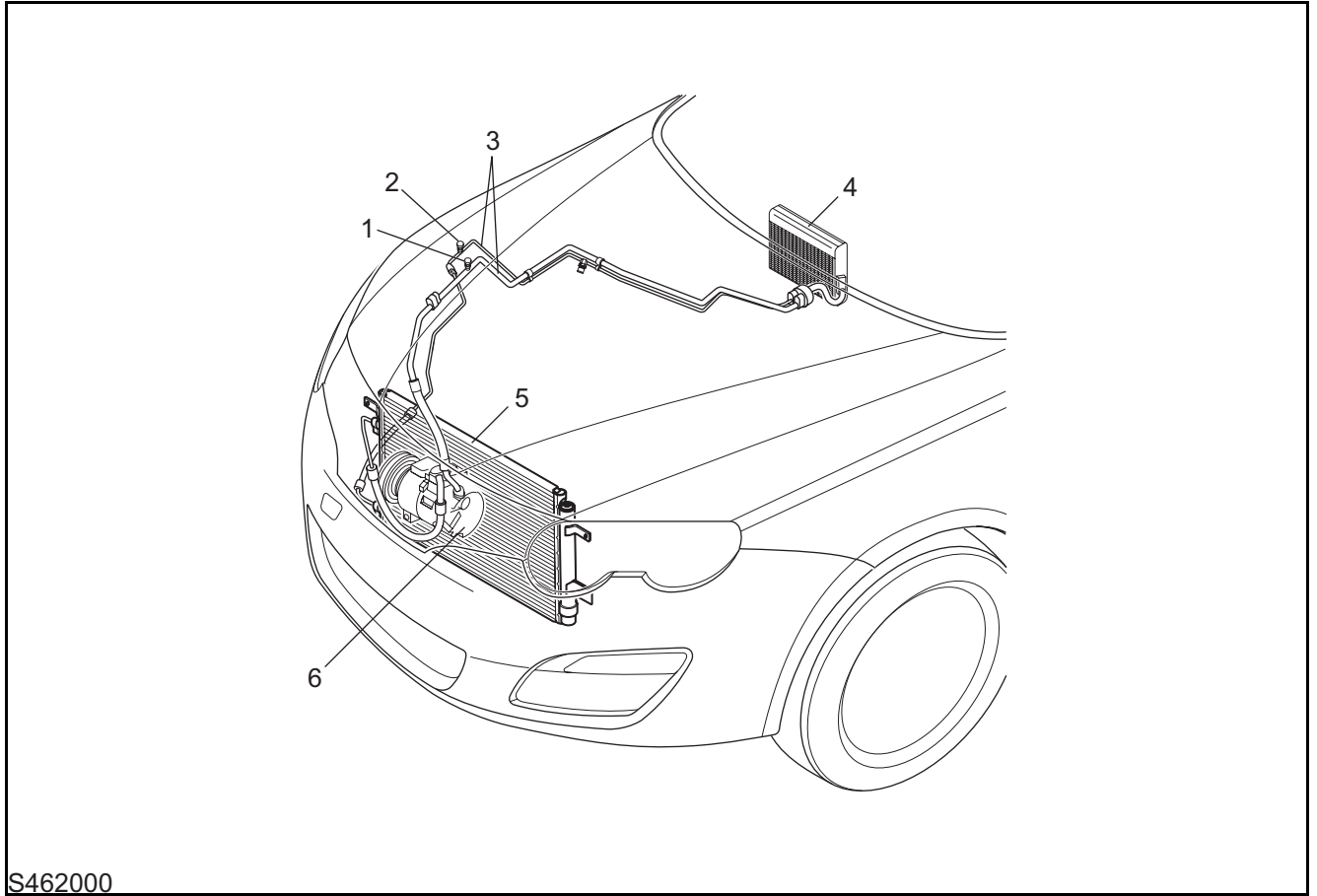


空调 (A/C) 制冷系统布置图

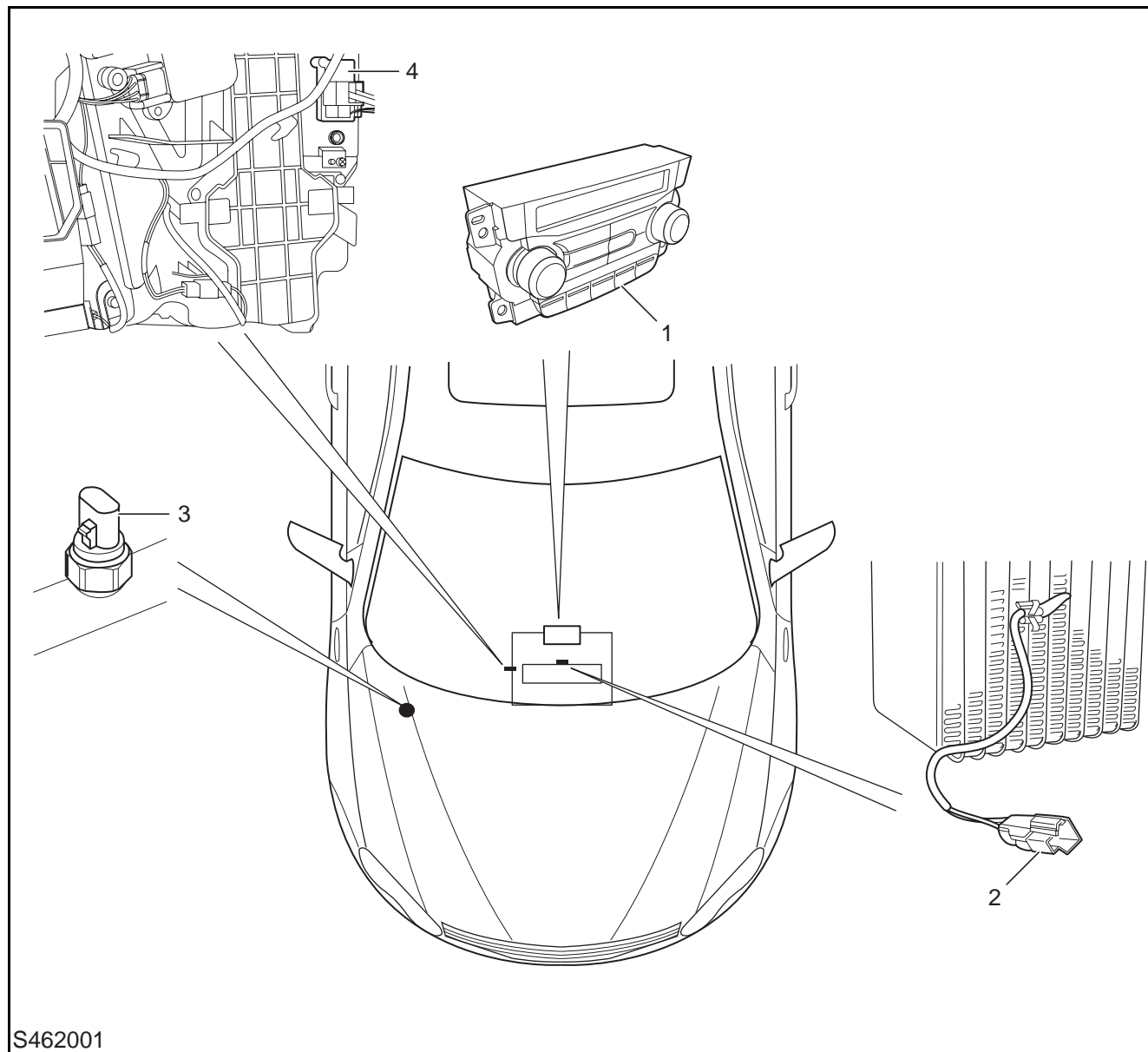


- 1 低压维修接头
- 2 高压维修接头
- 3 空调管路

- 4 蒸发器及热力膨胀阀 (TXV)
- 5 冷凝器
- 6 压缩机

# 空调

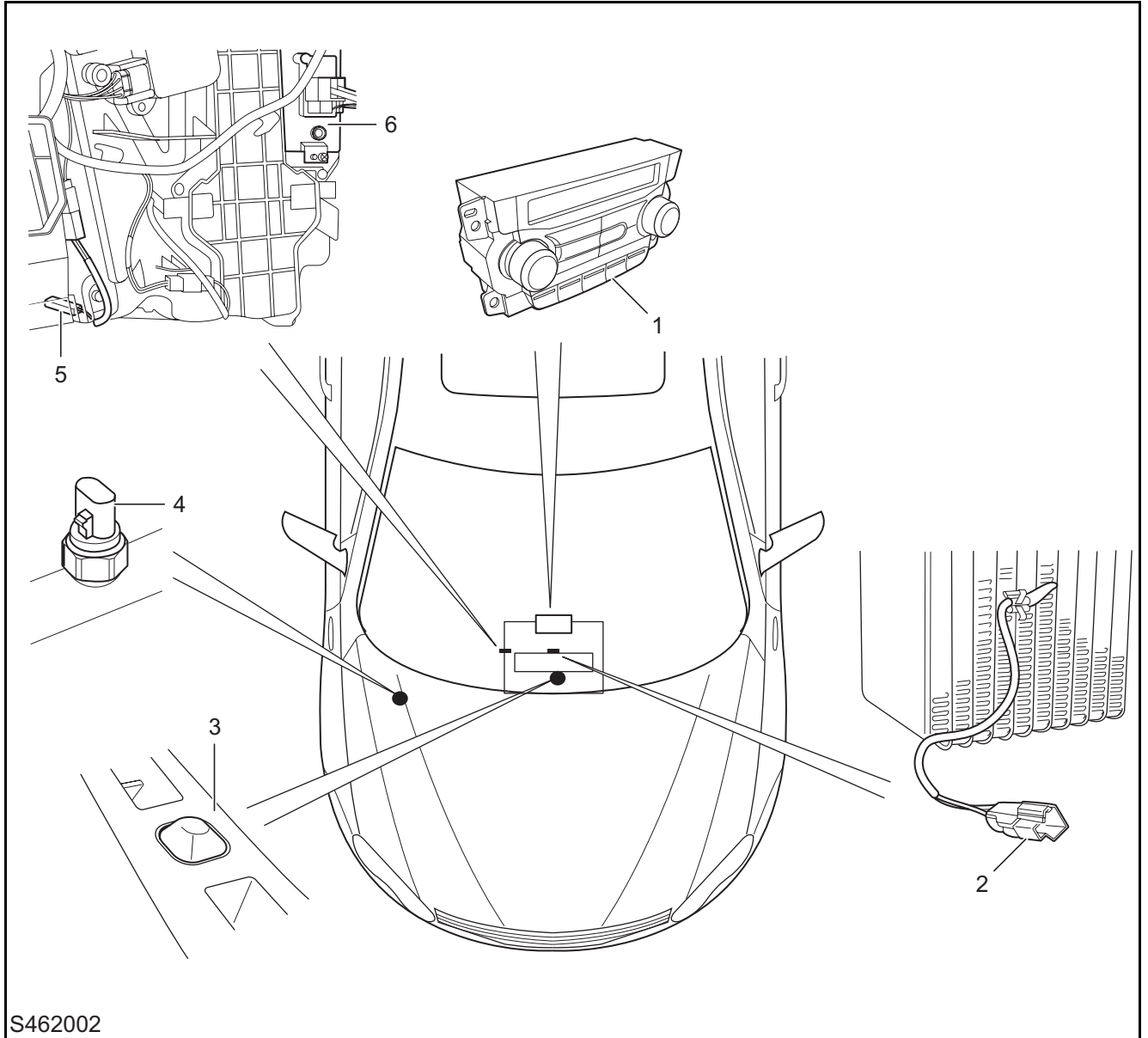
## 空调控制系统布置图 - 电子空调 (ETC)



S462001

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1 ETC 控制器总成 | 3 空调压力传感器 |
| 2 蒸发器温度传感器  | 4 功率管     |

