

开发背景

DPharp EJA变送器(Differential Pressure/Pressure high accuracy resonant sensor pressure transmitter)是日本横河电机株式会社开发的高性能智能差压、压力变送器,采用世界首创的单晶硅谐振式传感器技术,产品具有高可靠性、稳定性和安全性。

DPharp EJA变送器的开发获得了日本产业社会最高奖——大河内纪念奖和由日本前首相桥本龙太郎颁发的优质产品奖,并通过了美国、法国、德国、俄罗斯、中国等先进国家的多种安全认证。

EJA/EJX智能变送器投放中国市场以来,以其卓越性能和一流的服务立足于国内外市场,为用户提供专业化的变送器整体解决方案,广泛应用于石油石化、化工、电力、冶金、钢铁等行业。近年来成功中标海南炼油、青岛大炼油、天津石化、抚顺石化、四川石化、武汉石化等一系列重大项目,中国市场总销量超过200万台,全球市场销售超过500万台。EJA/EJX智能变送器满足所有工业环境的应用,品质始终如一,是您值得信赖的高品质产品。

■ EJA特点

- 世界首创—单晶硅谐振传感器
- 高精度型： $\pm 0.055\%$ （最高 $\pm 0.04\%$ ）
- 连续工作七年不需调校
- 复合传感功能
- 信号曲线：可以设置10段信号曲线表征4~20mA输出
- 最快响应时间： $< 90\text{ms}$
- 过压影响：连续10万次单向过压实验后影响量 $\pm 0.03\%/25\text{MPa}$
- 双向通讯功能：**BRAIN**、**HART/HART**（1~5VDC）低功耗型、**FF**现场总线、**PROFIBUS**现场总线
- 完善的自诊断功能
- 基本品接液膜片材质：哈氏合金C-276
- 标准品通过**SIL 2**认证，冗余使用符合**SIL 3**要求

■ 工作原理

单晶硅谐振式传感器上的两个H形的振动梁分别将差压、压力信号转换为频率信号，送到脉冲计数器，再将两频率之差直接传递到CPU（微处理器）进行数据处理，经D/A转换器转换为与输入信号相对应的4~20mA DC的输出信号，并在模拟信号上叠加一个BRAIN/HART数字信号进行通信。

膜盒组件中内置的特性修正存储器存储传感器的环境温度、静压及输入/输出特性修正数据，经CPU运算，可使变送器获得优良的温度特性和静压特性及输入/输出特性。

通过I/O口与外部设备（如手持智能终端BT200或YHC5150以及DCS中的带通信功能的I/O卡）以数字通信方式传递数据，即高频2.4kHz（BRAIN协议）或1.2kHz（HART协议）数字信号叠加在4~20mA的信号线上。在进行通讯时，频率信号对4~20mA的信号不产生任何扰动影响。

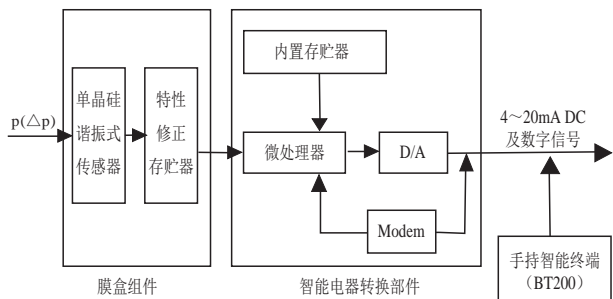
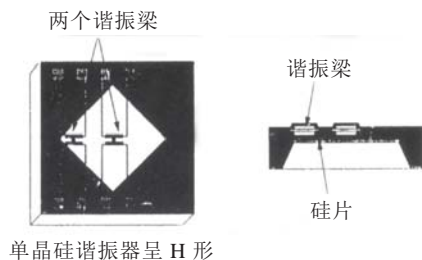


图1 EJA 智能变送器工作原理图

⊙ 结构原理

图2为单晶硅谐振传感器的核心部分，即在一单晶硅芯片上采用微电子机械加工技术（MEMS），分别在其表面的中心和边缘作成两个形状、大小完全一致的H形状的谐振梁，且处于微型真空腔中，使其既不与充灌液接触，又确保振动时不受空气阻尼的影响。



