

全生命周期视角下工程项目计划与成本协同管控研究

单朋杰

南京电子技术研究所 江苏南京 210039

DOI: 10.32629/ems.v8i8.21570

[摘要] 工程项目管理长期将进度计划与成本控制作为两条并行推进的管理线索，二者分别依托网络计划技术与工程量清单、预算定额体系运行，在决策、设计、采购、施工、运维等阶段之间容易形成信息壁垒和响应时滞，使进度偏差与成本偏差相互放大而难以及时纠正。本文从全生命周期视角切入，讨论计划与成本协同管控的内在逻辑，认为二者的协同关系建立在工作分解结构对进度节点与资源投入、成本发生点的映射之上，其贯通程度取决于各阶段之间信息传递的效率与责任划分的方式。在此基础上，本文分析了工程实践中计划与成本相互脱节在组织、方法、契约层面的现实成因，并从数据编码贯通、动态挣值与缓冲联动调控、支付与责任机制协同、决策与设计阶段成本前置四个方面，讨论了全生命周期视角下协同管控的实现路径，为工程项目管理体系的优化提供参考。

[关键词] 全生命周期；工程项目管理；进度计划；成本控制；协同管控

引言

工程项目管理体系的现行架构，很大程度上延续了分阶段发包、分阶段验收的组织传统。这种分工使进度计划与成本控制形成了两套相对独立的信息系统：进度计划依托网络计划技术、关键路径或关键链方法描述活动之间的逻辑与时间关系，成本控制则依托工程量清单、预算定额和合同价格体系归集费用。两套系统的时间颗粒度、数据结构和责任主体并不同源，衔接主要依靠人工比对与定期会议，滞后性较为明显。

这种滞后性带来的直接后果是，进度提前或延误的决策往往在成本信息尚未同步更新的情况下做出，而成本超支的预警又常常落后于实际已经发生的进度偏差。从全生命周期视角重新审视，工程项目的价值实现不止于竣工交付节点，它延伸至运维阶段的能耗、维修与更新支出。协同管控的对象因此值得从施工阶段单一环节的进度与成本关系，拓展到决策、设计、采购、施工、运维各阶段之间的传递效应上，把计划与成本的协同放在贯通全过程的信息回路中来理解。

一、计划与成本协同的内在逻辑

（一）进度节点与成本发生点的同构映射

工作分解结构将项目拆分为可管理的活动单元，进度节点背后通常对应着相对确定的资源投入和费用发生，这是挣值管理得以建立的基础：进度的提前或滞后会通过资源占用曲线反映为成本在时间轴上分布的变化，也会同时表现为总额层面的增减。在设计-采购-施工任务并行推进的项目组织方式（如工程总承包模式）下，这种映射关系更为复杂，进

度提前带来的收益和返工带来的成本代价可能同时存在于同一并行区间内，协同关系不再是简单的线性对应。已有研究针对工程总承包模式下设计-采购-施工任务并行执行的特征，构建了多参量灰色网络模型，用以量化并行执行过程中进度、费用与质量目标之间的相互约束关系，为识别关键时间节点与成本节点的联动机制提供了可操作的分析工具^[1]。这一类研究提示，协同管控在方法论层面需要能够刻画活动并行、返工与不确定性共同作用下的动态关联，不能停留在对单一线性网络的静态描述。

这种同构映射会随资源投入方式的调整而重新分布，并不保持固定不变。以资源负荷网络计划为例，同一进度目标往往对应着多条可选的资源配置路径，各条路径下费用发生的时间节奏并不相同：把资源集中投入到关键工序的前段，通常有利于压缩总工期，但会在项目早期形成较高的资金占用；把资源较为均匀地铺开在整个工期内，资金占用相对平缓，抵御工期波动的余地却随之收窄。这一权衡说明，协同管控所依赖的映射关系本身留有管理者可以调节的空间，进度计划的编制不仅是活动逻辑关系的排列，也是资源与费用节奏的选择。不确定性与返工的存在，还会使这一映射关系进一步偏离最初的静态设定。当某项活动因质量问题或设计变更需要返工时，其占用的时间与所需的费用往往需要同时重新计量，如果这种重新计量只在进度计划中体现，未能同步进入成本核算环节，协同关系就会在返工发生的局部环节出现断裂。把返工现象纳入并行执行的联合优化框架，正是应对这一问题的技术路径之一。

(二) 全生命周期贯通对协同边界的重构

决策阶段的目标成本设定、设计阶段的限额设计、项目实施的进度与成本动态监控、运维阶段的运行成本反馈，理论上构成一个跨阶段的闭环。当运维阶段积累的能耗与维修数据能够反馈到设计阶段的方案比选之中，协同管控的边界就从单一阶段扩展为覆盖全生命周期的信息回路，进度决策也随之具备了超越当期工期目标的评价维度。这一重构看重的是不同阶段产生的进度数据和成本数据能够在共同的编码规则下相互调用，使前一阶段的决策后果能够被后一阶段识别和验证，各阶段的管理工具本身则可以保留与其专业特点相适配的具体形式。

(三) 资源约束与现金流约束的耦合

在多项目并行、资源有限的情境下，进度压缩带来的收益需要通过费用的边际变化来衡量。针对资源约束下项目群工期与费用优化问题的研究表明，子网络之间因资源冲突而产生的动态调整，会同时作用于局部合同项目的工期和费用水平，也会影响项目群整体的费用结构，进度优化因此不能脱离资源占用的整体格局单独展开^[2]。现金流约束是协同管控中同样重要却容易被忽视的维度：里程碑支付机制下的多模式多项目调度需要在保证现金流平衡的前提下安排活动顺序，这说明成本对进度的约束不仅体现在预算总量的限制上，也体现在资金到位时序与工程推进节奏之间的匹配关系上^[3]。计划与成本的协同，因此也是资源计划与资金计划的协同。

在实际操作中，资源约束和现金流约束往往同时存在并相互牵制：资源紧张时压缩工期需要额外的资金投入去换取关键资源的提前到位，而资金紧张时控制资金占用又可能要求项目在资源调配上做出让步、放缓局部工序的推进节奏。协同管控若只盯住其中一个约束条件，容易在另一个维度上积累新的风险，这也是多资源、多约束情境下项目群调度研究持续细化的现实动因。

二、计划与成本相互脱节的现实成因

(一) 组织层面

设计单位、造价咨询机构、施工总包、监理单位各自对进度或成本的某一侧面负责，进度信息和成本信息分别沿着不同的管理链条报送，在组织边界处容易发生信息衰减。协同管控多依赖定期例会和人工比对，这种协调方式能够处理已经显性化的偏差，但对偏差形成过程中的联动关系缺乏及时的捕捉能力。

(二) 方法层面

网络计划技术对活动之间的时间逻辑刻画较为精细，但对资源占用引起的成本波动的刻画能力有限；成本核算体系对分部分项工程的费用归集较为精细，但对进度提前或滞后引起的资源闲置成本、赶工成本的动态变化捕捉不足。二者在时间颗粒度和数据结构上的错位，使协同调控缺乏共同的计算基础。缓冲设置方式的选择本身即体现了进度与成本的权衡：集中式缓冲管理通过资源提前到来把握活动提前完工的机会，能够以较小的成本增量换取工期的缩短；分散式缓冲管理则依赖对活动完工率概率分布的估计，在不显著增加库存成本的前提下分散工期风险^[4]。两种缓冲模式对应不同的进度与成本平衡取向，若不结合项目自身的资源结构和风险偏好加以选择，缓冲管理很容易停留在形式上的时间预留，未能真正服务于成本目标。此外，不同工序在持续时间的不确定性和资源依赖程度上存在差异，若对全部工序采用统一的监控阈值，容易造成部分工序被过度监控、另一部分工序的风险被低估，基于工序异质性设置差异化的缓冲监控方式，是使进度偏差预警与成本偏差预警保持同一节奏的技术前提^[5]。

(三) 契约与制度层面

现行合同计价方式和支付节点设计，多以完工百分比或既定里程碑作为付款依据。这种安排在进度提前时未必能够同步释放资金支持后续工序的加速推进，在进度滞后时也未必能够及时触发成本预警和责任追溯，契约层面对进度与成本联动关系的激励设计相对薄弱，使协同管控缺乏制度层面的持续动力。

组织、方法与契约这三个层面的成因并不彼此独立：责任主体的分置制约着方法工具的选择范围，方法工具在时间颗粒度上的局限又降低了契约条款设计的精细化空间，契约激励的不足则进一步固化了各责任主体各自为战的组织格局。脱节现象因此很少表现为单一环节的缺失，更多是三个层面相互加强、共同维持的一种状态，这也说明单点的信息化改造或单一合同条款的调整，往往难以单独带来协同管控效果的明显改善。

三、全生命周期视角下协同管控的实现路径

(一) 建立跨阶段统一的对应规则

将工作分解结构与成本科目、合同结构、资源计划在同一套编码规则下对应，使决策、设计、施工、运维各阶段产生的进度数据和成本数据能够在相近的颗粒度下汇聚。编码

贯通看重的是不同工具产生的数据具备可以相互识别的接口，各阶段仍可以保留适合自身特点的具体管理工具，减少的是人工转译带来的时滞和失真，增加的是后续动态调控可以共用的计算基础。

（二）挣值原理与缓冲监控的联动

在项目实施，将挣值原理与关键链缓冲监控结合，依据工序异质性和不同类型活动设置差异化的监控阈值，可以使进度偏差与成本偏差的报警节奏趋于一致，避免成本预警滞后于已经发生的进度问题。这一联动机制在操作上可以具体为：当某类工序的进度偏差超过其对应阈值时，同步核算该偏差在资源占用和分包结算上的费用影响，并将结果推送给同时具备进度决策权和成本审批权的责任人，使预警信息在同一决策节点上完成汇合，减少沿两条平行管理链条分别传递、事后再比对的环节。阈值的设定也不宜一成不变，可以随项目进入不同阶段、资源紧张程度变化而调整，使预警机制本身具备一定的动态适应能力。对于设计-采购-施工并行推进的项目，可以借助多目标联合优化模型量化并行执行过程中进度、费用与质量之间的相互约束，为关键节点上的资源调配提供依据，使协同调控从事后比对转向事中干预。

（三）把资金安排嵌入进度计划

将支付节点与实际完工进度、资源占用状况绑定，通过里程碑支付与现金流平衡调度的结合，使资金流动与进度安排相互适配，可以减轻因资金到位滞后而被迫调整进度、或因赶工超支挤占后续现金流的情况。在资源受限的项目群中，还需要通过动态调整子网络之间的资源占用顺序，兼顾局部合同项目工期压缩带来的收益与项目群整体费用水平的变化，使责任主体在压缩工期时能够同时看到费用侵蚀的边界，把局部工期优化的决策放回项目群整体费用的约束框架中权衡。

（四）把协同起点提早

将目标成本和限额设计的理念嵌入方案比选与进度计划编制的早期环节，使设计方案在选定阶段就同步评估其对施工进度和运维成本的影响，能够避免协同管控被压缩在施工阶段这一相对被动的环节。决策阶段形成的进度与成本联合评估结论，值得在设计变更和施工组织调整发生时被重新调用和校验，成为贯穿项目周期的持续参照依据，减少其停留在项目启动阶段、生成之后便不再回溯的状况。这一前置机

制若要真正发挥作用，还需要运维阶段的实际能耗和维修数据能够按可比口径反馈到设计标准中，形成跨越决策、设计、施工、运维的完整环路，使全生命周期的表述具备可以验证的数据支撑，不只停留在决策文件的措辞层面。

四、结论与启示

全生命周期视角下的计划与成本协同管控，其价值不在于让进度体系与成本体系在形式上保持对称，也不依赖某一种模型对分阶段管理分工的整体替代。协同管控真正倚重的是数据流与责任链在不同阶段、不同职能主体之间的持续打通，使进度决策能够及时获得成本反馈，使成本控制能够及时响应进度变化，并让这种反馈关系持续延伸至运维阶段，不止在竣工验收环节完成闭环。

从管理实践的角度看，可以考虑在项目决策阶段建立进度与成本联合评估环节，在合同管理中强化支付节点与实际进度、资源占用数据的绑定，在信息化建设中推动统一编码规则覆盖决策、设计、施工、运维各阶段，使前序阶段的经验教训能够沉淀为后续阶段可调用的参数，减少同类偏差反复发生的情况。这些方向并不指向单一的技术方案，更多依赖于组织责任、契约条款与数据规则的协同调整，也留有结合具体工程类型、合同模式和资源约束条件进一步细化的空间。

【参考文献】

- [1] 王婷, 丰景春. EPC 模式下设计-采购-施工任务并行执行的多目标联合优化模型——基于 z 标记的多参量灰色 GERT 网络[J]. 系统管理学报, 2023, 32(4): 687-700.
 - [2] 丰景春, 董灵莉. 多资源约束下基于关键链的项目群工期-费用优化[J]. 中国管理科学, 2022, 30(4): 132-143.
 - [3] 何羽康, 贾涛, 王能民. 基于里程碑支付的多模式多项目现金流平衡调度优化[J]. 运筹与管理, 2023, 32(8): 38-43.
 - [4] 张俊光, 季飞. 基于开工柔韧性的关键链项目缓冲分配方法[J]. 中国管理科学, 2021, 29(8): 126-135.
 - [5] 张俊光, 李婧. 基于工序异质性的关键链项目缓冲监控[J]. 中国管理科学, 2022, 30(6): 106-115.
- 作者简介：单朋杰（1993.03-），男，汉族，河南安阳人，硕士，工程师，研究方向：项目管理。