

CATIA

非线性有限元 分析教程

盛选禹 包支 李明志 主编



CATIA 非线性有限元分析教程

盛选禹 包 支 李明志 主编



机械工业出版社

本书详细介绍 CATIA 软件的非线性有限元分析功能。先介绍一些简单的有限元计算实例,然后针对“非线性分析”工作台的所有功能和图标进行了详细的讲解,并配有实例对操作进行说明,最后还列举了一些设计工作中经常遇到的计算问题,进行了详细的建模和计算。

本书深入浅出,每一步骤都做了详细说明,并且有示意图,方便读者阅读。所采用的示例也都非常典型,读者按示例进行练习,就可以快速掌握 CATIA 非线性的各功能。通过示例的学习,读者可以体会 CATIA 的强大功能。

本书可供从事机械设计人员做三维建模使用,推荐机械类专业的本科生和专科生学习此软件。本书尤其适合有一定 CATIA 基础的读者,尤其适合从事有限元计算方面的专业人士使用。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA 非线性有限元分析教程/盛选禹,包支,李志主编. —北京:机械工业出版社,2014.1
ISBN 978-7-111-47144-8

I. ①C… II. ①盛… ②包… ③李… III. ①机械设计—计算机辅助设计—应用软件—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 136955 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:曲彩云 责任编辑:曲彩云

责任校对:王欣 封面设计:路恩中

责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2015 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 15.75 印张 · 387 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-47144-8

定价:48.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

20 世纪 60 年代，法国人提出了贝塞尔算法，使计算机处理曲线和曲面成为可能。法国达索飞机制造公司的开发者们，在二维绘图系统的基础上，开发出了以表面模型为特点的自由曲面建模，这就是三维曲面造型系统 CATIA。此后，CAD 软件发生了很大变化，设计软件层出不穷。

CATIA 不仅有强大的曲面功能，而且分析功能也很完美。世界 60% 以上的航空和汽车业都使用 CATIA，但在前几年它并不为国内广大设计者熟悉。一个重要的原因是它只能运行在工作站平台上。现在 CATIA V5 已经成功移植到个人电脑，所以在近几年内，相信 CATIA 会占据国内的 CAD 市场一半以上的份额，这也是竭力向广大读者推荐学习 CATIA 的原因。

作者在实际工作中曾经遇到多次采用其他软件无法解决，而由 CATIA 迎刃而解的问题，同时采用 CATIA 软件，还发现了由其他软件设计出现的问题。如作者在进行泵的强度计算时，由于泵具有渐开线曲面结构，采用其他软件无法建立泵的立体结构，采用 CATIA 的扫描成形，很方便地建立了泵的三维模型。其他人设计的一个一端是矩形一端是圆柱的过渡段，要在过渡段表面开孔。这个由其他 CAD 软件设计的平面图，没有发现问题，但由 CATIA 建立三维模型后，发现表面开孔有相互干涉现象，如果不建立三维模型，由平面图和剖面图，根本无法发现这样的问题。由 CATIA 三维模型还多次发现圆柱体中心开矩形孔时，尺寸出现问题的情况，由于平面做图时，只画了两个剖面，在剖面上，开的孔没有问题，但实际上矩形孔的对角线方向尺寸根本不够。基于这样的原因，作者希望初学者直接学习 CATIA，在工作和学习时使用三维模型，需要二维模型时，可用 CATIA 直接由三维模型形成二维平面图样。

一般 CATIA 的用户注意的是其强大的建模功能，并且只把它作为一个简单的三维设计软件使用，但实际情况并非如此。尤其是在达索公司收购了 HKS 公司的 ABAQUS 之后，CATIA 明显加强了其有限元分析计算功能。除改名为 SIMULIA 的有限元专门软件之外，达索公司开发了基于 CATIA 的 SIMULIA for CATIA 软件，加强了 CATIA 在非线性和动力学问题上的分析功能，使 CATIA 更加强大，本书即是针对这部分功能进行讲解的。

本书是基于 CATIA V5 R20 编写的，读者在更高的版本上也可以使用本书。读者在阅读本书使用软件时，要反复练习，可以根据本书的步骤，做一些自己学习和工作中遇到的模型，也可以用机械设计的标准件来做练习实例。

