

东南大学考试卷（A 卷）

课程名称 自动检测技术 考试学期 12-13-2 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 16 分，每题 2 分)

- 1、在检测系统中，直接与被测对象发生联系的器件或装置是_____
- 2、工程上常用的粗大误差判断准则有_____、_____
- 3、力学量测量中，基于铁磁材料的导磁率受到外力拉、压作用而发生变化的原理制成的传感器是_____
- 4、线位移传感器有_____ (至少写出 3 种)
- 5、在辐射法测温方法中，_____更适合烟雾、粉尘大的场合
- 6、PT100 的外引线有_____、_____、_____三种，其中，受引线误差影响最大的是_____
- 7、在流量仪表主要技术指标中，反应由流量仪表引入能源消耗的指标是_____
- 8、节流式流量计的节流元件有_____、_____、_____

一、填空题(共 16 分，每题 2 分)

- 1、传感器
- 2、拉伊达准则、格拉布斯准则
- 3、压磁传感器
- 4、电感传感器、电容传感器、电阻传感器。。。_(至少写出 3 种)
- 5、比色高温计
- 6、二线制、三线制、四线制， 二线制
- 7、压力损失
- 8、孔板、喷嘴、文丘里管

二、计算与问答题(共 64 分，每题 8 分)

- 1、某校准证书说明，标称值 10Ω 的标准电阻器之电阻 R 在 20°C 时为 $10.000742\Omega \pm 129\mu\Omega$ ($P=99\%$)，求该电阻器的标准不确定度，并说明属于哪一类评定的不确定度。(假定数据符合正态分布， $P=99\%$ 时对应的覆盖因子 $k=2.567$)

解：标准不确定度：

$$u = \frac{129\mu}{2.567} = 50.253\mu$$

属于 B 类标准不确定度

- 2、一台精度等级为 0.5 级，量程范围为 $600\sim 1200^\circ\text{C}$ ，它的最大允许绝对误差是多少？校验时，如果其中某一点最大误差是 4°C ，此表是否合格

解：

$$|\Delta x|_{\max} = (1200 - 600) * 0.5\% = 3^\circ\text{C}$$

被校验表 $4^\circ\text{C} > 3^\circ\text{C}$ ，所以不合格

- 3、有一额定荷重为 $10 \times 10^3\text{N}$ 的线性压力传感器，其输出电压信号的灵敏度 $S=0.5\text{mV/N}$ 。

求在额定荷重时的输出电压 U ？(没有零位误差)

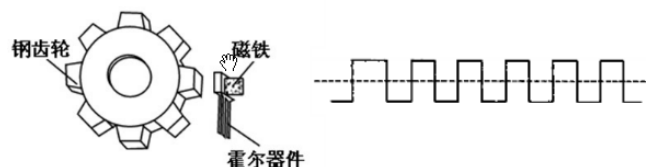
解：

$$U = 10 * 10^3\text{N} * 0.5\text{mV} / \text{N} = 5\text{V}$$

- 4、采用霍尔传感器测量测量发动机转速，霍尔传感器输出信号频率为 380Hz ，求发动机转速为多少 rpm

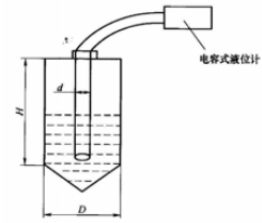
解：

信号盘有 8 个齿



$$n = 60 * \frac{380}{8} = 2850\text{rpm}$$

5、图示为一液体储罐，采用电容式液位计测液位，已知罐的内径 $D=4.2\text{m}$ ，金属圆柱电极直径 $d=3\text{mm}$ ，液位量程 $H=20\text{m}$ ，罐内含有瓦斯气，介电常数



$\epsilon_1=13.27 \times 10^{-12}\text{F/m}$ ，液体介电常数 $\epsilon_2=34.827 \times 10^{-12}\text{F/m}$ ，

求： $h=15\text{m}$ 液位计输出电容值？

共 2 页 第 7 页

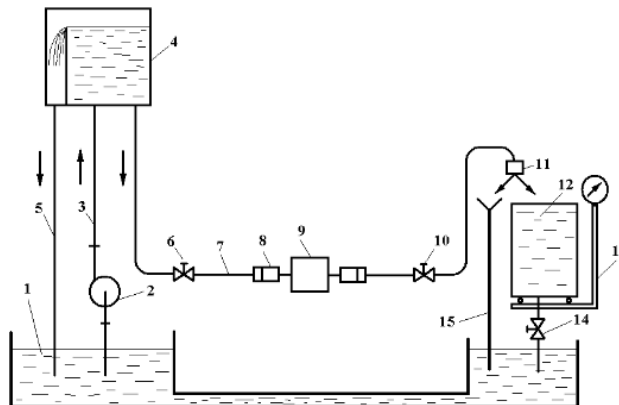
解：

$$C = (20 - 15) * \frac{2\pi\epsilon_1}{\ln(\frac{D}{d})} + 15 * \frac{2\pi\epsilon_2}{\ln(\frac{D}{d})} = 510.6\text{pF} \quad (8')$$

