

实验三 直流电机组 PID+干扰观测器控制器设计

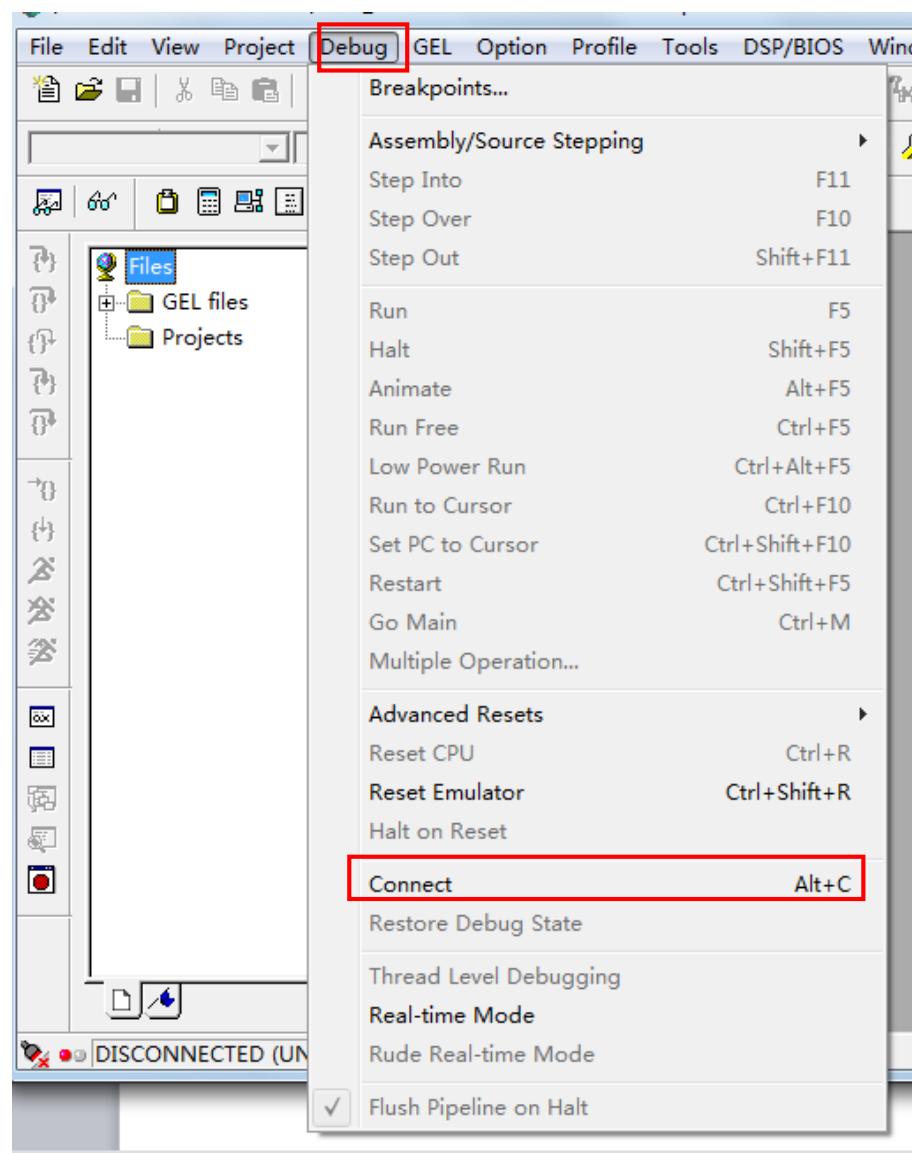
常见问题：

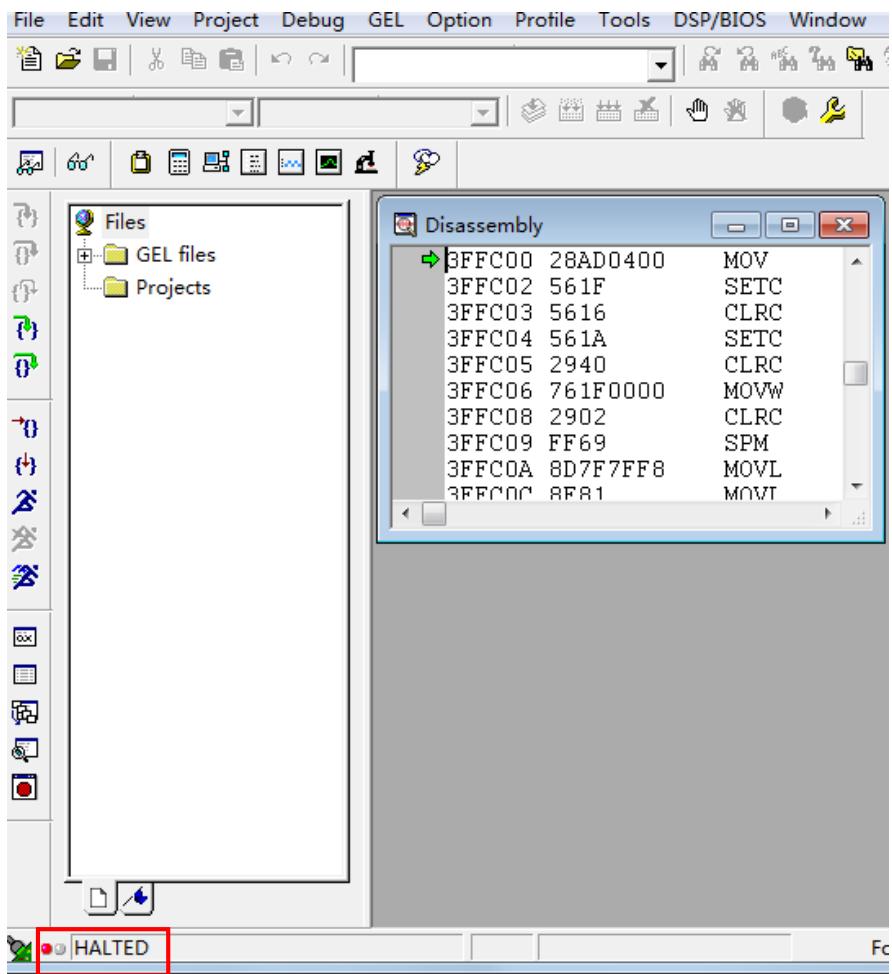
1. 当出现控制周期超过 1s 的提示时，应点击停止电机按钮，点击设置扫频频率按钮后，重新点击启动电机按钮。若此方法无效，则打开第一步最小化的 CCS 软件，依次点击：Debug->Reset