

第6章 数字化测量技术

- 6.1 概述
- 6.2 数据采集系统
- 6.3 电参量的数字化测量
- 6.4 频率、时间和相位的测量
- 6.5 电压、功率和电能等的测量

6.1 概述

- 随着生产和技术的不断发展，对测量技术也提出了一系列新的要求，其中最突出的就是与自动化技术和计算机技术相适应。数字化测量技术就是为了适应这种要求而发展起来的。
- 可以将数字化测量技术分为三个阶段：
- 第一阶段是基于数字电路的测量技术阶段；
- 第二阶段是基于微处理器的测量阶段；
- 第三阶段是基于数字信号处理技术的测量阶段。

6.1 概述

- 数字化测量技术的基本内容是将连续的模拟量转换成相应的量化的断续量，然后予以数字编码，进而传输、存储、显示或打印。因此，A/D转换器是数字化测量的核心部件。
- 数字测量不同于传统的以模拟量为基础的测量方式，它是
以离散的数字量为基础进行运算处理及显示的一种测量方式。

6.1 概述

(1) 数字量的概念

- 在自然界中随时间而连续变化的量统称为模拟量，而数字量是一种断续量即不连续量。

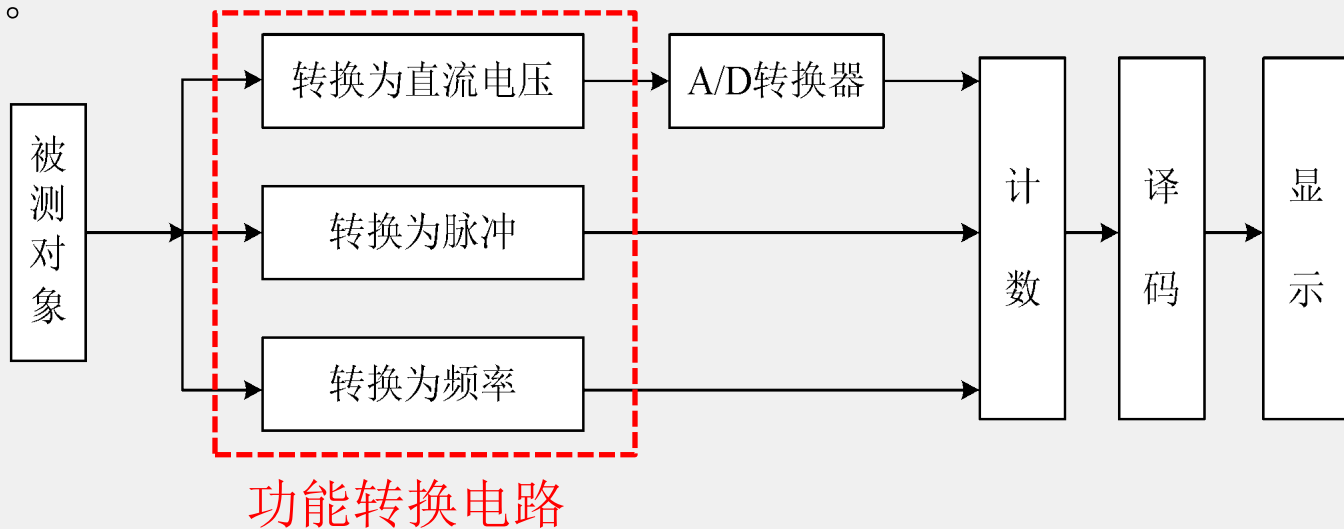
(2) 数字测量的特点

- ① 准确度高；
- ② 灵敏度高；
- ③ 测最速度快；
- ④ 不存在读数误差；
- ⑤ 测量过程自动化水平高；
- ⑥ 易于综合测量；
- ⑦ 数据易于存储和传输；
- ⑧ 与计算机结合，实现智能测量；
- ⑨ 不便于观察动态过程。

