

# 第二篇 汽车电子控制系统

## 第八章 汽车电子控制技术基础

### 第一节 概述

汽车电子控制技术的发展是和固态电子技术和计算机技术的发展紧密相关的。实际的需求和相关技术的成熟共同保证了汽车电子控制技术从理想变成现实。

汽车电子控制技术最初是为了提高汽车的性能，特别是发动机的经济性和降低排放污染，接着将电子控制技术应用到安全和舒适领域，相继出现了**ABS**系统，电控悬挂系统，驱动控制系统等。汽车电子领域目前和以后的发展主要是不断提高汽车的智能化水平，充分利用快速发展的信息网络技术，使汽车使用更加舒适，方便，安全，环保，有趣。

# 汽车电子控制系统的基本组成

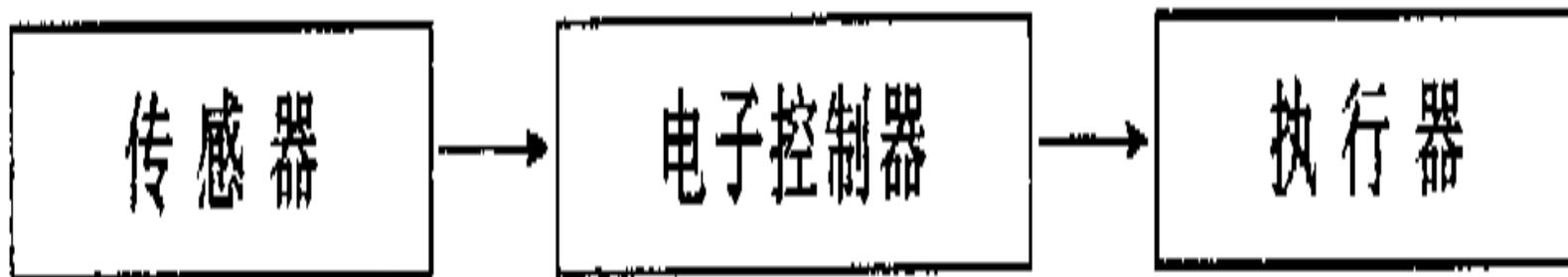


图 8-1 汽车电子控制系统基本组成

# 发动机转速与曲轴位置传感器

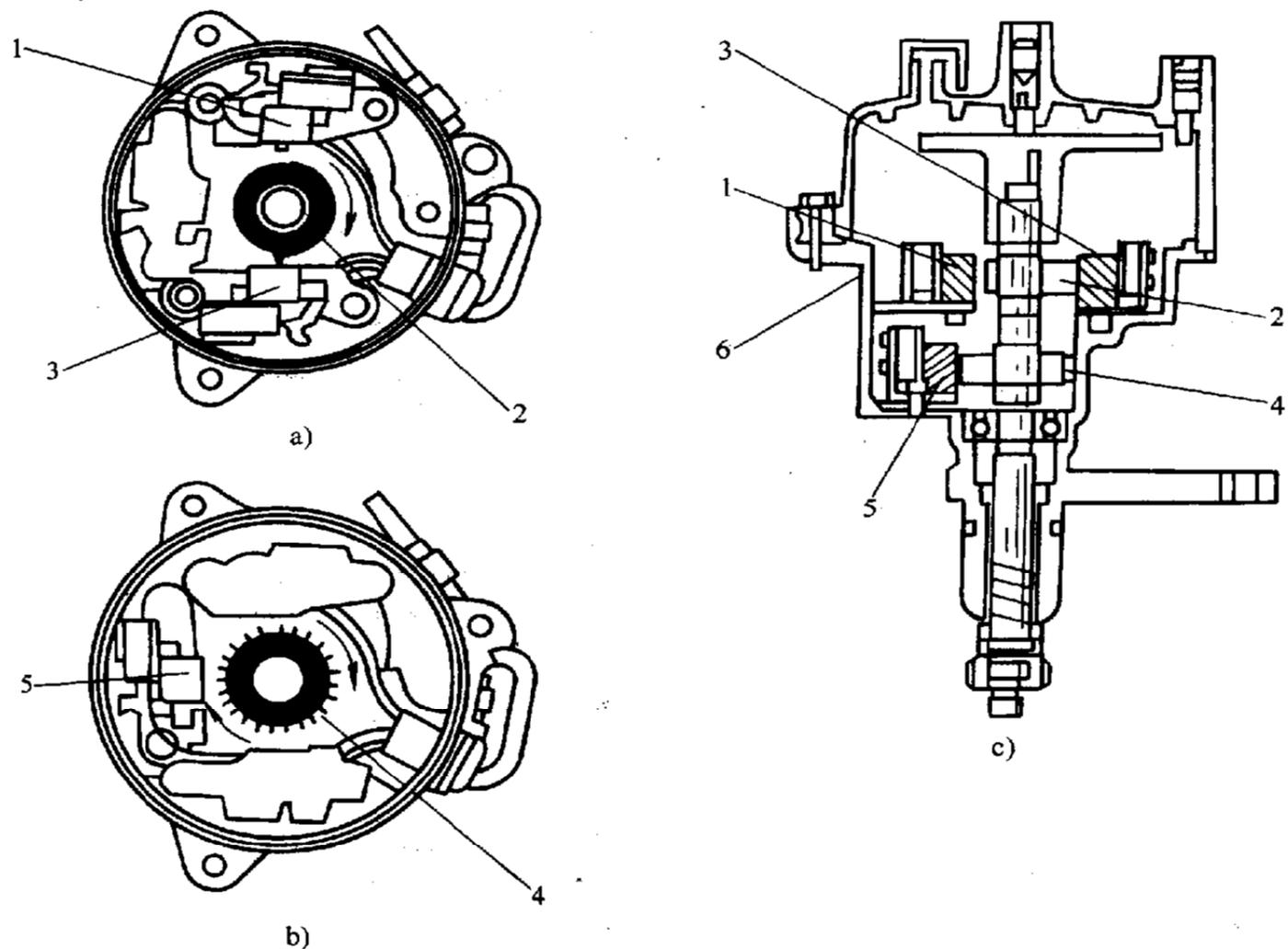
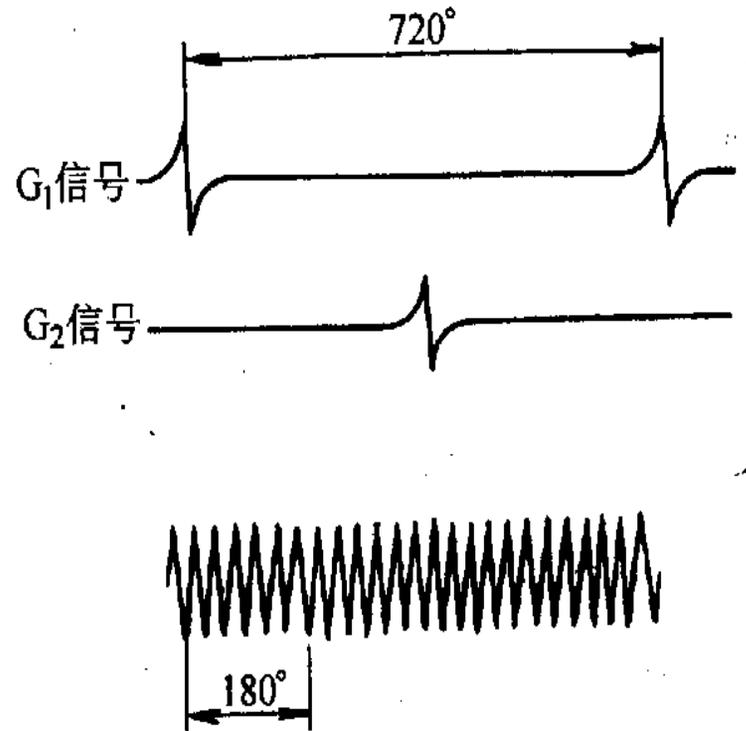
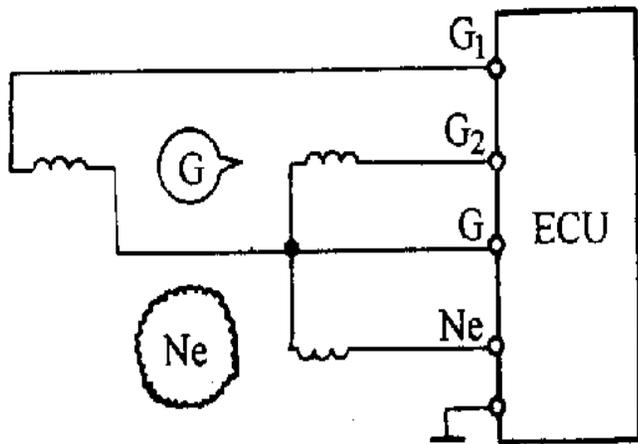


图 8-2 在分电器内的磁感应式发动机转速与曲轴位置传感器

1— $G_1$  感应线圈 2—G 转子 3— $G_2$  感应线圈 4—Ne 转子 5—Ne 感应线圈 6—分电器壳

# 磁感应式发动机转速与曲轴位置传感器的不同形式



a)

