

YOUXIANYUAN FENXI SHILI JIAOCHENG

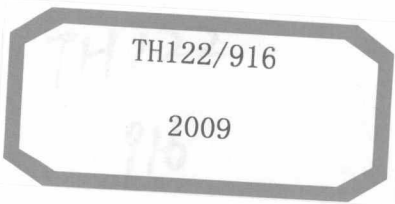
ABAQUS FOR CATIA

有限元分析实例教程

盛选禹 盛博 等编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



ABAQUS FOR CATIA 有限元分析实例教程

盛选禹 盛博 等编著

机械工业出版社

本书介绍 ABAQUS FOR CATIA 的两个模块——结构分析、热分析，
以及如何在 CATIA 软件中对零件和装配件进行有限元分析。

本书由易到难，讲解了 13 道例题，包括：固支杆应力分析、壳的平
面应力计算；一端固定长方体的应力分析；平面端盖的应力分析、承受
扭矩和弯弯曲载荷联合作用的轴的应力分析；带有虚拟零件的应力分析；
装配零件的应力分析；零件之间的接触分析、装配中包含有螺纹联接时，
如何对螺纹联接进行处理；抗震分析；材料的非线性变形分析；结构的
热分析；结构和热的联合分析。

图书在版编目 (CIP) 数据

ABAQUSFOR CATIA 有限元分析实例教程/盛选禹等编著. —北京:
机械工业出版社, 2009.6
ISBN 978 -7 -111 -27112 -3

I. A… II. 盛… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件,
ABAQUSFOR CATIA—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 069787 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 曲彩云 责任印制: 杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2009 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 9.25 印张 · 225 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978 -7 -111 -27112 -3

定价: 25.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 68327259

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书介绍 ABAQUS FOR CATIA 的两个模块，一个是结构分析，另一个是热分析，通俗地讲，就是如何得到设计零件的应力分布情况。达索公司收购 HKS 公司之后，充分结合了两个软件的优势：CATIA 软件设计能力强大，而 ABAQUS 软件有限元分析能力强大，尤其是非线性分析能力。ABAQUS FOR CATIA 使两个软件做到了无缝结合，可以同时发挥两个软件的优势。熟悉 CATIA 软件的读者很清楚，CATIA 软件的结构分析功能使用很方便，图标也很多，但其计算结果一般不作为最终的有限元分析结果。而采用 ABAQUS 内核进行求解，就完全解决了计算结果可靠性差的问题。

本书讲述如何在 CATIA 软件中对零件和装配件进行有限元分析。有限元分析的程序是调用 ABAQUS 的内核，其计算结果更加可靠，并且能够得到权威部门认可，因此，大家在 CATIA 中设计完成后，建议直接在这里进行初步分析，以得到自己设计零件的应力分布情况。本书以讲解例题为主，没有按照通常的方法进行软件安装的讲解。但实际上，本软件的安装是有一些技巧的。现在在这里对安装布置做简要说明：要先安装 ABAQUS 软件，然后安装 ABAQUS FOR CATIA 软件，最后要在 CATIA 软件中进行设置，才能够正确运行该软件。设置的方法，可以阅读 ABAQUS FOR CATIA 软件帮助文件的相关内容，具体请参见 ABAQUS_CATIA.PDF 附录 B 的相关内容。

本书由易到难，以例题讲解为主，讲解了 13 道例题，每道例题都有不同的侧重点。所讲例题，基本都是通用的设备，读者朋友不会感到陌生。第 1 章讲述固支杆应力分析，主要是介绍如何使用杆单元；第 2 章讲述壳的平面应力分析，主要是侧重如何使用壳单元；第 3 章讲述一端固定长方体的应力分析，主要是侧重讲如何使用四面体单元；第 4 章讲述平面端盖的应力分析，主要侧重讲述位移边界条件的定义；第 5 章讲述承受扭矩和弯弯曲载荷联合作用的轴的应力分析，主要侧重受力条件的定义；第 6 章讲述带有虚拟零件的应力分析，这对只进行了部分设计，而一些零件还未完成，对已经设计的零件进行应力分析时特别有帮助；第 7 章讲述零件装配的应力分析；第 8 章讲述零件之间的接触分析，通常情况下，接触分析是比较费时费力的；第 9 章讲述装配中包含有螺纹联接时，如何对螺纹联接进行处理；第 10 章讲述抗振分析，即结构承受随时间变化的加速度时的应力情况；第 11 章讲述材料的非线性变形分析，即材料不再是简单的弹性材料；第 12 章讲述结构的热分析，在此之前的各章，讲述的都是应力分析；第 13 章讲述结构和热的联合分析，即结构在力和温度场作用下的应力分布。

当然，由于软件的功能相当强大，不可能通过这几个例题就能把所有的功能均涉及到，只能是使用一些基本功能，具体更熟练地使用，需要读者在工作中体会。在本书的后面，附有几道有限元分析练习题，大多是编者在实际工作中遇到的，大家可以自己做一下。

参加本书编写工作的还有盛选军、梅思杰、刘志彬、刘声、王联奎、张继革、唐守琴、盛硕、马自力、沈建荣、曹睿馨、陈永澎、曹京文、陈树青、宗纪鸿、孟庆元、于伟千、付瑜、侯显峰、张宏伟、秦怀豹、刘向芳、林燕、时秀虹、张宏志、冯志江、丁晓然、孙新城、王存福。由于时间比较仓促，认识水平有限等，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。同时也希望就 CATIA 的问题和广大读者继续探讨。

作 者

目 录

前言	1
第 1 章 固支杆应力分析	1
第 2 章 壳的平面应力计算	14
第 3 章 一端固定长方体的应力分析	25
第 4 章 平面端盖的应力分析	32
第 5 章 承受扭矩和弯曲载荷联合作用的轴的应力分析	39
第 6 章 带有虚拟零件的应力分析	54
第 7 章 装配零件的应力分析	60
第 8 章 零件之间的接触分析	70
第 9 章 螺栓计算	85
第 10 章 抗振分析	111
第 11 章 材料非线性变形分析	117
第 12 章 结构的热分析	126
第 13 章 结构和热的联合分析	137

第1章 固支杆应力分析

(1) 设计一条直线。进入 CATIA 软件的界面后, 点击 Start < Mechanical Design, < Wireframe and Surface Design, 如图 1-1 所示。

