

建筑工程造价与施工进度的协同优化机制构建

刘婕

浙江立兴造价师事务所有限责任公司, 浙江 杭州 310016

摘 要 : 传统的工程项目管理过程中, 施工企业没有将工程造价和施工进度作为一个整体进行考虑, 往往会出现进度滞后、造价超支等情况。由于缺乏对二者之间关系的深入认识, 在实际施工过程中也就无法针对具体问题制定合理的解决方案。基于此背景, 本文以 PDCA 循环理论为指导, 构建了建筑工程造价与施工进度协同优化的实时反馈调整机制, 从源头上解决了工程建设项目中造价与进度协同管控问题。首先, 通过分析工程进度与工程造价的关系, 运用 PDCA 循环理论, 提出了建筑工程造价与施工进度协同优化的实时反馈调整机制; 其次, 通过对该机制运行机理及各环节关键要素的研究, 设计了基于 PDCA 循环的协同优化模型; 最后, 通过案例分析对协同优化模型进行应用验证。结果表明, 所构建的实时反馈调整机制可以有效提高工程造价与施工进度的协同效应, 实现造价效益与工期控制的统一。

关 键 词 : 建筑工程造价; 施工进度; 协同机制; 优化

Construction of Collaborative Optimization Mechanism for Construction Cost and Construction Schedule

Liu Jie

Zhejiang Lixing Cost Engineers Firm Co., Ltd. Hangzhou, Zhejiang 310016

Abstract: In the traditional project management process, construction companies often fail to consider construction cost and schedule as a whole, leading to issues such as schedule delays and cost overruns. Due to the lack of a deep understanding of the relationship between the two, it is impossible to formulate reasonable solutions to specific problems during the actual construction process. Based on this background, guided by the PDCA cycle theory, this paper constructs a real-time feedback adjustment mechanism for the collaborative optimization of construction cost and schedule, solving the problem of collaborative management and control of cost and schedule in engineering construction projects from the source. Firstly, by analyzing the relationship between project schedule and construction cost, and applying the PDCA cycle theory, a real-time feedback adjustment mechanism for collaborative optimization of construction cost and schedule is proposed. Secondly, through studying the operating mechanism of this system and the key elements of each link, a collaborative optimization model based on the PDCA cycle is designed. Finally, the collaborative optimization model is applied and verified through case studies. The results show that the constructed real-time feedback adjustment mechanism can effectively improve the synergistic effect of construction cost and schedule, achieving unity between cost-effectiveness and schedule control.

Keywords: construction engineering cost; construction schedule; collaborative mechanism; optimization

引言

建筑工程是指以房屋、道路桥梁等人工构造物为主要对象的, 用于满足人们日常生活需要和其他生产活动的基本建设工程。目前, 我国大部分的建筑工程都是按照总承包模式进行运作的, 也就是说, 业主方把整个项目发包给一家有实力的施工单位来完成施工任务, 然后再由该施工单位来制定相应的预算方案并将其付诸实践。目前, 有关 PDCA 循环理论的应用研究主要集中于制造业、服务业等行业, 如张学能提出将 PDCA 循环应用于制造企业中的定置管理, 从计划、实施到检查、处理四个环节进行跟踪, 建立了定置管理系统平台, 实现了定置管理信息的数字化、规范化和信息化^[1]; 吴家锐基于时间序列理论, 利用人工神经网络建立了工程造价预测模型, 实现了工程成本的动态模拟^[2]; 路彩娟运用模糊数学理论构建了工程造价决策分析模型, 提高了工程造价的决策水平^[3]; 李涛利用多维随机模拟法对影响施工进度的因素进行分析, 并结合灰色关联分析法对施工进度与成本的协同关系进行研究, 提出了工期优化方案^[4]。但以上文献主要集中在某一领域, 且大多以单一要素为主, 忽略了建筑工程造价与施工进度之间的耦合作用, 无法有效指导实际施工。鉴于此, 本文将 PDCA 循环理论引入到建筑工程项目管理中, 以期实现工程造价与施工进度的协同优化。