6.1 概述

(3) 数字式仪表的结构

数字式仪表主要由功能转换电路、模/数转换器、计数器或频率计等组成。

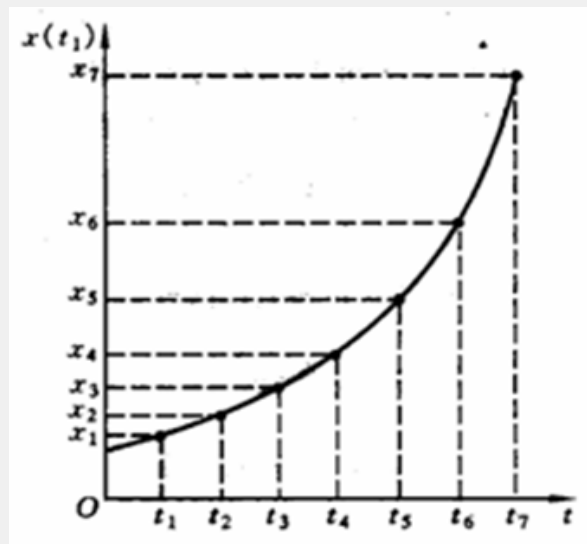


6.2 数据采集系统

1. 连续量的离散化

(1) 连续量的离散化

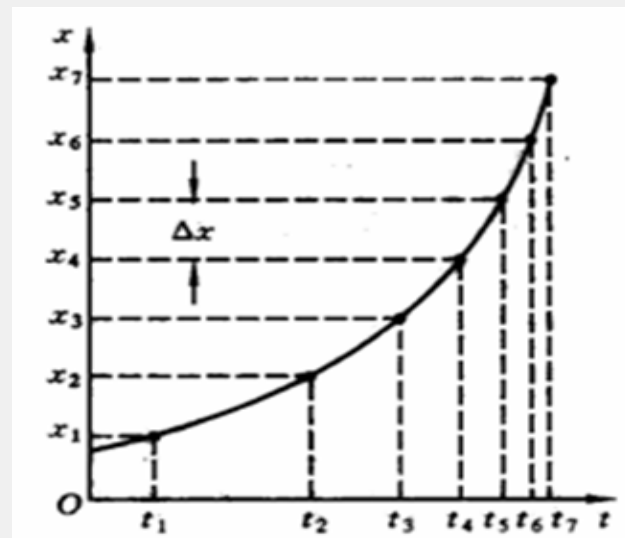
- 若以 Δt 为时间间隔增量，以 $t=0$ 为起点去测量出每个时间所对应的量 $x(t_i)$, $i=0, 1, 2, 3, \dots$, 在时间 T 内可以得到若干个在时间上离散化的量 (x_i) 。



6.2 数据采集系统

(2) 连续量的量子化

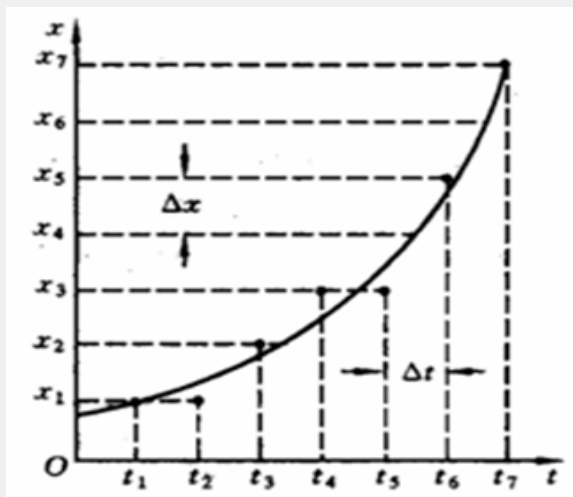
□ 与离散化相对应，若以固定量值 Δx 为量距增量，以 $x(t) = 0$ 为起点去测量该连续函数的输出量，可以在 x 界内得到若干个 x_i ， $i=0, 1, 2, 3, \dots$ ，这些量称为量子化的量。



6.2 数据采集系统

(3) 连续量的离散化和量子化

- 在一般的数字测量中，一个连续的被测量通常每隔一定的时间间隔 Δt 被量化一次；而每次又以固定的 Δx 为量距获得测量值，所以离散过程和量子化过程同时存在。



6.2 数据采集系统

2. A/D转换器

(1) A/D转换器的作用与分类

- A/D转换器是将模拟电压量转换为数字量的器件，按其内部工作机理的不同，可以分为并行A/D转换器，双斜积分式A/D转换器，逐位比较式A/D转换器和斜坡式A/D转换器等。

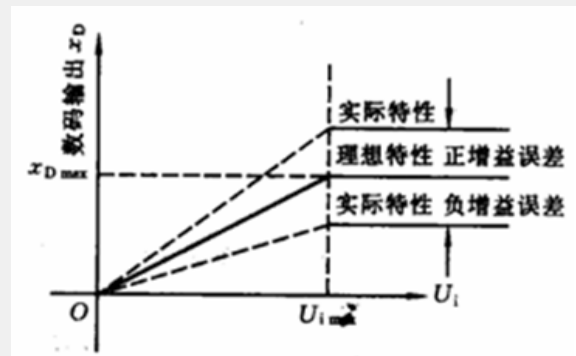
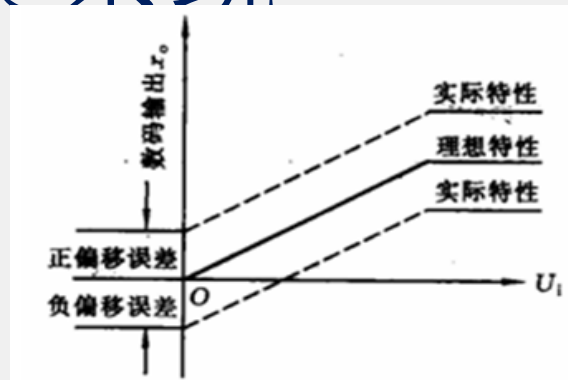
(2) A/D转换器的主要技术指标

