

# 压力传感器

## 综合介绍



- 1. 压力传感器定义
- 2. 压力传感器术语
  - 2.1 产品整体介绍
  - 2.2 芯片篇（神奇的硅世界）
  - 2.3 芯体篇
  - 2.4 电路篇
  - 2.5 安装机械接口篇
  - 2.6 信号输出接线篇
- 3. 硅压阻式、陶瓷式、应变式、金属膜（溅射膜）式对比
- 4. 压力传感器产品用标准

# P ressure

# S ensor



芯片



芯体



芯体(带基座)



传感器(不含电路板,mV信号)



电路板装配图



变送器(含电路板,V/mA 信号)



GB/T 7665—2005 传感器通用术语定义：

➤ **传感器 (Sensors/Transducers) :**

能感受被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置，通常由敏感元件和转换元件组成。

➤ **敏感元件 (sensing element) :**

指传感器中能直接感受或响应被测量的部分。

➤ **转换元件 (transducing element) :**

指传感器中能将敏感元件感受或响应的被测量转换成适于传输和[或]测量的电信号部分。

**压力传感器 ( Pressure Transducer/Sensor) :**

能感受**压强**并按照一定的规律转换成可用信号输出的器件或装置。

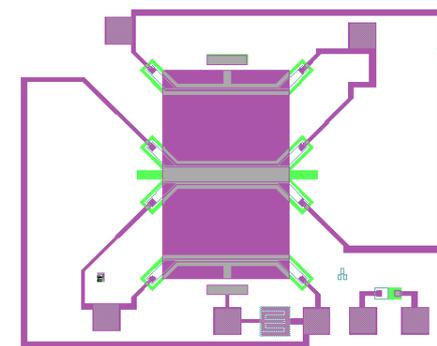
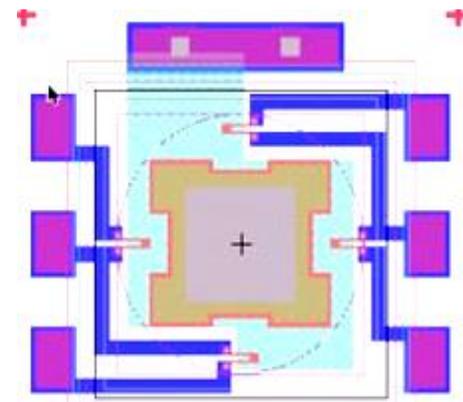
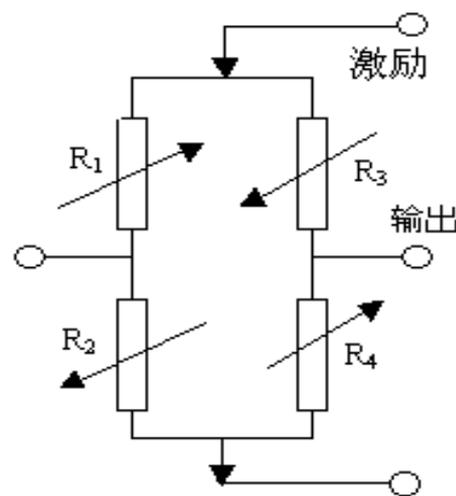
# 压力传感器原理

硅压阻敏感芯片，扩散硅压阻电阻位于平膜片的上表层，将感知的被测压力转换成电信号。当平膜片受到被测压力作用发生形变时，在膜片小挠度（膜片中心最大挠度远小于500微应变）前提下，利用压阻电阻率变化，输出一个与膜片挠度、即与压力变化成线性变化的电信号。四个压阻敏感电阻在平面上布局成的惠斯登电桥 (Wheatstone bridge)。当被测压力作用时，其中两个电阻值增大、两个电阻值减小，使惠斯登电桥的不平衡电压输出与被测压力成线性变化。

