

问题思考：倒车雷达的原理？





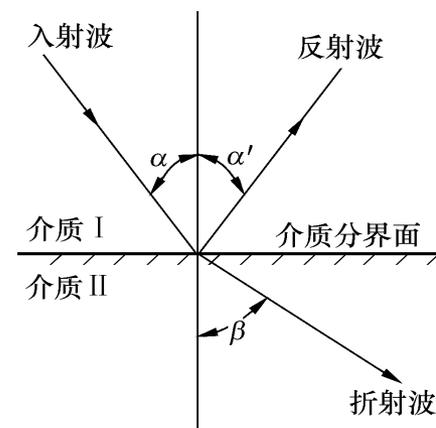
课题二 超声波传感器

引言

- 超声波技术是一门以物理、电子、机械及材料学为基础的，各行各业都使用的通用技术之一。它是通过超声波产生、传播以及接收这个物理过程来完成的。超声波在液体、固体中衰减很小，穿透能力强，特别是对不透光的固体，超声波能穿透几十米的厚度。

引言

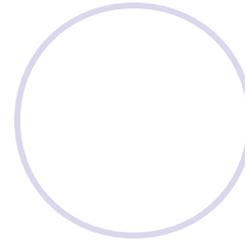
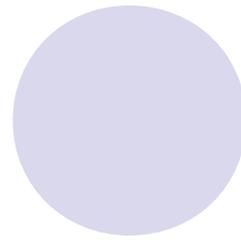
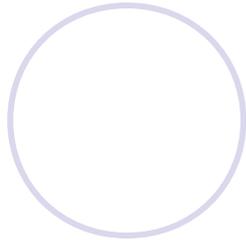
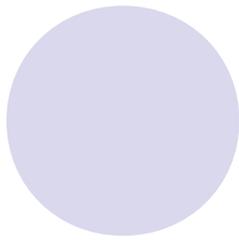
- 当超声波从一种介质入射到另一种介质时，由于在两种介质中的传播速度不同，在介质面上会产生反射、折射和波型转换等现象。超声波的这些特性使它在检测技术中获得了广泛的应用，如超声波无损探伤、厚度测量、距离测量、流速测量、超声显微镜及超声成像等。



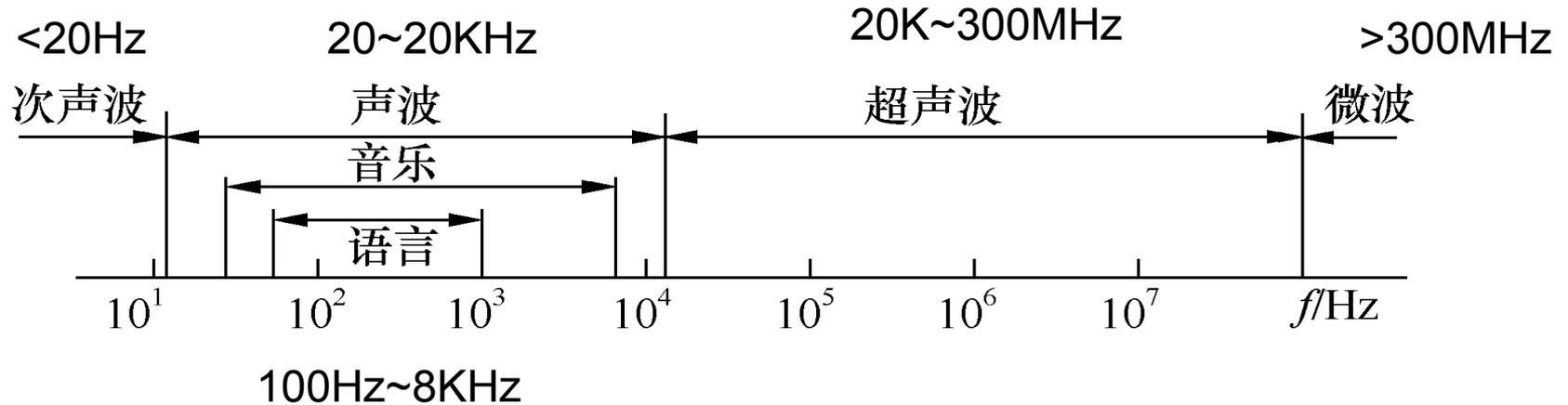
超声波及其物理性质

超声波的基本概念

- 1. 超声波的概念和波形
- 机械振动在弹性介质内的传播称为波动，简称为波。人能听见声音的频率为 $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$ ，即为声波，超出此频率范围的声音，即 20Hz 以下的声音称为次声波， 20kHz 以上的声音称为超声波，一般说话的频率范围为 $100\text{Hz} \sim 8\text{kHz}$ 。
- 超声波为直线传播方式，频率越高，绕射能力越弱，但反射能力越强。



声波频率的界限划分

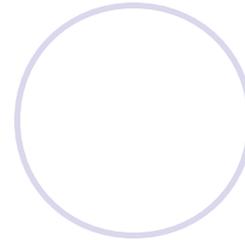
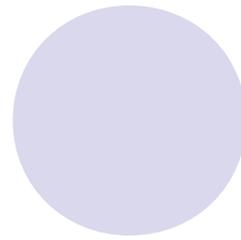
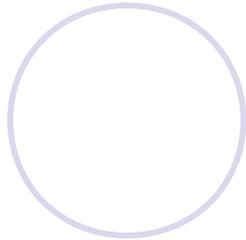
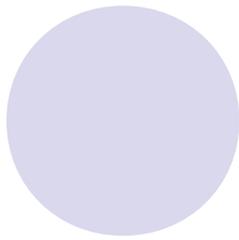


