

探析化工机械设备检修技术的应用

黄军军

盛虹炼化（连云港）有限公司 江苏 连云港 222000

摘要：化工机械设备作为化工生产的核心要素，其稳定运行对于保障生产安全、提高生产效率以及确保产品质量起着至关重要的作用。然而，由于化工生产环境的复杂性和特殊性，化工机械设备在运行过程中极易受到各种因素的影响而出现故障，因此，科学合理的检修技术应用显得尤为关键。本文深入探析了化工机械设备检修技术的相关内容，包括常见故障类型、检修技术分类、具体应用以及发展趋势等方面，旨在为提升化工机械设备检修水平提供有益的参考。

关键词：化工机械设备；检修技术；故障诊断；预防性检修

1 引言

化工行业是国民经济的重要支柱，化工机械设备是生产的基础，其性能关乎生产进程。设备故障会导致生产中断、造成经济损失，甚至引发安全事故，威胁人员与环境安全。所以，加强设备检修、排除隐患，是化工企业安全高效运营的保障。科技发展使设备结构和功能趋于复杂，传统检修方式周期长、效率低、准确性差，难以满足需求。在此背景下，先进检修技术应运而生并广泛应用，深入研究其应用，对提升设备管理水平、降本增效、增强企业竞争力具有重大意义。

2 化工机械设备常见故障类型及成因分析

化工机械设备故障类型多样，成因复杂。常见故障中，机械磨损是由于运动部件长期摩擦，改变部件尺寸等，磨损严重时会引起故障；疲劳断裂是受交变载荷影响，部件内部裂纹扩展导致断裂，具有突发性且危害大；腐蚀是化工介质使金属部件锈蚀、出现坑洞，降低其强度和寿命，引发安全隐患；密封失效是因密封件老化等问题导致介质泄漏，造成浪费、污染以及设备异常。其成因包括设计制造不合理引发应力集中，操作维护不当加速磨损，以及高温、高压、腐蚀等恶劣环境使设备性能下降和寿命缩短。

3 化工机械设备检修技术分类

3.1 事后检修技术

事后检修是指在设备发生故障后，对设备进行维修和恢复的一种检修方式。这种检修方式通常是在设备出现明显故障症状或无法正常运行时才进行检修，具有被动性和事后性的特点。事后检修的优点是检修工作量相对较小，不需要提前安排检修计划和停机时间，对于一些非关键设备或故障发生频率较低的设备较为适用。然而，事后检修也存在明显的缺点，由于设备故障已经发

生，可能会对生产造成一定的影响，导致生产中断和经济损失；同时，故障可能已经对设备造成了一定程度的损坏，增加了维修难度和维修成本。

3.2 预防性检修技术

3.2.1 定期检修

定期检修是根据设备的运行时间和使用情况，制定固定的检修周期，对设备进行检查、维护和更换易损件。定期检修的优点是可以及时发现设备的潜在故障隐患，提前进行处理，避免故障的发生，延长设备的使用寿命^[1]。但是，定期检修也存在一些不足之处，由于检修周期是固定的，可能会导致过度检修或检修不足的情况发生。过度检修会增加检修成本和生产停机时间；检修不足则无法及时发现设备的故障隐患，影响设备的正常运行。

3.2.2 状态监测检修

状态监测检修是通过对设备的运行状态进行实时监测和分析，根据设备的实际运行状况来确定检修时间和检修内容的一种检修方式。状态监测检修主要利用各种传感器和监测技术，对设备的振动、温度、压力、噪声等参数进行实时采集和分析，通过与设备正常运行时的参数进行对比，判断设备是否存在故障隐患。状态监测检修的优点是可以实现按需检修，避免过度检修和检修不足的问题，提高检修效率和检修质量，降低检修成本。同时，状态监测检修还可以提前预测设备故障的发生，为生产计划的安排提供依据，减少设备故障对生产的影响。

3.3 预知性检修技术

预知性检修是一种基于设备故障预测和健康管理（PHM）技术的先进检修方式。它通过对设备的历史运行数据、实时监测数据以及设备的设计制造信息等进行

综合分析和处理,利用先进的算法和模型对设备的剩余寿命和故障发展趋势进行预测,从而提前制定检修计划和采取相应的维护措施。预知性检修的优点是可以实现对设备故障的精准预测和预防,最大程度地减少设备故障对生产的影响,提高设备的可靠性和可用性。同时,预知性检修还可以为设备的优化设计和改进提供依据,促进设备性能的不断提升。然而,预知性检修技术相对复杂,需要大量的数据支持和专业的技术人员,实施成本较高。

