

第四章 传感器与变送器



第一节 船舶机舱常用传感器

第二节 变送器

第二节 变送器



一

变送器的构成原理

二

气动差压变送器

三

电动差压变送器

四

差压变送器的应用实例

— 变送器的构成原理



1

变送器的构成

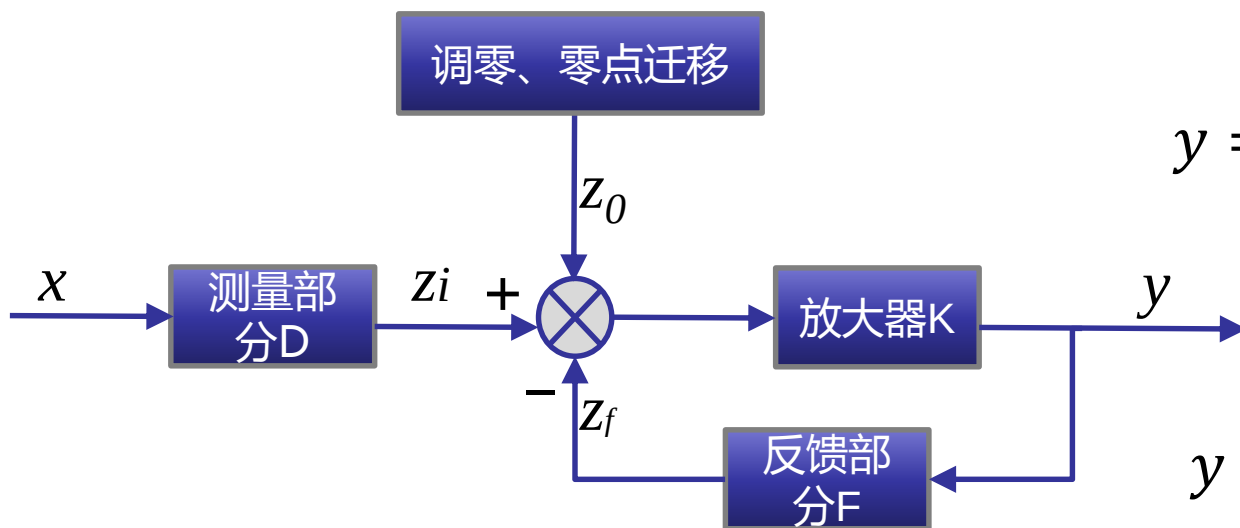
测量部分

+

放大部分

+

反馈部分



$$y = \frac{K}{1+KF} (Dx + z_0)$$

$$y = \frac{1}{F} (Dx + z_0)$$

一 变送器的构成原理



2

零点调整、量程调整和零点迁移

零点调整目的

使变送器输出信号的下限值 $y_{\min}$ 与测量信号的下限值 $x_{\min}$ 相对应。

零点调整方法

在负反馈放大器的输入端加上一个零点调整信号 z_0 。

$$y = \frac{1}{F} (Dx + z_0)$$

一 变送器的构成原理



2

零点调整、**量程调整**和零点迁移

量程调整目的

使变送器输出信号的上限值 $y_{\max}$ 与测量信号的上限值 $x_{\max}$ 相对应。

量程调整方法

通常调整负反馈系统数 F , F 越大, 量程越大。

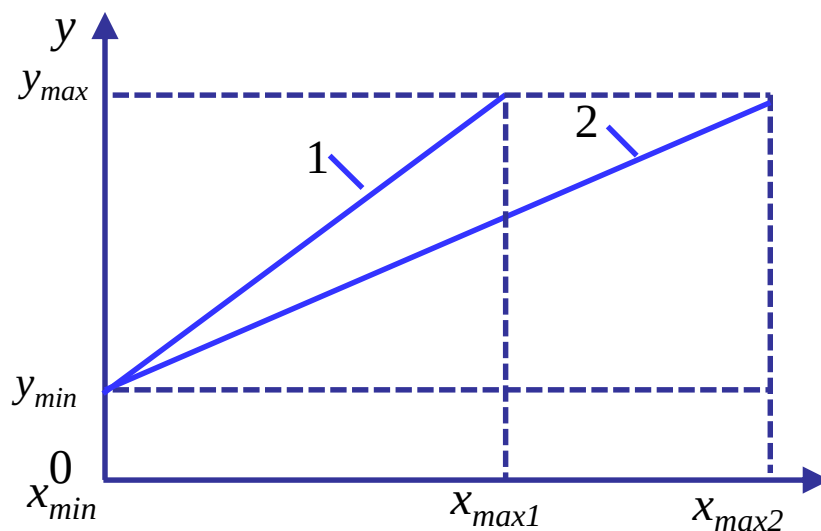
$$y = \frac{1}{F} (Dx + z_0)$$

一 变送器的构成原理



2

零点调整、**量程调整**和零点迁移



一 变送器的构成原理



