

计算机图形图像与多媒体制作教材系列

郭启全 主编

MDT3.0 (中文版) 应用与开发教程

窦忠强 主编

陈豫生 陈 键 编著



内附光盘

北京理工大学出版社

前 言

Mechanical Desktop 简称 MDT。MDT 是融合二维绘图与三维设计并带有装配功能的机械设计平台。MDT3.0 是集 AutoCAD R14 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绘图以及 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, MDT3.0 中文版提供了完整的中文化的用户手册和在线帮助, 内含常用的 GB 制图标准和 GB 符号库, 为在中国普及先进的三维 CAD 技术、提高机械产品的设计能力创造了极好的条件。

本书由几位从事多年 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。完全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些特色的教材, 献给读者。

本书在有关章节后附有习题, 读者学习时必须结合习题尽可能多的上机实践。附录中给出了 MDT3.0 的命令和系统变量, 以备查阅。

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 1、2、3、4、5、6 章); 兵器部计算所陈豫生(第 10、11 章); 北京科技大学陈键(第 7、8、9 章); 天舟软件工程中心(第 12 章)。

本书面向从事 CAD 的应用与开发的设计人员以及高校的本科学生和研究生。

本书配有一张光盘。光盘录有本书的许多例题和作者们精心创建及苦心收集到的一些三维模型。由天舟软件工程中心开发的与 MDT 无缝集成的产品数据管理系统和三维标准件库——SuperSey 3D 的 60 小时免费试用版以及美国 MSC 公司用于虚拟样机设计分析(运动学/动力学分析、有限元分析、数控加工)的 Working Model 系列软件的应用实例和演示也一并录在此光盘中。即光盘中含有下列五部分内容:

MDT3——本教程的大部分例题和习题。

V5DEMO——与 MDT3.0 集成的 3D 标准件库和产品设计管理系统演示。

V5SETUP——与 MDT3.0 集成的 3D 标准件库和产品设计管理系统安装。

WMDEMO——与 MDT3.0 集成的机械运动学、动力学仿真系统——Working Model 演示。

MASTER——集成于 AutoCAD R14 环境下的产品设计管理系统。

本套丛书的总主编郭启全老师为本书的出版倾注了极大的精力和热忱; 天舟软件工程中心的工程师们为本书提供了大量的光盘资料和文字资料, 一并感谢。

主 编 窦忠强

1999 年 10 月 18 日

目 录

第 1 章 MDT3.0 概述	(1)
1.1 MDT 3.0 中文版的功能	(1)
1.2 MDT 3.0 中文版的硬件配置	(2)
1.3 MDT 3.0 中文版的界面	(2)
1.4 MDT 3.0 的工作环境	(6)
1.5 MDT 3.0 的加速键	(6)
第 2 章 创建零件模型的过程	(8)
2.1 创建零件模型的环境	(8)
2.2 创建零件模型的过程	(8)
2.3 创建零件模型的实例	(10)
2.3.1 分析零件的构成	(10)
2.3.2 轴架的实体造型实例	(11)
第 3 章 创建零件造型的基本方法	(28)
3.1 草图平面	(28)
3.2 草图与定义草图	(29)
3.2.1 创建与定义截面轮廓草图	(29)
3.2.2 创建和定义二维扫描路径草图	(30)
3.2.3 定义三维螺旋扫描路径草图	(31)
3.2.4 创建并定义分模线	(34)
3.2.5 创建并定义剖切路径草图	(35)
3.3 约束草图	(35)
3.3.1 几何约束	(36)
3.3.2 尺寸约束	(38)
3.3.3 尺寸的三种显示形式	(40)
3.4 几何约束中的构造线	(40)
3.5 工作平面、工作轴和工作点	(42)
3.5.1 工作平面	(42)
3.5.2 工作轴	(45)
3.5.3 工作点	(45)
第 4 章 零件造型方法	(47)

