

机电设备投资全生命周期成本控制

张争强

广西柳工机械股份有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i12.5171

[摘要] 机电设备投资成本管控容易出现只盯采购成本,忽略运维成本和残值成本,造成投资虚低、运维成本高,日常损耗大、残值回收少,整个生命周期内成本超出预期。给企业生产运营及后续资产管理造成困境,而这些困境直接导致企业在生产经营中付出更多的当期费用,占用生产时间和维修人力,企业经营效益下降。在机电设备投资时应把全生命周期管理、精细化管理和动态成本管控理论相结合,从规划选型、采购安装、运营运维到报废处置四个阶段理清各环节的问题及成因。针对这些痛点,通过对每个环节做精细化管控,从而降低设备综合成本,提高投资效益和提升管理水平。

[关键词] 机电设备投资; 全生命周期; 成本控制

中图分类号: F406.7 文献标识码: A

Life-Cycle Cost Control of Electromechanical Equipment Investment

Zhengqiang Zhang

Guangxi Liugong Machinery Co., Ltd.

[Abstract] Cost management and control for electromechanical equipment investment often focuses excessively on procurement costs while overlooking operation and maintenance costs and residual value, resulting in underestimated investment costs, high operation and maintenance expenses, excessive daily losses, and low residual value recovery. Consequently, total costs throughout the equipment life cycle may exceed expectations, creating difficulties for production operations and subsequent asset management. These difficulties directly lead to higher current expenditures, increased consumption of production time and maintenance manpower, and reduced business efficiency. When investing in electromechanical equipment, theories of life-cycle management, refined management, and dynamic cost control should be integrated. The issues and underlying causes at each stage should be systematically identified across four stages: planning and selection, procurement and installation, operation and maintenance, and disposal at the end of service life. In response to these challenges, refined management and control should be implemented at each stage to reduce the overall equipment cost, improve investment efficiency, and enhance management capabilities.

[Key words] electromechanical equipment investment; life cycle; cost control

引言

机电设备是生产运营的硬件基础,设备全生命周期成本的高低,直接关系到企业的经营效益。当前多数企业还沿用独立分段式管法—投资策划时功能要求面面俱全,采购时严控采购价格,运维时能省则省,全周期统筹的意识不强。结果设备投入后运维损耗居高不下,资产价值不断流失。针对这些问题,从全生命周期成本管理的角度出发,理清各阶段的成本构成和管控短板,提出有针对性的优化方案,探索出适合企业的机电设备投资思路。

1 相关理论与机电设备全生命周期成本构成

1.1 核心基础理论

(1) 全生命周期成本管理理论。成本管控不能只盯着某一个阶段,得从设备规划选型、采购安装、运营维护到报废处置通盘考虑。核心是在各阶段成本之间找平衡,追求全周期总成本最低,而不是一味压初期的投入,这样才能避免传统分段管理“顾了这头丢了那头”的毛病。(2) 精细化成本管理理论。这个理论讲究把成本对象逐级拆细、精准归集,对机电设备的每个环节都搞定额管理、作业成本核算和差异分析,为精准管控提供方法支撑,目标是消除不增值的作业和无效损耗,提高成本资源配置的效率。(3) 动态成本管控理论。设备运行状态在变,市场材料价格在变,政策也在变,技术在更新,成本管理必须跟上这些变化。这套理论主张建立成本实时监测、滚动预测和偏差预警机制,靠

动态纠偏让成本目标在不确定的环境里还能保持时效性和精准度。

1. 2机电设备全生命周期阶段划分

(1)前期规划选型阶段。包括需求调研、技术参数确定、多方案比选和投资预算编制。这个阶段是决定设备技术性能和经济性的源头,对后面运营成本具有先天性锁定效应。(2)中期采购安装阶段。涉及招标采购、物流运输、安装调试和验收交付,设备的初始投资成本主要集中在这一阶段。这个阶段的设备质量和进度,直接关系到设备后期运营成本^[1]。(3)后期运营运维阶段。包含日常能耗、计划检修、故障维修和技改升级,时间跨度最长、花钱频次最高,在全生命周期成本中占比最大,是成本管控的重点。(4)末期报废处置阶段。涉及设备折旧核算、残值评估、安全拆解和环保清运。回收净成本是处置费用减去残值,是全生命周期的成本闭环。

1. 3全生命周期成本核心构成

(1)初始投资成本。设备未运行前的一次性费用,包括设备购置费、设计费、基础制作费、运输保险费、安装调试费、安全设施费和各种税费规费。(2)运营维护成本。设备使用期间持续产生的支出,比如电费燃料费、日常保养费、定期检修(检定)费、中小故障应急维修费、信息技术费、备品备件费和运维人员工资。(3)技改与升级成本。为了提升设备性能或者适应新工艺要求发生的阶段性一次投入,包括硬件改造、软件系统升级以及相应的调试验证费用。(4)报废处置成本。设备寿命到了之后发生的拆解清运费、环保处理费,再扣掉残值回收的钱,剩下的净额就是这个阶段对总成本的最终影响。

