

## 5. 智能变送器和阀门定位器

智能差压变送器

智能温度变送器

功能，组成结构，传递信号，组态方式，应用  
举例

模拟阀门定位器

智能电气阀门定位器

组成结构，功能，工作原理



## 5. 智能变送器和阀门定位器

### 1、智能差压变送器

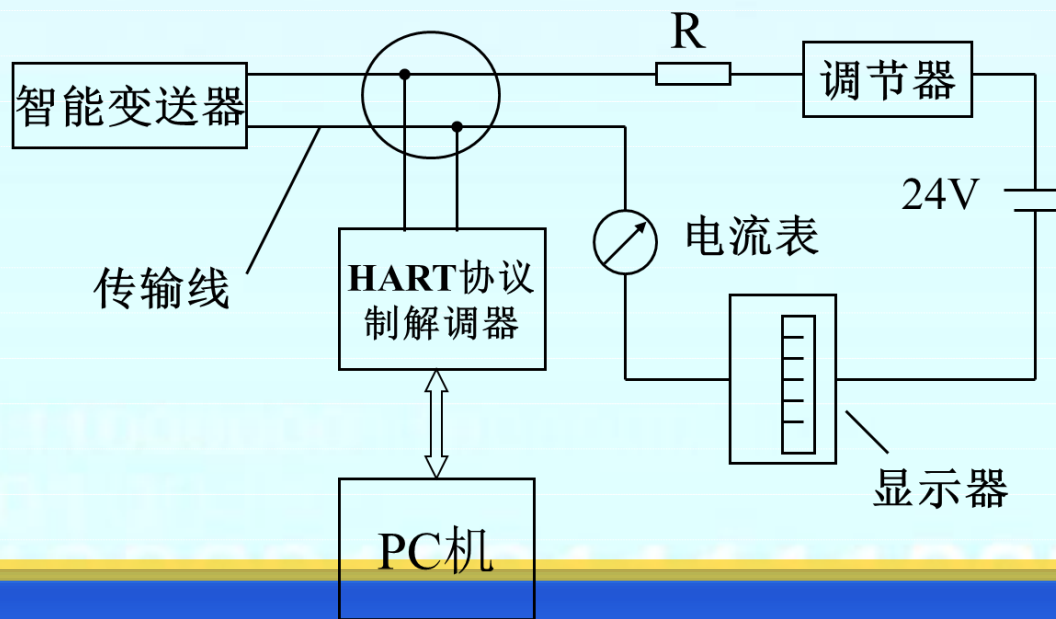
#### (1) 功能

将差压信号转换为标准的电流及电压信号。

即可传输模拟信号又可传输数字信号。

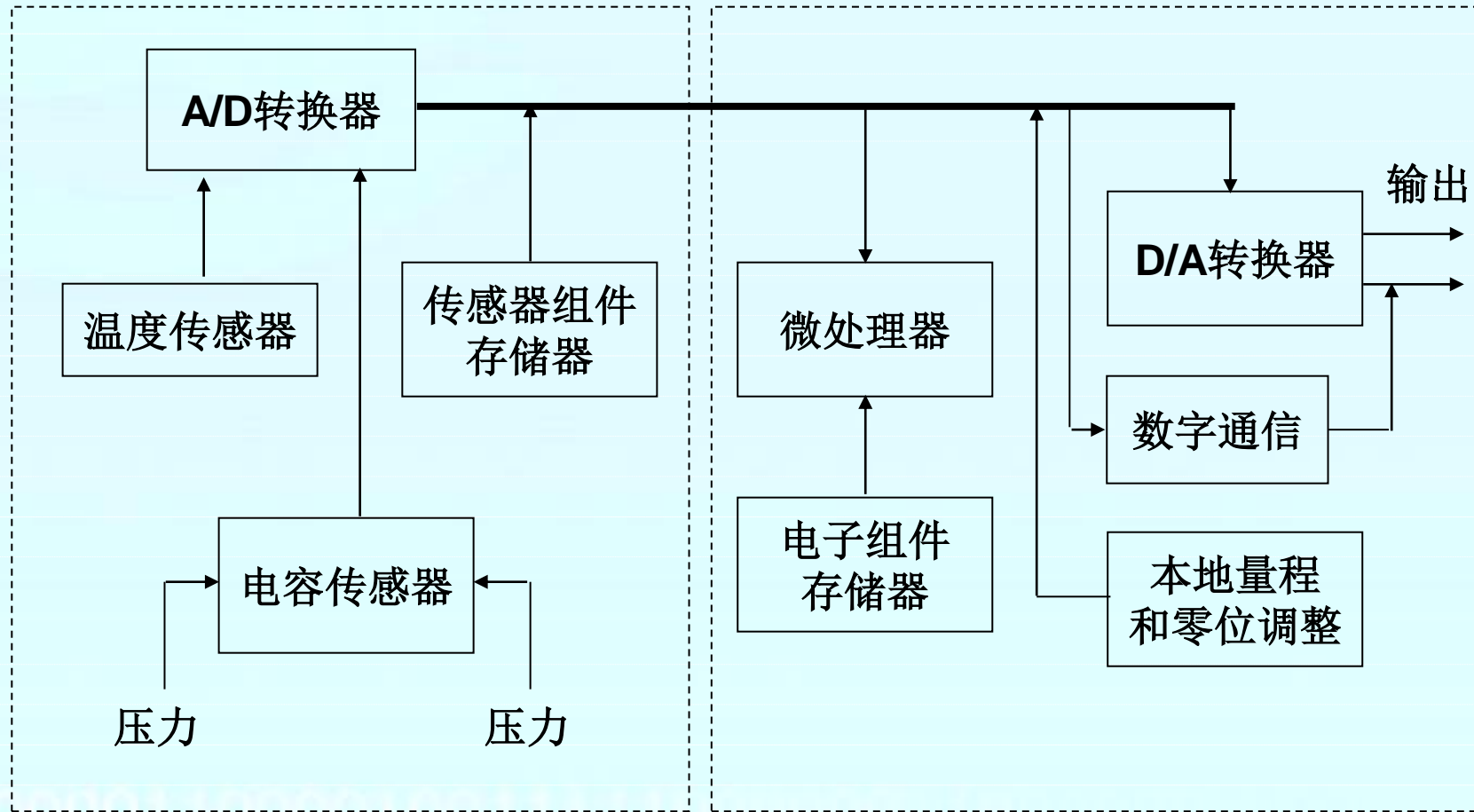
可通过PC或手操器远程对变送器进行组态及读表。

可远程对变送器的工作状态进行诊断。



## 5. 智能变送器和阀门定位器

### (2) 智能差压变送器组成



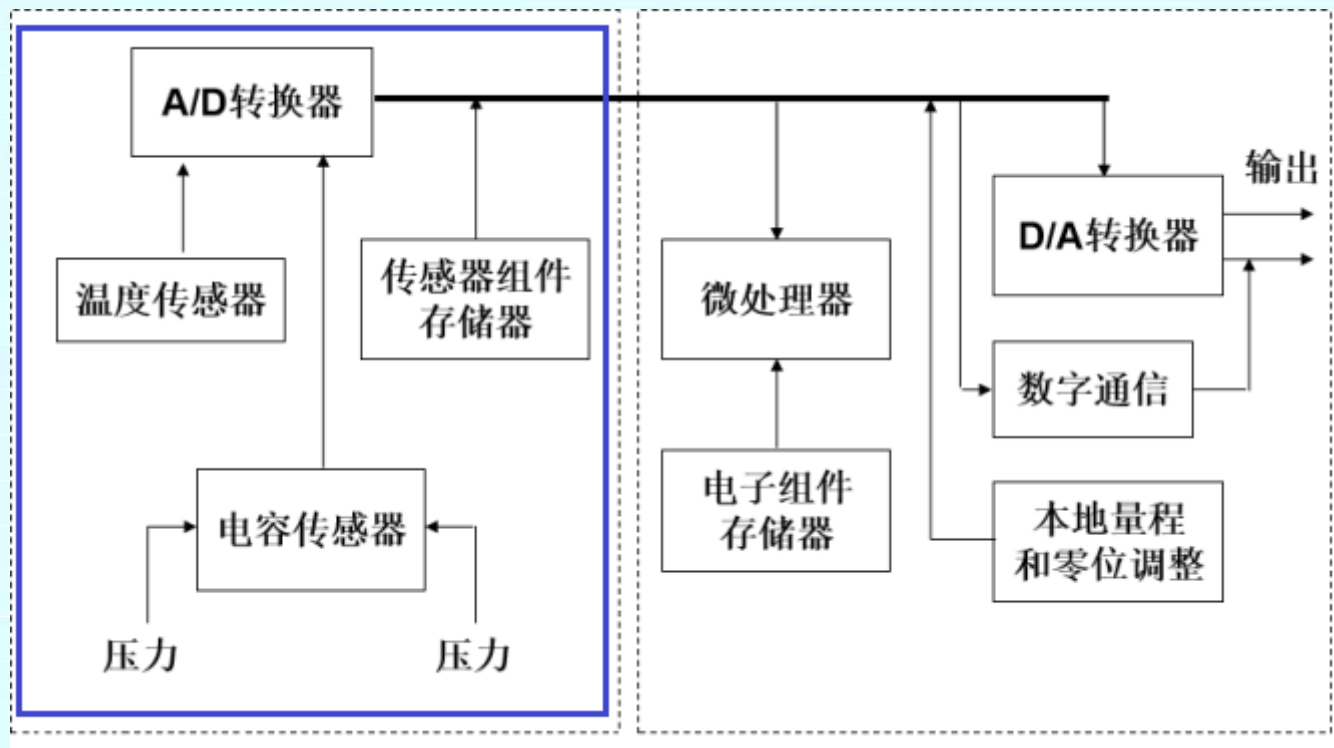