4.1 草图特征.....	(47)
4.1.1 拉伸特征.....	(47)
4.1.2 放样特征.....	(49)
4.1.3 旋转特征.....	(52)
4.1.4 面分割特征.....	(53)
4.1.5 扫掠特征.....	(55)
4.2 放置特征.....	(56)
4.2.1 打孔特征.....	(57)
4.2.2 拔模斜度面特征.....	(58)
4.2.3 圆角特征.....	(61)
4.2.4 倒角特征.....	(62)
4.2.5 抽壳特征.....	(63)
4.2.6 曲面切割特征.....	(64)
4.2.7 阵列特征.....	(65)
4.2.8 特征复制.....	(66)
4.2.9 特征布尔运算.....	(67)
4.2.10 零件分割.....	(71)
习 题.....	(72)
第 5 章 设计变量.....	(78)
5.1 设计变量类型.....	(78)
5.2 设计变量的应用方式.....	(78)
5.2.1 设计变量的直接方式应用.....	(78)
5.2.2 设计变量的表格应用.....	(80)
第 6 章 零件造型的编辑、查询与设置.....	(84)
6.1 草图编辑.....	(84)
6.2 特征编辑.....	(85)
6.3 驱动尺寸编辑.....	(85)
6.4 更新特征.....	(85)
6.5 删除特征.....	(85)
6.6 特征抑制.....	(86)
6.7 特征重排.....	(90)
6.8 创建新零件.....	(91)
6.9 激活零件.....	(91)
6.10 显示激活零件.....	(92)
6.11 零件镜像.....	(92)
6.12 比例缩放.....	(93)
6.13 退化为基础特征.....	(93)

6.14 零件属性查询.....	(94)
6.15 零件特性查询.....	(94)
6.16 重播.....	(95)
6.17 系统设置.....	(95)
6.18 零件材料库设置.....	(96)
第7章 创建装配造型.....	(97)
7.1 基本概念.....	(98)
7.2 组织零部件.....	(99)
7.2.1 引用内部零部件定义.....	(100)
7.2.2 装入和引用外部参照定义.....	(101)
7.3 添加装配约束.....	(105)
7.3.1 配合.....	(106)
7.3.2 表面平齐.....	(109)
7.3.3 插入.....	(110)
7.3.4 对准角度.....	(111)
7.4 编辑和删除约束.....	(112)
7.5 显示自由度.....	(113)
7.6 装配实例.....	(113)
7.6.1 安装中心块.....	(113)
7.6.2 安装螺钉.....	(114)
7.6.3 安装顶尖.....	(114)
7.6.4 装配联接螺栓、螺母、垫圈和定位销.....	(115)
7.7 管理已装配的零部件.....	(116)
7.7.1 零部件的内、外部化.....	(116)
7.7.2 其它操作.....	(118)
7.8 装配分析.....	(118)
7.8.1 干涉检查.....	(118)
7.8.2 质量特性分析.....	(120)
7.8.3 最小三维距离测量.....	(121)
习 题.....	(122)
第8章 场 景.....	(124)
8.1 场景的创建.....	(124)
8.2 设置分解系数.....	(125)
8.2.1 场景分解.....	(125)
8.2.2 零部件分解.....	(126)
8.2.3 添加和删除零部件位置参数.....	(126)
8.3 轨迹线.....	(129)

8.3.1 添加轨迹线.....	(129)
8.3.2 编辑和删除轨迹线.....	(130)
8.4 场景复制、重命名和锁定.....	(130)
习 题.....	(131)
第9章 创建二维工程图	(133)
9.1 设置绘图环境.....	(133)
9.1.1 Desktop 系统配置.....	(133)
9.1.2 符号标准.....	(134)
9.1.3 标注样式.....	(137)
9.1.4 孔标注样板.....	(139)
9.1.5 创建图形样板文件.....	(142)
9.2 建立工程视图基本操作.....	(143)
9.2.1 启动创建工程视图环境.....	(144)
9.2.2 选择视图类型.....	(145)
9.2.3 选择数据来源.....	(145)
9.2.4 选择剖视图.....	(145)
9.2.5 隐藏线设置.....	(146)
9.3 实例.....	(146)
9.3.1 用三视图和轴测表示一个零件.....	(146)
9.3.2 建立全剖视图.....	(148)
9.3.3 视图中采用半剖.....	(151)
9.3.4 生成全剖的辅助视图.....	(152)
9.3.5 阶梯剖和旋转剖的采用.....	(154)
9.3.6 重合剖面.....	(157)
9.3.7 生成装配视图.....	(158)
9.4 标注和注释.....	(160)
9.4.1 尺寸标注.....	(160)
9.4.2 符号标注.....	(161)
9.4.3 文本的插入和编辑.....	(161)
9.4.4 注释对象.....	(161)
9.5 明细表和序号.....	(162)
9.5.1 创建和编辑明细表数据库.....	(162)
9.5.2 插入明细表.....	(165)
9.5.3 引出序号.....	(165)
9.5.4 编辑引出序号和明细表.....	(165)
9.5.5 定位和编辑零件参照.....	(165)
9.6 转化为 AutoCAD 图形.....	(166)
习 题.....	(166)

