

## 自控课程设计--三阶系统校正

扬州大学能源与动力工程学院

# 课程实习报告

课程名称： 自动控制原理

题目名称： 三阶系统校正

年级专业及班级：

姓名：

学号：

指导教师： 李喆

评定成绩：

教师评语：

指导老师签名：

年 月 日

## 自动控制原理及专业软件课程实习任务书

### 一、课程实习的目的

(1) 培养理论联系实际的设计思想，训练综合运用经典控制理论和相关课程知识的能力；

(2) 掌握自动控制原理的时域分析法、根轨迹法、频域分析法，以及各种校正装置的作用及用法，能够利用不同的分析法对给定系统进行性能分析，能根据不同的系统性能指标要求进行合理的系统设计，并调试满足系统的指标；

(3) 学会使用 MATLAB 语言及 Simulink 动态仿真工具进行系统仿真与调试；

(4) 学会使用硬件搭建控制系统；

(5) 锻炼独立思考和动手解决控制系统实际问题的能力，为今后从事控制相关工作打下较好的基础。

### 二、课程实习任务

某系统的开环传递函数为：

$$G_0(s) = \frac{k}{s(s+1)(0.5s+1)}$$

分析系统是否满足性能指标：

(1) 系统稳态速度误差系数  $K_v = 5s^{-1}$ ；

(2) 相角裕度  $\geq 40^\circ$ 。

如不满足，试为其设计串联校正装置。

### 三、课程实习内容

(1) 未校正系统的分析：

1) 利用 MATLAB 绘画未校正系统的开环和闭环零极点图

- 2) 绘画根轨迹，分析未校正系统随着根轨迹增益变化的性能（稳定性、快速性）。
  - 3) 作出单位阶跃输入下的系统响应，分析系统单位阶跃响应的性能指标。
  - 4) 绘出系统开环传函的 **bode** 图，利用频域分析方法分析系统的频域性能指标（相角裕度和幅值裕度，开环振幅）。
- (2) 利用频域分析方法，根据题目要求选择校正方案，要求有理论分析和计算。并与 **Matlab** 计算值比较。
- (3) 选定合适的校正方案（串联滞后/串联超前/串联滞后-超前），理论分析并计算校正环节的参数，并确定何种装置实现。
- (4) 绘画已校正系统的 **bode** 图，与未校正系统的 **bode** 图比较，判断校正装置是否符合性能指标要求，分析出现大误差的原因。
- (5) 求此系统的阶跃响应曲线。分析采用的校正装置的效果。
- (6) 绘画模拟电路，提出校正的实现方式及其参数。
- (7) 总结（包括课程设计过程中的学习体会与收获、对本次课程实习的认识等内容）

#### 四、参考书籍

- 1 《自动控制原理》胡寿松主编
- 2 《MATLAB 语言与控制系统仿真》孙亮主编
- 3 自行查找的材料

#### 五、课程实习时间安排（一周）

- 1 查阅参考书籍和手册及资料文献（1.5天）。
- 2 MATLAB 语言在自动控制原理中的应用，**Simulink** 建模方法（1.5天）。
- 3 应用 **MATLAB** 和 **Simulink** 仿真，并撰写实习报告（1.5天）。
- 4 验收及校验（0.5天）

## 目录

摘要	7
1、绪论	8
2、设计的目的、任务及内容	9
2.1课程实习的目的	9
2.2课程实习任务	9
2.3课程实习内容	9
3、系统分析以及校正	
3.1开环增益的确定	
3.2未校正系统的分析	
3.2.1未校正系统的开环和闭环零极点图	
3.2.2未校正系统根轨迹图	13
3.2.3未校正系统频域分析	15
3.2.4未校正系统频域分析	16
4、系统的校正	18
4.1校正方案的选择	18
4.2校正装置的确定及性能指标的检验	18
4.3校正前、后系统的时域分析比较	20
4.4校正前、后系统的频域分析比较	21
5、电路设计	23
5.1典型环节电路	23
5.1.1比例环节 (P)	23
5.1.2积分环节 (I)	24
5.1.3比例积分环节 (PI)	25

5.1.4惯性环节 (T)	25
5.1.5比例微分环节 (PD)	26
5.1.6比例积分微分环节 (PID)	28
5.2校正装置电路	30
6、SIMULINK 仿真	31
6.1校正前单位阶跃响应仿真	31
6.2校正后单位阶跃响应仿真	31
7、总结	33
8、参考文献	34

