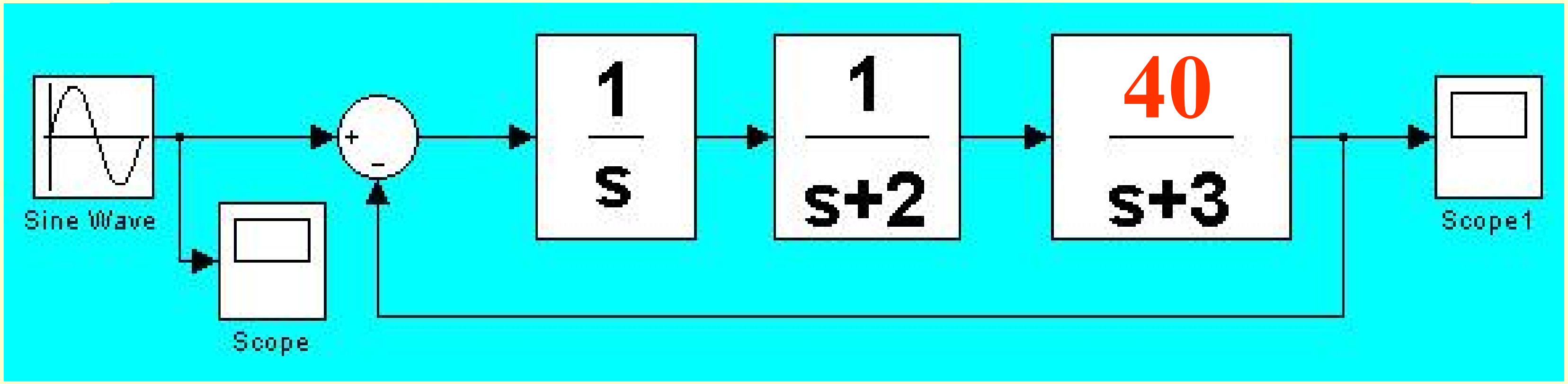
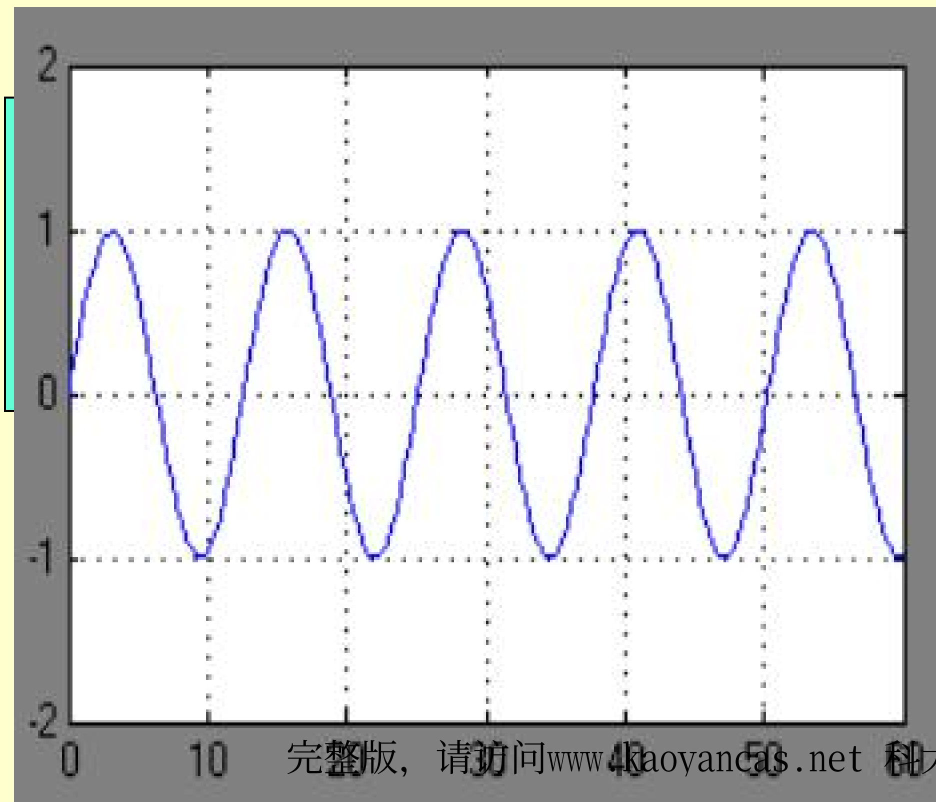
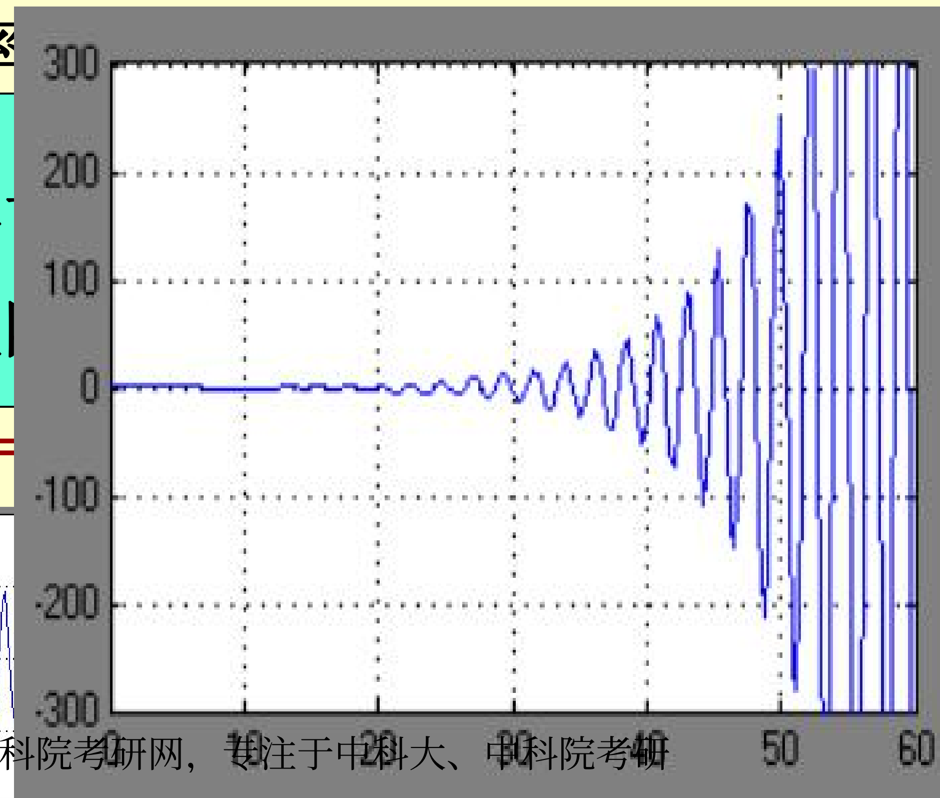
频率特性的概念

