

特大桥项目设备维护与材料管理的成本控制策略

杨 涛

四川省交通建设集团有限责任公司 四川 成都 610000

摘要: 特大桥项目设备维护与材料管理成本高企,直接影响项目经济效益。本文提出综合成本控制策略:通过建立标准化成本管理制度,规范设备维护与材料管理流程,强化动态监控与责任考核;以全员培训与跨部门协同提升成本意识,营造“成本即效益”的管理文化;借助信息化平台、人工智能及数字孪生技术,实现成本数据实时分析与智能决策。策略实施可有效降低设备维修冗余、减少材料浪费,助力特大桥项目降本增效,推动行业高质量发展。

关键词: 特大桥项目;设备维护;材料管理;成本控制

1 特大桥项目设备维护与材料管理的现状分析

1.1 设备维护管理现状

特大桥项目作为大型基础设施建设项目,其设备维护管理是保障项目顺利进行和确保工程质量的关键环节。当前,特大桥项目涉及多种大型施工设备,如起重机、架桥机、混凝土搅拌站等,这些设备技术复杂、结构庞大,对维护人员的技术水平和专业能力要求较高。尽管项目制定了详细的设备维护计划,但在实际执行过程中,由于工期紧张、维护资源有限等原因,部分维护计划未能得到有效落实,导致设备故障率上升。设备维护记录是设备管理的重要依据,但部分项目存在维护记录不完整、不准确的问题,影响了设备维护的追溯性和有效性。随着科技的进步,新型施工设备不断涌现,但部分项目在设备更新和技术引进方面相对滞后,导致设备性能无法满足现代施工需求。设备维护需要专业的技术人员,但部分项目在维护人员培训方面投入不足,导致维护人员技能水平参差不齐,影响了设备维护的质量和效率。

1.2 材料管理现状

材料管理是特大桥项目管理的另一个重要方面,特大桥项目所需材料种类繁多,包括钢材、水泥、砂石、外加剂等,这些材料的质量、规格、性能各不相同,给材料管理带来较大的挑战。部分项目在材料采购计划制定时缺乏科学性和预见性,导致材料供应不及时或过剩,影响项目的进度和成本。部分项目在材料存储方面存在不足,如存储场地狭小、通风不良、防潮措施不到位等,导致材料受潮、变质或损坏,影响材料的质量和性能^[1]。材料质量控制不严,部分项目在材料进场验收、质量检测等方面存在漏洞,导致不合格材料流入施工现场,给工程质量带来隐患。随着信息技术的不断发展,材料信息化管理已成为提高管理效率的重要手段。

但部分项目在材料信息化管理方面相对滞后,导致材料管理效率低下,信息不透明。

2 特大桥项目设备维护的成本控制策略

2.1 优化设备维护计划

传统设备维护多采用固定周期模式,但特大桥项目设备运行环境复杂、负荷差异大,固定周期易导致过度维护或维护不足。应引入基于设备运行状态监测的动态维护计划,通过安装传感器实时采集设备振动、温度、油液质量等参数,结合大数据分析预测设备故障概率,制定“按需维护”方案。例如,对关键设备实施24小时在线监测,当监测数据超过预设阈值时自动触发预警,使维护资源精准投入。根据设备对项目施工的影响程度,将设备划分为关键设备、重要设备和一般设备三级。关键设备采用预防性维护为主,重要设备以预测性维护为辅,一般设备则采取事后维修模式。通过分级管理,可集中资源保障核心设备稳定运行,同时降低非关键设备的维护成本。结合项目施工进度动态调整维护计划。例如,在施工高峰期适当延长设备运行时间,同步增加预防性维护频次;在施工淡季集中开展设备大修和技术改造^[2]。通过灵活调整,避免维护工作与施工需求冲突,减少因设备停机造成的工期延误成本。

2.2 提升维护技术水平

应用人工智能算法对设备故障数据进行深度挖掘,建立故障诊断模型。例如,利用机器学习技术分析设备历史故障记录,自动识别故障模式并推荐最优维修方案。推广应用增强现实(AR)技术,通过智能眼镜实时显示设备内部结构及维修步骤,降低对维修人员经验的依赖。搭建设备远程监控平台,集成设备状态监测、故障预警、远程诊断等功能。当设备出现异常时,技术人员可通过平台远程查看设备运行数据,快速定位故障原因并指导现场维修。例如,某特大桥项目通过部署5G专

网,实现设备数据的实时回传和专家远程会诊,将故障响应时间缩短了60%。建立“理论+实操+认证”的培训体系,定期组织维护人员参加设备制造商技术培训、行业技术交流会等活动。开展故障模拟演练,通过虚拟现实(VR)技术模拟设备故障场景,提升维护人员应急处理能力。

