

 学习目标

知识目标

1. 掌握自动变速器控制系统的作用、组成及主要控制元件的结构和工作原理。
2. 理解自动变速器液压控制系统和电控系统的工作原理及控制思想。
3. 了解液压控制系统中改善换档品质的液压阀的结构及工作原理。

技能目标

1. 会正确拆装各种形式的液压泵并对其进行检测判断。
2. 会分析自动变速器的换档控制过程。
3. 能运用检测仪器进行自动变速器的电子控制系统测试。

自动变速器控制系统的主要作用是根据发动机负荷和车速的变化并参考其他修正信号,按照设定的换档规律自动选择档位,通过换档执行元件的动作来改变行星齿轮机构的传动比,从而实现档位的自动变换。

按照自动变速器控制系统的换档信号和执行元件是电子控制还是全液压元件控制的不同,可将自动变速器分为液控液压式和电控液压式。

全液压控制自动变速器如图 3-1 所示,在换档阀的两端分别作用着节气门油压和速控阀油压。换档时,换档阀两端的油压发生变化,使换档阀发生位移,改变油路,从而实现换档。

电控自动变速器是在液控自动变速器的基础上发展而来的,电控自动变速器控制单元根据收到的节气门位置和车速信号,借助计算机内储存换档特性曲线计算并控制换档电磁阀的动作,使控制换档机械滑阀动作,改变油路,实现自动变速器的换档操作。电控自动变速器的阀体部分与液控自动变速器阀体相似。

一般自动变速器的控制单元内有两个或两个以上换档程序,如 01M 自动变速器有两个换档程序:一个是与行车阻力有关的换档程序,另一个是与驾驶和行车状况有关的换档程序。与行车阻力有关的换档程序可识别出诸如上坡、下坡、带挂车及顶风等状况。控制单元按车速、节气门位置、发动机转速和加速的不同情况,计算出行车阻力,然后确定换档时刻。与驾驶和行车状况有关的换档时刻的确定是按模糊逻辑原理工作的。驾驶人踏下加速踏板,就产生一个运动系数,模糊逻辑识别出该系数,借助于运动系数在动力 (SPORT) 模式和经济 (ECON) 模式之间形成一个滑动的换档时刻确定线。在两个换档特性曲线之间存在许多随意的换档时刻,因而变速器对不同的行驶状态反应更灵敏。

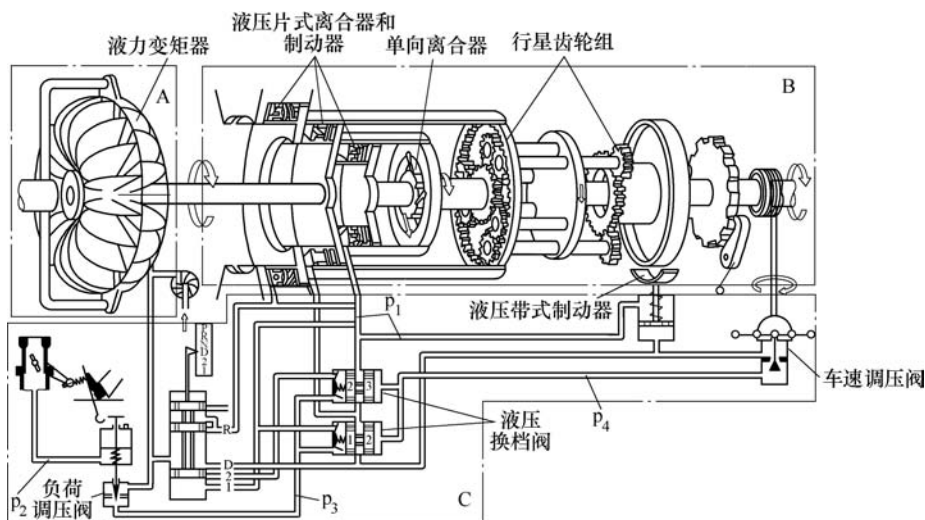


图 3-1 全液压控制自动变速器

A—液力传动部分 B—机械传动部分 C—液压换档控制部分

任务一 认识液压控制系统

自动变速器液压控制系统由液压泵、主油路压力调节器阀、节气门阀、调速器阀、手控阀、换档阀及其他一系列辅助阀和控制油路组成，工作介质是自动变速器油。在汽车自动变速器中，三个最基本也最重要的液体压力是主油路压力、节气门阀压力和调速器阀压力，基于它们之间的相互配合，控制自动变速器的升档和降档变换。

自动变速器的动力传递特点是：自动变速器通过与发动机曲轴连接的液力变矩器接收发动机动力，通过机械传动机构和换档执行机构，根据汽车状况需要实现传动比的变换，将适当的转矩传递至汽车驱动轮。换档执行机构由离合器、制动器、单向离合器等组成。众多换档执行机构需要按照一定的规律先后或同时动作，才能实现传动比的自动转换，要求执行元件的动作协调性、顺序性极高，并要求满足其接合和断开时的性能特点。为实现以上功能，采用复杂的液压系统对机械元件进行控制。要了解自动变速器的工作原理，需要先掌握液压系统的控制原理。

一、液压系统的组成及功用

如图 3-2 所示，液压传动是以液压油为工作介质，通过动力元件（液压泵），将发动机的机械能转换为油液的压力，通过管路、控制元件，借助执行元件（液压缸），将油液的压力转换为机械能驱动负载，实现直线或回转运动。液压

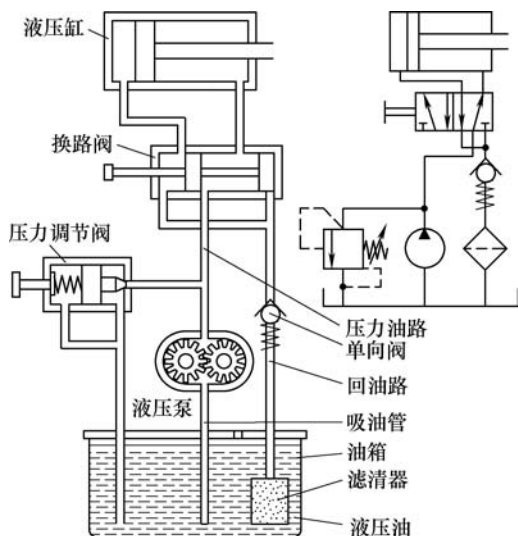


图 3-2 液压系统结构与原理图



传动与液力传动的区别在于液压传动是以帕斯卡定律为基础, 主要依靠液压能传递动力, 液体的流动速度比较低。自动变速器液压系统通常由四部分组成, 其主要作用如下:

1. 动力元件——液压泵

液压泵是将机械能转换为液体压力的能量转换元件。其作用是为液压系统提供具有一定压力和流量的工作油, 供给变矩器、换挡执行元件转换为机械作用力, 以实现基本功能, 并对机件具有润滑、散热和清洗的作用。

2. 执行元件——液压缸

液压缸是将液体的压力能转换为机械能的能量转换元件, 在液压油的推动下输出力和速度, 以驱动工作部件。

3. 控制元件——各种控制阀

控制阀用于控制系统所需要力的大小、速度的快慢和运动方向, 以满足机械装置的工作要求。控制阀有限压阀、调压阀、流量阀、换路阀等。

4. 辅助元件——使液压系统能够正常工作的元件

辅助元件包括油箱、滤清器、散热器、油管及密封件等, 主要功能是维持系统正常连续稳定工作。必须经常对工作液体进行储存、降温、清洁等。

一个简单的液压系统组成如图 3-2 所示。图 3-2 的左图是根据液压元件结构组成的液压系统简图, 右图是根据液压元件的职能符号连接组成的液压系统图。由于左图的元件结构清晰, 工作原理明确, 便于识图与分析油路, 在汽车维修技术手册中得到广泛应用。

二、自动变速器的液压系统

目前, 大多数自动变速器的自动控制是靠液压控制系统来完成的。液压传动仍在弱电与机械动力间起到改变力的大小、方向, 调节传动品质的重要作用, 是计算机控制与机械传动间的桥梁。鉴于液压系统在自动变速器中的重要作用, 本章以液压控制自动变速器的液压系统为主展开介绍。

液压控制自动变速器指完全利用液压元件和液压原理来完成自动换挡控制, 换挡的主要参数——节气门开度(负荷)和车速信号(速度)以机械方式传入液压控制系统, 并转化为相应的液压控制信号。液压系统主要根据这两个液压控制信号对行星齿轮的液压换挡执行元件进行控制, 实现自动换挡。液压系统在自动变速器中的作用关系如图 3-3 所示。

虽然液压控制系统的组成部件比较多, 但按部件功能来分主要有主油路(液压泵、主调压阀、次调压阀)、控制油路(节气门阀、速控阀、手动阀)、换挡时刻控制(换挡阀)、换挡品质控制(节流阀、缓冲阀、正时阀、蓄能器等)、润滑冷却油路(散热器、冷却器)、执行元件(离合器、制动器)和锁止控制(锁止信号阀、中继阀等)七个部分组成。图 3-4 所示为一完整的三速自动变速器液压控制系统油路。

1. 主油压力油路和润滑冷却系统

在自动变速器液压控制系统中, 主油压力是指在液压泵和调压阀的共同作用下, 为系统提供的最高液体工作压力。这个压力是整个液压控制系统的动力源, 它向液压控制系统提供足够压力和流量的工作介质。在液压系统中直接传递这个压力的油路被称为主油压力油路, 简称为主油路。自动变速器的供油系统除了为整个液压控制系统提供主油压外, 还要提供各齿轮、轴承的润滑, 同时进行冷却散热, 以保证自动变速器工作温度在标准范围内。通常润

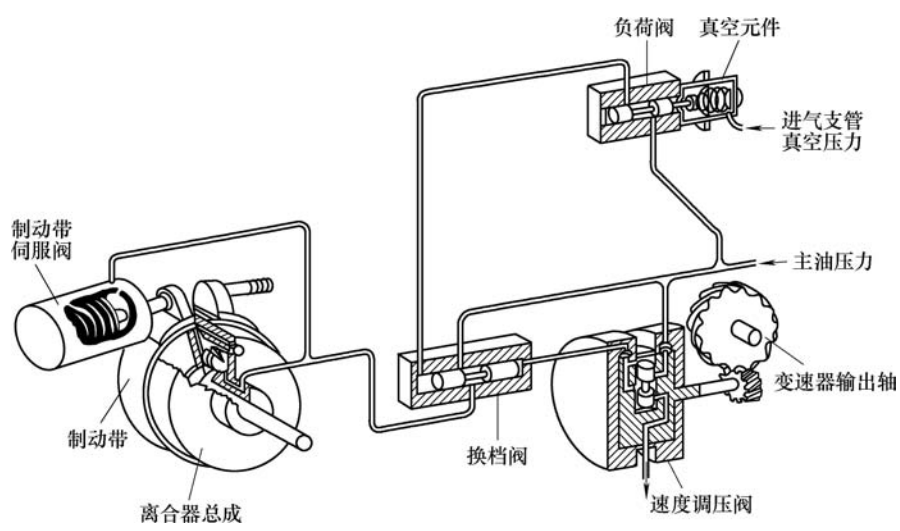


图 3-3 液压系统在自动变速器中的作用关系

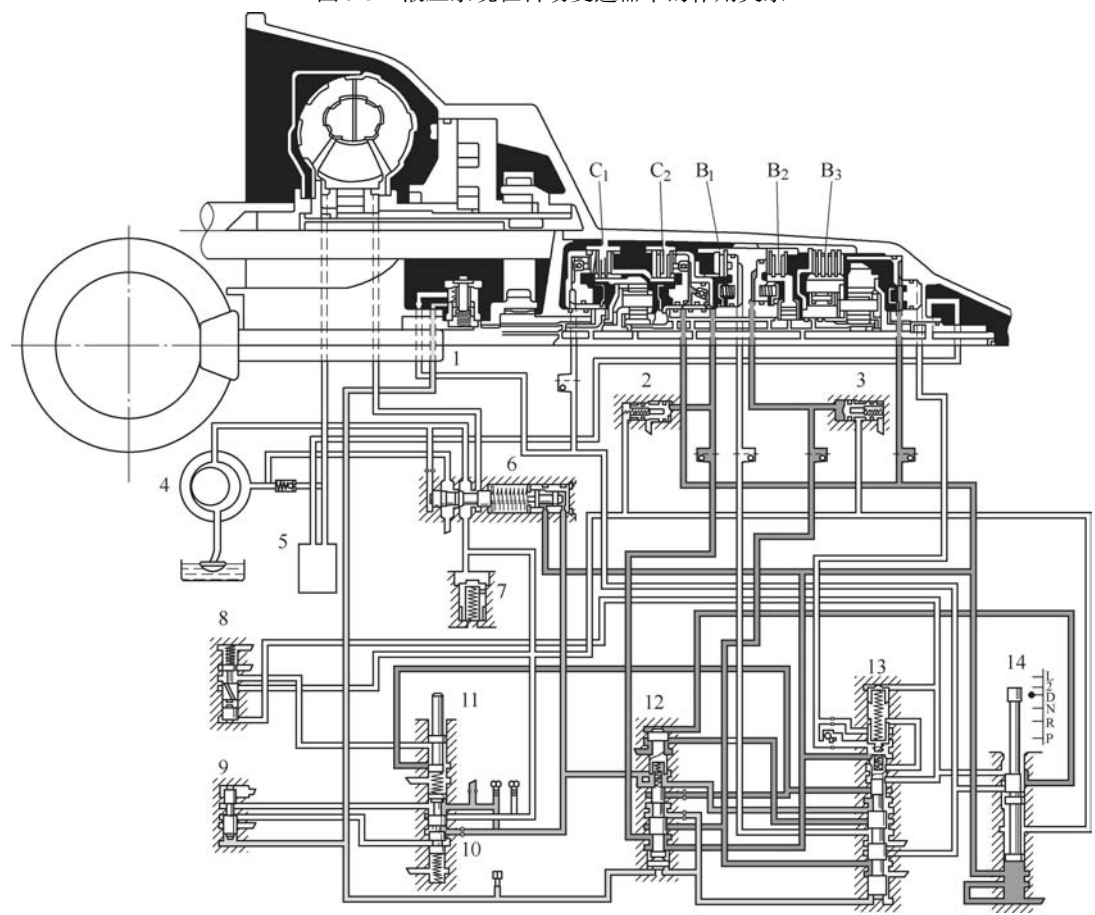


图 3-4 三速自动变速器液压控制系统油路

- 1—速度阀 2、3—蓄能器 4—液压泵 5—散热器 6—压力调节器 7—排气阀 8—调压锁止阀 9—断流阀
10—节气门阀 11—强制换档阀 12—2/3 档换档阀 13—1/2 档换档阀 14—手动阀
C₁—前离合器 C₂—后离合器 B₁、B₂、B₃—制动器



