第一篇　汽车检测基本知识

第一章　检测用传感器

传感器技术是现代信息技术的主要内容之一。从广义上讲，就是能感受外界信息并能按一定规律将这些信息转换成可用信号的装置；从狭义上讲，传感器是将外界信息转换成电信号的装置。

现代电子技术和计算机为信息转换与处理提供了十分完善的手段，使检测与控制技术发展到一个崭新的阶段，但如果没有各种精确可靠的传感器来检测原始数据并提供真实的信息，那么，计算机也无法发挥其应有的作用。

现已发展起来的传感器用途纷繁、原理各异、形式多样，就其分类方法也有多种，其中有两种分类法最为常用。一是按外界输入信号变换至电信号过程中所利用的效应来分类。如利用物理效应进行变换的为物理传感器；利用化学反应进行变换的为化学传感器；利用生物效应进行变换的为生物传感器等。二是按输入量分类，传感器以被测物理量命名。比如，用来测量压力大小的传感器，称为压力传感器。这种分类可将传感器分为位移(线位移和角位移)、速度、角速度、力、力矩、压力、流速、液面、温度、湿度、光、热、电压、电流、气体成分、浓度和黏度传感器等。用户和生产厂家所关心的是各种待测信息的种类，正好与这种分类方法相对应。

第一节　力和压力传感器

一、力传感器

力传感器是使用最广泛的一种传感器，它是用来检测气体、液体、固体等所有物质间作用力的。力传感器的种类甚多，最常用的是电阻应变片式力传感器。

将电阻应变片粘贴在弹性元件特定表面上，当力作用于弹性元件时，会导致元件应力和应变的变化，进而引起电阻应变片电阻的变化。电阻的变化经电路处理后以电信号的方式输出，这就是电阻应变式力传感器的工作原理。

电阻应变式力传感器由两大部分组成（参见图 1-1），弹性元件和转换元件——电阻应变片。电阻

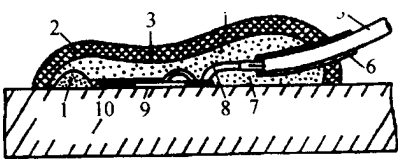


图 1-1　电阻应变式力传感器

1-硅胶；2-机械防护；3-屏蔽罩；4-密封混合物；5-电缆；6-橡胶管；7-绝缘；8-连线；9-应变片；10-弹性体

需要全本请访问 www.ertongbook.com

应变片简称应变片，是一种能将试件上的应变变化转换成电阻变化的传感元件，其转换原理是基于金属电阻丝的电阻应变效应。所谓电阻应变效应是指金属导体（电阻丝）的电阻值随变形（伸长或缩短）而发生改变的一种物理现象。

应变片是用粘结剂贴到弹性体上的，粘结剂形成的胶层必须能准确迅速地将弹性体的应变传递到敏感栅上。粘结剂的性能及粘贴质量直接影响着应变片的工作特性，如线性度、灵敏系数、滞后、蠕变、零漂，以及受温度变化的影响程度等。粘结剂要求粘结力强、粘结后机械性能可靠。粘结层要有足够大的剪切弹性模量、良好的电绝缘性、滞后和蠕变要小，耐湿、耐油、耐疲劳、耐老化等。

二、汽车用压力传感器的种类与用途

压力传感器用于检测气体压力及液体压力，它大多测定的是差压。基准压力就是通常的大气压或真空。传感器的种类有弹簧管型、波纹管型与膜片型等。汽车上使用膜片式传感器较多。下面对车用压力传感器略加说明。

1．真空开关

真空开关的作用是检测空气滤清器有否堵塞，它主要用于化油器规格的车辆上，利用压力差检测堵塞状况。

真空开关的结构如图 1-2 所示，其工作原理是：A 腔与 B 腔之间会产生压力差，利用膜片向负压侧运动使笛簧开关动作。将 A 接头与 B 接头分别与要检测压力的部位接好管道，就可以测出压力差。在这种状态下，当产生压力差时（A＞B），在 B 腔负压的作用下，膜片推压弹簧，向图示的下方移动，与膜片成为一体的磁铁向下移动，笛簧开关导通。

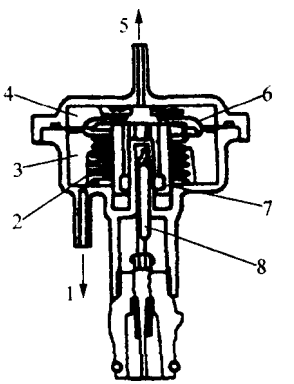


图 1-2　真空开关的结构

1-B接头；2-弹簧；3-B 腔；4-A 腔；5-A 接头；6-膜片；7-磁铁；8-笛簧开关

图 1-3 是采用真空开关的空气滤清器堵塞检测系统，这不过是真空开关的应用例子，A 接头通过管道与空气滤清器外壳的大气侧相连，B 接头通过空气滤清器与发动机相连。在这种状态下，当空气滤清器发生堵塞时，因为 B 接头处变为负压，笛簧开关闭合，使报警指示灯点亮。由此可以判断空气滤清器出现了堵塞，应该加以保养。真空开关的特性如图 1-4 所示。

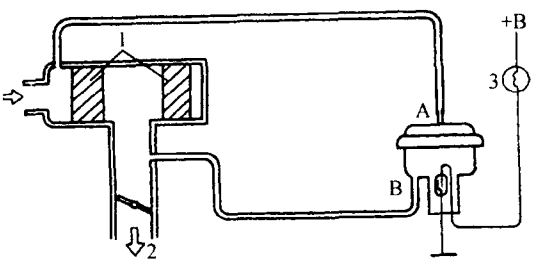


图 1-3　空气滤清器的堵塞检测系统

1-空气滤清器；2-至发动机；3-指示灯

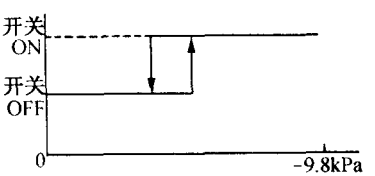


图 1-4　真空开关的特性

2. 检测堵塞的连杆式传感器

这种传感器用于检测滤清器是否堵塞，它利用膜片检测进气管的负压，再通过连杆控制触点的闭合与断开，其结构如图 1-5 所示。

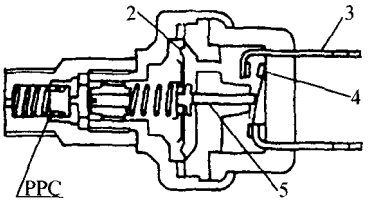


图 1-5 连杆式传感器的结构

测量的负压；2-膜片；3-接线柱；4-触点；5-连杆

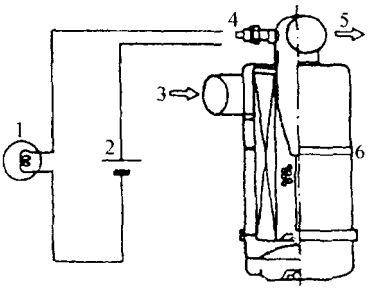


图 1-6 空气滤清器的堵塞检测系统

1-报警灯；2-电源（12V 或 24V）；3-空气；4-传感器；5-至发动机；6-空气滤清器

进气歧管内会产生脉动，此传感器可将这种脉动加以滤波并检测其是否有堵塞。作为检测堵塞用传感器的例子如图 1-6 所示，用传感器来检测进气歧管内的负压，当达到规定的负压值时，传感器内的触点闭合，点亮报警灯，发出空气滤清器已堵塞的警告。传感器的滤波功能可用图 1-7(a) 来说明，进气歧管的脉动经传感器滤波（PPC）之后，变得平滑多了。传感器的闭合、断开特性如图 1-7(b) 所示。

