

电子制动系统的原理与应用



主讲人: 孙杰明

一、ABS+EBD: 制动防抱死系统与电子制动力分配系统

二、ASR (TRC): 防滑驱动或制动力牵引系统

三、ESP: 车身稳定控制系统

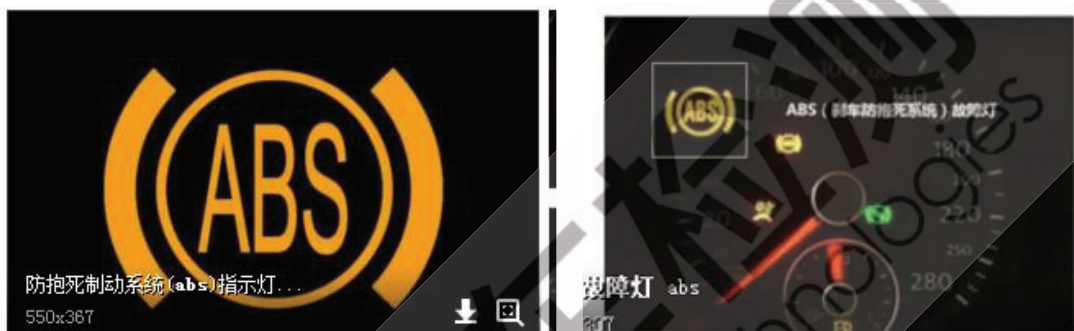
四、BAS: 辅助制动控制系统

五、HAC: 辅助坡道起步控制系统



一、ABS+EBD: 制动防抱死系统与电子制动力分配系统

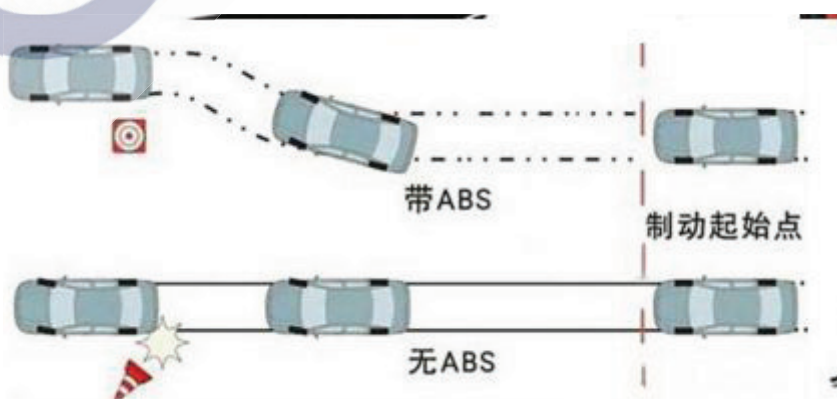
一. ABS+EBD 的认识



ABS 故障指示灯: 打开点火开关, 指示灯亮 5S 钟后熄灭; 车辆运行过程中如果指示灯点亮, 证明 ABS 系统失效, 液压制动系统独立完成制动, 应对 ABS 系统进行维修。

二. 制动时的要求

1. 前轮抱死时, 遇到紧急情况无法完成方向转向。
2. 后轮抱死时, 制动时会甩尾。

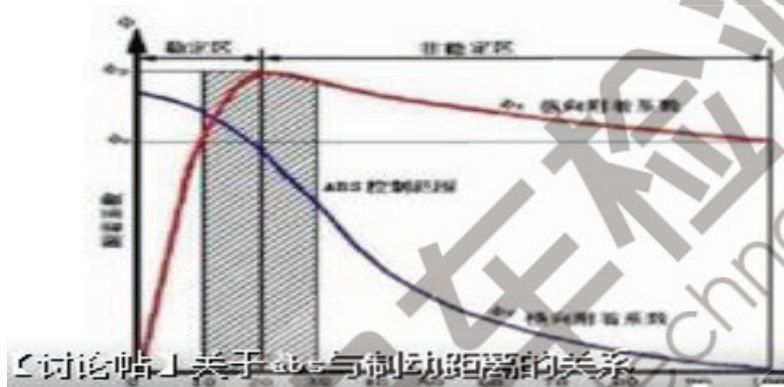


3. 最佳的制动状态: 应该在车轮结余似抱死而非抱死的状态。通俗的理解为车轮和地面处于拖动和滚动的临界点上。

4. 最佳的滑移率: 10-30%左右

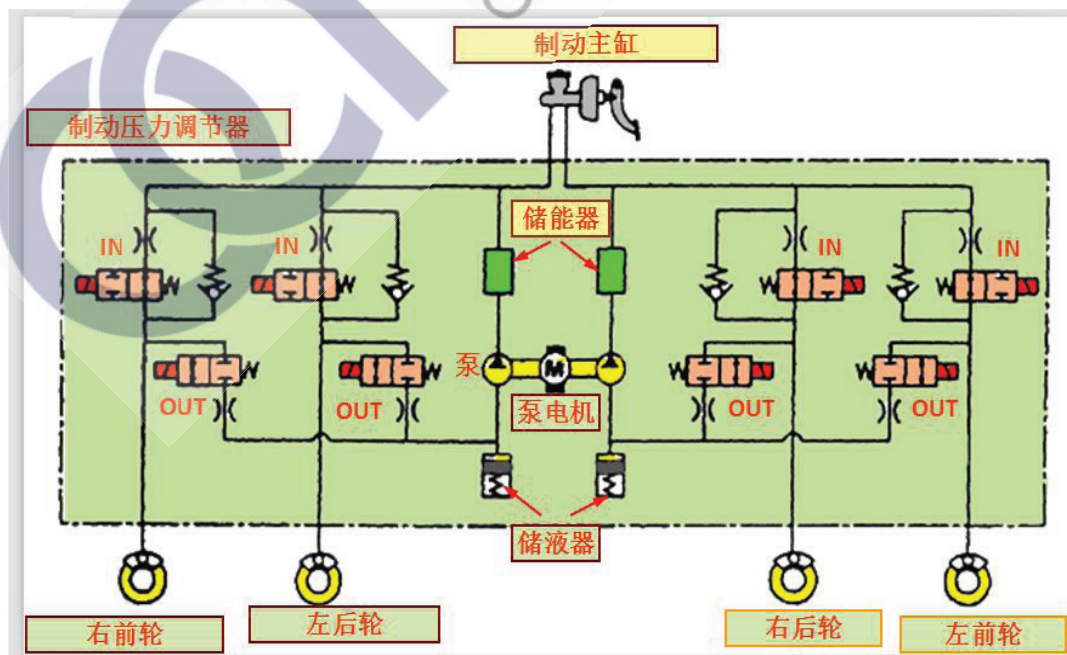
三、ABS 系统的主要作用

车辆在制动的过程中, 使车轮一直处于似抱死而非抱死的状态, 滑移率保持在 10—30%左右, 从而达到最佳的制动效果。



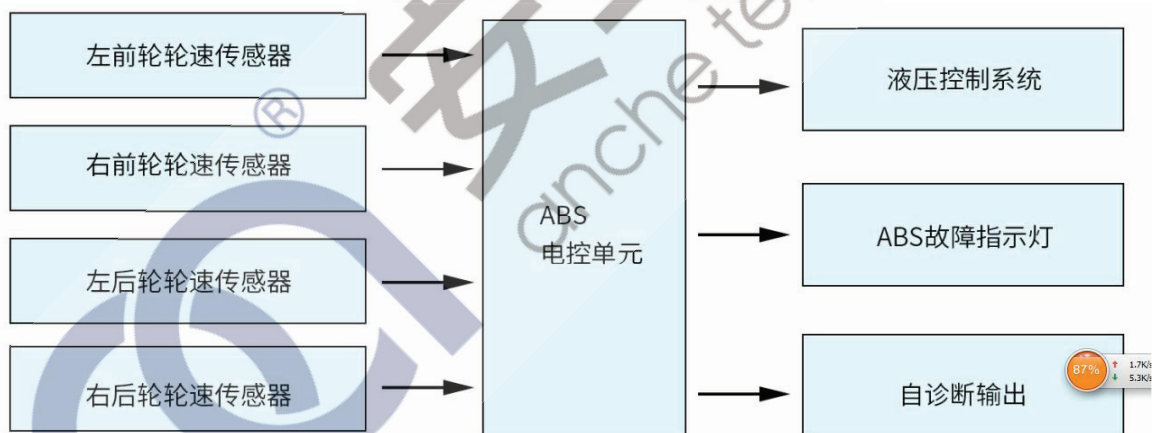
四、ABS 系统的工作过程

(一): 制动压力的控制过程



1. **增压过程:** 进油阀打开, 出油阀关闭, 建立起压力, 车轮向滑动的趋势发展。
2. **保压过程:** 进油阀和出油阀都关闭, 保持住压力, 车轮介于滚动和滑动的临界点上。
3. **泄压过程:** 进油阀关闭, 出油阀打开, 卸掉压力, 车轮向滚动的趋势发展。
4. **回油过程:** 电动机转动, 将制动油从储液器抽回到蓄能器中。
5. 整个油路的控制过程都是在制动压力调节器中完成。

