

随着科技的发展和节约能源的需求,我国电动汽车的应用日益增多。目前,在我国乃至全球所有千万人口级的大城市中,深圳是使用新能源汽车最多的城市,其具有LNG液化天然气和CNG压缩天然气为燃料的汽车、多种形式的电动汽车、各类强混及弱混电动汽车、纯电动大客车和纯电动出租车等。我国南部地区,天气十分炎热,汽车全年使用空调的频率极高,电动车的空调故障维修也逐渐增多,但多数维修人员对电动车并不十分了解,在维修电动汽车的空调时往往束手无策。本文分上、下两期介绍电动汽车空调的主要特点,并结合实际介绍电动汽车空调的维修安全注意事项及通过案例分享维修的体会。

电动汽车空调的特点与维修(下)

◆文/广东 汪贵行 汪学森

(接上期)

5.变频器的系统电路

空调压缩机驱动电机变频器,其功能是控制空调的三相驱动电机运作,其内部各个电路(图7)的作用如下:①“栅极驱动电路”对各IGBT管的栅极进行控制,它接受处理器CPU的信号,当它给各栅极进行PWM脉冲调制时,将使输出电路得到正弦波的电压。通过IGBT管的通断频率还可控制空调压缩机的变速,同时它还受保护电路的监控。②“系统保护控制电路”接收输出电流、电压和空调温度等传感信号,不让其在过流、过压及超温状态下工作,用于对整个系统运行保护。③中央处理器CPU根据空调的目标温度和蒸发器实际温度,计算压缩机的目标转速,控制空调变频器栅极驱动电路的工作。而空调蒸发器的目标温度是由驾驶员设定温度、车外温度传感器、车内温度传感器、日照传感器,以及PTC温度传感器决定的。另外,车内湿度传感器产生CPU的校正信号,提高了乘座的舒适性。④“输入/输出

接口电路”负责对外部电路,如对动力管理系统电路进行通讯信号的联系。⑤“电源供给电路”负责向CPU和栅极电路进行供电。

三、空调的制热源

电动汽车空调的供暖系统热源,与电动汽车的型式差别有所不同。混合动力汽车虽然有发动机,但是车辆行驶时发动机可运行或不运行,如强混电动车可单纯利用电力驱动行驶,不以发动机为动力,而且纯电动汽车没有发动机,所以有的电动汽车空调采用传统发动机循环冷却水作热源,而当发动机不运转时,则由半导体PTC元件加热,或由储热水罐供热。

1.PTC元件供热

PTC是一种直热式电阻材料,通电时将会产生热量,可供空调制热。如有的电动汽车空调内部有8条PTC发热元件,由空调驱动器将蓄电池高压电源向每条元件供电,功率可达300~600W,用于对冷空气或冷却液的加热。前期的制热装置采用PTC发热

条,直接将冷空气加热为热空气,再用风机吹出热气的方式。为提高制热器的效率,现在的制热多采取水为介质,将水加热后送到空调风道的散热器,如图8所示,再经风机吹向车厢内或车窗玻璃,用以提高车厢内温度和除去车窗玻璃的霜雾。

PTC电阻是一种具有正温度敏感性的典型半导体电阻,它可作为发热元件,也可用作热敏开关,还可用于检测温度,但是汽

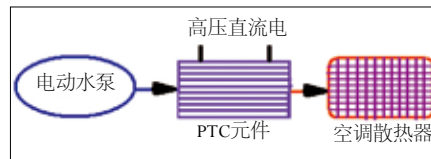


图8 PTC元件供热原理图

车上的温度传感器则用负温度系数的NTC材料。PTC元件的温度与电阻的特性,如图9所示。刚对元件通电时,其电阻会随着温度的升高而呈现缓慢下降的趋势,也就是其常温下的发热量较低。而当温度超过“居里温度”时,它的电阻值会随着温度的升高呈阶跃性的增高,在狭窄温度范围内,如达