- ① 绝对精度
- 指A/D转换器输出对应的模拟量值与实际的模拟量输入的接近程度，可以用绝对误差来表示。

6.2 数据采集系统

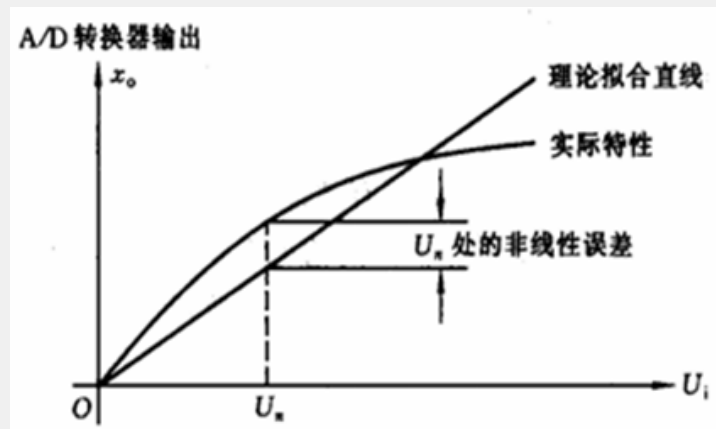
② 模拟误差

- **偏移误差**：指当A/D转换器的模拟输入量 $U_i=0V$ 时，器件的输出数字量值。
- **增益误差**：是指在偏移误差为0时，A/D转换器的实际输入/输出曲线与其理想特性曲线在满刻度时的偏差量。



6.2 数据采集系统

- **非线性误差**：指实际A/D转换器的输入/输出特性曲线与其理论拟和直线之间的偏差。
- ③ 转换时间
- 指完成一次A/D转换所需的时间。
- ④ 分辨率
- 指能够引起A/D转换器变化一个字的输入量的变化量。对于 n 位
- A/D转换器中，其分辨力为 $\frac{1}{2^n - 1}$ ，约等于 $\frac{1}{2^n}$ ，或直接称为 n 位分辨力。



6.2 数据采集系统

- ⑤ 其它参数

- A/D转换器的其它参数还有：输入电阻、共模抑制比、共模范围
输入电压、供电电源、运行温度、逻辑输出电平、温度系数等。

6.2 数据采集系统

3. 采样保持电路

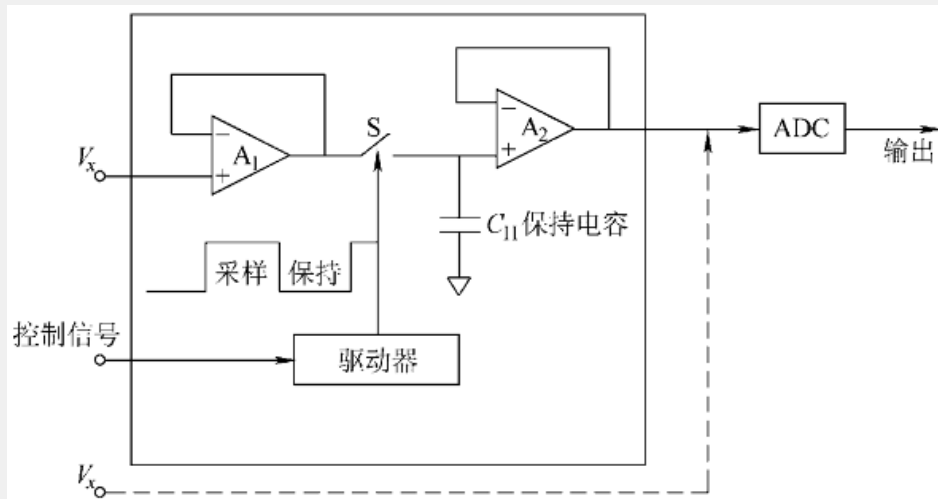
(1) 采样保持器的作用

就是捕获模拟输入量在采样时刻的数值，且将该数值维持不变送入A/D转换器输入口，维持时间至少大于A/D转换器的转换时间。

一个数据采集系统，如果在A/D转换器之前增加采样保持器，其所能处理的信号最高频率将大为提高。反之，所能处理的信号的最高频率是极其有限的。

6.2 数据采集系统

□ (2) 采样保持器的结构



S闭合-----采样； S断开-----保持。

6.2 数据采集系统

(3) 采样保持电路的主要参数

□ ① 孔径时间 (T_{AP}) :

在保持命令发出后，到逻辑输入控制的开关完全断开所需要的时间。

□ ② 孔径时间的不定性 (ΔT_{AP}) :

是孔径时间的变化范围。

□ ③ 捕捉时间 (ΔT_{AC}) :

