

汽车空调系统故障排查

苏秀花, 闫小波, 全旺贤, 赖建文, 许醇婷

(柳州五菱新能源汽车有限公司, 广西 柳州 545007)

摘要:解析目前汽车空调系统常见故障发生的原因,根据不同原因制定对应的排查方法;结合诊断仪技术,提出相应的诊断步骤、诊断标准以及解决措施,从而达到快速解决汽车空调系统故障的目的。

关键词:空调系统;故障排查;空调维修;诊断分析

中图分类号:U463.85⁺1; U472.9

文献标志码:A

文章编号:1006-3331(2023)02-0057-06

Troubleshooting of Vehicle Air Conditioning System

SU Xiuhua, YAN Xiaobo, QUAN Wangxian, LAI Jianwen, XU Chunting

(Liuzhou Wuling New Energy Automobile Co., Ltd., Liuzhou 545007, China)

Abstract: The authors analyze the causes of common faults in the current vehicle air conditioning system and formulate corresponding troubleshooting methods for different reasons. Combined with the diagnostic instrument technology, they propose corresponding diagnostic steps, diagnostic criteria, and solutions, which quickly solve the fault of the vehicle air conditioning system.

Key words: air conditioning system; troubleshooting; air conditioning maintenance; diagnostic analysis

空调系统是汽车重要的组成部件,具有换气、温度调节以及除霜除雾等功能^[1-3],可降低驾驶员的疲劳强度,提高驾驶员在行车过程中的安全性^[4],其性能好坏直接影响到车辆品质。因此,在汽车空调系统发生故障后,快速找到故障发生的原因并解除故障,对车辆用户具有重要意义。本文基于汽车空调系统常出现的几种故障,以空调系统的组成及工作原理为基础,推导出空调系统可能发生故障的位置或零件,着重分析故障排查的步骤及解决措施,从而快速解决空调故障。

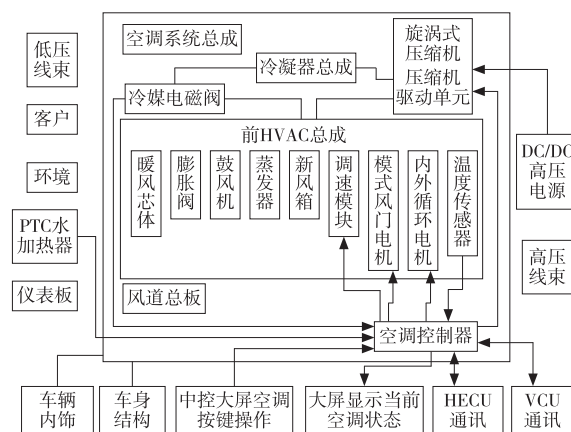


图1 空调系统控制原理

1 汽车空调系统的组成及工作原理

本文以单蒸发器、单压缩机电动空调系统为例解析空调系统的工作原理(如图1所示)。该空调系统由制冷系统、加热系统(PTC)、空气分配系统、空调控制系统组成。通过冷却、干燥、暖风、循环等功能来控制进入车内的空气^[5-6],以实现调节温度、通风、除霜等功能^[7]。

该系统利用水加热器总成 PTC 和发动机余热来实现空调暖风功能。通过高压供电给 PTC,同时低压线路检测 PTC 工作温度来进行过热保护。加热器位于机舱内,暖风功能开启时,空调水泵将冷却液输送到 PTC 加热器内部加热。加热后的冷却液通过管路流经 HVAC 总成内的暖风加热器作为热源,加热 HVAC 风道内的空气形成空调暖风。若发动机余热

收稿日期:2022-11-21。

第一作者:苏秀花(1992—),女,工程师;主要从事汽车售后工程工作。E-mail:suxiuhua@wuling.com.cn。

能满足乘员舱制热需求,则不开启 PTC;反之,则开启暖风水泵和 PTC,由 PTC 和发动机余热共同给乘员舱制热。车辆采用高压供电的空调压缩机,并通过低压线路的 LIN 线控制压缩机进行循环制冷。

