

# 中国计量大学

## 2020 年硕士研究生招生考试试题

考试科目代码：803

考试科目名称：传感器技术 1

**所有答案必须写在报考点提供的答题纸上，答在试卷  
或草稿纸上无效。**

### 一、填空（每空 1 分，共 $1 \times 30 = 30$ 分）

1. 传感器在输入按同一方向连续多次变动时所得输入输出特性曲线不一致的程度是传感器静态特性中的\_\_\_\_\_；该特性的标定是通过传感器进行正、返行程往复循环多次的测试实现的，一般测试次数为\_\_\_\_\_次。
2. 为了减少横向效应产生的测量误差，一般多采用\_\_\_\_\_应变片，其圆弧部分尺寸较栅丝尺寸大得多，因而电阻变化量也就小得多。利用四个相同阻值的应变片进行传感测量，采用\_\_\_\_\_电桥电路可以得到最大的电桥输出电压灵敏度，同时具有严格的输入输出线性关系。
3. 差动互感式传感器又称\_\_\_\_\_，在使用过程中由于存在\_\_\_\_\_现象，需要在设计和工艺上进行改进，同时也可以通过电路方式进行补偿。
4. 消除电容传感器寄生电容的影响，可以采用\_\_\_\_\_技术和\_\_\_\_\_技术来实现，前者可使电缆线长达 10m 也不影响传感器的性能，后者利用运算放大器的虚地来减小引线电缆寄生电容。
5. 霍尔元件的内阻随磁场的绝对值增加而增加，这种现象称为\_\_\_\_\_效应，它会使霍尔输出电压降低，必须采用一些方法予以补偿。霍尔元件的零位误差主要包括不等位电动势和\_\_\_\_\_。
6. 磁电感应式振动速度传感器中的阻尼器主要作用是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
7. 压电转换元件的主要缺点是无静态输出、\_\_\_\_\_、需要低电容的低噪声电缆。一般来说，与压电元件配套的测量电路应具有前置放大电路模块，其作用一是放大压电元件的微弱电信号，其作用二是\_\_\_\_\_。

8. 外光电效应中, 要使一个电子从物质表面逸出, 光子具有的能量  $E$  必须大于该物质表面的逸出功  $A_0$ , 此时对应临界波长为  $\lambda_k$ , 若有另一种材料发生外光电效应时的逸出功为  $2A_0$ , 则临界波长应为\_\_\_\_\_。某一光电探测器的特性曲线中, 横坐标是光通量, 纵坐标是光电流, 这是光电探测器的\_\_\_\_\_特性; 横坐标是光波长, 纵坐标是光电流, 这是光电探测器的\_\_\_\_\_特性。常用的光电池主要有硅光电池和\_\_\_\_\_。

9. 光在光纤中传播的基础是光的\_\_\_\_\_。表明\_\_\_\_\_的参数是数值孔径, 当纤芯和包层的折射率分别为 1.2 和 1.1 时, 该参数值为\_\_\_\_\_ (保留 2 位小数)。光纤可分为单模光纤和\_\_\_\_\_, 这是根据光纤能稳定传光的驻波数量来区分的。

10. 超声波主要波型有三种, 其中, \_\_\_\_\_的振幅随深度增加而迅速衰减, 质点振动轨迹是椭圆形的。当超声波从一种介质入射到另一种介质时, 会发生反射、折射和\_\_\_\_\_等现象。

11. 谐振式传感器是直接将被测量转换为物体谐振频率变化的装置, 属于频率式传感器, 按照谐振原理可分为: 电的、机械的和\_\_\_\_\_三类。机械式谐振传感器需要\_\_\_\_\_激发振子振动, 由拾振元件检测振子的振动, 可见, 被测元件是作用在\_\_\_\_\_上的, 具体分类有振动弦式、振动膜式、振动筒式、\_\_\_\_\_等。

12. 传感器的\_\_\_\_\_、静态精度和动态性能是最基本的要求, 此外还需要具备抗干扰能力, 以及在恶劣环境下使用的安全性等。近代物理学中的许多新成就应用于传感器的研究与开发, 扩展了传感器的检测范围, 例如, 利用发光二极管或激光为光源加上光纤可以实现\_\_\_\_\_和测温。

## 二、单项选择题 (每小题 2 分, 共 $2 \times 10 = 20$ 分)

1. 某一力传感器, 当输入量从 0N 连续变化到满量程 10N, 输出量的变化为 0N、0.2N、0.3N、0.4N.....9.8N、9.9N、10.0N, 请问该传感器的分辨力与阈值为? ( )

- |                |                |
|----------------|----------------|
| A. 0.1N , 0.1N | B. 0.1N , 0.2N |
| C. 1% , 0.1N   | D. 1% , 0.2N   |

2. 应变片测量动态应变时，需考虑其动态响应特性，下列说法**错误**的是？（ ）
- A. 测量的应变一般要小于真实应变
  - B. 测量误差跟应变波的波长有关
  - C. 测量同一应变波时，应变片基长越长，最高工作频率值越大
  - D. 测量误差跟应变片基长有关
3. 下列哪种传感器**最不适用于**位移量的测量？（ ）
- A. 低频透射涡流传感器
  - B. 单频激光干涉仪
  - C. 电荷耦合器件
  - D. 热电偶
4. 下列哪种传感器测量精度高，但是**不具有**误差平均效应？（ ）
- A. 压电式传感器
  - B. 感应同步器
  - C. 容栅式传感器
  - D. 光栅式传感器
5. 能适用于任何差动式电容式传感器，并具有理论上的线性特性。具有上述特性的电容测量电路，**不包括**下列哪项？（ ）
- A. 差动脉冲调宽电路
  - B. 差动调频电路
  - C. 差动变压器式电容电桥
  - D. 二极管环形检波电路
6. 下列哪种压电元件同时具有压电和热释电效应，可以做成大面积的传感器阵列，并预测可模拟人的皮肤功能？（ ）
- A. PVDF
  - B. PZT
  - C. 石英晶体
  - D. 光纤
7. 下列哪一项效应是**最不可能**在双频激光干涉仪中涉及的？（ ）
- A. 塞曼效应
  - B. 萨古纳克效应
  - C. 光拍效应
  - D. 多普勒效应
8. 关于热电式传感器，下列说法**错误**的是？（ ）
- A. 热电偶的热电动势与材料中间温度无关，只与结点温度有关
  - B. 铂热电阻比铜热电阻的温度测量范围大
  - C. 集成半导体温度传感器 AD590 可归类为结构型传感器
  - D. 热敏电阻有热温度系数型，也有负温度系数型

