

汽车车身稳定系统故障检修

项目目标

- 通过查找资料和小组分析讨论,能叙述汽车 ABS 的组成、作用和工作原理;
- 通过小组成员合作,能完成 ABS 故障灯亮检修;
- 通过小组成员合作,能掌握 ESP 故障检修方法。

项目任务

- (1)汽车 ABS 故障灯亮检修;
- (2)汽车 ESP 故障检修。

任务一 ABS 故障灯亮检修

任务描述	一辆上海桑塔纳 2000GSi 事故车,修复后路试,发现该车 ABS 故障警告灯常亮,且急刹车时四轮全部抱死,请对该故障进行检修
任务目标	(1)能叙述汽车 ABS 的基本组成和工作原理; (2)能识别 ABS 的主要零部件; (3)能对 ABS 故障灯亮故障进行检修
任务内容	(1)学习并掌握汽车 ABS 基本组成和工作原理; (2)完成 ABS 故障灯亮检修任务

知识准备

一、ABS 的组成及工作原理

ABS 能够防止车轮抱死,具有制动时方向稳定性好、制动时仍有转向能力、缩短制动距离等优点。这里以桑塔纳 2000GSi 轿车为例,其采用的是美国 ITT 公司 MK20-I 型 ABS,是三通道的 ABS 调节回路,前轮单独调节,后轮则以两轮中地面附着系数低的一侧为依据

进行统一调节。ABS 主要由 ABS 控制器(包括电子控制单元、液压单元、液压泵等)、4 个车轮转速传感器、故障警告灯(ABS 警告灯和制动装置警告灯)等组成,如图 5-1 所示。

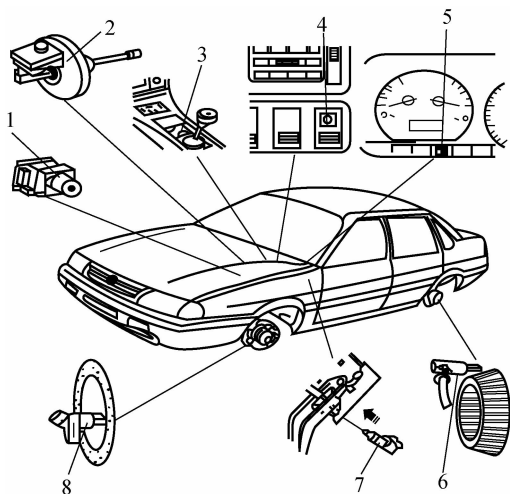


图 5-1 ABS 组件在车上的安装位置

1—ABS 控制器; 2—制动主缸和真空助力器; 3—自诊断插口; 4—ABS 警告灯(K47); 5—制动装置警告灯(K118);
6—后轮转速传感器(G44/G46); 7—制动灯开关(F); 8—前轮转速传感器(G45/G47)

ABS 的基本工作原理为:汽车在制动过程中,车轮转速传感器不断把各个车轮的转速信号及时输送给 ABS 电子控制单元,ABS ECU 根据设定的控制逻辑对 4 个转速传感器输入的信号进行处理,计算汽车的参考车速、各车轮速度和减速度,确定各车轮的滑移率。如果某个车轮的滑移率超过设定值,ABS ECU 就发出指令控制液压单元,使该车轮制动轮缸中的制动压力减小;如果某个车轮的滑移率还没达到设定值,ABS ECU 就控制液压单元,使该车轮的制动压力增大;如果某个车轮的滑移率接近于设定值,ABS ECU 就控制液压单元,使该车轮制动压力保持一定,从而使各个车轮的滑移率保持在理想的范围之内,防止 4 个车轮完全抱死。

在制动过程中,如果车轮没有抱死趋势,ABS 将不参与制动压力控制,此时制动过程与常规制动系统相同。如果 ABS 出现故障,电子控制单元将不再对液压单元进行控制,并将仪表板上的 ABS 故障警告灯点亮,向驾驶员发出警告信号,此时 ABS 不起作用,制动过程将与没有 ABS 的常规制动系统的工作相同。

二、ABS 主要部件结构

1. 车轮转速传感器

车轮转速传感器的作用是将车轮的转速信号传给 ABS 电子控制单元。MK20-I 型 ABS 共有 4 个车轮转速传感器,前轮的齿圈(43 齿)安装在传动轴上,传感头安装在转向节上,如图 5-2 所示。后轮的齿圈(43 齿)安装在后轮毂上,传感头则安装在固定支架上,如图 5-3 所示。

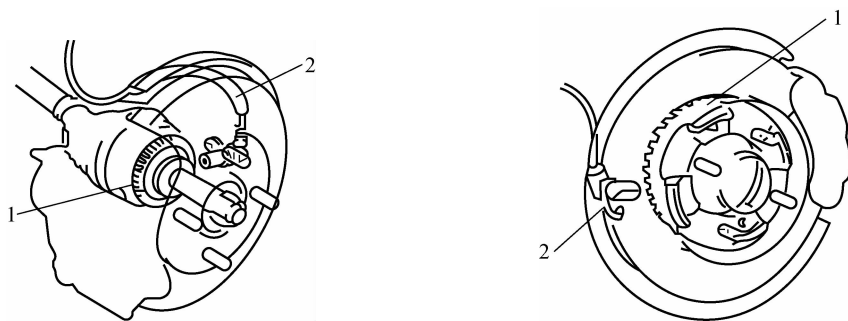


图 5-2 前车轮转速传感器(G45/G47)的安装位置 图 5-3 后车轮转速传感器(G44/G46)的安装位置

1—齿圈；2—传感头

1—齿圈；2—传感头

车轮转速传感器由传感头和齿圈组成。传感头由永久磁芯和感应线圈组成，齿圈由铁磁性材料制成。当齿圈旋转时，齿顶与齿隙轮流交替对向磁芯，当齿圈转到齿顶与传感头磁芯相对时，传感头磁芯与齿圈之间的间隙最小，由永久磁芯产生的磁力线就容易通过齿圈，感应线圈周围的磁场就强，如图 5-4(a)所示；当齿圈转动到齿隙与传感磁芯相对时，传感头磁芯与齿圈之间的间隙最大，由永久磁芯产生的磁力线就不容易通过齿圈，感应线圈周围的磁场就弱，如图 5-4(b)所示。此时，磁通迅速交替变化，在感应线圈中就会产生交变电压，交变电压的频率将随车轮转速成正比例变化。ABS ECU 可以通过转速传感器输入的电压脉冲频率进行处理来确定车轮的转速、汽车的参考速度等。

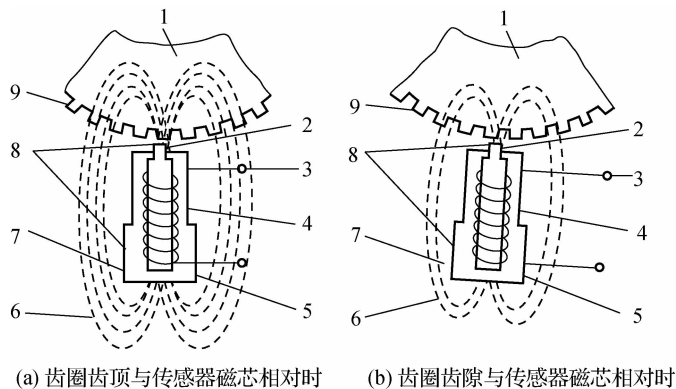


图 5-4 车轮转速传感器的工作原理

1—齿圈；2—磁芯端部齿；3—感应线圈端子；4—感应线圈；5—磁芯套；

6—磁力线；7—磁场；8—磁芯；9—齿顶

2. ABS 控制器

ABS 控制器由 ABS 电子控制单元(J104)、液压控制单元(N55)、液压泵(V64)等组成。

1) 电子控制单元

电子控制单元是 ABS 的控制中心，它实际上是一个微型计算机，所以又常称为 ABS ECU。ABS ECU 由输入电路、数字控制器、输出电路和警告电路组成，主要任务是连续监测并接收 4 个车轮转速传感器送来的脉冲信号，并进行测量比较、分析放大和判别处理，计算出车轮转速、车轮减速度及制动滑移率，再进行逻辑比较，分析 4 个车轮的制动情况，一旦判断出车轮要抱

死,它立刻进入防抱死控制状态,通过电子控制单元向液压单元发出指令,以控制制动轮缸油路上电磁阀的通断和液压泵的工作来调节制动压力,防止车轮抱死。

当点火开关接通时,ABS ECU 就开始执行自检程序,对 ABS 进行自检,此时 ABS 故障灯点亮。如果自检后发现 ABS 存在影响其正常工作的故障,它将关闭 ABS,恢复常规制动系统,仪表板上 ABS 故障灯一直点亮,警告驾驶员 ABS 存在故障。自检结束后,ABS 故障灯就熄灭,表明系统工作正常。由于自检过程大约需要 2 s,因此,在正常情况下,当点火开关接通时,ABS 故障灯点亮 2 s,然后再自动熄灭,是正常的;如果点火开关接通时,ABS 故障灯不亮,说明 ABS 故障灯或其线路存在故障,应对其进行检修。

2) 液压控制单元和液压泵

液压控制单元装在制动主缸与制动轮缸之间,采用整体式结构(见图 5-5),主要任务是转换执行 ABS ECU 的指令,自动调节制动器中的液压压力。

低压储液罐与电动液压泵合为一体装于液压控制单元上。低压储液罐用于暂时存储从轮缸中流出的制动液,以缓和制动液从制动轮缸中流出时产生的脉动。电动液压泵的作用是在制动压力阶段流入低压储液罐中的制动液及时送至制动主缸,同时在施加压力阶段,从低压储液罐中吸取剩余制动力,泵入制动循环系统,给液压系统以压力支持,增加制动效能。电动液压泵的运转是由电子控制单元控制的。

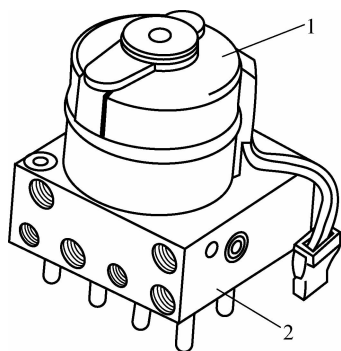


图 5-5 液压控制单元结构

1—带低压储液罐的电动液压泵；2—液压单元

液压控制单元(N55)阀体内包括 8 个电磁阀,每个回路各一对,其中一个为常开进油阀,另一个是常闭出油阀。它在制动主缸、制动轮缸和回油路之间建立联系,实现压力升高、压力保持和压力降低的功能,防止车轮抱死,其工作过程如下:

(1)开始制动阶段。开始制动时,驾驶员踩制动踏板,制动压力由制动主缸产生,经常开的不带电压的进油阀作用到车轮制动轮缸上,此时,不带电压的出油阀依然关闭,ABS 没有参与控制,整个过程和常规液压制动系统相同,制动压力不断上升,如图 5-6 所示。

当驾驶员继续踩制动踏板,油压继续升高到车轮出现抱死趋势时,ABS ECU 发出指令使进油阀通电并关闭阀门,出油阀依然不带电压仍保持关闭,系统油压保持不变,如图 5-7 所示。

(2)油压降低。若制动压力保持不变,车轮有抱死趋势,ABS ECU 给出油阀通电打开出油阀,系统油压通过低压储液罐降低油压,此时进油阀继续通电保持关闭状态,有抱死趋势的车轮被释放,车轮转速开始上升。与此同时,电动液压泵开始启动,将制动液由低压储液罐送至制动主缸,如图 5-8 所示。