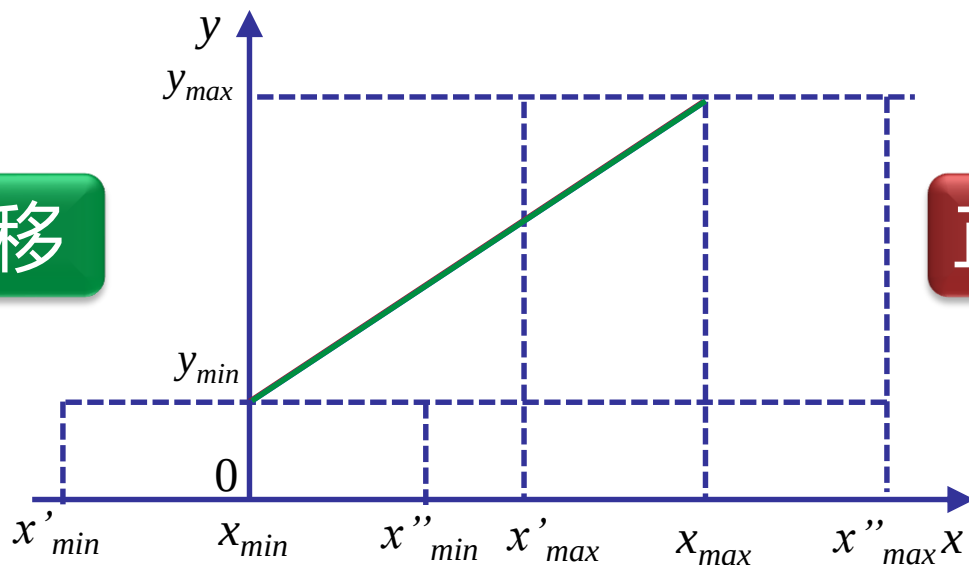
2

零点调整、量程调整和零点迁移

实际应用中，被控量测量的起点往往不是零，即 $x_{\min}$ 不等于0，需要将测量的起点迁移到某一正值或负值。

负迁移

正迁移



第二节 变送器



一

变送器的构成原理

二

气动差压变送器

三

电动差压变送器

四

差压变送器的应用实例

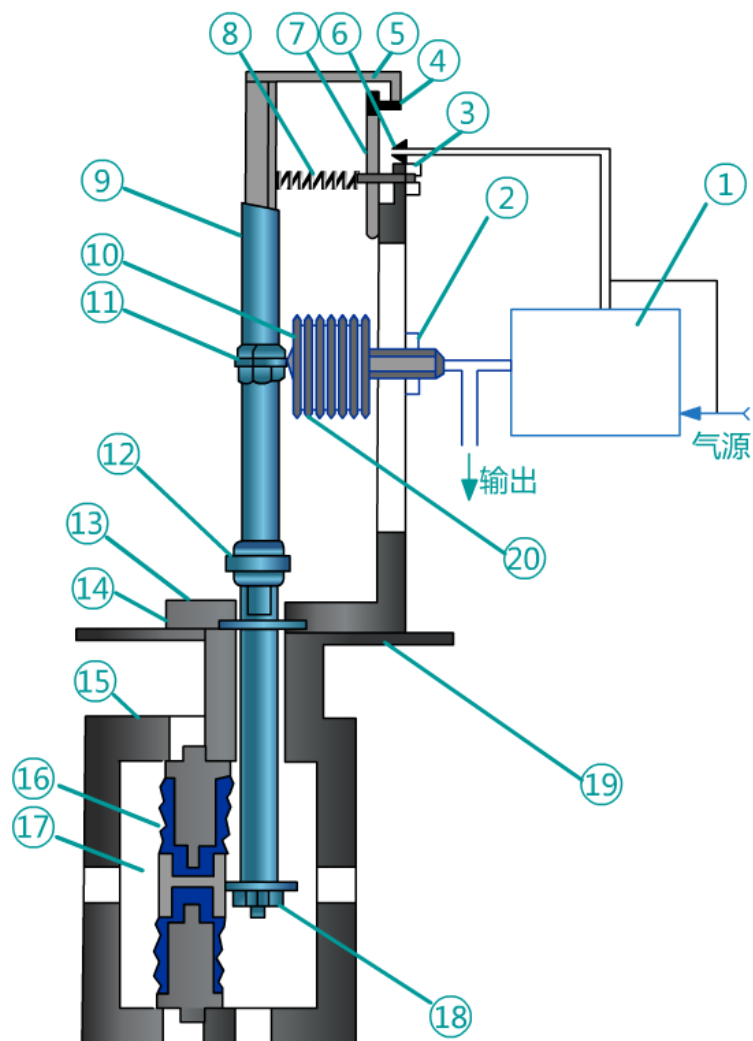
二 气动差压变送器



1

结构及工作原理

作用：将被测量的物理量转化为19.8-98.1kPa的标准气压信号



二 气动差压变送器



(1) 测量部分

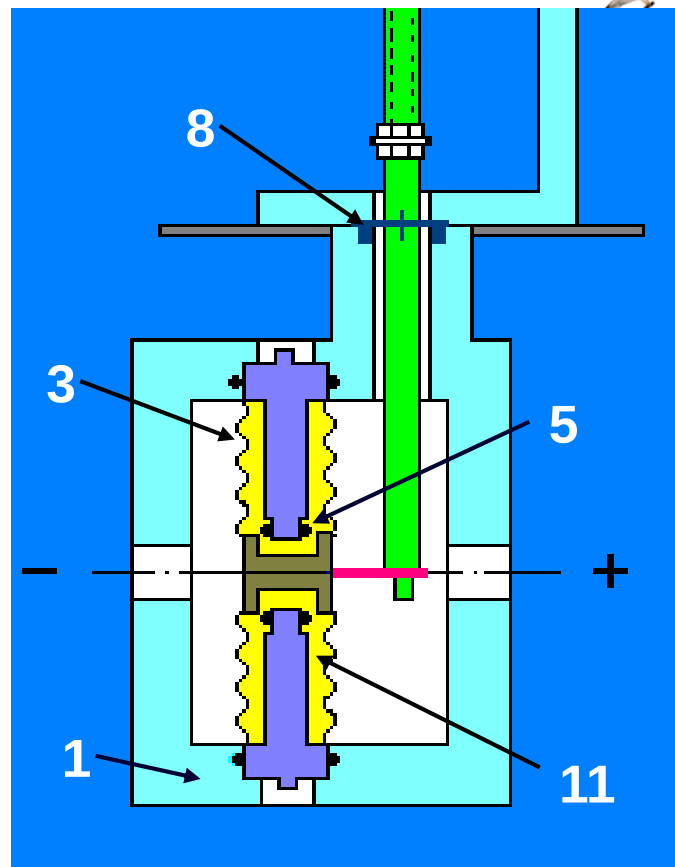
组成：主杠杆及密封装置、检测元件和基体等；

密封簧片8：作为杠杆转动的支点，要求它具有良好的弹性和抗疲劳强度；

基体1：分为正、负压室的测量膜盒；

金属膜片3：充注**硅油11**，产生阻尼，防止膜片使变送器发生振荡；

单向过载保护圈5：防止膜盒在单向承受过大压力时被压坏；

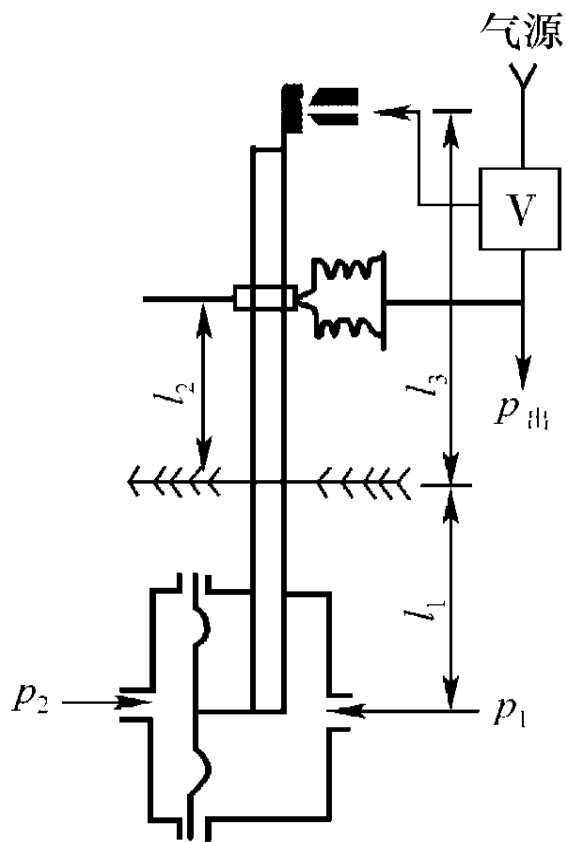


二 气动差压变送器



(2)

气动转换部分



$$p_{\text{出}} \cdot F_{\text{反}} \cdot l_2 = \Delta p \cdot F_{\text{膜}} \cdot l_1$$

$$p_{\text{出}} = \frac{F_{\text{膜}} \cdot l_1}{F_{\text{反}} \cdot l_2} \Delta p = K \Delta p$$

反馈波纹管的位置---量程
量程越大→波纹管越靠？

二 气动差压变送器



The diagram illustrates a piezoelectric actuator system for a valve. The system components are labeled as follows:

- 1**: Piezoelectric actuator
- 2**: Linkage mechanism
- 3**: Linkage mechanism
- 4**: Linkage mechanism
- 5**: Pressure sensor
- 6**: Pressure transducer
- 7**: Valve body
- 8**: Valve seat
- 9**: Valve stem
- 10**: Valve stem seal
- 11**: Valve stem seal
- 12**: Valve stem seal
- 13**: Voltage source
- 14**: Piezoelectric transducer
- 15**: Valve

The system is connected to a gas source (气源) and a pressure source (P_1). The output pressure is P_2 .

