第1章　机电一体化系统仿真

参见：虚拟样机技术在磁悬浮精密定位平台中的机电一体化研究--硕士论文-导师王延风-作者卢志山-中国科学院研究生院（长春光学精密机械与物理研究所）

1.1　意义

利用 ADAMS 和 MATLAB 进行联合仿真最大的好处在于，可以直接利用 ADAMS 的仿真模型，而不需要将其抽象出数学模型，从而更简单、也更准确（数学模型肯定不能完全的反映该模型）。

从而可以将控制模块和机械模块有机的整合到一起，进行联合仿真。

1.2 导入外部模型文件（UG）

1.2.1Parasolid 格式文件

EDS 公司的 Parasolid 是著名的几何造型核心系统 GMS（geometric modeling kernel systems）之一，现以成为开发高端、中等规模 CAD 系统及商品化 CAD/CAM/CAE 软件的标准．Parasolid 几何核心系统可提供精确的几何边界表达，能够在以它为几何核心的 CAD/CAE 系统间可靠的传递几何和拓扑信息，它的数据拓扑实体包括：点、边界、片、环、面、壳体、区域、体、它的一项关键技术是容错造型技术。当软件的后置处理器传来数据时往往会发生边界间和表面间的公差不配合现象，很容易造成数据传送错误，甚至导致难以读入数据。采用容错造型技术的 Parasolid 几何核心，壳根据对不配合的公差进行优化，并能在优化后保持处理的连续性和一致性，这样就可以通过自带的 xmt_txt 文件，利用 Parasolid 管道实现数据的无缝传送，避免了用 IGES 传送复杂数据文件时的数据丢失和可靠性差等问题，因此 Parasolid 与其它几何核心系统相比，具有非常明

UG 和 ADAMS / View 都支持 IGES， STEP， Parasolid 这几种数据格式的输入和输出，但应用表明，以 IGES 格式和 STEP 格式输出时，耗时太多，效率低，而且出错信息多。因此 UG 采用了 Parasolid 核心实体造型技术。模型向 ADAMS 转化，不仅需要转化实体，还需要把模型的约束信息导出，以便导入到 ADAMS 中。此时需要用到 UG 的 Motion 模块。

首先，输出 Parasolid 实体。在 UG 环境下，选择文件（File）—输出（Export）—parasolid ，选择需要输出的实体，输入文件名（这里为 port.x_t）和保存位置，点击 OK，完成实体输出。

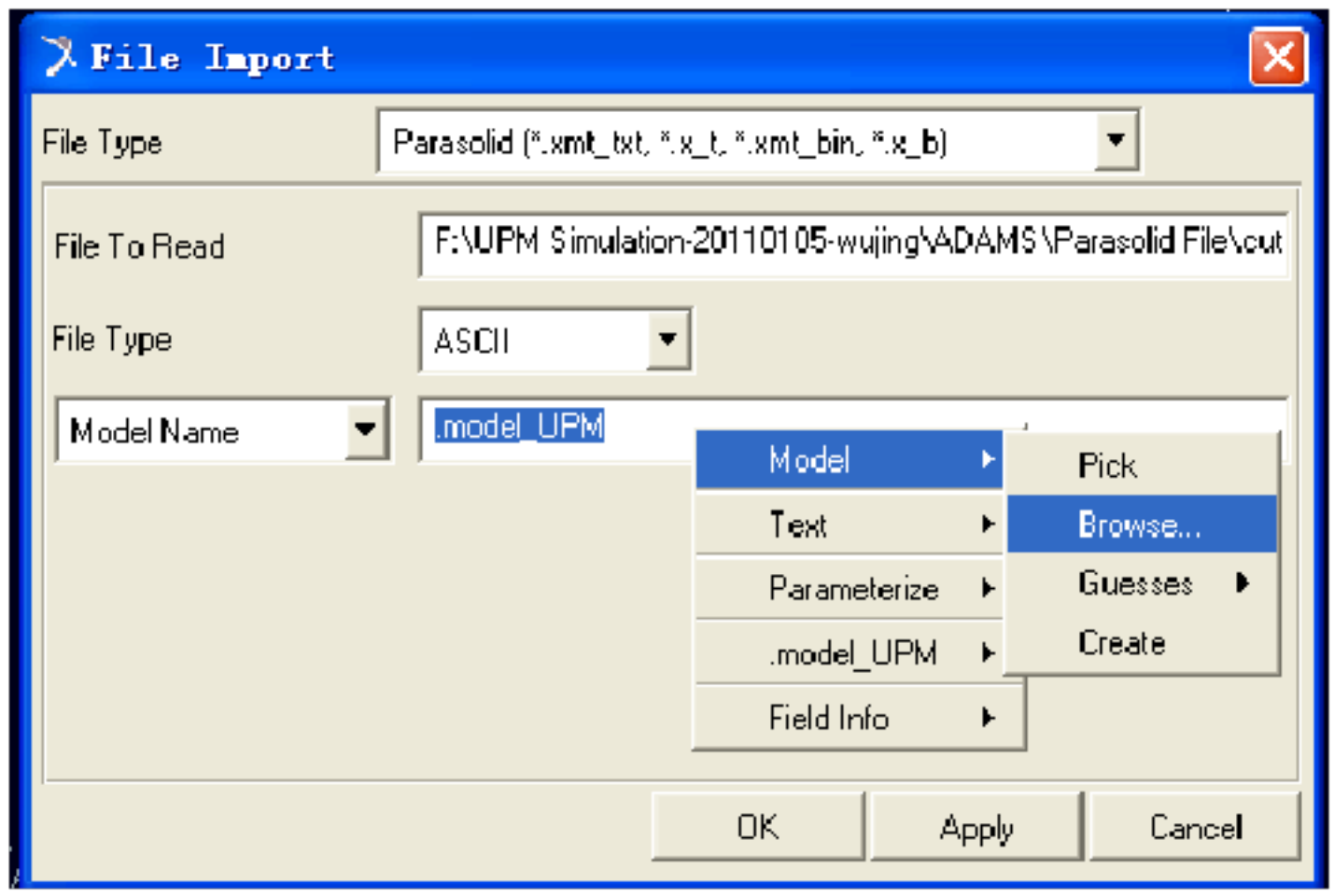
导出实体约束。在 UG 环境下选择应用（Application）—运动（Motion）。选择右侧导航栏的方案浏览器，右键菜单选择新方案（Creat），出现 Scenario_1 目录，右键菜单选择输出（Output）—Adams。输出文件 Scenario_1.anl。更改文件后缀名为 adm。

打开 ADAMS/VIEW 选择 Import a file，先导入约束，选择 Import a file，在 File type 中选择 ADAMS/Slover Dataset， 然后在 File to read 栏中选择前面导出的 Scenario_1.adm。在 Model to creat 中填入需要建立的模型名。

按 ok 导入约束。接下来导入实体，在 File type 中选择 parasolid，然后在 File to read 栏中选择前面导出的 ort.x_t，然后在 Model name 中输入模型名字，如 Part，点击 OK，导入实体。这样就完成了 UG 模型向 ADAMS 的转化，但是由于两个软件是不同公司的产品，所以转化过程是一个“有缝连接”

最后再把它们以 Parasolid 格式输入到 ADAMS 里，在 ADAMS 里只需要给各个零件之间加上质量、力、力矩、约束和运动等初始条件就可以进行静力学动力学和运动学仿真，这样可以节约大量的时间和精力。

