

## 第八节 传感器在汽车检测中的应用

### 一、可变电阻式液位传感器的应用

浮子可变电阻式液位传感器是由浮子、内装滑动电阻以及连接这两者的浮子臂构成，如图 2-42 所示，浮子可随液位上、下移动，这时滑动臂就在电阻上滑动，从而改变搭铁与浮子之间的电阻值，利用这一阻值变化来控制回路中电流的大小，并在仪表上显示出来。

这种传感器可用于油量表，图 2-43 所示的就是汽油油量表的电路图。其中仪表部分与浮子部分串联。

当油箱内装满汽油时，浮子升到最高位置，滑动臂向阻值低的方向滑动，回路中的电流增大，仪表部分的双金属片弯曲得较厉害，指针指示 F 侧。

当油箱内的汽油量较少时，浮子降到较低位置，汽油表电路中的电流较小，仪表内的双

脉冲周期相当于曲轴旋转  $20^\circ$  转角的时间，电脑再将一个脉冲周期均分为 20 等份，即可求得曲轴旋转  $1^\circ$  所对应的时间，电脑根据这一信号控制点火时刻。18X 信号的功用相当于光电式曲轴位置传感器的  $1^\circ$  信号的功能。内信号轮每旋转一周产生 3 个不同宽度的电压脉冲信号，称为 3X 信号。脉冲周期均为  $120^\circ$  曲轴转角的时间，脉冲上升沿分别产生于一、四缸及三、六缸和二、五缸上止点前  $75^\circ$ ，作为电脑判别汽缸和计算点火时刻的基准信号。

## (二) 采用触发轮齿的霍尔式曲轴位置传感器

克莱斯勒公司霍尔式曲轴位置传感器安装在变速器喇叭壳体上，曲轴位置传感器的结构如图 2-65 所示。传感器感应头正对着固装在飞轮上的信号轮。在 2.5L 四缸发动机的信号轮上有 8 个槽，如图 2-65(a) 所示，分成 2 组，4 个槽为 1 组，2 组相隔  $180^\circ$ ，每组中的各槽相隔  $20^\circ$ 。在 4.0L 六缸发动机的信号轮上有 12 个槽，4 个槽为 1 组，分成 3 组，每组相隔  $120^\circ$ ，每组中各槽也相隔  $20^\circ$ ，如图 2-65(b) 所示。

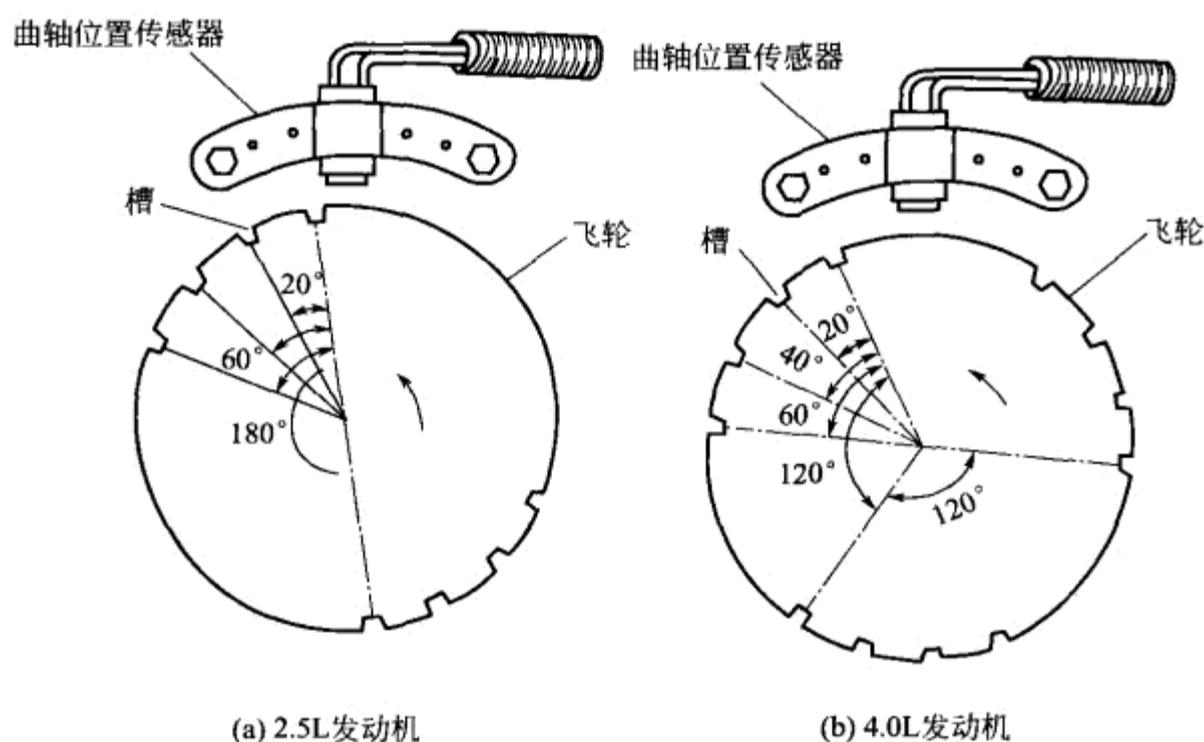


图 2-65 曲轴位置传感器示意图

当信号轮的槽口通过传感器感应头（信号发生器）时，霍尔信号发生器输出高电位（5V）。当信号轮的齿缘正对感应头时，霍尔信号发生器输出低电位（0.3V）。每当信号轮各齿槽之一通过传感器时，传感器便产生一个高低电位的脉冲信号。

当信号轮上的每组齿槽通过传感器时，传感器将产生 4 个脉冲信号。其中四缸发动机每转产生 2 组脉冲信号，六缸发动机每转产生 3 组脉冲信号。传感器的每组信号都对应相应两缸活塞接近上止点。在四缸发动机上，一组脉冲信号对应一、四缸接近上止点，另一组脉冲信号对应于二、三缸接近上止点。在六缸发动机上，3 组脉冲信号分别对应三缸和四缸、二缸和五缸、一缸和六缸接近上止点。

利用曲轴位置传感器，发动机电脑可以接收两个汽缸的活塞在接近上止点的信号。由于每组齿槽中第四个槽的脉冲下降沿对应活塞上止点前  $4^\circ$ ，所以电脑根据一组脉冲信号很容易确定相应活塞上止点前的运行位置。另外，根据各脉冲间通过的时间，电脑很容易计算出发动机的转速。由于发动机电脑是通过曲轴位置传感器“知道”曲轴（或活塞）运行的位置与发动机转速信息的，所以它是控制喷油和点火的重要信号。因此，如果发动机电脑收不到曲轴位置传感器信号，发动机将停止工作。

