



# 第13章 STC单片机ADC原理及实现

何宾  
2018.03

# 本章主要内容

- 模数转换器原理
- STC单片机内ADC的结构原理
- STC单片机内ADC寄存器组
- 直流电压采集和串口显示
- 直流电压采集和1602 LCD显示
- 交流电压采集和12864 LCD显示
- 温度测量及串口显示

# 模数转换器原理

**数模转换器 (Analog to Digital Converter, ADC) , 简称为A/D。它用于将连续的模拟信号转换为数字形式离散信号。**

- 典型地, ADC将模拟信号转换为与电压值成比例表示的数字离散信号。
- 不同厂商所提供的ADC, 其输出的数字信号输出使用不同的编码格式。

# 模数转换器原理

## --模数转换器的参数

介绍ADC转换器中几个重要的参数，包括：

- 分辨率
- 响应类型
- 误差
- 采样率

# 模数转换器的参数

## --分辨率

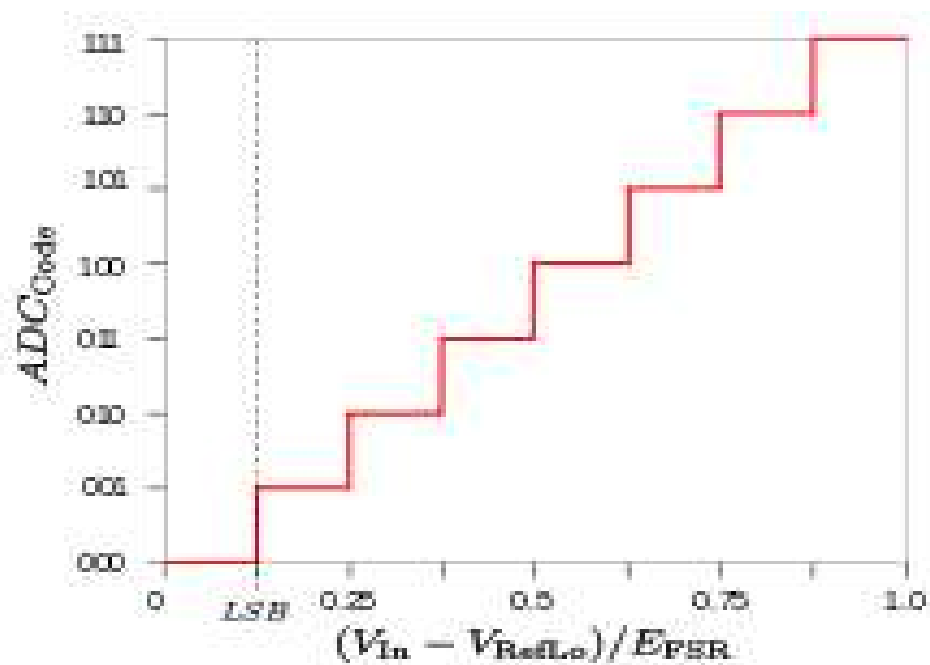
**分辨率是指对于所允许输入的模拟信号范围，它能输出离散数字信号值的个数。**

■ 这些输出的信号值通用二进制数来表示。因此，分辨率经常用比特作为单位，且这些离散值的个数是2的幂次方。

□ 例如，一个具有8位分辨率的模拟数字转换器可以将模拟信号编码成256个不同的离散值（离散梯度），其范围可以是0~255（即无符号整数）或从-128~127（即带符号整数）。至于使用哪一种编码格式，则取决于所选用的ADC器件。

# 模数转换器的参数

## --分辨率



# 模数转换器的参数

## --分辨率

### 分辨率也可以用电气性质来描述

- 比如：使用伏特。使得输出离散信号产生一个变化所需的最小输入电压的差值被称作最低有效位（Least Significant Bit, LSB）电压。

- 这样，模拟数字转换器的分辨率Q等于LSB电压。模拟数字转换器的电压分辨率由下面等式确定：

$$Q = \frac{V_{\text{RefHi}} - V_{\text{RefLow}}}{2^N}$$

- $V_{\text{RefHi}}$ 和 $V_{\text{RefLow}}$ 是转换过程允许输入到ADC的电压上限和下限值。
- N是模拟数字转换器输出数字量的位数宽度值，以比特为单位。

# 模数转换器的参数

## --分辨率

- 很明显，如果输入电压的变化小于 $Q$ 值，则ADC是无法分辨出电压的变化。这样，就带来量化误差。
  - 当 $N$ 值越大，也就是ADC输出数字量的位数越多，则 $Q$ 越小，即：可分辨的电压变化就越小，分辨能力就越强，量化导致的误差就越小。