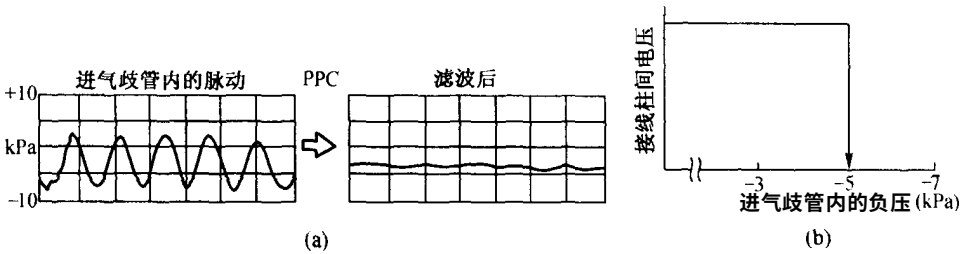


图 1-7 传感器的滤波特性与通断特性

3. 油压开关

这种传感器用于检测发动机有无油压，以及用于油压指示器上等。其结构如图 1-8 所示。它是由膜片、弹簧及触点构成的。

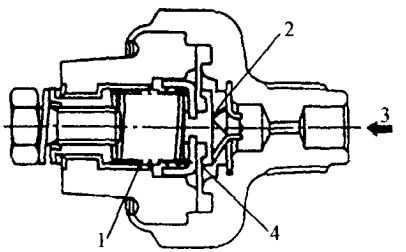


图 1-8 膜片式油压开关的结构

1-弹簧；2-触点；3-压力；4-膜片

当膜片上没有压力作用时，在弹簧弹力的作用下，触点闭合，当压力作用到膜片上时，压缩弹簧使触点断开。油压指示器的原理如图 1-9 所示，当油压开关的触点闭合时，指示灯亮。因此，在起动发动机之前闭合点火开关时，油压指示灯亮 当起动发动机之后，油压上升时，油压指示灯灭。油压开关的特性如图 1-10 所示。

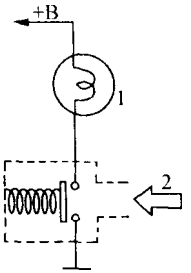


图 1-9　油压指示器的电路原理

1-油压指示灯；2-压力

4．油压传感器

这种传感器用于带油压助力装置的制动系统的油压控制，它可检测出储压器的压力，输出油泵的闭合或断开信号以及油压的异常报警。其结构如图 1-11 所示，其内设有半导体应变片，利用了应变片具有形状变化时电阻也发生变化的特性；另外还设有金属膜片，通过金属膜片应变片检测出压力的变化，并将其转换成电信号后对外输出。丰田皇冠车所用的带助力装置的制动系统的构成如图 1-12 所示，在牵引力控制系统(TRC)车辆上也使用这种压力传感器。

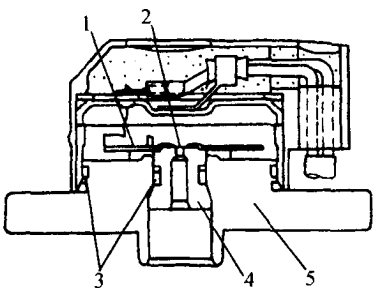


图 1-11　油压传感器的结构

1-基片；2-半导体应变片；3-密封圈；4-传感元件；5-壳体

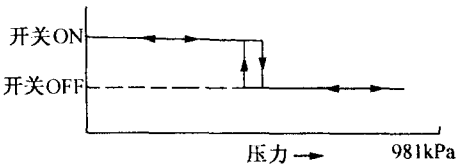


图 1-10　油压开关特性的一个例子

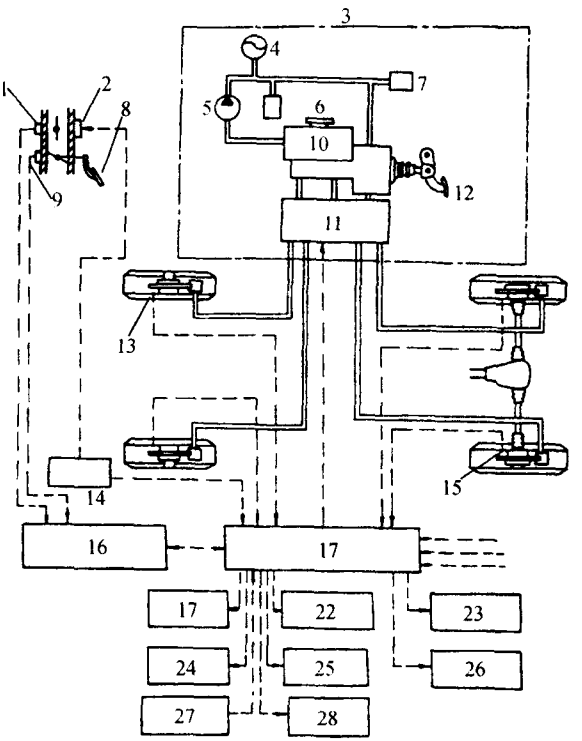


图 1-12　丰田皇冠车的助力制动系统

1-副节气门位置传感器；2-副节气门电动机；3-助力执行器；4-储压器；5-油泵；6-压力传感器；7-压力开关；8-加速踏板；9-主节气门位置传感器；10-油箱；11-ABS与 TRC制动器执行器；12-制动踏板；13-前轮转速传感器；14-节流阀、电机传动装置；15-后轮转速传感器；16-发动机控制用微机；17-ABS 与 TRC 用微机；18-压力传感器；19-压力开关；20-制动灯开关；21-ABC 指示灯；22-制动指示灯；23-继电器；24-滑移指示灯；25-制动蜂鸣器；26-ABS及 TRC 执行器继电器；27-TRC断开开关；28-TRC 断开指示灯

5. 绝对压力型传感器

绝对压力型传感器用于主动型悬架系统的油压检测。传感器内设有放大电路、温度补偿电路及与压力媒体接触的不锈钢膜片。其结构如图1-13所示，它是用硅材料加工成膜片，再在其上形成扩散电阻而制成的传感元件。

