

设备全生命周期管理中的预防性维护策略优化

陈重

深圳市盛波光电科技有限公司，广东 深圳 518000

摘要： 本文深入探究设备全生命周期管理里预防性维护策略的优化，先是阐述设备全生命周期管理与预防性维护的理论基础，接着剖析各阶段预防性维护策略的现状，进而提出优化原则、目标以及具体措施。目的在于提升设备管理效率，降低成本，延长设备使用寿命，进而为相关领域给予理论和实践参考。

关键词： 设备全生命周期管理；预防性维护策略；优化

Optimization of Preventive Maintenance Strategy in Equipment Lifecycle Management

Chen Zhong

Shenzhen Shengbo Optoelectronics Technology Co., LTD. Shenzhen, Guangdong 518000

Abstract： This paper explores the optimization of preventive maintenance strategy in equipment lifecycle management in depth, firstly elaborates the theoretical basis of equipment lifecycle management and preventive maintenance, and then analyzes the status quo of preventive maintenance strategy in each stage, and then puts forward optimization principles, objectives and specific measures. The purpose is to improve the efficiency of equipment management, reduce costs, extend the service life of equipment, and then provide theoretical and practical reference for related fields.

Keywords： equipment life cycle management; preventive maintenance strategy; optimization

引言

在现代工业生产中设备是企业创造价值的重要根基，其设备运行的稳定性与可靠性会直接对生产效率、产品质量以及企业的经济效益产生影响。设备全生命周期管理作为一种科学的设备管理理念，涵盖了设备从规划采购到报废处理的整个过程。而预防性维护策略在其中发挥着关键作用，通过提前预防设备故障来减少设备停机时间，降低维修成本，提高设备综合效率。优化预防性维护策略对于提升企业竞争力、实现可持续发展有着重要意义。

一、设备全生命周期管理与预防性维护理论基础

（一）设备全生命周期管理概述

设备全生命周期管理指的是从设备的规划、设计、采购、安装、调试、使用、维护、改造一直到报废的全过程管理。它以设备的可靠性、维修性、经济性为目标，运用系统工程的方法对设备进行综合管理，以便能够让设备在整个生命周期内发挥出最大效能。

（二）预防性维护的内涵与重要性

预防性维护是在设备故障发生前，通过对设备运行状态进行监测和分析来提前采取措施来预防设备故障的发生。其重要性在于能够降低设备突发故障导致的生产中断风险，减少维修成本并延长设备使用寿命，进而提高设备的可用性和生产效率^[1]。

（三）预防性维护策略相关理论

预防性维护策略相关理论包含可靠性理论、故障预测与健康

管理理论、设备状态监测与诊断技术等。可靠性理论通过对设备故障概率的分析，确定设备的维护周期；故障预测与健康理论利用传感器、数据分析等技术对设备的健康状态进行评估和预测；设备状态监测与诊断技术则通过对设备的振动、温度、压力等参数进行监测，及时发现设备的潜在故障。

二、设备全生命周期各阶段预防性维护策略现状分析

（一）规划采购阶段

在规划采购阶段，企业常常过度关注设备的初始购置价格，却忽视了设备长期运行的稳定性与维护便利性。在考量性能指标时仅仅关注设备在理想工况下的数据，没有充分评估设备在实际复杂生产环境中的适用性^[2]。同时还缺乏对设备全生命周期成本的精确核算，没有将后续的维护保养、零部件更换、能耗等费用纳入采购决策范围。这就使得许多设备在投入使用后频繁出现故

障，维护成本居高不下，进而严重影响生产效率与经济效益。

（二）安装调试阶段

安装调试阶段是设备稳定运行的关键起始点，然而部分企业在这一环节存在诸多问题。在安装过程中施工人员可能为了赶进度，没有严格按照设备安装说明书的规范步骤操作，比如设备的基础固定不牢、线路连接错误等。这些隐患在设备运行初期可能并不明显，但随着时间的推移就会极容易引发严重故障。此外在对设备调试过程中的各项数据记录不完整、分析不深入，像设备的运行参数、振动幅度、温度变化等情况出现就会导致后续预防性维护缺乏关键的参考依据，也就无法精准判断设备的健康状况。

（三）使用维护阶段

在设备的使用维护阶段，普遍存在维护计划与设备实际运行状态脱节的现象。企业大多采用定期维护模式，无论设备的实际工况如何都按照固定周期进行维护，这种方式既可能造成维护过度，浪费人力、物力资源，又可能在设备运行异常时无法及时发现并处理问题。而且维护人员的专业素养参差不齐，部分人员缺乏先进的设备故障诊断技术和经验，在面对复杂故障时难以准确判断故障原因并且维修效率低下，进一步影响设备的正常运行，也会增加设备的停机时间^[3]。