第 10 章 曲面造型	(168)
10.1 基本概念和术语	(168)
10.1.1 术语和概念	(168)
10.1.2 曲面操作过程中常出现的提示	(169)
10.1.3 曲线/曲面的连续性	(170)
10.2 曲面的系统配置	(170)
10.3 曲面的类型	(172)
10.4 基本曲面	(175)
10.5 曲线运动生成曲面	(176)
10.6 表皮曲面	(182)
10.7 衍生曲面	(190)
10.8 由曲面生成曲线	(197)
10.9 编辑曲面、曲线	(215)
10.9.1 编辑曲面	(215)
10.9.2 编辑剪切曲面	(225)
10.9.3 编辑附加线	(225)
10.9.4 编辑曲线	(229)
10.10 曲面显示	(240)
10.11 曲面可见性	(244)
10.12 AutoCAD 实体—曲面	(246)
10.13 曲面造型实例	(249)
习 题	(262)
第 11 章 MDT 的应用开发	(264)
11.1 AutoCAD 开发系统简介	(264)
11.2 MCAD API 简介	(266)
11.3 MCAD API 函数	(269)
11.4 如何使用 MCAD API	(272)
11.4.1 了解 API 目录的内容	(272)
11.4.2 安装应用程序	(275)
11.4.3 运行应用程序	(276)
11.4.4 系统变量	(280)
11.4.5 调用 MDT 命令	(281)
11.4.6 开发示例	(281)
第 12 章 MDT 的工程应用	(285)
12.1 概 述	(285)
12.2 以 MDT 为基础的产品数据管理 (PDM)	(285)
12.2.1 产品数据管理的必要性	(286)

12.2.2 MDT 产品数据管理的管理流程	(286)
12.2.3 产品数据的统计输出	(294)
12.3 为 MDT 添加三维可扩充标准件模型库 (3D-LIB)	(297)
12.4 与 MDT 集成的计算机辅助工程分析系统 (CAE)	(302)
12.4.1 与 MDT 无缝集成的运动学/动力学分析软件 Working Model Motion	(303)
12.4.2 与 MDT 无缝集成的有限元分析软件 Working Model FEA	(304)
12.5 与 MDT 集成的数控加工软件 (CAM)	(305)
附录 1 MDT3.0 命令	(306)
附录 2 MDT3.0 系统变量	(312)
参考文献	(314)

第 1 章 MDT3.0 概述

1.1 MDT3.0 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 Windows95 和 Windows NT 环境下的融合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, 1998 年推出它的 3.0 中文版本。

MDT3.0 中文版的功能

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、旋转等方法构造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 的设计变量的功能使得建立标准件库和常用件库的繁杂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的、可以修改的。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。

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。

多样的数据交换格式: IGES、Version5.3、STL、DWG、DXF、IDF、VRML、SAT(ACIS)、

3DS(3D Studio)、WMF、EPS、BMP 等。

支持 Autolisp(R)和 Visual Lisp 编程语言。

MDT 为用户提供了一个 MCAD API (Autodesk Mechanical Application Programming Interface)编程接口,MCAD API 增强和扩展了 AutoCAD 的开发环境;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。应用程序的通讯是通过通常的编译语言接口,如 AutoLISP、ADS、VBA、ARX。它高度集成了 AutoCAD 参数化特征造型、曲面造型和装配造型三大部分。

