

电子科技大学

2005 年攻读硕士学位研究生入学

试题科目：418 电子测量原理

一、填空题（每小题 2 分，共 30 分）

1. 根据测量误差的性质和特点，它们可分为_____、_____和_____三大类。
2. 测量中的随机误差大多接近于正态分布，这是因为测量中的随机误差理论上通常符合概率论中的_____定理。
3. 某被测电压实际值为 A ，用满度为 X_m 的多用表测量，测得读数为 X ，则其分贝误差的计算式为_____。
4. 使用电子计数器测量周期时，可以采用多周期测量法提高精度，即将被测信号周期扩展 N 被后进行测量，这样测得的周期精度指标提高_____倍；也可以采用 N 次测量求平均的方法提高精度，这种方法其精度将提高_____倍。
5. 模拟示波器的水平通道主要由_____、_____和 X 放大器等组成。
6. 模拟单线示波器实现多踪显示通常有两种方式：_____方式和_____方式。
7. 计数器直接测频时的误差来源主要有两项：_____误差和_____误差。
8. 短期频率稳定度的表征通常有两种，即时域内用_____表征，频域内用_____表征。
9. DVM（数字电压表）对共模干扰的抑制能力用共模干扰抑制比（CMR）表征，定义为 $CMR(dB) = \frac{A_{cm}}{A_{dm}}$ 。其中，分母表示_____。
10. 利用一个恒流源通过被测电阻，并测量电阻两端的电压，可实现电阻的测量。采用恒流源法测量电阻时，通常有两种模式：_____模式和_____模式。其中，_____模式对低电阻测量提供了较高的准确度。
11. 扫频外差式频谱仪的静态分辨率表征了能够将_____分辨出来的能力，它主要由_____的带宽决定。
12. 锁相环在环路保持锁定的条件下，我们把输入频率所允许的最大变化范围定义为锁相环的_____。该指标是表征环路_____性能的重要参数。

13. YIG (钇铁石榴石) 是一种单晶铁氧体材料, YIG 振荡器在测量仪器中被广泛用作_____。

14. 已知 $y = x_1^a x_2^b$ 且 x_1, x_2 服从正态分布, 则 y 与 x_1, x_2 之间的相对误差的关系为_____。

15. 用两种方法测量某电压, 第一种方法测得 $V_1=10.3\text{V}$, 标准偏差 $\sigma_1=0.2\text{V}$; 第二种方法测得 $V_2=10.1\text{V}$, 标准偏差 $\sigma_2=0.1\text{V}$ 。则该电压的无偏估计值 $V=$ _____, 标准偏差 $\sigma=$ _____。

二、选择题 (在每小题的 4 个备选答案中, 选出全部正确答案, 并将其号码填在题干的括号内。多选或错选得 0 分。每小题 2 分, 共 30 分)

- 在测量条件不变的情况下, 测量随机误差通常具有以下特点 ()。
 - 多次测量平均的抵偿性
 - 产生正负误差的对称性
 - 误差取值的有界性
 - 相同测量条件下的恒定性
- 马林科特判据主要用于判断 ()。
 - 周期性系统误差
 - 累进性系统误差
 - 恒值系统误差
 - 粗大误差
- 采用通用电子计数器测量频率比 $\frac{f_A}{f_B}$ 时, 若 $f_B \gg f_A$ 时, 门控信号应由 () 产生。
 - f_A 信号放大整形后的信号
 - f_B 信号放大整形后的信号
 - 晶体振荡器产生的信号
 - 晶体振荡器产生的信号分频后的信号
- 示波器中设计触发电路的目的是 ()。
 - 保证被测信号与扫描电压同步
 - 保证扫描电压周期等于被测电压周期的整数倍
 - 实现连续扫描功能
 - 保证被测电压周期等于扫描电压周期的整数倍
- 逐次逼近比较式 DVM (数字电压表) 的测量时间主要取决于 ()。
 - 基准电压
 - 时钟频率
 - 被测电压大小
 - 转换位数
- 间接频率合成法采用的基本电路是 ()。
 - 扫描发生器环
 - 取样环路
 - 扫频电路
 - 锁相环路
- 直接数字频率合成 (DDS) 与间接频率合成比较, 其优点是 ()。
 - 频率分辨力高
 - 频率切换的速度快
 - 合成频率高
 - 信号的频谱纯度高
- 利用示波器作时间的定量测量时应注意 ()。