本书由盛选禹主编，参加编写工作的还有刘声、唐守琴、陈树青、盛硕、蔡薇、曹京文、王国丽、陈琳、盛选军、曹睿馨、关静、侯险峰、曹建平、孟庆元、盛闯、宗纪鸿、许宁、曹建林、于伟谦、付喻、刘向芳、陈永澎、胡雅虹、朱绍玉、张继革、王思标、李克勤、曹京珍、王兆举、吴晓声。由于时间比较仓促，作者认识水平有限，书中难免有错误出现。读者在阅读时发现错误后，请通知作者，不胜感激。也希望就 CATIA 的问题和广大读者继续探讨。作者联系电子邮件：Xuanyu@tsinghua.edu.cn。

目 录

前言

第 1 篇 入门	1
第一章 熟悉非线性结构分析工作台	1
1.1 “非线性结构分析”工作台入门.....	1
1.2 “热分析”工作台入门.....	6
第 2 篇 功能详解	14
第 2 章 创建有限元模型	14
2.1 分析算题.....	14
2.2 分析步.....	15
2.3 结果请求.....	17
第 3 章 模型属性	22
3.1 材料属性.....	22
3.2 指定单元.....	24
3.3 创建连接行为.....	27
第 4 章 装配属性	31
4.1 使用交互向导.....	31
4.2 分析连接.....	37
4.3 接触属性.....	41
4.4 连接属性.....	46
4.5 距离连接属性.....	50
4.6 焊接连接属性.....	53
4.7 基于点的连接属性.....	60
第 5 章 零件属性	62
5.1 约束.....	62
5.2 虚拟零件.....	63
第 6 章 建模技术	67
6.1 复制和粘贴.....	67
6.2 创建组.....	68
6.3 使用发布.....	69
6.4 应用知识智件.....	70
6.5 创建网格零件.....	72
6.6 创建网格属性.....	72
6.7 使用 Abaqus 单元质量检查.....	73
6.8 指定接触面.....	74

6.9 使用局部坐标系	75
第7章 结构模拟历程与环境定义	76
7.1 结构分析步	76
7.2 边界条件	79
7.3 载荷	82
7.4 场	90
7.5 质量	94
第8章 热模拟历程和环境定义	98
8.1 热分析步	98
8.2 边界条件	99
8.3 载荷	101
8.4 场	107
第9章 幅度	109
第10章 传播	111
10.1 状态术语	111
10.2 编辑步相关的对象	112
第11章 分析装配	113
11.1 零件分析文件	113
11.2 为分析准备装配	114
第12章 分析控制	115
12.1 检查模型	115
12.2 创建和定制作业	116
12.3 提交和管理工作	119
12.4 管理作业文件	123
12.5 使用用户子程序	125
12.6 在优化问题中使用分析传感器	126
第13章 后处理	129
13.1 访问结果	129
13.2 可视化结果	130
第14章 非线性结构分析工作台说明	140
14.1 【分析联接】工具栏	140
14.2 【分析控制】工具栏	141
14.3 【分析步】工具栏	141
14.4 【装配属性】工具栏	141
14.5 【约束】工具栏	142
14.6 【质量工具栏	142
14.7 【模型管理器】工具栏	143
14.8 【后处理】工具栏	143
14.9 【限制条件】工具栏	143

14.10	【属性】工具栏	144
14.11	【虚拟零件】工具栏	144
14.12	模型树	144
第 15 章	【热分析】工作台说明	146
15.1	【分析控制】工具栏	146
15.2	【分析步】工具栏	146
15.3	【装配属性】工具栏	146
15.4	【后处理】工具栏	147
15.5	【限制条件】工具栏	147
15.6	【属性】工具栏	147
15.7	模型树	147
第 16 章	非线性结构分析和热分析	149
第 17 章	配置非线性结构分析和热分析	153
第 18 章	非线性结构分析和热分析自动化接口	155
18.1	自动化接口描述	155
18.2	一个使用非线性结构分析和热分析的自动化接口实例	155
第 3 篇	计算实例	163
第 19 章	固支杆应力分析	163
19.1	零件设计	163
19.2	生成 ABAQUS 计算工作	164
19.3	运行分析工作	166
第 20 章	壳的平面应力计算	168
20.1	建立零件模型	168
20.2	定义 ABAQUS 分析工作	169
20.3	运行分析工作	171
20.4	显示分析结果	171
第 21 章	一端固定的长方体	173
21.1	建立模型	173
21.2	设计 ABAQUS 结构分析	173
21.3	运行分析工作	175
21.4	显示分析结果	175
第 22 章	平端盖的应力分析	178
22.1	建立零件模型	178
22.2	定义 ABAQUS 分析工作	179
22.3	运行分析工作	180
22.4	显示分析结果	181
第 23 章	承受扭矩和弯曲载荷联合作用的轴	183
23.1	建立零件模型	183
23.2	设置 ABAQUS 分析工作	188

