

浙江大學

本科生实验报告



课程 自动控制理论（乙）

姓名

学号

专业 电子科学与技术

实验内容

实验二

1. 实验目的

- (1) 熟悉 MATLAB 的根轨迹分析方法，掌握用 MATLAB 进行根轨迹的分析与设计；
- (2) 熟悉 MATLAB 的频域分析方法，掌握用 MATLAB 进行系统频域分析与设计。

2. 实验内容

2.1. 实验内容 1

- (1) 非单位反馈控制系统的传递函数为：

$$G(s) = \frac{10A(s^2 + 8s + 20)}{s(s + 4)} \quad H(s) = \frac{0.2}{s + 2}$$

绘制系统的根轨迹，确定具有最小阻尼比 ξ 的放大系数 A，并用零极点、增益形式表示闭环传递函数。

- (2)

$$G(s) = \frac{K(s^2 + 6s + 13)}{s(s + 3)} \quad H(s) = \frac{1}{s + 1}$$

假设峰值 $M_p=1.0948$ ，确定满足 M_p 的 ξ 值对应的 K 值，并用零极点增益方式表示闭环传递函数。（计算精度 ± 0.05 ）

2.2. 实验内容 2

- (1) 单位反馈开环系统 $H(s) = \frac{50}{(s+1)(s+5)(s-2)}$ ，绘制系统的 Nyquist 曲线，判断系统稳定性，绘制出闭环系统的脉冲响应。

- (2) 控制系统的传递函数为

$$G(s) = \frac{K(s + 1)}{(s + 2)(s^2 + 4s + 5)}$$

用对数频率特性确定相位裕度大于 45° 时的 Km 值。

3. 实验过程及数据记录

3.1. 实验内容 1 过程及记录

A1: 编写 MATLAB 程序如下：

```
%Lab1Q1
```

```
clear;
```

```
s = tf('s');
```

```
Gs = (s^2+8*s+20)/(s*(s+4));
```

```
Hs = 1/(s+2);
```

```
GH = Gs*Hs;
```

```
sysGH = tf(GH);
```

```
rlocus(sysGH);
```

```
OverallTrans = 2*Gs/(1+GH);
```

OverallSys = zpk(tf(OverallTrans));