- ①扫描速度开关及其“微调”旋钮的位置 ②灵敏度开关及其“微调”旋钮的位置
③扫描扩展开关的位置 ④灵敏度扩展开关的位置

9. 用一带宽为 100MHz 的示波器测量接近理想的某方波信号时, 显示出的信号波形上升时间 t_R 最接近的值为 ()

- ① 10 nS ② 5 nS ③ 3.5 nS ④ 1 nS

10. 关于功率电平, 下面定义正确的是 ()

- ① $P_w = 10 \lg \frac{P_x[mW]}{1mW}$, 单位 dBm ② $P_w = 20 \lg \frac{P_x[mW]}{1mW}$, 单位 dBm
③ $P_w = 10 \lg \frac{P_x[mW]}{1mW}$, 单位 dB ④ $P_w = 20 \lg \frac{P_x[mW]}{1mW}$, 单位 dB

11. 扫频外差式频谱仪不适合进行下面那种测量 ()

- ①谐波失真 ②调制边带 ③信号幅度谱 ④信号相位谱

12. 波形系数的正确定义是 ()。

- ① $\frac{\text{平均值}}{\text{有效值}}$ ② $\frac{\text{有效值}}{\text{平均值}}$ ③ $\frac{\text{峰值}}{\text{有效值}}$ ④ $\frac{\text{有效值}}{\text{峰值}}$

13. 下面 DVM (数字电压表) 中, 具有超量程能力的是 ()。

- ① 在 10V 量程上, 最大显示为 9.9999V 的某 DVM
② 在 10V 量程上, 最大显示为 19.999V 的某 DVM
③ 在 2V 量程上, 最大显示为 1.9999V 的某 DVM
④ 基本量程为 1V 或 10V, 且带有 $\frac{1}{2}$ 位 (如 $4\frac{1}{2}$ 位) 的所有 DVM

14. 关于阿仑方差, 下面说法正确的是 ()。

- ① 阿仑方差常用于表征频率准确度指标;
② 阿仑方差常用于表征频率长期稳定度指标;
③ 阿仑方差常用于表征频率短期稳定度指标;
④ 阿仑方差描述的是相邻两次频率差的起伏。

