

梅赛德斯·奔驰在W221系列S级中, 采用了创新的高性能制动系统。传统的制动系统是通过激活制动力增强器来提供制动过程中所需的制动力。现在自适应制动系统(ABR)通过智能电动液压系统使传统制动技术得到了改进。

# 奔驰自适应制动系统新功能

◆文/北京 胡森永

## 一、概述

ABR液压控制单元与普通ABS液压控制单元相似, 由ABR控制单元、ABR液压单元、高压回流泵组成。ABR液压单元包括车轮制动器压力传感器、串联式制动主缸压力传感器、进油阀、出油阀和转换阀等(图1)。

自适应制动系统采用四个压力传感器监视每个车轮的制动压力, 另外一个压力传感器监视制动总泵油缸的压力读数。为使制动轮缸的制动压力得到平稳调节, 液压单元采用连续可调的进油阀和转换阀。这些阀不是只有打开或关闭两种设置的简单电磁阀, 而是能够精细调节的压力控制阀。进油阀和出油阀在未接电时处于关闭状态。大功率回流泵是一个能在需要时建立额外压力的部

件, 它包含一个电动机和两个泵油元件, 利用泵油元件能给每个制动回路提供压力。

该系统除已知的基本制动功能(ESP及ABS、ASR、BAS、EBV、ETS)外, 自适应系统控制单元还拥有许多有益的辅助功能。

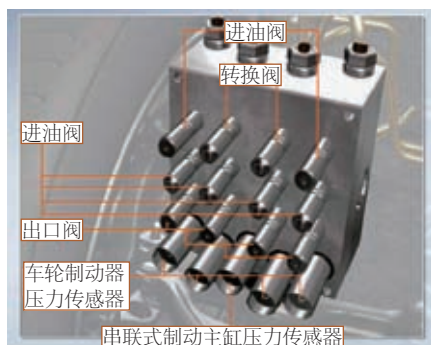


图1 ABR液压控制单元

## 1. 预启

该功能始终处于启动状态。只要在驾驶时驾驶员将脚从加速踏板上突然离开, 加速踏板位置传感器向发动机控制单元发送位置信号, 发动机控制单元向ABR传送该信号, 该功能就会触发。ABR控制单元根据触发界限, 同时也考虑每个驾驶员的驾驶习惯, 判断驾驶员脚是否突然从加速踏板上离开。

当ABR控制单元从发动机控制单元得到系统启动的信号后, ABR利用高压回流泵使所有车轮制动器的液压升高到2bar(1bar=100kPa), 从而使制动片与制动盘接触。制动间隙提前闭合, 为后续的完全制动缩短制动时间和制动距离。如果驾驶员没有踩下制动踏板, 制动片会在稍后回到初始位置。

(上接第26页)

