

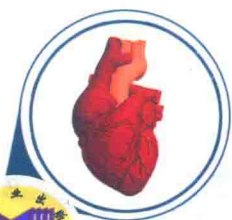
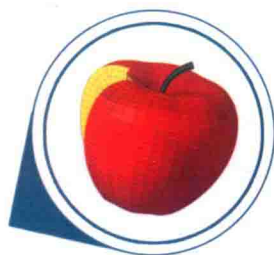
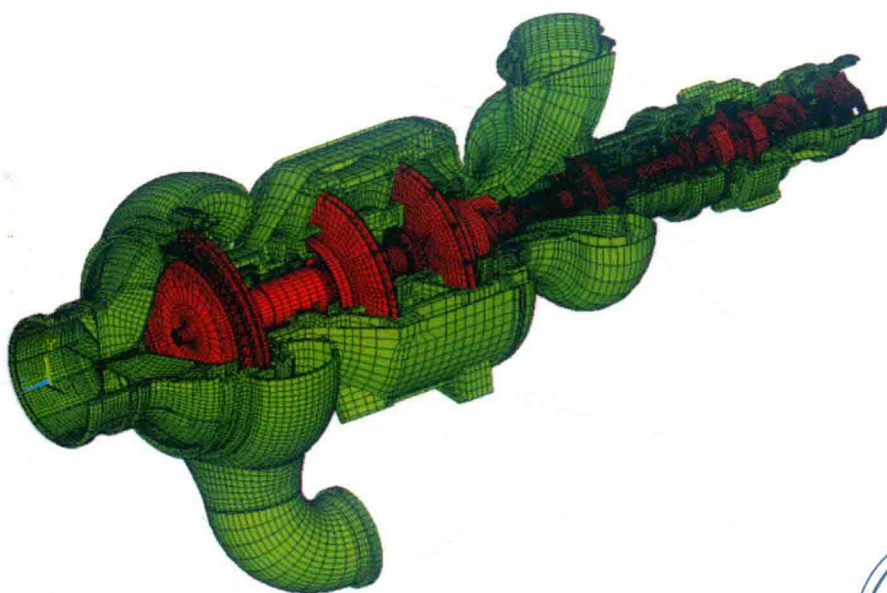
HyperWorks进阶教程系列

HyperMesh & HyperView (2017X)

应用技巧与 高级实例

第2版

方献军 张 晨 马小康 等编著



关注机械工业出版社计算机分社官方微信订阅号“IT有得聊”，即可获得本书配套资源，包括全部案例素材文件和教学培训视频。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

HyperWorks 进阶教程系列

HyperMesh & HyperView (2017X)

应用技巧与高级实例

第2版

方献军 张晨 马小康 等编著

机械工业出版社

本书以 HyperWorks 2017.2 版本为平台,介绍了 HyperMesh、HyperView、HyperGraph 三个模块的应用技巧。

全书分两部分,共 13 章,前一部分包括 1~12 章,主要介绍 HyperMesh 有限元前处理软件,包括 HyperMesh 的基础知识、几何清理、2D 网格划分、3D 网格划分、1D 单元创建、航空应用和主流求解器接口介绍,如 RADIOSS、OptiStruct、Nastran、LS-DYNA、ABAQUS 和 ANSYS 等,还包括关于 HyperMesh 的用户二次开发功能。后一部分包括第 13 章,主要介绍 HyperView、HyperGraph 等有限元后处理软件,包括用 HyperView 查看结果云图、变形图、结果数据、创建截面、创建测量点、报告模板等,用 HyperGraph 建立数据曲线、曲线的数据处理和三维曲线曲面的创建、处理等。

本书中实例所涉及的模型文件可在随书附赠的网盘资源中找到。

本书是 Altair 中国公司认可的 HyperWorks 软件培训用书,适合机械、汽车、航空、航天、重型装备、国防、消费品和力学等相关领域工程技术人员自学或参考,也可作为理工院校相关专业师生学习或教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

HyperMesh&HyperView (2017X) 应用技巧与高级实例/方献军等编著.