# 模数转换器的参数

## --响应类型

大多数模拟数字转换器的响应类型为线性。

- 这里的线性是指，输出信号的大小与输入信号的大小成线性比例。
  - 一些早期的转换器的响应类型呈对数关系，由此来执行A律算法或 $\mu$ 律算法编码。
- 在一个ADC器件中，没有绝对的线性，只是近似的线性。所以，就会带来线性误差。
  - 一般情况下，在ADC器件可表示数字量的中间部分线性度较好，而两端线性度较差。

# 模数转换器的参数

## --误差

**模拟数字转换器的误差有若干种来源。**

- **量化误差和非线性误差（假设这个模拟数字转换器标称具有线性特征）** 是任何模拟数字转换中都存在的内在误差。

# 模数转换器的参数

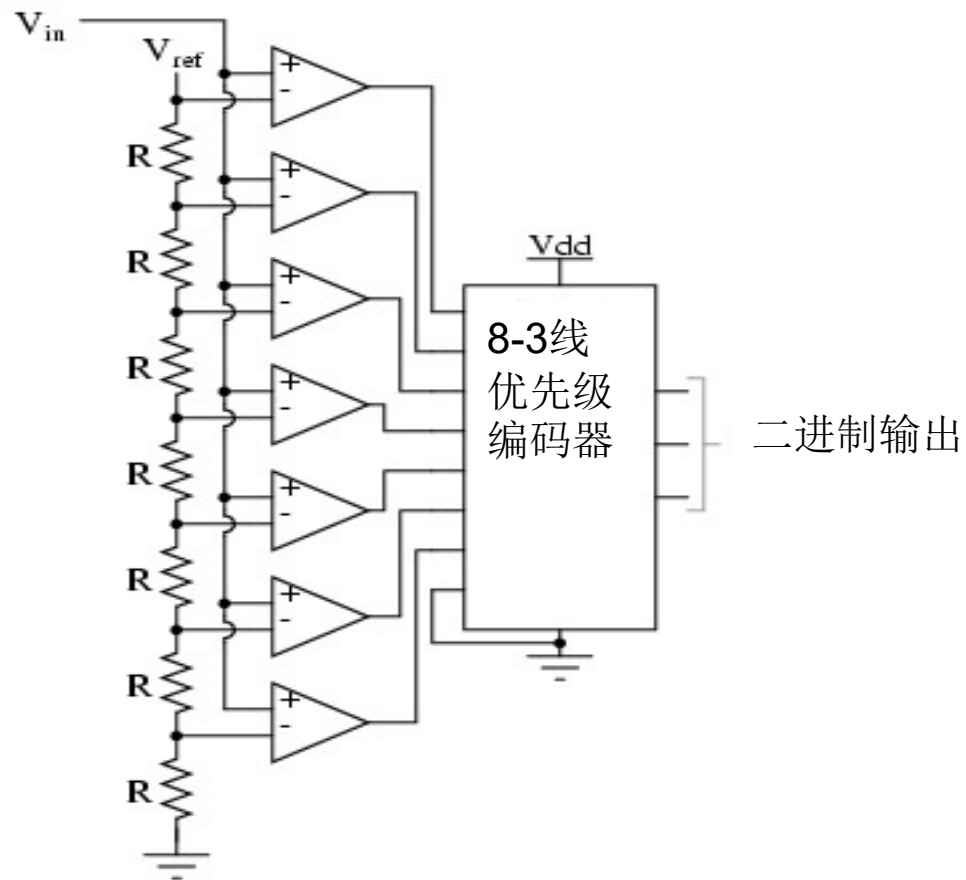
## --采样率

模拟信号在时域上是连续的，因此可以将它转换为时间上离散的一系列数字信号。因此，要求定义一个参数来表示获取模拟信号上每个值并表示成数字信号的速度。通常将这个参数称为ADC的采样率或采样频率。

- 根据奈奎斯特采样定理，当采样频率大于所采样模拟信号最高频率的两倍时，信号才不会发生混叠失真。
  - 在实际使用时，为了能更加逼真地恢复出原始的模拟信号，建立采样频率为信号最高频率至少5~10倍。
  - 为了满足采样定理的要求，通常在信号进入ADC之前，要对信号进行带限，即：将信号限制在一个有限的频率范围内。

