

# 第 5 章 汽车底盘电控新技术

近年来,随着电控技术的发展,汽车上采用了越来越多的电控新技术,如倒车雷达、GPS 导航等。本章将对汽车底盘上采用的无级变速器、EBD、EDS、ESP 和轮胎气压监测系统介绍。

## 5.1 无级变速器

### 5.1.1 无级变速器概述

#### 1. 无级变速器的发展

目前,汽车上广泛使用了自动变速器,但是自动变速器的液力变矩器和行星齿轮机构的组合尚存在明显的缺陷,如传动比不连续,只能实现分段范围内的无级变速;液力传动的效率较低,影响了整车的动力性能与燃料经济性;增加变速器的挡位数来扩大无级变速覆盖范围,就必须采用较多的执行元件来控制行星齿轮系的动力传递路线,导致自动变速器零部件数量过多、结构复杂、保养和维护不便等。因此,汽车行业早就开始研究其他新型变速技术,无级变速器(continuously variable transmission,简称 CVT)就是其中一种具有发展前景的新技术产品。

由于 CVT 可以实现的传动比连续改变,从而达到传动系与发动机工况的最佳匹配,提高整车的燃油经济性和动力性,改善驾驶员的操纵方便性和乘员的乘坐舒适性,所以它是理想的汽车传动装置。

20 世纪 70 年代中后期,CVT 研制成功并于 1982 年投放市场,被 FIAT 公司、Borg-Warner 及富士重工相继采用。Ford 公司 1987 年在世界上首次将装钢带的 CVT 轿车引入市场,受到用户一致好评。1956 年,德国开始了无级链传动的研究,到 1987 年已生产 20 多种样机,其中包括 John Deere 公司的拖拉机、VW 公司的 Golf 和 Ford 公司的 Scor Pio 等。

目前,我国已经有部分车型配用了无级变速器,如一汽大众奥迪、广汽本田飞度、东风日产天籁、东南得力卡菱帅、南京菲亚特派力奥及奇瑞旗云等轿车。

#### 2. 无级变速器的优点

##### 1) 经济性好

CVT 可以在相当宽的传动比范围内实现无级变速,从而获得传动系与发动机工况的最佳匹配,提高整车的燃油经济性。

## 2) 动力性优

汽车的后备功率决定了汽车的爬坡能力和加速能力,汽车的后备功率越大,汽车的动力性越好。由于 CVT 的无级变速特性,能够获得后备功率最大的传动比,所以 CVT 的动力性能明显优于机械变速器(MT)和自动变速器(AT)。

## 3) 排放低

CVT 的速比工作范围宽,能够使发动机以最佳工况工作,从而改善了燃烧过程,降低了废气的排放量。ZF 公司将自己生产的 CVT 装车进行测试,其废气排放量比安装 4-AT 的汽车减少了大约 10%。

## 4) 成本低

CVT 系统结构简单,零部件数目比 AT(约 500 个)少(约 300 个),且采用该系统可以节约燃油,随着大规模生产以及系统、材料的革新, CVT 零部件(如传动带或传动链、主动轮、从动轮和液压泵)的生产成本将降低 20%~30%。

# 5.1.2 无级变速器的基本组成及工作原理

## 1. 无级变速器的基本组成

无级变速器主要包括传动轮装置(含主/从动轮组及传动带)、行星齿轮机构、电子控制系统、液压控制系统和换挡控制机构。

有些车型的无级变速器还带有液力变矩器,如日产天籁装用的 RE0F09A 型 CVT、三菱 LANCER 装用的 F1C1 型 CVT;另一些车型的无级变速器则不带液力变矩器,如一汽大众奥迪的 CVT、广汽本田飞度的 CVT。

## 2. 无级变速器的基本工作原理

如图 5-1 所示为无级变速器的工作原理图。在无级变速器中,主动轮组和从动轮组都由可动盘和固定盘组成,与油缸靠近的一侧带轮可以在轴上滑动,为可动盘,另一侧则固定,为固定盘。可动盘与固定盘都是锥面结构,它们的锥面形成 V 形槽与 V 形传动带啮合。可动盘的轴向移动量是由驾驶员根据需要,通过控制系统调节主动轮及从动轮的液压缸压力来实现的,即主动轮和从动轮的带轮工作半径是依靠液压缸工作来改变的。

发动机输出轴输出的动力首先传递到 CVT 的主动轮,然后通过 V 形传动带传递到从动轮,最后经减速器、差速器传递给车轮来驱动汽车。

工作时,通过主动轮及从动轮的可动盘做轴向移动来改变主动轮及从动轮锥面与 V 形传动带啮合的工作半径。传动带装在工作半径可变的带轮上,从而可以改变传动速比。由于主动轮及从动轮的可动盘位置可通过调节液压缸压力来实现连续移动,从而可使主从动轮的工作半径连续改变,最后实现了无级变速。

汽车开始起步时,主动轮的工作半径较小,变速器可以获得较大的传动比,从而保证驱动桥有足够的转矩来保证汽车有较高的加速度。随着车速的增加,主动轮的工作半径逐渐增大,从动轮的工作半径相应减小, CVT 的传动比下降,使得汽车能够以更高的速度行驶。

### 1) 高速挡传动比

主动带轮直径增大,从动带轮直径减小,使变速器得到较高挡传动比,如图 5-2(a)所示。

### 2) 低速挡传动比

主动带轮直径减小,从动带轮直径增大,使变速器得到较低挡传动比,如图 5-2(b)所示。

图 5-1 无级变速器工作原理图

1—主动轮组；2—齿圈；3—行星架；4—行星齿轮；5—输入轴；6—太阳轮；7—倒挡离合器；8—前进离合器；  
9—主动轮控制油缸；10—中间减速齿轮；11—驱动轴法兰盘；12—主减速器从动齿轮；  
13—差速器；14—从动轮组；15—从动轮控制油缸

图 5-2 无级变速原理

1—主动轮组；2—从动轮组

### 5.1.3 一汽大众奥迪轿车 01J 无级变速器

#### 1. 01J 无级变速器概述

奥迪 A6 轿车的 CVT,其代号为 01J,它采用传动链传动,是奥迪公司首家推出能够应用于功率和转矩分别达到 147 kW 和 300 N·m 的 V6 2.8 L 发动机系统的 CVT。

##### 1) 基本组成

01J 无级变速器主要由电子控制系统、液压控制系统和机械传动装置组成,其示意图如图 5-3 所示。

图 5-3 01J 无级变速器结构示意图

1—飞轮减振装置; 2—倒挡制动器; 3—辅助减速齿轮; 4—速比变换器; 5—电子控制单元;  
6—液压控制系统; 7—前进挡离合器; 8—行星齿轮机构

##### 2) 基本工作原理

01J 无级变速器的传动示意图如图 5-4 所示。发动机动力通过飞轮减振装置或飞轮传递给变速器输入轴,输入轴动力通过行星齿轮机构、一对辅助变速齿轮传动组,传递到传动链轮机构,通过传动链轮无级变速后,动力经过主减速器和差速器,传递到驱动轮。

01J 无级变速器是通过链轮装置来实现无级变速的,参见图 5-2。它可允许变速比在最小和最大之间无级调节,以提供一个合适的传动比,使发动机总是工作在最佳转速范围内,进而使汽车动力性或燃油经济性最优化。无级变速器链轮装置由两个带锥面盘体的主动轮组、从动轮组及工作于两个锥形链轮组之间 V 形槽内的专用传动链组成。主动轮组 1 是由发动机通过辅助减速齿轮驱动,再将发动机转矩通过传动链传递到从动轮组 2,并由此传给主减速器,主/从动轮组中各有一个盘体(即可动盘)可沿轴向移动,以调整传动链的跨度尺寸和改变传动比。调整时,主/从动轮组必须同时进行调整,以保证传动链始终处于张紧状态且有足够的盘接触传动压力。



图 5-4 01J 无级变速器传动示意图

行星齿轮传动机构采用了一个双行星排,主要作用是实现前进挡和倒挡的转换,但不改变传动比,其中太阳轮与变速器输入轴及前进挡离合器 C 相连接,行星架与辅助变速齿轮组的主动齿轮相连接;齿圈与倒挡制动器 B 相连接。行星齿轮机构中,太阳轮为动力输入元件,行星架为动力输出元件。

倒挡制动器 B、前进挡离合器 C 和行星齿轮机构的连接关系如图 5-5 所示,制动器 B 和离合器 C 均采用了“湿式”多片式摩擦片结构。

01J 自动变速器各挡传动过程比较简单,行星齿轮机构通过 C 接合实现前进挡,通过 B 制动实现倒挡,具体实现过程如图 5-6 所示。当车辆怠速时,作为辅助减速挡输入部分的行星架是静止的。齿圈以发动机转速一半的速率怠速运转,旋转方向与发动机相同;前进挡离合器钢片与太阳轮连接,摩擦片与行星架相连接。前进挡时,前进挡离合器接合,变速器输入轴与行星架连接,行星齿轮机构变成一个刚体整体传动,并且它与发动机转向相同,传动比为 1;倒挡时,倒挡制动器接合,齿圈与壳体固定在一起,不能转动,行星架与太阳轮转向相反,行星齿轮机构的传动比为 1。

车辆行驶时,电子控制系统根据行驶状况的各种信息,通过液压控制系统来控制离合器(制动器)的工作,并控制链轮装置中主、从动轮的工作半径,最终实现前进挡和倒挡,并实现无级变速。

## 2. 01J 无级变速器机械传动装置的结构与原理

01J 无级变速器的机械传动装置主要包括链轮装置、辅助变速齿轮、行星齿轮机构、变速杆换挡机构及 P 位停车锁。

### 1) 链轮装置

链轮装置包括传动链和传动链轮。

图 5-5 倒挡制动器 B、前进挡离合器 C 和行星齿轮机构的连接关系

1—变速器输入轴；2—齿圈；3—行星齿轮；4—带行星齿轮机构的前进挡离合器/倒挡制动器；  
5—辅助减速齿轮组；6—行星架；7—倒挡制动器 B；8—前进挡离合器 C

图 5-6 前进挡与倒挡的实现过程

(1)传动链。01J 自动变速器传动链是新开发的,与以前传统的滑动带或 V 形带相比有以下优点:尽管变速器尺寸小,但很小的跨度半径却可产生很大的传动比范围;传递转矩高;效率高。

传统的传动链链节是通过链节接销非刚性连接,为了传递转矩,齿轮与链节之间的销子啮合。01J 无级变速器传动链应用的技术如图 5-7 所示,相邻传动链链节通过转动压块连接成一排(每个销子连接 2 个链节),转动压块在变速器锥面链轮间“跳动”,即锥面链轮互相挤压。转矩只靠转动压块正面和锥面链轮接触面的摩擦力来传递。每个转动压块永久连接到一排连接轨上,通过这种方式,转动压块不可扭曲,两个转动压块组成一个转动节。转动压块相互滚动,当其在锥面链轮跨度半径范围内驱动传动链时,几乎没有摩擦。这种情况下,尽管转矩高,弯曲角度大,但动力损失和磨损却降到最小,使其寿命延长并且提高了效率。

图 5-7 传动链

1—变速器锥面链轮；2、4、5—转动压块；3—链节

另外,01J 无级变速器使用了两种不同长度的链节,如图 5-8 所示,其目的是确保传动链运转时尽可能无噪音。当使用等长的链节时,转动压块按统一间距冲击锥面链轮,这将导致振动并产生噪声。使用不同长度的链节可防止共振,并减小运动噪声。

图 5-8 传动链链节结构

(2)传动链轮。01J 变速器传动链轮工作模式是基于双活塞原理。它的特点是转矩传感器集成在主动链轮上。主动链轮和从动链轮各有一个将可动盘压回位的压力缸和用于调整变速比的分离缸。它利用少量液压油就可以进行快速换挡,这可保证在较低油压时,锥面链轮有足够的接触压力,如图 5-9 所示。

为满足调整动态特性的要求,供给的液压油必须合适。为了减少油量,分离缸的表面要比压力缸小,因此调整所需油量相对较少,可获得很高的调整动力特性和较高的效率。

液压系统卸压时,主动链轮的膜片弹簧和从动链轮的螺旋弹簧产生一个额定的传动链条基础张紧力(接触压力)。在卸压状态下,变速器起动转矩变速比由从动链轮的螺旋弹簧的弹力调整。

图 5-9 传动链轮工作原理

1—转矩传感器；2,8—压力缸；3—膜片弹簧；4—主动链轮可动盘；5—主动链轮固定盘；6,11—分离缸；  
7—螺旋弹簧；9—从动链轮可动盘；10—从动链轮固定盘

## 2) 辅助变速齿轮

由于受空间限制,动力通过辅助变速齿轮传递到传动链轮,其装配传动关系如图 5-10 所示。

图 5-10 辅助变速齿轮

1—行星齿轮机构；2—辅助变速齿轮；3—主动链轮固定盘

### 3)行星齿轮机构

行星齿轮机构采用了一个双行星排,主要作用是实现前进挡和倒挡的转换,但不改变传动比。行星齿轮机构中,太阳轮为动力输入元件,行星架为动力输出元件。

太阳轮(输入)与变速器输入轴和前进挡离合器钢片相连接,行星齿轮支架(输出)与辅助变速齿轮挡的主动齿轮和倒挡离合器钢片相连接,齿圈与行星齿轮和倒挡离合器钢片相连接,如图 5-11 所示。

图 5-11 行星齿轮机构连接关系

1—前进挡离合器钢片和摩擦片; 2—变速器输入轴; 3—太阳轮; 4—带行星齿轮的行星架;  
5—辅助变速齿轮; 6—齿圈; 7—倒挡离合器钢片和摩擦片; 8—行星齿轮 1; 9—行星齿轮 2

### 4)变速杆换挡机构及 P 位停车锁

变速杆换挡机构和 P 位停车锁机构如图 5-12 所示。01J 无级变速器的变速杆位置有 P、R、N、D 及手动换挡等位置,通过变速杆可实现下述功能:

- (1) 触发液压控制单元手动换挡阀。
- (2) 控制停车锁。
- (3) 触发多功能开关, 识别变速杆位置。

在变速杆处于位置 P 时, 与锁止齿相连的连杆轴向移动, 停车锁支架被压向驻车锁止齿轮, 停车锁啮合。

图 5-12 变速杆换挡机构及 P 位停车锁

1—变速杆; 2—外换挡动作机构; 3—手动换挡阀; 4—电磁通道; 5—锁止通道; 6—链轮装置固定盘;  
7—与锁止齿轮连接; 8—停车锁支架; 9—驱动小齿轮; 10—驻车锁止齿轮

### 3.01J 无级变速器电子控制系统的结构与原理

01J 无级变速器的电子控制系统主要由传感器、控制单元和执行机构等组成。传感器包括多功能开关 F125、Tiptronic 开关 F189、变速器油温传感器 G93、变速器输入转速传感器 G182、变速器油压传感器 G193/G194、变速器输出转速传感器 G195/G196; 执行机构包括电磁阀(离合器冷却/安全切断) N88、变速杆锁止电磁阀 N110、变速器压力控制阀 N215/N216。此外, 无级变速器电子控制单元还通过 CAN-BUS 与发动机等其他系统的电子控制单元传递信息。

01J 无级变速器的电子控制系统电路图如图 5-13 所示。

#### 1) 控制单元 J217

控制单元 J217 集成在变速器内, 并与传感器装配成一个整体, 如图 5-14 所示。控制单元直接用螺栓紧固在液压控制单元上。3 个压力控制电磁阀与控制单元间直接通过坚固的插接插头连接(S 形接头), 而没有连接线, 用一个 25 针的小型插头与汽车线束相连。J217 的底座为一个坚硬的铝板壳, 此铝板壳起到了隔热作用。该壳体容纳全部的传感器, 因此不再需要线束和插头。由于线束和插头容易造成故障, 故而这种结构使 J217 的可靠性大大提高。

图 5-13 01J 无级变速器的电子控制系统电路图

F—制动灯开关；F125—多功能开关；F189—Tiptronic 开关；G93—变速器油温传感器；G182—变速器输入转速传感器；G193、G194—变速器油压传感器；G195、G196—变速器输出转速传感器；N88—电磁阀(离合器冷却/安全切断)；N110—变速杆锁止电磁阀；N215、N216—变速器压力控制阀；J217—CVT 电子控制单元；J226—启动锁止和倒车灯继电器；S—熔丝；U—到 Tiptronic 方向盘(选装)；V—来自接线柱 58d；W—到倒车灯；X—来自点火开关接线柱 50；Y—到起动机接线柱 50；Z—到制动灯；

