

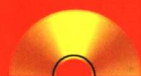
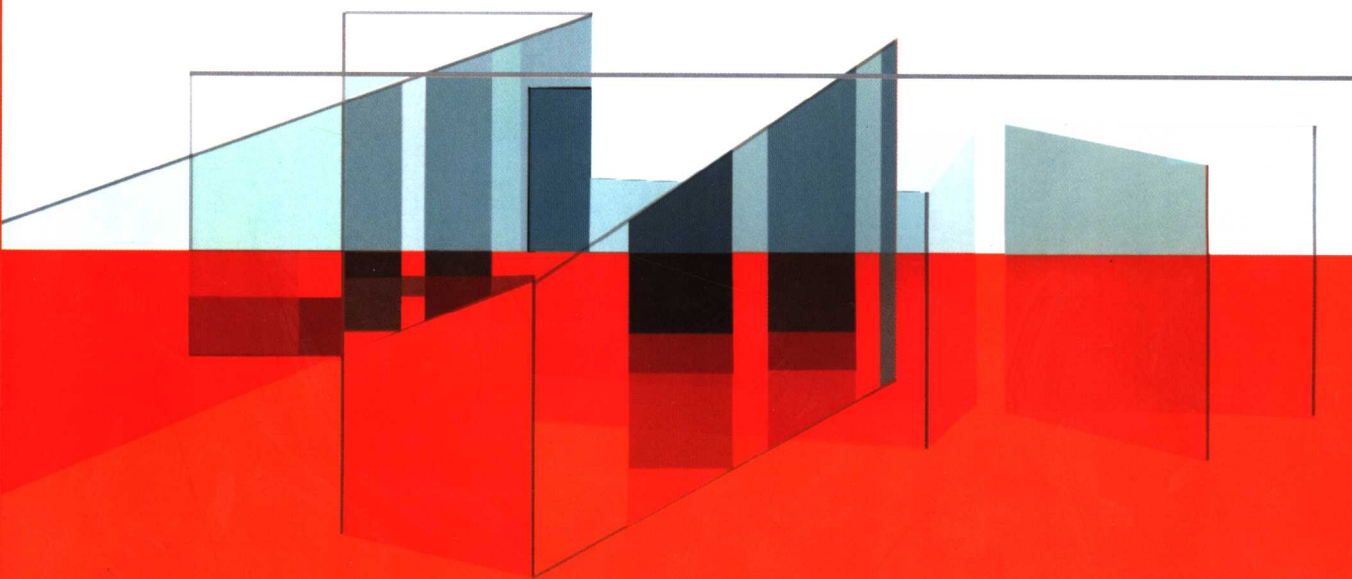
CAD 实用技术

UG 三维造型技术基础

SUNNYTECH
浙大旭日科技

吴立军 周瑜 单岩 编著

- 明确提出各章要点及学习重点
- 精心设计精彩三维造型实例
- 提供详细的操作步骤和重点提示
- 深入剖析 UG 三维造型的方法和技巧
- 操作演示光盘使学习更直观



清华大学出版社

CAD 实用技术

UG 三维造型技术基础

吴立军 周瑜 单岩 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书针对三维造型的实际需要,围绕UG软件的三维造型、二维制图及装配模块,介绍了其核心功能的操作方法和操作要点。同时,通过丰富的操作实例和应用实例讲解了这些功能的应用思路和应用技巧,以帮助读者领会如何将UG软件的功能运用到实际工作中,尽快达到学以致用目的。

本书可供CAD技术人员参考,也可作为大专院校CAD专业课程教材以及CAD技术各级培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

UG 三维造型技术基础/吴立军 周瑜 单岩编著. —北京:清华大学出版社, 2004.9

(CAD 实用技术)

ISBN 7-302-08962-0

I.U… II.①吴… ②周…③单… III.计算机辅助设计—应用软件, UG IV.TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第063336号

