



内 容 简 介

主多满操的个千系动底基操盘要任教成
为许为际统每若控自按论践底主的业、
系统置。实系将了电、电理实了与专页、
系展置。与控系备盘修、术统化关人
械发配论电体配底检统照写阅系体相术
机向准理盘识后车统系按编既各一修等技
以方标。重底知务汽系向务路书了实修的
得的的书。注对按任括动转任思本绍理维业
使化辆本，并个包制力习的。介“与行
展，能车了了开式，每容制制动学”写又于
展智些写展模解，内控控的单编，便果。测关
发、一编术学解，讲务的于电块工程理，效学检相
速化为一若技教讲务的于电块工程理，效学检相
快子成笔控式统任书。成统个任修作操学汽员训
的电已电，电动系习本集系每“维工践高专术培
术着成要盘驱了学。盘架每一，际与实提高术培
技朝正需底务行个单。盘架每一，际与实提高术培
制正件展车任进几工车底悬块。实构和而职修技
控盘部发汽用方法成试汽电个操方成方，为车汽
车底控的绕梁。修分查识修验实修的结法从为车汽
电车业电圈。修分查识修验实修的结法从为车汽
车汽盘专书合。检块抽认检检“按统的学书可教
汽统底车本本结及模能体器竣→节系件教本本也等
传的新足。作结数个统变盘础作电零务材人

目 录

模块1汽车底盘电控系统总体认识	模块3自动变速器检修	模块5电控动力转向系统
任务1.1底盘电控系统认识	任务3.1自动变速器操作与使用	任务5.1汽车动力转向系统结构与检修
任务3.2自动变速器机械系统检修		
模块2汽车底盘集成电子控制制动系统检修	任务3.3自动变速器液压系统检修	
任务2.1汽车防抱死制动系统（ABS）检修	任务3.4自动变速器电控系统检修	模块6电控底盘修竣检验
任务2.2驱动轮防滑转控制系统(ASR)和电子制动力分配系统（EBD）检修	任务3.5无级变速器与双离合变速器结构与检修	任务6.1电控底盘修竣检验
任务2.3电子稳定性程序（ESP）检修	任务3.6自动变速器综合故障检修	参考文献
	模块4电控悬架系统	
	任务4.1汽车电子控制悬架系统结构与检修	

模块 5 电控动力转向系统

任务 5.1 汽车动力转向系统结构与检修



1. 了解动力转向系统的组成和类型；
2. 掌握动力转向系统的工作过程；
3. 学会动力转向系统的维护与检修；
4. 培养良好的职业道德和安全意识；
5. 锻炼实践动手能力和团队协作能力。

5.1.1 理论基础

1. 动力转向系统概述

电子控制动力转向系统（EPS）可以在低速时减轻转向力，以提高转向系统的操纵稳定性；在高速时则可适当加重转向力，以提高操纵稳定性。

液压式电子控制动力转向系统是在传统的液压动力转向系统的基础上增设电子控制装置而构成的。根据控制方式的不同，液压式电子控制动力转向系统又可分为流量控制式、反力控制式和阀灵敏度控制式 3 种形式。

电动式电控动力转向系统 EPS 是一种直接依靠电动机提供辅助转矩的电动助力式转向系统。该系统仅需要控制电动机电流的方向和幅值，不需要复杂的控制机构。另外，该系统由于利用电脑控制，不仅为转向特性的设置提供了较高的自由度，同时还降低了成本和重量。

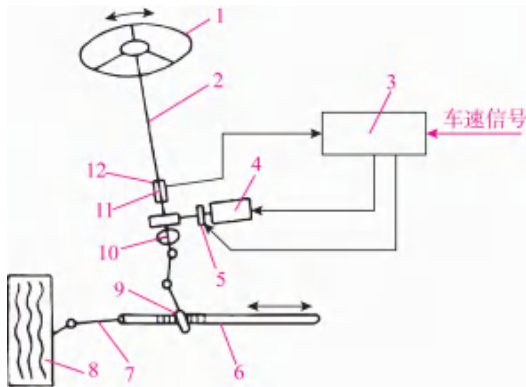
EPS 系统的主要特点如下：

- ①电动机、减速机、转向柱和转向齿轮箱可以制成一个整体，管道、液压泵等不需单独占据空间，易于装车。
- ②增加了电动机和减速机，取消了液压管道等部件，使整个系统趋于小型轻量化。
- ③液压泵仅在必要时用来使电动机运转，故可以节能。
- ④因为零件的数目少，不需要加油和抽空气，所以在生产线上的装配性好。由此，从发展的角度看，电动式动力转向系统将成为标准件装备在汽车上。

2. 动力转向系统的基本组成及工作过程

(1) EPS 系统的组成

典型 EPS 系统的组成如图 5-1 所示, 由转矩传感器、车速传感器、ECU、电磁离合器、直流电动机和减速机构等组成。



1—转向盘；2—输入轴；3—ECU；4—电动机；5—电磁离合器；6—转向齿条；
7—横拉杆；8—转向轮；9—转向齿轮；10—扭力杆；11—输出轴；12—扭矩传感器

图 5-1 电动式 EPS 的组成

1) 转矩传感器

转矩传感器用于测定转向盘与转向器之间的转向力矩, 其原理如图 5-2 所示。在输出轴的极靴上分别绕有 A, B, C, D 四个线圈, 并连接成一个桥式回路, 同时在线圈的 U, T 两端输入连续的脉冲电压 U_i 。当转向盘处于中间位置 (直线行驶) 时, 扭力杆的纵向对称面处于图示输出轴极靴 AC, BD 的对称平面上, 由于每个极靴上的磁通量均相等, 因而由线圈组成的电桥处于平衡状态, 在 V, W 两端的电位差 $U_0 = 0$ V。转向时, 由于扭力杆与输出轴极靴之间发生相对的扭转变形, 定子与转子之间产生角位移 θ 。这时, 极靴 A, D 间的磁阻增大, B, C 间的磁阻减小, 各极靴的磁通量产生了差别, 使电桥失去平衡。于是, 在 V, W 之间就出现电位差 U_0 。这个电位差与扭力杆的扭转角 θ 和输入电压 U_i 成正比。由于扭转角 θ 与作用于扭力杆上的转向力矩成比例, 因此 U_0 就可获得转向盘的转向力矩。

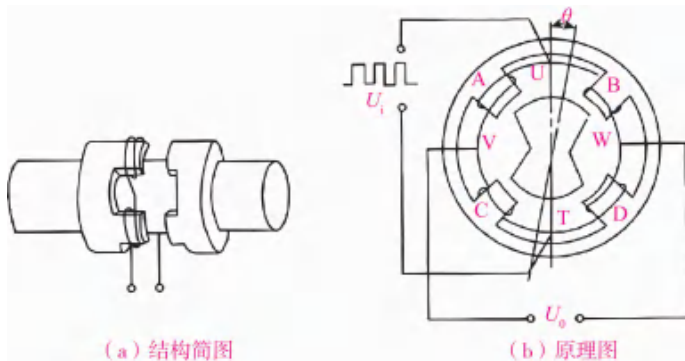


图 5-2 转矩传感器结构及原理

应用于 EPS 系统的另一种转向盘转矩传感器与输出特性如图 5-3 所示, 它将负载力矩所引起的扭力杆扭转角位移转换为电位计电阻的变化, 并通过滑环将信号输出。

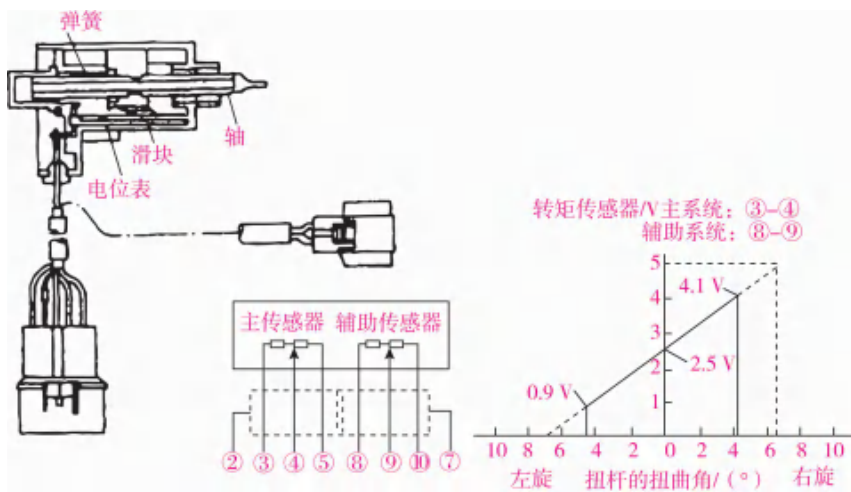


图 5-3 转矩传感器与输出特性

2) 直流电动机

直流电动机的原理与起动机电动机基本相同, 通常采用永磁式电动机。电动机的输出转矩控制是通过控制其输入电流来实现的, 而电动机的正转和反转则是由 ECU 输出的正反转触发脉冲控制的。典型的电动机正反转控制电路如图 5-4 所示, A_1 、 A_2 为电动机正反转信号触发端。当 A_2 端有触发信号输入时, 三极管 VT_3 导通, 三极管 VT_2 得到基极电流也导通, 电流经 VT_2 、电动机 M、 VT_3 到搭铁, 电动机正转。当 A_1 端有触发信号输入时, 三极管 VT_4 导通, 三极管 VT_1 得到基极电流也导通, 电流经 VT_1 、电动机 M、 VT_4 到搭铁, 电动机反转。电动机的电流大小可由触发信号电流的大小控制。

