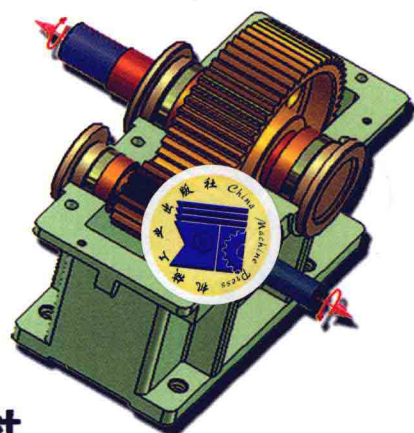


Autodesk Inventor Professional 2010

中文版从入门到精通

三维书屋工作室

胡仁喜 康士廷 刘昌丽 等编著



Autodesk Inventor Professional 2010 中文版 从入门到精通

三维书屋工作室

胡仁喜 康士廷 刘昌丽 等编著



机械工业出版社

Autodesk Inventor Professional 2010 中文版是美国 Autodesk 公司最新推出的三维设计系统,能够完成从二维设计到三维设计的转变,因其易用性和强大的功能,在机械、汽车、建筑等方面得到了广泛的应用。

本书系统介绍了 Autodesk Inventor Professional 2010 中文版的基本功能,以及和其他 CAE 软件联合进行动力学分析、二次开发、应力分析等高级内容。本书共分 15 章。分别介绍 Inventor 的基本功能模块的使用,减速器的各个零件的设计方法,减速器部件的装配过程以及其运动模拟和干涉检查,工程图与表达视图的创建方法, Inventor 的应力分析、二次开发以及运动学、动力学仿真等内容。

本书既可以做为高等院校机械类、机电类或者其他类似专业的师生使用,也可以做为普通设计人员以及 Inventor 爱好者的自学参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

Autodesk Inventor Professional 2010 中文版从入门到精通/胡仁喜等编著.
—北京:机械工业出版社,2009.12
ISBN 978-7-111-28872-5

I. A… II. 胡… III. 机械元件—计算机辅助设计—应用软件,
Autodesk Inventor Professional 2010 IV. TH13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 220906 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:曲彩云 责任印制:杨曦
北京蓝海印刷有限公司印刷
2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·27.75 印张·619 千字
0001—3000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-28872-5
ISBN 978-7-89451-331-1(光盘)
定价:59.00 元(含 1DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

封面无防伪标均为盗版

读者服务部:(010)68993821

目 录 前 言

Autodesk Inventor 是美国 Autodesk 公司于 1999 年底推出的中端三维参数化实体模拟软件。与其他同类产品相比, Inventor 在用户界面简单、三维运算速度和显示着色功能方面有突破的进展。该软件建立在 ACIS 三维实体模拟核心之上, 摒弃许多不必要的操作而保留最常用的基于特征的模拟功能。该软件不仅简化了用户界面和缩短了学习周期, 而且大大加快了运算及着色速度。这样就缩短了系统滞后的时间, 从而最小限度的影响设计人员的创意和发挥。

目前 Autodesk Inventor 的最新版本是 Autodesk Inventor Professional (书中简称 Inventor) 2010。与前期版本相比, 在与 DWG 文件数据交换、装配功能、工程图功能、三维布线、协作设计、资源管理、图形渲染等方面的功能都有明显的提高。

本书以设计实例为主线, 同时兼顾基础知识, 图文并茂地介绍了 Autodesk Inventor Professional 2010 中文版的功能、使用方法以及进行零件设计、部件装配、创建二维工程图等基础内容, 同时为高级用户提供了 Inventor 运动学/动力学仿真、二次开发以及利用 Inventor 进行零件的应力分析等更加深入的内容。所以本书既适用于初、中级用户的快速入门, 也满足高级用户对 Inventor 进行深入研究的需要。本书系统介绍了 Autodesk Inventor Professional 2010 中文版的基本功能, 以及和其他 CAE 软件联合进行动力学分析、二次开发、应力分析等高级内容。本书共分 15 章。分别介绍 Inventor 的基本功能模块的使用, 减速器的各个零件的设计方法, 减速器部件的装配过程以及其运动模拟和干涉检查, 工程图与表达视图的创建方法, Inventor 的应力分析、二次开发以及运动学、动力学仿真等内容。

