

螺杆式空压机打风缓慢故障研究

陈伟嘉 杨洋
(武汉地铁运营有限公司 湖北 武汉 430070)

摘要: 螺杆式空压机广泛应用于各大机械行业中, 本文以武汉地铁 6 号线车辆风源系统为研究对象, 分析螺杆式空压机实际工作打风缓慢的原因, 并针对此类故障提出预防改进措施, 为螺杆式空压机的运用与维护提供经验。
关键词: 螺杆式空压机; 地铁车辆; 运营维护

0 引言

空气压缩机作为基础风源设施广泛应用于地铁车辆制动系统上, 其性能的好坏和质量的优劣直接影响到行车的安全。随着城市轨道交通行业的不断发展, 地铁车辆对供风性能、品质要求的不断提高, 因此对风源系统设备的需求也在不断的变化。螺杆式空气压缩机属于精密型转动机械设备, 有着占用空间少、噪声低、能耗小、压缩空气快、运行可靠性高且维护费用低等特点, 目前广泛应用于国内城市轨道交通车辆设备上。本文结合武汉地铁 6 号线车辆空压机打风异常故障现象, 从原理上分析空压机打风缓慢的根本原因, 并针对空压机打风缓慢故障提出检查方法和维护

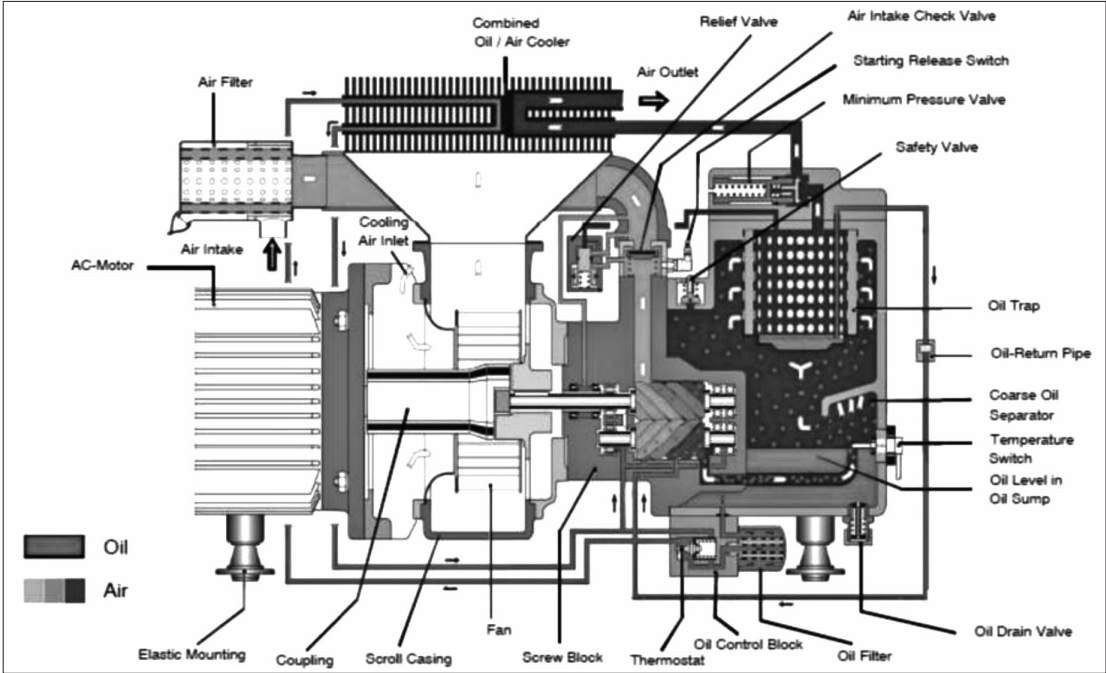


图 1 SL22 型螺杆式压缩机工作原理

手段, 保障车辆正线安全运营。

1 螺杆式空压机简介

螺杆式空气压缩机是一种高速回转的容积式压缩机, 主要由驱动装置、压缩机主体和风冷系统三个部分组成。武汉地铁 6 号线车辆上风源系统中使用的是克诺尔 SL22 型压缩机, 该压缩机是一种依靠双螺杆转子转动压缩空气的压缩机, 性能参数如表 1 所示, 其工作原理是将混合的油经螺杆压缩机头压缩, 后进入油气分离器进行分离, 分离的压缩空气经过冷却后供车辆使用, 分离出来的油液冷却后再循环利用如图 1 所示。