正确导入的方式



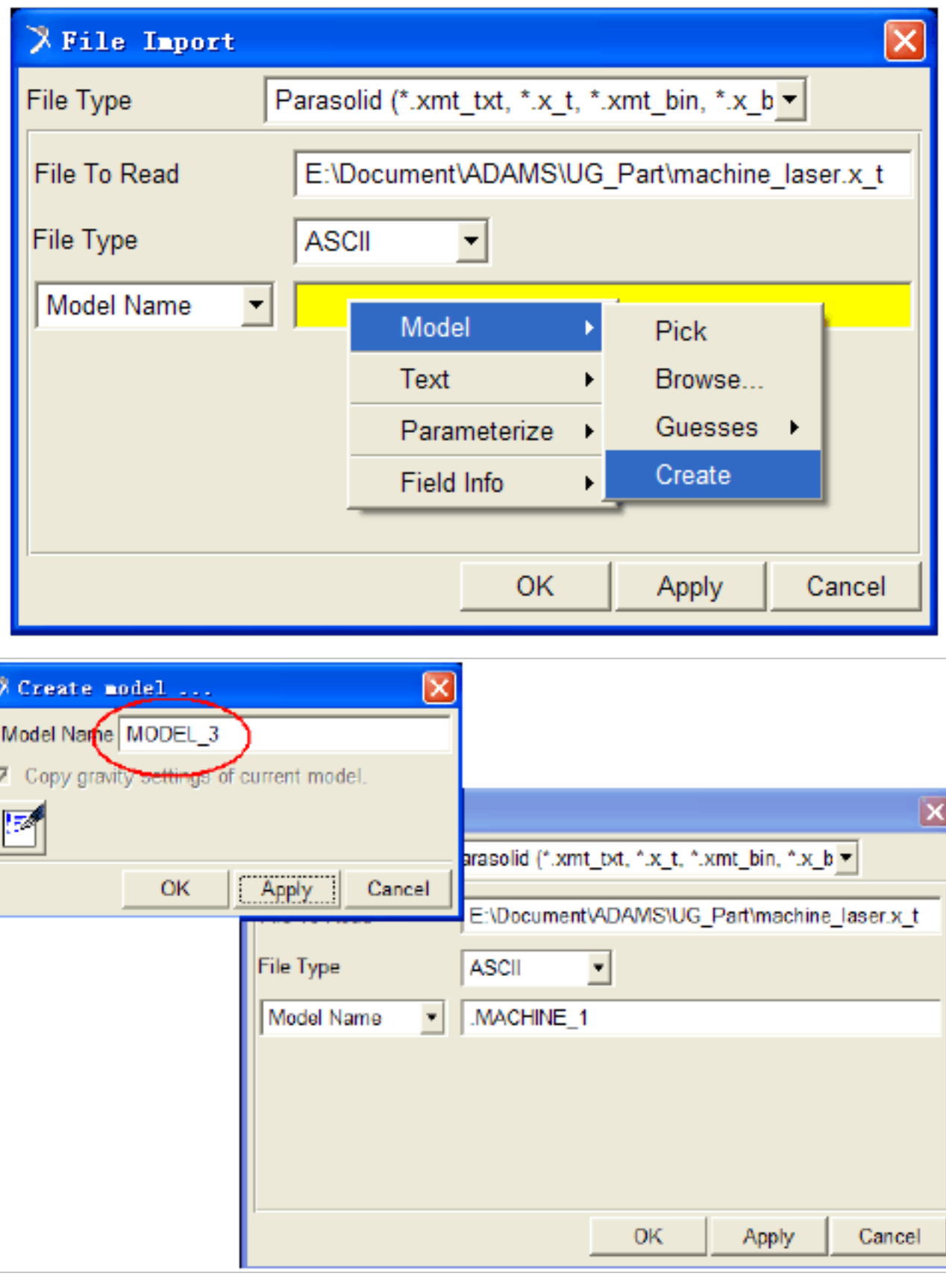
需要注意的是，模型的名字应该使用最初建模的名字，即所有的模型都在该名字之下，否则将导致模型个部件不在同一个模型之下。

Parasolid 导入 ADAMS 命名问题

当发现导入模型后，如果显示 no model，可能是这个问题导致。另外，也可能是视图显示的问题，可以使用缩放或 Ctrl+F 显示出来。

由于 ADAMS 对名字要求比较严格，如果不符合，将导致模型导入不成功。可在 Model Name 处右键，然后利用 ADAMS 的自动创建名字即可。

而且，可以在自动创建的名字上进行修改，如图所示。



模态分析

WARNING: QR: The eigen solution produced one or more defective eigen values. For these eigen values generalized eigen vectors will be used in the solution. This generally indicates a problem with the model (zero stiffness, free body, invalid constraint).

1.2.2导入 ADAMS 的两种方式

介绍一下如何把 UG 模型导入 ADAMS，这里有几种方法：

第一种，在 UG 里导出 PARASOLID 格式，(因为 ADAMS 核心即是 PARASOLID)EXPORT-PARASOLID，选 V12~17 版，注意存的时候存成 *.XMT_TXT.在 ADAMS 中导入即可了。

第二种，(1) 在 UG-MOTION 里，file-export-adams，对话框中，输入

文件名，GEOMETORY FORMATE 选 PAROSOLIDE，OK，输出目录里就有两个文件，一个是*.ANL，一个是*.XMT_TXT,把 ANL 那个文件改名成*.ADM；(2) 然后在 ADAMS 里把两个文件分两次导入就行了,注意放到同一个 MODEL 里

1.2.3UG 导入 adams 后的坐标系问题

1.3 参数设置

1.3.1力或力矩的加载

添加运动副后，一般还存在几个自由度。这个时候，剩余自由可以通过添加驱动约束来进行。如果添加的是运动 Motion，则就是运动学分析，如果添加的是力或者是力矩就是动力学分析。

1.3.2力矩加载

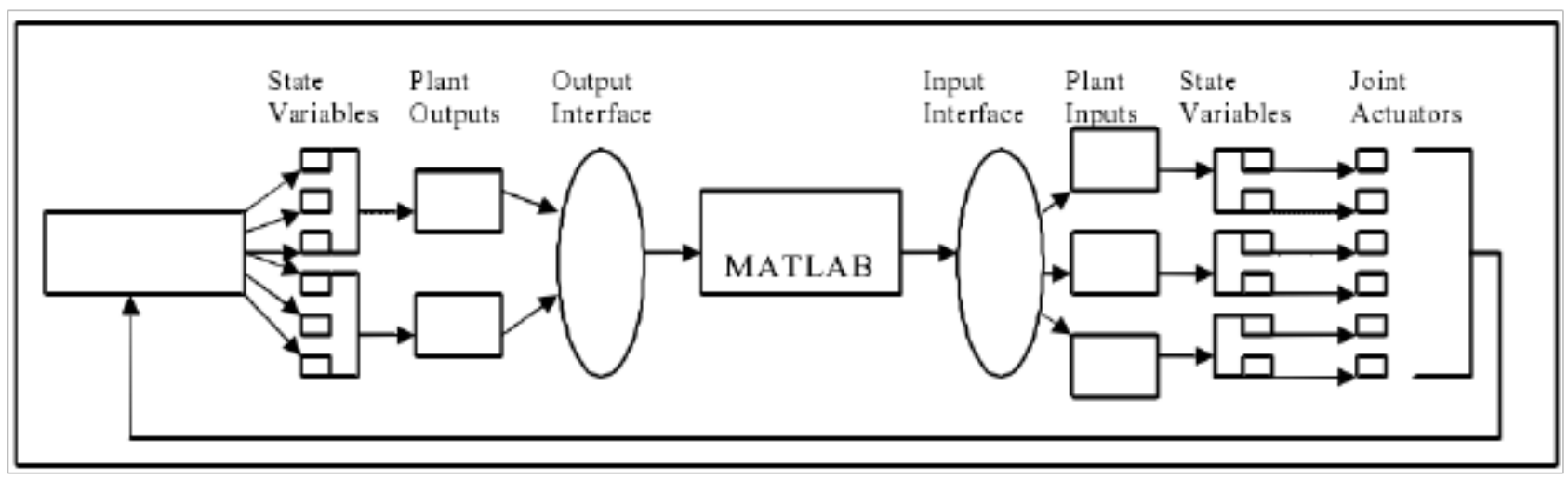
电机力矩加载位置

应加载到质心处?

