

港口行业大型工程多项目并行进度计划协同管理研究

文 / 彭锐杰 广东盐田港深汕港口投资有限公司

摘要: 随着全球贸易的快速发展,港口作为重要的交通枢纽,其大型工程建设呈现多项目并行的趋势。本文针对港口行业大型工程多项目并行进度计划协同管理展开研究,剖析了此类工程规模大、关联性强、受外部因素影响大等特点,以及当前进度管理中存在的计划编制缺乏协同、资源分配不合理、信息沟通不畅等问题。通过提出进度计划编制优化、资源协同配置、动态监控与调整等管理方法,结合项目管理信息系统、BIM技术、物联网与大数据等技术工具,设计组织、信息、利益共享与风险共担等协同管理机制,并通过实际案例验证了协同管理的有效性,为提升港口工程建设管理水平提供参考。

关键词: 港口工程;多项目并行;进度计划;协同管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.092

引言

随着全球贸易的蓬勃发展,港口作为国际物流运输的关键枢纽,其大型工程建设规模与日俱增,多项目并行施工已成为常态。此类工程具有规模大、关联性强、受外部因素影响大等特点,传统进度管理模式难以满足其复杂需求,资源冲突、进度延误等问题频发。本文聚焦港口行业大型工程多项目并行进度计划协同管理,深入剖析现存问题,探索科学管理方法、技术工具与协同机制,旨在提升港口工程建设管理效率与质量^[1]。

一、港口行业大型工程多项目并行的特点

(一) 工程规模大、投资高、周期长

港口大型工程涉及码头建设、航道疏浚、防波堤修筑等多个子项目,单个项目投资动辄数亿元甚至数十亿元,建设周期长达数年。以某大型集装箱码头建设项目为例,其投资规模达50亿元,建设周期为4年,涵盖码头主体结构施工、装卸设备安装调试等多个复杂环节。多个此类大型项目并行建设,对资金、人力、设备等资源的需求巨大,进度管理难度显著增加^[2]。

(二) 项目之间关联性强

港口工程各项目之间存在紧密的资源、技术关联。在资源方面,不同项目可能同时需要使用起重机、挖掘机等施工设备,以及水泥、钢材等建筑材料,导致资源竞争激烈。在技术方面,码头建设的基础施工技术会影响到航道疏浚的深度和宽度设计,而物流园区的规划又需考虑与码头装卸作业的衔接^[3]。这种强关联性要求各项目进度计划必须协同编制,确保项目间有序推进。

(三) 受外部因素影响较大

港口工程建设受自然环境和政策法规等外部因素影响明显。自然环境方面,潮汐、风浪、暴雨等恶劣天气会严重影响施工进度,如台风来袭时,海上作业需全部停止,导致工期延误。政策法规方面,环保政策的变化可能要求工程采用更环保的施工工艺,从而增加施工难度和成本,影响进度安排。因此,在进度计划管理中需充分考虑外部因素的不确定性。

二、港口行业大型工程多项目并行进度管理现状与问题分析

(一) 进度管理现状

目前,港口行业大型工程多项目并行进度管理主要采用传统方法。在进度计划编制阶段,多使用甘特图、关键路径法(CPM)、计划评审技术(PERT)等工具,各项目独立编制进度计划。在执行阶段,通过定期召开会议检查进度执行情况。在监控方面,主要依靠人工记录和简单的数据统计分析。这种管理方式虽然能满足单个项目的基本进度管理需求,但在多项目并行时,难以实现整体的协同优化。

(二) 存在的问题

1. 进度计划编制缺乏协同

各项目进度计划相互独立编制,未充分考虑项目间的资源共享和工序衔接,导致资源冲突和进度延误。例如,在某港口建设中,码头建设项目和航道疏浚项目同时需要使用大型挖泥船,由于缺乏协同规划,挖泥船调配冲突,使两个项目均出现工期延迟。

2. 资源分配不合理

不同项目对人力、物力、财力等资源的竞争激烈,缺乏有效的资源协同分配机制。以施工人员为例,若各项目各自为政,可能导致部分项目人员闲置,而另一部分项目人员短缺,降低资源利用效率,影响项目进度。