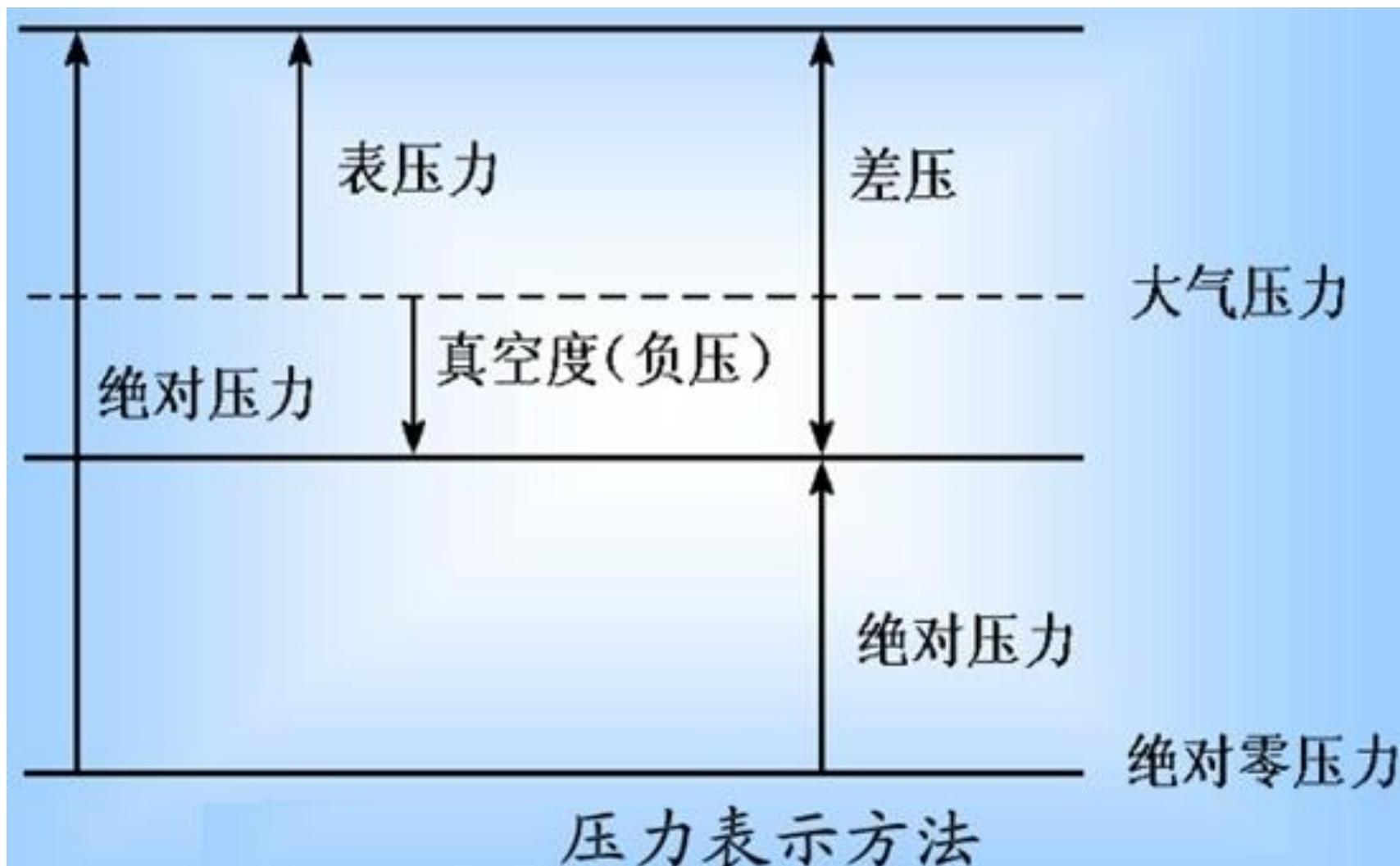
在电压V或电流I恒定条件下，电桥的输出与压阻电阻之间的关系可分别写成：

$$U_{(mv)} = \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2) * (R_3 + R_4)} V$$

$$U_{(mv)} = \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} I$$



# 压力传感器形态

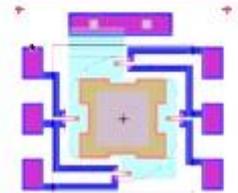
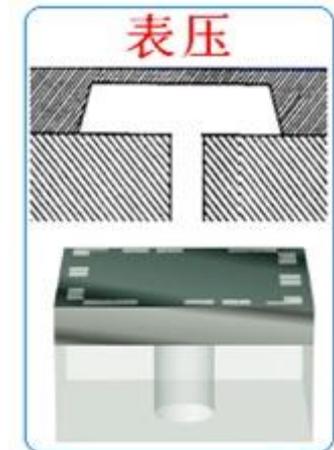