# 磁感应式发动机转速与曲轴位置传感器的不同形式

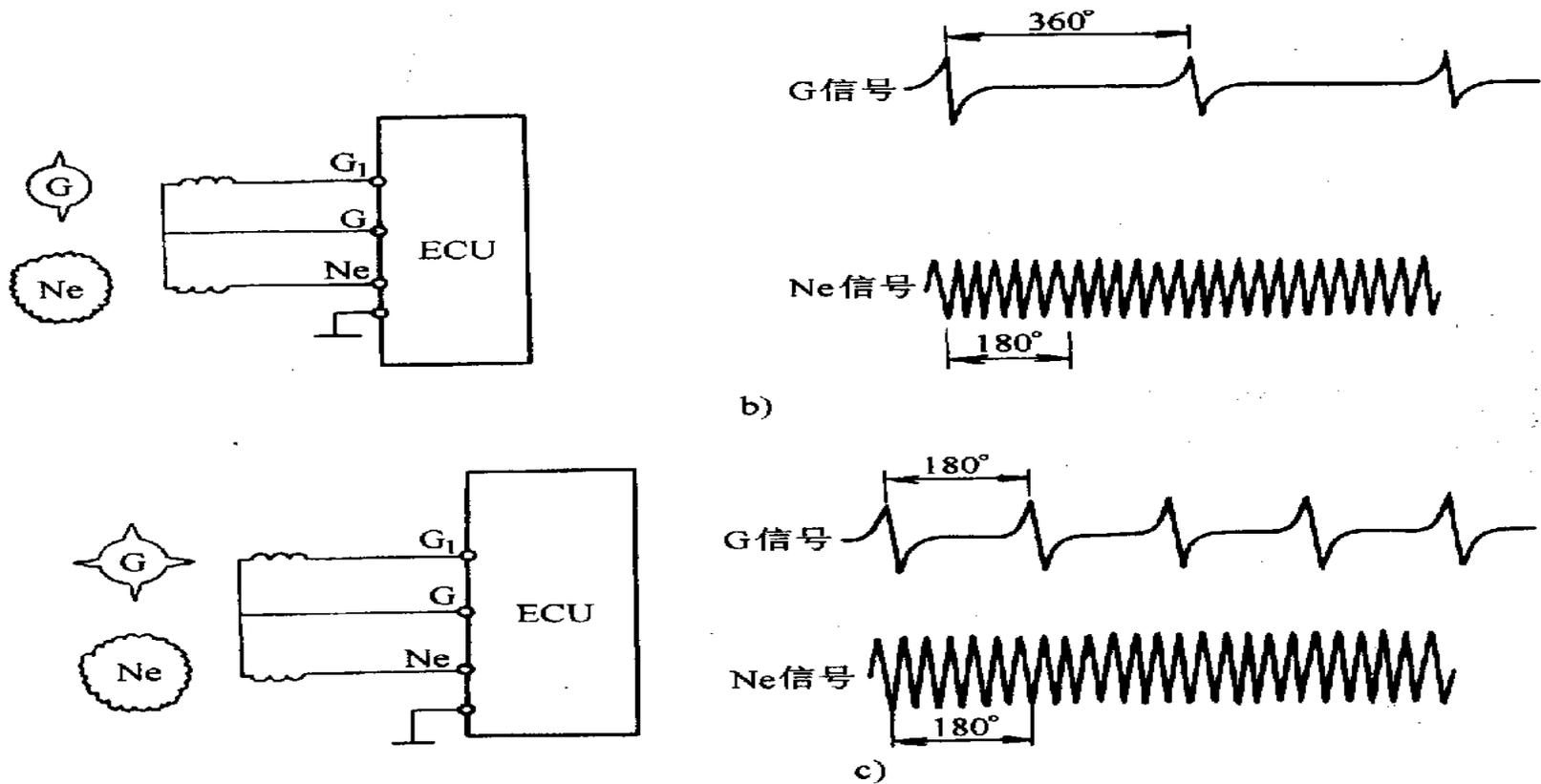


图 8-3 磁感应式发动机转速与曲轴位置传感器的不同形式

# 磁感应式传感器的工作原理

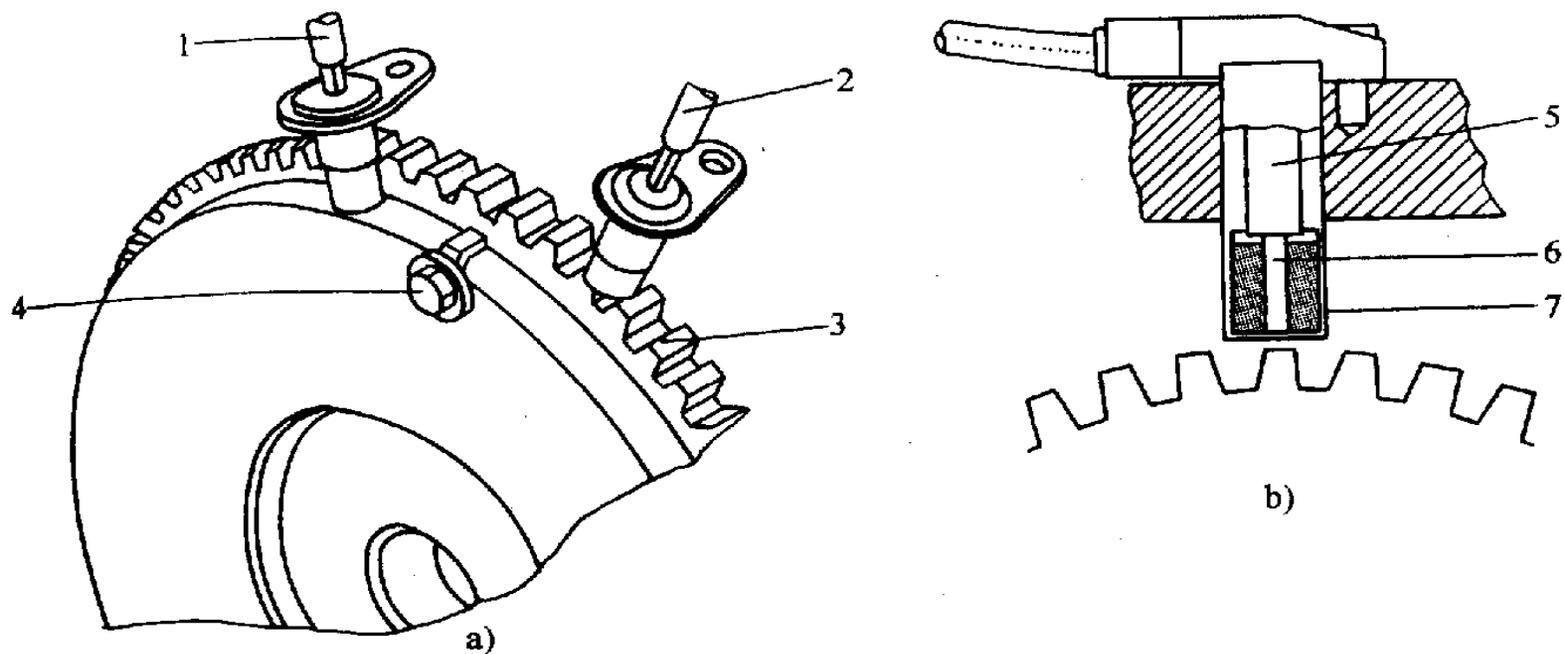


图 8-4 安装于飞轮处的磁感应式传感器

a) 安装位置 b) 内部结构

1—曲轴位置传感器 2—转速传感器 3—飞轮齿圈 4—曲轴位置标记  
5—永久磁铁 6—铁心 7—感应线圈

# 缺齿式转速和位置传感器

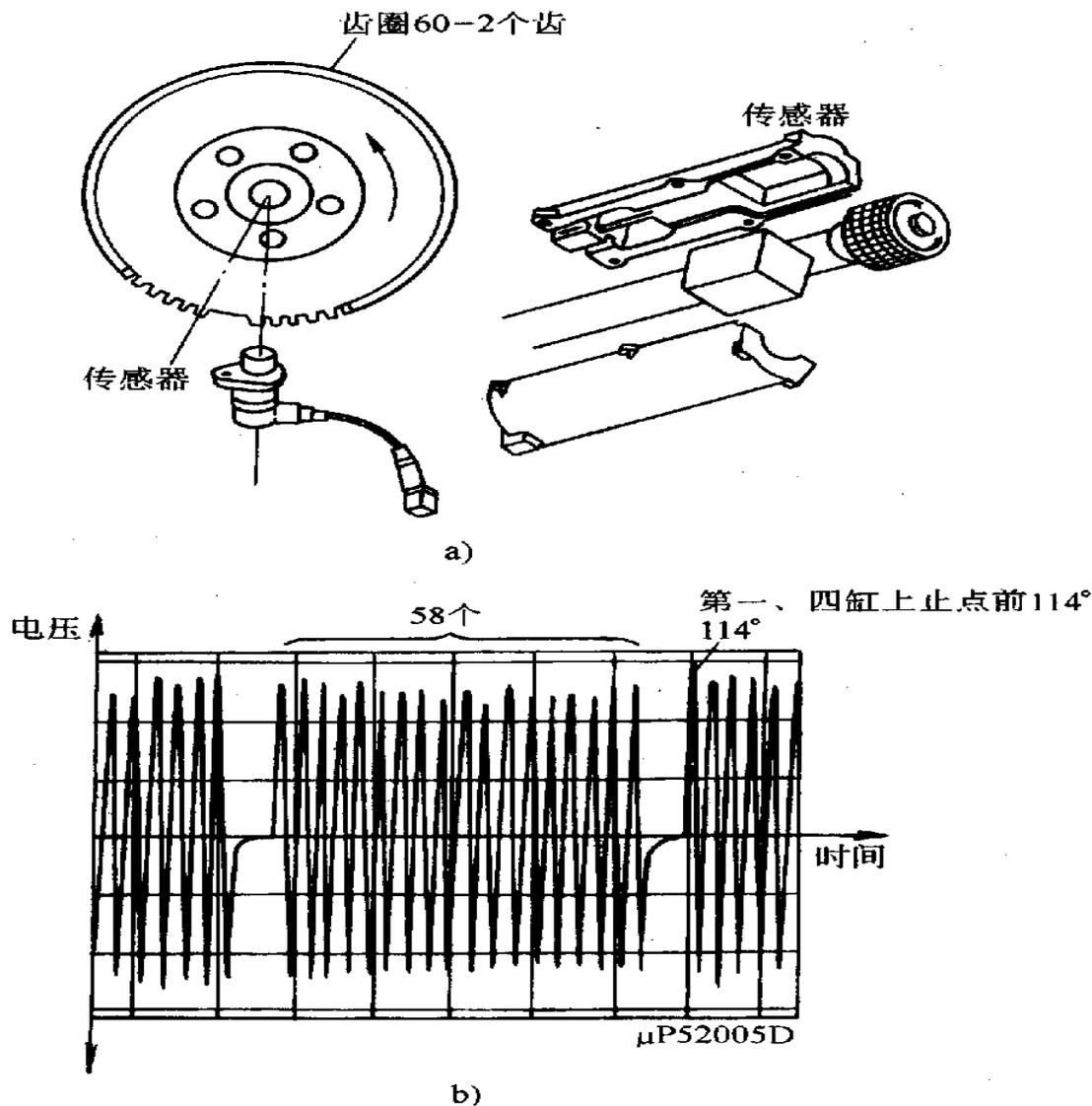


图 8-5 富康轿车用发动机转速与曲轴位置传感器  
a) 传感器组成 b) 传感器信号电压波形

# 光电式发动机转速与曲轴位置传感器

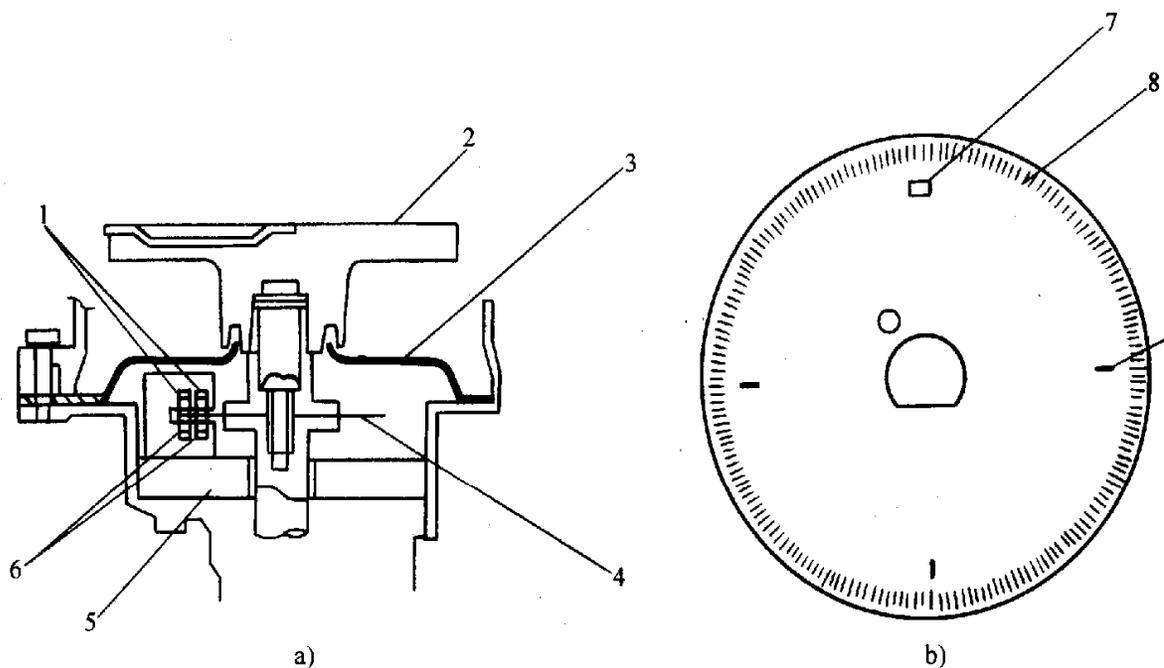


图 8-6 光电式发动机转速与曲轴位置传感器

a) 原理简图 b) 遮光盘

1—发光管 2—分火头 3—密封盖 4—遮光盘 5—整形电路

6—光敏管 7—第一缸 180°信号缺口 8—1°信号缺口 9—180°信号缺口

# 霍尔效应式发动机转速与曲轴位置传感器

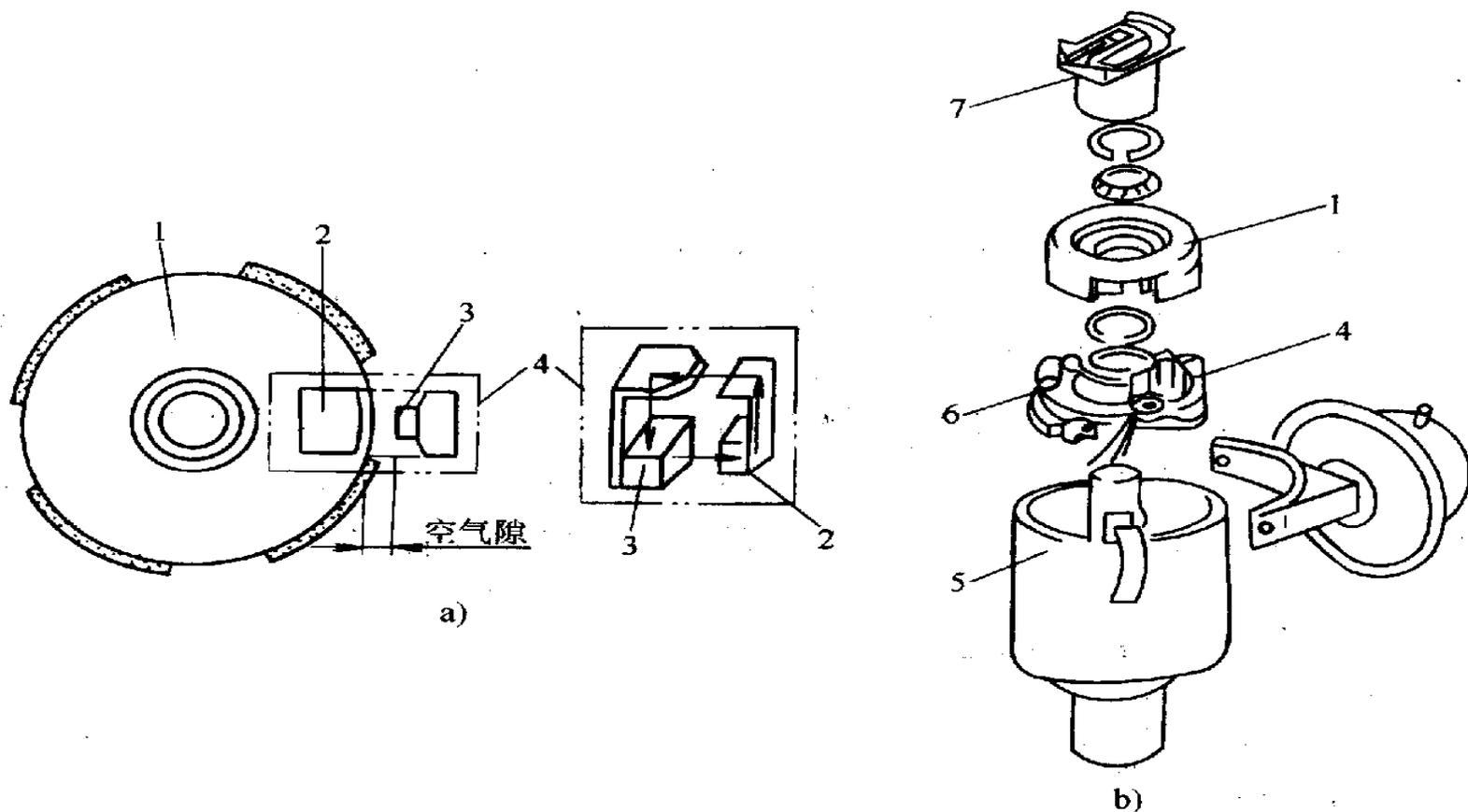
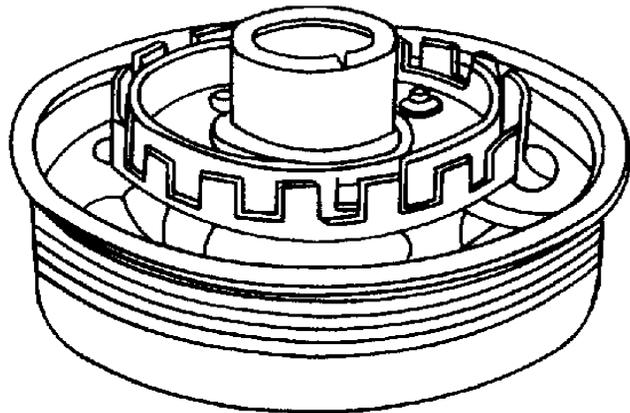
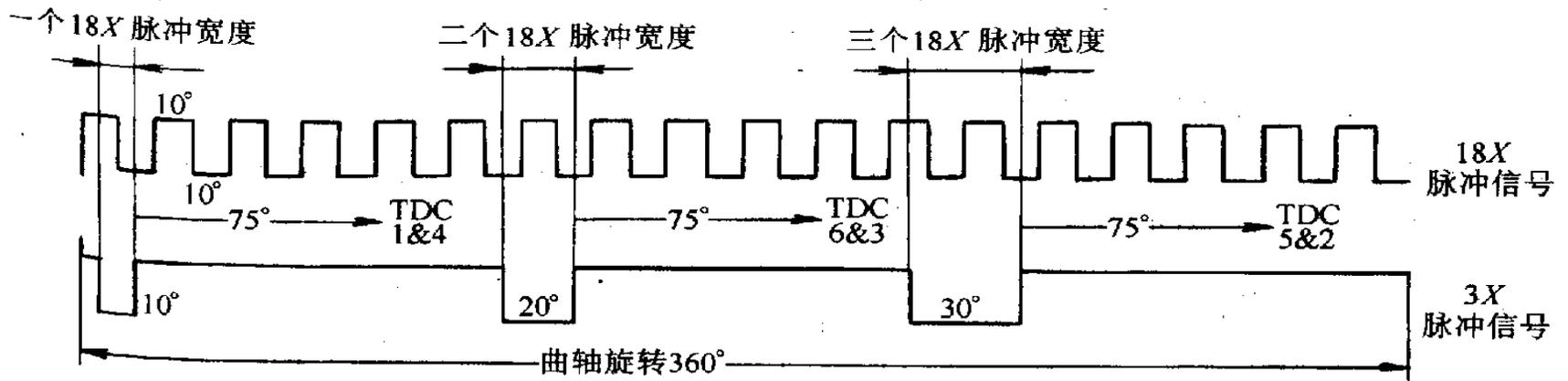


图 8-7 安装于分电器内的霍尔效应式传感器  
1—导磁转子 2—带导磁板的永久磁铁 3—霍尔元件及集成电路 4—信号触发开关  
5—分电器壳 6—信号触发开关托盘 7—分火头

# 导磁内外布置式



a)



b)

