



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

模拟量输入输出

A/D转换基础知识 及典型芯片介绍

主讲：燕延

目录

- 1、A/D转换原理
- 2、A/D转换器的性能参数
- 3、典型A/D转换芯片A/D0809内部结构、
引脚及CPU的连接

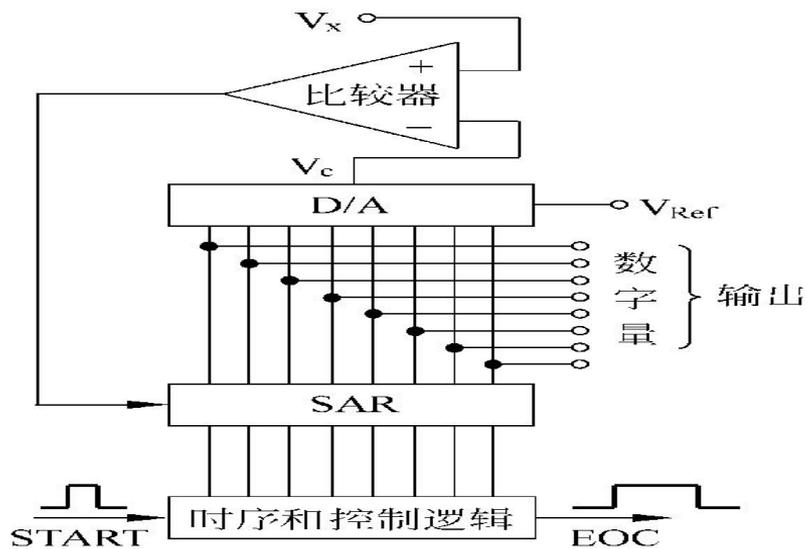
A/D转换器是实现模拟量转换为数字量的器件，在工业控制系统和数据采集以及许多其他领域中，A/D转换器常常是不可缺少的重要部件。

A/D转换器的品种繁多，**中低速A/D：逐次逼近型、 Σ - Δ 调制型和积分型**；**高速的A/D：闪烁型、两步型、流水线型、内插型、折叠型和时间交织型等**。

在中速A/D中，积分型A/D转换器电路简单，抗干扰能力强，但转换速度较慢；**逐次逼近型A/D转换器易于用集成工艺实现**，且具有较高的分辨率和转换速度。因此，目前市场上的中速A/D转换器采用逐次逼近型的较多。

一、逐次逼近型A/D转换原理及特点

1、原理



(a) 逐次逼近式A/D转换原理图

2、逐次逼近型A/D转换器的特点：

- ①结构简单，面积小，功耗低，精度高。目前这种类型的产品已经发展到12位，4MSPS和16位，2.5MSPS；分辨率最高已达到18位。
- ②转换时间固定，转换速率为中速。1个时钟周期内完成1位转换，对于N位分辨率的传感器，需要N个时钟周期才能完成转换，故转换时间为几微妙~几百微妙。

二、A/D转换器的性能参数

1. 分辨率

分辨率反映A/D转换器对输入微小变化响应的能力，通常用数字输出最低位(LSB)所对应的模拟输入的电平值表示。

例如， n 位A/D能反应 $1/2^n$ 满量程的模入电平。由于分辨率直接与转换器的位数有关，所以一般也可简单地用数字量的位数来表示分辨率，即 n 位二进制数，最低位所具有的权值，就是它的分辨率。

下表列出了几种位数与分辨率的关系。

A/D位数	分辨率 (分数)	%
4	$1/2^4=1/16$	6.25
8	$1/2^8=1/256$	0.39
10	$1/2^{10}=1/1024$	0.098
12	$1/2^{12}=1/4096$	0.024
16	$1/2^{16}=1/65536$	0.0015

分辨率与精度是两个不同的概念，即使分辨率很高，也可能由于温度漂移、线性度等原因，而使其精度不够高。

2. 精度

精度(Accuracy)有绝对精度和相对精度两种表示方法。

(1)绝对误差

在一个转换器中，对应于一个数字量的实际模拟输入电压和理想的模拟输入电压之差并非是一个常数。我们把它们之间的差的最大值，定义为“绝对误差”。通常以数字量的最小有效位(LSB)的分数值来表示绝对误差。例如 $\pm 1\text{LSB}$ 、 $\pm 1/2\text{LSB}$ 、 $\pm 1/4\text{LSB}$ 等

