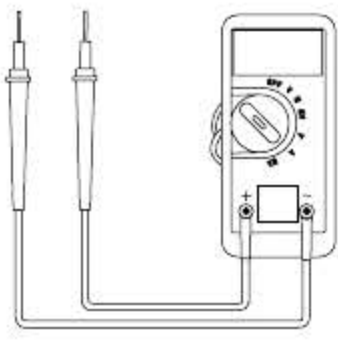
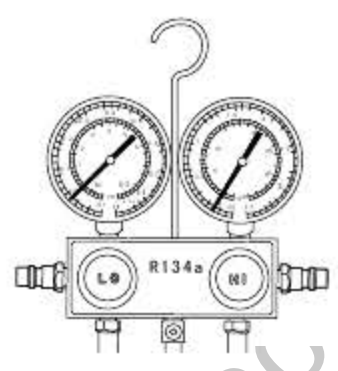
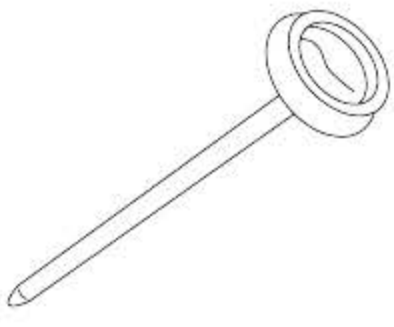
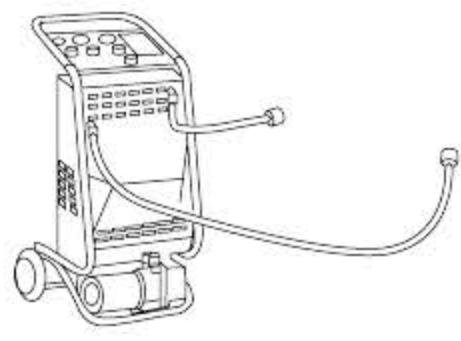
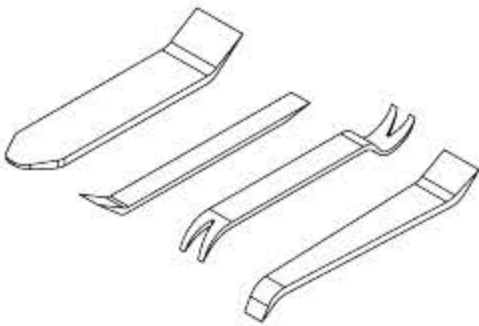
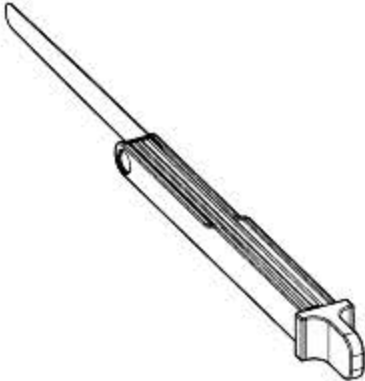


暖风与空调系统

准备工作

1. 推荐工具

序号	工具	外形图	说明
1	数字万用表		用于测量空调压缩机及各种传感器电阻、电压值
2	歧管压力表		用于诊断、加注或排放空调系统制冷剂及故障检测
3	卤素泄漏检测器		用于测试空调系统制冷剂泄漏的具体位置
4	精密温度计		用于测量空调系统工作性能
5	制冷剂回收加注机		用于回收空调系统内的制冷剂

序号	工具	外形图	说明
6	内饰撬板		拆卸中控面板
7	厚薄规		测量空调压缩机离合器间隙

维修数据

1. 技术规格表

冷凝器总成	型式		平行流式
	规格 L×W×D (mm)		690×380×16
	换热量		14800W
HVAC 总成	蒸发器芯	型式	平行流式
		规格 D×H×W (mm)	265×291×35
		制冷量	6400W
	暖风机芯	型式	平行流式
		规格 D×H×W (mm)	182.5×234×27
		采暖量	6700W
	风量调节		7 挡
	最大风量		530m³/h, 13V
制冷剂	类型		R134a
	加注量		610±10g
冷冻油	类型		PAG56
	加注量		120ml
空调系统	最大制冷量		5600W(1800r/min)
空调系统压力 (MPa)	高压侧		1.3~1.6MPa
	低压侧		0.1~0.2MPa
单独更换部件时，所需 润滑油量 (mL)	冷凝器		30ml
	蒸发器		30ml
	制冷管路		10ml

2. 拧紧力矩表

项目	N•m
HVAC 总成固定螺母	9~11
HVAC 总成固定螺栓	9~11
膨胀阀固定螺栓	8~10
压缩机 - 冷凝器管路总成固定螺栓	8~10
高低压管路固定螺栓	8~10
空调压缩机固定螺栓	23~27
冷凝器固定螺栓	4~6
空调控制模块固定螺栓	8~10



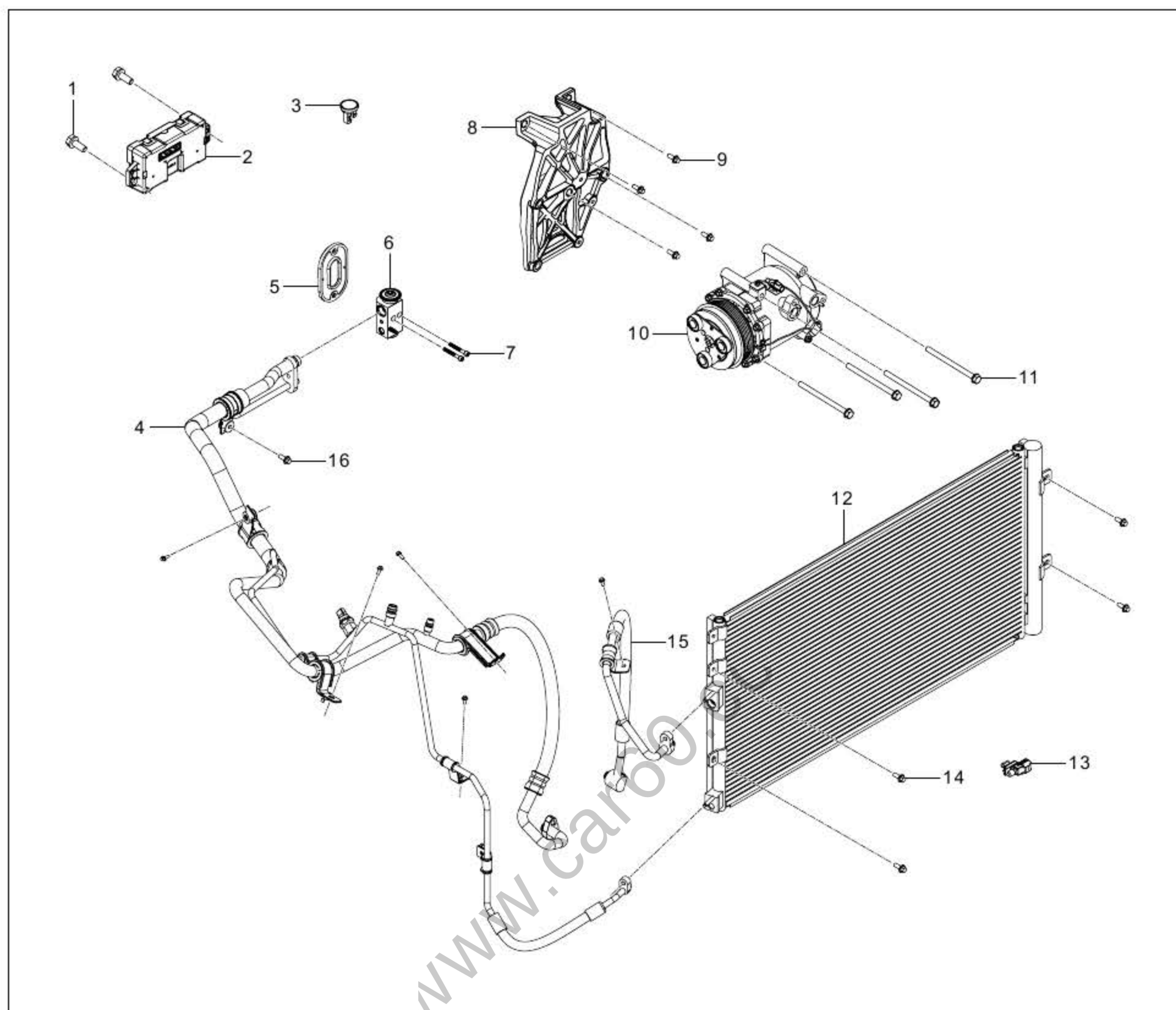
注意事项

提示：

检查和维修暖风与空调系统时必须遵守以下注意事项，否则可能造成车辆损坏和人身伤害。

1. 在拆卸或安装任何电气装置前，以及在工具或设备容易接触到裸露的电气针脚时，首先需断开蓄电池负极电缆，可防止人或车辆受损。
2. 切勿在封闭场所或靠近火源的地方作业，对充注有制冷剂的零部件切勿进行焊接操作。
3. 检查维修制冷管路时需一直佩戴护目镜，切勿让液态制冷剂进入眼睛或接触到皮肤。
4. 如果液态制冷剂进入眼睛或接触到皮肤则用大量冷水冲洗接触部位，严重时请立即就医。
5. 搬动系统零部件时要小心，切勿让系统零部件跌落、碰撞。
6. 当制冷系统没有足够制冷剂时切勿操作压缩机。
7. 当压缩机在运转时，切勿打开高压管路。如果高压阀被打开，制冷剂会逆向流动，这样会导致压缩机缸体破裂，因此只能打开或关闭低压阀。
8. 切勿过量充注制冷剂。如果制冷剂被过量充注，会导致散热不足、燃油经济性差、压缩机过热等问题。
9. 维修制冷系统时，一定要及时对断开的管路接口加盖或包扎密封，防止空气中的水分或杂质进入。
10. 更换制冷剂后，要先为系统补充冷冻油，然后再加注制冷剂。
11. 制冷剂必须慢慢排放，以免冷冻油被带出。
12. 低压端不能加注液态制冷剂，从高压端加注制冷剂时不能起动压缩机。
13. 不能用蒸气清洗冷凝器和蒸发器，只能用冷水或压缩空气。
14. 修理制冷系统时，应使用保护垫等物品保护汽车。
15. 制冷系统还未充注制冷剂时，不得起动压缩机。
16. 若要长期保存压缩机，防止腐蚀，需排尽压缩机内部的空气，再用制冷剂或干燥的氮气注满压缩机。
17. 请勿将制冷剂直接排放至空气中。每次排放空调系统制冷剂时，应使用规定的回收/再循环设备收集制冷剂。
18. 进行抽真空工序前必须认真检查密封情况，并先作好对泄漏部位的处理。安装工作全部完毕后，应检查车辆各部件的动作是否正常，冷却系统部件、冷却管路及电路是否完好，并要检查空调性能是否良好。

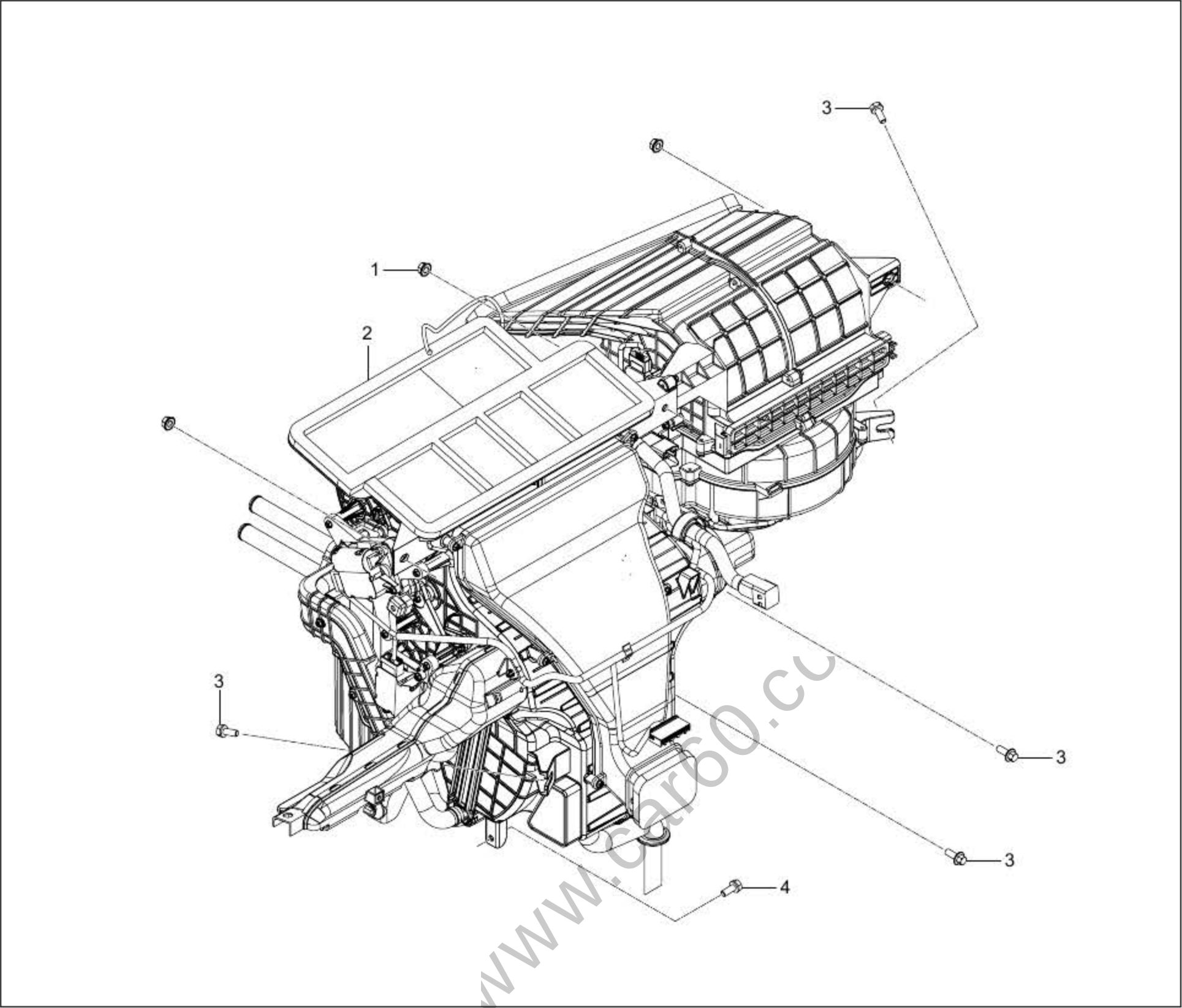
部件图 (一)



1	六角法兰面螺栓
2	空调控制模块总成
3	阳光传感器总成
4	高低压管路总成
5	膨胀阀密封圈
6	膨胀阀总成
7	圆头内六角螺栓
8	压缩机支架

9	六角法兰面螺栓
10	压缩机总成
11	六角法兰面螺栓
12	冷凝器总成
13	室外温度传感器总成
14	六角法兰面螺栓
15	压缩机 - 冷凝器管路总成
16	六角法兰面螺栓

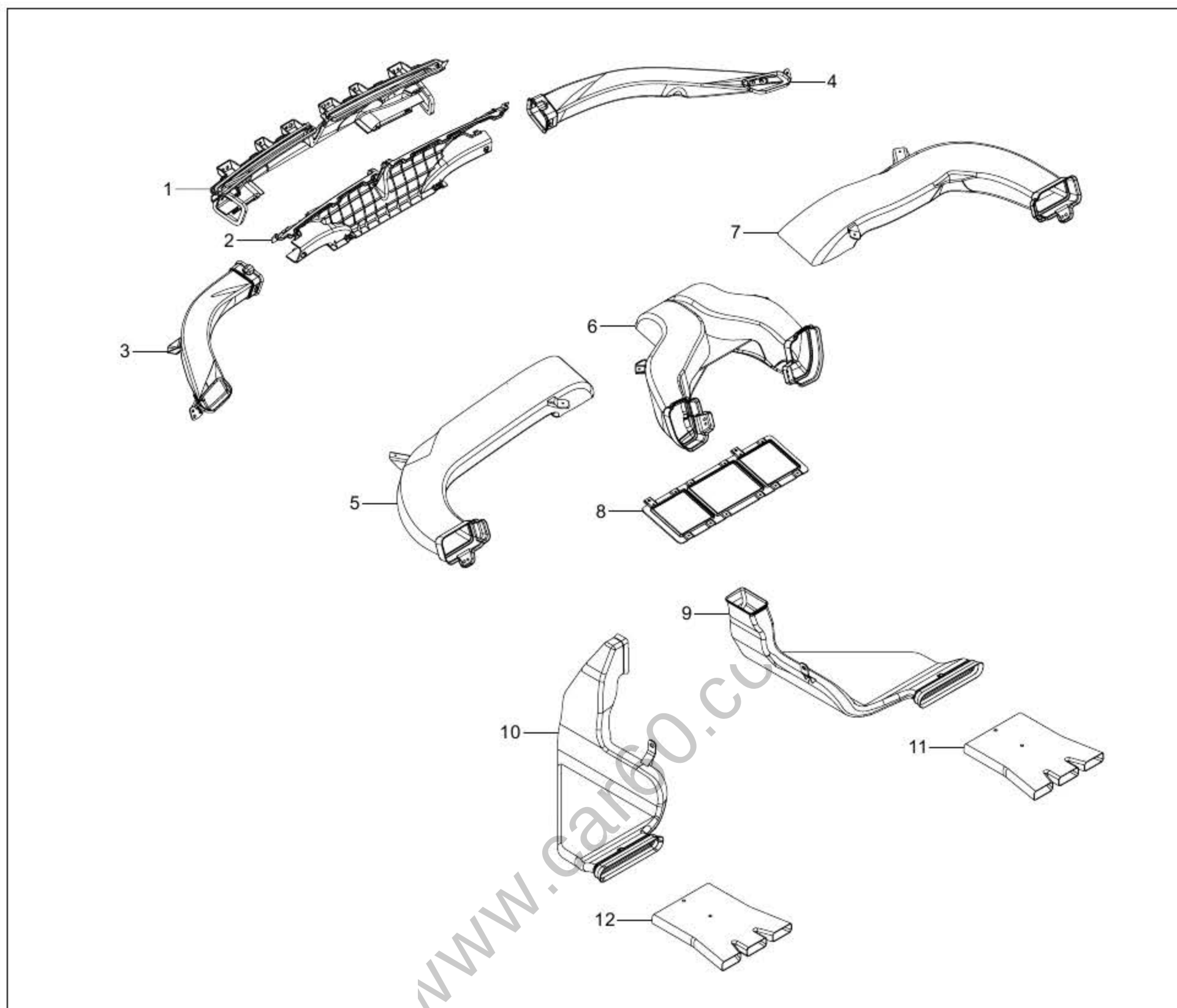
部件图 (二)



1	六角法兰面螺母
2	HVAC 总成

3	六角法兰面螺栓
4	六角法兰面螺栓

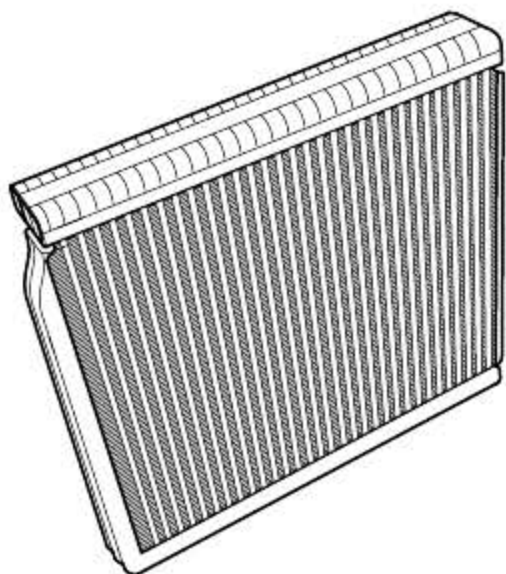
部件图 (三)



1	中央除霜风道上本体
2	中央除霜风道下本体
3	左侧除霜风道
4	右侧除霜风道
5	左侧风道
6	中央风道本体

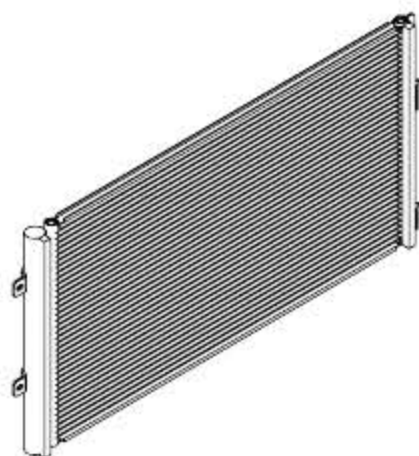
7	右侧风道
8	风道固定板
9	后吹脚风道右部上段本体
10	后吹脚风道左部上段本体
11	后吹脚风道下段
12	后吹脚风道下段

元件识别



1. 蒸发器芯体

- (a). 蒸发器芯体的构造 (如左图)。
安装在 HVAC 总成内部, 采用平行流式蒸发器。
- (b). 蒸发器芯体的作用。
使经膨胀阀节流降压后的低压液态制冷剂和部分制冷剂蒸气在蒸发器管道中沸腾汽化, 吸收蒸发器周围空气的热量而降温, 鼓风机将冷风通过通风管道送向车内, 从而实现对车厢内空气的降温 and 除湿。同时 HVAC 总成左侧安装有出水管方便排除被冷凝的水滴。
- (c). 蒸发器芯体的工作过程。
节流后的制冷剂蒸气进入蒸发器芯体后, 吸收热量而沸腾, 并成为饱和蒸气。这一过程中, 蒸气压力始终保持不变, 对应的蒸发温度也保持不变。鼓风机不断地将蒸发器芯体外表面温度较低的空气吹入车厢内, 使车厢内的温度降低。

