信号与线性系统

第 16 讲

教材位置：第1章–第6章

一．信号的分类

1. 确定信号与随机信号。
2. 连续时间信号与离散时间信号。
3. 周期信号与非周期信号。
4. 能量信号与功率信号。

二．信号的运算

1．相加： $f(t)=f_1(t)+f_2(t)$

2．相乘： $f(t)=f_1(t)\bullet f_2(t)$

3．时移： $f(t)\rightarrow f(t-t_0)$

4．尺度变换与反褶： $f(t)\rightarrow f(at)$

三．系统的分类

1．连续时间系统和离散时间系统；

2．线性系统与非线性系统；

3．时变系统与时不变系统；

4．因果系统与非因果系统；

5．稳定系统与不稳定系统。

四．系统的性质

1．线性：同时满足齐次性与叠加性。

2．时不变性：系统响应的形状不随激励施加的时间不同而改变。

3．因果性：系统的响应不应出现在激励之前。

4．稳定性：对有界的激励，系统的零状态响应也是有界的。

重 点：线性时不变的概念、判断系统是否为线性时不变系统；

考 点：线性非时变系统概念，信号基本运算及作图，周期计算。

一、微分方程的算子形式 $D(p)r(t)=N(p)e(t)$ 或 $r(t)=H(p)e(t)$

转移算子 $H(p)=\dfrac{N(p)}{D(p)}$

二. 零输入响应$\mathbf{r_{zi}(t)}$

1. 定义：输入为零，由系统初始状态引起的响应。

2. 系统特征方程： $D(p)=p^n+a_{n-1}p^{n-1}+\cdots+a_1p+a_0=0$

3. 特征方程的根与系统的初始状态决定系统的零输入响应

特征根无重根时： $\lambda_j\ (j=1,2,\cdots,n)$ $r(0_-),r'(0_-),\cdots,r^{(n-1)}(0_-)$

$$r_{zi}(t)=\sum_{j=1}^{n}c_je^{\lambda_jt}\varepsilon(t)$$

有一**k**重根时：

$$r_{zi}(t)=\sum_{j=1}^{n-k}c_je^{\lambda_jt}\varepsilon(t)+(c_{n-k+1}+c_{n-k+2}t+\cdots+c_nt^{k-1})e^{\lambda t}\varepsilon(t)$$

特征方程的根是系统的自然频率

三、奇异函数

1. 阶跃函数与冲激函数

$$\varepsilon(t)=\begin{cases}0,(t<0)\\1,(t>0)\end{cases}\qquad \begin{cases}\int_{-\infty}^{\infty}\delta(t)dt=1\\ \delta(t)=0,t\neq 0\end{cases}$$

2. 单位冲激函数的性质

抽样性：

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

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

对称性：

$$\delta(t)=\delta(-t)\qquad \delta(t-t_0)=\delta[-(t-t_0)]$$

尺度变换

$$\delta(at)=\frac{1}{|a|}\delta(t)\qquad \delta(at-t_0)=\frac{1}{|a|}\delta(t-\frac{t_0}{a})$$

与单位阶跃函数的关系

$$\int_{-\infty}^{t}\delta(t)dt=\varepsilon(t)\qquad \frac{d}{dt}\varepsilon(t)=\delta(t)$$

单位冲激偶

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

3. **δ(t)**表示连续时间函数**f(t)**

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

四、冲激响应h(t)

1．**定义**：系统在δ(t)激励下的零状态响应。

2．**计算**：用系统转移算子H(P)计算h(t)。

$$m<n\text{时},\quad H(p)=\frac{N(p)}{D(p)}=\sum_{i=1}^{n}\frac{k_i}{p-\alpha_i}$$

$$h(t)=\sum_{i=1}^{n}k_i e^{\alpha_i t}\varepsilon(t)$$

$$m=n\text{时},\quad H(p)=\frac{N(p)}{D(p)}=b_m+\sum_{i=1}^{n}\frac{k_i}{p-\alpha_i}$$

$$h(t)=b_m\delta(t)+\sum_{i=1}^{n}k_i e^{\alpha_i t}\varepsilon(t)$$

五．零状态响应$r_{zs}(t)$

1．**定义**：初态为零系统对激励e(t)的响应。

2．**计算**：$r_{zs}(t)$等于h(t)与激励e(t)的卷积。

$$r_{zs}(t)=e(t)*h(t)$$

六．卷积积分

$$f_1(t)*f_2(t)=\int_{-\infty}^{\infty}f_1(\tau)f_2(t-\tau)d\tau=\int_{-\infty}^{\infty}f_1(t-\tau)f_2(\tau)d\tau$$

