

定轴轮系齿轮传动

有一对外啮合渐开线直齿圆柱体齿轮传动.已知 $z_1 = 50, z_2 = 25, m = 4mm, \alpha = 20^\circ$, 两个齿轮的厚度都是 50mm。

1. 启动 ADAMS

双击桌面上 ADAMS/View 的快捷图标,打开 ADAMS/View。在欢迎对话框中选择“Create a new model”，在模型名称 (Model name) 栏中输入: dingzhoulunxi ; 在重力名称 (Gravity) 栏中选择 “Earth Normal (-Global Y)”；在单位名称 (Units) 栏中选择 “MMKS -mm,kg,N,s,deg”。如图 1-1 所示。

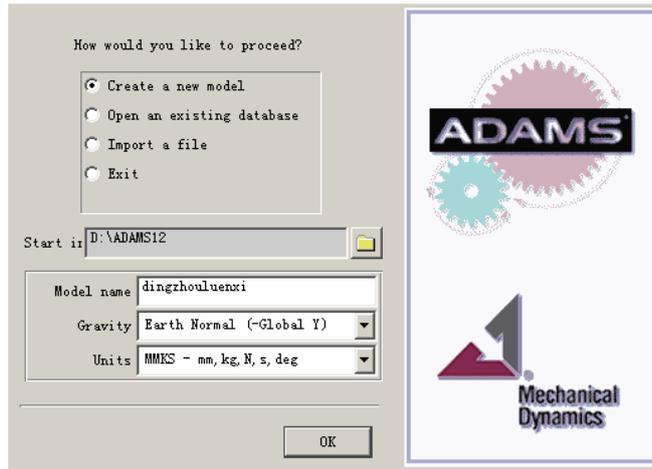


图 1-1 欢迎对话框

2. 设置工作环境

2.1 对于这个模型，网格间距需要设置成更高的精度以满足要求。在 ADAMS/View 菜单栏中，选择设置 (Setting) 下拉菜单中的工作网格 (Working Grid) 命令。系统弹出设置工作网格对话框，将网格的尺寸 (Size)中的 X 和 Y 分别设置成 750mm 和 500mm，间距 (Spacing) 中的 X 和 Y 都设置成 50mm。然后点击 “OK” 确定。如图 2-1 所表示。

2.2 用鼠标左键点击选择 (Select) 图标 ，控制面板出现在工具箱中。

2.3 用鼠标左键点击动态放大 (Dynamic Zoom) 图标 ，在模型窗口中，点击鼠标左键并按住不放，移动鼠标进行放大或缩小。

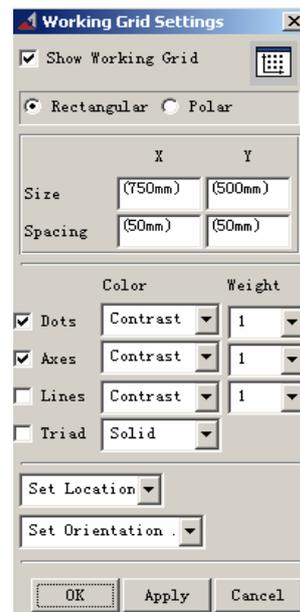


图 2-1 设置工作网格对话框

3.创建齿轮

3.1 在 ADAMS/View 零件库中选择圆柱体

 (Cylinder)图标，参数选择为 “New Part”，长度 (Length) 选择 50mm (齿轮的厚度)，半径 (Radius) 选择 100mm ($\frac{m \times z_1}{2} = \frac{4 \times 50}{2} = 100$)。如图 3-1 所示。

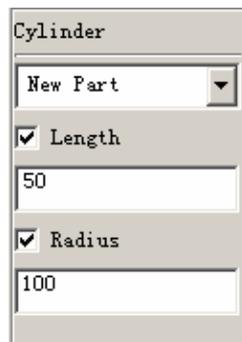


图 3-1 设置圆柱体选项

3.2 在 **ADAMS/View** 工作窗口中先用鼠标任意左键选择点 (0, 0, 0) mm, 然后选择点 (0, 50, 0)。则一个圆柱体 (**PART_2**) 创建出来。如图 3-2 所示。

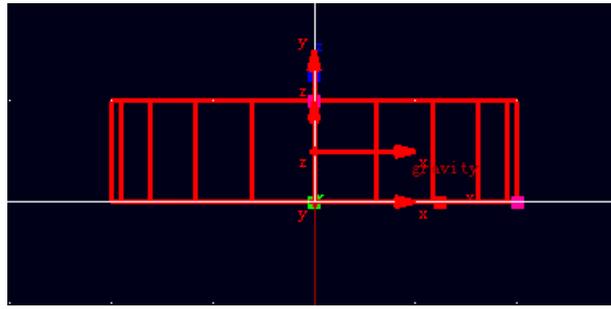
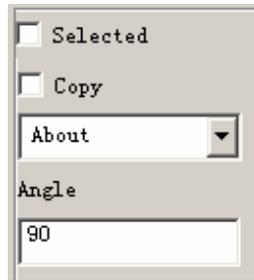


图 3-2 创建圆柱体(齿轮)

3.3 在 **ADAMS/View** 中位置/方向库中选择位置旋转 (**Position: Rotate...**) 图标 , 在角度(Angle)一栏中输入 90, 表示将对象旋转 90 度。如图 3-3 所示。

在 **ADAMS/View** 窗口中用鼠标左键选择圆柱体, 将出来一个白色箭头, 移动光标, 使白色箭头的位置和指向如图 3-4 所示。然后点击鼠标左键, 旋转后的圆柱体如图 3-5 所示。



