

第1章

ANSYS Workbench 2020 入门

本章提纲挈领地介绍了 ANSYS Workbench 的基本知识,首先介绍 CAE 技术及其有关基本知识,并由此引出了 ANSYS Workbench。讲述了功能特点以及 ANSYS Workbench 程序结构和分析基本流程。

通过本章的学习,帮助读者对 ANSYS Workbench 建立初步感性认识。



1.1 ANSYS Workbench 概述

有限元法作为目前工程应用较为广泛的一种数值计算方法,以其独有的计算优势得到了广泛的发展和应用,并由此产生了一批非常成熟的通用和专业有限元商业软件。随着计算机技术的飞速发展,各种工程软件也得以广泛应用。提到有限元法不能不提的是 ANSYS 软件,ANSYS 软件是美国 ANSYS 公司研制的大型通用有限元分析 (FEA) 软件,它是世界范围内增长最快的 CAE 软件,能够进行包括结构、热、声、流体以及电磁场等学科的研究,在核工业、铁道、石油化工、航空航天、机械制造、能源、汽车交通、国防军工、电子、土木工程、造船、生物医药、轻工、地矿、水利、日用家电等领域有着广泛的应用。ANSYS 的功能强大,操作简单方便,现在它已成为国际最流行的有限元分析软件,在历年 FEA 评比中都名列第一。目前,中国 100 多所理工院校采用 ANSYS 软件进行有限元分析或者作为标准教学软件。

Workbench 是 ANSYS 公司开发的新一代协同仿真集成平台。

1997 年,ANSYS 公司基于广大设计的分析应用需求,开发了专供设计人员应用的分析软件 ANSYS DesignSpace (DS),其前后处理功能与经典的 ANSYS 软件完全不同,该软件的易用性和与 CAD 接口非常棒。

2000 年,ANSYS DesignSpace 的界面风格更加深受广大用户喜爱,ANSYS 公司决定提升 ANSYS DesignSpace 的界面风格,以供经典的 ANSYS 软件的前后处理也能应用,形成了协同仿真环境: ANSYS Workbench Environment(AWE)。它可以重现经典 ANSYS PP 软件的前后处理功能,以及全新的风格界面。其后,在 AWE 上,开发了 ANSYS DesignModeler(DM)、ANSYS DesignXplorer(DX)、ANSYS DesignXplorer VT(DX VT)、ANSYS Fatigue Module(FM)、ANSYS CAE Template 等。当时目的是和 DS 共同提供给用户先进的 CAE 技术。

ANSYS 公司允许以前只能在 ACE 上运行的 MP、ME、ST 等产品,也可在 AWE 上运行。用户在启动这些产品时,可以选择 ACE,也可以选择 AWE。AWE 可作为 ANSYS 软件的新一代前后处理,还未支持 ANSYS 所有的功能,目前主要支持大部分的 ME 和 ANSYS Emag 的功能,而且与 ACE 的 PP 并存。

ANSYS 最新的 ANSYS 2020 版本,其中的 ANSYS Workbench 单元格已经达到很成熟的阶段。它的易用性、通用性及兼容性有逐步淘汰传统 APDL 界面的趋势。

1.1.1 ANSYS Workbench 的特点

1. 协同仿真、项目管理

集设计、仿真、优化、网格变形等功能于一体,对各种数据进行项目协同管理。

2. 双向的参数传输功能

支持 CAD-CAE 间的双向参数传输功能。

3. 高级的装配部件处理工具

具有复杂装配件接触关系的自动识别、接触建模功能。

4. 先进的网格处理功能

可对复杂的几何模型进行高质量的网格处理。

5. 分析功能

支持几乎所有 ANSYS 的有限元分析功能。



6. 内嵌可定制的材料库

自带可定制的工程材料数据库，方便操作者进行编辑、应用。

7. 易学易用

ANSYS 公司所有软件单元格的共同运行、协同仿真与数据管理环境，工程应用的整体性、流程性都大大增强。

完全的 Windows 友好界面、工程化应用，方便工程设计人员应用。实际上，Workbench 的有限元仿真分析采用的方法（单元类型、求解器、结果处理方式等）与 ANSYS 经典界面是一样的，只不过 Workbench 采用了更加工程化的方式来适应操作者，使即使是没有经历多长时间的有限元软件应用的人也能很快地完成有限元分析工作。



Note

1.1.2 ANSYS Workbench 2020 应用分类

ANSYS Workbench 是由各个应用单元格所组成的，它提供两种类型的应用。

1. 本地应用（见图 1-1）

现有的本地应用有 Project Schematic、Engineering Data 和 Design Exploration。本地应用完全在 Workbench 窗口中启动和运行。

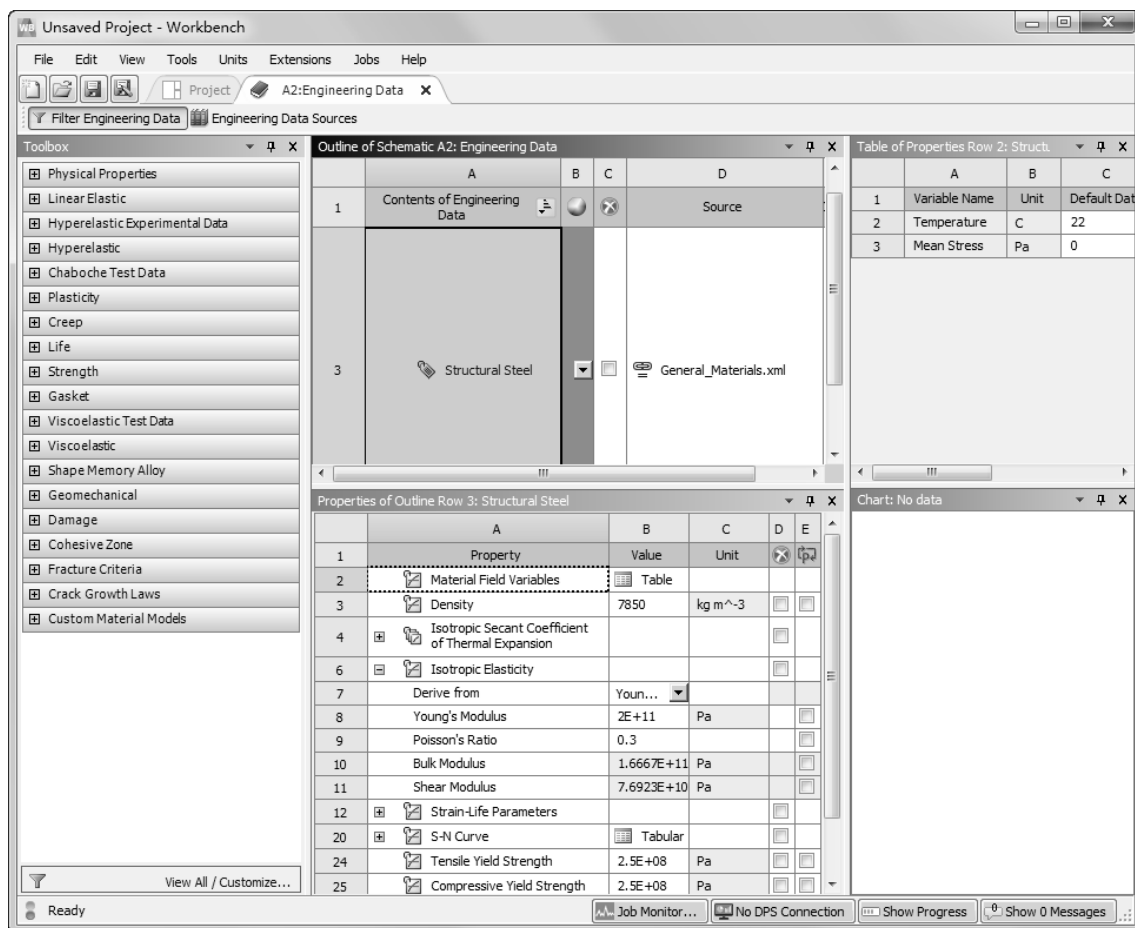


图 1-1 本地应用



Note

2. 数据整合应用 (见图 1-2)