本书具有较强的系统性, 简明扼要地讲述了 Inventor 中大部分最常用的功能, 以及这些功能在具体的造型实例中(减速器)的具体应用, 使得读者在完成了基础部分的学习外, 还能够在实际的设计中应用这些基础技能, 从而加深对所学习的知识的理解。除了本书所主要讲述的减速器部件以外, 还列举了较多十分典型的实例, 并且书中附有大量的插图, 光盘中也附有实例的三维模型和详细的操作过程动画, 以方便读者学习。读者在学习的过程中不仅可以开阔视野, 还可以从中学习到更多的 Inventor 使用技巧, 巩固所学习到的知识和技能。

本书由三维书屋工作室总策划, 主要由胡仁喜、康士廷、刘昌丽编写, 同时参加本书编写的有董永进、郑娟、陈树勇、张俊生、阳平华、周冰、董伟、许洪、王兵学、王渊峰、郑长松、史青录、王文平、孟清华、王艳池、李广荣、王敏、李瑞、王玉秋、周广芬、李鹏、陈丽芹、李世强、谷德桥、王培合、王佩楷、袁涛、贾红丽、王义发等。

由于编者水平有限, 时间仓促, 所以本书难免在内容选材和叙述上有欠缺之处。竭诚欢迎广大读者在阅读过程中发电子邮件到编者的电子信箱: win760520@126.com 对本书提出批评和建议。

编 者

目 录

前言

第1章 计算机辅助设计与 INVENTOR 简介	1
1.1 计算机辅助设计(CAD)入门	2
1.2 参数化造型	4
1.3 Inventor 的产品优势	6
1.4 Inventor 所支持的文件格式	7
1.4.1 Inventor 的文件类型	7
1.4.2 与 Inventor 兼容的文件类型	8
1.5 Inventor 2010 工作界面一览	10
1.5.1 草图环境	10
1.5.2 零件(模型)环境	13
1.5.3 部件(装配)环境	15
1.5.4 钣金模型环境	17
1.5.5 工程图环境	18
1.5.6 表达视图环境	20
1.6 模型的浏览和属性设置	21
1.6.1 模型的显示	21
1.6.2 模型的动态观察	22
1.6.3 获得模型的特性	23
1.6.4 设置模型的物理特性	24
1.6.5 选择特征和图元	28
1.7 工作界面定制与系统环境设置	29
1.7.1 文档设置	29
1.7.2 系统环境常规设置	30
1.7.3 用户界面颜色设置	31
1.7.4 显示设置	32
1.8 Inventor 项目管理	33
1.8.1 创建项目	33
1.8.2 编辑项目	35
第2章 草图的创建与编辑	36
2.1 草图综述	37
2.2 草图的设计流程	38
2.3 选择草图平面与创建草图	39
2.4 草图基本几何特征的创建	39
2.4.1 点与曲线	39

78	2.4.2	圆与圆弧	40
88	2.4.3	矩形和多边形	42
96	2.4.4	倒角与圆角	43
98	2.4.5	投影几何图元	44
89	2.4.6	插入 AutoCAD 文件	44
93	2.4.7	创建文本	46
79	2.4.8	插入图像	47
84	2.5	草图几何特征的编辑	48
80	2.5.1	镜像特征与阵列特征	48
80	2.5.2	偏移、延伸与修剪	49
103	2.6	草图尺寸标注	51
103	2.6.1	自动标注尺寸	51
107	2.6.2	手动标注尺寸	52
104	2.6.3	编辑草图尺寸	54
104	2.7	草图几何约束	54
101	2.7.1	添加草图几何约束	55
108	2.7.2	草图几何约束的自动捕捉	58
101	2.7.3	显示和删除草图几何约束	58
79	2.8	草图尺寸参数关系化	59
84	2.9	定制草图工作区环境	60
	第 3 章	特征的创建与编辑	62
	3.1	基于特征的零件设计	63
	3.2	基于草图的简单特征的创建	64
	3.2.1	拉伸特征	64
	3.2.2	旋转特征	68
	3.2.3	打孔特征	69
	3.3	定位特征	70
	3.3.1	基准定位特征	70
	3.3.2	工作点	71
	3.3.3	工作轴	72
	3.3.4	工作平面	73
	3.3.5	显示与编辑定位特征	74
	3.4	放置特征和阵列特征	75
	3.4.1	圆角与倒角	75
	3.4.2	零件抽壳	80
	3.4.3	拔模斜度	81
	3.4.4	镜像特征	82
	3.4.5	阵列特征	84
	3.4.6	螺纹特征	86

