

信息物理系统—技术与系统

Cyber Physical System – Technique and System

第4章 新技术

刘松波



第5章 经典感知技术

5.1、传感器技术基础

5.2、传感器分类

5.3、工作原理



5.1、传感器技术基础

- 第0501章--经典感知技术--传感器技术基础.ppt



第5章 经典感知技术

5.1、传感器技术基础

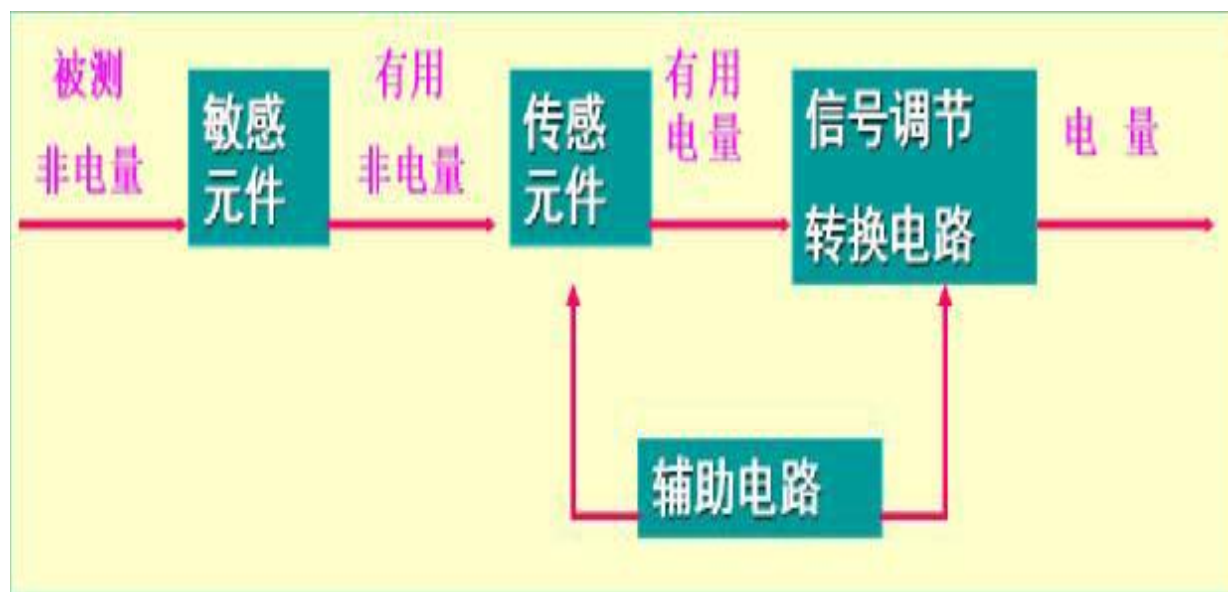
5.2、传感器分类

5.3、工作原理



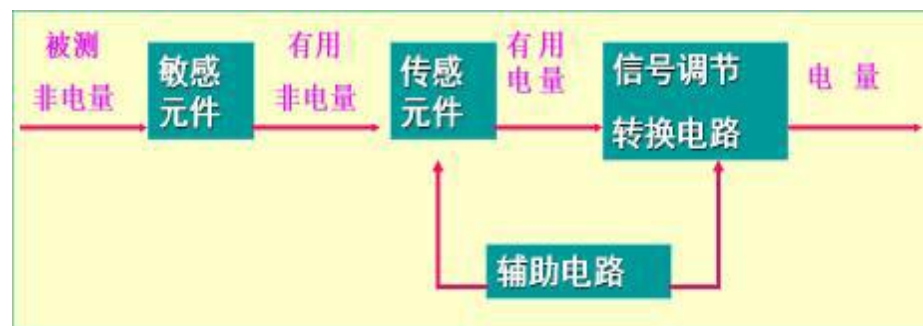
5.2、传感器分类

- 传感器的定义
 - 将被测非电量信号转换为与之有确定对应关系电量输出的器件或装置叫做传感器，也叫变换器、换能器或探测器。
- 传感器的组成

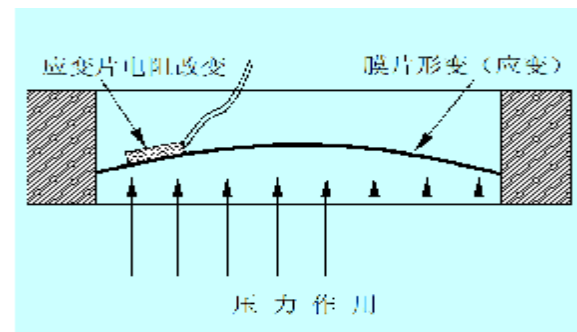




传感器的组成



- 敏感元件：直接感受被测非电量并按一定规律转换成与被测量有确定关系的其它量的元件。
- 传感元件：又称变换器。能将敏感元件感受到的非电量直接转换成电量的器件。