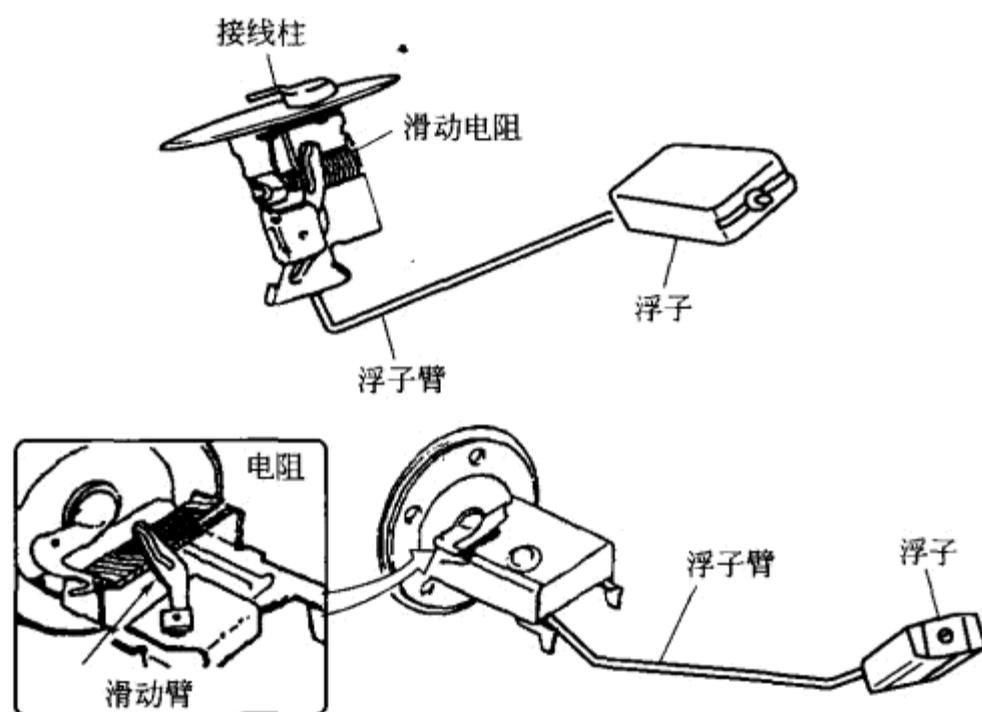


图 2-42 浮子可变电阻式液位传感器

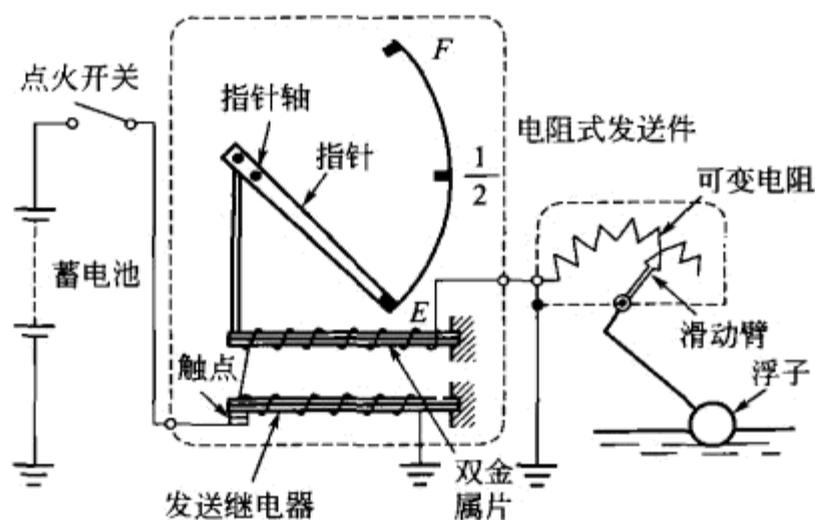


图 2-43 汽油油量表电路

金属片仅稍稍弯曲，指针指示  $E$  侧。

这种传感器检查时可用万用表测定浮子位于不同位置时， $F$  与  $E$  两点间的电阻。当  $E$  点阻值大于  $F$  点阻值时，而且从  $E$  到  $F$  变化过程中阻值若连续变化就说明传感器良好，传感器的阻值为  $R_E = (95 \pm 7)\Omega$ 、 $R_F = (7 \pm 2)\Omega$ 。

## 二、可调电感式溢流环位置传感器的应用

可调电感式溢流环位置传感器的基本原理如图 2-44 所示。在线圈内部置有铁芯，此铁芯与被检测位置的部件一同动作，当铁芯向上或向下移动时，线圈的电感发生变化，与基准信号相比，输出信号变化较大。反过来讲，根据输出信号的大小，就可以检测出被测部件的位置。

位置传感器可用于电子控制燃油喷射装置上，用以检测溢流环的位置。在老式的机械调速器上，基本上是由发动机转速形成的配重块的离心力和各种弹簧力的平衡位置来决定溢流环位置的。因调速器的结构复杂，又是精密设备，受机械控制的制约，其特性与控制功能是有了一定限度的，但改为电子控制时，就可以利用计算机计算出这个系统的最佳状态，把电信号送至溢流控制电磁铁处，再使溢流环动作，从而就可实现喷油量的控制。计算机根据节气门开度和发动机转速计算出基本喷油量，然后再根据发动机的状态对基本喷油量进行校正，

