第一章 信号与系统的基本概念

1.1 引论

消息 (Message)：待传送的一种以收发双方事先约定的方式组成的符号, 如语言、文字、图像、数据等。

信息 (Information)：所接收到的消息中获取的未知内容。

信号 (Signal)：一种物理量（电、光、声）的变化。信息的载体。

电信号：与消息（语言、文字、图像、数据）相对应的变化的电流或电压，或电容上的电荷、电感中的磁通等。

信号处理技术广泛应用于通信、制造业、国防等领域。

1.2 信号分类和典型信号

1.2.1 信号的分类

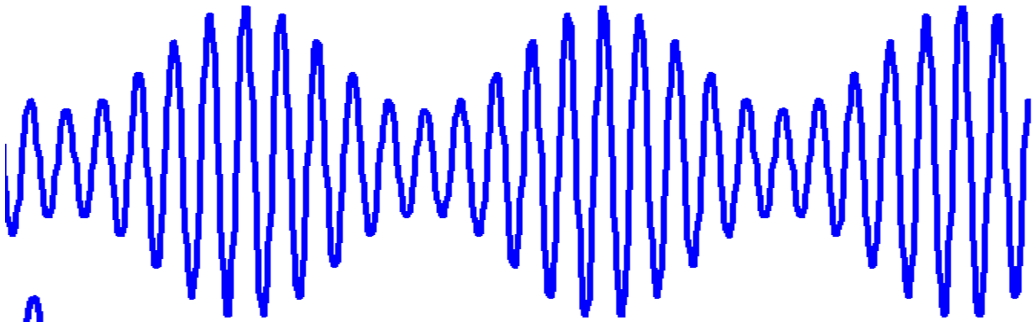
1. 确定性信号与随机性信号

确定性信号--对于确定的时刻，信号有确定的数值与之对应。

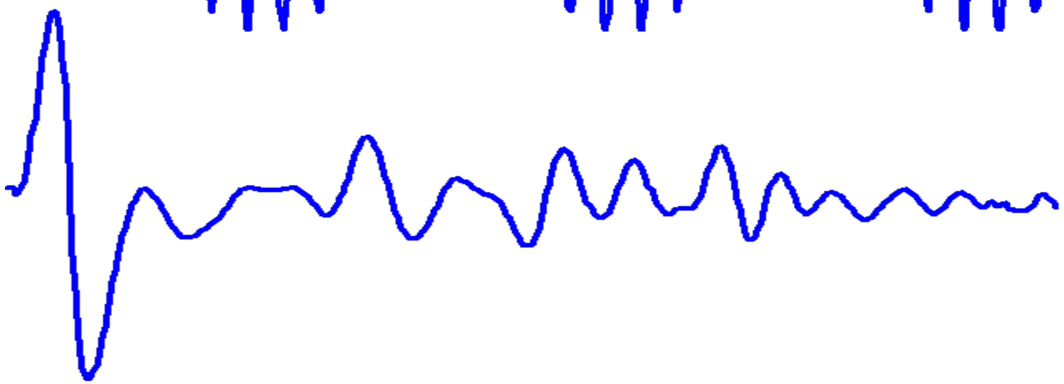
随机信号--不可预知的信号，如噪声。

确定性信号

$S(t) = (2 + \cos\omega t)\cos(10\omega t)$



随机性信号



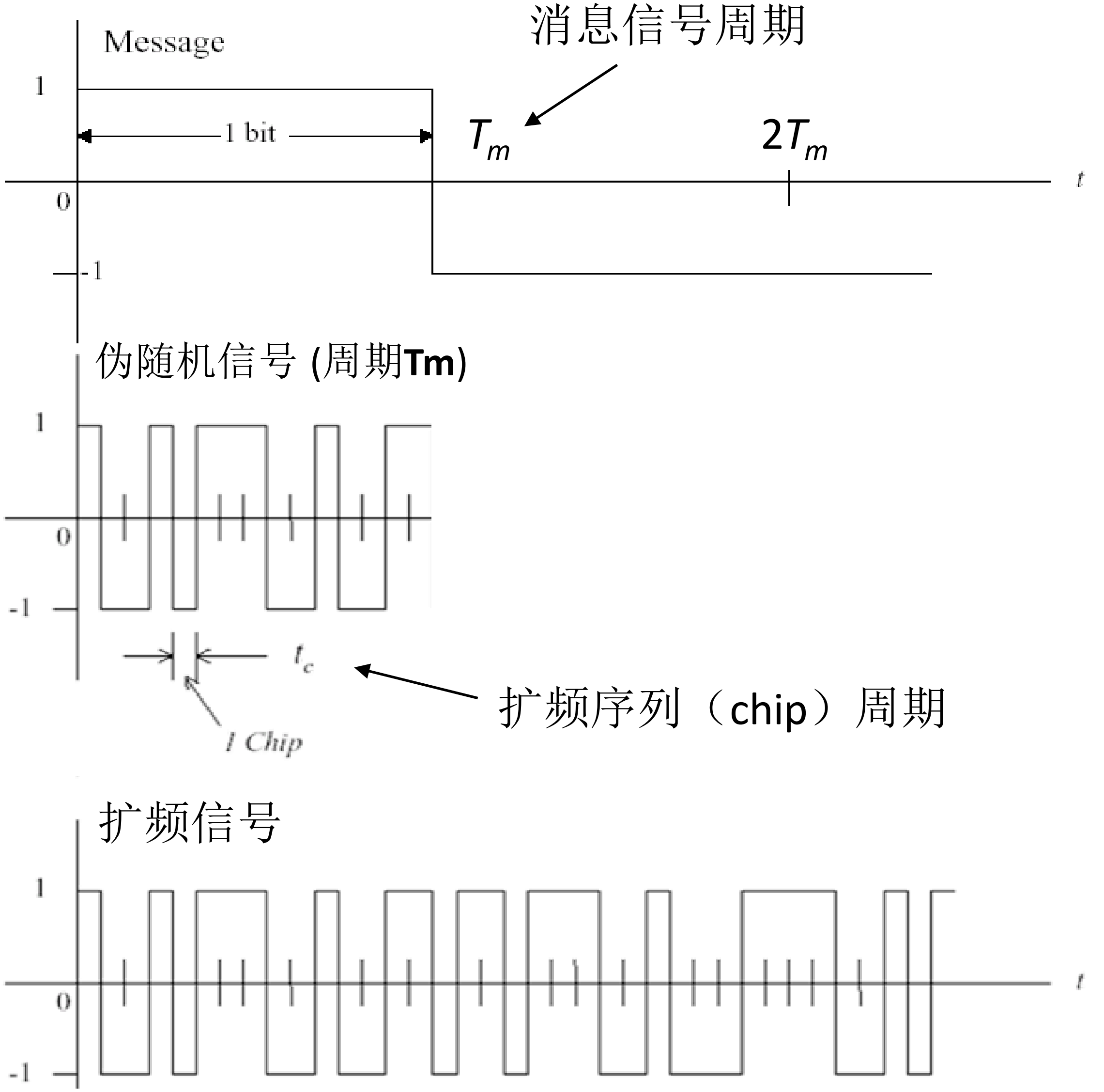
2. 周期信号与非周期信号

周期信号：依一定时间间隔周而复始，而且是无始无终的信号。基本周期为T的信号--$f(t)=f(t+T)$ 对所有t

非周期信号：时间上不满足周而复始特性的信号。

伪随机信号是周期信号

扩频通信



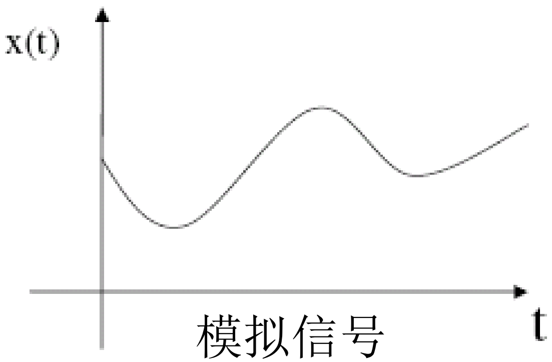
3. 连续时间信号与离散时间信号

连续时间信号：如果在所讨论的时间间隔内，对于任意时间值（除若干不连续点外），都可给出确定的函数值。

离散时间信号：在时间的离散点上信号才有值与之对应，其它时间无定义。

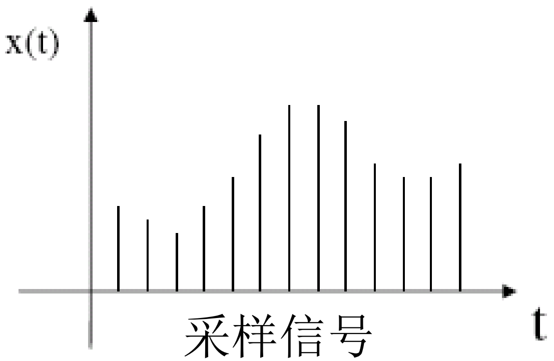
离散信号
- 抽样信号：时间不连续、幅度连续
- 数字信号：时间不连续、幅度也不连续