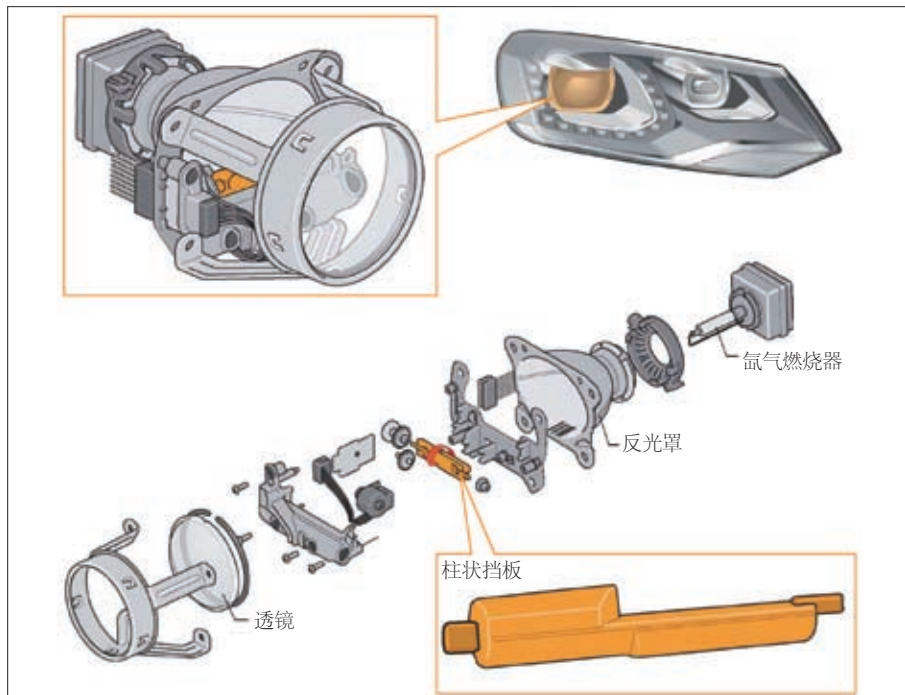


图14 氙气大灯的位置及内部结构

别, 不论其控制的是左侧还是右侧大灯。根据计算光线的分布, 氙气大灯内的一个特殊柱状挡板在光源和物体透镜之间移动, 这样将不会对其他识别到的道路使用者造成炫目, 也就是说它们被排除在光线分布之外。

## 3. 氙气大灯

途锐2011中的氙气大灯首先采用遮光持续远光灯作为标配, 氙气大灯的位置及内部结构如图14所示。

动态车灯辅助系统的功能是通过附加的可转动柱形挡板(遮板)实现的, 挡板位于带有氙气燃烧器的反光罩和透镜之间, 通过左右大灯的智能控制装置, 此附加挡板可以减弱(遮蔽)可能会造成炫目的光线。即使在关闭DLA情况下, 此挡板也可以接通远光灯和近光灯。此外, 它还可以在近光灯位置提供城市灯光、普通公路灯光和高速公路灯光。(未完待续)

## 2.减隙

当动态转弯行驶时, ABR控制单元根据角速度传感器、横向加速度传感器、纵向加速度传感器、转向角传感器、轮速传感器的信号计算出当前的驾驶情况。如果识别出动态转弯行驶状态, ABR控制单元将制动片定位到制动盘总成上; 如果要使用ESP干预, 会缩短制动的反应时间。

## 3.制动器干燥

车辆在行驶中, 当雨量传感器探测为潮湿状态时, 信号被传递给前SAM控制单元, 触发雨刷功能。同时, 制动器干燥功能工作, 利用低于1bar的制动压力进行前轮制动片循环定位, 可消除制动片和制动盘总成之间形成的水膜。

制动距离可以分成以下三个部分: 驾驶员反应时间内行驶的距离、制动系统响应时间内行驶的距离、制动距离(车辆减速时)。制动器干燥功能缩短的是系统响应时间内行驶的距离, 使制动系统更有效, 并缩短停车距离。

## 4.牵引车和挂车的稳定

这项ESP辅助功能的用意是通过抑制可能出现的蛇形运动, 来使挂车组合保持行驶稳定。



图2 驻车制动按钮位置

只有车速高于65km/h时, 该功能才会启用, 该功能的主要控制部件为挂车识别控制单元(AAG)。当高速变换车道时, 挂车拖挂装置的惯性力矩会导致车辆不稳定。电控车辆稳定行驶系统(ESP)检测到不稳定的驾驶状况, 会触发校正性制动干预。如有必要会采取降低发动机输出功率、车轮分别制动、触发挂车惯性制动器、制动灯亮起等措施。在直路上以定速巡航状态行驶时, 也可以防止由于侧风引起的蛇形运动。

## 5.轮胎压力流失警告

自适应制动系统通过四个车轮的转速传感器, 识别出因轮胎压力减少而转速增加的车轮, 并有一条警告信息

(REIFENDRUCKVERLUST WARNUNG-车胎内压消失警告)在仪表盘中闪烁。此功能模块不会取代车胎内压控制功能。

## 6.自适应制动灯

传统的制动灯只能指示车辆已施加制动, 表示车辆正在减速。然而后车驾驶员很难识别, 前车是轻轻制动进行速度调节, 还是在紧急状况下进行紧急制动。后车驾驶员必须根据前方车辆的反映和当前交通状况进行判断。

当制动时的减速度大于 $7.5\text{m/s}^2$ 时或制动前的速度超过50km/h, 自适应制动灯会以5.5Hz的频率闪烁, 以便向后方车辆发出紧急制动的警告。这样可大大缩短后车反应时间, 降低追尾风险。如果制动前的车速超过70km/h, 危险警告灯会在车辆减速时启用。只有再次起步, 且车速超过10km/h时, 危险警告灯才熄灭。

