

石油化工设备故障特征和主要维修模式分析

肖 锋 (中国石油化工股份有限公司天津分公司, 天津 300271)

摘 要: 石油化工企业对国民经济发展产生有益影响, 在企业生产与经营中存在不稳定因素, 尤其是设备故障造成的大规模停产。本文以石油化工设备故障作为研究出发点, 对故障的主要特征进行分析, 指出相关故障具有连续性、危险程度高和来源广泛的特点, 在此基础上, 对石油化工设备主要维修模式进行了论述, 明确了设备维修的重要意义, 并提出对石油化工设备开展主动维修、预防性维修, 通过多种技术方法, 对设备运行状态进行进行掌握, 以提升设备维修效能。

关键词: 石油化工设备; 故障特征; 维修模式

0 前言

科学技术的发展, 为设备检修工作提供了新的路径。在石油化工生产中使用的设备较多, 并且设备长期运行, 增加了设备故障发生率。利用最新科学技术能够提高设备故障检修水平, 及时发现故障隐患, 防止出现安全事故。以往化工设备故障检测技术落后, 通过人为检修与维护方法, 无法完成故障有效识别, 尤其是潜在故障。在此背景下, 对石油化工设备故障特征进行分类, 并应用最新的维修技术与模式至关重要。

1 石油化工设备的故障特征及分类

1.1 设备功能和障碍类型

针对石油化工设备而言, 其功能应是被设计时的期望性能, 可具体分为物理性能与运行性能。而设备故障则被定义为设备上述功能出现障碍, 无法正常有序提供生产与服务。一般情况下, 设备功能障碍是指在特殊的环境下, 一个设备组件或子系统功能出现的障碍^[1]。

石油机械系统一般包括电机、轴承、叶轮、控制器和密封件等等, 相关人员需要对上述构件的运行服务性能进行监测, 对其中存在的故障进行识别, 以提高故障隐患识别能力。值得注意的是, 倘若泵的性能下降, 使得设备出口压力或流量难以满足设计和实际工作要求时, 也将相关故障类型判定为功能性故障。

1.2 设备故障原因分类

设备由于设计不合理或生产缺陷等问题存在, 会出现自身固有问题, 影响其正常服务。就石油设备而言, 相关故障也会发生在使用环节, 例如, 设备在安装或调试过程中, 存在较为明显的螺栓固定不牢靠, 轴向转动性能欠佳等一系列问题。实际上, 未能按照要求与相关规范调试设备, 相关设备在使用过程中受到物理力学、电学与化学性质损伤, 也在一定程度上增加了故障发生率。此外, 设备运行条件如温度变化、压力指标、介质条件、载荷条件与润滑状态均是影响设备故障的主要因素。石油化工设备在常年使用中也会遭受到工作条件的限制, 如环境温度、湿度、海拔。上述因素均对设备稳定运行形成一定影响, 这一点应引起相关人员足够重视。

实际上, 设备出现故障是一个复杂的变化过程, 其诱发因素可能是单一的, 也可能是多种因素共同作用的

结果。在开展设备维修前, 相关人员应对故障类型原因和主要特征进行分析, 并对设备故障维护的效果进行全面评估, 在此基础上作出科学合理决策。

1.3 主要故障特征

1.3.1 连续性

石油化工设备的主要故障特征是连续性。化工生产过程中会应用到很多新的技术与设备, 其生产工作条件复杂, 存在较多工序, 其中具有代表性的设备与工序包括反应机械、存储罐、热交换器和炉性机械等等。各种机械设备通过管道阀门进行连接, 形成一个系统。当系统中, 某个设备或元件出现问题时, 会影响石油化工生产的正常运行。因此, 石油化工设备的故障具有连续性特征。

