



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

常用传感器

电感式传感器 应用案例

主讲：马怀祥

一、涡流传感器的应用



在线开放课程

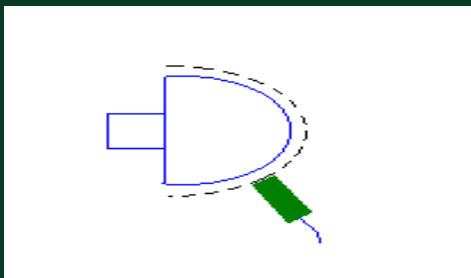
- 主要用于动态非接触测量； 金属导体。

优点：结构简单，使用方便，不受油污、介质影响

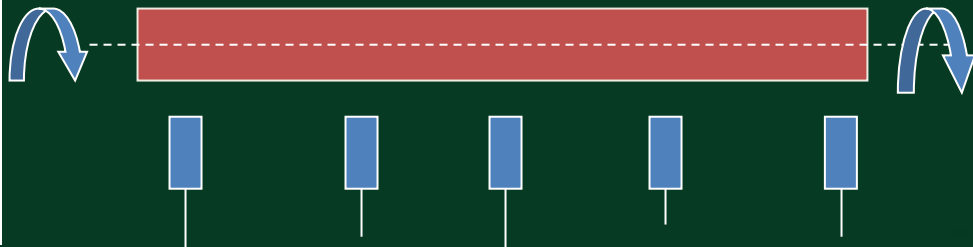
应用：位移、力、振动测量，**NDT**，测厚，材质判别

涡流传感器的应用

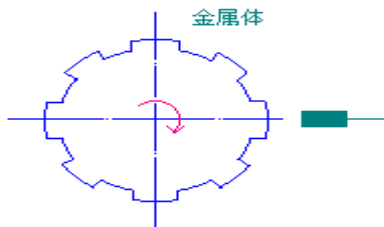
①测位移；



②测轴的振动；



③测转速；



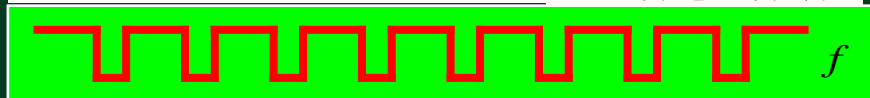
$$N = \frac{f}{Z} \cdot 60$$

f -- (Hz)

Z -- 齿数

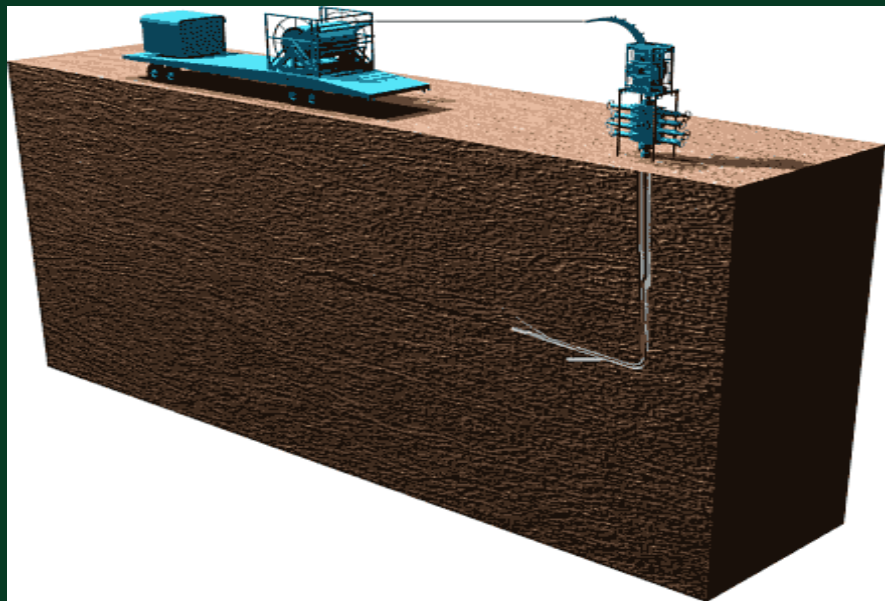
N -- 转速 (转/分)

④测厚度；

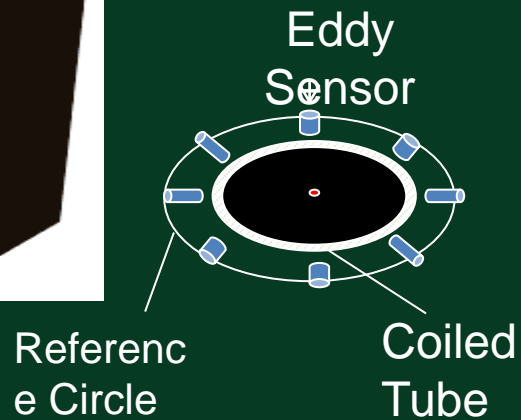


⑤探伤.....