图 2 为该空调系统的热管理控制器控制框图,根据空调的系统框图,维修人员可快速理解空调系统的工作原理,了解空调各个用电器间的通讯关系。

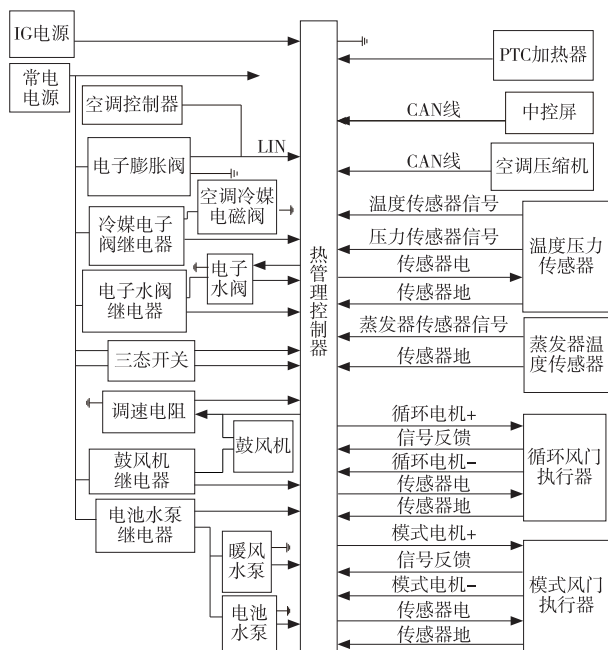


图 2 空调系统热管理控制器控制框图

2 空调系统常见故障及分析

结合服务站的反馈,空调系统的常见故障有:①空调无法开启;②制冷功能不正常(输出温度与选定温度不一致),仅制冷功能失效(鼓风机正常工作);③空调风扇不出风;④空调风速不可调(鼓风机正常工作);⑤空调出风模式调节不正常、内外循环调节失效;⑥空调水泄漏。

2.1 空调无法开启

车辆正常启动后,打开空调开关,空调无法开启。发生故障的原因可能有:①TCS(热管理控制器)故障,导致 TCS 与空调控制面板或中控屏失去通讯;②空调控制面板或中控屏故障,空调开关无法开启;③空调控制面板或中控屏线束断路,空调控制面板或中控屏与空调系统失去通讯。

故障排查步骤如下:

1) 首先检查蓄电池电压是否正常。蓄电池的标准电压值范围为 11~14 V,若电压值低于 11 V,则需给蓄电池充电或更换蓄电池。

2) 检查空调控制面板或中控屏是否正常。若中控屏黑屏或冻屏,则维修中控屏或线束。若空调控制面板按键卡滞、失灵或背光灯不亮,则维修控制面板或线束。

3) 将诊断仪连接到故障车辆的 OBD 接口读取车辆故障码。若有 TCS 相关的故障码,则依对应故障码的维修建议进行维修。

4) 检查空调控制面板线束。根据图 3 的电路原理图,检查空调控制面板电路图的 LIN3 线束问题。检测空调控制面板线束端连接器各个端子之间的电阻值,电阻测量值应小于 1 Ω 。若线束检查出现问题,则需更换空调控制面板的线束或连接器,再进行功能验证。

5) 更换空调控制面板,进行功能验证。

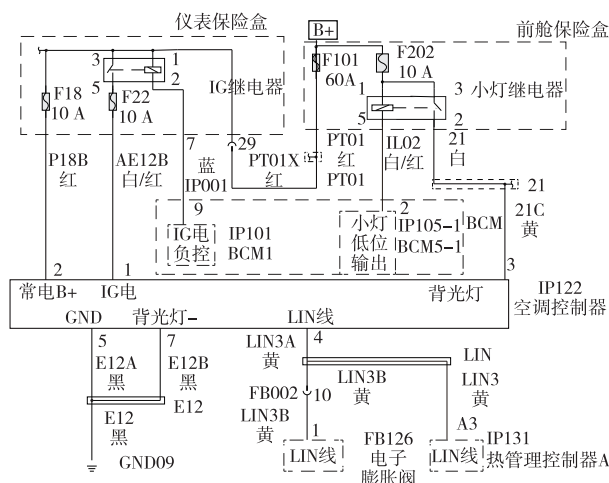


图 3 空调控制面板电路原理图

2.2 制冷功能不正常

对故障车进行检查,打开车辆空调后,启动制冷功能,出风口位置有风吹出,鼓风机正常运行,但无冷风吹出,吹出的是自然风,达不到制冷的效果^[8]。发生故障的原因可能有:①空调系统压力异常;②管路泄漏,制冷剂缺失;③压缩机保险熔断,导致压缩机不工作;④压缩机控制器损坏,导致压缩机不工作;⑤空调电机驱动器损坏;⑥冷暖风门故障。

