

罗茨鼓风机故障原因分析与维护对策

刘 亮

中国石化长城能源化工(宁夏)有限公司 宁夏 银川 750000

摘 要: 罗茨鼓风机作为工业领域的关键气体输送设备,其稳定运行对生产连续性至关重要。通过深入剖析罗茨鼓风机工作原理与基本结构,系统研究异常振动与噪音、流量压力异常、轴承齿轮损坏等常见故障类型,从机械、运行维护、环境等多维度探究故障成因。针对性提出优化机械结构与安装、规范运行操作、强化维护保养及改善运行环境等维护对策,为提升设备可靠性、降低故障率、保障工业生产高效运行提供理论与实践依据。

关键词: 罗茨鼓风机;故障原因分析;维护对策

引言:在现代工业生产中,罗茨鼓风机凭借其高效稳定的气体输送性能,广泛应用于污水处理、化工、冶金等多个领域。然而,长期运行过程中,各类故障频发严重影响生产效率与安全。当前,对罗茨鼓风机故障的研究多聚焦单一故障类型,缺乏系统性分析。本文基于其工作原理与结构,全面梳理常见故障类型,深入分析故障成因,并提出科学有效的维护对策,旨在为设备管理与维护提供参考,助力工业生产提质增效。

1 罗茨鼓风机工作原理及结构

1.1 工作原理

罗茨鼓风机基于容积回转式气体输送原理运行,通过机壳内一对相互啮合的8字形或6字形转子周期性旋转实现气体输送。转子与机壳内壁、转子与转子之间保持极小间隙,形成多个封闭气腔。当主动转子由电机驱动旋转时,带动从动转子反向同步运转,气腔容积在旋转过程中发生规律性变化。进气口处,随着转子旋转,气腔容积逐渐增大,内部压力低于外界大气压,大气压力推动气体进入气腔完成吸气过程;转子继续转动,气腔携带气体向排气口移动,在移动过程中,气腔容积保持恒定,气体以稳定流量被输送;当气腔与排气口连通时,因排气侧压力较高,气体在压差作用下迅速排出,完成一个工作循环。如此周而复始,实现气体的连续输送,输送过程中气体压力的提升源于排气侧的背压,转子旋转的机械能转化为气体的压力能与动能,其输出流量基本不随压力变化而波动,呈现出恒流量特性。

1.2 基本结构

罗茨鼓风机主要由机壳、转子、同步齿轮、轴承、密封装置及传动部件构成。机壳采用灰铸铁或球墨铸铁材质铸造而成,具有良好的刚性与减振性能,内部型线经精密加工,为转子提供精准运行空间。一对转子通过高精度数控机床加工成型,表面经氮化、淬火等处理

以增强耐磨性,转子间通过同步齿轮实现无接触啮合传动,同步齿轮安装于转子轴延伸端,保证两转子始终保持恒定相位差,避免碰撞与干涉。轴承选用调心滚子轴承或角接触球轴承,承受转子运转过程中的径向与轴向载荷,并通过润滑系统实现持续润滑与冷却。密封装置分布于轴与机壳连接处,采用迷宫密封、填料密封或机械密封等形式,防止气体泄漏,提升输送效率。传动部件通常包含皮带轮或联轴器,将电机动力高效传递至主动转子轴,同时部分机型配置增速齿轮箱,以满足特定工况下的转速需求。各部件协同工作,确保罗茨鼓风机稳定可靠运行。

2 罗茨鼓风机常见故障类型及原因分析

2.1 常见故障类型

2.1.1 异常振动与噪音

罗茨鼓风机在运行过程中出现异常振动与噪音,是较为常见且复杂的故障现象。振动通常表现为设备整体或局部产生超出正常范围的晃动,伴随有高频或低频的异常声响。这种故障会导致设备零部件受力不均,加速磨损,严重时甚至引发设备停机。其产生的振动噪音频率与风机的转速、内部结构以及运行工况密切相关。在高速运转下,转子与机壳之间的间隙变化、齿轮啮合的不稳定性,都可能引发振动与噪音。当风机内部存在不平衡的质量分布,如转子动平衡被破坏,会使风机在旋转过程中产生周期性的离心力,从而导致振动加剧,同时伴随尖锐的噪音,影响设备正常运行和周边环境。

2.1.2 流量与压力异常

流量与压力异常直接影响罗茨鼓风机的工作效能。流量异常主要体现为实际输出流量低于设计流量,无法满足工艺流程的需求。造成流量不足的原因多样,可能是风机内部间隙过大,导致气体在压缩过程中出现泄漏,降低了容积效率;也可能是管道系统存在堵塞,增

加了气体流动阻力,使得气体无法顺畅通过风机。压力异常则表现为出口压力波动较大或无法达到设定压力值。在系统阻力不稳定时,风机为维持气体输送,会不断调整工作状态,导致压力出现频繁波动。若风机的叶轮磨损严重,其对气体的压缩能力下降,就难以建立起足够的压力,使得输出压力无法满足生产要求,进而影响整个生产系统的稳定运行^[1]。

