

# 清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程 智能传感与检测技术 ( 02 卷)

2020 年 6 月 11 日

姓名                     

班级                     

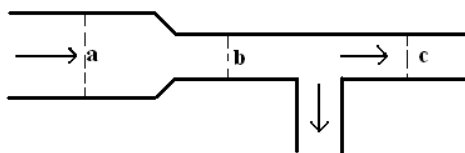
学号                     

(答案直接写在答题白纸上, 不抄题, 只写明题号, 如一、1. (1)……。在每页答题纸上方写上姓名班级学号和页码)

## 第一部分 (过程参数检测)

### 一. 选择、填空及判断对错 (共分 30 分)

1. Pt100 指        。  
(A) 温度为 0℃ 时阻值为 100 欧姆的铂电阻;  
(B) 温度为 25℃ 时阻值为 100 欧姆的铂电阻;  
(C) 温度为 0K 时阻值为 100 欧姆的铂电阻。
2. 家用膜式燃气表属于下述那种流量计?  
(A) 容积式流量计 (B) 速度式流量计 (C) 质量流量计 (D) 差压式流量计
3. 家用热式燃气表属于下述那种流量计?  
(A) 容积式流量计 (B) 速度式流量计 (C) 质量流量计 (D) 差压式流量计
4. 家用超声波燃气表属于下述那种流量计?  
(A) 容积式流量计 (B) 速度式流量计 (C) 质量流量计 (D) 差压式流量计
5. 用于烟道排放气体流量测量的皮托管属于下述那种流量计?  
(A) 容积式流量计 (B) 速度式流量计 (C) 质量流量计 (D) 差压式流量计
6. 电磁流量计属于下述那种流量计?  
(A) 容积式流量计 (B) 速度式流量计 (C) 质量流量计 (D) 差压式流量计
7. 下列那种温度测量传感器通常需要配合惠斯通电桥?  
(A) 热电偶; (B) 热电阻; (C) 光学高温计; (D) 红外温度计;
8. 伯努利公式描述了流体在流动过程中的能量守恒规律, 其中“伯努利”为:  
(A) 丹尼尔·伯努利 (B) 雅各布·伯努利 (C) 约翰·伯努利
9. 下述温度传感器中, 线性度最好的是:  
(A) 热电偶 (B) 热电阻 (C) 热敏电阻 (D) 半导体集成温度传感器
10. 某种不可压缩流体 (充满管道) 流经图示管网, 则  
A: 截面 a 处流量大于截面 b 处流量;  
         ( ) (对, 错)  
B: 截面 a 处压力大于截面 b 处压力;  
         ( ) (对, 错)  
C: 截面 b 处压力大于截面 c 处压力;  
         ( ) (对, 错)  
D: 截面 b 处压力小于截面 c 处压力;  
         ( ) (对, 错)  
E: 截面 b 处流量等于截面 c 处流量。  
         ( ) (对, 错)
11. 温标的三个基本要素是温度起点、温度单位、温度符号。          ( ) (对, 错)
12. 用椭圆齿轮流量计测量流量, 其输出结果与管道内流体流动的雷诺数有关。  
         ( ) (对, 错)
13. 热电偶测温中, 使用补偿电桥法进行冷端补偿后, 获得的电势值可直接查分度表得到被测温度。          ( ) (对, 错)
14. 假如某食用油生产厂用电磁流量计测量管道中油的流量, 其仪表系数为 50 脉冲/升, 若流



量计输出脉冲为每分钟 500 个，则管道中油的流量为 10 升/分钟。

\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_ (对, 错)

15. 补偿导线与热电偶配套使用时，补偿导线必须与热电偶配套，不同型号的热电偶应选用不同的补偿导线。\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_ (对, 错)

16. 补偿导线与热电偶配套使用时，补偿导线与热电偶连接时应正极接正极，负极接负极。\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_ (对, 错)

17. 补偿导线与热电偶配套使用时，补偿导线与热电偶连接时应正极接负极，负极接正极。\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_ (对, 错)

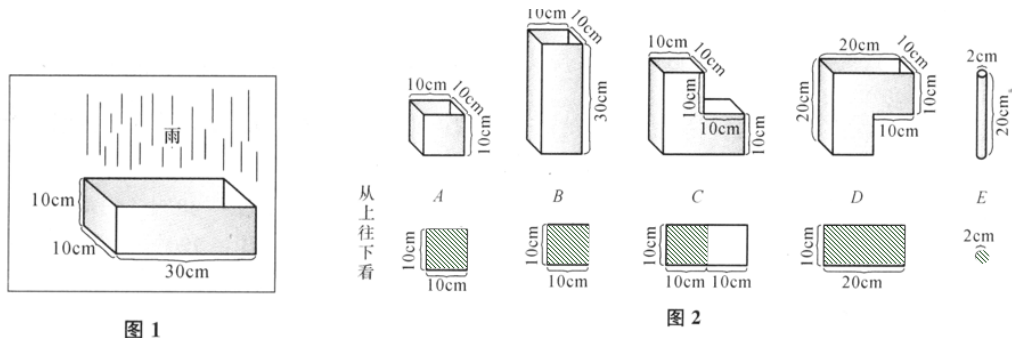
18. 补偿导线与热电偶配套使用时，补偿导线与热电偶连接的两个接点必须同温。\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_ (对, 错)