6、采用标准质量法标定水的瞬时体积流量⁸⁹

(1) 简述其工作原理

(2) 当流量稳定时，换向阀 11 切换到 12 开始标定，电子秤初始读数 $M_0=0\text{kg}$ ，经过 360s 后读出质量 $M_1=50.23\text{kg}$ ，被校表示值为 $0.55\text{m}^3/\text{h}$ ，计算该流量点的相对误差（不考虑空气浮力等因素）？（水密度： $10^3\text{kg}/\text{m}^3$ ）



1—水池；2—水泵；3—进水管；4—高位水塔；5—溢流管；6—截止阀；7—试验管段；8—夹表器；9—被校流量计；10—调节阀；11—换向器；12—储水罐；13—电子秤；14—放水阀；15—旁通管

解：

工作原理略,说明体积流量的测量过程，测量公式(4')

$$\delta = \frac{\Delta x}{X} = \frac{\left(\frac{50.23}{10^3}\right) / 360 * 3600 - 0.55}{0.5023} = 9.5\% \quad (4')$$

7、简述时差法的超声波流量测量原理，推导流量方程，说明其特点，及如何提高小流量测量的精度

解：

原理：(3')

时差法就是测量超声波脉冲顺流和逆流时传播的时间差。

在管道上、下游相距 L 处分别安装超声波发射器 I 和 II。

设声波在静止流体中的传播速度为 c ，流体的流速为 u ，则顺流和逆流所需要的时间 t_1

和 t_2

与流速之间的关系为：

$$t_1 = \frac{L}{c + u}$$

$$t_2 = \frac{L}{c - u}$$

由于流体的流速相对声速而言很小，即 $c \gg u$ ，可忽略，因此时差：

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2Lu}{c^2}$$

而流体流速

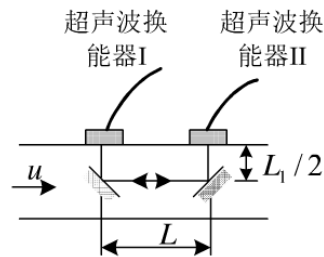
$$u = \frac{c^2}{2L} \Delta t$$

当声速 c 为常数时，流体流速和时差 Δt 成正比，测得时差即可求出流速，进而求得流量。

流量方程： $qv = kuA$ (2')

提高微流量测量精度方法：(3')

- (1) 提高时差 Δt 测时精度
- (2) 延长声程
- (3) 采用相位差法。



8、简述由弹性元件上的应变片构成全桥电路的布置原则

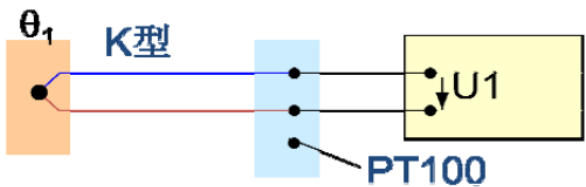
解：相对性质相同，相邻性质相反

三、综合设计题(共 20 分)

用 K 型热电偶测量锅炉内水温，参考端温度由 PT100 测量

要求：(1) 基于 MCU 设计一款锅炉蒸汽自动测量系统，给出系统框图，按信号流程说明各单元功能；(10)

(2) 如 $u_1=6.38\text{mV}$,PT100 测出电阻为 109.3Ω ,计算实际水温是多少(有效位 : 1°C)?
(10)



K 型热电偶分度表 (单位：mV)

补充热电偶分度表：

$10^\circ\text{C}:0.3969\text{mV}$, $20^\circ\text{C}:0.7981\text{mV}$, $30^\circ\text{C}:1.2033\text{mV}$, $40^\circ\text{C}:1.6118\text{mV}$

温度	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
100	4.0962	4.5091	4.9199	5.3284	5.7345	6.1383	6.5402	6.9406	7.34	7.7391	8.1385

PT100 分度表：

温度 $^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40
电阻值 (Ω)	100.00	103.90	107.79	111.67	115.54

解：

(1) 系统框图

锅炉蒸汽->热电偶->信号调理->数据采集->信号处理->显示

环境温度->PT100->信号调理-----↗

须说明各模块的功能，其中传感器包括 PT100 和热电偶

(2)

参考端温度： $t_1 = \frac{109.3-107.79}{111.67-107.79}(30-20) + 20 = 21.7^{\circ}\text{C}$ (4')

参比端热电势： $E(t_1,0) = \frac{1.2033-0.7981}{30-20}(23.9-20) + 0.7981 = 0.8366$

实际温度热电势： $E(t,0) = E(t,t_1) + E(t_1,0) = 6.38 + 0.9561 = 7.2470\text{mV}$ (4')

实际温度：

$$t = \frac{80-70}{7.34-6.9406}(7.3361-6.9406) + 170 = 177.7^{\circ}\text{C}$$

实际温度为 178°C (2')