

期末整理

1. 精度等级: $10^{-4} \sim 10^{-3}$

例: 0.5级仪表 — 允许误差 $\leq 0.5\%$; 量程 100°C , 基本误差 $\leq 0.5\%$, 即最大误差 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$

① 绝对误差 = 指示值 - 真值

② 相对误差 = $\frac{\text{绝对误差}}{\text{真值}}$

③ 基本误差 = $\frac{\text{最大误差}}{\text{量程}}$

2. 灵敏度 $S = \frac{\Delta L}{\Delta N}$ $\rightarrow$ 仪表输出量变化
 $\Delta N \rightarrow$ 被测量变化

分辨率 $\epsilon_L = \frac{1}{2} \epsilon_b \rightarrow$ 基本误差

3. 热电偶代号与型号:

- ① B 铂铑30 - 铂铑6
- ② R 铂铑13 - 铂
- ③ S 铂铑10 - 铂
- ④ K 镍铬 - 镍硅
- ⑤ E 镍铬 - 铜镍(康铜)
- ⑥ J 铁 - 铜镍(康铜)
- ⑦ T 铜 - 康铜
- ⑧ N 镍铬硅 - 镍硅

4. (to 1) ① 数字仪表分辨率

定义: 在所测量程时最小可检测到的信号变化量

表述: 整数 + 分数形式 $\rightarrow$ 最高位能显示一个(±)或多个(其他分数)非零数字.
能显示0~9全部数字的位数

② 灵敏度

与分辨率相似, 所测量程改为最小量程

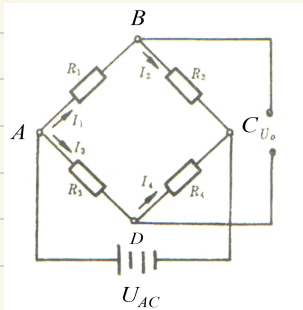
例: $\frac{200\text{mV}}{20\text{mV}}$ 量程 $\frac{1}{2}$ 位数字万用表, 分辨率 = $200 \times \frac{1}{19999} = 0.01\text{mV}$
灵敏度 = $20 \times \frac{1}{19999} = 0.001\text{mV}$

5. 温度计

磁物 { 敏感: 纯铁~、锕电阻~、半导体~
不敏感: 钽~、碳电阻~、热敏电阻~、Cernox~、电容~、铂电阻~

温度系数 { 正: 金属电阻温度计 (铂、铜、铜、纯铁、铂铑)
负: 半导体电阻~ (锕电阻~)、碳电阻~、Cernox~、碳玻璃电阻~、氧化钨~、热敏电阻~

6. 桥式电路



$$A-B-C: I_1 = \frac{U_{AC}}{R_1 + R_2}$$

$$\Rightarrow R_1 \text{ 两端: } U_{AB} = I_1 R_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_{AC}$$

$$R_3 \text{ 两端: } U_{AD} = \frac{R_3}{R_3 + R_4} U_{AC}$$

$$\text{电桥输出: } U_o = U_{AB} - U_{AD} = \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} U_{AC}$$

$$\text{平衡条件: } R_1 R_4 = R_2 R_3$$

$$\text{若 } R_1 R_4 = R_2 R_3 \text{ 且 } R_1 = R_2, U_o = \frac{U_{AC}}{4} \left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_3}{R_3} + \frac{\Delta R_4}{R_4} \right)$$

7. 流量计压降性质

压降较大: 孔板式、喷嘴式、
椭圆齿轮、腰轮、

类 别	工作原理	仪表名称	可测流体种类	适用管径 mm	测量精度 %	安装要求、特点
差压式 流量计	流体流过通道中的阻力件时产生的压力差与流量之间有确定关系，通过测量差压值求得流量	节流式	孔板	50~1000	±1~2	需直管段，压损大
			喷嘴	50~500	±1~2	需直管段，压损中等
			文丘里管	100~1200	±1~2	需直管段，压损小
		均速管	液、气、蒸汽	25~9000	±1	需直管段，压损小
		转子流量计	液、气	4~150	±2	垂直安装
		靶式流量计	液、气、蒸汽	15~200	±1~4	需直管段，
		弯管流量计	液、气		±0.5~5	需直管段，无压损
	容积式 流量计	椭圆齿轮流量计	液	10~400	±0.2~0.5	无直管段要求，需装过滤器，压损中等
		腰轮流量计	液、气		±0.2	无直管段要求，压损小
		刮板流量计	液		±0.1~0.5	需直管段，装过滤器
速度式 流量计	通过测量管道截面上流体平均流速来测量流量	涡轮流量计	液、气	4~600	±0.5~1	需直管段
		涡街流量计	液、气	150~1000	±0.5~1	需直管段
		电磁流量计	导电液体	6~2000	±0.5~1.5	直管段要求不高，无压损
		超声波流量计	液	>10	±1	需直管段，无压损
质量流 量计	直接检测与质量流量成比例的量来质量流量	热式质量流量计	气		±1	
		冲量式质量流量计	固体粉料		±0.2~2	
		科氏质量流量计	液、气		±0.15	压损小
	间接式	同时测体积流量和流体密度来计算质量流量	体积流量经密度补偿 温度、压力补偿	液、气	±0.5	