9. 关于半导体式物性传感器，下列说法**错误**的是？（ ）

- A. 气敏和湿敏传感器常用半导瓷材料
- B. 灵敏度高、动态性能好
- C. 功耗低、安全可靠
- D. 性能参数离散性小

10. 发展地看，传感器的极限检测范围大多将取决于（ ）效应，例如，利用约瑟夫逊效应的磁传感器可以测量  $10^{-11}\text{T}$  的极弱磁场强度。

- A. 量子力学
- B. 引力波
- C. 混沌力学
- D. 经典力学

### 三、简答题（每小题 6 分，共 $6 \times 5 = 30$ 分）

1. 请说明传感器标定的两个含义。一般的静态标定过程包括五个步骤，第一步为将传感器全量程（测量范围）分成若干等间距点，请说明余下的四个步骤。

2. 简述热电偶的热电效应，说明热电动势的两个组成。简述热电偶三大基本定律及其含义（含义可采用公式表达，公式符号和字母需说明）。

3. 请说明激光的优点。分析氦氖激光器和二氧化碳激光器的异同，包括：如按工作物质分别属于什么类型的激光光源，他们的工作波长范围和主要应用范围。

4. 什么是计量光栅？按用途可分为哪两类？

简述光栅式传感器的四个特点。

5. 传感器的定义是什么？试结合图 1 所示的应变片加速度传感器，说明传感器的三个组成。说明金属应变式应变片和压阻式应变片分别基于什么效应，并解释这两种效应的含义。（图中  $a$  为待测加速度， $L$  为弹簧片长度）

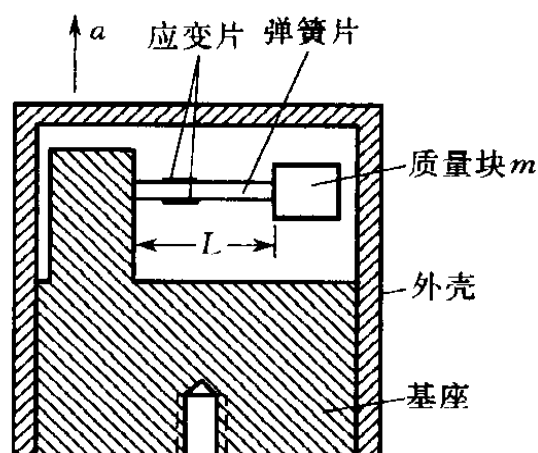


图 1

#### 四、综合题（共 6 小题，共 70 分）

1. （15 分）如图 2 所示，两平行平板构成的电容传感器，长度为  $l$ ，宽度为  $m$ ，平行平板间距为  $\delta$ 、平板间介质的介电常数为  $\epsilon$ 。忽略边缘效应的影响，

（1）说明电容式传感器的两个缺点。（2 分）

（2）试分别推导出变极距型（ $\delta$  变大，改变量为  $\Delta\delta$ ）、变面积型（ $S=m \times l$ ，长度  $l$  方向上发生改变量  $\Delta l$ ）的电容改变量错误！未找到引用源。 $\Delta C$  与初始电容  $C_0$  的关系式，说明这两种类型是否具有原理上的非线性。（3 分）

（3）针对（2）中具有原理上非线性的情况，请提出一种从原理上改善非线性的方法，画出原理图并结合公式推导进行说明。（5 分）

（4）针对（2）中具有原理上非线性的情况，请设计一种转换电路能够克服这种非线性，画出电路原理图并结合公式推导进行说明。（5 分）

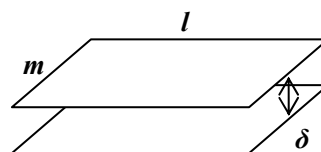


图 2

2. （15 分）图 3 为压电元件坐标系，图中数字 1~6 分别表示沿  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  轴方向作用的单向应力和在垂直于  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  的平面内作用的剪切力，单向应力的符号规定拉应力为正而压应力为负，剪切力的符号用右手螺旋法确定，箭头所示方向为正向。

（1）选用合适的压电材料是设计高性能传感器的关键，压电材料应主要具备哪些特性？（4 分）

（2）压电陶瓷为图 3 所示的立方体结构，已知压电系数  $d_{31}=-300 \times 10^{-12} \text{C/N}$  错误！未找到引用源。、 $d_{33}=750 \times 10^{-12} \text{C/N}$  错误！未找到引用源。，极化方向 1、2、3 分别对应  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  轴，请结合图 3 和压电系数值，说明错误！未找到引用源。、 $d_{33}$  的含义是什么？当沿  $X$  轴方向有压力  $F_x=1\text{kN}$ ，沿  $Z$  轴方向有拉力  $F_z=3\text{kN}$ ，产生的总电荷  $Q$  为多少？（6 分）

（3）已知压电陶瓷电容值  $C=20\mu\text{F}$ ，现将 10 个压电陶瓷上下叠加在一起，极化方向均保持一致，输出电极分别为叠加后的最上表面和最下表面，试问这是串联方式还是并联方式？只有沿  $Z$  轴有拉力  $F_z=1\text{kN}$  时的总输出电荷  $Q'$ 、电压  $U'$ 、电容  $C'$  分别为多少？（5 分）