①—CAN(低)；②—CAN(高)；③—换挡指示信号；④—车速信号；  
⑤—发动机转速信号；⑥—诊断信号

下面对控制单元 J217 的功能加以说明。

(1)动态控制程序。控制单元 J217 有一个动态控制程序(DRP),用于计算变速器目标输入转速。这是对已存在的用于 CVT 中的动态换挡程序(DSP)的进一步改进。DRP 的目标是将操纵性能尽可能与驾驶员输入相适应。驾驶员应有如机械模式下驾驶的感觉。其动态控制程序如图 5-15 所示。

图 5-14 控制单元 J217

1—控制单元 J217；2—变速器输出转速传感器 G195/G196；3—变速器压力控制阀 N215；4—多功能开关 F125；  
5—插头 N216(被 G182 挡住)；6—变速器输入转速传感器 G182；7—电磁阀 N88；8—变速器油压传感器  
G194(接触压力)；9—变速器油压传感器 G193(离合器压力)；  
10—变速器油温传感器 G93；11—25 针插头

图 5-15 动态控制程序框图



为上述目的,控制单元 J217 接收驾驶员动作、车辆运动状态和路面情况信息,计算加速踏板动作频率和加速踏板角度位置(驾驶员评价)、车速和车辆加速情况,利用该信息和逻辑组合,在发动机转速范围内,通过改变传动比,将变速器输入转速设定在最佳动力性和最佳经济性之间,使汽车操作性和驾驶性能与驾驶员输入信号尽可能匹配。这里的逻辑组合和计算值(控制方案/控制原理)由软件限定,并且不能对每个偶发性进行计算,所以使用 Tiptronic 功能的机械插入信号情况仍然存在。

(2)DRP 控制方案。控制方案可通过模式、位移和控制单元不同而改变。下面对几种典型驾驶状态下的 DRP 控制方案进行说明。

①赛车模式与经济模式及加速与减速。如图 5-16 列出了节气门全开强制减挡被激活时的转速特性。通过激活强制减挡,驾驶员将信号告知自动变速器控制单元,要求最大加速性。

为满足要求,必须快速提供发动机最大功率。为此,发动机转速被调整到最大功率状态下并保持该状态至加速踏板角度减小为止。

尽管要求驾驶员进行调整以适应这种不寻常的动作,可这却使车辆在最大动力性下加速成为可能。除此之外,在一定行驶阻力下的汽车最高车速应保持在最大可能值。

发动机转速增加但发动机却不同时立即加速的现象,被称为“橡皮筋效果”或者有“离合器打滑”的感觉。此影响可通过在获得最大发动机转速之前短时“阻止”发动机转速上升来缓解。

图 5-16 强制低挡加速特性

1—加速踏板位置曲线; 2—发动机转速曲线; 3—车速曲线

为遏制此影响,可使节气门全开时“正常”加速(无强制减挡)和较小加速踏板角度时加速,下面通过图 5-17 和图 5-18 加以说明。

发动机转速(RPM)根据加速踏板位置或加速踏板动作频率进行调节,通过此方式发动机转速直接与车速成比例增长。

上述控制方案模拟多挡变速器运行状态并匹配驾驶员感觉,这已为驾驶员所习惯。为保持驾驶风格,RPM 在大角度加速踏板下很高(赛车模式),在小角度加速踏板下很低(经济模式)。

图 5-17 全负荷特性

1—加速踏板位置曲线；2—发动机转速曲线；3—车速曲线

图 5-18 部分负荷特性 80%时节气门开度

1—加速踏板位置曲线；2—发动机转速曲线；3—车速曲线

如图 5-19 所示,加速踏板位置的快速变化被转化成转速的瞬时变化,以符合驾驶员对性能和加速的要求。

驾驶员采用经济驾驶模式,加速踏板位置小,节气门打开率慢,那么车速按最低 RPM 曲线上升,如图 5-20 所示。

如图 5-21 和图 5-19 所示,通常系统通过降低转速对加速踏板角度减小作出反应。

若加速踏板突然松开,特别是在运动驾驶模式下,发动机转速被“停止”在一个高转速水平较长时间。

通过增加发动机制动效果(超速),控制方案帮助制动车辆并增加发动机动力。除此之外,不必要的速比调节将被遏制。

图 5-19 加速踏板快速改变引起的发动机转速反应  
1—加速踏板位置曲线；2—发动机转速曲线；3—车速曲线

图 5-20 经济驾驶模式下加速性  
1—加速踏板位置曲线；2—发动机转速曲线；3—车速曲线

## ②上坡与下坡。

上坡或牵引车辆时,可能需要较大功率。这种情况,必须通过减挡来增大发动机转速和输出功率,不用驾驶员经常将节气门保持在如图 5-22 所示的位置。实际上,驾驶员可觉察出此控制方案(称为“负载补偿”)提高了舒适性。

在下坡时,情况稍有不同。下坡时,若驾驶员想利用发动机的制动效果,则必须踩制动踏板(信号来自开关 F/F47)。若发动机处于超速阶段,并且踩下制动踏板后车速仍然提高,则速比向减速方向调节,发动机制动力矩加大。通过几次踩制动踏板(车速未减),变速器控制单元逐渐朝减速方向调节速比(见图 5-23),从而更有利于驾驶员控制发动机制动效果。若下坡坡度小,速比再次向加速方向调节,车速稍有提高。

图 5-21 减小加速踏板角度时的加速特性

1—加速踏板位置曲线；2—发动机转速曲线；3—车速曲线

图 5-22 上坡时控制方案

若驾驶员在下坡时踩制动踏板(并保持制动踏板的受压状态),之前描述的“下坡功能”并不立即执行。若通过施加制动,车速保持恒定,系统将不能识别驾驶员的意图,因此不能帮助驾驶员提高发动机制动效果。

然而,若汽车超过标定的加速度,“下坡功能”将自动被激活。利用系统功能,单独控制发动机制动力矩。

③恒定车速。超速模式下,当车速巡航控制系统(CCS)开关打开且处于下坡行驶时,发动机制动效果不足,因为在此状态下,变速比很低。在这种情况下,发动机制动效果可通过增加目标变速器输入转速来增强(变速控制向减速方向调节)。

设定的车速总是稍高于 CCS 系统设定的车速,这是因为 CCS 控制公差和发动机在超速模式下工作的安全要求。

作为变速器输入转速控制限定值的最大超速转速储存在变速器控制单元内,达到最大

图 5-23 下坡时控制方案

- 1—一次制动→发动机转速提高,发动机制动效果提高;  
2—两次制动→发动机转速进一步提高,发动机制动力矩加大

超速转速时,速比不再向减速方向调节,从而受到限制。若在最大超速转速时,发动机制动效果不足,车速上升,则驾驶员必须施加制动。

(3)换挡控制。控制单元中的动态控制程序(DRP)可计算额定的变速器输入转速,为了在每个驾驶状态下获得最佳速比,驾驶员输入信息和车辆工作状态要被计算在内。

根据边界条件,动态控制程序可计算出变速器额定输入转速,传感器 G182 监测链轮装置主动轮组处的变速器实际输入转速。变速器控制单元根据实际值与设定值之间的比较,计算出变速器压力控制阀 N216 的控制电流。N216 产生液压换挡阀的控制压力,该压力与控制电流几乎成正比。最后,再通过液压控制来控制链轮装置,实现无级变速。

电控单元通过检查来自 G182(变速器输入转速传感器)和 G195(变速器输出转速传感器)及发动机转速信号来实现对换挡的监控。

(4)离合器(制动器)控制。控制单元接收发动机转速、变速器输入转速、加速踏板位置、发动机转矩、制动力、变速器油温等信号来控制离合器(制动器)的工作。变速器控制单元通过这些参数计算出离合器(制动器)所需的额定压力,并且确定压力调节变速器压力控制阀 N215 的控制电流,调节离合器压力和离合器传递的发动机转矩随控制电流的变化而变化。

变速器油压传感器 G193 检测液压控制部分中的离合器压力(实际离合器压力),实际离合器压力与变速器控制单元计算的额定压力不断进行比较。实际压力与额定压力通过模糊理论被持续监控。若两者差值超过一定范围,便会进行修正。

为防止过热,离合器被冷却,离合器温度由变速器控制单元监控。

①起动过程控制。变速器控制单元根据起动特性识别出发动机标定转速,控制离合器,调整发动机转速。驾驶员输入信号和变速器控制单元内部要求是决定起动特性的参数。

在经济行驶模式下起步时,如起步时加速踏板踏下的角度很小,发动机怠速运转到起步转速的变化在低转速下完成。此时,离合器打滑时间短,发动机转速低,使燃油经济性很高。在运动模式下起步时,发动机转速相对较高,汽车加速性好。

②离合器爬行控制。选择前进挡,发动机怠速运转时,爬行控制功能将离合器设定到一个额定的打滑转矩(离合器转矩)。

汽车运行状态与带有变矩器的自动变速器的汽车相同。选择的离合器压力与输入转矩互相协调,使汽车具有爬行功能。根据车辆行驶状态和车速,输入转矩在额定范围内变化。

当车辆处于静止状态选择前进挡时,爬行控制允许不踩加速踏板,而车辆缓慢移动,从而增强了驾驶舒适性。

当车辆停于坡路上,制动力不足车辆回溜时,离合器压力将增大,使汽车停住(“坡路停住”功能),从而提高了驾驶的安全性。

在爬行控制模式下,实现了离合器控制匹配,优化了离合器控制。

③微量打滑控制。微量打滑控制适用于离合器控制,减缓发动机产生的扭转振动。在部分负荷下,离合器特性被调整到发动机输出转矩为 $160\text{ N}\cdot\text{m}$ 时的状态。

当发动机转速上升到大约 $1800\text{ r/min}$ 时,转矩达到约 $220\text{ N}\cdot\text{m}$ ,离合器进入“微量打滑”模式下工作。在此模式下,变速器输入轴和链轮装置的主动轮之间的打滑率(速度差)保持在 $5\sim 20\text{ r/min}$ 之间。

为此,变速器控制单元将变速器输入转速传感器G182提供的信号与发动机转速信号相比较(考虑辅助减速齿轮组)。传感器G182监测链轮装置中主动轮的转速。

由于打滑率小,离合器片不会烧蚀,也不影响燃油经济性。

④离合器控制匹配。因离合器的摩擦系数经常变化,为了能在任何工作状态下和其寿命内使离合器控制舒适性能不变,控制电流及离合器转矩之间的关系必须不断优化。离合器的摩擦系数取决于变速器油质、变速器油温、离合器温度、离合器打滑率等。为了补偿这些影响和优化离合器控制,在爬行控制模式和部分负荷状态下,控制电流和离合器转矩要相匹配。

爬行模式下的匹配(施加制动):在爬行模式中有一个额定的离合器传递转矩,变速器控制单元监测控制电流(来自N215)和来自压力传感器G194的数据(接触压力)间的关系,并且将这些数据存储起来,实际数据用于计算新的特性参数。

部分负荷状态的匹配是在微量打滑控制模式下完成的。在此模式下,变速器控制单元比较发动机转矩(来自发动机控制单元)与N215的控制电流关系并储存此数据。实际数据用于计算新的特性参数。

离合器控制匹配功能的作用是保持恒定的离合器控制质量,控制合适的离合器压力,以提高效率。

(5)安全切断与过载保护。在离合器控制时,系统还具有安全切断与过载保护功能。

①安全切断。若实际离合器压力明显高于离合器额定压力,则会进入安全紧急故障状态。在此情况下,不论手动换挡阀处于何位置以及系统状态如何,离合器压力都要卸掉。

安全切断由安全控制阀(SIV)来实现,确保离合器快速分离。SIV由电磁阀N88激活。当控制压力上升到 $4\text{ bar}$ 时,到离合器控制阀(KSV)的供油被切断,油底壳与手动换挡阀连接通道打开。

②过载保护。利用内建模型,变速器控制单元计算出离合器打滑温度、待传递的发动机转矩以及变速器油温。若测得的离合器温度因离合器过载而超出标定界限,发动机转矩将减小。

当发动机转矩减小到发动机怠速转速上限时,短时间内,发动机对加速踏板信号可能无反应,离合器冷却系统确保短时间内降温,此后又迅速重新提供发动机最大转矩。离合器过载几乎是不可能的。

(6)故障自诊断功能。奥迪 CVT 故障在很大程度上可通过电子控制系统的自诊断功能来识别。根据故障对驾驶安全性的影响程度,可通过仪表板上的变速杆位置指示灯显示给驾驶员。对故障自诊断识别的结果,会有 3 种不同显示状态。

①故障被存储,替代程序能够使汽车继续运行(有某些限制),此故障不显示给驾驶员。因为这对驾驶安全性来说并不严重,驾驶员根据汽车的行驶状况可注意到该故障。

②变速杆位置指示灯通过倒置显示现存故障。此故障对于驾驶安全性来说仍不严重,但是驾驶员应尽快去奥迪特约服务站,将故障排除。

③变速杆位置指示灯正在指示现存故障,此故障对于驾驶安全性来说是严重的,因此,建议驾驶员立即去奥迪特约服务站,将故障排除。

(7)升级程序(flash programming,也称“闪光码编程”)。控制单元可以通过软件进行升级。控制单元的程序、特性参数和数据(软件)以及对输出信号进行的计算值,都永久性地存储于 EEPROM(电子可编程储存器)中,并实时提供给控制单元。

以前奥迪 CVT 的 EEPROM 在给定的安装条件下是不能被编程的。若程序不能满足要求,可通过修改软件排除,但必须更换变速器控制单元。现在奥迪 CVT 控制单元 J217 中有一个“flash EEPROM”的存储器,它在安装条件下是可被编程的,此过程称为“闪光码编程”或“升级程序”。它必须用新软件版本和最新闪光码进行编程。升级设备采用 VAS 5051,升级程序存储在光盘 CD 内,升级是通过 VAS5051 连接自诊断接口(K 线)进行编程升级的。

## 2) 传感器

传感器用于收集车辆运行状态的信息,大部分都集成在电子控制单元上。

(1)变速器输入转速传感器 G182。传感器 G182 是一个霍尔传感器,用于监测链轮装置中主动轮的转速,提供实际的变速器输入转速,安装位置如图 5-24 所示。变速器输入转速与发动机转速一起用于离合器控制和作为变速控制的输入变化参考量。

如果 G182 损坏,起步加速过程可利用固定参数完成。这时微量滑转控制和离合器匹配功能失效。发动机转速作为替代值,无故障码指示。

(2)变速器输出转速传感器 G195 和 G196。G195 和 G196 都是霍尔传感器,监测链轮装置中从动轮的转速,安装位置见图 5-24,电子控制单元通过它识别变速器输出转速。其中来自 G195 的信号用于监测转速,来自 G196 的信号用来区别旋转的方向,因此可区别出汽车是向前行驶还是向后行驶。

变速器输出转速信号用于变速换挡控制、爬行控制、坡道停车功能和为仪表板组件提供车速信号。

G195 和 G196 的电磁线圈匝数为 32,安装在传感器轮背面。传感器 G195 位置与传感器 G196 位置有偏差,通过此种方式使两个传感器间的相位角差 25%,如图 5-25 所示。

图 5-24 传感器安装位置

1—G195 和 G196 传感器轮；2—变速器输出转速传感器 G195 和 G196；  
3—变速器输入转速传感器 G182；4—G182 传感器轮

图 5-25 G195 和 G196 信号

1—来自传感器 G195/G196 的信号；2—传感器轮

点火后,控制单元观察来自两个传感器的下降沿信号并记录其他传感器位置。如图 5-26 所示,当来自传感器 G195 的信号为下降沿时,传感器 G196 位置为“Low”;当来自传感器 G196 的信号为下降沿时,传感器 G195 位置为“High”。变速器控制单元将这种“模式”理解为前进挡。

图 5-26 前进挡时信号



如图 5-27 所示,当来自 G195 的信号为下降沿时,传感器 G196 的位置为“High”;来自传感器 G196 的信号为下降沿时,传感器 G195 的位置为“Low”。变速器控制单元将此“模式”理解为倒挡。

图 5-27 倒挡时信号

如果 G195 损坏,变速器输出转速可从 G196 的信号取得,但坡道停车功能失效。

如果 G196 损坏,坡道停车功能失效。

如果 G195 和 G196 两个传感器都损坏,可从轮速信号获取替代值(通过 CAN 总线),坡道停车功能失效,无故障码显示。

(3)自动变速器油压传感器 G193。传感器 G193 监测离合器(制动器)压力,用来监控离合器功能。离合器压力监控有较高的优先权,因此多数情况下,G193 失效都会使安全阀被激活。

