



项目四

汽车行驶安全性控制系统

内容提要



为了防止汽车在各种工况下产生滑转、滑移、失去平衡,汽车上设置了各种电子控制系统,以协调车轮与地面之间的运动。本项目主要介绍 ABS、ASR、ESP 等系统的组成、工作原理及维修等知识。本项目引入汽车防抱死制动系统的拆装与维修、汽车驱动防滑转系统的使用与维护、汽车电子稳定控制系统的拆装与维修、电控动力转向系统的故障诊断与维修、汽车安全气囊系统的故障诊断与维修五个学习任务。

任务一 汽车防抱死制动系统的拆装与维修



任务引导

一辆奥迪 A6 2.8 轿车行驶里程达 30 000 km 时,仪表板上的 ABS 故障警告灯常亮并且制动设备信号灯常亮。如果你负责接修,应如何进行维修? ABS 故障警告灯的点亮通常与制动液压、线路执行器元件、传感器等有关。若想进行故障排除,则需要掌握这些知识。



任务分析

汽车防抱死制动系统(ABS)是在普通制动系统上添加一些电子元件形成的汽车安全控制系统,具有防滑、防锁死等优点。



任务目标

(1) 了解 ABS 的发展与作用。



- (2)掌握 ABS 的组成与原理。
- (3)掌握典型 ABS 的基本组成、控制方式及分类。
- (4)掌握典型 ABS 主要部件的结构、工作原理和检测方法。
- (5)掌握 ABS 检修的注意事项。

相关知识

一、汽车防抱死制动系统概述

1. ABS 的发展历程

防抱死概念在 1908 年就有人提出来了,但是在那个年代,由于集成电路技术并未成熟,因而防抱死制动系统(ABS)并没有显著的发展。防抱死制动系统这个名词的真正出现是在 1964 年,那时,半导体技术已有了初步规模。当时精于汽车研究的 Bosch 公司通过研究发现,可以利用电子制动系统来防止车轮抱死。1966 年,世界上第一台 ABS 原型机出现,但因投资过大,ABS 起初仅用于铁路车辆或航空器。

经过多年的研究发展,ABS 的单价逐渐降低,销量迅猛上升。1988 年,Bosch 公司的 ABS 年度销售量首次突破 300 万套,至 20 世纪 90 年代前半期,ABS 逐渐开始在量产车上普及。

我国对 ABS 的研究始于 20 世纪 80 年代初,主要的研究单位有长春汽车研究所、西安公路学院(现组建为长安大学)、东风汽车公司、交通部重庆公路研究所、济南重型汽车集团技术中心、清华大学汽车工程系等。1992 年,重庆聚能汽车技术有限责任公司在国内首次推出适合中国国情的系列电子式 ABS,现已达到年产 25 万套的生产能力,是目前我国最大的 ABS 生产基地。

人类创造性的发明总是为了让生活变得更美好、更舒适、更安全。ABS 具有缩短制动距离,提高制动稳定性,进行转向干预,提高道路交通安全的作用。因此,ABS 一直被认为是具有革命性意义的安全装置。

2. ABS 的作用

汽车在制动过程中要受到附着力,当制动器的制动力大于轮胎与道路的附着力时,车轮就会抱死滑移。

地面对轮胎的纵向或侧向反作用力的极限值(最大值)称为纵向附着力或侧向附着力。纵向附着力在汽车车轮的旋转平面内,决定汽车的纵向运动,影响汽车的制动距离;侧向附着力垂直于车轮旋转平面,决定汽车的侧向运动,影响汽车的方向稳定性和转向操作能力。

而

$$F_{\varphi} = F_z \varphi$$

式中, F_{φ} 为附着力; F_z 为地面作用在车轮上的法向反力; φ 为附着系数,与路面和轮胎等都有关系。

滑移是指车轮滚动时带有滑动,且滑动速度与车轮前进方向一致。轮胎滑移的里程用滑移率 S 来表示:

$$S = \left(\frac{v - v_w}{v} \right) \times 100\% = \left(1 - \frac{r_w}{r} \right) \times 100\%$$



式中, v 为车轮中心纵向速度, m/s ; v_w 为车轮瞬时圆周速度, m/s ; r_w 为滚动半径, m ; r 为车轮半径, m ; ω 为车轮转动角速度, rad/s 。

纵向附着系数最大时的滑移率称为理想滑移率, 当滑移率超过理想滑移率时, 纵向附着系数减小, 产生的地面制动力随之下降, 制动距离变长。横向附着系数是研究保持汽车行驶稳定性的重要指标, 横向附着系数越大, 汽车制动时, 方向稳定性和保持转向控制的能力越强。横向附着系数随着滑移率的增加逐渐减小, 如图 4-1 所示。