二 气动差压变送器



二 气动差压变送器



2

气动差压变送器零点和量程的调整

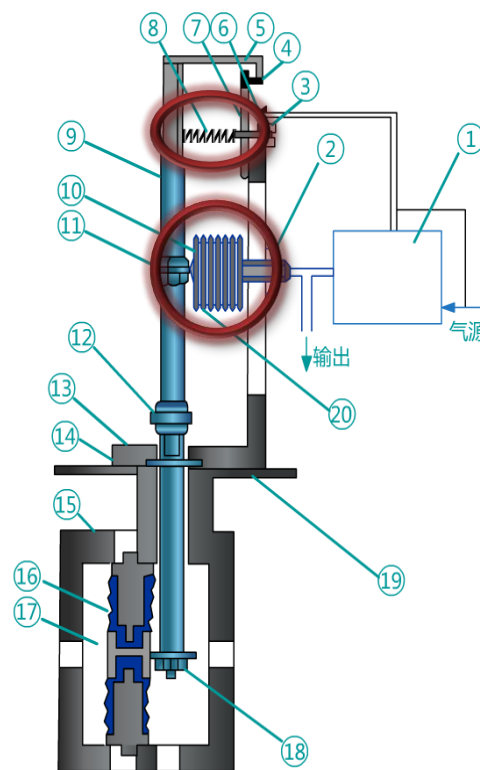
第一步：零点调整， $\Delta p = 0$ 时， $p_{\text{出}} = 0.02\text{MPa}$