(二) 电控部分的工作过程



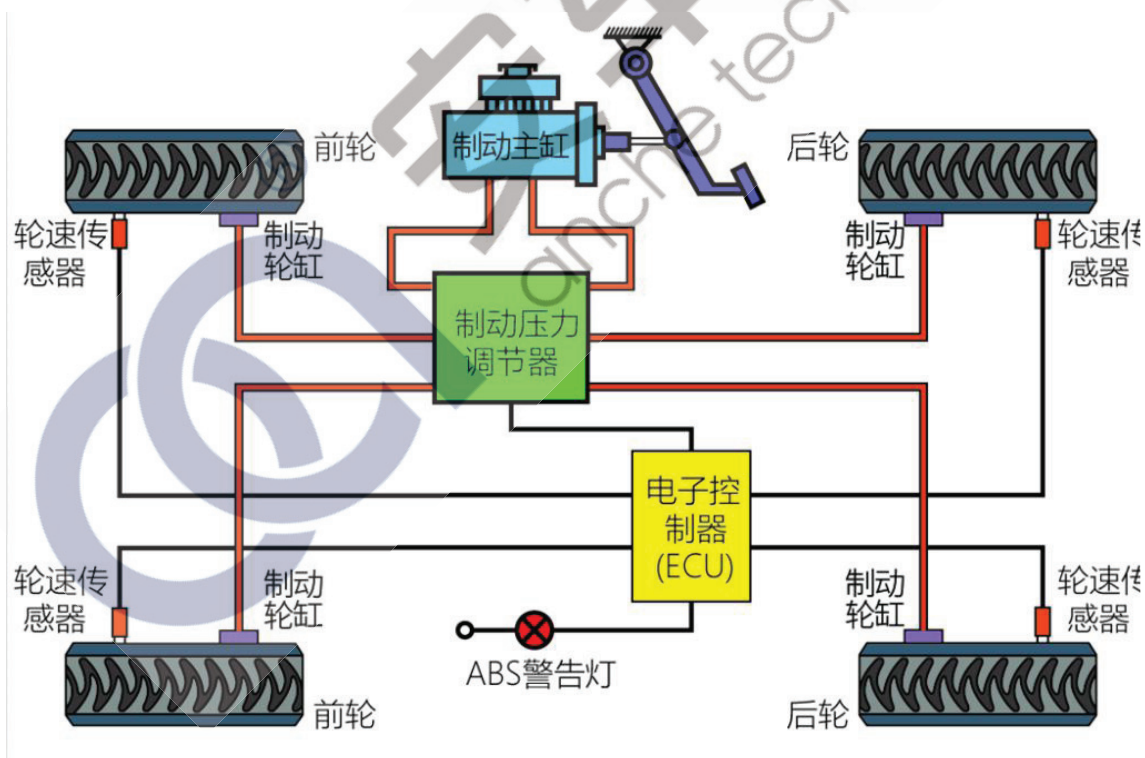
1. 信号部分: 制动踏板开关信号向电脑输入制动信号; 轮速传感器向电脑输入四哥车轮的状态。
2. ECU: 电脑根据信号计算出最佳的制动压力, 并从程序中和理论制动压力进行比较。如果异常将驱动执行元件进行工作, 力求达到最佳的制动压力。
3. 执行元件: 进油和出油电磁阀, 接收到电脑的命令开始工作,

关闭或打开油路,使制动压力保持在最佳的状态。必要时电动机开始工作,建立油压。

4. 指示装置:通过 ABS 故障指示灯显示 ABS 系统的工作情况,当出现故障时,故障灯点亮,提醒驾驶员注意及时维修

5. 数据传送:ABS 系统中所有的数据都将通过 CAN 通讯系统,传递给其他电脑,从而达到资源共享的目的;同时出现故障时,电脑会将故障以代码的形式储存起来,维修人员可以通过 OBD 诊断插头调出 ABS 系统的故障代码。

(三) 综合控制的工作过程

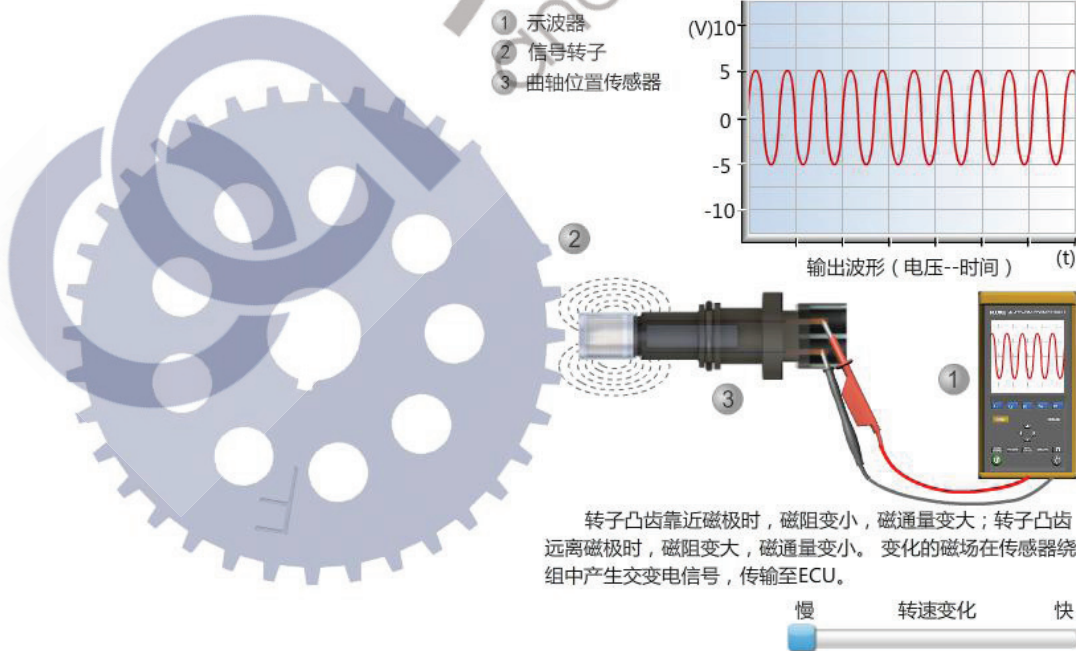


四、ABS 系统的主要组成元件

(一) 轮速传感器

1. 磁电式轮速传感器

电磁感应式

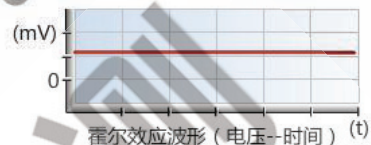
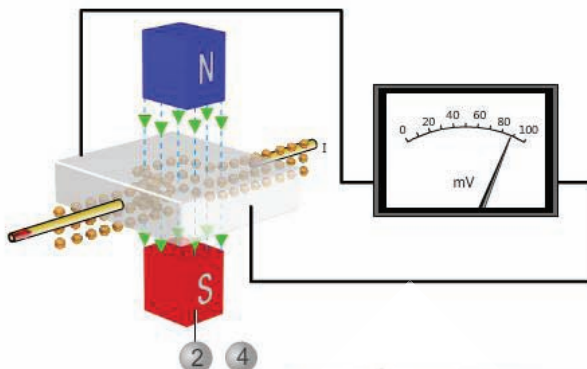
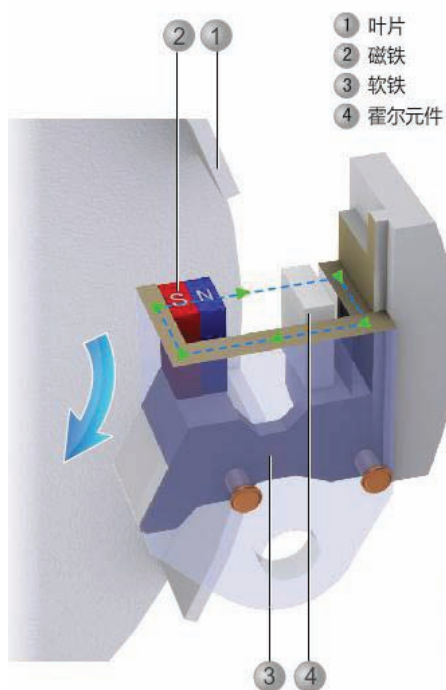


磁电式轮速传感器主要由电磁线圈、磁铁、信号转子、接线端子等组成。随着信号转子的变化，输出交流波形。进入电脑后要把交流电转换成直流电，低速时信号不稳定。所以很多车辆设置 ABS 投入工作的历程为 15KM 以上，主要都是他惹的祸。

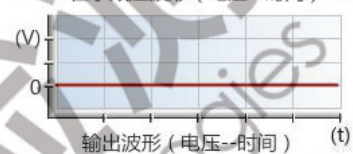
2. 霍尔式轮速传感器



霍尔传感器主要由霍尔元件、信号转子、磁铁、接线端子等组成

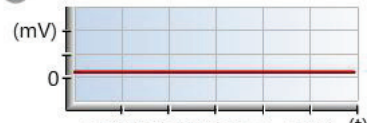
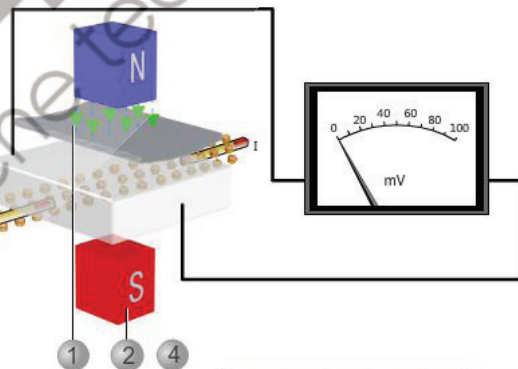
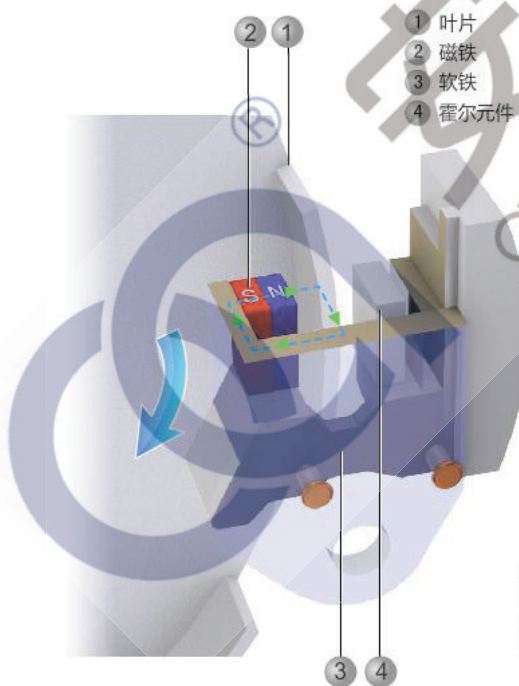