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:胡伟卷

文稿编辑:刘金喜

封面设计:王 永

版式设计:康 博

印 装 者:北京鑫霸印务有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:30 字数:693千字

版 次:2004年9月第1版 2004年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-08962-0/TP·6341

印 数:1~4000

定 价:48.00元(含光盘)

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

前 言

EDS 公司是全球领先的 IT 服务公司, 其 Unigraphics (UG) 软件是当今世界上最先进的 CAD/CAM/CAE 一体化软件之一, 广泛应用于航空、航天、汽车、模具、通用机械和电子等工业领域。学习 UG 软件的三维造型技术已成为当前 CAD 应用培训的一个热点。

由于三维造型是一项包含机械制图、计算机辅助几何设计、造型思路与技巧、CAD/CAM 软件功能操作以及实际应用经验等多方面内容的综合技能, 因此其学习决不仅意味着掌握某种 CAD/CAM 软件的功能操作, 更重要的是透彻地理解这些功能, 并在正确的造型思路指导下运用这些功能。

因此, 尽管对 UG 软件的培训需求十分广泛, 但要编写一本出色的培训教材却并非易事。本书作者从事 CAD/CAM/CAE 教学和研究多年, 在实用三维造型技术基础理论、实际应用、技术培训和教材写作方面积累了丰富的经验。同时, 在编写过程中还吸收了浙大旭日科技开发有限公司造型工程师的实战经验, 以期进一步提高本书的实用性。

在本书的规划中, 作者充分考虑到以下事实: CAD 软件的应用符合著名的“二八定律”, 即百分之八十的应用只需要百分之二十的功能就足以完成。一个初学者不可能、也没有必要在学完所有功能后才开始应用, 即使是经验丰富的高水平工程师, 也不一定能够掌握软件的所有功能。同样, 一个好的培训教材应该紧紧围绕“实际应用”这个目标, 绝不能成为一本“功能手册”。为此, 在本丛书的《三维造型技术基础》一书中, 我们对三维造型技术中的核心功能及其通用操作方法进行了筛选、归纳和总结, 并结合造型思路讲解了这些功能的应用方法。本书将在此基础上, 围绕 UG 软件中三维造型、二维制图以及装配这 3 个核心模块, 讲解这些功能的具体操作方法、操作要点和应用思路。同时, 为使读者能切实掌握使用 UG 软件进行三维造型的思路、方法与技巧, 本书还列出了丰富的实例, 并制作成演示动画放在所附光盘中, 供读者参考。

恳请读者对本书中的不足之处提出宝贵的意见和建议, 以便我们不断改进。读者可通过网站 <http://www.cad-lab.com> 与我们交流。

作 者

2004 年 6 月

丛书序言

工业技术不断进步的一个重要标志是计算机应用的日益普及。在机械制造业, 计算机辅助设计(CAD)技术的地位和角色正在发生深刻的转变——由稀有昂贵的高级技术资源普及成为常规的和必备的技术手段。随着全球制造业向我国的转移, 这种转变已呈现出加速的趋势, 形成了对该领域技术人才巨大的市场需求。

在这一趋势的带动下, CAD 技术已成为机械行业从业人员和高等院校相关专业学生的学习和培训热点。

CAD 技术的发展十分迅速, 各种软件层出不穷, 版本更新越来越快。面对种类繁多的软件以及日益复杂的功能, 初学者往往会感到十分茫然, 难以把握学习的要领, 以致影响学习的效果和积极性。

为帮助读者扎实、高效地学习和掌握 CAD 技术中最实用的部分, 我们组织编写了这套《CAD 实用技术》丛书。这套丛书总结了我们多年的 CAD 技术应用和培训经验, 其中不仅包括了 CAD 技术中的经典内容——三维造型, 还讲授了一些比较专业的高级实用技术, 如逆向工程和模具分析等。

本丛书由 3 部分组成:

- 三维造型

包括三维造型的基础背景知识、软件功能分析及使用技巧、三维造型的实际应用思路与技巧、典型 CAD 软件的使用、实例分析等。

- 逆向工程

其中总结了我们多年逆向造型的实际经验、技巧和技术开发的成果, 包括三坐标测量、复杂产品(摩托车、汽车零部件)的逆向造型等高级造型技术。

- 模具设计与分析

包括注塑模具设计及注塑工艺等方面的基础知识, 介绍利用世界顶级注塑模具分析软件 Moldflow 进行注塑分析的过程和方法。

本丛书希望达到的学习目标是:

- 使初学者快速坚实地掌握 CAD 的基础知识和基本技能, 并具备一定程度的三维造型能力。

- 使具有一定 CAD 技术基础和工作经验的读者掌握更专业的高级技术, 达到较高的应用水平。

本丛书可供具有中专以上文化程度的机械工程师自学, 或作为高等院校相关专业课程的教材, 以及用于 CAD 技术的普及和高级培训。

限于编写时间和作者的水平，丛书中必然会存在需要进一步改进和提高的地方。希望读者及专业人士提出宝贵意见与建议，以便我们今后不断加以完善。可通过网站 <http://www.cad-lab.com> 与我们交流。

本丛书是编委会全体成员共同努力的结果，在此深表谢意。杭州浙大旭日科技开发有限公司的工程师们为本丛书提供了大量的技术资料和技术支持，在此也对他们表示衷心的感谢。

最后，感谢清华大学出版社为本丛书的出版提供的机遇和帮助。

《CAD 实用技术》丛书编委会

《CAD 实用技术》丛书特色

▼ 基础知识与实用技术相结合

了解和掌握一定的基础知识,有助于深刻领会 CAD 技术中的各种实用功能,做到“知其然,更知其所以然”,从而提高学习效率,保证学习效果,为技术水平的不断提高打下坚实的基础。本丛书中的基础知识内容均经过仔细的筛选,与丛书中所讲授的各种实用技术密切相关。同时,以通俗直观的形式进行讲解,便于读者理解和掌握。

▼ 突出 CAD 技术的核心内容

CAD 软件虽然种类繁多,但其中的核心功能基本相同,并且构成了 CAD 技术的主要组成部分。丛书将各种 CAD 技术中的大量功能进行归纳、分类和总结,重点讲解具有共性的、最实用的部分,使读者从整体上把握 CAD 技术中的核心功能,并了解其中的规律性,从而达到学精学透的目的。

▼ 功能操作与实际应用相结合

本丛书不仅讲解了 CAD 软件中各种实用功能的操作步骤,更重要的是讲解这些功能的应用背景、应用方法和技巧,使读者能够将所学的知识应用到实际工作中,从而达到学以致用目的。

丛书编委会

主 编 单岩(浙江大学)

副主编 吴立军(浙江科技学院)

编 委 周瑜(浙大旭日科技) 周超明(浙大旭日科技) 王刚(浙江大学)
王蓓(浙大旭日科技) 褚专祺(浙大旭日科技)

目 录

第 1 章 UG 入门	1
1.1 UG 简介	1
1.1.1 特点	1
1.1.2 功能模块	2
1.2 使用 UG 造型的一般过程	3
1.3 UG 界面及定制	4
1.3.1 UG 界面	4
1.3.2 界面定制	6
1.4 常用菜单	10
1.4.1 File(文件)	10
1.4.2 Edit(编辑)	12
1.4.3 View(视图)	14
1.4.4 Insert(插入)	14
1.4.5 Format(格式)	14
1.4.6 Tools(工具)	20
1.4.7 Assemblies(装配)	21
1.4.8 WCS(工作坐标系)	21
1.4.9 Information(信息)	21
1.4.10 Analysis(分析)	22
1.4.11 Preferences(预设置)	23
1.4.12 Application(应用)	26
1.4.13 Window(窗口)	26
1.4.14 Help(帮助)	26
1.5 常用工具条	26
1.6 鼠标操作	29
1.7 常用快捷方式	31
1.8 常用工具	32
1.8.1 点方法及点构造器	32
1.8.2 对象选择方式及类选择器	36
1.8.3 矢量构造器	38
1.8.4 坐标构造器	40