1.3.2 危险程度高特征

石油化工生产是一个长期的过程, 对各环节的安全性要求极高, 倘若出现管理控制不当或其他设备故障问题, 容易发生燃烧与爆炸等安全事件, 不仅会造成严重的经济损失和人员伤亡, 而且影响化工企业整体形象。由此可知, 危险程度高、破坏性较大是化工设备的主要故障特征之一。为降低危险事件发生率, 提高石油化工设备整体运行服务能力, 在化工设备使用期间, 相关人员需要关注热传导效应, 定期组织专业人员对石油生产机械进行维修, 同时做好检查与保养工作, 以显著提升机械设备的安全性与服务性能, 降低危险程度。

1.3.3 来源广泛

石油化工设备较大, 相关人员对其进行维修起来十分困难, 并且在维修中, 会由于操作人员的不当, 对设备造成较为严重的二次损伤。鉴于此, 需要对故障的主要来源进行分类, 并做好故障识别与控制, 降低对化工生产影响。

化工设备故障来源较为广泛, 其中包括热点工作、高空作业和管理控制方面。针对热点工作进行分析。当检修工作不及时、杂质清洗不彻底、盲板安装不到位或阀门泄露装置出现问题时, 均会增加故障发生率。上述安全风险因素倘若不能及时被解除, 会在设备管壁位置产生鳞片, 当设备长时间工作后, 管壁温度出现明显上升, 增加了火灾或爆炸事件发生概率。

当需要对石油化工设备进行检查时,部分设备需要展开高空作业,其危险程度自然增加,并且高空作业是动态的过程,存在有毒、有害气体,这便对检修工作提出较高要求,相关人员必须根据维修原则与行业规范组织工作,预防差错。同时,在对设备进行维修时,如果存在操作不规范问题则增加危险性。

2 石油化工设备的主要维修模式

2.1 石油化工设备维修意义

目前,石油化工生产对设备的依赖性明显增加,在具体的生产作业中,相关人员的维修意识与技术能力得到提升。鉴于此,对石油化工设备进行维修产生的现实意义重大,不仅能够确保化工生产作业稳定性,而且提高了设备的使用性能,产生了较为明显的经济效益和社会价值。

新时期,很多企业组织认识到设备维修与管理的重要意义,在设备维修中重视成本、质量和效率,并对相关人员的专业技能与服务意识提出了较高要求。针对石油化工生产而言,设备维修已经从传统的故障排除与设备修理与更换发展成恢复设备初始功能,相关检修工作朝向精细化方向发展。

通过开展设备检修,也能够提高石油生产设备的完好率,实现对石油设备使用寿命的延长,是目前化工生产管理工作的有机组成部分,其重要性不言而喻。此外,开展有效的设备检修与维护,也可提高生产设备利用率,并增加石油化工产品数量。设备经过维护改进后,也能够提升化工产品质量。开展合理有效的设备维修也能够改善生产设备性能,是化工企业持续稳定生产的基础。

2.2 设备主要维修模式解读

维修是随着工业机械化发展而兴起的概念,经过多年的发展和完善,设备维修模式更加进步,朝向系统化与高质量方向发展。相关维修技术从以往的手工作坊简单维修到目前的信息化数控车床维修,发展过程经历了粗放式向精细化的转变。目前石油化工企业设备维修模式可经历以下几种:

2.2.1 被动维修

被动维修是相关机械设备出现故障后的维修技术,属于事后维修,这种维修模式在石油化工领域中较为常见,相关维修工作需要在机械故障停机后开展,属于非计划性维修的一部分,对维修工作人员提出了较高要求。在故障维修的过程中,核心思想是如何快速识别并定位机械故障,参考以往工作经验并结合最新技术手段,对设备进行维修与更新,以确保石油化工生产的高效性与连续性。

在被动维修模式中,通过专业人员努力,可快速实现对设备零件的更换,并恢复设备原有设计功能,使得机械设备能够快速运行,以维持正常的生产与工作秩序。但是,相关维修模式也存在一定缺陷,针对石油化工企业而言,采用完全被动的维修模式会增加故障维修难度,

使得小故障演变成大故障,不利于保持化工生产作业连续性。同时,相关故障发生后,也会增加维修费用,造成一定损失,因此,在维修工作中,应尽可能减少被动故障的维修频率,积极采取更为主动的预防性维修方法。