（四）更新改造阶段

设备更新改造的目的是提升设备性能、满足新的生产需求，但当前部分企业在这一阶段存在明显不足。在技术评估方面，对市场上新兴技术、新工艺的了解不够深入，未能全面分析其对设备性能提升的潜在影响。在制定更新改造方案时缺乏系统性规划，没有充分考虑设备各部件之间的兼容性和整体协同性。这些情况就会导致设备改造后，不仅没有达到预期的性能提升目标，还可能出现新的故障隐患，无法满足生产工艺的改进需求，进而造成资源的浪费和生产的延误。

（五）报废处理阶段

报废处理阶段是设备全生命周期的最后一环，可是许多企业对此重视程度不够。在评估设备剩余价值时缺乏科学的评估方法和专业的评估人员，往往低估设备中可回收利用部件的价值而造成资源浪费^[4]。同时对报废设备中含有的有害物质，比如重金属、化学试剂等物质没有按照环保标准进行妥善处理，随意丢弃或处置不当就有可能对土壤、水源等造成严重污染，给生态环境带来负面影响，也违背了企业的社会责任和可持续发展理念。

三、预防性维护策略优化原则与目标设定

（一）优化原则

1. 可靠性原则

设备可靠性是保障生产持续稳定的关键，在设备全生命周期中，从规划采购阶段就要严格筛选设备供应商，考量其产品过往的可靠性记录。在使用过程中也要定期对设备关键部件进行无损检测，利用先进的监测技术实时掌握设备运行状态，一旦发现可靠性指标有下降趋势就要及时采取维护措施，确保设备始终处于

稳定可靠的运行状态，以便能够为企业生产筑牢根基。

2. 经济性原则

企业经营以盈利为目的，设备维护也需要遵循经济性原则。这不仅要关注单次维护的直接成本，如维修材料、人工费用等，还要考虑设备停机带来的生产损失、维修后设备性能提升对生产效率的影响等间接成本。通过建立成本效益分析模型来权衡不同维护方案的投入产出比去选择性价比最高的方案，实现维护成本最小化、设备效益最大化^[5]。

3. 科学性原则

借助现代科技手段实现设备维护的科学化，可以利用大数据分析技术去对设备历史运行数据、故障数据进行深度挖掘，找出设备故障发生的规律和潜在风险因素。还可以运用人工智能算法来实现设备故障的精准预测，提前安排维护计划。同时也要遵循标准化的维护作业流程，规范维护人员操作，以确保维护工作的质量和效果。

4. 动态性原则

设备运行环境复杂多变，维护策略也需要与时俱进。当设备运行工况发生变化，如生产工艺调整、工作强度改变、运行环境温度湿度波动等情况发生时要及时收集设备运行数据，重新评估设备状态，相应地调整维护周期、维护内容和维护方式，以适应设备实时需求来保障设备稳定运行。

（二）目标设定

1. 降低设备故障率

采用先进的故障预测技术，如基于物联网的设备状态监测系统去实时采集设备的振动、温度、压力等关键参数。并且通过数据分析算法对设备运行状态进行评估，提前发现潜在故障隐患。一旦监测到异常数据要及时发出预警，安排专业维修人员进行针对性维护，将故障扼杀在萌芽状态，进而有效降低设备故障率^[6]。

2. 提高设备可用性和生产效率

优化维护计划要根据设备运行规律和生产任务安排，合理避开生产高峰期进行维护工作。同时要建立设备应急维修机制，储备充足的备品备件，确保在设备突发故障时能够快速响应，缩短维修时间来提高设备的可用时间，在保障生产连续性的同时提高生产效率。

3. 降低设备维护成本

一方面要通过精准的故障预测来避免不必要的预防性维护，减少维护资源浪费。另一方面也要与优质供应商建立长期合作关系，集中采购备品备件来降低采购成本。在此基础上还要优化维修流程，提高维修人员工作效率，减少人工成本支出，从而实现设备维护成本的降低。

4. 延长设备使用寿命

制定科学合理的设备维护保养计划，定期对设备进行清洁、润滑、紧固等基础维护工作。并且根据设备运行状况来及时更换磨损部件，以避免设备过度磨损。同时还要采用先进的设备修复技术，对损坏的设备部件进行修复，延长设备整体使用寿命并减少设备更新换代的频率，进而降低企业设备投资成本。

四、设备全生命周期各阶段预防性维护策略优化措施

（一）规划采购阶段策略优化

在规划采购阶段，企业需要全面考量设备的可靠性、可维护性与全生命周期成本。所以建立科学的设备采购评估指标体系至关重要，不仅要关注设备的性能参数和价格还要深入分析维护成本，比如易损件的更换频率与价格、维护所需的专业工具及人工成本等^[7]。同时在售后服务方面，应考察供应商的响应速度、技术支持能力以及服务网点的覆盖范围。除此之外还应该加强与设备供应商的沟通合作，要求供应商提供设备在不同工况下的可靠性数据以及详细的维护建议和操作手册。通过这些措施来从源头上保障设备后期运行的稳定性与维护的便捷性，进而降低设备全生命周期成本。

