



第四章 位置传感器

第一节 模拟式位移传感器

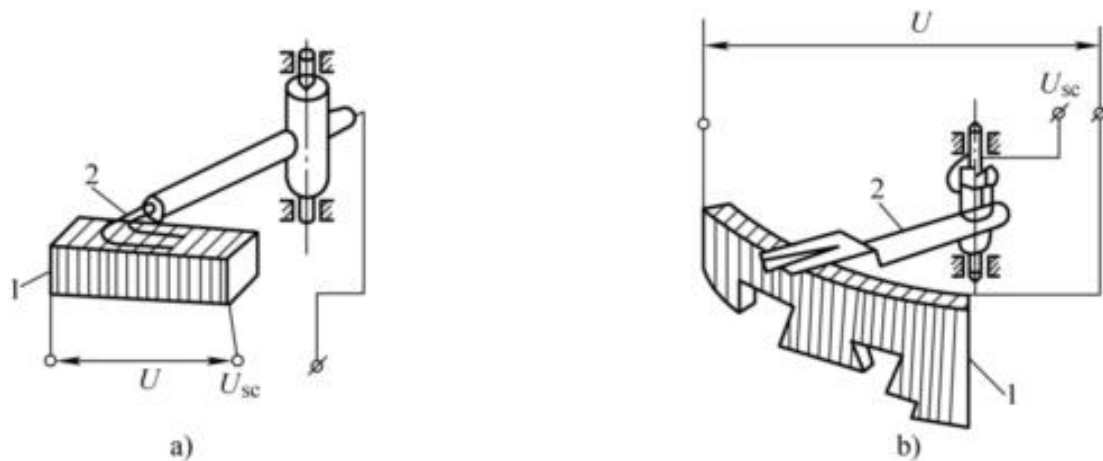
一、电位器式位移传感器

电位器式传感器是将机械位移通过电位器转换为与之成一定函数关系的电阻或电压输出的传感元件。电位器按结构形式不同，可分为绕线式和非绕线式两大类。绕线电位器式传感器是目前最常用的一种。

一、电位器式位移传感器

1. 电位器基本结构及工作原理

如图所示为仪表与传感器上使用的某绕线式电位器的结构原理图。它们是由电阻元件1及电刷2（活动触点）两个基本部分组成。



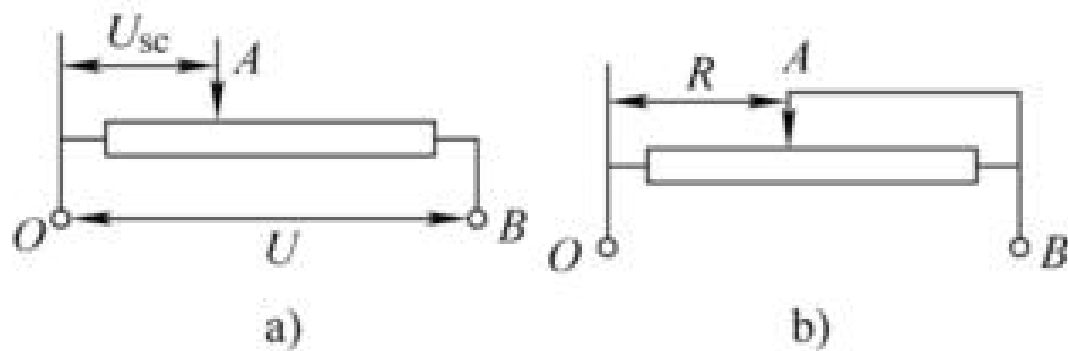
a) 直线型；b) 圆弧形

1-电阻元件；2-电刷

电位器的结构

一、电位器式位移传感器

根据输出量要求的不同，电位器既可作变阻器用，也可作为分压器用，其电路图如图所示。



a) 分压器；b) 变阻器
电位器在不同使用方式下的电路图

一、电位器式位移传感器

利用电位器作为传感元件可以制成各种电位器式传感器，用以测定线位移或角位移。电位器的优点是结构简单、尺寸小、质量轻，输出特性精度高，可达到0.1%或更高，而且稳定性好，可以实现线性及任意函数特性。因其受环境因素影响小，输出信号较大，一般不需要放大。但它也存在一定的缺点，主要存在摩擦和磨损，由于有摩擦，因而要求敏感元件有较大的输出功率，否则会降低传感器的精度，又由于有滑动触点及磨损，从而使电位器的可靠性和寿命受到影响。