1.8.5	几何变换工具	46
1.8.6	表达式	52
1.9	建模思路	54
1.10	入门实例	54
第2章	曲线造型	64
2.1	概述	64
2.2	曲线的生成	64
2.2.1	Basic Curve(基本曲线)	64
2.2.2	Spline(样条)	86
2.2.3	Point(点)	91
2.2.4	Point Set(点集)	91
2.2.5	Curve Chamfer(曲线倒角)	96
2.2.6	Rectangle(矩形)	98
2.2.7	Polygon(正多边形)	98
2.2.8	Ellipse(椭圆)	100
2.2.9	Parabola(抛物线)	101
2.2.10	Hyperbola(双曲线)	102
2.2.11	General Conic(一般二次曲线)	103
2.2.12	Law Curve(规则曲线)	107
2.3	曲线操作	110
2.3.1	Offset Curve(偏置曲线)	110
2.3.2	Bridge Curve(桥接曲线)	114
2.3.3	Simplify(简化曲线)	118
2.3.4	Join(连接曲线)	118
2.3.5	Project(曲线投影)	119
2.3.6	Combined Projection(组合投影)	122
2.3.7	Intersection Curve(相交线)	123
2.3.8	Section Curve(截面线)	124
2.3.9	Extract Curve(析出线)	128
2.3.10	Offset in Face(沿面偏置)	130
2.3.11	Plane(平面)	133
2.4	编辑曲线	138
2.4.1	Edit Curve(编辑曲线)	139
2.4.2	Edit Curve Parameters(编辑曲线参数)	139
2.4.3	Trim Curve(裁剪曲线)	144
2.4.4	Corner Trim(曲线角落裁剪)	144

2.4.5	Divide Curve(分割曲线)	145
2.4.6	Edit Fillet(编辑倒圆角)	148
2.4.7	Stretch(拉伸)	149
2.4.8	Arc Length(修改弧长)	149
第3章	实体造型	152
3.1	概述	152
3.1.1	构造实体的方法	152
3.1.2	基本术语	153
3.2	扫描法构成实体特征	153
3.2.1	Extruded Body(拉伸成型)	154
3.2.2	Revolved Body(旋转体)	160
3.2.3	Sweep Along Guide(扫掠体)	162
3.2.4	Tube(管道)	164
3.3	造型特征	165
3.3.1	Hole(圆孔)	165
3.3.2	Boss(圆凸台)	170
3.3.3	Pocket(腔体)	171
3.3.4	Pad(凸台)	178
3.3.5	Slot(键槽)	179
3.3.6	Groove(旋转槽)	182
3.3.7	User Defined Feature(用户自定义特征)	184
3.3.8	Extract Geometry(析出几何体)	187
3.3.9	Sheet from Curves(曲线构面)	192
3.3.10	Bounded Plane(边界平面)	193
3.3.11	Thicken Sheet(增厚壳体)	194
3.4	参考特征	196
3.4.1	Datum Plane(基准平面)	196
3.4.2	Datum Axis(基准轴)	202
3.5	体素特征	206
3.5.1	Block(矩形体)	206
3.5.2	Cylinder(圆柱体)	208
3.5.3	Cone(圆锥体)	210
3.5.4	Sphere(球体)	213
3.6	特征操作	214
3.6.1	Taper(拔模)	214
3.6.2	Body Taper(体拔模)	220