2.2.2 预防性维修

预防性维修能够有效识别影响设备稳定运行的隐患,并且能够帮助相关人员作出合理决策,采取预见性措施,对相关故障隐患进行排除,以达到理想的控制目标。为确保预防性维修措施应用到实际工作中,石油化工企业定期开展了预防性维修方案,对相关人员进行了培训,以增加设备服务性能。相关维修方式能够做到“防患于未然”,增加了对危险性的预见能力,使得各项维修措施应用更加及时,有效降低了企业风险支出。

通过预防性维修手段的应用,能够真正解决设备出现的功能性障碍,使得相关设备在石油化工生产中保持稳定性能。预防性维修的主要目的是保持设备正常运行条件,提高设备应对不利条件的能力。通常情况下,预防性维修方案的设计需要考虑时间因素,相关人员在开展实际维修作业前,需要考虑日历时间和设备运行时间,并对重点设备开展周期性维修,将设备风险控制到最低水平。

目前,在石油化工设备维修中使用的较为典型的预防性维修措施包括定期检查、状态检测。此外,设备维护人员也会根据设备具体情况,开展必要的紧固和校准工作,并对容易出现磨损的零部件进行更换,确保设备达到理想的工作性能,以满足化工生产作业要求。通过对零部件的预防性维护,设备实际工作性能和服务时长均得到提升,有利于维护化工企业经济效益,并确保生产作业安全性。

有效的预防性维修,能够确保设备在最佳运行条件下工作,通过定期开展的预防性维修,可及时发现设备存在的潜在故障,有利于延长设备的有效生命周期。基于预防性维修措施的应用,能够为设备维修人员提供充足的准备时间,促使相关人员有计划、有目的地参与到维修工作中,对石油设备开展全面检测,发现其中存在的隐藏故障,提高了设备的运行服务能力。目前,某些石油化工企业组织的设备定期停车检修便是预防性维修工作的一部分。

2.2.3 设备状态维修模式

设备状态的维修是化工设备日常维修的重要方法,相关人员通过必要的科学技术手段,对设备振动、温度、声音和颜色进行分析,并利用传感器或其他控制单元,对设备运行状态信息进行解析,获取相关变量数据。这种维修模式具有较为明显的动态化特征,设备检修人员可根据设备的实际运行状态,对运行数据开展精准分析,并制定科学良好的维修计划。

基于设备状态维修模式的应用,相关人员能够在设备出现性能劣化或接近功能性故障前,对其进行维修,并构建以设备使用时间为参考项目的维护计划,增加了

对石油化工设备的管理能力。相关维护措施的应用,也能够帮助设备检修人员寻求合适的技术手段,使得设备的非计划停机时间减少,增加了石油化工生产稳定性。

为有效提升石油化工设备维护能力,相关人员应定期对化工设备各种参数进行测量,注重在状态维修技术标准条件下,获取真实准确数据,及时反映设备运行工作状态和性能指标。在具体测量与检修工作中,相关人员可借助现代化设备,对设备故障进行测算与分析,并完成记录。后期可将相关数据录入到故障管理系统中,通过该种方式增加故障识别与分析能力。相关测量参数可被提前分析与测算,并且发出警报信息,通过该种方式,增加了对石油化工设备故障维护的主动性。实际上,目前化工设备维修中使用的预防性维修和状态维修均属于主动性维修方法。

2.3 常用的设备维修方法

2.3.1 振动分析

在主动性维修方法中,振动分析最为常用,一般情况下,转动性质的机械设备均适用于振动分析。相关人员通过必要手段(敲击或施加外力)使得待检测机械出现较为明显的振动。在机械振动后,机械检修人员能够对信号进行采集,对其进行分析与处理后,能够识别到机械振幅与频率,同时获取机械相位图与相关性等参数指标,使得机械设备内部状态被清晰呈现出来。对相关数据的获取,也能够为检修人员提供参考,为检修工作的有序开展奠定基础。

