

浅谈重载机车空气压缩机漏油原因分析及预防措施

陈 鹏

朔黄铁路发展有限责任公司 河北 沧州 062350

摘要: 该文针对空气压缩机漏油故障原因进行了深入的分析,并通过对各密封部位结构分析和现场验证,给出了优化措施与改善密封特性的解决办法。在实践检验中,证实了这种方法的切实可行,取得了预期的效果。

关键词: 油细分离器;回油单向阀;密封;漏油;机车质量;故障处理

引言

1 空气压缩机概况

作为机车风源系统的关键组成部件,空气压缩机的主要作用是生产并提供高质量的洁净、干燥和稳定的压缩空气,以满足重载机车、车辆的启动器械和机车、列车制动机的需求。随着机车运用公里的增加,压缩机出现了诸多漏油、渗油故障,因材质、振动等因素引发的漏油、渗油故障在逐年攀升,以及压缩机机体连接处渗油故障也在增加,年故障率高达1500余件。因此如何降低压缩机渗漏油故障,是当前急需解决的问题。

2 压缩机结构及原理介绍

2.1 工作原理

2.1.1 吸气过程

图1示空压机的吸气过程,阳转子逆时针旋转,阴转子顺时针旋转,转子端面为吸气端面。机壳上具有特定形状的吸气孔口,如图中的粗实线所示。这种设计可确保压缩机吸入气体,并使气体有效地从吸气孔进入。

在图1a中,转子已准备好进入吸气阶段,叶轮运行时齿的另一端会逐渐脱离啮合,产生齿间容积,并在内部产生真空。齿间容积与吸孔口直接相通,气体因压力效应会进入其中。在阳转子的齿逐渐脱离阴转子齿槽中,齿间容积不断增加,并始终与吸气孔口连接,直到该过程在图1c所示的位置结束,此时齿间容积已达到最大,不再增加。随着转子继续旋转,齿间容积与吸气孔口断开,吸气过程结束。

2.1.2 压缩过程

图2a展示了空压机压缩过程即将开始时的转子位置。通过转子的旋转,齿间容积逐渐减小,导致气体压力升高并实现气体压缩。这个过程可以持续到齿间容积与排气孔口连接之前。(图2c)。

2.1.3 排气过程

当齿间容积与排气孔口连通后,气体通过排气孔口被排出,随着齿间容积的缩小直到齿末端的型线完全啮合。

这一过程中,齿间容积内的气体完全排出,齿间容积的体积变为零,同时吸气端进行下一循环的吸气过程。



图1 螺杆空气压缩机的吸气过程

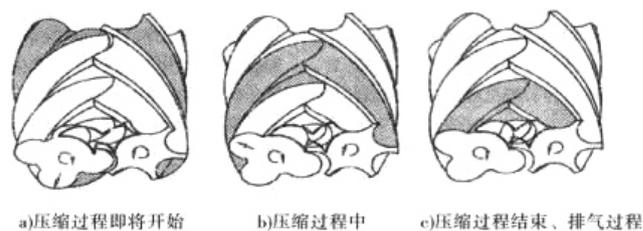


图2 螺杆空气压缩机的压缩过程

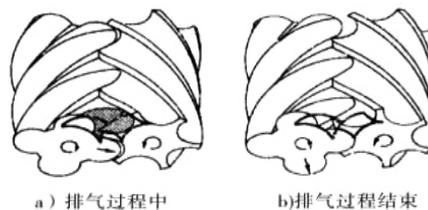


图3 螺杆空气压缩机的排气过程

2.2 工作特性

空压机的工作特性是多方面的,包括机头螺杆、驱动方式、冷却方式、旋转方向、额定排气压力、冷却后排气温度、最高停机温度、允许工作循环、最小工作循环、启动频次、环境温度、吸气温度、启动要求、海拔高度和相对湿度等等。首先是机头螺杆的阴阳转子齿数。空压机机头采用阴阳转子螺杆式压缩机,阴阳转子的齿数比为5:4,有着较好的压缩效率和运转稳定性。其次是驱动方式,空压机采用电机直联(弹性联轴器)驱动的方式,通过弹性联轴器将机头的螺杆与电机连接,以达到更高的稳定性和更好的工作效率。冷却方式

