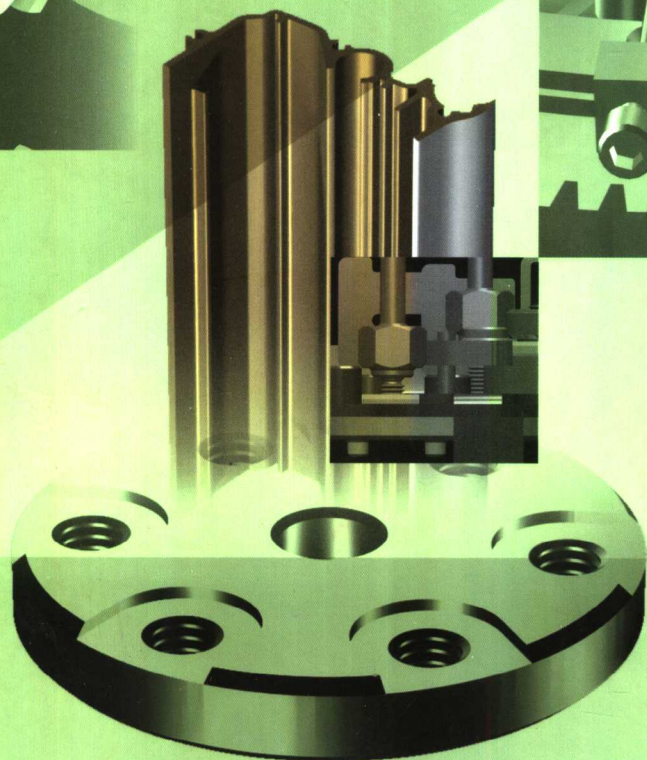


普通高等工科 **CAD/CAM** 软件系列教材

MDT 6.0实用教程

窦忠强 主编



机械工业出版社
China Machine Press

普通高等工科 CAD/CAM 软件系列教材

MDT 6.0 实用教程

主 编 窦忠强
副主编 陈 键 陈豫生
参 编 余必强 郭 勇

江苏工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书详尽地介绍了三维机械设计软件 MDT6.0 的基本功能和命令的使用方法,同时也简要介绍了 MDT 的开发工具以及 MDT 的工程应用软件。

本书由从事多年 CAD 软件教学及开发的教师及工程师编写,从软件的使用角度编写了各章节和大量的实例和习题,以帮助读者尽快熟悉和掌握 MDT6.0 的基本功能和命令的使用方法。

本书适合高等工科院校机械类(或近机类)专业师生使用,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

MDT 6.0 实用教程/窦忠强主编. —北京:机械工业出版社,
2002.6

普通高等工科 CAD/CAM 软件系列教材
ISBN 7 111 10220-7

I. M... II. 窦... III. 机械设计:计算机辅助设计
—应用软件, MDT 6.0—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 026688 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:王霄飞

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·14.75 印张·572 千字

0 001—4 000 册

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

封面防伪标均为盗版

前 言

用三维软件做产品设计，在今天已经不是一件“可望而不可及”的事情了。计算机图形学的发展、数据库技术的进步及微型计算机性能的提高，使得设计师和学生们用三维软件做产品设计成为现实。

在工业、设计及教育界，大家已经形成一个“共识”：一个能够参与市场竞争的、高质量、低成本、短周期的工业产品，必须将它置于CAD\CAE\CAM的全过程，即使用的软件系统应能支持产品设计和制造的全过程。而三者的基础是创建“基于特征”的“全参数化”的三维产品数据模型。

所谓特征设计，简单地说就是设计者可以通过组合常见的结构（如孔、轴、槽、筋及凸台等）来完成产品的设计；这些被赋予了几何形状、尺寸大小、材料、精度及运动和动力属性的结构被称为特征。

“全参数化”意味着软件系统可以自动记录设计的整个过程，特征的每一个属性都是可以一个参数定义，参数是可以随时修改的。每一个设计步骤是关联的（如相配合的孔和轴）；三维模型和它的二维投影也是关联的，改变其中一个要素，另一个可自动关联变化。

