

机械化工设备故障分析及预防措施

王国喜 杨 特 汪曙峰

中化蓝天氟材料有限公司 浙江 绍兴 312369

摘 要: 在机械化工产业体系里,设备的稳定运行直接关乎生产效率、产品质量以及企业效益。本文聚焦于机械化工设备,深入分析其故障类型与原因,并提出相应预防措施。故障类型包括突发性、累积性、腐蚀及磨损故障;故障原因涵盖设计制造缺陷、操作不当、维护管理不善以及运行环境恶劣等方面。为有效预防设备故障,需优化设备选型采购、规范安装调试、加强操作人员培训、建立完善维护管理制度、运用先进监测诊断技术并改善运行环境。通过这些措施,有望提高机械化工设备的可靠性与稳定性,保障化工生产的顺利进行。

关键词: 机械化工设备;故障分析;预防措施

引言: 在机械化工领域,设备的正常运行对于生产的连续性、安全性和高效性至关重要。然而,由于机械化工设备长期处于复杂工况下,故障时有发生,不仅会导致生产中断、增加维修成本,甚至可能引发安全事故。因此,深入分析机械化工设备的故障类型和原因,并采取有效的预防措施具有重要意义。本文将对机械化工设备的故障类型进行详细分类,剖析故障产生的根源,并提出针对性的预防策略,以提升设备的运行性能和使用寿命。

1 机械化工设备故障类型分析

1.1 突发性故障

突发性故障具有不可预测性,往往在设备运行过程中毫无征兆地突然出现。其产生原因多为设备关键零部件的瞬间损坏,如电机短路、传动链条断裂等。此类故障常由制造缺陷、材料疲劳极限达到或外部突发冲击等引发。在化工生产中,若反应釜搅拌器的主轴突发断裂,会使反应无法正常进行,物料可能因搅拌停滞而发生局部过热、反应失控等严重后果,不仅导致生产中断,还可能带来安全隐患,给企业造成经济损失与生产延误。

1.2 累积性故障

累积性故障是设备长期运行过程中,因多种因素逐渐积累而形成的。设备长时间高负荷运转,零部件不断承受交变应力,导致材料内部微观结构逐渐劣化,性能下降。例如,化工泵的叶轮长期受流体冲刷及机械摩擦,表面材料逐渐磨损变薄,叶片强度降低,当磨损量累积到一定程度,叶轮在运转时会因强度不足发生变形甚至断裂,致使泵的输送能力下降,影响整个化工工艺流程的物料输送效率,最终引发设备故障,维修时通常需更换受损零部件甚至整个设备。

1.3 腐蚀故障

在机械化工设备中,腐蚀故障较为常见,这主要是因为设备常接触各类具有腐蚀性的化学介质。化工生产中的酸碱溶液、强氧化剂等,会与设备金属表面发生化学反应,破坏金属的组织结构。以储存硫酸的储罐为例,硫酸会持续腐蚀罐体钢材,随着时间推移,罐壁逐渐变薄,直至出现穿孔泄漏,造成物料损失,还可能因泄漏的腐蚀性物料对周边环境和人员造成危害。此外,腐蚀还可能引发应力腐蚀开裂,在设备承受应力的部位加速腐蚀进程,极大缩短设备使用寿命。

1.4 磨损故障

磨损故障是设备在运行过程中,零部件表面相互接触并作相对运动时,因摩擦导致材料损耗的现象。在机械传动系统中,齿轮间的啮合传动、轴与轴承的转动等都会产生磨损。化工设备中,物料的输送过程也会导致管道内壁磨损。如气力输送管道,高速流动的颗粒物料不断撞击管道内壁,致使管壁逐渐变薄。磨损不仅降低零部件的尺寸精度和表面质量,还会改变设备的配合间隙,影响设备的传动精度和稳定性,严重时会使设备无法正常工作,需频繁更换磨损部件以维持设备运行^[1]。

2 机械化工设备故障原因分析

2.1 设计制造缺陷

在设计阶段,若对机械化工设备的工况条件预估不足,如未充分考虑化工生产中物料的腐蚀性、高温高压环境等,会使设备选材不当。例如,选用不耐强酸碱腐蚀的材料制造反应釜,设备在投入使用后,短时间内就可能因腐蚀而出现故障。同时,设计的结构不合理,像管道布局过于复杂,导致流体阻力过大,影响设备运行效率,还易造成物料在管道内的沉积与堵塞。在制造过程中,加工工艺不达标,零部件尺寸精度误差大,焊接