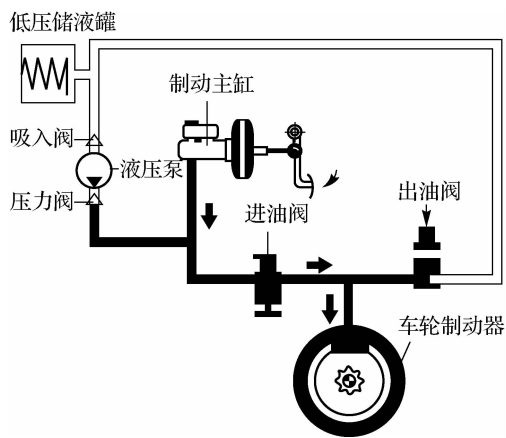


图 5-6 系统油压的建立

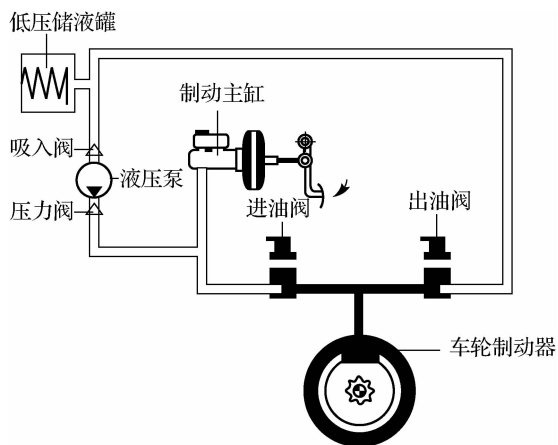


图 5-7 油压保持状态

(3) 油压增加。为了使制动最优化，当车轮转速增加到一定值后，电子控制单元给出油阀断电，关闭此阀门，进油阀打开，电动液压泵继续工作，从低压储液罐中吸取制动液泵入液压制动系统，如图 5-9 所示。随着制动压力的增加，车轮转速又降低。这样反复循环的控制（工作频率为 5~6 次/s）将车轮的滑移率始终控制在 20% 左右。

如果 ABS 出现故障，进油阀始终常开，出油阀始终常闭，使常规液压制动系统继续工作而 ABS 不工作，直到 ABS 故障排除为止。

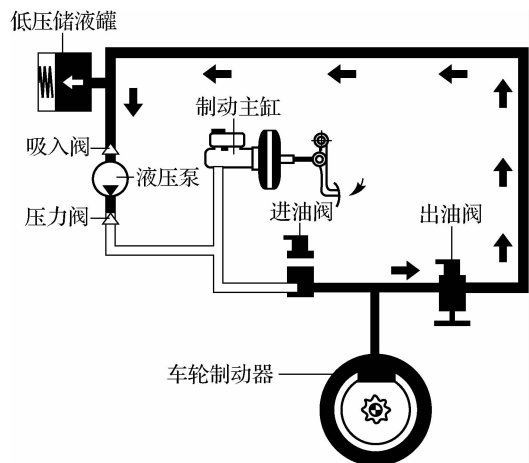


图 5-8 油压降低

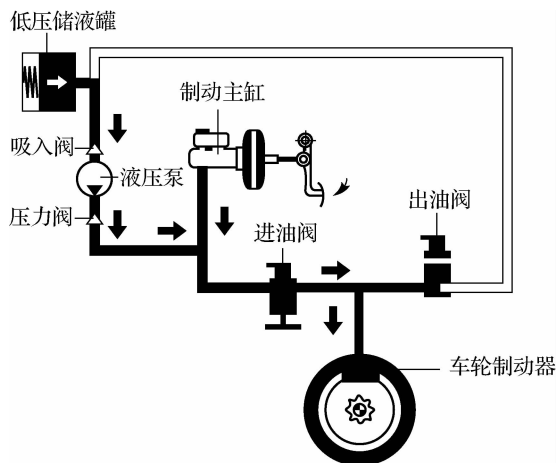


图 5-9 油压增加

3. 故障警告灯

ABS 在仪表板及仪表板附加部件上装有两个故障警告灯：一个是 ABS 警告灯(K47)，另一个是制动装置警告灯(K118)。

两个故障警告灯正常点亮的情况为：当点火开关打开启动至自检结束警告灯点亮（大约 2 s）；在拉紧驻车制动装置时警告灯点亮。如果上述情况灯不亮，说明故障警告灯本身或线路有故障。如果 ABS 故障灯常亮，说明 ABS 出现故障；如果制动装置警告灯常亮，说明制动液缺乏。故障警告灯的控制电路图如图 5-10 所示。

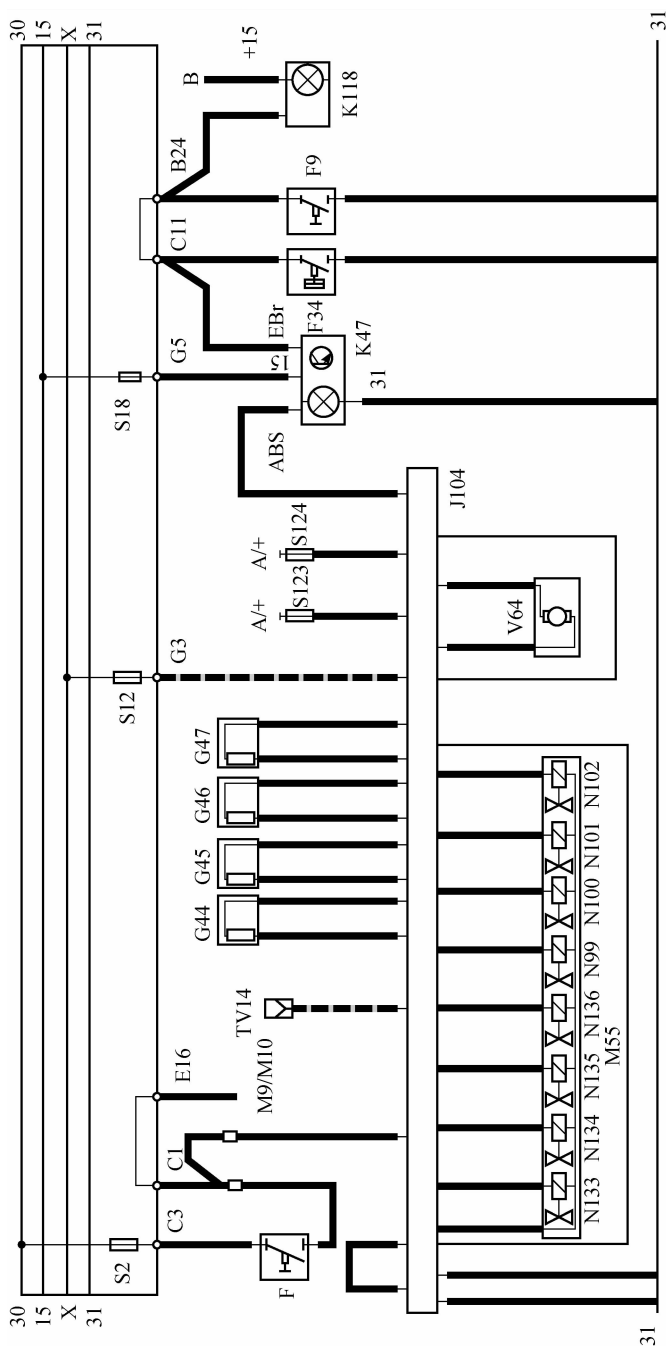


图 5-10 MK20-I 型 ABS 的电路图

A—蓄电池；B—在仪表内+15；F—制动灯开关；F9—驻车制动指示灯开关；F34—制动液位报警信号开关；G44—右后轮速度传感器；G45—右前轮速度传感器；G46—左后轮速度传感器；G47—左前轮速度传感器；J104—ABS 及 EBV 的电子控制单元；K47—ABS 警告灯；K118—驻车制动、制动液位警告灯；M9—左制动灯；M10—右制动灯；N55—ABS 及 EBV 的液压单元；N99—ABS 右前进油阀；N100—ABS 右前出油阀；N101—ABS 左前进油阀；N102—ABS 左前出油阀；N133—ABS 右后进油阀；N134—ABS 右后出油阀；N135—ABS 左后进油阀；N136—ABS 左后出油阀；S2、S18—保险丝(10 A)；S12—保险丝(15 A)；S123—液泵保险丝(30 A)；S124—电磁阀保险丝(30 A)；TV14—诊断插口；V64—ABS 液泵

任务实施

一、资料收集

学生按小组工作,通过多种途径查询资料,经分析讨论后形成决议,并填写“ABS 故障灯亮检修资料收集单”,见表 5-1。

表 5-1 ABS 故障灯亮检修资料收集单

车辆信息描述	车型	
	发动机主要信息	
收集资料	<p>(1) ABS 主要由_____、_____、故障警告灯等组成。</p> <p>(2) ABS 优点包括_____、_____、_____、_____。</p> <p>(3) ABS 控制器由_____、_____、_____等组成。</p> <p>(4) 汽车 ABS 工作的目的是使滑移率始终控制在_____左右。</p> <p>(5) 简述汽车 ABS 的工作原理为: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

二、实施过程

(一)任务说明

通过实车或台架,分组熟悉汽车 ABS。

(二)任务要求

- (1)掌握汽车 ABS 的基本组成。
- (2)知道 ABS 的工作原理。
- (3)识别 ABS 中主要的控制元件。
- (4)完成 ABS 故障灯亮检修任务。

(三)设备器材

实验用车或 ABS 台架。

(四)任务过程

- (1)记录车辆基本信息。
- (2)确定实训车辆的 ABS 类型,确定其安装位置和结构特点。
- (3)写出 ABS 中各传感器的安装位置。
- (4)完成 ABS 故障灯亮故障检修。

三、学业评估

- (1) 各组轮流汇报工作过程及在工作过程中遇到的问题,并说明解决办法。
- (2) 其他组进行质疑。
- (3) 学生自评与互评。
- (4) 教师点评、总结:学生的参与度、学习态度、专业能力和关键能力。
- (5) 填写“ABS 故障灯亮检修”学业评估表,见表 5-2。

表 5-2 “ABS 故障灯亮检修”学业评估表

序号	考核项目	检验标准	权重	自评	互评	师评	总评
1	知识与技能(60分)	能叙述汽车 ABS 的功能	5%				
		能叙述汽车 ABS 的基本组成	5%				
		能叙述汽车 ABS 的工作原理	10%				
		能在汽车上正确找出 ABS 各传感器	20%				
		能叙述汽车 ABS 电路控制原理	20%				
2	过程与方法(40分)	学习态度:积极、主动地参与学习,遵守纪律	5%				
		团队合作:与小组成员一起分工合作,在小组完成任务过程中所起的作用	5%				
		获取信息:获取学习所需信息、资料的方法与途径	5%				
		方法能力:发现、分析、解决问题的方法与能力	10%				
		创新意识:积极思考,不断改进维修方案	5%				
		节能与环保意识:学习过程中能注重节能,不污染环境	5%				
		现场管理:服从工位安排,执行实训室 5S 管理规定	5%				
3	对学生综合评价与建议	任课教师签名:_____					

任务二 ESP 故障检修

任务描述	一辆一汽大众速腾轿车进厂修理,客户反映该车在行驶中仪表板的 ESP 警告灯一直点亮,经维修技师检查后判断为汽车电子稳定程序控制系统故障,需对其进行检修
任务目标	(1)能叙述汽车 ESP 的基本组成和工作原理; (2)能识别 ESP 系统主要零部件; (3)了解 ESP 系统常见故障及其检修方法
任务内容	(1)学习并掌握汽车 ESP 的基本组成和工作原理; (2)了解 ESP 常规检测方法

知识准备

一、ESP 概述

ESP(electronic stability program)是汽车电子稳定程序的简写,由德国博世公司(BOSCH)和梅赛德斯-奔驰(MERCEDES-BENZ)公司联合研制。1998年2月,梅赛德斯-奔驰公司首次在其A级微型轿车中成批地安装该电控车辆稳定行驶系统。它集成了电子制动防抱死系统(ABS)、电子制动力分配(EBD)和牵引力控制(TCS)的基本功能;能够在几毫秒的时间内,识别出汽车不稳定的行驶趋势。例如,由于人为或环境的干扰,轿车可能进入不稳定的行驶状态,特别是驾驶员在转向时经常出现“过度转向”或“转向不足”的操作缺陷,如果得不到及时纠正,就会使车子偏离正确行驶路线,严重时还会有翻转趋势等危险。ESP系统通过智能化的电子控制方案,让汽车传动或制动系统产生所期望的准确响应,从而及时、恰当地消除这些不稳定行驶趋势,使汽车保持在所期望的行驶路线上。

ESP系统是汽车主动安全性技术发展的一个巨大突破,它可以在极其恶劣的行车环境中确保汽车的行驶稳定性。ESP系统里还包括ABS、EBD、TCS、EDL被动安全系统,这些系统是相辅相成的,但是它们都是在驾驶员做出紧急反应后才会起动,所以都属于被动系统。再高的科技配置也需要驾驶员自身的主动安全来避免事故的发生。

