

综采工作面设备全生命周期成本管控与效益评价

苏 欣 茹志平 高健伟 白元亮 郭鹏飞

内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘 要：本文围绕综采工作面设备全生命周期成本管控与效益评价展开研究。阐述全生命周期成本概念、设备特点及管控原则，剖析成本构成与影响因素；提出从采购、运行、维护等阶段进行成本管控实践；构建涵盖经济效益、社会效益和环境效益的评价体系。研究成果为煤矿企业科学管理综采设备成本、提升综合效益提供理论与实践指导，助力实现资源优化配置与可持续发展。

关键词：综采工作面；全生命周期；成本管控；效益评价

1 综采工作面设备全生命周期成本管控理论基础

1.1 全生命周期成本概念

全生命周期成本（LifeCycleCost, LCC）是贯穿产品或系统从规划、设计、建造，到使用、维护直至报废处置全过程所产生的所有成本总和，涵盖直接与间接成本。从时间维度，其历经孕育期（可行性研究、概念设计等前期规划成本）、生长期（设备采购、安装调试等建设成本）、成熟期（运行与维护成本）和衰退期（更新改造与报废处置成本）；从成本性质，可分为初始投资、运营、维护、处置等成本类型，其中初始投资包含购置、运输等一次性投入，运营成本涉及能耗与人工等日常支出。该概念突破传统仅关注购置成本的局限，以整体和长远视角进行成本管理，助力企业科学决策，优化资源配置，实现效益最大化，在工业设备管理、项目投资评估等领域具有重要指导意义。

1.2 综采工作面设备特点

综采工作面设备具有专业性强、技术复杂、投资规模大三大特点。作为煤矿井下煤炭开采核心区域的关键设备，采煤机、液压支架、刮板输送机等专为适应复杂地质条件设计，不同煤层特性对应各异的技术参数与性能要求。技术层面，综采设备融合机械、电气、液压、自动化等多学科技术。如液压支架需精准控制压力与动作来支撑顶板；采煤机依赖先进电控与传感技术实现调速和高度调节，且设备间协同作业对兼容性和智能化要求极高^[1]。投资方面，一套完整设备价值达数千万元甚至上亿，其使用寿命、可靠性和经济性直接影响企业效益。此外，设备运行中的能源消耗、零部件更换，以及专业人员配备等，都需持续高额投入，维护成本同样不容小觑。

1.3 全生命周期成本管控原则

综采工作面设备全生命周期成本管控需遵循系统

性、动态性、经济性和预防性四大原则。（1）系统性原则强调整体统筹，将设备从规划设计、选型采购，到运行维护、更新报废的全流程视为有机整体，综合考量各阶段成本的相互关联与影响。（2）动态性原则基于设备使用环境的多变性。技术革新、市场波动、工艺改进等因素会改变设备的运行、维护与处置成本，因此需建立动态监测分析机制，灵活调整管控策略以适应环境变化。（3）经济性原则要求在满足生产与安全标准的前提下，平衡成本与效益。既不能因过度压减成本而损害设备性能可靠性，也不可盲目追求设备先进性忽视成本，需通过科学的成本效益分析，选择最优设备配置与管理策略。（4）预防性原则聚焦风险前置管理。通过定期维护、状态监测和故障预警，提前干预潜在问题，减少停机损失与高额维修成本；在设备设计选型阶段，充分考虑可靠性与可维护性，从根源上降低故障发生概率。

2 综采工作面设备全生命周期成本构成与影响因素分析

2.1 成本构成分析

综采工作面设备全生命周期成本涵盖采购、运行、维护、更新改造和报废处置五大环节。采购成本作为初始投入，设备购置费用受品牌、技术参数及市场供需影响，占据主导地位；运输费用因设备体积大、重量重，与产地、距离和运输方式紧密相关；安装调试涉及技术劳务、材料及校准等费用。运行成本是持续支出，能源消耗因设备功率大，电费占比突出；人工成本伴随自动化升级，对人员技能要求提高，薪资及培训费用增加；辅助材料虽单笔支出小，但长期积累不容忽视。维护成本分预防性维护与故障维修，预防性维护通过定期保养降低故障风险，涵盖材料与人工费用；故障维修则在设备故障后产生，包括零部件更换、劳务及停机损失。更新改造成本用于设备性能提升、工艺适配或满足环保要

