universal mechanism

多体系统动力学仿真

UM 软件强基训练系列教程 (12)

四川同算科技有限公司

2022年8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。

本例模型可参考: "C:\Users\Public\Documents\UM Software Lab\Universal Mechanism\9\SAMPLES\Rail_Vehicles \simple_ 18_100 "和"C:\Users\Public\Documents\UM Software Lab\Universal Mechanism\9\SAMPLES\Rail_Vehicles \wedgetest "

目录

1 三	大件式货车转向架建模	. 4
1.1	添加轮对子系统	4
1.2	导入几何模型	6
1.3	定义刚体参数	8
1.4	描述较	10
1.5	承载鞍力元描述	12
1.6	摇枕弹簧力元描述	20
1.7	导入摩擦斜楔子系统	23
1.8	连接虚拟车体	29





1 三大件式货车转向架建模

请先从同算科技网站(<u>www.tongsuan.cn</u>)资料下载页面下载本例模型素材(<u>三大件</u> <u>式货车转向架建模素材.zip</u>),然后解压缩。

运行 UM Input 程序,新建一个模型,保存为 bogie。

1.1 添加轮对子系统

轮对 1: 先在左侧模型树选中 Subsystems, 然后点击右侧面板上的加号按钮, 从 Type 下拉菜单选择 Wheelset, 创建一个标准轮对子系统, 在轮对子系统的 General 页面 设置车轮半径 Radius=0.475 (m), 其余选项和参数保持缺省。



在轮对子系统的 Position 页面调整轮对的空间位置, x=wheelbase/2, z=rwheel,

其中 wheelbase=1.85(m), rwheel=0.475 (m)。





Name: 轮对1 -	⊦ 🕩 🛍) Name: 轮对1 + 🕩 🗑
Type: 🕂 Wheelset	~	✓ Type: ₩ Wheelset ✓
Comments/Text attribute C		Comments/Text attribute C
Edit subsystem		Edit subsystem
General Position Identifiers Inerti	a parameters	General Position Identifiers Inertia parameters
Translation x: wheelbase/2 z:	C	Translation x: wheelbase/2 C z: rwheel C
Initialization of values	×	Initialization of values X
Identifier Value	Comment	Identifier Value Comment
wheelbase 1.85		rwheel 0.475
Accept Add to the sheet:	list 🗸	Accept Add to the sheet:

轮对 2: 复制轮对 1 生成轮对 2, 修改位置 x=-wheelbase/2。







1.2 导入几何模型

点击工具栏图标2,依次导入几何模型弹簧.img,斜楔弹簧.img,侧架.img,摇枕.img。













1.3 定义刚体参数

侧架左:选择几何**侧架**, Mass=500 (kg), ix=15 (kg·m²), iy=170 (kg·m²), iz=160 (kg·m²), 质心坐标(0, 0, 0.525)。



侧架右:复制侧架左生成侧架右。







摇枕:选择几何摇枕, Mass=700 (kg), ix=400 (kg·m²), iy=40 (kg·m²), iz=400

(kg·m²),质心坐标(0,0,0.7)。







1.4 描述铰

jBase0_侧架左:选择 **Base0** 作为较的1号物体,**侧架左**为2号物体,类型为6d.o.f。 较接点坐标分别为(0, 1.018, 0)和(0, 0, 0)。



jBase0_侧架右:选择 Base0 作为较的 1 号物体, 侧架右为 2 号物体, 类型为 6 d.o.f。 较接点坐标分别为 (0, -1.018, 0) 和 (0, 0, 0)。



Universal Mechanism 9

强基训练





jBase0 摇枕:选择 Base0 作为铰的1号物体,摇枕为2号物体,类型为6d.o.f。

铰接点坐标都为(0,0,0)。





1.5 承载鞍力元描述

货车转向架一般采用承载鞍来连接轮对和侧架,其纵向、横向、垂向以及摇头都具 有明显的非线性特征,应采用恰当的力元进行模拟。

这里,我们采用 Special forces 里的 Bushing 力元来描述纵向、横向和摇头方向的双侧非线性。

轴箱间隙左前:选择特殊力元 Bushing,选择**轮对 1.Wset** 作为 1 号物体,**侧架左**作为 2 号物体。

Position: Body1 上连接点坐标(**0**, **1.018**, **0.173**), 勾选 Autodetection 自动 计算出该点在 Body2 上的坐标值。

