

MDT——三维参数化 特征造型机械 CAD

樊炳辉 李云江 编著

清华大学图书馆
藏书
清华大学出版社

前 言

长期以来,尽管 AutoCAD 软件在机械设计领域拥有极高的装机容量,但它仅仅是作为一种能在微机上运行的、未经专业开发的辅助绘图工具来使用。在过去,真正的产品级机械 CAD 的实现主要是基于其他厂商提供的工作站 CAD 系统。这不仅是由于受硬件条件的限制,同时也因为 AutoCAD 原本就是为二维绘图而设计的。今天,随着微机硬件水平的飞速发展,Autodesk 公司于 1996 年推出了在 Windows 95 和 Windows NT 环境下运行的机械设计专用软件 Autodesk Mechanical Desktop(简称 MDT)。它可以在高档微机平台上完成过去只能在工作站 CAD 系统上进行的设计工作。对于 Autodesk 公司,这无疑是一次重要的飞跃。在机械 CAD 领域,MDT 是 Autodesk 公司创建以来最重要的产品。

简单地讲,Autodesk 公司及增值软件开发商在机械 CAD 领域的发展过程主要经历了两个阶段:第一阶段:提供辅助绘图工具,探索基于微机的三维造型技术。在这一阶段,Autodesk 公司及其增值软件开发商主要向用户提供面向工程图的二维辅助绘图系统,并将一些三维建模技术移植到 AutoCAD 系统中,形成了一些基于零件的三维造型软件。其典型代表就是 AutoCAD 软件。

第二阶段:提供产品级机械设计的微机解决方案。在这一阶段,Autodesk 公司及其增值软件开发商开始将工作站三维 CAD/CAM 系统的主要功能全面移植到 AutoCAD 系统中,开始在微机平台上向用户提供产品级机械设计的解决方案。其典型代表就是 MDT 软件。

MDT 在 PC 平台上首次实现了当今高档 UNIX 工作站 CAD 系统引为自豪的混合建模技术。MDT 不仅包含了世界上最著名、最完整的二维绘图工具集,而且提供了非参数化实体造型和基于特征的参数化实体造型、基于约束的装配造型、NURBS 复杂曲面造型、实体与曲面融合以及 IGES, STEP, VDA-FS 数据交换器等一系列先进的三维设计功能及工具,圆满地将 2D 绘图与 3D 造型技术融于一体,首先解决了以往各类 CAD 系统难以解决的问题,即采用一致的界面和图形数据结构在同一系统环境中同时进行 2D 绘图和 3D 造型,同时还解决了过去纯三维 CAD 系统的一些问题,如难以满足本地专业制图标准、不能直接对本地文字及各种工程技术符号进行标注、不包含可用来随时插入标准零部件多向视图的图形数据库等。实践证明,MDT 具有的非常优异的功能特性,如充分体现实际工程背景、使模型与视图双向随变、变量或尺寸驱动实体模型以及 Windows 界面风格等,使得用户学习和使用 MDT 更为简便和快捷。MDT 还可以依靠 Autodesk 的另一系统级 PDM 管理软件 WorkCenter 实现并行设计。MDT 可以无缝集成由十几家在 CAD/CAE/CAM 专业领域中领先的 MAI(Mechanical Application Initiative)合作伙伴所提供的应用软件模块,如设计优化、有限元分析、机械运动仿真、数控加工、钣金设计以及公差分析等,从而形成了一体化的从设计到制造的全面解决方案。这些系统率先在微机上为实现机械产品的辅助设计、辅助分析、辅助制造、机构模拟、快速成型等提供了基础,使其可以成为微机 CIMS 系

统的核心,实现并行工程。鉴于以上情况,MDT 软件在全球以及中国的应用,必将会给微机机械 CAD 领域带来新的发展。

目前,在中国市场 Autodesk 公司已拥有数十万用户。MDT 采用的 AutoCAD 界面很容易被广大的中国用户所熟悉。它在 PC 平台下提供的强大的机械 CAD 功能、优秀的性能价格比、系统的开放性、对 CIMS 的有力支持等,都为其在中国的推广应用营造了良好的契机。我们教育工作者有责任将这一优秀的 CAD 软件介绍给中国的广大读者,以促进我国科技的发展与进步。可是,至今国内尚无一本正式的关于 MDT 的中文应用教材,这已成为国人认识、了解、学习、应用以及推广 MDT 的一个瓶颈问题。为此,我们根据一年来学习、应用 MDT 的实践经验,结合 MDT 的英文操作手册及其它资料,编写了这本书,以期能为此尽点微薄的力量。

