

《高阶工程认知与实践》

工业电机与驱动控制 实验指导书

浙江大学工程师学院

2023. 2

实验目录

1. 实验一：

工业电机驱动嵌入式开发实验

2. 实验二：

新能源汽车底盘传动模拟实验

3. 实验三：

磁场感应式无线充电实验

4. 附录一：

软件CCS安装和使用教程

5. 附录二：

底盘传动操作界面说明

6. 附录三：

无线充电操作步骤和说明

实验报告（样本）

实验一 工业电机驱动嵌入式开发实验

一、实验目的

- 1.学习电机控制嵌入式软件的安装和使用；
- 2.学习电机电压、电流，转速信号的采集；
- 3.学习工业电机控制原理，了解软硬件调试过程。



二、实验设备和仪器

工业电机驱动模拟装置、万用表、示波器

三、实验原理

基本原理：矢量控制是大部分电机驱动采用的控制方式，控制实现需要硬件和软件的相互配合。电机控制硬件电路包括控制板电路和驱动板电路，软件配合控制板电路可以实现电机中实际的电压、电流信号的采集，然后进行运算，获得三相逆变桥的开关驱动信号；驱动板电路将控制板输出的开关信号驱动能力放大从而驱动MOS、IGBT等开关的开通和关断，实现三相交流电压的输出，驱动电机的运行。

四、实验方案

通过排线将电机控制板和驱动板电路连接，将转速转矩传感器输出信号线接到控制板对应的采集口，再将电机的三相线正确连接至驱动板电路，完成整个电机控制系统的硬件安装。

五、实验步骤

- 1.安装电机控制嵌入式软件CCS，具体可参考附录一；
- 2.将电机控制软件进行编译，查看软件编译结果，如果编译不成功，检查程序出错的原因，完成程序的修改直至编译成功；
- 3.打开电机控制系统主电源开关，将编译成功的软件通过烧录器下载至电机控制板的DSP中；
- 4.点击运行程序，通过上位机软件观测实际电机运行时的三相电流，转速等波形。
- 5.进行控制软件的调整，实现电机特定转速、特定转矩运行，并记录相关的实验波形。

六、实验结果整理、分析和试验报告

- 1.各组轮流学习调试过程，以及分享相互调试的经验；
- 2.通过该实验思考嵌入式软硬件开发的流程，以及在开发中需要关注的问题；
- 3.本实验不需撰写实验报告。

实验二 新能源汽车底盘传动模拟实验

一、实验目的

- 1.了解新能源汽车底盘系统组成；
- 2.了解新能源汽车爬坡行驶中主驱动电机和负载电机运行状况；
- 3.通过实时采集的数据分析底盘各传动机构的效率损失情况。



二、实验设备和仪器

新能源汽车底盘传动模拟装置

三、实验原理

基本原理：通过1台主驱动电机，2台负载电机、差速器装置模拟新能源纯电动汽车的底盘结构。在电动汽车运行时，主驱动电机工作在转矩模式，油门踏板控制主驱动电机的输出功率，汽车行驶速度与实际的路况、风阻等因素有关。主驱动电机工作在转矩模式下，调整负载电机的转矩，模拟实际路况的摩擦阻力的变化，观测主驱动电机的运行状况。