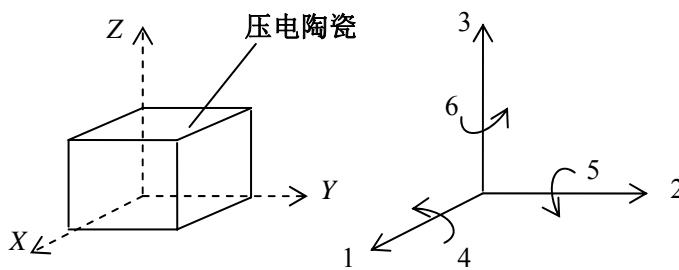


图 3

3. (10分) 如图4所示, 激光器发出的激光细束经扫描装置以恒定速度  $v$  对直径为  $D$  的被测工件进行扫描, 并由光电器件接收, 由于扫描速度恒定, 所以测出输出电信号  $U$  中的  $\Delta t$  就可以测得直径  $D=v \times \Delta t$ , 当  $D=D_1 < L$  时 ( $L$  为扫描装置扫描范围), 该方法可行, 当  $D=D_2 > L$  时, 该方案失效。

(1) 保留激光细束光源和光源扫描装置, 对所示方案进行适当改进, 使得它能测量  $D_2$ 。以图4为基础重新画图给出测量方案, 说明测量原理并给出计算公式。(5分)

(2) 图4中的光电器件如果采用 CCD, 则可以省去扫描装置, 请设计一种基于 CCD 的小尺寸工件测量装置。画图给出测量方案, 说明测量原理并给出计算公式。(5分)

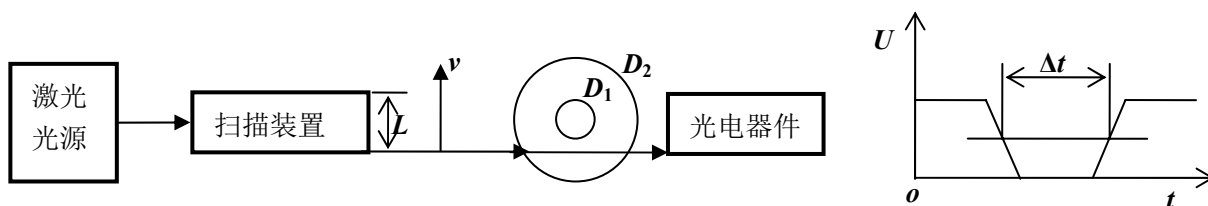


图4

4. (10分) 如图5所示, 霍尔元件置于一个均匀磁场中, 磁感应强度  $B=0.5T$ , 磁场方向如图5中箭头所示, 且与  $Z$  轴存在角度  $\theta=30^\circ$ , 霍尔元件尺寸为  $a=20mm$ 、 $b=10mm$ 、 $c=1mm$ , 载流子浓度  $n=2 \times 10^{20}/m^3$ , 沿长度  $a$  方向通以电流  $I$ 。

(1) 电子电荷量以  $e=1.6 \times 10^{-19}C$  计算, 电流  $I$  变化  $10mA$ , 则霍尔电压输出变化量  $\Delta U_0$  为多少  $mV$ ? (保留1位小数) (5分)

(2) 假设霍尔元件材料具有负温度系数, 电流  $I$  保持不变, 为减小温度变化带来的霍尔电压输出误差, 拟采用铂热电阻进行补偿。请给出铂热电阻接入输入回路的温度补偿电路, 并计算当温度从  $20^\circ C$  变化到  $30^\circ C$  时  $1000\Omega$  ( $0^\circ C$  时的电阻值) 铂热电阻的电阻值  $R_P$  变化了多少  $\Omega$ 。(铂热电阻温度系数  $A=3.9 \times 10^{-3}^\circ C^{-1}$ ,  $B=-5.8 \times 10^{-7}^\circ C^{-2}$ ,  $C=-4.3 \times 10^{-12}^\circ C^{-4}$ ) (5分)

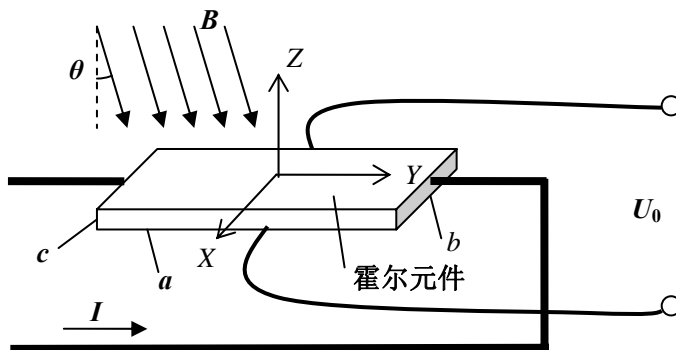


图5

5. (10分) 设计一种基于超声测量原理的液位传感器,
- (1) 画出测量原理图, 说明工作原理, 并给出液位变化量  $\Delta h$  的计算公式; (5分)
  - (2) 分析  $\Delta h$  的误差来源。其中主要的误差来源是哪项? 如何减小该误差? (5分)
6. (10分) 设计一种基于光纤传感技术的温度传感器,
- (1) 画出该温度传感器完整的组成结构图; (5分)
  - (2) 说明其基本工作原理。(5分)

**【完】**

# 中国计量大学

## 2019 年硕士研究生招生考试试题

考试科目代码：803

考试科目名称：传感器技术 1

---

**所有答案必须写在报考点提供的答题纸上，做在试卷或草稿纸上无效。**

### 一、填空（每空 1 分，共 1×30=30 分）

1. 能量转换型传感器主要由能量变换元件构成，它不需要外电源。如基于\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等的传感器都属于此类传感器。
2. 对传感器进行动态标定的目的是确定动态指标，主要是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
3. 各种电阻应变片的结构大体相同，通常由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_组成。
4. 在光线作用下电子逸出物体表面向外发射称\_\_\_\_\_效应；半导体材料在光线作用下其电阻值往往会变小，这种现象称\_\_\_\_\_效应；半导体材料吸收光能后在 PN 结上产生电动势的效应称\_\_\_\_\_效应。
5. 热电偶传感器产生的热电动势包括\_\_\_\_\_电势和\_\_\_\_\_电势两部分；热电偶的\_\_\_\_\_定律为热电偶制定分度表提供了理论依据；根据\_\_\_\_\_定律，可允许采用第三种材料的导线连接热电偶。
6. 压电式传感器的输出须先经过前置放大器处理，此放大电路有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种形式。压电式传感器在使用电压放大器时，连接电缆长度会影响系统\_\_\_\_\_；而使用电荷放大器时，其输出电压与传感器的\_\_\_\_\_成正比。
7. 电感式传感器是以电和磁为媒介，利用电磁感应原理将被测非电量如压力、位移、流量等非电量转换成线圈\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_的变化，再由测量电路转换为电压或电流的变化量输出的装置。
8. 应变片温度补偿的措施有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。