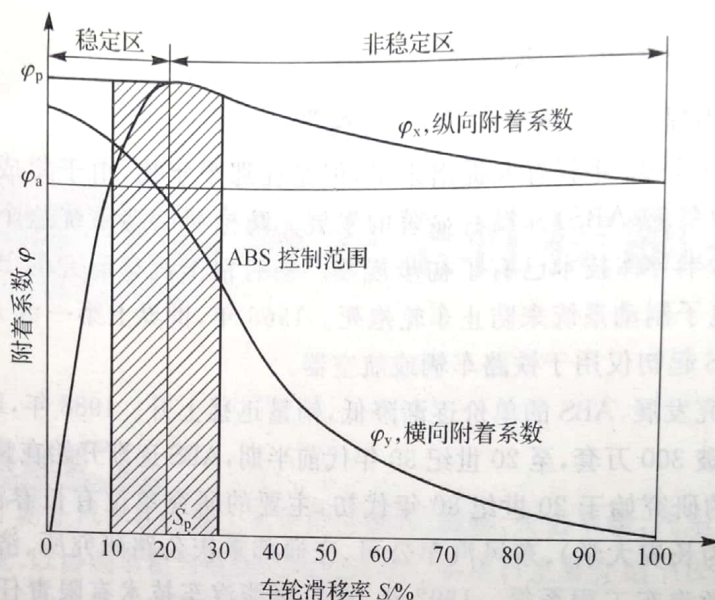


图 4-1 干燥硬路面附着系数与滑移率的关系

综上所述, ABS 的作用是自动调节车轮制动力, 把滑移率控制在最佳区间内, 一般为 $10\% \sim 30\%$, 从而防止车轮抱死滑移, 缩短制动距离, 提高方向稳定性, 增强转向控制能力, 减少交通事故的发生。

二、汽车防抱死制动系统的组成、工作原理和分类

1. ABS 的组成

通常, ABS 是在普通汽车制动系统的基础上加装车轮转速传感器、ABS 电控单元、报警灯、制动压力调节装置及制动控制电路等组成的, 如图 4-2 所示。

(1) 车轮转速传感器。车轮转速传感器与 ABS 的齿圈配合使用, 齿圈装在轮毂上, 随车轮转动切割传感器磁场, 从而使车轮转速传感器产生交流电信号, 通过这个信号就可以监测车速。

(2) ABS 电磁阀。ABS 电磁阀用于管控制动分泵上的制动压力。

(3) ABS ECU。它处理来自传感器的电信号, 并发送信号到电磁阀。它具有体积小、重量轻、成本低的特点。

(4) 储液室。储液室用来接纳 ABS 降压过程中从制动分泵流回的制动液, 同时对制动液的压力波有一定的衰减作用。

(5) 比例阀。比例阀控制前后制动轮缸制动力的大小, 从而保证汽车常规制动时, 前轮先于后轮抱死, 改善制动性能。



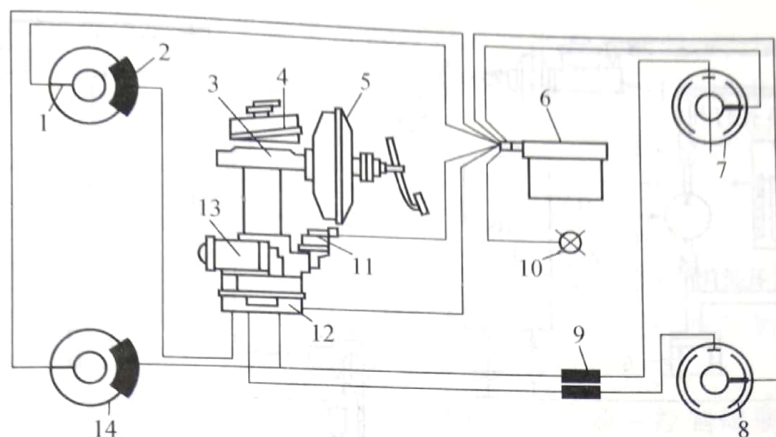


图 4-2 典型 ABS 的组成

1—车轮转速传感器；2—右前制动器；3—制动主缸；4—储液室；5—真空助力器；6—ABS 控制单元 (ECU)；
7—右后制动器；8—左后制动器；9—比例阀；10—ABS 警示灯；11—储液器；
12—调压电磁阀总成；13—电动泵总成；14—左前制动器

