



普通高等教育“十二五”规划教材

JIANMING JISUANJI HUITU
SHIXUN JIAOCHENG

简明计算机绘图 实训教程

主 编 王永泉 金 晶



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



普通高等教育“十二五”规划教材

简明计算机绘图实训教程

主 编 王永泉 金 晶
副主编 曹占龙

北京邮电大学出版社
• 北京 •

内 容 简 介

本书根据应用型大学的办学需求和办学特点,并结合多年来编者在计算机绘图课程中的教学经验及工程实际编写修订而成。书中采用了当前机械制图最新国家标准,在编写内容的取舍上注重结合实际、侧重实用、力求简明。本书既阐述了计算机绘图的基本知识及发展趋势,又分别以 AutoCAD 和 SolidWorks 软件为例讲授了二、三维软件绘图的基本方法,并通过典型机械图样和实际工程图样习题的强化训练,能快速提高读者的绘图技能和绘图技巧。

本书内容包括计算机绘图简介、AutoCAD 简明教程、SolidWorks 简明教程、AutoCAD 二维绘图基本训练、SolidWorks 三维绘图基本训练、拓展与综合训练题、附录(含高级绘图、建模技巧)及参考文献。

本书中附有章节上机绘图实验报告,便于在校学生的上机作业提交和成绩评定。本书可作为高等院校机械类、近机类各专业本课程的教材,也可作为相关或相近专业工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

简明计算机绘图实训教程/王永泉,金晶主编.——北京:北京邮电大学出版社,2016.8

ISBN 978-7-5635-4729-6

I. ①简… II. ①王… ②金… III. ①计算机制图—教材 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 067736 号

书 名	简明计算机绘图实训教程
主 编	王永泉 金 晶
责任编辑	韩 霞
出版发行	北京邮电大学出版社
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号(100876)
电话传真	010-82333010 62282185(发行部) 010-82333009 62283578(传真)
网 址	www.buptpress3.com
电子信箱	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	北京泽宇印刷有限公司
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	12
字 数	287 千字
版 次	2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4729-6

定价: 28.00 元

如有质量问题请与发行部联系

版权所有 侵权必究

前 言

本书是由湖北汽车工业学院工程图学教学部讨论编写方案,在多年计算机绘图课程教学,结合工程实际、总结指导学生参加“全国大学生先进成图技术与产品信息建模创新大赛”经验的基础上编写而成的。

本书编写的宗旨是:结合实际、体现特色;注重实用、力求简明。因此,教材中摒弃了软件工具、命令等基本操作的长篇介绍,而是以实例体现软件工具、命令的应用。

全书分为“简明教程”和“实训指导”两部分共 6 章,包括:计算机绘图简介(简明介绍计算机绘图发展史、应用及发展趋势,常见二、三维软件简介等)、AutoCAD 简明教程、SolidWorks 简明教程、AutoCAD 二维绘图基本训练、SolidWorks 三维绘图基本训练以及拓展与综合训练题等,书后还附有 AutoCAD 高级绘图技巧和 SolidWorks 建模技巧。

参与本书编写的有王永泉(第 1 章、第 6 章的 6.1 节)、任柏林(第 2 章)、曹占龙(第 3 章)、金晶(第 4 章、第 6 章的 6.2 节)、邓群林(第 5 章)、孙海明(附录 A、附录 B),孙海明负责全书的统稿与编辑排版。在本书的编写过程中,得到了工程图学教学部全体教师的大力支持,并给出了许多好的意见和建议,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中难免还存在问题和错误,恳请读者批评指正。

编 者
2015 年 12 月

目 录

第 1 章 计算机绘图简介	1
1.1 计算机绘图的概述	1
1.2 常见二维绘图软件简介	2
1.2.1 AutoCAD 简介	2
1.2.2 CAXA 电子图板简介	4
1.3 常见三维绘图软件简介	5
1.3.1 SolidWorks 简介	5
1.3.2 Pro/Engineer(Creo)简介	7
1.3.3 UG 简介	10
1.3.4 CATIA 简介	11
1.4 计算机绘图的发展趋势	12
第 2 章 AutoCAD 简明教程	14
2.1 AutoCAD 制图基础	14
2.1.1 AutoCAD 绘图环境	14
2.1.2 AutoCAD 的基本操作	21
2.2 AutoCAD 的基本绘图与编辑命令	27
2.2.1 AutoCAD 基本绘图命令	27
2.2.2 AutoCAD 常用修改命令	30
2.3 二维图形的绘制	33
2.3.1 平面图形的绘制	33
2.3.2 圆柱齿轮的绘制	35
2.3.3 尺寸标注	36
2.3.4 图块	44
2.4 机械图绘制实例	48
2.4.1 零件图绘制	48
2.4.2 装配图绘制	49
第 3 章 SolidWorks 简明教程	55
3.1 SolidWorks 三维建模概述	55

