

实验十五：

(选作) 一级倒立摆系统根轨迹校正、PID校正
实验

实验目的：

1. 掌握根轨迹分析方法；
2. 使用根轨迹法校正直线一级倒立摆；
3. 掌握 PID 控制方法；
4. 使用 PID 法校正直线一级倒立摆。

实验任务/要求:

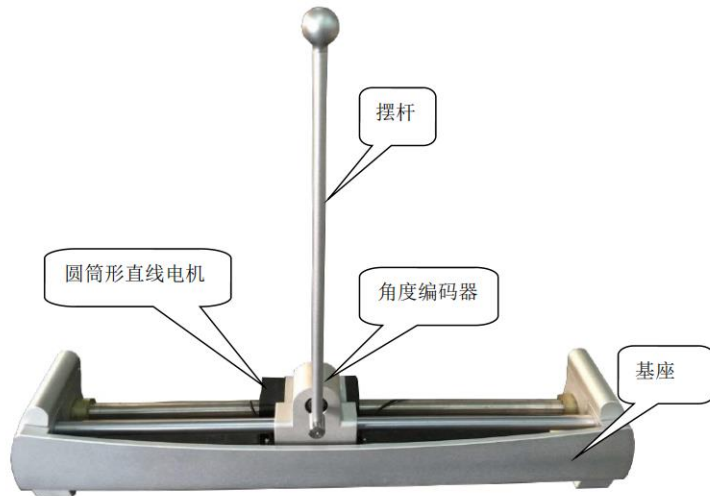
1. 设计根轨迹校正环节使系统性能指标达到
 $t_s \leq 1$ 秒, $\sigma \leq 10\%$;
2. 设计PID校正环节使系统性能指标达到
 $t_s \leq 1$ 秒, $\sigma \leq 10\%$ 。

实验仪器、设备及材料：

一级倒立摆本体、倒立摆电控箱、PC机
(Matlab平台、运动控制卡)

安全事项

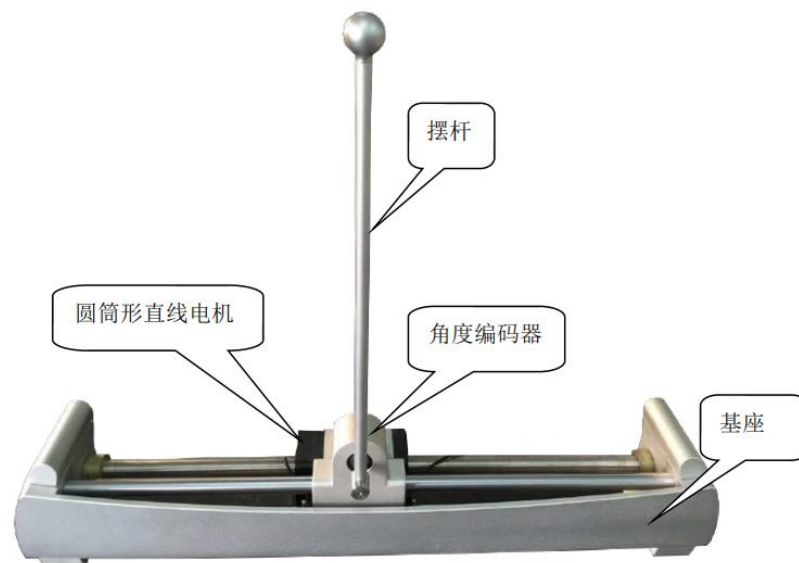
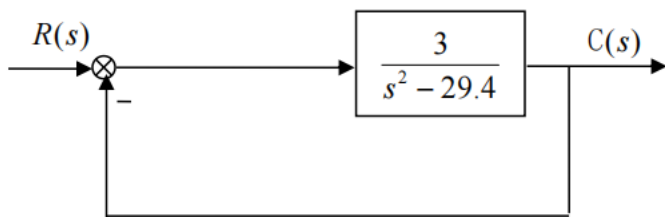
进行实验时，倒立摆摆杆左右不能站立人，否则容易出现危险。



实验原理:

系统传递函数:

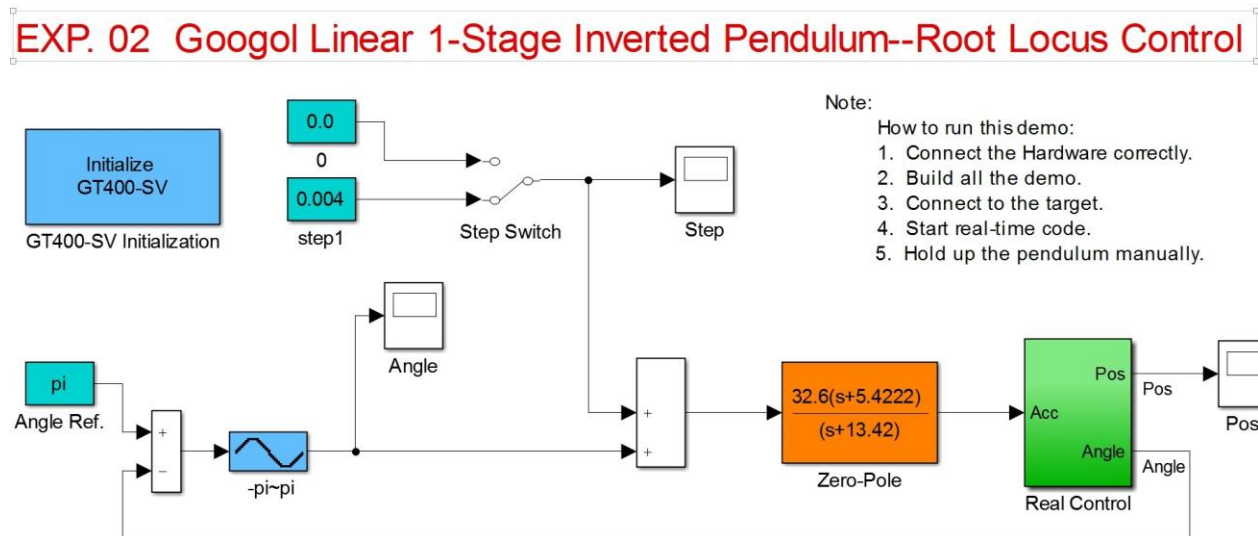
$$G(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{3}{s^2 - 29.4}$$



实验步骤:

任务1: 一级倒立摆系统根轨迹校正

- 1) 打开倒立摆电控箱上的电源按钮, 然后将倒立摆小车扶至导轨中间位置。
- 2) MATLAB 输入 `gtbox`, 点击进入: Inverted Pendulum/Linear Motor Driven/GLM1SIP-II/C-Typed Linear Motor-Acc/2-Root Locus” / “Real Time Control”程序, 弹出如图所示的实时控制界面。

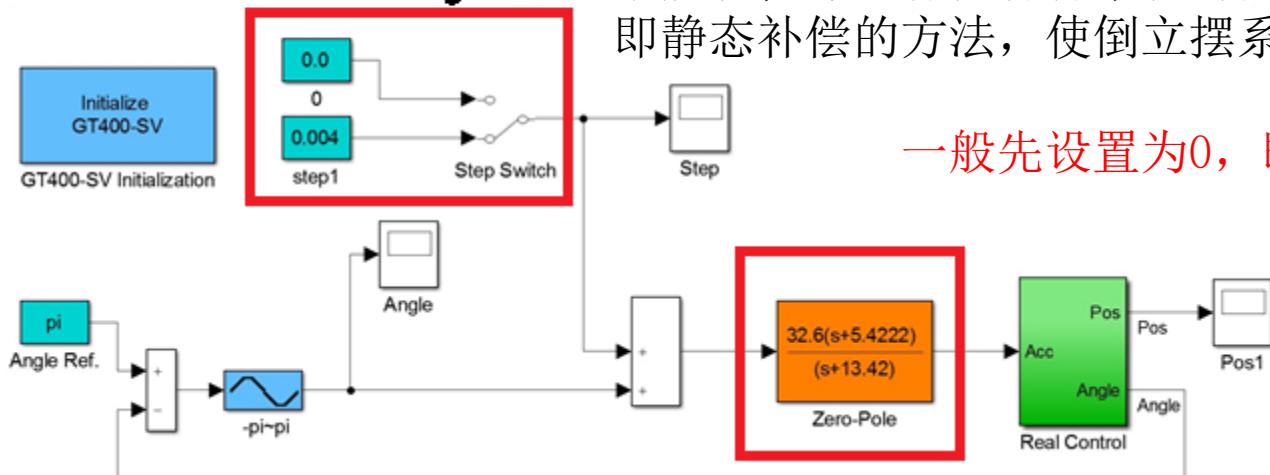


实时控制图



模块说明: 由于倒立摆运动中，不可避免地会受到各种因素的干扰，即使在平衡状态，角度、位移也会在一定范围内波动。因此，可以通过在输入端加入恒定的一个小阶跃信号，补偿各种干扰对倒立摆稳定造成的影响，即静态补偿的方法，使倒立摆系统静态稳定。

一般先设置为0，即没有任何补偿。



模块说明: 根轨迹校正控制器模块，控制参数配置见下页。

Block Parameters: Zero-Pole



Zero-Pole

Matrix expression for zeros. Vector expression for poles and gain. Output width equals the number of columns in zeros matrix, or one if zeros is a vector.