设系统结构如图，由劳斯判据知系统不稳定。







绘制L(ω)曲线例题

例题：绘制开环对数幅频渐近特性曲线

解：开环传递函数为

$$G(s)H(s)=\frac{300(s+2)}{s(s+0.5)(s+30)}$$

$$G(s)H(s)=\frac{40(0.5s+1)}{s(2s+1)(\frac{1}{30}s+1)}$$

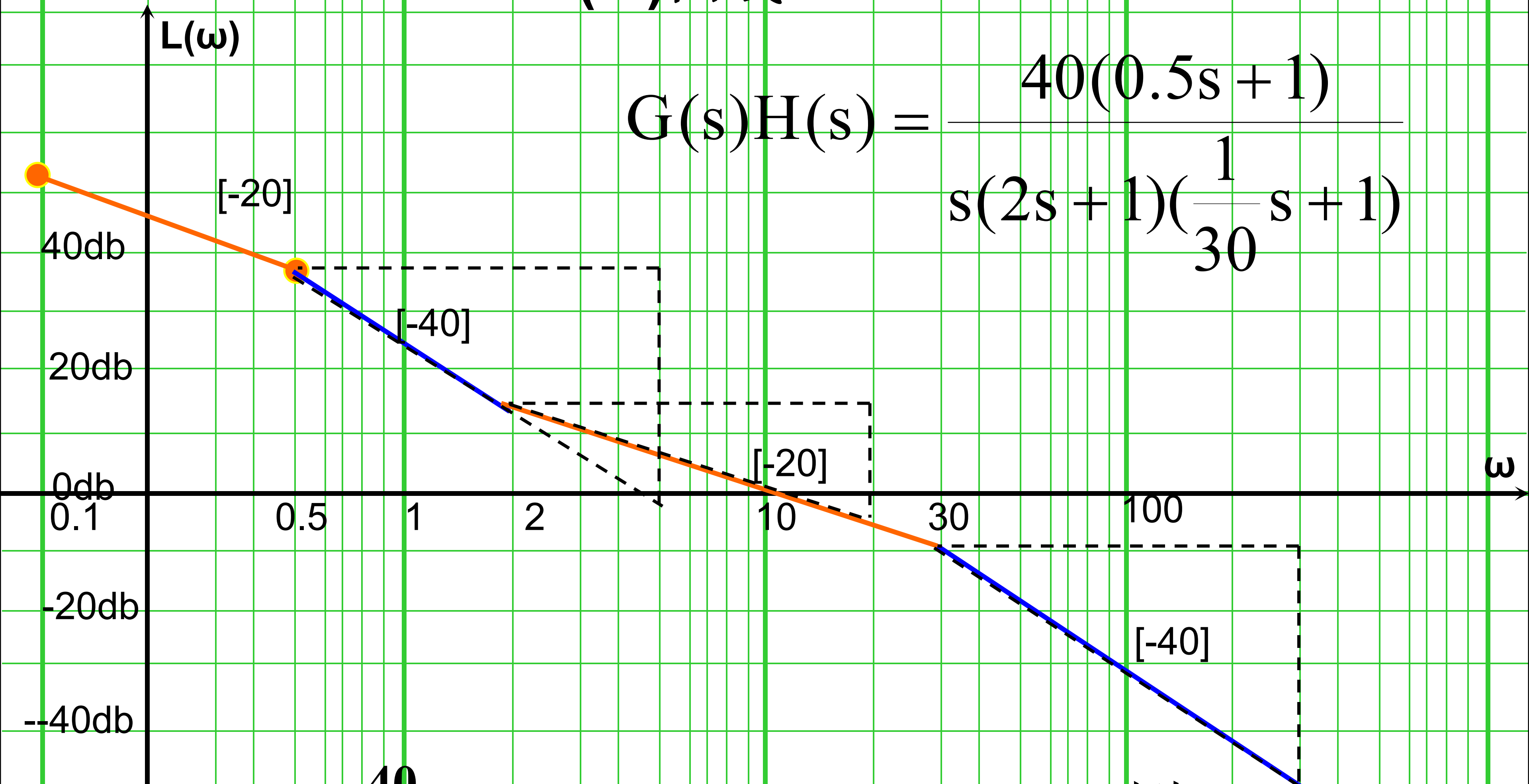
低频段：$\frac{40}{s}$　$\omega=0.1$ 时为52db　$\omega=0.5$时为38db

转折频率：0.5　2　30

斜率：-40　-20　-40

L(ω)曲线

$$G(s)H(s)=\frac{40(0.5s+1)}{s(2s+1)(\frac{1}{30}s+1)}$$

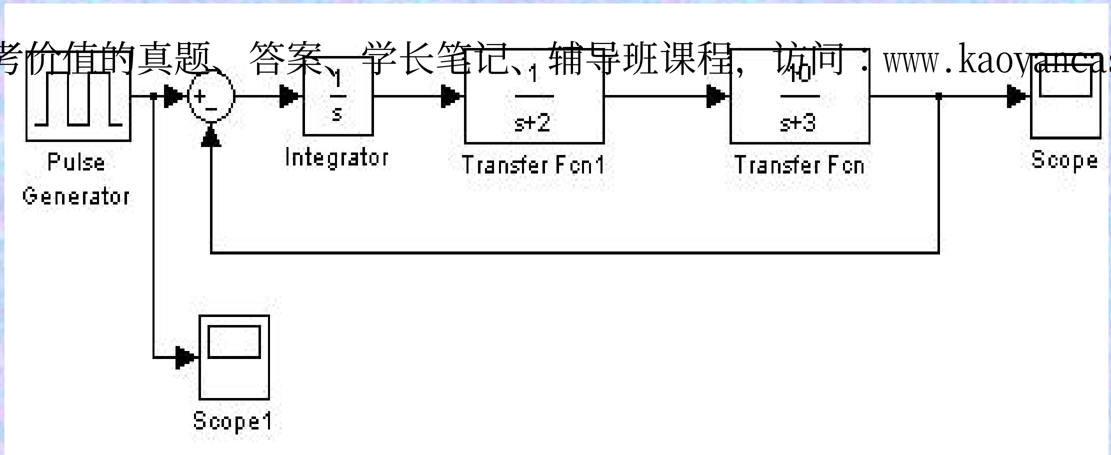


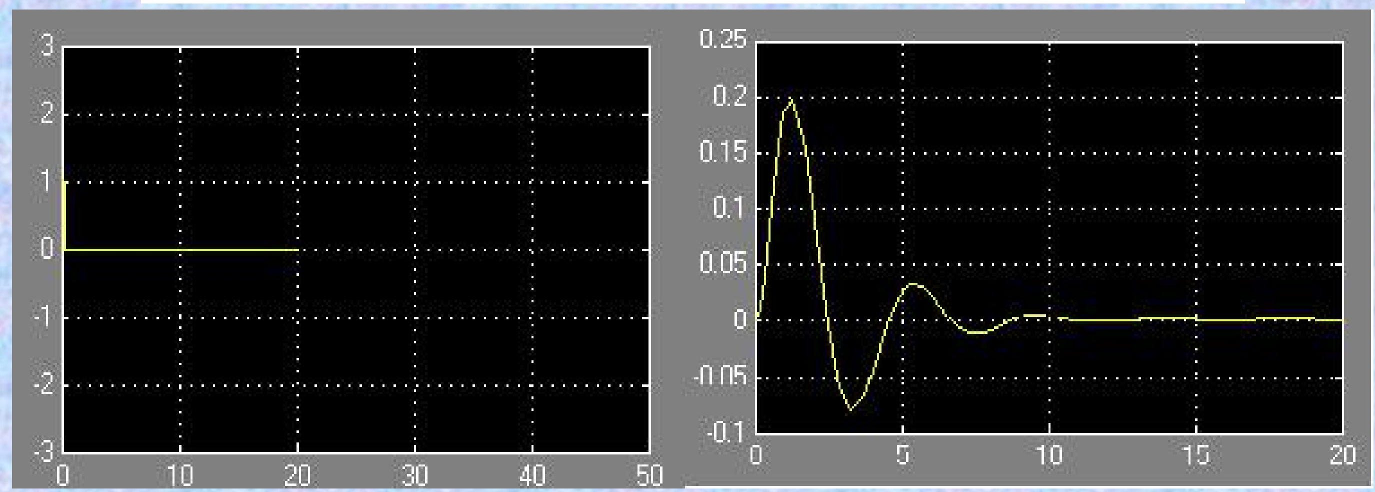
低频段：$\frac{40}{S}$ $\omega=0.1$ 时为52db $\omega=0.5$时为38db