本书要求读者应该具备一定的 AutoCAD 软件的应用基础,因此书中对所有使用的 AutoCAD 的命令都不再多作解释。

为了便于读者熟悉 MDT 的使用方法,本书不是简单地、隔离地介绍各个命令的用途,而是结合一些实例把一个个完整的使用过程演示给大家,使读者能够容易形成对某个设计过程的整体概念。

书中对新出现的某些英文的语意,一般在某个范围内做一次加括号的汉语解释,其后,不再加以标注,除非它在新环境中再次出现。

书中对所有出现的各种命令都用大写方式给出以示区别。在实际输入时可以不分大小写。

在本书所有的章节中,无不交融了两位作者的共同劳动。在作者两人的默契配合与通力合作之下,书稿几经推敲、修改才得以完成。在此,首先要感谢苏学成教授在我们编写本书的过程中给予的高屋建瓴式的指导及大力的支持;感谢荣学文、李金良两位研究生给予的热心帮助;感谢身边各位师生同仁的友情与关心;更要感谢我们的亲人对我们的理解、宽容及默默的付出。

由于时间仓促和我们水平有限,书中难免有不完善之处,我们热切盼望各位读者能够不吝赐教,对本书所存在的问题给予批评、斧正。

作 者

1998 年春

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 MDT 概述	1
1.1.1 MDT 简介	1
1.1.2 MDT 可以完成的工作	6
1.2 安装 MDT	8
1.2.1 安装 AutoCAD Release 13-c4	8
1.2.2 安装 MDT	8
1.2.3 安装选择的注意事项	9
1.2.4 安装中可能遇到的问题	11
1.2.5 取消 MDT 的安装	12
1.2.6 系统的硬件配置	12
1.3 MDT 的操作	12
1.3.1 获取帮助	12
1.3.2 输入命令	12
1.3.3 使用快捷键启动命令	13
1.3.4 中止命令	15
1.3.5 使用已有的图形文件	15
1.4 第三角投影法简介	15
1.4.1 第三角投影法	15
1.4.2 第三角投影法中的三面视图的形成	16
1.4.3 第三角投影法与第一角投影法的比较	17
1.4.4 第三角投影法中的六面视图的配置	17
1.5 MDT 使用的工程标准	18
1.5.1 剖视图	18
1.5.2 局部放大图	18
1.5.3 螺纹画法	19
1.5.4 GDT(形位公差)的区别	20
第 2 章 关键知识	22
2.1 基础知识	22
2.1.1 入门简介	22
2.1.2 模式	23
2.1.3 草图概念	25
2.1.4 草图平面与工作平面	28

2.1.5	约束概念	30
2.1.6	参数化尺寸的标注	34
2.2	零件造型关键知识	37
2.2.1	规划零件	38
2.2.2	创建基本特征	38
2.2.3	创建其它附加特征	39
2.2.4	修改特征	40
2.2.5	绘制工程图纸	40
2.3	AutoSurf 关键知识	41
2.3.1	曲面造型概述	42
2.3.2	AutoSurf 曲面的类型	43
2.3.3	曲面的相关性质	44
2.3.4	增义线与纹状线	46
2.4	装配造型的关键知识	49
2.4.1	装配模型的逻辑结构	49
2.4.2	装配造型基本概念	50
2.4.3	装配造型的过程	51
2.4.4	装配模型的编辑	54
2.4.5	装配造型中使用的空间模式	54
2.4.6	装配模型的爆炸视图	55
2.4.7	装配造型方案	55
第 3 章	零件的三维实体造型	57
3.1	造型准备	57
3.1.1	分析零件	57
3.1.2	造型准备	58
3.2	创建基本特征	58
3.2.1	生成初始草图	59
3.2.2	给截面轮廓图施加约束	59
3.2.3	将截面轮廓图拉伸成特征	61
3.2.4	修改基本特征	62
3.3	创建工作特征与草图平面	63
3.3.1	生成工作轴	63
3.3.2	建立工作平面	64
3.3.3	创建草图平面	66
3.4	添加其它特征	68
3.4.1	创建菱形特征	68
3.4.2	创建柱体	76
3.4.3	创建加强筋	79