传感器组件

电子组件

图5-1 3051C HART差压变送器组成

## 5. 智能变送器和阀门定位器

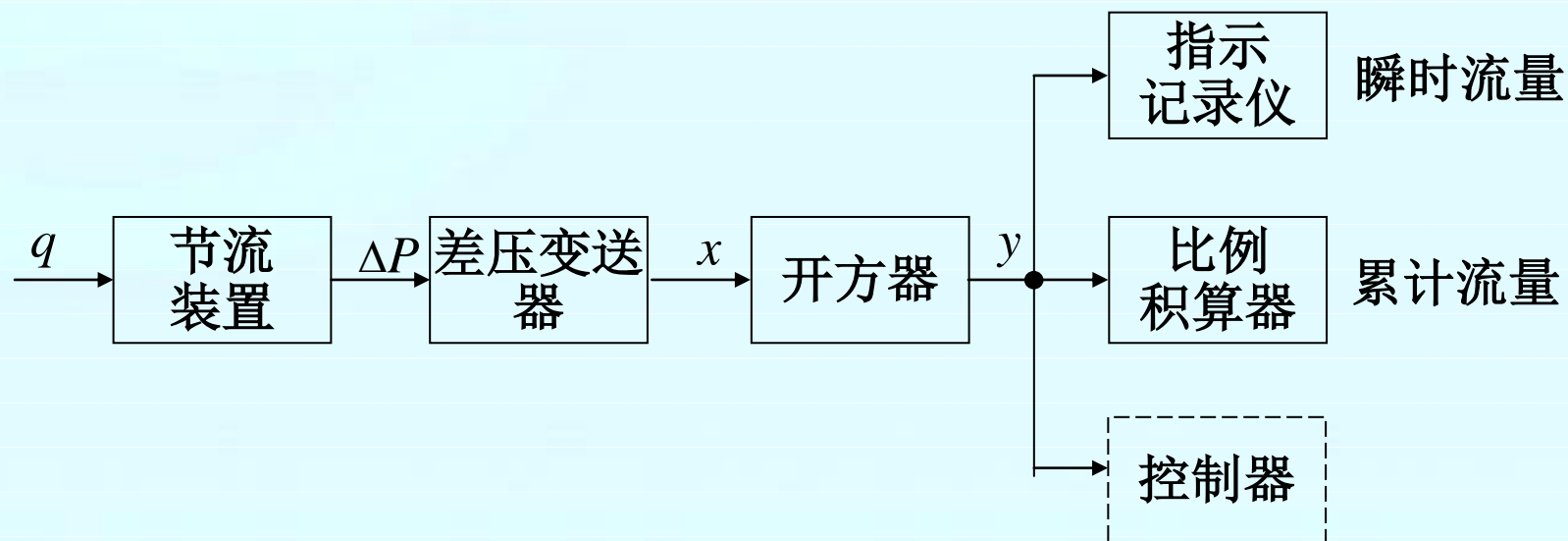
### ①传感器组件



- A、管道的压差、温度、压力采集、转换与处理。
- B、温度、压力补偿信息存储。（补偿公式温度、压力设定值等）
- C、变送器组件物理信息（变送器标签-规格型号、材质、日期等）

## 5. 智能变送器和阀门定位器

### 压差测量流量原理



流量与差压关系:  $\Delta P = K_1 q^2$

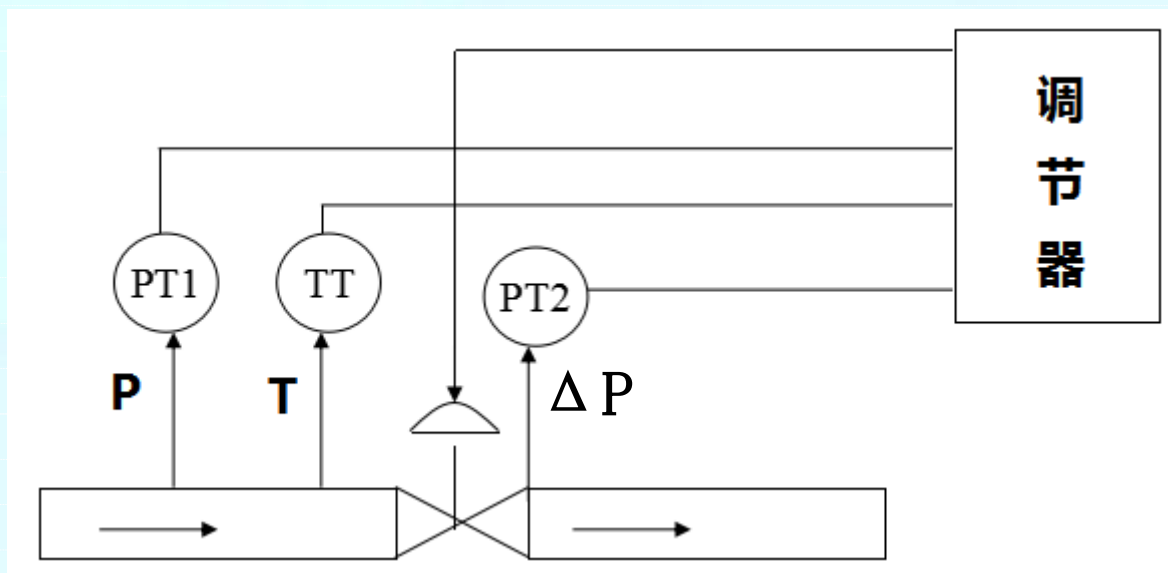
差压变送器与差压关系:  $x = K_2 \Delta P = K_1 K_2 q^2$

