

机械设备安装工程中的成本分析与管理探讨

李学斌

中铝中州铝业有限公司 河南 焦作 454174

摘要：机械设备安装工程是工业建设核心，衔接设备制造与生产运营，其成本管控影响工程效益与项目成败。当前行业成本管控粗放、超支风险大，传统“事后核算”难满足精细化管理需求。本文阐述该工程技术与管理特点，解析成本构成要素及关键影响因素，探讨基础分析方法及现代工具应用，构建全方位成本管理策略体系，助力工程向“科学管控”转型，为行业提质增效提供支撑。

关键词：机械设备安装工程；成本分析；成本管理

1 机械设备安装工程成本概述

1.1 机械设备安装工程的特点

机械设备安装工程兼具技术专业性与管理复杂性，呈现多维度显著特征。技术层面，工程涵盖吊装、焊接、管线连接、精密调试等多工种协同作业，不同设备对安装精度要求差异极大，精密仪器安装需达到微米级操作标准，对技工专业技能提出严苛要求；工序关联性极强，从设备开箱验收、基础放线、定位找平到最终试运行，各环节形成紧密衔接的作业链条，前道工序的质量与进度偏差会直接传导至后续环节，引发连锁反应；作业环境变量众多，受场地条件制约明显，车间内安装常面临空间狭窄、原有设施阻隔等问题，露天安装则易受气候影响，不同环境需定制差异化施工方案；工程周期波动幅度大，小型通用设备安装周期较短，大型机组或生产线安装则需经历漫长的准备、实施与调试过程，且周期易受设备到货情况、设计变更等因素干扰，增加成本管控难度。

1.2 成本构成要素分析

1.2.1 直接成本

直接成本是与工程实体施工直接相关的费用，在总成本中占比最高，核心涵盖人工、材料、机械及设备相关四大类费用。人工成本按工种技能等级差异显著，起重工、焊工、精密调试技工等技术工种费用高于普通作业人员，其成本高低与技能水平、作业效率直接挂钩。材料成本包括主材与辅材两部分，主材主要为设备连接所需的管线、阀门、法兰等，辅材则涵盖螺栓、焊材、密封件等消耗性材料，材料品质与规格需严格匹配设备安装要求，成本受选型与用量影响较大；机械使用费涵盖施工所需各类设备的费用，包括起重机械、焊接设备、检测仪器等，既有自有设备的折旧与维护成本，也有租赁设备的租赁费用，大型特种机械的使用成本在机

械费用中占比突出；设备相关成本涉及设备从出厂到安装现场的全流程费用，包括运输过程中的装卸、运输及中转存储费用，精密设备还需额外产生专业防护与监护费用。

1.2.2 间接成本

间接成本是保障工程顺利实施的非实体性费用，虽不直接参与施工，但对工程推进意义重大。管理费用用于项目部日常运营，涵盖管理人员薪酬、办公耗材、差旅交通、通讯等费用，其多少与项目管理团队配置和工程周期紧密相关；技术服务成本包含工程全流程技术支撑费用，如施工方案编制、图纸会审、技术交底、检测验收等环节开支。复杂设备安装时，还需聘请外部技术专家指导，增加投入；安全与环保费用是工程合规的必要支出，安全费用用于购置防护用品、搭建防护设施、开展安全培训与演练；环保费用用于治理焊接烟尘、噪声等施工污染，确保达标。其他间接成本有工程税费、保险费、临时设施费等，税费按规定计取，保险费覆盖施工设备与人员风险，临时设施费为施工人员提供办公生活条件^[1]。

2 机械设备安装工程成本分析方法

2.1 成本估算方法

经验估算法适用于项目前期快速成本测算。造价人员凭借过往同类工程经验，结合设备类型、安装规模、施工环境等关键信息估算。其优势是流程简便、耗时短，能快速为项目可行性研究提供成本参考，但估算精度受经验影响，适合初步筛选阶段。系数估算法以某类核心成本为基础，用经验系数关联其他成本项得出总成本。如设备重量系数法，以设备重量为参数，乘以单位重量安装费，再乘综合系数涵盖其他成本，综合系数依工程实际调整。此方法精度优于经验估算法，无需详细工程量清单，适用于初步设计阶段成本测算；详细估算

法精度最高,要在施工图设计完成后,依据详细工程量清单,逐项计算人工、材料、机械等成本并汇总。它需细致拆解施工流程与资源需求,虽耗时费力,但结果精准,适用于招投标与施工准备阶段成本确定。