绝对误差包括量化误差和其他所有误差。

(2) 相对误差

是指满刻度校准后，在整个转换范围内，任一数字量所对应的模拟输入量的实际值与理论值之差，用模拟电压满量程的百分比表示。

例如：满量程10V，10位D/A芯片，若其绝对误差为 $\pm 1/2\text{LSB}$ ：

则其最小有效位的量化单位 $\Delta = 10\text{V}/1024 = 9.77\text{mV}$ ，

其绝对误差为： $1/2\Delta = 4.88\text{mV}$ ，

其相对精度为： $4.88\text{mV}/10\text{V} = 0.048\%$

3. 转换时间

转换时间是指完成一次A/D转换所需的时间，即由发出启动转换命令信号到转换结束信号开始有效的
的时间间隔。转换时间的倒数称为**转换速率**

例如AD570的转换时间为 $25\mu\text{s}$ ，其转换速率为
40kHz。

ADC芯片按速率分档次的一般约定是：转换时间高于1 ms的为**低速**， $1\text{ ms}\sim 1\mu\text{s}$ 的为**中速**，低于 $1\mu\text{s}$ 的为**高速**，转换时间小于1 ns的为**超高速**。

4. 电源灵敏度

电源灵敏度(PowerSupplySensitivity)是指A/D转换芯片的供电电源的电压发生变化时,产生的转换误差。一般用电源电压变化1%时相当的模拟量变化的百分数来表示。

5. 量程

量程是指所能转换的模拟输入电压范围,分单极性、双极性两种类型。

例如,单极性的量程为 $0\sim+5\text{V}$, $0\sim+10\text{V}$, $0\sim+20\text{V}$;双极性的量程为 $-5\sim+5\text{V}$, $-10\sim+10\text{V}$ 。

6. 输出逻辑电平

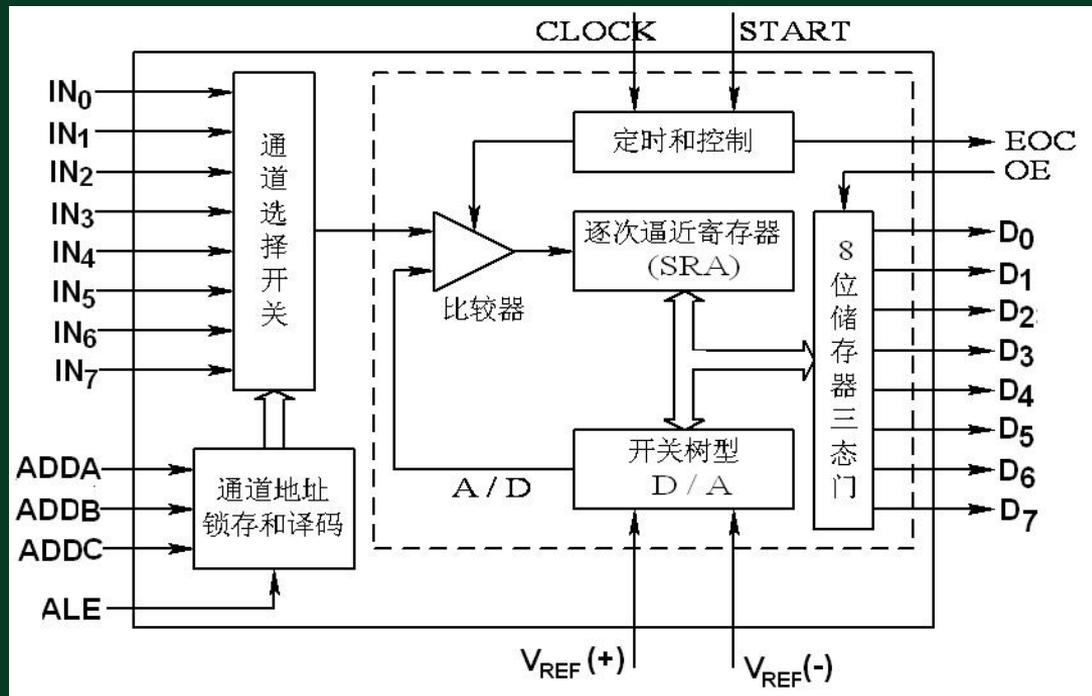
多数A/D转换器的输出逻辑电平与TTL电平兼容。在考虑数字量输出与微处理器的数据总线接口时，应注意是否要三态逻辑输出，是否要对数据进行锁存等。