# 压力传感器形态

- 敏感体是敏感元件与转换元件集成在同一硅上的芯片。
- 感知压力的敏感元件是周边密封固定的弹性硅平面膜片，
- 膜片背面硅材料被去除，形成倒四边锥体空腔。

不同厚度的硅膜片确定了不同压力量程、灵敏度、过载；

- 为了优化膜片周边支撑侧壁的强度、刚硬封装应力的隔离和芯片衬底的电绝缘性能，芯片硅衬底要键合在热胀特性匹配的厚玻璃基片上，或硅硅键合。
- 键合后空腔与大气压相通的芯片用于表压或差压测量；隔绝的芯片用于绝压、真空或高压测量。



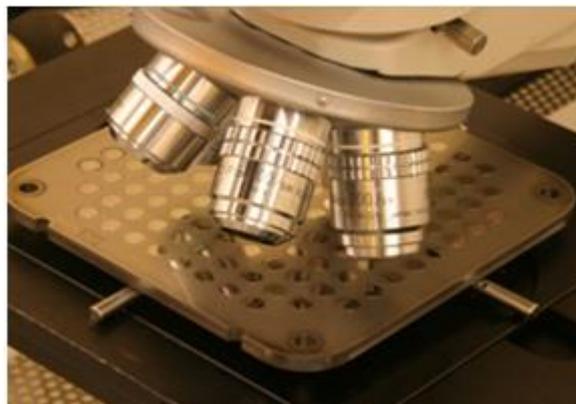
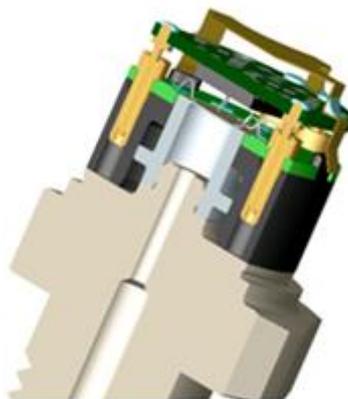
## 压力传感器核心——压力芯体

金属**膜片**从正面将被测介质与敏感芯片隔离，同时，膜片起着**传递**被测压力的作用，被测压力直接作用在隔离膜片上，隔离膜片产生的应力将被测压力通过管座腔体内填充液体等量传递到敏感芯片上。为了**同步线性**传递被测量的作用，膜片表面加工为**波纹形**，可提高膜片的弹性结构刚度。厚度在20~30微米之间，膜片材料通常是非完全软态的316L型号不锈钢。

隔离膜片还具有防被测介质从器件内侧贯穿泄露出去的防护功能。



## 溅射膜式



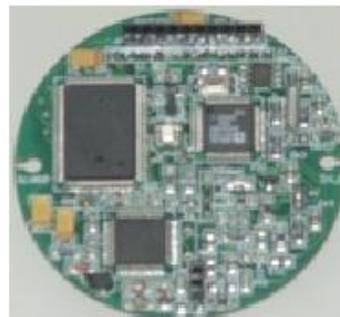
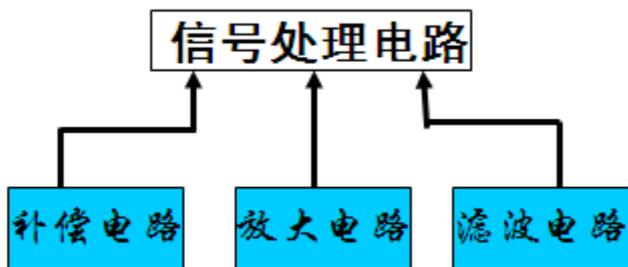
## 压力传感器核心——变送处理电路