故障排查步骤如下^[9]:

1) 直接观察。首先观察空调管路。若空调的回路某处有油渍^[10], 可用皂泡法确认空调回路是否有渗漏。其次查看电气线路。若管路渗漏、电气线路断路, 则需更换或维修相应组件。

2) 触摸检测空调制冷回路的高压端温度。空调工作 10~15 min 左右, 将手放在空调系统高压端的管路和部件位置。顺序由压缩机的出口管→前端冷却模块的冷凝器→前端冷却模块的干燥罐→膨胀阀进口管处, 手触摸到的温度感知应为由热到暖。若是触摸过程中发现某处温度很高, 则需检查空调前端冷却模块的电子风扇是否损坏。若电子风扇损坏, 则需更换电子风扇并重新进行功能验证; 若电子风扇正常工作, 则需检查三态压力开关是否正常工作。若触摸的这些零件温度较低, 则可能是空调制冷回路发生阻塞、制冷剂缺失、压缩机不运行或运行不良等故障, 需根据相应的故障进行维修。

3) 触摸检测空调制冷回路的低压端温度。制冷剂从入口到出口, 在流动的同时起到降温的效果, 温度不断降低^[8], 因此温度的感知情况应为: 冷凝器入口到冷凝器出口处温度逐渐降低。空调工作 10~15 min 左右, 用手触摸空调回路低压端的管路和部件。从蒸发器到压缩机的进口管处, 手感温度应为由凉到冷。若检测位置不凉, 则需用压力检测仪检测管路的压力, 若压力低于标准值, 则说明缺失制冷剂, 需向回路增加制冷剂; 若压力正常, 则需观察空调压缩机是否工作。若压缩机正常工作, 则需检查回路是否发生堵塞, 即观察管路外壁是否有少量水汽。若无水汽, 则说明该管路堵塞, 需更换该处管路^[11]。若管路没问题, 则需检查膨胀阀是否损坏, 将膨胀阀拆下, 用顶针推开膨胀阀开口处; 若无法打开膨胀阀, 则说明膨胀阀损坏, 需更换膨胀阀^[12]。

4) 用相同规格的保险丝替换, 检查压缩机保险是否熔断。若更换保险丝后故障解除, 则可判断故障是由保险丝熔断或者虚接导致, 更换新的保险丝即可。若保险丝再次熔断, 则需利用电路图排查并检修短路处。

5) 将诊断仪连接到故障车辆的 OBD 接口读取车辆故障码。若有故障码, 则根据对应故障码的维修建议进行维修。

6) 车辆维修后, 清除诊断仪的故障码, 重新连接车辆诊断仪读取故障码, 确认车辆故障已解除。

2.3 空调风扇不出风

车辆正常开启后, 打开空调开关, 空调风扇不出风。发生故障的原因可能有: ①鼓风机内部保险熔断, 导致鼓风机不工作; ②鼓风机继电器损坏, 导致鼓风机不工作; ③鼓风机本体损坏; ④TCS(热管理控制器)故障, 导致鼓风机失去通讯; ⑤鼓风机线束断路, 导致鼓风机失去通讯。

故障排查步骤如下:

1) 检查鼓风机保险。用相同规格的保险丝替换原有的鼓风机保险。若安装新的保险丝后, 故障解除, 可判断故障由鼓风机保险丝熔断或虚接引起, 更换新的保险丝即可。若保险丝再次熔断, 利用电路图检修短路处。

2) 检查鼓风机继电器。用相同规格继电器替换原有的鼓风机继电器。若安装新的继电器后, 故障解除, 则可判断故障由继电器损坏引起, 更换新的继电器即可。

3) 将诊断仪连接到故障车辆的 OBD 接口读取车辆故障码。若有故障码, 则根据对应故障码的维修建议进行故障维修。

4) 检查鼓风机供电脚。根据图 4 中的鼓风机电路原理图, 断开鼓风机连接器 IP133, 测线束端电压。在 ON 档条件下, 风量调节至任意档, 电压的正常值为 11~14 V。若电压在范围内, 则进行步骤 6 检查鼓风机。若电压不在范围内, 则更换鼓风机。