9.国家标准（GB 7665-1987）中传感器定义为能够感受规定的\_\_\_\_\_并按照一定规律转换成\_\_\_\_\_的器件或装置；传感器一般由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 3部分组成。

## 二、单项选择题（每小题 2 分，共 2×10=20 分）

1.利用电桥进行温度补偿，补偿片的选择是（ ）。

- A 与应变片相邻，且同质的工作片
- B 与应变片相邻，且异质的工作片
- C 与应变片相对，且同质的工作片
- D 与应变片相对，且异质的工作片

2.下列对传感器动态特性的描述正确的是（ ）。

- A 一阶传感器的时间常数  $\tau$  越大，其工作频带越宽
- B 二阶传感器的固有频率  $\omega_0$  越小，其工作频带越宽
- C 一阶传感器的时间常数  $\tau$  越小，其响应速度越快。
- D 二阶传感器的固有频率  $\omega_0$  越小，其响应速度越快。

3.传感器的下列指标全部属于静态特性的是（ ）。

- A 线性度、灵敏度、阻尼系数
- B 幅频特性、线性度、稳态误差
- C 灵敏度、重复性、漂移
- D 精度、时间常数、重复性

4.石英晶体和压电陶瓷的压电效应对比正确的是（ ）。

- A 压电陶瓷比石英晶体的压电效应明显，稳定性也比石英晶体好
- B 压电陶瓷比石英晶体的压电效应明显，稳定性不如石英晶体好
- C 石英晶体比压电陶瓷的压电效应明显，稳定性也比压电陶瓷好
- D 石英晶体比压电陶瓷的压电效应明显，稳定性不如压电陶瓷好

5.传感器能感知的输入变化量越小，表示传感器的（ ）。

- A 线性度越好
- B 迟滞越小
- C 重复性越好
- D 分辨力越高

- 6.当光电管的阳极和阴极之间所加电压一定时,光通量与光电流之间的关系称为光电管的( )。
- A 伏安特性 B 光电特性 C 光谱特性 D 频率特性
- 7.超声波传感器的声波频率( )。
- A 低于 16Hz B 低于 10kHz  
C 高于 10kHz D 高于 20kHz
- 8.通常能够产生压磁效应的物质是( )。
- A 金属 B 陶瓷 C 铁磁材料 D 高分子
- 9.SnO<sub>2</sub> 和 ZnO 半导体材料常用于( )
- A 气敏传感器 B 电感式传感器  
C 光电传感器 D 电阻式传感器
- 10.将一支灵敏度为 0.08 mV/°C 的热电偶与电压表相连,电压表接线端处温度为 50°C。电压表上读数为 60mV,则热电偶热端温度为( )°C。
- A 700 B 750 C 850 D 800

### 三、简答题(每小题 6 分,共 6×5=30 分)

- 1.何谓电涡流效应?怎样利用电涡流效应进行位移测量?
- 2.试说明什么是电容式传感器的边缘效应?如何消除?
- 3.试写出恒定磁通式磁电感应传感器的感应电动势和运动速度之间的关系,并说明其灵敏度和振动频率的关系。
- 4.请画出压电传感器在实际应用中的电荷源等效电路。压电传感器测量电路的主要作用是什么?
- 5.试说明如图 1 所示的应变式加速度传感器的工作原理。

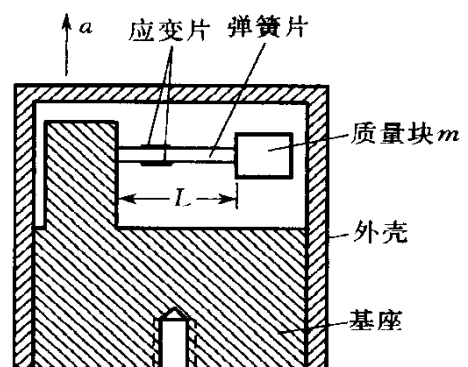


图 1

四、综合题（共 70 分）

1. (15 分) 如图 2 所示气隙型电感传感器，衔铁断面积  $S = 4 \times 4 \text{mm}^2$ ，气隙总长度  $l_\sigma = 0.8 \text{mm}$ ，衔铁最大位移  $\Delta l_\sigma = \pm 0.08 \text{mm}$ ，激励线圈匝数  $N = 2500$  匝，导线直径  $d = 0.06 \text{mm}$ ，真空磁导率  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$ ，电阻率  $\rho = 1.75 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 。忽略漏磁及铁损。要求计算：

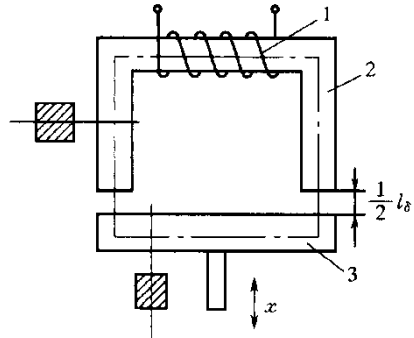


图 2

(1) 线圈电感值；(4 分)

(2) 将上述电感传感器接入如图 3 所示的调频电路，图中  $C = 1 \mu\text{F}$ ，试求其振荡频率；(4 分)