3-3 位置旋转选项

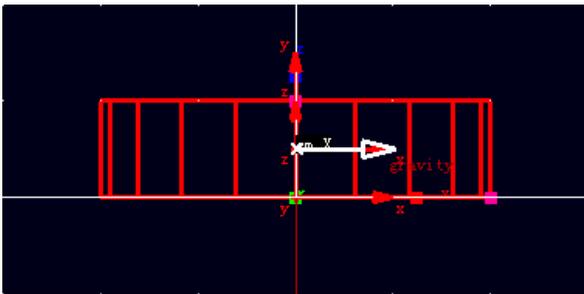


图 3-4 圆柱体的位置旋转

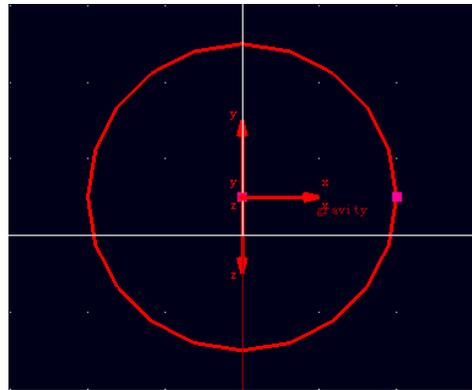


图 3-5 旋转 90 后的圆柱体

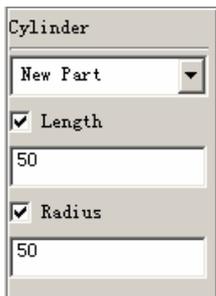
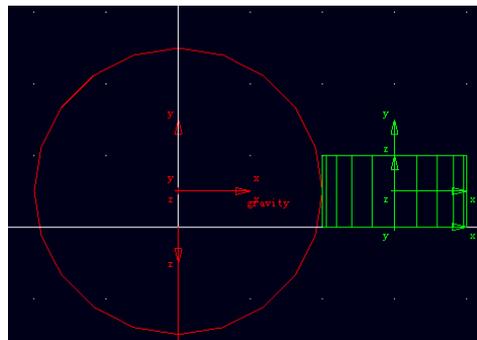


图 3-6 设置圆柱体选项

3.4 在 **ADAMS/View** 零件库中选择圆柱体

(Cylinder)图标 , 参数选择为“New Part”, 长度 (Length) 选择 50mm (齿轮的厚度), 半径 (Radius) 选择 50mm ($\frac{m \times z_2}{2} = \frac{4 \times 25}{2} = 50$),

如图 3-6 所示。在 **ADAMS/View** 工作窗口中先用鼠标左键选择点 (150, 0, 0) mm, 然后选择点 (150, 50, 0)。则一个圆柱体 (**PART_3**) 创建出来。如图 3-7 所示。



3-7 创建圆柱体(齿轮)

3.5 在 ADAMS/View 中位置/方向库中选择位置旋转 (Position: Rotate...)

图标，在角度(Angle)一栏中输入 90，表示将对象旋转 90 度。如图 3-3 所示。在 ADAMS/View 窗口中用鼠标左键选择圆柱体，将出来一个白色箭头，移动光标，使白色箭头的位置和指向如图 3-8 所示。然后点击鼠标左键，旋转后的圆柱体如图 3-9 所示。

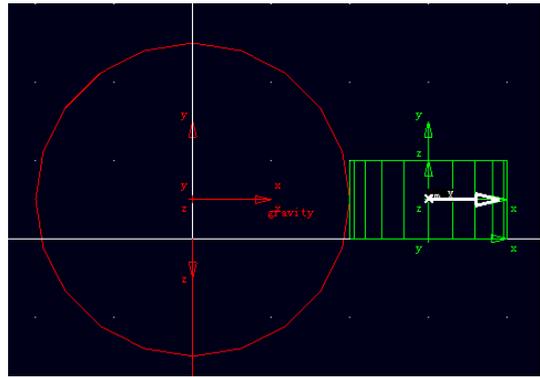


图 3-8 圆柱体的位置旋转

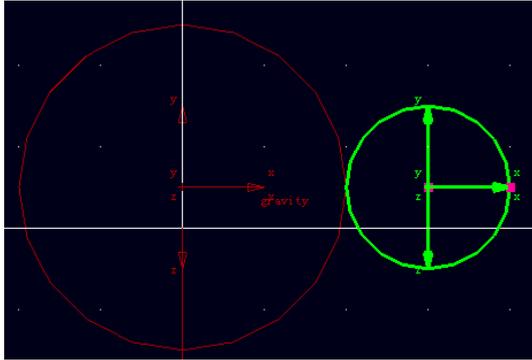
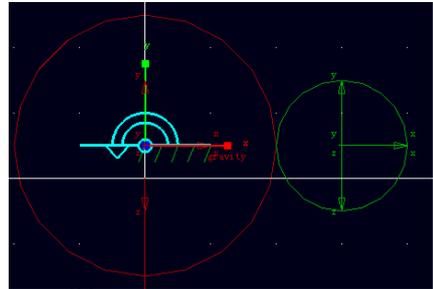


图 3-9 旋转 90 后的圆柱体

4. 创建旋转副、齿轮副、旋转驱动

4.1 选择 ADAMS/View 约束库中的旋转副 (Joint: Revolute)

图标，参数选择 2 Bod-1 Loc 和 Normal To Grid。在 ADAMS/View 工作窗口中先用鼠标左键选择齿轮 (PART_2)，然后选择机架 (ground)，接着选择齿轮上的 PART_2.cm，如图 4-1 所示。图中显亮的部分就是所创建的旋转副(JOINT_1) 该旋转副连接机架和齿轮,使齿轮能相对机架旋转。



图

4-1 齿轮上的旋转副

4.2 再次选择 ADAMS/View 约束库中的旋转副 (Joint: Revolute)

图标，参数选择 2 Bod-1 Loc 和 Normal To Grid。在 ADAMS/View 工作窗口中先用鼠标左键选择齿轮 (PART_3)，然后选择机架 (ground)，接着选择齿轮上的 PART_3.cm，如图 4-2 所示。图中显亮的部分就是所创建的旋转副(JOINT_2)该旋转副连接机架和齿轮,使齿轮能相对机架旋转。

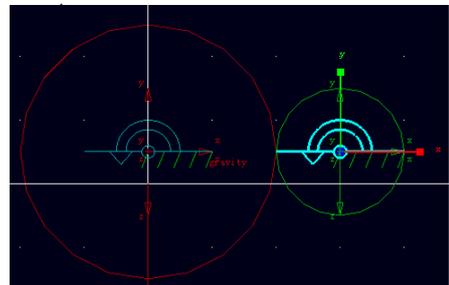


图 4-2 蜗杆上的旋转副

4.3 创建完两个定轴齿轮上的旋转副后，还要创建两个定轴齿轮的啮合点 (MARKER)。齿轮副的啮合点和旋转副必须有相同的参考连杆 (机架)，并且啮合点 Z 轴的方向与齿轮的传动方向相同。所以在本题中，啮合点 (MARKER) 必须定义在机架 (ground) 上，机架可以看作机架。

选择 ADAMS/View 工具箱的动态选择 (Dynamic Pick) 图标 ，将两个齿轮的啮合处进行放大，

再选择动态旋转图标 ，进行适当的旋转。选择 ADAMS/View 零件库中的标记点工具图标 ，参

数选择如图 4-3 所示。选择坐标为 (100, 50, 0)，如图 4-4 所示，图中显亮的部分就是所创建的啮合点 (MARKER_14)。



图 4-3 标记点的选项

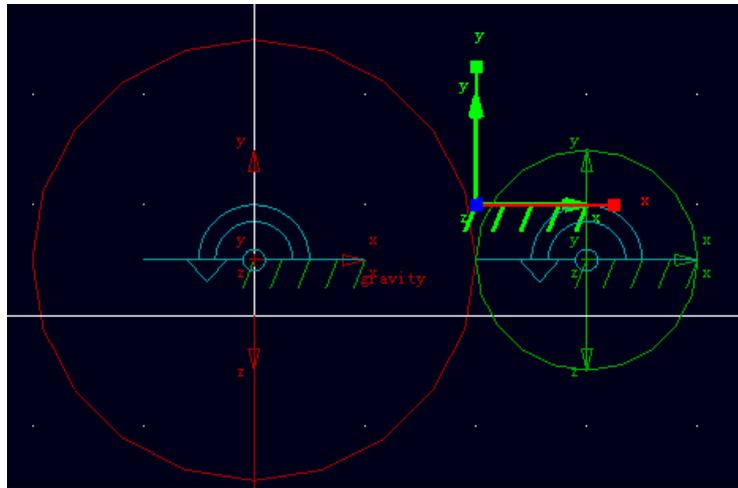


图 4-4 蜗轮蜗杆的啮合点

4.4 下面将对上面做出的啮合点进行位置移动和方位旋转,使该啮合点位于两齿轮中心线上,并使啮合点的 Z 轴方向与齿轮旋转方向相同。在 ADAMS/View 窗口中,在两个齿轮啮合处点击鼠标右键,选择--Marker: MARKER_14-->Modify, 如图 4-5 所示。在弹出的对话框中,将 Location 栏的值 100.0, 50.0, 0.0 改为 100.0, 25.0, 0.0(位置移动),将 Orientation 栏中的值 0.0, 0.0, 0.0 修改为 0, 90, 0(方位旋转)。如图 4-6 所示。点击对话框下面的 OK 键进行确定,旋转后的啮合点 (MARKER_14) 如图 4-7 所示。从图中可以看出,啮合点的 Z 轴 (蓝色) Z 轴的方向与齿轮的啮合方向相同。

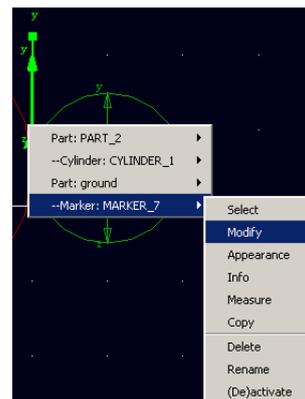


图 4-5 属性修改对话框

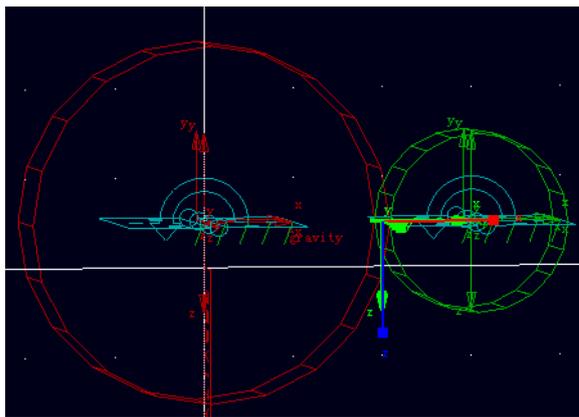


图 4-7 旋转后的啮合点

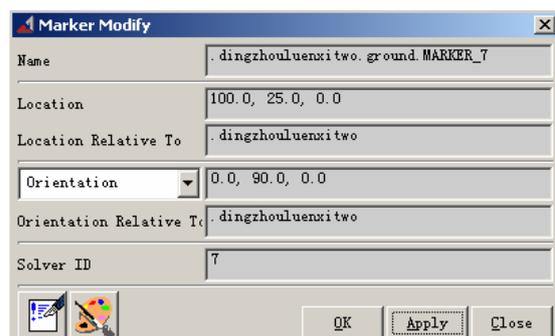


图 4-6 进行坐标轴的旋转

4.5 选择 ADAMS/View 约束库中的齿轮副 (Gear) 图标 ，在弹出的对话框中的 Joint Name 栏中，

点击鼠标右键分别选择 **JOINT_1**、**JOINT_2**。如图 4-7 所示。在 **Common Velocity Marker** 栏中，点击鼠标右键选择啮合点 (**MARKER_14**)。如图 4-8 所示，然后点击对话框下面的 **OK** 按钮，两个齿轮的齿轮副创建出来，如图 4-9 所示



4-7 齿轮副的创建对话框

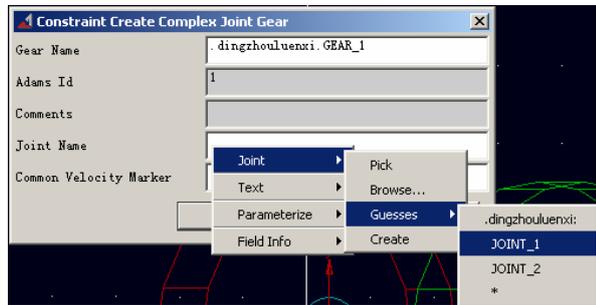


图 4-8 齿轮副的创建要素

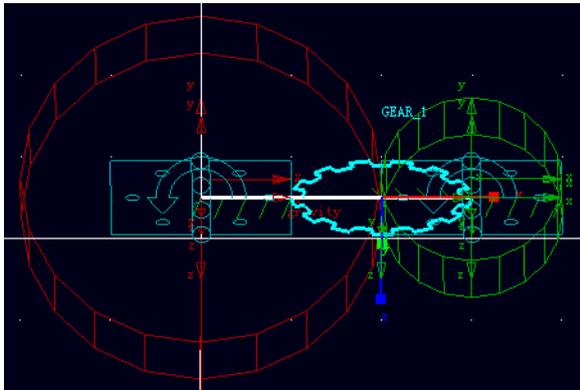


图 4-9 定轴齿轮的齿轮副

4.6 在 **ADAMS/View** 驱动库中选择旋转驱动 (**Rotational Joint Motion**) 按钮 ，在 **Speed** 一栏中输入 360，360 表示旋转驱动每秒钟旋转 360 度。在 **ADAMS/View** 工作窗口中，两个齿轮中任选一个作为主动齿轮，本设计中选择左边的齿轮 (红色的)，用鼠标左键点击齿轮上的旋转副 (**JOINT_1**)，一个旋转驱动创建出来，如图 4-10 所示，图中显亮的部分为旋转驱动。

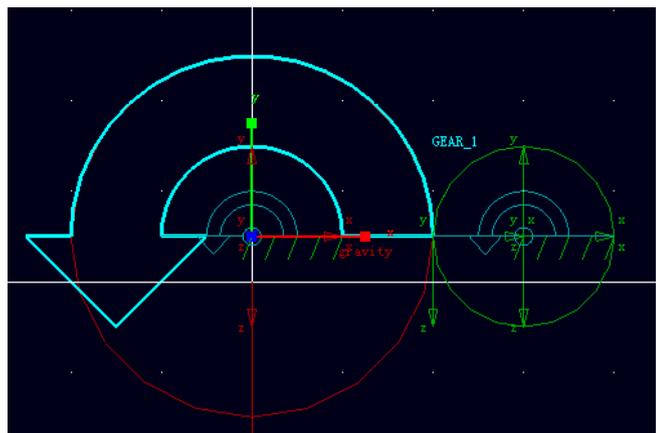


图 4-10 齿轮上的旋转驱动

5 仿真模型

5.1 点击仿真实按钮 ，设置仿真终止时间 (**End Time**) 为 1，仿真工作步长 (**Step Size**) 为 0.01，

然后单击开始仿真按钮 ，进行仿真。

5.2 对小齿轮的进行运动分析。因为大齿轮的齿数为 $z_1 = 50$ ，小齿轮的齿数 $z_2 = 25$ ，模数 $m = 4mm$ ，因此根据机械原理可以知道，对于标准外啮合渐开线直齿圆柱体齿轮传动，小齿轮的转速为大齿轮的 2 倍。对小齿轮的旋转副 JOINT_2 进行角位置分析。在 ADAMS/View 工作窗口中用鼠标右键点击小齿轮的旋转副 JOINT_2，选择 Modify 命令，如图 5-1 所示，在弹出的修改对话框中选

择测量 (Measures) 图标 ，如图 5-2 所示。在弹出的测量对话框中，将 Characteristic 栏设置为 Ax/Ay/Az Projected Rotation，将 Component 栏设置为 Z，将 From/At 栏设置为 PART_3.MARKER_5（或者 ground.MARKER_6），其他的设置如图 5-3 所示。然后点击对话框下面的“OK”确认。生成的时间-角度曲线如图 5-4 所示。

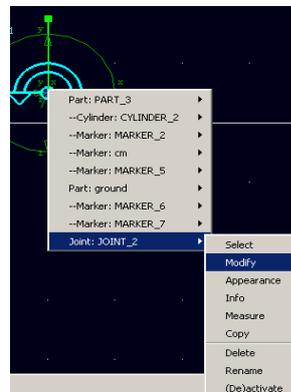


图 5-1 旋转副属性修改命令

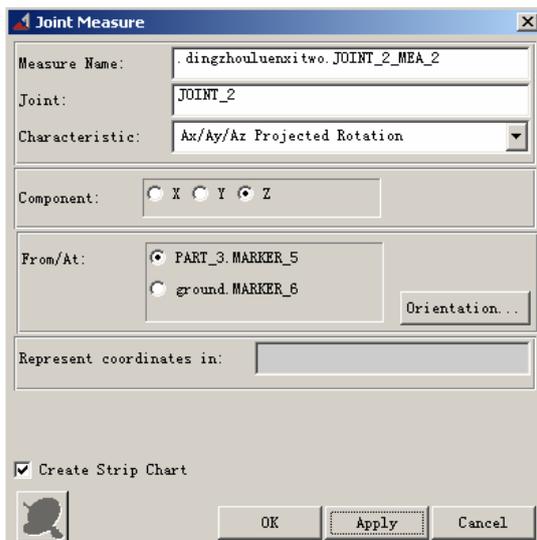


图 5-3 测量力对话框的设置

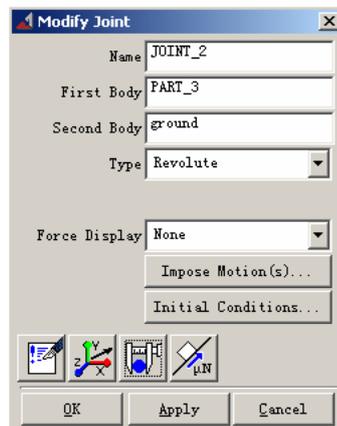


图 5-2 修改对话框

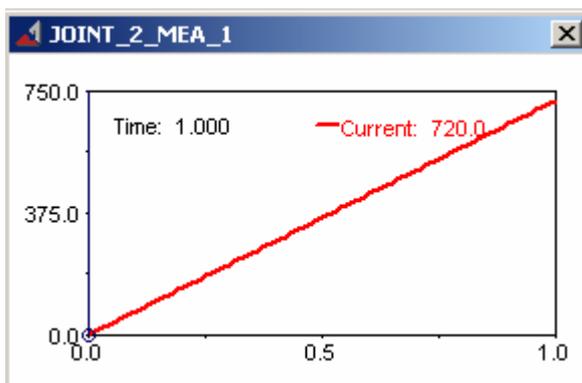


图 5-4 时间和角度的曲线图

由图 5-4 可以知道，当大齿轮每秒逆时针转过 360 度时，小齿轮顺时针转过的角度为 720 度，符合标准外啮合渐开线直齿圆柱体齿轮传动角速度与齿轮的分度圆半径成反比。

行星轮系齿轮传动

有一对外啮合渐开线直齿圆柱体齿轮传动.已知 $z_1 = 50, z_2 = 25, m = 4mm, \alpha = 20^\circ$ 。两个齿轮的厚度都是 50mm。

1. 启动 ADAMS

双击桌面上 ADAMS/View 的快捷图标,打开 ADAMS/View。在欢迎对话框中选择“Create a new model”，在模型名称 (Model name) 栏中输入: xingxingchiluen；在重力名称 (Gravity) 栏中选择 “Earth Normal (-Global Y)”；在单位名称 (Units) 栏中选择 “MMKS -mm,kg,N,s,deg”。如图 1-1 所示。

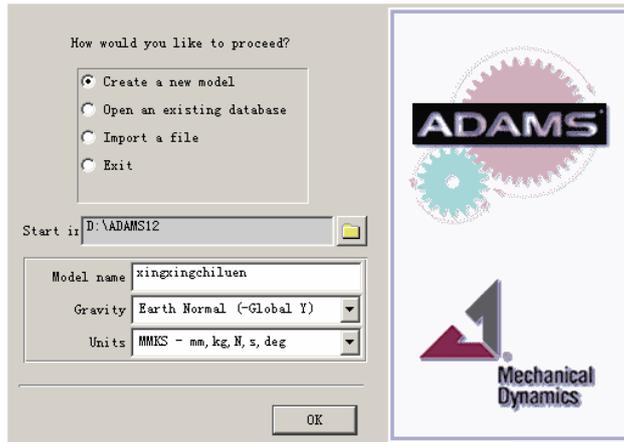
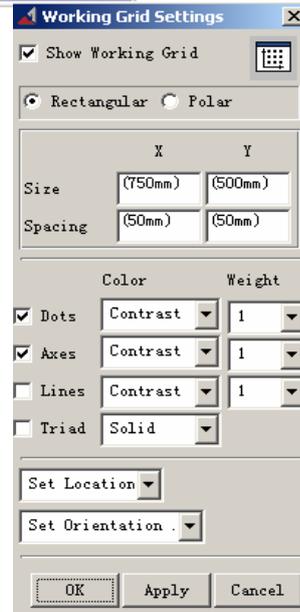


图 1-1 欢迎对话框

2. 设置工作环境

2.1 对于这个模型，网格间距需要设置成更高的精度以满足要求。在 ADAMS/View 菜单栏中，选择设置 (Setting) 下拉菜单中的工作网格 (Working Grid) 命令。系统弹出设置工作网格对话框，将网格的尺寸(Size)中的 X 和 Y 分别设置成 750mm 和 500mm，间距(Spacing)中的 X 和 Y 都设置成 50mm。然后点击 “OK” 确定。如图 2-1 所表示。



2.2 用鼠标左键点击选择 (Select) 图标 ，控制面板出现在工具箱中。

2.3 用鼠标左键点击动态放大 (Dynamic Zoom) 图标 ，在模型窗口中，点击鼠标左键并按住不放，移动鼠标进行放大或缩小。

图 2-1 设置工作网格对话框

3. 创建齿轮

3.1 在 ADAMS/View 零件库中选择圆柱

体(Cylinder)图标 ，参数选择为 “New Part”，长度 (Length) 选择 50mm (齿轮的厚度)，半径 (Radius) 选择 100mm

($\frac{m \times z_1}{2} = \frac{4 \times 50}{2} = 100$)。如图 3-1 所示。

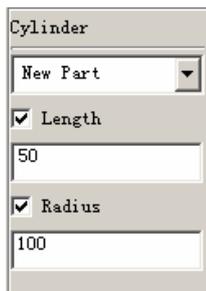
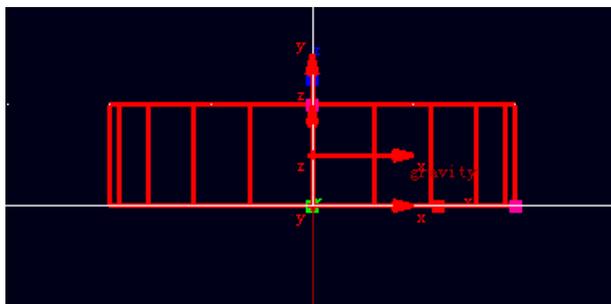


图 3-1 设置圆柱体选项

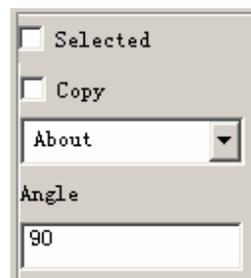
3.2 在 **ADAMS/View** 工作窗口中先用鼠标任意左键选择点 (0, 0, 0) mm, 然后选择点 (0, 50, 0)。则一个圆柱体 (**PART_2**) 创建出来。如图 3-2 所示。



3-2 创建圆柱体(齿轮)

3.3 在 **ADAMS/View** 中位置/方向库中选择位置旋转 (**Position: Rotate...**)

图标 , 在角度(Angle)一栏中输入 90, 表示将对象旋转 90 度。如图 3-3 所示。在 **ADAMS/View** 窗口中用鼠标左键选择圆柱体, 将出来一个白色箭头, 移动光标, 使白色箭头的位置和指向如图 3-4 所示。然后点击鼠标左键, 旋转后的圆柱体如图 3-5 所示。



图

3-3 位置旋转选项

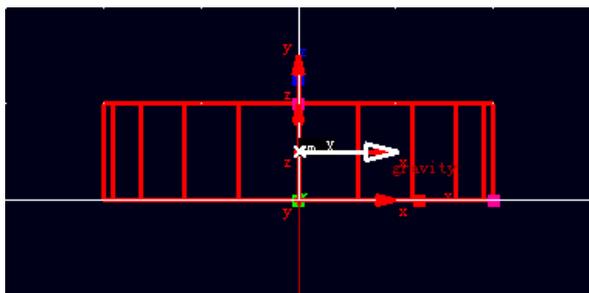


图 3-4 圆柱体的位置旋转

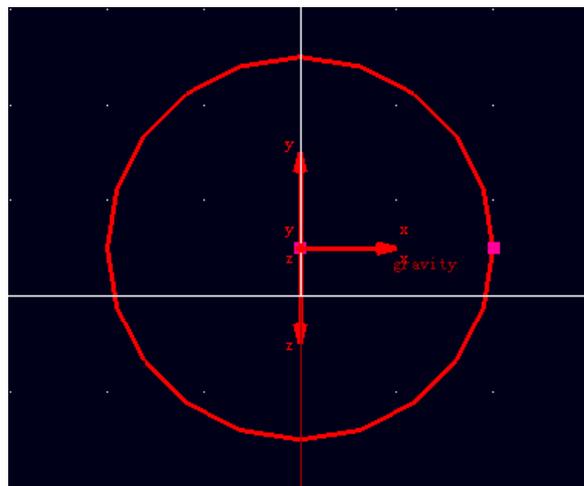
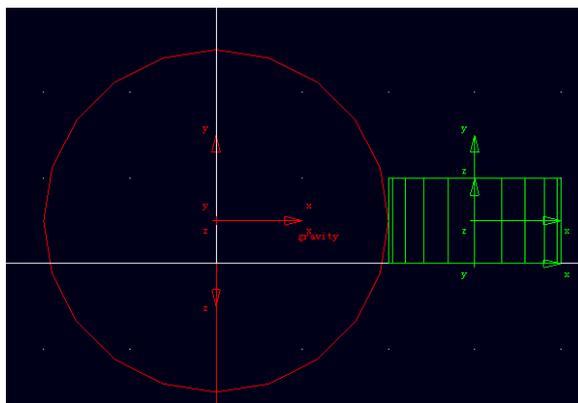


图 3-5 旋转 90 后的圆柱体

3.4 在 **ADAMS/View** 零件库中选择圆柱体

(Cylinder)图标 , 参数选择为“New Part”, 长度 (Length) 选择 50mm (齿轮的厚度), 半径 (Radius) 选择 50mm ($\frac{m \times z_2}{2} = \frac{4 \times 25}{2} = 50$) 如

图 3-1 所示。在 **ADAMS/View** 工作窗口中先用鼠标左键选择点 (150, 0, 0) mm, 然后选择点 (150, 50, 0)。则一个圆柱体 (**PART_3**) 创建出来。如图 3-6 所示。



3.5 在 ADAMS/View 中位置/方向库中选择位置旋转

(Position: Rotate...) 图标 ，在角度(Angle)一栏中输入 90, 表示将对象旋转 90 度。如图 3-3 所示。在 ADAMS/View 窗口中用鼠标左键选择圆柱体, 将出来一个白色箭头, 移动光标, 使白色箭头的位置和指向如图 3-7 所示。然后点击鼠标左键, 旋转后的圆柱体如图 3-8 所示。

图 3-6 创建圆柱体(齿轮)

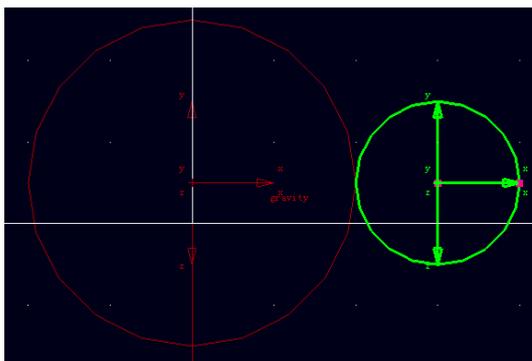
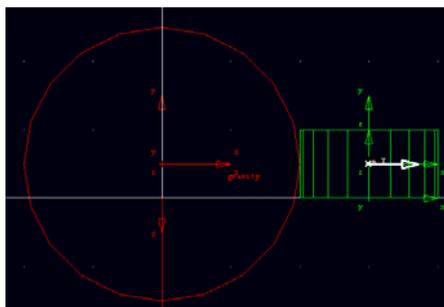


图 3-8 旋转 90 后的圆柱体

3-7 圆柱体的位置旋转

3.6 在 ADAMS/View 零件库中选择杆件(Link)图标 ，参数选择为如图 3-9 所示。在 ADAMS/View 工作窗口中先用鼠标左键选择点 PART_2.MARKER_1, 然后选择点 PART_3.MARKER_2。则一个连杆 (PART_4) 创建出来。如图 3-10 所示。

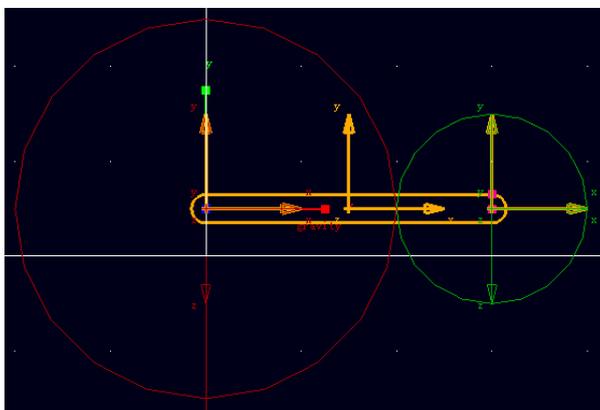
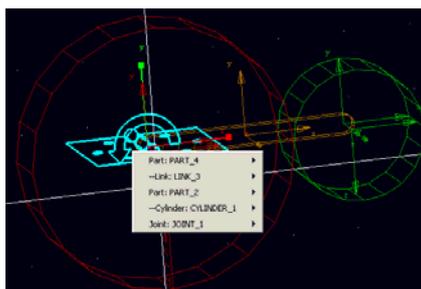


图 3-10 创建的连杆

4. 创建旋转副、齿轮副、固定副、旋转驱动

4.1 在本设计选择左边的齿轮 (红色的) 为固定齿轮选择 ADAMS/View 约束库中的旋转副 (Joint: Revolute)

图标 ，参数选择 2 Bod-1 Loc 和 Normal To Grid。在 ADAMS/View 工作窗口中先用鼠标左键选择连杆 (PART_4), 然后选择机架 (ground), 接着选择齿轮上的 PART_4.MARKER_3, 如图 4-1 所示。图中显亮的部分就是所创建的旋转副(JOINT_1), 该旋转副连接机架和连杆, 使连



杆能相对机架旋转。

4.2 再次选择 **ADAMS/View** 约束库中的旋转副

(**Joint: Revolute**) 图标 ，参数选择 **2 Bod-1 Loc** 和 **Normal To Grid**。在 **ADAMS/View** 工作窗口中先用鼠标左键选择齿轮 (**PART_2**)，然后选择连杆 (**PART_4**)，接着选择齿轮上的 **PART_2.cm**(或者 **PART_2.MARKER_1**)，如图 4-2 所示。图中显亮的部分就是所创建的旋转副(**JOINT_2**)，该旋转副连接连杆和固定齿轮,使连杆能相对固定齿轮旋转。因为 **JOINT_1** 和 **JOINT_2** 重合在一起，所以从图 4-2 中区分不出来。

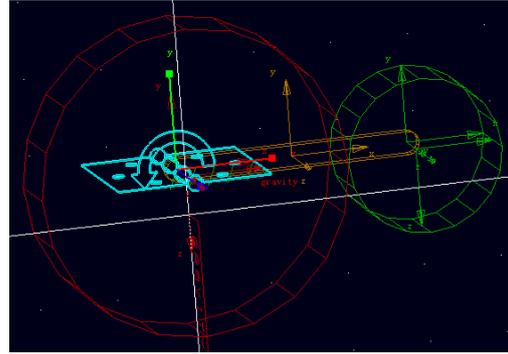


图 4-1 连杆的旋转副

4.3 再次选择 **ADAMS/View** 约束库中的旋转副

(**Joint: Revolute**) 图标 ，参数选择 **2 Bod-1 Loc** 和 **Normal To Grid**。在 **ADAMS/View** 工作窗口中先用鼠标左键选择齿轮 (**PART_3**)，然后选择连杆 (**PART_4**)，接着选择齿轮上的 **PART_3.cm**(或者 **PART_3.MARKER_2**)，如图 4-3 所示。图中显亮的部分就是所创建的旋转副(**JOINT_3**)，该旋转副连接连杆和行星轮,使连杆能带动行星轮旋转。

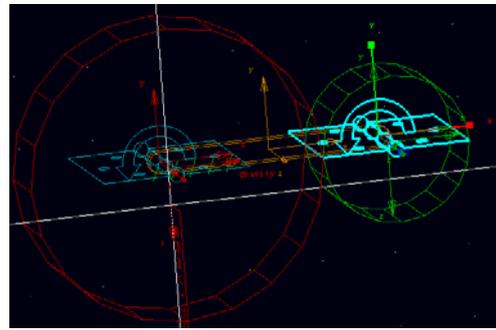


图 4-2 固定齿轮的旋转副

4.4 创建完两个齿轮和连杆上的旋转副后，还要创建两个齿轮的啮合点 (**MARKER**)。因为行星轮要在固定齿轮上做圆周运动，所以行星轮和固定齿轮的啮合点不是固定不动的，它随着行星轮的运动而不断地变化，因此，可以把啮合点固定在连杆上，因为连杆和行星轮一起做圆周运动，并且两齿轮旋转中心的连线一定经过啮合点。下面我们将把啮合点画在连杆，并且使啮合点 **Z** 轴的方向与齿轮的传动方向相同。

选择 **ADAMS/View** 零件库中的标记点工具图标 ，参数选择如图 4-4 所示。选择连杆 (**PART_4**)，在选择连杆上点 **PART_4.cm**，如图 4-5 所示，图中显亮的部分就是所创建的啮合点 (**MARKER_11**)。



图 4-4 标记点的选项

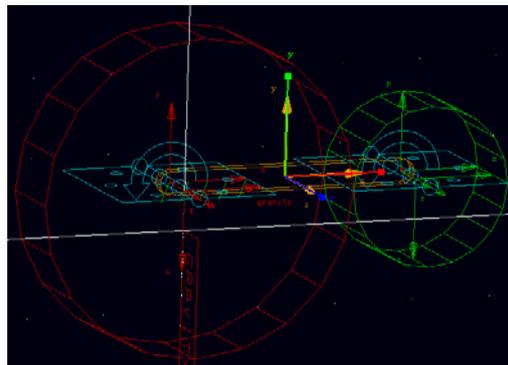


图 4-5 固定齿轮和行星轮之间的啮合点

4.5 上面所创建的啮合点不在两个齿轮的分度圆的交线上,下面将对上面做出的啮合点进行位置移动和方位旋转,使该啮合点位于两齿轮交线上,并使啮合点的 **Z** 轴方向与齿轮旋转方向相同。在 **ADAMS/View** 窗口中，在两个齿轮啮合处点击鼠标右键，选择--**Marker: MARKER_14**→**Modify**，如图 4-5 所示。在弹出的对话框中，将 **Location** 栏的值 75.0, 25.0, -25.0 改为 100.0, 25.0, -25.0(位置移动),将 **Orientation** 栏中的值 0.0, 0.0,

0.0 修改为 0, 90, 0(方位旋转)。如图 4-6 所示。点击对话框下面的 **OK** 键进行确定，旋转后的啮合点 (**MARKER_14**) 如图 4-7 所示。从图中可以看出，啮合点的 Z 轴 (蓝色) Z 轴的方向与齿轮的啮合方向相同。



图 4-6 进行坐标轴的旋转

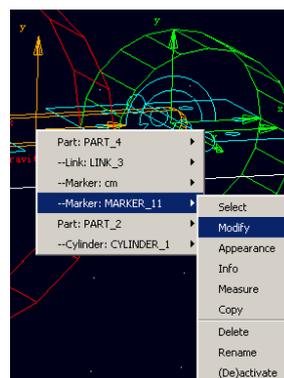


图 4-5 属性修改对话框

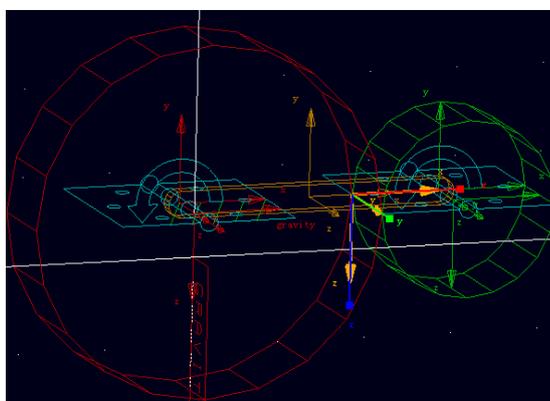


图 4-7 旋转后的啮合点

4.6 选择 ADAMS/View 约束库中的齿轮副 (Gear)

图标 ，在弹出的对话框中的 **Joint Name** 栏中，点击鼠标右键分别选择 **JOINT_2**、**JOINT_3**。如图 4-8 所示。在 **Common Velocity Marker** 栏中，点击鼠标右键选择啮合点 (**MARKER_11**)。如图 4-9 所示，然后点击对话框下面的 **OK** 按钮，两个齿轮的齿轮副创建出来，如图 4-10 所示



图 4-8 齿轮副的创建对话框



图 4-9 齿轮副的创建要素

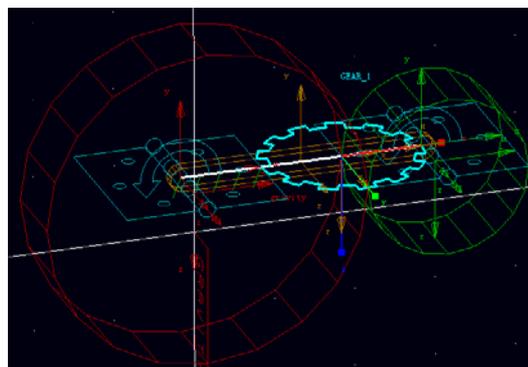


图 4-10 固定齿轮和行星轮的齿轮副

4.7 选择 ADAMS/View 约束库中的固定副(Fixed)图标，参数选择 2 Bod-1 Loc 和 Normal To Grid。在 ADAMS/View 工作窗口中先用鼠标左键选择固定齿轮 (PART_2)，然后选择机架 (ground)，接着选择齿轮上的 PART_2.cm(或者 PART_2.MARKER_1)，如图 4-11 所示。图中显亮的部分就是所创建的固定副 (JOINT_4)。



图 4-11 施加在固定齿轮上的固定副

4.8 在 ADAMS/View 驱动库中选择旋转驱动 (Rotational Joint Motion) 按钮，在 Speed 一栏中输入 360，360 表示旋转驱动每秒钟旋转 360 度。在 ADAMS/View 工作窗口中，两个齿轮中任选一个作为主动齿轮，本设计中选择左边的齿轮 (红色的)，用鼠标左键点击齿轮上的旋转副 (JOINT_1) 或者旋转副 (JOINT_2)，一个旋转驱动创建出来，如图 4-12 所示，图中显亮的部分为旋转驱动。

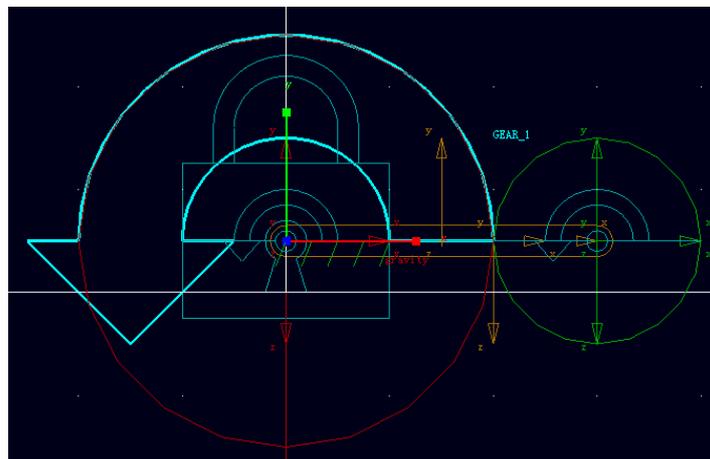


图 4-12 齿轮上的旋转驱动

5 仿真模型

5.1 点击仿真按钮，设置仿真终止时间 (End Time) 为 1，仿真工作步长 (Step Size) 为 0.01,然后点击开始仿真按钮，进行仿真。

5.2 对小齿轮的进行运动分析。对小齿轮的旋转副 JOINT_3 进行角位置分析。在 ADAMS/View 工作窗口中用鼠标右键点击小齿轮的旋转副 JOINT_3，选择 Modify 命令，如图 5-1 所示，在弹出的修改对话框中选择测量 (Measures) 图标

，如图 5-2 所示。在弹出的测量对话框中，将 Characteristic 栏设置为 Ax/Ay/Az Projected Rotation，将 Component 栏设置为 Z，将 From/At 栏设置为 PART_4.MARKER_10，(选择该 MARKER 点进行测量，将测量出小齿轮相对连杆(PART_4)的相对运动，而连杆的牵连运动已知，最后就能得到小齿轮的绝对运动)其他的设置如图 5-3 所示。然后点击对话框下面的“OK”确认。生成的时间-角度曲线如图 5-4 所示。

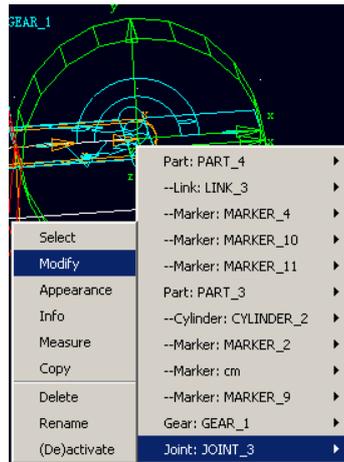


图 5-1 旋转副属性修改命令



图 5-3 测量力对话框的设置

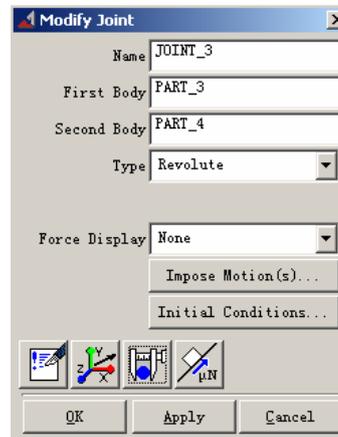


图 5-2 修改对话框

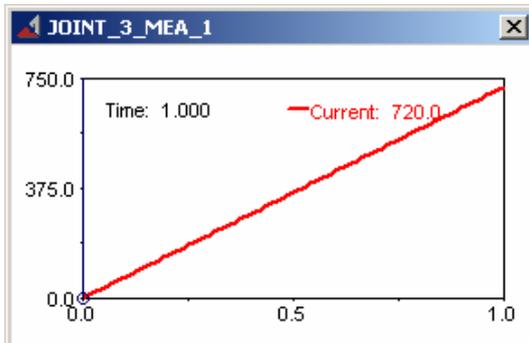


图 5-4 时间和角度的曲线图

在 ADAMS 中，以逆时针旋转为正方向。由图 5-4 可以知道，当杆件每秒逆时针转过 360 度时，小齿轮逆时针转过的角度为 720 度，即小齿轮绕大齿轮逆时针公转（牵连运动）360 度的同时，其逆时针自转（相对运动）720 度，绝对运动（合成运动）=牵连运动+相对运动=360+720=1080。根据机械原理上公式 (8-48)

$$\frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_2 - \omega_H} = -\frac{z_2}{z_1}$$

已知 $\omega_1 = 0$ (与机架固定)， $\omega_H = 360$ ， $z_1 = 50$ ， $z_2 = 25$ ，易得 $\omega_2 = 1080$ ，实际结果和理论计算相同。