15. 在如图 1 所示的示波器输入衰减器中, 满足 () 时为最佳补偿。

- ① $R_1 C_1 = R_2 C_2$
② $R_1 C_2 = R_2 C_1$
③ $R_1 R_2 = C_1 C_2$
④ $R_1 / C_1 = R_2 / C_2$

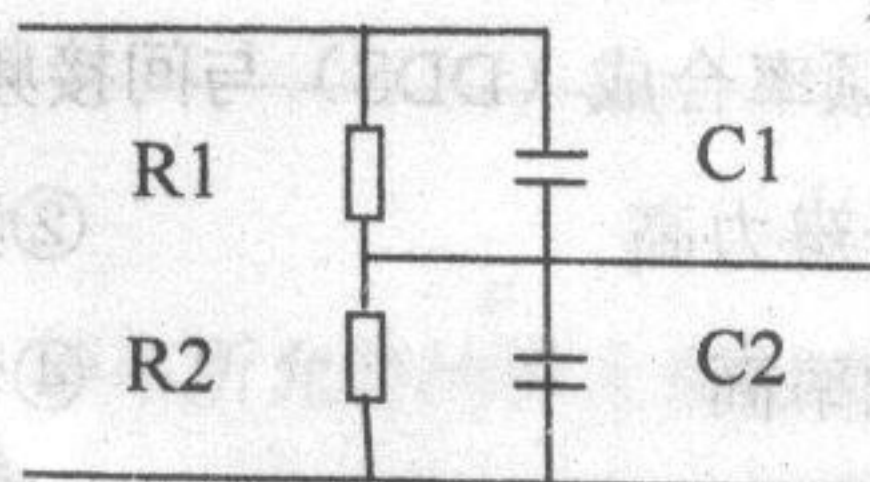


图 1

三、判断分析题（将下面说法中正确的划上“√”，错误的划上“×”，并简述理由。每小题 4 分，共 20 分。）

1. 对于 N 次等精度测量，算术平均值就是测量值的数学期望。（ ）
2. 取样示波器只适宜观测周期性的重复信号，而不适宜观测非周期的单次信号。（ ）
3. 为实现高频电压的高精度测量，通常采用均值电压测量法（放大-检波式）。（ ）
4. 电子计数器测频率时选择不同的闸门时间，不仅会改变测量分辨力，而且也会改变测量的准确度（不计时标误差）。（ ）
5. 采用点频测量或扫频测量技术都可以测量电路的静态和动态频率特性，但使用扫频测量速度更快。（ ）

四、简答题（每小题 6 分，共 24 分）

1. 简述用示波器测量频率稳定度的基本方法。
2. 画出外差式频谱分析仪的原理方框图，简述其基本原理，并说明这种频谱分析仪能否进行信号的实时检测和显示？
3. 模拟示波器的垂直通道有一个称为“延迟线”的电路，简述该电路的作用，并画出没有延迟线和加入延迟线后的正弦波形的显示效果。
4. 画出双斜式积分数字电压表的原理方框图及工作波形图，并说明其工作原理及其特点。

五、分析与计算题（1~2 小题每题 7 分，3~6 小题每题 8 分，共 46 分）

1. 一台 5 位 DVM，其准确度为 $\pm(0.01\%U_x + 0.01\%U_m)$ 。
 - (1) 假设用 1V 量程测量 0.5V 电压，求测量相对误差？
 - (2) 若基本量程为 10.0000V，其刻度系数（即每个字代表的电压量） e 为多少？
 - (3) 若该 DVM 的最小量程为 0.10000V，则其分辨力为多少？
2. 对某电感进行 10 次等精度测量，测得数值（单位为 mH）为：20.46, 20.52, 20.54, 20.47, 20.51, 20.45, 20.48, 20.55, 20.53, 20.49。
 - (1) 电感的最佳估计值及估计精度；
 - (2) 若要求置信概率为 99%，求该电感的真值在什么范围？（已知：在置信概率为 99%，自由度为 9 时， t 分布的置信系数为 3.25）。
3. 电子计数器测量一频率约为 8KHz 的信号频率，分别采用测频和测周两种方法，假设测频时频标为 10Hz，测周时时标为 0.1 μ s。
 - (1) 分别计算两种方法的量化误差，并指出采用那种方法更优？
 - (2) 在计数器时标和频标不变的情况下，说明哪个频率范围的信号采用测周法更佳？

