第一次实验

实验目的

1. 掌握利用 MATLAB 建立控制系统模型的方法。
2. 掌握系统的各种模型表述及相互之间的转换关系。
3. 学习和掌握系统模型连接的等效变换

实验原理

- 系统的模型描述了系统的输入、输出变量以及内部各变量之间的关系，表征一个系统的模型有很多种，如微分方程、传递函数、状态空间方程等。这里主要介绍系统多项式型传递函数（TF）模型、零极点型传递函数（ZPK）模型和状态空间方程（SS）模型

传递函数（TF）模型

传递函数是描述线性定常系统输入-输出关系的一种最常用的数学模型，其表达式一般为$G(s)=\frac{b_m s^m+b_{m-1}s^{m-1}++b_1 s1+b_0}{a_n s^n+a_{n-1}s^{n-1}++a_1 s^1+a_0}$
在 MATLAB 中，直接使用行向量分子分母多项式的表示系统，即
num = [bm, bm-1, … b1, b0]
den = [an, an-1, … a1, a0]
调用 tf 函数可以建立传递函数 TF 对象模型，调用格式如下:
Gtf = tf(num,den)
Tfdata 函数可以从 TF 对象模型中提取分子分母多项式，调用格式如下:
[num,den] = tfdata(Gtf)返回 cell 类型的分子分母多项式系数
[num,den] = tfdata(Gtf,'v') 返回向量形式的分子分母多项式系数

零极点增益（ZPK）模型

传递函数因式分解后可以写成
$G(s)=\frac{k(s-z_1)(s-z_2)\ldots(s-zm)}{(s-p_1)(s-p_2)\ldots(s-p_n)}$
式中， z1, z2 ,… , zm 称为传递函数的零点， p1, p2 ,… , pn 称为传递函数的极点，k为传递系数(系统增益).在 MATLAB 中，直接用[z,p,k]矢量组表示系统，其中 z，p，k 分别表示系统的零极
点及其增益，即:
z=[z1,z2,…,zm];
p=[p1,p2,…,pn];
k=[k];
调用 zpk 函数可以创建 ZPK 对象模型，调用格式如下:
Gzpk = zpk(z,p,k)
同样，MATLAB 提供了 zpkdata 命令用来提取系统的零极点及其增益，调用格式如下:
[z,p,k] = zpkdata(Gzpk) 返回 cell 类型的零极点及增益
[z,p,k] = zpkdata (Gzpk,’v’) 返回向量形式的零极点及增益
函数 pzmap 可用于求取系统的零极点或绘制系统的零极点图，调用格式如下:
pzmap(G) 在复平面内绘出系统模型的零极点图。
[p,z] = pzmap(G) 返回的系统零极点，不作图。

状态空间（SS）模型

由状态变量描述的系统模型称为状态空间模型，由状态方程和输出方程组成: $\begin{cases}\dot{x}=Ax+Bu\\ y=Cx+Du\end{cases}$
其中: x 为 n 维状态向量；u 为 r 维输入向量； y 为 m 维输出向量； A 为 n×n 方阵，称为
系统矩阵；B 为 n×r 矩阵，称为输入矩阵或控制矩阵；C 为 m×n 矩阵，称为输出矩阵；D
为 m×r 矩阵，称为直接传输矩阵。
在 MATLAB 中，直接用矩阵组[A,B,C,D]表示系统，调用 ss 函数可以创建 SS 对象模型，调用格式如下:
Gss = ss(A,B,C,D)

同样，MATLAB 提供了 ssdata 命令用来提取系统的 A、B、C、D 矩阵，调用格式如下：
[A,B,C,D] = ssdata (Gss) 返回系统模型的 A、B、C、D 矩阵

三种模型之间的转换

上述三种模型之间可以互相转换，MATLAB 实现方法如下

- TF 模型→ZPK 模型：zpk(SYS)或 tf2zp(num,den)
- TF 模型→SS 模型：ss(SYS)或 tf2ss(num,den)
- ZPK 模型→TF 模型：tf(SYS)或 zp2tf(z,p,k)
- ZPK 模型→SS 模型：ss(SYS)或 zp2ss(z,p,k)
- SS 模型→TF 模型：tf(SYS)或 ss2tf(A,B,C,D)
- SS 模型→ZPK 模型：zpk(SYS)或 ss2zp(A,B,C,D)