3. 信息沟通不畅

各项目参与方(业主、设计单位、施工单位、监理单位等)之间信息传递不及时、不准确,形成信息孤岛。例如,设计单位的设计变更信息未能及时传达给施工单位,导致施工返工,延误工期。

4. 缺乏有效协同机制

现有的管理模式缺乏针对多项目并行的协同管理机制,难以应对复杂问题和突发情况。当出现资源冲突或进度偏差时,无法迅速做出有效的协调和调整决策。

三、港口行业大型工程多项目并行进度计划协同管理方法

(一) 进度计划编制方法优化

在港口大型工程多项目并行管理中,传统进度计划

编制方法难以协调项目间复杂逻辑关系与资源调配难题。为此，本文提出基于多项目优先级评估与资源平衡分析的优化方案。核心环节是构建优先级评估指标体系，从战略重要性、工期紧迫性、资源需求程度三大维度设定具体指标，如战略重要性考量港口布局优化、区域经济带动作用，工期紧迫性结合合同期限与市场机遇，资源需求程度涵盖人力、设备、材料的稀缺性与投入规模。运用层次分析法（AHP）确定指标权重，通过专家打分实现定性与定量结合，完成多项目优先级排序，保障高优先级项目资源供给^[4]。资源平衡分析则依据项目资源需求曲线，动态调整开始时间与进度，错峰安排需求高峰期，避免资源浪费与短缺，实现均衡高效分配。

（二）资源协同配置方法

在港口工程多项目并行建设中，资源需求因施工进度、技术变更等因素呈现动态变化，传统配置方式难以满足需求。为此，需构建系统化的资源协同配置模型，并引入遗传算法、粒子群优化算法等启发式算法，以应对多目标、多约束的复杂资源分配问题。资源协同配置分为三个阶段：首先，通过物联网传感器实时采集施工设备、人员和材料的使用数据，运用时间序列分析与机器学习技术，精准预测资源需求；其次，结合配置模型与项目优先级评估结果，制定资源分配方案，优先保障关键项目与节点；最后，在项目执行中持续监控资源使用，一旦出现短缺或闲置，立即通过重新分配、租赁等方式动态调整，实现资源的最优配置^[5]。图1展示了资源协同配置流程示意图。

（三）进度动态监控与调整方法

建立基于偏差分析的进度动态监控机制，是保障港口多项目并行进度可控的重要手段。首先，依据项目特点和合同要求，设定关键节点偏差阈值，作为判断项目进度是否正常的量化标准。通过项目管理信息系统，实时采集各项目实际进度数据，与计划进度进行对比分析，及时发现进度偏差。

当进度偏差出现时，运用挣值分析法（EVM），从成本、进度两个维度评估偏差程度和影响范围。若偏差较小，可通过调整资源调配计划，如增加人力投入、延长设备作业时间等方式追赶进度；若偏差较大，则需综合运用

