

纯电动客车电动空气压缩机故障抑制方法

艾儒彬

(厦门金龙旅行车有限公司, 福建 厦门 361026)

摘要:分析纯电动客车的滑片式电动空气压缩机的故障原因,从设计、生产和使用三个方面采取一系列措施,抑制其故障产生,并提升其舒适性。

关键词:纯电动客车; 电动空气压缩机; 故障抑制

中图分类号:U469.72; U464.141 文献标志码:B 文章编号:1006-3331(2022)05-0025-03

Fault Suppression Method of Electric Air Compressor for Pure Electric Buses

AI Rubin

(Xiamen Golden Dragon Bus Co., Ltd., Xiamen 361026, China)

Abstract: This paper analyzes the fault causes of the slide-type electric air compressor of pure electric buses, and takes a series of measures from three aspects of design, production and use to suppress its fault and improve its comfort.

Key words: pure electric bus; electric air compressor; fault suppression

电动空气压缩机(简称电动空压机)是纯电动客车的关键零部件之一,对车辆的舒适性、经济性和安全可靠都有重要影响。纯电动客车使用的电动空压机主要有活塞式、滑片式、螺杆式和涡旋式。由于滑片式具备效率高、噪声小、振动轻等特点^[1],其使用较多。本文对某纯电动客车搭载的滑片式电动空压机常见故障进行原因分析,并寻求有效的改善措施。

1 故障原因分析

滑片式电动空压机由电动机和空气压缩机两部分组成^[2],使用过程中电动机的故障相对较少,主要是空压机常出现故障。有关故障及产生的主要原因如下:

- 1) 窜油、窜气。主要是润滑油规格不符、油分芯损坏和回油阀堵塞引起。
- 2) 压力不当、漏气、功率突降。主要是压力阀损坏、管路泄漏、空气滤清器或油分芯堵塞引起。
- 3) 过热。主要是润滑油不足导致散热异常、工作环境温度过高、排气量或控制信号异常导致运行时

间过长引起。

- 4) 运转中有异响。主要是连接松动、缺润滑油或轴承损坏引起。
- 5) 无法启动,不工作。主要是高低压电源或控制信号异常、压缩机内部卡住引起。

滑片式电动空压机与传统燃油车用的机械式空压机相比,产生有关故障的原因基本相似,但前者故障率更高。空压机的损坏,既有使用、维护、保养方面的原因,也有设计、生产方面的原因。特别是其润滑油乳化后导致电动空压机损坏的问题,因难以准确判定故障责任方面可能引发争议。

2 故障抑制方法

2.1 产品设计优化

国标要求:纯电动客车在相对湿度 $\leq 90\%$ 的环境下都要能可靠运行^[3];从储气筒的气压下限升压至气压上限,空压机的工作时长 ≤ 6 min。在额定工作压力下,空压机首次运行一般要 30 min 才能达到热平衡^[2]。电动空压机运行过程中会吸入自然空气中的

收稿日期:2022-05-02。

第一作者:艾儒彬(1983—),男,工程师;主要从事客车售后技术服务工作。E-mail:airubin@xmjl.com。

水分,如果没有及时排出机体,其油腔内很容易形成冷凝水,润滑油与冷凝水混合后发生乳化,从而失去润滑、密封和冷却等作用,使部件加剧磨损。

为防止空压机润滑油发生乳化,很多车辆采取的措施是空压机首次启动时强制让其运行 20~30 min,达到热平衡后空压机的启停只受打气使能信号控制。采用此控制方式的车辆,如果经常在空气水分含量较高的多雨湿热环境或在消耗压缩气体较少的高速路面使用,仍会常出现因润滑油乳化导致电动空压机损坏的问题。可对此控制方式采取 2.1.1 节和 2.1.2 节的措施进行优化,使吸入机体的水分更少并将机体中的水分及时排出,以有效防止润滑油发生乳化。同时空压机的智能启停,还降低了能耗和避免了噪声。

