

浅谈螺杆式空压机常见故障及处理措施

阳桂平 韦礼春 陈业超

广西广投柳州铝业股份有限公司

DOI:10.12238/ems.v6i9.8954

[摘要] 我国科技实力的提升推动机械制造行业的持续革新,其中,作为工业生产重要供气源的空压机展现出广阔的发展空间。特别是螺杆式空压机,其以其优越性逐步取代了传统的活塞式压缩机,在各类机械装置中扮演着不可或缺的角色。本文着重探讨螺杆式空压机在运行过程中遭遇的典型问题,总结故障的典型特征、成因及相应的解决策略,并提出安全操作的关键要点,旨在确保空压机的稳定运作,为业界同仁提供实用的经验和参考。

[关键词] 螺杆式空压机; 常见故障; 处理措施

A Brief Discussion on Common Malfunctions and Solutions of Screw Air Compressors

Yang Guiping, Wei Lichun, Chen Yechao

Guangxi Guangtong Liuzhou Aluminum Industry Co., Ltd

[Abstract] The improvement of China's technological strength has promoted the continuous innovation of the mechanical manufacturing industry, among which the air compressor, as an important gas supply source for industrial production, has shown broad development space. Especially screw air compressors, which have gradually replaced traditional piston compressors with their superiority, play an indispensable role in various mechanical devices. This article focuses on the typical problems encountered by screw air compressors during operation, summarizes the typical characteristics, causes, and corresponding solutions of faults, and proposes key points for safe operation, aiming to ensure the stable operation of air compressors and provide practical experience and reference for colleagues in the industry.

[Keywords] screw air compressor; Common faults; Handling measures

前言:

螺杆式空压机简称的空气压缩机,在众多领域中扮演着重要角色,比如机械加工、电力分配、土木工程以及化学工业等,其主要职能是向生产流程提供必需的高压空气。螺杆式喷油压缩机,作为旋转式压缩机的一种类型,其优势尤为突出,比如低噪音水平、卓越的性能、高效的经济效益以及高性价比。

公司专注于高低压母线、成套电器、智能部件、铜铝材料、光伏焊接带等系列产品,是一家上市的高科技企业,且被列入国家火炬计划的关键企业名单。对于压缩机的操作与管理,我们有着更为严格的标准,特别是在日常运维中,对日常检查、每周维护以及每月保养尤为重视。一旦压缩机在运行中出现故障,维修人员需迅速排除问题,确保生产线的正常运转。如果未能准确判断压缩机的运行状态,保证其顺畅工作,可能会引发产量减少甚至生产线停工等严重后果。因此,本文将对螺杆式喷油压缩机的运作机制进行探讨,对该系统投入使用后,经常会遇到的一些问题进行分析,并给出一些迅速处理的方法。

1、螺杆式空压机的工作原理

在众多制造业的生产线上,喷油螺杆式空气压缩机成为不可或缺的核心设备,这主要得益于其独特且领先的设计结

构。该设备的结构主要由风冷或水冷的螺杆式空气压缩机单元、冷冻式干燥装置以及吸附式干燥装置等部件组合而成^[1]。压缩机依靠其往复运动来调整工作空间的体积,这样就可以实现对煤气的压缩,从而提高气压。该容积的改变是由一对转子在机器中的转动实现的。这对转子在压缩机壳体中旋转,从而改变工作空间的大小。

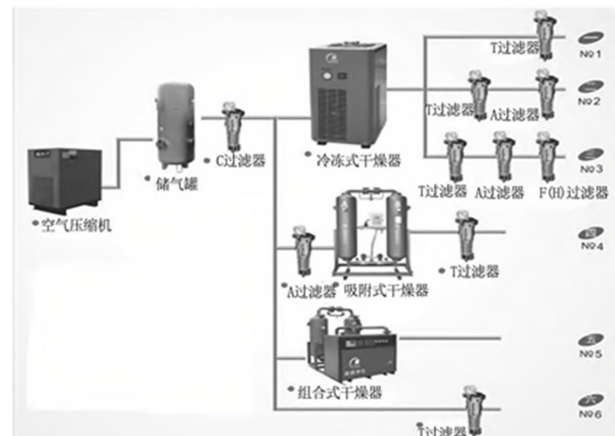


图1 空气压缩机工作原理图示

压缩机顶部设有吸气口,底部则设有排气口,该设备搭载两组旋转部件,主旋转部件与辅助旋转部件并以并排形式固定。喷油螺杆式压缩机在运作过程中依次完成吸气、增压和排放三大步骤^[2]。清洁后的空气首先进入压缩机内部,在压缩腔体内被压缩,气压逐渐提升,最后排出机体,再经过冷却和去湿处理,以确保达到使用要求。相关的空气压缩机、冷冻式干燥装置以及吸附式干燥装置的连接图示详见图1。