四、实验方案

手动调整负载电机的转矩输出，记录不同负载下，主驱动电机的输出功率情况，以及负载电机电压、电流、输出功率的情况。

五、实验步骤

- 1.旋转实训操作柜面板上浅黄色多圈电位器，调整被测电机的转速达到实验要求（设定转速1500rpm），在软件上可观察被测电机实时转速值；
- 2.将测试模式设置为自动加载模式，然后将负载电机1和负载电机2的工作模式选择为转矩控制，并点击启动按钮；
- 3.改变负载电机的转矩值并点击设定（三次转矩设定值为600、1000、1500，可自行调整转矩设定值，最大值应低于1500），等待数据稳定点击数据记录按钮，记录此次实验数据，或选择“自动记录”并点击数据记录，软件将会自动进行数据记录；
- 4.将测试模式设置为自动加载模式，在<自动测试配置>自动参数设置界面中，设置负载转矩量加载的快慢以及幅度，最后设置退出条件点击应用（很重要，系统退出运行转矩值设置为7N.m以下），然后启动电机运行；
- 5.将测试模式设置为耐久模式，在<配置>耐久参数设置界面中，写入负载电机加载量及运行时间，点击应用再启动电机运行；
- 6.实验完成，先停止数据记录，然后将负载电机的转矩值和主驱动电机的转速值归零，点击停止按钮，完成手动加载实验。

六、实验结果整理、分析和试验报告

- 1.整理手动、自动加载、耐久数据，绘制电机运行时各电气参数波形的绘制；
- 2.根据实验波形，分析新能源汽车底盘传动机构的效率损失情况；

实验三 磁场感应式无线充电

一、实验目的

- 1.掌握感应耦合无线电能传输系统的基本原理；
- 2.探索距离、频率对无线电能传输效率的影响；
- 3.通过采集的数据分析磁场感应式无线充电的效率。

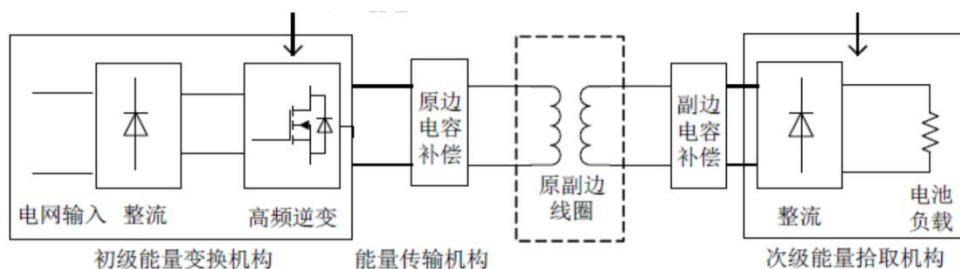
二、实验设备和仪器

- 1.磁场感应式无线充电模拟装置
- 2.数字示波器
- 3.差分隔离探头



三、实验原理

感应耦合无线电能传输系统结构如图所示。系统由初级能量变换机构、能量传输机构、次级能量拾取机构组成。初级能量变换机构的输入电压为电网电压，经过整流桥整流环节和高频逆变环节，把电网的工频交流电转换为直流电，最后通过全桥逆变转换为高频交流方波。能量传输机构为线圈耦合器，原边线圈以空气为介质，通过交变磁场传输到副边线圈。能量拾取机构为副边线圈，将接收到的高频交流电整流、滤波，转换为直流电给负载供电。



感应耦合无线电能传输系统结构图

四、实验方案

感应耦合无线电能传输系统主要由直流稳压电源（30V/5A）、DC/AC逆变系统、耦合器（线圈），整流滤波模块、可调电阻、电压、电流表、电源开关组成。根据系统结构图，通过导线将各机构准确连接，完成整个实验系统的硬件搭建。