lab1

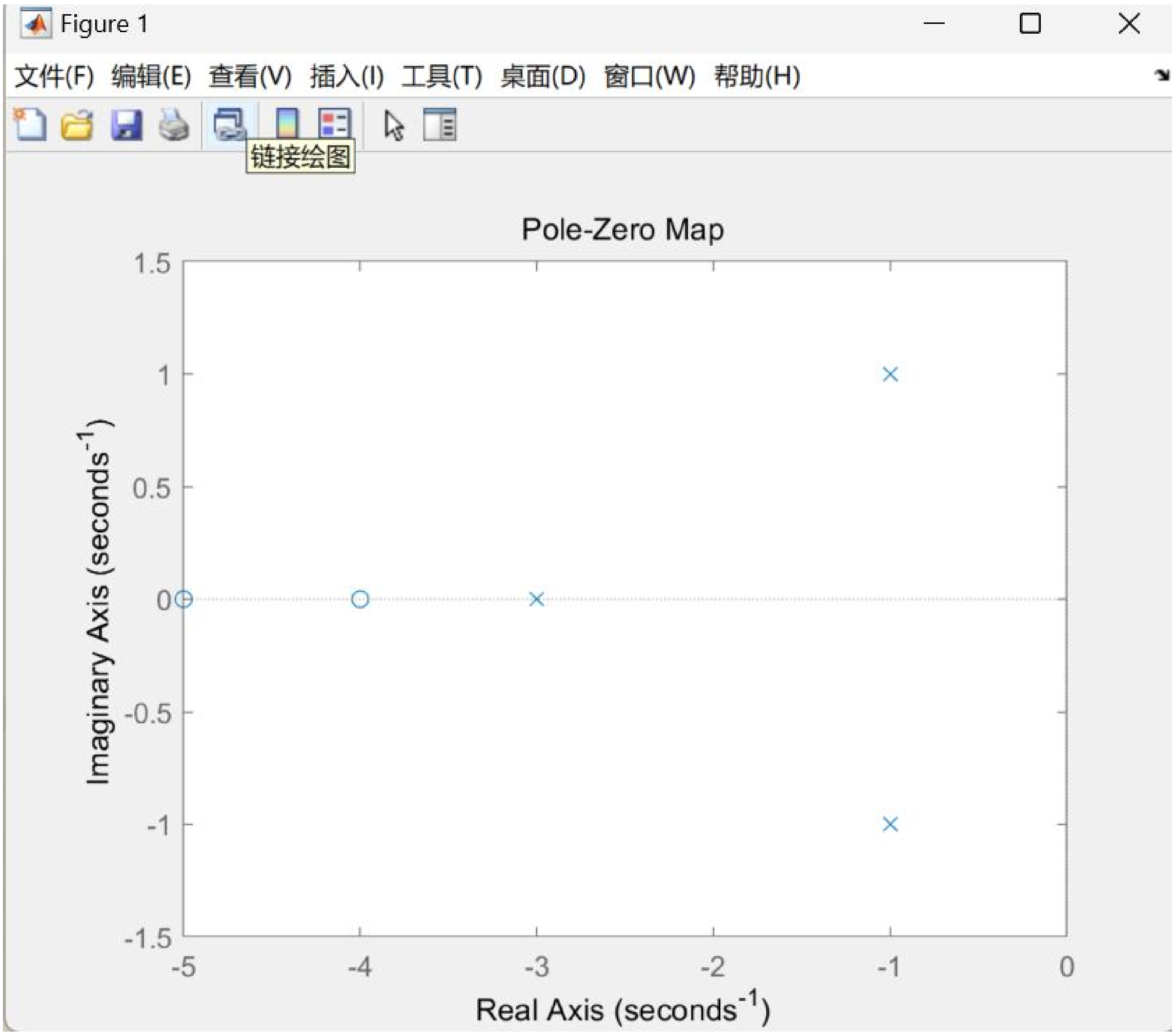
```
% 建立传递函数模型
num = [2 18  40];
den = [1 5  8 6];
G = tf(num, den)

% 建立零极点增益模型
[z, p, k] = tf2zp(num, den)

% 建立状态空间方程模型
[A, B, C, D] = tf2ss(num, den)

% 绘制零极点图
pzmap(G)
```