转折频率：0.5 2 30

斜率： -40 -20 -40

返回



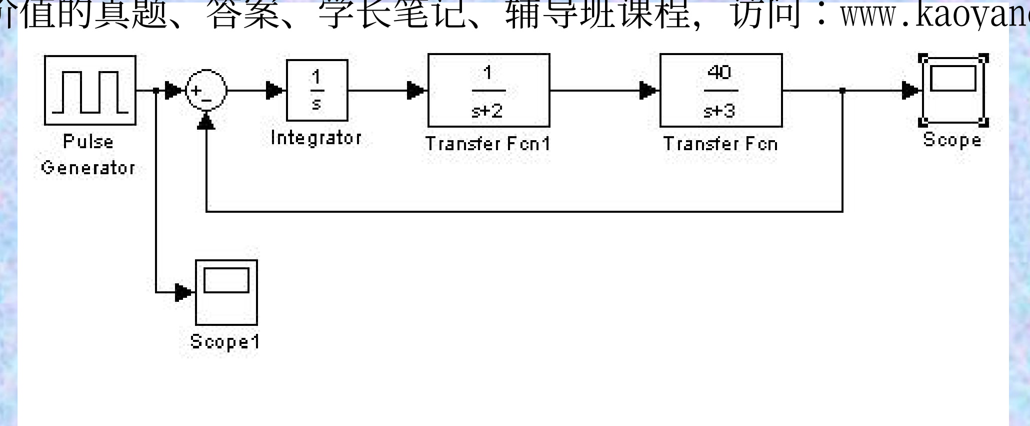


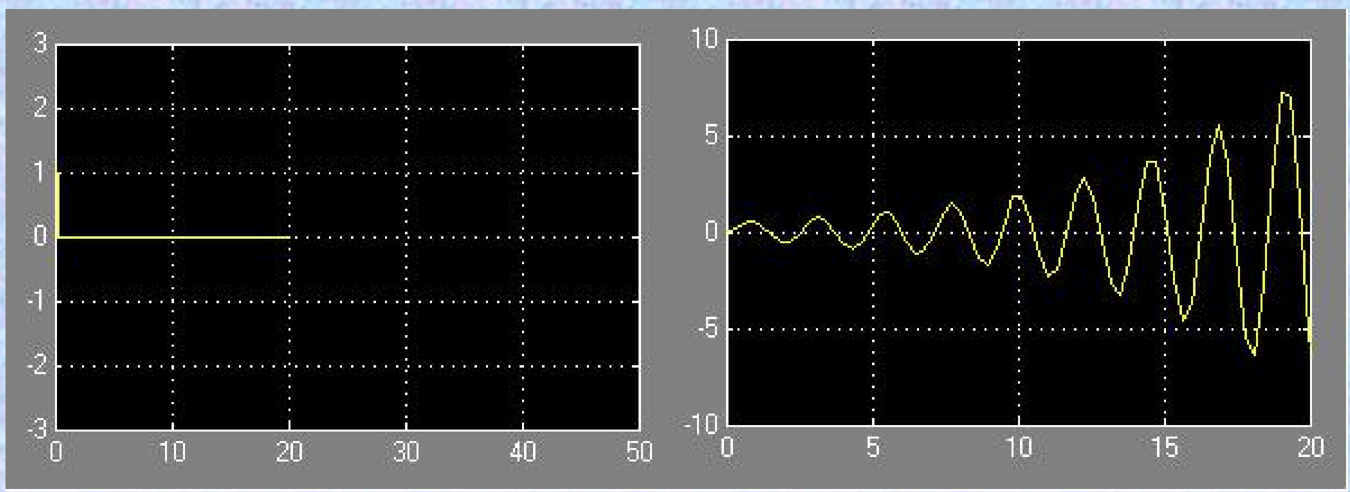
说明:　r(t)=δ(t),　　　　　　　　C(∞)=0

所以,系统稳定

返回

时域稳定曲线





说明:　r(t)=δ(t),　　　C(∞)= ∞

所以,系统不稳定

返回

时域不稳定曲线

对数坐标系

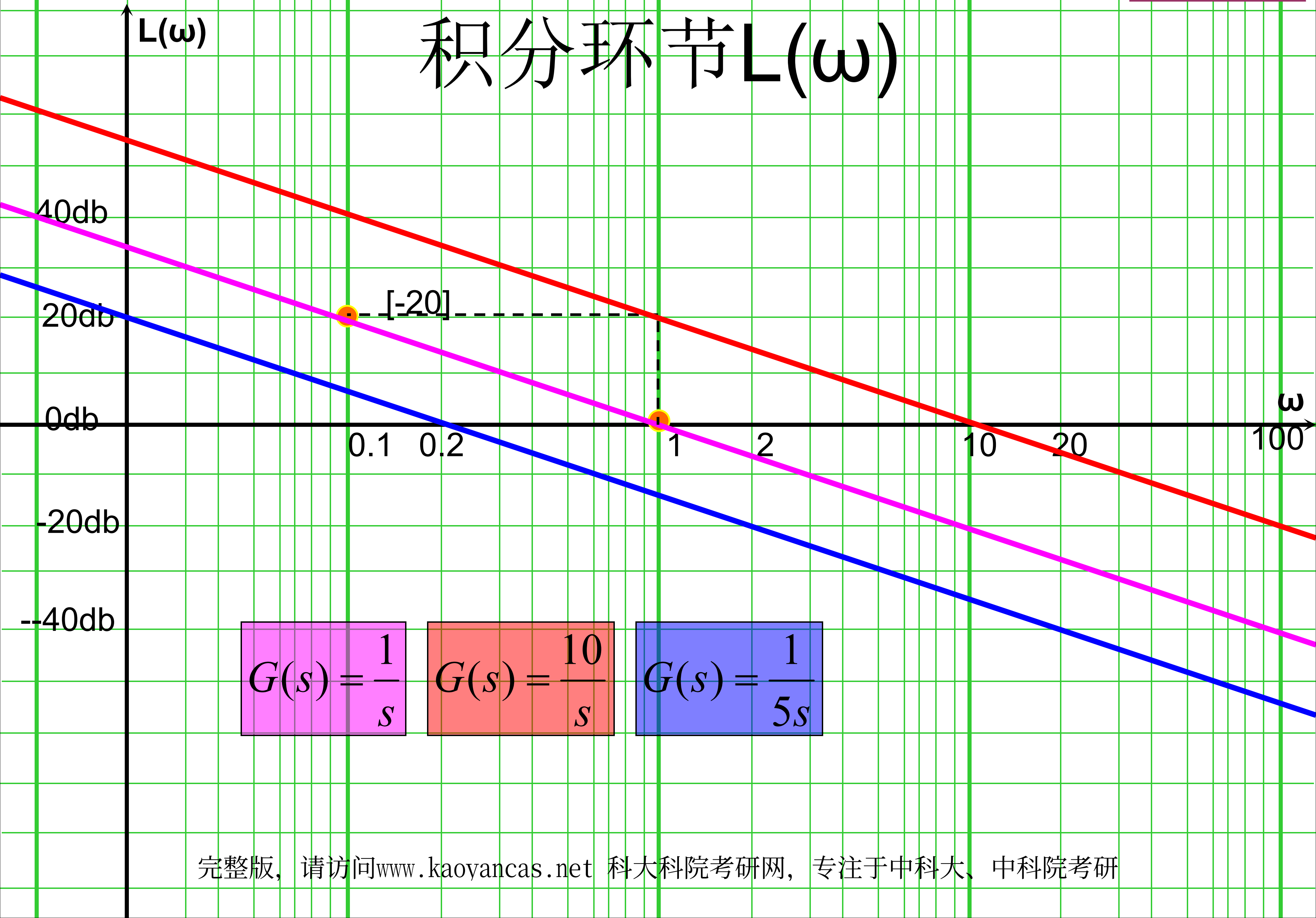
返回

倒置的坐标系

返回

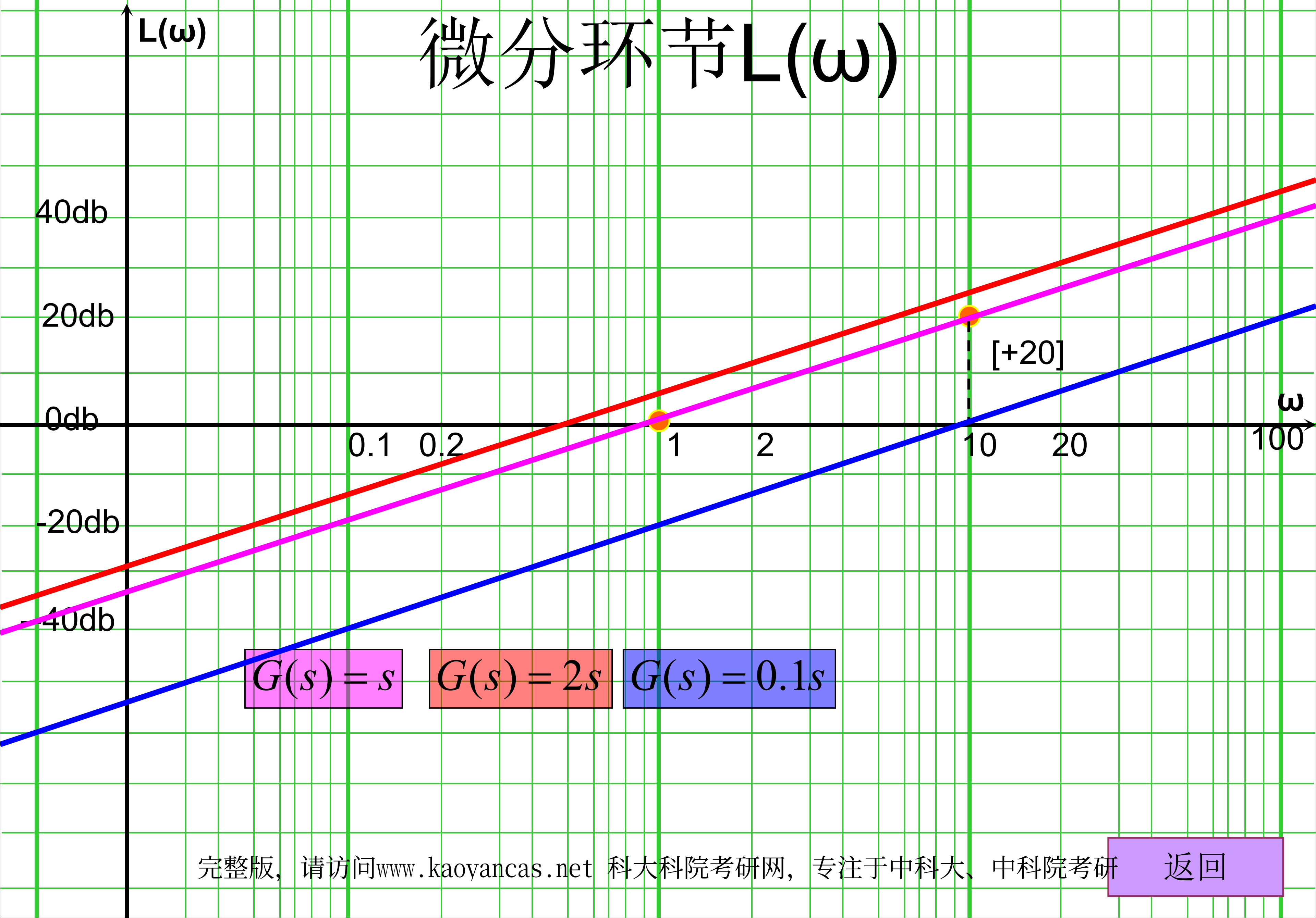
返回

积分环节L(ω)