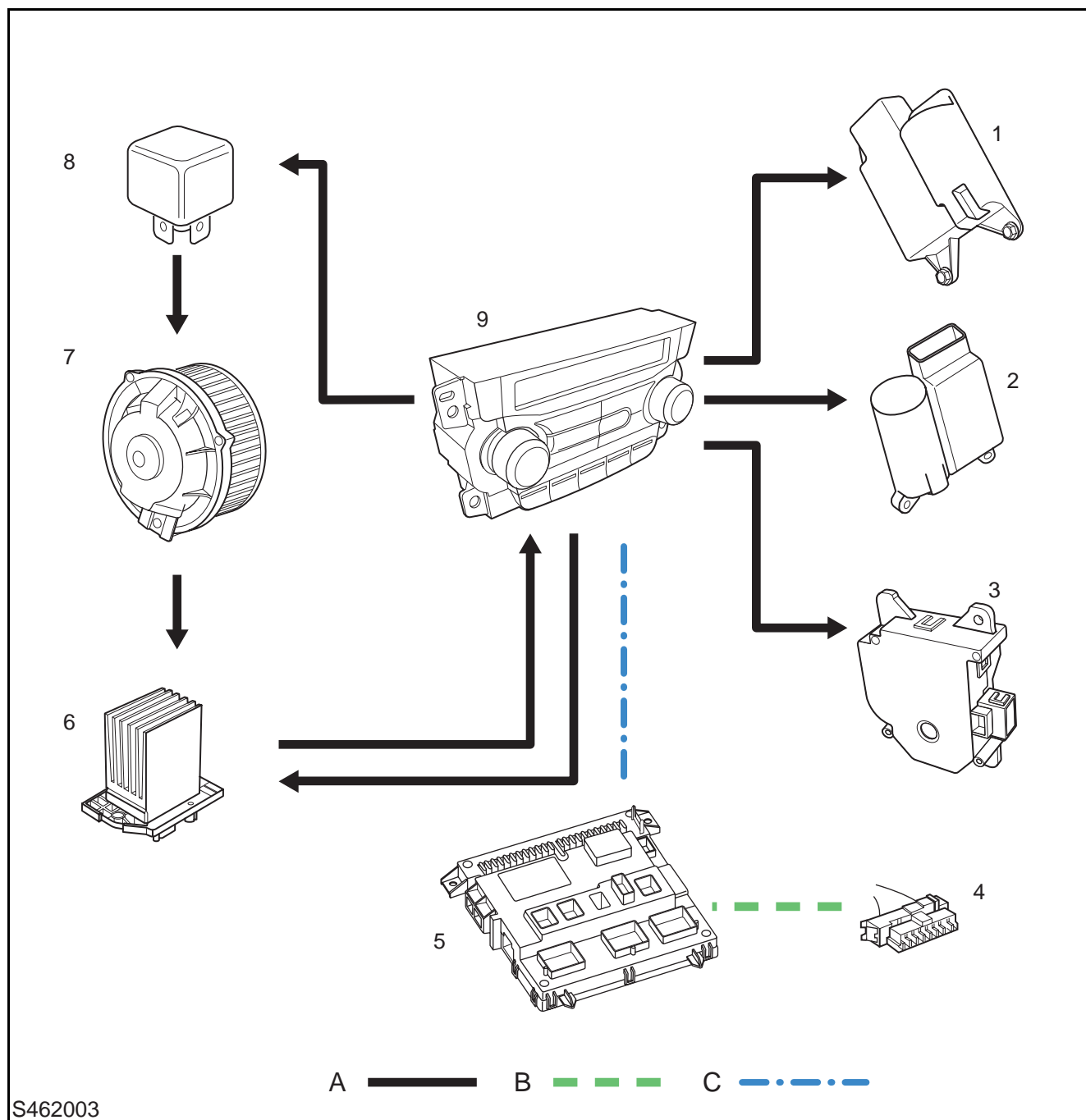
空调控制系统布置图 - 自动空调 (ATC)



- 1 自动空调控制器总成 (集成车内温度传感器)
- 2 蒸发器温度传感器
- 3 日光传感器

- 4 空调压力传感器
- 5 暖风芯体冷却液温度传感器
- 6 功率管

## 暖风机总成控制图 - 电子空调 (ETC)

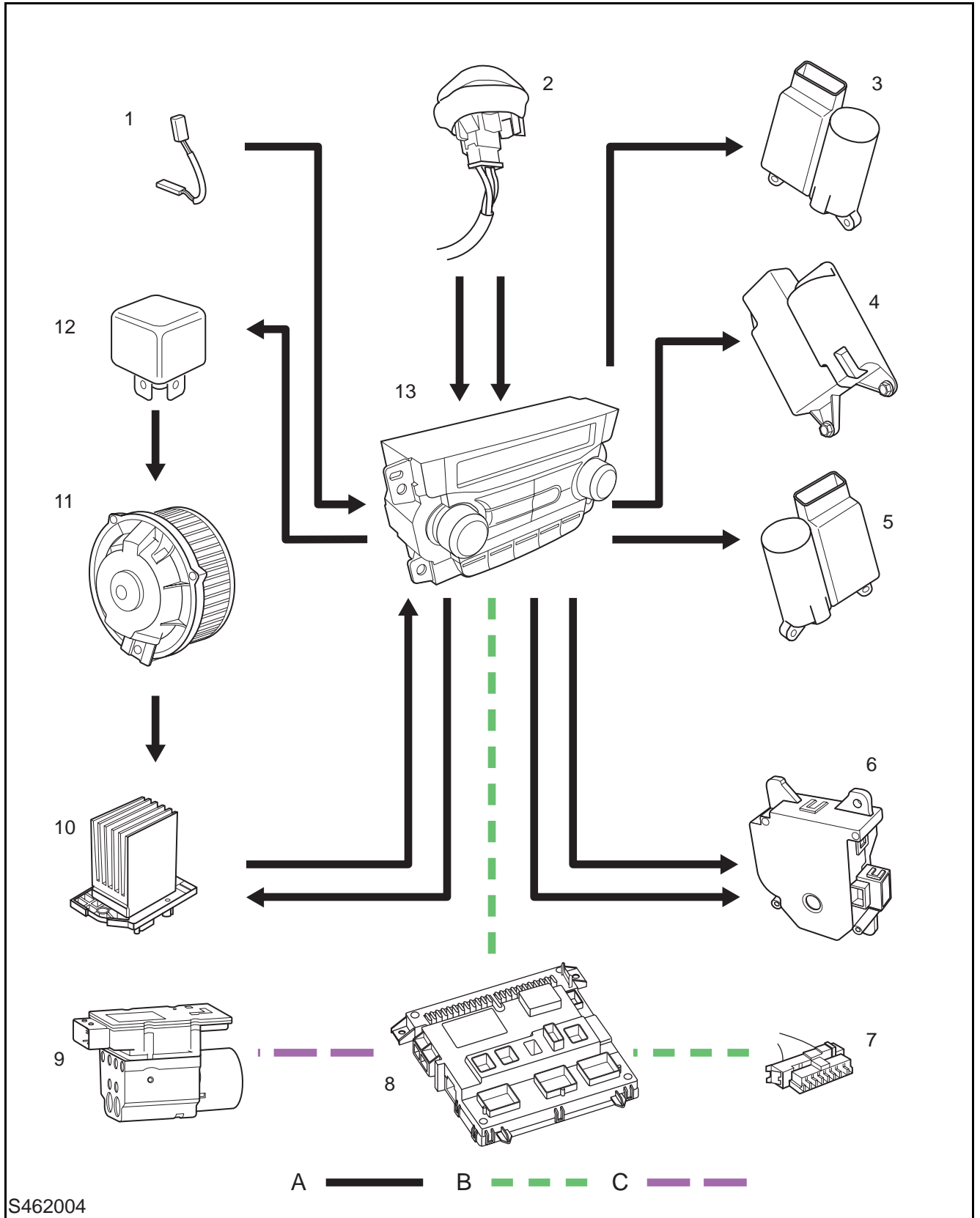


S462003

A= 硬线; B= 中速 CAN 总线; C=LIN 总线

- |                   |             |
|-------------------|-------------|
| 1 模式风门伺服电机        | 6 功率管       |
| 2 混合风门伺服电机        | 7 鼓风机       |
| 3 新鲜 / 循环空气风门伺服电机 | 8 鼓风机继电器    |
| 4 诊断插座            | 9 ETC 控制器总成 |
| 5 车身控制模块 (BCM)    |             |

暖风机总成控制图 - 自动空调 (ATC)



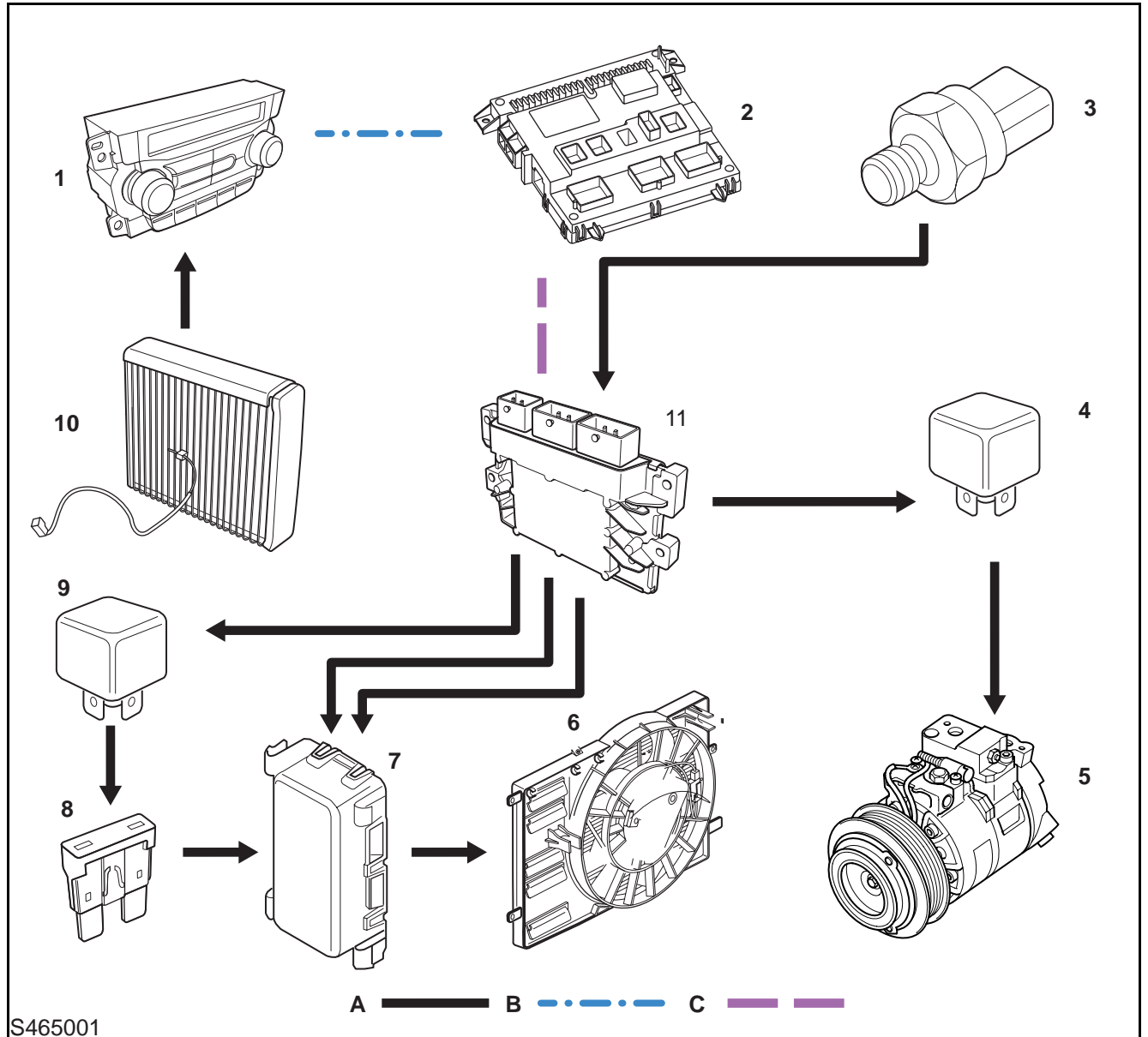
A= 硬线; B= 中速 CAN 总线; C= 高速 CAN 总线

## 空调

---

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1 暖风芯体冷却液温度传感器    | 8 车身控制模块 (BCM) |
| 2 日光传感器           | 9 DSC 调节器      |
| 3 左混合风门伺服电机       | 10 功率管         |
| 4 模式风门伺服电机        | 11 鼓风机         |
| 5 右混合风门伺服电机       | 12 鼓风机继电器      |
| 6 新鲜 / 循环空气风门伺服电机 | 13 ATC 控制器总成   |
| 7 诊断插座            |                |

