

数码工程师系列丛书

HyperMesh 从入门到精通

于开平 周传月 谭惠丰等 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

全书共分 11 章,介绍了 HyperMesh 的功能、特点和安装方法,HyperMesh 的基本使用方法,使用 HyperMesh 进行有限元建模的方法,使用 HyperMesh 进行有限元网格划分的方法和技巧,HyperMesh 后处理,使用 HyperMesh 建立有限元分析模型的实例,HyperMesh 与通用求解器的应用实例,HyperMesh 针对复杂实体结构的四面体网格划分,HyperMesh 与 OptiStruct 有限元结构分析的实例,HyperMesh 与 OptiStruct 优化分析的实例等内容。

本书适合初次接触 HyperMesh 软件的人员作为入门参考书,也可作为理工科院校相关专业本科生的参考书,还可供汽车、航空、航天、兵工等行业从事结构分析和设计的其他人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

HyperMesh 从入门到精通/于开平等编著. —北京:科学出版社,2005.4
(数码工程师系列丛书)

ISBN 7-03-015239-5

I. H… II. 于… III. 计算机辅助设计-应用软件, HyperMesh

IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 023918 号

责任编辑:吕建忠 丁波 / 责任校对:柏连海

责任印制:吕春珉 / 封面制作:飞天创意

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 5 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005 年 5 月第一次印刷 印张:28 3/4

印数:1—3 000 字数:667 000

定价:52.00 元(含光盘)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8001(BI01)

前 言

有限元分析技术已经发展成为 CAE 的核心，而贯穿于产品概念设计、详细设计和制造过程的 CAE 仿真技术对提高产品性能、质量起着举足轻重的作用。作为有限元仿真分析基础的有限元分析前处理技术，有限元网格划分技术和有限元建模技术越来越受到分析人员的重视。据统计，有限元前处理要占 CAE 分析流程 80% 的时间，而且计算分析结果的准确性依赖于网格的质量，因此高性能的前后处理软件可以大大缩短 CAE 分析流程的时间及成本。

总部位于美国的 Altair 公司是一家具有深厚工程背景的 CAE 工程软件公司，她的旗舰产品 HyperMesh 被业内公认为优秀的有限元前后处理器。目前 HyperMesh 软件已经成为全球汽车行业的标准配置之一，几乎所有的整车厂商和大多数配件厂商都在采用 HyperMesh。同时 HyperMesh 也进入了航空、航天、电子、通用机械、日用品等行业，它已经在我国的汽车、航空、航天、电子、通用机械、铁道等领域得到了广泛应用。

HyperMesh 是一个功能强大的前后处理平台。它的优点体现在：具有各种不同的 CAD 软件的接口，例如，UG、Pro/E、CATIA、IGES、STEP 等，读入 CAD 几何模型的速度与效率较高；配有与各种有限元计算软件（求解器）的接口，为各种有限元求解器写出数据文件及读取不同求解器的结果文件；可实现不同有限元计算软件之间的模型转换功能，这在很大程度上提高了工作效率。

本书以 HyperMesh 基本使用和工程应用为主要内容，结合工程应用实例讲解 HyperMesh 的基本使用、基本操作和建模分析过程。首先围绕软件的安装、运行、菜单、数据库和基本使用等方面进行讲解，作为 HyperMesh 的入门知识，力图使读者快速了解和掌握软件的基本使用；然后介绍有限元建模方法和有限元网格划分技术；最后讲解了 HyperMesh 软件的工程应用实例。分析实例时采用 GUI 方式，从最简单的几何清理、有限元网格及有限元建模入手，由浅入深，使读者逐渐掌握 HyperMesh 网格划分的技巧和有限元建模的方法，尤其是实体网格（六面体网格）划分的技巧。

对结构分析人员来说，有限元网格划分和有限元建模并不难，无论采用何种软件都可以划分各种有限元网格并建立有限元分析模型。但困难的是如何按照一定的要求生成高质量的有限元网格，建立非常适用的有限元模型，并联合相应的有限元求解器来完成工程结构分析及优化分析。为了使广大的读者更好地使用该软件，本书采用具体的应用实例，结合作者使用软件的经验以及处理问题的方法，根据所能获得的最新资讯编写了本书。

本书由于开平、周传月、谭惠丰任主编，崔晓兵、史纪鑫、崔贵、王鸿飞、马力、崔曼利、温广华和何伟等也参与了部分编写工作。

本书在编写过程中得到了哈尔滨工业大学力学系的大力支持，书中一些内容还得到了一些朋友的帮助和指导，在此向他们表示衷心的感谢。同时也感谢科学出版社的编辑

为本书的出版所付出的辛勤工作！

由于写作时间仓促和作者水平有限，书中缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正，欢迎来信（CAEMesh@126.com）共同探讨。

周传月

zhouchy@163.com

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 CAE软件概述	1
1.1.1 CAE软件分类和应用状况	1
1.1.2 前后处理软件简介及其应用状况	2
1.2 HyperWorks系列软件介绍	3
1.3 HyperMesh介绍	7
1.4 HyperWorks系列软件的安装	12
1.4.1 HyperWorks系列软件的安装过程	12
1.4.2 软件的许可证设置	15
1.5 与HyperMesh相关的主要文件	17
小结	18
第 2 章 HyperMesh入门	19
2.1 启动并运行HyperMesh	19
2.1.1 在UNIX系统中启动并运行HyperMesh	19
2.1.2 启动参数	19
2.1.3 在Windows 2000/XP系统中启动并运行HyperMesh	20
2.2 HyperMesh环境	21
2.2.1 HyperMesh界面介绍	21
2.2.2 图形区	22
2.2.3 标题条	22
2.2.4 主菜单区	22
2.2.5 面板	23
2.2.6 子面板	23
2.2.7 宏菜单区	23
2.2.8 永久菜单区	26
2.2.9 菜单项	26
2.2.10 模型浏览	31
2.2.11 第二菜单	33
2.2.12 鼠标	34
2.2.13 键盘	34
2.3 HyperMesh数据库设计	35
2.4 HyperMesh的主要面板	39
小结	49
第 3 章 HyperMesh基本操作	50
3.1 读取HyperMesh数据库	50

3.2	使用输入集合器	51
3.3	保存文件	54
3.4	查看模型	54
3.5	使用显示界面	56
3.6	选择图形显示方式	57
3.7	设置整体参数	61
3.8	输入和输出数据	61
3.8.1	输入数据	61
3.8.2	输出数据	62
3.9	打印屏幕图像	62
3.10	实例	63
3.10.1	打开HyperMesh数据文件	63
3.10.2	显示单元和几何打开	63
3.10.3	平移单元	65
	小结	67
第4章	建立模型	68
4.1	建模流程	68
4.2	创建集合器	68
4.3	获得几何模型	69
4.4	创建几何数据	70
4.5	创建单元	72
4.6	检查模型质量	74
4.7	施加载荷创建坐标系统	77
4.8	外部接口	78
	小结	82
第5章	有限元网格划分	83
5.1	二维自动网格生成	83
5.2	网格自动生成面板	85
5.3	网格生成算法	88
5.4	网格光滑和单元偏置方法	89
5.5	网格生成的弦偏差参数	91
5.5.1	弦偏差参数介绍	91
5.5.2	弦偏差参数使用实例	92
5.6	三维实体单元划分方法	94
5.6.1	四面体单元自动划分	94
5.6.2	实体网格划分	96
5.6.3	三维实体网格划分的技巧和策略	101
5.6.4	部件实体建模的主要步骤和方法	105
5.6.5	应用实例——线性实体网格划分	107

5.7	创建三维实体单元实例	108
5.7.1	solid map面板	108
5.7.2	elem offset面板	110
5.7.3	drag面板	112
5.7.4	line drag面板	113
5.8	六面体网格划分实例	114
	小结	120
第6章	后处理	121
6.1	HyperMesh结果数据库	121
6.2	后处理分析	122
6.2.1	指定结果数据库	122
6.2.2	变形图	122
6.2.3	动画	123
6.2.4	向量图	123
6.2.5	云图	123
6.2.6	单元赋值图	124
6.2.7	图形标识	125
6.2.8	标题	126
6.2.9	检查结果	127
6.3	xy图	128
6.3.1	xy绘图模式	128
6.3.2	创建xy图	129
6.3.3	修改xy图	130
6.3.4	管理和修改多个xy图	131
6.3.5	在xy图上生成曲线	132
6.3.6	读曲线	132
6.3.7	创建基于分析的曲线	132
6.3.8	从文件或数学表达式创建曲线	133
6.3.9	修改曲线属性	135
6.3.10	在图上显示选择曲线	135
	小结	135
第7章	HyperMesh建模及使用实例	136
7.1	部件连接模型	136
7.1.1	使用Rigids和Rigidlinks面板	136
7.1.2	使用Welds面板	138
7.1.3	使用RBE3单元	139
7.1.4	使用弹簧单元	140
7.2	直接创建和通过输入主文件创建连接器模型	141
7.2.1	直接创建连接器	141