## 摘要

通过对未校正系统进行分析,得知系统需要校正才能满足要求。根据对原系统的时域、复域和频域分析结果,这里采用串联滞后—超前校正装置对其进行校正,理论计算得到校正装置的参数。分析、校正过程中借助了 **Matlab** 语言、**Simulink** 工具箱仿真工具。经检验,校正后的系统满足性能指标的要求。

## 1、绪论

自动控制作为一种重要的技术手段，在工程技术和科学研究中起着极为重要的作用。

对于一个已经完成的系统，它的各个参数是确定的，稳定性也是确定的。当某一系统不稳定或者不满足设计要求时，就需要我们来对系统进行校正以使得系统稳定或者满足设计要求。

自动控制系统是否能够很好地工作，是否能精确地保持被控制量按照预定的要求规律变化，这取决于被控对象和控制及各元器件的结构和特性参数是否设计得当。

在理想情况下，控制系统的输出量和输入量在任何时候均相等，系统完全无误差，且不受干扰影响。然而，在实际系统中，由于各种原因，系统在受到输入信号（也包括扰动信号）的激励时，被控制量将偏离输入信号作用前的初始值，经历一段过渡过程（过度过程），则系统控制性能的好坏，可以从动态过程比较充分地表现出来。

控制精度是衡量系统技术性能指标的重要尺度。一个高品质的系统，在整个运行过程中，被控量对给定的偏差应该是最小的。

考虑动态过程在不同阶段中的特点，工程上通常从稳、准、快三个方面来衡量自动控制系统。

对不同的控制对象，系统对稳、准、快的要求有所侧重。统一系统中，稳、准、快是相互制约的。提高过程的快速性，可能会加速系统振荡；改善了平稳性，控制过程又可能拖长，甚至使最终精度也变差。本文将对一个简单系统的性能进行评价

## 2、设计的目的、任务及内容

### 2.1 课程实习的目的

- 1.培养理论联系实际的设计思想，训练综合运用经典控制理论和相关课程知识的能力；
- 2.掌握自动控制原理的时域分析法、根轨迹法、频域分析法，以及各种校正装置的作用及用法，能够利用不同的分析法对给定系统进行性能分析，能根据不同的系统性能指标要求进行合理的系统设计，并调试满足系统的指标；
- 3.学会使用 MATLAB 语言及 Simulink 动态仿真工具进行系统仿真与调试；
- 4.学会使用硬件搭建控制系统；
- 5.锻炼独立思考和动手解决控制系统实际问题的能力，为今后从事控制相关工作打下较好的基础。

### 2.2 课程实习任务

某系统的开环传递函数为：

$$G_0(s) = \frac{k}{s(s+1)(0.5s+1)}$$

分析系统是否满足性能指标：

(1) 系统稳态速度误差系数  $K_v=5s^{-1}$ ;