2、喷油螺杆式压缩机常见的故障与处理措施

2.1 空压机无法启动

(1) 启动过程中,控制面板亮起 SUMPRESSUREHIGH 警报,一分钟后,空压机自动停机,此时 SUMPRESSURE 显示的压力数值固定在 15.8kg。处理过程:对空压机的空气滤清器等关键部件进行检查,并对润滑油质进行检测,但问题依旧,压力值未有任何变化^[3]。随后交换了筒体与出口的压力传感器位置,交换操作完成后,操作面板上的总压力读数恢复至正常状态,然而出口压力指示却下降至 15.8 公斤。据此分析,问题出在压力传感器的损坏上,进而引发了设备启动失败。在联系制造商并更换了损坏部件之后,设备重新投入正常工作。

故障分析:因为气温急剧下降至 -15°C ,导致空压机内部温度也随之降低,筒体压力传感器的探头在低温环境和杂质的双重作用下遭到破坏,无法发挥正常功能^[4]。

(2) 在启动空压机时,控制面板上出现“低压卸载”和“总压力低”的警告,并伴随着设备的自动停机。处理措施:对筒体压力传感器及其连接管道进行检查,并未发现任何堵塞现象。重置警告系统并尝试重启后,发现进气电磁阀的阀杆运动不正常。随即停机并拆下电磁阀,对其接口进行清理并重新装配。在空压机再次启动后,设备恢复正常工作,警告未再出现。故障分析:长时间的运行使得电磁阀接口出现松动,而油污和灰尘的积累形成油泥,导致接口接触不良,进而影响空压机的正常进气,引起内部压力的降低。从而触发面板警报。

2.2 开机后无法进行外部输送

(1) 开机后,气缸内部压力持续保持在 0.4MPa,外部输送功能未能启动。处理方法:对空压机的运行状态进行检查,发现开机后进气口并未吸入空气。经分析确定,故障原因为入口阀 12 的故障^[5]。在开机过程中,入口阀 12 未能按预期开启,导致空压机无法吸入空气。空压机的入口阀是通过气动阀操控的蝶阀。

检修蝶阀,清除进气门,加机油。对保持阀进行检修,检查阀门底部和单向阀盘是否有损坏,并应将破损的零件更换。装载阀 1SV 作为进口阀的核心元件,在工作中由于阀芯处吸进杂质而导致失效,其失效率要比蝶阀高得多。检查电磁阀的操作水流,一切正常,然后再查看阀腔,没有发现里面有污垢和其他杂物,清洗干净后打开空气压缩机,使机器运转流畅。

故障分析:因装载阀 1SV 内有粉尘、杂物等外来物质,致使电磁阀不能正常启动,造成打开阀门不能按时打开,压缩机不能抽气。

(2) 空气压缩机不能正常工作。解决办法:换汽缸后再启动,入口阀仍未打开^[6]。在进行检测时,将与汽缸相连的导压管取下,观察无气漏出,再将电磁线圈的导压管取下,再进行检测分析,找出调整阀的导向管的快接管出现问题,造成空气的泄漏,导致液压缸中的燃气供应不足。

问题分析:由于快合器的泄漏,致使空气不能被正确地送入汽缸,造成进气蝶阀打不开,造成缸体不能装料。

3、案例背景及故障原因

3.1 案例背景

4#型号为 ML355-2S/104286 的空压机(如图2)在 2023 年 8 月 8 日初次送电试运行遭遇机头卡死故障。8 月 9 日,由上海英格索兰公司派出的原厂技术人员抵达现场,对主机与电机连接部分进行检查分离,确认电机可以正常旋转,而主机一侧的一级转子轴承保持架已脱落,导致无法正常盘动,二级转子虽然可以转动,但转动过程中存在明显不畅。电机的线圈绕组经过绝缘测试显示正常,齿轮组也没有损坏。