现有的数据整合应用包括 Mechanical、Mechanical APDL、FLUENT、CFX 和 AUTODYN 等。

在工业应用领域中,为了提高产品设计质量、缩短周期、节约成本,计算机辅助工程(CAE)技术的应用越来越广泛,设计人员参与 CAE 分析已经成为必然。这对 CAE 分析软件的灵活性、易学易用性提出了更高的要求。

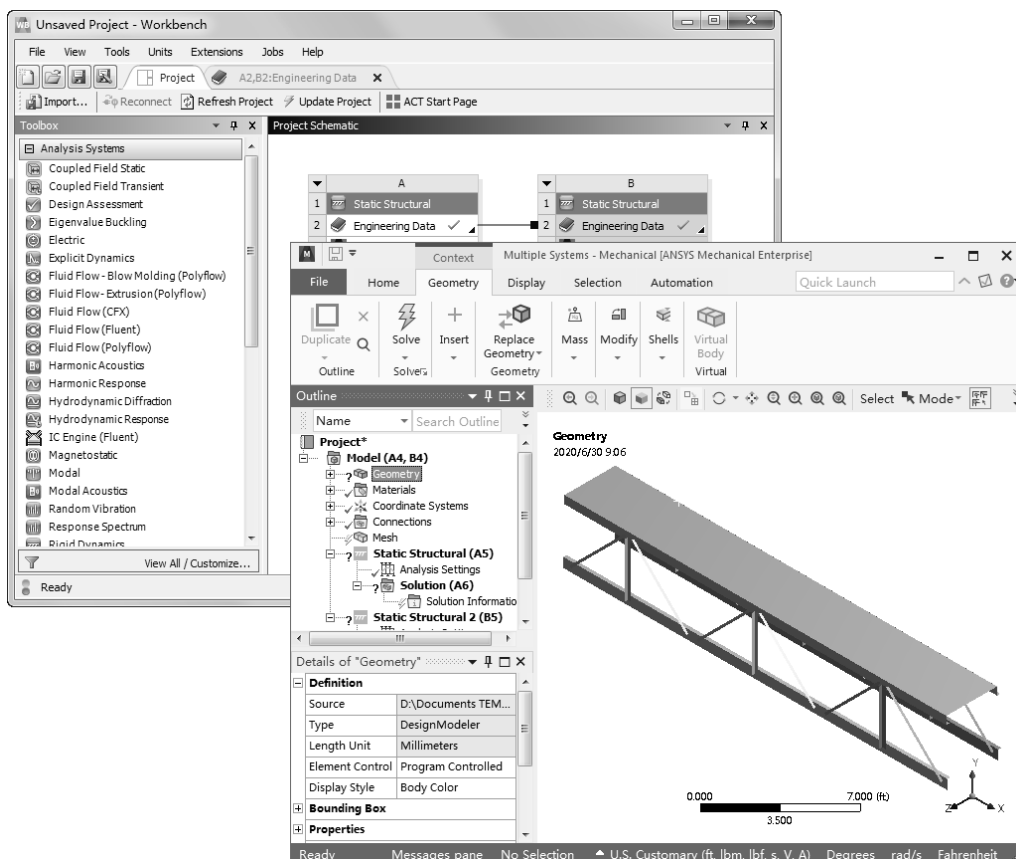


图 1-2 数据整合应用

1.1.3 ANSYS Workbench 2020 系统要求和启动

1. 操作系统要求

(1) ANSYS Workbench 2020 可运行于 Linux x64 (linx64)、Windows x64 (winx64) 等计算机及操作系统中,其数据文件是兼容的,ANSYS Workbench 2020 不再支持 32 位系统。

(2) 确定计算机安装有网卡、TCP/IP 协议,并将 TCP/IP 协议绑定到网卡上。

2. 硬件最低要求

(1) 内存: 8GB (推荐 16GB 或 32GB) 以上。

(2) 硬盘: 40GB 以上硬盘空间,用于安装 ANSYS 软件及其配套使用软件。

(3) 显示器: 支持 1024×768、1366×768 或 1280×800 分辨率的显示器,一些应用会建议高分辨率,例如 1920×1080 或 1920×1200 分辨率。可显示 24 位以上颜色显卡。



(4) 介质：可网络下载或 USB 储存安装。

3. 启动与退出

ANSYS Workbench 提供以下两种方式启动。

(1) 从 Windows 开始菜单启动，如图 1-3 所示。

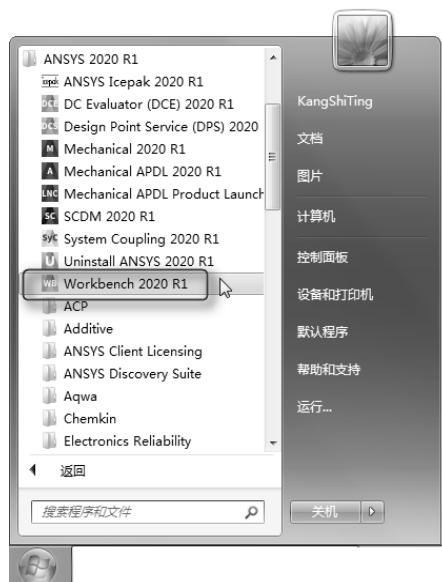


图 1-3 Windows 开始菜单启动

(2) 从其支持的 CAD 系统中启动，这些 CAD 系统包括 AutoCAD、Autodesk Inventor、Creo Elements/Direct Modeling、Creo Parametric（之前名称为 Pro/ENGINEER）、UG NX、Parasolid、Solid Edge、SolidWorks、ANSYS SpaceClaim Direct Modeler 和 Teamcenter 等。图 1-4 为从 SolidWorks 中启动 Workbench。

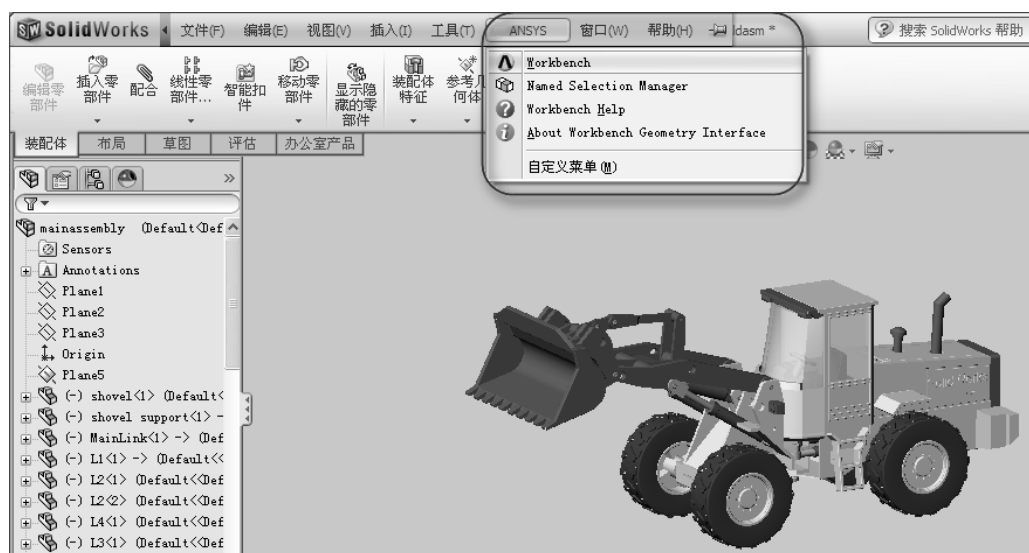


图 1-4 从 SolidWorks 中启动



Note



Note

1.1.4 ANSYS Workbench 2020 的设计流程

在现在应用的新版本中，ANSYS 对 Workbench 构架进行了重新设计，全新的“项目视图（Project Schematic View）”功能改变了用户使用 Workbench 仿真环境（Simulation）的方式。在一个类似“流程图”的图表中，仿真项目（Projects）中的各种任务以相互连接的图形化方式清晰地表达出来，如图 1-5 所示。这种方式使用户可以非常方便地理解项目的工程意图、数据关系、分析过程的状态等。