(2) 相角裕度  $\geq 40^\circ$ 。

如不满足，试为其设计串联校正装置。

### 2.3 课程实习内容

1.未校正系统的分析：

a.利用 MATLAB 绘画未校正系统的开环和闭环零极点图

绘画根轨迹，分析未校正系统随着根轨迹增益变化的性能（稳定性、快速性）。

c.作出单位阶跃输入下的系统响应，分析系统单位阶跃响应的性能指标。

d.绘出系统开环传函的 **bode** 图，利用频域分析方法分析系统的频域性能指标（相角裕度和幅值裕度，开环振幅）。

2.选定合适的校正方案（串联滞后/串联超前/串联滞后-超前），理论分析并计算校正环节的参数，并确定何种装置实现。

3.绘画已校正系统的 **bode** 图，与未校正系统的 **bode** 图比较，判断校正装置是否符合性能指标要求，分析出现大误差的原因。

4.求此系统的阶跃响应曲线。分析采用的校正装置的效果。

5.绘画模拟电路，提出校正的实现方式及其参数。

6.总结（包括课程设计过程中的学习体会与收获、对本次课程实习的认识等内容）

### 3

#### 3.1 开环增益的确定

取  $K=5$

则待校正开环系统传递函数为： $G_0(s) = \frac{5}{s(s+1)(0.5s+1)}$

#### 3.2 未校正系统的分析

##### 3.2.1 未校正系统的开环和闭环零极点图

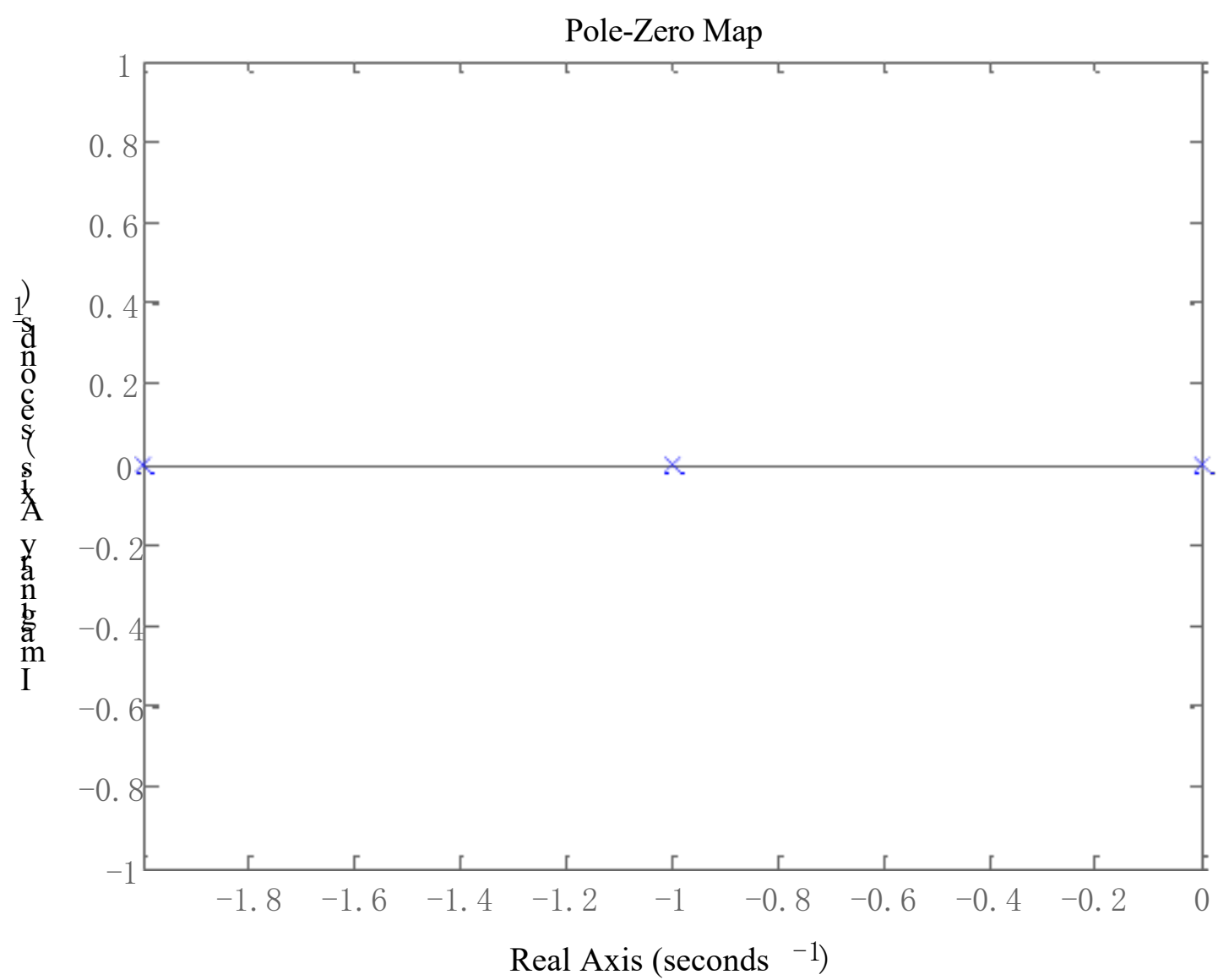


图 3.1 校正前系统的开环零极点图

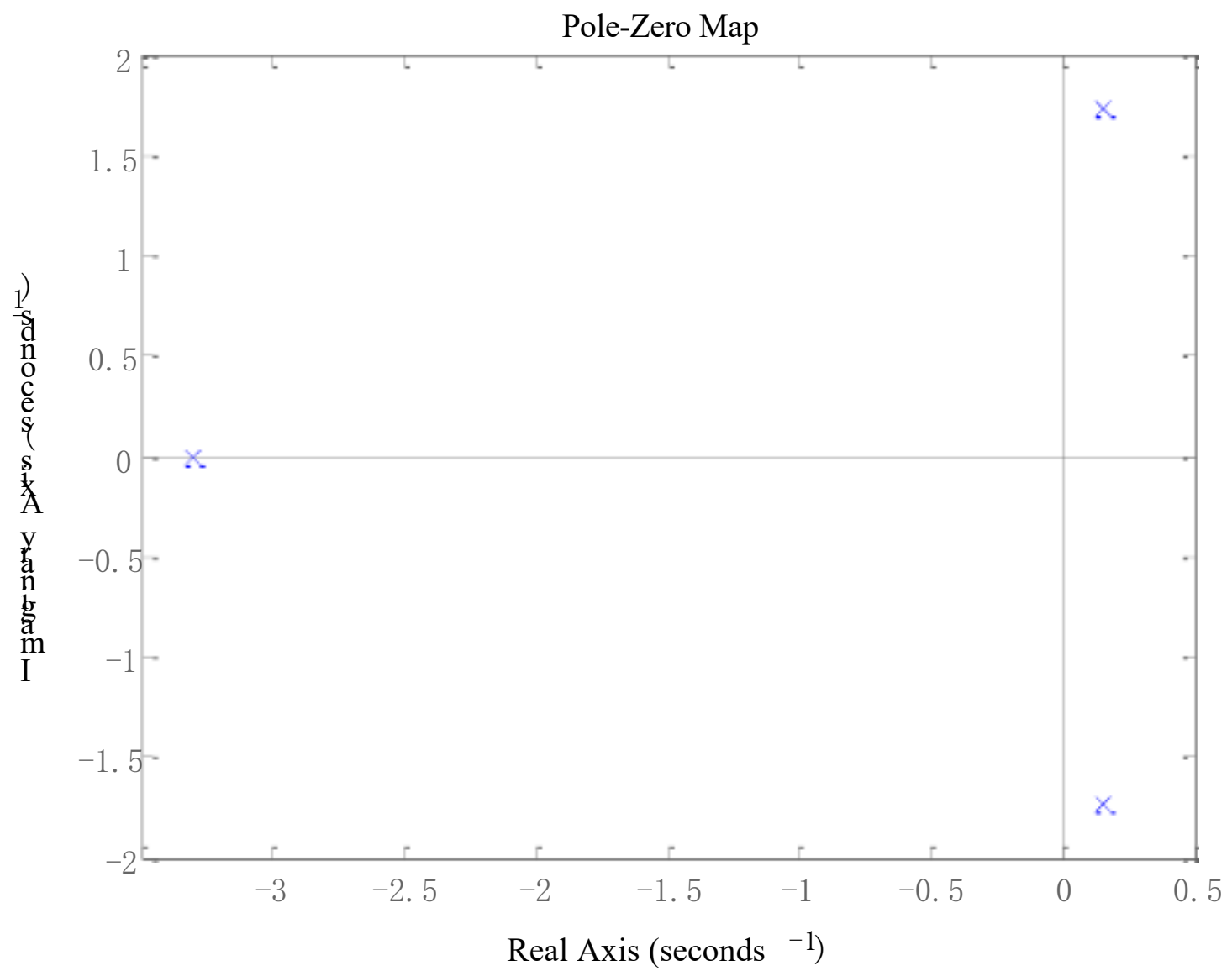


图 3.2 校正前系统的闭环零极点图

结论：由闭环零极点图可以看出：系统有一个极点在左半平面，有两个在右半平面，故系统不稳定。

```
>> n=5;
```

```
>> d=conv([1 0],conv([1 1],[0.5 1]));
```

```
>> Go=tf(n,d);
```

```
>> pzmap(Go)
```

```
>> clop=feedback(Go,1)
```

```
clop =
```

