

东南大学 考试卷 (A 卷)

课程名称 自动检测技术 按 Esc 退出全屏模式。 考试学期 13-14-2 得分

适用专业 自动化 考试形式 闭卷 考试时间长度 120 分钟

(开 卷 、 半 开 卷 请 在 此 写 明 考 试 可 带 哪 些 资 料)

一、填空题(共 24 分，每题 2 分)

- 1、按被测参量与时间的关系分类，在稳态时测量交流电压信号有效值产生的误差属于 静态误差。
- 2、表征一阶检测系统动态特性的主要参数有 时间常数、响应时间。
- 3、测量结果的准确度由 系统 误差来表征。
- 4、弹性压力计的弹性元件有 弹簧管、波纹管、弹性膜片。
- 5、实用的绝对式数字式光电编码器的编码方式是 格雷码。
- 6、ITS-90 中定义水的三相点为 0.01℃
- 7、当引线较长时，热电阻外引线模式应选用 三线制或四线制
- 8、光学高温计检测得到的示值温度称为 亮度温度，该值 低于 (高于、等于、低于、不定) 实际温度
- 9、在液面沸腾时，超声波液位计应采用 C (A. 气介式, B 液介式 C 固介式)
- 10、在流体的物理性质中，雷诺数 是判断流体状态的准则
- 11、在流量测量方法分类，容积式流量计 测量时无直管段要求
- 12、根据流量仪表传感器结构尺寸间接校准流量仪表的测量示值，这种校准方法被称为 干法校准。

二、计算与问答题(共 60 分)

1、有一直流电压，用精度 0.02% 的电压表测量示值为 1.205V，现用一低精度电压测量系统实测数据为：(单位：V)

1.212, 1.217, 1.211, 1.211, 1.215, 1.202, 1.213, 1.216, 1.206, 1.208

分析该测量系统是否存在恒差型系统误差、随机误差；(上述数据已去除粗大误差)

如有，给出系统误差的大小、随机误差的方差；

并说明消除系统误差，减小随机误差的方法 (12 分)

解：

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum v_i = 1.2111 \text{ (V)}$$

存在系统误差

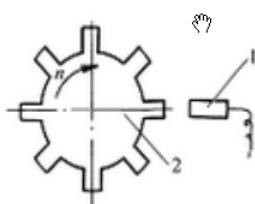
$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (v_i - \bar{v})^2}{n-1}} = 0.0015 \text{ (V)}$$

系统误差处理方法，用修正系数 $C = -1.2111$ ，加到每次测量结果上

随机误差处理方法，多次测量取平均值

2、某电涡流式转速传感器用于测量一个转轴的转速，在转轴所带的圆盘上沿圆周方向均布 8 个小槽，电涡流式转速传感器与 8 个小槽对应，如果电涡流式转速传感器的输出为 $u_o = U_m \cos(2\pi \times 40t + \pi/5)$ 时，求该转轴转速是多少转？(10 分)

解：



$$F = 40$$

$$\text{则转速} = 40 / 8 * 60 = 300 \text{rpm}$$

3、欲测 240V 左右的电压，要求测量示值相对误差的绝对值不大于 0.6%，问：若选用量程为 250V 的电压表，其精度应选哪一级？若选用量程为 300V 的电压表，其精度应选哪一级？（10 分）
（精度等级有 0.1,0.2,0.5,1.0,2.0,5.0）

解：

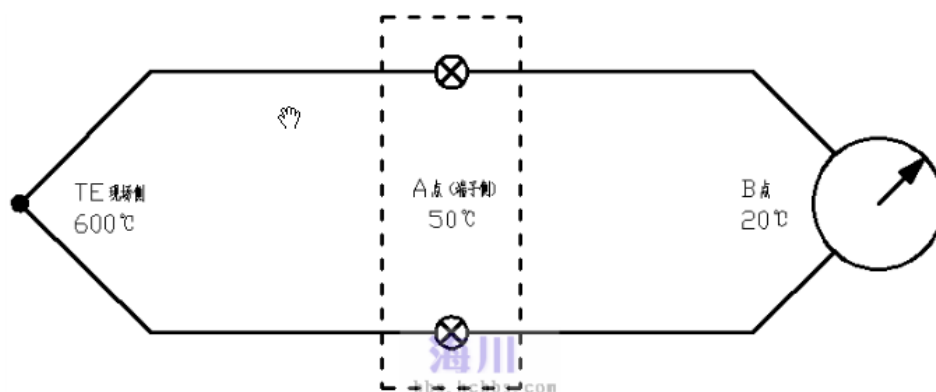
绝对误差为： $0.6\% \times 240 = 1.44\text{V}$