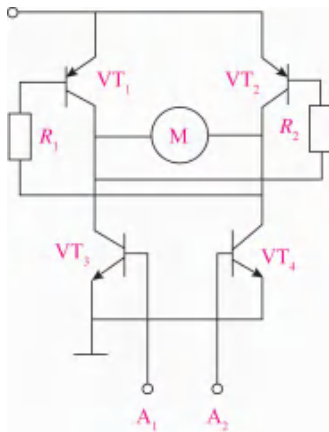
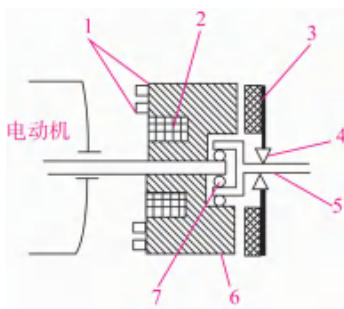


图 5-4 电动机正反转控制电路

3) 电磁离合器

EPS 系统通常采用单片干式电磁离合器, 其原理如图 5-5 所示。装在电动机输出轴上

的主动轮内装有电磁线圈，通过滑环引入电流。当离合器通电时，电磁线圈产生的电磁力使压板与主动轮端面压紧。于是，电动机的动力经主动轮、压板、花键、从动轴传递给减速机构。



1—滑环；2—线圈；3—压板；4—花键；5—从动轴；6—主动轮；7—球轴承

图 5-5 电磁离合器结构原理

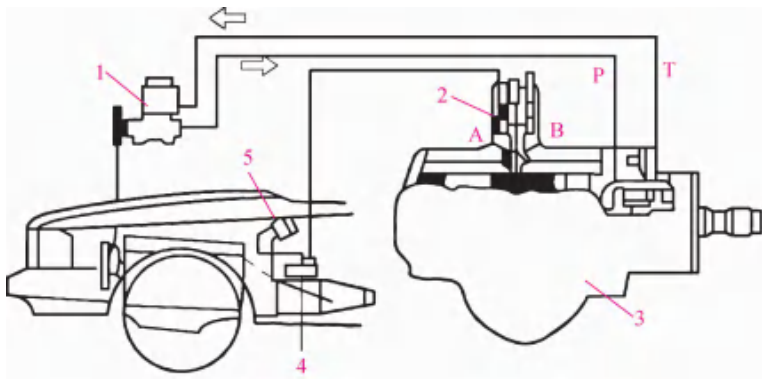
4) 减速机构

EPS 系统的减速机构有多种组合方式，一般采用蜗轮蜗杆传动与转向轴驱动组合的方式，也有的采用两级行星齿轮传动与传动齿轮驱动组合的方式。为了抑制噪声和提高耐久性，减速机构中的齿轮有的采用特殊齿形，有的采用树脂材料制成。

(2) 流量控制式 EPS

1) 丰田凌志轿车电子控制动力转向系统

图 5-6 所示为丰田凌志轿车采用的流量控制式动力转向系统。



1—动力转向油缸；2—电磁阀；3—动力转向控制阀；4—ECU；5—车速传感器

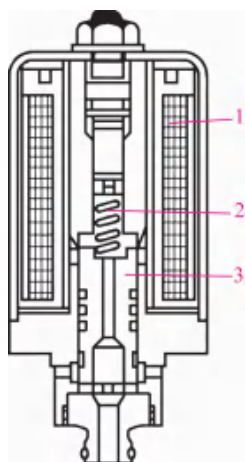
图 5-6 丰田凌志轿车流量控制式动力转向系统

由图可见，该系统主要由车速传感器、电磁阀、整体式动力转向控制阀、动力转向油缸和电子控制单元等组成。

电磁阀（见图 5-7）安装在通向转向动力油缸活塞两侧油室的油道之间，当电磁阀的阀针完全开启时，两油道就被电磁阀旁通。流量控制式动力转向系统就是根据车速传感器的信号，控制电磁阀阀针的开启程度，从而控制转向动力油缸活塞两侧油室的旁路液压油流量，来改变转向盘上的转向力。

车速越高，流过电磁阀电磁线圈的平均电流值越大，电磁阀阀针的开启程度越大，旁路液压油流量越大，而液压助力作用越小，使转动转向盘的力也随之增加。这就是流量控制式动力转向系统的工作原理。

由图 5-8 可以看出，驱动电磁阀电磁线圈的脉冲电流信号频率基本不变，但随着车速升高，脉冲电流信号的占空比将逐渐增大，使流过电磁线圈的平均电流值随车速的升高而增大。



1—线圈；2—弹簧；3—阀针

图 5-7 电磁阀的结构图

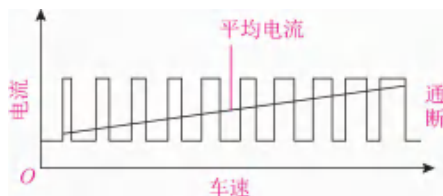


图 5-8 电磁阀的驱动信号

图 5-9 所示为凌志轿车电子控制动力转向系统的电路图。

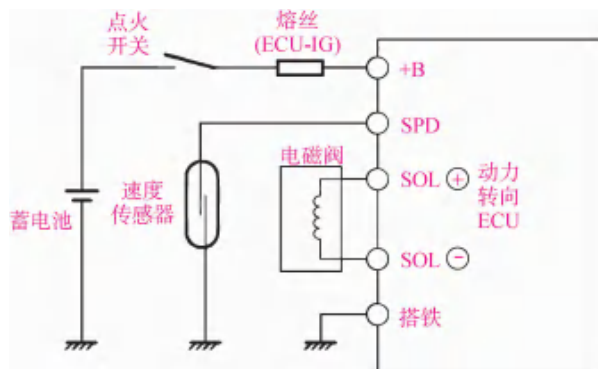
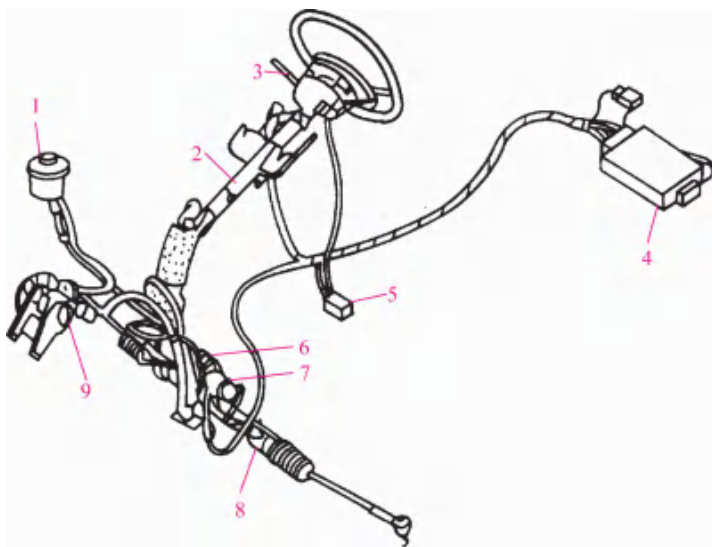


图 5-9 凌志轿车电子控制动力转向系统的电路图

2) 蓝鸟轿车电子控制动力转向系统

图 5-10 所示为曾在日产蓝鸟轿车上使用的流量控制式动力转向系统。



1—动力转向油罐；2—转向管柱；3—转向角速度传感器；4—ECU；5—转向角速度传感器增幅器；
6—旁通流量控制阀；7—电磁线圈；8—转向齿轮联动机构；9—油泵

图 5-10 日产蓝鸟轿车流量控制式动力转向系统

它的特点是在一般液压动力转向系统上再增加旁通流量控制阀、车速传感器、转向角速度传感器、ECU 和控制开关等。其在转向油泵与转向机之间设有旁通管路，在旁通管路中又设有旁通油量控制阀。根据车速传感器、转向角速度传感器和控制开关等信号，ECU 向旁通流量控制阀按照汽车的行驶状态发出控制信号，控制旁通流量，从而调整向转向器供油的流量，如图 5-11 所示。