无论是补偿标定电路、还是信号调理电路，其核心功能为了将转换输出信号变成可测量的、所要求的模式。

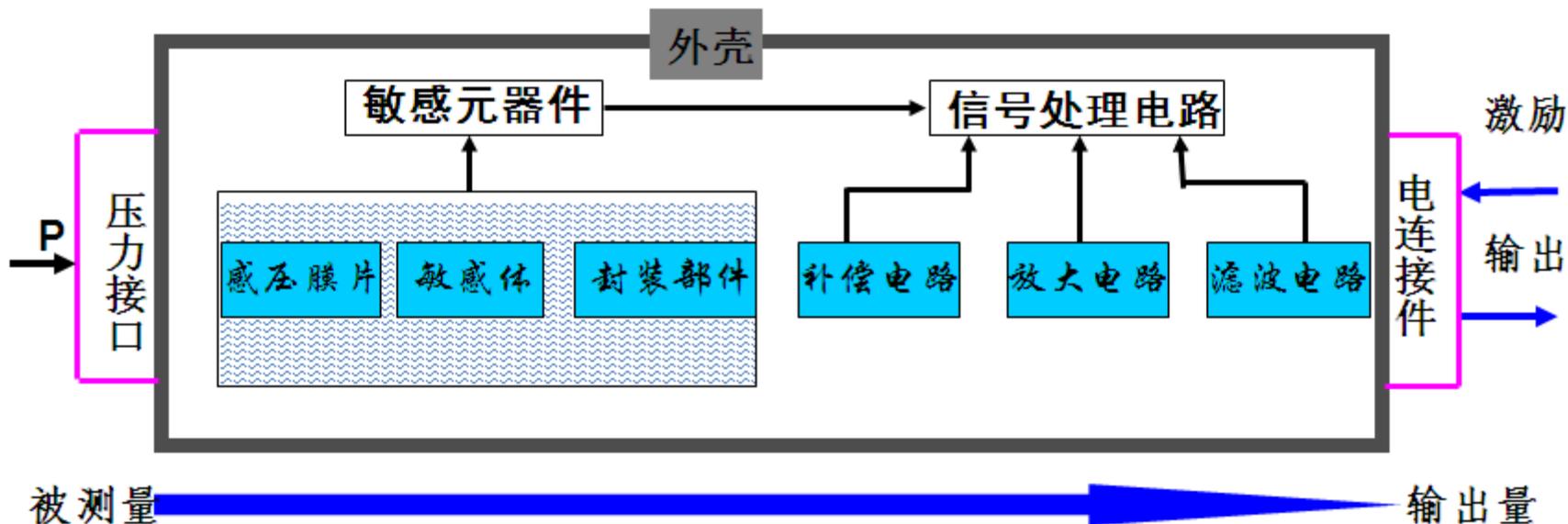
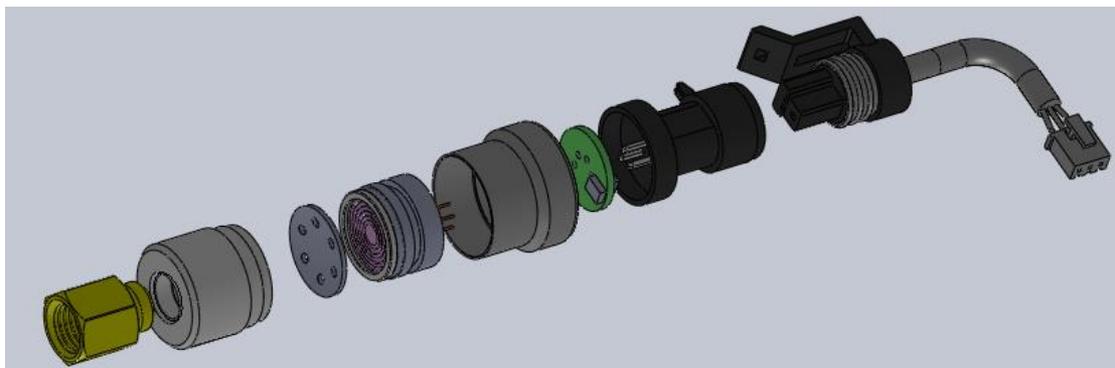
### 信号处理电路

