

Durability FFlex Mesher 悬架教程





Copyright © 2017 FunctionBay, Inc. All rights reserved

User and training documentation from FunctionBay, Inc. is subjected to the copyright laws of the Republic of Korea and other countries and is provided under a license agreement that restricts copying, disclosure, and use of such documentation. FunctionBay, Inc. hereby grants to the licensed user the right to make copies in printed from of this documentation if provided on software media, but only for internal/personal use and in accordance with the license agreement under which the applicable software is licensed. Any copy made shall include the FunctionBay, Inc. copyright notice and any other proprietary notice provided by FunctionBay, Inc. This documentation may not be disclosed, transferred, modified, or reduced to any form, including electronic media, or transmitted or made publicly available by any means without the prior written consent of FunctionBay, Inc. and no authorization is granted to make copies for such purpose.

Information described herein is furnished for general information only, is subjected to change without notice, and should not be construed as a warranty or commitment by FunctionBay, Inc. FunctionBay, Inc. assumes no responsibility or liability for any errors or inaccuracies that may appear in this document.

The software described in this document is provided under written license agreement, contains valuable trade secrets and proprietary information, and is protected by the copyright laws of the Republic of Korea and other countries. UNAUTHORIZED USE OF SOFTWARE OR ITS DOCUMENTATION CAN RESULT IN CIVIL DAMAGES AND CRIMINAL PROSECUTION.

Registered Trademarks of FunctionBay, Inc. or Subsidiary

RecurDyn[™] is a registered trademark of FunctionBay, Inc.

RecurDynTM/SOLVER, RecurDynTM/MODELER, RecurDynTM/PROCESSNET, RecurDynTM/AUTODESIGN, RecurDynTM/COLINK, RecurDynTM/DURABILITY, RecurDynTM/FFLEX, RecurDynTM/RFLEX, RecurDynTM/RFLEXGEN, RecurDynTM/LINEAR, RecurDynTM/EHD(Styer), RecurDynTM/ECFD_EHD, RecurDynTM/CONTROL, RecurDynTM/MESHINTERFACE, RecurDynTM/PARTICLES, RecurDynTM/PARTICLEWORKS, RecurDynTM/ETEMPLATE, RecurDynTM/BEARING, RecurDynTM/SPRING, RecurDynTM/TIRE, RecurDynTM/TRACK_HM, RecurDynTM/TRACK_LM, RecurDynTM/CHAIN, RecurDynTM/MIT2D, RecurDynTM/MIT3D, RecurDynTM/BELT, RecurDynTM/R2R2D, RecurDynTM/HAT, RecurDynTM/**M**TM, RecurDynTM/PISTON, RecurDynTM/VALVE, RecurDynTM/TIMINGCHAIN, RecurDynTM/ENGINE, RecurDynTM/GEAR are trademarks of FunctionBay, Inc.

Third-Party Trademarks

Windows and Windows NT are registered trademarks of Microsoft Corporation.

ProENGINEER and ProMECHANICA are registered trademarks of PTC Corp. Unigraphics and I-DEAS are registered trademark of UGS Corp. SolidWorks is a registered trademark of SolidWorks Corp. AutoCAD is a registered trademark of Autodesk, Inc.

CADAM and CATIA are registered trademark of Dassault Systems. FLEX/*m* is a registered trademark of GLOBEtrotter Software, Inc. All other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

Edition Note

These documents describe the release information of $RecurDyn^{TM}$ V9R1.

目录

简介6
任务目标6
要求7
任务
预计完成本教程时间7
调用初始模型8
任务目标8
完成本任务预计需要的时间
调用一个Rdyn模型9
用悬架模型运行一次初始仿真10
查看结果10
创建一个FFlex部件11
任务目标11
完成本任务预计需要的时间11
创建一个UCA网格体12
创建一个LCA部件网格17
进行耐久性分析
任务目标
预计完成本任务所需要的时间
对UCA_FE部件进行一个耐久性分析23
对LCA_FE部件进行耐久性分析
分析并查看结果
任务目标

预计完成本任务需要的时间	37
分析耐久性结果	38



简介

疲劳和耐久性分析,主要用来检测在 RecurDyn 中建立的柔性体或柔性体的特殊区域, 在各种动态负载下能够保持多长时间的稳定,从而可以确定部件寿命。这些分析与其它如 测定极限应力和极限变形率的分析的一个区别就在于其对时间的关注。

本教程会介绍如何用 RecuDyn/Durability,来预测一个由柔性体组成的动力学系统的 疲劳寿命和疲劳损伤。本教程还将简单的介绍 RecurDyn/Durability 中可使用的功能和理 论背景。因此,没有耐久性分析理论知识背景的用户也可以在完成本教程后使用 RecurDyn/Durability。

本教程采用 MBD 模型,用于实验目的的简化系统。遵循本教程的步骤,可以学会如何使用 RecurDyn/Mesher 替换模型柔性体的某些部分,并验证这些柔性体的属性和耐久性结果。在本教程的最后,学习如何生成模型某个特定区域的耐久性结果。

低目标

本教程包含了以下内容:

- 使用 RecurDynMesher, 创建柔性体
- 耐久性分析的要求
- 进行耐久性分析的方法
- 获得耐久性仿真结果
- 分析耐久性仿真结果

要求

本教程适用于已经阅读并理解 RecurDyn 的基础教程以及 FFlex 和 RFlex 教程的中级 用户。如果还没有完成这些教程,建议在继续本教程之前完成这些教程。另外,用户必须 具备一些基本的动力学和有限元知识。

