

机械 CAD 培训中心使用系列教材

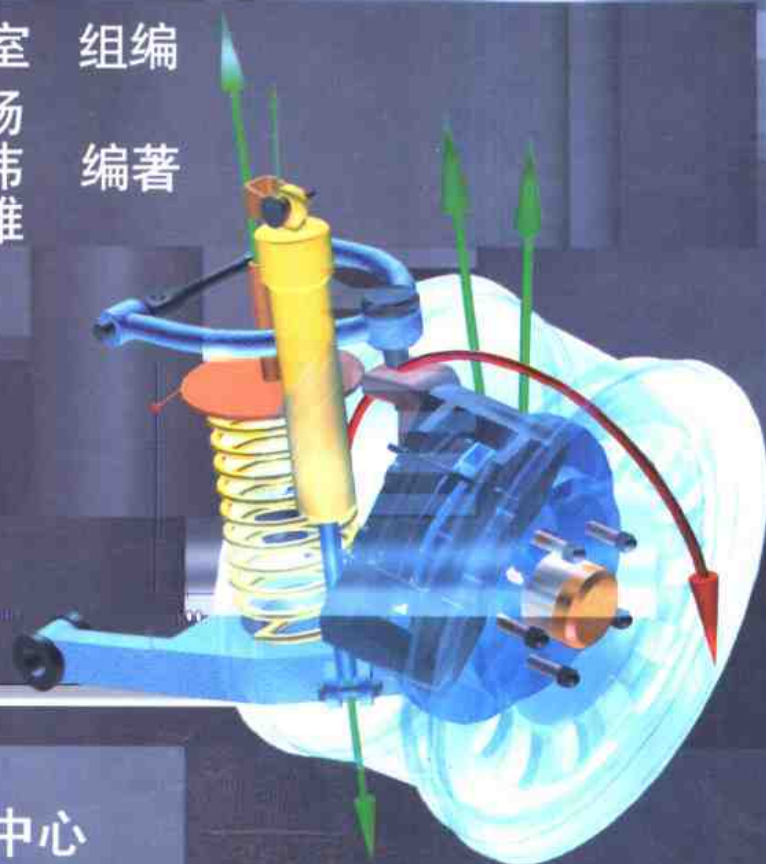
MDT R3.0

三维机械设计软件

中文版
应用教程

CAD 创作室 组编
董仁扬
冯伟 编著
陈伯雄

18208
19116
23113
18977
10842
4706
1426



中国科协声像中心

机械 CAD 培训中心使用系列教材

MDT R3.0 中文版应用教程

——三维机械设计软件

CAD 创作室组编

董仁扬

冯 伟 编著

陈伯雄

中国科协声像中心

内 容 提 要

本书着重介绍三维机械设计软件——MDT R 3.0 中文版本的基本功能和命令,各种功能的使用方法和范围以及在工程设计应用中的方法、使用技巧和范例,体现 MDT 系统集成的性能和效果。

本书作者为 AutoCAD 授权培训中心的资深教师,力图倾尽在长期培训和应用中的经验,帮助使用者将 MDT R 3.0 变为得心应手的设计工具。

本书面对机械、建筑工程作业的计算机辅助设计人员,并有助于对 AutocAD 较熟悉的工程师提高设计技巧和工作效率。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容
版权所有,翻版必究

丛书名:机械 CAD 培训中心使用系列教材

书 名:MDT R 3.0 中文版应用教程——三维机械设计软件

组 编:CAD 创作室

编著者:董仁扬 冯伟 陈伯雄

出版发行:中国科协声像中心

北京市海淀区学院南路 86 号 邮编 100081 联系电话:(010)62178877-3725

开本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数 352 千字 附光盘 1 张

出版:1999 年 3 月第 1 版, 1999 年 3 月第 1 次印刷

定价:60.00 元

致 辞

(代序)

对于中国绝大部分二维机械 CAD 用户来说, CAD 软件技术的发源地就是 AutoCAD, 由此可见 Autodesk 公司的 AutoCAD 软件在中国机械行业 CAD 应用与普及中的巨大影响。Autodesk 公司是目前全球第四大 PC 软件公司, 也是致力于全球 CAD 主流市场的最大 PC 软件公司。

AutoCAD 是各行各业都在使用的二维 CAD 通用平台软件, 但随着机械 CAD 用户需求的深化和机械产品设计及其制造工程的特点, 机械设计工程师需要一种能够融合二维绘图和三维造型于一体的设计系统。Autodesk 于 1996 年 3 月率先向市场推出了这种基于 PC 平台的多功能设计系统 MDT (*Mechanical Desktop*)。MDT 使二维绘图功能和三维造型功能“无缝”融合于同一套具有相同数据库结构和相同交互界面的软件系统, 这就意味着那些熟悉 AutoCAD 软件使用的机械设计工程师可以比较容易地通过 MDT 软件过渡到三维造型设计, 以便提高产品设计质量和产品投产前的可视化程度。MDT 使三维造型与二维工程视图的双向设计变化能自动传递, 并为下游的工程分析及数控加工提供高质量的和完整的三维实体数据, 而 MDT 图形数据可以同 AutoCAD 图形数据完全兼容。尤其是 MDT 能够完好地继承并兼容用户过去利用 AutoCAD 建设积累的全部资源, 从而能够显著节省用户投资和缩短学用三维造型软件的周期。

