

海工改装项目中进度计划与资源分配的优化方法

嵇 敏

上海中远海运重工有限公司 上海 201913

摘要：海工改装项目涉及海上钻井平台等多种装备，具有技术复杂、环境恶劣等特点。进度计划与资源分配是项目管理核心，但目前二者均存在问题。进度计划编制不科学、动态调整能力不足；资源分配不均衡、缺乏灵活性。二者相互影响制约。基于此，提出基于关键路径法、考虑不确定性、多目标协同的进度计划优化方法，以及资源均衡分配、资源约束下、考虑资源协同的分配优化方法，以提升项目管理水平。

关键词：海工改装项目；进度计划；资源分配；优化方法

1 海工改装项目概述

1.1 海工改装项目的特点与分类

海工改装项目是指对海洋工程装备，如海上钻井平台、浮式生产储卸油装置（FPSO）、海洋工程船等进行改造、升级或功能拓展的工程活动。其具有显著特点：一是技术复杂性高，涉及多个专业领域，如结构力学、船舶工程、海洋工程、电气自动化等，各专业之间相互关联、相互影响，任何一个环节出现问题都可能影响整个项目的进展；二是施工环境恶劣，海工装备多处于海洋环境中，受海洋气候、海浪、海流等因素影响大，施工难度和风险增加；三是项目周期长，从项目策划、设计、采购、施工到调试、交付，整个过程往往需要数年时间；四是成本高昂，涉及大量的人力、物力和财力投入，对成本控制要求严格^[1]。海工改装项目根据不同的分类标准可分为多种类型。按改装目的可分为功能拓展型，如将普通海洋工程船改装为具有特定作业功能的工程船；升级改造型，对现有装备的技术性能进行提升，以满足新的作业要求；维修保养型，对装备进行定期的维修和保养，确保其正常运行。按改装对象可分为固定式海工装备改装，如海上钻井平台的改装；浮式海工装备改装，如FPSO的改装。

1.2 进度计划与资源分配的重要性

在海工改装项目中，进度计划和资源分配是项目管理的核心要素，对项目的成功实施起着至关重要的作用。合理的进度计划能够明确项目各阶段的工作任务、时间节点和里程碑，为项目团队提供清晰的工作指引，确保项目按照预定的时间完成。同时，进度计划也是协调项目各方工作、监控项目进展、及时发现问题并采取措施进行调整的重要依据。如果进度计划不合理，可能导致项目工期延误，增加项目成本，影响项目的经济效益和社会效益。资源分配则是确保项目顺利进行的基

础。海工改装项目需要投入大量的人力、物力和财力资源，包括各类专业技术人员、施工设备、材料等。合理的资源分配能够根据项目的进度计划和任务需求，将资源准确地分配到各个工作环节，提高资源的利用效率，避免资源的浪费和闲置。同时资源分配还需要考虑资源的可用性和限制条件，确保资源的供应能够满足项目的需求，避免因资源短缺而导致项目停滞。

1.3 海工改装项目的主要流程

海工改装项目的主要流程包括项目策划、设计、采购、施工和调试交付等阶段。在项目策划阶段，需要明确项目的目标、范围、可行性，制定项目的总体计划和预算。这一阶段需要进行充分的市场调研和技术分析，评估项目的风险和收益，为项目的决策提供依据。设计阶段是根据项目策划的要求，进行详细的设计工作，包括结构设计、工艺设计、电气设计等。设计工作需要充分考虑海工装备的实际情况和作业要求，确保设计方案的科学性、合理性和可行性。设计阶段还需要与相关部门和单位进行沟通和协调，确保设计方案符合相关法规和标准的要求。采购阶段是根据设计要求，采购项目所需的设备、材料和零部件。采购工作需要选择合适的供应商，签订采购合同，确保采购的物资质量可靠、价格合理、交货及时。在采购过程中，还需要对采购的物资进行检验和验收，确保其符合设计要求。施工阶段是将设计方案转化为实际工程的过程，包括结构改造、设备安装、管道铺设等。施工阶段需要严格按照设计图纸和施工规范进行施工，加强施工现场管理，确保施工质量和安全。同时，施工阶段还需要与设计和采购部门进行密切配合，及时解决施工过程中出现的问题。调试交付阶段是对改装后的海工装备进行调试和测试，确保其性能符合设计要求。调试工作包括单机调试、联合调试和系统调试等，需要对装备的各项性能指标进行全面检测

