universal mechanism

多体系统动力学仿真

UM 软件强基训练系列教程 (02)

四川同算科技有限公司

2022年5月

《UM软件强基训练系列教程》面向具有 UM 软件使 用基础的用户,作为对《UM 软件入门系列教程》和《UM 培训教程》的补充和强化,教程中使用的部分例子取自 UM 软件自带的模型。

希望读者重视基础, 勤加练习, 多多思考, 相信通过 每一次练习都能有所收获。

本例模型路径: C:\Users\Public\Documents\UM Software Lab\Universal Mechanism\9\SAMPLES\Education\MomImpulse

目录

1	UM INPUT 建模过程	4
1.1	建立几何模型	4
1.2	定义刚体参数	11
1.3	描述铰	13
1.4	添加力元	15
2	UM SIMULATION 仿真过程	17
2. 1	设置初始条件	17
2. 2	创建变量	
2.3	录制仿真动画	21





1 UM Input 建模过程

1.1 建立几何模型

GO1:由1个Parametric (灰色)和1个Profiled (棕色)组成。

Parametric Parameters: x=aplane*p1, y=bplane*p2, 赋值 aplane=1.5(m),

bplane=1.5(m), p1∈[-0.5,0.5], p2∈[-0.5,0.5], 离散点个数均为2。







Profiled Parameters:

Profile: Type of section 选择 Curve 2D, 勾选 Close, 点击 Description 右端的图标,打开曲线编辑器,分别通过两个点定义两个圆(注:定义第二个圆时可使用右键菜单的 Duplicate curve 功能,再修改点的坐标),设置比例系数 Scale X: 0.2, Scale Y: 0.2,最终形成一个内径 0.02(m)外径 0.04(m)的圆环。

Axis curve: Type of curve 选择 Straight line, Length: 0.2(m)。

escription GO pos Parametric Profi Type: Profile Comments/Text at	ition led d v + • • •	Description GO position Parametric Profiled Type: Profiled Commente/Text attribute C
Parameters Color Profile Axis curve Type of section Circle	s GE position Material	Parameters Colors GE position Material Profile Axis curve
Curve 2D	C Expression	Type of curve: Straight line 👻
Scale X: Scale Y:	0.200	Length 0.200
Number of points:	50 24	Number of points: 2
Description:	Curves: 2	Do not rotate about the tangent







	$4t_{x}$ t_{x} t_{y} t_{y}	
GE Position:	统Y 轴旋转 90()。	
	Description GO position	
	Parametric Profiled	
	Type: English	m
	Comments/Text attribute C	
	Parameters Colors GE position Material	
	Translation	
	x:	C
	у:	
	Z:	C
	Rotation	
	• 0	
	• 0	C
	γ v 90	C
	Shift after rotation	
	x:	C
	v:	C
	7:	C
	14//// r	
		~ ~
\mathbf{N}		
		\sim
+		
		$\langle \rangle$
		\backslash





GO2: 由1个Ellipsoid (紫色) 组成。

Ellipsoid Parameters: a=b=c=0.1(m).

Name: GO2	<i>%</i> + F	Î	Description GO position	
Comments/Text at	ttribute C	_	Ellipsoid	
			Type: 🥥 Ellipsoid 🗸 🕂 📑 🛍	
Description GO p	osition		Comments/Text attribute C	
Ellipsoid				
		÷	Parameters Colors GE position Material	
Common to Trank			Hide Assign to all GE	
-Comments/Text	attribute C		Diffuse	
Parameters c-I	an CE and Kan Material		Specular Ambient	
Semi-axes	ors GE position Material		Assign color from list:	
a: 0.1		C	~	r
b: 0.1		C	Shininess: <	•
c: 0.1		C	Visible side	
Discretization			Both OFront OBack	
Slices:	25		Wired	-
Stacks:	40	<u>7</u>	Width of curves: 1]
		1		
		AH -		





GO3: 由1个Box (黄色)和1个Cone (棕色)组成。

Box Parameters: A=1(m), B=C=0.05(m).