对于刚性体来说，加到什么位置并没有太多区别；

而对于柔性体来说，有一定的区别，需要认真考虑；

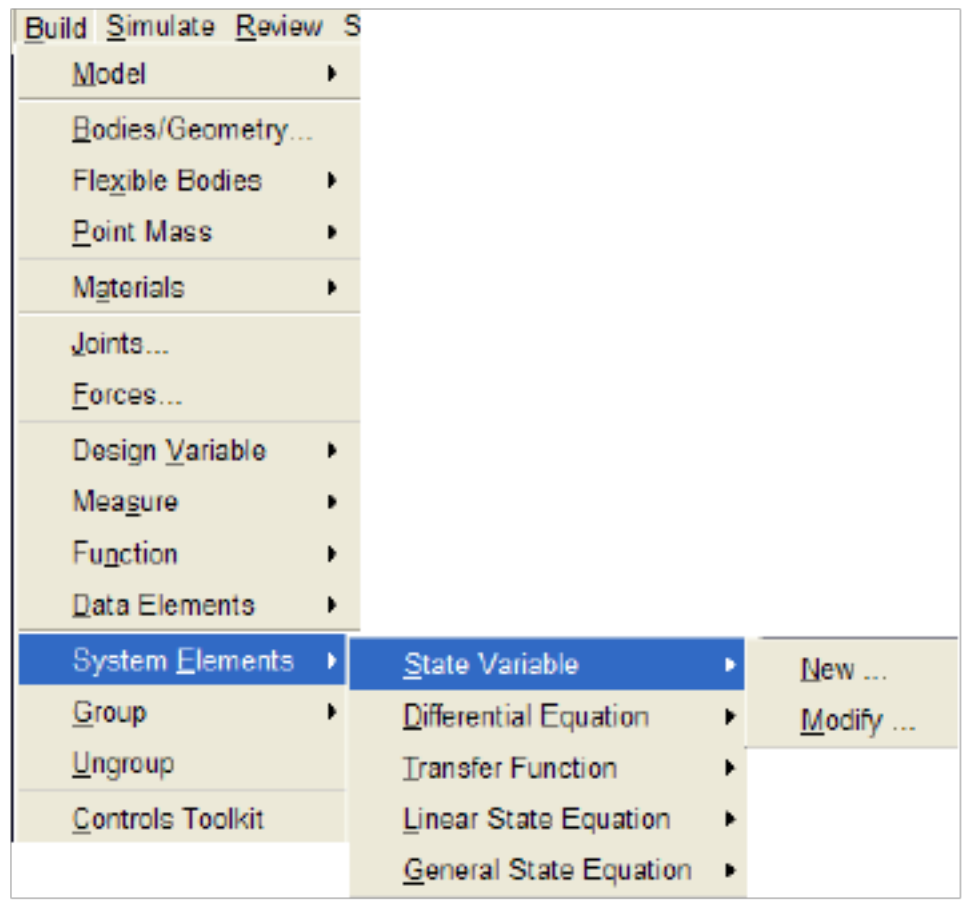
1.4 确定 ADAMS 的输入和输出



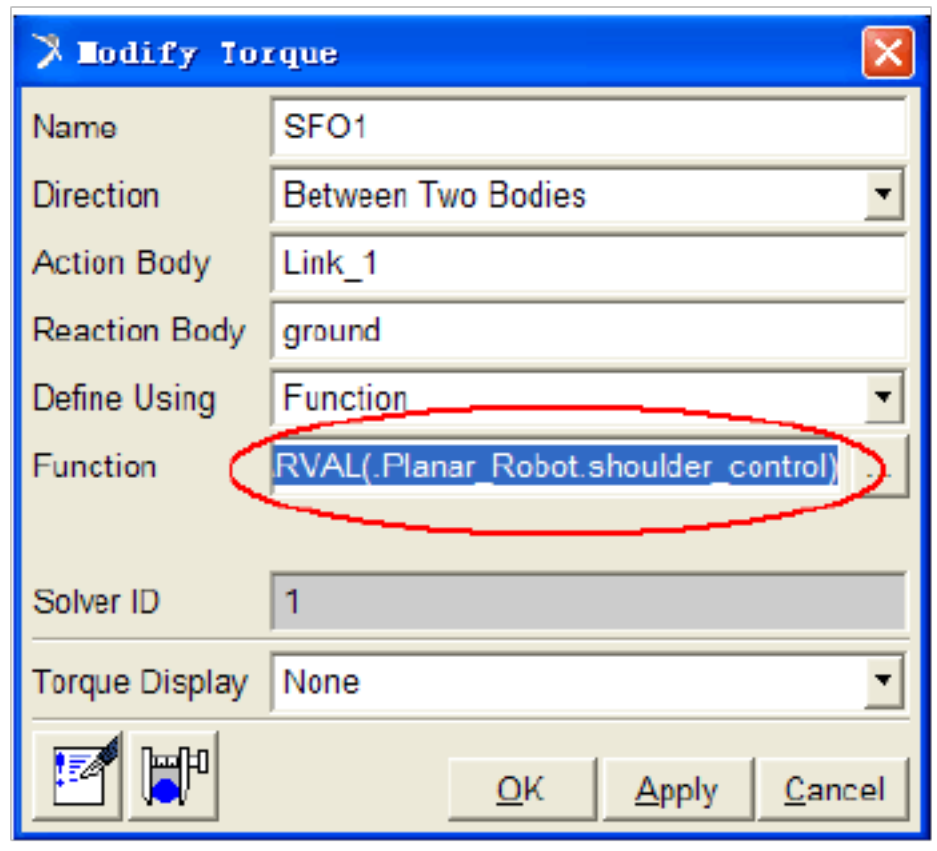
1. 建立状态变量，而这些状态变量就是被控对象的输入输出。
2. 建立 Plant Inputs 和 Plant Outputs，它们中都包含了第一步建立的状态变量。
3. 在 ADAMS/Controls 下的 Plant Export 对话框中输入专门的 Plant Inputs 和 Plant Outputs，就可以输出被控对象文件。

1.4.1新建状态变量并设置

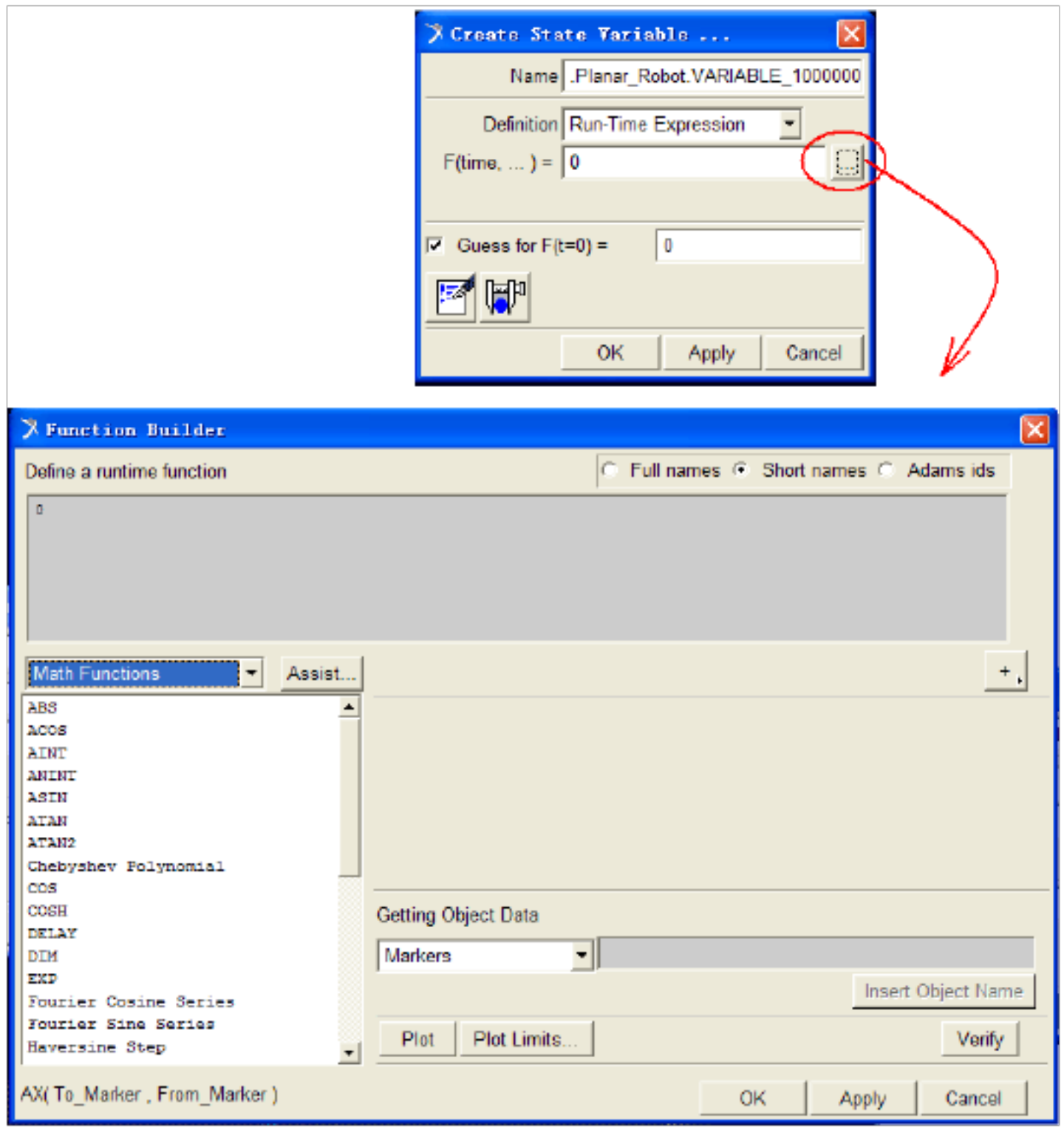
状态变量（State Variable ）可以理解为是一个 Buffer（缓冲器），它用来向 MATLAB 传送、接受信息。



当为对象量如：力矩（Torque）、力（Force）等，可以先新建一个状态变量 VARIABLE_X，然后将其赋值给对象量 Torque=VARVAL(VARIABLE_X)。一般通过 Adams 的函数进行赋值，如 VARVAL、VZ 等。（20.0d * time，一般 motion 所默认值）。