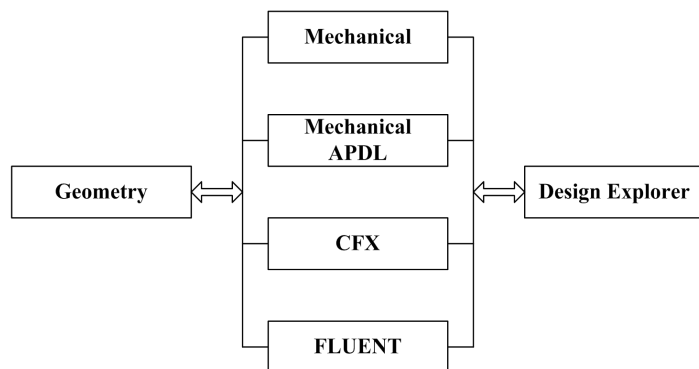


图 1-5 ANSYS Workbench 2020 主要产品设计流程

1.2 ANSYS Workbench 2020 分析的基本过程

ANSYS Workbench 2020 分析过程包含 4 个主要的步骤：初步确定、前处理、求解和后处理，如图 1-6 所示。其中初步确定为分析前的蓝图，后 3 个步骤为操作步骤。

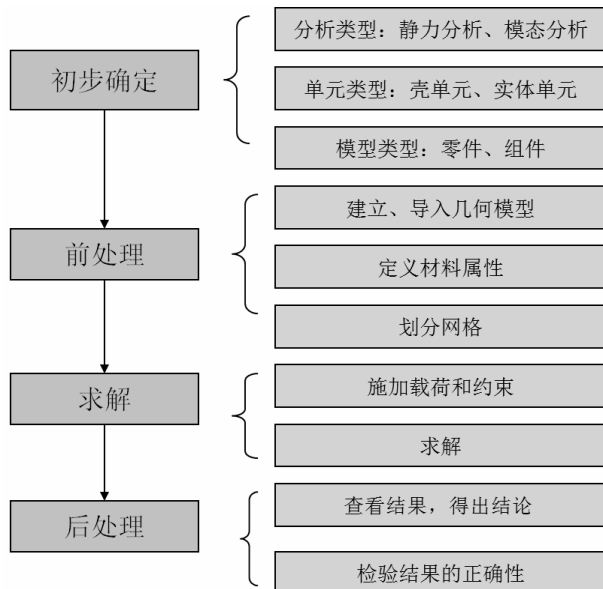


图 1-6 分析的基本过程



1.2.1 前处理

前处理是指创建实体模型以及有限元模型。它包括创建实体模型、定义单元属性、划分有限元网格和修正模型等几项内容。现今大部分的有限元模型都是用实体模型建模,类似于 CAD, ANSYS 以数学的方式表达结构的几何形状,然后在里面划分节点和单元,还可以在几何模型边界上方便地施加载荷,但是实体模型并不参与有限元分析,所以施加在几何实体边界上的载荷或约束必须最终传递到有限元模型上(单元或节点)进行求解,这个过程通常是 ANSYS 程序自动完成的。可以通过以下 4 种途径创建 ANSYS 模型:

- (1) 在 ANSYS 环境中创建实体模型,然后划分有限元网格。
- (2) 在其他软件(如 CAD)中创建实体模型,然后读入 ANSYS 环境中,经过修正后划分有限元网格。
- (3) 在 ANSYS 环境中直接创建节点和单元。
- (4) 在其他软件中创建有限元模型,然后将节点和单元数据读入 ANSYS 环境中。

单元属性是指划分网格以前必须指定的所分析对象的特征,这些特征包括材料属性、单元类型和实常数等。需要强调的是,除了磁场分析以外不需要告诉 ANSYS 使用的是什么单位制,只需要自己决定使用何种单位制,然后确保所有输入值的单位制统一,单位制影响输入的实体模型尺寸、材料属性、实常数及载荷等。

1.2.2 加载并求解

(1) 自由度 DOF——定义节点的自由度(DOF)值(例如结构分析的位移、热分析的温度、电磁分析的磁势等)。

(2) 面载荷(包括线载荷)——作用在表面的分布载荷(例如结构分析的压力、热分析的热对流、电磁分析的麦克斯韦尔表面等)。

(3) 体积载荷——作用在体积上或场域内(例如热分析的体积膨胀和内生成热、电磁分析的磁流密度等)。

(4) 惯性载荷——结构质量或惯性引起的载荷(例如重力、加速度等)。

在进行求解之前应进行分析数据检查,包括以下内容:

- (1) 单元类型和选项,材料性质参数,实常数以及统一的单位制。
- (2) 单元实常数和材料类型的设置,实体模型的质量特性。
- (3) 确保模型中没有不应存在的缝隙(特别是从 CAD 中输入的模型)。
- (4) 壳单元的法向,节点坐标系。
- (5) 集中载荷和体积载荷,面载荷的方向。
- (6) 温度场的分布和范围,热膨胀分析的参考温度。

1.2.3 后处理

(1) 通用后处理(POST1)——用来观看整个模型在某一时刻的结果。

(2) 时间历程后处理(POST26)——用来观看模型在不同时间段或载荷步上的结果,常用于处理瞬态分析和动力分析的结果。



Note

1.3 ANSYS Workbench 2020 的图形界面

启动 ANSYS Workbench 2020, 进入如图 1-7 所示的 ANSYS Workbench 2020 的 GUI 图形界面中。



图 1-7 ANSYS Workbench 2020 图形界面

大多数情况下, ANSYS Workbench 的图形用户界面主要分成两部分, 其他部分将在后续章节中介绍。

1.3.1 工具箱

ANSYS Workbench 2020 的工具箱列举了可以使用的系统和应用程序, 可以通过工具箱将这些应用程序和系统添加到项目概图中。工具箱由 4 个子组所组成, 如图 1-8 所示。它可以被展开或折叠起来, 也可以通过工具箱下面的 View All/Customize 按钮来调整工具箱中应用程序或系统的显示或隐藏。

工具箱包括如下 4 个子组。

- ☑ **Analysis Systems:** 可用在示意图中预定义的模板。
- ☑ **Component Systems:** 可存取多种程序来建立和扩展分析系统。
- ☑ **Custom Systems:** 为耦合应用预定义分析系统 (FSI、thermal-stress 等)。用户也可以建立自己的预定义系统。
- ☑ **Design Exploration:** 参数管理和优化工具。