7.2.2	通过输入主连接器文件创建连接器	147
7.3	点焊单元	151
7.3.1	使用using geom子面板	151
7.3.2	使用using nodes子面板	155
7.3.3	使用using elems子面板	156
7.4	网格自动划分——C型槽网格划分	158
7.4.1	二维网格划分	158
7.4.2	使用automesh面板中的interactive模式	159
7.4.3	使用automesh模块的density子面板	160
7.4.4	使用automesh模块的algorithm和checks子面板	161
7.4.5	使用automesh模块的type和biasing子面板	163
7.4.6	合并节点	164
7.4.7	使用弦差来划分网格	164
7.4.8	理解网格参数的意义	165
7.4.9	使用automesh面板的automatic模式	166
7.4.10	重新划分曲面网格	167
7.5	创建支架的有限元模型	167
7.5.1	导入IGES数据	168
7.5.2	设置材料属性	168
7.5.3	创建组件	169
7.5.4	编辑几何	170
7.5.5	裁剪曲面	171
7.5.6	使用spin面板	172
7.5.7	对曲面划分网格	173
7.5.8	使用ruled面板	173
7.5.9	使用skin面板	174
7.5.10	使用spline面板	175
7.5.11	检查单元和模型	177
7.5.12	拆分单元	178
7.5.13	检查单元法线方向	178
7.6	创建三维网格	179
7.6.1	使用linear solid面板	179
7.6.2	使用solid map面板	180
7.6.3	使用elem offset面板	181
7.6.4	检查单元的连续性	182
7.6.5	映射单元	183
7.6.6	创建load集合器	184
7.6.7	创建分布压力	184
7.6.8	创建约束	185
7.6.9	创建载荷步	186

7.6.10	创建输出请求的控制卡	186
7.6.11	写出分析的输入文件	186
7.6.12	运行OptiStruct求解器	186
7.6.13	应用可视化工具进行后处理	186
7.6.14	使用deformed面板	188
7.6.15	观看replay文件	188
7.6.16	查看HTML结果报告	189
	小结	189
第 8 章	HyperMesh与通用求解器应用实例	190
8.1	HyperMesh和Nastran分析实例——带孔平板应力分析	190
8.1.1	在HyperMesh中定义模型	190
8.1.2	写出Nastran输入数据文件	195
8.1.3	查看结果	196
8.2	HyperMesh和Nastran分析实例——起落架支承结构固有频率和振型分析	198
8.2.1	在HyperMesh中定义模型	198
8.2.2	写出Nastran输入数据文件	203
8.2.3	查看结果	204
8.3	HyperMesh和ABAQUS分析实例——三维接触分析	205
8.3.1	定义材料特性	206
8.3.2	定义实体单元特性	207
8.3.3	定义接触面和相互作用	208
8.3.4	定义弹簧单元和属性	210
8.3.5	创建载荷和边界条件	212
8.3.6	执行hmabaqus和后处理	214
8.4	HyperMesh与ANSYS分析实例——叶片轮盘接触应力分析	218
8.4.1	更新单元	219
8.4.2	定义单元属性	220
8.4.3	更新载荷	223
8.4.4	输出HyperMesh数据库文件到ANSYS	223
8.4.5	转换ANSYS结果	223
8.5	HyperMesh与ANSYS分析实例——使用HM-ANSYS接触向导进行三维接触分析	224
8.5.1	读取文件	224
8.5.2	定义接触	225
8.5.3	定义模型参数	230
8.6	HyperMesh与Marc分析实例——建立3D模型	233
8.6.1	定义材料属性	233
8.6.2	定义3D实体单元的几何属性	234

8.6.3	定义载荷及边界条件	235
8.6.4	定义控制卡	240
8.6.5	输出文件到Marc	241
8.6.6	后处理	242
8.7	HyperMesh与LS-DYNA分析实例——轨道结构碰撞刚性墙分析	243
8.7.1	读入一个预先定义的HyperMesh文件	243
8.7.2	选择dyna.key模板	244
8.7.3	创建LS-DYNA的控制卡	244
8.7.4	使用组件为LS-DYNA定义材料	245
8.7.5	为LS-DYNA定义截面特性	247
8.7.6	定义LS-DYNA的滑动接触	249
8.7.7	定义LS-DYNA的刚性墙	250
8.7.8	创建LS-DYNA的边界条件	251
8.7.9	创建LS-DYNA截面特性	252
8.7.10	从HyperMesh中输出LS-DYNA数据	253
8.8	HyperMesh与FE-Fatigue分析实例——支架应力疲劳寿命(S-N)分析	253
8.8.1	Fatigue面板介绍	253
8.8.2	问题介绍	254
8.8.3	读入模型和应力结果	254
8.8.4	启动FE-Fatigue	256
8.8.5	疲劳载荷设置	257
8.8.6	定义材料	257
8.8.7	疲劳分析	258
8.8.8	查看疲劳分析结果	259
8.8.9	以应力为基础的安全因子分析	260
8.9	HyperMesh与FE-Fatigue分析实例——支架应变疲劳寿命(ϵ -N)分析	262
8.9.1	问题介绍	262
8.9.2	读入模型和应力结果	263
8.9.3	启动FE-Fatigue	264
8.9.4	疲劳载荷设置	264
8.9.5	材料	266
8.9.6	疲劳分析	266
8.9.7	查看疲劳分析结果	267
8.9.8	以应力为基础的安全因子分析	267
8.10	HyperMesh与FE-Fatigue分析实例——汽车后悬架臂焊接疲劳分析	270
8.10.1	介绍	270
8.10.2	在HyperMesh中浏览模型和应力分析结果	272
8.10.3	使用FE2FES产生FES文件	273
8.10.4	使用FATFE进行疲劳分析	274

8.10.5	在HyperMesh中浏览结果和后处理	277
8.11	HyperMesh与LS-DYNA分析实例——圆管碰撞仿真分析	278
8.11.1	设置接口	278
8.11.2	分析步骤	279
8.11.3	准备模型	279
8.11.4	创建材料集合器	280
8.11.5	为组件定义几何特性卡	281
8.11.6	定义边界条件	282
8.11.7	定义圆管之间的接触	284
8.11.8	设置分析求解	285
8.11.9	输出LS-DYNA数据文件	286
8.11.10	HyperView后处理	286
8.12	HyperMesh与Pam-Crash分析实例——轨道碰撞仿真分析	289
8.12.1	读入已准备好的HyperMesh文件并选择Pam-Crash模板	290
8.12.2	创建控制卡	290
8.12.3	设置单元类型	291
8.12.4	定义材料	292
8.12.5	定义滑动接触界面	294
8.12.6	定义刚性墙	296
8.12.7	创建边界条件	299
8.12.8	创建时间历程	299
8.12.9	创建一个函数	300
8.12.10	创建一个Sensor卡	301
8.12.11	输出Pam-Crash数据文件	302
8.13	HyperMesh与Radioss分析实例——轨道碰撞仿真分析	302
8.13.1	创建和定义组件材料和特性	302
8.13.2	创建和定义接触界面	304
8.13.3	创建和定义一个刚性墙	305
8.13.4	创建边界条件	307
8.13.5	创建时间历程	308
8.13.6	创建和编辑控制卡片	309
8.13.7	从HyperMesh输出一个Radioss数据文件	309
8.14	HyperMesh与MSC-Dytran分析实例——弹簧瞬态载荷作用分析	310
8.14.1	将Nastran格式数据文件转化为Dytran数据文件	310
8.14.2	施加Dytran边界条件	311
8.14.3	创建接触定义	312
8.14.4	定义文件管理、执行控制和工况控制段	313
8.15	HyperMesh与FE-Fatigue分析实例——汽车结构点焊疲劳分析	314
8.15.1	问题介绍	315