滑冷却系统油压由一个次调压阀控制，但有时也由主调压阀直接控制。

2. 换档控制油路

换档控制油路是产生换档指令的重要油路，汽车自动变速器主要由汽车速度、发动机负荷两个因素决定是否换档。在液压控制换档系统中，由负荷阀提供与发动机负荷有关的控制油压，又称为负荷油压；由速控阀提供与车速有关的控制油压，又称为车速油压。选档阀是通过改变变速杆位置来改变主油压的传递通道，让驾驶人获得汽车运行方式的选择权。

3. 换档时刻控制装置

换档时刻控制装置是由若干个换档阀组成的，实际上它是一个油路开关装置，根据控制信号的指令，实现油路的转换，进而达到升降档的目的。换档阀有两种不同的操纵方式（全液压式、电子液压式），其工作过程有很大差异。全液压式操纵方式的换档控制阀受节气门油压和车速油压的控制，在上述两种控制信号的作用下接通或切断液压油路。

4. 换档品质控制

换档品质是指换档过程的平顺性。换档品质控制是自动变速器液压控制系统的重要内容，该部分出现故障将容易导致换档冲击。为了减轻换档过程中的冲击，液压控制系统采取了缓冲控制、正时控制及油压控制三种方式来改善换档品质。

（1）缓冲控制 缓冲控制是指对施加在执行元件上的作用油压进行减缓上升速度的控制。它主要由节流孔、节流球、节流阀、限流阀、缓冲阀和蓄能器等装置完成。

（2）正时控制 正时控制常用的方法是采用正时阀装置，其作用是协调执行元件的作用时间。当一个执行元件分离时，另一个执行元件正好接合。最理想的换档过程是同步换档，即从低档换到高档。由于惯性，车辆车速变化不大，变速器的输入轴转速在换入高档前减速，在接近于用高档得到该档车速的转速时换入高档。反之，高档换入低档时，在接近于用低档得到该档车速的转速时换入低档。

（3）油压控制 为了使作用在执行元件上的执行油压能随节气门档位的变化而变化，以满足车辆传动系统力矩的变化，需要通过调节主油压和最大执行油压两种方法进行控制。调节主油压是由调压阀这一装置实现的。

5. 执行元件

执行元件主要指离合器和制动器（带式、片式）。液压控制系统最终要通过执行元件才能实现齿轮机构的档位变换。执行元件虽然是安装在行星齿轮机构中的，但它却是液压控制系统的组成部分。

6. 锁止控制

锁止控制的目标是液力变矩器中的锁止离合器，其目的是提高液力变矩器的传动效率，通过液压控制实现锁止离合器的接合与分离。锁止控制是在特定档位下达到一定车速时，泵轮和涡轮直接接合，相当于刚性连接，使传动效率接近 100%，同时也降低了自动变速器油温。锁止控制分为液压和电液两种控制方式。

三、液压系统的动力源与油路

自动变速器的动力源主要由液压泵、油箱、滤清器、调压阀及管道组成，如图 3-5 所示。



1. 动力源的作用

1) 为液力变矩器（或耦合器）供油，并维持足够的补偿压力和流量，以保证液力元件完成传递动力的功能，防止变矩器内气蚀现象发生，并通过液体的循环流动及时将变矩器的热量带走，以保持正常的工作温度。

2) 在一部分工程车辆和重型运输车辆中，液压系统还需向液力减速器提供足够流量及温度适宜的油液，以适时地吸收车辆的动能，得到满意的制动效果。

3) 向控制系统供油，并维持主油路的工作油压，保证各控制机构顺利工作。

4) 保证换挡离合器等的供油，以满足换挡等的操纵需要。

5) 为整个变速器各运动零件（如齿轮、轴承、止推垫片、离合器摩擦片等）提供润滑油，并保证正常的润滑油温度。

6) 通过油液的循环散热冷却，使整个自动变速器保持在合理的温度范围内工作。

2. 液压泵的结构与工作原理

在变速器的液控系统中，常用的液压泵有内啮合齿轮泵、转子泵和叶片泵。

(1) 内啮合齿轮泵的结构与工作原理 内啮合齿轮泵主要由外齿轮、内齿轮、月牙形隔板、泵壳、泵盖等组成，图 3-6 所示为典型的内啮合齿轮泵及其主要零件的外形。液压泵的齿轮紧密地装在泵体的内腔里，外齿轮为主动齿轮，内齿轮为从动齿轮，两者均为渐开线齿轮；月牙形隔板的作用是将外齿轮和内齿轮隔开。内、外齿轮与月牙形隔板保持很小间隙。泵体是铸造而成的，经过精加工。泵体内有很多油道，有进油口和出油口，有的还有阀门或电磁阀。泵盖也是一个精加工的铸件，也有很多油道。泵盖和泵体用螺栓连接在一起。

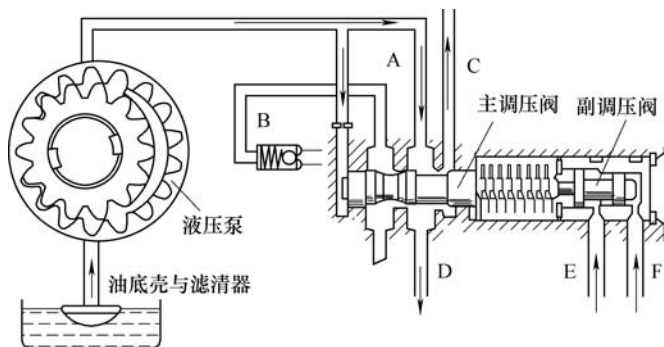


图 3-5 自动变速器的动力源

A—液压泵油路 B—泄荷油路 C—液力变矩器油路
D—主油路 E—倒车油压 F—负荷油压

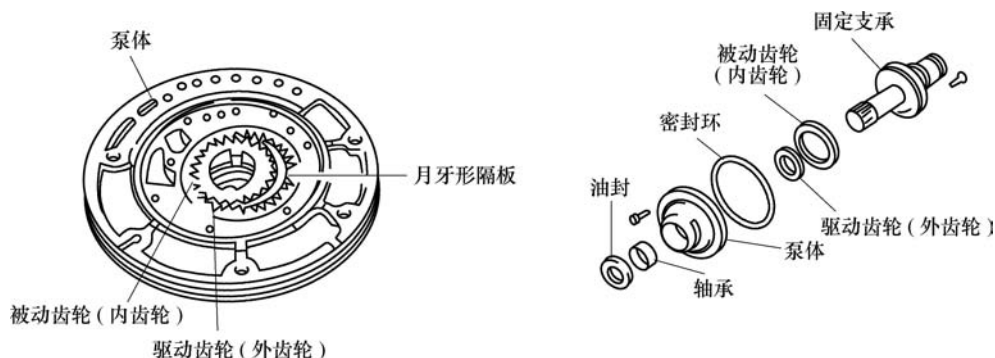


图 3-6 内啮合齿轮泵及其主要零件的外形



内啮合齿轮泵的工作原理如图 3-7 所示。由于内、外齿轮单边啮合，齿轮中出现的非啮合空间被月牙形隔板分隔成两个部分。当外齿轮被变矩器驱动旋转时，齿轮的轮齿由啮合到分离的那一部分，其容积由小变大，形成真空吸力，将油底壳的油吸入齿轮间，称为吸油腔。

轮齿在通过月牙形隔板时，齿间充满的油液随着转动被输送到月牙形隔板的另一端。

当齿轮转过月牙形隔板，内、外齿轮逐渐由分离进入啮合，其齿间容积由大变小，对油液形成挤压，迫使油液排出。这部分空间被称为排油腔。由于内、外齿轮的齿顶和月牙形隔板的配合很紧密，在吸油腔和排油腔形成密封，可有效防止被挤压的油液回流到吸油腔。

当发动机运转时，变矩器壳体后端的轴套带动小齿轮和内齿轮一起按图中标的方向运转，此时在吸油腔内，由于内、外齿轮不断退出啮合，容积不断增加，以致形成局部真空，将油底壳中的液压油从进油口吸入，且随着齿轮旋转，齿间的液压油被带到排油腔。在排油腔，由于内、外齿轮不断进入啮合，容积不断减少，将液压油从出油口排出。油液就这样源源不断地输往液压系统。

液压泵的理论泵油量等于液压泵的排量与液压泵转速的乘积。内啮合齿轮泵的排量取决于外齿轮的齿数、模数及齿宽。液压泵的实际泵油量会小于理论泵油量，因为液压泵的各密封间隙处有一定的泄漏。其泄漏量与间隙的大小和输出压力有关。间隙越大、压力越高，泄漏量就越大。内啮合齿轮泵是自动变速器中应用最为广泛的一种液压泵，它具有结构紧凑、尺寸小、重量轻、自吸能力强、流量波动小、噪声低等特点。

(2) 摆线转子泵的结构与工作原理 摆线转子泵由一对内啮合的转子、泵体和液压泵支撑端盖等组成，结构如图 3-8 所示。内转子为外齿轮，其齿廓曲线是外摆线；外转子为内齿轮，齿廓曲线是圆弧曲线。内外转子的旋转中心不同，两者之间有偏心距 e ，如图 3-9 所示。一般外转子齿数比内转子多一个。内转子的齿数越多，出油脉动就越小。发动机运转时，内转子为主动齿，带动液压泵内外转子以相同的方向旋转。内转子的齿廓和外转子的齿廓是一对共轭曲线，它能保证在液压泵运转时，不论内外转子转到什么位置，各齿均处于啮合

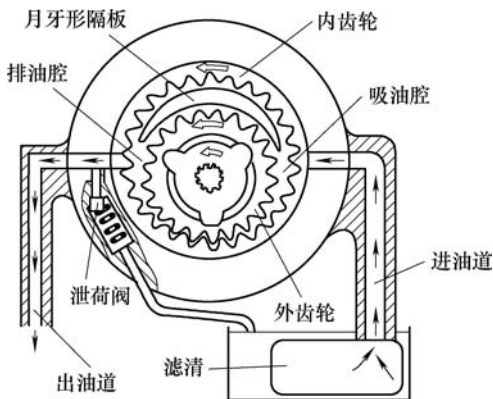


图 3-7 内啮合齿轮泵的工作原理

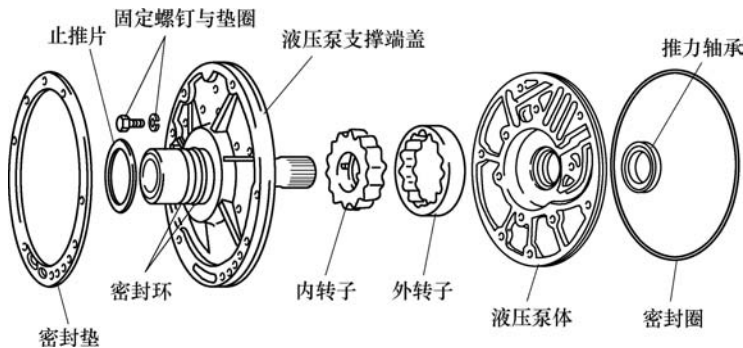


图 3-8 摆线转子泵的结构



合状态,即内转子每个齿的齿廓曲线上总有一点和外转子的齿廓曲线相接触,从而在内转子、外转子之间形成与内转子齿数相同个数的工作腔。这些工作腔的容积随着转子的旋转而不断变化,当转子朝顺时针方向旋转时,内转子、外转子中心线的左侧的各个工作腔的容积由大变小,将液压油从出油口排出。

摆线转子泵的排量取决于内转子的齿数、齿形、齿宽以及内外转子的偏心距。齿数越多,齿形、齿宽及偏心距越大,排量就越大。摆线转子泵是一种特殊齿形的内啮合齿轮泵,它具有结构简单、尺寸紧凑、噪声小、运转平稳、高速性能良好等优点,但它流量脉动大,加工精度要求较高。

