

水下机器人传感技术

压力传感器

讲师姓名：

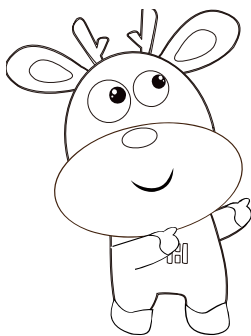
授课时间：共XX课时，第X课时



如何测量水深、气压？

压力传感器

上节回顾



本节课程主要内容

内容列表

- 1.压力传感器与压力变送器
- 2.压力传感器的应用场合
- 3.压力传感器市场与发展方向
- 4.压力传感器的分类
- 5.几种常用的压力传感器类型
- 6.压力传感器的原理
- 7.压力传感器的主要参数
- 8.压力变送器生产与使用中的注意事项

本节总结
课后练习

本节目标

- 了解压力传感器的工作原理
- 学习使用压力传感器获取压力信息



压力传感器

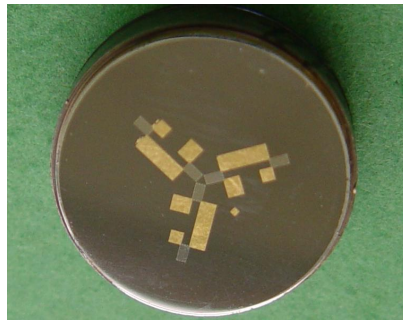
压力与压力传感器

压力传感器与压力变送器-知识讲解

- 什么是压力？
- 工程技术上所称的“压力”实质上就是物理学里的“压强”，定义为均匀而垂直作用于单位面积上的力。
- 基本单位为：Pa（帕斯卡），KPa、MPa、Bar（巴）
- $1\text{Bar} = 100\text{KPa}$
- $1\text{工程大气压} = 1\text{Kgf/cm}^2 = 98.0665\text{KPa}$
- $1\text{标准大气压} = 101.325\text{KPa}$

压力传感器与压力变送器-知识讲解

- 压力传感器
- 一种能将压力这一被测量转换成与之有一定的规律的、便于后续检测、传输或处理的部件或装置。



压力传感器与压力变送器-知识讲解

- 压力变送器
- 将压力传感器的输出信号，经过电路转换成标准的电信号（电流、电压、频率等）输出。



压力传感器与压力变送器-知识讲解

- 差压变送器与液位变送器

- 习惯上，我们把压力传感器和压力变送器都称为压力传感器！



压力传感器的应用领域-知识讲解

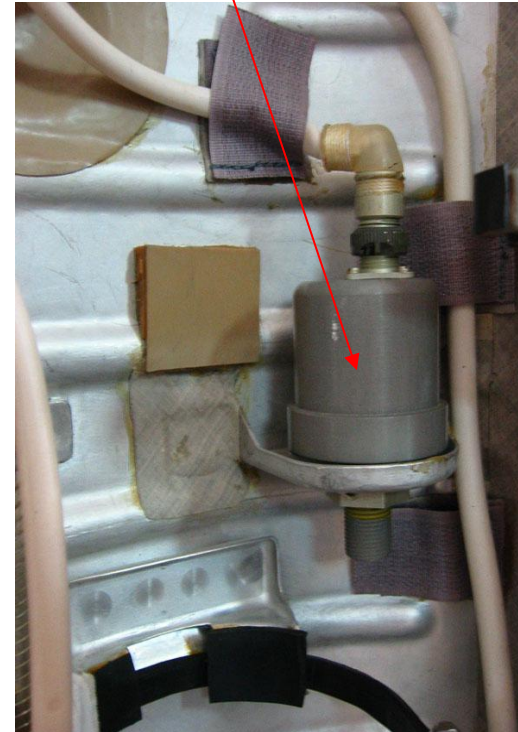
- 压力传感器的测量对象
 - 流体（液体、气体、溶体）
 - 通常把压力传感器的测量对象叫做被测介质
- 压力传感器广泛应用于能源工业、航天航空、交通运输、业冶金机械制造、轻工纺织、城市供水污水处理、环保、气象、家用电器...

