

04-15 动态稳定控制

动态稳定控制 (DSC) 概述	04-15-1	ABS 轮速传感器和 ABS 传感器转子的 功能	04-15-16
动态稳定控制 (DSC) 结构图	04-15-3	ABS 轮速传感器和 ABS 传感器转子 结构 / 工作原理	04-15-16
动态稳定控制 (DSC) 的结构	04-15-3	组合传感器的功能	04-15-16
动态稳定控制 (DSC) 系统电路图	04-15-4	组合传感器的结构 / 工作原理	04-15-16
DSC HU/CM 的结构	04-15-5	制动液压力传感器的功能	04-15-16
DSC HU 部件功能	04-15-5	制动液压力传感器的结构	04-15-16
DSC HU 部件的结构 / 工作原理	04-15-5	DSC 指示灯的功能	04-15-17
DSC CM 部件功能	04-15-11	DSC 指示灯工作原理	04-15-17
ABS 控制功能	04-15-12	TCS OFF 开关、TCS OFF 指示灯的 功能	04-15-18
EBD 控制功能	04-15-13	TCS OFF 开关、TCS OFF 指示灯的 工作原理	04-15-18
TCS 控制概述	04-15-13		
TCS 控制工作原理	04-15-14		
DSC 控制概述	04-15-14		
DSC 控制工作原理	04-15-14		
控制器区域网络 (CAN) 概述	04-15-15		

动态稳定控制 (DSC) 概述

id041500100300

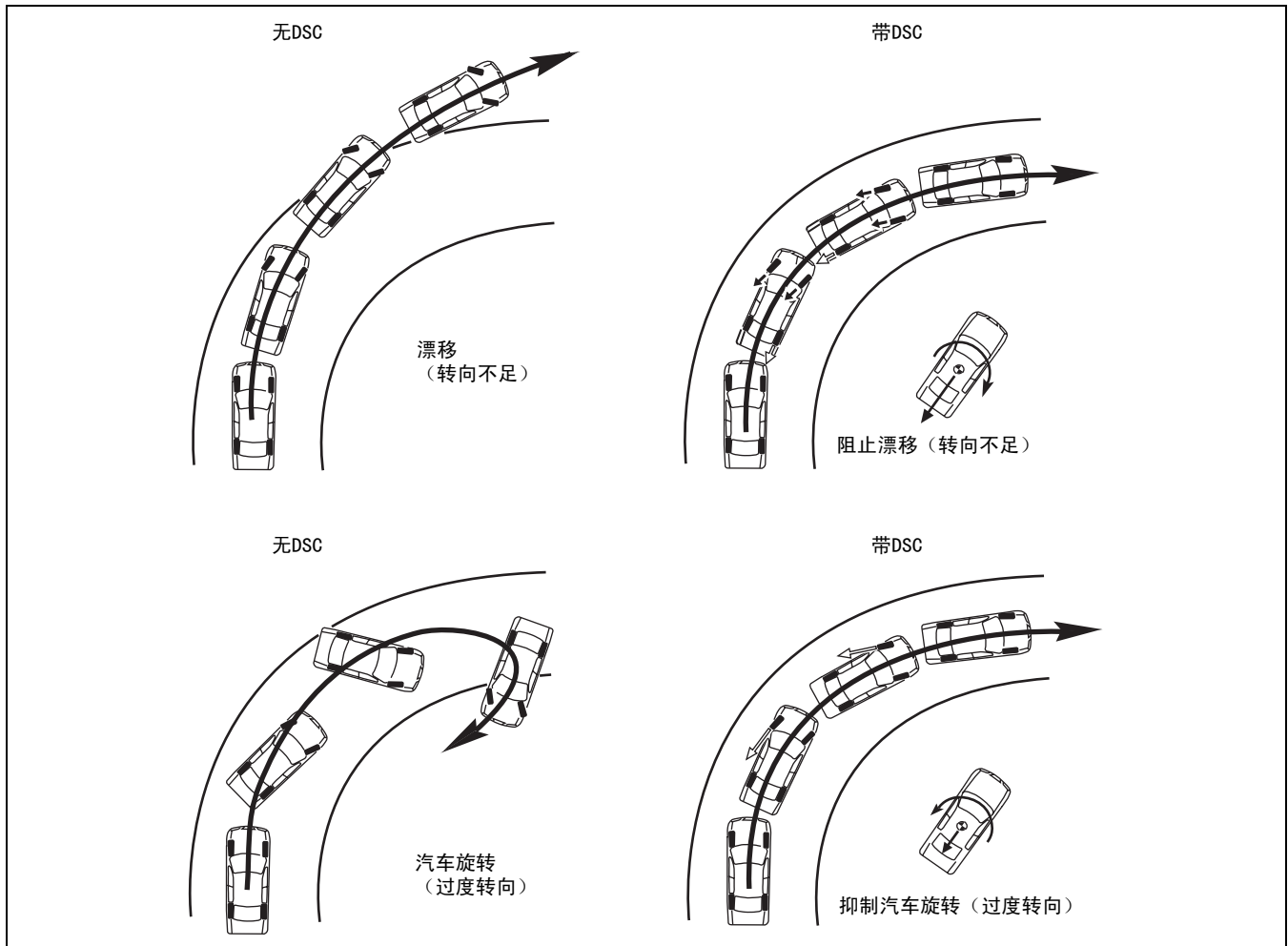
- 采用了集液压装置 (HU) 与控制模块 (CM) 于一体的 DSC HU/CM, 由此减小了尺寸和重量。
- 由于采用了集横摆率传感器和横向惯性力传感器于一体的组合式传感器, 所以改进了可维修性。
- 采用了适用于 M-MDS 的增强型故障诊断系统, 提高了实用性。
- 在转向角传感器上采用了控制器局域网络 (CAN) 系统, 提高了实用性和可靠性。
- 为组合传感器和 DSC HU/CM 之间的应用采用了专门 CAN 系统 (CAN2 线路), 由此提高了可靠性。

DSC 操作概述

- 在制动过程中, ABS 能够防止车轮抱死。TCS 能够检测到由于油门踏板被压下太紧或类似原因而造成的驱动轮自旋, 并且可以控制发动机转速, 从而阻止车轮自旋。由于用了这些系统, 在驾驶或停车时可以确保安全。
- 另外, DSC 还能够控制由于躲闪转向或路面状况而造成的车辆姿态的突然变化。在驾驶过程中, 通过控制制动和发动机转速可以阻止由于汽车旋转 (过度转向) 或漂移 (转向不足) 而造成的车辆侧滑。此时, DSC 指示灯变亮, 提醒驾驶员: 由于出现了危险情况, DSC 正在工作。由此, 驾驶员能够冷静地做出反应, 而且为接下来的操作留下了回旋余地, 从而确保驾驶安全。
- 这样, DSC + ABS + TCS 的组合就能够保证各个方面的驾驶、停车和转弯安全。

动态稳定控制

DSC 运行结果



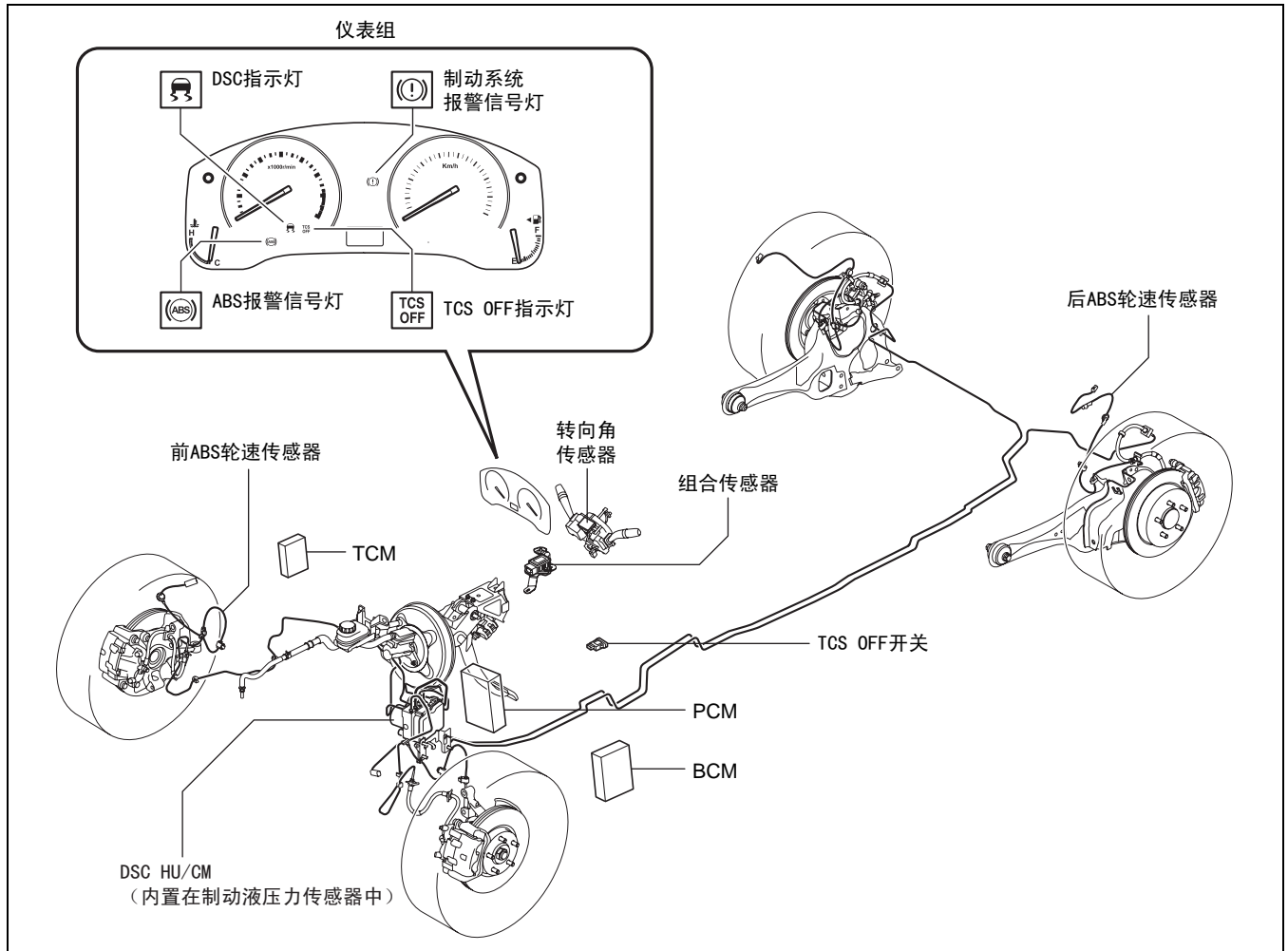
acxwzn00000004

注意

- 虽然 DSC 是一个转向系安全系统，但是它不会提高正常转向功能。因此，即使车辆装有 DSC，驾车时也一定要小心，而且不要高估 DSC 的能力。
- 在下列条件下，DSC 和 ABS 无法正常操作：
 - 所用的轮胎不是规定的尺寸、不是规定的制造商或不是规定的轮胎面花纹或没有按照技术规范充气
 - 轮胎具有显著的磨损变化
 - 有轮胎防滑链