注意: 工具箱列出的系统和组成决定于安装的 ANSYS 产品。

使用 View All/Customize 窗口中的复选框, 可以展开或闭合工具箱中的各项, 如图 1-9 所示。不用工具箱中的专用窗口时一般将其关闭。



Note

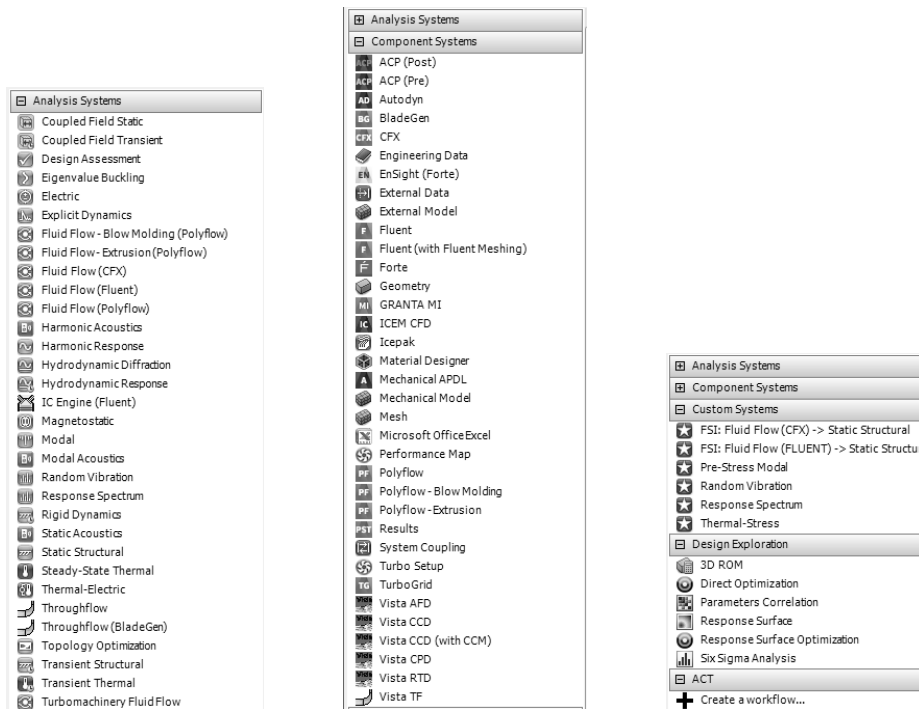


图 1-8 ANSYS Workbench 2020 工具箱

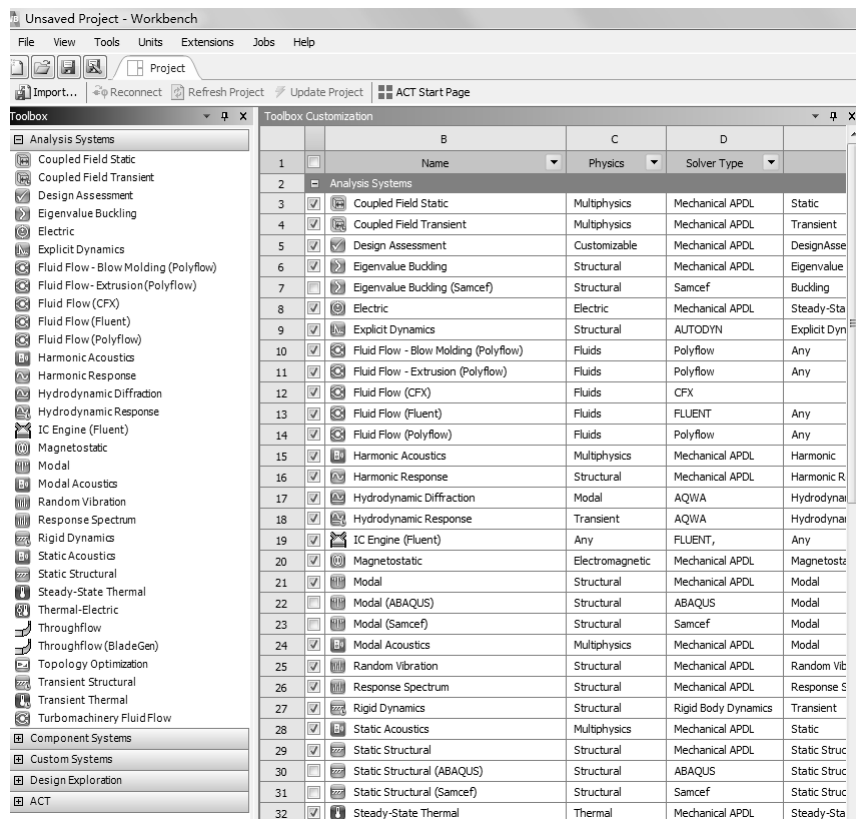


图 1-9 工具箱显示设置



1.3.2 Workbench 选项窗口



Note

利用 View 菜单（或在项目概图上右击）在 Workbench 环境下可以显示附加的信息。图 1-10 为高亮显示 Geometry 单元，从而其属性便显示出来。可以在属性中查看和调整项目概图中单元的属性。

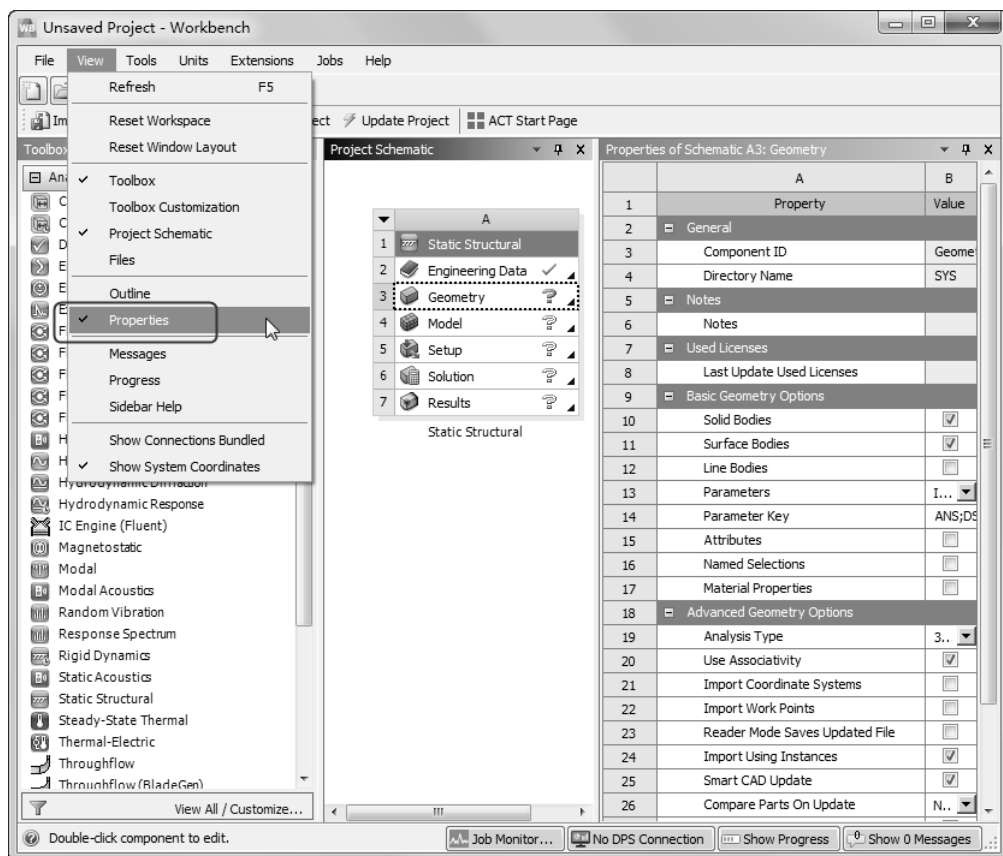


图 1-10 Workbench 选项窗口

1.4 Workbench 文档管理

ANSYS Workbench 2020 可以自动创建所有相关文件，包括一个项目文件和一系列的子目录。用户应允许 Workbench 管理这些目录的内容，最好不要手动修改项目目录的内容或结构，否则会引起程序读取出错的问题。

在 ANSYS Workbench 2020 中，当指定文件夹及保存了一个项目后，系统会在磁盘中保存一个项目文件 (*.wbpj) 及一个文件夹 (*_files)。Workbench 是通过此项目文件和文件夹及其子文件来管理所有相关的文件的。图 1-11 为 Workbench 所生成的一系列文件夹。