声波的分类

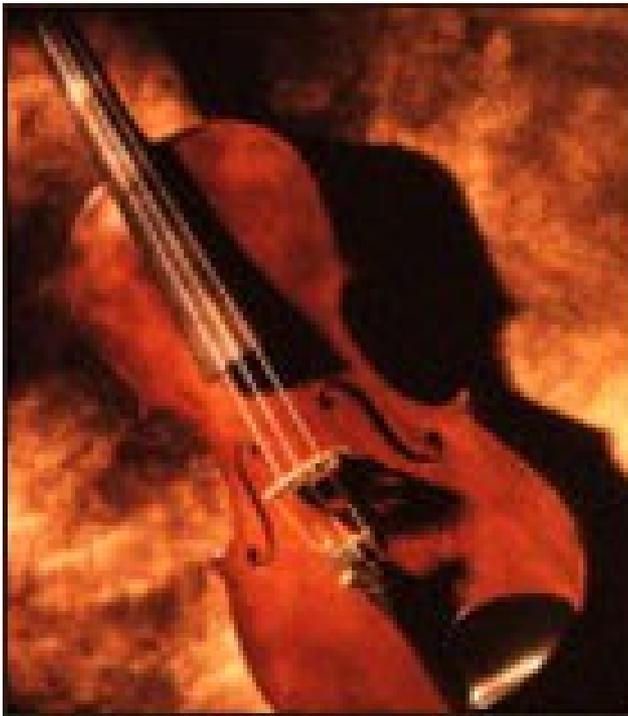
1. 次声波 ($<20\text{Hz}$)



次声波是频率低于 20 赫兹的声波，人耳听不到，但可与人体器官发生共振，7~8Hz 的次声波会引起人的恐怖感，动作不协调，甚至导致心脏停止跳动。



2. 可闻声波 (20Hz ~ 20kHz)



美妙的音乐可使人陶醉。



3. 超声波

(20kHz~300MHz)

蝙蝠能发出和听见超声波。



超声波与可闻声波不同，它可以被聚焦，具有能量集中的特点。



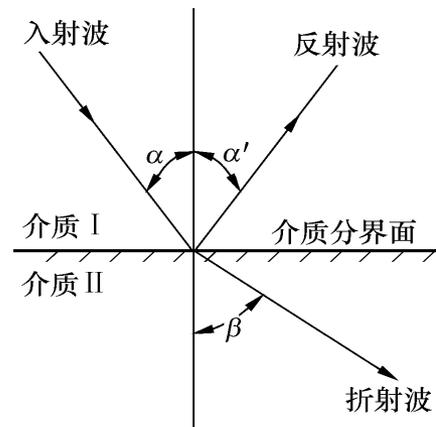
超声波加湿器



超声波雾化器

超声波的反射和折射

- 超声波从一种介质传播到另一介质，在两个介质的分界面上，一部分能量被反射回原介质，叫做反射波，另一部分透射过界面，在另一种介质内部继续传播，则叫做折射波。这样的两种情况分别称之为声波的反射和折射。



超声波探头及测距

- 以超声波作为检测手段，必须有产生超声波和接收超声波。
- 完成这种功能的装置就是超声波传感器，习惯上称为超声波换能器，或超声波探头。
- 超声波发射探头发出的超声波脉冲在介质中传到其它介质介面后经过反射，再返回到接收探头，这就是超声波测距过程。

超声波探头

- 按工作原理分类：压电式、磁致伸缩式、电磁式
- 按结构分类：又分为直探头、斜探头、双探头、表面波探头、聚焦探头、冲水探头、水浸探头、空气传导探头以及其他专用探头等。

超声波换能器外形结构及连接方式

超声波换能器利用压电陶瓷的压电效应来工作的，逆压电效应将高频电振动转换成高频机械振动，从而产生超声波，可作为发射探头，而正压电效应是将超声振动波转换成电信号，可作为接收探头。



各种超声波换能器

各种超声波探头

超检测设备有限公司资料)

(以下参考常州市常

接触式直探头 (纵波垂直入射 到被检介质)