2 打风缓慢案例分析

武汉市轨道交通 6 号线车辆为 6 编组 A 型车辆, 其中 3、4 节动车各安装 1 个空气压缩机, 互为主备, 单双日分别工作。2021 年 10 月 8 日 F25 车在正线运营中发现空压机持续工作 20 分钟以上, 查看车辆数据情况发现车辆多次在正线出现空压机持续工作 20 分钟以上的情况。其中车辆打风持续 20 分钟故障都是出现在双数日, 而双数日对

表 1 武汉地铁 6 号线螺杆式压缩机性能参数

型号	螺杆式 SL22
转速	974r/min
打风量	640L/min±20%
工作压力	10bar
电压	380V+15%-5%
频率	50Hz
轴功率	7.6kW±7%
启动电流 (20℃)	127A+20%
冲击电流 (20℃)	234A+20%
防护等级	IP55
重量	343kg±5%

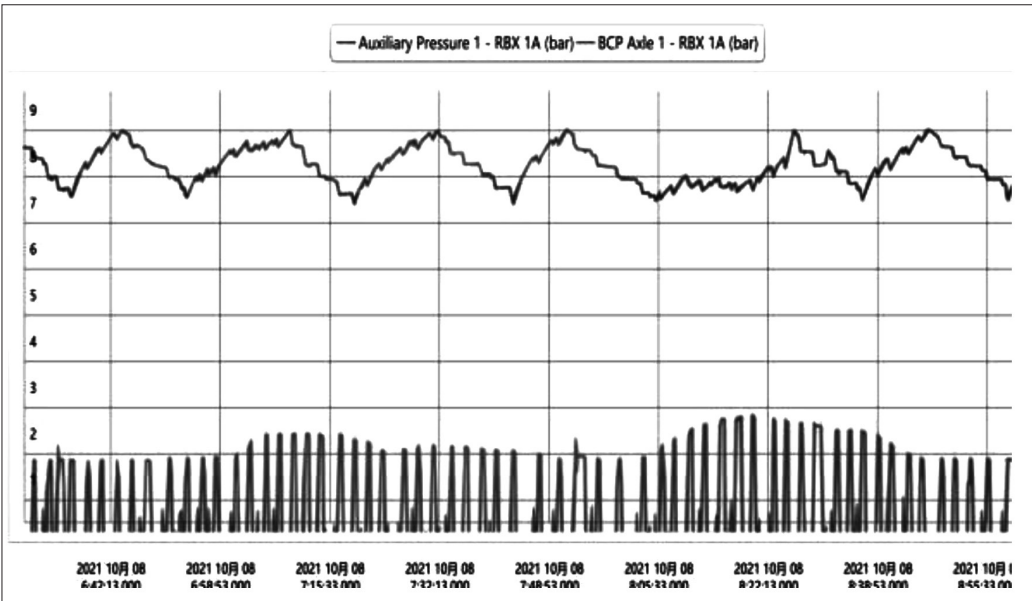


图 2 车辆双日正线风压变化图

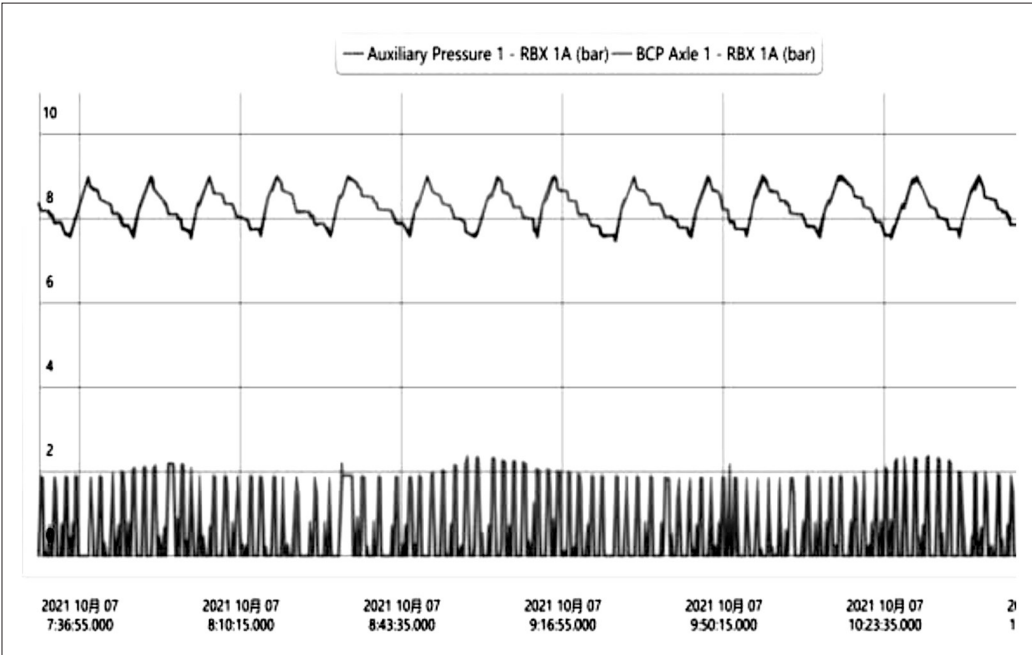


图 3 车辆单日正线风压变化图

应的车辆主空压机为 4 车空压机。对比单双日正线车辆打风情况如图 2、图 3 所示，发现在 4 车空压机为主空压机的情况下，车辆存在风压上升缓慢现象，并且对比正线运营数据发现异常状态下空压机供风能力仅为 400L/min，低于正常打风 640L/min 的标准值。

武汉地铁 6 号线车辆风源设备如图 4 所示，正常工作情况下压缩机（A01）打风后经过 12bar 的安全阀（A02）再通过双塔式干燥器（A03）和精细油过滤器（A04）后为车辆提供压缩空气。针对 F254 车空压机异常打风情况，进行检查发现工作状态下运转声音无异常，双塔干燥器和精细油过滤器工作正常，空气滤清器和压缩机油位油品均正常，全车无明显泄露情况，结合打风缓慢现象，分析为

压缩机内部螺杆损伤导致打风效率降低，后续检测确认为压缩机螺杆损伤导致，损伤后正常工作条件下螺杆组工作产生的间隙较大，引起空气回流，导致排气量减小，打风能力下降。