尽管“设计从三维开始”目前还是少数设计师的事情，但它具有强大的生命，具有“二维图样设计”不可替代的深远的意义：

1) 在计算机上直接用三维模型表达设计意图，可直观地、任意地观察设计结果。

2) 如果需要二维工程图样则可由三维模型自动地生成二维工程图样。

3) 二维设计难以表达清楚的复杂产品结构、自由曲面外形、装配干涉、运动干涉以及产品的重量、形心、体积等物性信息，用三维设计软件可轻松地解决。

4) 三维的设计模型可以直接提供给后续的分析系统如运动学动力学仿真、有限元分析与仿真等有效的设计数据。

5) CAPP、CAM 软件接收三维模型的特征数据后，可以由计算机模拟加工过程，最终由数控机床直接加工制造出来，实现“无图样作业”。

毋庸置疑，“二维设计绘图”在现在和未来较长的一段时间内，仍然是工程师设计产品的主要手段和工科学生学习的重要内容。但可以断言，伴随

着计算机和计算技术的进步和全世界范围内的“经济一体化”的发展,“面向产品”设计的三维软件系统会更加完善,它发展的结果会大大超出“设计师们”的预想。所以,应该从现在开始,大力提倡设计、绘图直接从三维开始,使得二维设计绘图逐渐让位于三维设计。

本书以 MDT (Mechanical Desktop) 为主线叙述三维模型的设计方法。MDT6.0 是集 AutoCAD 2002 与参数化实体造型、曲面造型、装配造型、二维与三维双向关联设计以及 IGES、STEP 转换器等模块为一体的机械设计系统。具有易学易用、便于掌握和容易进行二次开发的特点;内含常用的制图国家标准和丰富的三维标准零件和标准结构库,为在我国普及先进的三维 CAD 技术,提高机械产品的设计能力创造了极好的条件。

本书由几位从事 CAD 软件教学和开发的教师和工程师编写。他们深知不同层次的学生及用户的不同需求,站在读者的角度去编写每一章节,用心构思每一个例题和每一道练习题,试图在林林总总的 CAD 类图书中搞出一部有一定特色的教材献给读者。

学习 CAD 的最好方法是大量的实践练习,本书在有关章节后附有习题供读者上机实践参考。

本书附带的光盘是书中例题的原始图形,建议读者将其全部复制到计算机的硬盘中,并将所有文件的“只读”属性删除。本书约定硬盘是“D”盘。

本书由窦忠强任主编,参加本书编写的有北京科技大学窦忠强(第一、二、三、四、五、六、七、八、九章);北京科技大学陈键(第十、十一章);北京科技大学余必强(第十二章);兵器工业总公司计算所陈豫生(第十三、十四章);天舟软件工程中心郭勇(第十五章)。由窦忠强对全书统稿。

感谢我们的合作伙伴:Autodesk 公司的黄建辉先生、大恒公司的胡建伟先生和天舟软件工程中心的彭旭先生、清华天河公司的高耀军先生。他们为编写本书提供了技术和软件上的大力帮助。

在编写过程中难免有遗漏和不妥之处,敬请广大读者指正。

编 者

2002 年 3 月 8 日

目 录

前言

第一章	MDT6.0 概述	1
第一节	MDT6.0 中文版的功能	1
第二节	MDT6.0 中文版的软件、硬件配置	2
第三节	MDT6.0 中文版的界面	3
第四节	MDT6.0 的菜单	5
第五节	MDT6.0 的工作环境	11
第六节	MDT6.0 的快捷键	11
第七节	MDT6.0 的初始设置	13
第二章	创建三维模型的基础知识	16
第一节	MDT 的坐标环境	16
第二节	MDT 的坐标输入	18
第三节	MDT 常用的草图绘制命令	18
第四节	MDT 常用的草图编辑命令	21
第五节	MDT 的“对象捕捉”	26
第六节	MDT 的图层	27
第七节	MDT 的实体着色方式	29
第八节	MDT 的三维动态观察器	31
第九节	MDT 的三维动态观察中的 右键功能	33
第三章	创建零件模型	34
第一节	创建零件模型的环境	34
第二节	创建零件模型的过程	34
第三节	创建零件三维模型的实例	36
第四章	创建零件模型的基础	58
第一节	草图	58
第二节	草图平面	59