4 化工机械设备检修技术的具体应用

4.1 振动监测与分析技术在化工机械设备检修中的应用

4.1.1 振动监测系统的组成

振动监测系统主要由传感器、数据采集器、数据分析软件和显示设备等部分组成。传感器用于采集设备的振动信号,常见的传感器有加速度传感器、速度传感器和位移传感器等;数据采集器将传感器采集到的模拟信号转换为数字信号,并进行存储和传输;数据分析软件对采集到的振动数据进行分析处理,提取故障特征信息;显示设备将分析结果以图表、曲线等形式直观地展示出来,供检修人员参考。

4.1.2 振动分析方法

常用的振动分析方法有时域分析、频域分析和时频分析等。时域分析是通过对振动信号的时间历程进行分析,提取信号的统计特征参数,如均值、方差、峰值等,来判断设备的运行状态。频域分析是将振动信号从时域转换到频域,通过分析信号的频谱特征来识别设备的故障类型^[2]。常见的频域分析方法有傅里叶变换、功率谱分析等。时频分析是一种同时考虑信号的时间和频率特征的分析方法,它可以有效地处理非平稳振动信号,常用的时频分析方法有短时傅里叶变换、小波分析等。

4.1.3 应用案例

以某化工企业的离心泵为例,该离心泵在运行过程中出现了振动异常的情况。检修人员采用振动监测与分析技术对该离心泵进行检测,通过在离心泵的轴承座上安装加速度传感器,采集离心泵运行时的振动信号,并利用数据分析软件对振动信号进行分析。分析结果显示,离心泵的振动频谱中存在明显的转频及其谐波成分,且振动幅值随着时间逐渐增大。根据这些特征,检修人员判断离心泵可能存在转子不平衡的故障。经过进一步的检查和维修,发现离心泵的叶轮上附着有异物,导致转子不平衡。清除异物后,离心泵的振动恢复正常,运行状态良好。

4.2 油液分析技术在化工机械设备检修中的应用

4.2.1 油液理化性能分析

油液理化性能分析主要包括油液的黏度、酸值、水分、闪点等指标的检测。通过定期对油液的理化性能进行分析,可以了解油液的质量变化情况,判断油液是否需要更换。例如,当油液的黏度过高或过低时,会影响设备的润滑效果,加速设备的磨损;当油液的酸值过高时,说明油液已经发生氧化变质,会对设备的金属部件产生腐蚀作用。

4.2.2 油液磨粒分析

油液磨粒分析是通过对油液中的磨粒进行形态、大小、数量和成分等方面的分析,来判断设备的磨损部位、磨损类型和磨损程度。常用的油液磨粒分析方法有铁谱分析、光谱分析等。铁谱分析是利用高梯度磁场将油液中的磨粒分离出来,并按照磨粒的大小和形状排列在玻璃基片上,通过显微镜观察磨粒的形态和特征,判断设备的磨损情况。光谱分析是利用原子发射光谱或原子吸收光谱的原理,对油液中的金属元素含量进行分析,根据金属元素的种类和含量来判断设备的磨损部位和磨损程度。

4.2.3 应用案例

某化工企业的减速机在运行过程中出现了异常噪声和振动,检修人员怀疑减速机内部存在磨损故障。采用油液分析技术对该减速机的润滑油进行分析,首先对润滑油的理化性能进行检测,发现润滑油的黏度有所下降,酸值有所升高,说明润滑油已经发生了一定程度的变质。然后对润滑油进行铁谱分析,在铁谱片上观察到大量的金属磨粒,其中以切削磨粒和疲劳剥落磨粒为主,且磨粒的尺寸较大^[3]。根据这些分析结果,检修人员判断减速机的齿轮和轴承存在严重的磨损故障。经过拆解检查,发现减速机的齿轮齿面出现了明显的磨损和点蚀现象,轴承的滚珠和滚道也有不同程度的磨损。更换了磨损的齿轮和轴承,并更换了新的润滑油后,减速机恢复正常运行。

4.3 无损检测技术在化工机械设备检修中的应用

无损检测技术是指在不破坏被检测对象的前提下,利用物质内部的缺陷所引起的对热、声、光、电、磁等反应的变化,来检测物体内部或表面缺陷的一种技术方法。无损检测技术具有非破坏性、全面性、全程性等优点,在化工机械设备检修中得到了广泛地应用。