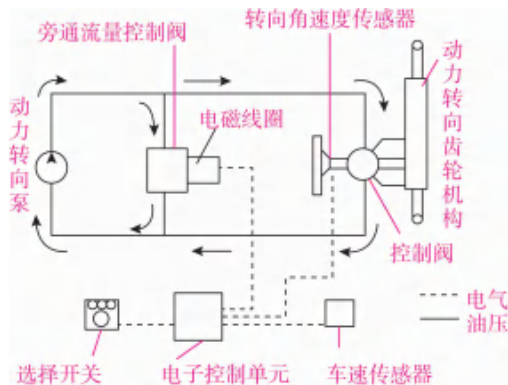


图 5-11 流量控制式动力转向系统的构成

当向转向器供油的流量减少时，动力转向控制阀灵敏度下降，转向助力作用降低，转向力增加。在这一系统中，利用仪表板上的转换开关，驾驶员可以选择 3 种适应不同行驶条件的转向力特性曲线，如图 5-12 所示。

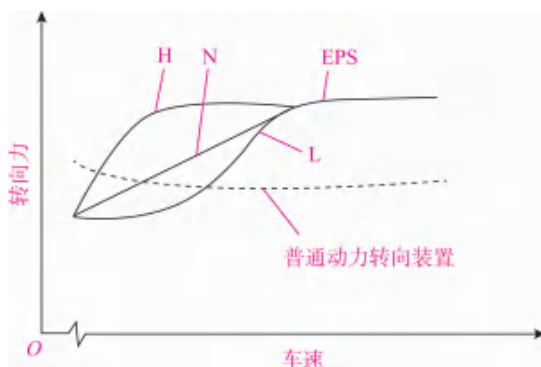


图 5-12 3 种适应不同行驶条件的转向力特性曲线

另外，ECU 还可以根据转向角速度传感器输出信号的大小，在汽车急转弯时，按照图 5-13 所示的转向力特性曲线实施最优控制。

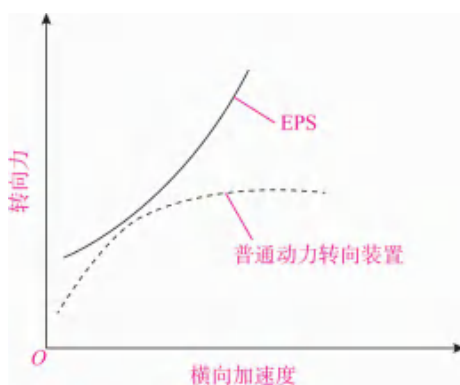
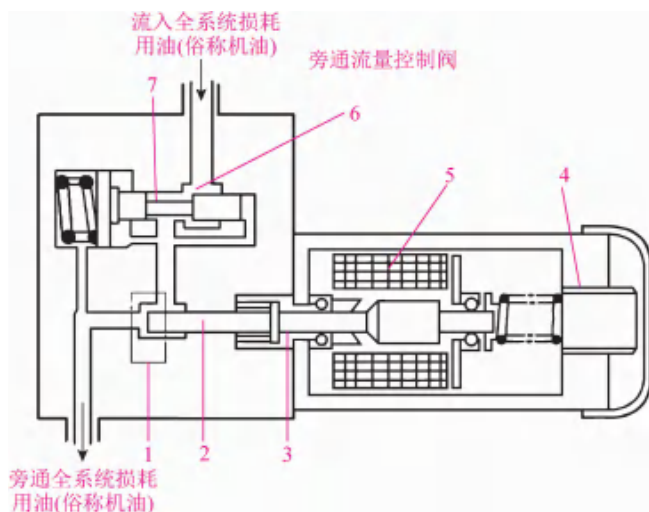


图 5-13 汽车急转弯时的转向力特性曲线

图 5-14 所示为该系统旁通流量控制阀的结构示意图。在阀体内装有主滑阀 2 和稳压滑阀 7，在主滑阀的右端与电磁线圈柱塞 3 连接，主滑阀与电磁线圈的推力成正比移动，从而改变主滑阀左端流量主孔 1 的开口面积。稳压滑阀的作用是保持流量主孔前后压差的稳定，以使旁通流量与流量主孔的开口面积成正比。

当因转向负荷变化而使流量主孔前后压差偏离设定值时，稳压滑阀阀芯将在其左侧弹簧张力和右侧高压油压力的作用下发生滑移。如果压差大于设定值，则阀芯左移，使节流孔开口面积减小，流入阀内的液压油量减少，前后压差减小；如果压差小于设定值，则阀芯右移，使节流孔开口面积增大，流入阀内的液压油量增多，前后压差增大。流量主孔前后压差的稳定，保证了旁通流量的大小只与主滑阀控制的流量主孔的开口面积有关。图 5-15 所示为日产蓝鸟轿车流量控制式动力转向系统电路图。



1—流量主孔；2—主滑阀；3—电磁线圈柱塞；
4—调节螺钉；5—电磁线圈；6—节流孔；7—稳压滑阀

图 5-14 旁通流量控制阀的结构

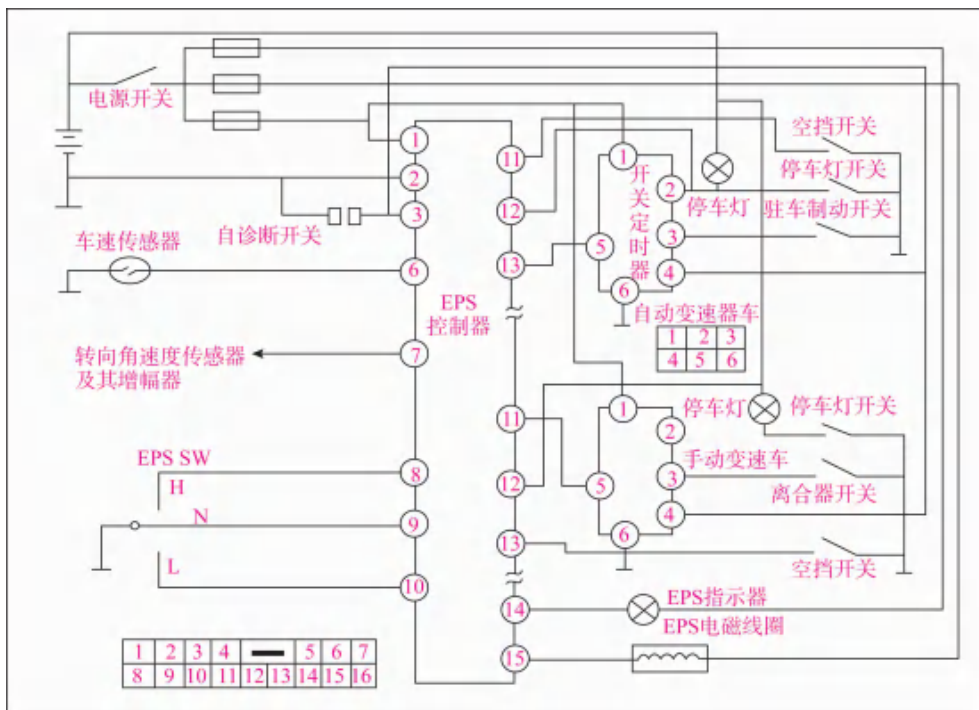


图 5-15 日产蓝鸟轿车流量控制式动力转向系统电路图

系统中 ECU 的基本功能是接收车速传感器、转向角速度传感器及变换开关的信号，以控制旁通流量控制阀的电流，并具有故障自诊断功能。流量控制式电子控制动力转向系统通过车速传感器信号调节向动力转向装置供应压力油，改变压力油的输入、输出流量，以控制转向力的大小。

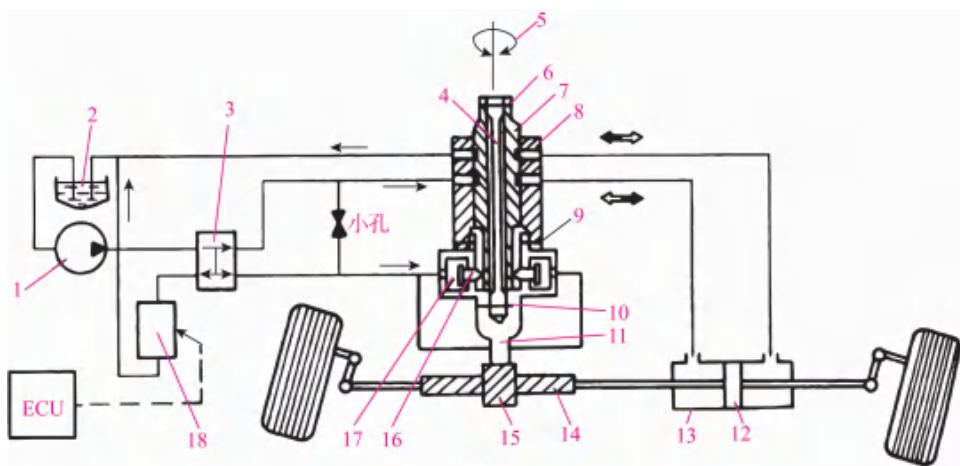
这种方法的优点是在原来液压动力转向功能的基础上再增加压力油流量控制功能，所以结构简单，成本较低。但是，当流向动力转向机构的压力油降低到极限值时，对于快速转向会产生压力不足、响应较慢等缺点，故使它的推广应用受到限制。