压缩机和冷却风扇控制图 - 电子空调 (ETC)

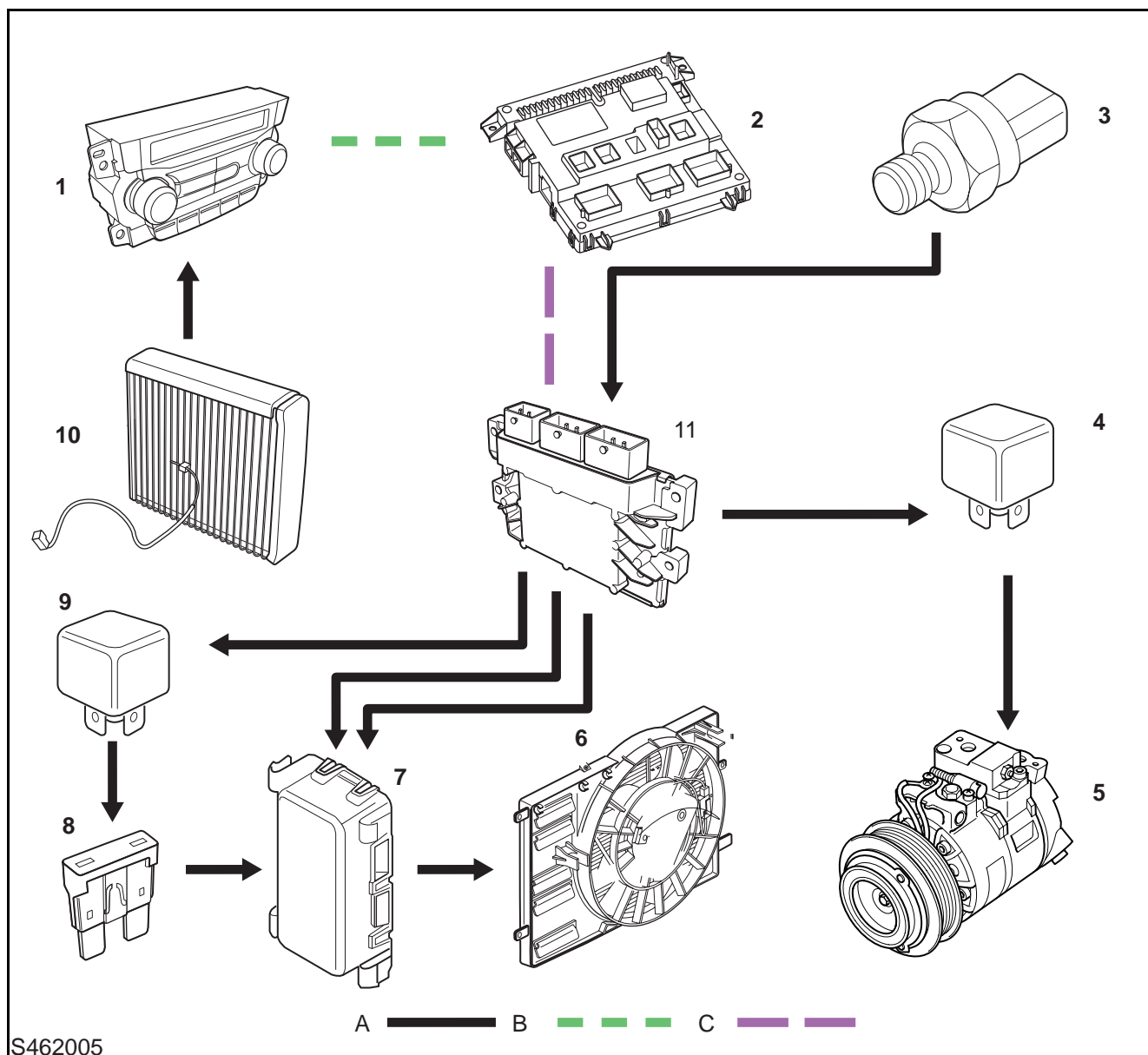


A= 硬线; B=LIN 总线; C= 高速 CAN 总线

- |             |                            |
|-------------|----------------------------|
| 1 ETC 控制器总成 | 7 冷却风扇继电器单元                |
| 2 BCM       | 8 冷却风扇继电器单元保险丝 4- 发动机舱保险丝盒 |
| 3 空调压力传感器   | 9 主继电器                     |
| 4 空调压缩机继电器  | 10 蒸发器温度传感器                |
| 5 空调压缩机     | 11 ECM                     |
| 6 冷却风扇      |                            |

# 空调

## 压缩机和冷却风扇控制图 - 自动空调 (ATC)



A= 硬线; B= 中速 CAN 总线; C= 高速 CAN 总线

- |             |                            |
|-------------|----------------------------|
| 1 ATC 控制器总成 | 7 冷却风扇继电器单元                |
| 2 BCM       | 8 冷却风扇继电器单元保险丝 4- 发动机舱保险丝盒 |
| 3 空调压力传感器   | 9 主继电器                     |
| 4 空调压缩机继电器  | 10 蒸发器温度传感器                |
| 5 空调压缩机     | 11 ECM                     |
| 6 冷却风扇      |                            |



**描述**

**概述**

根据车型的不同，车辆上会安装两种空调系统中的一种即电子空调系统 (ETC) 或自动空调系统 (ATC)：

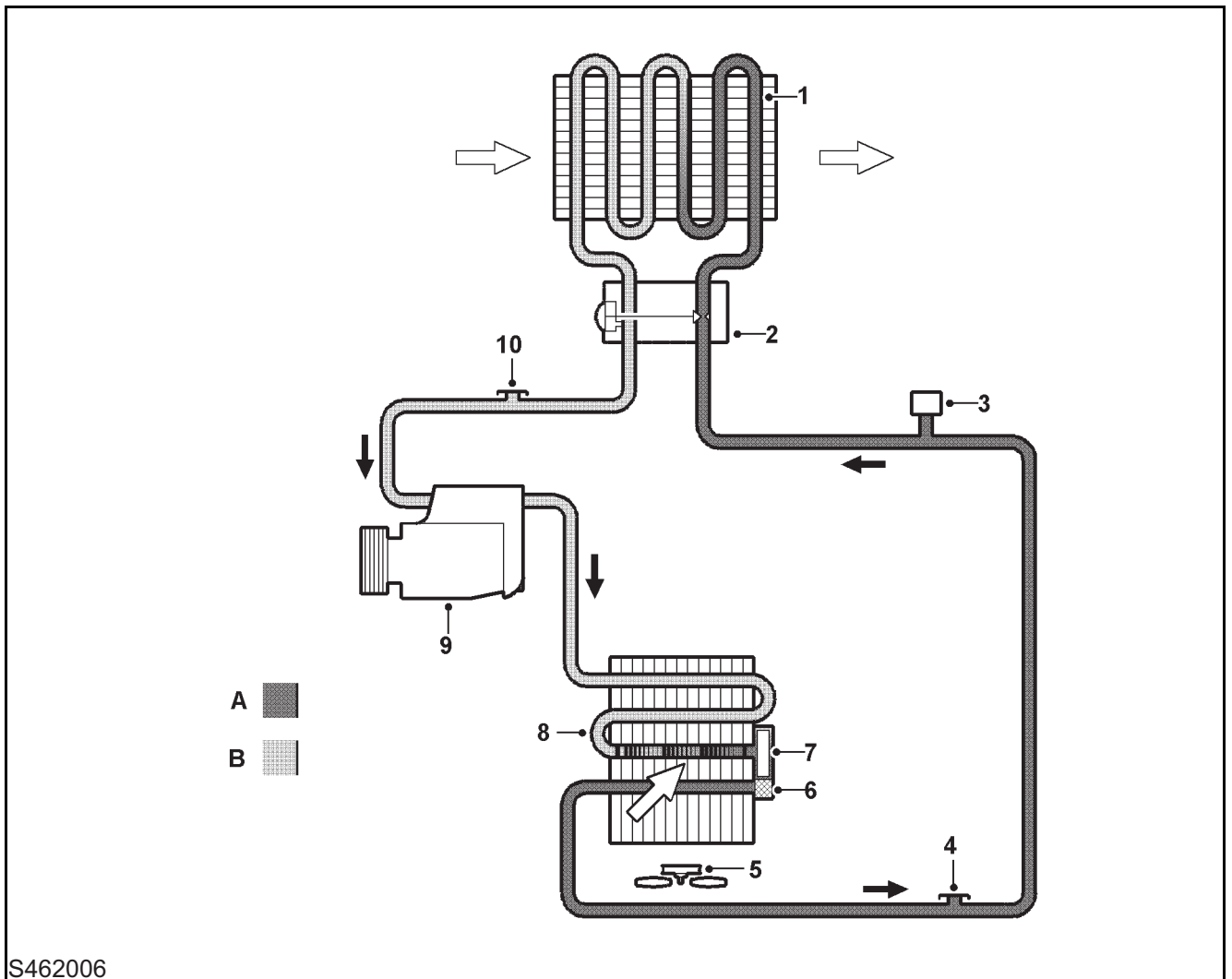
- 在电子控制空调系统中，进气源、空气温度、空气分配及鼓风机速度等功能都是手动选择的。

- 自动空调系统自动监控并调节温度、鼓风机速度和空气分配。自动模式提供了最适宜的系统控制并且不需要手动干预。手动模式允许忽略单个功能的自动运行，以适应个人偏好。

两种系统都是由制冷系统、暖风机总成和控制系统组成。ATC 和 ETC 的区别在于，ATC 比 ETC 多了日光传感器、车内温度传感器和暖风芯体冷却液温度传感器，并且两者的空调控制器总成也是不同的，即控制系统是不同的。

**制冷系统**

空调系统示意图



A= 液态制冷剂； B= 气态制冷剂

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1 蒸发器     | 6 过滤器     |
| 2 TXV     | 7 干燥剂     |
| 3 空调压力传感器 | 8 冷凝器     |
| 4 高压维修接头  | 9 空调压缩机   |
| 5 冷却风扇    | 10 低压维修接头 |