2.1.1 增加进气加热装置

在空压机的进气端增加进气加热格栅加热装置^[4]。由于进气口截面积较小且进气流速快^[5-7],可采用增大管道内径的方法来提升加热除湿效果。在进气滤清器和空压机进气口之间,安装一个直径约为原管径 3 倍的圆形储气罐,加热格栅安装在储气罐内部。自然空气从滤清器进气口进入,过滤后流经储气罐加热格栅再进入空压机。特别是在多雨湿热环境下,能明显减少电动空压机吸入空气水分。

车辆使用时,整车 VCU 通过采集空压机温度、环境空气温度和相对湿度,来控制进气加热装置工作。同时,整车 VCU 通过 CAN 通信发送报文给仪表,进气加热装置工作时,仪表显示加热工作指示灯,方便驾驶员察看其工作状态。

2.1.2 智能启停控制

车辆在各种工况下运行都可采用以下方法智能判断空压机是运行状态还是停机状态:

1) 车辆每次上电启动时,整车 VCU 首先检测空压机温度。如空压机温度 \geq 高温保护温度(一般为 110 °C),则空压机和加热格栅都不工作,同时仪表显示“空压机过温”信息。此时如整车气压 \geq 安全行车气压(一般为 0.6 MPa),则车辆可限速(<30 km/h)行驶;如整车气压<安全行车气压(即 0.6 MPa),则需等空压机温度<高温保护温度(即 110 °C)后,空压机才能启动打气,车辆才能起步。如空压机温度<高温保护温度(即 110 °C),则进入本节第 2) 条,并检测打

气使能信号。这让空压机温度维持在理想的范围内,不但能提升空压机的比功率,而且还能及时有效排出电动空压机机体中的水分,抑制其润滑油发生乳化。

2) 整车 VCU 通过采集整车气路中干燥器处的气压开关量或者储气筒上气压传感器的模拟量^[8],来判断是否有打气使能信号。如无打气使能信号且空压机温度 \geq 冷机温度(一般为 50 °C),则空压机和加热格栅都不工作;如有使能信号且热平衡温度(一般为 80 °C) \leq 空压机温度<高温保护温度(即 110 °C),则进入本节第 3) 条;如有使能信号且空压机温度<热平衡温度(即 80 °C)或无使能信号且空压机温度<冷机温度(即 50 °C),则进入本节第 4) 条,并检测加热信号。这让整车气压维持在理想的范围内,始终能保证供气充足。

3) 此状态下,加热格栅不加热。以额定排气压力为 1.0 MPa 的电动空压机为例,车辆上电启动时,如 VCU 检测到整车气压低于空压机启动气压(一般为 0.68 MPa),就开始产生打气使能信号,则空压机自行启动打气。如整车气压升至空压机停机气压(一般为 0.9 MPa),则打气使能信号停止,VCU 检测不到使能信号后空压机同步停机。这对经常踩刹车或开关车门消耗压缩气体较多的车辆,不但能始终保证供气充足,而且还能将空压机维持在热平衡状态。

4) 此状态下,当整车 VCU 采集到环境空气温度 \leq 设定值(一般为 8 °C)或相对湿度 \geq 设定值(一般为 85%)时,则产生加热信号,加热格栅开始加热^[9]。如 VCU 已产生加热信号或加热格栅已开始加热,且 VCU 检测到使能信号,则进入本节第 5) 条;若 VCU 没有检测到使能信号,则进入本节第 6) 条。空压机启动后,当 VCU 检测到空压机需要停机时,加热格栅就同步停止加热。这能明显减少空压机吸入空气水分。

5) 此状态下,当整车 VCU 检测到空压机温度<热平衡温度(即 80 °C),空压机则自行启动。如空压机是上电后首次运行,则使能信号停止后,再继续运行 5 min 或当 VCU 检测到空压机温度 \geq 热平衡温度(即 80 °C)时才停机;如空压机不是上电后首次运行,则使能信号停止时空压机就同步停机。空压机达到热平衡就停机,不但避免了空压机盲目地运行,而