五、实验步骤

注意事项：

谐振耦合原理是把发射端的能量传递给接收端，会在发射端和接收端的线圈处产生几百伏的交流电压，不要用手触摸线圈引线端。

系统上电之前，需要将直流稳压电源输出电压调节至0，避免在启动瞬间损坏保险丝。

- 1.用导线分别将“初级发射线圈”和面板上的L_P 8、9端相连；将“次级接收线圈”和面板上的L_S 12、13相连。（参考附录三）

- 2.用导线将“**整流滤波输出正、负**”与“**可调电阻（15、16）**”相连，将“**可调电阻 R_L** ”调节至最大；
- 3.合上“**电源总开关**”，电源指示灯亮，再合上“网孔板”上的电源开关，系统上电；
- 4.将“**直流稳压电源正、负**”与“**高频逆变直流输入正、负**”相连，启动直流稳压电源，调节旋钮使输出电压达到25V；
- 5.系统默认逆变频率是为18.5kHz，处于停止状态，红色指示灯亮），系统只允许在停止状态下改变频率值，点击启动按钮，逆变系统开始工作，点击停止按钮，逆变系统停止工作。
- 6.改变发射线圈与接收线圈的相对距离，分别记录输入输出电压值，电流值，绘制**功率、效率**与距离的曲线。
- 7.固定发射线圈与接收线圈之间的距离，改变频率值，分别记录分别记录输入输出电压值，绘制**功率、效率**与频率的曲线。
- 8.完成后关闭所有电源，拆除连线。