(4)自动变速器油压传感器 G194。传感器 G194 监测接触压力,此压力由转矩传感器调节,因接触压力总是与实际变速器输入转矩成比例,利用 G194 的信号可十分准确地计算出变速器输入转矩。

(5)多功能开关 F125。多功能开关 F125 由 4 个霍尔传感器组成,如图 5-28 所示。霍尔传感器由换挡轴上的电磁通道控制。

图 5-28 多功能开关 F125

1—换挡轴; 2—电磁阀; 3—4 个霍尔传感器(A、B、C、D)

每个霍尔传感器的信号均有两种状态:高电位和低电位,且用二进制 1 和 0 表示。因此,4 个霍尔传感器能产生 16 种不同的组合,其中 4 个换挡组合用于识别换挡杆位置 P、R、N 和 D,2 个换挡组合监测中间位置(P-R,R-N-D),10 个换挡组合用于故障分析。换挡组合见表 5-1。

表 5-1 换挡组合表

变速杆位置	霍尔传感器			
	A	B	C	D
故障	0	0	0	0
故障	0	0	0	1
R-N-D	0	0	1	0
N	0	0	1	1
P-R	0	1	0	0
P	0	1	0	1
R	0	1	1	0
故障	0	1	1	1
故障	1	0	0	0
故障	1	0	0	1
D	1	0	1	0
故障	1	0	1	1
故障	1	1	0	0
故障	1	1	0	1
故障	1	1	1	0
故障	1	1	1	1

示例:变速杆进入变速杆位置“N”,若霍尔传感器“C”损坏,换挡组合为“0001”。变速器控制单元将不再能识别变速杆位置“N”。控制单元识别出此换挡组合为故障状态,并使用合适的替代程序。若霍尔传感器“D”损坏,将不能完成点火功能。

变速器控制单元需要变速杆位置信息完成以下功能:起动机锁止控制;倒车灯控制;P/N 内部锁控制;车辆运行状态信息用于离合器控制(前进/倒车/空挡);倒车时,锁止变速比。

F125 的故障很难显示出来,在某种情况下,车辆将不能行驶。故障指示灯显示将闪烁。

(6)变速器(ATF)油温传感器 G93。传感器 G93 记录变速器控制单元铝制壳体的温度,即相应的变速器油温。变速器油温影响离合器控制和变速器输入转速控制,因此,在控制和匹配功能中发挥重要作用。

为了保护变速器部件,若变速器油温超过约 145℃,发动机输出功率下降,且故障灯闪烁。若变速器油温继续升高,发动机输出功率逐渐减小。若有必要,发动机会以怠速运转。

若 G93 损坏,发动机温度被用来计算出一个替代值。匹配功能和某些控制功能失效。故障灯显示为“倒置”。

(7)Tiptronic 开关 F189。Tiptronic 开关 F189 集成在齿轮变速机构的鱼鳞板中,由 3 个霍尔传感器组成,如图 5-29 所示。霍尔传感器由位于鱼鳞板上的电磁阀激活。

图 5-29 Tiptronic 开关 F189

1—变速杆护板鱼鳞板; 2—变速杆护板; 3—3 个霍尔传感器(C、B、A); 4—霍尔传感器电磁阀;  
5—用于变速杆位置的 4 个霍尔传感器

鱼鳞板上有 7 个 LED 指示灯:4 个用于变速杆位置显示,1 个用于“制动动作”信号,其余 2 个用于 Tiptronic 护板上的“+”和“-”信号。

每个变速杆位置 LED 指示灯都由单独的霍尔传感器控制。当被激活时,F189 开关将变速器控制单元接地。若有故障,Tiptronic 功能不能执行。故障显示为“倒置”。

(8)其他输入信号。在奥迪 CVT 电子控制系统中,除少量接口外,信息通过 CAN 总线在变速器控制单元和区域网络控制单元间进行交换,如图 5-30 所示。

下面对几个主要的信息略加说明。

①制动灯开关 F/F47。制动灯开关信号用于:换挡杆锁止功能;爬行控制;动态控制程序(DCP)。

②“强制降挡”信息。“强制降挡”信息产生于加速踏板组件上的簧载压力元件产生的“阻尼点”,将“强制降挡感觉”传给驾驶员,如图 5-31 所示。当驾驶员激活强制降挡功能时,传感器 G79 和 G185(加速踏板组件)的电压值超过节气门全开时的电压值。当与强制降挡点相对应的电压值被超过时,发动机控制单元通过 CAN 总线向变速器控制单元发出一个强制降挡信号。

在自动模式下,当强制降挡功能被激活时,最大加速的最大动力控制参数被选择,如图 5-32 所示。应注意强制降挡功能不能被连续激活,当激活一次后,加速踏板只需保持在节气门全开的位置。

若更换加速踏板组件,必须用自诊断检测和信息系统对强制降挡点进行重新匹配。

图 5-30 CAN-BUS 信息交换

图 5-31 强制降挡信息

1—加速踏板组件 G79/G185；2—发动机控制单元 J220；  
3—CAN 总线；4—变速器控制单元 J217

③发动机转速信号。发动机转速信号是一个关键参数。为提高可靠性，发动机转速信号除了通过 CAN 总线外，还通过单独接口传递到变速器控制单元。若出现故障或“发动机转速信号”接口失效情况时，发动机转速信号可通过 CAN 总线获取。“发动机转速信号”出现接口方式故障时，“微量打滑”控制功能失效。

④换挡指示信号。换挡指示信号为由变速器控制单元产生的方波信号(占空比信号)。

图 5-32 最大加速的最大动力控制参数

1—强制降挡范围；2—机械节气门止点；3—加速踏板限制点

方波信号高值(20 ms)恒定,低值可变,即低位占空比可变。

每个换挡位置或每个“挡位”(Tiptronic 功能)都被设计了一个标定低值(对应一个低位占空比)。变速杆位置或仪表组件的挡位指示通过低值延续时间识别出是何挡位或变速杆处于何位置,并显示出来。挡位指示信号如图 5-33 所示。

图 5-33 挡位指示信号 P,R,N,D

当 CAN 总线被引入仪表板后,“挡位指示”和“车速”不再是必需的,因为它们的信息通过 CAN 总线传递。为简化描述,Tiptronic 功能的全部 6 挡信号组合到一个图上,如图 5-34 所示。

图 5-34 挡位指示信号 1,2,3,4,5 和 6 挡

⑤车速信号。车速信号为变速器控制单元产生的方波信号(占空比信号)。其占空比为定值 50%,频率与车速呈正比变化。

车轮每转一周,产生 8 个信号,并通过单独接口传给仪表板组件。此信号用于速度表显示车速,并通过仪表板组件传到网络控制单元/系统(例如,发动机、空调、收音机系统等)。

另外,由于传感器集成在变速器中,故而传感器信号不能再用传统的设备来测量,只能用自诊断插口进行检测。若某个传感器损坏,变速器控制单元可从其他传感器处获取替代值,除此之外也可从网络控制单元中获得信息,汽车仍可保持行驶。这对车辆行驶影响很小,驾驶员不会立即注意到某个传感器损坏。

传感器为变速器控制单元的集成部件。若某个传感器损坏,必须更换变速器控制单元。

### 3) 执行机构

执行机构包括电磁阀(离合器冷却/安全切断)N88、变速杆锁止电磁阀 N110、变速器压力控制阀 N215/N216。

电磁阀 N88、N215 和 N216 在设计上称为“压力控制阀”,它们将控制电流转变成了相应的液压控制压力。N88(电磁阀 1)有两个功能:控制离合器冷却阀(KKV)和安全阀(SIV)的通断。电磁阀 N215(压力控制电磁阀 1)激活离合器控制阀(KSV)。电磁阀 N216(压力控制电磁阀 2)激活减压阀(üV)。

## 4.01J 无级变速器液压控制系统的结构与原理

### 1) 液压控制单元

油泵、液压控制单元(阀体)和变速器电子控制单元集成为一个小型的不可分单元。液压控制单元和变速器电子控制单元直接插接在一起。

液压控制单元由手动换挡阀、9 个液压阀和 3 个电磁压力控制阀组成,如图 5-35 所示,其控制原理如图 5-36 所示。

图 5-35 液压控制单元

- 1,9—DVB1 限压阀; 2—连接 G193; 3—连接 G194; 4—N215 插头; 5—N216 插头; 6—N88 插头;  
7—MDV 最小压力阀; 8—KKV 离合器冷却阀; 10—KSV 离合器控制阀; 11—N215;  
12—N216; 13—VSTV 输导压力阀; 14—N88; 15—VSBV 容积改变率限制阀;  
16—HS 手动换挡阀; 17—SIV 安全阀; 18—üV 减压阀; 19—VSPV 施压阀

为了保护部件,限压阀 DVB1 将最高压力限制在 8 200 kPa。通过 VSTV,向压力控制阀提供一个恒定的 500 kPa 输导控制压力。

MDV 最小压力阀的作用是防止起动时油泵吸入发动机进气。

当油泵输出功率高时,MDV 最小压力阀打开,允许润滑油从回油管流到油泵吸入侧,提高油泵效率。

VSPV 施压阀位置,如图 5-35 所示。它控制系统压力,在特定功能下,始终提供足够油压(应用接触压力或调节压力)。

图 5-36 液压控制单元控制原理

DBV1—限压阀 1；DBV2—限压阀 2；DDV1—差压阀 1；DDV2—差压阀 2；F—AFT 滤清器；HS—手动换挡阀；  
 K—ATF 冷却器；KKV—离合器冷却阀；KSV—离合器控制阀；MDV—最小压力阀；MP1—接触压力测试点  
 （由 G194 监测）；MP2—离合器压力测试点（由 G193 监测）；N88—电磁阀 1（离合器冷却/安全切断阀）；  
 N215—无级变速器控制阀 1（离合器）；N216—无级变速器控制阀 2（变速比）；P—油泵；PRND—变速  
 杆位置；RK—倒挡离合器；S1—ATF 过滤器 1；S2—ATF 过滤器 2；S3—ATF 过滤器 3；  
 SB—链轮润滑/冷却 4 喷孔；SF—ATF 进油过滤器；SIV—安全阀；SSP—吸气喷射泵；  
 üV—减压阀；VK—前进挡离合器；VSBV—体积改变率限制阀；VSPV—施压阀；  
 VSTV—输导压力阀；①—飞溅润滑油罩盖；②—到离合器



液压控制单元完成下述功能:换挡控制、离合器(制动器)控制、离合器冷却控制。下面介绍换挡控制和离合器制动器控制。

(1)换挡控制。输导压力阀(VSTV)向压力控制电磁阀 N216 提供一个约 500 kPa 的常压。根据变速器控制单元计算的控制电流值,N216 产生一个控制压力。控制电流越大,控制压力越高,该压力影响减压阀(üV)的位置。

根据控制压力,减压阀将调节压力传递到链轮装置主动轮或从动轮的分离缸。

控制压力在 180 kPa~220 kPa 之间时,减压阀关闭。若控制压力大于 220 kPa 时,调整压力传递到链轮装置从动轮的分离缸,同时链轮装置主动轮的分离缸与油底壳相通,变速器向“起动转矩”速比方向换挡,如图 5-37(a)所示;控制压力低于 180 kPa 时,调整压力传递到链轮装置主动轮的分离缸。同时,链轮装置从动轮的分离缸与油底壳相通。变速器向“终端转矩”速比方向换挡,如图 5-37(b)所示。

图 5-37 两种情况下的换挡油路

1—主动轮；2—从动轮；VSTV—输导压力阀；N216—变速器控制阀；üV—减压阀

(2)离合器(制动器)控制。离合器压力与发动机转矩成正比,与系统压力无关。压力控制阀 N215 和输导压力阀(VSTV)提供一个约为 500 kPa 的常压。根据变速器控制单元计算的控制电流值,N215 产生一个控制压力,该压力控制离合器控制阀(KSV)的位置。控制电流大,控制压力高。离合器控制阀(KSV)控制离合器压力,同时也调整待传递的发动机转矩。离合器控制阀(KSV)的压力由系统压力提供,KSV 根据 N215 的触发信号产生离合器控制压力。高控制压力产生高离合器压力。

离合器压力通过安全阀(SIV)传到手动换挡阀(HS),手动换挡阀将转矩传递到前进挡离合器(位置 D)或传递到倒挡离合器(位置 R)。根据变速杆位置,非施加离合器与油底壳相通。

变速杆位置位于 N 和 P 时,手动换挡阀切断供油,两组离合器都与油底壳相通。

## 2) 转矩传感器——接触压力控制

(1) 转矩传感器的结构与功能。发动机转矩通过转矩传感器传递给变速器。转矩传感器通过液力-机械方式控制接触压力。液力-机械式转矩传感器集成于链轮装置的主动轮内,可静态和动态高精度地监控传递到压力缸的实际转矩并建立压力缸的正确油压。

压力缸中合适的油压最终产生锥面链轮接触压力,若接触压力过低,传动链会打滑,这将损坏传动链和链轮;相反,若接触压力过高,会降低效率。

因此,转矩传感器的作用是根据要求建立起尽可能精确、安全的接触压力。

转矩传感器的结构如图 5-38、图 5-39 所示。转矩传感器主要部件为 2 个滑轨架,每个支架有 7 个滑轨,滑轨中装有滚子。滑轨架 1 装于链轮装置主动轮的输出齿轮中(辅助变速齿轮组输出齿轮);滑轨架 2 通过花键与主动轮连接,可以轴向移动并由转矩传感器活塞支撑。转矩传感器活塞调整接触压力并形成转矩传感器腔 1 和腔 2。支架彼此间可径向旋转,将转矩转化为轴向力(因滚子和滑轨几何关系),此轴向力施加于滑轨支架 2 并移动转矩传感器活塞,使活塞与支架接触。转矩传感器活塞控制凸缘关闭或打开转矩传感器腔输出端。

图 5-38 转矩传感器的结构

1—滑轨架 1; 2—滑轨架 2

(2) 接触压力控制模式。转矩传感器产生的轴向力作为控制力与发动机转矩成正比,压力缸中建立的压力与控制力成正比。转矩传感器腔 1 直接与压力缸相通。按系统设计,发动机转矩产生的轴向力应与压力缸内的压力达到平衡。

① 在速比相同时,转矩传感器将按照传递转矩的大小来调节接触压力。

在汽车稳定运行的情况下,出油孔只部分关闭,打开排油孔(转矩传感器)后压力下降,调节压力缸内的压力。若输入转矩提高,转矩传感器活塞的控制凸缘进一步关闭排油孔,压力缸内压力升高,直到建立起新的力平衡。若输入转矩下降,出油孔进一步打开,压力缸内压力降低,直至恢复力平衡。

图 5-39 转矩传感器内部结构简图

1—滑轨架 1；2—滑轨架 2；3—转矩传感器腔 2；4—转矩传感器腔 1；5—转矩传感器活塞；6—排油孔

转矩达到峰值时,控制凸缘将完全关闭排油孔;若转矩传感器进一步移动,将会起到油泵作用,此时被排出的油使压力缸内的压力迅速上升,这样就可以毫无延迟地调整接触压力,如图 5-40 所示。

图 5-40 速比相同时传递力矩的调节

1—压力缸；2—排油孔

汽车驶过凹坑或路面摩擦系数发生变化(如从结了一层薄冰的路面到沥青路面)时,会出现相当高的转矩峰值。

②在传递转矩相同时,转矩传感器依据速比(即传动链跨度半径)的不同来调节接触压力,如图 5-41 所示。起动挡要求最大接触压力,这时链轮 1 的传动链跨度半径最小,为传递动力,尽管输入转矩大,却只有少量的摩擦片衬片啮合。因此,链轮产生了很大的接触压力,

直至超过额定速比(1 : 1)。

图 5-41 接触压力与速比的关系曲线

1—100%扭矩时的接触压力；2—25%扭矩时的接触压力

接触压力由转矩传感器腔 1 内压力来调整。提高或降低转矩传感器腔 1 内的压力，压力缸内的压力也发生变化。转矩传感器腔 1 内的压力受主动轮轴上的两个横向孔控制，如图 5-42 所示。该孔通过变速器锥面链轮的轴向位移关闭或打开。

当变速器位于起挡时，横向孔打开，转矩传感器腔 1 内没有油压，接触压力大，如图 5-42 所示。

图 5-42 速比大时接触压力的调节

1—转矩传感器腔；2—十字孔

变速器换到“高转速”挡时，右侧横向孔立即关闭，左侧横向孔打开，此时通过主动轮组的可动盘上的孔 B 和轴上孔 A，使转矩传感器腔 2 与压力缸相通。此时油压从压力缸传入转矩传感器腔 2，该压力传感器克服转矩传感器的轴向力并将转矩传感器活塞向左移动，控制凸缘进一步打开出油孔，减小压力缸内的油压，如图 5-43 所示。