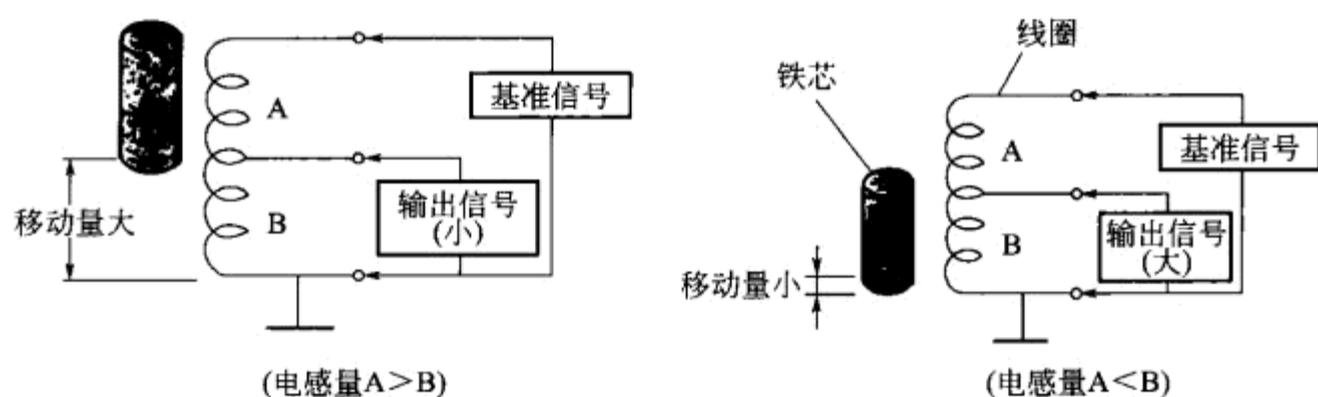


图 2-44 可调电感式溢流环位置传感器的工作原理

校正后再向溢流控制电磁铁发出控制信号。

此外，为了保证控制的准确性，利用位置传感器检测溢流环的位置，即实际的喷油量，再反馈到计算机中。电子控制燃油喷射的简图如图 2-45 所示。

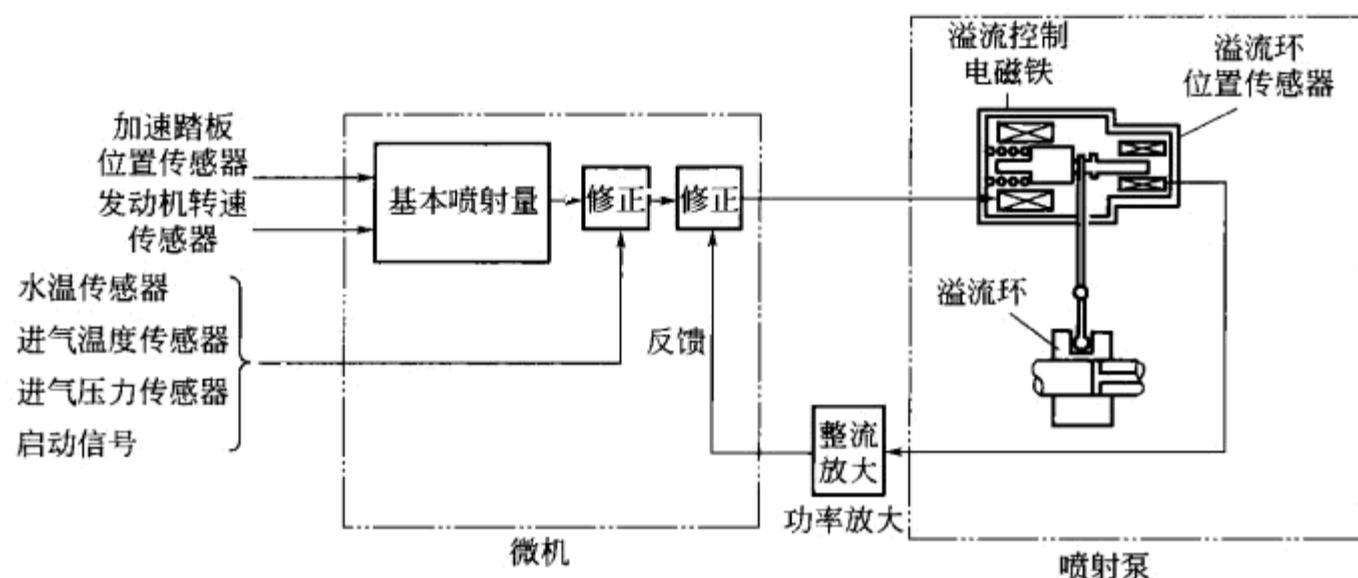


图 2-45 电子控制燃油喷射简图

### 三、光电式传感器

#### （一）光电式转向传感器

光电式转向传感器也称光电式变化率传感器，它用来检测轴的旋转方向及旋转速度。这种传感器的结构如图 2-46 所示。在转向器的主轴上，设有一个遮光盘，夹于遮光盘两侧的是两组光电耦合组件，光电耦合组件安装在转向管柱上。

当转向器轴转动时，遮光盘也随之转动，遮光盘整个圆周上均匀地开有许多槽，遮光盘上的槽与齿使光电耦合组件之间的光断续地通断，由此就可以检测出旋转角度。如图 2-47 所示。转向传感器的工作过程，也可以用图 2-48 所示的电路来加以说明。图中的光敏三极管在遮光盘的作用下，或者导通，或者截止，根据三极管导通、截止的速度，就可以检测出转向器的速度。此外，晶体管  $VT_1$  与  $VT_2$  之间的导通与截止，相位差  $90^\circ$ ，根据先导通的脉冲信号（波形下降）可检测出转向器的旋转方向。

下面介绍转向传感器在 TEMS 上的应用情况。TEMS 是 TOYOTA Electronic Modulated Suspension 的简称。为了同时满足舒适性、操纵性和行车稳定性的要求，丰田公司在汽车上采用了 TEMS 装置。TEMS 这一控制系统可以实现人们对悬架系统的操纵性和行车稳定性的要求，即在急起步时防后坐，大舵角时防横摆，中、高速下制动时防点头，在高速行驶时提高衰减力、控制车辆姿势的变化，而在其他场合下则降低衰减力，提高舒适性。

