

1. 制动系统

1.1 描述

1). 概述

制动系统由以下设备组成:

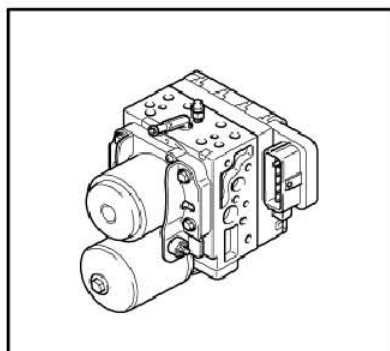
项目	特点
前轮制动器	• 采用PE63型前盘式制动器制动钳总成。 • 采用通风式前制动盘。
后轮制动器	• 采用PEAL38型后盘式制动器制动钳总成。 • 采用实心式后制动盘。
驻车制动器	• 采用踏板式驻车制动器。
转速传感器	• 采用主动式转速传感器, 可以检测极低的转速。
制动控制系统	• 采用电子控制制动系统。 • 采用再生制动协同控制。 • 车辆动态综合管理(VDIM)为标准设备, 用来协调管理制动控制(带EBD的ABS、制动辅助、TRC和VSC)和EPS控制。

2). 规格

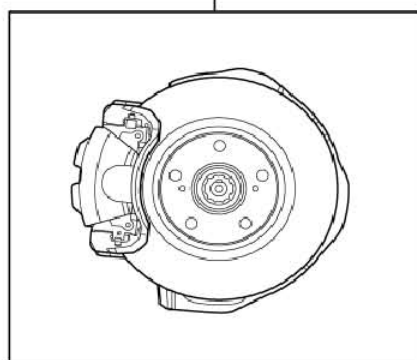
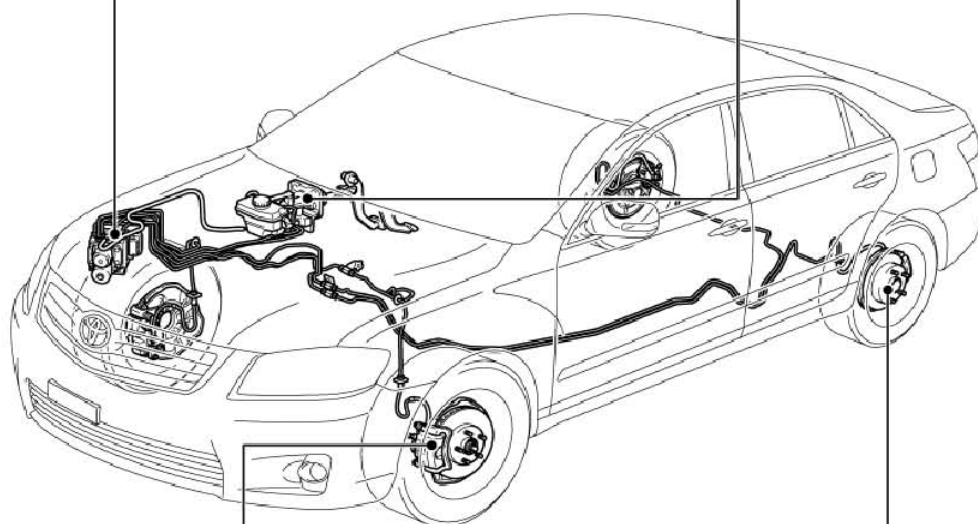
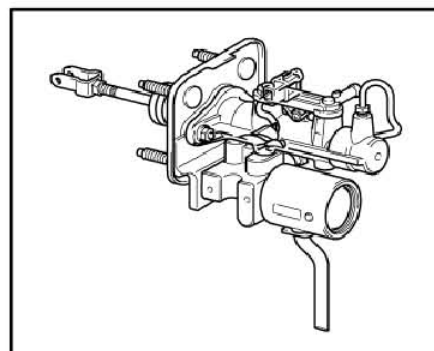
制动主缸分总成	类型	串联膜片式(无补偿孔+无补偿孔)
	直径mm(in.)	19.05(0.75)
前盘式制动器 制动钳总成	制动钳类型	PE63
	轮缸直径mm(in.)	63.5(2.5)
	制动盘尺寸(直径×厚度) mm(in.)	296×28(11.7×1.1)
	衬块材料	PN562H
	制动钳类型	PEAL38
后盘式制动器 制动钳总成	轮缸直径mm(in.)	38.1(1.5)
	制动盘尺寸(直径×厚度) mm(in.)	281×10(11.1×0.4)
	衬块材料	D6247
	类型	双向伺服
驻车制动器	制动鼓内径mm(in.)	170.0(6.7)

3). 制动系统的零部件

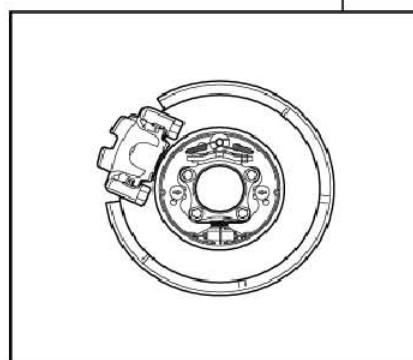
制动执行器总成



主缸分总成和制动主缸行程模拟器分总成



前轮制动器



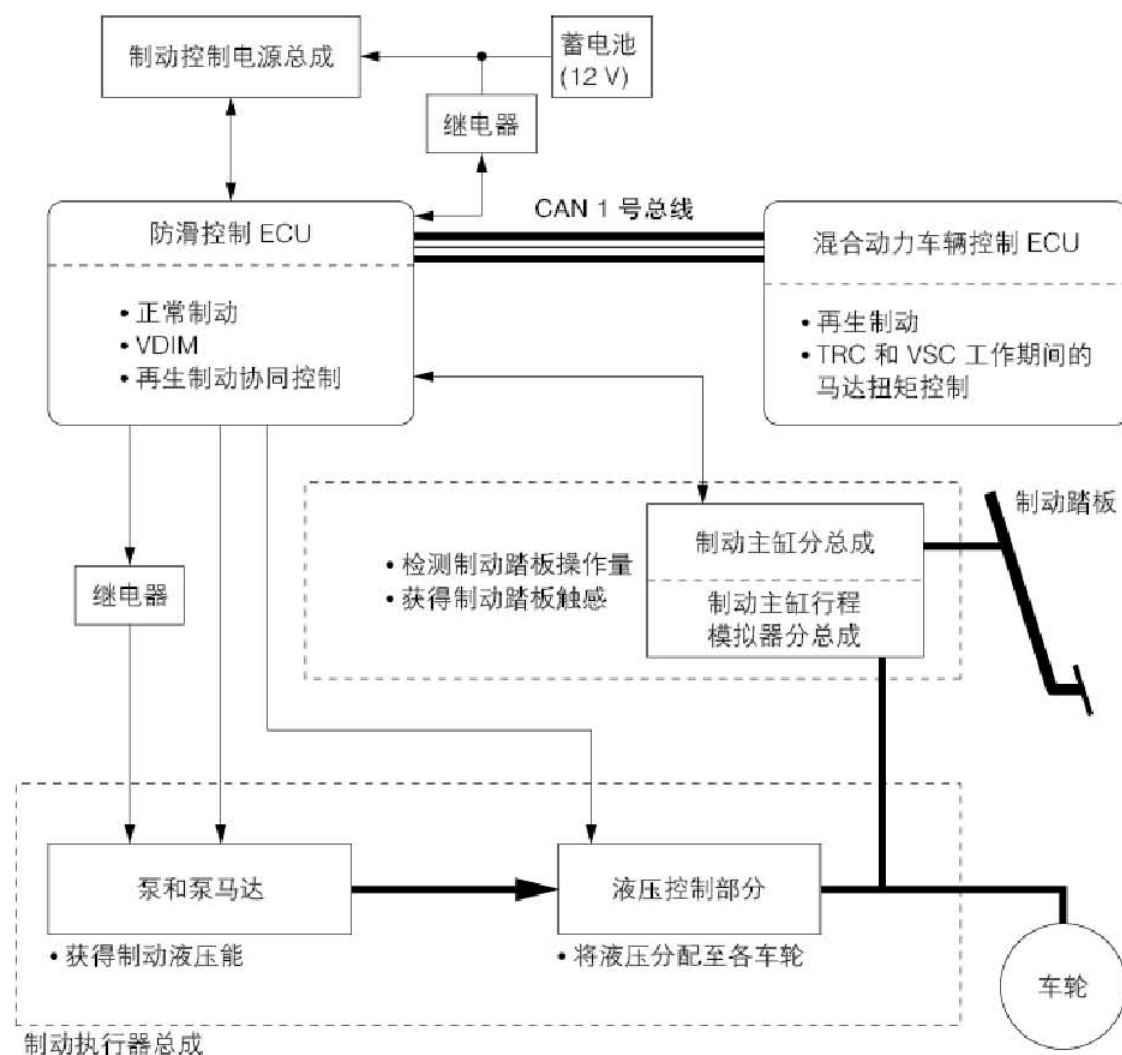
后轮制动器

1. 2电子控制制动系统

1). 电子控制制动系统已经停止使用常规型制动助力器。该系统由制动输入、电源和液压控制部分组成。

A). 正常制动期间，制动主缸分总成产生的液压并不直接驱动轮缸，而是用作液压信号。实际控制压力是通过调节制动执行器总成的液压获得的。调节后的液压驱动轮缸。

- B). 电子控制制动系统根据传感器和ECU提供的信息对带EBD的ABS、制动辅助、TRC和VSC功能执行液压控制。
- C). 制动控制电源总成用作辅助电源，以向制动系统稳定供电。

