



测试系统的特性分析

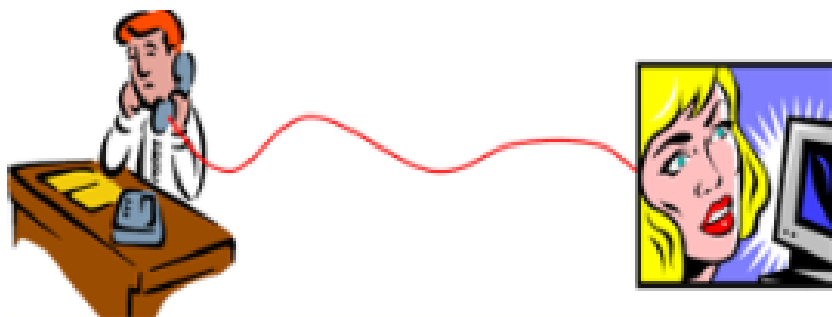
General Characteristics of Measurement Systems





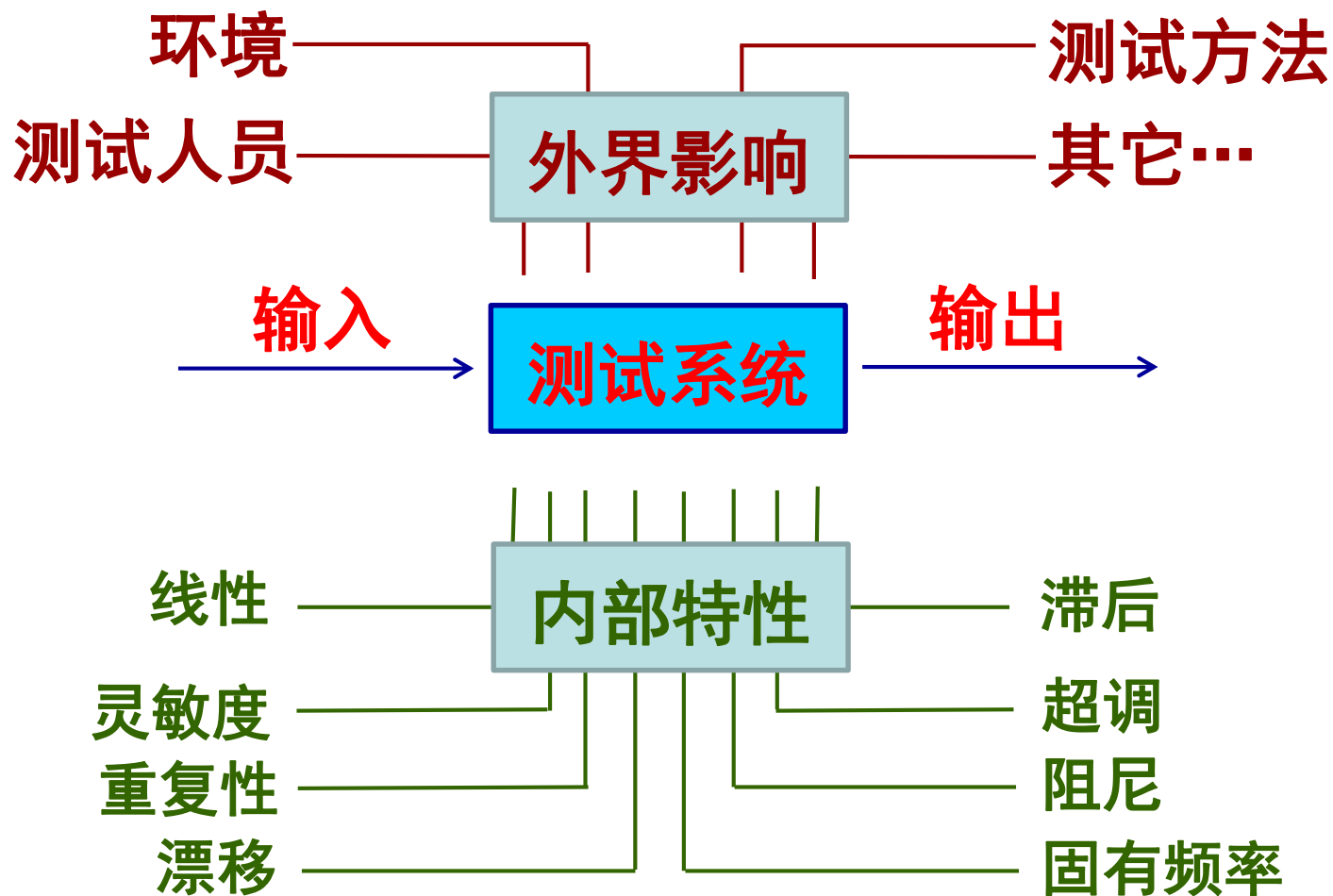
理想测试系统

- 输入量与输出量呈**唯一的、稳定的**对应关系，且最好是**线性**关系；
- 输出量能**实时**反映输入量的变化。





实际测试系统



各种影响测试系统的因素



2 测试系统的特性分析

2.1 测试系统的静态特性

2.2 测试系统的动态数学模型

2.3 实现不失真测试的条件

