

## 2.9 运作

### 概述

为了运行制冷系统，ACECU 与 ECM 通信，ECM 控制压缩机离合器的接合和发动机冷却风扇的转速。ACECU 还控制暖风机上的伺服电机、鼓风机速度、空气温度和空气分配的操作。

### 压缩机

- 1). 当发动机运行并且空调关闭时，离合器断电，带轮与传动皮带凭惯性前进。在压缩机壳体中均衡蒸汽压力，拖板和旋转斜盘之间的弹簧以最小的倾斜角度固定旋转斜盘。（以减小系统启动过程中的负荷）。
- 2). 请求使用空调时，离合器通电，带轮转动轴。拖板和旋转斜盘与轴一起转动，成角度的旋转斜盘使活塞往复式运动。进气压力室的蒸汽吸入到气缸中被压缩后排放到排气压力室中，制冷回路周围产生气流。活塞冲程决定压缩机中的流速，这由旋转斜盘的倾斜角度控制。伺服压力和活塞进气冲程中作用在活塞上的压缩机进气压力设置旋转斜盘的倾斜角度。相关的进气压力增大到超过伺服压力时，活塞沿着它们的汽缸移动，以增大倾斜角度、活塞冲程和流速。类似地，相关的进气压力减小到超过伺服压力时，活塞沿着它们的汽缸移动，以减小倾斜角度、活塞冲程和流速。
- 3). 控制阀调节旋转斜盘室中作为进气压力功能的伺服压力，以便压缩机的流速匹配蒸发器的热负荷，如乘客舱中需要的更多冷气、更高的热负荷和流速。伺服压力在进气压力和进气压力+ 1 bar (14.5 lbf.in<sup>2</sup>) 之间变化。
- 4). 压缩机启动时，其进气压力相对较低。在控制阀中，隔板和推杆保持球阀打开。这使得出口压力的限制流量经过球阀进入旋转斜盘室中，维持了旋转斜盘的小倾斜角度。由于制冷剂流经蒸发器并吸收热量（如热负荷增加时），因此进入压缩机的蒸汽压力增大。在控制阀中，增大的进气压力会造成隔板和推杆移动而关闭球阀。旋转斜盘室压力的减小以及进气压力的增大会造成活塞在进气冲程中移动旋转斜盘，使其倾斜角度增大，并增大活塞冲程和压缩机中的流量。当蒸发器的热负荷减小时，随后压缩机中进入蒸汽的压力减小会造成控制阀打开。这会增大旋转斜盘室的压力，从而减小旋转斜盘的倾斜角度和压缩机中的流量。
- 5). 通过使制冷剂流量与蒸发器的热负荷匹配，可变压缩机可维持3到4℃相对固定的蒸发器出口温度。

### 空调压缩机离合器继电器

12V 电源经过发动机舱保险丝盒中的9 号保险丝为空调压缩机离合器供电。当主继电器通电时，空调压缩机离合器继电器线圈可被激活。该继电器线圈的接地由 ECM 控制，它会在接收到空调开启请求消息时完成接地。

## 故障

- 1). 如果空调压缩机离合器继电器发生故障，将看到以下现象：
  - A). 离合器不和压缩机带轮接合（目视检查）
  - B). 进气温度不降低
  
- 2). 空调压缩机离合器继电器可能出现以下故障情况：
  - A). 继电器线圈短路
  - B). 继电器线圈开路
  - C). 继电器线圈电阻高
  - D). 继电器触点保持断开
  - E). 继电器触点保持闭合
  - F). 继电器触点电阻高
  - G). 继电器导线开路
  - H). 继电器导线电阻高
  - I). 继电器导线对12V 电源短路
  - J). 继电器导线对地短路
  - K). ECM 没有提供接地
  
- 3). 如果空调压缩机离合器没有出现接合，但空调开关“开启”位置，则拆下压缩机离合器继电器并进行测试。检查 ECM 是否提供接地路径给继电器供电。在 12V 电源和保险丝盒接线端上对应继电器的85针脚之间连接万用表。启动发动机，打开空调系统，万用表应该指示在12V。如果 ECM 没有提供接地，请检查是否满足所有接合条件。检查继电器触点和压缩机离合器之间的线路电阻。拆下继电器，测量保险丝盒接线端上对应继电器的87 针脚和压缩机离合器之间的电阻。电阻值应小于 0.5  $\Omega$ 。

## 空调压力传感器

### 警告：

只有既熟悉车辆系统又熟悉加注和测试设备的人员才可以进行维修工作。所有操作都必须在远离明火和热源的通风良好区域内进行。

- 1). 压力传感器是用来进行以下操作：
  - A). 如果制冷剂压力达到指定值，则吸合空调压缩机离合器。
  - B). 如果制冷剂压力低于或超过指定值时，则分离空调压缩机离合器。
  - C). 如果制冷剂压力超过指定值，开启或关闭冷却风扇并根据压力值调节冷却风扇转速。