动态稳定控制 (DSC) 结构图

id041500100400



ampccn00000108

动态稳定控制 (DSC) 的结构

id041500100500

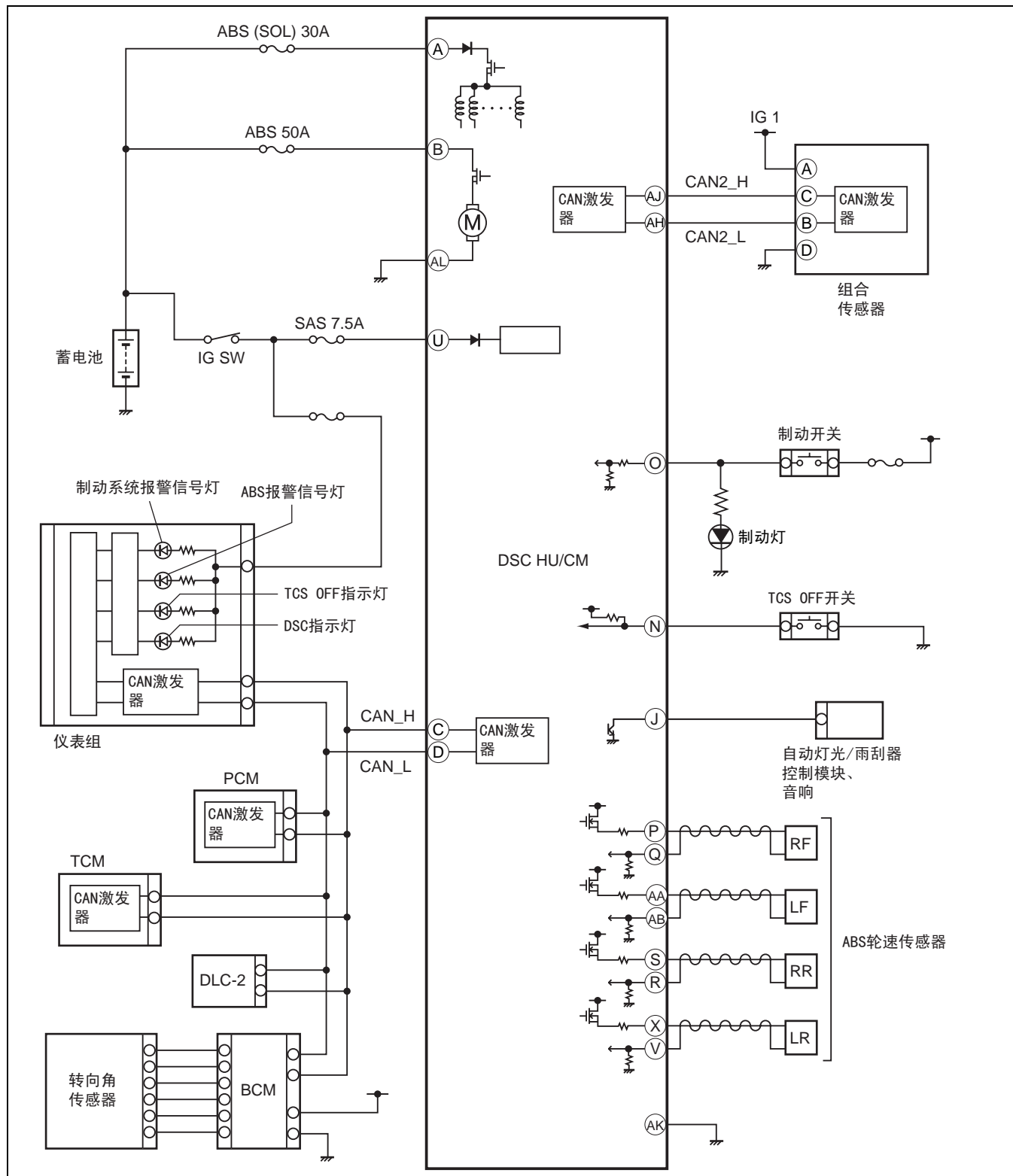
- DSC 系统由下列部件组成。虽然每个部件在其它系统中均有常规功能，但只列出了在 DSC 控制期间的功能。

部件名称	功能
DSC HU/CM	<ul style="list-style-type: none"> 利用每个传感器的输入信号进行计算，控制每个车轮上的制动液压力，并且激活 DSC 系统的各个功能 (ABS、EBD、TCS 和 DSC)。 通过 CAN 线路输出扭矩降低请求信号、车速信号和 DSC 系统警告控制数据。 当 DSC 系统有故障时，对车载诊断系统和故障保护功能进行控制。
PCM	<ul style="list-style-type: none"> 根据来自 DSC HU/CM 的信号控制发动机输出。 通过 CAN 通信装置将发动机转速、轮胎与换挡位置数据发送至 DSC HU/CM。
TCM	<ul style="list-style-type: none"> 通过 CAN 通信将档位 / 选档杆目标位置数据发送至 DSC HU/CM。
DSC 指示灯	<ul style="list-style-type: none"> 告知驾驶员 DSC 正处于工作状态 (汽车出现侧滑)。 告知驾驶员 TCS 正处于工作状态 (驱动轮空转)。
TCS OFF 开关	<ul style="list-style-type: none"> 将驾驶员解除发动机 TCS 控制的意图发送给 DSC HU/CM。
TCS OFF 指示灯	<ul style="list-style-type: none"> 告知驾驶员 TCS 控制因 TCS OFF 开关的操作已被解除。
ABS 轮速传感器	<ul style="list-style-type: none"> 检测每个车轮的启动状况，并且将信号发送给 DSC HU/CM。
组合传感器	<ul style="list-style-type: none"> 检测汽车的横向惯性力 (汽车的横向速度增量) 和横摆率 (汽车的转向角速度)，并通过 CAN 通信将它们发送至 DSC HU/CM。
制动液压力传感器 (内置于 DSC HU/CM)	<ul style="list-style-type: none"> 检测来自主缸的液压并发送至 DSC HU/CM。
BCM	<ul style="list-style-type: none"> 通过 CAN 线路将转向角和转向角传感器状况发送至 DSC HU/CM。

动态稳定控制

动态稳定控制 (DSC) 系统电路图

id041500100600

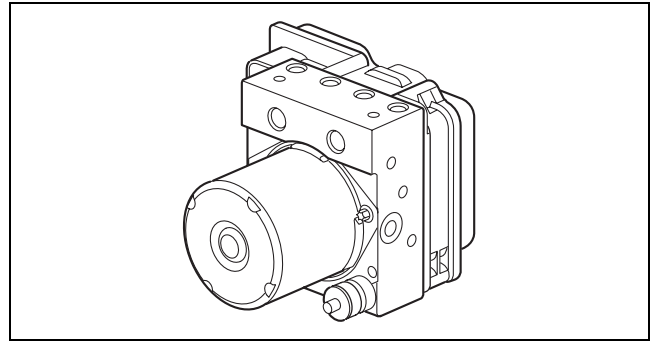


ampccw00000541

DSC HU/CM 的结构

- 采用了一种集 DSC HU 和 DSC CM 于一体的 DSC HU/CM，它具有高可靠性，而且它的尺寸和重量更小。

id041500100700



ampccn00000109

DSC HU 部件功能

- DSC HU 能够依据 DSC CM 信号控制（打开 / 关闭）每一个电磁阀和泵用电机、调整每一个制动钳活塞中的液体压力，并且激活 DSC 系统的各种功能（ABS、EBD（电子制动力分配）、TCS 和 DSC）。