(6) 电动泵。电动泵可提高液压制动系统内的制动压力,为 ABS 正常工作提供基础压力。

转速传感器安装在每个车轮上,监测各个车轮的运动状态,并把关于各车轮的转速信号传入 ECU。ECU 根据转速传感器传入的信号判断车轮的运动状态并输出控制指令,对各个制动轮缸的制动力进行调节,保证汽车滑移率在 $10\% \sim 30\%$,且保证前轮先抱死,以保证制动性能。当防抱死制动系统出现故障时,仪表盘上的 ABS 故障灯点亮,提示故障。

2. ABS 的工作原理

当遇到紧急情况时,制动踏板踩到底后,ABS 才能被激活,这时的制动踏板会有一些抖动,有时还会有一些声音,但不能松开制动踏板,此时表明 ABS 开始起作用。

防抱死制动系统的工作过程可分为四个阶段:常规制动阶段、制动压力降低阶段、制动压力保持阶段和制动压力升高阶段。

(1) 常规制动阶段。如图 4-3(a) 所示,开始制动时,驾驶员踩下制动踏板,此时 ABS 没有参与控制,整个过程和常规液压制动系统相同。当踩下制动踏板时,制动总泵中的液压力升高,在这个过程中磁化线圈未通电,三位电磁换向阀在回位弹簧的作用下处于最下段位置,C 孔被关闭,B 孔被打开。制动总泵中的制动液就经 B 孔和 A 孔流入制动分泵,推动制动分泵中的柱塞夹紧制动盘。

简单地说,常规制动阶段就是接通制动总泵与分泵,并使制动分泵中制动液的压力升高的过程。

(2) 制动压力降低阶段。如图 4-3(b) 所示,随着制动分泵中的制动液压力升高,车轮逐渐抱死,这时 ABS 开始工作。车轮转速传感器把车速信号传给 ECU,ECU 输出信号,控制执行器磁化线圈通入电流而产生电磁力,从而吸引三位电磁换向阀阀芯上移,关闭 B 孔,打开 C 孔。这样就导致制动分泵中的一部分制动液经过 A 孔和 C 孔流入储液罐中。同时,ECU 发信号给液压泵和电动机总成,使之工作,将刚进入储液罐中的制动液泵入制动总泵中。这时,由于 B 孔已被关闭,且单向阀也是关闭的,因而刚由液压泵和电动机总成泵入制动总泵的这部分液压油不能流回制动分泵中,最终导致制动分泵中的制动液压力降低,从而达到防止车轮抱死的目的。