压缩机状态	开启压力, bar (lbf/in <sup>2</sup> )	关闭压力, bar (lbf/in <sup>2</sup> )
低压	2.3 (33.4)	2 (29)
高压	26 (377)	32 (464)

- 2). 因此如果空调压力低于或超过关闭压力的其中一个阈值时，ECM 的接地路径就会断开。这就会造成 ECM 策略分离空调压缩机离合器。

- 3). 由于压缩机是由制冷剂中悬浮的润滑油润滑，若系统中的制冷剂压力最小从而使制冷剂和润滑油最少时，应防止压缩机运行。
- 4). 当制冷剂压力增大到需要额外的冷凝时，EMS使冷却风扇继电器单元接地，以请求相应的冷却风扇转速。

### 故障

- 1). 如果传感器发生故障，驾驶员可能会发现空调系统根本没有运行或在一段时间后停止。
- 2). 传感器可能出现以下故障情况：
  - A). 由于制冷剂泄漏或错误地加注制冷剂而造成制冷剂压力太低
  - B). 由于错误地加注制冷剂而造成制冷剂压力太高
  - C). 内部短路
  - D). 外部线路开路
  - E). 外部线路对12V 电源短路
  - F). 传感器体没有接地

### ATC 系统控制

- 1). ATC系统是一个闭合回路控制系统，其目的是实现乘客舱里有舒适的气候。为了达到此目的，系统将维持以下两个状况：
  - A). 从地板层面到车顶高度的温度分配
  - B). 乘客舱中的平均温度
- 2). 系统的目标是用以下输入实现地板区域温度较高而车顶区域温度较低的温度分配：
  - A). 按照用户的选择来设定乘客舱的温度
  - B). 车内温度
  - C). 环境温度
  - D). 蒸发器温度
  - E). 暖风芯体冷却液温度
- 3). 这些输入经过 ATC ECU 的处理后得到以下输出：
  - A). 混合风门伺服电机位置
  - B). 模式风门伺服电机位置
  - C). 鼓风机速度
- 4). 传感器和控制面板开关输入信息到 ATC ECU，然后ATC ECU 输出到暖风机总成并与 BCM 通信。BCM 通过 HS CAN 总线与 ECM 连接并传递 ATC ECU 和 ECM之间的消息。
- 5). 当首次打开系统时，ATC ECU 继续使用上次系统关闭时使用的控制输出。如果条件改变或选择不同模式开启系统，则立即更改控制输出，以产生所需的新设置。

- 6). 系统在自动模式, 经济模式和除霜模式运行时, 对于进气源、鼓风机速度和空气分配可手动设置忽略自动控制。在所有运行模式下都是自动控制空气温度。
- 7). 在自动模式下, ATC ECU 操纵系统加热或冷却乘客舱, 以建立并维持控制面板上的温度选择, 同时引导空气到使乘客最舒服的出风口。如果左侧和右侧的温度选择差异造成所需的鼓风机速度设置或空气分配设置出现冲突, 则首先满足控制面板驾驶员侧的温度请求。
- 8). 当系统处于自动模式或除霜模式, 手动关闭空调压缩机时 ATC ECU 进入经济模式, 以减小发动机的负荷。经济模式的运行类似于自动模式, 但不能在环境温度高于控制面板上选择的温度时冷却乘客舱, 或者不能除湿新鲜空气或循环空气。
- 9). 在除霜模式下, ATC ECU 将进气源设置为新鲜空气, 鼓风机设置为最大速度, 空气分配设置为前挡风玻璃和前侧窗, 输出信号至 BCM 操纵后风窗加热器。ATC ECU启动加热器定时器, 如果加热器已经开启, 则重置加热器定时器, 并给后窗加热器通电以完成循环。如果除霜模式关闭而后窗加热器仍然开启, 加热器则仍然运行, 直到循环结束, 除非用后风窗加热开关取消。
- 10). 按下新鲜/ 循环空气开关时, 新鲜/ 循环空气风门决定进气源是车辆外部的新鲜空气或已经在乘客舱内的循环使用空气。ATC ECU 在以下两个位置控制该风门:
  - A). 新鲜空气侧
  - B). 循环空气侧
- 11). AUTO没有开启时按新鲜/按循环空气开关, 循环风门会从新鲜空气转换到循环空气, 反之亦然。在新鲜空气模式过程中新鲜/ 循环空气按钮时, 执行电机将风门转换到循环模式并空调没有打开时, 将开始 4 分钟时间的延迟。定时器到期时, 风门返回新鲜空气模式。
- 12). 长按新鲜/循环空气按钮2秒钟或更长时间, 会将风门持久地设置为循环模式。LCD中的循环图标闪烁以指示该情况。再按该按钮则取消该模式。
- 13). 关闭点火开关时, 驻车循环将进气源自动设置成循环空气并且不点亮 LCD 中的图标, 以防止潮湿空气进入乘客舱中并防止乘客舱中的空气流触发警报。插入点火钥匙时, ATC ECU 会在  $5 \pm 1$  秒钟的延迟后将进气源设置成新鲜空气。该延迟可供发动机启动, 这样可掩饰伺服电机的运行声音。