第三节	草图的定义	62
第四节	草图约束	63
第五节	添加几何约束	65
第六节	几何约束中的构造线和构造圆	73
第七节	添加尺寸约束	75
第八节	编辑尺寸约束	82
第九节	工作平面、工作轴和工作点	83
	习题	94
第五章	零件的特征造型方法——草图特征	97
第一节	拉伸特征	98
第二节	旋转特征	112
第三节	扫掠特征	116
第四节	放样特征	130
第五节	加强筋特征	134
第六节	折弯特征	136
第七节	面分割特征	139
第八节	定义“截面线”草图	143
第九节	定义“剖切路径”草图	144
第六章	零件的特征造型方法 —— 放置特征	146
第一节	打孔特征	146
第二节	螺纹特征	149
第三节	拔模斜度面特征	151
第四节	圆角特征	154
第五节	倒角特征	158
第六节	抽壳特征	160
第七节	曲面切割特征	162
第八节	矩形阵列特征	163
第九节	环形阵列特征	165
第十节	螺旋阵列特征	166
第十一节	特征复制	167
第十二节	零件布尔运算	169
第十三节	零件分割	173
	习题	175

第七章	设计变量	187
第一节	设计变量类型	188
第二节	设计变量的应用方式	188
	习题	198
第八章	零件造型的编辑、查询、设置	199
第一节	草图编辑	199
第二节	特征编辑	200
第三节	编辑驱动尺寸	202
第四节	特征的更新和删除	202
第五节	特征抑制	203
第六节	特征重新排序	208
第七节	创建新零件	209
第八节	激活零件	210
第九节	显示激活零件	210
第十节	镜像零件	211
第十一节	比例缩放	212
第十二节	退化为基础特征	212
第十三节	列表显示零件信息	213
第十四节	查询零件质量特性	213
第十五节	重播	215
第十六节	读入零件模型	216
第十七节	零件模型的输出和输入	216
第九章	三维工具集	217
第一节	紧固件	218
第二节	孔	223
第三节	螺栓联接	226
第四节	轴用零件	235
第五节	轴生成器	246
第六节	弹簧	249
第七节	计算	253
第十章	创建装配模型	256
第一节	基本概念	257
第二节	组织零部件	259

第三节	添加装配约束	266
第四节	编辑和删除约束	273
第五节	显示自由度	274
第六节	装配实例	274
第七节	管理已装配的零部件	278
第八节	装配分析	280
第九节	增强操纵器	284
习题		285
第十一章	场景	288
第一节	创建“场景”、设置“场景分解系数”	289
第二节	编辑“场景分解系数”	290
第三节	编辑“零部件分解系数”	291
第四节	添加零件“位置参数”	292
第五节	添加轨迹线	293
第六节	复制场景和锁定场景	294
习题		295
第十二章	创建二维工程图	297
第一节	设置绘图环境	299
第二节	创建视图	301
第三节	标注	316
第四节	明细表和引出序号	322
习题		332
第十三章	曲面造型	336
第一节	基本概念和术语	336
第二节	曲面的系统配置	340
第三节	曲面的类型	343
第四节	基本曲面	346
第五节	曲线运动生成曲面	347
第六节	表皮曲面	353
第七节	衍生曲面	359
第八节	由曲面生成曲线	364
第九节	编辑曲面、曲线	379
第十节	曲面显示	401

第十一节	曲面可见性	406
第十二节	AutoCAD 实体——曲面	408
第十三节	曲面造型实例	413
习题		427
第十四章	MDT 的应用开发	430
第一节	AutoCAD 开发系统简介	430
第二节	MCAD API 简介	433
第三节	MCAD API 函数	437
第四节	如何使用 MCAD API	441
第五节	LISP/ADS 支持 MDT	445
第六节	开发示例	450
第十五章	MDT 的工程应用	457
第一节	与 MDT 集成的计算机辅助工程分 析系统 (CAE)	457
第二节	与 MDT 集成的数控加工软件 (CAM)	459

