时采集资源使用数据,为资源调配决策提供数据支持。该方法通过信息化手段提高了资源配置的精确性和实时性,增强了资源管理的可控性。

4 信息化进度控制方法设计

4.1 进度控制信息系统架构

进度控制信息系统采用分布式架构设计,由数据采集层、数据处理层、应用服务层和用户接口层组成。数据采集层通过物联网感知设备实时获取施工现场的进度信息,包括工序完成情况、资源使用状态和现场施工环境数据。数据处理层运用大数据分析技术对采集的信息进行清洗、分类和存储,建立统一的数据管理平台。应用服务层集成进度计划编制、资源配置优化、进度监控预警等功能模块,实现进度管理的全过程控制。用户接口层提供可视化的管理界面,支持多终端访问和协同操作。系统采用微服务架构设计,各功能模块松耦合、高内聚,便于系统维护和扩展。数据库设计采用关系型与非关系型数据库相结合的方式,提高了系统的数据处理能力和响应速度。系统安全性通过权限管理、数据加密和访问控制等机制保障,确保信息传输和存储的安全性。

4.2 实时监控与预警方法

实时监控与预警方法基于建筑信息模型(BIM)技术,构建施工进度数字化监控平台。监控系统通过采集施工现场视频图像、RFID标签数据和传感器信息,实现对施工进度的动态跟踪。预警机制采用多层次预警模型,设置进度偏差、资源供应和质量风险等预警指标。系统通过对实测数据与计划数据的比对分析,计算进度完成率和偏差率,评估施工进展状况。预警等级划分为轻微预警、中度预警和严重预警三个级别,根据偏差程度触发相应的预警信号。监控过程采用数据挖掘技术,分析历史数据中的规律特征,提高预警的准确性。系统支持多维度的进度分析,包括单项工程进度、区域进度和总体进度的综合评估,为管理决策提供依据。预警系统的核心算法采用深度学习技术,通过建立神经网络模型,实现对进度偏差的智能识别和预测。系统通过分析历史项目数据,提取进度偏差的特征模式,建立预警指标的阈值体系。在实际应用中,系统能够根据项目特点自动调整预警参数,提高预警的准确性。预警信息的推送采用多级别、多渠道的方式,确保管理人员能够及时接收和处理预警信息。

4.3 进度偏差动态修正技术

进度偏差动态修正技术通过建立偏差识别模型和修正优化算法,实现对施工进度的实时调整和优化。偏差识别采用模式识别方法,分析进度执行过程中的变异特征,识别偏差产生的关键因素。修正过程运用动态规划原理,在保证工期目标的前提下,优化调整后续工序的施工安排。修正方案的生成考虑了资源可用性、工艺要求和成本约束等多重因素,通过多目标优化算法求解最优修正方案。技术实施过程中采用滚动更新机制,根据实际施工情况持续优化修正方案。修正方案的生成过程中,采用层次分析法确定各影响因素权重。实践表明,工艺要求、资源可用性和成本影响是最主要的三个因素,其权重比值约为4:3:3。通过建立综合评价函数,将定性分析与定量计算相结合,提高了修正方案的科学性。该方法在实际工程应用中表现出较强的适应性。偏差修正的效果评估采用量化指标体系,包括修正后的进度达标率、资源利用效率和成本控制效果。通过引入机器学习技术,系统能够从历史修正案例中学习经验,不断提高修正方案的科学性和可行性。动态修正技术的创新点在于引入了自适应修正机制,系统能够根据修正效果自动调整修正参数,不断优化修正策略。通过建立修正效果评价模型,实现对修正方案的科学评估和持续改进,提高了进度控制的精确性和可靠性。

结论

研究表明,创新的进度优化方法在提高施工效率、降低资源浪费、保证工期目标等方面具有显著效果。通过信息化手段和智能算法的应用,进一步提升了进度优化方法的科学性和实用性,为建筑工程施工项目管理的发展提供了新的技术支撑。通过对建筑工程施工进度优化方法的系统研究,建立了包括关键链法、资源平衡法和信息化控制方法在内的优化方法体系。这些方法在工程实践中得到验证,能够有效解决传统进度管理中存在的问题,提高施工进度管理水平。研究成果为建筑工程施工项目管理提供了实用的进度优化工具和技术支持。

参考文献:

- [1]胡静.建筑工程施工项目管理中的施工现场管理与优化措施[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(24):46-48.
- [2]梁发荣.建筑工程施工项目管理工作中施工现场管控与优化路径分析[J].中国住宅设施,2023,(07):55-57.
- [3]尹浩全.建筑工程施工项目管理中的施工管理与优化策略研究[J].中国招标,2023,(06):200-202.