（二）安装调试阶段策略优化

安装调试阶段要严格按照设备安装说明书操作是确保设备安装质量的关键。在安装过程中技术人员应详细记录每一个安装步骤和关键参数，包括设备的安装位置、各部件的连接方式与紧固程度等。同时也要加强对设备调试数据的记录与分析，如设备启动时的各项参数变化、运行过程中的振动、温度、压力等实时数据。并在此基础上建立设备调试档案，将这些数据进行整理归档，为后续预防性维护提供数据基础。论文还要组织安装调试人员参加专业技术培训，邀请设备厂家技术人员进行现场指导来提升他们对设备安装调试的技术水平和操作能力，以便能够避免因安装调试不当引发设备故障^[8]。

（三）使用维护阶段策略优化

在使用维护阶段，构建基于设备状态监测的预防性维护计划十分必要。可以利用传感器技术来实时采集设备的运行数据，通过数据分析模型判断设备的运行状态并依据设备的实际磨损情况、运行时长等因素来精准确定维护时间和维护内容。同时要定期组织维护人员参加专业培训课程，内容涵盖最新的设备故障诊断技术、维修工艺等，并在此基础上运用信息化管理手段来搭建设备管理信息系统，将设备的维护记录、运行数据、故障历史等

信息录入系统，实现设备维护的信息化、智能化管理。

（四）更新改造阶段策略优化

更新改造阶段，对设备进行全面技术评估是首要任务，通过组织专业技术团队来综合考虑设备的现有性能、技术发展趋势以及企业生产需求的变化，并且分析新技术、新工艺对设备性能提升的可能性，如引入自动化控制技术提高设备的生产精度和效率^[9]。同时也要制定科学合理的更新改造方案，明确改造目标、实施步骤和预算安排。在改造过程中还要严格按照方案执行，对改造后的设备进行全面性能测试，包括空载测试、负载测试、稳定性测试等。除此之外在设备投入运行后更要持续进行运行监测，通过对比改造前后的数据来及时发现并解决可能出现的问题，进而确保改造后的设备满足生产需求。

（五）报废处理阶段策略优化

报废处理阶段要准确评估设备的剩余价值需要综合考虑设备的损坏程度、零部件的可再利用性等因素。可以邀请专业的资产评估机构进行评估或者参考市场上同类设备的报废处理价格，对于尚有一定价值的设备可以通过拍卖、拆解零部件再销售等合理处置方式，进而实现设备资源的再利用。另外也要加强对报废设备的环保处理，确保设备中含有的有害物质，如重金属、化学物质等有害物质能够得到妥善处理并符合国家环保要求^[10]。

五、结语

设备全生命周期管理中的预防性维护策略优化是一个系统工程，需要企业从规划采购、安装调试、使用维护、更新改造到报废处理的各个阶段进行全面的优化和管理。通过优化预防性维护策略可以提高设备的可靠性、可用性和经济性，降低设备故障率和维护成本，延长设备使用寿命，为企业的生产经营提供有力的设备保障。未来随着科技的不断进步，设备全生命周期管理和预防性维护策略将不断发展和完善，企业应积极引入新技术、新方法持续优化设备管理以提升企业竞争力。

参考文献

- [1] 谭天艳. H 医院医疗设备全生命周期管理改善研究 [D]. 云南财经大学, 2023.
- [2] 李雨霏. A 银行 G 分行自助设备全生命周期管理研究 [D]. 兰州大学, 2022.
- [3] 吴平凤, 姚辉, 林建勋, 等. 智慧医院医疗设备全生命周期管理系统构建与评价研究 [J]. 中国医学装备, 2023, 20(06): 149-155.
- [4] 郝维. 云南 D 职业技术学院实训室仪器设备全生命周期管理研究 [D]. 贵州大学, 2022.
- [5] 王昊鑫. 基于智慧互联的选煤设备全生命周期管理系统研究 [D]. 中国矿业大学, 2022.
- [6] 吴奕楠. XY 民营医院医疗设备全生命周期管理改进研究 [D]. 长沙理工大学, 2022.
- [7] 林伟文. 基于信息技术的医疗设备全生命周期管理 [J]. 设备管理与维修, 2021, (20): 9-11.
- [8] 孔稳. 医疗设备全生命周期管理存在的问题及对策探讨 [J]. 中国设备工程, 2021, (08): 44-45.
- [9] 胡建华. W 公司化工设备全生命周期管理改善研究 [D]. 南京理工大学, 2020.
- [10] 朱光辉, 刘建昌, 陈婷婷, 等. 互联网视域下高校设备全生命周期管理探究 [J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(05): 290-293.