案例：连续油管的椭圆度测量

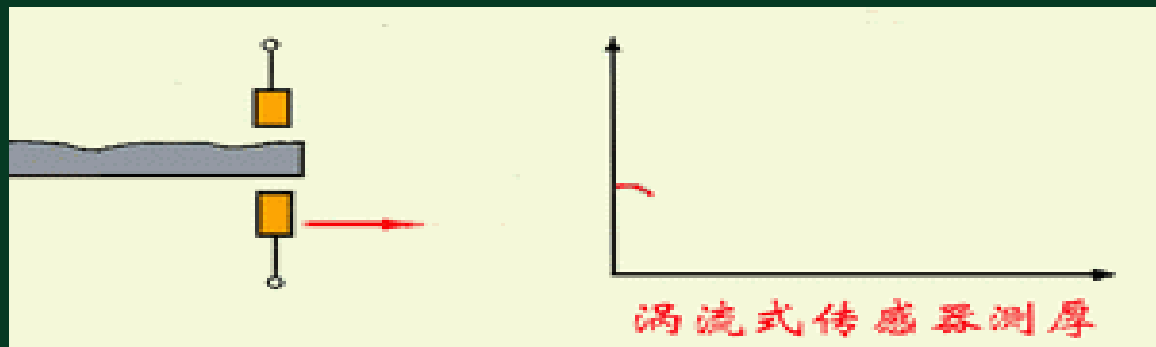


原理：



案例：测厚

在线开放课程



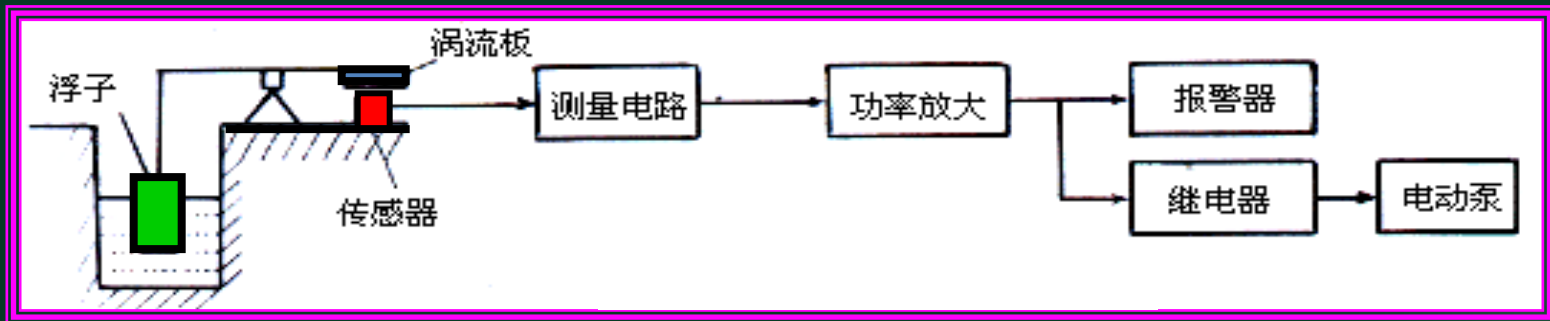
案例：零件计数



涡流传感器应用举例

例1：测量位移

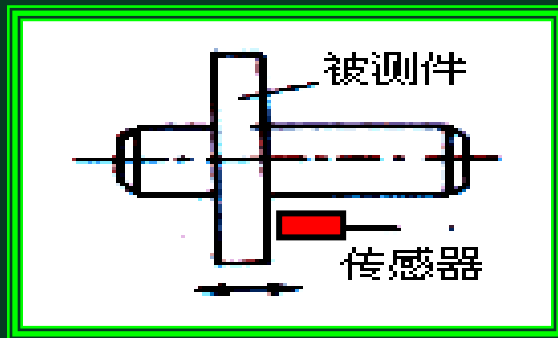
(1) 液位监控系统



(2) 汽轮机主轴的轴向窜动

量程：0 ~ 30mm

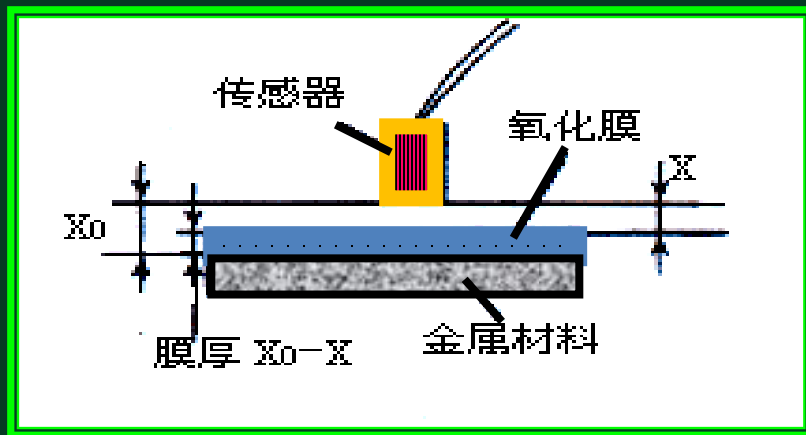
分辨率：0.1%



例2：测量膜厚

在线开放课程

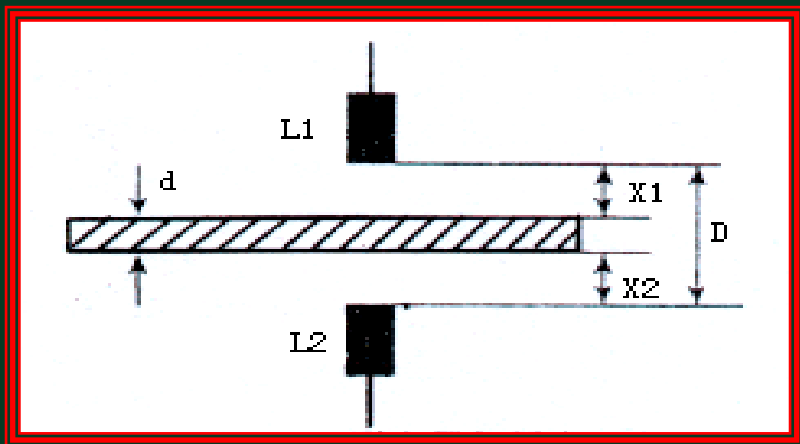
膜厚 $d = x_0 - x$



例3：测量板材厚度

$$d = D - (x_1 + x_2)$$

在线开放课程



例4：电涡流探伤

—— 检查金属表面裂纹、焊接部位的探伤

传感器与被测体距离不变，裂纹将引起金属的电阻率、磁导率变化，综合引起传感器参数变化。

案例：无损探伤

火车轮检测



原理

裂纹检测，缺陷造成涡流变化。

油管检测



案例：电涡流方法在输电线损伤检测中的应用

输电线路完好对输电系统安全运行极为重要。

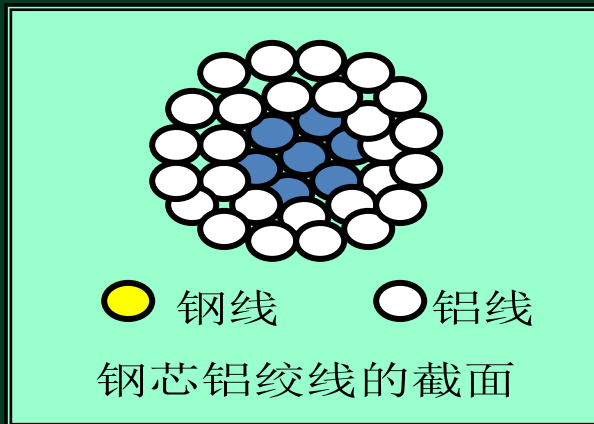
- 材质脆变：交变张力、振动引起的弯曲应力、气温变化
- 表面损伤：雷击、电气闪络
- 腐蚀：海滨、工业区用电