19. 根据测温原理，热电偶及热电阻工作原理相同。\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_ (对, 错)

20. 根据测温原理，双金属温度计及玻璃液体温度计工作原理相同。\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_ (对, 错)

21. 热电偶测温中，使用补偿导线后不再需要做冷端补偿，测量获得的热电势可直接查分度表得到被测温度。\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_ (对, 错)

22. 假如在雨地里放一个如左下图 (1) 那样的长方体的容器，雨水将它注满要用 1 小时。则在相同条件雨水注满右图 (2) 中不同的容器 A-E 所需时间分别为：A \_\_\_\_\_ 小时、B \_\_\_\_\_ 小时、C \_\_\_\_\_ 小时、D \_\_\_\_\_ 小时、E \_\_\_\_\_ 小时。(注：右图第二行为俯视图，其中斜线部分对应容器敞口。)



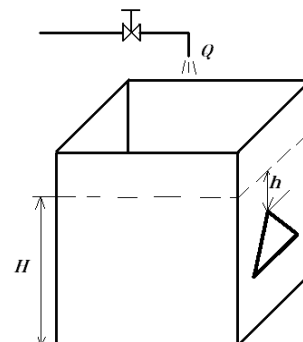
二. 试设计一个具有本地显示及带远传功能的数字式温度测量系统，用方框图表示系统应由那些部分 (模块) 组成，简要说明各部分 (模块) 相应功能。(7 分)

三. 采用输出和输入为线性关系的差压变送器配合标准孔板来测量管道中流体的流量。差压变送器量程为 0~16 千帕，相应电流输出信号范围为 4~20mA，对应的流量范围为 0~4 立方米/小时。问：

a) 当差压变送器的输出电流为 16 mA 时，被测流量为多少？(2 分)

b) 当被测流量为 2 立方米/小时，差压变送器所测差压为多少 (2 分)？对应的差压变送器输出电流为多少 (2 分)？

四. 右图所示的六面体敞口容器，其侧壁上开有边长  $b = 2\sqrt{3}$  米的等边三角型孔，其底边与水平面平行，容器上方有注水管。设初始时用挡板将侧壁上的孔完全挡住且注水管上的阀门为关闭状态，此时容器中液面高于孔顶点  $h$ ，液面距离容器底的高度为  $H$ 。若同时完全打开注水管上阀门及孔挡板，求使容器中水面最终恒定高出孔顶点 1 米 (即  $h$  最终恒定为 1 米) 对应的注水管流量  $Q$ 。(7 分)

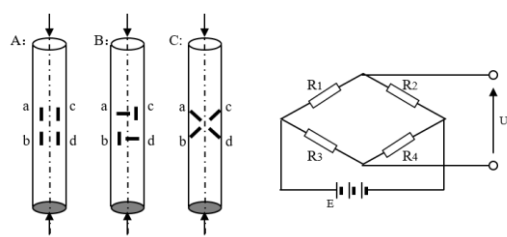


## 第二部分 (测量不确定度、机械量检测)

### 五. 填空、选择、判断题 (30 分)

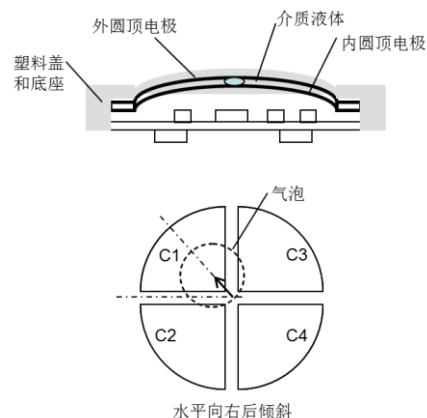
1. 测量不确定度一般用  $n$  次测量值  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  的 (1) 来表示, 它是单次测量值分布的标准偏差的 (2) 倍, 计算公式为 (3)。与测量不确定度无关的概念有 (4) (测量分散度/测量精密度/测量准确度)。
2. MEMS 传感器的加工尺寸可以做到 (5) (纳米级/微米级/毫米级)。
3. 超声阵列探头的多个传感回波信号的延时叠加是为了 (6), 要用到回波信号的 (7) (短时傅里叶变换/小波变化/希尔伯特变换)。
4. 差动电容式位移传感器与单电容局部式位移传感器相比, 主要有三个方面的测量优势, 分别是 (8), (9) 和 (10)。