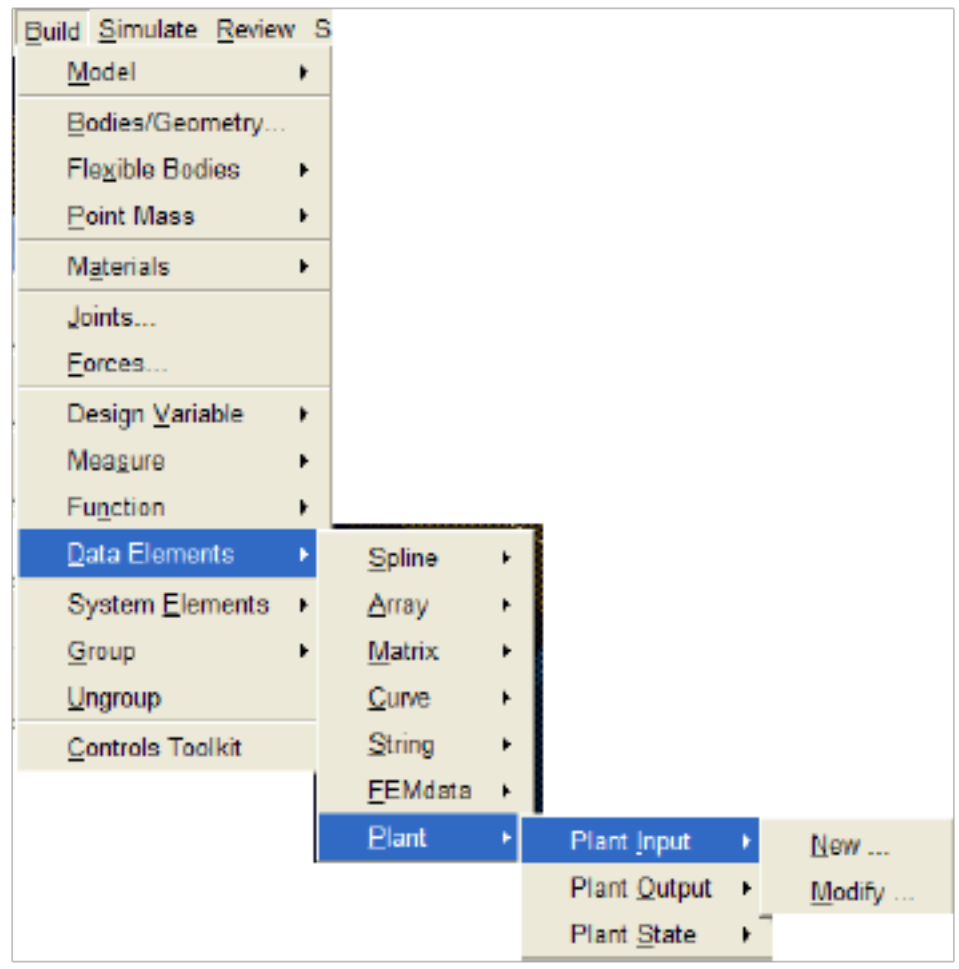
如果，状态变量为模型中没有的量，则需要在新建的时候，同时创建。如下图所示。利用 Function Builder 进行任意的编辑，即可得到所需状态变量。



WARNING: MOTION MACHINE.MOTION_XAxis has been declared to depend on the VARVAL function.Motions should only be functions of TIME.

如何删除状态变量

1.4.2设置输入输出变量



在 ADAMS/Control 中定义输出、输入变量 Plant input、Plant Output，并将以上状态变量赋值给输入、输出变量，从而通过 ADAMS/Control 模块同其他控制程序相连接。建立它们后，就可以在 Control/Plant Export 中找到它们。

1.4.3导出模块



设置完成后，ADAMS/Control 将输入、输出信息保存到.m 文件中，同时产生一个 ADAMS/View 命令文件（.cmd）和一个 ADAMS/Solve 命令文件（.adm），供联合仿真分析使用。

1.5 静力学、运动学的验证

1.5.1运动学分析

一般在模型构建完成之后，即几何模型以及运动副添加之后，应在每个自由度处添加一个 Motion，从而进行运动学的验证。

1.5.2静力学的验证

静力学分析能保证一个机构可以承受一定的稳定载荷。

将所有的力矩设置为零，从而进行静力学的验证。

1.6 模态分析 Vibration

固定自由度

首先，将所有的自由度进行固定。主要是电机的自由度的固定。

模态的阶数

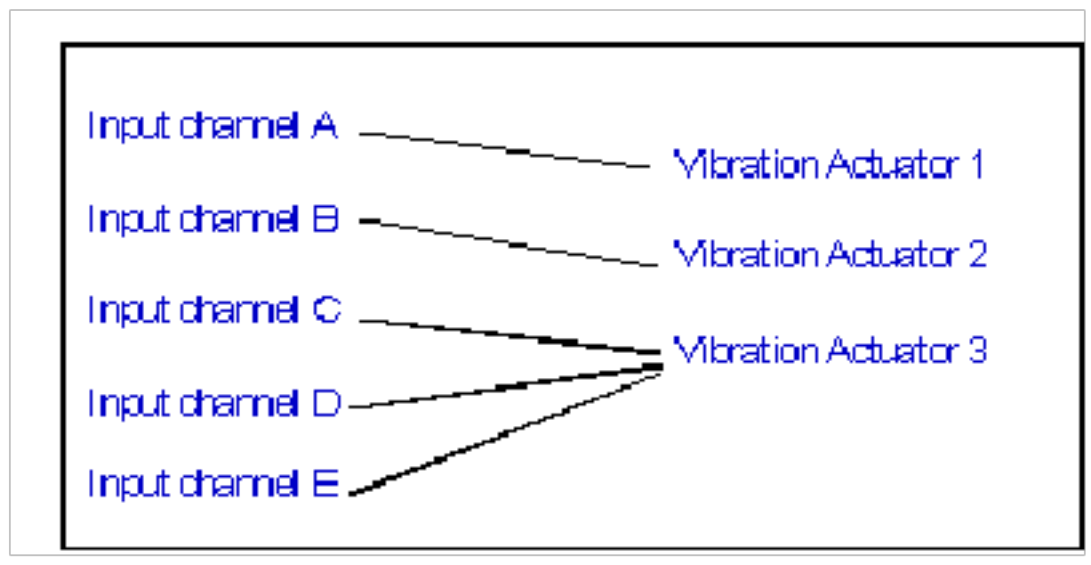
对于刚体而言，有多少个自由度，就有多少阶模态。

问题

固定与合并的区别

固定后模态分析的时候，还是会振动。

受迫振动



清除所有与 Vibration 有关的内容

参见帮助文件：Macro for Removing Vibration Objects

1.7 MATLAB

文件拖入到 MatlAB 中，就会显示：

%%% INFO : ADAMS plant actuators names :

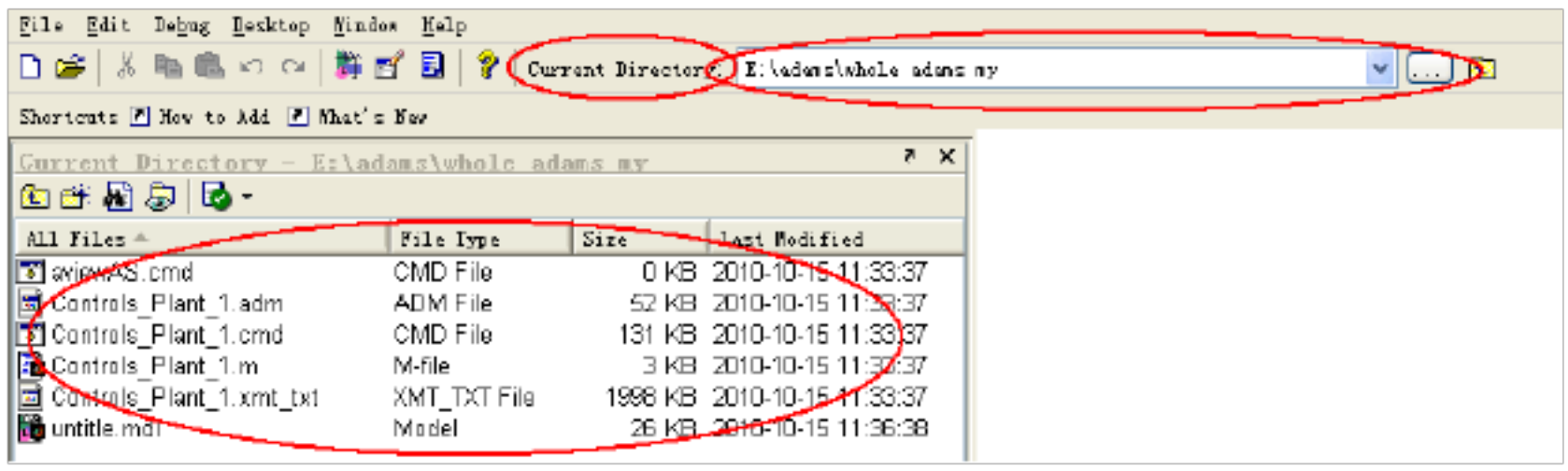
1 VARIABLE_TorqueIn

%%% INFO : ADAMS plant sensors names :

1 VARIABLE_PositionOut

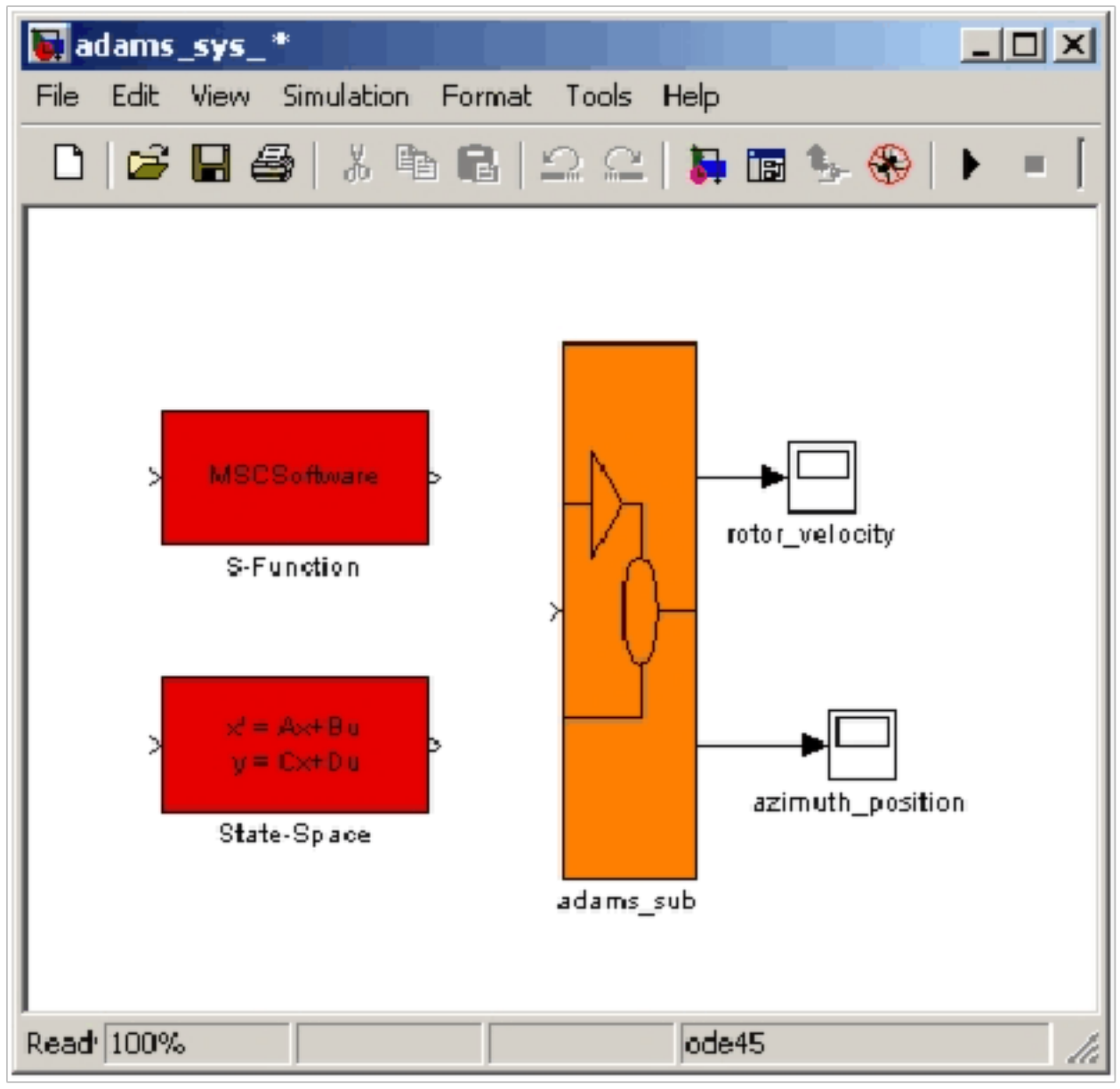
但不建议采用以上方法。

采用修改路径来打开：



1.7.1创建模块图

然后，在 MATLAB 命令空间中输入：adams_sys，则可以将以上的 ADAMS 模块导入，并显示。



A selection window containing the Adams blocks appears. These blocks represent your Adams model in different ways:

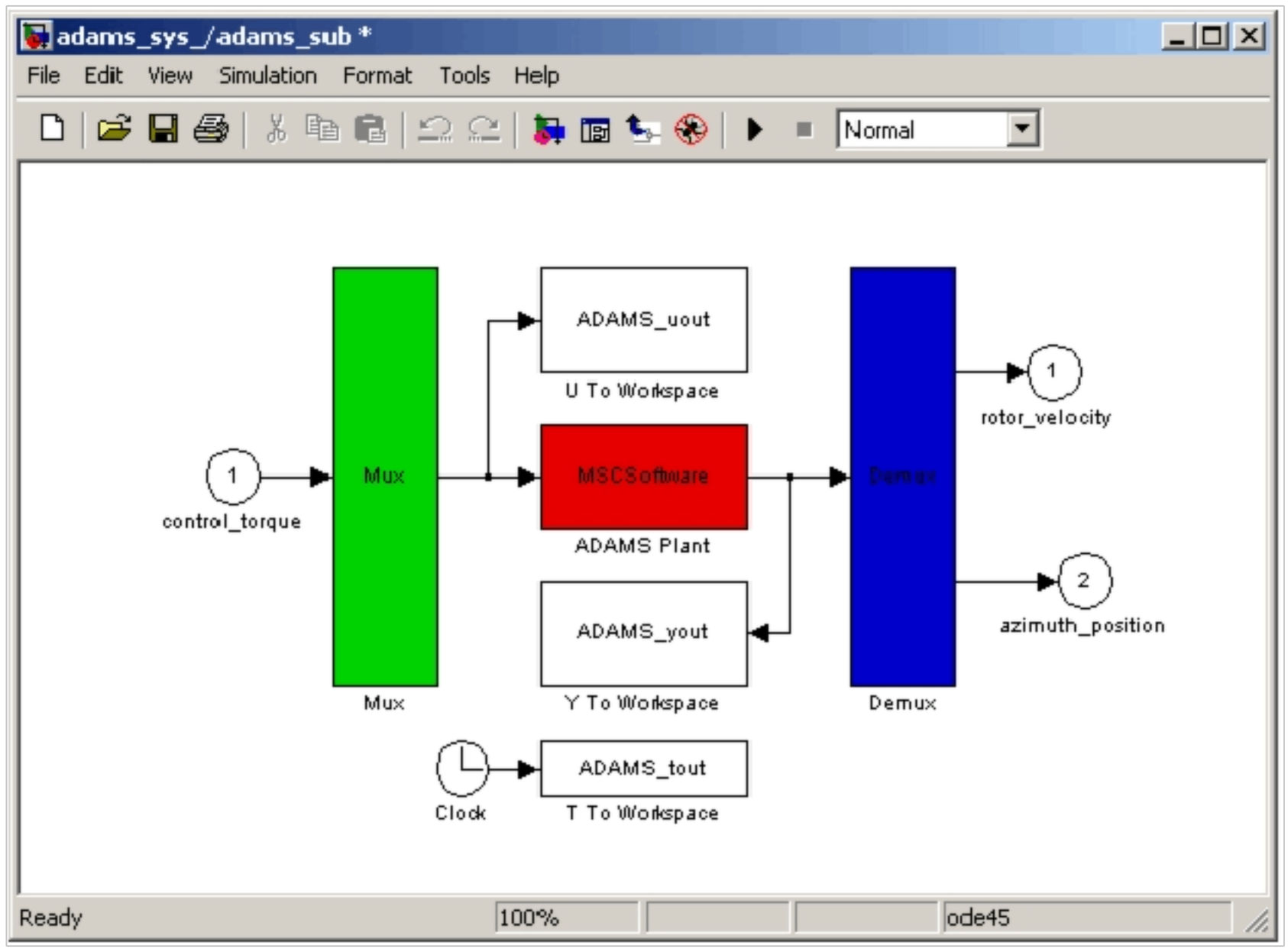
- The S-Function represents the nonlinear Adams model.
- The adams_sub contains the S-Function, but also creates several useful MATLAB variables.
- The State-Space block represents a linearized Adams model.

The adams_sub block is created based on the information from the .m file (either from ant_test.m or ant_test_1.m). If the Adams_mode is nonlinear, the S-Function block is used in the adams_sub subsystem. Otherwise, the State_Space block is copied into adams_sub.

S-Function Adams 模型；

Adams_sub：包含了 S-Function，而且产生了几个有用的 MATLAB 变量，如下图所示；（当模型为线性的，则 State-Space 将替代 S-Function）

State-Space：代表了一个线性化的 Adams 模型；



Adams_sub

我们根据需求从三个中选取 Adams_sub 模块，组建方框图。（即：新建一个空白文件，将 Adams_sub 模块拖入，然后添加其他控制模块即可）

如果出现不能保存仿真文件时，可以采用新建或者另存的方式。因为 adams_sys 与系统名有冲突。

1.7.2仿真参数设置

仿真前，要设置仿真参数、仿真时间、仿真分析模式、动画显示模式等。

在 ADAMS_SUB 框中双击红色的 Mechanical Dynamic 模块，即弹出 Mechanical Dynamics 模块参数设置对话框

1）在仿真分析模式（Simulation mode）栏，选择 discrete 参数。仿真分析模式定义了 ADAMS 程序求解机械系统方程的方式，以及控制程序求解控制方程的方式。

2　　Animation mode）栏，选择 interactive 参数。动画显示决定了 ADAMS/VIEW 中动态显示跟踪仿真结果的方式。

3）在初始化方式（Initialization mode）栏，选择 automatic。

另外再设置仿真时间等

离散方式分别定义 ADAMS 程序的机械系统求解方程，以及控制程序的控制系统求解方程。而连续方式定义控制程序中的机械系统求解方程和控制系统求解方程。

对于大多数联合仿真分析,离散方式通常是比较有效的联合仿真方式。同连续方式相比，离散方式分析速度快，并且能够适应于非常复杂的样机模型。但如果控制系统的分析结果会对 ADAMS 的机械系统产生很多的耦合影响的时候，应该采用连续方式进行联合仿真。例如，当样机必须采用非常小的步长进行联合仿真时，采用连续方式可能更合适。

为了能够维持正常的机械系统动力学仿真分析，在离散分析方式下，对机械系统的采样频率应该 5 倍于机械系统有影响的最高频率。如步长不能达到机械系统最高设计频率的 5 倍，应该改用连续方式进行联合仿真分析。可以利用 ADAMS/Linear 模块确定机械系统最高设计频率。

1.7.3仿真分析

这些设置完之后就可以点击 start，开始进行机电系统联合仿真分析。程序将显示一个新的 ADAMS/View 窗口，显示仿真分析结果。同时，还显示一个窗口，用以显示联合仿真分析过程中的各种数据。如下图所示：

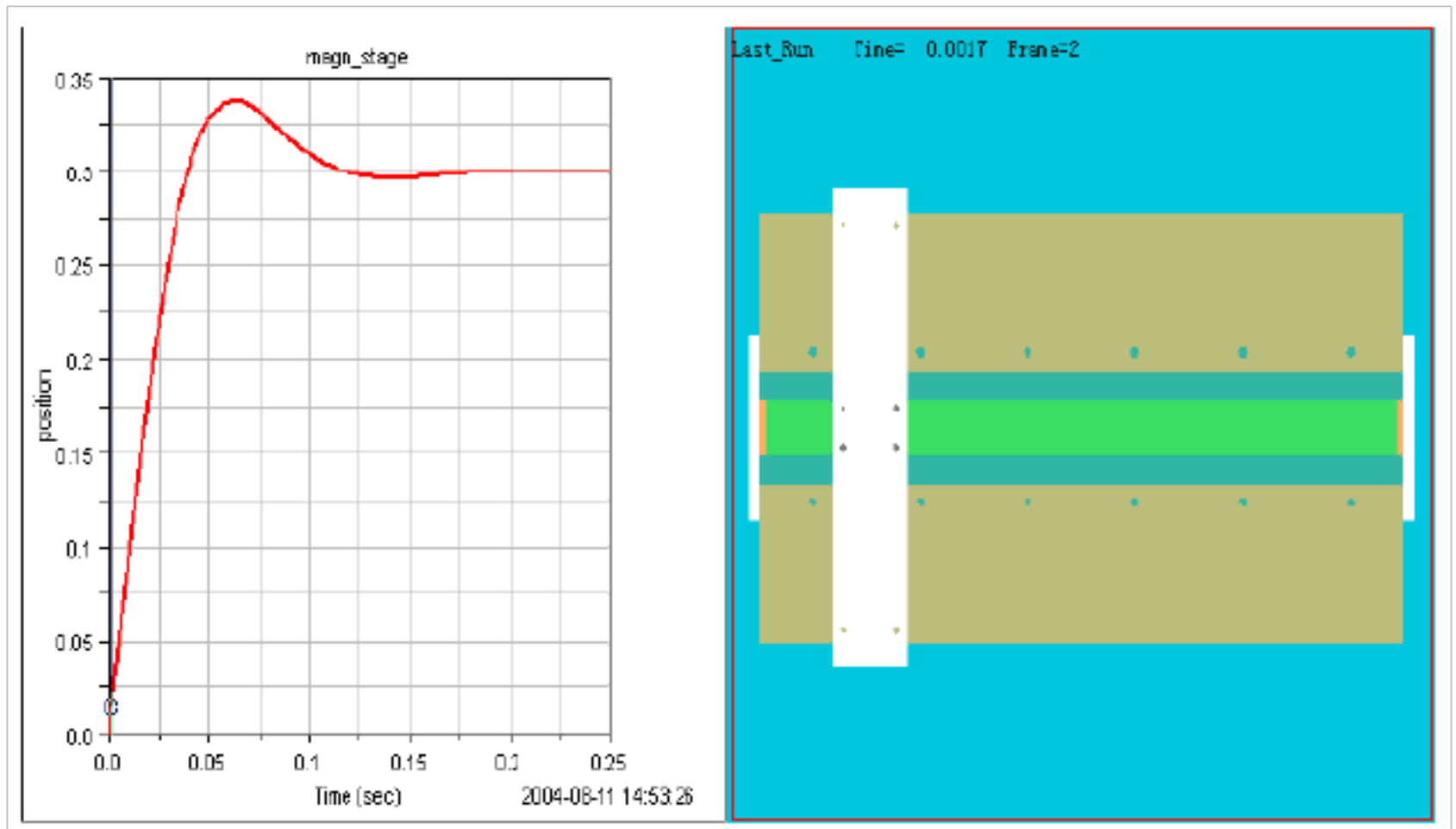


图 3-11 ADAMS 实时仿真图

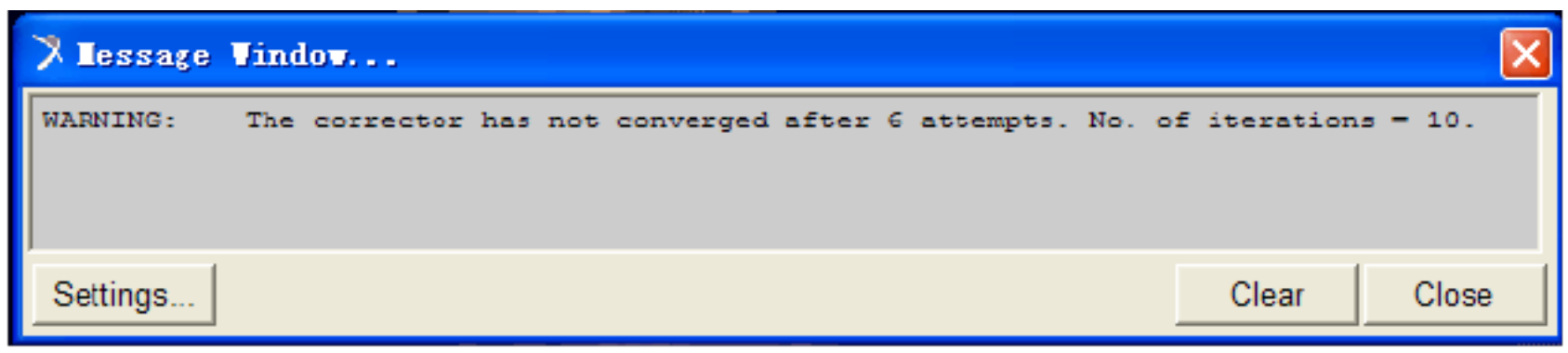
ADAMS/Controls 程序的交互式对话功能，可以调用后处理模块 ADAMS/PostProcessor，可以更仔细的观察和监控 ADAMS/View 中的样机图形，在这个模块中还可以绘制出仿真分析结果曲线，以便能够全面地了解当前的仿真结果

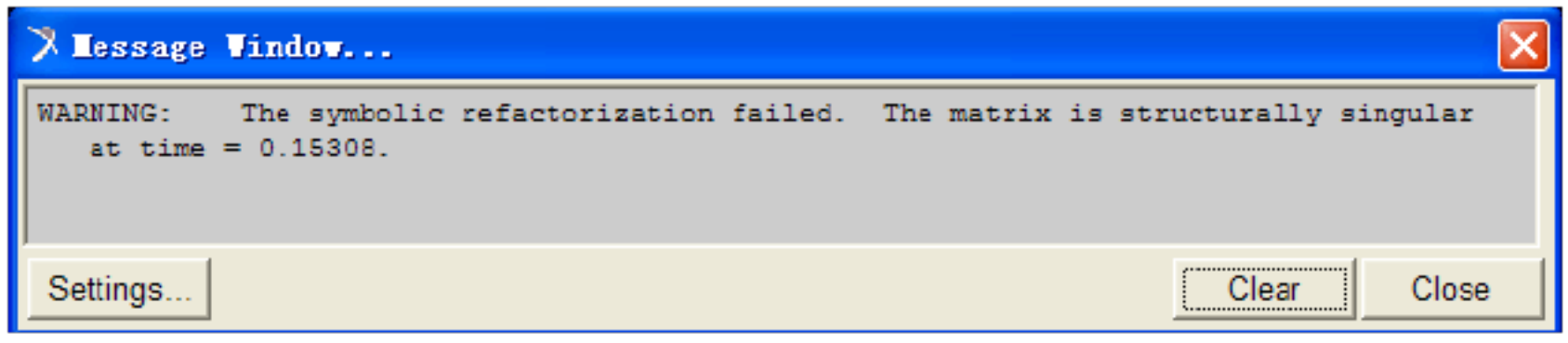
1.8

仿真参数的设置

步长过大可能导致以下问题。可采用增大 step，减小 end time。

WARNING: The corrector has not converged after 6 attempts. No. of iterations = 10.





有人认为是计算中雅可比矩阵出现奇异，无法迭代！解决方法考虑为：

更换积分方法；

变换积分步长；

设置出错误差；

也可能是模型中存在问题，在五联动机床的实例中，曾出现缺少一个铰接副，导致以上问题。

每步进行保存。

第2章　柔性连接的添加

2.1 Bushing——轴套力[1]

可以用于固定、移动结合部的连接。其中移动结合部的连接可以通过将某一个方向的刚度设为 0 即可。

2.2 Contact——接触[1]

第3章　仿真控制及数据的采集

3.1 Adams 仿真控制设置——精度问题

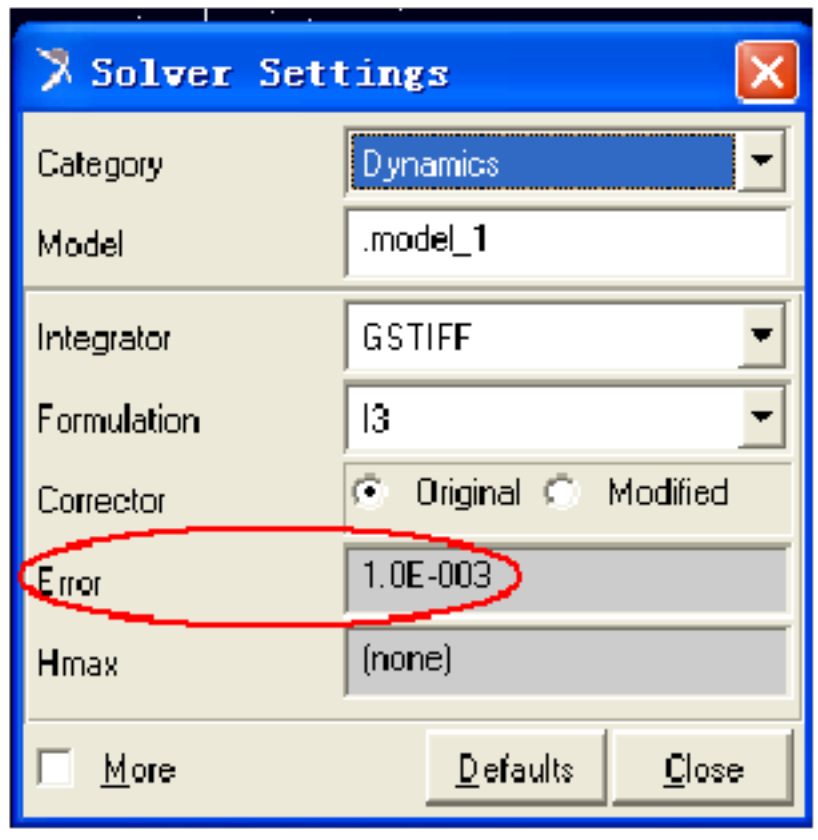
在装配、静态分析、运动分析、动力学分析中，均使用到插值方法求解方程，在插值求解的过程中，需要制定允许的误差。误差过大会导致仿真分析失败或出现错误的仿真结果。但另一方面，过高的精度会导致仿真分析的时间和成本大大增加。

Adams/view 设置了默认的插值误差，如下所示：

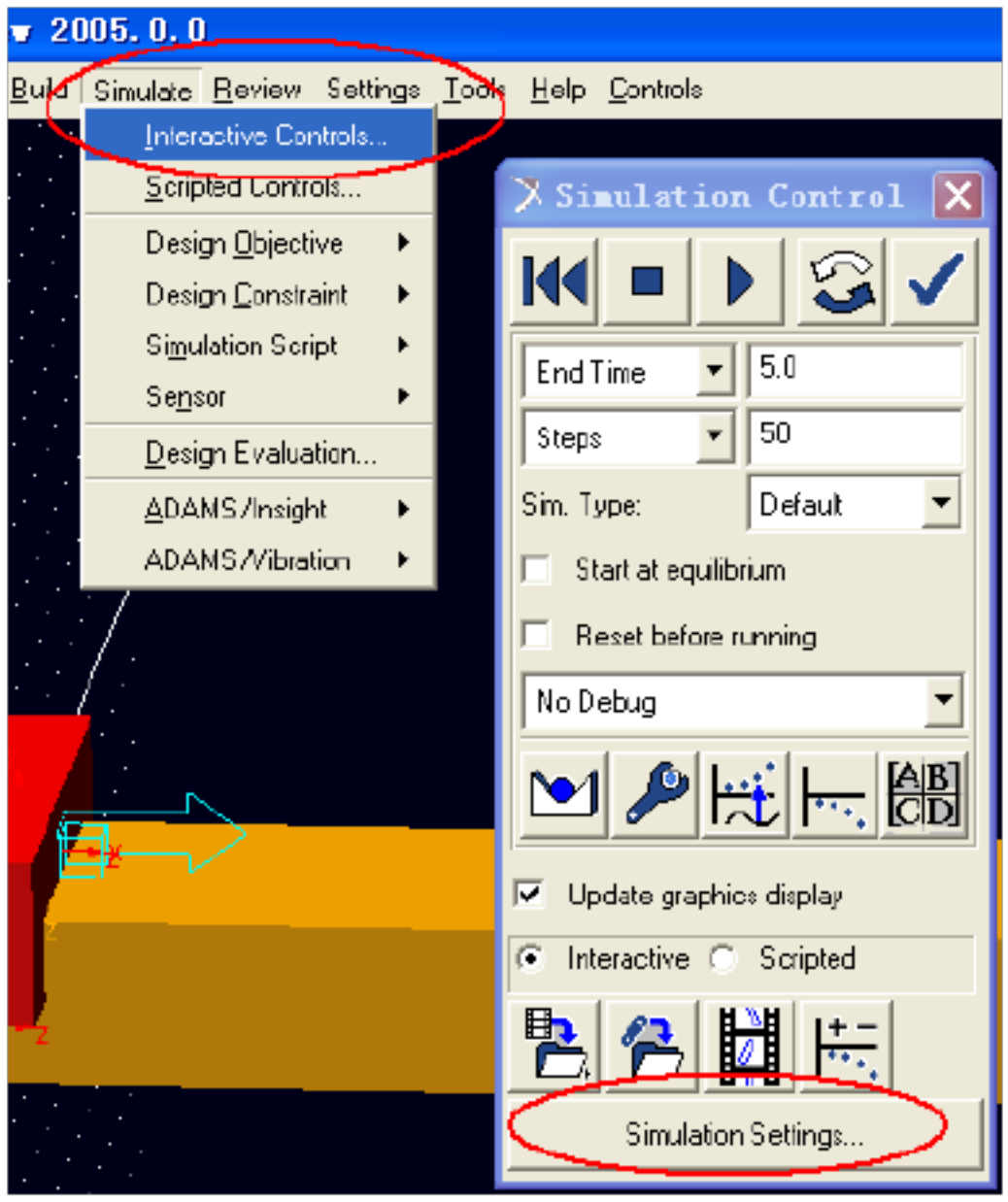
表 仿真求解精度设置

分析类型	默认精度	说明
动力学分析 (Dynamic)	10^{-3}	控制位移误差，进一步的设置可以使用用户设置功能
运动分析 (Kinematics)	10^{-4}	控制位移误差
静力分析 (Equilibrium)	10^{-4}	控制位移误差，平衡力等其他参数的设置可以使用用户设置功能
装配分析 (Assemble)	10^{-10}	装配操作过程的位置误差