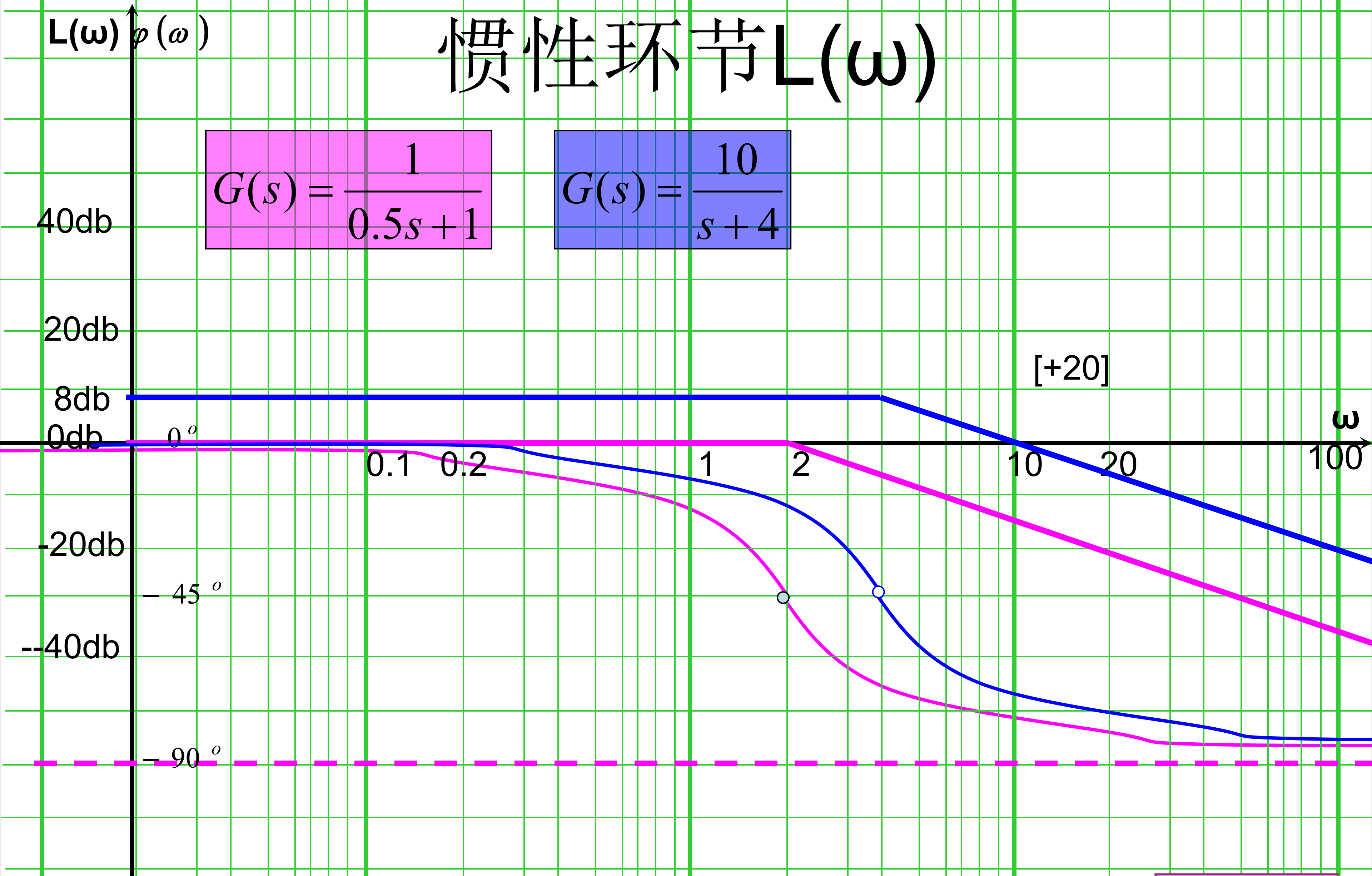
L(ω)
40db
20db
0db
-20db
--40db
[-20]
0.1
0.2
1
2
10
20
100
ω
$G(s)=\frac{1}{s}$
$G(s)=\frac{10}{s}$
$G(s)=\frac{1}{5s}$

微分环节L(ω)



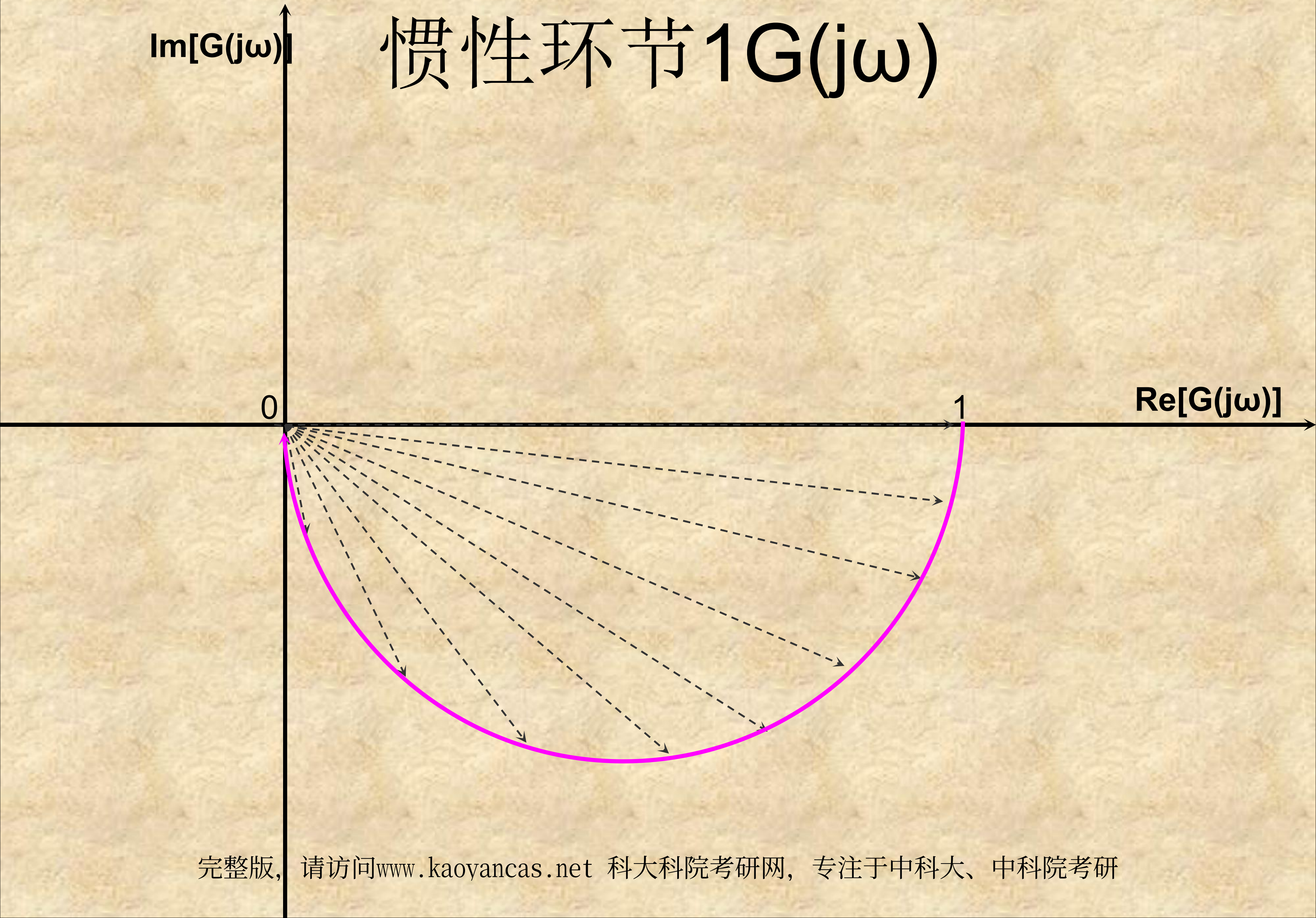
返回

惯性环节L(ω)