5

-----

$$0.5 s^3 + 1.5 s^2 + s + 5$$

Continuous-time transfer function.

```
>> pzmap(clop)
```

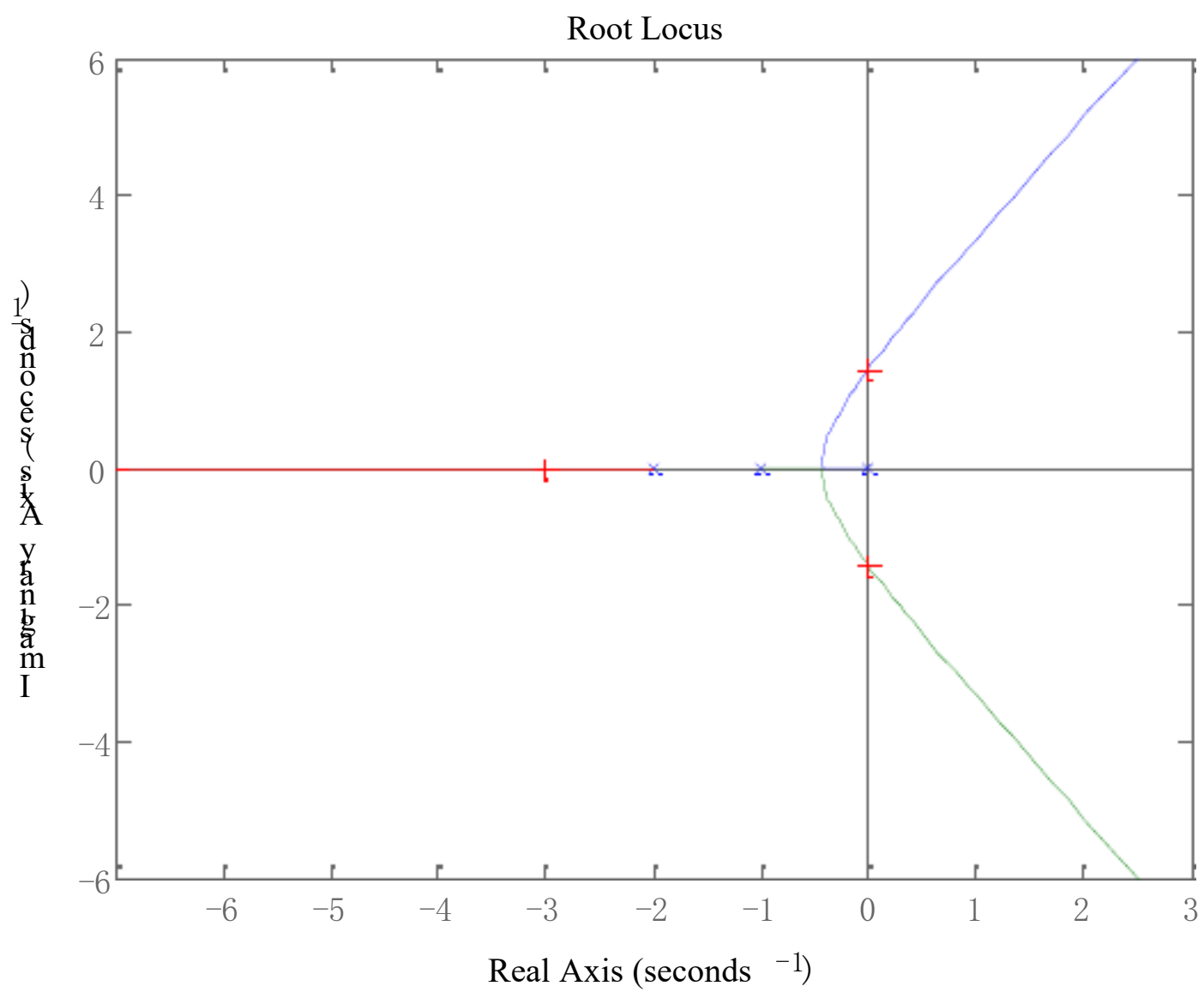


图 3.3 未校正系统的根轨迹图

```
>> d=conv([1 0],conv([1 1],[0.5 1]));
```

```
>> n=[5];
```

```
>> Go=tf(n,d);
```

```
>> rlocus(Go);
```

```
>> [k,r]=rlocfind(Go)
```

selected\_point =

0.0024 + 1.4348i

k =

0.6186

r =

-3.0168 + 0.0000i

0.0084 + 1.4319i

0.0084 - 1.4319i

由根轨迹图可以看出，当开环增益从零到无穷大时，根轨迹有一部分在右半面，由 **matlab** 作图可知：当  $kg > 0.6186$  时，根轨迹处于系统右半面，开环系统不稳定；当  $kg < 0.6186$  时，开环系统稳定。