3.1.1 SolidWorks 主要特点	55
3.1.2 SolidWorks 模块功能	58
3.1.3 SolidWorks 基本界面与定制	61
3.2 SolidWorks 零件特征建模	64
3.2.1 草图绘制的流程	65
3.2.2 零件特征建模的简单流程	67
3.2.3 汽车活塞、连杆零件建模实例	67
3.3 SolidWorks 虚拟装配	72
3.3.1 装配体的设计步骤	73
3.3.2 装配约束的配合类型及配合关系	74
3.3.3 装配体分析	77
3.3.4 活塞、连杆装配实例	78
3.4 工程图导出	84
3.4.1 工程图模板定义	84
3.4.2 工程图的创建和表达	88
3.4.3 工程图尺寸及标注	95
3.5 SolidWorks 其他建模	101
3.5.1 SolidWorks 曲面建模	101
3.5.2 SolidWorks 钣金建模	102
第4章 AutoCAD 二维绘图基本训练	104
4.1 平面图形绘制训练	104
4.1.1 实训目的	104
4.1.2 实训内容及要求	104
4.1.3 实训步骤及指导	104
4.2 组合体三视图绘制训练	109
4.2.1 实训目的	109
4.2.2 实训内容及要求	109
4.2.3 实训步骤及指导	110
4.3 零件图绘制训练	112
4.3.1 实训目的	112
4.3.2 实训内容及要求	112
4.3.3 实训步骤及指导	112
4.4 装配图绘制训练	114
4.4.1 实训目的	114
4.4.2 实训内容及要求	114
4.4.3 实训步骤及指导	115

第 5 章 SolidWorks 三维绘图基本训练	126
5.1 草图绘制训练	126
5.1.1 实训目的	126
5.1.2 实训内容及要求	126
5.1.3 实训步骤及指导	126
5.1.4 实训题目	129
5.2 特征建模与构形训练	132
5.2.1 实训目的	132
5.2.2 实训内容及要求	132
5.2.3 实训步骤及指导	133
5.2.4 特征建模实训题目	135
5.2.5 构型练习题目	137
5.3 零件建模与导工程图训练	138
5.3.1 实训目的	138
5.3.2 实训内容及要求	139
5.3.3 实训步骤及指导	139
5.3.4 实训题目	143
5.4 虚拟装配训练	145
5.4.1 实训目的	145
5.4.2 实训内容及要求	145
5.4.3 实训步骤及指导	146
5.4.4 实训题目	150
第 6 章 拓展与综合训练题	153
6.1 汽车零部件二、三维绘图训练题	153
6.2 全国大学生制图大赛机械类试题	158
附录	166
附录 A AutoCAD 高级绘图技巧 20 例详解	166
附录 B SolidWorks 建模技巧	174
参考文献	183

第 1 章 计算机绘图简介

1.1 计算机绘图的概述

工程图一般指工程技术应用中,用图形来表达所设计物体的图样。而计算机辅助绘图 CAD(Computer Aided Drawing / Computer Aided Drafting)是使用计算机技术及数据处理系统,对物体进行图形表示与表达。CAD 能对物体三维模型及其图形、图像进行生成、储存和编辑,用户通过与计算机的交互操作来创建图形、图样,图可通过显示器直观显示,也可由绘图机或打印机绘制打印出图。

目前,有很多能在微型计算机上使用的独立的计算机绘图软件,这些绘图软件包括一整套绘图、编辑功能,用户一般称之为创成图样、图像的应用程序。AutoCAD 就是一款国际上知名的、用于微型计算机绘图的 CAD 软件。交互式的图形、图像软件能将现实生活中一些涉及危险和生命安全的系统变为虚拟现实的仿真模型,例如,航空飞行仿真系统可以在飞行员驾驶真实飞机训练前进行虚拟操作训练。AutoCAD 软件在制图应用中是最著名的软件之一,其创建的产品图样文件为应用最广泛的 DWG 格式文件,这种文件可在网络上进行转换传输。

20 世纪 70 年代,2D 工程图软件包具有了画直线、画圆及文字输入的功能,但其运行速度很慢。随着计算机技术的突飞猛进,这些绘图软件也得到了快速发展。计算机产业正以前所未有的发展速度驱使计算机绘图软件在技术上、使用规模上和应用程序的数量上迅速发展。对于高度复杂的研究项目和先进的设计、建模技术,计算机技术的发展至关重要。设计团队成员之间只需通过计算机屏幕就可实现文件的传递和信息交流,互联网已经能让信息在数秒内全球传播。20 世纪 90 年代初,出现了能在微型计算机上运行的三维建模软件,建立 3D 实体模型再通过三维动画的制作可直观地展示产品的设计细节,尤其对于不具备技术知识的客户,通过演示产品的装配顺序和改进的技术细节,可实现快速的沟通与交流。