—2 版. —北京:机械工业出版社,2018.8

HyperWorks 进阶教程系列

ISBN 978-7-111-60626-0

I. ①H… II. ①方… III. ①有限元分析—应用软件—教材
IV. ①O241.82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 174890 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:张淑谦 责任校对:张艳霞

责任编辑:张淑谦 责任印制:孙 炜

北京中兴印刷有限公司印刷

2018 年 8 月·第 2 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·30.5 印张·747 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-60626-0

定价:99.00 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

服务咨询热线:(010) 88361066

读者购书热线:(010) 68326294

(010) 88379203

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

前 言

自本书第 1 版出版至今, HyperWorks 软件已经升级了 4 个版本, 而且收购了 SimLab、Evolve 等多个专业模块。在 Altair 大中华区总经理刘源博士和公司市场部的大力支持下, 我们决定以 V2017 版为基础重新编写 HyperMesh 教程以满足广大软件使用者和学习者的需要。本书以 HyperWorks 2017.2 版本为平台, 介绍了 HyperMesh、HyperView、HyperGraph 这三个模块的使用技巧。本书大体上保留了第 1 版的内容和结构, 主要是把与新版本软件不兼容的部分进行了修改, 同时重写了第 12 章二次开发部分和附录, 附录中增加了关于 HyperWorks 学习资料汇总信息。另外, 在各个章节添加了大量注解说明, 方便读者自学参考。本书赠送的网盘资源包含了大量有价值的视频教程和官方培训资料, 具有重要的学习参考价值。

全书分两部分, 共 13 章。本书前一部分主要介绍 HyperMesh 有限元前处理软件, 共 12 章。第 1 章总体介绍了有限元前处理软件以及 HyperWorks 中的其他模块; 第 2 章介绍了 HyperMesh 的基础知识, 是学习其余章节的基础; 第 3 章介绍了 HyperMesh 中的几何清理方法; 第 4 章介绍了 2D 板壳单元的网格划分; 第 5 章介绍了 3D 单元网格划分, 包括四面体、六面体, CFD 网格划分也在这一章做了介绍, 并且还介绍了一个基于几何特征的参数化实体网格建模工具 SimLab, SimLab 是目前复杂四面体网格划分的首选工具; 第 6 章介绍了 1D 梁杆单元的创建、修改方法, 并且介绍了 HyperMesh 中的焊点创建模块 connector; 第 7 章通过 3 个实例介绍了用 HyperMesh 进行航空全机建模和建立细节模型的方法; 第 8 章以实例形式介绍了 HyperMesh 的 RADIOSS, OptiStruct 及 Nastran 的接口; 第 9~11 章分别以实例形式介绍了 HyperMesh 和 LS-DYNA、ABAQUS, ANSYS 的接口; 第 12 章介绍了使用 Tcl 语言进行 HyperMesh 二次开发的基础知识和若干应用实例。

后一部分主要介绍 HyperView、HyperGraph 有限元后处理软件, 包括第 13 章。该章通过实例介绍了用 HyperView 查看结果云图、变形图、结果数据, 创建截面、创建测量点等, 用 HyperGraph 建立数据曲线、曲线的数据处理等。

本书主要由方献军, 张晨和马小康负责编写。此外参与编写的还有 Altair 中国公司技术团队成员李俊、熊春明、刘斯倩、吴莉洁、王瑞龙、曾文翰以及实习生梁沛聪等, 在此深表感谢。

由于编者水平有限, 虽然已经多次校对, 但书中错误及不足之处在所难免, 敬请广大读者不吝指正, 也欢迎大家共同探讨, 可发邮件至 info@altair.com.cn 进一步联系。

Altair 中国技术团队

目 录

前言

第 1 章 有限元前处理概述 1

1.1 有限元分析流程 2	1.4 HyperMesh 的优势 6
1.2 Altair 公司简介 2	小结 7
1.3 HyperMesh 简介 4	

第 2 章 HyperMesh 基础知识 8

2.1 HyperMesh 入门 9	2.2.3 HyperMesh 工具栏 16
2.1.1 概述 9	2.2.4 HyperMesh 标签页 23
2.1.2 打开 HyperMesh 10	2.2.5 HyperMesh 计算器 24
2.1.3 默认目录 10	2.3 文件的打开和保存 24
2.1.4 HyperMesh 帮助 11	2.4 面板菜单的使用 28
2.2 HyperMesh 用户界面 11	2.5 模型的组织管理 33
2.2.1 HyperMesh “颜色”选项对话框 11	2.6 显示控制 39
2.2.2 HyperMesh 菜单栏 15	小结 46

第 3 章 几何清理 47

3.1 HyperWorks 几何术语 48	3.5 中面抽取 61
3.2 CAD 接口 49	3.6 几何清理及实例 64
3.2.1 读入 CAD 模型 49	3.6.1 CAD 清理容差 (CAD Cleanup Tolerance) 64
3.2.2 节点和曲线 50	3.6.2 几何清理容差 (Geometry Cleanup Tolerance) 65
3.3 曲面及体的拓扑关系 51	3.6.3 几何特征角 (Geometry Feature Angle) 65
3.4 HyperMesh 几何创建及编辑功能 53	3.6.4 模型导入和几何清理 65
3.4.1 几何创建 (Creating Geometry) 53	
3.4.2 几何编辑 (Editing Geometry) 57	
3.4.3 几何查询 (Querying Geometry) 59	

