

2. 奥迪 Q7 中的换道辅助系统（SWA）

2.1 引言

- 1). 换道辅助系统利用雷达传感器监控车辆后方和两侧的环境，并在驾驶员变换行车道时提供帮助。被监控的区域也包括所谓的“视野盲区”。系统同时还对驾驶员侧和副驾驶侧的车辆两侧进行监控。每侧都配有一个雷达传感器。
- 2). 当换道辅助系统（SWA）识别到变换行车道可能会造成事故风险时，系统将提示或警告驾驶员。此时相应车外后视镜内的警告灯可能亮起或快速闪烁，以提示或警告驾驶员潜在的风险。

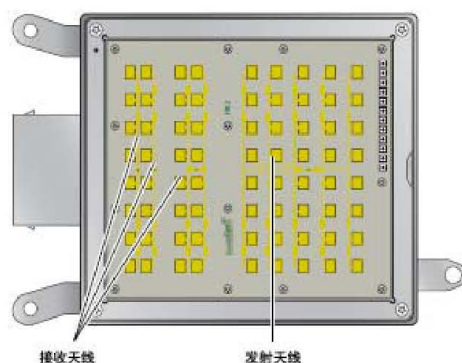


2.2 雷达传感器和控制单元

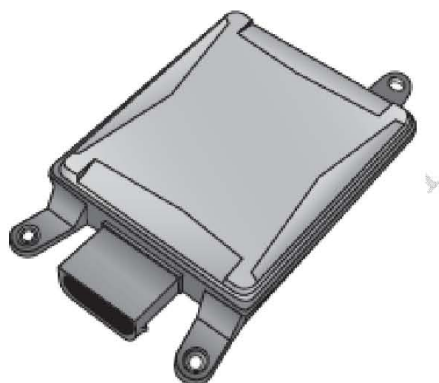
- 1). 换道辅助系统具有两个控制单元：换道辅助系统控制单元 J769（主控制单元）和换道辅助系统控制单元 2 J770（从控制单元）。主控制单元与右侧雷达传感器组成一个单元，从控制单元与左侧雷达传感器组成一个单元。
- 2). 主控制单元和从控制单元在结构上完全相同。其基本结构是由一块电子线路板和一个数字信号处理器组成的中央计算单元。此外，它还被用来探测和跟踪雷达传感器识别到的物体。系统制造商为 Hella 公司。



- 3). 天线线路板与发射和接收天线通过插接板与电子线路板相连。发射天线由 40 个方形铜片组成，3 个接收天线则由 8 或 16 个方形铜片组成。这些方形铜片的专业术语叫做“贴片”。数字信号处理器负责分析接收天线接收到的反射波的物理特性。据此可以计算出反射对象的大小、位置和速度。



