

---

# 深度解读汽车电子稳定控制系统(ESC)

## 目录

1. 前言.....	2
2. ESC 系统介绍.....	2
2.1. ESC硬件组成.....	2
2.1.1. 前述.....	3
2.1.2. 霍尔原理.....	3
2.1.3. ESC 控制器.....	3
2.1.4. 轮速传感器.....	4
2.1.5. YG传感器.....	5
2.1.6. 转角传感器.....	5
2.2. ESC基本功能.....	5
2.2.1. 前述.....	5
2.2.2. EBD (Electronic Brake Distribution ).....	6
2.2.3. ABS(Anti-lock Brake System ).....	6
2.2.4. TCS(Traction Control System ).....	7
2.2.5. VDC (VehicleDynamics Control ).....	7
3. ESC 附加功能.....	7
3.1. ESC附加功能清单.....	8
3.2. ESC附加功能介绍.....	8
3.2.1. HBA (Hydraulic Brake Assistanty).....	15
3.2.2. HHC (Hill HoldControl).....	16
3.2.3. DTC (Drag Torque Control ).....	16
3.2.4. HDC (Hill Descent Control ).....	16
3.2.5. VLC(Vehicle Longitudinal Control).....	16
3.2.6. CDD(Controlled Decelerationfor Driver assistant Systems ).....	17
3.2.7. VMC(VehicleMotion Control).....	17
4. ABS 工作原理.....	17
4.1. 动力学原理.....	17
4.2. ABS液压工作原理.....	18
4.2.1. 前述.....	18

---

?? 建压 .....	19
????? 保压 .....	19
????? 减压 .....	20
????? 增压 .....	21
5. TCS与VDC工作原理 .....	21
5.1. TCS工作原理.....	21
5.1.1. 前述.....	21
5.1.2. 横向锁止调节.....	2
5.1.3. 纵向锁止调节.....	2
5.2. VDC工作原理.....	23
6. ESC液压工作原理.....	26
6.1. 前述.....	27
6.2. ABS 功能.....	27
6.3. ESC主动增压 .....	28
6.4. ESC 保压 .....	29
6.5. ESC 减压.....	30

## 1. 前言

本文系统通过五个部分给大家详细介绍了ESC的系统、ESC 的附加功能、ABS工作原理、TCS和VDC工作原理和ESC液压工作原理。

汽车电子稳定控制系统ESC(Electronic Stability Controller )是一个主动安全控制系统，通过传感器监控车辆自身行驶状态，在车辆紧急躲避障碍物、转弯等容易出现不稳定状况时，以及在转向过度或转向不足情况下，利用动力系统干预及制动系统干预，帮助车辆克服偏离理想轨迹的倾向，为车辆行驶提供更好的安全性。

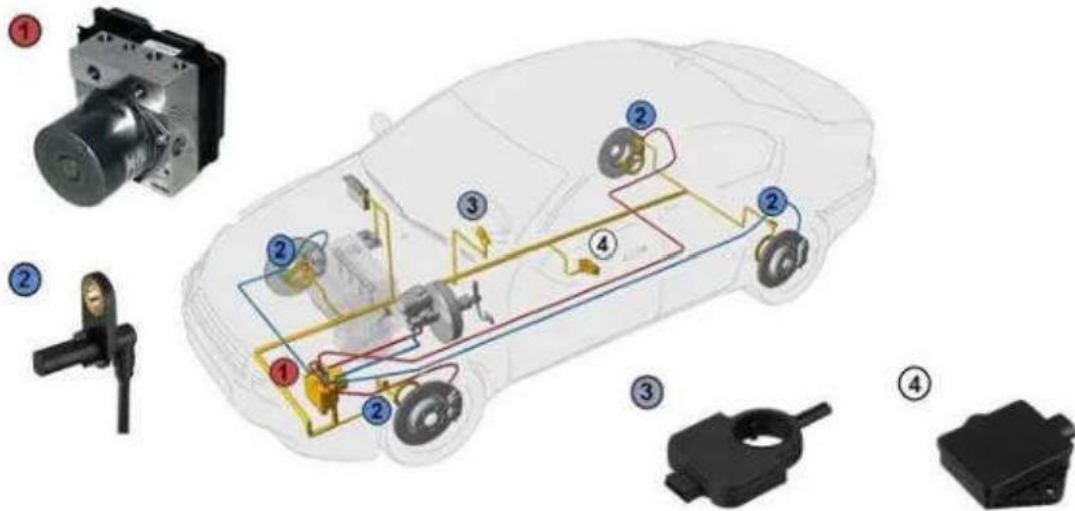
博世是世界上第一家实现ESC量产的公司，博世将自己的ESC产品称为ESP(Electronic Stability Program )，本系列文章将主要依据博世 ESP 的产品特性介绍ESC的相关知识。