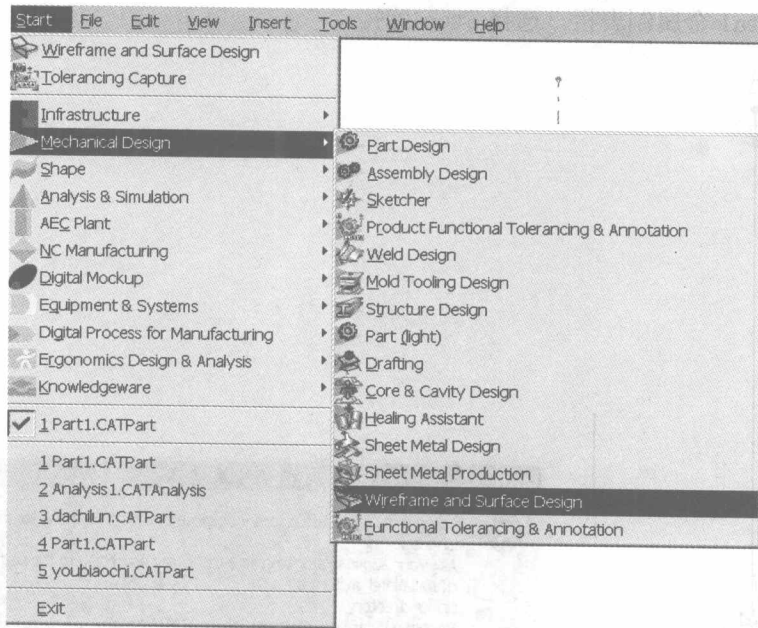




图1-1 点击 Start < Mechanical Design < Wireframe and Surface Design

点击 Point 点图标 , 出现 Point Definition 点定义对话框, 如图 1-2 所示。在 Point Type 点类型栏内选择 Coordinates 坐标, 在 X、Y、Z 3 个栏内都设置为 0, 点击 OK 按钮, 在坐标原点生成一个点。

点击 Line 直线图标 , 出现 Line Definition 直线定义对话框, 如图 1-3 所示。在 Line type 直线类型选择 Point-Direction, 然后在图上选择第一个点 Point. 1, 然后选择 XY plane 参考平面, 以这个面的法线方向作为直线的方向。在 Start 起点栏内填 0, 在 End 终点栏内填 120mm, 点击 OK 按钮, 生成一条直线, 如图 1-4 所示。

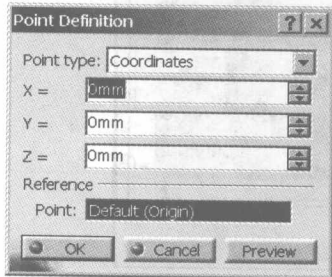


图 1-2 Point Definition 点定义对话框

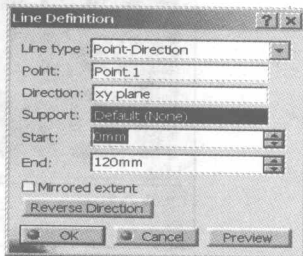



图 1-3 Line Definition 直线定义对话框

(2) 对直线赋予材料属性。在图上先点击选中直线，然后在工具栏内点击 Apply material 应用材料  图标，点击后，出现一个警告消息框，如图 1-5 所示。这是因为使用的是中文 Windows，而没有生成中文的材料库，读者可以根据提示生成，也可直接点击确定，使用程序默认的材料库，出现 Library (ReadOnly) 材料库的对话框，如图 1-6 所示。点击 Metal 金属制表栏，选择 Steel 钢。

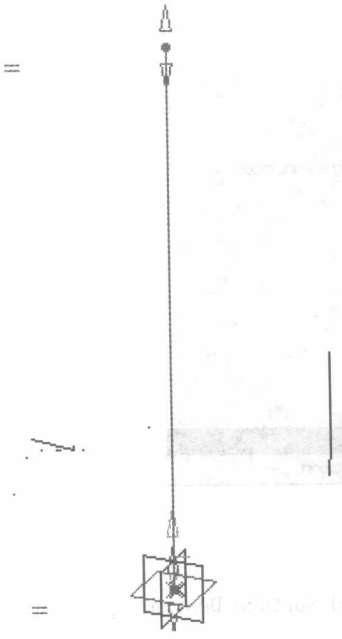


图 1-4 生成一条直线

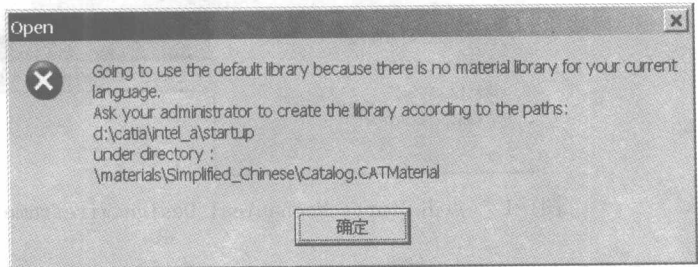


图 1-5 一个警告消息框

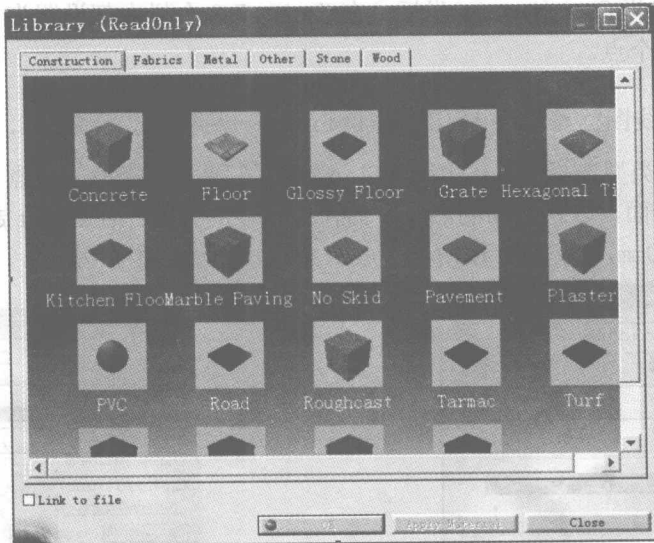


图 1-6 Library (ReadOnly) 材料库的对话框

图 1-7 (3) 指定 ABAQUS 材料特性。在左边的模型树中鼠标右键点击材料的名称“Steel”，只出现下拉菜单条，选择其中的“属性”，如图 1-7 所示。选择后出现属性对话框，如图 1-8