调整方法：调整**调零弹簧**或**迁移弹簧**

第二步：量程调整， $\Delta p = \text{最大}$ 时， $p_{\text{出}} = 0.1\text{MPa}$

调整方法：改变**反馈波纹管**的**上下位置**

第三步：重复调整，由于量程的调整会影响零点，量程调整后，需重新调零，然后再看量程是否合适，重复上述操作2-3次，直到零点与量程准确为止。



第二节 变送器



一

变送器的构成原理

二

气动差压变送器

三

电动差压变送器

四

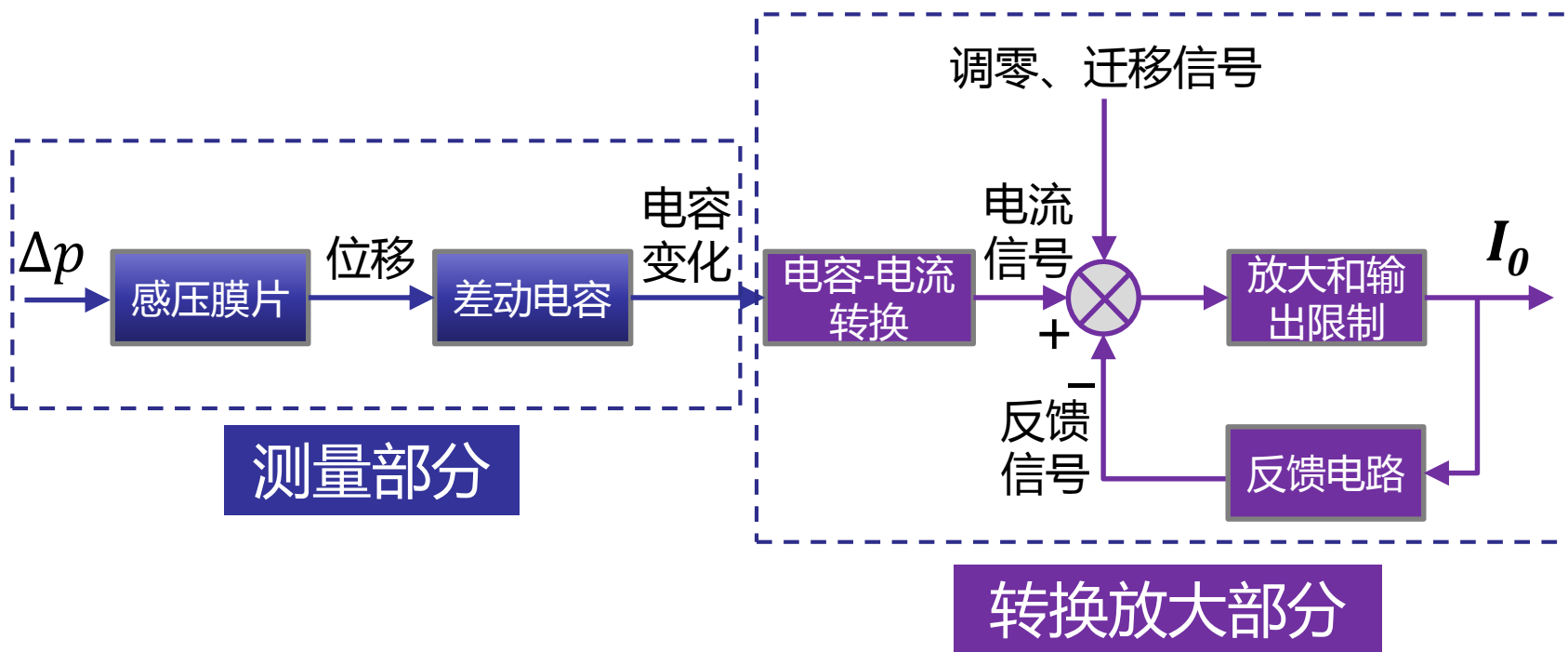
差压变送器的应用实例

三 电动差压变送器



电动差压变送器

将被测物理量转化为4-20mA的标准电流输出信号，船舶机舱中以电容式电动差压变送器为主。



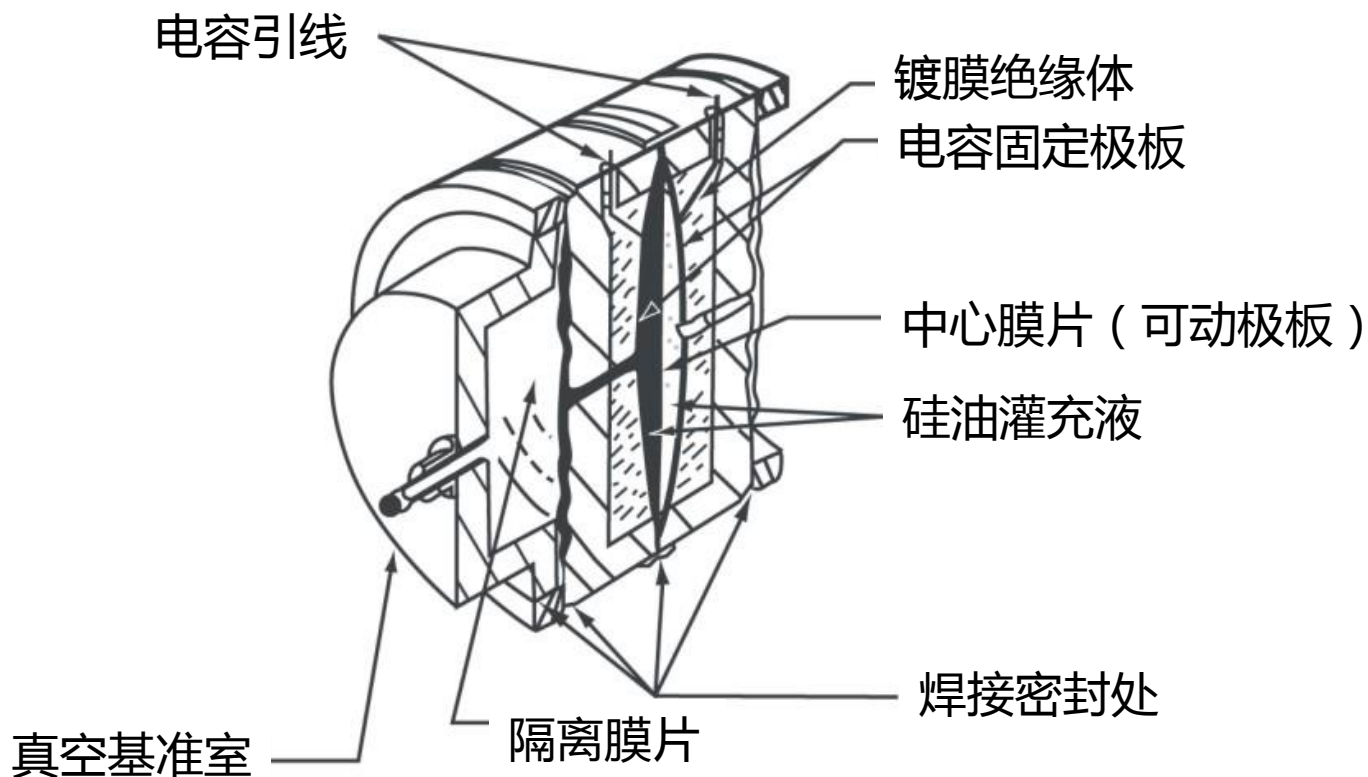
三 电动差压变送器



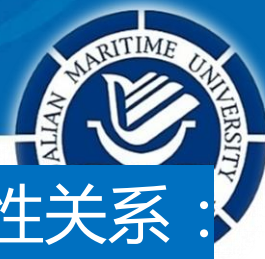
1

测量部件

核心部件：差动电容敏感元件



三 电动差压变送器



膜片位移 Δs (小于0.1mm) 与差压 Δp 之间近似为线性关系：

$$\Delta S = K_1 \cdot \Delta p$$

设 S_0 为 $\Delta p=0$ 时中心膜片与两弧形电极间的距离， S_H 、 S_L 为实际距离，则有：

$$S_H = S_0 + \Delta S \quad S_L = S_0 - \Delta S$$

C_H 和 C_L 可近似地看作平行板电容器，其电容量可表示为：

$$C_H = \frac{\varepsilon_1 A_1}{S_1} = \frac{\varepsilon A}{S_0 + \Delta S} \quad C_L = \frac{\varepsilon_2 A_2}{S_2} = \frac{\varepsilon A}{S_0 - \Delta S}$$

