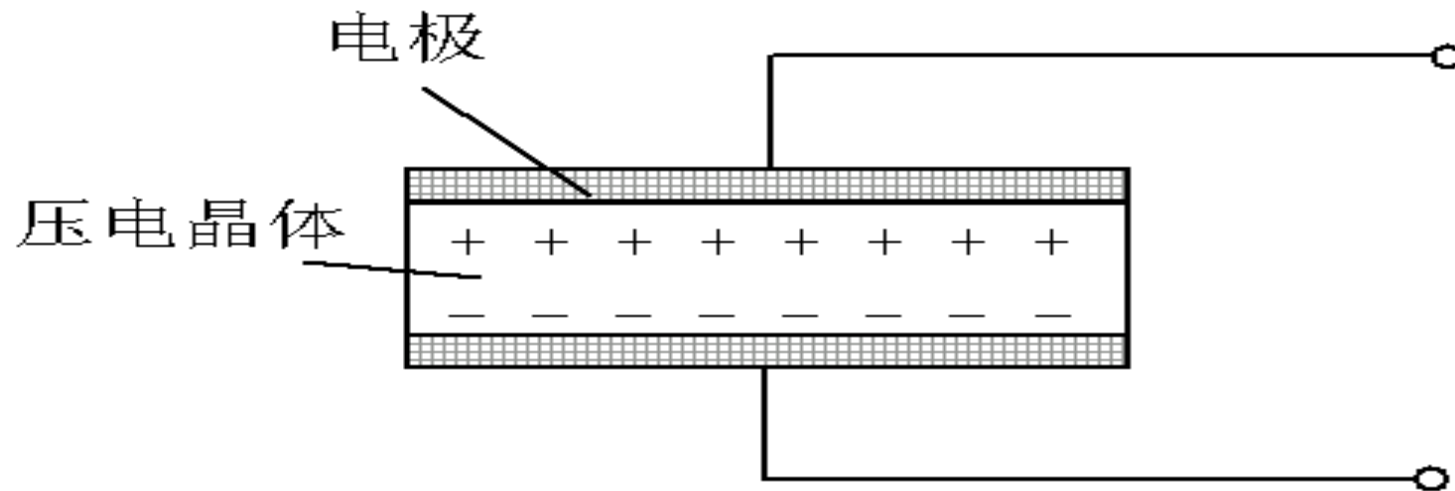




6.2 压电式传感器的测量电路

1. 等效电路

压电片受力时，两个极板上产生电荷，电荷量相等，极性相反。



两极板间聚集电荷，中间为绝缘体，使其成为一个电容器。



6.2 压电式传感器的测量电路

1. 等效电路

压电传感器相当于一个电荷源（静电发生器），所以是一种典型的有源传感器。两极板间的电容量为

$$C_a = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{t} \quad (\text{F})$$

式中 A — 极板面积 (m^2) ;