	Name:	轴箱间隙	左前		+	Ð	Û
	Commer	ts/Text a	ttribute (2			
	Body1: 4순장1.W	Set	•	Body2: 侧架左			•
	Type:	Bushing		KINK/L			~
[Autode	tection					
	Position	Descript	ion				
	Body 1	Body 2					
	ि Vis ⊤Transla	ual assign ition	ment				
	x:						С
$\langle \rangle$	y: 1.0	18					С
	z: 0.1	.73					С

Description:从下拉菜单选择 Pointwise 类型,每个方向的刚度可通过非线性的力学特性曲线来体现。点击 并按钮,打开曲线编辑器,这里可以直接输入描述非线性力学特性的数据点;也可以事先在记事本中准备好两列数据(位移力),并修改后缀为 crv,推荐采用后者。

注:最好先在参数列表添加两个标识符 cstiff=1e8, cdiss=3e4。











en curve euror - Bushing - CZ				_	
	+ + [‡]	Line	~	🖻 🖪 🔋	12
	N	х	Y	Тип	Smoothing
	⊡ · Curve 1				
	- 1	-0.001	0	Line	Yes
	2	0.001	0	Line	Yes
	٢			ОК	Cancel
Curve editor - Bushing - CAZ				-	
0001	+ +	Line	~	🖻 🖪 🖺	1
	N	х	Y	Тип	Smoothing
	⊡ · Curve 1				
	- 1	-0.018	-cstiff*0.0	Line	Yes
	- 2	-0.017	0	Line	Yes
	- 3	0.017	0	Line	Yes
-0.01 0 0.01	- 3	0.017 0.018	0 cstiff*0.0	Line	Yes Yes



设置线性阻尼参数: DX=cdiss, DY=cdiss, DAZ=cdiss*0.1。



Name:	轴箱间隙左前 十	F	Û	
Comn	nents/Text attribute C			
Body 1	. Body2:		_	
轮对1			-	1
Type:				
Type.	Using Bushing		~	
Auto	odetection			
Positio	on Description			
Type:	Pointwise		\sim	
DX	cdiss		^	
DY	cdiss			
DZ				
DAX				
DAY				
DAZ	cdiss*0.1		~	
CX	Number of points: 4			
CY	Number of points: 4			
CZ	Number of points: 2			
CAX	Number of points: 2			
CAY	Number of points: 2			
CAZ	Number of points: 4			

复制**轴箱间隙左前**生成**轴箱间隙右前**,选择**侧架右**作为2号物体,修改Body1上连接点坐标(0,-1.018,0.173)。

复制轴箱间隙左前生成轴箱间隙左后,选择轮对 2.WSet 作为1号物体。

复制**轴箱间隙左后**生成**轴箱间隙右后**,选择**侧架右**作为2号物体,修改Body1上连接点坐标(0,-1.018,0.173)。





Object bogie	- 🗆 X
✓ Curves FRV Variables ♥ Attributes ♥ Bodes ● Bodes ● Bodes ● Bodes ● Boder ● Contact forces ● Contact forces ● T-forces ● Mafialingkzhi ● Mafialingkzhi <td< td=""><td>Name: 抽箱间隙右后 ▲ ● ● Comments/Text attribute C ● ● ● ● Body 1: Body 2: ● ● ● ● Body 1: Body 2: ●</td></td<>	Name: 抽箱间隙右后 ▲ ● ● Comments/Text attribute C ● ● ● ● Body 1: Body 2: ● ● ● ● Body 1: Body 2: ●
Name Expression Value ^	CAX Number of points: 2
v0 20	
wheelbase 1.85	CAT Number of points: 2
rwheel 0.475	CAZ Number of points: 4





下面,我们采用 Contact forces 接触力元描述垂向的单侧非线性。

轴箱-侧架左前:选择侧架左作为1号物体,轮对1.WSet作为2号物体,类型选择 Points-Plane。

Parameters: 动摩擦系数 0.3, 静摩擦系数 0.36, 刚度系数 cstiff, 阻尼系数 cdiss。

Geometry: 在**侧架左**刚体上添加两个接触点,(0.925,0.07,0.648)和(0.925,-0.07,0.648); 通过指定**轮对1.WSet**上点(0,1.018,0.173)和外部法向(0,0,1)来确定接触平面。