- 4). 控制单元的上有一个塑料盖罩，即所谓的“屏蔽罩”。这是一种专用塑料，雷达射线能够良好地穿透，而没有明显的损失。



2.3 安装位置

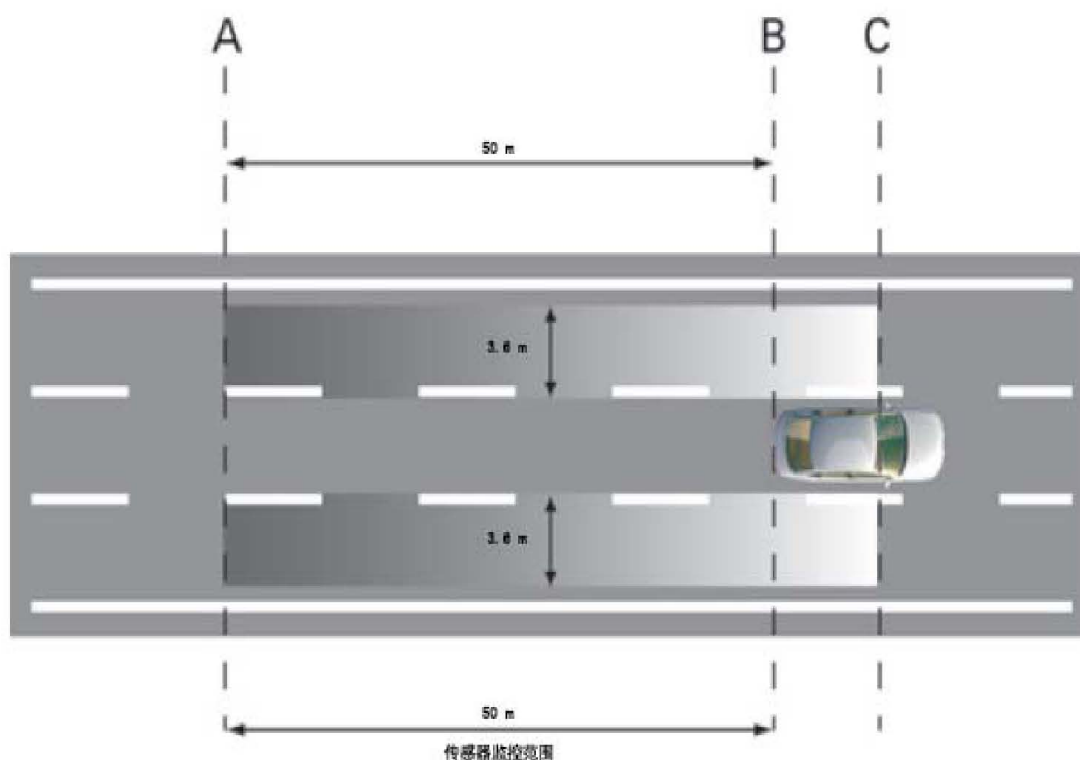
- 1). 在奥迪 Q7 上，两个控制单元模块均安装在后保险杠处的端板上。端板则被夹在保险杠罩板上，并用螺栓固定在车身上。保险杠罩板遮住了这两个控制单元，因此，它们与驻车辅助传感器不同，是无法从车外看到的。由于保险杠罩板是塑料制成的，所以不会阻碍雷达射线的传输。



- 2). 单元与车身横轴呈 22 度安装，这样可以更好地探测侧面环境。此外，它们还向上倾斜 3 度左右。固定在车辆上之后，需要利用诊断测试仪和专用的校准工具进行精确校准。
- 3). 校准及其所需的工具会在后面的章节中详细说明。换道辅助系统传感器无法象 ACC（自适应定速巡航）那样进行机械微调。

2.4 雷达传感器的监控区域

- 1). 车辆每一侧的监控区域都由一个后部区域和一个侧面区域组成。后部监控区域从车辆后边缘开始向后延伸约 50 米。这相当于线段 A 和 B 之间的灰色区域。侧面区域从车辆后边缘开始延伸到 B 柱为止，这正好是线段 B 和 C 之间的灰色区域。灰色区域的宽度测得约 3.60 米左右。



- 2). 此传感器监控区域示意图是针对一条直线行驶道路而言的。当车辆行驶在弯曲的道路上时，换道辅助系统的使用条件为道路的曲率半径必须大于约 170 米。当道路的曲率半径低于 170 米的限值后，换道辅助系统将自动切换到关闭状态，因为此时发出的雷达射线已经无法继续探测整个 50 米的后部监控区域。这一关闭限值具有 30 米的滞后。这意味着换道辅助系统因道路的曲率半径过小而关闭以后，只有当道路的曲率半径增加到 200 米以上时，系统才会重新被激活。
- 3). 换道辅助系统控制单元根据 ABS 控制单元 J104 的偏航角速率和各个车轮速度计算行驶道路的曲率。转弯时，系统利用软件将弯道监控区域模拟为直线行驶道路。这样，无论在直线道路或是转弯行驶中，是否向驾驶员发出报警的运算法则判断基础将会保持一致。

2.5 车外后视镜内的警告灯

- 1). 换道辅助系统利用集成在两个车外后视镜内的警告灯警告或提示驾驶员变换行车道时潜在的危险。
- 2). 此警告灯的备件名称与标识为：驾驶员侧车外后视镜内的换道辅助系统警告灯 K233 和副驾驶员侧车外后视镜内的换道辅助系统警告灯 K234。
- 3). 两个警告灯 K233 和 K234 可以单独更换，无需拆下后视镜护罩。其操作方法将在维修手册中加以说明。
- 4). 警告灯直接由换道辅助系统的从控制单元 J770 控制。它们由四个黄色发光二极管组成。



