

机械制造加工设备的安全管理和维修探讨

杨文亮

国能联合动力智慧能源(张家口)有限公司 河北 张家口 075000

摘要: 随着机械制造行业向自动化、智能化高速发展,加工设备的安全管理与维修效能已成为影响企业竞争力的核心要素。当前,设备故障引发的安全事故频发、维修成本攀升、技术滞后等问题日益凸显,亟需构建系统化管理体系。本文从安全管理的核心要素、风险评估方法切入,结合预防性、预测性维修模式创新,探讨安全管理与维修的协同机制,并针对行业现存问题提出智能化监测技术应用、产学研融合等改进策略。

关键词: 机械制造加工设备;安全管理;维修

引言:在制造业转型升级的关键期,机械制造加工设备作为核心生产要素,其安全管理与维修水平直接影响企业生产效能与行业竞争力。当前,设备智能化、高速化趋势加剧了安全风险与运维挑战,部分企业因安全防护缺失、维修模式粗放导致事故频发、停机损失攀升。本文从设备全生命周期视角出发,系统剖析安全管理与维修的内在关联,探索协同优化路径,为推动机械制造行业高质量发展提供实践参考。

1 机械制造加工设备安全管理理论分析

1.1 安全管理的核心要素

(1) 人员安全意识与操作规范:人员是设备操作的直接执行者,其安全意识强弱直接影响管理效果。需通过定期安全培训(如设备风险点讲解、事故案例分析)强化安全认知,同时制定标准化操作流程(如开机前设备点检步骤、加工参数设定规范),避免因操作随意性引发风险,例如要求操作人员必须佩戴防护手套、护目镜等防护用具后才能启动设备。(2) 设备安全防护装置设计:防护装置是设备安全的硬件保障。急停系统需确保在紧急情况下1秒内切断设备动力源,且按钮需突出设备表面、颜色为醒目的红色;防护罩需采用高强度钢材制作,覆盖设备旋转、传动等危险部位,同时预留合理观察窗口,既不影响操作视野,又能防止碎屑飞溅伤人,如数控机床的导轨防护罩需具备防尘、防油且易拆卸维护的特性。(3) 安全管理制度与责任体系:需构建“横向到边、纵向到底”的制度体系,包括设备安全检查制度(如每日班前检查、每周专项检查)、隐患整改制度(明确整改时限与责任人)。责任体系需落实到具体岗位,如设备管理员负责设备日常维护、车间主任负责整体安全监督,形成“谁操作、谁负责,谁管理、谁担责”的机制。

1.2 风险识别与评估方法

(1) 常见设备故障类型:机械故障多源于零部件磨损,如齿轮啮合间隙过大导致传动异响、轴承缺油引发过热;电气故障常表现为线路老化短路、传感器失灵导致设备误动作;人为误操作包括未按规程启动设备、参数设置错误引发加工偏差,需通过设备运行记录、现场巡检及时识别。(2) 风险矩阵法(RiskMatrix)在设备管理中的应用:以“可能性”(如高、中、低)为横轴,“后果严重性”(如人员伤亡、设备损坏、生产中断)为纵轴构建矩阵。例如,设备电气短路(可能性中)若引发火灾导致人员伤亡(后果严重),则判定为高风险,需优先制定整改措施,如更换老化线路、加装漏电保护器^[1]。

1.3 安全标准与法规依据

(1) 国内《安全生产法》《机械安全标准》解读:《安全生产法》要求企业落实安全主体责任,配备专职安全员,对从业人员进行安全培训;《机械安全标准》(如GB/T15706)明确设备设计、制造、使用的安全要求,例如规定设备外露旋转部件必须设置防护罩,防护距离需符合人体安全尺寸。(2) 国际标准(如ISO12100)的借鉴意义:ISO12100提出“风险评估与降低”的系统性方法,强调从设备设计阶段开始识别风险,通过本质安全设计(如采用安全联锁装置)、防护措施、使用信息等多层级降低风险,为国内企业建立全生命周期设备安全管理体系提供参考,助力企业提升国际市场竞争力。

2 机械制造加工设备维修策略与实践

2.1 维修模式分类与选择

(1) 事后维修(Breakdown Maintenance):事后维修是设备发生故障后才进行维修的模式,具有“被动响应”特征。其优势在于无需提前规划,初期投入成本低,适合故障影响小、停机损失低的非关键设备,如辅