8.15.2	读取有限元分析模型	315
8.15.3	转换结果	316
8.15.4	疲劳分析设置	317
8.15.5	疲劳分析	319
8.15.6	浏览疲劳分析结果	320
8.15.7	HyperMesh结果后处理	320
8.16	HyperMesh与FE-Fatigue分析实例——阶梯轴多轴应变疲劳寿命分析	322
8.16.1	介绍	322
8.16.2	有限元网格描述	323
8.16.3	生成疲劳分析文件	324
8.16.4	使用FE-Fatigue进行疲劳分析	324
8.16.5	疲劳结果后处理	327
小结		332
第9章	HyperMesh四面体网格划分应用实例	333
9.1	汽车部件四面体网格划分	333
9.1.1	HyperMesh四面体网格自动划分过程	333
9.1.2	几何清理	333
9.1.3	曲面边的拓扑显示	333
9.1.4	几何清理工具	334
9.1.5	输入几何模型	335
9.1.6	清理几何模型	336
9.1.7	划分面网格	340
9.1.8	检查单元质量和四面体网格生成	341
9.1.9	清理和验证模型	342
9.2	支承结构四面体网格自动划分	343
9.2.1	HyperMesh四面体网格自动划分过程	343
9.2.2	清理几何模型	344
9.2.3	划分面网格	346
9.2.4	检查单元质量和四面体网格生成	347
9.3	HyperMesh四面体网格自动划分	348
9.3.1	输入几何模型	348
9.3.2	清理几何模型	349
9.3.3	划分面网格	351
9.3.4	检查单元质量和四面体网格生成	353
9.4	发动机活塞四面体网格自动划分	354
9.4.1	输入模型	354
9.4.2	清理几何模型	355
9.4.3	划分面网格	356
9.4.4	检查单元质量和四面体网格生成	357

9.5	边界层网格	359
9.5.1	输入模型	360
9.5.2	清理几何模型	360
9.5.3	划分面网格	361
9.5.4	检查单元质量和四面体网格生成	362
第 10 章	HyperMesh与OptiStruct结构分析实例	365
10.1	带孔平板应力分析	365
10.2	热载荷作用下的咖啡壶盖子分析	368
10.2.1	在HyperMesh 中定义分析问题	369
10.2.2	提交作业	372
10.2.3	查看结果	373
10.3	挡泥板模态分析	374
10.3.1	提取OptiStruct输入文件	375
10.3.2	在HyperMesh中设置分析问题	376
10.3.3	提交作业	378
10.3.4	查看结果	379
10.4	使用OptiStruct惯性释放分析	379
10.4.1	提取文件并设置分析问题	380
10.4.2	提交作业	382
10.4.3	查看计算结果	382
10.5	三维屈曲分析	383
10.5.1	提取文件并设置分析问题	384
10.5.2	设置控制卡并进行屈曲分析	386
10.5.3	结果后处理	387
10.6	支架模态频率响应分析	389
10.6.1	设置模态分析	390
10.6.2	提交一个作业进行模态分析	394
10.6.3	查看模态结果	394
10.6.4	设置频率响应分析	396
10.6.5	提交一个作业进行频率响应分析及查看结果	400
10.7	使用CWELD单元连接不匹配的网格	401
10.7.1	在HyperMesh中设置问题	402
10.7.2	提交分析作业	405
10.7.3	对比结果	406
小结		408
第 11 章	HyperMesh与OptiStruct优化分析实例	409
11.1	C型结构拓扑优化	409
11.1.1	设置有限元模型	409
11.1.2	施加载荷和边界条件	411

11.1.3	设置优化参数	413
11.1.4	提交作业	415
11.1.5	查看结果	415
11.2	连杆形状优化分析	419
11.2.1	进行基本分析	419
11.2.2	使用HyperMorph 创建形状变量	421
11.2.3	设置优化问题	426
11.2.4	求解形状优化问题	426
11.2.5	结果后处理	427
11.3	焊接支架尺寸优化	427
11.3.1	设置有限元模型	428
11.3.2	定义设计变量和连接一个设计变量到另外一个设计变量	428
11.3.3	定义优化问题	429
11.3.4	求解优化问题	431
11.3.5	结果后处理	432
11.4	扭转板形貌优化	434
11.4.1	在HyperMesh中设置问题	435
11.4.2	提交作业	437
11.4.3	形貌优化结果后处理	438
11.5	磁盘部件拓扑与形貌优化组合分析	439
11.5.1	在HyperMesh中设置问题	440
11.5.2	使用OptiStruct求解拓扑和形貌组合优化	442
11.5.3	结果后处理	444
	小结	445

第 1 章 概 述

本章主要介绍了 CAE 软件的分类和应用状况、HyperWorks 系列软件、HyperWorks 系列软件的安装以及与 HyperMesh 相关的主要文件内容。

1.1 CAE 软件概述

1.1.1 CAE 软件的分类和应用状况

CAE 软件通常可分为通用软件和行业专用软件。从功能上可以划分为求解器软件和前后处理软件。从应用方向和领域上又可以分为主要面向结构领域的 FEA 软件和流体力学领域的 CFD 软件，以及多物理场耦合分析软件。通用软件可对多种类型的工程和产品的物理力学性能进行分析、模拟、预测、评价和优化，以实现产品技术创新，它因覆盖的应用范围广而著称。CAE 通用软件可以说是琳琅满目，目前在国际上被市场认可的通用软件主要包括：美国 MSC 公司的 MSC.Nastran、MSC.Marc，美国 ANSYS 公司的 ANSYS，美国 HKS 公司的 ABAQUS，美国 LSTC 公司的 LS-DYNA，美国 NEI 公司的 NE/Nastran，比利时 SamTech 公司的 Samcef，美国 ADINA 公司的 ADINA 和美国 EDS 公司的 I-DEAS 等。这些软件都有着各自的特点。在行业内，一般将它们分为线性分析软件、一般非线性分析软件和显式高度非线性分析软件。例如，Nastran、ANSYS、Samcef/Linear 都在线性分析方面具有自己的优势；而 MSC.Marc、ABAQUS、Samcef/Mecano 和 ADINA 则在非线性分析方面各具特点，其中 MSC.Marc、ABAQUS 和 Samcef/Mecano 被认为是最优秀的非线性求解软件，而 Samcef/Mecano 在弹性体和刚体耦合非线性分析方面见长。LS-DYNA、MSC.Dytran、ABAQUS/Explicit、PamCrash 和 Radioss 是显式高度非线性分析软件的代表。LS-DYNA 在结构分析方面见长，是汽车碰撞仿真和安全性分析的首选工具，而 MSC.Dytran 则在流固耦合分析方面见长，在汽车缓冲气囊和国防领域中被广泛应用。目前市场上的 CFD 软件以 FLUENT、CFD-ACE+、CFD-FASTRAN、CFX、STAR-CD 最有代表性。其中 FLUENT、CFX、STAR-CD 这三个流体软件已经被国内的用户所熟悉。而 CFD-ACE+ 是流体动力和多物理场分析软件（CFD & Multiphysics）的代表，它是一个通用的求解器，可以应用在各个物理学科，包括流体流动、热传导、应力/变形、化学动力学、电化学、生物化学、静电学、电磁学、微电子学、生物学和任何学科的组合。CFD-FASTRAN 是分析可压流体和热力学问题的流体软件，适合求解飞机和飞行器的气动弹性和气动力学问题。

行业专用有限元软件是针对特定类型的工程或产品所开发的用于产品性能分析、预测和优化的软件，它以在某个领域中的应用输入而见长。受其应用领域的限制，只

能在各自的行业领域中得到应用。例如，美国 ETA 公司推出的专门应用于汽车工程的软件 VPG (Virtual Proving Ground)，VPG 虚拟试验场是 ETA 公司长期总结汽车分析工程经验，在 FEMB 和 LS-DYNA 平台上开发的。VPG 主要针对当前汽车产品开发中的主要问题，即整车系统动力学、部件疲劳、整车和部件 NVH、整车碰撞安全及乘员保护等问题。

又如，法国 ESI 公司的 ProCAST，可进行各种金属材料浇铸、流动性、固化、压力、应力、温度及热平衡的仿真分析。工程师可根据计算结果更改设计，调整帽口的位置和数量，进而提高铸造质量。MAGMA 公司的 MAGMA 系列铸造软件的功能与 ProCAST 大同小异，区别在于 ProCAST 以有限元技术为主，MAGMA 则以有限差分技术为主。另外，锻造领域的 Deform、SuperForm 也得到了很多企业的认可。

在管道设计行业中，CAEPIPE 是最主要的分析软件。它可以进行静态和动态载荷条件下的管道的应力计算、法兰分析、管道支承设计和设备接口载荷分析。它们都是使用有限元方法的程序，智能化的默认功能及软件的图形处理界面使得用户不需要了解高深的有限元理论就可以分析复杂的系统。这些软件的计算结果都可以按照各种标准输出，例如美国 ASME 标准 ASME B31.1、B31.3、B31.4、B31.8 和 ASME Section III Class 2 & 3，加拿大 CAN/CSA - Z662 标准，英国 BS 806 和 BS 7159 标准，以及挪威 DNV 标准等多种标准。

在板材成型行业里，有 AutoForm Engineering 公司的 Autoform、ETA 公司的 Dynaform、MSC 公司的 Dytran、ESI 公司的 PAM-Stamp 和 FTI 公司的 Fastform 系列软件。

在钢结构设计和结构分析方面，世界级的 CAE 系统主要有 REI 公司的 STAAD/Pro 与 GTSTRUDL、英国 AceCad 公司的 StruCad 和 CSI 公司的 SAP 2000 等。

在噪音和声场分析领域，以 LMS 公司的 SYSNOISE 软件、MSC 公司与 FFT 公司联合开发的 Actran，以及 ESI 公司的统计能量分析软件 AutoSEA 最具代表性。

在结构疲劳分析领域，主要有 MSC 公司的疲劳分析软件 MSC.Fatigue、nCode 公司的 FE-Fatigue 等。

1.1.2 前后处理软件简介及其应用状况

由于有限元技术的特点，使得有限元软件的前后处理软件成为一个相对独立而又十分重要的部分。目前，在国际上被认可的前后处理软件包括 Altair 公司的 HyperMesh、MSC 公司的 Patran、EDS 公司的 FEMAP、SamTech 公司的 Samcef/Field、CAE-Beta 公司的 ANSA、CFDRC 公司的 CFD-GEOM 和 CFD-MicroMesh 等。还有几个专业的软件专门从事有限元分析的后处理，比如挪威 Ceetron 公司的 GLview Pro 和 CEI 公司的 EnSight 等软件。在一般情况下，前处理软件都与 CAD 软件具有良好的接口，可与众多的有限元求解软件相结合，以便用户更快、更方便地解决问题。一些大型企业都采用了适应自己需求的前后处理软件。

应用最广泛的前后处理软件应首推 HyperMesh，它是一款高效率的有限元前后处理软件，可与大多数的有限元分析软件搭配使用，如 Nastran、ABAQUS、ANSYS、LS-DYNA

等。HyperMesh 主要用于汽车行业，它已经成为全球汽车行业的标准配置，几乎所有的整车厂商和大多数配件厂商都在采用它。同时 HyperMesh 也广泛进入各行各业，如航空航天、通用机械与日用品等行业。

MSC 公司的 Patran 软件是一个集成的并行框架式有限元前后处理及分析仿真系统，最早由美国宇航局（NASA）倡导开发，是工业领域最著名的并行框架式有限元前后处理及分析系统。其开放式、多功能的体系结构可集工程设计、工程分析、结果评估、用户化设计和交互图形界面于一身，构成一个完整的 CAE 集成环境。Patran 的用户主要集中在航空、航天、汽车和通用机械等领域。

FEMAP 是一个纯 Windows 风格的、非常易于使用的高性能有限元前后处理器软件。FEMAP 提供给工程师和分析人员一个可以容易、精确、有效地操控复杂模型的前后处理手段。FEMAP 从高级梁造型、中面提取和高级网格划分，到功能卓越的直接 CAD 访问工具和简化工具，都提供了有效应用。FEMAP 是一个性价比很高的前后处理软件。

Samcef/Field Samcef 系列软件的前后处理工具是一个独立的图形环境，包含几何建模、读取主流 CAD 模型和驱动 Samcef 线性和非线性求解器的能力。

ANSA 是世界上广泛应用的、功能强大的前处理系统和三维网格软件工具，它缩短了 CAD 和 CAE 之间的距离。ANSA 起源于汽车工业领域，其研制主要是为了满足有限元前处理对时间的需求。由于在 CAD 和 FEA 领域所拥有的高级功能和创新性的自动功能，ANSA 已成为工业标准，而且在汽车、航空航天和化工等工业领域被广泛应用。

CFD-MicroMesh 是为微电子和微机电工业领域的特殊需求而开发的软件系统。它直接从 EDA 布局图和初始设计开始，是自动化的三维几何创建和网格生成工具。

GLview Pro 是一种先进的专业三维后处理程序，它可以通过强大的三维可视化和交互动画的方式来更有效地提供和分享有限元分析结果数据。用户通过使用 GLview Pro 来提高有限元分析数据的显示速度和分析数据的传递速度。GLview Pro 几乎支持所有的通用 FEA 应用软件，例如，ABAQUS(.fil)、ANSYS(.rst、.rth 和 .rfl)、FEMAP(.neu)、I-DEAS(.unv)、LS-DYNA (d3plot 和 d3thdt)、Nastran(.op2)、Marc (.t19 和 .t16)、PamCrash (.dsy)和 Radioss(MODANIM)。GLview Pro 生成的 VTF 文件可以作为 PowerPoint、Word 和 IE 等软件的插件，并在这些软件中实时显示结果动画。GLview Pro 包含的两个插入模块 GLview Plug-in 和 GLview Express 可以在任何一台计算机上显示动画结果。目前，GLview Pro 支持 Windows、UNIX 和 Linux 这 3 种平台。

EnSight 和 EnSight Gold 是美国 CEI 公司开发的专用后处理及可视化软件系统。EnSight 是针对有限元分析（FEA）、流体动力分析（CFD）、碰撞分析、SPH 的后处理软件，它支持众多的有限元分析软件、流体力学软件和其他内部软件及用户自编软件。EnSight Gold 是支持并行处理器的前后处理软件，同时支持虚拟现实和协同后处理过程。

1.2 HyperWorks 系列软件介绍

Altair 公司开发了 HyperWorks 成套工程软件环境，可应用于造型、可视化、模拟、

自动化和制造等领域，在世界范围内得到工业界的认可和使用。HyperWorks 系列产品众多，有 HyperMesh、HyperView、HyperGraph、HyperView_Player、MotionView、OptiStruct、HyperStudy、HyperForm 等，其中，HyperMesh 是 Altair 公司现在的旗舰产品。

Altair 公司以其深厚的工程背景及 HyperWorks 工程软件系列为依托，为客户提供优质的产品工程咨询服务，包括设计开发、工程设计、CAE 分析模拟、原型制造及试验测试等。2001 年，Altair 公司在上海成立了分支机构——Altair 工程软件（上海）有限公司。Altair 中国公司的成立意味着 Altair 公司在全球确立了更广阔的发展范围，同时也标志着 Altair 公司将为众多中国客户提供更有效、更直接、更全面的服务。

1. HyperView

HyperView 是一个完整的后处理及可视化环境，适用于有限元分析、多媒体系统仿真、影像及工程数据方面。它惊人的快速 3D 图形及非平行功能为 CAE 后处理立下一个速度及整合的新标准。其动画客户端则结合了先进的动画特征及窗口同步化，以加强结果的表现。HyperView 同时可以将动画结果存储成 h3d 格式，通过该格式，可以使用挂载 HyperViewPlayer 插件的浏览器观察并分享分析结果。

2. HyperGraph

HyperGraph 为使用方便的工程分析工具，它能让工程师快速、精确地组织工程数据。HyperGraph 可处理任何格式的工程数据，轻松地解释相关信息，并能快速建立许多并联的图形，而且允许以交互的方式编辑图形的信息，例如标题、轴、注解等。HyperGraph 具有数学编程及文字编辑的功能，可用来定义宏、交互式向导及自动产生报表。HyperGraph 亦可输出一些公用格式的文档，如 Excel、EPS 等。

3. MotionView

MotionView 是一个具备领先工业界弹性体功能的前后处理及可视化工具，适用于机械系统仿真。MotionView 前处理提供一个有效率的中性多体动力学语言分析功能，可输出给 ADAMS 及 SIMPACK 使用。MotionView 后处理包含了 HyperView 的功能，并结合数据绘图及高性能的交互式 3D 动画，适用于包含刚体或弹性体组件的模型。经过对处理速度的优化操作，MotionView 的后处理具备了同步及多图形动画的能力，并可绘出 ADAMS、SIMPACK 及 DADS 格式的动画。MotionView 使机械系统仿真及找出彼此相互关系的过程变得自动化。模型可以经由 MotionView 的先进模型定义语言，或者由组件库中挑选出零件加以组装，或者也可以由分析任务向导建构出所需的模型。MotionView 的前处理为快速建构、修改及分析 ADAMS 模型提供了一个广泛的模型库。企业可以创造出自己专用的 MDL 组件库，以便使公司内部的模型及分析达到一致化，使工程师可以更专心地致力于设计。MotionView 的后处理工具为同步且标准的结果分析建立了一个自动化的程序。