銽

本教程包含的任务,预计完成每个步骤的时间如下表所示。

任务	时间(分钟)
调用一个 Rdyn 模型	10
用 Mesher 创建一个 FFlex 部件	15
替换一个 RFlex 部件	20
创建一个片集来验证疲劳结果	5
设置疲劳参数	5
进行疲劳评估	5
证实疲劳结果	5
总计	65



本教程大约需要 65 分钟来完成。



调用初始模型

低日本

本章学习如何打开一个初始模型,仿真并观察悬架模型的动力学行为。



10分钟

调用一个 Rdyn 模型

- 打开 RecurDyn,并调用初始模型:
- 1. 双击桌面上的 RecurDyn 图标。
- 2. Start RecurDyn 对话窗口出现时,将其关闭。
- 3. 在 File 菜单中,点击 Open。
- 在 Durability 教程路径中,选择 RD_Durability_Start.rdyn 文件。(文件路径: <Install Dir> \Help\Tutorial\Durability \ FFlexMesherSuspension)。
- 5. 点击 Open。

模型会打开,如下图所示。



此模型用于检测悬架系统中各部件的耐久性。悬架系统会吸收路面的振动,防止其传 递到车辆或乘客上。在此模型中,轮胎置于振动器上,这样所有振动都会直接从振动器传 递到轮胎和悬架系统上。

此模型中的悬架系统包含一个轮胎和三个子系统。三个子系统包含了两个带有内置线圈弹簧的减震器和一个悬架总成。悬架总成包含一个固定支座,一个转向节臂, 一个LCA (下连接臂)和一个UCA (上连接臂)。本教程研究LCA和UCA的耐久性。 保存初始模型:

1. 在 File 菜单中,点击 Save As。

(将此模型保存在不同的路径中,因为不能直接在教程路径中仿真。)

用悬架模型运行一次初始方真

在本任务中,将在此模型上运行一个初始仿真,并理解它是如何运转的。

运行初始仿真:



 在 Analysis 标签的 Simulation Type 组中, 点击 Dyn/Kin。

弹出动态/动力学分析对话窗。

- 2. 定义结束时间和步值,如下所示:
 - End Time: 1.2
 - Step: 200
 - Plot Multiplier Step Factor: 1
- 3. 点击 Simulate。

Dynamic/Kinematic Analysis		×
General Parameter Initial Conditi	on	
End Time	1.2	Pv
Step	200.	Pv
Plot Multiplier Step Factor	1.	Pv
Output File Name		
Static Analysis		
Eigenvalue Analysis		
State Matrix		
Frequency Response Analysis		
Hide RecurDyn during Simulat	ion	
Display Animation		
_ Gravity		
Х О. Ү О.	Z -9806.65 Gra	vity
Unit Newton - Kilogra	m - Millimeter - Second	
Simula	ite OK Ca	ncel

鍾課

查看结果:

▶ 在 Analysis 标签的 Animation Control 组中,点击 Play/Pause。

振动通过振动器传递到轮胎上,动画显示了车辆在行驶过程中可能会导致的所有振动 或地面振动。这时,可以观察特定装置的行为,包括减震器。



创建一个FFlex 部件

本章学习如何在一个柔性体上进行耐久性分析。本步骤保留了前一个模型的某些元素, 例如运动副和力,但是将某些刚体部件替换为了柔性体,来提高此模型的效率。

低日本

本任务学习如何用 RecurDyn FFlex (Full Flex)的 Mesher 将现有的刚体替换为一个柔 性体。



15分钟

创建一个UCA 网格体

1. 在总成模式下,双击子系统 Suspension_Assy,进入子系统模式。





2. 在子系统模式中,选择 UCA 部件,并右击所选部件,在菜单中选择 Mesh, UCA 部件 会弹出,如下图所示。





3. 在 Mesh 模式下,点击 Mesher 标签下 Mesher 组的 Assist。

辅助建模对话窗口会弹出。

小贴士:用户选择目标部件后,**Preserve Constraint**中的图形会自动应用于辅助建模对话窗口。然而,我们推荐用户继续遵循下面的步骤来生成精确的结果,尤其在本教程中。

4. 在辅助建模对话框中,点击 B 按钮,将 UCA 图 形选为目标部件。

这时,因为UCA的刚体部件名为 C1_ImportedSoild1,目标部件名称为 C1_ImportedSoild1。

5. 勾选 Preserve Constraint 对话框。

与此部件连接的项目,如运动副和力会出现,如 右图所示。

6. 勾选 FDR 和 Sel 栏中的所有对话框。

FDR 对话框明确了是否要在 **Mesh** 运作后创建一个 **FDR** (力分布刚性)单元。**Sel** 对话 框明确了是否要维持之前创建的运动副和力。在本教程中,这些功能都是必要的。全 部勾选这些对话框。

7. 在对话窗口的 Add/Remove 栏中,点击 Gr 将图形分配给将创建从属节点的区域。根据下页所述,为三个 FDR 选择将创建 Slave Nodes 的区域。(小贴士:点击 Gr 按钮后,屏幕上会出现一个标记,指示将生成主节点的位置。这会帮助用户确定分配从属节点的位置。)