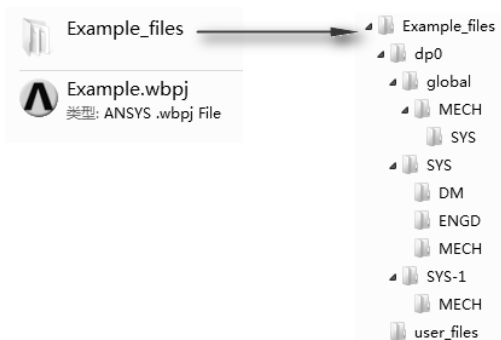


图 1-11 Workbench 文件夹目录结构



Note

1.4.1 目录结构

ANSYS Workbench 2020 文件格式目录内文件的作用如下。

- ☑ **dpn:** 是设计点文件目录，这实质上是特定分析的所有参数的状态文件，在单分析情况下只有一个 dp0 目录。它是所有参数分析所必需的。
- ☑ **global:** 包含分析中各个单元格中的子目录。其下的 **MECH** 目录中包括数据库以及 Mechanical 单元格的其他相关文件。其内的 **MECH** 目录为仿真分析的一系列数据及数据库等相关文件。
- ☑ **SYS:** 包括了项目中各种系统的子目录（如 Mechanical、FLUENT、CFX 等）。每个系统的子目录都包含有特定的求解文件。例如 **MECH** 的子目录有结果文件、ds.dat 文件、solve.out 文件等。
- ☑ **user_files:** 包含输入文件、用户文件等，这些可能与项目有关。

1.4.2 显示文件明细

如需查看所有文件的具体信息，在 Workbench 的 View 菜单中，选择 Files 命令（见图 1-12），以显示一个包含文件明细与路径的窗格，图 1-13 为一个文件窗格。

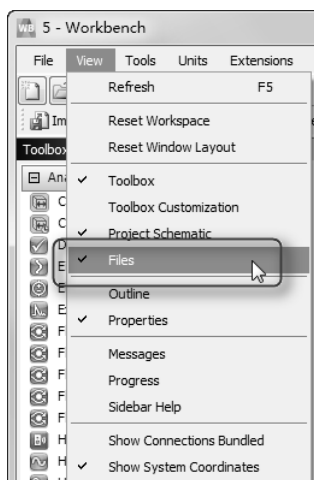


图 1-12 View 菜单



Files					
	A	B	C	D	E
1	Name	Ce...	Size	Type	Date Modified
2	SYS.agdb	A3	2 MB	Geometry File	2018/12/11 11:43:55
3	material.engd	A2	25 KB	Engineering Data File	2018/12/11 11:43:37
4	SYS.engd	A4	25 KB	Engineering Data File	2018/12/11 11:43:37
5	SYS.mechdb	A4	6 MB	Mechanical Database F	2018/12/11 15:20:58

图 1-13 文件窗格

1.4.3 打包文件

为了便于文件的管理与传输，ANSYS Workbench 还具有打包文件功能，打包后的文件为.wbpz 格式。可用任一解压软件来打开。图 1-14 为 File 菜单中打包的选项。

选择保存打包文件的位置后，会弹出如图 1-15 所示的 Archive Options 对话框，其内有多个选项可供选择。

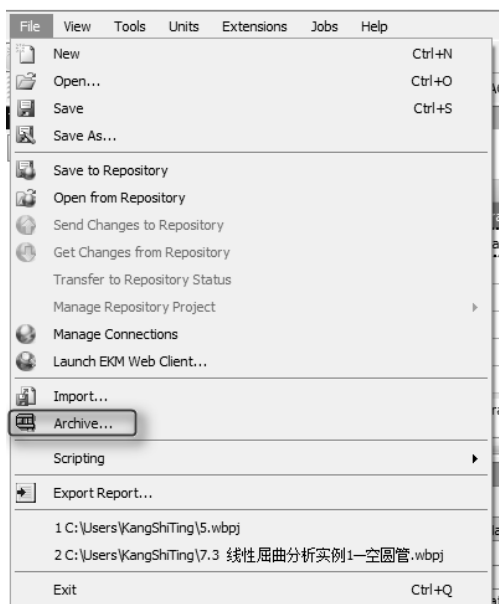


图 1-14 打包选项

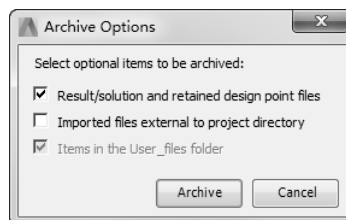


图 1-15 Archive Options 对话框

1.5 项目概图

项目概图是通过放置应用或系统到项目管理区中的各个区域，定义全部分析项目的。它表示了项目的结构和工作的流程。为项目中各对象和它们之间的相互关系提供了一个可视化的表示。项目概图由一个个单元格所组成，如图 1-16 所示。

项目概图可以因要分析的项目不同而不同，可以仅有一个单一的单元格组成，也可以是含有一套复杂链接的系统耦合分析或模型的方法。

项目概图中的单元格是由将工具箱中的应用程序或系统直接拖曳到项目管理界面中或是直接在项目上双击载入。



Note

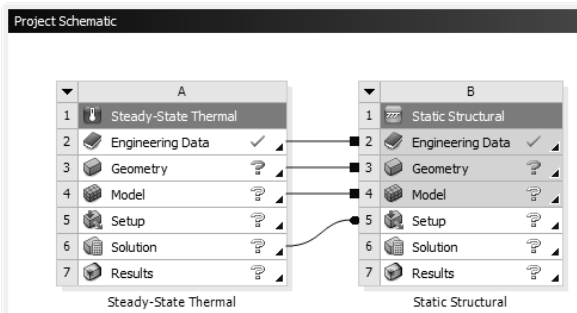


图 1-16 项目概图

1.5.1 系统和单元格

要生成一个项目，需要从工具箱中添加单元格到项目概图中形成一个系统，一个系统由一个个单元格组成。要定义一个项目，还需要在单元格之间进行交互。也可以在单元格中右击，在弹出的快捷菜单中选择可使用的单元格。通过一个单元格，可以实现下面的功能。

- ☒ 通过单元格进入数据集成的应用程序或工作区。
- ☒ 添加与其他单元格间的链接系统。
- ☒ 分配输入或参考的文件。
- ☒ 分配属性分析的组件。

每个单元格含有一个或多个单元，如图 1-17 所示。每个单元都有一个与它关联的应用程序或工作区，例如 ANSYS Fluent 或 Mechanical 应用程序。可以通过此单元单独地打开这些应用程序。

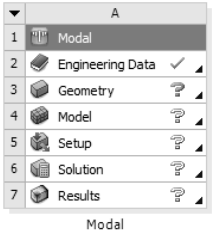


图 1-17 项目概图中的单元格

1.5.2 单元格的类型

单元格包含许多可以使用的分析和组件系统，下面介绍通用的一些分析单元。

1. Engineering Data (工程数据)

使用工程数据组件定义或访问材料模型中的分析所用数据。双击工程数据的单元格，或右击，打开快捷菜单，从中选择“编辑”命令，以显示工程数据的工作区。可从工作区中定义数据材料等。

2. Geometry (几何模型)

使用几何模型单元来导入、创建、编辑或更新用于分析的几何模型。

(1) 4 类图元

- ☒ 体（三维模型）：由面围成，代表三维实体。
- ☒ 面（表面）：由线围成。代表实体表面、平面形状或壳（可以是三维曲面）。
- ☒ 线（可以是空间曲线）：以关键点为端点，代表物体的边。



Note

☑ 关键点（位于三维空间）：代表物体的角点。

(2) 层次关系

从最低阶到最高阶，模型图元的层次关系如下。

☑ 关键点（Keypoints）。

☑ 线（Lines）。

☑ 面（Areas）。

☑ 体（Volumes）。

如果低阶的图元连在高阶图元上，则低阶图元不能删除。

3. Model（模型）

模型建立之后，需要划分网格，它涉及以下 4 个方面。

(1) 选择单元属性（单元类型、实常数、材料属性）。

(2) 设定网格尺寸控制（控制网格密度）。

(3) 网格划分以前保存数据库。

(4) 执行网格划分。

4. Setup（设置）

使用此设置单元可打开相应的应用程序。设置包括定义载荷、边界条件等。也可以在应用程序中配置分析。在应用程序中的数据会被纳入 ANSYS Workbench 的项目中，这其中也包括系统之间的链接。