## 二、电动驻车制动器

电动式驻车制动器取代了机械式驻车制动系统, 取消了驻车制动器踏板, 降低了碰撞事故中对驾驶员脚部的伤害。电动驻车制动器制动按钮位置与之前车型上的驻车制动释放手柄位置相同(图2)。行驶中驾驶员按这个按钮, 自适应制动系统可通过高性能液压泵进行常规的制动, 使车速可迅速下降到3km/h以下; 如果驾驶员放开按钮, 则制动过程中会中断。

驻车制动器包括位于后轮轴内的双伺服鼓式制动器和驻车制动器控制单元(图3)。双伺服鼓式制动器的两根拉线并未连接到脚踏式制动踏板, 而是连接到安装在后轴上的电动驻车制动器控制单元(图4)。

电动驻车制动器控制单元包括: 电子控制装置、带直齿轮电机、心轴驱动装置、拉线力传感器、紧急释放拉线。心轴驱动装置右侧拉线端连接到驱动装置螺杆, 左侧拉线连接到附带的螺套上, 螺套可以沿纵向移动, 与直齿轮的连接为扭转刚性连接; 拉线力传感器是利用应变硅原理测量拉线拉力的; 紧急释放拉线能够解锁拉紧机构, 使驻车制动器控制单元出现电气故障时也能释放拉力。