(3) 叶片泵的结构与工作原理 叶片泵由定子、转子、叶片、壳体及泵盖等组成,如图 3-10 所示。转子上有若干滑槽,叶片装入滑槽且可以沿滑槽滑动。转子由变矩器壳体后端的轴驱动,绕其中心旋转;定子是固定不动的,转子与定子不同心,二者之间有一定的偏心距。

当转子旋转时,叶片在离心力及叶片底部的液压油压力的作用下向外张开,紧靠在定子内表面上。随着转子的转动,叶片在转子滑槽内作往复运动。当部分叶片滑出滑槽,在每两个相邻叶片之间便形成密封的工作腔。工作腔容积的大小由叶片在滑槽内的位置决定。

叶片泵吸油与压油的工作过程是:当转子以顺时针方向旋转,进油侧叶片间工作腔容积逐渐增大产生低压,吸入油液。出油侧叶片工作腔容积逐渐减小,将液压油从出油口压出。

叶片泵的排量取决于转子直径、转子宽度及转子与定子的偏心距。转子直径、转子宽度及转子与定子的偏心距越大,叶片泵的排量就越大。叶片泵具有运转平稳、噪声小、泵油油量均匀、容积效率高等优点,但它结构复杂,对液压油的污染比较敏感。

(4) 变量泵的结构与工作原理 上述三种液压泵的排量都是固定不变的,所以也称为定量泵。为保证自动变速器的正常工作,液压泵的排量应足够大,以便在发动机怠速运转的低速工况下也能为自动变速器各部分提供足够大流量和压力的液压油。定量泵的泵油量是随转速的增大而成正比例增加的。当发动机在中高速运转时,液压泵的泵油量将大大超过自动变速器的实际需要,此时液压泵泵出的大部分液压油将通过油压调节阀返回油底壳。由于液压泵泵油量越大,其运转阻力也越大,因此这种定量泵在高转速时,过多的泵油量使阻力增大,从而增加了发动机的负荷和油耗,造成了一定的动力损失。

为了减少液压泵在高速运转时由于泵油量过多而引起的动力损失,有的汽车自动变速器的叶片泵被设计成排量可变的形式(称为变量泵或可变排量式叶片泵)。变量泵零件组成如图 3-11 所示。

如图 3-12 所示,这种变量泵具有一个可以摆动的泵体 2 组装在泵壳内,泵体可以绕销轴 8 作一定的摆动,以改变泵体 2 与转子 3 的偏心距,从而改变液压泵的排量。变量泵叶片

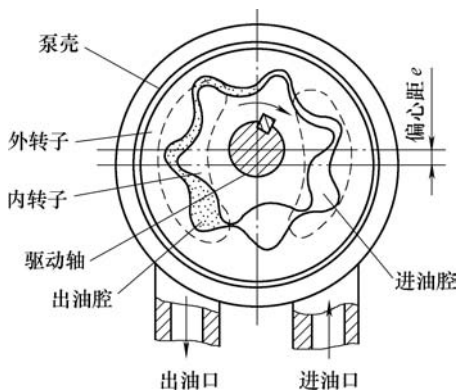


图 3-9 摆线转子泵工作原理

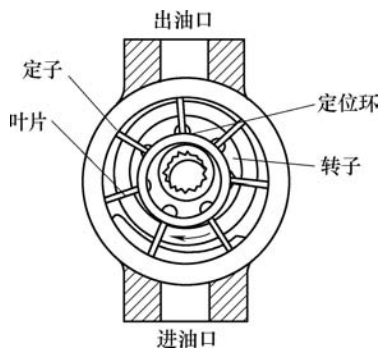


图 3-10 叶片泵

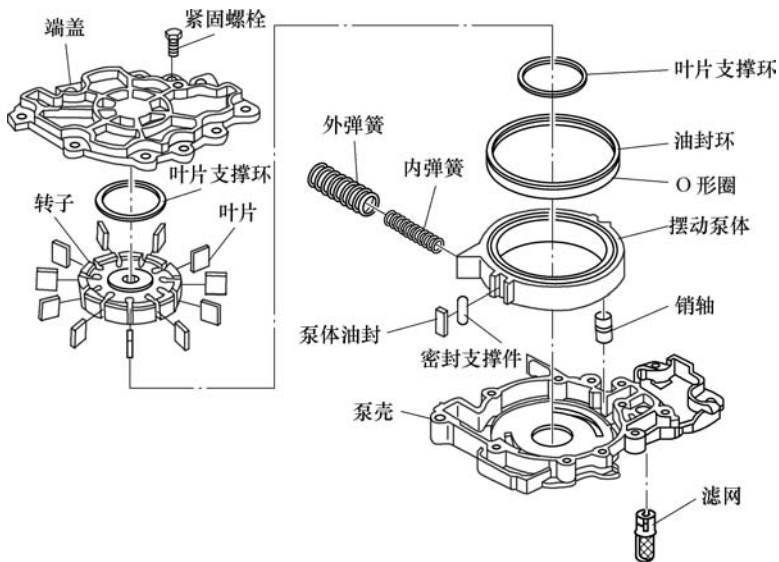


图 3-11 变量泵零件关系图

由叶片支撑环 4 来保持叶片与摆动泵体同心圆的关系，当泵体 2 摆动时，叶片支撑环平移，保持叶片与泵体的密闭接触。

在液压泵运转时，摆动泵体的位置由摆动泵体 2 侧面控制腔内来自压力调节阀的反馈油压控制。当液压泵转速较低，系统需要油液流量较大时，来自油压调节阀反馈油路的压力略低，摆动泵体 2 在回位弹簧的作用下绕销轴向顺时针方向摆动一个角度，加大了摆动泵体 2 与转子的偏心距，液压泵的排量随之增大。当液压泵高速运转，而系统所需油量较小时，反馈油压随之上升，摆动泵体 2 在反馈油压的推动下绕销轴朝逆时针方向摆动，摆动泵体 2 与转子的偏心距减小，液压泵的排量也随之减小，从而降低了液压泵的泵油量，直到出油压力降至原来的数值。

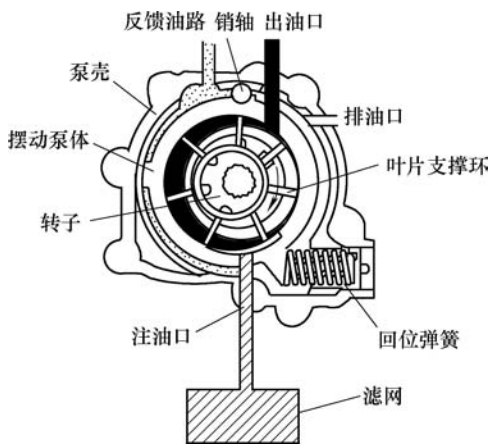


图 3-12 变量泵

由此可知：定量泵的泵油量和发动机的转速成正比，并随发动机转速的增加而不断增加；变量泵的泵油量取决于摆动泵体的偏心距，而不是发动机的转速，可以根据系统压力和流量需求自动进行调节。变量泵的泵油量在发动机转速超过某一数值后就不再增加，保持在一个能满足油路压力的水平上，从而减少了液压泵在高转速时的运转阻力，提高了汽车的燃油经济性。因此与定量泵相比，变量泵更节省能量。

3. 压力调节部分组成和工作原理

自动变速器的供油系统中，必须设置油压调节装置，用来维持系统油液必需的工作压力，并当液压泵泵油量大于系统用油量时，将多余油液排出。

自动变速器的液压泵是由发动机直接驱动的，液压泵的理论泵油量和发动机的转速成正



比。为了保证自动变速器的正常工作,要求液压泵在发动机任何转速下都能满足自动变速器各部分的用油需要,既要防止油压过低使离合器、制动器打滑,影响变速器的动力传递,又要防止液压泵的泵油量超过自动变速器各部分所需要的油量,导致油压过高,增加发动机的负荷,并造成换档冲击。因此,供油系统提供给各部分的油压和流量应是可以调节的。自动变速器供油系统的油压调节装置由主调压阀(又称一次调节阀)、次调压阀(又称二次调节阀)、单向阀和安全阀等组成。主调压阀用于调节来自液压泵的油压,把调节后的主油压送到各执行元件、换档阀处。主调压阀调节的油压又称系统油压,系统中其他不同的压力都是在主油压下再进行调节。次调压阀用于调节变矩器锁止油压和润滑油压。如图 3-13 所示为一种油压调节阀油路组成结构。

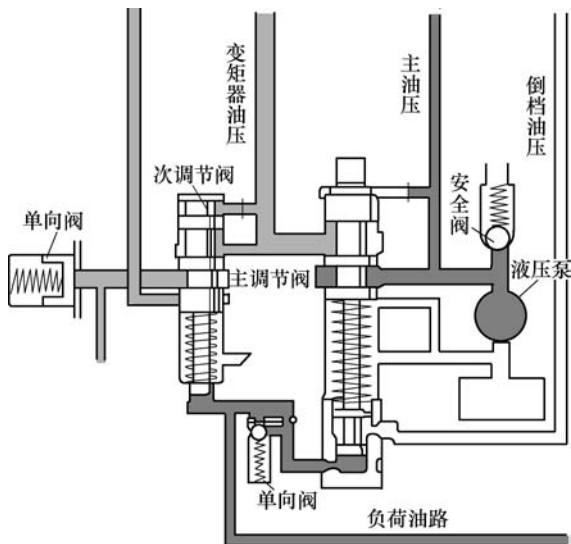


图 3-13 油压调节阀油路组成结构

(1) 调压阀 调压阀是液压系统中用来对系统压力进行调节的装置。根据工作要求的不同调压阀分为定压调压阀、单向阀、安全阀和旁通阀等。根据阀的结构不同,调压阀分为球阀、滑阀、电磁阀等。

单向阀的作用是在液压油作用下保持油路单向导通,而反方向使油路截止。图 3-14 所示为一种单向球阀的结构和功能符号。该结构中的液压油只能够从油路 1 或 3 流向油路 2。当油路 1 的油压高时,液压油将球阀推至油路 3 并关闭该油路。当油路 3 为高压,球阀又被推至油路 1 并将其关闭。

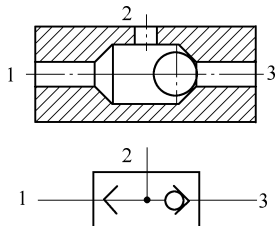


图 3-14 单向球阀的结构和功能符号

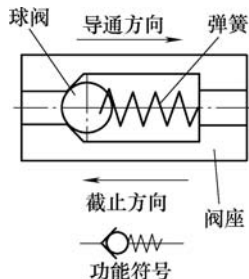


图 3-15 球形调压阀的结构和功能符号

单向阀的另一种应用是安全阀。安全阀实际上是一个调压阀,由弹簧和钢球组成,图 3-15 所示为球形调压阀的结构和功能符号。其作用是保持油路中所需的压力。当油路中压力大于弹簧作用力时,球阀被推开,部分油液流出致使油路压力下降,此时在弹簧作用下,球阀关闭以保持油压。图 3-13 油路中的安全阀 4 并联在液压泵的出油口上,以限制液压泵压力。当液压泵压力过高时,推开球阀,油经球阀和油道流回油底壳。

旁通阀是液压油冷却装置的保护器,与冷却装置并联。当流到冷却装置的液压油温度过高、压力过大时,阀体打开,起旁通作用,以免高温、高压的液压油损坏冷却装置。在图 3-13



油路中的单向阀6具有旁通阀功能。

图3-16所示为滑阀结构定压调压阀,由阀座、滑阀和调压弹簧构成。其调压过程如下:当系统油路压力低时,在弹簧力作用下滑阀位于右端,阀槽将主油路油压 P 与系统油路 A 接通,阀肩关闭泄油口 T ,液压泵不断将油液泵至系统油路。系统油压随之升高。

当系统油路压力上升到一定时,这一压力经控制油路 C 同时作用于滑阀右端,并形成液压推力克服弹簧力推动滑阀左移,进油口由大变小,直至关闭。若油液形成的液压推力仍大于弹簧力,滑阀会继续移动,则泄油口逐渐打开,油液经泄油口排出,系统油路压力下降。此时,作用于滑阀右端的液压推力低于弹簧力使滑阀右移,又将泄油口关闭,进油口打开,系统油路压力回升。

这一调节过程持续进行,滑阀不断往复移动,维持了系统的压力不变,从而实现压力的调节。由于只有一个弹簧与系统压力平衡,系统压力只维持一个状态,又称为单级调节。

(2) 主调压阀 主调压阀又称一次调压阀,它的作用是根据汽车行驶速度和发动机节气门开度的变化,自动调节流向各液压系统的油压,保证各系统液压的稳定,使各信号阀工作平稳。图3-17所示为主调压阀的结构,主调压阀由主调压滑阀、副调压滑阀、阀体和弹簧等主要元件组成。主调压阀为多级调压结构。分别为基本调压、负荷调压和倒车调压。