3.6.5 创建和编辑实体..... 70

小结..... 76

第 4 章 2D 网格划分..... 77

4.1 Automesh 网格划分..... 78

4.1.1 Automesh 二级面板..... 78

4.1.2 实例：二维网格划分..... 81

4.2 2D 单元质量检查..... 89

4.2.1 单元质量..... 89

4.2.2 HyperMesh 单元质量计算..... 89

4.2.3 Quality Index 面板..... 94

4.2.4 Check Elms 面板..... 96

4.3 BatchMesher 实例..... 97

4.3.1 BatchMesher 启动控制..... 97

4.3.2 BatchMesher 实例..... 98

小结..... 102

第 5 章 3D 网格划分..... 103

5.1 实体创建编辑和六面体网格划分..... 104

实例..... 104

5.1.1 实例：创建、编辑实体并划分 3D 网格..... 104

5.1.2 实例：通过曲面创建 3D 网格..... 115

5.2 四面体网格划分..... 123

5.3 四面体网格划分实例..... 123

5.4 CFD 网格划分..... 130

5.4.1 CFD 用户配置..... 130

5.4.2 一般工作流程..... 131

5.4.3 网格划分..... 132

5.4.4 CFD Tetramesh 面板..... 133

5.4.5 CFD 网格划分实例..... 139

5.5 SimLab 网格划分实例..... 159

小结..... 169

第 6 章 1D 单元创建..... 170

6.1 1D 单元划分..... 171

6.2 HyperBeam..... 171

6.2.1 HyperBeam 用户界面..... 172

6.2.2 HyperBeam Sections 截面..... 176

6.2.3 HyperBeam 计算的梁截面属性..... 182

6.2.4 在 HyperMesh 界面中调用梁截面..... 183

6.2.5 梁截面信息导入导出..... 184

6.3 使用 HyperBeam 创建和关联梁..... 185

截面属性..... 185

6.4 connector..... 191

6.4.1 创建 connector..... 192

6.4.2 创建 Area Connectors..... 205

6.4.3 创建 Bolt Connectors..... 210

6.4.4 利用 connector 快速替换被连接部件..... 212

小结..... 215

第 7 章 航空应用案例..... 217

7.1	全机模型建模	218
7.2	典型航空零部件建模	226

7.3	机身细节模型的连接	240
小结		257

第 8 章 OptiStruct、RADIOSS 及 Nastran 的前处理 258

8.1	OptiStruct 分析实例 1: 三维惯性 释放分析	260
8.2	OptiStruct 分析实例 2: 使用 PCOMPG 进行飞机复合材料的 结构分析	265
8.3	OptiStruct 优化实例 1: 汽车摆臂	

	的概念设计	274
8.4	OptiStruct 优化实例 2: 脱模方向 约束的摆臂拓扑优化	284
8.5	RADIOSS 实例: 汽车前碰 分析	291
小结		299

第 9 章 LS-DYNA 前处理 300

9.1	总体介绍	301
9.1.1	LS-DYNA Utility Menu	301
9.1.2	在线帮助	301
9.1.3	LS-DYNA FE Output Template	301
9.1.4	LS-DYNA User Profile	302
9.2	实例: 定义 LS-DYNA 的模型、	

	载荷数据、控制卡片及输出	302
9.3	实例: 使用曲线、梁、刚体、 铰链	314
9.4	实例: 模型导入、气囊输出显示 及接触定义	328
小结		335

第 10 章 ABAQUS 前处理 336

10.1	在 HyperMesh 环境中建立一个 ABAQUS 分析	337
10.2	定义 ABAQUS 3D 接触	341

10.3	定义 ABAQUS*STEP	351
10.4	ABAQUS 托架支架分析前处理	359
小结		369

第 11 章 ANSYS 前处理 370

11.1	ANSYS 3D 接触定义实例	371
11.2	ANSYS 混合网格划分实例	376

小结		383
----	-------	-----

第 12 章 使用 Tcl 语言进行 HyperMesh 二次开发 384

12.1	HyperMesh 二次开发基础	385
12.1.1	Tcl/Tk 简介	385
12.1.2	Tcl 命令	385
12.1.3	二次开发中的对象类型	391
12.1.4	Data Names	392
12.1.5	Marks	392
12.1.6	向量与平面	393
12.2	运行脚本	394
12.3	变量	394

12.3.1	简单变量	394
12.3.2	列表变量	398
12.3.3	关联数组	408
12.3.4	字典	410
12.3.5	Tcl 字符串	414
12.4	控制结构	416
12.5	Tcl 函数	417
小结		420