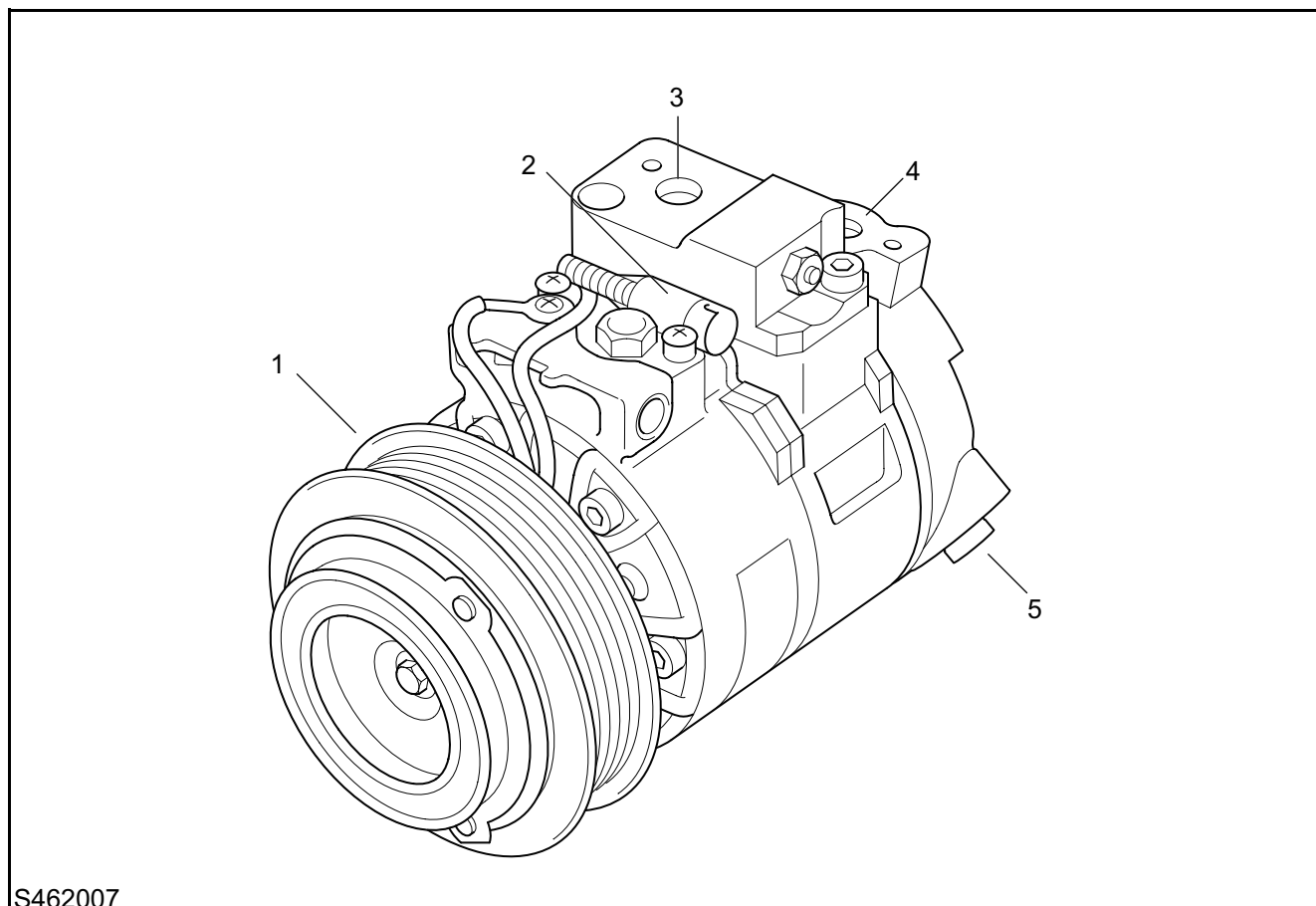
## 空调

制冷系统将车辆内部的热量传递到外部大气中，以提供除湿的凉爽空气给暖风机总成。该系统由压缩机、冷凝器、TXV，空调管路和蒸发器组成。系统是一个填充 R134a 制冷剂作为传热介质的封闭回路。制冷剂中添加空调润滑油，以润滑压缩机的内部组件。

为完成热量的传递，制冷剂环绕系统循环，在系统内，制冷剂经历两种压力 / 温度模式。在每一种压力 / 温度模式下，制冷剂改变其状态，在改变状态的过程中，吸收

与释放最大限度的热量。低压 / 低温模式从 TXV 开始，经蒸发器到压缩机，在 TXV 内，制冷剂降低压力及温度，然后在蒸发器内改变其状态，从中温液态到低温蒸汽，以吸收经过蒸发器周围空气的热量。高压 / 高温模式从压缩机开始，经冷凝器到 TXV，制冷剂在通过压缩机时，增加压力及温度，然后在冷凝器内释放热量到大气中，并改变其状态，从高温蒸气到中高温液态。

### 压缩机

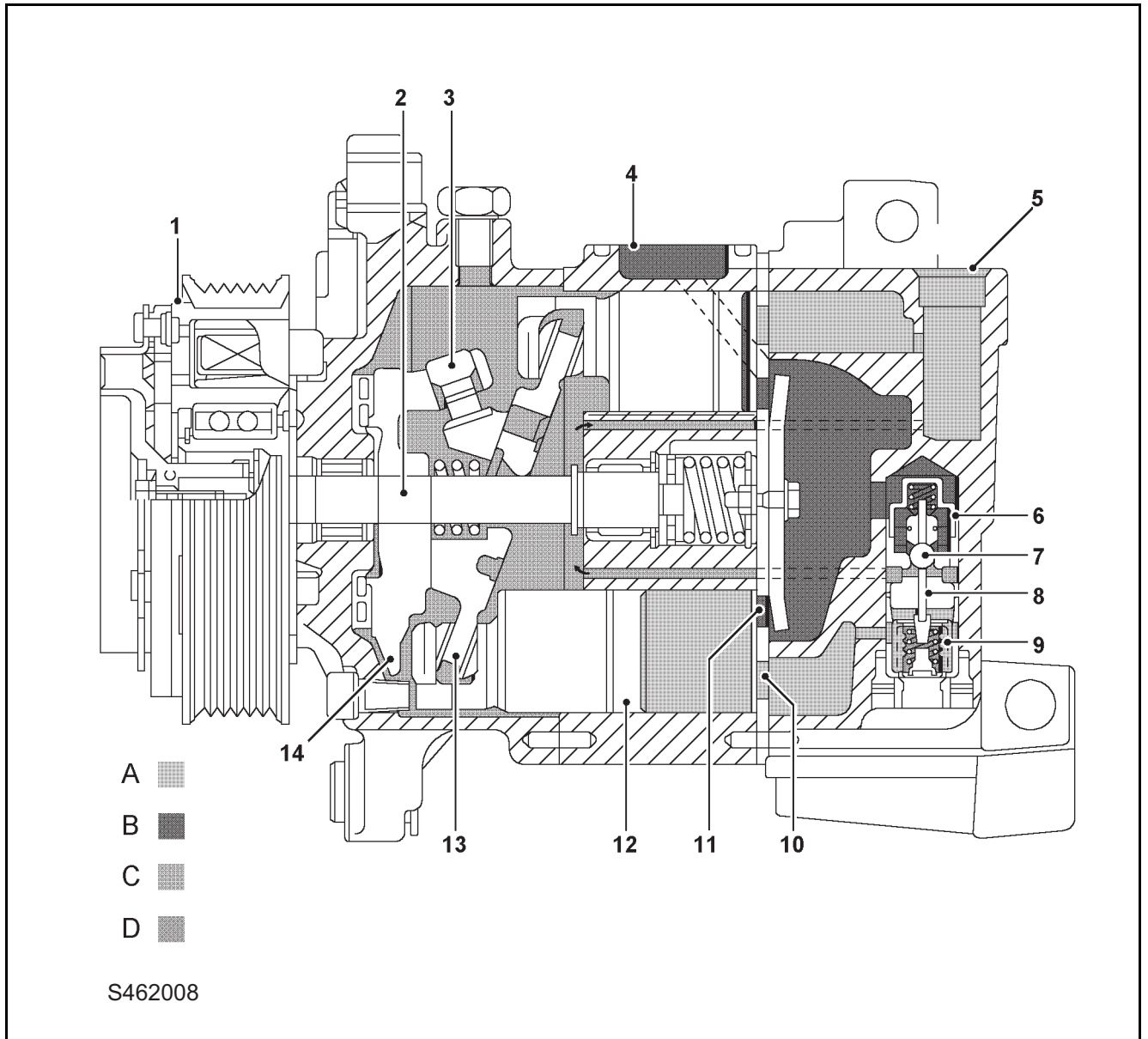


- 1 带轮
- 2 电磁离合器连接器
- 3 进气接口
- 4 出气接口
- 5 控制阀通风孔

压缩机通过压缩来自蒸发器的低压、低温蒸汽，并将其加载成到冷凝器的高压、高温蒸汽的方式，使制冷剂环绕系统循环。

压缩机安装在发动机的安装支架上，是一个变排量的 7 缸旋转斜盘式压缩机。压缩机通过电磁离合器及带轮驱动。

压缩机剖面图



A= 进气压力; B= 排气压力; C= 伺服压力; D= 环境空气压力

- 1 电磁离合器及带轮总成
- 2 轴
- 3 导向销
- 4 排气接口
- 5 进气接口
- 6 控制阀总成
- 7 球阀
- 8 推杆
- 9 膜片
- 10 吸气阀
- 11 排气阀

- 12 活塞
- 13 斜盘
- 14 拖板

压缩机有一个压缩机壳体，在壳体内径向安装了一根轴及止推轴承。一个托板压装在轴上，且带轮总成与电磁离合器以花键的方式安装在压缩机壳体前部的轴端。旋转斜盘安装在轴上，且用两个导向销与托板连接。旋转斜盘在轴上是滑动装配，在一个弹簧的作用下，偏离托板。旋转斜盘的外圆周与 7 个活塞的端部接触，这 7 个活塞环绕在压缩机壳体的内部等间距布置。在压缩机壳体的后部有两个压力腔，分别与压缩机壳体壁上的进气口与排气口连接。位于每个气缸与压