- 信号调节与转换电路：能把传感元件输出的电信号转换为便于显示、记录、处理、和控制的有用电信号的电路。常用的电路有电桥、放大器、变阻器、振荡器等。



传感器分类

分类法	型式	说 明
按基本效应分类	物理型	采用物理效应进行转换
	化学型	采用化学效应进行转换
	生物型	采用生物效应进行转换
按构成原理分类	结构型	以转换元件结构参数变化实现信号转换
	物性型	以转换元件物理特性变化实现信号转换
按能量关系分类	能量转换型	传感器输出量直接由被测量能量转换而来
	能量控制型	传感器输出量能量由外部能源提供，但受输入量控制
按工作原理分	电阻式	利用电阻参数变化实现信号转换
	电容式	利用电容参数变化实现信号转换
	电感式	利用电感参数变化实现信号转换
	压电式	利用压电效应实现信号转换
	磁电式	利用电磁感应原理实现信号转换
	热电式	利用热电效应实现信号转换
	光电式	利用光电效应实现信号转换
	光纤式	利用光纤特性参数变化实现信号转换
按输入量分类	长度、角度、位移	以被测量命名（即按用途分类）
按输出量分类	模拟式	输出量为模拟信号（电压、电流、…）
	数字式	输出量为数字信号（脉冲、编码、…）