连续时间，连续幅度



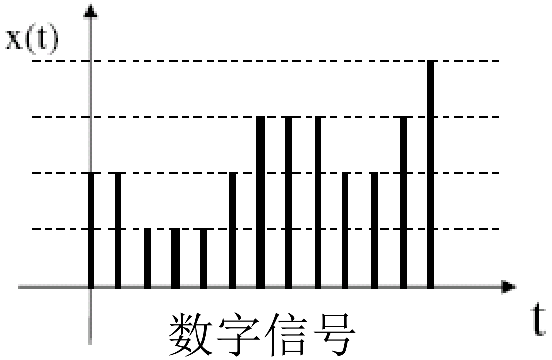
模拟信号

离散时间，连续幅度



采样信号

离散时间，离散幅度



数字信号

单选题 1分

设置

$\cos(n\pi)$和$\sin(0.4n)$分别为

A 抽样信号，抽样信号

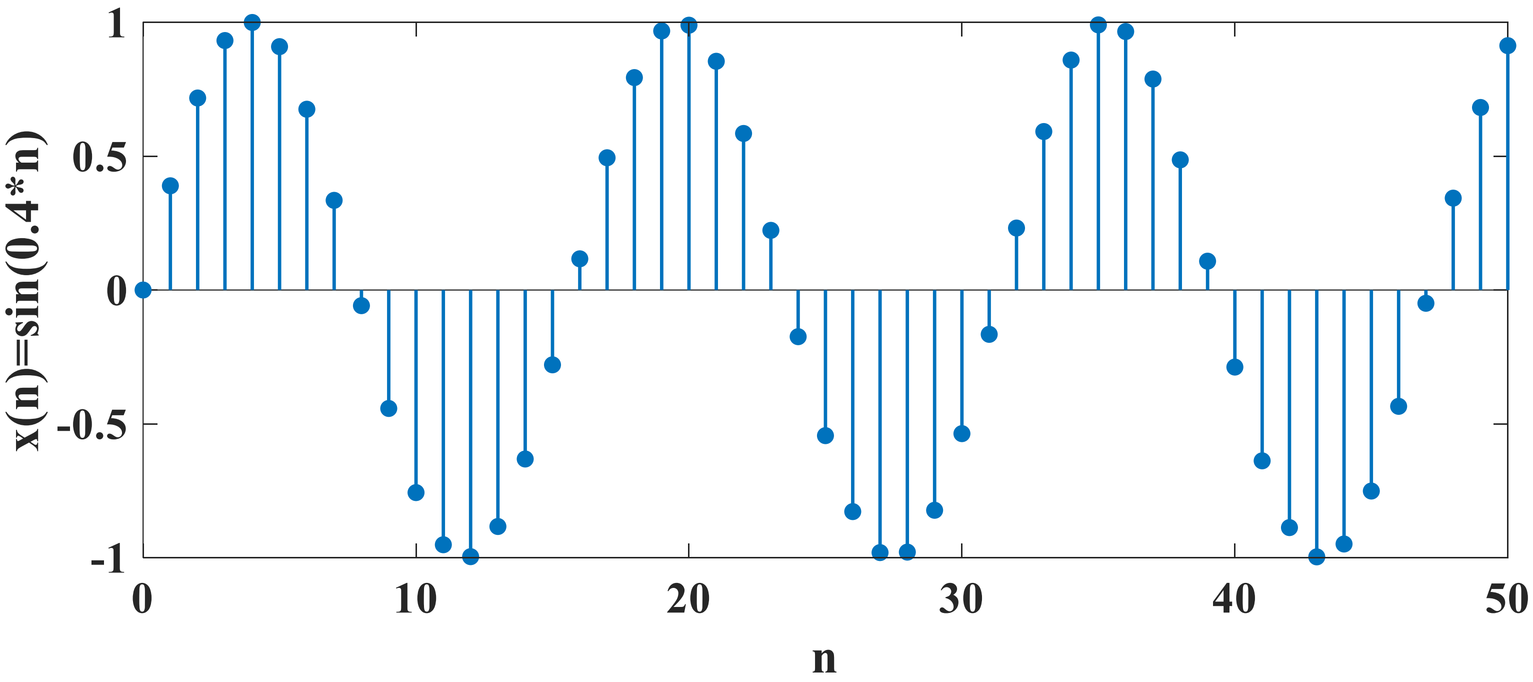
B 抽样信号，数字信号

C 数字信号，抽样信号

D 数字信号，数字信号

提交

对正弦信号$x(t)=\sin(0.4t)$抽样后得到$x(n)=\sin(0.4n)$。若$x(n)$为周期信号，则有整数N使得$\sin(0.4n)=\sin[0.4(n+N)]$成立。可得$0.4N=2k\pi$，即$N=5k\pi$（$k$为整数），$N$为无理数，出现矛盾。此$x(n)$为非周期信号。幅度的取值非有限个数，只是抽样信号，不是数字信号。



4. 能量信号与功率信号 （教材6.5节）

在整个时间域内，实信号$f(t)$的

能量 $E = \lim_{T_0 \to \infty} \int_{-\frac{T_0}{2}}^{\frac{T_0}{2}} f^2(t)\,\mathrm{d}t$

平均功率 $P = \lim_{T_0 \to \infty} \frac{1}{T_0} \int_{-\frac{T_0}{2}}^{\frac{T_0}{2}} f^2(t)\,\mathrm{d}t$

① $0 < E < \infty$（有限值）$P = 0$ $\longleftarrow$ 能量（有限）信号

② $0 < P < \infty$（有限值）$E = \infty$ $\longleftarrow$ 功率（有限）信号

①一般周期信号为功率信号。

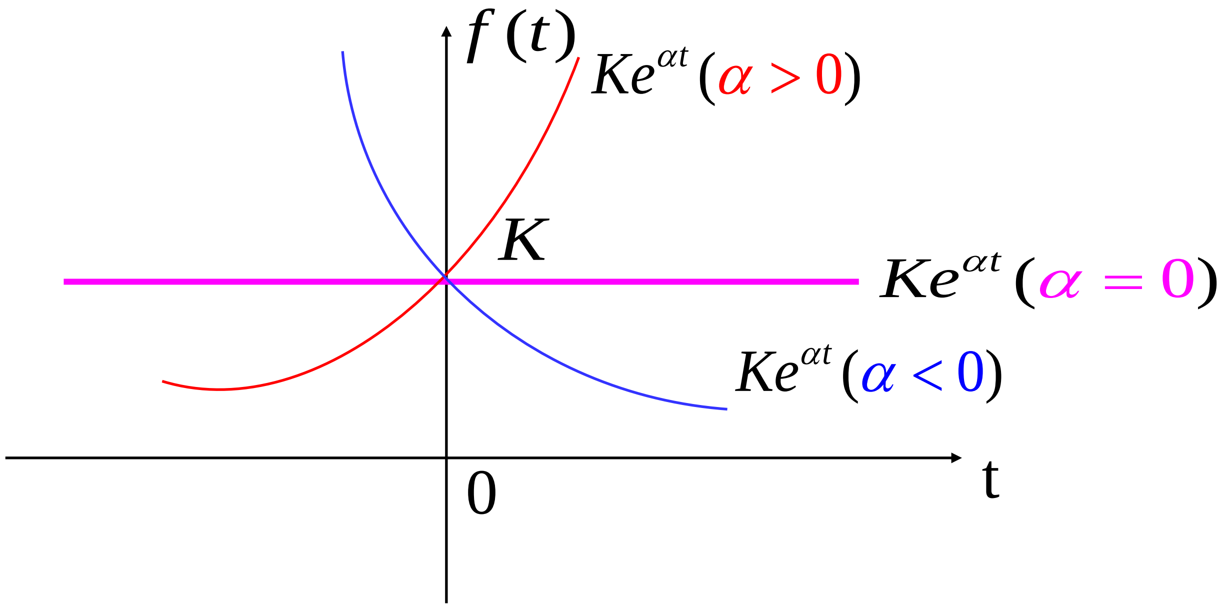
②非周期信号，在有限区间有值，为能量信号。

③还有一些非周期信号是非能量信号。

1.2.2 典型信号

1. 指数信号(Exponential Signal)

表达式为 $f(t) = Ke^{\alpha t}$

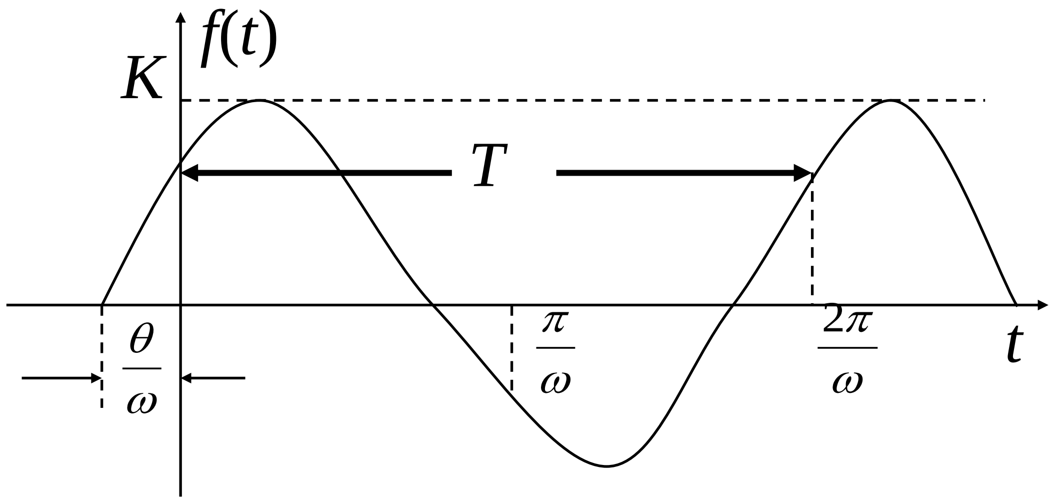


指数函数对时间的微分和积分仍然是指数形式。

2. 正弦信号(Sinusoidal Signal)

正弦信号和余弦信号二者仅在相位上相差 $\frac{\pi}{2}$，统称为正弦信号，一般写作

$$f(t) = K\sin(\omega t + \theta)$$



$$e^{j\omega t} = \cos\omega t + j\sin\omega t \qquad e^{-j\omega t} = \cos\omega t - j\sin\omega t$$

$$\sin\omega t = \frac{1}{2j}(e^{j\omega t} - e^{-j\omega t}) \qquad \cos\omega t = \frac{1}{2}(e^{j\omega t} + e^{-j\omega t})$$

3.复指数信号

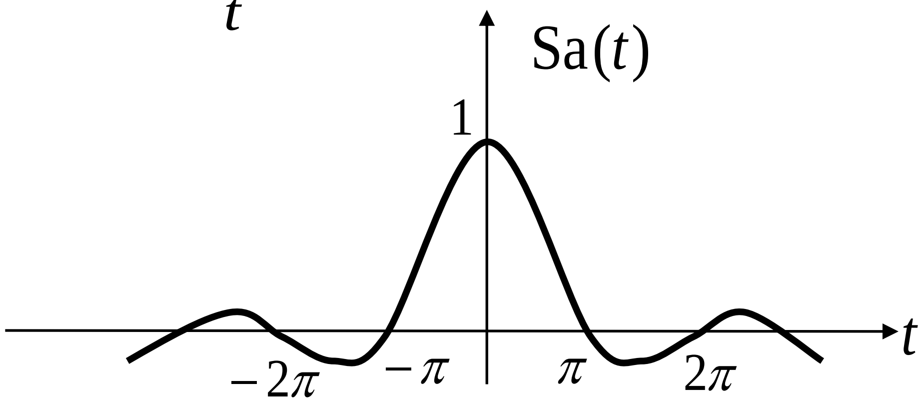
如果指数信号的指数因子为一复数，则称为复指数信号，表示为

$$f(t) = Ke^{st} = Ke^{(\sigma + j\omega)t} = Ke^{\sigma t}\cos\omega t + jKe^{\sigma t}\sin\omega t$$

4. Sa(*t*)函数（抽样函数）

所谓抽样函数是指sin *t*与 *t* 之比构成的函数，以符号 Sa(*t*) 表示为

$$\mathrm{Sa}(t) = \frac{\sin t}{t}$$



（1）Sa(*t*)是偶函数，在 *t* 正负两方向振幅都逐渐衰减。

（2）$\int_0^{\infty} \mathrm{Sa}(t)dt = \frac{\pi}{2}$

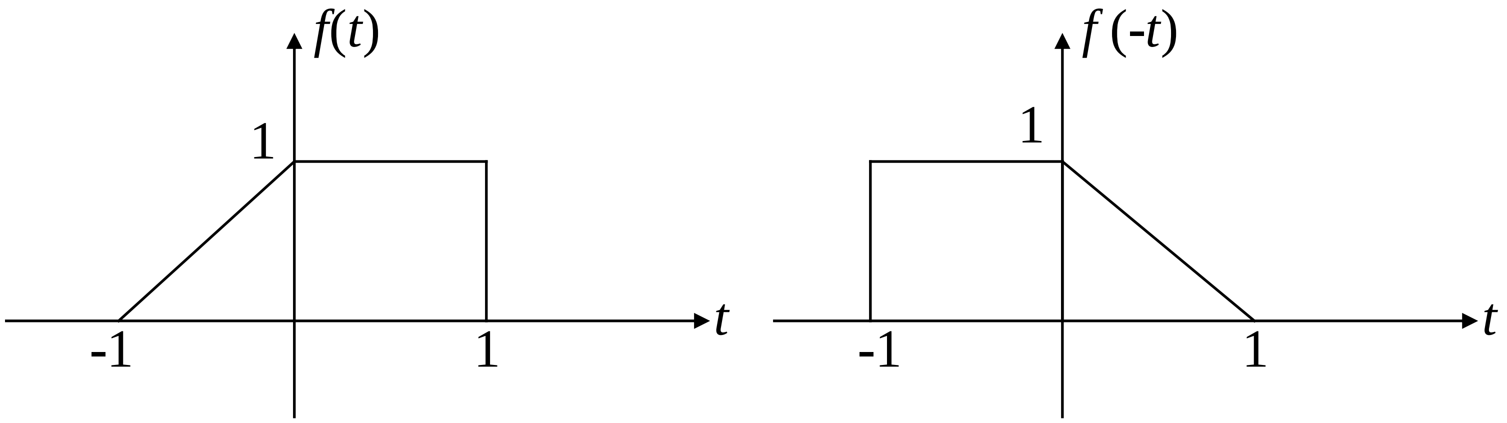
$$\int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{Sa}(t)dt = \pi$$