23.3	运行分析工作	190
23.4	显示分析结果	190
第 24 章	带有虚拟零件的应力分析	193
24.1	设置虚拟零件	193
24.2	修改模型边界条件	193
24.3	运行分析工作	194
24.4	显示分析结果	194
24.5	施加 Smooth Virtual part	195
第 25 章	装配零件的应力分析	198
25.1	建立底座零件模型	198
25.2	建立零件装配图	198
25.3	设置 ABAQUS 分析工作	200
25.4	运行分析工作	201
25.5	显示分析结果	202
第 26 章	接触分析	204
26.1	建立板零件模型	204
26.2	建立圆柱体零件模型	205
26.3	装配零件	206
26.4	设置 ABAQUS 分析工作	206
26.5	运行分析工作	208
26.6	显示分析结果	208
26.7	考虑摩擦时的分析	209
第 27 章	螺栓计算	211
27.1	建立螺栓零件模型	211
27.2	建立螺母零件模型	213
27.3	生成一个薄钢板零件	214
27.4	生成零件装配图	215
27.5	设置 ABAQUS 分析工作	217
27.6	运行分析工作	219
27.7	显示分析结果	219
第 28 章	抗震分析	222
28.1	建立零件模型	222
28.2	设置 ABAQUS 分析工作	222
28.3	运行分析工作	223
28.4	显示分析结果	224
第 29 章	材料非线性变形分析	226
29.1	建立零件模型	226
29.2	定义 ABAQUS 分析工作	228
29.3	运行分析工作	229

29.4 显示分析结果.....	229
第 30 章 热分析实例	232
30.1 建立零件模型.....	232
30.2 设置 ABAQUS 热分析工作	235
30.3 运行分析工作.....	236
30.4 显示分析结果.....	236
第 31 章 结构和热联合分析	238
31.1 定义 ABAQUS 结构分析工作	238
31.2 运行分析工作.....	239
31.3 显示分析结果.....	239

第 1 篇 入门

第 1 章 熟悉非线性结构分析工作台

本章指导您完成第一次的非线性结构分析或热分析会话，允许您熟悉产品。本章包含以下主题：

- 【非线性结构分析】工作台入门。
- 【热分析】工作台入门。

这些主题分别与非线性结构分析及热分析的产品有关。

1.1 “非线性结构分析”工作台入门

本教程向您介绍在“非线性结构分析”工作台讨论以下任务：

- 对零件指定材料
- 创建一个分析算题
- 定义边界条件
- 创建网格，发出一个分析工作
- 查看应力分析结果

这些任务大约需要 40 分钟才能完成。您必须在开始之前运行非线性结构分析会话。

注意：在本教程中的参数为千克/米/秒单位制。您可以通过从菜单栏选择【工具】>【选项】，单击【参数和测量】页内的【单位】选项卡，为所有分析参数指定单位制。

对零件指定材料

本节显示了如何加载本教程使用的包含模型几何 .CATPart 文档，将一种材料分配给该零件，并修改材料的属性。


1. 打开 .CATPart 文件。
 - a. 从菜单栏选择【文件】>【打开】。
 - b. 将出现【选择文件】对话框。
 - c. 在【选择文件】对话框的底部的文件名称字段中键入 `install_dir\intel_a\resources\graphic\ANLDoc\sample01.CATPart`。其中 `install_dir` 是在其中安装非线性结构分析产品目录的名称。或者可以浏览到此位置使用【查找】范围旁边的箭头：字段，然后从对话框的列表中选择该文件。