根轨迹如图 1 所示。

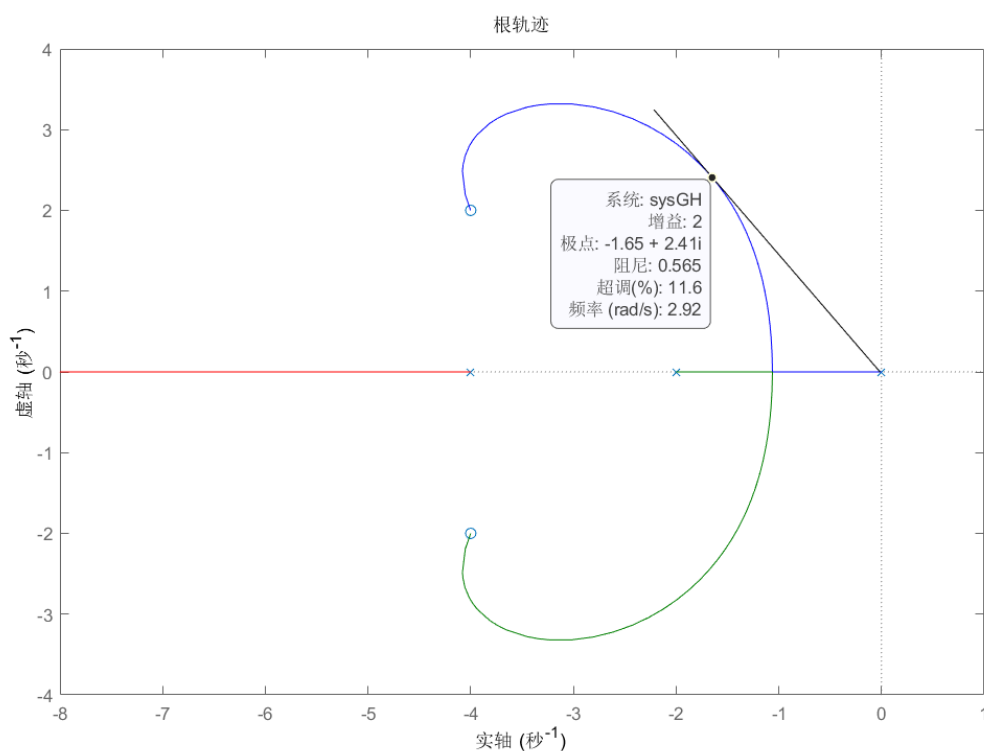


图 1

从图中可知，阻尼比的最小值 $\xi_{min} = 0.565$ ，此时增益 $K=2$ ，因此 $A=1$ ，并得到闭环传递函数 $G^*(s)$ 零极点、增益模型

OverallSys =

$$\frac{2s(s+4)(s+2)(s^2+8s+20)}{s(s+4.395)(s+4)(s^2+2.605s+4.551)}$$

$$G^*(s) = \frac{2(s+2)(s^2+8s+20)}{(s+4.395)(s^2+2.605s+4.511)}$$

连续时间零点/极点/增益模型。

A2: 编写 MATLAB 程序如下:

%Lab1Q2

clear;

s = tf('s');

Gs = (s^2+6*s+13)/(s*(s+3));

Hs = 1/(s+1);

GH = Gs*Hs;

sysGH = tf(GH);

rlocus(sysGH);

OverallTrans = 6.03*Gs/(1+GH);

OverallSys = zpk(tf(OverallTrans));

根轨迹如图 2 所示:

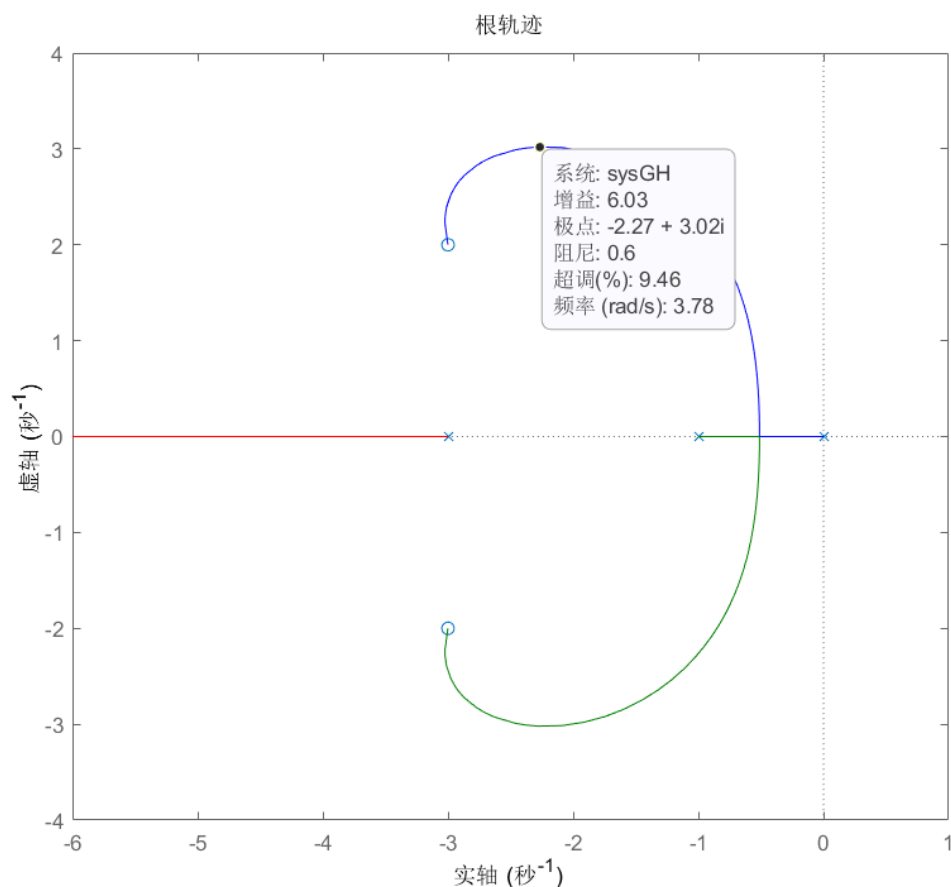


图 2

由图可知，当超调在 9.46% 时，对应的增益 $K=6.03$ ， $\xi = 0.6$ 。由此得到闭环传递函数的零极点、增益模型 $G^*(s)$ ：

OverallSys =

$$\frac{6.03 s (s+3) (s+1) (s^2 + 6s + 13)}{s (s+3.488) (s+3) (s^2 + 1.512s + 3.727)}$$