图 8-8 导磁转子内外布置的霍尔效应式传感器  
a) 传感器导磁转子布置形式 b) 传感器信号电压波形

# 空气流量传感器

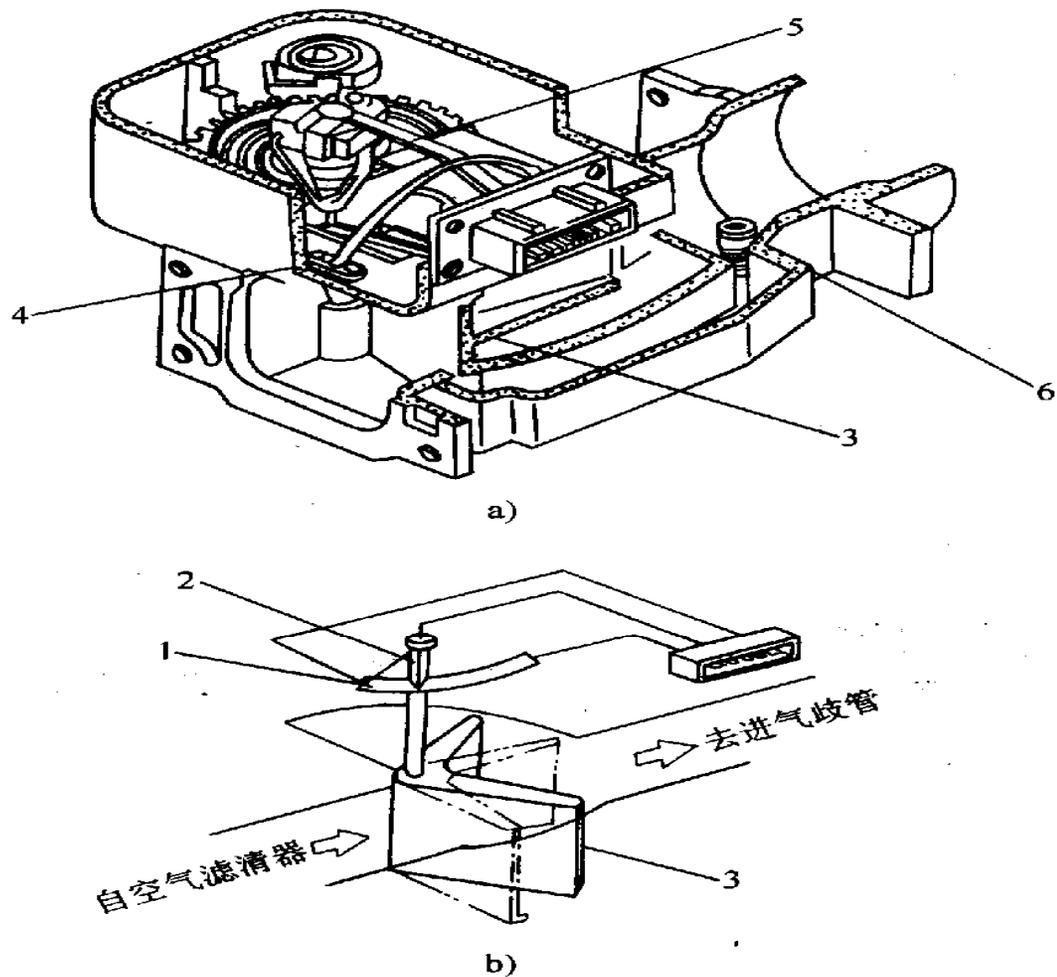


图 8-10 量板式空气流量传感器

a) 结构示意图 b) 原理示意图

1—电位计电阻 2—电位计滑片 3—量板 4—进气温度传感器  
5—电位计 6—怠速 CO 调整螺钉

# 空气流量计旁通道的作用

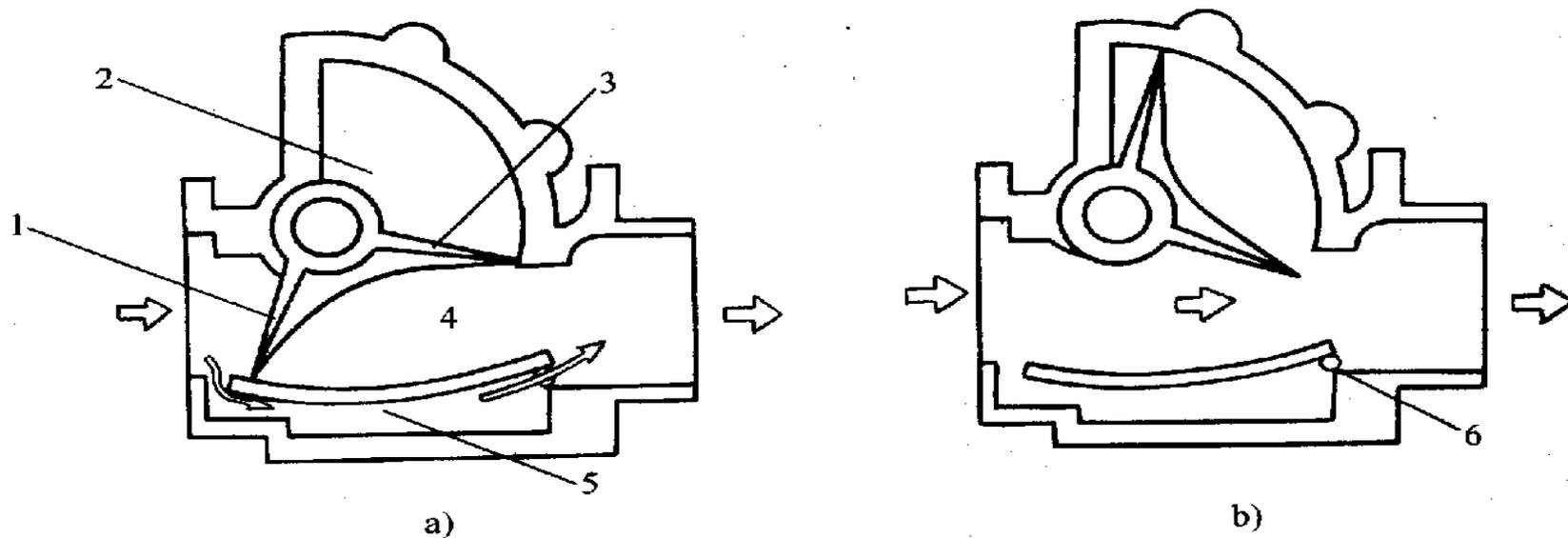


图 8-11 空气流量计旁通道的作用

a) 怠速时 b) 大负荷时

1—量板 2—缓冲室 3—阻尼板 4—进气主通道 5—旁通道

6—怠速 CO 调整螺钉

# 内部电路及工作特性

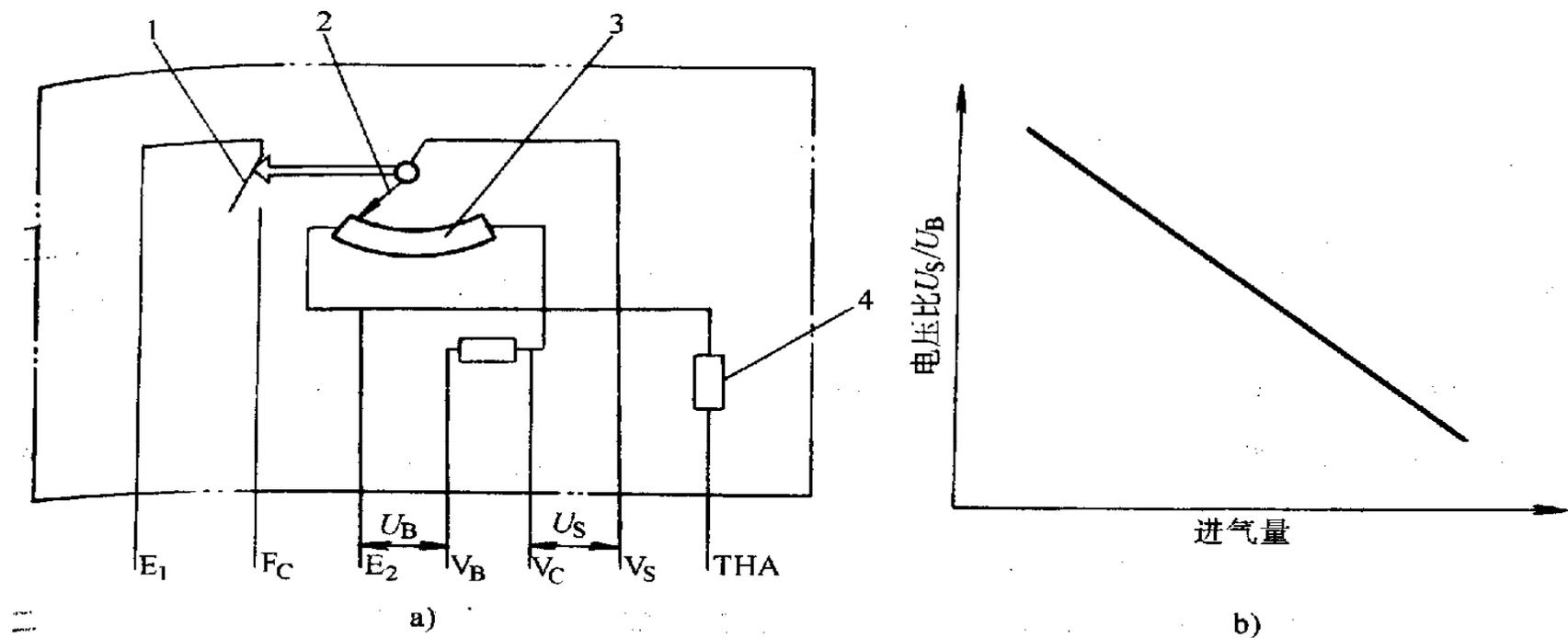


图 8-12 量板式空气流量传感器内部电路及工作特性

a) 内部电路 b) 工作特性

1—燃油泵开关 2—电位计滑片 3—电位计电阻 4—进气温度传感器

# 热式空气流量传感器

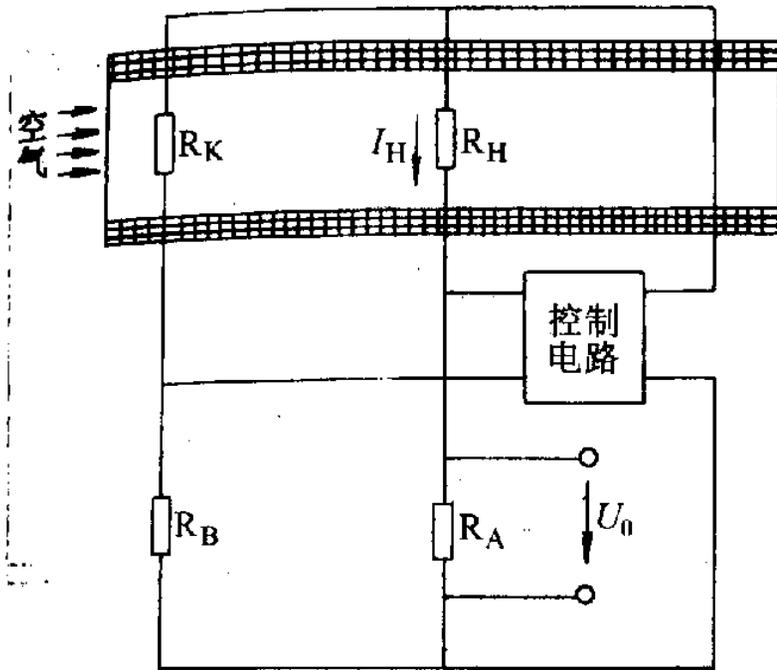


图 8-15 热式空气流量传感器基本原理

$R_K$ —温度补偿电阻  $R_H$ —电热体电阻

$R_A$ 、 $R_B$ —常值高精度电阻  $U_0$ —输出信号

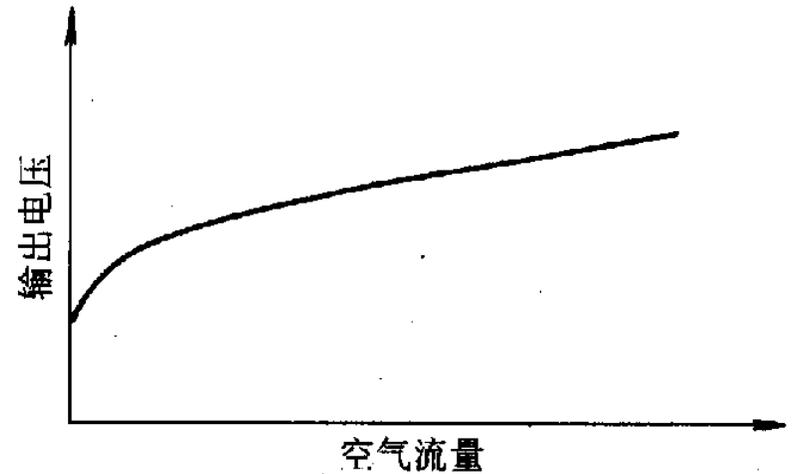
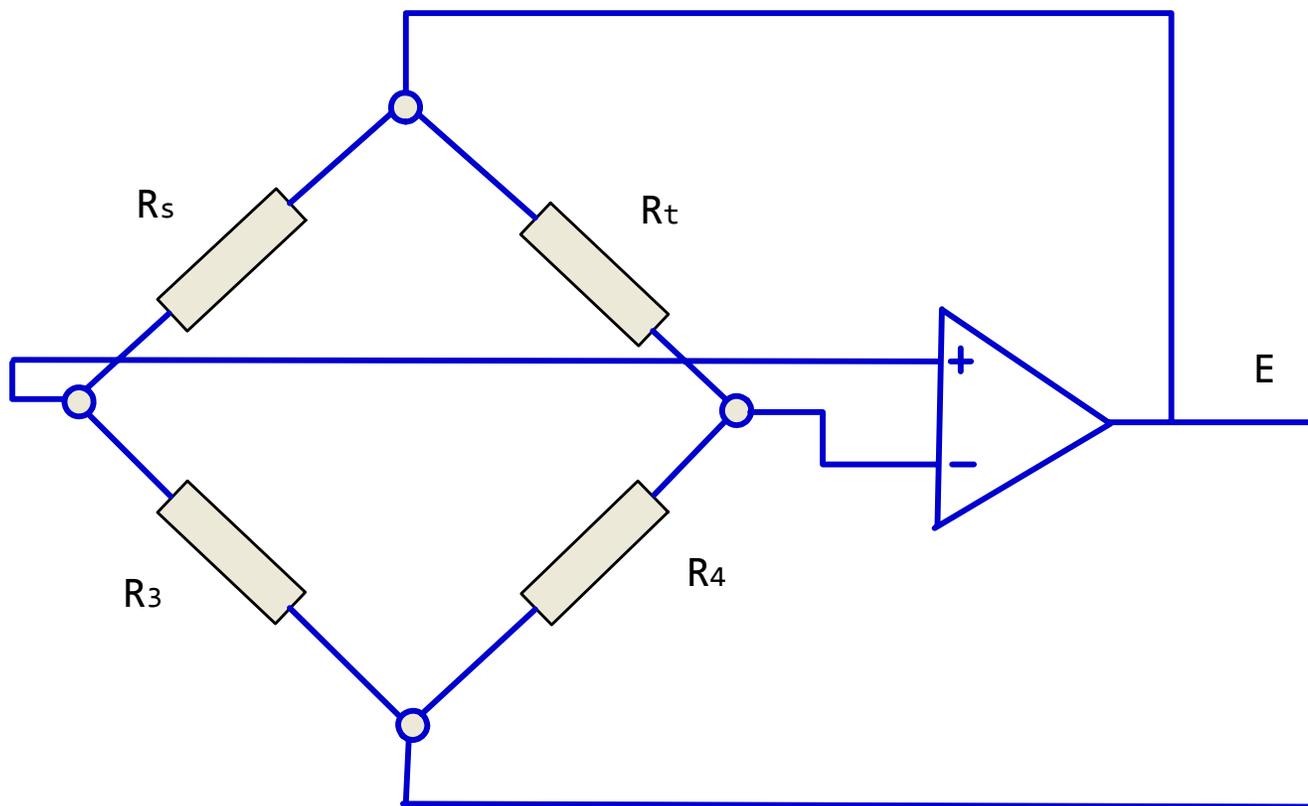


图 8-16 热式空气流量传感器输出特性