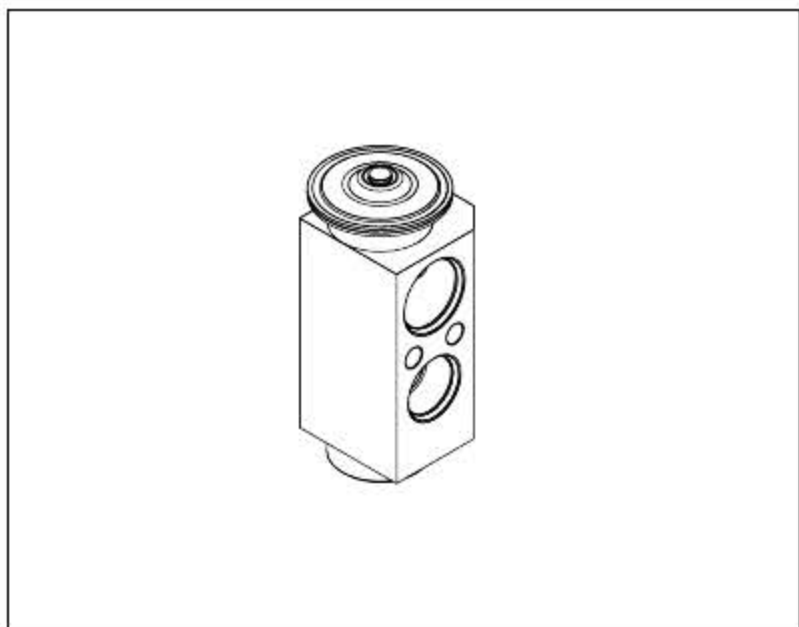


2. 冷凝器总成

提示:

干燥罐和冷凝器是一体的, 不可分解。

- (a). 冷凝器及干燥罐的构造 (如左图)。
冷凝器采用全铝平行流式结构, 装在发动机散热器的正前方, 通过散热器风扇和汽车的迎面来风进行强制冷却。
- (b). 冷凝器总成的作用。
冷凝器的作用是将压缩机排出的高温高压气态制冷剂的热量散发出去, 使制冷剂转化为液态。干燥罐的作用是吸收潮气、过滤杂质和储存制冷剂用于补充系统的正常工作。
- (c). 冷凝器的工作过程。
 - 高温高压制冷剂蒸气转变为饱和蒸气过程。过热的制冷剂蒸气进入冷凝管后, 通过冷凝器的散热作用, 很快就降为饱和蒸气。
 - 饱和蒸气转化为饱和液态过程, 此过程制冷剂温度不发生变化, 但制冷蒸气的液化过程释放大量的热量。制冷剂循环过程的大部分热量就是通过此阶段散发出去。
 - 饱和液态制冷剂冷却为过冷液体过程。饱和液态制冷剂的温度要比环境温度高, 因此冷凝器中的饱和液体将会进一步冷却。

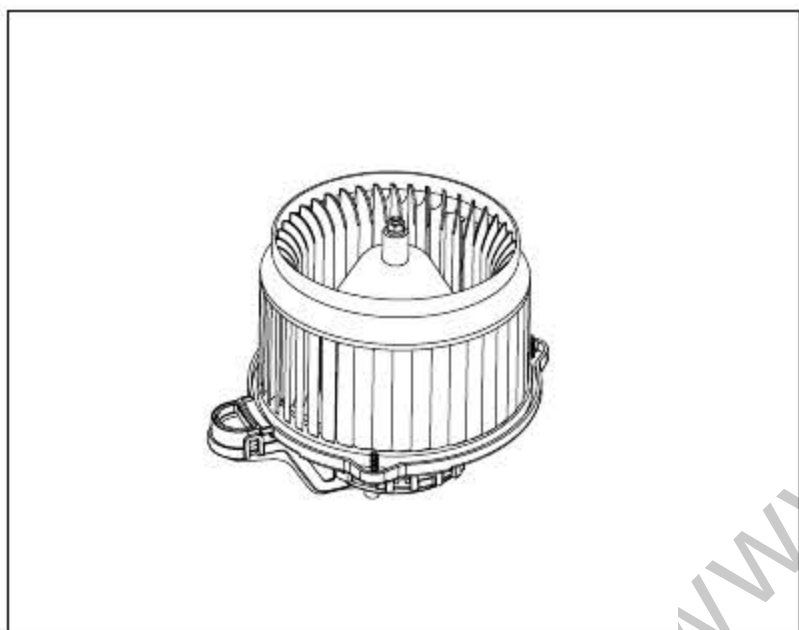


3. 膨胀阀

- (a). 膨胀阀的构造 (如左图)。
安装在 HVAC 总成蒸发器进出管口。
- (b). 膨胀阀的作用。
膨胀阀通过其节流作用将高压液态制冷剂的压力降低, 它可根据流向压缩机的制冷剂温度变化, 自动调节制冷剂的流量, 确保压缩机的制冷剂为气态。
- (c). 膨胀阀的工作过程。
膨胀阀有两个制冷剂通道, 即入口通道和出口通道。入口通道下面的球阀控制着制冷剂的

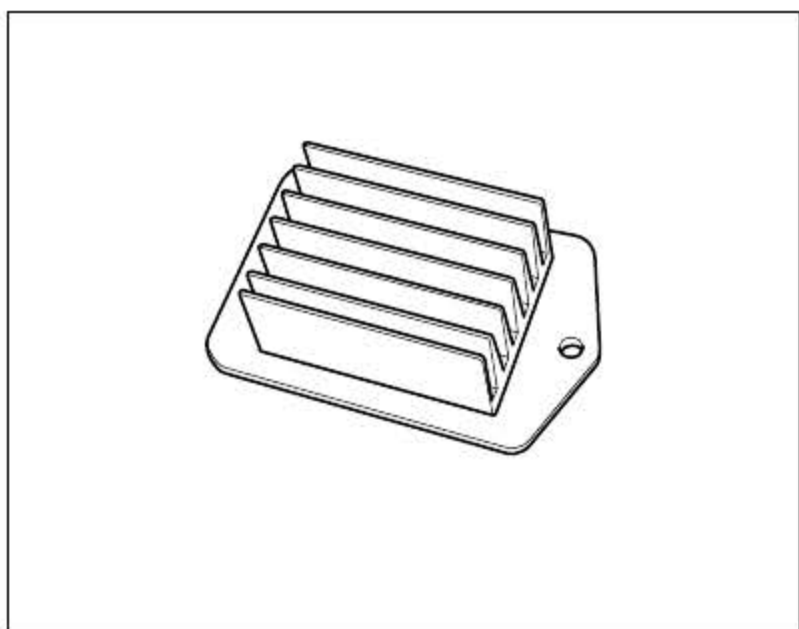
流量, 球阀弹簧力使球阀关闭, 阻断制冷剂经过, 而由膜片推动的顶杆下移将使球阀打开, 制冷剂流经通道开启。

当蒸发器出口温度上升时, 膜片上方温度敏感元件膨胀, 使膜片向下弯曲, 推动顶杆下移, 使球阀开度增大, 这时制冷剂的流量就相应增加。随着较多制冷剂流过蒸发器, 在离开蒸发器时, 温度会比较低, 温度敏感元件收缩, 膜片下压力减小, 球阀在弹簧力作用下关小, 制冷剂流量相应减小。



4. 鼓风机

- (a). 鼓风机的构造 (如左图)。
鼓风机电机安装于 HVAC 总成右侧, 是实现空调循环的核心送风部件, 通过鼓风机电机带动风扇叶轮旋转而送风。
- (b). 鼓风机的作用。
吸入车内空气或新鲜的车外空气, 并强制空气进入空调风道, 使空气在车内循环流动。

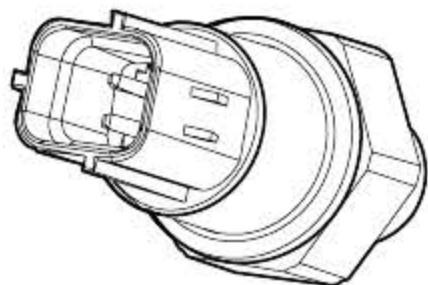


5. 调速模块

- (a). 采用 MOS 场效应晶体管, 安装于 HVAC 总成右下部 (如左图)。
- (b). 调速模块的作用。
根据输出电流的变化随意调节鼓风机电机速度, 吸入车内空气或新鲜的车外空气, 并强制空气进入空调风道, 使空气在车内循环流动。

❶ 注意:

MOS 场效应晶体管分为场效应晶体管和金属 - 氧化物半导体场效晶体管两种。场效应晶体管是电压控制型晶体管, 即电压控制电流, 也称单极型晶体管。场效应晶体管有源极、栅极和漏极三个电极, 分别对应普通三极管的集电极、基极和发射极。



6. 空调压力开关

- (a). 空调压力开关安装在制冷系统高压侧金属管道上 (如左图)。
- (b). 当制冷剂管路压力过高或过低时压缩机停止工作, 防止因过压而损坏压缩机。同时当管路压力达到一定压力后 (中压), 冷却风扇高速运转。
- (c). 发动机 ECU 模块通过检测压力开关判断空调系统的压力变化信号。ECU 通过驱动压缩机继电器、冷却风扇继电器来控制压缩机与冷却风扇的运转与停止。

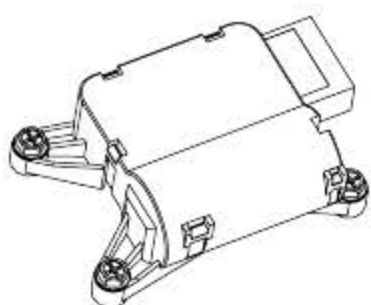
i 提示:

空调系统设置了一个三态压力开关, 即高压保护、低压保护、中压保护。



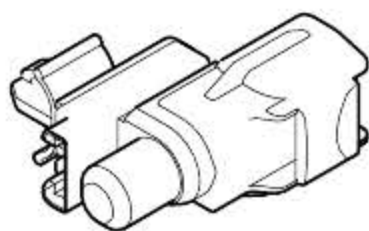
7. 蒸发器温度传感器

- (a). 测量蒸发器翅片表面温度, 安装于室内蒸发器表面 (如左图)。
- (b). 蒸发器温度传感器的作用。
空气流经蒸发器后传感器将温度转换成电阻值, 然后送至空调控制模块。
- (c). 采用负温度系数热敏电阻, 即随温度上升电阻呈指数关系减小。



8. 内外循环电机

- (a). 内外循环电机的构造 (如左图)。
- (b). 内外循环电机的作用。
执行空调内循环和外循环转换操作。



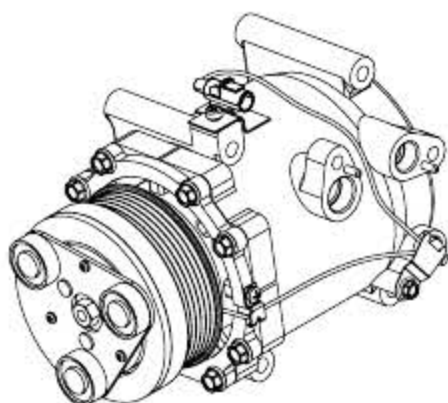
9. 室外温度传感器 (自动空调)

- (a). 安装车辆前保险杠下前格栅区域 (如左图)。
- (b). 检测周围空气温度信息, 并使用该信息空调控制模块将在无机芯导航液晶显示屏上显示室外温度。
- (c). 采用负温度系数热敏电阻, 即随温度上升电阻呈指数关系减小。



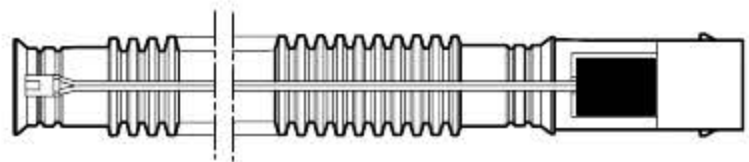
10. 阳光传感器 (自动空调)

- (a). 阳光传感器的构造 (如左图)。
安装在仪表板前端靠近挡风玻璃处。
- (b). 阳光传感器的作用。
利用光电效应, 把日光照射量转换为电流值信号并输送给空调控制模块, 用来自动调整空调吹出的风量与冷暖风混合比例, 使乘员获得最舒适的感觉。



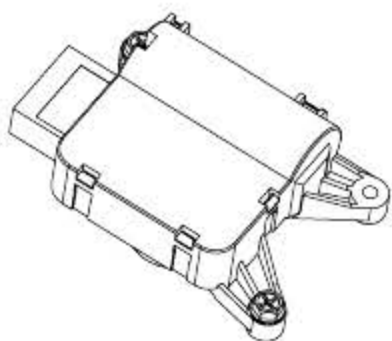
11. 空调压缩机

- (a). 压缩机的构造 (如左图)。
- (b). 压缩机的作用。
压缩机是制冷系统的核心部件, 其作用是抽吸、压缩制冷剂并使其持续不断循环流动。
 - 压缩机的抽吸作用。压缩机的抽吸 (通过膨胀阀节流作用的配合) 使蒸发管内的制冷剂压力下降, 实现制冷剂从液态向气态的转化过程, 通过热交换吸热, 带走车箱内的热量。
 - 压缩机的压缩作用。压缩机将低压气态制冷剂压缩, 如高温高压的饱和气体, 实现制冷剂从气态向液态的转化过程, 并通过冷凝器释放热量, 将热量排放到车外。
 - 压缩机的循环泵作用。压缩机的不断抽吸和压缩, 实现了制冷剂的循环流动, 因此压缩机也是制冷剂循环流动的动力源。



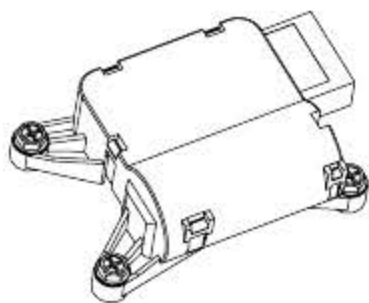
12. 室内温度传感器 (自动空调)

- (a). 室内温度传感器的构造 (如左图)。
安装在仪表板中部内侧。
- (b). 室内温度传感器的作用。
为空调 ECU 检测车厢内的温度信号，ECU 根据此信号与车厢外温度信号对比，自动调节车厢内的温度，以满足室内人员的需要。



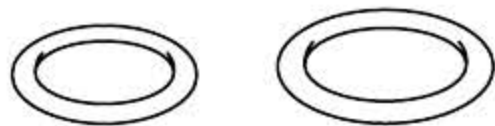
13. 模式风门电机

- (a). 模式风门电机的构造 (如左图)。
- (b). 模式风门电机的作用。
根据需求切换前挡风玻璃除霜风门 / 吹面风门 / 吹脚风门。



14. 冷暖风门电机

- (a). 冷暖风门电机的构造 (如左图)。
- (b). 冷暖风门电机的作用。
根据需求切换室内的冷热空气。



15. O 型密封圈

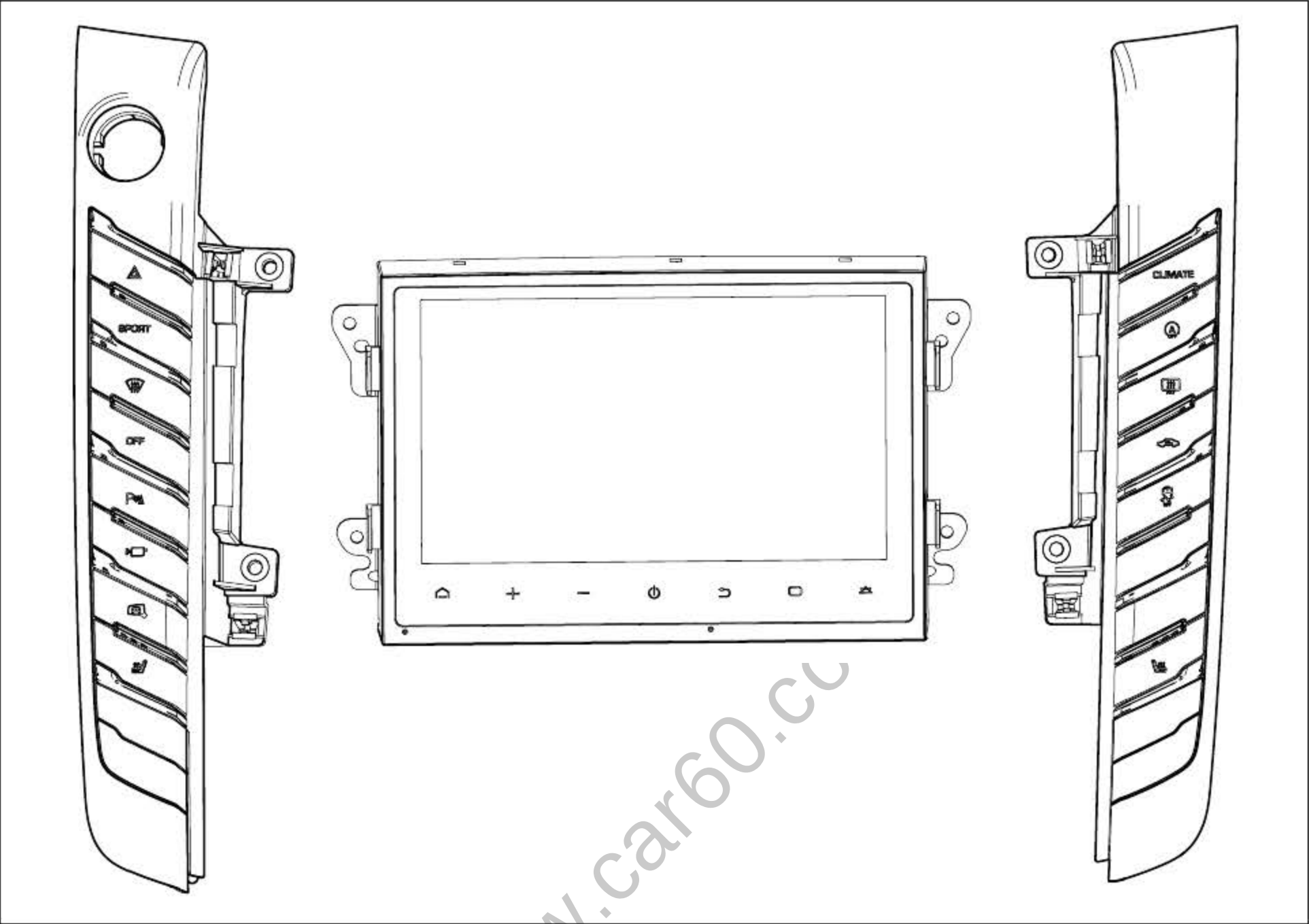
- (a). O 型密封圈的作用。
 - O 型密封圈使用在制冷系统各部件及连接管路上，在各部件与管路连接处起到密封作用，防止制冷剂与压缩机润滑油的泄漏。
 - 只能使用原厂空调系统专用 O 型密封圈。

i 提示：

- 每次拆装时必须更换。
- 检查 O 型密封圈的尺寸：直径和厚度是否标准。
- 安装前需涂抹压缩机润滑油。

系统说明 (电动空调)

1. 开关名称和功能

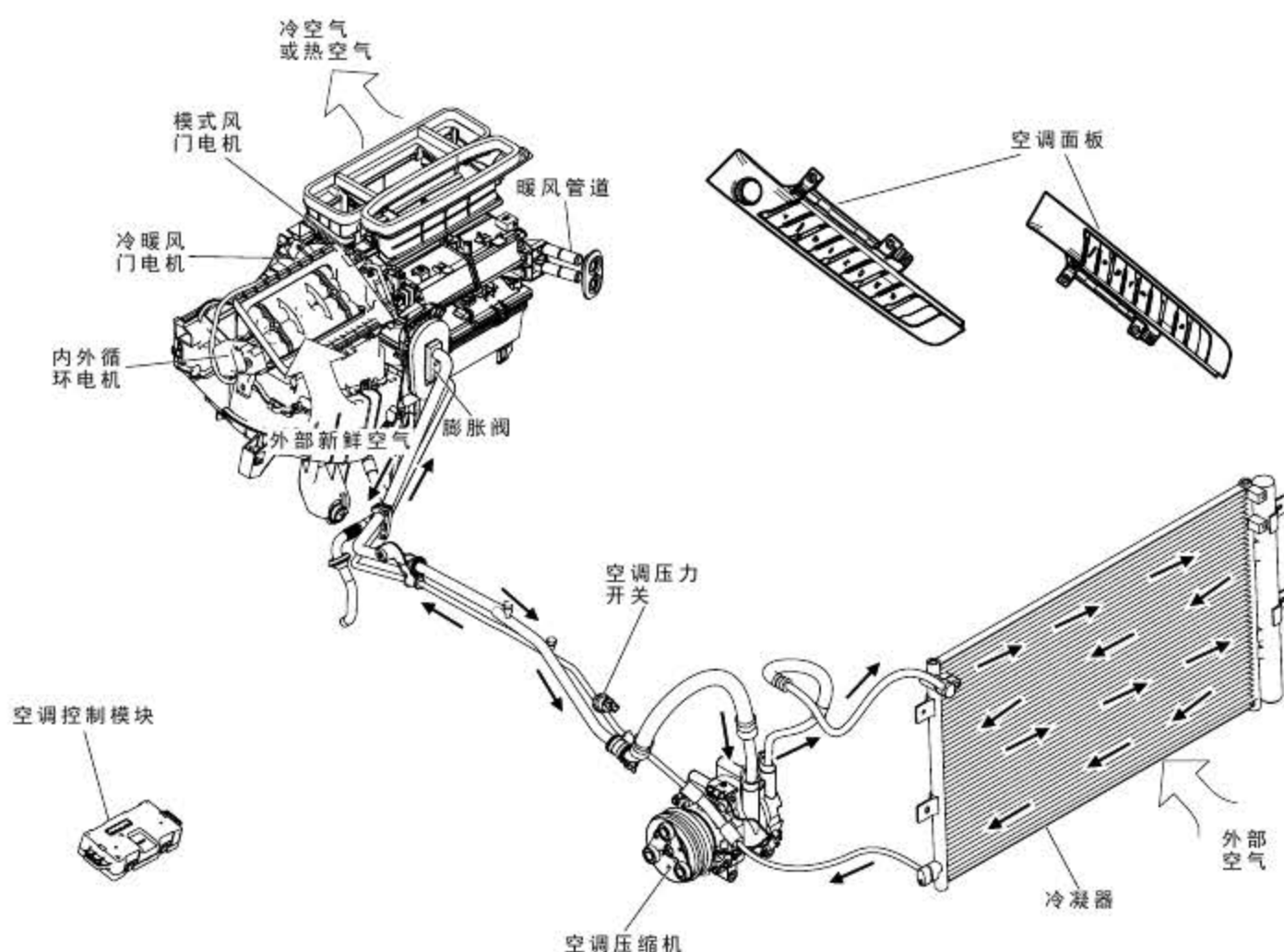


图标	名称	功能
OFF	大屏 OFF，副仪表 ON/OFF	长按开启 / 关闭空调，短按激活大屏空调显示界面
	吹面 / 吹脚图标	吹面 / 吹脚出风模式
	吹脚图标	吹脚出风模式
	吹脚 / 除霜图标	吹脚 / 除霜出风模式
	吹面图标	吹面出风模式
	内循环图标	开启内循环模式