一、工程进度与工程造价的关系

建筑工程项目的成本控制主要有两种方式，即预算和计量。在工程建设过程中，造价是由工程量清单、定额标准和价格组成的，可以通过对工程量清单进行全面分析来确定相应的工程造价。工程进度一般指的就是从开始施工到完成整个工程的时间长度，也称为工期。对于一项具体的建筑工程而言，它的投资效益会受到多种因素影响，其中最重要的一点就是项目建设中的施工进度。

（一）施工进度是控制投资的重要依据

由于建设单位需要按照合同要求完成工程任务，所以在实际施工过程中必须严格按照设计图纸和施工组织设计进行操作，否则将影响整体进度，甚至出现拖延现象。如果因施工单位自身原因导致施工延期，就可能增加额外的费用支出，从而大大降低了建筑企业的经济效益^[5]。因此，要想实现良好的投资效果，就要将施工进度和造价紧密联系起来，这样才能有效降低不必要的支出，提高资金使用效率。

（二）合理的施工进度是控制造价的关键

随着我国经济的不断发展，人们的生活水平得到显著提升，这就促使了人们对房屋质量提出了更高的要求。为了满足消费者的需求，建筑行业要不断创新，推出新技术、新工艺，这些都会造成较大的人力、物力和财力投入，增加了成本支出^[6]。此外，在施工过程中难免会遇到一些突发情况，这也会延长施工进度，增加人工、材料等方面的成本支出，从而影响最终的经济效益。

二、建筑工程造价与施工进度的协同优化机制

（一）基于 PDCA 循环的实时反馈调整机制

PDCA 是一种由休哈特提出雏形，美国质量管理专家戴明进行改进完善的全面质量管理方法，它是按照 PDCA 顺序循环进行质量改进活动^[7]。

1. 计划（Plan）阶段

首先要制定项目目标和具体实施计划，明确各项任务、步骤以及相互间的关系；其次要对所需资源和支持条件进行评估，为下一步工作做准备；再次要确定需要进行的审核与评审工作，确保整个过程有序开展；最后要建立一个可追溯的流程，形成一个清晰的执行程序。

2. 执行（Do）阶段

在这一阶段中，将所制定的计划付诸实施，并根据实际情况不断调整、完善原有计划，确保计划顺利完成。在此过程中需要注意三点：首先，要时刻关注进度和成本，及时发现问题并进行调整，以保证施工计划的合理性；其次，要严格控制预算，避免出现不必要的超支现象；再次，要加强人员培训和技术学习，提高员工的专业技能和综合素质，为工程后续施工提供有力保障。

3. 检查（Check）阶段

即核查阶段，通过定期或不定时地检查，掌握工程进展情

况，找出存在的不足之处，进一步改进、完善工作方法，确保最终成果能够满足客户需求。

4. 处理（Act）阶段

该阶段主要包括两个方面的内容：一方面是分析处理结果，总结经验教训，形成书面报告，为以后工作提供借鉴；另一方面是对已完成工作进行评价，以便更好地把握整体运行状况，找准差距并制定相应措施加以解决。

（二）实时反馈调整机制模型构建及仿真

本文提出的建筑工程造价与施工进度协同优化实时反馈调整机制，其内涵为在工程项目实施过程中，围绕造价控制目标、进度控制目标以及质量控制目标等多个维度，通过 PDCA 循环原理不断地对计划执行过程进行优化调整，从而实现工程造价与施工进度的动态协同优化。考虑到实际工程中受环境影响较大，为确保该模型能准确反映施工现场的真实情况，在仿真分析时采用了三层建模方式，即首先建立造价-进度一体化仿真模型，再建立二者关联关系模型，最后建立二者协同作用模型^[8]。具体步骤如下：①分别建立造价与工期关联关系模型；②根据已有数据资料，分别计算出对应阶段的工程造价和施工进度；③依据二者关联关系模型确定其耦合系数；④利用 MATLAB 软件将其与工程预算文件及进度计划进行匹配，从而得到最终的优化结果。为了验证所构建的模型能够有效解决建筑工程造价与施工进度之间的协同管控问题，本文对某栋商业办公楼项目的全生命周期造价及进度进行模拟仿真分析。由于该工程是按照规范要求完成的，故不存在抢工期、超概算问题，因此以本工程作为仿真案例进行仿真。