2 机电设备投资全生命周期成本控制现存问题及成因

2. 1前期规划选型阶段成本管控问题

(1)规划论证不充分。前期设备选型,不少企业对需求分析和技术论证不充分,调研流于表面,未能结合生产工艺的实际负荷和产能来规划。选型时过度追求技术先进、功能多样,结果设备功能过剩、跟产线匹配度不高,给后续生产运维埋下了隐性成本。(2)预算编制不够全面。预算编制考虑不周详,过度依赖过往经验,缺少全生命周期成本测算意识。预算内容基本只覆盖采购成本,后期能耗、维保、备件这些隐性支出都没有量化列入,预算总额跟实际需求偏差,从而影响投资决策的科学性和资金安排的合理性。(3)管控理念脱节。受传统项目管理思维影响,决策层普遍存在“重采购价格、轻远期成本”的短视倾向。缺乏设备选型方案的全生命周期成本联动比选评审机制思维,造成成本管控源头约束力不足,无法在决策端锁定机电设备投资全生命周期成本目标。

2. 2采购安装阶段成本管控问题

(1)采购管控不够规范。招标信息公开程度不够,供应商比选不分层次、技术评审比重轻,成本评审指标过度集中在供应商最低报价上,对设备全周期性能、能耗等级、售后保障这些维度的考量不足。项目质价不匹配、采购成本虚低,采购环节的成本

管控看似合规,实则后期问题不断。(2)安装过程管控缺失。安装现场缺标准作业指导和旁站监督,使用人员和维护人员参与度少,工序衔接不顺,设备定位、管线敷设返工多发,安装和交付被迫延长,安装问题未能现场整改,直接推高了初始投资总成本,同时也增加了后期业务运维成本。(3)验收执行不严。验收标准与采购要求偏差,验收标准过于笼统,验收人员专业性不足,关键性能指标和带载试运行结果核验不到位,导致部分隐性缺陷被带到了运维阶段,成了后期故障频发和维修成本攀升的重要原因。

2. 3运营运维阶段成本管控问题

(1)运维管理落实不到位。多数企业虽然建立起分级保养和运维制度,但受制于生产经营影响,不能落实到位,维修策略随意性大,过度保养和坏了再修同时存在。维保资源浪费,设备加速劣化,非计划停机损失和维修支出持续增加,运维成本上升。(2)能耗与备件管控粗放。能耗管理缺乏在线监测和分项计量手段,用能异常没法及时识别和纠正。备品备件靠经验储备,库存结构不合理,积压和缺货同时存在,资金被占用,持续性隐性成本居高不下,难追溯管控^[2]。(3)数字化管控水平偏低。大量运维记录,设备运行状态、维修历史、成本支出这些数据未实现实时归集和关联分析。成本动态预警、趋势预测、优化需要准确而全面的数据基础,运维成本的精细化管理受到制约。

2. 4报废处置阶段成本管控问题

(1)折旧核算不够精准。折旧政策多用直线法,未能根据设备实际使用强度、技术老化速度和维护状况做差异化调整。账面残值和实物变现价值偏离,资产价值失真,处置收益受影响。(2)残值回收利用不足。报废处置方式比较粗放,大多整机打包出售或者直接废弃,缺少对高价值零部件的鉴别拆解和梯级利用规划,设备内含剩余价值流,报废处置净成本没得到有效对冲。

3 机电设备投资全生命周期成本控制优化策略

3. 1规划选型阶段: 源头管控, 筑牢成本基础

(1)完善前期调研与论证机制。组建由技术、生产、设备、安全、财务等多部门联合参与的选型论证小组,深入摸排企业实际产能需求、工艺流程特点及现场工况条件,结合行业同类设备运行数据开展多方案技术经济性比选,严格评审设备功能参数与实际需求的匹配度,杜绝盲目追求高端、避免资源错配与功能闲置,实现按需选型、经济选型,把源头的投资控制在合理区间^[3]。(2)构建全生命周期预算测算体系。突破传统只盯着采购价格的狭隘思路,建立涵盖初始投资、运营能耗、日常维保、备件更换及报废处置等全环节支出的LCC成本测算模型($LCC = \text{购置费} + \text{安装费} + \text{维持费}(\text{运行} + \text{维修} + \text{管理}) - \text{残值}$),将各阶段成本按现值法统一折算为可比口径,并通过敏感度分析,为设备选型决策提供全口径、量化的经济评价依据,使投资预算编制有据可依,提升预算的精准性和前瞻性。(3)树立全生命周期成本管控理念。把全生命周期成本最低化作为设备投资决策的核心准则,将远期运维成本、能耗支出及残值回收预期纳入选型评