信号的反褶、时移、尺度变换运算

1. 反褶运算

$$f(t) \to f(-t)$$

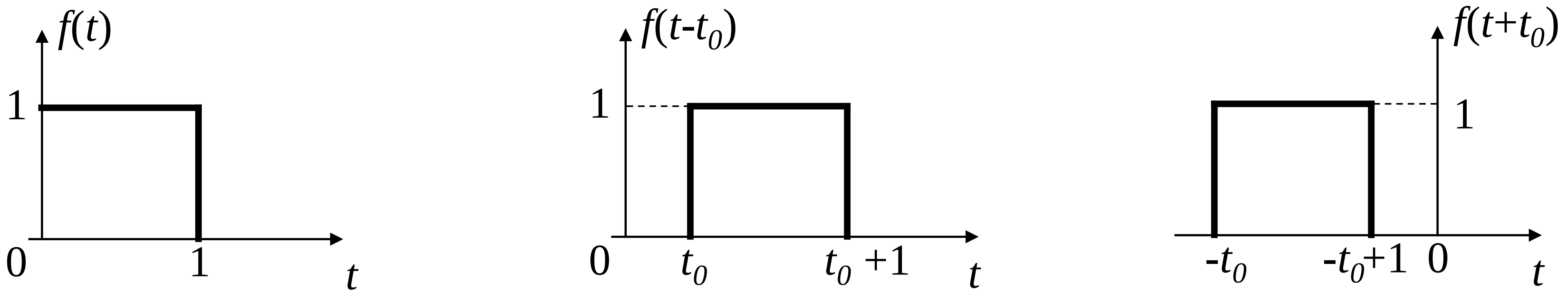
以 $t = 0$ 为轴反褶



2. 时移运算

$$f(t) \to f(t-t_0)$$

$t_0>0$时，$f(t)$在 t 轴上整体右移； $t_0<0$时，$f(t)$在 t 轴上整体左移。



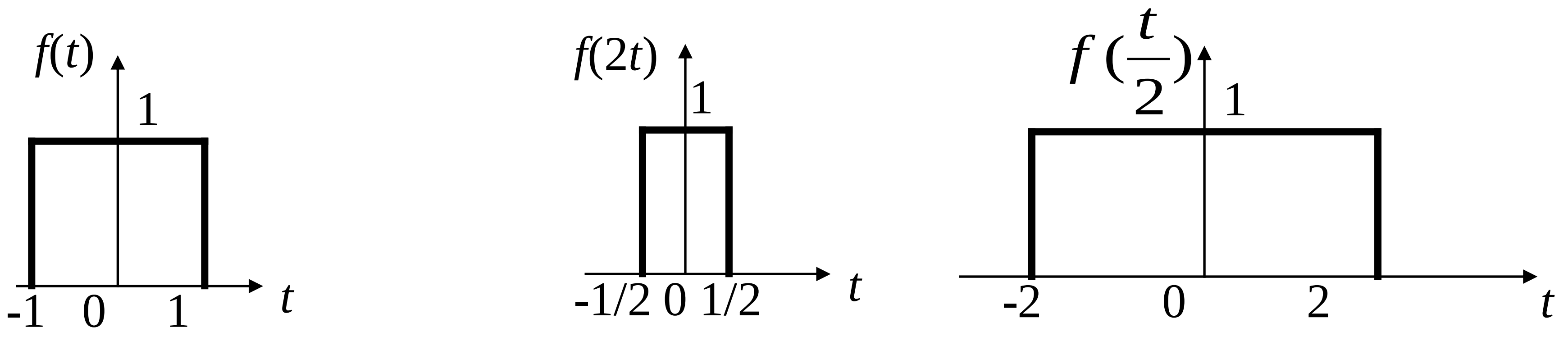
3. 尺度变换运算

$$f(t) \to f(2t)$$

压缩

$$f(t) \to f(\frac{t}{2})$$

扩展



信号的微分与积分运算

1. 微分运算

信号 $f(t)$ 的微分 $f'(t)$ 仍然是一个信号，它表示信号随时间变化的变化率。微分运算突出信号的变化部分。

2. 积分运算

信号 $f(t)$ 的积分 $\int_{-\infty}^{t} f(\tau)d\tau$，也可写作 $f^{(-1)}(t)$，仍然是一个信号，它在任意时刻的值等于从 $-\infty$ 到 t 区间内$f(t)$与时间轴所包围的面积。