01	3.4.7	加强筋与肋板	87
01	3.4.8	分割零件	89
01	3.5	复杂特征的创建	90
01	3.5.1	放样特征	90
01	3.5.2	扫掠特征	93
01	3.5.3	螺旋扫掠特征	95
01	3.5.4	加厚偏移特征	97
01	3.5.5	凸雕特征	98
01	3.5.6	贴图特征	99
01	3.5.7	移动面	100
12	3.6	编辑特征	101
12	3.6.1	编辑退化的草图以编辑特征	101
08	3.6.2	直接修改特征	101
16	3.7	设计元素 (iFeature) 入门	101
16	3.7.1	创建和修改 iFeature	102
08	3.7.2	放置 iFeature	103
08	3.7.3	深入研究放置 iFeature	105
08	3.8	表驱动工厂 (iPart) 入门	106
08	3.8.1	创建 iPart 工厂	107
08	3.8.2	iPart 电子表格管理	109
08	3.9	参数化齿轮的创建	110
08	3.9.1	创建参数和草图	110
08	3.9.2	创建三维模型	112
12	3.10	定制特征工作区环境	113
08	第 4 章	部件装配	115
08	4.1	Inventor 的部件设计	116
08	4.2	零部件基础操作	117
07	4.2.1	添加和替换零部件	117
15	4.2.2	旋转和移动零部件	118
07	4.2.3	镜像和阵列零部件	118
07	4.2.4	零部件拉伸、打孔和倒角	123
15	4.3	添加和编辑约束	123
07	4.3.1	配合约束	124
07	4.3.2	对准角度约束	124
08	4.3.3	相切约束	125
18	4.3.4	插入约束	126
08	4.3.5	运动约束	127
18	4.3.6	过渡约束	127
08	4.3.7	编辑约束	128

4.4	观察和分析部件	129
4.4.1	部件剖视图	129
4.4.2	干涉检查(过盈检查)	130
4.4.3	驱动约束	131
4.5	自上而下的装配设计	132
4.5.1	在位创建零件	133
4.5.2	在位编辑零件	134
4.6	衍生零件和部件	135
4.6.1	衍生零件	135
4.6.2	衍生部件	136
4.7	iMate 智能装配	137
4.7.1	iMate 基础知识	137
4.7.2	创建和编辑 iMate	139
4.7.3	用 iMate 来装配零部件	141
4.8	自适应设计	143
4.8.1	自适应设计基础知识	143
4.8.2	控制对象的自适应状态	145
4.8.3	基于自适应的零件设计	148
4.8.4	自适应部件装配范例——剪刀	150
4.9	定制装配工作区环境	155
第5章	工程图和表达视图	158
5.1	工程图	159
5.1.1	创建工程图与绘图环境设置	159
5.1.2	基础视图	162
5.1.3	投影视图	165
5.1.4	斜视图	166
5.1.5	剖视图	166
5.1.6	局部视图	169
5.1.7	打断视图	170
5.1.8	局部剖视图	172
5.1.9	尺寸标注	173
5.1.10	技术要求和符号标注	178
5.1.11	文本标注和指引线文本	184
5.1.12	添加引出序号和明细表	186
5.1.13	工程图环境设置	188
5.2	表达视图	190
5.2.1	创建表达视图	190
5.2.2	调整零部件位置	192
5.2.3	精确视图旋转	193