小贴士:因为 FDR 的属性,主节点会在运动副和力创建的地方自动生成。用户必须直接定义从属节点。

8. 所有图形都分配完毕后,右键点击模型,并点击 Finish Operation。







9. 对于另外两个区域,选择 Slave Nodes 会生成的表面,如下图所示。



10. 选择完所有的图形项后,点击 OK。

Assist Modeling				
Target Body		C1_ImportedSolid1		В
Preserve Constra	int			
Name	FDR	Geometry	Add/Remove	Sel.
Spherical_UCA@		C1_ImportedSolid1.Fac	Gr	 Image: A set of the set of the
Bushing_UCA2		C1_ImportedSolid1.Face2	Gr	
Bushing_UCA1		C1_ImportedSolid1.Fac	Gr	
Pre-Create Patch	(Line) S	et & Preserve Contact		
Pre-Create Patch	(Line) Set	et & Preserve Contact Geometry	Add/Remove	Geo
Pre-Create Patch	(Line) Si	et & Preserve Contact Geometry	Add/Remove	Geo



11. 在 Mesh 标签的 Mesher 组中,点击 Advanced。

弹出 Advanced Mesh 对话框。

Advanced Mesh					>
Target Body	C1_ImportedSolid1 B	Target Face & Type Inf	formation		
Mesh Type	Solid4(Tetra4) 🔻	Formal Type	All	•	
Property	PSolid1 P	Name	Т	ype	
Mesh Option ——		Face18	(Cyl	
Aug Element Size	7.96284294128418	Face2		Cyl	
Avg. Element Size		Face12	4-9	ided	
Min Element Size	2.80114722251892	Face9	4-9	ided	
		Face10		Cyl	
Structured Out	put Simple Pattern 🔻	Face21	4-9	iided	
🗹 Include Assist N	1odeling Preview	4 Sided More Type -			
	Undate Preview	Name	1st Edge	3rd Edge	
	opullerrenen	Face13	Edge17	Edge36	
		Face1	Edge27	Edge23	
		Face16	Edge28	Edge41	
		Face5	Edge20	Edge19	
		Face6	Edge17	Edge2	
Revert	Mesh Close				

12. 在 Advanced Mesh 对话窗口中,进行如下操作:

- 在 MeshType 下拉菜单中,选择 Solid4(Tetra4)。
- 勾选 Include Assist Modeling 对话框。(小贴士: 必须勾选此项来保证 FDR 都会根据辅助建模中的定义自动生成。)
- 点击 Mesh。
- 划分网格完成后,点击 Close。UCA 部件的网格模型会出现,如下图所示。



小贴士: RecurDyn 提供两种自动网格工具, Mesh 和 Advanced Mesh。Mesh 在生成网格前对 GUI 中的 图形应用曲面细分。Advanced Mesh 则跳过曲面细分步骤,直接生成网格。这样做可以将 CAD 图形的 变形最小化,但同时也会增加划分网格失败率。

13. 执行以下步骤之一,返回 parent 模式:

- 右键点击工作窗口,并在弹出的菜单中点击 Exit。
- 在 Mesher 标签的 Mesher 组中,点击 Exit。

注意,现有的 UCA 刚体部件(UCA)会消失,并被 UCA 柔性体(UCA_FE)代替,如下 图所示。同时,之前创建的运动副和力都被保留在 GUI 中。这时,想要看图标的话, 点击工具栏中的 Icon Control 并选择 All Icons。



- 14. 检查 UCA 柔性体建模是否正确,返回 Assembly 模式,并用之前的设置运行 Dynamic Analysis。分析很快会完成。
- **15.** 在 Flexible 标签的 FFlex 组中,点击 Contour 来查看结果。



创建一个LCA部件网格

- 1. 在 Assembly 模式中,双击子系统 Suspension_Assy,进入子系统模式。
- 2. 在子系统模式中,选择 LCA 部件。右键点击所选部件,并在菜单中选择 Mesh, LSA 部件会出现,如下图所示。







3. 在 Mesh 模式下,点击 Mesher 标签的 Mesher 组中的 Assist。弹出辅助建模对话窗口。

 在 Assist Modeling 对话窗口,点击 B 按钮, 并选择 LCA 几何作为目标部件。

这时,因为LCA 名为Unite2,目标部件的名称为Unite2。

5. 勾选 Preserve Constraint 勾选框。

现在可以选择与 LCA 相关的运动副和力单元, 如右图所示。

Target Body		Unite2		В
✓ Preserve Constrai	nt			
Name	FDR	Geometry	Add/Remove	Sel.
Spherical1_Shoc	Image: A start and a start	Unite2.Face1	Gr	 Image: A start of the start of
Spherical1_Shoc		Unite2.Face33	Gr	V
Spherical_LCA@	 Image: A set of the set of the	Unite2.Face24	Gr	V
Bushing_LCA1@	 Image: A set of the set of the	Unite2.Face28	Gr	V
Bushing_LCA2@	~	Unite2.Face29	Gr	V
Pre-Create Patch	Line) Se	et & Preserve Contact		
✓ Pre-Create Patch(Name	Line) Se Set	et & Preserve Contact Geometry	Add/Remove	Geo
✓ Pre-Create Patch(Name	Line) Set	tt & Preserve Contact Geometry	Add/Remove	Geo