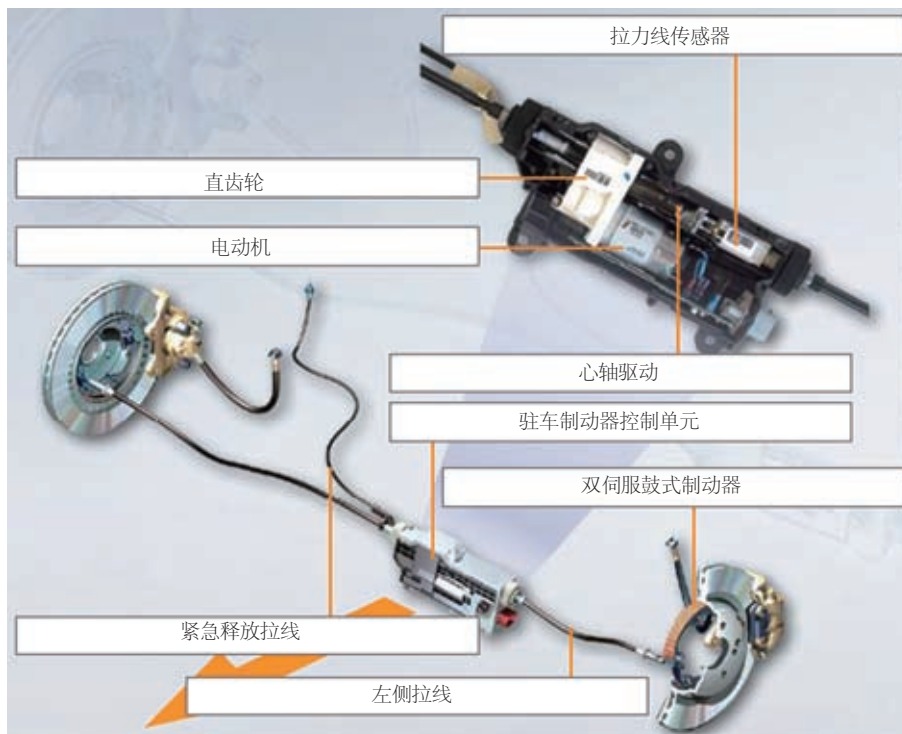


图3 电动驻车制动器系统组成

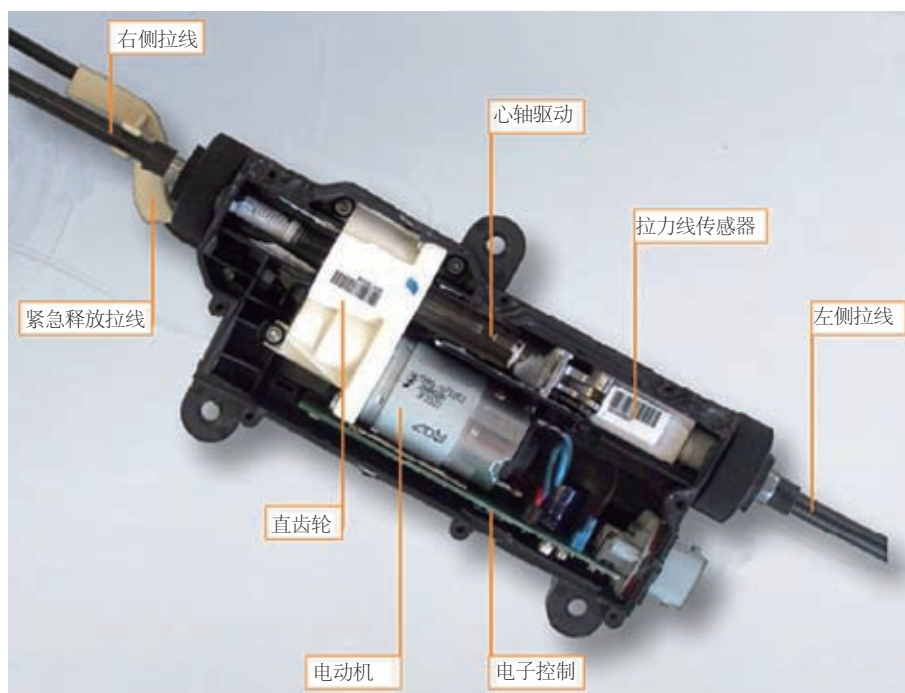


图4 电动驻车制动器控制单元结构

电机通过直齿轮的作用，带动心轴驱动螺套，拉线螺杆旋入螺套中，从而拉动拉线。滑动螺套的移动，使得另外一根拉线也被拉紧。电子控制装置使用拉线力传感器确定拉线拉力，拉线被拉紧，直至达到预定拉力，电机停止工作。电机关闭后，齿轮自锁设计确保在控制单元停止工作状态下仍能够保持拉力。释放驻车制动器时，需反向接通伺服电机，卸掉拉线的拉力，直到回位弹簧再次松开驻车制动器的制动蹄。

实际上电动驻车制动器只在驻车时才能真正被启动。在其他情况下，则由新的防溜车功能(HOLD)和坡道起步辅助功能为驾驶员提供制动，这些功能使用行车制动器而不是驻车制动器。

### 1.防溜车功能

防溜车功能可为驾驶员提供辅助制动，使驾驶员在十字路口或者爬坡时轻松地制动。车辆停止时，可通过再次稍微用力踩下制动踏板启用该功能。如果先用力踩下制动踏板使车辆停止，也可以稍微释放踏板然后再次短时间踩下踏板启动该功能。仪表上会有“HOLD”字样指示灯亮起，表示防溜车功能已启动。

启用防溜车功能后，制动压力通过促动制动助力器内部的电磁阀，建立制动压力。此压力一直保持，直到驾驶员踩下加速踏板。踩下加速踏板时，制动辅助系统电磁阀回到不工作状态，从而终止制动，车辆开始起步。防溜车功能也可以通过再次踩下制动

踏板停用。

暂时停车时，因为车辆可以通过行车制动器进行固定，不需要使用驻车制动器。如果已经启用了防溜车功能，当按下点火开关中的钥匙，固定车辆的任务将自动转给驻车制动器。在装备无钥匙启动的车辆上，通过驾驶员开启左侧车门触发。驻车制动器控制单元拉紧驻车制动器拉线后，制动辅助电磁阀断开，制动助力器两个腔中的压力得到平衡，膜片回到静止位置，行车制动器压力降到零。

一旦驾驶员关闭驾驶员侧车门，并扣紧安全带，启动发动机，踩下加速踏板，驻车制动器将自动释放。某些情况下，驻车制动器无法自动释放。例如其中一个条件不符合或者信号失效时，而驾驶员又试图加速，仪表盘上先会出现“释放驻车制动器”的红色文字提示。如果驾驶员没有注意到仪表上的警示显示，随着加速踏板的继续踩下，车内会发出“滴滴”的警示声音信号，这种情况下，必须通过手动释放驻车制动器。

还有另外一种情况需要考虑，如果自动变速器驻车锁无法结合，变速器控制单元将向电动驻车制动器控制单元内的停车协调器发送一条信息，此时不再结合驻车锁，而是启用驻车制动器以防止溜车。

