

空调故障

故障描述

一辆 2005 年生产一汽马自达 6 2.0 L 轿车，行驶里程为 6 万公里。车主反映，该车发动机怠速运转正常，怠速时空调系统工作正常。但车辆行驶时，发动机动力不足、犯闯。当车辆加速时，空调压缩机频繁重复接合、分离动作，且空调系统不制冷。当关闭空调后，发动机恢复正常。

故障诊断

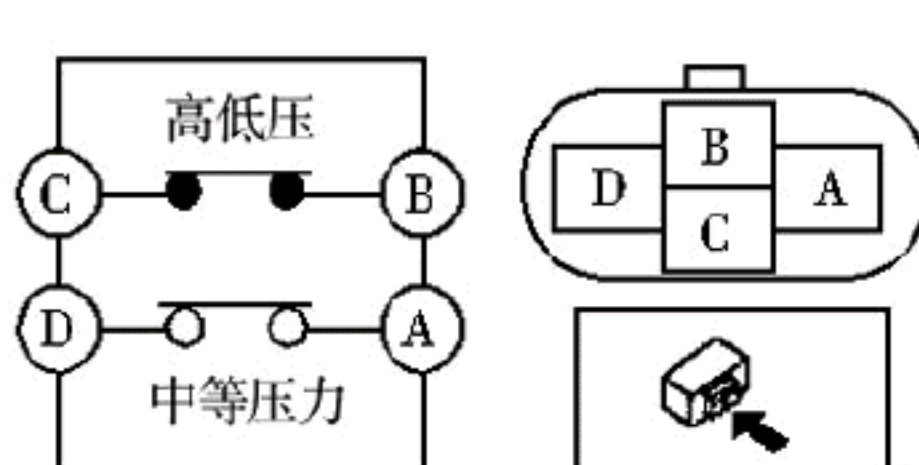
由于关闭空调后发动机恢复正常，所以笔者认为故障原因出在空调系统。

马自达 6 空调压缩机是定排量压缩机，空调压缩机的吸合与断开是由发动机控制单元（PCM）通过控制空调继电器来实现的。

笔者决定首先从电路入手进行检查。正常情况下，当压力开关 B、C 端子之间电压为 12 V 时，压缩机断开；压力开关 B、C 端子电压为 0 V 时，压缩机接通。这说明自动空调控制器给 PCM 接地信号时，压缩机接通。

起动该车发动机并怠速运转，用示波器测量压力开关线路的 B 端子（接 PCM）或 C 端子（接自动空调控制器）。当压缩机接通时，压力开关 B、C 端子电压为 0 V；压缩机断开时，压力开关 B、C 端子电压为 12 V，说明系统正常。当发动机转速上升到 3 000 r/min 以后，压缩机断开，此时 B 端子电压为 13.8 V，C 端子电压为 0 V，说明此时高低压开关已经断开。由于此时 C 端子电压为 0 V，所以基本排除线路和自动空调控制器存在故障的可能，故障原因应该在制冷系统环路。

PCM 控制空调压缩机继电器执行动作的原理为：首先，当驾驶员按下空调（A/C）开关时，申请信号由自动空调控制单元经压力开关传递到 PCM，即 PCM 接收到自动空调系统的申请信号。只有空调系统压力正常，才能保证压力开关正常接通，这时 PCM 才能接收到使空调系统工作的指令，之后 PCM 控制空调压缩机的运转。



第 1 页 共 3 页

空调制冷压力开关结构示意图（图 1）

该车的空调制冷剂压力开关采用了 3 挡压力型，它由高/低压开关和中等压力开关组成（图 1）。当制冷剂循环中的压力过高或过低时，高/低压开关通过切断 A/C 信号来保护制冷系统部件。中等压力开关根据空调压缩机的工作负载输出一个怠速提高信号。压力开关在压力大于 2.94~3.34 MPa 时或压力低于 0.195~0.250 MPa 时断开，中等压力开关在压力为 1.39~1.65 MPa 时接通。