1.定义：

2.性质：

（1） 交换律：

$$f_1(t)*f_2(t)=f_2(t)*f_1(t)$$

（2） 分配律：

$$f_1(t)*[f_2(t)+f_3(t)]=f_1(t)*f_2(t)+f_1(t)*f_3(t)$$

（3） 结合律：

$$f_1(t)*[f_2(t)*f_3(t)]=[f_1(t)*f_2(t)]*f_3(t)$$

（4） 微分与积分：

$$[f_1(t)*f_2(t)]'=f_1'(t)*f_2(t)=f_1(t)*f_2'(t)$$

$$\int_{-\infty}^{t}[f_1(\tau)*f_2(\tau)]d\tau=f_1(t)*\int_{-\infty}^{t}f_2(\tau)d\tau=[\int_{-\infty}^{t}f_1(\tau)d\tau]*f_2(t)$$

$$f_1(t)*f_2(t)=\int_{-\infty}^{t}f_1(\tau)d\tau*\frac{df_2(t)}{dt}=\frac{df_1(t)}{dt}*\int_{-\infty}^{t}f_2(\tau)d\tau$$

（5）任意时间函数**f(t)**与**δ(t)**卷积：

$$f(t)*\delta(t)=f(t)$$

$$f(t)*\delta(t-t_1)=f(t-t_1)$$

$$f(t-t_1)*\delta(t-t_2)=f(t-t_1-t_2)$$

重点：奇异信号时域描述、**δ(t)**性质、零输入响应求解、卷积及物理意义

考点：δ(t)及 δ′(t)性质，卷积微、积分性质，r_{zi}，r_{zs}，h(t)

第三章　信号分析

一、用傅立叶级数表示周期信号

1．三角形式：

$$f(t)=\frac{a_0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}(a_n\cos n\Omega t+b_n\sin n\Omega t)=\frac{a_0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}A_n\cos(n\Omega t+\varphi_n)$$

2．指数形式：

$$f(t)=\frac{1}{2}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\dot{A}_n e^{jn\Omega t}\qquad(\Omega=\frac{2\pi}{T})$$

$$\dot{A}_n=\frac{2}{T}\int_{t_1}^{t_1+T}f(t)e^{-jn\Omega t}dt=(a_n-jb_n)$$

尤拉公式：

$$\begin{cases}Cos\theta=\dfrac{1}{2}(e^{j\theta}+e^{-j\theta})\\ Sin\theta=\dfrac{1}{2j}(e^{j\theta}-e^{-j\theta})\end{cases}\qquad\begin{cases}e^{j\theta}=Cos\theta+jSin\theta\\ e^{-j\theta}=Cos\theta-jSin\theta\end{cases}$$

3．函数的奇，偶性与傅里叶级数的谐波分量的关系：

偶函数不含正弦分量；奇函数只有正弦分量；半周期镜像对称函数只含有奇次谐波分量，因此也称作奇谐函数；半周期重叠对称函数只含有偶次谐波分量，因此也称作偶谐函数。

第三章　信号分析

二、周期信号的频谱

任一周期信号都可以表示为一直流分量和一系列谐波分量之和。

频谱特点：离散性、谐波性、收敛性

频带宽度：$\Delta\omega=\dfrac{2\pi}{\tau}$

三、非周期信号的频谱

（一）当 $T\rightarrow\infty$时，Ω（间隔）$=\dfrac{2\pi}{T}\rightarrow$无穷小，离散谱变成连续谱，同时 $|\dot{A}_n|\rightarrow$ 无穷小

1．频谱函数（频谱密度函数）和傅立叶变换

$$\begin{cases} F(j\omega)=\int_{-\infty}^{\infty}f(t)e^{-j\omega t}dt=|F(j\omega)|e^{j\varphi(\omega)} \\ f(t)=\dfrac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}F(j\omega)e^{j\omega t}d\omega \end{cases}$$

傅里叶变换的物理意义：

非周期信号也可被分解成许多不同频率的正弦分量，这些正弦分量以虚指数信号$e^{j\omega t}$的形式出现，换言之，非周期信号亦可表示成许多为$e^{j\omega t}$的分量之和的形式。

2．非周期性脉冲信号的频谱函数F(jω)和由该脉冲按周期 $T=\frac{2\pi}{\Omega}$ 延拓而构成的周期信号的复数振幅 $\dot{A}_n$ 之间的关系：$\dot{A}_n=\frac{2}{T}F(j\omega)|_{\omega=n\Omega}$

（二）　傅氏变换的性质　$f(t)\leftrightarrow F(j\omega)$

时移：$f(t-t_0)\leftrightarrow F(j\omega)e^{-j\omega t_0}$

尺度变换：$f(at)\leftrightarrow \frac{1}{|a|}F(j\frac{\omega}{a})$

频移：$f(t)e^{j\omega_c t}\leftrightarrow F(j\omega-j\omega_c)$

对称性质：$F(jt)\leftrightarrow 2\pi f(-\omega)$

时域微分：$f'(t)=\frac{df(t)}{dt}\leftrightarrow j\omega F(j\omega)$　$\frac{d^n f(t)}{dt^n}\leftrightarrow (j\omega)^n F(j\omega)$

时域积分：$\int_{-\infty}^{t} f(\tau)d\tau\leftrightarrow \frac{1}{j\omega}F(j\omega)+\pi F(0)\delta(\omega)$

频域微分：$-jtf(t)\leftrightarrow \frac{dF(j\omega)}{d\omega}$

频域积分：$\pi f(0)\delta(t)+j\frac{f(t)}{t}\leftrightarrow \int_{-\infty}^{\omega}F(j\Omega)d\Omega$

时域卷积：

$$f_1(t)*f_2(t)\leftrightarrow F_1(j\omega)F_2(j\omega)$$

频域卷积：

$$f_1(t)f_2(t)\leftrightarrow \frac{1}{2\pi}[F_1(j\omega)*F_2(j\omega)]$$

第三章　信号分析

（三）求频谱函数F(jω) 三种方法：由定义式求、用极限求、利用性质求

常用变换公式

$$\delta(t) \leftrightarrow 1 \qquad 1 \leftrightarrow 2\pi\delta(\omega) \qquad \varepsilon(t) \leftrightarrow \pi\delta(\omega) + \frac{1}{j\omega} \qquad e^{-\alpha t}\varepsilon(t) \leftrightarrow \frac{1}{\alpha + j\omega}$$

$$\mathrm{sgn}(t) = \varepsilon(t) - \varepsilon(-t) \leftrightarrow \frac{2}{j\omega} \qquad G_\tau(t) = \varepsilon(t+\frac{\tau}{2}) - \varepsilon(t-\frac{\tau}{2}) \leftrightarrow \tau Sa(\frac{\omega\tau}{2})$$

$$\sin(\omega_0 t) \leftrightarrow j\pi[\delta(\omega+\omega_0) - \delta(\omega-\omega_0)] \qquad \cos(\omega_0 t) \leftrightarrow \pi[\delta(\omega+\omega_0) + \delta(\omega-\omega_0)]$$

四、 周期信号的频谱密度函数

$$F(j\omega) = F[f(t)] = F[\frac{1}{2}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\dot{A}_n e^{jn\Omega t}] = \frac{1}{2}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\dot{A}_n \bullet 2\pi\delta(\omega - n\Omega) = \pi\sum_{n=-\infty}^{\infty}\dot{A}_n\,\delta(\omega - n\Omega)$$

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty}\delta(t-kT) \leftrightarrow \Omega\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(\omega - n\Omega) \qquad \Omega = \frac{2\pi}{T}$$

五、帕色伐尔定理与能量频谱

1. 信号能量： $W = \int_{-\infty}^{\infty}[f(t)]^2 dt = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}|F(j\omega)|^2 d\omega = \frac{1}{\pi}\int_0^{\infty}|F(j\omega)|^2 d\omega$

第三章　信号分析

2．平均功率： $P=\lim_{T\to\infty}\frac{1}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}}[f(t)]^2dt=\overline{[f(t)]^2}=(\frac{A_0}{2})^2+\frac{1}{2}\sum_{n=1}^{\infty}A_n^{\ 2}=\sum_{n=-\infty}^{\infty}(\frac{A_n}{2})^2$