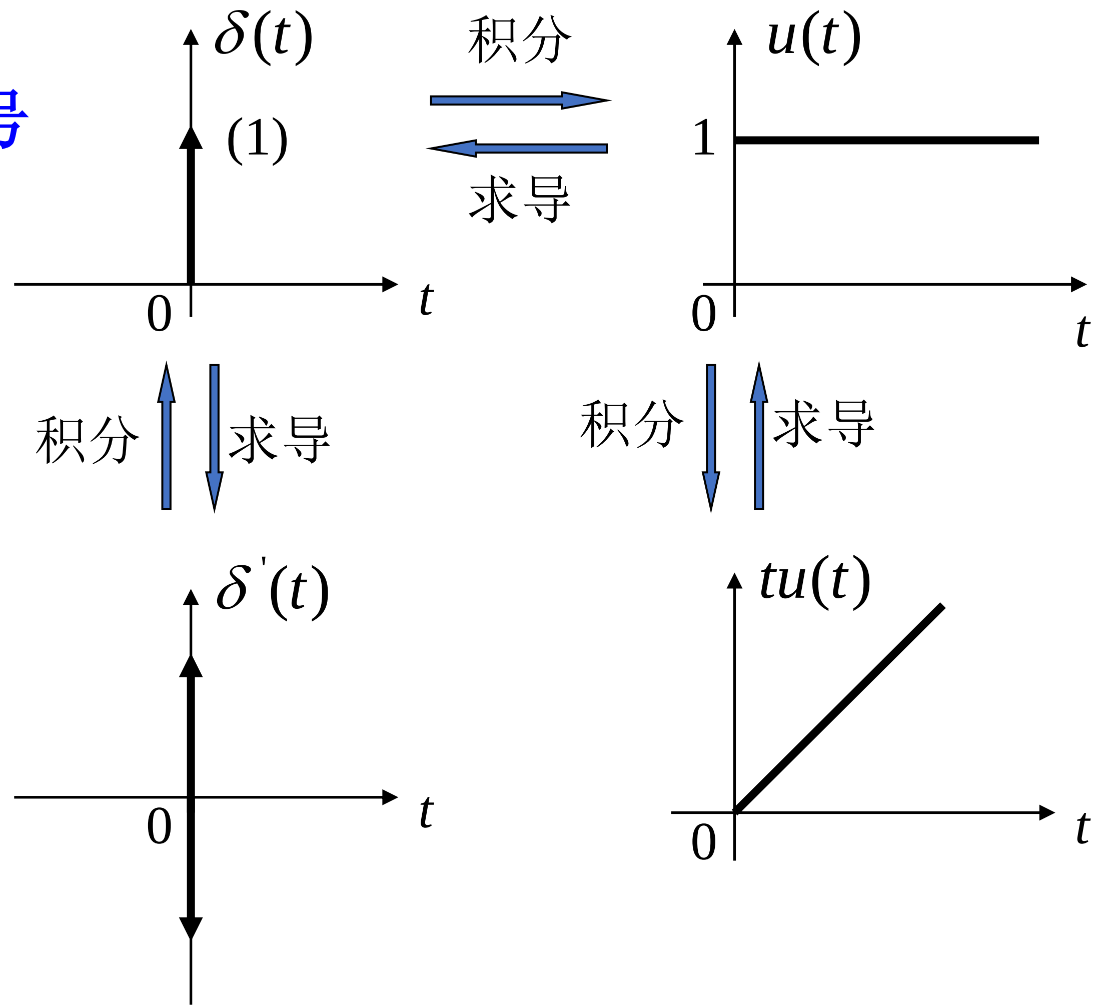
积分运算使信号的突变部分变得平滑，可削弱毛刺（噪声）的影响。

在信号与系统分析中，经常要遇到**函数本身有不连续点**或其**导数与积分有不连续点**的情况，这类函数统称为奇异函数或**奇异信号**。

单位冲激信号

单位阶跃信号

单边特性，某些脉冲信号可以用阶跃信号来表示。

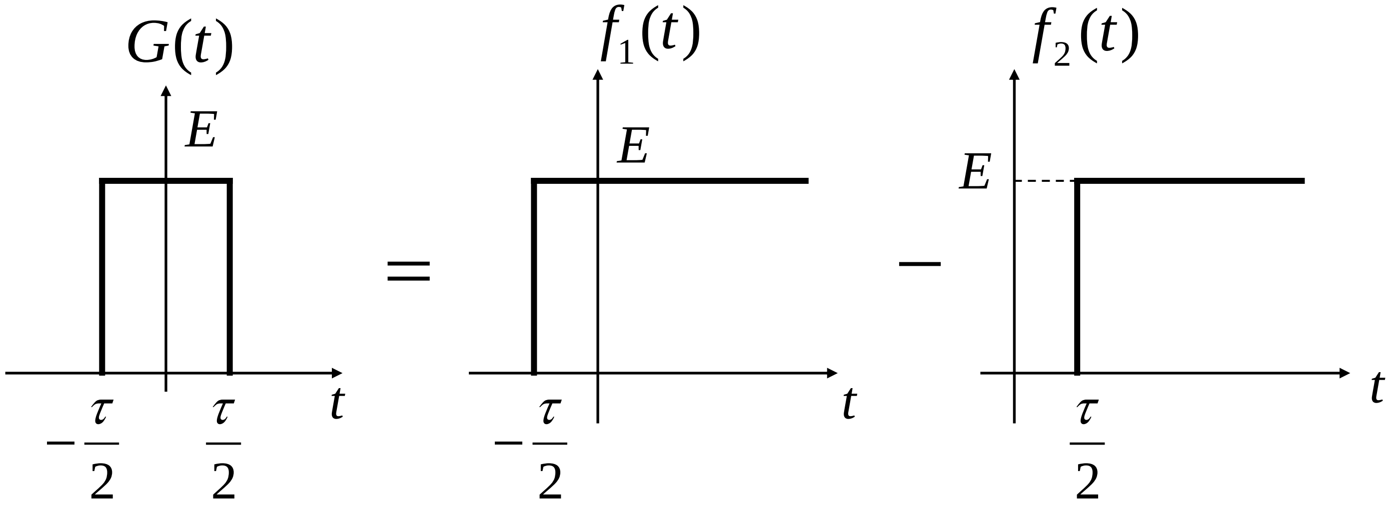


冲激偶信号

奇函数

单位斜变信号

u(t)的性质： 单边特性，即 $f(t)u(t)=\begin{cases}0 & t<0\\ f(t) & t>0\end{cases}$

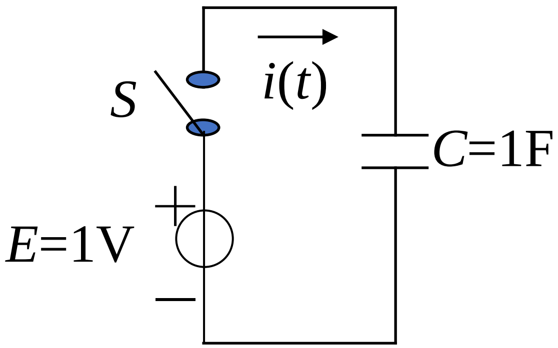


矩形脉冲$G(t)$可表示为

$$G(t)=f_1(t)-f_2(t)=E[u(t+\frac{\tau}{2})-u(t-\frac{\tau}{2})]$$

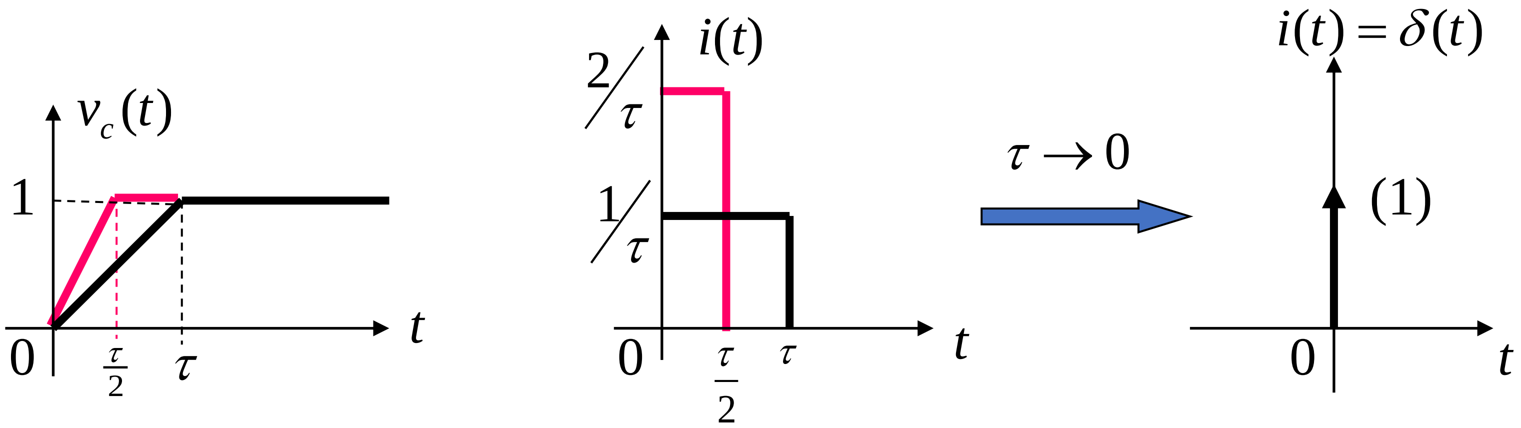
1.4.3 单位冲激信号$\delta(t)$

我们先从物理概念上理解如何产生冲激函数 $\delta(t)$ 。



例： 图中假设S、E、C都是理想元件（内阻为0），当 $t=0$时S闭合，求回路电流i（t）。

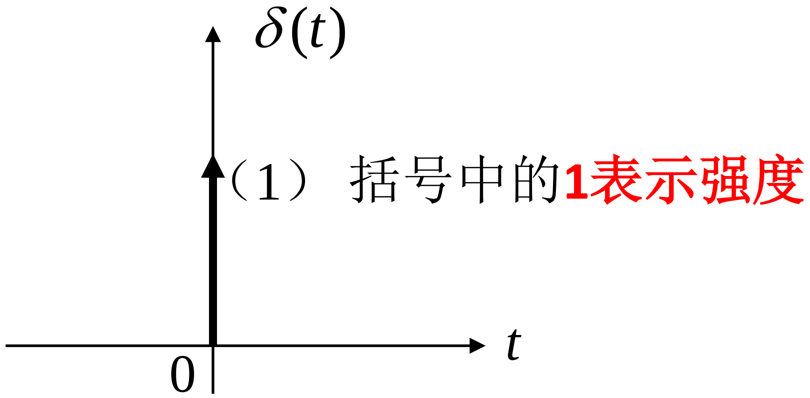
$$i(t) = C\frac{dv_C(t)}{dt}$$



1. $\delta(t)$ 的定义方法

1）用表达式定义

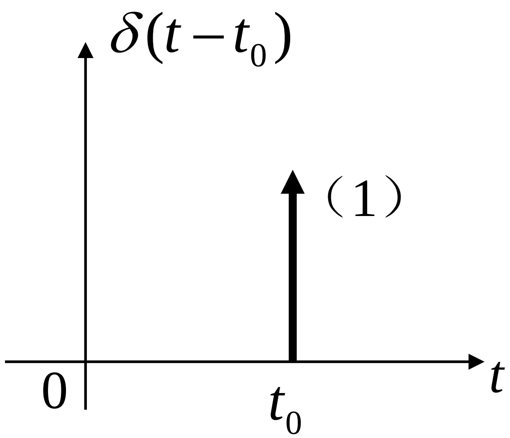
$$\begin{cases} \delta(t)=0 \quad (t\neq 0) \\ \int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt=1 \end{cases}$$



这种定义方式是狄拉克提出来的，因此,$\delta(t)$ 又称为狄拉克（Dirac）函数。

同理可以定义 $\delta(t-t_0)$，即

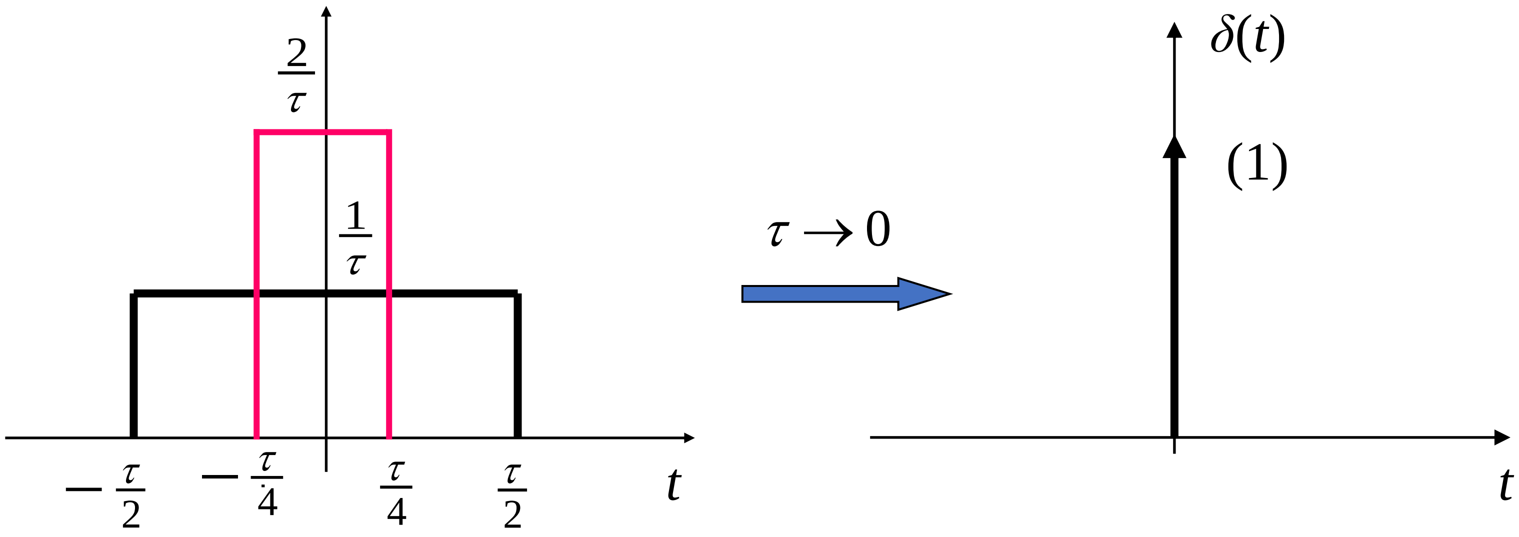
$$\begin{cases} \delta(t-t_0)=0 \quad (t\neq t_0) \\ \int_{-\infty}^{\infty}\delta(t-t_0)dt=1 \end{cases}$$



2) 用极限定义

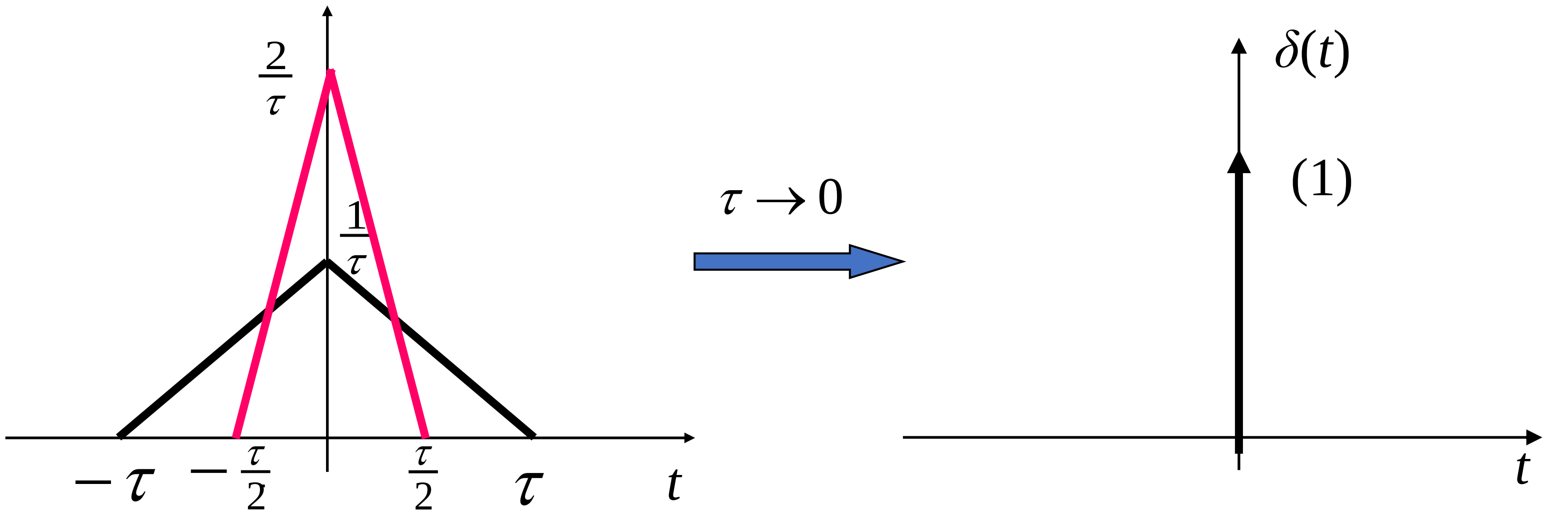
我们可以用各种规则函数系列求极限的方法来定义 $\delta(t)$ 。

例如:（a）用矩形脉冲取极限定义



$$\delta(t)=\lim_{\tau\to 0}\frac{1}{\tau}[u(t+\frac{\tau}{2})-u(t-\frac{\tau}{2})]$$

（b）用三角脉冲取极限定义



$$\delta(t)=\lim_{\tau\to 0}\left\{\frac{1}{\tau}\left(1-\frac{|t|}{\tau}\right)[u(t+\tau)-u(t-\tau)]\right\}$$

2. 冲激函数的性质

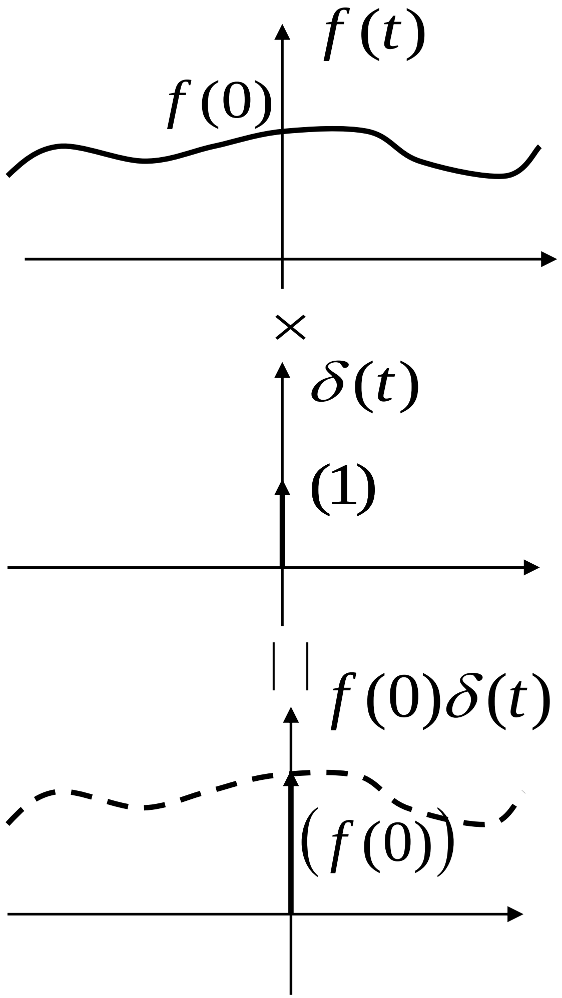
1）取样特性

$$f(t)\delta(t) = f(0)\delta(t) \qquad (1)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)f(t)dt = f(0)\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt = f(0) \qquad (2)$$

$$f(t)\delta(t-t_0) = f(t_0)\delta(t-t_0) \qquad (3)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t-t_0)f(t)dt = f(t_0) \qquad (4)$$