采样保持器处于保持模式时，当发出采样命令，采样保持器的输出从所保持的值到当前输入信号的值所需时间。

□ ④ 保持电压的下降速率

在保持模式时，由于等效并联阻抗并非无穷大及保持电容的漏电流，使得电容慢速放电，引起保持电压的下降。

6.2 数据采集系统

4. 同步采样

(1) 直流采样与交流采样

a) 直流采样

直流采样是指将现场不断连续变化的模拟量先转换成直流电压信号，再送至A/D转换器进行转换，即A/D转换器采样的模拟量为直流信号。

b) 交流采样

指对交流电流和交流电压采集时，输入至A/D转换器的是与电力系统的一次电流和一次电压同频率、大小成比例的交流电压信号。

6.2 数据采集系统

(2) 同步采样

交流采样技术是按一定规律对被测信号的瞬时值进行采样，再按一定算法进行数值处理，从而获得被测量的测量方法。交流采样法包括同步采样法、准同步采样法、非同步采样法等几种

同步采样也称为跟踪采样，即为了使采样频率始终与系统实际运行的频率保持固定的比例关系，必须使采样频率随系统运行的频率的变化而实时地调整。

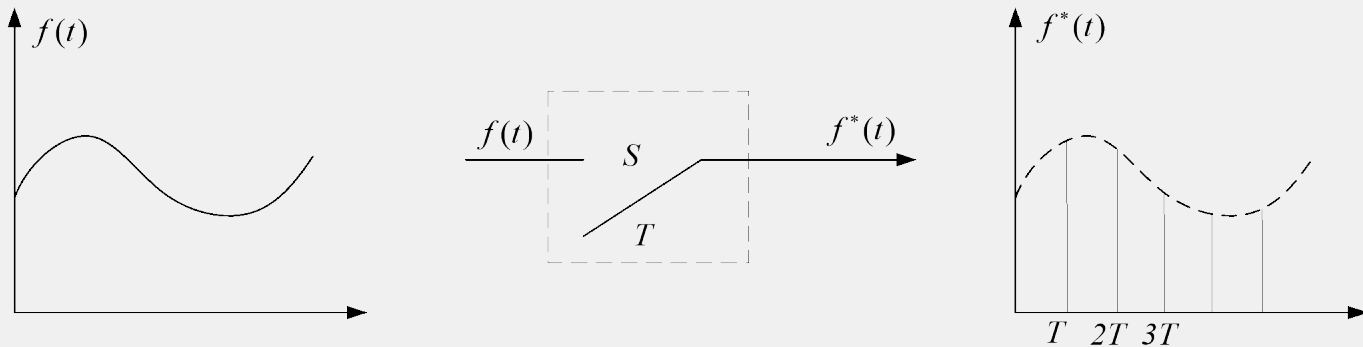
6.2 数据采集系统

- 这种同步采样方式实施的技术保障可利用**硬件测频设备或软件计算频率**的方法来配合实现。
- **硬件同步**由硬件同步电路向CPU提中断实现同步。硬件同步电路有多种形式，常见的如锁相环同步电路等。
- **软件同步**由定时器中断实现，它首先测量电网周期 T ，然后根据周期 T 和每周期内的采样点数 N 确定定时器的定时值 T/N 。

6.2 数据采集系统

(3) 采样定理（香农定理）

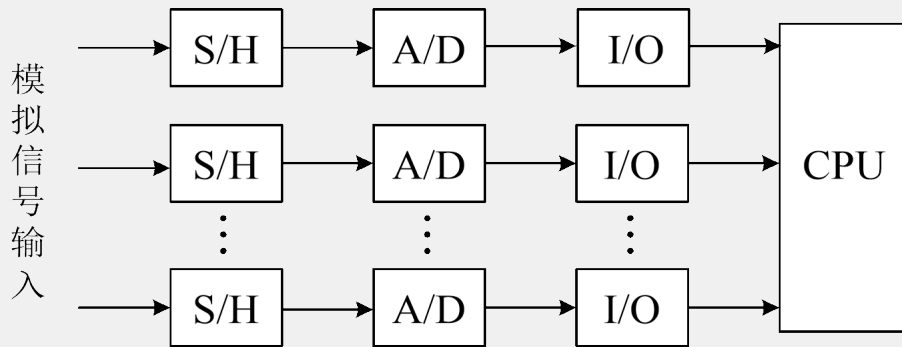
一个随时间连续变化的物理量 $f(t)$ ，得到一系列的脉冲序列 $f^*(t)$ ，它是离散的信号，称为采样信号。