id041500100800

DSC HU 部件的结构 / 工作原理

id041500100900

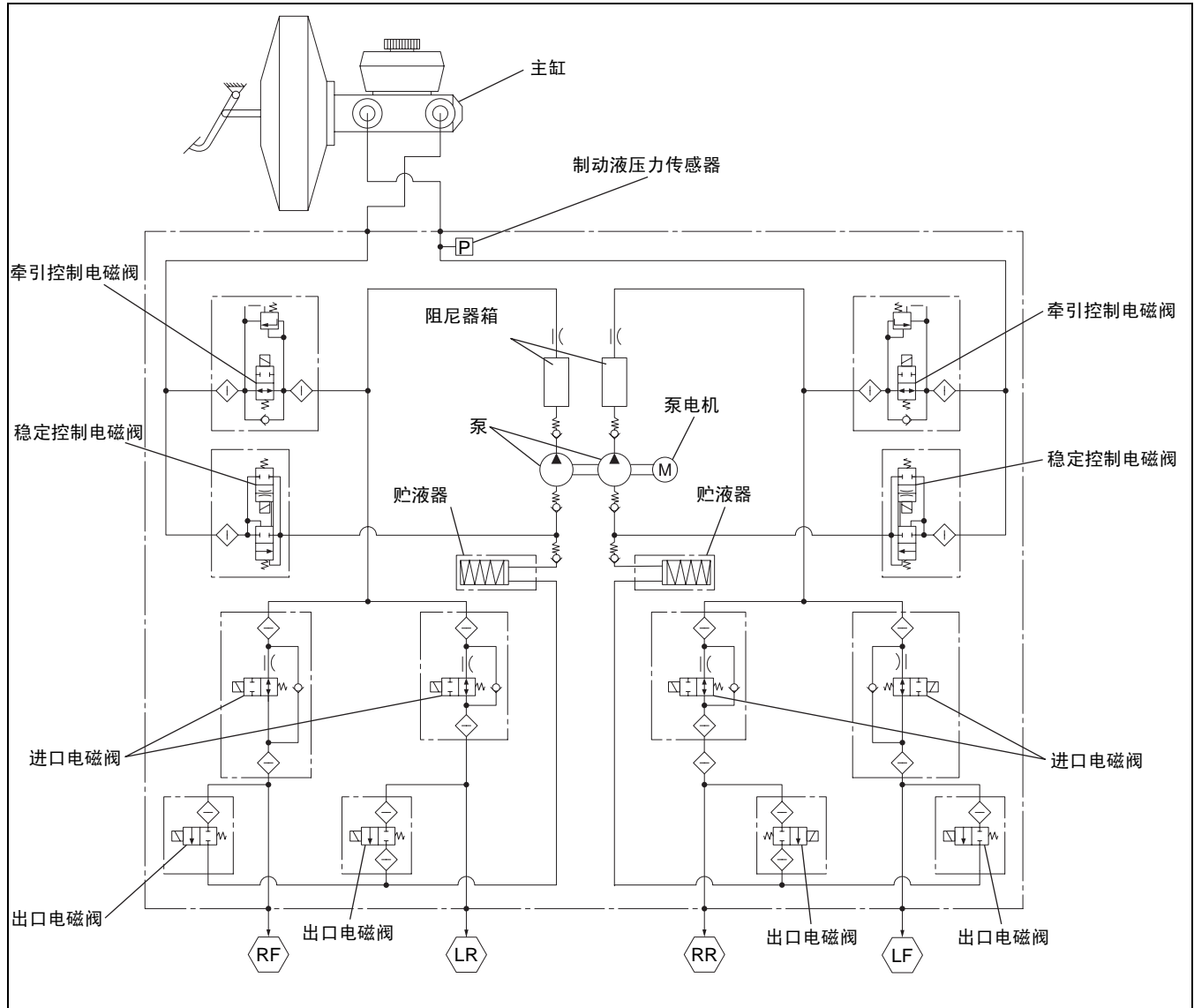
结构

主要部件功能

部件名称	功能
进口电磁阀	<ul style="list-style-type: none"> • 根据 DSC HU/CM 信号调整各制动系统中的液体压力。
出口电磁阀	<ul style="list-style-type: none"> • 根据 DSC HU/CM 信号调整各制动系统中的液体压力。
稳定性控制电磁阀	<ul style="list-style-type: none"> • 根据正常制动、ABS 和 EBD 控制、TCS 控制和 DSC 控制转换制动器液压回路。
牵引力控制电磁阀	<ul style="list-style-type: none"> • 根据正常制动、ABS 和 EBD 控制、TCS 控制和 DSC 控制转换制动器液压回路。
贮液器	<ul style="list-style-type: none"> • 暂时储存制动钳活塞的制动液以确保 ABS 和 EBD 控制、TCS 控制和 DSC 控制期间稳定的压力降。
泵	<ul style="list-style-type: none"> • 在 ABS 和 DSC 控制过程中，使储存在贮液器内的制动液回流到主缸。 • 在 TCS 控制和 DSC 控制过程中，增大制动液压力，并且使制动液流回到每个制动钳活塞。
泵电机	<ul style="list-style-type: none"> • 根据 DSC HU/CM 信号操作泵。

动态稳定控制

液压回路电路图



ampccn00000110

动态稳定控制

工作原理

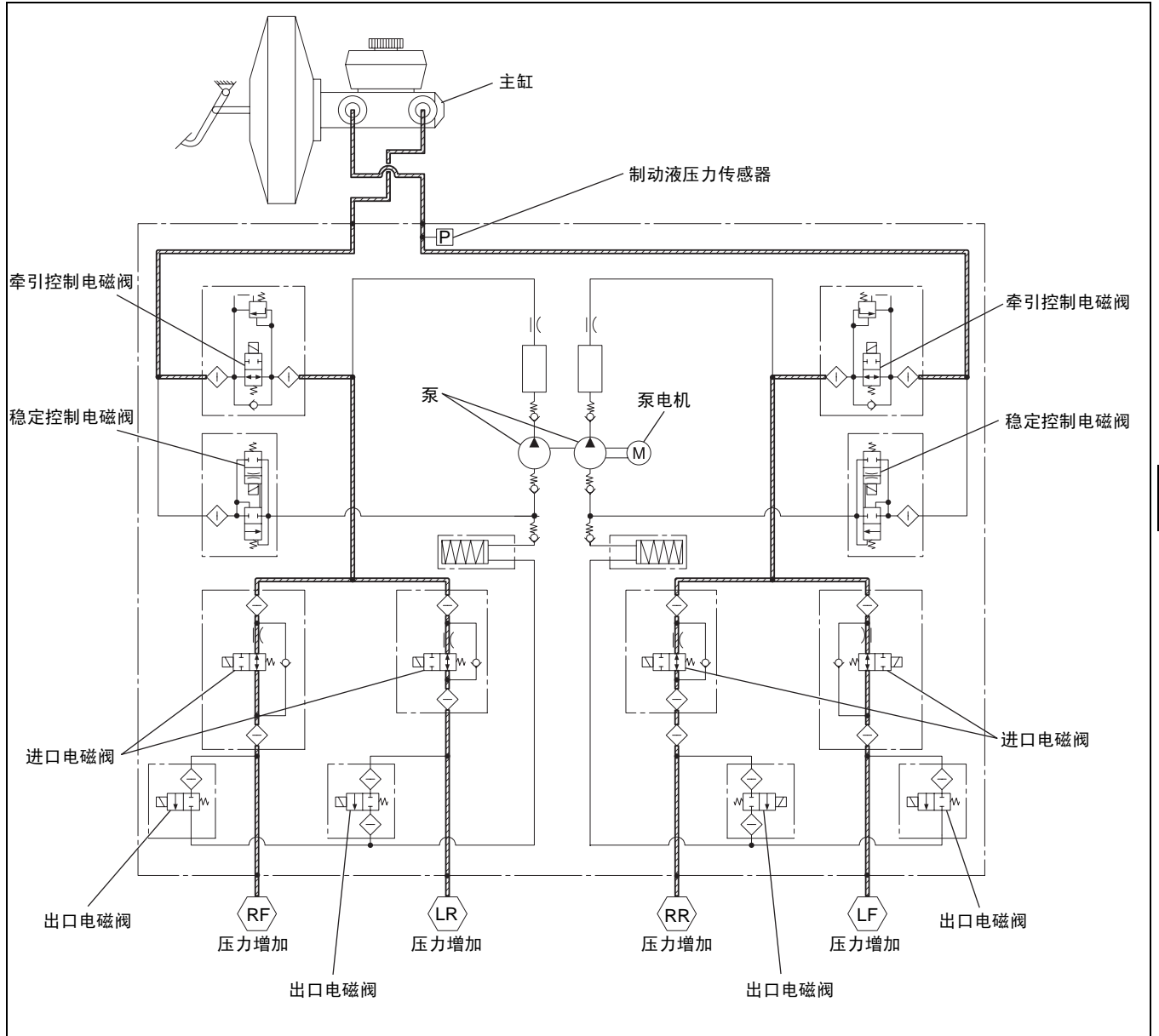
正常制动期间

- 在正常制动过程中，电磁阀不会被通电，所有电磁阀都是不通电的。在制动踏板被踩下时，制动液压力从主缸经由牵引力开关和进口电磁阀传递至制动钳活塞。

电磁阀操作表

牵引力控制电磁阀		稳定性控制电磁阀		进口电磁阀				出口电磁阀				泵电机、泵
LF—RR	RF—LR	LF—RR	RF—LR	LF	RF	LR	RR	LF	RF	LR	RR	
OFF (打开)		OFF (关闭)		OFF (打开)				OFF (关闭)				停止