霍尔效应波形 (电压--时间) (t)

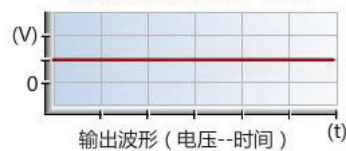


输出波形 (电压--时间) (t)

叶片不在永久磁铁和霍尔元件之间, 磁场穿过霍尔元件, 产生霍尔电压。



霍尔效应波形 (电压--时间) (t)



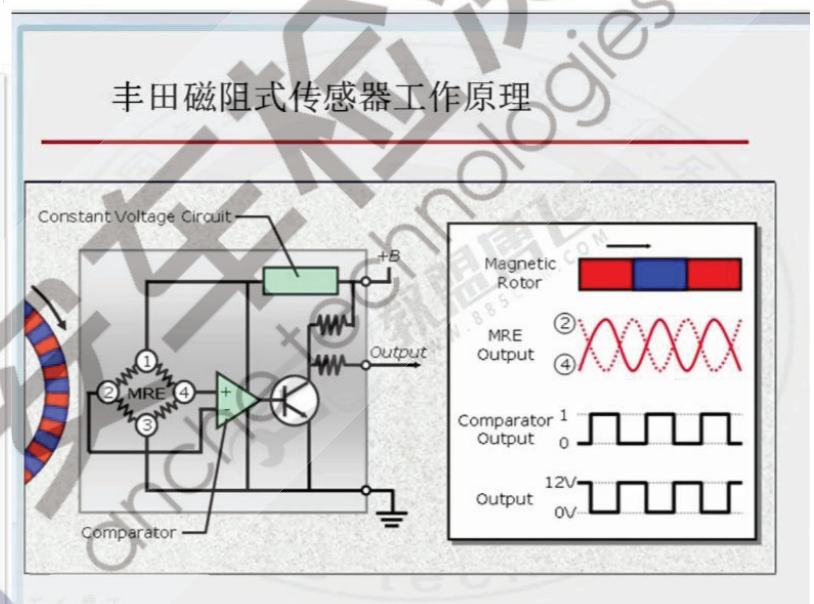
输出波形 (电压--时间) (t)

叶片在永久磁铁和霍尔元件之间, 磁场被屏蔽, 不产生霍尔电压。

工作原理: 当信号转子转入磁铁和霍尔元件之间时, 磁场被短路, 霍尔元件由于没有磁场而不产生霍尔电压, 但是集成元件向外输出 5V 左右的信号电压; 当信号转子转离磁铁和霍尔元件之间时, 磁场导通, 霍尔元件由得到有磁场产生几十毫伏的霍尔电压, 但是集成元件不向外输出信号电压。

3. 磁阻式轮速传感器

电磁感应式



磁阻式传感器主要由磁环转子（磁铁可以旋转），磁阻元件、接线端子等组成。当磁环转子旋转时，磁场会交替发生改变，磁阻原件内的电阻就会发生改变，经过集成元件的放大控制，就可以输出直流方波信号，作为 ABS 的轮速传感器的轮速信号。磁阻传感器非常敏感，无论正传或反转，都能进行精准的控制，为此现在 ABS 系统可以全程都可以投入工作，磁阻式传感器替代磁电式是必然的趋势。

4. 传感器的检测:

(1) 线圈阻值的检测: 应是 800-3000 欧姆左右。

(2) 磁场的检查: 非常重要。特别是磁阻式传感器往往换了个轴承或球笼, 结果 ABS 故障灯亮了。主要是磁环转子和轴承都是一体化, 更换时应特别注意。

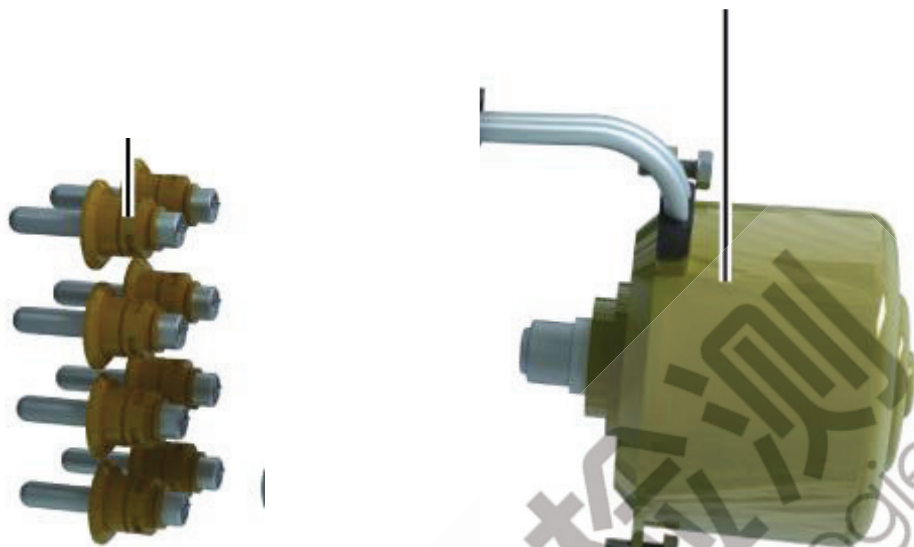
(3) 间隙的检查: 元件和转子的间隙应该符合标准:
0.5-1.0MM

(4) 波形的检测: 用示波器检测波形最为有效。

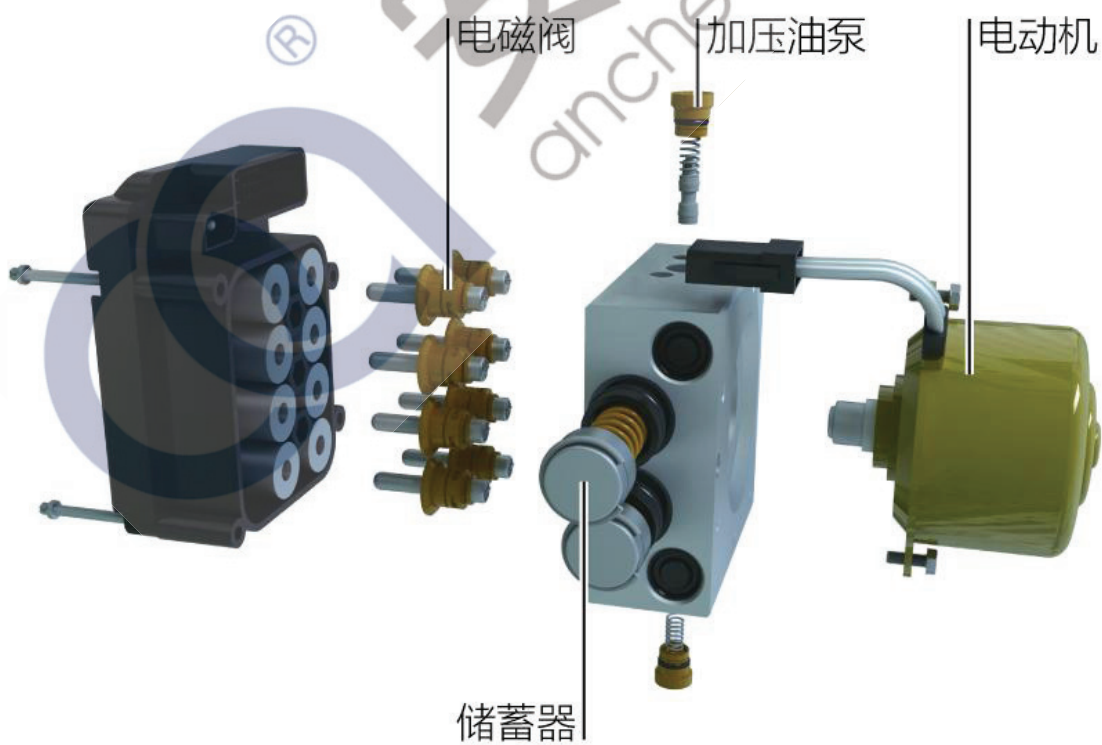
(二) ABS 控制单元

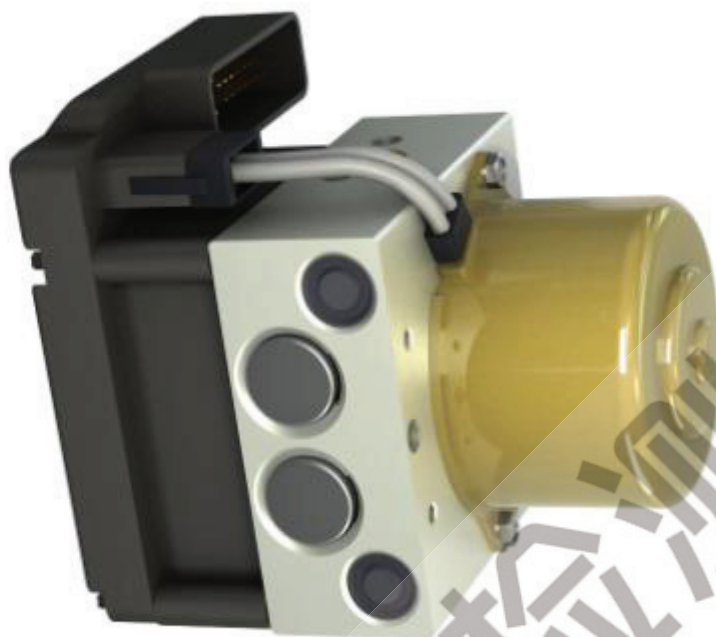


(三) 电磁阀与电动机

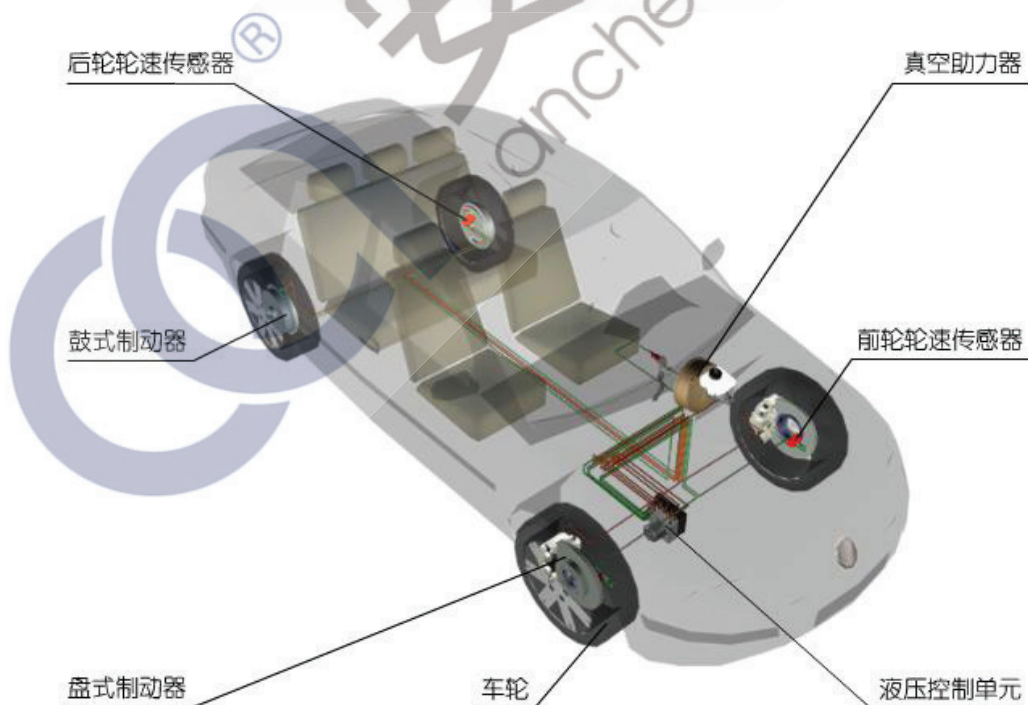


(四) 油压调节器

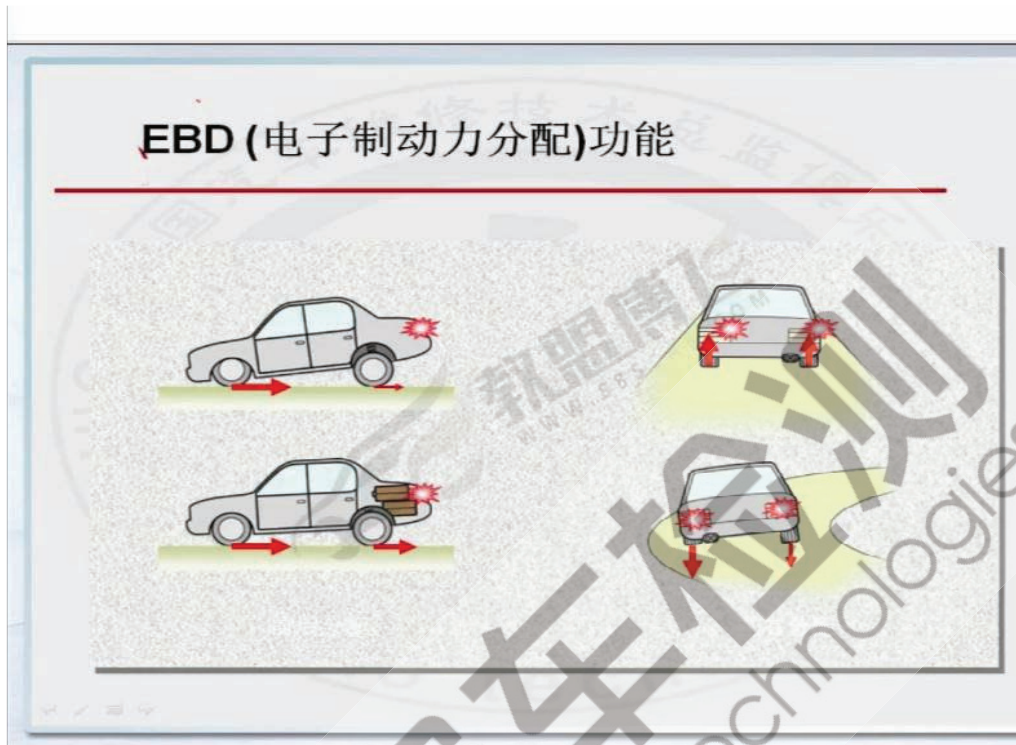




五、ABS 系统的车辆示意图



六、EBD: 电子制动力分配系统



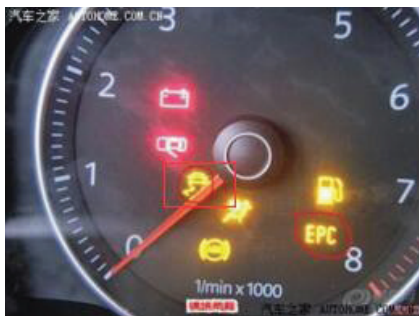
1. EBD 电子制动力分配系统性质: 是 ABS 防抱死系统的一个升级版。主要解决前轴和后轴制动力分配问题。

2. EBD 电子制动力分配系统工况: 当车辆空载的时候制动时, 由于轿车绝大多数都是前置式发动机, 因此前方的重量较重, 制动时产生的惯性力也较大, 所以后轮的制动力稍微小一点; 当车辆载物时, 后面的重量增大, 所以在制动时应该适当增大制动力; 当车辆支线行驶时, 要求制动力要均等, 当车辆急转弯时, 由于离心力的左右, 外侧的制动力应该加大。由此来实现制动力的分配。

3. EBD 电子制动力分配系统小结: EBD 在汽车制动时即开始控制制动力, 而 ABS 则是在车轮有抱死倾向时开始工作。EBD 在于在不同的路面上都可以获得最佳制动效果, 缩短制动距离。

二、ASR (TRC) : 防滑驱动或制动力牵引系统

一、ASR (TRC) 防滑驱动的概念



1. ASR: 是指通过电控单元对驱动轮的打滑进行制动控制的过程, 也成为牵引力控制。打开点火开关, 指示灯亮 5S 钟后熄灭; 车辆运行过程中如果指示灯点亮, 证明 ASR 系统失效; 车辆行驶过程中 ASR 灯闪烁, 则证明驱动轮打滑, ASR 系统正在进行工作。

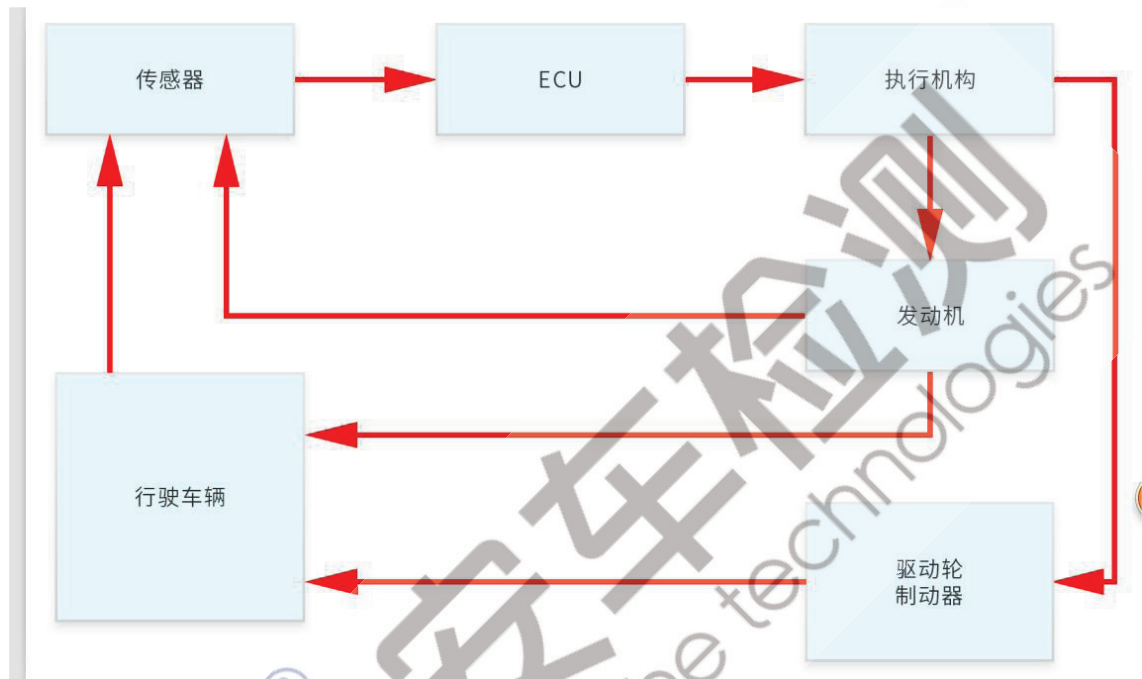
二、ASR (TRC) 防滑驱动的功能



1. 当车辆处在冰雪或泥泞的路面上行驶时, 驱动车轮容易打滑, 此时电脑通过执行机构对打滑的车轮施加制动, 增大与地面的摩擦力, 便于车辆的稳定; 同时发动机控制电脑会命令节气门动作, 减少进气量, 降低发动机扭矩; 自动变速器电脑命令电磁阀动作, 进行

升档操作, 减低车轮的驱动扭矩。

2. 当车辆在**高速弯道超车**时, 由于是在高转速、高速档位行驶时, 容易引发驱动轮打滑, 同时外加离心力的作用容易导致甩尾。所



以必须对驱动轮进行制动, 同时降低发动机扭矩, 保证车辆的稳定性。

三、ASR (TRC) 防滑驱动的工作原理

1. 驱动轮速传感器向 ASR 电脑输入驱动轮的转速信号 (左右两侧驱动轮的速度、驱动轮与非驱动轮的速度), 当驱动轮打滑时, 速度会明显大于非驱动轮的转速; 当两个驱动轮速度不一致时, 速度快的驱动轮存在明显打滑现象。