6. 勾选 FDR 和 Sel 栏中的所有勾选框,如上图所示。

FDR 勾选框明确了是否要在 Mesh 进行后创建一个 FDR(力分布刚性)单元。Sel 勾选框明确了是否要保留之前创建的运动副和力。本教程中,这些功能是非常必要的。勾选所有勾选框。

7. 在对话框的 Add/Remove 栏中,点击 Gr 将几何分配给将创建 Slave Nodes 的区域。根据下页所述,为三个 FDR 选择将创建 Slave Nodes 的区域。(小贴士:点击 Gr 按钮后, 屏幕上会出现标记,指示将生成主节点的位置。这会帮助确定分配从属节点的位置。) 8. 所有几何分配完毕后,右键点击模型,并点击 Finish Operation。

小贴士: 因为 FDR 的属性, 主节点会在运动副和力创建的地方自动生成。用户必须直接定义从属节点。



9. 对于另外四个区域,选择从属节点创建位置的表面,如下图所示:



10. 选择完所有几何单元后,点击 OK 按钮。

Assist Wouldning					
Target Body		Unite2			в
Preserve Constrai	int				
Name	FDR	Geometry	Add/Remove	Sel.	
Spherical1_Shoc	~	Unite2.Face1	Gr	V	
Spherical1_Shoc	~	Unite2.Face33	Gr	V	
Spherical_LCA@	✓	Unite2.Face24	Gr	V	
Bushing_LCA1@	~	Unite2.Face28	Gr	V	
Bushing_LCA2@	~	Unite2.Face29	Gr	V	
✓ Pre-Create Patch(Line) Se	t & Preserve Contact			
✓ Pre-Create Patch(Name	Line) Se	tt & Preserve Contact Geometry	Add/Remove	Geo	
✓ Pre-Create Patch(Name	Line) Set	t & Preserve Contact Geometry	Add/Remove	Geo	

- Geo.Refine
- 在 Mesher 标签的 Mesher 组中,点击 Geo.Refine。 (小贴士:几何改进功能只在使用网格工具时有 效。即对 UCA 部件来说,如果使用的是高级网 格工具就不会有任何效果。)

弹出 Geometry Refinement 对话窗口。



- 12. 在 Geometry Refinement 对话窗口中,将 PlaneTolerance 改为 0.1。
- 13. 勾选 Preview 勾选框。

会出现方格的形状,如右图所示。

14. 点击 OK 按钮,关闭对话窗口。



小贴士: RecurDyn 提供两种自动网格工具, Mesh 和 Advanced Mesh。Mesh 在生成网格前对 GUI 中的几何 应用曲面细分。Advanced Mesh 则跳过曲面细分步骤,直接生成网格。LCA 部件有很多曲面,所以应当采用 Mesh (应用曲面细分)来减少节点数量。用于 LCA 部件的图形改进功能会应用曲面细分, Advanced Mesh 没有此功能。

Mesh	

15. 点击 Mesh。

弹出 Mesh 对话窗口。

16. 在 Mesh 对话窗口中,进行以下设置:

- 选择 Solid4(Tetra4)作为 MeshType,如右图所示。
- 在 Mesh Option 组中,将 Max Element Size 设 为 4,将 Min Element Size 设为 2。
- 勾选 Include Assist Modeling 对话框。
- 点击 Mesh 按钮。

Mesh	×
Target Body	Unite2 B
Mesh Type	Solid4(Tetra4) 🔻
Property	PSolid1 P
Mesh Option	
Max Element Size	4.
Min Element Size	2.
Gradation Factor	2.
Chordal Error Ratio	Relative 💌 0.1
Mesh Output Optio	n
Structured Output	Jt Simple Pattern 🔻
Close Gaps	
Minimize Triangle	e Element
Quad Element Or	nly
🗹 Include Assist Mo	odeling
Revert	Mesh Close

网格模型和 LCA 部件的 FDR 都已创建,如下图所示。

20		
North Contraction		

17. 执行以下步骤之一,返回 parent 模式:

- 右键点击工作窗口,并在弹出的菜单中点击 Exit。
- 在 Mesher 标签的 Mesher 组中,点击 Exit。

注意,现有的 LCA 刚性体(LCA)会消失,并被 LCA 柔性体(LCA_FE)替代,如下图所示。 同时,注意到之前创建的运动副和力,保留在 GUI 中。这时想要看图标的话,点击 工具栏上的 Icon Control,并勾选 All Icons 对话框。



18. 检查 LCA 柔性体建模是否正确,退出装配模式,并在之前的工况下,运行 Dynamic Analysis 分析。分析时间会比之前久一点,但是得到结果花费的时间不会太长。在 Flexible 标签的 FFlex 组中,点击 Contour,生成如下结果。





进而坎性分析

低日本

本章学习如何分析一个 FFlex 部件的耐久性。



40 分钟

对UCA_FE 部件进行一个耐久性分析

创建一个片集:

- 1. 在装配模式下,双击 Suspension_Assy,进入子系统模式。
- 2. 双击 UCA_FE 部件,进入部件编辑模式。
- 3. 在 Fflex Edit 标签的 Set 组中,点击 Patch Set。
- 4. 点击 Add/Remove 按钮,如下图所示。点击并拖动鼠标来选择整个部件。

