

课程名称

实验报告

(2023 - 2024 学年度 秋季学期)

实验名称 自动控制原理实验二

姓名 高嘉伟

学号 2020011073

院系 自动化系

时间 2023 年 12 月 28 日

目录

1	实验目的	1
2	实验内容	1
2.1	使用 Matlab 分析系统并求解极点位置	1
2.2	搭建系统, 分析性能	1

1. 实验目的

- 了解 Qube 硬件系统、Quarc 软件系统与 MATLAB 及 Simulink 的融合使用
- 掌握极点配置算法，使用状态反馈实现系统控制。研究不同极点配置对系统闭环响应的影响。

2. 实验内容

2.1 使用 Matlab 分析系统并求解极点位置

由实验指导书中的系统矩阵

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 152.0057 & -2.5997 & -0.1501 \\ 0 & 264.3080 & -2.5695 & -0.1519 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 56.7136 \\ 56.0542 \end{bmatrix}$$
$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, D = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

在 Matlab 中求解系统极点

```
1 A=[0 0 1 0; 0 0 0 1; 0 152.0057 -2.5997 -0.1501; 0 264.3080 -2.5695 -0.1519];
2 B=[0; 0; 56.7136; 56.0542];
3 C=[1 0 0 0; 0 1 0 0];
4 D=[0; 0];
5 x=eig(A)
```

解得有一个位于复平面右半平面的极点，系统不稳定。

计算系统可控矩阵：

```
1 Rc=ctrb(A, B)
2 r=rank(Rc)
```

得到可控性矩阵的秩为 4，系统不稳定。

根据给定的系统性能指标，根据指导书中的参考，求解状态反馈增益矩阵。

```
1 P1=[-3+2.65*1j, -3-2.65*1j, -40, -45]
2 K1=place(A, B, P1)
```

2.2 搭建系统，分析性能

在 Simulink 中搭建系统，与实际物理系统相连，分析实际性能。在极点配置后，旋转摆系统稳定，表现出期望的性能，观察曲线，基本满足系统的性能指标。

实验中要求在满足动态性能指标的前提下，更换极点位置，并判断期对系统效果的影响。相关判断代码如下：

```
1 % bound
2 omega=2.997;
3 xi=0.65;
```

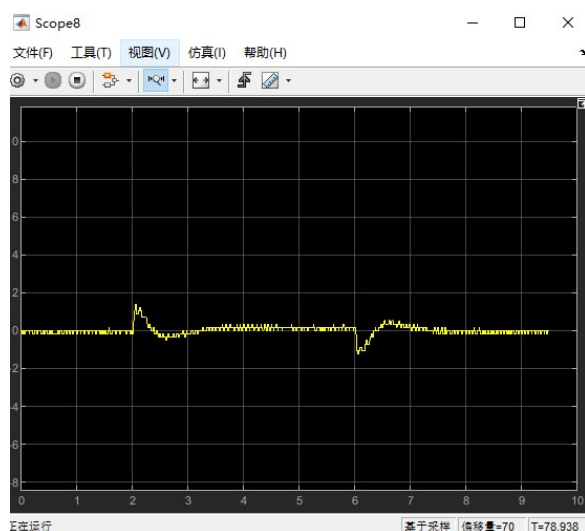
```

4
5 %omega = omega * 1.1;
6 %xi = xi * 1.1;
7
8 omega = omega * 1.2;
9 xi = xi * 1.1;
10
11 po = exp(-xi*pi/sqrt(1-xi*xi))*100
12 ts = 3/(xi*omega)
13 sigma = xi * omega
14 omega_d=omega * sqrt(1-xi^2)

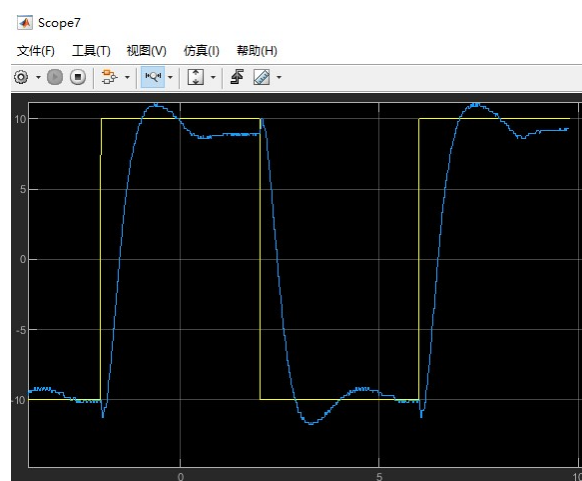
```

计算得选定的三组极点分别为 $p_1, p_2 = \{-2.600 \pm j3.040\}, p_3 = -40, p_4 = -45$; $p_1, p_2 = \{-2.357 \pm j2.305\}, p_3 = -40, p_4 = -45$; $p_1, p_2 = \{-2.571 \pm j2.5143\}, p_3 = -40, p_4 = -45$.