3.5	修整完善零件	85
3.5.1	完善鞍状物体和耳朵	85
3.5.2	完善柱体特征	88
3.5.3	调整加强筋	88
第4章	生成零件的二维工程视图	90
4.1	规划和设置视图	90
4.2	生成工程视图	91
4.2.1	生成零件的基本视图	91
4.2.2	创建顶视图和局部放大图	93
4.2.3	生成剖视图和轴测视图	95
4.3	整理图面	98
4.3.1	隐藏不需出现的尺寸标注	99
4.3.2	在图形中移动尺寸标注	101
4.4	完善图面	104
4.4.1	改变尺寸属性	104
4.4.2	创建参考尺寸	105
4.4.3	对孔进行标注	106
4.4.4	创建其它的标注项目	110
4.4.5	修改视图	112
第5章	MDT的曲面造型	116
5.1	曲面构造技术	116
5.1.1	设置曲面变量	116
5.1.2	创建导线曲面	117
5.1.3	表层曲面	121
5.1.4	创建衍生曲面	127
5.2	编辑曲面	132
5.2.1	曲面拼接	132
5.2.2	在相交处修剪曲面	132
5.2.3	利用投影进行修剪	133
5.2.4	曲面的修剪边	134
5.2.5	曲面的封闭型修剪边	135
5.2.6	曲面修剪边的节点	135
5.2.7	关于修剪曲面的说明	135
5.2.8	创建与编辑修剪曲面	136
第6章	使用当前构件进行装配造型	137
6.1	装配造型的早期准备工作	137
6.1.1	由当前零件创建构件	138
6.1.2	构件的引用	140

6.2	施加装配约束	143
6.3	装配分析	149
6.3.1	干涉检查	149
6.3.2	材料特性分析	149
6.4	装配文档	151
6.4.1	生成装配模型的爆炸场景	152
6.4.2	创建各种装配视图	152
6.4.3	添加标注	156
第 7 章	使用外部构件进行装配造型	163
7.1	装配前的准备工作	163
7.1.1	外部构件的定义	164
7.1.2	引用外部构件	165
7.2	施加装配约束	166
7.2.1	设置轴测投影模式	166
7.2.2	构件的装配过程	166
7.3	装配分析	173
7.3.1	干涉检查	173
7.3.2	材料特性分析	174
7.4	创建装配文档	176
7.4.1	创建装配模型的爆炸场景	176
7.4.2	对装配模型爆炸视图中的构件位置进行疏密调整	178
7.4.3	装配迹线的应用	179
7.4.4	创建装配模型的工程视图	180
7.4.5	标注参考尺寸	181
7.4.6	设置材料明细表	183
7.4.7	施加指引线	185
7.4.8	创建装配模型明细表	186
7.5	编辑装配模型	187
7.5.1	打开外部构件	187
7.5.2	在草图平面上工作	187
7.5.3	绘制新草图特征	188
7.5.4	创建截面轮廓图并进行约束	188
7.5.5	拉伸特征	189
7.6	刷新装配模型	190
7.6.1	设置安装位置	190
7.6.2	删除装配约束	191
7.6.3	重新施加装配约束	193
7.6.4	浏览装配树	196
7.7	完成图形	198
参考文献		199

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 MDT 概述	1
1.1.1 MDT 简介	1
1.1.2 MDT 可以完成的工作	6
1.2 安装 MDT	8
1.2.1 安装 AutoCAD Release 13-c4	8
1.2.2 安装 MDT	8
1.2.3 安装选择的注意事项	9
1.2.4 安装中可能遇到的问题	11
1.2.5 取消 MDT 的安装	12
1.2.6 系统的硬件配置	12
1.3 MDT 的操作	12
1.3.1 获取帮助	12
1.3.2 输入命令	12
1.3.3 使用快捷键启动命令	13
1.3.4 中止命令	15
1.3.5 使用已有的图形文件	15
1.4 第三角投影法简介	15
1.4.1 第三角投影法	15
1.4.2 第三角投影法中的三面视图的形成	16
1.4.3 第三角投影法与第一角投影法的比较	17
1.4.4 第三角投影法中的六面视图的配置	17
1.5 MDT 使用的工程标准	18
1.5.1 剖视图	18
1.5.2 局部放大图	18
1.5.3 螺纹画法	19
1.5.4 GDT(形位公差)的区别	20
第 2 章 关键知识	22
2.1 基础知识	22
2.1.1 入门简介	22
2.1.2 模式	23
2.1.3 草图概念	25
2.1.4 草图平面与工作平面	28