第一章 MDT6.0 概述

第一节 MDT6.0 中文版的功能

MDT 的全称是 Mechanical Desktop, 是美国 Autodesk 公司于 1996 年推出的在 Windows 98/2000 或 Windows NT 环境下的融二维绘图和三维造型为一体的全参数化机械设计软件系统, 2001 年推出了 MDT6.0 中文版本。

MDT6.0 中文版的功能如下:

1. 创建三维的零件实体模型

在 AutoCAD 的环境下画出二维草图, 由草图通过拉伸、旋转等方法构成简单的三维实体模型; 还可以在其上进行再加工, 如打孔、倒角、做拔模斜度、抽壳、阵列等, 以构造出更复杂的模型。

由 MDT 构造的零件模型是完全参数化的, 可以对其所有细节进行修改。零件的各有关结构可以令其相关, 如一根轴的轴径和轴肩直径在设计上应有结构数据上的关联, MDT 提供了给各个尺寸赋参数或表达式的功能, 以解决尺寸关联的问题。MDT 设计变量的功能使得建立标准件库和常用件库极繁杂的工作变得极其简单容易。

2. 创建三维的装配模型

MTD 可以按照自下向上的方式 (即由零件模型按照装配关系组装) 创建装配模型。整个装配模型也是全参数化和可修改的。当零件模型改变时, 装配模型自动更新。

利用设计变量中的全局变量可以驱动相关联的零件同时改变 (如有配合关系的轴和孔可以同时变化)。

自动生成零件的特性表; 按用户的需要自动生成装配分解效果图 (场景爆炸图)。

3. 智能关联绘图

由三维的零件模型或装配模型自动生成二维工程图 (各种平面投影视图和轴测投影图), 并生成相应的零件序号及明细表格数据。

二维工程图和三维模型是双向智能关联的, 当三维模型改变时, 二维工程图的所有视图全部更新, 反过来也是一样的。

4. 基于 NURBS 曲面造型

MDT 采用了先进的 NURBS (非均匀有理 B 样条) 曲面造型。它提供了一个把初等曲线和曲面 (如圆柱、圆锥、圆球等) 和各种样条曲线、曲面统一起来的数学模型, 因此建立各种曲线、曲面十分方便。

5. 设计分析

可以计算零件和装配模型的表面积、质量和体积。自动进行装配模型的干涉检查。

6. 通用功能

具有 Windows 标准化的菜单和对话框及浏览器。

多种数据交换格式: IGES、Version5.3、STL、DWG、DXF、IDF、VRML、SAT (ACIS)、三维 S (三维 Studio)、WMF、EPS、BMP 等。

支持 Autolisp (R) 和 Visual Lisp 语言。

MDT 为用户提供了一个 MCAD API (Autodesk Mechanical Application Programming Interface) 编程接口以增强和扩展了 AutoCAD 的开发环境; 它可以直接访问 AutoCAD 和 MDT 三维数据对象, 可解决机械设计、分析和加工制造的问题。它与应用程序的通信是通过通常的编译语言接口, 如 AutoLISP、ADS、VBA、ARX。MDT 高度集成了 AutoCAD 参数化特征造型、曲面造型和装配造型三大部分。

7. MDT6.0 中文增强版 (POWE RPACK) 的功能

1) 安装了 11 个国家和地区的三维标准零件库、标准特征、结构等“标准零件”, 包含 550000 多个零件、18 套标准, 其中包括螺栓、螺母、垫圈、销、键及轴承等。