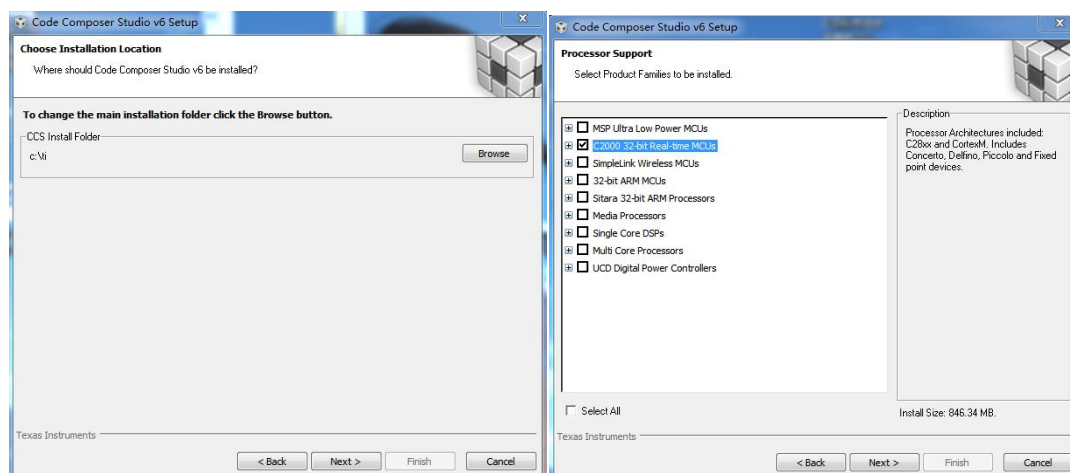
六、实验结果整理、分析和试验报告

- 1.整理数据，绘制曲线；
- 2.根据实验波形，分析距离、频率对无线电能传输效率的影响；

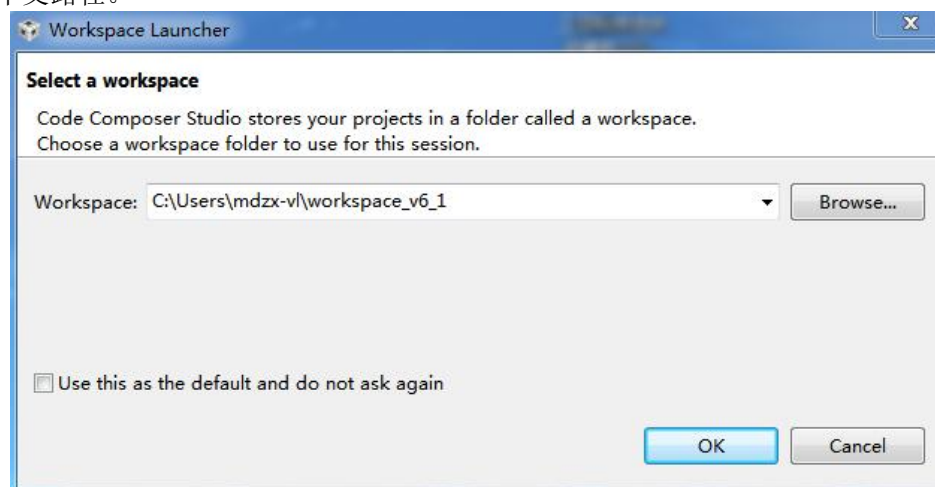
附录一：软件CCS安装及使用教程

一、嵌入式软件CCS安装

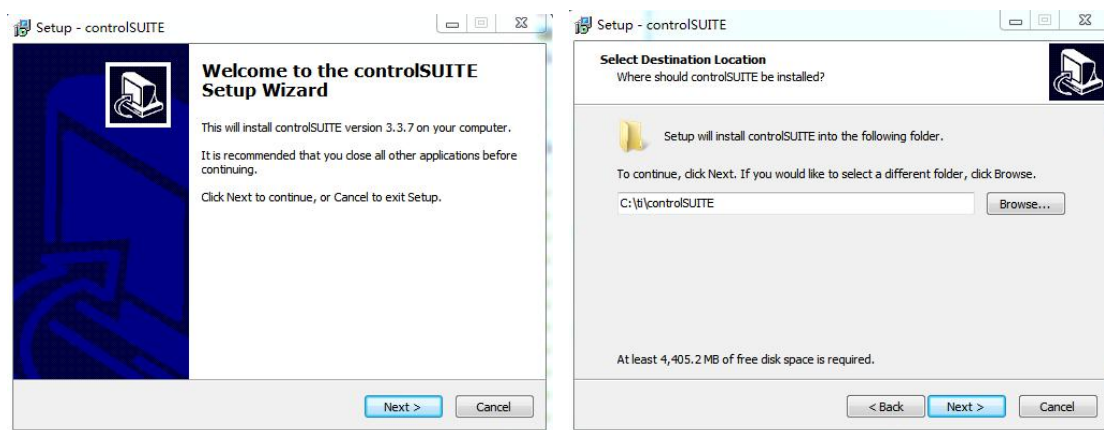
双击**ccs_setup_6.1.0.00104.exe**，安装目录推荐安装在 C:/ti 文件夹下（路径中不能含有中文），可以根据具体项目情况选择 CCS 支持的处理器。



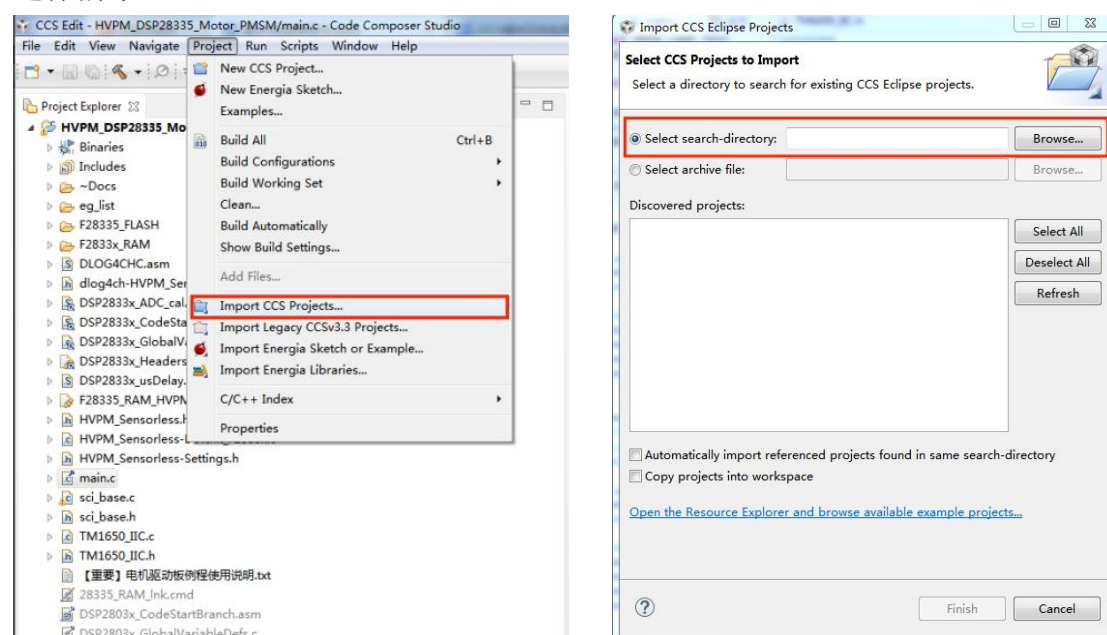
安装完成后，打开 CCS 会出现以下提示，要求选择工作区目录，根据具体情况选择目录，注意不要有中文路径。