当控制单元、传感器、开关等电气系统发生故障时，安全保险装置能够确保与一般动力转向装置的功能相同。

(3) 反力控制式 EPS

1) 系统组成及工作原理

图 5-16 所示为反力控制式动力转向系统的工作原理图。



1—转向油泵；2—储油箱；3—分流阀；4—扭力杆；5—转向盘；6，9，10—销；7—转阀阀杆；
8—控制阀阀体；11—小齿轮轴；12—活塞；13—转向动力缸；14—齿条；
15—小齿轮；16—柱塞；17—油压反力室；18—电磁阀

图 5-16 反力控制式动力转向系统的工作原理图

由图可见，系统主要由转向控制阀、分流阀、电磁阀、转向动力缸、转向油泵、储油箱、车速传感器（图中未画出）及电子控制单元（ECU）等组成。

转向控制阀是在传统的整体转阀式动力转向控制阀的基础上增设了油压反力室而构成的。

扭力杆的上端通过销子与转阀阀杆相连，下端用销子与小齿轮轴连接。小齿轮轴的上端通过销子与控制阀阀体相连。

转向时，转向盘上的转向力通过扭力杆传递给小齿轮轴。当转向力增大，扭力杆发生扭转变形时，控制阀阀体和转阀阀杆之间将发生相对转动，于是就改变了阀体和阀杆之间油道的通、断和工作油液的流动方向，从而实现转向助力作用。分流阀的作用是把来自转向油泵的液压油向控制阀一侧和电磁阀一侧进行分流。

按照车速和转向要求，改变控制阀一侧与电磁阀一侧的油压，确保电磁阀一侧具有稳定的液压油流量。固定小孔的作用是把供给转向控制阀的一部分流量分配到油压反力室一侧。电磁阀的作用是根据需要，将油压反力室一侧的液压油流回储油箱。ECU 根据车速的高低线性控制电磁阀的开口面积。

当车辆停驶或速度较低时，ECU 使电磁线圈的通电电流增大，电磁阀开口面积增大，

经分流阀分流的液压油通过电磁阀重新回流到储油箱中，所以作用于柱塞的背压（油压反力室压力）降低。于是，柱塞推动控制阀转阀阀杆的力（反力）较小，因此只需要较小的转向力就可使扭力杆扭转变形，使阀体与阀杆产生相对转动而实现转向助力作用。所以在中、高速时可使驾驶员获得良好的转向手感和转向特性。

反力控制式动力转向系统根据车速大小，控制反力室油压，从而改变输入、输出增益幅度以控制转向力。其优点表现在具有较大的选择转向力的自由度，转向刚度大，驾驶员能感受到路面情况，可以获得稳定的操作手感等。其缺点是结构复杂，且价格较高。

2) 反力控制式动力转向系统实例

图 5-17 所示为丰田汽车公司“马克Ⅱ”型车用反力控制式动力转向系统结构图。图 5-18 所示为转向控制阀（增设了反力油压控制阀和油压反力室）的结构。图 5-19 所示为电磁阀的结构及其特性曲线。

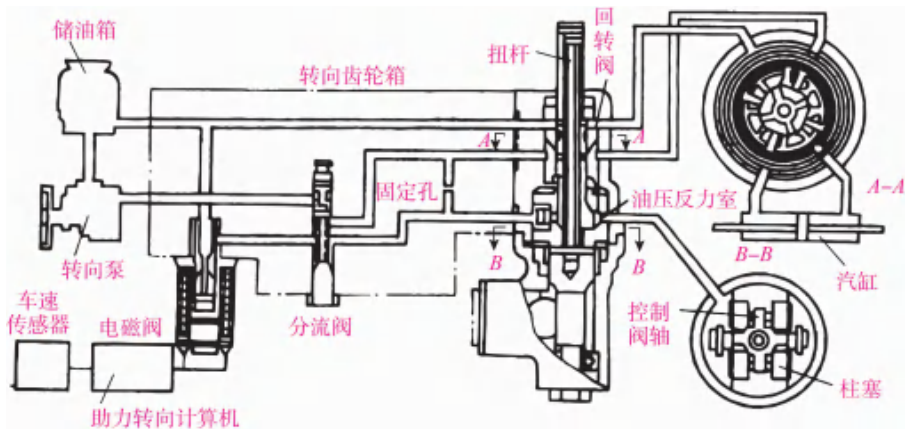
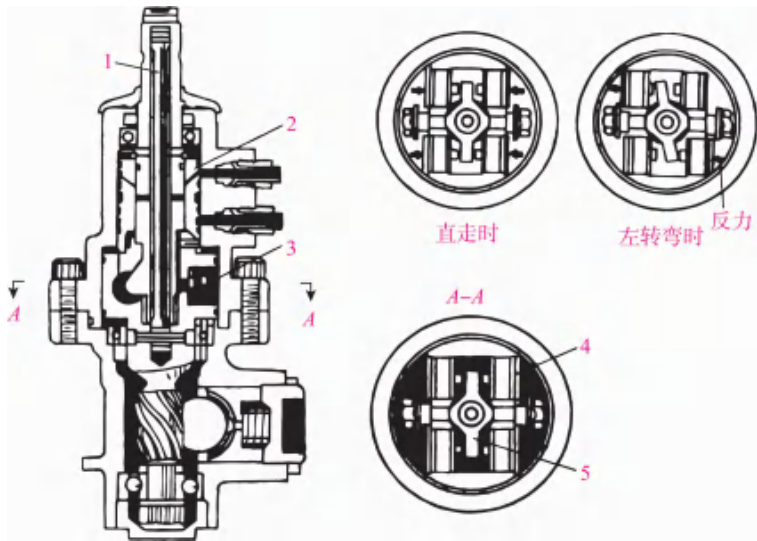


图 5-17 丰田“马克Ⅱ”型反力控制式动力转向系统结构



1—扭杆；2—回转阀；3—油压反力室；4—柱塞；5—控制阀轴

图 5-18 反力控制式转向控制阀的结构

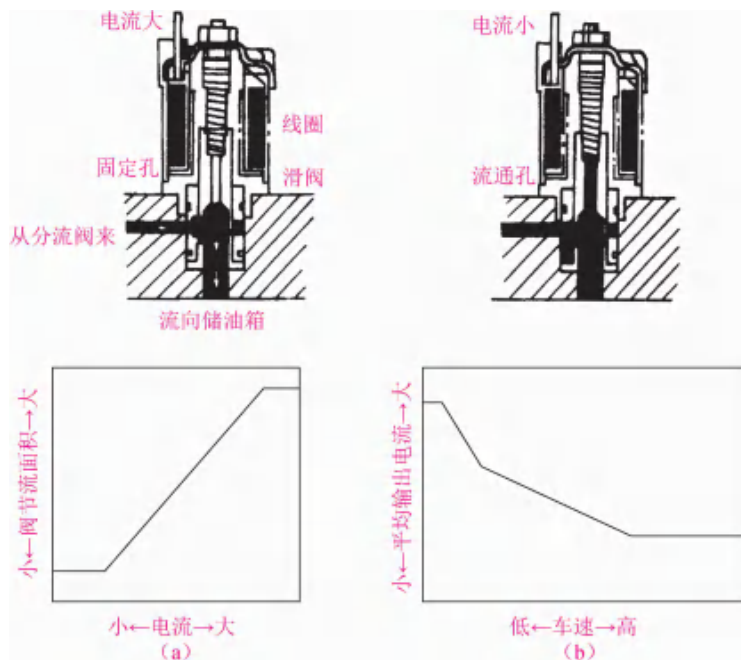


图 5-19 电磁阀的结构及其特性曲线

输入电磁阀中的信号是通、断脉冲信号，改变信号占空比（信号导通时间所占的比例）就可以控制流过电磁阀线圈的平均电流值的大小。当车速升高时，受输出电流特性的限制，输入电磁阀线圈的平均电流值减小，所以电磁阀的开度也减小。这样，根据车速的高、低就可以调整液压室反力，从而得到最佳的转向操纵力。

图 5-20 所示为流量控制式动力转向系统与反力控制式动力转向系统转向特性的对比。从图中可以看出，反力控制式动力转向系统的转向还是比较理想的。停车摆放及车辆低速时的转向操纵力比较小，而中、高速时又具有转向力手感适宜的特性。