2.1.3 轴承与齿轮损坏

轴承和齿轮是罗茨鼓风机的关键传动部件,其损坏会严重影响设备的可靠性和使用寿命。轴承损坏常见的形式有磨损、疲劳剥落和断裂。在长期运行中,轴承承受着交变载荷和摩擦作用,若润滑不足或润滑油中含有杂质,会加剧轴承的磨损,降低其承载能力。当轴承受到过大的冲击载荷时,容易引发疲劳剥落,导致轴承内部结构损坏,产生异常振动和噪音。齿轮损坏主要表现为齿面磨损、齿面胶合和轮齿折断。齿轮在啮合过程中,由于接触应力较大,且存在相对滑动,会造成齿面磨损。当润滑不良或齿轮运行温度过高时,齿面会发生胶合现象,破坏齿轮的正常啮合。若齿轮受到过大的扭矩或存在制造缺陷,还可能导致轮齿折断,使风机传动系统失效,无法正常工作。

2.2 原因分析

2.2.1 机械因素

机械因素是导致罗茨鼓风机故障的重要原因之一。风机的制造精度对其运行性能有着决定性影响。如果转子、叶轮等关键部件的加工精度不达标,如尺寸偏差、形位公差超差,会导致部件之间的配合间隙不符合要求,引发气体泄漏和异常振动。装配过程中的不规范操作同样会带来问题,例如轴承安装不到位,会使轴承受力不均,加速磨损;齿轮啮合间隙调整不当,会造成齿轮传动不平稳,产生噪音和振动。风机在长期运行后,由于机械部件的自然磨损,如叶轮的腐蚀、磨损,以及轴的弯曲变形,都会改变设备的原有性能,导致流量、压力异常,甚至引发轴承和齿轮的损坏。

2.2.2 运行与维护因素

运行与维护因素对罗茨鼓风机的稳定运行至关重要。不正确的运行操作方式,如风机在启动和停机过程中未按照操作规程进行,可能会使设备受到较大的冲击载荷,损伤内部部件。在运行过程中,若风机长时间处于超负荷运行状态,会加速机械部件的磨损,降低设备的使用寿命。维护保养不及时也是常见问题,定期的润滑、检查和更换易损件是保证风机正常运行的关键。若润滑油更换不及时,其性能下降,无法有效起到润滑和

冷却作用,会加剧轴承和齿轮的磨损。对设备运行状态的监测缺失,不能及时发现设备的早期故障隐患,使得小问题逐渐发展成重大故障,影响设备的正常运行和生产的连续性^[2]。

2.2.3 环境因素

环境因素对罗茨鼓风机的运行也会产生不可忽视的影响。工作环境中的温度、湿度和粉尘含量等都会对设备造成损害。在高温环境下,风机的润滑油黏度下降,润滑性能变差,同时设备的机械部件热膨胀加剧,可能导致部件之间的配合间隙发生变化,引发异常振动和磨损。高湿度环境容易使设备金属部件发生腐蚀,降低其强度和使用寿命。如果工作环境中粉尘含量较高,粉尘会进入风机内部,加剧轴承、齿轮等部件的磨损,还可能堵塞气体通道,影响风机的流量和压力。环境中的振动源也可能对风机产生干扰,当外部振动频率与风机的固有频率接近时,会引发共振,加剧设备的振动和损坏。

3 罗茨鼓风机故障维护对策

3.1 优化机械结构与安装

(1) 罗茨鼓风机叶轮与机壳、墙板之间的间隙直接影响其性能与可靠性,优化时需精准控制制造公差,通过高精度加工设备与先进工艺,确保叶轮与机壳的径向间隙、叶轮与墙板的轴向间隙均匀一致,避免因间隙不当引发的摩擦、振动及效率下降问题。对叶轮进行动平衡校验,降低不平衡量,减少运行时的振动与噪音。

(2) 改进轴封结构,采用性能更优的密封材料与密封形式,如机械密封或新型组合式密封,增强密封效果,防止介质泄漏与外界杂质侵入,保护轴承与润滑油不受污染,延长设备使用寿命。优化轴承座结构设计,提高轴承安装精度与稳定性,为轴承提供良好的运行支撑环境。(3) 在安装环节,严格按照安装图纸与技术要求进行操作,确保鼓风机各部件安装位置准确、连接牢固。对基础进行精确找平与灌浆处理,保证基础的强度与稳定性,减少因基础问题导致的设备振动。安装过程中,对关键部件进行严格的检查与调试,如叶轮的啮合间隙调整、皮带或联轴器的张紧度调整等,确保设备安装质量符合运行要求。