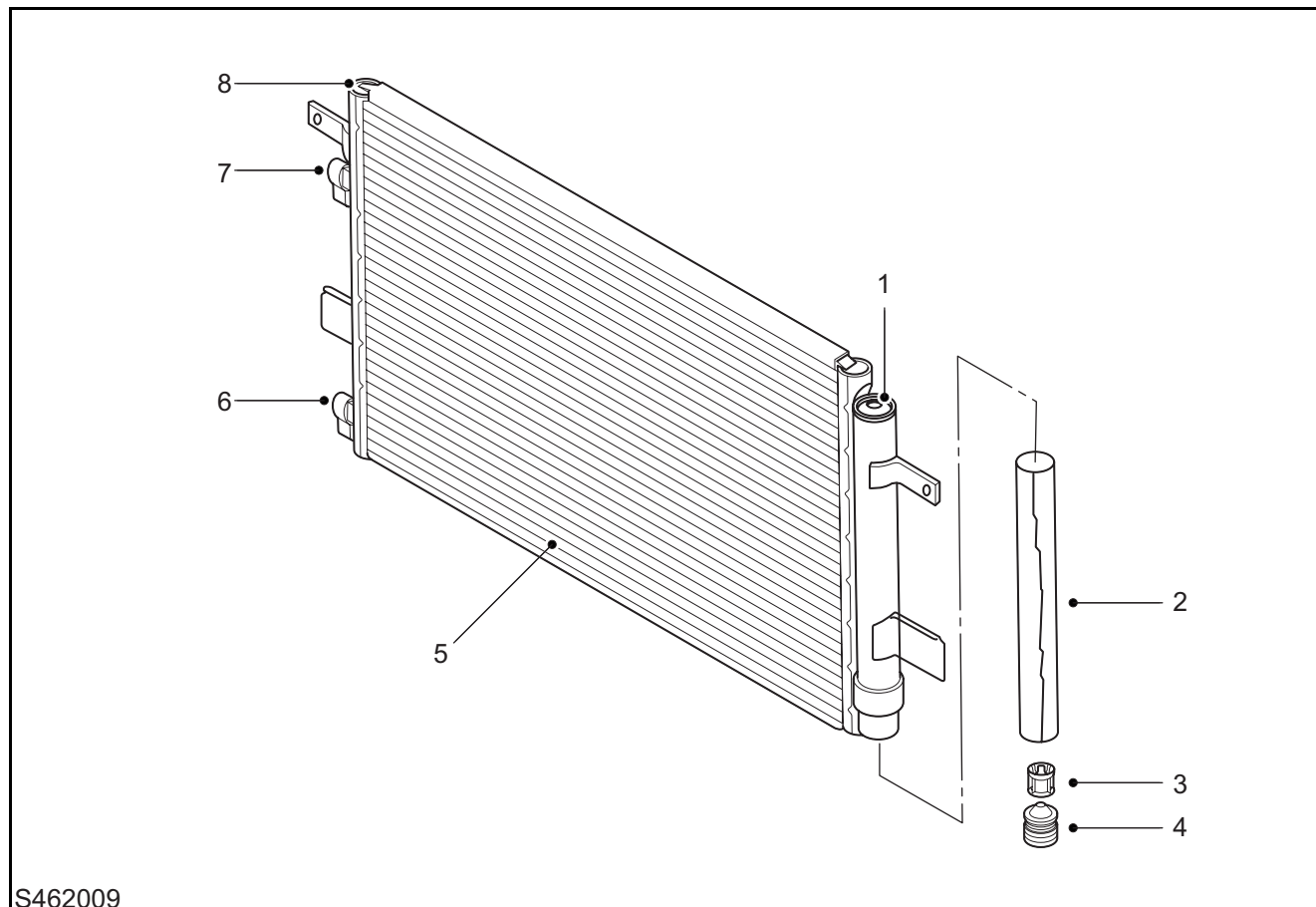
## 空调

力腔之间的吸气阀与排气阀控制蒸汽在气缸内的流进与排出。

控制阀总成含有一个由推杆操纵的球阀，该推杆与膜片连接。在膜片一侧的空气压力及弹簧压力与在膜片

弹簧另一侧的进气压力以及作用在球阀的弹簧及排气压力相对。球阀控制来自排气压力腔的蒸汽流，使在旋转斜盘腔产生伺服压力。

### 冷凝器



S462009

1 调节腔室

2 干燥剂

3 过滤器

4 堵塞

5 热交换器

6 出液接口

7 进气接口

8 端部腔室

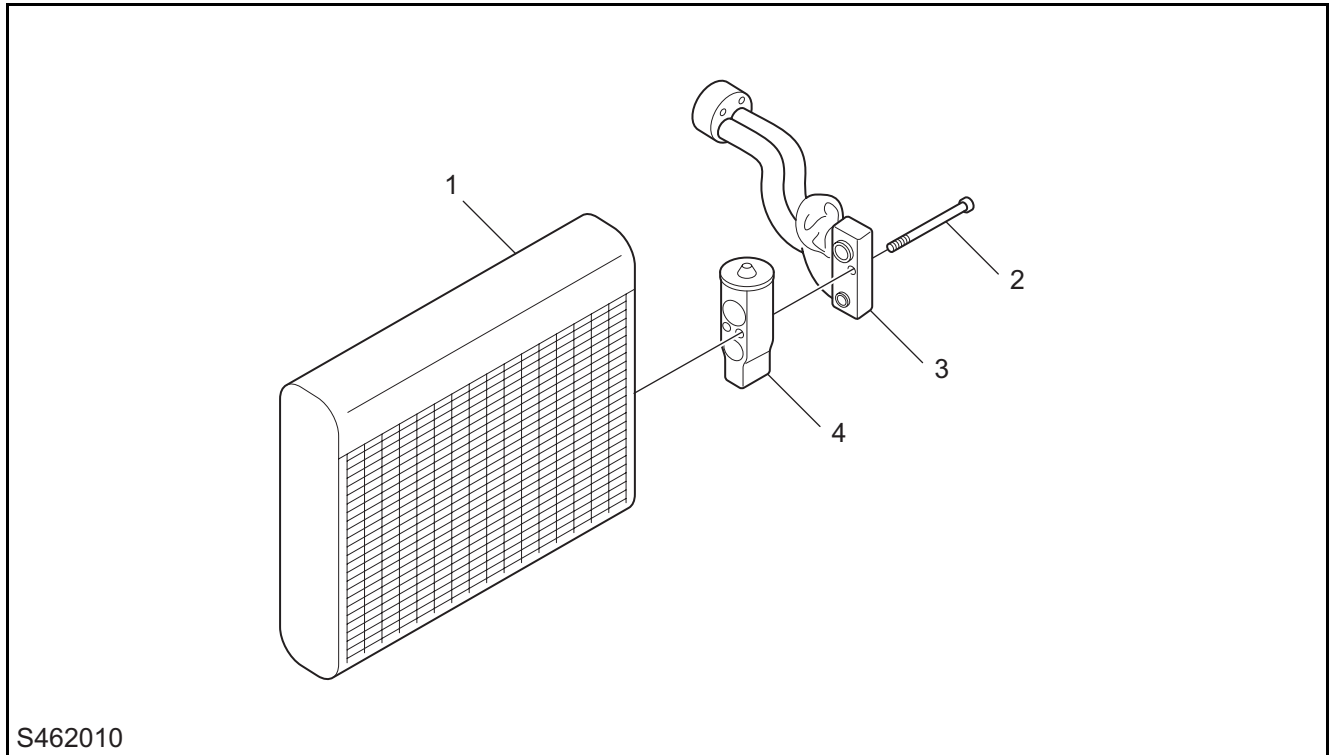
冷凝器将制冷剂的热量传递到周围空气中，以使来自压缩机的制冷剂蒸汽转变成液态。冷凝器同时还通过其干燥模块去除制冷剂中的湿气及固态颗粒，并作为液态制冷剂的容器，以适应蒸发器内的热负荷的变化。

由于冲击效应和 / 或冷却风扇的作用，通过经过热交换器的空气来吸收制冷剂的热量，将制冷剂由蒸汽转变成

液态。在制冷剂进入调节腔室前，冷凝器冷却并液化制冷剂。在调节腔室内，制冷剂内的大部分剩余气体被分离出来，制冷剂通过干燥剂及过滤器，以去除其中的湿气及颗粒物，进入次级冷却器部分。当制冷剂经过次级冷却器部分时，被进一步冷却，从而将冷凝器出口至蒸发器的制冷剂几乎 100% 转变为液态。

**热力膨胀阀 (TXV)**

**TXV 和蒸发器**



1. 蒸发器

3. 连接管

2. 螺栓

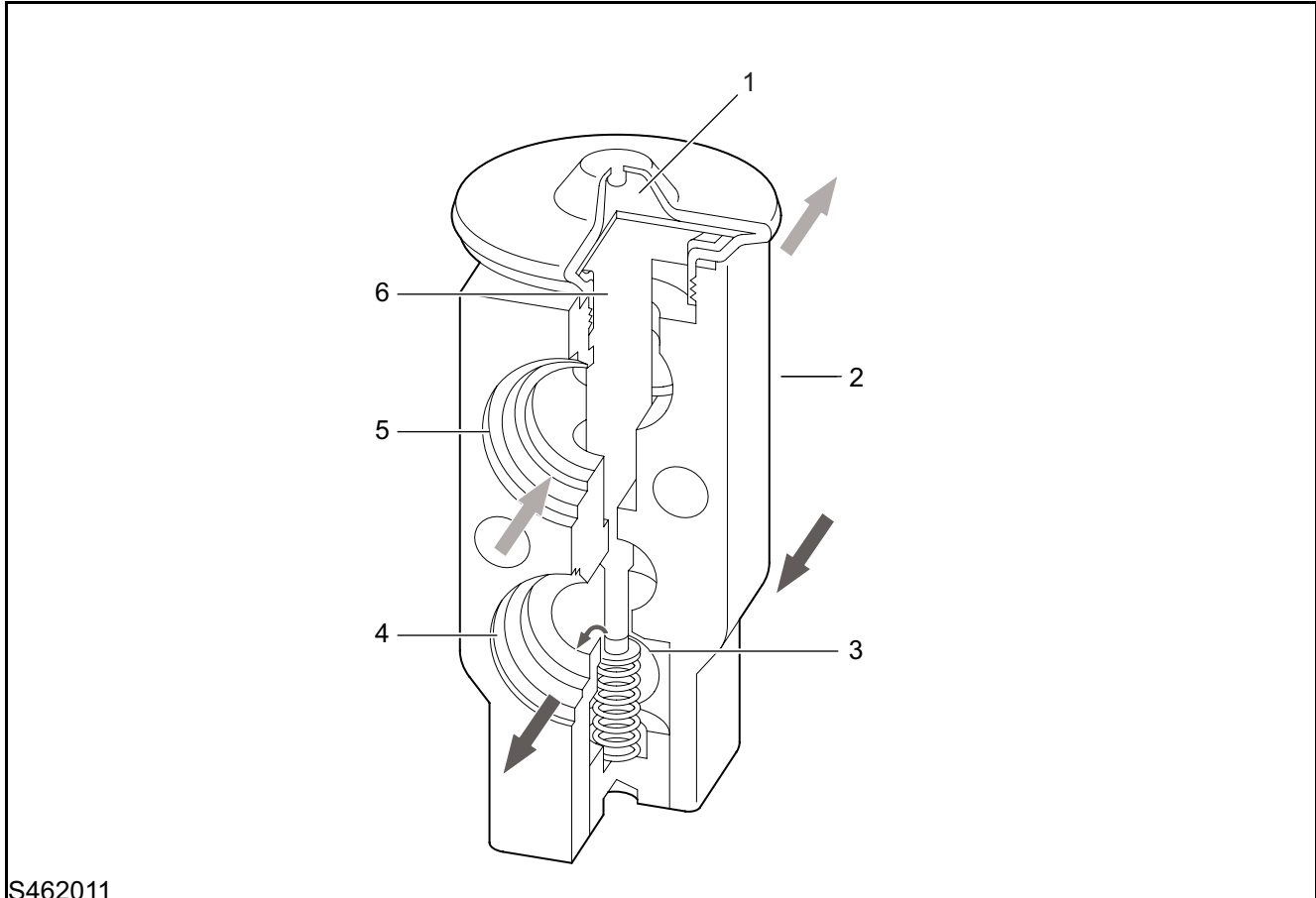
4. TXV

# 空调

膨胀阀可调节制冷剂的流量，使制冷剂流量与通过蒸发器芯体的空气热负荷相匹配。热力膨胀阀安装在蒸发器的进口接口及出口接口上。该阀有一个铝制的壳体，壳体内有进口及出口通道。在进口通道内安装有计量阀，计量阀由连接在膜片上的热敏管控制。膜片顶部充有制

冷剂可感应蒸发器出口压力，而热敏管感应蒸发器出口温度。通过调整热力膨胀阀开度使得受力平衡，保证蒸发器出口的合适的过热度，达到制冷量与空气热负荷平衡。

## 热力膨胀阀



- 1 膜片
- 2 壳体
- 3 计量阀
- 4 至蒸发器的进口通道
- 5 自蒸发器的出口通道
- 6 热敏管

液态制冷剂流经计量阀，进入蒸发器。通过计量阀的限制使制冷剂的压力及温度降低，同时将制冷剂从固体粒子流变为精细的喷雾流，以改善蒸发效果。当制冷剂通过蒸发器时，吸收流经蒸发器芯体周围空气的热量，温度的增加使制冷剂蒸发并增加制冷剂的压力。

离开蒸发器的制冷剂的温度和压力作用在膜片及热敏管上，使膜片及热敏管移动，调节计量阀开度，从而控制通过蒸发器的制冷剂的量。流经蒸发器芯体的空气越

热，可用来蒸发制冷剂的热量就越大，从而允许更多的制冷剂通过计量阀。

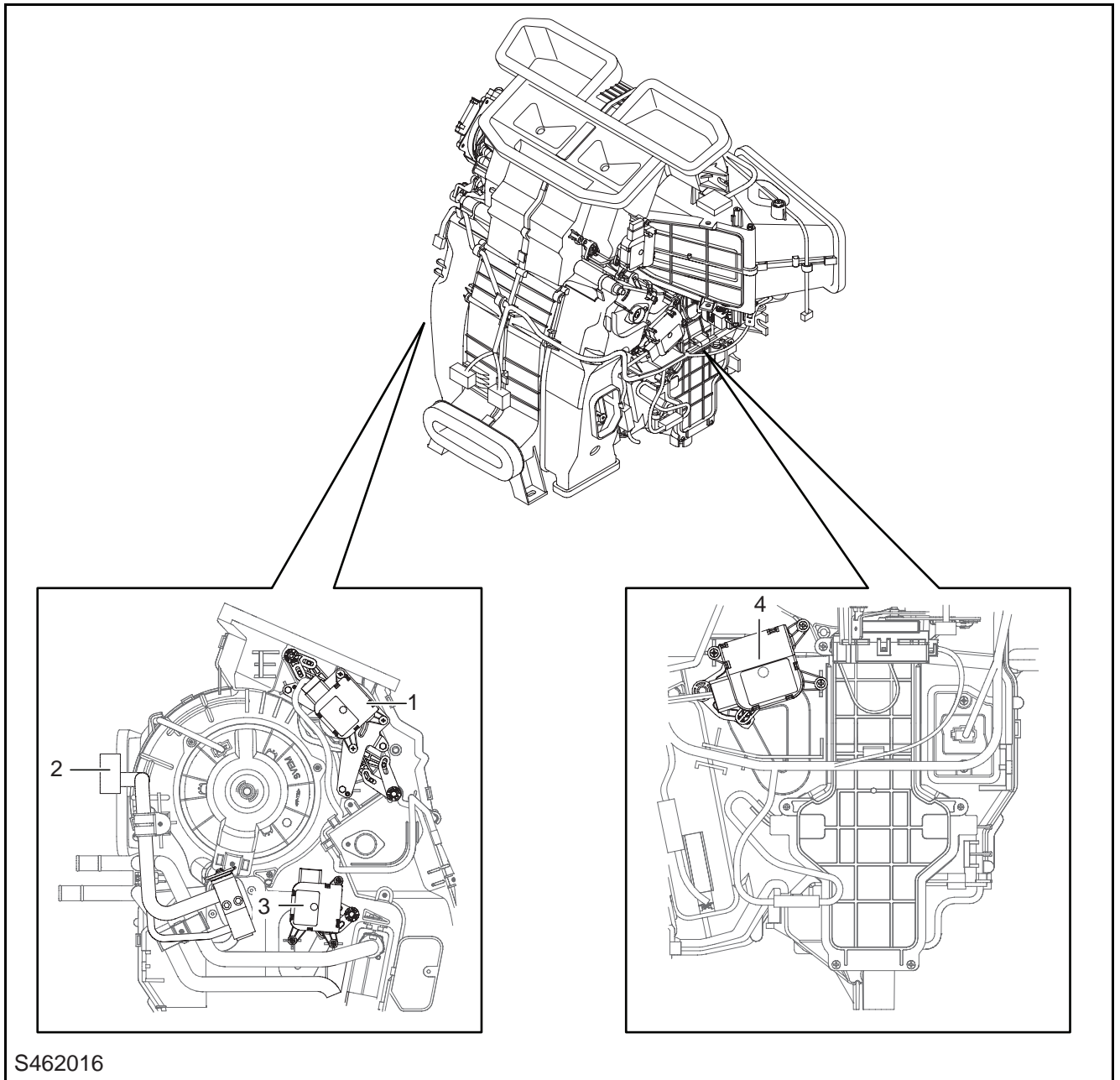
### 蒸发器

蒸发器安装在暖风机总成的进气口中，用于吸收外部进气或循环进气的热量。低压低温制冷剂在蒸发器中由液体变为蒸汽，在该转变状态过程中会吸收大量热量。

### 空调管路

铝制空调管路将系统各部件连接在一起，为确保密封可靠，各接口间安装有O型圈。为了维持系统的相似流速，空调管路的直径会有所不同，以适应两种压力 / 温度状况。低压 / 低温状况下安装较大直径的管路，高压 / 高温状况下安装较小直径的管路并将制冷剂加注接口整合在空调管路中，以便于系统维修。