$$G^*(s) = \frac{6.03(s+1)(s^2 + 6s + 13)}{(s+3.488)(s^2 + 1.52s + 3.727)}$$

连续时间零点/极点/增益模型。

3.2. 实验内容 2 过程及记录

A1: 编写 Matlab 程序如下：

%Lab2Q1

clear;

s = tf('s');

Hs = 50/((s+1)*(s+5)*(s-2));

sys = tf(Hs/(1+Hs));

nyquist(tf(Hs));

impz(sys);

得到 Nyquist 图和脉冲响应如图 3、4 所示

该系统开环传递函数在实轴右半平面有一个极点 $p_1 = 2$ ，故 $P_R = 1$ ，而 $N = -1$ ，故该系统不稳定。

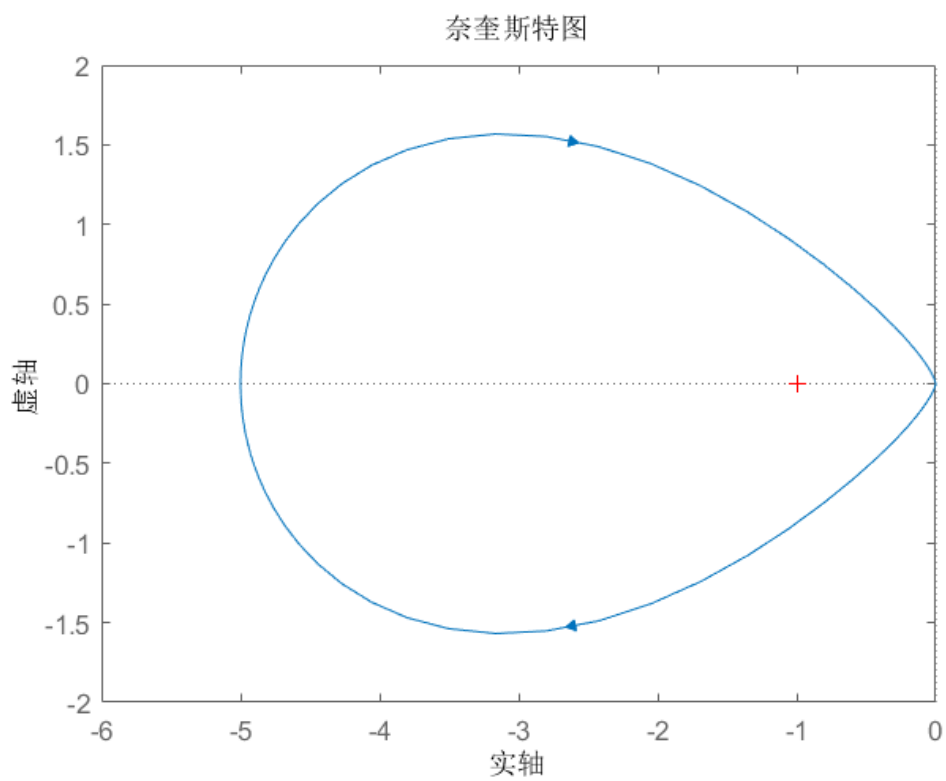


图 3

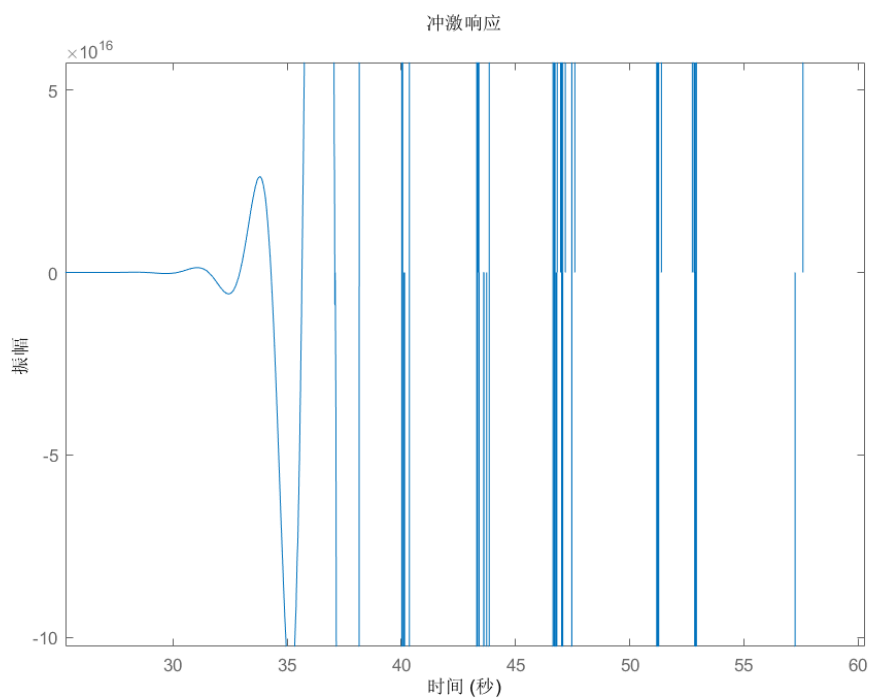