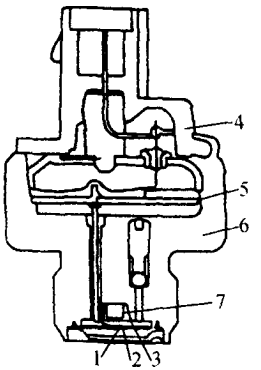


图 1-13 硅膜片绝对压力型高压传感器的结构

1-半导体传感器；2-不锈钢膜片；3-硅油；4-穿心电容器；5-混合集成电路块；6-壳体；7-底座

丰田主动式悬架系统的布置如图 1-14 所示。简单说来，这种悬架系统不仅是通过弹簧和阻尼器对外力产生阻碍力，而且是一种能够自我调整的悬架系统，这种系统在随时检测车辆状态的同时，还将根据微机内预先存储的控制步骤，利用自身的能量，独立控制四个轮子的动作。

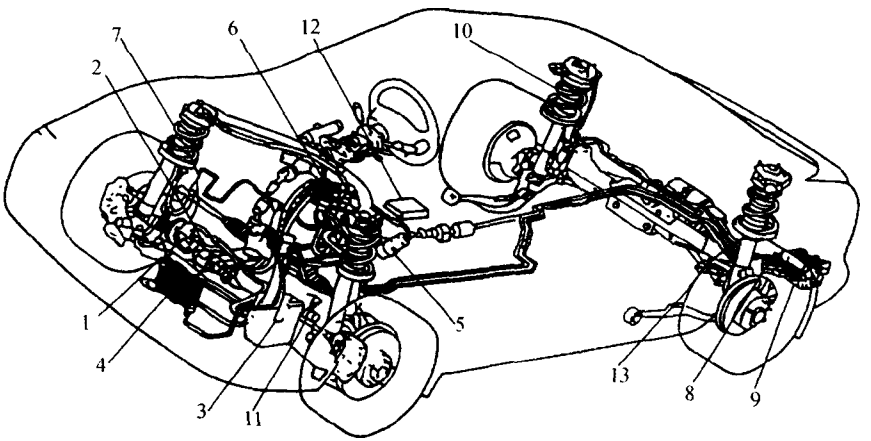


图 1-14 丰田主动式悬架系统的布置图

1-串联式油泵；2-消声用储压器；3-油箱/油温传感器／油位传感器；4-油冷却器；5-前储压器；6-前控制阀／压力传感器；7-前液压气动缸；8-后储压器；9-后控制阀／压力传感器；10-后液压气动缸；11-前车高传感器；12-微机/加速度传感器；13-后车高传感器

地面上一切物体无不处在大气压力的作用之下，自真空起算的压力称为绝对压力。大气压随地点的不同而变化，当然也随天气条件而变化。当压力传感器的检测结果为绝对压力时，即便是在山区，其值也不受大气压变化的影响，总是能够检测出进气歧管的准确压力。

6. 相对压力型高压传感器

相对压力型高压传感器用于检测汽车空调的冷媒压力。传感器内设有放大电路、温度补偿电路，其工作原理与高压传感器的工作原理相同，其结构如图 1-15 所示。丰田皇冠车的 2JZ-CE 型发动机上的空调采用了这种传感器，用它来检测冷媒压力，其安装示意图如图 1-16 所示，即安装在高压管道上。相对压力型高压传感器的特性如图 1-17 所示，图中的 FS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

表示可检测压力的上限值,规格有多种多样,其范围值为 0.98～2.94MPa。

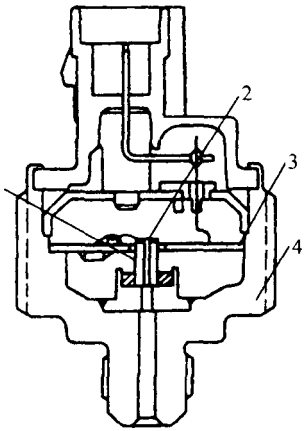


图 1-15 相对压力型高压传感器的结构

1-基板;2-半导体传感器;3-混合集成电路块;4-壳体

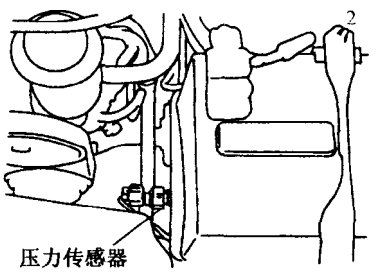


图 1-16 检测空调冷媒压力的压力传感器安装示意图

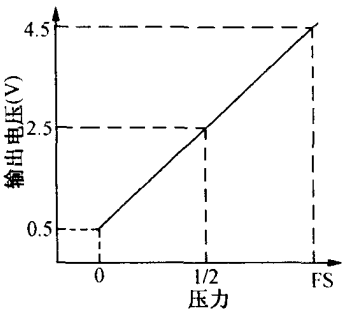


图 1-17 相对压力型高压传感器的特性

7. 半导体压力传感器

半导体压力传感器用于检测电子控制燃油喷射系统（EFI-D）的进气歧路压力，并将其变换成电信号，放大后输入至发动机控制微机中。传感器的结构如图 1-18 所示,其上采取了防干扰措施。

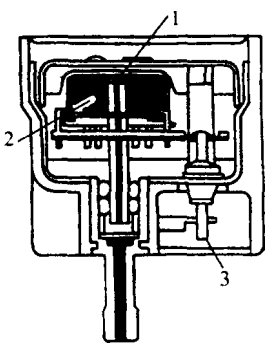


图 1-18 半导体压力传感器结构的例子

1-硅片;2-真空室;3-滤波器

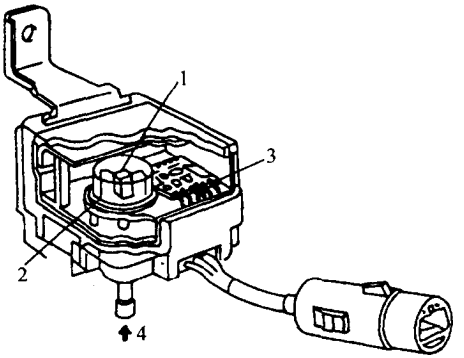


图 1-19 丰田车 EFI-D用压力传感器

真空室;2-硅片;3-混合集成电路;4-进气歧管负压

下面对丰田车 EFI-D 的压力传感器的作用稍加说明。压力传感器的结构如图 1-19 所示。硅片就装在保持真空的真空室内，进气管的压力可从一个面作用到硅片上。当进气歧管的压力作用到硅片上时，按此压力与真空室压力之差硅片的电阻发生变化，再经真空室内的混合集成电路变换为电压信号并加以放大后作为吸气管的压力信号输入到计算机中。

计算机从进气管压力的变化间接得到进气量后，再确定喷射时间。

压力传感器的输出特性如图 1-20所示。图中的 FS 为可测试压力的上限值，其范围为 100～300kPa。

压力传感器与计算机的连接电路如图 1-21 所示。

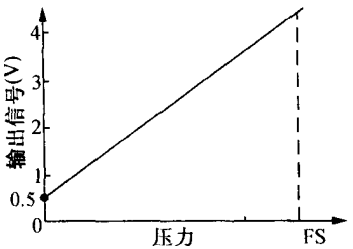


图 1-20　压力传感器的特性举例

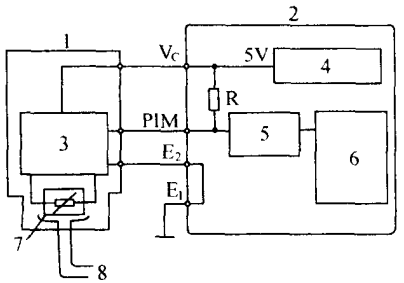


图 1-21　压力传感器与 ECU的连接

1-压力传感器；2-电子控制器(ECU)；3-混合集成电路；4-稳压电源；5-A/D变换器；6-微机；7-硅片；8-进气(接进气歧管蓄压器)