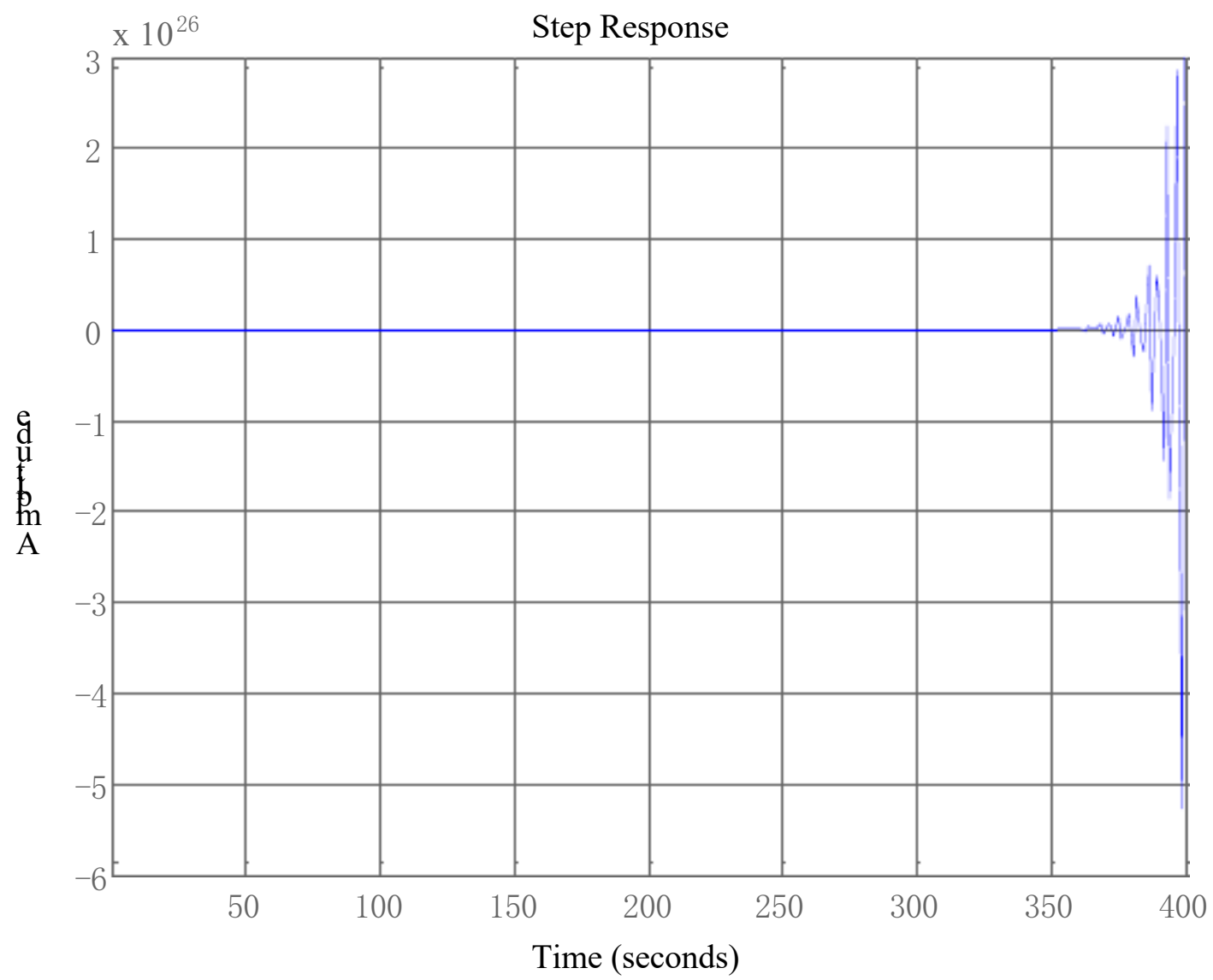


图 3.4 未校正系统的阶跃响应图

由图可知系统明显不稳定

```
>> clop=feedback(Go,1);
```

```
>> step(clop)
```

```
>> grid
```