暖风机总成



S462016

- 1 模式风门伺服电机
- 2 TXV 和蒸发器连接管
- 3 左侧混合风门伺服电机（仅适用于 ATC）
- 4 右侧混合风门伺服电机

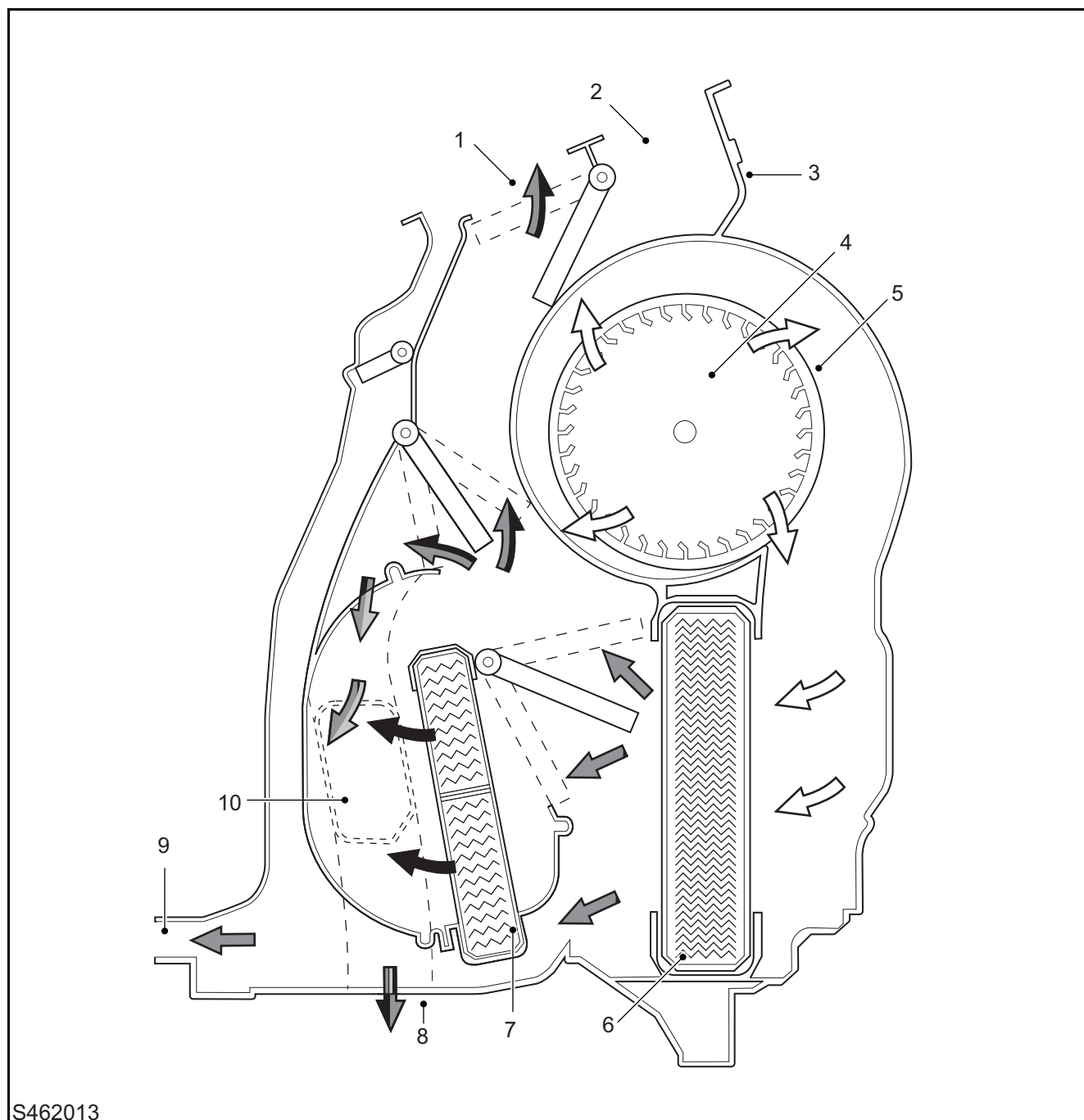
暖风机总成控制空气分配和空气温度。暖风机总成加入了 TXV、蒸发器和蒸发器温度传感器。暖风机总成还加入了：

- 伺服电机，分别操纵各控制风门。ATC 有 4 个伺服电机，以操纵模式风门，左侧及右侧混合风门独立控制，新鲜 / 循环空气风门；ETC 有 3 个伺服电机，以操纵模式风门，混合风门及新鲜 / 循环空气风门。伺服电机安装在箱体的外侧，由空调控制器控制。每个伺服电机中的反馈电压计提供相关的风门位置信号给空调控制器。

- 暖风芯体冷却液温度传感器倚靠在暖风芯体底部向 ATC ECU 输出温度信号。（仅适用于 ATC）
- 功率管，用于控制鼓风机速度。

# 空调

## 温度和风量分配控制



图上显示了至前座面部和脚部位置出风口的中等热量的风门位置

- |                |            |
|----------------|------------|
| 1 前座面部出风口      | 6 蒸发器      |
| 2 前挡风玻璃和前侧窗出风口 | 7 暖风芯体     |
| 3 暖风机总成箱体      | 8 后放脚部出风口  |
| 4 进气口          | 9 后座面部出风口  |
| 5 鼓风机          | 10 前座脚部出风口 |



---

## 控制系统 - 自动空调系统 (ATC)

自动空调控制系统控制制冷系统的运行及暖风机总成内的控制风门，从而控制车内的空气温度及空气分配。它向功率管输出信号，控制鼓风机进而控制空气量。它还同时向 BCM 输出信号，以控制后风窗加热器。

ATC 控制系统由以下部分组成：

- ATC ECU (集成车内温度传感器)
- 空调压力传感器
- 蒸发器温度传感器
- 日光传感器
- 暖风芯体冷却液温度传感器
- 功率管
- 环境温度传感器

### ATC ECU

ATC ECU 安装在收音机下的仪表板中央。ATC ECU 上的一体式控制面板包含系统控制输入开关和提供系统状态信息的液晶显示屏 (LCD)。

传感器、控制面板开关和 BCM 的输入信号由 ATC ECU 处理，然后 ATC ECU 输出合适的控制信号。

ATC ECU 与 BCM 通过 MS CAN 通信，以控制后风窗加热器和诊断系统；ATC ECU 通过 BCM 与 ECM 通信，以控制压缩机离合器；ATC ECU 通过 BCM 发送蒸发器温度输出到 ECM，以确定发动机怠速以补偿压缩机负荷并接收以下的输入信息：

- 车速来自 DSC 调节器
- 环境温度来自前保险杠上的环境温度传感器。

## 控制系统 - 电子空调系统 (ETC)

ETC 控制系统由以下部分组成：

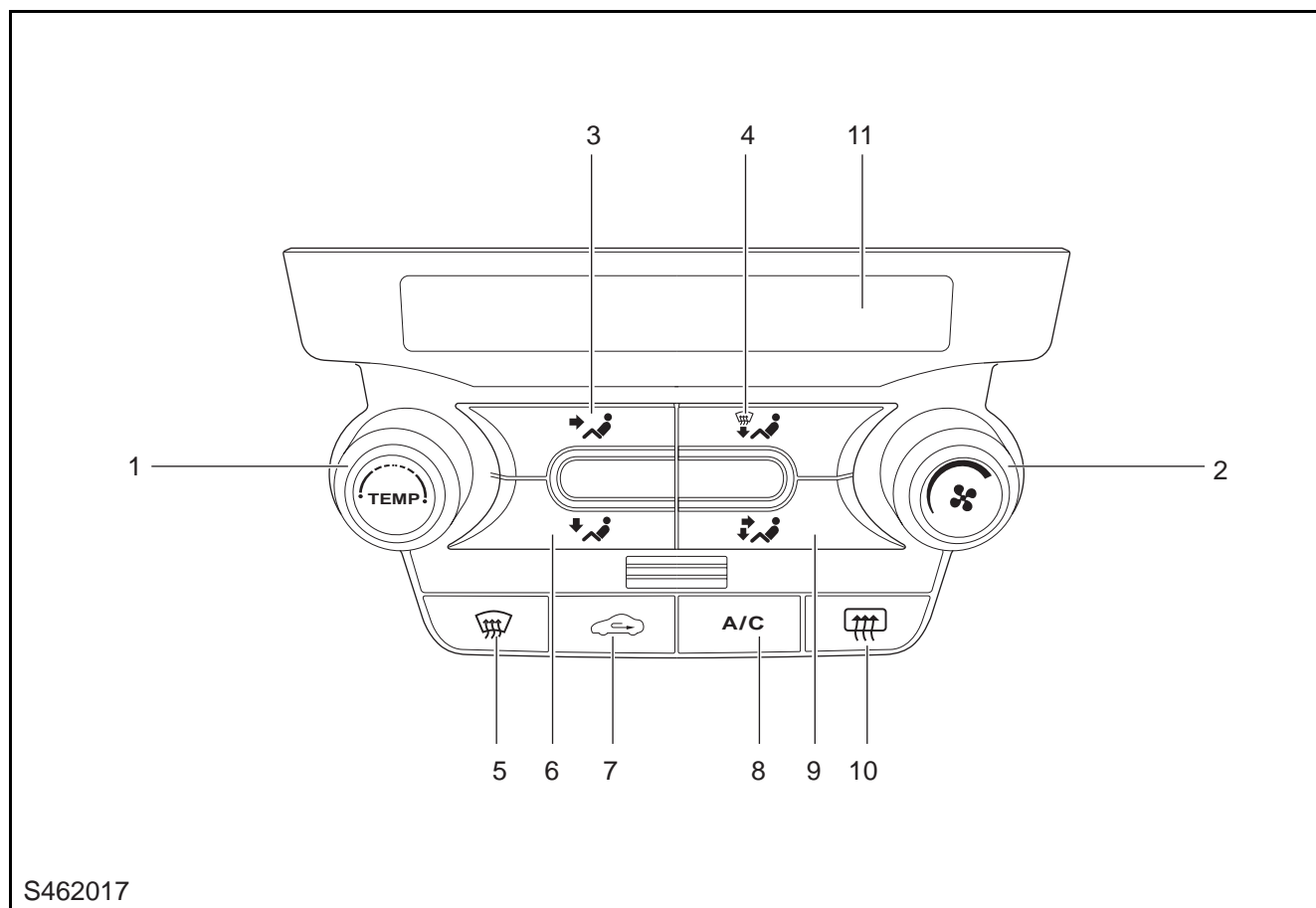
- ETC ECU
- 空调压力传感器
- 蒸发器温度传感器
- 功率管
- 环境温度传感器