审指标体系,并深入挖掘隐形成本,将运行成本给予不低于35%的权重。通过制度固化和绩效考核两头发力,让成本管控意识从事后核算前移到源头决策,形成全员参与、全链条覆盖的成本文化。

3.2 采购安装阶段:精准管控,压低初始成本

(1)规范采购招标管理流程。建立涵盖资质审核、品牌影响、技术能力、历史业绩、质保服务及全周期报价等多维指标的供应商标准化评价体系,推行“技术标+全生命周期成本商务标”的评标机制,在满足技术性能的前提下实现采购成本最优化。通过电子招标平台提升透明度,并利用集团规模化采购优势与战略供应商合作模式,降低初始购置成本。杜绝采购低价,低品质和低服务的劣质产品。(2)强化安装施工全过程监管。制定涵盖设备定位、基础施工、管线连接、精度校准等关键工序的标准化安装作业指导书,落实专人旁站监督与工序交接验收制度^[4]。(3)健全设备验收管控标准。分类明确设备几何精度、工作性能、安全保护装置及带载稳定性等验收指标与检测方法,组建技术、使用、安全、业务管理多方联合验收小组,严格执行单机空载、联动负载及连续试运行逐级试验程序,确保质量隐患在移交前全面暴露并限期整改,从验收关口把隐性成本堵在移交之前。

3.3 运营运维阶段:动态管控,降低长期损耗

(1)建立标准化运维管理制度并严格执行。依据设备类型与运行负荷特征,分类制定日常点检、一级保养、二级保养及大修周期标准,推行基于设备状态的预测性维护计划。借助数字化、智能化管理平台的设备状态监测数据动态优化维修策略,把突发性故障维修占比控制在20%以内,减少非计划停机损失和维修支出。(2)优化能耗与备件管控模式。高能耗设备加装分项计量装置,搭建能耗实时监测平台,设定能耗基准线与分级预警阈值,精准定位异常能耗并找到根因。备品备件实行ABC分类库存管理,关键件设安全库存预警,通用件推行零库存或供应商寄售模式,从库存结构上把资金占用释放出来,减少过期报废损失^[5]。(3)推进数字化智能管控平台建设。依托AI大模型或数字孪生技术构建机电设备全周期成本管理信息系统,把设备运行参数、维修记录、备件消耗及成本支出纳入统一数据库,实现数据自动采集、偏差智能预警、趋势动态预测与维保周期自动优化,让成本管控从经验驱动转向数智驱动。

3.4 报废处置阶段:闭环管控,盘活资产价值

(1)精准开展资产折旧核算。建立设备全生命周期运行档案管理,把累计运行时长、大修次数、故障率演变及实际技术状态等因子纳入评估模型,综合采用加速折旧或工作量法替代单一线性折旧,确保账面残值与设备实体变现价值基本吻合,为处置决策提供真实的财务依据。(2)优化报废设备残值利用。制定报废设备精细化处置操作规程,组织技术人员对拟报废设备进行拆解鉴定与价值分类,区分可翻新复用件、可定向销售件及废料回收件,分别对接再利用渠道、行业调剂平台或竞价拍卖市场,通过多元化处置手段把设备剩余价值最大限度收回来,减少资产流失。(3)科学制定设备更新替换方案。基于全生命周期成本管理平台积累的能耗曲线、维修频率及产出质量等多维历史数据,拟合计算设备经济寿命年限,综合比对新设备全周期成本与旧设备持续运营成本,科学确定最优更新时机与替换方案。杜绝提前淘汰造成的投资浪费和超期服役带来的成本攀升,实现设备资产全周期价值最大化。

4 结束语

机电设备投资全生命周期成本控制,是覆盖设备全流程的优化管控体系。应从源头规划、过程严控、动态运维到闭环处置,各环节都遵循科学方法论,就能把传统管理模式下的缺陷避开,把不必要的成本削减。企业可以借助AI大模型、智能化、数字化系统持续优化机电设备投资全生命周期成本管控方案,使其在企业技术改造升级、设备更新,规模扩张中发挥重要作用。

[参考文献]

- [1]王涌.电力机电设备全寿命周期成本模型与投资控制研究[J].工程管理学报,2025,39(02):112-117.
- [2]孙洪龙.机械设备全生命周期成本管控优化路径研究[J].设备管理与维修,2025,17(03):123-126.
- [3]张磊,陈曦.全生命周期视角下机电工程项目设备投资成本控制[J].工程造价管理,2024,23(04):256-261.
- [4]刘杰.基于LCC理论的机电设备采购与运维成本协同控制[J].现代机械,2024,19(02):78-82.
- [5]周凯.工业机电设备全生命周期运维成本优化研究[J].机械设计与制造工程,2023,52(07):102-105.

作者简介:

张争强(1983--),男,陕西人,本科,工程师,研究方向:机电设备投资,设备智能化,工厂建设投资等。