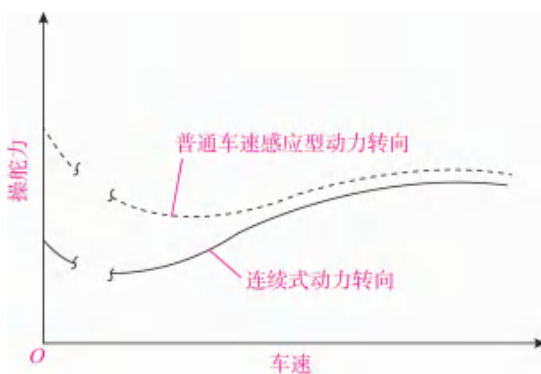


图 5-20 两种动力转向特性的比较

(4) 阀灵敏度控制式 EPS

阀灵敏度控制式 EPS 是根据车速控制电磁阀，直接改变动力转向控制阀的油压增益（阀灵敏度）来控制油压的。这种转向系统结构简单、部件少、价格便宜，而且具有较大

的选择转向力的自由度。

与反力控制式动力转向系统相比,阀灵敏度控制式动力转向系统转向刚性差,但可以最大限度地提高原来的弹性刚度来加以克服,从而获得自然的转向手感和良好的转向特性。

图 5-21 所示为 89 型地平线牌轿车所采用的阀灵敏度可变控制式动力转向系统。该系统对转向控制阀的转子阀做了局部改进,并增加了电磁阀、车速传感器和电子控制单元等。转子阀一般在圆周上形成 6 条或 8 条沟槽,各沟槽利用阀部外体,与泵、动力缸、电磁阀及油箱连接。图 5-22 所示为实际的转子阀及电磁阀结构断面图。

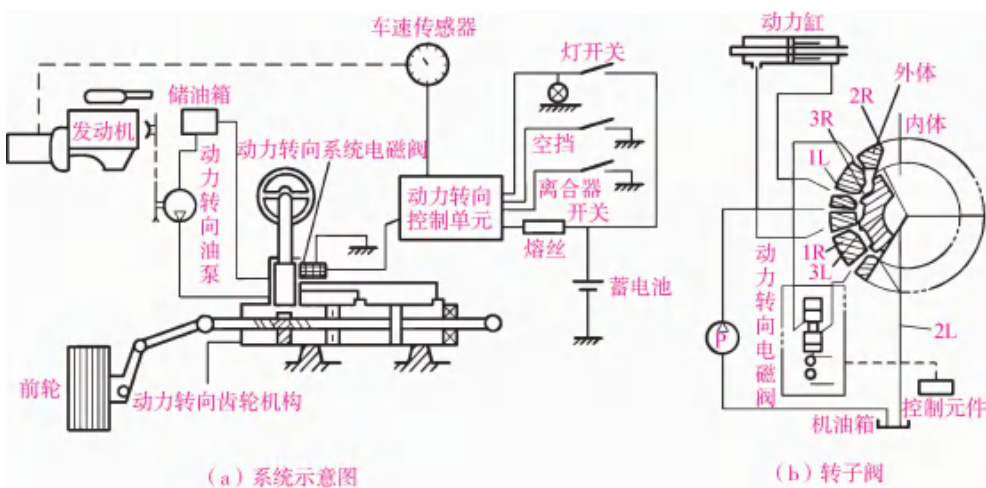
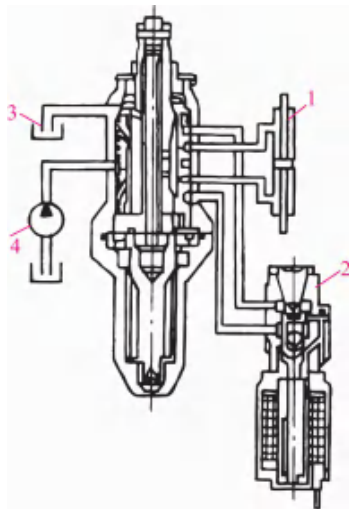


图 5-21 地平线牌轿车采用的阀灵敏度可变控制式动力转向系统



1—动力缸；2—电磁阀；3—油箱；4—泵

图 5-22 转子阀及电磁阀结构断面图

图 5-23 所示为阀部的等液压回路图,转子阀的可变小孔分为低速专用小孔(1R, 1L, 2R, 2L)和高速专用小孔(3R, 3L)两种,在高速专用可变孔的下边设有旁通电磁阀回

路，其工作过程如下：当车辆停止时，电磁阀完全关闭。如果此时向右转动转向盘，则高灵敏度低速专用小孔 1R 及 2R 在较小的转向扭矩作用下即可关闭，转向液压泵的高压油液经 1L 流向转向动力缸右腔室，其左腔室的油液经 3L, 2L 流回储油箱。所以，此时具有轻便的转向特性，而且施加在转向盘上的转向力矩越大，可变小孔 1L, 2L 的开口面积越大，节流作用就越小，转向助力作用就越明显。

随着车辆行驶速度的提高，在电子控制单元的作用下，电磁阀的开度也线性增加。如果向右转动转向盘，则转向液压泵的高压油液经 1L, 3R 旁通电磁阀流回储油箱。此时，转向动力缸右腔室的转向助力油压就取决于旁通电磁阀和灵敏度低的高速专用可变孔 3R 的开度。

车速越高，在电子控制单元的控制下，电磁阀的开度越大，旁路流量越大，转向助力作用越小；在车速不变的情况下，施加在转向盘上的转向力越小，高速专用小孔 3R 的开度越大，转向助力作用也越小；当转向力增大时，3R 的开度逐渐减小，转向助力作用也随之增大。由此可见，阀灵敏度控制式动力转向系统可使驾驶员获得非常自然的转向手感和良好的速度转向特性。具有多工况的转向特性如图 5-23 c 所示。

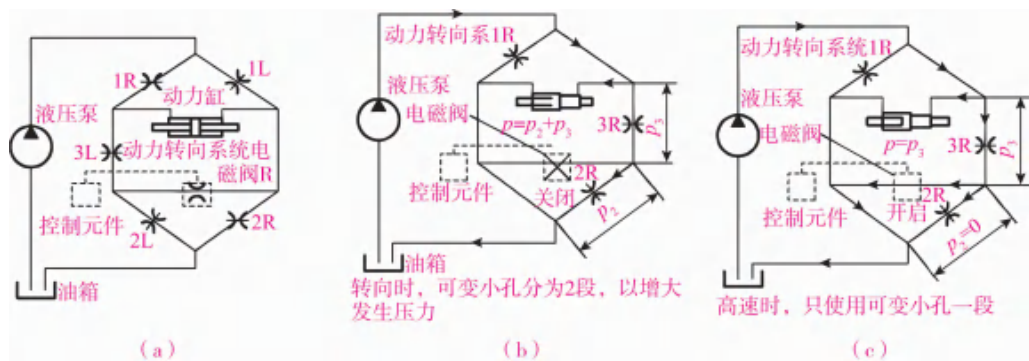


图 5-23 阀部的等效液压回路图

从低速到高速的过渡区间，由于电磁阀的作用，按照车速控制可变小孔的油量，因而可以按顺序改变特性。

图 5-22 所示的电磁阀设有控制上下流量的旁通油道，是可变的节流阀。在低速时，向电磁线圈通以最大的电流，使可变孔关闭，随着车速升高，依次减小通电电流，可变孔开启；在高速时，开启面积达到最大值。该阀在左右转向时，油液流动的方向可以逆转，所以在上下流动方向中，可变小孔必须具有相同的特性。

为了确保高压时流体有效作用于阀，必须提供稳定的油压控制。

电子控制单元接收来自车速传感器的信号，控制向电磁阀和电磁线圈输出电流。图 5-24 所示为控制系统电路图。

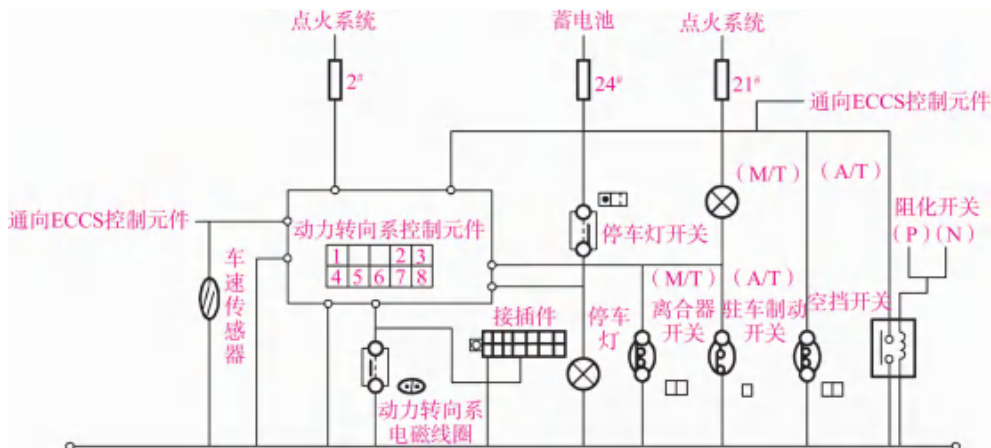


图 5-24 控制系统电路图

(5) EPS 系统的工作原理

在操纵转向盘时，转矩传感器根据输入转向力矩的大小产生相应的电压信号，由此 EPS 系统就可以检测出操纵力的大小，同时根据车速传感器产生的脉冲信号又可测出车速，再控制电动机的电流，形成适当的转向助力。

EPS 系统控制电路框图如图 5-25 所示。主传感器和辅助传感器的转矩及电动机的信号与电动机的电流信号通过 A/D 变换器输入微型计算机中，而车速信号、发动机转速、蓄电池电压、起动机开关的通断状态、交流发电机的 L 端子电压则通过接口电路输入微机中。