1) 基本调压过程。来自液压泵的液压油液达到调压阀,并作用到滑阀的上端,产生向下推力,此时节气门和手动阀倒档油路的两个反馈油压为零,主调压滑阀克服弹簧力向下移动。主调压滑阀先将至第二调节阀油路打开,当压力仍然上升,则主调压滑阀将泄油口开启,部分油液排出并使管道压力下降。

管道压力下降,弹簧力推动主调压滑阀上移,将泄油口关闭,管道压力又升高。滑阀持续往复运动,压力保持在弹性力范围内。

2) 负荷调压过程。当发动机负荷较小,输出功率较小时,节气门油压也较低,作用在副调压滑阀下端的油液压力也很低,油压所产生的作用力对主调压滑阀没有太大影响,调压阀工作在基本调压状态。当发动机负荷增加时,节气门油压升高,作用到副调压阀下端,推动其上移。弹簧预紧力和节气门油压作用力同时作用在主调压滑阀上,迫使其上移关闭泄油口。若要泄油口再次开启,管道内压力必须达到足以产生推动主调压滑阀向下运动的力,在新作用力条件下实现新的平衡。

由于节气门油压的变化特性是随发动机负荷增加而压力升高,所以管道油压也随发动机负荷变化。例如,当汽车在起步、加速等大负荷工况时,系统油压高,作用于液压离合器的

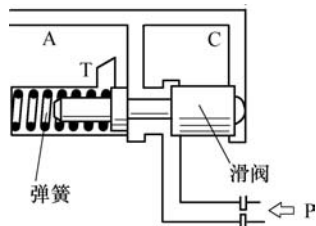


图 3-16 滑阀结构定压调压阀
 P —主油压 A —系统油压 C —控制油压

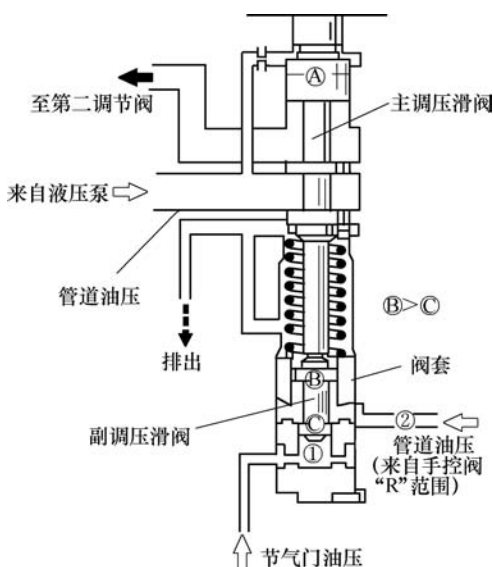


图 3-17 主调压阀的结构



压力大,则传递的转矩增加。这样的调节可以使高速档、低速档都要传递转矩的离合器不需要改变结构尺寸就能满足工作要求。在低速时获得较大转矩,在高速时降低能量消耗。

3) 倒车调压过程。当选择倒档时,倒档油压通过倒档油路进入调压阀,调压阀弹簧被压缩,滑阀向上移动,滑阀中部的阀肩将使泄油口露出一部分(来自液压泵的油液压力越高,则泄油口露出越多),来自液压泵的油液有一部分经出油口B输往选档阀,有一部分经出油口D输往变矩器,还有一部分泄油口流回油底壳,使油压下降,直至油液压力所产生的推力与调压弹簧的预紧力和节气门调节压力的合力保持平衡为止,此时调压阀以低于液压泵输入压力的油压输出。当节气门开度增大,输出功率增大时,此时增大了的节气门调节油压将使滑阀向右移动,滑阀中部的阀肩将减小或封闭泄油口,使油压上升,调节阀以高于液压泵输入压力的油压输出。节气门开度越大,调压阀输出的压力越高,输往选档阀和变矩器去的油液压力将随所要传递的功率的增大而增大,此时可使油液压力保持在相对稳定的范围(通常为 $0.5 \sim 1\text{MPa}$)内。

在滑阀的右端还作用着另一个反馈油压,它来自于压力校正阀。这一反馈油压对滑阀产生一个向左的推力,使主油路调压阀所调节的主油路油压减小。当自动变速器处于前进档的1档或2档时,倒档油路油压为零,压力校正阀关闭,调压阀右端的反馈油压也为零。而当变速器处于3档或超速档时,若车速增大到某一数值,压力校正阀开启,来自节气门阀的压力油经压力校正阀进入调压阀右端。增加了滑阀向左的推力,使主油路油压减小,减小了液压泵的运转阻力。当自动变速器处于倒档时,来自手动阀的倒档油路液压油进入滑阀的左端,滑阀左端的油压增大,主油路调压阀所调节的主油路压力也因此升高,满足了倒档时对主油路油压的需要。此时的主油路油压称为倒档油压。

主油路压力的大小控制着自动变速器内所有的多片离合器、制动器能否可靠地接合工作和传递驱动转矩。同时,它也是自动变速器内所有其他压力的基础。所以,主油路压力也就成了汽车自动变速器内最基本、最重要,而且也最关键的压力。如果主油路压力调节阀工作异常,就无法实现给定的控制主油路压力任务。例如,一旦压力调节阀中滑动柱塞运动卡滞,就可能使主油路压力过高,引发换档冲击、部件损坏等问题。而由于油液脏污和使用过久等原因使柱塞配合表面过度磨损造成间隙,泄漏过大,会使主油路压力过低,引起离合器、制动器等打滑,严重时甚至会造成车辆无法运行。所以,如果发现上述问题,应及时测量主油路压力,看其是否在正常范围之内。为方便测量,一般汽车自动变速器壳体上都设有专门的主油路压力测量孔。

四、液压系统控制元件与油路

液控液压式控制系统包括信号部分和换档控制部分。给自动变速器提供换档操纵的有两个换档信号,即所谓的两控制参数:发动机负荷与车速。在液控液压系统中,这两个信号分别由节气门阀和离心速度阀提供。

液压控制系统中的换档控制部分由手动阀和换档阀来完成,换档控制部分实质上是一个由换档信号操纵的油路开关。它负责给换档执行元件(离合器、制动器)加压或泄压,以此实现齿轮变速装置的档位切换。

另外在一些自动变速器中还装有强制降档阀。强制降档阀用于节气门全开或接近全开时,强制性地使自动变速器降低一个档位,使车辆获得良好的加速性能。



1. 换挡控制部分结构与工作原理

换挡控制部分根据换挡信号部分提供的信号,控制自动变速器中液压操纵油路的方向,由此决定所处的不同档位。换挡控制部分主要由手动选档阀、换挡阀组成。

(1) 手动选档阀 手动选档阀又称手动阀或选档阀,它的功用是将对汽车行进方向或对自动变换档要求的信息传递给液压系统,使液压系统在选定的范围内实现自动控制。手动阀是个液压多路换向阀,位于液压控制系统油路中(参看图 3-1 所示油路图),经机械传动机构和自动变速器的选档操纵手柄相连,由驾驶人手工操作。手动阀的位置与操作手柄位置对应。操纵选档手柄,能够切换控制油路,按照人的意志改变工作油压的流向,以满足对汽车运行方式选择的要求。

自动变速器手动选档阀的结构和工作原理如图 3-18 所示。手动阀的滑阀由若干个阀肩和阀槽组成,阀肩可以封闭阀体上的油路,阀槽则可将槽宽范围内的油路相互接通。通过连接杆受变速杆操纵,滑阀能够左右移动。手动阀的进油口是来自主油压力调节阀的管路压力,出油口接到各换挡执行油路。变速杆拨动滑阀移动时,可分别接通或关断主油压油路与阀体中的换挡油路。

当手动阀处在 P 档时,手动阀右侧阀槽将主油路与倒档 R 和低档 L 油路接通,而其他油路此时均与主油路断开,如图 3-18a 所示。变速杆处在 R 档时,手动阀右移而又接通一条倒档 R 油路,使变速器转入倒档工作状态。变速杆在 D 档时,手动阀将主油路与 D 档油路接通,如图 3-18b 所示。变速杆在 L 档时,手动阀继续右移,同时将主油路、L 档的油路接通而实现只有一个档的运行。

(2) 换挡阀 换挡阀的作用是对应速度阀和负荷阀调节的油压改变滑阀的位置,实现换挡主油路的切换,主油压力经换挡阀送至不同的换挡执行元件。自动变速器中机械速比的自动变换主要由换挡阀及换挡油路完成。换挡阀是由液压控制的两位油路换向阀,由它来切换油路流向或改变油路内的压力,发动机负荷(节气门开度)或汽车速度的变化,决定了换挡阀的位置状态,以控制液压执行元件的动作,使自动变速器处于最适合汽车行驶状态的档位上。自动变速器液压控制根据传动比多少需要若干个换挡阀组成自动换挡控制油路(参看图 3-4 自动变速器油路图)。

换挡阀的工作原理如图 3-19 所示,换挡阀的右端作用来自速度阀的速度油压 p_1 ,左端作用来自节气门阀的负荷油压 p_2 和换挡阀弹簧的弹力。换挡阀的位置取决于两端控制压力的大小。当右端的速度油压低于左端的负荷油压与弹簧弹力之和时,换挡阀保持在右端,如图 3-19a 所示;当右端的速度油压高于左端的负荷油压与弹簧弹力之和时,换挡控制阀移至左端,如图 3-19b 所示。换挡阀左右移动时,接通或关闭主油路,从而让主油路液压油进入不同的换挡执行元件,使之处于工作状态,以实现不同的档位。当换挡阀移至左端时,自动变速器升高一个档位;反之,换挡阀由左端移至右端时,自动变速器降低一个档位。

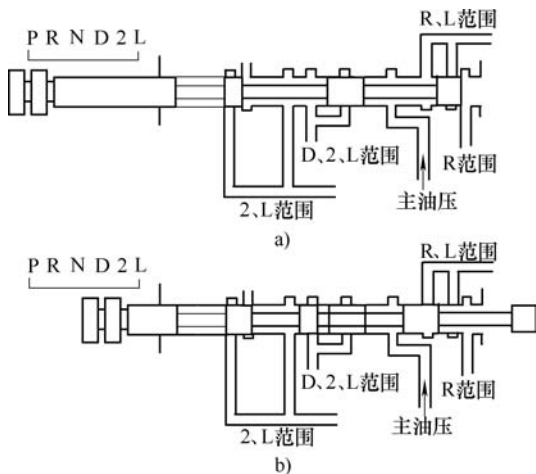


图 3-18 手动选档阀结构

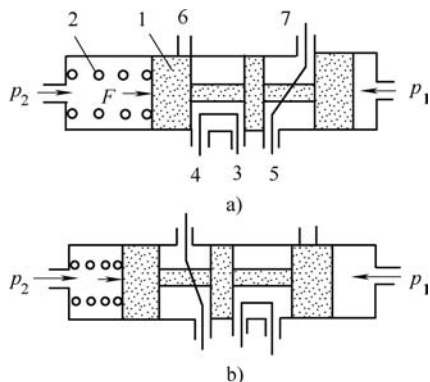


图 3-19 换档阀的工作原理

1—滑阀 2—弹簧 3—主油路进油孔 4—至低档换档执行元件 5—至高档换档执行元件 6、7—泄油孔
 p_1 —速度油压 p_2 —负荷油压 F —弹簧力

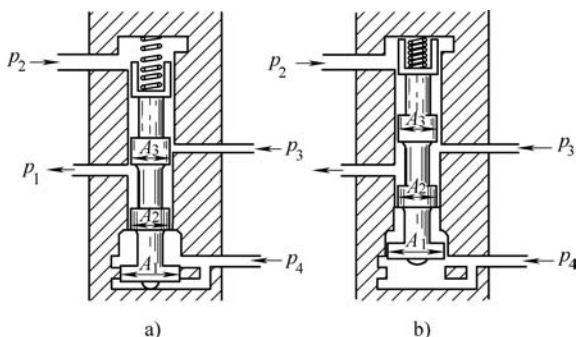


图 3-20 实用换档阀结构

a) 低速档时 b) 高速档时
 p_1 —执行元件油路油压 p_2 —负荷油压
 p_3 —主油路油压 p_4 —速度油压

图 3-20 所示为一种实用换档阀结构，滑阀有两个稳定工作位置，可实现两个油路切换。滑阀的下端作用随汽车速度变化的油压 p_4 。滑阀上端作用弹簧力与负荷油压 p_2 。当汽车速度油压 p_4 随车速上升时，推动滑阀上移，接通 1 和 3 油路，换入高速档。当负荷油压 p_2 随发动机负荷增加时，会强制滑阀下移，换入低速档。可实现推迟换入高速档或强制降档。

由滑阀结构可以看出：设 $A_2 = A_3 < A_1$

由滑阀受力平衡条件可知：

滑阀升档时需要满足条件： $p_4 A_2 > F_1 + p_2 A_2$ ，即汽车实现升档时速度油压应为

$$p_4 > \frac{F_1 + p_2 A_2}{A_2} \quad (3-1)$$

而当滑阀降档时需要满足条件： $p_4 A_1 < F_1 + p_2 A_2$ ，即速度油压应为

$$p_4 < \frac{F_1 + p_2 A_2}{A_1} \quad (3-2)$$

速度压力随汽车速度变化。不等式 (3-1)、(3-2) 表明了实现升档和降档时的速度压力 p_4 的大小并不相同。不等式中，设负荷压力不变，忽略弹簧变形的弹性增量，则可知：升档时压力大于降档时压力，即同一个换档阀控制的升档车速高于降档的车速。

换档滑阀采用不同尺寸的阀肩与供油结构，其目的是在升速与降速时获得不同的换档点。换档点是指汽车在一定负荷下升档或降档时汽车所具有的速度。当汽车在负荷不变条件下，其升档与降档若为同一车速，则在这一车速附近运行时会出现两档之间不断往复动作的现象，致使此时的驱动能力不稳定。为保证自动换档的稳定性，自动变速器的升档与降档时的换档车速不同。即在同一负荷条件下，降档点的车速应低于升档点车速。

液压自动变速器的换档是按汽车的负荷和车速两个参数进行控制的。只有按设计要求进行自动换档，才能保证获得良好的汽车动力与经济性能。在负荷一定条件下，可确定升、降档点。当根据汽车负荷发生一系列变化时，所描绘的变速点连成的曲线，被称为换档规律曲线，如图 3-21 所示。

(3) 强制降档阀的结构与工作原理 强制降档是自动变速器控制的瞬时工作状态。强



制降档阀的功用是在汽车急加速时能够迅速提高传动比,在短时间内为汽车提供所需的强劲动力和较大转矩。

由换档阀工作原理分析可知,一般条件下只有车速降低到一定数值时,换档阀才能由高档换入低档。这种换档条件不能满足汽车在加速时大转矩提速的要求。为此,在换档控制中设计有强制降档阀,以在需要加速时及时换入低档,提高汽车的驱动转矩。对于降档后可能引起的车速下降,则通过提升发动机转速来弥补。当汽车克服加速阻力达到相应的车速后,换档阀自动换入高速档,并降低发动机转速。一般来说,加速的要求得到满足后,驾驶人会逐渐放松加速踏板,强制降档的功用解除,恢复到正常的自动变速控制状态。

强制低档阀是装在节气门阀内的一个柱塞阀。强制低档阀的作用是:汽车处在小、中负荷状态时,在节气门凸轮作用下强制降档阀适量移动压缩弹簧,从而调节负荷油压,改变换档阀变速点(见图3-22)。当需要汽车加速或大负荷时,急剧踩下加速踏板(节气门开度大于85%),节气门凸轮迫使强制降档阀剧烈移动,将主油路与强制降档油路接通,如图3-22所示。主油压力直接作用在换档阀上,强制换档阀向低档方向移动,切换高、低档油路,变速器由高档转化为低档。与此同时,发动机转速迅速上升,弥补降档引起的行驶速度下降。

有些自动变速器采用电磁式强制低档阀。如图3-23所示,它由电磁阀、强制降档开关等组成。强制降档开关安装在节气门踏板上,当加速踏板快踩到底时,强制降档开关闭合,电磁阀通电,滑阀在电磁力的作用下移动,打开油路。液压油经滑阀通至换档阀的节气门阀油压作用端,使换档阀滑阀向降档方向移动,自动变速器在低一档的位置上工作。

(4) 节气门阀 节气门阀用于产生与节气门开度相对应的节气门油压,该阀在电控自动变速器中被取消,这里不再赘述。

(5) 速控阀 速控阀是用于产生与汽车行驶速度相对应的速控油压,该阀在电控自动变速器中被取消,这里不再赘述。

2. 换档油路分析

由换档阀分析可知,一个换档阀只能实现一个或两个油路的切换。若要实现多档油路切

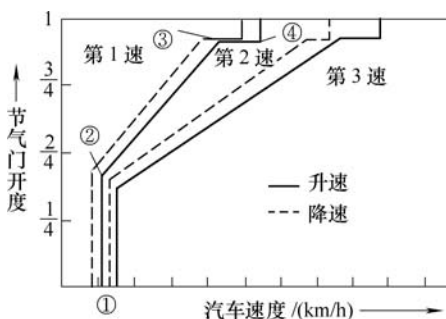


图 3-21 自动变速器换档规律曲线

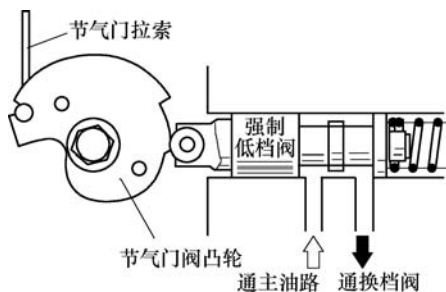


图 3-22 机械式强制低档阀

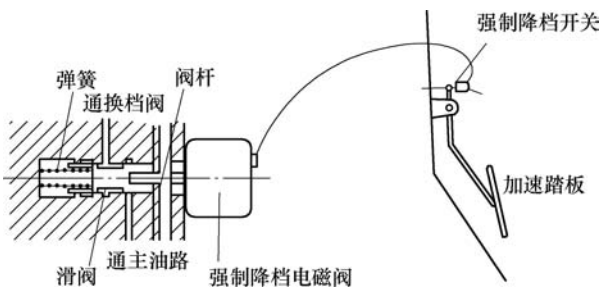


图 3-23 电磁式强制低档阀



换, 需要通过几个换档阀的逻辑组合, 控制不同的液压执行元件。由换档阀和其他控制阀组成用于控制液压执行元件的油路称为液压换档油路。

(1) 3 档自动变速器液压系统换档原理 图 3-24 所示为 3 档自动变速器液压系统油路, 执行元件工作规律见表 3-1。该系统采用带锁止离合器的变矩器, 图 3-24 中的脚用来表示发动机负荷 (节气门阀) 油压, 转速表用来表示速度阀 (汽车行驶速度) 油压。这两个油压用来控制换档阀变速点。

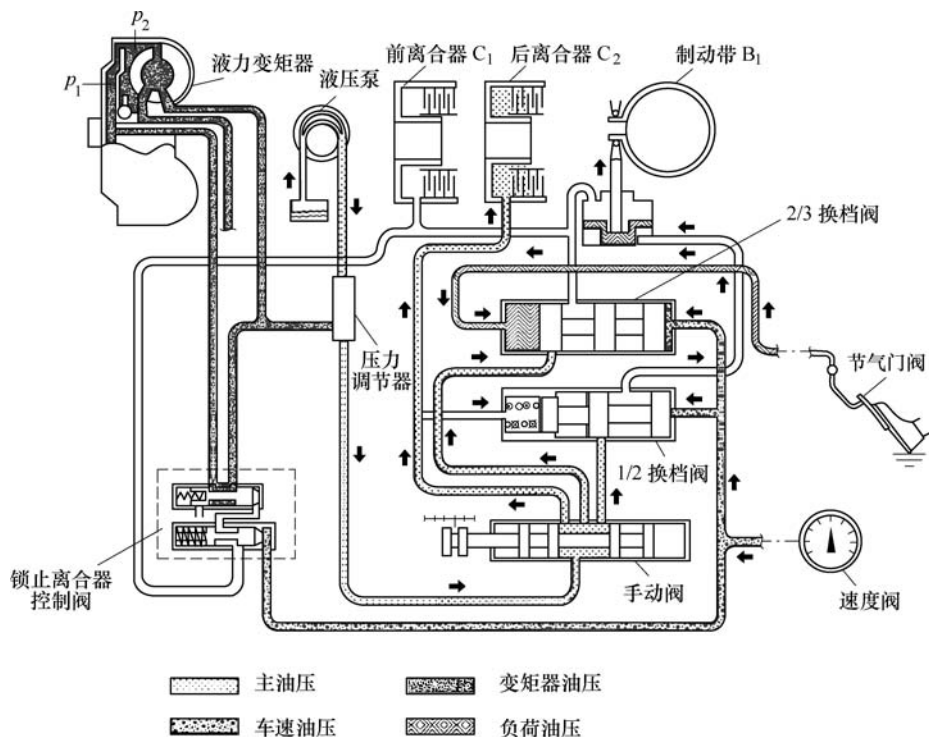


图 3-24 3 档自动变速器液压系统油路

表 3-1 3 档辛普森行星变速器换档执行元件工作规律

选档与档位		C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	F
P						
R		○			○	
N						
D	1		○			○
	2		○	○		
	3	○	○			
2			○	○		
L (1)			○		○	

注：○表示换档执行元件工作。

由图 3-24 可以看到, 当手动选档阀选择自动前进档时, 来自主压力调节器的油液经手动选档阀后成三油路输出。一路油液可直接到达后离合器, 手动选档阀不变化, 此离合器始



终处于接合工作状态。另一路油液可通过 1/2 换档阀到达制动带，而制动带工作与否受 1/2 换档阀控制。再一路油液经 2/3 换档阀可达前离合器、制动带的释放边和锁止离合器控制油路，它们工作与否受 2/3 换档阀控制。1/2 换档阀、2/3 换档阀受汽车速度与发动机负荷的控制，实现自动换档。

1) 1 档。当变速杆放在驱动位置 (D)，汽车处于起步状态，主油路压力由手动选档阀达到后离合器，此时车速低，速度阀产生的压力低，1/2 换档阀在弹簧力和系统压力作用下推动滑阀右移，切断通往制动带的油路；由于节气门阀产生的压力大于速度阀压力，2/3 换档阀在节气门压力作用下推动滑阀右移，其输出油路也被阻断。此状态下只有后离合器接合，变速器以 1 档运行。

2) 2 档。当车速达到一定值，速度阀压力大于弹簧力与系统压力，推动 1/2 档滑阀左移，接通制动带 5 油路，制动器伺服阀上移，使制动器制动，此时节气门阀压力仍大于速度阀压力，2/3 换档阀维持原位置不变。此状态下，后离合器与制动带工作，变速器以 2 档运行，如图 3-25 所示。

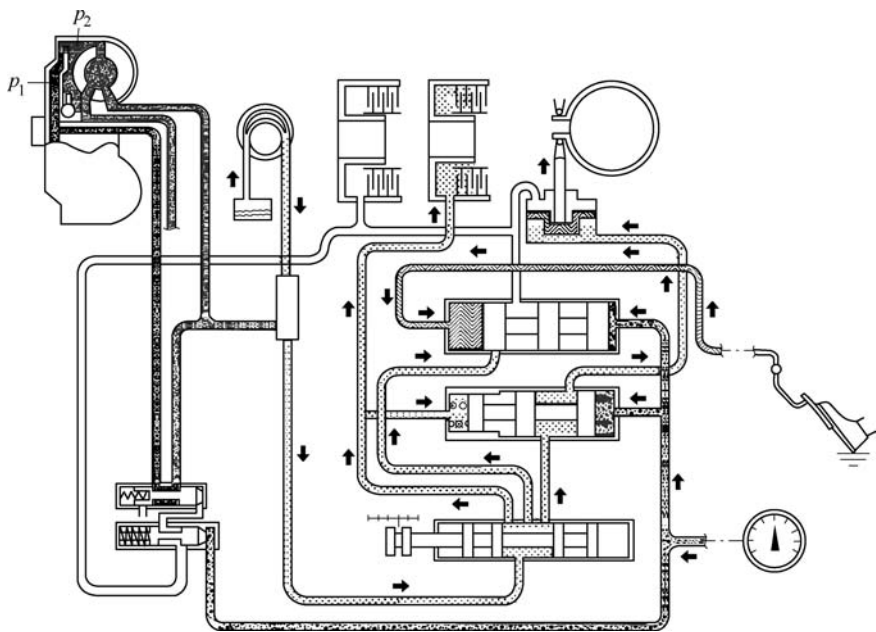


图 3-25 2 档液压油路

3) 3 档。当汽车运行速度进一步提高到某一值，速度阀压力大于节气门阀压力，1/2 档滑阀被进一步左移切断制动带油路，2/3 档的滑阀被推向左侧，主油路到前离合器的油路被接通，使制动器释放、前离合器接合。在此状态下，前、后离合器工作，变速器以 3 档运行，如图 3-26 所示。3 档油路接通的同时，主油压力也到达锁止离合器控制油路。

(2) 液压控制锁止离合器的工作原理 锁止离合器的动作由锁止控制阀、锁止信号阀进行控制。锁止控制阀、锁止信号阀的动作由速度阀油压和最高档的油路油压控制，如图 3-27 所示。

1) 锁止离合器分离。图 3-28a 所示变矩器控制部分，在 3 档较低车速时，速度阀控制压力小于锁止信号阀滑阀的弹簧作用力，滑阀向右侧移动，切断来自 2/3 换档阀的油压，锁