开方器输入输出运算关系:  $y = K \sqrt{x} = K \sqrt{K_1 K_2} q$

$y \sim q$  呈线性关系

## 5. 智能变送器和阀门定位器

### 温度、压力补偿



设计条件下质量流量

$$M_n = K \sqrt{P_n \times \Delta P_n / T_n}$$

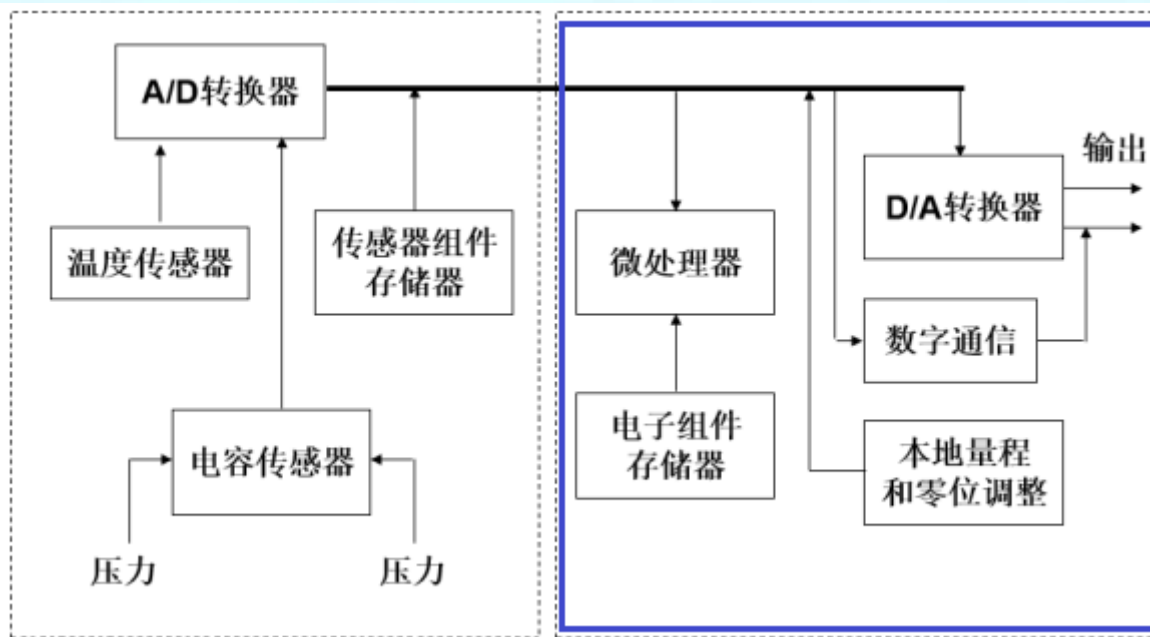
使用条件下质量流量

$$M = K \sqrt{P \times \Delta P / T}$$

$$M_n = M \rightarrow \Delta P_n = \frac{T_n}{T} \times \frac{P}{P_n} \times \Delta P \rightarrow \text{计算 } M_n$$

## 5. 智能变送器和阀门定位器

### ② 电子组件



- A、信号的处理（温度压力补偿、非线性校正、标度变换。零点、量程调整）、工程量显示。
- B、将对应差压数字信号变为4~20 mADC。
- C、通过数字通信模块 与PC或手操器远程组态及读表。
- D、电子组件变送器操作信息存储。（测量范围、阻尼时间、工程单位、零点量程等）