第 13 章 HyperView 应用实例

13.1	HyperView 可视性与视图
	控制
13.2	显示结果云图
13.3	查看变形
13.4	查询结果信息
13.5	使用高级查询功能
13.6	创建截面
13.7	创建测量
13.8	结果提取与分析报告创建
13.9	使用 Hvtrans 进行结果文件

	转换
13.10	创建线性叠加载荷步
13.11	创建导出结果
13.12	曲线基础知识
	13.12.1 绘制二维曲线
	13.12.2 应用曲线数据
	13.12.3 改变曲线显示属性
	13.12.4 曲线编辑
小结	

附录 HyperMesh 映射键盘快捷键方法及其他

第 1 章



有限元前处理概述

有限元法是当今工程分析中应用最广泛的数值计算方法之一，随着计算机技术的发展和商业有限元软件的推广，计算机辅助制造（CAE）已成为产品设计过程中相当重要的一环。本章将简单介绍有限元分析的流程和 Altair 公司出品的 CAE 创新平台的各个模块，并着重介绍有限元前处理工具 HyperMesh 在有限元前处理方面的优势。

本章重点知识

- 1.1 有限元分析流程
- 1.2 Altair 公司简介
- 1.3 HyperMesh 简介
- 1.4 HyperMesh 的优势
- 小结

1.1 有限元分析流程

有限元方法基本思想是在 1943 年由 R. Courant 提出的,但由于当时没有求解大型联立方程的计算工具,这种方法长期没有得到实际应用。到 20 世纪 60 年代,随着计算机的广泛使用,有限元法开始得到快速发展。有限元法经过 50 多年的发展,应用领域也从航空拓展到了航天、汽车、船舶、核能、兵器、电子等各个行业,从弹性材料问题拓展到了塑性、粘弹性、粘塑性、复合材料等问题。有限元方法的数值模拟已经成为现代重要工程设计必需的环节。

有限元法的应用分为三个阶段:前处理、求解和后处理。其中前处理阶段通常是整个过程中最耗时的阶段,尤其是进行分析模型的网格离散,常常占用整个仿真过程 80%~90% 的时间。这三个阶段概述如下。

1. 前处理

前处理是创建分析模型的阶段,也是将连续的求解域离散为一组单元的组合体,用在每个单元内假设的近似函数来分片地表示求解域上待求的未知场函数的过程。在正确地建立单元类型、施加载荷、边界条件以及材料模型、定义求解器所需的控制卡片等各类满足求解所需的必要信息后,即可得到求解器可以识别的模型文件,然后提交求解器进行解算。

2. 求解

求解过程可由任意一款商用有限元求解器(如 OptiStruct、RADIOSS、Nastran、LS-DYNA、ABAQUS 和 ANSYS 等)完成。这些求解器读入前处理中 HyperMesh 创建的模型文件,然后计算结构对输入载荷的响应。常见的结果输出有位移、应变、应力以及加速度等结果,它们存储在结果文件中,在后处理阶段可通过 HyperView 或 HyperGraph 查看。

3. 后处理

后处理是查看求解结果的过程,可以对仿真结果进行确认,给出仿真分析报告,并根据仿真结果提出改进意见等。HyperView 可为任意所需结果提供高质量的彩色云图以及动画,指定信息可以在多个窗口中查询、显示或是根据查询信息绘制曲线图。HyperGraph 主要处理分析结果的曲线数据,例如时域分析的时间历程结果以及频域分析的频率响应曲线。针对不同用户还可提供定制界面功能。

1.2 Altair 公司简介

Altair 公司是世界领先的工程设计技术的开发者之一,也是一家具有深厚工程技术底蕴的优秀 CAE 工程公司。Altair 公司拥有多元化的业务主线,其技术涵盖高端 CAE 仿真和优化技术、数据管理及流程自动化技术、高性能计算与网络计算技术、工业设计、工业物联网,同时具备一流的产品设计、流程定制、二次开发等咨询服务能力。Altair 公司的主要软件产品线有:

1) HyperWorks: 完整的 CAE 建模、可视化、有限元分析、结构优化和过程自动化等领

域的软件产品,始终站在技术前沿,为全球客户提供了先进的产品工程方案。其丰富的产品模块如下。

- **HyperMesh**: CAE 前处理工具,可以快速建立高质量的 CAE 分析模型。
- **SimLab**: 一款面向过程的基于特征的有限元建模软件,能够快速并准确地模拟复杂组件的工程行为。SimLab 自动的仿真建模功能可以减少人工错误以及缩减手动创建有限元模型和解读结果的时间。SimLab 不是传统意义上集成的前后处理软件,而是可用于捕获建模过程并实现自动仿真的垂直应用开发平台。
- **HyperView**: 目前全球图形驱动速度最快的 CAE 仿真和试验数据的后处理可视化环境之一。
- **HyperCrash**: 碰撞安全性分析的 CAE 前处理工具。
- **HyperGraph**: 海量仿真或试验数据处理工具。
- **OptiStruct**: 面向产品设计、分析和优化的有限元和结构优化求解器,拥有先进的优化技术,提供全面的优化方法。
- **HyperStudy**: 开放的多学科优化平台,以其强大的优化引擎调用各类求解器,实现多参数的多学科全面优化。
- **RADIOSS**: 快速、精确和稳健的有限元结构分析软件,能够进行多种线性和非线性分析,广泛用于汽车、航空、航天等机械设计领域。
- **Multiscale Designer**: 一款高效的用于开发和模拟多尺度复合材料的工程应用软件。它可以模拟多尺度的连续型、编织型、短切型纤维复合材料,蜂窝夹芯复合材料,钢筋混凝土、土体、骨骼以及其他非均质类材料。其应用范围包括:多尺度材料的建模设计、失效过程模拟、基于统计的材料许用值估计、疲劳、断裂、冲击、碰撞、材料性能弱化、多物理场的模拟以及可以提供多种商业有限元求解器接口。目前支持的求解器有 OptiStruct、RADIOSS、LS-DYNA 和 ABAQUS。
- **AcuSolve**: 技术先进的、通用的、基于有限元的计算流体动力学软件。AcuSolve 无需求解过程的迭代,也不用担心网格质量和拓扑关系,可以快速得到高质量仿真结果。流固耦合功能可以提供有效的复杂问题多物理场分析能力。
- **NanoFluidX**: 一个基于粒子法的 (SPH 方法) 流体动力学仿真工具,用于预测在复杂几何体中有复杂机械运动的流动。它可以用于预测有旋转轴和齿轮的传动系统润滑并分析系统每个部件的力和力矩。使用 GPU 技术能够对真实的几何形状进行高性能仿真。
- **MotionView**: 通用的机械系统仿真前后处理软件,同时也是图形可视化工具,它拥有业界领先的柔体技术。
- **MotionSolve**: 多体机械系统动态运动求解器, MotionSolve 支持运动学求解、静力求解、准静态求解、结构动力求解、线性化、特征值分析和状态矩阵输出。
- **HyperForm**: 金属钣金冲压成型和液压成型的仿真工具。
- **HyperXtrude**: 三维金属挤压成型仿真软件。
- **FEKO**: 一款全球领先的电磁场仿真工具,采用了多种频域和时域技术。这些真正的混合求解技术能够高效地分析与天线设计、天线布局、电磁散射、雷达散射截面 (RCS) 和电磁兼容,包括电磁脉冲 (EMP)、雷电效应、高强度辐射场 (HIRF) 和辐射危害等相关的宽频谱电磁问题。

- **Flux**: 有限元软件以持续 35 年的创新和全球范围内的设计优化应用经验, 为用户提供低频电磁场和热仿真分析解决方案。Flux 拥有开放、友好的交互界面, 能够简单方便地与 Altair 其他分析软件耦合, 用于各种系统的多物理场分析, 包括 2D、3D 以及斜槽模拟。
- **WinProp**: 电波传播和无线网络规划领域内最完备的工具套件。包括从卫星到陆地、从郊区到市区、室内的无线链路等, WinProp 创新性的电波传播模型能够在很短的计算时间内完成精确的分析。

2) solidThinking。

- **Evolve**: 辅助设计师快速推敲造型, 在 Windows 和 Mac 两种操作系统上都可应用。Evolve 能够捕获设计师脑海中最初的想法, 帮助他们探索更多的造型样式以及生成高质量的即时渲染效果。它在独一无二的结构历史进程基础上, 融合了多边形有机曲面建模, 完全自由的 NURBS 曲面建模和参数化实体控制。Evolve 将设计师从以工程为主导的 CAD 工具中解放出来, 并且其数字模型能与产品开发流程中其他软件稳定对接。
- **Inspire**: 利用物理学原理, 模拟自然规律和过程获得基于特定环境而形成的形态与结构。可以帮助设计师和建筑师进一步激发创意, 完成同时满足结构与美学需求的设计。
- **Compose**: 能够让工程师、科学家和产品开发者有效地进行数值计算、开发算法以及分析和可视化各种类型的数据。Compose 是一个高层次和基于矩阵的数值计算语言, 也是一个交互、统一的编程环境, 可以用于从求解矩阵、微分方程到进行信号分析和控制设计所有类型的数学运算。
- **Activate**: 能够使产品开发者、系统仿真和控制工程师完成多学科的建模、仿真和优化。通过利用基于模型的开发, Activate 的用户能够确保所有的设计要求都能够成功地得到满足, 同时也在设计过程中识别早期系统级问题。Activate 直观的功能框图环境允许用户可以快速地演示真实世界的系统功能, 并能容易地对新想法进行实验, 而不需要建立模型。