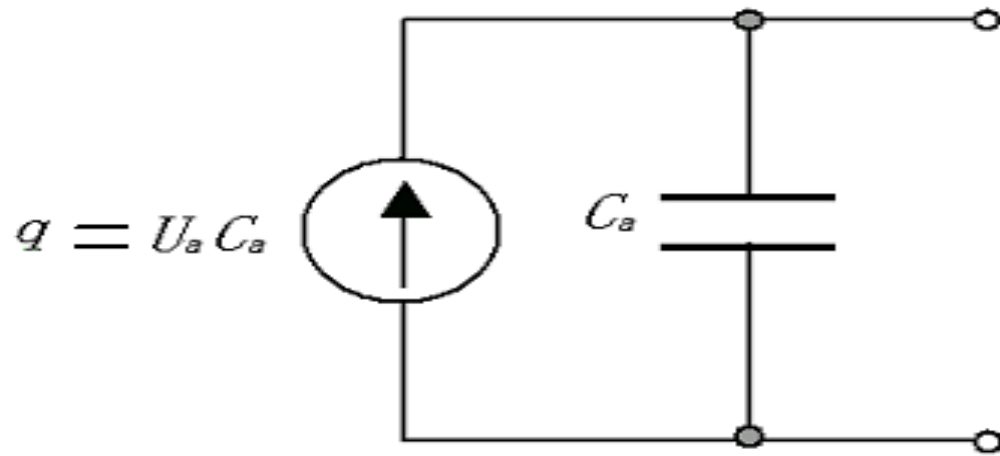
ε_r — 压电晶体的相对介电常数（石英晶体为4.58）。



6.2 压电式传感器的测量电路

1. 等效电路

因此，它可以等效于一个电荷源 q 与一个电容器 C_a 的并联电路。





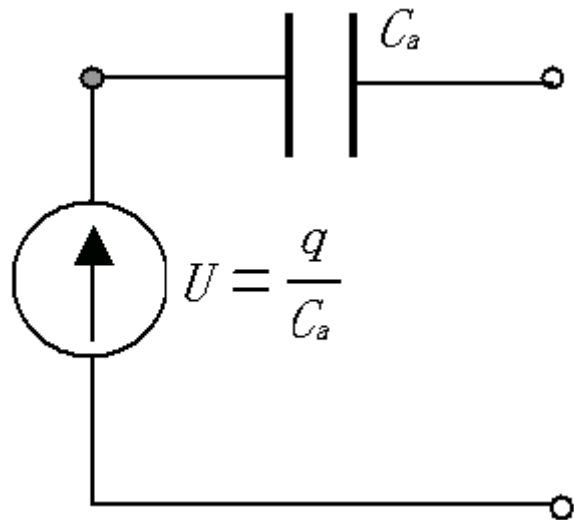
6.2 压电式传感器的测量电路

1. 等效电路

当传感器两极板聚集异性电荷时，两极板间就产生一定的电压 U_a ,

$$U_a = \frac{q}{C_a} \quad (V)$$

此时，又可将传感器等效于一个电压源 U_a 与一个电容器 C_a 串联





6.2 压电式传感器的测量电路

1. 等效电路

压电传感器虽然是有源传感器，但由于输出信号十分微弱，不能单独工作，必须与放大器配套才能工作。