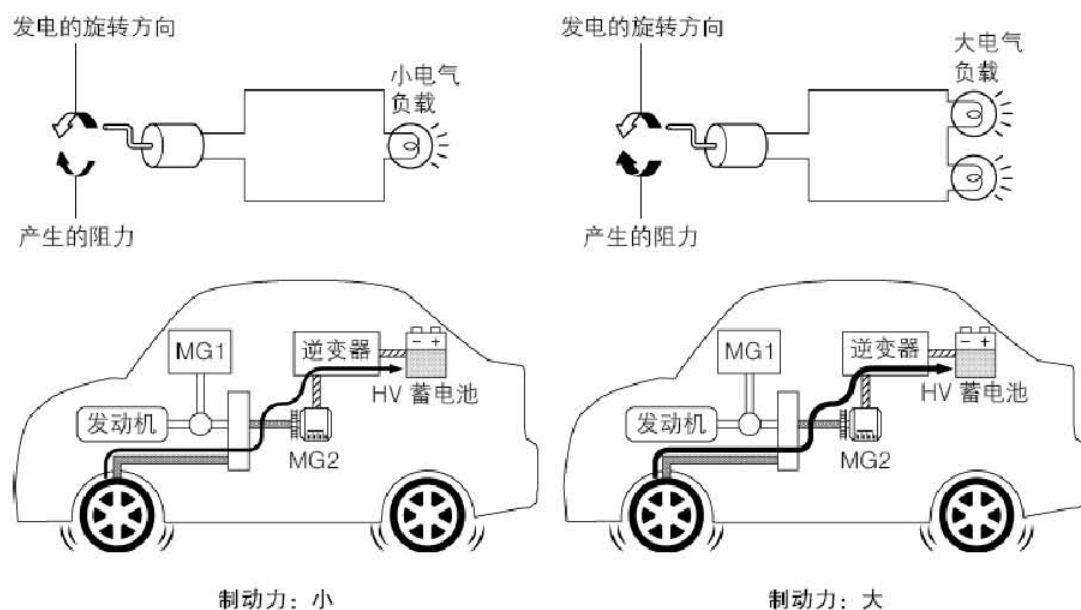


1.3 再生制动协同控制

1). 概述

再生制动协同控制并不是单独依靠液压制动系统为驾驶员提供所需制动力。而是与混合动力控制系统一起进行协同控制，通过再生制动和液压制动提供制动力。由于该控制通过将动能转换为电能来回收动能，因而将正常液压制动中动能的浪费降到最低。

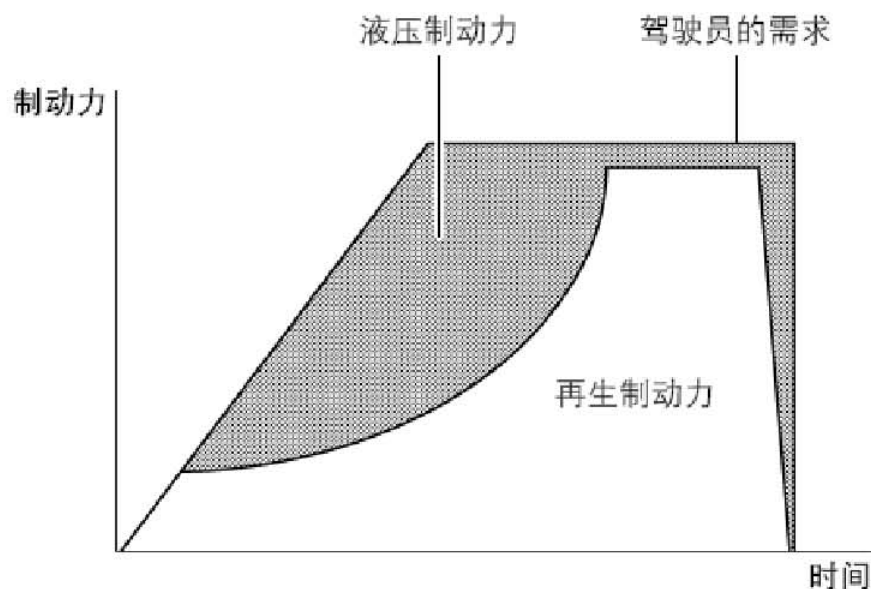
- A). 再生制动由作为发电机的马达发电机(MG2)产生的对旋转的阻力构成。由发电产生的阻力与马达发电机转子的旋转方向相反，迫使其减速。产生的电流强度（蓄电池充电电流强度）越大，阻力就会越大。
- B). 前驱动桥和后驱动桥由驱动相应轴的MG2电动连接。
- C). 驱动轮的旋转运动驱动MG2，使其作为发电机运转。因此，由发电产生的MG2的制动力传输至驱动轮。混合动力控制系统通过控制生成的电量对该制动力进行控制。



2). 制动力的分配

液压制动和再生制动之间的制动力分配根据车速和施加制动的时间的不同而变化。

- 通过控制液压制动器，使液压制动和再生制动的总制动力符合驾驶员所需的制动力，完成液压制动和再生制动之间的制动力分配。
- 如果因混合动力控制系统故障而使再生制动不起作用，则制动系统执行控制，使液压制动系统能够提供驾驶员所需的全部制动力。

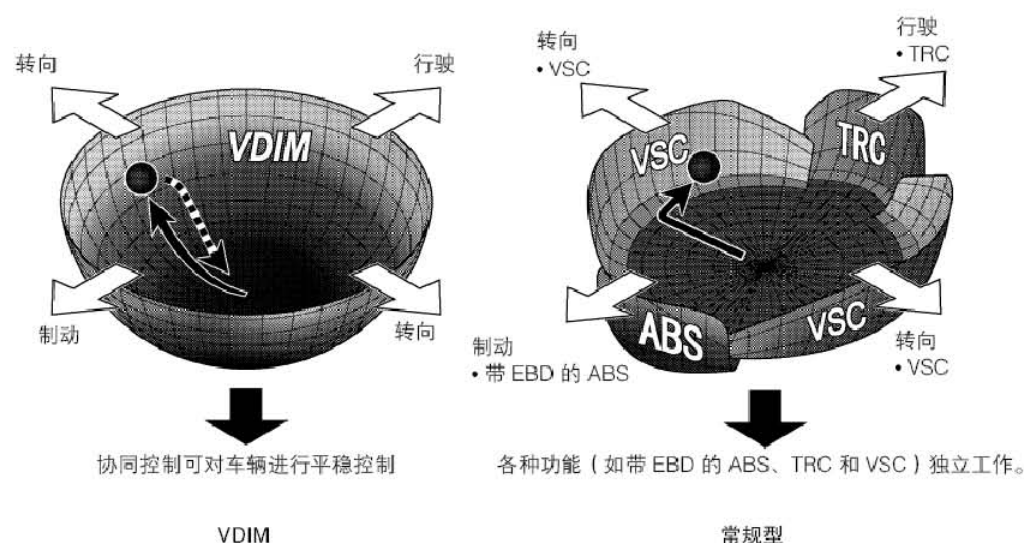


制动力分配变化

1.4 车辆动态综合管理 (VDIM)

1). 概述

- A). VDIM管理所有功能，如：带EBD的ABS、制动辅助、TRC和VSC。它由调节制动液压力的电子控制制动系统操作。此外，还有再生制动协同控制和转向协同控制功能，可以保证VDIM执行综合管理。
- B). 由于轮胎失去抓地力而使车辆不稳定时，常规型制动控制系统便开始控制制动力或原动力以使车辆平稳运行。相反，为维持稳定的车辆控制，VDIM在车辆运行不平稳前根据平衡性变化控制制动、液压和转向系统。从而保持平稳的车辆控制。
- C). 常规型制动控制系统根据车辆动力独立地控制所有相关功能，如：带EBD的ABS、制动辅助、TRC和VSC。相反，VDIM紧密集成所有与制动控制相关的功能来进行平稳控制。