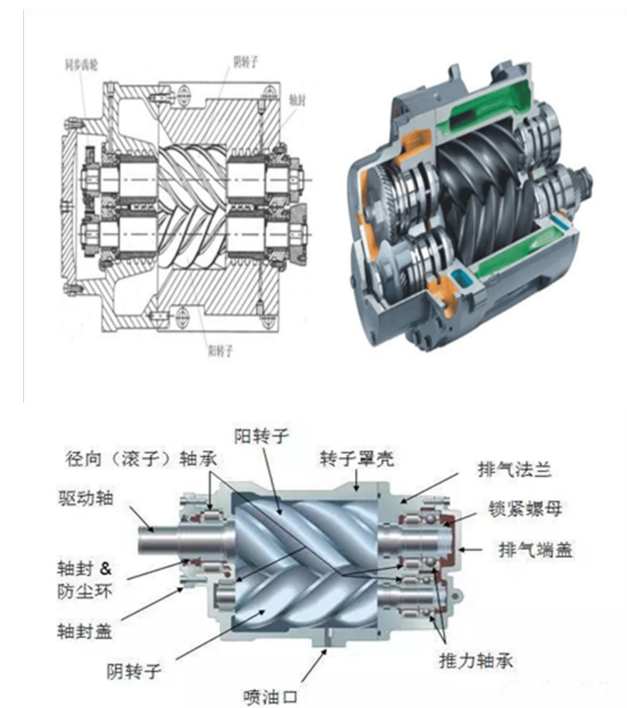


图2 典型螺杆压缩机结构图

8 月 10 日,检查报告指出设备已使用 11 年,期间未进行主机和电机的维护性修理,轴承及一、二级转子出现磨损,间隙扩大,由于设备运行时转速快、压力大,导致轴承和转子间隙过大,产生串动现象,最终引发主机卡死。厂家建议将主机送回工厂进行维修或更换,同时更换电机前后端轴承、密封轴封轴套等部件,并在主机维修后更换空压机的润滑油、油气分离器、油滤清器、空气滤清器等,维修周期预计为 30 天,质保期为 1 年。

另一家专业维修公司柳州柳德特公司的诊断结果与原厂一致,维修周期为 20 天,质保期同样为 1 年。比较两家公司的维修费用(如表 1),考虑到还有 6 台空压机需要进行大修,总费用相当高昂。因此,我部门决定自行组织技术骨干进行维修,以降低维修成本并提升团队技术能力。

表 1 两家公司维修费用对比

序号	维修厂家	诊断结论	主机费用		电机费用	其他费用	合计费用 (万元)
			修旧	以旧换新			
1	上海英格索兰公司	大修	22.93	25.27	1.73	/	24.66 或 27
2	柳州柳德特公司	大修	11.5	/	2.1	0.5	14.1

3.2 大修思路与方案

3.2.1 大修思路

(1) 搜集行业相关资讯, 详细研读拆卸流程、检验标准及操作要点。

(2) 对发动机进行拆解作业, 逐一测量废旧易损部件(如轴承、轴封等)的具体尺寸, 并制定采购备用件的具体方案。若检测到螺杆咬合面磨损或机体出现裂缝, 则需进一步判断是进行修复还是申请重新采购; 随后对发动机进行重新装配, 逐一嵌入新的易损部件, 并进行手动试运行及上线测试。

(3) 提交易损部件的采购申请, 更换电动机的轴承、轴封等关键部件。

3.2.2 大修方案

在 30℃ 的环境下, 对飞机头部组件执行分解与重新装配作业。将螺栓放置垂直于水平面, 并使用垫木支撑; 分解过程中:

(1) 卸下与齿轮相连接的拉马, 掀开顶盖, 随后垂直吊起第一级阳极螺栓, 同时手动旋转第一级阴极螺栓以降低阻力; 采取同样手段依次吊出第二级阴阳螺栓; 将顶盖轴承从螺栓部位抽出; 底盖轴承则需制作专用内拉工具, 并从顶盖方向抽出; 清理内部各部位; 检查螺栓啮合面的接触状况; 使用内径千分尺测量内部工作面尺寸。

(2) 在装配过程中, 按相反顺序重新安装轴承、轴封等部件, 装配方法应选用电气加热或液氮冷却, 严禁使用明火以防温度过高; 敲击工具应选用铁制, 硬度不超过 45#钢材, 不宜使用铜质工具, 以防碎片留在内部; 此工序需配备: 钳工 2 名及天车工 1 名; 预计工时: 16 小时, 分两个班次完成; 特殊工具: 现场制作专用工具 1 套。