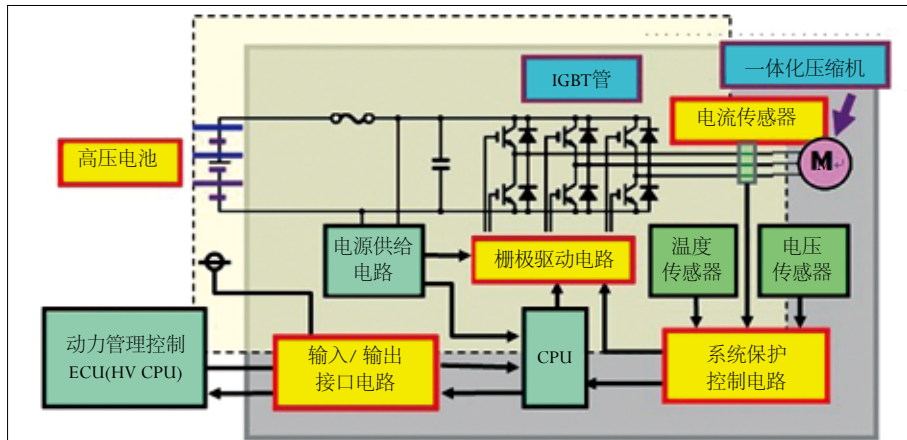


图7 空调压缩机驱动电机变频器的系统电路

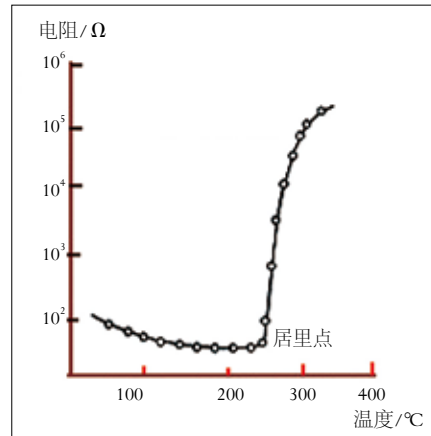


图9 PTC元件的温度-电阻特性曲线

到250℃温度时,其电阻值会急剧增加几个至十几个数量级,即电阻变得极大,这就是所谓非线性PTC效应。吹出气体的温度最高可达85℃,完全可满足空调制热的要求,如果高于85℃时则PTC电阻变得极大,实际表现为自动停止工作。作为加热用的陶瓷PTC元件,具有自动恒温的特性,可省去一套复杂的温控线路,而且其工作电压可高达1000V,可直接由电池的高压供电。

2. 储热罐供热

现代混合动力汽车所配置的发动机,多采用阿特金森循环,其特点是膨胀作功行程大于压缩行程,使热效率比普通发动机的奥托循环要高。提高发动机的经济性应是重点,这就要求发动机应始终可靠地在经济转速下运行,发动机节省燃油,提高经济性,比提高发动机的动力性更重要。由于混合动力汽车运行特点,要求发动机的工况比较单一,既要回避急速热车及小功率的运转,也不需要大功率的产出,所以应在中负荷下运行。为加速发动机的快速启动及热机过程,一般采用“储热罐”技术,利用储热罐将发动机运转时循环冷却液储存起来,冷启动有一定的预热作用,可缩短热机过程。这种绝热的储热罐容量较大,放置在前保险杠内侧,能长时间保持较高的温度,一般能保温三天时间。可利用储热罐的热量供给空调的稳定热源,有专用的电动泵将热水泵置入空调散热器。

电动水泵的结构,如图10所示,它由电机驱动,但电机驱动叶轮不直接接触冷却液,称之为不接触式水泵。电机的驱动力是通过磁性塑料,将外转子的旋转透过中间的壳体,直接驱动磁性塑料的叶轮内转子旋转,这就是磁性耦合的原理。这种水泵的特点是在运行时可减少水的阻力,有效地降低了功耗。磁性塑料体是由磁性材料与树脂等混合压制而成的,能取得较好的磁力性能。

3. 循环冷却液供热

若利用储热罐的供热方式,供热量已不能满足空调制热需求时,空调控制系统将根据设定温度及冷却液温度等信号,综合判定让发动机工作,以让冷却液升温产生足够的热量。发动机运行的条件有:车外温度低