Name: 抽 箱-侧架左	前 十 十	Î	Name: 抽箱	音-侧架左前	+ 🕩	Û
Comments/Text attrib	oute C		Comments/1	Fext attribute C		
Body1:	Body2:		Body 1:	В	odv2:	
侧架左	✔ 轮对1.WSet	-	侧架左	▼ ¥	汉 1.WSet	-
Type: 🞽 Points-Plane		~	Type: 볼 Poi	nts-Plane		~
Parameters Geomet	ry		Parameters	Geometry		
Sliding parameter	5		Points	s (侧架左)		
Friction coef. (f):	0.3	С	∔ 篇	₿ ₽		
Friction coef. (f0):	0.36	С		~ _	0.640	
Velocity (vs):		С	0.925	0.07	0.648	
Stribeck coef. (delta): 1	С	0.925	-0.07	0.648	
Friction coef. (nu):		С				
Parameters of nor	mal contact					
Stiffness coef. (c):	cstiff	С				_
Damping coef. (d):	cdiss	С	< Plane (乾) 것	1.WSet)		>
			Point:	1.11000	ጚ _ኔ	
Unlimited plane				C 1.018	C 0.173	С
Close contact			External nor	rmal:		
			0	<u>n</u> 0	<u>n</u> 1	n





复制轴箱-侧架左前生成轴箱-侧架右前,选择侧架右作为1号物体,修改轮对1.WSet

上的点为(0, -1.018, 0.173)。



复制**轴箱-侧架左前**生成**轴箱-侧架左后**,选择**轮对 2.WSet** 作为 2 号物体,修改**侧架** 左的接触点坐标(-0.925, 0.07, 0.648)和(-0.925, -0.07, 0.648)。







复制轴箱-侧架左后生成轴箱-侧架右后,选择侧架右作为1号物体,修改轮对2.WSet

上的点为(0, -1.018, 0.173)。







1.6 摇枕弹簧力元描述

摇枕和侧架之间通过一组螺旋弹簧连接,本例简化为一个 Linear forces 力元。 **弹簧左:**选择**侧架左**作为1号物体,**摇枕**为2号物体,类型为 Viscous-elastic,选择 几何图形**弹簧**。





勾选 Automatic computation for 2nd body 自动计算 Body1 上端连接点在 Body2 上的坐标 (可点击 Compute for the 2nd body 进行查看)。





Parameters: 设置弹簧预压力(0,0,32000),弹簧预压力可通过公式计算得 到: (mcarbody+2*mbolster)*9.81/4,其中 mcarbody 为车体质量,mbolster 为摇 枕质量。

Name: 弹簧左	+ 🕩	tii -	
Comments/Text attribute	c		
Body1:	Body2:		
侧架左	摇枕		
Type: 🔰 Viscous-elastic		~	
GO: 弹簧			
Position Parameters			
Stationary force			
C	C 32000	C	
Тип	_		
Linear	() Bilinear		
Stiffness matrix:	(none)		
Damping matrix:	(none)		

Stiffness matrix: 点击 ···· 按钮, 定义弹簧的等效刚度矩阵, 其中 cxy=4.5e6 (N/m),

cz=4e6 (N/m), c_phi=2.5e4 (N/m), c_alpha=1.3e5 (N/m) $_{\circ}$

17									
Matr	ix of linear force	e element							\times
Elements									
coordina	te-coordinate			coordinate-a	ngle				
сху	C	C	C		С		C		С
	Ссху	C	C		С		C		С
	C	C cz	C		С		C		C
angle-co	ordinate			angle-angle					
	C	C	C	c_phi	C		C		С
	C	C	C		С	c_phi	С		С
	C	C	C		С		C	c_alpha	C
							ОК	Can	cel





复制**弹簧左**生成**弹簧右**力元,选择**侧架右**作为1号物体,可点击 Compute for the

2nd body,更新显示 Body2 上的坐标。







1.7 导入摩擦斜楔子系统

摩擦斜楔左前: 添加一个子系统,选择 included 类型,选择下载的摩擦斜楔模型。



Position: 沿 X 方向移动 0.321 (m),沿 y 方向移动 1.018 (m),沿 z 方向移动 0.622

(m).



