

计算机控制系统

教学模块2 信号转换与 z 变换

东北大学 · 关守平

guanshouping@ise.neu.edu.cn



信息科学与工程学院
COLLEGE OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING

本教学模块内容:

- 教学单元1-模块导学
- 教学单元2-信号转换分析
- 教学单元3- z 变换与 z 反变换



教学模块2 信号转换与 z 变换

教学单元1 模块导学

东北大学 · 关守平

guanshouping@ise.neu.edu.cn



信息科学与工程学院
COLLEGE OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING

1.1 学习本教学模块所需掌握的基础知识

熟悉

- 1、连续系统的 s 传递函数模型
- 2、连续系统频域特性分析

了解

- 1、模拟量至数字量（即A/D）转换原理
- 2、数字量至模拟量（即D/A）转换原理

（微机原理中的知识）



信息科学与工程学院
COLLEGE OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING

1.2 本教学模块解决的问题

- (1) 信号转换过程特性分析：了解信号从连续到离散、再从离散到连续过程中的时域和频域特性变化，从而建立确定采样周期的理论；
- (2) 信号变换过程的数学表达： z 变换（从连续变离散）与 z 反变换（从离散变连续）理论。



1.3 计算机控制系统信号转换分析

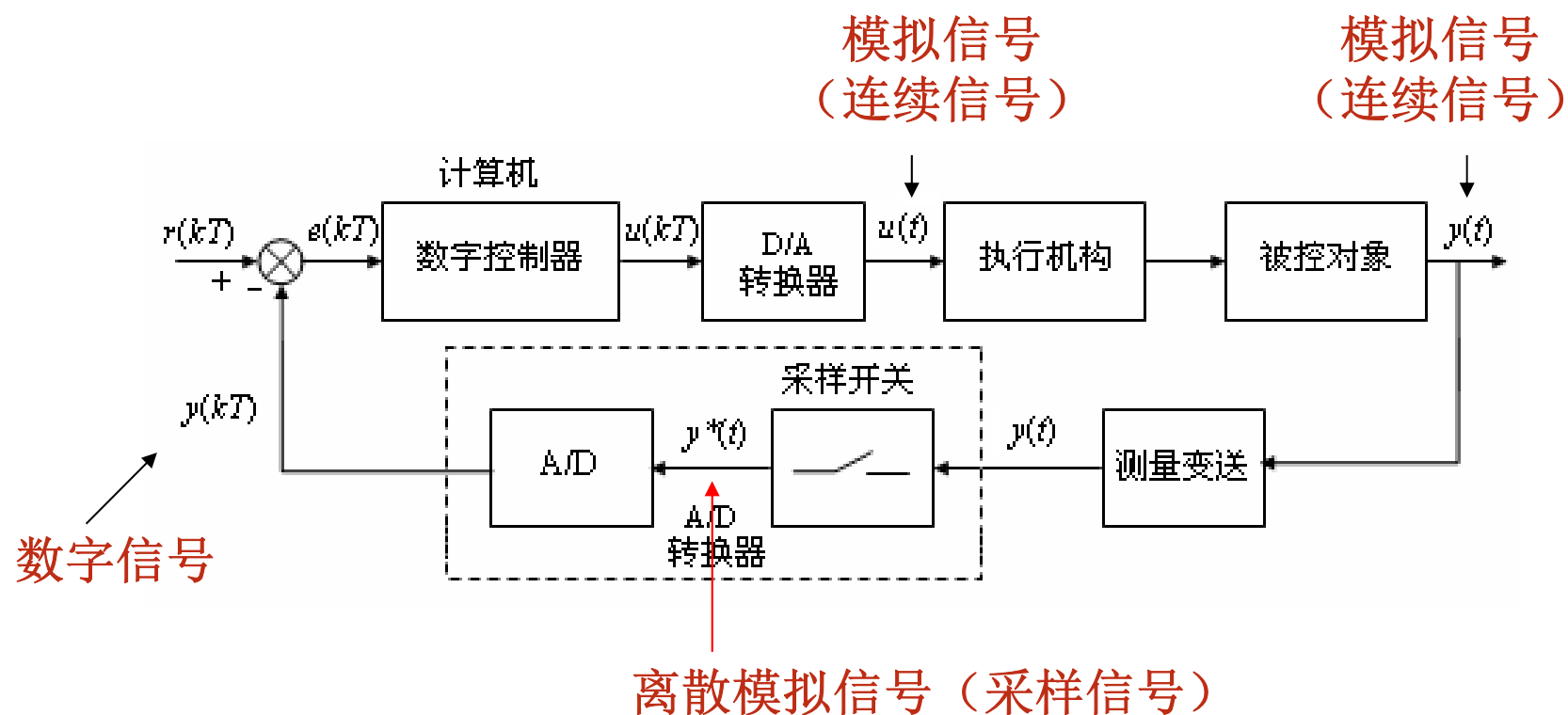


图1.1 计算机控制系统前后的信号转换关系