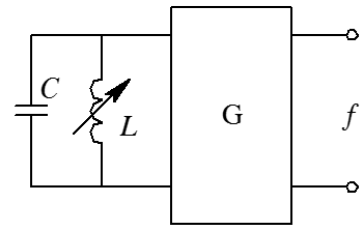


图 3

(3) 若图 2 中的衔铁往上移动了  $0.08 \text{mm}$ ，求图 3 中的频率变化量。(7 分)

2. (15 分) 已知:有四个性能完全相同的金属丝应变片(应变灵敏系数  $K=2$ )，将其粘贴在梁式测力弹性元件上，如图 4 所示。在距梁端  $b$  处应变计算公式： $\varepsilon = \frac{6pb}{ewt^2}$ ，设力  $p = 100 \text{kg}$ ， $b = 100 \text{mm}$ ， $t = 5 \text{mm}$ ， $w = 20 \text{mm}$ ， $e = 2 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 。求：

(1) 在梁式测力弹性元件距梁端  $b$  处画出四个应变片粘贴位置，并画出相应测量桥路原理图；(4 分)

(2) 求出各应变片电阻相对变化量；(4 分)

(3) 若桥路电源电压为  $6 \text{V}$ 、负载为无穷大时，此时桥路输出电压  $U_0$  是多少？(3 分)

(4) 这种测量法对环境温度变化是否有补偿作用？为什么？(4 分)

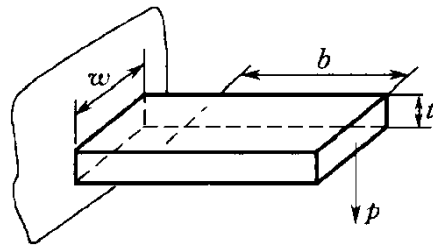


图 4

3. (10 分) 一台变极距非接触式电容测微仪, 其传感器的极板半径  $r=4\text{mm}$ , 介电常数为  $8.85 \times 10^{-12}\text{F/m}$ , 假设与被测工件的初始间隙  $d_0=0.3\text{mm}$ 。试求:

- (1) 若传感器与工件的间隙变化量  $\Delta d=\pm 10\mu\text{m}$ , 若近似线性关系, 问电容变化量为多少? (4 分)
- (2) 此时非线性误差为多少? (3 分)
- (3) 若测量电路的灵敏度为  $K_u=100\text{mV/pF}$ , 则当  $\Delta d=\pm 1\mu\text{m}$  时的输出电压为多少? (3 分)

4. (10 分) 已知某压电式传感器测量最低信号频率  $f = 1\text{Hz}$ , 现要求在  $1\text{Hz}$  信号频率时其灵敏度下降不超过 5%, 若采用电压前置放大器输入回路总电容  $C_i = 500\text{pF}$ 。

- (1) 求该前置放大器输入总电阻  $R_i$  是多少? (6 分)
- (2) 可以采取哪些措施提高该传感器的最低测量频率? (4 分)

5. (10 分) 图 5 为利用超声波测量流体流量的原理图, 设超声波在静止流体中的流速为  $c$ , 顺流时测得超声波传输时间  $t_1$ , 逆流时测得超声波传输时间  $t_2$ , 超声波传感器 1 和 2 的距离为  $L$ 。

- (1) 分析其工作原理; (4 分)
- (2) 求流体的流速  $v$ 。(6 分)

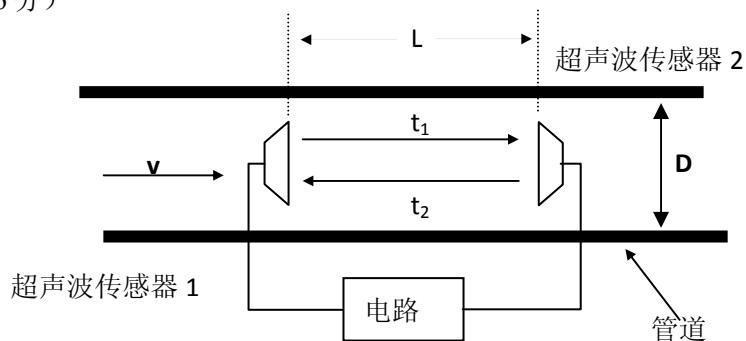


图 5

6. (10 分) 设计一种可用于测量液位的传感器,

- (1) 画出传感器结构示意图; (5 分)
- (2) 说明其基本工作原理。(5 分)

【完】

**中国计量学院**  
**2011 年攻读硕士学位研究生入学试题**

考试科目名称: 传感器技术 (一)

考试科目代码: 807

考生姓名: \_\_\_\_\_

考生编号: \_\_\_\_\_

**考生须知:**

- 1、所有答案必须写在**报考点提供的**答题纸上，做在试卷或草稿纸上无效。
- 2、答案必须写清题号，字迹要清楚，保持卷面清洁。
- 3、试卷、草稿纸必须随答题纸一起交回。

本试卷共 九 大题，共 四 页。

## 一、 物理概念或名词解释（每题 3 分，共 3×10=30 分）

- 1、分辨力、阈值、迟滞
- 2、幅频特性、相频特性
- 3、电阻应变效应和横向效应
- 4、寄生电容
- 5、霍尔效应
- 6、居里温度
- 7、压电陶瓷
- 8、光电效应
- 9、接触电动势、温差电动势
- 10、集成化智能传感器

## 二、 填空（每空 0.5 分，共 0.5×40=20 分）

1. 传感器一般由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 三部分组成。按构成原理可分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。按能量转换情况可分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。传感器的特性曲线一般是非线性的，为了\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的方便，希望得到线性关系。在非线性误差不太大的情况下，总是采用\_\_\_\_\_的办法来线性化。
2. 感应同步器可以看作一个\_\_\_\_\_随相对位移变化的变压器，其输出电动势与位移具有\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_的关系。它可以用来精密测量直线或转角位移，测量直线位移的称\_\_\_\_\_，测量转角位移的称\_\_\_\_\_。
3. 磁电式传感器按电磁感应原理可以分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_式两类，它们只适用于\_\_\_\_\_测量，直接测量的量是物体的\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_。若要测量位移或加速度，则要在测量电路中接入\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_。
4. 霍尔式传感器中的霍尔元件多用\_\_\_\_\_型半导体材料做成，它有四根引线，其中一对用于\_\_\_\_\_，另一对用于\_\_\_\_\_。霍尔元件的零位误差主要包