4. OptiStruct

OptiStruct 是专门为产品的概念设计和精细设计开发的结构分析和优化工具，是当

今最成熟的也是应用最广泛的优化类软件，国外的汽车部件或整车大都使用该软件进行优化。OptiStruct 是一以有限元方法为基础的最优化工具，凭借拓扑优化 (topology)、形貌优化 (topography)、形状优化 (shape) 和尺寸优化 (size)，可产生精确的设计概念或布局。其优秀的优化技术可以为产品的优化目标提供完整可行的解决方案。OptiStruct 拥有快速精确的线性有限元求解器。工程师可以使用其中的标准单元库和各种边界条件进行线性静态、自然频率、惯性释放和频率响应分析。OptiStruct 与 HyperMesh 之间有无缝的接口，从而使用户可以快捷地进行问题设置、提交和后处理等一整套操作。

OptiStruct 拥有强大、高效的优化和细化优化能力，优化方法多种多样，可以应用在设计的各个阶段，其优化过程可对静力、模态、屈曲分析进行优化。有效的优化算法允许在大模型中存在上百个设计变量和响应，其特点如下。

- 包含多种设计变量及合并的设计变量。
- 强大的优化算法。
- 多种工况下合并优化。
- 多目标优化分析。
- 可设置临界约束，加快优化计算效率。
- 重启动功能，优化分析可从一个完整的周期开始而且继续下去。
- 采用可调整的收敛精度。
- 稀疏矩阵求解器，速度快、所需磁盘空间小。
- 优化后模型可输出给 CAD 软件进行二次设计。
- 模态跟踪。
- 多种制造加工约束定义。
- 自动报告生成功能。

(1) 响应类型。响应类型包括位移、速度、加速度、应力、应变、特征值、屈曲载荷因子、结构柔度等，也可以是各响应量的混合。设计变量可取任何单元的密度、节点坐标、属性（如厚度、形状尺寸、面积、二次惯性矩）等。除此之外，用户还可根据自己的设计要求和优化目标，在软件中方便地写入自编的公式进行优化设计。

(2) 拓扑优化。拓扑优化方法能够在给定的设计空间内寻求最佳的材料分布，可采用壳单元或者实体单元来定义设计空间，并用 Homogenization（均质化）和 Density（密度法）方法来定义材料流动规律。通过 OptiStruct 中先进的近似法和可靠的优化方法，可以搜索得到最优的加载路径设计方案。此外，利用 OptiStruct 软件包中的 OSSmooth 工具，可以将拓扑优化结果生成为 IGES 等格式的文件，以便在 CAD 系统中进行方便地输入。

(3) 形貌优化。形貌优化是一种形状最优化的方法，它可以用来设计薄壁结构的强化压痕，来减轻结构的重量，同时又能满足强度、频率等要求。设定优化的步骤非常简单，只需要定义一个设计区域、装饰条的最大深度和拉伸角即可。同时，考虑到可加工性，软件还提供了多种压痕成型方式。优化后的结果还可以用 OSSmooth 工具产生的几

何数据输入到 CAD 软件中，来进行二次设计。

(4) 形状优化。OptiStruct 还可以用来求解一般的形状优化问题，如边界移动等。利用 HyperMesh 软件中的 AutoDV 和 HyperMorph 来生成复杂形状的摄动向量，将节点位置作为设计变量，通过结构外形的调整以改善结构特性，如降低应力、提高频率等。形状优化后，结果可通过 OSSmooth 生成几何数据输入到 CAD 系统中。

(5) 尺寸优化。通过参数调节，如改变壳的厚度、梁的横截面参数、弹性和质量属性，从而改善结构的特性，如降低设计重量、减小应力、提高频率等。HyperMesh 中有一个尺寸优化菜单，可以很方便地对尺寸优化问题进行设定。

(6) 有限元分析。OptiStruct 是一个高效、精确、独立的有限元求解器，支持在多 CPU 计算机上进行并行运算。该求解器涵盖了标准的有限元类型，可用于进行线性静态分析、模态分析、惯性释放、频率响应分析和屈曲分析。用户使用其中的标准单元库和各种边界条件类型，可以进行线性静态和自然频率优化分析。HyperMesh 与 OptiStruct 的图形接口十分完善，用户可以快速便捷地进行建模、参数设置、作业提交和后处理等一整套分析流程。

5. HyperForm

HyperForm 是一个强大的有限元模拟工具，主要应用于金属板料成形领域。它可以针对单一成型零件，让设计工程师与模具工程师能快速地比较不同的解决方案。借助于使用该高效率的工具，设计者可了解并修正潜在成型的问题，如褶皱、破裂、内切等；若能及早于设计阶段发现这些问题，将会缩短试模时间。高品质的产品意味着以相同的发展时间来解决减轻重量及增强效能等问题，HyperForm 可以为用户解决这些问题。

6. HyperStudy

HyperStudy 是 HyperWorks 软件包中的一个新产品。它主要用于 CAE 环境下试验设计、优化及随机分析研究。HyperStudy 的前身是 HyperWorks 系列产品中的 StudyWizard。HyperStudy 具有导向式结构，易于学习，适用于研究不同变化条件下设计变量的特性，包括非线性特性，还能应用在合并不同类型分析的跨学科领域中，且模型易于参数化——除了传统意义上定义输入数据为设计变量，有限元的形状也能够被参数化。

HyperStudy 具有良好的集成性，可以从 HyperMesh、HyperForm 和 MotionView 软件中直接启动，同时获取设计参量等。HyperMorph 可用于形状参数的生成，同时可与多种外部求解器合并使用，进行线性和非线性的试验设计、优化和随机分析。

7. HyperWeb

HyperWeb 是一个基于网络的项目文档生成及管理工具，用于 CAE 项目从有限元建模到结果分析等各个阶段的文档生成管理。HyperWeb 软件是一个基于 Netscape 或 Internet Explorer 独立使用的软件平台，依托它可以进行网络上各类文件和数据的管理、浏览和交换，尤其可与 HyperWork 的各类产品进行实时数据互动，生动直观地呈现项目

各个阶段的各类模型和结果，方便项目演示和报告陈述。HyperWeb 基于 Java 语言编写，用户可根据需要进行二次开发。HyperWeb 具有 Windows 形式的树状结构，用户可任意创建、移动、复制、删除文件或文件夹，调用或创建多种类型的数据文件和链接，如 Word、Excel、FrontPage、PDF 和 PowerPoint 等。

HyperWeb 可以方便地与 HyperWork 的各类产品进行互动式数据交换，直观动态地呈现模型及结果。可自动进入 HyperMesh，利用 HyperWeb Macro 命令设置各种数据结果，自动捕捉工程信息生成各类模型数据报告和图片。直接调用 HyperGraph 或 HyperView 的曲线数据，便于直观分析利用结果。

HyperWeb 可以通过建立文件链接调用分布在企业内部网和 Internet 上的各类数据资源，充分利用分布资源并且便于集中管理，有利于大规模协同工作。同时利用 HyperWeb 生成的报告也可以实现网络共享使用。

HyperWeb 可以利用自带的或自定义的报告模板系统撰写报告，相关的项目可以定制统一的报告格式，作为定制公司标准化的管理工具，实现知识化的过程管理。

HyperWeb 用户还可以依据自身的需要采用 TCL/TK 工具进行二次开发，重新编辑界面，增加支持浏览的数据类型等。

8. Process Manager

Process Manager 是实现产品设计和 CAE 分析过程自动化的工具软件，通过它可以建立一类 CAE 问题分析流程标准模板，然后利用此模板为向导自动实现这类 CAE 分析过程。Process Manager 提供了与其他应用程序的编程接口 (API)，Process Manager 利用 HyperWorks APIs 可以控制所有 HyperWorks 内的应用软件，利用其他的 APIs，可以启动第三方的软件包、企业 PDM 系统及服务，并建立与他们的联系与通信。Process Studio 是编制模板的模块，它将标准的设计分析过程制作成模板，其中的每一个过程的操作任务都是应用 TCL/TK、Java 或 Process Studio 内置的 UI 插件写成的软件模块。

1.3 HyperMesh 介绍

HyperMesh 是一个高效的有限元前后处理器，能够建立各种复杂模型的有限元和有限差分模型，与多种 CAD 和 CAE 软件有良好的接口并具有高效的网格划分功能。HyperMesh 是一个针对有限元主流求解器的高性能有限元前后处理软件，工程设计人员可以在一个极佳的交互式可视环境下对多种设计条件进行分析。HyperMesh 的图形用户界面易于学习，可以直接使用 CAD 几何数据和现存的有限元模型，从而减少附加的冗余数据。其先进的后处理工具可以很方便地显示复杂的模拟结果，并使之易于理解。HyperMesh 的速度、灵活性和用户化功能无与伦比。图 1-1 所示即为 HyperMesh 的用户界面。