→ 输电导线和地线出现裂纹、断股，甚至危及系统安全。

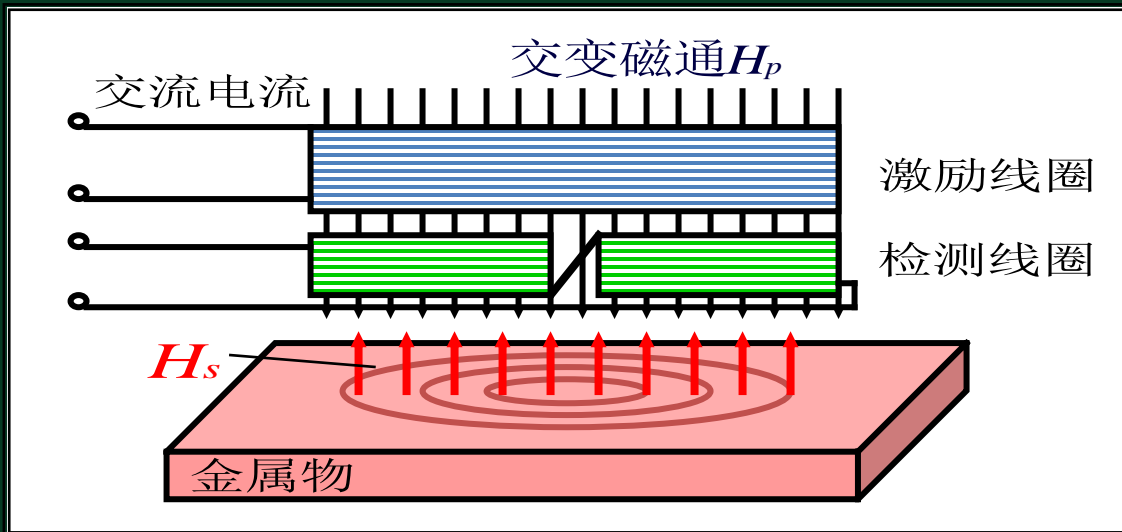
钢铝绞线的结构：

镀锌钢线：磁性材料，
负担抗拉力。

铝股线：非磁性材料，
承载电流传输。



检测原理:



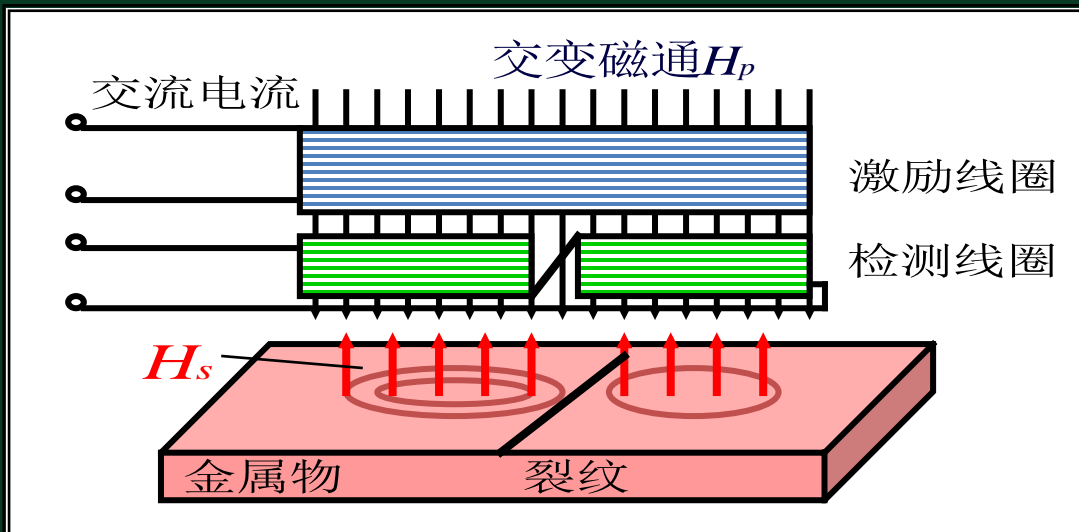
载有交流电流的线圈产生交变磁场 H_p ,
金属物平面感应出电涡流, 产生交变涡流磁场 H_s ,
均在检测线圈 (反向差动线圈) 中产生感应电动势。

(a) 被测金属物上无缺陷:

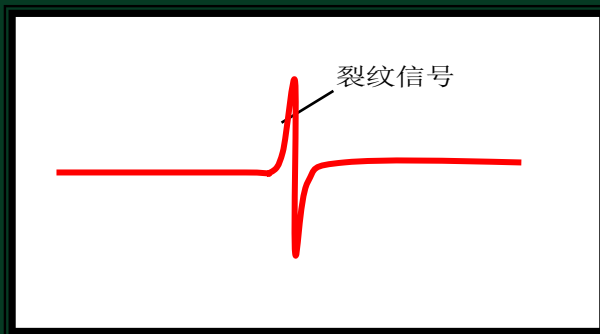
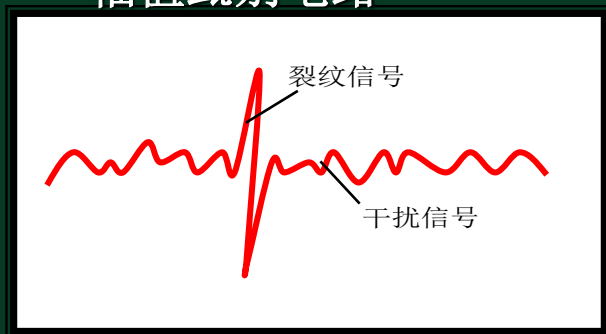
穿过检测线圈的两个线圈的磁通量相等, 感应电势相互抵消, 输出为零。

(b) 被测金属物上有缺陷:

穿过检测线圈的两个线圈的磁通量不相等, 检测线圈输出感应电势不为零。



幅值甄别电路



大直径电涡流探雷器



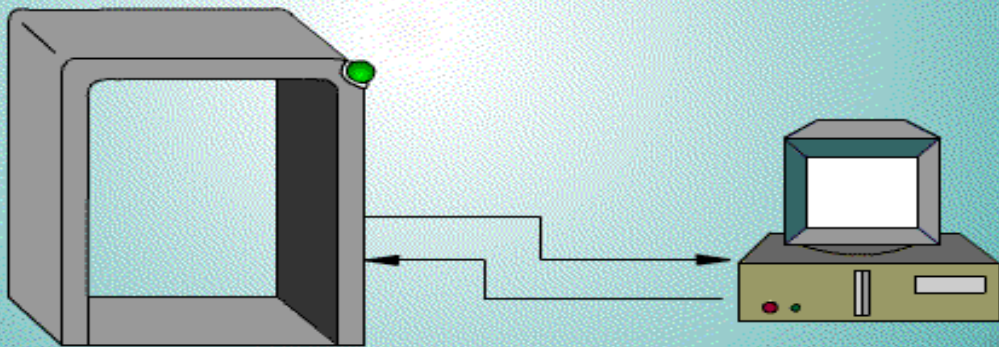
电涡流式通道安全检查门

安检门的内部设置有发射线圈和接收线圈。当有金属物体通过时，交变磁场就会在该金属导体表面产生电涡流，会在接收线圈中感应出电压，计算机根据感应电压的大小、相位来判定金属物体的大小。在安检门的侧面还安装一台“软x光”扫描仪，它对人体、胶卷无害，用软件处理的方法，可合成完整的光学图像。