Add/Remove Add/Remove (Continuous) Tolerance (Degree) 45 Check Reverse Direction Add/Remove (Select Front) Add (Node Set) Preview Normal Normal Adjust Automatic Auto Adjust Switch Manual Select Target	Color		Automatic	•
Preview Normal Normal Adjust Auto Adjust Switch Manual Select Target Switch	Add/Remove (Co Add/Remove (Sel Add/Remove (Sel	ove Tinuous) Ti [[ect Front] Set]	olerance (Degree)] Check Reverse Di	45 rection
	Preview Normal Normal Adjust — Automatic Manual	Auto Ac	ljust	Switch Switch

- 5. 右键点击部件,并在上下文菜单中,点击 Finish Operation。
- 6. 在 Patch Set 对话窗口中,点击 OK。
- 7. 确定片集创建成功后,点击 FFlex Edit 标签的 Exit 组中的 Exit,返回到 parent 模式。





8. 重复步骤 2 到 7,设置 LCA_FE 部件的片集,如下图所示。



完成上述步骤后,两个柔性体的片集就创建完成了。



9. 右键点击工作窗口,并在弹出的菜单中,点击 Exit,返回装配模式。

回顾动画文件:

被 在 Analysis 标签的 Animation Control 组中,点击 Reload the last animation file 图标。

注意所有与动画相关的按钮都已激活。

小贴士: 在为UCA_Fe 和 LCA_FE 部件创建完片集后,之前的分析结果可能看起来失效了。但是这些步骤其实对动态分析结果没有任何影响。因此不必重新进行动力学分析,可以直接从之前的分析结果中回顾动画文件或 RAD 文件。

设置分析参数:

Preference

- 1. 在 Durability 标签的 Durability 组中,点击 Preference。
- 在 Material 标签的 Preferences 对话窗口中,指定疲劳分析材料库文件的路径。
 (C:\Users\<Your Windows Login ID>\Documents\RecurDyn\<RecurDyn Version>
 或其它相当路径)。
- 3. 在 Fatigue Influencing Factors 标签的 Fatigue Factors 组中,将 Notch Factor Amp(Kf, Kt)设为 2,如下图所示。

Convergence Control	Rainflow Cour	nting
Material	Fatigue Influencing Fac	tors
Fatigue Factors		
Notch Factor Amp (Kf,Kt)	2.	Pv
Surface Factor (ms)	Polished 🔻 1.0	
Size Factor (md)	1.	Pv
Load Factor (mt)	1.	Pv
Other Factor (mo)	1.	Pv
Overall Scale Factor		
Scale Factor (fs)	1.	Pv

缺口系数会增大分析得出的应力值,因为结构的设计和处理造成的裂缝、孔洞和缺口 (**V**槽)会导致应力集中。所以,缺口系数越大,耐久性分析得出的结论就越不理想。

小贴士:疲劳影响因子中包含的值代表了实际耐久性分析实验测试样品的物理条件,因此默认值为1。改变每个因子都会相应改变 S-N 曲线:这样就可以在耐久性分析中仿真更糟糕的情况。如果缺口系数以外的值小于1 而缺口系数大于1,那么耐久性分析中仿真的情况也会更糟糕。

4. 在 **Preferences** 对话窗口中,不要改变 **Convergence Control** 和 **Rainflow Counting** 值, 并点击 **OK**。 进行疲劳评估:

在 Durability 标签的 Durability 组中,点击 Fatigue Evaluation。 1. Fatigue

弹出疲劳评估对话窗口。

- 在疲劳评估对话窗口中,完成如下操作: 2.
 - 将 Axial Mode 设为 Uni-Axial。
 - 将 Searching Increment 设为 5 Deg。 .

Axial Mode Life Criteria ————	Uni-Axial	0	Bi-Axial
Stress - Based	🔿 Strain	- Based	O Safety Factor
Life Criterion		Manson-Coffin	•
Mean Stress Effect		Goodman	•
BVVI VVeld		class B	-
Num of Std.Deviations		2.	
Searching Increment		5 Deg	•
Material		[Steel] MANTEN [Sam	ple.xml] S-N
Element / Patch Set			EL
Time History		History_1	SEL
Occurrence		1.	Pv
Fatigue Results			
Time Range	Face Node ID	Damage (Max.)	Life (Min.)

3. 在 Material 组中点击"…"。

弹出材料管理对话窗口。

- 在材料管理对话窗口中,完成如下操作: 4.
 - 选择并右击[Steel] 1020,在上下文菜单中 点击 Make Active, 如右图所示。
 - 点击 OK。
- 在 Element/Patch Set 组中,点击 EL。 5.
- 为UCA_FE 选择片集。 6.