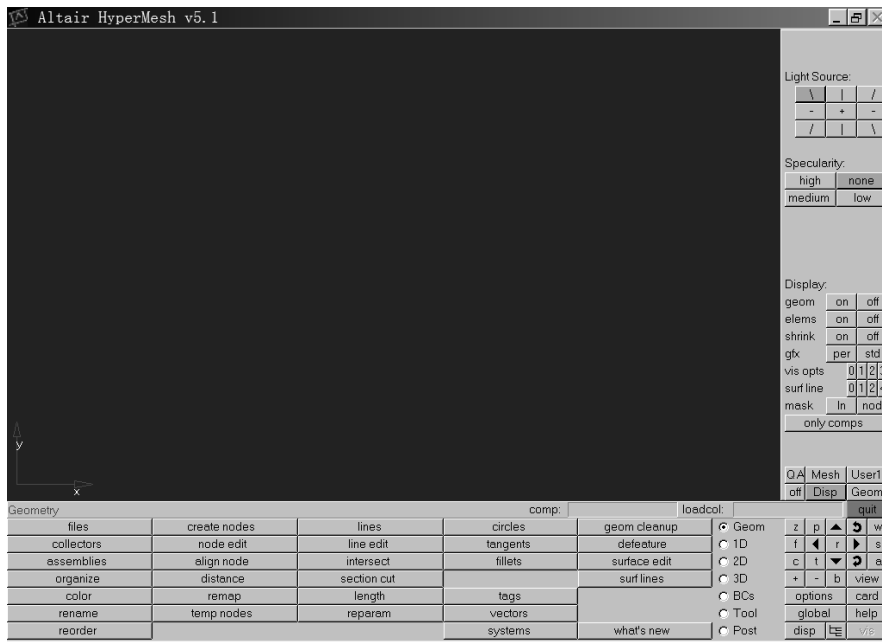


图 1-1 HyperMesh 的用户界面

1. HyperMesh 的几何接口

HyperMesh 通过输入输出功能，可以阅读各种业内主要的 CAD 软件的数据格式，以生成有限元模型。在 HyperMesh 中有一系列的工具，可用来对输入的几何实体进行清理或修补。所输入的几何模型中如含有面的信息，以及含有缝隙、重叠和不对齐现象，这就会妨碍网格自动划分器生成高品质的网格。通过消除不对齐处及小孔，通过对相邻面间的边界进行抑制，可以在模型更大、更广的区域内划分网格，从而提高整体网格划分的速度和质量。

Altair 公司在世界范围内与先导的 CAD/CAM 软件供应商建立了紧密而重要的合作关系，保证用户在同步的工程环境下从一个或多个 CAD 系统中获取 CAD 信息。HyperMesh 强大的几何输入功能支持多种格式的复杂装配几何模型的读入，如 CATIA、UG-NX、PROE、STEP、IGES、PDGS、DXF、STL、VDAFS 等格式（见图 1-2），支持 UG 动态装配，并可设定几何容差，修复几何模型，同时支持 IGES 格式输出。模型浏览功能有效管理复杂几何和有限元装配模型。方便灵活的几何清理功能支持多种自动化和人工化的几何清理功能，各种缝隙缝合，复杂曲面修补，去除相贯倒角、孔洞等功能，以及薄壳实体中面抽取功能。

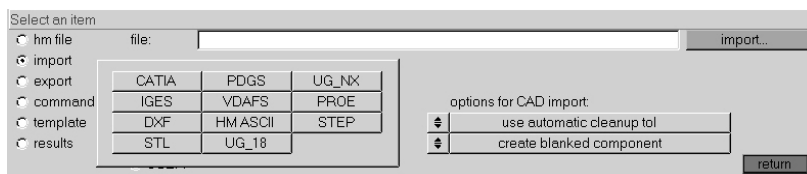


图 1-2 HyperMesh 支持的 CAD 系统和文件

2. HyperMesh 的求解器接口

HyperMesh 支持多种求解器输入输出格式，与主流求解器无缝集成。现在可支持 LS-DYNA、ABAQUS、OptiSTRUCT、Radioss BLOCK、ANSYS、PamCrash、Nastran、Marc、MADYMO、CMOLD、MoldFlow 等主流求解器（见图 1-3）。除此之外，还具有很强的灵活性，可通过一整套输出模板语言和 C 语言库来开发输入数据转换器，从而可以支持其他求解器。

OPTISTRUCT	NASTRAN	PAMCRASH	MOVIE
ABAQUS	PATRAN	RADIOSS BLOCK	STL
ANSYS	MARC	RADIOSS FTK	IDEAS
CMOLD	DYNA KEY	AUTODV	
MOLDFLOW	DYNA SEQ	HM ASCII	

图 1-3 HyperMesh 支持的求解器

HyperMesh 为各个求解器定制专业界面，如 ABAQUS、LS-DYNA3D、ANSYS 接触向导定义可针对汽车碰撞的安全带和气囊等专业模块。图 1-4 所示为 ANSYS 接触向导定义界面。它的可编辑式卡片菜单输入可与求解器无缝集成。用户还可根据需要开发求解器模板，如 MADYMO。

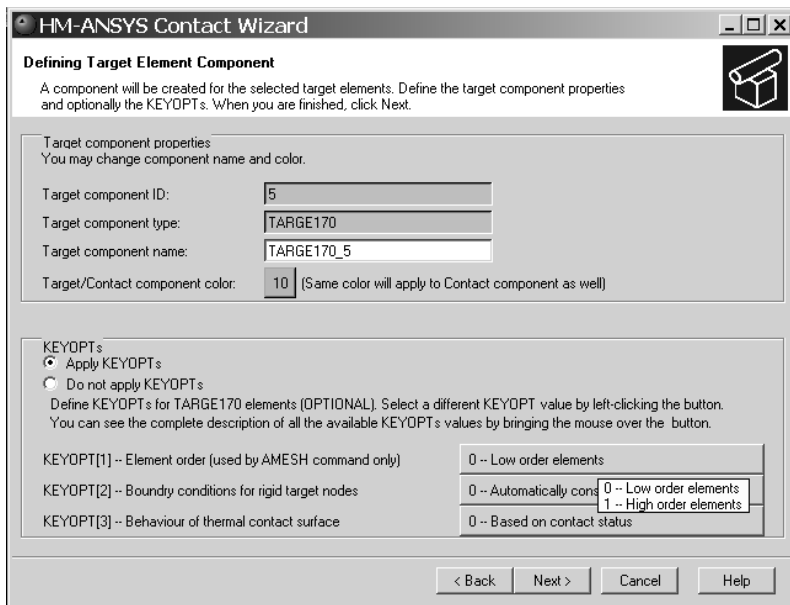


图 1-4 ANSYS 接触向导界面

3. HyperMesh 的网格划分

HyperMesh 为用户提供了一套完善而又易于使用的工具程序。用户可以使用各种网路生成工具及 HyperMesh 网格自动划分模块来创建二维和三维有限元模型。

HyperMesh 中具有几何型面的网格自动划分模块，为用户提供了一套可靠的网格划分工具，并让用户能够对每个面（或每个面的边缘）进行网格参数调节，而且可以调节

单元密度、单元偏置梯度、网格划分算法等。图 1-5 与图 1-6 所示是 HyperMesh 生成的高质量二维面网格模型的代表。

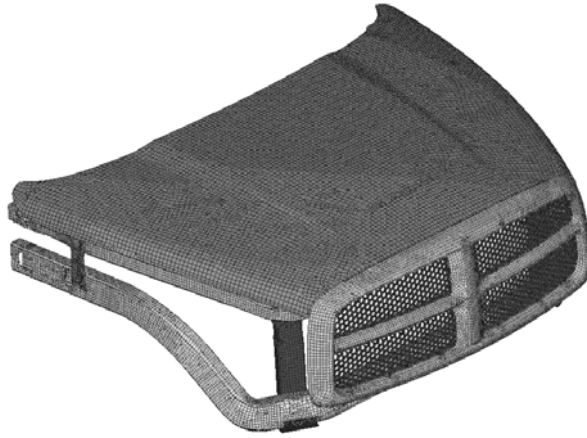


图 1-5 汽车罩盖有限元网格

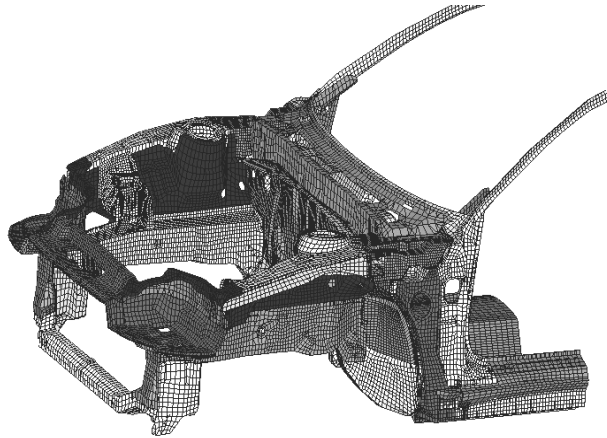


图 1-6 汽车前部有限元网格

HyperMesh 能够用一阶和二阶四面体单元对一段封闭区域自动划分出高品质的单元，还提供了多种三维单元生成方式来构建高质量的四面体、六面体网格和 CFD（计算流体动力学）网格。图 1-7 所示为发动机活塞的典型的四面体单元。用户可以根据结构情况和 CFD 模型的实际需要来控制单元的划分、选择边界浮动的或固定边界的三角形单元重新对局部区域划分网格。HyperMesh 提供多种形式的网格质量检查菜单，使用户可以实时控制单元质量，另外还提供了多种网格质量修改工具。

HyperMesh 提供了多种焊接单元生成方法。其中，利用 Connector 进行大规模自动化焊接单元转化，大大减少了手工单元生成的操作，同时各类焊接单元质量检查工具可以让用户少犯错误。

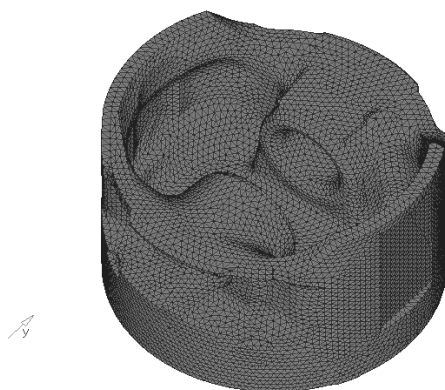


图 1-7 发动机活塞四面体单元

HyperMesh 支持由网格直接生成几何进行二次有限元建模(见图 1-8)。其中的 Morph 功能支持高质量的快速修改有限元模型,并且可以施加多种约束(如对称),设定变形轨迹(如沿设定平面、半径、直线调整形状等)。图 1-9 是汽车模型应用 Morph 功能的实例。

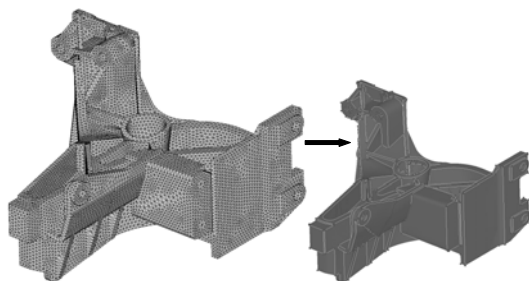


图 1-8 有限元网格直接生成几何模型

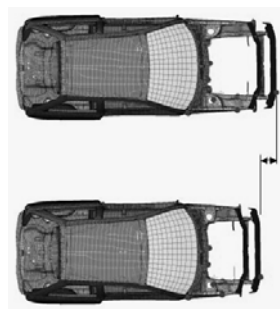


图 1-9 汽车模型应用 Morph 功能

4. HyperMesh 的后处理

HyperMesh 提供了一整套后处理功能,能够使用户方便精确地理解和分析复杂的模拟结果。

HyperMesh 还提供了一整套可视化工具,使用等势面、变形结果、等高线、瞬时结果、向量绘制以及用切割面轮廓线等方式对结果进行显示。

HyperMesh 还能将变形通过线性和模态方式动态显示。通过这些功能及友好的用户界面,可以使用户能够迅速找出问题区域,缩短结果评估所花费的时间。

5. HyperMesh 的用户化设置

HyperMesh 提供了多种开发工具,使用户能够将之很好地运用到现有的工程设计工艺中,便于进行二次开发。

- ① 基本的宏命令:用户可以创建宏命令,使若干步建模过程自动完成。
- ② 用户化定制工具:用户可以利用 TCL/TK 在 HyperMesh 中建立用户化定制方案。
- ③ 配置 HyperMesh 的界面:对 HyperMesh 的菜单系统进行重新布局定义,使界面更易于使用。

- ④ 输出模板：通过用户输出模板，可以将 HyperMesh 数据库以其他求解器和程序可以阅读的格式输出。
- ⑤ 输入数据转化器：可以在 HyperMesh 中加入用户自己的输入数据翻译器，扩充 HyperMesh 的接口支持功能，以解读不同的分析数据卡。
- ⑥ 结果数据转化器：用户可以创建自己特定的结果翻译器，利用所提供的工具将特定的分析结果转换成 HyperMesh 的结果格式。

1.4 HyperWorks 系列软件的安装

HyperWorks 系列软件对硬件要求较高，早期版本都运行在 UNIX 系统工作站和大型机上。近些年来，随着计算机硬件的飞速发展，装有 Windows 操作系统微机的运算能力有了质的飞跃，许多大型工程应用软件都推出了微机版，可运行在 Windows NT/ 2000/XP 环境下。在这里，我们以 HyperWorks 5.1 版本的安装为例，来说明该软件的安装过程。本例使用的操作系统为 Windows XP。

1.4.1 HyperWorks 系列软件的安装过程

将该软件的安装 CD 放入光驱，运行 Setup.exe 文件，如果是初次安装，则会出现如图 1-10 所示的安装界面，安装 HyperWorks 系列软件就从这里开始。

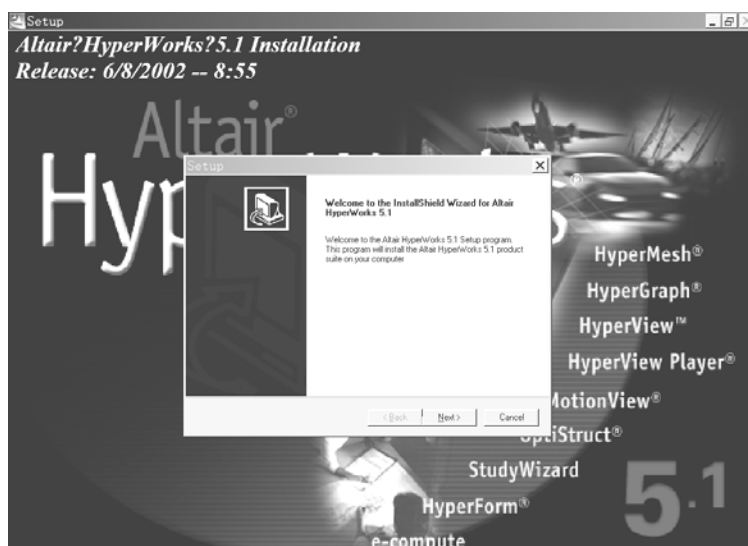


图 1-10 HyperWorks 的安装初始界面

在本书中，为了更清楚地将命令、对话框及窗口的选项与正文中其他内容相区分，将这些命令及选项在正文中用粗斜体表示，而在标题、图、表、注意、提示中不做更改。

如果系统中已安装过 HyperWorks 系列软件，则会出现如图 1-11 所示的安装界面和安装对话框，在此对话框中可以选择修改安装 (*Modify*)，修复安装 (*Repair*) 或是删除安装 (*Remove*) 选项。



图 1-11 安装选项界面

单击 **Next** 按钮，出现如图 1-12 所示的选择安装类型的对话框，在该对话框中可以从安装类型中选择一种进行安装。3 种安装类型分别为 **Local**、**Network** 和 **Server**。

- **Local** 为在本地硬盘上安装 HyperWorks 系列软件。
- **Network** 为在网络上安装 HyperWorks 系列软件，要求服务器上已经安装。
- **Server** 为在服务器上安装。

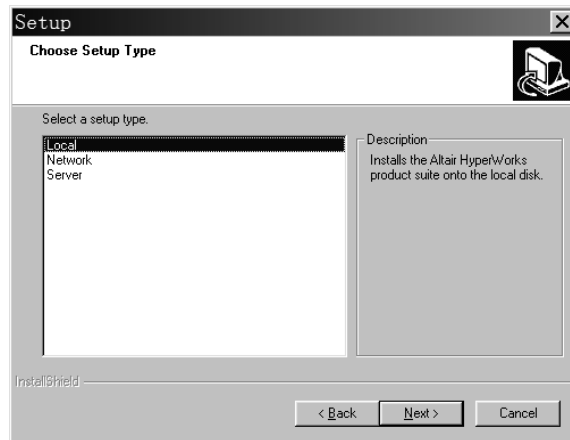


图 1-12 选择安装类型

如果选择 **Server** 选项，单击 **Next** 按钮，则会出现如图 1-13 所示的选择安装位置的对话框，在该对话框中可以确定安装路径。

单击 **Next** 按钮，则出现如图 1-14 所示的选择安装方式的对话框。安装方式有两种：**Complete** 和 **Custom**，可以根据需要选用不同的安装方式。

