

Analysis of the Full Life Cycle Management Strategies for Large-scale Electromechanical Equipment

Yong Lang

Inner Mongolia Tiewu Energy Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

Abstract

As a relatively novel management concept, full life cycle management corresponds to the management requirements of numerous links such as the procurement, use, maintenance, and scrapping of large-scale mechanical and electrical equipment, thereby maximizing its value. In view of this, this article will, from the perspective of the full life cycle management of large-scale electromechanical equipment and in combination with relevant literature research and practical work experience, first discuss the meaning and value of the full life cycle management of large-scale electromechanical equipment. Then, it will respectively explore scientific and operational management strategies for the five links of planning and selection, procurement and warehousing, operation, renewal, and decommissioning and residual value utilization. With the aim of providing a reference for the long-term safe and efficient operation of large-scale electromechanical equipment.

Keywords

Large scale electromechanical equipment; Equipment management; Full lifecycle management; Value; strategy

大型机电设备的全生命周期管理策略探析

郎永

内蒙古铁物能源有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

摘要

全生命周期管理作为一种较为新颖的管理理念, 其与大型机电设备采购、使用、维修、报废等众多环节管理要求对应, 以此最大限度地发挥其价值。有鉴于此, 文章将基于大型机电设备全生命周期管理的视角并结合相关文献研究与工作经验, 首先就大型机电设备全生命周期管理含义及其价值展开论述, 随后分别针对规划与选型、采购与入库、运行、更新以及退役与残值利用五个环节探讨科学可操作的管理策略, 以期大型机电设备的长期安全高效运行提供参考。

关键词

大型机电设备; 设备管理; 全生命周期管理; 价值; 策略

1 引言

大型机电设备全生命周期管理, 应该从设备的需求、规划、采购、运行、使用、维修保养、直到回收再用处置的全生命周期中的信息与过程。它既是一门技术, 又是一种理念, 更是一门科学, 可以推行到企业其他设备管理工作中去, 进一步提升设备的使用效率, 延长设备寿命, 降低成本费用, 在有力地促进企业的设备管理水平提升情况下获取更为理想的经济效率。

2 大型机电设备的全生命周期管理价值

在中国装备制造与机电系统领域, “全生命周期管理”指向从大型机电设备规划、论证、选型、采购、安装、投入运行、维修保养、更新置换直至最终处置、淘汰废弃的全过

程控制机制^[1]。针对大型机电设备管理中应用全生命周期管理将有助于企业大大提高设备资产配置成效、运行安全性和使用寿命。首先, 借助于全生命周期管理大型机电设备选择购买时就考虑到今后的维修、更换和运行的成本, 这样可以避免不必要的反复投资或闲置浪费; 其次, 大型机电设备的使用过程中全生命周期管理通过定期和不定期的维护工作来保证其出现故障的概率降低, 而且还可以极大地延长有效运转时间以及增强生产的安全连续性; 再者, 全生命周期管理还有利于大型机电设备的退役处置、残值回收及资源的循环利用, 在兼顾企业经济利益的同时使其在整个寿命周期内的成本达到最优; 最后, 全生命周期管理下大型机电设备的运行轨迹、维保记录等能够形成闭环, 这有助于进一步完善设备的维修方案、备品备件、资产评估等工作^[2]。

【作者简介】郎永(1986-), 男, 本科, 助理工程师, 从事设备管理研究。

3 大型机电设备的全生命周期管理策略

3.1 装备规划与选型规范化管理

在大型机电设备全生命周期管理体系中,装备规划与选型规范化管理是核心前置环节。设备应用需求分析应形成专项报告,对运行环境条件(温度、湿度、腐蚀、振动)、技术参数(功率、效率、转速、控制模式)、预期寿命(设计寿命、维修周期、检修周期)及维护条件(易损件更换、维修可达性)进行系统论证;同时纳入投资寿命分析,计算设备折旧、运行与维护成本、替换周期,形成基于全寿命费用的选型决策模型。应设立由技术、运维、质量、资产和财务部门组成的跨部门评审委员会,对选型方案进行多维评估,包括设备维护可行性、关键部件供给保障、运行风险等级,并完成唯一编码及编号体系确认,确保设备数据在设计、采购、运维间的闭环追溯。在论证阶段,应收集国内外同类设备的运行可靠性、故障统计与维修记录,提取平均无故障时间、关键部件寿命分布及零部件市场供给周期,转化为量化评估参数并写入选型文件,明确启运、运行、检修、更新等阶段的技术与维护预案^[9]。

