

Inventor 9

中文版机械设计

高级应用实例

胡仁喜 董永进 郑娟等编著



Inventor

COMPUTER AID DESIGN FOR MECHANISM

全面完整的知识体系
深入浅出的理论阐述
循序渐进的分析讲解
紧凑典型的实例引导



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

计算机辅助机械设计高级应用实例
COMPUTER AID DESIGN FOR MECHANISM

系列



计算机辅助机械设计高级应用实例系列

Inventor 9 中文版

机械设计高级应用实例

胡仁喜 董永进 郑娟 等编著



机械工业出版社

Autodesk Inventor Professional 9 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 9 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。本书分四篇,共 15 章。第一篇介绍 Inventor 的基本功能模块的使用,第二篇介绍减速器的各个零件的设计方法,第三篇介绍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,第四篇为高级进阶篇,介绍了 Inventor 的应力分析、二次开发以及与 MSC.Dynamic Designer 联合进行运动学、动力学仿真的内容。

本书既适合高等院校机械类、机电类或者其他类似专业的师生使用,也可以作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

Inventor 9 中文版机械设计高级应用实例/胡仁喜等编著. —北京:机械工业出版社, 2005. 1

(计算机辅助机械设计高级应用实例系列)

ISBN 7-111- 15761-3

I. I… II. 胡… III. 机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, Inventor 9
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 126649 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:李妍

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·27.25 印张·669 千字

0001—4000 册

定价:49.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

68326294、68320718

封面无防伪标均为盗版

出版说明

机械设计是一门古老而成熟的学科，自第一次工业革命以来，经过几百年的发展，现在已臻于完善。然而，传统的手工进行计算绘图的机械设计方法在日新月异的社会发展需求面前显得捉襟见肘，力不从心。以计算机为代表的信息技术推动整个社会各方面发展的同时也为机械设计这门古老的学科带来了新的生机，这就是计算机辅助设计（CAD）。

借助计算机提供的信息化平台，机械设计得以摆脱传统手工绘图和计算设计的烦琐和落后，变得高度自动化和精确化。可以说，CAD 技术在继承成熟的机械设计理论的同时已经彻底颠覆了传统机械设计几百年的人工模式。

目前，我国的机械设计学科也正在进行这场深刻的计算机革命。世界和国产的各种优秀 CAD 软件正已前所未有的速度迅速进入机械设计和制造行业的各个领域。由于目前 CAD 技术在我国机械设计工程界正处于一个快速导入期，各种 CAD 软件由于其自身的性能优势拥有不同的应用人群。本《计算机辅助机械设计高级应用实例系列》丛书针对机械设计行业不同应用对象，精选了目前国内应用最广泛的 12 种 CAD 软件，结集成书，力图全景式地介绍目前主流 CAD 软件的功能和特点，为不同需求人群设计一套完整的学习和应用指导工具书。

这套丛书所属各书目具有以下特点：

◆ 版本前沿

本丛书所有讲解对象软件都是世界或国内对应软件的最新版本，编者力图将目前世界上最新的、功能最强大的 CAD 软件介绍给读者，使读者能够学习到最前沿的知识。

◆ 内容精深

编者力图跳出目前市面上低中端书籍的俗套，站在一个比较高的起点上，对每一个软件进行全貌式的讲解，从低端的基本功能介绍入手，循序渐进地逐步深入，直至对各种软件的高端分析与开发功能进行详细而具体地剖析。在此过程中，贯穿大量而又有机联系的实例，帮助读者在有限的篇幅内轻松而又深入地掌握本软件的知识精髓。

◆ 作者权威

本丛书各书目的作者都是相应软件使用方面的专家和技术权威，都有过相关软件的多年使用或教学经验，也是利用该软件进行 CAD 设计的高手，他们集中自己多年的心血，融化于字里行间，有很多地方都是他们经过反复研究得出的经验总结。

借这套丛书的出版，希望能够对广大读者的能力提高有所裨益。

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。Inventor 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。Inventor 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。这样就缩短了用户设计意图的产生与系统反应时间之间的距离, 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 9。与前期版本相比, Inventor Professional 9 具有以下几个主要方面的新特性:

- ◆ 更加完善的三维布管和三维布线功能。Autodesk Inventor Professional 9 三维布管提供的功能有设置三维布管样式、向机械部件或产品的设计中添加管路和管线等。三维布线工具提供了用于在标准 Autodesk Inventor 部件中创建和操作三维导线束的功能。
- ◆ 新增了应力分析功能。在 Autodesk Inventor Professional 9 中集成了由美国 ANSYS 公司提供的应力分析模块, 应力分析模块包含的工具可以在零件上放置载荷和约束, 还可以计算生成的应力、变形、安全系数和共振频率模式。
- ◆ 改进的样式和标准编辑器。Autodesk Inventor Professional 9 的文档格式可以使用样式和标准编辑器一个工具进行管理。编辑器可以设置激活的标准, 并提供了一组完整的样式与该标准关联。样式类型列在浏览器中, 可以通过浏览器在编辑窗口中访问所有样式控制。
- ◆ 在造型和工程图方面有了很大的改进。如采用一种计算零件特征的新算法, 可以显著地提高抽壳、拔模、加厚和偏移特征的性能。改进了标注样式, 所有工程图标注都可以从一个位置(样式和标准编辑器)进行维护等。

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 9 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 与其他 CAE 软件进行运动学、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。所以本书即适用于初、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。本书分四篇, 第一篇是 Autodesk Inventor Professional 9 功能介绍篇, 分 5 章介绍了 Inventor 的工作界面、草图创建、零件创建、部件装配以及创建工程图和表达视图等内容。第二篇是零件设计篇, 分 4 章介绍了减速器各个零件的创建过程。第三篇是部件装配篇, 用两章介绍了减速器部件的装配过程和减速器部件的运动模拟和干涉检查。用 1 章介绍了减速器零部件的零件图、部件装配图与表达视图的创建。第四篇是 Inventor 高级进阶篇, 分 3 章介绍了 Inventor 与 MSC.Dynamic Designer 联合进行运动学、动力学仿真, Inventor 二次开发以及利用 Inventor 的应力分析模块进行零件应力分析、模态分析的内容。

本书具有较强的系统性, 简明扼要的讲述了 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，从而加深对所学习知识的理解。除了本书主要讲述的减速器部件以外，还列举了较多的十分典型的实例，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，以方便读者的学习。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 的使用技巧，巩固所学习到的知识和技能。在光盘中还附赠运动学、动力学仿真软件 MSC.Dynamic Designer 的最新试用版。

本书由胡仁喜、董永进、郑娟主编，同时参加本书编写的有陈树勇、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、李广荣、王敏、杨立辉、王玮、李瑞、周广芬、李鹏、陈丽芹、李世强、谷德桥、许艳君、王佩楷、袁涛、贾红丽、王涛等。北京吉泰克斯公司的印建伟工程师、中国航天科工集团第二研究院的张伟工程师为本书制作了大量的实例模型和动画文件，中国航天科工集团第二研究院的关建宏高级工程师审订全书的所有零部件的工程图，一并表示感谢。

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对本书提出批评和建议。可以发电子邮件到编者的电子信箱：smartdyj@163.com，以方便做进一步的交流。

编 者
2005 年 1 月

目 录

出版说明

前言

第一篇 功能介绍篇

第 1 章 计算机辅助设计与 Inventor 简介	2
1.1 计算机辅助设计(CAD)入门	2
1.2 参数化造型简介	5
1.3 主流 CAD 软件一览	7
1.4 Autodesk Inventor 的产品优势和发展历程	10
1.5 Autodesk Inventor Professional 9 的新特性	11
1.6 Autodesk Inventor 所支持的文件格式	14
1.6.1 Autodesk Inventor 的文件类型	14
1.6.2 与 Autodesk Inventor 兼容的文件类型	14
1.7 Inventor 9 工作界面一览	16
1.7.1 草图环境	16
1.7.2 零件(特征)环境	18
1.7.3 部件(装配)环境	20
1.7.4 钣金特征环境	21
1.7.5 工程图环境	22
1.7.6 表达视图环境	23
1.8 菜单栏和工具栏	24
1.8.1 下拉菜单栏	24
1.8.2 关联菜单	25
1.8.3 工具栏	26
1.8.4 工具面板	27
1.9 模型的浏览和属性设置	27
1.9.1 模型的显示	27
1.9.2 模型的动态观察	28
1.9.3 获得模型的特性	29
1.9.4 设置模型的物理特性	30
1.9.5 选择特征和图元	32
1.10 工作界面定制与系统环境设置	34
1.10.1 文档设置	34
1.10.2 系统环境常规设置	34
1.10.3 用户界面颜色设置	35

