

实验二

一、实验内容

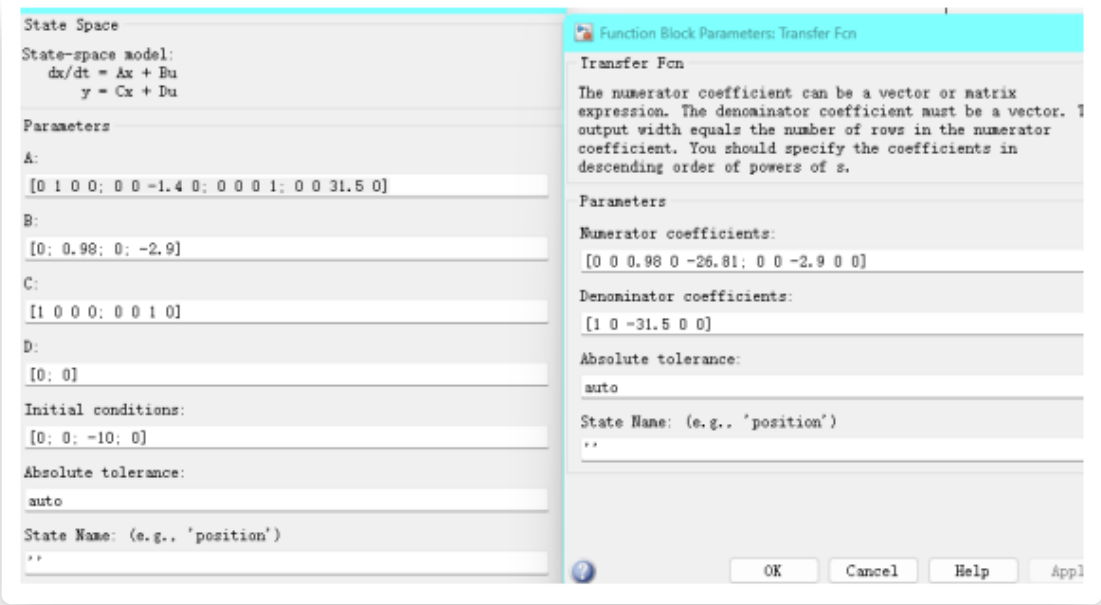
小车速度 \dot{x} 。请将倒立摆运动方程（即数学模型）转化为状态方程 $\dot{x} = Ax + Bu$ 的形式，其中令 $x(1) = \theta$, $x(2) = \dot{\theta}$, $x(3) = x$, $x(4) = \dot{x}$ 。

二 设计要求

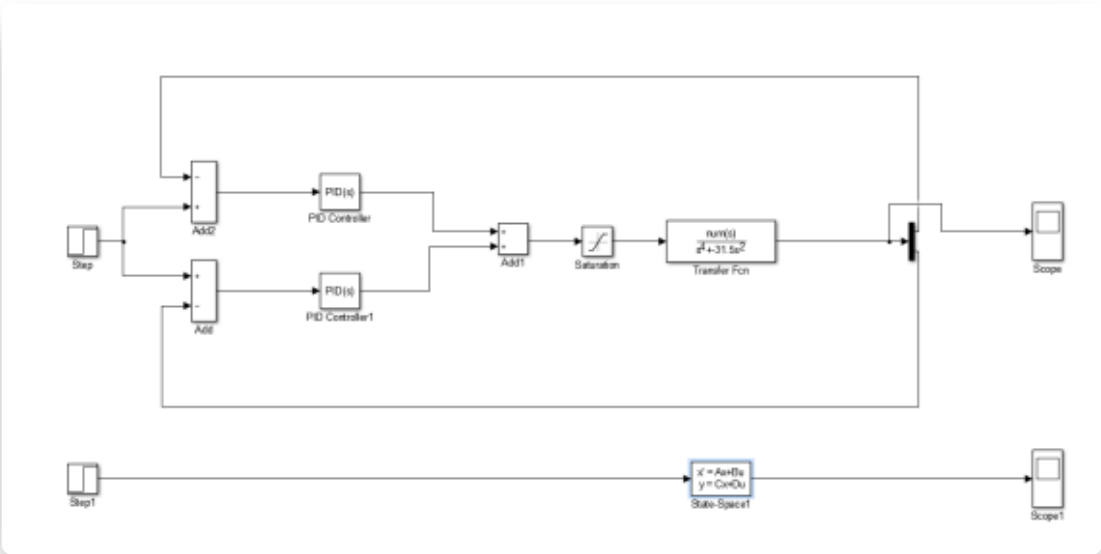
- 1 根据单级倒立摆的状态方程，在 Simulink 环境下搭建单级倒立摆模型。
- 2 仿真中倒立摆的参数为：重力加速度 $g = 9.8m/s^2$ ，小车质量 $M = 1.0kg$ ，杆的质量 $m = 0.1kg$ ，杆的半长 $L = 0.5m$ ，**小车相对于导轨的摩擦系数 $\mu_c = 0.0005$ ，杆相对于小车的摩擦系数 $\mu_p = 0.000002$** ， u 为作用于小车上的力，即控制器输出，在 $[-10,10]$ 上连续取值。初始条件取 $\theta(0) = -10^\circ, \dot{\theta}(0) = 0, x(0) = 0.20, \dot{x}(0) = 0$ ，期望状态为 $\theta(0) = 0^\circ, \dot{\theta}(0) = 0, x(0) = 0, \dot{x}(0) = 0$ 。**对每个控制目标采用 PID 控制，使倒立摆从初始状态达到期望状态，并具备较好地响应曲线。**