括\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等。

5. 由两种不同性质的导体 A、B 串接成闭合回路，若两接合点处的温度不同，则在两导体间产生热电势，并在回路中有一定大小的电流，这种现象称为\_\_\_\_\_。此闭合回路中两种导体称为\_\_\_\_\_；两个结点中，一个称\_\_\_\_\_，另一个称\_\_\_\_\_。

6. 由于声源在介质中施力方向与波在介质中传播方向的不同，声波的波型可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。超声波通常可以用压电材料的\_\_\_\_\_来产生。压电加速度传感器采用挑担剪切式结构是为了削弱由瞬变温度引起的\_\_\_\_\_，以减少温度变化引起的误差。

7. 传感器通过试验确立其输入量与输出量之间的关系称之为标定。传感器标定有两个含义。其一是\_\_\_\_\_；其二是\_\_\_\_\_。标定时，所用标准设备的精度通常要比待标定传感器的精度高\_\_\_\_\_。为确保传感器的性能，传感器使用一段时间后，通常为\_\_\_\_\_，或经修理后，要进行标定试验。

### 三、 选择题（每题 2 分，共 2×10=20 分）

1. 为获得较好的动态特性，在二阶传感器设计时，一般选择  $\xi$  \_\_\_\_\_。

- A.  $\xi > 1$       B.  $\xi = 1$       C.  $\xi = 0.6 \sim 0.7$       D.  $\xi = 0$

2. 若一只原固有频率为  $f_0$  的磁电式振动传感器，其等效弹簧系数从  $k$  变为  $\frac{1}{2}k$ ，则固有频率变为\_\_\_\_\_。

- A.  $\frac{1}{2} f_0$     B.  $2 f_0$     C.  $f_0$     D.  $\frac{1}{\sqrt{2}} f_0$

3. 电容式传感器在结构上加等位环的目的是为了（ ）。

- A. 补偿温度变化的影响      B. 减小寄生电容的影响  
C. 减小边缘效应的影响      D. 可以测量静态信号

4. 应变式传感器采用半桥差动等臂电桥转换电路时，若电源电压为  $U$  时，其输出电压  $U_0$  为（ ）。

- A.  $U_0 = U$     B.  $U_0 = \frac{1}{2} \frac{\Delta R}{R} U$     C.  $U_0 = \frac{1}{4} \frac{\Delta R}{R} U$     D.  $U_0 = \frac{\Delta R}{R} U$

5. 磁电感应式传感器将永久磁铁工作在最大磁能积上的目的是为了 ( )。
- A. 使传感器的体积最小                      B. 保证恒定磁通  
C. 可以直接测量角速度信号                  D. 可以直接测量速度信号
6. 磁弹性传感器利用了 ( ) 原理。
- A. 磁阻效应    B. 磁致伸缩效应        C. 压磁效应    D. 磁电感应效应
7. 若差动电感传感器磁芯位移与输出电压有效值关系曲线在零点总有一个最小输出电压, 称为 ( )。
- A. 热噪声电压    B. 参考电压    C. 测量信号电压    D. 零点残余电压
8. 电机轴上安装一个 10 个齿的调制盘, 当电机以  $60\pi$  的角速度转动时, 光电二极管的输出信号频率是\_\_\_\_\_。
- A. 300Hz    B. 180 Hz    C. 450Hz    D. 150Hz
9. 气敏传感器中的加热器是为了\_\_\_\_\_。
- A. 去除吸附在表面的气体    B. 去除吸附在表面的油污和尘埃  
C. 去除传感器中的水分        D. 起温度补偿作用
10. 为了提高压电式加速度传感器的频响范围, 一般通过\_\_\_\_\_来实现。
- A. 减小系统的阻尼力              B. 增加压电元件的质量  
C. 增加弹簧的刚度                  D. 用双晶片工作

#### 四、(15 分)

(1)应变式传感器为什么要进行温度补偿? (2)证明按图 1 所示的电桥补偿电路, 其输出电压  $U_0$  与温度变化无关。其中  $R_1$  为工作应变片, 安装在被测试件上,  $R_B$  为特性与  $R_1$  相同的补偿片, 安装在补偿件上, 不承受应变。



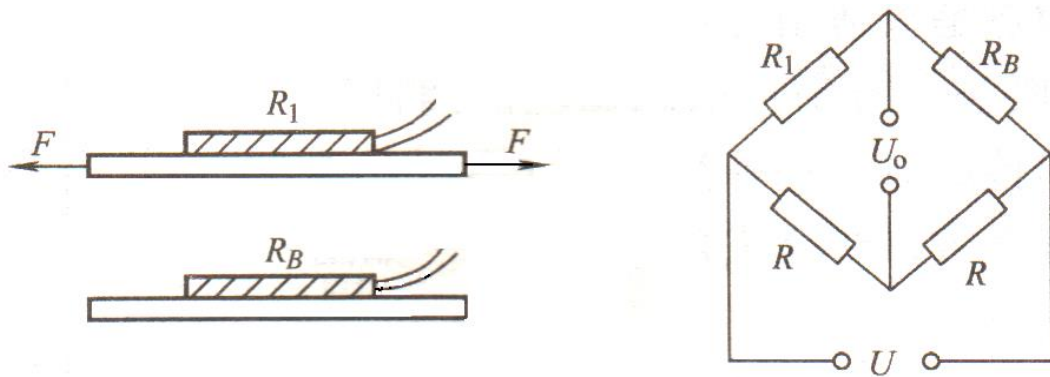


图 1 电桥补偿法

五、(15 分)

(1)自感式传感器有哪几种结构形式？(2)各有何优缺点？(3)用变压器电桥作转换电路时，采用哪些技术能得到与位移成正比的直流信号？

六、(10 分)