5) 检查鼓风机线束。断开鼓风机连接器 IP133, 测线束电阻值, 电阻值应小于 1 Ω 。若电阻在范围内, 则进行下一步检查。若电阻不在范围内, 则需更换鼓风机线束。

6) 检查鼓风机。断开鼓风机连接器 IP133, 给鼓风机两端子通蓄电池电压, 检查其是否正常运转。正常情况下鼓风机高速运转。若检查出现异常, 则需更换鼓风机。

7) 检查鼓风机至调速模块线路。断开调速模块线束连接器, 测量鼓风机线束与调速模块线束之间的电阻。若检查异常, 说明控制线路断路或接触不良, 需更换对应线束。

8) 检查空调控制器电源。断开空调控制器连接器,打开车辆电源开关,测量空调控制器连接器电源端子与接地之间电压。标准电压值为 $11 \sim 14 \text{ V}$ 。若电压值在标准范围内,则进行下一步检查。若电压值不在标准范围内,说明电源线路断路或接触不良,需更换对应线束。

9) 检查 TCS(热管理控制器)。断开空调控制器连接器,测量空调控制器连接器接地端子与接地之间的电阻。标准电阻值要求小于 1Ω 。若电阻不在合理范围内,则需要维修故障线路。

10) 重新进行功能验证。

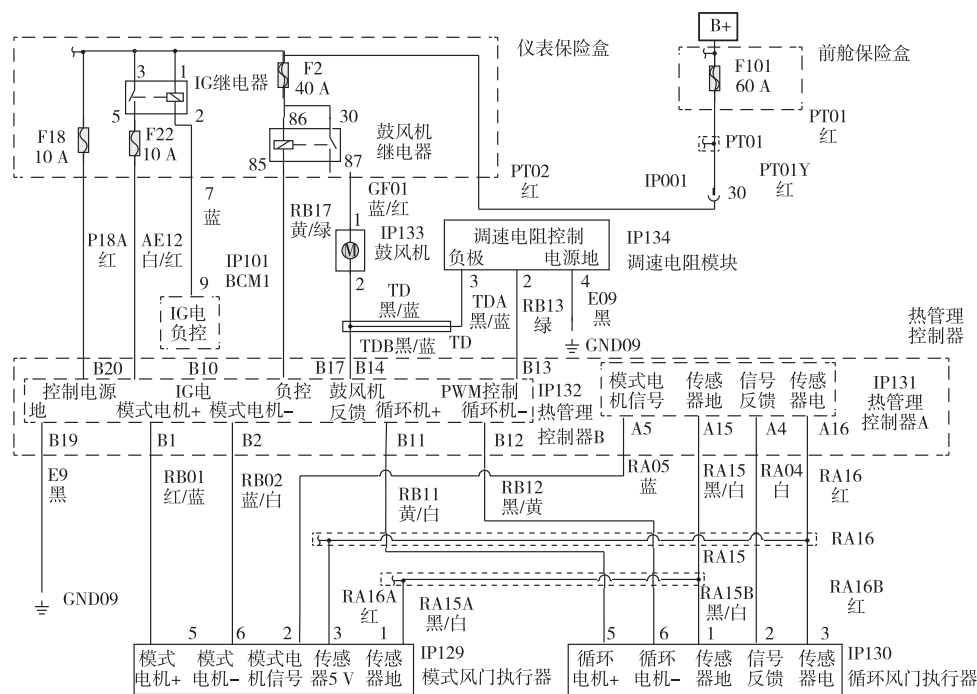


图4 电路原理图

2.4 空调风速不可调(鼓风机工作正常)

启动车辆的空调系统,打开制冷或制热功能,调节档位开关,风速没有变化,但是鼓风机正常工作。发生故障的原因可能有:①鼓风机调速电阻模块电阻值不在标准范围内,无法实现调速功能;②空调控制面板的调速按键失效;③TCS(热管理控制器)与鼓风机调速电阻模块失去通讯,无法实现调速功能;④调速电阻模块线束断路,鼓风机调速电阻模块失去通讯,无法实现调速功能。

故障排查步骤如下^[13]:

1) 检查鼓风机调速电阻模块。用万用表检查调速电阻模块 IP134 的电阻值。若电阻值不在标准范围内,则需更换调速电阻模块。

2) 将诊断仪连接到故障车辆的 OBD 接口读取车辆故障码。若有故障码,则根据对应故障码的维修建议进行维修。

3) 检查调速电阻模块线束。根据图 4 中的调速电阻电路图排查调速电阻的线束问题。断开电阻模块 IP134,测线束电阻值,电阻值应小于 1Ω 。若电阻不在范围内,则需要更换调速电阻电路线束。

4) 故障解除后,重启车辆进行功能验证。

2.5 出风模式调节不正常、内外循环调节失效

检查故障车辆空调,空调开启后,选择吹脸、吹脚或除霜模式,出风模式不正常;或选择空气内、外循环调节模式,其功能失效。发生故障的原因可能有:①模式风门、循环风门故障;②模式风门、循环风门执行器线束断路,导致模式风门、循环风门执行器不工作;③风道堵塞或漏风。

故障排查步骤如下:

1) 查看模式风门、循环风门挡板是否卡滞。拆空调箱总成查看风门挡板,若风门挡板卡滞,则维修风门。

2) 将诊断仪连接到故障车辆的 OBD 接口读取车辆故障码。若有故障码, 则根据对应故障码的维修建议进行维修。

3) 检查模式风门执行器线束。根据“模式风门执行器 IP129 或 IP130 电路图”排查线束问题。模式风门执行器电路图见图 4 相应位置, 断开模式风门执行器 IP129 或 IP130, 测线束电阻值, 电阻值应小于 $1\ \Omega$ 。电阻不在范围内, 则需更换模式风门执行器线束。

4) 故障解除后, 重启车辆进行功能验证。

2.6 空调水泄漏

故障车辆出现空调漏水问题, 其原因可能有: ①排水管与 HVAC 脱开; ②排水管与车身连接故障; ③排水管破损; ④排水管堵塞。可通过排查可疑问题点进行维修。

3 典型案例分析

某 MPV 在行驶 50 000 km 后启动空调制冷, 吹风机风量及风量调节开关正常使用, 但是开启冷风偶尔会出现空调冷气时有时无的情况。该车型空调系统图如图 5 所示。

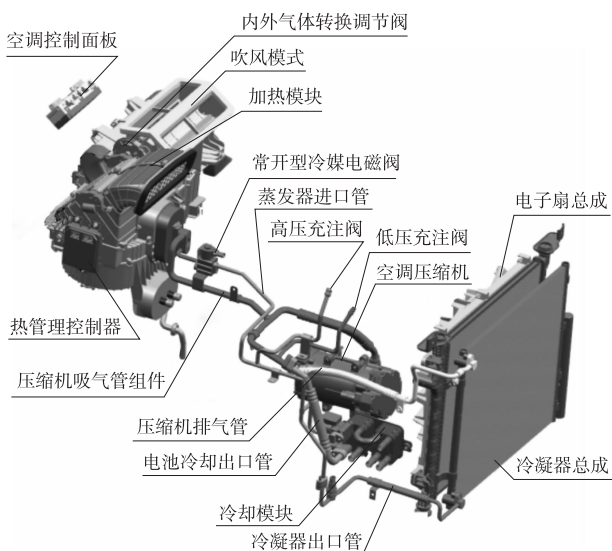


图 5 某 MPV 空调系统图

根据故障现象可知, 空调管路系统及冷暖空调箱大总成机械链接结构没有问题。初步怀疑为空调压缩机运转不正常。

排除方法: 正常启动车辆, 按下空调启动开关和

内外循环开关。运行 5 min 后, 用压力表检查压缩机吸气管组件的吸气压力为 238 kPa、压缩机排气管口排气压力为 1 928 kPa。均在正常范围(196~3 140 kPa)内, 说明空调压缩机运行正常。下一步检查温度传感器, 将温度传感器拆下, 将数字万用表调到欧姆档位, 两表笔分别接传感器针脚, 25 ℃时额定电阻为 1.9~2.172 k Ω 。把传感器工作区域放进开水里(注意浸泡的时间为 1~3 min), 观察传感器电阻的变化, 此时电阻降到 180~250 Ω (具体数值视开水的温度), 判定温度传感器也正常。最后检查常开型冷媒电磁阀及热管理控制器是否存在故障。用电压表电压档, 采用背插法测量电磁阀的输入电压, 制冷模式下检查输入电压是否在 12 V 及 0 V 来回跳转, 考虑到接触不良重新拔插冷媒电磁阀接插件, 继续测量电压还是来回跳转, 说明冷媒电磁阀及冷媒电磁阀继电器正常开闭。用电压表电压档, 继续测量热管理控制器的输入电压, 电压表现为时有时无, 说明热管理控制器损坏。将热管理控制器更换后故障消除。