7. 工作温度范围

由于温度会对比较器、运算放大器和电阻网络等产生影响，故只在一定的温度范围内才能保证额定精度指标。一般**商业级**的A/D转换器的工作温度范围为 $(0^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C})$ ，**工业级**的工作温度范围为 $(-40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C})$ ，**军用品**的工作温度范围为 $(-55^{\circ}\text{C}\sim +125^{\circ}\text{C})$ 。

三、典型A/D转换芯片A/D0809

1、内部结构



2、ADC0809芯片的引脚

CLOCK——时钟输入信号。时钟频率范围为10~1280 kHz，典型值为640 kHz，转换速率为100 μ s。

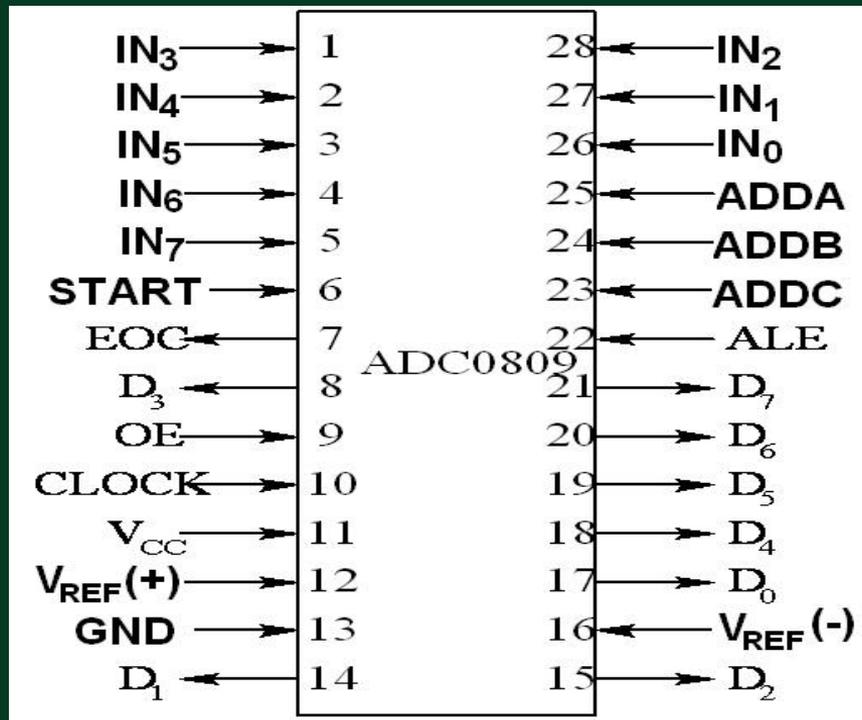
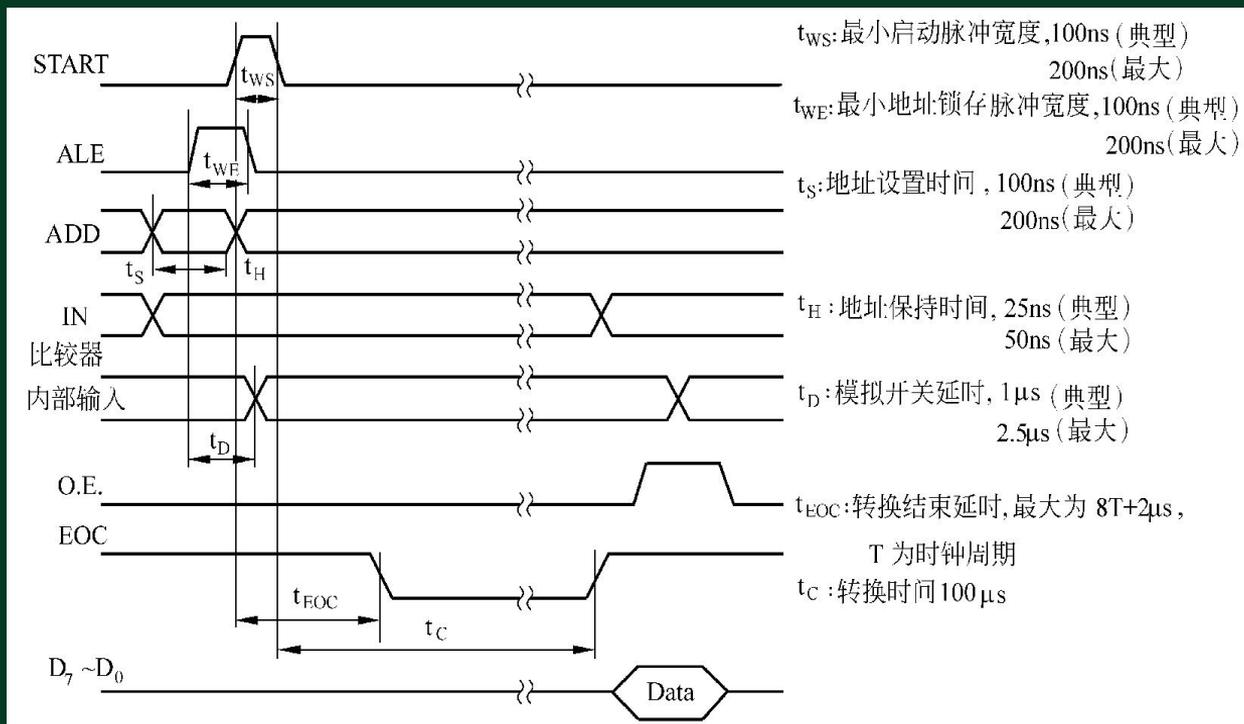
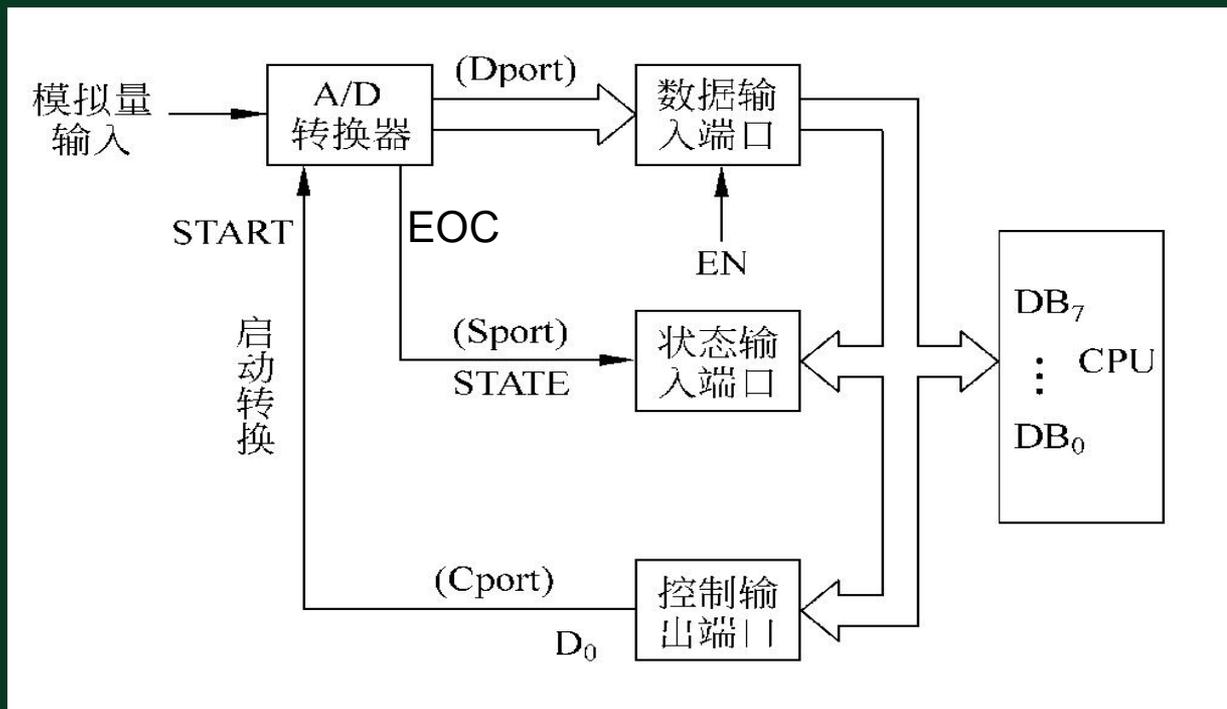


图 ADC0809引脚图

3、ADC0809芯片的工作时序



4、A/D转换器与CPU的接口



本讲小结

- 1、A/D转换器的转换原理与性能指标
- 2、典型A/D转换芯片AD0809的结构、
引脚及工作原理与时序
- 3、A/D与CPU的连接