压力传感器的检测方法如图 1-22 所示，将万用表、手动真空泵按图示与传感器相连，在闭合点火开关（发动机停止状态）时测量计算机一侧的电压。在手动真空泵压力为 2.7×10^4Pa 情况下，丰田 4A-GEV 发动机上 V_{cc}～E_2端子间的电压值应在 4.7～5.3V 的范围内。

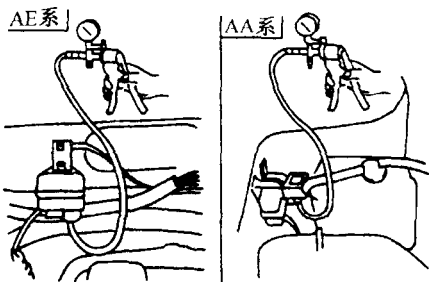


图 1-22　压力传感器的检查方法

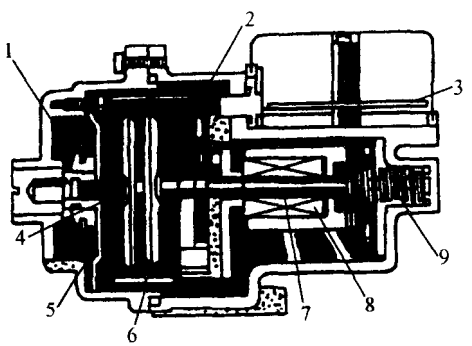


图 1-23　真空传感器的结构

1-大气压侧；2-真空侧（歧管负压）；3-电路板；4-波纹管支座；5-膜片；6-波纹管(内为真空)；7-铁心；8-差动变压器；9-弹簧

8. 真空传感器

在半导体压力传感器诞生之前，从丰田车开始采用电子控制燃油喷射以来，都是采用的 EFI-D 方式，其所用的传感器如图 1-23 所示。

因为真空传感器可把压力变化变换成电压的变化，所以也称作“波纹管加差动变压器式”传感器。这种传感器可用于电子汽油喷射装置上做真空传感器用。电子汽油喷射装置是根据进气歧管的压力（负压）确定基本喷油量的，这一压力就是靠压力传感器检测出来的。

真空传感器的结构如图 1-23 所示,它包括 中间为真空的波纹管,随波纹管膨胀、收缩而左右运动的铁心，设置在铁心周围的差动变压器以及膜片。膜片根据压力差改变波纹管的位置,选定在输出区或者经济区。

其工作过程如下：当压力变化时，波纹管变形，差动变压器的铁心移动，由于铁心的移动，差动变压器的输出端子上有电压产生，将电压输入到计算机中，如果是按电压高低确定喷射时间并使喷嘴工作的话，也就确定了基本喷油量。

下面，我们再来看一下差动变压器的工作原理。

如图 1-24 所示,如果将交流电压 e_p 加到初级绕组上，因为穿过铁心的磁通发生变化，在次级绕组上就会产生电压 e_{s1} 与 e_{s2}，当铁心正在两个绕组中间时 e_{s1} 与 e_{s2} 相等，当铁心偏离中心位置时，e_{s1} 与 e_{s2} 不再相等,两者之间有一差值 e_s,因为 e_s 的高低与铁心移动距离成正比，所以结果就出现了“压力变化→铁心的位移→电压变化”。

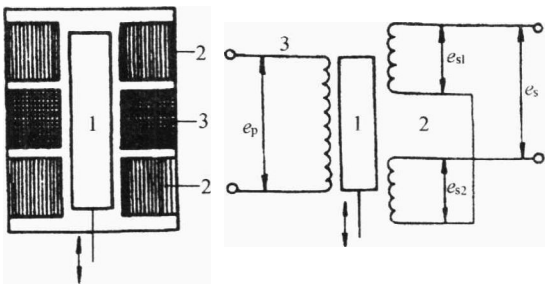


图 1-24　差动变压器的工作原理

1-铁心 2-次级绕组 3-初级绕组

因为这种传感器是利用 12V 电源完成变压作用的，所以拔下插座就无法检查传感器的好坏。检查时插座照样连接，如图 1-25 所示，将万用表笔分别插入插座中，测量输出电压。测量步骤如下：在不动插座的情况下闭合点火开关,将万用表笔与 $E\sim V_s$ 插座接触，在开放真空管道加上大气压的情况下，电压挡指示约为 1.5V 在用嘴巴对真空管道吸气的情况下，表针从电压挡的 1.5V 起向降低方向摆动。怠速时，表针指示约为 0.4V ,当转速升高时,此值也升高。当所用万用表的精度很低时,测试数据不准确,有时也会造成发动机工作不正常。

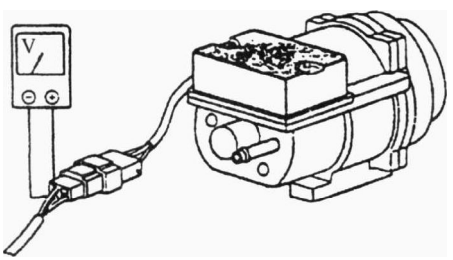


图 1-25　检查真空传感器的输出电压

9. 增压传感器

在日产的 VQ30DET 等发动机上,采用增压压力传感器,传感元件是在硅膜片上扩散电阻制成的，用其检测涡轮增压机的增压压力，以便于修正喷射脉冲及控制增压压力。

VQ30DET 的燃油喷射系统如图 1-26 所示,在怠速、使用普通汽油、水温超过 115℃ 、水温传感器系统异常时，电流不通过增压控制电磁阀，实际的增压压力加到旋启阀的膜片上，使排放气体的旁流量增加，增压压力下降。反之，当增压电磁阀闭合时，就使大气压力加到旋启阀的膜片上，使排放气体的旁流量减少，结果增压压力上升。此外，当增压压力异常升高、增压压力传感器的输出电压超过某一数据值时,则燃油被切断。