第5章 经典感知技术

5.1、传感器技术基础

5.2、传感器分类

5.3、工作原理



5.3、工作原理

- 被测量量是电压、电流量，直接可以输入采集



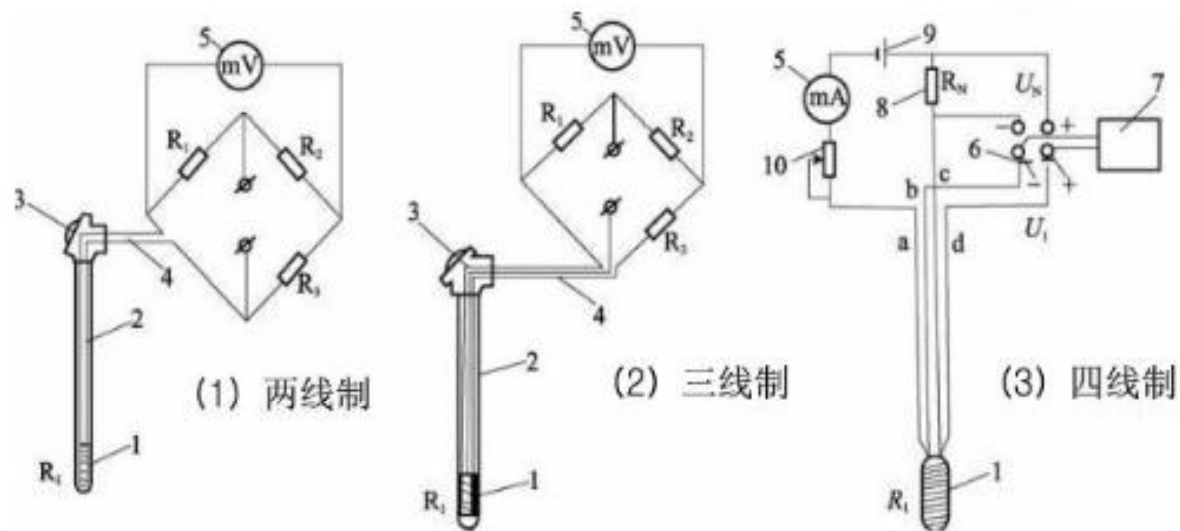
5.3、工作原理

- 5.3.1 温度、压力、流量
- 5.3.2 霍尔传感器
- 5.3.3 光栅传感器
- 5.3.4 旋转变压器
- 5.3.5 红外传感器
- 5.3.6 超声传感器
- 5.3.7 位置信息
- 5.3.8 接近传感器
- 5.3.9 射频传感器



5.3.1 温度、压力、流量

- 热电阻Pt100,Cu50等、热电偶, 电容传感器
- 热电阻引线方式, 二线制、三线制、四线制

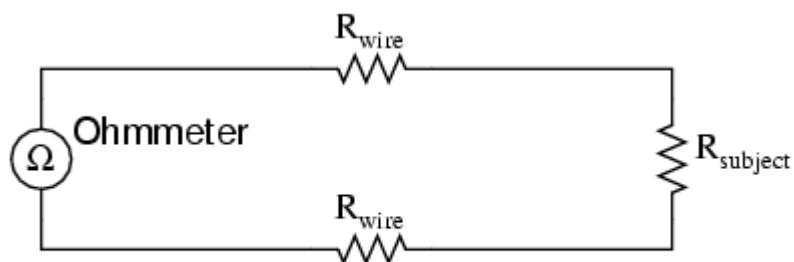


热电阻的几种引线方式

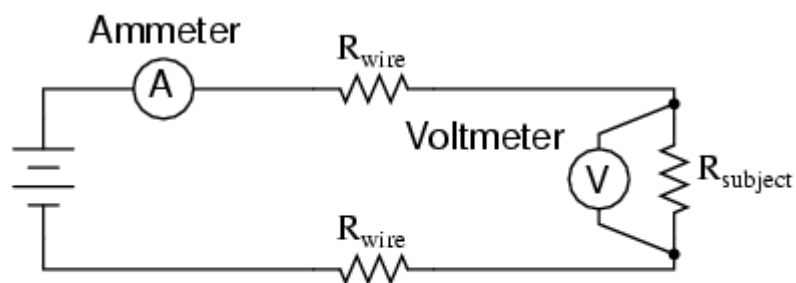
1—热电阻感温元件; 2、4—引线; 3—接线盒; 5—显示仪表; 6—转换开关; 7—电位差计; 8—标准电阻; 9—电池; 10—滑线电阻



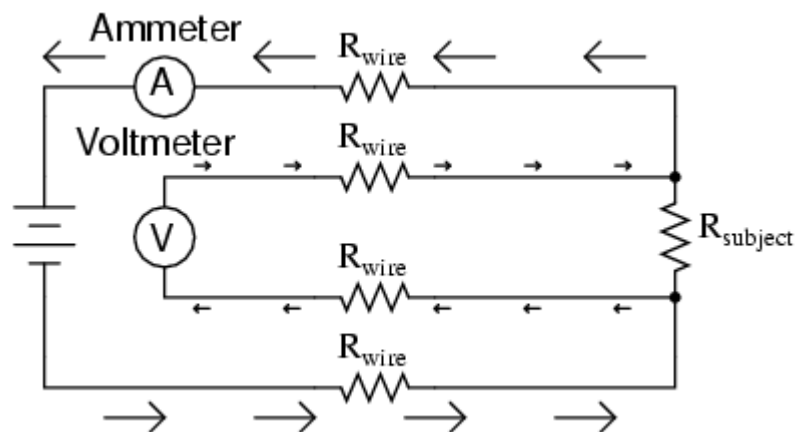
电阻测量接线方式



Ohmmeter indicates $R_{\text{wire}} + R_{\text{subject}} + R_{\text{wire}}$



$$R_{\text{subject}} = \frac{\text{Voltmeter indication}}{\text{Ammeter indication}}$$