- 5). 如果换道辅助系统识别到左右两条行车道的某一条上有潜在危险，并且在本车没有即将变换行车道的迹象时，相应车外后视镜内的警告灯将会亮起，以通知驾驶员这一情况。如果驾驶员通过操纵转向信号灯提示有变换行车道的意图，而此时相邻行车道驶有其它车辆，那么警告灯将闪烁四次，以警告驾驶员。
- 6). 用户可以在 MMI（多媒体界面）中调节警告灯的亮度，共有 5 个不同的等级。雨量与光线识别传感器 G397 测得的当前环境亮度也被用于确定警告灯的亮度。

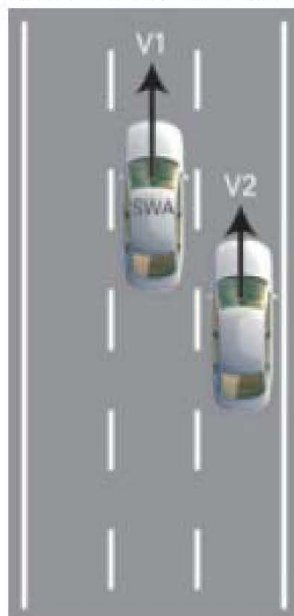
2.6 道路交通中的两种特定情况

- 1). 下面将列举道路交通中导致换道辅助系统发出警告的两种典型紧急情况：

A). 情景 1

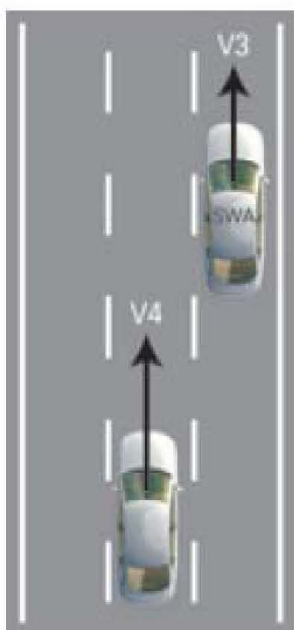
配备了换道辅助系统（SWA）的汽车行驶在三车道高速公路的中间一条行车道上，并且正在超越右侧的一辆汽车。配备了换道辅助系统的汽车与被超车的汽车之间的速度差小于 15 km/h。由于速度差较小，超车过程需要一定的时间，被超越的汽车在一定的时间内消失在“视野盲区”内。在这种情况下，右侧车外后视镜内的警告灯必须通知驾驶员右侧行车道

被占用。如果带有换道辅助系统车辆的驾驶员现在接通右侧转向信号灯，那么右侧车外后视镜内的警告灯将四次闪烁，以警告驾驶员。



B). 情景 2

- a). 装备了换道辅助系统（SWA）的汽车中速行驶在三车道高速公路的右侧车道上。中间车道上有一辆汽车以明显较高速度的从后方接近本方车辆。换道辅助系统探测到这辆不断靠近的汽车并点亮左侧车外后视镜内的警告灯。如果此时操纵左侧的转向信号灯，那么警告灯将会闪烁，以警告驾驶员如果变换行车道将有发生碰撞的危险。
- b). 导致警告灯被激活的两车间最大距离（即可能引发碰撞风险警告的最大距离）取决于两车间的速度差。速度差越大，此距离范围越大。但是发出警告的最大距离限值为 50 m，因为 50 m 是雷达传感器的探测范围上限。