安装**controlSUITE3.3.7setup**，电机控制程序中的一些文件需要用到TI的一些头文件，所以需要进行安装，建议安装路径和CCS一样默认。



将电机控制程序eg2_DSP28335_Motor_PMSM_SensorON_48V200W，放置在C:\ti\controlSUITE\development_kits\HVMotorCtrl+PfcKit_v2.1，按照以下图示打开程序，进行编译。



对程序进行修改，改变S1按钮按下后电机转速的设置，将电机转速设置分别设置为600, 1000, 1200，观测电机稳定运行时的波形（对应程序2022行）。

```

if(rs1DAT() == S1_CODE )           //开关S1按下
{
    KEY_speed = 600;                //按键设定速度值
    speedSorce =1;
    MotorDir = 1;

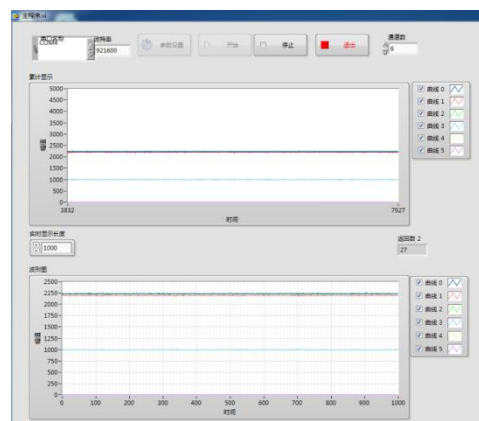
    //B100
    TM1650_Send(DIG4,SEG7Table[0x0B]);
    TM1650_Send(DIG3,SEG7Table[1]);
    TM1650_Send(DIG2,SEG7Table[0]);
    TM1650_Send(DIG1,SEG7Table[0]);
}