因为 UCA_FE 部件已经被包含在 Suspension_Assy 子系统中,所以必须在点击 UCA_FE 部件的同时按 Shift 键。然后 UCA_FE.SetPatch1@Suspension_Assy 会出现在 **Element**/Patch Set 项目中。

cicci	Sample.xm					•	New Lib	rary
					Un	it	mm-N	-
Name			Refere	nce	De	scri	ption	Yi 📥
[Steel] MANTEN		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 6	1, d	ata ref 3	=
[Stainless Steel] 3	04/160	SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 3	5, d	ata ref 1	
[Stainless Steel] 3	04/327	SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 3	7, d	ata ref 1	
[Stainless Steel] 3	10/145	SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 3	8, d	ata ref 1	
[Steel] AM350		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 5,	da	ta ref 1/[
[Steel] GAINEX		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 7,	da	ta ref 7/[
[Steel] H11/660		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 8,	da	ta ref 6/[
[Steel] RQC100		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 12	2, d	ata ref 1	
[Steel] 10B62		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 13	3, d	ata ref 7;	
[Steel] 1005/90		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 1	7, d	ata ref 7	
[Steel] 1005/327		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 10	5, d	ata ref 7	
[Steel] 1015/80		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 18	8, d	ata ref 4	
[Steel] 1045/225		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 2	1, d	ata ref 7	
[Steel] 1045/390		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 2	3, d	ata ref 7	
[Steel] 1045/410		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 2	2, d	ata ref 7	
[Steel] 1045/450		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 24	4, d	ata ref 7	
[Steel] 1045/500		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 2	5, d	ata ref 7	
[Steel] 1045/595		SAE	J1099, F	EB. 1975	Entry 20	5, d	ata ref 7	
[Steel] 1020			Make A	ctive), d	ata ref 1	
[Steel] 1040		L	- tu), d	ata ref 1	_
ICtaall 11///			Edit			A	sts raf 1	. -
•	_		New Ma	aterial		H		•
			Cut					
			Сору			-		-
			Paste					
			Delete					

Material Manager

- 7. 点击 Time History 文本框中的 SEL 按钮。
- 8. 在 Time History 对话窗口中,一个时间历 程已经被定义。点击 R,更改时间范围。
- 9. 在 Time Range 对话窗口中,点击 All。
- 10. 点击 Time Range 对话窗口中的 Close。
- 11. 点击 OK。

Time History

 No
 Use
 Name
 Time Range
 Add Row

 1
 History_1
 1,201
 R
 Insert Row

 Delete Row
 Clear

 OK
 Cancel



- 12. 在 Occurrence 文本框中,输入1000000。
- 13. 点击 Calculation。

屏幕上会出现一个现实疲劳分析进度的进 度条,分析完成后,结果会出现在结果组, 如右图所示。

Axial Mode Life Criteria	Uni-Axial	0	Bi-Axial
Stress - Based	🔿 Strain	- Based	◯ Safety Factor
Life Criterion		Manson-Coffin	•
Mean Stress Effect		Goodman	•
BVVI VVeld		class B	-
Num of Std.Deviations		2.	
Searching Increment		5 Deg	•
Material			
Material < mm-N >		[Steel] 1020 [Sample	[s-N
Element / Patch Set		UCA_FE.SetPatch1@	Suspension_Assy EL
Time History		History_1	SE
Occurrence		1000000.	P
Fatigue Results			
Time Range	Face Node ID	Damage (Max.)	Life (Min.)
History_1	136,137,364	1.8766783743880	5328563.560211

- 14. 在疲劳评估对话窗口中,点击 Fatigue Tools。
 - 在疲劳工具对话框中,点击 Rainflow
 Counting 按钮。
 - 如下图所示, Excel 中的雨流计数结果是以应用于损伤最严重的片集区域的应力时间历程为基础的。结果根据应力振幅和平均应力按周期数显示。

Fatigue Tools
Time History History_1
Patch Info.
Max Damage Ouser-defined Sel
Node IDs 136,137,364
Rainflow Counting Plot History
Close



- 在此对话中点击 Plot History。
- 如下图所示,可以查看定义片集中损伤最大的片上的应力时间历程。



验证等值线结果:

0

Contour

1. 在 Durability 标签下的 Durability 组中,点击 Contour。

弹出 Durability Contour 对话窗口

- **2.** 在 **Durability Contour dialog** 窗口 中,完成以下操作:
 - 在 Contour Option 组,选择 Life。
 - 点击 Calculation。
 - 选择 Enable Log Scale。
 - 点击 Contour View, 查看结果。

Time History		History_1	
View Type		Contour	-
- Contour Option		Style Option	
ODamage	 Life 	Color Option	Edit
-Band Option —		Colors	Spectrum 🔫
Legend Type	Display	Style	Stepped 🔻
er geno iype		Text Color	-
Band Level(10~5 - Min/Max Option Display	;oj 10	Mesh Lines	
Ca	lculation	Vector Color Vector Size Factor	3.89
Min 1.5584e+0	07 1.5584e+07	Probe Option -	
Max 2.1259e+1	0 2.1259e+10	ONode	Select
Show Min/M	ax	Patch	Clear
	cale	Show Prohe P	esults
Enable Log S		SHOW FIDER	county

3. 为使结果更容易查看,点击 Durability Contour 对话窗口中的 Style Option 组的 Edit,将颜色更改如下。

Select Band Color
First Band Color (Min)
OK Cancel

 再次点击 Contour View 将最不耐久的部分标为红色,如下图所示。这样更容易判别疲劳 寿命相对短的区域。(小贴士:如果想得到更详细的等值线图,在查看结果前,在工具 栏中选择 Wireframe。)



5. 在 Veiw Type 中选择 Contour & Damage 来查看每个补 丁的损伤方向。

Contour	•
Contour Damage Vector	
Contour & Damage Vector	

如下图所示,按下 View 按钮就会显示损伤方向。



对LCA_FE 部件进而执性分析

设置分析参数:

Preference

1. 在 Durability 标签的 Durability 组中,点击 Preference。

弹出 Preference 对话窗口。

- 2. 在 Preference 对话窗口中,完成如下操作:
 - 在 Fatigue Influencing Factors 标签 的 Fatigue Factors 组中,将 Notch Factor Amp (Kf, Kt)从 2 改为 1。



 在 Rainflow Counting 标签中的 Rainflow Counting Data Control 中, 将 Number of Ranges 设为 6。(小贴 士:在 Fatigue Evaluation 对话窗口运 行 Rainflow Counting 之前,如果改 变 number of ranges 并且设置平均应 力和应力幅度的周期值,那么 Excel 表格中平均应力和应力幅度的排数 就会变成设置的值。)

references		
Material	Fatigue Influencing Factors	
Convergence Cont	Rainflow Counting	
Rainflow Counting Dat	ontrol	
Peak - Valley	0. Pv	
Number of Ranges	6. Pv	

使用一个用户定义的 S-N 曲线:

Fatigue

1. 在 Durability 标签的 Durability 组中,点击 Fatigue。

弹出疲劳评估对话窗口。

- 2. 在疲劳评估对话窗口中,完成如下操作:
 - 将 AxialMode 设为 Uni-Axial。
 - 在 Life Criteria 组中,选择 User-Defined。
 - 将 Searching Increment 项设为 10
 Deg。
 - 将 Occurrence 设为 1000000。

Fatigue Evaluation			
Axial Mode	🖲 Uni-Axia	0	Bi-Axial
Stress - Based	◯ Strain	1 - Based	◯ Safety Factor
Life Criterion		User-Defined	•
Mean Stress Effect		Goodman	•
BVVI VVeld		class B	-
Num of Std.Deviations		2.	
Searching Increment		10 Deg	-
Material			
S-N Curve < mm-N >		User-Defined	S-N
Element / Patch Set		LCA_FE.SetPatch1@S	uspension_Assy EL
Time History		History_1	SEL
Occurrence		1000000.	Pv
Fatigue Results			
Time Range	Face Node ID	Damage (Max.)	Life (Min.)
Fatigue Tools	Import	Calculation	K Cancel

3. 在 Material 组中,点击"…"。

弹出用户自定义对话窗口。

- 4. 在用户自定义对话窗口中,完成如下 操作:
 - 点击 Add Row 按钮 9 次,并输入 如右图所示的值。
 - 点击 Draw 来显示这些值的 S-N 曲 线。
 - 点击 Close。
- 5. 在 Element/Patch Set 组中,点击 EL。

User-	Defined		
		Unit	mm-N 🔻
		1	
No	Cycle to Failure	Stress Amplitude	Add Row
1	1	820	
2	10	630	Insert Row
3	100	470	
4	1000	360	Delete Row
5	10000	270	
6	100000	200	Draw
7	1000000	150	Class -
8	1000000	120	Clear
9	10000000	90	
			import
			Export
Interp	olationType	Linear	•
Mate	rial for Stress Based Life Crite	rion	
Yield	l Stress	317.2	Pv
Ultir	nate Strength	565.4	Pv
Fati	gue Strength Coefficient	917.	Pv
L			
	[Close	

6. 选择 LCA_FE 部件的片集

返回疲劳评估对话窗口,注意到 Element/Patch Set 项仍然是前一步中设置的 UCA_FE 部件的补丁数据。在本教程中,按住 Shift 键并选择被定义为 LCA_FE 部件 的补丁数据,如下图所示。



7. 点击 Calculation。

疲劳分析进程状态会显示在进度条中,如下图所示。



波穷分析结果后,波穷伴怕刈话囱口会显示取人狈忉和取起寿命

Fatigue Evaluation			
Axial Mode	Uni-Axial	С) Bi-Axial
Life Criteria			
Stress - Based	⊖ Strain	- Based	O Safety Factor
Life Criterion		User-Defined	
Mean Stress Effect		Goodman	•
BWI Weld		class B	*
Num of Std.Deviations	5	2.	
Searching Increment		10 Deg	-
- Material			
S-N Curve < mm-N >		User-Defined	S-N
Element / Patch Set		LCA_FE.SetPatch1@	Suspension_Assy EL
Time History		History_1	SEL
Occurrence		1000000.	Pv
Fatigue Results		1	
Time Range	Face Node ID	Damage (Max.)	Life (Min.)
History_1	71524,77590,65551	1.	1.
Fatigue Tools	Import	Calculation	DK Cancel

8. 在疲劳评估对话窗口中,点击 Fatigue Tool。

如下图所示, Excel 中的 Rainflow Counting 结果是以损伤最严重的片集区的应力时间 历程为基础的。与 UCA_FE 部件的雨流计数结果不同,在 3D 表格中有 6 排,因为之 前在 Preference 对话窗口中将 number of ranges 改成了 6。



- 9. 打开等值线对话窗口,并在 Contour Option 组中选择 Life。与之前验证 UCA_FE 部 件的耐久性分析结果的操作一样。
- 10. 点击 Calculation,注意到最小值/最大值都已在对话窗口中计算好。接下来点击 Contour View 来显示结果,如图所示。





