

孤立系统中单管引水的水轮机调节系统 小波动特性分析报告

刘锦坤

目录

1	说明	2
2	问题一	2
3	问题二	2
4	问题三	2
5	问题四	5
6	问题五	5

1 说明

本次作业所有文件均已上传至附件，代码保存在 code 文件夹，图片保存在在 pic 文件夹，问题 [n] 对应的代码为 Question[n].py 文件，util.py 文件为编写的工具函数文件，其中包括了若干矩阵运算函数。

2 问题一

运行 Question1.py 文件，即可打印出 AR 矩阵元素和转移矩阵的元素：

```
Matrix A_R is:
[[ -0.223      0.076      0.          0.1665     -0.1        ]
 [-10.        -0.4       -10.         0.          0.          ]
 [ -8.         -0.32     -8.2         0.          0.          ]
 [ 13.26435742  0.57419531 13.37890625 -0.54986471 -0.05136719]
 [ 0.          0.         0.          0.          0.          ]]

The transition matrix is:
[[ 9.92406723e-01  2.95483905e-03  9.61190807e-04  6.31148589e-03
 -3.83722343e-03]
 [-3.27432401e-01  9.86337929e-01 -3.27586450e-01 -1.09813331e-03
  6.65067258e-04]
 [-2.60885797e-01 -1.08860649e-02  7.31328490e-01 -8.76193562e-04
  5.30655930e-04]
 [ 4.28617119e-01  1.95475459e-02  4.33162394e-01  9.80517570e-01
 -2.82955859e-03]
 [ 0.00000000e+00  0.00000000e+00  0.00000000e+00  0.00000000e+00
  1.00000000e+00]]
```

同时绘制出转速 n 的过渡过程曲线如图 1 所示，可以看到，在经过一段时间后，转速 n 会进入一个新的稳定值。

3 问题二

运行 Question2.py 文件，即可得到不同的 T_d, b_t 的值对应的过渡过程曲线如图 2 所示：

可以看到，在 T_d 和 b_t 都较小时，系统在扰动后偏离平衡态，在扰动下不稳定。而 b_t 增大后，系统再次进入稳定域，说明 b_t 的增大有助于系统的稳定。同时还能发现，在一定范围内 T_d 和 b_t 的增大都能减少系统的超调，提高系统的动态品质。

4 问题三

运行 Question3.py 文件，即可得到不同的 T_a 的值对应的过渡过程曲线如图 3 所示：

可以看到， T_a 的增大会使得系统的超调量增大，调节时间变长，因此在一定范围内 T_a 的增大会使得系统的动态品质变差，但是由于超调量的增大，系统的稳定性很可能会增强。