```

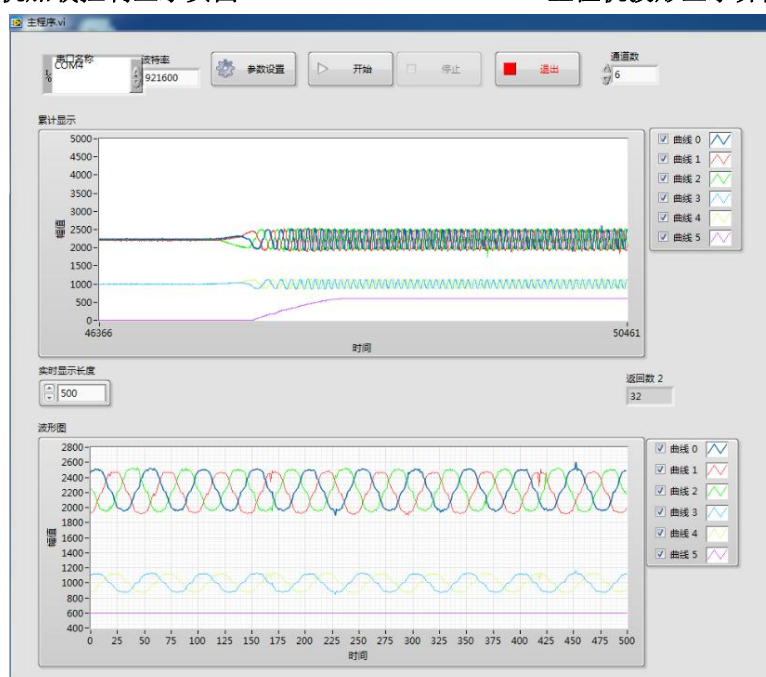

二、电机加载控制软件和波形显示界面



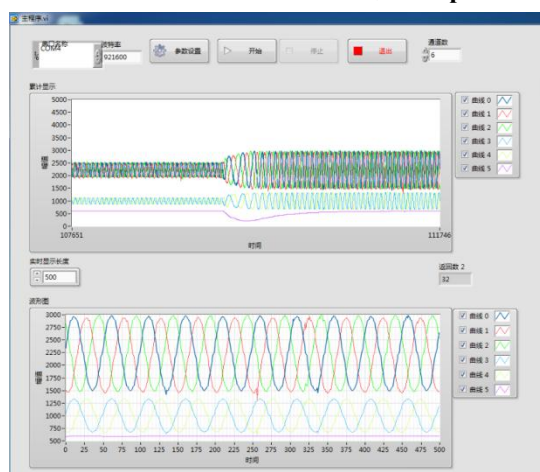
电机加载控制显示页面



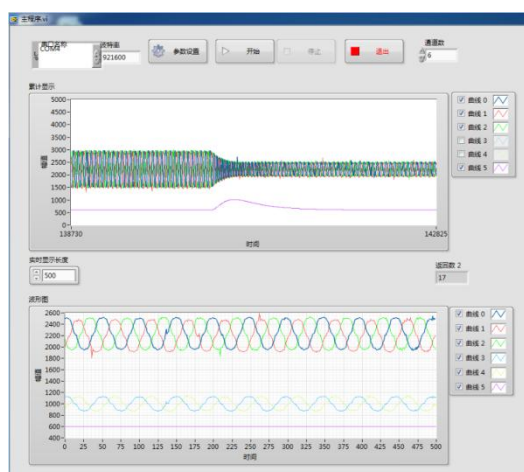
上位机波形显示界面



电机600rpm启动波形（电流、转速）



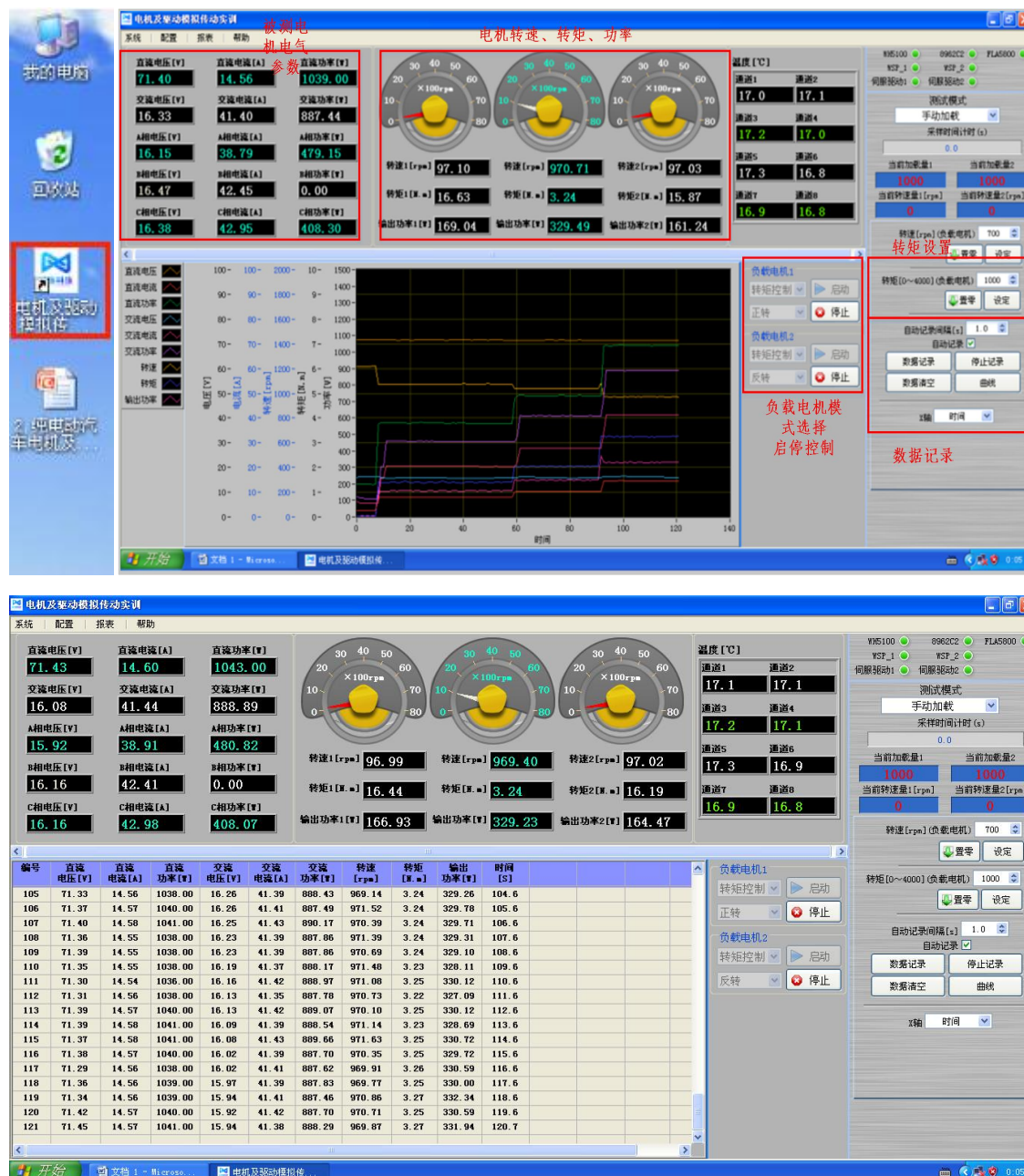
电机600rpm突加负载0.24N.m



电机600rpm突减负载0.24N.m

附录二：底盘传动操作界面说明

一、电机及驱动模拟传动实训软件界面说明

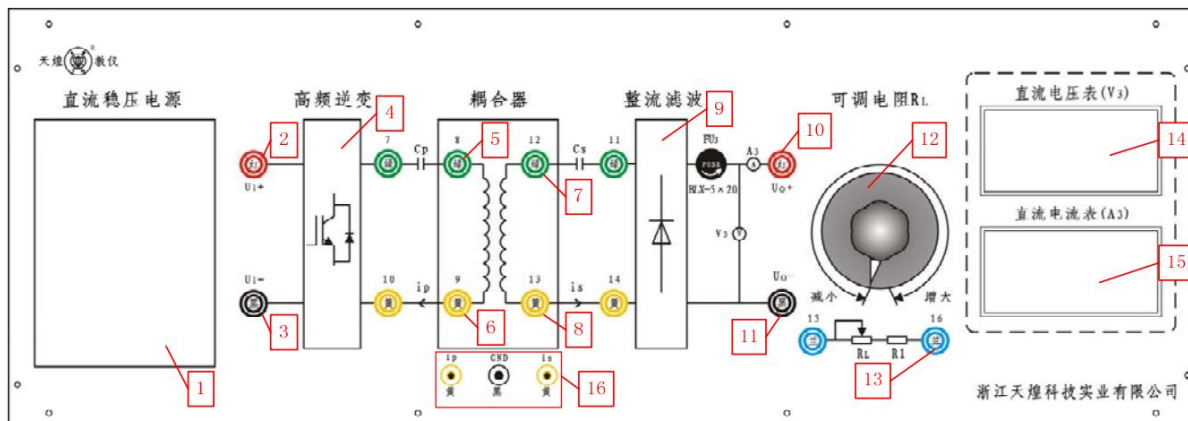


软件界面图

1. 旋转实训操作柜面板上浅黄色多圈电位器，调整被测电机的转速达到实验要求（设定转速1500rpm），在软件上可观察被测电机实时转速值；