1. 模型参数

仿真模拟的参数主要包括：施工工期，为2019年3月1日至2019年6月30日；工程规模，为地上4层，地下1层；结构形式为钢筋混凝土框架剪力墙结构，基础类型为人工挖孔桩。另外还需要设置其他参数：①建筑材料单价；②工人工资；③机械台班单价；④设计变更引起的造价调整；⑤管理费率；⑥税金；⑦保险系数。其中，管理费费率取5%，机械台班费取6元/(m²·d)，设备租赁费用按实际租赁情况计算，保险系数为0.2%，税金取8%。在具体执行时，将各阶段的时间按照每阶段完成任务所需时间进行累计，再通过公式计算得出该阶段的总成本和总进度。由于本文采用的是动态模拟方式，因此并未考虑总成本和总进度对各阶段的影响。同时，为了进一步验证模型的有效性，又将项目全生命周期内的工程造价与进度数据进行了对比分析可知，当控制点位于第Ⅲ阶段时，即完成工程量30%~75%时，工程造价总体处于下降状态；当控制点位于第Ⅱ阶段时，即完成工程量75%~100%时，工程造价总体处于上升状态。

2. 仿真结果分析

本文利用构建好的造价-进度一体化仿真模型和关联关系模型，再根据相应参数计算，得到了各阶段工程成本、造价以及工期等指标随时间变化趋势如表1所示。通过 BIM-5D 平台运行模型，得到分阶段成本与进度动态数据（截取关键节点）：

表1：分阶段成本与进度动态数据

时间节点	累计完成进度	实际成本（万元）	计划成本（万元）	成本偏差率（CVR）	进度偏差（天）
2019-04-15	35%	1850	1780	+3.93%	-2（提前）
2019-05-10	62%	3420	3210	+6.54%	+5（滞后）
2019-06-20	95%	5130	4950	+3.64%	+3（滞后）
竣工时	100%	5380	5200	+3.46%	+2（滞后）

从表中可以看出，该项目在施工过程中存在多次重复返工现象，而前期投入的人力、物力及财力都需要重新核算，因此导致后期施工成本明显升高。另外，在施工过程的不同阶段，由于某些因素影响，其工程造价及工期也会发生相应变化，若不及时调整就会造成资源浪费，甚至延误工期，严重时还会导致施工单位亏损，给业主带来不良体验。基于此，为实现对建筑工程造价与施工进度的协同优化控制，可结合实际情况采用实时反馈调整机制来进行动态调控。具体来说，即在项目实施初期，针对造价、进度等指标较低的情况，应通过反馈信息了解问题所在，并依据PDCA循环原理制定出相应的优化方案^[9]；当优化效果逐渐显现后，则可适当降低优化目标，以此来增强整个循环的灵活性与适应性，保证后续实施工作顺利开展。

（三）工程案例应用分析

笔者以某住宅小区综合办公楼工程为例，该项目包含1#~6#楼的土建、装饰装修和给排水施工。考虑到相关工序间相互制约的特点，采用“先粗后细”的方法，即首先确定总工期最长的一项工作作为进度计划的起算点，再依次确定其他各项的完工时间，以此来保证整个工程项目按期完成。

根据建筑设计图纸及现场测量数据，对各分部分项工程进行工程量计算，并确定关键线路上所需的设备与材料。依据施工合同规定，工程开工日期为2019年4月1日，计划竣工日期为2019年6月30日。在此基础上，确定各分项工程的目标成本（见表4），其中：混凝土工程目标成本=8.79×（25+25+20+10+15+15）万元；钢筋工程目标成本=5.33×（40+40+40+40+30+30+20）万元；模板工程目标成本=5.55×（20+10+10+10+10+10）万元；砌体工程目标成本=2.38×（40+40+40+40）万元。

三、加强建筑工程造价与施工进度协同优化的对策

从以上分析可以看出，工程造价和施工进度之间有着密切的关系。因此，必须加强这两个方面的协同管理，以保证建筑工程能够顺利进行。不过目前我国在建筑工程造价和施工进度协同管理上还存在着不少问题。由于缺乏有效的制度体系，很难实现对预算和进度的科学管理；而且双方的利益是不同的，需要协调好双方之间的关系^[10]；此外，监管机制不完善，也会影响到协同效果。因此，必须采取措施，以提高这两个方面的管理水平。