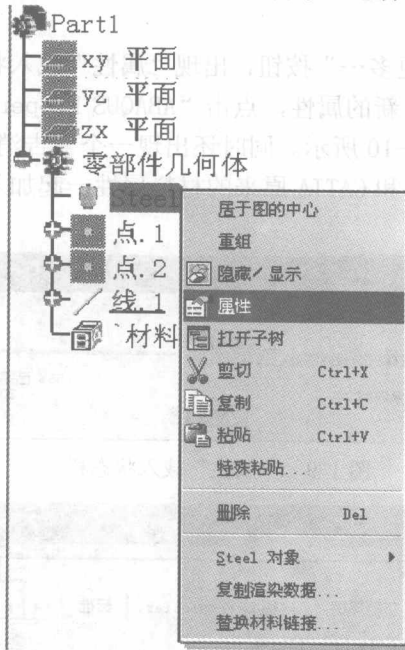


图 1-7 点击属性选项

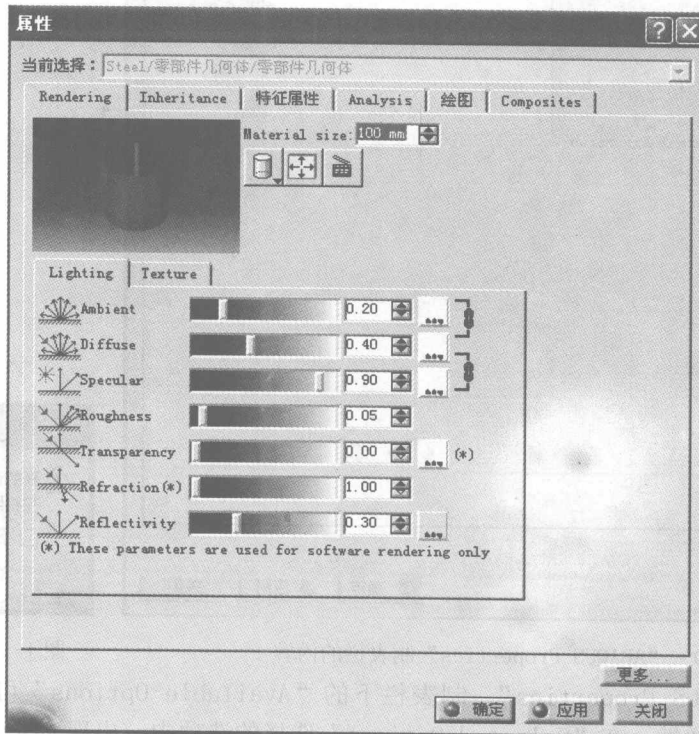


图 1-8 属性对话框

所示。熟练使用 CATIA 软件的人都知道，在出现的属性对话框内，点击“更多…”按钮，不会显示有新的属性出现，但是使用 ABAQUS FOR CATIA 后，点击“更多…”按钮，会显示有新的属性出现。

点击属性对话框内的“更多…”按钮，出现“属性”载入状态栏，如图 1-9 所示。属性载入后，在制表栏内增加了新的属性，点击“ABAQUS Properties”制表栏，点击后出现新的材料属性选项，如图 1-10 所示。同时还出现一个警告消息框，如图 1-11 所示，提示设计人员，新的材料属性将和 CATIA 原来的材料属性一起加入到当前的材料中，并保存起来。

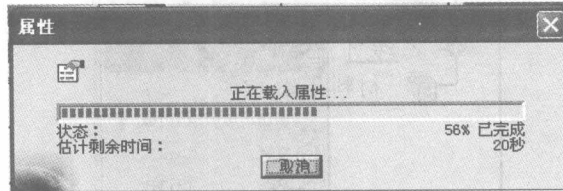


图 1-9 “属性”载入状态栏

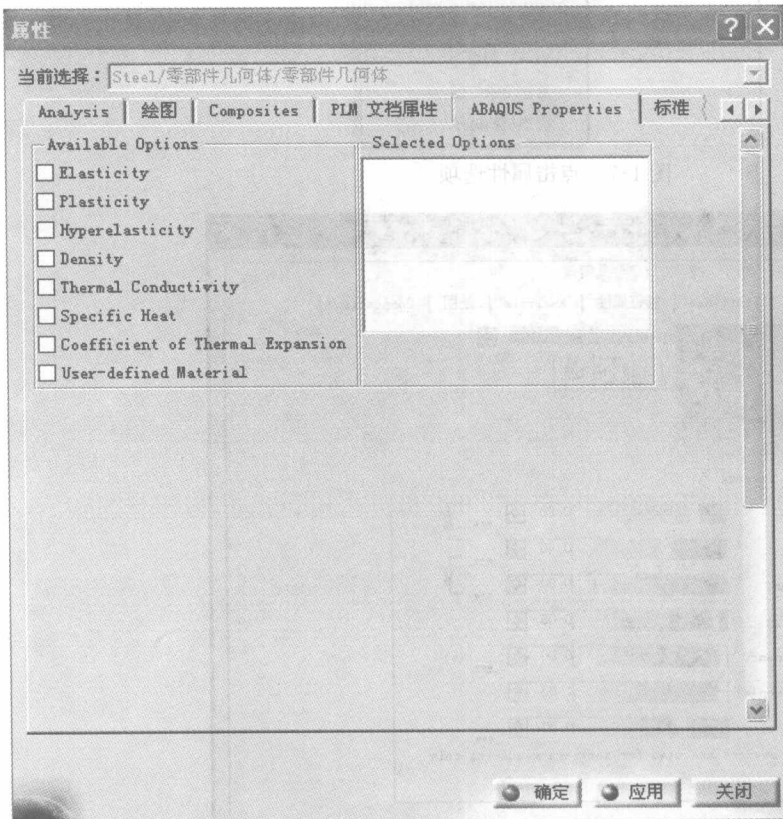


图 1-10 “ABAQUS Properties”制表栏的内容

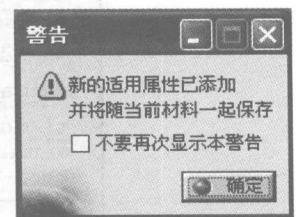


图 1-11 警告消息框

点击“ABAQUS Properties”制表栏下的“Available Options”可提供选项中的“Elasticity”弹性，在“Selected Options”选择的选项中，出现 Elasticity”弹性。在下面的“Elasticity”栏内，分别在“Young’s Modular”杨氏模量栏内填上材料的杨