压力传感器的应用领域-知识讲解

- 航空航天



服装压力传感器

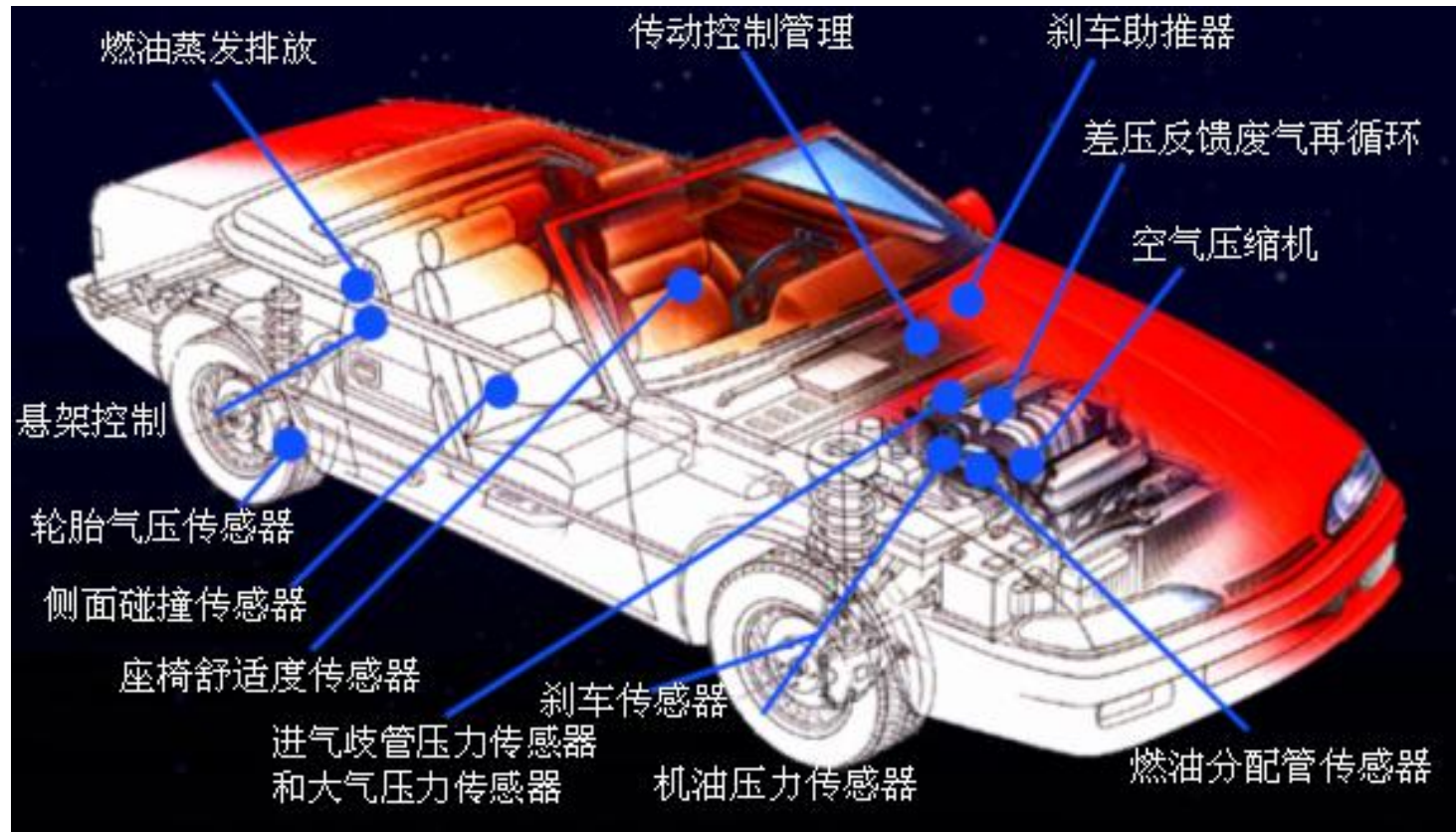


气瓶压力传感器



压力传感器的应用领域-知识讲解

- 在汽车上的应用



压力传感器的应用领域-知识讲解

- 食品和医疗



压力传感器的应用领域-知识讲解

- 污水处理



压力传感器的应用领域-知识讲解

- 高纯水系统反渗透控制
- 高压控制，低密度聚合物反应器
- 过程控制
- 进/出口冷却压力
- 汽车喷漆房
- 化学废物处理业
- 过程控制废物沼气池
- 泵站流量测量



压力传感器市场与发展方向-知识讲解

- 压力是工业过程控制的第一大参数，压力传感器是传感器中的重要门类，其产值占世界传感器市场额的**第一位**。
- KBV Research发布的全球压力传感器市场（2016-2022年）的最新报告，2016年全球压力传感器市场的价值为**66.36亿美元**，**全球压力传感器市场预计到2022年将达到98亿的市场规模**，年均复合年增长率预计在6.2%。

压力传感器市场与发展方向-知识讲解

- 压力传感器的发展方向
 - 小型化
 - 如美国Entran 公司生产的量程为2~500PSI 的传感器,直径仅为1.27mm 。
 - 集成化
 - 与其它测量用传感器集成以形成测量和控制系统。