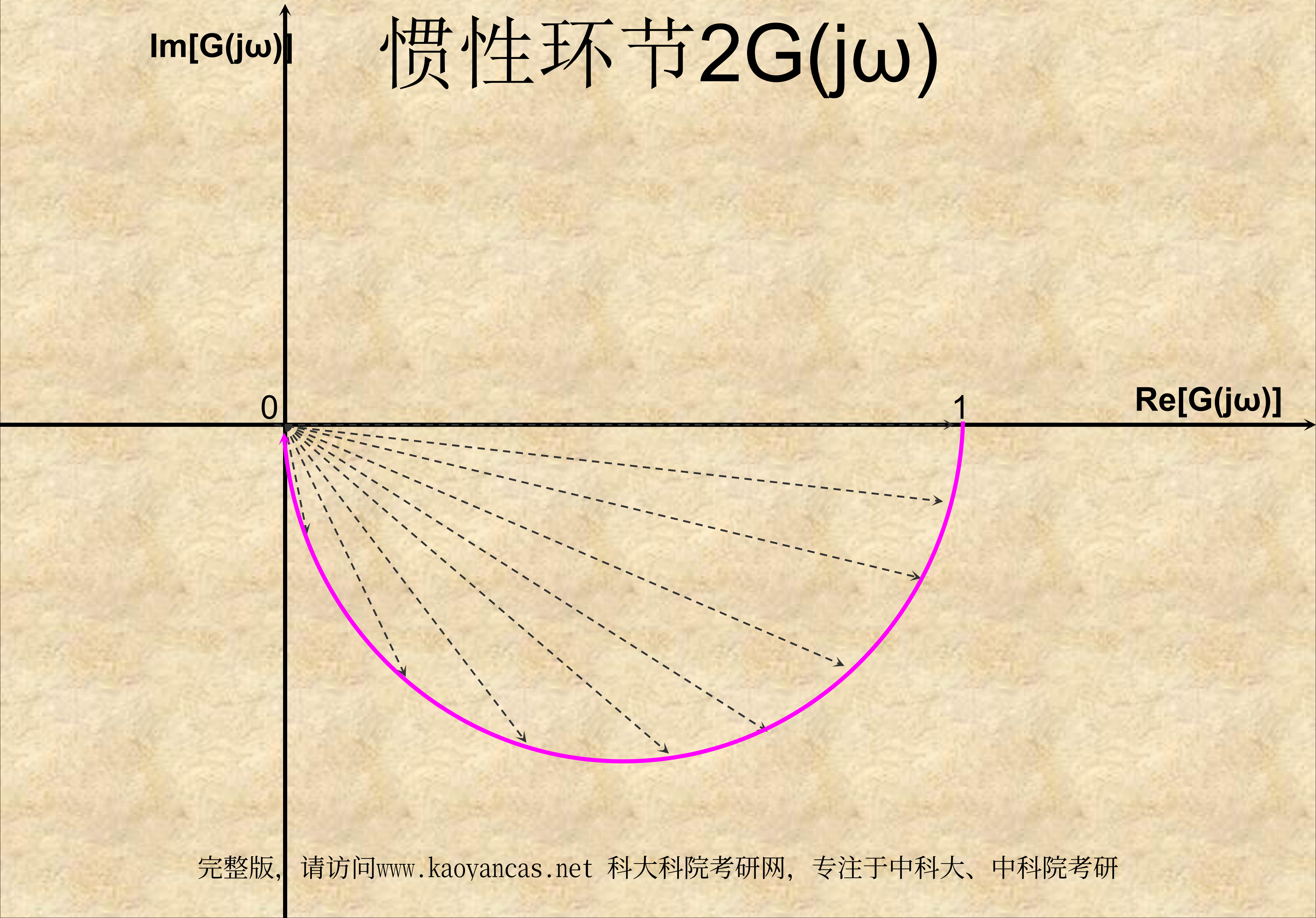

L(ω) φ(ω)
$G(s)=\dfrac{1}{0.5s+1}$
$G(s)=\dfrac{10}{s+4}$
40db
20db
8db
0db
0^{o}
[+20]
ω
0.1
0.2
1
2
10
20
100
-20db
-45^{o}
--40db
-90^{o}

返回

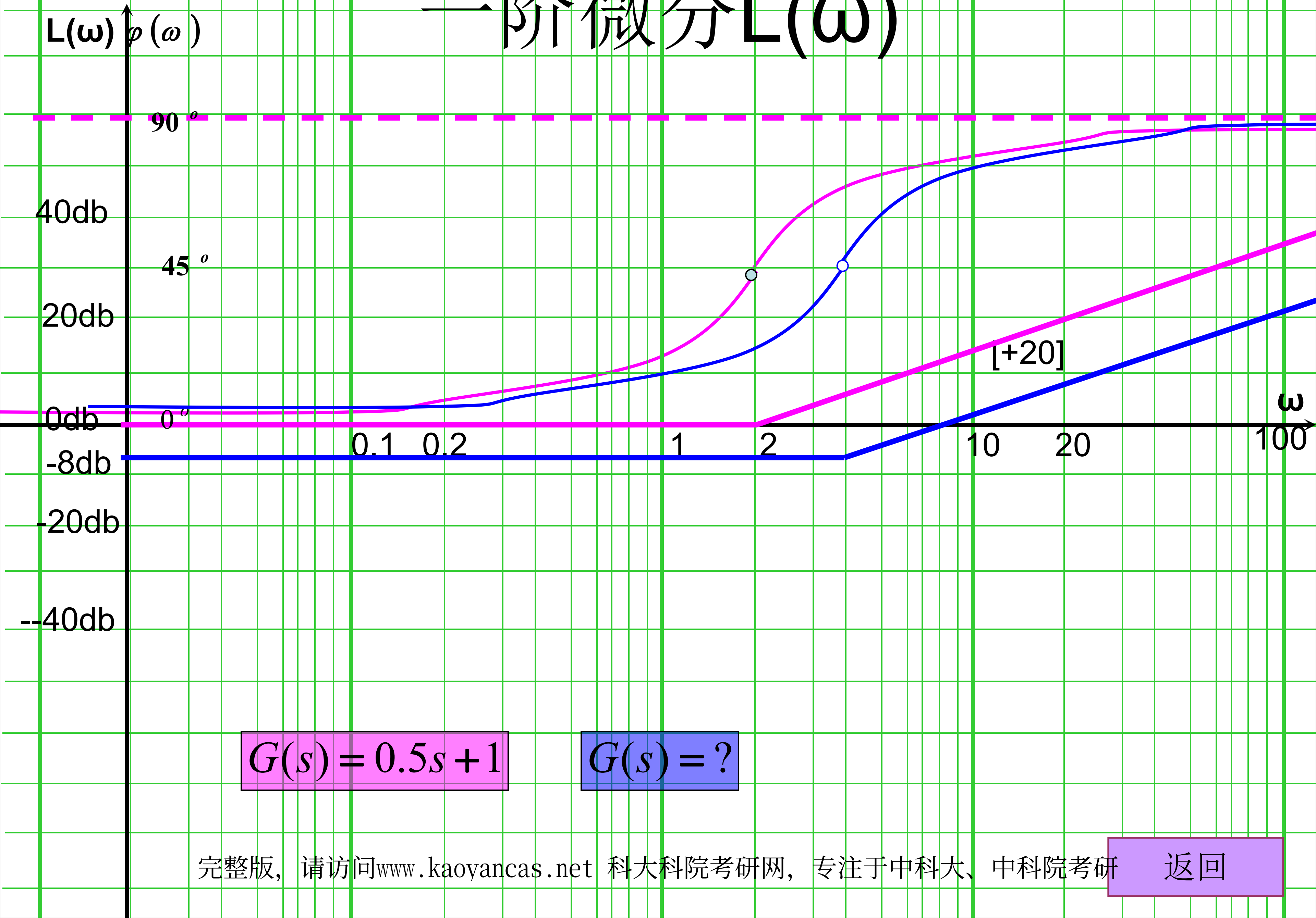
惯性环节1G(jω)



惯性环节2G(jω)



一阶微分L(ω)



$G(s) = 0.5s + 1$

$G(s) = ?$

返回

振荡环节G(jω)

$$G(s)=\frac{\omega_n^2}{s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2}$$

A:

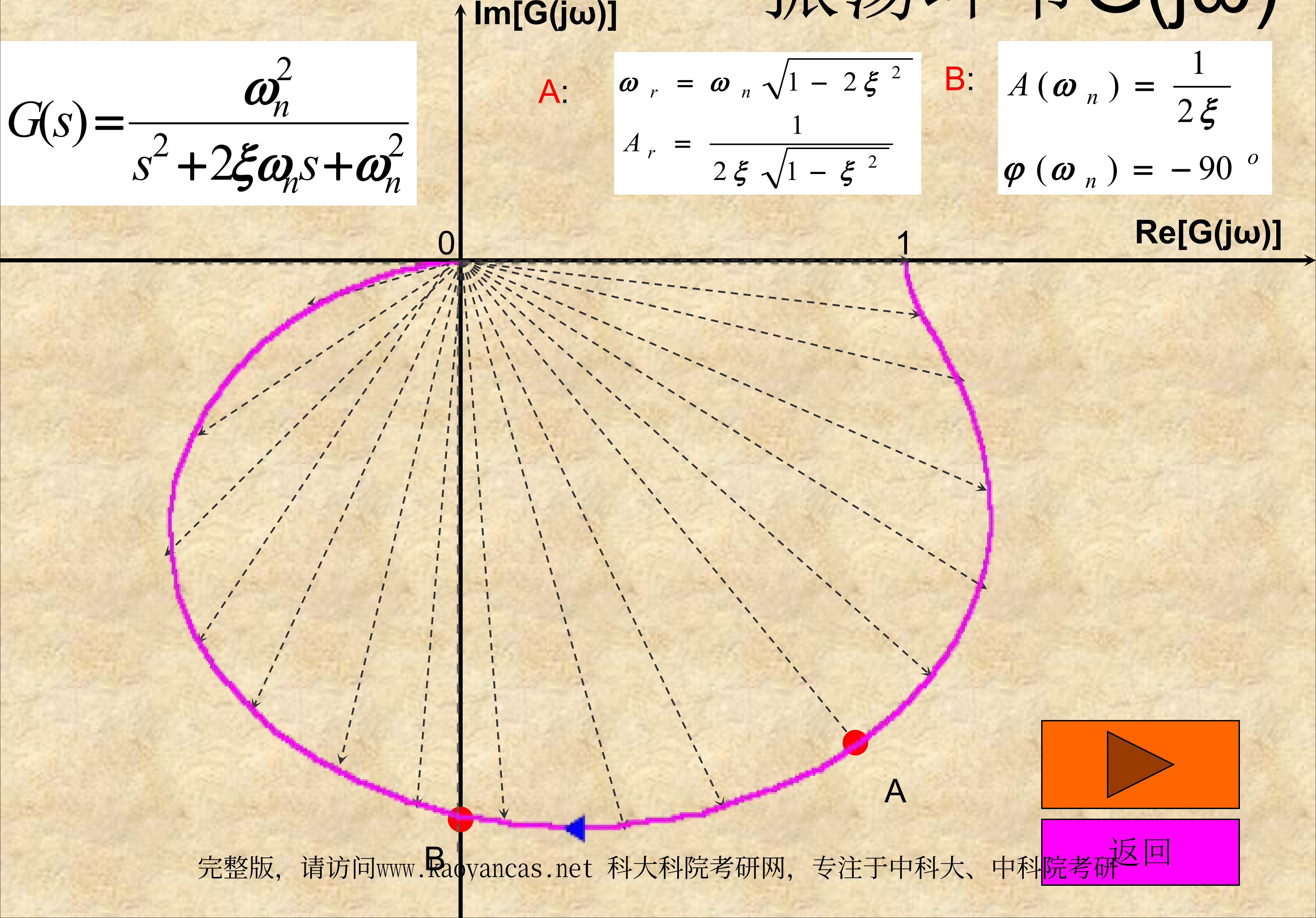
$$\omega_r=\omega_n\sqrt{1-2\xi^2}$$

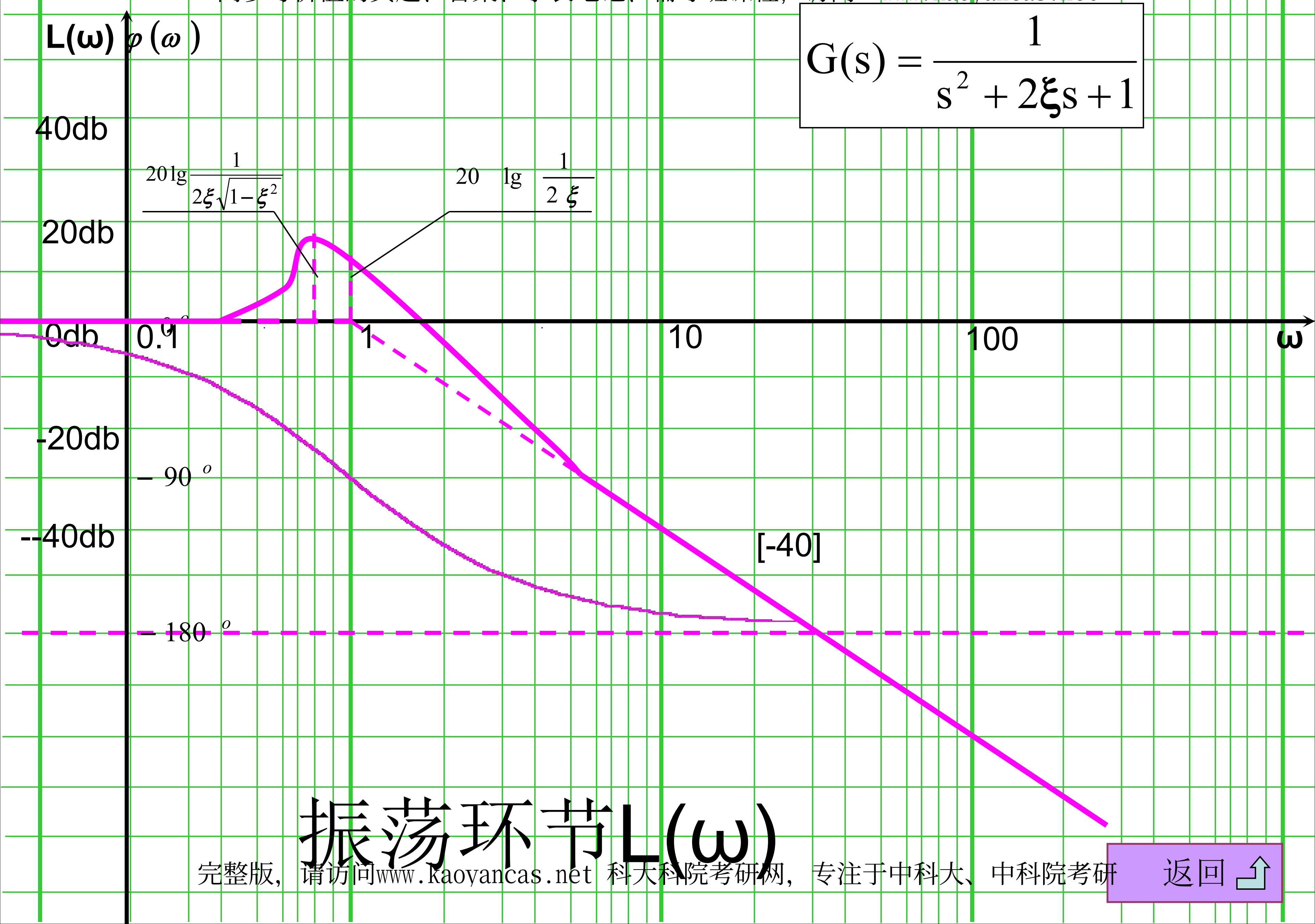
$$A_r=\frac{1}{2\xi\sqrt{1-\xi^2}}$$

B:

$$A(\omega_n)=\frac{1}{2\xi}$$

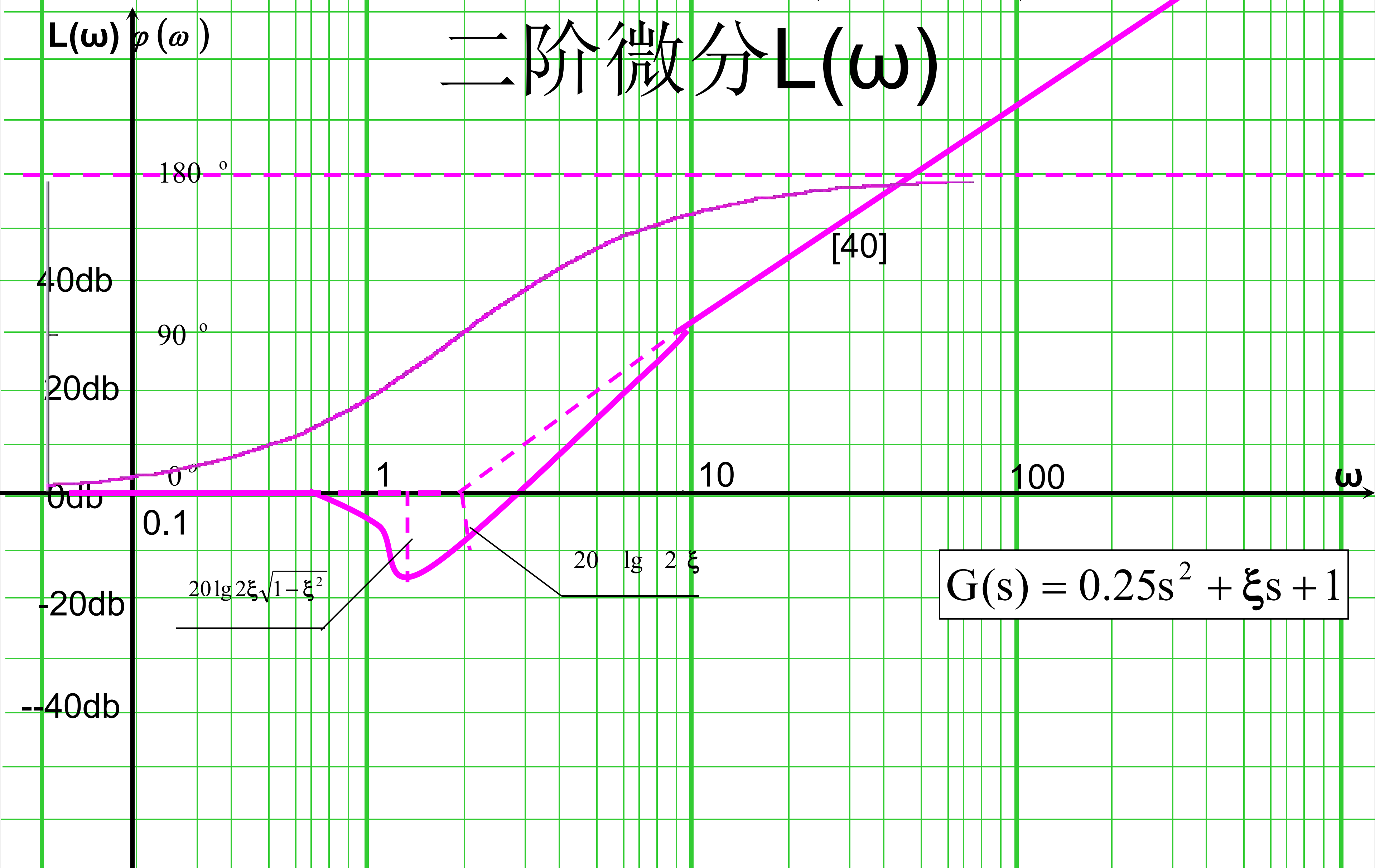
$$\varphi(\omega_n)=-90^o$$





$G(s)=\frac{1}{s^2+2\xi s+1}$
L(ω) $\varphi(\omega)$
40db
20db
0db
-20db
--40db
$20\lg\frac{1}{2\xi\sqrt{1-\xi^2}}$
$20\lg\frac{1}{2\xi}$
0.1
1
10
100
ω
-90^o
-180^o
[-40]
振荡环节L(ω)
返回

二阶微分L(ω)


L(ω) φ(ω)
180°
[40]
40db
90°
20db
0°
1
10
100
ω
0db
0.1
20 lg 2ξ
20lg2ξ√(1−ξ²)
-20db
--40db
G(s) = 0.25s² + ξs + 1

返回

例题3：绘制$G(s)=\dfrac{2000(\frac{s}{5}+1)^2}{s(s+1)(s^2+4s+100)}$的对数曲线。

解：

$$G(s)=\frac{20(\frac{s}{5}+1)^2}{s(s+1)(\frac{s^2}{100}+\frac{1}{25}s+1)}$$

对数幅频：低频段：20/s

转折频率：1　5　10

斜率：　-40　0　-40

修正值：　$\xi=0.2,\omega_n=10,\omega_r=9.59,L_m=8.14db$

对数相频：相频特性的画法为：起点，终点，转折点。

环节角度：	$\omega=0$	$\omega=1$	$\omega=5$	$\omega=10$	$\omega=\infty$
$\frac{1}{s}$	-90^o	-90^o	-90^o	-90^o	-90^o
$-tg^{-1}\omega$	0^o	-45^o	-78.7^o	-84.3^o	-90^o
$2tg^{-1}0.2\omega$	0^o	22.6^o	90^o	126.8^o	180^o
$-tg^{-1}\frac{4\omega}{100-\omega^2}$	0^o	-2.3^o	-15^o	-90^o	-180^o

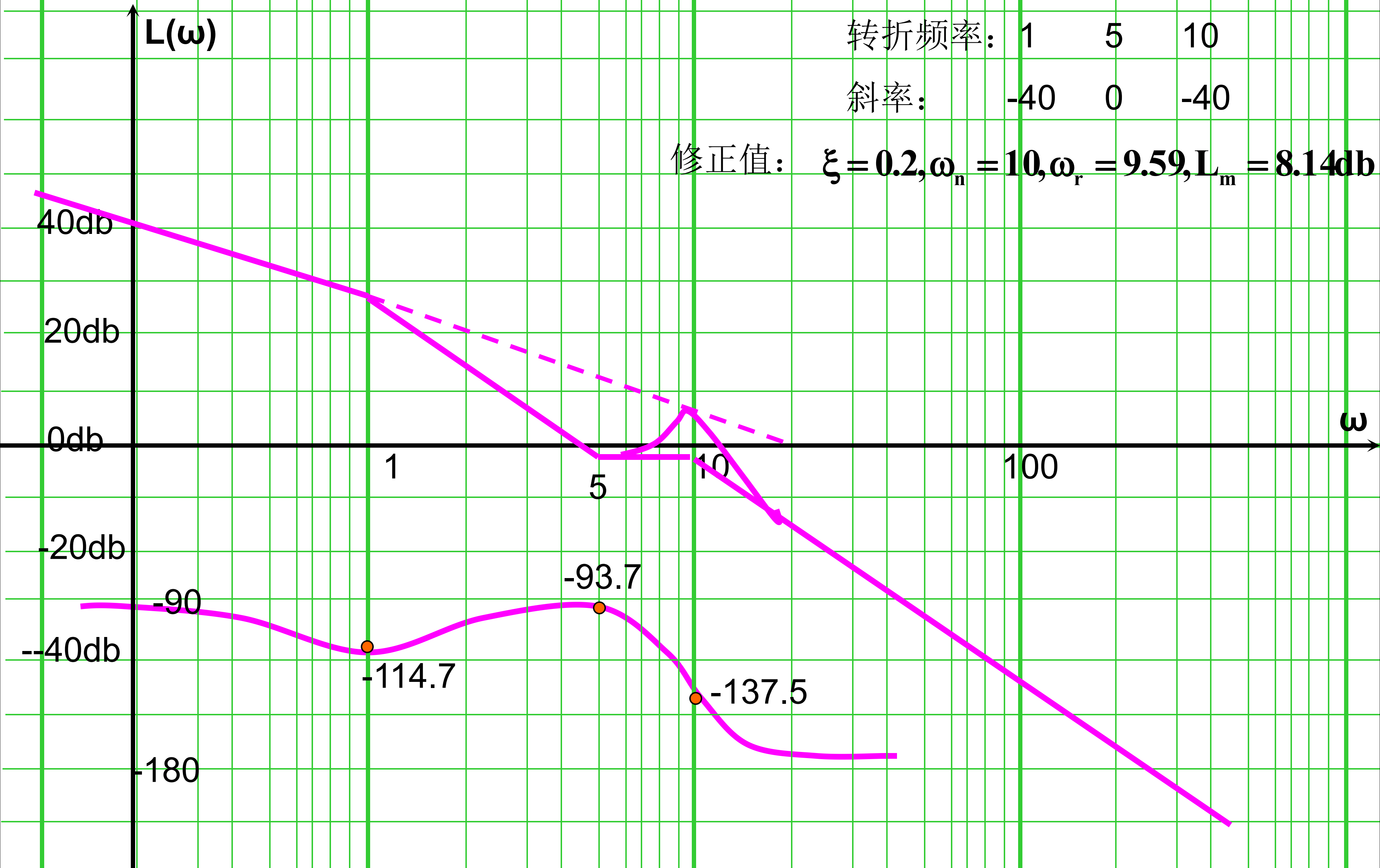
开环对数曲线的绘制

对数幅频，低频段：20/s

转折频率：1　5　10

斜率：　-40　0　-40

修正值：$\xi = 0.2, \omega_n = 10, \omega_r = 9.59, L_m = 8.14db$



返回

例题1：绘制 $G(s)=\dfrac{5(s+2)(s+3)}{s^2(s+1)}$ 的幅相曲线。

$\varphi(0)$		$\varphi(\infty)$
-180^o	$\Leftrightarrow$	-180^o
0^o	$\Leftrightarrow$	-90^o
0^o	$\Leftrightarrow$	$+90^o$
0^o	$\Leftrightarrow$	$+90^o$
-180^o	$\Leftrightarrow$	-90^o