2.4 常见测试系统动态特性分析

2.5 测试系统动态特性参数的测定



2.1 测试系统的静态特性

□ 静态特性是指测试系统在稳态信号作用下，其输出-输入关系；

□ 衡量测试装置静态特性的重要指标有四个：

线性度（Linearity）；

灵敏度（Sensitivity）；

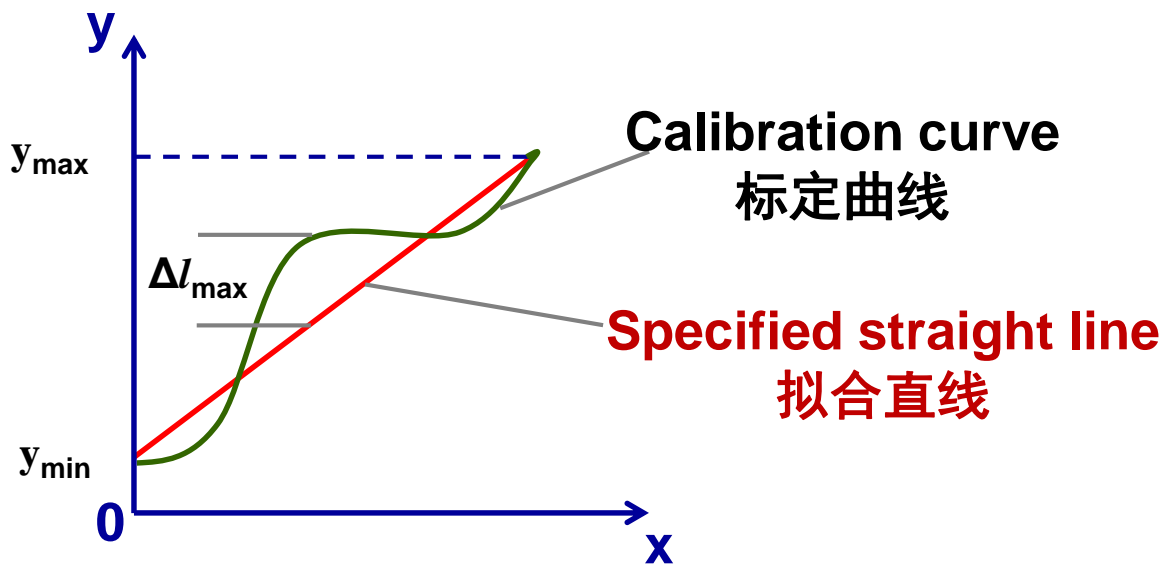
迟滞（Hysteresis）；

重复性（Repeatability）。



2.1.1 线性度

测试系统的实际输入-输出关系对于理想的线性关系的偏离程度即为线性度。



$$\delta_L = \frac{(\Delta y_L)_{\max}}{y_{FS}} \times 100\%$$