 - 智能化
 - 集成微处理器,使得传感器具有自动补偿、通讯、自诊断、逻辑判断等功能。
 - 广泛化
 - 从机械行业向其它领域扩展,例如:汽车元件、医疗仪器和能源环境控制系统。
 - 标准化
 - 形成了一定的行业标准。如ISO 国际质量体系;美国的ANSI、ASTM标准、日本的JIS 标准。

压力传感器的分类-知识讲解

- 按测量原理分类:
- 应变式
- 电容式
- 差动变压器
- 霍尔
- 压电

压力传感器的分类-知识讲解

- 按物理介质分类：
 - 扩散硅
 - 溅射膜
 - 应变片
 - 陶瓷
 - 电容式
 - 蓝宝石

压力传感器的分类-知识讲解

- 按压力类型分类：
 - **大气压力**:指地球表面上的空气柱重量所产生的压力。
 - **绝压**（**Absolut pressure**）:绝对压力，指作用于物体表面积上的全部压力，其零点以绝对真空为基准，又称总压力或全压力
 - **表压**（**Gauge pressure**）：指作用于物体表面积上的全部压力，其零点以当地大气压为参考点。
 - **密封表压**：密封表压是在传感器内部封有一个标准大气压时的压力值。
 - **差压**（**Differential pressure**）：任意两个压力之差称为差压。如静压式液位计和差压式流量计就是利用测量差压的大小来测量液位和流体量的大小的。

