

长输管道施工中的成本控制与经营管理优化策略

高秋香

中石化中原建设工程有限公司 河南 濮阳 457001

摘要: 本文围绕长输管道施工项目,从成本控制与经营管理两个维度提出优化策略。成本控制聚焦材料、人工、机械、施工技术降本及目标成本管控,经营管理涵盖分包管理、施工计划、资源配置、风险管理、质量管控及数字化管理升级。同时探讨了智能化升级路径,为行业可持续发展提供参考。

关键词: 长输管道;成本控制;经营管理;关键路径法;智能化升级

引言:长输管道工程具有投资大、周期长、环境复杂等特点,成本控制与经营管理的有效性直接影响项目效益与企业竞争力。材料浪费、设备闲置、技术滞后等问题普遍存在,需从供应链、资源配置、技术创新等维度构建系统性解决方案。数字化转型趋势要求管理模式向智能化、集约化升级,以应对行业高质量发展的新挑战。

1 长输管道施工成本控制策略

1.1 材料成本控制

(1) 供应链优化与集中采购机制:供应链优化需建立多层次供应商体系,根据材料特性选择合作模式。对大宗材料如焊材、阀门,可与优质供应商签订长期框架协议,锁定价格并约定供货弹性条款,应对市场波动。集中采购需整合项目需求,形成规模效应,增强议价能力。例如,将同一区域多个项目需求汇总,统一招标采购,降低采购单价。建立供应商动态评估机制,从质量、交货期、服务响应等多维度考核,淘汰低效供应商。采购流程需实现数字化管理,通过电子平台实现信息透明化,减少人为干预,提升采购效率。(2) 材料损耗率控制与技术适配性分析:材料损耗率控制需贯穿施工全阶段。施工阶段建立限额领料制度,依据施工图纸精确核定材料用量,对超支部分实行分级审批管理。推广全自动焊接等新型工艺,通过标准化作业流程降低焊接缺陷导致的材料报废。技术适配性分析需建立环境参数数据库建立区域性材料回收中心,对工程余料进行分类编码管理,通过智能匹配系统调配至其他在建项目。

1.2 人工与机械成本控制

(1) 劳动力配置模型与动态调度算法:劳动力配置需基于施工工序分析,建立工种需求预测模型。例如,在管道焊接阶段需配置专业焊工,在防腐阶段需增加防腐人员。采用动态调度算法,根据施工进度实时调整人员安排。例如,当某区域施工进度滞后时,可抽调其他区域人员支援,避免窝工。建立技能矩阵,明确各工种

技能等级及培训需求,通过模块化培训提升人员综合素质^[1]。推行绩效激励机制,将成本控制目标与个人收益挂钩,激发降本增效主动性。例如,对提出有效降本措施的人员给予奖励,对超支工种进行成本分析并改进。

(2) 设备租赁与运维效率提升路径:设备租赁需建立经济性分析模型,根据施工周期、使用频率等因素选择租赁或购置。例如,对短期使用的大型设备采用租赁模式,对长期使用的设备则评估购置成本。优化设备配置方案,通过合理调配减少闲置时间。例如,将同一区域设备统一管理,根据施工需求动态调配。建立标准化运维流程,实施预防性维护,降低故障率及维修成本。例如,对关键设备制定定期保养计划,提前发现并解决潜在问题。利用物联网技术实现设备状态实时监控,通过传感器采集设备运行数据,分析效率瓶颈并优化调度。

1.3 施工技术降本

(1) 针对阀室、场站、储气库等采用预制装配化技术减少现场作业量:推广管道预制装配化技术,将部分施工环节转移至工厂环境。例如,对阀门、弯头等配件进行工厂预制,现场只需完成组装,减少现场焊接及加工时间。建立标准化预制模块库,通过模块化设计实现快速组装,缩短现场工期。采用模块化运输方案,对预制件进行统一编号及包装,减少二次搬运成本。例如,通过BIM技术进行预制件深化设计,提升预制精度,避免现场返工。建立预制件质量追溯体系,对每个预制件进行唯一标识,确保质量可追溯。(2) 焊接工艺优化研发高效焊接工艺,如全自动焊接、激光除锈技术等,提升焊接效率及质量,减少焊材消耗。建立焊接工艺数据库,根据施工条件智能匹配最优参数。例如,通过数据分析确定不同管径、壁厚下的最佳焊接速度及电流参数。