一、电位器式位移传感器

2. 电位器式位移传感器的主要技术参数

- (1) 符合度
- (2) 分辨力
- (3) 滑动噪声
- (4) 电位器的机械寿命

一、电位器式位移传感器

3. 电位器的材料

(1) 绕线式电位器

常用的材料有铜锰合金类、铜镍合金类、铂铱合金类。

(2) 非绕线式电位器

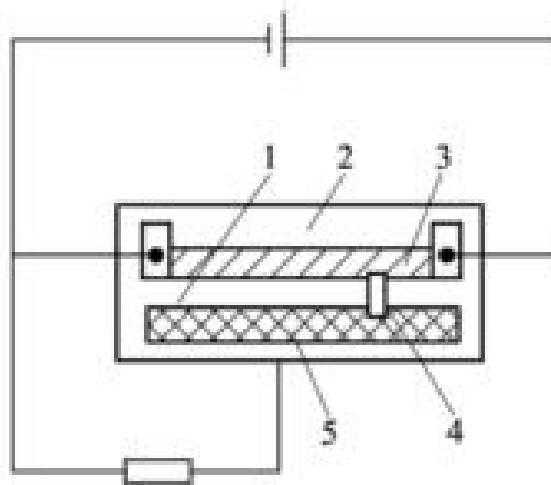
非绕线式电位器又分为薄膜式、光电式等。

1) 薄膜电位器 薄膜电位器通常有两种，一种是碳膜电位器，另一种是金属膜电位器。碳膜电位器的特点是分辨率高、耐磨性好、工业简单、成本较低、线性较好，但接触电阻及噪声较大等。

金属膜电位器温度系数小，可在高温下工作，但存在耐磨性差、功率小、阻值较小（ $1\sim 2\text{K}\Omega$ ）等缺陷。

一、电位器式位移传感器

2) 光电电位器 光电电位器是一种非接触式电位器，用光束代替电刷，克服接触式电位器耐磨性差、寿命较短的缺点。光电电位器如图所示。



1-光电导层；2-基体；3-薄膜电阻带；4-电刷窄光束；5-光电极
光电电位器

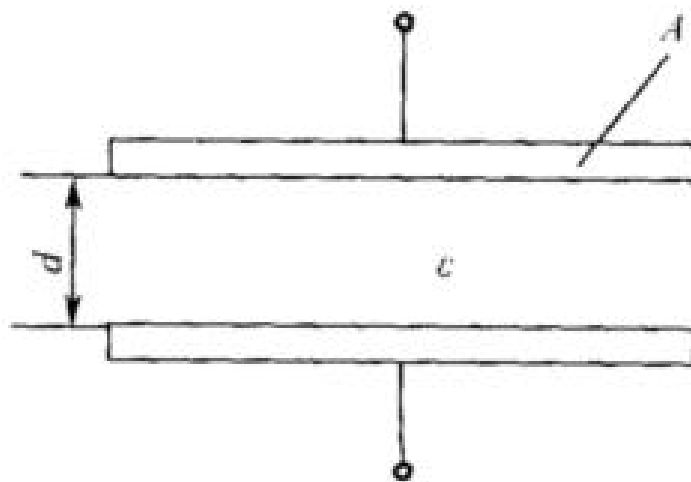
二、电容式位移传感器

电容式传感器是通过把被测量转换成电容量的变化来工作的一种传感器。它具有结构简单、灵敏度高、动态响应特性好、适应性强、抗过载能力大及价格便宜等特点，可以用来测量位移、液位、振动、压力、力等参数。但电容式传感器的泄露电阻和非线性等缺点也给它的应用带来一定的局限。