CPU;Debug->Restart;Debug->Run 复位 DSP 程序。

第一步 烧写 dsp 程序

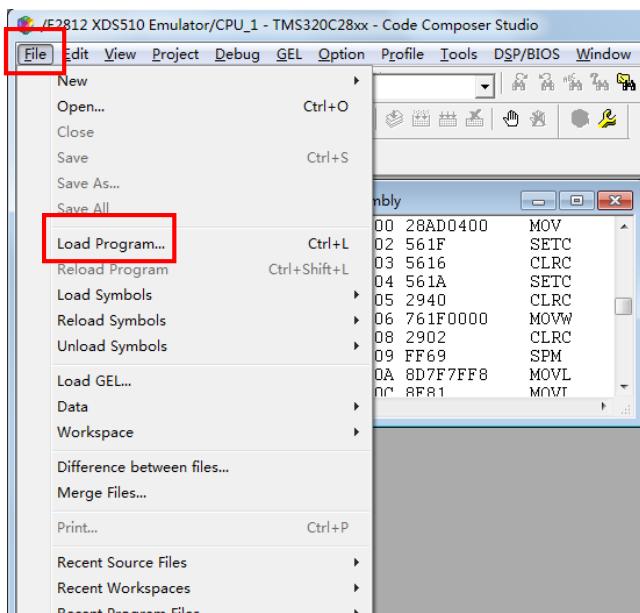


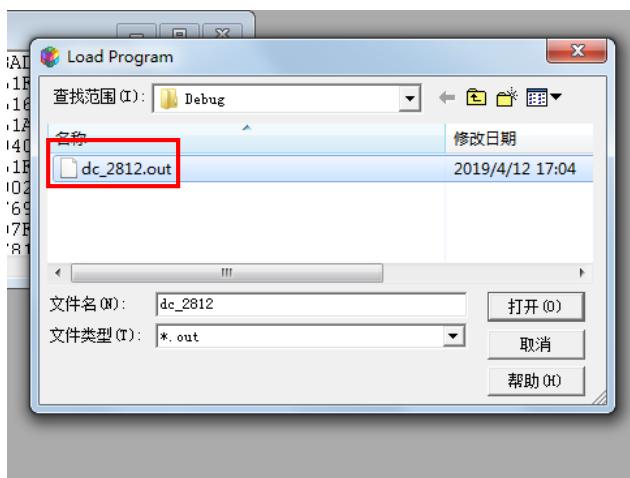
1. 打开 CCSv3.3 程序 ，点击 Debug->Connect 连接仿真器，连接成功后，CCS 左下角显示“HALTED”