1.4 目标成本的管控措施

施工项目周期长,工作量大,涉及面广、影响因素大,将实际成本与预算成本(目标成本)从人工、材

料、分包、设备费用等作业环节进行细化分解并对比分析,既可以找出当前施工过程中成本投入的重点环节,又可以分析出施工过程与施工计划的成本偏差,注重项目运行过程中的事中控制与反馈,对预算执行出现偏差及时分析原因进行中期调整,同时找准影响制约因素,纠正偏差,确保项目运营效益。

成本控制,分析是关键,纠偏是核心。对差异大的实际成本进行预警,项目通过将预算目标成本与实际成本进行对比分析,深入研究成本变动的规律,检查目标成本的合理性,在成本管控已经到位的情况下,更是通过优化关键工序施工方案、合理组织生产加快工程进度、加快资金回收等措施,确保项目目标毛利率的实现。

2 经营管理优化策略

2.1 分包管理及代发农民工工资程序的优化

(1) 长输管道施工分包管理优化

长输管道施工工程复杂,分包管理是项目顺利推进的关键。专业分包聚焦于特定专业领域,如焊接、定向钻穿越等。此类工程对技术、设备与人员资质要求严苛。在管理上,首先要严格筛选分包商。从企业资质、过往业绩、技术团队实力等多维度考察,确保其具备承接专业工程的能力。合同签订环节,需详细明确工程范围、质量标准、工期节点及违约责任等条款。劳务分包管理重点在于规范劳务用工,督促劳务分包商与农民工签订正规劳动合同,明确工资待遇、工作时间、劳动保护等内容。建立完善的劳务人员信息档案,包括考勤记录、技能水平等。强化安全教育培训,针对劳务人员安全意识薄弱的特点,开展定期的安全知识讲座与实操演练,提高其安全操作技能。

在签订专业及劳务分包合同前,需精准界定分包工作量范畴。对于图纸内工作量,组织技术、预算人员与分包商共同进行图纸会审,明确各分项工程的具体施工内容、规格参数及验收标准,形成详细的工作量清单并作为合同附件,避免后续对图纸工作量的理解分歧^[2]。针对可能出现的超图纸量情况,在合同中设置专项条款,明确超图纸工作量的认定流程。对于因超图纸量而配套增加的措施费,按措施类型分类约定计价方式,如临时设施增设按实际投入材料及人工成本计取,大型机械进出场费用按市场行情及实际使用天数核算等,同时设定措施费上限比例,防止费用虚高。

分包计量结算时,建立多级审核机制规避超图纸施工计量结算风险。在施工过程中,要求分包商每日上报施工进度及工作量完成情况,由现场技术人员对照图纸及变更指令进行初步审核,确保上报内容与实际施工相

符。每月由项目预算部门会同监理单位进行月度工程量盘点,运用三维建模软件对已完工程进行模拟比对,精确核算实际完成工作量与图纸工作量的差异。对于疑似超图纸施工部分,暂停计量结算或采用浮动比例结算,组织专项小组深入现场勘查,结合施工日志、隐蔽工程验收记录等资料综合判定。若确属超图纸施工且符合合同约定,再按既定计价规则结算;若因分包商自身原因导致超图纸施工,则不予计量,并追究其违约责任。

(2) 在代发农民工工资工作中,信息传递不畅是常见问题,涉及多主体、多环节,易出现信息延误或失真。可搭建统一的信息化管理平台,实时上传工资核算、考勤等数据,实现信息共享与透明化,由人力资源部门及第三方视频监控部门共同监管。代发流程繁琐,手续多、耗时长,可推行电子化审批与支付,简化流程,减少纸质材料提交,提高工资发放效率。

2.2 施工计划与资源配置

(1) 关键路径法(CPM)优化工期安排:关键路径法通过识别项目中的关键任务序列,明确工期控制重点。首先需将施工任务分解为可量化节点,绘制网络图,标注各任务的前置关系与预计工期。通过正向推导计算最早开始时间、最早完成时间,逆向推导计算最迟开始时间、最迟完成时间,确定关键路径。针对关键路径上的任务,需制定专项保障措施,如增加资源投入、优化施工工艺等,确保按期完成。对非关键路径任务,可适当调整工期以平衡资源需求。例如,在雨季来临前集中完成管道敷设任务,将防腐、回填等非关键任务延后至天气较好时进行。(2) 多项目并行时的资源平衡机制:多项目并行需建立资源池管理机制,对人力、设备、材料等资源进行统一调配^[2]。首先需建立资源需求预测模型,根据各项目施工计划及进度预测资源需求量。通过资源分配算法,如线性规划、启发式算法等,实现资源在项目间的合理分配。例如,当某项目设备闲置时,可临时调配至其他项目使用,提高设备利用率。建立资源调度平台,实现资源申请、审批、调配的线上化,减少沟通成本。设置资源缓冲机制,预留一定比例的备用资源,应对突发需求。例如,在关键设备上配置备用机组,当主设备故障时迅速切换,避免工期延误。