结果



lab2

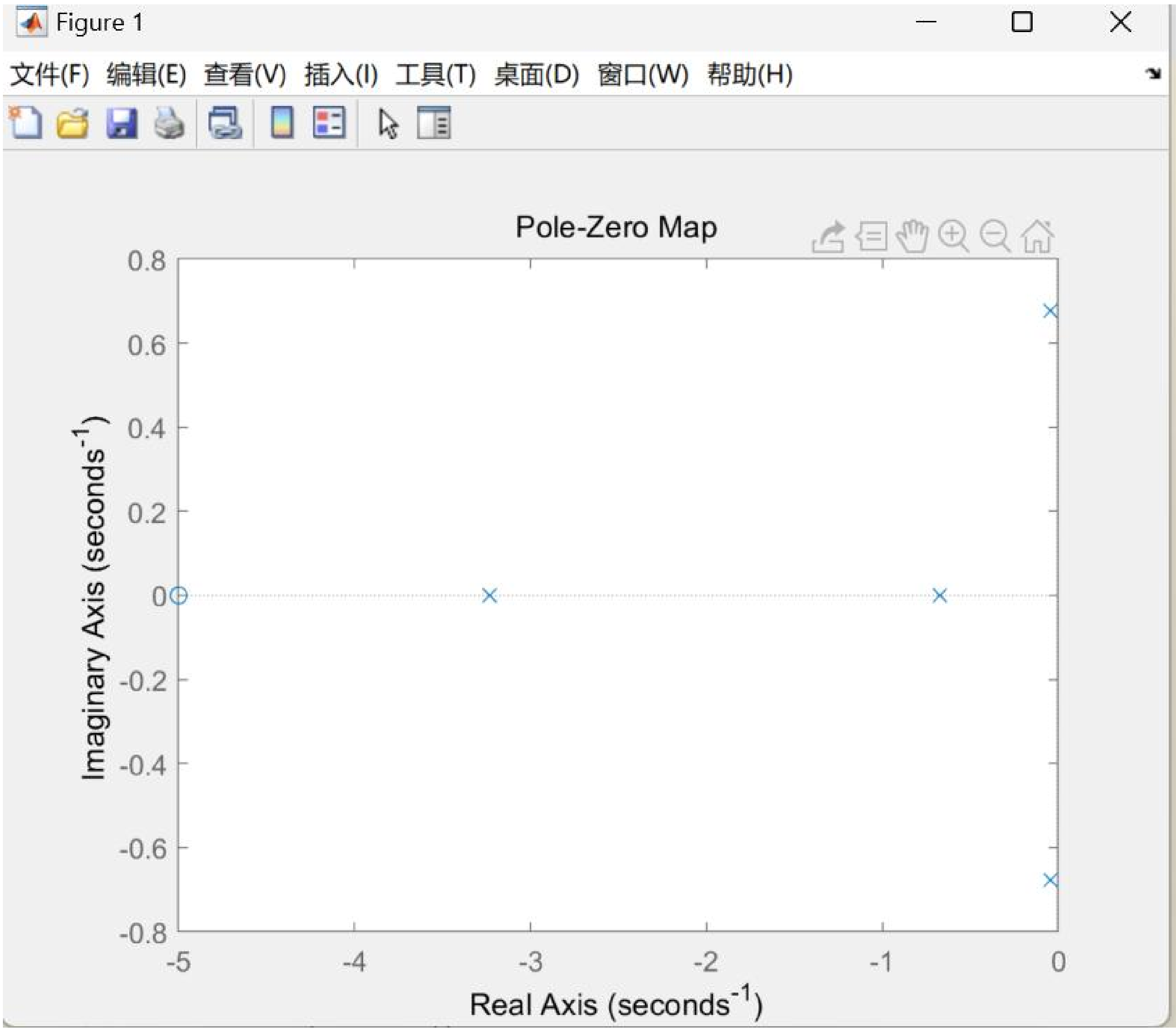
```
% 建立传递函数模型
num = [2 18  40];
den = [1 5  8 6];
G = tf(num, den)

% 建立零极点增益模型
[z, p, k] = tf2zp(num, den)

% 建立状态空间方程模型
[A, B, C, D] = tf2ss(num, den)

% 绘制零极点图
pzmap(G)
```

结果



lab3

```
% 建立传递函数模型
G1 = tf([2 6 5], [1 4 5 2])
G2 = tf([1 4 1], [1 9 8 0])
G3 = zpk([-3,-7], [-1,-4,-6], 5)
sys_tf = series(series(G1, G2), G3)

% 输出总传递函数
sys_tf
```

结果

```
sys_tf =

  10 (s+3) (s+3.732) (s+7) (s+0.2679) (s^2 + 3s + 2.5)
  ----------------------------------------------------
           s (s+1)^4 (s+2) (s+4) (s+6) (s+8)
```

lab4

```
% 建立传递函数模型
G1 = tf([1], [1 1])
G2 = tf([1], [0.5 1])
G3 = tf([3],[1])

sys_par = parallel(G1, G2);
sys_ser = series(sys_par, G3);
G = sys_ser;
H = tf([1], [0.5 1]);
sys_cl = feedback(G, H)
```

结果

```
sys_cl =

       2.25 s^2 + 7.5 s + 6
  -------------------------------
  0.25 s^3 + 1.25 s^2 + 6.5 s + 7
```

lab5

```
G1 = tf([2],[1,1,0])
H1 = zpk([-3],[-2],1)
sys1 = feedback(G1, H1,1)
G2 = tf([10],[1,1])
G = series(G2,sys1)
H = tf([5,0],[1,6,8])
sys = feedback(G,H)
```

结果

```
sys =

                        20 (s+2)^2 (s+4)
  --------------------------------------------------------------
  (s+2) (s-0.3234) (s^2 - 0.6067s + 3.089) (s^2 + 8.93s + 24.02)
```

收获和体会

- chatgpt真好用
- 学到了使用matlab进行系统建模