质量差,存在气孔、夹渣等缺陷,这些都会降低设备的整体性能与可靠性,使设备在运行时因薄弱环节的损坏而引发故障。

2.2 操作不当

操作人员对机械化工设备的操作规程不熟悉,违规操作是导致故障的常见原因。比如在启动设备时,未按规定的顺序进行操作,先开启了需要后启动的辅助设备,可能使设备启动电流过大,损坏电机等关键部件。在设备运行过程中,随意调整工艺参数,超出设备设计的运行范围,如反应釜温度、压力控制不当,会使设备内部化学反应异常,加速设备磨损与老化,甚至引发安全事故。另外,操作人员在操作时缺乏责任心,未及时观察设备运行状态,对设备发出的异常声音、振动等信号忽视不管,导致小故障逐渐发展成严重故障,最终影响设备的正常运行与生产的顺利进行。

2.3 维护管理不善

设备维护管理工作不到位,是引发故障的重要因素。日常维护计划不完善,未定期对设备进行清洁、润滑、紧固等保养工作,会加速设备零部件的磨损。例如,轴承长期缺乏润滑,摩擦力增大,温度升高,容易导致轴承损坏。设备维修不及时,当发现设备出现小故障时,未安排专业人员尽快维修,而是继续让设备“带病运行”,使故障进一步恶化。同时,维护管理过程中,对设备的维修记录、运行数据等资料缺乏有效管理,无法根据历史数据判断设备的运行趋势与潜在故障风险,不能提前采取针对性的预防措施,最终导致设备故障频发,影响生产效率与企业经济效益。

2.4 运行环境恶劣

机械化工设备多在恶劣环境下运行。化工生产中,车间内通常存在大量腐蚀性气体与粉尘,这些物质附着在设备表面,逐渐侵蚀设备,加速设备的腐蚀老化。例如,在生产氮肥的车间,氨气泄漏后与空气中的水分结合,对设备金属部件产生腐蚀作用。设备运行所处的温度、湿度条件不稳定,也会影响设备性能。高温环境下,设备零部件的材料性能下降,容易发生变形;湿度较大时,设备易生锈。此外,一些化工设备需在振动较大的环境中工作,长期的振动会使设备的连接件松动,零部件疲劳损坏,进而引发设备故障,影响设备的正常使用寿命与生产的稳定性^[2]。

3 机械化工设备故障预防措施

3.1 优化设备选型与采购

优化设备选型与采购是预防机械化工设备故障的关键第一步。在选型时,企业应组织专业技术团队,对化

工生产的实际工况进行全面评估。详细分析物料特性,包括腐蚀性、酸碱度、粘度等,以及运行环境的温度、压力、湿度等参数,以此为依据挑选适配的设备类型。例如,对于处理强腐蚀性物料的工序,务必选用耐腐蚀的特种合金材质设备。同时,要充分调研设备制造商的声誉和实力,优先选择具备丰富行业经验、先进生产工艺以及良好售后服务的厂家。查看其过往产品的质量记录与用户反馈,确保设备的设计与制造质量可靠。在采购过程中,严格把控合同条款,明确设备的技术规格、质量标准以及售后服务要求。要求供应商提供详细的设备技术文档,如操作手册、维修指南等,便于后续设备管理与维护。此外,还可考虑引入第三方专业检测机构,对采购的设备进行到货验收检测,从源头保障设备质量,减少因设备选型与采购不当引发的故障隐患。

3.2 规范设备安装与调试

规范设备安装与调试对于预防机械化工设备故障意义重大。安装前,施工团队需仔细研读设备安装手册与技术图纸,充分了解设备结构与安装要求。同时,对安装现场进行清理与检查,确保场地平整、清洁,具备适宜的水电供应及安全防护设施。在安装过程中,严格依照既定安装顺序与工艺要求操作,保证设备各部件安装位置精准无误。对于关键连接部位,如螺栓紧固,要使用专业工具,按照规定扭矩值进行紧固,防止松动。像大型反应釜的安装,需确保其垂直度与水平度符合标准,避免因安装偏差导致设备运行时出现振动或应力集中。设备安装完成后,进入调试阶段。调试前,全面检查设备的电气线路连接、管道密封等情况,确保无短路、泄漏等问题。调试过程要遵循由空载到负载、由低速到高速的顺序逐步进行,密切监测设备的运行参数,如温度、压力、振动等。一旦发现参数异常,立即停机排查原因,及时调整。只有通过规范、严谨的安装与调试流程,才能为设备的稳定运行奠定坚实基础,有效降低设备在投入使用初期出现故障的概率。

3.3 加强操作人员培训

加强操作人员培训是预防机械化工设备故障的重要举措。培训内容应涵盖设备的基础理论知识,使操作人员清晰了解设备的工作原理、结构组成以及性能特点,知晓设备各部件的功能与相互关系。重点强化操作规程培训,详细讲解设备的启动、运行、停止步骤,以及在不同工况下的操作要点,让操作人员严格按照标准流程作业,杜绝违规操作。同时,开展设备维护保养知识培训,教导操作人员如何进行日常巡检,识别设备的异常现象,如异常声音、振动、温度变化等,掌握简单的设