d. 单击【选择文件】对话框中的【打开】。

零件设计文档在【零件设计工作台】打开，选定的零件显示在窗口中，如图 1-1 所示。

2. 在对它进行分析之前，必须分配给一个零件一种材料。要分配给该示例零件一种材料，请执行以下操作：

a. 在模型树中选择 PartBody 功能。

b. 单击【应用材料】图标 。

提示：如果在【非线性结构】分析窗口中的工具栏不可见，选择菜单栏中的【视图】>【工具栏】>【toolbar_name】。

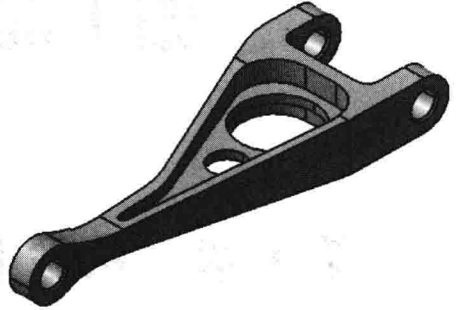


图 1-1 sample01. CATPart 模型

打开【库】对话框，使用默认的 .CATMaterial 文档。

c. 从对话框顶部的选项卡选择【金属】材料系列，然后从所显示的图像中选择铝，然后单击【确定】按钮。

这种材料应用于零件，铝对象出现在模型树中的 PartBody 对象集合下。

注意：如果要从包含没有分配材料的一个 .CATPart 文档进入【非线性结构分析】工作台，出现一个对话框，警告您缺少材料的定义。您必须返回到【零件设计】工作台，应用一种材料。

3. 将渲染样式应用到零件，反映分配的材料，从菜单栏选择【查看】>【渲染方式】>【自定义视图】，在【显示视图模式自定义】对话框中勾选【材料】选项。

4. 您可以查看和修改材料性能和分析特征：

a. 在模型树中的 PartBody 功能下，单击【铝】对象，然后从菜单栏选择【编辑】>【属性】，编辑材料的属性，此时将显示【属性】对话框。

b. 使用该对话框顶部附近箭头滚动，显示其他选项卡；出现【非线性和热性能】选项卡时，单击它。

第一次加载非线性和热性能非线性结构分析会话，出现一个警告对话框。单击【确定】按钮取消显示此警告。

c. 在【可用选项】列表中，勾选【弹性】选项。

【弹性】选项显示在对话框右侧的【选定选项】的列表中，并且弹性数据表格显示在对话框的下半底部中。

d. 输入杨氏模量值 $7e+010\text{N/m}^2$ 和泊松比值 0.346。

e. 单击【属性】对话框中的【确定】按钮，以更新铝材料的属性。

5. 由于对原来的 .CATPart 文件进行了更改，应将其保存到您具有写权限的其中一个位置。从菜单栏中选择【文件】>【保存】，并选择一个目录保存该文件。

创建一个分析算题

本节显示了如何进入【非线性结构分析】工作台，创建包含通用静态步的静态分析算题。

1. 从主菜单栏中选择【开始】>【分析和模拟】>【非线性结构分析】。

将显示【新分析实例】对话框，默认选择【非线性结构分析】类型。

2. 单击【新分析实例】对话框中的【确定】按钮，进入【非线性结构分析】工作台。


警告：不要选择【新分析实例】对话框中的【保持作为启动分析算题中的默认】选项。

此时将打开一个名为 Analysis1 的 .CATAnalysis 文档。在 .CATPart 和 .CATAnalysis 文档之间存在一个链接。此外，显示模型树的分析管理器的标准结构。

【非线性结构算题】对象集合包含一个【模拟历程】对象集合，其中有【初始分析步】、【静态分析步】对象集合、【工作】对象集合(内含默认的工作)、一个空的【显示组】和【分析算题求解】对象集合。模拟历程将载有对该模型的环境影响，一般作为一个时间函数，用户定义的一段描述。(有关模型树的更多详细信息见模型树)。