二、电容式位移传感器

1. 电容式传感器的基本原理及分类

电容式传感器的基本工作原理可以用下图所示的平板电容器来说明。



平板电容

二、电容式位移传感器

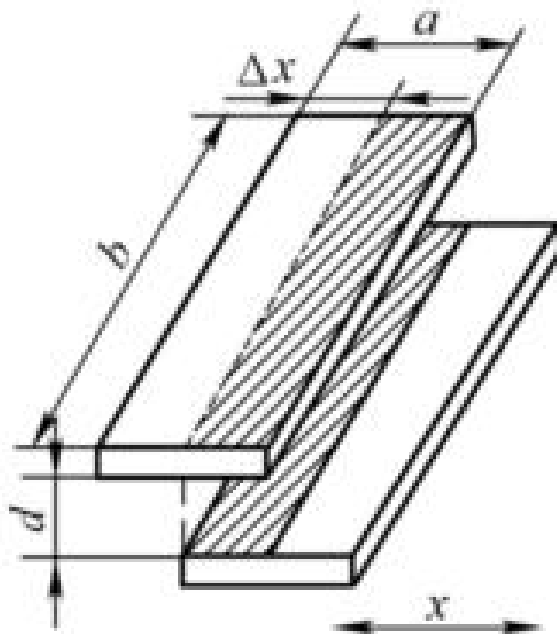
电容式传感器可以分为三种类型：改变极板板面积的变面积式、改变极板距离的变间隙式和改变介电常数的变介电常数式。

变间隙式电容传感器一般用来测量微小的线位移（零点一微米至零点几毫米）或由于力、压力、振动等引起的极距变化；变面积式电容传感器一般用来测量角位移（一角秒至几十度）或较大的线位移；变介电常数式电容传感器用来测量物位或液位以及各种介质的湿度、密度的测定。

二、电容式位移传感器

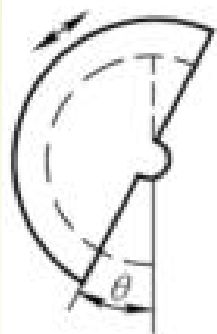
(1) 变面积式电容传感器

如图所示，是一直线位移型电容式传感器的示意图。

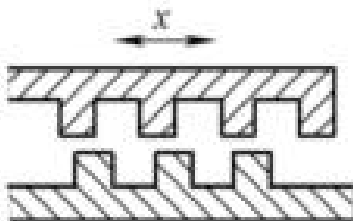


直线位移型电容式传感器示意图

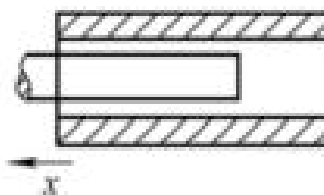
二、电容式位移传感器



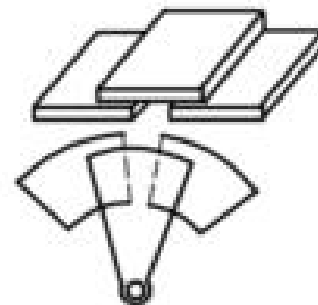
a)



b)



c)



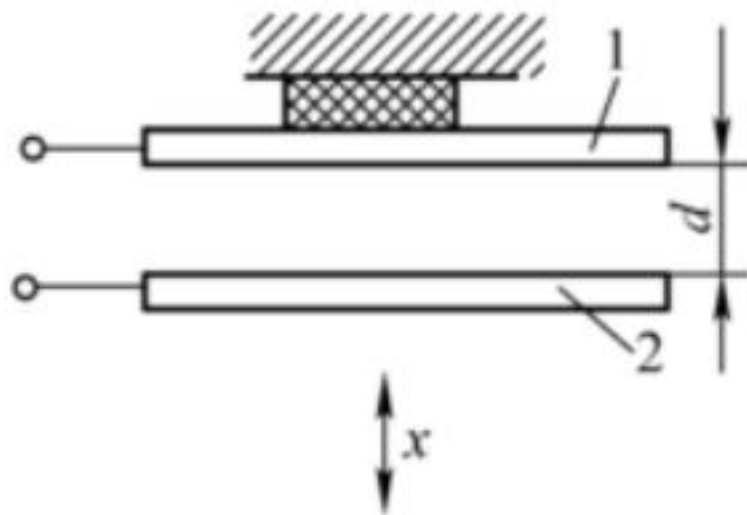
d)