氏模量 $2e+11$ ，在“Poisson's ratio”泊松比栏内，填上材料的泊松比 0.266，如图 1-12 所示。设置完成后，点击对话框内的“确定”按钮。

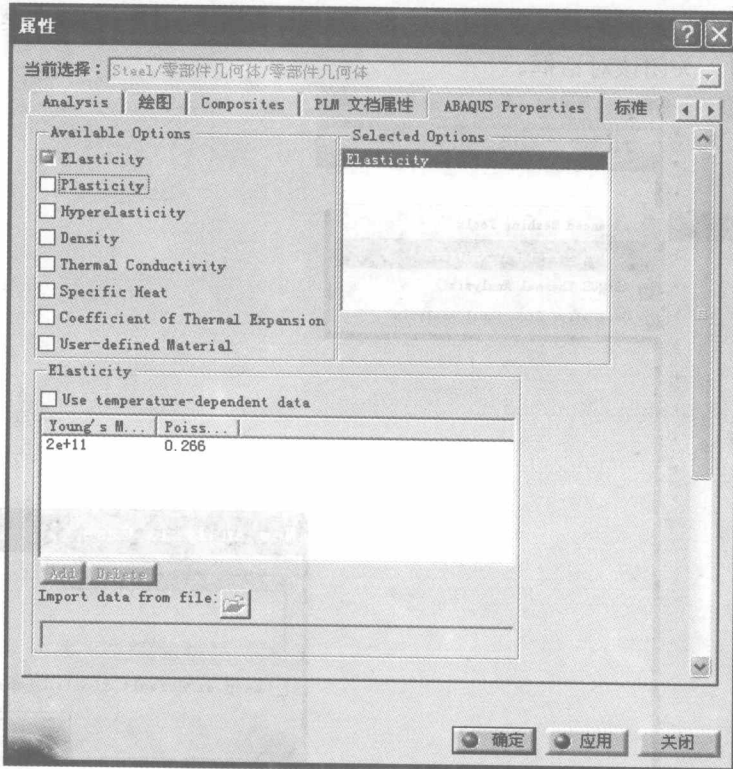




图 1-12 “ABAQUS Properties” 制表栏内填写的选项

(4) 进入 ABAQUS 结构分析工作台。点击界面最上面的 File 文件下拉菜单，选择 Save 存盘，把文件保存起来。点击 Start (开始) < Analysis & Simulation (分析与模拟) < ABAQUS Structural Analysis，如图 1-13 所示，进入 ABAQUS 结构分析工作台（由于存在汉化版本的 CATIA 和英文版本的 CATIA，显示的内容不同，本文在后面将以中文版本的显示为主。如果提供的是英文版本的显示，则在英文后面的括号内给出中文）。点击后，会出现 New Analysis Case 新分析算例对话框，如图 1-14 所示。按照默认的设置，然后点击 OK 按钮，生成新的 ABAQUS 分析算例。

(5) 指定梁单元网格。点击 Beam Mesher 梁单元网格图标 ，然后在图上选择直线，出现 Beam Meshing 梁单元网格对话框，如图 1-15 所示。在 Element size 单元大小栏内输入梁单元的大小 5mm。点击 OK 按钮。

(6) 指定梁单元属性。点击 Beam Property 梁单元属性图标 ，出现 1D Property 一维梁单元属性对话框，如图 1-16 所示。点击 Supports 栏，然后在图上选择直线。点击 1D Property 梁单元属性对话框内的 Type 类型下拉菜单选项，选择其中的 Cylindrical beam 圆柱梁，如图 1-17 所示。

点击对话框内的 Component edition 参数编辑按钮，如图 1-18 所示。点击后出现 Beam

Definition 梁定义对话框，如图 1-19 所示。在对话框内填上圆柱梁的半径尺寸 20mm，点击 Beam Definition 梁定义对话框内的“确定”按钮，关闭该对话框。同时在图形区，显示出所定义圆柱梁的截面形状，如图 1-20 所示。点击 1D Property 一维梁单元属性对话框内的确定按钮，关闭该对话框。