液压回路电路图



ampccn00000111

动态稳定控制

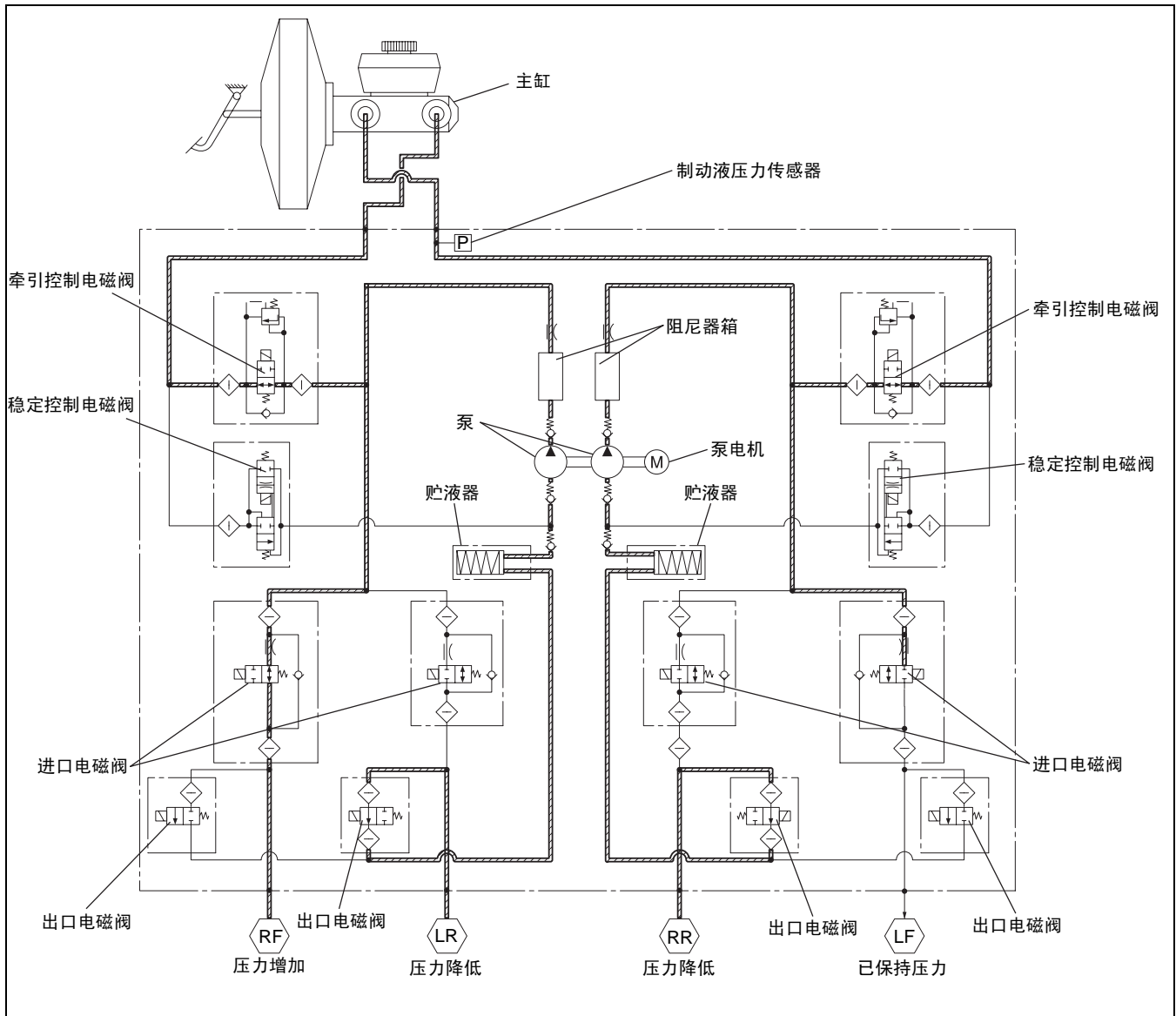
在 ABS 和 EBD 控制过程中

- 在 ABS 和 EBD 控制期间，当将发生车轮抱死时，牵引力开关和稳定性控制电磁阀未通电，而进口和出口电磁阀通电，并以三种压力模式（增大、减小或保持）下受控，由此调整制动液压力。在压力减小过程中，制动液会暂时被存储在贮液器中，随后泵电机使泵操作，从而使制动液回流到主缸。（下图显示这些条件：右前轮压力增加、左前轮压力保持、两个后轮压力减小。）

电磁阀操作表

	牵引力控制电磁阀		稳定性控制电磁阀		进口电磁阀				出口电磁阀				泵电机、泵
	LF—RR	RF—LR	LF—RR	RF—LR	LF	RF	LR	RR	LF	RF	LR	RR	
在压力增加模式中	OFF（打开）		OFF（关闭）		OFF（打开）				OFF（关闭）				停止
在压力保持模式中	OFF（打开）		OFF（关闭）		ON（关闭）				OFF（关闭）				停止
在压力减小模式中	OFF（打开）		OFF（关闭）		ON（关闭）				ON（打开）				运转

液压回路电路图



ampccn0000112

动态稳定控制

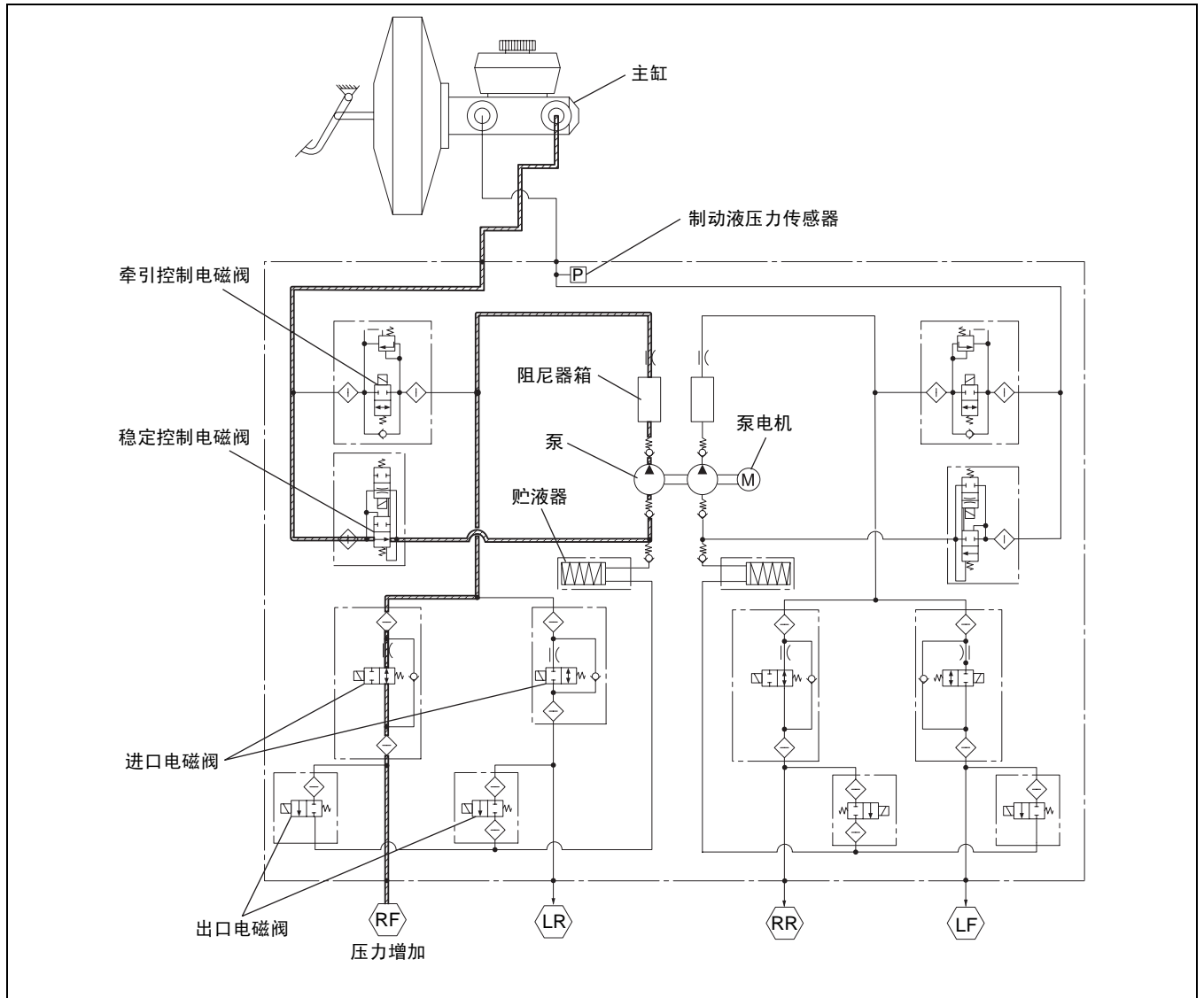
在 DSC 控制过程中（阻止过度转向的趋势）和 TCS 控制

- 如果确定存在着较大程度的过度转向趋势或驱动轮自旋时，则牵引控制电磁阀和稳定控制电磁阀会被通电，从而接通液压回路。同时，泵用电机开启、并操作泵，由此通过向外前轮或打滑驱动轮的制动钳活塞提供制动液压力来增大压力。此时，内侧后轮的进口电磁阀也被通电，这个车轮的液压回路被闭合。
- 在压力增大后，可以通过三种压力方式来调整制动液压力（压力减小、保持、增加），以便获得目标的轮速。（下图所示的是左转弯，或控制右前轮自旋（在压力增加模式的过程中）。）

电磁阀操作表

	牵引力控制电磁阀		稳定性控制电磁阀		进口电磁阀				出口电磁阀				泵电机、 泵
	LF—RR	RF—LR	LF—RR	RF—LR	LF	RF	LR	RR	LF	RF	LR	RR	
在压力增加模式中	ON (关闭)		OFF (关闭)	ON (打开)	ON (关闭)	OFF (打开)	ON (关闭)	OFF (打开)	OFF (关闭)				运转
在压力保持模式中	OFF (打开)	ON (关闭)	OFF (关闭)		OFF (打开)	ON (关闭)	OFF (打开)	ON (关闭)	OFF (关闭)				运转
在压力减小模式中	OFF (打开)	ON (关闭)	OFF (关闭)		OFF (打开)	ON (关闭)		OFF (打开)	OFF (关闭)	ON (打开)	OFF (关闭)	ON (打开)	运转