2.1.5	约束概念	30
2.1.6	参数化尺寸的标注	34
2.2	零件造型关键知识	37
2.2.1	规划零件	38
2.2.2	创建基本特征	38
2.2.3	创建其它附加特征	39
2.2.4	修改特征	40
2.2.5	绘制工程图纸	40
2.3	AutoSurf 关键知识	41
2.3.1	曲面造型概述	42
2.3.2	AutoSurf 曲面的类型	43
2.3.3	曲面的相关性质	44
2.3.4	增义线与纹状线	46
2.4	装配造型的关键知识	49
2.4.1	装配模型的逻辑结构	49
2.4.2	装配造型基本概念	50
2.4.3	装配造型的过程	51
2.4.4	装配模型的编辑	54
2.4.5	装配造型中使用的空间模式	54
2.4.6	装配模型的爆炸视图	55
2.4.7	装配造型方案	55
第 3 章	零件的三维实体造型	57
3.1	造型准备	57
3.1.1	分析零件	57
3.1.2	造型准备	58
3.2	创建基本特征	58
3.2.1	生成初始草图	59
3.2.2	给截面轮廓图施加约束	59
3.2.3	将截面轮廓图拉伸成特征	61
3.2.4	修改基本特征	62
3.3	创建工作特征与草图平面	63
3.3.1	生成工作轴	63
3.3.2	建立工作平面	64
3.3.3	创建草图平面	66
3.4	添加其它特征	68
3.4.1	创建菱形特征	68
3.4.2	创建柱体	76
3.4.3	创建加强筋	79

3.5	修整完善零件	85
3.5.1	完善鞍状物体和耳朵	85
3.5.2	完善柱体特征	88
3.5.3	调整加强筋	88
第4章	生成零件的二维工程视图	90
4.1	规划和设置视图	90
4.2	生成工程视图	91
4.2.1	生成零件的基本视图	91
4.2.2	创建顶视图和局部放大图	93
4.2.3	生成剖视图和轴测视图	95
4.3	整理图面	98
4.3.1	隐藏不需出现的尺寸标注	99
4.3.2	在图形中移动尺寸标注	101
4.4	完善图面	104
4.4.1	改变尺寸属性	104
4.4.2	创建参考尺寸	105
4.4.3	对孔进行标注	106
4.4.4	创建其它的标注项目	110
4.4.5	修改视图	112
第5章	MDT的曲面造型	116
5.1	曲面构造技术	116
5.1.1	设置曲面变量	116
5.1.2	创建导线曲面	117
5.1.3	表层曲面	121
5.1.4	创建衍生曲面	127
5.2	编辑曲面	132
5.2.1	曲面拼接	132
5.2.2	在相交处修剪曲面	132
5.2.3	利用投影进行修剪	133
5.2.4	曲面的修剪边	134
5.2.5	曲面的封闭型修剪边	135
5.2.6	曲面修剪边的节点	135
5.2.7	关于修剪曲面的说明	135
5.2.8	创建与编辑修剪曲面	136
第6章	使用当前构件进行装配造型	137
6.1	装配造型的早期准备工作	137
6.1.1	由当前零件创建构件	138
6.1.2	构件的引用	140

6.2 施加装配约束	143
6.3 装配分析	149
6.3.1 干涉检查	149
6.3.2 材料特性分析	149
6.4 装配文档	151
6.4.1 生成装配模型的爆炸场景	152
6.4.2 创建各种装配视图	152
6.4.3 添加标注	156
第7章 使用外部构件进行装配造型	163
7.1 装配前的准备工作	163
7.1.1 外部构件的定义	164
7.1.2 引用外部构件	165
7.2 施加装配约束	166
7.2.1 设置轴测投影模式	166
7.2.2 构件的装配过程	166
7.3 装配分析	173
7.3.1 干涉检查	173
7.3.2 材料特性分析	174
7.4 创建装配文档	176
7.4.1 创建装配模型的爆炸场景	176
7.4.2 对装配模型爆炸视图中的构件位置进行疏密调整	178
7.4.3 装配迹线的应用	179
7.4.4 创建装配模型的工程视图	180
7.4.5 标注参考尺寸	181
7.4.6 设置材料明细表	183
7.4.7 施加指引线	185
7.4.8 创建装配模型明细表	186
7.5 编辑装配模型	187
7.5.1 打开外部构件	187
7.5.2 在草图平面上工作	187
7.5.3 绘制新草图特征	188
7.5.4 创建截面轮廓图并进行约束	188
7.5.5 拉伸特征	189
7.6 刷新装配模型	190
7.6.1 设置安装位置	190
7.6.2 删除装配约束	191
7.6.3 重新施加装配约束	193
7.6.4 浏览装配树	196
7.7 完成图形	198
参考文献	199

第 1 章 绪 论

1.1 MDT 概述

MDT 软件集零件造型、曲面造型、装配造型和自动绘图等于一体,是一种面向现代化机械工程设计的先进的微机 CAD 软件。

对于使用过 AutoCAD 的设计者来讲,熟悉 MDT 的界面和工作环境是很容易的事情。它可以将设计者由手工绘制平面工程图的过程变为通过三维参数化实体造型进行产品设计的过程。MDT 允许设计者根据需要随时对各种造型进行更改,并能自动将其相关联的内容全部刷新。

对于不熟悉 AutoCAD 的设计者,MDT 将会改变设计者的工作方式,使其很快认识到在整个产品开发过程中用 MDT 进行设计和修改的益处。

1.1.1 MDT 简介

MDT 是一个机械三维设计工具集成软件包。它主要包括 AutoCAD Designer, AutoSurf, AIT, Autodesk WorkCenter 和 AutoVision 等。其中,主要的 CAD 功能核心是 AutoCAD Designer 模块和 AutoSurf 模块。它可以帮助设计者把要设计的机械产品首先实现概念化,然后再对其进行造型设计,最后生成产品文档。MDT 的每一种工具都提供了一种特定的设计功能,如实体造型、曲面造型或装配造型等。MDT 集这些功能于一体,提供给设计者一个强有力的机械设计综合工具。

如今,高级的机械产品要求设计者要尽量减少设计的复杂性,同时市场也要求生产者加快产品的制造时间。综合使用 MDT 的各种工具完全可以满足一个复杂设计问题的特定要求。设计者可以自如地运用各种工具表现自己的设计意图。这种特性使 MDT 与那些迫使设计者要遵循非常固定的设计变量表的软件包相区别,使 MDT 成为一种真正是为设计者服务的设计工具。

MDT 提供了强有力的参数化设计方法。参数化设计方法允许设计者以零件的尺寸、几何形状和相互位置等关系来进行产品造型设计。MDT 能识别这方面的关联信息,并对造型的任何修改在整个设计中可以方便、快捷地反映出来。

MDT 的另一个优点是,它运行在大众化的 AutoCAD 环境下,因此对熟悉 AutoCAD 的设计者来说,这显然会减少学习的困难。

下面,对 MDT 所提供的主要设计功能做简要介绍。对它们,既可以单独使用也可以联合使用,以满足各种设计和生成文档的需要。

1. AutoCAD Designer 模块的零件造型功能

常见的机械零件的结构大多是由很多棱柱形物体组合而成的。对这一类零件的设计工作完全可以通过已经集成好的 AutoCAD Designer 的零件造型和部件造型功能很方便地

实现。AutoCAD Designer 包括 Part 和 Assemblies 两个子功能模块,是一个具有零件和装配双重造型功能的三维参数化实体造型工具。设计者可以用 AutoCAD Designer 完成对各种零件的造型,然后再把它们组合成复杂的部件或装配模型。在此,首先介绍 AutoCAD Designer 的 Part 子模块的零件造型功能。

使用 AutoCAD Designer 的 Part 子模块,设计者通过绘制零件各部分形状的草图,定义它们的尺寸、位置和内在的相互关系等步骤来进行零件设计。对绘制的零件的这些形状又可称其为“特征”。利用种种“特征”就可以像堆积木那样来构造零件的各种复杂形状。

因为 AutoCAD Designer 对零件的这些“特征”设计都是采用参数化设计方法,所以,如果改变其中一个“特征”的形状或位置结构,AutoCAD Designer 能够自动地改变零件中所有与其相关的各种“特征”以便反映这个变化及其带来的影响。

作为 MDT 中一个相对独立的工具,AutoCAD Designer 可以设计各种棱柱类零件,这类零件在各种设计中通常要占很大的比例。

MDT 为了满足各种类型物体造型的需要,还允许组合使用 AutoCAD Designer 和 AutoSurf 的造型功能以实现对零件进行各种形状的造型设计。例如,可以用由 AutoSurf 构造的曲面来切割由 AutoCAD Designer 生成的实体以创建满足设计要求的复合形状的结构等。

2. AutoSurf 模块的曲面造型功能

在设计冲压、模锻、铸造类产品或铸锻模具时,软件的曲面造型功能是非常重要的。AutoSurf 是一个能够为组合型物体创建复杂模型的三维曲面造型工具。用它可以设计各种用自由曲面来表达的轮廓或雕塑曲面,如在汽车上经常可以看到的各种内部的或外部的曲面形状。

作为 MDT 中一个相对独立的工具,AutoSurf 既能满足常规的曲面造型需要,也可以根据原始数据或已数字化的物理模型(如泥塑模型)的截面进行线框式曲面造型。AutoSurf 模块还能通过为数控设备和刀具路径提供数据的方式实现 CAM 过程。

作为 MDT 的一个组成部分,AutoSurf 还可以通过修改别的 MDT 工具(如 AutoCAD Designer)创建的实体来进行曲面造型。AutoSurf 允许设计者借用原有的一些模型元素来组建新的复合形状的机械零件曲面模型。