几种常用的压力传感器类型-知识讲解

- 目前应用较为广泛的压力传感器：
- 扩散硅压阻式
- 陶瓷压阻压力
- 溅射薄膜压力
- 电容
- 耐高温特性的蓝宝石压力

几种常用的压力传感器类型-知识讲解

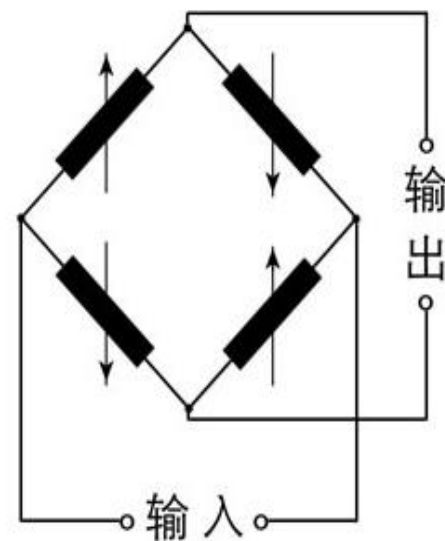
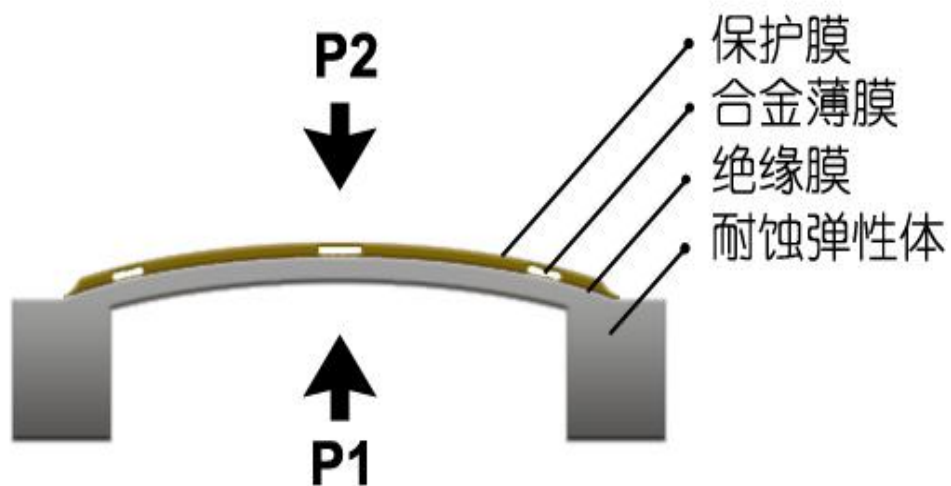
原理和常用压力传感器特性比较		缺点
扩散硅	<ul style="list-style-type: none">●在温度补偿范围内（0—50℃或0—70℃）性能稳定●小量程和绝压优于其它类型●灵敏度高	<ul style="list-style-type: none">●低于0℃、高于80℃后，温度稳定性会大幅度降低●不能承受动态压力●膜片易受损伤
厚膜陶瓷	<ul style="list-style-type: none">●成本低●抗腐蚀性好●使用温度宽	<ul style="list-style-type: none">●输出跳动，不易读数●压力下降时回零慢、迟滞大●陶瓷膜片薄而脆、易碎
电容式	<ul style="list-style-type: none">●量程全●抗过载能力强●性能稳定	<ul style="list-style-type: none">●体积大●不能承受动态压力●高温需充硅油
应变片贴片	<ul style="list-style-type: none">●低成本●成熟传统工艺	<ul style="list-style-type: none">●由胶引起的时漂大●靠手工生产离散性大
溅射薄膜	<ul style="list-style-type: none">●扩散硅、厚膜、电容、应变片所固有的缺点全都没有●全球公认的长期稳定性和可靠性	<ul style="list-style-type: none">●不适于小量程测量●成本高

压力传感器的原理-知识讲解

- 扩散硅、压阻式压力传感器的工作原理
- 压阻效应：
- 半导体材料具有各向异性，各个晶向晶面的应变系数不同。通过半导体工艺在半导体材料上制作出一个惠斯通电桥，在受到外力以后扩散在半导体上的电阻值会发生变化。