三 电动差压变送器



$$C_H = \frac{\varepsilon_1 A_1}{S_1} = \frac{\varepsilon A}{S_0 + \Delta S} \quad C_L = \frac{\varepsilon_2 A_2}{S_2} = \frac{\varepsilon A}{S_0 - \Delta S}$$

ε 为电容介质的介电常数，由于介质相同，故相等。 A 为弧形电极板的面积，制造相等。以上两式相减得：

$$\Delta C = C_H - C_L = \varepsilon A \left(\frac{1}{S_0 + \Delta S} - \frac{1}{S_0 - \Delta S} \right)$$

由于 ΔC 与 ΔS 为非线性关系，故改用下式：（相对变化式）

$$\frac{C_H - C_L}{C_H + C_L} = \frac{\varepsilon A \left(\frac{1}{S_0 + \Delta S} - \frac{1}{S_0 - \Delta S} \right)}{\varepsilon A \left(\frac{1}{S_0 + \Delta S} + \frac{1}{S_0 - \Delta S} \right)} = \frac{\Delta S}{S_0} = K_2 \Delta S = K_1 K_2 \Delta P$$

三 电动差压变送器



由此可以得到以下结论：

$$\Delta C_{\text{相}} = (C_H - C_L) / (C_H + C_L) = \frac{\Delta S}{S_0} = K \Delta p$$

(1) 差动电容的相对变化值 $\Delta C_{\text{相}}$ 与 Δp 成线性关系，以此通过转换电路将这一相对变化值 $\Delta C_{\text{相}}$ 转换为标准电流信号输出；

(2) $\Delta C_{\text{相}}$ 与介电常数 ε 无关，从原理上消除了介质 ε 的变化引起的测量误差；

(3) $\Delta C_{\text{相}}$ 的大小与 s_0 有关， $s_0 \downarrow$ ， $\Delta C_{\text{相}} \uparrow$ ，灵敏度 $\uparrow$ ，量程 $\downarrow$ 。

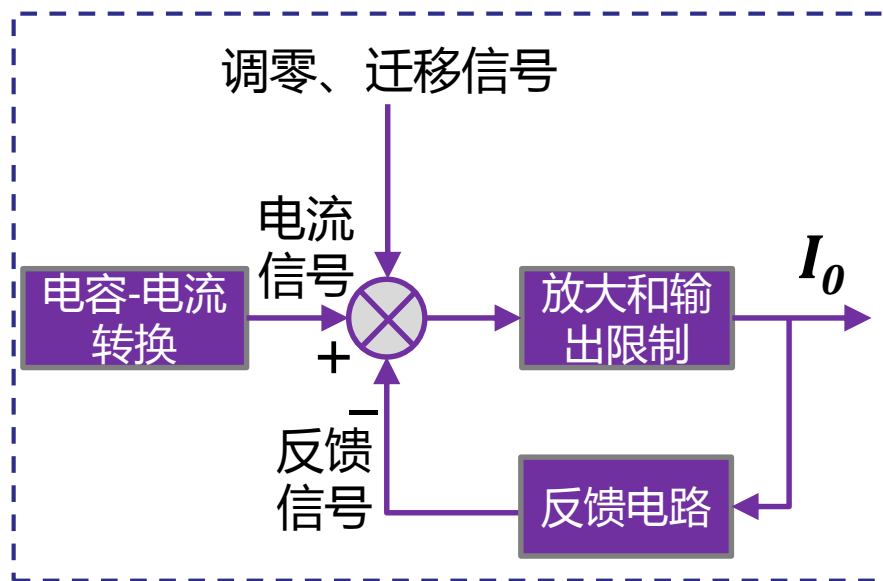
三 电动差压变送器



2

转换放大电路

作用：将电容的相对变化值转换成标准的**电流**输出信号；调零点、调量程、正负迁移和阻尼调整等功能。



三 电动差压变送器



3

电容式差压变送器的零点和量程的调整

(1)

气路与电路连接

(2)

零点和量程的调整

(3)