复制**摩擦斜楔左前**三次,生成**摩擦斜楔右前、摩擦斜楔左后**和**摩擦斜楔右后**,并修 改各子系统的空间位置。

摩擦斜楔右前:修改沿 y 方向移动为-1.018 (m)。

摩擦斜楔左后:修改沿 x 方向移动为-0.321 (m),绕 z 轴转动 180 度。

摩擦斜楔右后:修改沿 x 方向移动为-0.321 (m),沿 y 方向移动-1.018 (m),绕 z 轴转动 180 度。





	L=13/			INCITI	e:	料楔左后 🚽 🕂 🛨	Ü
ype	e: 🔳 in	duded	~	Туре	e: 🔳 in	duded	`
Con	nments/Te	xt attribute C		Cor	mments/Te	xt attribute C	
		Edit subsystem		[Edit subsystem	
Gen	eral Posi	tion Identifiers		Gen	eral Posi	tion Identifiers	
Tra	Inslation			Tra	Inslation		
x:	0.321		C	x:	-0.321		С
y:	-1.018		С	y:	1.018		C
z:	0.622		С	z:	0.622		C
Rot	tation			Ro	tation		
	~	0.0000000	1		Z V	180.0000000	\mathbf{Z}
	~	0.0000000	1		~	0.00000000	2
	~	0.00000000	1/1		~	0.0000000	1
ject bo	ogie						
ject bo	ogie	<u>r</u> 10	[0] €			- [Name: 暗短剑助士氏] 上	
iect bo Object	ogie ect Curves	ř.	[0] €			- [Name: 屋擦斜楔右后 +	Ē
iect bo	ogie ect Curves Variables	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	[9] ♦			- □ Name: 摩擦斜楔右后 + Type: ■ included	•
ject bo Object Object	ogie ect Curves Variables Attributes systems		Q &			- C Name: 摩擦斜楔右后 + Type: I included Comments/Text attribute C	Ē
ject bo	ect Curves Variables Attributes systems ¥Ω311 ¥Ω311		[4] €] \$			- C Name: 摩擦斜楔右后 + Type: 圖 indluded Comments/Text attribute C	•••••
ject bo	ogie curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前					- E Name: 摩擦斜楔右后 + Type: 画 induded Comments/Text attribute C Edit subsystem	•
iect bo Dbject Object Sobje F(S) P Sub	ect Curves Variables Attributes systems 轮汉1 摩擦斜根左前 摩擦斜根左前		S 4			- E Name: 摩擦斜楔右后 + Type: 画 induded Comments/Text attribute C Edit subsystem General Position Identifiers	•
ject bo	ogie ect Curves Variables Attributes systems 轮2对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔右后 摩擦斜楔右后		S 4			- □ Name: 摩擦斜楔右后 + Type: 画 induded Comments/Text attribute C <u>Edit subsystem</u> General Position Identifiers Translation Xi 0.321	
ject bo	ect Curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔右后 摩擦斜楔右后 ges leve					- □ Name: 摩擦斜楔右后 + Type: ■ included Comments/Text attribute C <u>Edit subsystem</u> General Position Identifiers Translation x: 0.321 y: 1018	
ject bo bject r(v) g Sub g Sub Sub Sub Sub Sub Sub Sub Sub Sub Sub	ect Curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔右前 摩擦斜楔右后 厚露 影響。					- □ Name: 摩擦斜模右后 + Type: ■ included Comments/Text attribute C Edit subsystem General Position Identifiers Translation x: □.321 y: □.1018 z: □.622	
ject bc Object c Object r(v) c	ect Curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔右前 摩擦斜楔右前 ges lies tts forces lar forces					- C Name: 摩擦斜模右后 + Type: ■ included Comments/Text attribute C <u>Edit subsystem</u> General Position Identifiers Translation x: [-0.321 y: [-1.018 z: [0.622] Detation	