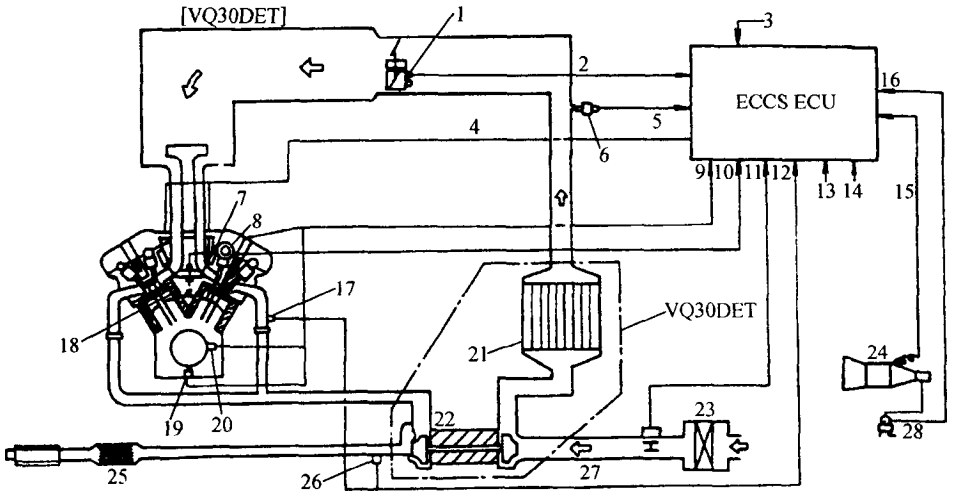


图 1-26　VQ 发动机的燃油喷射控制系统

1-节气门传感器；2-节气门开度信号；3-点火开关起动信号；4-空燃比控制信号；5-增压信号；6-增压压力传感器；7-喷油器；8-相位传感器；9-曲轴角度传感器信号；10-水温信号；11-进气量信号；12-氧量输出信号；13-点火开关点火信号；14-蓄电池电压；15-空挡开关信号；16-车速信号；17-氧量传感器；18-水温传感器；19-基准位置传感器；20-位置传感器；21-内冷却器；22-涡轮增压机；23-空气滤清器；24-空挡开关；25-三元催化剂；26-氧量传感器；27-空气流量传感器；28-车速传感器

另外，有些车辆将增压压力传感器用于增压压力表上，这也是利用压电效应制成的传感器，增压压力表的工作原理如图 1-27 所示。传感器输出的电信号加到增压压力表上，而电信号又是从随增压压力变化的电阻变化转换而来的。

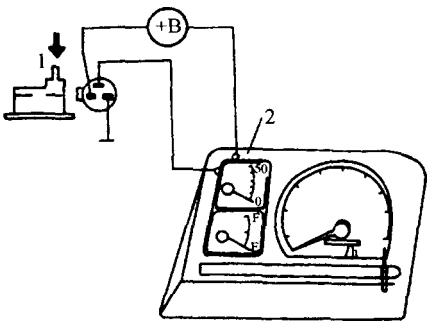


图 1-27　增压压力表的工作原理

1-增压压力传感器；2-增压压力表

10．主油缸压力传感器

这一传感器安装在主油缸的下部，如图 1-28 所示。其作用是检测主油缸的输出压力。其结构如图 1-29 所示，这也是利用膜片上应力片电阻改变的效应制成的半导体传感器。膜片与应变片制成一个整体，当制动压力加到其上时膜片发生变形，此变形使应变片的阻值发生变化，再通过桥式电路测出与压力成正比的电信号并传输出去。

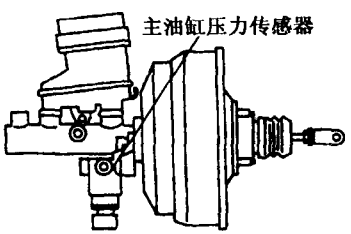


图 1-28　主油缸压力传感器的安装位置

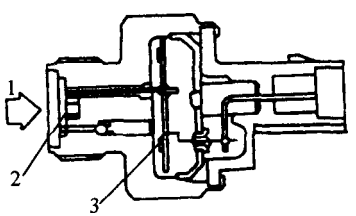


图 1-29　主油缸压力传感器的结构

1-压力；2-压力检测部分；3-电路基板

11．蓄压器用压力传感器

如图 1-30 所示，蓄压器用压力传感器就安装在油压组件的上方，用以检测油压组件的压力，其基本结构与主油缸用压力传感器相同。

这里介绍的主油缸用压力传感器与蓄压器用传感器是主动式偏摆力控制装置(AYC）与四轮制动力控制装置（ASC)上使用的传感器。作为参考，由图 1-31 给出了三菱 ASC 的构成原理图，它是在 ABS 与 TCL(牵引力控制系统)系统上又增加了偏摆力传感器、横向加速度传感器、主油缸压力传感器、蓄压器压力传感器而成的。

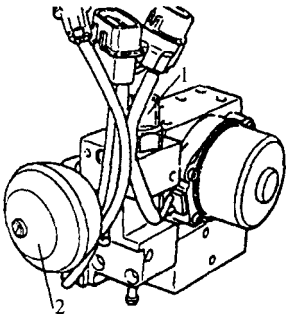


图 1-30　蓄压器用压力传感器的安装位置

1-压力传感器；2-储压器

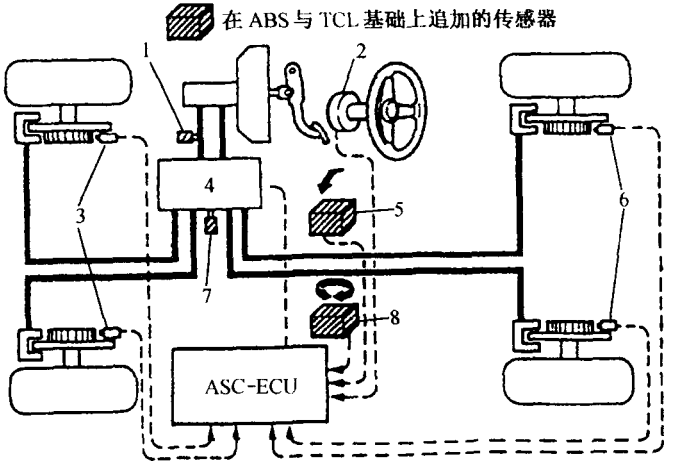


图 1-31　三菱 ASC 的系统原理图

1-主油缸压力传感器；2-转向角度传感器；3、6-车轮速度传感器；4-油压组件；5-横向加速度传感器；7-蓄压器压力传感器；8-偏摆力传感器

第二节　位移传感器

一、电位计式电阻位移传感器

1．工作原理

将被测位移量转换成电阻变化的传感器称为电阻式位移传感器。常用的电阻式位移传感器为电位计式电阻位移传感器，这种传感器用于测量线位移或角位移。

电位计式电阻位移传感器的工作原理是基于均匀截面导体的电阻计算公式。由物理学可知，其电阻

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

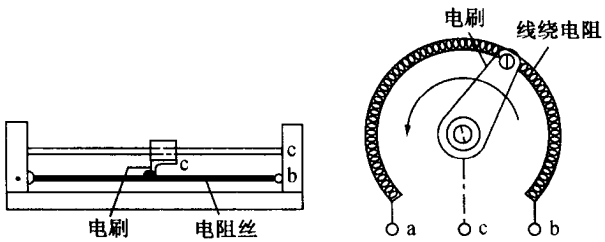
式中 ρ——导体的电阻率，$\Omega \cdot mm^2/m$；

l——导体的长度，m；

S 导体的截面积，mm^2。

由上式可知，当 ρ 和 S 一定时，其电阻只与长度 l 成正比。如将上述电阻做成线性电位计，见图 1-32，并通过被测量改变电阻丝的长度即移动电刷位置，则可实现位移与电阻间的线性转换，这就是电位计式电阻位移传感器的工作原理。

图 1-32(a) 为直线式电位计，可测线位移 图 1-32(b) 为旋转式电位计，可测角位移。



(a)直线式电位计　(b)旋转式电位计

图 1-32　电位计式电阻位移传感器

2. 结构形式

YHD型电位计式位移传感器的结构如图 1-33 所示。图中测量轴 1 与内部被测机构相接触，当有位移输入时，测量轴便沿导轨 5 移动，同时带动电刷 3 在滑线电阻上移动，因电刷的位置变化故有电压输出，据此可以判断位移的大小，如要求同时测出位移的大小和方向，可将图中的精密无感电阻 4 和滑线电阻 2 组成桥式测量电路。为便于测量轴 1 来回移动，在装置中加了一根拉紧弹簧 6。

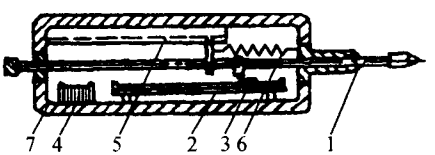


图 1-33　YHD 型电位移传感器

1-测量轴；2-滑线电阻；3-电刷；4-精密无感电阻；5-导轨；6-弹簧；7-壳体

由以上讨论可知，电位计式传感器有如下优点：

①结构比较简单，成本低；②稳定度高，线性度好；③灵敏度高，可通过提高工作电压来改善灵敏度，甚至不用放大器也能直接推动指示仪表。

由于电刷和电阻丝之间存在摩擦，故有如下缺点：

①只能在较低频率下工作；②使用寿命短，需要经常性维护；③电噪声大。

尽管电位计传感器有一些缺点，但由于它有上述突出的优点，故目前仍广泛使用。甚至在一些精密仪器中，如函数记录仪等，也采用电位计式传感器作位置检测元件。

二、差动变压器式位移传感器

差动变压器式位移传感器(又称互感式位移传感器)是将被测物理量位移转换成线圈

需要全本请访问 www.ertongbook.com

的互感系数的变化，再由测量电路转换为电压或电流的变化量输出，从而实现由非电量到电量转换的装置。

差动变压器本身是一个变压器，初级线圈输入交流电压，次级线圈感应出电信号，当互感受外界影响变化时，其感应电压也随之发生相应的变化。由于它的次级线圈接成差动的形式，故称为差动变压器。

差动变压器式位移传感器的结构形式很多，图 1-34 为 E 型变隙式结构。差动变压器上下两只铁心上均有一个初级线圈（也称励磁线圈）和一个次级线圈（也叫输出线圈）。上下两个初级线圈串联后接交流励磁电源电压，两个次级线圈则按电势反相串联。

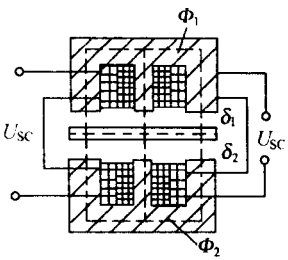


图 1-34　差动变压器式位移传感器

差动变压器式传感器的特性几乎完全是线性的，其灵敏度不仅取决于磁系统的结构参数，同时也取决于初、次级线圈的匝数比及激磁电源电压的大小。可以通过改变匝数比及提高电源电压的办法来提高灵敏度。

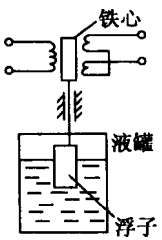


图 1-35　液位测量原理图

电感式传感器具有结构简单、工作可靠、测量力小、分辨率高、输出功率大以及测试精度高等优点。但同时它也具有频率响应较低，不宜用于快速动态测量等缺点。

图 1-35 为测量液位的原理图，图中衔铁随浮子运动反映出液位的变化，从而使差动变压器有一相应的电压输出。

第三节　速度传感器

一、磁电感应式速度传感器

磁电感应式速度传感器灵敏度较高，性能稳定，中频响应好（10～500Hz），不需要外加电源，输出为电压，可直接与通用电子放大器连接，使用方便，但体积、重量（约 1kg）较大。

图 1-36 所示磁电式传感器，当线圈做切割磁力线运动时，由电磁感应定律得：

$$e_0 = NBlv$$

或

$$e_0 = NBA\omega$$

式中　e_0——输出端电压，V；

B——磁感应强度，T；

l——每匝线圈的平均长度，m；

v——线圈相对磁场的运动速度，m/s；

ω——线圈相对磁场运动的角速度，rad/s；

A——每匝线圈的平均截面积，m^2。

当传感器结构选定后，其 B、l、N、A 均为常量，所以输出电压将随输入速度（或角速

度)而线性变化,当速度反向,输出电压的极性也将变号。

磁电式速度传感器的结构有两种，若线圈动，磁铁不动，称之为动圈式如图 1-36(a) 所示 若线圈固定，磁铁活动，则称之为动铁式。这类结构统称为恒定磁通式，它广泛用于振动速度的测量，一般通过增加线圈的匝数（长度）来提高其灵敏度，从而导致线圈电阻增加，为了阻抗匹配，需配接高输入阻抗的放大器,把高阻抗变换为低阻抗输出,减小负载的作用。如一台典型的动圈式传感器，电阻约为 500Ω,其灵敏度为 0.006V/(mm/s) ，非线性度为:1% ,满刻度位移为 3.8mm 若更换更加灵敏度的线圈,以适用于测振需要,其电阻为 500 000Ω,其灵敏度为 4.5V/(mm/s) .

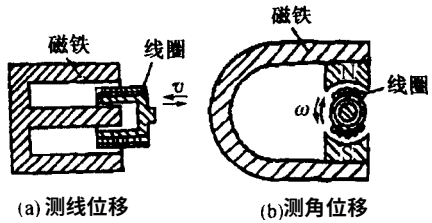


图 1-36 磁电式速度传感器工作原理

对于角速度的测量，可采用变磁阻式转速传感器。图 1-37(a) 所示其结构原理,在永久磁铁组成的磁路中，若改变磁阻（如空气、气隙）的大小，则磁通量随之改变。当磁通量发生突变时，磁路通过的感应线圈感应出一定幅度的脉冲电势。该脉冲电势的频率等于磁阻变化的频率。将传感器固定不动，在待测轴上装上一个由软磁材料做成的齿盘。当测轴转动时，齿盘也跟随转动，盘中的齿和间隙交替通过永久磁铁的磁场，从而不断改变磁路的磁阻，使铁心中的磁通量发生变化，在线圈内产生一个脉冲电动势，其频率跟待测转轴的转速成正比。图 1-37(b) 为闭磁路变磁通感应式转速传感器，转子与转轴固紧并随被测轴转动，转子、定子和永久磁铁组成磁路系统。上述测转速的电磁感应角速度传感器又称之为变磁通感应式转速传感器。