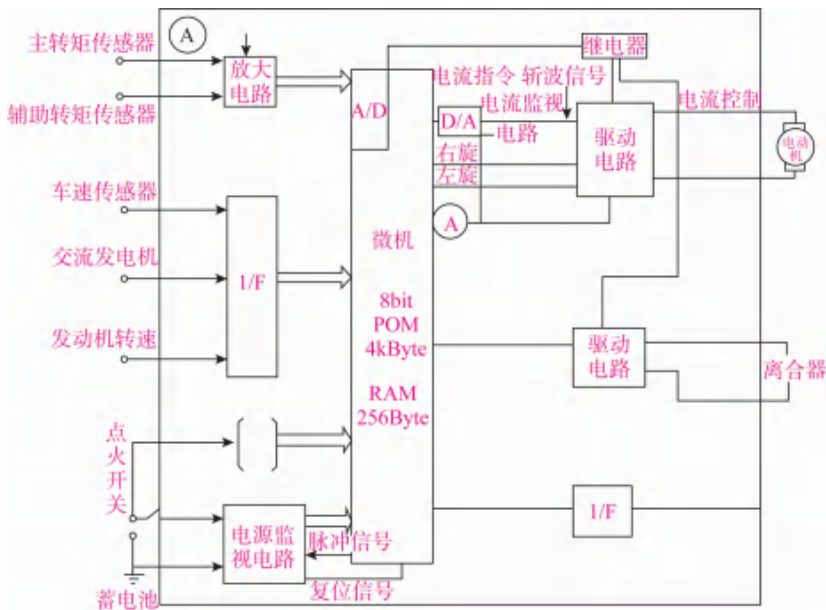


图 5-25 EPS 系统控制电路图

电流控制电路把上述已成为模拟信号的电流指令与电动机的实际电流相比之后，产生

二者幅度相同的斩波信号。驱动电路收到斩波信号与旋转方向指示信号之后,则输出指令,驱动功率 MOS-FET 电路,控制电动机的电流,使其按规定的方向旋转。当超过规定的车速时,离合器的驱动信号被切断,电动机与减速机构分离,同时电动机停止工作。

5.1.2 实践操作

1. 液压动力转向系统检修

以 LEXUS 凌志轿车为例介绍液压式电控动力转向系统的检修。凌志轿车采用流量控制式 EHPS 系统。流量控制式 EHPS 系统在低速或停车时,可以增加油压,减少加在转向盘上的转向力;而在高速时,可以降低油压,增加转向力,具有相对的转向灵敏性。

(1) 电子控制系统故障诊断

流量控制式 EHPS 系统常见的故障有:低速或发动机怠速时转向沉重,高速行驶时转向过度灵敏。在检查电子控制系统之前,应先察看胎压、悬架和转向杆件及球形接头的润滑情况。检查前轮定位、动力转向泵油压是否正常,各导线插接器是否连接牢靠,转向柱是否弯曲等。电子控制系统的检查方法是:

①打开点火开关(ON),察看 ECU-IG 熔丝是否正常。如果烧毁,重新更换后又烧毁,则表明此熔丝与电控单元(ECU)的+B脚之间短路。

②拔下 ECU 线束插座,将电压表的正表笔接插接器的+B脚(从背面插入,以下同),负表笔搭铁,电压应为 10~14 V(蓄电池电压)。如果无电压,则表明 ECU-IG 熔丝与 ECU 的+B脚之间有断路现象。

③将电阻表的正表笔接插接器 GND 脚,负表笔仍接地,此时,电阻值应为 0。否则,ECU 的 GND 脚与车身接铁处之间有断路或接触不良现象。

④顶起一侧前轮,将电阻表的正表笔接插接器 SPD 脚,负表笔接 GND 脚。然后转动支起的车轮,电阻表阻值应在 0~ ∞ 之间交替变化。否则,说明 ECU 的 SPD 与车速传感器之间有断路或短路现象,或车速传感器有故障。

⑤将电阻表的正表笔接插接器的 SOL 脚,负表笔接 GND 脚。表所指示的电阻值应为 ∞ ,否则,说明 SOL 或 SOL 脚与 GND 脚之间的线路有短路现象,或电磁阀有故障。

⑥将电阻表的正表笔接插接器的 SOL 脚,负表笔接 SOL 脚。两脚之间的电阻应为 6.0~11.0 Ω ,否则这两脚之间的线路断路或电磁阀有故障。如果电阻正常,应检查 ECU。

(2) 电子控制部件的检查

1) 电磁阀的检查

拔下电磁阀的线束插座,测量电磁线圈的电阻,电阻应为 6.0~11.0 Ω 。从转向器内拆下电磁阀,将蓄电池正极接电磁线圈的 SOL 脚,负极接 SOL 脚,这时针阀应缩回约 2 mm,否则应更换电磁阀。

2) ECU 的检查

顶起汽车,拆下 ECU,起动发动机。在不拔下 ECU 插接器,发动机怠速运转的情况下,用电压表测量 ECU 的 SOL 和 GND 两脚之间的电压。然后将变速器挂上挡,并使车速达到 60 km/h,仍按上述接法再测电压,电压应比原来增加 0.07~0.22 V。如果无电

压，则应更换 ECU。

图 5-26 所示为凌志轿车电子控制动力转向系统的电路图。

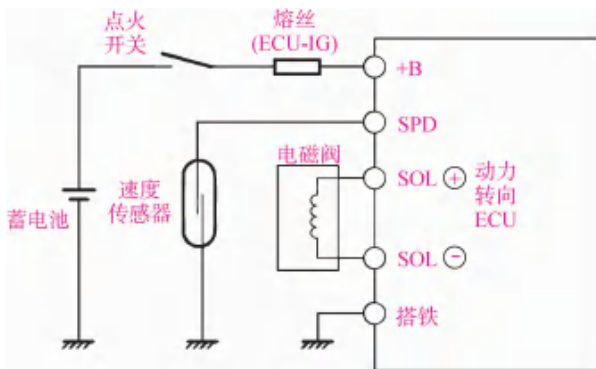


图 5-26 凌志轿车电子控制动力转向系统的电路图

2. 电动式动力转向系统检修

三菱轿车使用电动式 EPS 系统，其电子控制系统组成如图 5-27 所示。该系统在其设定车速以上时，变为常规转向机构（不起助力作用）；当系统发生故障时，系统将切断电动机电流，变为常规转向系统，同时速度表内的 EPS 警告灯亮起，以提醒驾驶员。

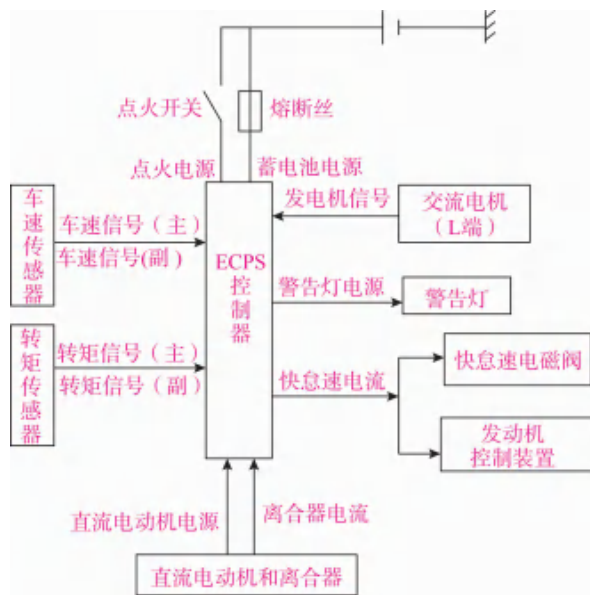
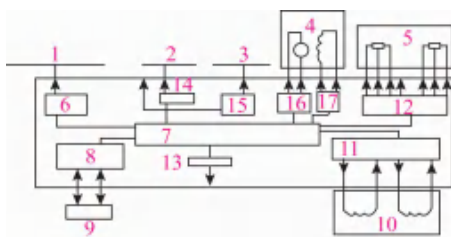


图 5-27 三菱轿车电动式 EPS 电子控制系统图

EPS 控制系统由一个微型计算机、一个半导体芯片（MC6805）及其外围电路组成，其控制电路原理如图 5-28 所示。

当点火开关接通时，EPS ECU 即与蓄电池接通，EPS 控制系统开始工作。在发动机起动后，交流发电机 L 端子电压输送给 EPS ECU，感知发动机在运转，EPS 控制系统转为工作状态。当汽车在行驶过程中，EPS ECU 根据车速和转矩传感器的信号，经

过对比运算后,向电动机和电磁离合器发出控制指令(电信号),使电动机通过相应的电流而转动,电动机由输出轴经减速机构驱动小齿轮,使小齿轮产生转向助力。电动机电流的大小分为6种情况。当车速在30 km/h以上时,EPS控制系统将切断离合器和电动机电流,使离合器分离,电动机停止工作,电动转向系统变为常规转向工作模式;当车速在27 km/h以下时,EPS控制系统使离合器通电接合,电动机电流接通,变为电动助力转向工作模式。



