

氨合成气压缩机故障诊断与排除方法

王 哲

连云港碱业有限公司 江苏 连云港 222000

摘 要：本文深入探讨了氨合成气压缩机在运行过程中可能遇到的排气量不足、异常振动和噪声、压缩机不启动、气体压力不正常等故障，并对这些故障的诊断与排除方法进行了详细、具体的阐述。通过科学分析和合理建议，旨在提高氨合成气压缩机的运行效率和稳定性，确保氨合成装置的正常运行。

关键词：氨合成气压缩机；故障诊断；排除方法

引言

氨合成气压缩机作为化工生产中的关键设备，其运行状态直接关系到生产效率和产品质量。然而，在实际运行过程中，压缩机可能会遇到各种故障，如排气量不足、压缩腔温度异常、振动过大等。这些故障不仅会影响生产进度，还可能对设备造成损害，甚至引发安全事故。因此，对氨合成气压缩机进行及时、准确的故障诊断与排除显得尤为重要。

1 氨合成气压缩机故障诊断与排除方法

1.1 排气量不足

1.1.1 具体原因分析

叶轮磨损或积垢：叶轮作为压缩气体的核心部件，长期运行后易受气体中夹杂的硬质颗粒磨损，或因气体中的油污、碳黑等沉积形成积垢^[1]。积垢和磨损会改变叶轮叶片的型线，降低其做功能力，从而影响排气量。此外，叶轮平衡可能因磨损或积垢而破坏，导致振动增加，进一步影响压缩机性能。

扩压器或回流器故障：扩压器负责将叶轮出口的高速气流减速增压，其流道形状和尺寸对气流流动有重要影响。回流器则负责引导气流进入下一级叶轮或排出压缩机，其设计不合理或积垢会阻碍气流流动。扩压器或回流器的制造缺陷、安装不当、长期运行后的变形或积垢，都会导致气流流动不畅，降低排气量。

密封系统泄漏：密封系统包括轴封、级间密封等，用于防止气体在压缩机内部泄漏。密封件老化、损坏、安装不当或密封面磨损，都会导致气体泄漏，减少有效排气量。泄漏还可能引起压缩机内部压力分布不均，影响叶轮和扩压器的工作性能^[2]。

进气条件变化：进气压力、温度、流量等参数的变化，直接影响压缩机的吸气能力和压缩效率。进气过滤器堵塞或损坏，会导致进气阻力增大，进气量减少。进气温度过高或过低，都会影响气体的密度和压缩性，从

而影响排气量。

压缩机内部泄漏：除了密封系统泄漏外，压缩机内部还可能存在其他泄漏点，如法兰连接处、管道接头等。这些泄漏点会导致气体在压缩机内部循环或泄漏到外部，减少有效排气量。

控制系统故障：压缩机的控制系统负责监控和调节压缩机的运行状态。控制系统故障可能导致压缩机无法按设定参数运行，从而影响排气量。

1.1.2 排除方法

叶轮维护与管理：定期检查叶轮表面，清理积垢和磨损物。使用专用工具测量叶轮的几何尺寸，确保其在允许范围内。对磨损严重的叶轮进行修复或更换。

扩压器和回流器优化：定期检查扩压器和回流器的流道形状和尺寸，清理积垢和变形部分。对设计不合理或制造缺陷的扩压器和回流器进行改造或升级。

密封系统检查与更换：定期检查密封系统的完好性，发现老化、损坏或安装不当的密封件及时更换。加强密封系统的日常维护和保养，确保其密封性能可靠^[3]。

进气条件优化：定期清理进气过滤器，确保进气畅通无阻。监控并调整进气压力、温度、流量等参数，使其保持在最佳范围内。

压缩机内部泄漏检查：对压缩机内部进行全面检查，查找并修复泄漏点。加强压缩机的日常维护和保养，预防泄漏的发生。

控制系统检查与维修：定期检查控制系统的完好性和准确性，确保其功能正常。对控制系统故障进行及时维修或更换，确保压缩机能够按设定参数运行。

1.2 异常振动和噪声

1.2.1 具体原因

不对中现象：压缩机与电机或驱动设备间的联轴器若存在轴向、径向或角度偏差，将直接导致旋转部件在运转过程中产生不均匀的力，引发振动与噪声。这种

不对中可能源于安装误差、地基沉降或长期运行后的磨损。气体管路布局不合理或固定不牢，其应力可能通过支架等结构传递给压缩机机壳，造成额外的负载和不对中，进而加剧振动。

转子不平衡：转子表面沉积的油污、灰尘或腐蚀产物，会改变其质量分布，导致旋转时产生离心力，引发不平衡振动。转子叶片的磨损、裂纹或缺失，同样会破坏其平衡状态，产生异常振动。