计算机控制系统中的信号类型：

(1) **模拟信号**：时间上连续，幅值上也是连续的信号，即通常所说的**连续信号**。

(2) **离散模拟信号**：时间上离散而幅值上连续的信号，即常说的**采样信号**。

(3) **数字信号**：时间上离散而且幅值上量化的信号，可用一序列数字表示。



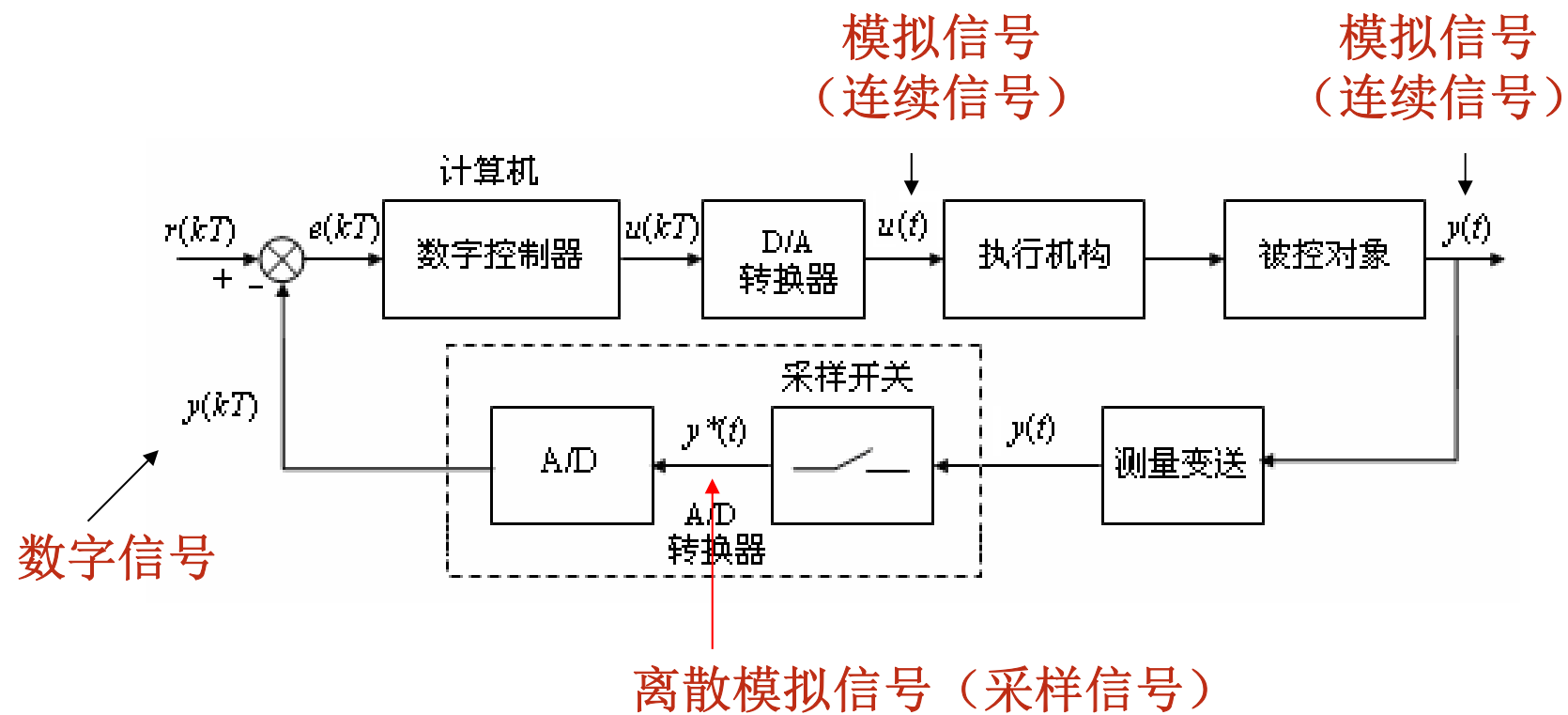


图1.1 计算机控制系统前后的信号转换关系



1.4 采样过程的基本概念与方法

1.4.1 采样过程的基本概念

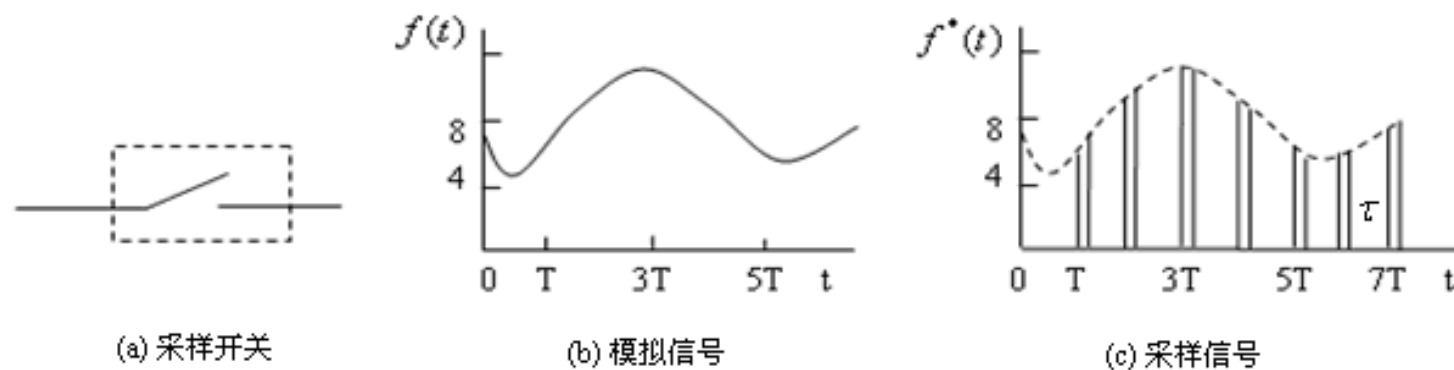


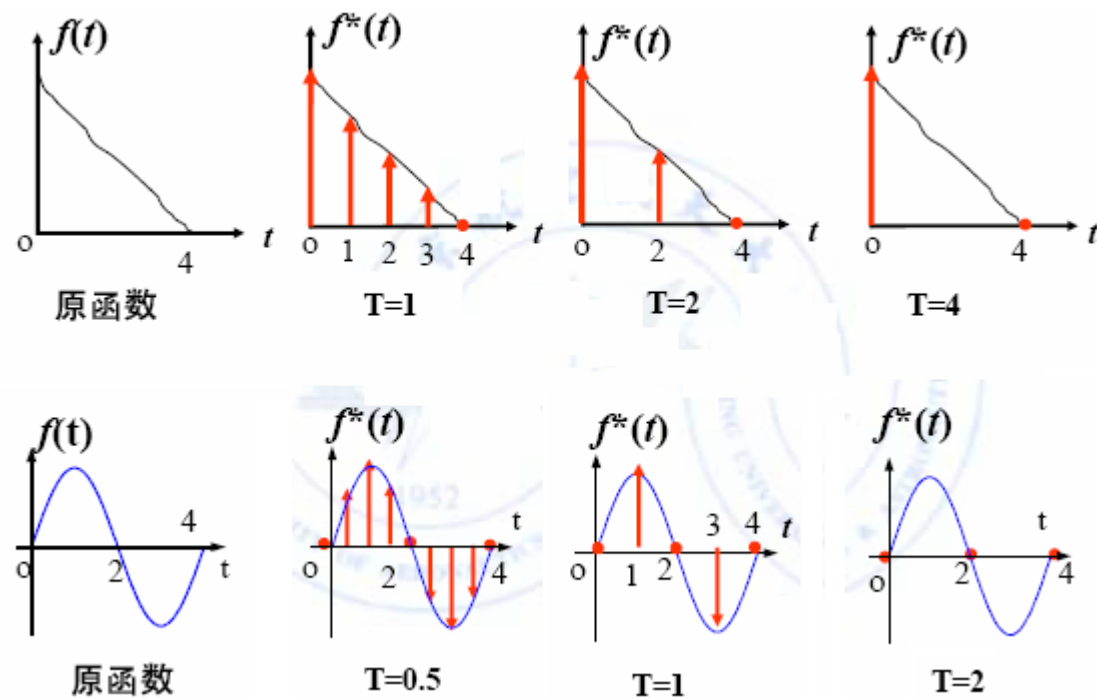
图1.2 信号的转换过程

每隔一定时间（例如 T 秒），开关闭合短暂时间（例如 τ 秒），对模拟信号进行采样，得到时间上离散数值序列：

$$f^*(t) = \{f(0T), f(1T), f(2T), \dots, f(kT), \dots\}$$



1.4.2 采样周期的作用



1.4.3 A/D转换

A/D 转换器的作用是将输入的**模拟量数字化**。
主要分为两大类：

直接转换器：逐次逼近型、并联比较型等

间接转换器：单积分型、双积分型等

典型芯片：**ADC0809**——8位逐次逼近型，并行接口



逐次逼近型A/D转换器:

逐次逼近的基本思想：类似于用天平称物

顺序	砝码重量	比较判断	砝码去留	结果表示
1	8g	$8g < 13g$	留	1
2	8g+4g	$12g < 13g$	留	1
3	8g+4g+2g	$14g > 13g$	去	0
4	8g+4g+1g	$13g = 13g$	留	1