1.2 MDT3.0 中文版的硬件配置

Windows95 和 Windows NT (R) 4 及以上操作系统环境。

CPU: Pentium 166 MB 以上。

内存: 64 兆 MB, 较大的装配应在 128 兆 MB 或 256 兆 MB 以上。

硬盘: 装载空间 220 兆 MB, 运行空间 60 兆 MB 以上。

显示器: 分辨率 800×600, 最好 1024×768。

1.3 MDT3.0 中文版的界面

进入 MDT3.0 后出现的界面如图 1-1 示。界面包括四个工具条和一个“Desktop”浏览器。

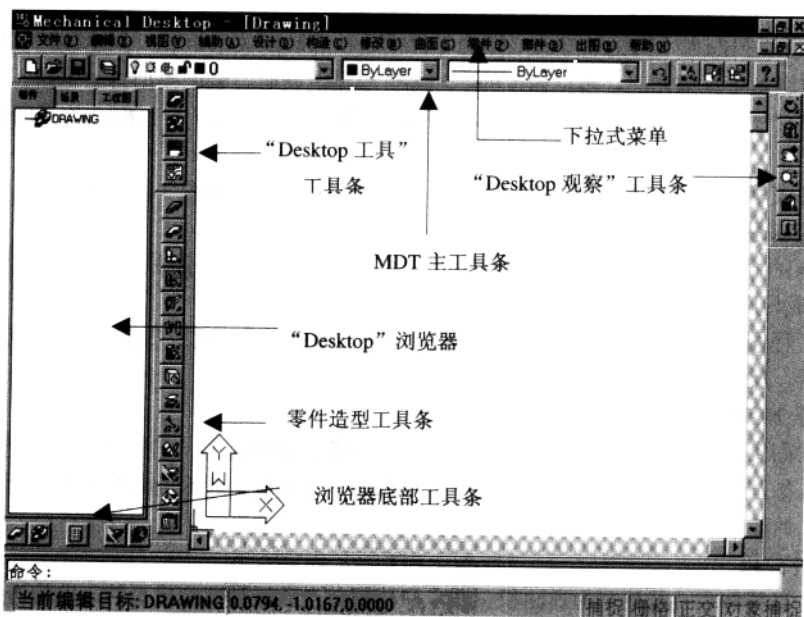


图 1-1

1. 下拉式菜单

MDT3.0 中文版的下拉式菜单是在 AutoCAD R14 的基础上增加了“曲面”、“零件”、“装

配”和“出图”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 R14 有所不同。见图 1-2。



图 1-2

2. Desktop 浏览器

Desktop 浏览器是一个直观的图形界面,浏览器有三个子页:部件、场景和工程图,可以显示和管理文件、装配、场景、工程图的逻辑关系和状态。

在浏览器中的文件名称前的“+”上单击鼠标左键,可显示出该文件所包括的零件名称,如图 1-3(b);在零件名称前的“+”上单击鼠标左键,可将该零件的所有特征及关系列出来,如图 1-3(c);在特征名称上单击鼠标右键则弹出工具菜单,如图 1-3(c)。

在浏览的空白处单击鼠标右键,可以弹出工具菜单(图 1-3(d)),根据需要选择其中某一选项。

3. “Desktop 工具”工具条

当用鼠标单击“Desktop 工具”工具条(图 1-4)的任一项时,浏览器的右边的菜单置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(如图 1-1)。