5.2.4	创建动画演示	193
第6章 通用标准件设计		195
6.1	定距环设计	196
6.1.1	实例制作流程	196
6.1.2	实例效果展示	196
6.1.3	操作步骤	197
6.1.4	总结与提示	198
6.2	键的设计	199
6.2.1	实例制作流程	199
6.2.2	实例效果展示	199
6.2.3	操作步骤	200
6.2.4	总结与提示	203
6.3	销的设计	203
6.3.1	实例制作流程	203
6.3.2	实例效果展示	204
6.3.3	操作步骤	204
6.3.4	总结与提示	206
6.4	螺母设计	206
6.4.1	实例制作流程	206
6.4.2	实例效果展示	207
6.4.3	操作步骤	207
6.4.4	总结与提示	209
6.5	螺栓设计	210
6.5.1	实例制作流程	210
6.5.2	实例效果展示	210
6.5.3	操作步骤	211
6.5.4	总结与提示	213
第7章 传动轴及其附件设计		215
7.1	传动轴设计	216
7.1.1	实例制作流程	216
7.1.2	实例效果展示	217
7.1.3	操作步骤	217
7.1.4	总结与提示	220
7.2	轴承设计	220
7.2.1	实例制作流程	221
7.2.2	实例效果展示	221
7.2.3	操作步骤	221
7.2.4	总结与提示	224

7.3 轴承支架设计	224
7.3.1 实例制作流程	224
7.3.2 实例效果展示	225
7.3.3 操作步骤	225
7.3.4 总结与提示	230
第8章 圆柱齿轮与涡轮设计	232
8.1 大圆柱齿轮设计	233
8.1.1 实例制作流程	233
8.1.2 实例效果展示	233
8.1.3 操作步骤	234
8.1.4 总结与提示	239
8.2 小圆柱齿轮设计	239
8.2.1 实例制作流程	240
8.2.2 实例效果展示	240
8.2.3 操作步骤	240
8.2.4 总结与提示	244
8.3 涡轮设计	244
8.3.1 实例制作流程	244
8.3.2 实例效果展示	245
8.3.3 操作步骤	245
8.3.4 总结与提示	250
第9章 减速器箱体与附件设计	251
9.1 减速器下箱体设计	252
9.1.1 实例制作流程	252
9.1.2 实例效果展示	252
9.1.3 操作步骤	253
9.1.4 总结与提示	267
9.2 减速器箱盖设计	268
9.2.1 实例制作流程	268
9.2.2 实例效果展示	268
9.2.3 操作步骤	269
9.2.4 总结与提示	276
9.3 油标尺与通气器设计	276
9.3.1 实例制作流程	276
9.3.2 实例效果展示	276
9.3.3 操作步骤	277
9.3.4 总结与提示	280
9.4 端盖设计	280

9.4.1	实例制作流程	280
9.4.2	实例效果展示	280
9.4.3	操作步骤	281
9.4.4	总结与提示	283
第 10 章 减速器装配		285
10.1	传动轴装配	286
10.1.1	装配流程	286
10.1.2	装配效果展示	286
10.1.3	装配步骤	287
10.1.4	总结与提示	290
10.2	小齿轮装配	291
10.3	减速器总装配	292
10.3.1	装配流程	292
10.3.2	装配效果展示	292
10.3.3	装配步骤	293
10.3.4	总结与提示	298
第 11 章 减速器干涉检查与运动模拟		299
11.1	齿轮传动的运动模拟	300
11.1.1	添加齿轮间的运动约束	300
11.1.2	驱动约束	301
11.1.3	录制齿轮运动动画	302
11.2	减速器的干涉检查	303
11.2.1	剖视箱体以观察干涉	303
11.2.2	检查静态干涉	305
11.2.3	检测运动过程中的干涉	306
11.2.4	检测零部件的接触	307
第 12 章 减速器工程图与表达视图设计		309
12.1	零件图绘制	310
12.1.1	标准件零件图	310
12.1.2	传动轴零件图	315
12.1.3	下箱体零件图	320
12.1.4	箱盖零件图	325
12.2	装配图绘制	329
12.2.1	传动轴装配图	330
12.2.2	减速器装配图	335
12.3	减速器表达视图	342
12.3.1	效果展示	342