1.5 制动控制系统

1). 概述

制动控制系统具有以下系统/功能：

控制功能	概要
电子控制制动系统	电子控制制动系统根据来自制动踏板行程传感器的信号检测制动踏板的踩下量。系统使用防滑控制ECU为各车轮调节来自液压源的压力供应，产生最佳制动力。
再生制动协同控制	该控制执行带再生制动的协同控制以对HV蓄电池进行有效充电，仅混合动力车辆具有再生制动功能。
车辆动态综合管理 (VDIM)	VDIM结合转向控制对混合动力控制系统输出功率和制动性能进行综合控制，以确保车辆前进、转向和停止时的主动安全性。
转向协同控制	实现与动力转向ECU总成的协同控制，根据车辆的操作状况提供转向辅助。
防抱死制动系统 (ABS)	用力施加制动或在光滑的路面制动时，ABS有助于防止车轮抱死。

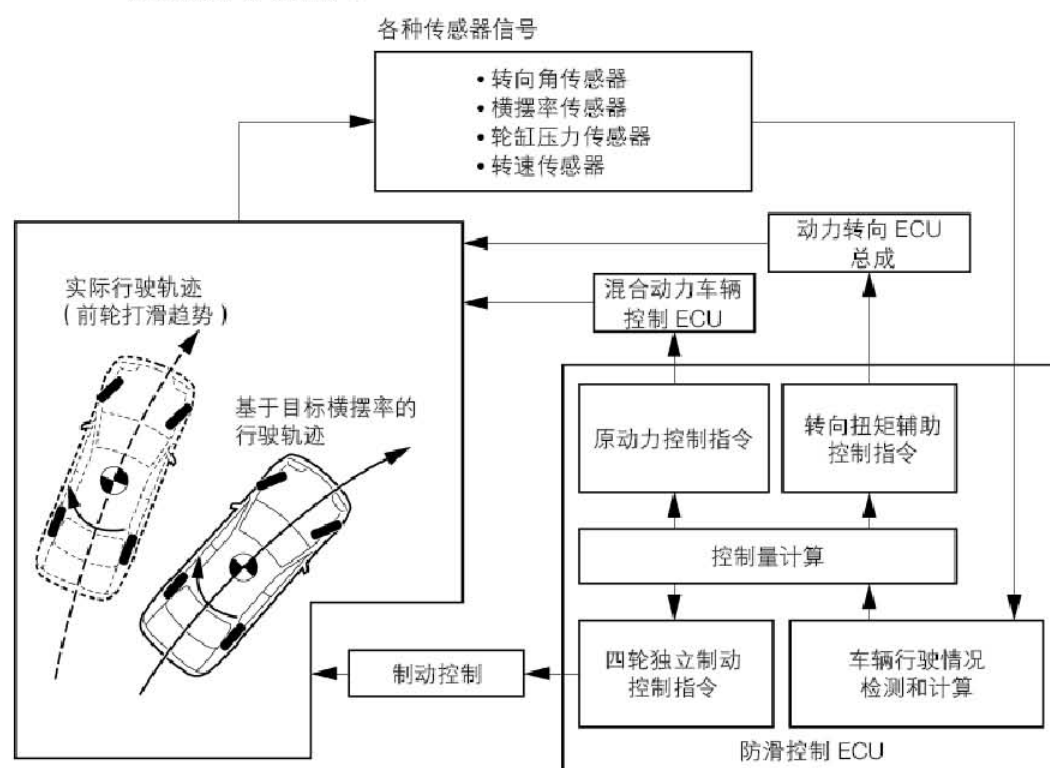
电子制动力分配 (EBD)	根据驾驶条件, EBD控制利用ABS实现前后轮之间制动力分配适当。此外在转向制动时, 也可以控制左右轮的制动力, 保持车辆的可操控性。
制动辅助	在紧急制动时驾驶员无法施加足够大制动力, 制动辅助的主要目的是在此时向驾驶员提供辅助制动力, 这样有助于确保车辆的制动性能。
牵引力控制 (TRC)	在光滑的路面上起动或加速时, 如果驾驶员过度踩下加速踏板, 则TRC有助于抑制驱动轮打滑。
车辆稳定性控制 (VSC)	转向时前轮或后轮可能出现严重打滑, 此时VSC有助于抑制车辆侧滑。

2). 转向协同控制功能概要

A). 概述:

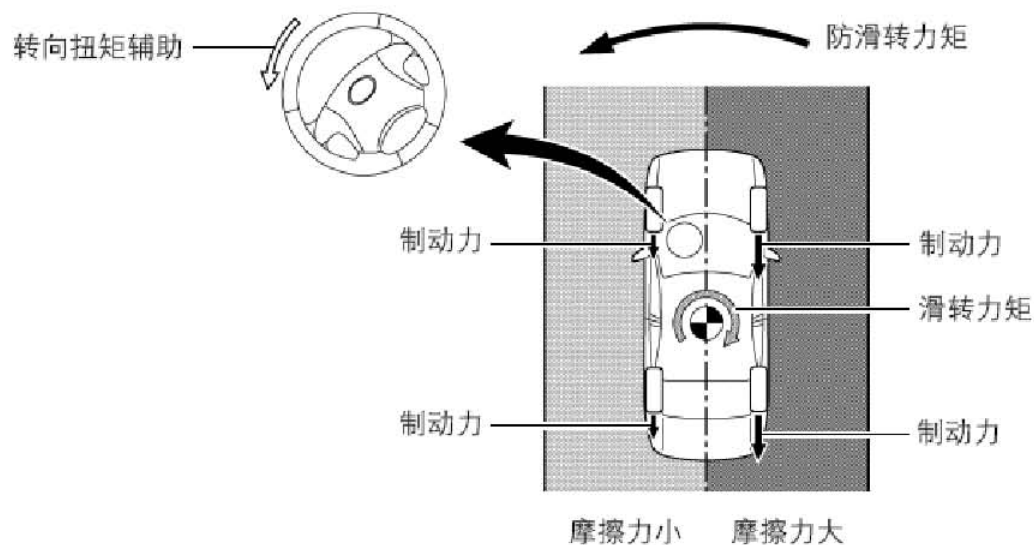
VDIM对VSC、电动转向 (EPS) 和混合动力控制系统执行协同控制。通过集成这些预防性安全功能, VDIM可确保车辆的行驶稳定性和可操纵性。

- VDIM协同控制EPS和电子控制制动系统, 对组合摩擦道路执行制动控制, 对前后车轮的打滑趋势执行控制。
- 如果车辆由于车轮打滑而失去稳定性, 则此功能可通过对车轮施加制动压力执行制动控制。同时, EPS提供转向扭矩辅助控制以帮助驾驶员完成转向操作。



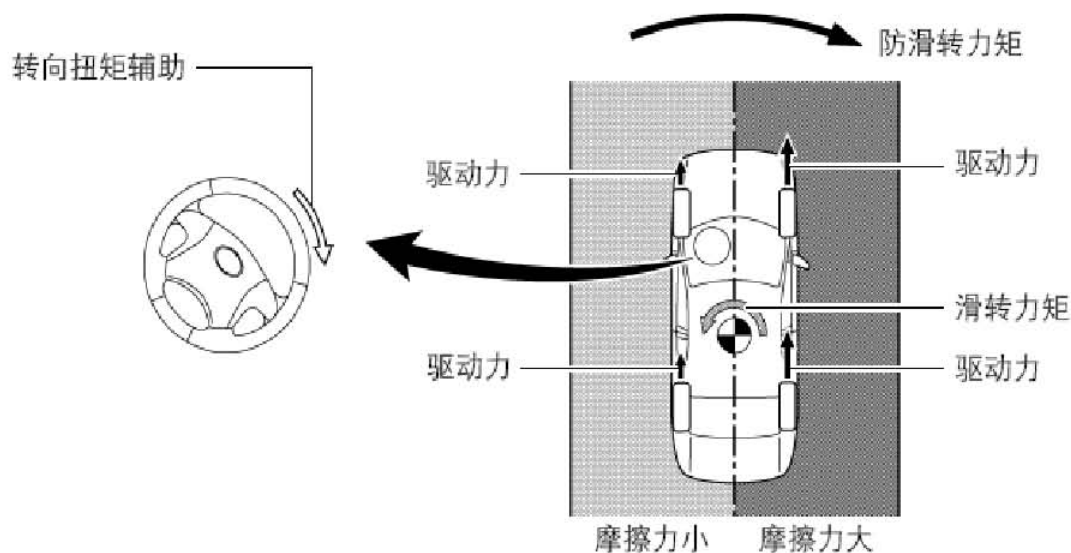
B). 组合摩擦道路上的制动操作

在组合摩擦道路上制动时, 由于左右两侧制动力的不同, 车辆趋于偏向摩擦力较大的一侧。在VDIM的控制下, 动力转向ECU总成接收来自防滑控制ECU的指令信号。根据这些信号, 动力转向ECU总成操作电动转向的马达, 以减小由于左右侧制动力不同造成的影响, 辅助进行转向操作。这样可以更易于驾驶员更正转向操作。