一平板线位移电容传感器，两平板相对覆盖部分的宽度为 5mm，两极板间隙为 0.5mm，极板间介质为空气，试求其灵敏度？若采用此测量 0~2mm 的位移，则电容最大变化量是多少？ $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$ 。

七、(15 分)

(1)电荷放大器有何优点？(2)分析并证明电压放大电路的输出与连接电缆的长度有关，电荷放大电路的输出与连接电缆的长度无关。

八、(15 分)

(1)叙述莫尔条纹的形成原理及其特性。(2)怎样才能利用莫尔条纹获得依次相差  $\pi/2$  的四路电信号？

九、(10 分)

设计一用于包装流水线的计数传感器，画出原理示意图并就传感器的工作原理、转换电路等进行重点论述。

【完】

一、 物理概念或名词解释（每题 3 分，共 3×10=30 分）

1. 传感器的静特性、动特性
2. 线性度、迟滞
3. 校准（或标定）
4. 压阻效应
5. 零点残余电压
6. 霍尔效应
7. 光电池
8. 数字式传感器、模拟式传感器
9. MEMS 微机电系统
10. 压电效应

二、 填空（每空 0.5 分，共 0.5×40=20 分）

1. 传感器是将被测的\_\_\_\_\_转换成与之对应的易于处理的\_\_\_\_\_输出的一种测量装置。传感器通常由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三部分组成，有时还需\_\_\_\_\_。
2. 电阻丝做成应变栅后，由于在圆弧端受\_\_\_\_\_的影响，其与直线段的应变状态不同，其灵敏系数\_\_\_\_\_，这种现象称为\_\_\_\_\_。为了减少由此引起的测量误差，一般多采用\_\_\_\_\_。为了测量应变电阻的微小变化，通常采用\_\_\_\_\_电路，实现信号转换。为使测量电路的电压灵敏度最大，桥臂电阻比为\_\_\_\_\_。当采用单个应变片工作时，电桥存在非线性误差，为减小非线性误差，常采用的措施为\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_。
3. 感应同步器可以看作耦合系数随相对位移变化的变压器，其输出电动势与位移之间具有\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_的关系。利用电路对感应电动势进行适当的处理，就可以得到被测位移。从信号处理的方式来说，可以分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种。
4. 磁电感应式传感器只适用于\_\_\_\_\_测量，可直接测量振动物体的\_\_\_\_\_或旋转体的\_\_\_\_\_。如果在其测量电路中接入\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_，就可以用来测量位移或加速度。磁电感应式传感器一般采用\_\_\_\_\_产生恒定直流磁场。根据工作



- A.  $0.2\mu\text{m}$       B.  $0.01\mu\text{m}$       C.  $0.1\mu\text{m}$       D.  $0.05\mu\text{m}$

8. 光栅常数为  $0.05\text{mm}$ ，表明其每毫米的刻线数为 ( )

- A. 5      B. 100      C. 500      D. 20

9. 电容式传感器采用“驱动电缆”技术的目的是为了 ( )。

- A. 补偿温度变化的影响      B. 减小寄生电容的影响  
C. 减小边缘效应的影响      D. 可以测量静态信号

10. 挑担剪切式压电加速度传感器能有效地减少 ( ) 的影响。

- A. 热电效应      B. 逆压电效应      C. 霍尔效应      D. 热释电效应

#### 四、(10分)

一应变式传感器采用等臂电桥转换电路，若该应变片受到  $5000\mu$  微应变的作用，已知电桥测量应变时的非线性误差为 1%，求该应变片的灵敏度系数。

#### 五、(15分)

差动变压器式传感器的转换电路采用变压器桥路，如图 5-1 所示。假设衔铁下移时， $Z_1 = Z_0 - \Delta Z$ ， $Z_2 = Z_0 + \Delta Z$ ，证明：输出电压  $\dot{U}_0$  与传感器阻抗的变化量  $\Delta Z$  成正比 (12分)。

由于输出信号是交流的，问采用什么电路可以辨别衔铁位移的方向 (3分)？

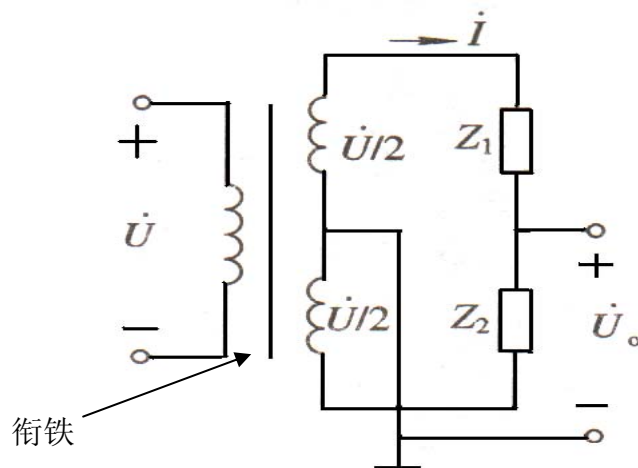


图 5-1 差动变压器桥路

## 六、(15分)

在使用热电偶时，为什么要进行冷端补偿(5分)?以电位补偿法为例，论述其补偿原理(10分)。

## 七、(20分)

论述莫尔条纹形成的光学原理和三个特性(10分);如何辨别测量位移的方向和提高测量精度(10分)?