ject bo	ect Curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔右前 摩擦斜楔右前 摩擦斜板右前 摩擦斜板右前 星漆和板右前 星漆和板右前 星漆和板右前 星漆和板石后 ges les tts Jar forces lar forces					- C Name: 摩擦斜楔右后 + Type: ■ included Comments/Text attribute C <u>Edit subsystem</u> General Position Identifiers Translation X: 0.321 Y: -1.018 z: 0.622 Rotation Z 180.00000000	
object bo object r(v) Sub Sub Sub Ba Ba Ba Ba Ba Ba Sub Sub Sub Sub Sub Sub Sub Sub Sub Sub	ect Curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左后 摩擦斜楔右后 摩擦斜楔右后 geges les ths olar forces ar forces ar forces ar forces					- C Name: 摩擦斜楔右后 + Type: ■ induded Comments/Text attribute C <u>Edit subsystem</u> General Position Identifiers Translation X: 0.321 Y: -1.018 z: 0.622 Rotation Z 180.0000000	
ject bo Object Object Object P(W) P(W	ect Curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔右 af forces lies ths olar forces ar forces the forces					- C Name: 摩擦斜楔右后 + Type: ■ induded Comments/Text attribute C <u>Edit subsystem</u> General Position Identifiers Translation X: 0.321 y: 1.018 z: 0.622 Rotation Z ↓ 180.0000000 ↓ 0.00000000	
ject bc	ect Curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左 af forces lar forces lar forces lar forces tar forces tar forces					- C Name: 摩擦斜根右后 + Type: ■ induded Comments/Text attribute C <u>Edit subsystem</u> General Position Identifiers Translation X: 0.321 Y: 1.018 Z: 0.622 Rotation Z ↓ 180.0000000 ↓ 0.00000000 ↓ 0.00000000	
ject bc	ect Curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左后 摩擦斜楔右后 ges lies ts balar forces lar forces lar forces t+ 面					- C Name: 摩擦斜根右后 + Type: ■ included Comments/Text attribute C <u>Edit subsystem</u> General Position Identifiers Translation X: 0.321 Y: 1.018 Z: 0.622 Rotation Z 180.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 1.7anslation after rotation X:	
ject bc	ect Curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔右后 摩擦斜楔右后 摩擦斜楔右后 set ies ies ies iar forces lar forces tart forces tart forces tart forces tart forces tart forces tart forces tart forces					- C Name: 摩擦斜楔右后 + Type: ■ included Comments/Text attribute C <u>Edit subsystem</u> General Position Identifiers Translation X: 0.321 Y: -1.018 Z: 0.622 Rotation Z ↓ 180.0000000 ↓ 0.0000000 ↓ 0.0000000 ↓ 0.0000000 ↓ 0.0000000	
ect bc bject rév g Subj t t ma bod S Scala S Scala t t	ect Curves Variables Attributes systems 轮对1 轮对2 摩擦斜楔左前 摩擦斜楔左后 摩擦斜楔右前 摩擦斜楔右前 摩擦斜楔右 ges lies satforces lar forces lar forces lar forces test forces test forces test forces lar f					- C Name: 摩擦斜模右后 + Type: ■ included Comments/Text attribute C <u>Edit subsystem</u> General Position Identifiers Translation X: -0.321 Y: -1.018 Z: 0.622 Rotation Z ↓ 180.0000000 ↓ 0.0000000 ↓ 0.0000000 ↓ 0.0000000	