## 5. 智能变送器和阀门定位器

### (3) 智能变送器与PC机远程通信举例

通过HART（Highway Addressable Remote Transducer）协议实现变送器与PC机进行远程组态和读表。

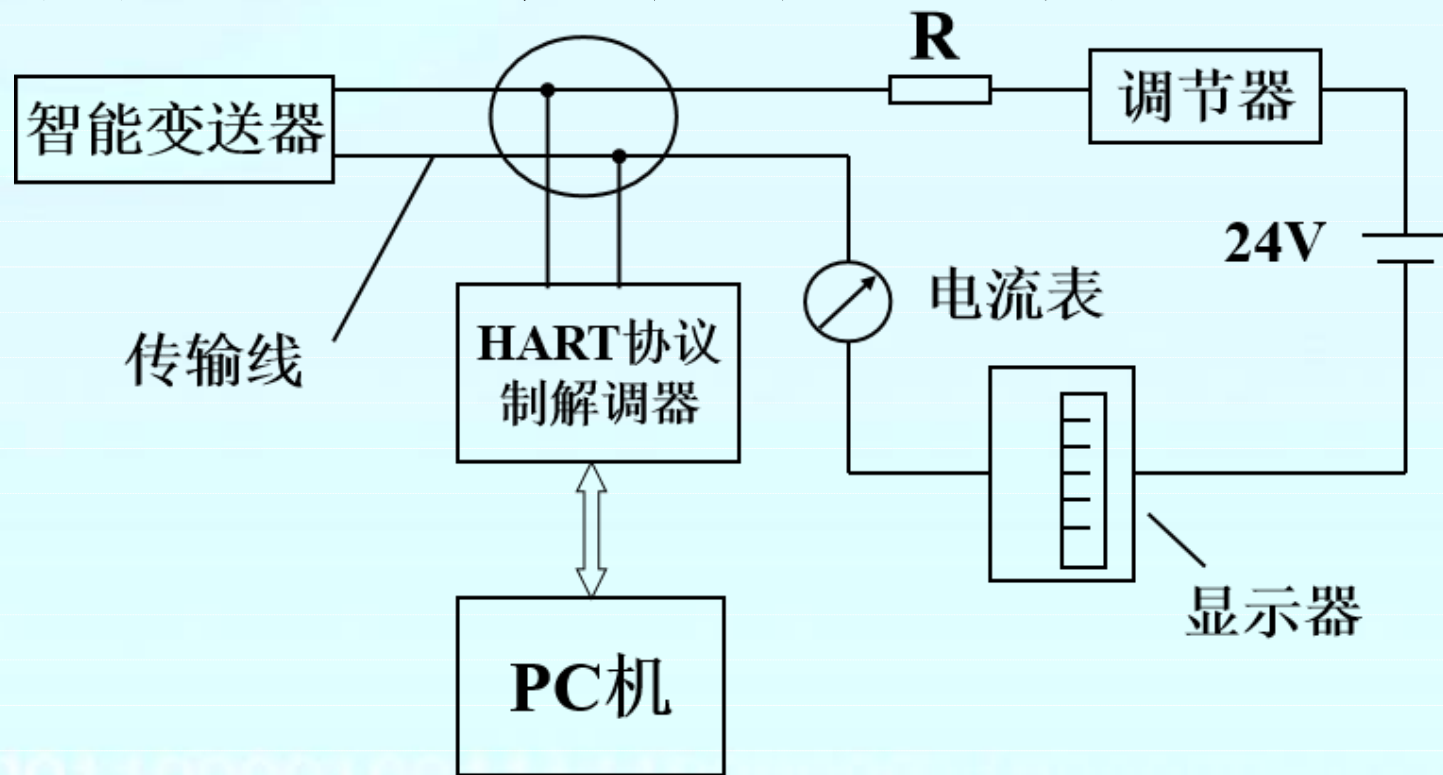


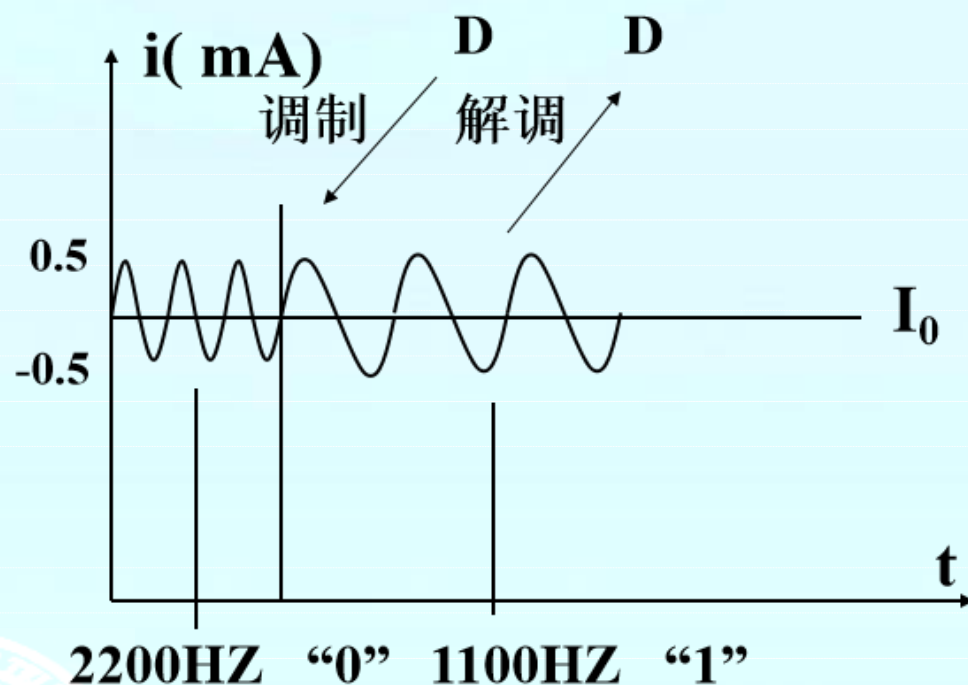
图5-2 智能变送器与PC机远程通信



## 5. 智能变送器和阀门定位器

### HART协议信号的特点

在4-20mA模拟信号上叠加幅度为 $\pm 0.5\text{mA}$ 的音频数字信号进行双向数字通讯。



将变送器**10101010**数字信号传送到调节器，其传输过程是

**A、** 调制、解调

**B、** 解调、调制

图5-3 HART协议信号的特点

## 5. 智能变送器和阀门定位器

### ② 变送器远程组态与监视

#### 变送器组态

选择设置变送器的地址号、零点、量程、输出形式、补偿值、滤波时间等，将参数传输到变送器EEPROM中。

#### 诊断

对组态参数、通信状态、变送器的运行状态进行诊断，显示故障代码。

#### 抄表

读取并显示变送器中存储的重要信息。（变送器地址号、过程参量、零点、量程等）



## 5. 智能变送器和阀门定位器

### ③ 一种HART协议的智能差压变送器

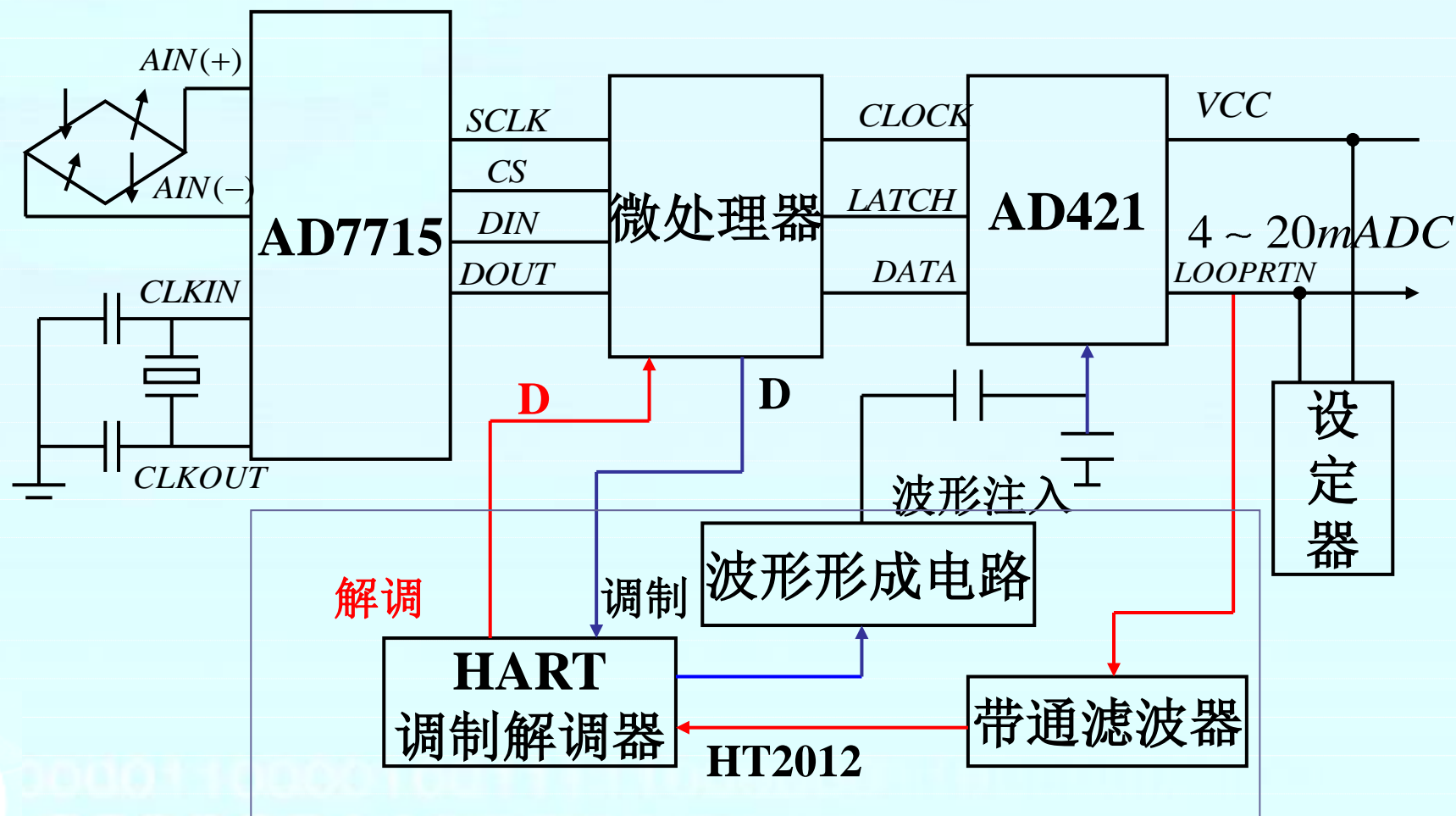


图5-4一种HART协议的智能差压变送器

## 5. 智能变送器和阀门定位器

### A、将过程量转换为4~20mAADC电流信号。

扩散硅差压传感器输出信号经过AD7715内部可编程增益放大器放大，送入A/D转换器。

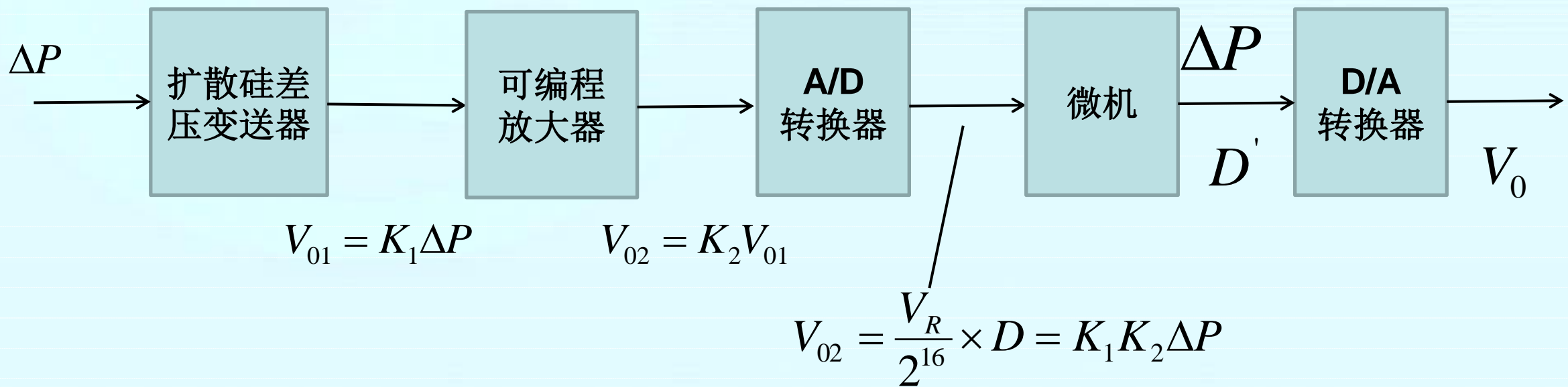
16位A/D转换，将模拟量转换为数字量，AD7715与单片机通过SPI串行口进行数字通信。

AD7715初始化命令字（增益、时钟频率、转换通道等）由单片机写入，转换值由单片机读取。

将对应差压信号数字量经过SPI串行口写入AD421，进行D/A转换，输出4-20mA模拟量。



## 5. 智能变送器和阀门定位器



**D/A转换器**

$$V_0 = \frac{V_R}{2^{12}} \times D' = \frac{4}{\Delta P_{\max} - \Delta P_{\min}} (\Delta P - \Delta P_{\min}) + 1$$

$$D' = \frac{2^{12}}{V_R} \times \left[ \frac{4}{\Delta P_{\max} - \Delta P_{\min}} (\Delta P - \Delta P_{\min}) + 1 \right]$$

将过程量 $\Delta P$ 转换为**4~20mA**或**1~5V**输出。

## 5. 智能变送器和阀门定位器

## B、与PC机远程数据通信

## 数据接收

带通滤波器将4~20mA环路上的±0.5mA HART调频电流信号转换为HART电压信号，经HT2012解调变为数字信号D，再送入单片机串行通信接口中，从而完成数据的接收任务。

## 数据发送

发送的数据D经调制器变为频率信号f,通过HT2012波形行程电路变为电压u, 经过D421的V/I变换, 变为 $\pm 0.5\text{mA}$ 电流信号。此 $\pm 0.5\text{mA}$ 电流信号叠加到4~20mA环路上。