二、ESP 的结构与组成

ESP是在原有电子制动防抱死制动系统、电子制动力分配和牵引力控制的基础上发展起来的,奔驰轿车的制动系统具有上述所有功能。ESP由电子控制单元、液压调节器总成、车轮转速传感器、方向盘转角传感器、横向偏摆率传感器、车轮速度传感器脉冲环及ESP控制开关等部件组成,其中电子控制单元与液压调节器是一体的。ESP系统组成如图5-11所示,ESP系统电路如图5-12所示。

1. 电子控制单元

电子控制单元(ECU)的安装位置如图5-13所示,其插头端子如图5-14所示,其端子的

作用见表 5-3。电子控制单元是 ABS-TCS/ESP 系统的控制中心,它与液压调节器集成在一起组成一个总成。电子控制单元持续监测并判断的输入信号有蓄电池电压、车轮速度、方向盘转角、横向偏摆率、点火开关接通、停车灯开关、串行数据通信电路等信号。根据所接收的输入信号,电子控制单元将向液压调节器、发动机控制模块、组合仪表和串行数据通信电路等发送输出控制信号。

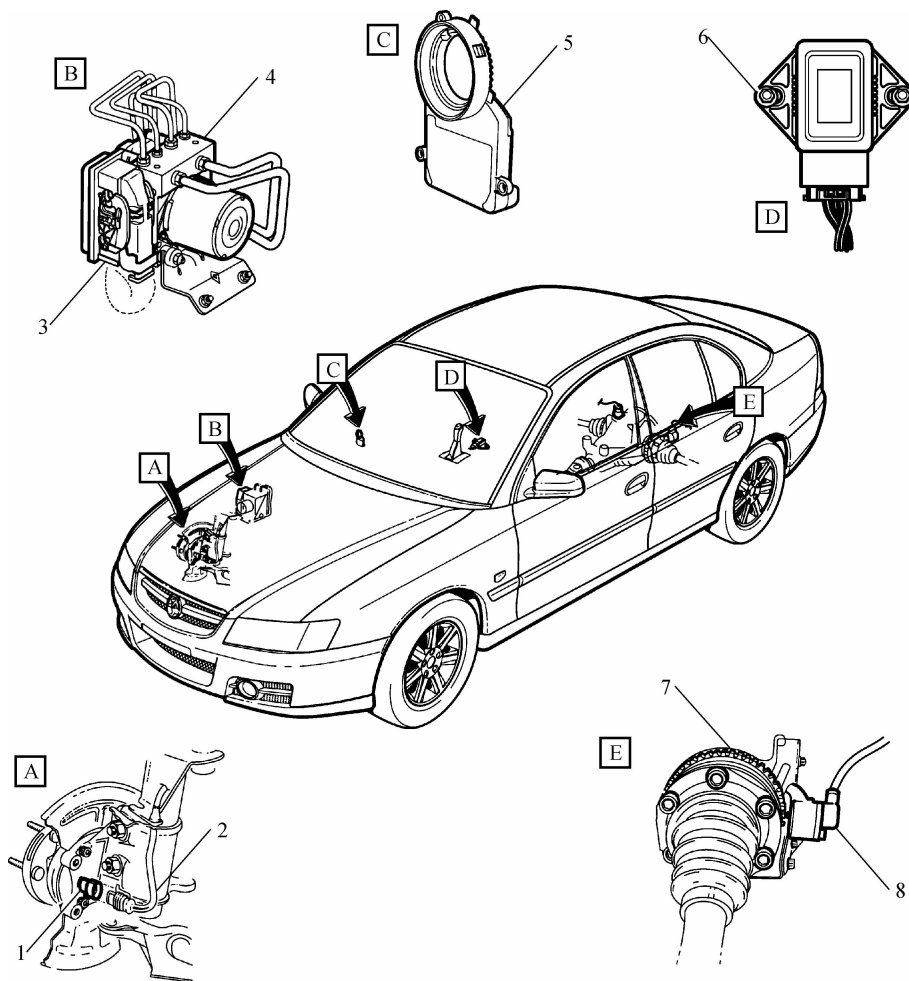


图 5-11 ESP 系统组成

1—前轮转速传感器; 2—前轮转速传感器引线; 3—电子控制单元; 4—液压调节器总成; 5—方向盘转角传感器;
6—横向偏摆率传感器; 7—后轮转速传感器脉冲环; 8—后轮转速传感器
(字母 A、B、C、D、E 为上述传感器或总成在汽车中的具体位置)

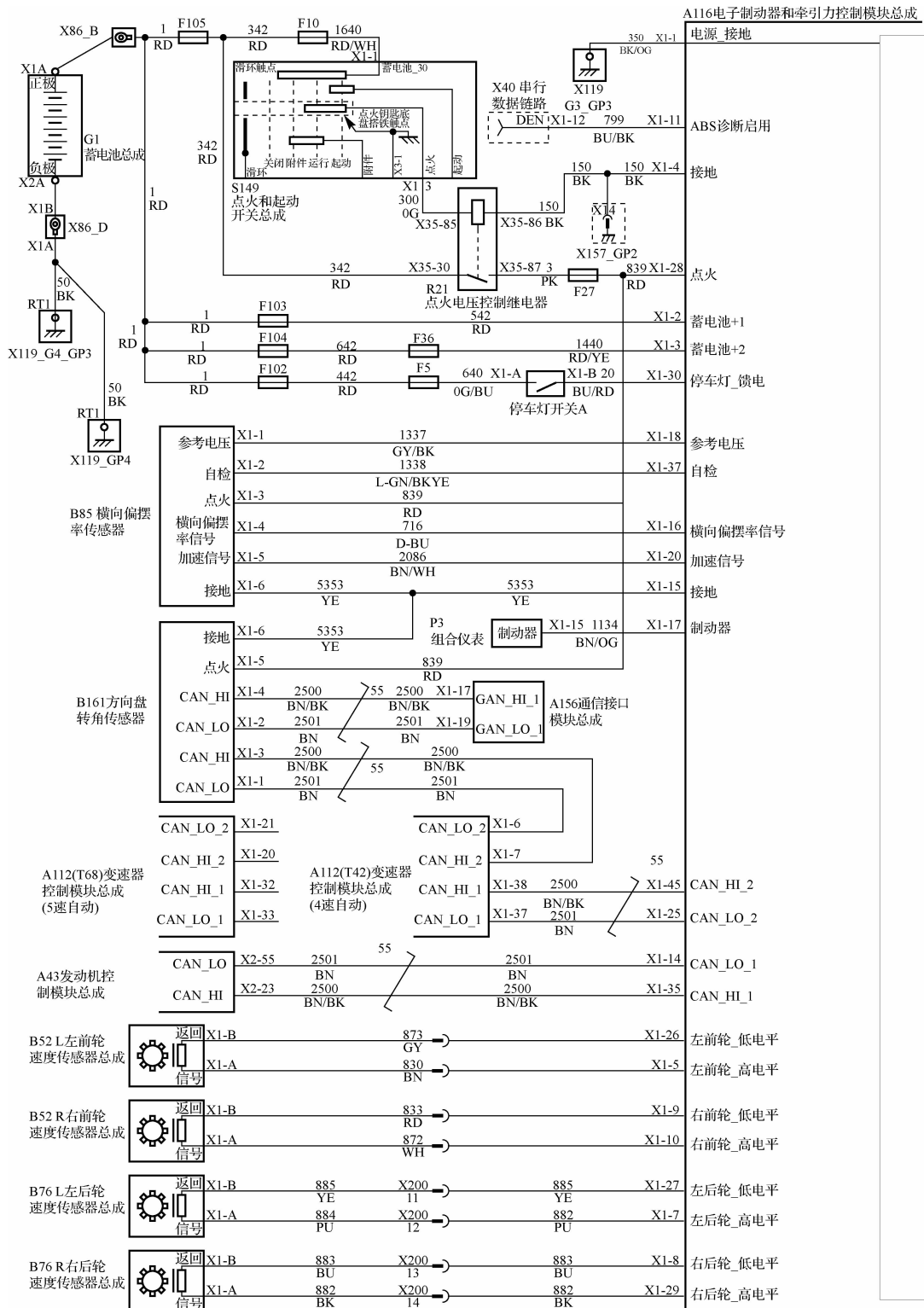


图 5-12 ESP 系统电路

表 5-3 电子控制单元各端子的作用

端 子	作 用	电 路 编 号
1	继电器、阀和泵电机—主接地	350
2	12 V 连续供电电压—保险丝 103	542
3	12 V 连续供电电压—保险丝 36	1440
4	接地—电子控制单元接地	1502
5	左前轮速度传感器—信号	830
6	未用	
7	左后轮速度传感器—信号	884
8	右后轮速度传感器—低参考电压	883
9	右前轮速度传感器—低参考电压	883
10	右前轮速度传感器—信号	872
11	防抱死制动系统诊断启用	799
12	未用	
13	未用	
14	CAN 高 1	2500
15	横向偏摆率传感器—接地	5353
16	横向偏摆率传感器—信号	716
17	组合仪表—制动电路	1134
18	横向偏摆率传感器—5 V 参考电压	1337
19	未用	
20	加速度传感器—信号	2086
21~24	未用	
25	CAN 低 2	2501
26	左前轮速度传感器—低参考电压	873
27	左后轮速度传感器—低参考电压	885
28	12 V 点火供电电压—保险丝 27 点火电压	839
29	右后轮速度传感器—信号	882
30	停车灯开关—12 V 信号	20
31~34	未用	

续表

端子	作用	电路编号
35	CAN 低 1	2501
36	未用	
37	横向偏摆率传感器—自检	1338
38~44	未用	
45	CAN 高 2	2500
46	未用	

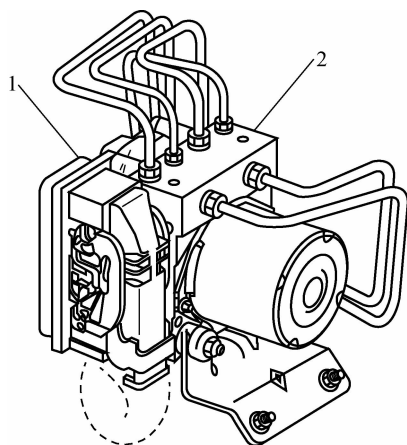


图 5-13 电子控制单元(ECU)的安装位置

1—电子控制单元；2—液压调节器总成

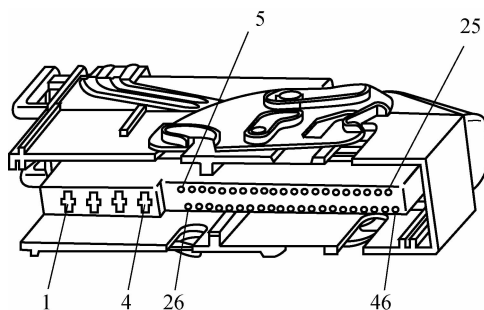


图 5-14 电子控制单元插头端子

(各端子的作用见表 5-3)

当点火开关接通时,电子控制单元会不断进行自检,检测并查明 ABS-TCS/ESP 系统的故障。此外,电子控制单元还在每个点火循环都执行自检初始化程序。当车速达到约 15 km/h 时,初始化程序启动。在执行初始化程序时,可能会听到或感觉到程序正在运行,这属于系统的正常操作。在执行初始化程序的过程中,电子控制单元将向液压调节器发送一个控制信号,循环操作各个电磁阀,泵电动机运行,以检查各部件是否正常工作。如果泵或任何电磁阀不能正常工作,电子控制单元会设置一个故障诊断码。当车速超过 15 km/h 时,电子控制单元会将输入和输出逻辑序列信号与电子控制单元中所存储的正常工作参数进行比较,以此来不断监测 ABS-TCS/ESP 系统。若有任何输入或输出信号超出正常工作参数范围,则电子控制单元将设置故障诊断码。

2. 液压调节器总成

液压调节器总成内部液压回路示意图如图 5-15 所示。为了能独立控制各车轮的制动回路,本系统采用了前/后分离的 4 通道回路结构,每个车轮的液压制动回路都是隔离的,这样当某个制动回路出现泄漏时仍能继续制动。液压调节器总成根据电子控制单元发送的控制信号调节制动液压力。液压调节器总成包括回程泵、电动机、储能器、进口阀、出口阀、隔