备清洁、润滑、紧固等保养技能。在培训方式上,可采用课堂讲授、现场演示、模拟操作相结合的方法。课堂讲授用于系统传授理论知识,现场演示让操作人员直观看到规范操作流程,模拟操作则给予他们亲身体验与实践的机会,加深对培训内容的理解与掌握。为确保培训效果,建立完善的考核机制必不可少。定期对操作人员进行理论知识与实际操作考核,考核合格后方可上岗操作设备。对于考核不合格者,安排补考与再培训,直至其熟练掌握相关技能。

3.4 建立完善的设备维护管理制度

建立完善的设备维护管理制度是保障机械化工设备稳定运行、预防故障的核心保障。首先,要制定详细且科学的维护计划。依据设备的类型、运行状况以及制造商建议,明确日常维护、定期维护和预防性维护的周期与内容。例如,规定每日对设备外观进行清洁检查,每周对关键传动部件进行润滑,每月开展一次全面性能检测。在制度执行过程中,强化监督机制。安排专门的监督人员,跟踪维护工作的落实情况,确保维护任务按计划精准执行。对于未按时完成维护或维护质量不达标的情况,及时督促整改,并追究相关人员责任。同时,注重设备维护文档管理。详细记录每次维护的时间、人员、维护内容、更换的零部件以及设备运行参数变化等信息。这些文档不仅有助于追踪设备的维护历史,还能通过数据分析预测设备潜在故障,为后续维护策略调整提供有力依据。另外,建立维护人员的培训与考核体系,定期组织专业培训,提升其维护技能,并通过考核确保维护人员持续保持高水准作业。

3.5 运用先进的设备监测诊断技术

运用先进的设备监测诊断技术是预防机械化工设备故障的有力手段。可采用振动监测技术,通过在设备关键部位安装振动传感器,实时采集设备运行时的振动数据。设备正常运行时振动频率与幅值处于稳定范围,一旦出现故障隐患,如轴承磨损、部件松动,振动参数会发生显著变化,系统便能及时发出预警。油液分析技术也不可或缺,定期抽取设备润滑油样,检测油液中的金属颗粒、污染物含量以及理化性能指标。例如,若油液中金属碎屑增多,可能预示着设备内部零部件存在过度磨损,据此可提前安排维修,避免故障扩大。此外,红

外热成像技术可对设备表面温度分布进行监测。化工设备在运行时,各部位温度相对稳定,若某个区域出现温度异常升高,可能是由于设备内部接触不良、过载运行等原因导致,借助热成像图能快速定位故障点。

3.6 改善设备运行环境

改善设备运行环境是预防机械化工设备故障的重要一环。温度控制至关重要,化工生产中许多设备对运行温度极为敏感。可安装空调系统或通风散热装置,确保车间内温度保持在设备适宜运行的区间。例如,对于电子控制设备较多的区域,将温度稳定在25℃左右,能避免因高温导致电子元件性能下降、短路等故障。湿度调节同样不容忽视。潮湿环境易使设备金属部件生锈腐蚀,降低设备使用寿命。可利用除湿机将车间湿度控制在40%-60%的合理范围,防止如电机绕组受潮短路、金属管道生锈穿孔等问题。针对化工车间存在的腐蚀性气体和粉尘,需安装高效的通风换气与空气净化设备。及时排出腐蚀性气体,过滤空气中的粉尘颗粒,减少其对设备表面的侵蚀。例如,在生产含氯化化工产品的车间,通过强排风机与活性炭吸附装置相结合,降低氯气浓度,保护设备不受腐蚀^[1]。

结束语

机械化工设备的稳定运行是化工生产顺利开展的基础。通过对突发性、累积性、腐蚀及磨损等故障类型深入剖析,明确设计制造缺陷、操作不当、维护不善与恶劣运行环境等引发故障的关键因素。针对性提出优化选型采购、规范安装调试、强化人员培训、完善维护制度、运用先进监测技术及改善运行环境等预防举措。严格落实这些措施,可有效降低设备故障率,提高生产效率,减少安全隐患,助力化工企业实现高效、安全、可持续发展,在激烈市场竞争中稳健前行。

参考文献

- [1]付强.机械化工设备故障分析及预防措施[J].百科论坛电子杂志,2020(6):52.
- [2]刘亚斌.机械化工设备故障分析及预防措施[J].石油石化物资采购,2022(23):26-28.
- [3]刘世雄.化工机械运转设备中常见故障分析及预防措施[J].化工管理,2020(13):166-167.