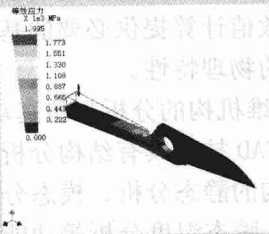
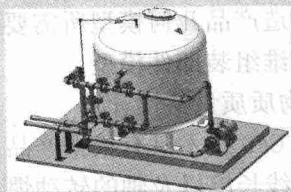
12.3.2	操作步骤	342
12.3.3	爆炸图创建	344
第 13 章 运动仿真		347
13.1	AIP 2010 的运动仿真模块概述	348
13.1.1	运动仿真的工作界面	348
13.1.2	Inventor 运动仿真的特点	350
13.2	构建仿真机构	350
13.2.1	运动仿真设置	351
13.2.2	转换约束	352
13.2.3	插入运动类型	353
13.2.4	添加力和力矩	362
13.2.5	未知力的添加	364
13.2.6	修复冗余	366
13.2.7	动态零件运动	367
13.3	仿真及结果的输出	369
13.3.1	仿真面板	369
13.3.2	运动仿真设置	369
13.3.3	运行仿真	371
13.3.4	仿真结果输出	371
第 14 章 INVENTOR 2010 应力分析		377
14.1	Inventor 2010 应力分析模块概述	378
14.1.1	应力分析的一般方法	378
14.1.2	应力分析的意义	379
14.2	边界条件的创建	380
14.2.1	验证材料	380
14.2.2	力和压力	381
14.2.3	轴承载荷	382
14.2.4	力矩	382
14.2.5	体载荷	383
14.2.6	固定约束	383
14.2.7	销约束	384
14.2.8	无摩擦约束	384
14.3	模型分析及结果处理	385
14.3.1	应力分析设置	385
14.3.2	运行分析	386
14.3.3	查看分析结果	386
14.3.4	生成分析报告	389
14.3.5	生成动画	390

第 15 章 INVENTOR 二次开发入门	391
15.1 Inventor API 概述	392
15.1.1 Inventor API 总论	392
15.1.2 Inventor API 的分类	392
15.1.3 Inventor API 使用入门实例	393
15.2 Inventor VBA 开发基础	396
15.2.1 VBA 语法小结	396
15.2.2 Inventor VBA 工程	404
15.2.3 Inventor VBA 代码模块	408
15.3 插件 (Add-In)	408
15.3.1 创建插件	409
15.3.2 为插件注册	415
15.3.3 插件的调试	417
15.4 学徒服务器 (Apprentice Server)	419
15.4.1 学徒服务器简介	419
15.4.2 程序范例—部件模型树浏览器	419
15.5 实例练习——文档特性访问	423
15.5.1 读取文档特性	423
15.5.2 修改特性值	427

第 1 章

计算机辅助设计与 Inventor 简介

计算机辅助设计 (CAD) 技术是现代信息技术领域中设计以及相关部门使用非常广泛的技术之一。Autodesk 公司的 Inventor 作为中端三维 CAD 软件, 具有功能强大、易操作等优点, 因此被认为是领先的中端设计解决方案。本章对 CAD 和 Inventor 软件作简要介绍。



学 习 要 点

- 计算机辅助设计以及参数化造型
- Inventor 2010 的新特性
- Inventor 2010 的工作界面和系统环境设置

1.1 计算机辅助设计(CAD)入门

图 1-1 所示是利用 Autodesk 公司的三维 CAD 软件 Inventor 所设计的产品样机。

1. 曲面造型

三维 CAD 技术可根据给定的离散数据和工程问题的边界条件来定义、生成、控制和过渡曲面与非矩形域曲面的拼合能力,提供曲面造型技术。图 1-2 所示是利用 PTC 公司的三维造型产品 Pro/Engineer 所设计的显示器外壳曲面。