图 4

A2:编写 MATLAB 程序如下:

```
%LabQ2
```

```
clear;
```

```
s = tf('s');
```

```
Gs = (s+1)/((s+2)*(s^2+4*s+5));
```

```
bode(tf(Gs));
```

输出如图 5。从图中可知，相位裕度大于 45° 时的 K_m 值为:

$$20\lg K_m = 19.2$$

$$K_m = 9.12$$

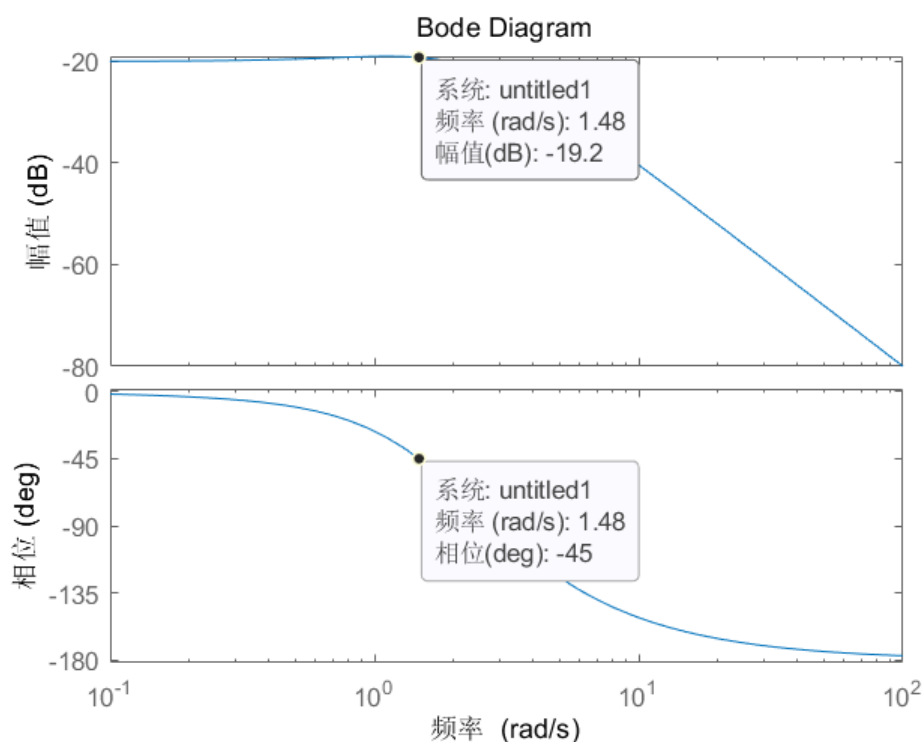


图 5

4. 总结

本次实验主要学习了 MATLAB 中有关控制理论方面的功能，重点学习了根轨迹绘制、Nyquist 图绘制、波特图绘制等功能，并以此为基础解决系统稳定性设计、参数确定等问题，相应的结果均符合实际。

通过本次实验，可以很好地加深对相应章节的理论知识的理解和掌握。