2. ASR 电脑根据轮速传感器输入的信号, 判定驱动轮是否打滑, 如果驱动轮打滑。首先通过 CAN 通讯系统向发动机电脑请求降低发动机扭矩, 发动机电脑会命令电子节气门关小, 降低进气量从而降低发动机扭矩; 其次会命令 ASR 系统的执行器电磁阀打通打滑车轮的进油

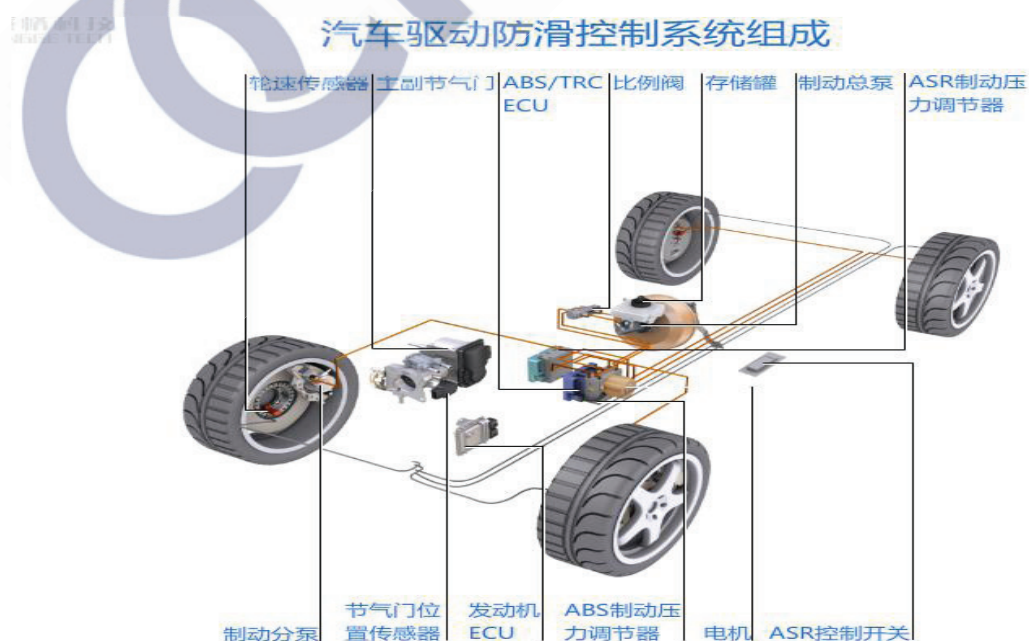
道关闭回油道，增大制动力；最后会通过 CAN 通讯系统向自动变速器控制单元发出请求生档的信号，自动变速器电脑会命令电磁阀提升高档位的油压，完成自动升档，已达到降低车轮扭矩的目的。

3. 显示装置：在驱动轮打滑的过程中，ASR 电脑会使指示灯出现闪烁情况，提醒驾驶员注意驱动轮出现打滑现象，不要猛加油门。

4. ASR 开关：开关打开，ASR 系统失效，故障灯点亮。



四、ASR (TRC) 防滑驱动的系统组成



1. 轮速传感器: 和 ABS 系统共用。
2. ASR 电脑 (和 ABS 共用)、发动机电脑、自动变速器电脑
3. ASR 压力调节器、电子节气门、
4. ASR 控制开关
5. ASR 故障指示灯
6. 液压制动系统: 制动踏板、制动总泵、真空助力器、制动分泵、制动管路、制动片、制动盘等。

五、ASR 和 ABS 区别

ASR与ABS的比较		
相同之处	不同之处	
	ABS	ASR
ASR和ABS都是控制车轮和路面的滑移率,以使车轮与路面之间保持良好的附着力,因此两系统采用的是相同的技术,它们密切相关,常结合在一起使用,共享许多电子组件来控制车轮的运动,构成行驶安全系统	防止车轮抱死滑移,提高制动效果,确保制动安全	防止驱动车轮原地不动而不停地滑转,在汽车起步、加速及滑溜路面行驶时,确保行驶稳定性
	针对所有车轮	只对驱动车轮起作用
	在制动时起作用	在整个行驶过程中都工作
	控制制动力	控制制动力和发动机输出功率

三、ESP：车身稳定控制系统

一、电子车身稳定控制系统 ESP 的概念：

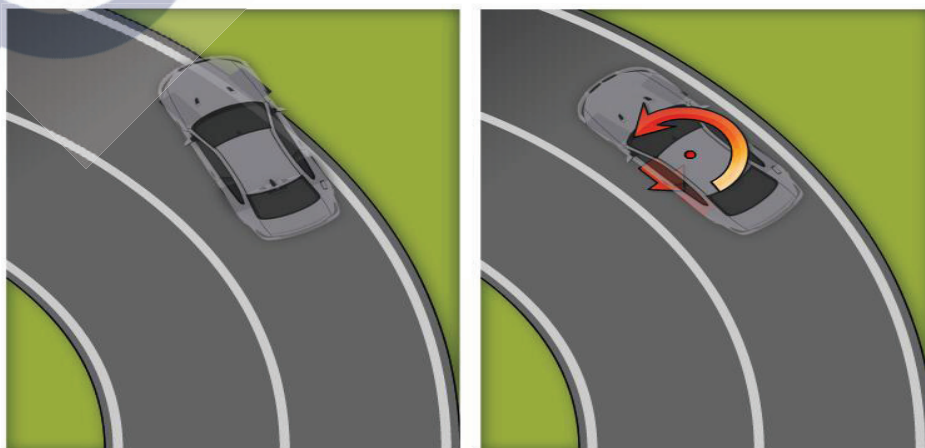
1. 电子车身稳定控制系统 ESP: 是通过电脑对**车身**进行稳定控制，以达到行驶的安全性。ESP=DSC=VSC。打开点火开关，指示灯亮 5S 钟后熄灭；车辆运行过程中如果指示灯点亮，证明 ESP 系统失效；车辆



行驶过程中 ESP 灯闪烁，则证明车身不稳定，ESP 系统正在进行工作

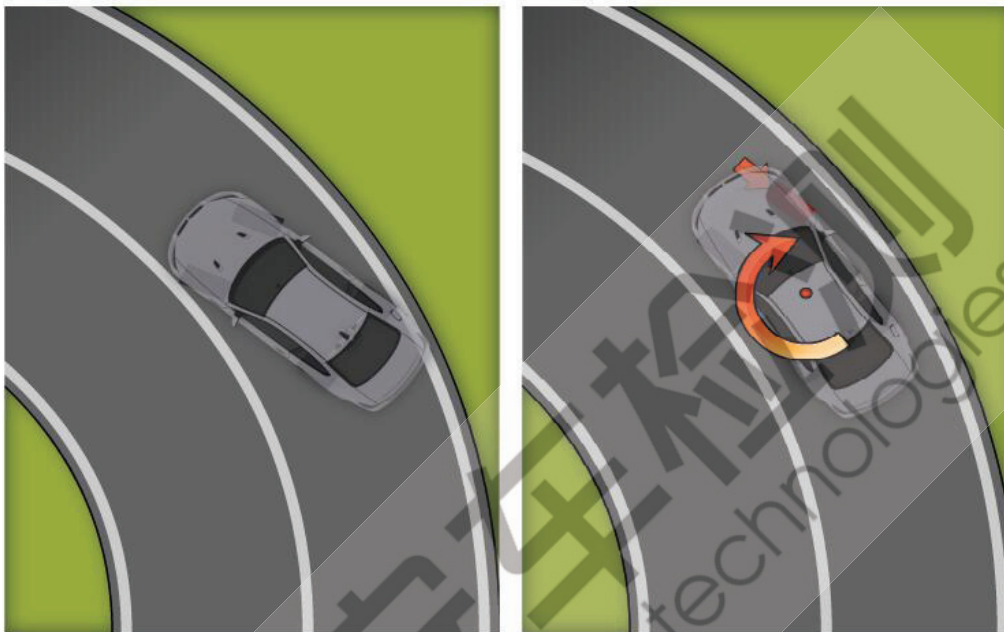
二、电子车身稳定控制系统 ESP 主要功能

1. 转向不足：车辆在高速行驶，当遇到驾驶员人为转向不足，引发车身不稳定时，电脑可以自动对**内测**的后车轮施加制动，使车身保持稳



定, 避免发生安全事故。

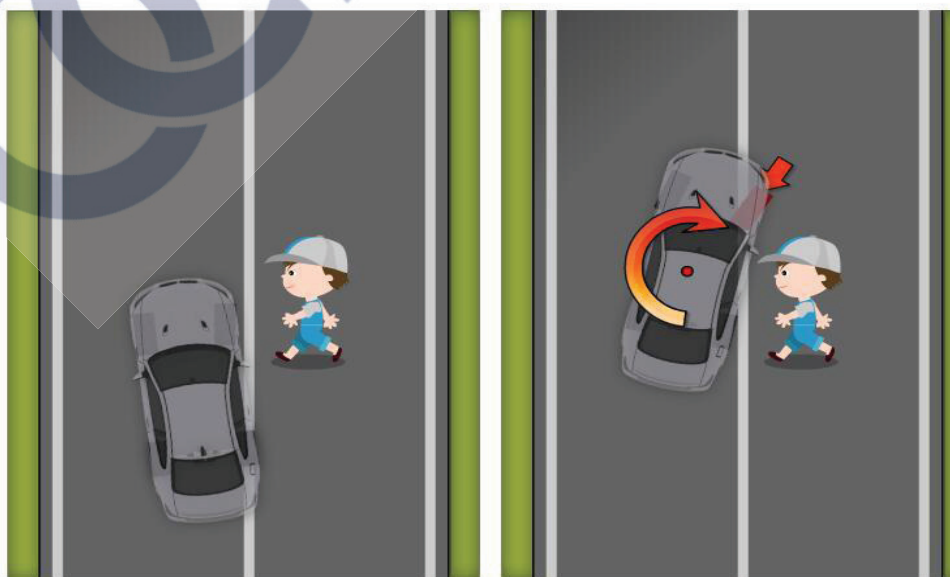
2. 转向过度: 车辆在**高速**行驶, 当遇到驾驶员人为**转向过度**, 引发车身不稳定时, 电脑可以自动**对外侧的前车轮**施加制动, 使车身保持稳定。