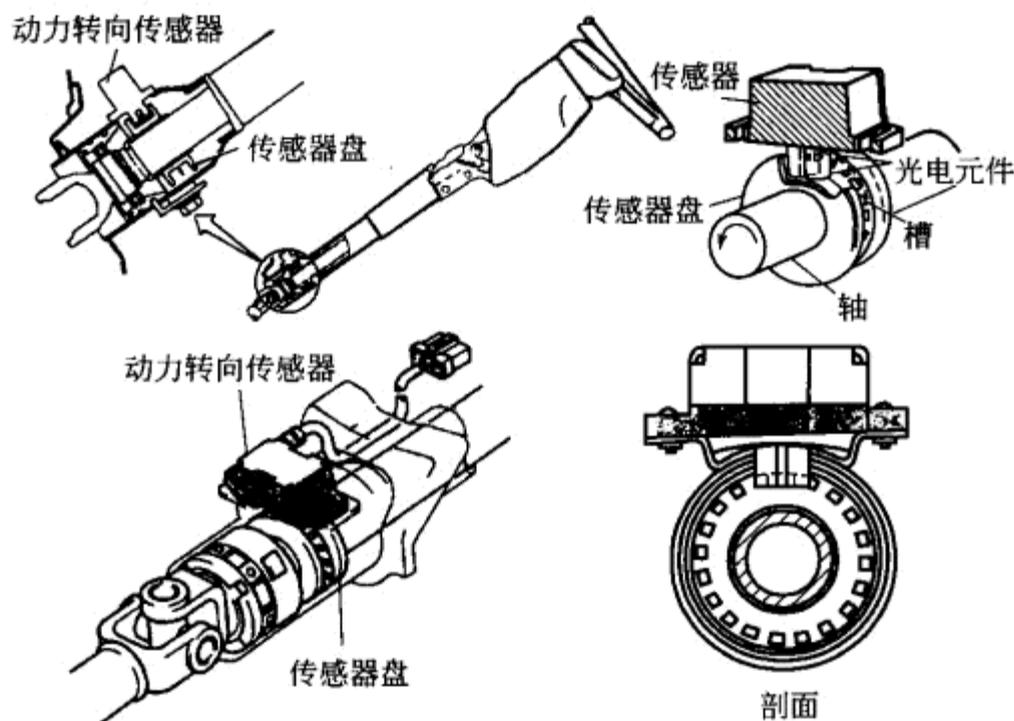


图 2-46 转向传感器及结构

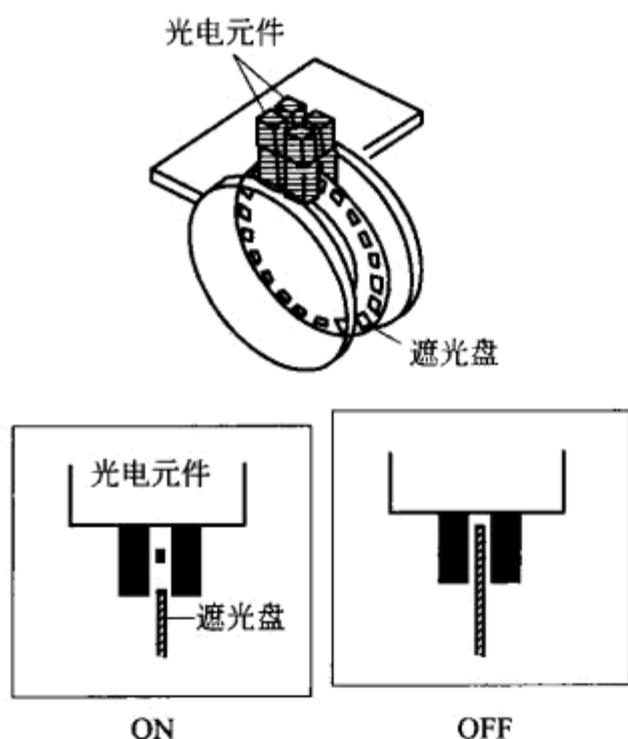


图 2-47 转向传感器的工作原理

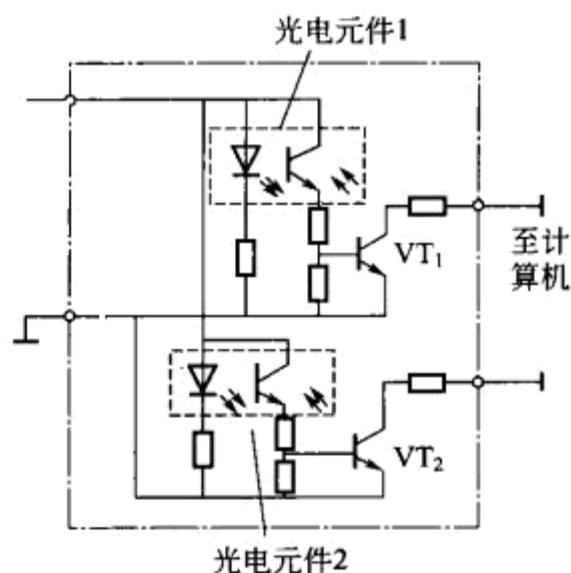


图 2-48 转向传感器的电路

## (二) 光电式光量传感器

这种传感器内装有半导体元件硫化镉 (CdS)。当有光照射到传感器上时, 半导体元件的阻值发生变化。即这种传感器把周围亮度的变化置换成元件阻值的变化。它可以用于汽车上各种灯具亮灯、熄灯的自动控制。

光量传感器的结构如图 2-49 所示。光电变换元件硫化镉为多晶硅结构, 在传感器中把硫化镉做成曲线形状, 目的是增大与电极的接触面积, 从而提高这种传感器的灵敏度。

光电变换元件硫化镉 (CdS) 的特性如图 2-50 所示。当周围较暗时, 其阻值较大; 而当周围较亮时, 其阻值变小。

光电式光量传感器可用于灯光控制器上, 如图 2-51 所示。灯光控制器就装在仪表板的上方, 到傍晚时, 它使尾灯点亮, 当天色更暗时, 则点亮前照灯。当对方来车时, 还具有变光功能。当然, 这些都是自动完成的。