离电磁阀和起动电磁阀等部件。

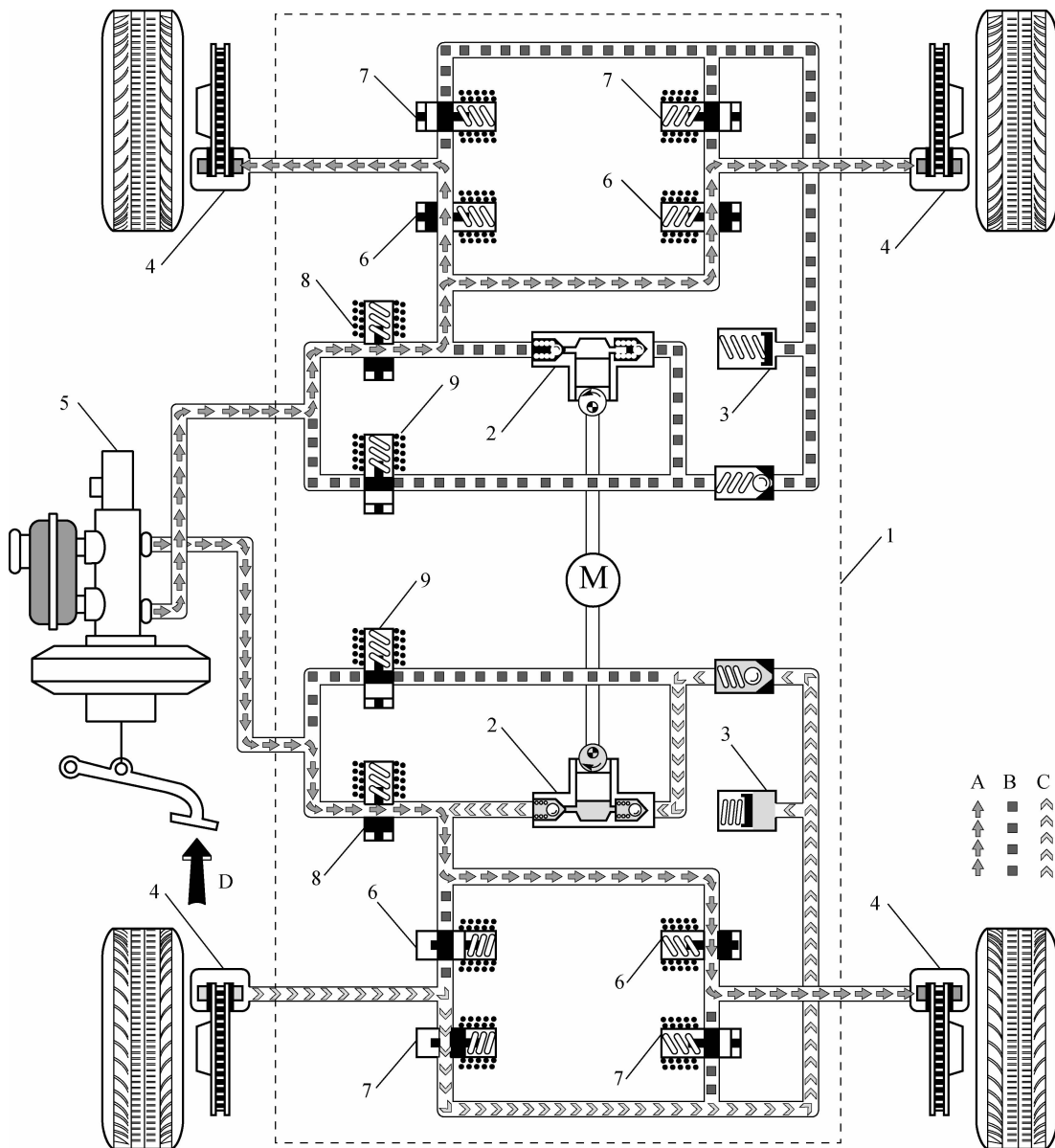


图 5-15 液压调节器总成内部液压回路示意图

1—液压调节器总成；2—回程泵；3—储能器；4—制动轮缸；5—制动总泵；6—进口阀；7—出口阀；

8—隔离电磁阀；9—起动电磁阀；A—常规的制动液压力流；B—停止的制动液压力流(电磁阀闭合)；

C—泵产生的制动液压力流；D—制动踏板踩下；M—电动机

3. 前轮转速传感器

前轮转速传感器是一个电磁式传感器，是前轮轮毂总成的一部分，前轮轮毂总成是一个永久性的密封装置。左前和右前轮轮毂装有车轮速度传感器和一个 48 齿的磁脉冲环。其安装位置如图 5-16 所示。

4. 后轮转速传感器

别克荣御采用后轮驱动,后轮转速传感器位于主减速器后盖的支架上(见图 5-17),也是电磁式传感器。后轮转速传感器脉冲环是主减速器内车桥法兰的一部分,不能单独维修。

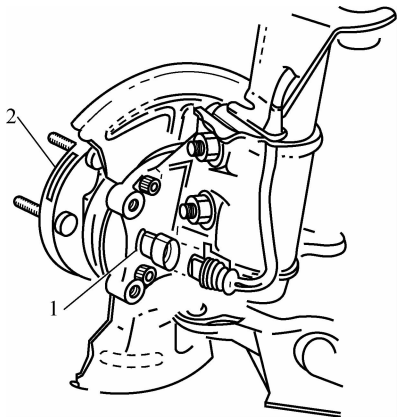


图 5-16 前轮转速传感器的安装位置

1—前轮转速传感器; 2—前轮轮毂总成

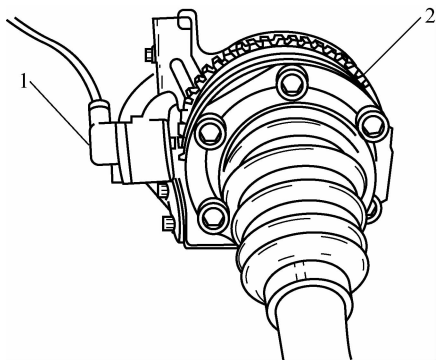


图 5-17 后轮转速传感器的安装位置

1—后轮转速传感器; 2—传感器脉冲环

5. ESP 开关

电子稳定程序开关位于地板控制台上,如图 5-18 所示。该开关是一个瞬间接触开关,按一下 ESP 开关,电子稳定程序从接通转至关闭。当电子稳定程序关闭时,ABS-TCS 系统仍能正常工作。当 ESP 处于关闭位置时,再次按一下 ESP 开关,将接通电子稳定程序。按下 ESP 开关超过 60 s 将被视为短路,会记录故障诊断码,且电子稳定程序在该点火循环内将被禁用。如果没有记录牵引力控制系统当前故障诊断码,电子稳定程序将在下一个点火循环复位到接通状态。

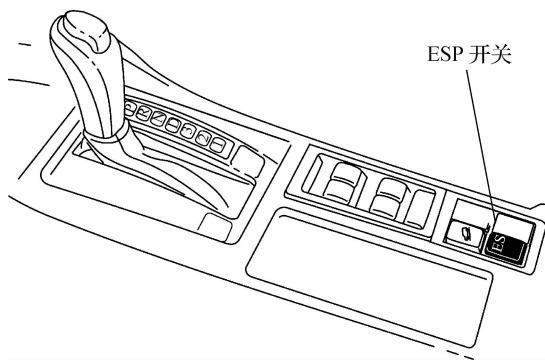


图 5-18 ESP 开关

1—后轮速度传感器; 2—传感器脉冲环

6. 方向盘转角传感器

方向盘转角传感器位于方向盘下面,其安装位置如图 5-19 所示,其内部结构如图 5-20 所示,插头端子如图 5-21 所示,其各端子的作用如表 5-3 所示。方向盘转角传感器提供表示方向盘旋转角度的输出信号(如图 5-19 所示)。由于 2 只测量齿轮的齿数不同,因而产生不

同相位的两个转角信号,即能产生一个可表示 $\pm 760^\circ$ 方向盘转角度的输出信号,电子控制单元利用这个信息计算出驾驶员所要求的方向。控制单元通过方向盘转角传感器与横向偏摆率传感器信号的比较,确定车辆实际行驶轨迹与驾驶要求是否一致,从而确定控制目标。

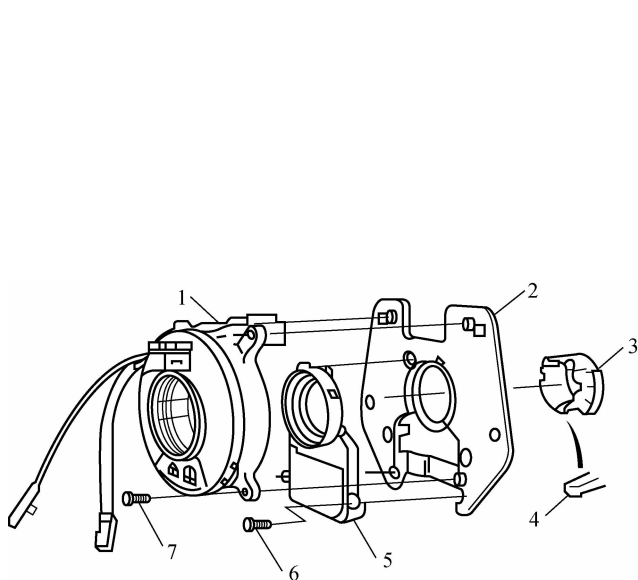


图 5-19 方向盘转角传感器的安装位置

1—螺旋电缆; 2—转接板; 3—转向信号解除凸轮;
4—固定凸舌; 5—方向盘转角传感器; 6、7—螺钉

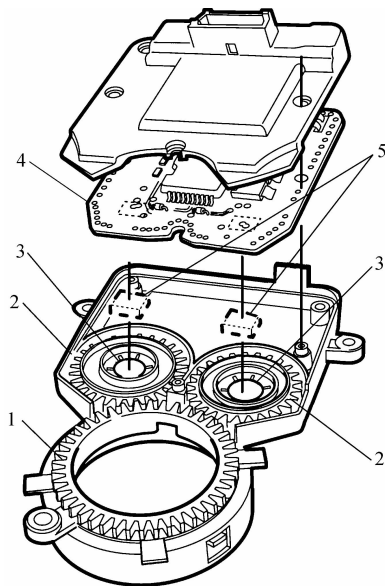


图 5-20 方向盘转角传感器的内部结构

1—齿轮; 2—测量齿轮; 3—磁铁; 4—判断电路;
5—各向异性磁阻(AMR)集成电路

7. 横向偏摆率传感器

横向偏摆率传感器位于仪表板中央控制台下部,如图 5-22 所示,传感器插头端子如图 5-23 所示,各端子的作用如表 5-3 所示。横向偏摆率传感器总成包括两个部件:一个是横向偏摆率传感器,另一个是横向加速度传感器。横向偏摆率传感器根据车辆绕其纵轴的旋转角度产生对应的输出信号电压;横向加速度传感器根据车轮侧向滑移量产生对应的输出信号电压。电子控制单元利用横向偏摆率传感器和横向加速度传感器输出的这两个传感器信号,计算出车辆的实际行驶状态,再结合车轮转速传感器的输出信号和方向盘转角传感器的串行数据输出信号,确定控制目标。

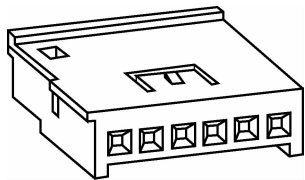


图 5-21 方向盘转角传感器端子

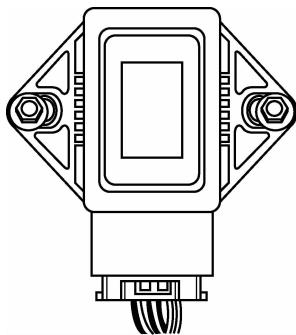


图 5-22 横向偏摆率传感器

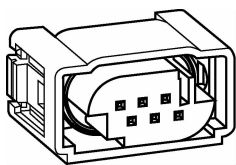


图 5-23 横向偏摆率传感器插头端子

三、ESP 子系统的工作过程

1. 防抱死制动系统的工作过程

ABS 防抱死系统能避免在紧急刹车时方向失控及车轮侧滑,使车轮在刹车时不被锁死,不让轮胎在一个点上与地面摩擦,从而加大摩擦力,使刹车效率达到 90% 以上,同时还能减少刹车消耗,延长刹车轮鼓、碟片和轮胎两倍的使用寿命。装有 ABS 的车辆在干柏油路、雨天、雪天等路面防滑性能分别达到 80%~90%,10%~30%,15%~20%。