# 热线流量传感器控制电路



**$R_s$** 热线电阻， **$R_t$** 温度补偿电阻（冷线）， **$R_3$** ， **$R_4$** 比较电阻

# 热丝主流式空气流量传感器

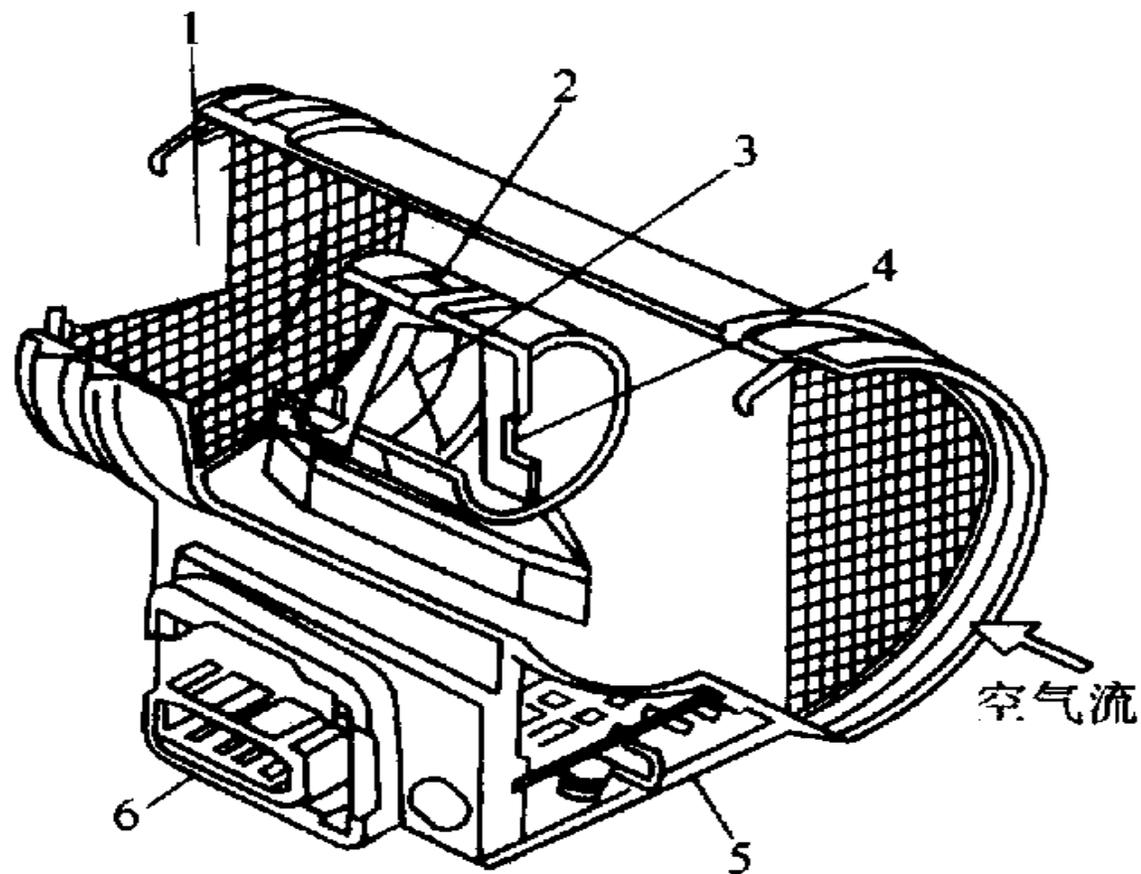


图 8-17 热丝主流式空气流量传感器

- 1—金属网    2—取样管    3—热丝  
4—温度传感器    5—控制电路    6—接线端子

# 热丝主流式空气流量传感器

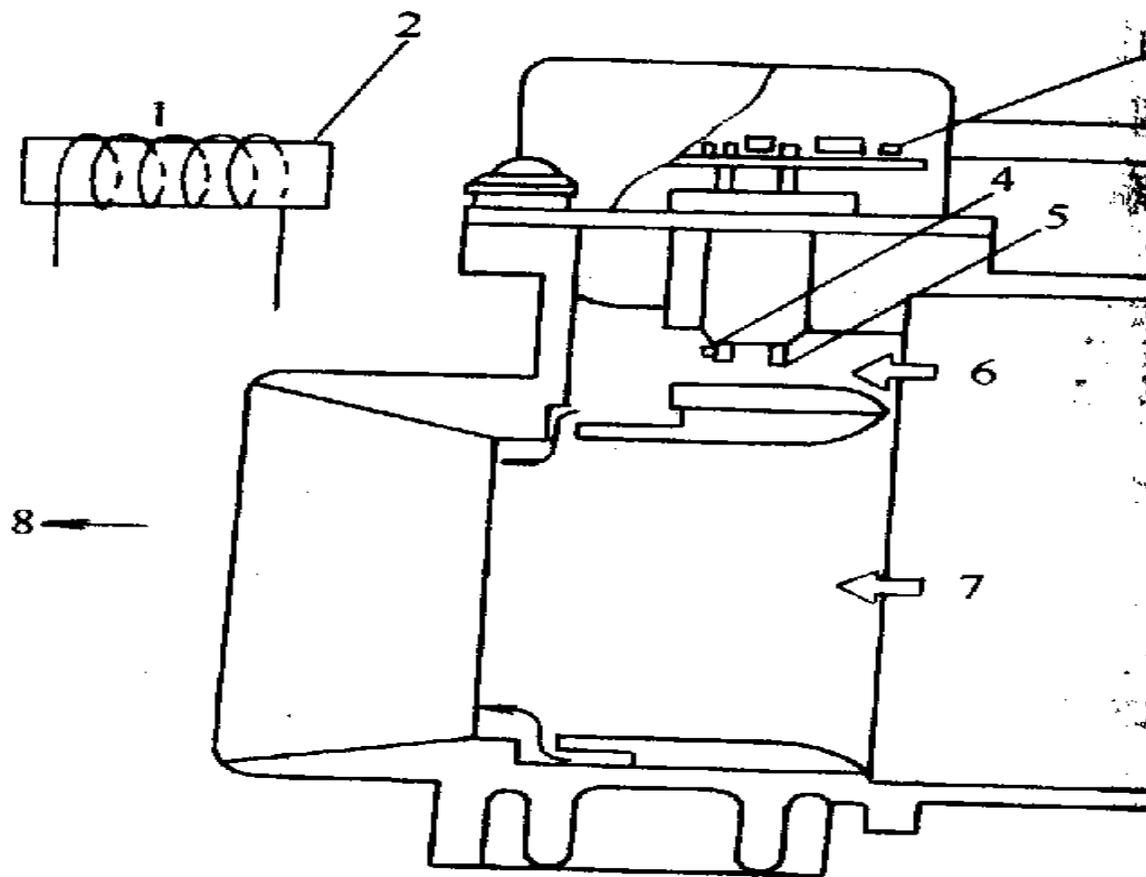


图 8-18 热丝旁通式空气流量传感器

- 1—冷丝或热丝    2—陶瓷螺线管    3—控制回路  
 4—冷丝    5—热丝    6—旁通空气道    7—主空气道  
 8—通节气门

# 热膜式空气流量传感器

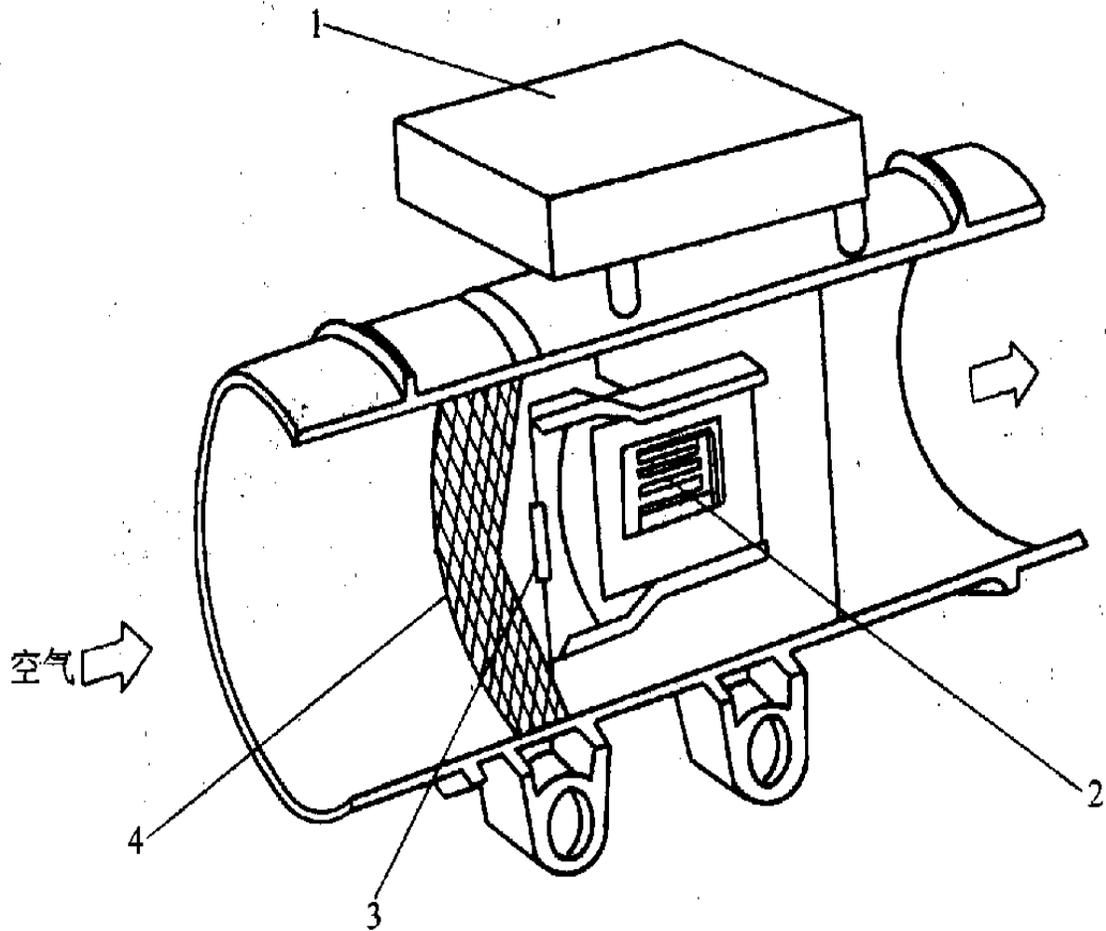


图 8-19 热膜式空气流量传感器

1—控制电路 2—热膜 3—温度传感器 4—金属网

# 压敏电阻式进气管压力传感器

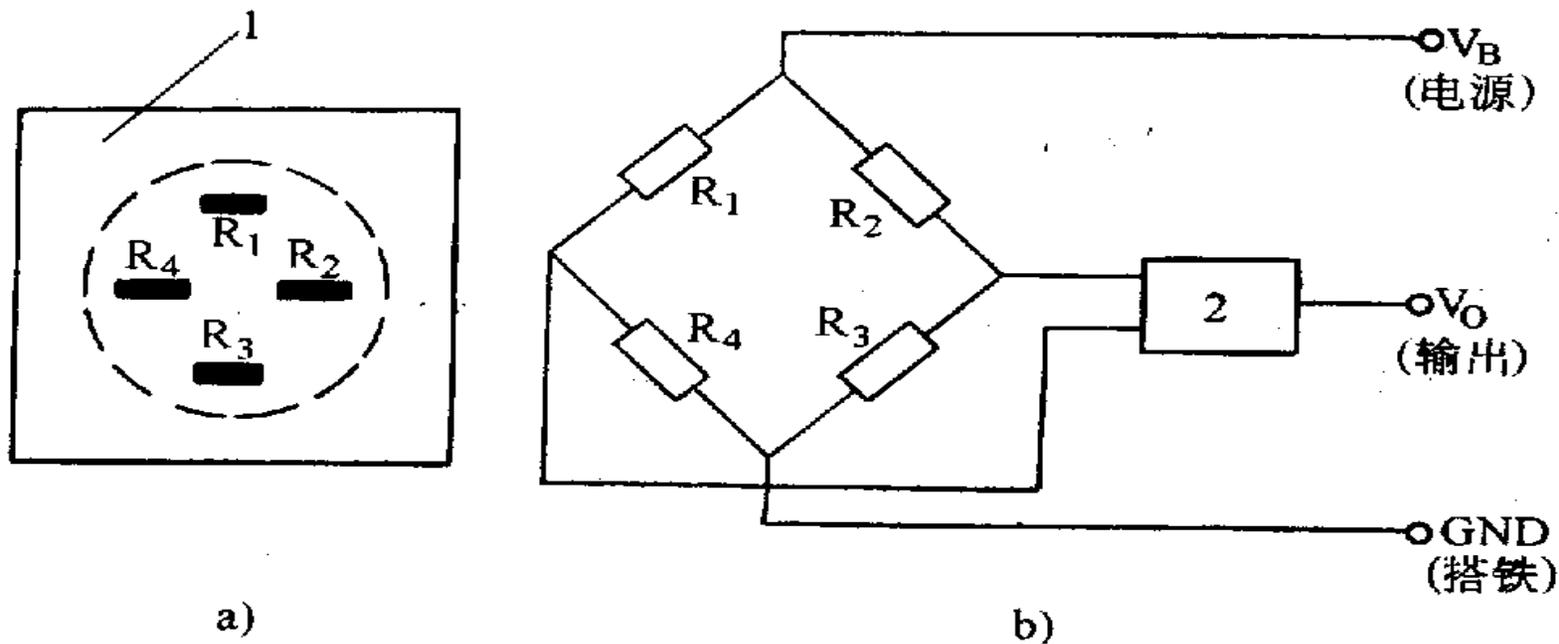


图 8-20 压敏电阻式传感器原理

a) 半导体应变片贴片位置 b) 传感器电路

1—硅膜片 2—集成放大电路  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ —半导体应变片

# 差分放大电路

输出电压:

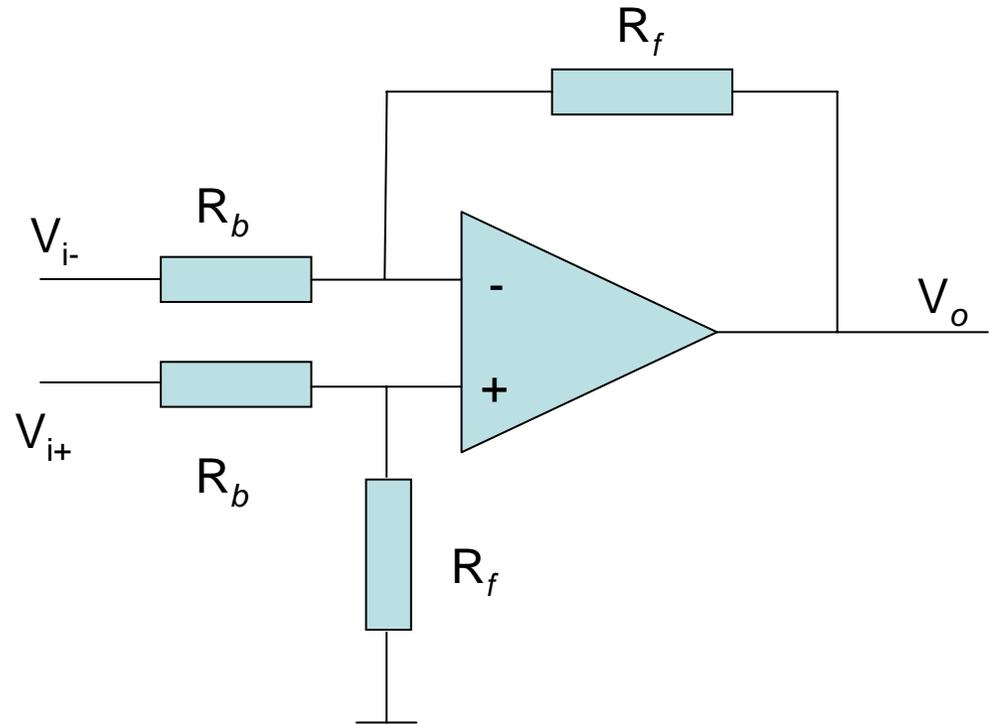
$$V_o = R_f / R_b (V_{i+} - V_{i-})$$

增益:

$$A_f = R_f / R_b$$

共模输入电阻:

$$R_{ic} = (R_f + R_b) / 2$$



# 进气压力传感器结构和特性

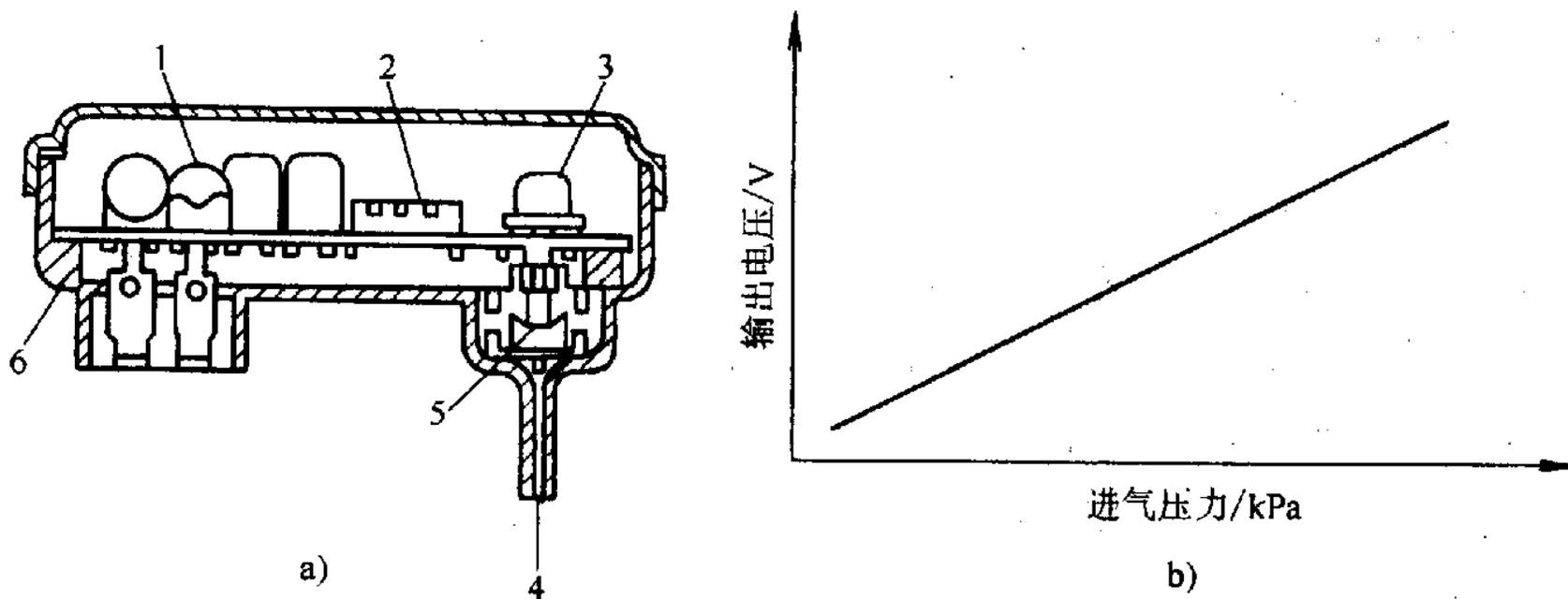


图 8-21 半导体压敏电阻式进气管压力传感器

a) 结构示意图 b) 工作特性

1—滤波器 2—混合集成放大电路 3—压力转换元件

4—进气管压力 5—滤清器 6—外壳

# 电容式进气管压力传感器

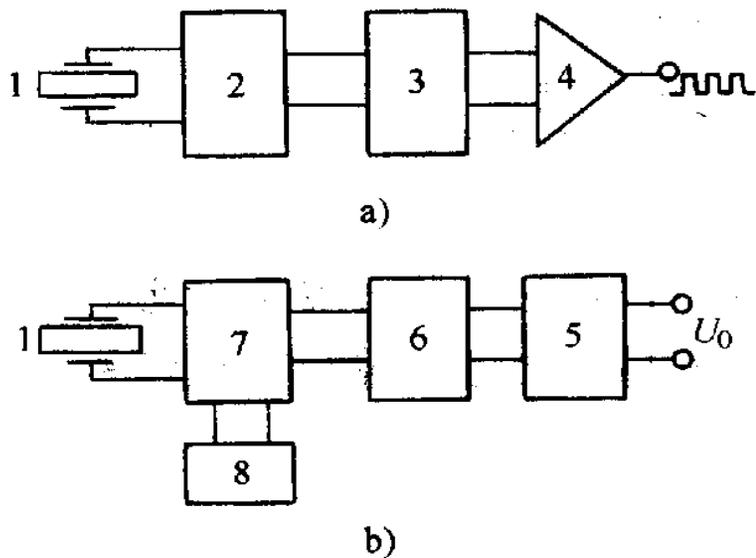


图 8-22 电容式压力传感器原理

a) 频率检测式 b) 电压检测式

- 1—电容式压力敏感元件 2—振荡电路  
 3—整流电路 4—放大器 5—滤波电路  
 6—检波电路 7—载波与交流放大电路  
 8—振荡器

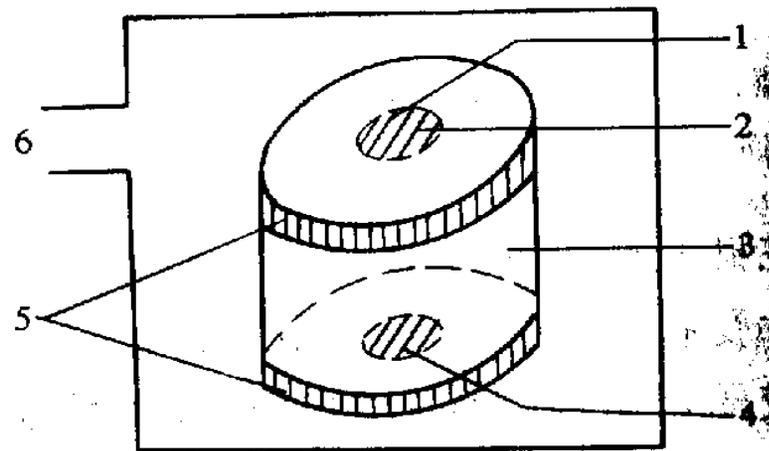


图 8-23 电容式进气管压力传感器

- 1、4—电极引线 2—厚膜电极  
 3—绝缘介质 5—氧化铝膜片  
 6—进气管压力

# 温度传感器

表 8-1 汽车电子控制系统用温度传感器

传感器名称	主要作用
发动机冷却液温度传感器	检测发动机冷却液的温度,用于点火时间和喷油量的修正控制;怠速稳定、自动变速器变矩器锁止控制;发动机排放等控制
进气温度传感器	检测进气的温度,用于点火时间和喷油量修正控制
燃油温度传感器	检测燃油箱中燃油的温度,用于喷油量修正控制
自动变速器油温度传感器	检测变速器油箱中自动变速器油的温度,用于变速器换档、自动变速器油循环控制
车厢温度传感器	检测车厢内的温度,用于汽车空调温度自动控制
车外温度传感器	检测车厢外的温度,用于汽车空调温度自动控制
蒸发器温度传感器	检测汽车空调蒸发器处的制冷剂温度,用于空调温度自动控制
排气温度传感器	检测三元催化反应器的温度,用于排气温度报警

# 几种热敏电阻特性比较

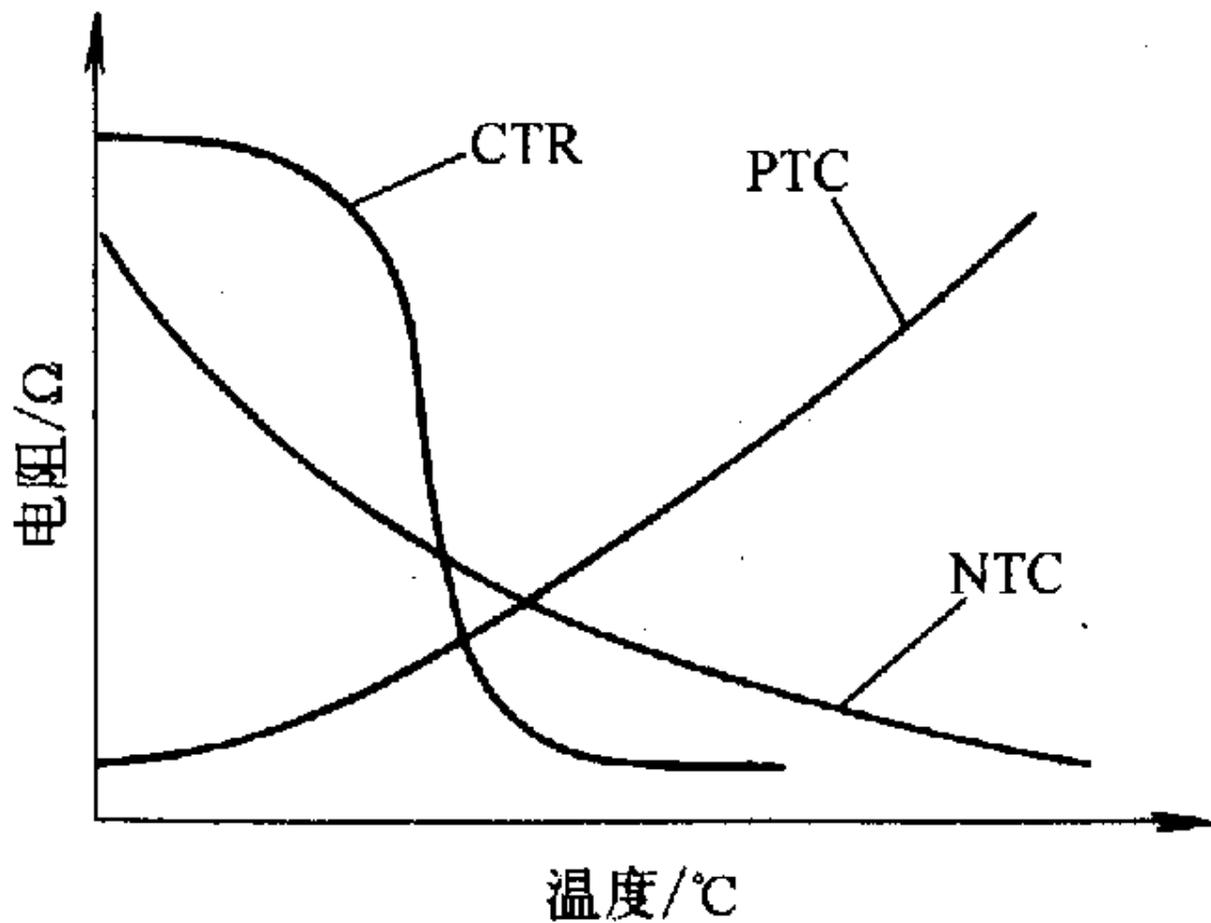


图 8-24 热敏电阻的温度特性

# 热敏电阻温度传感器常见结构

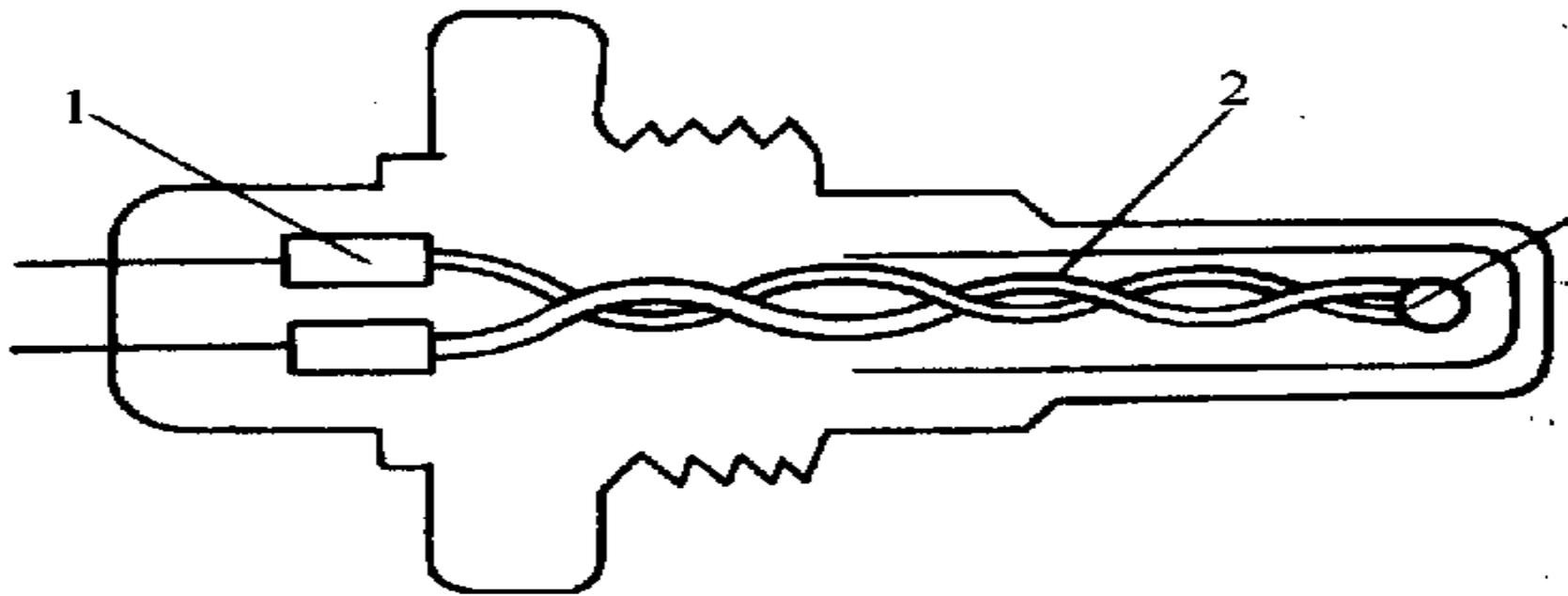


图 8-25 热敏电阻式温度传感器

1—接线端子 2—引线 3—热敏元件

# 线绕式温度传感器及工作原理

$$R_t = R_0(1 + \alpha T)$$

$T$ ——测量温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$\alpha$ ——电阻丝的温度系数;

$R_0$ ——电阻丝在  $0^{\circ}\text{C}$  时的电阻值;

$R_t$ ——电阻丝在  $T^{\circ}\text{C}$  时的电阻值。

各种金属的温度系数如表 8-2 所示。

表 8-2 各种金属的温度系数

材料	铜	银	铂	镍
温度系数 $\alpha$	0.0043	0.0041	0.0039	0.0068

- 其他类型温度传感器

1. 扩散电阻式温度传感器

2. 金属芯式温度传感器

3. 半导体晶体管式温度传感器

# 节气门位置传感器

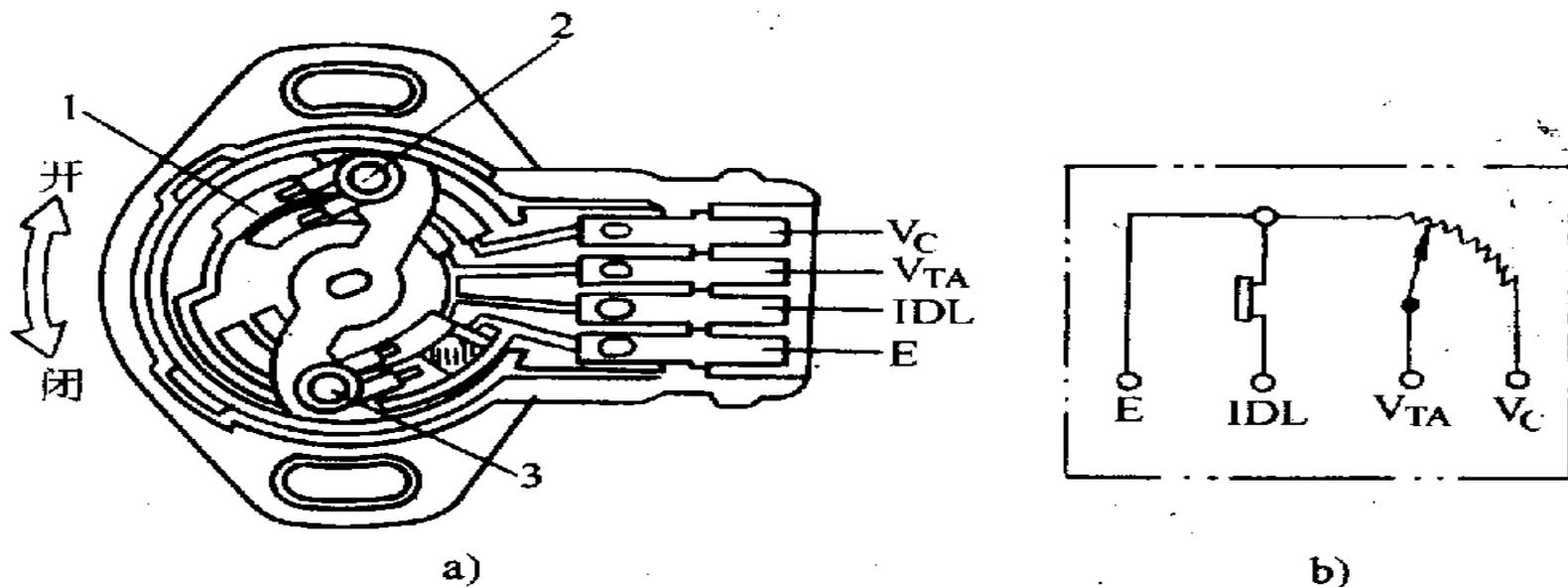


图 8-26 线性式节气门位置传感器

a) 结构 b) 内部电路

1—滑片电阻 2—测节气门位置滑片 3—测节气门全关滑片

$V_C$ —电源  $V_{TA}$ —节气门位置输出信号  $IDL$ —怠速触点  $E$ —接地

线性  
节气  
门位  
置传  
感器  
输出  
特性

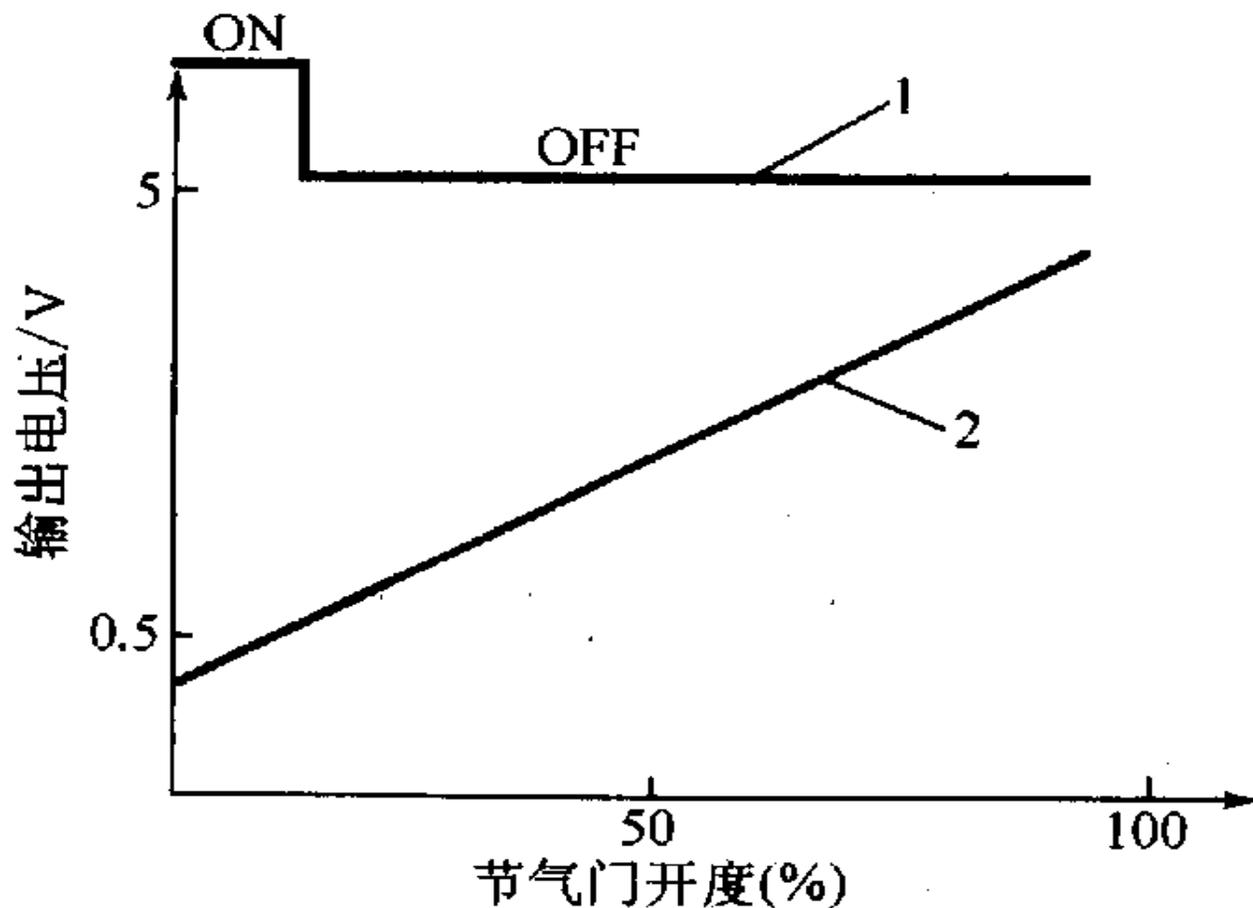


图 8-27 线性式节气门位置传感器输出特性

1—怠速触点信号 2—节气门开度信号

# 开关式节气门位置传感器及输出特性

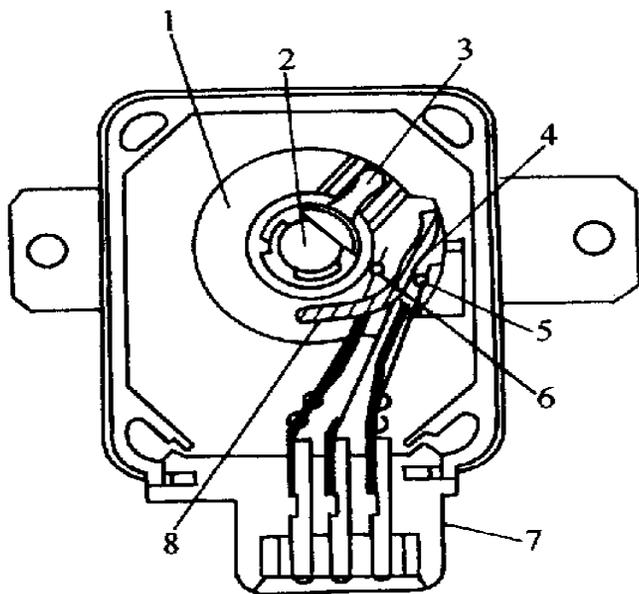


图 8-28 开关式节气门位置传感器  
1—导向凸轮 2—节气门轴 3—控制杆  
4—移动触点 5—怠速触点  
6—节气门全开触点 7—线路连接器  
8—导向槽