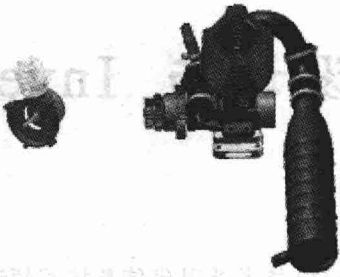


图 1-1 利用“Inventor”设计的产品

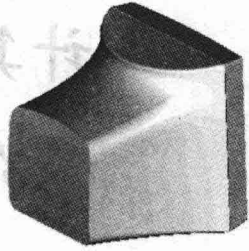


图 1-2 显示器外壳

2. 实体造型

三维 CAD 技术具有定义和生成体素的能力,以及用几何体素构造法 CSG 或连接表示法 B-rep 构造实体模型的能力,并且能提供机械产品总体、部件、零件以及用规则几何形体构造产品几何模型所需要的实体造型技术。图 1-3 所示是 Autodesk Inventor 所设计的三维组装部件模型。

3. 物质质量特性计算

三维 CAD 技术具有根据产品几何模型计算相应物体的体积、表面积、质量、密度、重心、导线长度以及轴的转动惯量和回转半径等几何特性的能力,为系统对产品进行工程分析和数值计算提供必要的基本参数和数据。图 1-4 所示是利用 Inventor 所计算出的零件模型的物理特性。

4. 三维机构的分析和仿真功能

三维 CAD 技术具有结构分析、运动学分析和温度分析等有限元分析功能,它具有一个机械机构的静态分析、模态分析、屈曲分析、振动分析、运动学分析、动力学分析、干涉分析、瞬态温度分析等功能,即具有对机构进行分析和仿真等研究能力,从而为设计师在设计运动机构时,提供直观的、可仿真的交互式设计技术。图 1-5 所示是 Pro/Engineer 对构件所进行应力得到的分析结果

5. 三维几何模型的显示处理功能

三维 CAD 技术具有动态显示图形、消除隐藏线,彩色浓淡处理的能力,以便使设计师通过视觉直接观察、构思和检验产品模型,解决了三维几何模型在设计复杂空间布局的问题。图 1-6 所示是 Inventor 中的 3 种不同的模型显示方式。