载荷是指加在有限单元模型（或实体模型，但最终要将载荷转化到有限元模型上）上的位移、力、温度、热、电磁等。载荷包括边界条件和内外环境对物体的作用。

5. Solution（解决方案）

在所有的前处理工作进行完后，要进行求解，求解过程包括选择求解器、对求解进行检查、求解的实施及对求解过程中会出现的问题的解决等。

6. Results（结果）

分析问题的最后一步工作是进行后处理，后处理就是对求解所得到的结果进行查看、分析和操作。结果单元即为显示的分析结果的可用性和状态。结果单元是不能与任何其他系统共享数据的。

1.5.3 了解单元格状态

1. 典型的单元格状态

单元状态包含以下情况。

☑ ：无法执行。丢失上行数据。

☑ ：需要注意。可能需要改正本单元或是上行单元。

☑ ：需要刷新。上行数据发生改变。需要刷新单元（更新也会刷新单元）。

☑ ：需要更新。数据一改变，单元的输出也要相应地更新。

☑ ：最新的。

☑ ：发生输入变动。单元是局部更新的，但上行数据发生变化也可能导致其发生改变。

2. 解决方案特定的状态

解决方案时特定的状态如下。

☑ ：中断。表示已经中断的解决方案。此选项执行的求解器正常停止，将完成当前迭代，



并写一个解决方案文件。

- ☑ : 挂起。标志着一个批次或异步解决方案正在进行中。当一个单元格进入挂起状态，可以与项目和项目的其他部分退出 ANSYS Workbench 或工作。

3. 故障状态

故障典型状态如下。

- ☑ : 刷新失败。需要刷新。
- ☑ : 更新失败。需要更新。
- ☑ : 更新失败。需要注意。



Note

1.5.4 项目概图中的链接

链接的作用是连接系统之间的数据共享系统或数据传输。链接在项目概图中所示的主要类型如下。

- ☑ 指示数据链接系统之间的共享。这些链接以方框终止，如图 1-18 所示。
- ☑ 指示数据的链接是从上游到下游系统。这些链接以圆形终止，如图 1-18 所示。
- ☑ 链接指示系统是强制地输入参数。这些链接连接系统参数设置栏和绘制箭头进入系统中，如图 1-18 所示。
- ☑ 链接指示系统提供输出参数。这些链接连接系统参数设置栏，并用箭头指向系统，如图 1-18 所示。
- ☑ 表明设计探索系统的链接，它连接到项目参数。这些链接连接到“系统参数设置栏”，D 和 E 与系统如图 1-18 所示。

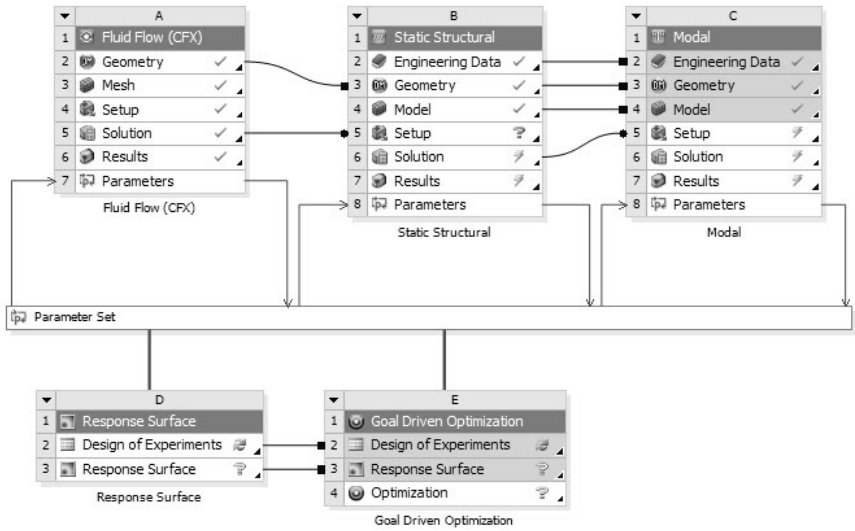


图 1-18 项目概图中的链接

1.5.5 创建项目概图实例

创建工作流程的步骤如下。

- 01 将工具箱中的 Static Structural 选项直接拖曳到项目管理界面中或是直接在项目上双击载入，结果如图 1-19 所示。



02 此时模块下面的名称为可修改状态，输入“初步静力学分析”，作为此模块的名称。

03 在工具箱中选 **Modal** 选项，按住鼠标左键不放，向项目管理器中拖曳，此时项目管理器中可拖曳到的位置将以绿色框显示，如图 1-20 所示。



Note

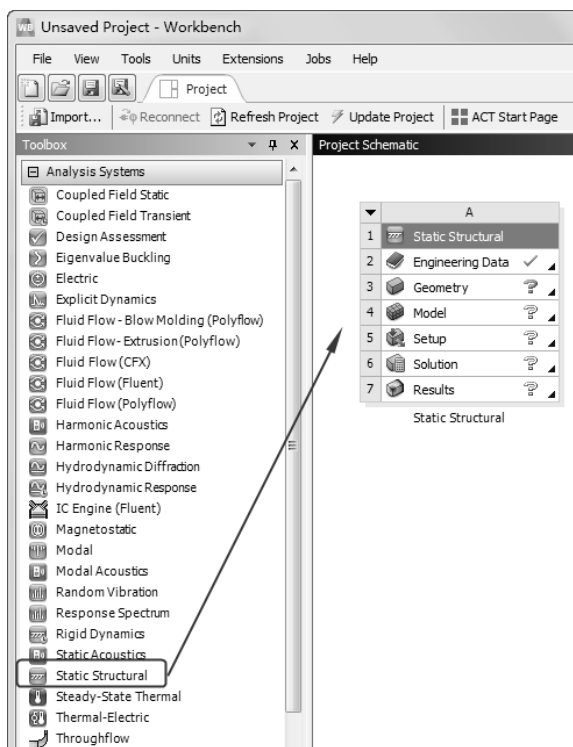


图 1-19 添加 Static Structural 选项

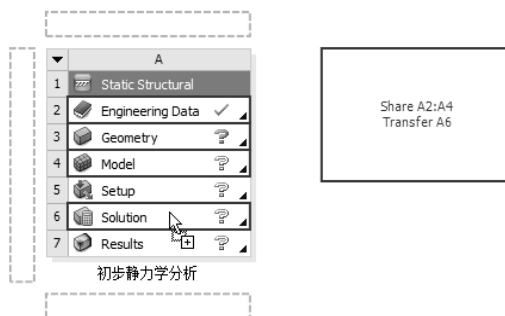


图 1-20 可添加位置

04 将 **Modal** 选项放到 **Static Structural** 模块的第 6 行的 **Solution** 中，此时两个模块分别以字母 A、B 编号显示在项目管理器中，并且两个模块中间出现 4 条链接，其中以方框结尾的链接为可共享链接，以圆形结尾的链接为下游到上游链接。结果如图 1-21 所示。

05 单击 B 模块左上角的下箭头，此时弹出快捷菜单，选择 **Rename** 命令，如图 1-22 所示。将此模块更改名称为“模态分析一”。

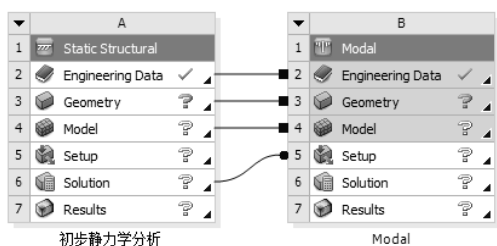


图 1-21 添加模态分析

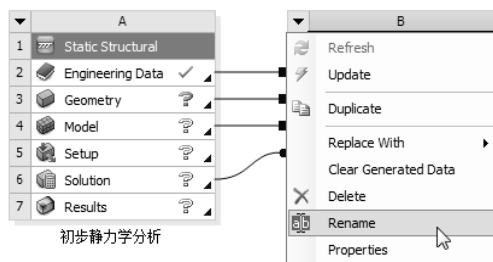


图 1-22 更改名称

06 右击“初步静力学分析”第 6 行中的 **Solution** 单元，在此时弹出的快捷菜单中选择 **Transfer Data To New→Modal** 命令，如图 1-23 所示。另一个模态分析模块将添加到项目管理器中，并将名称更改为“模态分析二”，结果如图 1-24 所示。