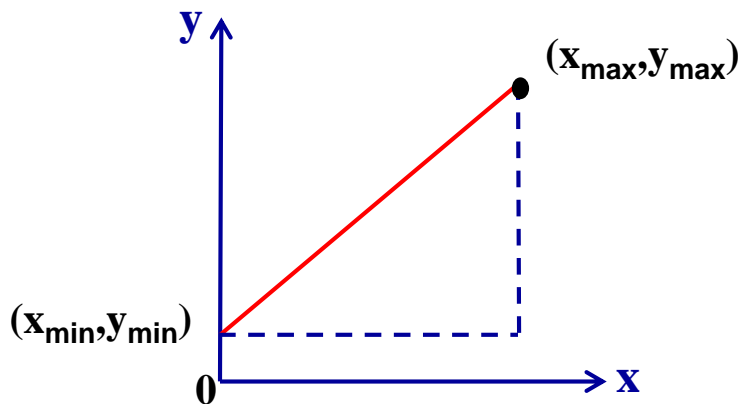
$(\Delta y_L)_{\max}$ —— 最大偏差

$y_{FS} = y_{\max} - y_{\min}$ —— 满量程输出

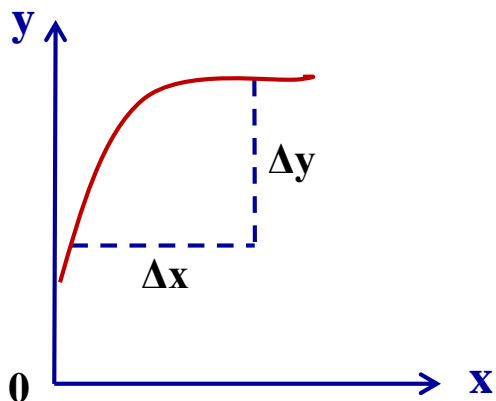


2.1.2 灵敏度

被测量的单位变化引起的输出变化量。系统在静态条件下响应量的变化 Δy 和与之相对应的输入量变化 Δx 的比值。



$$S_n = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} = \text{slope}$$