图 5-43 速比小时接触压力的调节

1—轴孔 A; 2—转矩传感器腔; 3—可动盘孔 B; 4—转矩传感器活塞

### 3) 离合器(制动器)

与普通自动变速器使用液力变矩器传递转矩不同, Audi CVT 在设计中, 前进挡和倒挡采用不同的离合器(制动器)。这些离合器称为湿式钢片离合器, 在变速器中用来实现前进挡和倒挡的换挡功能, 还用于滑动起步和将转矩传递给辅助减速齿轮挡。

前进挡离合器、倒挡制动器与行星齿轮机构的连接关系见图 5-5 及图 5-11, 工作关系见图 5-6。

与使用液力变矩器的变速器相比, 湿式钢片离合器具有以下优点:

- (1) 重量轻。
- (2) 安装空间小。
- (3) 起动特性适应驾驶状态。
- (4) 爬行转矩适应驾驶状态。
- (5) 在过载或非正常使用情况下具有保护功能。

### 4) 供油系统

油泵是供油系统的主要部件, 也是变速器中消耗动力的主要部件, 其安装位置如图 5-44 所示。它直接安装在液压控制单元上, 以免不必要的连接。油泵和控制单元形成一个整体, 减少了压力损失, 节约了成本。该变速器装有高效率的月牙形内啮合齿轮泵。它作为一个小部件集成在液压控制单元上, 并直接由输入轴通过直齿轮和泵轴驱动。尽管该泵所需的润滑油量相对较少, 但却可产生需要的压力。

另外, 供油系统为了保证充分冷却离合器(制动器), 装有吸气喷射泵。吸气喷射泵集成在离合器冷却系统中, 以供应冷却离合器所需的润滑油量。吸气喷射泵为塑料结构, 并且凸向油底壳深处。

图 5-44 油泵安装位置图

1—液压控制单元(阀体); 2—直接插接插头; 3—变速器控制单元; 4—手动换挡阀; 5—油泵;  
6—进油过滤器; 7—安装吸气喷射泵(吸气泵)上的压力管

### 5) 冷却系统

来自链轮装置主动轮的自动变速器(ATF)的油最初流经 ATF 冷却器(ATF 冷却器与发动机散热器集成在一起),之后在流回液压控制单元前流经 ATF 滤清器,如图 5-45 所示。图中 DDV1 差压阀防止 ATF 冷却器压力过高(ATF 温度低)。当 ATF 温度低时,供油管 and 回油管建立起的压力有很大不同。达到标定压差时,DDV1 打开,供油管与回油管直接接通,使 ATF 油温迅速升高。当 ATF 滤清器的流动阻力过高时(例如,滤芯堵了),DDV2 差压阀打开,阻止 DDV1 打开,ATF 冷却系统因有背压无法工作。

若 ATF 冷却器泄漏,冷却油将进入 ATF 中,即便是很少量的冷却油进入 ATF,也会对离合器控制产生有害影响。

为了保护离合器不暴露在高温之下,离合器由单独的油流来冷却(特别是在苛刻条件下行驶)。为了减少离合器冷却时的动力损失,冷却油流由集成在阀体上的冷却油控制单元在需要时接通。冷却油可通过吸气喷射泵(吸气泵)来增加,而不必对油泵容量有过高的要求。另外,为了优化离合器冷却性能,冷却油仅传递到传动链轮装置。

图 5-45 自动变速器油冷却系统

1、5—回油管；2—ATF 滤清器；3、4—供油管

前进挡离合器的冷却油和液压油是通过变速器输入轴的孔道流通的。两油路由钢管彼此分开，钢管被称为内部件。

变速器输入轴出油孔上安装有润滑油分配器，将润滑油引导到前进挡离合器或倒挡制动器，如图 5-46 所示。

图 5-46 润滑油分配器

1—膜片弹簧；2—分配盘；3—带膜片弹簧的润滑油分配器和带开口的止推环；4—内部件；  
5—止推环；6—润滑油分配器；7—倒挡制动器；8—前进挡离合器



冷却前进挡离合器:若前进挡离合器接合,离合器缸筒(压盘)将润滑油分配器压回,在此位置,冷却油流经润滑油分配器的前端面最终流入前进挡离合器,如图 5-47 所示。

图 5-47 冷却前进挡离合器

冷却倒挡制动器:前进挡离合器不工作(发动机怠速运转或倒挡制动器工作时),润滑油分配器回到其初始位置。在这种情况下,冷却油流到润滑油分配器,然后通过分配器流回到倒挡制动器。分配器带轮油道内的部分润滑油流到行星齿轮系,提供必要的润滑,如图 5-48 所示。

图 5-48 冷却倒挡制动器

在离合器控制单元动作的同时,离合器冷却系统接通。变速器电子控制单元向电磁阀 N88 提供一个额定电流,该电流产生一个控制压力控制离合器冷却阀(KKV),离合器冷却阀将压力从冷却油回油管传到吸气喷射泵(吸气泵),用于操纵吸气喷射泵。

### 5.01J 无级变速器工作综述

01J 无级变速器的工作主要包括离合器(制动器)控制和链轮装置控制。

#### 1) 离合器(制动器)控制

离合器(制动器)的作用有两个:一是用来实现前进挡和倒挡的控制;二是用于传递转矩大小的控制,以实现滑动起步和将转矩传递给辅助减速齿轮挡,取代液力变矩器。

当倒车制动器接合时,变速器可实现倒挡。

传递转矩大小的控制是通过离合器压力的控制来实现的,控制原理如图 5-49 所示。控制单元通过接收发动机转速、变速器输入速度传感器、加速踏板位置、发动机转矩、制动力及变速器油温信号来控制离合器或制动器的工作。通过这些参数计算出离合器或制动器所需要的额定压力,并通过压力调节电磁阀 N215 的控制电流,使控制压力随着所需传递的力矩而变化。

图 5-49 离合器(制动器)压力控制原理图

车辆的起步、爬坡等功能都是由控制前进挡离合器或倒挡制动器的压力来完成的。另外,离合器控制允许有微量的打滑,以减缓发动机的扭转振动。控制单元还监控离合器是否过载,一旦出现过载、温度升高等情况,发动机转矩将减小,降温后才会恢复。随着车辆的使用,离合器的摩擦系数会发生变化,控制单元会通过调整,适应这种变化。离合器匹配控制

功能的作用是保持恒定的离合器控制质量,控制合适的离合器压力,提高效率。

## 2)链轮装置控制

链轮装置控制包括换挡控制和接触压力控制,如图 5-50、图 5-51 所示,接触压力控制由转矩传感器来实现。

图 5-50 链轮装置控制原理图

图 5-51 换挡控制原理图

## 6.01J 无级变速器的诊断

### 1)组合仪表故障显示

(1)轻微性故障。挡位显示正常,如图 5-52 所示。驾驶员根据车辆行驶状况感知该故障。替代程序使车辆可继续行驶,对于驾驶安全性和变速器安全方面并不严重,故障被存储。

图 5-52 轻微性故障显示

(2)一般性故障显示。挡位显示反转(全亮),如图 5-53 所示。替代程序使车辆可继续行驶,对于驾驶安全性和变速器安全方面的影响仍不严重,故障被存储,需尽快到服务站维修,否则可能对变速器造成更大损伤。

图 5-53 一般性故障显示

(3)严重性故障。挡位显示全亮,如图 5-54 所示。对于驾驶安全性和变速器安全方面有严重影响,故障被存储,需马上到服务站维修,该情况可能导致车辆马上停止,或停车后无法再起动车辆。

图 5-54 严重性故障显示

## 2)故障状况

故障状况见表 5-2。

表 5-2 元件故障状况表

传感器代号	传感器信号	失效状况	替代值	仪表故障显示
G182	变速器输入转速	微量打滑和离合器匹配控制功能失效	发动机转速信号	无
		起步—加速过程可利用固定参数完成		
G195	变速器输出转速	坡路停车功能失效	G196	无
G196	变速器输出转速	坡路停车功能失效	G195	无
G195/G196		坡路停车功能失效	车速信号	无
G193	离合器压力	安全阀激活—安全切断		闪烁
G194	转矩传感器压力	爬行控制匹配功能失效		无
G93	变速器油温	离合器匹配控制功能失效	变速器控制单元 计算得出替代值	反转
		当油温高于 145℃,发动机输出功率下降		闪烁
F125	挡位信号	霍尔传感器“D”损坏,点火功能失效	引入替代程序	闪烁

### 5.1.4 广汽本田飞度 1.3 L 轿车无级变速器

2003 款广汽本田飞度装用了无级变速器(CVT)。无级变速器(CVT)是一种采用主动与从动带轮以及钢带的电控自动变速器。它具有无级前进挡变速和二级倒挡变速功能,装置总成与发动机直列布置。

#### 1. 飞度无级变速器概述

广汽本田飞度无级变速器可以分成变速器、电子控制系统、液压控制系统 3 部分。

##### 1) 变速器

变速器结构剖面如图 5-55 所示。飞轮周边为一个齿圈,起动发动机时,该齿圈与发动机齿轮啮合。变速器带有以下 4 条平行轴:输入轴、主动带轮轴、从动带轮轴以及主传动轴。输入轴和主动带轮轴与发动机曲轴呈直线布置。主动带轮轴和从动带轮轴均由带活动和带固定两种轮面的带轮构成,两个带轮通过钢带连接。

图 5-55 变速器剖面图

- 1—前进挡离合器; 2—钢带; 3—主动带轮; 4—飞轮; 5—驱动板; 6—输入轴; 7—ATF 泵; 8—驻车锁止齿轮;  
 9—中间轴主动齿轮; 10—起步离合器; 11—主减速器主动轴; 12—主减速器主动齿轮; 13—差速器;  
 14—主减速器从动齿轮; 15—中间轴从动带轮; 16—从动带轮; 17—中间壳体; 18—端盖;  
 19—行星齿轮; 20—行星架; 21—倒挡制动器

输入轴由太阳轮、行星齿轮及行星架构成；主动带轮轴包括主动带轮以及前进挡离合器；从动带轮轴包括从动带轮、起步离合器以及与驻车挡齿轮一体的中间从动齿轮。主传动轴位于中间轴主动齿轮与主减速器从动齿轮之间。主传动轴由主减速器主动齿轮和中间轴从动齿轮组成，中间轴从动齿轮用以改变旋向，这是因为主动带轮轴和从动带轮轴的旋向相同。当变速器的行星齿轮机构通过前进挡离合器和倒挡制动器接合后，动力即由主动带轮轴传递至从动带轮轴，从而提供了L、S、D、R挡位。

(1) 离合器/倒挡制动器。无级变速器通过液压离合器和制动器来接合和分离变速器齿轮。当离合器鼓和倒挡制动器的活塞腔受到液压作用时，离合器活塞和倒挡制动器活塞移动，将摩擦片和钢盘压紧在一起并锁定，使其不致打滑，由此，动力通过已接合的离合器组件传递到离合器上轮毂定位的齿轮，然后通过啮合的齿圈传递到行星齿轮。

相反，当离合器组件和倒挡制动器活塞腔解除液压作用时，活塞将松开摩擦片与钢盘，使其自由相对滑动，齿轮将在轴上独立旋转，不传递任何动力。

(2) 起步离合器。与中间主动齿轮啮合/分离，它位于从动带轮轴的端部。起步离合器所需液压通过其位于从动带轮轴内的自动变速器油管提供。

(3) 前进挡离合器。前进挡离合器与太阳轮啮合/分离，它位于主动带轮轴的端部。前进离合器所需液压通过其位于主动带轮轴内的自动变速器油管提供。

(4) 倒挡制动器。处于R挡位时，倒挡制动器将锁定行星架，倒挡制动器位于行星架周围的中间壳体内部。倒挡制动器盘安装在行星架上，而倒挡制动片安装在中间壳体上，倒挡制动器的液压通过一个与内部液压回路相连的回路提供。

(5) 行星齿轮机构。行星齿轮机构由太阳轮、行星齿轮和齿圈组成。太阳轮通过花键与输入轴连接，行星齿轮安装在行星架上，行星架位于输入轴端部的太阳轮上。齿圈位于行星架内，它与前进离合器鼓相连。太阳轮通过输入轴将发动机动力输入至行星齿轮，行星架输出发动机动力。行星齿轮机构仅用于改变带轮轴的旋向。在D、S和L挡位（前进挡范围）下，行星齿轮不自转，也不绕太阳轮回转，因而行星架将会转动；在R挡（倒挡范围）时，倒挡制动器将行星架锁定，太阳轮驱动行星齿轮转动，行星齿轮自转但不绕太阳轮公转，行星齿轮驱动齿圈沿太阳轮相反的旋向旋转。

(6) 带轮。每只带轮均有一个活动面和一个固定面。带轮有效传动比将随接收到的来自车辆各种传感器和开关的输入信号而变化。主动带轮和从动带轮通过钢带连接。

需要得到低带轮传动比时，从动带轮活动面上将被施加高液压并减小主动带轮的有效直径，从动带轮的活动面上将受到较低的液压压力，以避免钢带打滑；需要得到高带轮传动比时，主动带轮的活动面上被施以高压并减小从动带轮的有效直径，同时从动带轮活动面上施用较低液压，以避免钢带打滑。

## 2) 电子控制系统

电子控制系统由动力系统控制模块(PCM)、传感器和电磁阀组成。变挡采用电子控制方式，动力系统控制模块通过电磁阀对带轮传动比变换等进行控制。CVT电子控制系统元件位置如图5-56所示(左式驾驶室与之位置相反)。

## 3) 液压控制系统

液压控制系统通过自动变速器油泵、阀门和电磁阀进行控制。自动变速器油泵为摆线

图 5-56 CVT 电子控制系统元件位置图

式,由输入轴驱动。阀体类型包括主阀体、控制阀体以及手动阀体。主阀体用螺栓固定在飞轮壳上,自动变速器油泵体用螺栓固定在主阀体上;控制阀体位于变速器外部;手动阀体用螺栓固定在中间壳体上。控制阀体、主阀体结构如图 5-57、5-58 所示。

图 5-57 控制阀体结构图

图 5-58 主阀体结构图

## 2. 飞度无级变速器工作原理

### 1) 电子控制内容

PCM 接收来自车辆各种传感器、开关以及其他控制装置发送来的输入信号,经过数据处理后,输出用于发动机控制系统和无级变速器控制系统的信号。无级变速器控制系统包括换挡控制/带轮压力控制、7 速模式控制、起步离合器压力控制、倒挡锁止以及存储在动力系统控制模块内的坡道逻辑控制,控制原理如图 5-59 所示。

### 2) 换挡控制/带轮压力控制

动力系统控制模块将实际行驶条件与存储的行驶条件相比较,以便进行换挡控制,并根据各种传感器和开关传来的信号及时确定一个主、从动带轮传动比。处于 D 和 S 挡位时,从动带轮通过连接钢带在 2.367~0.407 的传动比范围内以无级方式驱动从动带轮;在 R 挡位下,如果压下加速器,传动比被设定为 1.326,如果松开加速器,则设定为 2.367。带轮传动比较低(车速较低)时,从动带轮受到高压作用,使其保持大直径,而主动带轮承受低压,以保持与从动带轮成比例的直径;带轮传动比较高时(车速较高),从动带轮受到低压作用,而主动带轮被施以高压。动力系统控制模块操纵带轮压力控制阀,对施加于各带轮的最佳压力



图 5-59 电子控制系统控制原理框图

进行调节,以减少钢带打滑,延长其使用寿命,控制流程如图 5-60 所示。

### 3) 起步离合器压力控制

同自动变速器中的液力变矩器一样,液压控制的起步离合器,在 D、S、L 和 R 位置时,使起步和慢行趋于平稳。PCM 从传感器和开关接收信号,来激励起步离合器压力控制阀,从而调节起步离合器的压力。

### 4) 各变速杆位置工作情况

变速杆共有以下 6 种位置: **P** PARK(驻车)、**R** REVERSE(倒挡)、**N** NEUTRAL(空挡)、**D** DRIVE(行车挡)、**S** SECOND(第 2 挡)、和 **L** LOW(低速挡),各位置说明见表 5-3。