解：$G(j0^+)=\infty\angle-180^o$

$G(j\omega)=\infty\angle-90^o$

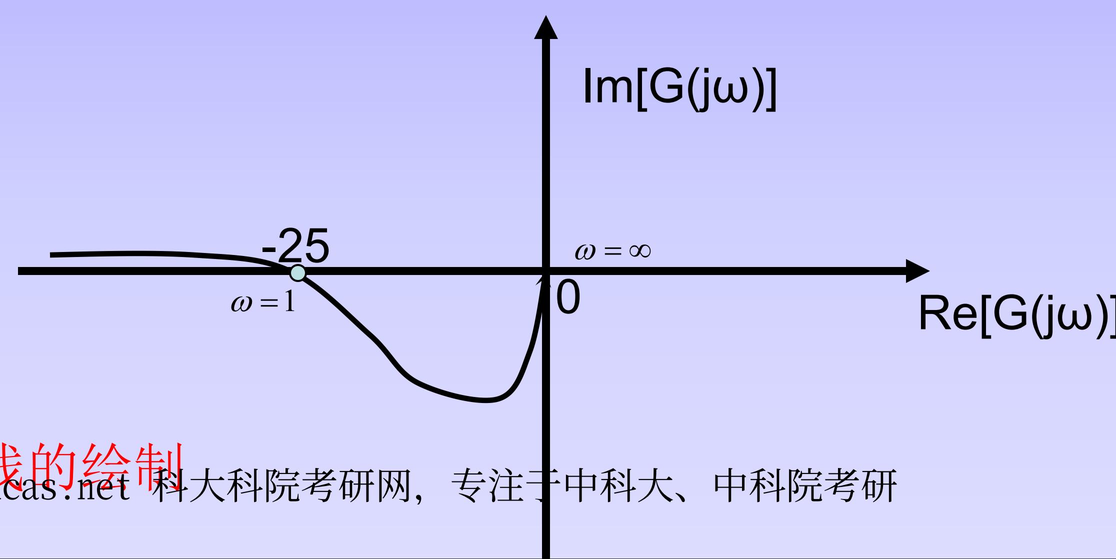
求交点：

$$G(j\omega)=\frac{5[(6-\omega^2)+j5\omega]}{-\omega^2(1+j\omega)}$$，令 $\mathrm{Im}[G(j\omega)]=0$，$5\omega-\omega(6-\omega^2)=0$，即 $\omega^2=1,\omega=1$

$G(j1)=\dfrac{5(5+j5)}{-(1+j)}=-25$ 与负实轴相交于 -25 处。

令 $\mathrm{Re}[G(j\omega)]=0$，$6-\omega^2+5\omega^2=0$，$4\omega^2+6=0$。无实数解，与虚轴无交 点

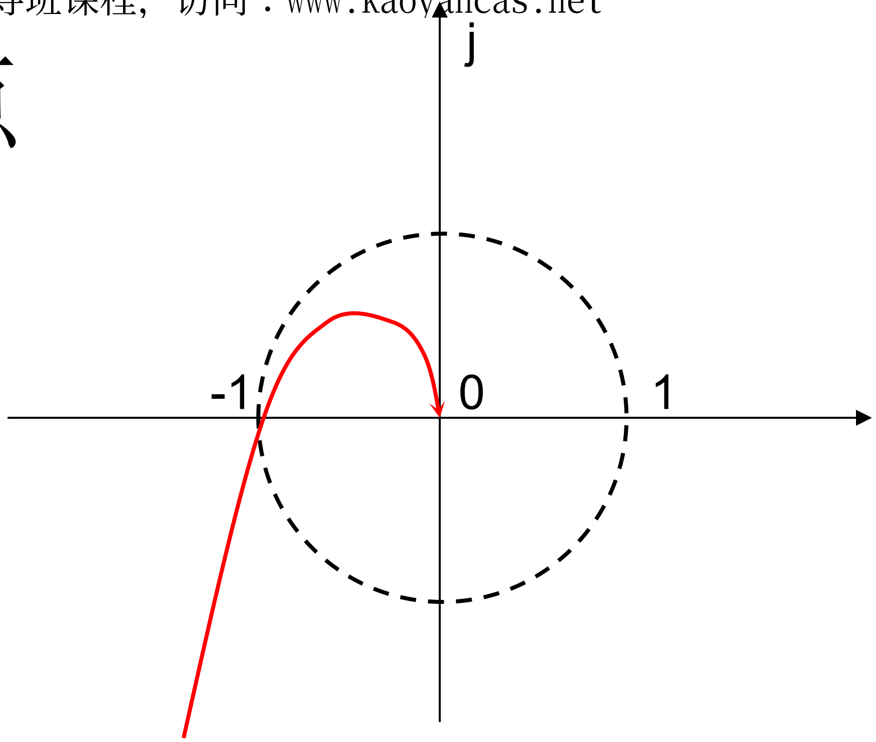
曲线如图所示：



返回

开环幅相曲线的绘制

临界稳定的特点



最小相角系统临界稳定时G(jw)曲线过(-1,j0)点，

该点：$\begin{cases} |G(j\omega)|=1 \\ \angle G(j\omega)=-180^o \end{cases}$

同时成立

稳定裕度的定义

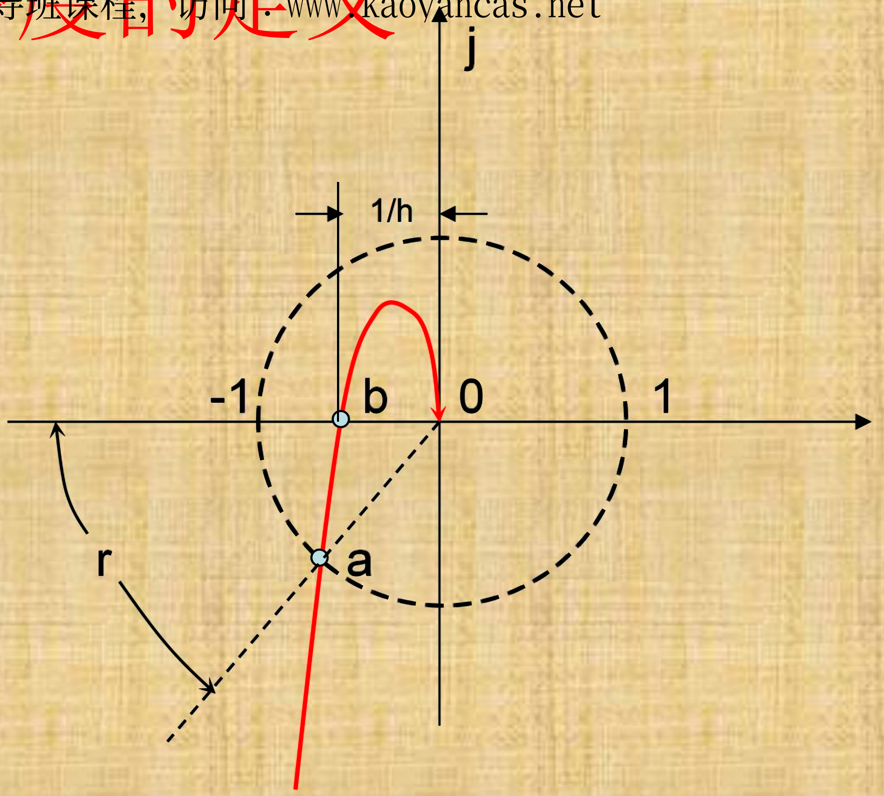
若系统的开环幅相曲线如图：

a点：$|G(j\omega)|=1$

但 $\angle G(j\omega)\neq -180^{0}$

b点：$\angle G(j\omega)=-180^{0}$

但 $|G(j\omega)|\neq 1$



若a点沿着单位圆顺时针转过r角，则

$|G(j\omega)|=1, \angle G(j\omega)=-180^{0}$ 同时成立。

若b点沿着负实轴向左移动到(-1,j0)点，则

$|G(j\omega)|=1, \angle G(j\omega)=-180^{0}$ 同时成立

a点截止频率 ω_c 定义相角裕度为 $\gamma=180^{0}+\angle G(j\omega_c)$

B点为交界频率 ω_x 定义幅值裕度为 $h=\dfrac{1}{|G(j\omega_x)|}$

返回到第五章