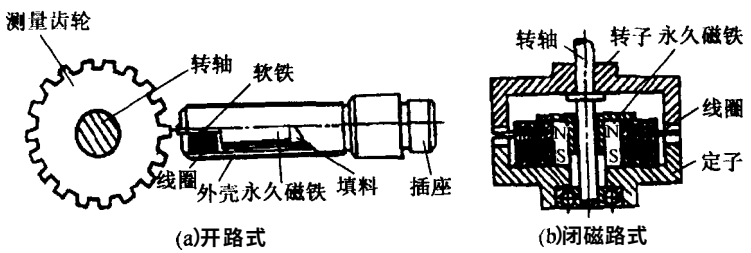


图 1-37 磁电式转速传感器

磁电式转速传感器配上数字测速仪即可直接测出转速和频率，检测范围达 0～4000 r/min。这类传感器也可检测导磁材料的齿轮、叶轮、带孔圆盘等的转速。

二、差动变压器式速度传感器

差动变压器式传感器除了可测量位移以外，还可测量速度。其工作原理如图 1-38 所示。

差动变压器漂移小（≤0.1%C、≤0.1% 8h）,其主要性能为,测量范围 10～2000mm/s（可调),输出电压:10V (max)，输出电流:10mA (max),频带宽度≥500Hz。

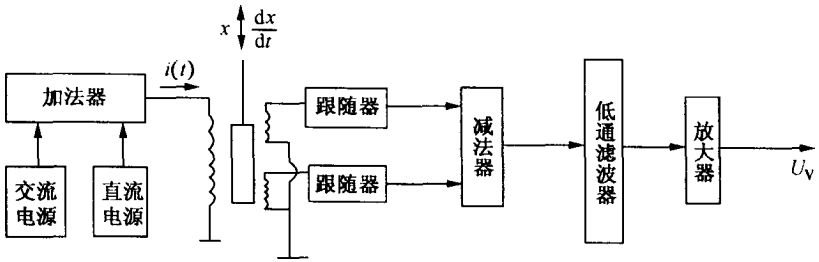


图 1-38差动变压器测速原理

三、光电式速度传感器

图 1-39为一测速示意图。物体以速度二通过光电池前的遮挡板时，光电池输出阶跃电压信号，经微分电路形成两个脉冲输出，除测出两脉冲间的时间间隔外，还可测速度u。

$$v = \Delta x / \Delta t$$

式中△x—光电池挡板上两孔间距，m。

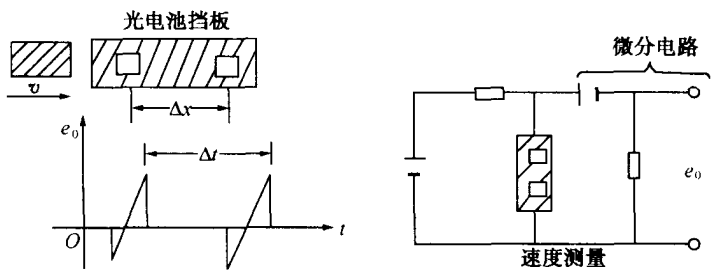


图 1-39光电式速度传感器原理图

图 1-40为一种光电式转速传感器。它由装在被测轴上的带缝隙圆盘、光源、光电器件等组成。光源发出的光通过缝隙，照射到光电器件上，当缝隙圆盘随被测轴转动一周时，光电器件输出与圆盘缝隙数相等的电脉冲，则可测出转速为：

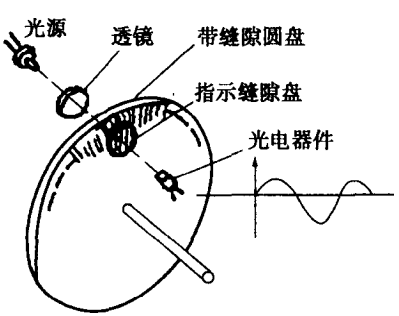


图 1-40光电式转速传感器

$$n = \frac{60N}{zt}$$

式中 N—测量时间 t内的脉冲数；

n—转速， r/min;

t—测量时间；

z—圆盘的缝隙数。

若想辨别出圆盘的旋转方向，则在缝隙圆盘处加一个指示缝隙盘，两组缝隙间距W相同，位置相差 $\left(\frac{i}{2}+\frac{1}{4}\right)W$。

四、其他测速方法

测量角速度，还可采用陀螺式传感器。它的工作原理是利用陀螺原理。这类传感器包括转子陀螺、压电陀螺和光纤陀螺。其中转子陀螺成本高，重量较重，寿命低，测量范围为（80°～±120°）/s，但它安装简单。压电陀螺寿命长，体积小，重量轻，广泛用于角速度测量中。激光陀螺灵敏度、分辨率比上述两种陀螺高，达 10^{-4}～10^{-5}rad/s,但成本高,当测角速度＜100°/h 时，会发生锁定现象。光纤陀螺精度可达(0.03°～0.04°)/h ,分辨率达 10^{-8} rad/s, 重量轻，体积小，无闭锁现象，是一种有发展前途的传感器。除此之外还可采用电容式、电涡流式、霍尔式转速传感器。

对有特殊要求的速度,如超低速(1cm/h)、超音速测量,则可采用多普勒效应测速传感器。若要求对大行程物体测速,如测量冷、热轧钢带速度、车辆速度,可采用相关法测速。而采用栅格式空间滤波器可用于航空摄影检测地速，检测汽车对地速度。日本 LC－660 型空间滤波器速度计的主要性能为 检测范围 1.5～250km/h ；线性度 0.2% ；重复性 0.3% ；精度 0.5%。

第四节　转速传感器

转速传感器是传感器中具有代表性的传感器，它的作用是检测任意轴的转速，在车辆上，用作测量发动机的转速，以及测量车轮转速，再依此推算车辆的速度。根据发动机转速表得到的转速信息，因为还要用于车速表、ABS、发动机控制、耗油的计算等,所以要把转速信号变换成电信号，以便微机能够读取。

一、电磁式转速传感器

这种传感器用于柴油机上,目的是检测发动机的转速,传感器的结构如图 1-41 所示,在永久磁铁的周围绕有线圈，即采用的是电磁式工作原理，当铁材齿轮在永久磁铁附近旋转时，通过线圈的磁力线发生变化，在线圈中就会产生图 1-42 所示的感应电压。

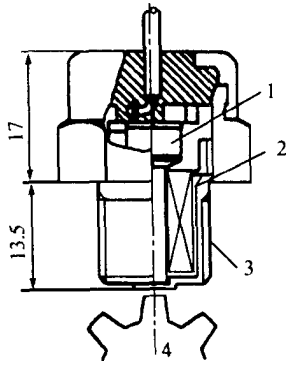


图 1-41　转速传感器的结构

1-永磁铁；2-线圈 3-M14×1.25 螺纹；4-齿轮

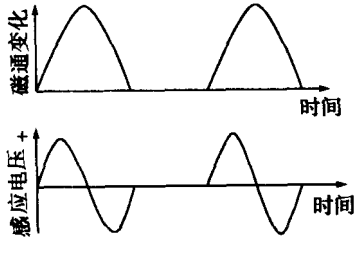


图 1-42　传感器的输出波形

柴油机用转速传感器就装在喷油泵的飞锤齿轮处，当柴油发动机的喷油泵工作时，传感器的齿轮旋转，因此在信号线圈中就会产生交流电压。交流电压的频率与发动机的转速成正比。把此交流电压作为输入信号，经转速表内的IC电路放大、整形后就可以使转速表指示出发动机的转速。

