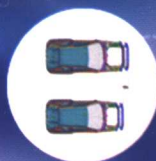


数码工程师系列丛书



HyperMesh

从入门到精通

于开平 周传月 谭惠丰 等 编著



科学出版社
www.sciencep.com

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
(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>

新蕾印刷厂印刷

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)

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈路通〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8001 (B101)

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料编写了本书。

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软件的分类和应用状况	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	网格光顺和单元偏置方法	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,以使用户更快、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