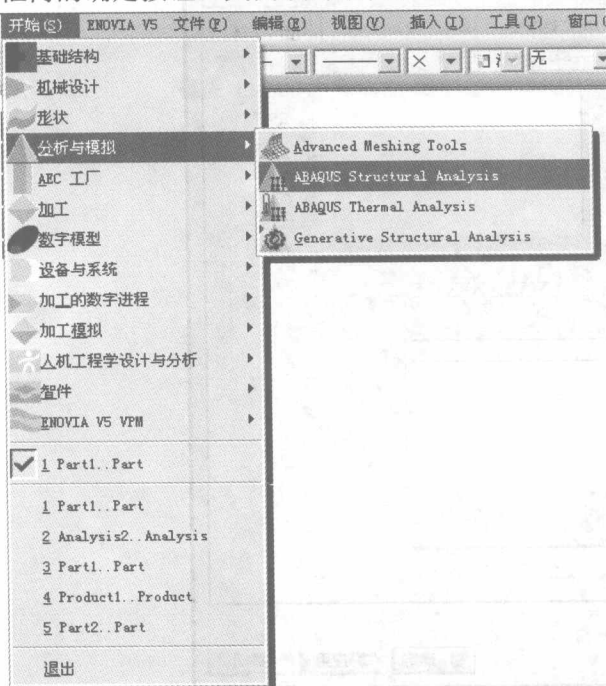


图 1-13 点击 ABAQUS Structural Analysis

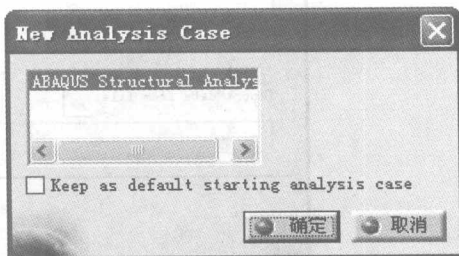


图 1-14 New Analysis Case 新分析算例对话框

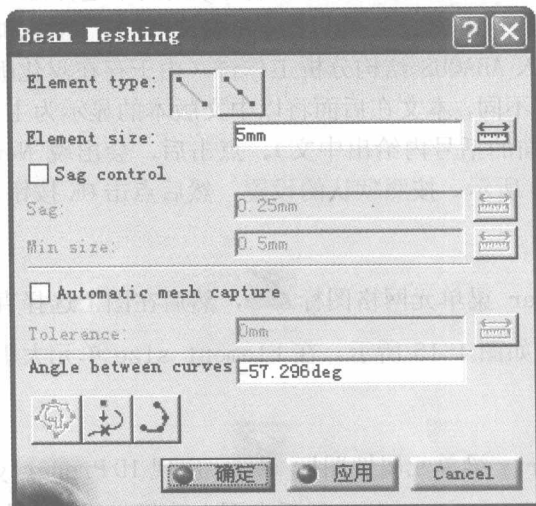


图 1-15 Beam Meshing 梁单元网格对话框

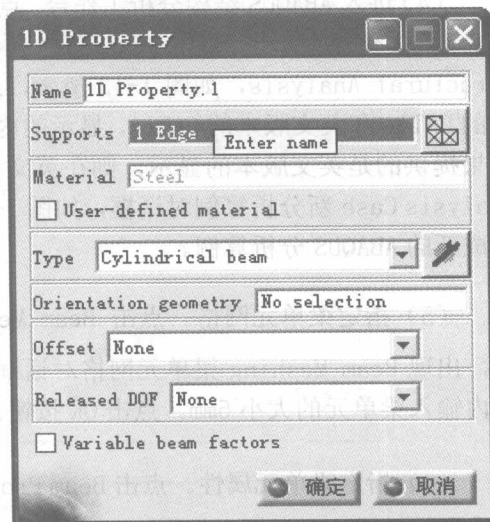


图 1-16 1D Property 一维梁单元属性对话框

(7) 生成静态分析步。点击 General static step 通用静态分析步图标 ，点击

后出现 General Static Step 通用静态分析步对话框，如图 1-21 所示。按照对话框内的默认设置，点击对话框内的“确定”按钮，生成静态分析步并关闭对话框。在左边的模型树中生成 Static Step-1，如图 1-22 所示。

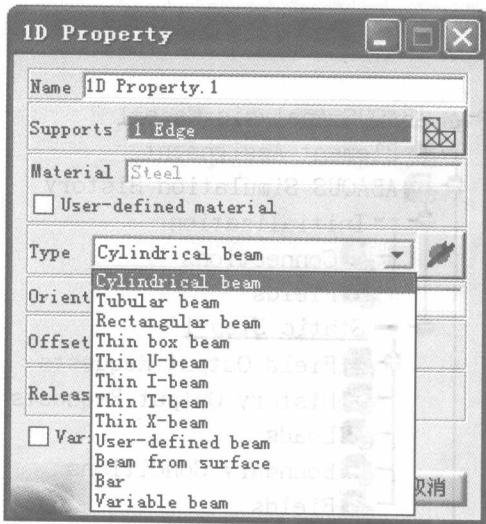


图 1-17 选择 Cylindrical beam 圆柱梁

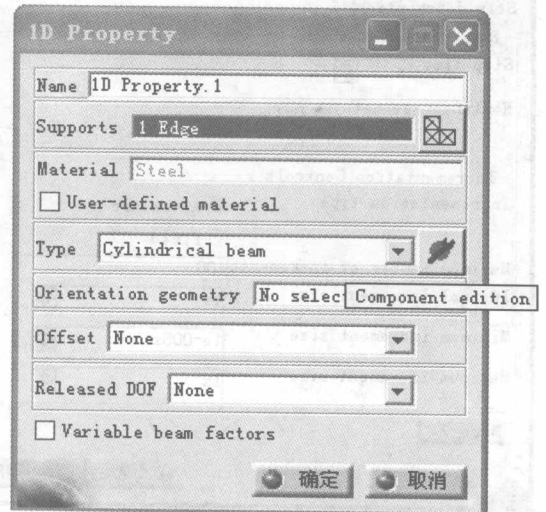


图 1-18 点击 Component edition 参数编辑按钮

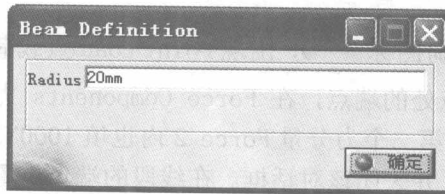


图 1-19 Beam Definition 梁定义对话框

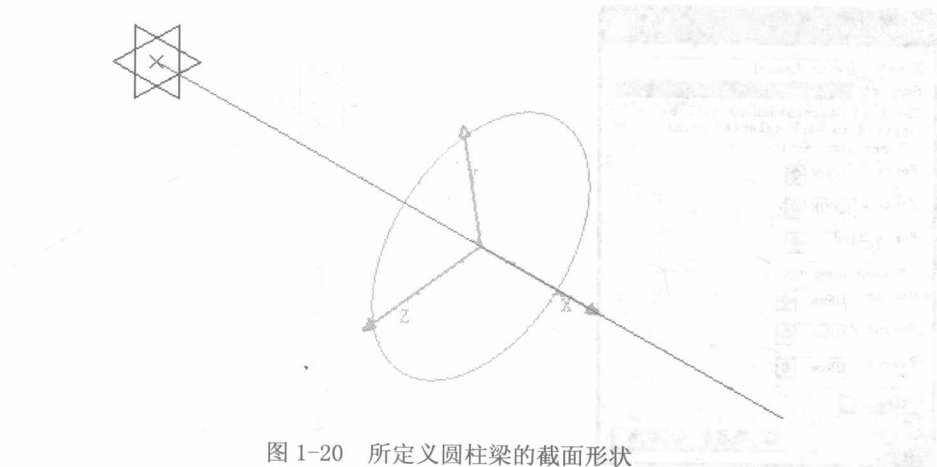


图 1-20 所定义圆柱梁的截面形状

(8) 对梁施加载荷。首先在图形中点击选中做的参考点.1，然后点击“显示/隐藏”