对于绘图工作非常重要的一点是,计算机绘图的编辑和修订功能。在对产品进行编辑修改时,与其关联的零部件图纸会随之自动修改,这样可大大节省图纸的编辑修改时间。另外,一个设计协作团队之间进行信息的快速瞬间传递也是 CAD 软件的一大优势,这已经引起汽车厂及其他装备制造企业负责人的广泛关注。有很多异国、异地多品种零部件制造商

已经采用这一设计制造模式,最终让这些零部件顺利地集中在一起,完成最后的装配及检测。航空工业就是典型案例之一。利用 CAD 软件,产品可按不同尺度设计,细小结构在绘图软件缩放功能下观察都会变得非常容易。另外,可用 CAD 软件快速地按不同比例绘图以及将不同方位的视图在一张图纸上排布,帮助看图人轻松读懂设计图样。利用计算机上的观察窗口,通过缩放、移动图样可让看图人快速看懂整个图样,所以说计算机辅助绘图的出现及快速发展不但让人类从繁重的手工绘图工作中解放出来,而且在推动科技与经济快速发展中起着非常重要的作用。

除了表达形体,CAD 所输出的产品模型还要按技术及工程制图手册,根据不同专业标准包含其他信息,如材料、工艺、尺寸、公差等。CAD 可在二维空间设计曲线及其他图形,也可在三维空间设计曲线、曲面及实体。CAD 已广泛应用于众多工业领域,包括汽车、船舶、航空航天工业及建筑设计等,同时也广泛应用于电影的动画特效及广告行业中。由于其在经济中的重要地位,CAD 已成为计算机几何学、计算机图学(硬件及软件)、微分几何学发展的主要驱动力。在工程界,CAD 是一项革命性的技术,它使绘图员、设计师和工程师的角色融为一体,也将各对应的部门单位融为一体。目前 CAD 的应用所涉及的领域有产品的概念设计、详细设计、装配体的干涉检查、零部件的刚度强度、动力学分析、零部件的制造过程、产品的装配工艺等,其发展趋势为面向产品全生命周期的协同化、并行化设计解决方案、智能化、网络化、大数据管理云计算等。如今国内外开发的 CAD 软件种类众多,每一种软件都需要用户以不同的思路及操作方式进行零部件的建模。不少软件有许多免费的开放性的源程序,让工程师们根据行业需求进行自由的开发应用。工程上较流行的计算机绘图软件有 AutoCAD、Pro/E (CREO)、SolidWorks、CATIA、UG、SolidEdge、Inventor、CAXA、中望 CAD 等。

1.2 常见二维绘图软件简介

1.2.1 AutoCAD 简介

AutoCAD(Auto Computer Aided Design)是美国 Autodesk(欧特克)公司首次于 1982 年为微型计算机上应用 CAD 技术而开发的自动计算机辅助设计软件,用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本三维设计。该软件开发了大量绘图程序软件包,经过不断地完善,已经成为国际上广为流行的绘图工具。

CAD(Computer Aided Design)诞生于 20 世纪 60 年代,美国麻省理工大学提出了交互式图形学的研究计划,由于当时硬件设施的昂贵,只有美国通用汽车公司和美国波音航空公司使用自行开发的交互式绘图系统。

20 世纪 70 年代,小型计算机费用下降,美国工业界才开始广泛使用交互式绘图系统。

80年代,由于个人计算机的应用,CAD得以迅速发展,出现了专门从事CAD系统开发的公司。当时VersaCAD是专业的CAD制作公司,所开发的CAD软件功能强大,但由于其价格昂贵,故不能普遍应用。而当时的Autodesk公司是一个仅有员工数人的小公司,其开发的CAD系统虽然功能有限,但因其可免费复制,故在社会上得以广泛应用。同时,由于该系统的开放性,因此该CAD软件升级迅速。

AutoCAD的发展过程如下。

(1)AutoCAD V(Version)1.0:1982年11月正式出版,容量为一张360 KB的软盘,无菜单,命令需要背,其执行方式类似DOS命令。

(2)AutoCAD V1.2:1983年4月出版,具备尺寸标注功能。

(3)AutoCAD V1.3:1983年8月出版,具备文字对齐及颜色定义功能,图形输出功能。

(4)AutoCAD V1.4:1983年10月出版,图形编辑功能加强。

(5)AutoCAD V2.0:1984年10月出版,图形绘制及编辑功能增加,如MSLIDE、VSLIDE、DXFIN、DXFOUT、VIEW、SCRIPT等。至此,在美国许多工厂和学校都有AutoCAD拷贝。