图 5-60 换挡控制/带轮压力控制流程框图

表 5-3 变速杆各位置说明

位 置	说 明
P	前轮锁定;驻车制动爪与从动带轮轴上的驻车挡齿轮啮合;起步离合器和前进挡离合器均为分离状态
R	倒挡;倒挡制动器工作
N	空挡;起步离合器和前进离合器均为分离状态
D	一般行车挡;变速器自动进行调整,使发动机保持最佳转速,以便在所有条件下行驶
S	快速加速;变速器选择较宽范围的传动比,以取得最佳的加速效果
L	发动机制动和爬坡动力性能;变速器变换至最低传动比范围

由于配备有滑动式空挡安全开关,所以只有在 **P** 和 **N** 挡位下才可起步。

#### 5) 7 速模式控制(6 挡无级变速器+7 速模式车型)

此型无级变速器在 D 和 S 挡位下具备 7 速模式。7 速模式又分为以下两种模式:7 速自动模式和 7 速手动换挡模式,按下主开关(7 SPEED MODE),变速器切换至 7 速自动模式。在 7 速自动模式下,变速器可以在 7 级速比范围内上下变换,且此时的转向换挡开关随时可被激活,如果此开关被激活,则 7 速自动模式随即被取消,并进入 7 速手动换挡模式。在 7 速手动换挡模式下,驾驶员可通过转向换挡开关以手动方式在 7 级速度范围内上下变换,这与手动变速器的情形类似。

按下主开关(7 SPEED MODE)或将变速杆移至其他挡位,即可取消 7 速模式。

主开关(7 SPEED MODE)(A)和转向换挡开关(B)安装在转向盘上,如图 5-61 所示,驾驶员可以按动开关进行模式和速度等级的选择,但无须将任何一只手移开转向盘。

图 5-61 模式选择开关

换挡指示器(A)和 **M** 指示灯(B)均设置在仪表总成(C)内自动变速驱动桥挡位指示灯(D)的旁边,其示意图如图 5-62 所示。在 7 速自动模式下,换挡指示器显示出当前所选速度等级数字, **M** 指示灯不亮。在 7 速手动换挡模式下, **M** 指示灯亮,换挡指示器显示所选速度等级数字。

图 5-62 自动变速驱动桥(A/T)挡位指示灯

以[D]或[S]挡位行驶时,如果按下主开关(7 SPEED MODE)将变速器切换至7速自动模式,则变速器将依据一定条件,如节气门开度和车速之间的平衡,自动设定最佳速度等级。在某些以7级车速滑行的情况下,变速器将换入超速挡位。

如果在D或S挡下停车时被切换至7速自动模式,则变速器将换入第1速度等级,且车辆以第1级车速起步,换挡指示器显示速度等级数字。

#### 6)7速手动换挡

在7速自动模式下,按下转向换挡开关,变速器被切换至7速手动换挡模式,且指示灯亮(ON)。按加号(+)开关,变速器调速至下一更高速度等级;按减号开关(-)变速器调低速,换挡指示器显示所选速度等级数字。

当车辆减速停车时,变速器自动换入第2级车速,而非第1级;车辆停下后,按加号(+)开关可将变速器换入第2级车速,并且车辆能够以第2级车速起步。

### 3. 飞度无级变速器故障诊断

#### 1)读取故障码 DTC

(1)将本田 PGM 测试仪(A)或 HDS(本田诊断系统)连接到数据传输插接器(DLC)(B)上,见图 5-63。

图 5-63 连接诊断仪器

(2)将点火开关置于 ON 位置,在测试仪屏幕,并观察 DTSc MENU(故障码菜单)上的 AT DTC(故障码)。

广本飞度无级变速器故障码见表 5-4。

#### 2)故障码的清除

(1)将点火开关置于 OFF 位置。

(2)将本田 PGM 测试仪或者 HDS 连接到 DLC 上。

(3)将点火开关置于 ON。

(4)消除 CLEAR MENU(清除菜单)上的 DTC(s)或者重置 PCM。

#### 3)结束故障检修

(1)将点火开关置于 OFF。

(2)从 DLC(B)上断开本田 PGM 测试仪(A)。

(3)重置 PCM。

(4)为起步离合器的控制,校准反馈信号。

(5)将点火开关置于 ON(II)。

(6)按照与冻结数据所指示的相同工况试车,行驶几分钟后确认故障已消除。

表 5-4 故障码表

DTC SAE 故障码(本田故障码)	 指示灯	故障指示灯(MIL)	检测项目
P1705(5-1)	闪烁	ON	变速器挡位开关(对地短路)
P1706(5-1)	OFF	ON	变速器挡位开关(断路)
P1879(32-1)	闪烁	ON	CVT 起步离合器压力控制阀
P1882(33-1)	闪烁	OFF	抑制器电磁线圈
P1885(34-1)	闪烁	OFF	CVT 主动皮带轮转速传感器
P1886(35-1)	闪烁	OFF	CVT 从动皮带轮转速传感器
P1887(53-1)	闪烁	ON	VABS 电路
P1888(36-1)	闪烁	ON	CVT 转速传感器
P1890(42-1)	闪烁	ON	换挡控制系统
P1891(43-1)	闪烁	ON	起步离合器控制系统
P1894(38-1)	闪烁	ON	CVT 主动皮带轮压力控制阀电路
P1895(39-1)	闪烁	OFF	CVT 从动皮带轮压力控制阀电路

注:1. 圆括号内的 DTC 是使用本田 PGM 测试仪或者 HDS 时的本田故障码。“-”(连字符)前的第一个数字是当将数据传输插接器与本田 PGM 测试仪或 HDS 插接,而且测试仪工作在 SCS 模式时,D 指示灯所显示的闪烁故障码。

2. DTC P1887(53-1)适用于装备有 ABS 的车辆。

## 5.2 EBD、EDS 及 ESP

近年来,为了提高车辆行驶的稳定性和安全性,在装备 ABS 的基础上,有些车辆上开始装备电子制动力分配装置(EBD)、电子防滑差速系统(EDS)、电子稳定程序(ESP)、弯道制动控制系统(CBC)等系统,如帕萨特 2.8 V6 装备了 ABS+EBD+ESP;帕萨特 1.8T 装备了 ABS+EBD+EDS;POLO 轿车上装备了 ABS+EBD+CBC;辉腾轿车装备了 ESP、EBD、发动机制动控制(EBC)、ABS 系统、电子差速锁(EDL)、牵引力控制系统(TCS)和自动抽动辅助系统(BA);BMW Z4 Coupe 上装备了动态稳定控制(DSC)、ABS 系统、自动稳定控制(ASC)、动态制动控制(DBC)、CBC、动态牵引力控制系统(DTC)、起步辅助功能、制动预备功能、制动衰减补偿功能、制动系统自动干燥功能等。下面对 EBD、EDS 及 ESP 进行介绍。

### 5.2.1 EBD、EDS 及 ESP 概述

#### 1. EBD

##### 1)EBD 的概念

EBD 全称是“electric brake force distribution”,即“电子制动力分配”。其德文缩写为 EBV,全称是“electronic sche bremsenkraft verteiler”(欧洲车一般用 EBV 表示)。

## 2) EBD 的作用

汽车制动时,作用在车轮上的制动力随踏板力的增加而增加,但受到轮胎与路面间附着力的限制,并且一旦制动力达到附着力,车轮将出现抱死现象。无论左侧车轮抱死或右侧车轮抱死、前轮抱死或后轮抱死,都会严重影响行驶的安全性并加剧轮胎的磨损,尤其是后轮先于前轮抱死的危害更大。制动时,要使汽车既保持行驶方向的稳定性,又使汽车能得到尽可能大的制动力,最理想的状态就是使汽车各车轮特别是前后轮同时达到抱死的边缘,即各车轮制动力之比等于附着力之比。在前后轮路面附着系数相同的情况下,汽车前后轮同时达到抱死的边缘的条件是:前后车轮制动力之比等于前后车轮对路面垂直载荷之比。

但是,随着装载量不同和汽车制动时减速度所引起载荷的转移不同,汽车前后车轮的实际垂直载荷比是变化的,同时,各车轮与路面的附着系数也不尽相同。因此,要满足最佳制动状态,汽车前后轮制动力的比例也应是变化的。

理想的前后轮制动管路压力分配特性曲线如图 5-64 实线 1、2 所示。由于汽车满载较空载时质心后移, $P_2$  应相应增加,故其曲线较空载曲线上移。又因制动强度的增加(即工作压力  $P$  的增加),质心向前转移程度的增加,压力比  $P_2/P_1$  应相应减小(小于 1)。故随压力  $P_1$  的增加,曲线变得平缓。

为满足上述理想特性的要求,在一些汽车上采用了各种制动力分配调节装置,来调节前后车轮制动管路中的工作压力。常用的制动力分配调节装置有限压阀、比例阀、感载阀和惯性阀等,而这些都是机械装置,其调整曲线基本处于相对静态,与理想曲线还有很大差距,因此,在此基础上,现代车辆上出现了电子制动力分配(EBD)系统。

图 5-64 前后制动管路压力分配特性

1—满载时理想特性; 2—空载时理想特性; 3—无调节时实际特性

制动时,EBD 可动态调整汽车各车轮的制动压力,使前、后轮的制动压力之比接近理想曲线,从而可防止汽车制动时后轮先于前轮抱死,有效地提高制动性能。

## 3) EBD 的基本组成及原理

EBD 是建立在 ABS 系统之上的一个电控系统,但并没有增加额外的硬件,其组成部件与 ABS 系统相同,但是在 ABS 系统的基础上通过改进 ABS 系统软件的控制逻辑,使之具有了新的功能,即 EBD 功能,系统组成如图 5-65 所示。因此,具有 EBD 功能的 ABS,也合称为 ABS+EBD。

汽车行驶时,如果四只车轮与路面的附着条件(附着系数或垂直载荷)不同,如前轮附着在

图 5-65 EBD 系统组成

- 1—轮速传感器；2—液压控制单元(即制动压力调节器)；3—制动主缸及真空助力器；  
4—ABS 警告灯；5—自诊断接口；6—电子控制单元

湿滑路面,而后轮附着于干燥路面,则四个车轮与地面的附着力也不同。在制动时若四个车轮的制动力同步增加,就容易造成附着力小的车轮会先接近抱死状态。有了 EBD 后,在汽车制动时,EBD 电控单元时刻监控四个车轮的运动状态,会快速计算出四个车轮由于附着条件不同而各异的附着力,自动以前轮为基准去比较后轮的滑移率,如发觉此差异程度达到了必须被调整的设定值,而车轮滑移率又没达到 ABS 系统的调节值,此时,EBD 将起动,系统将通过制动压力调节器电磁阀的工作,来调整滑移率较大的车轮的制动管路油压,以使制动力之比与附着力之比相匹配,使四个轮得到更平衡且更接近理想化制动力的分布,从而保证车辆的平稳和安全,同时可充分利用路面附着力,使车辆整车制动力可达到最大值。

制动管路油压的调节原理与 ABS 系统类似,也是在“保压—减压—增压”三个阶段不断循环,直至车速很低或各车轮滑移率差值在规定范围之内。

#### 4) EBD 的优点

ABS 系统可以防止制动时车轮发生抱死,以提高制动时车辆的稳定性,并缩短汽车制动距离。但是,ABS 系统并不能根据车辆制动时的实际情况,合理分配四个车轮的制动力,使之接近理想分配曲线,它只是被动地在制动抱死现象发生或临界发生后才介入调整。制动时,由于载荷的重新分布,后轮附着力较小而更容易先接近抱死状态。因此,ABS 系统并不能从源头上杜绝这种由于制动力分配不当而使车辆产生种种险情的事件发生,同时,整车的制动力并不能达到最大值。例如,车辆左后轮附着系数较小,紧急制动时,左后轮率先接近抱死状态。由于 ABS 系统后轮一般采用按低选原则同时进行控制,所以,ABS 系统将同时对两后轮进行压力调节,从而使右后轮的较大附着力不能得到充分利用。

而 EBD 则不同,它在 ABS 系统动作之前就可主动地介入、平衡调节各个车轮的制动力

大小,使各车轮制动力之比尽量接近理想分配曲线。在紧急制动时,EBD在ABS系统动作之前就已经平衡了每一个车轮的制动力,从而可以使前后轮几乎同时接近抱死状态,有效地防止了后轮先出现抱死趋势,充分利用各车轮附着力,提高了整车的制动力。因此,EBD可更好地防止车辆出现侧滑和甩尾,缩短了汽车制动距离,提高了行车安全性能。

### 5) EBD与ABS系统的关系

制动时,EBD是在ABS系统之前工作,以使各车轮制动力分配更理想。若某车轮已经趋于抱死,其滑移率已经达到了ABS系统介入调节的范围,则EBD将立即退出工作,让位给ABS系统工作。

EBD建立在ABS系统之上,但又是相对独立的。若一者出现故障,另一者仍然可以正常工作。因此,装备EBD的车辆,即使ABS系统失效,EBD也能保证车辆不会出现因甩尾而导致翻车等恶性事件的发生。

### 6) EBD的应用

由于EBD装备并不需要太大的投入,目前大部分轿车都采用了EBD作为标准安全配置,以提高产品性能,如Audi A6、奥德赛、毕加索、派力奥、马自达、福美来、伊兰特、POLO、帕萨特等。

## 2. EDS

### 1) EDS的概念

EDS的全称是“electronic differential system”,即“电子防滑差速系统”。也有些车型称为EDL(electronic differential lock),中文即“电子差速锁”。

### 2) EDS的作用

发动机动力经变速器、主减速器传至差速器,然后再由半轴传至驱动轮。

按工作特性不同,差速器可分为普通差速器和防滑差速器两大类。

普通差速器在实现差速的同时,左右车轮得到的驱动力矩基本相等。普通差速器转矩等量分配的特性对于汽车在良好的路面上行驶是有利的。但汽车在较差路面上行驶时却会严重影响其通过能力。当汽车的一个驱动轮处于泥泞路面因附着力小而原地打转时,由于差速器等量分配转矩的特性,附着力好的驱动轮也只能分配到打滑车轮同样小的转矩,以致于总的牵引力不足以克服行驶阻力,使得汽车不能前进。

为了提高汽车通过较差路面的能力,可采用防滑差速器。当汽车某一侧驱动轮发生滑转时,差速器的差速作用即被部分或全部锁止,并将大部分或全部转矩分配给未滑转的驱动轮,充分利用未滑转车轮与地面之间的附着力,以产生足够的牵引力使汽车继续行驶。

电子防滑差速系统(EDS)是防滑差速器的一种,它的作用是在车辆起步或低速时,若一侧驱动轮有打滑趋势时,EDS介入工作,使打滑驱动轮速度降低,并将大部分驱动力矩分配给另一侧转速低的驱动轮,从而提高车辆的驱动性能和通过性能。

### 3) EDS的基本原理

车辆驱动行驶时,EDS通过ABS系统的转速传感器获得轮速信号,经过计算、比较、分析、判断,若发现某驱动轮滑动率过大,存在打滑或悬空而造成两侧驱动轮转速不同时,就会通过系统对打滑一侧的车轮进行制动,从而使驱动力有效地作用到非打滑一侧的车轮,以保证汽车平稳起步。

EDS调节的过程包括制动压力增压过程—保压过程—减压过程,当车辆的行驶状况恢复正常后,EDS即停止工作。



#### 4)EDS 的优点

同普通车辆相比,带有 EDS 的车辆可以更好地利用地面附着力,获得更大的牵引力,从而提高了车辆的驱动性能和通过性能,尤其在倾斜的路面上,EDS 的作用更加明显。

但 EDS 有速度限制,只有在车速低于 40 km/h 时才会起动,因此,EDS 的主要作用是防止车辆在起步和低速时驱动轮发生打滑。

#### 5)EDS 与 ABS 的关系

EDS 是 ABS 的一种扩展功能,它建立在 ABS 系统基础之上。

#### 6)EDS 的应用

目前,还只在一些高档车上才装置有 EDS,如奥迪 A6、奥迪 A4、帕萨特、宝来、雷克萨斯 LS430 等。

### 3. ESP

#### 1)ESP 的概念

ESP 的全称是“electronic stability program”,即“电子稳定程序”。在不同车系上,ESP 有不同的名称:

DSC(dynamic stability control——动态稳定控制):一汽 M6,BMW Z4,Ford

VSC (vehicle stability control——车辆稳定控制):Toyota

VSA (vehicle stability assist——车辆稳定辅助):Honda

VDC( vehicle dynamics control——车辆动态控制):Nissan

DSTC (dynamic stability and traction control——动态循迹防滑控制系统):Volvo C70

虽然名称不同,但是其作用都是相同的。

#### 2)ESP 的作用

ESP 可以使车辆在各种状况下保持最佳的稳定性,特别是在高速转弯或在湿滑路面上行驶时效果更加明显。

其典型工作工况有:

(1)带 ESP 系统轿车在躲避前方突然出现的障碍物,如图 5-66 所示。

(2)在急转弯车道上高速行驶,如图 5-67 所示。

(3)在不同地面附着力路面上行驶的运动工况,如图 5-68 所示。

带 ESP 系统与不带 ESP 系统的轿车在地面附着力不同的路面行驶情况对比,如图 5-69 所示。

图 5-66 躲避前方突然出现的障碍物

图 5-67 在急转弯车道上高速行驶

图 5-68 在地面附着力不同的路面上行驶

图 5-69 在地面附着力不同的路面有无 ESP 行驶效果对比

### 3) ESP 的基本组成

ESP 一般由电控单元(ECU)、转向盘转角传感器、横向偏摆率传感器、侧/纵向加速度传感器、液压系统(即制动压力调节器)及轮速传感器等组成。

(1)电控单元 ECU。ECU 是 ESP 系统的控制核心。为确保高可靠性,采用冗余控制,用 2 个相同的处理器同时处理信号,并相互比较监控。接通点火开关后,系统进入自检,连续监控所有电气的连接,并周期性检查电磁阀的功能。若 ECU 出现故障,仍可按常规制动,但 ABS/EBS/ASR/ESP 功能失效。

(2)转向盘转角传感器。该传感器依据光栅原理测量转向盘转角,ECU 以此获得预定的行驶方向。若无此信号,则无法确定行驶方向,ESP 失效。

(3)制动压力传感器。该传感器检测实际制动管路压力大小,ECU 由此算出车轮上的制动力和整车的纵向力大小。如果 ESP 正在对不稳定状态进行调整,ECU 会将该数值包含在侧向力计算范围内。若无此信号则无法准确算出侧向力,ESP 失效。

(4)横向偏摆率传感器。该传感器检测车辆绕其纵轴旋转角度和转动速率,ECU 以此来获得车辆的实际行驶方向,使用音叉形振荡式陀螺仪原理工作。若无此信号,则 ECU 无法确定车辆是否发生横向偏摆,ESP 失效。

(5)纵向加速度传感器。该传感器只安装在四驱车上。对于单轴驱动车辆,通过计算制动压力、轮速信号以及发动机管理系统信息,得出纵向加速度。

(6)侧向加速度传感器。该传感器检测车辆侧向力大小。若无该信号,则 ECU 无法算出车辆的实际行驶状态,ESP 失效。

(7)ASR/ESP 开关。在积雪路面或松软路面上起步,安装了防滑链的车辆在测功机上检测时,应关闭 ESP 系统。

(8)系统指示灯。各指示灯在仪表板上的位置,如图 5-70 所示。

图 5-70 指示灯在仪表板上的位置

### 4) ESP 的基本原理

从外部作用于汽车的所有力,包括制动力、驱动力、任何一种侧向力,都会引起汽车绕其质心转动。ESP 系统根据此原理,在汽车进入不稳定行驶状态时,通过对制动系统、驱动传动系统进行干涉,修正过度转向或转向不足的倾向,使汽车保持稳定行驶。

电控单元的 ROM 中,预先存储了控制程序中的标准技术数据。当汽车传感器监测并将汽车行驶状态的各种数据随机传送给 ECU 时,ECU 立即调出预存标准数据与之进行比较,判定轿车是否出现不稳定行驶趋势和不稳定的程度及原因。一旦确定汽车有不稳定行

驶的趋势,ESP系统就会自动代替驾驶员控制汽车,通过微机控制系统向制动执行机构和发动机执行机构发出指令,采取最有利的安全措施修正驱动力和制动力,阻止潜在危险情况的发生,使汽车恢复到安全稳定的行驶状态。

电控单元指令执行的安全措施是指,当汽车传感器监测到汽车有发生翻转或偏离驾驶员需求的行驶路线的趋势时,系统能有选择地对单个汽车前轮或后轮实施制动,或必要时同时增加或者减少发动机的输出转矩,调整驱动力。

图5-71是汽车在转弯道路上行驶时的轨迹示意图。如图5-71(a)所示,当汽车驶入弯道时,假如驾驶员通过转向盘使汽车转向的转弯半径大于弯道半径,这种情况称为不足转向。如汽车车速过快,则汽车可能冲出路面。安装在汽车上的横向偏摆率传感器会测出转向偏差,侧向加速度传感器会测得右驶加速度偏大,转向盘转角传感器会测得左转向不足,并立即监测到这种冲出路面的危险趋势,将信号输入ESP系统中的ECU,ECU立即命令在左后轮实施脉冲制动力,制动力在汽车质心产生一个向内偏转力矩,迫使汽车绕质心向内偏转一个角度。同时ECU立即指令发动机减少输出转矩,将汽车速度降下来,并代替驾驶员使汽车转向角度稍大一些,使汽车按弯道半径要求的转向角度行驶,回到正确路线上。

反之,如图5-71(b)所示,假如驾驶员转向盘转动过猛,使汽车转弯半径小于弯道半径,这种情况称为过度转向。如汽车速度过快,则汽车可能因离心力而向外翻转。安装在汽车上的横向偏摆率传感器、侧向加速度传感器和转向盘转角传感器等监测到这种翻转的危险趋势,立即将信号输入ESP系统中的ECU,ECU迅速命令在右前轮实施脉冲制动,制动力在汽车质心产生一个向外偏转力矩,抵消离心翻转力矩,迫使汽车绕质心向外偏转一个角度,制止了汽车可能侧翻的趋势。同时ECU控制迅速减小驱动力,将汽车速度降下来,并代替驾驶员使汽车转向角度稍小一些,使汽车按弯道半径要求的转向角度行驶。

图5-71 汽车转弯时的行驶轨迹

ESP控制框图如图5-72所示。通过传感器收集转向盘转角、横向偏摆角速度、侧向加速度等信息,输入电控单元,检测转向盘转角输入和实际行驶状态,一旦识别出车辆不稳定状态,立刻对制动系统、发动机管理系统和变速器管理系统等进行综合协调控制,从而降低车辆横向滑移,防止在制动时车轮抱死、起步时打滑和车辆侧滑。一般情况下,如果单独制动某个或某几个车轮不足以稳定车辆,ESP将通过降低发动机转矩输出或其他方式来进一步控制。在不踩制动踏板时,制动预压力一般来源于ABS液压控制单元。

综上所述,汽车电子稳定程序ESP系统在汽车出现不稳定行驶趋势时,采用了两种不

图 5-72 ESP 控制框图

同的控制方法,使汽车消除行驶的不稳定因素,恢复并保持汽车预定的行驶状态。其一,ESP 系统通过精确地控制一个或者多个车轮的制动过程(脉冲制动),根据需要分配施加在每个车轮上的制动力,迫使汽车产生一个绕其质心转动的旋转力矩,同时代替驾驶员调整汽车行驶方向。其二,在必要时(比如车速太快、发动机驱动转矩过大),ESP 系统自动进行发动机减转矩控制,以降低汽车的行驶速度,提高行驶稳定性。

通过以上措施,ESP 系统可以使汽车在进行蛇形线路测试的时候有效地避免汽车发生翻转,特别是在路面附着性比较差的时候,诸如结冰、湿滑以及存在碎石等情况下,可以有效地保持行驶方向的稳定性,从而大大地提高了汽车的安全性能。

#### 5)ESP 与其他系统的关系

ESP 是一项综合控制技术,整合了多项电子制动技术,通过对制动系统、发动机管理系统和自动变速器施加控制来防止车辆滑移。装备 ESP,则同时具有 TCS(即 ASR)、EDS 和 ABS 功能,ESP 与其他系统的关系如图 5-73 所示。

图 5-73 ESP 对各项电子制动系统的包含关系

工作时,ESP 与其他系统的控制优先原则如下:

(1)TCS 逻辑覆盖 ESP 逻辑(只发生在驱动轮)。即选择较低的制动压力施加在车轮上。与 TCS 直接介入有所不同的是,此时动力源来自 ESP 压力调节器,否则将破坏液压系统。

(2)ESP 逻辑覆盖 ABS 逻辑。由于 ESP 产生接近 50%的滑移率来稳定车辆,超出 ABS 20%逻辑控制范围。

(3)发动机转矩调节。如果ESP和TCS都想降低发动机转矩,则优先采用最大调节量。

在ESP系统出现故障而不能正常工作时,ABS和ASR系统能照样工作,以保证汽车正常行驶和制动。

ESP系统的功能不简单地是ABS和ASR功能之和,而是ABS与ASR功能之和的平方,因此使汽车能在极其恶劣的条件下保持行驶的稳定性的。

#### 6)ESP的应用

目前,ESP的主要生产厂家有BOSCH、ITT等,奥迪A4、A6、A8、PASSAT,别克荣御(ROYAUM),一汽M6,Toyota、Honda、Nissan天籁,Ford,BMW Z4,Volvo C70等中、高档车都装备了ESP系统。

### 5.2.2 MK20型制动装置EDS系统

下面以大众车系常见的MK20型ABS制动装置为例说明EDS的结构与原理。MK20型ABS制动装置带有EDS功能,它在ABS装置的基础上增加了两个电磁隔离阀和两个液压阀,如图5-74所示。

图 5-74 常规制动

1—制动主缸及真空助力器; 2—低压蓄能器; 3—单向阀; 4—液压泵; 5—单向阀; 6—常开阀;  
7—常闭阀; 8—液压阀; 9—电磁隔离阀; 10—限压阀; 11—车轮制动器

在制动过程中,由制动总泵产生压力,液压阀在压力的作用下关闭,电磁隔离阀常开,制动压力通过电磁隔离阀及常开阀进入制动分泵,实现常规制动,各元件工作状态如图5-74所示。

在汽车的加速过程中,如果电子控制单元从轮速信号中发现某一个车轮打滑,那么它就会自动启动EDS功能。其工作过程可以分为加压过程、保压过程和减压过程。

#### 1. 增压过程

在汽车的加速过程中,如果电子控制单元从轮速信号中发现某一个车轮打滑,那么它就会自动启动EDS功能。

首先,给电磁隔离阀通电,轮缸与总泵间的液流通道被切断。液压泵开始运转,从总泵

来的制动液经液压阀被液压泵加压后送往正在空转的车轮的制动器,从而实现增压过程,对此车轮实施制动。与此同时,非驱动轮的常开阀被关闭,以避免被施加制动。

加压过程元件工作状态如图 5-75 所示。

图 5-75 EDS 增压过程

(图中标号同图 5-74)

## 2. 保压过程

在加压过程中,如果电子控制单元发现打滑车轮的速度已经下降,为了防止制动压力的进一步升高,液压泵被切断,同时该车轮的常开阀和常闭阀均被关闭,从而实现保压过程,空转的车轮继续被制动。保压过程元件工作状态如图 5-76 所示。

图 5-76 EDS 保压过程

(图中标注同图 5-74)

### 3. 减压过程

如果电子控制单元从轮速信号中发现车轮已不再处在空转打滑状态,则常开阀被打开,电磁隔离阀打开,制动液从车轮制动器回到总泵,制动压力被解除,EDS 功能中止。其元件工作状态如图 5-77 所示。

图 5-77 减压过程  
(图中标注同图 5-74)

### 5.2.3 一汽奥迪 A4 轿车 ESP 系统

一汽大众公司 2005 年 10 月推出了全新奥迪 A4 中级轿车。奥迪高级别版本的 ESP 系统 BOSCH 8.0 也在国产全新奥迪 A4 上首次得到应用,这一系统通过防抱死制动和牵引力控制限制轮胎滑动,极大地提升了行驶的安全性。ESP 系统是先进的安全系统,它集中了车辆防抱死装置(ABS)、紧急制动辅助装置(EBA)、电子制动力分配装置(EBD)、防滑装置(ASR)等主动安全装置,而其最突出的优点是:当车辆转向时,如发生转向不足或转向过度或是车辆实际运行轨迹偏离驾驶员操作轨迹时,ESP 就会发挥作用,纠正车辆运行轨迹偏差。ESP 能够保证车辆在减速、制动、行驶、转向工作状态下有效稳定的操控安全性。

#### 1. 基本组成及结构

奥迪 A4 轿车 ESP 系统由传感元件、电控单元和执行元件组成,其组成及布置如图 5-78、图 5-79 所示,系统示意如图 5-80 所示,线路如图 5-81 所示。



图 5-78 奥迪 ESP 系统元件组成

1—ASR/ESP 按钮 E256; 2—制动灯开关 F; 3—制动踏板开关 F47; 4—轮速传感器(后右 G44/前左 G47/前右 G45/后左 G46); 5—转向盘角度传感器 G85; 6—侧向加速度传感器 G200; 7—制动压力传感器 G201; 8—横向偏摆率传感器 G202; 9—附加信号(发动机管理/变速器管理); 10—回油泵继电器 J105; 11—电磁阀继电器 J106; 12—液压控制单元回油泵 V39; 13—液压控制单元电磁阀(进油阀 N99/N101/N133/N134, 出油阀 N100/N102/N135/N136, 动态控制阀 1 N225, 动态控制阀 2 N226, 动态控制高压阀 2 N228, 动态控制高压阀 1 N227); 14—动态控制液泵 V156; 15—警告灯 (ABS 警告灯 K47/制动系统警报灯 K118/ASR/ESP 警报灯 K115); 16—附加信号(发动机管理/变速器管理/导航管理); 17—自诊断

图 5-79 奥迪 ESP 元件布置图

1—电控单元；2—制动主缸及真空助力器总成；3—制动压力传感器；4—纵向加速度传感器(仅四驱车型)；5—转向盘角度传感器；6—轮速传感器；7—横向偏摆率传感器；8—侧向加速度传感器；9—液压控制单元；10—动态控制液压泵

图 5-80 奥迪 ESP 系统示意图

1—ABS 控制单元；2—液压控制单元；3—制动压力传感器；4—侧向加速度传感器；5—横向偏摆率传感器；6—ASR/ESP 按钮；7—转向盘转角传感器；8—制动灯开关；9~12—车轮转速传感器；13—自诊断；14—制动系统警告灯；15—ABS 警告灯；16—ASR/ESP 警告灯；17—车辆和驾驶状态；18—发动机控制调整；19—变速器控制调整

图 5-81 奥迪 ESP 线路图

A/+—正极连接; D—点火开关; E256—ASR/ESP 按钮; F—制动灯开关; F47—制动踏板开关; G44—右后轮速传感器; G45—右前轮速传感器; G46—左后轮速传感器; G47—左前轮速传感器; G85—转向盘转角传感器; G200—侧向加速度传感器; G201—制动压力传感器; G202—横向偏摆率传感器; J104—带有 EDS/ASR/ESP 的 ABS 控制单元; J105—回油泵(ABS)继电器; J106—电磁阀(ABS)继电器; J285—组合仪表显示控制单元; K47—ABS 警告灯; K118—制动系统警告灯; K155—ASR/ESP 警告灯; N99—右前 ABS 入口阀; N100—右前 ABS 出口阀; N101—左前 ABS 入口阀; N102—左前 ABS 出口阀; N133—右后 ABS 入口阀; N134—左后 ABS 入口阀; N135—右后 ABS 出口阀; N136—左后 ABS 出口阀; N225—动态调节-控制阀 1; N226—动态调节-控制阀 2; N227—动态调节-高压阀 1; N228—动态调节-高压阀 2; S—熔丝; V39—ABS 回油泵; V156—动态调节液泵; A—连接手制动警告灯; B—导航系统; C—发动机转矩控制; D—变速器控制(自动变速器); E—自诊断

ESP 系统主要元件介绍如下:

#### 1) 转向盘转角传感器 G85

G85 位于转向灯开关和转向盘之间,是 ESP 系统独有的一个元器件。G85 向控制单元传送方向盘转动角度,测量的角度为正负 540 度,对应转向盘转动 3 圈。信号供 ESP 电控单元计算转向盘旋转方向,通过高速网将转向盘转动方向、旋转速度和旋转角度信息传递给 ESP 计算机。当信号中断时,车辆无法确定行驶方向,ESP 失效。

#### 2) 组合传感器

组合传感器由侧向加速度传感器 G200 和横向偏摆率传感器 G202 两个传感器组成。两个传感器放到一起,不仅可以使安装尺寸减小,还可以精确配合数值,而且不改变。侧向加速度传感器 G200 的作用是:确定车辆是否受到使车辆发生滑移作用的侧向力以及侧向力的大小。当该信号中断时,控制单元将无法计算出车辆的实际行驶状态,ESP 功能失效。横向偏摆率传感器 G202 的作用是:确定车辆是否沿垂直轴线发生转动,并提供转动速率。当没有横向偏摆率测量值时,控制单元无法确定车辆是否发生转向,ESP 功能失效。