# 模数转换器的类型

## --Flash ADC

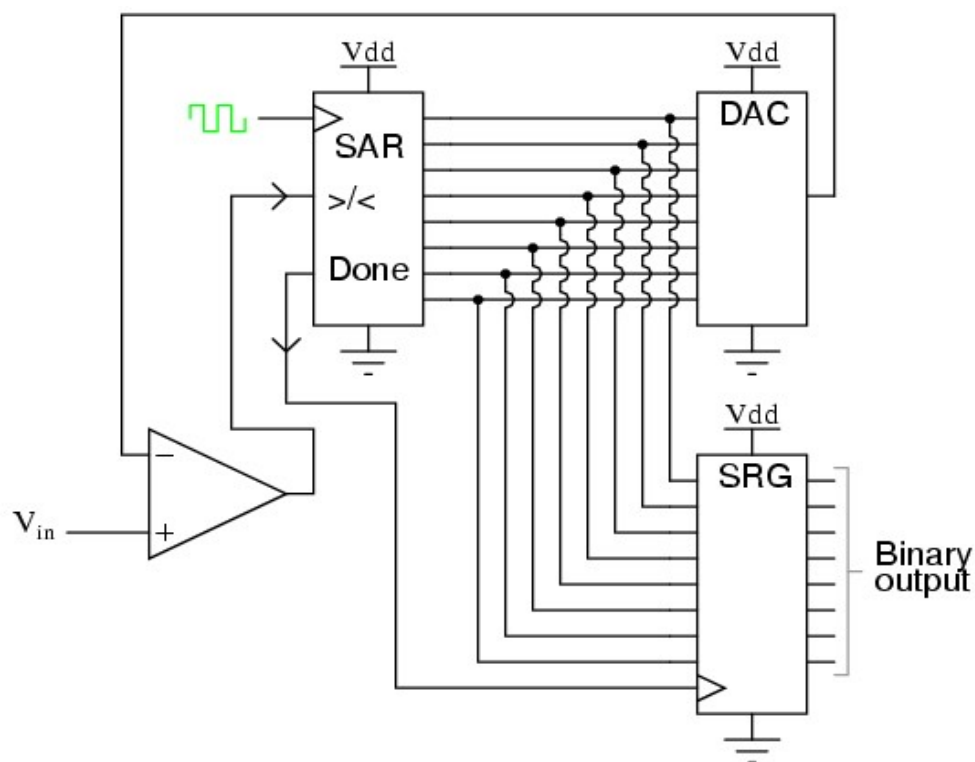


# 模数转换器的类型

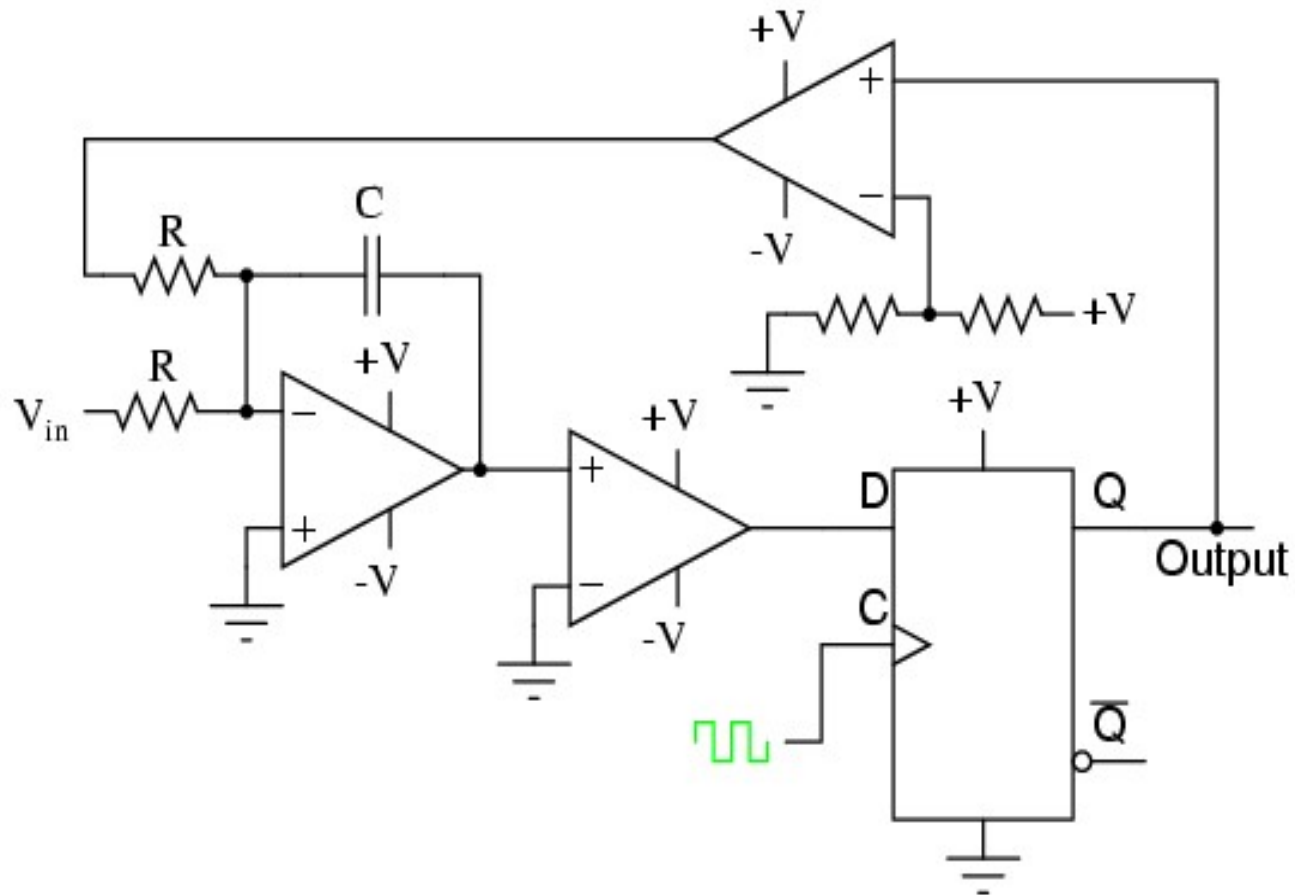
## --逐次逼近寄存器型ADC

逐次逼近寄存器型 (Successive