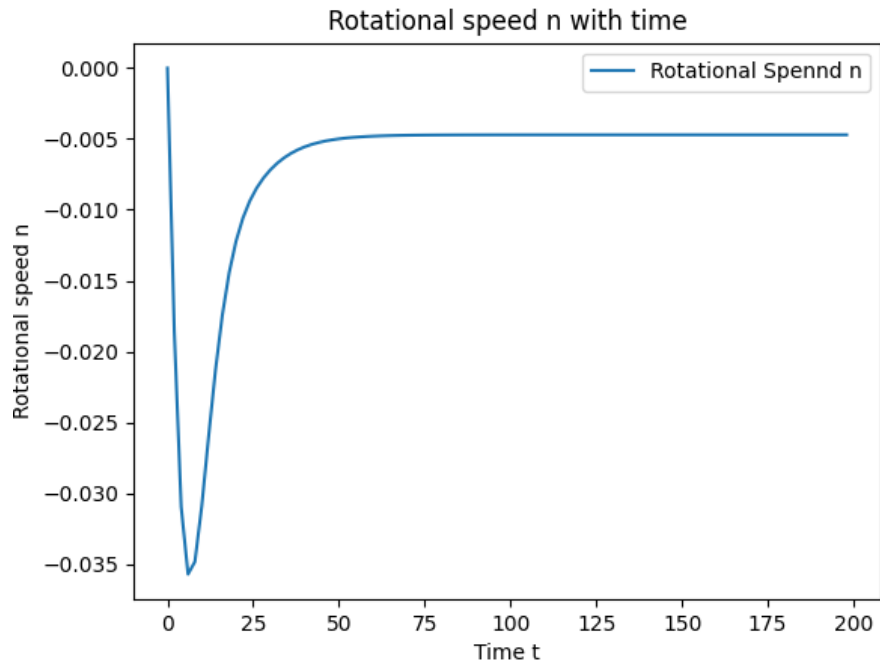


图 1: 转速 n 的过渡过程曲线

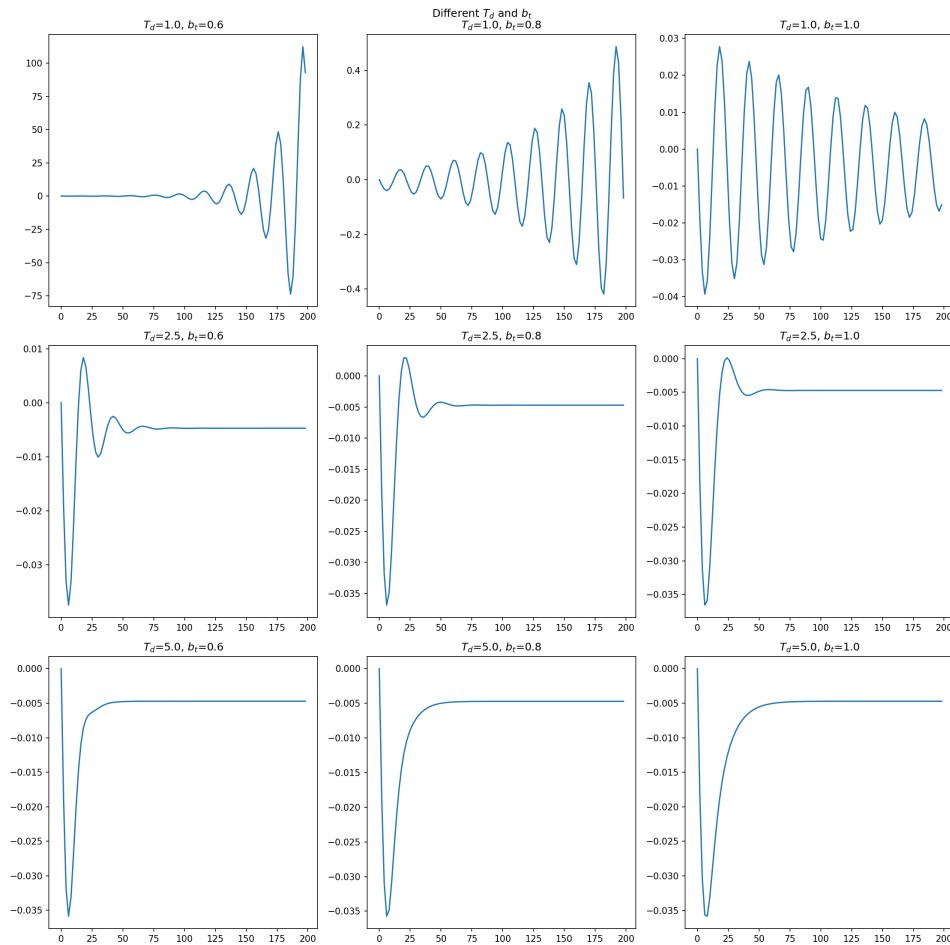


图 2: T_d, b_t 的不同值对应的过渡过程曲线

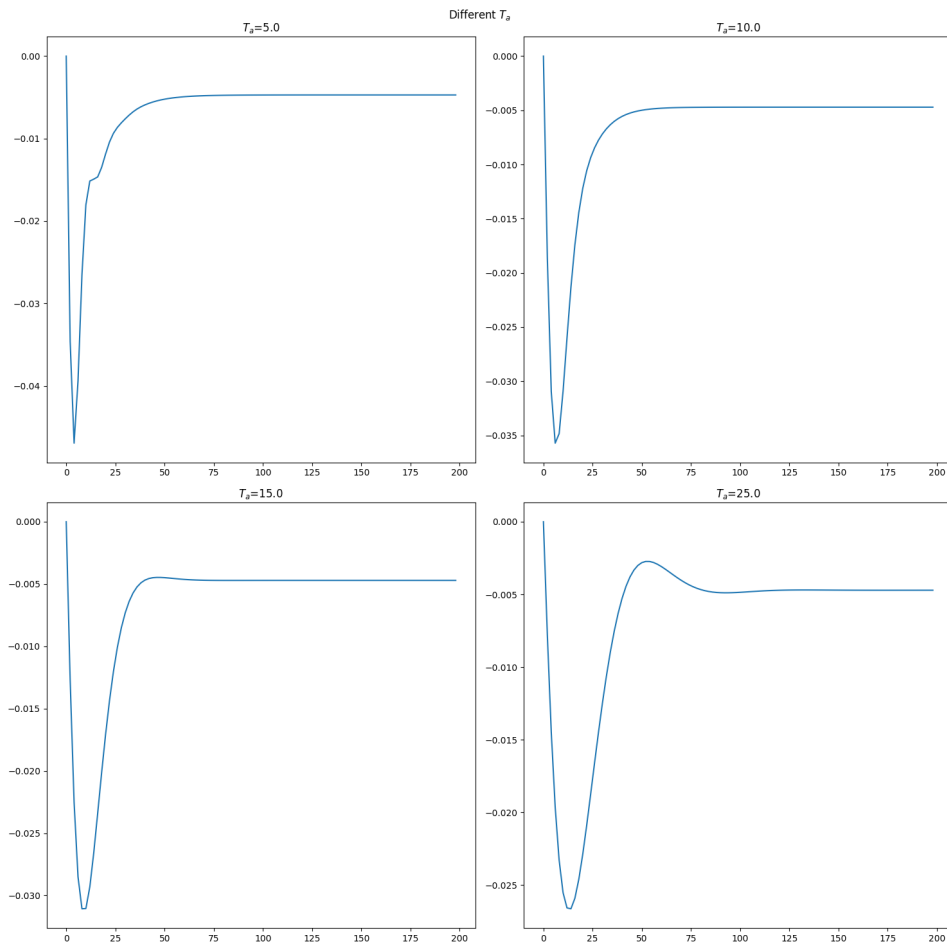


图 3: T_a 的不同值对应的过渡过程曲线

5 问题四

运行 Question4.py 文件，即可得到不同的 T_w 的值对应的过渡过程曲线如图 4 所示：