常用频率范围: 0.5~10MHz
， 常见晶片直径: 5~30mm

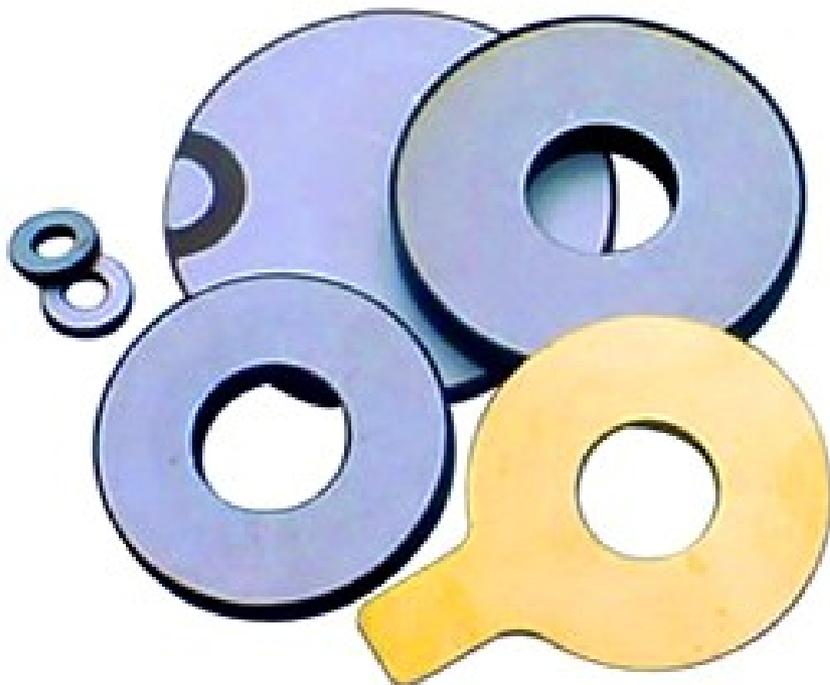
保护膜



外壳用金属制作，保护膜用硬度很高的耐磨材料制作，防止压电晶片磨损。

接插件

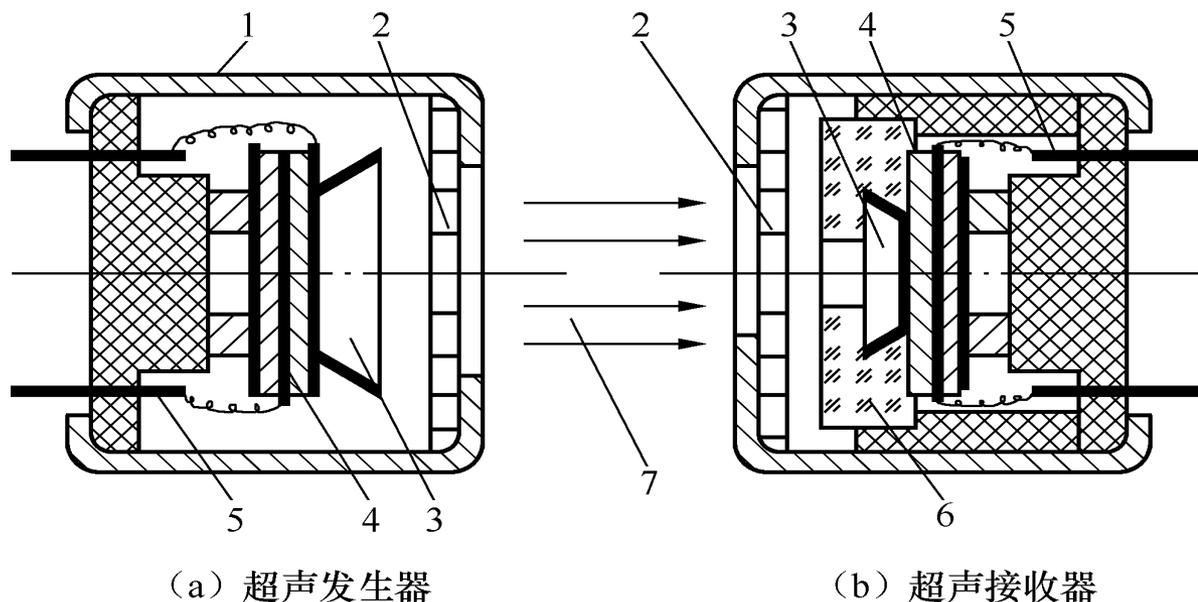
超声波探头中的压电陶瓷芯片



将数百伏的超声电脉冲加到压电晶片上，利用逆压电效应，使晶片发射出持续时间很短的超声振动波。当超声波经被测物反射回到压电晶片时，利用压电效应，将机械振动波转换成同频率的交变电荷和电压。