图标	名称	功能
A/C	A/C 图标	开启 / 关闭压缩机
	风速调节图标	改变鼓风机风量大小
	前除霜按键或图标	开启 / 关闭前除霜
	后除霜按键或图标	开启 / 关闭后除霜
	外循环图标	开启外循环模式

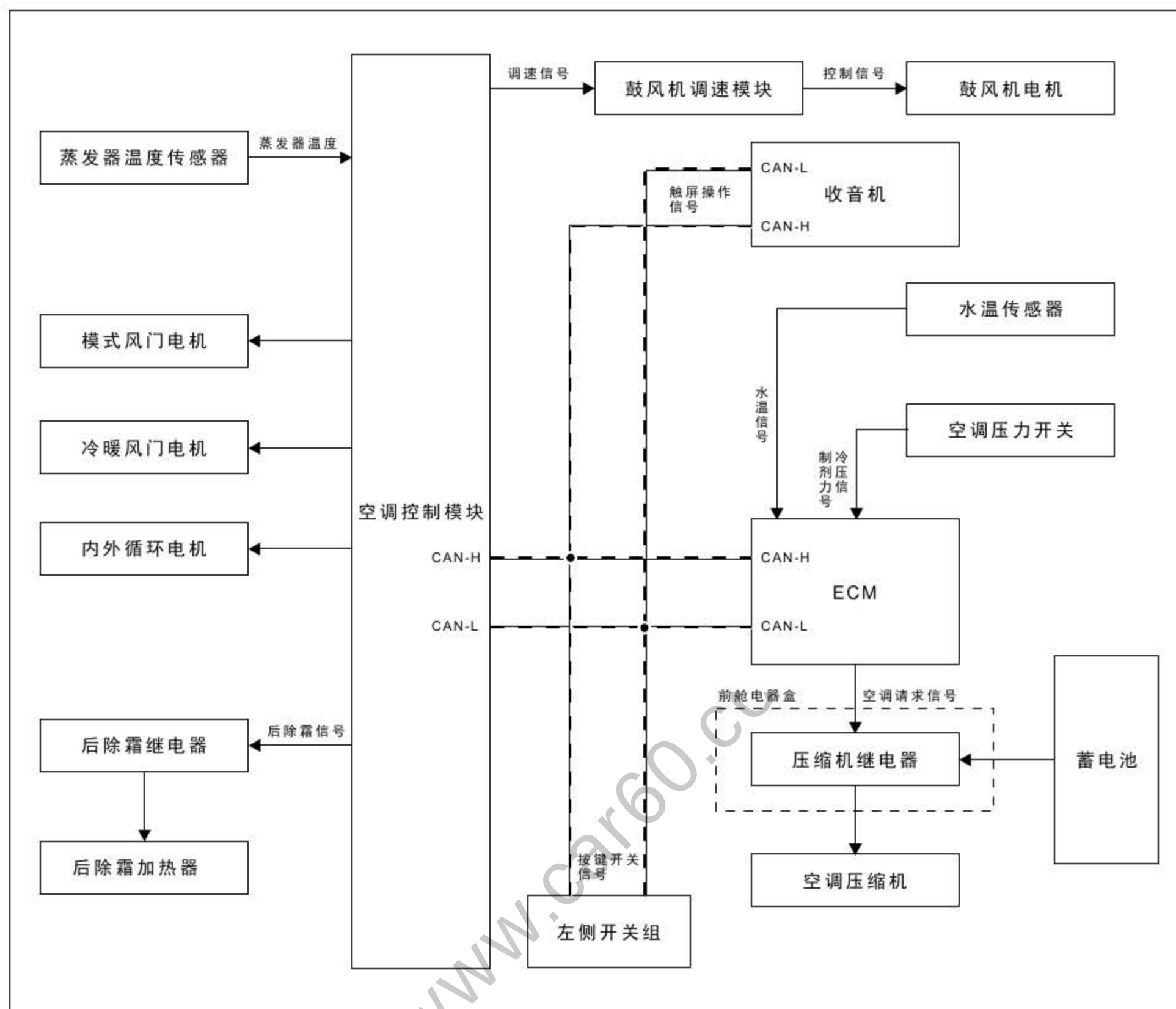
提示：
空调各种功能操作集成于液晶显示屏 " 空调界面 "，如鼓风机风速、温度设定和出风模式等。

2. 制冷循环系统原理



- (a). 空调制冷循环系统是由压缩机、冷凝器、膨胀阀和蒸发器四大部件组成，通过高、低压金属管道依次相互连接成密封循环系统，相关辅助部件如冷却风扇、鼓风机电机、储液罐、通风管道和风门执行机构配合工作。
- (b). 空调制冷工作时，压缩机吸入并压缩低温低压制冷剂蒸气为高温高压气态制冷剂后送至冷凝器，室外空气在冷却风扇的作用下冷却冷凝器，释放制冷剂的热量，使高温高压气态制冷剂凝结为中温中压液态制冷剂，由冷凝器输出管道送至膨胀阀，经膨胀阀的节流降压作用后，低温低压液态制冷剂进入室内蒸发器吸热降温，鼓风机风扇将室内空气吹向蒸发器，被冷却后的冷空气通过风道送至车内各个出风口，经蒸发器吸热汽化后的低温低压气态制冷剂又返回至压缩机内，然后压缩机再将气态制冷剂送至冷凝器，这样往复不断地进行制冷剂的液化和汽化过程，最终使室内空气温度降低。
- (c). 电气控制系统是空调系统的控制核心，通过检测室外空气的温度、制冷剂压力状态，控制压缩机启动和停止。

3. 电气控制系统



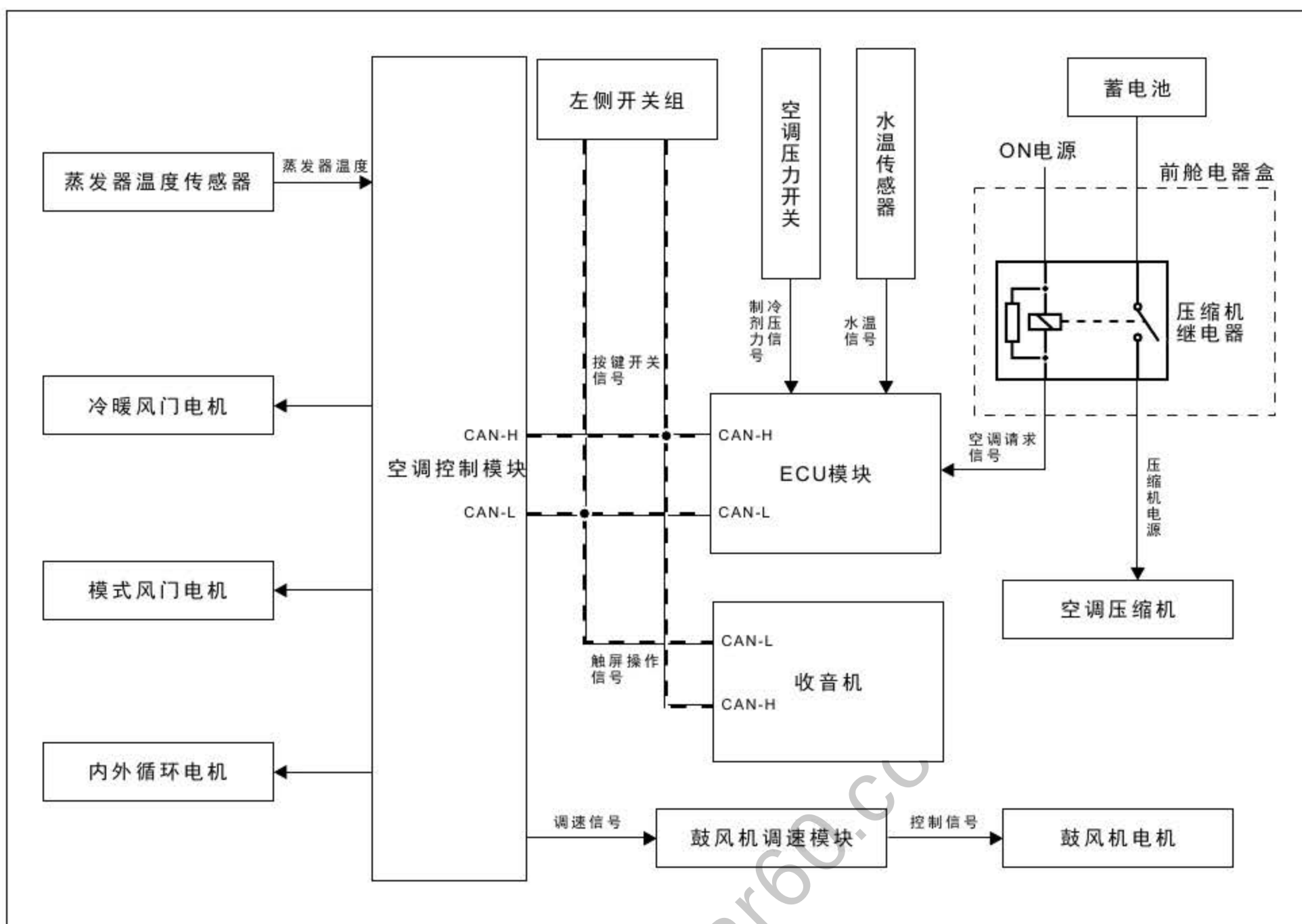
(a). 说明:

- 空调系统具有制冷、制热、通风换气和除霜功能。
- 空调控制系统主要由空调控制模块、ECU 模块、空调压缩机、鼓风机、调速模块和各类传感器及开关等组成。
- 通过操作液晶显示屏或左 / 右侧开关组上的空调按键开关信号，控制压缩机、鼓风机和各个风门电机正常运行与停止。

(b). 工作原理:

- 空调控制系统是以空调控制模块为核心，通过空调面板操作完成空调制冷、制热、通风换气和除霜等功能。
- 外围元器件如开关、传感器等采集空调工作信号送至空调控制模块，空调控制模块控制空调压缩机的运转与停止、鼓风机的转速大小、出风模式、后除霜等。每个系统具体工作原理参见下文。

4. 制冷控制



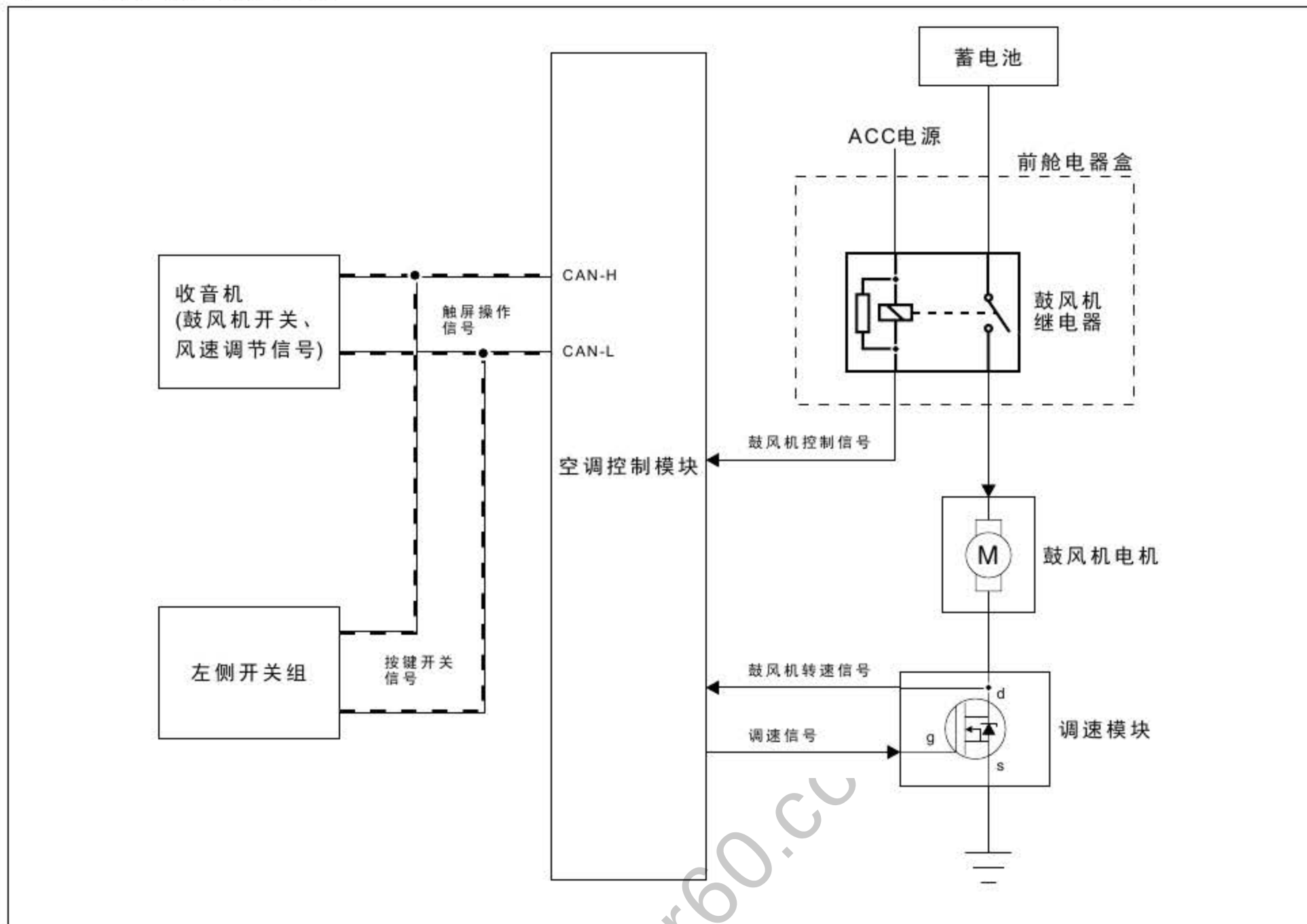
(a). 压缩机控制:

- 空调压缩机的工作条件: 鼓风机电机处于运转状态、温度选择挡位在 1~15 挡、A/C 开关开启、打开空调开关按键 OFF、发动机正常运转等。
- 电源状态为“ON”挡位时, 按下空调面板 A/C 开关按键, 该按键信号通过 CAN 通信线路送至空调控制模块。当室外温度传感器检测到的室外温度大于 -1°C 、蒸发器温度传感器检测到的蒸发器温度大于 8°C 、且空调高低压管路压力正常时, 空调控制模块发送压缩机请求信号到空调压缩机, 压缩机开始运转。
- 空调压缩机根据温度选择所处挡位、蒸发器表面温度, 对压缩机转速进行控制。挡位越低, 压缩机转速越大。蒸发器温度越低, 压缩机转速越小。

(b). 压缩机保护:

- 当蒸发器温度低于 3°C 时, 压缩机停止运转, 防止蒸发器结霜, 蒸发器温度高于 8°C 时压缩机恢复正常运转。
- 当空调系统高压管路压力高于 3.2MPa 或低于 0.16MPa , 压缩机停止运转, 以防止制冷管路堵塞或泄漏。
- 若在起动发动机前使压缩机电磁离合器闭合, 则在发动机起动完成 3.5s 后方能再次开启压缩机。
- 当发动机处于高负荷状态时 (如节气门开度过大、转速过高或冷却液温度过高等), 压缩机停止运转, 以确保发动机输出。

5. 鼓风机电机控制



(a). 系统说明

- 空调出风量大小是通过调节鼓风机风扇转速实现，鼓风机总成由鼓风机电机和鼠笼式风扇组成。
- 鼓风机控制系统组成：
鼓风机保险丝及继电器、鼓风机、调速模块、空调控制模块等。
- 鼓风机风扇沿如下路线吹送空气：蒸发器芯→加热器芯→乘员舱。

(b). 鼓风机转速控制

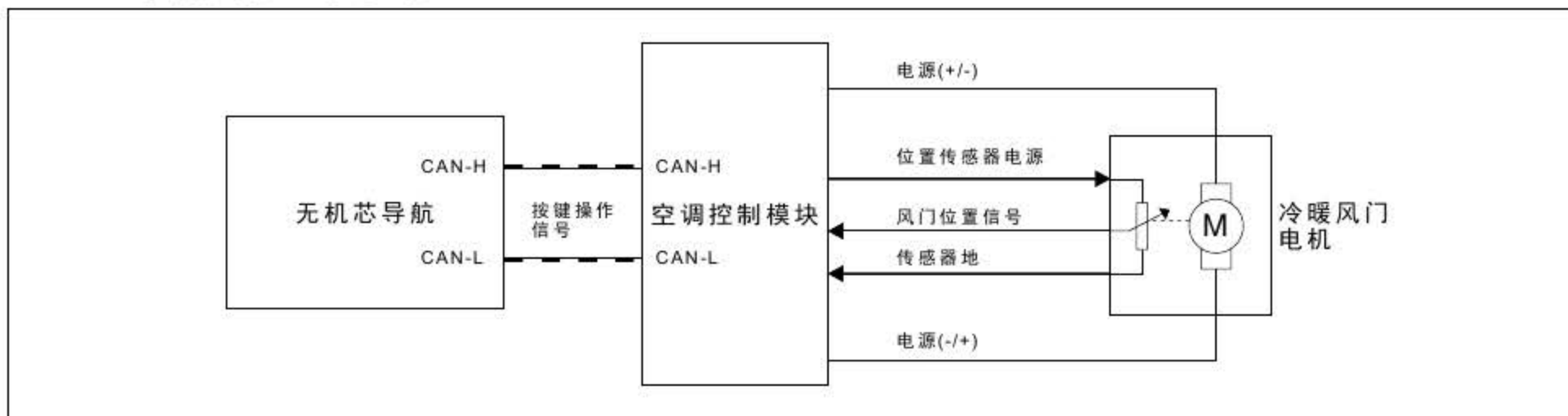
- 电源状态为“ON”挡位时，鼓风机继电器触点闭合，鼓风机低速运转。
- 操作空调面板或液晶显示屏鼓风机风速按键 ，按键信号通过 CAN 通信线路送至空调控制模块，空调控制模块发出调速信号电压给调速模块的栅极，控制脉冲占空比，改变鼓风机转速，同时调速模块的源极另一路输出信号电压反馈至空调控制模块，更加稳定平滑调节风速。
- 鼓风机风量共有 7 挡，其中 1 挡是风量最小挡，7 挡是风量最大挡，各风挡对应的鼓风机电压如下表所示：

鼓风机挡位	鼓风机电压 (V)	电压误差 (V)	备注
1 挡	3.8	±0.2	
2 挡	5.5	±0.2	
3 挡	6.5	±0.2	
4 挡	7.5	±0.2	



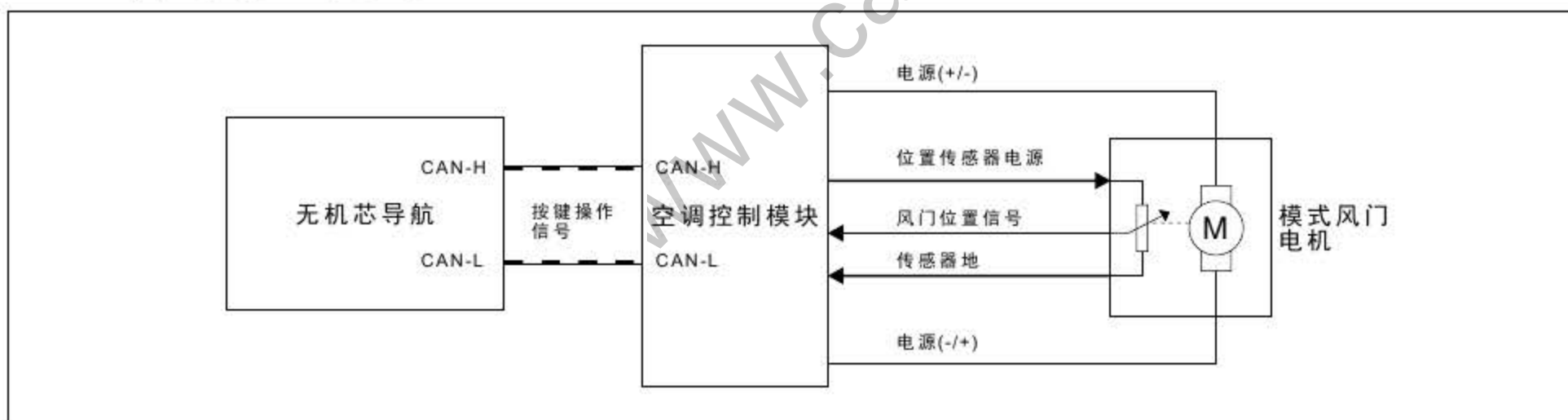
鼓风机挡位	鼓风机电压 (V)	电压误差 (V)	备注
5 挡	8.5	± 0.2	
6 挡	10.5	± 0.2	
7 挡	蓄电池电压	-	