2.3 风险管理与质量管控

(1) 环境风险、地质风险量化评估体系:环境风险需考虑气候、地形、生态等因素。例如,在沙漠地区施工需评估沙尘暴、高温等风险,在山区施工需评估滑坡、泥石流等风险。地质风险需关注岩土类型、地下水条件、地震活动等。例如,在软土地基上施工需评估沉降

风险,在断层带附近施工需评估地震破坏风险。建立风险量化评估模型,通过专家打分、概率分析等方法,确定风险等级及影响程度。针对高风险区域,需制定专项应对措施,如调整施工方案、增加防护设施等。建立风险监测机制,通过传感器、无人机等技术手段实时监测风险变化,及时调整防控策略。(2)质量控制点前置与过程追溯机制:质量控制点前置需在设计阶段识别关键质量控制点,如管道焊接、防腐层施工等。建立质量策划机制,针对质量控制点制定专项施工方案,明确施工工艺、质量检验方法等。过程追溯机制需建立质量档案,对每个质量控制点的施工过程进行记录,包括施工时间、人员、设备、材料等信息。通过二维码、RFID等技术手段实现质量信息可追溯。建立质量分析机制,定期对质量数据进行统计分析,发现质量趋势及问题根源。

2.4 数字化管理升级

(1) BIM技术全生命周期管理应用:BIM技术可实现项目全生命周期管理[3]在施工阶段,利用BIM模型进行施工模拟,优化施工顺序及资源分配。例如,通过4D施工模拟可直观展示管道敷设过程,提前发现施工冲突。

(2) 物联网设备监测与决策支持系统:物联网设备可实现对施工现场的实时监测,包括设备状态、人员位置、环境参数等。例如,通过在设备上安装传感器,可实时监测设备运行参数,预测设备故障并提前维护。通过在人员安全帽上安装定位装置,可实时掌握人员位置,确保施工安全。建立决策支持系统,对物联网采集的数据进行分析处理,为项目管理提供决策依据。例如,通过分析设备运行数据可评估设备利用率,优化设备调度方案。通过分析人员位置数据可评估施工效率,调整劳动力配置。建立预警机制,当监测数据超过设定阈值时自动触发预警,提醒管理人员采取措施。经营管理优化是长输管道施工项目成功的关键。通过关键路径法优化工期安排、多项目资源平衡机制、环境与地质风险量化评估体系、质量控制点前置与过程追溯机制、BIM技术全生命周期管理应用、物联网设备监测与决策支持系统等策略,可实现项目高效运营。未来,随着数字化技术的

不断发展,经营管理将进一步向智能化、精细化方向演进。施工企业需持续探索创新模式,构建具有竞争力的管理体系。

3 可持续发展优化方向

3.1 智能化升级路径

智能化技术的应用正在逐步改变传统的施工模式,带来更高的效率和更低的成本。全自动焊接技术便是其中一个典型例子。全自动焊接不仅能大幅提升焊接质量,还能显著减少对人工的依赖。全自动焊接具有高精度、高速度的特点,可以在复杂环境中稳定工作,确保焊接接头的质量一致性。全自动焊接还能在恶劣条件下作业,避免了对人体健康的潜在威胁。通过编程控制,全自动可以根据不同工况调整焊接参数,实现最佳焊接效果。AI成本预测也是智能化升级的重要方面。基于历史数据训练的成本估算模型可以帮助企业更准确地预估项目成本,从而制定更为科学合理的预算计划。这类模型通过对大量历史项目信息进行分析,识别出影响成本的关键因素,并据此生成预测结果。相比传统的经验估算方法,AI成本预测模型能够提供更为精确的预算方案,帮助企业在项目初期就做好充分准备,避免后期因预算超支而带来的财务压力。这种模型还能根据市场变化实时更新预测结果,确保企业的决策始终基于最新信息。

结束语

长输管道施工的成本与经营管理是动态优化的过程,需通过技术创新、数字化赋能与管理协同实现全链条增效。未来,随着绿色材料、智能装备与AI技术的深度应用,成本控制将更趋精准,经营管理将更具弹性。施工企业需持续深化管理创新,在降本增效与可持续发展间寻求平衡,为能源基础设施建设提供更优解。

参考文献

- [1]王宇.长输油气管道地质灾害防治统筹管理浅析[J].化工矿产地质,2021,43(04):356-363.
- [2]宋一纯.长输油气管道安全影响因素分析及安全监控管理体系研究[J].石油化工安全环保技术,2021,37(06):16-19.