安检门演示

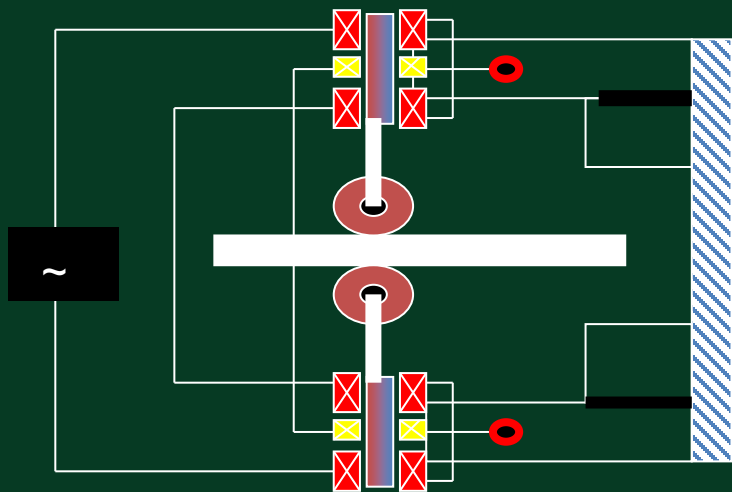
当有金属物体穿
越安检门时报警



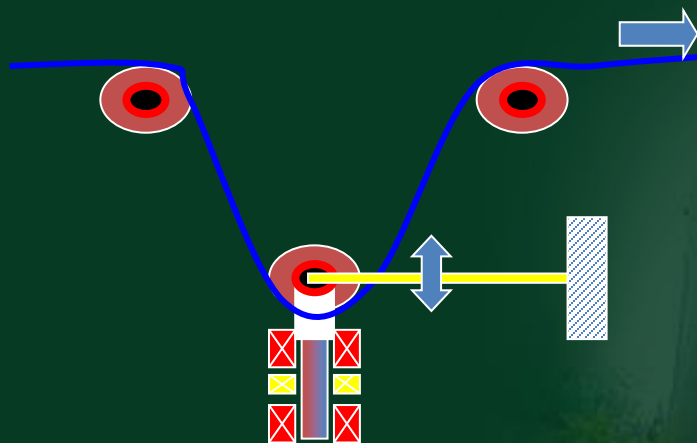
二、互感式传感器应用:

厚度,角度,表面粗糙度;拉伸,压缩,垂直度;
压力,流量,液位;张力,重力,负荷量;扭矩,
应力,动力;气压,温度;振动,速度,加速度;等.

案例：板的厚度测量



案例：张力测量



案例：差动变压器式力传感器

图示是两种常用的差动变压器式力传感器，弹性元件分别为筒形和环形。弹性元件的变形由差动变压器转换成电信号。

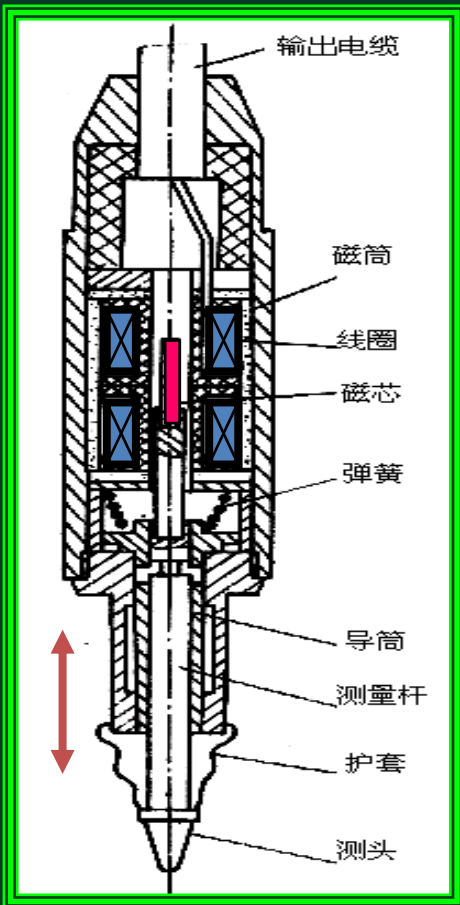
弹性元件受力产生位移，带动差动变压器的铁心运动，使两线圈互感发生变化，最后使差动变压器的输出电压产生随弹性元件受力大小成比例地变化。 $U = kF$



