

往复式压缩机常见故障分析

雷 伟

中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘 要：随着工业生产对往复式压缩机的依赖不断增强，其常见故障及其原因逐渐显现。机械故障、电气故障、液压故障和热力故障是四大主要问题，源于设备维护不当、操作失误、负载变化和环境影响。定期维护与保养、操作培训与规范、故障预警系统和应急处理预案是有效预防与处理的关键措施。确保压缩机稳定运行，对于生产线的连续性和产品质量至关重要。

关键词：往复式压缩机；常见故障；分析

引言：往复式压缩机，作为工业生产中的核心设备，其稳定运行对于生产线的连续性和产品质量至关重要。然而，随着设备的长时间运行和各种因素的影响，常见故障不可避免。这些故障不仅影响生产效率，还可能对设备造成损害，甚至威胁操作人员的安全。因此，对往复式压缩机的常见故障进行深入分析，探讨其原因和预防措施，对于保障工业生产的安全和效率具有重要意义。

1 往复式压缩机常见故障

1.1 机械故障

往复式压缩机作为工业领域的核心设备，其稳定运行对于生产线的连续性至关重要，然而，在实际应用中，机械故障成为了压缩机最常见的“健康”问题之一。（1）曲轴磨损是机械故障中尤为常见的情况。它往往源于润滑油的管理不善——可能是油液量不足，也可能是油品质量不达标。曲轴在缺乏有效润滑的情况下，其表面会逐渐磨损，承载能力随之下降。若不及时处理，磨损加剧，最终可能导致曲轴断裂，造成严重的生产事故。（2）连杆断裂同样不容忽视。这种故障多发生在连杆大头轴瓦与曲轴连杆轴颈的配合间隙过大，或是连杆螺栓出现松动。一旦连杆断裂，活塞与气缸之间的协调平衡将被打破，进而引发机器内部的撞击、振动，甚至导致整机损坏。（3）活塞环磨损问题亦不可忽视。活塞环与气缸壁之间的持续摩擦，是造成其磨损的主要原因。磨损后的活塞环，其密封性能将大幅下降，气体泄漏难以避免，这将直接导致压缩机工作效率降低，能源消耗增加^[1]。

1.2 电气故障

电气故障在往复式压缩机的运行中同样占据着不可忽视的地位。这些故障不仅影响设备的正常运行，还可能对操作人员的安全构成威胁。（1）电动机故障是电气

故障中最为常见的类型。电机绕组烧毁、电机轴承损坏等问题，常常是由于电机长时间过载、电压不稳定或电机内部出现短路等原因造成的。一旦电动机出现故障，压缩机将无法正常运行，甚至可能停机。（2）控制电路故障也是电气故障中较为常见的一种。元器件损坏、接触不良等问题，都可能导致控制电路失效。这种情况下，压缩机可能会出现无法正常启动、频繁启停等问题，严重影响了设备的稳定性和生产效率。（3）对于电气故障的处理，必须依靠专业的电工进行操作。非专业人员进行电气维修，不仅可能无法解决问题，还可能因误操作而引发更严重的故障，甚至对操作人员的生命安全造成威胁。

1.3 液压故障

液压系统是往复式压缩机中的重要组成部分，其稳定运行对于设备的整体性能至关重要。然而，液压故障在实际运行中时有发生，主要表现为油路堵塞、润滑油污染和油压异常等方面。（1）油路堵塞是一个常见且棘手的问题。这通常是由于润滑油中杂质或沉积物过多，长时间积累导致油路逐渐变窄甚至完全堵塞。一旦油路受阻，润滑油无法顺畅流通，机械部件得不到有效润滑，进而引发磨损加剧、温度升高，严重时甚至可能导致设备停机。（2）润滑油污染也是一个不容忽视的问题。外界污染物如灰尘、金属颗粒等的侵入，或润滑油更换不及时，都可能导致润滑油质量下降。污染的润滑油不仅不能有效保护机械部件，反而可能加速其磨损，缩短设备使用寿命^[1]。（3）油压异常也是液压系统中的一个重要问题。油泵故障或压力传感器损坏都可能引发油压异常。油压过低可能导致润滑不足，而油压过高则可能增加机械部件的负荷，甚至引发泄漏等安全问题。