综合式（2）和式（4），可得出如下结论：

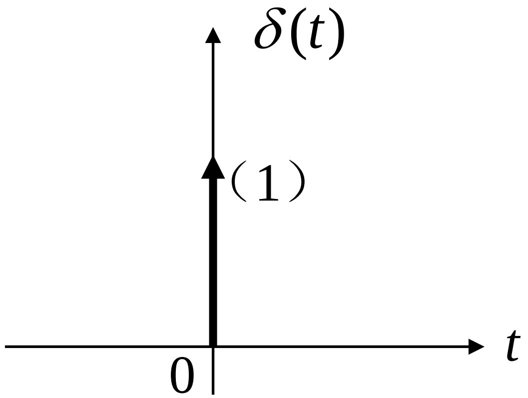
冲激函数可以把冲激所在位置处的函数值抽取（筛选）出来。

1.4 奇异信号

2）$\delta(t)$ 是偶函数，即 $\delta(t)=\delta(-t)$

3）$\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)d\tau = \begin{cases} 0 & t<0 \\ 1 & t>0 \end{cases} = u(t)$

$$\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau-t_0)d\tau = u(t-t_0)$$



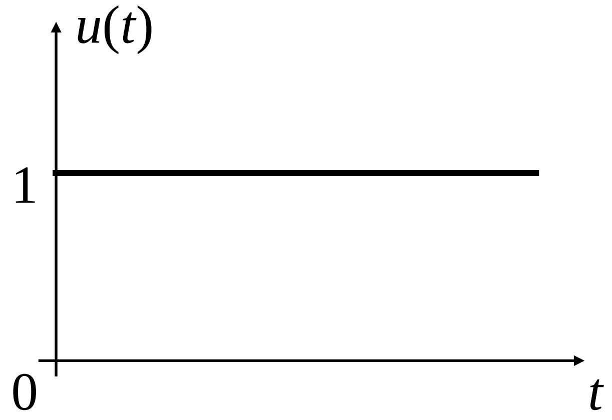
$u(t)$与 $\delta(t)$ 的关系：

$$\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau)d\tau = u(t)$$

$$\frac{d}{dt}u(t)=\delta(t)$$

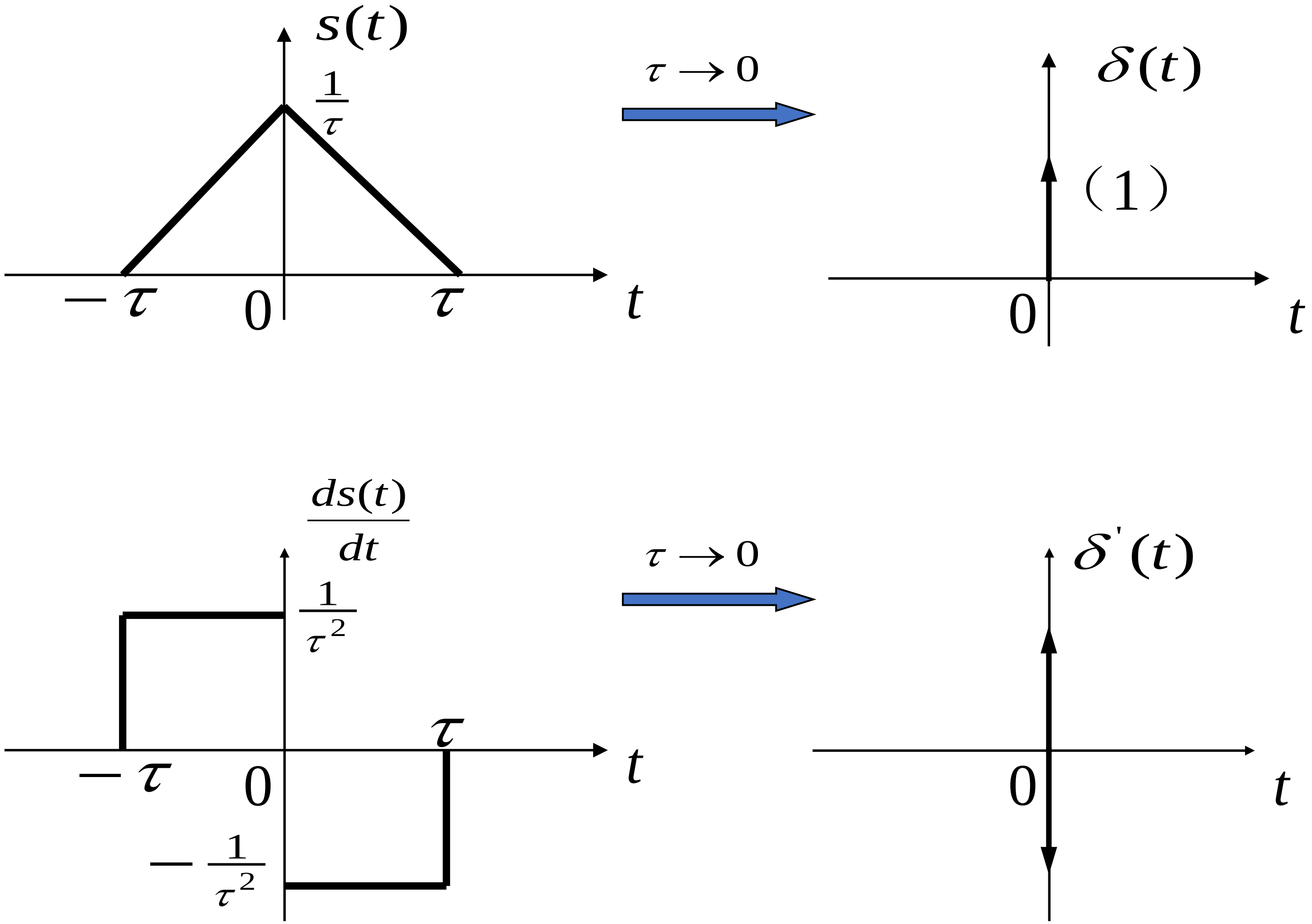
$$\int_{-\infty}^{t}\delta(\tau-t_0)d\tau = u(t-t_0)$$

$$\frac{d}{dt}u(t-t_0)=\delta(t-t_0)$$



1.4.4 冲激偶函数

冲激函数的微分（阶跃函数的二阶导数）将呈现正、负极性的一对冲激，称为冲激偶函数，以 $\delta'(t)$ 表示。



冲激偶的性质

1）冲激偶是奇函数，即$\delta'(-t) = -\delta'(t)$

2）$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta'(t) f(t) dt = -f'(0)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta'(t-t_0) f(t) dt = -f'(t_0)$$

3）$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta'(t) dt = 0$$

求解 $f(t)=\frac{d}{dt}\left[e^{-2t}u(t)\right]$。

A $e^{-2t}\delta(t)$

B $\delta(t)-2e^{-2t}u(t)$

C $-2e^{-2t}\delta(t)$

D $\delta'(t)-2e^{-2t}u(t)$

提交

第一章 信号与系统的基本概念

本次课内容

1.5 信号的分解
1.6 系统模型及其分类
1.7 线性时不变系统
1.8 系统分析方法

本次课目标

1. 掌握任意信号分解为脉冲分量的方法；
2. 了解系统不同的分类方法；
3. 能准确判断系统的**线性、时变性、因果性**；
4. 初步了解系统的分析方法。

第一章 信号与系统的基本概念

1.5.1 任意信号分解为偶分量与奇分量之和

偶分量定义为　$f_e(t) = f_e(-t)$

奇分量定义为　$f_o(t) = -f_o(-t)$

任意信号可分解为偶分量与奇分量之和，即

$$f(t) = f_e(t) + f_o(t) \qquad (1)$$

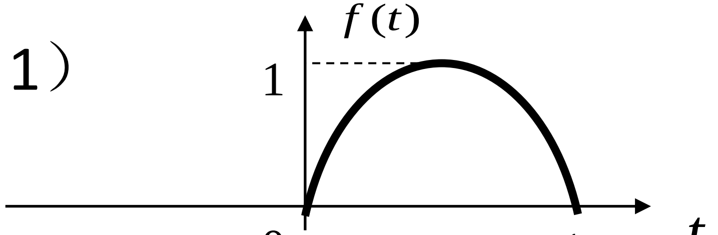
$$f(-t) = f_e(t) - f_o(t) \qquad (2)$$

$$(1)+(2): \quad f_e(t) = \frac{1}{2}[f(t) + f(-t)]$$

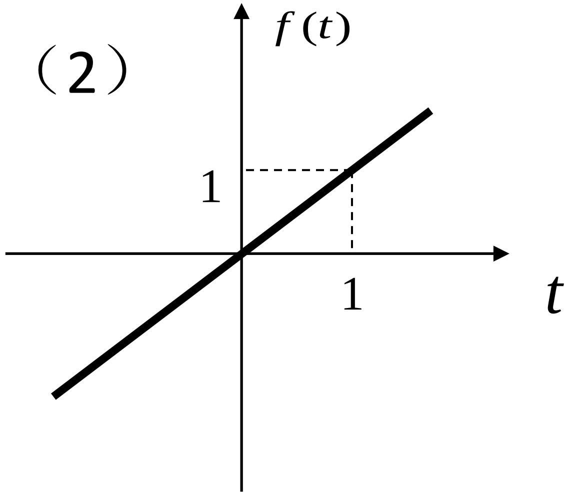
$$(1)-(2): \quad f_o(t) = \frac{1}{2}[f(t) - f(-t)]$$

例1-9: 求解下图信号的偶分量与奇分量。

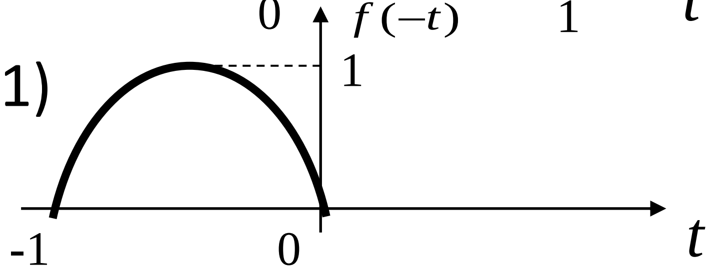
（1）

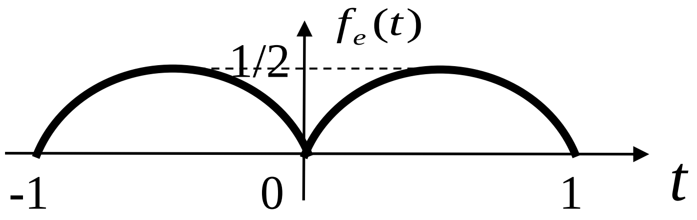


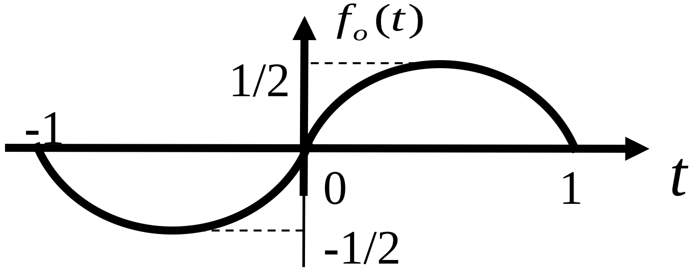
（2）



解： (1)