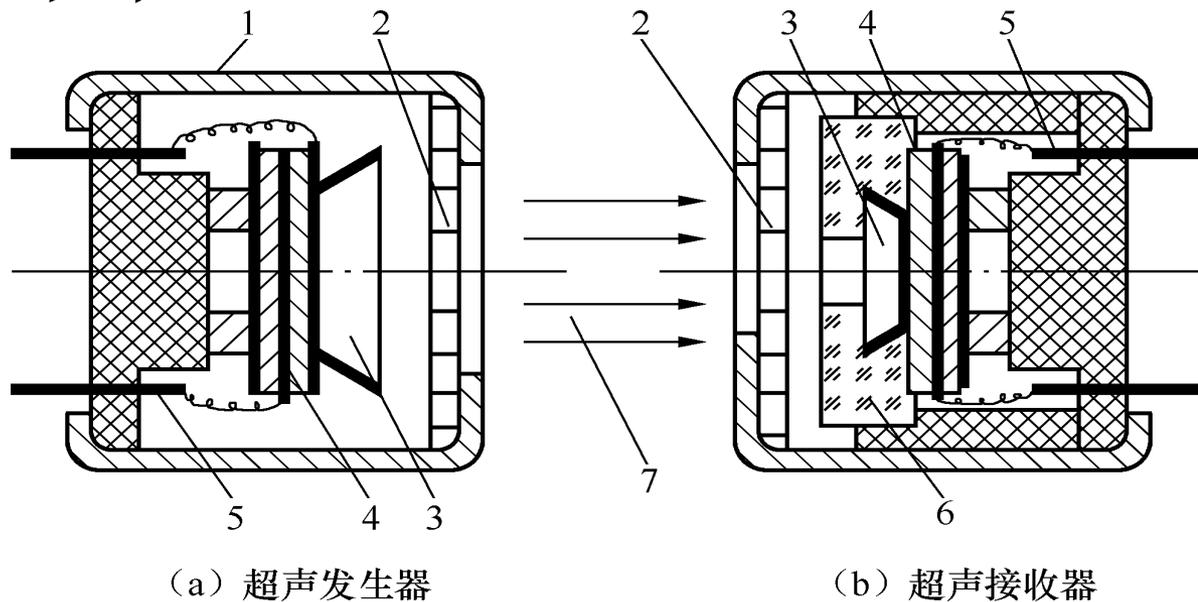
6. 空气传导型探头

- 超声探头的发射换能器和接收换能器一般是分开设置的，两者结构也略有不同，



1—外壳 2—金属丝网罩 3—锥形共振盘 4—压电晶体片
5—引脚 6—阻抗匹配器 7—超声波束

- 发射器的压电片上粘贴了一只锥形共振盘，以提高发射效率和方向性。接收器在共振盘上还增加了一只阻抗匹配器，以滤除噪声，提高接收效率。空气传导的超声发射器和接收器的有效工作范围可达几米至几十米。



1—外壳 2—金属丝网罩 3—锥形共振盘 4—压电晶体片
5—引脚 6—阻抗匹配器 7—超声波束

空气超声探头





空气超声探头外形

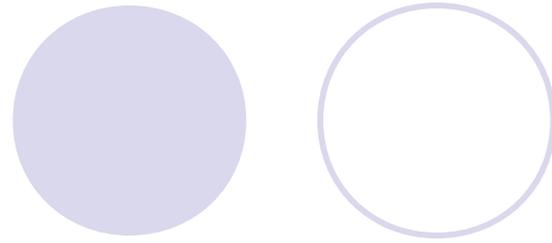
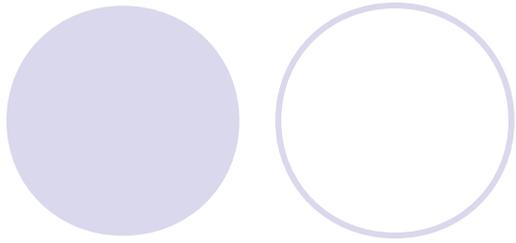


空气超声探头外形



1、工作原理

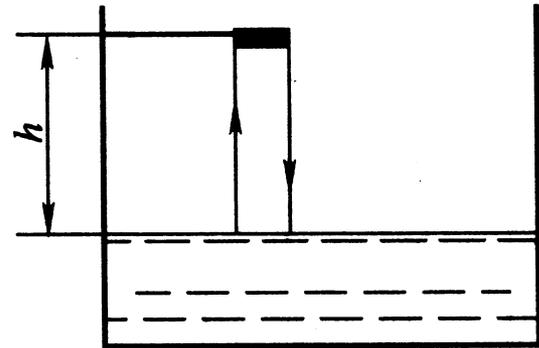
超声波测液位是利用回声原理进行工作的。当超声波探头向液面发射短促的超声脉冲，经过时间后，探头接收到从液面反射回来的回音脉冲，就可以求出探头到液面的距离。