1.4 热力故障

热力故障是往复式压缩机运行中常见的故障类型之

一,主要表现为过热保护动作和冷却系统故障。这些故障往往会对压缩机的工作性能和使用寿命造成严重影响。(1)过热保护动作是热力故障中较为常见的一种。当压缩机长时间超负荷运行或冷却系统出现故障时,压缩机内部的温度会迅速升高,触发过热保护机制,使压缩机自动停机。这是为了防止设备进一步损坏而采取的保护措施。然而,频繁的过热保护动作不仅会影响生产线的连续性,还可能对压缩机的内部结构造成损害。(2)冷却系统故障也是热力故障中不可忽视的一部分。冷却水不足、冷却水温度过高或冷却系统管路堵塞等原因,都可能导致压缩机无法正常散热。当冷却系统出现故障时,压缩机内部的温度会迅速升高,进而引发过热保护动作。因此,保持冷却系统的正常运行对于防止热力故障至关重要。

2 往复式压缩机常见故障原因分析

2.1 设备维护与保养不当

设备维护与保养的缺失或不当,是导致往复式压缩机故障的重要原因之一。缺乏定期的润滑油更换和滤清器清洗,会导致润滑油污染和油路堵塞,从而引发液压故障。长时间不进行气阀和活塞环的检查与更换,会造成气阀漏气和活塞环磨损,严重影响压缩机的性能。此外,对设备振动和温度的监测不重视,也可能使机械故障和热力故障得不到及时发现和处理。

2.2 操作不当

操作人员的技能水平和工作态度,对往复式压缩机的稳定运行具有直接影响。错误的启停机操作、不规范的参数调整、不及时的故障排除等,都可能导致设备受损或性能下降。例如,频繁启停会增加曲轴和连杆的应力,加速其疲劳断裂。过低的吸气压力或过高的排气压力,会加剧活塞环的磨损和气缸的拉痕。

2.3 负载变化

负载的变化对往复式压缩机的运行状态有着显著的影响。在生产过程中,如果负载频繁波动或超出设计范围,会对压缩机的曲轴、连杆、活塞等机械部件造成额外的冲击和磨损。同时,负载的变化也会影响压缩机的热平衡状态,导致冷却系统的负担加重,容易出现过热保护动作或冷却系统故障^[1]。

2.4 环境因素

环境因素如温度、湿度、粉尘等,也会对往复式压缩机的性能产生影响。高温环境下,压缩机的润滑油易变质,气缸和活塞的热膨胀加大,容易引发漏气或拉缸故障。高湿度环境下,空气中的水分会导致气阀结冰或锈蚀,影响压缩机的正常工作。粉尘较多的环境中,粉尘会

进入压缩机内部,污染润滑油,加剧机械部件的磨损。

3 往复式压缩机故障预防与处理措施

3.1 定期维护与保养

往复式压缩机作为工业生产中的核心设备,定期维护与保养工作是确保其稳定运行的基石。这些维护措施不仅有助于预防故障,还可以延长设备的使用寿命,减少不必要的维修和停机时间。(1)润滑油的管理。润滑油是往复式压缩机中的重要组成部分,对于减少机械部件之间的摩擦、冷却和清洁都起着至关重要的作用。定期更换润滑油是确保润滑油质量和清洁度的关键。随着使用时间的增长,润滑油会逐渐老化并积聚杂质,这可能导致油路堵塞、轴承磨损等问题。因此,按照制造商的建议,定期更换并清洗润滑油滤清器是必不可少的。

(2)部件检查与更换。除了润滑油管理,定期检查压缩机的关键部件也是至关重要的。曲轴、连杆和活塞环等是往复式压缩机中的核心部件,它们的运行状态直接影响着压缩机的性能。通过定期检查,可以发现部件的磨损情况,如曲轴表面的划痕、连杆的弯曲或活塞环的间隙增大等。一旦发现这些问题,应及时进行修复或更换,以避免故障的发生。(3)预防胜于治疗。定期维护与保养的理念正是“预防胜于治疗”。通过定期检查和保养,我们可以在故障发生之前发现问题,避免了故障带来的停机时间、维修成本和生产损失。这不仅提高了设备的使用效率,也为企业节省了成本。(4)维护记录的重要性。此外,建立完善的维护记录也是至关重要的。这可以帮助我们追踪设备的维护历史,及时发现维护不足或过度维护的情况,并为我们提供数据支持,以优化维护计划^[1]。

3.2 操作培训与规范

往复式压缩机作为复杂而精密的工业设备,其操作要求相应地也十分严格。为确保设备的稳定运行,减少由人为操作失误引起的故障,操作人员的技能培训与操作规范的制定及执行显得尤为重要。(1)技能培训的重要性。操作人员的技能水平直接关系到往复式压缩机的运行状况。因此,企业应定期组织操作人员参加专业技能培训,包括设备结构、工作原理、操作规程、故障诊断与应对等方面。通过培训,操作人员可以更深入地了解设备,熟悉各项操作要求,提高应急处理能力,从而在工作中更加得心应手,避免因误操作或无知操作导致的故障。(2)操作规范的制定。除了技能培训,企业还应制定详细的操作规范,明确各项操作步骤和要求。这些规范应覆盖设备的启动、运行、停机、紧急制动等各个环节,以及异常情况下的应对措施。通过规范的制