GE Position:沿X轴移动 0.5(m),再沿Z轴移动-0.025(m)。

	GO position
	Box Cone
	Туре: 🧉 Вох 🗸 🕂 💽
	Comments/Text attribute C
	Parameters Colors GE position Material
	Translation
escription GO position	x:
Box Cone	y:
	Z:
Type: 🥑 Box 🗸 🛨 🕩 🛅	Rotation
Comments/Text attribute C	• 0
	• 0
Parameters Colors GE position Material	• 0
A: 1 C	Shift after rotation
B: 0.05	x: 0.5
C: 0.05	γ:
	z: -0.025
	λ
V	
/	
/	
/	





Cone Parameters: R2=0.1(m), R1=0.08(m), h=0.02(m).

GE Position: 先绕 Y 轴旋转 90(°), 再沿 Z 轴移动 0.06(m)。

			Description GO position	
			Box Cone	
escription GO	position		Type: 🔥 Cone 👻 🛨 💽	t
ox Cone	2		Comments/Text attribute C	
	_ _ [1 @		
ype. 📣 Co	one 🔻 Trug		Parameters Colors GE position Material	
Comments/Tex	ct attribute C		Translation	12
			x:	1
Parameters (Colors GE position Mater	rial	y:	0
Radius (R2):	0.1	C	Z:	0
Radius (R1):	0.08	C	Rotation	17
Height (h):	0.02	C	¥ ▼ 90	
Number of poi	nts			1
Bottom circle:	20	1		
Generatrix:	2	2	Shift after rotation	I
Angles: 0.00	1.00	*/		I.
Closing			<i>n</i> .	10
closing.	(none)	•	2: 0.06	ġ.
t				-
	Le la			





GO4:由1个Spring(灰色)组成。

Spring Parameters: Radius=0.07(m), Height=1(m), Bar diameter=0.015(m), Number of coils=13(\mathbb{B}).

		Description GO position	
		Spring Type: Spring	+ 🕩 🛍
escription GO positio	n	Comments/Text attribute C	
Spring			
		Parameters Colors GE pos	sition Material
Type: 🗿 Spring	- + H	Translation	1100001001
Comments/Text attrib	oute C	x:	
		у:	L.
Parameters Colors	GE position Material	Z:	
		Rotation	
1 Left	Right		<u>[</u>
Radius:	0.07		
Height:	1		
Bar diameter (d):	0.015	Shift after rotation	
Number of coils:	13 🛃	x:	
Coil discretization:	20	у:	
Bar discretization:	10 🚺	Z:	[[
	T	tt	\geq





1.2 定义刚体参数

Base0: Base0 是每个 UM 多体系统中固有的零号物体,不需要单独创建,可以赋予 几何图形,如下图,将 GO1 赋给 Base0,即作为 Scene image。



Body1: 选择几何 GO2, 勾选 Compute automatically 自动计算质量和转动惯量参数。







Body2: 选择几何 GO3, 定义质量 0.1 (kg), 绕 Z 轴方向转动的转动惯量 0.1 (kg*m²)。







1.3 描述铰

jBase0_Body2:选择Base0作为铰的1号物体,Body2为2号物体,类型为Rotational。

Joint points (0, 0, 0.1) 和 (0, 0, 0);

Joint Vectors (0, 0, 1) 和 (0, 0, 1)。







jBody2_Body1:选择 Body2 作为铰的 1 号物体, Body1 为 2 号物体, 类型为

 $Translational_{\,\circ}$

Joint points (0, 0, 0) 和 (0, 0, 0);

Joint Vectors (1, 0, 0) 和 (1, 0, 0)。



Description: 在 Value 处输入 0.8 (m), 作为初始条件。

Name, jo		
Body 1:	Body2:	
Body2	- Body1	
Type: 🛃	Translational	į,
Geometry	Description Joint force	
Configura	ation	
Rotation:	: 0.0000000000	1/
Shift:	0.0000000000	*∕₊
Joint coor	ordinate	
Joint coor	ibed function of time	