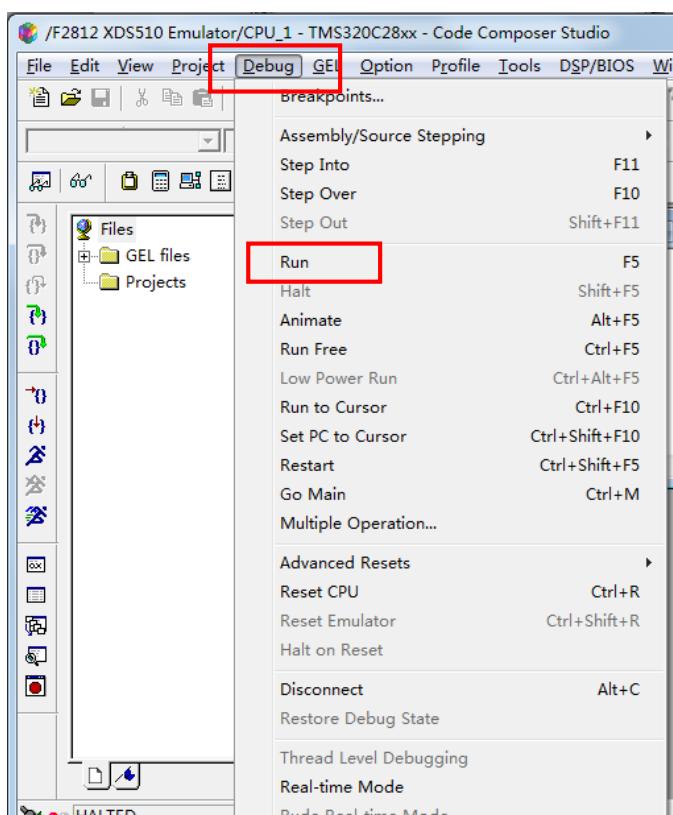


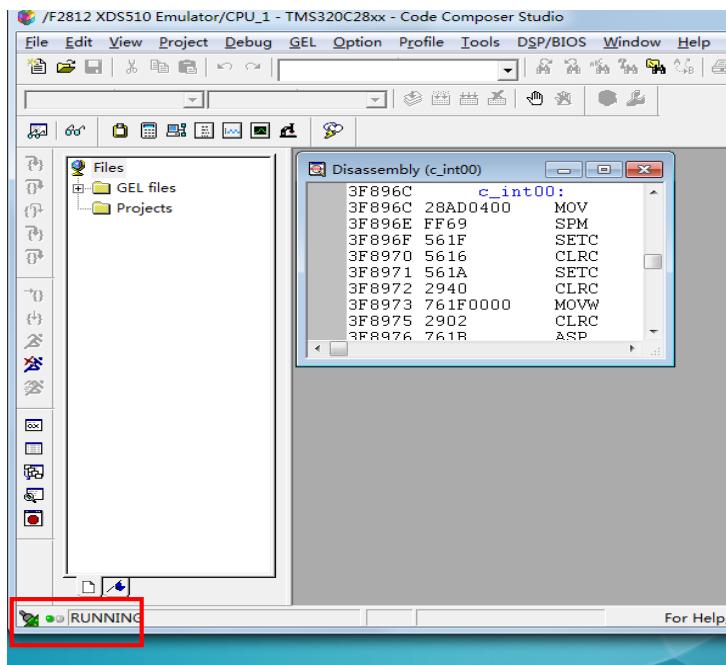
2. 点击 File->Load Program 选择 C:/DC_2812-test6:/Debug 文件夹下 dc2812.out 文件下载到 DSP 中。





