机械制造设备日常维护管理及故障预防措施

李 锐

（中石化石油机械股份有限公司江钻公司，湖北 潜江 433124）

摘 要 机械制造设备日常维护管理和故障预防对保障生产连续性、降低运营成本具有重要作用。本文以配备三种典型数控设备的制造企业为研究对象，提出了设备日常保养要点及故障预防对策，分析了不同设备对应的维护方案与维修方式，并从五个方面提出系统化故障预防措施。结果表明，周期化维保结合全员参与和智能监测的管理模式可大幅降低故障停机率，为制造企业精益运营提供坚实的保障。

关键词 机械制造设备；数控加工中心；自动焊机；日常维护；故障预防

中图分类号：TH17 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.29.030

0 引言

制造业纵深发展，机械制造企业对设备依赖不断加深，数控加工中心、自动焊机和数控车床这类核心设备的运行稳定性，直接关系到产品质量、生产效率与经济效益。这类设备是多系统复合体，结构复杂，突发停机不仅会造成生产中断，还会引发质量事故和交货延期。当前部分企业设备管理仍存在不少问题：维护制度不健全，日常检查流于形式，过度依赖事后维修而忽视预防性维护，操作人员的日常保养意识和能力参差不齐。设备维护管理已从传统的“坏了再修”发展到预防性维护、预测性维护和智能化运维。随着数控设备集成化、智能化程度不断提高，配套加强运维管理就成为保证其稳定运行的必要条件[1]。本文以数控加工中心、自动焊机、数控车床等为主导的制造企业为研究对象，对三类典型设备日常维护管理要点进行系统梳理，并分析常见的故障原因及防治措施，提出建立综合化设备维护管理系统的具体办法，从而给同类企业的设备管理实践提供理论指导以及操作指引。

1 机械制造设备日常维护管理概述

1.1 机械制造设备日常维护管理的含义及意义

机械制造设备日常维护管理是为保证设备技术状态良好、满足生产需求开展的计划、组织、协调与控制活动。对于机械制造企业，其核心价值有三点：一是保障生产连续，避免设备突发故障造成停线损失；二是维持加工精度，避免设备性能退化引发批量质量事故；三是降低设备全生命周期成本，通过合理维保延长设备服役年限，减少大修与重置费用。

1.2 三类加工设备的维护特点

数控加工中心是集成多系统的高精度多轴切削设备，其维护具备系统性、精密性特点，主轴轴承润滑、刀库定位精度等多个部件状态都会影响加工效果。数控车床以主轴旋转为主，刀架换位、进给运动为辅，结构紧凑，长期高频动作的液压系统、主轴夹紧机构、刀架定位装置易发生磨损与泄漏。自动焊机长期工作在高温、多飞溅烟尘的环境中，维护重点是焊枪与送丝系统的防飞溅清洁、气路密封，以及保障焊接电源稳定。

1.3 现行设备维护管理模式

当前制造业设备维护管理已经形成完整分级体系，共有三种互为补充的模式，共同构成现代维护管理的基础：预防性维护采用固定周期检查、更换易损件的方式保养，适用于磨损规律明确的部件；预测性维护依托状态监测技术，根据设备实际运行参数动态调整维护时间；全员生产维护要求操作者参与日常保养，将基础保养工作纳入岗位职责。

2 主要加工设备的日常维护管理

2.1 数控加工中心的日常维护

数控加工中心需按照“日—周—月—年”建立分层维护规程。每日维护是保障设备运行的基础，开机前要检查面板、油位、安全功能是否正常，加工中关注运行状态，收工后清理切屑并做好防锈处理。每周巡检侧重排查隐患，需要清理各类滤芯滤网，检查密封与部件状态，粗测设备精度，清理电气柜并检查电气部件状态。月度保养以更换油液、校准精度为主，按要求更换液压油与滤芯，检测油液指标，校正轴定

作者简介：李锐（1982-），男，本科，工程师，研究方向：设备维保与管理。

位精度，消除丝杠间隙，全面检查液压、气动系统保证运行稳定。年度深度检修覆盖机械、电气、安全全系统，拆解检查核心部件，必要时更换易损件，更新控制系统固件并备份参数，逐一测试所有安全装置。

2.2 自动焊机的日常维护

自动焊机工作环境恶劣，需围绕焊接工艺稳定性与设备可靠性开展日常维护。焊枪与送丝系统是维护核心，每班开工前要检查导电嘴磨损，定期清理送丝管避免粉尘堵塞，每班清理焊枪喷嘴与保护罩上的飞溅物，保障保护气流量分布均匀。电气与气路系统的日常检查也十分重要。焊接电源的输入输出电压要定期测量，电源线和接地线缆应无破损、无松动，保护气体管路的气密性应该每天检查一次，气体流量计读数应与工艺要求一致，电控柜内部积尘每月清扫一次，检查继电器、接触器触点有无氧化、粘连情况。全自动焊接设备由于工作条件复杂，连续作业时间长，做好设备管理与维护是保证焊接质量及施工效率的前提[2]。