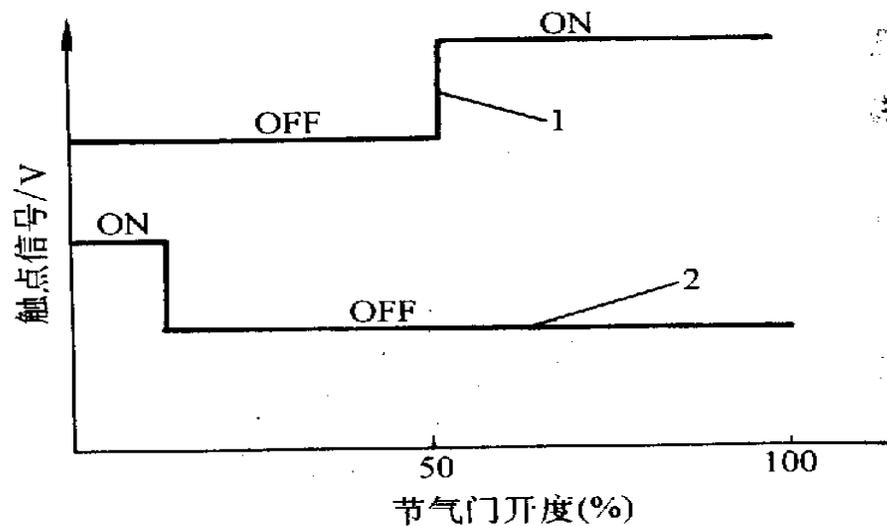


图 8-29 开关式节气门位置传感器输出特性  
1—节气门全开触点信号 2—怠速触点信号

# 氧化锆型氧传感器

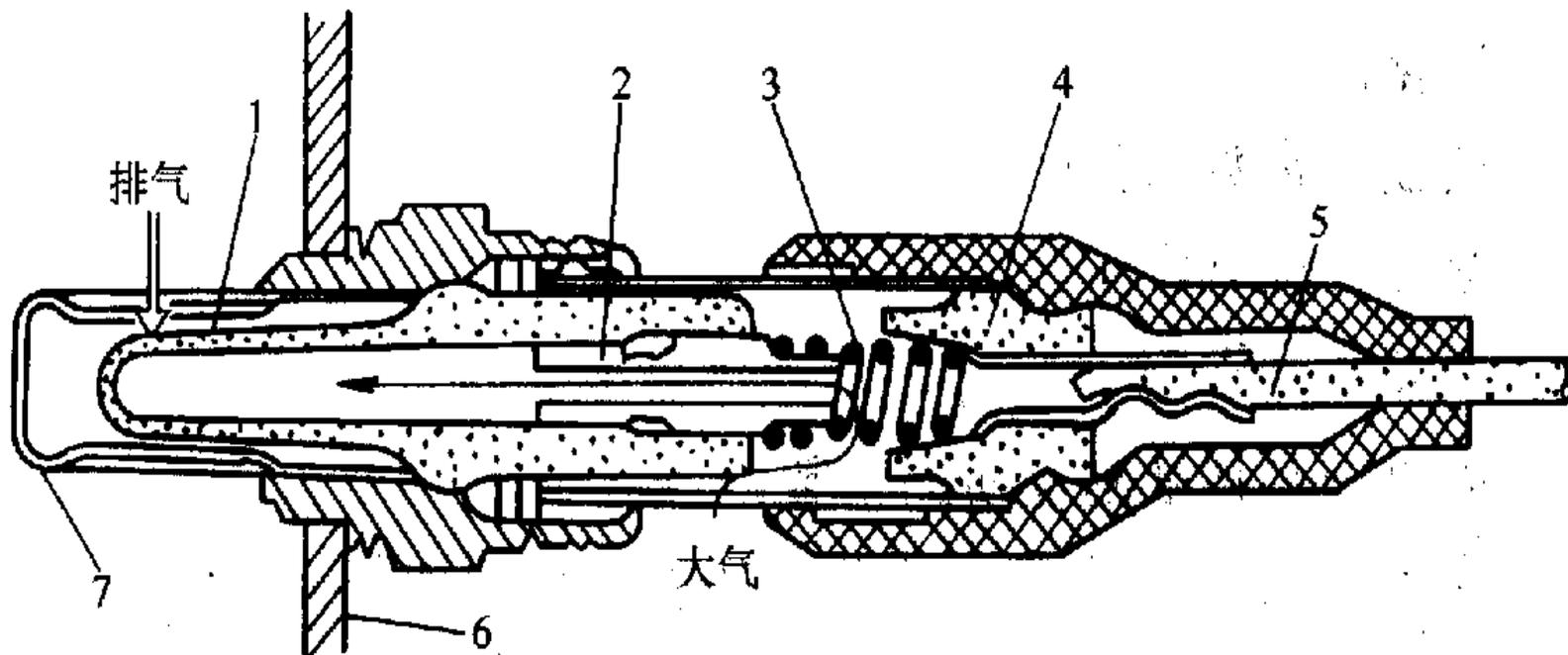


图 8-30 氧化锆型氧传感器

- 1—锆管 2—电极 3—弹簧 4—绝缘支架 5—接线端子  
6—排气管壁 7—导入排气孔罩

# 氧化锆型氧传感器输出特性

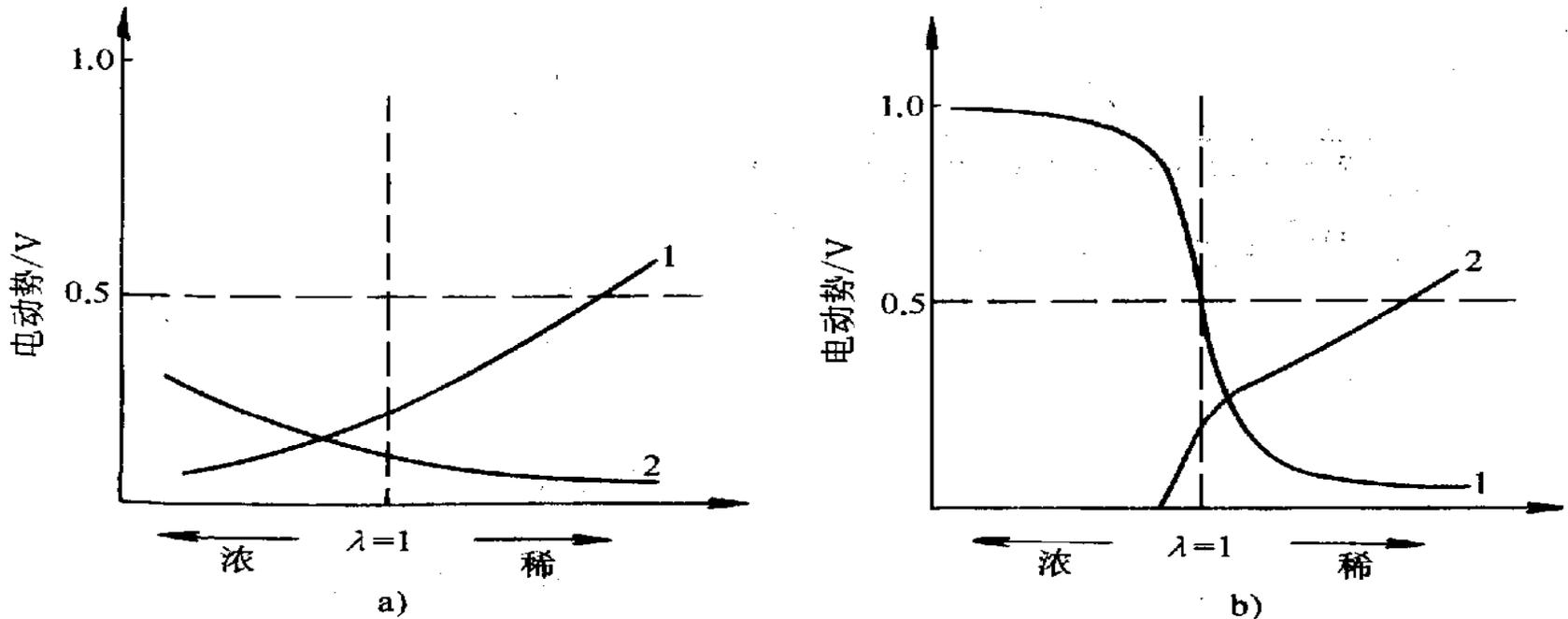


图 8-31 氧化锆型氧传感器输出特性

a) 无铂催化作用 b) 有铂催化作用

1—氧传感器输出的电动势 2—氧传感器表面的  $O_2$  浓度  $\lambda$ —过量空气系数

# 氧化钛型氧传感器结构

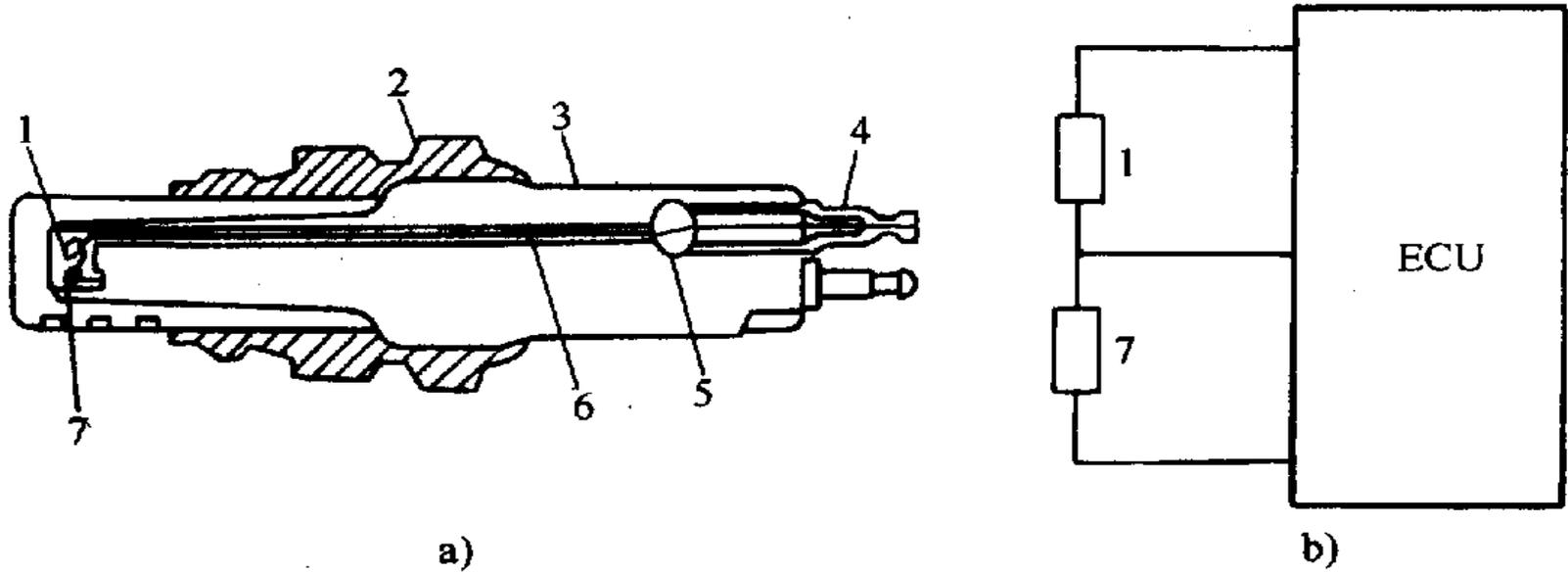


图 8-32 氧化钛型氧传感器

a) 结构 b) 电路连接

- 1—二氧化钛元件 2—金属壳 3—瓷体 4—接线端子 5—陶瓷粘结  
6—引线 7—热敏元件

# 氧化钛型氧传感器输出特性

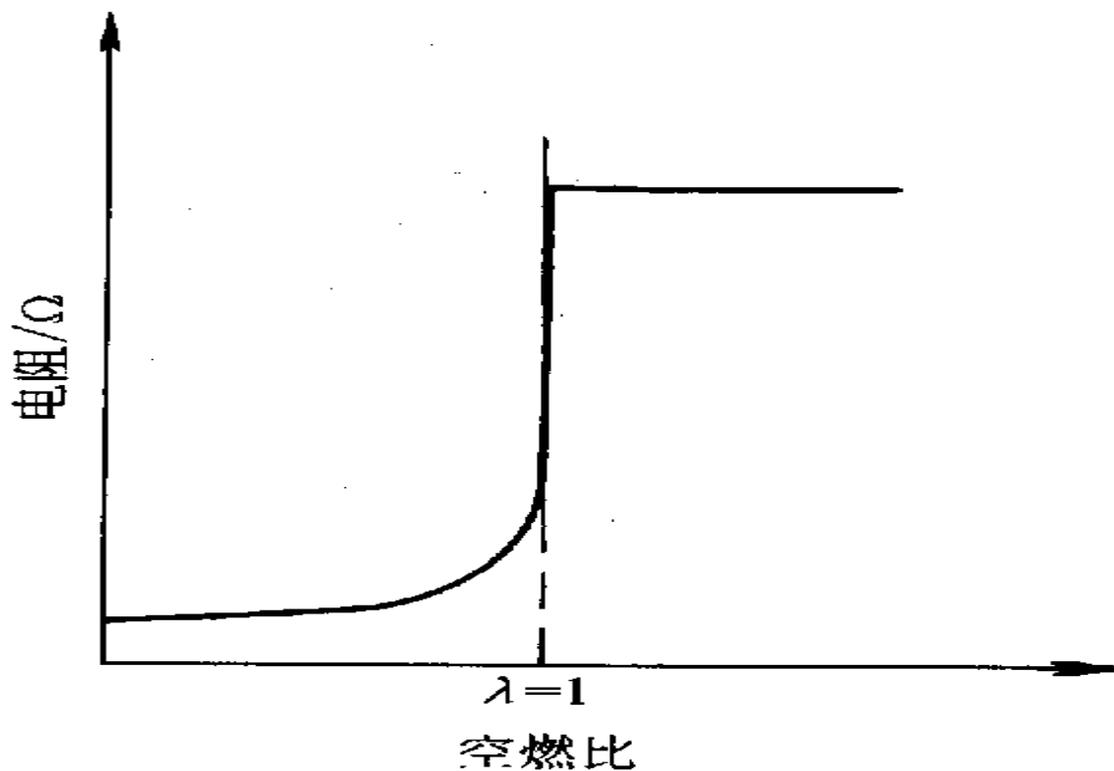


图 8-33 氧化钛型氧传感器输出特性

# 压电式爆燃传感器

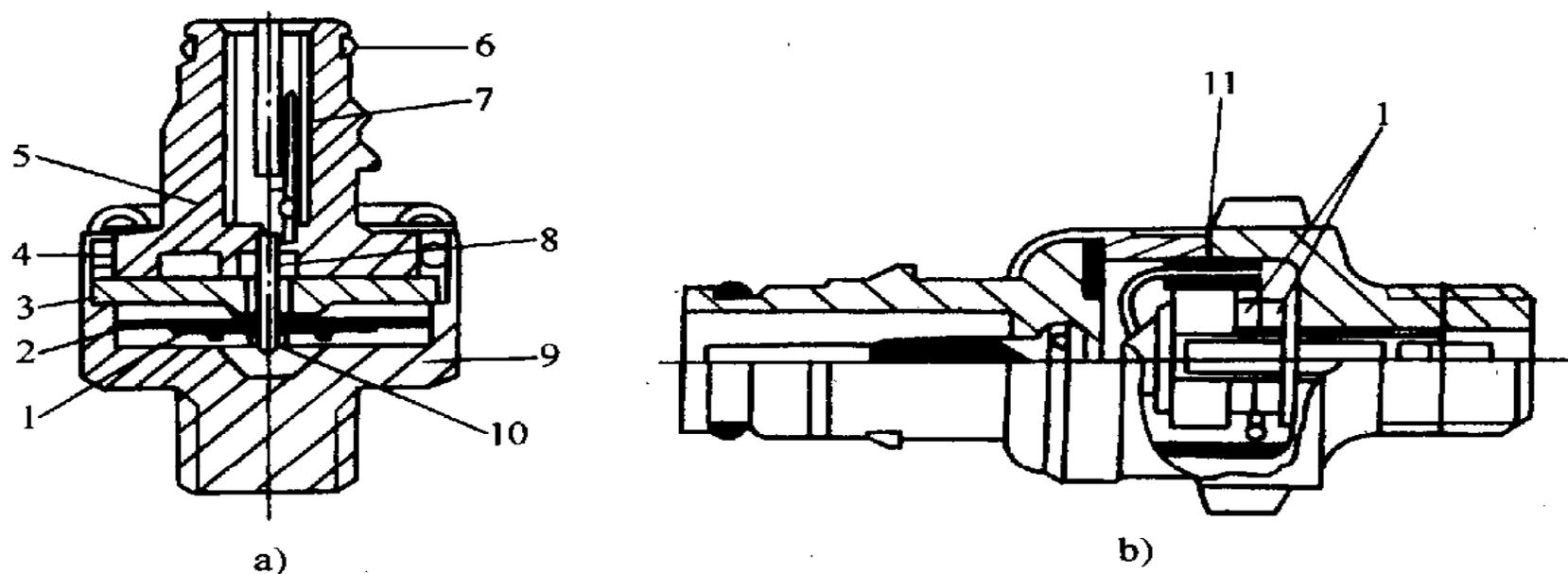


图 8-34 压电式爆燃传感器

a) 共振型 b) 非共振型

1—压电元件 2—振荡片 3—基座 4、6—O形环 5—连接器  
7—接线端子 8—密封剂 9—外壳 10—引线 11—配重

# 共振型爆燃传感器输出特性

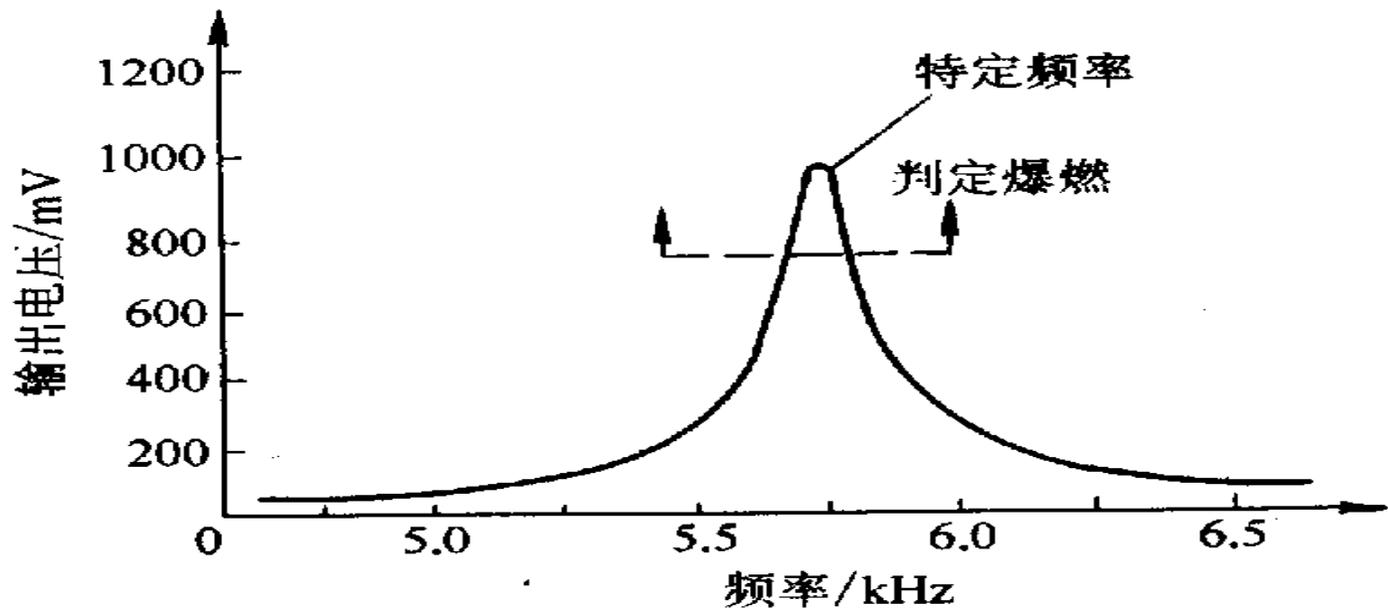


图 8-35 共振型压电式爆燃  
传感器输出特性

# 磁电式爆燃传感器结构及输出特性

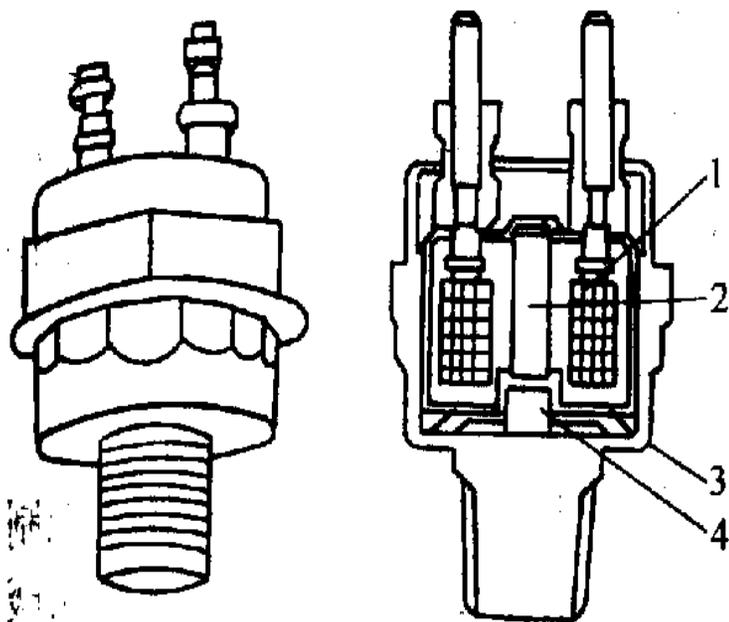


图 8-37 磁电式爆燃传感器结构

- 1—感应线圈 2—铁心  
3—外壳 4—永久磁铁

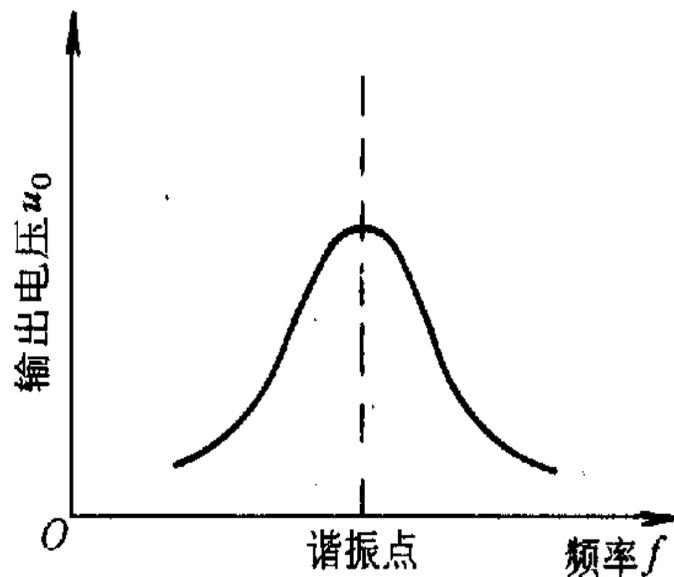


图 8-38 磁电式爆燃传感器输出特性

车速及车轮转速传感器

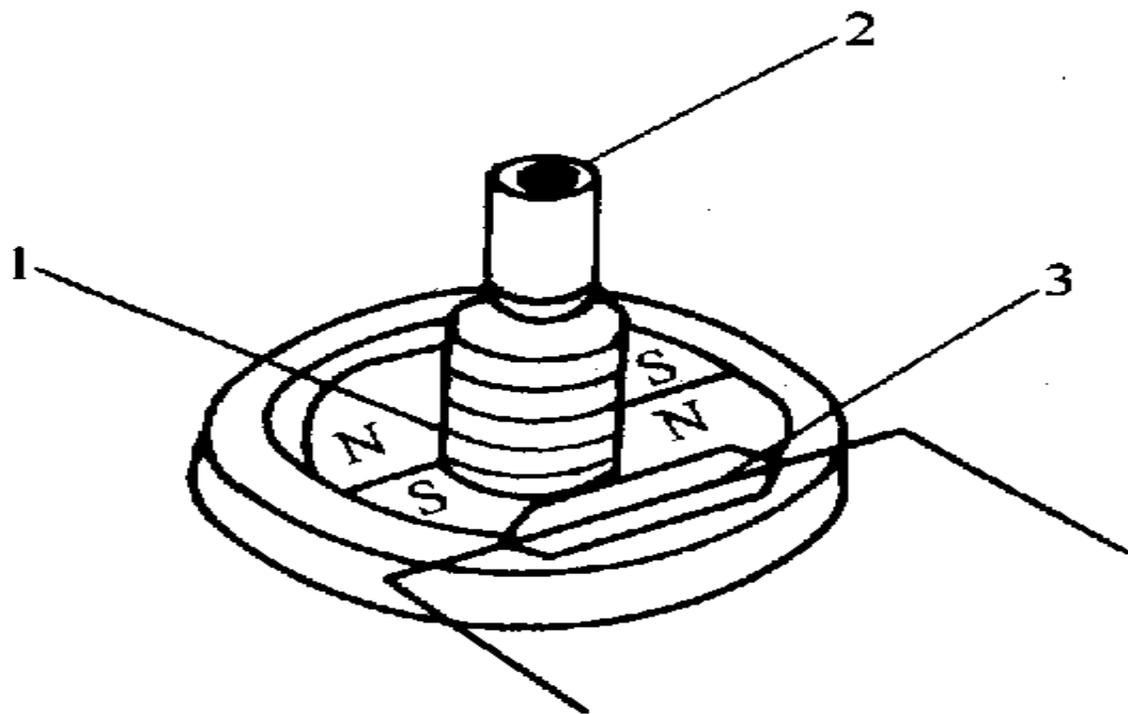


图 8-39 舌簧开关式车速传感器

1—磁铁转子 2—接转速表

3—舌簧开关

# 车身位移传感器

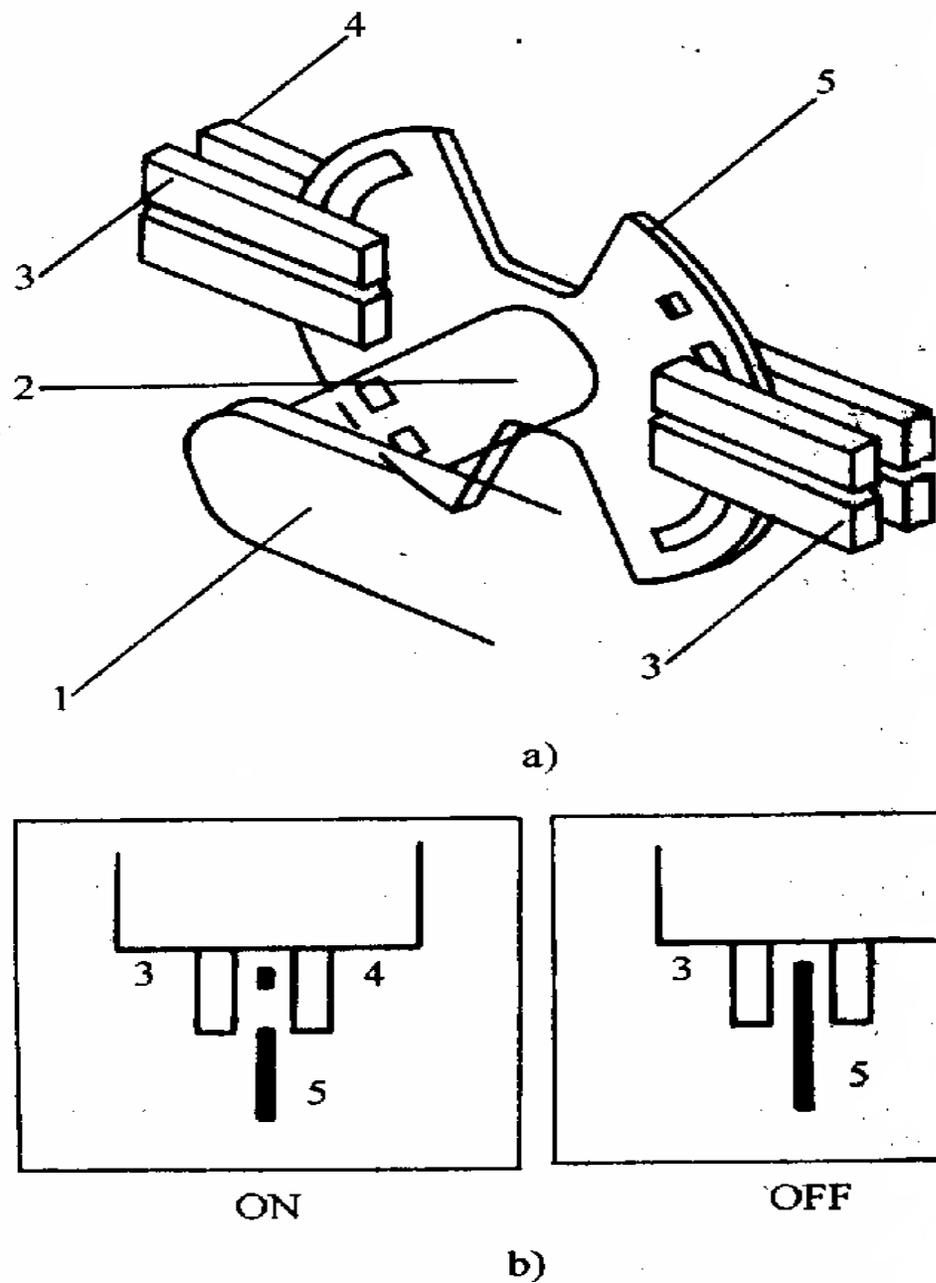


图 8-40 光电式车身位移传感器原理

# 车身位移传感器工作原理

表 8-3 传感器信号与车身高度区间对应关系

传感器信号				车身高度区间
NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	
OFF	OFF	ON	OFF	15
OFF	OFF	ON	ON	14
.....	.....	.....	.....	.....
OFF	ON	OFF	ON	2
OFF	OFF	OFF	ON	1
OFF	OFF	OFF	OFF	0