1) 常规制动

当驱动轮还没有出现抱死倾向时,ABS 不起作用,制动系统按常规制动方式进行制动,其控制油路如图 5-24 所示。

2) ABS 的工作时刻

当驱动轮出现抱死倾向时,ABS 起作用,此时,电子制动防抱死系统就向其液压回路发布指令,液压回路就按以下三个阶段进行工作:

(1) ABS 保压阶段。ABS 的液压回路在工作时,一般均从保压阶段开始工作。因为在常规制动时,回路中已经建立了压力。ABS 保压阶段的控制油路如图 5-25 所示,ABS 保压阶段的液压曲线如图 5-26 所示。电子控制单元监测并比较每个车轮转速传感器的信号以确定车轮是否滑移,如果在制动过程中检测到车轮滑移(如左后轮),电子控制单元将切换到保压阶段,并向液压调节器发送控制信号,以关闭左后进口阀。当左后进口阀和出口阀都关闭时,无论制动踏板所施加的制动液压力为多少,左后制动回路都将被隔离,从而使左后轮制动液压力保持恒定。

(2) ABS 减压阶段。ABS 减压阶段的控制油路如图 5-27 所示,ABS 减压阶段的压力曲线如图 5-28 所示。如果当防抱死制动系统处于保压阶段时仍然检测到左后车轮处于滑移状态,则电子控制单元将切换到 ABS 减压阶段,电子控制单元向液压调节器发送控制信号,关闭左后进口阀;打开左后出口阀,左后轮制动液先被导入储能器,以保证制动液压力立即下降,储能器储存过量的左后轮制动液;运行液压调节器泵,泵出左后轮制动液回流压力,从而使左后轮制动钳释放出来的制动液能够抵消制动踏板压力,返回到制动总泵。此时左后轮的抱死趋势将开始消除,随着左后制动轮缸制动压力的减小,左后轮会在汽车惯性力的作用下逐渐加速。

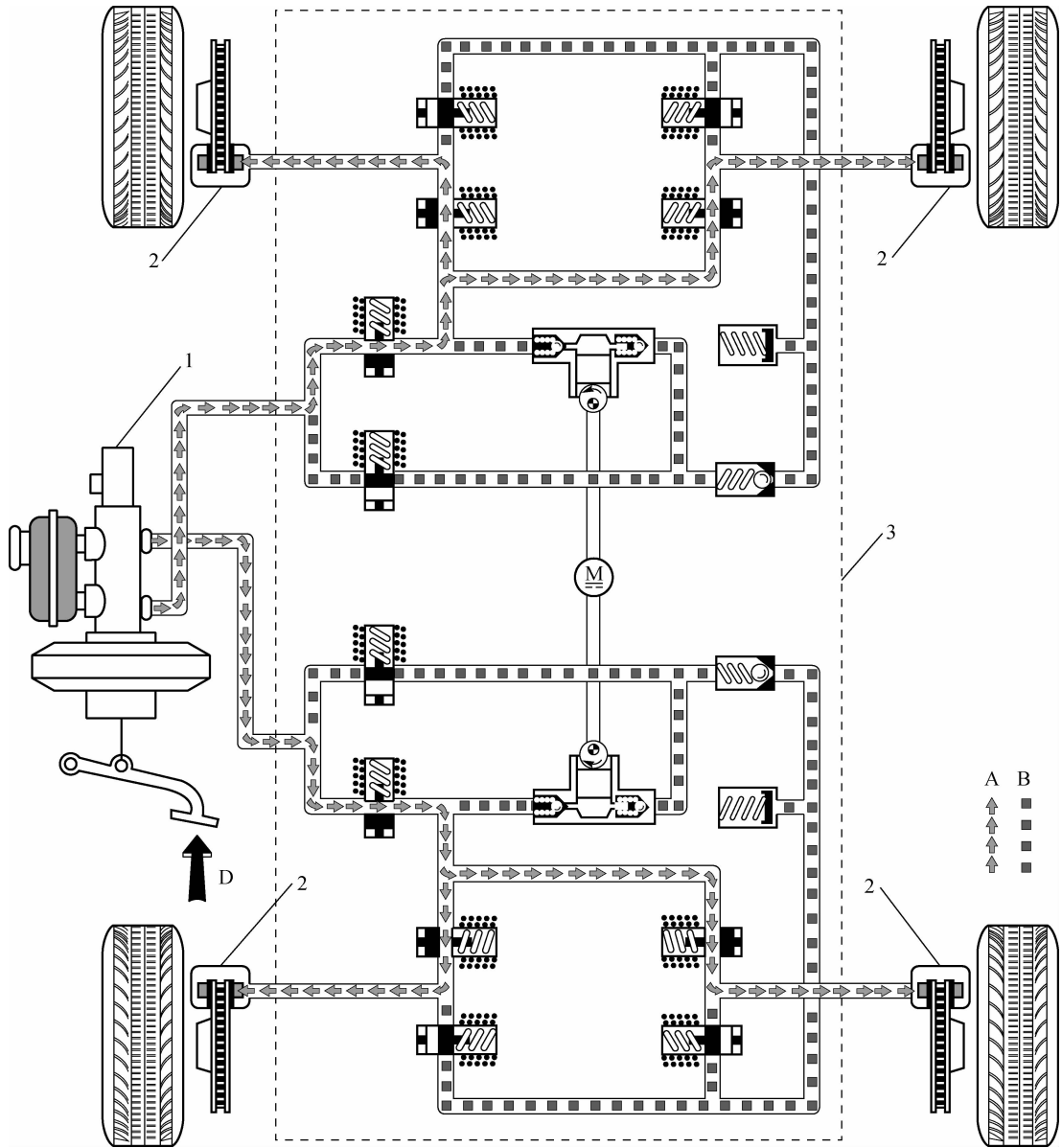


图 5-24 常规制动液压回路

1—制动总泵；2—制动轮缸；3—液压调节器总成；A—常规的制动液压力；
B—停止的制动液压力流(电磁阀闭合)；D—制动踏板踩下

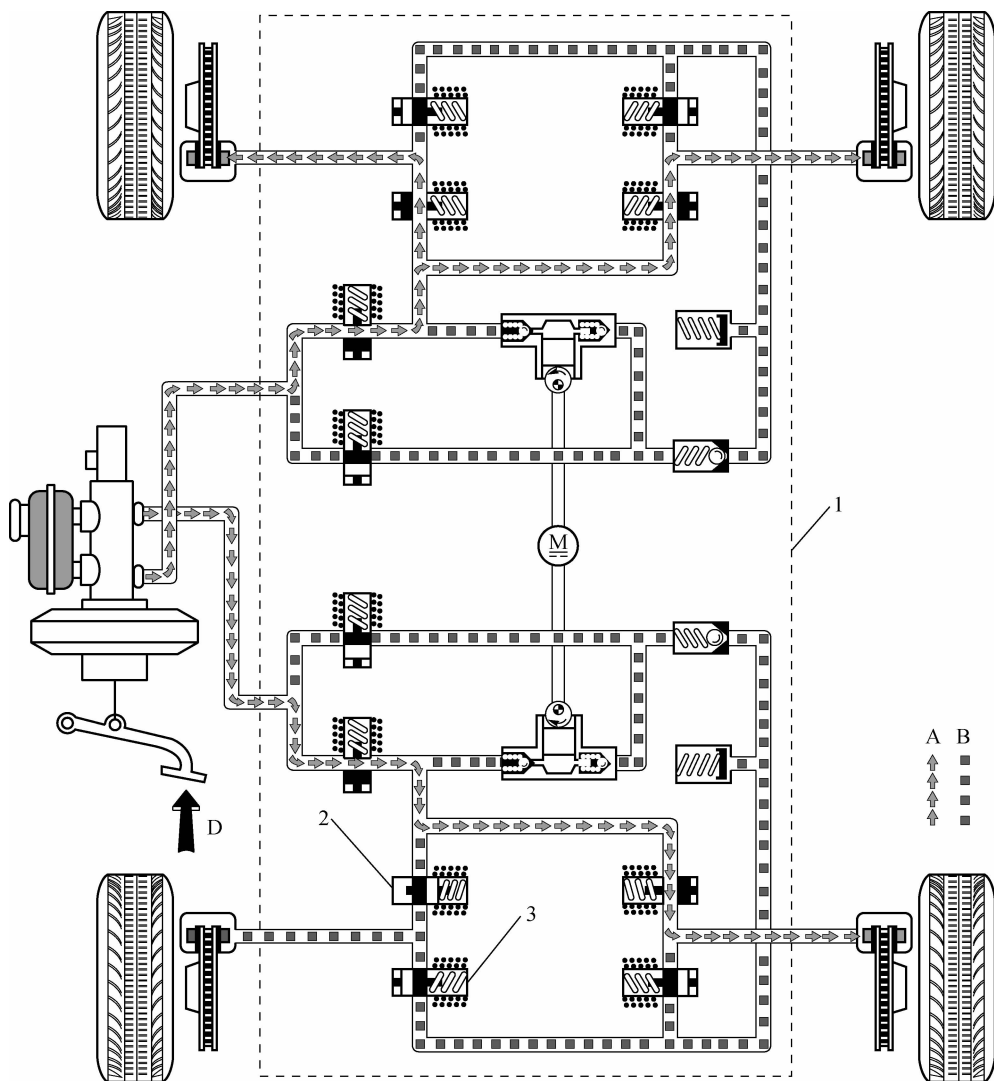


图 5-25 ABS 保压阶段的控制油路

1—液压调节器；2—进口阀；3—出口阀；A—常规的制动液压力；
B—停止的制动液压力流(电磁阀闭合)；D—制动踏板踩下

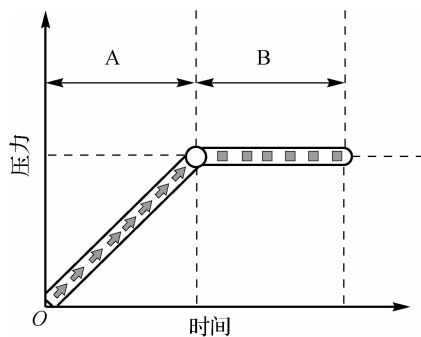


图 5-26 ABS 保压阶段的液压曲线

A—常规制动时建立起来的压力；B—保压阶段

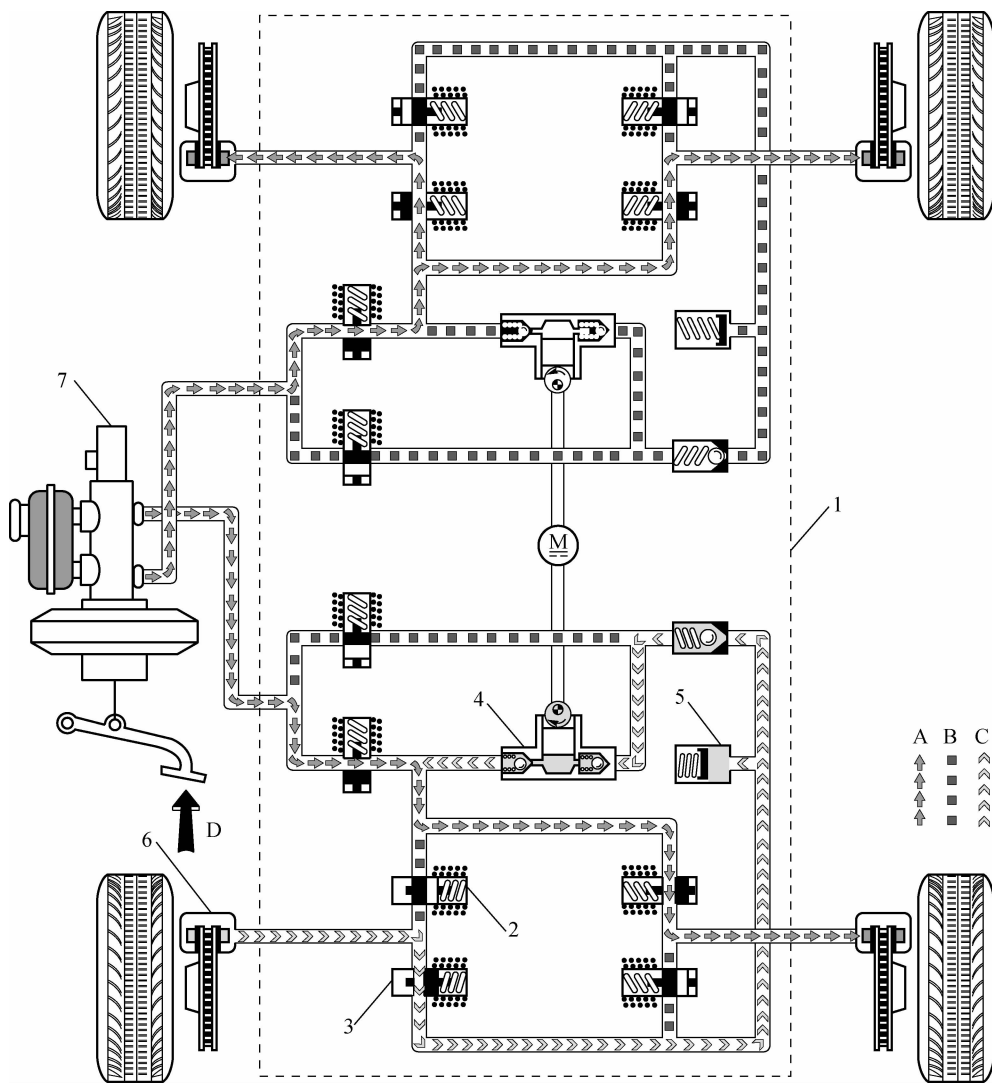


图 5-27 ABS 减压阶段的控制油路

1—液压调节器总成；2—进口阀；3—出口阀；4—液泵；5—储能器；6—制动轮缸；7—制动总泵；A—常规的制动液压力；
B—停止的制动液压力流(电磁阀闭合)；C—液压调节器泵产生的制动液压力流；D—常规制动液与释放的制动液压力相组合