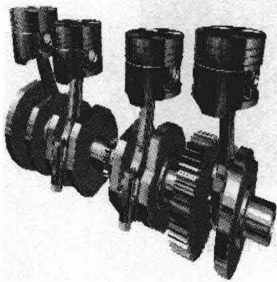


图 1-3 利用 Inventor 设计的部件模型

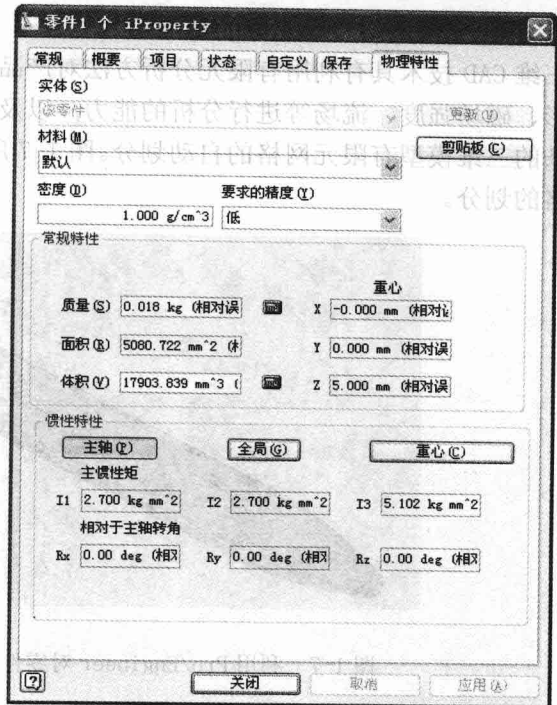


图 1-4 利用 Inventor 计算模型的物理特性

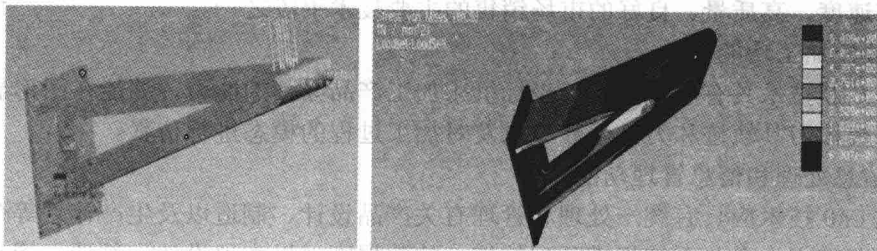


图 1-5 利用 Pro/Engineer 分析模型应力

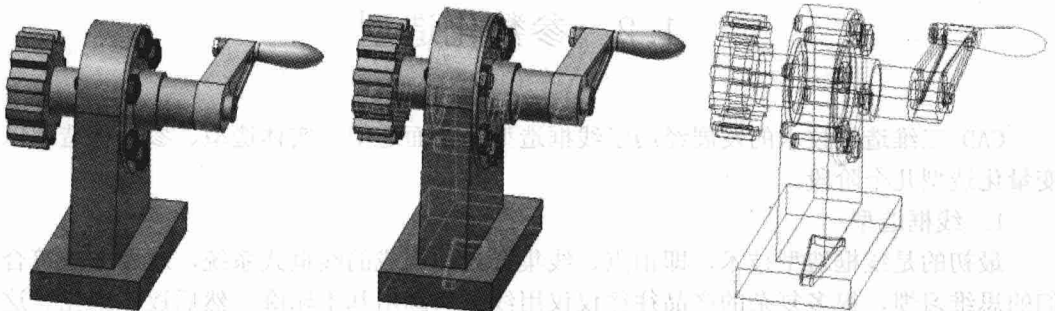


图 1-6 Inventor 的模型显示方式

6. 有限元法网络自动生成的功能

三维 CAD 技术具有利用有限元分析方法对产品结构的静、动态特性、强度、振动、热变形、磁场强度、流场等进行分析的能力, 以及自动生成有限元网格的能力, 特别是在复杂的三维模型有限元网络的自动划分。图 1-7 所示是 Pro/Engineer 对零件进行有限元网络的划分。

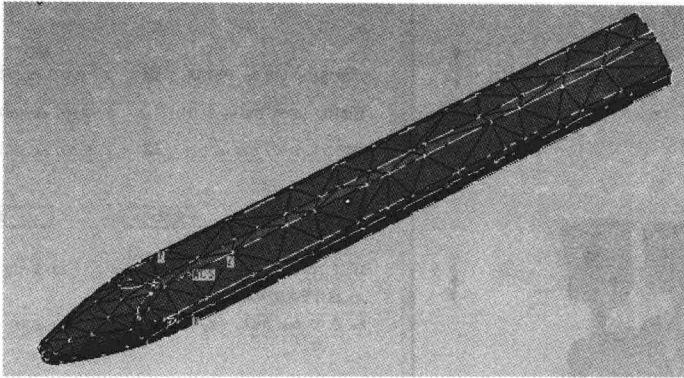


图 1-7 利用 Pro/Engineer 对零件进行有限元网格划分

7. 优化设计功能

三维 CAD 技术具有用参数优化法进行方案优选的功能, 优化设计是保证现代产品设计具有高速度、高质量、良好的市场销售的主要技术手段之一。

8. 数控加工功能

三维 CAD 技术具有三、四、五坐标机床加工产品零件的能力, 并能在图形显示终端上识别、校核刀具轨迹和刀具干涉, 以及对加工过程的模态进行仿真。

9. 信息处理和信息管理功能

三维 CAD 技术应具有统一处理和有关产品设计、制造以及生产计划等全部信息的能力, 即建立一个与系统规模匹配的统一的数据库, 以实现设计、制造、管理的信息共享, 并达到自动检索、快速存取和不同系统间的交换的传输目的。

1.2 参数化造型

CAD 三维造型技术的发展经历了线框造型、曲面造型、实体造型、参数化造型以及变量化造型几个阶段。

1. 线框造型

最初的是线框造型技术, 即由点、线集合方法构成的线框式系统, 这种方法符合人们的思维习惯, 很多复杂的产品往往仅仅用线条勾画出基本轮廓, 然后逐步细化。这种造型方式数据存储量小, 操作灵活, 响应速度快, 但是由于线框的形状只能用棱线表示, 只能表达基本的几何信息, 因此在使用中有很大的局限性。图 1-8 所示是利用线框造型