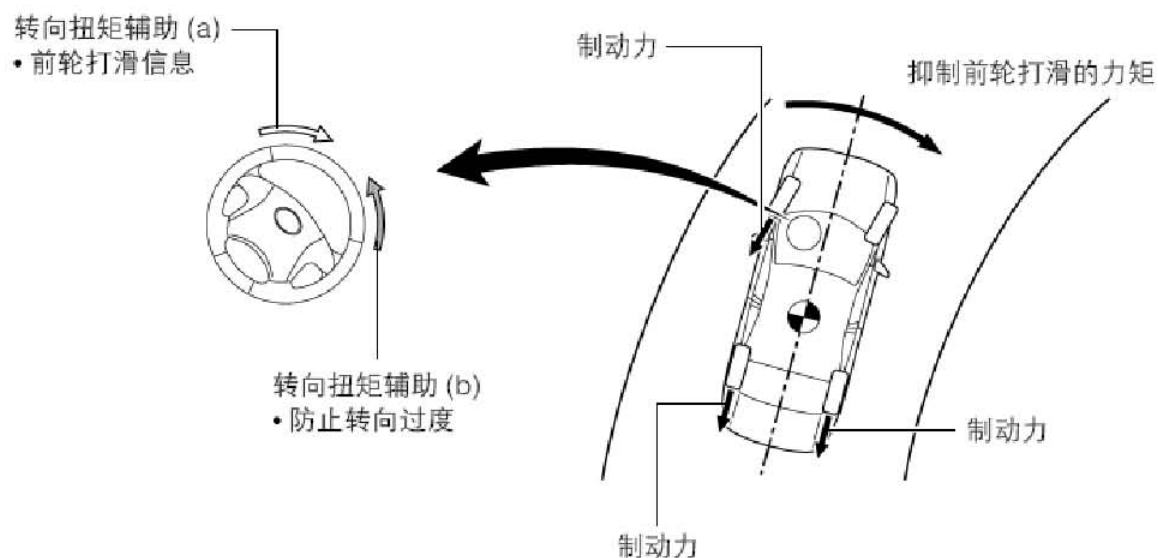
C). 组合摩擦道路上的加速操作

在组合摩擦道路上加速时，由于左右两侧驱动力的不同，车辆趋于偏向摩擦力较小的一侧。在VDIM的控制下，防滑控制ECU对摩擦力较小侧的驱动轮执行制动控制（TRC功能）并将指令信号传输至动力转向ECU总成。根据这些信号，动力转向ECU总成操作EPS马达，以减小由于左右侧驱动力不同造成的影响，辅助进行转向操作。从而确保了适当的原动力和车辆稳定性。



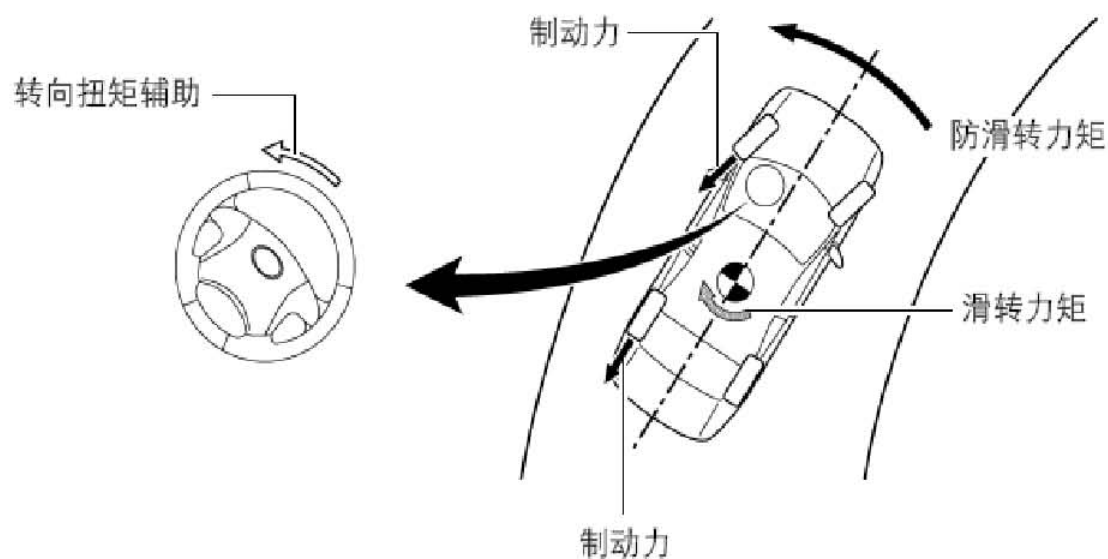
D). 前轮打滑趋势控制的操作

- 检测到前轮打滑时根据前轮打滑趋势大小，限制发动机输出功率并执行制动控制。相应地车辆转弯方向上产生力矩以抑制前轮打滑趋势。
- 如果前轮出现打滑趋势，可通过转向扭矩辅助(a)来告知驾驶员前轮打滑。
- 如果驾驶员过度转动方向盘，则可以提供转向扭矩辅助(b)，防止驾驶员过度转动方向盘。



E). 后轮打滑趋势控制的操作

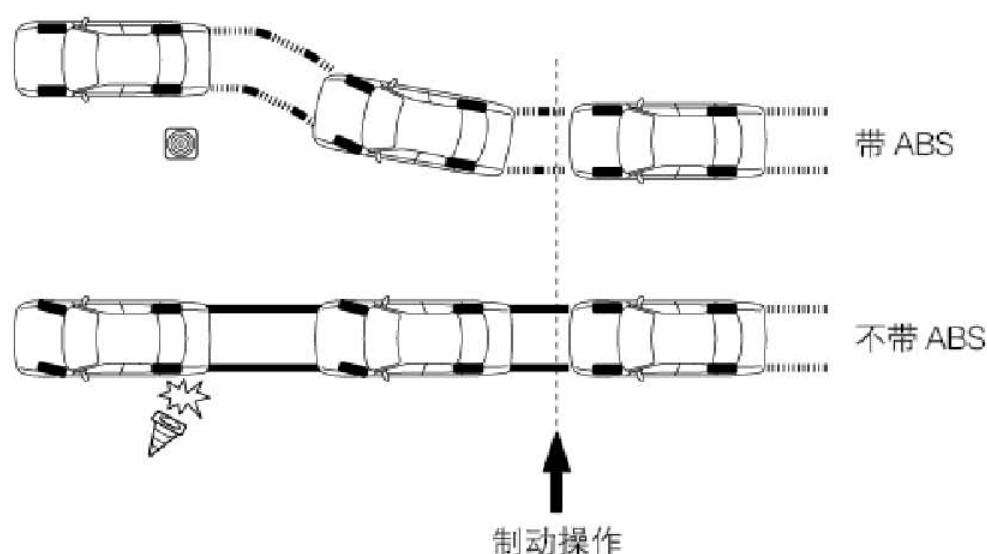
- 检测到后轮打滑时，根据后轮打滑趋势的大小，主要将制动力施加到外侧车轮上。从而产生一个防滑转力矩，以抑制后轮打滑的趋势。
- 在VDIM控制下，动力转向ECU总成接收来自防滑控制ECU的指令信号。根据这些信号动力转向ECU总成操作电动转向的马达，为驾驶员补偿后轮打滑趋势提供转向辅助。这样可以更易于驾驶员更正转向操作。