3.6.3 Blend(边缘倒圆角).....	221
3.6.4 Face Blend(面倒圆角).....	225
3.6.5 Soft Blend(软倒圆角).....	232
3.6.6 Chamfer(边缘倒角).....	234
3.6.7 Hollow(抽壳).....	237
3.6.8 Instance(阵列).....	241
3.6.9 Sew(缝合).....	246
3.6.10 Offset Face(偏移表面).....	249
3.6.11 Trim Body(裁剪体).....	251
3.6.12 Split Body(分割体).....	252
3.6.13 Unite(布尔加).....	253
3.6.14 Subsection(布尔减).....	253
3.6.15 Intersect(布尔交).....	254
3.7 特征编辑.....	255
3.7.1 编辑特征参数.....	255
3.7.2 编辑定位尺寸.....	259
3.7.3 移动特征.....	261
3.7.4 重排序.....	261
3.7.5 删除特征.....	262
3.7.6 抑制/解除抑制特征.....	262
3.8 部件导航器.....	263
第4章 草图.....	265
4.1 概述.....	265
4.1.1 草图与特征.....	265
4.1.2 草图与层.....	265
4.1.3 草图参数预设置.....	266
4.1.4 建立草图的一般步骤.....	267
4.1.5 草图功能简介.....	267
4.2 创建草图.....	268
4.3 创建草图对象.....	269
4.3.1 自由手绘草图曲线(Curve Construction).....	269
4.3.2 添加曲线到草图(Add Existing Curves).....	270
4.3.3 将对象投影到草图(Project).....	270
4.4 约束草图.....	271
4.4.1 尺寸约束.....	271
4.4.2 几何约束.....	273

4.5 草图操作	276
4.5.1 镜像草图对象	276
4.5.2 偏置抽取曲线	276
4.5.3 编辑草图曲线	277
4.5.4 编辑定义线	277
4.6 草图管理	277
4.6.1 草图视图显示	277
4.6.2 草图重附着	277
4.6.3 定位草图	277
4.6.4 更新模型	277
4.7 实例	278
第5章 曲面造型	283
5.1 曲面功能概述	283
5.1.1 From Point Cloud(由云点构面)	286
5.1.2 Ruled(直纹面)	287
5.1.3 Through Curve(穿越曲面)	291
5.1.4 Through Curve Mesh(编织曲面)	295
5.1.5 Swept(扫掠曲面)	298
5.1.6 Section(截面体曲面)	302
5.1.7 Bridge(桥接曲面)	304
5.1.8 Extension(延伸曲面)	308
5.1.9 Offset Surface(偏置曲面)	312
5.1.10 Trimmed Sheet(修剪曲面)	314
5.2 曲面编辑	316
5.2.1 概述	316
5.2.2 Parameters(参数化编辑)	317
5.2.3 Enlarge(扩大曲面)	319
5.2.4 Isoparametric Trim/Divide(等参数修剪/分割)	320
5.2.5 Change Edge(改变边缘)	322
第6章 工程图	325
6.1 工程图功能简介	325
6.1.1 概述	325
6.1.2 制图模块调用	325
6.1.3 UG 出图的一般过程	326
6.2 工程图纸的创建与编辑	326
6.2.1 创建工程图纸	326

6.2.2	打开工程图纸	328
6.2.3	编辑工程图纸	328
6.2.4	删除工程图纸	328
6.3	视图的创建	329
6.3.1	添加视图	329
6.3.2	Import View(输入视图)	330
6.3.3	Orthographic View(正交投射视图)	332
6.3.4	Auxiliary View(向视图)	333
6.3.5	Detail View(局部放大视图)	335
6.3.6	Simple Section View(简单剖视)	336
6.3.7	Stepped Section Cut(阶梯剖视)	337
6.3.8	Half Section Cut(半剖视)	339
6.3.9	Revolved Section Cut(旋转剖视)	339
6.3.10	Unfolded Section Cut(展开剖视)	340
6.3.11	Break-out Section View(局部剖视图)	342
6.3.12	加载图框	344
6.4	视图编辑	345
6.4.1	移动与复制视图	345
6.4.2	对齐视图	347
6.4.3	移除视图	348
6.4.4	自定义视图边界	348
6.4.5	编辑剖切线	350
6.4.6	组件剖视	351
6.4.7	视图相关编辑	351
6.4.8	更新视图	353
6.5	标注尺寸	354
6.5.1	尺寸标注类型	354
6.5.2	标注尺寸一般步骤	355
6.6	参数预设置	356
6.6.1	视图显示参数设置	356
6.6.2	标注参数预设置	357
6.7	数据转换	361
6.7.1	UG 与 CGM 格式转换	361
6.7.2	UG 与 DXF/DWG 格式转换	363
6.7.3	UG 与 IGES 格式转换	364
6.7.4	UG 与 STEP 格式转换	365