Note

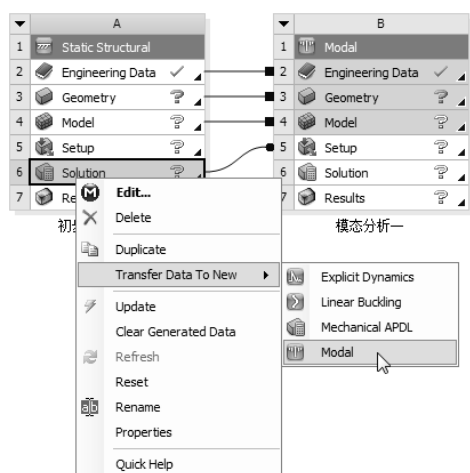


图 1-23 添加模态分析一

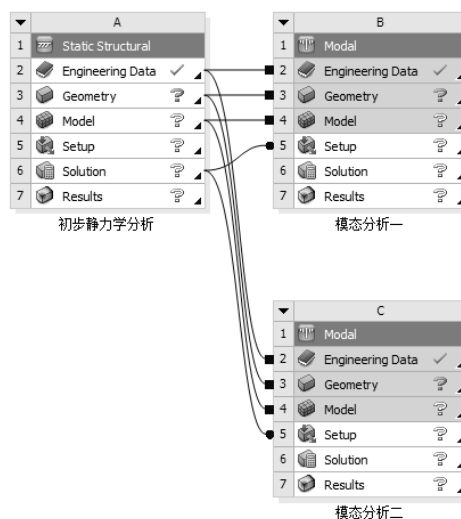


图 1-24 添加模态分析二

下面列举了项目概图中需要注意的地方。

- ☒ 分析流程块可以用鼠标右键选择菜单进行删除。
- ☒ 使用该转换特性时，将显示所有的转换可能（上行转换和下行转换）。
- ☒ 高亮显示系统中的分支不同，程序呈现的快捷菜单也会有所不同，如图 1-25 所示。

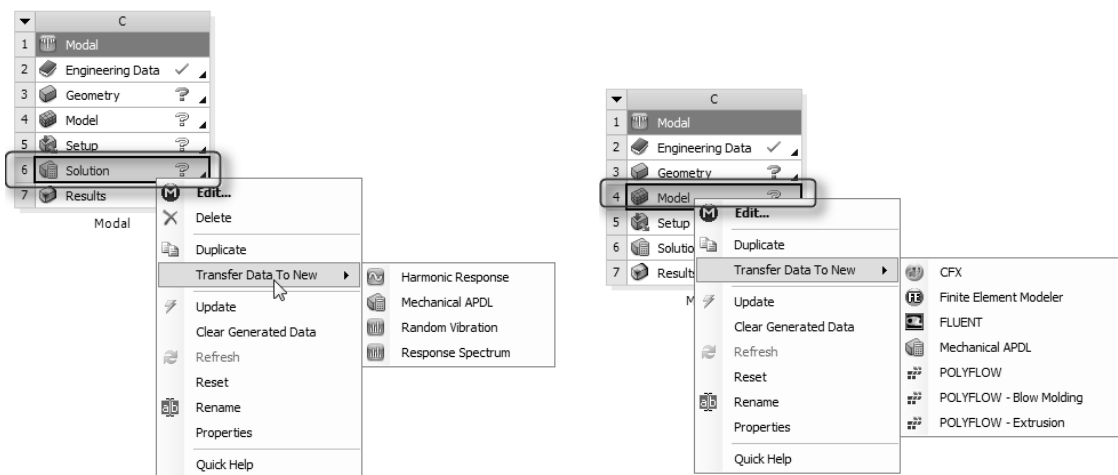


图 1-25 不同的快捷菜单

1.6 材料特性应用程序

进行有限元分析时，为分析的对象指定材料的属性是必需的步骤。在 ANSYS Workbench 中，是通过 Engineering Data 应用程序控制材料属性参数的。

Engineering Data 应用程序属于本地应用，进入 Engineering Data 应用程序的方法如下：首先通过添加工具箱中的分析系统；然后双击或右击系统中的 Engineering Data 单元格，进入 Engineering Data



应用程序。进入 Engineering Data 应用程序中后，显示界面如图 1-26 所示，窗口中的数据是交互式层叠显示的。



Note

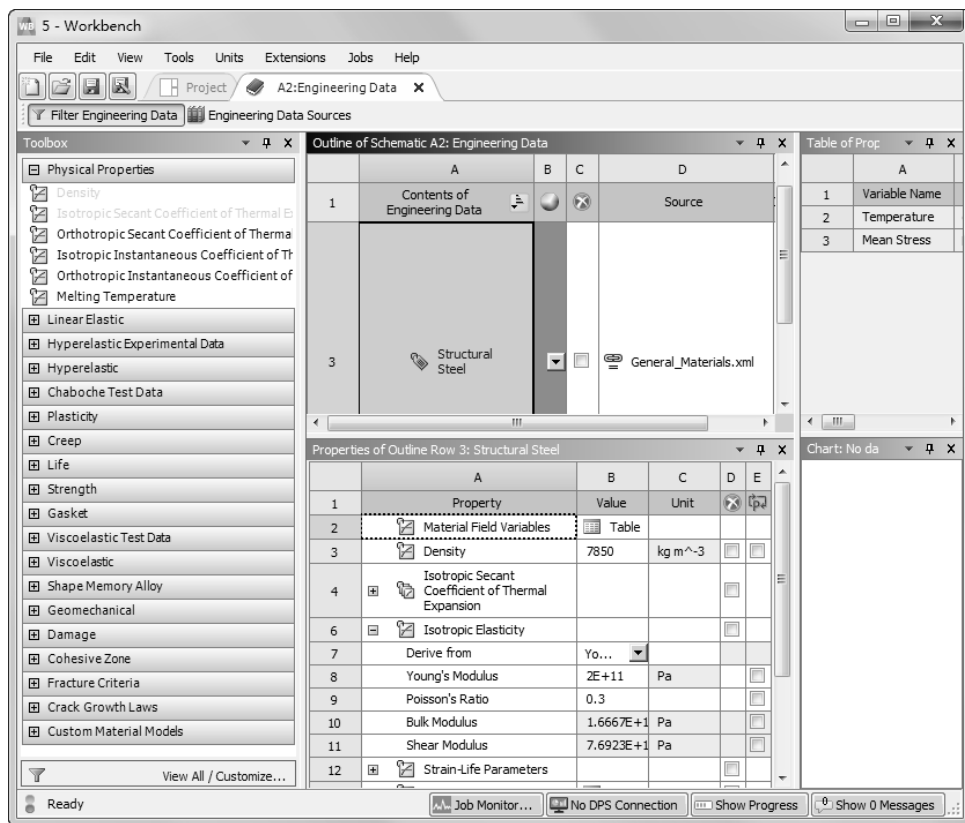


图 1-26 Engineering Data 应用程序

1.6.1 材料库

在打开的 Engineering Data 材料特性应用程序中，单击工具栏中的 Engineering Data Sources 按钮，或在 Engineering Data 材料特性应用程序窗口中右击，在弹出的快捷菜单中选择 Engineering Data Sources 命令，如图 1-27 所示。此时窗口会显示 Engineering Data Sources 数据表，如图 1-28 所示。