液压回路电路图



ampccn00000113

动态稳定控制

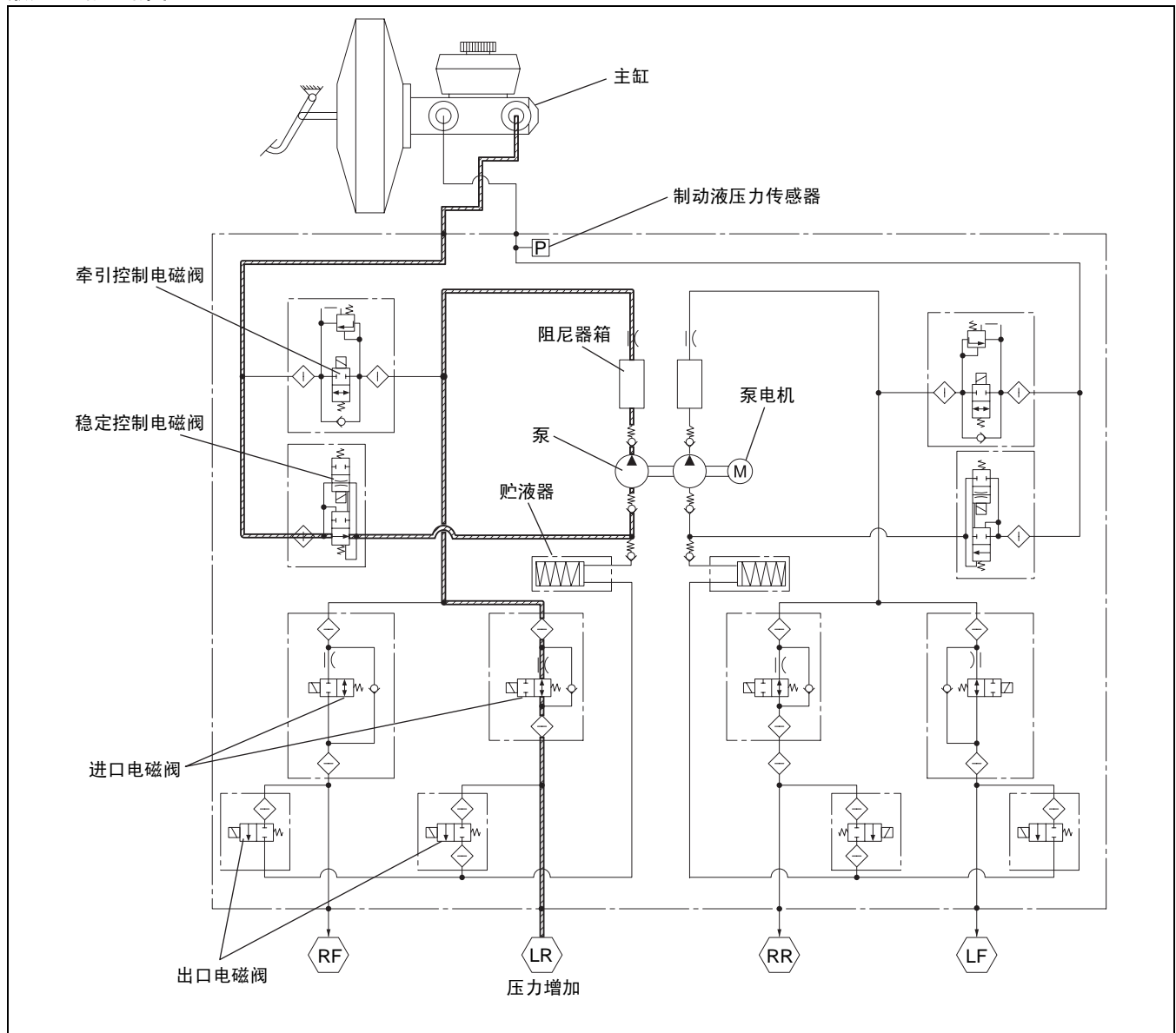
在 DSC 控制过程中（阻止转向不足的趋势）

- 如果确定存在着较大程度的转向不足趋势，则牵引控制电磁阀和稳定控制电磁阀会被通电，从而接通液压回路。同时，泵用电机开启，并且操作泵，从贮液器向内后轮气缸提供制动液压力。此时，外前轮的压力保持电磁阀也被通电，这个车轮的液压回路被闭合。
- 在压力增大后，可以通过三种压力方式来调整制动液压力（压力减小、保持、增加），以便获得目标的轮速。（下图所示的是在压力增大模式下左转弯过程中的控制。）

电磁阀操作表

	牵引控制电磁阀		稳定性控制电磁阀		进口电磁阀				出口电磁阀				泵电机、 泵
	LF—RR	RF—LR	LF—RR	RF—LR	LF	RF	LR	RR	LF	RF	LR	RR	
在压力增加模式中	ON (关闭)		OFF (关闭)	ON (打开)	OFF (打开)	ON (关闭)	OFF (打开)		OFF (关闭)				运转
在压力保持模式中	OFF (打开)	ON (关闭)	OFF (关闭)		OFF (打开)	ON (关闭)		OFF (打开)	OFF (关闭)				运转
在压力减小模式中	OFF (打开)	ON (关闭)	OFF (关闭)		OFF (打开)	ON (关闭)		OFF (打开)	OFF (关闭)	ON (打开)	OFF (关闭)		运转

液压回路电路图



ampccn00000114

DSC CM 部件功能

id041500101000

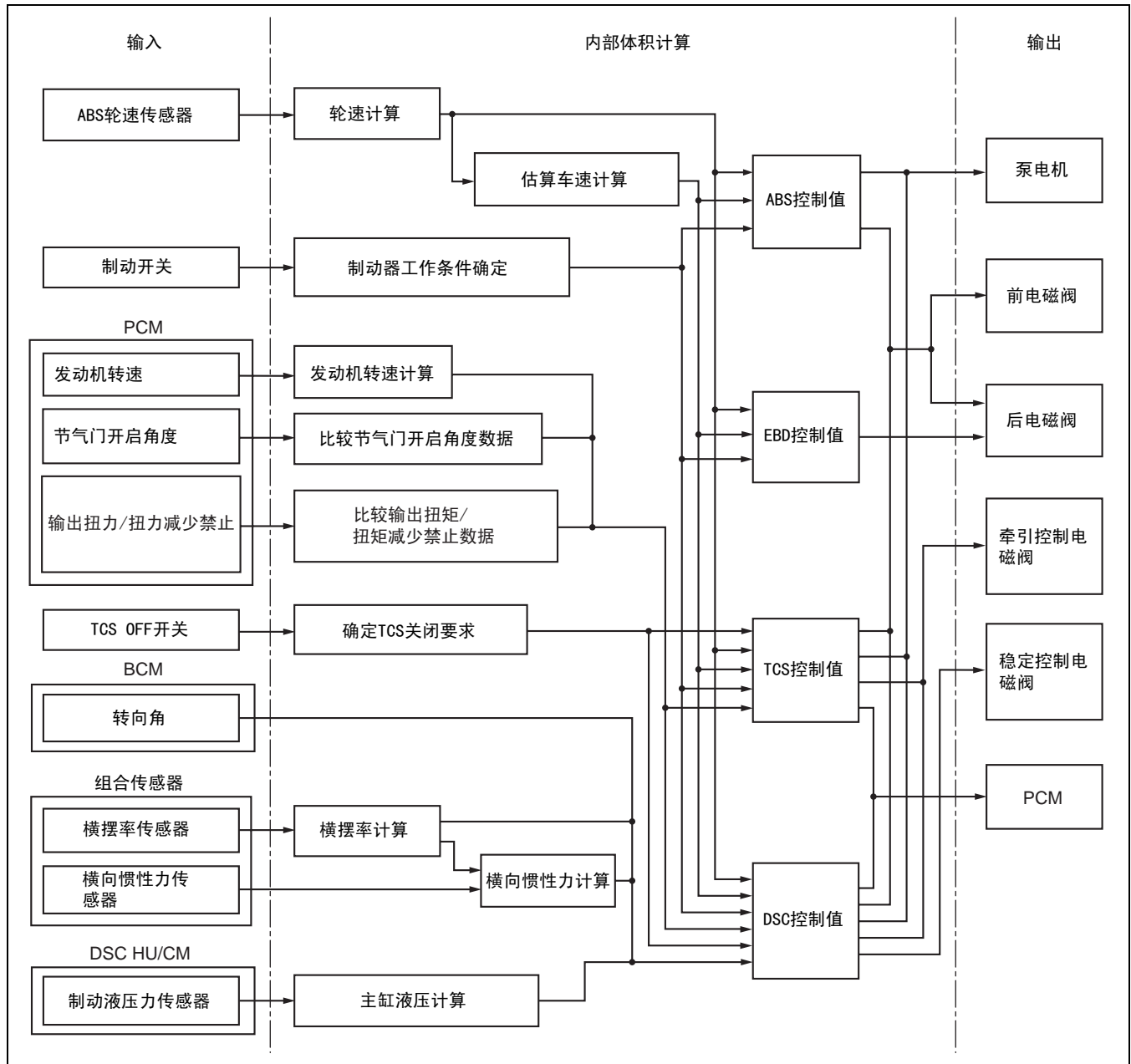
- DSC CM 可以利用来自每个传感器的信号输入进行计算、通过向 DSC HU 输出制动液压力控制信号而激活 DSC 系统功能，并且可以向 PCM 输出一个发动机输出控制信号。
- DSC HU/CM 能够控制下列功能：