# 光电式车身位移传感器结构

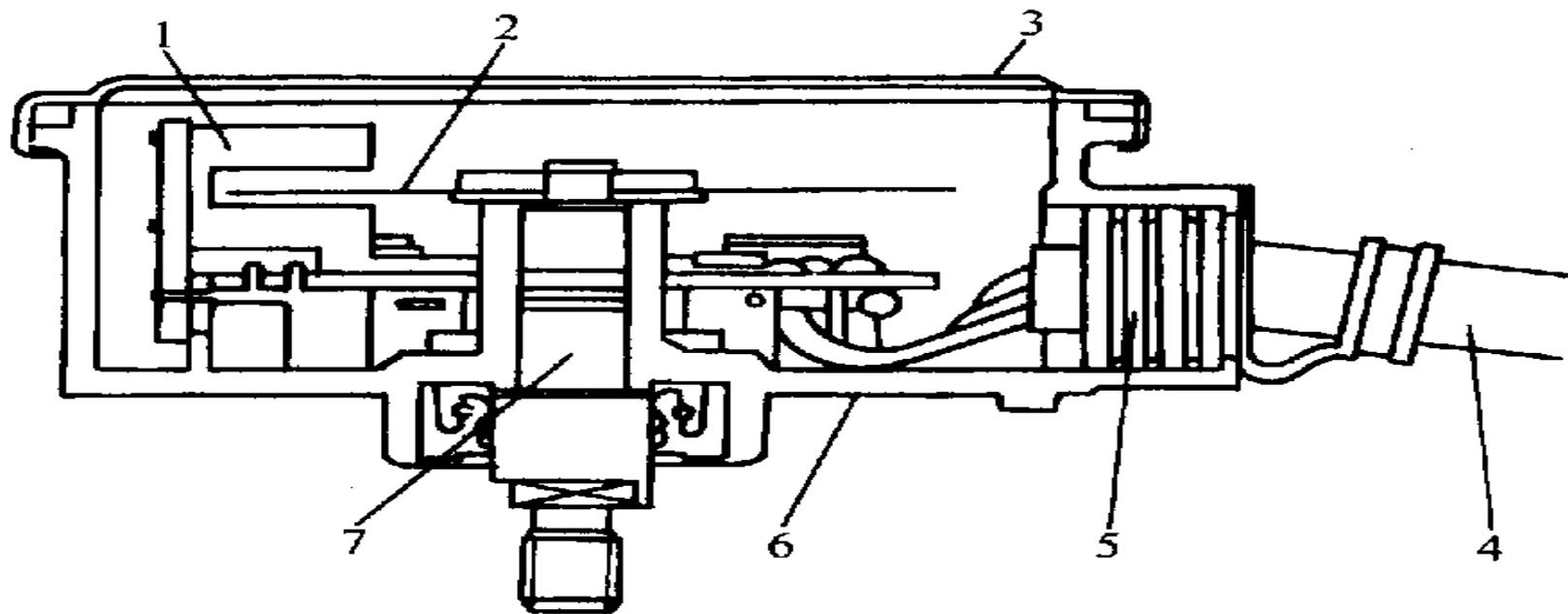


图 8-41 光电式车身位移传感器结构

- 1—光电耦合器    2—遮光盘    3—传感器盖  
4—导线    5—金属油封    6—传感器壳    7—轴

# 光电式方向盘转角传感器

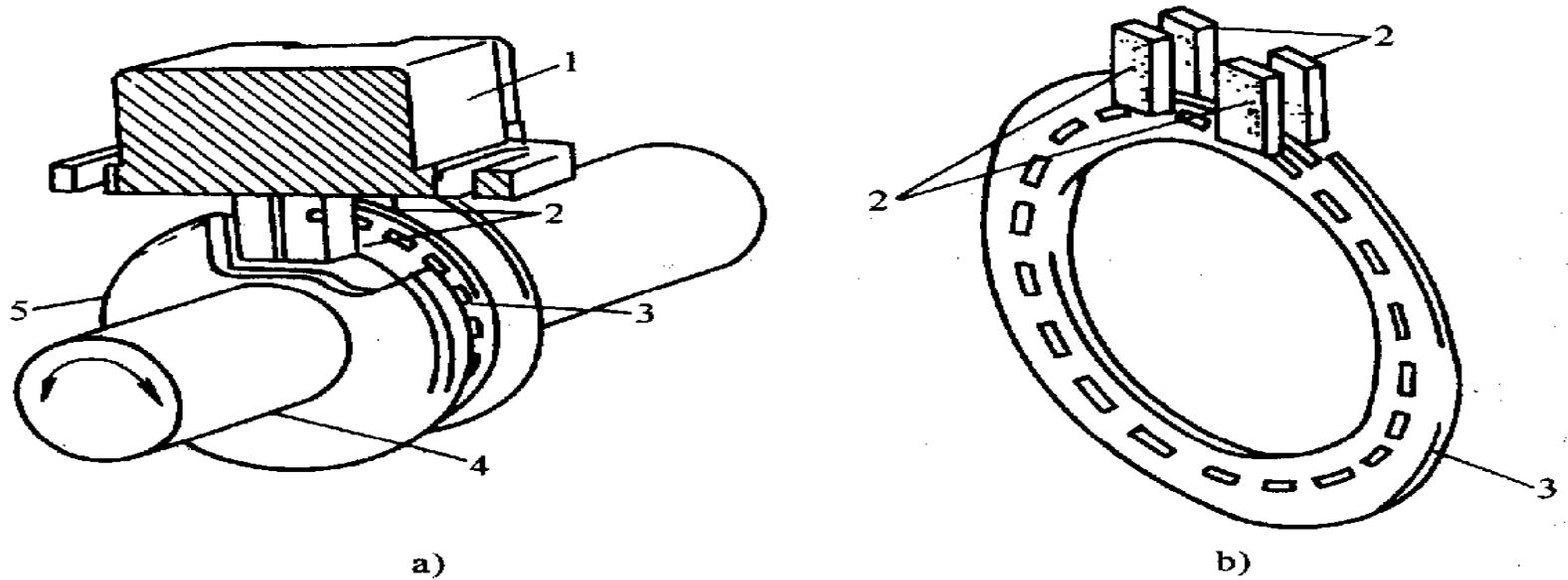


图 8-42 光电式转向盘转角传感器

a) 结构简图 b) 原理

1—转向盘转角传感器 2—光电耦合元件 3—遮光盘

4—转向器轴 5—转向器圆盘

# 光电式方向盘转角传感器判向原理

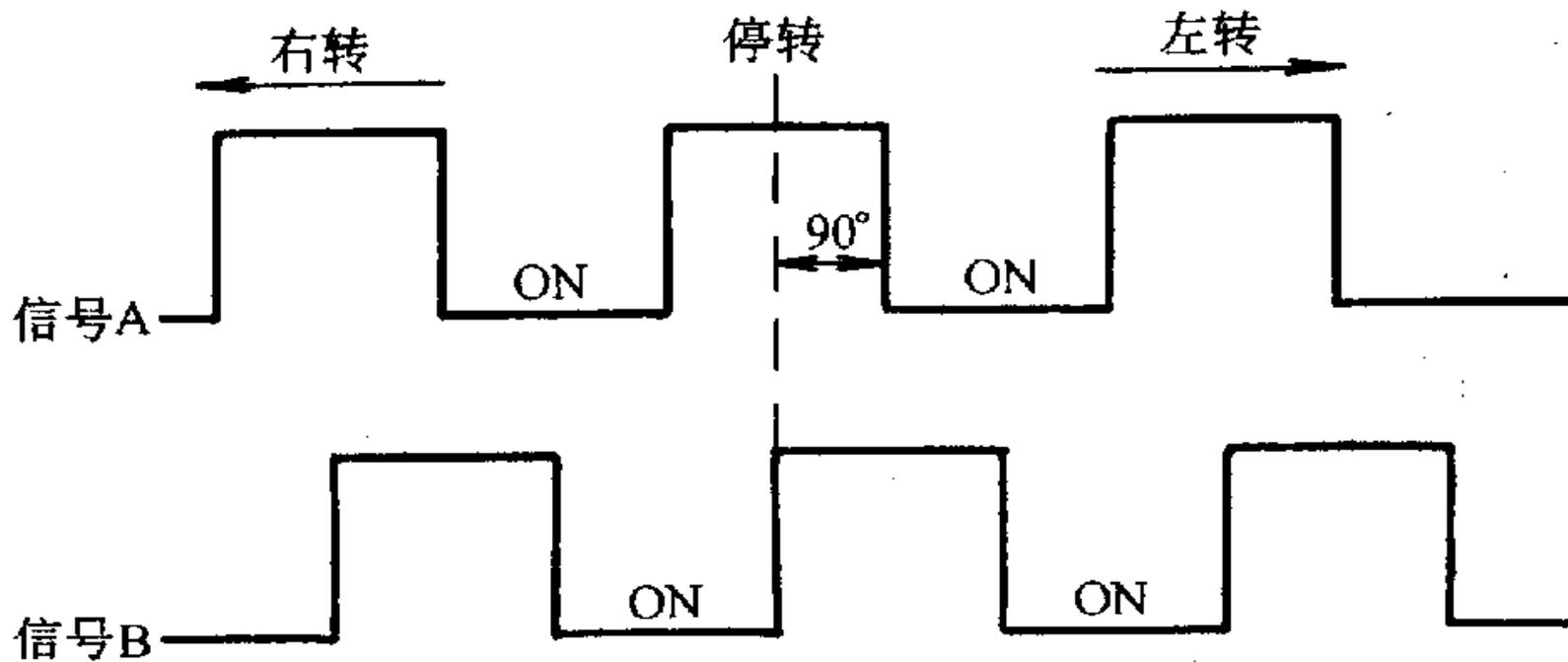


图 8-43 转动方向判断原理

# 磁电式方向盘转角传感器

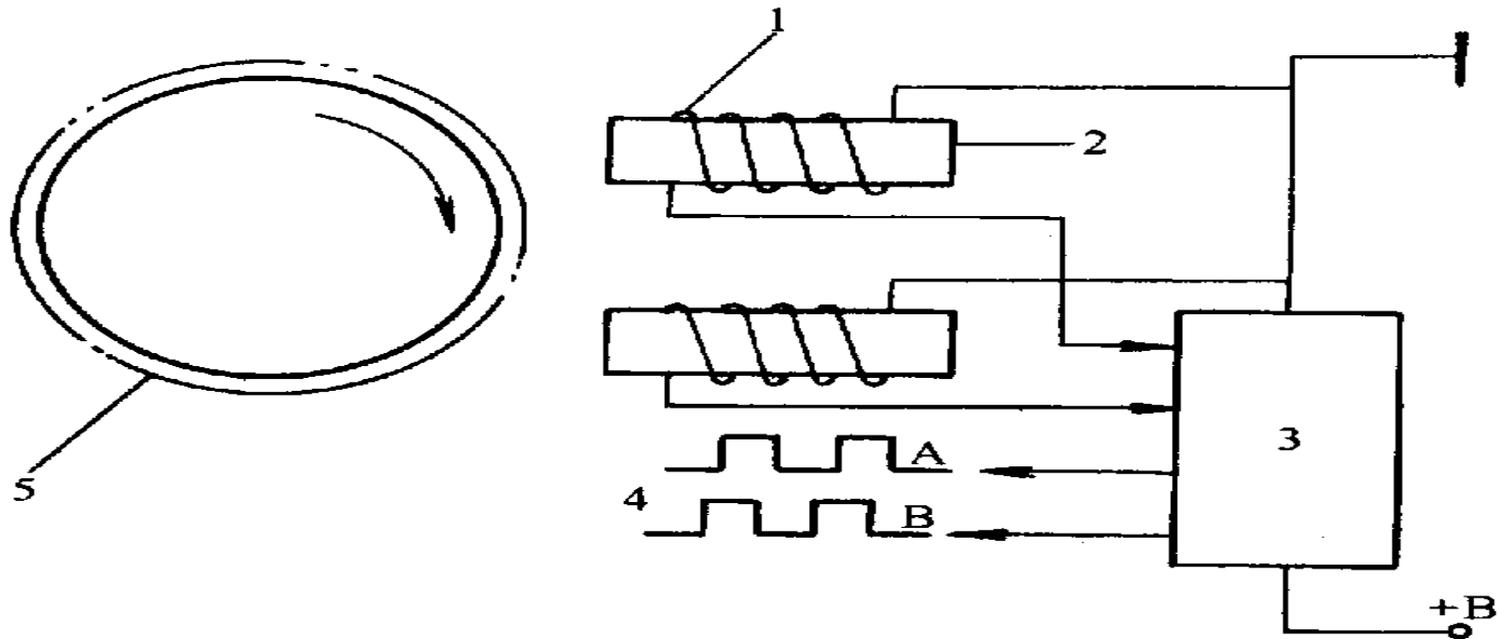


图 8-44 磁电式转向盘转角传感器

1—感应线圈 2—永久磁铁 3—传感器集成电路  
4—传感器输出信号 5—齿盘

# 中央控制器ECU的组成

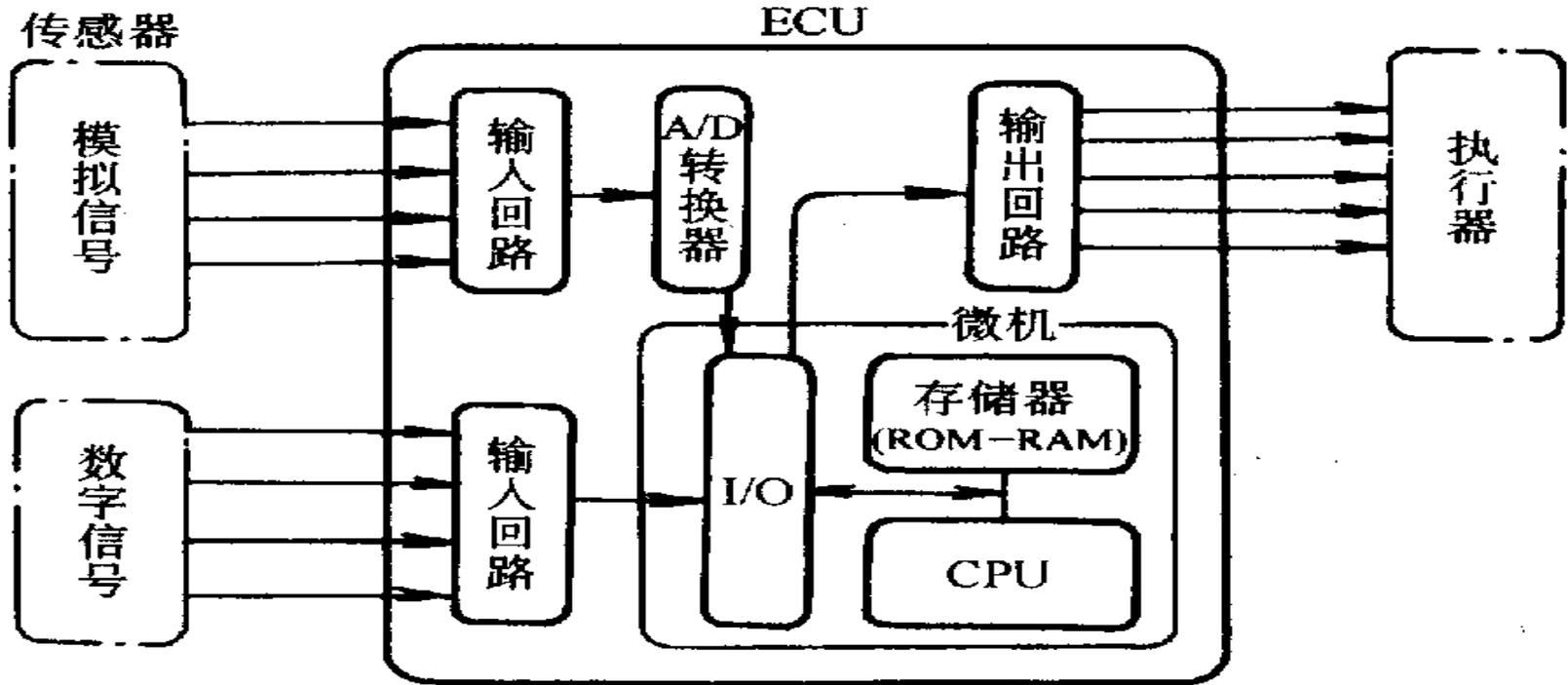


图 8-45 电子控制器 (ECU) 的基本组成

输入电路的作用

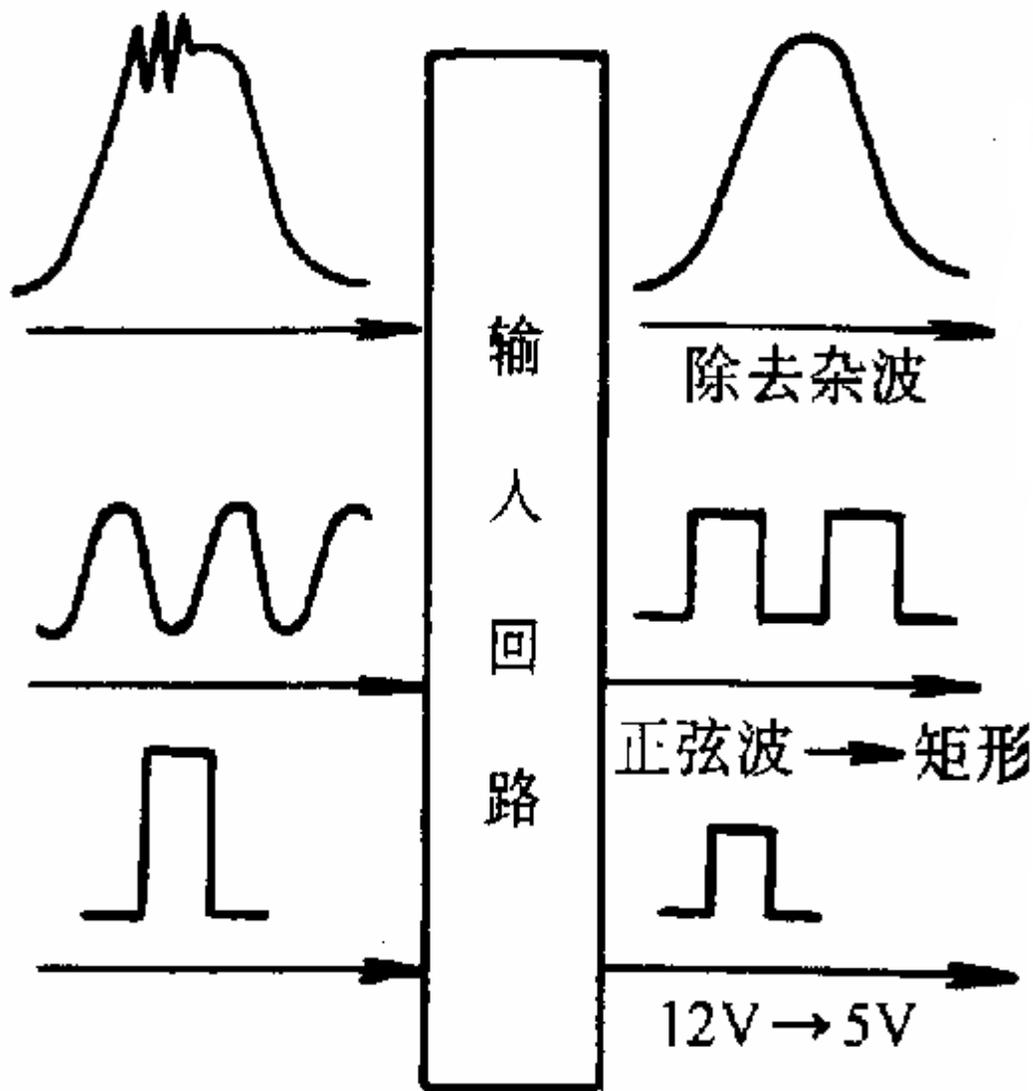


图 8-46 数字信号输入电路的作用

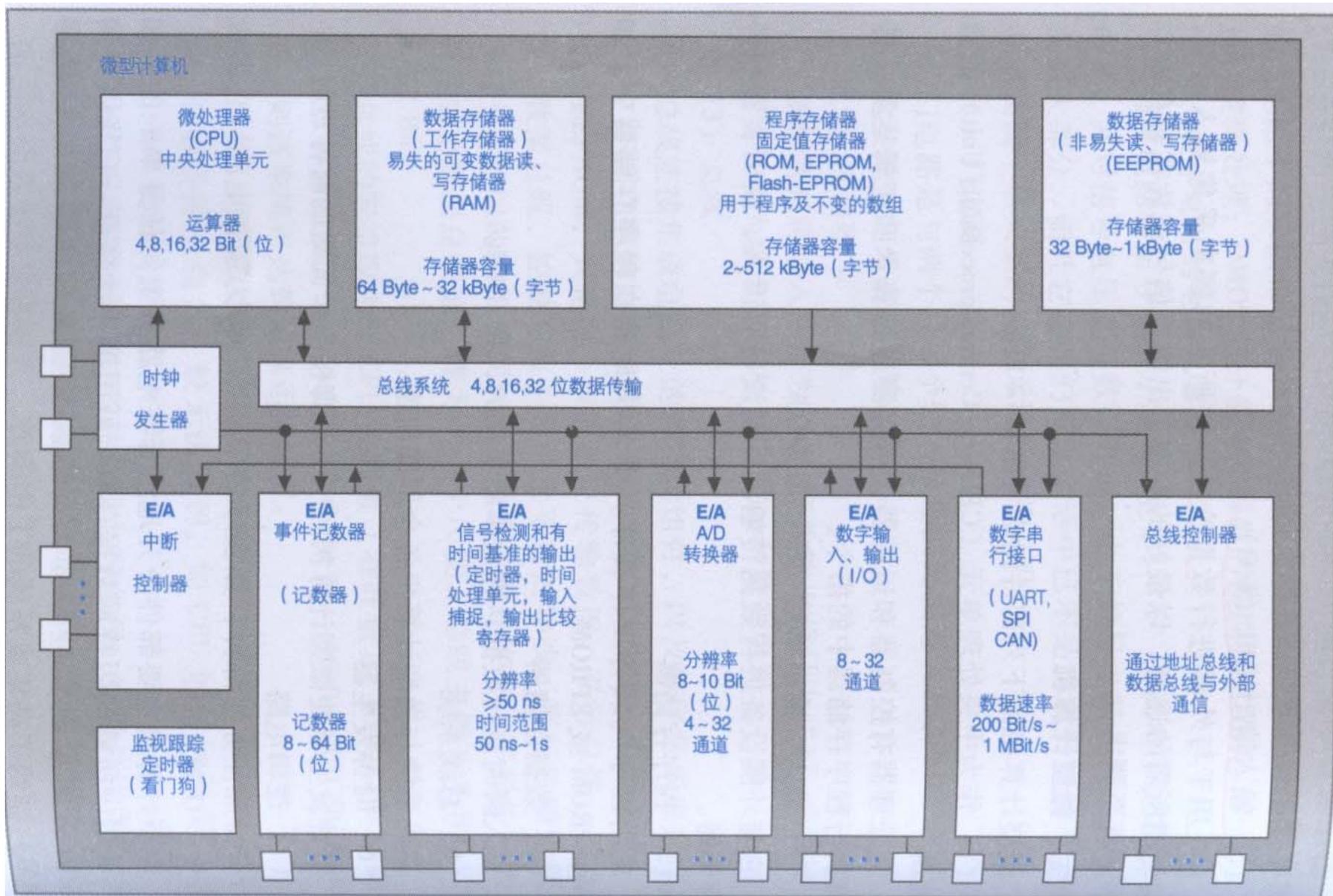
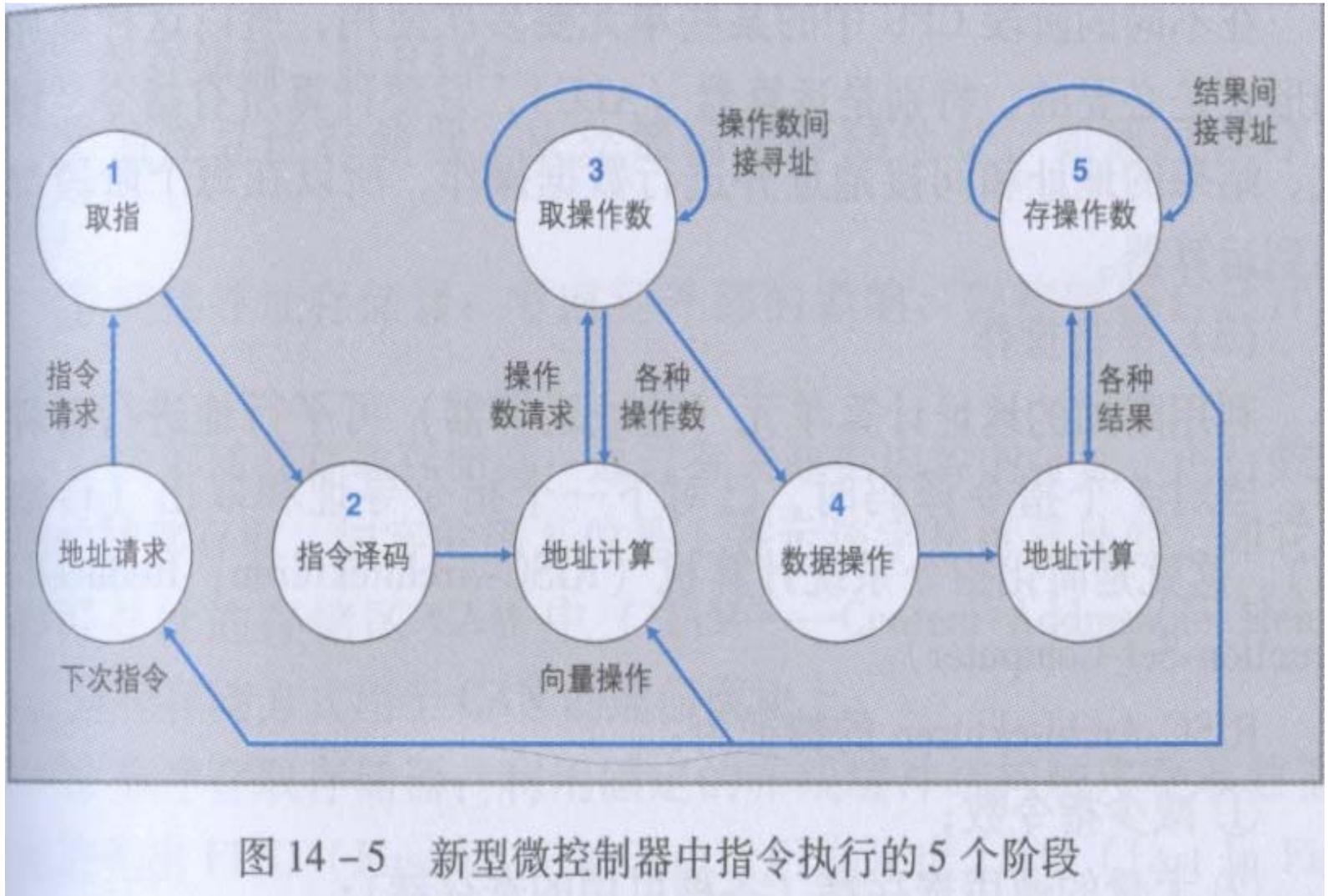