“标准特征”包含将近 8000 种特征, 包括中心孔、退刀槽、键槽和螺纹。

“标准孔”包含 20000 多种孔。

“标准型钢”包含数千种事先画好的造型。

2) 可生成各种三维阶梯轴和齿轮等, 以及安装轴用零件 (如轴承、键等)。

3) 可以进行轴、螺栓、弹簧等零件或组合件的计算和有限元的分析计算。

第二节 MDT6.0 中文版的软件、硬件配置

微机: Pentium 300 以上, 或 Intel 兼容处理器。

操作系统：Microsoft Windows 2000、Windows NT 4.0 或 Windows 98。

最小磁盘空间：680MB。

最小推荐内存：96MB（练习）；128MB（零件造型）；256MB（装配）。

视频显示：800×600×64K（建议使用 1024×768 或更高配置）。

第三节 MDT6.0 中文版的界面

1. “Mechanical Desktop Power Pack 今日”界面

进入 MDT6.0 后出现的“Mechanical Desktop Power Pack 今日”界面，如图 1-1 所示。

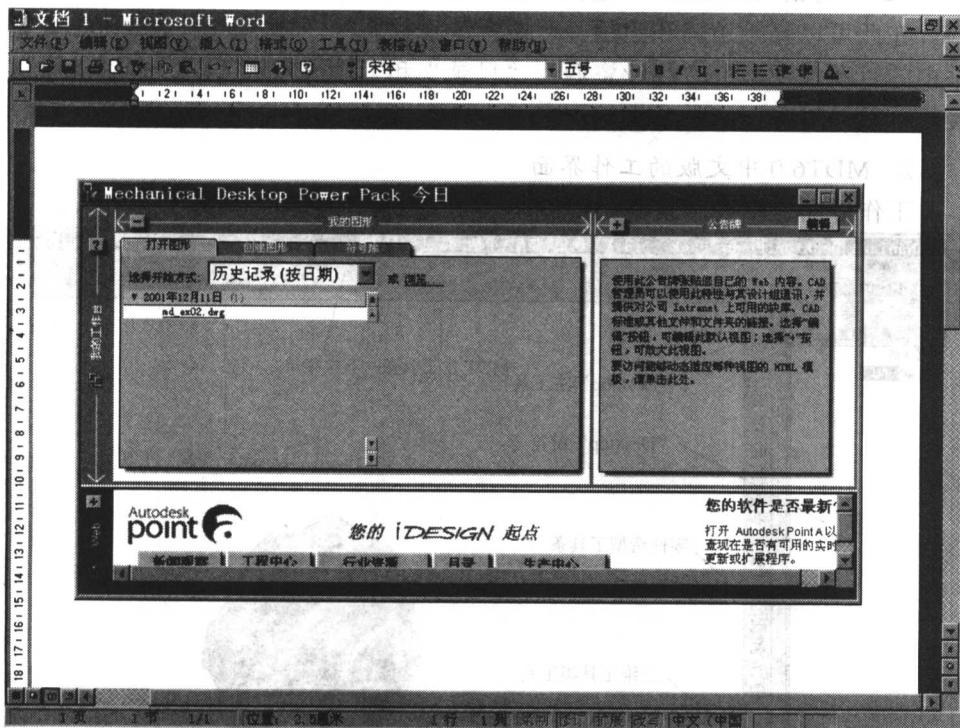


图 1-1 “Mechanical Desktop Power Pack 今日”界面

“Mechanical Desktop Power Pack 今日”界面是一个基于“网络上团队设计”和“产品设计数据有序地流动”这样一个新思想设立的新功能。

“Mechanical Desktop Power Pack 今日”界面分为上下两部分。

(1) “我的工作站” 左上部分是“我的图形”。这部分的内容共有三个选项卡：

打开图形：可以按历史记录（按最近使用的文件、日期、文件名、在磁盘中的位置等）方式显示出图形文件名，用鼠标点击一文件名，即可打开该文件。也可点击旁边的“浏览”按钮，浏览查找或打开文件。

创建图形：可以设置绘图的初始环境，如绘图的单位制、样板文件（如 Gb-a3.dwt）等。

符号库：可以调用二维的各种符号如紧固件、液压气动、基本电子元件、焊接、管道连接、车间工艺、采暖通风、焊接等 15 类符号。

右上部分是“公告牌”。在这里可以和设计组通信，并可在这里提供在 Intranet 上使用的图块库、CAD 标准或对其他文件和文件夹的链接等交流内容。

(2) “您的 iDESIGN” 起点 这一部分内容是用户通向“Internet”的窗口。在此可以直接访问和应用互联网上的设计资源，如 Autodesk Point A 网站中的“新闻观察”、“行业资源”、“目录”和“生产中心”等，但这几个链接目前只针对美国和加拿大等国家。