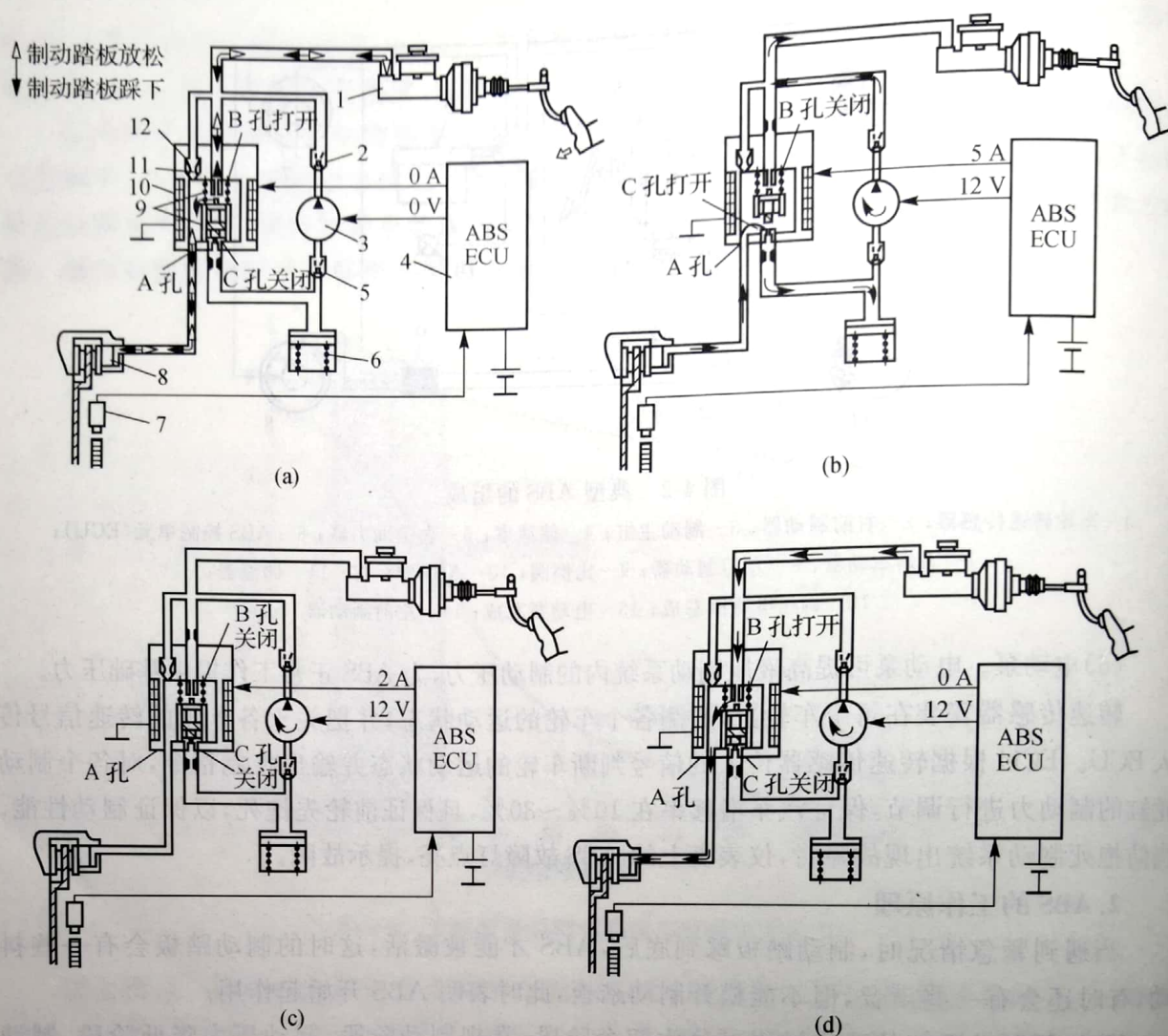


图 4-3 ABS 的工作示意图

1—制动总泵; 2、5、11—单向阀; 3—液压泵和电动机总成; 4—ECU; 6—储液罐; 7—前轮转速传感器;
8—盘式制动分泵; 9—回位弹簧; 10—磁化线圈; 12—三位电磁换向阀

简单地说,制动压力降低阶段就是断开制动总泵与分泵的连接,并使制动分泵中部分液压油流回制动总泵,降低制动力。

(3)制动压力保持阶段。如图 4-3(c)所示,在制动分泵管路的压力降低或升高的过程中,当车速达到预定值时,车轮转速传感器就把信号发送给 ECU,ECU 开始控制制动分泵中的压力。ECU 发出信号,控制磁化线圈通入较小的电流,这时,三位电磁阀阀芯在回位弹簧的弹力及磁化线圈的电磁力共同作用下,处于中级位置,把 B 孔与 C 孔同时关闭。所以,制动分泵管路中的制动液被封闭,从而使得分泵中的压力得以保持。

(4)制动压力升高阶段。如图 4-3(d)所示,为了使车速尽快降低,就需要更大的制动力,需要制动分泵中液压力升高。使液压力升高就需要接通制动总泵与分泵,这时 ECU 开始工作,向磁化线圈发出信号,使磁化线圈断电,磁力消失。磁力消失后,三位电磁换向阀阀芯就在回位弹簧弹力的作用下回到最低位置,从而关闭 C 孔,打开 B 孔,这样就接通了总泵与分泵。当总泵中的制动液经 B 孔和 A 孔流入制动分泵中后,制动分泵中的压力就升高,从而增大制动力。



当制动力增大到一定程度后,车轮又开始出现即将抱死的情况,那么这时又需要降压,从而开始下一个降压—保压—升压的循环过程。ABS 就是通过这样不断的循环控制,从而控制车辆的滑移率保持在 $10\% \sim 30\%$,防止汽车抱死拖滑,缩短了制动距离,保证了汽车制动时的稳定性。

3. ABS 的分类

(1)按控制方式分类。ABS 按控制方式可以分为预测控制方式和模仿控制方式两种。

①预测控制方式。预测控制方式是在控制过程中,预先规定控制参数和设定值等条件,然后根据检测的实际参数与设定值进行对比,对制动过程进行控制。

②模仿控制方式。模仿控制方式是在控制过程中,记录前一控制周期的各种参数,再按照这些参数值规定出下一个控制周期的控制条件。此种控制方式已很少使用。

(2)按通道及传感器数分类。ABS 按通道数目可以分为四通道、三通道、二通道和一通道,控制通道是指能够独立进行控制压力调节的制动管路。ABS 根据传感器数目主要分为四传感器和三传感器两种。目前,汽车上应用较多的是三通道四传感器式、三通道三传感器式和四通道四传感器式。