### ETC ECU

ETC ECU 以与 ATC ECU 相类似的工作方式运行，所不同的是 ETC ECU 与 BCM 通过 LIN 通信，以控制后风窗加热器和诊断系统。ETC ECU 还接收来自前保险杠上的环境温度传感器的环境温度信息。

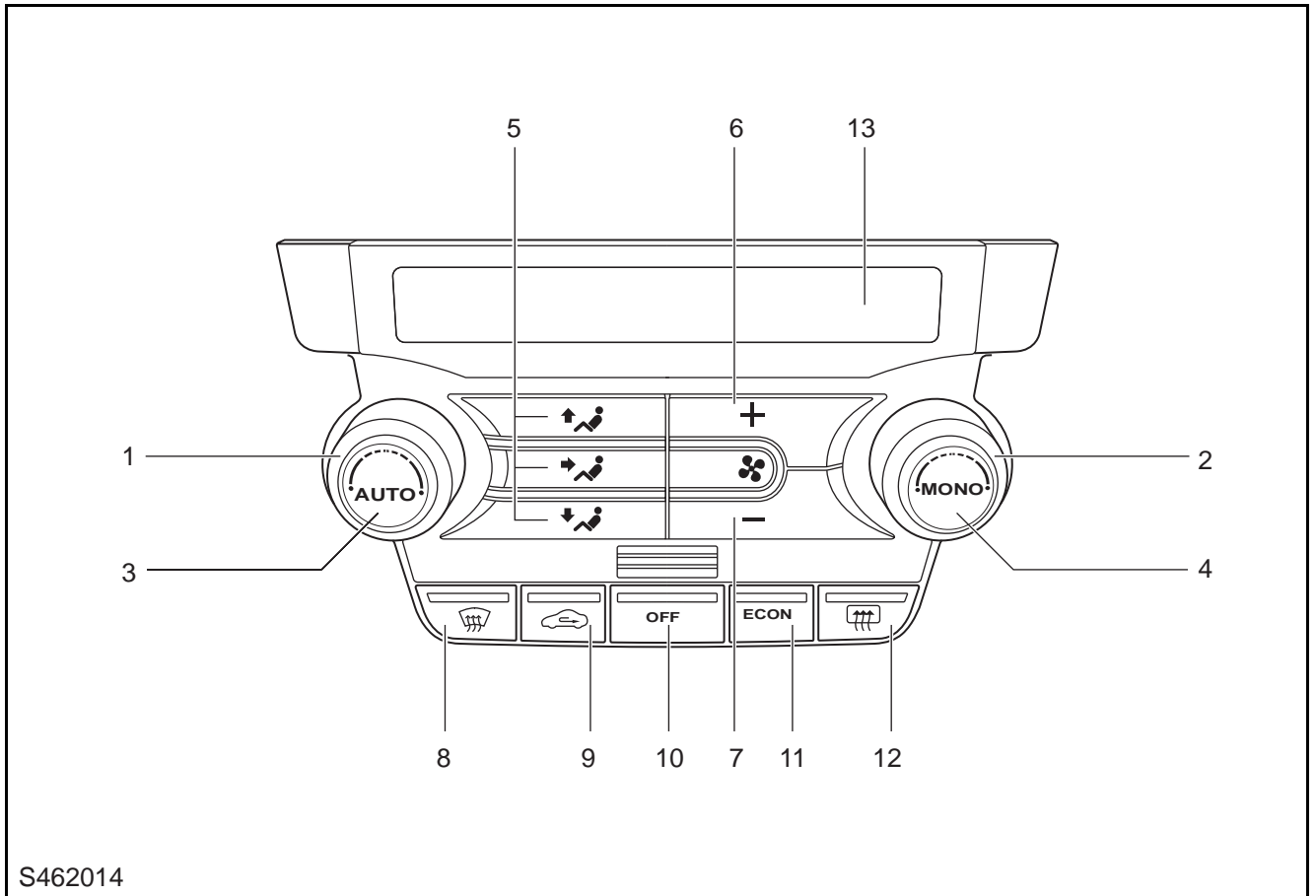
# 空调

## 控制面板 - 电子空调 (ETC)



- |                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| 1 温度旋钮                 | 7 新鲜 / 循环空气开关     |
| 2 鼓风机风速旋钮              | 8 空调开启 / 关闭开关     |
| 3 面部模式开关               | 9 面部和脚部模式开关       |
| 4 脚部和前挡风玻璃 / 前侧窗除霜模式开关 | 10 后风窗加热 (HRW) 开关 |
| 5 除霜模式开关               | 11 LCD 显示屏        |
| 6 脚部模式开关               |                   |

控制面板 - 自动空调 (ATC)



- |                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| 1 左侧温度旋钮         | 8 除霜模式开关              |
| 2 右侧温度旋钮         | 9 新鲜 / 循环空气开关         |
| 3 自动模式 (AUTO) 开关 | 10 空调开启 / 关闭 (OFF) 开关 |
| 4 单区模式 (MONO) 开关 | 11 经济模式 (ECON) 开关     |
| 5 模式开关           | 12 后风窗加热 (HRW) 开关     |
| 6 鼓风机风速加大开关      | 13 LCD 显示屏            |
| 7 鼓风机风速减小开关      |                       |

除了左侧温度旋钮和右侧温度旋钮是增量式旋转开关以外，其余控制面板上的开关都是非自锁开关。这些开关有如下功能：

左侧和右侧温度控制：

仅在系统开启时激活。

- 每次旋转温度开关会增加或减小相应的温度设置 1 °C，温度调节范围在 16 °C 至 28 °C 之间。
- 如果温度设置为 16 °C 时向逆时针侧旋转，显示屏显示为 LO（最大制冷）。
- 如果温度设置为 28 °C 时向顺时针侧旋转，显示屏显示为 HI（最大供暖）。

经济模式 (ECON) 开关：

仅在系统开启时激活。在自动模式或手动模式下，如果不需要冷却或除湿空气，例如环境温度低于左侧和右侧温度设置时，可以手动控制制冷系统压缩机的开关，以减少油耗。使用 ECON 开关切换 ECON 图标的开和关。

空调打开 / 关闭 (OFF) 开关：

打开和关闭空调系统。用此开关关闭系统时，LCD 显示屏、鼓风机和压缩机都被关闭。用此开关打开系统时，系统会恢复为前一次关闭时所选择的配置。

自动模式 (AUTO) 开关：

启动系统的自动模式或将系统切换到自动模式和从自动模式切换到其它模式。使用 AUTO 按钮切换 AUTO 图标

# 空调

---

的开和关。在自动模式下时，ATC ECU 自动控制车辆内部的空气温度和空气分配。

温度设置：

左侧和右侧温度设置是控制系统使用的参考输入，它们提供了乘客舱中所需的近似温度值；这些温度不必是实际空气分配出风口的温度或乘客舱中特定点的温度。

**MONO 模式 (MONO) 开关：**

仅在系统开启时激活。MONO 模式开关用于将 ATC 从双区 (AUTO) 切换到单区 (MONO)。例如，驾驶员独自一人且不需要乘客侧区域温度时。启用 MONO 模式时，两个设置温度将与驾驶员侧的设置温度相同。

如果用乘客侧温度旋钮来调节设置温度，就会禁用 MONO 模式并且系统将回到 AUTO 模式。使用 MONO 开关切换 MONO 图标的开和关。

鼓风机开关：

仅在系统开启时激活。提供手动控制鼓风机速度：

- 每按一次 "+" 或 "-" 开关时，鼓风机速度就会在 0 到 8 档之间发生适当的变化（0 档为关闭）。
- 如果一直按住开关，1 秒钟之后每隔 0.5 秒就会发生一次速度变化，直至满刻度。

空气分配开关：

仅在系统开启时激活。提供手动控制空气分配：

- 每按一次此开关都会使空气分配发生变化，其变化顺序是仅面部，面部和脚部，仅脚部，脚部和前挡风玻璃 / 前侧窗除霜，仅前挡风玻璃 / 前侧窗除霜。
- 如果一直按住开关，1 秒钟之后每隔 0.5 秒就会发生一次空气分配变化，直到空气分配变为仅前挡风玻璃 / 前侧窗除雾。释放开关后再按开关会将空气分配变回到仅面部。

除霜模式开关：

点火开关打开后即使发动机没有运行，除霜模式也是可运行的。操纵除霜模式开关时，以下功能被强制启用：

- 空气分配设置到前挡风玻璃
- 当环境温度低于 10 °C 时，鼓风机风量自动选择 7 档速度；当环境温度高于 10 °C 时，鼓风机风量自动选择 5 档速度（但仍可手动调节且不关闭除霜模式）
- 选定进气源为新鲜空气
- 选定空调（发动机正在运行时）
- HRW 开启（发动机正在运行时）

选择 AUTO 会关闭除霜（如开启）并开启 AUTO 模式。除霜开启时再选择除霜会关闭除霜功能并开启 AUTO 模式。如果 ATC 系统关闭，选择除霜会打开系统。

加热后风窗 (HRW) 开关：

HRW 只有在发动机运行时才工作。操作 HRW 开关会通过 MS CAN 总线发送消息到 BCM。这会使 HRW 继电器通电吸合为 HRW 供电。HRW 功能是定时的（除非手动关闭它），否则在以下时间后风窗加热器自动关闭：