## 压缩机控制

- 1). 发动机正在运行时按下 ECON 按钮, 空调 ECU 会熄灭ECON 图标的亮光, 点亮 LCD 显示屏中的空调图标并更改请求为压缩机运行。这会通过BCM 发送信号给ECM, 接合压缩机离合器。打开点火开关时, BCM 每隔  $10 \pm 0.1$  秒向 ECM 输出压缩机打开/ 关闭请求。为了防止压缩机损坏并防止冰的形成阻挡蒸发

- 器矩阵，BCM 会抑制压缩机打开的更改请求，并在下列情况中开关释放时熄灭 LED 的亮光：
- A). 鼓风机关闭。
  - B). 蒸发器温度为  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  或更低
- 2). 获取功率管和暖风机开关之间的其中一个连接器输入时，ATC ECU 自动检测暖风机操作，并在暖风机（以任何速度）运行时读取蓄电池电压。如果由于蒸发器的低温而抑制请求的更改，则ATC ECU会在蒸发器温度升高到  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  时请求压缩机打开。
  - 3). 当它检测到请求已更改为打开压缩机时，ECM会给压缩机离合器继电器通电，以提供蓄电池电源给压缩机离合器，但前提是以下情况存在：
    - A). 压力开关闭合时（开关输入ECM接地），低压开关和高压开关接触。
    - B). 蒸发器温度超过  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
    - C). 发动机的加速不困难。
    - D). 发动机冷却液的温度不是太高。
    - E). 没有发动机运行问题。
  - 4). 如果其中一个准许的状况不再存在，ECM会给压缩机离合器继电器断电，分离压缩机离合器，直到该准许状况恢复。如果加速困难造成压缩机离合器分离，那么这种情况在单个点火循环中出现三次后，ECM 会忽略再出现的加速困难并且压缩机离合器保持接合。
  - 5). 接收请求的压缩机时，ECM输出压缩机离合器状态消息到ATC ECU，以对该请求是否准许提出建议。如果准许请求的压缩机，ATC ECU 保持空调图标点亮。如果拒绝请求的压缩机，ATC ECU 则重复请求的压缩机，直到通过以下方式准许或取消该请求：
    - A). 再按空调开关，将请求变回到关闭压缩机。
    - B). 选择暖风机关闭，将请求变回到关闭压缩机。
    - C). 取下点火钥匙。
  - 6). 当ATC ECU抑制请求的压缩机时或ECM拒绝请求的压缩机时，LCD中的ECON图标点亮，直到请求准许或取消。当压缩机接合时：
    - A). 如果进气、暖风机速度和风量分配都处于自动模式，则点亮AUTO图标。
    - B). 如果左侧和右侧温度没有设置到LO或HI，则点亮显示屏上的TEMP图标。
  - 7). 一旦准许请求的压缩机，压缩机则保持运行，直到取消请求或发动机停止，即使其中一个准许条件不再存在。
  - 8). 如果请求压缩机失败，显示屏上的空调图标就会闪烁以指示故障，AUTO图标不亮，ECON图标点亮。

### 发动机冷却风扇控制

- 1). ECM操纵冷却风扇继电器单元，以控制发动机冷却风扇的速度：高速和低速。  
打开点火开关时，ECM使发动机舱保险丝盒中的主继电器通电，以通过保险丝4提供蓄电池电源给冷却风扇继电器单元。在冷却风扇继电器线圈得电触点闭合后，蓄电池电源通过熔断丝4供给冷却风扇电机。ECM打开或关闭冷却风扇模块中的两个继电器，以控制供电。
- 2). 除了制冷系统以外，冷却风扇还用于冷却发动机冷却液和自动变速箱液（如果适用）。不同系统所需的风扇速度有冲突时，选择较大的速度。
- 3). 当压缩机请求准许后，EMS根据空调压力传感器反馈回的压力信号中控制冷却风扇继电器单元，使其低速或高速运行冷却风扇以确保冷凝器的适当冷却。