3. 下载成功后，点击 Debug->Run 运行 DSP 程序，左下角显示 RUNNING 则运行成功。





第二步 运行实验程序，开始进行控制器参数设计。

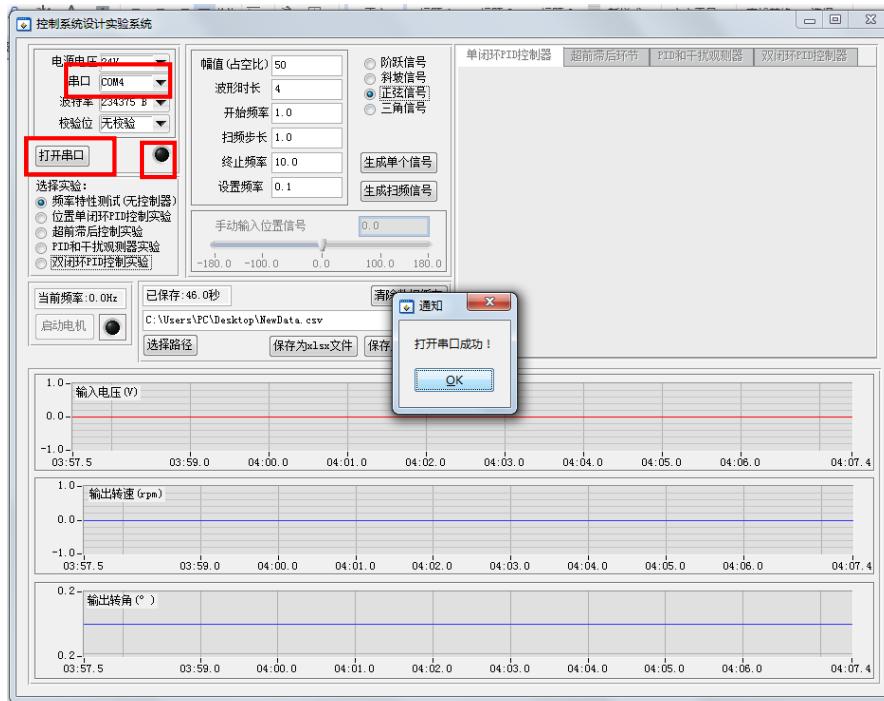
指标要求：在阶跃信号输入下，系统跟踪输入信号达到稳定，且上升时间不超过 1.5s，超调量不超过 10%，稳态误差不超过 0.5°。

必做内容（实验 A），整定已有控制器的参数，按照此步骤进行：



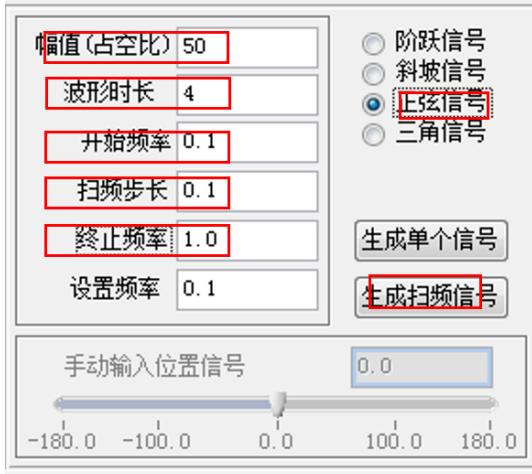
1. 最小化 CCSv3.3 软件，打开实验软件。

2. 首先配置 RS232 通信选项。选择串口号，其他选项保持默认值不变，点击打开串口按钮。若打开成功，则显示打开成功通知，同时指示灯变绿色；否则请更改串口号重新进行连接。



3. 连接成功后，**选择实验四：PID 和干扰观测器实验**，可参考图示的控制系统结构进行干扰观测器参数设计，干扰观测器设计分为两部分：设计标称模型与低通滤波器。

设计标称模型：选择实验一：频率特性测试(无控制器)，分别输入幅值为 50，频率 0.1~1hz 步长为 0.1hz，和 2~20 步长为 1hz 的正弦指令，点击启动电机按钮。运行结束后保存数据。



编写 matlab 程序分析输出角度信号和输入信号的幅值相位关系，绘制 bode 图，利用 matlab 系统辨识工具箱辨识被控对象传递函数（此部分内容与实验一相同，可使用自己电脑进行数据处理）。**选择实验四：PID 和干扰观测器实验，在“干扰观测器”设置区域，输入辨识得到的系统参数 K 和 α 。**