## 八、(10分)

说明气敏传感器的工作原理(6分);气敏传感器有哪几种类型?(4分)

## 九、(10分)

设计一个超声波液位测量方法，画出测量的原理图，并简述各部分的工作原理。

**【完】**



一、填空（每空 1 分，共 1×30=30 分）

- 1、传感器非线性误差大小与输入输出拟合直线有关，请写出常用的三种拟合方法：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。传感器的阈值定义是\_\_\_\_\_。
- 2、传感器的频率特性是指输入不同频率的正弦信号时，输出信号的变化情况，包括\_\_\_\_\_特性和\_\_\_\_\_特性两部分。
- 3、电涡流式传感器是基于涡流效应进行工作的，要形成涡流必须具备两条件：\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 4、磁电感应式传感器是利用\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的相对运动而在导体两端输出感应电动势进行工作的。
- 5、霍尔元件的零位误差主要包括\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 6、石英晶体有三个晶轴，在电场作用下，沿\_\_\_\_\_轴机械变形最明显。压电陶瓷经\_\_\_\_\_处理后才具有压电效应。
- 7、光电器件按探测原理分有两类，分别是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。两者最大区别是\_\_\_\_\_。
- 8、线阵电荷耦合器件主要由\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等部分组成。
- 9、在谐振式传感器中，振子的谐振频率与\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_有关。
- 10、MOS 二极管气敏器件是\_\_\_\_\_—\_\_\_\_\_—\_\_\_\_\_三层结构。
- 11、功能型光纤传感器是表征光波特性的参量与被测量具有一定的关系实现测量，对应的被测量对光的调制方式有\_\_\_\_\_调制型，\_\_\_\_\_调制型和光偏振态调制型。
- 12、光电倍增管结构包括三部分：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。



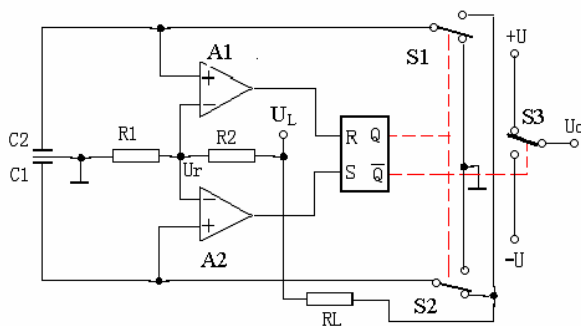


### 三、简答题（每题 5 分，共 $5 \times 6 = 30$ 分）

- 1、什么是传感器的标定，静态标定和动态标定分别确定哪些技术指标。
- 2、什么是电阻应变片的温度误差，并说明引起温度误差的原因。
- 3、什么是光子探测器的红限频率，如何确定红限频率。
- 4、金属应变片和半导体应变片在工作原理上有何不同。
- 5、什么是电容传感器的边缘效应，如何减小边缘效应。
- 6、电涡流式传感器的线圈可分别采用高频和低频激励，请分别说明高频和低频涡流传感器产生的涡流特点，对应传感器在结构上的差异。

### 四、综合题（共 70 分）

- 1、差动电容传感器采用的差动脉冲调宽电路如图所示，请说明电路工作过程，分别画出输出电压  $U_0$ ，电容  $C_1$  上电压  $U_{C1}$ ，电容  $C_2$  上电压  $U_{C2}$  在  $C_1 = C_2$  和  $C_1 > C_2$  情况下随时间变化的波形，并计算输出电压  $U_0$  的平均值。（15 分）



- 2、变磁通式转速传感器输出电动势的变化频率  $f = 120\text{Hz}$ ，测量齿盘的齿数  $Z = 48$ ，求：
  - (1) 被测轴的转速是每分钟多少转？
  - (2) 在上述情况下，如果计数装置的每秒计数误差为  $\pm 1$  个数字，其转速误差是每分钟多少转？（10 分）

3、已知某霍尔元件尺寸长  $l=100\text{mm}$ ，宽  $b=3.5\text{mm}$ ，厚  $d=1\text{mm}$ 。沿  $l$  方向通以电流  $I=1.0\text{mA}$ ，在垂直于  $lb$  方向上加均匀磁场  $B=0.3\text{T}$ ，输出霍尔电势  $U_H=6.55\text{mV}$ 。求该霍尔元件的灵敏度系数  $K_H$  和载流子浓度  $n$  是多少？（电子电荷量  $e=1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ ）（10 分）

4、设三种制造热电偶的材料 A、B、C，两两配对后的热电势分别为： $E_{AB}(T, T_0)$ 、 $E_{BC}(T, T_0)$ 、 $E_{AC}(T, T_0)$ 。试证明： $E_{AB}(T, T_0) = E_{AC}(T, T_0) - E_{BC}(T, T_0)$ 。并说明这一公式的工程实际意义。（10 分）

5、画出变气隙型自感式传感器原理示意图，假设铁心部分磁阻远小于空气隙磁阻，通过一定的数学推导说明采用差动测量的优点。（10 分）

6、请设计两种位移传感器，一种用于测量小位移，一种用于测量大位移，要求画出传感器结构图，说明工作原理和转换电路。（15 分）

**【完】**

一、填空（每空 1 分，共 1×30=30 分）

- 1、根据传感器的能量转换情况，可以分为有源型和无源型，请写出两种有源型传感器：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_，请写出两种无源型传感器：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。
- 2、一阶传感器的动态特性主要与参数\_\_\_\_\_有关，二阶传感器的动态特性主要与参数\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_有关。
- 3、应变片测量时由于环境温度变化会引起测量误差，补偿温度误差可采用的方法有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 4、电感式传感器是利用线圈的\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_的变化实现测量的一种装置。感应同步器也是电感式传感器的一种，其信号处理方式可分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种。
- 5、为消除和减小电容式传感器的边缘效应，可采用方法有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 6、磁电感应式传感器两个基本元件是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_；当用变磁通式传感器测轴转速时，若轴上齿轮齿数为  $z$ ，输出信号变化频率为  $f$ （单位：Hz），则轴的转速为\_\_\_\_\_（单位：r/min）。
- 7、光电器件按探测原理可分为热探测器和光子探测器两种。热探测器常用的有测辐射热电偶，\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 8、原始的压电陶瓷材料没有压电性，陶瓷烧结后有自发的电偶极矩，称为\_\_\_\_\_，经极化处理后才具有压电效应，极化处理方法是\_\_\_\_\_。
- 9、当光栅常数和栅线夹角不同时，可以得到不同的莫尔条纹图案，长光栅中应用较多的莫尔条纹是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种。
- 10、光纤的结构通常是三层：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和套层。光纤的传光基础是\_\_\_\_\_。
- 11、磁敏电阻是基于\_\_\_\_\_进行测量的，其原理是指\_\_\_\_\_，磁敏电阻形状通常是\_\_\_\_\_。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/996114151015011005>