有些情况是由驾驶员因素引起的，例如小腿抽筋或脚坑中有东西挡住了制动踏板。当车辆以高于3.5km/h的时速行驶时，按下电动驻车制动器手柄，电动驻车制动器不会接合双伺服鼓式制动器。此时系统会认为车辆处于紧急制动状况，命令液压制动系统对所有车轮以40%的制动力施加制动(相当于4m/s<sup>2</sup>的减速度)。持续施加制动直到车辆停

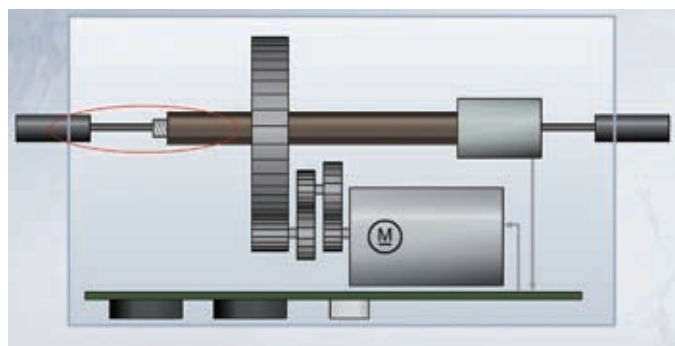


图5 制动状态示意图

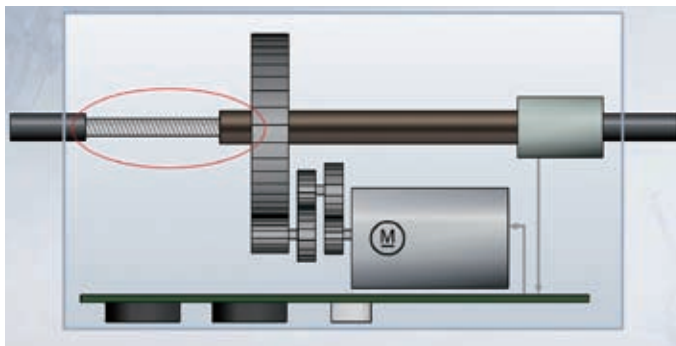


图6 松开状态示意图

止或再次松开手柄。如有必要, ABS和ESP会对车辆进行校正。

在行车制动器本身出现故障的紧急情况下, 按下驻车制动器按钮, 会使驻车制动器本身的双伺服鼓式制动器起作用。这是唯一一种可能会导致电动驻车制动器对后轮施加不可控制动的情况。

如果电动驻车制动器由于某种原因无法工作, 例如一条制动拉线卡住或拉线力传感器感知拉力为零, 驻车制动器控制单元内的停车协调器将启用, 停车协调器会指示自动变速器结合驻车锁, 防止车辆出现溜车。即使换挡杆之前并未在P挡位置, 也会进行上述操作。

## 2. 坡道起步辅助系统

坡道起步辅助是自适应制动器的一部分, 它使得坡道起步更加容易, 驾驶员无需借助驻车制动器或防溜车功能。

车辆在施加行车制动的情况下停下来, 纵向加速度传感器会记录车辆的倾斜角度。如车辆处于上坡路段, 换挡杆位于位置D, 或者车辆处于下坡路段, 换挡杆位于位置R, 坡道起步功能进入备用状态。如果驾驶员此时松开制动踏板, 制动力不会降低; 相反会促动液压单元, 使制动压力保持在适合车辆倾斜度的水平, 如有必要压力甚至可以增加, 以固定车辆。这种压力将继续保持, 直到踩下加速踏板, 使发动机产生足够的牵引力。

坡道起步辅助功能能够在驾驶员把脚从制动踏板移至加速踏板时, 防止车辆意外溜车。但是制动压力最多只保持1s, 之后压力会明显降低, 从而使车辆在经过短暂的等待后开始移动。



图7 雷达传感器安装位置

## 三、限距控制系统增强版

限距控制系统工作时, 如果前方道路没有车辆, 限距控制系统的工作方式与标准的巡航定速控制系统相同。车流量大时, 系统利用雷达传感器计算与前方车辆之间的距离, 并保持安全车距。此距离会根据当前车速而变化, 系统通过调节发动机和变速器的控制, 并合理利用车辆的制动器, 达到合理控制车距的目的。

