

## Adams 与 Matlab 联合仿真例子

作者寄语：这个文件是基于李增刚《adams 入门详解与实例》一书中，Adams 与 Matlab 联合仿真的例子，以及一个名为《2013 版 ADAMS 与 Matlab 联合仿真(绝对正确版)》的 pdf 文件上修改来，为了方便起见，用了一些复制、粘贴，所以中间的一些过程会和这两个文件有所重合，不要惊讶，也不要吐槽。做这个例子的目的，是站在一个普通学习者的角度，介绍联合仿真，和众多学习 adams 的人共勉。我的结论是：以上两个例子中的结果并不矛盾，都是正确的，基本上看了我的例子后，他们的也就懂了。

李增刚 <http://vdisk.weibo.com/s/uxjACUp7U7Hzf> 第 236 页开始。

《2013 版 ADAMS 与 Matlab 联合仿真（绝对正确版）》

<http://wenku.baidu.com/view/aeab70fe360cba1aa911da00.html>

### 1、知识储备

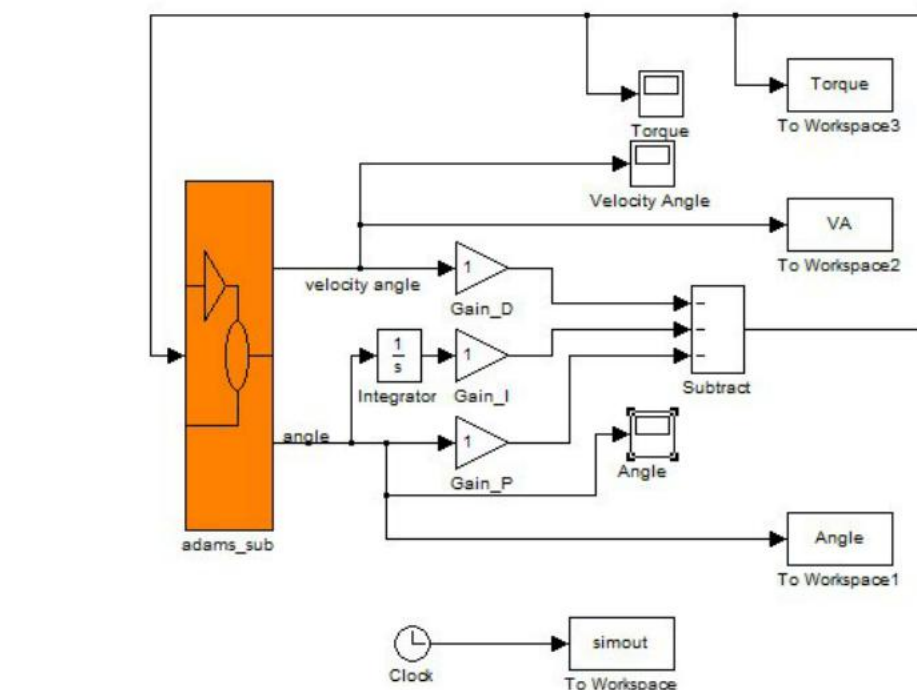
以上两个例子都用到了 PID 控制（比例（proportion）、积分（integral）、微分（derivative）控制器）

比例就是对误差乘以一个系数

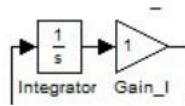
积分就是对误差积分然后再乘以一个系数

微分就是对误差求导

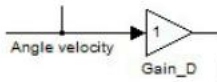
注意我的模型，上面是角速度 Angle velocity，下面是角度 angle，这里的积分是对 angle 进行积分，导致上面两个例子的不同也就在这，这个地方尤其要注意，不要上下搞反了。



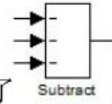
angle ————> [Gain\_P] ————> 表示的是对 angle 乘以一个系数，这里选了 1，为比例调节，即 P 调节。



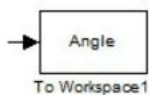
就是对 angle 的积分，（就是累加的意思），即 I 调节，然后乘以了系数 1。



因为输出的是角速度，角速度就是 angle 的微分的，所以不用做什么操作，后面乘以了一个系数 1。



然后这三个相加起来作为反馈调节，所以用了这个模块，这个表示累减。



将角度值送到 Matlab 的 workspace 工作空间，



这个表示

把时间送到 workspace 中去，因为角度这里是角度与时间的函数。**注意：这些模块不是必要模块，我只是为了做对比而加上去的，去掉不会对仿真产生影响，但是如果加的话这两个模块缺一不可。**

我的软件是 adams2012 与 Matlab 7.12.0 (R2011a)。现在进入正题

#### 1、设置单位

启动 ADAMS/View，选择新模型，在模型名输入 link。选择菜单栏【Settings】→【Units】命令，设置模型物理量单位，将单位设置成 MMKS，长度和力的单位设置成毫米和牛顿。

#### 2、创建连杆

单击几何工具包中的连杆按钮，将连杆参数设置为 Length=400，Width=20，Depth=20，然后左键选中原点，在图形区水平拖动鼠标，创建一个连杆。

#### 3、创建旋转副

单击运动副工具包中的旋转副按钮，将旋转副的参数设置为 1 Location 和 Normal to gird，单击连杆质心处的 Marker 点，将连杆和大地关联起来。

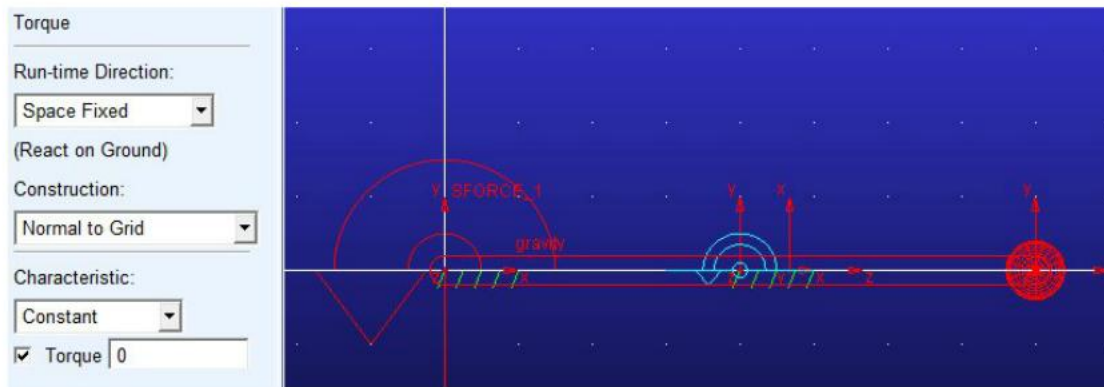
#### 4、创建球体

单击几何工具包中的球体按钮，将球体的选项设置为 Add to Part，半径设置为 20，然后在图形区单击连杆，再单击连杆右侧处的 Marker 点，将球体加入到连杆上，如下图所示。此时连杆的质心产生了移动。

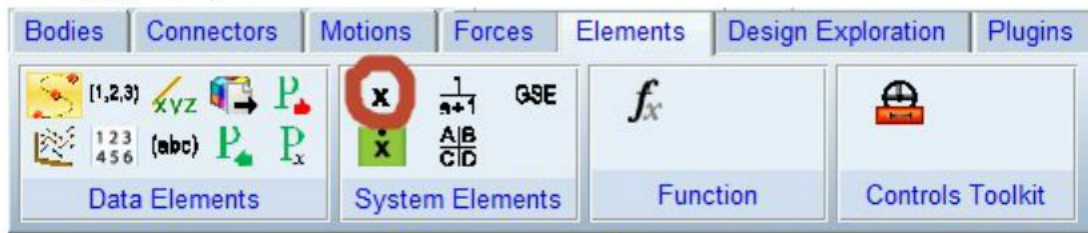
#### 5、创建单分量力矩

单击载荷工具包中的单分量力矩按钮，将单分量力矩的选项设置为 Space Fixed 和 Normal to Grid，**将 Characteristic 设置为 Constant，勾选 Torque 并输入 0**，然后在图形区单击连杆，再单击连杆左侧的 Marker 点，在连杆上创建一个单分量力矩，如下图所示。

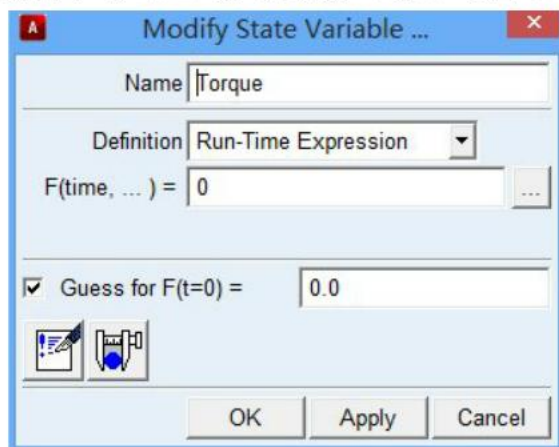
力矩控制，创建力矩



## 6、创建输入状态变量



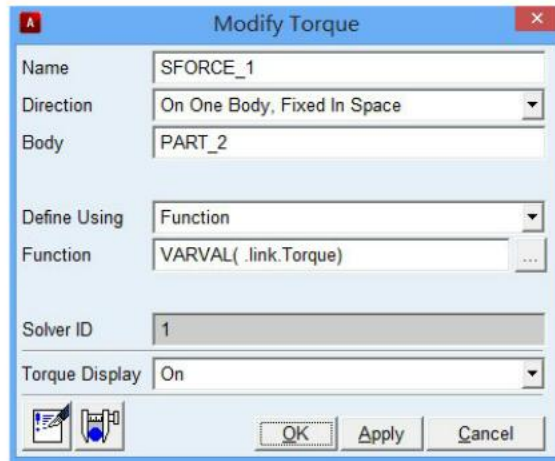
老版本单击菜单【Build】→【System Elements】→【State Variable】→【New】，弹出下图所示的创建状态变量对话框，将 Name 输入框改成 Torque。单击 Ok 后，创建 Torque 变量。



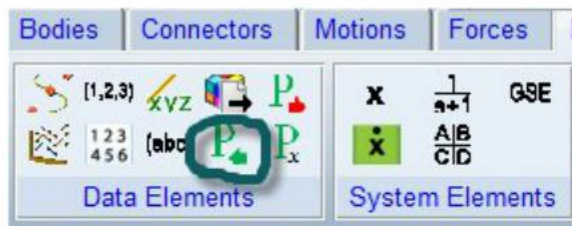
## 7、将状态变量与模型关联

在图形区双击单分量力矩的图标，打开编辑对话框，如下图所示，在 Function 输入框中输入 VARVAL(link.Torque)，这里 VARVAL() 是一个 ADAMS 函数，它返回变量 link.Torque 的值。通过函数把状态变量 Torque 与力矩关联起来，力矩取值将来自于状态变量 Torque。

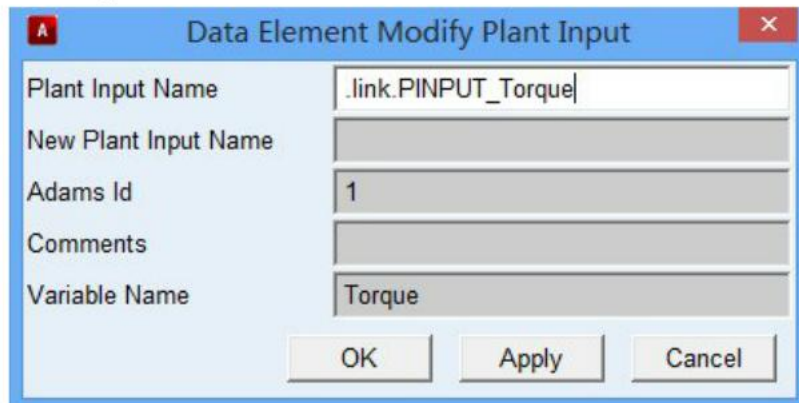




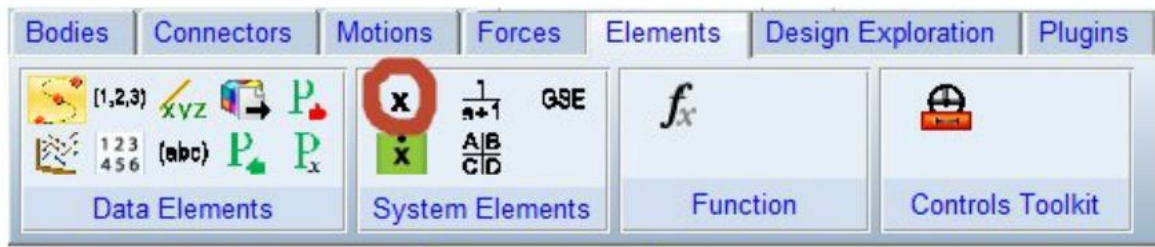
#### 8、指定状态变量 Torque 为输入变量



点击图上的按钮创建输入变量（就是这个量由 matlab 输入控制），老版本单击菜单【Build】→【Controls Toolkit】→【Plant Input】后，弹出定义控制输入对话框，如下图所示。将 Plant Input Name 输入框改成.link.PINPUT\_Torque,在 Variable Name 输入框中，用鼠标右键快捷菜单输入状态变量 Torque，单击 OK 按钮。

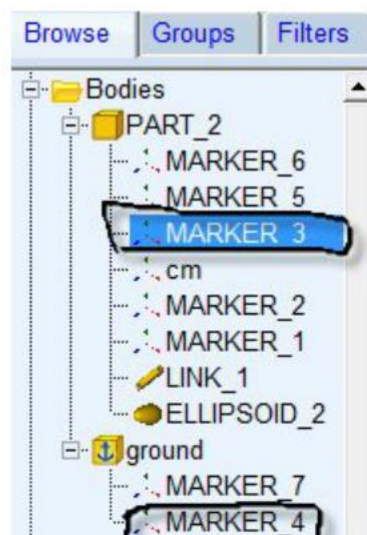
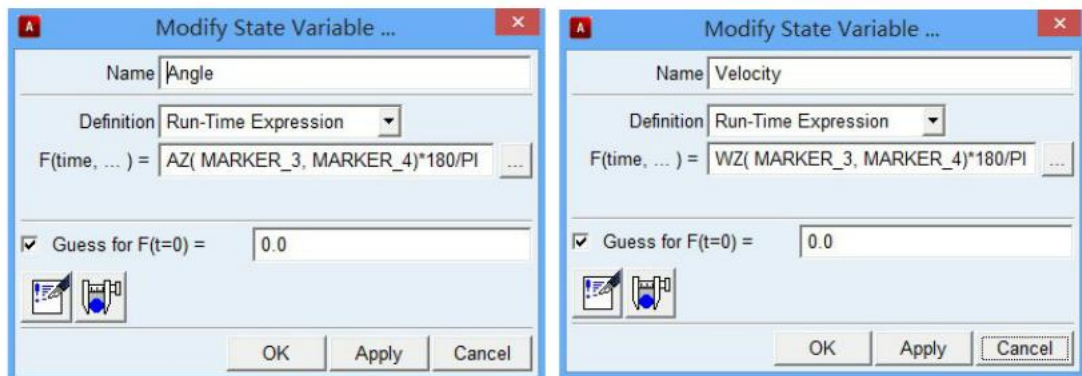


#### 9、创建输出状态变量

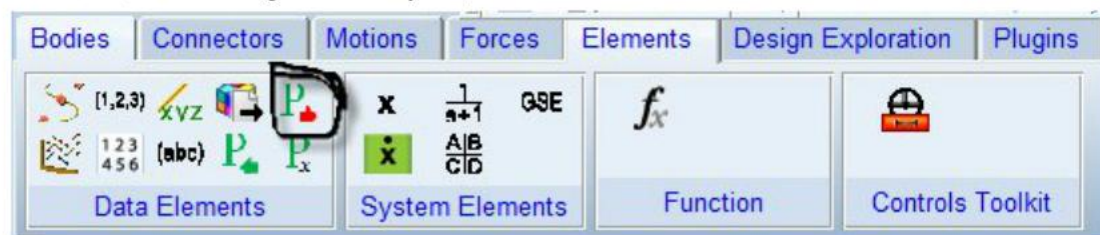


老版本单击菜单【Build】→【System Elements】→【State Variable】→【New】，弹出创建状态变量对话框。将 Name 输入框修改成 Angle，在 F(time,...)=输入框中输入表达式 AZ(MARKER\_3,MARKER\_4)\*180/PI，单击 Apply 按钮创建状态变量 Angle 作为第一个输出

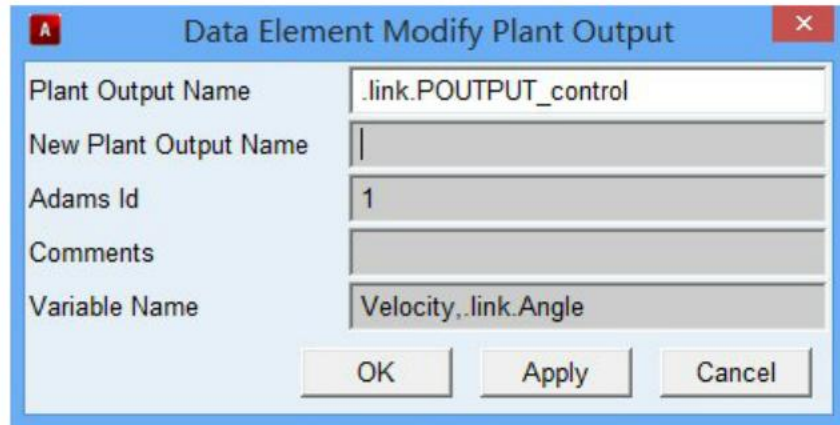
变量，然后将 Name 修改成 Velocity，在  $F(\text{time}, \dots) =$  输入框中输入表达式  $\text{WZ}(\text{MARKER}_3, \text{MARKER}_4) * 180 / \text{PI}$ ，如图 7-31 所示。其中  $\text{AZ}()$  函数返回绕 Z 轴旋转的转角，这里代表连杆相对于转轴的转角， $\text{WZ}()$  函数返回绕 Z 轴旋转的角速度，这里代表连杆的角速。 $\text{MARKER}_3$  在连杆 cm 上， $\text{MARKER}_4$  在连杆 cm 处的地上。参考下面的图吧，全懂了。



#### 10、指定状态变量 angle、Velocity 为输出变量

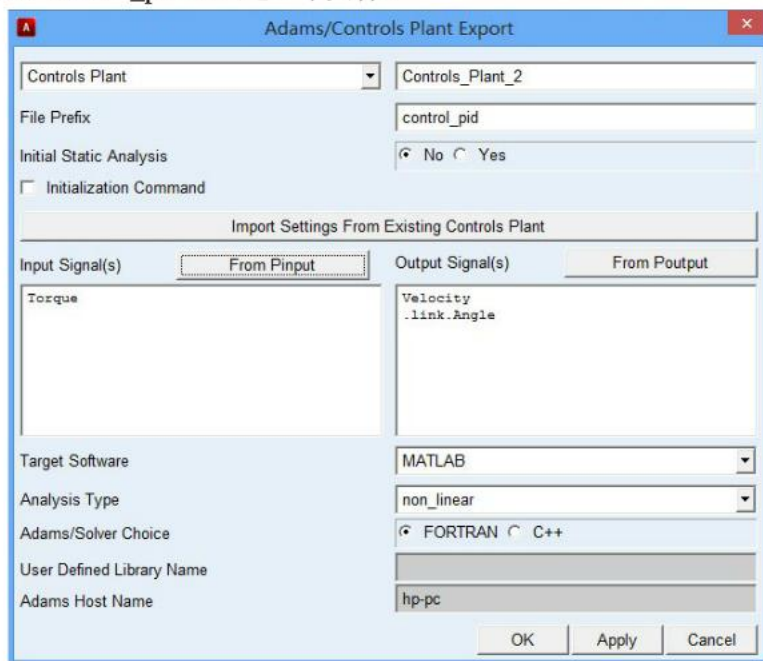


老版本单击菜单【Build】→【Controls Toolkit】→【Plant Output】后，弹出创建控制输出对话框，如下图所示。将 Plant Output Name 输入框修改成 link.POUTPUT\_control。在 Variable Name 输入框中，用鼠标右键快捷菜单输入状态变量 Velocity 和 link.Angle，单击 OK 按钮。




## 11、导出控制参数

如果还没有加载 ADAMS/Controls 模块，单击菜单【Tools】→【Plugin Manager】，在弹出的插件管理对话框中选择 ADAMS/Controls 模块，并单击 OK 按钮，之后出现一个新的菜单 Controls。单击菜单【Controls】→【Plant Export】，弹出导出控制参数对话框。在 File Prefix 输入框中输入 control\_pid，在 Plant Input 输入框中用鼠标右键快捷菜单输入 Torque，（或者点击 from pinput 按钮，选中之前创建的 Torque 输入），在 Plant Output 输入框中用鼠标右键快捷菜单输入 Velocity, .link.Angle，（或者点击 from pout put 按钮，选中之前创建的输出）将 Control package 选择为 MATLAB，Type 选择为 non\_linear，Initial Static Analysis 选择 NO，ADAMS/Solver Choice 选择为 Fortran。单击 file—select directory，选定工作路径（我在桌面上创建了一个名为 adams 的文件），单击 OK 按钮后，在 adams 文件中将生成 control\_pid.m、control\_pid.cmd、control\_pid.adm 这 3 个文件。



## 12、导出 ADAMS 模型在 MATLAB 里的模块

启动 MATLAB，先将 MATLAB 的工作目录指向 ADAMS 的工作目录，方法是单击工作栏中 Current Direction 后的  按钮，弹出选择路径对话框，选中桌面上的 adams 文件即可。在 MATLAB 命令窗口的>>提示符下，输入 control\_pid，也就是 control\_pid.m 的文件名，Matlab 的主界面会出现如下的文字。



```
ans =
```

```
06-Apr-2014 13:09:31
```

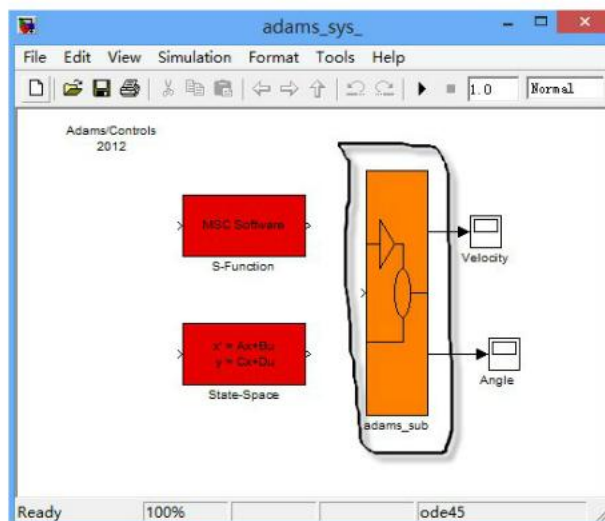
```
%%% INFO : ADAMS plant actuators names :
```

```
1 Torque
```

```
%%% INFO : ADAMS plant sensors names :
```

```
1 Velocity
```

```
2 Angle
```




然后在>>提示符下输入命令 `adams_sys` ,该命令是 ADAMS 与 MATLAB 的接口命令。在输入 `adams_sys` 命令后，弹出一个新的窗口，该窗口是 MATLAB/Simulink 的选择窗口，其中 S-Function 方框表示 ADAMS 模型的非线性模型，即进行动力学计算的模型，State-Space 表示 ADAMS 模型的线性化模型，在 ADAMS\_sub 包含有非线性方程，也包含许多有用的变量，我们选用如图所示的模块。

### 13、建立控制方案

在 MATLAB/Simulink 选择窗口中，单击菜单【File】→【New】→【Model】后，弹出一个新的窗口，单击工具栏中的保存按钮，将新窗口存盘为 `control_pid_1.mdl`（不能与.m 文件同名），将 ADAMS\_sub 方框拖拽到 `control_pid_1.mdl` 窗口中，并参考下图完成控制系统的

搭建，也可采用其他的控制方案，注意图中的四个 ，要进行设置，可双击这个模

块，将这里选中 ，四个都要设置。





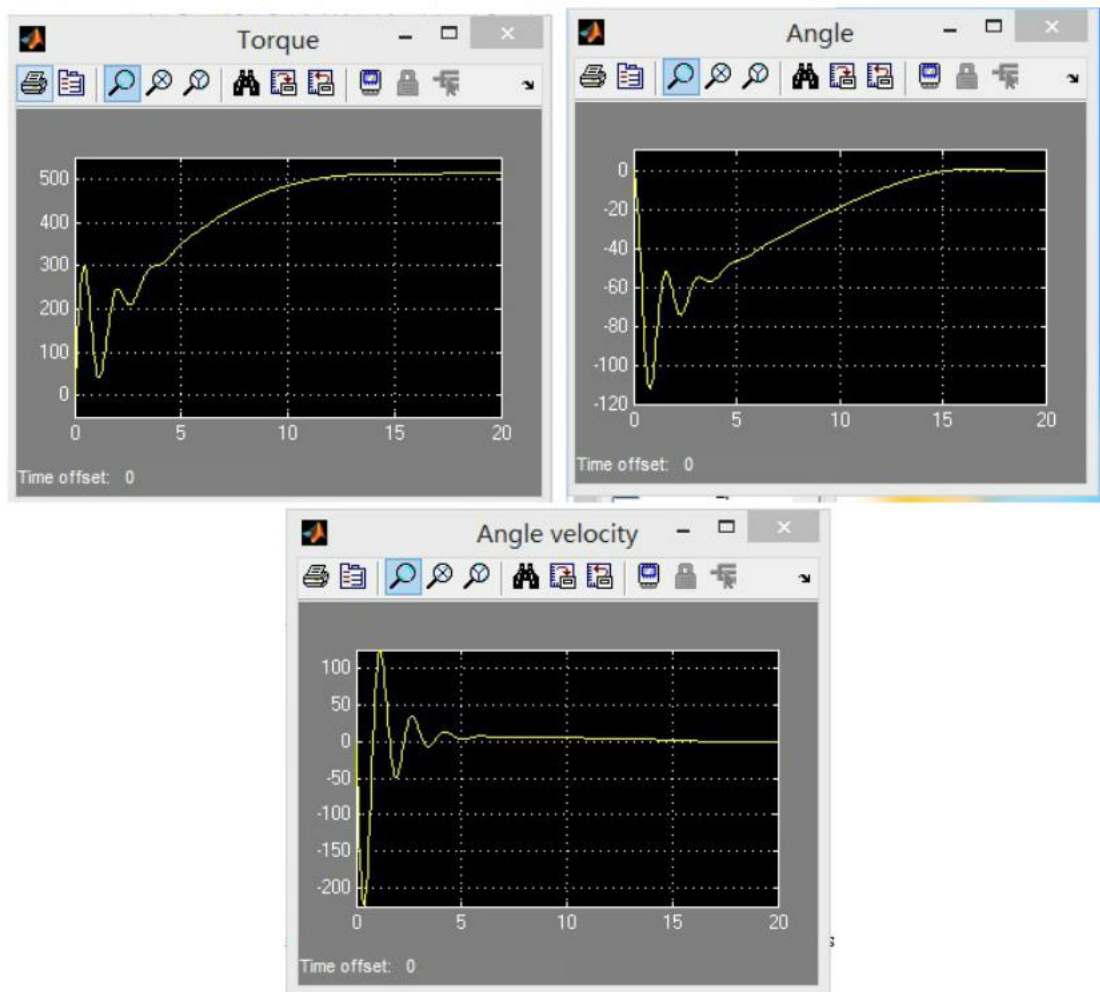
### 15、仿真设置和仿真计算。

单击窗口中菜单【Simulation】→【Simulation Parameters】,弹出仿真设置对话框,在 Solver 页中将 Start time 设置为 0, 将 Stop time 设置为 20, 将 Type 设置为 Variable-step,其他使用默认选项,单击 OK 按钮。最后单击开始按钮,开始仿真。(若出现错误,重启 MATLAB 即可。每次启动 MATLAB 都需要选择路径到包含 control\_pid.m、 control\_pid.cmd、 control\_pid.adm 的文件夹,并输入 control\_pid(.m 文件名)和 adams\_sys(ADAMS 与 MATLAB 的接口命令))。

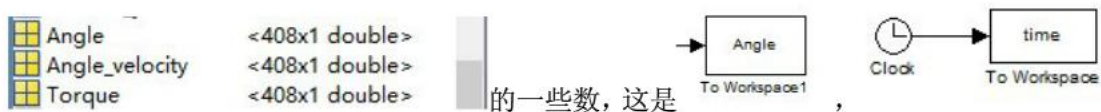
### 16、结果后处理

结果后处理也就是看图像,这里我提供三种看图像的方法。

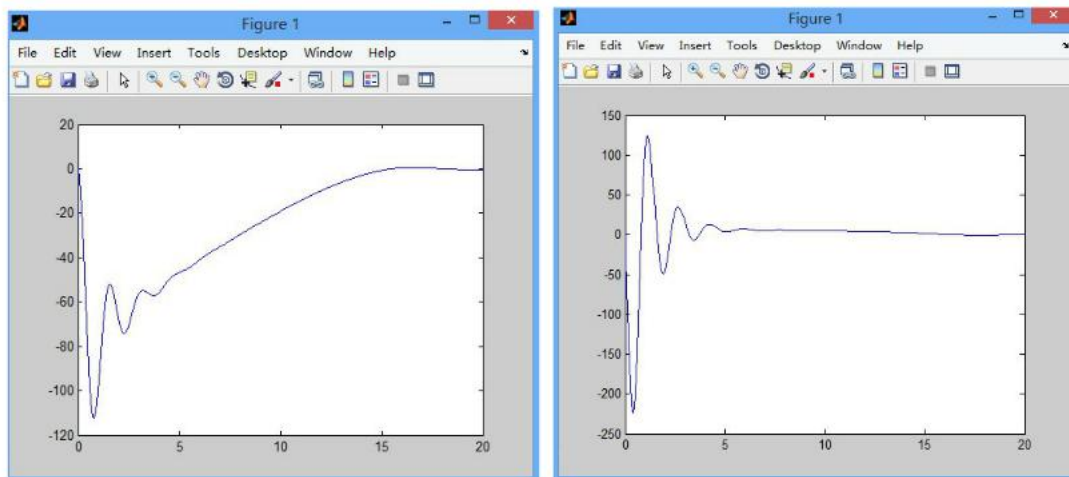
(1) 用示波器显示。在 MATLAB 示波器中,可以得到角度和力矩的曲线。得到的 Velocity 变量曲线和 Torque 变量曲线分别如下图所示。此模型初始受重力作用,产生转动,通过控制力矩的大小,最终角速度为零,模型达到平衡。



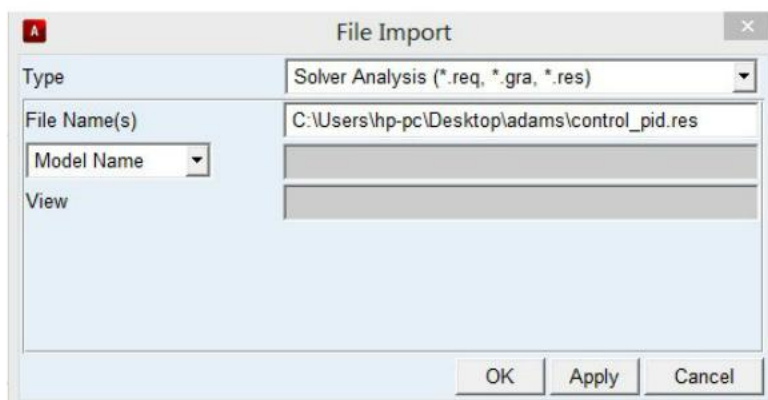
(2) 在 Matlab 主界面画出图像。仿真完成后,在我们的 workspace 中会生成



在起作用,在 Matlab 的主工作界面输入 `plot(time,Angle,'b-');`的语句按 enter 键,会出现以下 angle 的图像,这和上面 angle 的图像是一样的。同理,输入 `plot(time, Angle_velocity,'b-');`的语句按 enter 键,会出现以下 Angle\_velocity 的图像, Torque 也是一样的,不再画出。

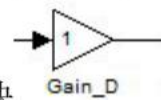


(3) 用 adams/postprocessor 画出图像。回到 ADAMS/View，进入到后处理界面。点击 file-import-command file，对窗口作如下修改，最后点击 Ok。

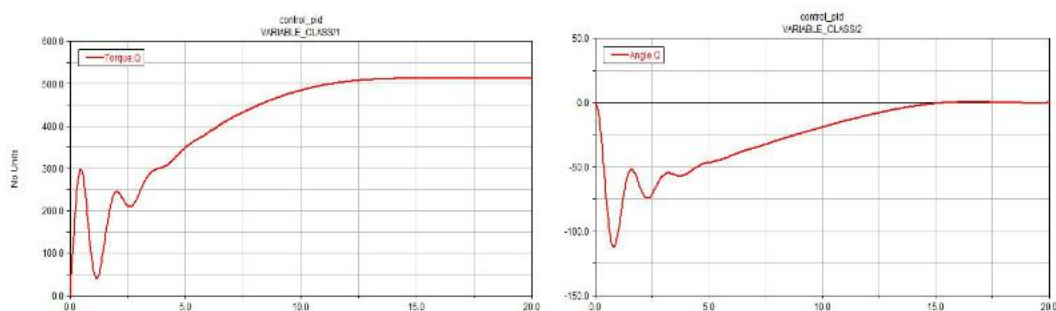


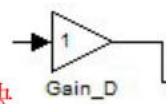
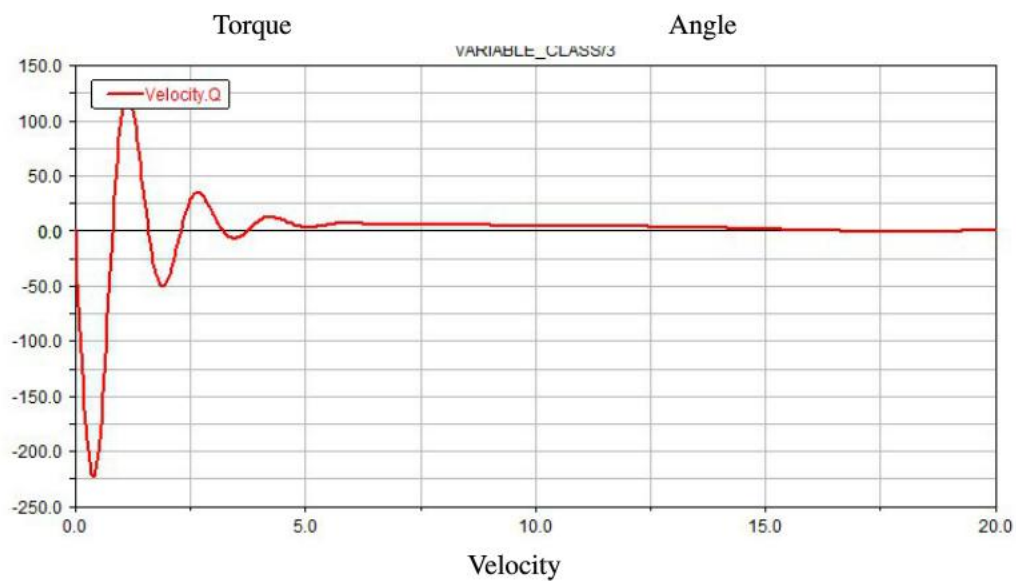
此时就可以看 Torque、Angle、velocity 的图像了，以上所有的图像与李增刚《adams 入门

详解与实例》一书中是一样的，这是在三个模块

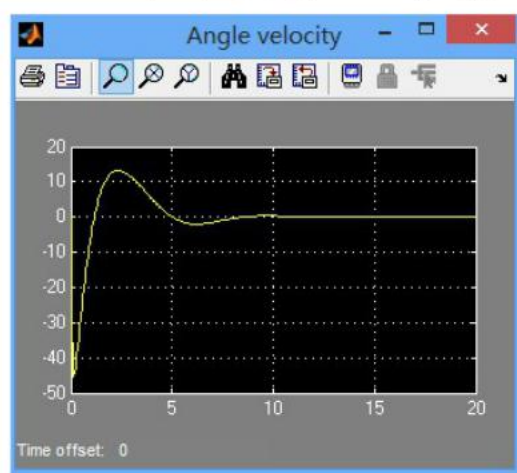
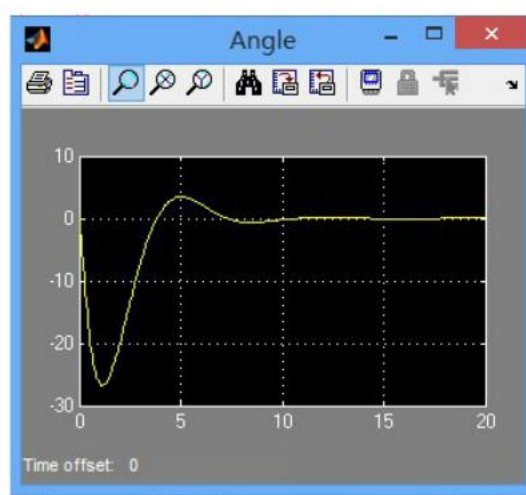
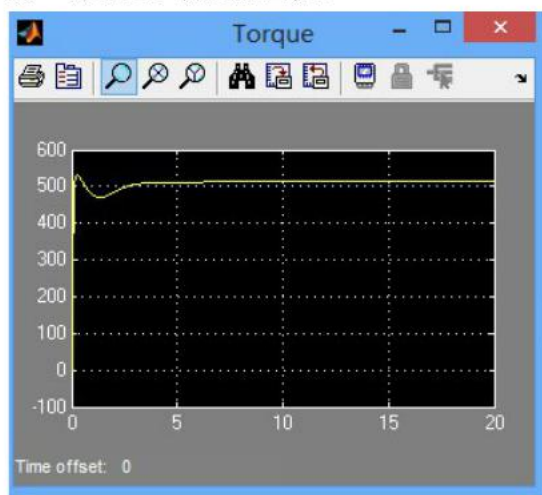


中设置为 1 时得到的结果。



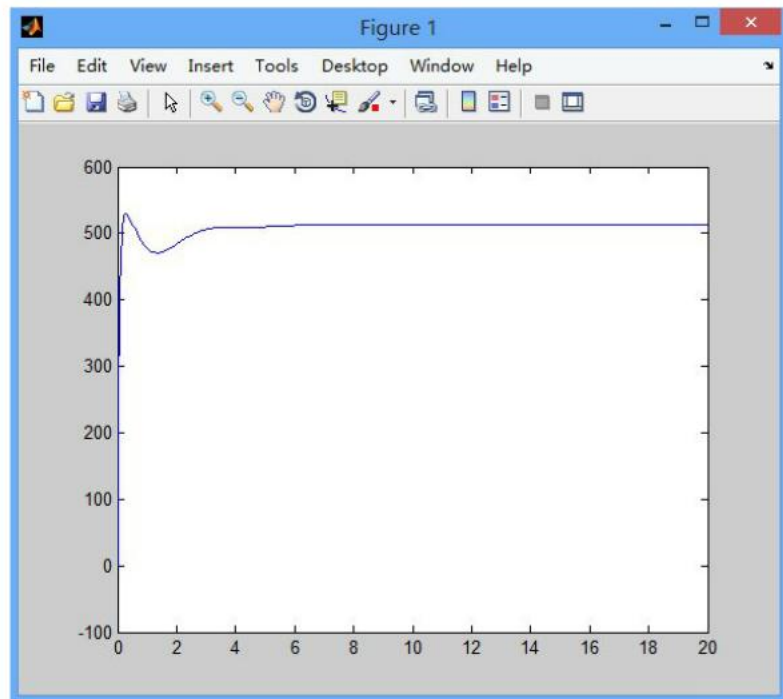
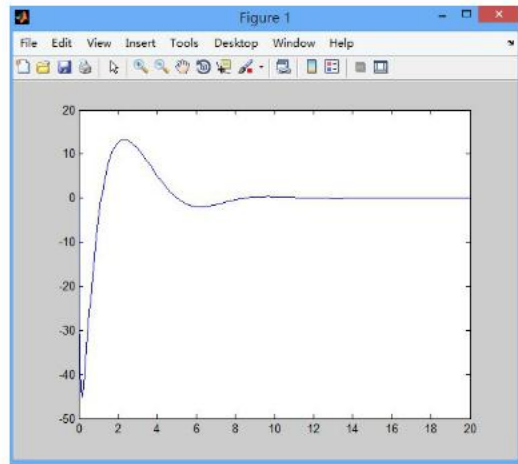
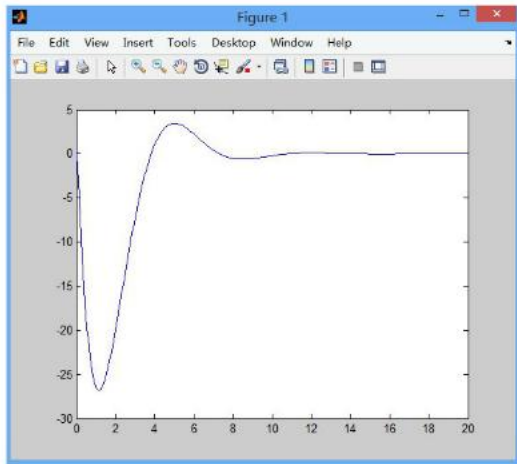


下面将三个模块中设置为 10，进行仿真。  
第一种方法，得到的图像。

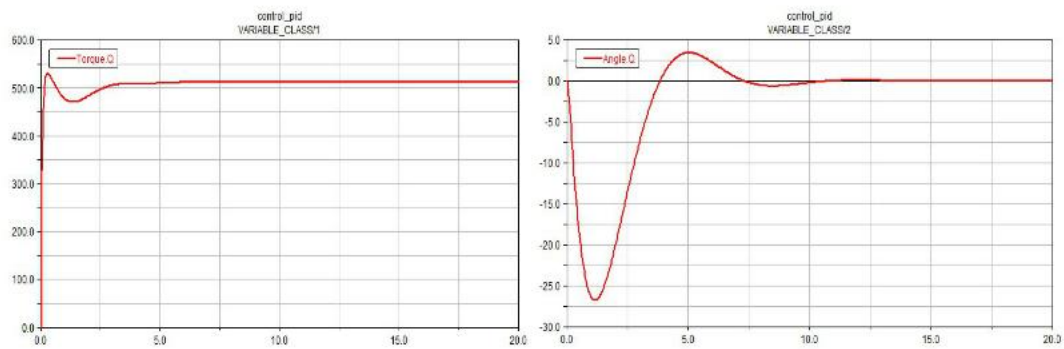


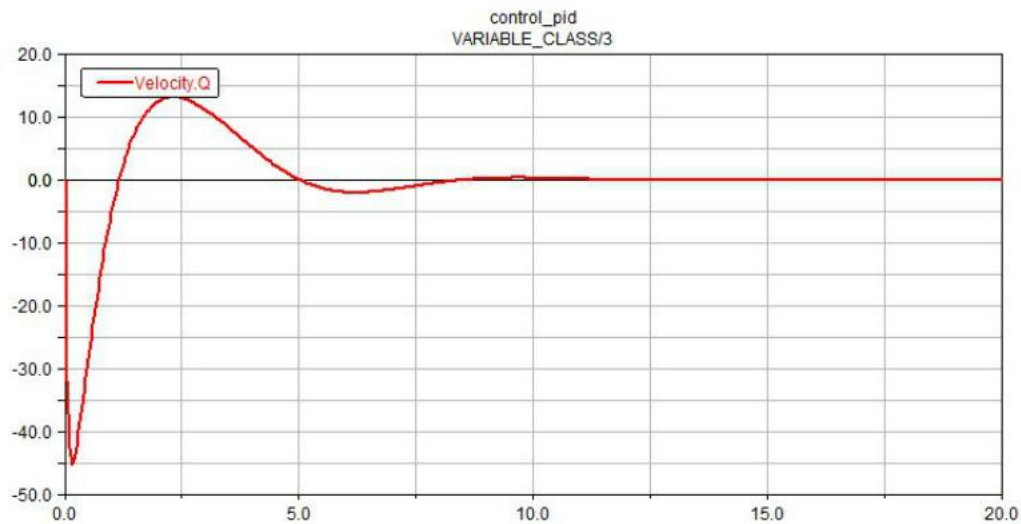
第二种方法得到的图像，依次为 Angle，Angle\_velocity，Torque。





第三种方法得到的图像，依次为 Torque, Angle, Angle\_velocity,。





以上所有的图像与《2013 版 ADAMS 与 Matlab 联合仿真（绝对正确版）》的 pdf 文件是一样的。

作者结语：用了 2 个半小时书写了以上文档，我是先仿真的结果，再去写过程，其中难免有些遗漏或小错误，但结果是对的。如有疑问可以 qq 联系我，加我 qq 时请说明来意，我的邮箱 [1124069678@qq.com](mailto:1124069678@qq.com)。我本来还想写一个有关 adams/car 与 Matlab 的联合仿真例子，今天太累了，下次吧。

我是谭涛，就读于长沙理工大学，写于 2014/4/6。