设计低通滤波器：采用三阶滤波器

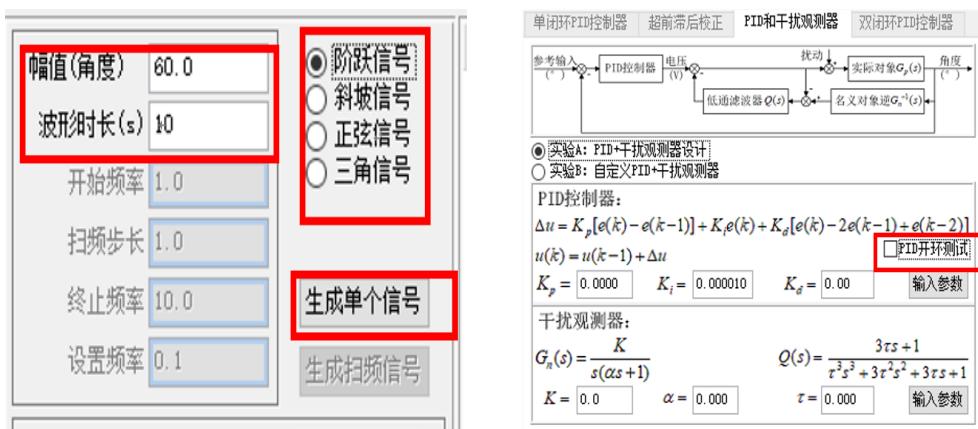
$$Q(s) = \frac{3\tau s + 1}{\tau^3 s^3 + 3\tau^2 s^2 + 3\tau s + 1}$$

通过设计 τ 值来设计低通滤波器的带宽，保证低通滤波器带宽大于被控对象剪切频率（matlab 绘制 $Q(s)$ 和被控对象的 bode 图分析带宽）。在“干扰观测器”设置区域，输入所设计 τ 值，然后点击“输入参数”。