2.3 数控车床的日常维护

数控车床以高速切削为主要工作条件，维护重点为主轴系统和液压系统。主轴系统保养要求：每天开机前检查主轴润滑油油位，低速预热主轴 5 分钟～ 10 分钟，让润滑油浸润轴承；加工时监测主轴振动和轴承温升，异常振动一般代表轴承磨损或动平衡不良；还要定期检查主轴夹紧机构的蝶形弹簧压力，防止工件夹不牢或无法松开。

液压系统和润滑系统要检查液压油箱液位、油温，油温正常应低于 60 ℃，还要检查管路接头密封情况；每班都要检查导轨润滑油泵工作状态，保证各润滑点出油均匀；还要按周期更换油液，避免油品变质和液压元件磨损加快。刀架和进给系统的保养重点是刀架定位精度与换刀顺畅度，刀架换刀机构每月加注一次润滑油，检查定位销和齿盘是否磨损；还要定期检查 X 轴、Z 轴滚珠丝杠间隙，可通过调节双螺母预紧力消除反向间隙，保证加工尺寸稳定。

2.4 三种设备维护管理的异同

对比三种设备的维护管理，可以总结出它们的共同点与不同点。共同点：三类设备都需要定期检查、清洁润滑、精度校准和隐患排查，都要制定周期性保养计划，操作人员每日点检是发现隐患的第一步。不同点：数控加工中心带有刀库和自动换刀系统，换刀定位精度维护更复杂；自动焊机焊接工况差，清洁维护的频率和强度高于普通加工设备；数控车床液压系统占比大，对油液管理和泄漏排查要求更高。这些差异要求企业针对不同设备分别制定不同的维修规程。

3 机械制造设备常见故障分析与预防措施

3.1 数控加工中心常见故障及预防

数控加工中心的故障主要集中在主轴、刀库、运动系统、电气系统这四个部分。主轴故障就是转动时出现异响、振动变大、轴承过热，其根本原因大多是主轴轴承润滑不足或油脂劣化、刀具夹紧机构的蝶形弹簧疲劳失效、长时间超负荷切削造成主轴箱过热变形等。数控机床是精度高、运转效率高的自动化设备，一旦发生故障极易造成事故并带来较大的经济损失，因此加强故障诊断和日常维护工作尤为重要[3]，预防措施：每天开机前检查主轴润滑油状态，不允许超负荷切削操作，每季度检测主轴轴承间隙并更换磨损部件，刀具夹紧机构应定期测试弹簧压力。

加工中心常见故障及预防：（1）刀库和换刀故障，表现为刀库旋转不到位、刀具夹持不稳、换刀卡滞，诱因包括气源压力不足、部件松动磨损等，预防措施为每日检查压缩空气系统，每月紧固相关部件，每季度调整刀套相关参数。（2）运动系统精度变差，表现为三轴定位精度降低、反向间隙增大、加工圆度超差，原因多为部件磨损、润滑不足、连接偏差、参数不匹配，预防措施为每日检查导轨润滑，每周清理油泵过滤网，每半年校准连接位置，定期做精度校准。（3）电气系统故障，包括控制面板无反应、伺服驱动器报警等，由散热不佳、接线松动氧化、电压波动造成，预防措施为每月清扫电柜、检查风扇，每季度紧固接线端子，每年更新固件备份参数。

3.2 自动焊机常见故障及预防

自动焊机故障分为焊接质量变差和机构运行不正常两类。焊接电流不稳定是常见故障，表现为焊缝成型不均，诱因多为电源元件老化、导电嘴磨损，预防措施为定期检测电源输出，检查电缆接头，每日更换修磨导电嘴，每周清理送丝管路。焊枪行走机构卡滞抖动多由焊渣堆积、润滑失效造成，会导致焊缝轨迹偏移，预防方法为每班前后清理导轨，定期更换补充润滑脂，检查部件磨损情况。焊缝轨迹偏移还可能由导轨问题、驱动打滑、装置松动引起，需每季度检测校准相关参数。此外，保护气体问题会造成焊缝缺陷，需每日检查气路，清理喷嘴；定期清扫电控柜，检测接线通信，避免控制故障。

3.3 数控车床常见故障及预防

数控车床故障集中在主轴系统、液压系统和刀架机构。主轴振动温升异常会影响加工精度，多由轴承磨损或预紧力衰减导致，还会形成恶性循环，预防措施为定期分析振动信号，调整或更换轴承，改善动平

衡，每日开机预热主轴。液压系统故障表现为压力不稳、油温过高、动作迟缓，预防对策为每日检查液位和泄漏，定期更换油液和滤芯，油温超标停机散热，每月检测部件工作状态。刀架定位不准会导致加工尺寸超差，多由齿盘磨损、定位销断裂、信号不同步造成，需定期清洁加注润滑脂，检查磨损情况，每季度校准重复定位精度。