3. 若要编辑分析算题中创建的【静态步】，双击模型树中当前分析算题的【模拟历程】对象集合中的【Static Step-1】对象。(当前分析算题是最近创建或编辑的算题,它在模型树中有下划线)。

非线性结构分析打开【静态步】对话框。

注：若要创建一个新的静态步，可以单击【一般静态步】图标。

4. 可以通过编辑【步名称】字段更改为静态步的步标识符。在模型树中，将使用此名称。

5. 在【步说明】字段中输入步的说明。此说明将显示在专为本分析所写的输入文件中。

6. 在此示例中，预期零件将明显变形，因此要考虑有限变形的影响。通过选择【非线性几何】中的【开】线性，指定求解器应在步中考虑非线性几何效应。


7. 接受步中其他控件的默认值。


8. 完成编辑该步骤后，单击【确定】按钮。

【静态步】对象集合包含一个默认的【字段输出请求】对象和空的【历程输出请求】、载荷、边界条件、场对象集。

定义边界条件

本节显示了如何应用边界条件约束零件，完全约束零件两个面的所有自由度，第三工作面指定一个垂直位移。

1. 单击【固支边界条件】图标。

默认情况下隐藏【固支边界条件】的图标。一些图标底部的小黑色三角形表明可以将隐藏的图标显示出来。单击【位移边界条件】图标, 但不要释放鼠标按键。【固支边界条件】图标显示。不要释放鼠标按键，沿图标集拖动光标，直到到达【固支边界条件】图标。然后松开鼠标按键以选择该图标。

随即弹出【固支边界】对话框，【固支】对象出现在模型树中的当前步中【边界条件】对象集合下。

2. 可以通过编辑【名称】字段，更改边界条件标识符。

3. 选择该边界条件的支持面，如图 1-2 所示的两个面。

如有必要，重新选择一个面，将其从选项集中删除。

【支持】字段将更新，以反映您的选择，固支符号出现

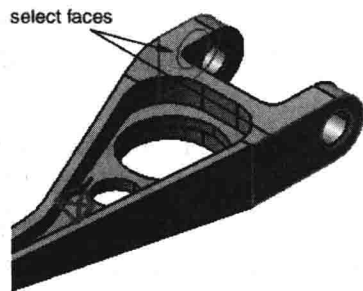



图 1-2 选择突出显示的面，要应用固支边界条件

在选择的面，表示约束的自由度。

4. 单击【固支边界条件】对话框中的【确定】按钮。

5. 单击【位移边界条件】图标。

随即弹出【位移边界条件】对话框，位移对象出现在模型树中当前分析步的边界条件对象集合中。

6. 选择图 1-3 所示的面。

【支持】字段将更新以反映您的选择，所选的面上出现的箭头指示约束的自由度(只在箭头显示零值约束)。

7. 要指定选择面的垂直位移 0.254mm，在【位移边界条件】对话框，取消勾选【U1】和【U2】，在【U3】栏输入 -0.254mm，然后单击【确定】按钮。

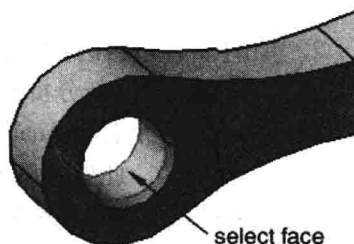


图 1-3 选择突出显示的面应用位移边界条件

生成一种网格和提交一个分析工作

有限元网格节点和元素的集合用于表示系统，并将连续力学问题转换成一个离散数值问题。系统几何上的所有用户指定最终可以由该程序都转换成网格的输入数据。

本节显示了如何指定网格参数如大小和垂度，在零件上生成网格，创建一个分析作业和提交作业到求解器。

1. 在模型树中展开节点和元素的功能，然后双击【OCTREE Tetrahedron Mesh. 1】功能，来编辑网格的全局特征。

弹出【OCTREE Tetrahedron 网格】对话框。


重要元素特征是它们的阶数，它们的大小和垂度。阶数是元素内的未知场的多项式插值(位移场)的自由度。元素的大小是元素尺寸。垂度是元素边界与几何形状间的偏差。

2. 在【OCTREE Tetrahedron 网格】对话框中指定一个全局元素大小为 0.025m 和全局元素垂度 0.008m。接受种线性元素类型的默认选项，并单击【确定】按钮。