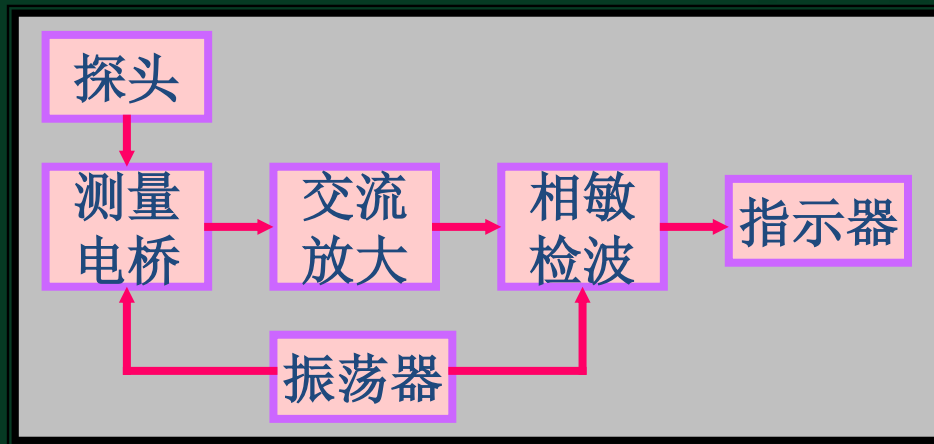
差动变压器式力传感器1

差动变压器式力传感器2

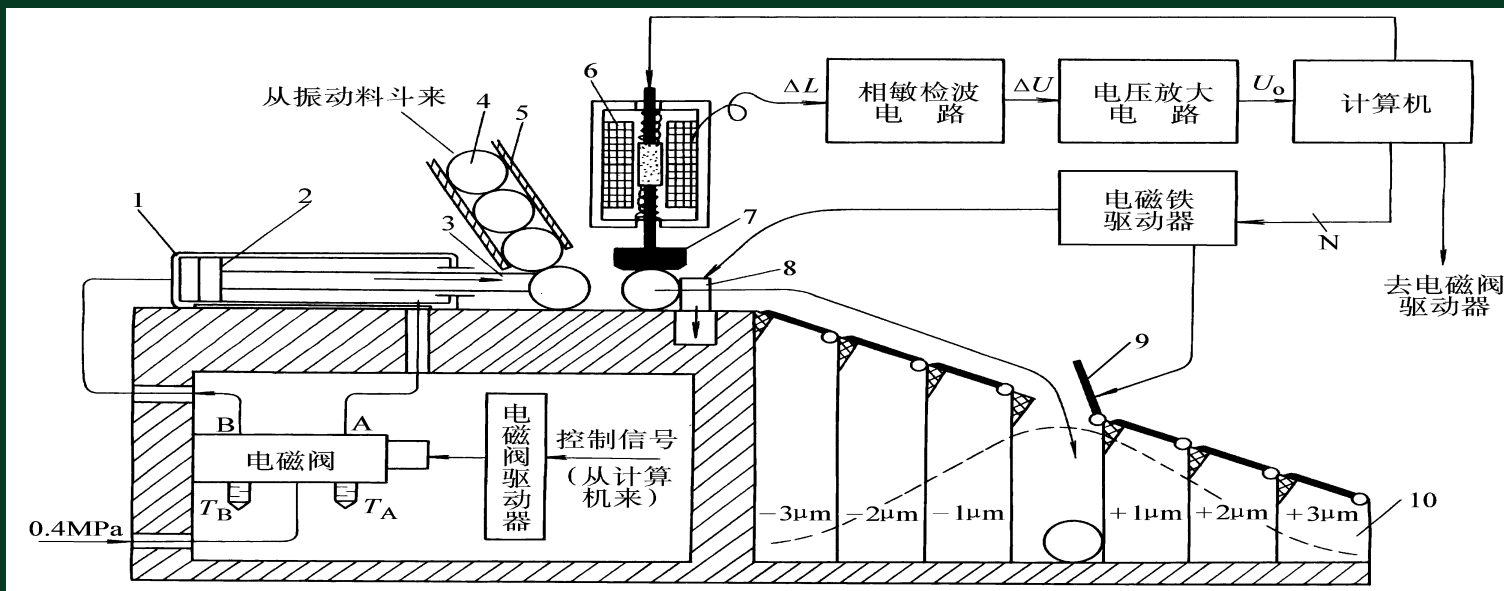
电感传感器应用举例



1、电感测微仪



电感式滚柱直径分选装置



- 1—气缸 2—活塞 3—推杆 4—被测滚柱 5—落料管
6—电感测微器 7—钨钢测头 8—限位挡板 9—电磁翻板
10—容器（料斗）

电感式滚柱直径分选装置



测微仪

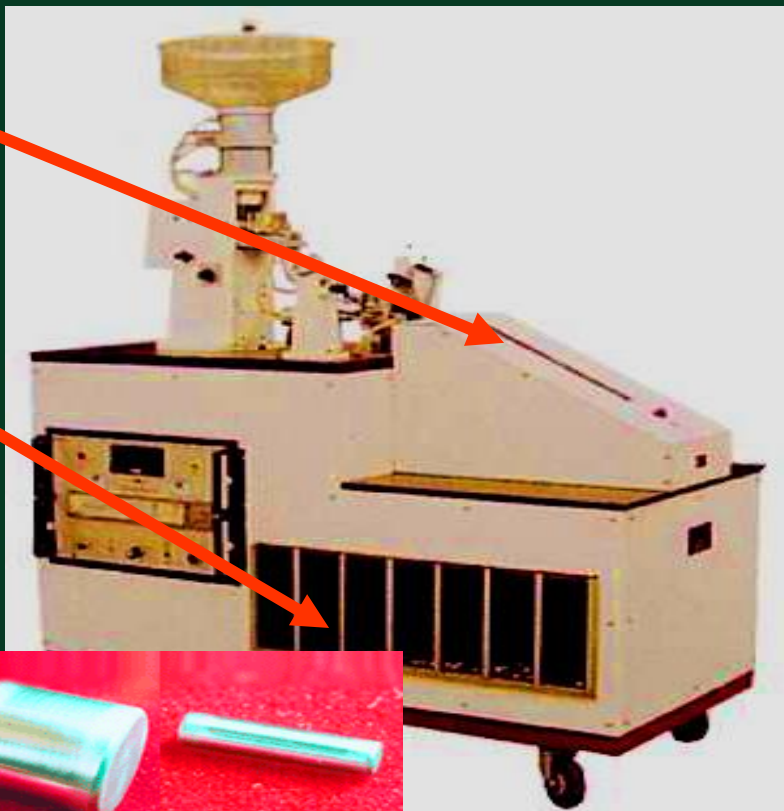
圆柱滚子

电感式滚柱直径分选装置

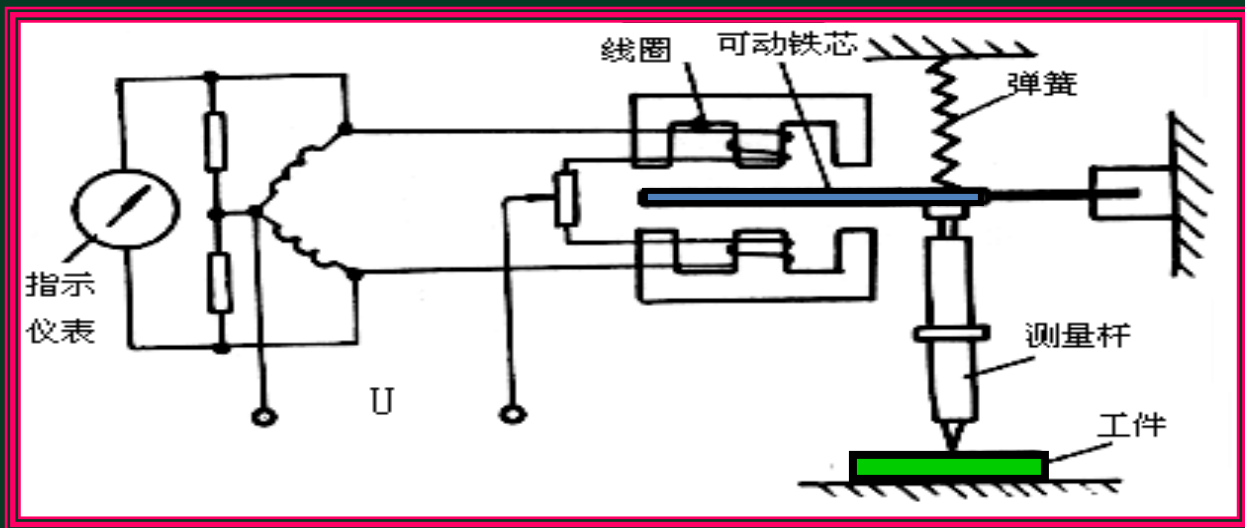