5. 使用 4 枚相同的应变片 (a,b,c,d) 做圆柱体的承重测量, 参照图示, 此时应变片的粘贴方式应该为 (11) (A/B/C), 应变片接入全桥电路的位置 ( $R_1, R_2, R_3, R_4$ ) 可以依次为 (12), 此时的测量输出是仅使用一枚敏感轴向粘贴应变片的单臂电桥电路输出的 (13) 倍。

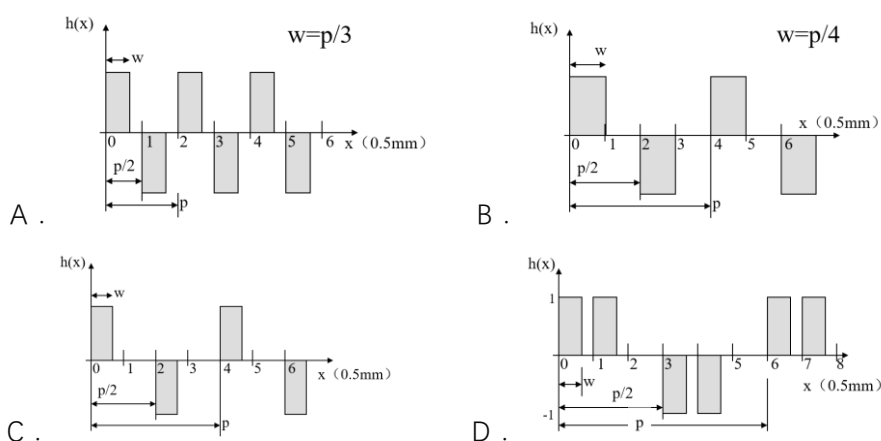


6. 判断差动变压器的属性对错, A: (14)、B: (15)、C: (16)、D: (17)。  
A. 模拟量输出 B. 英文缩写为 DT  
C. 电感位移传感器 D. 高温腐蚀环境下不可使用
7. 判断加速度传感器的属性对错, A: (18)、B: (19)、C: (20)、D: (21)。  
A. 测量较高振动频率的加速度 B. 加速度传感器的内部质量块都较小  
C. 位移检测 D. 质量块悬挂梁的刚性不影响闭环加速度检测灵敏度
8. 判断偏位式检测的属性对错, A: (22)、B: (23)、C: (24)、D: (25)。  
A. 闭环检测 B. 非平衡测量  
C. 排除非线性环节 D. 有滞环影响

9. 右图为电容式平面倾斜仪的侧视和俯视示意图, 当传感平面水平向右后倾斜时, 气泡则向 (26) 方向移动, 倾斜的方位角  $\theta_a$  和倾斜的俯仰角  $\theta_p$  可用四个电容测量值  $C_1$  至  $C_4$  分别表示为  $\theta_a =$  (27),  $\theta_p =$  (28)。



10. 设阵列传感器的权重函数有如下四种形式, 其中可以去除偶次谐波的是 (29) (A/B/C/D), 可以抑制三次谐波的是 (30) (A/B/C/D)。



## 六. 加速度传感器校验、误差传递 (10 分)

为了对加速度传感器进行校验, 将其放在半径为  $R(m)$ 、可调转速为  $N(r/min)$  的水平离心台上。设转速测量系统的标准不确定度为  $U_N(r/min)$ 。

- 1) 求计算离心加速度  $a(m/s^2)$  的表达式。(2 分)
- 2) 如果传感器安装位置的误差可以忽略不计, 求加速度的标准不确定度  $U_a$  的表达式。(2 分)
- 3) 设转速  $N$  为  $2000 r/min$ 、 $U_N$  为  $1r/min$ , 计算加速度的相对标准不确定度  $U_{ar}$ 。(3 分)
- 4) 如果安装位置的不确定度为  $U_R(m)$ , 为使安装位置的不确定度影响小于转速测量系统的不确定度影响,  $U_R$  和  $U_N$  应该满足什么条件? 解释其含义。(2 分和 1 分)

## 七. PSD 传感器、倾斜和距离检测 (10 分)

PSD(Position Sensitive Device)元件检测入射光点位置  $x$  的原理是两阳极输出的光电流( $I_1, I_2$ )与入射光点到两阳极的距离成反比, 如左下图。

- 1) 根据原理推导确定入射光点位置  $x$  与 ( $I_1, I_2, L$ ) 的关系式。(3 分)
- 2) 如右下图, 利用 PSD 测量倾斜角。设倾斜面的表面为镜面, 倾斜面的转动支点为光入射点, 支点至 PSD 的距离为  $H$ , 激光入射光线与 PSD 轴线成  $90$  度角、至 PSD 右端点的距离为  $B$ 。求不加光学透镜直接入射并直接接收反射光线时, 可测量的倾角范围。(2 分)
- 3) 为使倾角测量量程最大化, 应该如何设计  $B$  和  $H$ ? (2 分)
- 4) 如果倾斜面的表面不是镜面, PSD 和入射光线的相对位置不变, 如何改造测量条件, 使之可以测量倾角。可画图示意。(3 分)