(6)AutoCAD V2.17~V2.18:1985年出版,出现了Screen Menu,命令不需要背,Autolisp初具雏形,两张360 KB软盘。

(7)AutoCAD V2.5:1986年7月出版,Autolisp有了系统化语法,使用者可改进和推广,出现了第三开发商的新兴行业,五张360 KB软盘。

(8)AutoCAD V2.6:1986年11月出版,新增3D功能,AutoCAD已成为美国高校的修读课程。

(9)AutoCAD R(Release)9.0:1988年2月出版,出现了状态栏(下拉式菜单)。至此,AutoCAD开始在国外加密销售。

(10)AutoCAD R10.0:1988年10月出版,进一步完善R9.0,Autodesk公司已成为千人企业。

(11)AutoCAD R11.0:1990年8月出版,增加了AME(Advanced Modeling Extension),但与AutoCAD分开销售。

(12)AutoCAD R12.0:1992年8月出版,采用DOS与Windows两种操作环境,出现了工具栏。

(13)AutoCAD R13.0:1994年11月出版,AME纳入AutoCAD之中。

(14)AutoCAD R14.0:1997年4月出版,适应Pentium机型及Windows95/NT操作环境,实现与Internet网络连接,操作更方便,运行更快捷,无所不到的工具栏,实现中文操作。

(15)AutoCAD 2000(AutoCAD R15.0):1999年出版,提供了更开放的二次开发环境,出现了Vlisp独立编程环境。同时,3D绘图及编辑更方便。

自AutoCAD 2000版本发布之后,AutoCAD的版本迅速升级,每年都有新版本出现,使用AutoCAD软件也让设计更加得心应手,从近年来的AutoCAD 2010—2015直到最新的AutoCAD 2016版本。更丰富的设计关联环境让用户能更清楚地查看图形,更加智能的工具(如智能标注、协调BIM模型和实景计算)让图形精度变得更高、更好。要对AutoCAD软

件进行更详细的了解,可访问其官方网站“<http://www.autodesk.com.cn>”。

AutoCAD 具有良好的用户界面,通过交互菜单或命令行方式便可以进行各种操作。它的多文档设计环境,让非计算机专业人员也能很快地学会使用,在不断实践的过程中更好地掌握它的各种应用和开发技巧,从而不断提高工作效率。AutoCAD 具有广泛的适应性,它可以在各种操作系统支持的微型计算机和工作站上运行,并支持多种分辨率的各种图形显示设备 40 多种,以及数字仪和鼠标器 30 多种,绘图仪和打印机数十种。

AutoCAD 软件的特点如下。

- (1)具有完善的图形绘制功能。
- (2)具有强大的图形编辑功能。
- (3)可以采用多种方式进行二次开发或用户定制。
- (4)可以进行多种图形格式的转换,具有较强的数据交换能力。
- (5)支持多种硬件设备。
- (6)支持多种操作平台。

(7)具有通用性、易用性,适用于各类用户。此外,从 AutoCAD 2000 开始,该系统又增添了许多强大的功能,如 AutoCAD 设计中心(ADC)、多文档设计环境(MDE)、Internet 驱动、新的对象捕捉功能、增强的标注功能以及局部打开和局部加载的功能,从而使 AutoCAD 系统更加完善。

如今 AutoCAD 软件的功能更加强劲、特性更加丰富,目前最先进的版本 AutoCAD 2016,能使用户以更快的速度、更高的准确性制作出具有丰富视觉精准度的设计详图和文档。该版本中包含了多项可加速 2D 与 3D 设计、创建文件和协同工作流程的新特性,并能为创作任何形状提供丰富的屏幕体验。此外,使用者还能方便地使用 TrustedDWG 技术与他人分享作品,储存和交换设计资料。通过欧特克 2016 版套件所提供的互联桌面和云端体验,用户可以超前掌控“设计到制造”全过程。欧特克设计与创作套件为客户提供了更丰富的工具集、强大的兼容性以及统一的用户体验。各款套件均包含 AutoCAD 2016、ReCap 和 3ds Max 产品。

1.2.2 CAXA 电子图板简介

北京数码大方科技有限公司(CAXA)是中国领先的 CAD 和 PLM 软件供应商,拥有完全自主知识产权的系列化的 CAD、CAPP、CAM、DNC、PDM、MPM 等软件产品和解决方案,覆盖了设计、工艺、制造和管理四大领域,产品广泛应用在装备制造、电子电器、汽车及零部件、国防军工、工程建设、教育等各个行业,有超过 2.5 万家企业用户和 2 000 所院校用户。CAXA 成立于 2003 年,始终致力于为制造业提供信息化解决方案,已成为中国制造业信息化解决方案的主要提供商。公司发展大致经历了以下 4 个发展阶段。

