

箱压缩机制造企业设备全生命周期管理体系构建研究

黄洪和

加西贝拉压缩机有限公司 浙江 嘉兴 314001

摘要: 制造业智能化转型中,箱压缩机制造企业是装备制造核心力量,设备作为生产运营核心资产,其管理水平关乎企业生产效率、产品质量与市场竞争力。当下,多数冰箱压缩机制造企业设备管理存在环节割裂、方式粗放、数字化程度低等问题,难以满足高质量发展需求。本文以冰箱压缩机制造企业为对象,基于设备全生命周期管理理论,结合行业特性,调研现状与痛点,明确体系构建原则和目标,设计框架与关键模块,提出实施路径,探讨数字化技术应用,为企业优化设备管理提供参考,助力转型。

关键词: 箱压缩机制造企业;设备全生命周期管理;管理体系构建

引言:工业4.0技术深度渗透,箱压缩机制造行业竞争加剧,企业对生产连续性和设备可靠性要求提高。设备贯穿箱压缩机制造企业全流程,运行状态影响生产效率、产品精度与安全。目前,我国箱压缩机制造企业设备管理多采用事后维修模式,存在管理脱节、数据共享不足、维护策略不合理等问题,导致故障率高、运维成本上升、资产利用率低,制约发展。设备全生命周期管理可全方位管控设备,本文聚焦其体系构建,探索适配路径,助力企业转型。

1 设备全生命周期管理理论基础

1.1 设备全生命周期管理的概念

设备全生命周期管理以设备为核心,旨在实现资产价值最大化、运营成本最小化。它通过技术、经济、组织等手段,对设备从规划选型到报废处置的全生命周期进行全方位、动态化、闭环式管控。该模式打破各环节信息壁垒,实现全流程协同,管理重心从事后维修转向事前预防与事中控制,覆盖设备全周期关键节点。与传统管理相比,它更注重系统性与整体性,强调环节衔接,整合设备运行、维护、成本等数据为决策提供依据,最终提升设备综合效能、优化生命周期成本、实现资产保值增值,契合箱压缩机制造企业规模化、精细化生产需求。

1.2 相关理论与方法

设备全生命周期管理依托多种理论方法构建系统逻辑。全生命周期成本管理理论是核心,全面核算管控设备采购、运维、能耗、报废处置等成本,实现总成本最小化。预防维修理论注重定期维护,以标准化计划降低故障率;预测性维护理论依托数据监测分析,提前预判故障,实现“未病先治”。系统工程理论为体系构建提供整体思路,将设备管理融入企业生产运营系统,实

现协同联动。常用方法有故障模式与影响分析、设备综合效率评估、大数据分析等,为各环节管理提供科学工具,提升管理精准度与有效性^[1]。

1.3 箱压缩机制造企业设备管理的特殊性

箱压缩机制造企业设备管理特殊性显著。一是设备复杂,多为高精度、高集机电一体化设备,涵盖多模块,技术含量高,对维护人员专业能力要求严苛,故障排查难、维修成本高。二是管理场景特殊,生产流程连续复杂,多台设备联动,单台故障或致整线停机,经济损失巨大,对设备运行稳定性、可靠性要求极高。三是管理需求特殊,需满足产品精度、安全生产、合规管控等多重要求,维护记录等需全程可追溯,且设备更新快、技术升级频繁,要兼顾实用性与先进性,管理难度与复杂度大增。

2 箱压缩机制造企业设备管理现状与问题分析

2.1 行业设备管理现状调研

为全面掌握箱压缩机制造企业设备管理现状,通过问卷调查、实地走访、企业访谈等方式,对不同规模、不同细分领域的箱压缩机制造企业开展调研,覆盖设备采购、运行维护、报废处置等全环节。调研结果显示,当前多数箱压缩机制造企业已逐步意识到设备管理的重要性,部分大中型企业开始尝试引入全生命周期管理理念,初步搭建了设备管理台账,推行定期维护制度。但整体来看,行业设备管理水平仍处于中低端阶段,小型企业受资金、技术、人才限制,仍沿用传统的事后维修模式,设备管理缺乏系统性规划;大中型企业虽有一定的管理基础,但存在管理环节割裂、数字化程度低、数据共享不足等问题。另外,行业内缺乏统一的设备管理标准,多数企业的设备管理流程不规范,维护策略缺乏科学依据,设备资产利用率、综合效能有待进一步提