3). 防抱死制动系统(ABS)概要

突然制动或在光滑路面上制动时，ABS可防止车轮抱死。在车辆打滑时提供理想的制动力，从而确保车辆的稳定性和出色的制动性能。

概念图



4). EBD控制功能概要

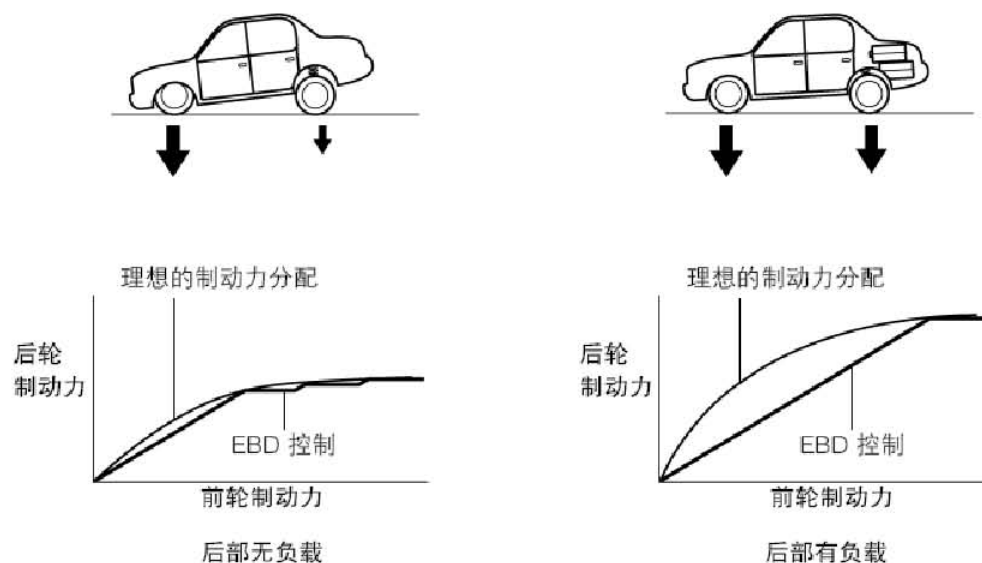
A). 概述

以往机械分配的制动力，现在是在防滑控制ECU的电子控制下进行的，这样就可以根据车辆的驾驶条件精确地控制制动力。

B). 前/后轮制动力分配

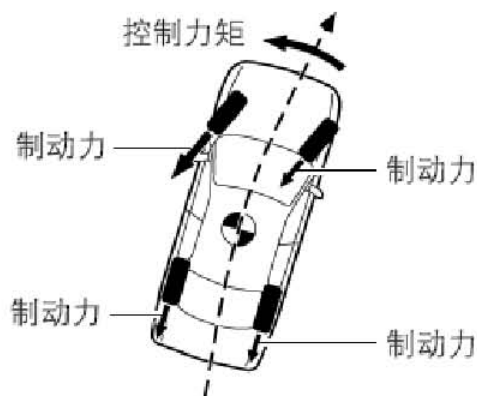
- (a). 如果在车辆直线向前行驶时施加制动，重量转移可减少施加在后轮上的负载。防滑控制ECU根据转速来自传感器的信号判断这一状况，并且制动执行器总成调节分配在后轮上的制动力，以优化控制。
- (b). 例如，在制动时施加在后轮上的制动力的大小会根据车辆是否负载而发生变化。施加在后轮上的制动力的大小也会根据减速的程度而发生变化。
- (c). 因此，分配到后轮上的制动力就会得到优化控制，从而可以有效地利用这些状况下的制动力。

EBD控制理念



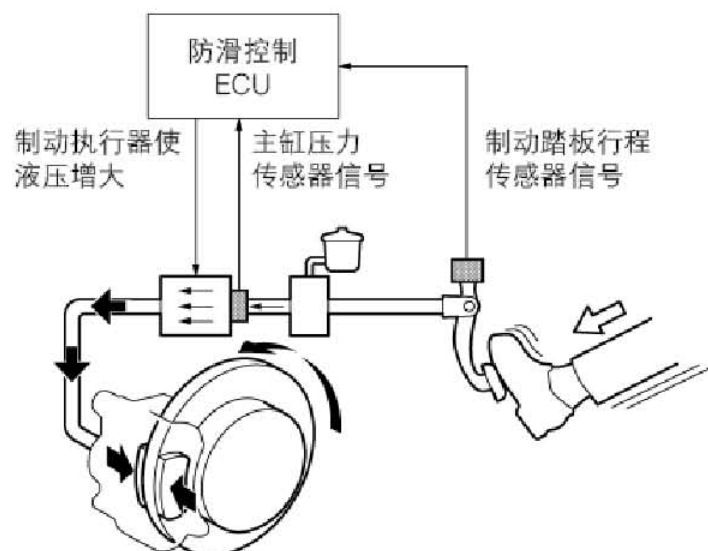
C). 左/右轮制动力分配（转弯制动时）

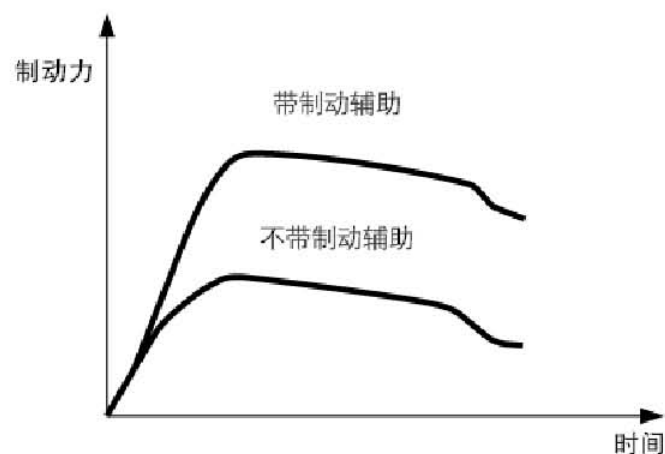
- (a). 如果在车辆转向时施加制动，则施加在内侧车轮上的负载减少，施加在外侧车轮上的负载增加。
- (b). 防滑控制ECU根据来自转速传感器的信号判断这一状况，并且制动执行器总成调节制动力，以优化控制分配在内侧车轮和外侧车轮上的制动力。



5). 制动辅助功能概要

- A). 制动辅助与ABS结合使用有助于提高车辆的制动性能。
- B). 制动辅助将快速踩下制动踏板判定为紧急制动，如果驾驶员未用足够的力踩下制动踏板，则会对施加的制动力进行补充。紧急情况下，驾驶员尤其是没有经验的驾驶员通常会惊慌失措，无法对制动踏板施加足够的压力。
- C). 制动辅助的主要特征在于制动辅助的时机和强度上的设计，此设计确保驾驶员不会感觉出制动操作有任何异常。驾驶员有意识地放松制动踏板时，此系统减小其所提供的制动辅助量。
- D). 防滑控制ECU根据来自主缸压力传感器和制动踏板行程传感器的信号，计算踩下制动踏板的速度和力度，然后判定驾驶员是否要进行紧急制动。如果防滑控制ECU判定驾驶员要进行紧急制动，则系统激活制动执行器总成以增大制动液压，增加制动力。

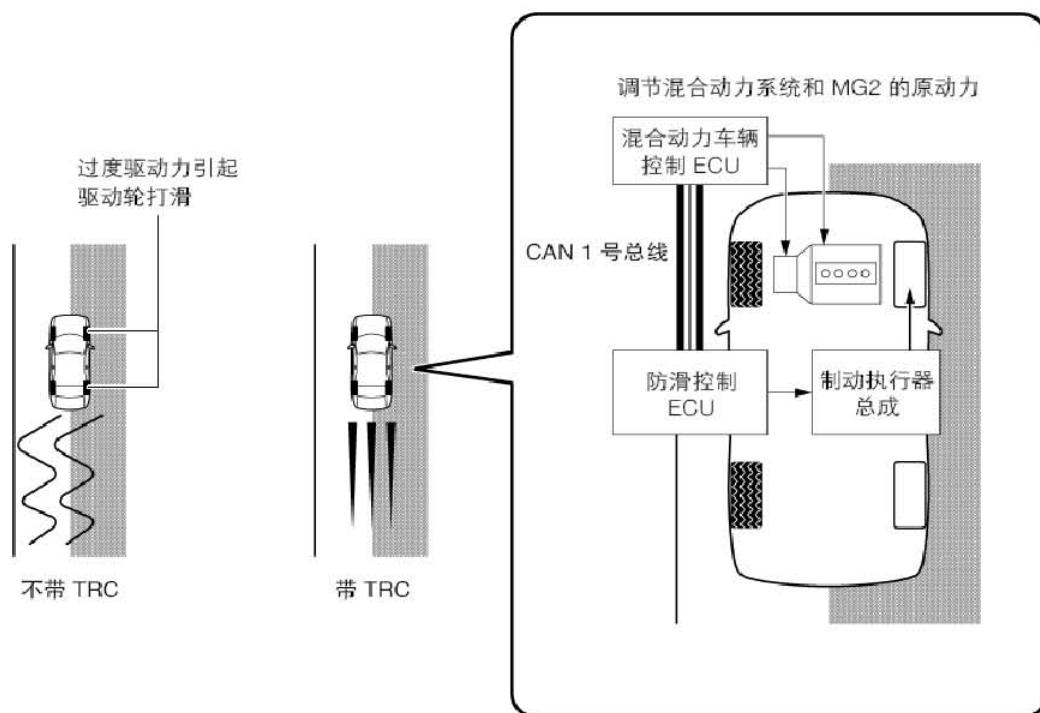




6). TRC功能概要

- A). 起步或在光滑路面上加速时，如果驾驶员用力踩下加速踏板，则驱动轮会因产生的扭矩过大而打滑。通过对驱动轮施加液压制动控制并调节节气门控制发动机输出功率，TRC有助于使驱动轮的滑动量减至最小，从而产生适合路面状况的驱动力。
- B). 例如，可在带TRC功能和不带TRC功能的两辆车之间进行比较。在摩擦系数不同的路面上行驶时，如果两辆车的驾驶员分别突然踩下加速踏板，如图所示，驱动轮可能会在光滑路面上打滑。结果车辆可能会变得不稳定。
- C). 然而，车辆带有TRC功能时，防滑控制ECU会判定车辆状态并操作制动执行器总成，以对打滑的驱动轮施加制动。此外，混合动力车辆控制ECU接收来自防滑控制ECU的信号并调节节气门，以控制发动机输出功率。因此，此功能可持续保持稳定的车姿。