a) 角位移型；b) 齿形极板型；c) 圆筒形；d) 差动型
变面积式电容传感器的派生型

二、电容式位移传感器

(2) 变间隙式电容传感器

如图所示为变间隙式电容传感器的原理图。

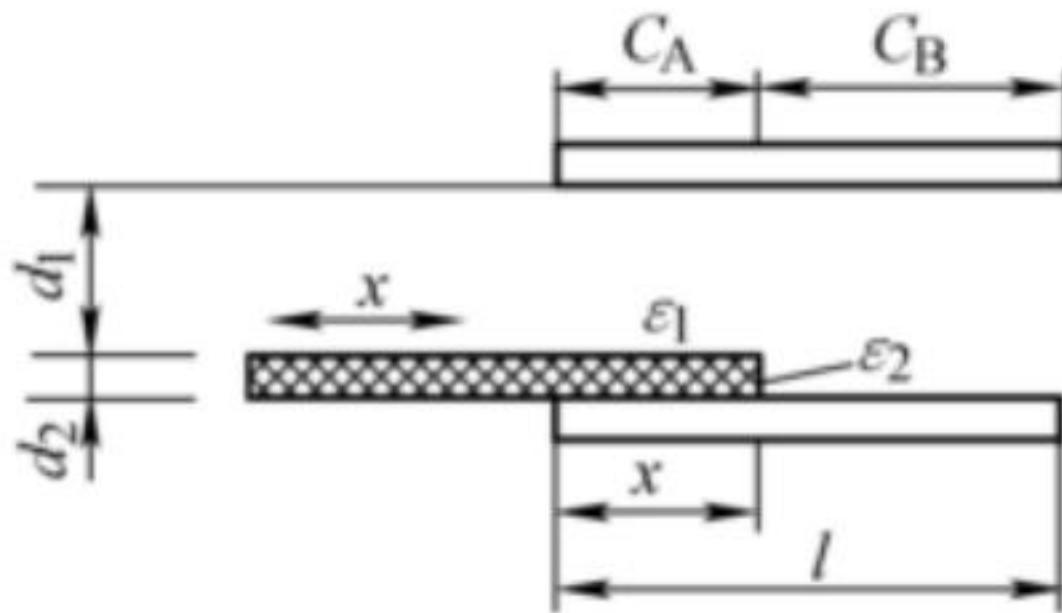


1-固定极板；2-活动极板
变间隙式电容传感器原理图

二、电容式位移传感器

(3) 变介电常数式电容传感器

如图所示为变介质面积式电容传感器。

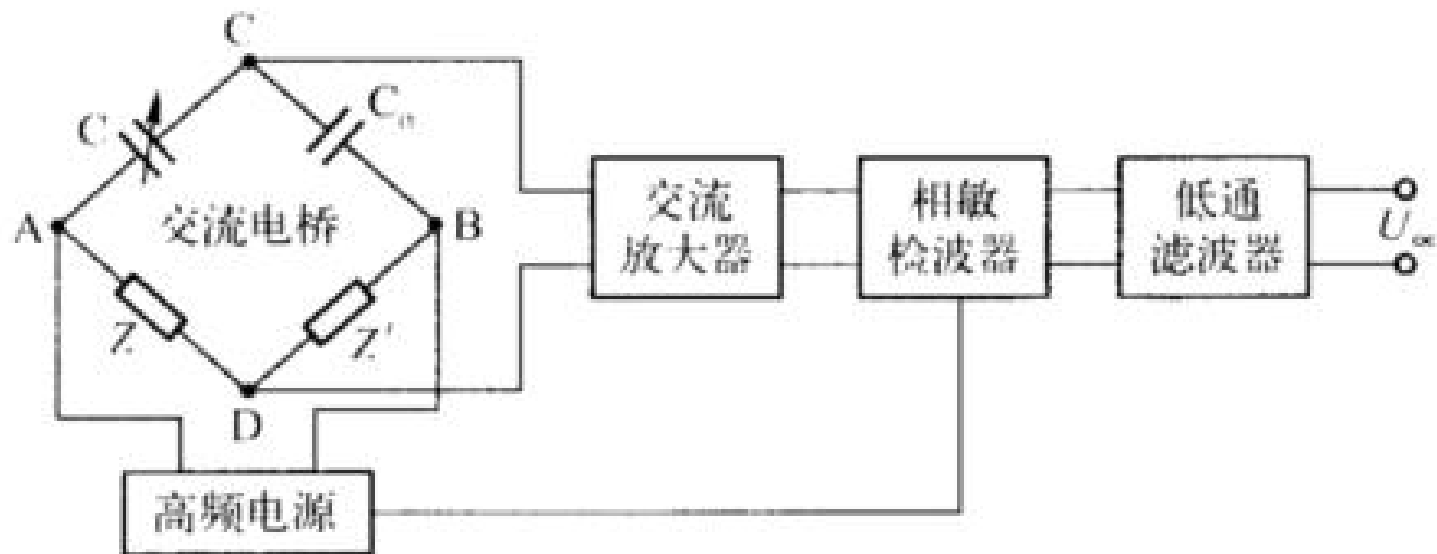


变介质面积式电容传感器

二、电容式位移传感器

2. 电容式传感器的测量电路

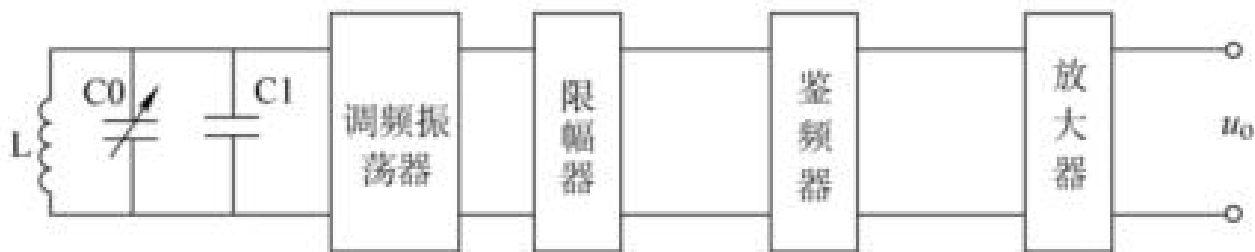