定,可以为操作人员提供一个清晰的操作指南,确保他们在实际工作中能够按照规定的程序进行操作,避免盲目和随意的行为。(3)规范的执行与监督。制定了操作规范并不意味着问题就解决了,更重要的是规范的执行与监督。企业应建立相应的考核机制,定期对操作人员的操作行为进行检查和评估。对于不遵守规范、导致故障或安全事故的操作人员,应给予相应的处罚和教育。同时,还应鼓励操作人员自觉遵守规范,养成良好的操作习惯。

3.3 故障预警系统的建立

在现代化工业环境中,故障预警系统的建立对于确保往复式压缩机的连续稳定运行至关重要。这一系统利用先进的传感器和数据分析技术,实时监控压缩机的各项关键参数,从而能够在故障发生前提供早期预警,为维修人员提供宝贵的时间来进行干预和修复。(1)实时监测与数据分析。故障预警系统的核心在于其实时监测和数据分析能力。通过安装在压缩机上的多种传感器,系统可以持续收集如振动、温度、压力等关键运行参数,并将这些数据实时传输到中央处理单元进行分析。一旦检测到某个参数超出正常范围,系统会立即标记为异常,并触发预警机制。(2)预警机制的多样性。预警机制可以通过多种方式实现,如声光报警、短信通知、电子邮件提醒等,确保操作人员或维护人员能够在第一时间接收到预警信息。这种多样化的预警方式不仅提高了信息传递的效率,还有助于减少因信息传递失误导致的潜在风险。(3)历史数据的价值。除了实时监测,故障预警系统还能够存储和分析历史数据。通过挖掘这些数据中的模式和趋势,系统可以为设备的预防性维护提供有力依据。例如,通过对振动数据的长期分析,可以预测轴承的磨损情况,从而提前安排更换计划。(4)智能化的发展趋势。随着人工智能和机器学习技术的不断发展,故障预警系统也在朝着智能化方向进化。通过引入这些先进技术,系统能够自动学习设备的正常行为模式,并在出现异常时更加精准地发出预警。这大大降低了人为因素在故障判断中的影响,提高了预警的准确性和可靠性。

3.4 应急处理预案

在工业生产中,往复式压缩机作为核心设备,其稳定性对生产线的连续运行至关重要。然而,即使我们采

取了各种预防措施,仍然难以完全避免突发故障的发生。因此,建立一套科学、高效的应急处理预案显得尤为重要。(1)预案的重要性。应急处理预案是一份详细的行动指南,它规定了在压缩机突发故障时应该如何迅速、准确地做出反应。预案的制定可以确保在故障发生时,操作人员和维修人员能够迅速定位问题、采取有效措施,从而最大限度地减少故障对生产的影响。(2)预案的内容。应急处理预案通常包括以下内容:一紧急停机步骤:规定在何种情况下需要紧急停机,以及如何安全、迅速地停机,避免故障进一步扩大。二故障诊断与排除方法:提供常见的故障类型及其诊断方法,指导维修人员快速准确地找到故障原因,并采取有效的排除措施。三备用设备的启动流程:在压缩机无法迅速修复时,如何快速启动备用设备,确保生产线不停滞。四应急通信与协调:明确应急响应团队的组织结构、职责分工以及通信方式,确保在紧急情况下能够迅速组织起有效的应急响应。(3)应急响应团队的建立。除了预案的制定,企业还应建立一支专业、高效的应急响应团队。这支团队应由经验丰富的操作人员、维修人员以及技术管理人员组成,他们应熟悉预案内容,并定期进行培训和演练,确保在真正面临突发故障时能够迅速、有效地响应。

结束语

经过对往复式压缩机常见故障的全面分析,我们明确了这些故障对生产的影响,深入探讨了故障根源,并提供了有效的解决策略。通过加强设备维护、提高操作水平、实施故障预警系统,我们能够显著减少故障的发生,提高压缩机的运行效率和使用寿命。展望未来,随着智能技术和预测性维护的快速发展,往复式压缩机的故障管理将更加精细化、智能化。我们相信,这些进步将有力支撑工业生产的持续稳定,为产业升级和经济增长注入新动力。

参考文献

- [1]曹天兵.往复式压缩机气阀频繁故障原因探究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,41(21):16-17.
- [2]吕佳琪.往复式压缩机无级气量调节系统故障分析[J].化工管理,2020(32):120-121.
- [3]孟凡博.浅谈往复式压缩机的故障分析及处理[J].中国设备工程,2020(19):53-54.