## 5. 智能变送器和阀门定位器

### 2、智能温度变送器

#### (1) 智能温度变送器组成

输入、数据处理、输出

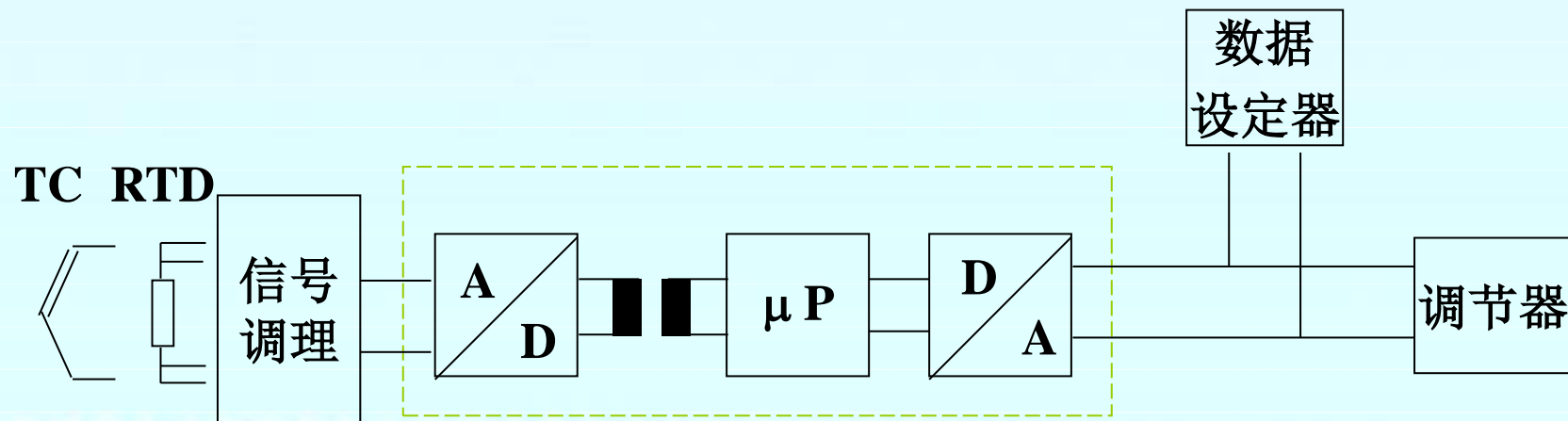


图5-5 智能温度变送器组成框图

## 5. 智能变送器和阀门定位器

### (2) 智能温度变送器功能

#### ① 铂电阻温度检测

电阻~电压转换  $V_T = IR_T$

A/D转换  $V_T = \frac{V_R}{2^n} \times D$

标度变换计算热电阻值

$$V_T = \frac{V_R}{2^n} \times D = IR_T \quad R_T = \frac{V_R}{I} \times \frac{D}{2^n}$$

查热电阻分度表线性插值计算温度

$$T = \frac{T_{i+1} - T_i}{R_{T(i+1)} - R_{Ti}} (R_T - R_{Ti}) + T_i$$

$R_T \sim T$ 分度表存储在微机存储器。



## 5. 智能变送器和阀门定位器

### ② 铂电阻温度变送器信号转换

电阻~电压转换  $V_T = IR_T$

A/D转换  $V_T = \frac{V_R}{2^n} \times D$

标度变换计算热电阻值

$$V_T = \frac{V_R}{2^n} \times D = IR_T \quad R_T = \frac{V_R}{I} \times \frac{D}{2^n}$$

D/A转换

$$V_0 = \frac{V_R}{2^n} \times D' = \frac{4}{R_{T_{\max}} - R_{T_{\min}}} (R_T - R_{T_{\min}}) + 1$$

$$V_0 = \frac{V_R}{2^n} \times D' = \frac{16}{R_{T_{\max}} - R_{T_{\min}}} (R_T - R_{T_{\min}}) + 4$$



## 5. 智能变送器和阀门定位器

### ③ 热电偶温度检测

根据配接各种标准的**热电偶**B\ S\ K\ E\ T\ N型号

热电偶冷端温度补偿  $E(T, 0^0) = E(T, T_n) + E(T_n, 0^0)$

A/D转换计算热电势

$$E(T, 0^0) = E_T = \frac{V_R}{2^n} \times D$$

查热电势分度表线性插值计算温度

$$T = \frac{T_{i+1} - T_i}{E_{T(i+1)} - E_{Ti}} (E_T - E_{Ti}) + T_i$$

$E_T \sim T$ 分度表存储在微机存储器。



## 5. 智能变送器和阀门定位器

### ④ 热电偶温度变送

根据配接各种标准的**热电偶**B\ S\ K\ E\ T\ N型号

热电偶冷端温度补偿  $E(T, 0^0) = E(T, T_n) + E(T_n, 0^0)$

**A/D**转换计算热电势

$$E(T, 0^0) = E_T = \frac{V_R}{2^n} \times D$$

**D/A**转换

$$V_0 = \frac{V_R}{2^n} \times D' = \frac{4}{E_{T_{\max}} - E_{T_{\min}}} (E_T - E_{T_{\min}}) + 1$$

$$V_0 = \frac{V_R}{2^n} \times D' = \frac{16}{E_{T_{\max}} - E_{T_{\min}}} (E_T - E_{T_{\min}}) + 4$$



## 5. 智能变送器和阀门定位器

### (3) 智能变送器组态

组态

{  
仪表编号  
测温元件输入类型  
输出形式  
滤波时间  
测量范围（上下限）  
工程单位

诊断

传感器、A/D、D/A、通信等故障检测报警

校验

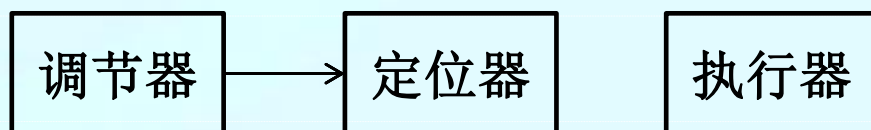
给定对应温度电阻或电压，转换结果的精度

## 5. 智能变送器和阀门定位器

### 3、阀门定位器

#### (1) 功能

具有阀门快速定位功能，使阀门开度精确对应于调节器输出的控制信号。



#### (2) 工作原理

调节器输出信号与阀位传感器的反馈进行比较后送入微机，微处理器根据偏差的大小和方向进行控制计算，向压电阀发出电控指令使供气与排气阀门开大或关小。使气动执行器阀杆精确定位。