4. “Desktop 观察”工具条

“Desktop 观察”工具条(图 1-5)用于管理视图和观察视图、控制三维视口和渲染零部件。

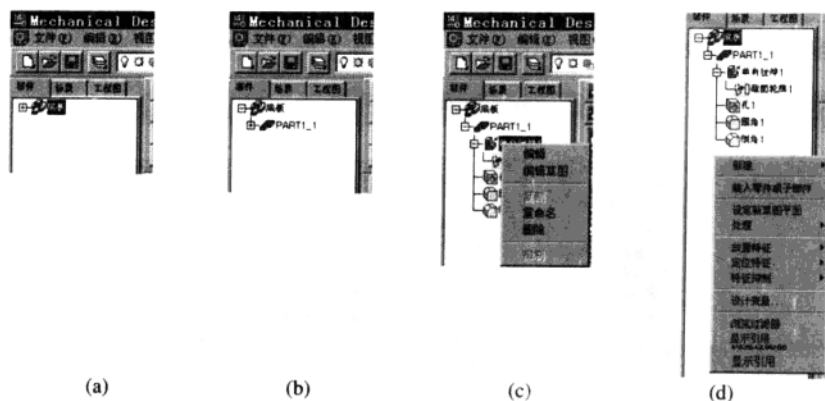


图 1-3

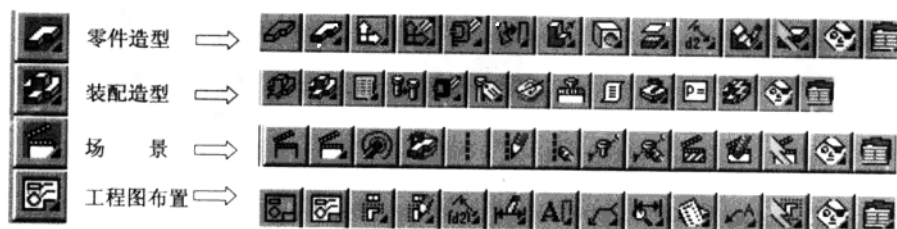


图 1-4

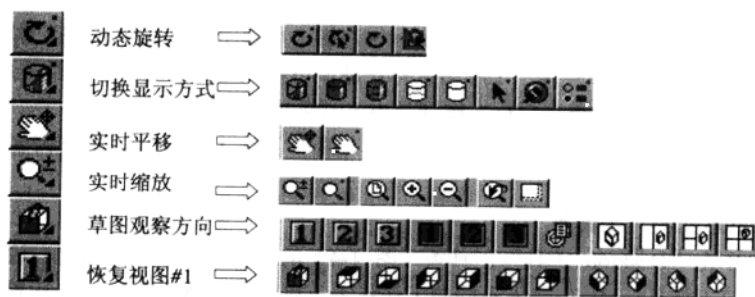


图 1-5

5. 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 1-6、图 1-7)。

各图标菜单的含义：

更新零件：当对零件作过修改后，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：当对部件作过修改后，必须使用一次，MDT 重新计算有关数据并更新装配

模型。

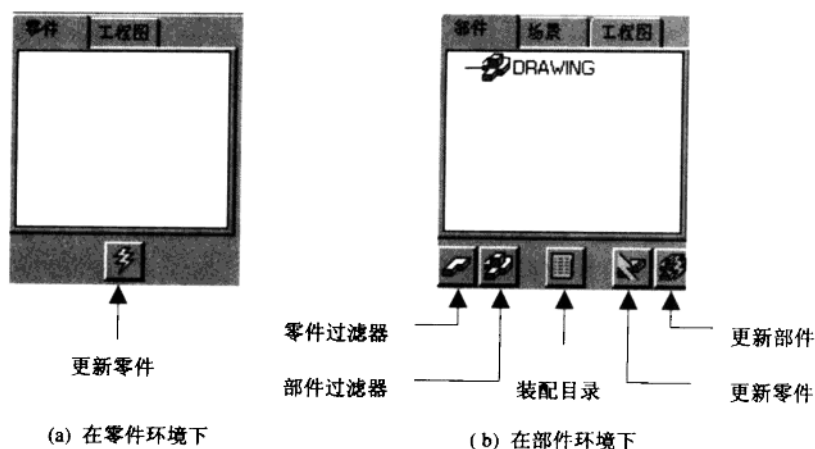


图 1-6

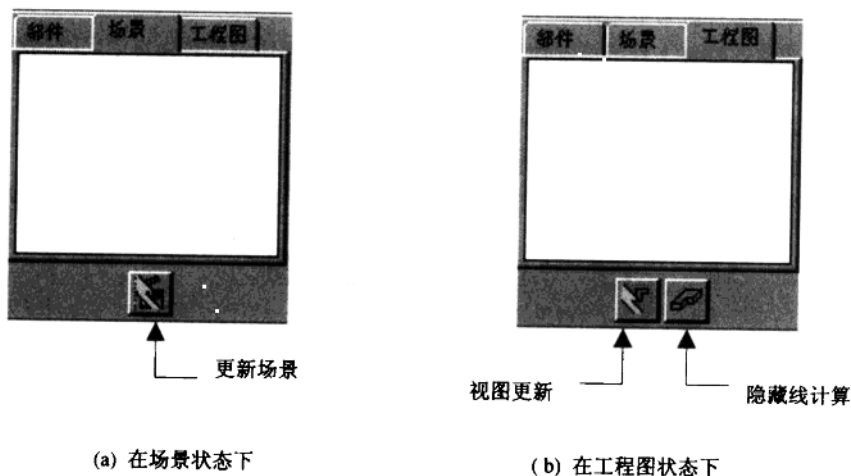


图 1-7

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, 以限制浏览器显示的复杂程度。
装配目录: 维护当前部件模型中正在使用的所有标准零件、内部及外部引用零件的目录。
更新场景: 当场景改变后, 必须使用一次, MDT 重新计算有关数据并更新场景。
视图更新: 当场景改变后, 必须使用一次, MDT 重新计算有关数据并更新视图。
隐藏线计算: 确定改变零件时是否自动计算隐藏线。