6. 冷暖风门电机控制



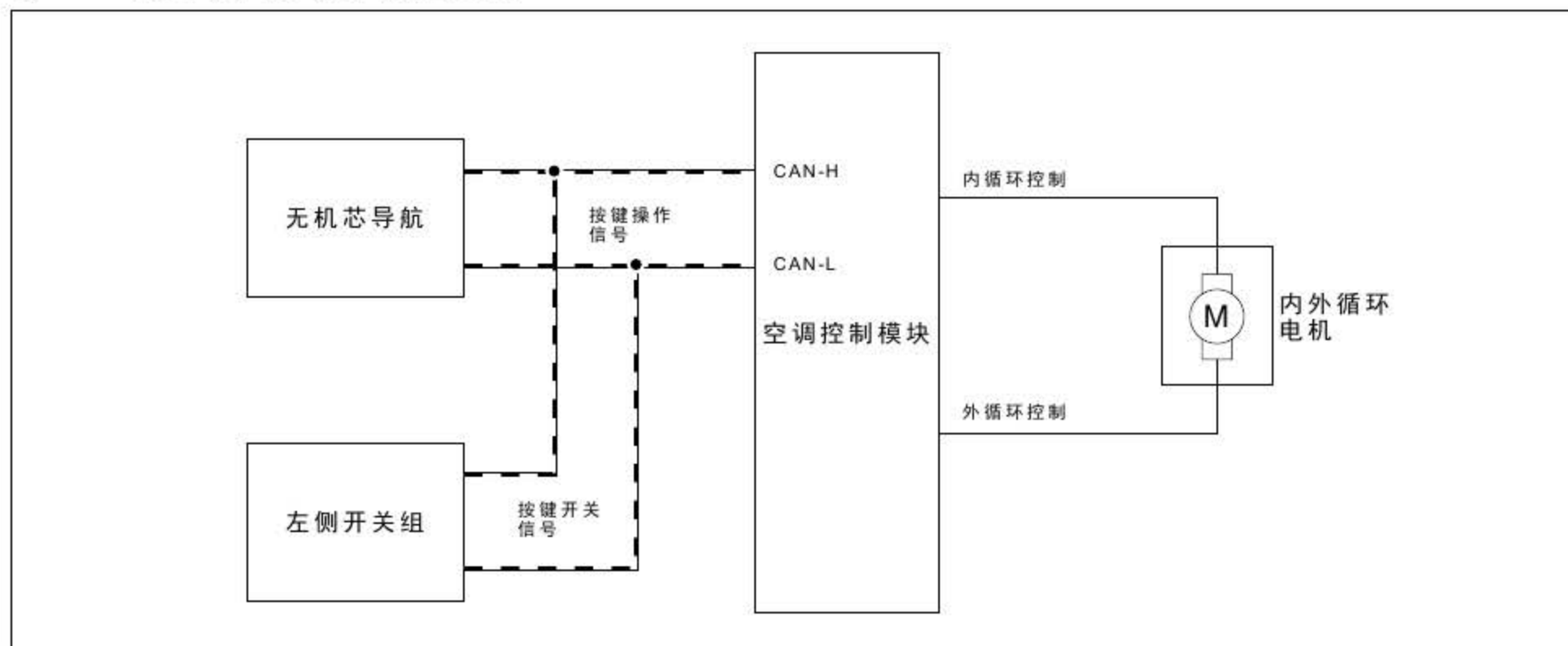
- (a). 操作液晶显示屏温度调节图标 $\pm$ (温度范围 $18^{\circ}\text{C} \sim 32^{\circ}\text{C}$), 空调控制模块控制冷暖风门电机运转, 冷暖风门位置在冷风与暖风风门之间转换, 冷风风门打开时, 暖风风门关闭, 反之暖风风门打开, 实现向车内吹送冷风与暖风切换。
- (b). 空调控制模块驱动冷暖风门电机正转或反转, 它和电机内集成的位置开关相结合, 根据用户手动设定温度高低, 驱动冷暖风门电机打开冷风风门或打开暖风风门。

7. 模式风门电机控制



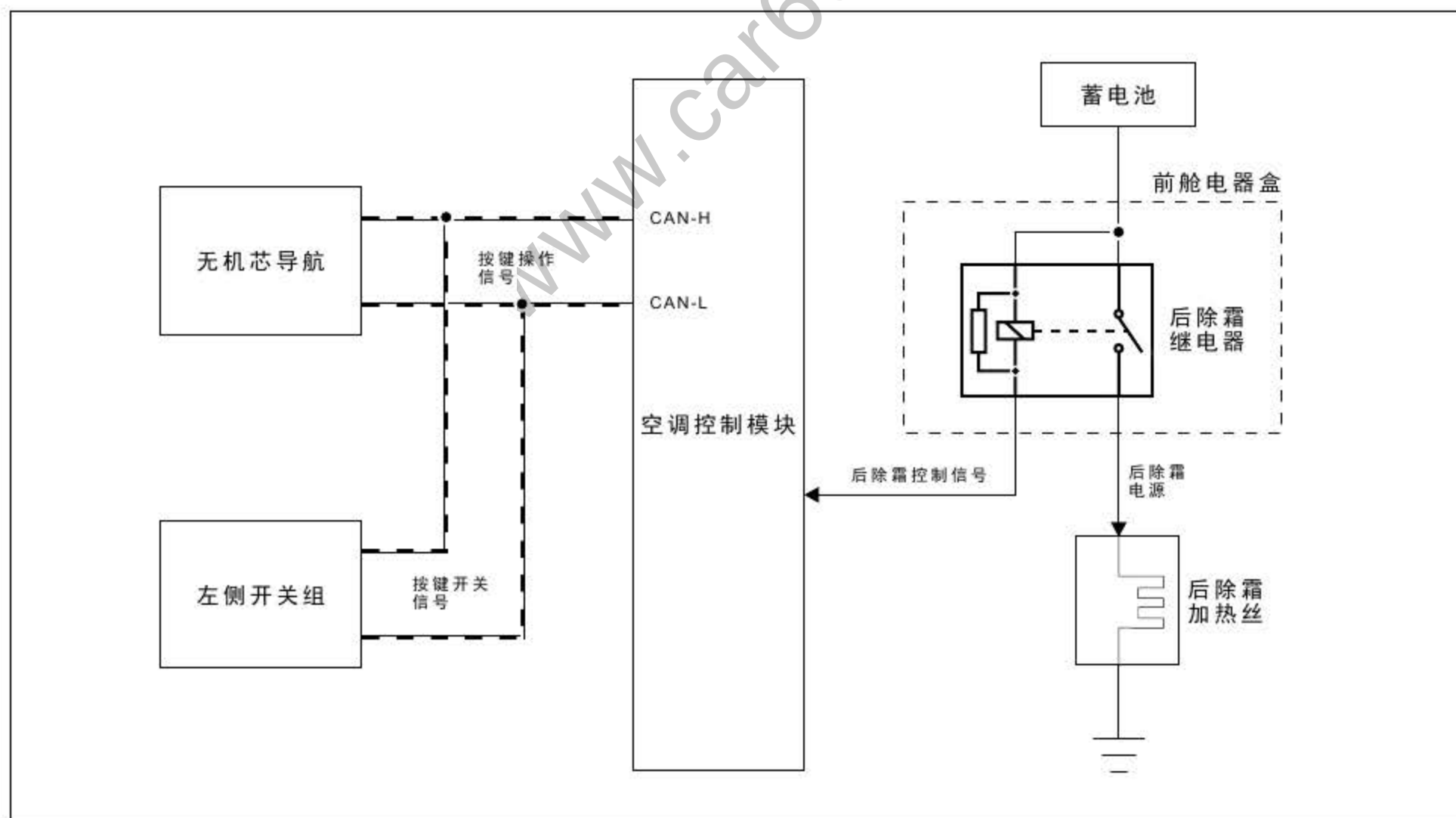
- (a). 空调系统中吹风模式调节的功能, 可在吹面 、吹面\吹脚 、吹脚 、和吹脚\除霜  四种模式间进行转换。
- (b). 操作空调面板或液晶显示屏四组吹风模式按键, 可以切换至四种不同吹风模式, 空调控制模块控制模式风门电机运转, 电机带动风门挡板移动至预定风门位置停止。
- (c). 空调控制模块驱动模式风门电机正转或反转, 它和电机内集成的位置开关相结合, 在相应的风门控制位置电机停止旋转。同时电机内集成有位置传感器, 它检测模式电机位置, 空调控制模块根据此信号对电机进行正转或反转控制。

8. 内外循环风门电机控制



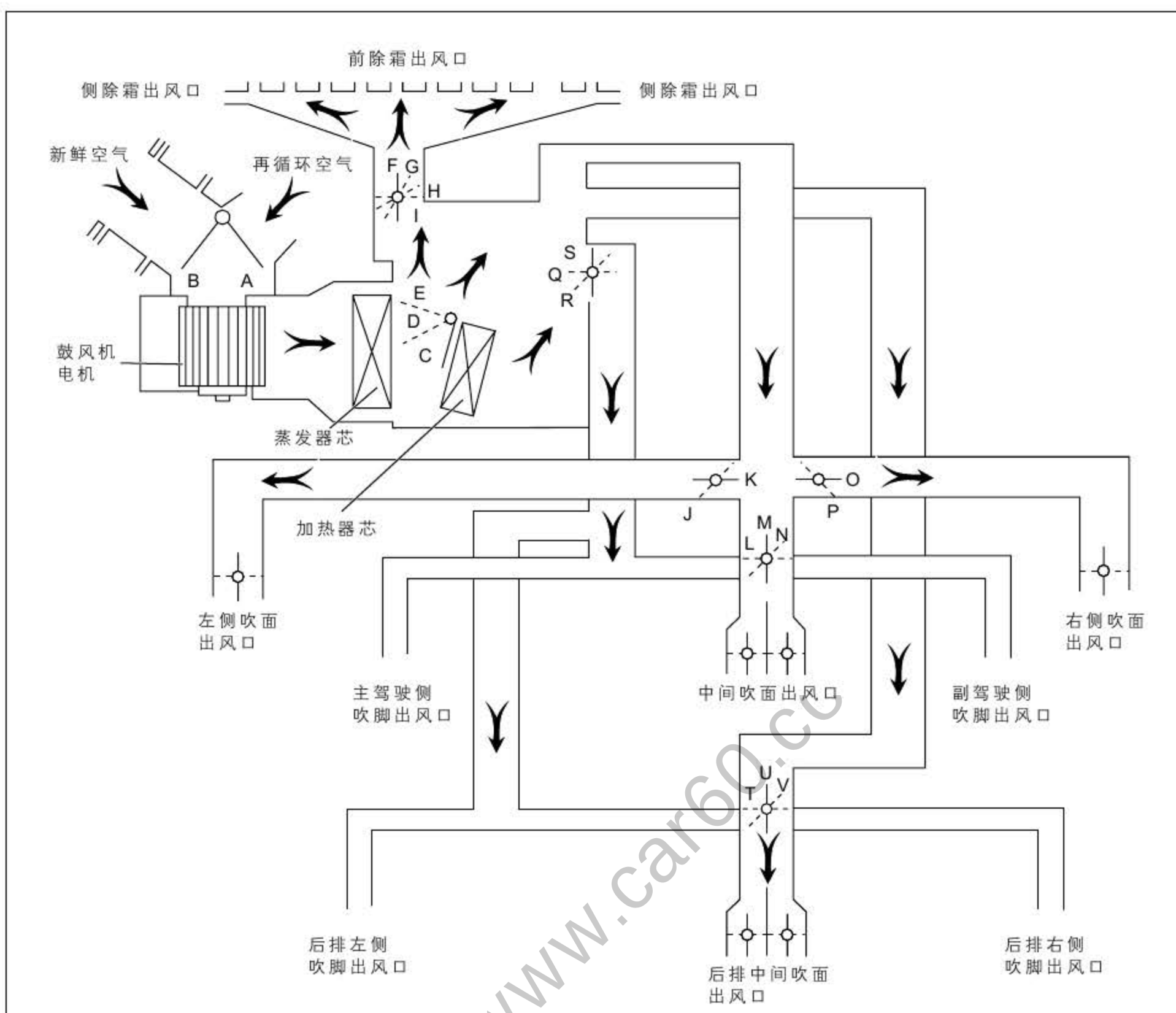
- 操作液晶显示屏或空调面板内循环按键或外循环按键, 空调控制模块通过 CAN 总线接收此按键信号后控制内外循环电机运转, 内外循环风门位置发生变化。
- 空调控制模块驱动内外循环电机正转或反转, 它和电机内集成的位置开关相结合, 在相应的内循环 / 外循环位置电机停止旋转。
- 手动触控内循环图标, 空调系统进入内循环模式, 然后触控外循环图标, 空调系统则进入外循环模式。

9. 后除霜控制



- 在任意状态下, 按下空调面板除霜按键, 系统即在除霜状态下工作。
- 空调控制模块接收到由 CAN 通信线路输入的除霜信号, 然后控制前舱电器盒中后除霜继电器闭合, 后风窗除霜加热器进入除霜工作, 后除霜加热工作 15min 后自动关闭, 除霜加热器电源由蓄电池电源供给。
- 后除霜加热器结构是一组电阻丝构成的加热器, 分布于后风挡玻璃表面。

10. 空调进风口及出风口控制

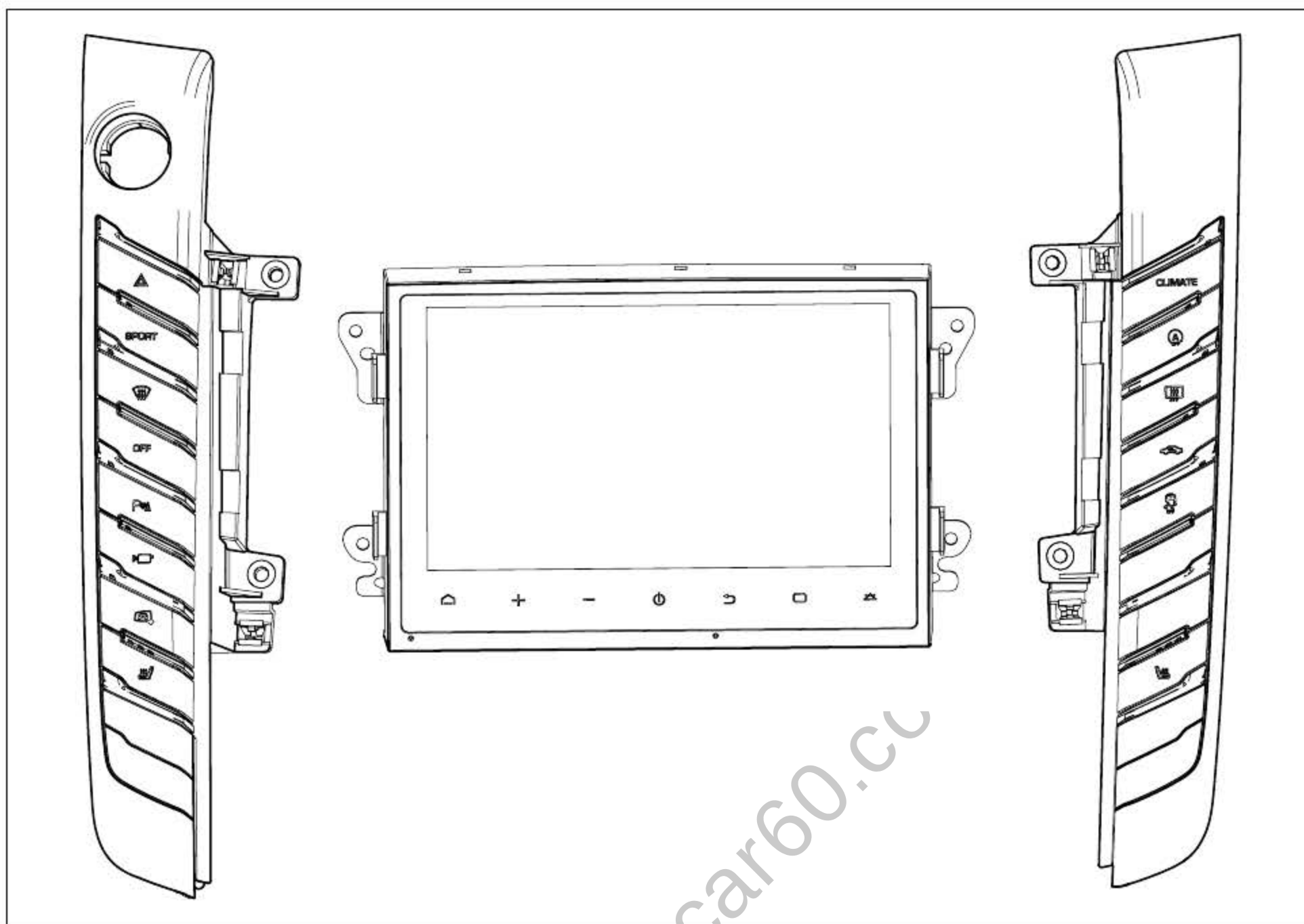


风门控制	工作位置	风挡位置	操作
进风风门	外循环	B	带进新鲜空气
	内循环	A	再循环内部空气
冷暖混合风门	最大制冷到最大制热	C - D - E	改变冷风、热风的混合比例

前模式风门	DEF (除霜)	F、J、L、P、S	空气从前除霜出风口、侧除霜出风口吹出
	FACE (吹面)	I、K、M、O、S	空气从中间吹面出风口和侧吹面出风口吹出
	FACE/FOOT (吹面 / 吹脚)	I、K、N、O、R	空气从中间吹面出风口、侧吹面出风口和吹脚出风口吹出
	FOOT (吹脚)	H、J、L、P、Q	空气从吹脚出风口吹出
	FOOT / DEF (吹脚 / 除霜)	G、J、L、P、Q	空气从前除霜出风口、侧除霜出风口、吹脚出风口吹出
后空调模式风门	FACE (吹面)	I、U	空气从后排中间吹面出风口吹出
	FACE/FOOT (吹面 / 吹脚)	I、R、U	空气从后排中间吹面出风口和后排吹脚出风口吹出

系统说明 (自动空调)

1. 开关名称和功能



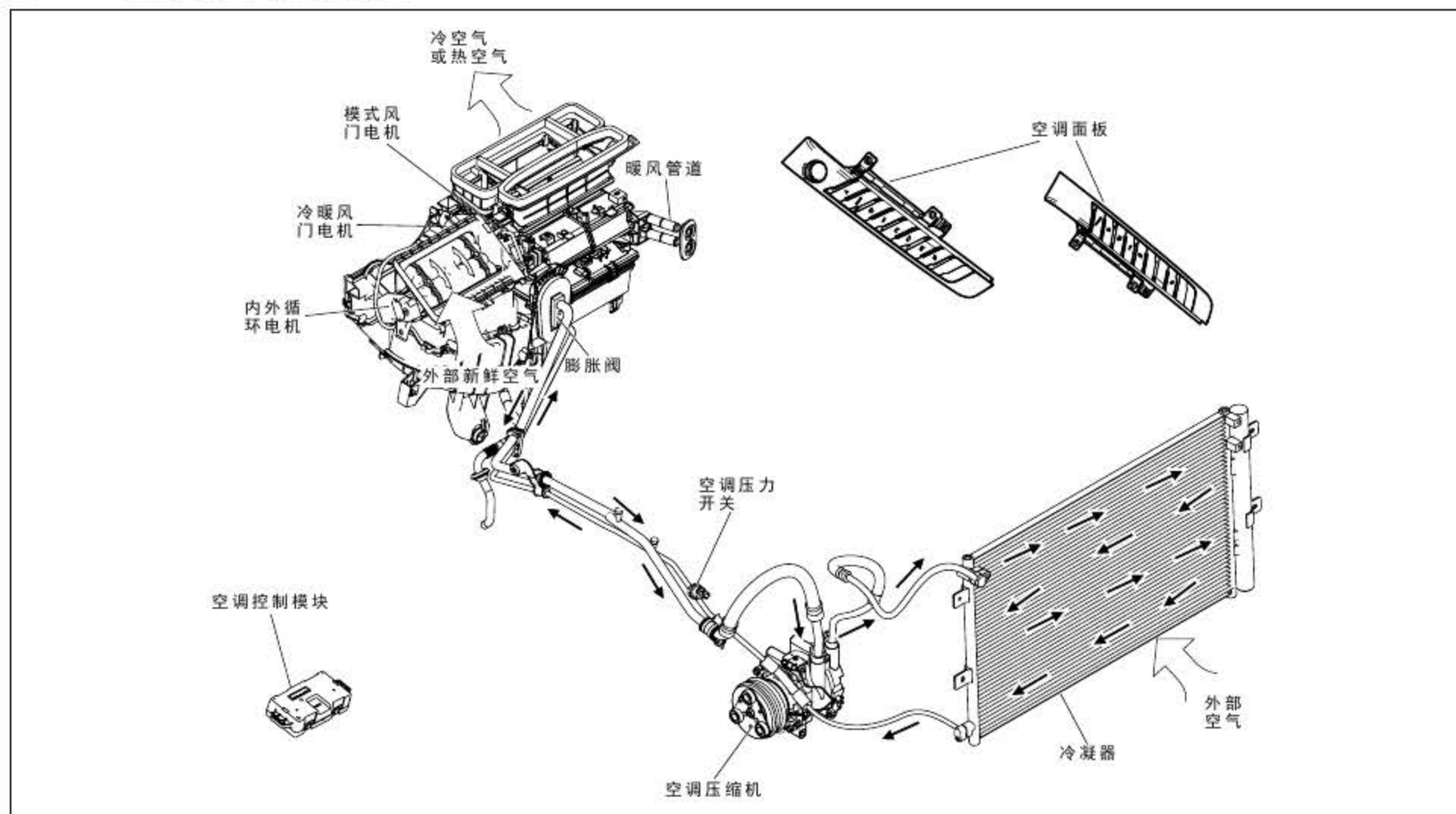
图标	名称	功能
A/C	A/C 图标	开启 / 关闭压缩机
AUTO	AUTO 图标	开启自动空调
MODE	出风模式按键	空调出风模式切换
DUAL	DUAL 图标	开启 / 关闭双区模式
	吹面 / 除霜图标	吹面 / 除霜出风模式
	后除霜按键或图标	开启 / 关闭后除霜

图标	名称	功能
	前除霜按键或图标	开启 / 关闭前除霜
	风速调节图标	改变鼓风机风量大小
OFF	OFF 按键或图标	开启 / 关闭空调
REAR OFF	REAR OFF 图标	关闭后空调
	内循环按键或图标	开启内循环模式
	外循环图标	开启外循环模式

i 提示:

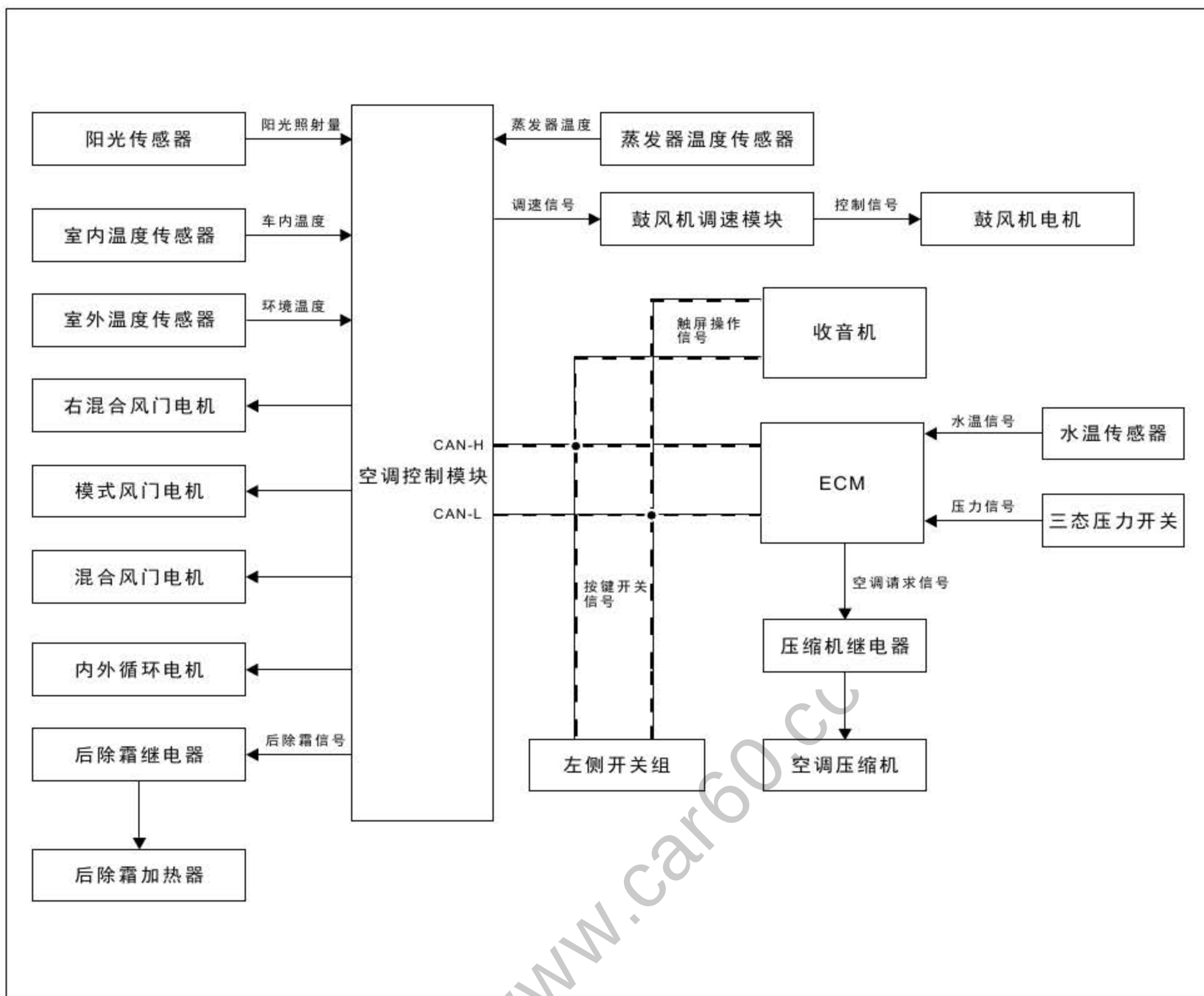
自动空调操作功能集成于液晶显示屏内, 采用手动触控方式, 操作自动空调其他功能需进入液晶显示屏空调界面, 如鼓风机风速、车内温度设置、出风模式等调节, 且自动空调只装配于高配车辆上。

2. 制冷循环系统原理



- (a). 空调制冷循环系统是由压缩机、冷凝器、膨胀阀和蒸发器四大部件组成，通过高、低压金属管道依次相互连接成密封循环系统，相关辅助部件如冷却风扇、鼓风机电机、储液罐、通风管道和风门执行机构配合工作。
- (b). 空调制冷工作时，压缩机吸入并压缩低温低压制冷剂蒸气为高温高压气态制冷剂后送至冷凝器，室外空气在冷却风扇的作用下冷却冷凝器，释放制冷剂的热量，使高温高压气态制冷剂凝结为中温中压液态制冷剂，由冷凝器输出管道送至膨胀阀，经膨胀阀的节流降压作用后，低温低压液态制冷剂进入室内蒸发器吸热降温，鼓风机风扇将室内空气吹向蒸发器，被冷却后的冷空气通过风道送至车内各个出风口，经蒸发器吸热汽化后的低温低压气态制冷剂又返回至压缩机内，然后压缩机再将气态制冷剂送至冷凝器，这样往复不断地进行制冷剂的液化和汽化过程，最终使室内空气温度降低。
- (c). 电气控制系统是空调系统的控制核心，通过检测室外空气的温度、室内空气的温度高低、制冷剂压力状态、蒸发器表面的温度等，自动控制压缩机启动和停止、各个风门电机的位置状态。

3. 电气控制系统



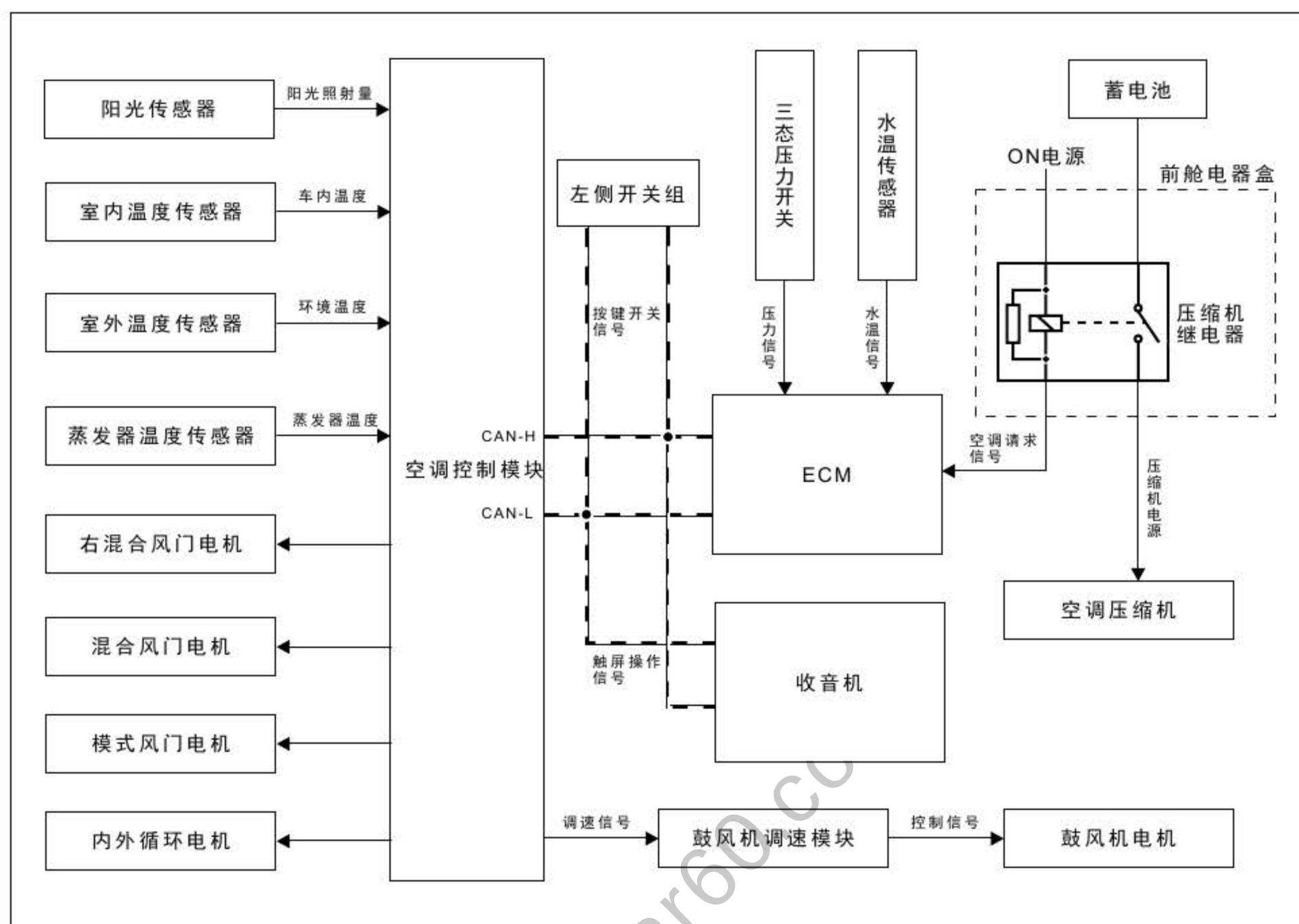
(a). 说明:

- 自调空调系统包含电动空调的制冷、制热、通风换气和除霜功能，同时新增加了自诊断检测、状态记忆等功能。
- 自调空调控制系统主要由空调控制模块、空调压缩机、鼓风机、调速模块、ECU 模块液晶显示屏、模式风门电机、冷暖风门电机、内外循环电机和各类传感器及开关等组成。

(b). 工作原理:

- 空调控制模块通过采集所有传感器的数据及用户设定的温度数据，和系统预先存储的数据相比较，从而进行制冷或制热控制。并自动对车内温度、鼓风机转速、进气、空气流动方式和空调压缩机进行控制，使车内温度保持在恒定范围。每个系统功能具体的工作原理参见下文。
- 采集的传感器数据包括日照度 (阳光传感器)、蒸发器温度 (蒸发器温度传感器)、车内温度 (室内温度传感器)、车外温度 (室外温度传感器)、暖风管路温度 (水温传感器) 等。
- 空调温度在 18~32℃ 可调，当温度设定为 18℃ (LO) 时为最大制冷模式，当温度设定为 32℃ (HI) 时，为最大制热模式，系统默认温度为 22℃。

4. 制冷控制



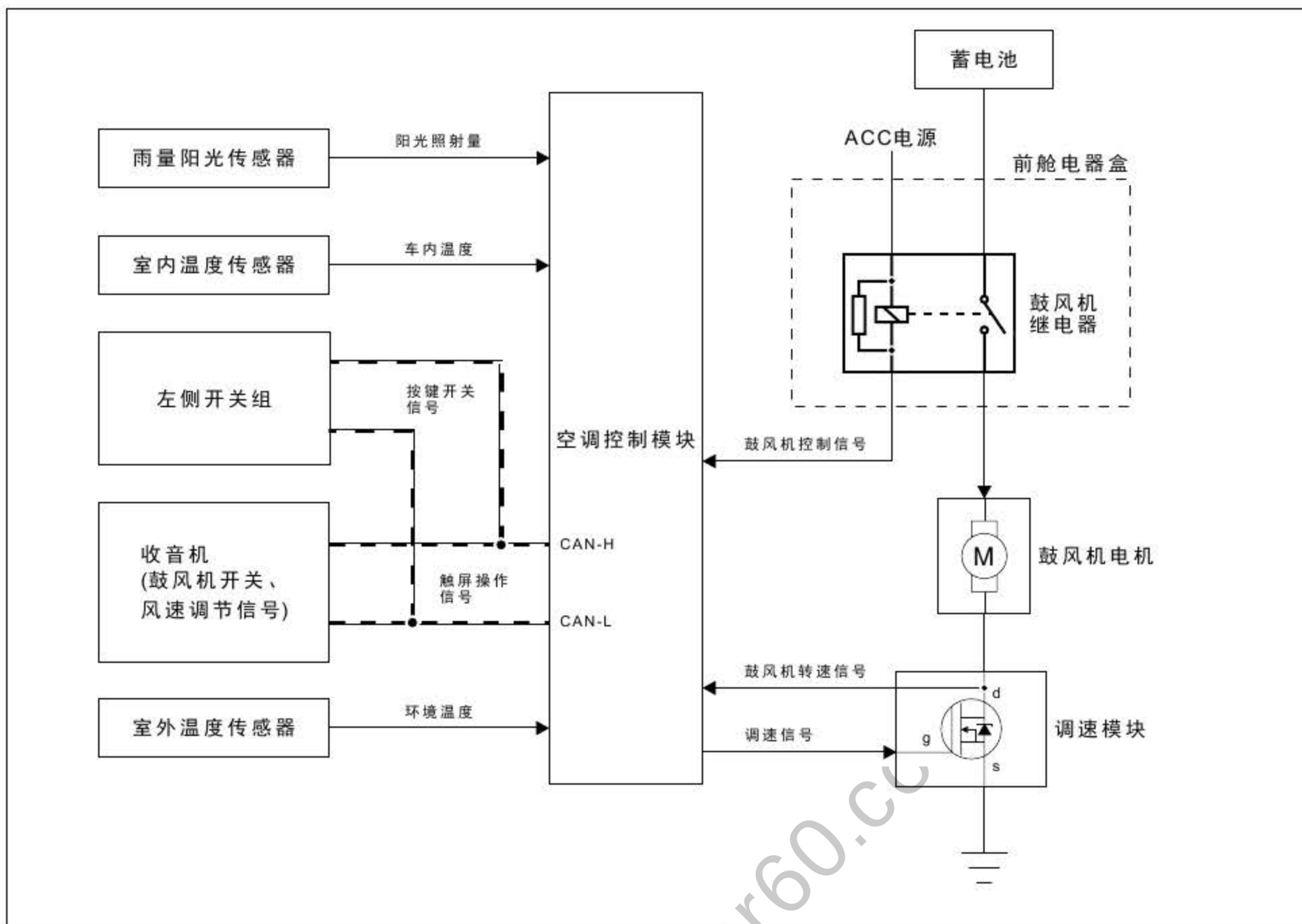
(a). 压缩机控制:

- 空调压缩机的工作条件: 鼓风机电机处于运转状态、温度选择挡位在 1~15 挡、A/C 开关开启、打开空调开关按键 OFF、发动机正常运转等。
- 电源状态为“ON”挡位时, 按下液晶显示屏“AUTO”图标或按键, 该按键信号通过 CAN 通信线路送至空调控制模块, 空调进入自动模式。
- 在自动模式下, 空调控制模块根据输入的传感器信号及设定的温度, 若满足压缩机起动条件则向发动机 ECM 发出压缩机请求信号, 当输入发动机 ECM 的各传感器信号 (制冷剂压力、节气门开度、冷却液温度等) 满足压缩机工作条件时, 则压缩机电磁离合器吸合, 压缩机起动。
- 在自动模式下, 当按下空调 A/C 开关图标, 则空调系统将切换至手动模式。
- 在制冷系统停止状态时, 按下空调 A/C 开关图标, 则空调压缩机启动运转。

(b). 压缩机保护:

- 当蒸发器温度低于 3℃ 时, 压缩机停止运转, 防止蒸发器结霜, 蒸发器温度高于 8℃ 时压缩机恢复正常运转。
- 当室外大气温度低于 -3℃ 时, 压缩机停止运转, 防止压缩机在过冷的环境下而损坏压缩机, 室外大气温度高于 -1℃ 时, 压缩机可以正常运转。
- 当空调系统高压管路压力高于 3.14MPa 或低于 0.196MPa, 压缩机停止运转, 以防止制冷管路堵塞或泄漏。
- 若在起动发动机前使压缩机电磁离合器闭合, 则在发动机起动完成 3.5s 后方能再次开启压缩机。
- 当发动机处于高负荷状态时 (如节气门开度过大、转速过高或冷却液温度过高等), 压缩机停止运转, 以确保发动机输出。

5. 鼓风机电机控制



(a). 系统说明:

• 鼓风机控制系统组成:

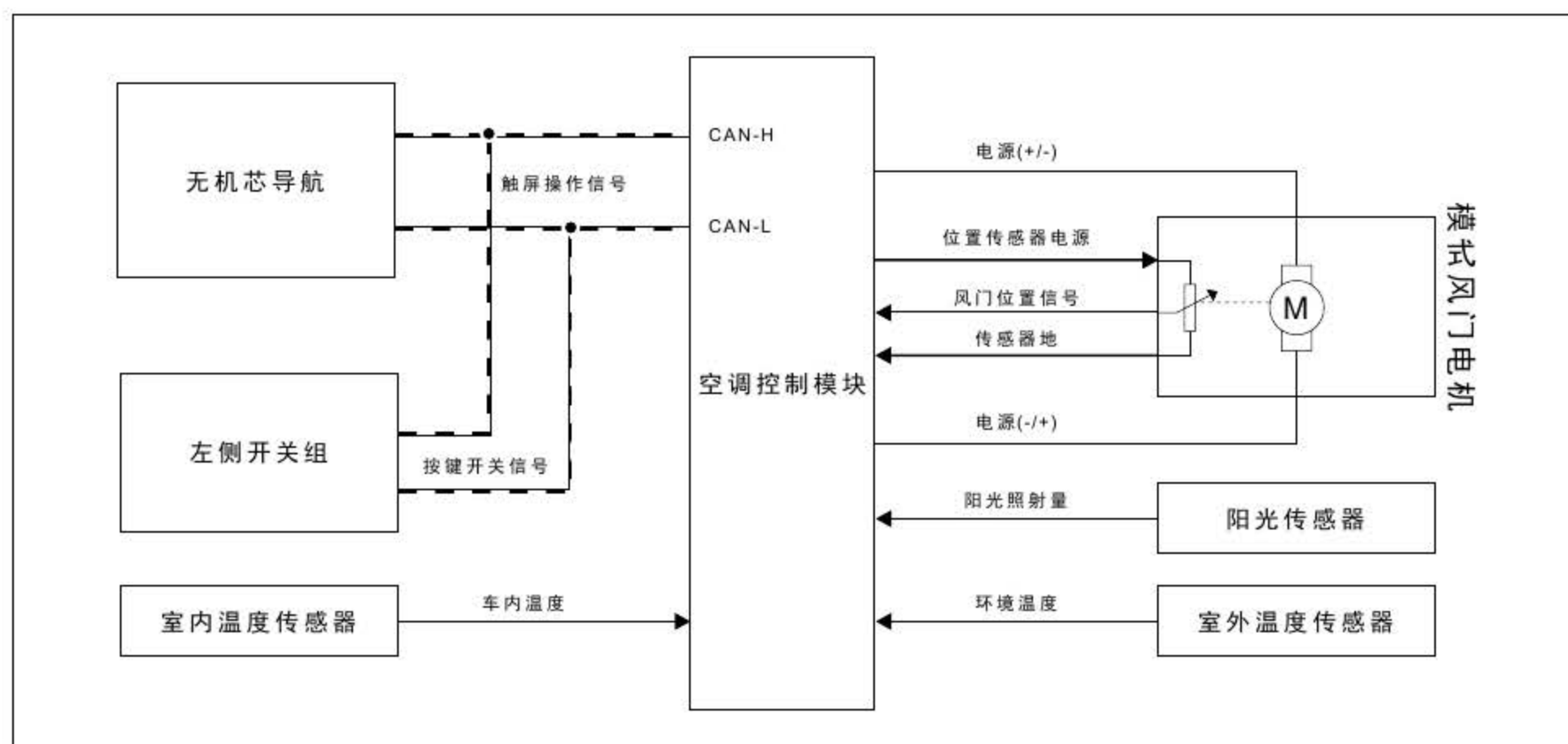
鼓风机保险丝及继电器、鼓风机、调速模块、液晶显示屏、空调控制模块、室外温度传感器和室内温度传感器等。

• 鼓风机风扇沿如下路线吹送空气: 蒸发器芯→加热器芯→乘员舱。

(b). 鼓风机转速控制:

- 电源状态为“ACC”或“ON”挡位时, 鼓风机继电器触点闭合, 鼓风机运转。
- 在自动空调模式下, 鼓风机风量由空调控制模块自动控制缓慢上升或下降。若在自动模式下, 手动调节出风口风量则进入手动风量控制, 其他控制维持原状。
- 操作液晶显示屏上鼓风机风速图标 +/-, 按键信号通过 CAN 通信线路送至空调控制模块, 空调控制模块发出调速信号电压给调速模块的栅极, 调速模块的源极输出可变控制信号电流, 改变鼓风机转速, 同时调速模块的源极另一路输出信号电压反馈至空调控制模块, 更加稳定平滑调节风速。
- 在手动模式下, 调速模块可手动调节鼓风机转速 +/-。鼓风机转速共 1~7 挡可调。
- 当空调处于自动控制时, 在最大制冷与最大制热模式下, 鼓风机按最大风量运行。

6. 模式风门电机控制



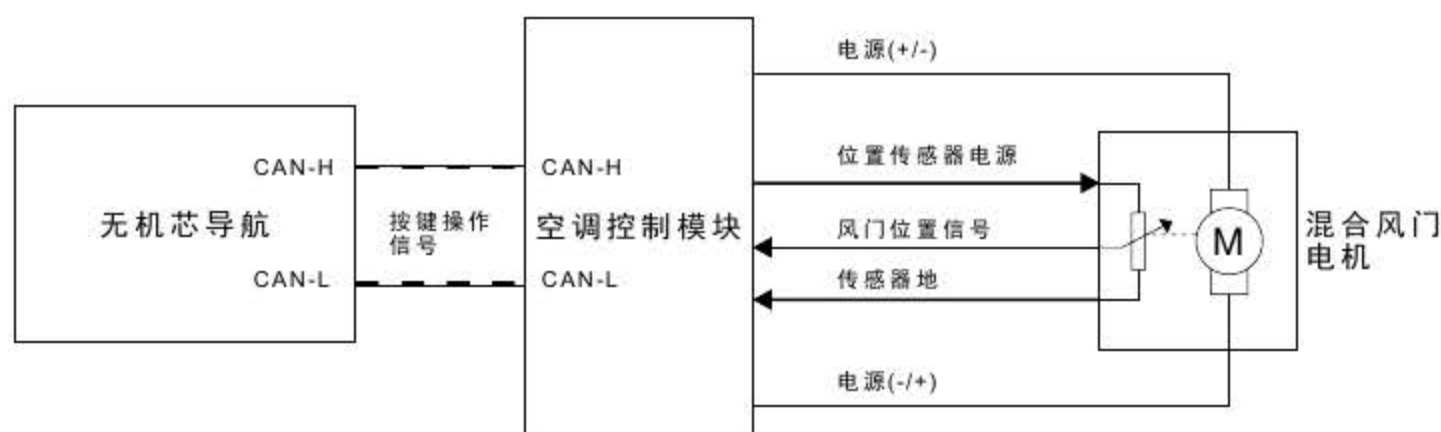
- (a). 模式风门电机为直流电机，它可手动也可自动控制。
- (b). 自动控制时，系统结合输入的传感器信号及设定的温度，按照预先设定的出风模式进行控制，空调控制模块驱动控制风门电机正转或反转，它和电机内集成的位置开关相结合，在相应的风门控制位置电机停止旋转。同时电机内集成有位置传感器，它检测模式电机位置，空调控制模块根据此信号对电机进行正转或反转控制。
- (c). 模式风门电机与出风模式之间的对应关系如下：