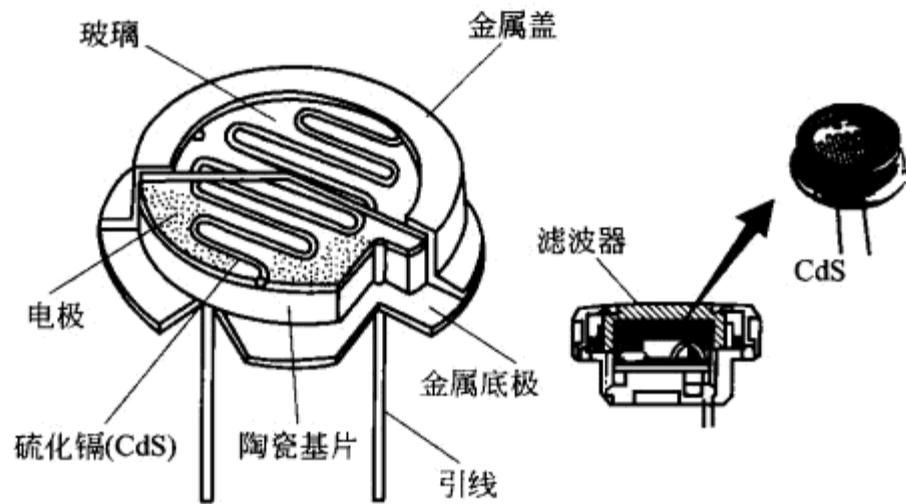


图 2-49 光量传感器的结构

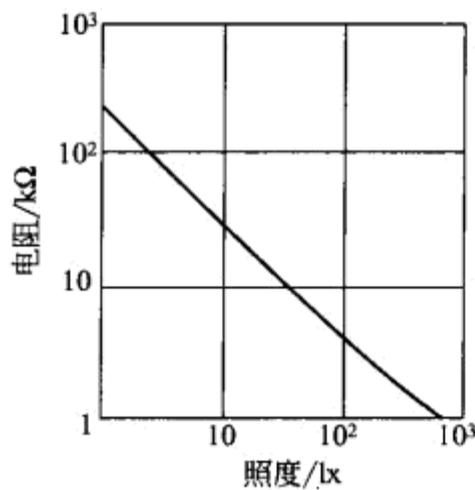


图 2-50 硫化镉 (CdS) 的特性

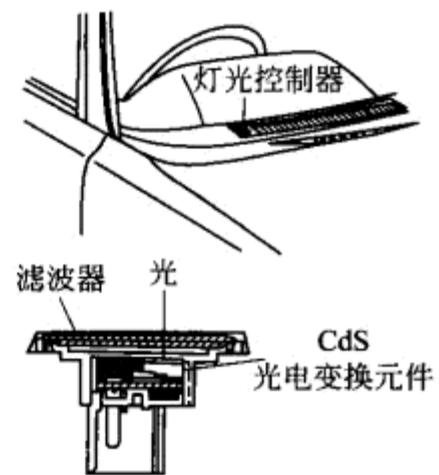


图 2-51 灯光控制器的安装

图 2-52 是灯光控制器的系统电路图。下面对其工作过程加以说明。当点火开关闭合时，也就把控制器的转换开关置于 AUTO (自动) 挡，控制器得到传感器传来的信号后，就能自动控制尾灯及前照灯的亮灭。当点火开关断开时，控制器的电源电路也断开，这时与周围条件无关，车灯熄灭。此外，利用灵敏度调整电位器可以调整自动亮灯及熄灯时的敏感程度。控制器的工作情况如表 2-1 所示。

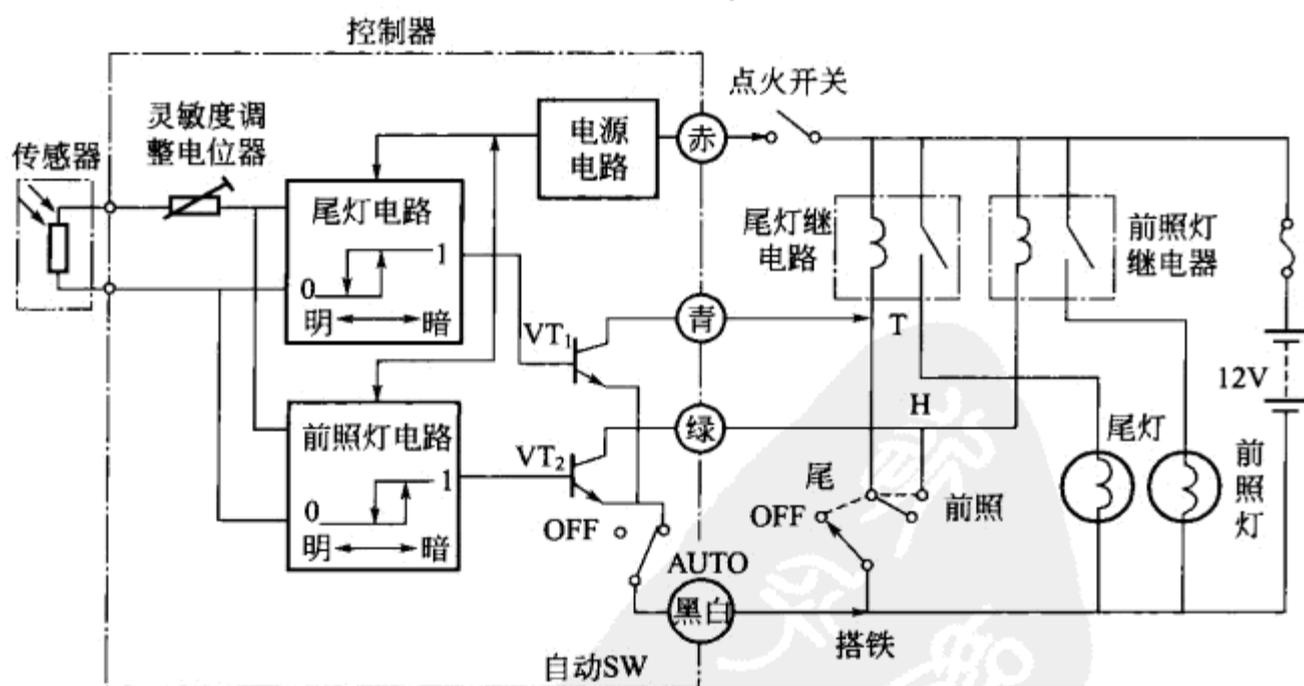


图 2-52 灯光控制器的系统电路

表 2-1 灯光控制器的工作情况

周围条件	尾灯电路		前照灯电路		尾灯小灯	前照灯
	输出	VT <sub>1</sub>	输出	VT <sub>2</sub>		
明亮(传感器电阻小)	0	OFF	0	OFF	灯灭	灯灭
稍暗(传感器电阻稍大)	1	ON	0	OFF	灯亮	灯灭
很暗(传感器阻值很大)	1	ON	1	ON	灯亮	灯亮