功能表

功能名称	目录
ABS 控制功能	<ul style="list-style-type: none"> • 在制动时控制制动液压力，从而保持方向稳定性、确保操纵性，并且缩短制动距离。
EBD（电子制动力分配）控制功能	<ul style="list-style-type: none"> • 根据车辆负荷、路面和车速等条件连续控制制动液压力，使之正确地分配到前后轮，防止后轮过早抱死。
TCS 控制功能	<ul style="list-style-type: none"> • 根据道路和驾驶情况将牵引力控制在路面摩擦限定的范围内，以提高启动和加速性能及安全性。
DSC 控制功能	<ul style="list-style-type: none"> • 通过控制发动机输出和各车轮制动进行转向，以确保驾驶稳定性，则抑制较强的过度转向和转向不足趋势。
制动助力控制功能	<ul style="list-style-type: none"> • 制动踏板的踩压速度和力度根据制动液压力传感器信号计算。如果它超出了规定值，则表明出现紧急制动状况，且液压单元中产生的液压比常规指定值高，并通过各电磁阀、泵电机和泵的激活将液压提供给每个车轮。
车速输出功能	<ul style="list-style-type: none"> • 将用 ABS 车轮转速传感器信号（如车速信号）计算得出的数值输出至音响和自动灯光 / 雨刮器控制模块。
车载诊断系统	<ul style="list-style-type: none"> • 该功能实现 DSC 控制系统重要部件的自诊断。如果发生故障，报警信号灯会变亮，以警告驾驶员，同时 DTC 被储存在 DSC HU/CM 中。 • 当车载诊断测试检测到故障时，系统控制会中断或受到限制，以防止行驶中发生危险。

动态稳定控制

结构图



ampccn00000115

ABS 控制功能

id041500101100

- ABS 控制系统（与有 ABS 的车辆相同）有独立的前轮控制和统一的后轮（选择低）控制。

说明

- 低选控制：比较左右车轮速度并根据需要有可能抱死的车轮控制制动液压力。

EBD 控制功能

id041500101200

概述

- EBD 控制装置有独立的前、后轮控制系统（与有ABS的车辆相同），不管车辆的负载如何（乘客的人数），它都能连续不断、正确地分配制动液。

TCS 控制概述

id041500101300

- TCS 控制装置可以通过发动机控制来促使扭矩降低，并且可以利用制动控制来控制牵引力。

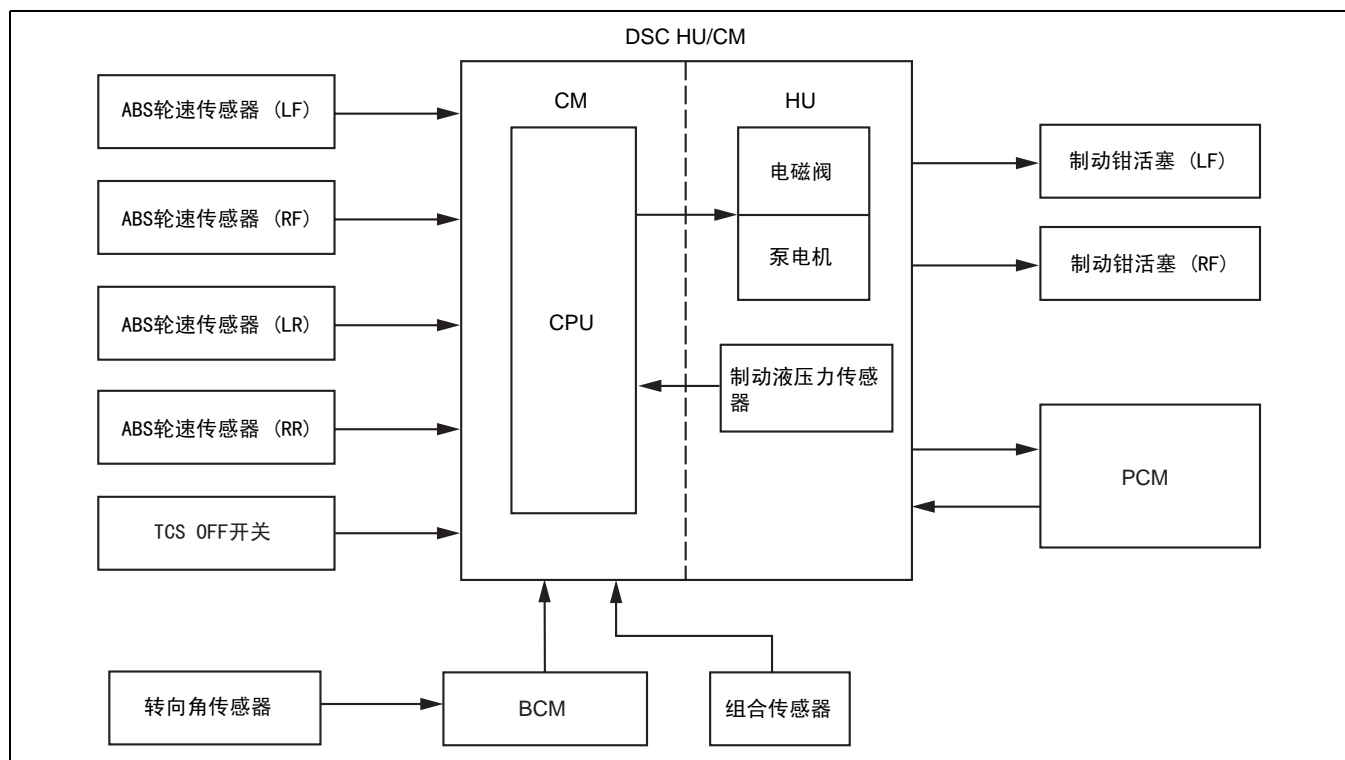
说明

- 发动机控制：可以通过燃油切断、点火正时控制来降低发动机输出以减小牵引力，并且防止驱动轮打滑。
- 制动控制：增大从液压装置（HU）至打滑驱动轮的制动液压力，从而操作制动器，并且防止驱动轮打滑。

特性

- 通过发动机控制同时控制左、右车轮。因此，当左、右轮的路面摩擦系数不同时，不能对每个车轮分别执行适当的扭矩降低。一旦出现了这种现象，通过独立的左、右车轮制动控制来执行扭矩降低，从而提供更加稳定的车辆控制。
- TCS OFF 开关可让驾驶员自行决定启用 / 禁用 TCS 控制。
 - 两个驱动轮都卡滞时，通过 TCS 控制根据驾驶员的操作进行牵引力控制。
 - 当 TCS 控制禁用时，如果左右驱动轮转速不同，则进行制动控制。因此，当某一驱动轮卡滞时改善车辆自由移动的能力。
 - 为确保车速稳定，当车速达到规定车速时，TCS 控制自动恢复为正常操作，即使已通过 TCS OFF 开关禁用 TCS 控制。

结构图



ampccn00000136

TCS 控制工作原理

id041500101400

- TCS 控制能够根据下列信号检查打滑的驱动轮，向 PCM 发出扭矩降低的请求信号，同时，可以控制 DSC HU/CM 中的电磁阀和泵电机。
 - 来自于前和后 ABS 车轮转速传感器的汽车轮速信号
 - 来自于 PCM 的发动机扭矩信号
 - 来自 BCM 的转向角信号
 - 来自于组合传感器的横摆率和横向惯性力信号
 - 来自于制动液压力传感器的液压信号

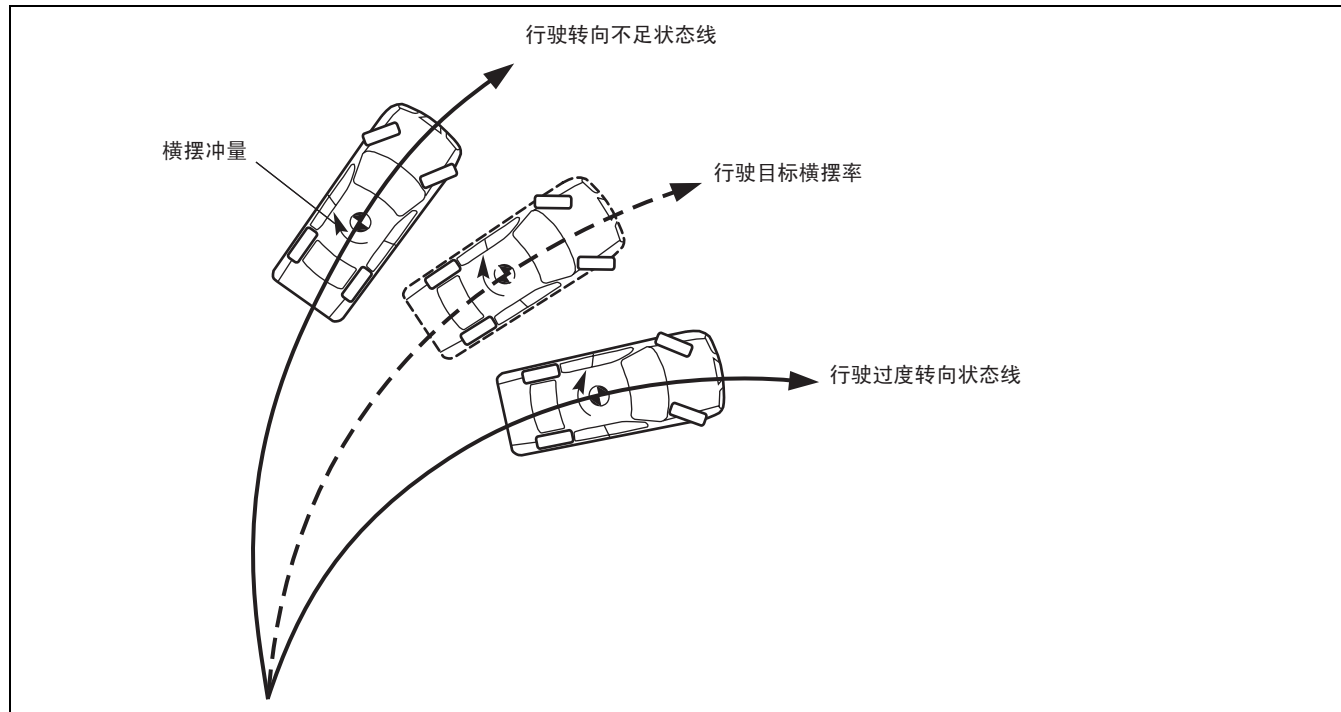
DSC 控制概述

id041500101500

- 虽然汽车能够按照转向操作实施正常、安全的转弯，但是在某些情形下，由于路面状况或车速以及为了避免事故采取躲闪转向造成的影响而使轮胎的横向抓地力超出极限。
- 如果超出横向抓地力的限值，那么轮胎会表现出下述情形：
 - 较大的过度转向趋势：与后轮相比，前轮的地面附着力减小
 - 较大的转向不足趋势：与后轮相比，前轮的地面附着力减小
- 在以上所述的情形下，DSC 在车速为 **10 km/h [6.2 mph]** 或更高时开始操作，控制发动机输出和车轮制动，由此阻止过度转向和转向不足的趋势。