升,数字化技术的应用多停留在基础层面,未能充分发挥技术赋能作用。

2.2 现存问题与痛点

结合调研结果,当前箱压缩机制造企业设备管理存在的问题与痛点主要集中在四个方面。一是管理环节割裂,设备规划选型、采购安装、运行维护、报废处置等环节缺乏有效衔接,采购环节未充分考虑后续运维需求,运维环节未及时反馈设备运行问题,导致设备全生命周期管理形成“碎片化”格局,难以实现协同管控。二是维护策略不合理,多数企业仍采用“一刀切”的定期维护模式,存在过度维护与维护不足并存的现象,过度维护造成资源浪费,维护不足则导致设备故障率偏高,增加停机损失与维修成本。三是数字化水平偏低,多数企业未搭建完善的设备管理数字化平台,设备运行数据、维护记录多依赖人工记录,数据准确性、及时性不足,难以实现数据驱动的维护决策与管理优化^[2]。四是管理人才匮乏,设备全生命周期管理需要兼具设备技术、管理知识、数字化技能的复合型人才,而当前行业内多数设备管理人员专业能力单一,缺乏系统的管理培训,难以适配智能化管理需求,制约管理体系的落地与优化。

3 设备全生命周期管理体系构建

3.1 体系构建原则与目标

箱压缩机制造企业设备全生命周期管理体系的构建,需遵循四大核心原则,确保体系的科学性、实用性与可操作性。一是系统性原则,立足设备全生命周期各环节,打破环节壁垒,实现规划、采购、运维、报废等环节的协同联动,构建闭环式管理体系。二是适配性原则,结合箱压缩机制造企业设备复杂性、生产连续性的特点,贴合企业生产运营实际,避免体系“一刀切”,确保体系可落地、可执行。三是数据驱动原则,以设备运行数据、维护记录、成本信息等为核心,依托数字化技术,实现管理决策的科学化、精准化。四是持续优化原则,结合企业发展、技术升级与行业变化,定期梳理体系运行过程中的问题,持续优化体系框架与管理流程,提升管理效能。体系构建的核心目标是实现设备资产价值最大化,具体包括:降低设备全生命周期成本,提升设备综合效能与资产利用率,减少设备故障停机时间,规范设备管理流程,实现设备管理从被动维修向主动管控、从经验管理向数据管理的转型,为企业高质量发展提供支撑。

3.2 体系框架设计

结合箱压缩机制造企业的行业特性与管理需求,构

建“一个核心、四大模块、两大支撑”的设备全生命周期管理体系框架。一个核心即“设备全生命周期价值最大化”,贯穿体系构建与运行的全过程。四大模块对应设备全生命周期的四个关键阶段,分别为前期管理模块(规划选型、采购安装)、运行维护模块(日常运维、故障处理、预防性维护)、改造升级模块(设备评估、技术改造)、报废处置模块(报废评估、合规处置、残值回收),各模块相互衔接、协同联动,形成闭环管理。两大支撑分别为数字化支撑与组织保障支撑,数字化支撑依托物联网、大数据等技术,搭建设备管理数字化平台,实现数据采集、分析、共享与应用;组织保障支撑通过建立健全管理机制、配备专业人才、完善管理制度,确保体系有效落地。该框架既覆盖设备全生命周期各环节,又突出箱压缩机制造企业的特殊性,兼顾系统性与实用性,为后续关键模块设计与实施提供明确指引。

3.3 关键模块设计

基于体系框架,重点设计四大关键模块,确保各环节管理有章可循、有据可依。前期管理模块聚焦规划选型与采购安装,明确设备需求调研、技术论证、供应商筛选的标准流程,采购环节需充分考虑设备的实用性、可维护性与数字化兼容性,安装调试后需完成设备档案建档,实现设备全生命周期数据追溯。运行维护模块是体系核心,建立日常点检、定期维护、预测性维护相结合的维护体系,制定标准化维护流程与故障处理预案,实时记录设备运行数据与维护记录,建立故障知识库,减少同类故障重复发生^[3]。改造升级模块通过定期对设备性能、能耗、运维成本进行评估,判断设备是否需要改造升级,制定科学的改造方案,确保改造后设备适配生产需求,提升设备效能。报废处置模块明确报废评估标准,规范报废审批流程,对报废设备进行合规处置,回收可利用部件与残值,同步更新设备台账,实现资产闭环管理。

3.4 体系实施路径

为确保设备全生命周期管理体系有效落地,结合箱压缩机制造企业实际,制定四步实施路径。第一步,前期准备,成立专门的设备管理专项小组,明确各部门与人员的管理职责,梳理现有设备管理流程与问题,开展全员培训,普及设备全生命周期管理理念。第二步,基础搭建,完善设备档案管理,建立标准化的设备管理流程与管理制度,搭建基础的设备管理数字化平台,实现设备台账、维护记录等数据的电子化管理。第三步,试点运行,选择企业核心生产线或关键设备作为试点,推行体系相关模块,收集试点过程中的问题与建议,优化