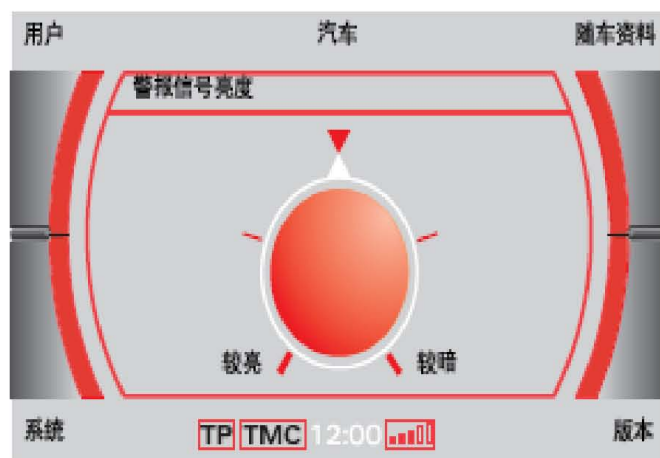


2.7 系统操纵

- 1). 换道辅助系统按钮 E530 位于驾驶员侧车门内部，中央门锁开关的右边。利用该按钮可以接通或关闭换道辅助系统。按钮内的红色发光二极管显示了当前的状态。如果发光二极管亮起，则说明换道辅助系统已接通。如果指示灯不亮，则说明系统已关闭或损坏。每次重新启动后，系统均会调用上一次的有效系统设置。
- 2). 换道辅助系统接通时有两种状态，激活或停用。激活系统需要满足两个条件：车速最低必须超过 60 km/h 且当前道路的曲率半径不得低于 170 米。一旦不再满足这两个条件中的任何一个，辅助系统就切换到停用状态。
- 3). 请注意，系统无法提示驾驶员当前处于激活状态还是停用状态。



- 4). 设定警报显示器的亮度
 - A). 用户可以通过 MMI（多媒体界面）分别设置车外后视镜内的警告灯亮度。为此，应在 MMI（多媒体界面）的汽车菜单中选择菜单项“奥迪换道辅助系统”，并按下旋转调节器激活选项。



- B). 警报显示器的亮度可以设置为 5 个等级。出厂时的默认设置为第 3 档。完成选择后，警告灯将以所选亮度亮起 2s。

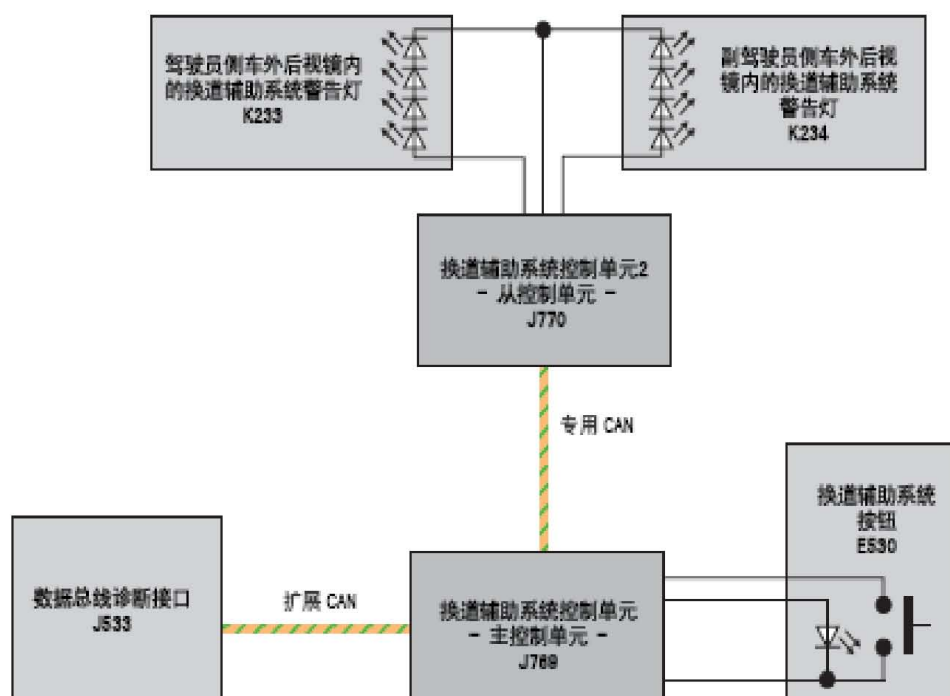
5). 个性化

行驶结束后，驾驶员所设置的亮度等级将存储在换道辅助系统控制单元 J769（主控制单元）中，并与此时所使用的汽车钥匙相对应。下一次使用这把汽车钥匙开启车辆时，将重新激活相应的设置。