将传感器的原始出信号处理为标准模式。

日新月异的信号处理技术、尤其是数字技术的层出不穷的推新，不仅持续提高信号处理电路典型功能的精度。还使传感器逐步实现了数字化、智能化、无线化、网络化。



传感器的构成主体由敏感体、敏感元器件、信号处理电路、电连接件、压力接口、外壳组成。其中芯片、芯体、器件、电路部分主要实现测量功能作用，电连接件、接口、外壳部分以适应测量使用条件和环境为主。

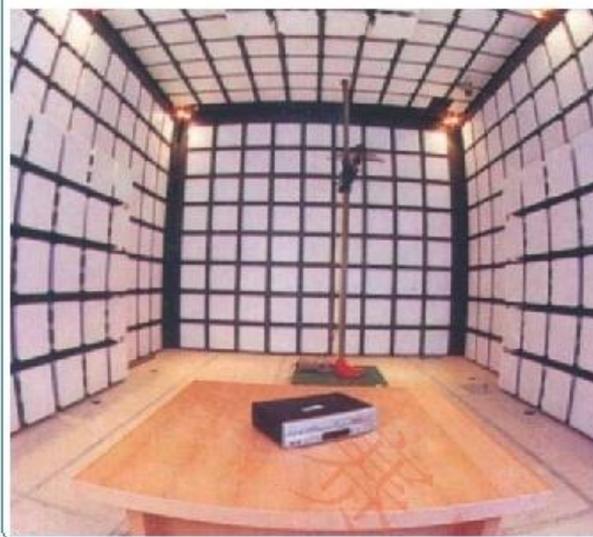
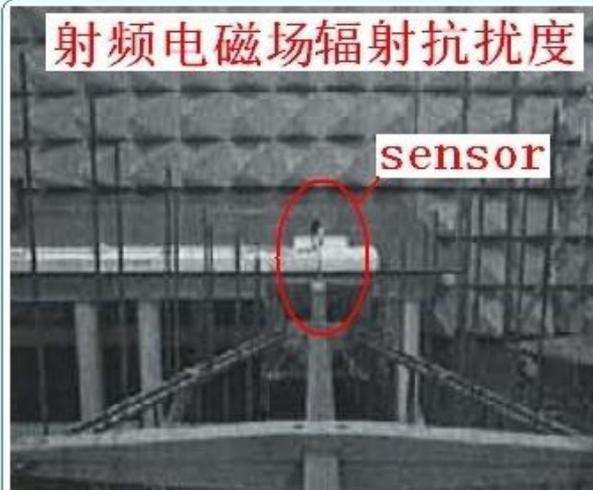


- GB/T 17626.2-2006 idt IEC 61000-4-2:2001 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3-2006 idt IEC61000-4-3: 2002 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB-T\_17626.4-2008 idt IEC61000-4-4: 2004 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

电快速瞬变脉冲群抗扰度



射频电磁场辐射抗扰度



静电放电抗扰度



- Q/IRAW 3-2012 压力变送器 上海天沐自动化仪表有限公司 企业标准
- GB/T 17614.1-2008 工业过程控制系统用变送器 第1部分：性能评定方法
- GB/T 17626.2-2006 idt IEC 61000-4-2:2001 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3-2006 idt IEC61000-4-3: 2002 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4-2008 idt IEC61000-4-4: 2004 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 2423.5-1995 电工电子产品环境试验 第2部分 试验方法 试验 Ea 和导则：冲击
- GB/T 2423.10-2008 电工电子产品环境试验 第2部分 试验方法 试验 Fc 和导则：振动
- GB/T 2423.15-2008 电工电子产品环境试验 第2部分 试验方法 试验 Fc 和导则：稳态加速度
- GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分 试验方法 试验 A：低温
- GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分 试验方法 试验 B：高温
- GB/T 2423.3-2006 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ca：恒定湿热试验方法
- GB/T 2423.22-2002 电工电子产品环境试验 第2部分 试验方法 试验 N：温度变化
- GB/T 2829-2002 周期检查计数抽样程序及抽样表（适用于对过程稳定性的检验）
- GB/T 4208-2008 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件
- JJG882-2004 中华人民共和国国家计量检定规程 压力变送器
- JJG 59-2007 中华人民共和国国家计量检定规程 活塞式压力计
- JBT 10726-2007 扩散硅式压力变送器
- GB/T 25480-2010 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法