#### (3) 控制方式

- 1、调节器控制值与反馈值偏差控制。
- 2、数据设定器给定的设定值与反馈值偏差控制。

## 5. 智能变送器和阀门定位器

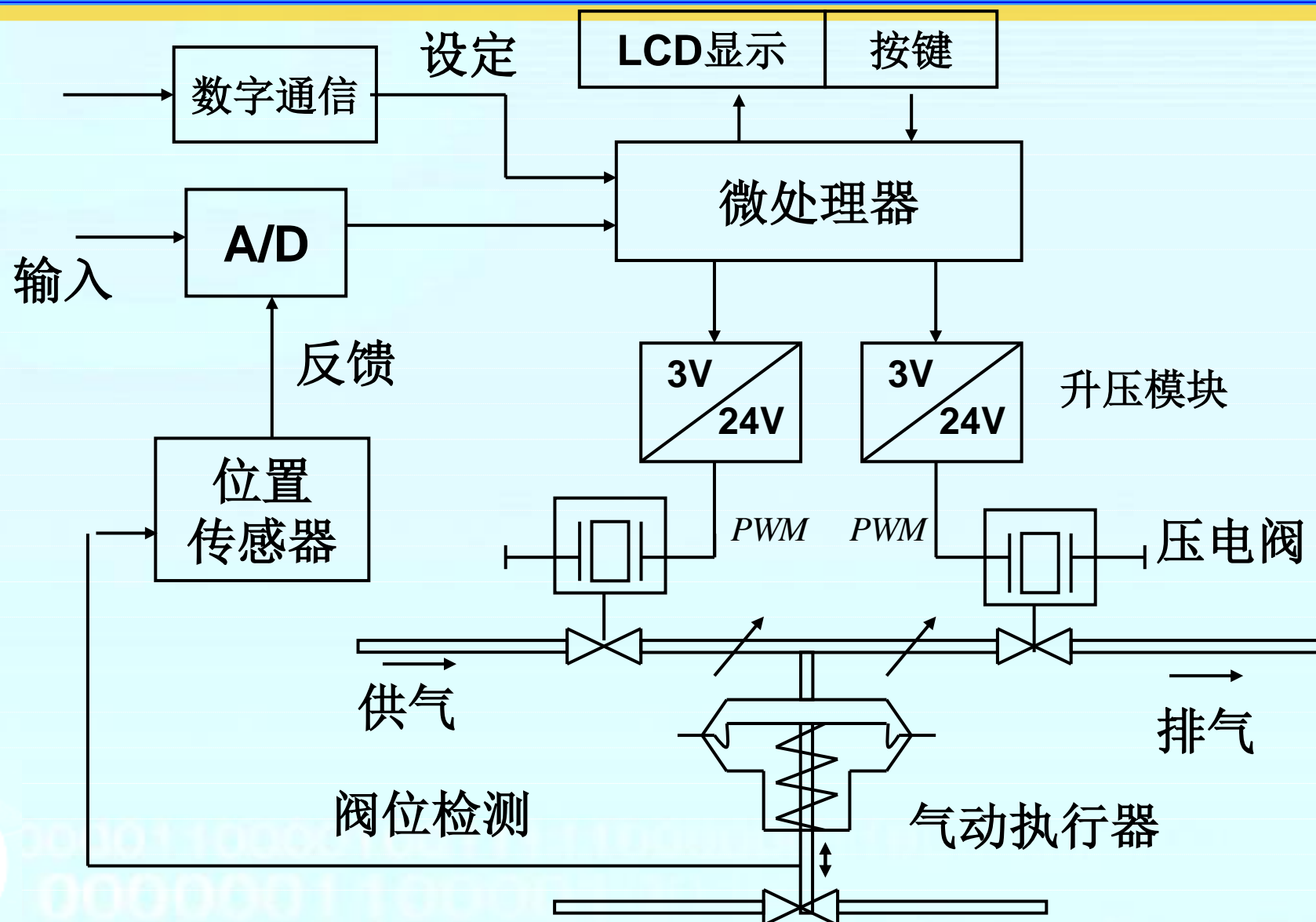
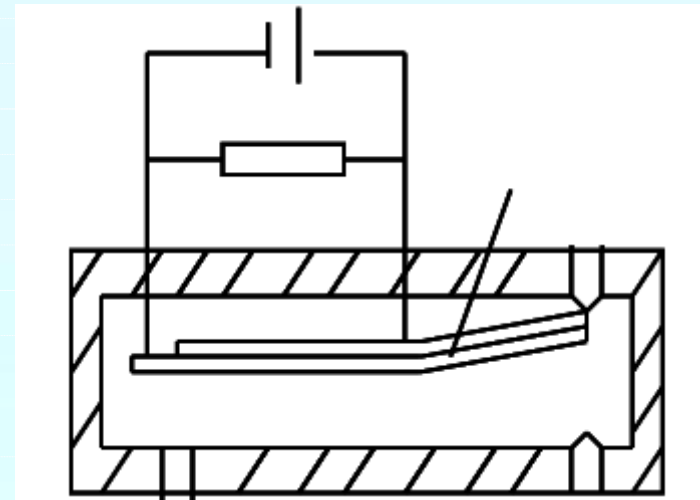
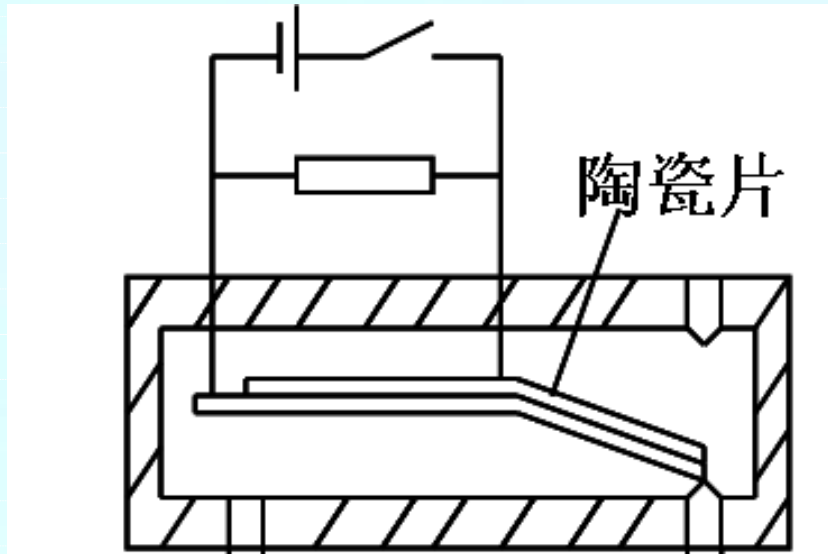