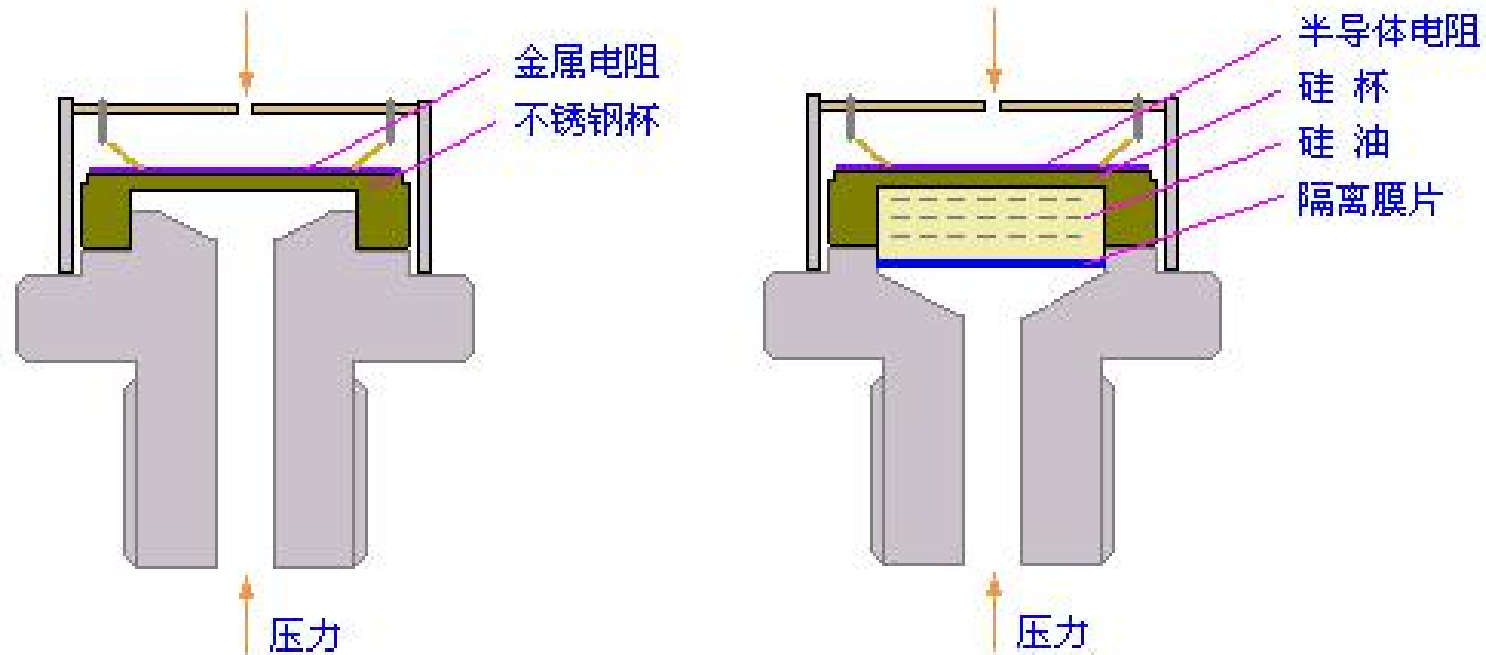
压力传感器的原理-知识讲解

- 薄膜压力传感器工作原理



压力传感器的原理-知识讲解

- 薄膜传感器与半导体压阻式传感器的比较



压力传感器的原理-知识讲解

- 陶瓷压阻式压力传感器
- 陶瓷是一种公认的**高弹性、抗腐蚀、抗磨损、抗冲击和振动**的材料。
- 低价格的陶瓷传感器将是压力传感器的发展方向，在欧美国家有全面替代其它类型传感器的趋势，在中国也越来越多的用户使用陶瓷传感器代替扩散硅压力传感器。
- 陶瓷压力传感器没有液体的传递，**压力直接作用在陶瓷膜片的前表面**，使膜片产生微小的形变，厚膜电阻印刷在陶瓷膜片的背面，连接成一个惠斯通电桥（闭桥），由于**厚膜电阻的压阻效应**，使电桥产生一个与压力成正比的电压信号

压力传感器的原理-知识讲解

- 蓝宝石压力传感器
- 蓝宝石压阻式压力传感器以机械性能高度稳定的人造蓝宝石为承压材料。
- 其主要特点是长期稳定性好，温度范围宽（允许介质温度— $196\sim 400^{\circ}\text{C}$ ），抗震动。
- 主要用于介质温度特别低或特别高的场合及航天、航空和军事用途。