■ : 光滑路面

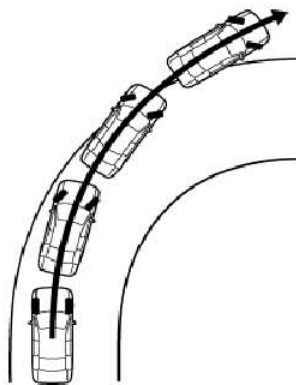


7). VSC功能概要

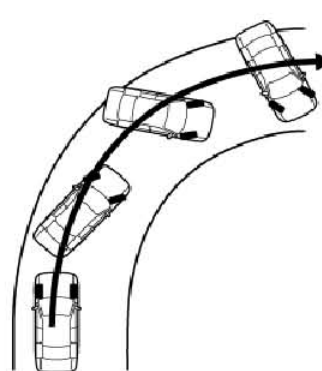
A). 概述

以下两个示例是轮胎超过横向抓地力极限的情况。车辆发生下列任一情况时, VSC功能通过控制发动机输出功率和各车轮上制动器帮助控制车辆状态。

- (a). 前轮相对于后轮失去抓地力时（转向不足—前轮打滑趋势）。
- (b). 后轮相对于前轮失去抓地力时（转向过度—后轮打滑趋势）。



前轮打滑趋势



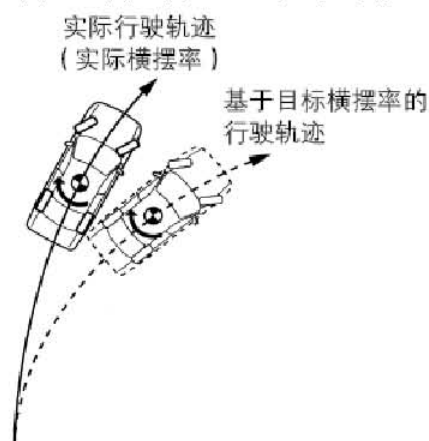
后轮打滑趋势

B). 确定车辆状况的方法

为了确定车辆状况, 传感器检测转向角、车速、车辆横摆率和车辆横向加速度, 然后由防滑控制ECU进行计算。

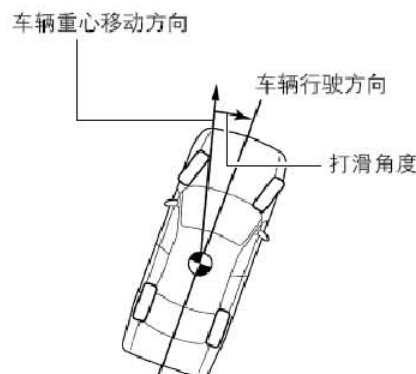
C). 确定前轮打滑

- (a). 车辆是否处于前轮打滑状态是由目标横摆率和车辆实际横摆率的差异决定的。如果车辆的实际横摆率小于在驾驶员转动方向盘时应产生的横摆率（由车速和转向角确定的目标横摆率），则表明车辆正在以比行驶轨迹更大的角度转弯。
- (b). 由此, 防滑控制ECU确定前轮打滑趋势较大。



D). 确定后轮打滑

车辆是否处于后轮打滑状态是由车辆打滑角度值和车辆打滑角速度值（车辆打滑角度随时间产生的变化）决定的。车辆打滑角度大, 且车辆打滑角速度也大时, 防滑控制ECU确定车辆后轮打滑趋势较大。

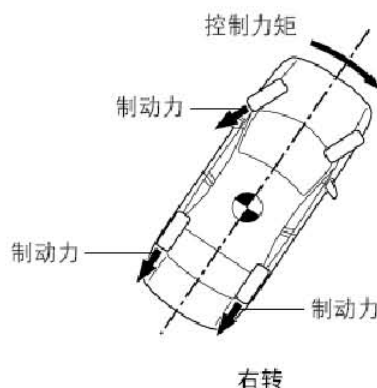


E). VSC的工作原理

防滑控制ECU确定车辆前轮或后轮有打滑趋势时，会减小原动力并在前轮或后轮上施加制动，以控制车辆的横摆力矩。VSC的基本工作原理如下。但是，控制方法会因车辆特性和驾驶条件而异。

