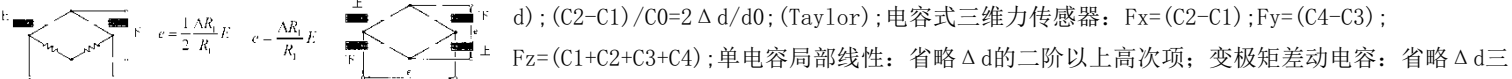


Chapter1: 灵敏度: 非线性误差: 分辨率: 能输出相应和分辨的最小输入量; 分辨率是灵敏度的一种反应; 精度等级0.5级: 基本误差不超过量程的正负0.5%, 最大误差不超过量程的0.5%; Chapter2: 误差=系统误差(可排除)+随机误差(难校正); 绝对误差: 测量值-真值; 相对误差=绝对误差/真值; 引用误差=绝对误差/量程; 误差: 平均值: 真值: 偏差: 残差: 方差: 标准误差: 精密密度: 多次测量结果之间的偏离度; 准确度: 多次测量后平均值与真值的偏差大小; 随机误差是正态分布; 置信区间: 随机变量取值的范围, 用正态分布标准偏差的倍数即 $\pm z\sigma$ 来表示,  $z$ 为置信系数. 误差传递法则:

总体标准偏差: 偏离真值的程度; 实验标准偏差: 偏离平均值的程度; 测量结果平均值的标准偏差(A类标准不确定度):

; 标准不确定度: 表示测量结果的不可信程度(分散程度); 测量不确定度不反应测量结果是否接近真值; B类标准不确定度评定方法: 一般给出置信区间上下限, 可理解为测量结果落在其内概率为1, 求 $k$ ,  $U_b = \Delta/k$ . A类标准不确定度自由度:  $n-1$ ; 应变片: ①竖直-检测承重力; 水平-温度补偿; ②检测扭矩(最大应变方向, 反对称); 在悬梁臂上, 一个拉伸一个压缩, 温度补偿; 应变片三种桥路: 半桥比单桥, 全桥比半桥均灵敏度高1倍; 电桥后接输入阻抗大的放大器, 在平衡点附近测量, 减小非线性; 差动电容式位移检测:  $C_2/C_1 = (d_0 + \Delta d)/(d_0 - \Delta d)$ ;  $(C_2 - C_1)/C_0 = 2\Delta d/d_0$  (Taylor); 电容式三维力传感器:  $F_x = (C_2 - C_1)$ ;  $F_y = (C_4 - C_3)$ ;  $F_z = (C_1 + C_2 + C_3 + C_4)$ ; 单电容局部线性: 省略 $\Delta d$ 的二阶以上高次项; 变极矩差动电容: 省略 $\Delta d$ 三



LVDT: 过零点时相位发生翻转; 交流信号输出幅度是个V字形; 直流输出信号是斜线. 零点残余电压补偿方法: a) 加串联电阻, 消除与基波同向成分; b) 加并联电阻, 消除与基波正交成分; c) 加并联电容, 改变相移, 消除高次谐波; d) 加反

馈电容和反馈电阻, 补偿基波和高次谐波(实验); 管伸张, LVDT的位移向右. 差动变压器特点: 1. 与线圈无摩擦(只有电磁耦合)、分辨率无限小, 由电路噪声和显示分辨率决定、铁芯移

对径向不敏感、铁心和线框之间可以是高压高温液体中的套筒等、电磁感应不受环境湿度和污染物的影响(与电容传感器的最大区别). 偏位式和零位式称重方法: 偏位式(弹簧秤): 用偏离零点的大小表示输出量; 弹性材料特性随时间和温度变化; 有滞后和非线性特性. 零位式(天平秤):

在零点平衡; 克服了偏位式缺点; 利用了自动平衡原理; 利用其他精密量参数输出. 电桥电路中偏位法和零位法: 电桥平衡下:  $R_1R_4 = R_2R_3$  (与E无关, 零位法);  $R_1$ 发生变化:  $V \approx \Delta R_1 E / 4R_1$  (偏位式与E有关);