2003 年公司成立后,针对市场需求,与北航海尔、美国 IRONCAD 等公司合作开发了 CAD/CAM 产品线(包括电子图板、实体设计、制造工程师等),并在市场上大力推广,获得用户的广泛欢迎。

2003年年底,CAXA与美国IRONCAD、台湾华夏科技、金叶西工大、南京新模式等5家单位联盟,宣布与合作伙伴一起迈进PLM领域。2004年,CAXA合并再组IRONCAD,与达索公司DS建立了策略联盟,先后推出了CAXA协同管理、CAXA V5等PLM方案。

2006年9月,CAXA正式宣布全线进入PLM,并推出A5 PLM、V5 PLM和PLM扩展应用等全面的PLM方案。CAXA图文档获得“金软件”奖,CAXA也进入了中国PLM TOP5的行列。

2007年12月,CAXA获得IDG公司1 000万美金融资,扩充服务体系和加强产品研发,扩大CAXA在中国PLM行业的领先优势,进入快速发展阶段。

公司产品主要有:电子图板(二维CAD)[全面兼容AutoCAD实体设计(三维CAD)]、制造工程师(CAM)、产品数据管理(PDM)、工艺规划(CAPP)、工艺汇总表(BOM)、网络DNC等。

CAXA电子图板机械版2009打造了全新软件开发平台,在多文档、多标准以及交互方式上带来全新体验,而且在系统综合性能方面进行了充分改进和优化,对于文件特别是大图的打开、存储、显示、拾取等操作的运行速度均有大幅提升,动态导航、智能捕捉、编辑修改等处理速度的提升,让用户的设计绘图工作流畅、自如。而且依据中国机械设计的国家标准和使用习惯,提供专业绘图工具箱辅助设计工具,通过简单的绘图操作将新品研发、改型设计等工作迅速完成,提升工程师专业设计能力。

CAXA软件的特点:秉承“软件服务制造业”的理念,多年来致力于将工程师从纷繁复杂的机械工程图绘制工作中解脱出来,全身心投入开发工作,将创意转化为实际工作所需,提高企业研发创新能力。机械版专为制造业工程师打造,CAXA电子图板在界面交互、操控效率、用户体验和数据兼容等方面均有大幅提高,能够更专业、智能和高效地满足用户的需求。基于全新平台开发的电子图板能进行多窗口、多语言、动态输入、尺寸关联等底层平台应用;其文字编辑更加便捷,支持多行文字和弧形文字编辑;支持最新标准的智能标注工具、双击编辑实体、夹点编辑关联、开放图纸幅面管理工具以及国标图库、构件库和排版打印工具等实用功能,工程标注、转图工具、序号与明细表关联等诸多机械行业专业辅助工具可以大幅提高设计效率,已成为国内市场上广泛采用的二维绘图软件。

1.3 常见三维绘图软件简介

1.3.1 SolidWorks 简介

美国SolidWorks公司是一家专门从事开发三维机械设计软件的高科技公司,公司宗旨是使每位设计工程师都能在自己的微型计算机上使用功能强大的世界最新CAD/CAE/CAM/PDM系统,公司主导产品是世界领先水平的SolidWorks软件。

20 世纪 90 年代初,为了开发世界空白的基于微型计算机平台的三维 CAD 系统,1993 年 PTC 公司的技术副总裁与 CV 公司的副总裁成立 SolidWorks 公司,并于 1995 年成功推出了 SolidWorks 软件,获得了世界相关领域用户的认可。SolidWorks 软件是世界上第一个基于 Windows 开发的三维 CAD 系统,并创造了 FeatureManager 特征管理员的设计思想,实现了在 Windows 平台下实现的自顶向下的设计方法、动态装配干涉检查功能、智能化装配,能基于 Internet 的电子图板发布工具(eDrawing)的 CAD 系统。由达索并购后的 SolidWorks 以原来的品牌和管理技术队伍继续独立运作,成为 CAD 行业一家高素质的专业化公司。

该软件具有以下几个特点。

1) Top Down(自顶向下)的设计

自顶向下的设计是指在装配环境下进行相关设计子部件的能力,不仅做到尺寸参数全相关,而且实现几何形状、零部件之间全自动完全相关,并且为设计者提供完全一致的界面和命令进行全自动的相关设计环境。用户可以在装配布局图做好的情况下,进行设计其他零部件,并保证布局图、零部件之间全自动完全相关,一旦修改其中一部分,其他与之相关的模型、尺寸等自动更新,不需要人工参与。

2) Down Top(自下向上)的设计

自下向上的设计是指在用户先设计好产品的各个零部件后,运用装配关系把各个零部件组合成产品的设计能力,在装配关系定制好之后,不仅做到尺寸参数全相关,而且实现几何形状、零部件之间全自动完全相关,并且为设计者提供完全一致的界面和命令进行全自动的相关设计环境。

3) 配置管理

在 SolidWorks 中,用户可利用配置功能在单一的零件和装配体文档内创建零件或装配体的多个变种(系列零件和装配体族),而其多个个体又可以同时显示在同一总装配体中。具体应用表现在:设计中经常需要修改和重复设计,并需要随时考查和预览同一零部件的不同设计方案和设计阶段,或者记录下零部件在不同尺寸时的状态或不同的部件组合方案,而不同的状态和方案又可同时在一张工程图或总装配体内显示出来,因而 SolidWorks 利用配置很好地捕捉了实际设计过程中的修改和变化,满足了各种设计需求。SolidWorks 的管道设计模块就利用了配置管理的功能,工程师只要通过简单的拖曳操作即可实现自动找出与已有管接头尺寸完全配合的管道规格,而无须事先指定相应尺寸规格的管道。也正是基于配置,SolidWorks 方便地实现了有孔时自动从标准件库中找到合适尺寸的螺栓与之配合,同时又找到相应规格的螺母和垫圈与螺栓配合。

4) 易用性及对传统数据格式的支持

SolidWorks 完全采用了微软 Windows 的标准技术,如标准菜单、工具栏、组件技术、结构化存取、内嵌 VB(VBA)及拖放技术等。设计者进行三维产品设计的软件操作习惯可与 Windows 系统很好地协同起来,有很好的人机交互功能。SolidWorks 完全支持 dwg/dxf 输

入输出时的线型、线色、字体及图层,而且可以任意修改尺寸公差和精度等。SolidWorks 提供各种 3D 软件数据接口格式,其中包括 Iges、Vdafs、Step、Parasolid、Sat、STL、MDT、UGII、Pro/E、SolidEdge、Inventor 等格式输入零件和装配,还可输出 VRML、Tiff、Jpg 等文件格式。

5) 零部件镜像

SolidWorks 中提供了零部件的镜像功能,不仅镜像零部件的几何外形,而且包括产品结构和配合条件,还可根据实际需要区分是作简单的复制还是自动生成零部件的对称件。这一功能将大大提高设计效率。

6) 装配特征

SolidWorks 提供完善的产品级的装配特征功能,以便创建和记录特定的装配体设计过程。实际设计中,根据设计意图有许多特征是在装配环境下、在装配操作发生后才能生成的,设计零件时无须考虑。在产品的装配图作好之后,零件之间进行配合加工,比如,零件焊接、切除、打孔等功能。SolidWorks 具有干涉检查、产品的简单运动仿真、编辑零件装配体透明的功能。

7) 工程图

SolidWorks 提供全相关的产品级二维工程图,现实世界中的产品可能由成千上万个零件组成,其工程图的生成至关重要,其速度和效率是 3D 软件均要面临的问题。SolidWorks 采用了生成快速工程图的手段,使得超大型装配体的工程图的生成和标注也变得快捷。SolidWorks 可以允许二维图暂时与三维模型脱离关系,所有标注可以在没有三维模型的状态下添加。同时用户又可随时将二维图与三维模型同步,加速了工程图的生成过程。SolidWorks 提供 GB 标注标准,可以生成符合国内企业需要的工程图,用于指导生产。

8) eDrawing

SolidWorks 中 eDrawing 的出现使得工程师们在交换设计信息时变得更便捷,能实现二维图纸三维看,而且以三维动画方式展现产品各个角度和剖面的细节,可让工程技术人员快速读懂复杂的产品。其所生成的电子文件体积小,便于传递,在一台装有 Windows 系统的 PC 机上能进行自由地浏览,而无须其他软件的支持。

9) Toolbox 工具箱

Toolbox 工具箱提供了建立企业库文件的工具,可以对轴承等一些通用的标准零件进行计算,提供了 ISO、ANSI 等标准的标准件库,并可与装配环境进行自动插入。

另外,SolidWorks 软件还具有钣金设计模块、3D 草图模块、曲面设计模块、基于 Internet 的协同工作功能、动画功能模块——Animator、渲染功能模块——PhotoWorks、管道设计模块——Piping、特征识别模块——FeatureWorks。