13 \longrightarrow 1101



通常A/D转换器要完成采样、量化和编码3个变换：

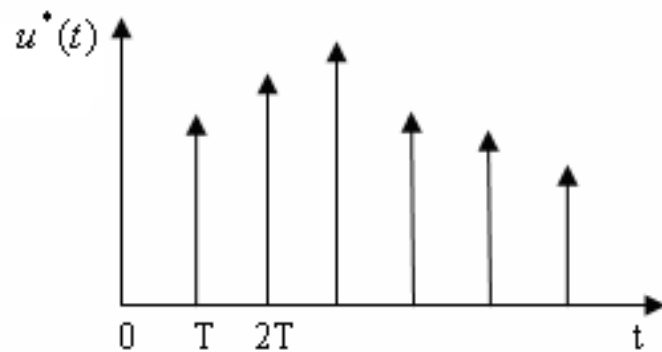


A/D转换的误差：主要应由A/D转换器转换速率（孔径时间）和转换精度（量化误差）来决定。



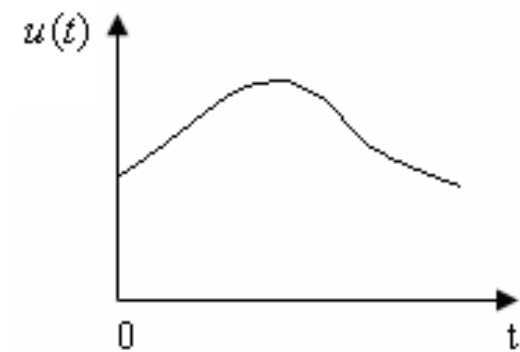
1.5 采样信号恢复过程的基本概念与方法

1.5.1 采样恢复过程的基本概念



脉冲序列

滤波器



连续信号



1.5.2 D/A转换

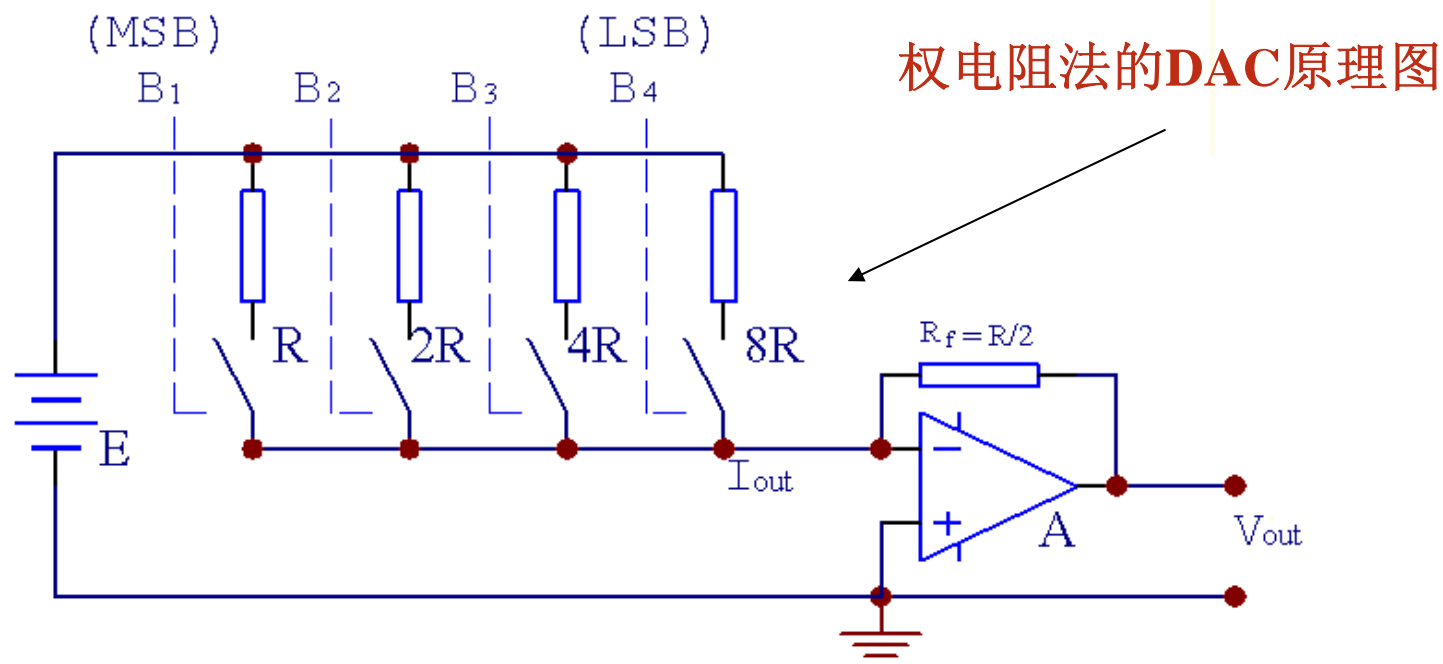
D/A转换是将**数字编码信号**转换为相应的**时间连续模拟信号**。

- 按与微机的接口形式分类DAC：串行接口DAC，并行接口DAC；
- 按DAC的输出形式分类：电流输出型DAC，电压输出型DAC。

典型芯片：**DAC0832**—8位并行接口，电流输出。



D/A转换器的工作原理，可以归结为“**按权展开求和**”的基本原则，对输入数字量中的每一位，按权值分别转换为模拟量，然后通过运算放大器求和，得到相应模拟量输出。



$$V_{out} = -\frac{E}{R} \left(\frac{B_1}{2} + \frac{B_2}{2^2} + \frac{B_3}{2^3} + \frac{B_4}{2^4} \right)$$



D/A转换器将数字编码信号转换为相应的时间连续模拟信号，包括解码器和信号保持器。

D/A转换的误差主要由解码器精度（转换器字长）和保持器（采样点之间插值）的形式以及规定的时间间隔T决定。

数字信号

离散模拟信号

连续信号



信息科学与工程学院
COLLEGE OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING

• 教学单元一结束 •



信息科学与工程学院
COLLEGE OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING