

刚体动力学分析实例

刚体动力学是一般力学的一个分支，研究刚体在外力作用下的运动规律。它是计算机器部件的运动，舰船、飞机、火箭等航行器的运动以及天体姿态运动的力学基础。

ANSYS Mechanical 中可以进行刚体动力学分析，这里举例说明 ANSYS 刚体动力学分析过程，供大家参考。

【案例描述】



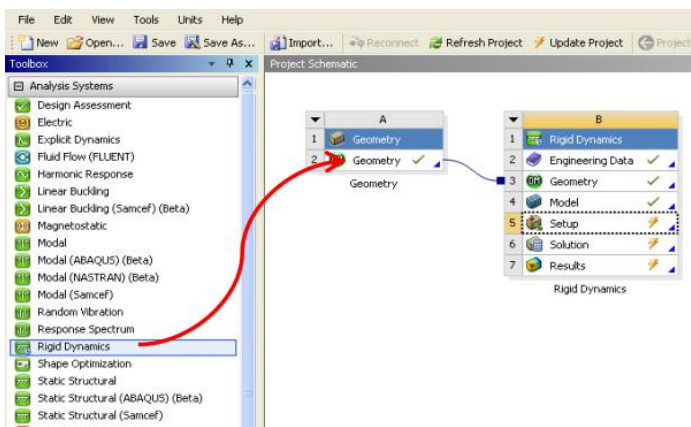
整个机构是由五个部件组成，从左到右分别是 1) 驱动圆盘 2) 连杆 3) 执行机构 4) 导向机构 5) 弹簧，其中驱动圆盘提供驱动力矩，连杆连接圆盘与执行机构，执行机构在导向机构里滑动，在执行机构右侧有一个弹簧。其中，分析时间为 60 是，驱动圆盘的驱动力矩在 0s 到 60s 时间内从 0 线性增加到 $5000N \cdot mm$ ，弹簧长度刚度为 $0.005N/mm$ ，长度阻尼为 $0.01N \cdot s/mm$ ，弹簧右侧绝对坐标为 $X=4000, Y=-185, Z=0$ 。

【案例分析】

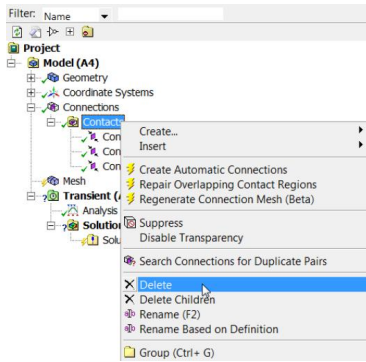
研究整个结构的运动过程和特性，按照案例描述中参数设置，在每个部件之间添加运动副，最后得到整个机构的运动特性和运动参数。

【案例过程】

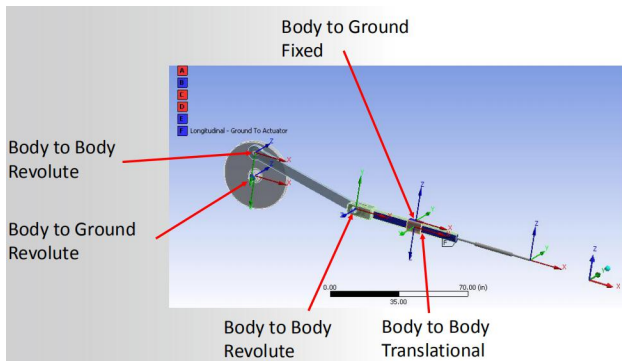
- 1) 创建整个机构的几何模型，过程在这里省略。
- 2) 打开 WORKBENCH 将模型导入，将单位改为 mm, Kg, N, s，在左侧模块中拖出 Rigid Dynamic 模块到 Geometry 上，建立刚体动力学分析系统。



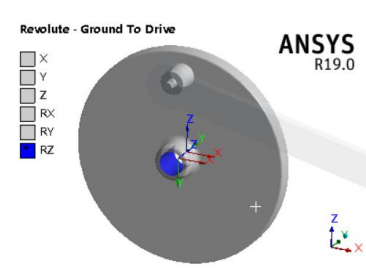
- 3) 点击打开 Model 进入 Mechanical 中，因为这里研究的是刚体之间的相互关系，接触在这里没有作用，所以将 Mechanical 中的 CONTACT 下的所有自动生产的接触对全部删掉。



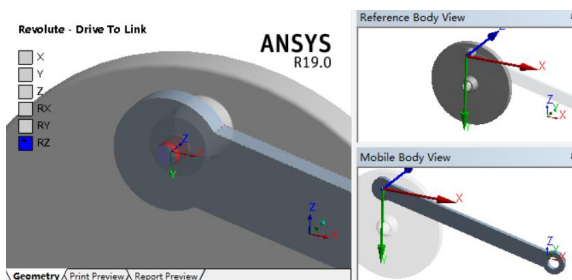
4) 接下来就是定义关节连接关系，如下图所示



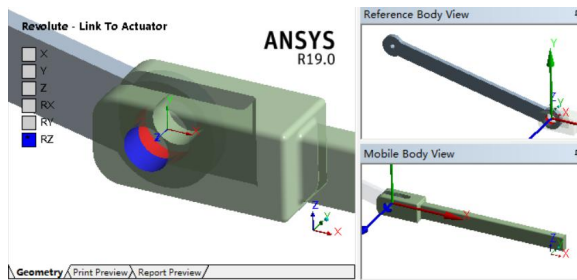
4.1 添加 body-ground 关节旋转关系到驱动圆盘的中心圆柱面上，如下图所示



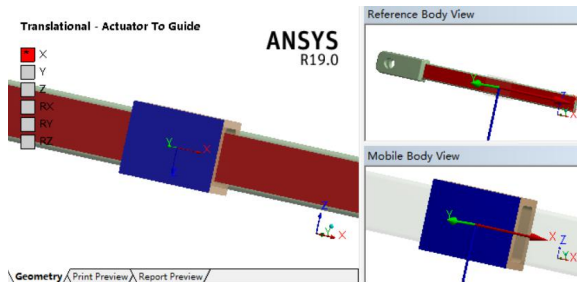
4.2 添加 body-body 关节旋转关系到驱动圆盘与连杆的连接处，参考面选择驱动圆盘上的圆柱外表面，移动面选择连杆的圆柱内表面。



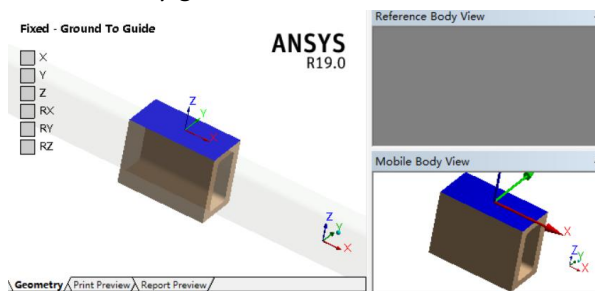
4.3 添加 body-body 关节旋转关系到连杆与执行机构的连接处，参考面选择连杆上的圆柱内表面，移动面选择执行结构的圆柱内表面。



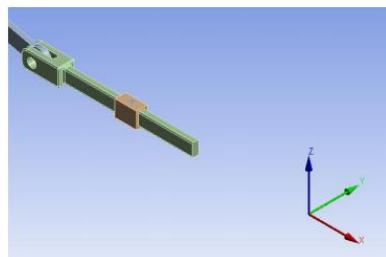
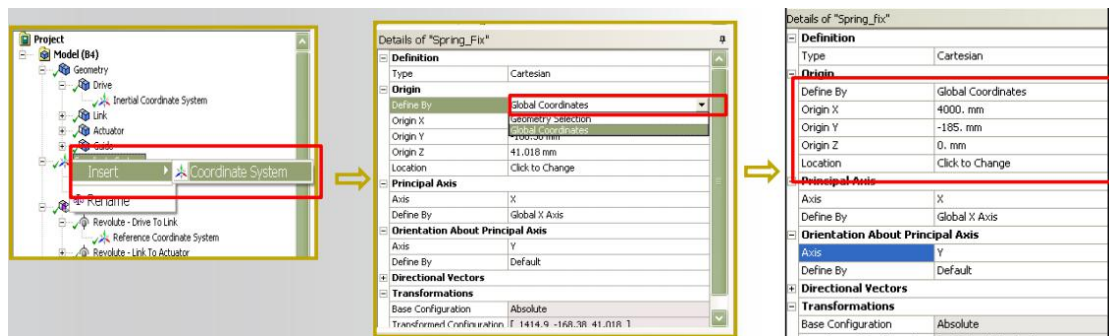
4.4 添加 body-body 关节平移关系到执行机构与导向机构的连接处，参考面选择执行机构上的一个侧面，移动面选择导向机构的一个侧面，详细如图所示。