图13-11 微型计算机组成

# MCU简单工作原理



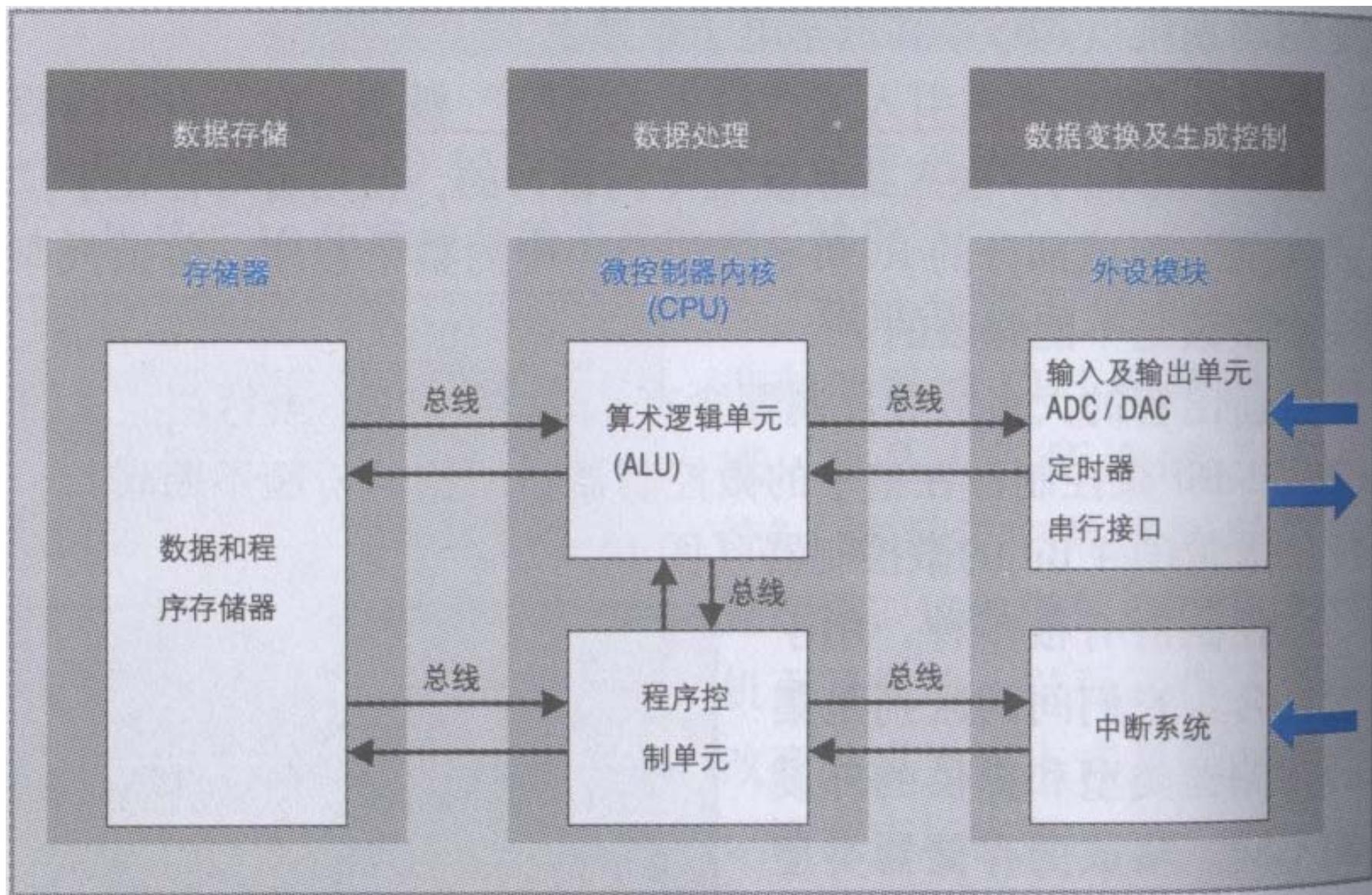


图 14 - 3 冯诺曼结构 (Von-Neumann Architektur) 的微控制器框图

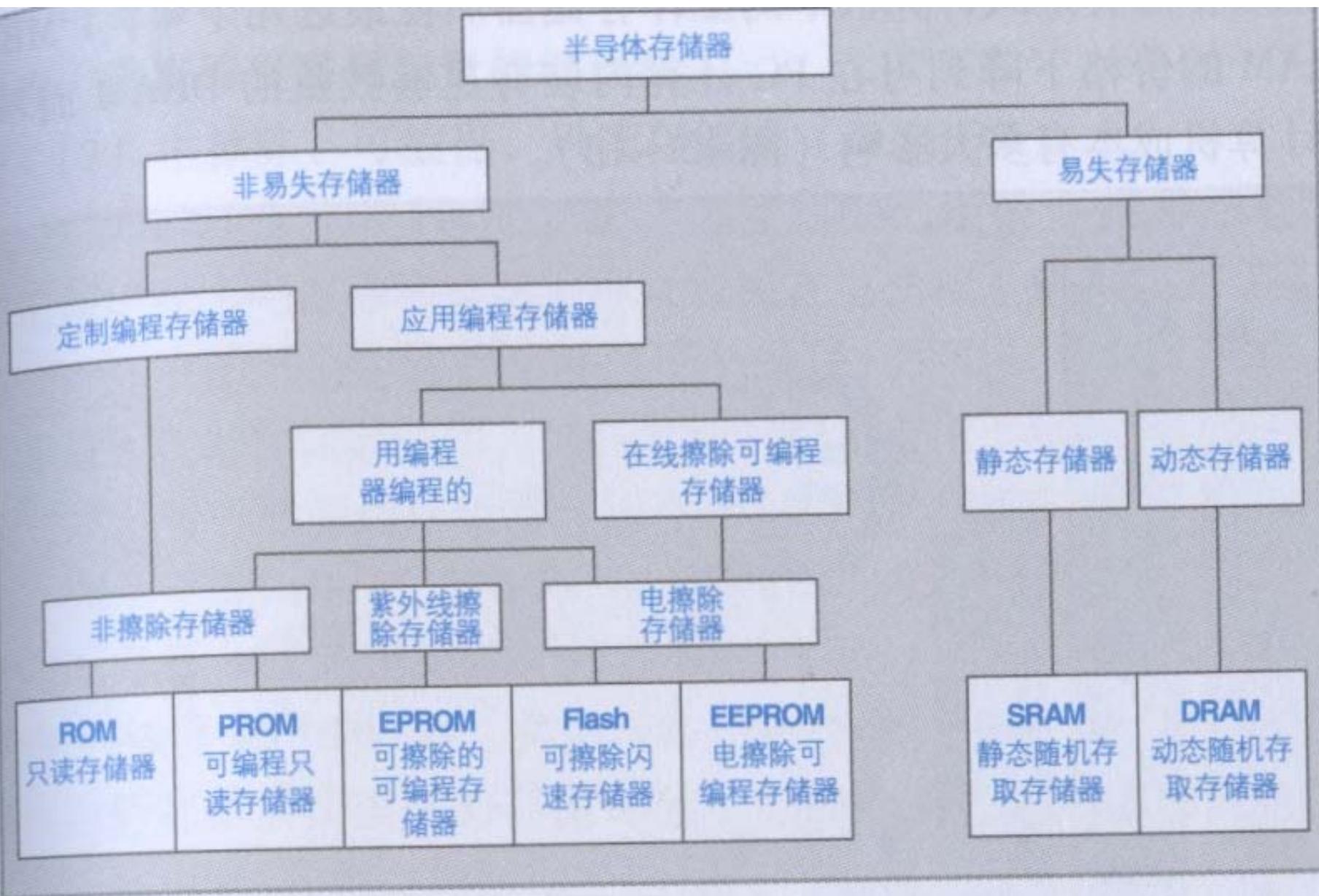


图 13 - 12 半导体存储器分类

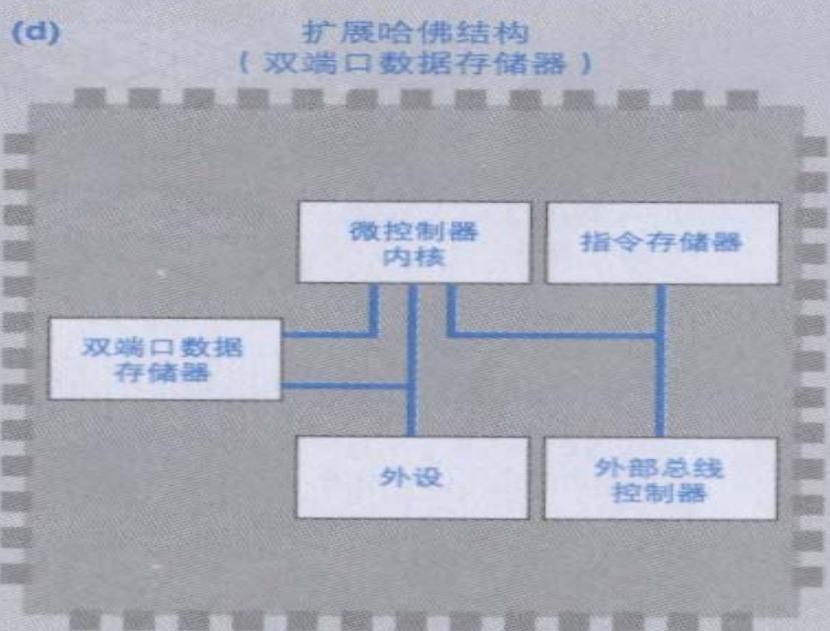
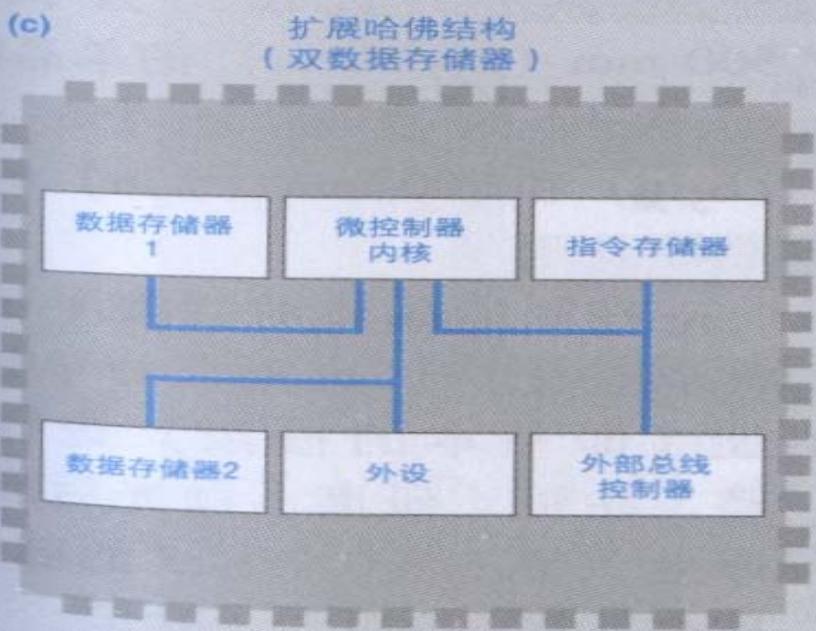
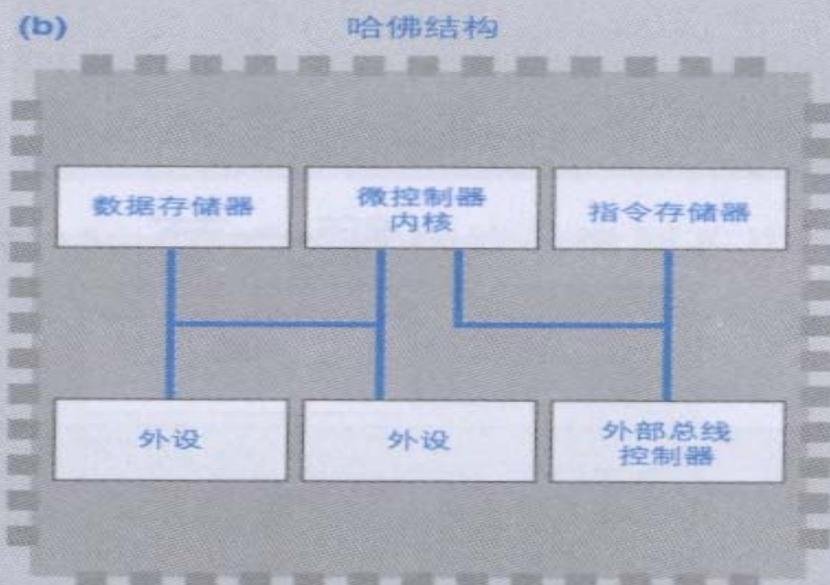
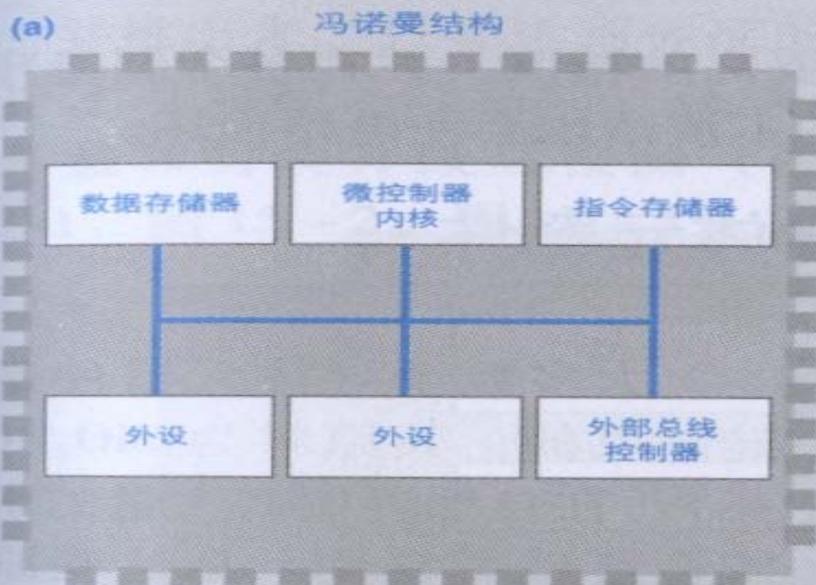


图 14-7 嵌入式微控制器常见总线结构

# 控制器输出电路

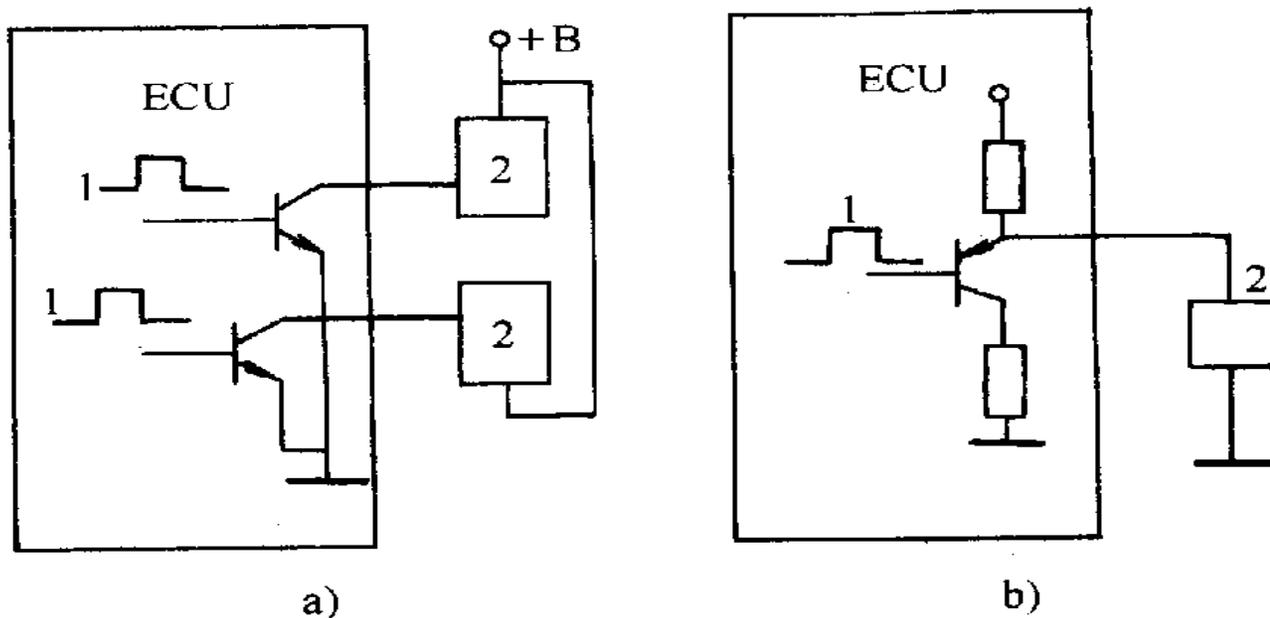


图 8-51 控制器的输出电路

a) 向执行器提供接地通路 b) 向执行器提供电压脉冲

1—CPU 输出的控制信号 2—执行器

# 执行器

- 执行器的作用是严格按照控制器输出的控制信号来动作，将控制参量迅速调整到设定的值，使控制对象在设定的状态下工作。
- 汽车电子控制系统执行器的种类和结构形式很多，分类方法也不同，主要可分为连续型和状态型

# 直动式电磁阀

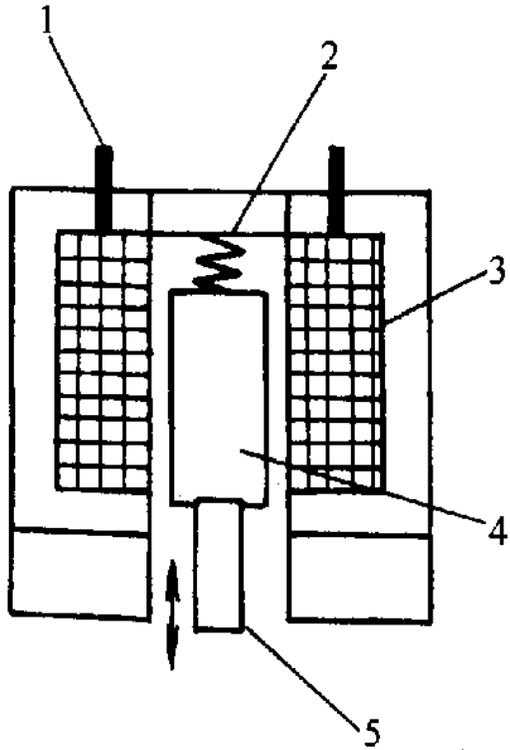


图 8-55 直动式电磁阀

- 1—接线端子 2—弹簧 3—线圈  
4—铁心 5—连接阀芯或滑阀

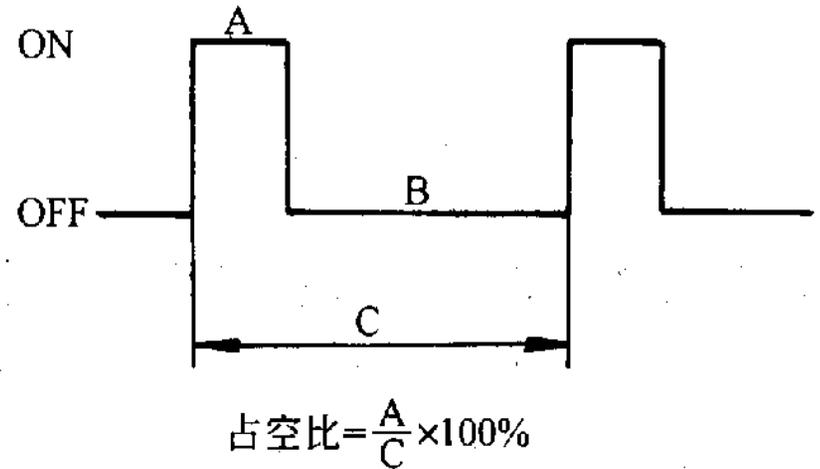


图 8-56 占空比脉冲信号

# 旋转式电磁阀的工作原理

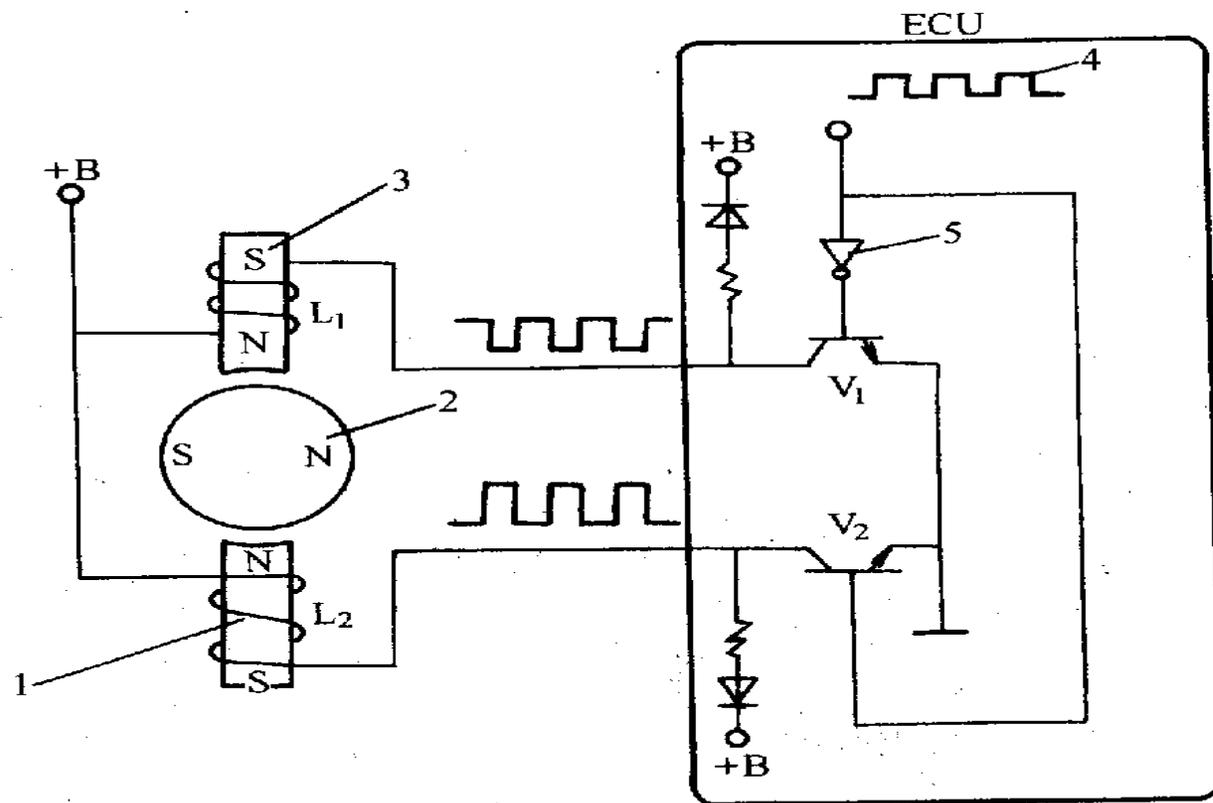


图 8-57 旋转式电磁阀电路原理

1、3—定子 2—转子（永久磁铁）

4—控制信号（占空比信号） 5—反相器

# 旋转式电磁阀的转动过程

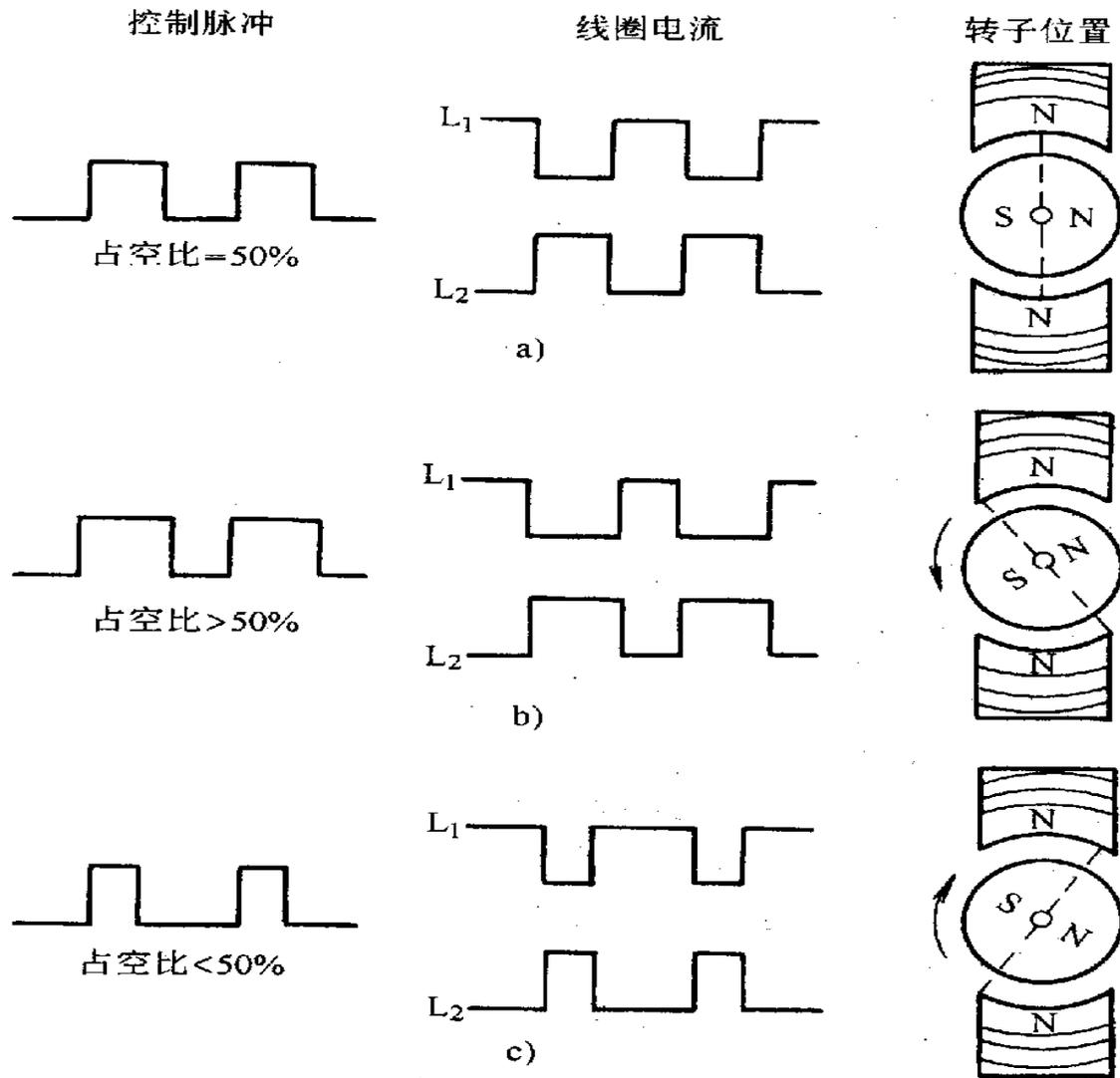


图 8-58 旋转式电磁阀转动过程

a) 占空比=50%    b) 占空比>50%    c) 占空比<50%