1.4 添加力元

Identifiers: 在添加力元前,先在左侧下方的标识符列表手动添加两个参数符号。 ampl=0.4 (m), cstiff=1000,如下图。

Whole list			Edit identifier	r	23
Name	Expression	Value	Name:	cstiff	
aplane	1.5		Expression:	1000	C
bplane	1.5				
ampl	0.4		Comment:		
cstiff	1000			Analy Control	

Bipolar forces: 选择 **Body1** 作为力元的1 号物体, **Body2** 为2 号物体, **GO4** 为几何 图形, 类型为 Expression。

Attach points: 1 号物体连接点坐标(-0.07, 0, 0), 2 号物体连接点坐标(0.07,

0, 0), 自动计算出当前距离/长度为 0.66(m)。

Expression: 定义力元函数表达式 F=-cstiff*(x-ampl),表示弹簧在自由状态下 长度为 ampl, x 指的是力元实际长度。





4 1 Tenne			ion []	HE De I			
	301	1			Name: bFrc1	+	□ □
	GO2						
	GO3				Comments/Text	attribute C	
	GO4						
a 🗾 Bodie	es		1	1	Padute	Padu 2	
💙 E	Body1				Body1:	Body2;	-1
	Body2			1	BOUYI	▼ Body2	<u> </u>
A R Joint	S De de D				GO: GO4		•
	Baseu_Body2 Body2 Body1	E					
A Sipol	ar forces			t	Autodetection		
a-b t	Frc1				Attachment poir	its	
G+ Scala	ar torques				13 Body 1:		
	ar forces	44			-0.07		C
	act forces			t	Body 2.		
	rces				0.07	C	C
Spec	ial forces			0000000	0.07		
				a distribution of the second	Length 0.66		
	• m r = * =	m, etn, con			a+b Expression		•
				1	Description of fo	orce/moment	
Whole list			- 1		Pascal/C expres	sion: F=F(x,v,t)	
Name	Expression	Value			Example:	1	
aplane	1.5				-csuff*(x-x0)-c	diss=v+ampi=sin(om=t)	
bplane	1.5				F= -cstiff*(x-a	mpl)	P
ampl	0.4			\backslash			
cstiff	1000			1			
				1			
11							
			1				

完成建模: 切换为全局显示, 设置背景颜色为灰色, 保存模型。







2 UM Simulation 仿真过程

2.1 设置初始条件

运行 UM Simulation 程序,加载模型(最好关闭 UM Input 程序),在仿真控制界面的 Initial conditions 页面可以查看铰坐标和系统自由度。设置 body2 沿 Z 轴转动的初速 度为 1(rad/s),注意定义 body1 的铰时已经指定了初始位移/坐标为 0.8(m)。

bject	simu		10.20		-			-			1					
So	lver	_	Ide	entifiers		Initial	condit	ions	Objec	t variables:	XVA	Informa	ition	Tools		
Coordi	inates	C	Cons	traints	on initia	al condi	tions								 	
2	B	(a	\odot	Θ	x=Ø	v=0	1								
	~	£.	~	Coordi	nate		٧	elocity		c	Comment					
1.1				0			1			jE	Base0_Body2	la				
1.2				0.8			0			jE	Body2_Body1	1c				
Mes	ssage er of d	.0.1	dx f. =	= 2	0.1 [j da	1=	0.1								





