

化工机械设备的维修保养技术研究

刘成文 郭志同 于美红

山东润银生物化工股份有限公司 山东 泰安 271500

摘要：本文围绕化工机械设备维修保养技术展开系统研究。首先分析了化工设备连续高负荷运行、工况复杂严苛、设备关联性强等核心运行特点，将常见故障归纳为机械磨损、腐蚀、密封失效、疲劳损坏四类并剖析其成因。其次阐述了日常清洁保养、润滑养护、防腐与密封养护三项基础保养技术的操作要点。在此基础上，针对磨损、腐蚀、密封三类核心故障提出了打磨修复、配件替换、堆焊喷涂、补焊贴板、密封结构优化等维修技术方案。最后从建立精细化维保台账、区分设备等级差异化维保、强化运行巡检三个维度提出优化策略，为化工机械设备的全生命周期维修保养提供了系统性技术参考。

关键词：化工机械设备；设备故障；维修技术；保养技术

引言：化工机械设备是化工生产体系的核心载体，其运行状态直接决定生产连续性与安全可靠。化工设备长期处于高温高压、强腐蚀介质环境中，连续高负荷运转导致零部件疲劳损伤累积快，密封失效、腐蚀穿孔、机械磨损等故障频发，一旦发生非计划停机将造成严重经济损失与安全风险。当前部分化工企业设备维保仍存在保养周期缺乏科学依据、维修方式单一、隐患排查滞后等问题，制约了设备运行效率与使用寿命的提升。本文围绕化工设备运行特点与常见故障类型，系统梳理基础保养技术与核心维修技术，并提出维保优化策略，旨在为化工企业设备管理提供科学的技术指导。

1 化工机械设备运行特点及常见故障类型

1.1 化工机械设备核心运行特点

化工机械设备最核心的运行特点是连续性高负荷运行，化工生产线大多为流水线作业，设备全年运行时长占比极高，极少有长时间停机检修的机会，零部件长期处于疲劳运行状态。其次，工况环境复杂严苛，多数设备需要适配高温、高压、低温、真空等特殊环境，同时持续接触腐蚀性、粘性、颗粒性化工介质，对设备材质和零部件损耗极大。此外，化工设备关联性极强，各类泵体、反应器、换热器、管道设备相互联动，单台设备出现故障会直接影响整条生产线运行，设备运维的整体性和严谨性要求更高。最后，设备精密性与通用性并存，部分反应、分离设备精密程度高，运维容错率低，而输送、传动设备结构通用，故障具有重复性、规律性，便于针对性开展维保工作^[1]。

1.2 设备常见故障类型及成因

结合化工设备运行实际工况，常见故障主要分为四大类，各类故障成因均与运行环境和运维方式密切相

关。一是机械磨损故障，主要发生在轴承、齿轮、叶轮、密封件等传动和运转零部件，长期高速运转、零部件配合摩擦，加之介质中微小颗粒的冲刷，会导致零部件间隙变大、表面磨损，最终引发设备震动、异响、运转卡顿等问题。二是腐蚀故障，这是化工设备最具代表性的故障类型，化工生产中的酸碱溶液、有机溶剂、腐蚀性气体，会对设备壳体、管道、金属零部件造成化学腐蚀和电化学腐蚀，导致设备壁厚变薄、零部件锈蚀、孔洞渗漏等问题。三是密封失效故障，设备法兰、填料、机械密封等密封部件长期受温度变化、介质侵蚀、压力波动影响，会出现老化、变形、磨损，引发介质泄漏、压力不足、设备真空度不达标等故障。四是疲劳损坏故障，设备长期处于交变压力、交变温度工况下，金属零部件会产生疲劳裂纹，裂纹持续扩展后会造成零部件断裂、设备结构损坏，多发生在高压容器、管道、传动杆件等关键部位。

2 化工机械设备基础保养技术

2.1 日常清洁保养技术

清洁保养是化工机械设备最基础的维保工作，其核心目的在于清除设备表面及内部残留的化工介质、粉尘、油污与杂质，避免杂质长期附着导致设备腐蚀或运行精度下降。（1）对于泵体、风机、电机等外露运转设备，需每日清理设备表面附着的粉尘与油污，保持设备散热面通畅，防止积灰过多导致散热不良、电机温升过高而引发绝缘损坏或轴承烧毁。（2）对于反应釜、换热器、管道、储罐等密闭设备，需定期开展内部清洗作业，根据介质化学特性选择水洗、酸洗、碱洗或高压水枪冲洗等方式，彻底清除设备内壁附着的结垢、沉积物及粘性介质，防止结垢层持续增厚导致换热效率下降或

设备通道堵塞。清洗完成后需对设备内壁进行腐蚀状况目视检查,确认无明显腐蚀坑蚀后方可恢复运行。同时需及时清理设备周边杂物与废弃物,保障设备运行散热空间与操作检修空间充足,避免杂物被卷入传动结构引发卡滞或设备故障。