根据发射和接收换能器的功能，传感器又可分为单换能器和双换能器。

(1) 单换能器的传感器。

$$h = \frac{ct}{2}$$

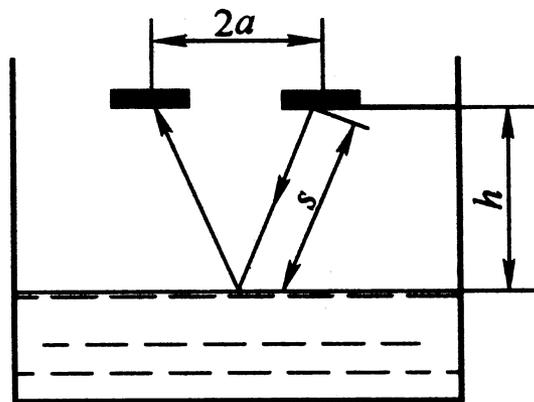


C—— 超声波在介质中传播的速度

(2) 双换能器的传感器

发射和接收各由一个换能器担任。

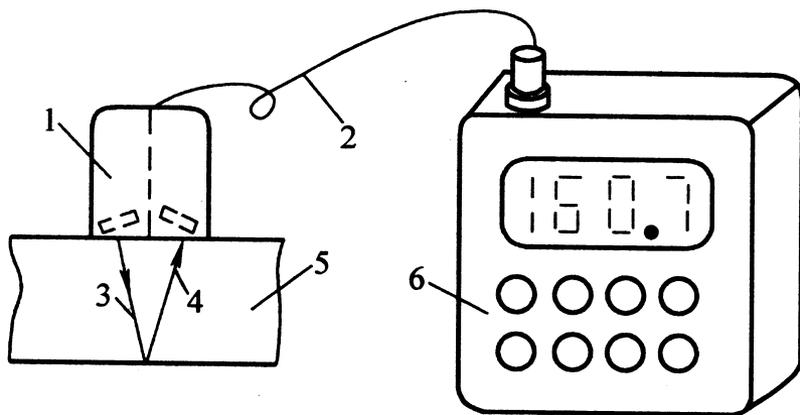
$$h = \sqrt{(ct/2)^2 - a^2}$$



a —— 两换能器间距之半

3、超声波传感器的其他应用

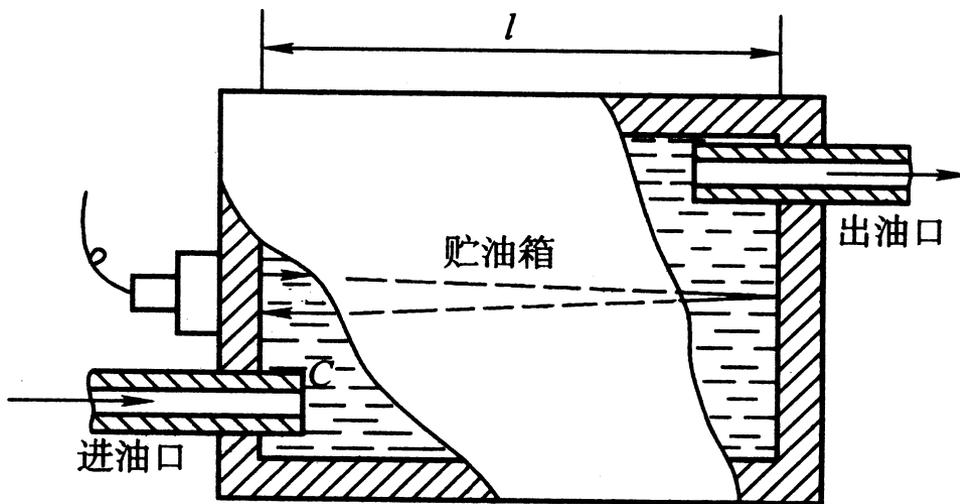
(1) 超声波测厚度



超声波测量厚度

1— 双晶直探头 2— 引线电缆 3— 入射波 4— 反射波 5— 试件 6— 测厚显示器

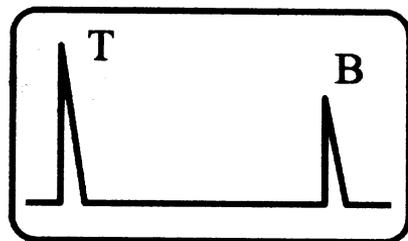
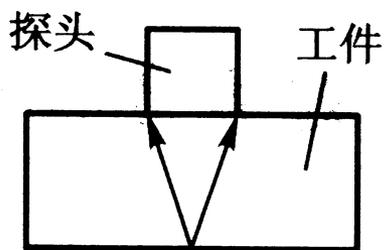
(2) 超声波测密度



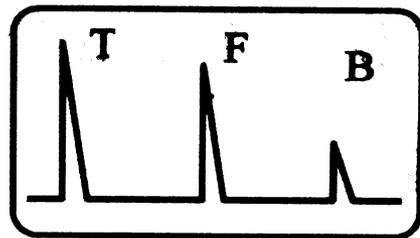
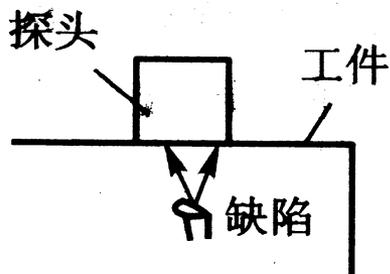
结论

- 只要测得超声波脉冲从发射到接收的间隔时间，便可以求得待测的物位，超声物位传感器具有精度高和使用寿命长的特点，但若液体中有气泡或液面发生波动，便会有较大的误差。在一般使用条件下，它的测量误差为 $\pm 0.1\%$ ，检测物位的范围为 $0.01 \sim 10000\text{m}$ 。

(3) 无损探伤



无缺陷工件探伤及显示情况



有缺陷工件探伤及显示情况

材料缺陷的种类包括气孔、焊缝、裂纹，检测缺陷的手段可采用无损探伤超声波对材料进行无损检测。

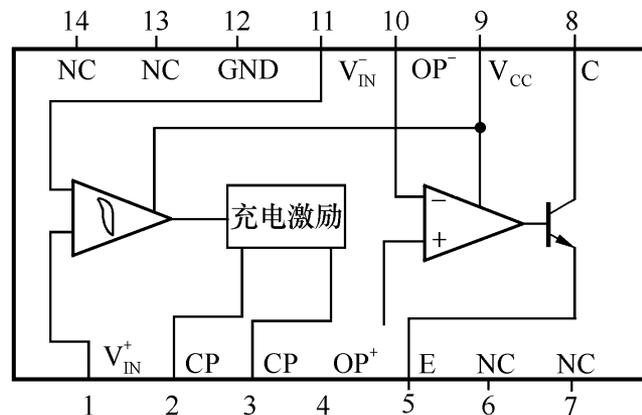
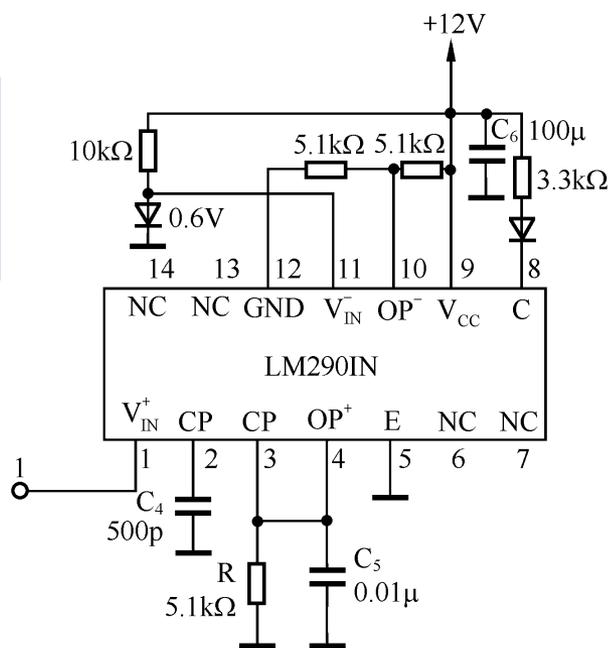
问题思考：倒车雷达的原理？