(3) 在压延车间内, 对电机的前后端盖进行现场分解, 制作专用内拉工具以便抽出轴承和轴封; 在组装阶段, 使用铁质敲击工具均匀施力。此工序需配备: 钳工 2 名及电工 1 名; 预计工时: 16 小时, 分两个班次完成; 特殊工具: 现场制作专用工具 1 套。

(4) 在压延车间内, 进行主机润滑油、油分离器、油滤清器、空气滤清器等更换作业。此工序需配备: 钳工 2 名; 预计工时: 8 小时, 一个班次完成; 特殊工具: 现场制作专用工具 1 套。

(5) 上述作业中的安全防护措施及紧急处理应严格遵循相关规定执行。

4、故障原因及处理过程

4.1 故障原因

自机组投入运作至今已满十个年头, 主机的轴承以及转子已经进入其自然老化周期。目前检测到振动幅度加剧, 并伴有异常声响, 初步分析可能是由于推力轴承的磨损引起的阴阳转子之间位移增加, 进而使得转子本身也遭受磨损, 导致阴阳转子之间的间隙扩大。在主机运行过程中, 由于轴承油膜的密封性能降低, 不能有效封闭压缩气体, 从而使得压缩效率有所降低。

4.2 故障处理过程

(1) 在启动发动机运作的过程中, 首先记录燃油的温度为 67℃, 随后观察到主机排放的热气温度逐渐升高, 最终达

到 89℃。值得注意的是, 在卸载状态下, 主机排放的热气温度则稳定在大约 80℃。为确保发动机的正常运行, 还对润滑油液位进行仔细检查, 确认其处于正常水平。

(2) 对分离器的油分离压力差进行检测, 检测结果为 0.3bar, 这表明分离器工作正常, 没有出现异常的压力差。此外对油滤器进行检查, 结果显示没有任何堵塞警报, 设备的运行数据也保持在正常范围内。

(3) 在主机运行过程中, 明显听到异常噪音, 随即采用强度振动测试仪进行检测, 具体数据见下表 2。

表 2 主机运行各项数据

ML355		主机驱动	主机非驱动
振动烈度/mm/s	Bib H (水平)	9	8
	Bib V (垂直)	9	7
	Bib A (轴向)	11	9

依照 GB_T7777-2003 标准, 旋转部件的振动标准应低于 11.2MM/S, 测试数据显示发动机振动超出正常范围, 有发生断裂的风险。

5、项目投资及改善效益

5.1 投资概览

(1) 设备零部件购置开销: 包括主机轴承及轴封等部件, 共计 73, 767 元; 以及电机轴承及轴封等相关部件, 总计 13, 290 元; 两者相加, 总费用为 87, 057 元;

(2) 外包加工成本: 此项费用为零; 由内部团队负责执行, 无需外包费用, 因此总费用累计为: 87, 057 元。

5.2 项目宗旨

达成独立维修空压机主机及电机的所有易损件更换能力, 依据非原厂维修的报价, 每台设备可节省成本约 14.1 万元至 8.7 万元, 即节省 5.4 万元。预估设备能在 7.6 年或 30, 000 小时内安全可靠地运行, 确保压缩空气供应的基本需求得到满足。

结语:

综上所述, 在当前工业生产中, 喷油螺杆式压缩机扮演着至关重要的角色作为动力源。一旦在运作期间遭遇故障, 这不但降低装置的寿命, 而且给企业带来极大的经济效益。针对这一点, 对在使用过程中所遇到的各种问题进行深刻地剖析和判定, 并实施恰当的解决策略, 是确保压缩机稳定运作、延长其使用年限的关键举措。

[参考文献]

[1] 孙锐, 覃盈斯, 邵腾, 等. 螺杆式空压机可靠运行控制诊断与部件改造探究[J]. 中国设备工程, 2023(10): 20-22.

[2] 明太浩, 杜洋. 螺杆式空压机恶劣环境下故障排除方法[J]. 冶金设备管理与维修, 2024 (001): 042.

[3] 王鹏飞. 螺杆式空压机在煤矿领域应用的要点分析[J]. 当代化工研究, 2022 (6): 3.

[4] 李刚. 浅谈螺杆式空压机常见故障及处理措施[J]. 中国设备工程, 2022 (14): 3.

[5] 陈鹏. 螺杆式空压机能耗影响因素及节能措施分析[J]. 矿业装备, 2023 (7): 178-179.

[6] 薛金国. 螺杆式空压机故障检测控制系统的设计及应用分析[J]. 西部探矿工程, 2023, 35 (12): 156-158.