和验证。调试合格后，将装备交付给业主使用，并提供相关的技术培训和售后服务。

2 海工改装项目进度计划与资源分配的现状及问题分析

2.1 进度计划现状及问题

目前，海工改装项目在进度计划方面存在一些问题。一方面，进度计划编制不够科学合理。部分项目在编制进度计划时，缺乏对项目实际情况的深入了解和分析，仅凭经验或主观判断制定计划，导致计划与实际脱节。例如，在估算工期时，没有充分考虑施工环境的复杂性和不确定性，对一些关键工作的工期估算过短，使得项目在实际执行过程中难以按照计划进行^[2]。另一方面，进度计划的动态调整能力不足。海工改装项目在实施过程中，往往会受到各种因素的影响，如设计变更、设备供应延迟、恶劣天气等，这些因素可能导致项目进度发生变化。然而，部分项目在进度计划调整方面缺乏有效的机制和方法，不能及时根据实际情况对计划进行调整，导致项目工期延误。进度计划的监控和反馈机制也不完善，不能及时发现项目进展中的问题，影响了项目的整体进度。

2.2 资源分配现状及问题

在资源分配方面，海工改装项目也存在一些亟待解决的问题。首先是资源分配不均衡，在项目实施过程中，往往会出现某些工作环节资源过剩，而另一些工作环节资源短缺的情况。例如，在施工高峰期，可能会出现人力资源不足，导致施工进度缓慢；而在一些非关键工作环节，却存在设备闲置的情况，造成资源的浪费。其次是资源分配缺乏灵活性，海工改装项目的资源需求具有动态变化的特点，随着项目的进展，不同阶段对资源的需求也会有所不同。然而，部分项目在资源分配时，没有充分考虑这种动态变化，采用固定的资源分配方式，导致资源不能根据实际需求进行及时调整，影响了项目的顺利进行。另外，资源分配过程中还存在信息沟通不畅的问题，各部门之间不能及时共享资源信息，导致资源分配决策缺乏科学依据。

2.3 进度计划与资源分配的相互影响

进度计划和资源分配在海工改装项目中是相互影响、相互制约的关系。一方面，进度计划对资源分配具有指导作用，合理的进度计划能够明确项目各阶段的工作任务和时间节点，为资源分配提供了依据。根据进度计划，可以确定不同阶段所需的资源种类和数量，从而进行有针对性的资源分配。如果进度计划不合理，可能会导致资源分配的混乱，出现资源浪费或短缺的情况。

另一方面，资源分配也会影响进度计划的执行，资源的充足供应和合理配置是确保项目按照进度计划进行的关键。如果资源分配不足或不合理，可能会导致某些工作环节无法按时完成，从而影响整个项目的进度。例如，人力资源不足可能会导致施工进度缓慢，设备供应延迟可能会导致项目停工待料。

3 海工改装项目进度计划的优化方法

3.1 基于关键路径法（CPM）的进度计划优化

关键路径法（CPM）是一种常用的项目进度管理方法，它通过分析项目网络图中各活动之间的逻辑关系和时间参数，确定项目的关键路径，从而找出影响项目工期的关键活动。在海工改装项目中，应用CPM方法可以优化进度计划。首先，对项目进行工作分解结构（WBS）分析，将项目分解为多个具体的活动，并确定各活动之间的先后顺序和依赖关系。然后，估算每个活动的持续时间，绘制项目网络图。通过计算网络图中各活动的最早开始时间、最早结束时间、最迟开始时间和最迟结束时间等时间参数，确定项目的关键路径^[3]。针对关键路径上的活动，采取重点管理和监控措施，确保这些活动能够按时完成。例如，增加资源投入、优化施工方案、加强协调沟通等，以缩短关键活动的持续时间，从而缩短项目的总工期。同时对非关键路径上的活动，可以根据资源的可用性和项目的实际情况，进行适当的资源调整和工期优化，提高资源的利用效率。

3.2 考虑不确定性的进度计划优化

海工改装项目在实施过程中面临着诸多不确定性因素，如设计变更、设备供应延迟、恶劣天气等，这些因素会对项目进度产生重大影响。因此，在进度计划优化中需要考虑不确定性因素。可以采用蒙特卡洛模拟方法，对项目中的不确定性因素进行模拟分析。首先，确定影响项目进度的不确定性因素及其概率分布，如活动持续时间的概率分布、设备供应时间的概率分布等。然后，通过多次模拟项目进度，生成项目工期的概率分布曲线。根据模拟结果，分析项目在不同情况下的工期变化情况，确定项目的风险水平。在此基础上，制定相应的风险应对措施，如预留一定的时间缓冲、增加备用资源等，以提高项目进度计划的可靠性和灵活性。例如，在关键路径上设置时间缓冲，当出现不确定性因素导致关键活动延误时，可以利用时间缓冲来保证项目总工期不受影响。