## 2. ESC 系统介绍

### 2.1. ESC硬件组成

### 2.1.1. 前述

ESC系统的硬件包括 ESC控制器、轮速传感器、齿圈(集成在轮毂轴承或驱动轴上)、转向角传感器、YG传感器、线束和ESP仪表警告灯等，见图1。



1-ESC 控制器；2-轮速传感器；3-转向角传感器；4-YG 传感器

图1 ESC硬件组成

### 2.1.2. 霍尔原理

霍尔效应是指当固体导体放置在一个磁场内，且有电流流过时，导体内的电荷载流子受到洛伦兹力而偏向一边，继而产生电压(霍尔电压)的现象。电压所引致的电场力会平衡洛伦兹力。霍尔效应的原理是半导体薄片置于磁感应强度为 $B$ 的磁场中，磁场方向垂直于薄片，当有电流 $I$ 流过薄片时，在垂直于电流和磁场的方向上将产生电动势 $e_h$ ，这种现象即称为霍尔效应，该电动势称为霍尔电势，半导体薄片称为霍尔元件。

霍尔效应在现代技术中有着广泛的应用，例如：在电动车中，霍尔效应传感器被用来检测磁铁的位置，从而控制电机的速度和方向；在汽车点火系统中，霍尔传感器被用来取代机械断电器，作为点火脉冲发生器，提高了发动机的性能等。

### 2.1.3. ESC 控制器

ESC控制器总成由ECU电子控制单元、HCU液压控制单元、马达等部分组成，具体见图2。

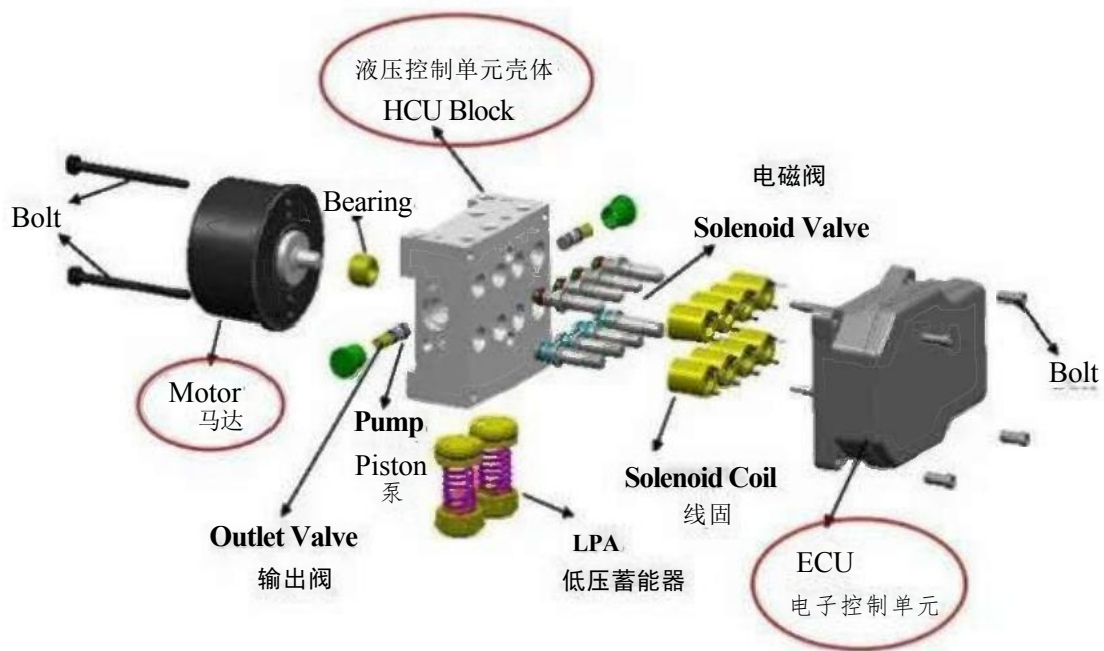


图2 ESC 控制器

随着ESC系统功能的不断扩展，同一家供应商的ESC控制器往往存在多个不同功能版本。

### 2.1.4. 轮速传感器

轮速传感器通过与齿圈配合，采集车轮的转动速度转化为电信号，输入到ESC电子控制单元进行处理。常用的轮速传感器分为两类：被动式轮速传感器和主动式轮速传感器。

被动式轮速传感器又称为电磁式，利用电磁感应原理，产生的是正弦波信号，见图3。而主动式轮速传感器目前主要使用霍尔式，利用霍尔原理，产生的是方形波信号，见图4由于主动式轮速传感器具有抗干扰能力强、工作气隙范围宽及可零速输出等优点，已成为当前应用的主流产品。