线性、阻尼的调整

三 电动差压变送器

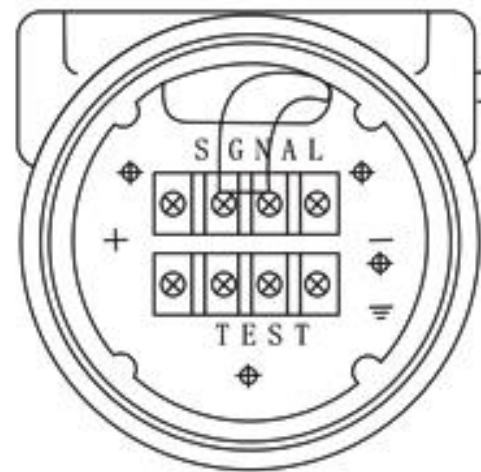
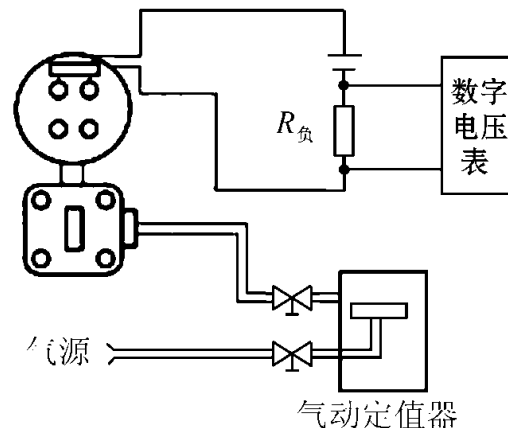


(1) 气路与电路连接

气路是给变送器提供被测信号，大小由气动定值器调定；

电气壳体上有4个接线端子，2个标有“Signal”字样，接电源；2个标有“Test”字样，接内阻小于 8Ω 的电流表。

变送器电源要根据负载特性进行选择。如若电源电压为24VDC，则负载电阻应为 500Ω



三 电动差压变送器



(2) 零点和量程调整方法

设有调零电位器和调量程电位器；

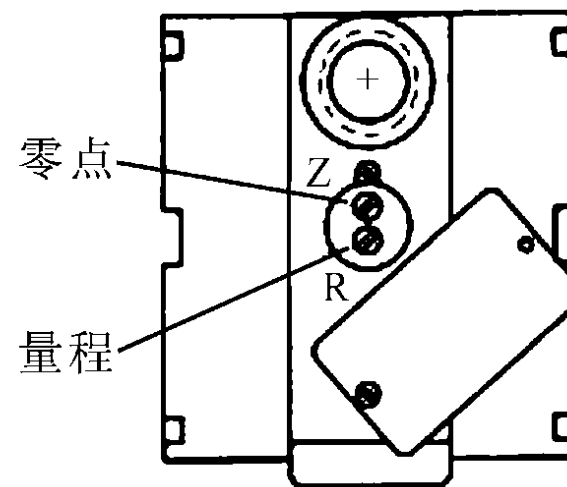
调零电位器旁标有“Z”；量程电位器旁标有“R”