2.8 硬件和软件中的功能执行

2.8.1 系统电路图

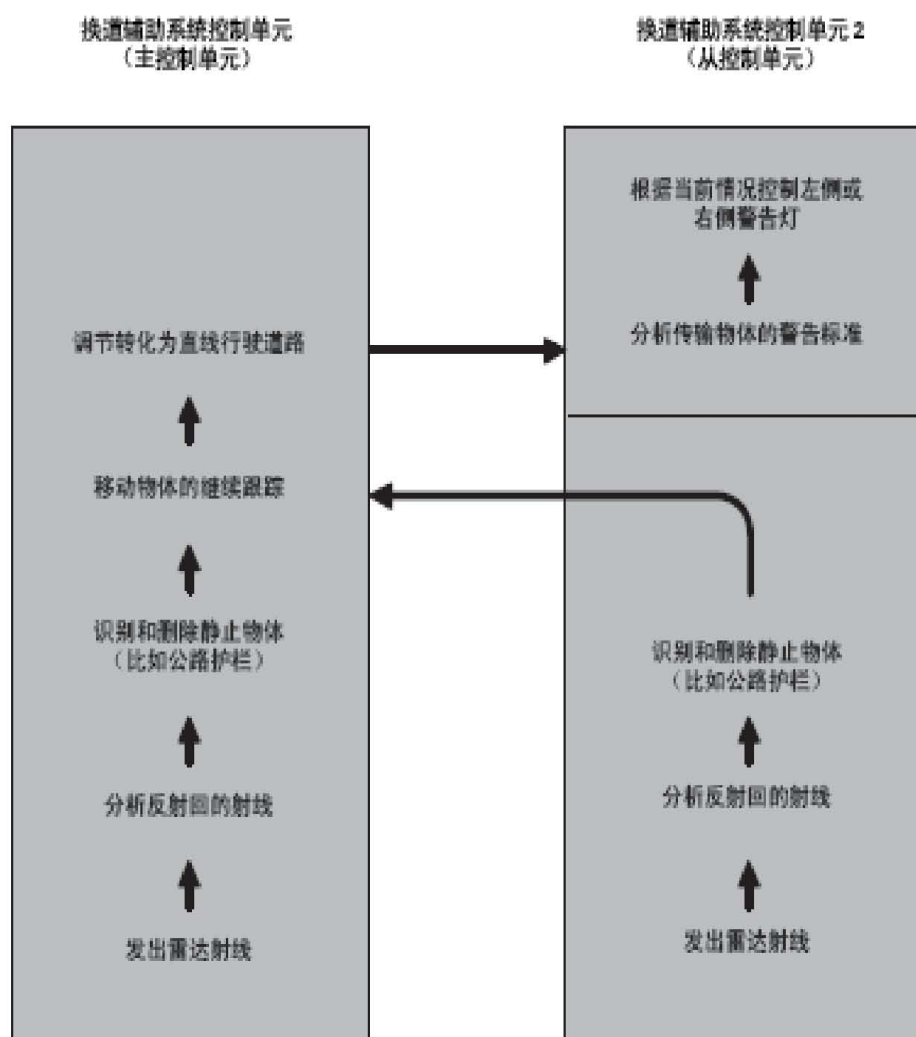
- 1). 主控制单元和从控制单元通过一个专用的高速 CAN 总线交换数据。主控制单元是扩展 CAN 上的用户，这样可以通过数据总线诊断接口 J533 与其它总线用户交换数据。主控制单元也负责读取换道辅助系统按钮 E530 的数据。从控制单元控制车外后视镜内的两个警告灯 K233 和 K234。



2.8.2 主控制单元和从控制单元之间的任务分配

- 1). 两个控制单元通过它们的发射天线发射雷达射线。发出的雷达射线被物体反射。根据不同物体的反射特性，这些射线被或多或少地反射回来，或者也许没有任何反射。
- 2). 反射回来的射线将由两个控制单元内的三个接收天线进行测量。通过分析反射回来的射线的物理特性，控制单元能够获得反射物体的各种信息。这些物理特性包括雷达信号的发射和接收的时间延时、发射和接收信号之间的频率偏移以及接收天线上的不同相位等等。据此，可以计算出各个物体的当前位置、速度以及运动方向。
- 3). 每个控制单元都能够独立识别静止的反射物体，比如公路护栏、路沿设施或静止的车辆。由于这些物体不会导致警告，它们不会被控制单元继续跟踪。