图标 ，将该参考点隐藏起来。也可以在左边的模型树中直接右键点击参考点.1，在出

现的下拉菜单中选择“显示/隐藏”选项。

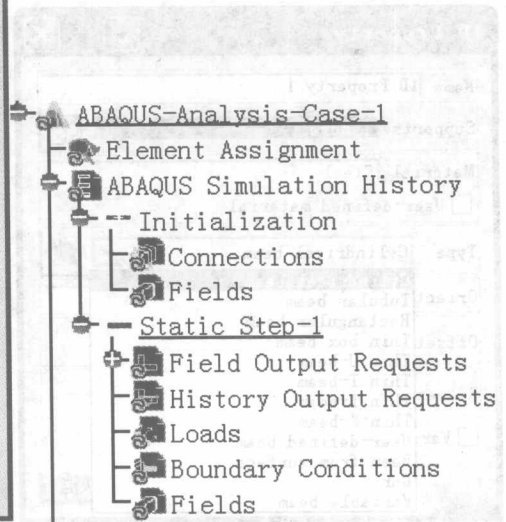
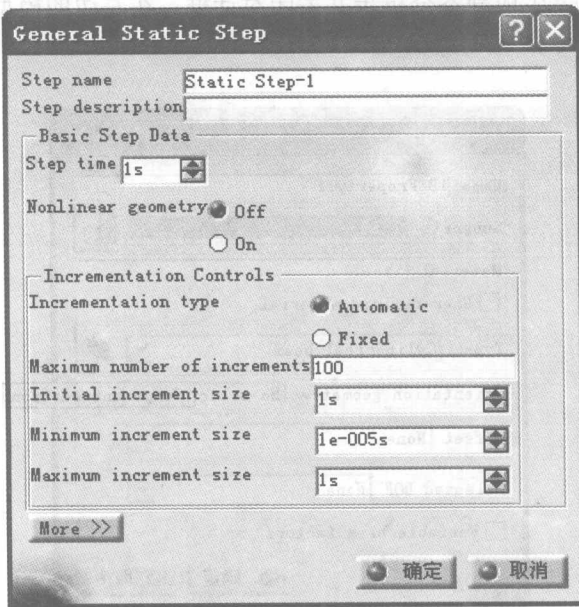



图 1-21 General static step 通用静态分析步对话框 图 1-22 在模型树中生成 Static Step-1

点击 Point Load 点载荷图标 ，出现 Point Load 点载荷对话框，如图 1-23 所示。在图形区选择线段位于原点处的端点，在 Force Components 力分量制表栏内，第一个力分量 Force 1 内填 1000N，第二个力分量 Force 2 内也填 1000N。点击对话框内的“确定”按钮，完成点载荷的设置，并关闭该对话框。在线段的端点位置，显示出力的方向，如图 1-24 所示。

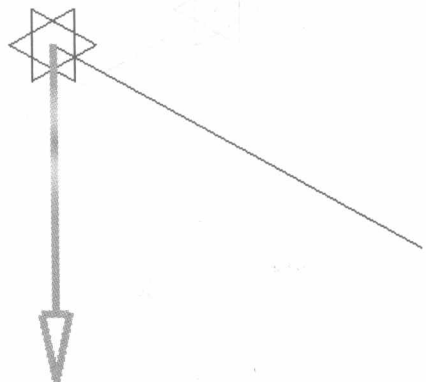
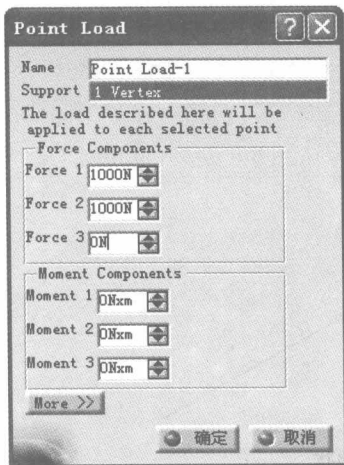


图 1-23 Point Load 点载荷对话框 图 1-24 在线段的端点位置显示出力的方向

(9) 对梁施加固支约束。点击 Clamp Boundary Condition 固支边界条件图标 ，

出现 Clamp BC 固支边界条件对话框，如图 1-25 所示。选择线段的另外一侧的端点作为边界条件的支承点，选择后，点击对话框内的“确定”按钮，完成固支边界条件的设置，并关闭该对话框。在线段的端点位置，显示出固支边界条件的标示，如图 1-26 所示。

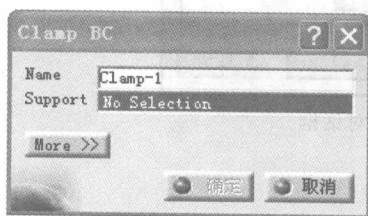


图 1-25 Clamp BC 固支边界条件对话框

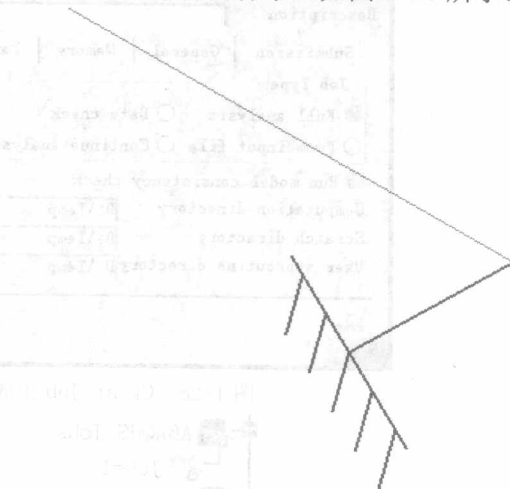



图 1-26 在线段的端点位置显示出固支边界条件的标示

(10) 模型检查。点击的 ABAQUS Consistency Checker 模型一致性检查图标 ，出现 Consistency Check 一致性检查对话框，如图 1-27 所示。对话框内显示的信息说明，模型没有错误。点击对话框内的“确定”按钮，完成模型一致性检查，并关闭该对话框。