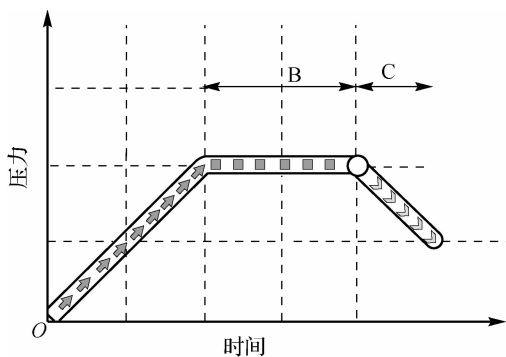


图 5-28 ABS 减压阶段的液压曲线

(3) ABS 建压阶段。ABS 建压阶段的控制油路如图 5-29 所示, ABS 建压阶段的压力曲线如图 5-30 所示。如果电子控制单元检测到由于 ABS 减压阶段所施加的制动力减小而导致左后轮速度大于其他 3 个车轮的速度, 则电子控制单元将切换到增压阶段, 电子控制单元向液压调节器发送控制信号, 关闭左后出口阀; 打开左后进口阀; 继续运行液压调节器泵。此时, 总泵的制动液像常规制动操作那样被再次引入左后轮制动轮缸。先前减小的制动液压力现在增加了, 从而减小了左后轮的速度。

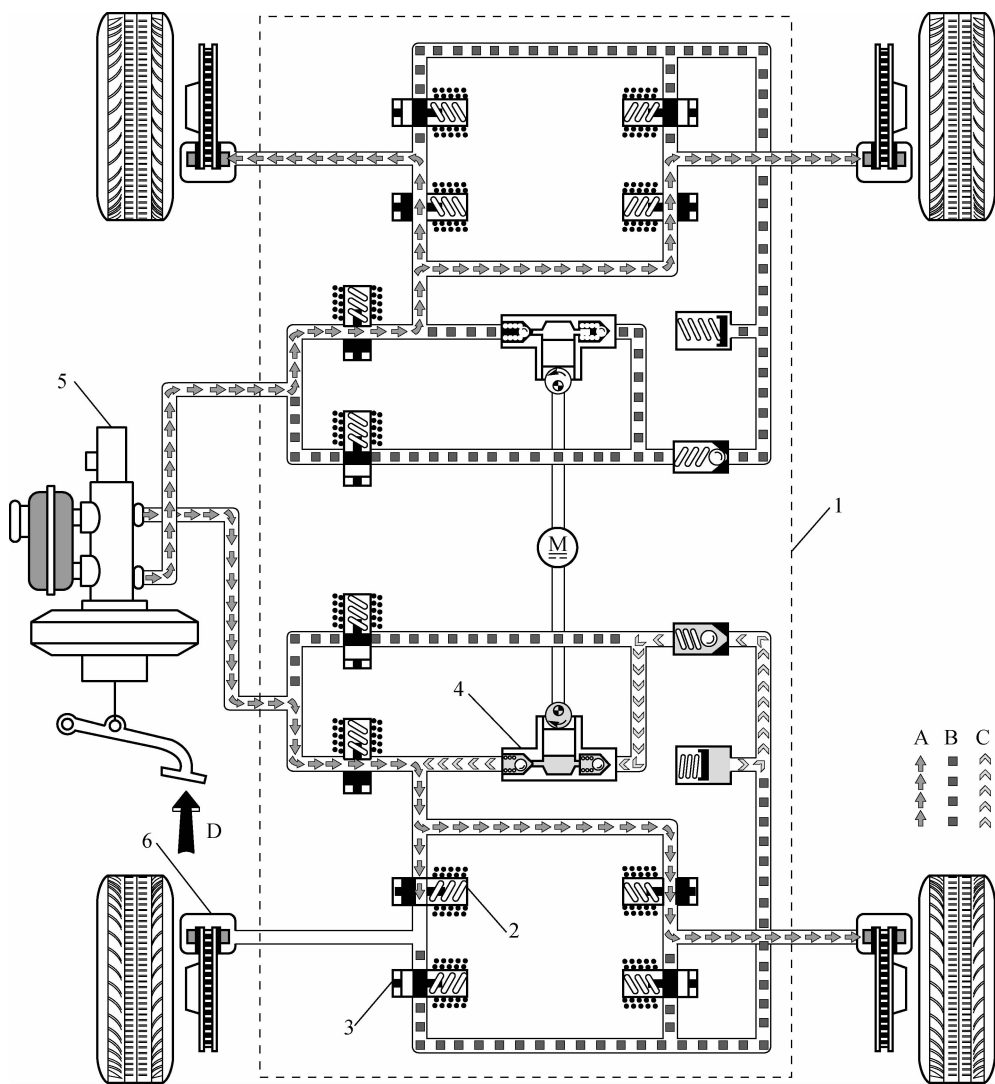


图 5-29 ABS 建压阶段的控制油路

1—液压调节器总成; 2—进口阀; 3—出口阀; 4—液压泵总成; 5—制动总泵; 6—制动轮缸; A—常规的制动液压力;
B—停止的制动液压力流(电磁阀闭合); C—液压调节器泵产生的制动液压力流; D—制动踏板踩下

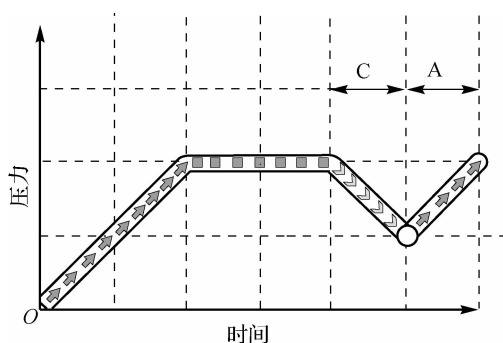


图 5-30 ABS 建压阶段的压力曲线

这种 ABS 保压、减压、建压阶段不断重复，直到消除了抱死倾向为止。根据路面情况，每秒钟有 4~6 个控制循环。

2. 电子制动力分配工作过程

EBD 能够根据汽车制动时产生轴荷转移的不同，而自动调节前、后轴的制动力分配比例，提高制动效能，并配合 ABS 提高制动稳定性。汽车在制动时，4 只轮胎附着的地面条件往往不一样。例如，有时左前轮和右后轮附着在干燥的水泥地面上，而右前轮和左后轮却附着在水中或泥水中，这种情况会导致在汽车制动时 4 只轮子与地面的摩擦力不一样，制动时容易造成打滑、倾斜和车辆侧翻事故。EBD 用高速计算机在汽车制动的瞬间，分别对 4 只轮胎附着的不同地面进行感应、计算，得出不同的摩擦力数值，使 4 只轮胎的制动装置根据不同的情况用不同的方式和力量制动，并在运动中不断快速调整，从而保证车辆的平稳、安全。其工作循环与 ABS 工作循环相同。

3. 牵引力控制系统工作过程

TCS 的作用是在汽车加速时将滑动控制在一定的范围内，从而防止驱动轮快速滑动。电子控制单元监测并比较每个车轮转速传感器的信号以确定驱动车轮是否滑移，如果确定是由于路面湿滑或发动机扭矩过大而导致车轮纵向空转，且没有施加制动，则电子控制单元将切换到 TCS(牵引力控制系统)模式。在 TCS 模式中，电子控制单元首先向发动机控制模块(ECM)发送一个串行数据通信信号，请求减小发动机扭矩。若在发动机控制模块已执行发动机扭矩减小功能，且仍能检测到车轮空转，则电子控制单元将切换到牵引力控制阶段，实施 TCS 制动干预。如图 5-31 所示，现以左后轮打滑为例，在这个阶段，电子控制单元将向液压调节器发送信号，关闭后隔离阀，使后轮制动回路与总泵隔离开来，防止制动液返回总泵；打开后起动机，使制动液从制动总泵进入液压泵中；关闭右后进口阀，以隔离右后轮液压回路，使液压调节器只向左后轮提供制动液压力；运行液压调节器泵，将制动液压力施加到左后轮制动钳上，以阻止左后轮空转。在 TCS 模式下，这些操作每秒会执行 4~6 次。ABS 和 TCS 模式之间的差别在于，在 TCS 模式下是增加制动液压力以阻止车轮空转，而在 ABS 模式下是减小制动液压力以避免车轮抱死。若在 TCS 模式下实行人工制动，则退出 TCS 制动干预模式，而允许人工制动。

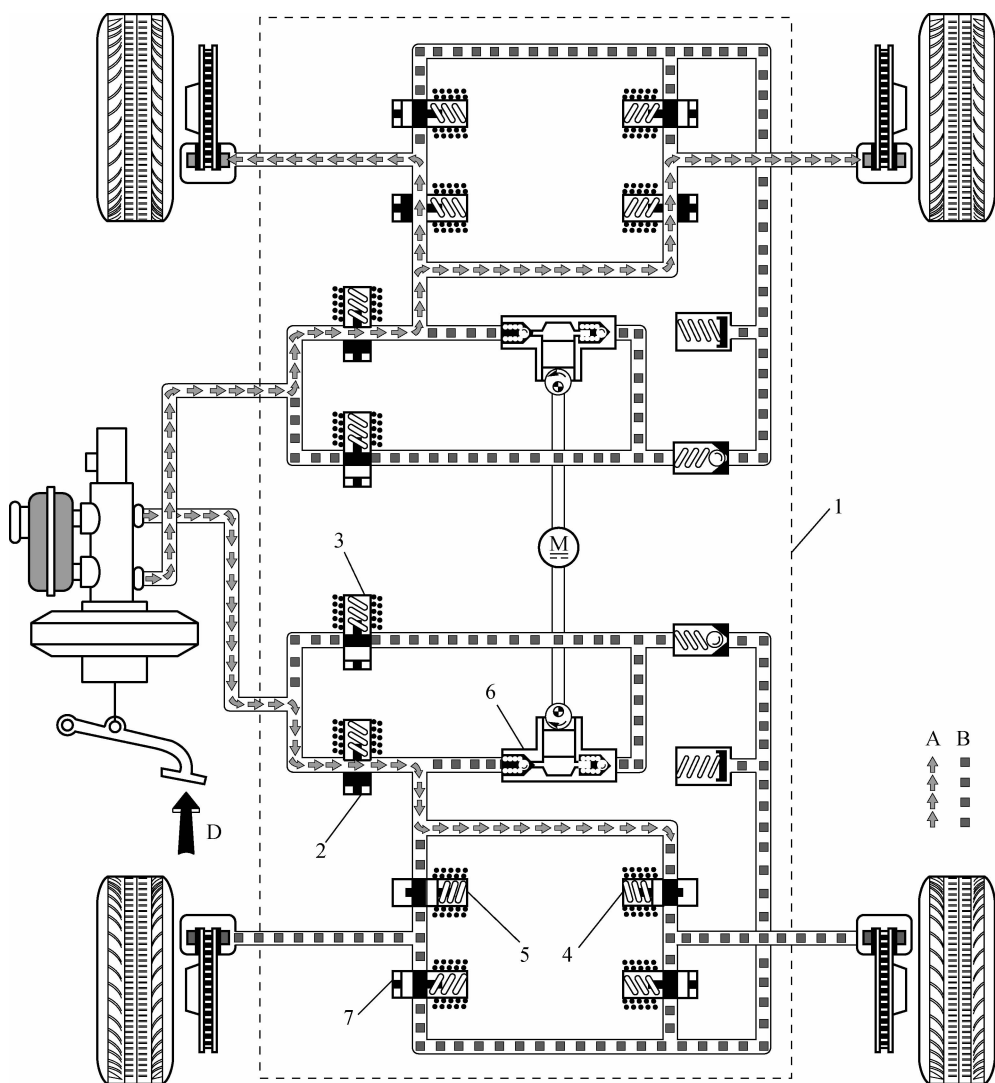


图 5-31 TCS 制动干预(以左后轮为例)