2.3 加强设备日常管理

制定严格的设备操作规程,明确设备启动、运行、停机等环节的操作标准。例如,要求操作人员每日填写设备运行日志,记录设备运行参数及异常情况。同时建立设备使用责任制,将设备使用与操作人员绩效挂钩,倒逼操作人员规范使用设备。实施“三级巡检”制度,即操作人员日常巡检、维修人员定期巡检、管理人员专项巡检。巡检内容包括设备外观、润滑系统、电气系统等关键部位。制定详细的保养计划,明确保养项目、周期及责任人,确保设备始终处于良好状态。建立设备电子档案,记录设备从采购、安装、使用到报废的全生命周期信息。通过分析设备运行数据,评估设备性能衰减趋势,为设备更新决策提供数据支持。

3 特大桥项目材料管理的成本控制策略

3.1 材料采购成本控制

传统采购模式易受市场波动影响,导致成本失控。特大桥项目应构建战略采购体系,通过与优质供应商建立长期合作关系,签订年度框架协议,锁定材料价格区间。例如,针对钢材、水泥等大宗材料,可与大型钢厂、水泥厂签订动态调价合同,约定价格波动超过一定幅度时启动协商机制,降低市场风险。推行联合采购模式,联合周边项目集中采购,通过规模效应获取议价优势。引入数字化采购平台,实现采购需求申报、供应商比选、合同签订、物流跟踪的全流程线上管理。通过大数据分析供应商历史报价、交货周期、质量表现等数据,建立供应商评级体系,优先选择高性价比供应商。例如,某特大桥项目通过采购平台,将材料采购周期缩短了30%,采购成本降低了15%。利用区块链技术实现材料溯源,确保材料质量可追溯,避免因质量问题导致的成本增加。针对通用性材料,如砂石、外加剂等,实施集中采购,减少分散采购带来的成本浪费。同时推行“零库存”管理模式,根据施工进度精准预测材料需求,按需采购,避免库存积压。例如,采用“供应商寄存”模式,材料进场后暂不办理入库手续,直接用于施工,按实际消耗量结算,降低资金占用成本。

3.2 材料储存与使用成本控制

建立材料动态台账,实时监控材料出入库情况,结

合BIM技术构建三维库存模型,直观展示材料分布与消耗进度。通过设置库存预警阈值,当库存量低于安全库存时自动触发补货流程,避免因缺料导致的停工损失。例如,某项目通过库存管理系统,将材料损耗率从3%降至1.5%,年节约成本数百万元。根据材料特性分类存储,如钢材需防潮防锈,水泥需防水防潮。采用标准化料场建设,设置防雨棚、排水沟等设施,减少自然损耗^[3]。推行“先进先出”原则,确保材料在有效期内使用,避免过期浪费。制定材料领用审批制度,明确领用权限与审批流程,杜绝随意领用现象。通过物联网技术实现材料领用全程监控,如使用RFID标签追踪材料流向,确保材料用于指定部位。加强现场施工管理,推广“限额领料”制度,将材料消耗与施工班组绩效挂钩,倒逼节约使用。

3.3 材料回收与再利用

针对模板、脚手架等周转材料,建立回收再利用机制。施工结束后,对可重复使用的材料进行分类回收,经修复、翻新后再次投入使用。例如,某项目通过回收钢模板,将其翻新率提高至80%,节约了大量采购成本。对废旧材料进行无害化处理,如钢筋废料可切割成短节用于临时支撑,混凝土废料可破碎后作为路基填料。采用预制装配式构件,减少现场湿作业,降低材料浪费。例如,预制梁、预制桩等构件在工厂集中生产,现场拼装,既提高了施工效率,又减少了模板、脚手架等周转材料的使用量。推广应用建筑垃圾再生技术,将废弃混凝土、砖块等加工成再生骨料,用于道路基层或垫层,实现资源循环利用^[4]。与上下游企业合作,构建材料循环经济产业链。例如,与混凝土搅拌站合作,将项目产生的废浆、废渣回收利用,生产再生混凝土;与建材企业合作,将废旧钢材、木材加工成再生建材,实现材料价值的最大化。通过循环经济模式,不仅降低了材料成本,还减少了环境污染。