3.2 规范运行操作

(1) 操作人员需全面了解罗茨鼓风机的工作原理、性能参数及操作规程,在启动设备前,详细检查设备各部件状态,包括润滑油油位、油质,皮带或联轴器的连接情况,进出口阀门的开闭状态等,确保设备处于正常待启动状态。启动时,遵循正确的启动顺序,先打开放空阀,空载启动电机,待转速稳定后,缓慢关闭放空

阀,使设备逐渐加载至正常运行状态,避免因带负荷启动造成电机过载或设备损坏。(2)运行过程中,密切关注设备的运行参数,如流量、压力、温度、电流等,通过在线监测仪表实时获取数据,并与设备的额定参数进行对比分析。一旦发现参数异常波动,立即采取相应措施进行调整或停机检查,防止故障扩大化。根据生产工艺需求,合理调节鼓风机的运行工况,避免设备长时间在超负荷或低效率工况下运行。(3)在设备停机操作时,同样需遵循规范流程,先打开放空阀进行卸压,待设备内部压力降至常压后,再停止电机运行。停机后,对设备进行必要的检查与清理,如清除设备表面的灰尘与杂物,检查各部件有无松动、磨损等情况,为下次启动做好准备。建立详细的运行操作记录,如实记录设备的启停时间、运行参数、异常情况及处理措施等,为设备的维护与故障分析提供数据支持^[3]。

3.3 加强设备维护保养

(1)制定科学合理的润滑计划,根据罗茨鼓风机的型号、工作环境及运行工况,选择合适的润滑油品,并严格按照规定的周期与用量进行加注或更换。定期检测润滑油的理化性能指标,如粘度、酸值、水分等,当润滑油性能指标超出规定范围时,及时更换润滑油,确保轴承、齿轮等传动部件得到良好的润滑与保护,减少磨损与摩擦。(2)定期对罗茨鼓风机进行全面的检查与维护,包括对叶轮、机壳、墙板等关键部件的磨损情况检查,对皮带或联轴器的张紧度与磨损程度检查,对密封件的密封性能检查等。针对检查发现的问题,及时进行修复或更换零部件,防止小问题演变成大故障。对设备的电气系统进行检查与维护,确保电气元件的正常运行与电气线路的安全可靠。(3)建立设备维护档案,详细记录每次维护保养的时间、内容、更换的零部件及维护人员等信息,实现设备维护的可追溯性。通过对维护档案的分析与总结,掌握设备的磨损规律与故障发生特点,提前制定针对性的维护措施,变被动维修为主动维护,提高设备的可靠性与运行效率,降低设备的维修成本与停机时间。

3.4 改善运行环境

(1)罗茨鼓风机应安装在通风良好、干燥清洁的场所,避免设备长期处于潮湿、多尘或有腐蚀性气体的环境中。在鼓风机周围设置有效的通风设施,如排风扇或通风管道,及时排出设备运行过程中产生的热量与气体,降低环境温度,保证设备在适宜的温度范围内运行。安装空气过滤器,过滤进入鼓风机的空气,防止灰尘、杂质等进入设备内部,减少对叶轮、轴承等部件的磨损。(2)对鼓风机运行场所的基础进行加固与减震处理,在设备与基础之间安装减震器或减震垫,隔离设备运行时产生的振动,减少振动对设备自身及周边设施的影响。对设备的进出口管道进行合理的支撑与固定,避免管道因振动产生的应力传递到设备上,保证管道与设备的连接稳定性,防止管道泄漏与设备损坏。(3)控制运行环境中的湿度,当环境湿度较大时,采取除湿措施,如安装除湿机或加强通风换气,降低空气湿度,防止设备金属部件生锈腐蚀。避免鼓风机在有易燃易爆气体或粉尘的环境中运行,若无法避免,需对设备进行防爆改造,使其满足防爆要求,确保设备运行安全,防止发生爆炸或火灾等安全事故^[4]。

结语

综上所述,深入研究罗茨鼓风机故障原因并制定科学维护对策,对保障设备稳定运行具有重要意义。通过剖析其工作原理与结构,明确常见故障类型,从机械、运行、环境等多方面挖掘故障根源,进而提出针对性维护措施,有效提升了设备可靠性与使用寿命。未来,需持续关注新技术应用,进一步完善故障诊断与维护体系,为工业生产提供更坚实的设备保障。

参考文献

- [1]雍伟峰.VOCs罗茨鼓风机故障原因分析与维护对策[J].广东化工,2024,51(10):211-212,207.
- [2]杨超.罗茨鼓风机故障诊断与处理方法[J].设备管理与维修,2023(12):101-103.
- [3]高秉伟,慕显文,刘书清.罗茨鼓风机常见故障及性能优化改进措施[J].中氮肥,2025(1):49-52.
- [4]张庆祥.罗茨鼓风机常见故障识别与处理技术研究[J].石化技术,2025,32(1):389-390,322.