当 $p_1, p_2 = \{-2.600 \pm j3.040\}, p_3 = -40, p_4 = -45$ 时, 旋转臂转角追踪曲线与旋转摆摆角平衡曲线如下:



(a) 旋转摆摆角平衡曲线



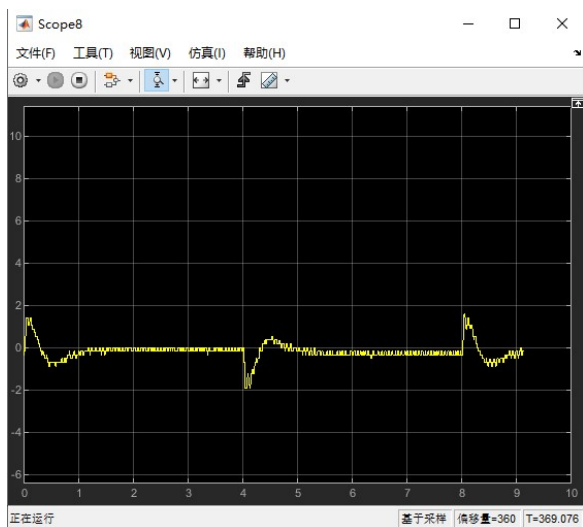
(b) 旋转臂转角追踪曲线

图 1: 第一组极点下系统表现

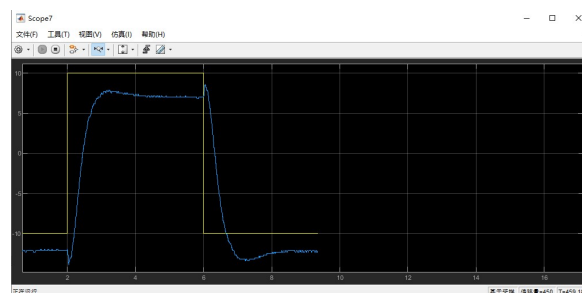
当 $p_1, p_2 = \{-2.357 \pm j2.305\}, p_3 = -40, p_4 = -45$ 时, 旋转臂转角追踪曲线与旋转摆摆角平衡曲线如下:

当 $p_1, p_2 = \{-2.571 \pm j2.5143\}, p_3 = -40, p_4 = -45$ 时, 旋转臂转角追踪曲线与旋转摆摆角平衡曲线如下:

观察系统的超调量与过渡过程时间. 发现第二组极点配置下, 过渡过程时间比第一组增大, 超调量减小; 第三组极点配置下, 过渡过程时间比第二组增大, 超调量与第二组极点配置下的结果相近. 这一点与理论分析结果一致, 因为我们这里产生不同极点的方式实际上正是改变系统的 ω 与 ξ 以解出主导极点的位置.

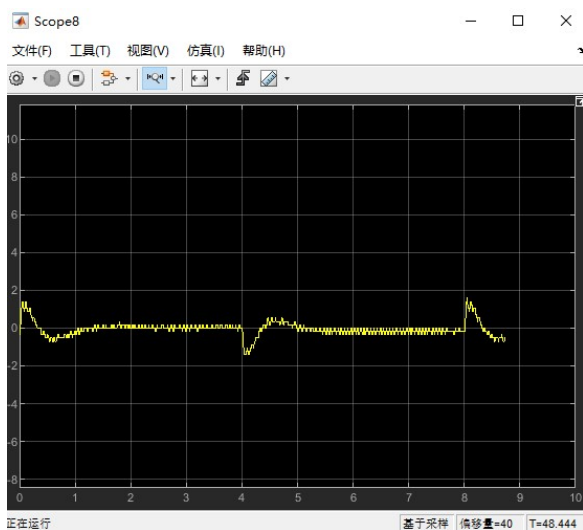


(a) 旋转摆摆角平衡曲线

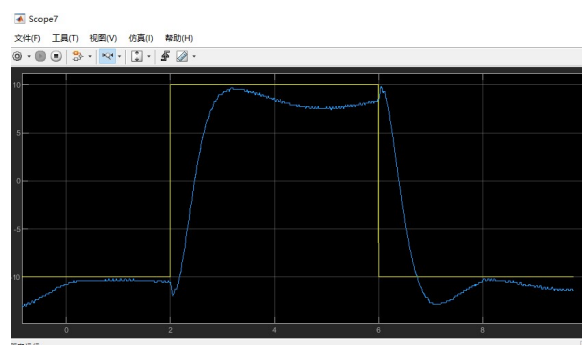


(b) 旋转臂转角追踪曲线

图 2: 第二组极点下系统表现



(a) 旋转摆摆角平衡曲线



(b) 旋转臂转角追踪曲线

图 3: 第三组极点下系统表现