定, 避免发生安全事故。

3. 紧急避让: 车辆在**高速**行驶, 当突然遇到紧急情况, 引发车身不稳定时, 电脑可以自动先对**内测后车轮**实施制动, 接着**对外侧的前车轮**

ESP功用



施加制动,使车身保持稳定,避免发生安全事故。

三、电子车身稳定控制系统 ESP 工作原理



1、车速的判定: 经过四个车速传感器信号判断车辆的速度。

2. 方向的判定: 通过方向盘转角传感器判断方向盘的旋转方向和旋转的角度; 通过方向盘转矩传感器判断驾驶者对方向盘施加的力矩。

3. 车身稳定的判定: 通过横摆率传感器判断车辆横摆的大小; 通过横向加速度传感器判断车辆的横摆的速度。

4. ECU 的计算: 传感器将信号输入电脑后, 电脑根据输入的信号计算当前的转弯半径 R_1 , 并从程序上调出理论上的转弯半径 R_2 , 如果 R_1 不等于 R_2 , 将指令制动管理系统、发动机管理系统、自动变速器管理系统投入工作。

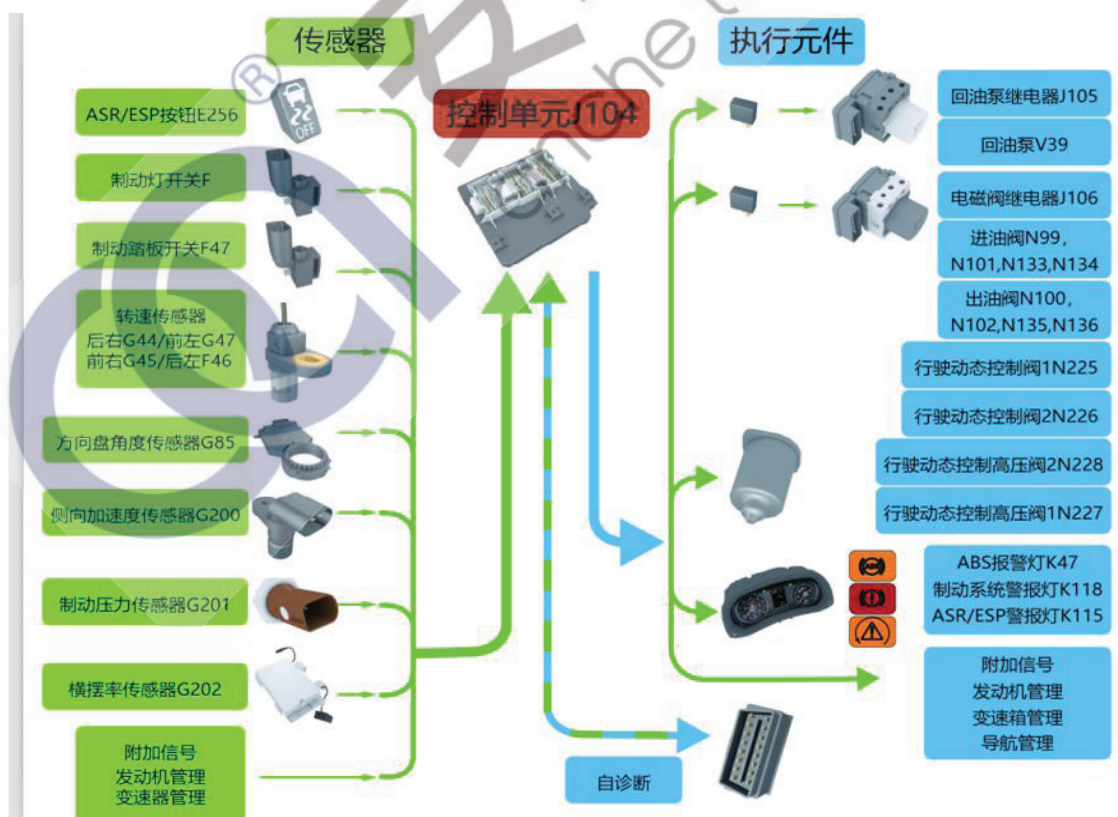
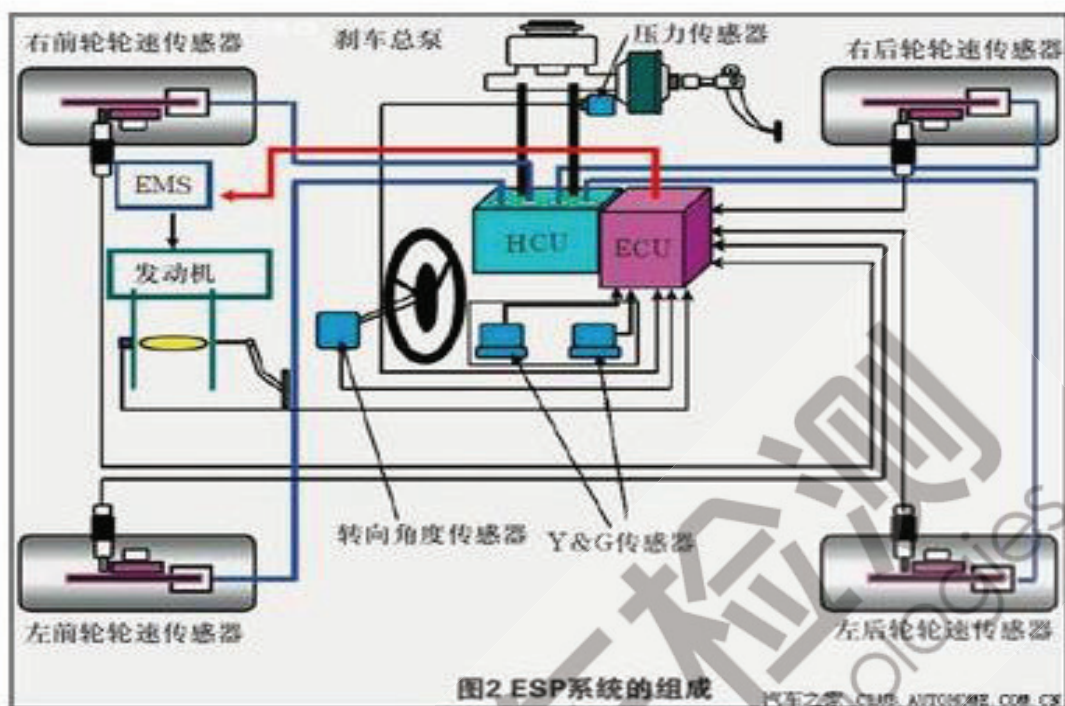
5. 制动系统的执行: 命令某个车轮出油或进油电磁阀工作, 打通或关闭进出油通道, 从而对某个车轮实施制动。

6. 发动机系统的执行: 通过 CAN 通讯系统, 接收到 ESP 电脑的请求信号, 对电子节气门发送命令, 关小进气道, 降低发动机扭矩。

7. 自动变速器系统的执行: 通过 CAN 通讯系统, 接收到 ESP 电脑的请求信号, 对升档电磁发送命令, 提升档位, 降低车轮扭矩

8. 显示系统工作: ESP 指示灯不停闪烁, 表明 ESP 系统正在工作。

四、电子车身稳定控制系统 ESP 结构组成



1、ESP 控制开关



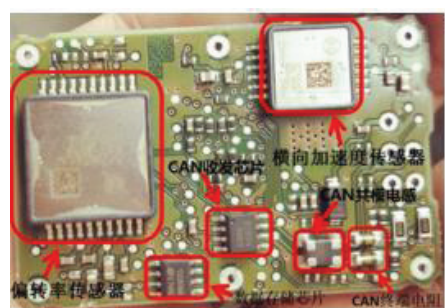
2、横摆率传感器和横向加速度传感器

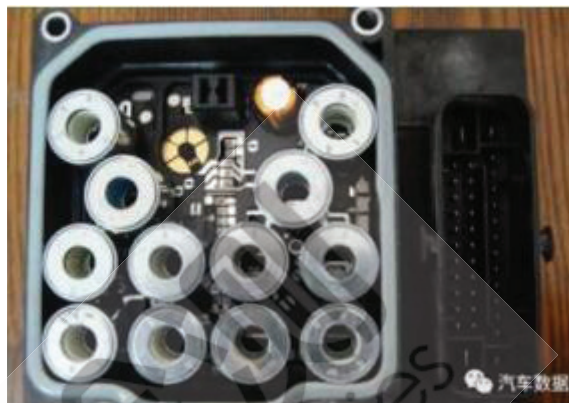
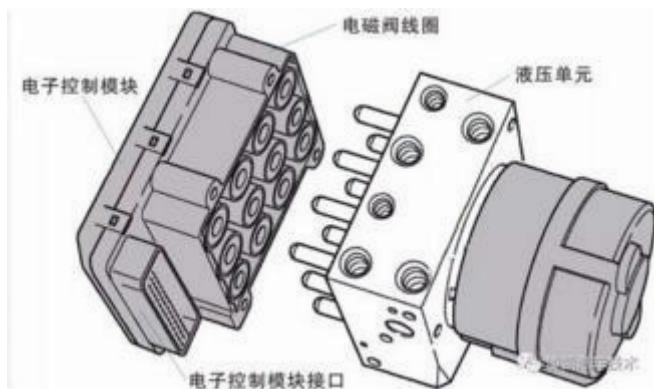