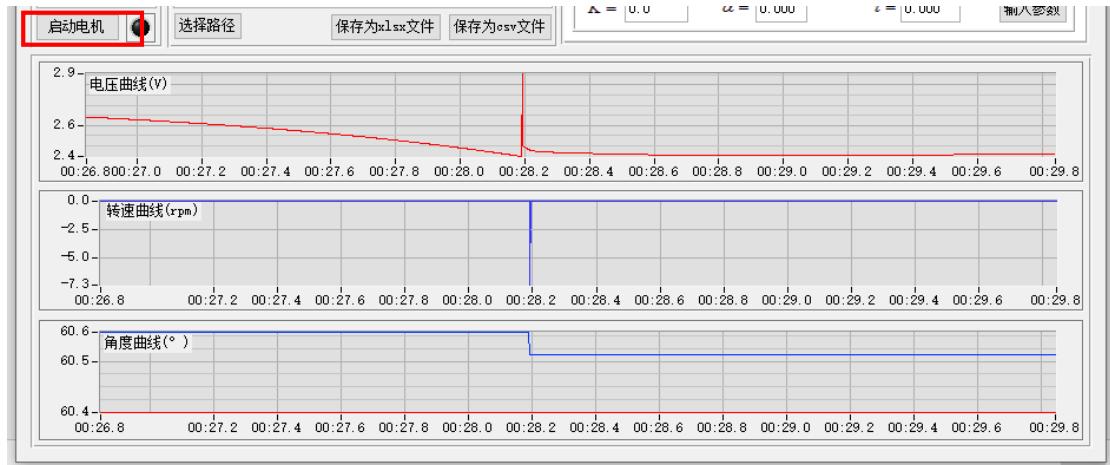


4. 在输入信号处设置指令为阶跃信号，幅值为 60°，波形时长 10s，点击“生成单个信号”。

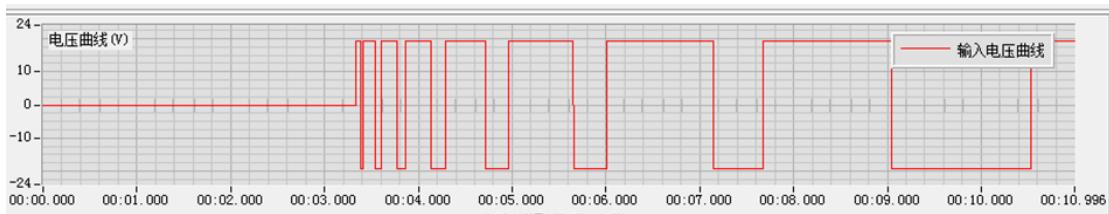
5. 选择“PID 开环测试”，此时外环开环，参考输入直接输入到内环。



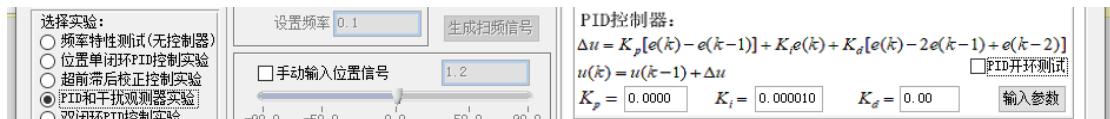
6. 点击“启动电机”按钮开始运行。正常运行时，绿色指示灯亮起，下方示波器中会显示当前输入和输出波形。同时运行过程中的数据点会被保存到缓存中。图形中红色曲线为输入，蓝色曲线为输出。第一个示波器显示控制电压，第三个示波器中显示输入的角度和反馈角度。



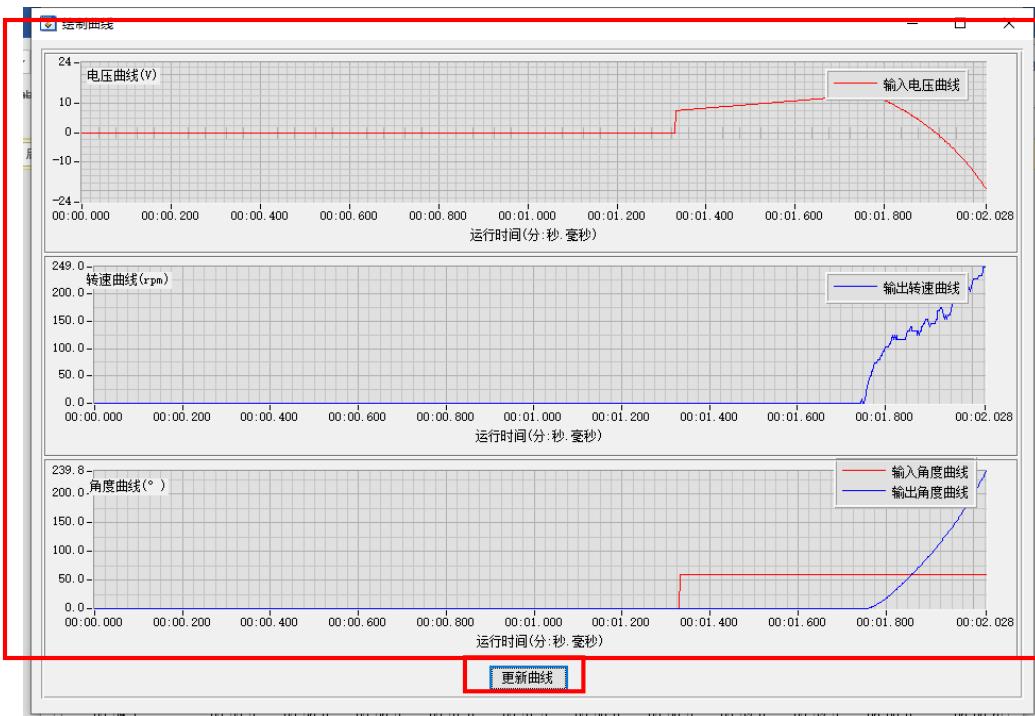
7. 如果电机出现震荡，同时“电压曲线”类似下图，说明控制电压饱和，需降低 $Q(s)$ 带宽，直至电机不出现震荡。