完善体系细节,形成可复制、可推广的经验。第四步,全面推广与持续优化,在企业内部全面推行完善后的管理体系,加强各环节的协同配合,定期开展体系运行效果评估,结合技术升级与行业变化,持续优化管理流程、完善数字化支撑,确保体系始终适配企业发展需求,发挥管理效能。

4 数字化技术在设备全生命周期管理中的应用

4.1 物联网(IoT)与设备状态监测

物联网(IoT)技术为设备状态监测带来高效方案,能实时感知与精准管控设备运行状态,解决传统人工巡检滞后、覆盖不全的问题。在箱压缩机制造企业里,在设备核心部件如轴承、电机、控制系统等部署振动、温度、电流等传感器,实时采集运行关键参数,借助工业以太网或5G专网低延迟传输数据,搭建可视化监控平台,动态呈现设备运行状态与参数波动。一旦设备参数超出预设阈值,系统自动预警,通过短信、平台推送通知管理人员,实现异常早发现早处理。传感器数据同步传至设备管理数字化平台,为后续优化维护策略、分析故障提供数据依据,有效降低设备故障率,减少非计划停机时间,提升设备运行稳定性与可靠性。

4.2 大数据与AI驱动的预测性维护

大数据与AI技术的融合应用,推动设备维护从预防性维护向预测性维护转型,实现“数据驱动、精准维护”。箱压缩机制造企业设备运行过程中产生海量的运行数据、维护记录、故障数据等,通过大数据技术对这些数据进行清洗、整合与分析,挖掘数据背后的关联规律与故障特征。依托AI算法(如随机森林、LSTM算法)训练故障预测模型,结合实时采集的设备运行数据,提前预判设备潜在故障,预测设备剩余使用寿命,为维护人员提供精准的维护建议与时间节点。同时,AI算法可根据设备运行工况、故障频率等,自动生成差异化维护计划,避免“一刀切”的维护模式,减少过度维护造成的资源浪费,降低维护成本。通过大数据分析还可优化备件库存管理,精准预测备件需求,避免备件积压与短缺。

4.3 数字孪生技术

数字孪生技术通过构建设备1:1虚拟镜像,实现设备全生命周期的虚拟仿真与精准管控,适配箱压缩机制造企业高精度、复杂设备的管理需求。在设备规划选型阶段,通过数字孪生技术模拟设备运行工况,对比不同设

备的性能与适配性,为选型决策提供科学依据;在安装调试阶段,虚拟模拟设备安装流程与调试参数,排查安装过程中的机械干涉等问题,缩短调试周期,降低调试成本。在设备运行阶段,虚拟镜像实时同步设备实际运行状态,管理人员可通过虚拟漫游查看设备内部结构与运行情况,故障发生时,通过虚拟仿真复现故障过程,快速定位故障根源,优化故障处理方案,缩短故障处理时间。在设备改造升级阶段,通过虚拟模拟改造方案,预判改造效果,优化改造参数,降低改造风险,确保改造后设备适配生产需求。

4.4 区块链技术

区块链技术凭借去中心化、不可篡改、可追溯的特性,为设备全生命周期管理提供可信数据支撑,破解数据造假、追溯困难等问题。在箱压缩机制造企业中,区块链技术可应用于设备全生命周期数据存证,将设备采购合同、安装调试记录、维护记录、故障数据、报废处置信息等全部上链存储,确保数据不可篡改、全程可追溯,为设备质量追溯、责任认定提供依据。在备件管理中,赋予每个备件唯一的区块链标识,记录备件的采购、存储、领用、更换等全流程信息,实现备件溯源,避免假冒伪劣备件的使用,降低设备故障风险。另外,区块链技术还可实现设备管理各参与方(如企业、供应商、维护服务商)的数据共享,打破信息壁垒,提升协同管理效率,确保设备全生命周期管理的透明化、规范化。

结束语

设备全生命周期管理体系构建,是箱压缩机制造企业突破管理瓶颈、实现高质量发展的关键,也是制造业智能化转型的必然。本文结合行业特殊性,调研现状与痛点,构建了涵盖全流程的管理体系,明确原则、框架、模块与路径,探讨数字化技术应用场景,为企业设备管理提供参考。未来,应推动技术与管理融合,提升效能,实现资产价值最大化。

参考文献

- [1]宋叶新.机电设备故障原因分析及安全管理方法研究[J].中国公共安全,2025(12):44-46.
- [2]白登辉,王希文,杨志锋,等.民用建筑绿色机电设备全生命周期评价体系研究[J].建筑电气,2023,42(7):20-23.
- [3]党梦宇.基于全生命周期视角的煤矿机电设备性能优化[J].电力设备管理,2025(2):210-212.