#### 四、热敏电阻式温度传感器的应用

温度传感器的检测对象主要是冷却水温度、进气温度以及排气温度和燃油温度。将这些参数转变为电信号，输入电脑，作为控制系统根据发动机热状况调整控制参数的依据。

##### (一) 热敏电阻式液用温度传感器

这种传感器利用了半导体的电阻随温度变化而改变的特性，灵敏度较高。按电阻值随其

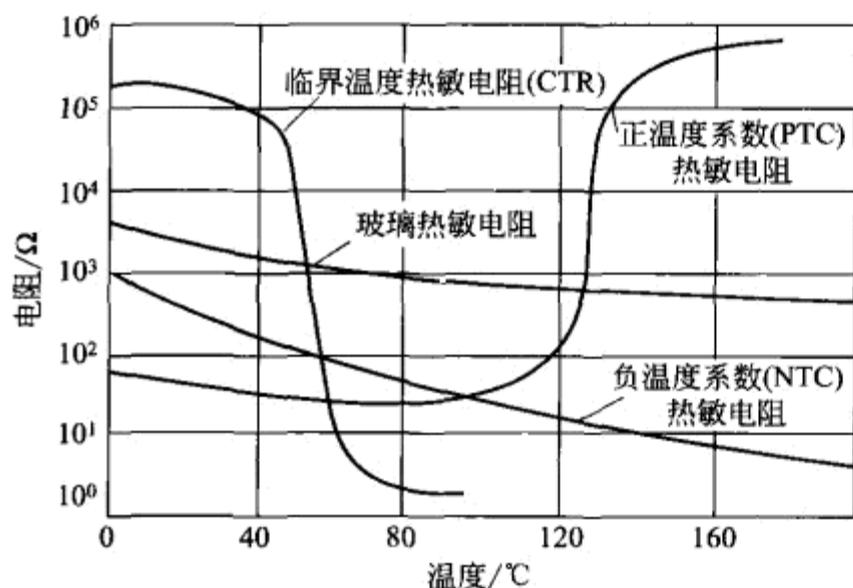


图 2-53 热敏电阻的温度特性

阻体温度的变化而变化情况，可将热敏电阻分为三类：在工作温度范围内，其电阻值随温度升高而增加的热敏电阻称为正温度系数（PTC）热敏电阻；其电阻值随温度升高而降低的称为负温度系数（NTC）热敏电阻；在临界温度时，其阻值发生跃变的称为临界温度热敏电阻器（CTR）。这三类电阻的温度特性如图 2-53 所示。

热敏电阻是用半导体材料掺入适当的金属氧化物，根据所要求的形状，在 1000℃ 以上的高温下烧结而成。按照氧化物比例、烧结温度的差别，可以得到特性各异的热敏电阻。一般来说，工作温度范围为 -20~130℃ 的热敏电阻可用于水温及气温的检测；用于排气温度检测的应是工作温度范围为 600~1000℃ 的高温检测电阻。

热敏电阻式液用温度传感器的外观与结构如图 2-54 所示。这种传感器是利用热敏电阻阻值随温度的变化而变化这一特性来检测温度的。当温度较低时，传感器的阻值很大；反之，当温度升高时，其电阻值减小。热敏电阻式温度传感器常用于检测冷却水、机油的温度，使用最多的是水温表以及电子控制发动机的水温传感器。

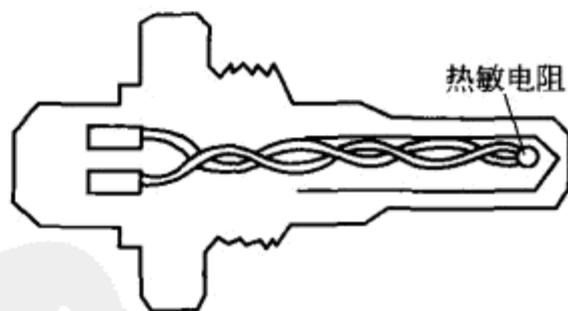


图 2-54 热敏电阻式液用温度传感器外观与结构

##### (二) 热敏电阻式进气温度传感器

进气温度传感器的结构原理与水温传感器一样，也是采用热敏电阻检测进气温度。进气温度传感器通常安装在空气滤清器的进气软管上或空气流量传感器上。也有个别车型将进气温度传感器安装在进气管的动力腔上。不论安装在何处，其作用都是相同的，即测量进气的温度，并输送给电脑 ECU，以便根据温度变化进行喷油量修正，获得最佳空燃比。水温传感器和进气温度传感器与电脑 ECU 的连接如图 2-55 所示。

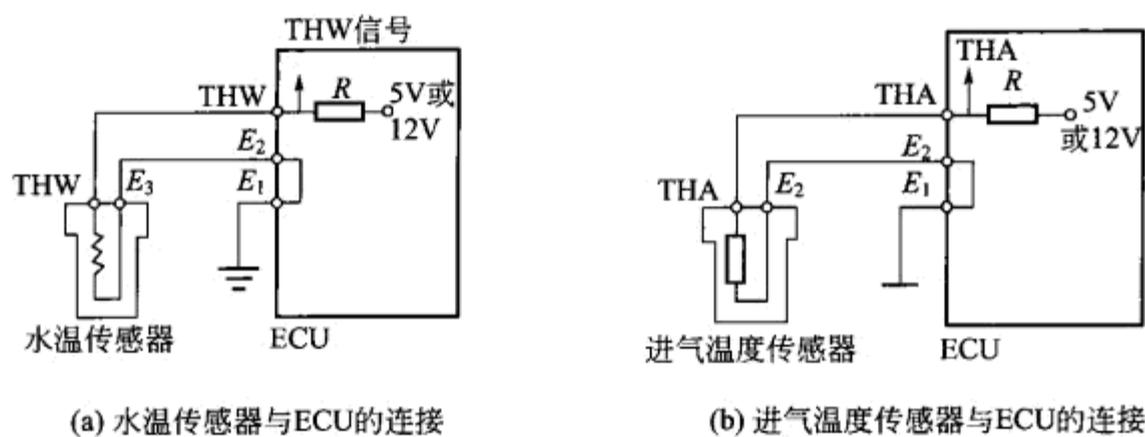


图 2-55 温度传感器与 ECU 的连接

## 五、氧传感器的应用

电喷发动机一般都在排气管上安装氧传感器，通过检测排气中氧的含量，间接地判断进入汽缸中混合气的浓稀。排气中氧的含量高，则说明混合气稀，氧传感器将这一信息告知发动机电脑，发动机电脑则指令喷油器增加喷油量；相反，则指令喷油器减少喷油量。这一反馈控制过程，称为电喷发动机混合气的闭环控制。发动机处于闭环控制时，混合气的空燃比将始终处于理想状态。由此可见，氧传感器是发动机闭环控制中不可缺少的重要部件，相当于一个混合气的浓稀开关。目前已实际应用的氧传感器有氧化锆式和氧化钛式两种。

### (一) 氧化锆式氧传感器

氧化锆式氧传感器的基本元件是专用陶瓷体，即氧化锆 ( $ZrO_2$ ) 固体电解质，如图 2-56 所示。陶瓷体制成试管式的管状，亦称锆管。锆管固定在带有安装螺纹的固定套中，其内表面与大气相通，外表面与废气相通。锆管内外表面均涂覆有薄薄一层铂，铂既可以成为电极，又具有电势放大作用。氧传感器安装于排气管上，为了防止废气中的杂质腐蚀铂膜，在锆管外表的铂膜上覆盖有一层多孔的陶瓷层，并且还加装一个防护套管，套管上开有槽口。氧传感器的接线端有一个金属护套，其上开有一孔，用于锆管内表面与大气相通，电线将锆管内表面铂极经绝缘套从传感器引出。