2. MDT6.0 中文版的工作界面

工作界面包括几个工具条和一个“Desktop”浏览器，如图 1-2 所示。

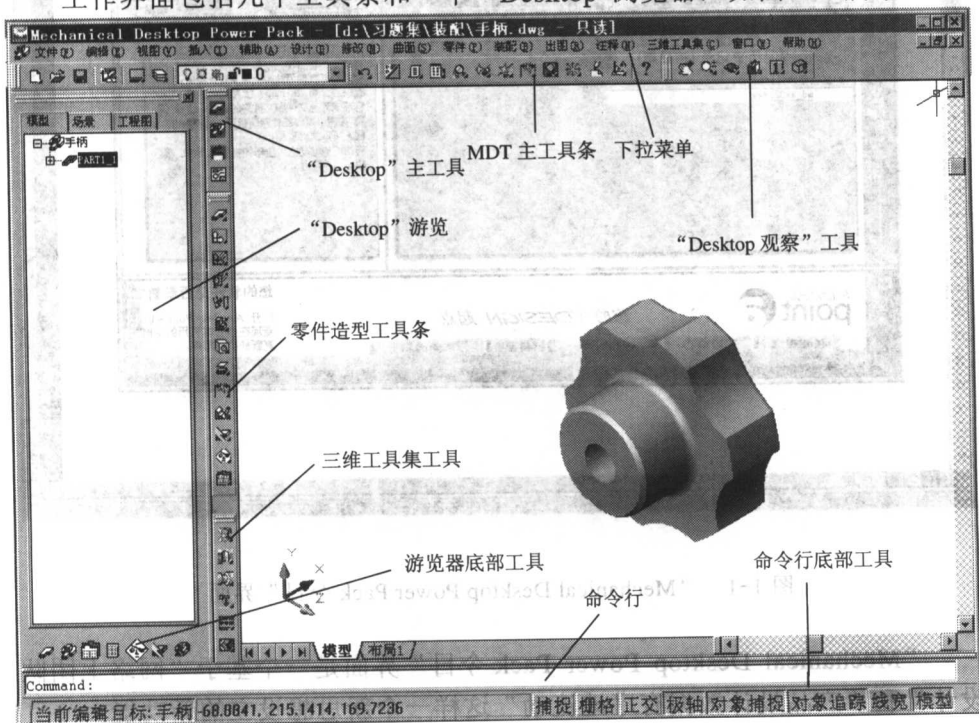


图 1-2 MDT6.0 中文版的工作界面

第四节 MDT6.0 的菜单

1. 下拉式菜单

MDT6.0 中文版的下拉式菜单是在 AutoCAD 2002 的基础上增加了“曲面”、“零件”、“装配”、“出图”、“注释”和“三维工具集”等几项,如图 1-2 所示。MDT 的所有命令都可以在下拉式菜单中找到。