2.2 创建变量

打开变量向导,创建 body1 坐标 Coordinate 的矢量 V,拖入动画窗口,即可记录 body1 的运动轨迹。

a+b Expression	User variables	🕪 Reactions	Coordinate	es 💽 S	olver variables	📑 All fo	orces id	Identifiers	
🥩 Variables for	group of bodies	Soint forces	s 🔗 Bipol	ar forces	🛕 Angular v	ariables	🛃 Linear	variables	
🖃 🔳 momimp	oulse	Selected							
Body1		Body 1							
Body2		Coordinates of	point in the body	-fixed frame	of reference				
			0			0		0	
		Type							
		Coordinate			🔘 Bipolar ve	ector			
		O Velocity			🔘 Bipolar ve	elocity			
		Acceleration			🔘 Bipolar ad	celeration			
		Component							
		© x	© Y	() Z	0	IVI	() V		
		Resolved in SC	ofbody						
		Base0						*	
		Relative to body	v						
		Base0						-	
			0	6		0			
			0					0	
:v(Body 1)	C	oordinates of point ((0,0,0) of body B	ody1relative	e to Base0, SC Ba	se0, Vector		7	
v(Body 1)									





注意:动画窗口中的变量列表默认是隐藏的,可通过右键菜单设置其显示的位置,

双击某个变量可修改颜色。







创建 body2 的角速度 Ang.velocity 矢量 V 并拖入动画窗口。

创建 body2 的角速度 Ang.velocity 绕 Z 轴转动的分量 Z 并拖入绘图窗口。

+b Expression User variables	the Reactions	Coordinate	es 💽 S	olver variables	📑 All f	orces id	Identifier
🥩 Variables for group of bodies	🔍 Joint forces	🔊 Bipol	ar forces	🛆 Angular	variables	🛃 Linear	variables
Body1	Selected						
	Body2						
	Type of variable						
	Component	© Y	© Z	C		© V	
	Resolved in SC o	ofbody					
	Base0	,					-
	Relative to body	,					
	Base0	10					-
		d. Dadu 2 adation		7 Page and			
1:z(Body2)	Angular velocity of boo	dy Body2 relative	e to Base0, S	SC Base0, projec	tion Z		
1:z(Body2) (Body1) :v(Body2) :z(Body2)	Angular velocity of boo	dy Body2 relative	e to Base0, S	GC Base0, projec	tion Z		7
1:z(Body2) (Body1) :v(Body2) :z(Body2)	Angular velocity of boo	dy Body2 relative	e to Base0, S	iC Base0, projec	tion Z		
1:z(Body2) (Body1) :v(Body2) :z(Body2)	Angular velocity of boo	dy Body2 relative	e to Base0, S	SC Base0, projec	tion Z		





2.3 录制仿真动画

录制仿真动画:点击动画窗口工具栏第一个按钮^{QQ},选择 Save animation,在弹出 窗口勾选 Save animation 和 Codec 下拉菜单中选择 Lagarith Lossless Codec 或其他选项, 然后点击 Apply。(注意:文件路径不能包含中文字符和空格)

✓ Save animation	n		
Copy step	0.02000000	1	
File name	momimpulse		- 7
Time scale	1.0000	14	
Compression			
Codec:		-	
Uncom	pressed oft Video 1	h	
Lagarit	h Lossless Codec		

设置仿真时间为10(s),开始仿真,仿真过程中不要关闭动画窗口,直到计算完毕, 点击确定和 Interrupt,会自动在模型目录下生成动画文件 momimpulse.avi。

名称	日期	类型	大小	标记
J History	2022/5/16 星期一 10:13	文件夹		
🛅 input.dat	2022/5/16 星期— 09:45	Universal Mecha	5 KB	
🖻 input.xv	2022/5/17 星期二 09:19	UM Document. I	1 KB	
🖻 last.fin	2022/5/17 星期二 09:22	UM Document. F	1 KB	
m last.icf	2022/5/17 星期二 09:22	UM Document	5 KB	
🖬 last.par	2022/5/17 星期二 09:22	UM Document	1 KB	
🛍 last.xv	2022/5/17 星期二 09:22	UM Document. I	1 KB	
🔳 momimpulse.avi	2022/5/19 星期四 15:53	视频剪辑	2 705 KB	
📭 momimpulse.png	2022/5/19 星期四 15:51	PNG 图像	95 KB	
🛃 object.bmp	2022/5/16 星期— 09:45	BMP 图像	226 KB	





仿真结果如下图:



4

22

1.302

2.888

8

6

10

强基训练