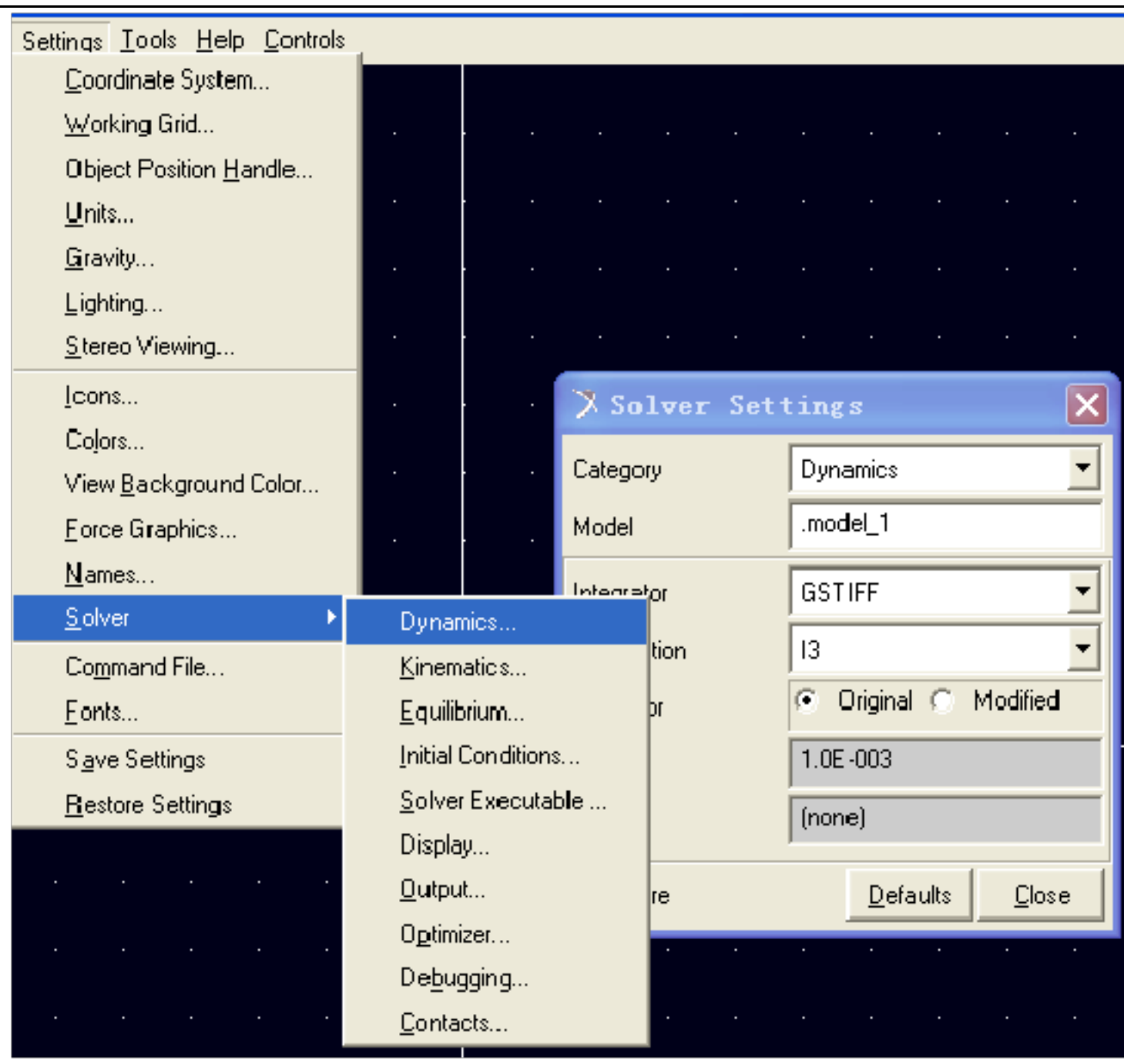
上表中的默认精度对应的就是 Solver Setting 中的 Error 中的误差精度，如下图所示：



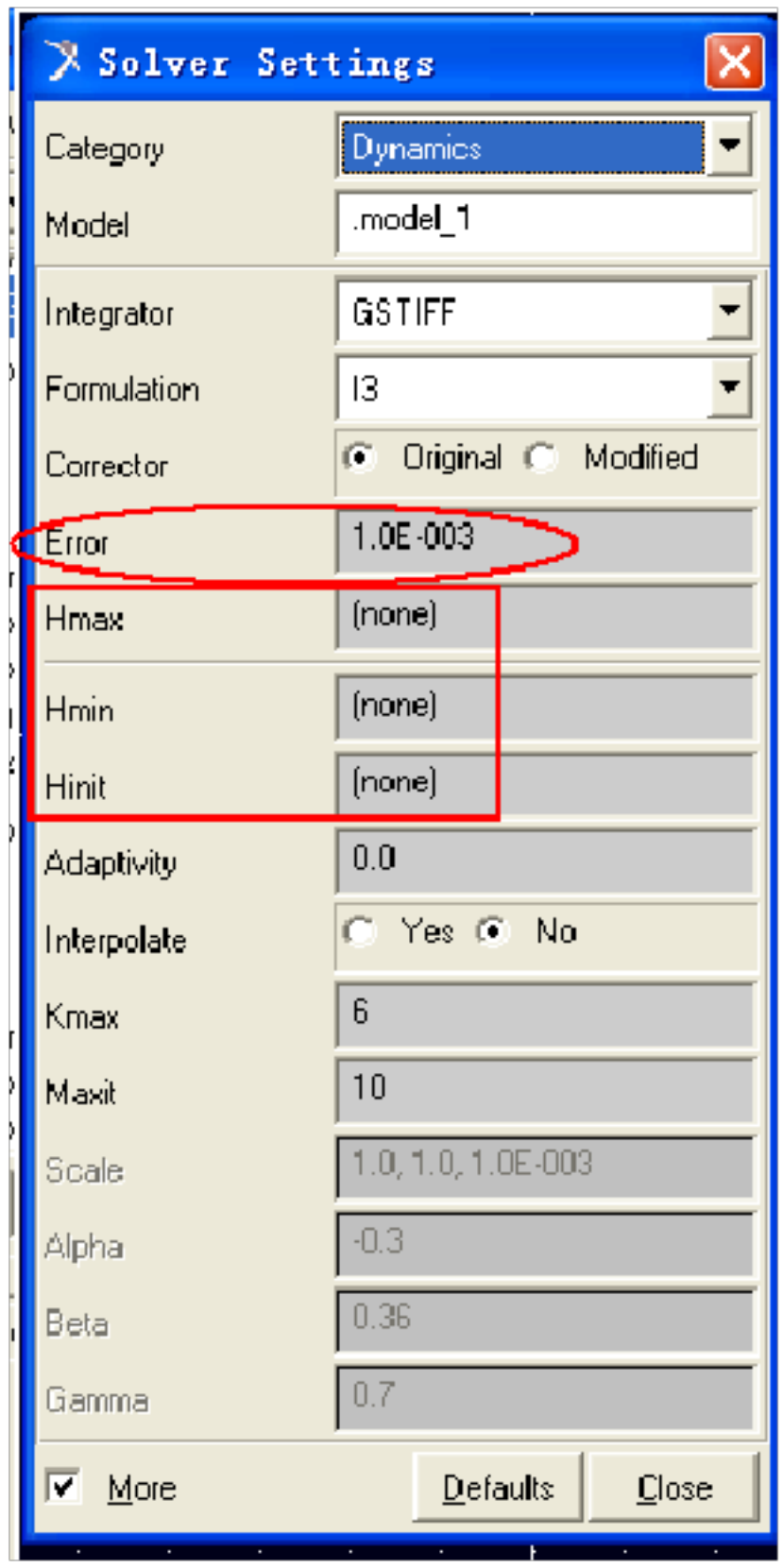
3.1.1仿真控制设置的主要方式，有如下两个方面：



注：点击上图中的 Simulation setting 也可以进入下图。


Settings
Tools
Help
Controls
Coordinate System...
Working Grid...
Object Position Handle...
Units...
Gravity...
Lighting...
Stereo Viewing...
Icons...
Colors...
View Background Color...
Force Graphics...
Names...
Solver
Command File...
Fonts...
Save Settings
Restore Settings
Dynamics...
Kinematics...
Equilibrium...
Initial Conditions...
Solver Executable ...
Display...
Output...
Optimizer...
Debugging...
Contacts...
Solver Settings
Category
Dynamics
Model
.model_1
GSTIFF
I3
Original
Modified
1.0E-003
(none)
Defaults
Close

3.1.2仿真求解设置



Solver Settings – Dynamic

动力学分析的控制参数设置

(1)Integrator 积分方法

在动力学分析中,需要使用数值分析法进行求解微分方程和代数方程。ADAMS/Solver 提供了四种积分方法。3 种为刚性：Gear 法（GSTIFF）、改进 Gear 法（WSTIFF）和 DASSL 法（DSTIFF），1 种为柔性积分法 ABAM 法。刚性数字积分法使用隐含的向后差分方法求解微分和代数方程，而柔性数字积分法先采用坐标分隔方法从微分和代数方程获得普通微分方程，然后用显式求解微分方程。

(2)积分步长控制

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/236135231155010112