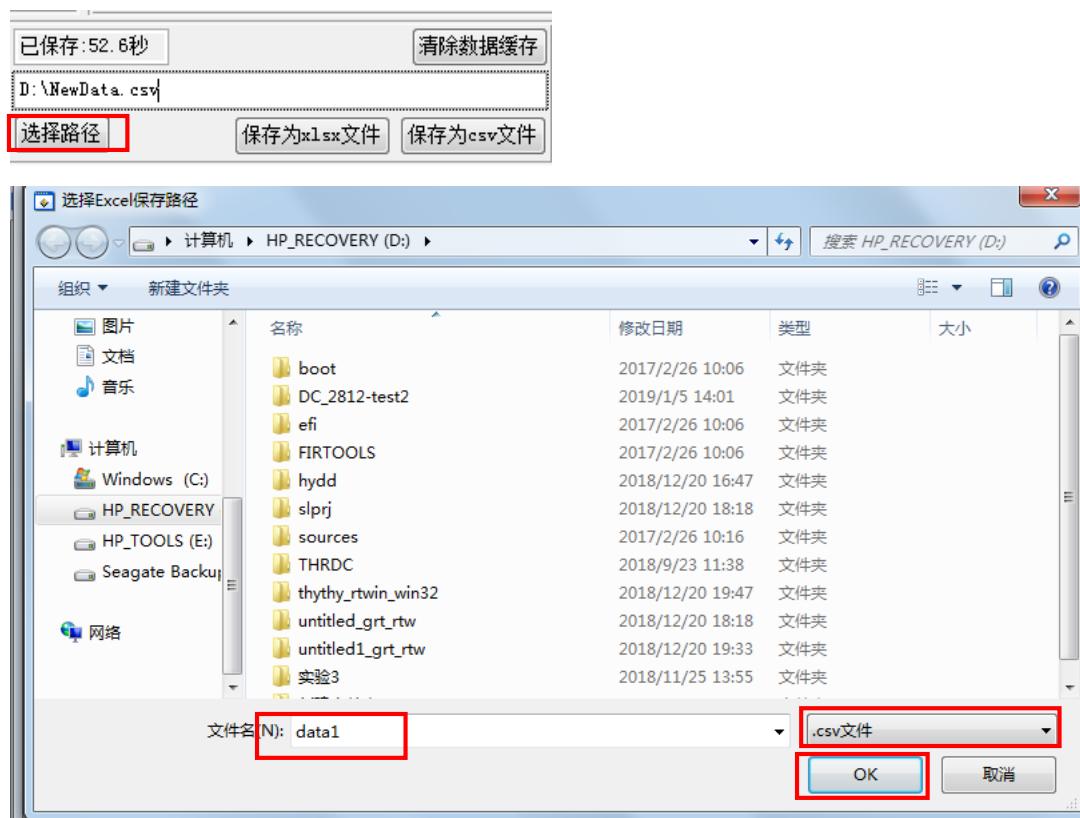
8. 内环设计完成后，再进行外环设计。取消“PID 开环测试”，根据指标要求：**在阶跃信号输入下，系统跟踪输入信号达到稳定，且上升时间不超过 1.5s，超调量不超过 10%，稳态误差不超过 0.5°**，设计 PID 参数，点击“输入参数”按钮。点击“启动电机”按钮开始运行。



9. 运行结束后，双击示波器可以查看缓存中数据绘制的曲线，观察时域响应曲线，与指标要求进行比较，若符合指标，可以截图保存，并在下一步中保存数据，方便以后使用 Matlab 复现实验过程。**若曲线不理想，可点击上图中清除数据缓存按钮进行清除，调整 PID 参数重新实验。**在此界面中，按住 Ctrl 同时使用鼠标左键选中一个矩形框的区域，可将矩形框选中区域进行放大，按住 Ctrl 同时单击鼠标右键可以缩小，点击更新曲线按钮可以回到缩放最小的状态；按住 Ctrl+Shift 同时按鼠标左键可以拖动平移。

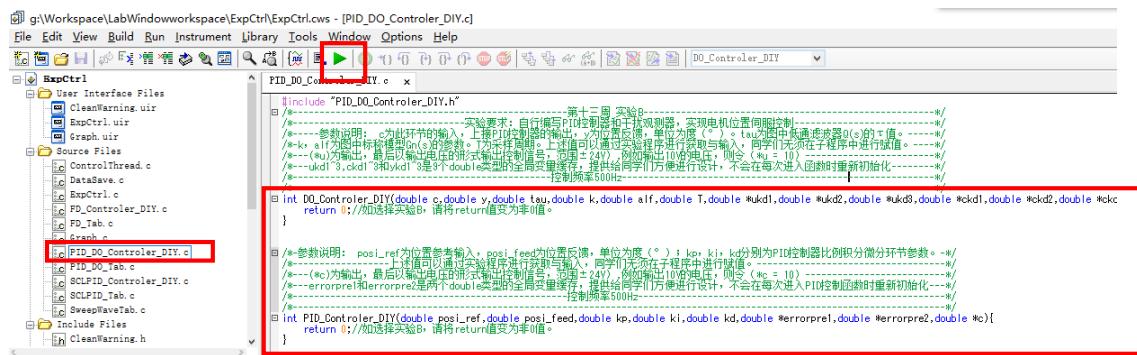


10. 数据保存运行结束后,选择保存路径,输入保存文件名,保存为.csv 文件,点击保存为.csv 文件按钮。保存成功会有提示。请将文件保存到 d 盘根目录或文件夹下。