下拉式菜单中的“文件”一项与 AutoCAD 2002 有所不同。如图 1-3 所示。

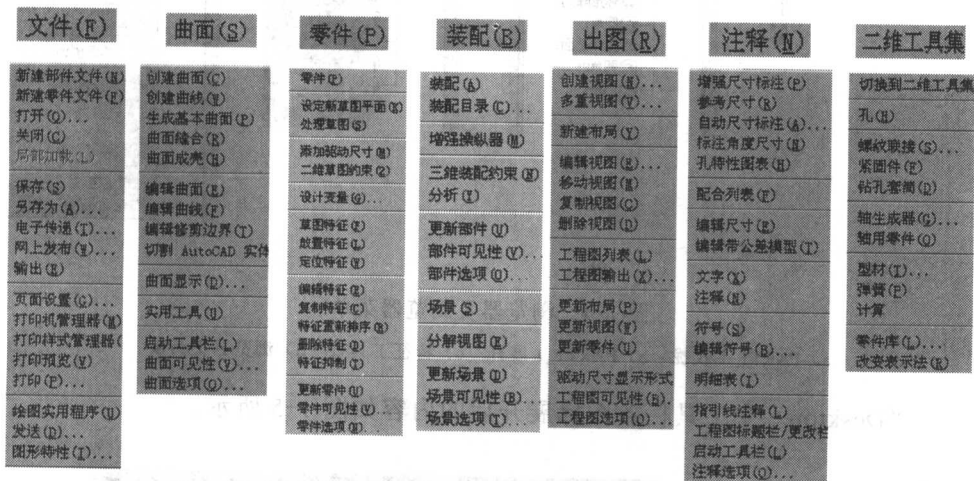


图 1-3 MDT 的下拉菜单

2. “Desktop”浏览器

“Desktop”浏览器是一个直观的图形界面(图 1-4a)。浏览器有三个选项卡:模型、场景和工程图(在零件环境下只有“模型”和“工程图”两个选项卡),可以显示和管理文件、装配、场景、工程图的逻辑关系和状态。

在浏览器中可显示出该文件所包括的零件名称,如图 1-4a 中的“PART1-1”;在零件名称前的加号“+”上单击鼠标左键,可将该零件的所有特征及关系列出来(图 1-4b;在特征名称(如“孔 1”)上按鼠标右键则弹出“特征工具条”如图 1-4c。

在浏览器的空白处按鼠标右键,可以弹出“浏览器工具条”(图 1-4d),可以根据需要选择其中某一选项。

3. “Desktop”主工具栏

当用鼠标单击“Desktop”主工具栏的任意一个图标时,浏览器的右边菜单替换成竖立的对应工具条,MDT进入不同的工作状态。启动进入MDT时,自动置为“部件造型”状态。