零点和量程调整方法

第一步：针对 ΔP_{min} 调零— 4mA

第二步：针对 ΔP_{max} 调零— 20mA

第三步：重复上述2-3次直到稳定



三 电动差压变送器



(3) 线性、阻尼的调整

放大器板的焊接面有一个线性调整电位器和阻尼调整电位器；

线性调整电位器已在出厂调到了最佳状态，一般不在现场调整；

阻尼调整电位器用来抑制由被测压力的高频变化而引起的输出快速波动。其时间常数在0.2s（出厂值）和1.67 s之间。

三 电动差压变送器



1151电容式差压变送器



3051电容式差压变送器

第二节 变送器



一

变送器的构成原理

二

气动差压变送器

三

电动差压变送器

四

差压变送器的应用实例

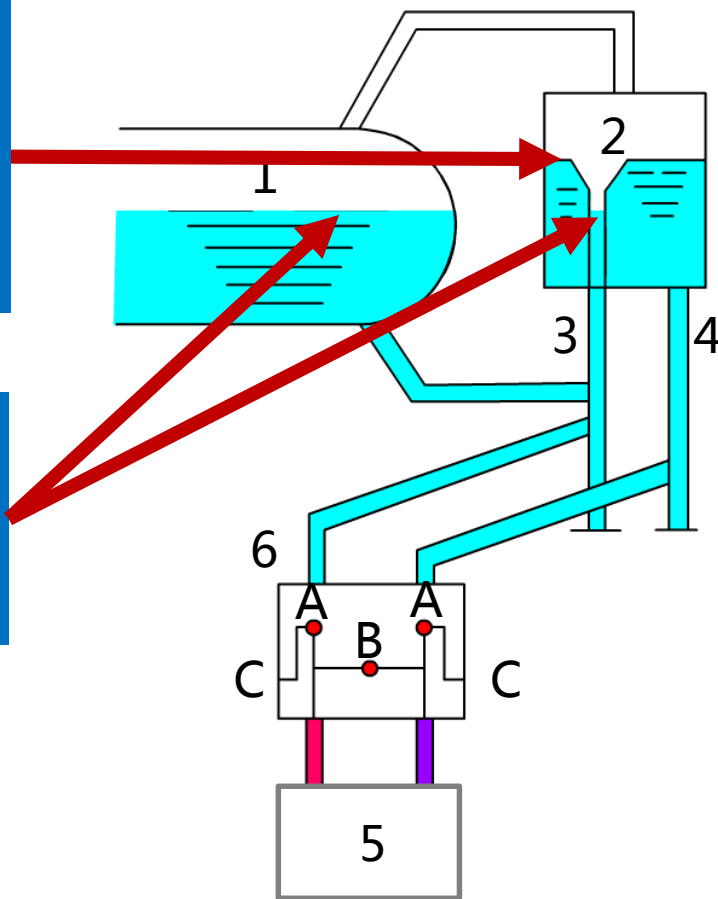
四 差压变送器的应用实例



工作原理

参考水位：设定为锅炉的最高水位，由蒸汽的不断冷凝及溢流维持最高水位位置。

测量水位：通过测量管与锅炉的实际水位一致。



四 差压变送器的应用实例

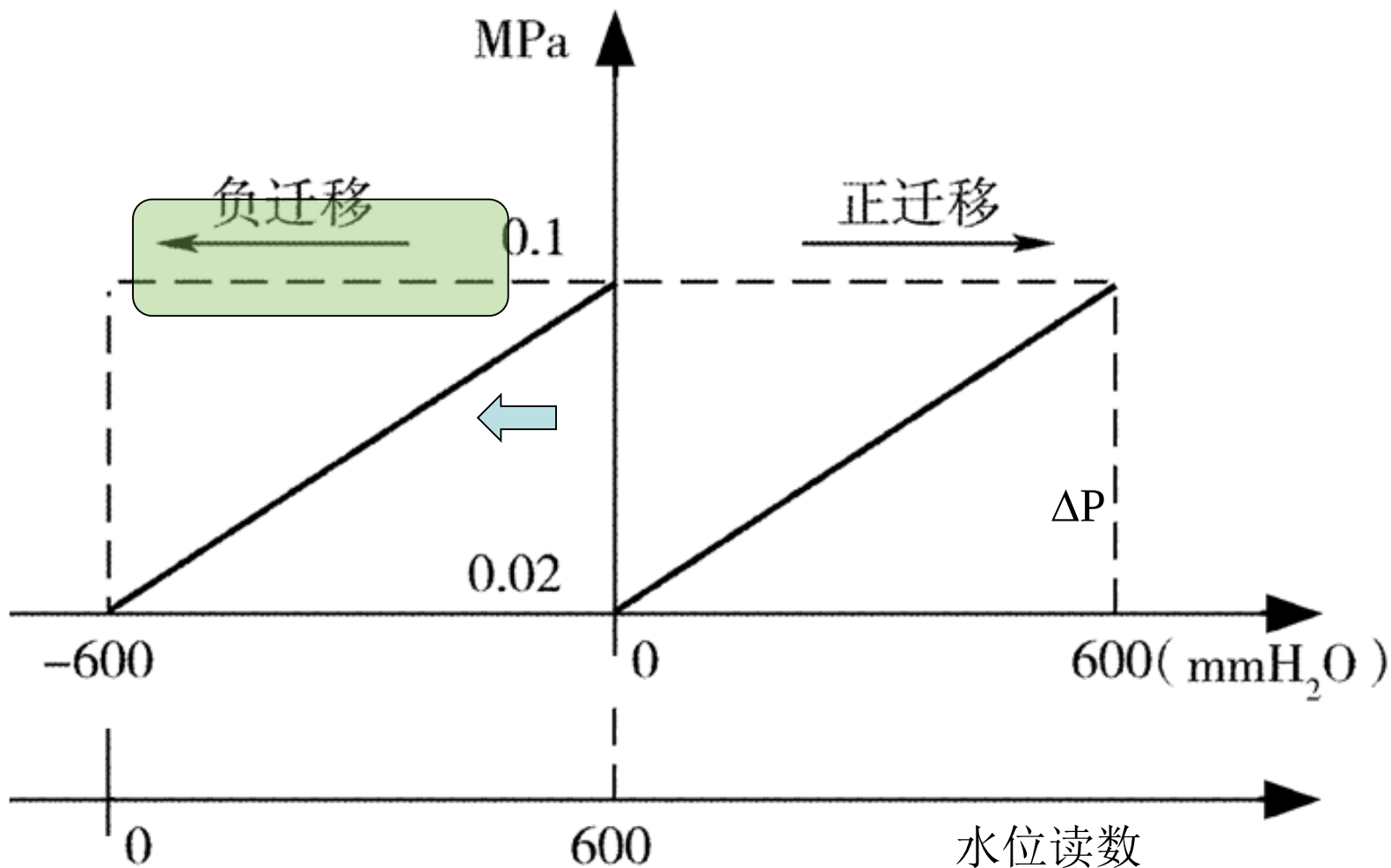
参考水位罐与差压变送器的连接



四 差压变送器的应用实例



连接后零点迁移问题



谢谢各位同学！