与压电传感器配套的放大器有两种：

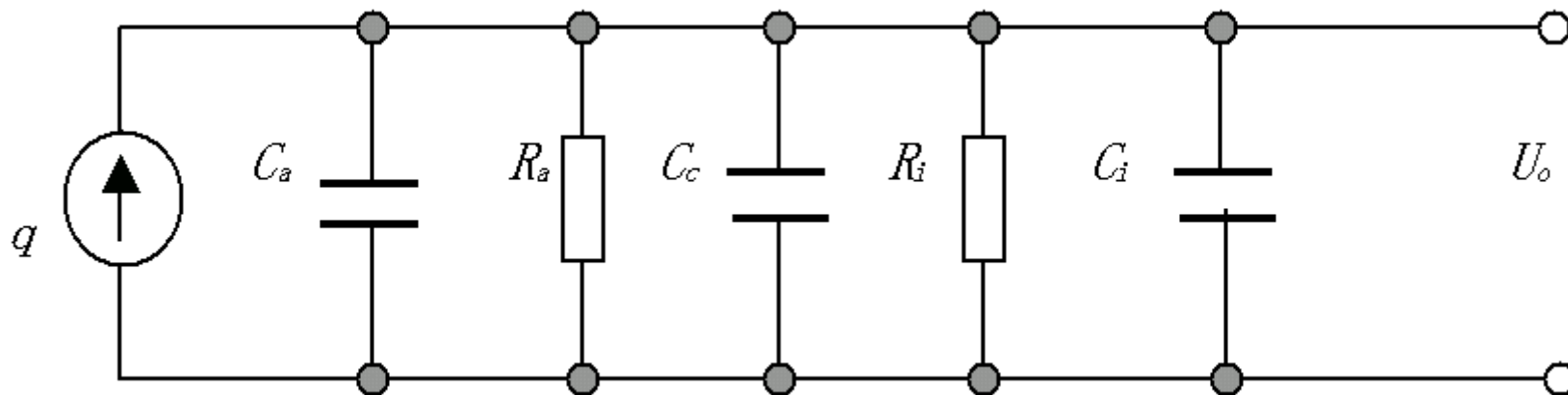
- (1)、电荷放大器
- (2)、电压放大器



6.2 压电式传感器的测量电路

1. 等效电路

与电荷放大器配套后的输入端等效电路

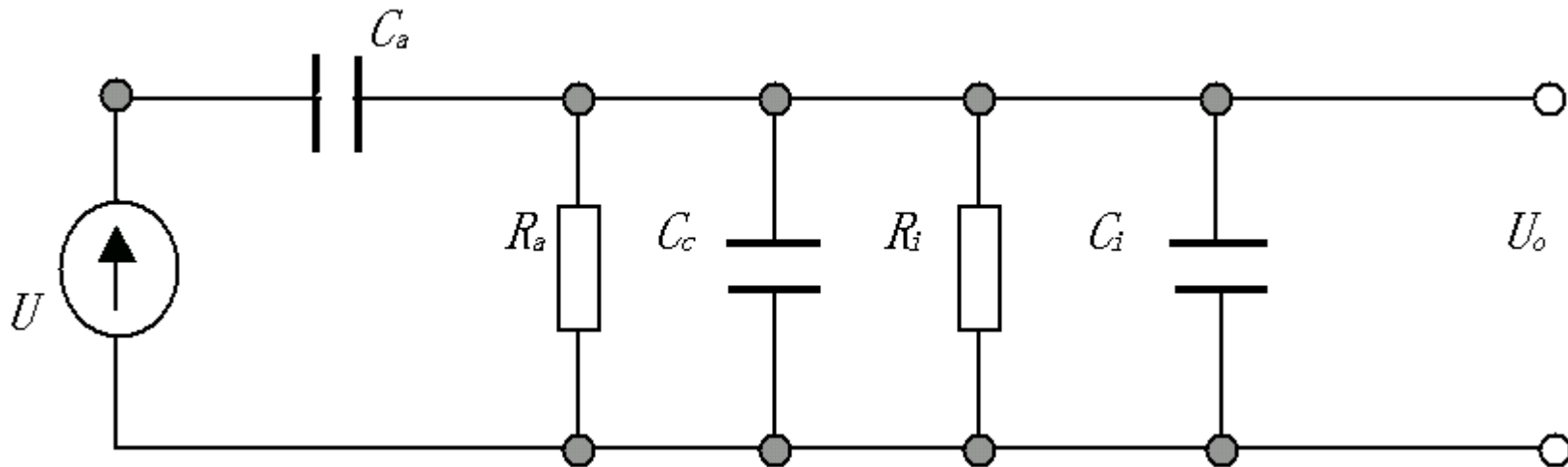




6.2 压电式传感器的测量电路

1. 等效电路

与电压放大器配套后的输入端等效电路



6.2 压电式传感器的测量电路

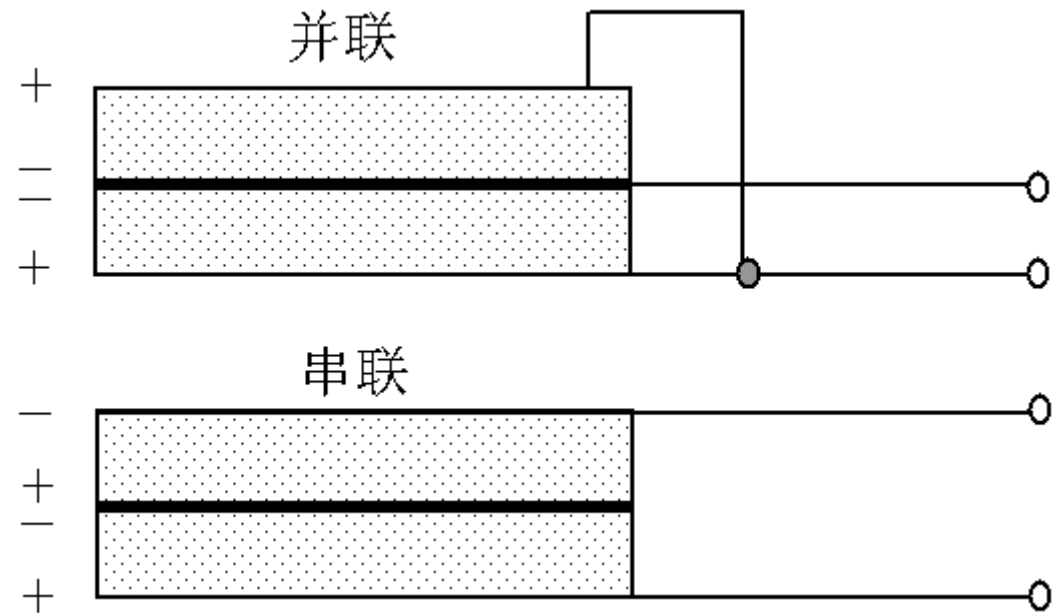
1. 等效电路

压电片的连接法：

在压电式传感器中，压电片常采用两片（或两片以上）粘在一起，由于压电材料的电荷是有极性的，有两种接法。

(1)、“并联”接法

(2)、“串联”接法