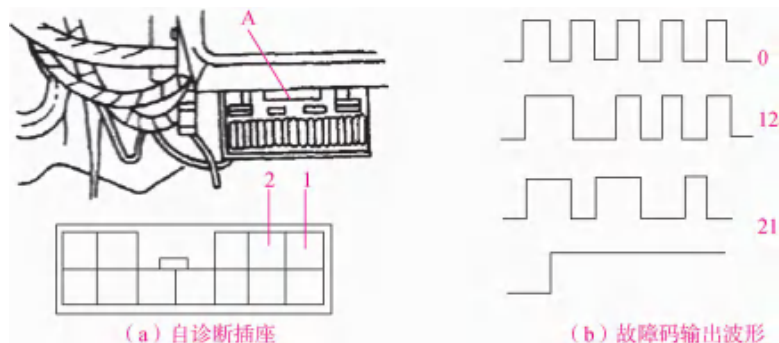
- 1—点火开关;2—交流发电机 L 端子;3—保险丝;4—电动机与离合器总成;
5—转矩传感器(主、副);6—安全控制电路;7—半导体芯片;8—传感器传动装置;
9—诊断插座;10—车速传感器;11—车速与基准车速比较电路;
12—转向盘转矩与转角信号处理电路;13—电动机工作监测电路;14—发电机工作状态监测电路;
15—电源;16—电动机正反转控制电路;17—电磁离合器驱动电路

图 5-28 三菱轿车电动式 EPS 控制原理电路图

(1) 电子控制系统故障诊断

①EPS 故障灯的检查。当点火开关处于 ON 位置时, EPS 警告灯应点亮, 发动机启动后警告灯熄灭为正常。当警告灯不亮时, 应检查灯泡是否损坏, 熔丝和导线是否断路。若发动机启动后, 警告灯仍亮, 首先应考虑该系统是否处于保险状态(只有常规转向工作, 无电动助力), 然后进行自诊断操作。

②自诊断操作。将 LED 灯接在自诊断插座的 2 号端子与搭铁之间(见图 5-29 a)。接通点火开关 ON 挡, 通过 LED 灯的闪烁显示故障码。如果有多个故障码, 则故障码将以由小到大的顺序显示出来。故障码波形如图 5-29 b 所示。各故障含义见表 5-1。



- 1—多点燃油喷射;2—电动助力转向;A—连接片

图 5-29 自诊断操作

表 5-1 三菱轿车 EPS 系统故障码表

故障码	检查诊断项目	故障码	检查诊断项目
0	正常	41	直流电动机
11	转向力矩传感器（主）	42	直流电动机电流
12	转向力矩传感器（副）	43	直流电动机过电流
13	转向力矩传感器（主、副侧电压差过大）	44	直流电动机锁止
21	车速传感器（主）	51	电磁离合器
22	车速传感器（主、副侧电压差过大）	54	PS 控制装置
23	车速传感器（主）电压急减	55	转向力矩传感器 E/F 回路不良
31	交流发电机 L 端子	—	EPS 控制装置（电脑）不良

③拆开蓄电池负极搭铁线 30 s 以上再装回，可清除故障码。

（2）电子控制部件的检查

1) 转矩传感器的检查

检测转向力矩传感器线圈的电阻。从转向器总成上拔开转矩传感器插接器，测量转矩传感器 3 号与 5 号端子之间、8 号与 10 号端子之间的电阻，其标准值应为 $(2.18 \pm 0.66) \text{ k}\Omega$ ，若不符合要求，则为转矩传感器异常。

检测转矩传感器的电压。用万用表直流电压挡测量上述各端子之间的电压，用以判定转矩传感器是否良好。将转向盘置于中间位置，测得电压约 2.5 V，为良好；4.7 V 以上，为断路；0.3 V 以下，为短路。

2) 电磁离合器的检查

从转向器上断开电磁离合器插接器，将蓄电池的正极接到 1 号端子上，蓄电池的负极与 6 号端子相接，在接通与断开 6 号端子的瞬间，离合器应有工作声音。若没有声音，则表示电磁离合器有故障，应更换转向器总成。

3) 直流电动机的检查

从转向器上断开电动机插接器，给电动机加上蓄电池电压，电动机应有转动声音。若电动机没有声音，则应更换转向器总成。

4) 车速传感器的检查

①检查车速传感器的转动情况。从变速器上拆下车速传感器，用手转动车速传感器的转子检查其能否顺利运转，若有卡滞应予更换。②检测车速传感器的电阻。拔开车速传感器插接器，测量车速传感器插接器 1 号与 2 号端子之间、4 号与 5 号端子之间的电阻值，其值为 $(165 \pm 20) \Omega$ 为良好。若与上述不符，则必须更换车速传感器。

5.1.3 任务工单

任务工单一：循环球式转向器总成检修

考生根据维修手册选用工量具对液压助力循环球式转向器总成进行拆装和检修操作。

考核时限 30 min。

循环球式转向器总成检修评分标准

序号	考核项目	配分	评分标准（每项累计扣分不超过配分）
1	安全文明	否决	造成人身、设备重大事故，或恶意顶撞考官、严重扰乱考场秩序，立即终止考试，此题计 0 分
2	安全文明生产	20 分	(1) 不穿工作服扣 1 分、不穿工作鞋扣 1 分、不戴工作帽扣 1 分 (2) 油、水洒落在地面或零部件表面未及时清理，每次扣 1 分 (3) 垃圾未分类回收，每次扣 1 分 (4) 竣工后未清理工量具，每件扣 1 分 (5) 竣工后未清理考核场地，扣 2 分 (6) 不服从考官、出言不逊，每次扣 3 分
3	工具、手册的使用	5 分	(1) 工量具选用合理，未合理选用扣 2 分 (2) 工量具使用规范，未规范使用扣 2 分 (3) 检修前翻至相关页面，检修前未进行维修手册查询，每次扣 1 分，扣完为止
4	解体	30 分	(1) 固定转向器，未用专用 SST 扣 2 分，固定方式错误扣 2 分 (2) 拆卸进出压力油管、电磁阀，每漏拆一项扣 2 分，未取出 O 形圈扣 2 分 (3) 拆卸摇臂扇形轴与摇臂，未做装配记号扣 2 分，拆卸方式错误扣 2 分 (4) 拆卸扇形轴与扇形轴端盖总成，拆错螺栓扣 2 分，未套塑料膜在扇形轴上直接拆卸扣 2 分，刮伤机壳内表面扣 6 分 (5) 拆卸活塞调整螺钉，漏做扣 5 分，拆卸方法错误扣 2 分 (6) 拆卸后壳与蜗轮总成，未用手托住活塞扣 2 分，未拆下 O 形圈和密封圈扣 2 分，拆卸中刮伤机壳内表面扣 6 分，损坏密封圈扣 2 分
5	清洗	5 分	(1) 清洗各部件，清洗液选择错误扣 2 分 (2) 清洗不干净扣 2 分 (3) 未用压缩空气吹洗扣 2 分
6	检查	10 分	(1) 检查扇形齿轮轴 (2) 检查蜗杆活塞总成，检查时活塞掉落到蜗杆末端扣 2 分 (3) 检查轴承、油封 (4) 检查中每漏检一项扣 3 分 (5) 判断错误每次扣 2 分
7	装配	25 分	(1) 装配蜗轮总成：未在 O 形圈上涂液压油扣 2 分；密封圈位置不对扣 2 分；未在壳体内和活塞表面涂液压油扣 2 分；损坏密封环扣 2 分；刮伤壳体内表面扣 6 分 (2) 活塞调整螺钉装配与调整：装配方法错误扣 2 分；工具使用不当扣 2 分；未调整蜗轮预紧度扣 2 分；调整方法错误扣 2 分

续表

序号	考核项目	配分	评分标准（每项累计扣分不超过配分）
7	装配	25 分	(3) 扇形齿轮轴的装配和预紧度的调整：未给调整螺钉涂多用途润滑脂扣 2 分；扇形轴未套塑料膜安装扣 2 分；未将活塞齿条放在正前方位置扣 2 分；刮伤壳体内表面扣 6 分；未调整扇形齿轮轴端面间隙扣 2 分；调整方法错误扣 2 分 (4) 摇臂装配：未对准花键记号扣 2 分；未装配到位扣 2 分 (5) 油管、电磁阀装配：未给 O 形圈上涂液压油扣 2 分；未按规定扭矩拧紧扣 2 分
8	复查	5 分	检查预紧度和间隙，未复查该项记 0 分
总分		100 分	