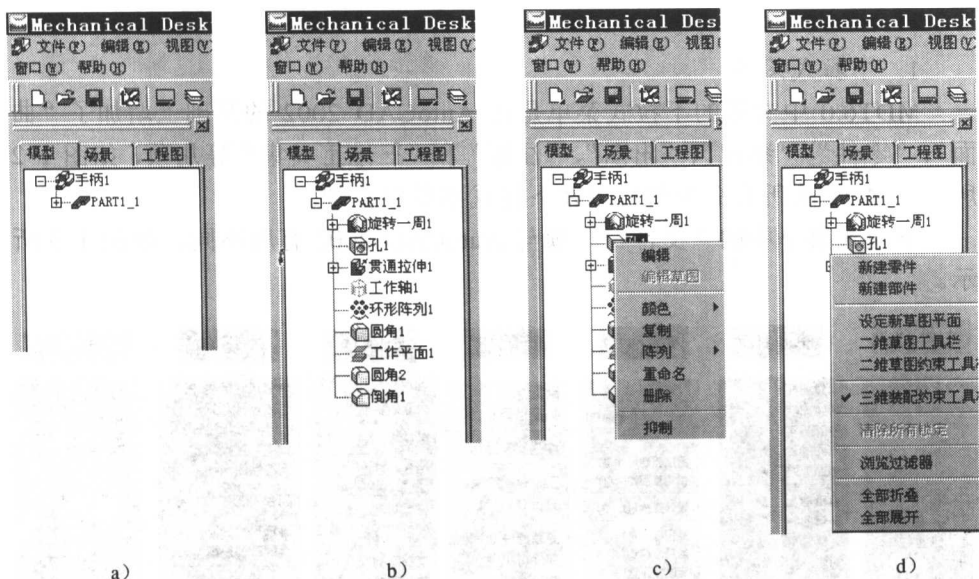


图 1-4 浏览器及浏览器菜单

a) PART1_1 收拢 b) PART1_1 展开 c) 特征工具条 d) 浏览器工具条

“Desktop”主工具栏各图标展开后的内容如图 1-5 所示。

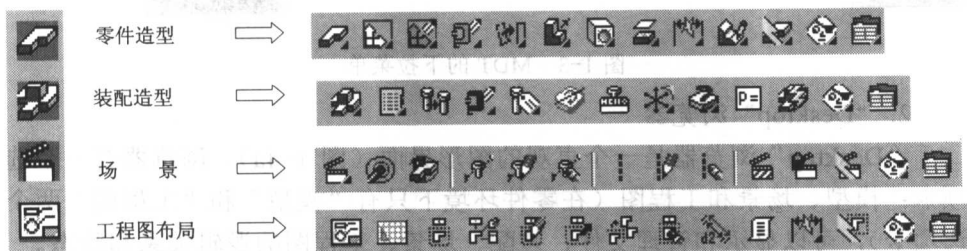


图 1-5 “Desktop 主工具栏”展开

4. “Desktop 观察”工具条

“Desktop 观察”工具条用于管理视图、观察视图、控制三维视口和渲染零部件。

“Desktop 观察”工具条各图标展开后的内容如图 1-6 所示。

5. “三维工具集”工具条

中文增强版中包括大约 50 万个三维标准件和三维工程材料实体, 可以快速地插入到用户当前环境。可以进行弹簧、轴及轴承的计算及零件的有限元计算。

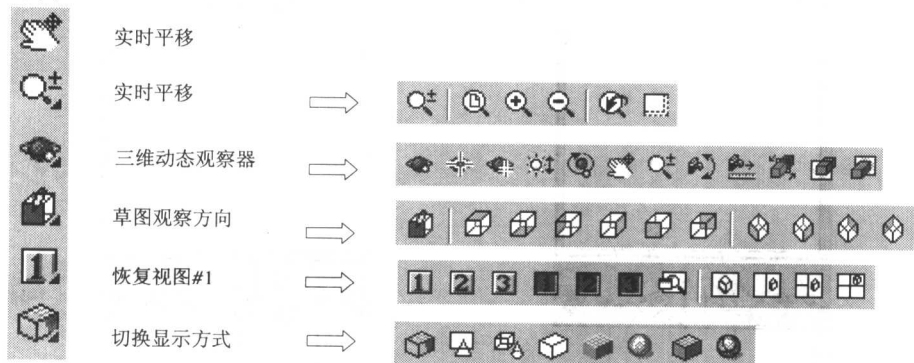


图 1-6 “Desktop 观察”工具条

“三维工具集”工具条 展开后的具体内容如图 1-7 所示。

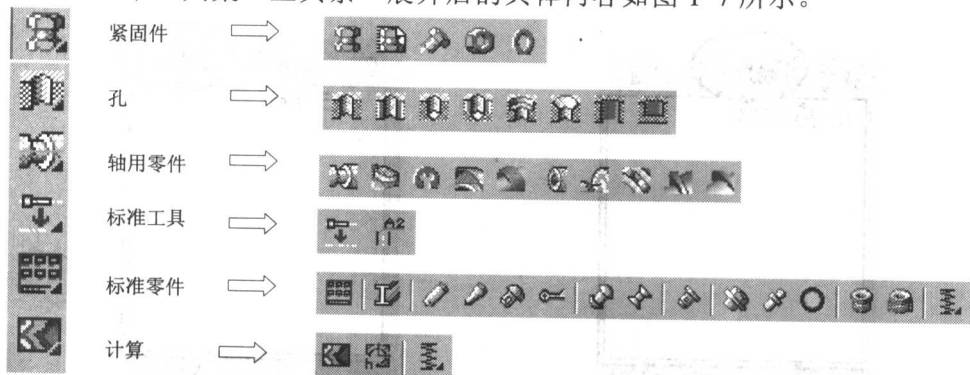


图 1-7 “三维工具集”工具条

6. 浏览器底部工具条

在浏览器的底部有一个或几个图标菜单, 在不同的工作环境和状态下, 图标的数量和内容不同 (见图 1-2、图 1-8)。

各图标菜单的含义:

更新零件: 对零件作过修改后, 必须使用一次, MDT 重新计算有关数据并更新零件模型。

更新部件: 对部件作过修改后, 必须使用一次, MDT 重新计算有关数据并更新装配模型。

零件过滤器: 使用该图标后, 浏览器中仅有零件和特征可见, 装配约束不可见。

部件过滤器: 使用该图标后, 浏览器中仅有装配约束可见, 限制浏览器