轴承与联轴器故障分析：轴承作为支撑旋转部件的关键元件，其磨损、松动或损坏会直接影响转子的稳定运行，产生异响和振动。联轴器内部的橡胶块老化、磨损或安装不当，会导致传递扭矩的不平稳，进而引发振动和噪声^[4]。

喘振现象剖析：当压缩机的工作点接近或落入喘振区时，由于气流的不稳定，会产生周期性的振荡，这种振荡伴随着强烈的振动和噪声，严重时可能损坏压缩机。

1.2.2 排除方法

精确校正对中：使用激光对中仪等专业工具，对压缩机与驱动设备间的联轴器进行精确测量和调整，确保轴向、径向及角度偏差均在允许范围内。同时，检查并加固气体管路，避免应力传递至压缩机。

转子动平衡校正：对转子进行动平衡测试，通过去重或加重的方式，调整其质量分布，直至达到平衡状态。此过程需借助专业的动平衡机进行，并确保转子在安装前保持清洁。

轴承与联轴器细致检查：定期检查轴承的磨损、松动情况，及时更换损坏或磨损严重的轴承，并确保轴承座内润滑脂充足，避免干摩擦。同时，对联轴器进行定期检查和维修，更换老化的橡胶块，确保联轴器的稳定性和可靠性。

工况调整与喘振预防：实时监测压缩机的运行点，通过调整流量、压力等参数，确保压缩机远离喘振区。建立喘振预警机制，一旦发现喘振迹象，立即采取措施调整工况，避免喘振的发生。此外，优化压缩机的设计布局，提高气流稳定性，也是预防喘振的有效手段。

1.3 压缩机不启动

1.3.1 具体原因

电源及电控系统异常：不稳定的电源电压，尤其是低于压缩机启动所需的最低电压，将直接导致启动失败。电网中的瞬时电压波动或断电也可能影响压缩机的正常启动。电控系统中的接触器、继电器、保险丝等元件若损坏或接触不良，会阻断启动信号。控制线路中的接线错误、短路或断路，以及控制板故障，同样会导致

启动信号无法正确传递。

机械部件故障：压缩机内部的轴承、齿轮、曲轴等关键部件若因磨损、锈蚀或异物卡入而损坏或卡住，将阻碍压缩机的正常转动。联轴器作为电机与压缩机之间的传动部件，若其弹性体老化、磨损或安装不当，会导致电机无法有效驱动压缩机旋转。

工艺参数异常：压缩机启动前，若工艺系统中的压力、温度等参数超出设定范围，可能会触发安全保护机制，禁止压缩机启动。例如，进气压力过高或过低、润滑油压力不足、冷却水温度过高等，都可能导致压缩机无法启动。

阀门开关状态不正确：压缩机启动前，需要确保相关阀门（如进气阀、排气阀、旁通阀等）处于正确的开关状态。如果阀门位置错误，如进气阀关闭或排气阀未完全打开，将影响压缩机的正常启动。

报警未恢复：压缩机控制系统通常设有多种报警保护机制，如过载保护、超温保护、低油压保护等。如果压缩机之前因某种原因触发报警，并且报警未得到及时恢复，那么压缩机将无法再次启动^[5]。

1.3.2 排除方法

电源及电控系统全面检查：使用万用表或电压监测仪持续监测电源电压，确保其稳定在压缩机启动所需的范围内。逐一检查电控系统中的接触器、继电器、保险丝等元件，观察其是否有烧焦、变形或接触不良的迹象，并及时更换损坏的元件。对照电路图纸，逐一检查控制线路的接线是否正确，无短路或断路现象，并确保控制板输出电压和电流符合设计要求。

机械部件细致排查与修复：拆开压缩机外壳，仔细检查轴承、齿轮、曲轴等关键部件的磨损和损坏情况，及时更换磨损严重的部件。清理压缩机内部的异物和污垢，确保内部清洁。检查联轴器的弹性体是否老化、磨损或安装不当，并及时更换损坏的联轴器。

检查工艺参数：

仔细检查工艺系统中的压力、温度等参数，确保其处于正常范围内。如发现异常，应及时调整或处理，直至参数恢复正常。

检查阀门开关状态：逐一检查相关阀门的开关状态，确保其处于正确的位置。如发现阀门位置错误，应及时调整至正确位置。

恢复报警状态：仔细检查压缩机的报警记录，了解报警原因。根据报警原因采取相应的处理措施，如降低负载、增加润滑油压力、降低冷却水温度等。在确认报警原因已消除且报警状态已恢复后，再尝试启动压缩机。