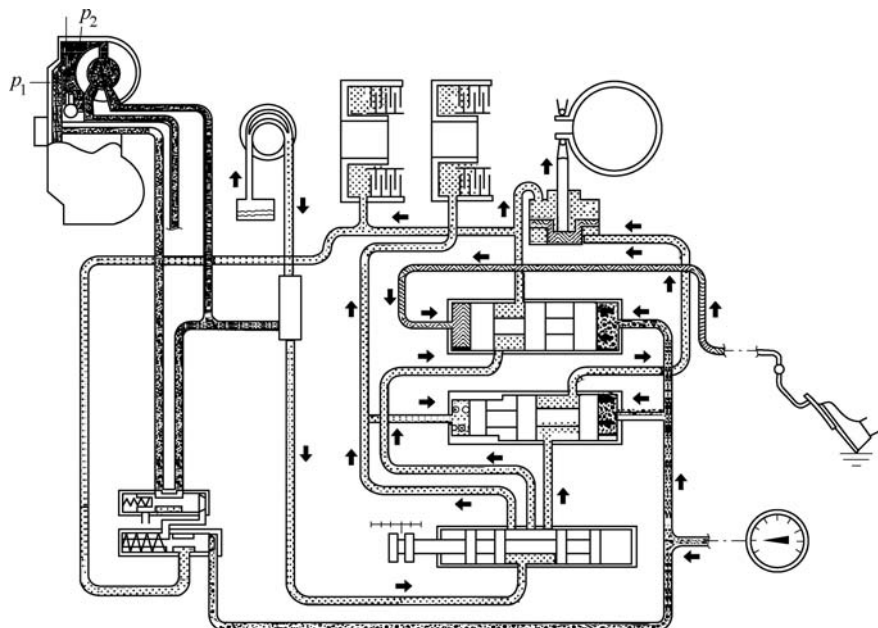


图 3-26 3 档液压油路

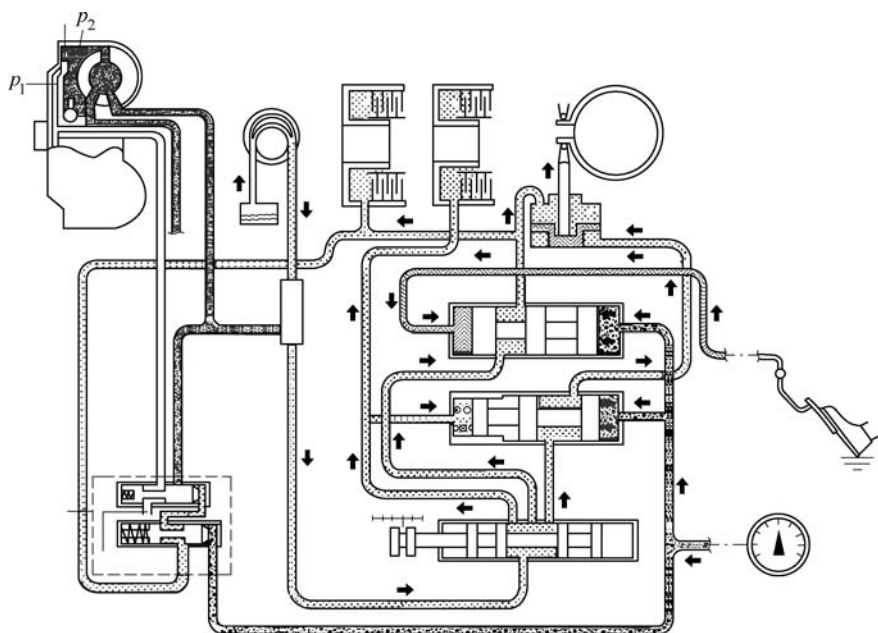


图 3-27 锁止离合器的工作原理

止控制阀右侧的控制油压下降，锁止控制阀滑阀在弹簧力的作用下移到右侧，使变矩器调节油压同时作用于锁止离合器左右两侧，使两侧压力相等，锁止离合器处于分离状态。此时，发动机动力经变矩器传至变速器输入轴。



2) 锁止离合器接合。图 3-28b 所示为变矩器控制部分, 在 3 档较高车速时, 速度阀控制压力大于锁止信号阀滑阀的弹簧作用力, 滑阀向左侧移动, 使主油压力作用于锁止控制阀右侧, 克服锁止离合器弹簧力, 控制阀滑阀移到右侧, 将锁止离合器左侧的油路与泄油口接通, 压力下降, 锁止离合器在右侧压力作用下与变矩器毂接合形成刚性连接。此时, 发动机动力不经变矩器, 而是直接传至变速器输入轴。

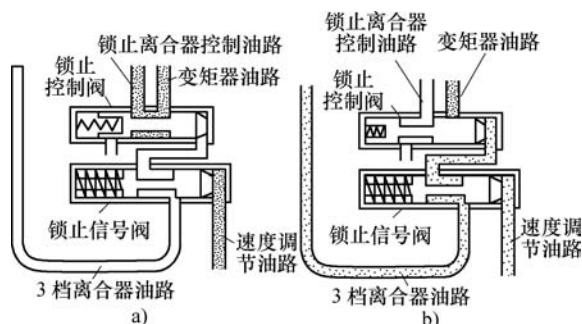


图 3-28 锁止离合器控制阀

锁止控制阀的动作压力来自于最高档换档油路, 所以在其他低速档位, 即使速度阀超过规定车速油压使锁止信号阀动作, 锁止控制阀也不会动作, 锁止离合器两侧压力相等而保持断开状态。

五、换档品质及控制

换档品质是指换档过程的平顺性, 即换档过程能否平稳而无冲击地进行。换档品质控制是指自动换档液压控制系统中设计有效的利用节流、调压和延时等措施, 在液压换档执行元件动作的过渡阶段消除或减缓换档冲击, 以改善换档品质。

根据行星齿轮换档传动分析和换档油路分析可知, 升降档时需要不同的离合器、制动器接合或分离。两个不同档位的换档元件的分离与接合过程和过渡时间称为换档重叠, 如图 3-29 所示。如果这个时间不合适, 两组元件会产生运动干涉, 不可避免伴随着转矩扰动, 产生相应的换档冲击。引起冲击的原因可能来自以下三个方面:

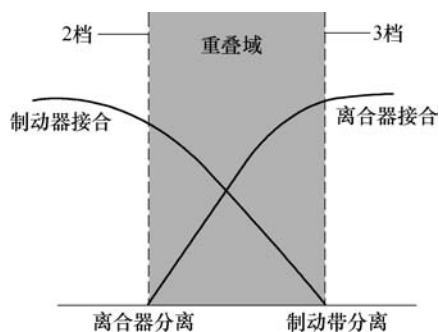


图 3-29 换档重叠

(1) 换档机构动作定时 换档时不允许换档执行元件过多重合动作或动作间断时间过长。前者可能会出现“双锁止”现象, 引起传动系统动载过大和加剧摩擦元件的磨损。后者会使发动机力矩急剧变化, 造成冲击度增大, 引发汽车前冲后仰的颠簸。

(2) 惯性能量 换档时, 传动比变化频繁, 与发动机刚性相连的惯性能量会变成巨大的反作用转矩作用于汽车, 形成换档冲击。

(3) 执行元件的摩擦转矩 摩擦转矩的增长速度与作用力大小与摩擦因数及油压有关。由于充放油过程是个动态过程, 伴随油压的波动, 造成了摩擦转矩不能平顺增长。

换档品质控制的任务是: 换档过程应实现平稳过渡, 没有过高的瞬时加速度; 减少因换档期间输入功率变化或中断而引起的速度损失; 避免汽车颠簸和冲击, 以提高乘坐舒适性; 减小传动系统的冲击载荷和磨损, 延长机件寿命。

要改善换档品质, 可以通过换档执行元件部的液压换档油路进行控制, 实现执行元件接合的缓冲、换档元件的定时动作和压力控制。



1. 缓冲控制

缓冲控制是指通过对换档油路节流,适当延缓作用于换档执行元件上压力的剧烈变化,以减小换档时的冲击。如在液压控制系统内采用节流阀以及节流孔、缓冲阀、限流阀、蓄能器等。

(1) 单向节流阀 节流阀是液压系统中较为常见的抑制油压、增大速率的装置。在油路中设置小孔,液体在流过小孔时会产生压力损失,通过小孔的流量随之减小。节流的速度与孔的大小有关。在换档阀至换档执行元件之间的油路中布置节流孔,其作用就是适当抑制液压油的流速,减缓换档执行元件侧压力上升速度,以减小换档冲击。

在实际控制离合器或制动器时,按照功能要求其能够缓慢接合并迅速分离,故采用单向节流阀,使其正向流动具有节流功能,反向流动时能够迅速排油。为满足功能要求,需要节流阀与单向阀组合,如图 3-30 所示。

图 3-30a 所示为整体型单向节流阀。节流孔设在柱塞单向阀上,由弹簧将单向阀关闭。在充油时,单向阀关闭,液压油只能从节流孔通过,从而产生节流效应。在回油时,液压油将单向阀推开,节流孔不起作用。

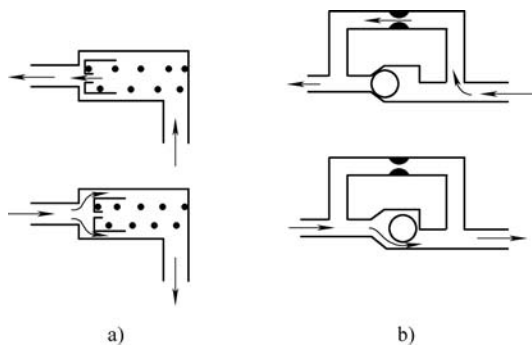


图 3-30 单向节流阀

a) 整体型 b) 分立型

图 3-30b 所示为分立型单向节流阀。在充油时,液压油将球阀压紧在阀座上,液压油只能从旁通道的节流孔经过,产生节流效应,减缓了充油速率。回油时,球阀开启,迅速释放油压。

(2) 缓冲阀 缓冲阀仍然是利用节流原理实现油压上升速率控制。缓冲阀通过滑阀控制进、出油口的截面积实现节流,从而控制出油压力的上升速率,达到缓冲调节的目的。

1) 节流型缓冲阀。图 3-31 所示为一种节流型缓冲阀的结构形式。缓冲阀由滑阀 3、弹簧 2 和阀堵 1 组成。

在阀体上有 3 个油道, A 是控制油压, B 是来自换档阀的换档油压, C 是至执行器的缓冲油压。由图 3-31 可见,换档油压进入滑阀后,由于两阀肩尺寸的不同,在滑阀上产生向左的推力。推力克服弹簧力使滑阀左移并减小进油口处截面积,在节流口两侧产生较大压力差,从而降低了输出的油路压力。当滑阀控制的泄油口开启,油压下降。弹簧与油压推力相互作用,使节流后的压力稳定。当控制油压 A 升高时,滑阀左侧作用力增强,缓冲阀进行新的压力平衡调节。由此形成随控制油压变化的缓冲调压。

若控制油压为负荷油压,当换档时,随着负荷变化,可以限制和减缓执行机构油压升高的速率。

2) 溢流型缓冲阀。图 3-32 所示为一种溢流型缓冲阀结构,由溢流阀 1 与节流孔 2、弹簧 3、止动销 4 和柱塞 5 组成。溢流阀用于打开或关闭泄油口 C,柱塞 5 在液压力和弹簧力

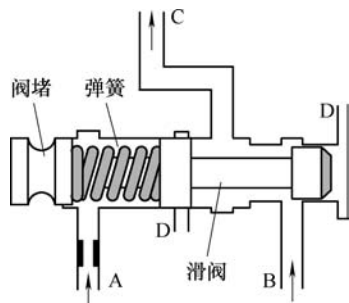


图 3-31 节流型缓冲阀的结构形式

A—控制油压 B—换档油压

C—执行器油压 D—泄油口



作用下可以左右移动。缓冲阀被用于执行元件油路中，主要作用是使油路中的油压先低后高、缓慢升高，防止接合时的冲击。

当执行器油路压力升高时，溢流阀 1、柱塞 5 受油压作用克服弹簧力右移，将泄油口开启，油路内压力下降。与此同时，油液经缓冲阀芯底部的节流孔 2 缓慢流入柱塞与缓冲阀间的缝隙，其间的压力也缓慢上升，产生的推力使溢流阀左移而逐渐将泄油口关闭。泄油口关闭则执行器油路压力上升，压力又推动溢流阀将泄油口打开，溢流阀与柱塞 5 之间的压力也会随着上升。溢流阀与柱塞间压力重复调节上升。当压力不再上升时，即达到执行器工作最大油压。压力上升的时间受节流孔尺寸的影响。油压 B 为负荷油压，可根据发动机不同负荷调节液压油的压力。

(3) 蓄能器 蓄能器又称蓄压器或储能器。蓄能器用于储存少量压力油液，其作用是在换挡时，利用弹性元件变形吸收部分液压能量，平抑油压的瞬时冲击，实现执行元件平稳动作。蓄能器由壳体、活塞、弹簧组成，如图 3-33 所示。当油压作用在活塞上时，弹簧被压缩储存能量，这一过程缓和了压力急剧上升。而当弹簧伸长时，释放能量。有的蓄能器为了能够随汽车负荷变化提供相应的缓冲作用，在活塞的另一侧提供负荷油压。负荷油压升高，换挡油路压力不会被吸收过多，可防止离合器的过度打滑。自动变速器控制系统中一般采用的是弹簧式蓄能器，在执行油路中与换挡执行元件并联，如图 3-34 所示。