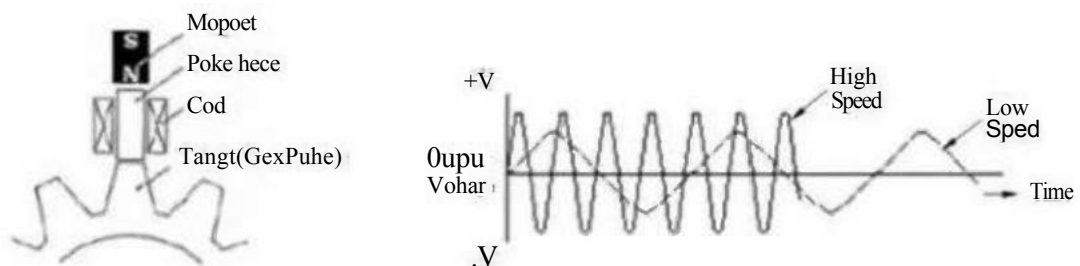


图3被动式轮速传感器

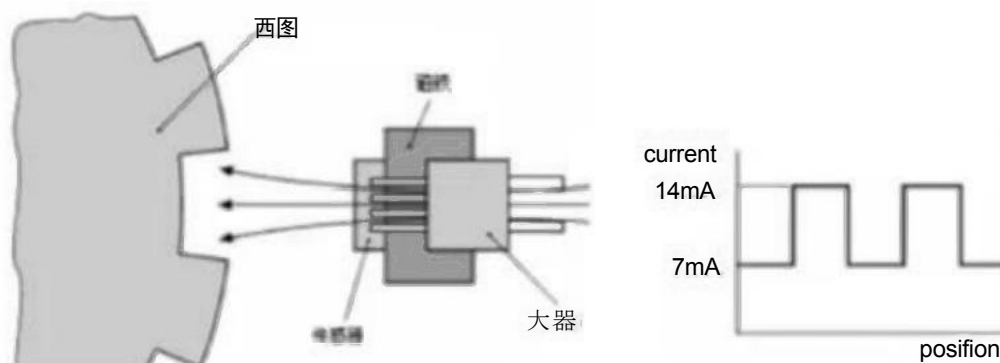


图4主动式轮速传感器

## 2.1.5.Y G 传感器

YG传感器分为集成式和独立式：集成式是将传感器集成到ESC控制器内部，独立式是将传感器单独安装在整车质心附近。目前，集成式YG传感器已逐步成为趋势。

## 2.1.6. 转角传感器

在以往的车型中，转角传感器通常集成在方向盘组合开关上，为一个单独零件。但目前出于成本等方面考虑，电动助力转向系统EPS直接外发转角信号给ESC使用，整车取消单独转角传感器已成为趋势。

## 2.2.ESC 基本功能

### 2.2.1. 前述

对于传统ESC,其必须具备的四大基本功能为防抱死制动系统(ABS)、电子制动力分配(EBD)、牵引力控制系统(TCS)、车辆动态控制系统(VDC)



图5 ESC 基本功能

### 2.2.2. EBD (Electronic Brake Distribution)

电子控制单元根据轮速信号计算车轮的转速及滑移率，如果后轮有抱死倾向，则由液压控制单元调节后轮制动压力，使后轮制动力降低，以保证后轮不会先于前轮抱死。

同传统制动力分配方式(如比例阀、感载阀)相比，**EBD** 功能保证了较高的车轮附着力及合理的制动力分配。尤其在汽车制动时，根据轴荷转移的不同，自动调节前后轴制动力比例，提高制动效能。

**EBD**主要功能包括：

在制动过程中保持稳定性；

提供与机械液压比例阀同样的功能；

防止后轮比前轮先抱死；

当汽车载荷变化，利用**EBD** 对汽车平衡进行改良。

### 2.2.3 .ABS (Anti-lock Brake System)

当车轮制动时，由装在车轮上的轮速传感器采集四个车轮的转速信号，送到电子控制单元计算出车辆的减速度及车轮的滑移率。电子控制单元根据计算结果调节车轮制动力，让车轮达到一个最佳制动状态(滑移率处于最理想状态)，防止车轮抱死，使汽车在制动状态下仍能转向。