Parameters

Zeros:

Poles:

Gain:

Absolute tolerance:

State Name: (e.g., 'position')




OK


Cancel

Help

Apply

Zero-Pole配置参数

3) 点击 “  ”运行程序，然后用手扶起摆杆至竖直向上位置，此时程序进入控制。

4) 点击 “  ” 停止程序，双击打开 “Angle” 示波器, 观察摆杆角度输出的响应情况。

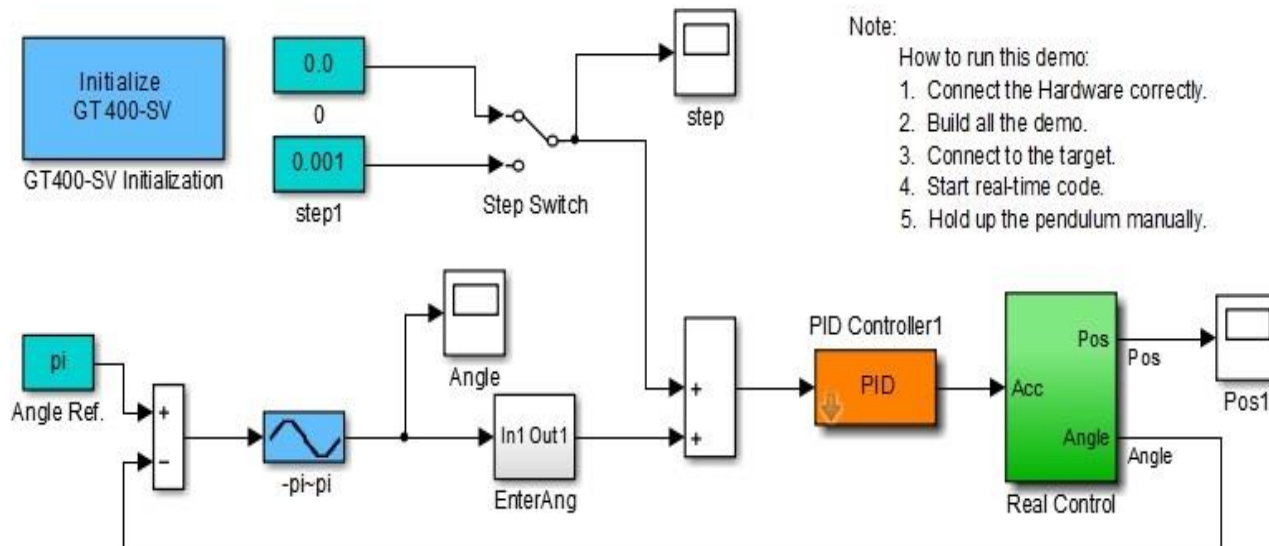
5). 改变控制器的增益把实验数据填入下表:


控制器形式及参数	增益 (K)	超调量 σ	调节时间 t_s	系统是否稳定?
$k \frac{s + 5.4222}{s + 13.42}$	29			
	32			
	35			


任务2：一级倒立摆系统PID校正

- 1) 打开倒立摆电控箱上的电源按钮，然后**将倒立摆小车扶至导轨中间位置**。
- 2) 进入“C-Typed Linear Motor-Acc/ 3-PID Control”路径下的“Real Time Control”，弹出实时控制界面。

EXP.03 Googol Linear 1-Stage Inverted pendulum--PID Control



3) 点击 “  ”运行程序，然后用手扶起摆杆至竖直向上位置，此时程序进入控制。

4) 点击 “  ” 停止程序，双击打开 “Angle” 示波器, 观察摆杆角度输出的响应情况。

5) 改变控制器的 PID 值，观察实验现象并把实验数据填入下表

控制器参数	PID 参数	系统性能
$\frac{K_d s^2 + K_p s + K_i}{s}$	$K_p = , KD = , KI =$	$t_s = , \sigma =$
	$K_p = , KD = , KI =$	$t_s = , \sigma =$
	$K_p = , KD = , KI =$	$t_s = , \sigma =$

实验报告要求：

- 1) 实验目的；
- 2) 实验任务/要求
- 3) 实验仪器、设备及材料
- 4) 实验原理；
- 5) 实验步骤；
- 6) 实验结果及心得。