(1) 普通交流电桥



普通交流电桥测量系统

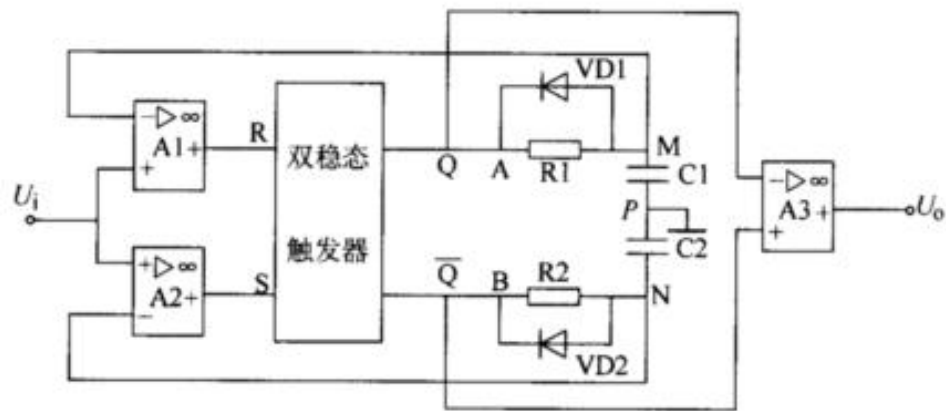
二、电容式位移传感器

(2) 调频电路



调频-鉴频电路原理

(3) 脉冲调制电路



差动脉冲宽度调整电路

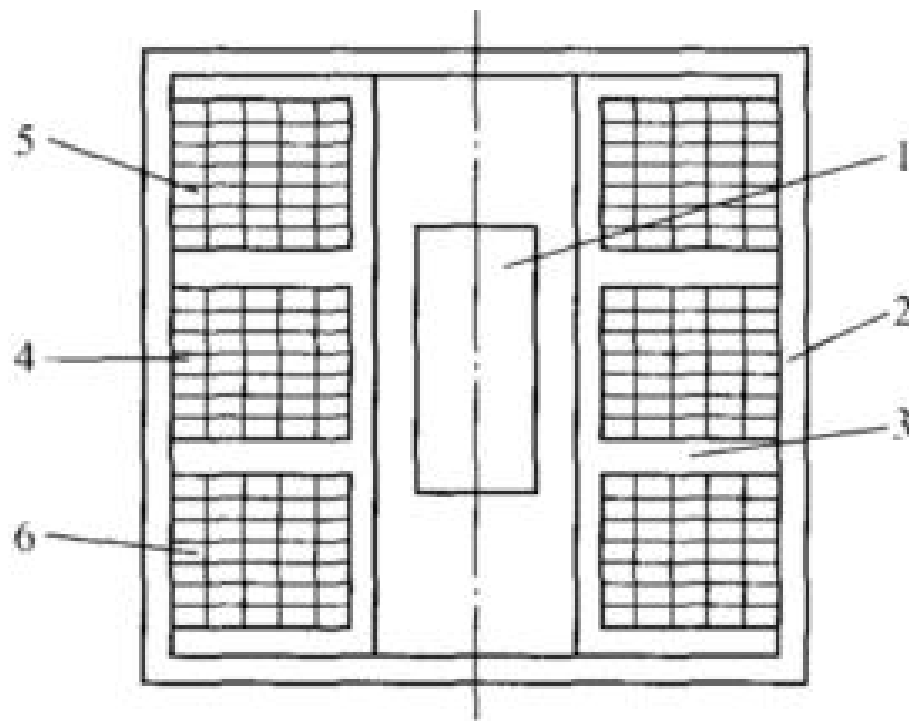
三、差动变压器式位移传感器

差动变压器的工作原理类似于变压器。主要包括衔铁、一次绕组和二次绕组等。一、二次绕组间的耦合能随衔铁的移动而变化，即绕组间的互感随被测位移的改变而变化。由于在使用时采用两个二次绕组反向串接，以差动的方式输出，所以将这种传感器称为差动变压器式传感器，通常称为差动变压器。

差动变压器结构形式较多，有变隙式、变面积式和螺线管式等，但其工作原理基本一样。

