

空压机设备运行故障诊断与维修策略研究

李 龙

中铝宁夏能源集团有限公司六盘山热电厂 宁夏 固原 756000

摘 要：热电厂空压机设备作为电力生产的重要辅助设备，其稳定运行对于保障电力供应至关重要。本文详细探讨了热电厂空压机设备在运行过程中常见的故障类型、故障诊断方法及维修策略，旨在为热电厂设备管理提供全面的理论参考和实践指导。

关键词：热电厂；空压机设备；故障诊断；维修策略；稳定运行

引言

空压机设备在热电厂中扮演着提供压缩空气的重要角色，支持着电厂的多个工艺环节。然而，由于运行环境的复杂性、设备老化以及操作不当等因素，空压机在运行过程中难免会出现各种故障。因此，深入研究空压机的故障诊断与维修策略，对于提高热电厂的运行效率和安全性具有重要意义。

1 空压机设备常见故障类型及原因分析

1.1 启动失败故障及其原因分析

首先，电源问题是导致启动失败的主要原因之一。电压不稳定、电源线路接触不良或断路器跳闸等情况，都可能导致电机无法正常启动。这些电源问题可能源于电网波动、线路老化或接线不牢固等因素。其次，电机故障也是启动失败的重要原因。电机绕组烧毁、轴承损坏或电机内部短路等电机内部问题，都会直接影响电机的启动和运行。这些故障可能由于电机长期超负荷运行、维护不当或电机本身质量不佳等因素导致。此外，控制系统故障同样可能导致启动失败。电路板损坏、继电器失效或控制程序错误等控制系统问题，会干扰电机的正常启动流程，导致启动失败。这些问题可能源于控制系统设计不合理、元件老化或操作不当等因素。

1.2 压力不足故障及其原因分析

系统泄漏是导致压力不足的主要原因之一。管道接头松动、阀门密封不严或气缸密封圈老化等问题，都可能导致系统内部气体泄漏，从而降低压力。这些泄漏问题可能由于安装不当、材料老化或维护不及时等因素引起。压缩效率下降也是导致压力不足的重要原因。转子磨损、转子之间间隙变大或气阀故障等压缩机内部问题，会影响压缩机的压缩效率，导致压力输出不足。这些问题可能源于压缩机长期运行导致的磨损、润滑不良或部件质量不佳等因素。此外，过滤器堵塞也是导致压力不足的一个不可忽视的原因。进气过滤器积尘过多或

油气分离器堵塞等问题，会阻碍气体的正常流通，从而降低压力。

1.3 过热故障及其原因分析

冷却系统故障是导致过热的主要原因之一。冷却器堵塞、风扇不转、冷却水水质差或冷却水流量不足等问题，都会影响冷却系统的散热效果，导致设备过热。这些冷却系统问题可能源于长期运行导致的积垢、风扇故障或冷却水系统设计不合理等因素。维护不当也是导致过热的重要原因。润滑油变质、油量不足或冷却系统未及时清洗等问题，都会影响设备的散热性能，导致过热。这些维护不当的问题可能由于润滑油选择不当、润滑系统设计不合理或维护周期过长等因素导致。此外，超负荷运行也是导致过热的一个常见原因。长时间满负荷运行或负载突变等情况，会使设备产生大量的热量，而散热系统无法及时将热量散发出去，从而导致设备过热。

1.4 异常噪音故障及其原因分析

机械故障是导致异常噪音的主要原因之一。轴承损坏、齿轮磨损或皮带松弛等问题，都会产生异常的噪音和振动。这些机械故障可能源于设备长期运行导致的磨损、部件质量不佳或安装不当等因素。润滑不足也是导致异常噪音的重要原因。润滑油干涸、润滑系统堵塞或油位过低等问题，都会导致设备各部件之间的摩擦增大，从而产生异常的噪音。这些润滑不足的问题可能由于润滑油选择不当、润滑系统设计不合理或维护不及时等因素导致。此外，部件松动也是导致异常噪音的一个不可忽视的原因。螺丝松动、轴承座松动或机械部件安装不当等问题，都会使设备在运行过程中产生异常的噪音和振动。这些部件松动的问题可能由于安装不当、维护不及时或设备受到外力冲击等因素引起。^[1]

1.5 压缩空气含水量较高的故障及其原因分析

空气中的水蒸气主要来自外部环境，如外部空气湿度高，空压机吸入的空气所含水汽较多。空压机在运行

中产生热量,这会导致空气中的水蒸气得以蒸发,使得压缩空气含水量增加。空压机需要通过冷却系统将压缩空气冷却,如果冷却系统效果不好,无法将空气中的水蒸气充分冷凝和分离,就会导致压缩空气含水量增加。冷却水排水系统不完善或自动排水器堵塞,不能及时排水,就导致压缩空气含水量增加。