2.2 成本预算方法

定额预算法以国家或行业发布的预算定额为依据,按“工程量 $\times$ 定额单价”的模式计算成本,定额单价中已包含人工、材料、机械的消耗量标准及基期价格。使用该方法时需严格遵循定额规则,确保工程量计算与定额套用准确,同时需根据市场价格对定额基期价格进行调整,以反映当前成本水平。该方法规范性强,适用于政府投资或国有企业主导的项目;清单预算法基于工程量清单开展预算编制,采用综合单价计价模式,每个清单项目的综合单价包含人工费、材料费、机械费、管理费与利润,清晰反映各分项工程的成本构成。清单项目按施工工序或作业内容划分,计价透明度高,便于甲乙双方对成本进行清晰界定,是当前市场化项目的主流预算方法;动态预算法针对长期工程的成本测算,在静态预算基础上增加价格调差机制,考虑施工期间人工、材料、机械等资源价格的波动风险。通过设定价格调整触发条件与调整方式,使预算能动态适配市场变化,避免因长期施工导致成本与预算严重脱节,适用于周期较长的大型安装工程。

2.3 成本核算方法

作业成本法以“作业”为基本核算单元,将工程拆解为若干项具体作业,如“设备吊装”“管线焊接”“精度调试”等,先归集每项作业消耗的资源成本,再根据作业量分配至对应施工内容。该方法能精准定位高成本作业环节,清晰呈现成本消耗的关键节点,为后续成本优化提供明确方向,尤其适用于复杂设备安装工程的成本细化分析;项目成本核算法按项目整体为核算对象,定期对施工过程中产生的各项成本进行归集与汇总,计算实际成本与预算成本的偏差。核算周期可根据项目管理需求设定,通过定期核算及时掌握项目成本整体运行状况,便于进行宏观管控与调整,但难以深入追溯具体环节的成本差异原因;分批法适用于多批次设备并行安装的项目,按设备批次归集成本,分别核算每批设备安装过程中的人工、材料与机械消耗。通过批次间的成本对比,可快速发现成本管控水平的差异,分析不同批次成本波动的原因,进而将优秀批次的管控经验推广应用,提升整体成本管理水平^[2]。

2.4 成本分析工具与技术

挣值分析法通过整合计划值、实际值与挣值三类数

据,实现成本与进度的联动分析。计划值反映计划应完成工作的预算成本,实际值为已完成工作的实际成本,挣值则是已完成工作的预算成本。通过计算成本偏差、进度偏差、成本绩效指数等指标,可直观判断成本是否超支、进度是否滞后及成本利用效率,为动态管控提供数据支撑;鱼骨图分析法用于系统性诊断成本偏差的根源,从“人、机、料、法、环”五个维度展开分析,将笼统的成本超支问题拆解为具体的影响因素。通过梳理各因素间的关联关系,识别出导致成本偏差的主要原因,为制定针对性改进措施提供依据,是成本问题诊断的常用工具;BIM技术为成本分析提供可视化支撑,通过构建设备、场地与施工流程的三维模型,实现工程量的精准计算与成本的动态关联。在模型中修改施工方案或设备参数时,成本可同步更新,便于对比不同方案的成本差异,同时能提前发现施工冲突导致的潜在成本风险,提升成本分析的前瞻性;大数据分析技术依托历史项目成本数据构建分析体系,通过挖掘设备类型、施工方案、环境条件与成本之间的关联规律,为成本估算与管控提供数据参考。借助算法识别成本管控的关键节点与优化空间,实现从“经验判断”向“数据驱动”的成本分析转型。

3 机械设备安装工程成本管理策略

3.1 成本计划制定

成本计划制定需遵循全员参与、分级编制的原则,形成企业、项目部、班组三级计划体系。企业层面明确项目整体成本目标,项目部将目标拆解为各分部分项工程的成本指标,班组再根据施工任务细化为具体作业的成本控制标准,确保成本责任层层落实。计划编制需结合工程实际与历史经验,采用“自上而下与自下而上相结合”的模式。自上而下明确成本管控底线,自下而上充分反映施工一线的实际需求,通过双向沟通平衡目标可行性与管控严格性,避免计划与实际脱节;成本计划中需预留应急费用,用于应对施工过程中出现的不可预见风险,应急费用的规模需根据工程复杂程度、风险等级合理确定^[3]。

3.2 成本控制措施

3.2.1 设计阶段成本控制

设计阶段是成本控制的源头,需优先选择结构简洁、通用性强的设备,减少特殊工艺与专用工具需求,降低施工难度。通过优化设备布局,缩短连接距离以减少管线材料用量,同时确保施工空间合理,避免因布局紧凑导致效率下降。推行限额设计制度,明确成本控制指标,将成本纳入设计方案评审核心,通过技术经济性