4. 现用示波器观测一周期为 T 的正弦信号, 扫描电压波形分别如图 2 中的 a、b、c 所示, 请根据每一种扫描波形画出示波器屏上的显示波形。

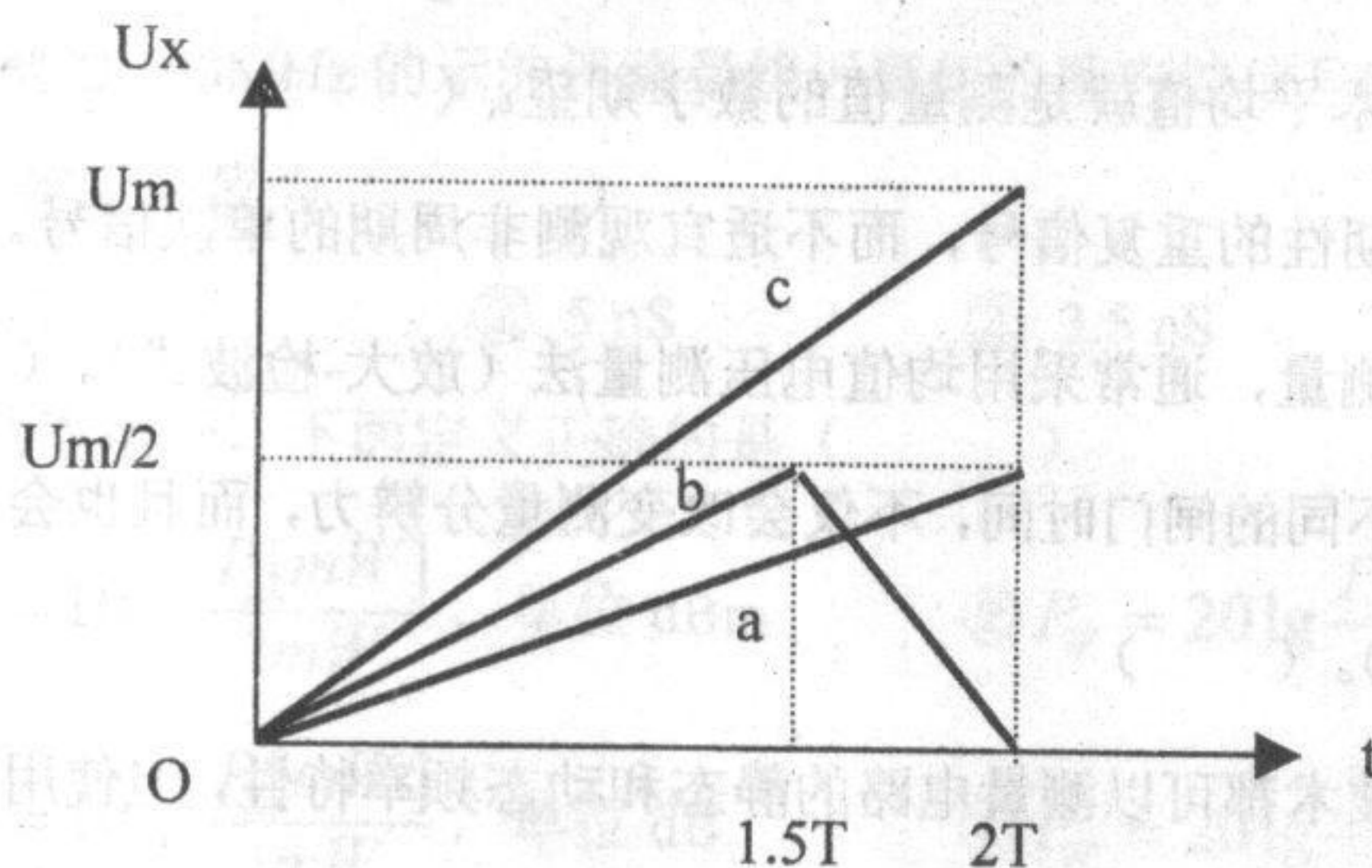


图 2

5. 如图 3 所示锁相环中, 若 $f_i = 1\text{MHz}$, $f_1 = 0 \sim 10\text{kHz}$ (以 1kHz 步进), $f_2 = 0 \sim 100\text{kHz}$ (以 10kHz 步进), 试计算输出频率 f_o 的变化范围。