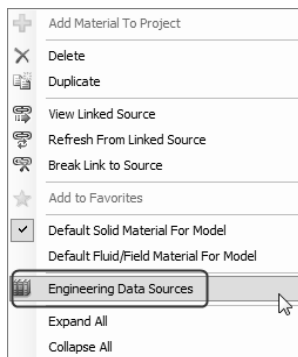


图 1-27 Engineering Data 快捷菜单



Note

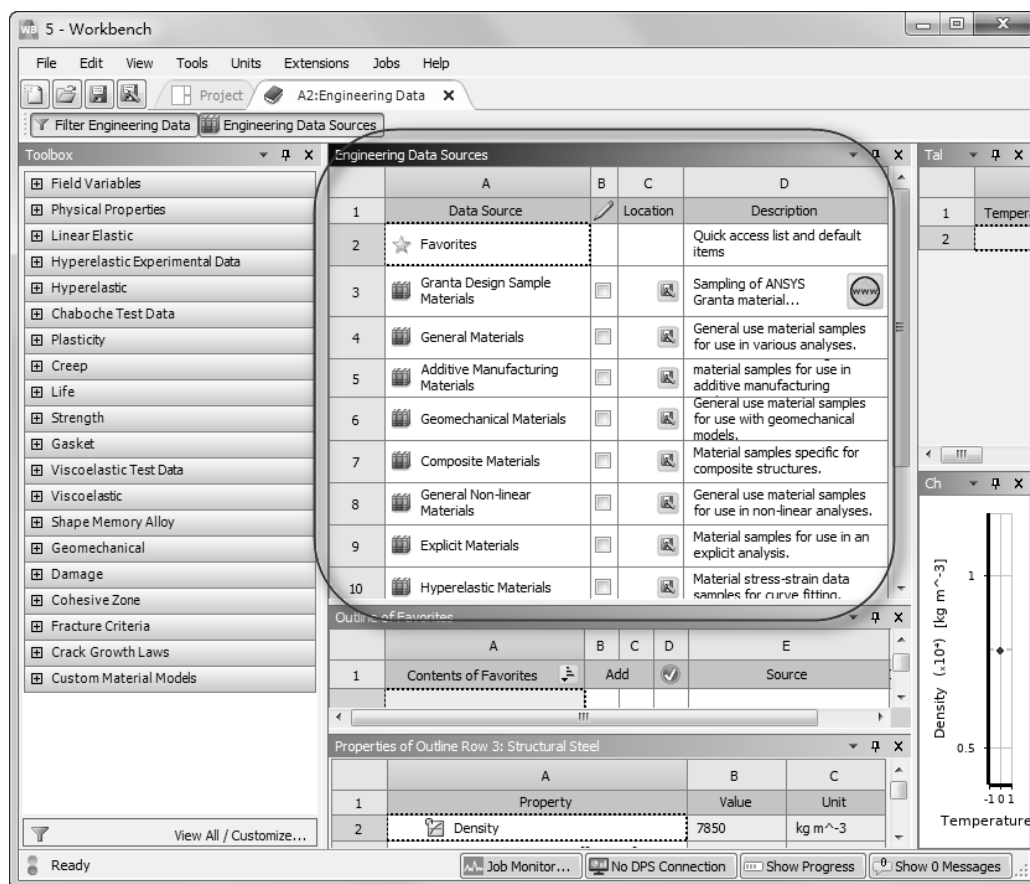


图 1-28 Engineering Data Sources 数据表窗格

材料库中具有大量的常用材料。当在 Engineering Data Sources 窗格中选择一个材料库时，Outline of General Materials 窗格中会显示此库内的所有材料，选择某一种材料后，Properties of Outline Row 窗格中会显示此材料的所有默认属性参数值，该属性值是可以被修改的。

1.6.2 添加库中的材料

材料库中的材料需要添加到当前的分析项目中才能起作用，向当前项目中添加材料的方法如下：首先打开 Engineering Data Sources 数据表，在 Engineering Data Sources 窗格中选择一个材料库；然后在下方的 Outline of General Materials 窗格中单击材料后面 B 列中的“添加”按钮，此时在当前项目中定义的材料会被标记为，表示材料已经添加到分析项目中。添加的过程如图 1-29 所示。

经常用到的材料可以添加到 Favorite 库中，方便以后分析时使用。添加的方法如下：在需要添加到 Favorite 库中的材料上右击，在弹出的快捷菜单中选择 Add to Favorite 命令即可。

1.6.3 添加新材料

材料库中的材料虽然很丰富，但是有些需要用到的特殊材料有可能材料库中是没有的，这时需要将新的材料添加到材料库中。



Note

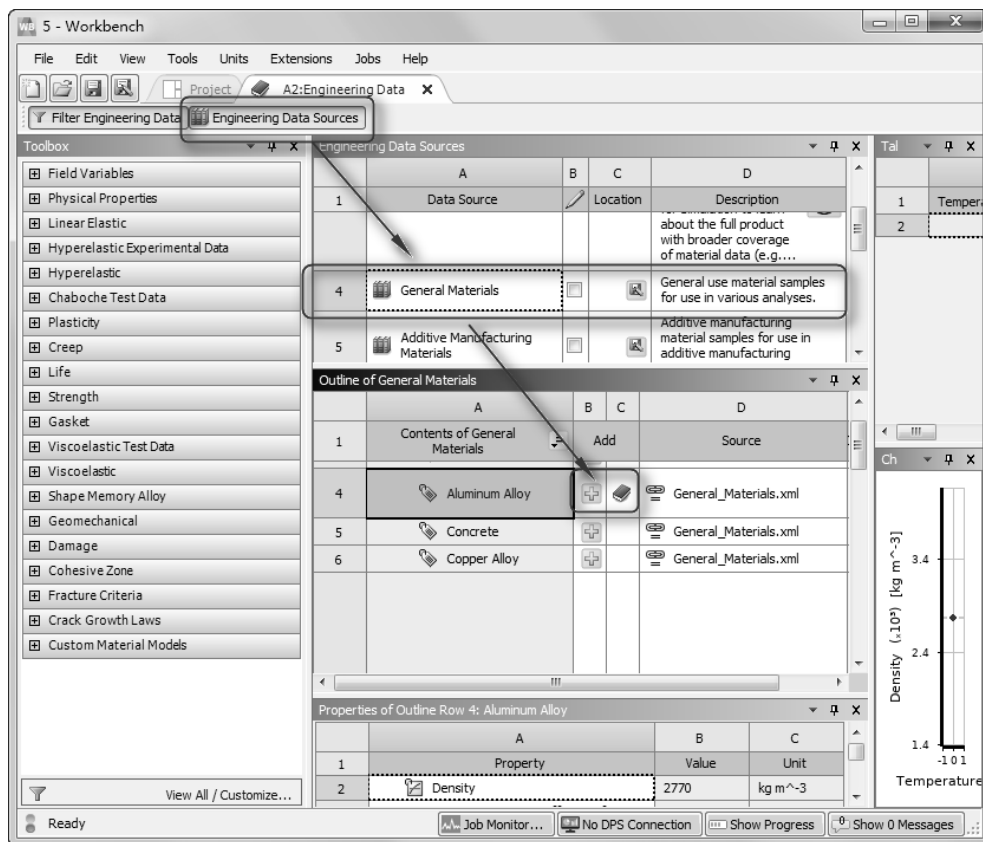


图 1-29 添加材料

在 Engineering Data 中的工具箱中有丰富的材料属性，在定义新材料时，直接将工具箱中的材料属性添加到新定义的材料中即可。工具箱中的材料属性包括 Physical Properties（物理特性）、Linear Elastic（线弹性）、Hyperelastic Experimental Data（超弹性实验数据）、Hyperelastic（超弹性）、Creep（蠕变）、Life（寿命）、Strength（强度）、Gasket（衬垫）等，如图 1-30 所示。

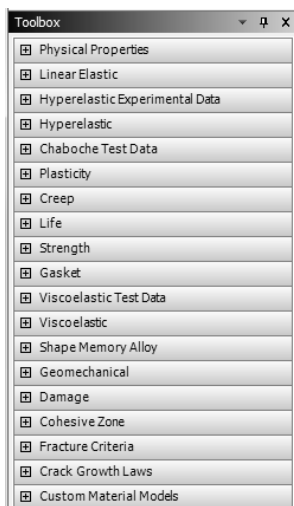


图 1-30 Engineering Data 工具箱