AutoSurf 构造的曲面模型基于非均匀有理 B 样条(NURBS)曲线。AutoSurf 通过控制 NURBS 曲线的线框式模型来构成不同类型的曲面。

3. AutoCAD Designer 模块的装配造型功能

在创建好零件模型后,利用 AutoCAD Designer 的 Assemblies 子模块可以把各个零件模型组装起来,来生成各种小型的部件模型或大型的装配模型。AutoCAD Designer 使用与零件造型中相类似的装配造型变量表来进行装配造型的识别,只是在进行装配造型时组织的是“构件”之间的相互关系,而不是零件造型时采用的所谓“特征”之间的关系。在装配模型中,“构件”既可以是单个的零件,也可以是装配成一个部件的一组零件的集合。AutoCAD Designer 可以根据各个“构件”的配合与联系关系,把诸多的“构件”按照一种逻辑关系组装在一起形成一个装配模型。

像零件造型一样,AutoCAD Designer 能对这些“构件”的配合与联系关系进行参数化识别,而且每当一个“构件”发生任何改变时,它都能够迅速识别并刷新整个装配模型。

4. 设计文档

通常,工程图纸与各种文档资料就是真正的设计文件,因为人们根据它们就可以指导机械设备进行产品的加工制造。由于 MDT 的各种工具都包含在大众化的 AutoCAD 环境之中,所以 MDT 可以方便地获得 AutoCAD 全部的绘图功能。但 MDT 生成设计文档的功能却是自带的。

AutoCAD Designer 和 AutoSurf 为生成工程图纸提供了强有力的支持,能为设计者完成各种工程图纸的创建工作。这些工具根据零件造型或装配造型,能够自动创建传统的二维正交图、轴测图、辅助图、截面视图及零部件的各种局部视图等等。

AutoCAD Designer 和 AutoSurf 可以根据实体模型的实际尺寸自动生成带尺寸标注的工程图纸,也可以在工程图纸上添加新的注释或增加其它必要的尺寸。因为各个视图都是根据实体模型自动生成的,所以,当设计者对某个模型进行修改时,MDT 能够自动刷新所有的有关视图。MDT 提供的这些绘图功能可以为设计者节省大量的绘图时间,而将精力集中放在统一、完善必要的文档资料上,以更好地支持生产制造过程。

5. 图形转换

设计过程是一个长期复杂的过程。设计者可以使用许多 CAD 销售商出售的各种设计工具来帮助完成这一过程。使用 MDT 进行工作的设计人员可能还想使用别的 CAD 工具来辅助 MDT 的工作,为此,在 MDT 内部带有一个 IGES(initial graphic exchange specification)文件转换器,即 AutoCAD IGES Translator,简称 AIT。IGES 作为可以在很多 CAD 系统之间进行数据交换的标准,得到大多数 CAD 销售商的支持。在 MDT 中使用的 AIT 遵循最新版本的 IGES 和相关标准。

AIT 除了可以创建和维持一个柔性的 CAD 工具环境外,它还支持和保护过去用别的 CAD 系统开发的产品图形的数据。AIT 支持下列各种类型的设计对象:

- (1) 各种二维和三维线框式几何图形;
- (2) 规则曲面、参数化曲面和非均匀有理 B 样条(NURBS)曲面;
- (3) 用 AutoCAD Designer 和 AutoCAD 系统创建的各种实体,以及用 IGES 文件表示边界的实体。

由于参数化实体造型方法对 CAD 系统来讲是相对较新的功能,而设计者过去设计的大多数图形文件都是以非参数化的二维和三维实体形式保存下来的。为了解决这个问题,在 MDT 中可以通过 IGES 转换器(即 AIT),把过去所做的设计工作转换到 MDT 中加以保存,并可以进一步对其进行参数化处理。例如,把 AIT 和 AutoSurf 结合使用,可以对在 AutoSurf 中创建的曲面进行再处理,然后将其与参数化的实体模型组合起来。这时,在 AutoCAD Designer 中就可以获得一个取代旧设计的新的参数化实体,而且它将保留着在 AutoSurf 中最初创建或修改过的复杂的曲面形状。

6. Autodesk 的相关设计工具

把 MDT 与 Autodesk 公司和它诸多的 MAI(mechanical application initiative)合作伙伴的工具结合起来使用可以极大地扩展它的设计功能。MDT 在这些工具的辅助下可以创建一个能够满足设计人员特殊需要的 CAD 环境。

除了 MDT 以外,Autodesk 公司还提供了其它一些可以帮助设计人员进行工程管理、

提高工作效率和增强设计质量的工具。其中有:

(1) 文档管理工具 Autodesk WorkCenter

在产品的设计过程中,设计人员需要随时随地地创建并保存各种文档和图形资料。一个好的文档管理系统可以使设计者非常方便、安全地完成这些工作。与 MDT 融为一体的 Autodesk WorkCenter(以下简称 WorkCenter)是一个可以对技术文档进行分类管理的文档管理系统。它可以完成对 CAD 图形文件、各种规范、数据列表、数据库等的分类管理,使识别、定位、检索、修改、共享和安全储存等操作更加方便,同时它还具备对工作流程的自动处理功能。

WorkCenter 与 MDT 的装配造型功能紧密集成在一起。MDT 的 AutoCAD Designer 模块除了可以完成零件造型与装配造型等设计任务外,还可作为检测工具来监视和管理各种设计模型。如利用它的装配造型功能,可以把设计好的装配模型很方便地分解为各种部件模型和零件模型。这些构件模型不仅可以在本设计中重复使用,而且还可以通过外部引用绘图文件的方式在不同的设计模型中重复使用。所有这些都是通过 WorkCenter 在 MDT 内部自动进行管理的;再者,当设计者需要对设计文档内容做出修改时,WorkCenter 可以自动实现相关的变化来帮助设计者进行这方面的管理。

(2) 机械数据库

Autodesk 的机械数据库可以为机械设计和制造提供期刊式的智能数据服务。它以 CD-ROM 光盘的方式定期为设计者提供不断更新的、并能进行迅速检索的各种机械数据库。

Autodesk 的机械数据库将各种必要的机械信息集中放在一起,完全可以淘汰各种散乱的目录和手册。这种机械数据库每半年更新一次,以保持最新的机械信息。在 Autodesk 的机械数据库中,提供了帮助设计人员迅速、方便地查找所需数据的智能接口。

Autodesk 公司提供的可与 MDT 配套使用的机械数据库有以下两种:

· 零件数据库 PartSpec

在设计过程中,设计者大都经历过这样一些乏味的中断,如翻阅各种技术手册和产品目录,重新设计一个曾经使用过的通用零件等。为了很好地解决这个问题,Autodesk 公司提供的零件数据库 PartSpec 收集了二十多万个基本零件和 2 亿多个标准联结件。对它们都可以通过简单的“拾取和安放”操作迅速地直接插入到设计文档中,而且它们在插入后仍会保持各自的属性信息,从而可使设计者把更多的精力放在真正的设计上。

PartSpec 收集的零件图形文件主要来自以下零件生产厂家: Adept Technology, Boston Gear, Jergens, Parker-Hannifin 和 Timken 等。

· 材料数据库 MaterialSpec

通常,设计中选择材料的工作也会使设计、分析工作放慢速度。MaterialSpec 是一个强有力的、可交叉参考的工程材料数据库。它储存有大量的各种工程材料数据,包括塑料、陶瓷、金属和复合材料等。它全面提供了世界上 300 多家生产商的 25 000 种材料信息,可使设计人员迅速地查寻到合适的工程材料并运用到设计中去。

使用 MaterialSpec 非常方便、简捷。每条记录都包含有该材料的有关材料特性、所属类目、适用范围等方面的完整信息。当设计者确定对材料的基本需要后,就可以在材料数

数据库中方便、简捷地查找到满足要求的材料。

(3) 设计渲染工具 AutoVision

AutoVision 是一个可渲染 MDT 中创建的三维造型的演示工具。使用 AutoVision 能逼真地展示设计人员的设计概念,有助于直观预视设计者所设计的产品。

过去,要实现对设计内容的人工渲染只能运用水彩、蜡笔、油墨等材料及喷涂设备对设计对象进行着色处理,以表现最终的外观效果。而 AutoVision 则综合运用几何形状、灯光效果和设计对象完整的表面信息,可以把产品渲染得非常逼真。AutoVision 的渲染设置方式有缺省设置和高级设置两种,以满足设计者不同的需要。

(4) 动画制作工具 3D Studio

3D Studio(简称 3DS)是一个具有扩展的渲染功能和动画制作能力的三维造型和动画制作工具。运用 3DS 的渲染功能,能够按照多种工业标准格式提供高分辨率、真实感强的演示、印刷和其它用途的高质量的图象。

运用 3DS 的动画功能,可以对所设计的机械产品进行运动仿真。通过仿真可以预演所设计产品的工作过程及其机器的外形。使用 3DS 可以对演示对象进行移动、比例缩放、旋转、改变物体的形状和材料等精确控制;还可以模仿布光、摄影机、聚光灯和照相对焦等手段来产生电影效果。