空气分配模式	模式风门电机电压 (V)	电压误差 (V)	备注
吹面模式	4	± 0.1	
吹面和吹脚模式	3.4	± 0.1	
吹脚模式	2.63	± 0.1	
吹脚和除霜模式	1.9	± 0.1	

- (d). 夏季，空调处于制冷降温状态时，出风模式处在吹面位置；冬季，空调处于制热状态时，随着温度的升高，出风模式处在由前风窗除霜位置至吹脚位置的过程。
- (e). 冬季，发动机水温低于 49°C 时，为防止冷风吹面和吹脚，出风模式处在前风窗除霜位置吹风。
- (f). 按下“**AUTO**”按键时，空调出风状态为自动模式，当空调控制模块接收到出风模式 **MODE** 信号时，空调出风模式依次为吹面→吹面和吹脚→吹脚→吹脚和除霜→吹面，并且在 1min 内最多只允许切换一次出门模式，再次按下出风模式 **MODE** 按键时，空调退出自动模式。
- (g). 在车内热量过剩时（制冷模式下），优先开启“吹面”模式。当车内热量严重不足时（制热模式下），优先开启“吹脚”模块。

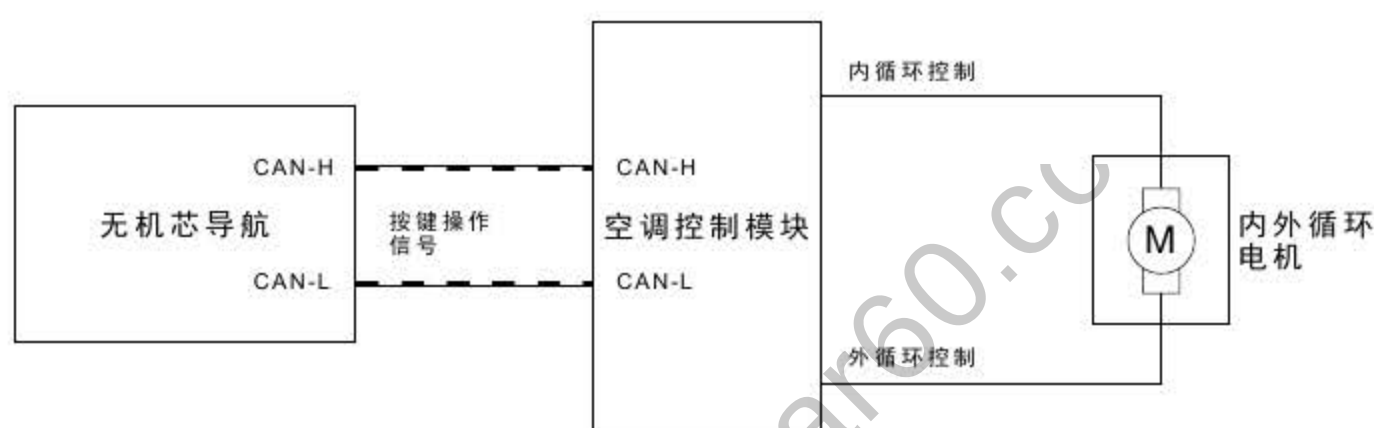
特殊	冷风保护	最大制冷	最大制热
模式电机位置	除霜	吹面	吹脚

7. 冷暖风门电机控制



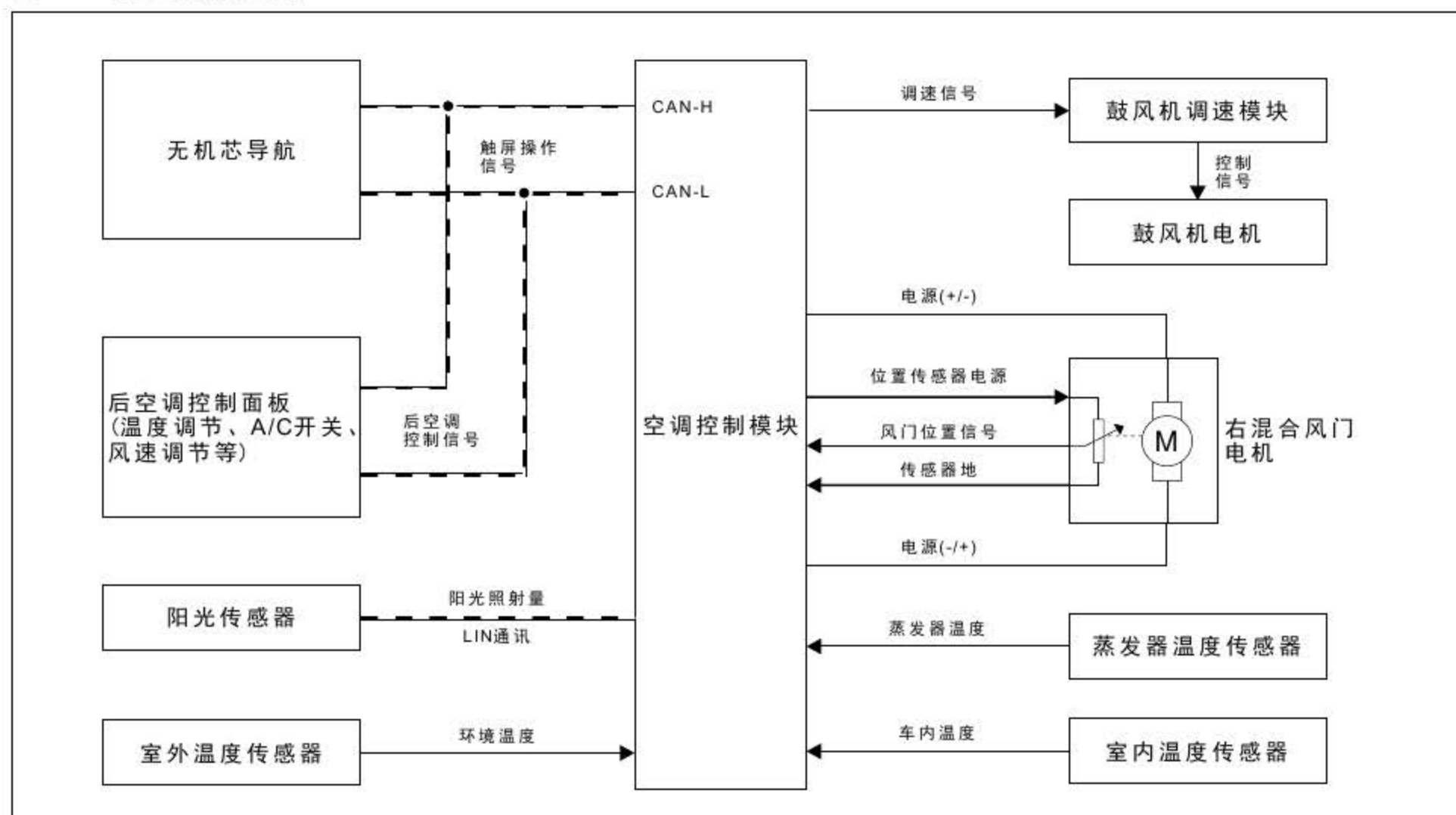
- (a). 混合风门电机为直流电机，不能手动控制，空调控制模块根据各传感器的输入及设定的温度信号自动控制混合风门电机的开度。
- (b). 空调控制模块驱动混合风门电机正转或反转，它和电机内集成的位置开关相结合，根据用户手动设定温度高低，驱动冷暖风门电机打开冷风风门或打开暖风风门。

8. 内外循环风门电机控制



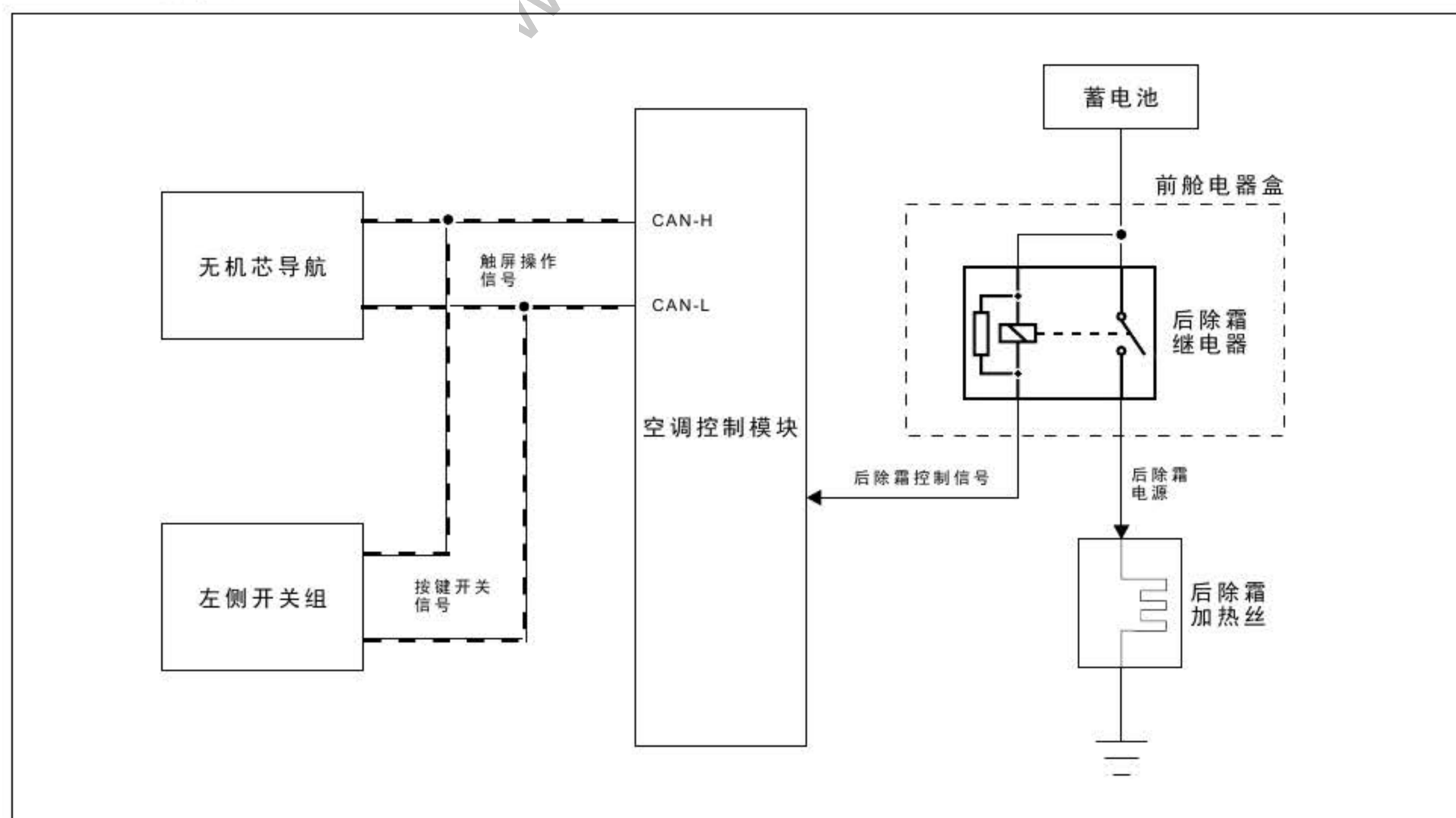
- (a). 按下“**AUTO**”按键时，空调内外循环状态为自动模式。
- (b). 自动模式下，触控液晶显示屏内循环图标或外循环图标，则空调内外循环状态变为手动模式。
- (c). 系统处于外循环模式时，触控液晶显示屏内循环图标，则空调系统进入内循环模式；系统处于内循环模式时，触控液晶显示屏外循环图标，则空调系统进入外循环模式。
- (d). 空调控制模块驱动内外循环电机正转或反转，它和电机内集成的位置开关相结合，在相应的内循环 / 外循环位置电机停止旋转。
- (e). 进气状态为自动且进气模式为内循环时，内循环持续运行 **15min** 后需切换至外循环 **1min**，再回到内循环。换气过程中，控制器发出的进气模式跟实际的内外循环状态保持一致。

9. 后空调控制



- (a). 为丰富乘客的多元化需求，车辆也增添了后排空调功能，通过 MP5 液晶显示屏触屏或后空调控制面板操作，可以完成后空调风速、温度和出风模式等功能的设置。
- (b). 打开后空调开关，调节后空调风速旋钮，后风速信号通过 CAN 通信线送至空调控制模块，空调控制模块控制流过鼓风机调速模块电流大小，改变鼓风机电机转速。
- (c). 按下后空调 A/C 开关，空调控制模块通过 CAN 通信线接收并发送后空调 A/C 开关信号至发动机 ECU 模块，发动机 ECU 模块控制空调压缩机启动运转，同时空调控制模块控制右混合风门转动至合适位置。

10. 后除霜控制



- (a). 在任意状态下, 按下空调面板后除霜按键, 系统即在除霜状态下工作。
- (b). 空调控制模块接收到由 CAN 通信线路输入的除霜信号, 然后控制前舱电器盒中后除霜继电器闭合, 后风窗除霜加热器进入除霜工作, 后除霜加热工作 15min 后自动关闭, 除霜加热器电源由蓄电池电源供给。
- (c). 后除霜加热器结构是一组电阻丝构成的加热器, 分布于后风挡玻璃表面。

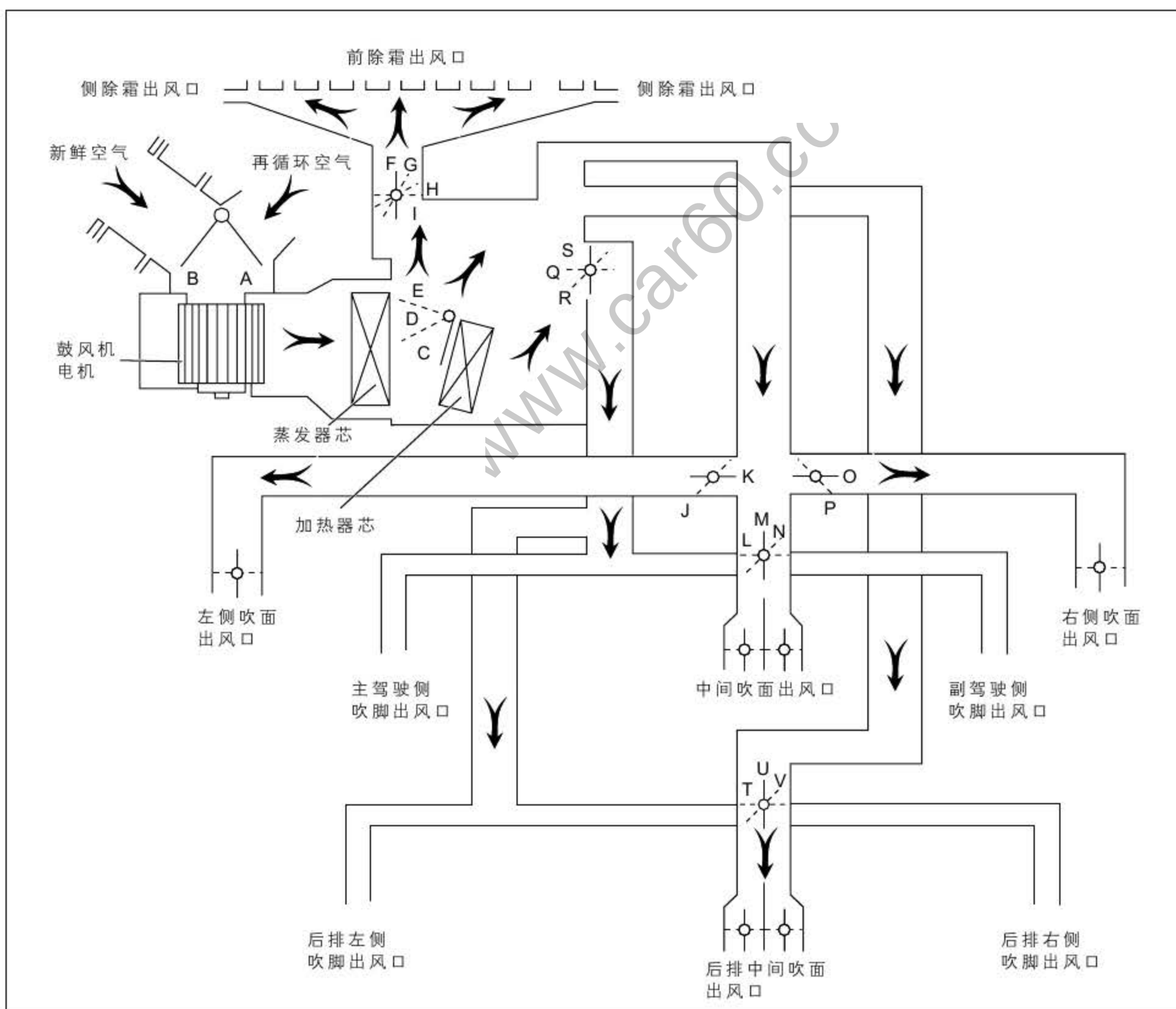
11. 自诊断及记忆功能

- (a). 空调控制模块内部有自诊断电路。当诊断电路检测到的数据和系统预先设定的数据不符合时, 会在空调控制模块内的存储器中储存故障代码。
- (b). 空调开启后, 系统运行过程中的各参数会存储在空调控制模块内的 EEPROM 存储器中。当空调关闭或断电后再开启, 系统会按预先存储的状态参数进行控制, 除后除霜状态不可恢复。

提示:

断开蓄电池负极电缆, 会清除空调系统内预先设定的数据。

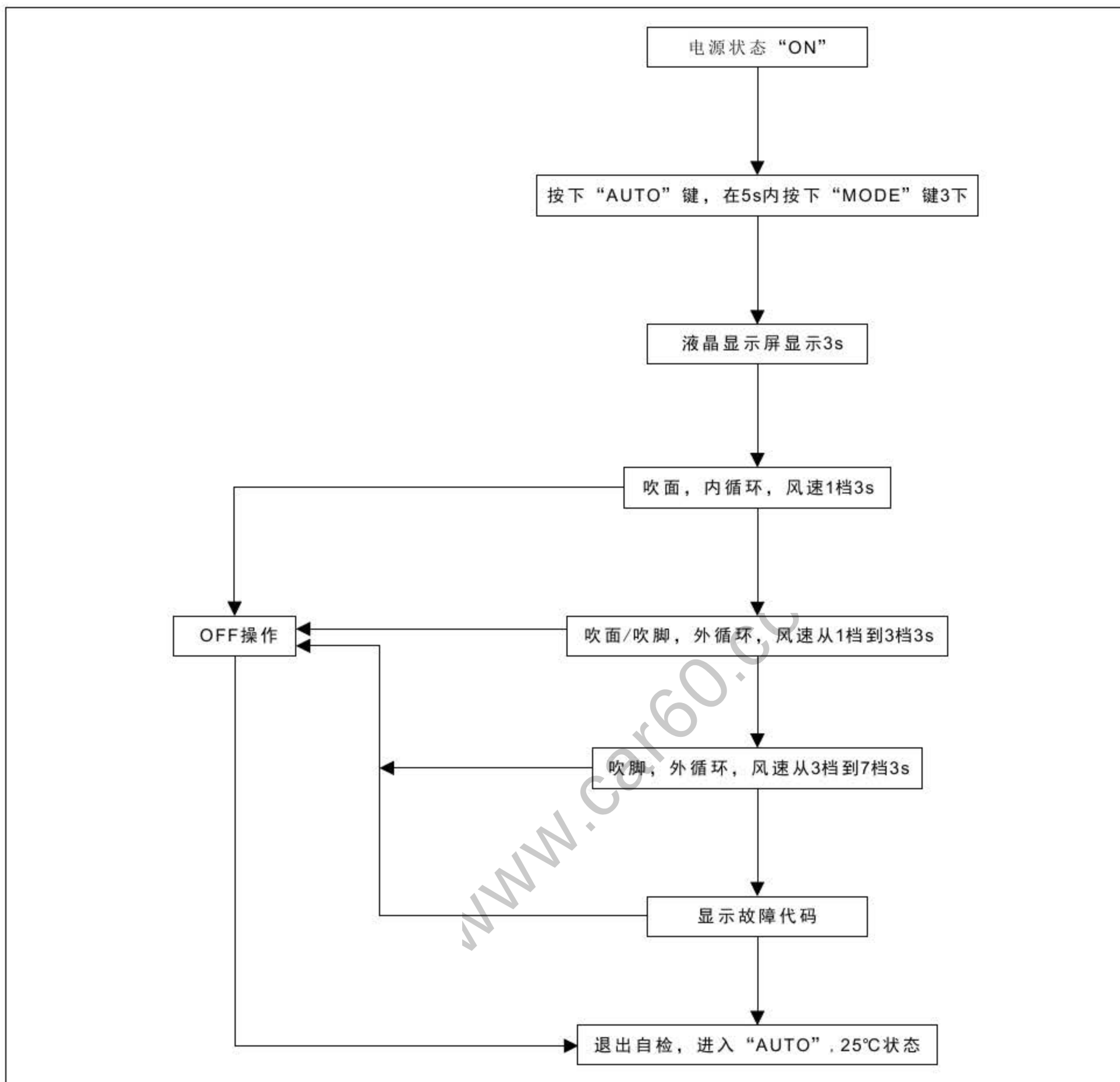
12. 空调进风口及出风口控制



风门控制	工作位置	风挡位置	操作
进风风门	外循环	B	带进新鲜空气
	内循环	A	再循环内部空气
冷暖混合风门	最大制冷到最大制热	C - D - E	改变冷风、热风的混合比例
前模式风门	DEF (除霜)	F、J、L、P、S	空气从前除霜出风口、侧除霜出风口吹出
	FACE (吹面)	I、K、M、O、S	空气从中间吹面出风口和侧吹面出风口吹出
	FACE/FOOT (吹面 / 吹脚)	I、K、N、O、R	空气从中间吹面出风口、侧吹面出风口和吹脚出风口吹出吹出
	FOOT (吹脚)	H、J、L、P、Q	空气从吹脚出风口吹出
	FOOT / DEF (吹脚 / 除霜)	G、J、L、P、Q	空气从前除霜出风口、侧除霜出风口、吹脚出风口吹出
后空调模式风门	FACE (吹面)	I、U	空气从后排中间吹面出风口吹出
	FACE/FOOT (吹面 / 吹脚)	I、R、U	空气从后排中间吹面出风口和后排吹脚出风口吹出吹出