6.2 数据采集系统

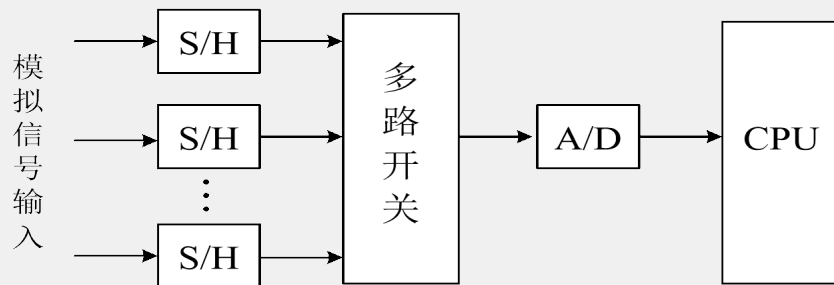
5. 多通道数据采集系统的几种结构形式

(1) 多通道A/D转换器

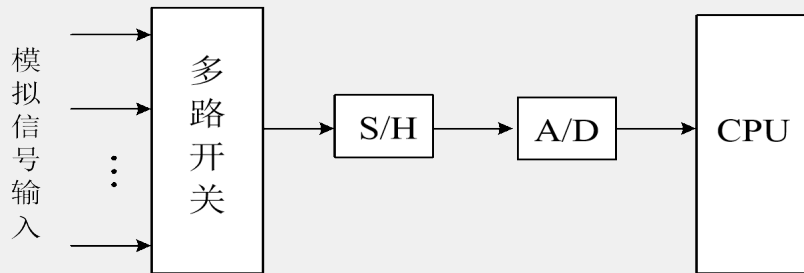


6.2 数据采集系统

(2) 单通道共享A/D转换器

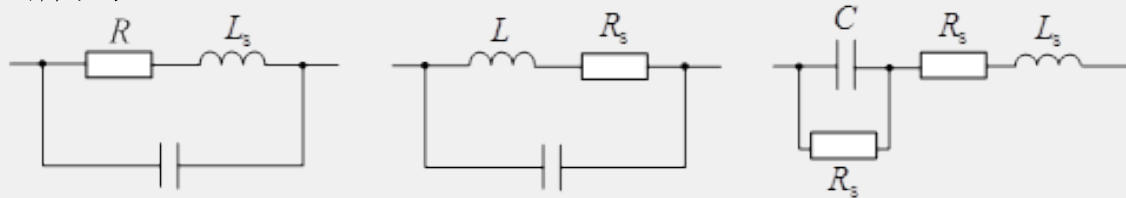


(3) 多通道共享采样保持器与A/D转换器



6.3 电参量的数字化测量

- 电参量的测量主要包括两大部分：
- 其一是对电路参数电阻、电容、电感的测量，也是描述网络和系统的重要参数。由于分布参数的影响，实际的电阻、电容、电感的等效电路如下图所示。