压力传感器的主要参数-知识讲解

- 静态特性的主要技术指标有：
- 非线性、灵敏度、重复性、迟滞、分辨率、漂移、稳定性

(1)线性：传感器输出与输入量之间的实际关系曲线偏离拟合线的程度。定义了实际特性曲线和拟合线与全范围输出值之间的最大偏差的比率。

(2)灵敏度：灵敏度是传感器静态特性的重要指标。它被定义为输出增量与该增量的相应输入增量的比率。我们用S来表示敏感度。

(3)滞后：压力传感器在输入量从小到大(是)和输入量从大到小(revesal)变化的过程中，其输入输出特性曲线重叠现象不会变得迟钝。对于相同尺寸的输入信号，传感器正向和反向行程的输出信号大小不相等，这种差异称为延迟差。

(4)重复性：重复性是指当传感器的输入量在相同方向上相同方向改变时特性曲线的不一致程度。

(5)漂移：压力传感器的漂移意味着传感器的输出随着恒定的输入量随时间变化，而次要现象称为漂移。漂移有两个原因：第一，传感器本身的结构参数;其次是周围环境(如温度，湿度等)。

压力传感器的主要参数-知识讲解

- 量程
- 量程的计算公式如下：
- $XFS = X_{max} - X_{min}$
- 式中：
- XFS ——量程，Pa；
- X_{max} ——测量范围上限值，Pa；
- X_{min} ——测量范围下限值，Pa。

压力传感器的主要参数-知识讲解

- 满量程输出（**YFS**）
- 满量程输出的计算公式如下：
- $YFS = Y_{max} - Y_{min}$
- 式中：
- **YFS** ——满量程输出值，V；
- **Y_{max}**——工作特性所决定的最大输出值，V；
- **Y_{min}**——工作特性所决定的最小输出值，V。

压力变送器生产与使用中的注意事项-知识讲解

- 严禁压力过载
- 严禁用手指头，镊子、螺丝刀、铁丝等尖而硬的物体接触传感器膜片，这样会造成无法修复性损坏。
- 、拿传感器芯体、变送器时，严禁用手拎着产品上的导线移动产品，这样会损坏导线及产品，必须用手拿住产品的主体部分，方可拿起、移动，并注意拿好，严禁跌落，损坏产品。
- 严禁敲打，振动、撞击、跌落、避免过大的加速度力造成损坏。



知识模块 2 名称

知识模块 2 简短描述

知识模块 2 名称-知识讲解

知识模块 2 名称-案例与应用

知识模块 2 名称-模块练习

知识模块 2 名称-模块练习答案

知识模块 2 名称-内容小结



知识模块 3 名称

知识模块 3 简短描述

知识模块 3 名称-知识讲解

知识模块 3 名称-案例与应用

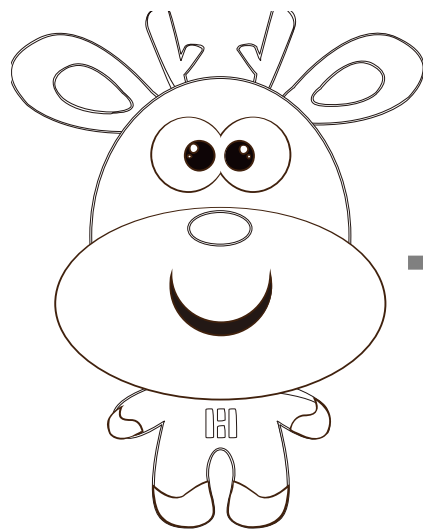
知识模块 3 名称-模块练习

知识模块 3 名称-模块练习答案

知识模块 3 名称-内容小结

本节总结

课后练习



THANKS