循环球式转向器总成检修操作工单

一、作业前准备工作

准备好所需设备、耗材。

准备好所需工具、量具。

打开维修手册至相关页面。

二、拆解解体

固定转向器。

拆卸进出压力油管、电磁阀。

拆卸摇臂。

拆卸扇形轴与扇形轴端盖总成。

拆卸活塞调整螺钉。

拆卸后壳与蜗轮总成。

三、清洗

用汽油清洗各零件。

用尼龙抹布擦干各零件。

用压缩空气冲吹油道。

四、检查

检查扇形齿轮齿面。

☐凹痕 ☐毛刺 ☐裂纹 ☐正常

检查转向机壳体。

☐变形 ☐裂纹 ☐正常

检查循环球螺母齿面。

☐凹痕 ☐毛刺 ☐裂纹 ☐正常

检查螺母和蜗轮转动。

☐太紧 ☐卡滞 ☐正常

检查螺母和蜗轮靠自重能否滑完全程。

☐能 ☐不能

检查蜗轮表面。

☐凹痕 ☐毛刺 ☐裂纹 ☐正常

检查扇形齿轮滚针轴承。

☐损坏 ☐破裂

检查密封环。

☐正常 ☐变形 ☐无弹性 ☐正常

五、装配与调整

蜗轮总成装配。

活塞调整螺钉装配与调整。

蜗轮标准预紧度：____ N·m

扇形齿轮轴装配和预紧度的调整。

扇形齿轮轴端面标准间隙：____ mm

摇臂装配。

油管、电磁阀装配。

六、复查

检查安装效果。

任务工单二：齿轮齿条式转向器总成拆装检修

考前准备：选用附件完整（带左、右转向横拉杆及转向球节）的液压助力齿轮齿条转向器总成，有对应的维修手册或指导书。考核时限 30 min。

齿轮齿条式转向器总成拆装检修评分标准

序号	检修项目	检修内容	配分	扣分标准（每项累计扣分不超过配分）	
1	作业安全/ 5S	场地内考核设备、零件总成	5 分	每少准备一件扣 1 分，扣完为止	
		准备好所需工量具及耗材	5 分	未进行准备直接扣完	
		工量具、场地清洁	5 分	每次扣 1 分，扣完为止	
2	工具使用	检测量具选用合理	5 分	未合理选用酌情扣分	
		检测量具使用规范	5 分	未规范使用酌情扣分	
3	手册使用	检修前翻至相关页面	5 分	检修前未进行维修手册查询每次扣 2 分，扣完为止	
4	解体	拆左右压力油管	2 分	扭矩：39 N·m（根据具体车型确定）	
		拆横拉杆	4 分	在横拉杆与齿条接头上做一标记	
				拆横拉杆和锁紧螺母	
		拆夹子、卡箍和齿条防尘罩	2 分	拆卸顺序正确	
		拆齿条接头和内齿垫圈	4 分	把内齿垫圈的卷边打开	
				用专用工具拆齿条接头	
		依次拆齿条导向块弹簧的锁紧螺母、压盖、弹簧、弹簧座、导向块	2 分	小心各连接线别折断	
		拆控制阀及阀体	6 分	旋出两个螺钉	
				拔出阀及阀体	
				取出 O 形圈	
拆齿条壳体端部挡块螺母	2 分	用专用工具拆挡块螺母			
拆油封和齿条	2 分	拆出齿条时应防止损伤齿条壳的内壁			
拆控制阀	2 分	用塑料锤打出控制阀			
5	检查	检验齿条	4 分	检查方法正确、 读值正确	径向跳动检查 磨损及损坏
		检查壳体	2 分	维修判断正确	
		检查滚针轴承	2 分	维修判断正确	

续表

序号	检修项目	检修内容	配分	扣分标准（每项累计扣分不超过配分）
6	组装	在需要润滑的零部件上涂机油或黄油	2 分	涂抹到位
		安装齿条	2 分	安装齿条时应防止碰伤油封
		装齿条壳体挡块	2 分	依次装入油封（方向正确）、挡块
		把控制阀装入壳体	2 分	安装方向正确
		装控制阀	2 分	螺栓拧紧力矩：18 N·m
		装齿条导向块、弹簧、压盖	2 分	
		调整总预紧力	8 分	拧紧弹簧压盖至 25 N·m
				将倒转弹簧压盖倒转 30°
				用专用工具和测力扳手测预紧力矩应为 0.5~1.0 N·m，如不符合要求，则调整压盖
		安装齿条导向弹簧压盖锁紧螺母	2 分	锁紧螺母，扭矩：69 N·m，重新检查总预紧力
		装内齿垫圈和齿条接头	2 分	应使内齿垫圈的齿嵌在齿条的槽中，装完后应弯折
7	复查	检查安装效果	2 分	转动平滑
		检查安装效果	2 分	转动平滑
8	工单填写	确认检测步骤完成情况及检修结果填写	5 分	根据工单填写情况酌情扣分
总分			100 分	

齿轮齿条式转向器总成拆装检修操作工单

一、作业前准备工作

固定转向器总成。

二、分解

拆左右压力油管。

拆横拉杆。

拆夹子、卡箍和齿条防尘罩。

拆齿条接头和内齿垫圈。

拆齿条导向块弹簧的锁紧螺母、压盖、弹簧、弹簧座、导向块。

拆控制阀及阀体。

拆齿条壳体端部挡块螺母。

拆油封和齿条。

拆控制阀。

三、检查

检验齿条。 径向跳动量：_____ 磨损：是/否

检查壳体。 损坏：是/否

检查滚针轴承。 损坏：是/否

四、安装

润滑零部件。

安装齿条。

装齿条壳体挡块。

把控制阀装入壳体。

装控制阀。

装齿条导向块、弹簧、压盖。

调整总预紧力。

安装齿条导向弹簧压盖锁紧螺母。

装内齿垫圈和齿条接头。

装齿条防护罩、卡箍、夹子。

装横拉杆。

装左右转向压力油管。

五、复查

检查安装效果。

任务工单三：EPS 转向系统转向沉重故障诊断

实训前准备：考官向考生说明根据技术通报，应对 2005 年 1 月—2006 年 12 月生产的锐志轿车转向沉重故障召回并更换电动助力转向器总成。考场准备带电动助力转向器轿车一辆，电动助力转向器总成一个。考生正确使用故障诊断仪读取故障码并使用维修手册正确检测电动转向器总成，正确使用维修手册描述更换电动转向器总成的过程，使用故障诊断仪完成转向系统初始化。考官应向考生描述故障现象。考核时限 30 min。

EPS 转向系统转向沉重故障诊断评分标准

序号	检修项目	检修内容	配分	扣分标准（每项累计扣分不超过配分）
1	作业安全/ 5S	铺收座椅护套、翼子板布等	5 分	每少铺收一件扣 1 分，扣完为止
		准备好所需仪器设备	5 分	未进行准备直接扣完
		工量具、场地清洁	5 分	每次扣 1 分，扣完为止

续表

序号	检修项目	检修内容	配分	扣分标准（每项累计扣分不超过配分）
2	工具使用	检测仪器选用合理	5 分	未合理选用酌情扣分
		检测仪器使用规范	5 分	未规范使用酌情扣分
3	手册使用	检修前翻至相关页面	5 分	检修前未进行维修手册查询每次扣 2 分，扣完为止
4	操作步骤	1. 电动转向器的检测（端子 C1，C2，C3 任选）	1 分	翻到维修手册对应检测端子页面
			2 分	正确选用检测工量具
			2 分	正确选用检测挡位及量程
		2. 口述更换转向器总成拆卸步骤	5 分	翻到维修手册并对应说明相关注意事项
		3. 连接 IT II	5 分	车内护套
				正确连线
				正确连接 OBD-II 接头
		4. 读取故障码	20 分	打开 IT II
				点火开关打到 ON
				选择车型
				选择系统
				读取 DTC
				记录 DTC
		5. 清除故障码	5 分	能正确清除故障码
		6. 初始化及设定	10 分	进入 Chassis 大类界面选择 Chassis EPS Utility 扭矩传感器调整（每错一步扣 2 分，扣完为止）
			5 分	选择初始化项目进行初始化
5	工单填写	确认检测步骤完成情况及检修结果填写	15 分	根据工单填写情况酌情扣分
总分			100 分	

EPS 转向系统转向沉重故障诊断操作工单

一、检查准备工作

安装座椅套。

安装地板垫。

安装方向盘套。

拉起发动机盖释放杆。

打开发动机盖。

安装翼子板布。

安装前格栅布。

安装车轮挡块（可以用举升机顶起部分车辆重量）。

二、故障诊断

1. 打开点火钥匙至 ACC，检查 P/S 灯点亮和熄灭情况。

2. 正确连接诊断仪。

3. 使用手持测试仪读取 DTC No. 。

DTC No.

4. 电动转向器的检测（端子 C1，C2，C3 任选），并将检测数据与标准数据对比。

端子号：

三、更换转向机

拆卸更换 EPS 转向机（使用手册并描述大致过程）。

四、故障码清除

使用手持测试仪清除 DTC。

五、初始化

使用手持测试仪进行初始化设定，恢复转向助力功能。

六、车辆恢复

恢复/清洁。

拆卸翼子板布和前盖。

拆卸方向盘套、地板垫和座椅套。