3．非周期信号的能谱： $G(\omega)=\frac{dW}{d\omega}\quad(0<\omega<\infty)$

$$W=\int_0^{\infty}G(\omega)d\omega$$

4. $G(\omega)$**与** $F(j\omega)$ **的关系：** $G(\omega)=\frac{1}{\pi}\left|F(j\omega)\right|^2\quad(0<\omega<\infty)$

5．频带宽度：集中90％能量的频带为信号的占有频带

$$\Delta\omega=B_S\qquad\frac{1}{\pi}\int_0^{B_S}\left|F(j\omega)\right|^2d\omega=\eta\int_{-\infty}^{\infty}[f(t)]^2dt=\eta W\qquad(\eta=90\%)$$

重点：周期信号的频谱特点、非周期信号的频谱分析、周期信号频谱与非周期信号频谱的区别与联系、傅立叶变换的性质及灵活运用、频带宽度、帕色伐尔定理与能量频谱

考点：奇函数、偶函数、奇、偶谐函数的傅里叶级数。
傅里叶变换及其性质。

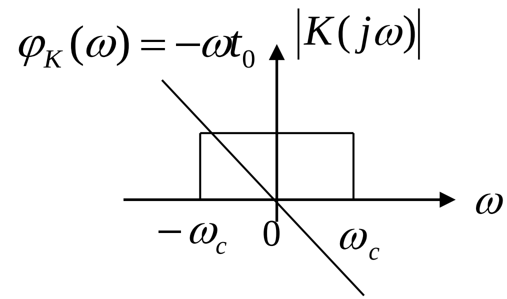
一、系统的频域分析方法

$$R(j\omega)=H(j\omega)\cdot E(j\omega)$$

其中 $r(t)\xleftrightarrow{FT}R(j\omega)$　$h(t)\xleftrightarrow{FT}H(j\omega)$　$e(t)\xleftrightarrow{FT}E(j\omega)$

二、理想低通滤波器的特性

$$K(j\omega)=\begin{cases}Ke^{-j\omega t_0},|\omega|<\omega_c\\ 0,其它\end{cases}$$



三、系统不失真的传输条件

时域：

$$r(t)=Ke(t-t_0)$$

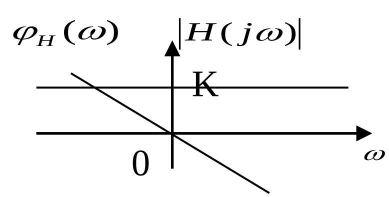
频域：

$$R(j\omega)=KE(j\omega)e^{-j\omega t_0}$$

系统函数：

$$H(j\omega)=Ke^{-j\omega t_0}\overset{令}{=}|H(j\omega)|e^{j\varphi_H(\omega)}$$

不失真条件：$\begin{cases}|H(j\omega)|=K\\ \varphi_H(\omega)=-\omega t_0\end{cases}$



四、物理可实现系统

物理可实现系统即满足因果性的系统。

在时域中，表现为响应必须出现在激励之后，

在频域中，意味着系统转移函数的幅值$|H(j\omega)|^2$ 曲线下的面积应为有限值，且有

$$\int_{-\infty}^{\infty}\frac{|\ln|H(j\omega)||}{1+\omega^2}d\omega<\infty$$ ——————佩利—维纳准则

重　点：

各种滤波器的概念及特性、系统转移函数**H(jω)**与冲激响应 **h(t)**的关系、系统不失真的传输条件、信号经过系统传输后的频域分析

考　点：

H(jω)与 **h(t)**的关系，无失真传输的条件。因果系统定义和条件

第五章　连续时间系统的复频域分析

一、拉普拉斯变换

（一）定义

$$\begin{cases} F(s)=\int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-st}dt \\ f(t)=\dfrac{1}{2\pi j}\int_{\sigma-j\infty}^{\sigma+j\infty} F(s)e^{st}ds \end{cases} \text{——双边}LT$$

$$\begin{cases} F(s)=\int_{0}^{\infty} f(t)e^{-st}dt \\ f(t)=[\dfrac{1}{2\pi j}\int_{\sigma-j\infty}^{\sigma+j\infty} F(s)e^{st}ds] \end{cases} \text{——单边}LT$$