空调系统自诊断

1. 故障码读取流程



2. 故障码显示

- (a). 当通过“自诊断”组合按键进入显示模式后，首先显示历史故障，液晶显示屏通过SR9服务向空调控制模块发送读取历史故障码请求，显示历史故障过程中，如果按下“吹风模式”按键（手动空调）或“MODE”按键（自动空调），则发出读取当前故障码请求。自诊断结束后，进入自诊断之前的工作状态。
- (b). 当通过“自诊断”组合按键（电动空调控制器：主驾驶设置温度1挡，后除霜键+前除霜键；自动空调控制器：主驾驶设置温度25℃，后除霜键+前除霜键）进入诊断显示模式后，中控屏通过服务向空调控制模块发送读取故障码请求，显示完当前故障码后显示历史故障。在诊断显示模式，如果有故障码，则每个故障码显示5s，显示两轮，全部显示后则退出诊断显示模式；如果没有故障码，则显示“空调系统工作正常”，5s后自动退出诊断显示模式（重新点火上电可强制退出诊断模式模式）；诊断显示退出后，进入到诊断显示之前的工作状态。5s后自动退出诊断显示模式（重新启动车辆

上电可强制退出诊断显示模式)。

- (c). 诊断显示退出后, 进入到诊断显示前的工作状态。

3. 故障码列表

序号	故障代码	故障内容	判定依据
1	00	无故障, 系统工作正常	-
2	01	室外温度传感器 (短路或断路)	检测电压 0V 或 5V
3	02	室内温度传感器 (短路或断路)	检测电压 0V 或 5V
4	03	阳光传感器错误 (断路或短路)	检测电压 0V 或 5V
5	04	蒸发器温度传感器故障 (断路或短路)	检测电压 0V 或 5V
6	05~07	鼓风机故障 (调节失效)	
7	08	模式风门错误 (调节失效)	
8	09~10	左温度混合风门错误 (调节失效)	
9	11	右温度混合风门错误 (调节失效)	
10	12	控制面板 CAN 通信错误 (CAN 通信中断)	
11	13	与 BCM 通信错误	
12	14	预留	
13	15	左温度混合风门电机故障 (调节失效)	
14	16	右温度混合风门电机故障 (调节失效)	
15	17~20	预留	
16	21	CAN 通讯故障 (bus off)	

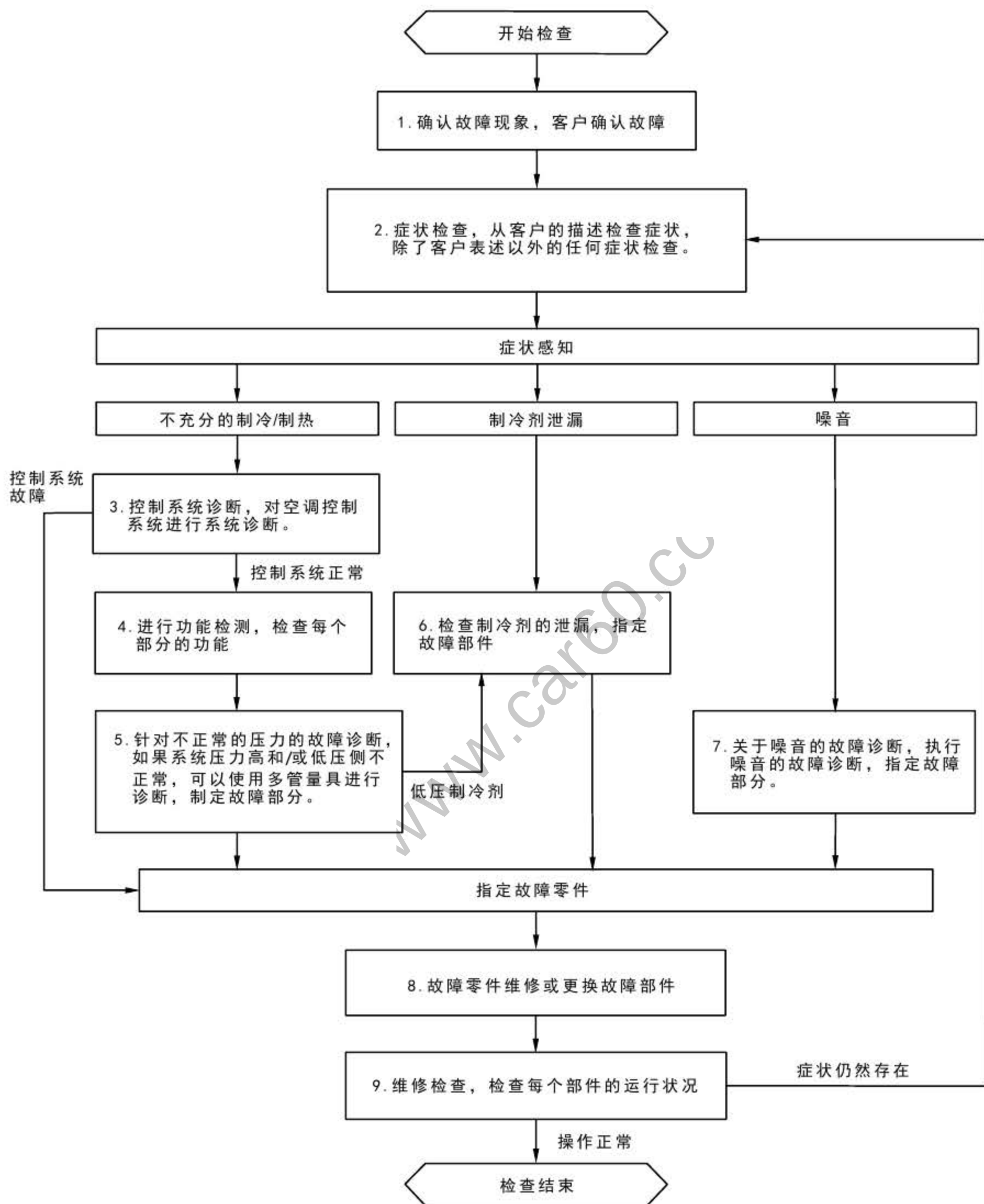
4. 失效保护

- (a). 每次开启空调, 空调首先会进行一次自我诊断, 检查各部位是否完好。同时在运行过程中, 若空调内部反馈电路检测到短路或断路故障, 空调会自动进入到失效保护模式。在失效保护模式下, 空调按照预先设定的数值进行替代控制。
- (b). 失效保护替代模式:

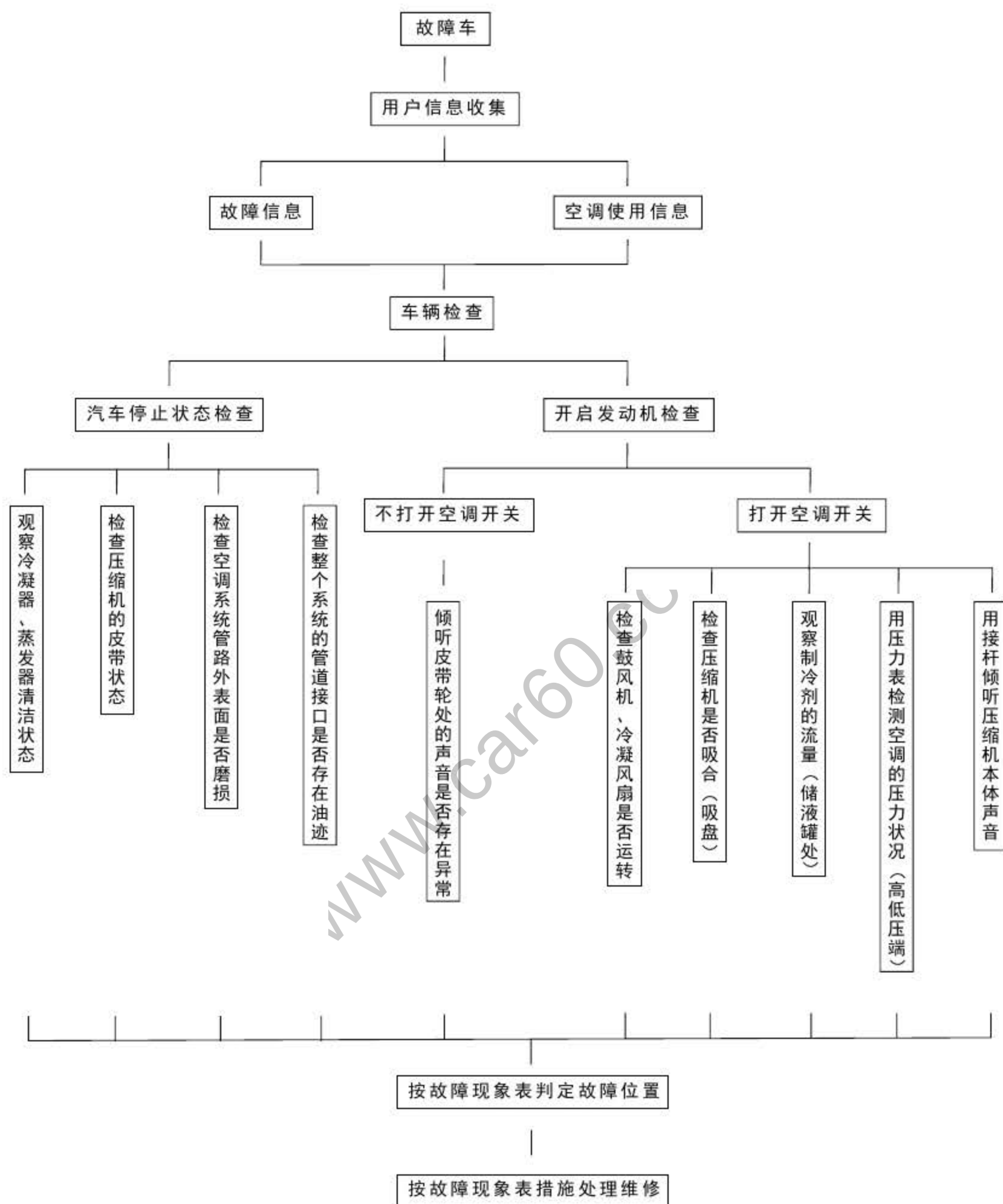
故障项目	不良内容	补救措施
室外温度传感器	断路、短路	25℃控制代替
蒸发器温度传感器	断路、短路	-2℃控制代替
阳光传感器	断路、短路	阳光值为 0
室内温度传感器	断路、短路	20℃控制代替
车速信号	断路、短路	车速为 50km/h
水温传感器	断路、短路	点火开关开启 10min 后以正常 (大于 90℃) 替代
停车时间	断路、短路	6h 控制代替
发动机转速	断路、短路	2000r/min 控制替代
雨刮器挡位	断路、短路	OFF 挡控制代替