2. 将负载电机1和负载电机2的工作模式选择为转矩控制，并点击启动按钮；
3. 改变负载电机的转矩值并点击设定（三次转矩设定值为600、1000、1500），等待数据稳定（保持3-4秒）点击数据记录按钮，记录此次实验数据，或选择“自动记录”并点击数据记录，软件将会自动进行数据记录；
4. 先停止数据记录，然后将负载电机的转矩值和主驱动电机的转速值归零，点击停止按钮。

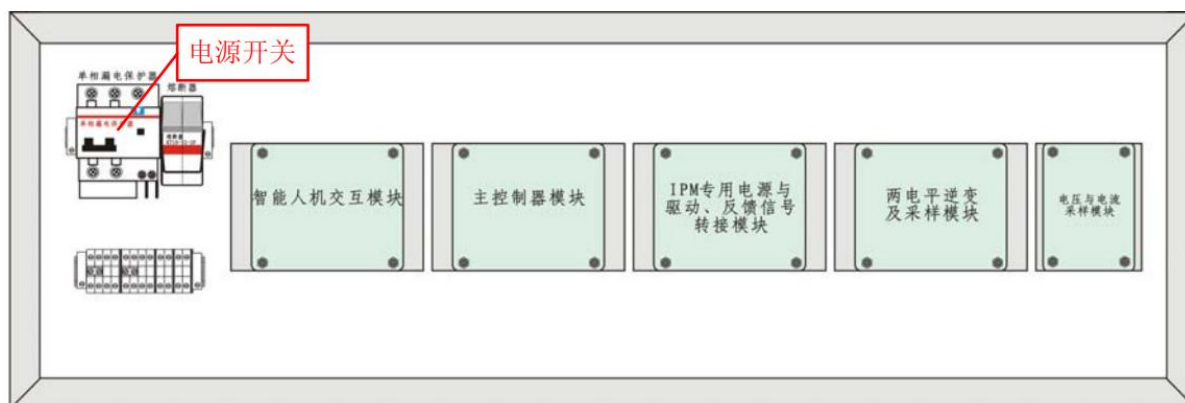
附录三：无线电能操作说明

一、面板布局图（连线参考）



感应耦合无线电能传输系统面板布局图

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1.直流稳压电源（30V/5A） | 9.整流滤波模块（AC/DC） |
| 2.高频逆变直流输入正极（红色） | 10.整流滤波输出正（红色） |
| 3.高频逆变直流输入负极（黑色） | 11.整流滤波输出正（黑色） |
| 4.高频逆变系统（DC/AC） | 12.可调电阻 R_L |
| 5.初级电能变换器线圈连接插座（8绿色） | 13.电阻连接插座（15、16） |
| 6.初级电能变换器线圈连接插座（9黄色） | 14.整流滤波输出直流电压表接线端 |
| 7.次级电能变换器线圈连接插座（12绿色） | 15.整流滤波输出直流电压表接线端 |
| 8.次级电能变换器线圈连接插座（13黄色） | 16.初级、次级电流观测点（隔离） |



DC/AC逆变系统模块布局图

浙江大学工程师学院

《高阶工程认知与实践》 工业电机与驱动控制 实验报告

模板仅供参考

课程名称		实验时间	
实验名称			
专 业		姓 名	
学 号		组 别	

一、实验概况
(主要介绍实验目标、试验方案的设计)

二、实验数据
(表格请自行设计, 尽可能保留目标原始数据及中间过程, 并对实验数据的处理方法进行简要说明)

三、实验小结
(得出什么结论, 实验的不足之处及改进方法)

四、参考文献
(实验过程中参考的书籍、文献、网络资料的出处)