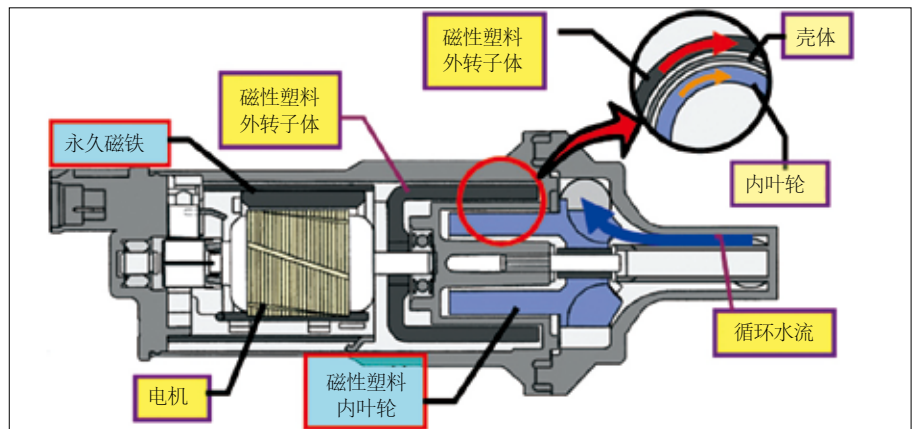


图10 不接触式电动水泵的内部结构

于-3℃、冷却液温度低于50℃,当空调设定温度为HI或高于20℃,并有供暖需求时,则此时发动机会运转。

当电动汽车运行在内燃机拖动工况时,空调的供热会自动采取传统的发动机循环冷却液的供热方式。

四、空调维修的安全操作及案例

由于空调系统制冷的驱动电机及PTC元件供热的工作均为高压电,若空调系统出现故障需要维修时,应小心谨慎,请勿在通电情况下对元器件进行直接检修操作,在没有将蓄电池的紧急维修手柄按下之前,不要触碰橙红色的高压线束及接插件,首先应遵循安全操作规程,避免产生危险的触电事故或损坏机件。

1. 操作规程

电动汽车空调的维修,其一般操作规程如下:①关掉点火开关,将钥匙移出智能系统的探测范围;②断开12V辅助电池的负极端子;③戴上绝缘手套,按下高压电池的橙红色维修手柄;④等待10min或更长以便使变频器总成内的高压电容放完电;⑤检测变频器输出端子的电压确认为0;⑥用绝缘乙烯胶带包裹好被断开的高压线路。

注意空调在自动模式下,切不可认为在系统加热时制冷压缩机接插件不带电,或者系统制冷时PTC接插件不带电,有可能出现系统加热时压缩机也工作的情况。可用电动汽车的诊断仪检测空调系统的运行信息,目前在诊断仪上可以读出一体化压缩机、PTC电加热器工作,以及空调各档位、电压、各传感器反馈信息

等,可以依靠这些信息推断出空调系统可能出现故障的元器件,并在按下紧急维修手柄的情况下对问题元器件进行维修。

2. 电动汽车空调的维修案例

案例1

故障现象:某电动汽车运行已四年多,近日空调制冷不良。

故障诊断与排除:检测一体化压缩机的制冷剂输出端压力偏低,仅为1.15MPa。涡旋式压缩机正常运转时输出高压应为1.55MPa左右,压缩机的输入低压管压力接近0.4MPa,比正常压力偏高,而高压压力又偏低,尝试让压缩机吸入润滑油后,立即启动空调,实测高压端压力上升且接近1.5MPa,低压管压力接近0.2MPa,这说明空调压缩机的工作效率不良,压缩机的密封性能变差。

涡旋压缩机的涡旋盘表面呈曲面形状,定涡轮与动涡轮间的密封性要求高,其吸气、压缩和排气均是利用曲面来密封的,但涡旋压缩机旋转时,定、动涡轮间又要保持一定的运动间隙,这易引起制冷气体泄漏。由于涡旋曲面形状复杂,加工难度较高,如果涡轮曲面制造精度不够或使用年限较长时,势必使定涡轮与动涡轮的啮合间隙变大而密封不良,会造成压缩机的压缩工效不良,出现高压端压力下降的故障。显然从这种一体化的空调压缩机结构可知,如果检修发现压缩机产生不了合适的高压气体时,就需要更换压缩机,该车在更换压缩机总成的办法后,才恢复了制冷性能。