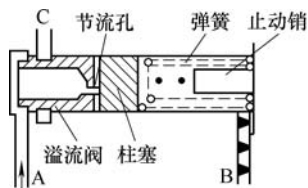


图 3-32 溢流型缓冲阀

A—执行器油压

B—调节油压 C—泄油口

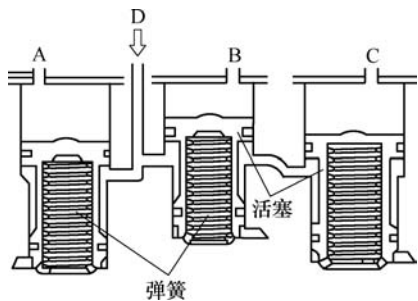


图 3-33 蓄能器的结构

A、B、C—不同换挡油路 D—负荷油压

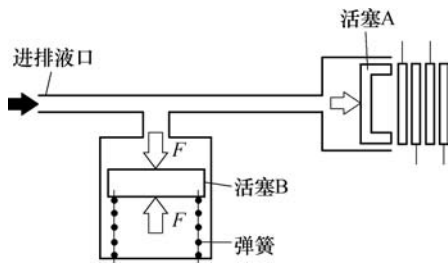


图 3-34 蓄能器与离合器的并联油路

2. 延时与顺序控制

在自动变速器液压换挡控制中，对换挡过程需要采用顺序或延时动作控制。其作用是防止出现在一个档位执行元件还未完全解除，另一档位执行元件已进入传动的状态，而引起车辆的振动和冲击。另外，有的换挡执行元件利用顺序动作实现传动力矩由小到大的变化，以减小换挡冲击。

(1) 延时动作阀 延时动作阀（又称延时阀）的功用是使滑阀滞后一段时间动作，以满足档位时间的需要。如图 3-35 所示为一种延时动作阀的结构，在换挡油路中的作用是：汽车在 4 档行驶时，突然将变速杆换入低速 2 档，为实现 4 档至 2 档的平滑转换，需要先降至 3 档，并保持一定时间再进入 2 档。延时动作的原理是：当手动选档阀置于低速 2 位，低速控制油压经 A 油路进入延时动作阀。主油压力 C 始终作用于延时滑阀下端，使滑阀保持



高位,油路 A 与 B 不通。同时,3 档换档油压 D 升高。油压经节流阀 3 节流,致使延时滑阀上端压力逐渐上升。当油压与阀肩①所形成的推力大于向上的作用力,延时动作阀向下移动,接通 A、B 油路,迫使 2/3 换档阀降档。换档过程中,滞留 3 档的时间(即 3 档油路压力升高到滑阀下移的时间)受节流口尺寸和压力上升速率的控制。

(2) 顺序动作阀 顺序动作阀的作用是实现两个压力相同油路先后升降压,以满足换档执行元件的有序动作。顺序动作阀还可以用于改善传动力矩,缓和换档时的冲击。

图 3-36 所示为利用顺序动作阀改善换档接合时冲击的油路示意图。该离合器采用内外两个直径不同的液压活塞,利用大小活塞产生的作用力不同,促使其先后动作,实现离合器动力缓慢接合减少冲击。换档时,油压首先作用于内活塞上,由于产生的压紧力较弱,离合器可通过少量打滑缓和力矩冲击,逐渐驱动从动轴运转。随后,油压作用在外活塞上,内外活塞产生的合力压紧离合器,消除滑移,实现完全动力传递。

使内外活塞实现顺序动作的方法是在换档油路设置顺序动作阀,利用顺序动作阀先后动作控制内外活塞油路油压先后上升。顺序动作阀的结构和动作原理如图 3-37 所示。顺序动作阀由滑阀和弹簧组成。顺序动作阀将换档油路分为内外活塞的两个油路。滑阀的一端作用在内活塞油路中,滑阀的中间用来控制外活塞油路的通断。换档油路低压时,弹簧将滑阀推向下端,外活塞油路被滑阀阻断。当换档油路升压,油压首先通过顺序动作阀下端进入内活塞,如图 3-37a 所示,随着压力上升,滑阀被作用于下端的油压力克服弹簧力向上推移。压缩弹簧和阀端少量的容积变化起到了缓和冲击的作用。当内活塞油路压力达到足够高度,滑阀将换档油路与外活塞油路接通,如图 3-37b 所示。内外活塞产生的合力加强了制动力矩。

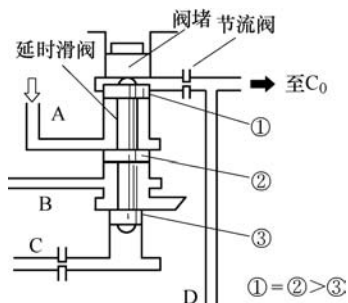


图 3-35 延时动作阀的结构

A—选档阀 2 位油压 B—至 2/3 换档阀
C—主油压 D—3 档换档油压

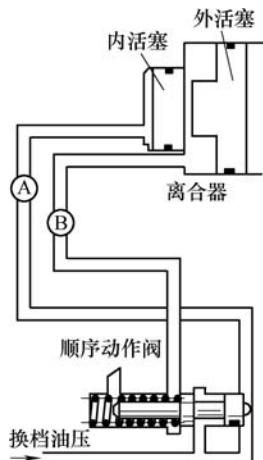


图 3-36 顺序动作油路示意图

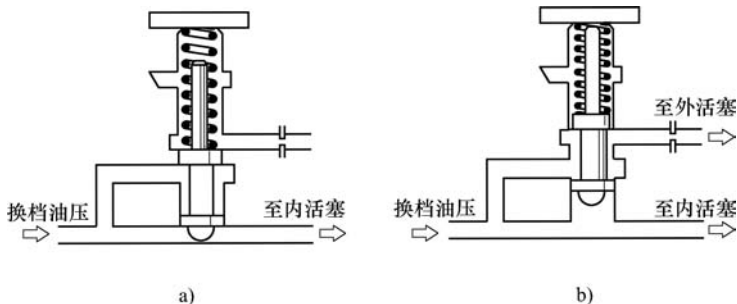


图 3-37 顺序动作阀的结构和动作原理

解除换档油压时,油路压力下降,弹簧力迫使滑阀下移,将外活塞油路与泄油口接通,



油路压力迅速下降而不会影响解除力矩传递速度。

(3) 干预阀 干预阀的功用是使油路只有在满足一定特点的条件下才能实现既定的动作。如图 3-38 所示, 后离合器外活塞动作条件是: 只有在 2/3 换档阀换入低档时, 干预阀才能接通主油压与外活塞油路, 增加离合器传递大力矩的能力。由图 3-38 可知, 滑阀上作用两个油路压力, 油路 B 的导通受油路 A 的条件控制, 只有在 A 油路建立油压的条件下, 滑阀才能克服弹簧力移动并将 B 油路接通。一旦条件改变, 该油路即刻关断, 离合器油路形成泄油。

1) 干预阀应用在内外活塞压紧力的控制。如图 3-39 所示, 干预阀上作用两路油压, 一路是控制干预阀动作的 2/3 换档阀油压, 一路是来自手动选档阀的油压。在自动变速器挂倒档时, 来自 2/3 换档阀油压先作用于离合器内活塞上, 该油压又作用在干预阀右侧。一旦油压力大于弹簧力, 干预阀左移, 将 A、B 油路接通, 使离合器外活塞开始动作。因外活塞的作用时间滞后于内活塞, 内外活塞共同作用可产生最大的压紧作用力, 使倒档接合平稳且能传递大的转矩。

2) 干预阀用于流量调节。如图 3-40 所示, 干预阀与节流阀并联在换档油路中, 干预阀下端作用调节油压。该调节油压决定干预阀节流开度。当调节压力高时, 节流开度小, 换档油压只能通过节流孔, 至离合器的油压缓慢上升, 离合器接合动作慢。当调节压力低时, 节流开度大, 换档油压同时通过干预阀, 油压快速上升, 离合器接合迅速。可根据不同工况的需要减小换档冲击和过度打滑, 达到高品质换档的目的。

3. 压力控制

在换档液压油路中还需要设置一些压力调整阀, 以根据不同油路油压需要进行局部压力调整。压力调整阀又称为低压随动阀。

图 3-41 是自动变速器中所用的低压随动阀, 其作用是进一步将油路压力调低, 以满足目标执行元件工作要求。它的主要部分由柱塞和弹簧组成, 随动阀的进油口液压油来自于手动选档阀的管路油压。并经随动阀再调节后送至低压滑动换档阀, 控制第三制动器的后活塞。随动阀调节后压力大小取决于随动阀弹簧的弹性力大小。当来自手动选档阀的压力升高, 随动阀出口压力随之提升, 同时油压通过限流孔作用于滑阀上端, 油压形成的推力克服弹簧力使滑阀下移, 将进油口关闭, 并通过泄油防止压力过高。

综上所述, 使用液压控制, 是借液体的流动性和压力传递特性, 同时控制多个装置工

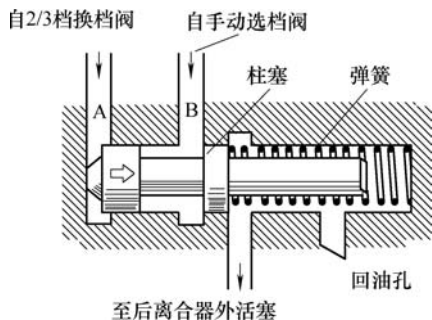


图 3-38 干预阀动作原理

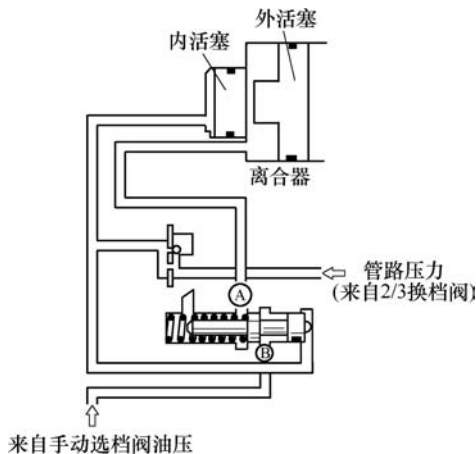


图 3-39 干预阀控制油路

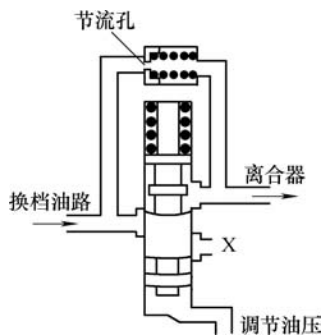
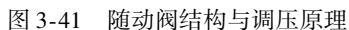


图 3-40 干预阀调节油路



图例:

- 管路压力
- 节气门压力
- 节气门调节器压力
- 蓄能器控制压力
- 变矩器压力
- ① 润滑
- ② 冷却器压力

主要部件及连接:

- 手动阀**: 位于顶部右侧，用于手动操作。
- B₁ 供给**: 指向顶部的一个接口。
- 超速运转电磁阀 "OFF"(断开)**: 位于顶部右侧，与B₁供给相关。
- P**: 表示主油压或动力源入口。
- B₁ 蓄能器**: 位于中部右侧，用于储存能量。
- 低调速开关**: 位于中部右侧，与换挡机构相连。
- *1**, ***2**: 标注在换挡阀附近，可能表示不同的档位或位置。
- 3/4 换档阀**: 位于中部右侧，用于控制换挡。
- 粗滤器**: 多个过滤器分布在系统中，用于过滤杂质。
- 调速器阀**: 位于底部右侧，用于调节速度。
- C₁ 蓄能器**, **B₂ 蓄能器**, **C₂ 蓄能器**, **C₃ 蓄能器**: 分布在底部的多个蓄能器，用于不同功能的储能。
- 节气门凸轮**, **初级调节阀**, **次级调节阀**, **锁止信号阀**, **锁止继动阀**, **冷却器旁通阀**, **差速器**: 其他各种阀门和部件，负责系统的精细控制和保护。

图 3-42 丰田 A241-1 自动变速器液压控制油路图



同时,为满足汽车运行工况的各种要求,必须对液压系统进行不断改进。这需要增加各种液压元件,使液压结构更为复杂。尽管如此,仍然不能满足或全部实现自动变速器必要的功能。所以,由液压系统控制实现自动变速器换挡的各种传动比控制变得非常困难。在自动变速器控制中使用计算机控制结合液压技术,可以实现多参数控制,提高控制自动化,同时也简化了自动变速器液压系统的复杂程度。但是很多基本控制原理仍然是基于液压控制原理,掌握液压系统工作原理,到目前仍然是学习自动变速器控制的主要任务。

任务二 认识自动变速器电子控制系统构成与工作原理

自动变速器的电子控制装置由传感器、控制开关、电磁液压执行元件和控制单元组成。系统组成如图 3-43 所示。控制单元是控制系统的核心,它根据发动机和变速器上的各种传感器所提供的节气门开度、发动机转速、汽车速度、变速器油温等运行参数,以及各种控制开关传来的当前状态信号,进行运算比较和分析,然后调用其内设定的控制程序,向各个执行元件发出指令,使各液压控制阀动作,从而实现对自动变速器的控制。