2.2 润滑养护技术

润滑养护是降低机械摩擦磨损、保障传动设备稳定运行的关键技术手段,广泛应用于轴承、齿轮、减速机、联轴器等摩擦传动部件的日常维保。(1)需严格遵循适配性原则,依据设备运行温度、承载负荷及转速工况合理选用润滑介质。高温工况设备应选用耐高温润滑脂或合成润滑油,防止润滑膜在高温下失效;高速运转设备应选用低粘度、流动性强的润滑油,降低内部搅拌阻力与温升;重载设备应选用高粘度极压润滑脂,保证润滑膜在高接触应力下不被挤破。(2)需严格把控润滑周期,建立标准化润滑台账,明确各润滑点的润滑介质型号、加注量与更换周期,按照设备累计运行时长定期补加或更换润滑介质,避免因缺油干磨导致轴承烧伤或因油脂变质失效引发传动异常。同时,润滑作业过程中需做好清洁防护,加注前彻底清洁润滑嘴及周边区域,防止灰尘、金属碎屑等杂质混入润滑介质中造成零部件二次磨损,更换润滑油时需彻底排净旧油并清除油道内残留油垢,保证新润滑介质的清洁度与润滑效果^[2]。

2.3 防腐与密封养护技术

化工设备长期处于腐蚀性介质与高温高压环境中,腐蚀与密封失效是导致设备性能下降、非计划停机的高发问题,需开展常态化防腐与密封养护。(1)防腐养护方面,针对设备金属外露表面,需定期检查防腐涂层与防锈层的完整状态,一旦发现涂层脱落、基体锈蚀、起皮鼓包等劣化现象,需及时进行表面打磨除锈处理,清理氧化层后重新喷涂防腐涂料,恢复防护层完整性。针对设备内部腐蚀高发区域,需定期采用超声波测厚仪检测壁厚变化,结合内窥镜检查锈蚀程度,根据壁厚减薄量与腐蚀速率评估剩余使用寿命,对腐蚀超标区域及时进行防腐修补或衬里更换。(2)密封养护方面,需定期检查设备法兰连接面、密封垫片、机械密封、填料密封等部件的运行状态,排查是否存在老化开裂、弹性变形、渗漏痕迹等异常。针对橡胶、聚四氟乙烯等易老化密封件,需严格按照规定使用寿命提前计划更换,避免因超期服役导致密封失效。同时需定期调整密封部件的压紧力度,确保压紧力处于设计范围内,压紧力过高会加速密封件磨损变形,压紧力过低则导致介质泄漏,需通过扭矩扳手等工具精准控制,保证设备密封精度与运

行可靠性。

3 化工机械设备核心故障维修技术

3.1 磨损故障维修技术

对于轻微磨损的零部件,可采用打磨、抛光、校准的方式修复,清除零部件表面磨损毛刺、划痕,调整零部件配合间隙,恢复设备运转精度。对于中度磨损的齿轮、轴承、叶轮等部件,优先采用配件替换维修,更换同型号标准零部件,保证设备传动、运转的稳定性。对于大型设备壳体、轴体等不易更换的磨损部件,可采用堆焊、喷涂修复技术,在磨损部位喷涂耐磨材料、堆焊金属层,打磨校准后恢复部件尺寸和性能,有效降低设备维修成本。维修完成后,需重新调整设备同轴度、平衡度,避免修复后设备出现震动、异响问题^[3]。

3.2 腐蚀故障维修技术

腐蚀故障维修需区分腐蚀程度和设备部位,差异化开展维修作业。对于轻微表面腐蚀,仅存在表层锈蚀、轻微点蚀的设备,通过打磨除锈、清洗钝化后,重新涂刷防腐涂层、做防腐处理即可完成修复。对于中度腐蚀,设备局部出现壁厚减薄、小型孔洞的情况,可采用补焊、贴板修补的方式,对腐蚀破损部位进行封堵加固,修复后检测设备密封性和结构强度。对于重度腐蚀,设备主体结构壁厚严重不足、大面积锈蚀、裂纹扩散的情况,需及时更换设备主体部件,杜绝设备带病运行,防止结构损坏引发安全事故。维修后需优化该部位的养护频次,降低二次腐蚀概率。

3.3 密封故障维修技术

密封故障维修以更换密封部件、优化密封结构为核心。针对普通密封垫、填料老化失效问题,直接拆除老旧密封配件,清理密封槽内的杂质、污垢,更换全新适配的密封配件,均匀压紧固定,完成密封修复。对于机械密封渗漏、端面磨损问题,需拆解密封结构,检查动静环、弹簧、密封圈等核心配件的损耗情况,更换磨损、老化配件,重新校准密封端面的平行度和压紧量,保证密封端面贴合紧密。对于频繁出现密封失效的设备,可优化密封结构,更换适配腐蚀性介质、耐高温高压的优质密封材质,从结构和材质上提升密封稳定性。