针对此次空气压缩机打风缓慢故障，对 6 号线所有车辆上空气压缩机展开了普查和分析，记录了车辆打风时间和激活状态下的风压下降速率，对打风效率和异常状态的压缩机做了全面的维护。并结合过往压缩机故障情况，对螺杆压缩机打风缓慢故障原因进行了归纳总结。

3 打风缓慢故障原因分析

空压机打风缓慢故障一般不会有明显的故障现象，但这是空压机故障的先兆或存在的隐患，所以针对空压机打风缓慢现象一定要及时查明原因，避免造成严重的损失。其中，造成空压机打风能力不足故障情况主要分为内部原因和外部原因。

3.1 内部原因

(1) 油液乳化

油液乳化问题可以通过更换压缩机润滑油来处理，更换时注意需要将压缩机内润滑油全部排出，换油后需启动压缩机连续工作 20 分钟，停机 5 分钟后查看油位情况，确保油位正常。

(2) 螺杆磨损

螺杆式压缩机内有杂质混入，油位过低或油液重度乳

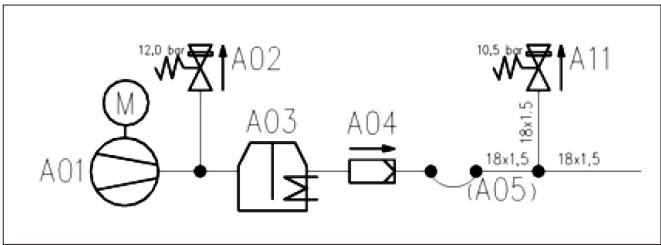


图 4 6 号线车辆风源气路图

化等情况都会导致压缩机在运转过程中螺杆受损，影响阴阳转子之间的配合，造成压缩机打风效率降低。针对此类故障，一般需要对压缩机内部受损部位进行修复，严重情况则需要重新更换压缩机内部螺杆组件。

(3) 空气滤清器堵塞

空气滤清器堵塞会造成压缩机吸入气体量的降低，从而导致压缩机工作不充分，排气量降低，从而影响压缩机打风效率。这类故障可以通过更换空气滤清器滤芯来解决。

(4) 油位过低

压缩机在缺少润滑油的情况下运转会造成螺杆的干摩擦，不仅打风效率会降低，还会导致螺杆磨损。遇到这种情况需立刻加油至标准位，并检查是否存在异常油耗或漏油情况。

3.2 外部原因

(1) 空气管路泄露

空气管路的泄露会对车辆造成风压持续下降的现象，其具体的表现为空压机频繁启动并且风压上升缓慢。首先检查压缩机出风软管是否有泄露，接下来全面检查外部风管路情况，对发现的泄露处进行处理后车辆保压实验通过方可正常使用车辆。