3.2 采购与入库流程标准化

在中国大型机电设备全生命周期管理实践中,采购与入库流程标准化应以制度化、可追溯与闭环化为核心进行控制。首先,在采购计划审批阶段,由使用部门依据年度预算提交设备需求申请,明确性能参数、接口条件、安装位置及使用要求,并附技术文件和供应历史,由资产管理部门依据设备配置标准、在役清单与重复率分析进行技术与经济性论证,形成意见后报主管领导批准。其次,在供应商评估与合同谈判阶段,应实施分级准入制度,对候选厂商开展资质审查、现场考察及供货能力分析,依据评分模型进行排序;在合同谈判中应细化技术文件、出厂检验证书、关键部件清单及备件供应条款,明确保修期限、响应时限、技术服务与违约责任,确保交付与售后衔接规范。第三,设备到货检验应执行统一验收规程,重点包括外观与包装检查、数量与型号核对、主要部件清点及运行参数验证,对照合同及出厂试验报告进行低负荷运行测试,并由用户与供方共同签署保修期启用确认书。

3.3 运行期系统性维护机制

3.3.1 早期故障期——强化调试磨合与状态导向维修

运行初期大型机电设备的出动率逐步递增,在高速攀升过程中,运行稳定性难以形成,容易出现一些因为装配偏差、工艺残缺或设计误差引起的各种故障,为此应及时制定出以“纠正性维修”和“基于状态的维修”为主导思想的综合维修策略,形成快速响应与动态监测并行的维护体系。

首先,围绕状态导向维修理念,维修人员必须建立以多源监测和数据分析为主的动态管理系统,并在设备的各个节点(主轴承、液压系统、传动齿轮箱、电机绕组等)中安置高灵敏度的传感器装置采集到振动信号、温度、压力、

油液污染度等多项检测数据。比如,对于一些大功率离心式压缩机而言,假如其轴承的振幅在运行初期出现轻微异动,可能代表着当前润滑油膜存在失稳或者小规模滚动体欠磨损情况,维修人员可以通过对比该设备原来的状态特性曲线以及其基准数值的数据波动规律来判定是否存在故障发生点,并且根据油液中金属颗粒浓度变化,判断是否存在轴承表面微裂纹,并针对该类问题做出必要的修复或者更换措施,达到防止事故扩大的目的。其次,利用故障模式、影响及危害性分析(FMECA),对各设备的监测结果进行结构化处理,确定大功率提升机制动系统、电控系统、卷筒机构等不同等级模块存在的可能的故障模式(如:制动衬片磨损、电机绝缘老化、控制继电器粘连等)。并按照理论分析其风险度,在加权计算出风险优先数(RPN)之后,确定哪些模块处于高危范围,并制定相关的监测方法(如:振动上下报警值设定、定期开展红外热像周期检测、对电气绝缘电阻值的在线测量等),形成“预警—干预—验证”循环管控的逻辑闭环。

3.3.2 偶发故障期——实施预防性与预测性维修的精益策略

大型机电设备在经历稳定运行之后,出动率曲线保持在高位,系统发挥出最大效能,处于设备最佳的运行状态。在此阶段的主要工作是在做好正常维修的同时重点加强对重要设备、薄弱设备、事故多发点的监控与维护,具体可采用预防维修与预知维修相结合的方式,通过系统的手段来保证设备的可靠性以及运行成本最低。

其中,预防维修注重于运行时间及周期的管理,主要根据运行时间、载荷及以前设备故障的发生情况来确定保养的时间及更换的时间;而对一些如轴承、密封圈、润滑系统的滤芯等易损件,要做好定期替换或校正的工作,避免它们因为疲劳损坏而出现链式故障。做好设备的运行档案,在对关键部件的保养记录、维修周期及备品使用寿命周期动态管控的基础上,做好维修工作的计划性与可追溯性。而预测性维修是依靠状态监测与数据分析技术来完成的,设备运行时的状态参数是设备当前运行状态信息的主要载体,包括振动频谱、油液理化指标和红外热像图中不同波长的热量信号等。以汽轮机为例,在线监测系统采集到的振动加速度值、油液颗粒分布情况数据,经过傅里叶频谱分析和趋势回归模型分析可以早期发现轴瓦磨损、转子不平衡的情况。如果监测振动信号和油液铁屑含量发现振动频率偏离设定值以及油液中铁屑浓度变大,则说明该系统已经出现轻度失稳现象,在这种情况下需要根据该系统出现的问题针对性地进行轴承修磨及动平衡校正,防止这类问题进一步恶化造成大功率失稳或者短路失稳等情况。

3.3.3 耗损故障期——实施寿命评估与经济性决策

大型机电设备进入耗损故障期之后,设备运行的性能会加速恶化,导致整个设备系统的运行稳定性、安全性不断

下降,设备出动率曲线走低。这时应将是否开展计划性大修和技术改造作为设备管理工作的重点,并依据不同寿命期设备具体的寿命周期成本和长久经济效益对比结果来判定选择何种手段。