24





采用 Linear forces 力元描述斜楔弹簧的空间线性特性。

斜楔弹簧左前:选择**侧架左**作为1号物体,**摩擦斜楔左前.wedge**为2号物体,类型选择 Viscous-elastic,选择几何图形**斜楔弹簧**。

Position: 勾选 **Automatic computation for 2nd body**,设置斜楔弹簧的下作用 点(0.21, 0, 0.308)和上作用点(0.21, 0, 0.622)。

Name:	斜楔弹簧左前 十 🕩 🛍
Comme	ents/Text attribute C
Body1:	Body2:
侧架左	▼ 摩擦斜楔左前.wedge ▼
Type:	S Viscous-elastic ~
G O: 🧍	斜楔弹簧 ~
Position	Parameters
	Compute for the 2nd body
Aut	comatic computation for 2nd body
Body 1	Body2
System	o f coordinates at pt. A (SCA)
\$ 0.	.21 C 0.308 C
	~ 0.00000000 X
	~ 0.00000000 1
	~ 0.00000000 1
	1. the end of elements
Point B	1 - the end of element:

Parameters: 定义斜楔弹簧预压力 (0, 0, f), 其中 f=200 (N); 定义斜楔弹簧 刚度参数: cxy2=9e5 (N/m), cz2=8e5 (N/m), c_phi2=5000 (N/m), c_alpha2=2.6e4 (N/m)。





uviatrix												
Elements												
coordinate	-coordir	nate				coordinate	e-angle					-
cxv2	C		C		C		C		C		C	
			0		0		0		0			
		cxy2										
	C		С	cz2	С		C		C		C	
angle-coord	dinate					angle-ang	le					
	С		С		С	c_phi2	С		C		С	
	С		С		С		C	c phi2	C		С	
					<u> </u>		<u> </u>			c_alpha2	<u> </u>	
									01			1
									OK	6	ancel	
Object Curves			^ <u>0</u>	آم [م] ♦		1			Name: 斜楔弹	資左前		•••••
ject bogie			^ ● ●						Name: 斜楔弹 Comments/Tex Body 1: 侧架左 Type: 臺 Viscou GO: 斜楔弹簧	續左前 t attribute C Bo 摩 us-elastic	- □ → 〔 dy2: 擦斜楔左前.v	+ wedg
yect bogie Curves F↔ Variables P Attributes Subsystems Images Bodies Joints Bipolar forces G Scalar torques Linear forces S祥黃右 Contact forces Contact forces	二前 前								Name: 斜楔弹 Comments/Tex Body 1: 侧架左 Type: Wiscou GO: 斜楔弹键 Position Paran Stationary forc 〔 工	廣左前 t attribute C ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	- □ dy2: 擦斜楔左前・√	vedg
ect bogie Object Curves F(+) Variables Attributes Subsystems Bodies Joints Bipolar forces G Scalar torques Linear forces G Scalar torques Linear forces Contact forces Contact forces Sepcial forces Sepcial forces Sepcial forces D T-forces Sepcial forces D T-forces D T-forces D T-forces D T-forces	ň								Name: 斜根弹 Comments/Tex Body 1: 例架左 Type: 臺 Viscou GO: 斜根弹辑 Position Paran Stationary forc Stationary forc GUinear Statifness matrix	審左前 t attribute C ■ ■ us-elastic f neters ce 2 2	ー □ dy2: 操斜楔左前.v	• wedg
yect bogie Curves F(4) Variables P Attributes Subsystems P Subsystems P Subsys	ĨŇ □♣ ☆								Name: 斜极弹 Comments/Tex Body1: 例架左 Type: Wiscou GO: 斜极弹键 Position Paran Stationary forc ① Unear Stationary forc ① Unear Stiffness matrix	満左前 t attribute C Bo 」 摩 us-elastic f neters ce こ こ こ (pr t, (pr	ー □ dy2: 揉斜楔左前・ な f Bilinear resented) one)	wedg
ect bogie Object Curves F(4) Variables Attributes Subsystems Bodies Joints Bipolar forces G. Scalar torques Linear forces G. Scalar torques Contact forces Contact forces Sepcial forces Sepci	前 inininiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii	Value							Name: 斜根弹 Comments/Tex Body 1: 例架左 Type: Wiscou GO: 斜根弹簧 Position Param Stationary foro C Stationary foro © Linear Stiffness matrix Damping matrix	養左前 t attribute C ■ Bo ■ ■ 摩 us-elastic F neters re 2	- □ dy2: 操斜楔左前.w ⓒ f Bilinear resented) one)	• vedg
ect bogie Object Curves F(+) Variables P Subsystems Bodies Bodies Biplar forces G Scalar torques Linear forces G Scalar torques Linear forces Contact forces Con	前 ion	Value							Name: 斜根弹 Comments/Tex Body 1: 例架左 Type: 臺 Viscou GO: 斜极弹键 Position Paran Stationary forc Stationary forc © Linear Stiffness matrix Damping matrix	衛左前 t attribute C Bo us-elastic f eneters ce 2 : : : (pr (nc)	- □ dy2: 操斜楔左前.v Bilinear resented) one)	••••
ect bogie Object Curves Harables Attributes Subsystems Bodies Joints Bipolar forces Galar torques Linear forces Galar torques Jimages Bipolar forces Galar torques Jimages Bipolar forces Galar torques Jimages Bipolar forces Galar torques Jimages Bipolar forces Jimages Bipolar forces Jimages Jimages Bipolar forces Jimages Jimages Bipolar forces Jimages Jimages Bipolar forces Jimages Jimages Bipolar forces Jimages Jimages Jimages Bipolar forces Jimages	前 ion 2000E+6	Value							Name: 斜楔弹 Comments/Text Body1: 侧架左 Type: I visco GO: 斜楔弹 GO: 斜楔弹 Bosition Paran Stationary forc I un I un I un I un I un Stiffness matrix Damping matrix	満左前 t attribute C Bo 」 ■ 摩 us-elastic f e e 2 2 : : : (pr : : (nc	- □ dy2: 擦斜楔左前。 Palinear resented) one)	wedg