①三通道四传感器式。三通道四传感器式 ABS 一般采用两个前轮独立控制,两后轮按低选原则进行一同控制,即两个车轮由一个通道控制,以保证附着力较小的车轮不抱死为原则,如图 4-4 所示。奥迪系列轿车用的就是这种 ABS 装置。

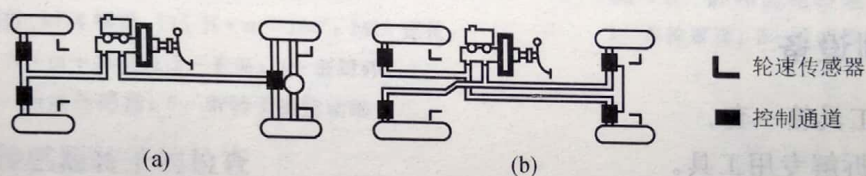


图 4-4 三通道四传感器式 ABS

(a) 双管路前后布置 (b) 双管路交叉布置

两后轮按低选原则,即两个车轮由一个通道控制,保证附着力较小的车轮不抱死,进行一同控制时,可以保证汽车在各种条件下左右两后轮的制动力相等,也就保证汽车在各种条件下制动时都具有良好的方向稳定性。当然,在两后轮按低选原则进行一同控制时,可能出现附着系数较大的一侧后轮附着力不能充分利用的问题,使汽车的总制动力减小。但应该看到,在紧急制动时,由于轴荷前移,在汽车的总制动力中,后轮制动力所占的比例减小,尤其是前轮驱动的小轿车,前轮的附着力比后轮的附着力大得多,通常后轮制动力只占总制动力的 30% 左右,后轮附着力未能充分利用的损失对汽车的总制动力影响不大。

②三通道三传感器式。三通道三传感器式与三通道四传感器式类似,一般采用两个前轮独立控制,两后轮按低选原则进行一同控制,如图 4-5 所示。其区别是后桥只有一个传感器,装在差速器附近。这种 ABS 控制方式制动稳定性好,但制动能力稍差。

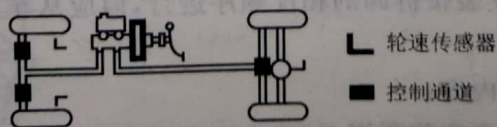


图 4-5 三通道三传感器式 ABS

③四通道四传感器式。四通道四传感器式 ABS 汽车的每个车轮都有一个传感器,且制



动压力都独立控制,如图 4-6 所示。广州本田即使用这种 ABS 装置。

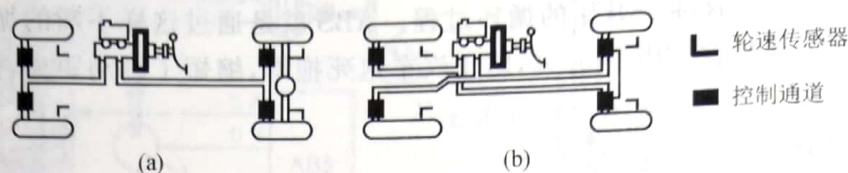


图 4-6 四通道四传感器式 ABS

(a) 双管路前后布置(H型) (b) 双管路交叉布置(X型)

四通道 ABS 是根据各车轮轮速传感器输入的信号,分别对各个车轮进行独立控制,因此附着系数利用率高,制动时可以最大限度地利用每个车轮的最大附着力。对于汽车两侧附着系数接近的路面,汽车不仅可以获得良好的方向稳定性和方向控制能力,而且可以得到最短的制动距离。但是,如果汽车左右两个车轮的附着系数相差较大(路面部分积水或结冰),制动时两个车轮的地面制动力就相差较大,因此会产生横摆力矩,使车身向制动力较大的一侧跑偏,不能保持汽车按预定方向行驶,会影响汽车的制动方向稳定性。因此,驾驶员在部分结冰或积水等湿滑的路面行车时,应降低车速,不可迷信 ABS 装置。



任务实施

一、实训设备

- (1)常用工具箱一套。
- (2)ABS 拆解专用工具。
- (3)新型奥迪 A6 汽车一辆。
- (4)解码器一台。
- (5)汽车专用万用表一个。

二、实训步骤

1. 前桥 ABS 部件的拆解

前桥的分解如图 4-7 所示。

2. 前轮转速传感器的拆装

(1)前轮转速传感器的拆卸步骤如下:

①松开车轮螺栓,举升起汽车。拆下车轮。

②如图 4-8 所示,从车轮罩上松开套,拔下转速传感器导线插头。从定位夹(箭头所指)上拆下转速传感器导线。

③前轮转速传感器的安装按拆卸的相反顺序进行,但应从车轮轴承壳体上拔下 ABS 转速传感器。

(2)安装时应注意以下内容:

- ①两个卡夹要更换,卡夹安装要用 G000 650 润滑车轮轴承壳体孔。
- ②装上传动轴后,再装转速传感器。插入转速传感器前先装上密封件。
- ③先装上转速传感器导线,再将车轮罩套装到定位夹内。



④安装完毕后,将方向盘转至左、右止点,检查转速传感器导线是否干涉。

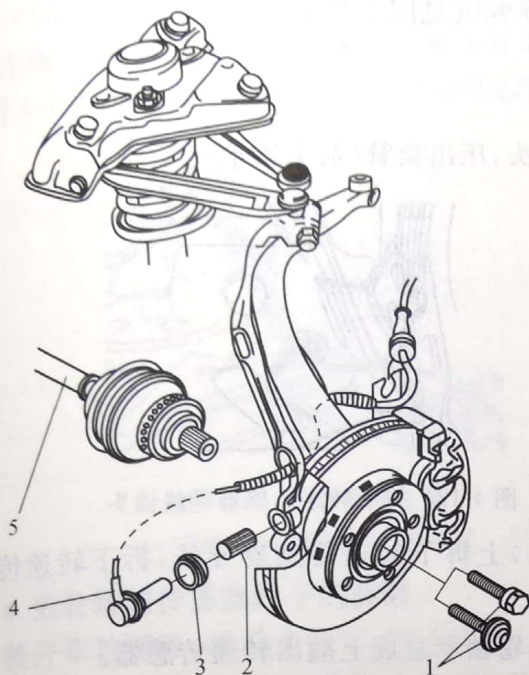


图 4-7 前桥的分解

1—六角螺栓(M14 螺栓:115 N·m+180°; M16 螺栓:190 N·m+180°); 2—卡夹; 3—密封件;
4—转速传感器; 5—带转子的传动轴



图 4-8 拆卸前轮转速传感器导线
1—车轮罩套; 2—转速传感器导线插头

3. 轮速传感器转子的检查

松开车轮螺栓。举升起汽车,从车轮轴承壳体中拉出转速传感器。检查转子是否脏污和损坏,如图 4-9 所示。

如果转子脏污或损坏,须拆下传动轴,同时更换外等速万向节和转子。外等速万向节和转子是一同作为备件供应的。

4. 后桥 ABS 部件的拆解

后桥 ABS 部件的拆解如图 4-10 所示。

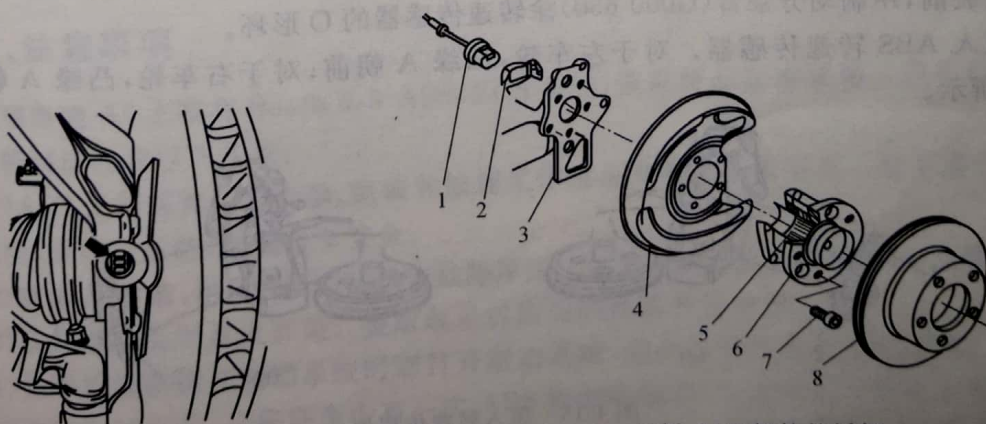


图 4-9 检查转子

图 4-10 后桥 ABS 部件的拆解

1—转速传感器; 2—卡夹; 3—后桥; 4—挡板;
5—ABS 转速传感器转子; 6—车轮轴承总成;
7—内六角螺栓(60 N·m); 8—制动盘



5. 后轮转速传感器的拆装

拆装后轮转速传感器时要使用专用工具 80-200(见图 4-11)。

(1) 后轮转速传感器的拆卸步骤如下:

① 从锁止机构上抬起后座椅。

② 如图 4-12 所示, 拨下转速传感器导线插头, 压出套管(箭头所示)。

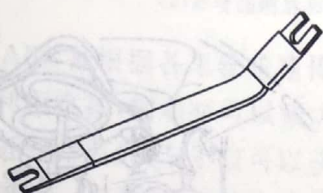


图 4-11 专用工具 80-200

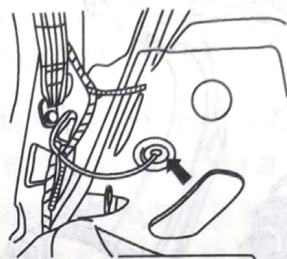


图 4-12 拔下转速传感器导线插头

③ 举升起汽车。从固定夹(见图 4-13 箭头)上拆下转速传感器导线, 拆下转速传感器卡夹。

④ 如图 4-14 所示, 用专用工具 80-200 从车轮轴承总成上撬出转速传感器。

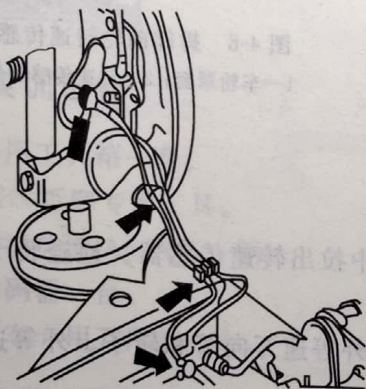


图 4-13 拆卸导线

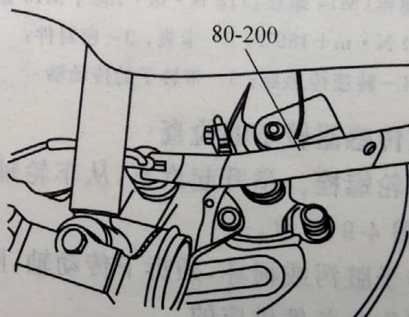


图 4-14 拆卸转速传感器

(1) 后轮转速传感器的安装步骤如下:

① 安装前, 用制动分泵膏(G000 650)涂转速传感器的 O 形环。

② 压入 ABS 转速传感器。对于左车轮, 凸缘 A 朝前; 对于右车轮, 凸缘 A 朝后。如图 4-15 所示。

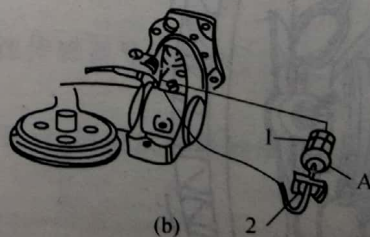
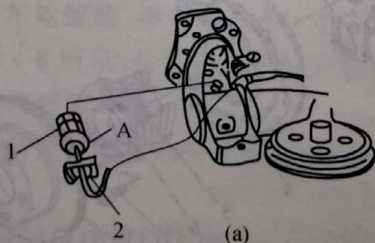


图 4-15 压入转速传感器

1—转速传感器; 2—卡夹

A—凸缘

(a) 左车轮 (b) 右车轮



- (3) 用手将转速传感器压入车轮轴承壳体, 装上转速传感器卡夹。
- (4) 布置转速传感器导线, 注意转速传感器导线应布置在图 4-16 所示制动管的两侧。对于左侧车轮, 排气系统隔热罩与转速传感器导线之间应留约 2 mm 的间隙; 对于右侧车轮 (见图 4-17), 转速传感器导线应布置在燃油管之间。

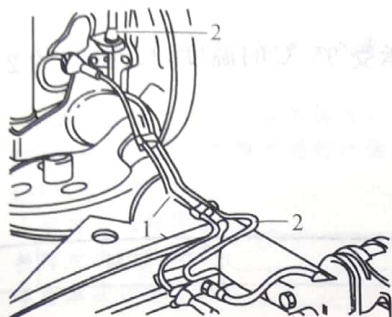


图 4-16 左侧导线布置

1—转速传感器导线; 2—制动管

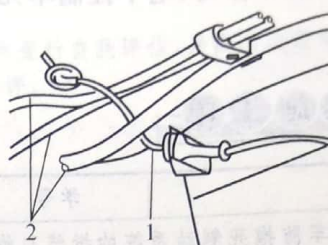


图 4-17 右侧导线布置

1—转速传感器导线; 2—燃油管

6. 后轮转速传感器转子的拆解

松开车轮螺栓, 举升起汽车, 拆下车轮。松开螺栓 A (见图 4-18), 用金属线将制动钳壳体捆到车身上。拆下转速传感器卡夹, 用 80-200 从车轮轴承总成上撬下转速传感器。拧下车轮轴承总成上的内六角螺栓 (见图 4-19), 将车轮轴承与挡板一同拆下。