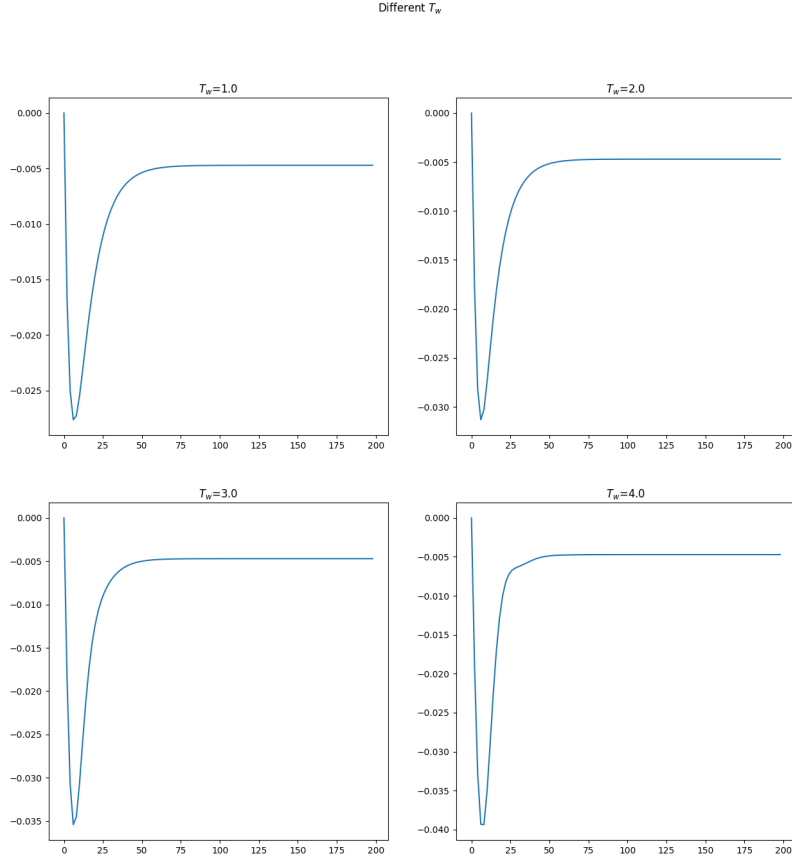


图 4: T_w 的不同值对应的过渡过程曲线

可以看到，更大的 T_w 会使得系统向下的振荡幅度更大，因此在一定范围内 T_w 的增大会使得系统的动态品质变差，也可能会使得系统的稳定性变差。

6 问题五

这里我们可以进行一个理论推导分析系统的稳定性，我们知道任意矩阵 A 可以分解为：

$$A = P^{-1}JP \quad (1)$$

其中 J 是 A 的 Jordan 标准型， P 是一个可逆矩阵。