3. 在模型树中的【节点和元素】对象上右键单击，然后从出现的菜单中选择【网格可视化】。此时将显示一个警告消息对话框，通知您的网格需要更新；单击【确定】按钮关闭该对话框并继续网格生成。网格生成完成时，零件上显示网格，网格对象将显示在模型树中节点和元素下。

4. 在模型树中展开【作业】对象集，双击要编辑分析作业的【作业 Job-1】功能。

弹出【编辑作业】对话框。


注意：要创建当前新分析算题的新作业，请单击【创建作业】图标。

5. 可以通过编辑【名称】字段更改作业的标识符。在模型树和【作业管理器】中将使用此名称。

6. 在【描述】字段中输入作业的描述。

7. 接受作业的数据的默认值，然后单击【确定】按钮。

8. 将 .CATAnalysis 文件保存到您具有写权限的其中一个位置。从菜单栏中选择【文件】>【保存】并选择一个目录，保存该文件。

9. 单击【作业管理器】图标。

弹出【作业管理器】对话框，显示已创建的作业列表。默认情况下，显示所有分析算

题的作业。

10. 在【作业管理器】中，从列表选择所编辑的作业，然后单击【提交】。


默认情况下，在作业提交时运行一致性检查。一个【作业提交】对话框出现，显示这些一致性检查的结果。除了在一致性检查消息外，从输入文件写入消息显示在【写入输入文件消息】选项卡式页面上。在这种情况下【一致性检查消息】页面为空，【写入输入文件消息】页面指示写入文件已成功生成。

11. 在【作业提交】对话框中单击【继续】按钮。

非线性结构分析使用在作业编辑器内定义的作业设置提交作业分析。【作业管理器】指示作业的状态信息的状态列更新。本教程中的【状态】列显示以下项之一：

- 分析输入的文件生成时显示【提交】。
- 在求解器分析模型时显示【运行】。
- 完成分析，并将输出写入到输出数据库文件时显示【完成】。
- 如果求解器在求解时发现写入文件或分析时有问题，中止分析，显示【中止】。


12. 当作业成功完成后，就可以查看分析结果。从【作业管理器】的右边缘的按钮单击【附加结果】。

包含结果的输出数据库文件的链接显示在【链接管理器】中，一个静态步对象出现在模型树中，分析算题集合中的当前分析算题下。此外，分析算题求解中的状态将更新以显示此求解方案现已可见，与该模型和历程的要求是一致的；换言之，不会再次出现。

13. 在【作业管理器】中单击【关闭】按钮。

查看应力结果

如何显示您的分析可视化结果。

1. 在模型树中，右键单击【分析算题解决方案】对象集合中的静态步对象，并从出现的菜单中选择【生成结果图像】选项。或者可以在模型树中选择静态步骤对象使它处于活动状态，然后单击【生成结果图像】图标。