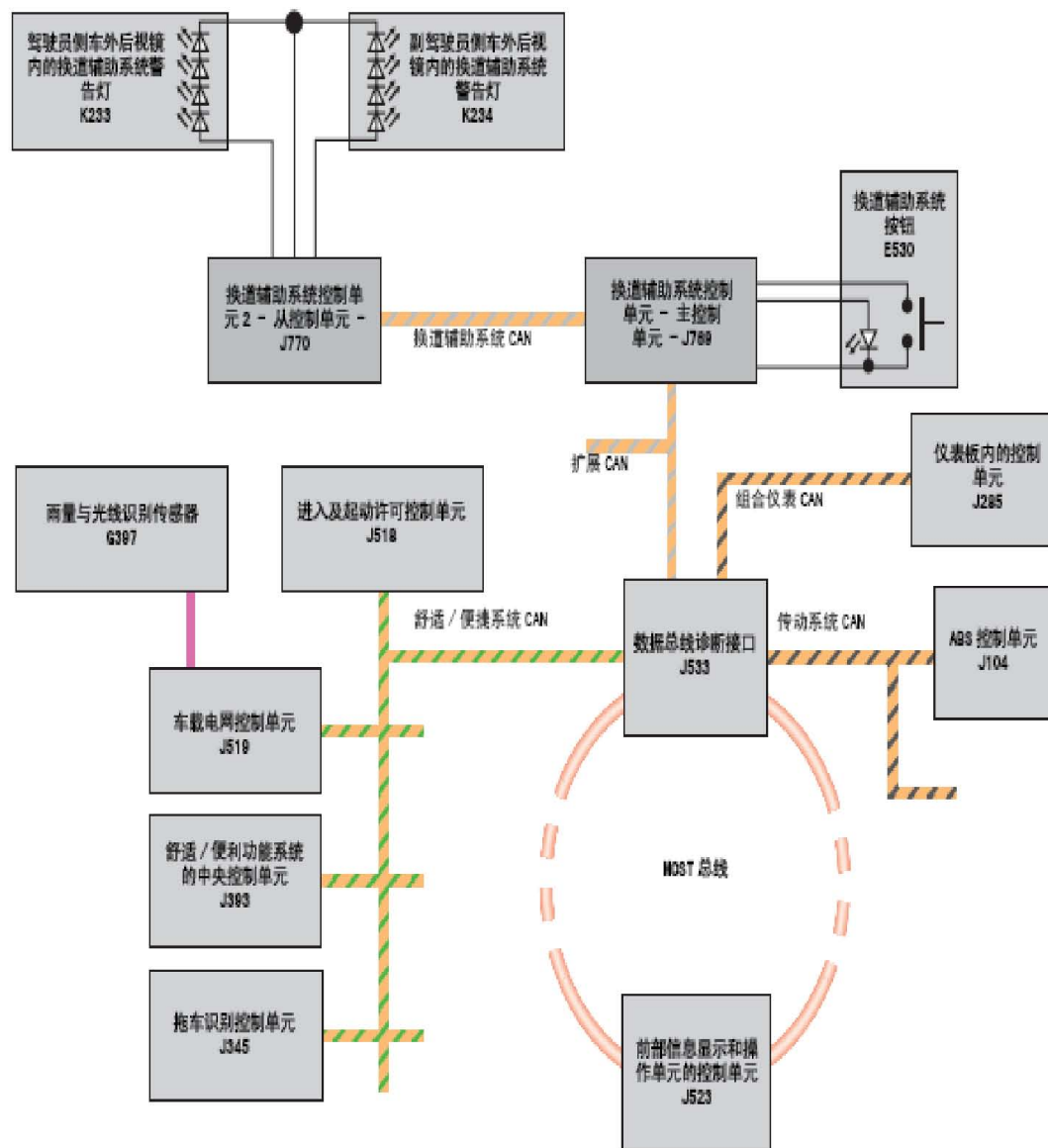
- 4). 被识别为移动车辆的物体将在主控制单元中被继续跟踪。在该控制单元内还会把非直线的行驶道路转化为直线行驶道路。这样，通过警告运算方法可以更加便捷地完成对当前情况的分析。