5.3、工作原理

- 5.3.1 温度、压力、流量
- 5.3.2 霍尔传感器
- 5.3.3 光栅传感器
- 5.3.4 旋转变压器
- 5.3.5 红外传感器
- 5.3.6 超声传感器
- 5.3.7 位置信息
- 5.3.8 接近传感器
- 5.3.9 射频传感器



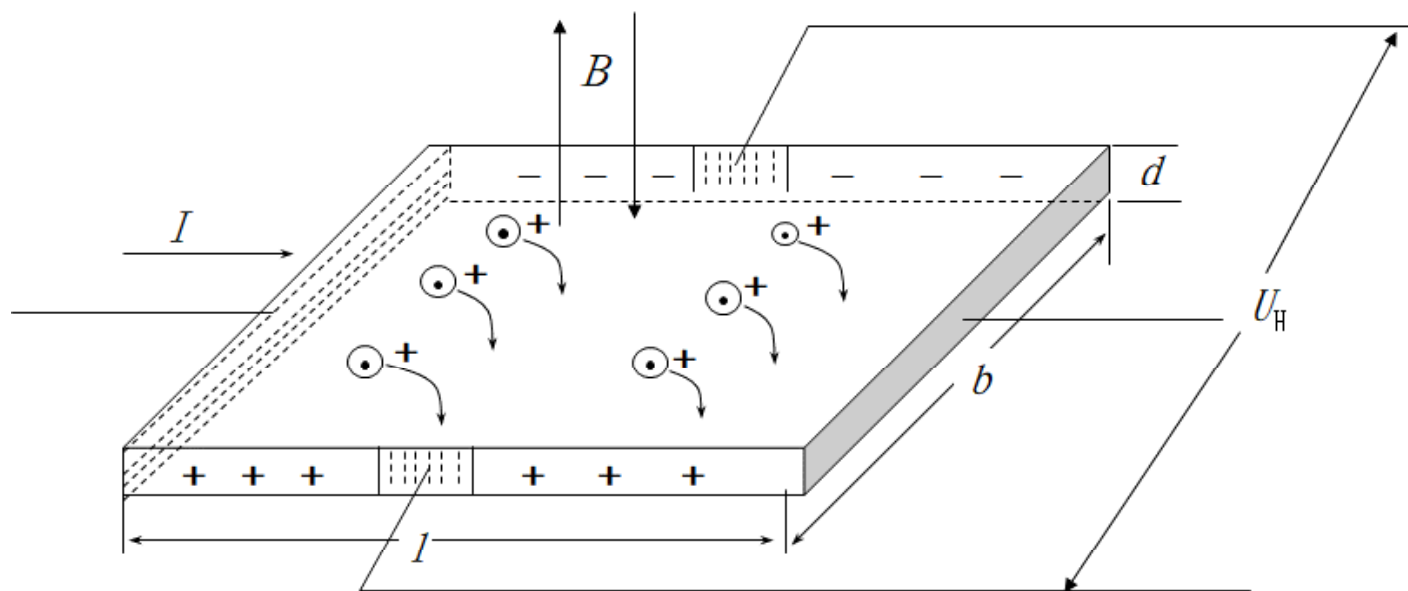
5.3.2 霍尔传感器

- 霍尔式传感器是基于霍尔效应原理而将被测量，如电流、磁场、位移、压力、压差、转速等转换成电动势输出的一种传感器。
- 虽然它的转换率较低，温度影响大，要求转换精度较高时必须进行温度补偿，但霍尔式传感器结构简单，体积小，坚固，频率响应宽（从直流到微波），动态范围（输出电动势的变化）大，无触点，使用寿命长，可靠性高，易于微型化和集成电路化，因此在测量技术、自动化技术和信息处理等方面得到广泛的应用。