3) Altair 企业级解决方案。

- **Altair Simulation Manager**: 允许用户通过一个直观的基于 Web 的门户管理仿真项目的整个生命周期。可以从不同层面指导仿真项目的生命周期, 具有从项目创建开始, 到设定关键性能目标 (KPT)、建模、提交计算、后处理分析、提取关键的性能指标 (KPI), 以及后续的结果验证和强大的看板展示功能。
- **PBS Works**: 是 Altair 公司提供的 HPC 综合解决方案, 涵盖系统安全、载荷均衡、可管理性等特性, 在 HPCwire 网站进行的 HPC 解决方案的评选中, 荣获读者选择奖的第一名。通过这套管理系统可以极大地简化 HPC 使用难度, 同时提升了资源的利用效率和系统的投入产出比。

1.3 HyperMesh 简介

在现代机械装备研发过程中, 有限元模型的规模越来越大、网格也越来越精细、模型管理越来越复杂, 而激烈的市场竞争又要求研发周期不断缩短、投放市场时间不断提前, 因

此, 传统的有限元前后处理器已经远远不能满足这些新的需求。

HyperMesh 是一个高质量、高效率的有限元前处理器, 它提供了高度交互的可视化环境帮助用户建立产品的有限元模型。其开放的架构提供了最广泛的 CAD、CAE 和 CFD 软件接口, 并且支持用户自定义, 从而可以与任何仿真环境无缝集成。HyperMesh 强大的几何清理功能可以用于修正几何模型中的错误, 修改几何模型, 从而提升建模效率; 高质量、高效率的网格划分技术可以完成全面的杆梁、板壳、四面体和六面体网格的自动和半自动划分, 大大简化了对复杂几何进行仿真建模的过程; 先进的网格变形技术允许用户直接更改现有网格, 实现新的设计, 无需重构几何模型, 提高设计开发效率; 功能强大的模型树视图能轻松应对各种大模型的要素显示和分级管理需要, 特别适合复杂机械装备的整体精细化建模。HyperMesh 的这些特点, 大大提高了 CAE 建模的效率和质量, 允许工程师把主要精力放在后续的对产品本身性能的研究和改进上, 从而大大缩短整个设计周期。

HyperMesh 直接支持目前全球通用的各类主流的三维 CAD 平台, 用户可以直接读取 CAD 模型文件而不需要任何其他数据转换, 从而尽可能避免数据丢失或者几何缺陷。支持的 CAD 文件格式见表 1-1。

表 1-1 HyperMesh 支持的 CAD 文件格式

CATIA	UG	Pro/E	Parasolid	SolidWorks
IGES	STEP	STL	PDGS	Tribon
VDAFS	DXF	ACIS	JT	

HyperMesh 与主流的有限元计算软件都有接口, 如 OptiStruct、Nastran、Fluent、ANSYS 和 ABAQUS 等, 可以在高质量的网格模型基础上为各种有限元求解器生成输入文件, 或者读取不同求解器的结果文件。详见表 1-2。

表 1-2 HyperMesh 支持的 CAE 软件

OptiStruct	Nastran	Dytran	ANSYS
ABAQUS	HyperForm	HyperXtrude	LS-DYNA
Madymo	PamCrash	MARC	Ideas
Permas	Moldflow	Fluent	StarCD
RADIOSS	N-Code	MotionSolve	其他

用户还可以在 HyprMesh 中采用 User Profiles 为不同的求解器制定相应的建模环境, 也可以采用 Tcl/Tk 或命令行语言为 HyperMesh 添加更多的接口, 以满足用户二次开发软件和程序的需要。