- 5). 这样处理过的数据通过专用 CAN 提供给从控制单元 J770, 并在那里按照警告运算方法进行处理。如果从控制单元在变换行车道时根据规定的警报标准识别到碰撞危险, 那么它将点亮相应一侧的警告灯。如果驾驶员仍然操纵该侧的转向信号灯, 那么警告灯将从亮度较低的亮起状态转化为亮度较高的闪烁状态。

2.9 换道辅助系统的通信结构

1). 换道辅助系统需要各个控制单元的大量信息，这些控制单元分别与各种不同的总线系统相连。下面将说明换道辅助系统通过总线系统与哪些控制单元交换数据，以及交换了哪些信息或参数。



2). 雨量与光线识别传感器 G397

通过 LIN 主控制单元向换道辅助系统和车载电网控制单元 J519 提供当前测得的环境亮度。这样可以将警告灯的亮度根据环境条件调节到最佳。

3). 仪表板内的控制单元 J285

以故障文本的方式通知驾驶员换道辅助系统上出现的故障，另外还发出一个声音信号。

4). ABS 控制单元 J104

向换道辅助系统提供偏航角速率和当前的车轮速度。根据这些参数等计算当前的车速和目前行驶道路的曲率半径。

5). 拖车识别装置控制单元 J345

通知换道辅助系统车辆上是否挂有拖车。如果挂有拖车，则由于传感器的监控区域可能受到影响，功能会被关闭。此时，驾驶员还会在组合仪表上收到相应的信息提示。

6). 舒适/ 便利功能系统的中央控制单元 J393

发送是否操纵了右侧或左侧转向信号灯的信息。换道辅助系统由此推测出驾驶员是否即将进行变换行车道的操作。舒适/ 便捷控制单元还通知换道辅助系统此时倒车灯是否亮起。倒车时换道辅助系统将处于停用状态。

7). 进入及起动许可控制单元 J518

发送当前使用的汽车钥匙的钥匙密码。这样可以在“接通点火开关”后采用警告灯的个人化亮度设置。

8). 前部信息显示和操作单元的控制单元 J523

用户可以借此设置所需的警告灯亮度。此设置与当前所用钥匙相对应，并存储在换道辅助系统控制单元 J769 中。

2.10 诊断

1). 诊断测试仪中换道辅助系统控制单元（主控制单元）J769 分配到的地址代码为 3C。换道辅助系统的从控制单元 J770 无法通过诊断测试仪单独设码，因此没有自己的地址代码。换道辅助系统的故障存储器、测量值块、密码和匹配通道等均位于换道辅助系统主控制单元 J769 内。

2). 以下参数位于测量值块内：

- 主控制单元和从控制单元的供电电压和内部温度
- 主控制单元和从控制单元之间的专用 CAN 总线的通信状态
- 当前的系统状态（接通/ 关闭）
- 由其它控制单元通过 CAN 总线发送的功能输入值
- 计算得出的当前道路曲率半径
- 换道辅助系统按钮的状态及其指示灯
- 车外后视镜内两个警告灯的状态
- 左侧、中间和右侧行车道上的最近物体的 X 和 Y 坐标
- 左侧、中间和右侧行车道上的最近物体的相对速度
- 自动校准的当前状态；校准信息
- 参与整个功能的各个控制单元之间的通信状态

3). 密码中设置有如下信息：

- 安装换道辅助系统车辆的车型
- 车辆行驶的所在国
- 左置方向盘或右置方向盘
- 车辆内是否安装了拖车控制单元

4). 在匹配通道内可以匹配如下参数:

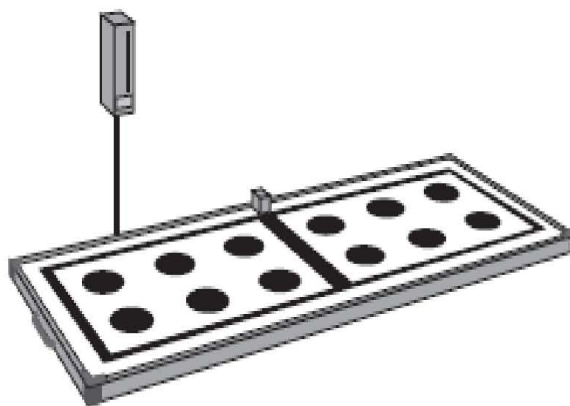
- 警告灯的亮度

5). 通过作动器诊断可以控制以下组件:

- 换道辅助系统按钮内的发光二极管
- 驾驶员侧车外后视镜内的换道辅助系统警告灯
- 副驾驶员侧车外后视镜内的换道辅助系统警告灯

2.11 用于系统校准的专用工具

1). 雷达传感器的校准专用工具。包括带有多普勒发电机的校准面板、车轮定心件、以及采用激光测量技术的距离测量装置。该校准面板既用于校准换道辅助系统的雷达传感器，也用于校准倒车摄像机。



2). 第一步是正确定位校准面板，其方法在校准说明中有详细描述。该文档作为维修手册提供。首先把校准面板以规定的距离对准两个后车轮。为此，用专用的装置把车轮定心件（也叫做“叶片”）安装到车轮螺母上。活动的叶片在重力的作用下垂直对准地面。现在利用电子测距仪把校准面板的两侧调节到规定的距离。



3). 现在利用位于校准面板中央的激光划线装置，把校准面板与汽车中心纵轴对准，但不要改变已经设置好的间距。激光在车尾形成一条垂直的虚线，如果面板已经正确对准，车尾的奥迪徽标会正好被激光线分为两等份。

- 4). 完成对准后, 可以通过诊断测试仪开始校准过程。其它流程将全自动进行。安装在校准面板上的黑色圆圈仅用于校准倒车摄像机。校准雷达传感器时使用所谓的“多普勒发电机”。它利用旋转的风扇叶轮模拟移动的物体, 其标准位置已经被控制单元记录。控制单元可以根据实际位置和标准位置的差值计算出修正值, 以备用于随后的调整操作。

2.12 使用的雷达技术

2.12.1 雷达传感装置

- 1). RADAR 是一个首字母合成词, 是 RAdio Detection And Ranging 的缩写, 意思是“利用电磁波探测和定位目标”。
- 2). 此项技术可以通过静止物体的距离和角度识别其位置。对于移动物体而言, 则可识别其运动的当前位置、速度和移动方向。
- 3). 其工作原理是首先发射高频电磁射线, 即“微波”, 随后接受并分析从相应物体反射回来射线。物体的反射特性各不相同。金属物体能够良好地反射射线, 而塑料则几乎能够完全透射射线。
- 4). 因此, 通过雷达传感器能够非常好地探测机动车。

2.12.2 雷达传感器与其它传感装置相比的优点

- 1). 在决定使用哪一种传感装置时, 需要在雷达技术与视频技术、超声波技术或红外线技术等竞争对手之间做出选择。
- 2). 超声波传感器的缺点是作用距离极其有限, 并且对环境影响非常敏感。此外, 超声波传感器必须始终直接与传播媒质空气接触, 因此必须安装在外面看得见的位置上。
- 3). 相反, 红外线传感器更适于探测横向的运动, 而对于探测物体靠近或远离传感器的纵向运动则效果不佳。但是, 这种纵向运动对于换道辅助系统来说恰恰是相当重要的。此外, 红外线传感器对于下雨等环境影响也比较敏感。
- 4). 对于环境影响的敏感性也是视频传感装置不适用的一个原因。不利于视频传感装置的其它因素还包括作用距离和不准确性。这种不准确性要求在确定距离时必须对视频图像进行解释。因此, 与雷达传感器装置的直接测量方法相比, 这实际上是一种间接的测量方案。
- 5). 由于雷达传感装置对环境影响不敏感, 并且能够透射非金属材料, 所以可以用保险杠罩板遮盖住传感器, 也就是说它正好适合用于这种任务状态。最近几年, 雷达应用方案在价格上也有明显降低, 使得其广泛应用成为可能。