8. 真空计原理和量程. (1 Torr = 133.32 Pa)

名称		工作原理	测量范围 (torr)
U形管压力计		利用大气与真空压差	$10^5 \sim 10^{-2}$
压缩式真空计		根据玻义耳定律, 在一定温度下, 比较开管和闭管中的压力差来测量真空度	$10^{-1} \sim 10^{-6}$
电阻真空计		利用气体分子热传导	
热偶真空计		利用发热丝周围气体的导热率与气体的稀薄程度 (真空度) 之间有一定关系而做成	$10^3 \sim 10^{-1}$
电离式真空计	热阴极电离真空规	当带电粒子通过稀薄气体时, 将使气体分子电离。在其他条件不变时, 电子在单位距离上所形成的离子数, 正比于气体的压强, 测量出离子的数量 (即离子电流), 就可以推知被测空间的真空度。	$10^{-1} \sim 10^{-4}$
	冷阴极电离真空规	使气体分子电离的电子由在高压电场作用下阴极的场致发射产生。	$10^{-1} \sim 10^{-6}$
B-A型真空计		利用热电子电离残余气体	$10^{-1} \sim 10^{-8}$ Pa
潘宁磁控电离计		利用磁场中气体电离与压强有关的原理	$1 \sim 10^{-5}$
气体放电管		利用气体放电与压强有关的性质	$10^3 \sim 1$

9. 液位计原理.

名称	原理
差压式液面计 (汉普逊液面计)	利用贮槽中的液体和气体密度不同而形成压力差, 这种差值与液体的高度成正比
电阻式液面计	通过测量浸在被测流体中加热丝电阻值的大小, 来决定液位的高度
超导式液面计 (电阻式液面计的一种)	根据超导材料在低于临界温度时其阻值为零, 在高于临界温度时其阻值恢复正常的原理
电容式液面计	利用传感元件 (同心圆柱) 在液体与蒸汽中介电常数不同的原理, 通过测量电容来检测液位高低
热力学液面计	当液体蒸发时, 其体积发生很大的变化, 从而产生压力的变化
其他方法: 重量法、浮力法、热传导法、喷液法	

10. 考虑温度、压力、黏度影响的流量计.

不受影响: 科氏力流量计, 电磁~, 涡轮~

容积式~: 温度

涡轮~: 压力, 温度, 黏度

转子~: 气体压力, 温度

11. 气体温度计 (作标准温度计) 热胀冷缩引起温度误差

室温 $\rightarrow$ 低温 收缩

$\rightarrow$ 测温包冷收缩

$$\Delta T = \frac{\Delta V_0}{V_0} T \rightarrow \text{温度}$$

测温误差

$\rightarrow$ 测温包体积

12. 流体和电阻传热能力的变化 $\rightarrow$ 电阻温度波动 $\rightarrow$ 电阻值波动
 $\swarrow$
 推导流体性质

13. (如 7) 差压、质量、速度流量计，哪种属于哪一类

14. 不同温区标准温度计

- 1). $0.65\text{K} \sim 5.0\text{K}$ He 蒸气压温度计
- 2). $3.0\text{K} \sim 24.6\text{K}$ (氦三相点) 气体温度计
- 3). 13.8K (平衡氢三相点) $\sim 1234.9\text{K}$ (银凝固点) “ T_9 ” 标准测温工具、铂电阻温度计。
- 4). 1234.9K 以上 普朗克辐射定律。