1.3.2 Pro/Engineer(Creo)简介

21 世纪的一个重大变革是全球市场的统一,它使市场竞争更加激烈,产品更新更快,但

是有限的资源加上消费者对复杂产品的需求日益增加,使企业很难保持市场份额。在这种背景下,CAD(计算机辅助设计)/CAM(计算机辅助制造)/CAE(计算机辅助测量)技术得到迅速普及和极大发展。在为数众多的 CAD/CAM/CAE 软件中,Pro/E 的工业解决方案地位显赫,它是美国 PTC 公司(参数化技术公司)的拳头产品,技术领先,在机械、电子、航空、航天、邮电、兵工、纺织等各行各业都有应用。可运行于 Windows 和 UNIX 平台上,用 Pro/E 生成的设计建模,可以将设计、运动学仿真、静动力学仿真及加工制造过程融合在一起,让设计制造过程变得更具有自动化、智能化,非常实用。Pro/Engineer 软件包的产品开发环境支持并行工作,它通过一系列完全相关的模块表述产品的外形、装配及其他功能。Pro/E 能够让多个部门同时致力于单一的产品模型,包括对大型项目的装配体管理、功能仿真、制造、数据管理等。Pro/E 共有六大主模块,下面进行逐一简要介绍。

1) 工业设计 (CAID) 模块

工业设计模块主要用于对产品进行几何设计。以前,在零件未制造出时,是无法观看零件形状的,只能通过二维平面图进行想象。现在,用 3DS 可以生成实体模型,但用 3DS 生成的模型在工程实际中只能直观观察。而用 Pro/E 生成的实体建模好看且好用,事实上,Pro/E 后阶段的各个工作数据的产生都要依赖于实体建模所生成的数据。包括:Pro/3Dpaint(3D 建模)、Pro/Animate(动画模拟)、Pro/Designer(概念设计)、Pro/Networkanimator(网络动画合成)、Pro/Perspecta-Sketch(图片转三维模型)、Pro/Photorender(图片渲染)等多个子模块。

2) 机械设计 (CAD) 模块

机械设计模块是一个高效的三维机械设计工具,它可绘制任意复杂形状的零件。在实际中存在大量形状不规则的物体表面,如常用的鼠标、汽车覆盖件等,这些称为自由曲面。随着人们生活水平的提高,对曲面产品的需求将会大大增加。用 Pro/E 生成曲面仅需两三步操作。Pro/E 生成曲面的方法有拉伸、旋转、放样、扫掠、网格、点阵等。由于生成曲面的方法较多,因此 Pro/E 可以迅速建立任何复杂曲面。它既能作为高性能系统独立使用,又能与其他实体建模模块结合起来使用,它支持 GB、ANSI、ISO 和 JIS 等标准。包括:Pro/Assembly(实体装配)、Pro/Cabling(电路设计)、Pro/Piping(弯管铺设)、Pro/Report(应用数据图形显示)、Pro/Scan-Tools(物理模型数字化)、Pro/Surface(曲面设计)、Pro/Welding(焊接设计)等。

3) 功能仿真 (CAE) 模块

功能仿真模块主要进行有限元分析。主要是分析工程零部件的刚度、强度、模态等内在特性,并能对初始设计进行不断地仿真优化。很多机械零部件的内部变化情况是很复杂的,难以进行理论解析,而实物实验又耗时耗力。有限元仿真使我们有了一双慧眼,能“看到”零件内部的受力状态。利用该功能,在满足零件受力要求的基础上,便可充分优化零件的设计。著名的可口可乐公司,利用有限元仿真,分析其饮料瓶,结果使瓶体质量减轻了近 20%,而其功能丝毫不受影响,仅此一项就取得了极大的经济效益。包括:Pro/Fem~post(有限元

分析)、Pro/Mechanica customloads(自定义载荷输入)、Pro/Mechanica equations(第三方仿真程序连接)、Pro/Mechanica motion(指定环境下的装配体运动分析)、Pro/Mechanica thermal(热分析)、Pro/Mechanica tire model(车轮动力仿真)、Pro/Mechanica vibration(振动分析)、Pro/Mesh(有限元网格划分)等模块。

4) 制造 (CAM) 模块

在机械行业中用到的 CAM 制造模块中的功能是 NC Machining(数控加工)。Pro/E 的数控模块包括:Pro/Casting(铸造模具设计)、Pro/MFG(电加工)、Pro/Moldesign(塑料模具设计)、Pro/NC-check(NC 仿真)、Pro/Ncpost(CNC 程序生成)、Pro/Sheetmetal(钣金设计)等。

5) 数据管理 (PDM) 模块

Pro/E 的数据管理模块就像 Pro/E 的一个大管家,它在计算机上对产品性能进行测试仿真,找出造成产品各种故障的原因,以对症下药,排除产品故障,改进产品设计。它能自动跟踪用户创建的数据,这些数据包括存储在模型文件或库中零件的数据,通过一定的机制,保证了所有数据的安全及存取方便。它包括:Pro/PDM(数据管理)、Pro/Review(模型图纸评估)。