第7章 装配功能	366
7.1 装配功能简介	366
7.1.1 综述	366
7.1.2 装配模块调用	366
7.1.3 装配术语	367
7.1.4 装配中部件的不同状态	369
7.1.5 装配的一般思路	370
7.2 装配导航器	370
7.2.1 概述	370
7.2.2 装配导航器设置	371
7.3 自底向上装配	373
7.3.1 概念与步骤	373
7.3.2 配对条件	376
7.3.3 引用集	393
7.4 组件的删除、隐藏与抑制	395
7.5 自顶向下装配	395
7.6 部件间建模	397
7.7 爆炸视图	402
7.7.1 概念	402
7.7.2 爆炸视图的建立	402
7.7.3 爆炸视图操作	404
7.7.4 生成爆炸视图实例	405
第8章 曲面造型实例	408
8.1 概述	408
8.2 塑料件造型	408
8.2.1 本体 T_{11} 制作	409
8.2.2 凸台 T_{12} 制作	428
8.2.3 本体 T_{11} 与凸台 T_{12} 之间的圆角连接	432
8.3 油箱盖	434
8.3.1 本体 T_{11} 制作	434
8.3.2 腔体 T_{12} 制作	451
8.3.3 本体 T_{11} 与腔体 T_{12} 之间圆角连接	458
附录1 塑料件二维图	459
附录2 油箱盖二维图	460

第1章 UG入门

【内容提要】

本章将介绍 UG 软件的特点、模块构成、界面及其定制、常用菜单与工具的使用，并结合实例讲解建模的一般思路。

【学习重点】

界面定制，常用菜单与工具的使用，造型的一般思路。

1.1 UG 简介

Unigraphics 软件(简称 UG)是集 CAD/CAM/CAE 为一体的三维参数化设计软件，是当今世界上最先进的计算机辅助设计、分析和制造软件之一，广泛应用于航天、汽车、通用机械、电子等领域。

1.1.1 特点

UG 的如下特点使其在 CAD/CAM/CAE 软件中具有领先地位：

- 采用主模型结构。如图 1-1 所示，主模型是供 UG 各模块(如工程图、装配、加工等)共同引用的部件模型。实施主模型的好处在于，开发过程中对主模型的任何修改，相关模块都会自动更新数据。

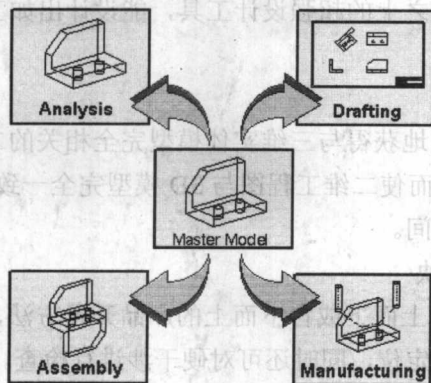


图 1-1

- CAD/CAM/CAE 三大系统紧密集成。用户在使用 UG 强大的实体造型、曲面造型、虚拟装配及创建工程图等功能时, 可以使用 CAE 模块进行有限元分析、运动学分析和仿真模拟, 以提高设计的可靠性; 根据建立起的三维模型, 还可由 CAM 模块直接生成数控代码, 用于产品的加工。
- 灵活性的建模方式。采用复合建模技术, 将实体建模、曲面建模、线框建模、显示几何建模及参数化建模融为一体。
- 参数驱动, 形象直观, 修改方便。
- 曲面设计以非均匀有理 B 样条曲线为基础, 可用多种方法生成复杂曲面, 功能强大。
- 良好的二次开发环境, 用户可用多种方式进行二次开发。
- 知识驱动自动化(KDA)便于获取和重新使用知识。