并联输出： $q' = 2q$ $c' = 2c$ $U' = U$

串联输出： $q' = q$ $c' = \frac{c}{2}$ $U' = 2U$



6.2 压电式传感器的测量电路

1. 等效电路

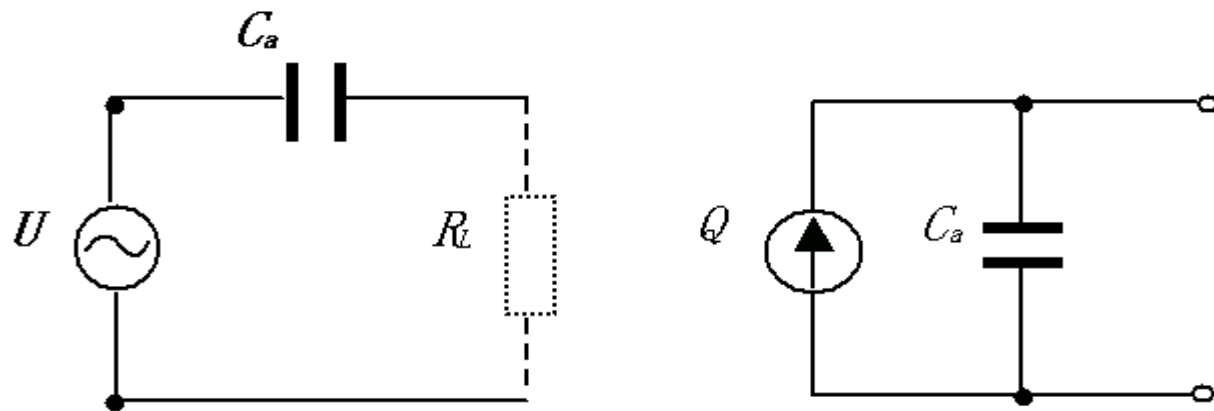
- 并联接法输出电荷大、本身电容大、时间常数大，适宜用在测量缓变信号，并且以电荷作为输出的地方。
- 串联接法输出电压大、本身电容小，适宜用于以电压为输出信号，并且测量电路输入阻抗很高的地方。



6.2 压电式传感器的测量电路

2. 测量电路

传感器等效电路为电压源或电荷源



测量电路两个最基本的作用：

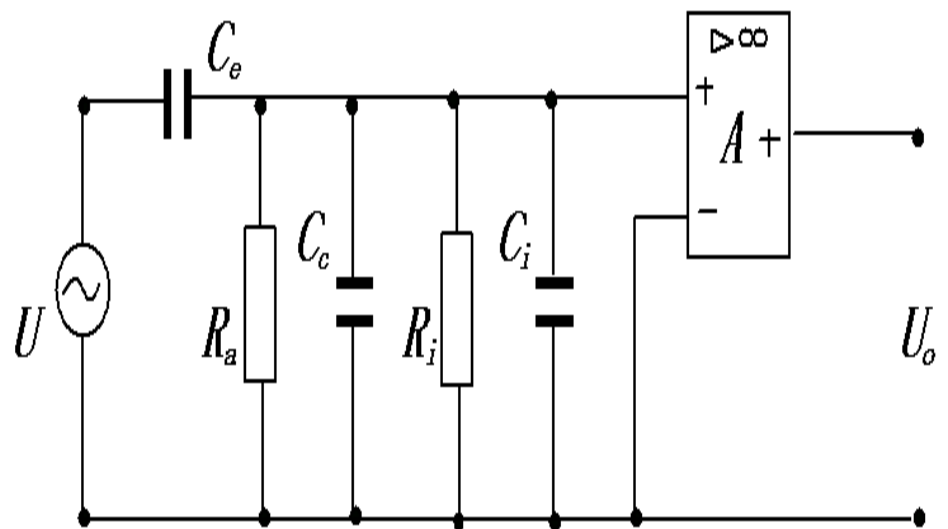
- ① 高输出阻抗变换为低输出阻抗；
- ② 对压电传感器的微弱输出信号进行放大。