1—液压调节器总成；2—隔离阀；3—起动阀；4—右后进口阀；5—左后进口阀；6—液泵泵；7—左后出口阀；
B—停止的制动液压力流(电磁阀闭合)；C—液压调节器泵产生的制动液压力流；M—泵电动机

四、ESP 的工作过程

电子稳定程序用于在高速转弯或在湿滑路面上行驶时提供最佳的车辆稳定性和方向控制。电子控制单元通过方向盘转角传感器确定驾驶员想要的行驶方向；通过车轮速度传感器和横向偏摆率传感器计算车辆的实际行驶方向。当电子稳定程序检测到车辆行驶轨迹与驾驶员要求不符时，电子稳定程序首先利用牵引力控制系统中的发动机扭矩减小功能向发动机控制模块发送一个串行数据通信信号，请求减小发动机扭矩。若电子稳定程序仍然检测到车轮侧向滑移，则电子稳定程序将根据“从外部作用于车辆上的所有力(不管是制动力、推动力，还是任何一种侧向力)都会使车辆环绕其重心而转动”的原理，通过对前、后桥一个

以上的车轮进行制动干预,迅速克服以下操作缺陷,使车辆不偏离正确的行驶轨迹,确保安全。

1. 克服转向不足的操作

转向不足示意图如图 5-32 所示,方向盘转角传感器向电子控制单元发送一个驾驶员想要朝方向 A 转向的信号,横向偏摆率传感器检测到车辆开始打转向 B,同时车辆前端开始向方向 C 漂移,说明车辆出现转向不足,电子稳定程序将实行主动制动干预。如图 5-33 所示,电子稳定程序利用 ABS-TCS 系统中已有的主动制动控制功能,对左后轮进行制动干预,此刻,由于左后轮被制动,而车子的重心因惯性作用继续向前运动,于是车子就只好以左后轮为支点,绕着它旋转,这样一来,车子就朝方向 A 转向,即朝驾驶员想要的方向转向。转向不足的操作缺陷就被克服,其控制油路如图 5-34 所示。当电子控制单元检测到车辆转向不足时,电子控制单元将向液压调节器发送信号,关闭前隔离阀和后隔离阀,使后轮制动回路与总泵隔离开来,防止制动液返回总泵;打开前启动阀和后启动阀,使制动液从制动总泵进入液压泵中;关闭右前进口阀和右后进口阀,隔离右轮液压回路,从而使液压调节器只向左轮提供制动液压力;运行液压调节器泵,将合适的制动液压力施加到左轮制动轮缸上,使车辆朝驾驶员想要的方向转向。若在 ESP 模式下进行人工制动,则退出 ESP 制动干预模式并允许常规制动。

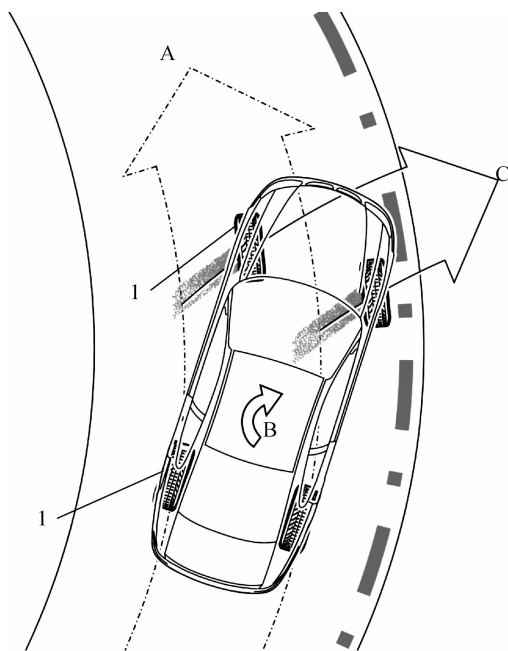


图 5-32 转向不足示意图

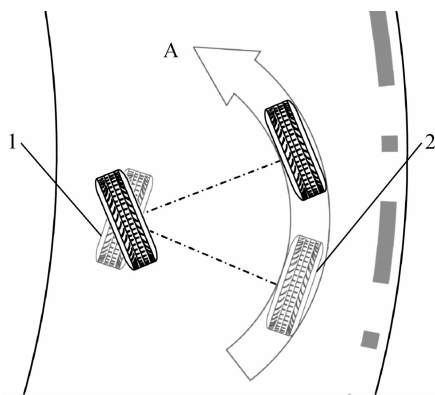


图 5-33 克服转向不足控制示意图

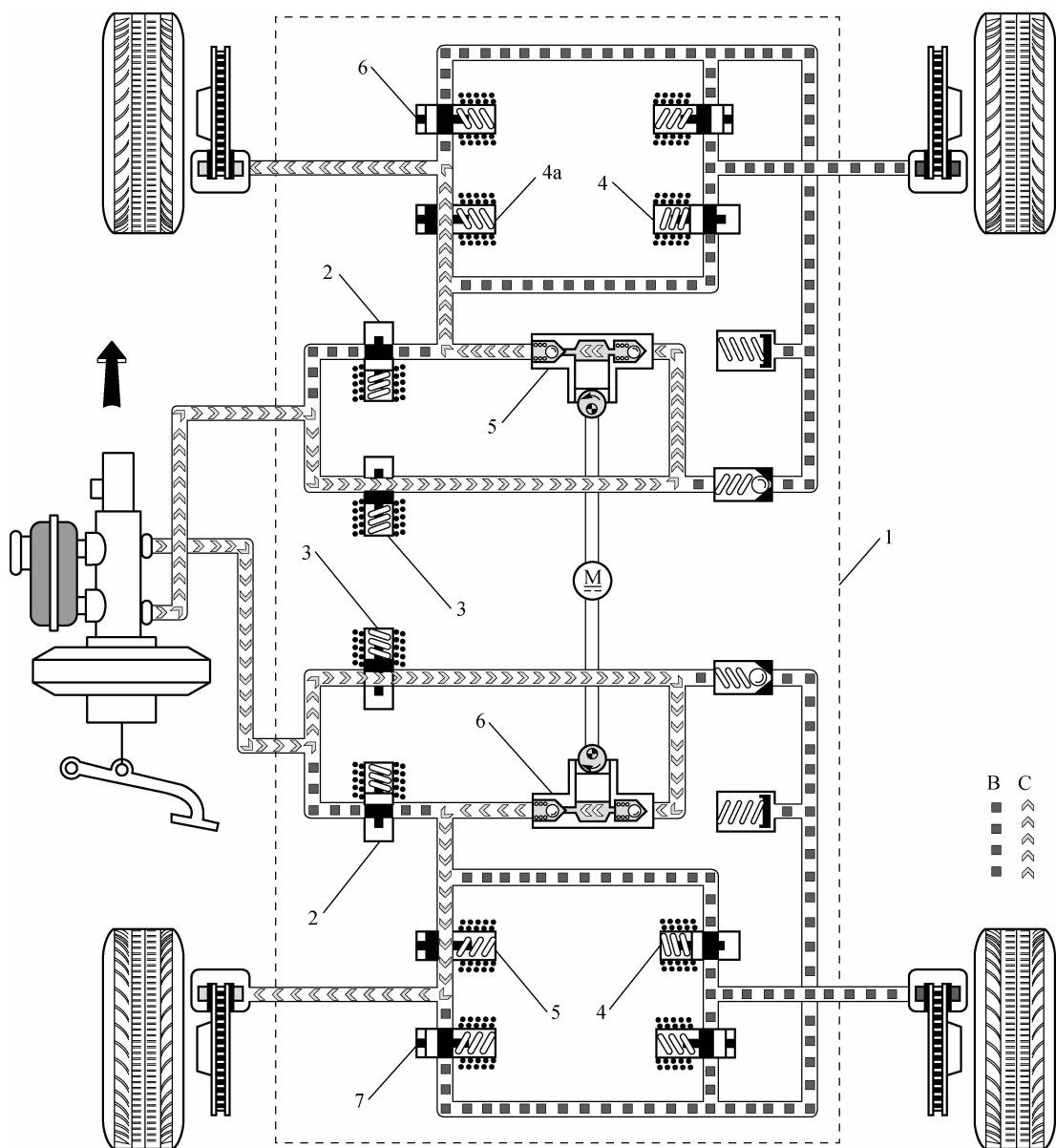


图 5-34 克服转向不足的控制油路

1—液压调节器总成；2—隔离阀；3—一起动阀；4—右前和右后进口阀；5—左前和左后进口阀；6—液压泵；7—左前和左后出口阀；
B—停止制动液压力流（电磁阀闭合）；C—液压调节器泵产生的制动液压力流；M—泵电动机

2. 克服转向过度的操作

转向过度示意图如图 5-35 所示，方向盘转角传感器向电子控制单元发送一个驾驶员想要朝方向 A 转向的信号，横向偏摆率传感器检测到车辆开始打转向 B，同时车辆后端开始向方向 C 滑移，说明车辆开始转向过度，电子稳定程序将实行主动制动干预。如图 5-36 所示，电子稳定程序利用 ABS-TCS 系统中已有的主动制动控制功能，对右后轮进行制动干预，此刻由于右后轮被制动，而车子的重心因惯性作用继续向前运动，于是车子就只好以右后轮为支点，绕着它旋转，车子就朝方向 A 转向，即朝向驾驶员想要的方向转向。转向过度的操作

缺陷就被克服,其控制油路如图 5-37 所示,当电子控制单元检测到车辆转向过度时,向液压调节器发送一个信号,关闭前隔离阀和后隔离阀,将制动液回路与总泵隔离开来,防止制动液返回总泵;打开前起动脉和后起动脉,使制动液从制动总泵进入液压泵中;关闭左前进口阀和左后进口阀,以隔离左轮液压回路,从而使液压调节器只向右轮提供制动液压力;运行液压调节器泵,将合适的制动液压力 C 施加到右轮制动轮缸上,以使车辆朝驾驶员想要的方向转向。

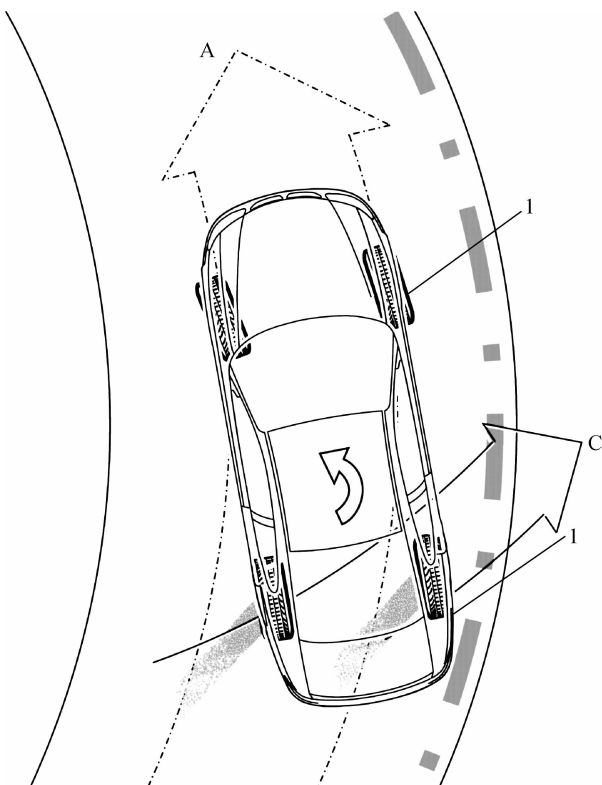


图 5-35 转向过度示意图

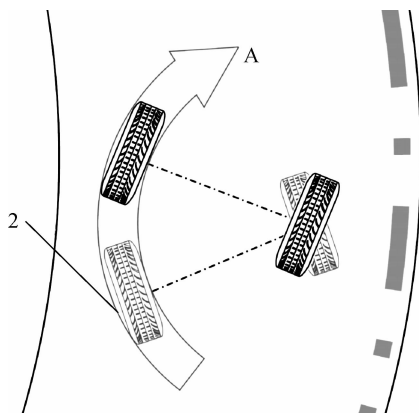


图 5-36 克服转向过度操作示意图

五、电子制动系统的维修

1. 自诊断

电子控制系统出现故障后,控制单元可记忆相应的故障码。用奔驰公司故障诊断仪 STAR2000 可以读取、清除故障码,还可以阅读数据流并进行液压控制单元电磁阀测试、电子稳定控制系统液压回路测试、系统排气测试等。STAR2000 为菜单提示操作,这些功能按 STAR2000 屏幕的提示操作即可完成。在对 ABS-TCS/ESP 进行检修之前,应先排除常规制动系统故障。