4.3.1 常见的无损检测方法

(1) 射线检测:射线检测是利用射线(如X射线、 γ 射线)穿透物体时,由于物体内部缺陷对射线的吸收和

散射作用不同,从而使胶片上感光程度不同,形成不同的影像,通过观察影像来判断物体内部是否存在缺陷。射线检测适用于检测物体内部的体积型缺陷,如气孔、夹渣等。(2) 超声波检测:超声波检测是利用超声波在物体内部传播时,遇到缺陷会产生反射、折射和散射等现象,通过接收和分析反射波来检测物体内部的缺陷。超声波检测适用于检测物体内部的面积型缺陷,如裂纹、未熔合等。(3) 磁粉检测:磁粉检测是利用铁磁性材料被磁化后,在缺陷处会产生漏磁场,吸附磁粉形成磁痕,通过观察磁痕来判断物体表面或近表面是否存在缺陷。磁粉检测适用于检测铁磁性材料表面的裂纹、折叠等缺陷^[4]。(4) 渗透检测:渗透检测是利用液体的毛细现象,将渗透液渗入物体表面的开口缺陷中,然后通过清洗和显像等操作,使缺陷中的渗透液显示出来,从而检测物体表面的开口缺陷。渗透检测适用于检测非多孔性材料表面的裂纹、疏松等缺陷。

4.3.2 应用案例

某化工企业的压力容器在定期检验时,怀疑容器内部存在裂纹缺陷。采用超声波检测技术对该压力容器进行检测,检测人员根据压力容器的结构和材质,选择合适的超声波探头和检测参数,对压力容器的焊缝和热影响区进行全面扫描。在检测过程中,发现一处焊缝部位存在异常反射信号,通过进一步的分析和定位,确定该部位存在裂纹缺陷。为了验证超声波检测的结果,采用射线检测技术对该部位进行复检,射线检测结果也显示该部位存在裂纹缺陷。根据检测结果,对该压力容器进行了返修处理,消除了裂纹缺陷,确保了压力容器的安全运行。

5 化工机械设备检修技术的发展趋势

5.1 智能化检修技术的发展

智能化检修技术利用传感器、物联网等技术实现对设备运行状态的实时监测和数据采集,通过大数据分析和人工智能算法对设备故障进行预测和诊断,为检修人员提供准确的决策支持。例如,利用机器学习算法对设备的历史故障数据和运行数据进行分析,建立故障预测模型,实现对设备故障的提前预警;利用智能专家系统对设备故障进行诊断,提供维修建议和解决方案。智能化检修技术的应用将大大提高检修效率和检修质量,降

低检修成本。

5.2 远程检修技术的应用

通过在设备上安装远程监测终端,将设备的运行数据实时传输到远程监控中心,检修人员可以在远程监控中心对设备的运行状态进行实时监测和分析。当设备出现故障时,远程监控中心的专家可以通过视频通话、远程操控等方式,为现场检修人员提供维修指导和技术支持,提高故障处理效率。远程检修技术尤其适用于分布在不同地区的化工企业设备检修,可以减少专家的出差次数,降低维修成本。

5.3 绿色检修技术的发展

绿色检修技术是指在化工机械设备检修过程中,充分考虑环境保护和资源节约的要求,采用环保型的检修材料和工艺,减少检修过程对环境的污染和资源的浪费。例如,采用水基清洗剂代替传统的有机溶剂清洗剂,减少对大气环境的污染;对检修过程中产生的废弃物进行分类回收和再利用,提高资源利用率。绿色检修技术的发展符合可持续发展的理念,是未来化工机械设备检修技术发展的重要方向。

结语

化工机械设备检修技术是化工生产安全高效运行的关键。本文分析了常见故障及成因,介绍了事后、预防性和预知性检修技术,还阐述了振动监测、油液分析、无损检测等具体应用,展望了智能化、远程、绿色检修等发展趋势。化工企业应重视设备检修,加强技术研究应用,依据实际情况选择合适技术和方法,建立科学管理体系,加大人才培养,提升检修人员水平,改进完善检修技术,提高设备可靠性,降低成本,增强竞争力,推动行业可持续发展。

参考文献

- [1]王涛.化工机械设备日常检修要点分析[J].当代化工研究,2021,(16):131-132.
- [2]郑建国,窦义昌,杜旭红,等.化工设备安全检修探析[J].中国设备工程,2025,(08):153-155.
- [3]刘广宇.化工设备维护及检修措施分析[J].造纸装备及材料,2024,53(06):42-44.
- [4]韩东钊,刘之新.探究化工设备的维护与检修[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(19):35-37.