### 3.2.4 未校正系统频域分析

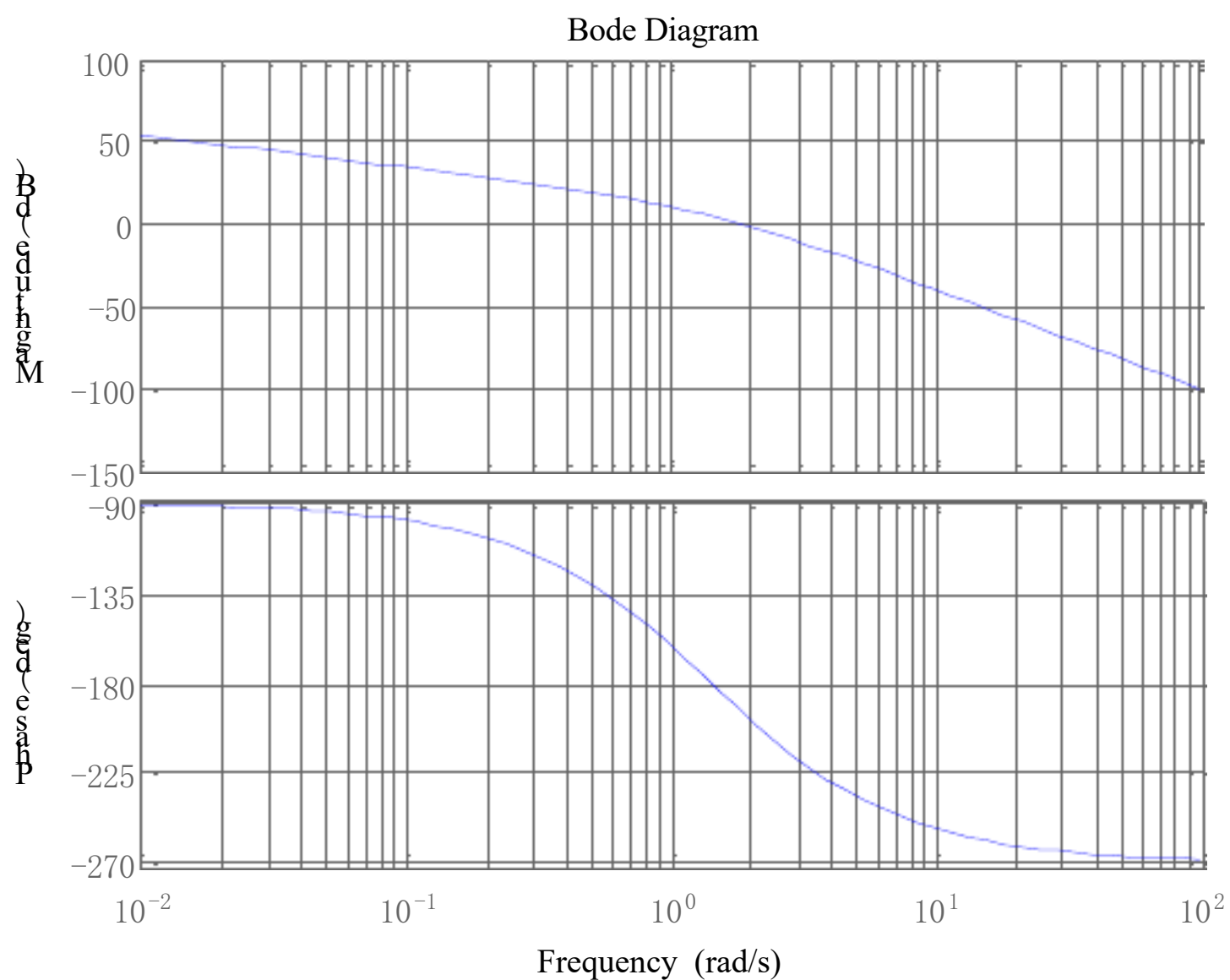


图 3.5 未校正系统频域图

```
>> bode(Go)
```

```
>> grid
```

```
>> [gm,pm,wg,wp]=margin(Go)
```

```
gm =
```

```
0.6000
```

```
pm =
```

```
-12.9919
```

```
wg =
```

```
1.4142
```

```
wp =
```

```
1.8020
```

由 bode 图可知：系统的相位裕度为  $\gamma_c = -12.9919^\circ < 40^\circ$ ， $\gamma_c < \gamma$ ，所以开环系统不稳定。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/375234112134011104>