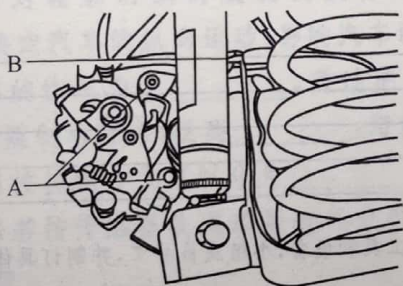


图 4-18 拆卸螺栓

A—螺栓; B—卡夹

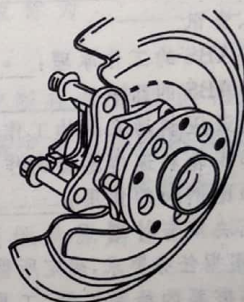


图 4-19 车轮轴承总成

三、注意事项

新型奥迪 A6 上装有 Bosch 5.3 ABS/EDS 系统, 该系统是标准装备。进行防抱死制动系统检修时应注意以下几点:

- (1) ABS 无须保养。其检测、组装和修理工作应由专业人员来完成。如不遵守维修手册中的说明, 会损坏系统, 影响行车安全。
- (2) 维修 ABS 前, 用自诊断方法确定故障原因。如装上新的液压控制单元, 应检查其编码。
- (3) 安装前应关闭点火开关。查取收录机防盗码并断开蓄电池地线。
- (4) 如果检修防抱死制动系统时需打开制动系统, 那么必须给制动系统排气。
- (5) 在结束试车前, 须保证至少有一次 ABS 控制的制动 (可感到制动踏板上有振动)。
- (6) 检修 ABS 时, 必须保证清洁, 不可使用含矿物油的机油润滑脂等。连接部位及其周围在打开前必须彻底清洁, 但不可使用腐蚀性清洗剂, 如汽油、制动器清洗剂、稀释剂等。拆



下的零部件应放在清洁表面并盖好。部件打开后,如不马上进行维修,应将其盖好或密封好。不要使用有绒毛的抹布。

(7)只有在马上安装时才从包装中取出备件,必须使用原装备件。

(8)系统打开后,不可使用压缩空气,不可移动车辆。

(9)制动液不可流入插头。

(10)进行油漆工作时,电子控制单元短时可承受 95 °C 的温度,长时间(约 2 h)只可承受 85 °C 的温度。

任务实施工单

姓名		学号		组别																									
任务名称	汽车防抱死制动系统的拆装与维修																												
任务训练目标	(1)掌握 ABS 的工作原理、结构。 (2)会对 ABS 的常见故障进行诊断与排除。																												
任务准备	(1)常用工具箱一套。 (2)ABS 拆解专用工具。 (3)新型奥迪 A6 汽车一辆。 (4)解码器一台。 (5)汽车专用万用表一个。																												
任务执行步骤	<p>一、资讯</p> <p>(1)ABS 的工作原理: _____。</p> <p>(2)ABS 的组成: _____。</p> <p>(3)液压制动系统的工作过程: _____。</p> <p>(4)车轮转速传感器的作用: _____。</p> <p>(5)比例阀的作用: _____。</p> <p>二、决策与计划</p> <p>请根据任务要求,确定所需要的检测仪器、工具和设备,小组成员分工,并制订具体作业计划。</p> <p>(1)需要的检测仪器、工具和设备:</p> <p>(2)组员分工:</p> <p>(3)作业计划:</p> <p>三、实施</p> <p>(1)故障现象检查。</p> <p>(2)故障码的读取与清除。</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>故障码</th> <th>故障所在</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(3)ABS 的检查与故障排除。</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>检查项目</th> <th>检查结论</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>各类传感器</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>电子控制单元</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>液压制动系统</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					序号	故障码	故障所在	1			2			3			序号	检查项目	检查结论	1	各类传感器		2	电子控制单元		3	液压制动系统	
序号	故障码	故障所在																											
1																													
2																													
3																													
序号	检查项目	检查结论																											
1	各类传感器																												
2	电子控制单元																												
3	液压制动系统																												