分析掩着課

低日本

本章学习如何分析并查看两个模型的耐久性结果。



5分钟

分标的性課

分析 UCA_FE 部件的结果

 在进行耐久性分析前,如果比较过 UCA_FE 和 LCA_FE 部件在第三章最后一步后的 Von-mises 应力,会发现 UCA_FE 部件产生的应力应该会更低。因此,对其耐久性的 预期也会非常高。然而实际上,在疲劳分析中,从应力时间历程中得到的 Rainflow Counting 结果,如下图所示,显示出反复加到最弱点(片集区)的最大应力范围(应力 范围是应力幅度的两倍)约为 3Mpa,而平均应力不到 1Mpa。



• 应力幅度,应力范围,平均应力和周期之间的关系显示在下图的应力时间历程中。



- 可以从仿真结果中看到,负载被反复施加到 UCA_FE 部件上的同一方向,我们的耐久 性分析的轴类型为单轴。因为负载在仿真过程中被施加了一百万次(occurrence = 1,000,000),这个应力寿命标准呈高度重复性。因此,平均应力影响在这里是适用的。
- 耐久性分析还采用了在车辆结构中广泛应用的 1020 系列钢(在耐久性材料库中可选用)。

 结果说明损伤最严重部位(即疲劳寿命最短的部位)的重复次数约为5*10°。换言之, 在仿真的负载条件下,可以预测损伤会在约6百万次后出现:用事件条件(1*10°)与疲 劳寿命(5*10°)相加。

Axial Mode Life Criteria	Uni-Axial	0	Bi-Axial	
Stress - Based	⊖ Strain	- Based	○ Safety Factor	
Life Criterion		Manson-Coffin		
Mean Stress Effect		Goodman		
BVVI VVeld		class B	-	
Num of Std.Deviations		2.		
Searching Increment		5 Deg		
Material				
Material < mm-N >		[Steel] 1020 [Sample.xml] S-N		
Element / Patch Set		UCA_FE.SetPatch1@Suspension_Assy EL		
Time History		History_1 SEL		
Occurrence		1000000 Pv		
Fatigue Results				
Time Range	Face Node ID	Damage (Max.)	Life (Min.)	
History_1	136,137,364	1.8656142679397	5360164.837849	

 假设上面所显示的疲劳寿命结果是无穷大,可将寿命标准的安全因子用于计算 UCA_FE 部件的另一个疲劳分析结果。先只选寿命标准的安全因子,其它设置包括搜 索增量,单元/片集和材料都与 UCA_FE 部件的相同。生成的结果如下图所示。(小贴 士:这时在 Preference 对话窗口中,将缺口系数改为2。)

Axial Mode Life Criteria	Uni-Axial		O Bi-Axial	
O Stress - Based	⊖ Strain	- Based	Safety Fa	ctor
Life Criterion		Goodman		•
Mean Stress Effect		Goodman		Ŧ
BWI Weld		class B		-
Num of Std.Deviations		2.		
Searching Increment		10 Deg		-
Material				
Material < mm-N >		[Steel] 1020 [S	ample.xml]	. Н
Element / Patch Set		UCA_FE.SetPatch1@Suspension_Assy El		y EL
Time History		History_1		SEL
Occurrence		1000000.		
Fatigue Results				
Time Range	Face N	ode ID	Safety Factor (Min	n.)
History_1	136,13	37,364	83.130370592139	4

在等值线绘图中选择这个选项来生成如下结果。



计算安全因子所需要的条件是来自于雨流计数结果的应力幅度和平均应力。因此,与周期数相关的发生次数不是必须的。上文所示的耐久性分析结果显示出 UCA_FE 部件非常稳定。

分析 LCA_FE 部件的结果

- 与 UCA_FE 部件不同,必须为 LCA_FE 输入耐久性分析表达式而不能用 RecurDyn/d urability 提供的公式创建 S-N 曲线。这意味在设置疲劳分析的材料时,可以通过选择用户自定义的 S-N 曲线,直接输入从外部实验以及/或者相关资源(应力幅度与周期)获得的数据。
- 正如从雨流计数图中看到的,应力范围和平均应力大约是 UCA_FE 部件结果的 100 倍。



Rainflow Counting (History_1)

- 可以从疲劳分析结果中得到结论: LCA 部件可以在所给负荷条件下使用 1 百万次,因此我们建议通过改变设计来延长产品的耐久性。
- 如果想确定只基于 Von-Misess 应力的 LCA_FE 部件的稳定性,那么最大应力约为 139
 Mpa,远小于屈服应力(262 Mpa),如下图所示。因此,这个设计可以被认为是稳定的。
 但是如果我们足够重视耐久性,这个设计仍然是需要修改的。

atigue Evaluation				
Axial Mode	Uni-Axial	(🔵 Bi-Axial	
Life Criteria				
Stress - Based	🔿 Strain	- Based	◯ Safety Factor	
Life Criterion		User-Defined	•	
Mean Stress Effect		Goodman		
BWI Weld		class B	*	
Num of Std.Deviations		2.		
Searching Increment		10 Deg		
Material —				
S-N Curve < mm-N >		User-Defined	S-N	
Element / Patch Set		LCA_FE.SetPatch1(
Time History		History_1	SEL	
Occurrence		1000000. Pv		
Fatigue Results				
Time Range	Face Node ID	Damage (Max.)	Life (Min.)	
History_1	71524,77590,65551	1.	1.	
L		I		
Fatigue Tools	Import	Calculation	OK Cancel	

感谢学习本教程!