工期压缩技术，包括采用并行作业、优化关键路径、引入新技术新工艺等措施，重新制定详细的进度调整方案，确保项目最终按时交付。

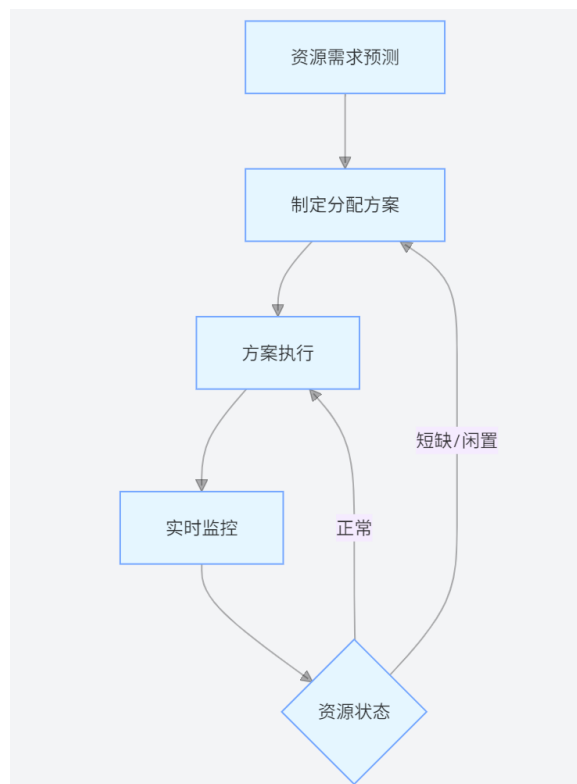


图1 资源协同配置流程示意图

四、港口行业大型工程多项目并行进度计划协同管理技术应用

（一）项目管理信息系统（PMIS）应用

项目管理信息系统（PMIS）在港口多项目并行进度计划协同管理中发挥着核心枢纽作用。其涵盖进度计划管理、资源管理、成本管理、风险管理等多个功能模块，通过集成化的数据管理平台，实现多项目数据的集中存储、共享与实时更新。

各参与方能够通过PMIS快速获取项目进度、资源使用、成本支出等关键信息，打破信息壁垒，提高沟通效率。表1详细列出了PMIS各功能模块及其核心功能描述，清晰呈现系统在项目管理中的全方位支持作用。

表1：项目管理信息系统功能模块表

模块名称	功能描述
进度计划管理	编制、调整、监控项目进度计划，生成甘特图、进度报表等可视化成果
资源管理	分析资源需求、优化资源分配方案、动态调度资源，实现资源全生命周期管理
成本管理	编制成本预算、实时核算成本支出、严格控制成本超支风险
风险管理	识别潜在风险因素、评估风险等级、制定风险应对策略，降低风险影响

（二）BIM（建筑信息模型）技术协同应用

BIM技术凭借其三维可视化、信息集成化等优势，为港口工程多项目并行管理提供了创新解决方案。通过构建三维模型，能够直观展示项目空间布局和施工流程，提前发现设计冲突、管线碰撞等问题，减少施工阶段的变更与返工。

在进度协同方面，BIM-4D技术将时间维度融入三维模型，实现施工过程的动态模拟。通过模拟不同施工方案下的进度效果，优化进度计划，合理安排施工顺序和资源投入。此外，BIM模型与PMIS系统的集成，打通了设计、施工、管理各环节的数据流通渠道，实现工程全生命周期信息共享，为项目决策提供全面支持^[6]。

（三）物联网（IoT）与大数据技术支撑

物联网技术通过在施工设备、人员、材料上安装传感器，构建起施工现场的实时感知网络。例如，在起重机上安装传感器，可实时获取设备运行状态、工作负荷、位置信息等数据；在人员安全帽中嵌入定位芯片，实现人员作业轨迹追踪。结合大数据技术，对海量实时数据进行深度分析挖掘，能够预测设备故障风险、优化人员调度方案、分析材料消耗规律，为进度计划协同管理提供科学的决策依据，推动管理模式向智能化、精细化转型。

五、港口行业大型工程多项目并行进度计划协同管理机制设计

（一）组织协同机制

科学的组织架构是实现多项目并行管理协同高效的基础。成立由业主方牵头，联合设计单位、施工单位、监理单位等相关负责人组成的跨项目协调小组，明确各参与方在进度计划协同管理中的职责与分工。建立定期协同会议制度，针对项目间资源冲突、进度衔接等问题进行集中研讨与决策，打破组织壁垒，形成协同工作合力，保障项目有序推进。

（二）信息协同机制

制定统一的信息标准与编码规则，是确保多项目间信息一致性与兼容性的关键。构建信息共享平台，整合各项目进度、资源、质量等信息，实现信息的实时传递与共享。设计规范的信息沟通流程，明确信息收集、审核、发布、反馈各环节的责任主体和时间节点，消除信息孤岛，提高信息传递效率，为项目协同管理提供坚实的信息保障。