表 1：压缩机吸合，环境温度为 25℃，空调系统测试值

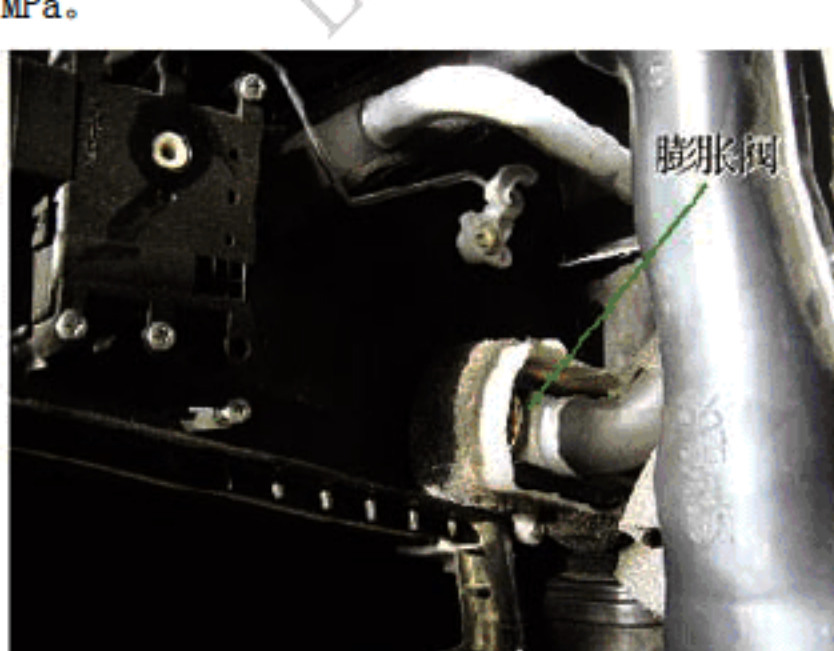
发动机转数 (r/min)	高压压力 (MPa)	高压管温度 (℃)	低压压力 (MPa)	低压管温度 (℃)
750	1.38	45	0.14	31
2000	2.41	69	0.11	35
3000	3.38	70	0.07	42

连接压力表测量空调系统高低压管路的压力。测量时压缩机吸合，环境温度为 25℃，测量值如表 1 所示。

发动机停止运转 5 min 后，高低压管路压力分别为 2.62 MPa 和 0.34 MPa。

测量时环境温度为 11℃时，正常车辆的测量数值如表 2 所示。

正常车辆，高压最大为 1.66 MPa，发动机停止运转 5 min 后，高低压管路压力都为 0.69 MPa。



膨胀阀（图 2）

该车高压管路压力与正常车辆对比高出很多，说明故障车空调高压管路堵塞，于是笔者决定回收制冷剂，拆下膨胀阀（图 2），检查冷凝器、高压管和蒸发器，结果均正常，于是故障锁定在膨胀阀。

第 2 页 共 3 页

表 2：环境温度为 11℃，空调系统正常值

发动机转数 (r/min)	高压压力 (MPa)	高压管温度 (℃)	冷凝器后高压管温度 (℃)	低压压力 (MPa)	低压管温度 (℃)	出风口温度 (℃)
750	1.31	47	37	0.10	17	6~8
1500	1.52	52	38	0.08	19	6~8
2000	1.58	54	38	0.07	20	6~8
3000	1.66	61	42	0.07	22	6~8

膨胀阀在制冷环路中起到节流的作用，它能使高压的液态制冷剂雾化成低压的气态制冷剂，同时膨胀阀还能调节送到蒸发器中的制冷剂的流量，也就是说它既控制了制冷剂的流量，也调节了制冷剂的压力。

膨胀阀调节制冷剂流量的过程为：蒸发器出口处对薄膜底部的作力（P1）以及弹簧施加的力（Fs）形成 1 个合力，此合力与薄膜从 R134a 上受到的力（Pd）的差使球阀上下移动，从而调整阀门开度的大小。当蒸发器排放的制冷剂温度升高时，Pd 的增大量大于 P1 与 Fs 的增大量，球阀下移，从而增大了液体制冷剂的流量。当蒸发器排放的制冷剂温度降低时，P1+Fs 的增加要大于 Pd 的增加，球阀上移，液体制冷剂的流量也随之降低。

当膨胀阀损坏时，Pd 的力始终小于 P1+Fs 的合力，这时膨胀阀不能调节制冷剂的流量，制冷剂始终处于最小流量，于是出现本车的故障现象：发动机怠速时空调系统维持工作，高转速时高压压力增加，高于正常值，压缩机阻力增加，空调系统不制冷，发动机工作异常。更换膨胀阀，添加标准量（470 g）制冷剂，故障排除。

第 3 页 共 3 页