- 12 分钟（环境温度等于或高于 10 °C），如在这期间按下开关则立即关闭。

当选择自动模式时且环境温度低于 5 °C 时后风窗加热器自动开启。

取下点火钥匙时，HRW 功能被重置，必须在下一个点火循环时重新选择。

内 / 外循环空气开关：

仅在系统开启时激活。

电子空调：内循环保持 15 分钟后，切换至外循环模式 4 分钟，然后再回到内循环模式。

自动空调：长按内循环按键 2 秒则可以使车辆保持内循环，并且会有 5 秒 2Hz 的闪烁。

手动控制模式下，

如果 A/C 处于关闭状态，在外循环状态时，按下内 / 外循环按钮则启动内循环模式并持续 4 分钟，然后自动返回外循环。

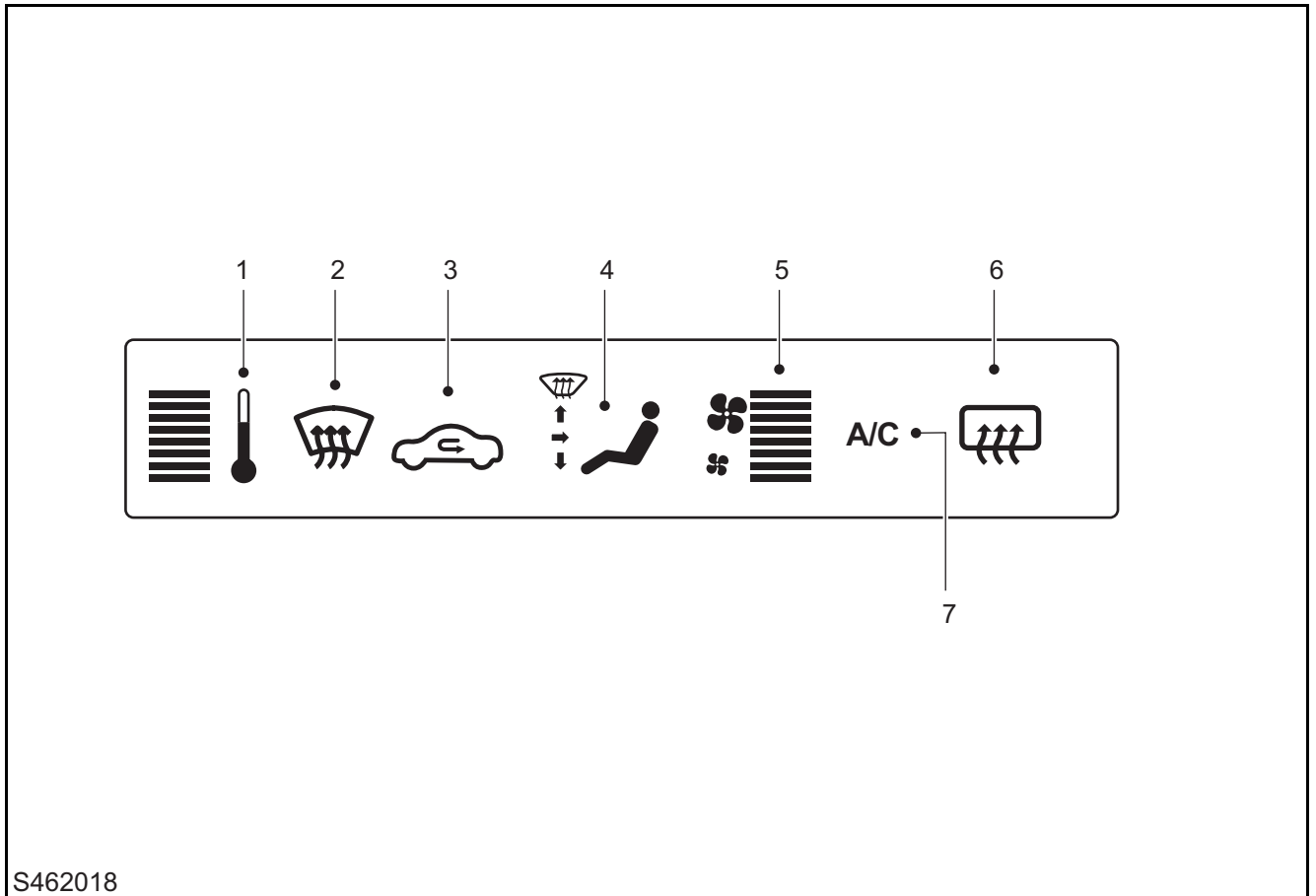
如果 A/C 处于开启状态，则内 / 外循环模式随着操作的变化而变化。

自动控制模式下，持续内循环 16 分钟后，系统自动切换为外循环模式并持续 1.5 分钟，然后再自动切换为内循环模式。

温度单位 (°C)：

仅在系统开启时激活。显示屏设置的为摄氏温标，旋转温度旋钮增加或减小设置温度 1 档。

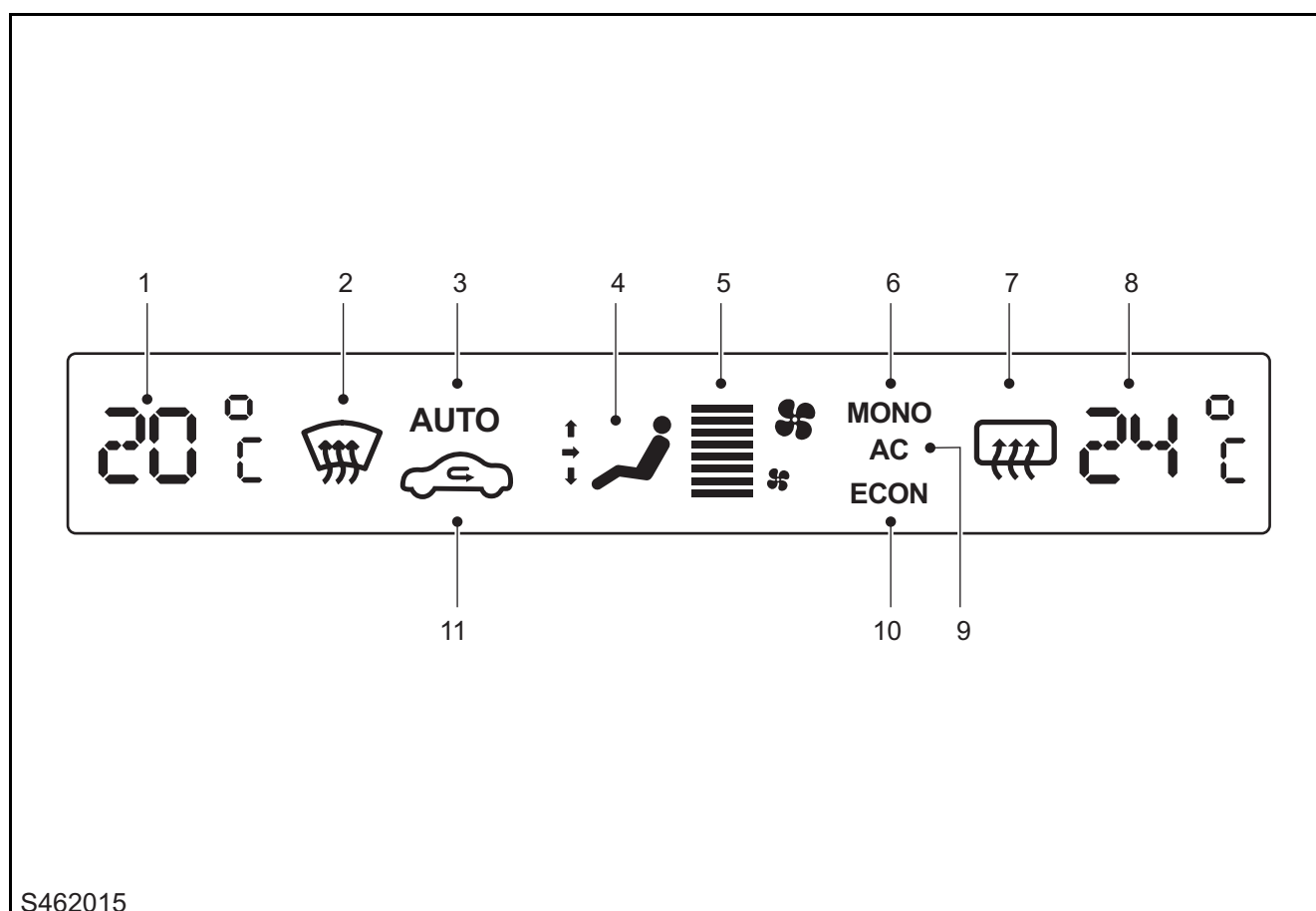
显示输出 - 电子空调 (ETC)



- |          |               |
|----------|---------------|
| 1 温度     | 5 鼓风机速度       |
| 2 除霜模式   | 6 后风窗加热 (HRW) |
| 3 循环空气   | 7 空调开启        |
| 4 空气分配模式 |               |

# 空调

## 显示输出 - 自动空调 (ATC)



- |          |               |
|----------|---------------|
| 1 左侧温度   | 7 后风窗加热 (HRW) |
| 2 除霜模式   | 8 右侧温度        |
| 3 自动模式   | 9 空调开启        |
| 4 空气分配模式 | 10 经济模式       |
| 5 鼓风机速度  | 11 循环空气       |
| 6 单区模式   |               |

当相关系统功能激活时，显示屏上的符号和文字点亮显示。当外部照明关闭或打开时，ATC LCD 显示屏上的输出亮度根据组合仪表的输出亮度来调整。

左侧温度：

点亮显示左侧温度选择以及温度单位。

经济模式：

用 ECON 开关手动关闭压缩机时，该模式点亮。

新鲜空气：

当进气源在自动控制下时点亮。当进气源手动选择为循环空气时亮，直到再按下 AUTO 开关时才亮。

自动模式：

当进气源、鼓风机速度、空气分配或压缩机运行在自动模式下时，点亮 AUTO 图标和以上相关的图标。

手动空气分配：

点亮相应的图标以显示手动选择的空气分配。当其中一侧温度设置为 LO 或 HI 时，还在自动模式下点亮。

右侧温度：

点亮显示右侧温度选择以及温度单位。

鼓风机速度：

手动选择鼓风机速度时点亮。当其中一侧温度设置为 LO 或 HI 时，还在自动模式下点亮，另外还在除霜模式下点亮。

### 空调压力传感器

空调压力传感器保护制冷系统免受极限压力并帮助控制发动机冷却风扇的转速。压力传感器安装在发动机舱后角落冷凝器和 TXV 之间的高温 / 高压空调管上。该传感器向 ECM 输出压力信号。

### 蒸发器温度传感器

蒸发器温度传感器是 NTC 型传感器，提供蒸发器排气口温度的输入给 ATC ECU。蒸发器温度传感器位于暖风机总成中蒸发器芯体的出口侧。

### 车内温度传感器

车内温度传感器是 NTC 型传感器，它提供乘客舱空气温度的输入给 ATC ECU。该传感器集成在 ATC ECU 内。

### 日光传感器

该传感器安装在前挡风玻璃附近的仪表板中央。日光传感器由两个为 ATC ECU 输入光照强度的二极管组成，即一个检测车辆左侧的光照强度输入，另一个检测车辆右侧的光照强度输入。这些输入用来测量作用在车辆乘客身上的阳光热效应。

### 暖风芯体冷却液温度传感器

暖风芯体冷却液温度传感器是 NTC 型传感器，它提供有关暖风芯体冷却液温度的输入给 ATC ECU。该传感器安装在暖风机箱体的乘客侧并压在暖风芯体的下侧。

### 环境温度传感器

环境温度传感器被固定在前保险杠上。ATC ECU 用该传感器的信号修改气候控制算法，以补偿周围空气温度。

## 运作

### 概述

为了运行制冷系统，AC ECU 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。AC ECU 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

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）。

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。

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。

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。

通过使制冷剂流量与蒸发器的热负荷匹配，可变频压缩机可维持 3 到 4 °C 相对固定的蒸发器出口温度。

# 空调

## 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

如果空调压缩机离合器继电器发生故障，将看到以下现象：

- 离合器不和压缩机带轮接合（目视检查）
- 进气温度不降低

空调压缩机离合器继电器可能出现以下故障情况：

- 继电器线圈短路
- 继电器线圈开路
- 继电器线圈电阻高
- 继电器触点保持断开
- 继电器触点保持闭合
- 继电器触点电阻高
- 继电器导线开路
- 继电器导线电阻高
- 继电器导线对 12V 电源短路
- 继电器导线对地短路
- ECM 没有提供接地

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 Ω。

## 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。

压力传感器是用来进行以下操作：

- 1 如果制冷剂压力达到指定值，则吸合空调压缩机离合器。
- 2 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。
- 3 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)

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。

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。

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

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。

传感器可能出现以下故障情况：

- 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
- 由于错误地加注制冷剂而造成制冷剂压力太高
- 内部短路
- 外部线路开路
- 外部线路对 12V 电源短路
- 传感器体没有接地

## ATC 系统控制

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：

- 从地板层面到车顶高度的温度分配
- 乘客舱中的平均温度

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：

- 按照用户的选择来设定乘客舱的温度
- 车内温度
- 环境温度
- 蒸发器温度
- 暖风芯体冷却液温度

这些输入经过 ATC ECU 的处理后得到以下输出：

- 混合风门伺服电机位置
- 模式风门伺服电机位置
- 鼓风机速度



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。

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。

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。

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，同时引导空气以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。

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。

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。

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：

- 新鲜空气侧
- 循环空气侧

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。

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。

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

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芯体，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：

- 鼓风机关闭。
- 蒸发器温度为  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  或更低

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。

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：

- 压力传感器至 ECM 接地。
- 蒸发器温度超过  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 发动机的加速不困难。
- 发动机冷却液的温度不是太高。
- 没有发动机运行问题。

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。

接收压缩机请求时，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。如果准许压缩机请求，ATC ECU 保持空调图标点亮。如果拒绝压缩机请求，ATC ECU 则重复压缩机请求，直到通过以下方式准许或取消该请求：

- 再按空调开关，将请求变回到关闭压缩机。
- 选择鼓风机关闭，将请求变回到关闭压缩机。
- 取下点火钥匙。

当 ATC ECU 抑制压缩机请求时或 ECM 拒绝压缩机请求时，LCD 中的 ECON 图标点亮，直到请求准许或取消。当压缩机接合时：

- 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。

## 空调

- 如果左侧和右侧温度没有设置到 LO 或 HI，则点亮显示屏上的温度图标。

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。

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

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。

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。

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

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。

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。

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

可以通过手动选择或自动控制方式来控制鼓风机速度。鼓风机速度用以下输入来计算出：

- 环境温度
- 外部控制回路的温差
- 设置温度
- 蓄电池电压
- 鼓风机反馈电压

鼓风机继电器和功率管用于让鼓风机在 32 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。

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：

- 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 (31 至 68 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 (68 mph 降低至 31 mph) 时，鼓风机速度再增大。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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

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。

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：

- 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。
- 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。
- 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。

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

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：

- 温度范围参考市场设置。
- 左侧和右侧出风口温度为 22 °C 。

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。