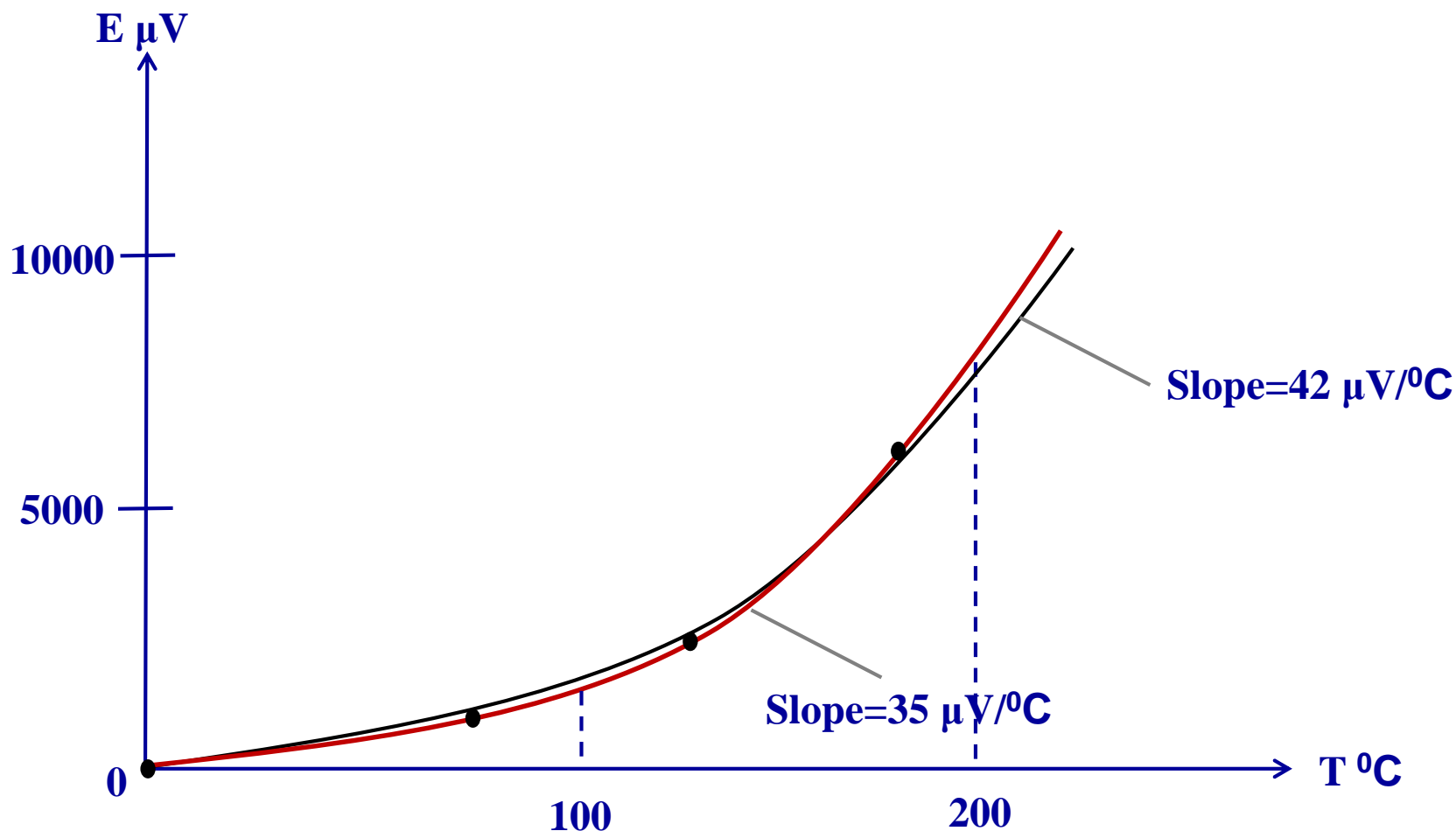


$$S_n = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}$$



2.1.2 灵敏度

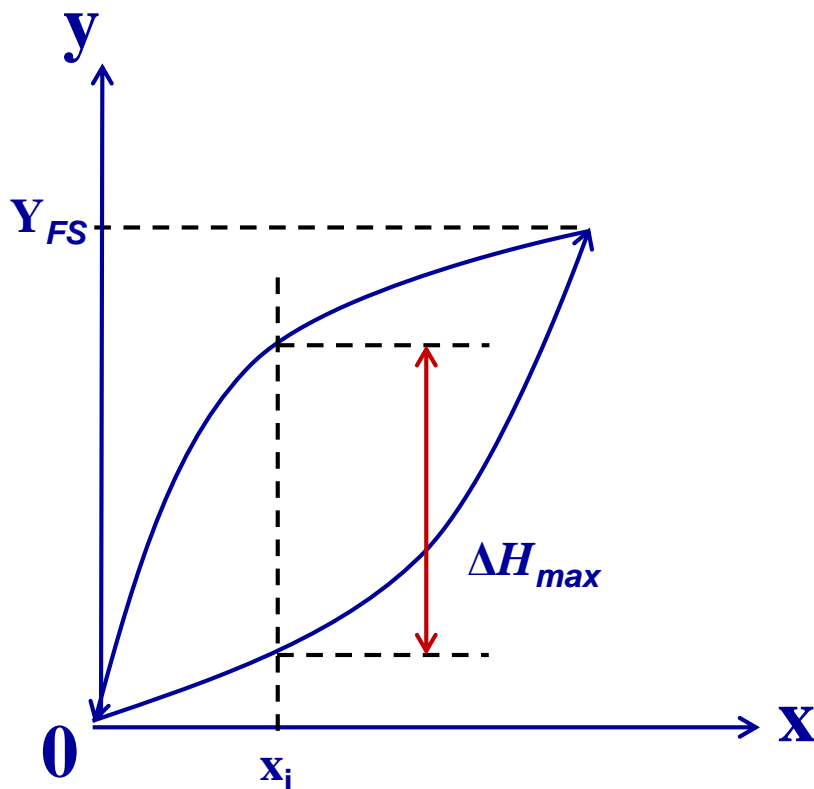
某型热电偶的标定曲线





2.1.3 迟滞

亦称**滞后**或**回程误差**，表征测量系统在全量程范围内，输入量由小到大（正行程）与由大到小（反行程）标定曲线不重合的程度。



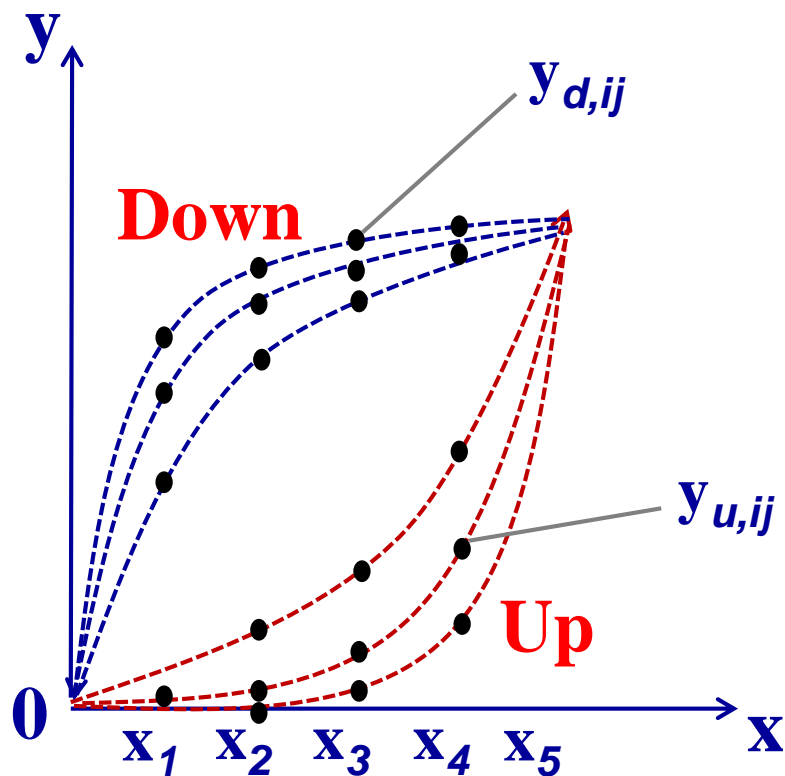
$$\delta_H = \frac{\Delta y_{H,\max}}{y_{FS}} \times 100\%$$

$$\Delta y_{H,\max} = \max(\bar{y}_{u,i}, \bar{y}_{d,i})$$



2.1.4 重复性

测量系统在**同一工作条件下**，同一测点，按**同一方向**作全量程多次重复测量时，其测量结果的不一致程度。



$$\delta_R = \frac{t\sigma}{y_{FS}} \times 100\%$$

σ — 标准偏差

t — 置信系数 (t取2时, 置信概率为95.4%; t取3时, 置信概率为99.73%。)