案例2

故障现象: 在炎热的夏季, 一辆比亚迪F3DM混合电动汽车空调不制冷, 触摸压缩机外壳感到无运转, 但外壳却温度较高。

故障诊断与排除: 测试电机的三相线圈电阻均约为 1.5Ω , 属正常阻值范围, 为什么压缩机没有运转声呢? 检测驱动电机的输入三相交流电压为330V, 符合标准值, 推断变频器工作正常才能输出与直流高压相等的三相交流电压。再检测管道制冷剂的静态压力, 高低压均超过0.86MPa, 显然制冷剂加注得过多。询问原因是该车空调制冷不良而检修时, 维修人员在没有找到原因情况下, 自认为是制冷剂不足, 所以反复加注了

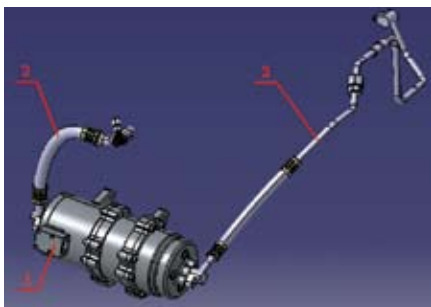


图11 比亚迪混合电动汽车空调压缩机外形

过量的制冷剂。放出部分制冷剂后, 压缩机仍然不运转。用性能良好的压缩机换试之, 压缩机的外壳温度不如故障的压缩机那么高, 制冷效果却十分正常。比亚迪F3DM一体化压缩机的外形, 如图11所示。1为压缩机的接线盒, 输入为330V三相交流, 用于三相电机供电; 2为压缩机吸入管, 正常制冷时管道温度在 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$; 3为压缩机排出管, 正常制冷时的温度可达 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ 。

一体化的压缩机由三相永磁电机驱动, 注意空调电机永磁材料的磁性与工作温度有关, 在到达较高温度范围内, 会随着温度的升高而逐步失去磁性, 使电机的驱动功率下降, 空调的制冷能力将有所下降。如果永磁体的温度超过了“居里温度”时, 将会完全永久性的失去磁性, “居里温度”随不同的永磁材料而差别较大, 常用的钕铁硼永磁材料和廉价的铁氧体材料, 其居里温度只有 310°C 。所以应警惕一体化的压缩机不能过热运行, 一旦内部电机温度接近或超过了居里温度, 该电机将因失去磁性而损坏。

空调制热量不够往往与PTC元件性能变化有关。用PTC陶瓷材料作发热元件, 使

用十分简单方便, 而且具有自动恒温的特性, 陶瓷的绝缘性能也好。但应选择工作可靠、功率稳定的PTC材料作为发热元件, 因为一般PTC元件的功率衰退幅度很大, 否则在汽车这个多震、温差大、腐蚀重、湿度变化大的恶劣环境下, 经不起长时间的考验, PTC元件的功率特性易发生衰减现象, 从而导致空调发热量不足故障。

注意事项: 注意空调压缩机应使用高绝缘性的润滑油, 电动汽车空调所用为环保型的R134a制冷剂, 一般润滑油的加注量为550g, 约120mL, 应选用规定的高绝缘性能的润滑油, 如选用ND-OIL11型润滑油。因为电动汽车空调压缩与驱动电机密封在一个壳体内, 而驱动电机的电源是直接由变频器将电池高压直流电逆变而来的, 常为数百伏的高电压, 需用高绝缘性能的空调压缩机油。这点应引起汽车维修人员的重视, 维修人员往往习惯性地往电动汽车的空调中, 加注普通等级的空调润滑油, 如使用ND-OIL8、ND-OIL9、ND-OIL10或其他润滑油混合到空调循环内, 由于绝缘性能降低, 有可能导致漏电现象, 而引发事故。(全文完)

关注汽车, 专注汽修, 全力打造汽修人的互动平台!

《汽车维修与保养》杂志官方微博

<http://weibo.com/motorchina>

汽车维修与保养

搜索

加关注 +