1.10.4 显示设置	36
1.11 Autodesk Inventor 项目管理	37
1.11.1 创建项目	37
1.11.2 编辑项目	39
第2章 草图的创建与编辑	40
2.1 草图综述	41
2.2 草图的设计流程	42
2.3 选择草图平面与创建草图	42
2.4 草图基本几何特征的创建	43
2.4.1 点与曲线	43
2.4.2 圆与圆弧	44
2.4.3 矩形和多边形	45
2.4.4 倒角与圆角	46
2.4.5 投影几何图元	47
2.4.6 插入 AutoCAD 文件	48
2.4.7 创建文本	49
2.4.8 插入图像	50
2.5 草图几何特征的编辑	51
2.5.1 镜像特征与阵列特征	51
2.5.2 偏移、延伸与修剪	52
2.6 草图尺寸标注	54
2.6.1 自动标注尺寸	54
2.6.2 手动标注尺寸	55
2.6.3 编辑草图尺寸	56
2.7 草图几何约束	57
2.7.1 添加草图几何约束	57
2.7.2 草图几何约束的自动捕捉	60
2.7.3 显示和删除草图几何约束	61
2.8 草图尺寸参数关系化	61
2.9 定制草图工作区环境	62
第3章 特征的创建与编辑	64
3.1 基于特征的零件设计	65
3.2 基于草图的简单特征的创建	66
3.2.1 拉伸特征	66
3.2.2 旋转特征	69
3.2.3 打孔特征	70
3.3 定位特征	72
3.3.1 基准定位特征	73

3.3.2	工作点	73
3.3.3	工作轴	74
3.3.4	工作平面	74
3.3.5	显示与编辑定位特征	76
3.4	放置特征和阵列特征	76
3.4.1	圆角与倒角	76
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	83
3.4.6	螺纹特征	85
3.4.7	加强筋与肋板	86
3.4.8	分割零件	88
3.5	复杂特征的创建	89
3.5.1	放样特征	89
3.5.2	扫掠特征	92
3.5.3	螺旋扫掠特征	93
3.5.4	加厚偏移特征	94
3.5.5	凸雕特征	95
3.5.6	贴图特征	97
3.6	编辑特征	98
3.6.1	编辑退化的草图以编辑特征	98
3.6.2	直接修改特征	98
3.7	设计元素 (iFeature) 入门	99
3.7.1	创建和修改 iFeature	99
3.7.2	放置 iFeature	100
3.7.3	深入研究放置 iFeature	102
3.8	表驱动工厂 (iPart) 入门	103
3.8.1	创建 iPart 工厂	103
3.8.2	iPart 电子表格管理	105
3.9	参数化齿轮的创建	106
3.9.1	创建参数和草图	106
3.9.2	创建三维模型	107
3.10	定制特征工作区环境	109
第4章	部件装配	111
4.1	Inventor 的部件设计	112
4.2	零部件基础操作	113
4.2.1	添加和替换零部件	113
4.2.2	旋转和移动零部件	114

4.2.3	镜像和阵列零部件	115
4.2.4	零部件拉伸、打孔和倒角	119
4.3	添加和编辑约束	119
4.3.1	配合约束	110
4.3.2	对准角度约束	120
4.3.3	相切约束	121
4.3.4	插入约束	122
4.3.5	运动约束	123
4.3.6	过渡约束	123
4.3.7	编辑约束	124
4.4	观察和分析部件	125
4.4.1	部件剖视图	125
4.4.2	干涉检查	126
4.4.3	驱动约束	127
4.5	自上而下的装配设计	128
4.5.1	在位创建零件	129
4.5.2	在位编辑零件	130
4.6	衍生零件和部件	131
4.6.1	衍生零件	131
4.6.2	衍生部件	133
4.7	iMate 智能装配	134
4.7.1	iMate 基础知识	134
4.7.2	创建和编辑 iMate	135
4.7.3	用 iMate 来装配零部件	137
4.8	自适应设计	138
4.8.1	自适应设计基础知识	138
4.8.2	控制对象的自适应状态	141
4.8.3	基于自适应的零件设计	143
4.8.4	自适应部件装配范例—剪刀	145
4.9	定制装配工作区环境	149
第 5 章	工程图和表达视图	151
5.1	工程图	152
5.1.1	创建工程图与绘图环境设置	153
5.1.2	基础视图	154
5.1.3	投影视图	157
5.1.4	斜视图	158
5.1.5	剖视图	159
5.1.6	打断视图	162
5.1.7	局部视图	163