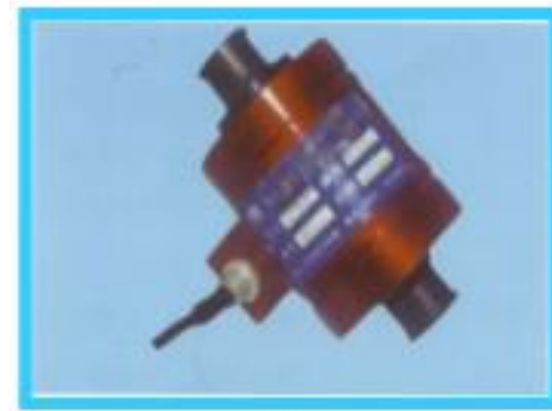


2.1 测试系统的静态特性

产品型号：CLBSB 板环式拉压力传感器

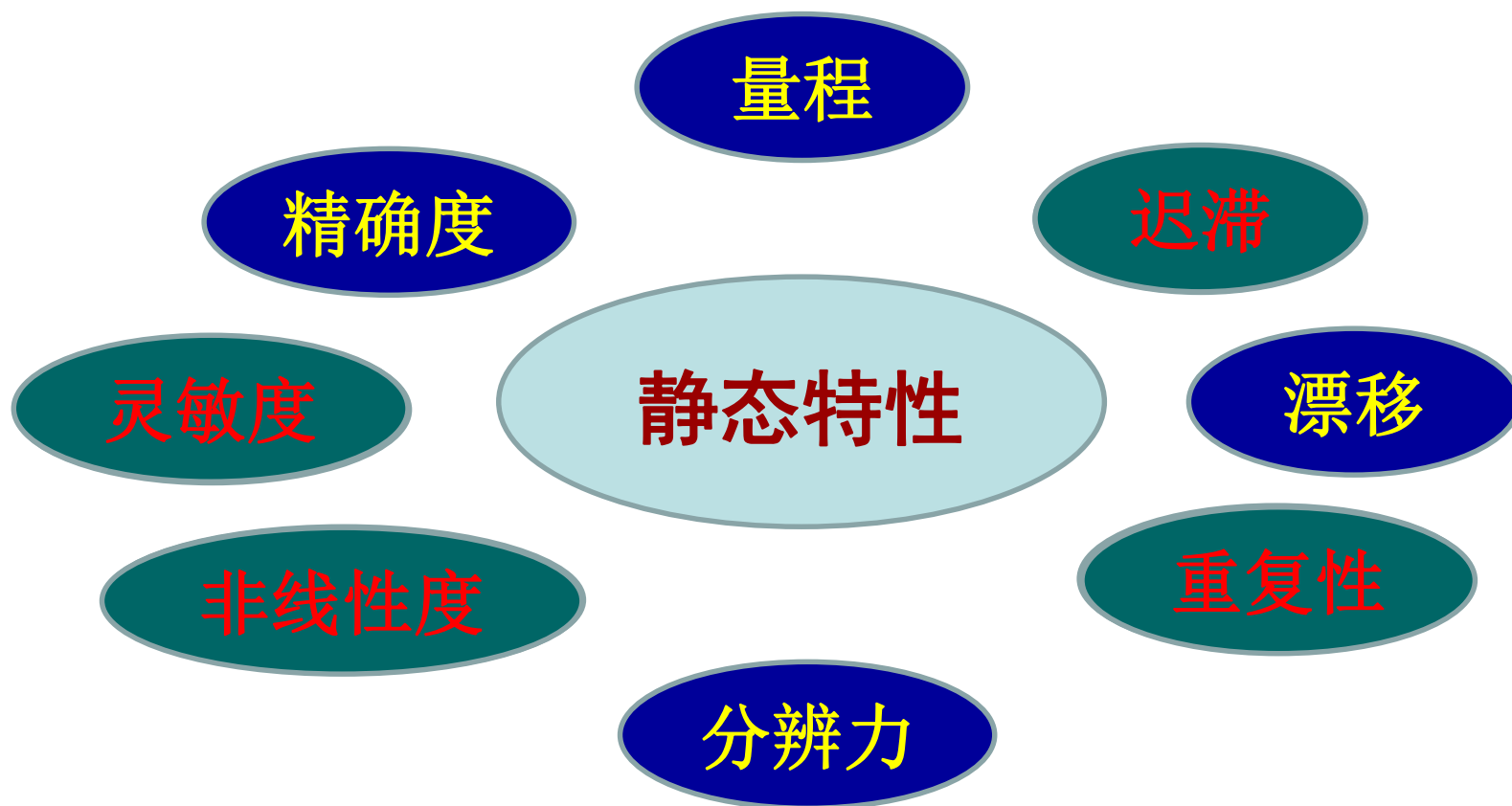
□ 主要技术指标

- 测量范围：0-1000kg
- 输出灵敏度：1.5-2.0V/V
- 非线性：0.02级；0.05级；0.1级
- 迟滞：0.02级；0.05级；0.1级
- 重复性：0.02级；0.05级；0.1级
- 综合精度：0.03级；0.1级
- 零点温度系数：<0.05% F.S
- 灵敏度温度系数：<0.05% F.S
- 输入阻抗： $685 \pm 30\Omega$ ；输出阻抗： $650 \pm 5\Omega$
- 激励电压：10V（或12V）；工作温度：-20~80 °C