6) 数据交换 (Geometry Translator) 模块

在实际中还存在一些别的 CAD 系统,如 UG II、EUCLID、CIMATRON、MDT 等,由于它们门户有别,所以在实际工作中,往往需要接受别的 CAD 数据。这时,几何数据交换模块就会发挥作用。Pro/E 中几何数据交换模块有好几个,如 Pro/CAT(Pro/E 和 CATIA 的数据交换)、Pro/CDT(二维工程图接口)、Pro/Data for pdgs(Pro/E 和福特汽车设计软件的接口)、Pro/Develop(Pro/E 软件开发)、Pro/Draw(二维数据库数据输入)、Pro/Interface(工业标准数据交换格式扩充)、Pro/Interface for step(STEP/ISO10303 数据和 Pro/E 交换)、Pro/Legacy(线架 / 曲面维护)、Pro/Libraryaccess(Pro/E 模型数据库进入)、Pro/Polt(HPGL/Postscripta 数据输出)。Pro/E 是一套由设计至生产的机械自动化软件,是新一代的产品造型系统,是一个参数化、基于特征的实体造型系统,并且具有单一数据库功能。

最后需要指出的是:Pro/Engineer 的参数化设计和特征造型功能。Pro/Engineer 是第一个采用参数化、基于特征设计的实体模型化系统,工程设计人员采用具有智能特性的基于特征的功能去生成模型,如腔、壳、倒角及圆角,可以随意勾画草图,通过尺寸参数和几何约束的驱动轻易改变模型。这一功能特性给工程设计者提供了在设计上从未有过的简易和灵活。近年来该软件发展迅速,Creo 是美国 PTC 公司于 2010 年 10 月推出的 CAD 设计软件包。Creo 是一个整合 Pro/Engineer、CoCreate 和 ProductView 三大软件并重新分发的新型 CAD 设计软件包,针对不同的任务应用将采用更为简单化子应用的方式,所有子应用采用统一的文件格式。Creo 的目的在于解决 CAD 系统难用及多 CAD 系统数据共用等问题。

1.3.3 UG 简介

UG(Unigraphics NX)是 Siemens PLM Software 公司出品的一个产品工程解决方案,它为用户的产品设计及加工过程提供了数字化造型和验证手段。UG 是 Unigraphics 的缩写,是一个交互式 CAD/CAM(计算机辅助设计与计算机辅助制造)系统,它功能强大,可以实现各种复杂实体及造型的建构。它在诞生之初主要基于工作站,但随着 PC 硬件的发展和个人的迅速增长,在 PC 上的应用取得了迅猛的增长,目前已经成为模具行业三维设计的一个主流应用软件。

UG 的开发始于 1990 年 7 月,它是基于 C 语言开发实现的。UG NX 是在二维和三维空间无结构网格上使用自适应多重网格方法开发的一个灵活的数值求解偏微分方程的软件工具,其设计思想足够灵活地支持多种离散方案。因此,软件可对许多不同的应用再利用。UG 使企业能够通过新一代数字化产品开发系统实现向产品全生命周期管理转型的目标。它包含了企业中应用最广泛的集成应用套件,用于产品设计、工程和制造全范围的开发过程。

NX 是 UGS PLM 新一代数字化产品开发系统,它可以通过过程变更来驱动产品革新,能把产品制造早期的从概念到生产的过程都集成到一个实现数字化管理和协同的框架中。NX 独特之处是其知识管理基础,它使得工程专业人员能够推动革新以创造出更大的利润。NX 可以管理生产和系统性能知识,根据已知准则来确认每一设计决策。NX 提供的解决方案是建立在成功经验基础之上,这些解决方案可以全面地改善设计过程的效率,削减成本,并缩短进入市场的时间。

UG NX 的主要功能如下。

1) 工业设计和风格造型

利用 NX 建模,工业设计师能够快速建立和改进复杂的产品形状,并且使用先进的渲染和可视化工具来最大限度地满足设计概念的审美要求。

2) 产品设计

NX 具有高性能的机械设计和制图功能,为制造设计提供了高性能和灵活性,以满足用户设计复杂产品的需要。NX 具有通用的设计工具,如专业的管路和线路设计系统、钣金模块、专用塑料件设计模块和其他行业设计所需的专业应用程序。

3) 仿真、确认和优化

NX 允许制造商以数字化的方式仿真、确认和优化产品及其开发过程。通过在开发周期中较早地运用数字化仿真性能,制造商可以改善产品质量,同时减少或消除对于物理样机的昂贵耗时的设计、构建,以及对变更周期的依赖。

4) NC 加工

用户可以在图形方式下观测刀具沿轨迹运动的情况并可对其进行图形化修改,如对刀