### 空气温度控制

- 1). 为了确定乘客舱中所需的供热量或冷却量，ATC ECU使用传感器输入和控制面板上选择的温度来计算暖风机总成驾驶员侧和前排乘客侧的出风口目标温度。然后，ATC ECU 发送信号给伺服电机，让它们控制暖风机总成上的混合风门，使风门移动到合适的位置。目标温度不断更新，并且在自动模式下用于确定鼓风机速度和空气分配的进一步计算中。
- 2). 根据环境温度调节乘客舱中的平均温度。如果周围空气温度太低，则升高车内的平均温度。如果周围空气温度太高，则缓慢升高车内平均温度。
- 3). 日光传感器提供的信号充当对控制算法的补偿，以使乘客舱中即使有阳光加载也能达到舒适的温度。只有当空气分配设置为面部位置或面部/脚部位置时补偿才有效，因为乘客最能感受到这些位置的补偿。

### 鼓风机控制

- 1). 可以通过手动选择或自动控制方式来控制鼓风机速度。
- 2). 鼓风机速度用以下输入来计算出：
  - A). 环境温度
  - B). 外部控制回路的温差
  - C). 设置温度
  - D). 蓄电池电压
  - E). 鼓风机反馈电压
- 3). 鼓风机继电器和功率管用于让鼓风机在 30 档速度的其中一个速度下运行。暖风机控制处于自动模式时，所有速度档都可用。在手动模式下，8 个档位速度用于分别提供暖风机的慢速、中速和高速。鼓风机继电器由蓄电池供电并通过ATC ECU 接地，ATC ECU 通过功率管来调节鼓风机电机的电压，以控制鼓风机速度。

- 4). 自动控制鼓风机的实际速度时, 任何时候都用以下修正因数控制该速度:
  - A). 车速修正。在自动模式、经济模式和除霜模式下, 为车速修正鼓风机速度, 以补偿车速增加时的进气冲击效应。车速约为 50 km/h 至 110 km/h (80 至 176 mph) 之间时, 鼓风机速度逐渐降低。类似地, 车速从 110 km/h 降低到 50 km/h (176 mph 降低至 80 mph) 时, 鼓风机速度再增大。
  - B). 温度修正。在自动模式下, 如果左侧或右侧温度设置为 LO 或 HI, 鼓风机就以最大速度运行, 并且只修正车速。如果左侧和右侧出风口温度都设置成特定温度, 就会增加鼓风机速度修正以补偿暖风芯体冷却液温度、环境温度和作用在车辆上的阳光负载。
  - C). 冷机停工。加热过程中, 为了避免吹入过多的冷空气到乘客舱中, 鼓风机操作会在暖风芯体冷却液温度低于 15 °C 时被禁用, 并在暖风芯体冷却液温度处于 15 °C 到 20 °C 之间时被限制到速度 3。冷却液温度约为 20 °C 至 50 °C 之间时, 鼓风机速度逐渐增加到最大速度。
  - D). 净化修正。冷却过程中, 为了净化热空气管道, 打开系统后将鼓风机速度设置为 3 并持续 5 秒钟。在接下来的 6 秒钟之后, 鼓风机速度逐渐增加到最大速度。
  - E). 选择温度修正。当乘客舱中的温度接近选择的温度时, 鼓风机速度逐渐减小, 直到达到了选择的温度时暖风机速度才会稳定在大约 5 档。
  - F). 日光修正。当空气分配设置为仅面部或面部和脚部时, 使用日光修正。随着阳光热度增加鼓风机速度最大可修正至最大的 8 档速度。

### 空气分配控制

- 1). 为了控制乘客舱内的空气分配, ATC ECU 发送信号给伺服电机, 让其控制暖风机总成中的分配风门, 使其移动到合适位置。
- 2). 在自动模式, 如果左侧或右侧温度选择设置为 LO 或 HI, 则空气分配固定, 如下:
  - A). 如果一侧设置为 LO, 一侧设置为特定温度, 则空气分配到面部并进气源恒定为循环空气。
  - B). 如果一侧设置为 HI, 一侧设置为特定温度, 则空气分配到脚部并进气源为新鲜空气。
  - C). 如果驾驶员侧设置为 LO, 乘客侧设置为 HI, 则空气分配参考第一条, 反之则参考第二条。
- 3). 当左侧和右侧设置为特定的温度选择时, 根据出风口目标温度决定空气分配。

### 默认设置

- 1). 如果因为某种原因而使 ATC ECU 的蓄电池电源中断, 如蓄电池断开, 系统会在蓄电池电源恢复时回到默认设置。默认设置为:
  - A). 温度范围参考市场设置。
  - B). 左侧和右侧出风口温度为 22 °C 。
- 2). 恢复蓄电池电源后, 如果用 OFF 开关第一次打开系统, 则启用自动模式而不管蓄电池断开时使用的是何种设置。

## 诊断

每次打开点火开关时 ATC ECU 都会执行诊断检查，并将故障（如有）相对应的诊断故障码（DTC）保存在ATC ECU 中。然后 ATC ECU 回到正常控制，但使用默认值或默认策略对应检测到的故障。DTC 可通过诊断仪来读取。通过对系统进行手动诊断检查来确定其它的故障。