4 机械制造设备故障预防综合体系建设

单台设备维护很重要，若要从根本上降低故障发生率，企业需建立系统化设备管理长效机制，下文提出五个维度的建设路径。

4.1 创建TPM全员生产维护体系

全员生产维护（TPM）核心思想是将设备维护的责任从专业维修人员扩展到全体员工，使“谁使用、谁保养”成为企业文化与制度要求。在具体的实施中要建立操作者自主保全制度，将每日点检、清洁、润滑、紧固等基础工作写入岗位作业标准之中。根据TPM理论创建机器因素控制体系，从产品生产开始到报废为止对机器进行全过程管理，可以有效地保证产品的质量及可靠性[4]，维修部门做专业级定期保养和故障修复，构成以操作者自主保全为基础、维修人员计划保全为中介、设备管理部门综合管理为支撑的三级维护结构。经过实践证明，在实施TPM管理之后，数控设备的三级保养工作质量和效率有了很大提高，设备故障率也大大降低。

4.2 建立预防性维护计划以及标准化规程

预防性维护计划科学性的体现就是对周期和内容的准确匹配，企业应根据设备使用频率、运行负荷、历史故障数据及制造商的维护建议，为每台设备编制个性化的维护计划表，强化预防维修机制，创建专业化的保养站，制定保养工艺后，精密数控设备三级保养的质量与效率就会有很大提高[5]。维护规程应该实现标准化，用作业指导书的形式确定具体的维护项目、操作步骤、检验标准以及记录要求等各项指标，减少由于人员经验不同而造成的维护质量波动。对于数控加工中心，要制定从每日基础维护到年度深度检修的全周期规程，对自动焊机、数控车床要按照其工艺特点来细化周期性的检查清单和保养操作规范。

4.3 应用状态监测和预知维护技术

随着传感器和大数据分析技术日益成熟，在数控机床上安装振动和温度传感器，可实时采集主轴、丝杠、液压泵等关键部件的运行信号，分析振动频谱、温度趋势等特征参数，就能发现轴承磨损、动平衡劣化、润滑失效等早期故障征兆，自动焊机可根据焊接电流波形、送丝电机转矩变化，判定导电嘴磨损和送丝系统异常，能在非计划停机前开展针对性维护。

4.4 加强维修人员培训与考核

设备维护管理的执行效果最终由人决定，数控设备维修人员既要掌握机械、电气、液压等多领域知识，还要掌握数控系统参数设置、伺服调试、PLC程序读取等专业技能，因此企业应当建立分层分类培训体系：操作人员主要培训日常点检标准和异常识别方法，维修人员系统学习故障诊断技术、精度检测方法以及设备大修工艺。此外，每年要开展技能考核与实操演练，将考核结果和岗位晋升、绩效薪酬挂钩，调动员工学习积极性。

4.5 建立健全设备档案管理与考核制度

设备档案是进行维护管理的重要依据，应为每一台设备建立全生命周期的档案，记录设备的采购信息、安装调试报告、历次维护保养记录、故障维修记录、更换部件清单和精度检测数据，通过对历史数据进行统计分析来找到故障多发位置以及退化规律，从而为优化维护周期、备件库存策略提供依据。在现代制造环境中，设备的维护及性能改善对于提高产品质量、生产效率十分重要，对设备的维护方案加以完善可以保证其在生产过程中稳定地运行。同时应该将设备完好率、平均无故障工作时间（MTBF）、平均修复时间（MTTR）和维保成本等主要指标加入绩效考核体系中，形成持续改进的动力。

5 结束语

以数控加工中心、自动焊机、数控车床为代表的机械制造设备是现代制造企业的生产力基础与核心竞争力。本文系统分析了这三种典型设备的维护管理特点与故障预防策略，得出设备维护从“事后被动应对”转向“事前主动预防”的内在逻辑与实现路径。实践表明，有效的设备管理是一项系统工程，需要结合日常维保、预防性计划、状态监测与全员参与的制度保障，将设备维护管理提升到战略层面，统筹推进组织、制度、技术、人才各方面工作，才能实现设备高可靠运行、延长设备生命周期，为企业高质量可持续发展打好基础。

参考文献：

[1] 徐全金,王希斌,王翔,等.数控设备日常运维管理的必要性及措施[J].中国设备工程,2023(01):38-40.
[2] 申雷,高杨.浅析长输管道全自动焊接设备管理与维护[J].中国设备工程,2024(S2):107-109.
[3] 韩龙.机械数控机床加工故障诊断与维护[J].中国设备工程,2023(11):177-179.
[4] 左仲惠.以提升装置长周期运行水平为目标的TPM管理探索与实践[J].中国设备工程,2026(S1):131-134.
[5] 明先承.设备全员生产保全活动的实践与思考[J].设备管理与维修,2025(03):7-10.