如果选用 **Custom** 方式，则会弹出如图 1-15 所示的选择安装软件对话框，在该对话框中可以选择不同的应用程序和组件。

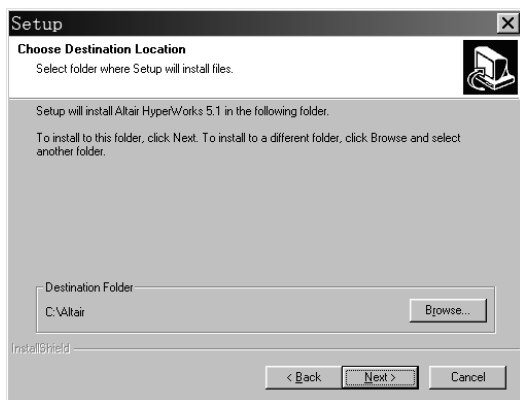


图 1-13 选择安装目录

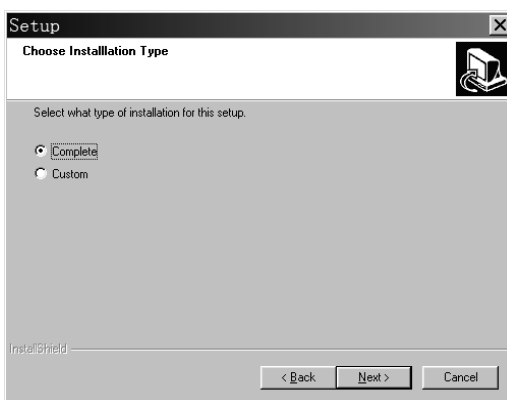


图 1-14 选择安装方式

当选定所需要的软件之后，单击 *Next* 按钮，则出现如图 1-16 所示的选择安装程序文件夹的对话框。该对话框用来确定 HyperWorks 系列软件的打开方式将被置于 Windows *开始* 菜单的哪个文件夹中，一般情况下，都使用安装过程的默认值。

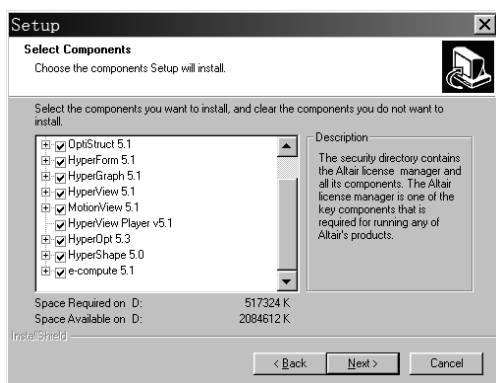


图 1-15 选择安装的软件

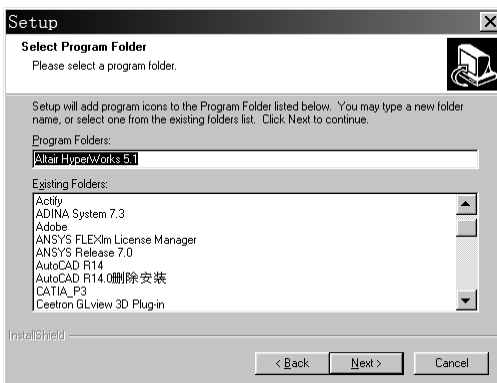


图 1-16 安装过程

选择了安装程序文件夹后，单击 *Next* 按钮，进行如图 1-17 所示的安装过程的文件复制。当文件复制完成后，将出现如图 1-18 所示的信息框。

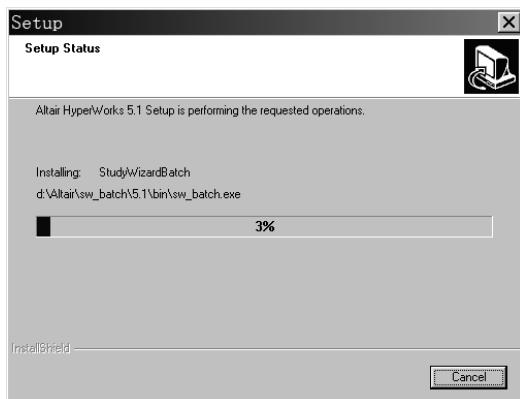


图 1-17 复制文件

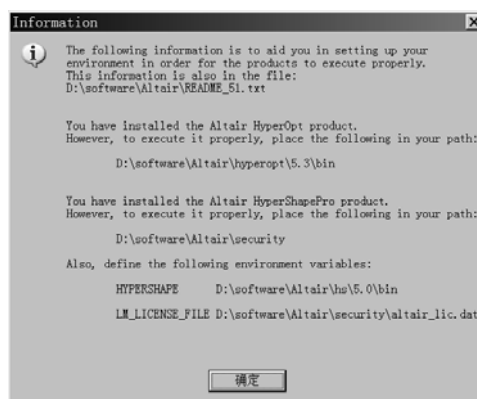


图 1-18 安装信息

单击**确定**按钮，出现如图 1-19 所示的信息框。

单击**Finish**按钮，出现如图 1-20 所示的信息框，可以选择立即重新启动计算机或以后重新启动计算机，这样就完成了 HyperWorks 系列软件的安装。以下还需要进行软件许可证（License）的设置。

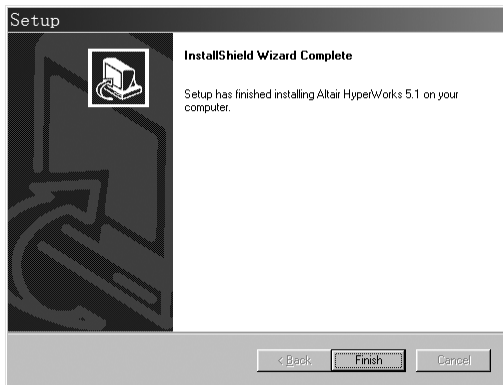


图 1-19 提示软件安装完成

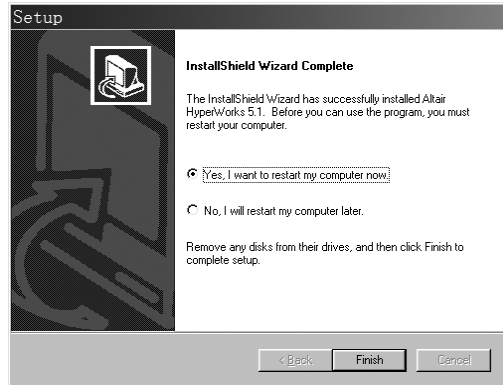


图 1-20 要求重启计算机的界面

1.4.2 软件的许可证设置

首先要提取服务器网卡号（12 位的 IP 地址号）发给 Altair 公司，从 Altair 公司获得合法的 License 文件。将 License 文件复制到安装目录的\security 目录下，例如 D:\Altair\security 目录下。

修改 License 文件的第一行，将服务器在网络上的计算机名称添到“SERVER”关键字之后和网卡号之前。例如服务器的计算机名为 server_auto，修改后的 License 文件的第一行应为

```
SERVER server_auto 0008749C2010 744
```

修改 License 文件的第二行，指出 altair_lm 文件的位置，例如软件安装在 D:\Altair 目录下，修改后的 License 文件的第二行应为

```
DAEMON altair_lm D:\Altair\security\altair_lm
```

运行 D:\Altair\security 目录下的 lmtools.exe 文件，则出现如图 1-21 所示的界面。



图 1-21 LMTOOLS 界面

如图 1-22 所示的 **Mode** 菜单中有两种方式可以配置 License 文件：**Configuration using License Files** 和 **Configuration using Services**。



图 1-22 配置方式

选择 **Configuration using Services** 方式，则对话框中将出现 7 个标签，分别用于进行 Service/ License File 的选择、系统设置、License Server 的开启/关闭、License 等文件路径的设置、查看 License 文件、Server 状态、Server 诊断和服务的配置等。如图 1-23 所示，在对话框中部的列表框中选择 **Hypermesh** 选项。



图 1-23 选择 Hypermesh 选项

若单击 **Configure Services** 标签，将出现如图 1-24 所示的对话框，可在该对话框中设置 License 文件的路径等。一般情况下应先检查一下文件路径是否正确，如果有错误，则改正过来。License 文件设置好后，将 **Start Server at Power Up** 和 **Use Services** 设置到 On 状态（即选中这两个复选框）。