且还降低了整车能耗。

6) 此状态下,当整车VCU检测到空压机温度<冷机温度(即50℃)或空压机停工时长 \geq 停机时长(一般为1h)时,则判定空压机为冷机状态。如空压机为冷机状态,当车速 \geq 设定车速(一般为20km/h)时,空压机就自行启动,同时开始计算工作时长;如VCU检测到车速降至20km/h时则暂时停机,车速大于20km/h后又自行启动,直至VCU检测到空压机温度 \geq 热平衡温度(即80℃)或运行完设定时长(一般为10min)后空压机才停机。当空压机暂停且出现整车气压不足(即 <0.68 MPa)时,VCU则产生打气使能信号,进入本节第5)条。这能够避免空压机在冷机状态下运行,对经常高速行驶消耗压缩气体较少的车辆,能及时有效地排出电动空压机机体中的水分,同时也避免产生噪声。

2.2 优化装配工艺

电动空压机的性能和使用寿命,还与其关联部件的安装布局有关。以下措施可以提升其性能并有效抑制故障发生:

1) 空压机的安装位置要远离热源并具有良好的通风散热性,且不能让泥水直接飞溅到机体上。

2) 空气滤清器应安装在清洁度较高,且便于检修、更换的通风位置。

3) 空压机排气管后端应始终比前端的安装高度低,且前段和后段都要低于机体排气口。

2.3 正确使用和维护

如仍按传统燃油车的方法使用或维护纯电动车辆,可能会造成电动空压机提前损坏。采取以下措施可以有效抑制电动空压机的故障产生:

1) 熟悉驾驶操作规范和日常维护注意事项,出车前后应通过电动空压机观察孔查看润滑油的情况,行车中要注意查看仪表显示信息。

2) 应按车辆厂家要求,每行驶1.5万km或30日做一次一级维护,每行驶5万km或120日做一次二级维护,经常在山区、沙漠等恶劣环境下运行的车辆需缩短维护周期^[10-12]。同时对长期停放未使用的车辆也必须要按要求维护。

3) 维护所用的润滑油、滤清器等耗材的规格型

号须与原车一样。

3 结束语

正确使用和维护电动空压机对其性能和寿命非常关键,在优化装配工艺的同时,通过智能启停控制和增加进气加热装置优化其性能,故障率大幅降低,产品更为可靠。特别是经常在湿热环境和高速路面运行的纯电动客车,效果更为明显。

参考文献:

- [1] 陈笃廉. 纯电动客车电动空压机系统的匹配设计[J]. 客车技术与研究, 2017, 39(3): 24-27.
- [2] 全国汽车标准化技术委员会客车分技术委员会. 电动客车电动空气压缩机: JT/T 1390—2021[S]. 北京: 人民交通出版社, 2021: 1-10.
- [3] 全国汽车标准化技术委员会客车分技术委员会. 纯电动城市客车通用技术条件: JT/T 1026—2021[S]. 北京: 人民交通出版社, 2021: 2.
- [4] 陈月春, 耿国芳, 李兰菊, 等. 不同进气预热装置对柴油机起动性能的影响研究[J]. 客车技术与研究, 2021, 43(1): 23-25.
- [5] 全国汽车标准化技术委员会. 汽车用空气压缩机性能要求及台架试验方法: QC/T 29078—2016[S]. 北京: 科学技术文献出版社, 2016: 1-3.
- [6] 国家标准化管理委员会. 容积式空气压缩机能效限定值及能效等级: GB 19153—2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020: 14.
- [7] 左健民. 液压与气压传动[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017: 214-225.
- [8] 霍新强. 纯电动汽车电动空压机控制方案设计[J]. 客车技术与研究, 2017, 39(2): 22-25.
- [9] 全国汽车标准化技术委员会. 汽车电线束技术条件: QC/T 29106—2014[S]. 北京: 中国计划出版社, 2014: 1-24.
- [10] 中华人民共和国交通运输部. 汽车维护、检测、诊断技术规范: GB/T 18344—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017: 11.
- [11] 全国汽车维修标准化技术委员会. 纯电动汽车维护、检测、诊断技术规范: JT/T 1344—2020[S]. 北京: 人民交通出版社, 2020: 1-9.
- [12] 交通运输部公路科学研究院. 纯电动汽车维护指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2021: 112.