3. 方向盘转角传感器

4. 方向盘扭矩传感器

5. ESP 电控单元





6. 电磁阀与电动机

7. 制动压力传感器

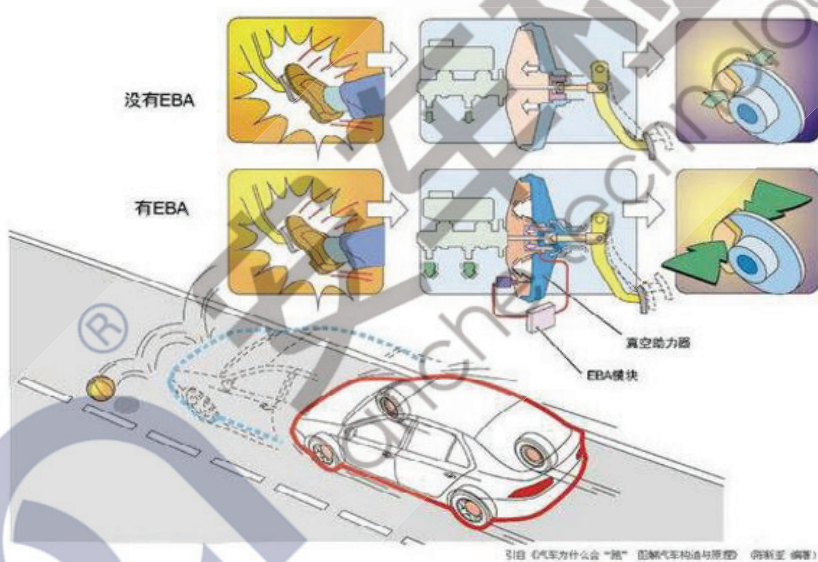


五、BAS: 辅助制动控制系统

(一) BAS 的概念:



BAS: 辅助制动控制系统。是指在突然制动时, 为弥补制动力的不足, 辅助增加制动力的一种辅助制动系统。BAS=EBA。打开点火开关, BAS 指示灯亮 5S 钟后熄灭; 车辆运行过程中如果指示灯点亮, 证明 BAS 系统失效。(行人突然穿马路; 黄灯亮时强行过灯)

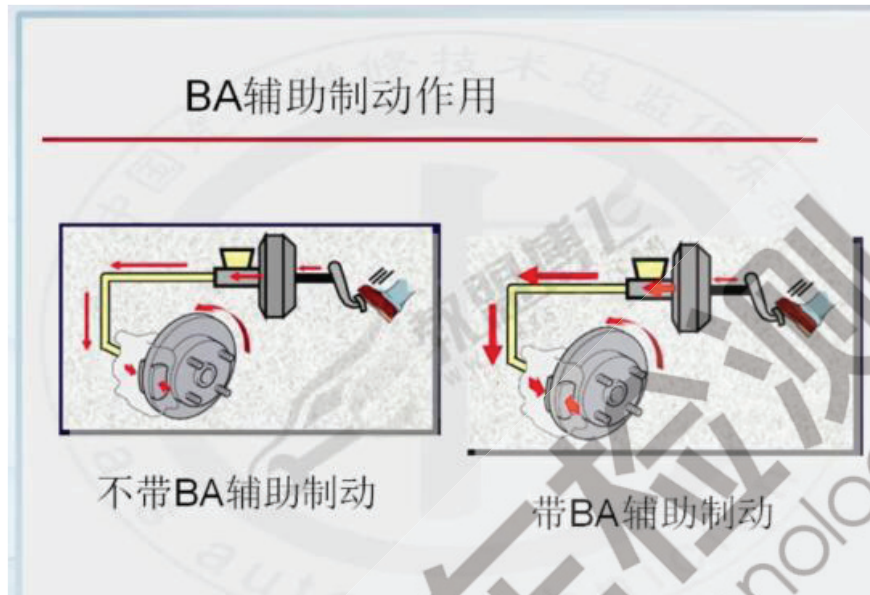


BAS起作用，增加制动力



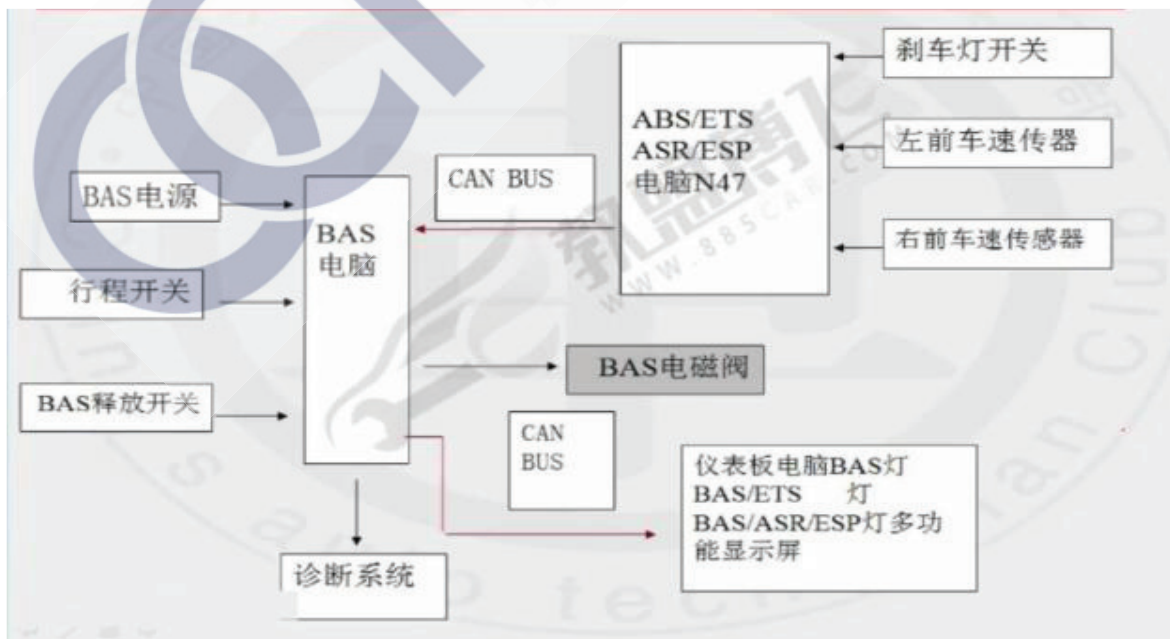
(二) BAS 的功能

在突然或紧急制动时，由于驾驶者制动力不足，电子控制单元可



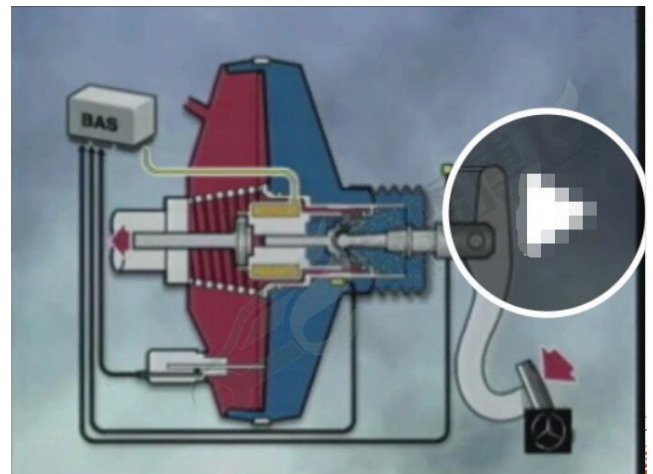
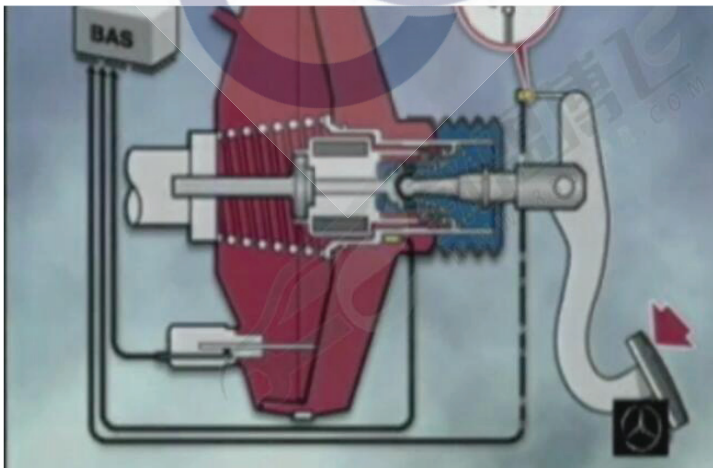
以通过执行元件电动机或电磁付，对制动踏板行程进行控制，达到增大制动力，保证有效的制动的目的。

(三) BAS 工作过程:



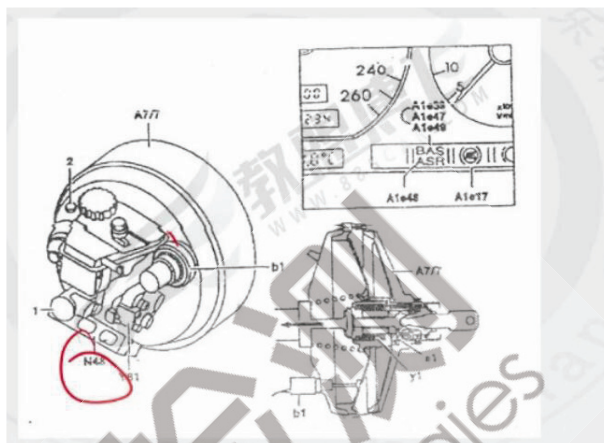
1. **车速的判定:** 车速传感器将信号输入 ESP 控制单元, ESP 控制单元通过 CAN 通讯系统将车辆的速度信号传递给 BAS 控制单元, 感知车辆的速度。(红绿灯和告诉)
2. **突然制动的判定:** 制动开关信号将制动工况输入 ESP 控制单元, ESP 控制单元通过 CAN 通讯系统将制动信号传递给 BAS 控制单元, 感知车辆的制动工况; 踏板行程传感器将踩下踏板行程信号输入 BAS 控制单元, 感知车辆处于**突然制动**状态。
3. **BAS 控制单元:** 控制单元将输入的信息进行精确的计算, 得出需要的制动力大小, 从程序中调出理论制动力进行比较, 如果二者不相等, 向执行元件发送占空比的指令。
4. **执行电磁阀:** 电磁阀通电后, 接通真空助力器和大气的通路, 将大气压力引入真空助力器中, 推动推杆实现助力。
5. **释放开关:** 突然情况解除后, 释放开关将信号输入 BAS 控制单元, BAS 指令电磁阀断电, 关闭大气通路, 解除辅助力。

四、BAS 系统组成

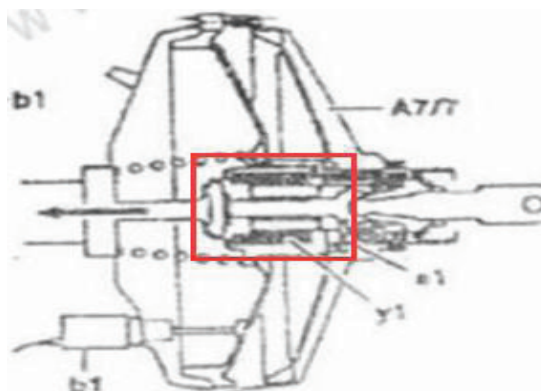
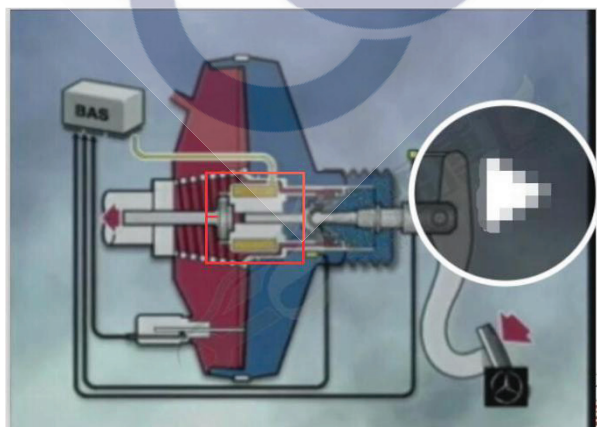
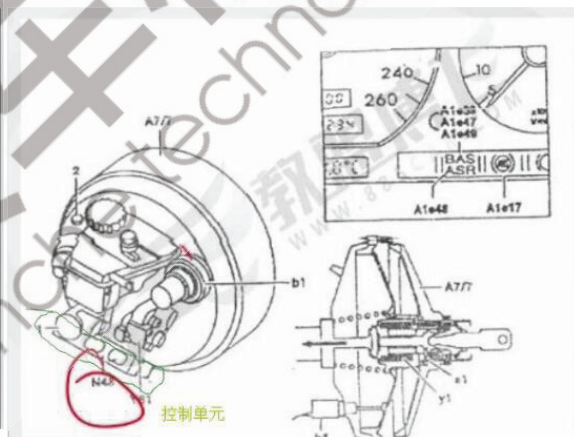
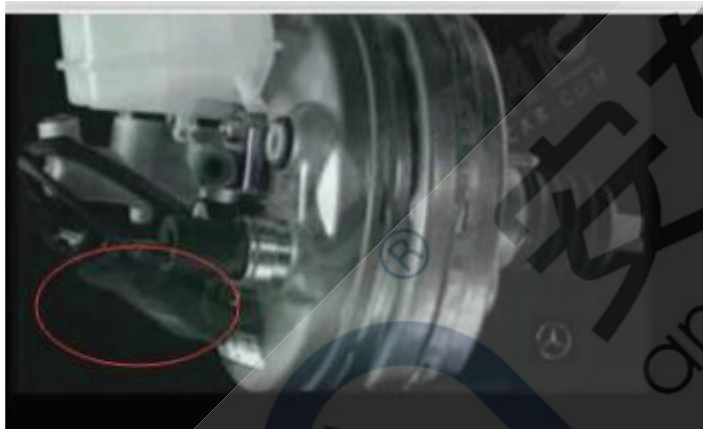


1. 制动踏板行程传感器

2. BAS 控制单元



3. 电磁阀



五、HAC: 辅助坡道起步控制系统

(一) HAC 的概念:

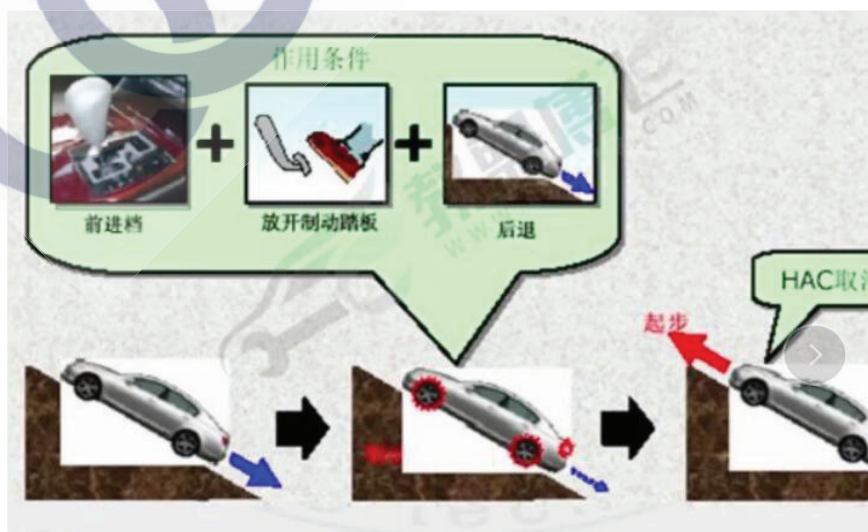


车辆在坡道上起步时，通过额外施加制动力进行辅助，达到顺利顺利起步的目的。

(二) HAC 的功能

车辆在陡坡上起步时，驾驶员的脚要从制动踏板转换到油门踏板上，车辆可能会想后滑动，影响起步。在这种情况下，HAC 控制单元通过控制进、回油电磁阀的通断电，控制电动机旋转建立制动油压，自动向四哥车轮施加制动，由此实现辅助坡道起步的功能。（工作 5S）

(三) HAC 的工作过程



1. 坡度的判定: 通过轮速传感器在刚起步时向后活动来进行判定。

2. **起步的判定:** 通过自动变速器的 D 档位判定车辆要进行起步;
通过辅助信号制动踏板位置传感器来进行进一步的验证。
3. **ESP 控制单元:** 控制单元将输入的信号进行计算出精准的力矩,
通过执行机构的电动马达工作、进回油电磁阀工作。实现辅助功能。
4. **执行元件电动机:** 电动机短暂旋转, 建立制动油压。
5. **执行元件电磁阀:** 所有进回油电磁阀都投入工作, 使制动油压
施加在制动车轮上完成制动。
6. **辅助功能解除:** 通过踩下油门踏板位置传感器进行判断, 当驱
动力大于摩擦力时自动解除。

(四) HAC 的组成

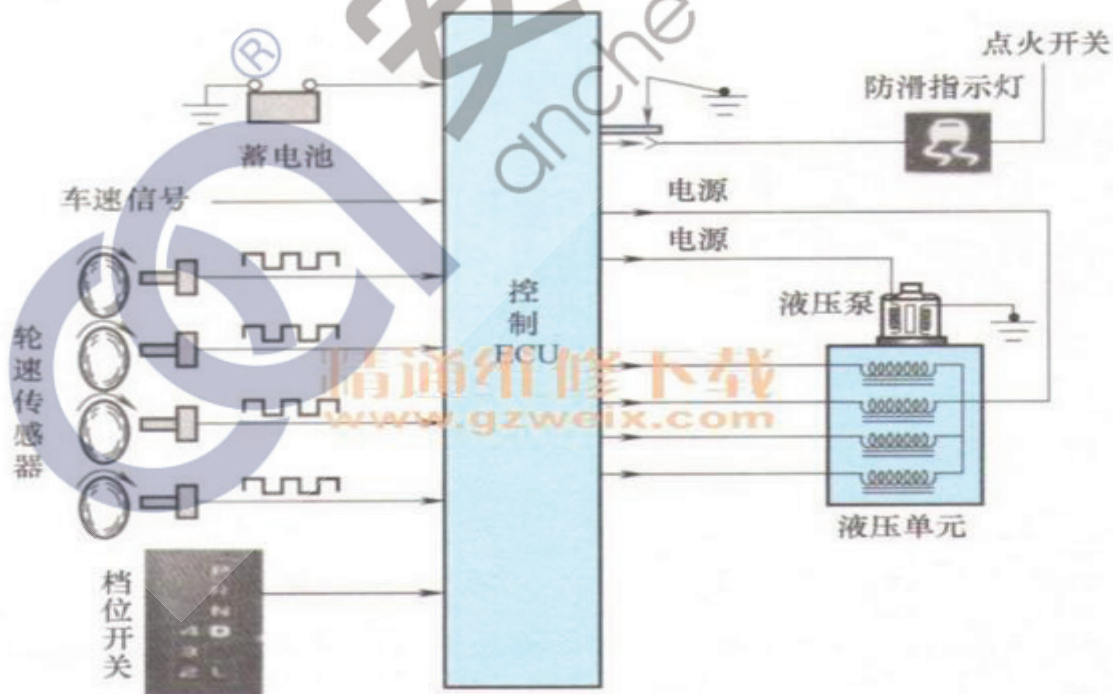


图 2 HAC 系统的组成