图5-6 阀门定位器结构图

## 5. 智能变送器和阀门定位器

压电阀：压电陶瓷片在电压作用下产生弯曲变形原理制成的两位式控制阀。

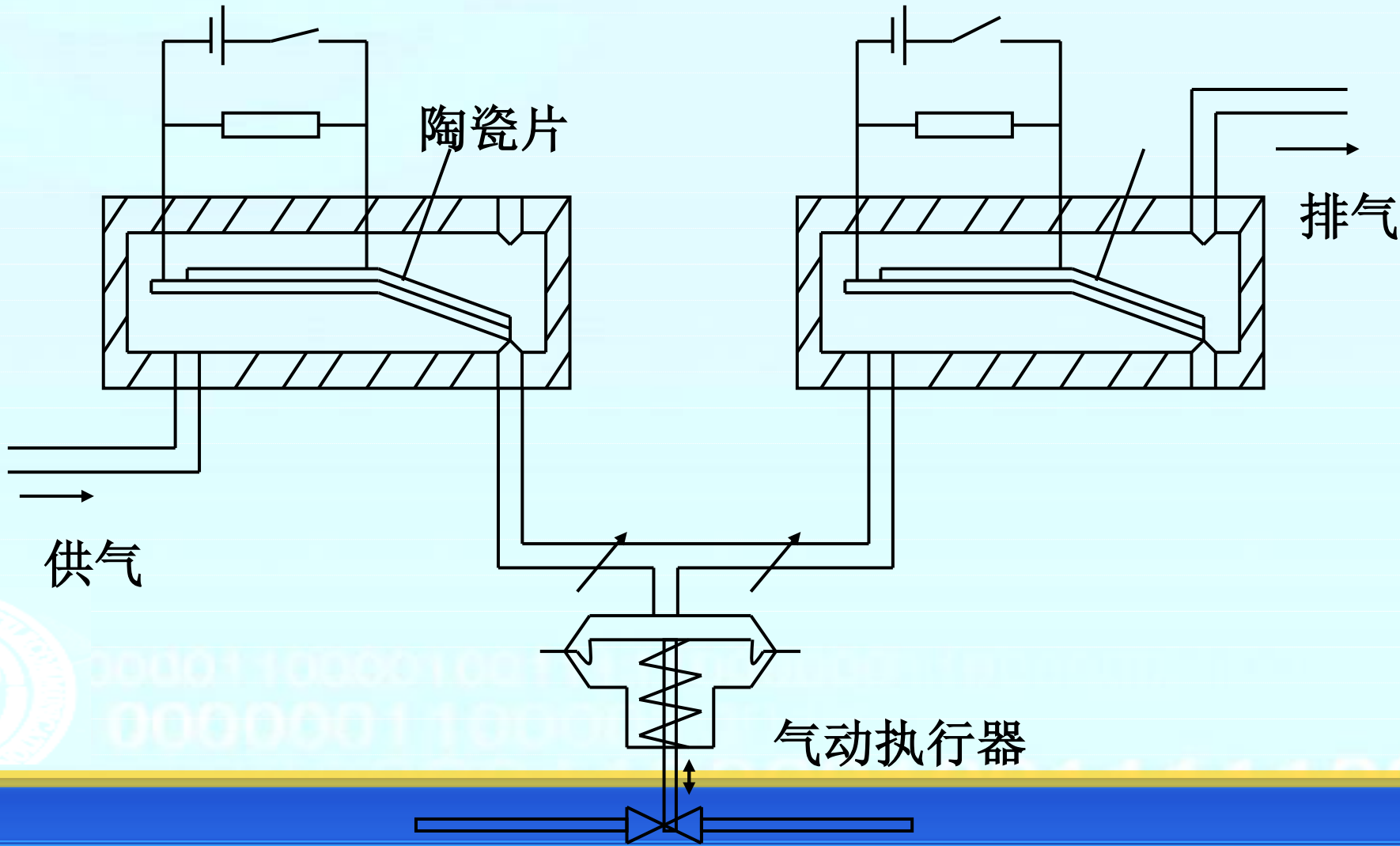


## 5. 智能变送器和阀门定位器

### (4) 控制过程

#### ① (排气, 阀回原位)

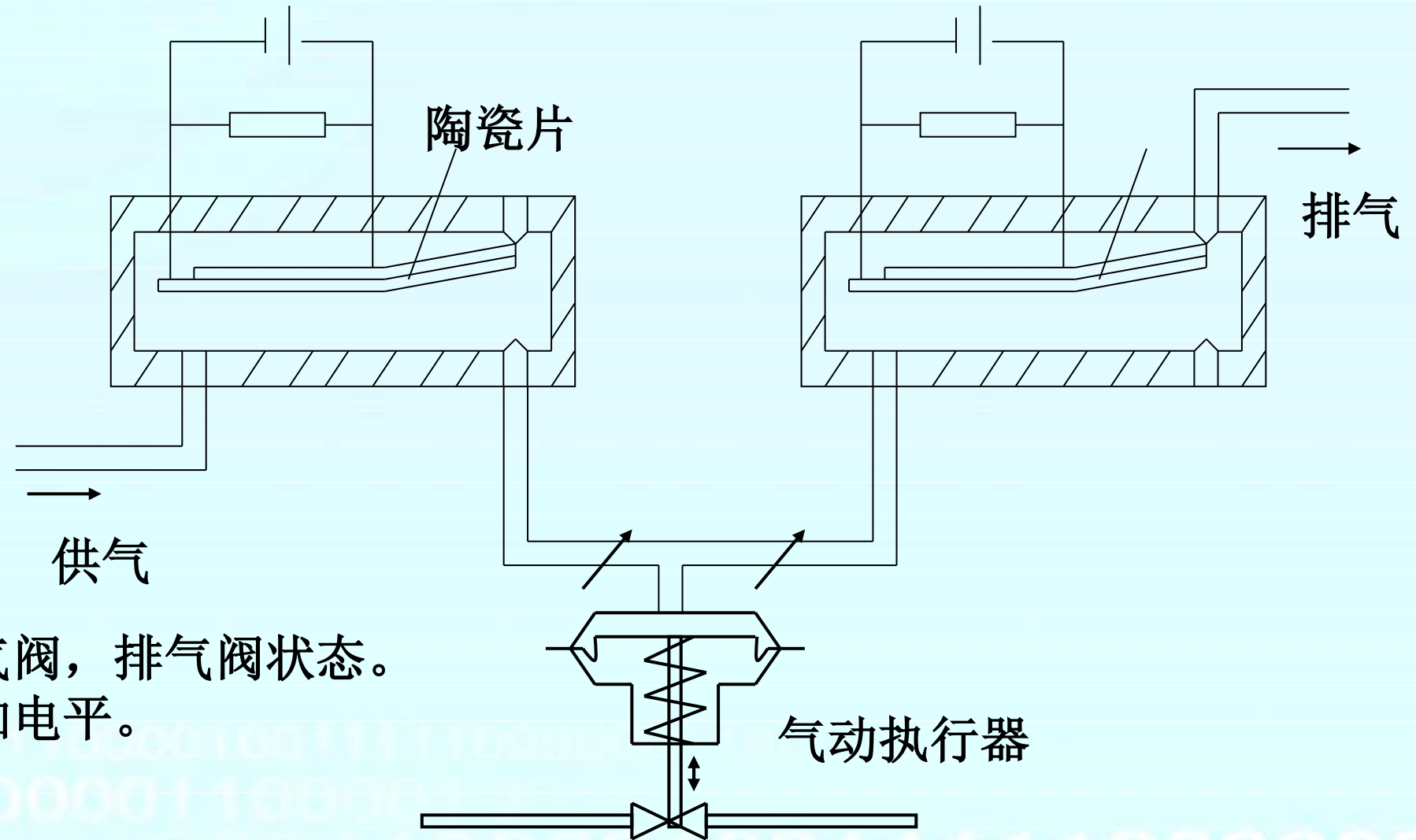
压电陶瓷进气阀, 排气阀状态。两个压电阀加电平。





## 5. 智能变送器和阀门定位器

②（偏差很大，快速增压，阀快速下降，快进气）

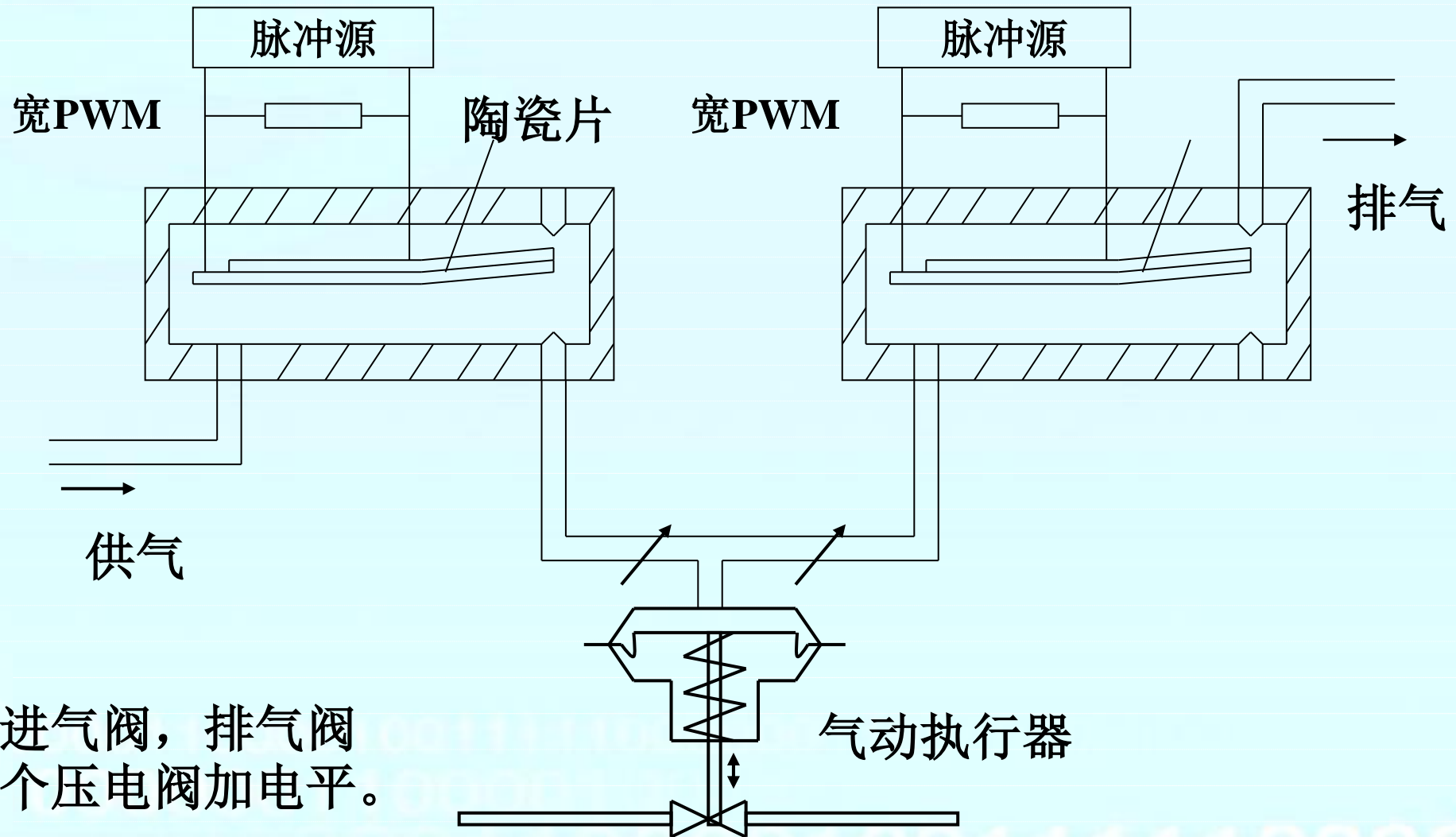