偏位式称重中输出电压显示铁芯的偏移量; 力矩平衡式重量传感器用电流表示被测重量; 电位平衡式温度传感器用电机转角(指针位置)表示被测温度; 电位平衡式温度传感器中: 不超调(衰减率)响应快(过渡时间)跟踪紧(静态误差). 速度

测量原理: 光电码盘: 绝对码盘(二进制编码(每次只变一个))和增量码盘; 增量码盘中, 转速: A或B相; 转向: A和B相、绝对角度: Z相; 光纤陀螺原理-Sagnac效应: 相关法与相关函数: 自相关: 分析传

感器输出信号的规律性-信号或噪声的周期性, Wiener-Khintchine定理: 自相关函数的F变换=功率谱; 互相关: 分析两传感器处处信号的相似性-移动速度检测. 加速度检测原理: 加速度检测的基础是位移检测; 加速度检测系统是必须有质量和弹簧的二阶系统; 当 $\omega \ll \omega_0$ 或 $\omega \gg \omega_n$ 条件下, 二阶系统位移相当于加速度. M小弹性大;

外壳支点振动 $x = A \sin \omega t$  牛顿定律:  $m \frac{d^2(y+x)}{dt^2} = -c \frac{dy}{dt} - ky$   $\omega \gg \omega_n$  时, 支点位移检测,  $y \approx -A \sin \omega t$   $\omega \ll \omega_n$  时, 支点加速度检测:  $y \approx A(\omega^2/\omega_n^2) \sin \omega t$  刚性大, A小质量 刚性小, A大质量  $\omega \approx \omega_n$  时, 支点速度检测

输出灵敏度:  $S_{U_0} = \frac{U_0}{\ddot{x}} = \frac{-mR}{S_f} \frac{1}{1 + k/(S_d S_f S_f)}$  加速度检测:  $m \frac{d^2 y}{dt^2} + c \frac{dy}{dt} + ky = -S_f i - m \frac{d^2 x}{dt^2}$   $i = S_d S_s y$   $S_f = BL$   $\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\zeta \omega_n \frac{dy}{dt} + \omega_n^2 y = -\frac{d^2 x}{dt^2}$   $\omega_n = \sqrt{k/m}$   $\zeta = c/(2m\omega_n)$   $\omega_n = \sqrt{\frac{S_d S_f S_f}{m} + \frac{k}{m}}$   $\zeta = \frac{c}{2m\omega_n}$

( $S_d S_f S_s$ 很大,  $k$ 影响忽略不计); 光纤标尺和副尺构成; 光电传感器检测透射光强, 输出信号为平滑的三角波; 上下栅格相位差1/4栅距,  $\pi/2$ ; 正反向分别计数; 光电传感器输出波形整形: 测和分辨率的提高: 莫尔条纹标尺: 两光栅成微小角度 $\theta$   $W \approx P/\theta$  莫尔条纹间距放大了光栅间距 相对于G1, G2向右倾斜 $\theta$ 时: 若G1向右水平移动, 则条纹向上移动.

正反向分辨译码电路: P是栅距; W是黑条纹距 PSD(Position Sensitive Device)测距原理:  $I_1/I_2 = L-x/L+x$  (光电流与距离成反比); 三角比例关系:  $S = DF/d$ ; 提高灵敏度: 适当增大D; 抗干扰光: 发射端调制发光, 接收端解调; 光电传感器信号处理: 提高SN比: 放大信号和抑制噪声;

PSD元件: 聚光透镜 红外LED PSD

PSD测距原理:  $I_1/I_2 = L-x/L+x$  (光电流与距离成反比); 三角比例关系:  $S = DF/d$ ; 提高灵敏度: 适当增大D; 抗干扰光: 发射端调制发光, 接收端解调; 光电传感器信号处理: 提高SN比: 放大信号和抑制噪声;

PSD元件: 聚光透镜 红外LED PSD

PSD测距原理:  $I_1/I_2 = L-x/L+x$  (光电流与距离成反比); 三角比例关系:  $S = DF/d$ ; 提高灵敏度: 适当增大D; 抗干扰光: 发射端调制发光, 接收端解调; 光电传感器信号处理: 提高SN比: 放大信号和抑制噪声;

PSD元件: 聚光透镜 红外LED PSD

PSD测距原理:  $I_1/I_2 = L-x/L+x$  (光电流与距离成反比); 三角比例关系:  $S = DF/d$ ; 提高灵敏度: 适当增大D; 抗干扰光: 发射端调制发光, 接收端解调; 光电传感器信号处理: 提高SN比: 放大信号和抑制噪声;

PSD元件: 聚光透镜 红外LED PSD

PSD测距原理:  $I_1/I_2 = L-x/L+x$  (光电流与距离成反比); 三角比例关系:  $S = DF/d$ ; 提高灵敏度: 适当增大D; 抗干扰光: 发射端调制发光, 接收端解调; 光电传感器信号处理: 提高SN比: 放大信号和抑制噪声;

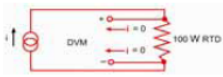
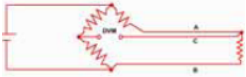
PSD元件: 聚光透镜 红外LED PSD

PSD测距原理:  $I_1/I_2 = L-x/L+x$  (光电流与距离成反比); 三角比例关系:  $S = DF/d$ ; 提高灵敏度: 适当增大D; 抗干扰光: 发射端调制发光, 接收端解调; 光电传感器信号处理: 提高SN比: 放大信号和抑制噪声;

PSD元件: 聚光透镜 红外LED PSD

同步积分原理：接收和发射信号同步积分结果：输出直流成分、与发光信号同频率同相成分的大小成比例；相位差检测：A不变求  $\theta$ ；微弱信号检测：主动改  $\theta$  -调出最大输出-求A；同步积分公式：
$$A = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) \cos(\omega t + \theta) dt$$
；窄带去噪：时域卷积，输出窄带信号；同步积分：时域积分，输出直流信号。

第二部分：温度：宏:冷热程度;微:平均动能;温标三要素:定义固定点、内插公式和内插仪器；经验温标（热胀冷缩）：华氏：冰点32F沸点212F。国际温标(90):1K=水三相点温度(0.01℃)/273.16;t=T-273.15;热电偶（热电效应）：接触电势：
$$E_{AB}(T) = \int_0^T (\alpha_A - \alpha_B) dt$$
；温差电势：
$$E_{AB}(T_1, T_2) = \int_{T_1}^{T_2} (\alpha_A - \alpha_B) dt$$
；数学描述：
$$E_{AB}(T) = \int_0^T (\alpha_A - \alpha_B) dt$$
；中间导体定则：回路中接入中间导体，T不变，无影响；中间温度定则：
$$E(T_1, T_3) = E(T_1, T_2) + E(T_2, T_3)$$
；热电偶参比端温度处理：参比端恒温法：冰点槽；补偿接线放恒温箱；参比端温度测量计算法：
$$E(T, 0) \text{ (再查表)} = E(T, T_0) \text{ (电势)} + E(T_0, 0) \text{ (查表)}$$
；补偿导线法：只要两端温度不变补偿导线接点温度可任意变化；补偿电桥法不能完全消除冷端温度变化的影响(热电偶非线性、热电阻线性)；热电势计算中，表中若没有输出的电压值，要进行线性插值。热电堆(四个串联)：热电势是一个热电偶的4倍，提高灵敏度；并联式(3个)：热电势为三个的平均值；若两个热电偶反接，输出为两个热电势之差；热电阻：
$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$
；热电阻测温的接线方式：2线制和3线制



接线方式