最大引用误差： $1.44/250\text{V} = 0.576\%$

选用 0.5 级

对 300V 量程： $1.44/300\text{V} = 0.48\%$ ，选用 0.2 级

4、下图为用 K 型铠装热电偶测量锅炉某点温度，假设该点实际温度为 600°C ，接线端子处（即 A 点端子侧）环境温度为 50°C ，热电势送至电压表（B 点）测量，电压表处的环境温度为 20°C 。（10 分）



1) A、B 之间如果正确连接的是 K 型补偿导线，电压表显示值为多少？

2) A、B 之间如果都采用相同的铜导线，电压表显示值为多少？

K 型热电偶分度表（单位：mV）

10°C : 0.3974mV, 20°C : 0.7984mV, 30°C : 1.2034mV, 40°C : 1.6114mV,
 50°C : 2.0224mV

550°C : 22.7724mV, 560°C : 23.1984mV, 570°C : 23.6244mV,

580°C : 24.0504mV, 590°C : 24.4764mV, 600°C : 24.9024mV

解：

(1) $E(600,20) = E(600,0) - E(20,0) = 24.9024 - 0.7984 = 24.1040\text{mV}$

(2) $E(600,50) = E(600,0) - E(50,0) = 24.9024 - 2.0224 = 22.8800\text{mV}$

5、测得某检测装置的一组输入输出数据如下：

X	0.9	2.5	3.3	4.5	5.7	6.7
Y	1.1	1.6	2.6	3.2	4.0	5.0

试用最小二乘法拟合直线，求其线性度和灵敏度（10分）

解：

$$y = kx + b \quad \Delta_i = y_i - (kx_i + b) \quad k = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad b = \frac{(\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i)}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

代入数据求得 $k = 0.68$ $b = 0.25$

$$\therefore y = 0.68x + 0.25$$

$$\Delta_1 = 0.238 \quad \Delta_2 = -0.35 \quad \Delta_3 = -0.16$$

$$\Delta_4 = -0.11 \quad \Delta_5 = -0.126 \quad \Delta_6 = -0.194$$

$$\gamma_L = \pm \frac{\Delta L_{\max}}{y_{FS}} \times 100\% = \pm \frac{0.35}{4.0} = \pm 8.75\%$$

6、转子流量计流量方程推导，使用一个用水标定的转子流量计来测量苯的流量，流量计的读数为 $28 \text{ m}^3/\text{h}$ ，已知转子密度为 7920 kg/m^3 的不锈钢，苯的密度为 0.831 kg/L ，求苯的实际流量是多少？（12分）

解：

要推导出：流量方程

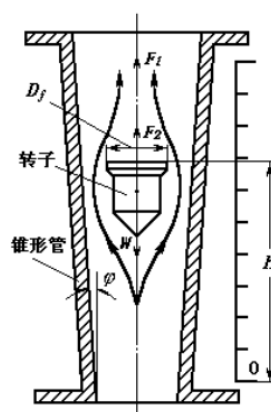
$$q_v = \alpha \pi D_f h^* \tan \varphi \sqrt{\frac{2 V_f (\rho_f - \rho) g}{\rho A_f}}$$

已知： $\rho_s = 1 \text{ kg/L}$ ， $\rho_y = 0.831 \text{ kg/L}$ ， $\rho_z = 7.92 \text{ kg/L}$ ， $q_N = 28 \text{ m}^3/\text{h}$ ，代入修正公式可得：

$$Q_{y\text{苯}} = Q_N \sqrt{\frac{(\rho_z - \rho_s) \rho_y}{(\rho_z - \rho_y) \rho_s}} = 28 \sqrt{\frac{(7.92 - 0.831) \times 1}{(7.92 - 1) \times 0.831}}$$

$$= 28 \times 1.11 = 31.08 \text{ m}^3/\text{h}$$

所以苯的实际流量是 $31.08 \text{ m}^3/\text{h}$



三、综合设计题(共 16 分)

设计一个基于应变式压力传感器的电子秤

要求：(1) 根据信号传递流程，画出自动测量系统框图

(2) 详细说明各单元功能及要求

(3) 如采用电桥构成传感器调理电路，应该怎样设计可以达到最佳灵敏度

解：

传感器 -> 调理电路 -> 数据采集 -> 信号处理 -> 显示

传感器说明，采用应变式压力传感器，用四臂电桥，