是另一个重要的工作特性,机头采用喷油冷却,通过喷油的方式对机头进行冷却,同时利用润滑油压缩空气经过冷却器进行风冷,确保机头能够正常运行^[1]。旋转方向是一个关键特性,从电机非传动端看,机头的旋转方向是顺时针方向,这是正确运行的必要条件。额定排气压力是空压机的又一个重要指标,空压机的额定排气压力为1000kPa,具有较高的工作效率和稳定性。在工作中,冷却后排气温度也是一个关键的指标,当环境温度在0~40℃时,冷却后排气温度应该为环境温度+15℃,这有助于提高机头的工作效率和稳定性。空压机的最高停机温度是110±5℃,允许工作循环是ED=100%(电力机车)ED=50%(内燃机车),同时最小工作循环是ED=30%。启动时的频次也是一个重要的考虑因素,空压机的启动频次不应该大于30次/小时,以确保机头能保持稳定工作状态。环境温度是另一个关键的工作特性,空压机应该在-40℃~+55℃的环境温度范围内工作,以确保机头能够在恶劣环境下正常运行。最高吸气温度是空压机在工作中需要注意的另一个指标,最高吸气温度为55℃,超过这个温度容易导致机头出现故障。空压机的启动要求是≥-25℃直接起动,当环境温度低于-25℃时,应该采用低温合成油或加热装置来启动机头。海拔高度和相对湿度也是空压机工作特性需要考虑的因素。空压机的工作海拔高度应该在1500m以下,并且相对湿度不应该超过90%。

2.3 常见故障与排除方法

空压机是一种重要的工业设备,广泛应用于各个行业中,因为长期使用和高度依赖,空压机可能会出现各种故障,导致生产线的中断和生产能力的下降。因此,在工业运行中,对于空压机故障的排除是非常重要的。

2.3.1 空压机不能起动

空压机不能起动是一种常见问题,可能的原因包括电源故障、电缆连接松脱、压力开关未接或接线松脱、电动机断路器跳闸、温度开关未接或电缆折断、油气室内压力未降下来等。对于电源故障,应该检查电源和查阅电路图找到故障原因。如果是电缆连接松脱,应该及时检查连接状态,确保连接牢固。如果是电动机断路器跳闸,应该检查电机断路器是否有问题。如果是压力开关未接或接线松脱,应该及时检查开关连接情况。如果是温度开关未接或电缆折断,应该及时检查电缆连接状态。如果是油气室内压力未降下来,应该检查进气阀的泄压阀是否正常工作。

2.3.2 空压机不能建立压力

空压机不能建立压力可能的原因包括最小压力阀有泄漏、进气阀开启不到位、电动机的电压太低、环境温

度低于设计规定等。对于最小压力阀有泄漏,应该检查这个阀门及时更换。如果是进气阀开启不到位,应该及时调整或更换。如果是电动机的电压太低,应该检查空压机和机车上的电源是否有线路故障。如果是环境温度低于设计规定,可以在空气压缩机配加热器,增加温度。

2.3.3 空压机不能到达工作压力

空压机不能到达工作压力可能的原因包括主风缸压力开关故障或设定错误、电动机断路器跳闸、温度开关断开等。对于主风缸压力开关故障或设定错误,应该及时检查压力开关,并重新设定或更换。如果是电动机断路器跳闸,应该检查电动机供电电源是否有线路故障。如果是温度开关断开,应该检查断开的原因,并及时解决。

2.3.4 空气中含油过多、泄压时进入进气区

空气中含油过多、泄压时进入进气区可能的原因包括油细分离器有故障、回油管堵塞、油位过高、空气滤清器中有油等。对于油细分离器有故障,应该及时更换。如果是回油管堵塞,应该及时拆卸清洗。如果是油位过高,应该检查油位,并适当排放。如果是空气滤清器中有油,应该及时更换滤芯。

2.3.5 空压机油耗高

空压机油耗高可能的原因包括空压机机组有泄漏、油细分离器有故障、油位过高等。对于空压机机组有泄漏,应该及时检查并排除泄漏。如果是油细分离器有故障,应该及时更换。如果是油位过高,应该检查油位,并适当排放。