2.3.2 红外成像分析

在石油化工设备故障分析中,有时也会应用到红外线成像技术,用于分析不均匀发热的设备和组件,通过红外线成像检测技术,能够发现热度过高的部位,并对其提前测算,分析相关故障发生率,使用针对性解决方案,如设备降温法,将潜在的故障排除。在设备故障的检测中,根据实际需求,技术人员也会使用无损探伤与超声波,对一些封闭结构和管道设备进行故障排查,相关技术手段应用后,化工设备故障诊断与识别能力明显提升^[2]。

2.3.3 润滑油分析

此外,在化工机械设备故障诊断中也应用了润滑油分析技术,尤其是在机械转动设备中,润滑油分析技术使用后,相关人员可快速识别机械故障类型。例如,在某机组故障诊断中,相关人员对润滑油本身性质和油液中的微小颗粒进行了理化分析。同时了解了润滑油的黏度、乳化度、水分、机械杂质和抗氧化性等信息,并对其开展了液相锈蚀试验。相关分析完成后,技术人员判定本次故障主要来源于轴承润滑下降、结构件密封性不足。

2.4 其他维修模式简述

在对石油化工设备进行检测维修时,有时也会应用到改善性维修模式,即相关维修方法应用后,能够改善设备运行状况与固有的可靠性水平,使得设备的使用性

能得到明显提升,增加了设备服务年限。改进式维修方式应用后,也能够提高设备故障的发现能力,能够发现故障产生的根本原因,为相关人员维修技术选择提供了参考。

此外,基于改进式维修模式的应用,能够弥补零部件设计与制造中存在的缺陷,其中包括对零部件的更换、改进设计安装方式、升级设备材料与优化制造方案等等。改进式维修模式能够在根本上提高设备性能,使得设备后期更加稳定安全,减少意外停车风险事件发生。

在对化工设备进行维修时也会使用随机维修模式,通过维修技术,能够改善以往检查与维修不全面问题。设备维修结束后,以随机维修模式对化工设备进行维修检查,能够提高设备隐藏故障发生率,使得设备检修工作开展更加科学高效,有利于减少设备功能性故障发生率,机会检修模式具有实际推广价值。

2.5 检修效能分析

通过对不同检测模式应用,能够提高化工设备检修效能,帮助企业节约设备更新成本。化工生产需要各个设备机械有机配合,当生产系统中的某个设备出现问题时,会导致整个生产过程出现中断。而通过主动维修模式、预防维修模式、设备状态检修法与其他检修模式的应用,系统中设备性能更加良好,能够满足连续稳定工作要求。在开展石油化工设备故障检修时,相关人员应增加设备巡视力度,对经常出现故障的设备进行重点排查,以降低设备故障概率,增加化工生产连续性。同时,应注重应用最新的检修技术,如信息化管理系统,构建基于设备故障分析的数学模型,使得设备管理工作更加科学高效。对新技术与新方法的应用,会显著提升设备检修效能,帮助企业解决设备维护费用,获得良好的经济效益。

3 结束语

石油化工企业是国民经济的主体,在推动经济发展中占有重要地位,其设备性能直接影响企业生产效率,因此,需要重视设备检修工作。本文总结了石油化工设备故障主要特征,并对维护主要模式和具体路径进行了探究,通过被动维护、主动维护等模式,使得设备稳定运行,相关故障维护模式也具有较强的市场应用价值,能够提高设备维护效率为石油化工生产有序开展提供了支持。

参考文献:

- [1] 米洁玲,陈旭.石油化工企业仪表自动化设备的故障预防与维护[J].中国化工贸易,2019,011(018):218.
- [2] 白桦.利用智能化技术提高石化设备管理水平——第十届石油化工设备维护检修技术交流会综述[J].中国石化,2019,No.410(11):63-65.

作者简介:

肖锋(1971.01-),男,民族:汉,籍贯:湖南省郴州市人,学历:本科;现有职称:高级工程师;研究方向:石油化工设备技术。