单晶硅谐振器呈H形

图2 硅谐振梁的结构

⊙ 谐振梁振动原理

图3所示，硅谐振梁处于由永久磁铁提供的磁场中，与变压器、放大器等组成一正反馈回路，让谐振梁在回路中产生振荡。

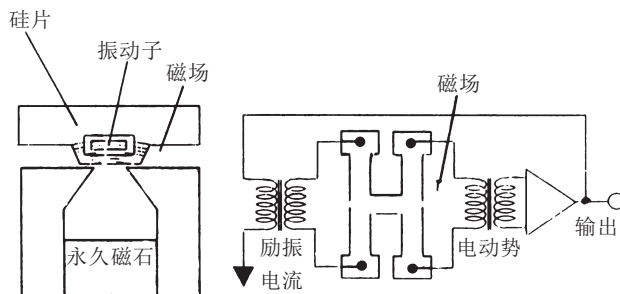


图3 硅谐振器的自激振荡

⊙ 受力情况

当单晶硅片的上下表面受到压力并形成压力差时将产生形变，中心处受到压缩力，边缘处受到张力，因而两个H形状谐振梁分别感受不同应变作

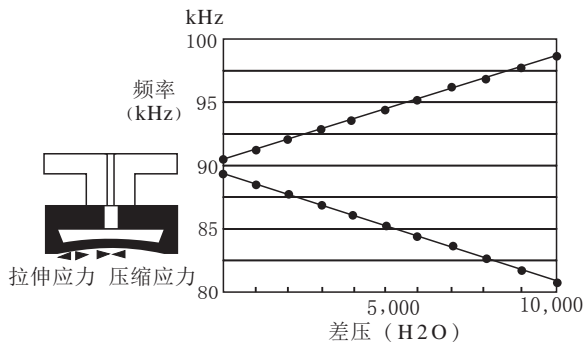


图4 由差压形成的谐振器的频率变化

用,其结果是中心谐振梁因受压缩力而频率减少,边侧谐振梁因受张力而频率增加,即两个频率之差对应不同的压力信号(如图4)。

■ EJA优良性能

⊙ 优良的温度影响特性

如图5所示数据是随着环境温度的变化观测到的零点和量程的变化,可以看出,具有很好的温度特性。

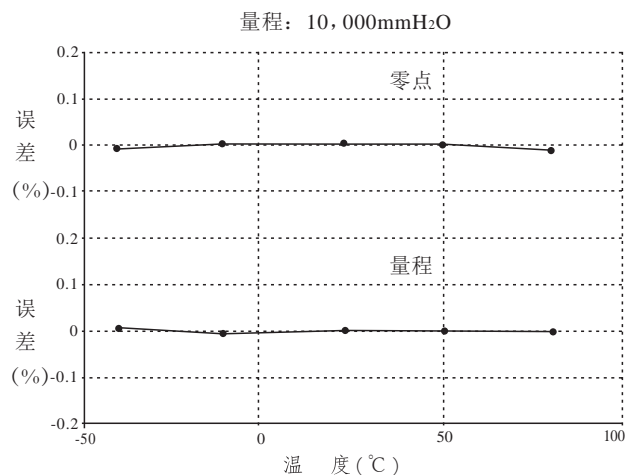


图5 温度影响

温度变化为什么对EJA没有影响呢?这是由传感器的固有结构决定的。

如图6所示,为输入差压与频率的关系,在正常温度时,谐振梁的频率如图中实线所示,边侧谐振梁的频率(f_r)随着压力的增加而上升,中心谐振梁的频率(f_c)随着压力增加而减少。

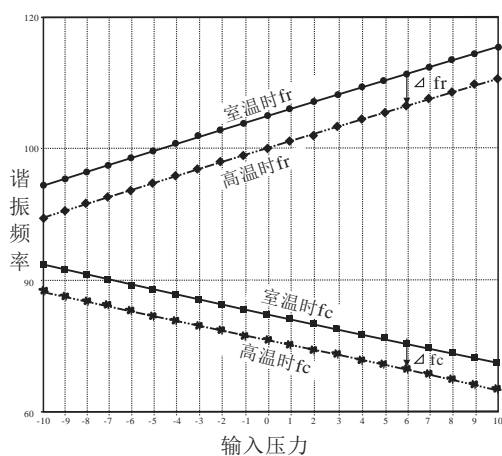


图6 输入压力与谐振频率

当温度上升,由于边侧谐振梁和中心谐振梁形状、尺寸完全一致,故在相同的温度状态下,变化量一致。

图中虚线表示高温时的频率特性,在同一温度状态下相同比率变化,由于需要的是频率之差,故变化量相互抵消,因此自动清除误差的影响。

可通过以下关系式得知:

$I_{out}(0)$: 常温时的输出

$I_{out}(t)$: 高温时的输出

$$I_{out}(0) = f_r - f_c$$

$$I_{out}(t) = (f_r - \Delta f_r) - (f_c - \Delta f_c)$$

$$= (f_r - f_c) - (\Delta f_r - \Delta f_c)$$

$$= I_{out}(0) - (\Delta f_r - \Delta f_c)$$

$$\because \Delta f_r = \Delta f_c$$

$$\therefore I_{out}(t) = I_{out}(0)$$

⊙ 优良的静压影响特性

图7所示为膜盒受静压后的零点变化,分别承受50、100、150 kgf/cm²的静压后,零点几乎无变化,具有很好的静压特性。

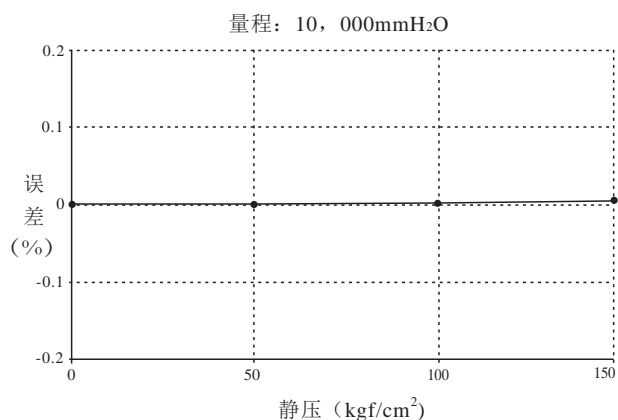


图7 静压影响

为什么静压对EJA的输出无影响呢?这也是由传感器的固有结构决定的。

如图8所示为输入压力与传感器频率的关系,

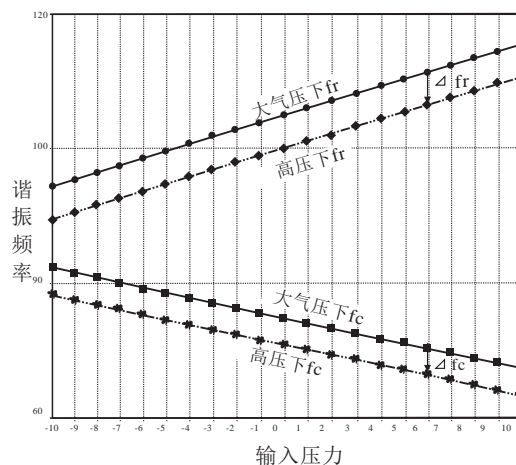


图8 输入压力与谐振频率的关系

图中实线表示在大气压下频率的变化，边缘谐振梁频率(fr)随着压力的增加而增大，而中心谐振梁的频率(fc)随着压力的增加而减少。

当有静压(工作压力)时，由于两谐振梁的形状、尺寸完全一致且又处于同一场所，故频率的变化量(减少)一样(如图中虚线所示)。因需检测两频率之差，所以两频率的变化量相互抵消。

从以下关系式可知：

Iout(0)：在大气压下的输出

Iout(P)：加静压时的输出

$$Iout(0)=fr-fc$$

$$Iout(P)=(fr-\Delta fr)-(fc-\Delta fc)$$

$$=(fr-fc)-(\Delta fr-\Delta fc)$$

$$=Iout(0)-(\Delta fr-\Delta fc)$$

$$\because \Delta fr=\Delta fc$$

$$\therefore Iout(P)=Iout(0)$$

⊙ 优良的单向过压特性

图9、图10所示为在160kgf/cm²过压下持续

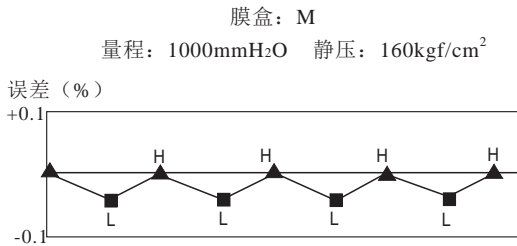


图9 过压引起的零点漂移

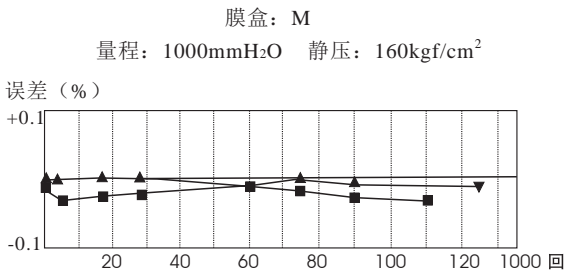


图10 对于过压的长期稳定性

片与本体完全接触在一起，此时，外部压力不管怎样增大，硅油的压力不会增大(如图11)，从而对变送器起到保护作用

电容式传感器的中心膜片既起隔离作用，同时又起测量作用，当有过大压力作用其上时，中心膜片变形，去掉压力后，由于金属固有的滞后性，不能完全恢复从而有误差影响。

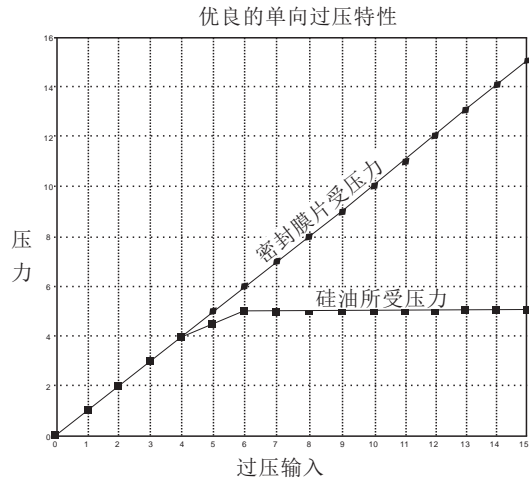


图11 单向过压影响

对 EJA 的高低压侧反复施加 10 万次的实验后对零点(Zero)的影响和过大压后的长期稳定性，可以看出前后几乎没有发生变化。

因此，EJA 具有非常优秀的单向过压性能。

EJA 为什么有优秀的单向过压性能呢？这是由传感器的结构决定的。

当有单向压力作用时，接液(隔离)膜片内侧的硅油向保护膜片移动，硅油传递压力到硅谐振传感器，压力增大到某一数值时，接液(隔离)膜