5.3.2 霍尔传感器 霍尔效应

- 霍尔效应：通电的导体或半导体，在垂直于电流和磁场的方向上将产生电动势的现象。



霍尔效应原理图



5.3.2 霍尔传感器 工作原理

- 设霍尔片的长度为 l ，宽度为 b ，厚度为 d 。

$$U_H = R_H \cdot \frac{IB}{d}$$

- R_H —霍尔系数
- 设 $K_H = R_H / d$ ， $U_H = K_H IB$ ， K_H —霍尔器件的灵敏度系数。它与载流材料的物理性质和几何尺寸有关，表示在单位磁感应强度和单位控制电流时霍尔电势的大小。



5.3.2 霍尔传感器 工作原理 续1

- 若磁感应强度 B 的方向与霍尔器件的平面法线夹角为 θ 时，霍尔电势应为：
- $U_H = K_H IB \cos\theta$
- 注意：当控制电流的方向或磁场方向改变时，输出霍尔电势的方向也改变。但当磁场与电流同时改变方向时，霍尔电势并不改变方向。
- 具有霍尔效应的元件称为霍尔元件。霍尔式传感器就是由霍尔元件所组成。金属材料中自由电子浓度 n 很高，因此 R_H 很小，使输出 U_H 极小，不宜作霍尔元件。



5.3.2 霍尔传感器 工作原理 续2

- 一般电子迁移率大于空穴迁移率，因此霍尔元件多用N型半导体材料。霍尔元件越薄（即 d 越小）， K_H 就越大，所以通常霍尔元件都较薄。薄膜霍尔元件厚度只有 $1\mu\text{m}$ 左右
- 霍尔传感器应用
- 霍尔开关传感器、霍尔压力传感器、霍尔接近传感器、霍尔转速传感器



5.3、工作原理

- 5.3.1 温度、压力、流量
- 5.3.2 霍尔传感器
- 5.3.3 光栅传感器
- 5.3.4 旋转变压器
- 5.3.5 红外传感器
- 5.3.6 超声传感器
- 5.3.7 位置信息
- 5.3.8 接近传感器
- 5.3.9 射频传感器



5.3.3 光栅传感器

- 第050303章--经典感知技术--光栅传感器.pptx



5.3、工作原理

- 5.3.1 温度、压力、流量
- 5.3.2 霍尔传感器
- 5.3.3 光栅传感器
- 5.3.4 旋转变压器
- 5.3.5 红外传感器
- 5.3.6 超声传感器
- 5.3.7 位置信息
- 5.3.8 接近传感器
- 5.3.9 射频传感器



5.3.4 旋转变压器

- 第050304章--经典感知技术--旋转变压器.ppt



5.3、工作原理

- 5.3.1 温度、压力、流量
- 5.3.2 霍尔传感器
- 5.3.3 光栅传感器
- 5.3.4 旋转变压器
- 5.3.5 红外传感器
- 5.3.6 超声传感器
- 5.3.7 位置信息
- 5.3.8 接近传感器
- 5.3.9 射频传感器



5.3.5 红外传感器

- 第050305章--经典感知技术--红外传感器.pptx



5.3、工作原理

- 5.3.1 温度、压力、流量
- 5.3.2 霍尔传感器
- 5.3.3 光栅传感器
- 5.3.4 旋转变压器
- 5.3.5 红外传感器
- 5.3.6 超声传感器
- 5.3.7 位置信息
- 5.3.8 接近传感器
- 5.3.9 射频传感器



5.3.6 超声传感器

- 第050306章--经典感知技术--超声波传感器.pptx



5.3、工作原理

- 5.3.1 温度、压力、流量
- 5.3.2 霍尔传感器
- 5.3.3 光栅传感器
- 5.3.4 旋转变压器
- 5.3.5 红外传感器
- 5.3.6 超声传感器
- 5.3.7 位置信息
- 5.3.8 接近传感器
- 5.3.9 射频传感器



5.3.7 位置信息

- 自学
- 北斗、GPS、格洛纳斯(GLONASS)
- 室内GPS
- 差分定位技术



5.3、工作原理

- 5.3.1 温度、压力、流量
- 5.3.2 霍尔传感器
- 5.3.3 光栅传感器
- 5.3.4 旋转变压器
- 5.3.5 红外传感器
- 5.3.6 超声传感器
- 5.3.7 位置信息
- 5.3.8 接近传感器
- 5.3.9 射频传感器



5.3.8 接近传感器

- 接近传感器的定义
 - 接近传感器，是代替限位开关等接触式检测方式，以无需接触检测对象进行检测为目的的传感器的总称。能检测对象的移动信息和存在信息转换为电气信号。



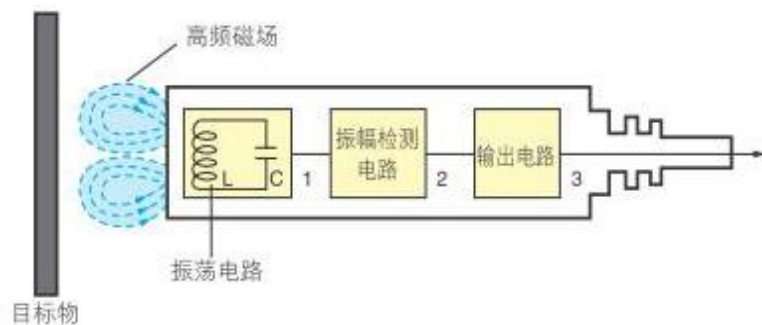
5.3.8 接近传感器 续1

- 接近传感器的特点
 - 由于以非接触方式进行检测，所以不会磨损和损伤检测对象物。
 - 由于采用无接点输出方式，因此寿命延长（磁力式除外）采用半导体输出，对接点的寿命无影响。
 - 与光检测方式不同，适合在水和油等环境下使用检测时几乎不受检测对象的污渍和油、水等的影响。此外，还包括特氟龙外壳型及耐药品良好的产品；
 - 与接触式开关相比，可实现高速响应；
 - 不受检测物体颜色的影响对检测对象的物理性质变化进行检测，所以几乎不受表面颜色等的影响。
 - 与接触式不同，会受周围温度的影响、周围物体、同类传感器的影响包括感应型、静电容量型在内，传感器之间相互影响。因此，对于传感器的设置，需要考虑相互干扰。此外，在感应型中，需要考虑周围金属的影响，而在静电容量型中则需考虑周围物体的影响。

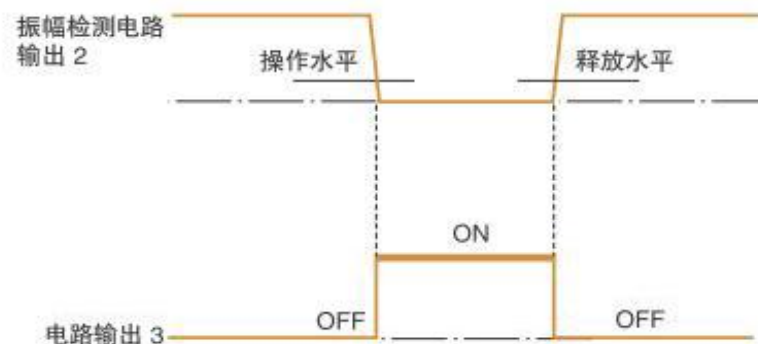
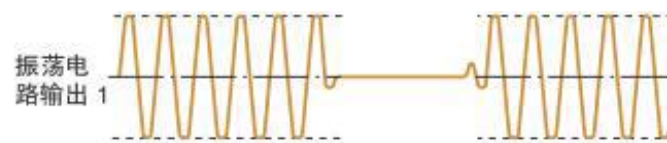
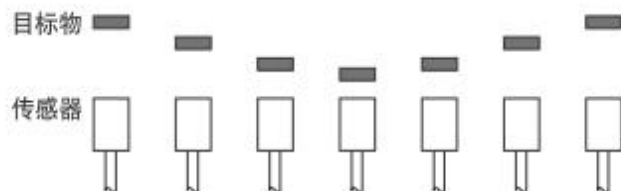


5.3.8 接近传感器 续2

- 高频振荡普通型接近传感器的检测原理，振荡频率改变



振荡电路中的线圈 L 产生一个高频磁场。目标物接近磁场时，由于电磁感应在目标物中就有一个感应电流（涡电流）流动。随着目标物接近传感器，感应电流增强，引起振荡电路中的负载加大。然后，振荡减弱或停止。传感器利用振幅检测电路检测到振荡状态的变化并输出检测信号。



振幅变化的程度随目标物金属的种类而不同，因此检测距离也随目标物金属的种类而不同。



5.3.8 接近传感器 术语 续3

术语	配置	定义
检测距离		<p>从感测头检测表面到接近感测头的标准目标物第一次被检测到的那一点的距离。</p> <p>最大操作距离 (ES 系列): 不考虑精度时, 能够达到的最大的操作距离。</p>
应差距离		<p>重设距离和使用标准目标物的检测距离之差。重设距离是指感测头检测表面 (输出开) 到传感器为一次检测而重设的那一点 (输出关) 的距离。</p>
标准目标物		<p>限定了形状、尺寸及材料的目标, 用于获得传感器的规格。</p>
再现性		<p>当标准目标物在规定条件下被重复检测时, 检测距离的公差范围。</p>



5.3.8 接近传感器 术语 续4

反应频率	<p>检测距离的1/2</p> <p>标准目标物</p> <p>2X</p> <p>X</p> <p>操作周期</p> <p>开关</p> <p>t</p> <p>2t</p> <p>(旋转速度稳定的情况下)</p>	<p>如图所示，当重复检测排列在轮子上的标准目标物时，传感器每秒开/关操作的最多次数。</p> $\text{反应频率 } f \text{ (Hz)} = \frac{1}{t + 2t}$
温度波动	<p>检测距离 (mm)</p> <p>0 20 50 温度 (°C)</p>	<p>在额定操作范围内，环境温度对传感器检测距离的影响，表示为在 23°C 时量得的检测距离变化的百分数。</p>
常开和常闭输出模式	<p>N.O.</p> <p>ON</p> <p>N.C.</p> <p>ON</p>	<ul style="list-style-type: none"> • N.O. (常开) 输出模式 操作模式允许传感器在目标物进入检测范围时输出 ON 信号。 • N.O. (常闭) 输出模式 操作模式允许传感器在目标物离开检测范围时输出 ON 信号。
埋入型		<ul style="list-style-type: none"> • 感测线圈装在金属埋入壳内。 • 这种类型很少受到周围金属的影响，而且可以嵌装在金属底座内。 <p>金属</p>
非埋入型		<ul style="list-style-type: none"> • 感测线圈没有金属埋入。 • 与同尺寸的埋入型相比，这种类型的检测距离长。 • 这种类型容易受周围金属的影响，因此除了目标物外，感测头末端周围不可有其它目标物。



5.3、工作原理

- 5.3.1 温度、压力、流量
- 5.3.2 霍尔传感器
- 5.3.3 光栅传感器
- 5.3.4 旋转变压器
- 5.3.5 红外传感器
- 5.3.6 超声传感器
- 5.3.7 位置信息
- 5.3.8 接近传感器
- 5.3.9 射频传感器



5.3.9 射频传感器(RFID)

- 第050309章--经典感知技术--RFID.ppt



- 谢谢！