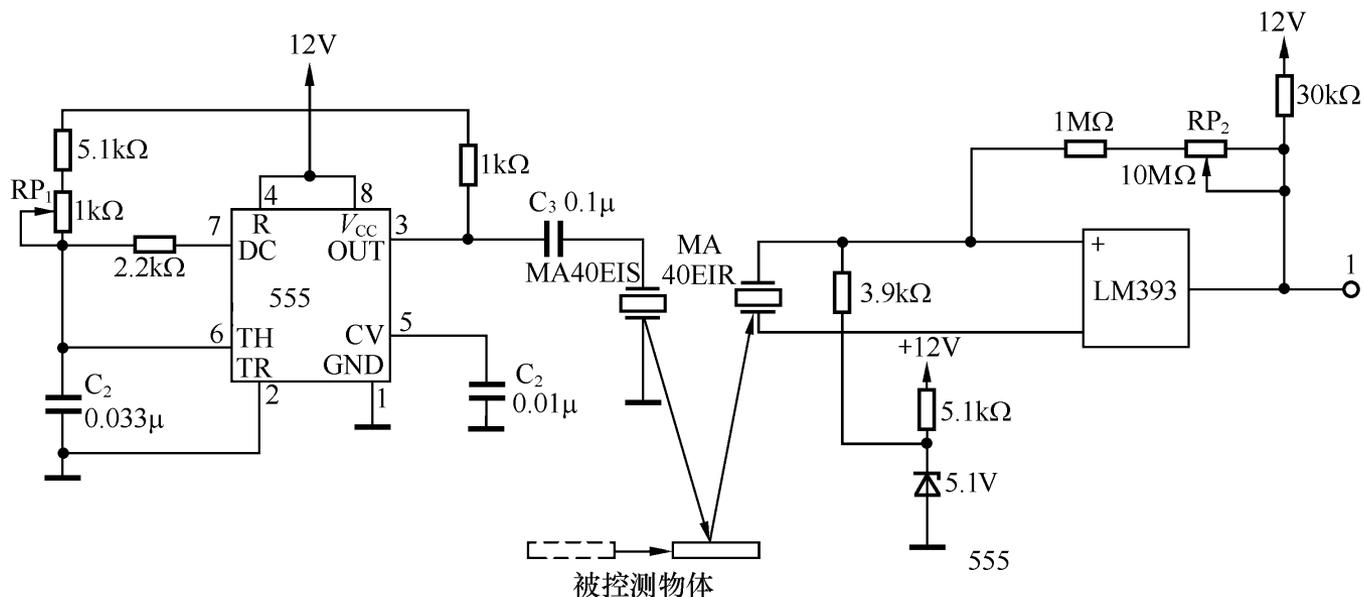
4. 汽车倒车探测器（倒车雷达）

- 选用封闭型的发射超声波传感器 **MA40EIS** 和接收超声波传感器 **MA40EIR** 安装在汽车尾部的侧角处，与检测电路连接即可构成一个汽车倒车尾部防撞探测器。
- 分为超声发射电路、超声接收电路和信号处理电路。

