

# 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\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_

自觉遵守考场纪律

如考试作弊此答卷无效

姓名

学号

线  
前  
密封

## 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  $10\Omega$  的标准电阻器之电阻  $R$  在  $20^\circ\text{C}$  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  $4^\circ\text{C}$ ，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)

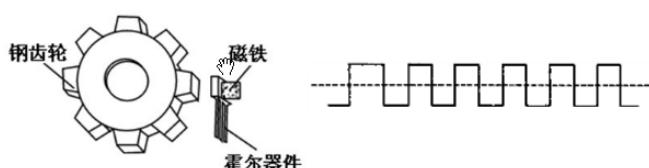
解：

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

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

解：

信号盘有 8 个齿

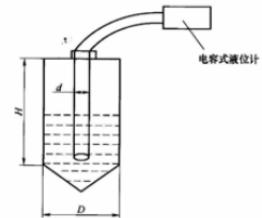


$$n = 60 * \frac{380}{8} = 2850\text{rpm}$$

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

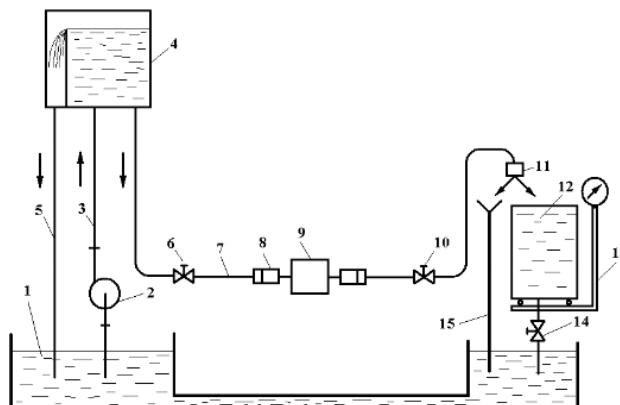
解：

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

## 6、采用标准质量法标定水的瞬时体积流量

### (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： $10^3\text{kg/m}^3$ )



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')

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

## 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；

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

$$\text{而流体流速 } u = \frac{c^2}{2L} \Delta t$$

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

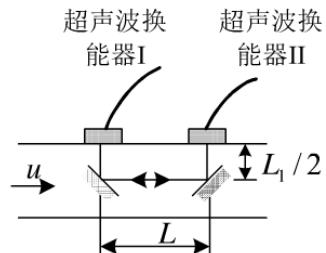
流量方程： $qv=kuA$  (2')

提高微流量测量精度方法：(3')

(1) 提高时差  $\Delta t$  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)

⑦

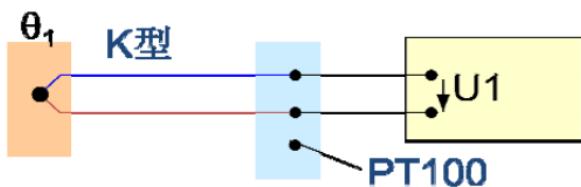
用 K 型热电偶测量锅炉内水温，参考端温度由 PT100 测量

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  $109.3\Omega$ , 计算实际水温是多少(有效位 : $1^\circ\text{C}$ )?

(10)



K型热电偶分度表 (单位 : mV)

补充热电偶分度表：

10°C:0.3969mV, 20°C : 0.7981mV, 30°C : 1.2033mV, 40°C : 1.6118mV

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 °C	0	10	20	30	40
电阻值 ( $\Omega$ )	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  $178^\circ\text{C}$  ( 2' )