5.1.8 局部剖视图	164
5.1.9 尺寸标注	166
5.1.10 技术要求和符号标注	170
5.1.11 文本标注和指引线文本	175
5.1.12 添加引出序号和明细表	176
5.1.13 工程图环境设置	178
5.2 表达视图	180
5.2.1 创建表达视图	180
5.2.2 调整零部件位置	182
5.2.3 按增量旋转视图	183
5.2.4 创建动画演示	183

第二篇 零件设计篇

第6章 通用标准件设计	186
6.1 Inventor 的标准件库	186
6.2 定距环设计	188
6.2.1 实例制作流程	189
6.2.2 实例效果展示	189
6.2.3 操作步骤	189
6.2.4 总结与提示	191
6.3 键的设计	191
6.3.1 实例制作流程	192
6.3.2 实例效果展示	192
6.3.3 操作步骤	193
6.3.4 总结与提示	196
6.4 销的设计	196
6.4.1 实例制作流程	196
6.4.2 实例效果展示	197
6.4.3 操作步骤	197
6.4.4 总结与提示	199
6.5 螺母设计	199
6.5.1 实例制作流程	199
6.5.2 实例效果展示	200
6.5.3 操作步骤	200
6.5.4 总结与提示	202
6.6 螺栓设计	203
6.6.1 实例制作流程	203
6.6.2 实例效果展示	204
6.6.3 操作步骤	204

6.6.4 总结与提示	206
第7章 传动轴及其附件设计	207
7.1 传动轴设计	208
7.1.1 实例制作流程	208
7.1.2 实例效果展示	209
7.1.3 操作步骤	209
7.1.4 总结与提示	212
7.2 轴承设计	213
7.2.1 实例制作流程	213
7.2.2 实例效果展示	214
7.2.3 操作步骤	214
7.2.4 总结与提示	216
7.3 轴承支架设计	216
7.3.1 实例制作流程	216
7.3.2 实例效果展示	217
7.3.3 操作步骤	217
7.3.4 总结与提示	223
第8章 圆柱齿轮与涡轮设计	224
8.1 大圆柱齿轮设计	224
8.1.1 实例制作流程	225
8.1.2 实例效果展示	225
8.1.3 操作步骤	226
8.1.4 总结与提示	230
8.2 小圆柱齿轮设计	230
8.2.1 实例制作流程	230
8.2.2 实例效果展示	231
8.2.3 操作步骤	231
8.2.4 总结与提示	234
8.3 涡轮设计	235
8.3.1 实例制作流程	235
8.3.2 实例效果展示	236
8.3.3 操作步骤	236
8.3.4 总结与提示	240
第9章 减速器箱体与附件设计	241
9.1 减速器下箱体设计	242
9.1.1 实例制作流程	242
9.1.2 实例效果展示	242

9.1.3	操作步骤	243
9.1.4	总结与提示	254
9.2	减速器箱盖设计	255
9.2.1	实例制作流程	255
9.2.2	实例效果展示	256
9.2.3	操作步骤	256
9.2.4	总结与提示	262
9.3	油标尺与通气器设计	262
9.3.1	实例制作流程	263
9.3.2	实例效果展示	263
9.3.3	操作步骤	264
9.3.4	总结与提示	265
9.4	端盖设计	266
9.4.1	实例制作流程	266
9.4.2	实例效果展示	266
9.4.3	操作步骤	266
9.4.4	总结与提示	268

第三篇 部件装配篇

第10章	减速器装配	270
10.1	传动轴装配	271
10.1.1	装配流程	271
10.1.2	装配效果展示	271
10.1.3	装配步骤	272
10.1.4	总结与提示	275
10.2	小齿轮装配	276
10.3	减速器总装配	277
10.3.1	装配流程	277
10.3.2	装配效果展示	278
10.3.3	装配步骤	278
10.3.4	总结与提示	282
第11章	减速器干涉检查与运动模拟	283
11.1	齿轮传动的运动模拟	284
11.1.1	添加齿轮间的运动约束	284
11.1.2	驱动约束	286
11.1.3	录制齿轮运动动画	287
11.2	减速器的干涉检查	288
11.2.1	剖视箱体以观察干涉	288