确定汽车状况

- 车速、转向角、横向惯性力和横摆率由传感器检测，并且被 DSC HU/CM 用于计算，以便确定汽车状况。然后，利用每个传感器的输入值计算得到的目标横摆率与横摆率传感器检测到的数值之间的差，确定存在过度转向或转向不足趋势。



acxwzn00000120

过度转向趋势的确定

- 转弯时，如果实际车辆横摆率大于目标横摆率（通常情况下，横摆率应该是按照转向角和车速的确定形成的），这就意味着汽车已经或者将要失去控制。因此，可以确定汽车存在过度转向趋势。

转向不足趋势的确定

- 转弯时，如果实际车辆横摆率小于目标横摆率（通常情况下，横摆率应该是按照转向角和车速的确定形成的），这就意味着汽车的转向不正确。因此，能够检测到汽车存在转向不足的趋势。

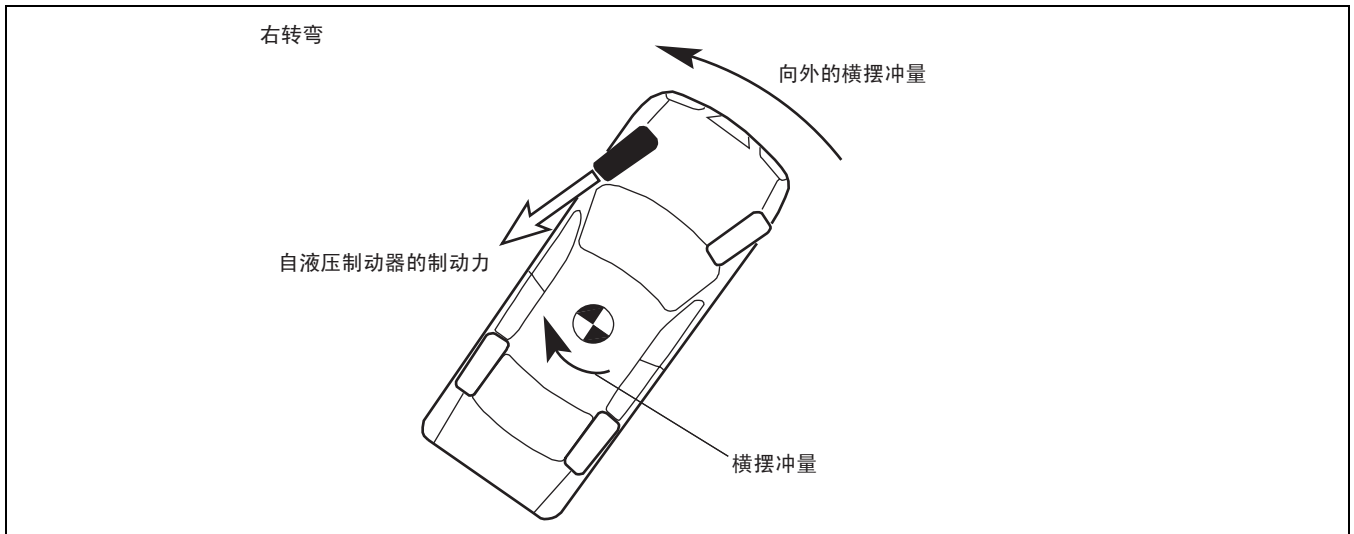
DSC 控制工作原理

id041500101600

- 当 DSC HU/CM 确定汽车存在明显的过度转向或转向不足趋势时，发动机的输出会降低，同时，它可以通过改变前、后轮的制动来抑制横摆力矩，从而阻止过度转向或转向不足趋势。

抑制过度转向趋势

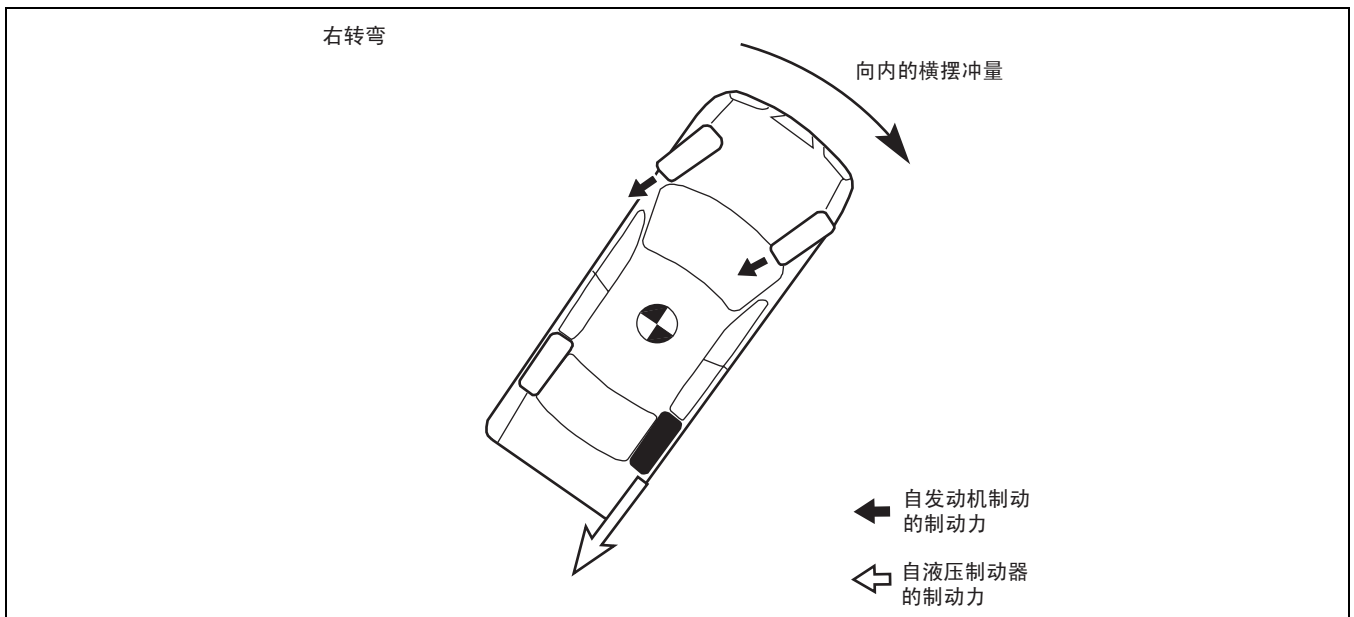
- 如果确认存在明显的过度转向趋势，则根据趋势的程度在外前轮上实施制动。由此，朝着车辆外侧会形成横摆力矩，由此就能够抑制过度转向趋势。



acxwzn00000121

抑制转向不足趋势

- 如果确认存在明显的转向不足趋势，发动机的输出受到控制，而且根据趋势的程度在内后轮上实施制动。由此，朝着车辆外侧会形成横摆力矩，由此就能够抑制转向不足趋势。



acxwzn00000122

控制器区域网络 (CAN) 概述

- DSC HU/CM 能够通过 CAN 系统与其它模块相互发送及接收数据。关于 CAN 的详细解释，请参见第 09 章节。

id041500101700

发送的数据

- ABS 报警信号灯变亮请求
- 制动液压力
- 制动系统状态
- 制动系统报警信号灯变亮请求
- 转向角 / 转向角传感器状态 / BCM 状态
- 车轮速度 (LF, RF, LR, RR)

接收的数据

- 油门踏板位置
- 发动机规格
- 发动机转速
- 发动机扭矩
- 驻车制动器开关状态
- 转向角 / 转向角传感器状态 / BCM 状态
- 轮胎周长 (前 / 后)
- 扭矩减小请求
- 变速器的类型
- 涡轮转子转速
- ATX 档位目标

ABS 轮速传感器和 ABS 传感器转子的功能

id041500102800

- ABS 车轮转速传感器和 ABS 传感器转子检测各个轮的旋转状况，并将此信息发送至 DSC HU/CM。
- ABS 车轮转速传感器信号是 DSC HU/CM 控制用的主要信号。

ABS 轮速传感器和 ABS 传感器转子结构 / 工作原理

id041500105000

- ABS 轮速传感器和 ABS 传感器转子的结构和工作原理与配有 ABS 的车辆一样。

组合传感器的功能

id041500101800

- 采用集横摆率传感器和横向惯性力传感器于一体的组合式传感器。
- 组合式传感器，位于前排座椅 (RH) 下的地板上，检查车辆横摆率 (车辆转向角速度) 和横向重力加速度 (车辆速度增加)，并将它们发送到 DSC HU/CM。