6.2 压电式传感器的测量电路

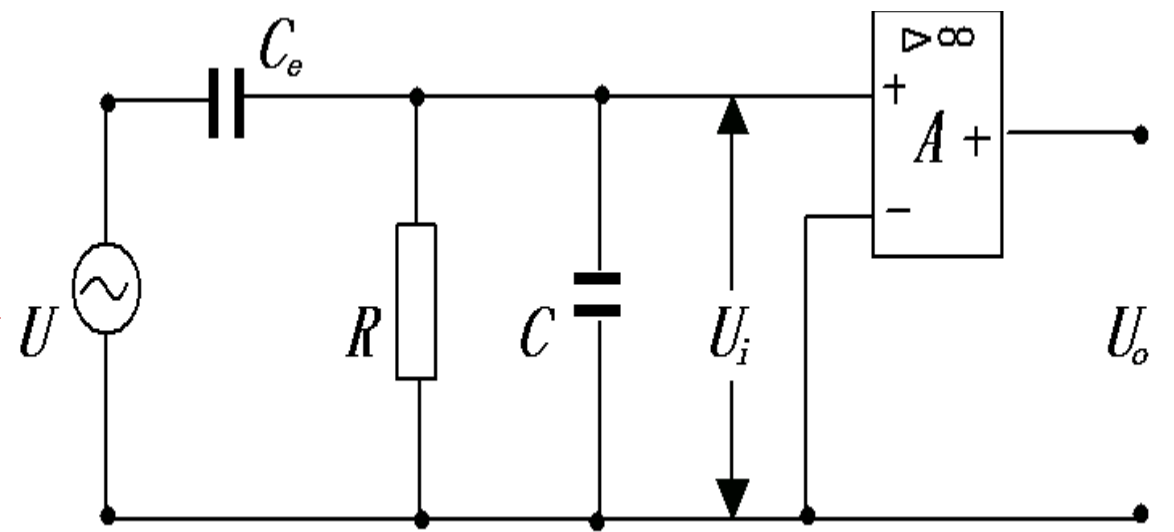
2. 测量电路-电压放大器

等效电路如下图所示



- C_a : 传感器的电容 R_a : 传感器的漏电阻
 C_c : 连接电缆的等效电容 R_i : 放大器的输入电阻
 C_i : 输入电容

简化后的等效电路为



其中: $R=R_d//R_i$, $C=C_c//C_i$



6.2 压电式传感器的测量电路

2. 测量电路-电压放大器

等效电阻：
$$R = \frac{R_a R_i}{R_a + R_i} ,$$

等效电容：
$$C = C_c + C_i \text{。}$$

假设压电元件所受的作用力为：

$$F = F_m \sin \omega t$$

根据前述压电效应，此时传感器产生的电压为

$$U = \frac{q}{C_e} = \frac{d_{33} F_m}{C_e} \sin \omega t = U_m \sin \omega t$$



6.2 压电式传感器的测量电路

2. 测量电路-电压放大器

此电压送至放大器的输入端，其值为

$$\begin{aligned}\dot{U}_i = U_Z &= \frac{d_{33}F}{C_e} \cdot \frac{1}{\frac{1}{j\omega C_e} + \frac{1}{\frac{1}{j\omega C} + R}} \cdot \frac{\frac{1}{j\omega C} R}{\frac{1}{j\omega C} + R} \\ &= d_{33}F \cdot \frac{j\omega R}{1 + j\omega R(C_e + C)}\end{aligned}$$



6.2 压电式传感器的测量电路

2. 测量电路-电压放大器

其幅值和相位分别为

$$|U_m| = \frac{d_{33} F_m R}{\sqrt{1 + \omega^2 R^2 (C_e + C_C + C_i)^2}}$$

$$\phi = \frac{\pi}{2} - \text{tg}^{-1}[\omega R (C_e + C_C + C_i)]$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/626203040042010205>