设计思路与讨论

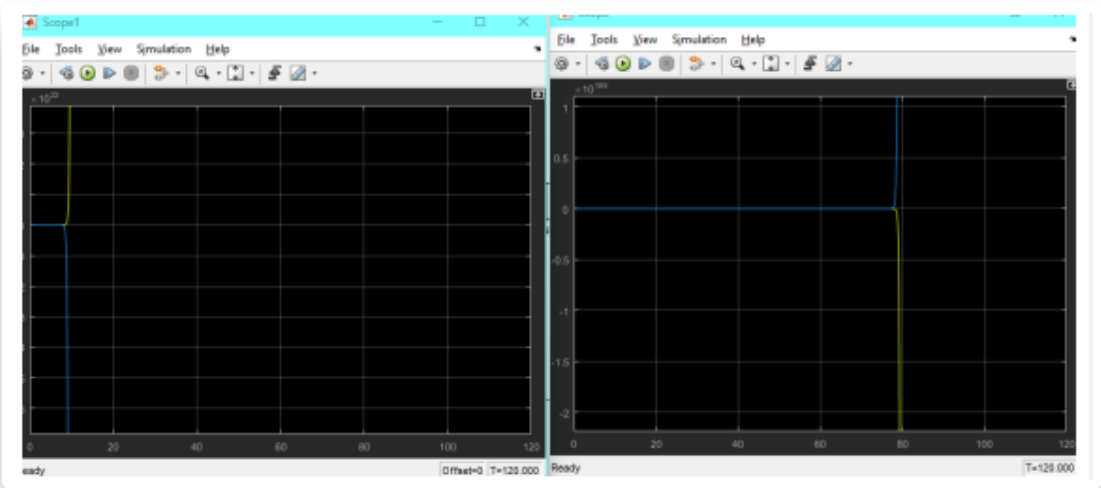
1. 首先求取系统状态方程和传递函数如图 1-1。



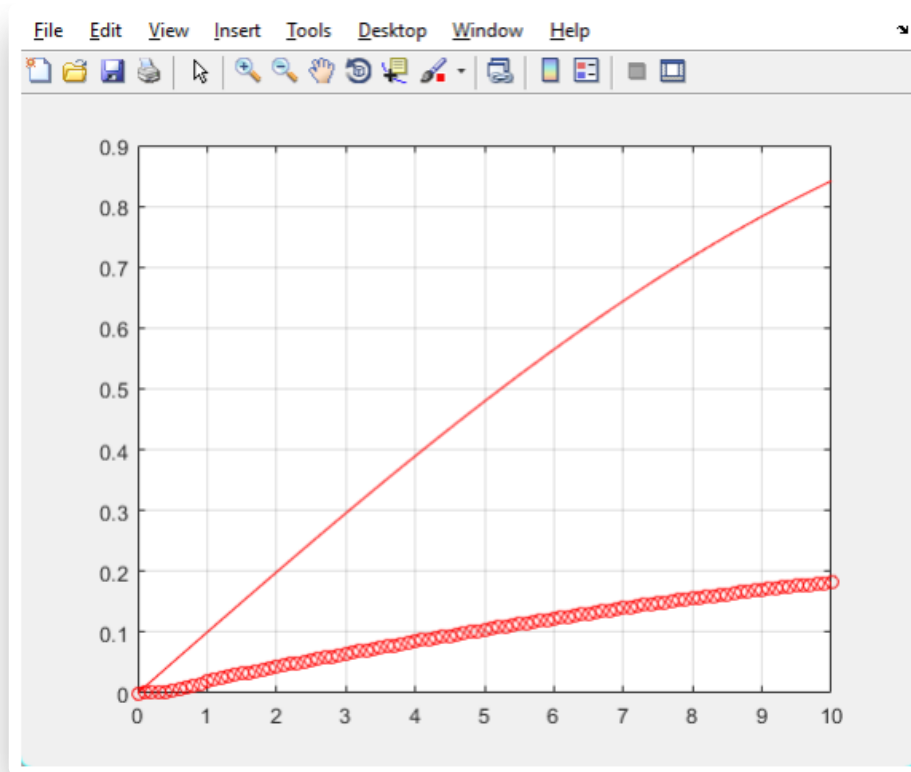
2. 绘制 simulink 仿真图。



3. 调整 PID 参数， 观察曲线



4. 响应：使用 lsim 函数绘制响应。响应曲线如下图。



免责声明

- Author: [shem](#)
- 本文仅供探讨学习，转载请注明出处。