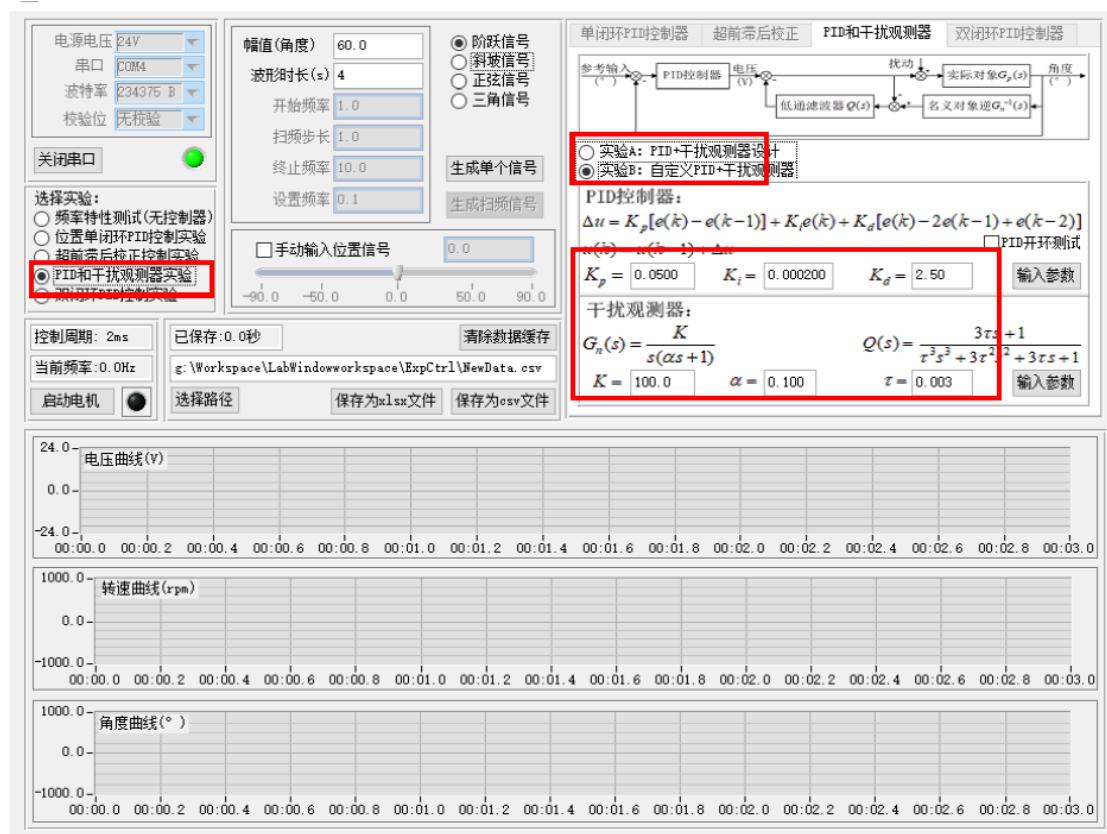


选做内容（实验 B），使用代码实现 PID 控制器加干扰观测器，按照此步骤进行：

1. 打开实验 B 的工程文件夹 ExpCtrl, 找到 ExpCtrl.prj, 双击打开。
 2. 在左侧工程目录中找到 ExpCtrl->Source Files->PID_DO_Controller_DIY.c, 双击打开, 使用将自己编写的 PID 控制器代码添加到 PID_Controller_DIY()函数中, 干扰观测器代码添加到 DO_Controller_DIY()中并 return 非 0 值。点击上方工具栏中绿色按钮, 或者点击菜单栏 Build->Build, Run->Debug ExpCtrl.exe 运行程序。



3. 接上面做实验 A 的第 2 步，需要注意第 3 步中应选择实验 B，并且同样应在界面中输入 K_p , K_i , K_d , K , α , τ , 输入值和自定义函数形参中的 K_p , K_i , K_d , k , alf , tau 一一对应。



4. 剩下的步骤与实验 A 相同。