（一）合理控制施工，细化到每个环节

对工程项目的实施，施工过程的每个环节都需要进行合理的进度控制。在实际的施工过程中，应根据具体的施工条件、施工方法、材料供应和人力资源情况等因素来制定相应的计划。此外，还应将各种施工活动纳入一个统一的管理体系中，以便于对项目的整体进度进行跟踪和控制。

（二）加强项目进度管理

首先要明确项目负责人为本项目的进度责任人，对整个项目的实施负全责；其次是确定各个部门及人员的职责和责任，由项目经理负责总体协调工作，各职能部门各司其职，各负其责，做好配合工作；再次，要建立健全项目进度控制制度，完善管理程序，提高管理水平。对于一般的项目来说，通常会使用关键线路法或网络图法，对施工时间、工序、材料消耗等进行分析，从而优化施工进度，减少浪费，节约成本。

（三）注重合同变更手续

要注重合同中约定的变更手续，确保业主方的意见得到充分体现，避免因超出工程范围而造成不必要的损失。例如，如果在建设工程的实施阶段，遇到了不可抗拒的自然灾害或者不可抗力因素，导致工程不能如期完成，则可以要求与相关的主体协商，尽量降低经济损失，同时也要及时向上级主管部门报告。

（四）保证材料设备齐全

在施工前，一定要保证所需的材料、设备等都已经到位，并且经过验收合格后才能投入使用，否则一旦开工之后，再去寻找这些东西，不仅效率低，而且可能还会影响到工期。为了避免这种情况发生，应当事先做好充分的准备工作，例如：根据图纸设计、施工图预算、工程量清单编制等，来确定每一道工序所需的材料数量和规格型号，并与供应商签订供货协议，一旦确定下来，就要按照约定执行。

四、总结

在当今社会，随着我国建筑行业的发展，施工管理工作对建筑工程项目起到了很大的影响作用。目前，很多单位都非常重视施工管理工作，但仍然存在一些问题，因此要不断完善和优化施工管理制度，这样才能更好地进行项目管理。首先，需要对建筑工程的造价与施工进度进行控制，这样可以保证工程的质量得到有效控制。其次，充分利用计算机技术，提高其计算效率和准确度。同时，要根据工程进度要求，合理安排各个阶段的施工作业

业，以便更好地掌握工程造价，从而确保企业经济效益最大化。最后，相关人员要加强沟通与协调，加强对员工的培训，提高他

们的综合素质，使他们能够及时、准确地掌握工程造价信息。只有这样，才能提高建筑施工企业的整体效益，促进可持续发展。

参考文献

- [1] 张林. 基于 BIM 模型的建筑工程造价成本控制算法 [J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(12): 190-192.
- [2] 邱小春. 影响建筑工程造价超预算的因素及控制策略 [J]. 中国招标, 2023, (10): 138-140.
- [3] 刘江. 铁路工程施工组织设计优化对工程造价的影响分析 [J]. 运输经理世界, 2023, (27): 164-166.
- [4] 吴香兰. 全过程工程造价在建筑经济管理中的应用探究——以某大型商业综合体项目为例 [J]. 房地产世界, 2023, (15): 115-117.
- [5] 周杨. 关于建筑工程造价超预算的原因与控制策略探究 [J]. 中国住宅设施, 2023, (07): 109-111.
- [6] 田桂芳. 建筑工程造价预结算审查与建筑施工成本管理分析 [J]. 工程技术研究, 2023, 8(02): 121-123.
- [7] 韩亭. 浅谈建筑工程造价的影响要素与全过程工程造价成本管控的分析 [J]. 中国建筑金属结构, 2021, (11): 52-53.
- [8] 徐婧. 建筑工程造价预结算的审核方法与重点 [J]. 上海商业, 2021, (09): 154-155.
- [9] 赵新宇. BIM 技术在智慧建筑工程造价管理中的实践探析 [J]. 居舍, 2021, (21): 168-169.
- [10] 范仲英. 建筑工程造价的影响因素与降低工程造价的方法分析 [J]. 房地产世界, 2021, (12): 63-64.