滑道

分选仓位

轴承滚子



变气隙式电感测微仪

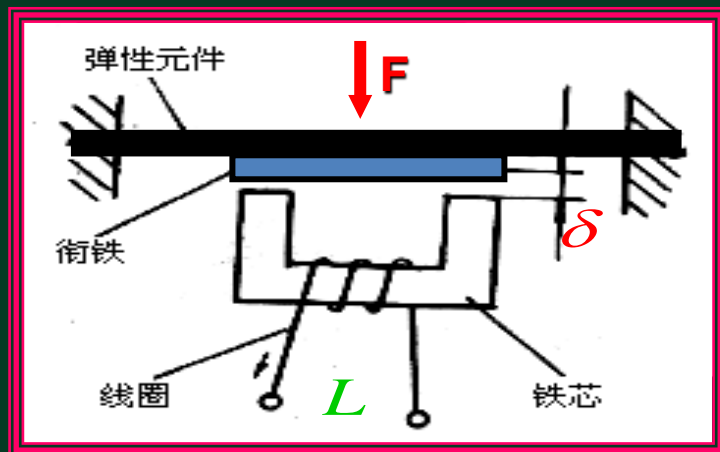


动态测量范围：±1mm

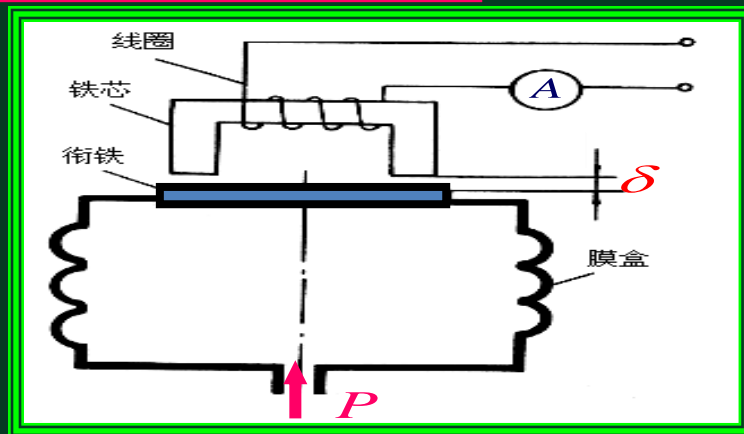
分辨率：1μm

精度：3%

2、电感压力传感器 —— 变气隙式结构

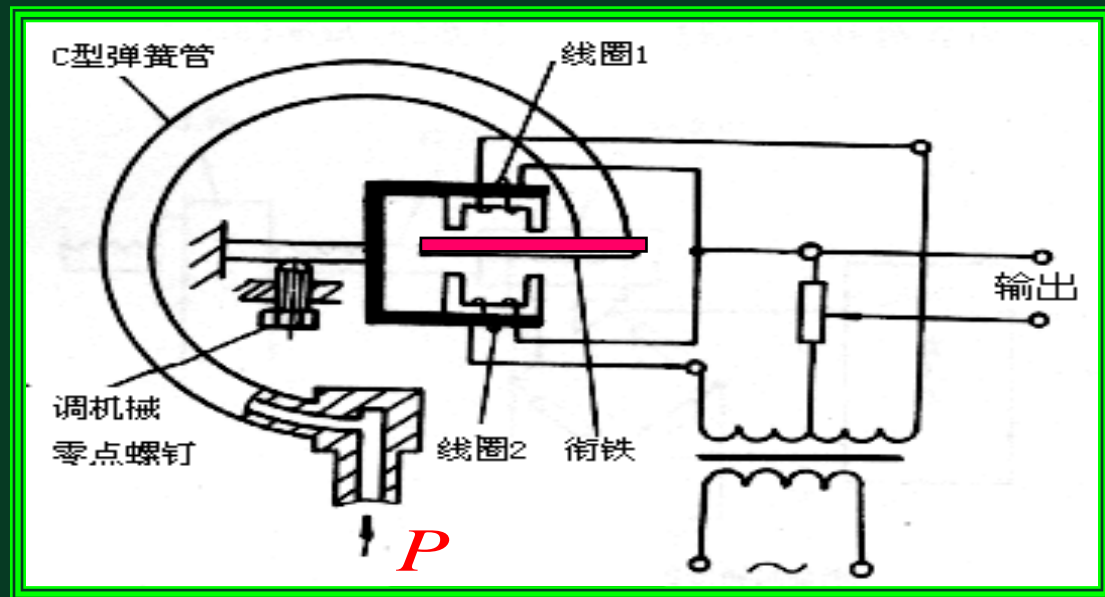


动画

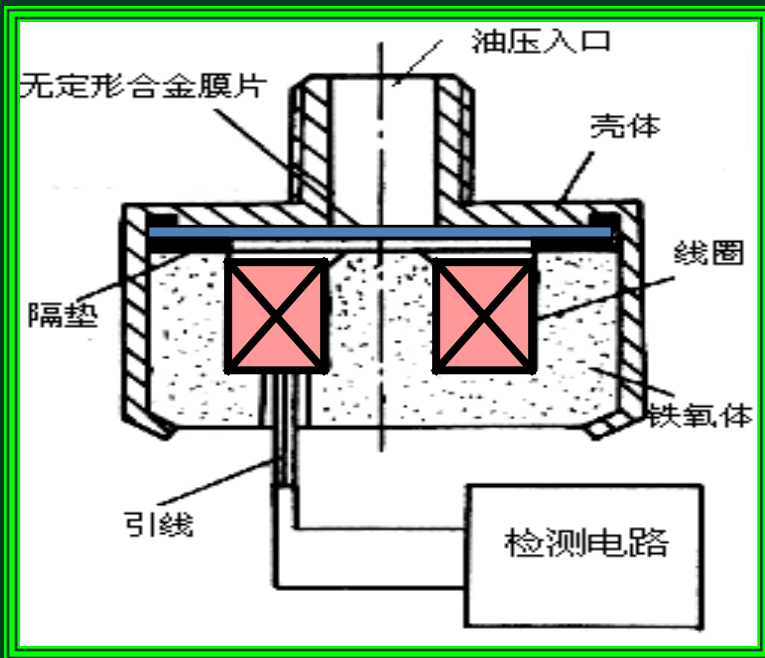


变气隙式差动压力传感器

在线开放课程



电感式油压传感器 —— 液压传动的各种机械装置