求,虽能提高效率、降低能耗,但资金投入较大。报废处置成本包括拆卸清理费用,设备残值回收可冲减部分成本,各环节成本相互关联,共同构成全生命周期成本体系。

2.2 影响因素分析

综采工作面设备全生命周期成本受设备选型、地质条件、生产工艺、技术进步和管理水平等因素制约。设备选型至关重要,不同型号设备在价格、性能、可靠性与可维护性上的差异,直接影响后续运行、维护及更新成本,高购置价设备可能因低能耗、少维护而具全周期经济性。地质条件通过煤层厚度、硬度、倾角等影响设备选型与运行^[2]。复杂地质加剧设备磨损,提升故障概率,增加维护及改造成本,特殊地质还需定制设备。生产工艺革新,如智能化、绿色开采技术的应用,可能引发设备升级或更换,增加更新成本,但也能提高效率、降低运行成本。技术进步呈双面性,新技术可增强设备性能、降低运维成本,但快速迭代缩短设备经济寿命,促使提前更新改造。管理水平作为内部关键因素,科学的管理制度、高效维护计划和专业人员队伍,能减少故障、提升效率;反之,管理不善将加剧设备损耗,推高全周期成本。

3 综采工作面设备全生命周期成本管控实践

3.1 采购成本管理

在综采工作面设备采购成本管理方面,应从设备选型、供应商选择和采购合同签订等环节入手。设备选型要充分考虑生产需求、地质条件和全生命周期成本。通过对不同型号设备的技术参数、性能指标、价格和使用成本进行综合比较,选择性价比高的设备。同时要考虑设备的通用性和兼容性,便于设备的维护和零部件更换,降低维护成本。供应商选择是采购成本管理的关键环节,应建立科学的供应商评估体系,对供应商的资质、信誉、产品质量、价格、售后服务等方面进行综合评价。优先选择具有良好信誉、产品质量可靠、价格合理且售后服务完善的供应商。与优质供应商建立长期稳定的合作关系,不仅可以获得更优惠的价格,还能在设备安装调试、技术培训和售后服务等方面得到更好的支持。在采购合同签订过程中,要明确合同条款,包括设备价格、交货时间、质量标准、售后服务、违约责任等。特别是对于设备的质量保证期、售后服务内容和费用等关键条款,要进行详细约定,避免后期因合同纠纷增加成本,要合理安排付款方式,在保证供应商利益的前提下,尽量降低资金占用成本。

3.2 运行成本管理

运行成本管理主要围绕能源消耗、人工成本和辅助材料成本展开。对于能源消耗成本,可通过采用节能设备、优化生产工艺和加强能源管理来降低。选用高效节能型的采煤机、刮板输送机等设备,其能耗相比传统设备可大幅降低。优化生产工艺,合理安排设备运行时间和负荷,避免设备空转和低效运行。建立能源监测系统,实时监控设备的能耗情况,及时发现能源浪费问题并采取措施加以解决。人工成本管理方面,要加强操作人员培训,提高其操作技能和工作效率。通过定期组织技能培训和考核,使操作人员熟悉设备性能和操作规范,减少因操作不当导致的设备故障和生产延误,从而降低人工成本。合理配置人员,根据生产任务和设备运行情况,科学安排操作人员数量,避免人员冗余。辅助材料成本管理需要建立严格的采购、库存和领用制度。在采购环节,通过集中采购、招标采购等方式降低采购成本;在库存管理方面,采用先进的库存管理方法,如ABC分类法,合理控制库存水平,避免库存积压和浪费;在领用环节,建立严格的审批制度,防止辅助材料的滥用和流失^[3]。

3.3 维护成本管理

预防性维护是降低维护成本的重要手段,制定科学合理的设备维护计划,根据设备的使用频率、工作环境和性能状况,定期对设备进行保养和检查。利用先进的状态监测技术,如振动监测、温度监测、油液分析等,实时掌握设备的运行状态,提前发现潜在故障隐患,并及时采取措施进行处理,避免故障扩大化,降低维修成本。在故障维修管理方面,建立快速响应机制,缩短设备停机时间。当设备发生故障时,维修人员能够迅速到达现场,准确判断故障原因并进行修复。建立设备维修档案,记录设备的故障发生时间、原因、维修过程和更换的零部件等信息,为后续的设备维护和管理提供参考。加强与设备供应商的合作,获取技术支持和零部件供应保障,提高故障维修效率。

3.4 更新改造管理

更新改造管理是提高设备性能、延长设备使用寿命和降低全生命周期成本的重要措施。在设备更新改造决策过程中,要进行充分的技术经济分析。评估设备更新改造的必要性和可行性,分析更新改造后设备性能提升、生产效率提高和成本降低等方面的效益,与更新改造所需的投资进行比较,确定合理的更新改造方案。在更新改造实施过程中,要加强项目管理。制定详细的项目计划,明确项目目标、任务分工、时间节点和质量标准。加强对施工过程的监督和管理,确保更新改造工作