2. 制动器排气程序

在执行 ABS-TCS/ESP 制动器排气程序之前,必须完成常规的制动系统排气程序。其具体步骤如下:

- (1)连接 STAR2000,起动发动机并怠速运行。

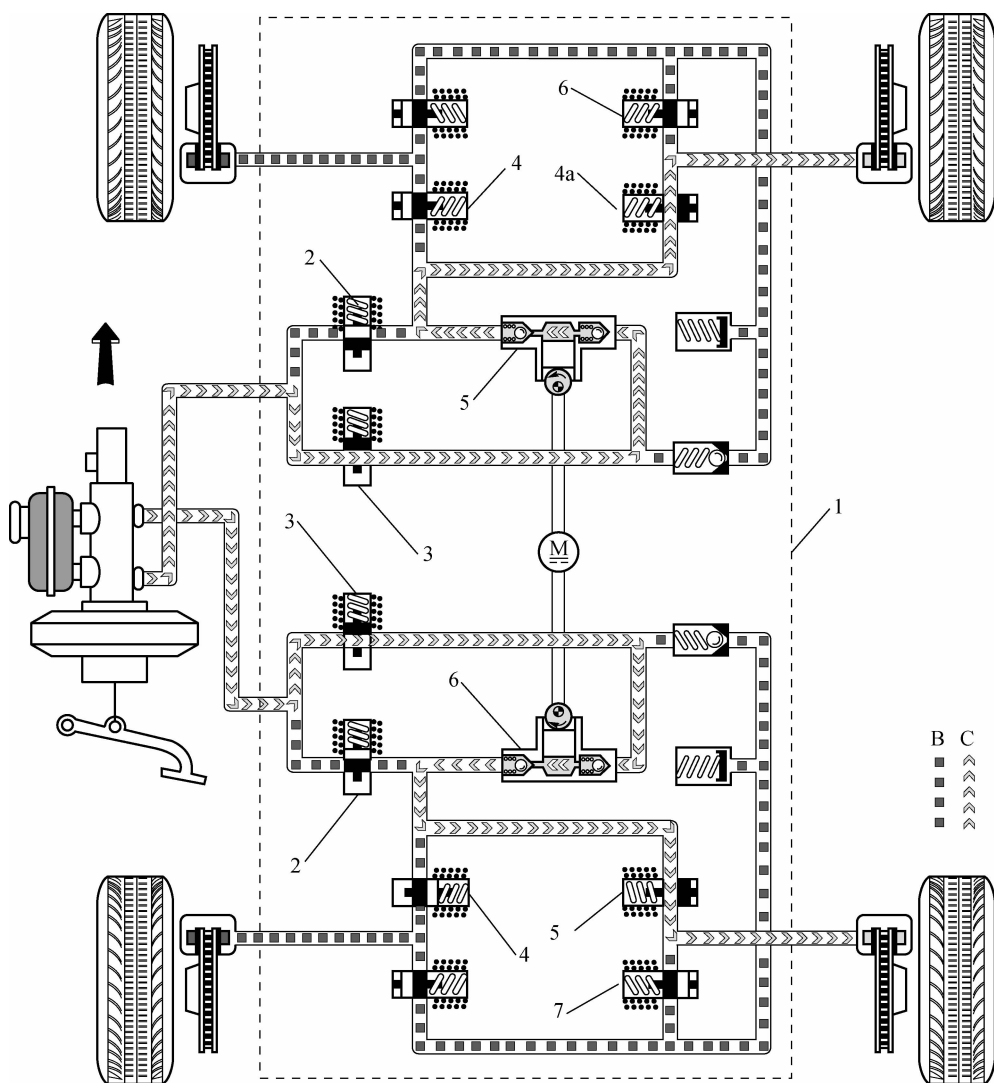


图 5-37 克服转向过度的控制油路

1—液压调节器总成；2—隔离阀；3—起动阀；4—左前和左后进口阀；5—右前和右后进口阀；6—液压泵；7—右前和右后出口阀；
B—停止的制动液压力流(电磁阀闭合)；C—液压调节器泵产生的制动液压力流；M—泵电动机

(2) 执行“STAR2000 制动器排气程序”中所列的指示。

注意：在执行该程序期间，确保制动总泵中的制动液液位不低于最低液位。

(3) 关闭点火开关，并从数据链路连接器(DLC)上断开 STAR2000。

(4) 用规定的制动液加注制动总泵储液罐至最高液位。

(5) 执行另一个常规制动系统制动器排气操作。

(6) 关闭点火开关，踩下制动踏板 3~5 次，以耗尽制动助力器的真空储备压力。

(7) 缓慢踩下制动踏板，如果感觉制动踏板绵软，重复 ABS-TCS/ESP 制动器排气操作。

(8) 重复 ABS-TCS/ESP 排气操作后，如果仍然感觉制动踏板绵软，检查制动系统是否存在外部或内部泄漏。

(9)保持发动机熄火且不使用驻车制动器,接通点火开关,如果驻车制动器/制动器故障指示灯保持启亮,先诊断再排除故障。

(10)路试车辆,执行 ABS-TCS/ESP 自检初始化程序,如果感觉制动踏板绵软,应重复 ABS-TCS/ESP 制动器排气操作,直到制动踏板感觉坚实。

(11)检查 ABS-TCS/ESP 系统的操作。

3. 方向盘转角传感器的校准

电子控制单元监测并判断方向盘转角传感器的输出信号,当车辆沿直线行驶了 15 min 或以上时,电子控制单元会将该行驶方向设定为正前方向。当电子控制单元检测到方向盘转角传感器角向偏离正前方向时,若偏离度等于或小于 15° ,则电子控制单元自动执行方向盘转角传感器校准;若偏离度大于 15° ,则设置 DTC C0460“方向盘转角传感器故障”。方向盘转角传感器可使用 STAR2000 重新校准,具体操作步骤如下:

(1)路试车辆并记录车辆笔直向前行驶时的方向盘位置。

(2)将 STAR2000 连接到车辆上,并执行“STAR2000 方向盘转角传感器校准程序”中的指示。

(3)检查 ABS-TCS/ESP 系统的操作。

4. 电子控制单元和液压总成的维修

电子控制单元和液压总成集成为一体,如图 5-38 所示。在保修期内,不要拆解电子控制单元和液压总成。

5. 轮速传感器的检查

奔驰轿车 4 个车轮转速传感器均为电磁式传感器,传感器气隙不可调。检查车轮转速传感器时,可用万用表测量传感器阻值,也可用示波器测量传感器的输出波形。温度为 20°C 时,传感器的电阻正常值为 $1.3\sim 1.8\text{ k}\Omega$ 。

6. ESP 开关的检查

ESP 开关的端子及检查方法如图 5-39 所示,可使用万用表测量 ESP 开关端子间的电阻,以判断其好坏。

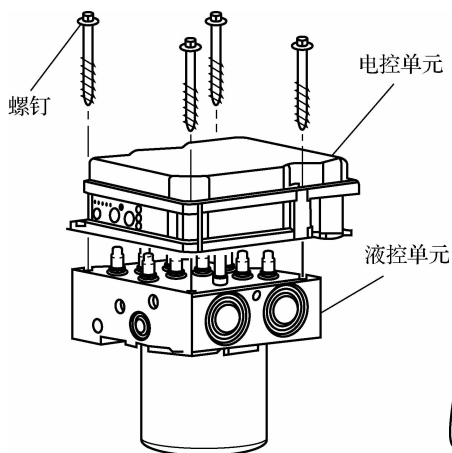


图 5-38 电子控制单元和液压总成

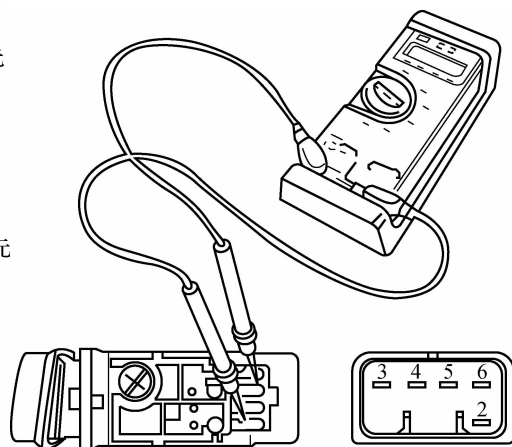


图 5-39 ESP 开关的端子及检查方法

ESP 开关处于常态位置时,端子 3~4 应导通;端子 3~5 开路。按下 ESP 开关时,端子

3~4 开路,端子 3~5 导通。端子 2~6 是照明灯电阻。若测量结果不在规格范围内,则更换 ESP 开关。

任务实施

一、资料收集

学生按小组工作,通过多种途径查询资料,经分析讨论后形成决议,并填写“ESP 故障检修资料收集单”,见表 5-4。

表 5-4 ESP 故障检修资料收集单

车辆信息描述	车型
	发动机主要信息
收集资料	(1)ESP 系统主要由_____、_____、_____、_____等组成。 (2)列举几个 ESP 系统重要的传感器:_____。 (3)ESP 通过_____传感器识别车辆实际运动方向。 (4)若判定出现过度转向,ESP 将制动_____。 (5)简述汽车 ESP 系统的工作原理为:_____

二、实施过程

(一)任务说明

通过实车或台架,分组熟悉汽车 ESP 系统。

(二)任务要求

- (1)掌握汽车 ESP 系统的基本组成。
- (2)知道 ESP 的工作原理。
- (3)识别 ESP 系统中主要的控制元件。
- (4)掌握 ESP 故障检修步骤。

(三)设备器材

实验用车或 ESP 台架。

(四)任务过程

- (1)记录车辆基本信息。
- (2)确定实训车辆 ESP 基本信息,确定其安装位置和结构特点。
- (3)写出 ESP 系统中各传感器的安装位置。
- (4)学会 ESP 故障的基本检修方法。

三、学业评估

- (1) 各组轮流汇报工作过程及在工作过程中遇到的问题,并说明解决办法。
- (2) 其他组进行质疑。
- (3) 学生自评与互评。
- (4) 教师点评、总结:学生的参与度、学习态度、专业能力和关键能力。
- (5) 填写“ESP 故障检修”学业评估表,见表 5-5。

表 5-5 “ESP 故障检修”学业评估表

序号	考核项目	检验标准	权重	自评	互评	师评	总评
1	知识与技能(60分)	能叙述汽车 ESP 系统的功能	5%				
		能叙述汽车 ESP 系统的基本组成	5%				
		能叙述汽车 ESP 系统的工作原理	10%				
		能在汽车上正确找出 ESP 系统各传感器	20%				
		能叙述汽车 ESP 基本检修方法	20%				
2	过程与方法(40分)	学习态度:积极、主动地参与学习,遵守纪律	5%				
		团队合作:与小组成员一起分工合作,在小组完成任务过程中所起的作用	5%				
		获取信息:获取学习所需信息、资料的方法与途径	5%				
		方法能力:发现、分析、解决问题的能力与方法	10%				
		创新意识:积极思考,不断改进维修方案	5%				
		节能与环保意识:学习过程中能注重节能,不污染环境	5%				
		现场管理:服从工位安排,执行实训室 5S 管理规定	5%				
3	对学生综合评价与建议	任课教师签名:_____					