下面通过一些实例显示 HyperMesh 的前后处理能力, 具体实例如图 1-1~图 1-3 所示。

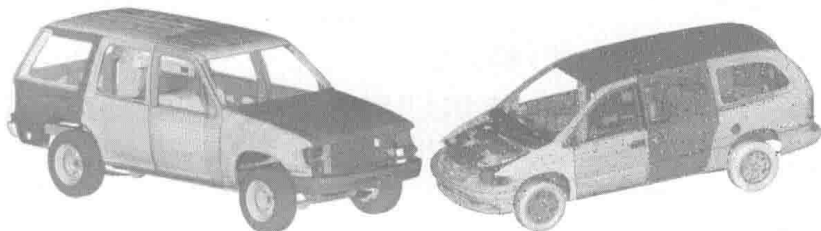


图 1-1 利用 HyperMesh 建立的汽车整车模型

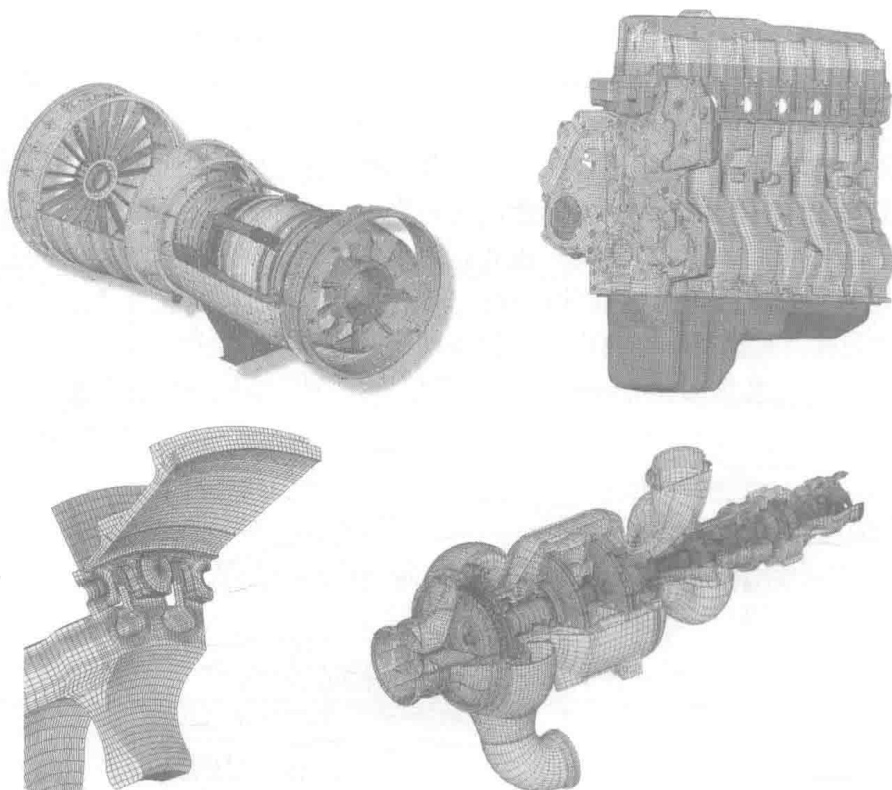


图 1-2 复杂的高质量六面体网格

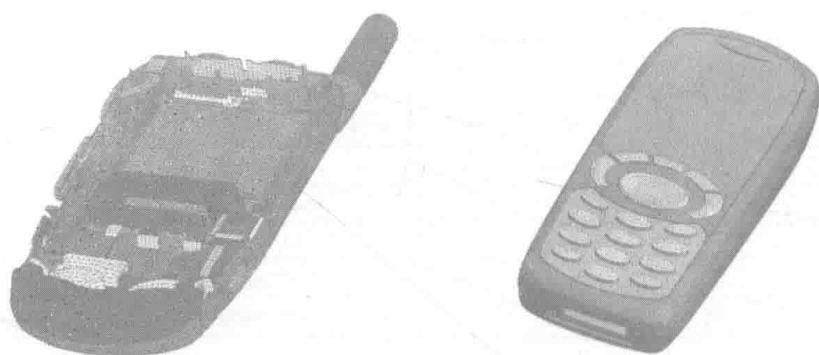


图 1-3 快速划分高质量四面体网格

1.4 HyperMesh 的优势

1. 强大的有限元分析建模企业级解决方案

- 通过其广泛的 CAD/CAE 接口能力以及可编程、开放式架构的用户定制接口能力，HyperMesh 可以在任意工作领域与其他工程软件进行无缝链接。
- HyperMesh 为用户提供了一个强大的、通用的企业级有限元分析建模平台，帮助用户降低在建模工具上的投资及培训费用。

2. 无与伦比的网格划分技术——质量与效率导向

- 依靠全面的梁杆、板壳单元、四面体或六面体单元的自动网格划分或半自动网格划分能力，HyperMesh 大大降低了复杂有限元模型前处理的工作量。

3. 通过批处理网格划分（Batch Mesher）及自动化组装功能提高用户工作效率

- 批处理网格生成技术无需用户进行常规的手工几何清理及网格划分工作，从而加速了模型的处理工作。
- 高度自动化的模型管理能力，包括模型快速组装以及针对螺栓、定位焊、粘接和缝焊的连接管理。