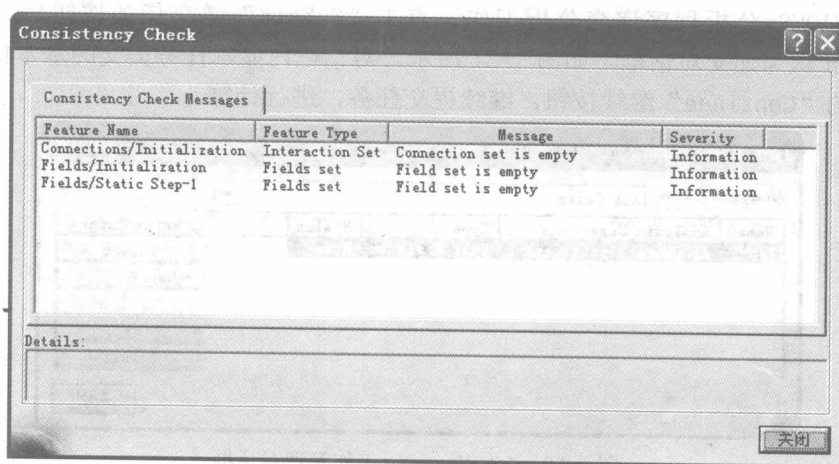



图 1-27 Consistency Check 一致性检查对话框

(11) 生成分析工作。点击的 Creat Job 生成分析工作图标 ，出现 Creat Job 生成分析工作对话框，如图 1-28 所示。按照对话框内的默认设置，生成分析工作，点击 Creat Job 生成分析工作对话框内的“确定”按钮，完成分析工作生成，并关闭该对话框。在左边的模型树中生成分析工作 Job.1，如图 1-29 所示。

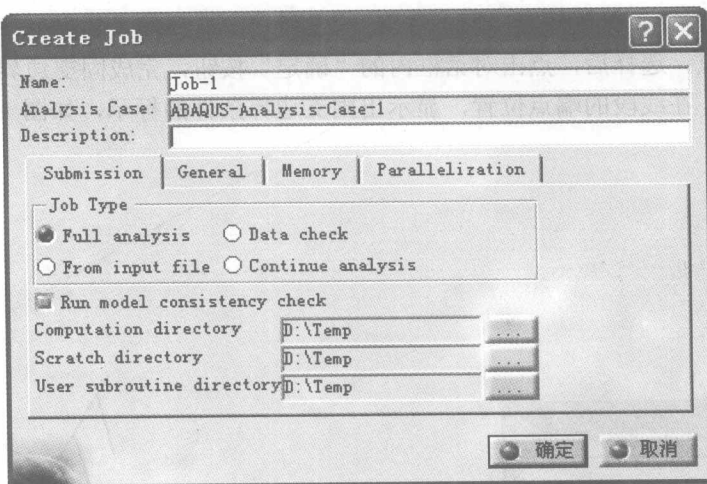


图 1-28 Creat Job 生成分析工作对话框

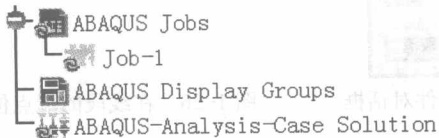



图 1-29 在模型树中生成分析工作 Job.1

(12) 运行分析工作。点击工具栏内的 Job Manager 工作管理图标 ，出现 Job Manager 工作管理对话框，如图 1-30 所示。点击对话框内的“Submit”递交任务按钮，就可以向 ABAQUS 分析程序递交分析工作。点击“Submit”递交任务按钮后，出现 Job Submission 认为递交对话框，如图 1-31 所示。对话框内显示任务提交的基本信息，点击对话框内的“Continue”继续按钮，继续提交任务，进行计算。

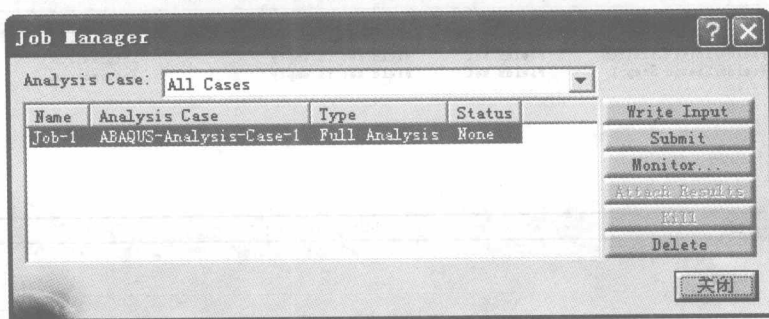


图 1-30 Job Manager 工作管理对话框

计算开始后，显示 c:\ABAQUS for CATIA V5 对话框，如图 1-32 所示，说明程序正在调用 ABAQUS。根据安装的硬盘位置不同，C:\ 的显示会有所不同。点击 Job Manager 工作管理对话框内的“Monitor”监视按钮，出现 Job Monitor 工作监视对话框，如图 1-33 所示，通过这个对话框，可以监视分析工作的进展情况。若分析工作正在进行，则显示为 Running，若分析工作出错，则显示为 Error，若分析工作完成，则显示为 Completed。分析工作完成正常完成后，Job Manager 工作管理对话框内的“Status”状态显示为

Completed.