4 化工机械设备维修保养优化策略

4.1 建立精细化维保台账,规范作业流程

针对化工设备维保工作随机性强、故障重复发生、保养周期缺乏科学依据等突出问题,需建立完善的设备维保台账体系,对每台设备的累计运行时长、各次保养时间、维保具体内容、故障类型、维修方式及配件更换情况进行逐项详细记录,形成完整的设备全生命周期维

保档案。通过对台账数据的系统梳理与统计分析,归纳设备故障发生规律与劣化趋势,明确不同设备在不同工况条件下的最优保养周期与维保重点,为制定差异化维保方案提供数据支撑,杜绝盲目维保、漏保、过度维保等问题。同时,需统一维保作业标准,针对清洁保养、润滑养护、防腐处理、故障维修等各项作业制定明确的操作流程与质量验收标准,规定各工序的作业方法、技术参数与合格判定依据,使维保工作实现标准化、精细化管理,从制度层面保障维保作业质量的一致性与可追溯性,全面提升化工机械设备维保工作的整体水平^[4]。

4.2 区分设备等级,实行差异化维保

针对化工设备维保工作随机性强、故障重复发生、保养周期缺乏科学依据等突出问题,需建立完善的设备维保台账体系,对每台设备的累计运行时长、各次保养时间、维保具体内容、故障类型、维修方式及配件更换情况进行逐项详细记录,形成完整的设备全生命周期维保档案。台账内容应涵盖设备基础参数、运行工况、历史故障明细、备件消耗记录等核心信息,确保数据的完整性与可追溯性。通过对台账数据的系统梳理与统计分析,归纳设备故障发生规律与部件劣化趋势,明确不同设备在不同工况条件下的最优保养周期与维保重点,为制定差异化维保方案提供数据支撑,杜绝盲目维保、漏保、过度维保等问题。同时,需统一维保作业标准,针对清洁保养、润滑养护、防腐处理、故障维修等各项作业制定明确的操作流程与质量验收标准,规定各工序的作业方法、技术参数与合格判定依据,使维保工作实现标准化、精细化管理,从制度层面保障维保作业质量的一致性与可追溯性,全面提升化工机械设备维保工作的整体水平。

4.3 强化设备运行巡检,提前排查隐患

日常巡检是提前发现设备隐性故障、避免小故障扩大为重大事故的重要手段。需制定常态化巡检制度,安排专职巡检人员按照固定频次与路线对设备运行状态进行系统性检查,重点排查设备运行异响、异常振动、轴承温升、密封面温度、系统压力波动、介质泄漏、润滑

油液位及品质等关键运行指标,并将各项参数与正常运行基准值进行逐一比对。针对巡检中发现的微小异常与潜在隐患,需及时记录于巡检日志并开展针对性处理,包括紧固松动螺栓、补充润滑介质、调整密封压紧力等,无需等待故障爆发后再组织维修,将隐患消除在萌芽阶段。同时,需结合设备运行状态动态调整巡检重点与频次,对服役年限较长的老旧设备、长期高负荷运行设备、腐蚀介质接触设备加大巡检力度与监测密度,必要时引入振动频谱分析、红外热成像等检测手段辅助判断,全方位把控设备运行状态,大幅降低设备重大故障发生率与非计划停机风险^[5]。

结束语

化工机械设备维修保养是保障生产安全与设备长效运行的系统性工作,基础保养、故障维修、策略优化三个层面缺一不可。清洁、润滑、防腐密封等日常保养是延缓设备劣化的第一道防线,磨损修复、腐蚀修补、密封更换等维修技术是恢复设备性能的核心手段,而精细化台账管理、差异化维保分级、常态化巡检排查则是提升维保效能的制度保障。实际工作中应根据设备运行数据动态调整维保方案,重点关注老旧设备与高负荷设备的状态监测,推动维保模式从被动抢修向主动预防转变,持续提升化工设备管理的科学化水平。

参考文献

- [1]杨玉乙.化工机械在低温液氮技术制备医药中间体的应用研究[J].低温与特气,2026,44(2):16-19.
- [2]王毅超,陈倩倩.化工机械设备腐蚀防护技术与材料选用[J].化纤与纺织技术,2026,55(4):170-172.
- [3]张欣颖.生命周期视角下化工设备机械维保技术优化实践[J].中国科技期刊数据库 工业C,2026(3):001-004.
- [4]郑丽晶.化工机械压力容器制造中焊接质量控制分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2026(4):005-008.
- [5]柳智浩.基于信息化技术的大型医疗设备成本效益分析与优化配置研究[J].信息与电脑,2026,38(6):93-95.