2.1 测试系统的静态特性



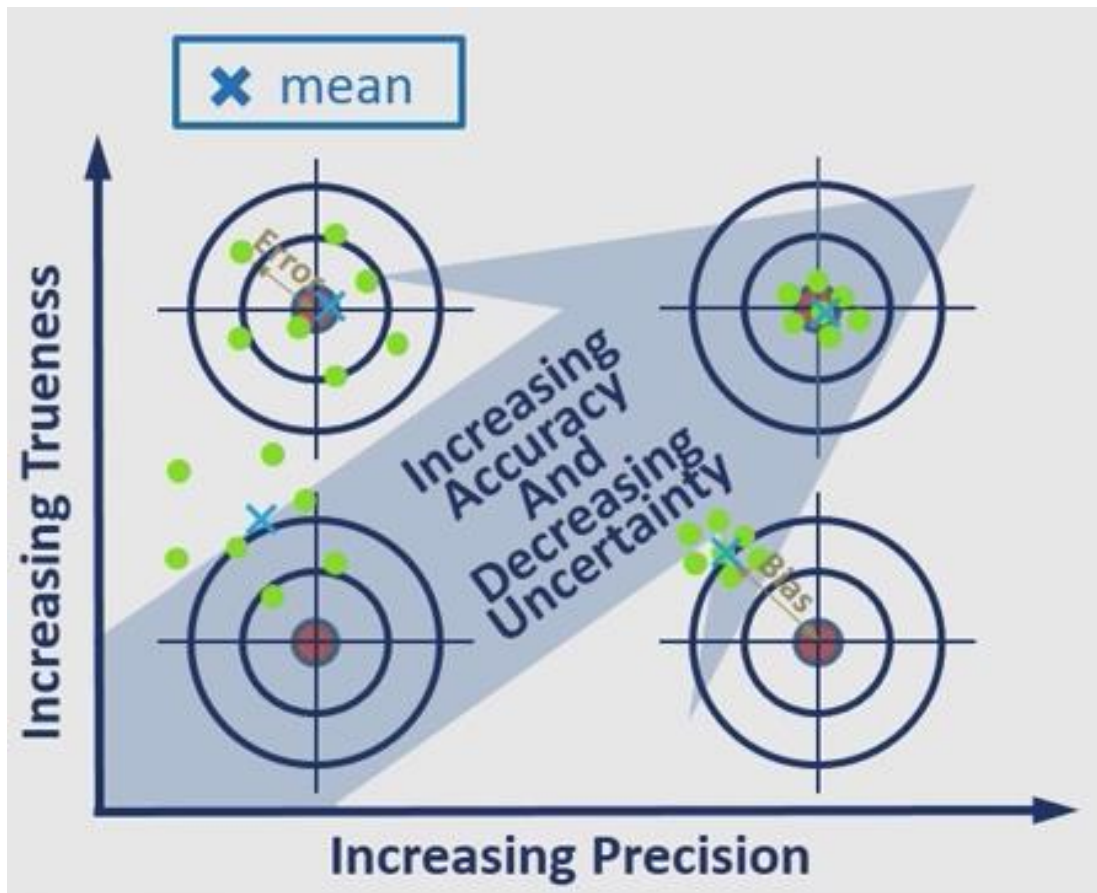


准确度、精确度、精密度

精密度 (precision)

准确度 (trueness)

精确度 (accuracy)



思考

1. 传感器的重复性和灵敏度优先考虑哪个？
2. 精度与精密度，误差，灵敏度意义一样吗？