显示【Abaqus 图像生成】对话框，显示指定步的输出数据库文件的可用结果列表。

2. 若要在模型中绘制节点轮廓的冯·米塞斯应力等高线图，从【可用图像】列表中选择【冯·米塞斯应力】，然后单击【确定】按钮。


【Abaqus 图像生成】对话框消失，在变形的模型中绘制冯·米塞斯应力图，如图 1-4 所示。一种生成的图像功能将显示在模型树中的静态步对象中。

3. 要从显示中删除未变形形状模型，在模型树中的节点和元素功能上右键单击，然后从出现的菜单中选择【隐藏/显示】选项。



图 1-4 未变形的网格和变形形状上绘制的冯·米塞斯应力图

未变形的形状将从视图中消失，可以清楚地看到冯·米塞斯应力轮廓，如图 1-5 所示。

4. 要查看冯·米塞斯应力的动画，单击【分析工具】工具栏内的【动画】图标。

将出现【动画】对话框，在主窗口中，使用默认动画参数，冯·米塞斯应力图像进行动画处理。默认情况下，通过逐步通过每个分析中的增量创建应力动画的图像。

5. 若要进行动画处理，通过将一个比例因子应用于当前的分析步中的应力值，执行以下步骤：

a. 在【分析工具】工具栏单击【放大量】图标，将出现【放大量】对话框。

b. 如果未选中【缩放因子】选项，则勾选它。

c. 通过拖动滑块或【系数】字段中指定一个新值，更改动画的缩放因子，然后单击【确定】按钮。

更改缩放将在动画重新启动时生效。

6. 在【动画】对话框单击【关闭】，停止动画。

现在您已经完成该教程。



图 1-5 冯·米塞斯应力绘制在变形形状上，未网格从视图中删除

1.2 “热分析”工作台入门

本节介绍“热分析”工作台。最初考虑是统一在室温下的一个管道的热历程，然后管道突然受到一个热流体的同时继续暴露在空气室温的环境中。内部热流体将推动管道向更高的温度，而外部空气的对流将导致通过管道的热梯度。然后继续分析，并考虑此热历程及其他机械的荷载作用例如引进流体的压力引起的瞬态应力分布。讨论以下任务：

- 分配给一个零件变温材料性能。
- 在传热步定义膜条件和初始条件。
- 计算和查看结节点温度。
- 添加一个分析算题。
- 后处理与切平面分析。

这些任务需约 60 分钟完成。您必须在开始之前运行热分析会话。

注意：在本教程中的参数为千克/米/秒单位制。您可以通过从菜单栏选择【工具】>【选项】，单击【参数和测量】页内的【单位】选项卡，为所有分析参数指定单位制。

变温材料属性赋予一个零件

本节显示了如何加载本教程使用的包含模型几何 .CATPart 文档，以及如何将变温材料属性添加到材料的定义。

1. 打开 .CATPart 文件。

a. 从菜单栏选择【文件】>【打开】，出现【选择文件】对话框。

b. 在【选择文件】对话框底部的文件名称字段中键入 `install_dir\intel_a\resources\graphic\ANLDoc\sample02.CATPart`。其中 `install_dir` 是在其中安装非线性结构分析产品目录的名称。或者可以浏览到此位置使用【查找】范围旁边的箭头：字段，然后从对话框的列表中选择该文件。

c. 单击【选择文件】对话框的【打开】。

在【零件设计】工作台中打开了零件设计文档，并且选定的零件出现在窗口中，如图 1-6 所示。

2. 修改材料的属性。

a. 在模型树中单击 PartBody 功能下铝对象，然后从菜单栏选择【编辑】>【属性】，编辑材料属性，此时显示【属性】对话框。

b. 使用该对话框顶部附近箭头滚动，显示其他的选项卡；它出现时，单击【非线性和热性能】选项卡。

热分析会话中，第一次加载非线性和热性能时，出现一个警告对话框。单击【确定】按钮取消显示此警告。

c. 在【可用选项】列表中，勾选【弹性】选项。输入杨氏模量值 $6.9E10N/m^2$ 和泊松比值 0.33。

d. 勾选【塑性】选项。在【塑性】域下，勾选【使用温度相关数据】。在【属性】对话框的底部单击【文件导

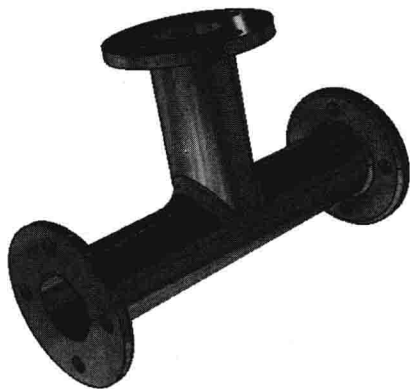


图 1-6 sample02.CATPart 模型

入数据】图标 。在【打开文件】对话框底部显示的文件名称字段中键入 `install_dir\intel_a\resources\graphic\ANLDoc\plasticProps.txt`，其中 `install_dir` 是在其中安装热分析的目录名称，然后单击【打开】。