汽车
倒车
尾部
防撞
探测器
原理图



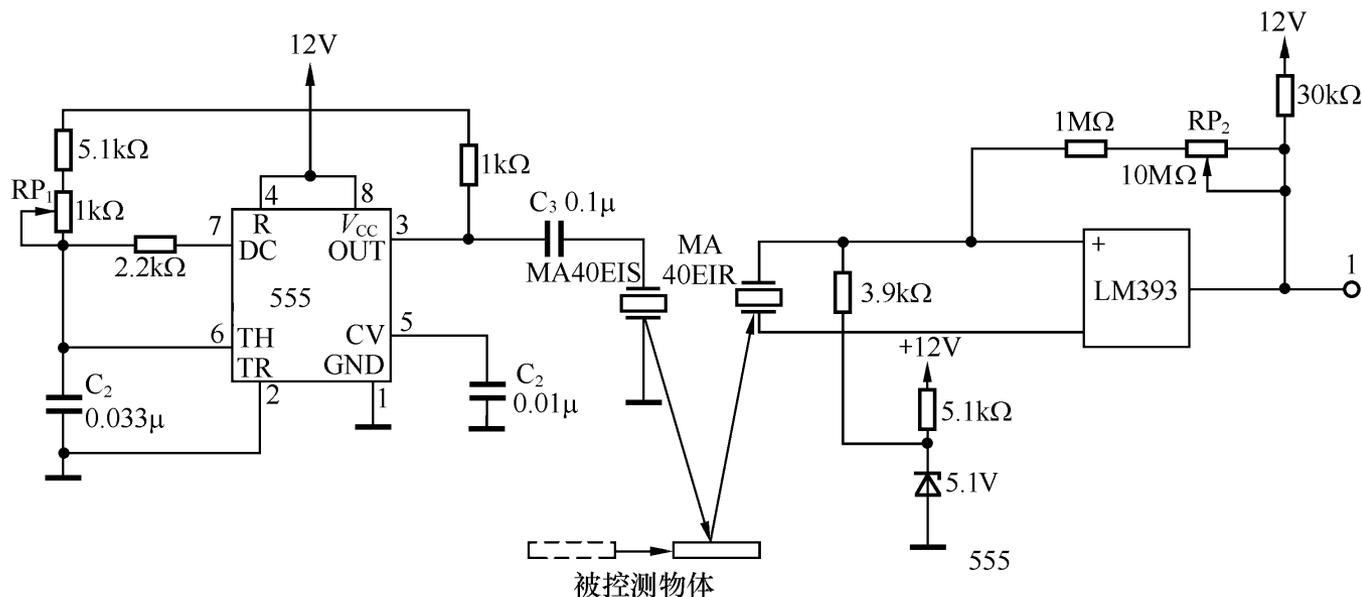
(a) 汽车尾部防撞探测器电路



(b) LM2901N 内部简化电路

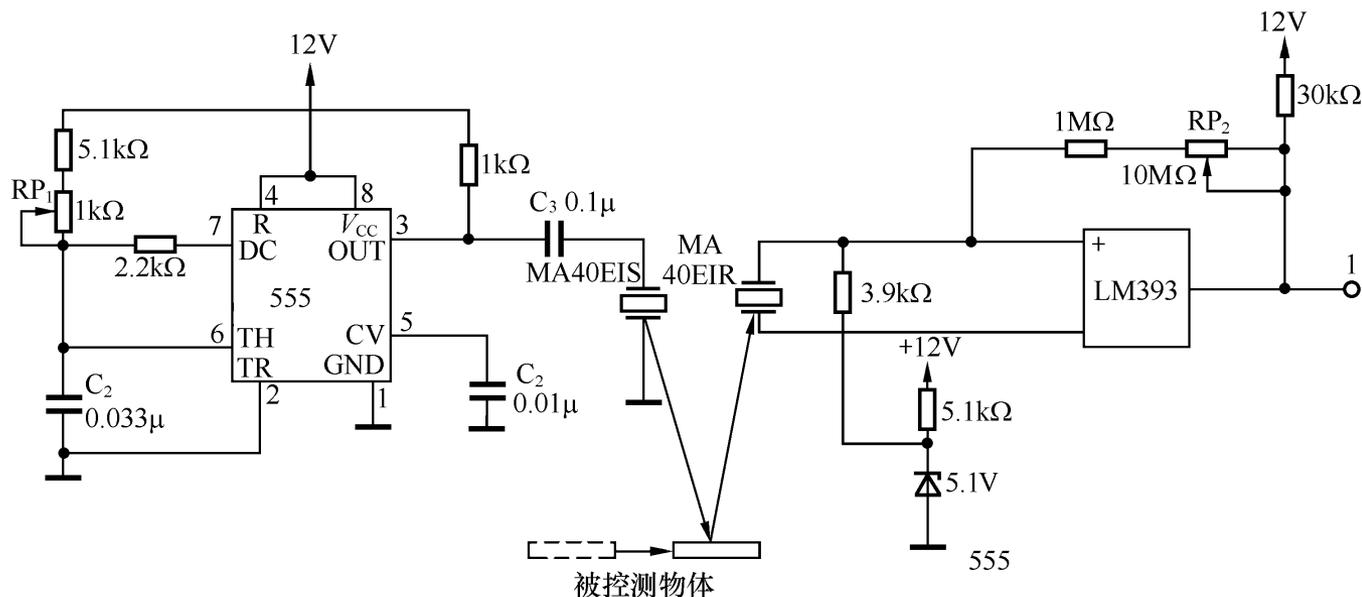
(1) 超声发射电路

- 超声发射电路由时基电路 555 组成，555 振荡电路的频率可以调整，调节电位器 RP_1 可将接收超声波传感器的输出电压频率调至最大，通常可调至 40kHz 。