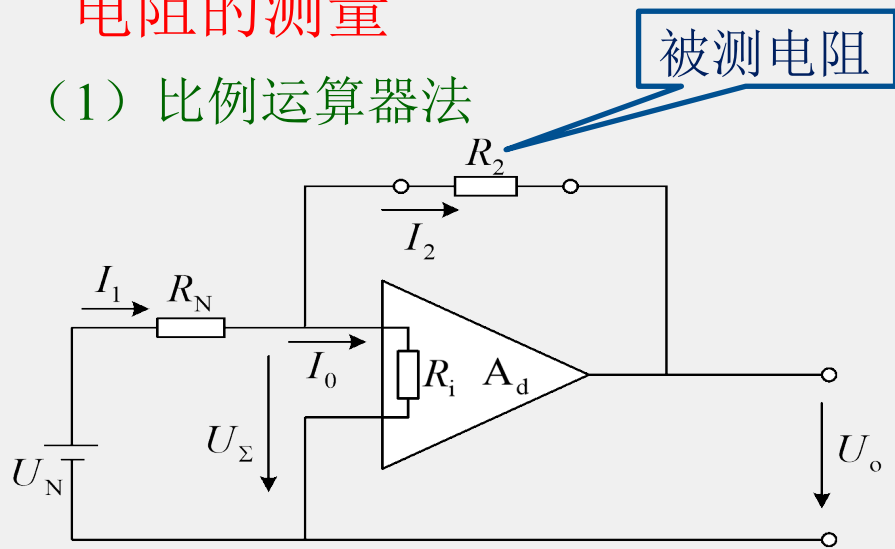


其二是对电气参数频率、相位、电压、电流、功率和电能等的测量。

6.3 电参量的数字化测量

1 电阻的测量

(1) 比例运算器法



$$A_d \rightarrow \infty \quad U_0 = -\frac{U_N}{R_N} R_2$$

$$I_1 = \frac{U_N - U_\Sigma}{R_N} \quad I_2 = \frac{U_\Sigma - U_0}{R_2}$$

$$I_0 = \frac{U_\Sigma}{R_i} \quad I_0 = I_1 - I_2$$

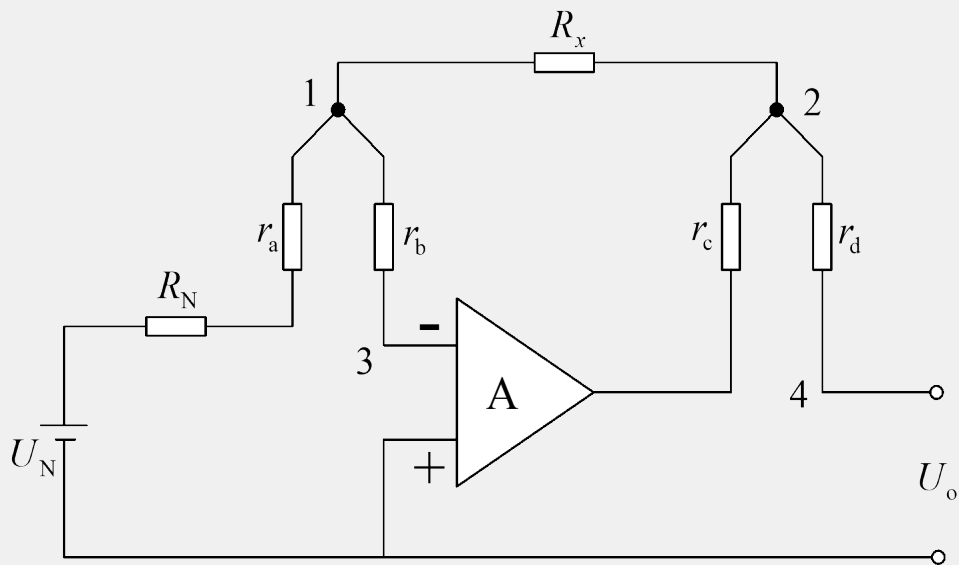
$$U_0 = -A_d U_\Sigma$$

$$\text{即: } \frac{U_\Sigma}{R_i} = \frac{U_N - U_\Sigma}{R_N} - \frac{U_\Sigma - U_0}{R_2}$$

$$U_0 = \frac{U_N}{\frac{1}{A_d} + \frac{R_N}{A_d R_i} + \frac{R_N}{A_d R_2} + \frac{R_N}{R_2}}$$

6.3 电参量的数字化测量

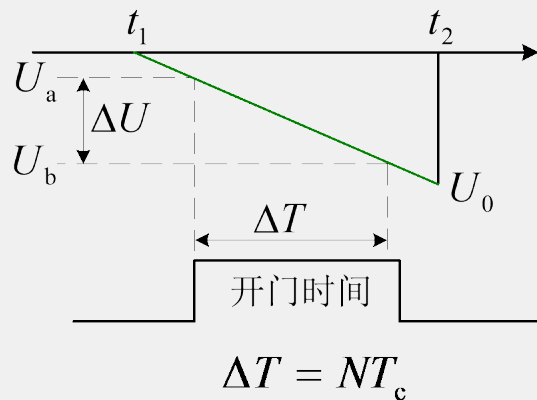
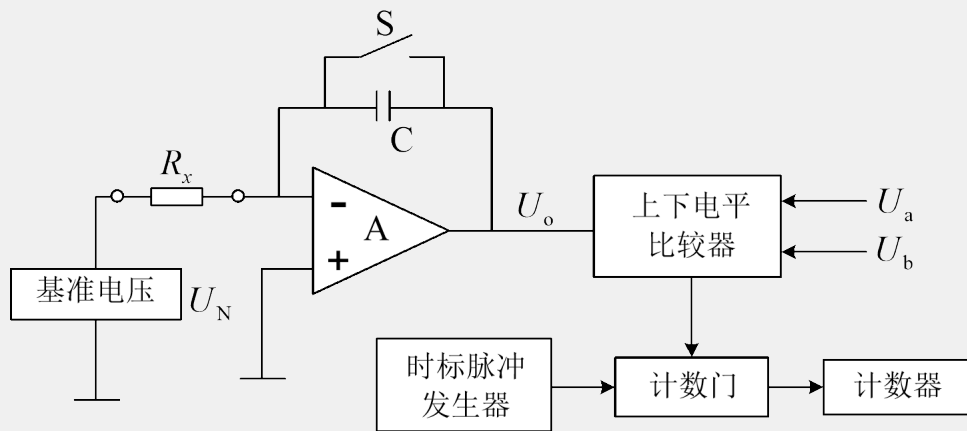
为了减小测量误差，可采用四探针法接线，如图。



只有 r_a 引入产生一定的影响，所以只要缩短 r_a 的引线长度即可减小误差。

6.3 电参量的数字化测量

(2) 积分运算器法



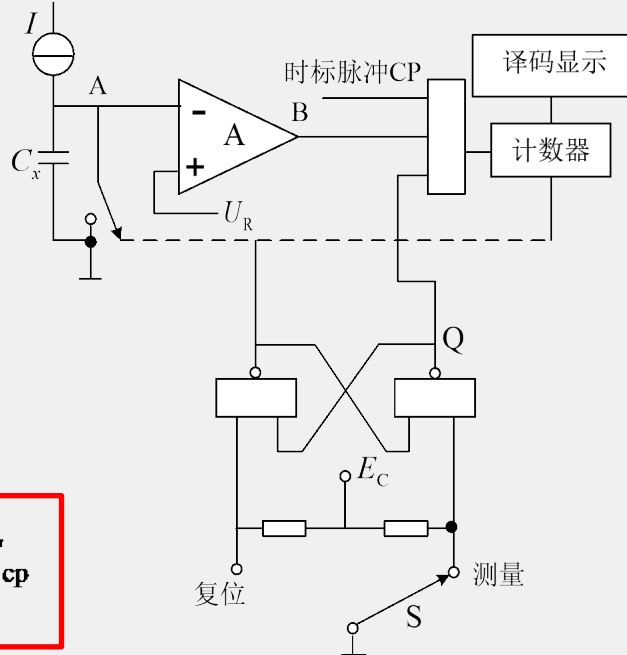
$$\Delta U = -\frac{U_N}{R_x C} \Delta T$$