对比选择最优方案。加强设计交底与图纸会审, 组织施工、成本等专业人员提前发现设计问题, 如尺寸标注不清、工艺不合理等, 及时修正以避免后期返工成本。

3.2.2 采购阶段成本控制

建立合格供应商名录, 全面评估资质、信誉、质量与价格, 形成稳定供应链。通过集中采购、批量采购增强议价能力, 降低采购价格。大额采购采用招标方式, 明确需求与评价标准, 筛选性价比最优方案。优化采购时机与批次, 结合市场价格波动与工程进度制定计划, 平衡库存与价格风险。严格执行验收制度, 全面检验数量、质量、规格, 杜绝不合格材料进场, 避免因质量问题返工导致额外成本, 确保采购环节成本可控。

3.2.3 施工阶段成本控制

施工阶段需优化资源配置: 人工配置按进度与工种需求安排, 避免冗余或技能错配, 通过培训提升效率; 机械配置选择适配设备, 减少闲置, 加强维护以降低维修成本。材料管理实行限额领料, 核定用量并建立审批与核算机制, 加强保管与回收利用。严格控制设计变更与现场签证, 建立审批流程, 测算变更成本并明确责任方, 非必要变更予以否决, 确需变更的明确成本承担方式, 避免无序变更导致超支, 确保施工成本受控。

3.3 成本考核与激励

建立分级分类的成本考核体系, 针对不同层级的责任主体设定差异化考核指标。对项目部重点考核整体成本偏差率与成本节约率, 对班组则聚焦具体工序的资源消耗与效率指标, 确保考核指标精准对应责任范围。明确考核标准与等级, 根据成本管控成效将考核结果划分为优秀、合格、不合格等不同等级, 考核标准需科学合理、公开透明, 确保考核结果客观公正; 将考核结果与薪酬激励紧密挂钩, 建立“基础薪酬+绩效奖金”的薪酬体系, 绩效奖金根据考核等级确定, 优秀者获得高额奖励, 不合格者相应扣除薪酬。通过物质激励激发全员成本管控的积极性; 丰富激励形式, 除物质奖励外, 设立“成本管控先进集体”“成本管控能手”等荣誉称号, 对表现突出的团队与个人进行表彰宣传。同时建立经验分享机制, 推广优秀的成本管控方法与技巧, 形成全员

参与的成本管控氛围^[4]。

3.4 风险管理在成本管理中的应用

风险识别需覆盖工程全流程, 采用专家调查法与历史经验复盘相结合的方式, 全面梳理可能影响成本的风险因素, 包括设备到货延迟、材料价格上涨、设计变更、气候干扰、技术难题等, 建立完整的风险清单。风险评估采用定性与定量相结合的方法, 分析各类风险发生的可能性与影响程度, 按风险等级进行分类排序, 明确重点管控的高等级风险与一般关注的低等级风险, 为资源配置提供依据; 针对不同等级的风险制定差异化应对策略, 高等级风险采用规避、转移或减轻等强效措施, 如通过签订固定价格合同转移材料价格上涨风险, 通过优化方案规避复杂场地施工风险。低等级风险则制定监控与应急响应预案, 定期跟踪风险变化; 建立风险动态监控机制, 在施工过程中持续跟踪各类风险的变化情况, 及时更新风险等级与应对措施。当风险实际发生时, 迅速启动应急预案, 最大限度降低风险对成本的影响。

结束语

机械设备安装工程成本管理贯穿项目全周期, 涉及多环节、多要素。通过精准的成本分析方法, 能清晰掌握成本构成与动态变化; 科学的管理策略, 涵盖计划制定、各阶段控制、考核激励及风险管理, 可有效降低成本、提升效益。未来, 随着技术发展与管理理念更新, 需持续探索创新成本管理方式, 以适应复杂多变的工程环境, 推动机械设备安装工程行业实现更高质量、更具效益的发展。

参考文献

- [1]杨佳薇.机械设备采购评标方法与融入全寿命周期因素研究[J].起重运输机械,2024,(14):99-104.
- [2]刘冕.机械式停车设备的全生命周期成本分析与经济效益评价[J].汽车知识,2024,24(07):194-196.
- [3]王磊.机械设备生命周期成本管理[J].机械工程学报, 2020, 56(8): 115-123
- [4]张华.设备维护成本控制策略研究[J].设备管理与维修, 2021, 45(3): 45-50