1.6 油水分离器故障及其原因分析

分离元件失效是导致油水分离器故障的主要原因之一。滤芯堵塞、破损或分离效率下降等问题,都会影响油水分离器的分离效果。这些分离元件的问题可能源于长期使用导致的堵塞、材质老化或质量不佳等因素。凝结水排放不畅也是导致油水分离器故障的重要原因。排放阀堵塞、排放管道不畅或排放系统设计不合理等问题,都会影响凝结水的正常排放,从而导致油水分离器故障。这些排放问题可能源于设计不合理、维护不及时或环境恶劣等因素导致。

2 空压机设备运行故障诊断方法

2.1 视觉检查

视觉检查是故障诊断中最基本也是最重要的一步。通过仔细观察空压机设备的外观,可以初步判断设备是否存在损坏、变形或漏油等异常现象。具体来说,应重点关注以下几个方面:检查空压机外壳是否有裂纹、变形或锈蚀等迹象,这些都可能影响设备的密封性和稳定性。同时,观察设备周围是否有漏油现象,这通常是密封件老化或损坏的征兆。检查管道连接处是否紧固,电缆连接是否牢固可靠,以及紧固件(如螺丝、螺母)是否有松动或脱落现象。这些连接部件的松动或损坏都可能导致设备运行时出现振动、噪音或泄漏等问题。观察控制面板上的指示灯是否正常显示,包括电源指示灯、运行指示灯、故障指示灯等。通过指示灯的状态可以初步判断设备的工作状态和是否存在故障。

2.2 仪器检测

视觉检查虽然能够发现一些明显的故障,但对于一些隐蔽或复杂的故障,则需要借助专业的仪器进行检测。使用万用表等电工工具测量电源电压、电流和电阻等参数,判断电源系统是否正常工作。例如,电压不稳定可能是电网问题或电源线路接触不良导致的;电流过大则可能是电机内部短路或负载过重引起的。通过专用仪器(如示波器、逻辑分析仪等)检测控制电路板、继电器和传感器等部件的工作状态。这些部件的故障可能导致设备无法启动、运行不稳定或自动停机等问题^[2]。通过仪器检测可以准确地定位故障点,为后续的维修提供有力支持。利用检漏仪等检测工具检查管道的密封性,

确保没有气体泄漏。同时,检查气阀和转子的工作情况,判断是否存在卡滞、磨损或损坏等问题。这些部件的故障会直接影响空压机的压缩效率和输出压力。

2.3 数据分析

除了视觉检查和仪器检测外,数据分析也是故障诊断中不可或缺的一环。通过数据采集系统实时监测空压机的运行参数(如压力、温度、流量和振动等),并对这些数据进行深入分析,可以发现设备运行过程中的异常波动和潜在故障。建立完善的数据采集系统,实时监测空压机的各项运行参数。这些数据不仅反映了设备的当前状态,还蕴含着设备运行的规律和趋势。通过对比历史数据和实时数据,可以及时发现设备的异常变化。对采集到的运行数据进行趋势分析,绘制参数变化曲线图,观察各参数是否在规定范围内波动。如果发现某个参数出现异常波动或超出正常范围,就需要进一步分析原因并采取相应的措施。趋势分析有助于发现设备的潜在故障和预测设备的寿命。结合视觉检查、仪器检测和分析的结果,准确判断故障的位置和原因。在故障诊断过程中,应充分利用各种信息和方法进行综合分析,避免片面地依赖某一种方法或信息。同时,根据故障的性质和严重程度制定相应的维修方案,确保设备能够尽快恢复正常运行。^[2]

3 空压机设备运行故障维修策略

3.1 定期维护

定期维护是空压机设备管理的基础,也是预防故障发生的有效手段。空压机在运行过程中会吸入大量的空气,其中含有尘埃、颗粒物等杂质。这些杂质会附着在进气过滤器、油气分离器和冷却器等部件上,影响设备的性能和效率。因此,应定期对这些部件进行清洁,去除积尘和堵塞物,保持其通畅和清洁。同时,对于冷却器内部的水垢和油污,也需要定期进行清洗,以确保冷却效果。润滑油是空压机运行中不可或缺的一部分,它不仅能够减少部件之间的摩擦和磨损,还能起到冷却和密封的作用。因此,应定期检查润滑油的质量和油量,及时更换变质的润滑油,并保持润滑系统的清洁^[3]。此外,还需要定期检查润滑油的分配和流动情况,确保各润滑点都能得到充分的润滑。空压机设备由许多部件和连接件组成,这些部件和连接件在运行过程中会受到振动和冲击的影响,容易出现松动和脱落的情况。因此,应定期检查并紧固螺丝、螺栓等紧固件,确保部件之间的连接牢固可靠。同时,对于连接件和密封件也需要进行检查和更换,以防止泄漏和松动导致的故障。