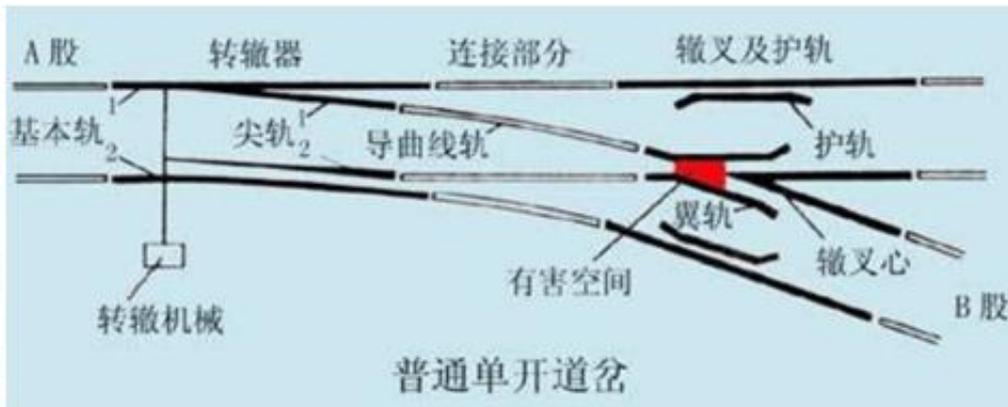
中央空调系统



冷凝器压力监测



# 高铁道岔转辙机应用



系统内部

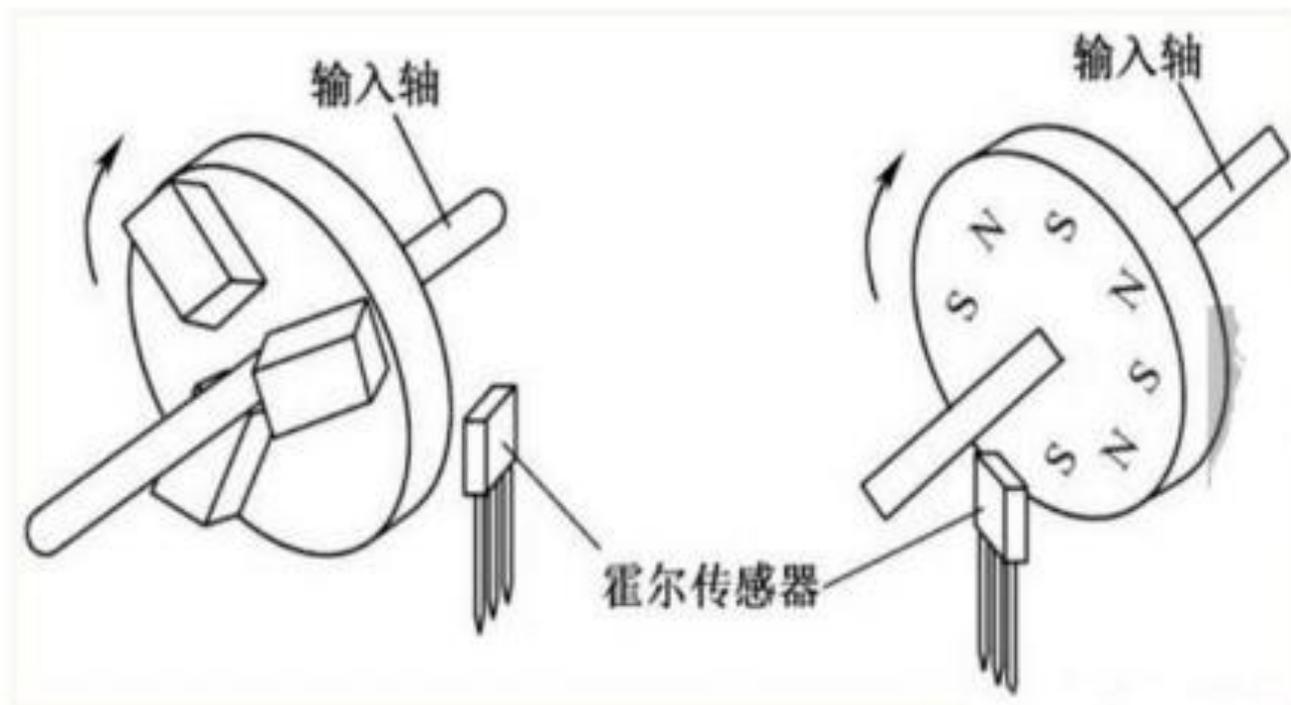




A级、B级精度, 可选模拟信号输出, 装配简单, 更换方便  
抗振性能好, 长期稳定, EMC屏蔽和CE认证  
测量范围大:  $-50^{\circ}\text{C}$  到  $200^{\circ}\text{C}$   
机械强度高, 耐压性能好  
应用于发动机、空调、空压领域



广泛应用于工业、冶金及机械液压领域，精度 $\leq 0.02\%F.S$ ，4个字符的数字显示，实时显示设定值和当前值，单位可以任选，设计紧凑，可随意转动调节，使用方便，可任意设置开关量动作、可编程，电磁兼容性好、良好的长期稳定性



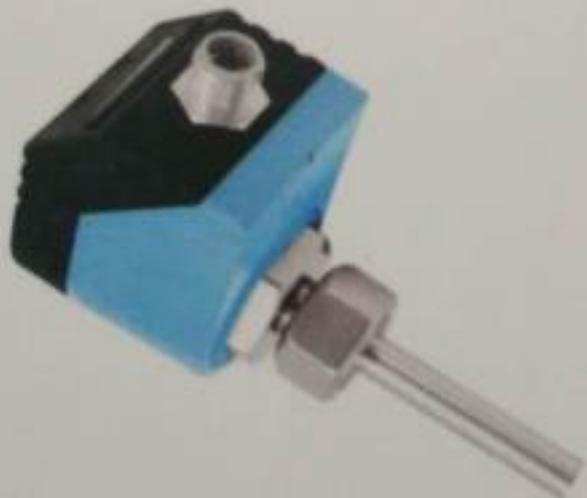
当被测转轴转动时，磁性盘随之转动，磁体每经过霍尔传感器一次，霍尔传感器便输出一个相应的电压脉冲。检出单位时间的脉冲数，便可求出被测转速。例如，在车轮转轴上装上磁体，在靠近磁体位置上装上霍尔传感器，即可制成车速表和里程表等。



## NS-PL1 流量传感器

- 量程 0~1500cm/s
- 输出 PNP/NPN/4-20mA