MDT 问世后不久, 某些专业新闻媒体介绍了关于实体造型软件市场已出现“中档解决方案市场”的说法, 当时的“中档”意味着该类软件本身的早期功能限制。至今 2 年过去了, 用户感到这种市场分类对他们的实际设计工作并无实质性的意义。对于设计通常的类似模具和电话机等量大面广的机电产品而言, 所谓的“高档解决方案”和“中档解决方案”的区别究竟是什么? 关键问题是要以富有竞争力的方式提供那些足以使用户在给定期限内完成其具体设计任务的功能。MDT 的基本策略就是要以低于竞争产品几倍的价格提供其 120% 的功能, 这有可能吗?

在 DOS 年代的 Autodesk, 确实对此无能为力, 因为 DOS 系统与 VMS 和 UNIX 系统相比有天壤之别, 但今天, PC 系统正迅速地改变着上述基础格局。最近数年来, 同业厂商已基于 WINDOWS/NT 系统平台而致力于发展跨世纪的三维实体造型软件; 仅 1998 年 MICROSOFT 为此平台的开发便投资了 10 亿美金; 而 INTEL 的新型芯片 MERCED 的计算能力将会超过 1GHZ。所以, 今天的三维实体造型软件的真实区别, 或彼此间的竞争天地是在同一操作系统平台上比斗各自软件功能的丰富性、运行性能以及易学易用性和软件产品本身的功能价格比, 而这些方面正 MDT 更容易获得优势的地方。专业新闻媒体最近纠正了其 2 年前的市场分类概念, 由“中档解决方案市场”改为“中档价位市场”。

至今不足 3 年, MDT 全球销量已超过 10 万套, 而其最具竞争力的对手, 却经过了 10 多年的时间才达到这一销售记录。MDT 在短期内能获如此成功, 其独具的产品技术优势就在于“普及性和先进性的统一”, 明显地有助于用户缩短其产品设计周期。1998 年 10 月, Au-

Autodesk 又向中国用户提供了 MDT R 3.0 中文版,该版本比较以前版本增加了 117 项新功能,消除了中国用户掌握世界先进 CAD 技术的语言障碍,使其学习和应用三维造型软件更为容易和便捷。MDT R 3.0 中文版提供了完整的中文化用户手册和在线帮助,内含常用的 GB 制图标准规范和 GB 符号库。MDT R 3.0 中文版对于中国机械企业普及和提高机械产品三维设计能力,尤其对于顺利提升其中大批 AutoCAD 用户的三维设计能力和设计水平,具有显而易见的重大意义。

我们感谢本书的组织出版单位——CAD 创作室所具有的远见和胆识。我们感谢几位多年来在 AutoCAD 和 MDT 应用教学第一线耕耘不止的本书作者,以及为本书得以问世而积极奉献的 Autodesk 中国区 ATC 服务中心等各界合作伙伴。愿本书能为读者、为 MDT 用户、为我们大家带来满足和价值。

Autodesk China

目 录

第一章 引 论	(1)
§ 1.1 三维设计是必然趋势	(1)
§ 1.2 MDT 概述	(6)
§ 1.3 MDT 的图形文件及图形的继承	(8)
§ 1.4 MDT 的用户界面	(9)
§ 1.5 MDT 2.0 的图形观察工具	(15)
§ 1.6 CAD/CAE/CAM 集成	(17)
第二章 基于特征的三维参数化实体造型	(18)
§ 2.1 实体造型的过程概述	(18)
§ 2.2 草 图	(21)
§ 2.3 约 束	(27)
§ 2.4 特 征	(35)
§ 2.5 设计变量	(57)
§ 2.6 零 件	(62)
§ 2.7 实体造型与 AutoCAD	(70)
第三章 NURBS 曲面造型	(74)
§ 3.1 曲面及其显示	(75)
§ 3.2 表面上的曲线	(84)
§ 3.3 曲线的编辑	(90)
§ 3.4 曲面的造型方法	(92)
§ 3.5 曲面的编辑	(104)
§ 3.6 其它命令	(107)
第四章 带约束的装配	(111)
§ 4.1 装配概述	(112)
§ 4.2 零/部件管理	(114)
§ 4.3 Desktop 浏览器——逻辑树	(121)
§ 4.4 装 配	(126)
§ 4.5 场 景	(133)
§ 4.6 在装配模型中生成和编辑零件部件	(136)
第五章 二维视图	(138)
§ 5.1 建立用户环境图	(138)
§ 5.2 生成二维视图	(146)
§ 5.3 尺寸的标注与编辑	(151)
§ 5.4 符号标注	(157)

§ 5.5 将 MDT 的二维视图转换为 AutoCAD 的二维视图	(163)
第六章 应用技巧与范例	(168)
§ 6.1 什么是零件 怎样创建零件	(168)
§ 6.2 怎样重播零件造型的生成过程	(169)
§ 6.3 怎样求零件、部件的质量属性	(170)
§ 6.4 零件属性定义及应用	(171)
§ 6.5 如何扩充 MDT 的材料库	(174)
§ 6.6 怎样减少 MDT 图形文件的体积	(175)
§ 6.7 怎样区分内部零部件和外部零部件 怎样确定当前激活的零部件	(175)
§ 6.8 怎样定义工作面 为什么要定义工作面	(176)
§ 6.9 工作平面和草图平面的区别是什么	(176)
§ 6.10 什么时候需要使用工作点和工作轴	(177)
§ 6.11 如何定义和使用零部件设计变量	(177)
§ 6.12 怎样从二维图线顺利过渡到三维	(181)
§ 6.13 如何查询缺少的约束 怎样才能正确约束草图	(182)
§ 6.14 扫掠路径的定义方法	(186)
§ 6.15 定义剖切线应注意哪些	(186)
§ 6.16 怎样定义新的草图平面	(187)
§ 6.17 倒圆角时应注意哪些	(187)
§ 6.18 MDT 运行参数的设置	(189)
§ 6.19 如何正确修正已有零件的名称	(190)
§ 6.20 如何创建 MDT 模板	(190)
§ 6.21 怎样定义铸、锻零件的分模和拔模结构	(191)
§ 6.22 怎样正确使用曲面切割	(193)
§ 6.23 零件模型的复制定义和引用的区别是什么	(195)
§ 6.24 怎样删除一个已有的零件	(195)
§ 6.25 怎样才能使在 MDT 中零部件造型在 3Dmax 中调用	(195)
§ 6.26 抽壳(Shell)的用途 做壳的一般过程	(196)
§ 6.27 在 MDT 中如何实现根据需求控制所要加载的模块	(196)
§ 6.28 怎样建立场景 怎样使用场景	(197)
§ 6.29 如何建立用户化的零件特征库	(198)
§ 6.30 如何使用用户化的零件特征库	(199)
§ 6.31 零部件装配时注意的事项	(200)
§ 6.32 何时要将零件定义为内部零件 何时要将零件定义为外部零件	(201)
§ 6.33 怎样调用网上的零部件	(201)
§ 6.34 怎样建立零件造型才是正确的	(204)
§ 6.35 如何对零部件的特征编辑	(204)
§ 6.36 如何创建明细表数据库	(205)
§ 6.37 MDT R 3.0 中 Desktop 浏览器的使用	(207)

§ 6.38	怎样制作零件的加强筋	(210)
§ 6.39	怎样生成加强筋的阵列	(213)
§ 6.40	怎样控制三次方变圆角的参数	(215)
§ 6.41	参数化三维模型实例	(217)

第一章 引 论

Mechanical Desktop 简称 MDT, MDT 是融合二维和三维设计并带有装配功能的机械设计平台, MDT 3.0 是集 AutoCAD R14 与参数化实体、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。除具备性能价格比的优越性外, 还具有非常明显的易学易用、便于掌握和容易进行二次开发的特点, 它为我们普及先进的三维 CAD 技术创造了极好的条件。

Autodesk 公司 1996 年 3 月推出了 MDT 的 1.0 版, 同年又推出了 1.1 版。1997 年初升级到 1.2 版。1997 年 11 月推出了 2.0 版, 1998 年 9 月推出 MDT 3.0 版, 本书是以 MDT 3.0 汉化版为主编写的。

本章主要讲述 MDT 3.0 的界面和观察工具。

§ 1.1 三维设计是必然趋势

微机 CAD 是目前应用最广泛的 CAD 技术, 应当怎样认识微机上的 CAD? 仅是解决二维绘图还是要解决更多的问题, 究竟什么是 CAD 要解决的主要问题? 这是本文要讨论的核心。从大量的实践中提取规律性的东西, 企图指导以后的实践, 是本文的目的。本文就以 MDT R3.0 为背景讨论。

1.1.1 现状的评估

为什么所有的设计都要画图? 这实在是迫不得已(如果用泥捏一个更容易的话), 因为一个工程师仅用头脑无法记住自己(那怕是较简单)的设计中的全部细节: 用文字表述也不行, 说不明白。这样图形表达就是唯一的方法。这些图首先是给设计者自己看: 为了记住、研究和配凑设计构思和参数; 其次是给别的工程师看: 为了互相讨论交流; 最后是给制造者看: 为了将设计意图变成实际零件。

要在二维平面上较好地表达设计的东西——三维的实体, 人们以平行正投影规则为基础, 发明了自然界和常识中并不存在的二维画法, 需要用 200 多学时训练学生克服常识的习惯, 掌握这种规定的三维几何形体的二维表达和读图技术。于是, 在设计的全过程中, 构思的原始冲动是三维概念; 设计实施之结果是三维实体; 而在传统的设计中, 在这两者之间的信息传递竟然全是二维的图形表达。这种颠过来在倒过去的现象人家早已习惯了。

在微机 CAD 技术处在幼稚阶段的昨天, 由于三维造型能力很差, 不能表达大部分设计构思, 用 AutoCAD 代替手工绘图, 是迫不得已。在多数用户那里, 一提起 CAD, 人

们总是联想到代替手工绘图，而不是有效的全面辅助设计。许多机械设计部门的领导问，过去我们用纸绘图，现在用计算机了，这两者有什么不同？从设计过程来看，真的没多少不同。在纸上不好办的事，现在仍然不好办：图纸画得规范、漂亮，而设计质量却没有提高多少；仅从绘图来看，提高了一些效率，可考虑到软硬件的投资，日常消耗品的投资，这点效率似乎很不够，你很难说清楚这笔投资的回收期多长，能否在系统设备和技术折旧到期之前有盈利……。当然，这样的二维计算机绘图对于在我国普及微机 CAD 技术起到了重要的作用，也是对进入更高层次的全面辅助设计，作的十分必要的技术准备，这是不应忽视的事实。

CAD 的意义是：计算机辅助设计，应用结果应当是：提高设计质量、传播和保存设计经验、提高设计效率、降低试制成本、提高设计管理水平……。总之，是源于传统设计、高于传统设计。而事实是到现在为止，二维的微机机械 CAD 技术没能解决日常设计中最别扭的几个问题，对提高设计质量作用不大。在传统设计中，工程师们感到最别扭的、影响设计质量的几个问题是什么？对于机械设计，一般来说，有下列几项：

1. 绘图中复杂的投影线生成

对于铸锻件毛坯的零件，设计师常常在绘制三维工作图时相当头疼。相贯线和截交线画不明白，甚至得找木型工审图。实际上这个零件在他脑子里不知想了多少遍了，早就想透了，就是表达不明白。对于某些细节（比如铸件的一些交叉线上的过渡圆角）不容易在头脑中构思清楚，想用画二维图来辅助求出投影，更难以解决。因此常有这样的事，设计师在新产品试制成功后，要对着真零件反过来修改自己的设计图。

2. 漏标尺寸，漏画图线

就是经过几个人的审校，漏标尺寸的事仍时有发生。而且设计师在这个设计中独创的地方越多，审校的人对这个设计越熟悉，漏尺寸、漏图线就越难防止。正是：不识庐山真面目，只缘身在此山中。

3. 机构的几何关系和运动关系的分析讨论

如果是平面运动机构，事情还算好一些，即使图上的尺寸位置不太准，总有个有效的定性分析，对于空间运动，就没有好办法了。为了避开这个难题，人们在设计中总是先考虑容易设计的平面机构，而尽量避开空间机构，虽然在许多设计中，明知道空间机构可能会更巧妙，更优化。长期这样设计，工程师的机构设计能力就会退化；设计的质量就会下降。

4. 应力应变分析

确定或修改零件的尺寸是很容易的，问题是我怎么敢改。要敢改，起码必须进行力学分析，否则这个连杆断了怎么办？我们这些学工的人，都完整地学了理论力学和材料力学，经过了三五年的设计工作后，这些知识还剩多少？不经常使用的知识就会忘记，不经常使用的原因不是不需要，而是太麻烦：作一根轴的弯扭组合校核还算凑合，把发动机缸盖分析一下试试。设计质量提不高，许多问题出在这个分析上。看到国外的设计小巧轻薄，而我们的同类设计傻大黑粗，刚度反而不好，原因谁都会说：材料没有用到关键的地方。哪里是最需要材料的关键部位？找不到这个部位，设计仍然是傻大黑粗。可见，应力应变分析在 CAD 中是极其重要的内容。

5. 数控加工处理

市场经济对每个设计师都是公平的，在需求确定之后，谁先设计出来、谁先制造成功，谁就会有市场，有经济效益。常有这样的情况，按国外的造型，我们再制造一个，一眼就看出来不一样。为什么？你的注塑模具没有放出足够的局部收缩量。在这个问题上，传统的二维设计毫无办法。

6. 设计的更新与修改

传统的二维设计是一锤子买卖。如果要更新或修改，就要重新绘图，一般规定不允许在工程图上打补丁（多数设计部门是这样要求的）。尤其是多视图零件，在修改设计时，表达零件的多个视图与有关的设计参数无法完全关联在一起，技术资料的保存和更新都十分麻烦。虽然二维图形在 AutoCAD 中有较方便的修改方法，但都是对表达“图线”的修改而不是对设计“概念”的修改，仍然是相当麻烦，相当不可靠的。

7. 设计工程管理

这里所说的是对设计的管理，不仅是对图纸的管理。我们一些 CAD 用得好的单位，已经有几千个 DWG 文件，而且还在继续增多。这些文件中除了图形信息外，还会有大量的设计参数等非图形信息，它们按产品和产品的装配层次关系有一种复杂而有序的关联。传统设计中的管理模式怎样用在 CAD 技术中？二维设计是很难做到。

1.1.2 CAD 是绘图还是设计

什么是 CAD 的 D，是 Drawing 还是 Design？就是说，设计中肯定要生成二维工程图，但这是设计全过程的最后部分，是工程师最熟悉，也是困难最少的部分，是整个设计中耗时最少，最有把握的部分。

为什么这个问题长期以来解决得不好？其原因有三：一是微机 CAD 软件是较幼稚的系统，其能力较弱，事实上老版本的 AutoCAD 确实只会画二维图形；二是增值软件开发商手中的主要开发者是缺乏工程设计经验的大学生，说不清设计过程究竟是怎样的；三是机械设计是各种设计中最麻烦，最不规范的，似乎能作得成的事也就是画二维工程图。

设计中的二维绘图有抄图的成分，但最主要的工作内容是创建一个新的二维表达。比如说设计一根磨床主轴，在一开始构思时，说不清有几段台阶，各自多长，一开始有个粗略的数据，很可能在以后的设计过程中修改得面目全非，只是到了设计快结束时，这根轴的参数才明确下来，才能建立正式的二维图。一般设计中，总要经过方案草图、装配草图、零部件图、正式总装图这样的几轮绘图工作，很少有画完了零件图或装配图就完事大吉的情况。因此说二维图形参数化的方法是辅助制图而不是辅助设计。而对于一个机械工程师来说，绘制二维工程图是他的看家本领，用图板还是用计算机，没有本质区别。

实际上，AutoCAD 在二维图上的几何设计功能极强，精度也极可靠，在掌握了操作技巧或者用不太复杂的程序辅助一下，就能解决许多解析法难以解决的工程数据求解或是专业设计模拟这样真正的 CAD 需求，有效地提高设计质量。如果要在二维图形处理范围内真正进行辅助设计，这个 CAGD（计算机辅助几何设计）的模式确实也是一条路子。

1.1.3 从三维开始设计是必然趋势

人在设计中的原始冲动是三维实体，是有颜色、材料、硬度、形状、尺寸、位置等概念的三维实体，甚至是带有相当复杂的运动关系的一堆三维实体。只是由于以前的手段有限，人们不得不共同约定了在第一象限（美国是第三象限）平行正投影的二维视图表达规则，用有限个相关联的二维投影图表达自己的三维设想。这种表达信息是极不完整的，而且绘图、读图要经过专门训练，以能在读者的头脑中，以这些二维视图的表达组合成三维实体。如果能直接以三维概念开始设计，这个模型就有可能表达出设计构思的全部几何参数，整个设计过程可以全在三维模型上讨论，对设计的辅助就很容易迅速扩大的全过程，这是发达国家 CAD 的今天，也是我们明天的微机 CAD。在目前的微机性能和支持软件的配套下，这样的设计模式已经能够实现。

从三维开始的设计，二维工程图的表达仍然要遵守传统设计的要求，因此支持软件必须有从三维生成二维工作图，并且双向关联的能力；为了能在设计中配凑和修改尺寸形状，支持软件必须有三维实体全面尺寸约束和特征修改能力。这样的三维设计表达，就是全面的几何设计信息表达。

以此为基础，进一步进行应力应变分析、制件质量属性分析、空间运动分析、装配干涉分析、NC 控制可加工性分析、高正确率的二维工程图生成、外观色彩和造型效果评价、商业广告造型与动画生成等一系列的需求都能充分满足，这才是对设计全过程的有效的辅助，这才是有明确技术效益和经济效益的 CAD。因此，传统的以二维工作图为主的设计资料管理将变成三维设计数据的保存和管理，而工科大学的机械制图课就可以大幅度删砍，尽量保留学生的三维原始概念，二维工程图的画法也应随之大幅度简化。

在我国，近期内实现波音 777 那样的无纸化设计还不可能，但是在机械系统实施从三维概念开始的、基于微机的 CAD 是具备条件的，可以指望解决传统设计中前文所列的难点。这样作肯定会明显提高设计的质量，随之而来的是提高设计的速度。这个估计的基础是在 Autodesk Mechanical Desktop 系统集成中试运行的实际结果。

1.1.4 MDT 的现状和能力

Autodesk Mechanical Desktop R3.0 是目前版本（以下简称 MDT）。对于二维绘图，保留了 AutoCAD R14sc 的全部功能，并且有所增强。对于三维造型，是基于特征、基于尺寸约束和几何约束的造型方法，有较好的三维与二维双向关联的能力。对于三维曲面，有良好的造型、修整功能。MDT 的最大特色是始其它公司的软件集成到某特定的用户环境下提供了相当方便的通道，这也是对传统 AutoCAD 开放结构的有效继承。

对于复杂的投影线生成，漏标尺寸，漏画图线的问题，在 MDT 中是很容易解决的。在 MDT 中，并不直接生成二维图（一定要这样作也没有问题），而是先进行三维参数化的零件造型，之后由 MDT 的 Drawing 功能按你的要求自动生成有关的几个二维投影，这样复杂投影线生成的难题由 MDT 接过去了。就是说，容易画错的复杂投影和漏画图线的事绝不会发生了。对于漏标尺寸的问题在 MDT 中是自然解决的，如果你对三维造型的尺寸约束不完整，MDT 会提示你缺少若干个尺寸或几何约束，因此很少会漏标尺寸。目前

MDT 在处理切削加工得到的形体时,可以 100%成功,哪怕是相当复杂的造型和尺寸。对于有大量过渡圆角度拔模斜度的铸锻造零件,也有较大的成功率。总之,中等复杂程度的零件造型和全尺寸驱动都是没用问题的。

对于机构的空间运动和动力学的分析讨论,在有了三维设计的概念后,只要在 MDT 中集成进相关的软件,就可以进行了,操作和结果都在我们很熟悉的 AutoCAD 用户界面上进行。目前这类软件已经推出。

对于应力应变分析的软件,许多微机版的有限元分析系统,与 MDT 的参数化三维模型有良好的结合,使用效果好,操作简单。有了这样的软件支持,才能作到在形状和尺寸设计中,充分根据应力应变分析的结果,合理而可靠地配凑设计参数,保证材料用到最需要的部位。对于笔者来说,在设计中随时地、可靠地进行力学分析,是长久以来的梦。

对于数控加工处理,从三维开始的设计,具有得天独厚的条件。相关的软件也很多,与 MDT 集成度也很高。从二维、三维粗加工到半精加工到最后的精加工,从刀位轨迹生成到 NC 代码转换,都是挺顺利的;处理速度也相当快。目前许多工厂所用的 CAD/CAM 是一套不顺畅的系统,其原因是:在 AutoCAD 中完成设计的二维表达并绘图输出,再送到加工部门,由该部门的程序员按二维图重新生成三维曲面模型,再用 NC 软件生成数控程序。换句话说,设计者明明是中国人的,偏用英文写设计说明,加工者得先将他的说明再翻成中文,才能实施制造。

对于设计的更新与修改,MDT 有独到之处。MDT 本来就是三维参数化造型系统,因此改尺寸和形状都是它的强项。例如尺寸修改,可以在三维模型上修改,也可以在相关的二维工程图上修改,结果是相同的:都会引起三维模型和所有二维相关图线的重新生成。配合力学分析结果,这种设计更新和修改要求会更可靠和有效。

关于更加复杂的曲面设计表达,MDT 具有相当出色的功能,这是个较为成熟而完整的功能,对于以复杂曲面为主的设计师,将有一个真正得力的助手。

目前的微机 MDT 还有一些问题,比起成熟的工作站软件,能力稍显不足。这些是必然的,因为它只有两岁。我们看到了 MDT 的迅速成熟,感到相当有信心。总之,我们 MDT 以及在此基础上的 CAD/CAE/CAM 集成系统的功能和可用性充分肯定,目前 MDT 是个很年轻的,有能力的助手,会变成你设计中的另一半;图板自然就不会有人去趴了。而这样的 CAD 系统,可以称之为“完全的 CAD 系统”。在以前,只有在大型机和高配置的工作站上才能建立,而现在,我们正在微机上使用。

完全的 CAD 技术的使用关键

目前的工程师接受和实施三维概念设计是有难度的。

首先是目前我国设计部门的硬件条件。MDT 运行条件要求较高的是内存,要求大于 32MB,事实上,16MB 内存也能运行,但速度相当慢,而且 486CPU 也显得不够了,系统软件应当是 Windows95 或 WindowsNT。更新设备对于不太景气的工厂是很难做到的。目前的高档微机的硬件水平已经接近工作站,而价格要低得多。比如:多 CPU、128MB 以上内存、21 英寸(1 英寸=2.54 厘米)显示器、高速硬盘阵列、网络技术等等,因此许多原来给工作站写软件的公司,纷纷将原有产品向微机上移植,而且效果很好。将来,

微机的价格也不会很高,而从3~5年的使用期来看,组装机则具有较高的性能价格比。

第二是工程师的CAD应用培训。设计经验不足的年轻人,学得快但用得不太好,而经验丰富的老工程师,多不适应按三维概念进行构造,用平行正投影表达三维实体的思考方法太牢固了。第二个培训的问题是时间少,抽不出来人。第三个培训的问题是教员本身的水平和经验不够。第四个培训的问题是钱,应用部门不愿意化钱购买应用技术。应用培训的问题确实实是所有计算机应用的“瓶颈”所在。一套好的CAD软件,你不会用或用不明白,就没有好效果,更谈不上投资的回收和赢利了。对于技术折旧飞快的计算机应用软件来说,必须买回来就发挥作用,否则白花钱。

第三是我们以前的二维图怎么办。对于以前在AutoCAD中生成的二维图形,可以在MDT中相当方便地长入三维,正在目前微机上使用的各种三维设计系统中,MDT这一优点怕是无人能比。在二维到三维的转换过程中,我们曾多次发现了原有的二维工作图上的错误,有效地进行了更正。这里有个要注意的问题,如果你的二维工程图生成时没有按精确作图的方法,在长入三维时就相当麻烦的。

第四是基础支持软件的开放性和集成能力。任何基础支持软件都不可能包罗万象,而设计需求却几乎是包罗万象,因此,必须在基础支持软件之上集成进各种本专业的支持系统,并且应当在数据交换方便可靠、操作风格一致、运行顺畅等方面都很好。目前我们看到的各种基础支持软件中,只有MDT真正作到了这一点。

最后是软件商对用户的技术支持以及开发队伍的连续性。以我们的体会,Autodesk在这方面的工作是相当积极有效的。在软件实用过程中,肯定会不断发生问题,软件商为用户解决这些问题的过程就是软件本身成长的过程,用户也得到了实惠。

1.1.5 结 论

从目前的条件(软硬件水平、人员素质、培训能力、增值软件...)来看,使用MDT为主要支持软件、集成进各种专业增值软件的、基于微机的三维设计系统,以达到明显提高机械CAD效果的条件已经基本具备,我们应当迅速转变对微机CAD的老观念,从设计质量的提高、CAD支持系统的集成入手,用合理的微机三维设计解决方案,将CAD的效果转化为生产力,转化为经济效益,实现我国机械CAD的现代化。

§ 1.2 MDT 概述

1.2.1 机械设计的三种类型

机械设计有三种基本类型,即

1. 自下而上的设计

自下而上的设计是先设计零件图,然后用零件装部件,最后由部件和零件装总装图。一般测绘产品采用这种形式,先测绘各个零件,绘出零件图,然后装成部件,最后总装。现成产品的手工设计图,转换成CAD图也可采用这种方式,先将零件图录入计算机,然后用它来装配。

2. 自上而下的设计

自上而下的设计是先设计总装图,由总装图中分出部件,最后拆零件。新产品的的设计一般都采用自上而下的设计。

3. 混合使用自上而下和自下而上的设计

较复杂的设计一般都先搞方案图(概念设计)。方案图几经修改才能得到正式的方案(详细设计)。每次修改,既有自上而下的设计也有自下而上的设计。如:要增加一个部件,部件设计本身是自上而下的设计,将部件装入总装图又是自下而上的设计。方案图设计完后就要作详细设计,细化部件和零件的设计,这也是自上而下的设计。

1.2.2 MDT 是三维机械设计平台

以上各类设计的 CAD,既可用二维 CAD 来完成,也可用三维 CAD 来完成。但二维 CAD 与三维 CAD 的效果显然不同。MDT 是三维 CAD 平台,它与二维 CAD 比较,除都能生成二维零件工作图和二维装配总图外,还有如下优点:

(1) 设计从三维开始,符合人们的思维习惯,且可视化程度也高。工程师们设计产品的构思总是从三维开始的,制造出的产品当然也是三维的。构思与产品中间的设计,过去却是二维的,现在若用三维设计就把这颠倒的关系顺过来了,且着色后在计算机上就能看到真实的零件。三维设计能准确清晰的反映设计者的设计思想,给产品的结构设计带来很大的方便,容易进行多方案的比较,也容易检查设计的错误,这不但提高了设计效率,也大大提高了设计质量。

(2) 三维零件(实体的或曲面的)和三维装配图生成后,二维视图(三视图、轴测图、剖视图等)自动生成。免除了投影错误,更免除了设计人员费力去找投影关系的时间,使她们又一次得到解放。

(3) MDT 的三维实体是参数化的,且二维和三维是双向关联的。在设计过程中可随意更改三维实体或任一视图的尺寸,更改后导致三维实体和所有二维视图的自动更新。这样给零件的修改及在三维装配图中更改零件带来极大方便,大大缩短了产品改进改型的时间。

(4) MDT 的三维 CAD 有带约束的装配,能进行干涉检查,使三维装配的生成准确,简单,方便。还能自动生成表示装配关系的分解视图(爆炸图),更便于理解产品,也方便编写产品使用说明书。

(5) 能自动计算零件的质量特性,如:重量、体积、表面积、重心、主轴和惯性矩等。免去了设计人员许多计算时间尤其是复杂零件的特性计算。

(6) 由于生成的零件是三维的实体或表面,就为运动分析、有限元分析等分析(CAE)和数控加工(CAM)准备好了数学模型。

这些特点在以下的章节中将陆续看到。

1.2.3 MDT 硬件的要求

MDT 的安装与 AutoCAD R14 的安装基本相同。只是主机系统比 AutoCAD R14 高些,即:

* CPU: Pentium 166MB 以上。

* 内存: 基本 64 兆(MB), 较大的装配建议 128 兆(MB)或大装配建议 256 兆(MB)或更高。

* 硬盘: 装载空间 220 兆(MB)以上, 运行空间 60 兆(MB)以上。

* 显示器: 分辨率 800×600, 最好 1024×780。

其余同 AutoCAD R14。

§ 1.3 MDT 的图形文件及图形的继承

1.3.1 零件文件和部件文件

MDT 3.0 把三维参数化实体的图形文件分为两类: 一类为 part 文件, 我们又称它为零件文件; 另一类称为 Assembly 文件, 我们称它为部件文件。在 MDT 内部用来表示它们的图标(icon)也不同。

零件文件: 它只能包含一个实体, 不能再在这个文件中增加实体或增加外部引用。

部件文件: 它能包含多个实体或多个子装配(部件), 也能增加任意个外部引用。

实际上, 这两种图形文件, 决定 MDT 的两种运行状态, 这两种状态显示的用户界面有所不同。

Part 文件(零件文件)的运行状态, 由下拉式菜单文件(F)中的第二项新零件文件(W)进入新文件状态。这时用户界面中没有装配和场景的菜单, 也不能用 AMNEW 命令建立第二个实体, 不能用涉及到多个实体的命令, 如实体的布尔运算(并、交、差)和实体阵列命令。但有些时候还必须用它, 如作布尔运算的两个实体必须是零件文件格式的。若只是作单一的零件, 应用零件格式, 若用部件格式则在装配树中多了一个层次, 这时作干涉检查、作分解图、作分解图的轨迹线等牵涉到装配的层次命令都可能出问题。

部件文件(部件文件)的运行状态, 由下拉式菜单文件(F)中的第一项新部件文件(N)进入新文件状态。这时的用户界面是全部的, 且 MDT 的所有命令都能运行。装配和子装配(部件)当然用它, 牵涉到多个实体的命令, 如实体布尔运算(Amcombine)、镜像(Amirror)、复制实体(Copy)、建新零件(Amnew)等命令也要用这种状态。

1.3.2 MDT 以前版本和 AutoCAD 图形的继承

MDT 3.0 支持 MDT 以前版本和 AutoCAD 图形文件。大致有以下情况:

(1) MDT 3.0 以前版本的图形文件是单个实体的转换成零件文件, 且特征显示在 desktop 浏览器(见下节)中;若是装配图或多个实体, 转换成部件文件, 且特征和零件显示在 desktop 浏览器和目录(AMCATALOG)中。

(2) AutoCAD 的 3D Solid 实体和其它实体, 单实体原则上转为零件文件, 多实体转换成部件文件。

(3) AutoCAD 的 2D 图形, 可用 AMPROFILE 命令直接定义成草图;若有标准的尺寸标注, 可与图形一起用 AMPROFILE 命令定义, 定义后图形转换成草图, 尺寸也自动转

换成驱动尺寸。这就为现成的 AutoCAD 二维图形转换成 MDT 三维参数化图形, 创造了更方便的条件。

§ 1.4 MDT 的用户界面

用户界面有 Desktop 浏览器、工具条、下拉菜单、屏幕菜单和命令行, 见图 1-1。

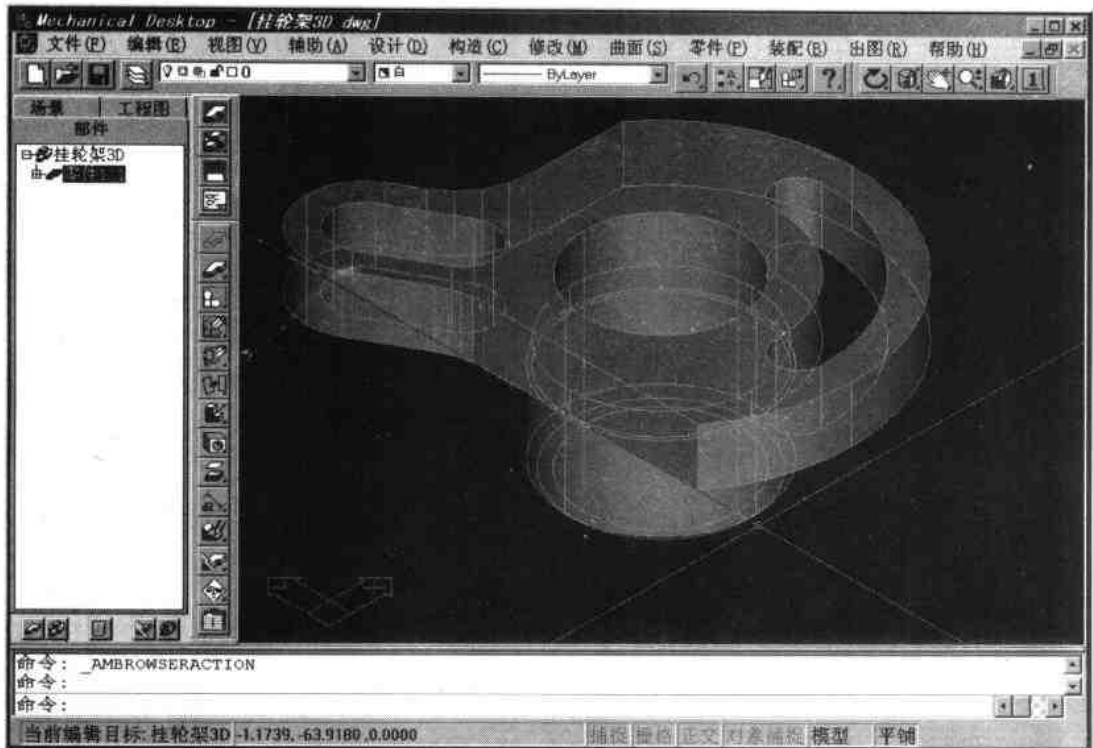


图 1-1 MDT 用户界面

由使用快捷、方便, 一般选用它们的优先次序是:

浏览器——工具条——下拉菜单——屏幕菜单——命令行

当然这不是绝对的, 依各人使用的习惯而不同, 且不同的命令也有区别。但建议首选浏览器。

1.4.1 Desktop 浏览器

Desktop 浏览器(Desktop Browser)是一个直观的管理零件、装配、场景、工程图的图示界面, 既是装配层次管理和零件特征的一个逻辑树, 又能用右键对它们进行各种操作。它有两种基本格式: 与零件文件对应的零件文件格式; 与部件文件对应的部件文件格式。见图 1-2。