1.4 MDT3.0 的工作环境

MDT 有两种工作环境：单一零件环境和部件环境。

1. 零件环境

在下拉式菜单“文件”中选取“新零件文件”，系统即进入零件工作环境，此时浏览器的上方只有“零件”和“工程图”两项。

在零件环境下只能创建一个零件。单一零件环境的优点是：

- (1) 可建立标准件库，为部件文件引用。
- (2) 只需要使用零件造型和工程图的那些命令，使用户界面简化。
- (3) 文件变小，因数据库中不含有关于部件的信息。

2. 部件环境

在下拉式菜单“文件”中选取“新部件文件”，系统即进入部件工作环境，此时浏览器的上方有“部件”、“场景”和“工程图”三项。

在部件环境下可创建多个零件。部件环境主要用于：

- (1) 创建单个零件或多个零件。
- (2) 单个零件、部件文件或子部件文件都可被引用或内部化到部件环境中，以构造更复杂的部件。
- (3) 可以在一个文件中显示用设计变量控制的不同规格的零件。
- (4) 可以创建包含分解系数、位置参数和轨迹线在内的场景。
- (5) 可创建明细表数据库，还可以在部件工程图中放置零件参照、引出序号和明细表。

1.5 MDT3.0 的加速键

加速键是执行一些命令的快捷方式，常用的加速键有：

键	功 能	命 令
a	画圆弧	ARC
c	画圆	CIRCLE
e	删除	ERASE
F	使对象充满屏幕	ZOOM/FIT
g	拉伸界面轮廓	AMEXTRUDE
h	画水平构造线	XLINE
j	画垂直构造线	XLINE
l	画直线	LINE
m	移动对象	MOVE
P	平移模型	PAN
r	重画屏幕	REDRAW
s	画样条曲线	SLINE

续表

键	功 能	命 令
U	取消上一个操作	UNDO
X	缩小	ZOOM
Z	缩放	ZOOM
Aa	更新部件	AMSSEMBLE
Bb	激活部件	AMACTIVATE
Cc	创建装配约束	AMCONSTRAIN
Hh	在零件上打孔	AMHOLE
Ii	在截面轮廓上添加驱动尺寸	AMPARDIM
Jj	在截面轮廓上添加驱草图约束	AMADDCON
Ll	编辑特征	AMEDITFEAT
Oo	更新零件	AMKUPDATE
Pp	定义草图截面轮廓	AMPROFILE
Ss	创建零件草图平面	AMSKPLN
Xx	放大	ZOOM
Zz	实时放缩	ZCOM
1	单视口	
2	两视口	
3	三视口	
4	四视口	
5	俯视图	
55	底视图	
5u	带构造平面的底视图	
6	主视图	
66	后视图	
6u	带构造平面的后视图	
7	右视图	
77	左视图	
7u	带构造平面的左视图	
8	等轴测视图	
88	西南等轴测视图	
9	UCS 草图视图	
0	消隐	
[	向左旋转	
]	向右旋转	
=	向上旋转	
-	向下旋转	

第2章 创建零件模型的过程

2.1 创建零件模型的环境

创建一个新的零件模型，在 MDT 中大致有三种环境。

- (1) 零件环境。由菜单“文件”→“新零件文件”创建。如图 2-1(a)。
- (2) 部件环境。由菜单“文件”→“新部件文件”创建。如图 2-1(b)。
- (3) 在部件环境下，将鼠标移至浏览器空白处，单击右键选取“新建”，在弹出的菜单条中选取“创建新零件”，如图 2-1(c)。