#### 3) 制动压力传感器 G201

制动压力传感器 G201 安装在制动总泵上,通知控制单元制动系统的实际压力,控制单元相应计算出作用在车轮上的制动力和整车的纵向力大小。如果 ESP 正在对不稳定状态进行调整,控制单元将这一数值包含在侧向力计算范围之内。当没有制动力压力信号时,系统将无法计算出正确的侧向力,ESP 失效。

#### 4) 轮速传感器(G44~G47)

轮速传感器包括右前轮速传感器 G45、左前轮速传感器 G47、右后轮速传感器 G44、左后轮速传感器 G46 四个。传递车轮速度信息给 ESP,供 ESP 计算车轮附着条件。ESP 传感器有 48 个磁极,比 ABS 多。因此传递信息更精确、更迅速。

#### 5) ASR/ESP 按钮开关 E256

ASR/ESP 按钮开关 E256 是 ESP 的关闭、激活开关,按下该按钮,ESP 功能关闭。通过再次按该按钮,ESP 功能重新激活。重新启动发动机该系统也可自动激活。当 ESP 调整工作正在进行或超过一定的车速时,系统将不能被关闭。当 ASR/ESP 按钮开关 E256 出现故障后,ESP 将无法关闭,组合仪表上的 ESP 警告灯有警告显示。它有 3 个工作模式:

(1) 为从深雪或松软地面前后摆动驶出,有意让驱动轮打滑以摆脱被陷状态。

(2) 带防滑链行驶。

(3) 在车辆处于功率测试状态下行驶。

#### 6) 制动踏板开关 F47

制动踏板开关 F47 位于制动踏板支架上面,传递制动踏板动作信息给 ESP 计算机。

#### 7) ESP 电控单元 J104

ESP 计算机 J104 和液压控制单元制成一体。它在车辆加速、制动、降挡、转向行驶时优化车轮附着力和保持汽车轨迹稳定性。ESP 计算机采用了高级的 BOSCH ABS/ESP 8.0 版本。为保障系统的可靠性,在系统中有两个处理器,两个处理器用同样的软件处理信号数据,并相互监控比较。当控制单元出现故障时,驾驶者仍可做一般的制动操作,但 ABS/EBS/ASR/ESP 功能失效。

#### 8) 液压控制单元

制动分泵通过液压控制单元的电磁阀控制,通过制动分泵的入口阀和出口阀的控制,建立了

三个工作状态(见图 5-80):建压、保压、卸压。当电磁阀功能出现不可靠故障,整体系统关闭。

### 9)动态控制液压泵 V156

在液压控制系统中,预压力是用加载泵产生的。这个泵叫做行车动态控制液压泵,它连接到液压装置下面的公用支架上。其作用有两个:

- (1)建立回油泵入口预载压力。
- (2)使回油泵输油效率提高。

### 10)警告灯

系统警告灯包括 ABS 警告灯 K47、制动系统警告灯 K118 和 ASR/ESP 警告灯 K155。工作情况见表 5-5。

表 5-5 警告灯工作情况

状 态	制动系统警告灯 K118	ABS 警告灯 K47	ASR/ESP 警告灯 K155
点火开关打开	亮	亮	亮
系统正常			
ASR/ESP 正在工作			闪烁
ASR/ESP 按钮关闭,ABS 系统有效,在加速和正常行驶中 ESP 关闭,但是在 ABS 系统工作时 ESP 激活			亮
ASR/ESP 失效,ABS 系统失效(EBV 正常)		亮	亮
ABS 系统失效,所有系统都关闭	亮	亮	亮

## 2. 奥迪 ESP 系统基本工作原理

当汽车处在非常极端的操控状态,如高速躲闪障碍物的情况下,ESP 系统会在极短的时间内收集包括 ABS、ASR 和 EDL(电子差速锁)系统的庞大数据,并接收转向盘转向角度、车速、横向加速度以及车身滚动情形,再与计算机记忆体中的基准值做对比后,指示 ABS、ASR 等有关系统做出适当应变动作,从而使汽车遵从驾驶员的意愿方向行驶。这时,即使驾驶员不断改变行驶路径,计算机也能持续运算,并以对个别车轮增加或降低制动力的方式维持车身动态平衡。为了给主动控制系统的悬架更好的稳定性,需要新的系统和传感器密切配合。ABS、ASR 和 ESP 共用的传感器为轮速传感器。ASR 和 ESP 共用所有横向加速度传感器,而 ESP 系统本身固有的横向偏摆率传感器用来监测车辆后部因侧滑发生的甩尾。一般转向角度传感器和安全气囊的线圈做在一起,用来探测驾驶员欲操控汽车的方位。还有一种就是横向加速度传感器,用来测量将汽车推向偏移方向的力。该传感器出故障时,一般 ASR 和 ESP 灯一起亮。ESP 系统根据转向角速度、侧向力和轮速差异等信号,来判别汽车失去控制的时刻。不管驾驶者如何操作,通过对单个车轮施加制动和控制发动机的输出功率,来保持车辆的稳定性。此时 ABS 和 ASR 同心协力,一起准确地来控制车轮的滑移率,使车

身前部和后部都能保持稳定。角速度传感器可使汽车保持相对于垂直轴线的稳定性。ASR 系统减少轮胎无谓的磨损和功率消耗,ESP 则使汽车即使在湿滑的路面上仍能保持稳定的驾驶性能。出故障时,一般也跟 ABS 警告灯同时亮。奥迪 ESP 的工作原理如图 5-82 所示。

图 5-82 奥迪 ESP 工作原理

1—转向盘角度传感器; 2—轮速传感器; 3—横向偏摆率传感器; 4—侧向加速度传感器; I—不足转向; II—过度转向

奥迪 ESP 的工作过程,以车辆躲避突然出现的障碍物为例加以说明。若车辆无 ESP, 驾驶者首先向左急打转向盘,紧接着又向右转向,车辆由于驾驶者急打转向盘转弯而出现甩尾现象。由于车辆沿着垂直轴线转动,出现失控状态,如图 5-83 所示。

图 5-83 无 ESP 行驶状况

奥迪 ESP 工作过程如表 5-6 和图 5-84 所示。

表 5-6 奥迪 ESP 工作过程

工作过程	车辆转向	行驶状态	受制动车轮	目的
第一阶段	制动/向左	不足转向	左后轮	前轮保留侧向力有效保证车辆的转向
第二阶段	向右	不足转向	右前轮	保证后轴的最佳侧向力,后轴车轮自由转动
第三阶段	向左	过度转向	左前轮	为防止车辆出现甩尾,为限制前轴侧向力的建立,在特殊危险情形下这个车轮将强烈制动
第四阶段	中间	稳定	无	在所有不稳定行驶状态被校正后,ESP 结束调整工作

图 5-84 奥迪 ESP 工作过程

奥迪 ESP 制动力的控制过程与 ABS 类似,也是通过液压控制单元对制动管路油压进行“增压—保压—减压”的循环调节来实现的,其液压调节的部件组成如图 5-85 所示,具体液压调节过程如下:

图 5-85 奥迪 ESP 液压调节部分组成示意图

1—控制阀 N225; 2—高压阀 N227; 3—入口阀; 4—出口阀; 5—制动分泵; 6—回油泵; 7—动态液泵; 8—制动助力器

(1)增压过程。如图 5-86(a)所示,当 ESP 开始介入控制时,动态液压泵开始从制动液储液罐中向制动管路输送制动液。在制动分泵和回油泵内很快建立制动压力,回油泵开始输送制动液使制动压力进一步增大。

(2)保压过程。如图 5-86(b)所示,入口阀关闭,出口阀也保持关闭。制动压力不能卸压。回油泵停止工作,高压阀 N227 关闭。制动压力保持不变。

(3)减压过程。如图 5-86(c)所示,控制阀 N225 反向打开。在出口阀打开时,入口阀保持关闭,制动液通过制动主缸返回储液罐,制动压力减小。



### 3. 奥迪 ESP 系统自诊断

奥迪 ESP 系统自诊断项目如表 5-7 所示。

表 5-7 奥迪 ESP 系统自诊断项目

项 目	转向盘角度传感器 G85 初始化标定	ESP 路试和系统测试	控制单元编码
转向盘角度传感器 G85——断电	•		
转向盘角度传感器 G85——拆卸或更换	•	•	•
侧向加速度传感器 G200——拆卸或更换		•	
横摆率传感器 G202——拆卸或更换		•	
制动压力传感器 G201——拆卸或更换		•	
ABS 控制单元 J104——更换	•	•	•

#### 1) 转向盘角度传感器 G85 初始化标定

如果转向盘角度传感器 G85 断电或车辆的电压值不正常,传感器的标定会丢失,需重新做初始化标定。

##### 初始化 1——路试

通过短距离行驶,传感器 G85 会根据轮速传感器信息重新初始化。

##### 初始化 2——自诊断

步骤 1:打开点火开关,顺时针或逆时针转动转向盘至少  $10^\circ$ ,然后,将前轮置于垂直向前方向(公差为  $-5^\circ \sim 5^\circ$ )。

步骤 2:进入功能码 11 输入 40168。

步骤 3:进入功能码 04 进入 1 显示组。

#### 2) ESP 路试和系统测试

ESP 路试检查 ESP 系统各个传感器的可靠性(侧向加速度传感器 G200,横摆率传感器 G202 和制动压力传感器 G201,转向盘角度传感器 G85)。每次 ESP 系统的电气元件拆下或更换后,必须进行路试。

注意:对 ESP 系统的路试一旦开始,就不能中止,必须全部进行完毕。

##### 测试过程:

步骤 1:选择基本设定(04),显示组号 03 来激活测试。

ABS 与 ASR/ESP 灯点亮,故障 01486(系统进行动态测试)存储在故障存储器中。

步骤 2:断开 VAS5051。

步骤 3:起动发动机。

步骤 4:用力踏下制动踏板(压力大约为 35 bar)直到 ASR/ESP 警报灯 K86 熄灭。

步骤 5:退出(标定完成)。

步骤 6:进行时间大约 5 s,横摆率至少在  $10^\circ/\text{s}$ ,车速在 15~20 km/h,转弯半径在 10~12 m 曲线的路试。

此时,ABS、EDS、ASR、ESP 都不工作。

##### 测试评价:

(1)路试完成后,ABS 与 ASR/ESP 灯熄灭,测试通过,系统正常。

(2)如果 ABS 与 ASR/ESP 灯没有熄灭,读取故障存储,并排除故障。

(3)如果路试中止,ABS 与 ASR/ESP 灯依然点亮。

3)控制单元编码

更换 ESP 控制单元 J104 或转向盘角度传感器 G85 后,必须对 ESP 系统重新进行编码。

## 5.3 汽车轮胎气压监测系统

### 5.3.1 汽车轮胎气压监测系统概述

轮胎性能好坏直接影响到汽车的性能。适当的轮胎充气压力可以提高汽车行驶安全性,改善操纵性能,延长轮胎使用寿命,节省燃油,减轻侧滑,缩短制动距离。轮胎气压异常,则会造成车辆性能下降,甚至使轮胎爆裂,导致汽车失控,造成恶性交通事故。在我国交通事故中,约有 30%是因轮胎气压过低导致轮胎过热或因轮胎气压超高导致轮胎爆破引起,在高速公路上发生的交通事故中,这一比例更高。美国汽车工程师协会的调查统计表明,美国每年有 26 万起交通事故是由于轮胎气压低或渗漏造成的,而 75%的轮胎故障是由于轮胎气压不足或渗漏引起的。

因此,轮胎气压对现代汽车高速行驶时的经济性、安全性和操纵稳定性至关重要。目前,各个汽车厂商在中高级轿车上安装了轮胎气压监测系统。

汽车轮胎气压监测系统(tire pressure monitoring system,简称 TPMS),也有的车型称为 TPC,即“tire pressure check”,可在汽车行驶时实时监测轮胎气压和温度,对轮胎漏气、低压、高压或高温等情况进行报警,以保障行车安全,是驾车者、乘车人的生命安全保障预警系统。

目前,TPMS 主要分为间接式 TPMS(wheel speed based TPMS,简称 WSB TPMS)和直接式 TPMS(pressure sensor based TPMS,简称 PSB TPMS)两种。

#### 1)间接式 TPMS

在装有 ABS 系统的汽车上,通过汽车 ABS 系统的轮速传感器比较轮胎之间的转速差别,以达到监视轮胎气压的目的。该系统的优点是开发相对简单、投资少,已经装备了 ABS 系统的汽车只需对软件进行升级即可,但其局限性很大:

- (1)不能显示各条轮胎准确的瞬时气压值;
- (2)同一车轴或同一侧车轮或 4 条轮胎气压同时下降时,不能报警;
- (3)不能同时兼顾车速、监测精度及发动机的布置和驱动方式;
- (4)反应时间长且不能判断故障轮胎轮位。

#### 2)直接式 TPMS

直接式 TPMS 又分为主动式和被动式两种。主动式 TPMS 利用安装在每个轮胎内以电池为电源的传感器直接测量轮胎的气压和温度,通过无线调制发射到安装在驾驶台的监视器上,监视器随时显示各轮胎气压、温度,当轮胎气压或温度不正常时,系统会自动报警。因此,容易确定故障轮胎轮位。被动式 TPMS 的发射模块不需要电池提供能量,因此也称作无源 TPMS,其采用一个中央收发器代替主动式 TPMS 中的中央接收器,安装在轮胎中

的转发器代替主动式 TPMS 中的发射器。

此类系统的优点是显而易见的,但技术较为复杂,成本较高。

### 5.3.2 丰田汽车间接式轮胎气压监测系统

丰田汽车公司近年开发了一种间接式 TPMS,当轮胎气压降低时,报警灯点亮以警示驾驶员,使驾驶员能及时处理轮胎故障,减少交通事故的发生。

#### 1. 基本组成

系统主要组成部件及作用:

##### 1) 车轮转速传感器

该传感器的作用是检测各车轮转速,并传送给控制器。

##### 2) 报警灯

报警灯的作用是与控制器相连,用报警灯亮灭的形式告知驾驶员。

##### 3) 设置开关

设置开关的作用是更换轮胎时,起动系统的初值设置。

##### 4) 停车灯开关

停车灯开关的作用是检测制动信号。

##### 5) 发动机控制电控单元

该电控单元的作用是提供进气温度信号。

##### 6) 轮胎气压监测控制器

该控制器的作用是与车辆稳定控制(VSC)电控单元做成一体,检测车轮转速信号及其他信号,根据演算逻辑求出轮胎气压,并把检测阈值传送给警告灯。

#### 2. 基本工作原理

在行驶中,轮胎的弹簧常数随轮胎气压变化而发生变化。丰田公司轮胎气压监测系统就是通过轮胎共振频率的变化推断出轮胎弹簧常数的变化,再由弹簧常数变化来监测轮胎气压的变化。

丰田公司是利用 VSC 控制系统来完成轮胎压力监测的,其监测过程如图 5-87 所示。ABS 车轮转速传感器采集车轮的速度信号被送至 VSC 控制单元,由控制单元经过波形处理,滤除共振外的杂波并推算轮胎共振频率的变化,根据计算公式推算出轮胎弹簧常数的变化,最后得出轮胎气压的变化情况。VSC 控制器对轮胎气压变化情况进行判断,将轮胎气压与某一提前设定的阈值进行比较。当轮胎气压低于这一阈值时,便将报警输出至报警灯,由报警灯提醒驾驶员及时检查胎压,避免发生危险,从而实现实时在线监测轮胎气压。

图 5-87 丰田轮胎气压监测系统工作过程

### 3. 系统的初值设定

更换轮胎时,要设定系统的初值。顺序如下:

(1)将4个轮胎调整到指定气压。

(2)打开点火开关到“ON”位,车辆停在水平地面上确认警告灯闪烁3次,按下位于驾驶员转向盘下部的轮胎气压控制系统设定开关,即完成初值设定。

### 5.3.3 别克荣御轿车直接式轮胎气压监测系统

2000年美国国会通过了Tread法案,要求到2007年,所有在美国销售的汽车都必须安装TPMS系统。目前,上海通用汽车的部分车型也装配了TPMS系统,如凯迪拉克、别克荣御等。