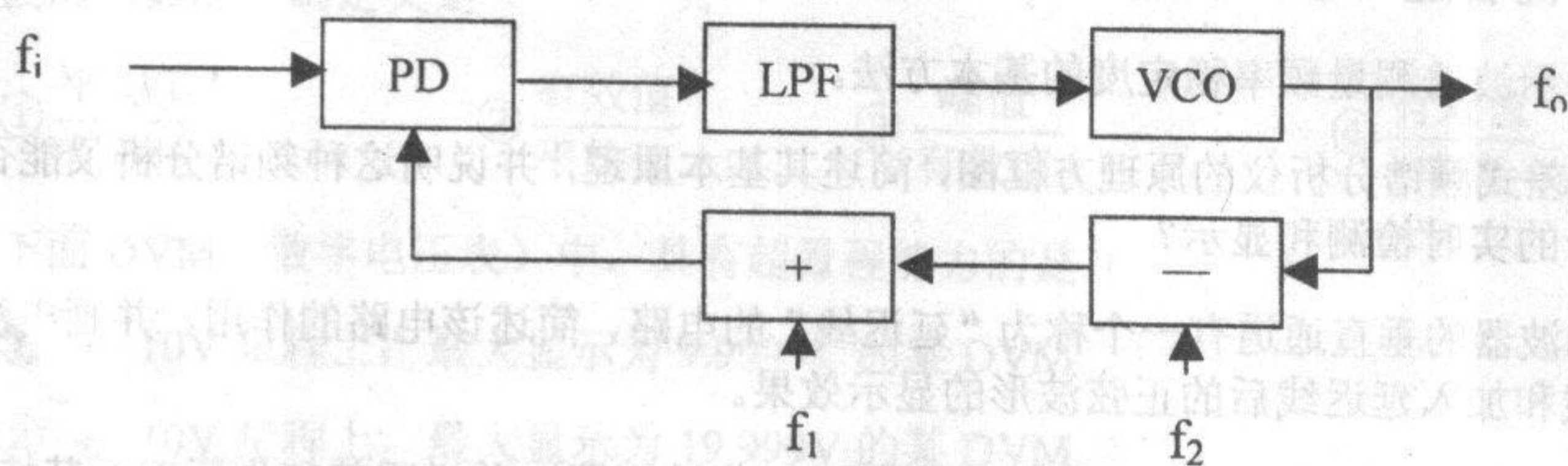


图 3

6. 图 4 表示一种计数器的原理框图

- (1) 指出该计数器的类别或名称;
- (2) 根据 f_x 、 f_0 及 P、Q 点的波形, 分析该计数器的基本原理;
- (3) 比较该计数器的在测频时的量化误差与通用计数器有何不同?

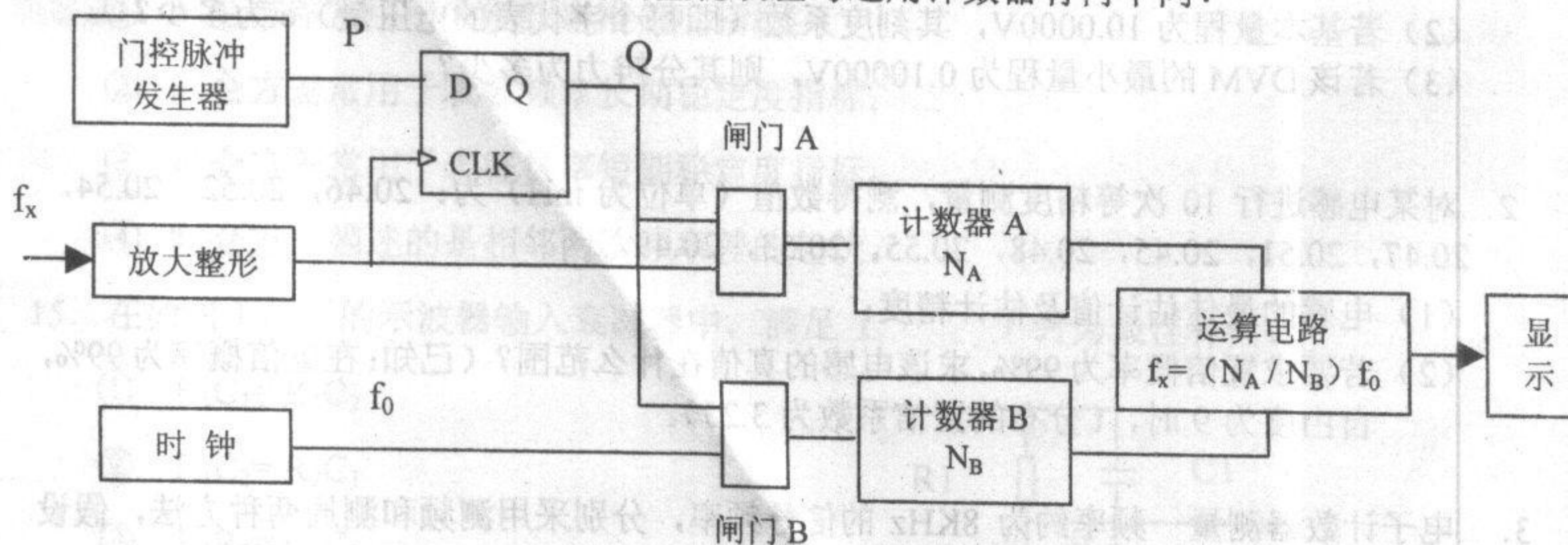


图 4