1．拉氏变换的物理意义：

信号可以被分解为许多形式为复指数信号e^{st}的分量之和。拉氏变换是傅氏变换的推广，傅氏变换是拉氏变换在$\sigma=0$时的特殊情况。

2．拉氏变换的收敛域

右边信号的收敛域：$\sigma>\sigma_a$

第五章　连续时间系统的复频域分析

（二）性质 $f(t)\varepsilon(t) \leftrightarrow F(s)$

延时： $f(t-t_0)\varepsilon(t-t_0) \leftrightarrow F(s)e^{-st_0}$

复频率平移： $f(t)e^{s_0 t} \leftrightarrow F(s-s_0)$

尺度变换： $f(at) \leftrightarrow \frac{1}{a}F(\frac{s}{a})(a>0)$

时域微分： $\frac{df(t)}{dt} \leftrightarrow sF(s)-f(0^-)$

时域积分： $\int_{-\infty}^{t} f(\tau)d\tau \leftrightarrow \frac{F(s)}{s}+\frac{\int_{-\infty}^{0} f(\tau)d\tau}{s}$

$\frac{d^n f(t)}{dt^n} \leftrightarrow s^n F(s)-s^{n-1}f(0^-)-s^{n-2}f'(0^-)-\cdots-f^{(n-1)}(0^-)$

复频域微分： $tf(t) \leftrightarrow -\frac{dF(s)}{ds}$

复频域积分： $\frac{f(t)}{t} \leftrightarrow \int_{s}^{\infty} F(x)dx$

时域卷积： $f_1(t)*f_2(t) \leftrightarrow F_1(s)F_2(s)$

复频域卷积：

$f_1(t)f_2(t) \leftrightarrow \frac{1}{2\pi j}[F_1(s)*F_2(s)]$

初值定理： $f(0^+)=\lim_{t\to 0^+} f(t)=\lim_{s\to\infty} sF(s)$

终值定理： $f(\infty)=\lim_{t\to\infty} f(t)=\lim_{s\to 0} sF(s)$

（三）求F(s)：用定义式、用性质求——需要熟记的公式

$\delta(t) \leftrightarrow 1$　　$\varepsilon(t) \leftrightarrow \frac{1}{s}$　　$t\varepsilon(t) \leftrightarrow \frac{1}{s^2}$　　$e^{-\alpha t}\varepsilon(t) \leftrightarrow \frac{1}{s+\alpha}$　　$te^{-\alpha t}\varepsilon(t) \leftrightarrow \frac{1}{(s+\alpha)^2}$

$\sin\omega t\varepsilon(t) \leftrightarrow \frac{\omega}{s^2+\omega^2}$　　$\cos\omega t\varepsilon(t) \leftrightarrow \frac{s}{s^2+\omega^2}$　　$\sum_{n=0}^{\infty}\delta(t-nT) \leftrightarrow \frac{1}{1-e^{-sT}}$

$e^{-at}\cos\omega t \leftrightarrow \frac{(s+a)}{(s+a)^2+\omega^2}$　　$e^{-at}\sin\omega t \leftrightarrow \frac{\omega}{(s+a)^2+\omega^2}$

单边周期信号 $f(t)=\sum_{k=0}^{\infty}g(t-kT)$ 的拉普拉斯变换

若　$g(t) \leftrightarrow G(s)$　　则　$F(s)=\frac{G(s)}{1-e^{-sT}}$

二、拉普拉斯反变换 —由F(s)求f(t)

求法：用定义式、用性质求、部分分式展开法、留数法

部分分式展开法：

$$F(s)=\sum_{i=1}^{n}\frac{k_i}{s-s_1}\leftrightarrow f(t)=\sum_{i=1}^{n}k_i e^{s_i t}\varepsilon(t)$$

单阶极点

$$k_i=[(s-s_i)F(s)]_{s=s_i}\qquad k_i=[\frac{N(s)}{D'(s)}]_{s=s_k}$$

二阶极点

$$\frac{k_i}{(s-a)^2}\leftrightarrow k_i te^{at}\varepsilon(t)\qquad k_i=\frac{d}{ds}[(s-a)^2F(s)]_{s=a}$$