**ABS**主要功能包括：

保持车辆稳定性——防止后轮抱死；

---

保持转向功能——防止前轮抱死；

????减小制动距离；

????减少驾驶员工作量。

当ABS起作用时，EBD 即停止工作，ABS与EBD的调节过程对比如下：

ABS是前后桥控制，EBD 是后桥控制；

ABS在紧急制动情况下作用，EBD在普通制动情况下作用；

ABS 工作时调节方式频繁，EBD 的调节比较缓和。

## 2.2. 4.TCS (Traction Control System)

汽车在光滑路面制动时，车轮会打滑，甚至使方向失控。同样，汽车在起步或急加速时，驱动轮也有可能打滑，在冰雪等光滑路面上还会使方向失控而出危险。TCS依靠轮速传感器监测到从动轮速度低于驱动轮时(打滑特征),就会降低驱动轮上的有效驱动力，使驱动轮不再打滑。TCS主要功能包括：

保持稳定性；

保持转向性；

改进易打滑路面的车辆加速性；

减少驾驶员的工作量。

## 2.2.5.VDC (Vehicle Dynamics Control)

当车辆出现非预期的过多或不足转向时，通过采集到的信号判断理论与实际的差异，进行主动对某个车轮施加制动力，使车辆运行状态符合驾驶员的期望，避免车辆的不稳定状态。VDC主要功能包括：

维持车辆行驶稳定性；

消除避让动作和路况改变所产生的险情；

过弯时保持正确的路线；

提供最佳驾驶条件，提供高程度驾驶安全。

## 3.ESC 附加功能

ESC经过多年发展，硬件、软件不断升级，其控制功能早已超出EBD、ABS、TCS和 VDC四大基本功能的范围。本文将主要介绍ESC 的附加功能。

### 3.1. ESC 附加功能清单

表1 ESC 附加功能

<p>ESC系统功能关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH自动驻车CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶</p> <p><b>ESC 附加功能介绍</b></p>	<p>关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI</p>	
<p>HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH</p>	<p>液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI</p>	<p>/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH自动驻车CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶</p> <p><b>ESC附加功能介绍</b></p>
<p>HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力</p>	<p>坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC</p>	



<p>ESC系统功能关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH自动驻车CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶</p> <p><b>ESC 附加功能介绍</b></p>	<p>关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI</p>
<p>DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH</p>	
<p>HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH</p>	<p>紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS</p>

<p>ESC系统功能关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH自动驻车CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶</p> <p><b>ESC附加功能介绍</b></p>	<p>关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI</p>	
<p>HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH</p>	<p>液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC</p>	
<p>DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH</p>	<p>发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI</p>	<p>非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH自动驻车CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶</p> <p><b>ESC附加功能介绍</b></p>

<p>ESC系统功能关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH自动驻车CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶</p> <p><b>ESC附加功能介绍</b></p>	<p>关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI</p>	
<p>HDC陡坡缓降 SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车 EPB+AutoHoldAVH</p>	<p>陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车 EPB+AutoHoldAVH自动驻车 CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动 AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC</p>	<p>SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH自动驻车 CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制</p>
<p>RMI防侧翻控制 RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车 EPB+AutoHoldAVH</p>	<p>防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车 EPB+AutoHoldAVH自动驻车 CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动 AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC</p>	<p>自动驾驶</p>

<p>ESC系统功能关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH自动驻车CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶ESC附加功能介绍</p>		<p>关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI</p>
<p>RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH</p>	<p>再生制动系统EV、PHEVEPB</p>	<p>EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH自动驻车CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB</p>
<p>EPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH</p>	<p>电子驻车EPB+AutoHoldAVH</p>	
<p>AVH自动驻车CDP</p>	<p>自动驻车CDP动态驻车ABP</p>	
<p>CDP动态驻车ABP</p>	<p>动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶ESC附加功能介绍</p>	<p>EPB+AutoHoldAVH自动驻车CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶ESC附加功能介绍</p>
<p>ABP制动器自动预充压AEBABA自适</p>	<p>制动器自动预充压AEBABA</p>	<p>AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB</p>

<p>ESC系统功能关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI防侧翻控制RBS再生制动系统EV、PHEVEPB电子驻车EPB+AutoHoldAVH自动驻车CDP动态驻车ABP制动器自动预充压AEBABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶</p> <p><b>ESC附加功能介绍</b></p>	<p>关联配置HBA液压制动辅助/HHC坡道起步辅助HAZ紧急制动双闪HBB液压制动助力DTC发动机拖滞扭矩控制非EV、PHEVHDC陡坡缓降SUVRMI</p>
<p>应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD</p>	
<p>ABA自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC</p>	<p>自适应制动辅助AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH</p>
<p>AEB自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC车辆运动控制自动驾驶</p> <p><b>附加功能</b></p>	<p>自动紧急制动AWB驾驶员预警系统CDD驾驶员辅助加速控制ACCVLC车辆纵向控制TCH偏航轨迹引导APAVMC</p>

---

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/365114120021011301>