计划性大修应基于详细的运行记录和历史修理资料,根据关键部件的疲劳损伤、润滑状况以及隐蔽性裂纹来采取不同的修复方法,并且在大修计划中分等级给出其修理周期,以提高修理工作量的精确度。实施过程中,在拆检的同时要将部件、动力系统、传动链条、控制等部分配件进行更换修理,重点对承载构件、动力系统、传动链及控制元件等核心模块进行恢复性处理,并辅以状态监测验证,以实现性能恢复与可靠性提升的双重目标。技术改造主要是指在原有设备的基础上进一步提升其技术水平,例如改进能效装置、实现高能效的驱动器、强化智能化监控模块,降低设备能耗和响应速度等。以部门进行管理时需要采用寿命周期成本(LCC)模型的方法进行对比分析,从维护费用、停机损失、能耗水平、安全风险四个方面来确定设备可继续使用或者更新替换的经济临界点。对于改造可行的设备,应同步制定改造方案与运行测试计划,通过现场验证确保系统兼容性与改造效益。对于改造价值较低或存在结构性安全隐患的设备,应果断实施资产更新决策。

3.4 性能评估与更新机制

针对大型机电设备全生命周期管理中,其性能评估与更新机制主要涉及以下三个环节,具体为:首先,企业须实施大型机电设备定期效能测试与运行数据对比机制,即每3~5年或到设备某一关键指标达到触发点的时候,组织专业的工程师利用现场的测试平台开展主机效能、机械载荷响应、热耗电耗等情况的测试,随后将结果同最初的选型技术数据、最新的同类设备技术规范数据作比较。同时还应把大型机电设备所有的维修记录、故障停机的时间、更换零部件的数量和费用等数据全部统计出来并以此建立趋势分析模型,随后利用其准确评估设备性能。其次,设置剩余寿命的估算以及更新的触发机制。依据设备过往运行工况、累积维修数据及环境工况,采用折旧法、退化曲线拟合或寿命倒推法推算剩余寿命年数,当维修成本占比或能耗水平达到预设阈值(例如维修费用超过设备原值的25%或单位产出能耗超过新设备水平的20%)时,即启动更新评审流程。该流程包括技术改造方案编制、主机更换或系统升级对比、零部

件升级选型,并形成经济效益分析报告供决策层审批。

3.5 退役处置及残值利用机制

当大型机电设备达到寿命上限、维修频次激增或关键性能指标下降时,应启动退役处置与残值利用机制。首先,实施退役论证机制,依据设备运行年限、维修成本趋势、故障频率及性能衰减曲线进行综合技术经济分析,评估剩余使用价值与替换投资比,形成退役可行性报告;同时,针对含油、含铅、含铬等危险材料设备,制定安全与环保拆解预案,明确拆除时间、责任单位与审批流程。其次,执行拆除与零部件回收管理,停用后由技术人员依据设备结构编制拆卸方案和部件清单,对主机、传动系统、电控模块等核心部件实施状态检测,并按检验结果分类标识:可再用部件入库备品备件体系,不具备利用价值的组件按中国危险废弃物处理规范拆解回收^[9]。随后,将具备再制造潜力的关键构件纳入残值回收体系,通过无损检测与疲劳寿命分析确定再制造可行性,由专业机构执行翻新、修复或改造,并重新纳入次级运行体系;同时建立残值收益归集与再利用登记制度,确保技术、质量与经济责任可追溯。

4 结语

综上所述,本文从中国大型机电设备全生命周期管理的实际出发,系统厘定概念、剖析价值,并提出五项贴近中国装备运行环境的管理策略。通过在设备规划选型、采购入库、运行维护、性能更新及退役处置各阶段建立规范流程与制度机制,构建大型机电设备资产管理的闭环体系。未来,在持续推进装备运营效率与资产效益的背景下,贯彻上述策略将为大型机电设备的长期可靠运行提供制度保障。

参考文献

- [1] 张琳.浅析机电设备的全生命周期管理[J].轻松学电脑, 2021, 000(002):P.1-1.
- [2] 钱立勋.机电设备全生命周期维护保养系统的设计与实现[D].北京邮电大学,2021.
- [3] 无.数字化时代,如何实现设备资产全生命周期闭环管理[J].国内外机电一体化技术, 2022, 25(2):33-34.
- [4] 张琳.浅析机电设备的全生命周期管理[J].电子乐园, 2021(2): 0176-0176.
- [5] 满天德.基于全生命周期的机电设备安全管控平台建设研究[J].中国设备工程, 2021(20):3.