1.4 气体压力不正常

1.4.1 具体原因

进气条件变化：若进气压力低于压缩机设计要求的最低值，会导致压缩机吸气能力不足，进而影响气体压缩效果和出口压力。进气温度过高会降低气体的密度，从而减少压缩机吸入的气体体积。同时，高温气体在压缩过程中会产生更多的热量，增加压缩机的负担，降低其效率。进气过滤器若堵塞或损坏，会增加进气阻力，减少进气量。进而影响压缩机的吸气能力和气体压缩效果。

气体管道系统问题：气体管道中的阀门若开度不足，会限制气体的流动，导致压缩机出口压力降低。阀门若关闭不严，会导致气体在管道中泄漏，影响压力的稳定。管道中的泄漏点或堵塞物会改变气体的流动状态，导致压力异常。例如，泄漏会导致压力降低，而堵塞则可能导致压力升高或波动。

压力表及测量系统故障：压力表内部的弹簧管、游丝或指针等元件若损坏或老化，会导致读数不准确。压力表连接管道中的杂质、油污或水汽可能堵塞表内通道，影响压力的准确传递和显示。测量系统的传感器、变送器等部件若故障，会导致气体压力显示不正常或无法准确测量。

1.4.2 排除方法

进气条件优化：监控并调整进气压力，确保其保持在压缩机设计要求的范围内。若进气压力过低，需采取措施提高进气压力。采取冷却措施降低进气温度，确保其在适宜范围内。例如，可以安装冷却器或增加进气管道的冷却装置。定期清理进气过滤器，确保其畅通无阻。若发现过滤器损坏或堵塞严重，需及时更换新的过滤器^[6]。

气体管道系统检查与维护：定期检查气体管道中的阀门开度，确保其处于正确位置。若发现阀门开度不足或关闭不严，需及时调整或修复。对管道进行全面检查，查找并修复泄漏点或清除堵塞物。确保管道完好无损，气体流动顺畅。

压力表及测量系统校验与更换：建立压力表定期校验制度，将压力表送至具有资质的专业机构进行校验。校验内容包括压力表的零点漂移、示值误差等，确保其读数准确可靠。如发现压力表读数不准确或存在其他故障，需及时更换新的压力表。在更换时，应选用与原压

力表型号、规格相同的产品，并确保安装正确。对测量系统的传感器、变送器等部件进行定期检查和维修。若发现故障或损坏，需及时修复或更换。确保测量系统工作正常，能够准确测量气体压力。

2 氨合成气压缩机故障排除措施的实施原则

一是安全第一：检修前全面评估风险，制定安全措施和应急预案。检修人员需接受专业培训，遵守安全规程，穿戴防护装备。现场设置安全警示，配备急救和消防器材，实施严格监护制度。二是科学诊断：准确诊断是关键，检修人员应熟悉常见故障类型，利用现代检测技术如振动分析、红外测温等，对压缩机全面检测，准确判断故障原因和位置。三是迅速响应：建立快速响应机制，备足备件和工具，检修人员熟练掌握维修技能，迅速定位并修复故障，遵守维修规程，确保维修质量。建立故障跟踪和反馈机制，总结经验教训。四是预防为主：加强日常维护和保养，制定计划，建立档案，监测设备运行状态，及时发现并处理异常，预防故障发生，提高设备可靠性。

结语

氨合成气压缩机在运行过程中可能遭遇多种故障，但通过科学的故障诊断与合理的排除方法，可以有效解决这些问题。本文详细阐述了氨合成气压缩机常见故障的诊断与排除方法，为相关技术人员提供了实用的参考和指导。未来，随着技术的不断进步和经验的不断积累，相信氨合成气压缩机的故障诊断与排除方法将更加完善与高效。

参考文献

- [1] 晏仲杰. 解析气压缩机故障原因分析及措施[J]. 化学工程与装备, 2022, (07): 221-222.
- [2] 朱白钦, 齐腾飞, 杨磊. 合成气压缩机干气密封故障原因分析及措施[J]. 氮肥与合成气, 2022, 50(09): 43-44+47.
- [3] 朱白钦. 合成气压缩机故障原因分析及解决措施[J]. 氮肥与合成气, 2022, 50(05): 33-35+39.
- [4] 时光义. 合成气压缩机大修后运行故障及处理方法[J]. 化学工程与装备, 2021, (04): 189-190+178.
- [5] 煤制甲醇装置汽驱离心式压缩机运行问题及解决[J]. 成家琛. 中氮肥, 2023, 06(01): 186-187.
- [6] 合成气压缩机长周期运行问题原因及处理方法分析[J]. 王芝明; 王凯; 徐鑫金. 中国设备工程, 2015, (21): 46.