11.2.2 检查静态干涉	290
11.2.3 检测运动过程中的干涉	291
11.2.4 检测零部件的接触	292
第 12 章 减速器工程图与表达视图设计	294
12.1 零件图绘制	295
12.1.1 标准件零件图	295
12.1.2 传动轴零件图	299
12.1.3 下箱体零件图	302
12.1.4 箱盖零件图	305
12.2 装配图绘制	308
12.2.1 传动轴装配图	308
12.2.2 减速器装配图	313
12.3 减速器表达视图	317
12.3.1 效果展示	318
12.3.2 操作步骤	318
12.3.3 爆炸图创建	320
第四篇 高级进阶篇	
第 13 章 Inventor 与 Dynamic Designer 的联合仿真	324
13.1 Dynamic Designer 软件简介	325
13.1.1 Dynamic Designer 的安装、启动与卸载	325
13.1.2 Dynamic Designer 的工作界面	328
13.1.3 Dynamic Designer 的特点	329
13.2 构建仿真机构	330
13.2.1 指定运动/静止零部件	330
13.2.2 添加约束	331
13.2.3 添加虚约束	337
13.2.4 添加运动	339
13.2.5 添加碰撞	342
13.2.6 添加力和力矩	344
13.3 仿真及结果输出	350
13.3.1 仿真环境设置	351
13.3.2 运行仿真	352
13.3.3 仿真结果输出	353
13.3.4 利用 MSC. ADAMS 进行仿真分析	359
第 14 章 Inventor 二次开发入门	363
14.1 Inventor API 概述	364

14.1.1	Inventor API 总论	364
14.1.2	Inventor API 的分类	364
14.1.3	Inventor API 使用入门实例	365
14.2	Inventor VBA 开发基础	368
14.2.1	VBA 语法小结	368
14.2.2	Inventor VBA 工程	377
14.2.3	Inventor VBA 代码模块	379
14.3	插件 (Add-In)	380
14.3.1	创建插件	380
14.3.2	为插件注册	386
14.3.3	插件的调试	388
14.4	学徒服务器 (Apprentice Server)	389
14.4.1	学徒服务器简介	389
14.4.2	程序范例—部件模型树浏览器	390
14.5	实例练习—文档特性访问	394
14.5.1	读取文档特性	394
14.5.2	修改特性值	397
第 15 章	Inventor 9 应力分析	402
15.1	Inventor 9 应力分析模块概述	403
15.1.1	应力分析的一般方法	403
15.1.2	应力分析的意义	404
15.2	边界条件的创建	405
15.2.1	验证材料	405
15.2.2	力和压力	406
15.2.3	轴承载荷	407
15.2.4	力矩	407
15.2.5	体积载荷	408
15.2.6	固定约束	408
15.3	模型分析及结果处理	409
15.3.1	应力分析设置	409
15.3.2	运行分析	410
15.3.3	查看分析结果	410
15.3.4	修改模型和应力分析	415
15.3.5	生成分析报告	416

第一篇

功能介绍篇

计算机辅助机械设计高级应用实例系列
COMPUTER AID DESIGN FOR MECHANISM

本篇介绍以下主要知识点：

- ❖ 软件简介
- ❖ 草图的创建与编辑
- ❖ 特征的创建与编辑
- ❖ 部件装配
- ❖ 工程图和表达视图

第1章 计算机辅助设计与 Inventor 简介

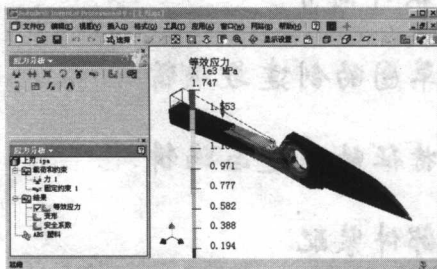
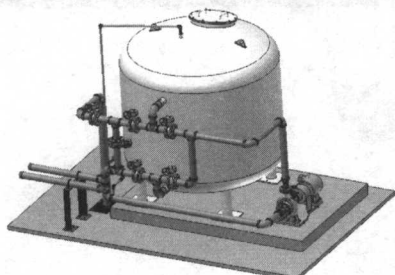
内容 提要

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 做为中端三维 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 软件做简要介绍。

本章重点

- 计算机辅助设计以及参数化造型
- Autodesk Inventor 9 的新特性
- Autodesk Inventor 9 的工作界面和系统环境设置

本章典型效果图



1.1 计算机辅助设计(CAD)入门

计算机辅助设计又简称为 CAD, 是英文 Computer Aided Design(计算机辅助设计)的缩写, 是利用计算机强有力的计算功能和高效率的图形处理能力, 辅助知识劳动者进行工程和产品的设计与分析, 以达到理想的目的或取得创新成果的一种技术。CAD 技术集计算机图形学、