复制**斜楔弹簧左前**三次,生成**斜楔弹簧右前、斜楔弹簧左后**和**斜楔弹簧右后**,并修 改为对应的刚体及位置。

摩擦斜楔右前:选择侧架右为1号物体,摩擦斜楔右前.wedge为2号物体。

摩擦斜楔左后:选择**摩擦斜楔左后.wedge**为2号物体,设置斜楔弹簧的下作用点(-0.21,0,0.308)和上作用点(-0.21,0,0.622)。

摩擦斜楔右后:选择**侧架右**为1号物体,**摩擦斜楔右后.wedge**为2号物体,设置斜 楔弹簧的下作用点(-0.21,0,0.308)和上作用点(-0.21,0,0.622)。

强基训练





在摩擦斜楔子系统里,建立了与外部虚拟体 External 作用的四个接触力元,我们需要指定对应的接触物体。

点击模型树中的 Connections, 右侧即出现外部力元列表。



每个斜楔子系统中,只有一个与侧架作用,其余三个与摇枕作用。

双击摩擦斜楔左前.lateral, 弹出子系统列表, 选择 bogie | 侧架左 | "LSC":(0,0,0)。







采用同样的方法,设置另外三个斜楔与侧架接触的主摩擦面。

	胚胞父	し物た前 inclolane
	単1宗小	(1兴/工用)。IIIUpiane
	122 J 53 (2)	
\sim	医标志	h操左側,lateral>1则衆左(0,0,0)
=		
	141 142 T	规左面(lettolane
\square	1年11年4	1242T Lid men deviance
	胚级公	し初て前rightplane
	単1宗小	11天/工用)····yi········
	麻椒金公	抑ナ 於 in statement
	単代学校	My/a hi .incipiane
	13 A	
\sim	摩擦毛	樫石町, lateral>1)殺石(0,0,0)
	生生生	
	地址现金	脚方前 leftnlane
	1年11年4月	
	麻椒家公	「抑力前 richtolano
	単1宗小	(1突/目前)·ingin(plane)
	B = 1 = 3 - 42	
	筐停桁	的操作后。Incipiane
	and the second	
\sim	医肠管子	地型左右, lateral>10)22 左(0.0.0)
	生生生	
	壓線的	脚左Eleftnlane
	11-11-11	
	麻椒金	し 抑 古 F rightplane
	年1宗小	(1%/II)/In/III/I/III/
	展示 4 5 7 4 2	抽一十 CF in alalana
	筐停お	r楔右后。incipiane
	100100-001	
\sim	摩擦毛	楔右后,latera > 側架右(0,0,0)
=		
1 1	林林 原金	現石 E leftnlane
	1年11年4月	1×11/1 / 1 / 1 / 1 / 1
	麻痺会	「卸左戶 rightplang
	王(学示)	

然后,点击任意一个未连接的接触力元,右键选择 Assign to all,弹出列表选择 bogie

| 摇枕 | "LSC":(0,0,0),即可一键设置所有摩擦斜楔与摇枕的接触面。







1.8 连接虚拟车体

为便于后续的整车建模,最好在转向架模型里建立好所有与外部车体(使用 External 虚拟体)相连的力元。本例用 Contact forces 模拟心盘、旁承与车体的接触关系。