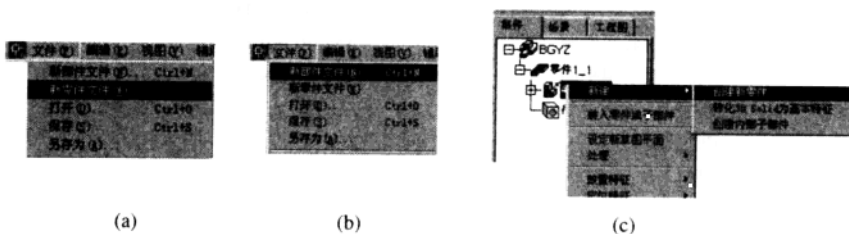


图 2-1

在上述三种环境下创建零件模型的区别：

- ①在零件环境下只能创建一个零件。
- ②在部件环境下可以创建多个零件，可以直接用于装配建模。

2.2 创建零件模型的过程

创建一个参数化的零件模型的过程大致有下面几个步骤，如图 2-2 所示。

在 MDT 中，创建三维零件模型是一个设计的过程，而设计是一个反复的修改过程。因此在上述的几个步骤中，用户可以随时修改已经生成的草图特征、放置特征等。这些修改都是建立在修改尺寸的基础上的。修改尺寸参数时，零件的几何图形的大小以及几何元素的相对位置就会自动变更，这就是“尺寸驱动”。用户建立模型过程中的每一个步骤、每一个细节的所有信息都不知不觉地被 MDT 记录在一个智能的、动态的数据库中，不仅仅记录了模型的信息，更重要的是记录了反映用户设计意图的各种设计关系和设计约束，从而实现了参数化设计，这是 MDT 这一类特征造型系统的最基本的特点。

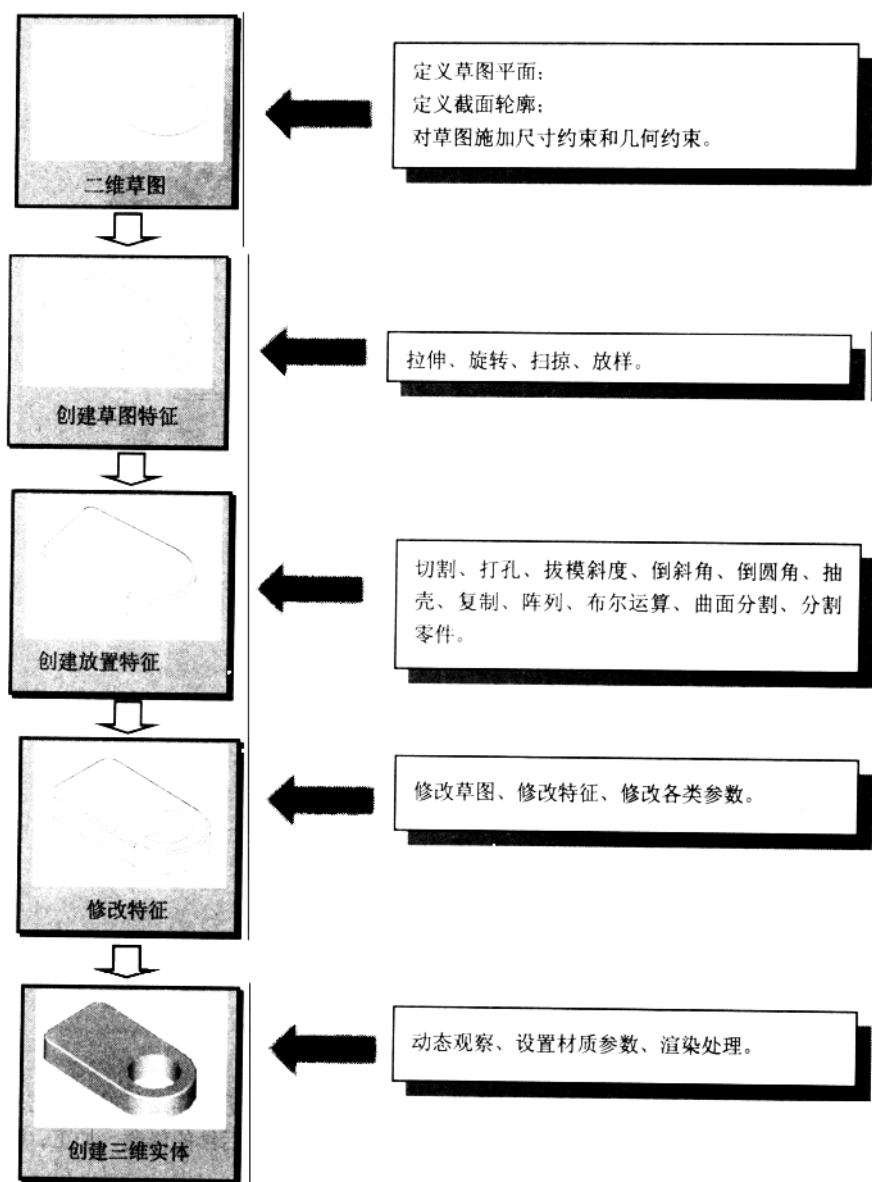


图 2-2