7. Autodesk MAI 合作伙伴提供的机械工具

虽然构思过程和设计文档的实现过程在一个产品的设计周期中占有很大的份额,但它又不是全部的过程。对设计内容进行某些技术分析和工艺分析同样是设计中重要和复杂的步骤,而所有这些都可以得到 CAD 工具的帮助。为此,Autodesk 公司同开发机械分析工具和加工制造工具的诸多第三方销售商建立起一种合作伙伴关系,这种合作伙伴关系被称为 Mechanical Application Initiative(简称 MAI)。

MAI 合作把 MDT 同一些用于 CAD 特殊分析领域的开发工具,如造型分析、有限元分析、公差分析、运动学分析等集成起来。

另外,MAI 合作还使 MDT 与许多可以实现刀具路径控制和数控设备控制的工具结合起来。这类设备包括冲床、车床、铣床和磨床等。这些工具允许以自由格式曲面或实体模型等方式控制刀具路径和加工过程。

最后,MAI 合作也支持那些以高效率工具对 MDT 进行专业开发或功能扩充的销售商。允许它们在特殊符号库、参数化结构特征、装配造型扩展、材料明细表、SQL(structure query language)连接及其它方面对 MDT 的功能给以增强。

MAI 合作使 MDT 和其它 MAI 伙伴的工具实现高度集成。MAI 伙伴的各种工具之间具有通用的用户接口,它使 MAI 伙伴的各种工具非常易于被用户连接与熟悉。这个集成还包括对各种数据库的集成。在 MDT 和 MAI 伙伴的各种工具之间可以实现参数化设计数据的双向通信联系。这些数据都能被 MDT 或 MAI 的其它工具直接识别和编辑。因为在这些工具之间完全不需要进行麻烦的数据转换,所以使用这些工具能迅速、精确地完成对设计数据的各种处理。

1.1.2 MDT 可以完成的工作

MDT 和它的辅助设计工具完美的应用组合可以贯穿于整个设计过程中。对这些工具的应用组合尽管有多种选择方式,但在常见的机械设计过程中,不同的设计工具在何时、何处可以起到什么作用,在此给出以下提示。

1. 方案论证阶段

产品设计往往从整体方案的初步论证开始。整体方案的确定往往要经过方案讨论、了解技术要求和绘制草图等反复过程。

进行这类工作,通常要涉及到文字处理工具、图表、图册等来生成必要的产品信息。此时,可以用 MDT 的各类工具来完成,如使用 AutoCAD Designer 来创建原始模型,并可以结合使用 AutoCAD 来生成零件图或装配图;使用 AutoVision 或 3D Studio,可以对草拟的零件进行渲染效果演示。

因为从本阶段起就已经开始了文档处理,WorkCenter 在组织与管理这些信息方面可以发挥重要的作用。

2. 概念化设计阶段

当设计一个新产品时,如果在开始具体设计之前能将该产品形象化,会有助于该产品的设计,并可预先了解某些潜在的问题。在传统的设计过程中,通常需要先创建新产品的物理模型,而创建这个物理模型往往要花费大量的财力与时间,其中必然要有许多的反复过程。为了避免这个问题,可以结合使用 AutoCAD Designer 和 AutoVision 或单独使用 3D Studio 来创建一个形象逼真的新产品模型并对其加以色彩渲染。如需要的话,还可以对它进行反复修改,直至满意为止。用这种方法建模快,费用低,可以生成一个与标准样机完全相似的替代模型。

因为使用 AutoCAD Designer 可以对一个模型进行快捷、反复的修改,所以这样就能对设计思想不断地加以校正。它能激发人们“如果……,会怎么样”的创造性思维,极大地缩短整个开发周期。

用经过渲染的产品模型来表明新产品的设计概念是非常有效的。它既能清晰地说明产品的外观形象,又能逼真地显示该产品是如何工作的。

在对产品进行形象化处理以后,就可以对设计内容、外购件需求和主要构件等进行初步规划。然后用 AutoCAD Designer 的装配造型功能建立新产品的装配体系结构。该装配体系结构应该包括新产品中所有的构件、部件及各部件的子构件等。

在这个阶段,还可以使用像 PartSpec 和 IGES 等这一类的其它工具。PartSpec 可以提供有关零件数据库的各种零件模型的信息,以增强与加速新产品的设计与开发;IGES 则为前期所做的设计工作与目前及以后的设计工作的连接提供了一种可转换接口,实现了在不同时期 CAD 工作内容的标准式转换,起到一种桥梁的作用。

3. 设计阶段

无论是采用分析的方法还是凭直观经验,通常在设计阶段必然要参考在概念设计阶段获得的各种信息。这些信息一般包括各种草图、关联的几何形状与位置的约束定义等。

在设计阶段使用 MDT 中的 AutoCAD Designer 和 AutoSurf,能完美地体现设计者的设计