旁承-车体左:选择摇枕作为1号物体, External 作为2号物体, 类型选择 Points-

 $Plane\,_\circ$

Parameters: 动摩擦系数 0.25, 静摩擦系数 0.3, 刚度系数 cstiff, 阻尼系数 cdiss, 勾选 Close contact, 设置间隙 Gap=0.004 (m)。

	Name:	·承·车体左	+	(+)	Î	
	Comments	/Text attribute	C		_	
		-				
	Body 1:		Body2:			
	摇枕	-	External		-	
	Type: 볼 p	oints-Plane			\sim	
	Parameter	s Geometry				
	Sliding p	arameters				
	Name: 旁承·车尔 Comments/Text a Body1: 摇枕 Type: Points-P Parameters Geo Sliding parame Friction coef. (f) Friction coef. (f) Friction coef. (f) Velocity (vs): Stribeck coef. (c) Friction coef. (f) Velocity (vs): Stribeck coef. (c) Friction coef. (f) Unilateral conta Unimited plane Close contact Gap 0.004		0.25		С	
	Friction of	oef. (f0):	0.3		С	
	Velocity	(vs):			С	
	Stribeck	coef. (delta):	1		С	
	Friction of	oef. (nu):			С	
	Paramet	ers of norma	al contact			
	Stiffness	coef. (c):	cstiff		С	
	Damping	coef. (d):	cdiss		С	
$\mathbf{\mathbf{V}}$	Unilater	al contact d plane intact				
	Gap	0.004	C			

Geometry: 设置摇枕上接触点 (0, 0.762, 0.945), External 接触平面通过点 (0, 0.762, 0.945) 外部法向 (0, 0, -1) 来确定。







复制**旁承-车体左**生成**旁承-车体右**力元,修改**摇枕**接触点为(0,-0.762,0.945),切





心盘-车体:复制旁承-车体右生成心盘-车体力元。

Parameters: 动摩擦系数 0.17, 静摩擦系数 0.2, 刚度系数 cstiff, 阻尼系数 cdiss, 间隙 Gap=0。





Body 1:	Body2:		
摇枕	External	-	
Type: 🞽 Points-Plane		~	
Parameters Geometry			
Sliding parameters			
Friction coef. (f):	0.17		
Friction coef. (f0):	0.2	C	Хл
Velocity (vs):		C	
Stribeck coef. (delta):	1		\sim
Friction coef. (nu):			
Parameters of norma	l contact		
Stiffness coef. (c):	cstiff	C	
Damping coef. (d):	cdiss	C	

Geometry: 创建摇枕上的一组接触点,坐标如下:

)	Х	Y	Z
/>	-0.15	0	0.85
	0.15	0	0.85
	0	0.15	0.85
	0	-0.15	0.85
	0.15*0.7	0.15*0.7	0.85
	0.15*0.7	-0.15*0.7	0.85
	-0.15*0.7	-0.15*0.7	0.85
	-0.15*0.7	0.15*0.7	0.85

External 平面接触点自动填充(切换力元,重新选择**心盘-车体**力元即可显示), 外部法向(**0**, **0**, -1)。







心盘中心销与货车车体的牵引作用可通过 Special forces 里的 Bushing 力元来模拟。 心盘:类型选择 Bushing,选择摇枕作为 1 号物体, External 作为 2 号物体, 勾选 Autodetection,这样只需在 Body1 处输入一个坐标点。

```
Position: 力元作用点为(0, 0, 0.85)。
```

Description:选择 Linear 类型,设置线性刚度和阻尼参数:CX=cstiff,CY=cstiff, DX=cdiss, DY=cdiss,其余为0。

Name	: [心盘	+	Ð	Û
Com	men	ts/Text attribute C			
Body 1	1:	Body2	2:		
揺枕		▼ Extern	nal		-
Type:		Bushing			~
🗹 Aut	ode	tection			
Positi	on	Description			
Body	/ 1	Body 2			
₽\$	Visu	ual assignment			
Tra	nsla	tion			
x:					С
y:					С
z:	0.8	5			С

Universal Mechanism 9







点击 Summary 检查模型有无逻辑错误,无错误则保存模型。