(2) 该信号为奇信号。所以

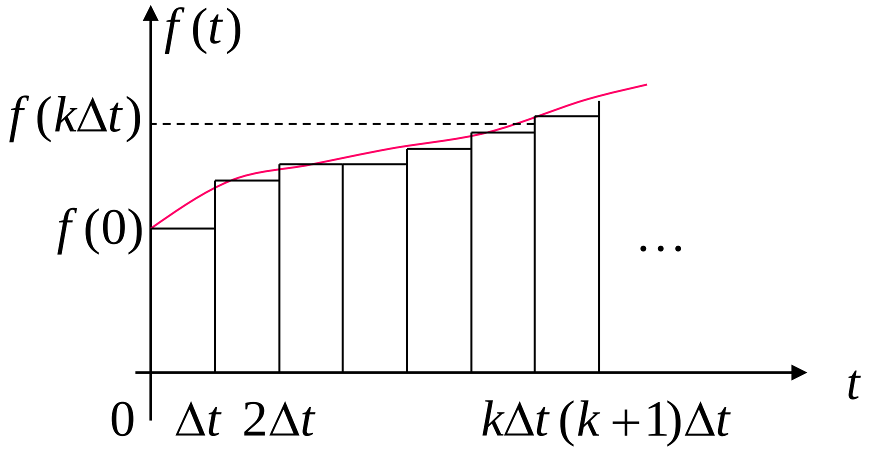
$$f_o(t) = f(t)$$

$$f_e(t) = 0$$

1.5.2 任意信号分解为脉冲分量

一个信号可近似分解为许多脉冲分量之和。这里又分为两种情况，一是分解为矩形窄脉冲分量，窄脉冲组合的极限就是冲激信号的迭加；另一种情况是分解为阶跃信号分量的迭加。

任意信号分解为冲激信号的迭加

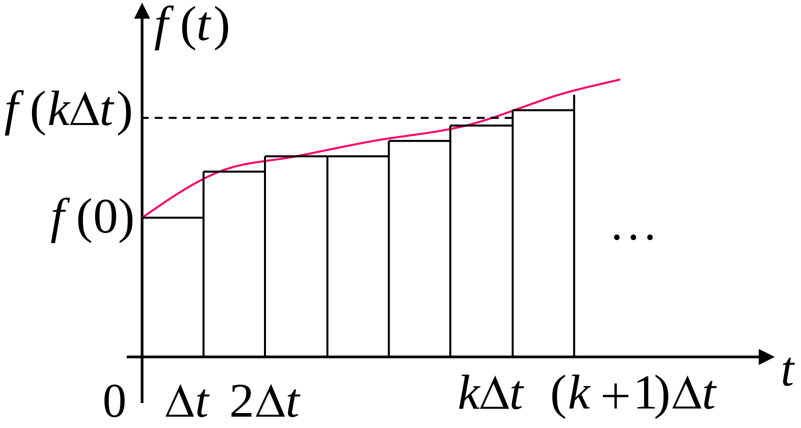


当 $t=0$ 时，第一个矩形脉冲为

$$f(0)[u(t)-u(t-\Delta t)]$$

$$\lim_{\Delta t\to 0}\frac{f(0)[u(t)-u(t-\Delta t)]}{\Delta t}\Delta t=\lim_{\Delta t\to 0} f(0)\delta(t)\Delta t$$

1.5 信号的分解

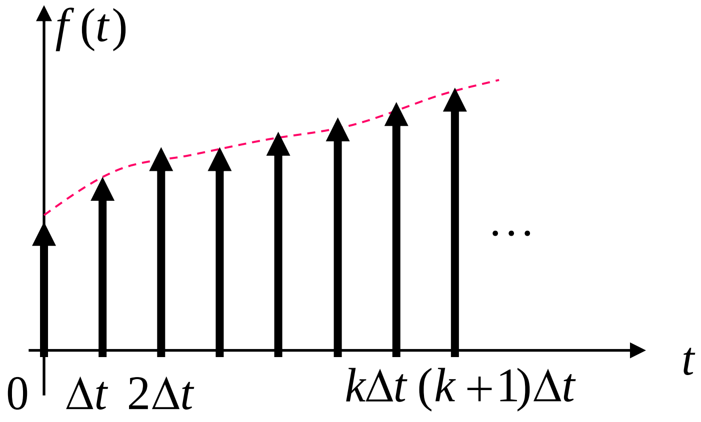


当 $t=k\Delta t$ 时，第 $k+1$ 个矩形脉冲为

$$f(k\Delta t)\{u(t-k\Delta t)-u[t-(k+1)\Delta t]\}$$

$$\lim_{\Delta t\to 0} f(k\Delta t)\frac{\{u(t-k\Delta t)-u[t-(k+1)\Delta t]\}}{\Delta t}\Delta t$$

$$=\lim_{\Delta t\to 0} f(k\Delta t)\delta(t-k\Delta t)\Delta t$$



将上述0 — n个矩形脉冲迭加，就得到$f(t)$的表达式，即

$$f(t)=\lim_{\Delta t\to 0}\sum_{k=0}^{n} f(k\Delta t)\delta(t-k\Delta t)\Delta t$$

当 $\Delta t\to 0$ 时，$\Delta t\to d\tau, k\Delta t\to \tau, \lim\limits_{\Delta t\to 0}\sum\limits_{k=0}^{n}\to\int_{0^-}^{t}$

$$\boxed{f(t)=\int_{0^-}^{t} f(\tau)\delta(t-\tau)d\tau}$$

1.5.3 任意信号分解成正交函数分量

如果用正交函数集表示一个信号，那么，组成信号的各分量就是相互正交的。

例如，各次谐波的正弦与余弦信号构成的三角函数集就是正交函数集。任何周期信号$f(t)$只要满足狄里赫利条件，就可以由这些三角函数的线性组合来表示，称为$f(t)$的三角形式的傅里叶级数。同理，$f(t)$还可以展开成指数形式的傅里叶级数。（第三章内容）

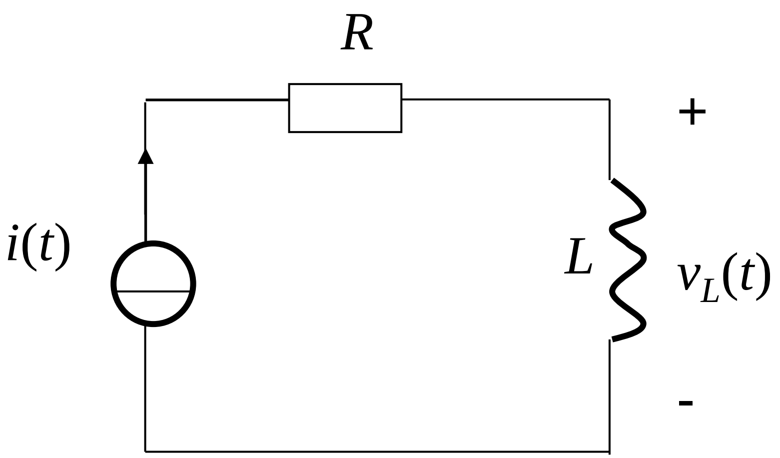
第一章 信号与系统的基本概念

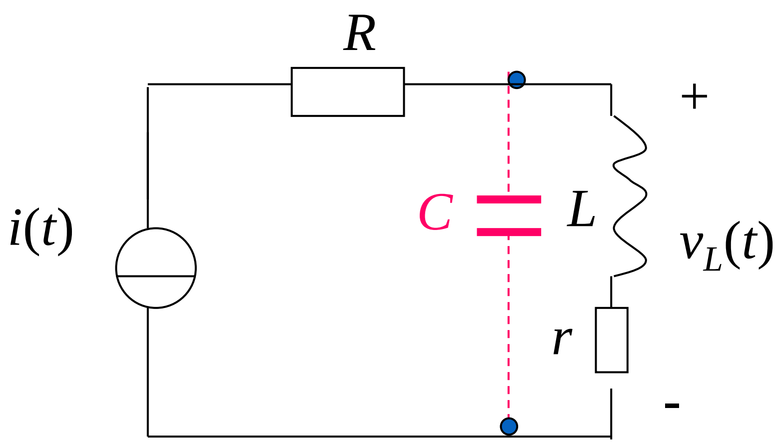
系统的定义

- 由若干个相互关联又相互作用的事物组合而成，具有某种或某些特定功能的整体。如通信系统、雷达系统等。系统的概念不仅适用于自然科学的各个领域，而且还适用于社会科学。如政治结构、经济组织等。
- 众多领域各不相同的系统都有一个共同点，即所有的系统总是对施加于它的信号(即系统的**输入信号**，也可称**激励**)作出响应，产生出另外的信号(即系统的**输出信号**，也可称**响应**)。系统的功能就体现在什么样的输入信号产生怎样的输出信号。
- 每个系统都有各自的**数学模型**。

1.6 系统模型及其分类

1.6.1 系统的数学模型

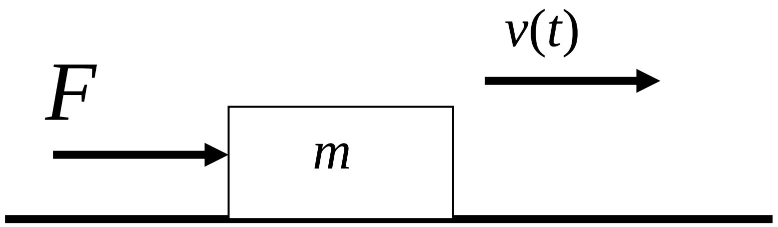




$$v_L(t) = L\frac{di_L(t)}{dt} = L\frac{di(t)}{dt}$$

$$v_L(t) = L\frac{di(t)}{dt} + ri(t)$$

对于同一物理系统，在不同条件之下，可得到不同形式的数学模型。



$$F = ma = m\frac{dv(t)}{dt} \quad \Longleftrightarrow \quad v_L(t) = L\frac{di(t)}{dt}$$

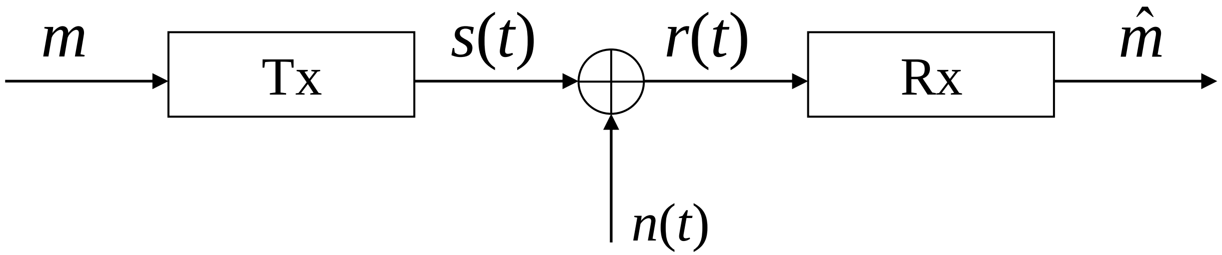
$$m \Longleftrightarrow L \qquad F \Longleftrightarrow v_L(t) \qquad v(t) \Longleftrightarrow i(t)$$