（三）利益共享与风险共担机制

建立多项目参与方的利益共享与风险共担机制，能够有效激发各方协同合作的积极性。通过合同条款、激励措施等方式，将各参与方的利益与项目整体进度目标紧密挂钩，对提前完成任务、节约成本的单位给予奖励；同时，制定详细的风险分担原则与方案，明确在项目进度延误、资源短缺等风险发生时，各方应承担的责任与补偿方式，实现风险共担、利益共享，推动项目顺利实施。

六、案例分析

以某沿海港口的综合性扩建工程为例，该项目包含新建集装箱码头、航道拓宽疏浚以及临港物流园区建设三个大型子项目，总投资达80亿元，建设周期为3年。由于三个项目在资源需求与施工工艺上存在紧密关联，传统管理模式难以满足需求，因此全面应用了本文提出的协同管理方法与技术。

在进度计划编制阶段，首先构建优先级评估指标体系，从战略重要性、工期紧迫性和资源需求程度三个维度对项目进行评估。新建集装箱码头作为提升港口核心竞争力的关键项目，在战略重要性上得分最高；航道拓宽疏浚因需配合航运高峰期安排施工，工期紧迫性权重较大。通过层次分析法确定权重后，明确集装箱码头为优先级最高项目，物流园区建设次之。结合各项目资源需求曲线，运用资源平衡分析调整进度安排，将物流园

区的部分基础施工与码头建设错开，避免了混凝土搅拌设备的使用冲突。

资源协同配置方面，利用物联网设备实时采集施工设备、人员和材料数据。在项目初期，系统预测到三个月后三个项目对挖掘机的需求将达到高峰，可能出现设备短缺。基于资源协同配置模型和优先级评估结果，通过粒子群优化算法重新分配设备资源，提前租赁5台挖掘机，并调整各项目使用时间，使设备资源得到充分利用。同时，根据实时监控数据，动态调整人员和材料分配，如在物流园区建设中发现钢材使用效率较低，及时将部分钢材调配至集装箱码头项目。

进度动态监控借助项目管理信息系统与BIM-4D技术实现。当集装箱码头的桩基施工进度出现5%的偏差时，系统通过挣值分析法评估后，立即启动调整方案。在不影响质量的前提下，增加两个施工班组，采用三班倒作业方式，并优化关键路径上的工序衔接，成功在两周内追回进度。

在协同管理机制保障下，各参与方通过跨项目协调小组每周召开会议，及时解决设计变更与施工冲突问题。信息共享平台实现了设计图纸、进度报表等数据的实时更新，设计单位的一次重要管线布局变更通过平台及时传达给施工单位，避免了200万元的返工损失。

最终，该港口扩建工程在应用协同管理方法后，整体工期缩短了12%，资源利用率提高了18%，成本节约约5000万元，有效验证了本文提出的港口行业大型工程多项目并行进度计划协同管理体系的有效性与实用性。

结语

本文对港口行业大型工程多项目并行进度计划协同管理进行了深入研究，分析了工程特点和管理现状，提出了针对性的管理方法、技术工具和协同机制，为港口工程建设提供了科学的管理思路和方法，有助于提高港口工程建设管理水平。未来，随着数字化、智能化技术的发展，港口工程多项目并行进度计划协同管理将向更智能化、精细化方向发展。后续研究可进一步探索人工智能、数字孪生等新技术在协同管理中的应用，提升港口工程建设的智能化水平。

参考文献

- [1] 王强. 多项目管理中进度计划与资源优化配置研究[J]. 项目管理技术, 2022, 20(08): 105-110.
- [2] 李华. 基于协同理论的工程项目管理信息共享机制研究[J]. 工程管理学报, 2023, 37(03): 121-126.
- [3] 张明. BIM技术在港口工程施工管理中的应用[J]. 水运工程, 2021, 49(06): 135-140.
- [4] 刘刚. 物联网与大数据在建筑工程管理中的应用[J]. 建筑经济, 2022, 43(07): 112-117.
- [5] 陈敏. 大型工程项目组织协同管理模式研究[J]. 管理现代化, 2023, 43(04): 102-107.
- [6] 赵辉. 多项目优先级评估方法及其在工程管理中的应用[J]. 工程建设与设计, 2021, (15): 235-238.