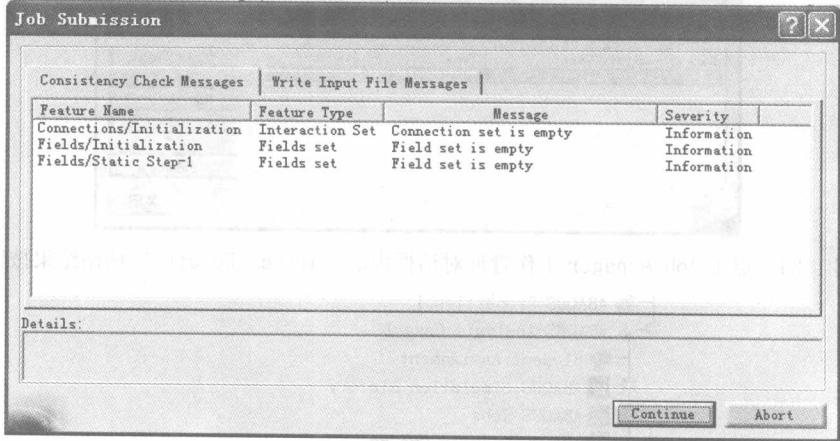


图 1-31 Job Submission 认为递交对话框

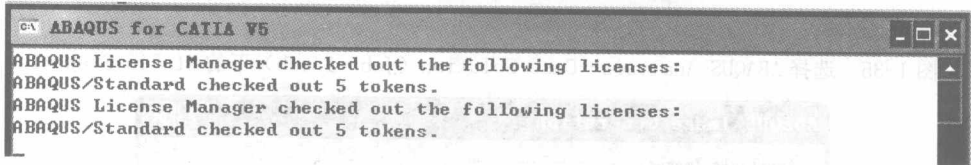


图 1-32 c:\ABAQUS for CATIA V5 对话框

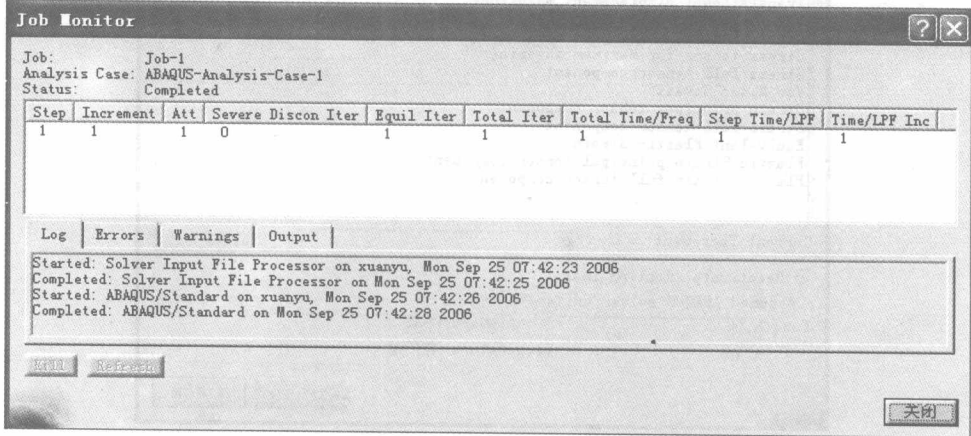


图 1-33 Job Monitor 工作监视对话框

(13) 显示分析结果。计算结束后，点击 Job Manager 工作管理对话框内的“Attach Results”粘贴结果按钮，将计算分析结果粘贴到当前的模型中，如图 1-34 所示。点击 Job Manager 工作管理对话框内的“关闭”按钮，将对话框关闭。

点击工具栏内的 Generate ABAQUS Results Image 生成 ABAQUS 分析结果图像图标



，在左边的模型树中点击选择 ABAQUS-Analysis-Case Solution (Job-1.odb) 下的 Static Step-1，如图 1-35 所示。选择后，出现 ABAQUS Image Generation 图像生成对话框，如图 1-36 所示。在对话框内选择 Translational displacement vector 平动位移矢量图，点击对话框内的“确定”按钮，生成平动位移矢量图如图 1-37 所示。

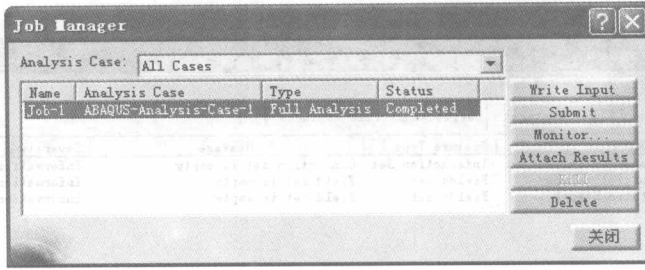


图 1-34 点击 Job Manager 工作管理对话框内的“Attach Results”粘贴结果按钮

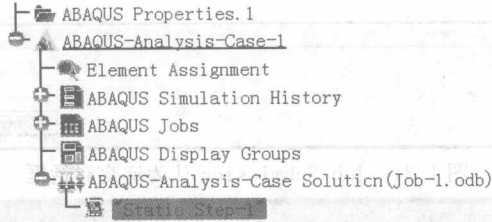


图 1-35 选择 ABAQUS-Analysis-Case Solution (Job-1.odb) 下的 Static Step-1

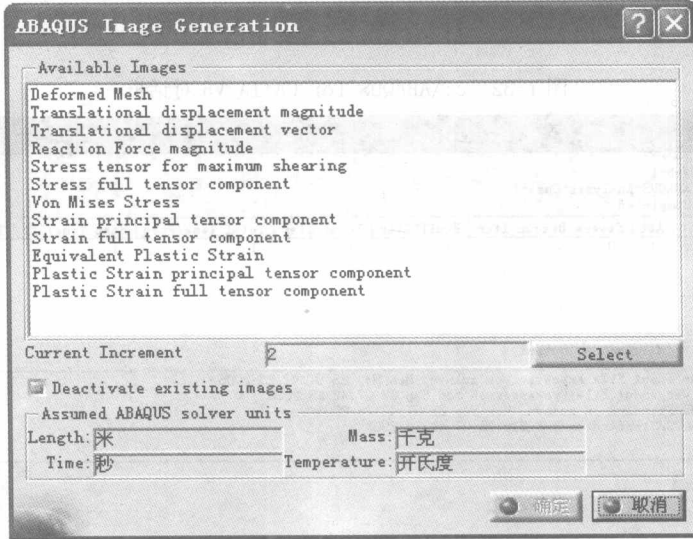


图 1-36 ABAQUS Image Generation 图像生成对话框

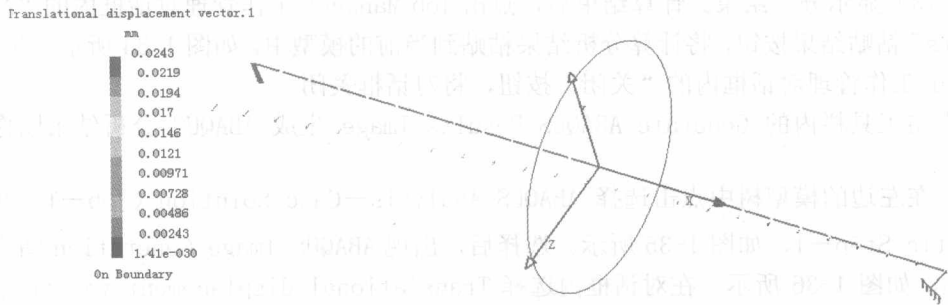


图 1-37 平动位移矢量图