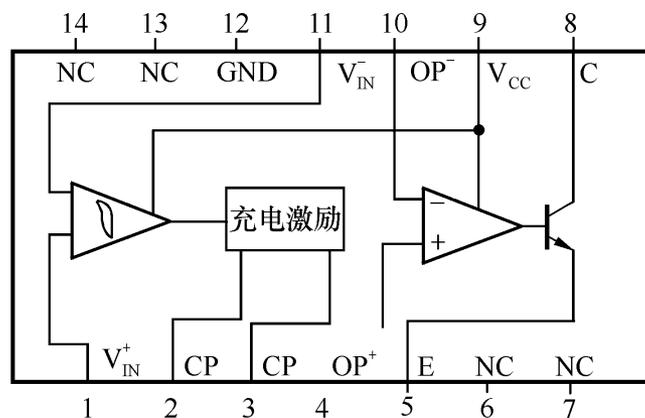
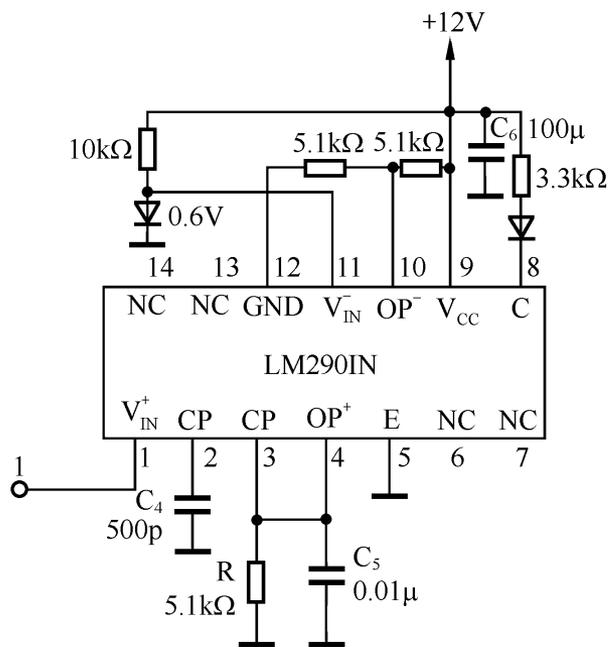
(2) 超声波接收电路

- 超声波接收电路使用超声波接收传感器 MA40EIR，MA40EIR 的输出由集成比较器 LM393 进行处理。LM393 输出的是比较规范的方波信号。



(3) 信号处理电路

- 信号处理电路用集成电路 LM2901N，它原是测量转速用的 IC，其内部有 F/V 转换器和比较器，它的输入要求有一定频率的信号。

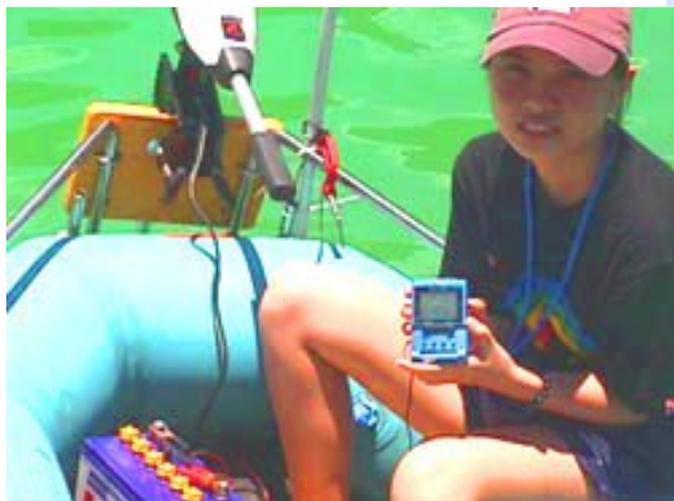


结论

- 当超声发射器和接收器的位置确定时，移动被测物体的位置，当倒车时对车尾或车尾后侧的安全构成威胁时，应使 **LED** 点亮以示报警，这一点要借助于微调电位器 **RPI** 进行。调试好发射器、接收器的位置、角度后，再往车后处安装。报警的方式可以用红色发光二极管，也可采用蜂鸣器或扬声器报警，采用声光报警则更佳。

超声波被聚焦后，具有较好的方向性，在遇到两种介质的分界面时，能产生明显的反射和折射现象，这一现象类似于光波。

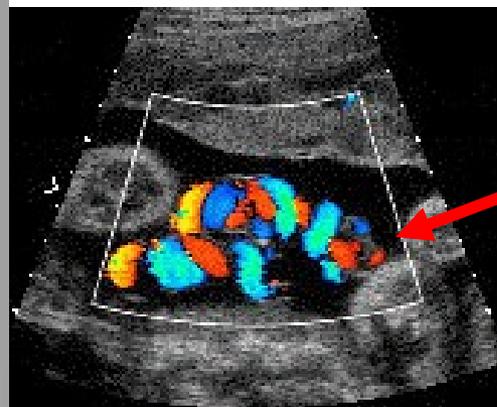
便携式超声波 探鱼器



探鱼器主机



超声波在医学检查中的应用



胎儿的
B超影像

超声波流量传感器的应用

- 具有不阻碍流体流动的特点，可测流体种类很多，不论是非导电的流体。还是高黏度的流体、浆状流体，只要能传输超声波的流体都可以进行测量。超声波流量计可用来对自来水、工业用水、农业用水等进行测量。还可用于下水道、农业灌溉、河流等流速的测量。

三、课题小结

- (1) 超声波传感器液位测量的基本工作原理 ；
- (2) 常见超声波传感器的外形及结构 ；
- (3) 超声波传感器用于液位测量的方法 ；
- (4) 超声波传感器在测厚、测密度等方面的应用 。

模块总结

- 介绍了电容式传感器和超声波传感器液位测量的基本工作原理、外部特性和电容式传感器测量转换电路；
- 重点是两种传感器在液位测量中的应用。

作业

好好休息！