- 精度 2.00%
- 特点 热式流量计
- 应用 液压系统

热式流量计是一种直接式质量流量计，它可以用来测量质量流量，当流体静止时，管道内加热元件的上下游温度对称分布，元件指示温度相等。当介质流动时，下游温度比上游的温度高。伴随着流速增加，温差增大，当流速增加到某一界限值之后，两元件的温差将随流速的增加而逐渐减小。为了得到仪表的单值性，一般测小流量用温差增大的特性，测大流量用温差减小的特性。



## NS-PL2 流量传感器

0~1500cm/s

PNP/NPN/4-20mA

2.00%

数字显示

液压系统

- 1、无可动部件，密封面减少，大大降低泄漏率，便于安装和日常维护；
- 2、测量范围宽，最大测量范围可达20:1(液体)或30:1(气体)；
- 3、计量准确、精度高，法兰式可达0.2%(液体)或0.5%(气体)；
- 4、灵敏度极高，能测量超小流量，其可测量低流速为0.08m/s，电磁流量计0.5m/s；
- 5、压力损失小，小口径仅为标准孔板的1/2 $\Delta P$ 左右；DN100口径以上压力损失开始大幅度减少；
- 6、低功耗电池现场显示，能在线直读示值，显示屏可同时读取瞬时流量累积流量及百分比棒图，并可切换显示补偿温度及补偿压力示值；
- 7、抗干扰、抗杂质能力特强，多种输出形式，能远传各种参数，使用无需拌热。
- 8、测量气体无需温度压力补偿，可直接显示标况体积流量。