4 结束语

本文针对目前汽车空调系统常见的故障问题, 分析了可能发生故障的原因; 根据不同的原因制定对应的故障排查方法; 结合诊断仪技术, 提出相应的诊断步骤、诊断标准以及解决措施。从而达到快速解决汽车空调系统故障的目的, 为解决汽车空调系统故障提供了一套较完整的流程及方法。

参考文献:

- [1] 徐燕. 汽车空调系统工作原理及故障诊断[J]. 汽车实用技术, 2021, 46(3): 202-204.
- [2] 宋明. 汽车空调系统故障诊断方法[J]. 内燃机与配件, 2019(1): 160-162.
- [3] 林飞跃. 城市客车热舒适性空调系统结构改进[J]. 客车技术与研究, 2019, 41(3): 25-27.
- [4] 梁辉耀, 陈小青, 方馨, 等. 某款房车空调系统热负荷计算与校核[J]. 客车技术与研究, 2020, 42(1): 44-47.
- [5] 冯南山. 汽车空调常见故障的诊断研究[J]. 电子制作, 2017(14): 23-24.
- [6] 陈建军. 汽车空调故障诊断方法[J]. 科技风, 2015(2): 108.

- [7] 黄志文,朱奎生,吕小刚,等. 双层客车内置分体式空调蒸发器布置设计[J]. 客车技术与研究,2022,44(1):28-30.
- [8] 潘维国,陈李军. 别克威朗空调故障案例分析[J]. 汽车维修,2020(1):26-28.
- [9] 聂尧. 汽车空调故障诊断实例分析[J]. 汽车电器,2011(5):42-44.
- [10] 黄建辉. 汽车空调故障与分析[J]. 造纸装备及材料,2021,5(2):64-66.
- [11] 边兴利. 温度分析法在汽车空调故障诊断中的应用研究[J]. 时代汽车,2020(11):181-182.
- [12] 何琨,卫登科. 汽车空调故障诊断方法的研究[J]. 机械工程与自动化,2011(5):189-191.
- [13] 许钦清. 纯电动汽车空调系统故障诊断方法研究[D]. 西安:长安大学,2020.

《客车技术与研究》征稿启事

《客车技术与研究》创刊于1979年,双月刊,是国内目前唯一公开发行的客车领域学术期刊。本刊由重庆市交通局主管,重庆交通科研设计院、重庆车辆检测研究院有限公司和中国公路学会客车分会主办,现已被国内外多家检索机构收录,包括中国核心期刊(遴选)数据库、万方数据——数字化期刊群、中国期刊全文数据库、中文科技期刊数据库、中国学术期刊综合评价数据库、JST 日本科学技术振兴机构数据库(日)(2018)等,是《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊。在“中国知网”收录的与汽车相关的近70种学报和期刊中,本刊的复合影响因子位列前十,具有较高的学术影响力。

本刊主要刊登内容为国家科技政策及有关国内外客(汽)车技术等方面的学术论文,包括科研成果和实践经验,标准,新技术、新工艺及新材料,客车市场,客车检测,使用和维修,经营与管理等。欢迎相关领域的专家、学者赐稿。

本刊重点关注的研究方向:

- | | | |
|------------|-----------|----------|
| ◆智能网联客(汽)车 | ◆新能源客(汽)车 | ◆节能与排放 |
| ◆安全与碰撞 | ◆振动与噪声 | ◆新工艺与新材料 |
| ◆客(汽)车电子 | ◆设计与计算 | ◆标准解读 |

E-mail:btrcq@163.com

Q Q:1711088150

微信公众号:客车技术与研究

网址(在线投稿):<http://www.bus-in.cmct.cn>(中交客车网)

地址、电话:重庆市高新区新金大道9号 023-62653044