两个**不同的系统可能有相同的数学模型**，甚至物理系统与非物理系统也可能有相同的数学模型。将数学模型相同的系统称为相似系统。

1.6 系统模型及其分类

通信系统

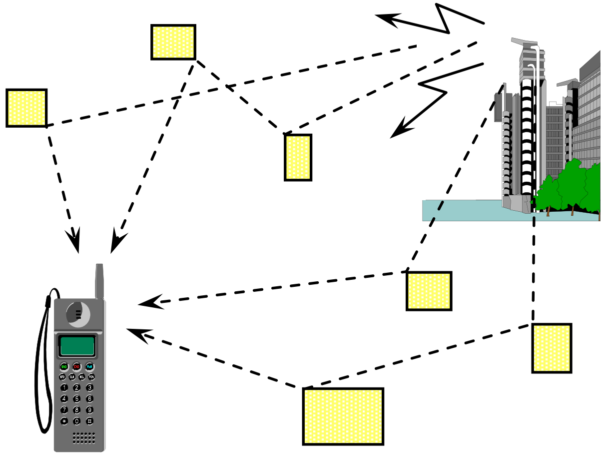
加性高斯白噪声信道

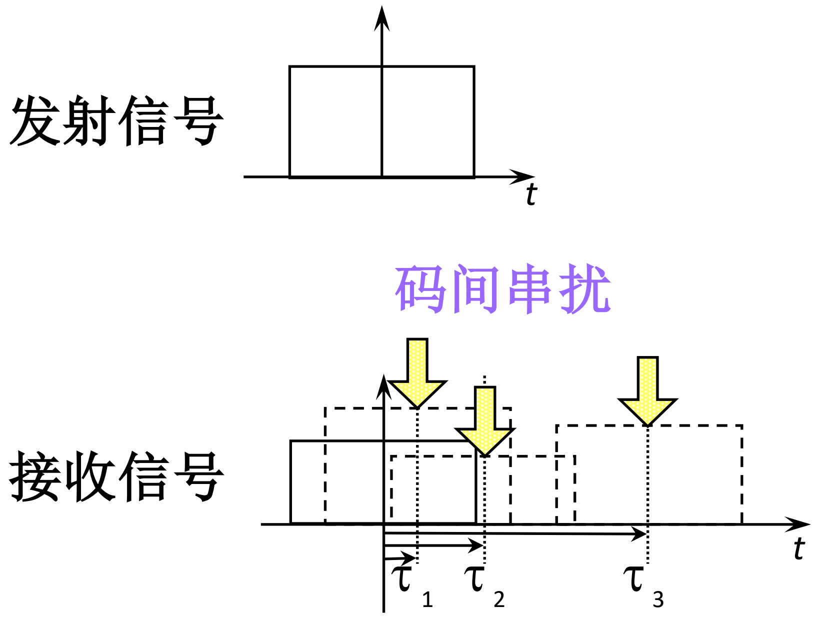


$$r(t) = s(t) + n(t)$$

1.6 系统模型及其分类

多径信道





1.6.2 系统的分类

（1）连续时间系统与离散时间系统

连续时间系统的数学模型是微分方程。

离散时间系统的数学模型是差分方程。

（2）即时系统（无记忆系统）与动态系统（记忆系统）

即时系统数学模型是代数方程，如电阻电路。

动态系统数学模型是微分方程或差分方程，如RC,RL电路。

（3）集总参数系统与分布参数系统

集总参数系统的数学模型是常微分方程。

分布参数系统的数学模型是偏微分方程。

（4）线性系统与非线性系统

具有迭加性与均匀性(也称齐次性)的系统称为线性系统。

不满足叠加性或均匀性的系统称为非线性系统。

（5）时变系统与时不变系统(非时变系统)

时变系统：系统的参数随时间变化。

时不变系统：系统的参数不随时间而变化。

（6）单输入单输出系统与多输入多输出系统

单输入单输出系统：只接受一个激励信号，产生一个响应信号。

多输入多输出系统：系统激励信号与响应信号多于一个，例如，5G 的massive MIMO（multiple-input multiple-output）系统。

（7）可逆系统与不可逆系统

可逆系统：不同的激励产生不同的响应。

不可逆系统：不同的激励产生相同的响应。

对于每个可逆系统都存在一个“逆系统”，当原系统与此逆系统级联组合后,输出信号与输入信号相同。

例:

一个可逆系统：$r(t)=3e(t)$

其逆系统为：$r(t)=e(t)/3$

不可逆系统：$r(t)=e^2(t)$

（当激励 $e(t)=1$ 和 $e(t)=-1$ 时，响应 $r(t)$ 均为1。即不同激励产生相同响应。故为不可逆系统）。

第一章 信号与系统的基本概念

1.7.1 线性特性

线性包含叠加性与均匀（齐次）性。

1. 叠加性

若 $x(t)=x_1(t)+x_2(t)$ $\qquad$ $y(t)=y_1(t)+y_2(t)$

称系统满足叠加性。

2. 齐次性

若 $x(t)=ax_i(t)$ $\qquad$ $y(t)=ay_i(t)$

称系统满足齐次性。

同时满足叠加性与齐次性的系统称为线性系统。

例1-10：设某系统的输入输出之间的关系为：$y(t)=tx(t)$。判断该系统是否为线性系统。

$$x(t)\longrightarrow\boxed{\text{系统}}\longrightarrow y(t)=tx(t)$$

解：$y_1(t)=tx_1(t)$　　$y_2(t)=tx_2(t)$　　$x(t)=x_1(t)+x_2(t)$

$$y(t)=t[x_1(t)+x_2(t)]=tx_1(t)+tx_2(t)=y_1(t)+y_2(t)$$

$$x(t)=ax_1(t)\qquad y(t)=tx(t)=atx_1(t)=ay_1(t)$$

$$x(t)=\sum_{k=1}^{N}a_kx_k(t)\qquad y(t)=\sum_{k=1}^{N}a_ky_k(t)$$

单选题 1分

设置

设某系统的输入输出之间的关系为 $y(t)=ax(t)+b$。判断该系统是否为线性系统。

A 是

B 否

提交

例1-11：设某系统的输入输出之间的关系为:$y(t)=ax(t)+b\ (b\neq 0)$。判断该系统是否为线性系统。

解：

$$y_1(t)=ax_1(t)+b \qquad y_2(t)=ax_2(t)+b$$

$$x(t)=x_1(t)+x_2(t)$$

$$y(t)=a[x_1(t)+x_2(t)]+b\neq y_1(t)+y_2(t)$$

系统不满足叠加性。而且

$$x(t)=cx_1(t) \qquad y(t)=ax(t)+b=acx_1(t)+b\neq cy_1(t)$$

系统也不满足齐次性。

所以系统不是线性系统。

由**线性**，可以得到系统的一个结果是：在全部时间上系统输入为零，必然输出为零，即**零输入产生零输出**。

$$x(t)=\sum_{k=1}^{N}a_k x_k(t)=\sum_{k=1}^{N}0\cdot a_k=0$$

$$y(t)=\sum_{k=1}^{N}a_k y_k(t)=\sum_{k=1}^{N}0\cdot a_k=0$$

而

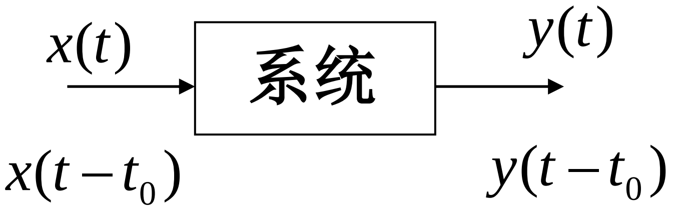
$$y(t)=ax(t)+b=a\cdot 0+b=b$$

即在零输入时，系统输出不为零。这部分不为零的输出，称为系统的零输入响应。

1.7.2 时不变性

系统本身参数不随时间改变。

激励延迟，则响应也同样延迟。



例1-12： 判断满足下列输入输出之间的关系的系统是否为时变系统:

(1) $y(t)=tx(t)$ (2) $y(t)=ax(t)+b$ 。

解： (1)

$$y_1(t)=tx(t-t_0)\neq y(t-t_0)$$

$$y(t-t_0)=(t-t_0)x(t-t_0)$$

所以系统是时变的。

(2)

$$y_1(t)=ax(t-t_0)+b=y(t-t_0)$$

所以系统是时不变的。

单选题 1分

设置

设系统的输入输出之间的关系为 $y(t) = x(2t)$。判断其是否为时不变系统。

A 时不变

B 时变

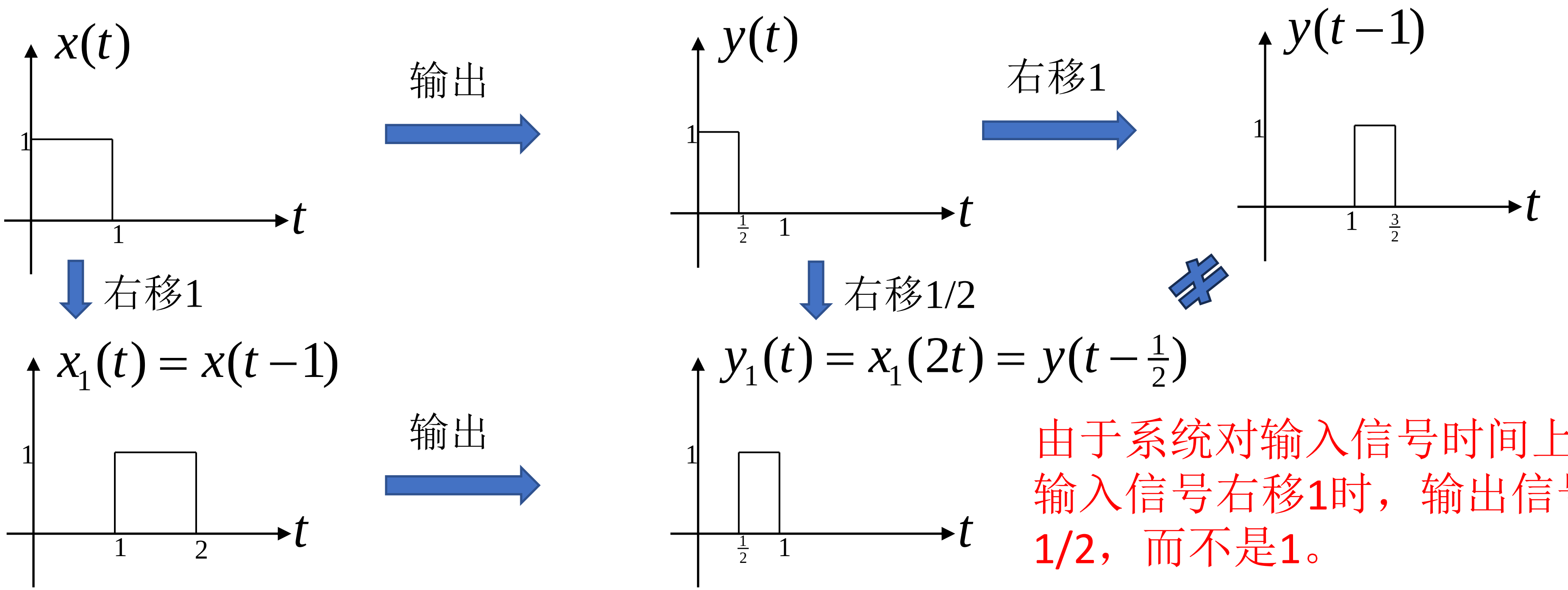
提交

判断一个系统是否满足某种特性，只要能找到一个例子不满足，就可证明其不满足此特性。

例1-13：设系统的输入输出之间的关系为：$y(t)=x(2t)$。判断其是否为时不变系统。

解：定义将输入$x(t)$右移t_0为$x_1(t)=x(t-t_0)$，对应的输出为$y_1(t)=x_1(2t)=x(2t-t_0)$。而将$y(t)$直接右移t_0得到的是$y(t-t_0)=x[2(t-t_0)]$。二者不相等，所以系统是一时变系统。