Approximation Register, SAR)

ADC结构

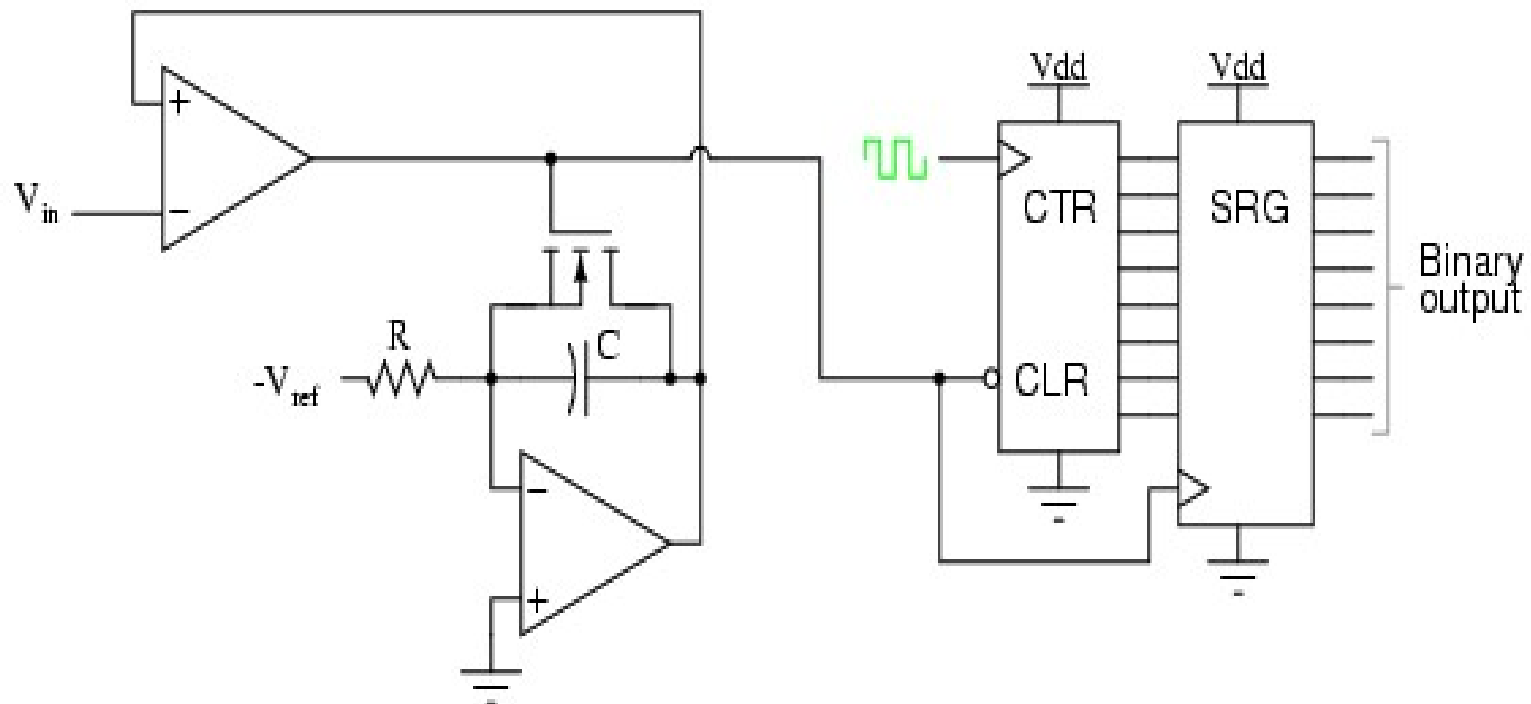


# --Σ-Δ ADC (Sigma-delta ADC)



# 模数转换器的类型

## --积分型ADC



# 模数转换器的类型

## --数字跃升型ADC