应力应变/数据导入到【塑性】表中。

e. 勾选【密度】，并输入值为 $2700kg/m^3$ 。

f. 勾选【导热系数】。在【导热系数】域，勾选【使用温度相关数据】。输入值在 273K， $204W/mK$ 。单击【添加】，添加表格的行，输入值 573K 的导入系数 $225W/mK$ 。

g. 勾选【比热容】选项，输入 $0.88m\Omega kJ/kgK$ 。

h. 勾选【热胀系数】并输入一个值 $8.42E-5/k$ 。

i. 在【属性】对话框中单击【确定】按钮，更新材料属性。

3. 由于对原来的 .CATPart 文件进行了更改，您应将其保存到您具有写权限的其中一个位置。从菜单栏中选择【文件】>【保存】，并选择一个目录，您可以保存该文件。

定义一个传热步膜条件和初始条件

本节显示了如何进入“热分析”工作台、编辑热传输步、定义膜的条件和定义一个初始温度场。您将定义一个管道交集模型的内、外表面膜条件，应用一个初始温度到整个管道。

1. 从主菜单栏中选择【开始】>【分析和模拟】>【热分析】。

显示【新分析算题】对话框，默认所选的热分析类型。

2. 在【新分析算题】对话框中, 单击【确定】按钮进入“热分析”工作台。

警告: 不要选择【新分析实例】对话框中的【保持作为启动分析算题中的默认】选项。

此时将打开一个名为 Analysis1 的 . CATAnalysis 文档。在 . CATPart 和 . CATAnalysis 文档之间存在一个链接。此外, 模型树显示【分析管理器】的标准结构。

热算题对象集包含【模拟历程】对象集合, 其中有一个【初始化步】和【热传输步】对象集、一个【作业对象】几何包含一个默认的工作、空的【显示组】和【分析算题求解】对象几何。模拟历程将载有对该模型的环境影响, 一般作为一个时间函数, 用户定义的一段描述(有关模型树的更多详细信息见模型树)。

3. 若要编辑分析算题创建的热传输步, 双击模型树中当前分析算题的模拟历程下的【Heat Transfer Step-1】对象集合(当前分析算题是最近创建或编辑的算题, 它在模型树中有下划线)。

“热分析”工作台打开【热传输步】对话框。

注意: 若要创建一个新的热传输步, 可以单击热传输步图标 。

4. 可以通过编辑【步名称】字段, 更改步标识符。模型树中将使用此名称。

5. 输入温度分布的计算作为【步说明】, 此说明将显示在这个分析的写入文件中。

6. 修改【基本步】数据:

a. 进入【步时间】200 秒。

b. 输入一个值的【初始增量大小】为 1 秒。

c. 输入一个值的【增量最大值】为 10 秒。

7. 修改“热传输数据”:

a. 在【热响应】栏勾选【瞬态】。


b. 勾选【温度变化率小于时结束分析步】, 为此选项输入 0.5Kdeg。

c. 在【每个增量所允许的最大温度变化】栏输入 10Kdeg。

8. 完成编辑该步后, 请单击【确定】按钮。

【热传输步】对象集包含一个默认的场输出请求对象组和空的历程输出请求、载荷和【边界条件】对象集的字段。

9. 在定义一个膜条件时, 必须选择所有适用膜条件的模型上的面。定义面组简化定义一个膜条件的过程。一个组是可用作模型属性定义一个支持的几何实体的预选的集。组保存在模型树中, 并可在多个属性定义重复使用。

a. 单击【曲面组】图标 , 出现【曲面组】对话框, 并一个曲面组对象显示在模型树组对象集合下。

b. 在【名称】字段中输入“OuterSurface”。此名称显示在模型树中组的标识符中。

c. 如图 1-7 所示, 选择构成管的外表面的 25 个面。

提示: 如果将渲染模式设置为带棱边的阴影, 易于操作模型。从主菜单栏中选择【查看】>【渲染样式】>【带棱边的阴影】。如果必要, 重新选择一个面, 则取消选择它。在每个左、右法兰上, 应该有 7 个面, 上法兰 5 个面, 在 T 形主圆柱上有 6

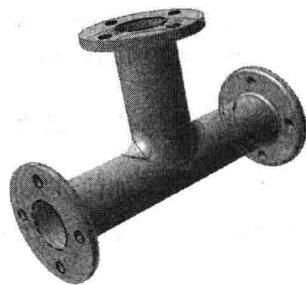


图 1-7 选择突出显示的面来定义 OuterSurface 组