$$R_x = -\frac{U_N}{\Delta U C} NT_c = -\frac{U_N T_c}{\Delta U C} N$$

6.3 电参量的数字化测量

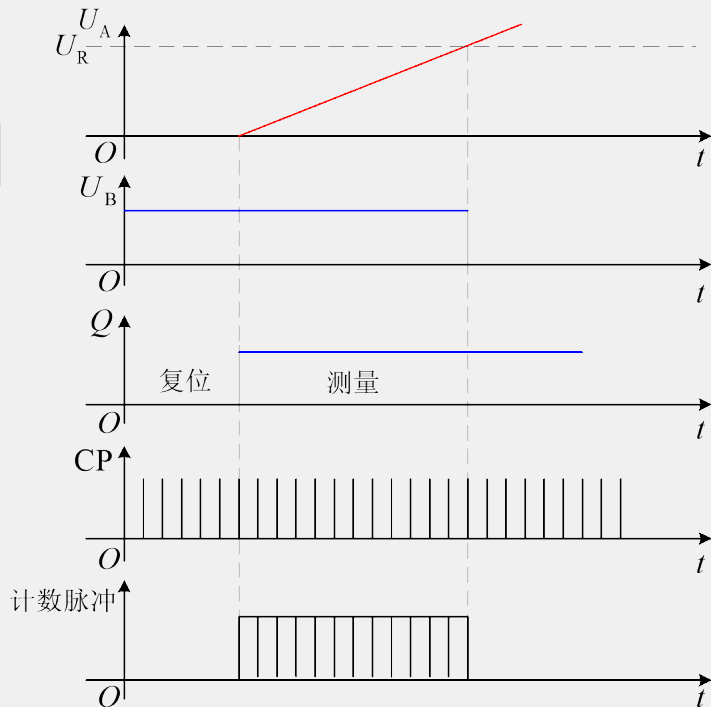
2 电容的测量

(1) 恒流法



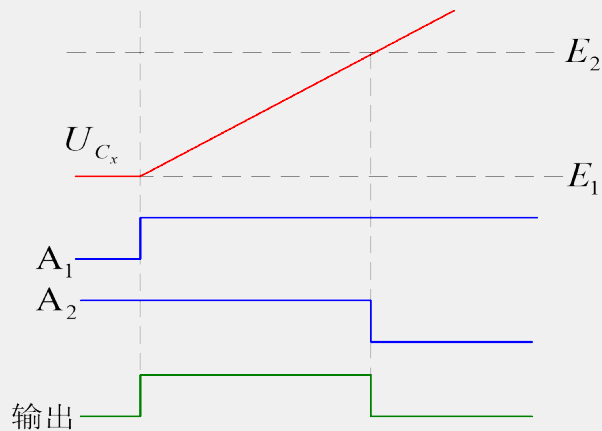
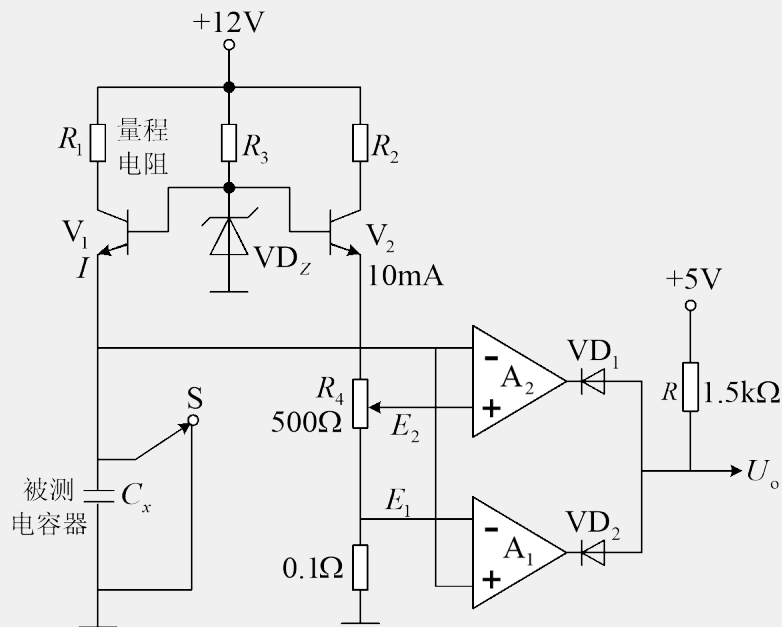
$$T = NT_{cp}$$

$$C_x = \frac{I}{U_R} NT_{cp}$$



6.3 电参量的数字化测量

(2) 比较法

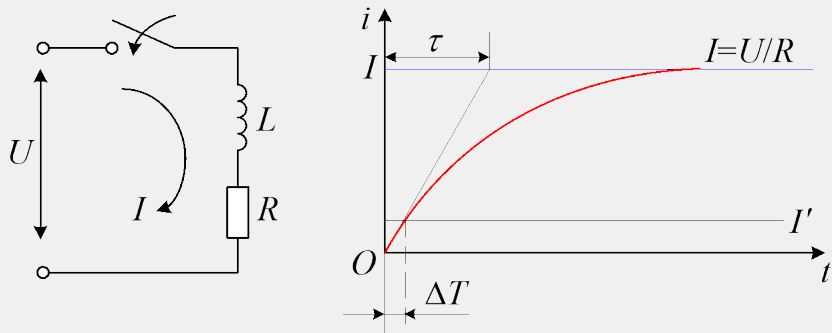


$$C_x = \frac{I}{U_{C_x}} NT_{cp} = \frac{INT_{cp}}{E_2}$$

6.3 电参量的数字化测量

3 电感的测量

(1) 时间常数法



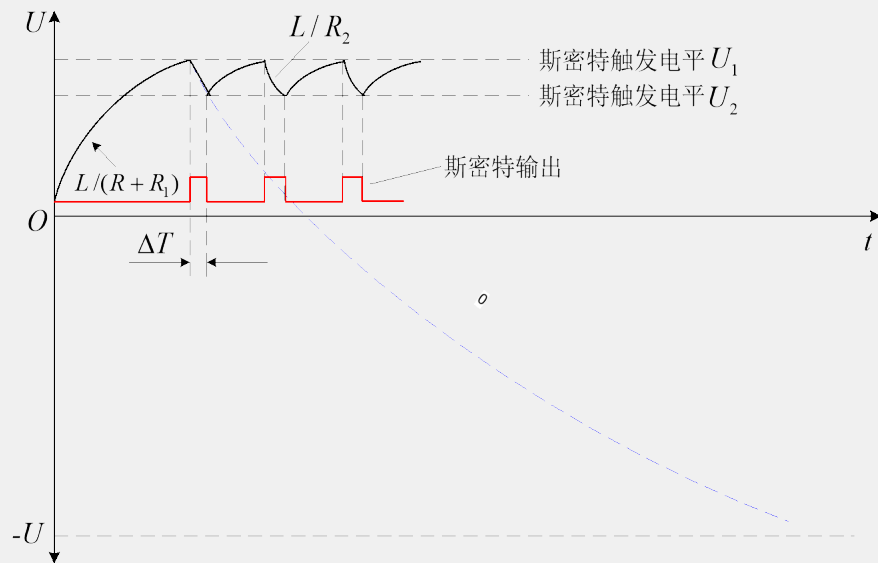
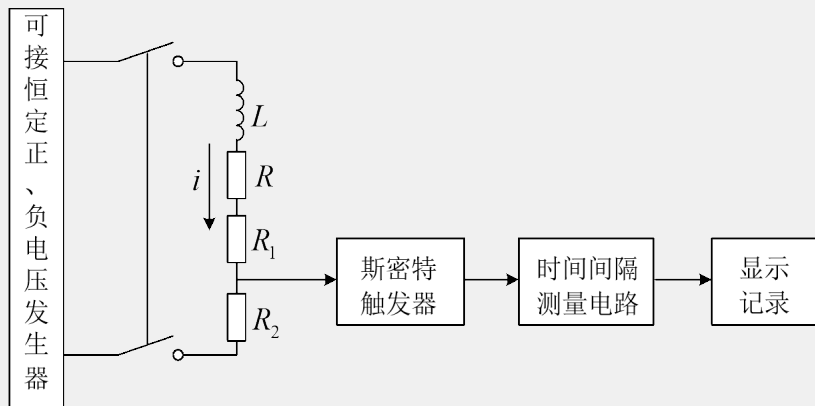
令 $I' \ll I$ ， I' 与 i 的交点的横坐标为 ΔT ，则：

$$\frac{\Delta T}{\tau} = \frac{I'}{I}$$
$$\Delta T = \frac{I'}{I} \tau, \tau = \frac{I}{I'} \Delta T$$

只要先测出电感线圈的直流电阻，并已知 U 便可计算出 I ，或者保证每次测量回路的直流电阻相等，使得到的 I 为定值，则由测定的 ΔT 可求得 τ ，从而算出 $L = \tau R$ 。

6.3 电参量的数字化测量

□ 时间常数法电感测量仪的原理框图:



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/497055034112006112>