例如：



由于系统对输入信号时间上压缩2倍，输入信号右移1时，输出信号仅右移1/2，而不是1。

例1-14：判断 $y(t)=x(-t)$ 是否时不变系统。

解：$y(t)=x(-t)$

$x_1(t)=x(t-t_0)$

$y_1(t)=x(-t-t_0)$ 该系统只是对激励做了一次反褶，即对x中的t乘以-1。

$y(t-t_0)=x(-t+t_0)\neq y_1(t)$

所以是时变系统

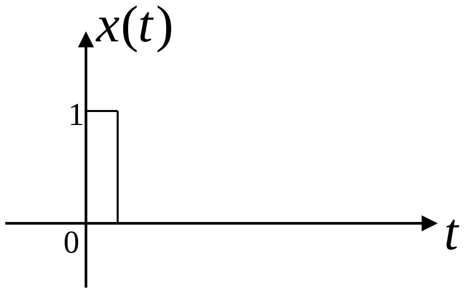
时不变的直观判断方法：

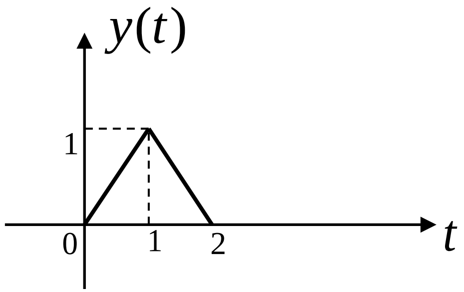
若$x(\cdot)$前出现时变的系数—$tx(t)$、或有反褶—$x(-t)$、或有展缩变换—$x(2t)$，则该系统为时变系统。

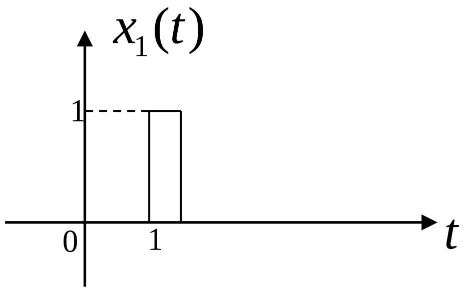
系统同时满足线性与时不变性，称为线性时不变系统，记为LTI (linear-time-invariant) 系统，可表示为：

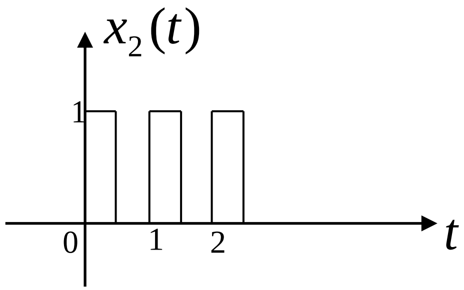
$$x(t)=\sum_{k=1}^{N}a_k x_k(t-t_k) \qquad y(t)=\sum_{k=1}^{N}a_k y_k(t-t_k)$$

例1-15：设LTI系统的输入 $x(t)$ 与输出 $y(t)$ 之间的关系由下图描述，作出当输入分别为 $x_1(t)$ 与 $x_2(t)$ 时，输出 $y_1(t)$ 与 $y_2(t)$ 的波形图。

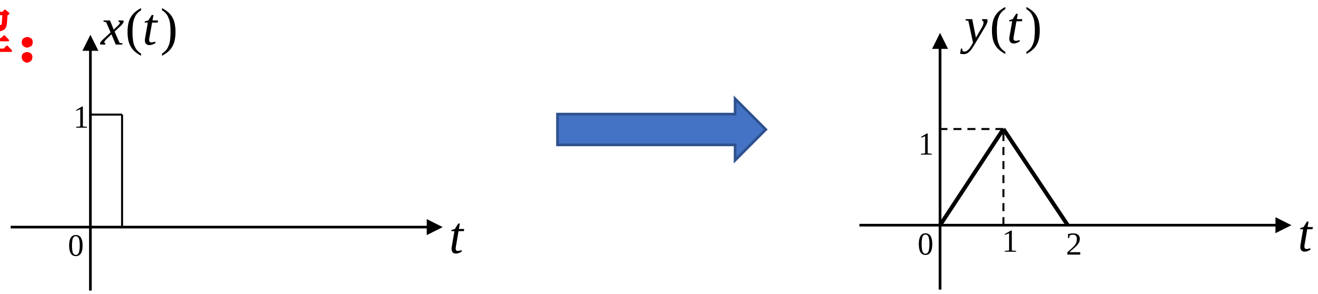


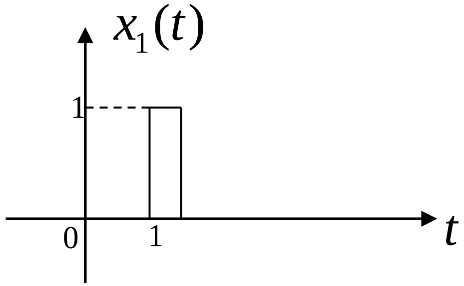


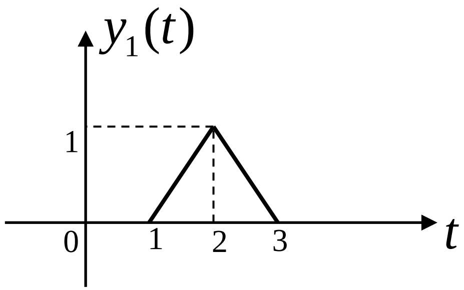




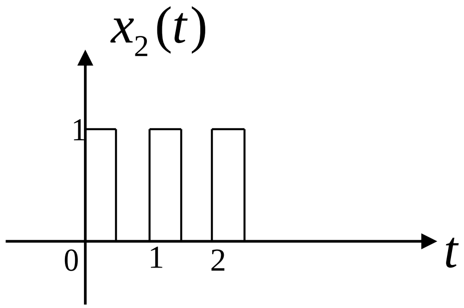
解：

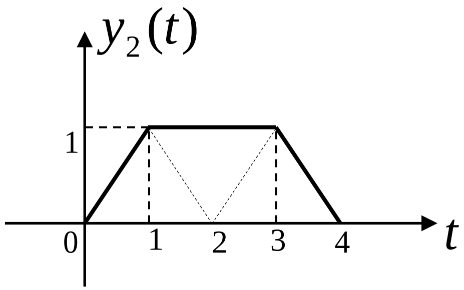






$$x_1(t) = x(t-1) \qquad y_1(t) = y(t-1)$$



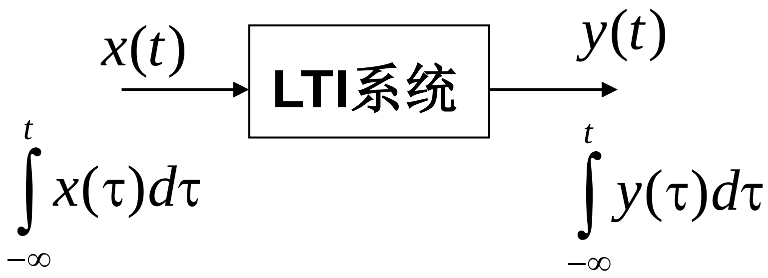


$$x_2(t) = x(t) + x(t-1) + x(t-2) \qquad y_2(t) = y(t) + y(t-1) + y(t-2)$$

1.7.3 连续时间系统的微积分性

1. 微分性

2. 积分性



1.7.4 因果性

因果系统是指系统在 $t=t_0$ 时刻的响应只与 $t=t_0$ 和 $t<t_0$ 时刻的输入有关。否则，为非因果系统。

例:

因果系统: $r(t)=e(t-1)$ （延时系统）

非因果系统: $r(t)=e(t+1)$ （超前系统）

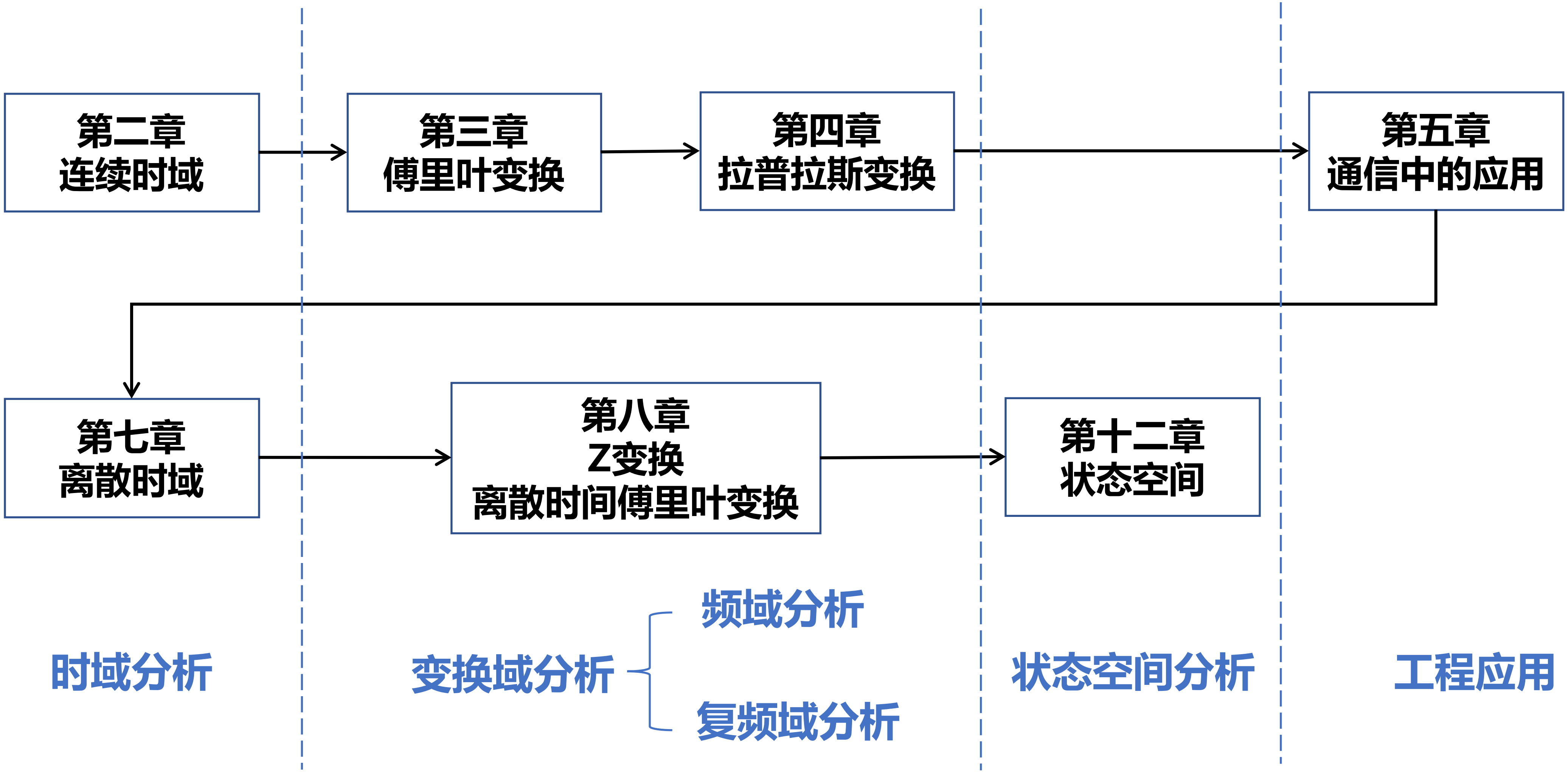
（ $t=0$ 时刻响应 $r(0)=e(1)$ ，它由 $t=1$ 时刻的激励决定, 故为非因果系统。）

非因果系统: $r(t)=e(2t)$ （时域压缩系统）

非因果系统常见于语音信号处理、气象学、股票市场分析、人口统计学等领域。

第一章 信号与系统的基本概念

1.8 线性时不变系统的分析方法



从系统的数学描述方法来分：

输入、输出分析法：一个n阶微（差）分方程，适合于单输入、单输出系统**（第二、三、四、七、八章）**

状态变量分析法： n个一阶微（差）分方程组，适合于多输入、多输出系统**（第十二章）**

从系统数学模型求解方法来分：

时域分析法：不经过任何变换，在时域中直接求解响应**（第二、七章）**

变换域分析法：将信号和系统模型的时间函数变换成相应某变换域的函数，如**傅里叶变换（第三、五章）**、**拉普拉斯变换（第四章）**、**Z变换（第八章）**等

作业

基础题（需提交）：1-18，1-20，1-23。

加强题（选做，不提交）**：**1-21，1-24。