4.5 添加 body-ground 关节固定关系到导向机构的上表面，如下图所示

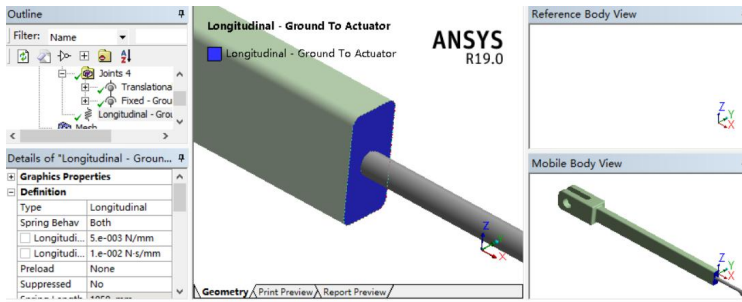


4.6 接下来用全局坐标系的值来定义弹簧的局部坐标系，具体操作如下图所示，插入坐标系--用全局坐标系定义--输入坐标数值 X=4000, Y=-185, Z=0, 定义完毕后局部坐标系如下图所示所示。



4.7 插入 body-ground--spring, 设置弹簧长度刚度为 0.005N/mm, 长度阻尼为 0.01N*s/mm, 并且选择刚才建立的局部坐标系, 最后把弹簧连接施加在执行机构的最右边平面上, 如

图中蓝色平面。



5) 在分析设置中将时间设置为 60s。

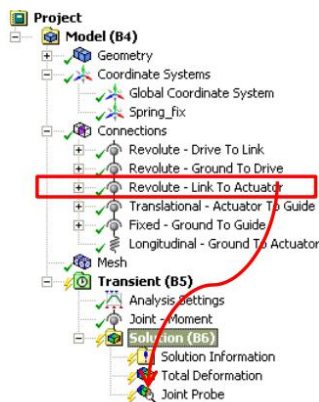
Details of "Analysis Settings"

Step Controls	
Number Of Steps	1
Current Step Number	1
Step End Time	60. s
Auto Time Stepping	On
Initial Time Step	1.e-002 s
Minimum Time Step	1.e-007 s
Maximum Time Step	5.e-002 s
Solver Controls	
Time Integration Type	Runge-Kutta 4
Use Stabilization	Off
Use Position Correction	Yes
Use Velocity Correction	Yes
Dropoff Tolerance	1.e-006

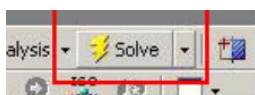
6) 接下来添加载荷，如图所示 Transient--insert--joint load 添加关节载荷，选择 Revolute-ground to Drive，数据输入选择 Tabular Data，具体曲线和表格数据如图所示。

Steps	Time [s]	Moment [N-mm]
1	0.	0.
2	60.	5000.

7) 在结果中插入 Total Deformation，并且拖动 Revolute-Link to Actuator 到 Solution 中添加 Joint Probe。

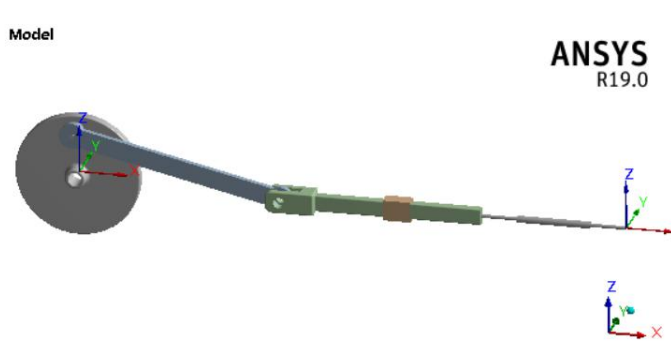


8) 点击 Solve 求解。



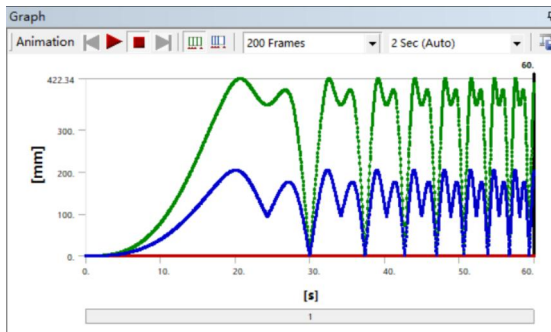
【案例总结】

1) 如下图所示是整个机构运动的动态效果。



(动图)

2) 从总变形结果可以看出，最大变形量为 422.34mm，从图中可知绿色为最大值，红色为最小值，蓝色为中间值，由于有弹簧的存在，整个运动周期是一个由慢到快的过程。



3) 从连杆和执行机构之间的关节探针中，红色为 X 方向受力，绿色为 Y 方向受力，蓝色为 Z 方向受力，紫色为总的受力，从图中可知随着转速的增加，关节受力呈现周期性并且越来越大。