普通版限距控制系统可在30~180km/h的速度内工作, 限距控制系统可以通过车辆制动器获得的最大减速度达到车辆全部制动力的20%, 相当于 $2\text{m/s}^2$ 的减速度。现在, 限距控制系统经过再次开发, 能够在0~200km/h的车速范围内工作, 最大减速度是原来的两倍。

增强版配备的远程雷达传感器(图7), 覆盖的角度为 $9^\circ$ , 最远距离是150m, 可以有效检测到前方100m内的任何车辆。该版本还额外配备了近程雷达传感器, 传感器能够覆盖车辆前方30m内的区域, 每个传感器的覆盖角度为 $80^\circ$ 。远程雷达传感器的工作频率为77GHz, 近程雷达传感器的工作频率为24GHz。

假设本车与前方车辆的距离缩短到低于驾驶员的设定值, 但是仍高于安全距离, 相应的数据将被远程雷达传感器记录, 并由控制单元(DTR)进行分析, 传输给雷达传感器控制单元(RDU)。如果车辆继续接近, 距离缩小到低于设定值, 读数将被近程雷达传感器记录, 数据将会传输给雷达传感器控制单元, 分析了所有传感器数据后, 雷达传感器控制单元执行调节车辆直线速度所需的计算, 随后传输给自适应制动器控制单元。

根据当前车辆的状况, 自适应制动系统控制单元能够通过增加或减少发动机扭矩、为变速器升降挡位或启动制动控制进行干预, 将距离始终保持在不低于法律规定的最短距离。如果前方车辆开始制动并停车时, 限距控制系统增强版会跟踪前方车辆, 直到停止, 此时限距控制功能随后关闭。如果前方车辆重新起步, 限距控制系统增强版不会随即启动, 除非驾驶员拉动巡航定速控制杆或短暂踩下加速踏板, 可重新启动该功能。

## 四、制动辅助系统增强版

传统的制动辅助系统, 在需要紧急制动的情况下, 许多驾驶员会非常迅速地踩下制动踏板, 但常常踩踏板的力度不够大。膜片行程传感器会向自适应制动器控制单元发送一个信号, 控制单元如果识别为紧急制动, 会接通制动辅助系统电磁阀, 使制动压力增大到防抱死介入的压力值。松开制动踏板时或车辆停止之前, 制动辅助系统停用。

制动辅助系统增强版是利用限距控制系统增强版的远程雷达和近程雷达的数据分析探测到前方道路的车辆。如果探测到与前方车辆之间的距离缩短至低于设定距离, 控制单元会计算所需的减速度。再通过施加最高 $4\text{m/s}^2$ 的减速度进行制动干预。如果需要更高减速度时, 系统通过仪表盘中的警告灯和声音提示(蜂鸣声)提醒驾驶员。

警告信号发出提示后, 驾驶员开始参与由限距控制系统增强版发起的制动操作。自适应制动系统利用由制动助力器中的膜片行程传感器和液压单元中的压力传感器发送的信号, 检测驾驶员的制动动作。

驾驶员踩下制动踏板后, 控制单元对比主缸压力产生的减速度与计算出所需的减速度。这些信息传给ABR控制单元, 如果所需的实际压力大于驾驶员正在施加的压力, 制动辅助系统增强版将促动制动助力器电磁阀, 制动力被尽可能增大到避免碰撞的水平。

关闭限距控制系统增强版, 只会停用保持设定距离或车速的校正干预, 但是雷达传感器和目标探测功能仍然起作用, 必要时仍可以为自适应制动器控制单元提供所需的信息。如果系统检测到与前方车辆有发生碰撞的风险, 即使限距控制系统增强版已经关闭, 仍然可以通过视听警报提醒驾驶员采取制动措施。因此, 无论限距控制系统增强版是否关闭, 制动辅助系统增强版始终能够在制动时作为驾驶员的辅助工具。

虽然制动辅助系统增强版能使制动压力增大到防抱死制动系统的介入值, 但是也无法保证车辆在与障碍物发生碰撞前停止, 所以驾驶员有责任根据行驶条件和交通状况保持安全车距, 并最迟在得到警告提示时进行制动。M