图1-43所示的是转速表电路的方框图，当齿轮转动时，对每一个齿，就会产生图1-44(a)所示的一个周期的电压，此电压经放大、整形电路之后，就变为图1-44(b)所示的矩形波。然后再通过单稳态电路变换，使脉宽为一定值，经电流放大器放大后就可以输人到转速表中。又因输出的脉冲数是根据发动机的转速变化的，所以转速表就能按照脉冲电流的平均值来指示发动机的转速。

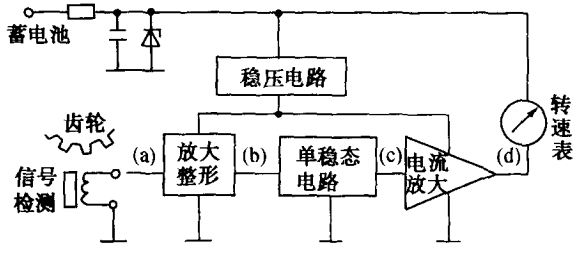


图1-43转速表电路方框图

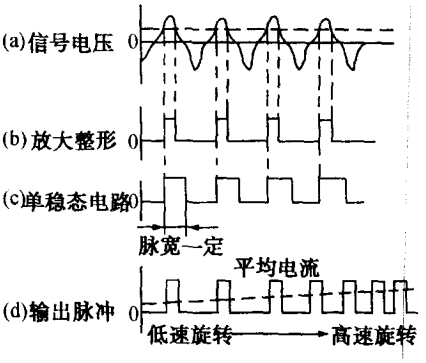


图1-44转速表电路中有关部位的波难

二、脉冲信号式转速传感器

内装有脉冲信号式发动机转速传感器（曲轴角度传感器）的分电器的结构如图1-45所示。分电器内的信号转子、永磁铁及信号线圈，组成了这种传感器的信号发生装置，它辑在发动机控制系统上，用以检测发动机的曲轴角度位置。信号发生装置的结构如图1-46所示。信号转子上带有凸起，当信号转子旋转时，信号转子与线圈铁心之间的气隙是变佛的。由此通过信号线圈的磁通也发生变化，随着磁通的变化在信号线圈的两端就会产生感应电。压。当发动机运转并带动信号转子旋转时，如图1-47所示，信号转子的齿部将从信号线圈处通过，这时信号线圈与信号转子齿部之间的气隙是变化的，所以通过信号线圈的磁通曝将按照信号转子的旋转角度,如图1-48(a)所示那样变化。即1-48(a)图中①、②、③处防示的状况恰分别与图1-47(a),(b),(c)所示的信号转子位置相对应。在图1-48(a)的②点处，信号转子的齿部与信号线圈的中心相对，这时，穿过信号线圈的磁通量最多。①点处是随着信号转子的旋转，磁通量继续增加的状态，此点的磁通量变化最大。③点处是随着信号转子的旋转,磁通量渐渐减少的状态,与①一样,这点也是磁通量变化最大之处。

上面所讲的就是信号线圈中磁通量的变化情况，由此如图1-48（b）所示，在信号线圈的两端就会产生感应电势。在①点处，磁通量是逐渐增加的，信号线圈在阻碍磁通这种变化

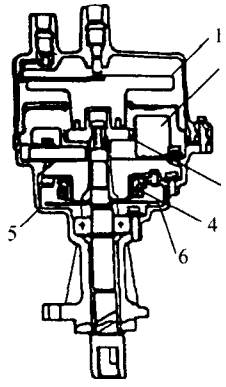


图 1-45　内装曲轴角度传感器的分电器

1-分火头；2-基准信号用传感线圈；3-信号转子；4-角度信号用传感线圈；5-外齿轮；6-内齿轮

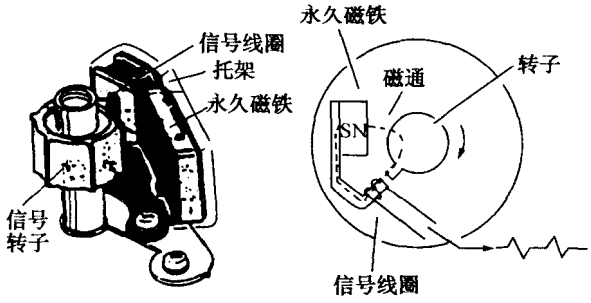
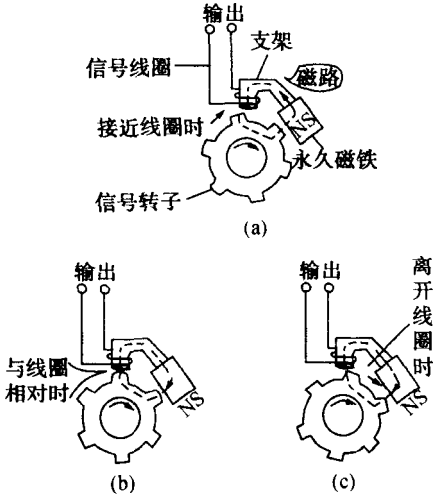


图 1-46　信号发生装置的结构



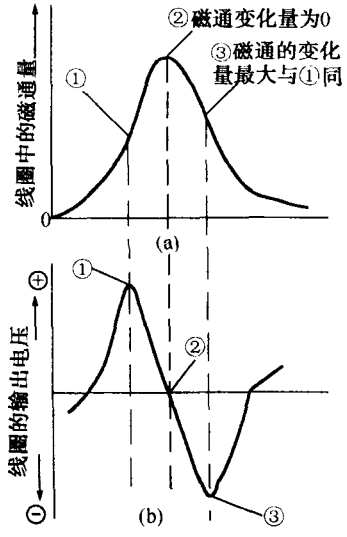


图 1-47　信号转子的齿与信号线圈三种典型相对位置　图 1-48　磁通变化量与电动势的关系

的方向上产生感应电势，这时的感应电势最大。②点处的磁通变化量为零，感应电势为零。在图 1-47(c) 所示的情况下，线圈和信号转子的气隙渐渐增大，线圈中的磁通量将逐渐减小，但线圈中的磁通变化量最大，所以如图 1-48(b) 的③处所示，在阻碍磁通变化的方向上产生最大的电动势。

图 1-49 是转子低速旋转与高速旋转时，磁通变化情况和电动势的波形，由图可知，高速旋转时的感应电动势要大些。

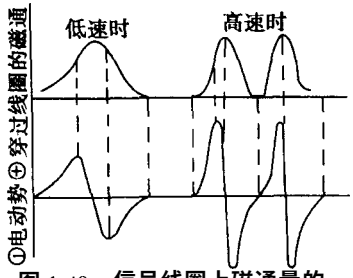


图 1-49　信号线圈上磁通量的变化与电动势的关系

需要全本请访问 www.ertongbook.com