助输送装置、小型工具机等。但缺点明显，故障突发可能导致生产中断，增加紧急维修成本，还可能引发设备连锁损坏，因此不适用于生产线核心设备。（2）预防性维修（Preventive Maintenance）：预防性维修以“定期保养”为核心，根据设备使用周期或运行时长制定固定维修计划，如按季度拆解检查、年度全面检修。该模式能提前排除潜在故障，降低突发停机风险，适用于故障率随使用时间递增的设备，如机床主轴、液压系统等。不过，过度维修可能造成资源浪费，比如未达故障周期却更换零件，需结合设备使用强度动态调整周期。（3）预测性维修（Predictive Maintenance）与状态监测技术：预测性维修基于“实时数据监测”，通过传感器、物联网技术采集设备运行参数，结合数据分析判断设备状态。常用状态监测技术包括振动传感器监测轴承磨损、温度传感器追踪电机发热、油液分析仪检测润滑油杂质等。其优势是精准性高，可实现“按需维修”，减少不必要停机，适合高价值、高精密度设备，如数控加工中心、机器人工作站，但对数据采集设备和分析技术要求较高，初期投入较大。

2.2 维修流程优化

（1）故障诊断技术：故障诊断是维修流程的核心环节，常用技术包括振动分析、油液检测、红外热成像。振动分析通过监测设备振动频率、振幅，判断轴承、齿轮等旋转部件的磨损程度，适用于机床、电机等设备；油液检测通过分析润滑油中的金属颗粒、污染物含量，评估液压系统、齿轮箱的内部磨损状态，可提前发现隐性故障；红外热成像技术利用热成像仪捕捉设备表面温度分布，快速定位电气接线松动、电机绕组短路等过热故障，诊断效率高且无需停机。（2）维修计划制定与资源调配：维修计划制定需结合设备重要性、故障风险及生产任务，采用“优先级排序法”：核心设备优先安排预测性维修，关键设备按周期执行预防性维修，辅助设备采用事后维修。资源调配需实现“人、材、机”协同，例如根据维修任务复杂度匹配技术人员，通过信息化系统实时更新备件库存，提前调配维修工具（如液压扳手、激光对中仪），避免因资源短缺延误维修。同时，可采用“并行维修”模式，在设备停机间隙同步完成多项检修任务，缩短停机时间^[2]。

2.3 备件管理与成本控制

（1）备件库存优化模型（如ABC分类法）：ABC分类法根据备件重要程度、使用频率和价值划分类别。A类备件为关键、高价值且使用频率高的备件，如加工中心的主轴单元，需保持较高库存，确保及时更换；B类备

件为一般重要、中价值的备件，如普通电机轴承，可保持适中库存；C类备件为低价值、易获取的备件，如螺丝、垫片，可少量库存，降低库存成本。通过该模型，实现备件库存合理配置，减少资金占用。（2）维修成本与生产效益的平衡：在控制维修成本的同时，需保障设备正常运行以提升生产效益。例如选择性价比高的维修方案，优先采用国产化备件替代进口备件，降低采购成本，但需确保备件质量；合理安排维修时间，避免因过度维修导致设备停机时间过长，影响生产进度。同时，通过提高维修质量，延长设备使用寿命，减少维修次数，实现维修成本与生产效益的双赢。

3 机械制造加工设备安全管理与维修的协同机制

3.1 安全管理与维修的关联性

（1）维修不及时导致的安全隐患：设备长期未维修易出现部件老化、性能衰退等问题，进而引发安全事故。例如，数控机床的传动齿轮磨损后若未及时更换，可能在运行中突然断裂，导致设备骤停或部件飞溅，造成操作人员受伤；液压系统泄漏未及时维修，不仅会降低设备运行效率，还可能因液压油接触高温部件引发火灾，威胁车间整体安全，可见维修及时性是保障设备安全运行的关键前提。（2）安全管理对维修质量的反向约束：安全管理体系会通过明确维修标准、设置质量检验环节，对维修质量形成约束。比如，企业安全制度要求维修后的设备必须通过安全性能检测，如急停系统响应时间测试、防护装置牢固性检查等，只有达标才能重新投入使用。若维修过程中存在偷工减料，如未按规范更换合格零件，会在安全检查中被发现并要求返工，倒逼维修人员提升维修质量，确保设备维修后符合安全运行要求^[3]。