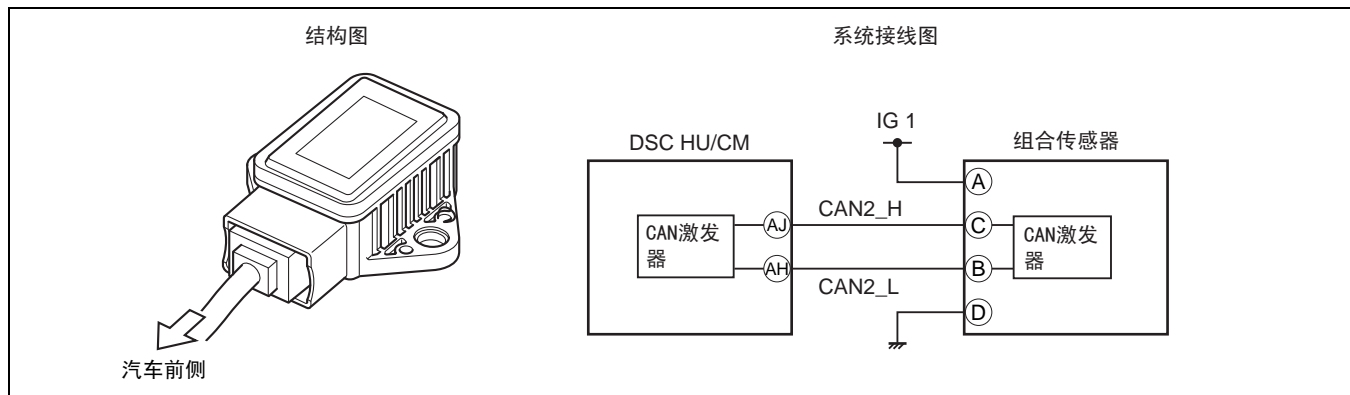
组合传感器的结构 / 工作原理

id041500101900

- 组合传感器包括横摆率传感器和横向惯性力传感器，它能够检查及计算汽车的横摆率和横向惯性力，并通过在传感器和模块之间的专用 CAN2 线路将其发送至 DSC HU/CM。
- 横摆率传感器检测到由元件转动产生并与转动速度成比例的科里奥利力。
- 横向惯性力传感器检测到由作用在硅检测部件上的 G 力产生、并与其成比例的惯性力。

说明

- 科里奥利力：当一个在转动盘上的物体试图移向盘中心时，在与物体预定移动路径呈直角处会产生作用力。这就导致物体的运动方向从原点如果不改变它就无法到达中心。从盘外看这种作用时，好像是作用力将物体从中心偏转出去。这种作用力被称为科里奥利力，物体实际上沿着直线路径前进。



ampccn00000137

制动液压力传感器的功能

id041500102000

- 制动液压力传感器能够检测到主缸的液体压力，并将主缸的液体压力传送给 DSC HU/CM。

制动液压力传感器的结构

id041500102100

- 制动液压力传感器与 DSC HU/CM 集成一体。因此，如果制动液压力传感器发生了故障，就必须更换 DSC HU/CM。

DSC 指示灯的功能

id041500102200

- DSC 指示灯被内置在仪表盘中，它能够将下述车况告知驾驶员。
 - DSC 正处于工作状态（车辆侧滑）
 - TCS 正处于工作状态（驱动轮打滑）
 - TCS 或 DSC 系统故障。

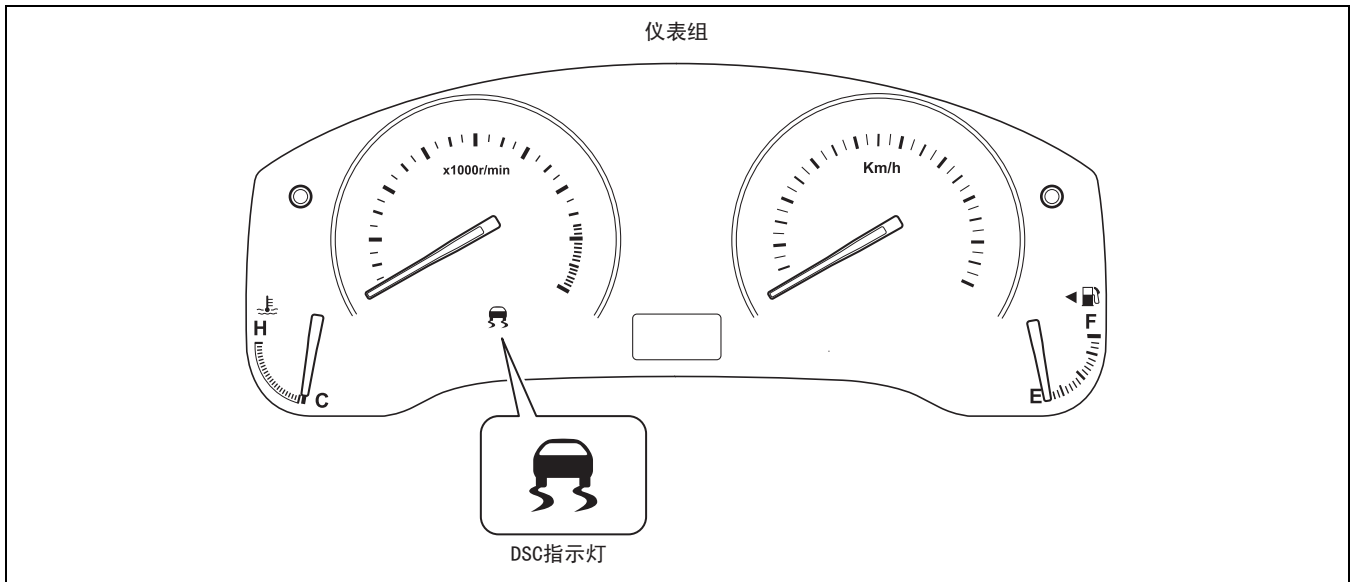
DSC 指示灯工作原理

id041500102300

- 如果 DSC 和 CAN 线路是正常的，当点火开关被转至 ON 位置时，DSC 指示灯会变亮大约 **3 秒钟**，由此检查指示灯的功能。当系统失灵时，DSC 指示灯会一直亮着。
- 当 DSC 或 TCS 正处于工作状态时（未通过按下 TCS OFF 开关禁用 DSC），DSC 指示灯的操作如下所述：

DSC 指示灯的操作

项目	DSC 指示灯状态
TCS、DSC 不工作	不亮
TCS 工作	闪烁（间隔 0.5 秒）
DSC 工作	
TCS、DSC 系统故障	点亮



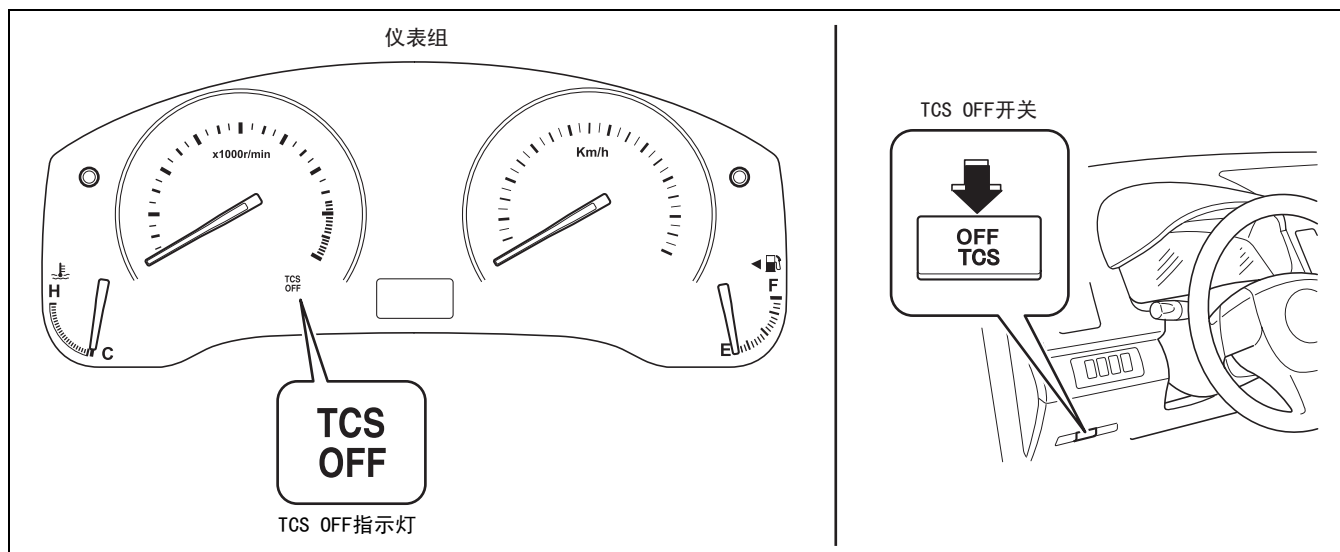
ampccn00000143

动态稳定控制

TCS OFF 开关、TCS OFF 指示灯的功能

id041500103000

- TCS OFF 开关位于下面板上，能由驾驶员自行决定是否启用 / 禁用 TCS 控制。
- TCS OFF 指示灯被内置在仪表盘内，它可以告知驾驶员 TCS 控制已经因 TCS OFF 开关的操作被禁用。



ampccn00000144

TCS OFF 开关、TCS OFF 指示灯的工作原理

id041500103100

- 如果 DSC 系统和 CAN 线路的功能正常，点火开关被转至 ON 位置时，TCS OFF 指示灯会变亮大约 2 秒钟。
- 当 DSC 系统检测到未执行转向角传感器初始化程序时，作为故障警告，TCS OFF 指示灯变亮。
- 在按下 TCS OFF 开关禁用 TCS 控制时，TCS OFF 指示灯将变亮。

说明

- 若要禁用 TCS 控制，继续按住 TCS OFF 开关直至 TCS OFF 指示灯变亮。
- 操作 TCS OFF 开关时，TCS OFF 指示灯状态和 DSC/TCS 控制状态如下表所示。

	TCS OFF 指示灯状态	DSC 控制状态		TCS 控制状态 *2	
		制动控制	发动机控制	制动控制	发动机控制
TCS ON	不亮	允许	允许	允许	允许
TCS OFF	点亮	允许	允许	禁用 *1	禁用

*1 : 如果左右驱动轮转速不同，则进行制动控制。

*2 : 当车速达到规定速度时，TCS 控制自动恢复为正常操作。