3.2 针对性维修

当空压机出现故障时,应根据故障现象和原因进行针对性的维修。通过准确的故障定位和有效的维修措施,可以快速恢复设备的正常运行。

启动失败是空压机常见的故障之一,在维修时,应首先检查电源线路和断路器是否正常,确保电源供应稳定可靠。然后检查电机绕组、轴承和内部短路情况,修复或更换损坏的部件。最后检查控制电路板、继电器和传感器等控制系统部件,确保控制信号正确传输。压力不足在维修时,应首先寻找并修复泄漏点,检查管道接头、阀门和气缸密封圈的密封情况。然后检查转子、转子间隙和气阀的磨损情况,更换磨损严重的部件。最后清洁或更换进气过滤器和油气分离器,确保气体流通畅通无阻。过热故障在维修时,应首先清洗冷却器内部的堵塞物和水垢,确保冷却效果良好。然后检查风扇的运转情况和冷却水流量是否充足,修复或更换损坏的风扇和冷却水系统。同时检查设备的负载情况,避免长时间超负荷运行导致过热。异常噪音在维修时,应首先检查轴承、齿轮和联轴器的磨损情况,更换损坏的部件并调整联轴器同心度。然后检查润滑系统的油量和油质,确保各润滑点得到充分的润滑。最后检查螺丝、轴承座等部件的紧固情况,紧固松动的部件。油水分离器故障在维修时,应首先更换堵塞或破损的滤芯,清洗排放阀和排放管道。然后检查排放系统的设计是否合理,优化排放流程以确保油水分离效果。^[3]

3.3 预防性更换

预防性更换是一种主动维修策略,通过定期更换易损件和关键部件来避免故障的发生。这种策略可以大大减少突发故障的发生概率,提高设备的可靠性和稳定性。易损件是指在使用过程中容易磨损或损坏的部件,如轴承、密封件和油水分离器等。根据设备的使用手册和维护计划,应定期更换这些易损件,以避免因部件磨损而导致的故障。同时,在更换过程中还应对新部件进行质量检查,确保其符合设备要求。关键部件是指对设备性能和稳定性起决定性作用的部件,如转子和电机等。这些部件在长时间运行或磨损严重后,可能会影响设备的整体性能^[4]。因此,应根据设备的使用情况和维护计划,对关键部件进行预防性更换。在更换过程中,应选择质量可靠、性能稳定的部件,并严格按照安装要求

进行安装和调试。

3.4 加强培训

对操作人员进行设备操作培训,使他们熟悉设备的结构、性能和操作流程。通过培训,操作人员能够正确、熟练地操作设备,避免因操作不当而导致的故障和事故。同时,还应培养操作人员的安全意识和责任感,确保他们在操作过程中始终遵守安全规定和操作规程。对维护人员进行设备维护培训,使他们熟悉设备的维护流程、维护周期和维护方法。通过培训,维护人员能够及时发现并处理设备的潜在问题,确保设备始终处于良好的工作状态。同时,还应培养维护人员的创新意识和解决问题的能力,鼓励他们在维护过程中不断探索和改进维护方法。

应急处理培训:对全体人员进行应急处理培训,提高他们在设备故障时的应对能力。通过培训,人员能够迅速识别故障现象、判断故障原因并采取有效的应急措施。同时,还应制定完善的应急预案和故障处理流程,确保在故障发生时能够迅速、有序地进行处理。^[4]

结语

热电厂空压机设备的故障诊断与维修策略是确保电厂稳定运行的关键环节。通过本文的研究,我们详细探讨了空压机设备常见的故障类型、原因分析及诊断方法,并提出了针对性的维修策略和预防措施。这些研究成果为热电厂的设备管理提供了全面的理论参考和实践指导,有助于提高电厂的运行效率和安全性。未来,随着技术的不断进步和设备的更新换代,我们将继续关注空压机设备的发展趋势和故障诊断技术的新进展,为热电厂的运行提供更加可靠和高效的保障。

参考文献

- [1] 靳辉.空压机的故障诊断与维修探讨[J].中国设备工程,2023,(13):185-187.
- [2] 李卫国,张辉,王学勇,等.空压机的故障诊断与维修[J].设备管理与维修,2022,(09):76-77.
- [3] 左健,王晖,冯瑞,等.空压机系统故障分析与性能提升改造探究[J].中国重型装备,2022,(04):63-67.
- [4] 周强.空分设备空压机轴振故障的分析与处理[J].冶金动力,2024,(01):17-20.