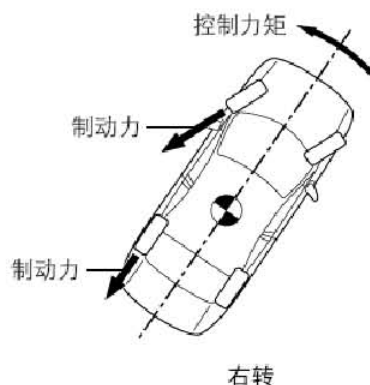
(a). 减缓前轮打滑

防滑控制ECU确定前轮打滑趋势较大时，根据趋势的程度采取对策。防滑控制ECU控制原动力输出功率，并对转向时外侧的前轮和后轮施加制动，以抑制前轮打滑趋势。

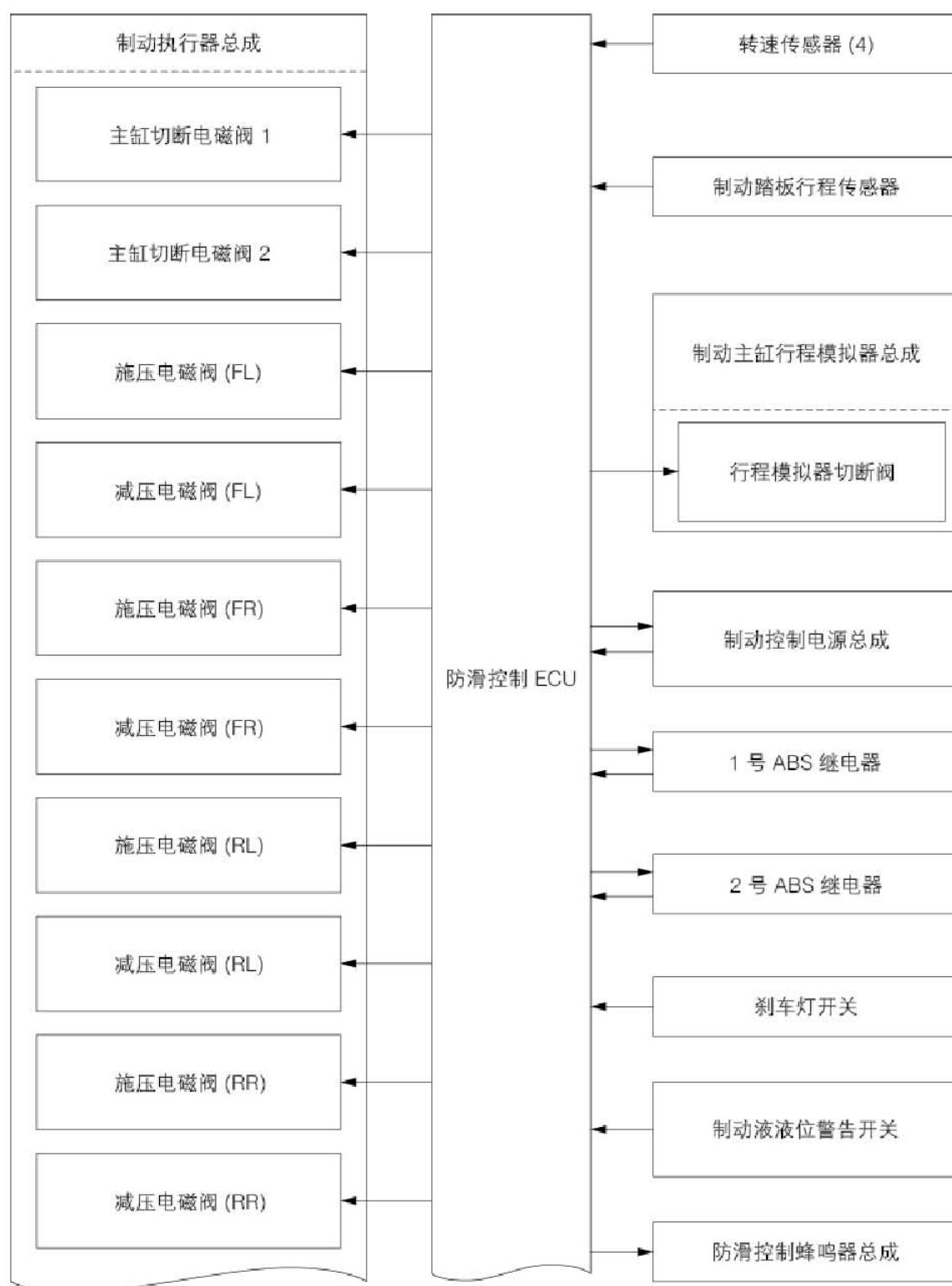


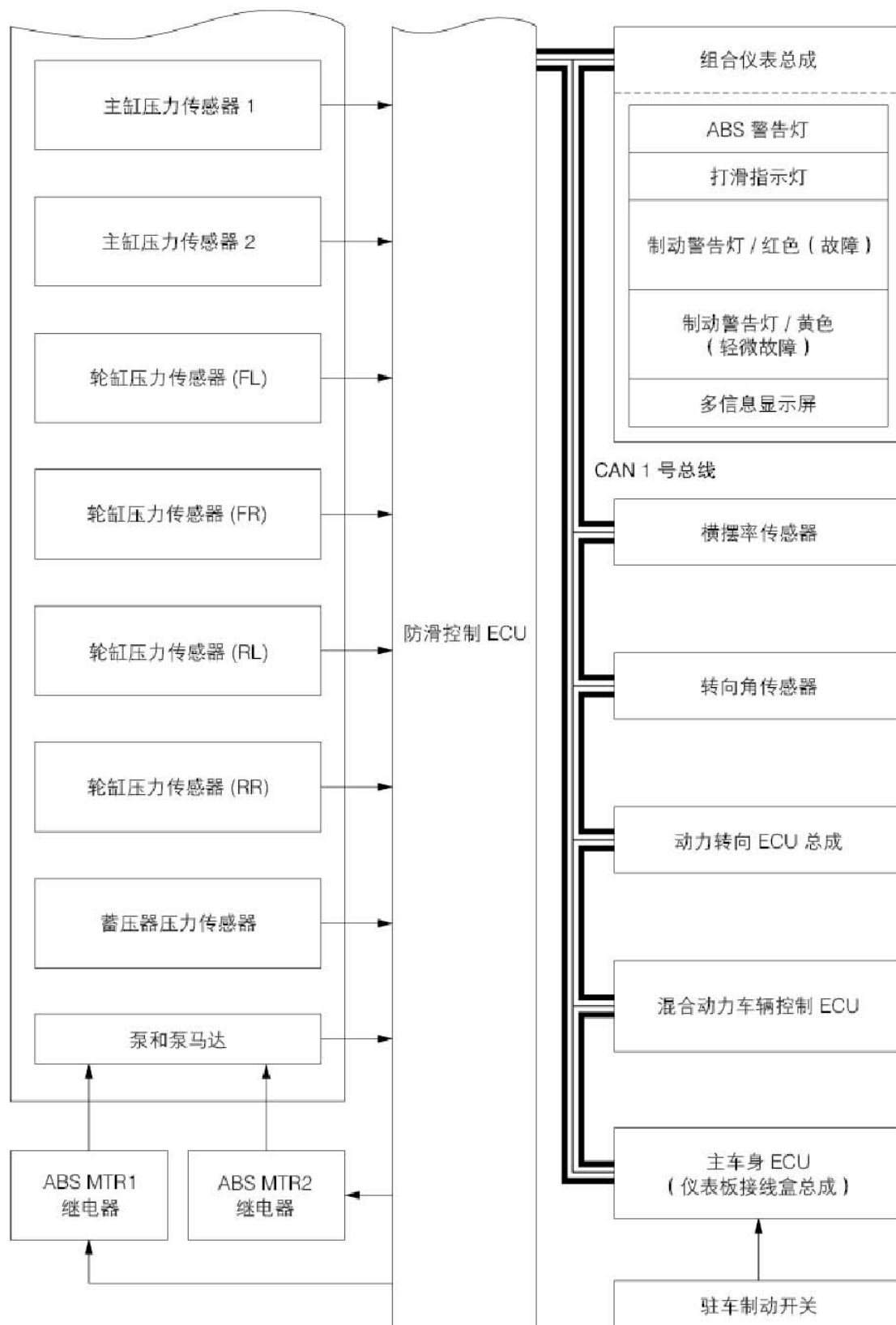
(b). 减缓后轮打滑

- 防滑控制ECU确定后轮打滑趋势较大时，根据趋势的程度采取对策。其对转向时外侧的前轮施加制动并在车辆上产生向外的惯性力矩以抑制后轮打滑趋势。除了通过制动力降低车速外，还能确保车辆良好的稳定性。
- 在某些情况下，如有必要，防滑控制ECU向后轮施加制动。

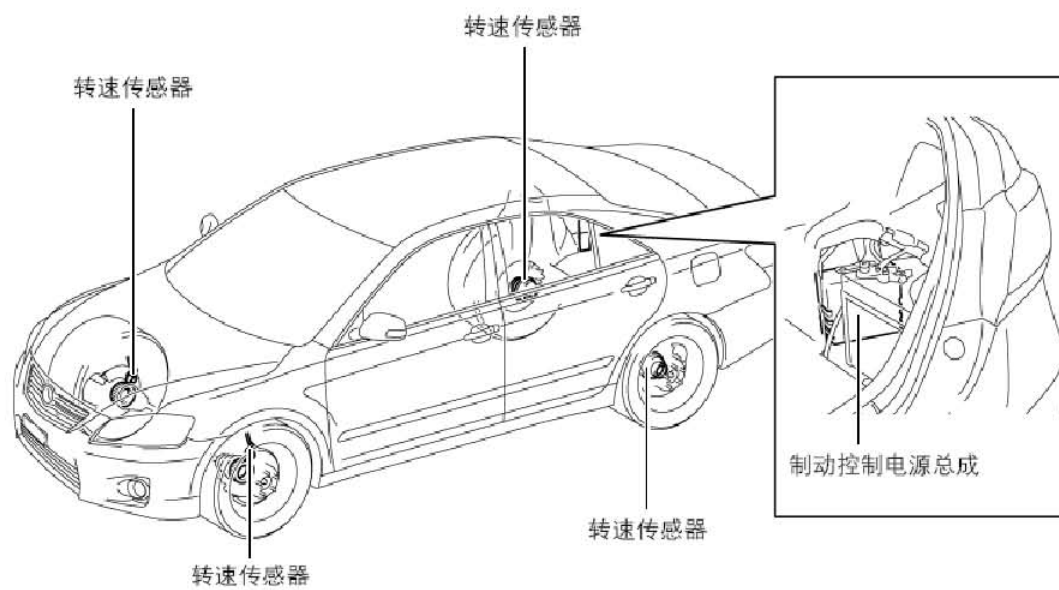
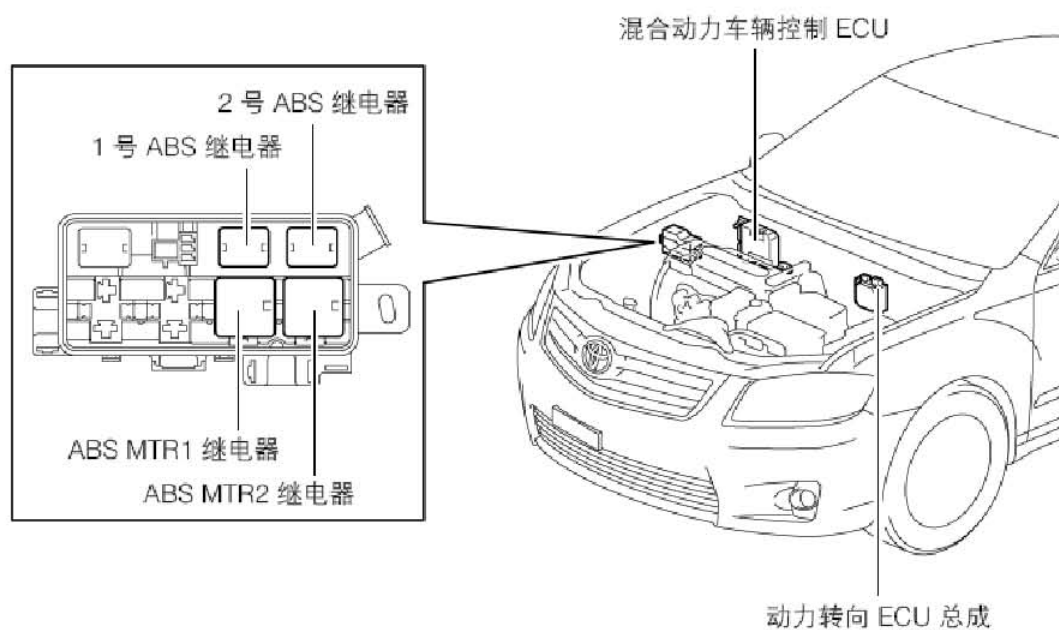
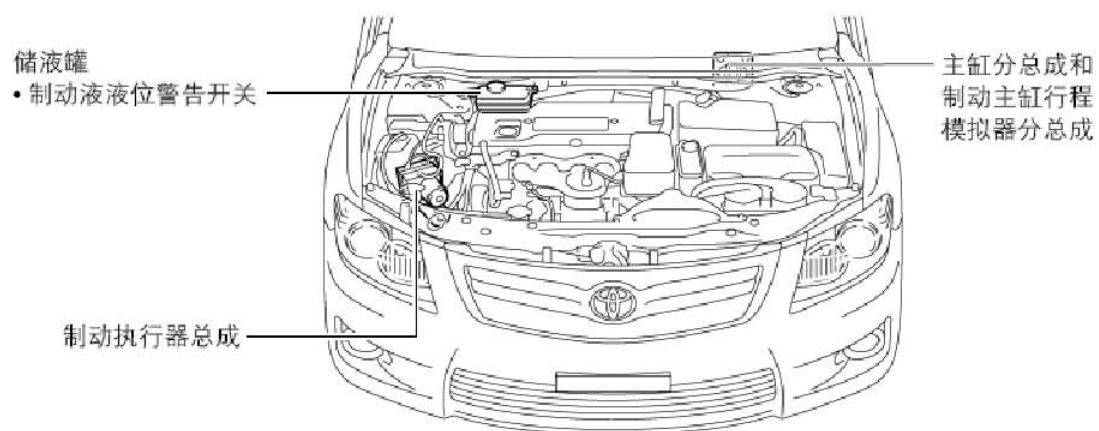