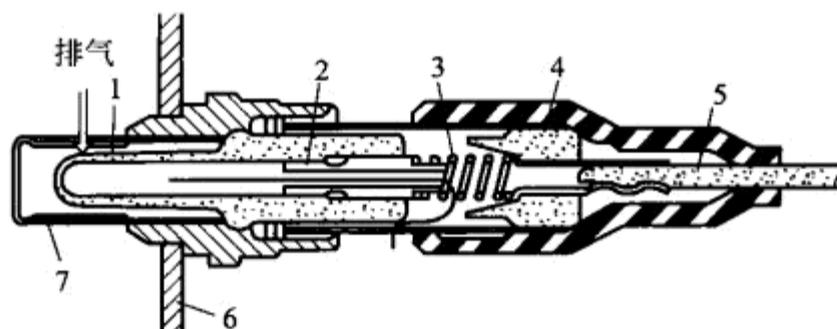


图 2-56 氧化锆式氧传感器

1—锆管；2—电极；3—弹簧；4—线头支架（绝缘）；5—导线；  
6—排气管；7—导入排气孔罩

氧化锆式氧传感器中锆管的陶瓷体是多孔的，允许氧渗入该固体电解质内，温度较高时，氧气发生电离。若陶瓷体内（标准空气）外（废气）两侧氧含量不一致，即存在浓度（体积分数）差时，在固体电解质内部，氧离子从大气一侧向排气一侧扩散，结果，锆管元件成了一个微电池，在锆管两铂极间产生电压，如图 2-57 所示。

当混合气稀时，排气中所含氧多，两侧氧浓度差小，只产生小的电压；当混合气浓时，排放的废气与锆管外表的铂接触时，因为废气中残存的少量氧和其他未完全燃烧的产物

CO、HC、H<sub>2</sub> 等，这些全都参与化学反应，使铂管外表面氧浓度变为零，导致两侧氧浓度之差突然增大，两极间电压便突然增大。因此，氧传感器产生的电压将在过量空气系数 $\lambda=1$ 时产生突变， $\lambda>1$ 即混合气稀时，氧传感器输出电压几乎为零， $\lambda<1$ 即混合气浓时，氧传感器输出电压接近 1V，如图 2-58 所示。

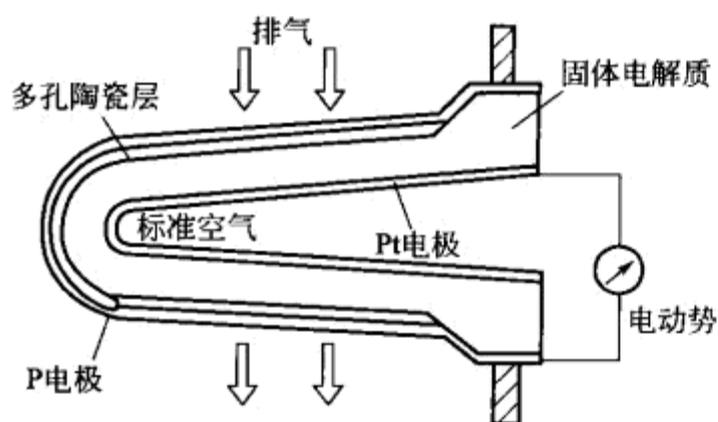


图 2-57 电压的产生机理

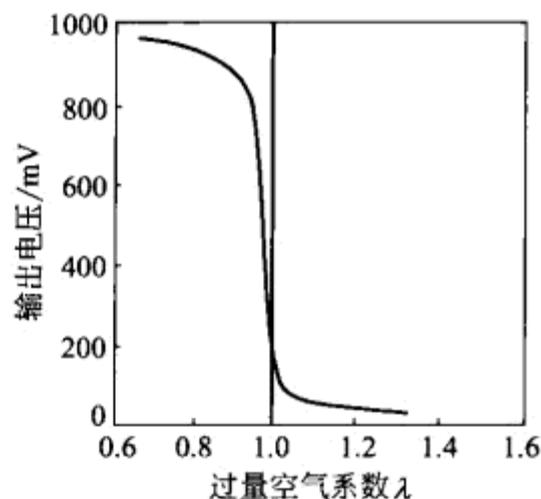


图 2-58 氧传感器电压特性

对于氧化锆式氧传感器的检查，可以利用控制组件上的监测灯及氧传感器用检测器确认氧传感器能否正常工作。在检测氧传感器之前要注意：氧传感器上电动势所形成的能量非常小，用普通的万用表是无法测定的，必须用高阻的数字式万用表或示波器才行。

以日产汽车为例氧传感器的检查步骤如下。

① 使发动机充分预热。

② 拔下压力调节器真空管，堵上歧管，使空燃比加大，如图 2-59 所示。

③ 在怠速状态下测量控制组件插座的端电压。氧传感器上的电压应大于 0.5V。如图 2-60 所示。

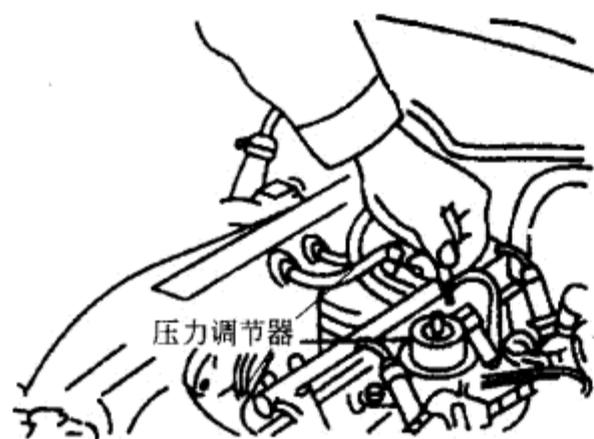


图 2-59 检测氧传感器前的准备

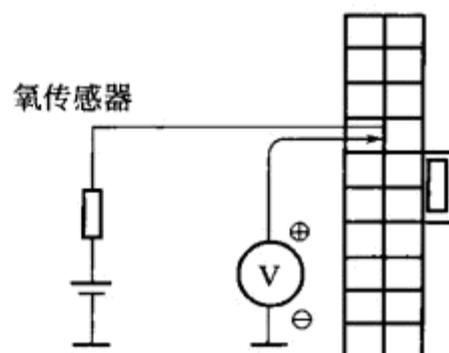


图 2-60 检测氧传感器上的电压

## (二) 氧化钛式氧传感器

这种氧传感器采用了半导体材料二氧化钛 (TiO<sub>2</sub>)，二氧化钛属 N 型半导体，其电阻值的大小取决于周围环境的氧浓度情况，故又称为电阻型氧传感器。它也可以用于检测排放气体中的氧浓度，以便掌握空燃比。