三、差动变压器式位移传感器

螺线管式差动变压器结构如图所示。

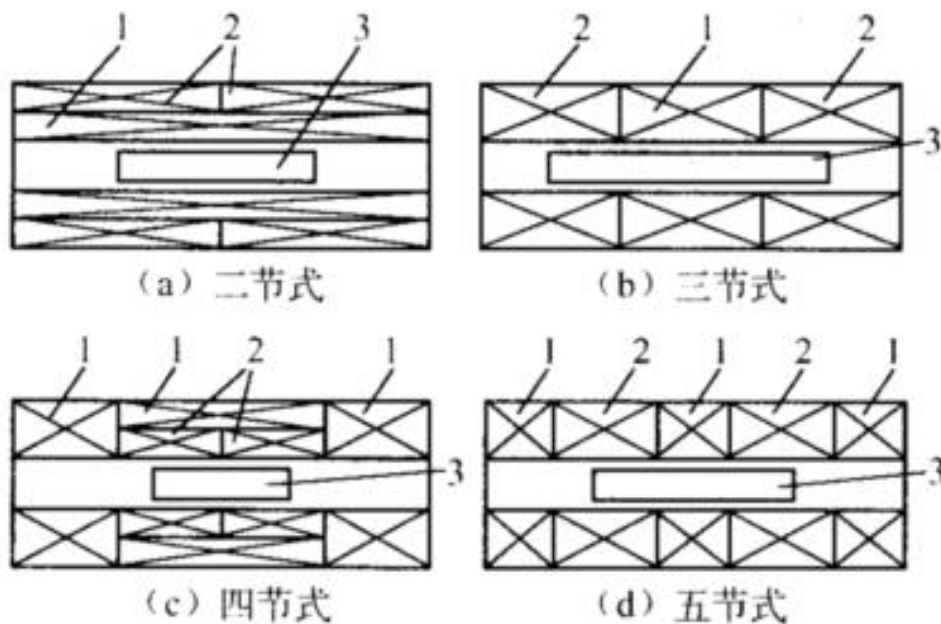


1-活动衔铁；2-导磁外壳；3-骨架；4-匝数为 $W1$ 的一次绕组；
5-匝数为 $W2a$ 的一次绕组；6-匝数为 $W2b$ 的二次绕组

螺线管式差动变压器结构

三、差动变压器式位移传感器

螺线管式差动变压器按绕组排列方式的不同，可分为一节式、二节式、三节式、四节式和五节式等类型，如图所示。一节式灵敏度高，三节式零点残余电压较小，通常采用的是二节式和三节式两类。



1-一次侧线圈；2-二次侧线圈；3-磁芯
差动变压器线圈的各种排列方式



Thank You !