4. 交互式的网格变形、自定义设计变量定义功能

- HyperMesh 提供的网格变形工具可以帮助用户无需重新修改原有网格即可自动生成新的有限元模型。

5. 提供了由 CAE 向 CAD 的逆向接口

- HyperMesh 为用户提供了由有限元模型生成几何模型的功能。

小结

通过对有限元分析过程和有限元软件 HyperWorks 的功能简介，读者应该对有限元分析流程有了大致的了解。前处理过程占用了有限元分析大部分的时间，所以用户应该选择一个高效、界面友好、功能强大的前处理器。

第 2 章



HyperMesh 基础知识

本章主要介绍 HyperMesh 用户界面，并通过实例介绍了 HyperMesh 的基本操作，以便读者在学习后续章节的内容和实例之前，可以先熟悉 HyperMesh 界面，并可以进行简单操作。

本章重点知识

- 2.1 HyperMesh 入门
- 2.2 HyperMesh 用户界面
- 2.3 文件的打开和保存
- 2.4 面板菜单的使用
- 2.5 模型的组织管理
- 2.6 显示控制
- 小结

2.1 HyperMesh 入门

本节将介绍 HyperMesh 工作界面的基本概念。

2.1.1 概述

HyperMesh 工作界面包括若干区域，具体如图 2-1 所示。

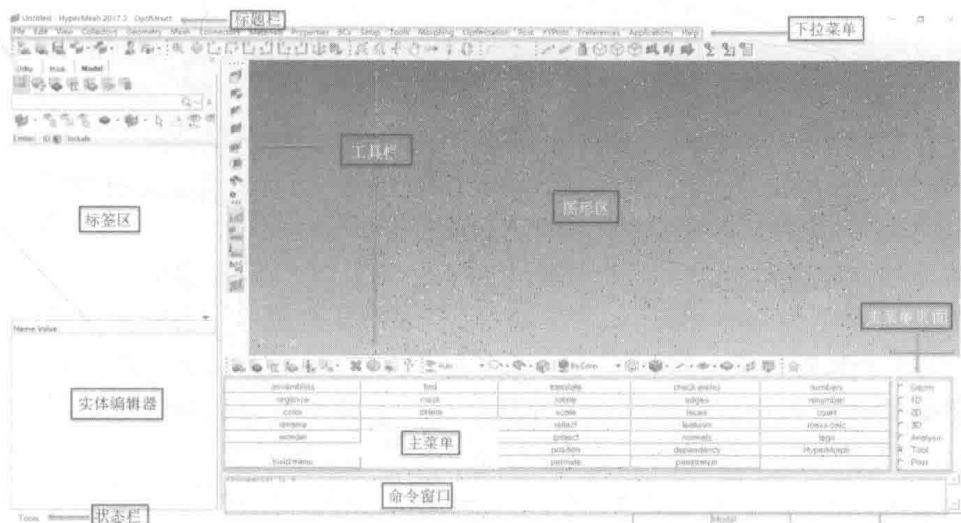


图 2-1 HyperMesh 工作界面

(1) 标题栏 (Title Bar): 标题栏位于界面顶部，其内容包括 HyperMesh 版本信息与当前文件名。

(2) 菜单栏 (Menu Bar): 菜单栏位于标题栏下部，同很多应用程序用户界面一样，单击下拉菜单弹出下一级菜单选项，由此可以进入 HyperMesh 不同的功能模块。菜单栏主要是为了方便初学者快速找到特定的工具。另外，新版本的一些新功能只能从菜单栏进入。

(3) 工具栏 (Toolbars): 工具栏位于图形区周围，它包含常用功能的快捷键，如改变显示选项等。用户可以将其拖动放置到图形区的顶部或侧边。工具栏替代了很多原先的快捷键，所以，使用新版本时，测量、显示/隐藏等常用操作通过单击工具栏上按钮即可进入。

(4) 标签区 (Tab Area): 标签区提供了多种专业工具。下面以 Model Browser 和 Utility Menu 为例进行说明。

1) Model Browser 位于 Model 选项卡下，该工具以层次树的形式显示模型的所有内容。应用该工具可以创建和编辑多种对象，也可以对其显示状态进行整理和控制。

2) Utility Menu 包含几个不同功能的宏页面，通过菜单底部的按钮可以实现切换。

宏页面包括 Summary, FEA, Opti, Geom/Mesh (用于编辑几何模型并创建和编辑有限元网格), User (用户自定义宏), Disp 和 QA/Model (单元检查工具)。通过选择不同的用户配置文件可改变 Utility 选项卡下的内容。

(5) 图形区 (Graphics Area): 图形区域位于标题栏下，用于模型显示。在图形区可实