按时、按质完成。同时要注意设备更新改造后的调试和验收工作,保证设备能够正常运行并达到预期的性能指标。

3.5 报废处置管理

设备报废评估是确定设备是否达到报废条件的关键。制定科学的设备报废标准,综合考虑设备的使用年限、技术性能、维修成本、安全环保要求等因素。当设备达到规定的使用年限,或技术性能严重下降,无法满足生产需求,且维修成本过高时,应进行报废处理。同时对于因技术进步导致设备落后,虽然未达到使用年限,但继续使用不经济的情况,也可考虑报废。在报废设备处置方面,要选择合适的处置方式。可以通过拍卖、转让、拆解等方式进行处置,优先选择能够实现设备残值最大化的方式。在处置过程中,要遵守相关法律法规和环保要求,确保报废设备的安全拆解和环保处理,避免对环境造成污染。残值回收是报废处置管理的重要环节,对报废设备的零部件、金属材料等进行回收利用,将其转化为经济价值。

4 综采工作面设备全生命周期效益评价体系构建

4.1 评价指标体系构建

综采工作面设备全生命周期效益评价指标体系涵盖经济效益、社会效益和环境效益。经济效益以全生命周期成本为核心,直接体现设备全周期成本支出,投资回报率衡量设备投资盈利水平,反映单位投资收益;净现值将各年净现金流量折现评估投资可行性;内部收益率则是使净现值为零的折现率,体现投资实际盈利能力。社会效益聚焦安全生产、就业带动和地方经济贡献。安全生产水平通过设备运行安全性、事故发生率体现,保障煤矿生产安全;就业带动能力反映设备运行维护对劳动力的吸纳作用;对地方经济的贡献则从设备采购、生产运营等环节对当地经济的拉动进行衡量。环境效益主要涉及能源消耗、污染物排放和资源利用。能源消耗强度反映单位产量能耗,降低能耗助力节能减排;污染物排放水平涵盖废气、废水、废渣排放情况,达标排放是设备运行基本要求;资源综合利用率体现设备对煤炭及伴生资源的利用程度,提升利用率利于资源可持续发展。

4.2 评价方法选择与模型构建

评价方法可选择层次分析法(AHP)、模糊综合评价法等。层次分析法是一种将定性分析与定量分析相结合的方法,通过构建层次结构模型,将复杂的评价问题

分解为多个层次和因素,然后通过两两比较确定各因素的权重,最后综合计算得出评价结果。模糊综合评价法适用于处理具有模糊性的评价问题,通过建立模糊关系矩阵和确定权重,对设备全生命周期效益进行综合评价^[4]。在构建评价模型时,首先根据评价指标体系确定评价因素集和评价等级集。然后利用层次分析法或模糊综合评价法确定各评价因素的权重。最后,根据评价方法的原理和权重,对设备全生命周期效益进行综合评价,得出评价结果。

4.3 评价标准确定

评价标准的确定应结合行业标准、企业实际情况和发展目标。对于经济效益指标,参考同行业平均水平和企业的投资收益要求,制定合理的成本控制目标和投资回报率标准。社会效益指标的评价标准可依据国家安全生产法规、劳动就业政策和地方经济发展规划等制定。如要求设备运行的事故发生率低于国家规定的安全标准,为当地提供一定数量的就业岗位等。环境效益指标的评价标准按照国家环保法律法规和节能减排要求确定。例如,能源消耗强度不高于行业标准,污染物排放符合国家规定的排放标准,资源综合利用率达到一定水平等。通过明确评价标准,为综采工作面设备全

结束语

综采工作面设备全生命周期成本管控与效益评价研究,对煤矿企业降本增效意义重大。通过系统性管控与科学评价,可优化设备全生命周期管理,提升企业竞争力。未来,随着智能化开采技术发展,成本管控与效益评价需进一步结合新技术、新需求,持续完善管理体系,以适应行业变革,为煤炭行业高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]周国龙.煤矿综采工作面顶板管理分析[J].矿业装备,2023,(5):108-110.
- [2]孟黎明,张传朋,张园.煤矿综采工作面顶板支护的安全管理探究[J].内蒙古煤炭经济,2023,(7):102-104.
- [3]任超.大采高综采工作面沿空留巷工艺顶板管控技术分析[J].煤炭科学技术,2022,50(S2):97-104.
- [4]李平.基于可视化远程干预的煤矿井下高速综采技术的应用与研究[J].自动化应用,2023,64(21):107-109.