15. 空泡率占比 $< 10\%$ 流量计。

电磁流量计、科氏力流量计、超声流量计、差液位流量计。

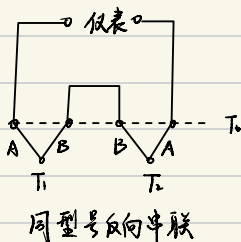
16. 压力传感器

名称		原理
液柱式压力计		流体静力学
弹性式压力计	弹簧管压力计	利用弹性元件受压力后产生的弹性形变与压力大小的相关关系 弹性元件+位移传感器
	膜片式压力计	
	膜盒式压力计	
	波纹管压力计	
压力变压器	电感式压力变换器	利用线圈电感或互感的改变来实现信号转换
	电容式压力变换器	将微位移转化为电容变化 (微位移式)
	霍尔片弹簧式压力变换器	压力-位移-霍尔电势、霍尔效应
	电阻式压力变换器	导体在机械变形时，电阻值发生变化，“应变效应”
	压电式压力传感器	压电效应 (压电效应产生的电荷同作用力之间有线性关系)

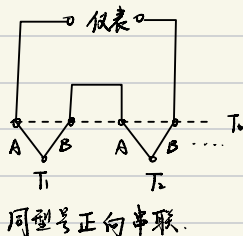
17. 考试给出热电偶分度表, 参考温度不一定 0°C

热电偶布置:

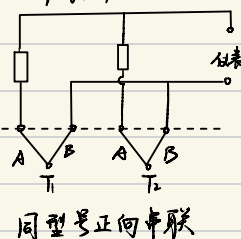
① 两点温差



② 两点温度求和



③ 平均温度



18. 科氏力(科里奥利)流量计原理: 流体受到科氏力的作用, 以反作用力作用于U形管, 并使其受到力矩的作用产生扭转变形, 变形量大小与质量流量具有确定的关系。

ECT(电容层析成像)原理: 利用气液介电系数的不同, 通过测量壁上极片间的电容值, 反演计算得到流体域网格内的总介电系数, 从而得到气液相拓扑。

19. 热电偶五大定律 计算题 注意低温

1). 均匀导体定律

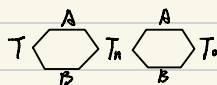
均质导体 $\rightarrow$ 不产生热电势

2). 中间导体定律

热电偶回路插入多种均质材料 材料两端等温 $\rightarrow$ 不影响热电势

3). 中间温度定律 注意正负

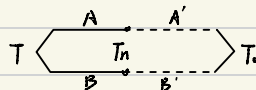
$$E_{AB}(T, T_0) = E_{AB}(T, T_n) + E_{AB}(T_n, T_0)$$



4). 连接导体定律

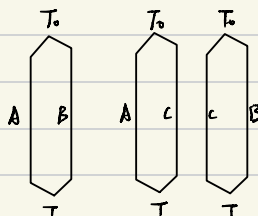
$\rightarrow$ 回路总热电势

$$E_{ABE'A'}(T, T_n, T_0) = E_{AB}(T, T_n) + E_{A'B'}(T_n, T_0)$$

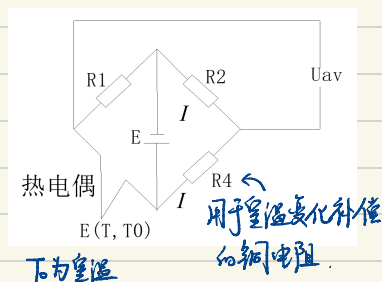


5). 标准电极定律

$$E_{AB}(T, T_0) = E_{AC}(T, T_0) + E_{CB}(T, T_0)$$



20. 热电偶室温下的温度补偿 画图 + 理论证明



$$I = \frac{E}{R_4 + R_2}$$

$$R_4 \text{ 两端: } U_4 = IR_4 = \frac{E}{R_4 + R_2} R_4$$

$$\text{室温变化: } U_4' = I' R_4' = \frac{E}{R_4 + \Delta R_4 + R_2} (R_4 + \Delta R_4)$$

$$\Delta R_4 \ll (R_4 + R_2) \Rightarrow I' = I$$

$$U_{av} = E(T_0, T) - IR_4 = E(T_0, T_{0c}) + E(T_{0c}, T) - IR_4$$

$$\text{令 } E(T_0, T_{0c}) = IR_4, \text{ 则 } U_{av} = E(T_{0c}, T)$$

$$\text{室温变化: } U_{av}' = E(T_0 + \Delta T, T) - I(R_4 + \Delta R_4)$$

$$= E(T_0 + \Delta T, T_0) + E(T_0, T_{0c}) + E(T_{0c}, T) - IR_4 - I\Delta R_4$$

$$\text{令 } E(T_0 + \Delta T, T_0) = I\Delta R_4, \text{ 则 } U_{av}' = E(T_{0c}, T) = U_{av}$$

21. 数据处理

剔除坏值、误差传递