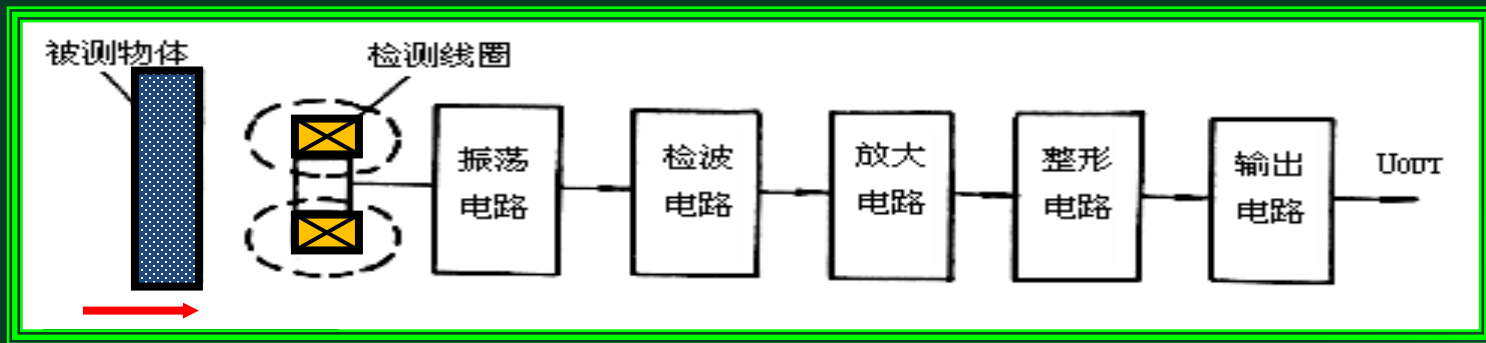
cpc型差压计

动画

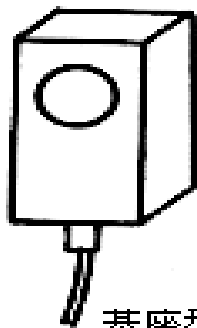
电感式接近传感器

一、工作原理

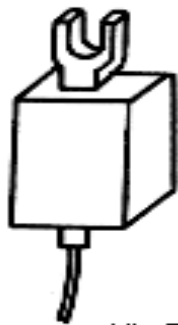
两种状态：振荡、停振



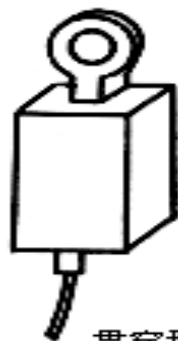
圆柱型



基座型

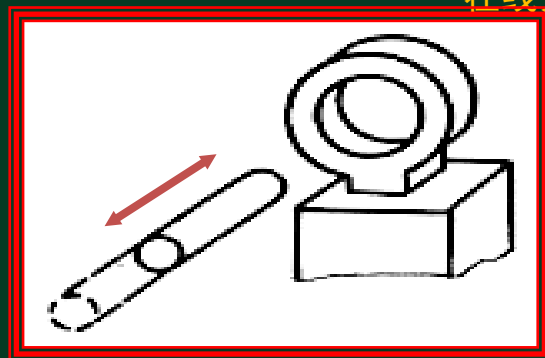
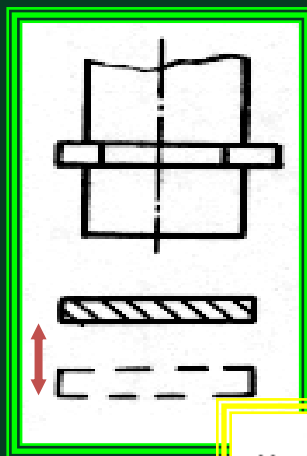
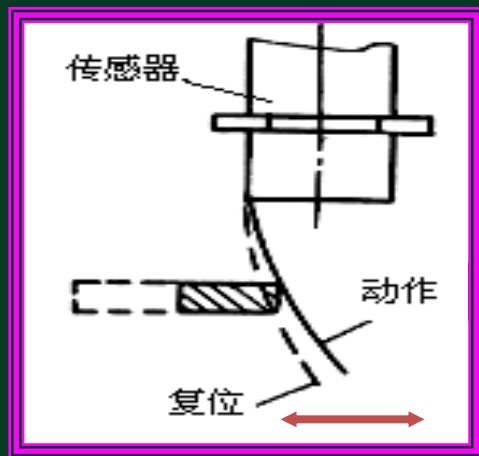