3.2 一体化管理模型构建

（1）基于PDCA循环的持续改进机制：在计划（Plan）阶段，结合设备安全风险评估与维修需求，制定包含安全指标和维修目标的年度计划，如明确高风险设备的维修频次与安全检测周期；执行（Do）阶段，同步推进安全管理与维修工作，维修人员在检修时落实安全防护措施，安全管理人员监督维修过程合规性；检查（Check）阶段，定期核查安全制度执行情况与维修效果，分析是否存在安全隐患或维修不到位问题，如对比设备故障发生率与维修后安全指标变化；处理（Act）阶段，针对发现的问题优化计划，如调整维修流程以减少安全风险，形成“计划-执行-检查-改进”的闭环，实现二者协同提升。（2）信息化管理工具（EAM系统、物联网技术）的应用：EAM（企业资产管理）系统可整合设

备安全数据与维修记录,如将设备安全检查结果、维修时间、备件更换信息录入系统,实现数据共享,方便管理人员实时掌握设备安全与维修状态,避免信息断层;物联网技术通过在设备上安装传感器,实时采集运行温度、振动频率等数据,一方面为安全管理提供预警支持,如温度超标时及时提醒排查安全隐患,另一方面为维修提供数据依据,如根据振动数据预判部件寿命,提前安排维修,实现安全预警与维修计划的精准协同。

4 机械制造加工设备安全管理与维修的现存问题及改进对策

4.1 行业现存问题

(1) 企业安全投入不足、维修技术滞后:部分中小制造企业为控制成本,大幅削减安全设施与维修技术升级投入,如未及时更换老化的安全防护装置,仍沿用传统人工巡检方式替代智能监测设备。维修技术方面,多数企业依赖经验化维修,缺乏对先进诊断技术的应用,例如面对复杂设备故障时,无法通过精准数据定位问题,只能采用拆解试错的方式,不仅延长维修时间,还可能因操作不当加剧设备损耗,同时增加安全事故发生风险。(2) 人员培训体系不完善、应急预案缺失:企业对设备操作人员与维修人员的培训多停留在基础操作层面,未开展系统性的安全管理与先进维修技术培训,导致人员安全意识薄弱、维修技能不足,如操作人员不熟悉新型设备的安全预警功能,维修人员无法熟练使用振动分析等诊断工具。此外,多数企业未建立完善的设备故障应急预案,当突发安全事故(如电气火灾、部件断裂)时,现场人员无明确处置流程,易因应对不当扩大事故影响,造成更大的人员伤亡与经济损失。

4.2 改进对策

(1) 推广智能化监测技术(如数字孪生、AI故障预测):鼓励企业引入数字孪生技术,构建设备虚拟模型,实时映射设备运行状态,通过模拟不同工况提前识别安全隐患;应用AI故障预测系统,整合设备运行数据(温度、振动、压力等),利用算法分析数据规律,精准预判故障发生时间与部位,如提前预警电机轴承磨损,让维修工作

从“被动应对”转为“主动预防”,既减少安全风险,又提升维修效率。(2) 完善安全管理制度与绩效考核机制:制定细化的安全管理条例,明确设备安全检查频次、维修质量标准,如要求每日对急停系统进行测试,每月开展设备安全隐患排查;将安全管理与维修效果纳入绩效考核,对严格执行安全制度、维修质量达标的团队或个人给予奖励,对违规操作、维修不到位导致安全事故的进行处罚,通过奖惩机制强化人员责任意识,保障制度落地^[4]。

(3) 加强产学研合作,提升维修技术创新能力:推动企业与高校、科研机构合作,建立联合研发中心,针对行业维修技术痛点(如复杂部件修复、智能诊断算法优化)开展研究;邀请专家为企业人员提供技术培训,引进先进维修理念与方法,同时促进科研成果转化,将实验室中的新技术(如激光修复技术、智能传感技术)应用到实际生产中,提升企业整体维修技术水平,助力安全管理与维修工作协同发展。

结束语

机械制造加工设备的安全管理与维修是保障生产安全、提升制造效能的核心环节。通过构建全生命周期安全管理体系,融合预防性、预测性维修技术,并借助智能化监测工具与协同管理机制,可有效降低设备故障率与安全风险。未来,随着工业互联网与数字孪生技术的深化应用,设备管理将向智能化、精准化方向加速演进。企业需持续强化安全投入与技术创新,推动安全管理与维修的深度融合,为制造业高质量发展筑牢根基。

参考文献

- [1]王玉洁.机械制造加工设备的安全管理与维修策略[J].造纸装备及材料,2022,(05):46-48.
- [2]王亮,刘智龙,孟祥志.机械制造加工设备的安全管理与维修[J].当代化工研究,2022,(15):162-164.
- [3]马正磊.机械制造加工设备的安全管理与维修[J].内燃机与配件,2021,(14):214-215.
- [4]杨国庆.机械制造加工设备的安全管理与维修策略[J].产业科技创新,2022,(05):44-46.