4 特大桥项目设备维护与材料管理的综合成本控制策略

特大桥项目作为大型基础设施工程,其设备维护与材料管理成本在项目总成本中占据重要比重。

4.1 建立健全的成本管理制度

特大桥项目应建立覆盖设备维护与材料管理全流程的成本控制标准。例如,在设备维护方面,明确设备采购、维修、报废等环节的成本核算方法,制定预防性维护、故障维修的分级审批制度;在材料管理方面,规范材料采购、验收、存储、领用、回收等环节的操作规范,建立材料损耗率考核指标。通过标准化流程,减少

人为因素导致的成本浪费。例如,某特大桥项目通过实施材料“定额领料”制度,将材料超耗率从5%降至2%,年节约成本超千万元。建立项目成本数据库,实时采集设备维护与材料管理的成本数据,通过数据分析模型动态监控成本波动。例如,利用挣值分析法(EVM)对比计划成本与实际成本,及时发现偏差并预警。设立成本管控责任矩阵,将设备维护、材料采购、仓储管理等岗位的成本责任细化到人,形成“人人有责、层层落实”的成本管控格局。将成本控制指标纳入项目绩效考核体系,对设备维护团队和材料管理团队设置成本节约奖励。例如,设定设备维修成本下降率、材料周转率等关键绩效指标(KPI),对超额完成目标的团队给予奖金激励,对未达标的团队进行问责。通过正向激励与负向约束相结合,激发全员参与成本控制的积极性^[5]。

4.2 强化成本控制意识

定期组织项目管理人员、技术人员、操作人员参加成本控制专题培训,普及成本管控理念与方法。例如,通过案例分析、模拟演练等方式,使员工深刻理解设备过度维护、材料浪费等行为对项目效益的负面影响。同时将成本控制知识纳入新员工入职培训内容,确保成本意识贯穿项目全生命周期。在项目文化中融入成本控制价值观,倡导“节约一分钱就是创造一分利润”的理念。例如,在项目部设立“成本节约标兵”评选活动,对提出有效降本增效建议的员工给予表彰。通过营造全员参与、持续改进的成本文化氛围,使成本控制成为项目管理的内在驱动力。打破设备维护与材料管理的部门壁垒,建立跨部门协同机制。例如,设备管理部门与材料管理部门联合制定设备维修与材料采购计划,避免因信息不对称导致的重复采购或维修过剩。设立联合成本分析小组,定期召开成本分析会,共同研讨降本增效方案,形成协同作战的成本管控合力。

4.3 利用信息化手段提升成本控制效率

整合设备维护与材料管理的信息系统,构建覆盖采购、库存、使用、维修等环节的一体化成本管理平台。例如,通过物联网技术实现设备运行数据实时采集,结

合大数据分析预测设备故障概率,优化维护计划;利用RFID技术跟踪材料流向,杜绝材料挪用与浪费。通过平台集成,实现成本数据的自动归集与分析,提升决策效率^[6]。引入人工智能算法对设备维护与材料成本进行智能预测。例如,通过机器学习模型分析历史成本数据,预测未来成本趋势,提前制定应对措施;利用数字孪生技术构建项目虚拟模型,模拟不同成本控制方案的效果,为决策提供数据支撑。例如,某项目通过数字孪生技术优化材料堆放方案,减少二次搬运成本15%。开发移动端成本管理APP,实现成本数据的实时填报与审批。例如,现场管理人员可通过手机APP提交设备维修申请、材料领用单,审批流程自动流转至相关负责人,缩短审批周期。APP内置成本预警功能,当成本超支风险出现时自动推送提醒,确保问题及时解决。

结束语

特大桥项目设备维护与材料管理的成本控制,需以制度为纲、以意识为魂、以技术为翼,构建“三位一体”的降本增效体系。未来,应持续深化成本管控创新,探索智能化、绿色化成本管理新路径,通过数据驱动与协同优化,实现资源高效配置与成本精准管控。唯有如此,方能在保障工程质量与安全的前提下,最大化项目经济效益,为特大桥建设行业注入可持续竞争力。

参考文献

- [1]纪联桂.工程施工管理的目标成本控制策略[J].四川建材,2021(12):209-210.
- [2]查晓娟.目标成本控制理念下路桥施工项目成本控制的有效策略[J].黑龙江科学,2020(6):124-125.
- [3]冯伟军.BIM技术在市政路桥施工中的应用[J].智慧建筑与智慧城市,2022(10):141-143.
- [4]李海南,李世举,陈杨永.阳宝山特大桥主缆施工测量控制技术[J].交通世界,2021(17):2-4.
- [5]陈峰.安九铁路九江长江特大桥测量控制网方案研究[J].铁道勘察,2021,45(1):56-57.
- [6]李强.施工项目材料采购成本控制研究[J].建筑经济,2023,35(2):45-49.