1.1.2 功能模块

UG 整个系统是由大量的模块所构成的, 常用的四大模块如下。

(1) Gateway 模块

该模块仅提供一些最基本的操作, 如新建文件、打开文件, 输入/输出不同格式的文件、层的控制、视图定义等, 是其他模块的基础。

(2) CAD 模块

UG 的 CAD 模块拥有很强的 3D 建模能力, 这早已被许多知名汽车大厂及航天工业界各高科技企业所肯定。CAD 模块又由许多独立功能的子模块构成, 常用的有:

- Modeling(建模)模块

该模块提供了 Sketch(草图)、Curve(曲线)、Form Feature(实体)、Free Form Feature(自由曲面)等工具。草图工具适合于全参数化设计; 曲线工具虽然参数化功能不如草图工具, 但用来构建线框图更为方便; 实体工具完全整合基于约束的特征建模和显示几何建模的特性, 因此可以自由使用各种特征实体、线框架构等功能; 自由曲面工具是架构在融合了实体建模及曲面建模技术基础之上的超强设计工具, 能设计出如工业造型设计产品的复杂曲面外形。

- Drafting(制图)模块

该模块使设计人员方便地获得与三维实体模型完全相关的二维工程图。3D 模型的任何改变会同步更新工程图, 从而使二维工程图与 3D 模型完全一致, 同时也减少了因 3D 模型改变而更新二维工程图的时间。

- Assemblies(装配)模块

该模块提供了并行的自上而下或自下而上的产品开发方法, 在装配过程中可以进行零部件的设计、编辑、配对和定位, 同时还可对硬干涉进行检查。

- Wave(产品系列工程)模块

UG Wave 产品设计技术把参数化建模技术应用到系统级的设计中,使参数化技术不仅局限于单个部件内,而且能在部件间、产品间建立联系,从而便于整个产品的设计控制。

- **Mold Wizards(模具设计)**

提供一个与 UG 的 3D 建模环境完全整合的模具设计工具,逐步引导使用者进行模具设计工作。3D 模型的每一改变均会自动地关联到公模及母模。

- **Shape Studio(工业设计)模块**

协助工业设计师快速而准确地评估不同设计方案,提高创造能力。

(3) CAM 加工模块

根据建立起的 3D 模型生成数控代码,用于产品的加工,其后处理程序支持多种类型的数控机床。CAM 模块提供了众多的加工模块,如车削、固定轴铣削、可变轴铣削、切削仿真、线切割等。

(4) CAE 模块

工程分析模块,包含以下 3 个常用子模块:

- **Structures(结构分析)模块**

该模块能将几何模型转换为有限元模型,可以进行线性静力分析、标准模态与稳态热传递分析、线性屈曲分析,同时还支持对装配部件(包括间隙单元)的分析,分析的结果可用于评估各种设计方案,优化产品设计,提高产品质量。

- **Motion(运动分析)模块**

该模块可对任何二维或三维机构进行运动学分析、动力学分析和设计仿真,可以完成大量的装配分析,如干涉检查、轨迹包络等。交互的运动学模式允许用户同时控制 5 个运动副,可以分析反作用力,并用图表示各构件间位移、速度、加速度的相互关系,同时反作用力可输出到有限元分析模块中。

- **Mold Flow Adviser(注塑流动分析)模块**

使用该模块可以帮助模具设计人员确定注塑模的设计是否合理,可以检查出不合适的注塑模几何体并予以修正。

本书由于篇幅所限,将只介绍 Windows 环境下 UG NX2 以上版本 CAD 模块中的 Modeling 模块、工程图模块及装配模块,且重点是 Modeling 模块的讲解。

1.2 使用 UG 造型的一般过程

使用 UG 造型的一般过程如下。

(1) 启动 UG: 双击桌面上的 Unigraphics 图标或单击【开始】→【程序】→Unigraphics NX 2→Unigraphics, 即可启动 UG。

(2) 新建一个文件或打开一个已存在的文件。