压电陶瓷进气阀，排气阀状态。  
两个压电阀加电平。

气动执行器

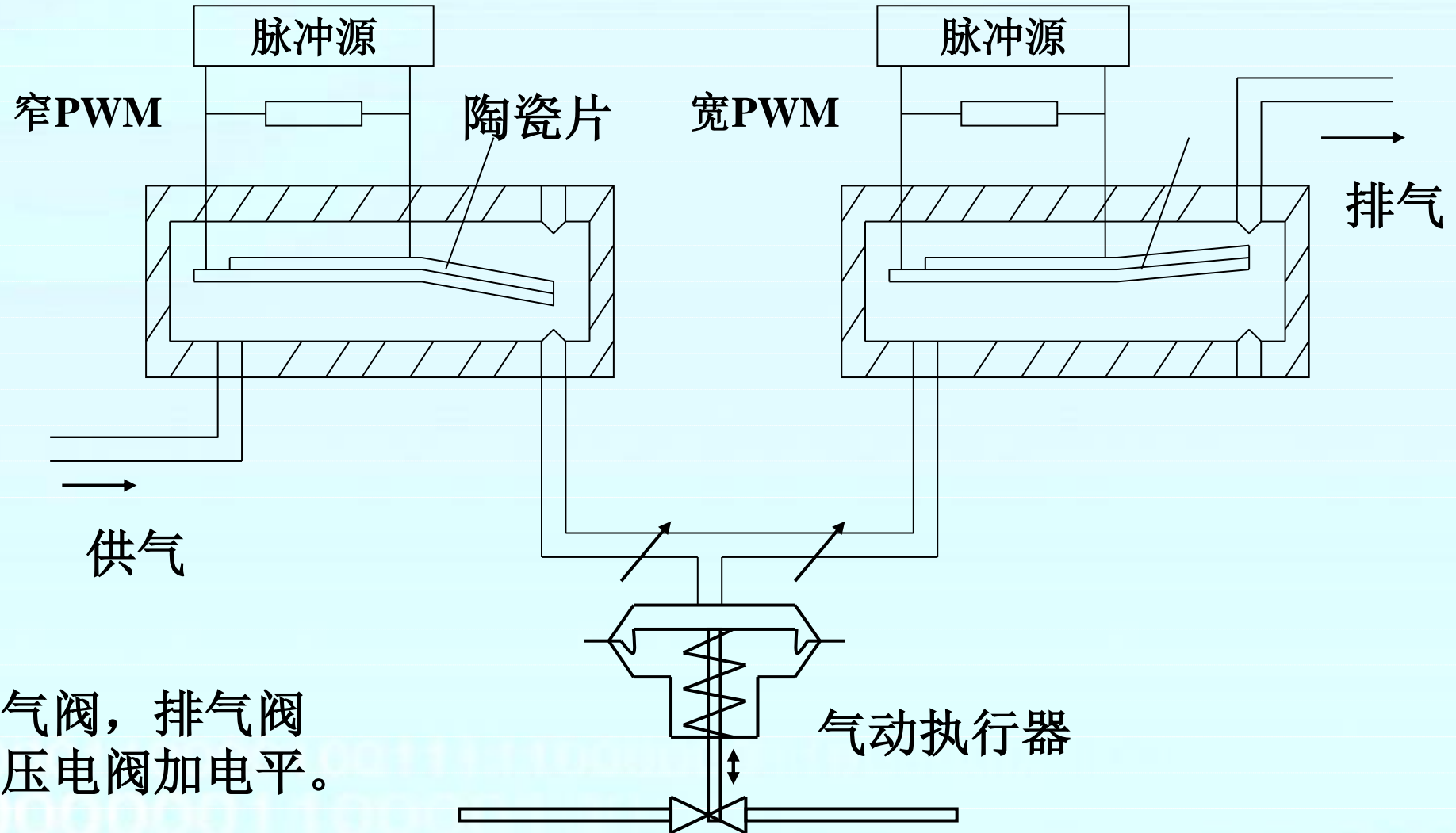
## 5. 智能变送器和阀门定位器

③（快进气）设定阀位与反馈阀位偏差较大时。



## 5. 智能变送器和阀门定位器

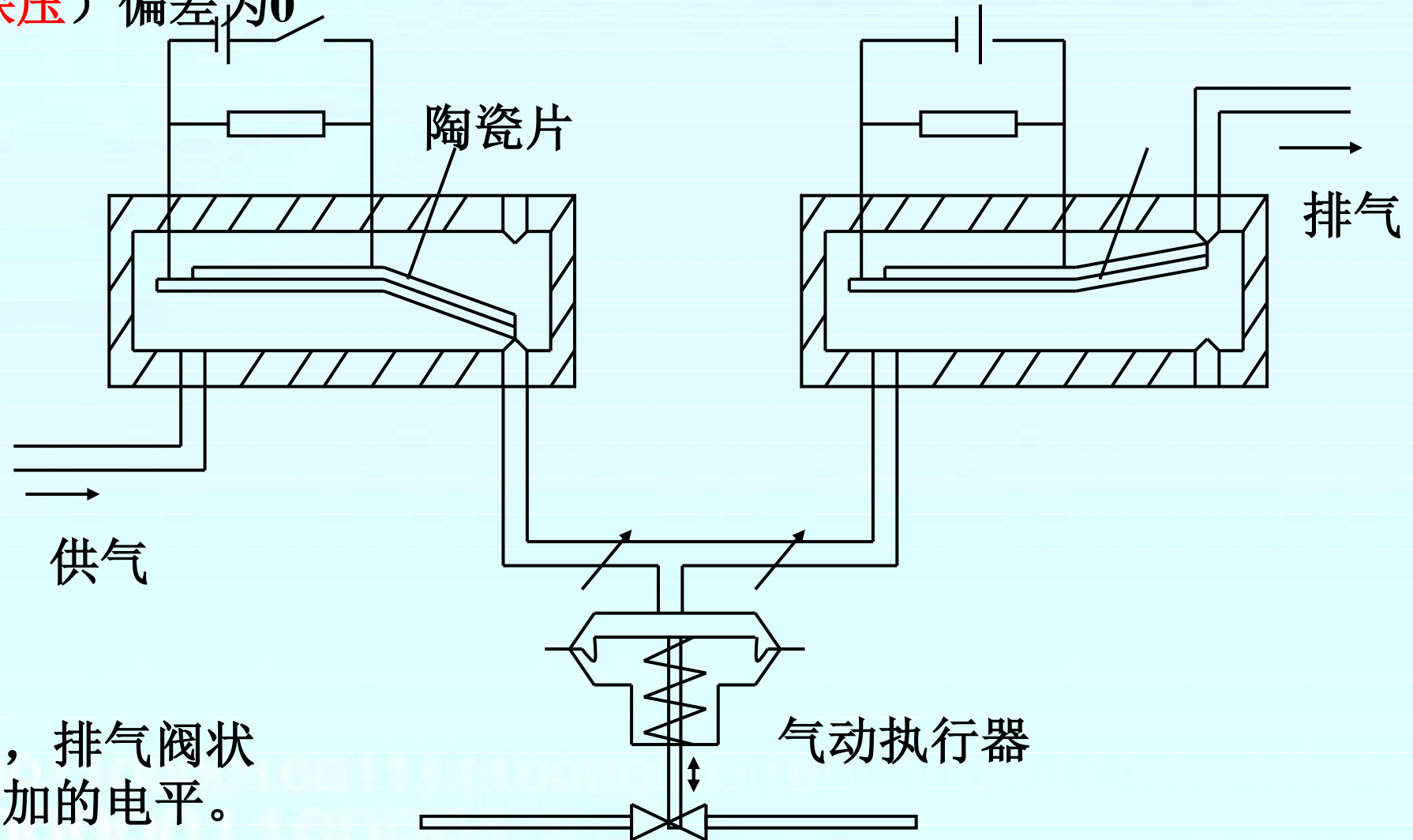
④（慢进气）偏差较小时。



压电陶瓷进气阀，排气阀  
状态。两个压电阀加电平。

## 5. 智能变送器和阀门定位器

⑤ (保压) 偏差为0



压电陶瓷进气阀, 排气阀状态。两个压电阀加的电平。

## 5. 智能变送器和阀门定位器

⑥ 放气，偏差为负时。少进气多排气。