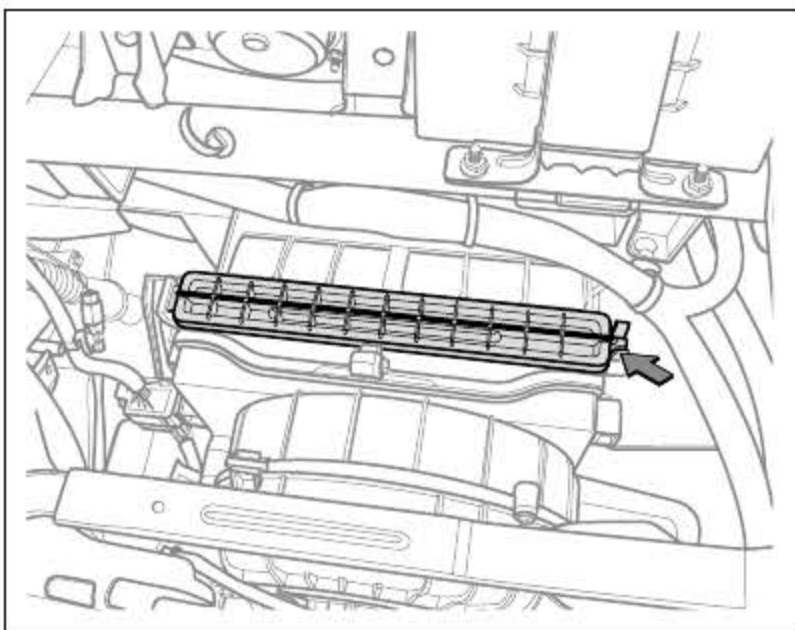


故障检查基本流程



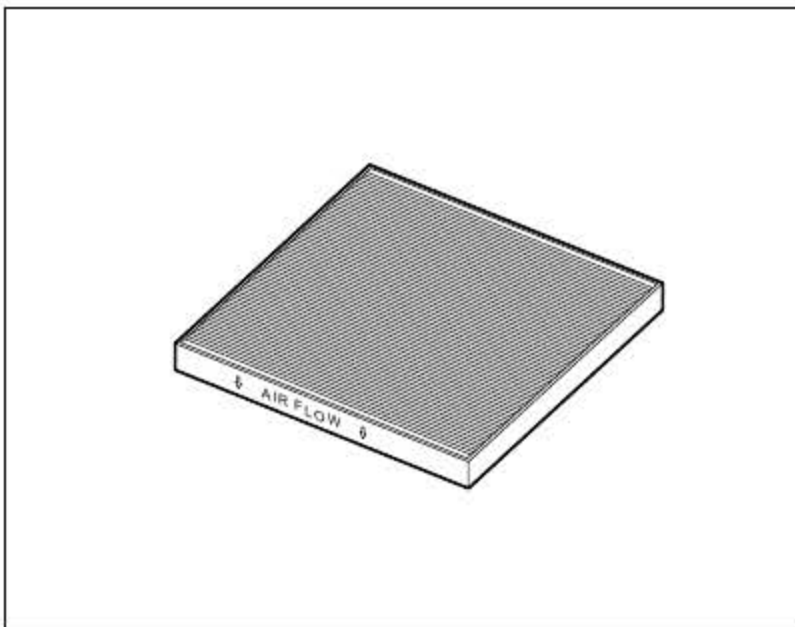
就车检查



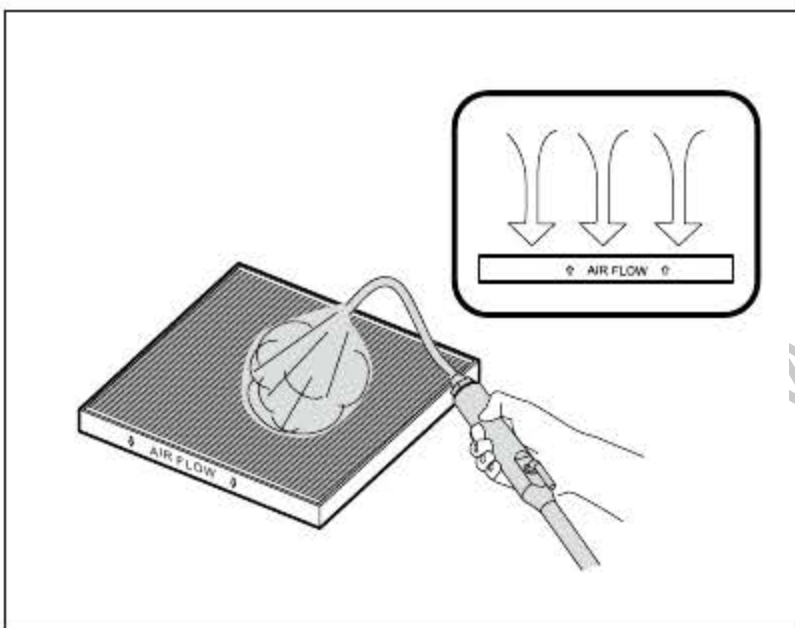


1. 检查空调滤清器

- (a). 拆卸手套箱。(见 IE 章 内外饰 - 仪表板, 更换)
- (b). 拆卸空调滤清器检修盖。



- (c). 取出空调滤清器。

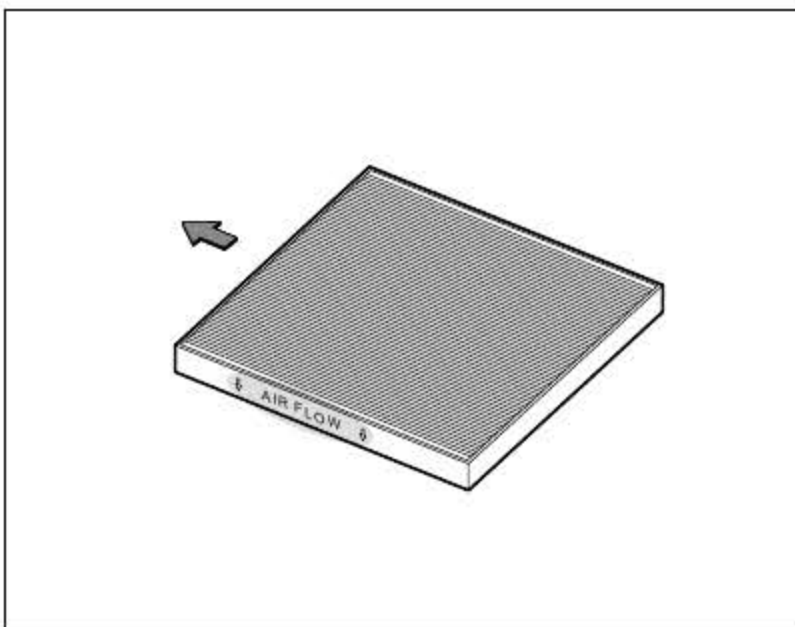


- (d). 清洁空调滤清器。

如果滤清器过脏，则用压缩空气进行清洁。

提示：

- 压缩空气清洁方向应与空调滤清器进气方向相反。
- 使气枪与滤清器保持 5cm，用 500kPa 的压缩空气均匀吹约 2min。

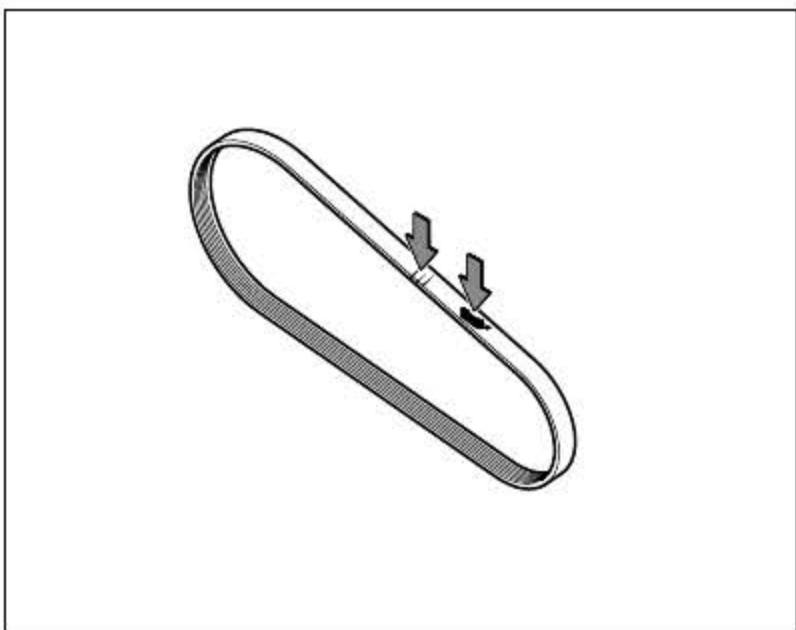


- (e). 沿箭头方向安装空调滤清器。

注意：

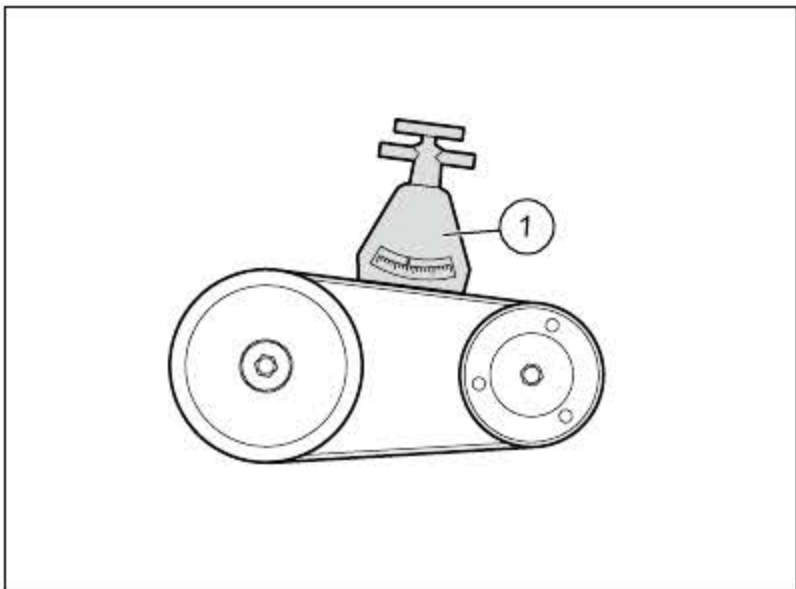
安装时将空调滤清器“**AIR FLOW**”标识及箭头向下安装。

- (f). 安装空调滤清器检修盖。



2. 检查空调压缩机皮带

- (a). 检查空调压缩机皮带是否老化、存在裂纹或磨损，必要时更换。

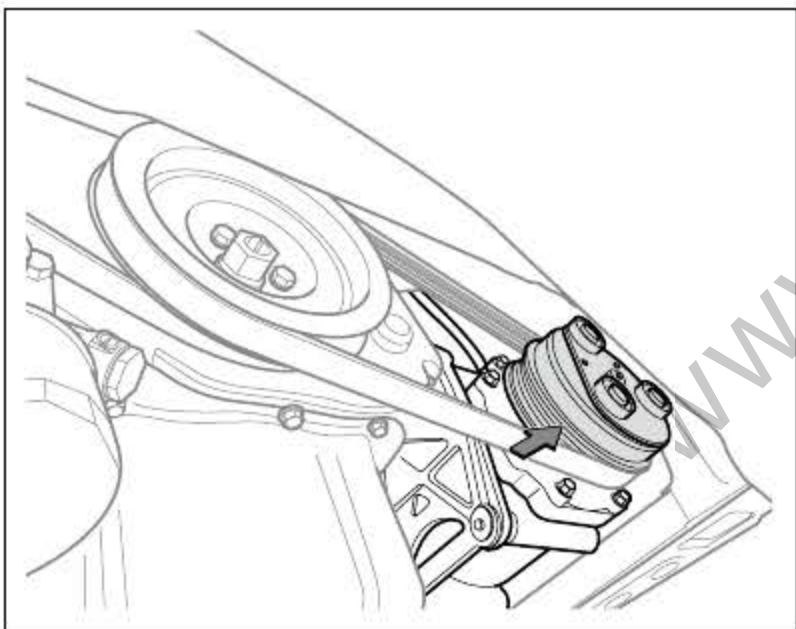


- (b). 使用皮带张力规①，测量传动皮带张紧力。

提示：

为方便测量，需先拆卸机油尺导管。

- (c). 若传动皮带张紧力不在偏差范围内则调整传动皮带张紧力。

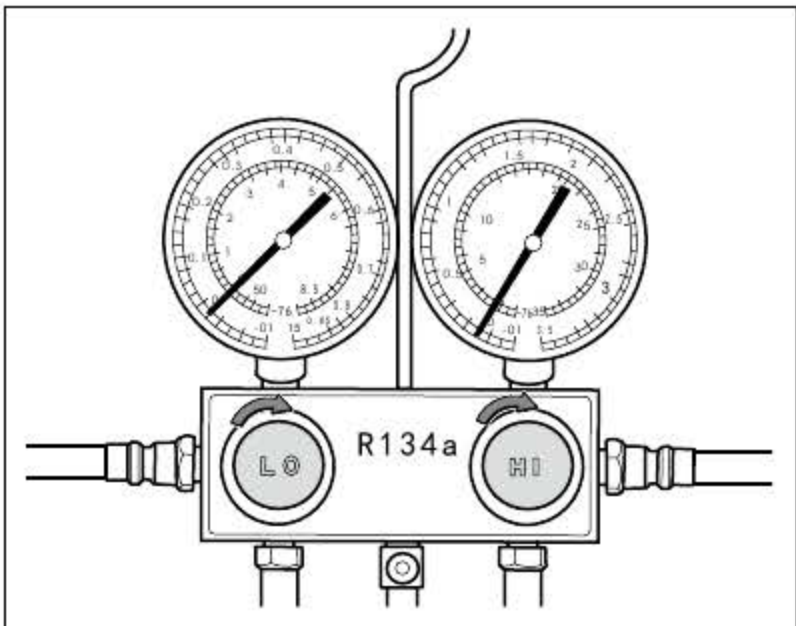


3. 检查空调压缩机

- (a). 打开空调，同时聆听空调压缩机离合器是否有“啪”的吸合声音。

提示：

若有则说明空调压缩机工作良好，若没有说明空调压缩机不工作。

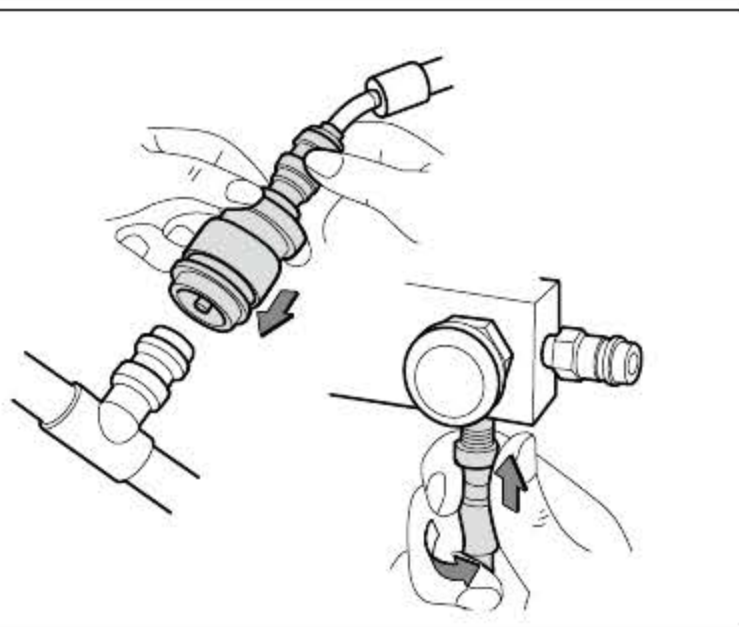


4. 检查空调系统的压力

提示：

通过用歧管压力表检测制冷系统高、低压侧的压力情况来判断制冷系统是否故障。

- (a). 完全关闭歧管压力表低压侧和高压侧的阀门。



(b). 把加注软管的一端和歧管压力表相连，另一端和车辆侧的连接口相连。

提示：

不要把任何东西连接到歧管压力表的中部。

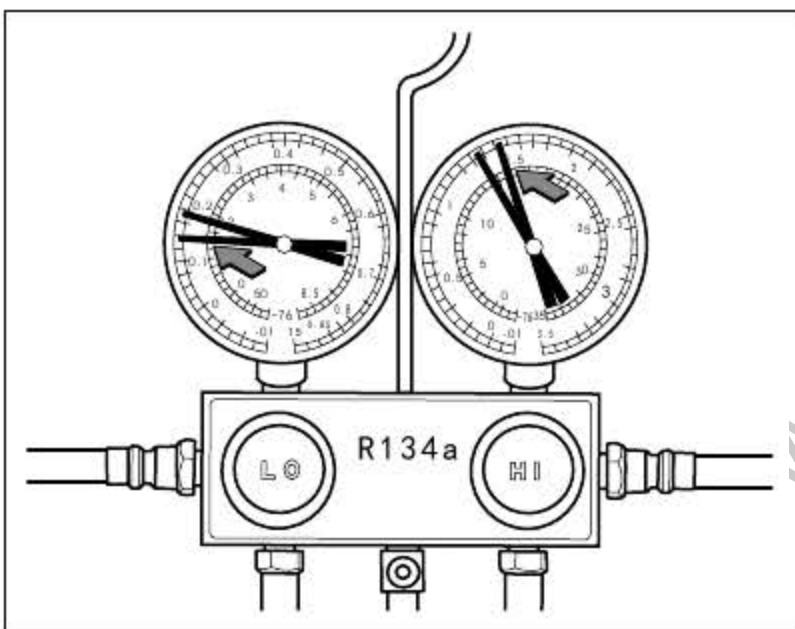
注意：

- 连接时，用手而不要用任何工具紧固加注软管。
- 如果加注软管的连接密封件损坏，需更换。
- 由于低压侧和高压侧的连接尺寸不同，连接软管时不要装反。
- 软管和车辆侧的维修阀门连接时，把快速接头接到维修阀门上并滑动，直到听到“咔嗒”声。
- 和多功能表连接时，不要弄弯管道。

(c). 操作空调设置，满足压力测量条件。

压力测量的条件：

- 发动机转速：1500r/min。
- 打开空调控制开关。
- 温度控制开关置于最冷位置。
- 鼓风机打开到最大通风量，并将所有的通风口打开。
- 完全打开所有车门。



(d). 在空调运行时检查歧管压力表所显示的压力。

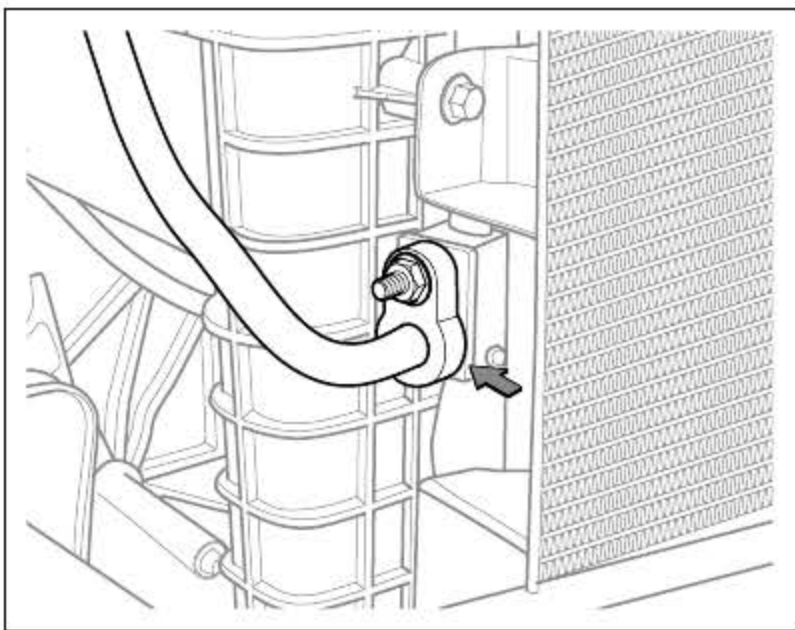
参考标准：

高压侧参考值：1.3MPa~1.6MPa

低压侧参考值：0.1MPa~0.2MPa

提示：

制冷系统高、低压侧压力不正常时的可能故障原因及故障排除方法详见 AC 章 暖风与空调 - 故障诊断，故障现象表（压力异常故障）。



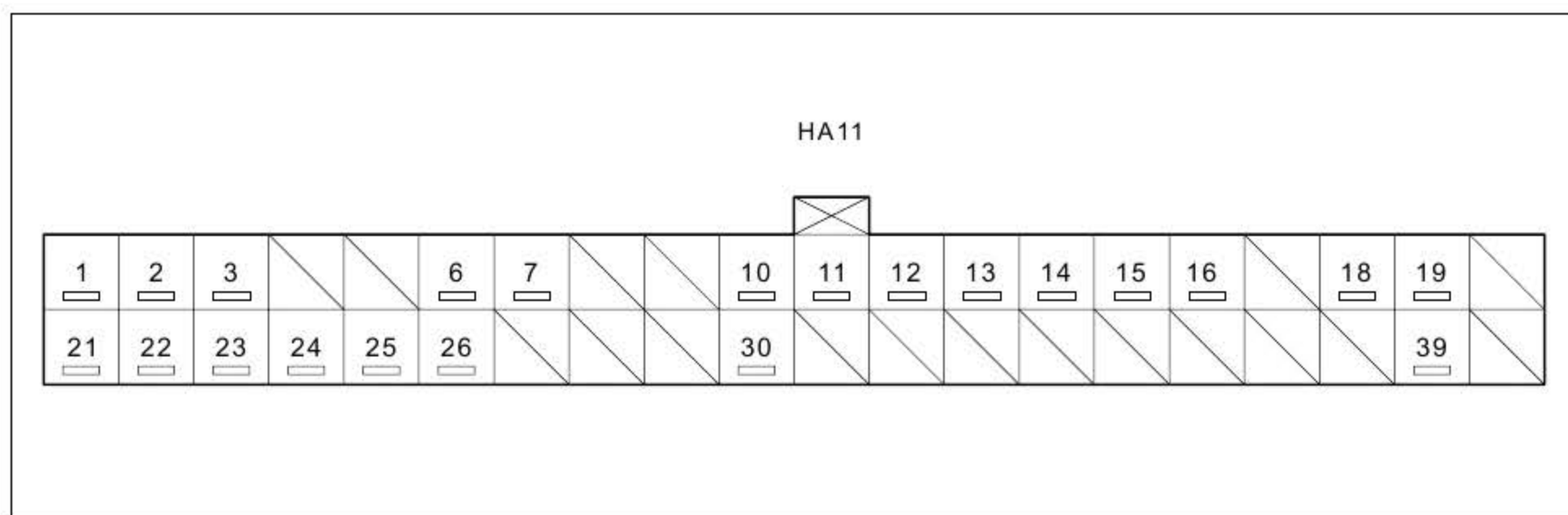
5. 检查空调管路

(a). 检查空调系统所有裸露硬管、软管和管路接头，是否有干涉、磨损、挤压、松动等不良现象。如有根据实际情况进行修复或更换。

提示：

更换空调管路时，管路连接处的密封圈必须废弃，更换新件，不可二次使用。

6. 检查空调控制模块接插件 (电动空调)

**i** 提示:

上图为电动空调控制模块后部接插件视图。

(a). 检查空调系统电源、接地电路。

- 当电源状态在“OFF”状态时，断开空调控制模块接插件 HA11。
- 用数字万用表检查空调控制模块接插件线束侧端子与接地之间的电压或电阻。

端子		颜色	功能	检测条件	数值
HA11(2)	接地	R/L	蓄电池电压信号	电源任意状态	电压: 9~16V
HA11(3)	接地	O/G	点火开关电源	电源状态“ON”	电压: 9~16V
HA11(1)	接地	B	电源地	电源状态“LOCK”	电阻: 0Ω
HA11(39)	接地	G/W	传感器接地	电源状态“LOCK”	电阻: 0Ω

(b). 检查空调系统控制端口。

- 连接空调控制模块接插件 HA11。
- 用数字万用表检查空调控制模块相关端子与接地之间的电压或电阻。

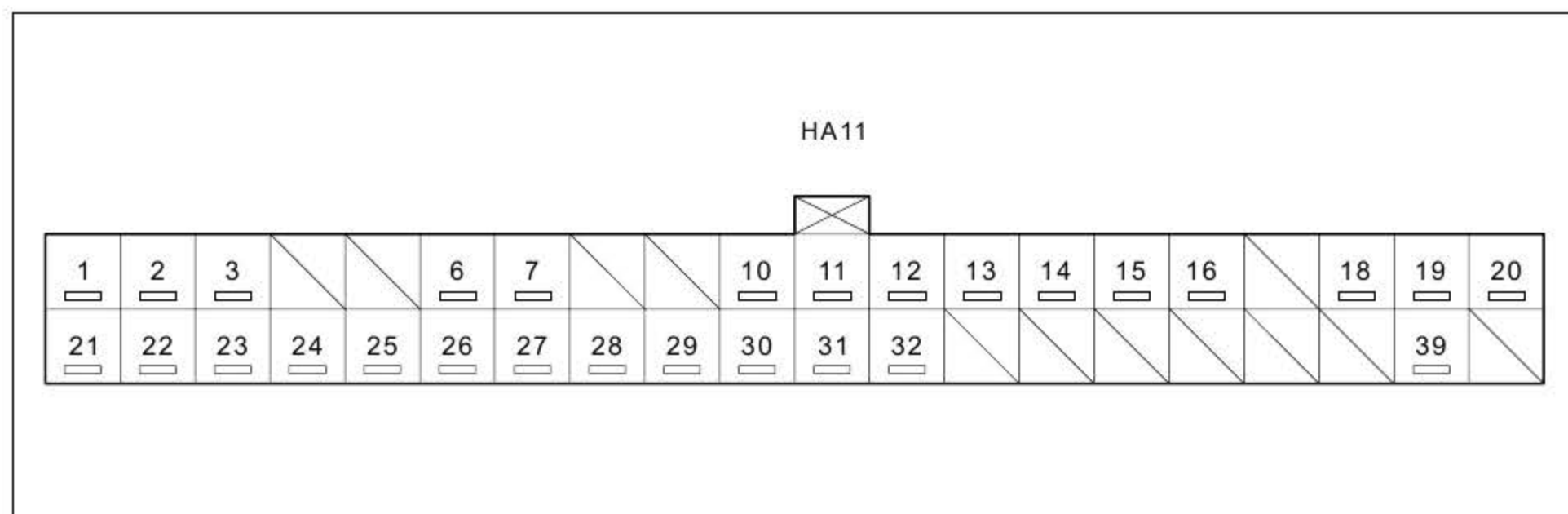
端子		颜色	功能	检测条件	数值
HA11(18)	接地	L	模式风门位置信号	空调开启	脉冲信号
HA11(23)	接地	L/W	模式风门电机吹面控制信号	空调开启	电压: 小于 1V 或约 12V
HA11(24)	接地	G/W	模式风门电机除霜控制信号	空调开启	电压: 约 12V 或小于 1V
HA11(14)	接地	B/L	模式风门电机和冷暖风门电机 5V 电源	空调开启	电压: 约 5V
HA11(19)	接地	G/B	冷暖风门位置信号	空调开启	脉冲信号
HA11(25)	接地	L/B	冷暖风门电机冷风控制	空调开启	电压: 小于 1V 或约 12V
HA11(26)	接地	G	冷暖风门电机暖风控制	空调开启	电压: 约 12V 或小于 1V
HA11(21)	接地	V/W	内外循环风门电机外循环信号	电源状态“ON”，外循环开启	电压: 约 12V 或小于 1V



端子		颜色	功能	检测条件		数值
HA11(22)	接地	B/R	内外循环风门电机内循环信号	电源状态“ON”，内循环开启		电压：小于 1V 或约 12V
HA11(30)	接地	Y/L	蒸发器温度传感器信号	电源状态“LOCK”		电阻： 1.198~1.319k Ω (40℃) 2.134~2.266k Ω (25℃) 6.19~6.52k Ω (0℃)
HA11(7)	接地	G	鼓风机继电器控制	电源状态“ON”	未开鼓风机	电压：9~16V
					打开鼓风机	电压：低于 1V
HA11(12)	接地	V/B	鼓风机转速反馈信号	电源状态“ON”	未打开鼓风机	电压：0V
					打开鼓风机	电压：0~16V
HA11(13)	接地	Br/W	鼓风机转速控制信号	电源状态“ON”	未开鼓风机	电压：0V
					打开鼓风机	电压：0~7V
HA11(16)	接地	G	CAN-H	电源状态“ON”		电压：2.5~5V
HA11(6)	接地	Y/Gr	后除霜继电器控制	电源状态“ON”	后除霜未开启	电压：9~16V
					后除霜开启 15min 内	电压：低于 1V

提示：
若检查现象不符合，检修相应线路。

7. 检查空调控制模块接插件 (自动空调)

**i** 提示:

上图为自动空调控制模块后部接插件视图。

(a). 检查空调系统电源、接地电路。

- 当电源状态在“OFF”状态时，断开空调控制模块接插件 HA11。
- 用数字万用表检查空调控制模块接插件线束侧端子与接地之间的电压或电阻。

万用表红表笔 (+)	万用表黑表笔 (-)	颜色	功能	检测条件	数值
HA11(2)	接地	R/L	蓄电池电压信号	电源任意状态	电压: 蓄电池电压
HA11(3)	接地	O/G	点火开关电源	电源状态 “ON”	电压: 蓄电池电压
HA11(1)	接地	B	电源地	电源状态 “OFF”	电阻: 0Ω
HA11(39)	接地	G/W	传感器接地	电源状态 “OFF”	电阻: 0Ω

(b). 检查空调系统控制端口。

- 连接空调控制模块接插件 HA11。
- 用数字万用表检查空调控制模块相关端子与接地之间的电压或电阻。

万用表红表笔 (+)	万用表黑表笔 (-)	颜色	功能	检测条件	数值	数值
HA11(18)	接地	L	模式风门位置信号	空调开启		脉冲信号
HA11(23)	接地	L/W	模式风门电机吹面控制信号	空调开启		电压: 小于 1V 或约 12V
HA11(24)	接地	G/W	模式风门电机除霜控制信号	空调开启		电压: 约 12V 或小于 1V
HA11(14)	接地	B/L	模式风门电机和冷暖风门电机 5V 电源	空调开启		电压: 约 5V
HA11(19)	接地	G/B	冷暖风门位置信号	空调开启		脉冲信号
HA11(25)	接地	L/B	冷暖风门电机冷风控制	空调开启		电压: 小于 1V 或约 12V
HA11(26)	接地	G	冷暖风门电机暖风控制	空调开启		电压: 约 12V 或小于 1V



万用表红表笔 (+)	万用表黑表笔 (-)	颜色	功能	检测条件	数值	数值
HA11(21)	接地	V/W	内外循环风门电机外循环信号	电源状态“ON”，外循环开启		电压：约 12V 或小于 1V
HA11(22)	接地	B/R	内外循环风门电机内循环信号	电源状态“ON”，内循环开启		电压：小于 1V 或约 12V
HA11(20)	接地	Y/R	右冷暖风门位置信号	空调开启		脉冲信号
HA11(27)	接地	Y/O	右冷暖风门电机暖风控制	空调开启		电压：小于 1V 或约 12V
HA11(28)	接地	G/Gr	右冷暖风门电机冷风控制	空调开启		电压：约 12V 或小于 1V
HA11(7)	接地	G	鼓风机继电器控制	电源状态“ON”	未打开鼓风机	电压：9~16V
					打开鼓风机	电压：低于 1V
HA11(12)	接地	V/B	鼓风机转速反馈信号	电源状态“ON”	未打开鼓风机	电压：0V
					打开鼓风机	电压：0~16V
HA11(13)	接地	Br/W	鼓风机转速控制信号	电源状态“ON”	未打开鼓风机	电压：0V
					打开鼓风机	电压：0~7V
HA11(32)	接地	Y/G	阳光传感器信号	电源状态“ON”	将阳光传感器暴露在日光灯下	电压：1.2~3.8V
					用布遮住阳光传感器	电压：低于 1.2V
HA11(29)	接地	Y/W	室内温度传感器信号	电源状态“LOCK”		电阻： 1.198~1.319k Ω (40℃) 2.134~2.266k Ω (25℃) 6.19~6.52k Ω (0℃)

万用表红 表笔 (+)	万用表黑 表笔 (-)	颜色	功能	检测条 件	数值	数值
HA11(31)	接地	Y/V	室外温度传感器信号	电源状态 “LOCK”		电阻： 1.198~1.319k Ω (40℃) 2.134~2.266k Ω (25℃) 6.19~6.52k Ω (0℃)
HA11(30)	接地	Y/L	蒸发器温度传感器信号	电源状态 “LOCK”		电阻： 1.198~1.319k Ω (40℃) 2.134~2.266k Ω (25℃) 6.19~6.52k Ω (0℃)
HA11(15)	接地	L	CAN-L	电源状态 “ON”		电压：0~2.5V
HA11(16)	接地	G	CAN-H	电源状态 “ON”		电压：2.5~5V
HA11(6)	接地	Y/Gr	后除霜继电器控制	电 源 状 态 “ON”	后 除 霜 未 开 启	电压：9~16V
					后 除 霜 开 启 15 min 内	电压：低于 1V