留数法：

$$f(t)=\frac{1}{2\pi j}\int_{\sigma-j\infty}^{\sigma+j\infty}F(s)e^{st}ds$$

若$\mathbf{s_k}$为一阶极点，则

$$\mathrm{Res}_{k}=[(s-s_k)F(s)e^{st}]_{s=s_K}$$

若$\mathbf{s_k}$为**P**阶极点，则

$$\mathrm{Res}_{k}=\frac{1}{(p-1)!}\left\{\frac{d^{p-1}}{ds^{p-1}}\left[(s-s_k)^P F(s)e^{st}\right]\right\}_{s=s_k}$$

三、线性系统的拉普拉斯变换分析法

（一）运算法---直接求全响应

1．若已知系统方程，则用单边拉普拉斯变换的时域微分性质直接求解。

2．若已知电路系统，则先作电路的复频域模型，列出系统的复频域形式的系统方程；再求解该方程（或方程组）得到响应的拉普拉斯变换；最后取反拉普拉斯变换得到响应的时域解.

（二）通过*H(s)*求响应

$$R(s)=R_{zi}(s)+R_{zs}(s)\leftrightarrow r(t)=r_{zi}(t)+r_{zs}(t)$$

$r_{zi}(t)$由$D(s)=0$的根及初始状态$r(0_)$、$r'(0\_)$、$\cdots$等决定

$$R_{zs}(s)=H(s)E(s)\leftrightarrow r_{zs}(t)=L^{-1}\{R_{zs}(s)\}$$

第五章　连续时间系统的复频域分析

四、系统模拟与信号流图

1．基本单元：积分器、标量乘法器、加法器

2．模拟系统的三种形式：直接模拟

3．系统的模拟图可为时域，亦可为复频域。

重点：

拉氏变换的性质及求解、利用拉氏变换求系统的零输入响应和零状态响应、系统的模拟

考点：

常用信号的拉普拉斯变换，单边周期信号的拉普拉斯变换，拉普拉斯变换的性质，利用拉氏变换求解系统的零输入响应和零状态响应，已知系统函数或微分方程，作系统的模拟图

第六章　连续时间系统的系统函数

一、系统函数*H(s)*

1．定义：零状态响应函数R(s)与激励函数E(s)之比　$H(s)=\dfrac{R_{zs}(s)}{E(s)}$

2．分类：策动点函数 和转移函数

3．三种图示法：频响曲线、复轨迹、极零图

4．H(s)与冲激响应h(t)的关系：　$\mathrm{h(t)} \xleftrightarrow{\mathrm{LT}} \mathrm{H(s)}$

二、系统函数的零极点分布决定时域特性[*h(t)*]

$$H(s)=\frac{N(s)}{D(s)}=\frac{b_m s^m+b_{m-1}s^{m-1}+\cdots+b_1 s+b_0}{s^n+a_{n-1}s^{n-1}+\cdots+a_1 s+a_0}=\frac{b_m\prod_{i=1}^{m}(s-z_i)}{\prod_{j=1}^{n}(s-p_j)}$$

极点在s左半平面　系统稳定

极点在s右半平面　系统不稳定

单阶极点在虚轴　系统 临界稳定

第六章　连续时间系统的系统函数

三、系统稳定性

1．对于因果系统，其稳定性有以下几种表述形式：

（1）时域 $\int_0^{\infty} |h(t)|\,dt = c < \infty$

（2）系统函数H(s)的收敛域为σ>α,且包含jω轴。

（3） H(s)的所有极点p_j均位于复平面的左半平面。

2．系统的稳定性判据 ——罗斯－霍维茨（Routh-Hurwitz）准则

系统稳定：D(s)=0的根全部位于s左半平面－充要条件：

（ i ）D(s)全部系数a_i符号相同，且无缺项；－必要条件

（ ii ）罗斯－霍维茨阵列中第一列数字 A_i 符号相同－充分条件

重　点：

系统函数的定义及计算方法、系统函数的零极点分布与系统时域特性及频域特性的关系、系统稳定性判据

考　点：

H(s)与h(t)的关系；H(s)的零、极点，零、极点图；已知系统函数H(s)，判断系统稳定性；或由所给系统模拟图，先得到H(s)，再判断系统的稳定性。