图 2-61 为氧化钛式氧传感器的结构图。在氧化钛元件中嵌有圆板形铂电极，它的周围有陶瓷。在绝缘体的一端，就是氧化钛元件和热敏电阻，从两极和两个元件的连接点处共引出三根引线，在绝缘体表面上绕有钨丝，并引出两根引线。传感器一般安装于排气歧管或尾管上，同时可借助排气高温将传感器加热至适当的工作温度。

当周围氧气比较多时，二氧化钛的阻值增大；反之，当周围氧气比较少时，二氧化钛的阻值减小。所以，二氧化钛氧传感器的阻值在理论空燃比附近处急剧变化，输出电压也急剧地变化。用二氧化钛制作的氧传感器有三个端子，即基准电源、输出和搭铁。二氧化钛的阻值随温度的变化情况如图 2-62 所示。与二氧化钛元件串联的热敏电阻起温度补偿作用。当温度很低时，二氧化钛的阻值很大而无法正常工作，对此进行快速预热激活，所以传感器上配装了加热器。

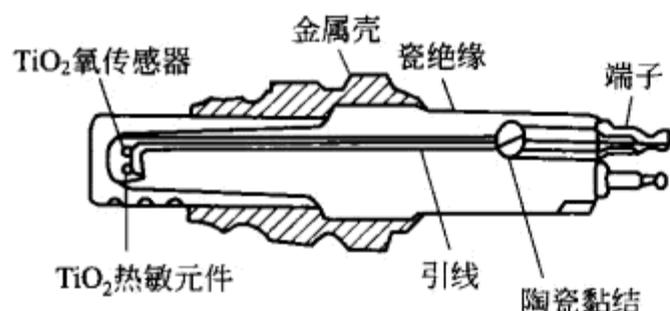


图 2-61 氧化钛式氧传感器结构

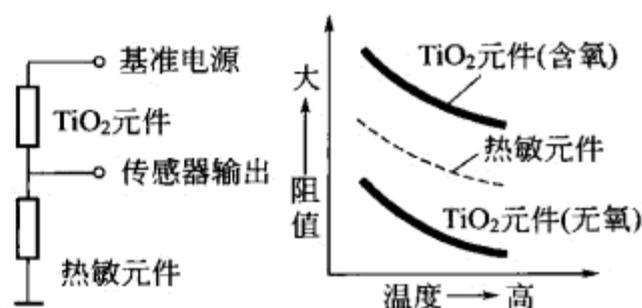


图 2-62 氧化钛式氧传感器的特性

## 六、霍尔式曲轴位置传感器

霍尔式曲轴位置传感器是利用霍尔效应原理，产生与曲轴转角相对应的电压脉冲信号。

### (一) 采用触发叶片的霍尔式曲轴位置传感器

美国通用公司的霍尔式曲轴位置传感器安装在曲轴前端，采用触发叶片的结构，如图 2-63 所示。在发动机曲轴带轮前端固装着内外两个带触发叶片的信号轮，与曲轴一起旋转。外信号轮外缘上均匀分布着 18 个触发叶片和 18 个窗口，每个触发叶片和窗口的宽度均为  $10^\circ$  弧长；内信号轮外缘上设有 3 个触发叶片和 3 个窗口，3 个触发叶片的宽度亦不相同，分别为  $20^\circ$ 、 $30^\circ$  和  $10^\circ$  弧长。由于内信号轮的安装位置关系，宽度为  $100^\circ$  弧长的触发叶片前沿位于一、四缸上止点前  $75^\circ$ ， $90^\circ$  弧长的触发叶片前沿在六、三缸上止点前  $75^\circ$ ， $110^\circ$  弧长的触发叶片前沿在五、二缸上止点前  $75^\circ$ 。

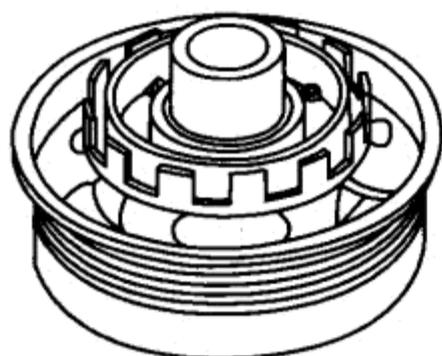
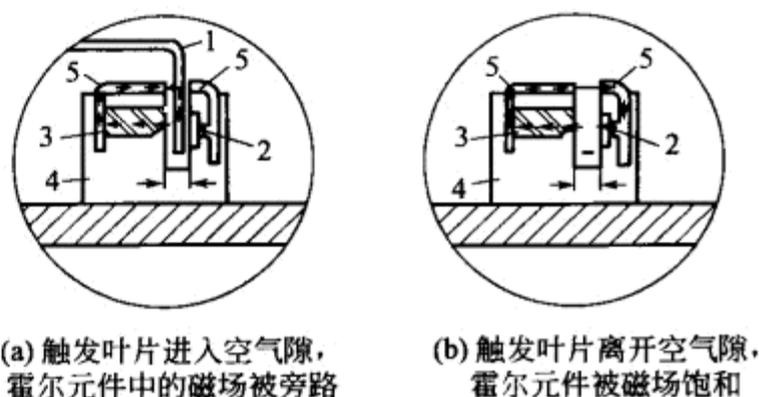


图 2-63 霍尔式曲轴位置传感器 (GM 公司)



(a) 触发叶片进入空气隙，霍尔元件中的磁场被旁路  
(b) 触发叶片离开空气隙，霍尔元件被磁场饱和

图 2-64 霍尔发生器的工作原理  
1—信号轮的触发叶片；2—霍尔元件；  
3—永久磁铁；4—底板；5—导磁板

霍尔信号发生器由永久磁铁、导磁板和霍尔集成电路等组成，如图 2-64 所示。内外信号轮侧面各设置一个霍尔信号发生器，信号轮转动时，每当叶片进入永久磁铁与霍尔元件之间的空气隙中时，霍尔集成电路中的磁场即被触发叶片所旁路（或称隔磁），如图 2-64(a) 所示，这时不产生霍尔电压。当触发叶片离开空气隙时，永久磁铁 3 的磁通便通过导磁板 5 穿过霍尔元件，这时产生霍尔电压。将霍尔元件间隙产生的霍尔电压信号经霍尔集成电路放大整形后，即向电脑输送电压脉冲信号。外信号轮每旋转一周产生 18 个脉冲信号，称为 18X 信号。一个