槽型



贯穿型

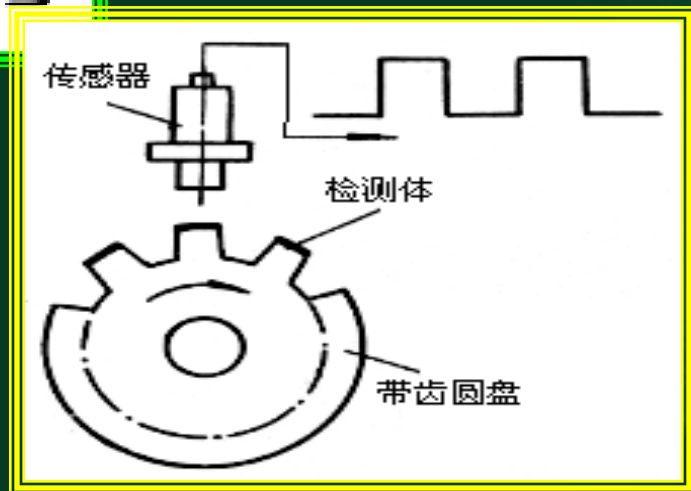
二、基本工作方式



动作滞差：动作距离-复位距离

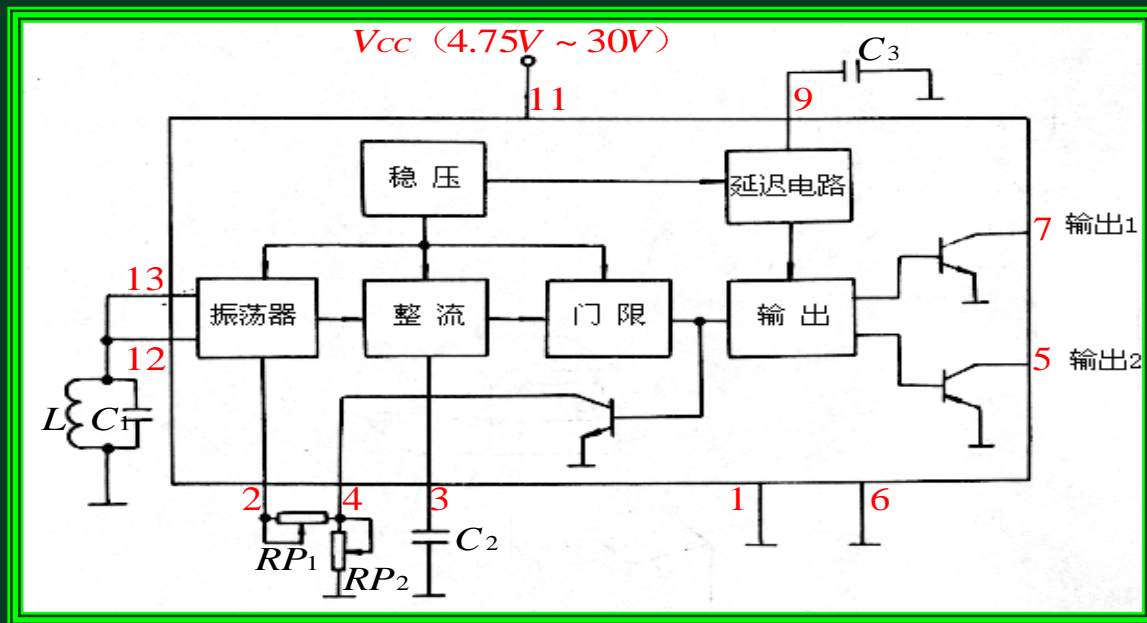
响应时间：

动作频率：传感器每秒内输出开关信号的次数



三、检测电路

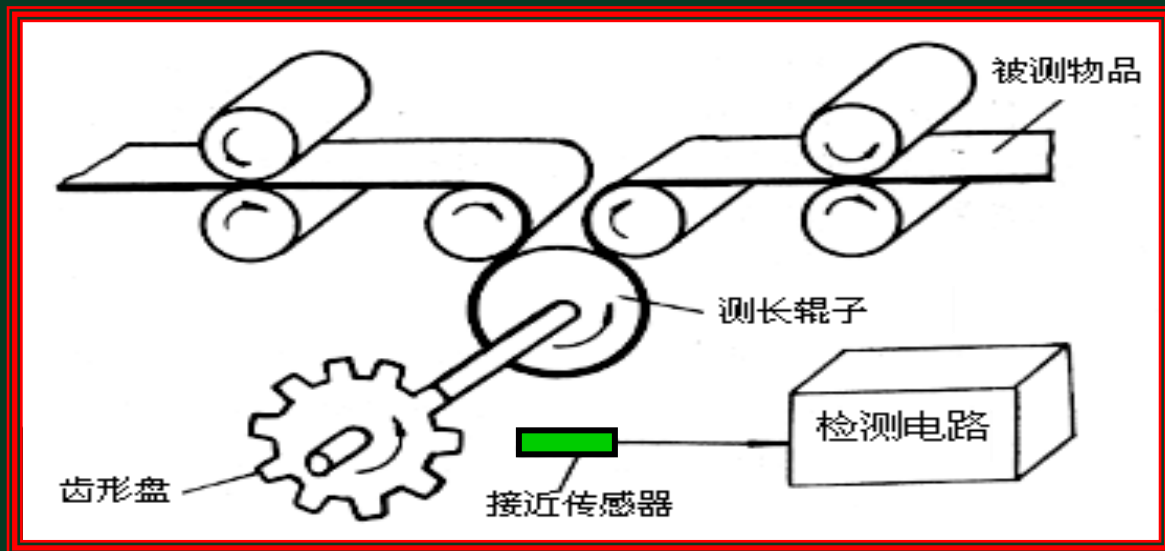
接近开关专用集成电路SC205



四、应用举例

1、生产中测量产品的长度

在线开放课程



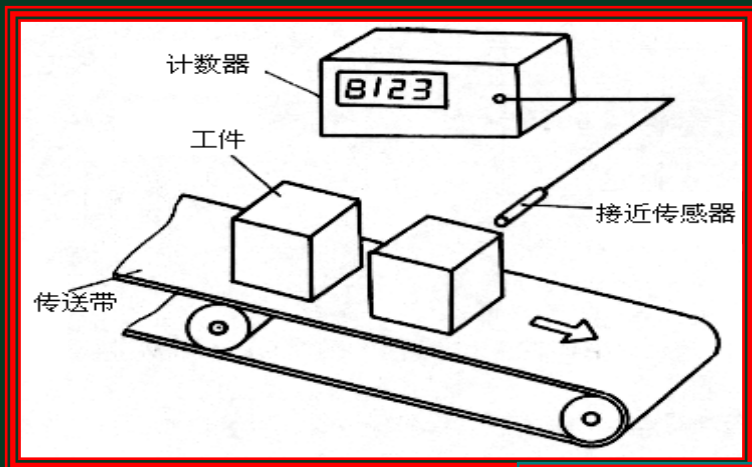
每个脉冲对应的长度:

$$L_0 = \pi D / N$$

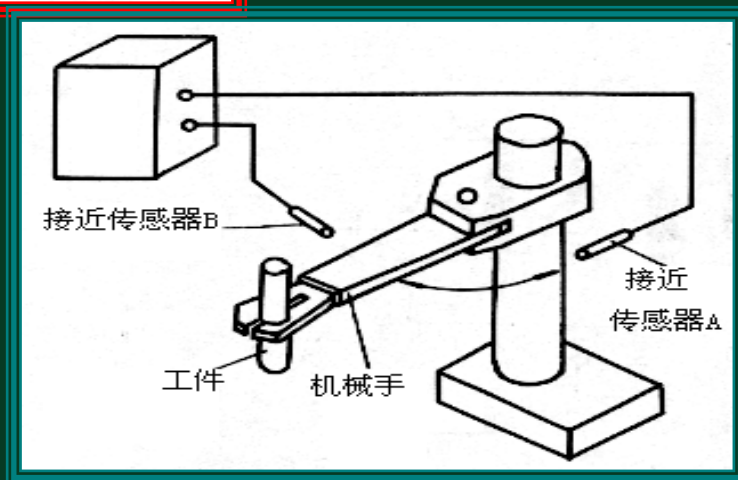
被测物总长度:

$$L = M \cdot L_0$$

2、生产线工件的计数



3、机械手的限位



小结



在线开放课程

掌握各类电感式传感器的典型应用