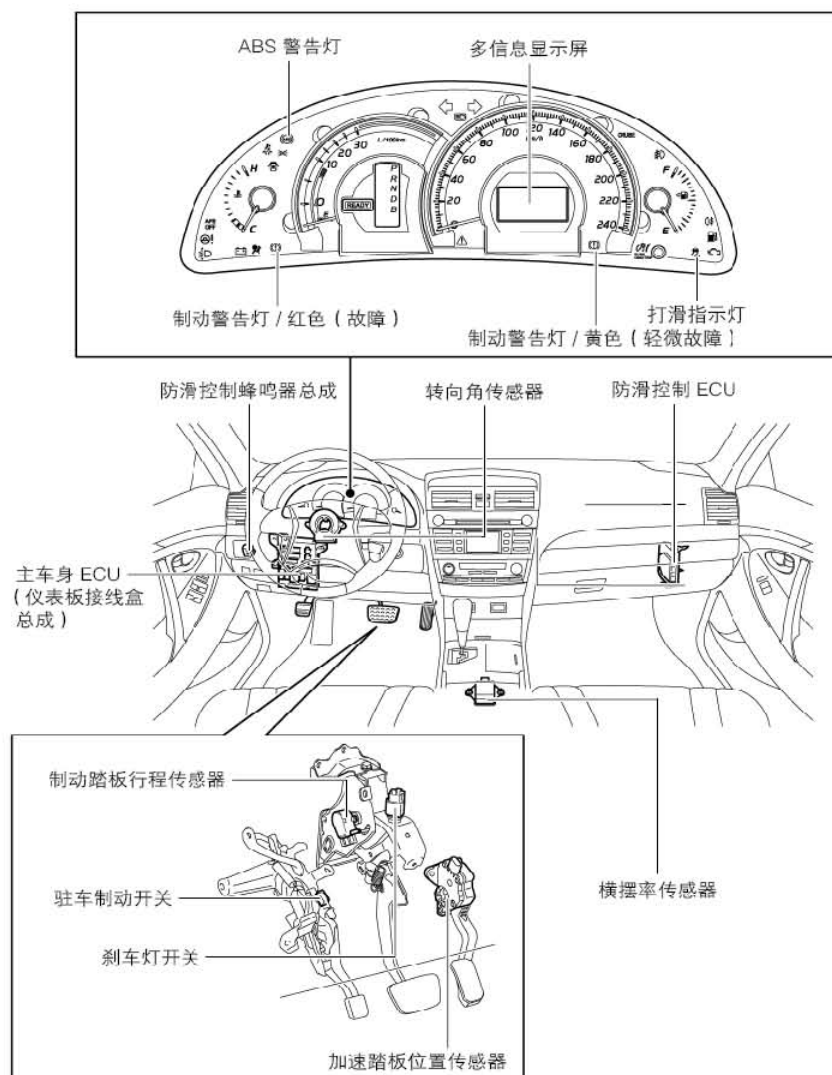
8). 系统图





9). 主要零部件的布局





10). 主要零部件的功能

零部件		功能
制动执行器总成	液压控制部分	- 由2个主缸切断电磁阀、4个施压电磁阀和4个减压电磁阀组成。 2个主缸切断电磁阀为双位置型电磁阀，由防滑控制ECU控制，用来打开和关闭主缸和轮缸之间的通道。 4个施压电磁阀和4个减压电磁阀为线性型电磁阀。这些电磁阀由防滑控制ECU控制，用来增大和减小轮缸内的液压。 - 主缸压力传感器和轮缸压力传感器均安装在制动执行器内。
	蓄压器	存储由泵和泵马达产生的液压。蓄压器内充满了高压氮气。
	泵和泵马达	从储液罐中抽取制动液并向蓄压器提供高液压。
防滑控制ECU		根据从传感器接收的信号监视车辆的行驶状况，并通过与混合动力车辆控制ECU和动力转向ECU总成的协同控制计算出所需制动力的大小，并控制制动执行器总成。
制动主缸分总成		- 根据驾驶员施加至制动踏板的作用力大小产生液压。 - 制动执行器总成的电源部位出现故障时，制动主缸分总成将液压（由制动踏板的作用力产生）直接供应至轮缸。

组合仪表总成	制动警告灯	红色（故障）： • 点亮以警告驾驶员防滑控制ECU检测到制动力分配故障。 • 施加驻车制动或制动液液位低时点亮，以告知驾驶员。 黄色（轻微故障）： • 点亮以警告驾驶员制动系统中发生了不影响制动力轻微故障。	
	ABS警告灯	防滑控制ECU检测到ABS或制动辅助故障时点亮，以警告驾驶员。	
	打滑指示灯	• ABS、TRC或VSC工作时闪烁，以告知驾驶员。 • 防滑控制ECU检测到TRC或VSC系统故障时点亮，以警告驾驶员。	
	多信息显示屏	防滑控制ECU检测到制动控制系统故障时，将显示诊断故障(DTC)。	
制动主缸行程模拟器总成		制动期间根据驾驶员对踏板施加的力产生踏板行程。	
		行程模拟器 切断阀	电子控制制动系统工作时，使制动主缸分总成产生的液压流入制动主缸行程模拟器总成。
• ABS MTR1继电器 • ABS MTR2继电器		• 有两种泵马达继电器，各自有不同的泵和泵马达执行转速。 • 如果一个继电器出现故障，则另一个继电器运行以激活泵和泵马达。	
• 1号ABS继电器 • 2号ABS继电器		由防滑控制ECU控制向制动执行器总成中的电磁阀供电或切断电源。	
防滑控制蜂鸣器总成		• VSC工作期间防滑控制蜂鸣器总成发出警告音以告知驾驶员。 • 如果存在液压故障或电源故障，则防滑控制蜂鸣器总成持续鸣响以告知驾驶员。	
储液罐		存储制动液。	
制动液液位警告开关		检测低制动液液位。	
刹车灯开关		检测制动踏板的工作情况。	
驻车制动开关		检测驻车制动器的工作情况。	
制动踏板行程传感器		直接检测驾驶员操作的制动踏板行程的范围。	
加速踏板位置传感器		检测踩下加速踏板的角度。	
转速传感器		检测4个车轮的车轮转速。	
转向角传感器		检测方向盘的转动方向和角度。	
横摆率传感器		• 检测车辆的横摆率。 • 检测车辆的纵向及横向加速度和减速度。	
制动控制电源总成		• 辅助电源向制动系统提供稳定的电源。 • 辅助蓄电池电压低时，制动控制电源总成通过提供存储在装置内的电荷补偿对制动系统的供电。	
混合动力车辆控制ECU		• 根据从防滑控制ECU接收的信号激活再生制动。 • 发送实际再生制动控制值至防滑控制ECU。 • VSC功能或TRC功能工作时，根据从防滑控制ECU接收的输出控制请求信号控制驱动力。 • 根据从防滑控制ECU接收的输出控制请求信号控制发动机输出功率。	
动力转向ECU总成		动力转向ECU总成和防滑控制ECU进行协同控制，以根据从防滑控制ECU接收的信息控制转向辅助力。	
主车身ECU（仪表板接线盒总成）		将驻车制动信号传输至防滑控制ECU。	