3.3 多目标协同的进度计划优化

海工改装项目的进度计划优化不仅仅是缩短项目工期，还需要考虑其他目标，如成本、质量、安全等。因

此需要采用多目标协同的优化方法。可以建立多目标优化模型，将项目工期、成本、质量、安全等目标作为模型的优化目标，通过设定各目标的权重，将多目标优化问题转化为单目标优化问题。在模型求解过程中，可以采用智能优化算法，如遗传算法、粒子群算法等。这些算法具有全局搜索能力强、能够处理复杂非线性问题的特点，能够找到满足多目标要求的最优进度计划。例如，通过遗传算法对多目标优化模型进行求解，可以得到一组帕累托最优解，项目管理者可以根据项目的实际情况和决策偏好，从这组解中选择最合适的进度计划。

4 海工改装项目资源分配的优化方法

4.1 资源均衡分配优化

资源均衡分配优化旨在使项目在整个实施过程中资源的需求波动最小化，提高资源的利用效率。可以采用资源均衡算法，如最小方差法、最小差值法等。以最小方差法为例，首先计算项目各时间段的资源需求量，然后计算各时间段资源需求量与平均资源需求量的方差。通过调整非关键活动的开始时间，使得各时间段的资源需求量尽可能接近平均资源需求量，从而降低方差。在调整活动开始时间时，需要遵循一定的规则，如不能改变活动的逻辑关系、不能超过活动的最早开始时间和最迟结束时间等。通过资源均衡分配优化，可以避免资源在某些时间段过度集中，而在其他时间段闲置的情况，提高资源的利用效率，降低项目成本。

4.2 资源约束下的资源分配优化

在海工改装项目中，资源往往是有限的，如人力资源、设备资源等。在资源约束条件下，如何进行合理的资源分配，确保项目能够顺利完成，是一个重要的问题。可以采用线性规划、整数规划等数学规划方法，建立资源约束下的资源分配模型。在模型中，将项目活动作为决策变量，以资源约束条件作为约束方程，以项目工期最短或成本最低等目标作为优化目标。通过求解模型，可以得到在资源约束条件下的最优资源分配方案。例如，在人力资源约束下，通过线性规划模型可以确定每个活动所需的人员数量和人员技能要求，从而实现人力资源的合理配置。在资源分配过程中，还需要考虑资源的优先级和重要性，优先保障关键活动的资源需求。

4.3 考虑资源协同的分配优化

海工改装项目涵盖众多类型的资源，像人力资源、设备资源、材料资源等，且不同类型资源间存在紧密的协同关系。以人力资源和设备资源为例，二者协同使用可显著提升施工效率。比如在进行海上钻井平台结构改造时，大型起重设备吊运构件，若没有专业且数量足够的起重工、信号工等配合，设备就无法高效运转，施工进度也会受阻；反之，若人员充足但设备故障或数量不足，人员也只能闲置等待^[4]。因此，在资源分配优化环节，必须充分考虑资源协同因素。可构建资源协同分配模型，把资源间的协同关系精准纳入其中。在求解该模型时，采用多目标优化方法，全面考量资源协同效果、项目工期、成本等多方面因素。通过科学优化资源分配，让各类资源实现协同运作。如依据施工流程，合理安排人力资源和设备资源的使用时间，使设备作业时人员及时到位，人员工作时设备正常运转，避免出现设备闲置却人力资源不足，或人力资源闲置而设备不足的状况，进而提高资源的综合利用效率，提升项目整体效益。

结束语

海工改装项目进度计划与资源分配的优化是提升项目管理效能、保障项目成功的关键。本文深入剖析了当前进度计划与资源分配存在的问题，针对性地提出了一系列优化方法。这些方法涵盖了进度计划编制、动态调整以及资源均衡、约束分配和协同优化等多个方面。通过应用这些方法，能够有效解决项目中的进度延误、资源浪费等问题，为海工改装项目的顺利实施提供有力支持，推动行业持续发展。

参考文献

- [1] 吴华明,李明.工程项目中资源分配优化模型研究[J].工程经济与管理, 2020, 32(2):24-29.
- [2] 李晨,赵宇.工程项目资源分配中的多目标优化方法研究[J].建筑经济与管理,2021,34(1):45-50.
- [3] 刘建国,赵丽.人工智能在复杂工程项目进度控制中的展望[J].工程科技发展, 2023, 10 (2) : 35-40.
- [4] 周亮.海工改装项目生产技术准备研究[J].船舶标准化工程师, 2025, 58(2):84-87.