(2) 双塔式干燥器故障

SL22 型空气压缩机上配置的干燥器类型为双塔式干燥器，在工作中，每间隔 1 分钟干燥器上电磁阀会动作并切换干燥腔进行干燥工作，而在切换的过程中会存在部分排气，如果存在电磁阀切换卡滞或干燥腔部分堵死等故障会造成异常排气或直接冲开安全阀，同样会影响打风的效率，形成打风缓慢的现象。对于干燥器出现的异常泄露，针对性的更换干燥器内部元件进行处理。

(3) 安全阀故障

安全阀由于异常情况导致阀口阈值降低至 9bar 以下，在正常使用过程中，风压会因为安全阀的开启导致始终无法上升至标准值，从而造成空压机持续打风。这种情况需要将异常的安全阀进行更换。

4 维护措施

目前城市轨道交通车辆主要有日检、双周检、月检、年检及车辆架大修等维护，分别对应地铁车辆不同的运营公里数和运营时间，其中架修为车辆运营 5 年或 60 万公里情况下进行的维护，大修为车辆运营 10 年或 120 万公里情况下进行的维护。对于空压机的维护来说，根据轨道交通车辆的维护标准，结合螺杆式压缩机的技术手册也相对应的制定了检查维护标准见下表 2，这里主要就日常维护、定期更换检查及架大修维护进行阐述。

4.1 日常维护

对空压机的日常维护主要是在车辆的日检和双周检中，对空压机外观进行检查，查看空压机机头连接处和各管接头处是否存在渗油的情况，如存在轻微渗油情况，对轻微渗油部位擦拭干净并观察，如果存在严重渗油情况，则返修处理；检查真空指示器状态、压缩机油位，进行保

表 2 空压机检查维护标准

SL22 维护周期	车辆维护周期	维护内容
每 100 运行小时	日检	油位检查
每 500 运行小时	双周检	油位检查；真空指示器状态检查；打风时间记录；保压实验
每 1500 运行小时	月检	检查空气滤清器；检查安全阀状态；清洗散热器
每 3000 运行小时或最迟 2 年之后	年检	换油，更换油过滤器；清洗回油滤网、止推环；测试温度开关、压力开关；更换油气分离器滤芯；更换精细油过滤器滤芯
每 6000 运行小时或最迟 4 年之后	架修	更换回油滤网、止推环；检查控制和检测元件；检查弹性支承元件；测试台检测
每 12000 运行小时或最迟 8 年之后	大修	电机大修

压试验，除此之外，针对空压机打风缓慢这类不易察觉的故障隐患，增加了对空压机打风时间的记录。通过空压机的打风时间长短来定义空压机打风状态，判断是否存在打风缓慢的情况并针对打风缓慢的车辆进行维护处理。

4.2 定期更换检查

定期更换检查主要是在车辆的月检和年检中，有时也会安排专项更换。定期检查空压机上安全阀工作状态，对压缩机内部润滑油品质进行检测，送压缩机油油样，化验压缩机油，压缩机油正常更换周期为 2 年，若是中途发现油样存在异常，则立即更换。定期更换空气滤清器、油过滤器、精细油过滤器滤芯和油气分离器。

4.3 架大修维护

在车辆架修和大修中，空压机除了常规的维护以外，架修中增加了对压缩机内部元件的检查更换，包括温控阀、压力开关和温度开关等控制和检查元件，大修中还要拆解电机维修并进行试验台试运转测试。

5 结语

通过对武汉地铁 6 号线车辆压缩机异常工作情况的分析，结合螺杆式空气压缩机的工作原理得到了打风能力下降的原因，介绍了螺杆式压缩机的维护措施，并针对性地提出空压机出现异常状况的解决方案与预防措施，为轨道交通行业中螺杆式空压机的运用与维护提供经验。

参考文献：

[1] 钱家祥. 空气动力用螺杆压缩机行业现状及发展趋势分析[J]. 通用机械,2012(03):19-23.
[2] 张晖. 双螺杆压缩机常见故障分析及对策[J]. 中国设备工程,2020(09):72-73.
[3] 唐春林,张波,陈健健.城市轨道交通车辆设备检修[M]. 成都: 西南交通大学出版社,2017.

作者简介：陈伟嘉（1994-），男，汉族，湖北武汉人，硕士研究生，助理工程师，研究方向：车辆制动。