3 螺杆压缩机渗、漏油原因分析及预防措施

压缩机的漏渗油情况分为渗油与漏油。渗油是一类非故障现象,通常体现为在密封处有少许的润滑油渗出物,有明显油痕而不下滴;漏油也是一类机械故障现象,通常是由于润滑油形成油滴,直接以液体形态泄漏到机外。通过对压缩机中的漏油位置监控,以了解漏油现状,从装配工序的角度入手,对齿轮箱装配工序进行精细分解,以确定各项工序对装配品质的影响,并在细节上避免了空气压缩机中漏渗油的现象。

3.1 油细分离器、油过滤器压边渗油故障。

原因分析:油细分离器、油过滤器压边卷边的搭接长度过短、密封胶异常,从而引发渗油。

预防措施:将油细分离器、油过滤器的压边搭接长度的搭接率提高40%,以保障搭接效果,同时对密封胶的硫化工艺进行优化,使密封胶具有更好的柔性,提高密封性能^[2]。

3.1.1 卷边优化

优化卷边工艺参数,增加卷边搭接率

优化后的搭接率最小增加达40%，可以保证更好的密封强度

3.1.2 由数据分布可见，卷边优化前，搭接率离散程度较高

2021年卷边优化后，搭接率离散程度集中且中轴整体右移，工艺更稳定。

3.2 最小压力阀底部滴油。

原因分析：最小压力阀偏磨，在最小压力阀底部的呼气孔位置泄漏出油水混合物，油污堆积形成油滴。



预防措施：对现有的最小压力阀结构进行优化。

①目前，现有的最小压力阀呼吸孔是向下的，改变最小压力阀的呼吸孔位置变化，将呼吸孔放在外壳中间；

②改变最小压力阀阀芯的密封方式，阀芯由一道密封圈改为两道密封圈；

③改变阀芯、阀板运动方向，避免偏磨和呼气孔漏油。

3.3 回油单向阀接头漏油

原因分析：回油管接头 $\Phi 6$ 抱箍与回油管是硬链接、抱箍压不住回油管，紧固后仍有轻微渗漏油。

预防措施：

提供进口抱箍、改变抱箍的压接方式，同时将抱箍受力方向由前端改变为中后端。

3.4 压缩机工艺孔、端盖、齿轮箱、机头大端盖贴合面漏油

原因分析：

压缩机工艺孔制造缺陷以及密封不严，此类工艺孔采用机加工进行加工处理，所需精度高，在加工过程中需要加工高精度设备进行作业，最后通过螺纹密封进行紧固的，如配合不良，导致运行过程中漏油内部密封圈老化或损坏会造成渗油^[3]。

预防措施：将漏油的工艺堵头拆卸，清洁堵头及螺孔的油污，更换密封垫圈并增加螺纹密封胶重新装配，渗油严重时更换压缩机机头。

3.5 压缩机轴承端铝盖板漏油

原因分析：

前期，供应商提供的一批次O形圈耐温性能较差，经过高低温后O型圈出现硬化，回弹效果较差，影响密封性能，导致部分机组铝盖板处发生漏油。

预防措施：改变O型圈材质，提高O形圈耐温性能及变压性能，增加回弹效果，降低O型圈渗油的状态。

4 结语

综上所述，因材质造成的渗漏油起决定性作用，组装工艺也决定了压缩机的质量，因此应提高配件材质的质量，同时加强组装工艺、检修作业人员的培训，才能确保压缩机的质量。组装修配时，应将结合面擦拭处理干净后轻微涂抹油脂，保持其密封性，同时在使用螺栓或堵头进行紧固时涂抹专用的密封胶，作业完毕后进行静止，在密封胶凝固后进行空载试验检查压缩机各部状态。在空载试验过程中应保证压缩机持续运行1h及以上，观察压缩机各配件结合部无渗漏油现象，保证压缩机状态良好。

参考文献

- [1]刘豫湘.陆缙华.潘传熙.DK-1型电空制动机与电力机车空气管路系统.中国铁道出版社.2009
- [2]刘豫湘.高殿柱.方长征.刘全.毛金虎.DK-2型机车电控制动系统.中国铁道出版社.2021
- [3]陈鹏,刘俊,詹焕秋.重载机车空气压缩机漏油原因分析及处理[J].四川铁道科技, 2020, 47(3): 68-71.