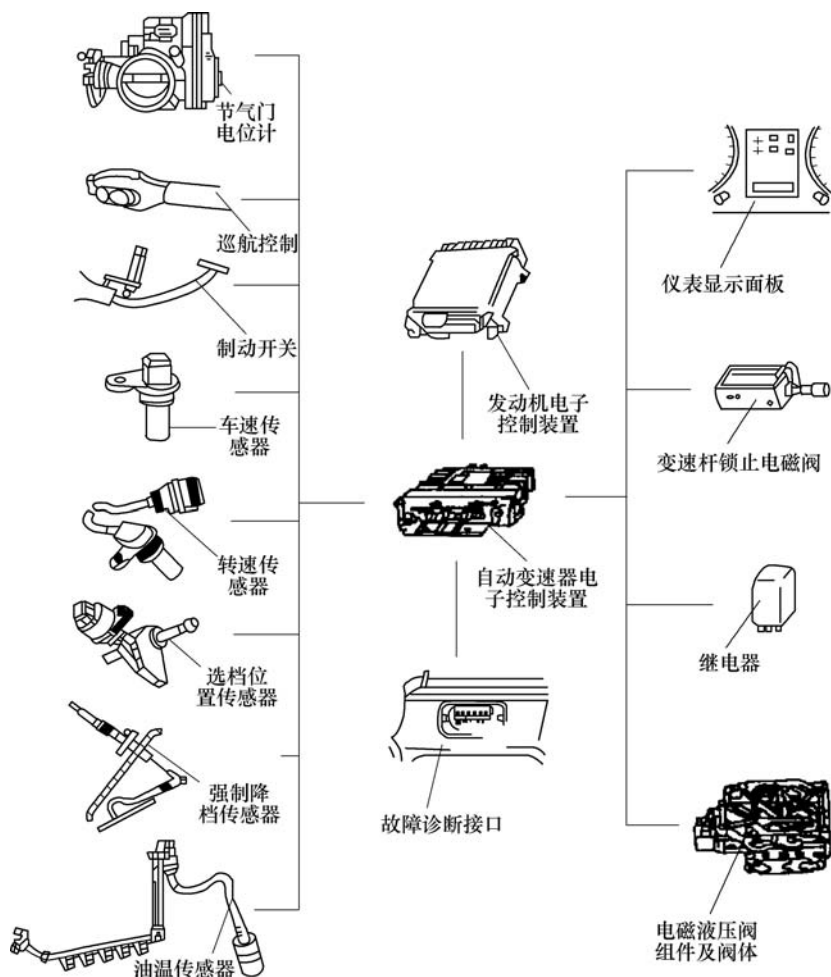


图 3-43 01M 自动变速器电子控制系统组成



自动变速器电子控制系统电路图如图 3-44 所示。

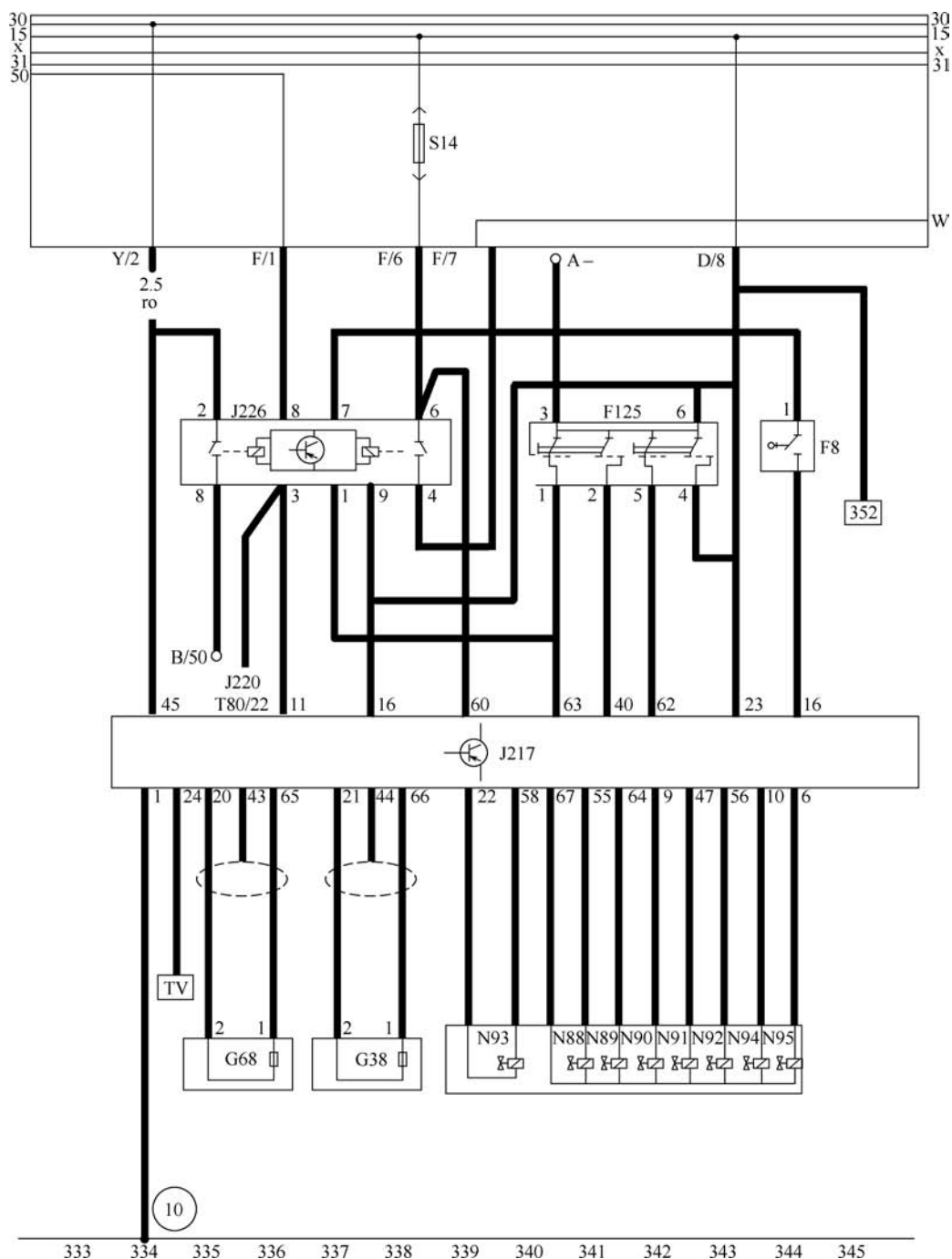


图 3-44 自动变速器电子控制系统电路图

1. 控制系统的传感器

(1) 节气门位置电位计 G_{69} 节气门位置电位计位于节气门体内，结构如图 3-45 所示。



节气门动作时将节气门开度和节气门变化的速率信号传递给发动机控制单元,再由发动机控制单元传递给自动变速器。

(2) 变速器转速传感器 G_{38} 变速器转速传感器 G_{38} 是电磁感应式传感器,位于变速器箱体内,用于感应并传递行星齿轮系中大太阳轮的转速信号,如图 3-46 所示。利用大太阳轮转速,控制单元可准确识别换档时刻,控制多片离合器。换档过程中,通过减小点火提前角来减小发动机转矩。该信号中断后,控制单元会进入应急状态。

(3) 车速传感器 G_{68} 车速传感器 G_{68} 安装在变速器箱体内,位置如图 3-46 所示。车速传感器通过主动齿轮上的脉冲轮,由感应式传感器产生车速信息。信号的作用如下:

- 1) 决定应换入某一档位。
- 2) 进行变矩器锁止控制。
- 3) 控制单元使用发动机转速作为代用信号。
- 4) 锁止离合器失去锁止功能。

(4) 发动机转速传感器 G_{28} 自动变速器控制单元使用发动机管理系统的曲轴转速信号,如图 3-47 所示。信号的作用如下:

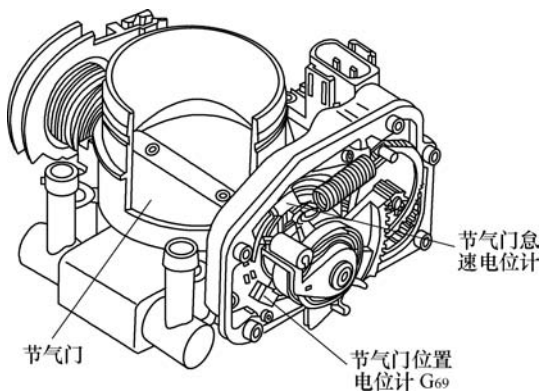


图 3-45 节气门阀体总成与节气门位置电位计

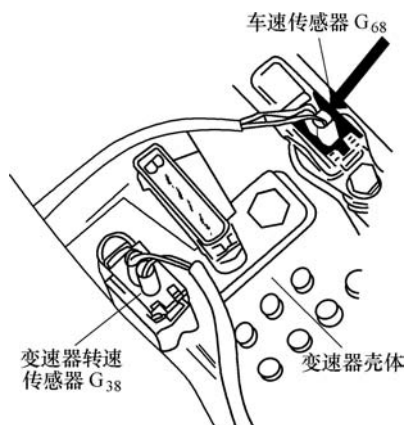


图 3-46 车速传感器 G_{68} 与转速传感器

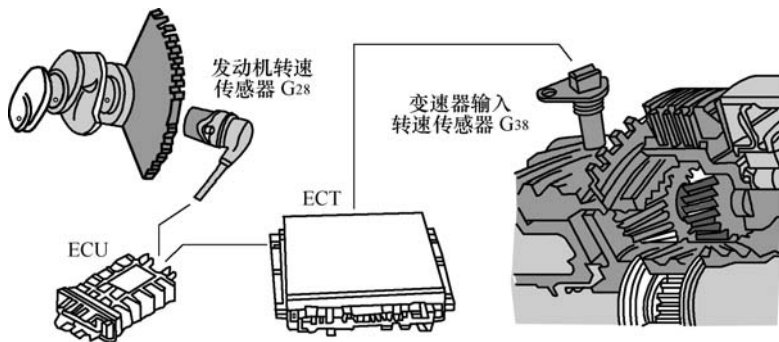


图 3-47 发动机转速传感器 G_{28} 与变速器转速传感器 G_{38}

1) 控制单元将发动机转速信号与车速信号比较,依据转速差识别锁止离合器打滑状况。如果滑动过大,即转速差过大,控制单元会增大锁止离合器压力,减小打滑状况的发生概率。

- 2) 发动机转速信号可作为车速传感器信号的替代值。
- 3) 信号一旦中断,控制单元立即进入应急状态。

(5) 多功能开关 F_{125} 如图 3-48 所示,多功能开关 F_{125} 位于变速器箱体内,由选择杆拉



索控制。其作用是：

- 1) 将选档位置的信息传递给变速器控制单元。
- 2) 负责倒车灯的开启。
- 3) 制动起动机在行驶状态啮合，并在未进入正确档位时，阻止发动机起动。

(6) 制动灯开关 F 制动灯开关安装在驾驶室脚踏板支架上，如图 3-49 所示。控制单元通过该开关判断汽车是否制动。信号的作用是：

- 1) 在未踩下制动踏板时锁止变速杆。
- 2) 静止的车辆只有在踩下制动踏板，变速器变速杆才能由 P 或 N 位换入其他行车位置。
- 3) 该信号一旦中断，变速杆锁止功能解除。

(7) 强制降档开关 F_8 强制降档开关与节气门拉索成一体，加速踏板踏到底并超过节气门全开点时，此开关工作，如图 3-50 所示。信号作用如下：

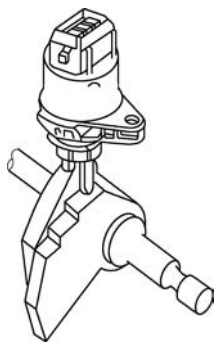


图 3-48 多功能开关 F_{125}

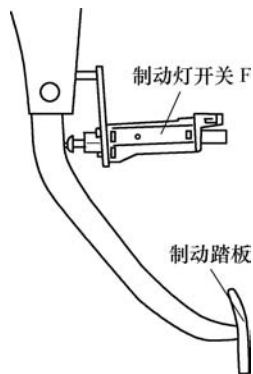


图 3-49 制动灯开关 F

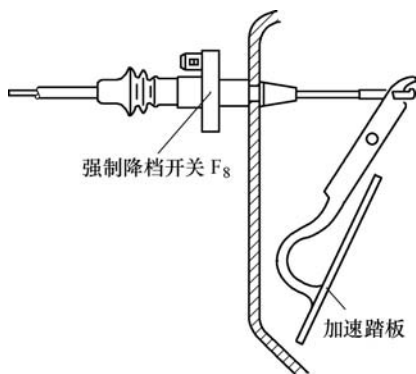


图 3-50 强制降档开关 F_8

1) 压下此开关，变速器马上强制换入相邻低档（从 4 档到 3 档），升档需在发动机转速较高时进行。

2) 如果压下此开关后，为加大输出功率，空调装置切断 8s。信号中断的影响：当加速踏板踏到行程的 95% 时，控制单元设定该开关起动。

(8) 自动变速器油温度传感器 G_{93} 自动变速器油温度传感器位于浸在自动变速器油内的滑阀箱上的传输线上。该传感器用于感知自动变速器油温度。

自动变速器油温度传感器 G_{93} 是一个负温度系数电阻。随自动变速器油温度升高，其电阻降低。自动变速器油温度达到最高值 150℃ 时，锁止离合器接合。液力变矩器卸荷，自动变速器油开始冷却。如果自动变速器油温度还不下降，控制单元使变速器降一档。该信号中断后，无替代功能。

2. 控制系统执行元件

(1) 起动锁和倒车灯继电器 J_{226} 起动锁和倒车灯继电器 J_{226} 是一个组合继电器，装在中央继电器盘上，接收多功能开关 F_{125} 的信号。该继电器的作用如下：

- 1) 防止车在挂档后起动机起动。