2005款别克荣御(Royaum)轿车装备了直接式TPMS。当车辆行驶时,系统不断监测4个轮胎内的空气压力,安装在每个轮胎气门杆上的压力传感器周期性地测量轮胎的实际压力,压力信息通过射频(RF)通信传送至安装在车辆后窗台板下的轮胎气压监测系统模块,轮胎气压监测系统模块解译收到的射频信号,并将数据格式化,然后由车身控制模块(BCM)将数据传送至组合仪表的多功能显示屏(MFD)。轮胎气压监测系统组件在车上的位置如图5-88所示。

图 5-88 荣御 TPMS 组件布置

1—轮胎气压传感器; 2—轮胎气压监测系统模块; 3—组合仪表多功能显示屏; 4—车身控制模块

#### 1. 基本组成

别克荣御 TPMS 系统包括两个主要组件:轮胎气压传感器和轮胎气压监测系统模块。

##### 1) 轮胎气压传感器

轮胎气压传感器位于轮胎内部的轮胎气门基座上,如图5-89所示,其功能是监测轮胎气压读数并将其传送至轮胎气压监测系统模块,再由模块将气压读数提供给组合仪表多功能显示屏,确定轮胎内的气压变化是否异常。

##### 2) 轮胎气压监测系统模块

轮胎气压监测系统模块隐藏在后窗台饰板总成下面,模块与倒车警报器共用一个安装支架。模块包括一个塑料外壳,其中含有一块电路板(图中未显示),电路板上安装了一个

电气连接器和一根天线,如图 5-90 所示。

图 5-89 轮胎气压传感器的安装位置

1—轮胎气压传感器; 2—轮胎气门

图 5-90 轮胎气压监测系统模块

1—塑料外壳; 2—电气连接器; 3—天线

该模块的功能是接收来自轮胎气压传感器的轮胎气压射频信号,处理信号并将产生的读数或警告经由串行数据线发送至组合仪表的多功能显示屏。

## 2. 系统工作原理

别克荣御电路图如图 5-91 所示,监测系统模块经由射频链路接收来自 4 个轮胎气压传感器发射的信息,信息再经由通用异步收发器串行数据总线传送至多功能显示屏。监测系统模块可用 Tech2 通过车身控制模块对任何故障做出自诊断。

轮胎气压监测系统的发射器电路示意图如图 5-92 所示,它有不同的系统模式,下面分别加以说明。

### 1) 静态模式

驻车时,气压传感器以一定间隔发射信号。当特定用途集成电路(ASIC)收到滚动开关的输入时即退出此模式。

### 2) 唤醒模式

当车辆开始移动时,滚动开关闭合,然后由 ASIC 的输入激活气压传感器。当车轮离心力为 2~17 个重力加速度时,滚动开关闭合。产生此离心力的车速与车轮直径有关,通常在 11~32 km/h 之间。

在静态模式后的第一个发射周期中,数据块将包含“唤醒模式”功能码发射(仅发射一次),所有其他数据发射正常。

### 3) 行驶模式

当车辆移动时(滚动开关闭合),气压传感器会增加它的测量取样率和发射频率。车辆停止后(滚动开关断开),气压传感器仍将在一定时间内保持在行驶模式,这段时间被称作“工作时段”。“工作时段”过后,气压传感器会返回静态模式。

### 4) 电池电压过低模式

电池的寿命约为 10 年。气压传感器内的电路在每次测量气压时都会监测电池,当传感器内的电池电压低于预定的水平时,就会发送一个“电池电压过低”的功能码。

图 5-91 别克荣御 TPMS 电路图

通常,第一次发出电压过低信号后,气压传感器仍能使用至少 3 个月,并且不会降低测量射频信号功率的准确性。

#### 5) 读入模式

接收器/解码器辨认该“读入功能”码并将气压传感器的识别码储存在它的存储器中,用于将来的识别。在对车辆气压传感器识别码进行了“记忆”或读入后,接收器就能够过滤掉来自邻近车辆的信息。

#### 6) 重新测量模式

该模式只在气压发生变化时才出现。在此模式下,系统会对轮胎气压进行周期性测量,并将测量值按预定间隔发射。

在测量期间,若两个测量值相差 100 MPa,则会对气压立即进行重新测量,以确认气压

图 5-92 发射器电路示意图

1—轮胎气压传感器；2—特定用途集成电路(ASIC)；3—滚动开关；4—读入电路；  
5—射频电路；6—电池；7—天线(Schrader 气门)

是否发生了变化。若的确发生了变化,则会发射新的气压值以及重新测量功能码。若重测值与正常发射值相符,则对于该轮胎位置优先采用重新测量值。

#### 7) 正常气压模式

作为一种监控模式,气压传感器在轮胎正常的滚动和静止状态下会发送各车轮的常规气压值,表示系统“状态正常”。除非处于“唤醒模式”、“电池电压过低模式”、“读入模式”或“重新测量模式”,否则所有的发射数据都会包含“正常气压”功能码。

#### 8) 睡眠模式

这是气压传感器激活后使用的一种低能耗模式,它发生在发射和测量之间的时间段里。

#### 9) 关闭模式

这是一种最低能耗模式,主要用于气压传感器组件的运输和储存(不是所有组件都要在该模式下进行运输)。在关闭模式下,所有的内部电路都会停用。启动“读入模式”或闭合滚动开关并持续 4 s,将气压传感器切换至“读入模式”,即可退出该模式。

### 3. 系统诊断功能

该功能是对气压监测系统内发生的故障进行诊断。诊断功能也可用来向气压监测系统模块传送可配置参数。

#### 1) 注意事项

按正确方法将轮胎充气至建议规格,可避免出现气压过低警告。气压监测系统必须先启用再工作。

(1) 当车辆起动并激活了轮胎气压监测屏幕时,屏幕不会马上对 4 个轮速传感器中的任意一个进行识别(除非车辆开始移动),此时多功能显示屏的“Tyre Monitor”(轮胎气压监测)动态屏幕会在每个车轮旁边显示两条短线,而不是显示轮胎气压读数,如图 5-93(a)所示。一旦车辆开始移动,短线会变成轮胎气压读数,直到车辆停止,如图 5-93(b)所示。车辆停止时,短线重新启亮。车辆每次停下和起动都会发生以上情形。

(2) 如果车辆在移动时某个传感器发生了故障,则“Tyre Monitor”(轮胎气压监测)动态屏幕会在故障传感器旁显示一个“X”(见图 5-94)。然后将显示一个“Tyre Pressure Sensor Fault”(轮胎气压传感器存在故障)动态屏幕,表明某个传感器(如“RH Rear”,右后)出现了故障。若一个以上传感器出现故障,则依次显示相应信息。

图 5-93 轮胎气压监测系统的显示

图 5-94 某个传感器出现故障时的显示

“Tyre Pressure Sensor Fault...”动态屏幕会一直显示,直到按下行车电脑开关上的“MODE”(模式)按钮进行确认,然后行车电脑会返回原来的显示,同时多功能显示屏右侧会出现一个轮胎气压传感器故障的小图标,该图标会一直点亮,直到故障被排除。

## 2) 轮胎气压警告

(1)如果车辆行驶时“Low Tyre Pressure...”(轮胎气压过低)动态屏幕激活,则表明所指示的轮胎(如“RH Rear”)气压过低,如图 5-95 所示。若一个以上轮胎气压过低,则依次显示“Low Tyre Pressure...”动态信息,直到按下行车电脑开关上的“MODE”按钮进行确认。然后行车电脑会返回原来的显示,同时显示屏右侧会出现一个表示轮胎气压过低的小图标,如图 5-96 所示。该图标一直点亮,直到将轮胎充气至规定的气压范围。

图 5-95 右后轮轮胎气压过低的显示

(2)如果车辆行驶时,“Very Low Tyre Pressure...”动态屏幕激活(见图 5-97),则表明所指示的轮胎(如“RH Rear”)气压极低。如果一个以上的轮胎气压极低,则依次显示相应信息。此时必须尽快给轮胎充气。



图 5-96 按下“MODE”按钮后轮胎气压过低的显示

图 5-97 右后轮轮胎气压极低的显示

(3)“Very Low Tyre Pressure...”(轮胎气压极低)动态屏幕会一直显示,直到按下行车电脑开关上的“MODE”按钮进行确认,然后行车电脑会返回原来的显示,同时显示屏右侧会出现一个表示轮胎气压极低的小图标,如图 5-98 所示。该图标一直点亮,直到将轮胎充气至规定的气压范围。

图 5-98 按下“MODE”按钮后轮胎气压极低的显示

### 3) 轮胎气压传感器故障

(1)如果车辆行驶时“Tyre Pressure Sensor Fault...”动态屏幕激活(见图 5-99),则表明所指示的轮胎(如“RH Rear”)传感器存在故障。若一个以上的传感器出现故障,则依次显示相应信息。

图 5-99 右后轮轮胎气压传感器故障的显示

(2)“Tyre Pressure Sensor Fault...”动态屏幕会一直显示,直到按下行车电脑开关上的“MODE”按钮进行确认,然后行车电脑会返回原来的显示,同时显示屏右侧会出现一个表示轮胎气压传感器存在故障的小图标,如图 5-100 所示。该图标会一直点亮,直到故障被排除。

注意:若安装了轮胎气压监测系统,会对备胎中的传感器及其在车辆上所处的位置进行自动识别。如果要对轮胎进行换位,则要对新的车轮传感器的位置进行编程设置,否则会设置故障码。

图 5-100 按下“MODE”按钮后轮胎气压传感器故障的显示

## 4)故障码

别克荣御 TPMS 故障码内容见表 5-8。

表 5-8 故障码内容表

故障码	内 容	故障码	内 容
C0558	轮胎气压传感器识别码未读入	C0760	左后轮气压传感器电路范围/性能
C0750	左前轮气压传感器电路范围/性能	C0760	右后轮气压传感器电池电压过低
C0750	左前轮气压传感器电池电压过低	C0765	右后轮气压传感器电路范围/性能
C0755	右前轮气压传感器电路范围/性能	C0765	左后轮气压传感器电池电压过低
C0755	右前轮气压传感器电池电压过低	U1064	串行数据通信错误

## 本章小结

本章主要对汽车底盘电控新技术进行了介绍,包括无级变速器、EBD、EDS 及 ESP、轮胎气压监测系统。

无级变速器主要包括传动轮装置(含主/从动轮组及传动带)、行星齿轮机构、电子控制系统、液压控制系统和换挡控制机构。工作时,主/从动轮的工作半径可根据需要连续改变,从而实现了无级变速。行星齿轮机构的作用是实现倒挡。

01J 无级变速器主要由电子控制系统、液压控制系统和机械传动装置组成。机械传动装置主要包括链轮装置、辅助变速齿轮、行星齿轮机构、变速杆换挡机构及 P 挡停车锁。01J 无级变速器的电子控制系统主要由传感器、控制单元和执行机构等组成。传感器包括多功能开关 F125、Tiptronic 开关 F189、变速器油温传感器 G93、变速器输入转速传感器 G182、变速器油压传感器 G193/G194、变速器输出转速传感器 G195/G196,执行机构包括电磁阀(离合器冷却/安全切断)N88、变速杆锁止电磁阀 N110、变速器压力控制阀 N215/N216。此外,变速器电子控制单元还通过 CAN-BUS 与发动机等其他系统的电子控制单元互通信息。

01J 无级变速器的工作主要包括离合器(制动器)的控制和链轮装置的控制。离合器(制动器)的作用有两个:一是用来实现前进挡和倒挡的控制;二是用于传递扭矩大小的控制。当倒车制动器接合时,变速器可实现倒挡。传递扭矩大小的控制是通过离合器压力的控制来实现的。链轮装置控制包括换挡控制和接触压力控制,换挡控制是通过主动链轮和从动链轮的分离缸压力控制来实现的,接触压力控制是由扭矩传感器来实现的。

广本飞度无级变速器可以分成变速器、电子控制系统、液压控制系统三部分。变速器有4条平行轴:输入轴、主动带轮轴、从动带轮轴以及主传动轴。当变速器的行星齿轮机构通过前进离合器和倒挡制动器接合后,动力即由主动带轮轴传递至从动带轮轴,从而提供了L、S、D、R挡位。电子控制系统由动力系统控制模块(PCM)、传感器和电磁阀组成。动力系统控制模块通过电磁阀对带轮传动比变换等进行控制。

广本飞度无级变速器PCM接收来自车辆各种传感器、开关以及其他控制装置发送来的输入信号,经过数据处理后,输出用于发动机控制系统和无级变速器控制系统的信号。无级变速器控制系统包括换挡控制/带轮压力控制、7速模式控制、起步离合器压力控制、倒挡锁止以及存储在动力系统控制模块内的坡道逻辑控制。

EBD、EDS、ESP等系统都是为了提高车辆行驶的稳定性的,充分发挥车辆的驱动、制动、转弯等各项性能。

EBD是建立在ABS之上的一个电控系统,但并没有增加额外的硬件,其组成部件与ABS相同,但是在ABS的基础上通过改进ABS软件的控制逻辑,使之具有了新的功能。制动时,EBD可在ABS工作之前动态调整汽车各车轮的制动压力,使前、后轮的制动压力之比接近理想曲线,从而可防止汽车制动时后轮先于前轮抱死,有效地提高了制动性能。

电子防滑差系统(EDS)是防滑差速器的一种,它的作用是在车辆起步或低速时,若一侧驱动轮有打滑趋势时,EDS介入工作,使打滑驱动轮速度降低,并将大部分驱动力矩分配给另一侧转速慢的驱动轮,从而提高车辆的驱动性能和通过性能。

ESP可以使车辆在各种状况下保持最佳的稳定性,特别是在高速转弯或在湿滑路面上行驶时效果更加明显。

EBD、EDS的调节过程与ABS类似,都是通过对目标车轮管路油压进行“增压—保压—减压”的循环调节,最终达到控制目的。

奥迪A4轿车ESP系统由传感元件、电控单元和执行元件组成。当汽车处在非常极端的操控状态,如高速躲闪障碍物的情况下,奥迪A4轿车ESP系统会在极短的时间内收集包括ABS、ASR和EDL(电子差速锁)系统的庞大数据,并接收转向盘转向角度、车速、横向加速度以及车身滚动情形,再与电脑记忆体中的基准值做对比后,指示ABS、ASR等有关系统做出适当应变动作,从而使汽车遵从驾驶人的意愿方向行驶。

别克荣御ESP系统由电子控制单元(ECU)、液压调节器、方向盘转角传感器、横向偏摆率传感器、车轮速度传感器及ESP控制开关等部件组成。当电子稳定程序检测到车轮侧向滑移或计算得到的车辆方向偏离实际的车辆方向时,电子稳定程序(ESP)将利用ABS-TCS系统中的发动机扭矩减小功能和主动制动控制功能来稳定车辆并使车辆正确转向。

汽车轮胎气压监测系统(TPMS)可在汽车行驶时实时监测轮胎气压和温度,对轮胎漏气、低压、高压或高温等情况进行报警。目前,TPMS主要分为间接式TPMS和直接式TPMS两种。

间接式TPMS是通过汽车ABS的轮速传感器比较轮胎之间的转速差别,以达到监视轮胎气压的目的。直接式TPMS利用安装在每个轮胎内的气压传感器直接测量轮胎的气压和温度。

丰田汽车间接式轮胎气压监测系统主要包括车轮转速传感器、报警灯、设置开关、停车灯开关、发动机控制电控单元和轮胎气压监测控制器。系统通过轮胎共振频率的变化推断出轮胎弹簧常数的变化,再由弹簧常数变化来监测轮胎气压的变化。

别克荣御 TPMS 系统包括两个主要组件:轮胎气压传感器和轮胎气压监测系统模块。监测系统模块经由射频链路接收来自 4 个轮胎气压传感器发射的信息,信息再经由通用异步收发器串行数据总线传送至多功能显示屏。监测系统模块可用 Tech2 通过车身控制模块对故障做出自诊断。

## 习 题 5

- 5-1 简述无级变速器的基本组成及无级变速原理。
- 5-2 简述奥迪 01J 无级变速器的基本组成。
- 5-3 奥迪 01J 无级变速器的换挡控制是如何实现的?
- 5-4 奥迪 01J 无级变速器离合器传递转矩的大小是如何实现控制的?
- 5-5 奥迪 01J 无级变速器链轮装置接触压力的大小是如何实现控制的?
- 5-6 广本飞度无级变速器控制系统有哪些控制内容?
- 5-7 EBD、EDS、ESP 各有什么作用?三者之间有何关系?
- 5-8 简述奥迪 A4 ESP 的工作过程。
- 5-9 简述轮胎气压监测系统的作用及类型。
- 5-10 简述间接式 TPMS 和直接式 TPMS 的工作原理。