

精于心
美于形

Broadview®
www.broadview.com.cn

AUTODESK 授权培训中心推荐标准教程

Autodesk Inventor 2013 中文版 标准培训教程

ACAA 教育 主编 胡仁喜 刘昌丽 编著

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
HTTP://WWW.PHEI.COM.CN



AUTODESK 授权培训中心

Autodesk Inventor 2013 中文版 标准培训教程

ACAA 教育 主编 胡仁喜 刘昌丽 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书针对 Autodesk Inventor 认证考试最新大纲编写, 重点介绍了 Autodesk Inventor 2013 中文版的新功能及各种基本操作方法和技巧。本书最大的特点是, 在大量利用图解方法进行知识点讲解的同时, 巧妙地融入了工程设计应用案例, 使读者能够在工程实践中掌握 Autodesk Inventor 2013 的操作方法和技巧。

全书分为 9 章, 分别介绍了 Autodesk Inventor 2013 入门、基本操作、绘制草图、实体建模、曲面造型、钣金设计、部件装配、表达视图和创建工程图等内容。

本书内容翔实, 图文并茂, 语言简洁, 思路清晰, 实例丰富, 可以作为初学者的入门与提高教材, 也可以作为 Autodesk Inventor 认证考试辅导与自学教材。

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, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

Autodesk Inventor 2013 中文版标准培训教程 /ACAA 教育主编; 胡仁喜, 刘昌丽编著. —北京: 电子工业出版社, 2013.5
ISBN 978-7-121-19750-5

I. ①A… II. ①A… ②胡… ③刘… III. ①机械设计—计算机辅助设计—应用软件—技术培训—教材 IV.①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 045052 号

策划编辑: 胡辛征

责任编辑: 葛 娜

特约编辑: 赵树刚

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28.75 字数: 736 千字

印 次: 2013 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 59.80 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

Autodesk Inventor 是美国 Autodesk 公司于 1999 年年底推出的终端三维参数化实体模拟软件。与其他同类产品相比, Autodesk Inventor 在用户界面、三维运算速度和显示着色功能方面有突破性的进展。Autodesk 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。Autodesk 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, 从而最小限度地影响设计人员的创意和发挥。

本书针对 AutoCAD 认证考试最新大纲编写, 重点介绍了 Autodesk Inventor 2013 中文版的新功能及各种基本操作方法和技巧。本书最大的特点是, 在大量利用图解方法进行知识点讲解的同时, 巧妙地融入了工程设计应用案例, 使读者能够在工程实践中掌握 Autodesk Inventor 2013 的操作方法和技巧。

全书分为 9 章, 分别介绍了 Autodesk Inventor 2013 入门、基本操作、绘制草图、实体建模、曲面造型、钣金设计、部件装配、表达视图和创建工程图等内容。

与市面上类似的图书相比, 本书具有以下鲜明特色。

1. 作者权威, 经验丰富

本书的作者是 Autodesk 中国认证考试中心 (ACAA) 的首席技术专家, 机械工程博士, 全面负责 Autodesk Inventor 认证考试大纲制订和考试题库建设。作为在高校多年从事计算机图形教学研究的一线人员, 他们具有丰富的教学实践经验与教材编写经验。多年的教学工作使他们能够准确地把握读者的心理与实际需求。值此 Autodesk Inventor 2013 面市之际, 作者结合 Autodesk Inventor 认证考试大纲要求, 根据读者工程应用学习的需要编写了此书。本书凝结着作者的经验和体会, 贯彻着 Autodesk Inventor 认证考试大纲的思想, 希望能够为广大读者的学习起到良好的引导作用, 也为广大读者自学提供了有效的捷径。

2. 内容全面, 剪裁得当

本书定位于创作一本针对 Autodesk Inventor 2013 在工程设计应用领域功能全面的教材与自学结合指导书。本书内容全面具体, 适合于各种不同需求的读者。同时为了在有限的篇幅内提高知识集中程度, 作者对所讲述的知识点进行了精心剪裁。通过实例操作驱动知识点讲解, 不专门对知识点进行重复的理论介绍, 既生动具体, 又简洁明了。

3. 实例丰富, 步步为营

作为介绍 Autodesk Inventor 类专业软件在工程设计领域应用的工具书, 本书力求避免空洞的介绍和描述, 而是步步为营, 每个知识点采用工程设计实例演绎, 这样读者在实例操作过程中就牢固地掌握了软件功能。实例的种类也非常丰富, 有知识点讲解的小实例, 有几个知识点或全章知识点的综合

实例，有练习提高的上机实例。各种实例交叉讲解，达到巩固读者理解的目标。

4. 工程案例潜移默化

Autodesk Inventor 是一个侧重应用的工程软件，所以最后的落脚点还是工程应用。为了体现这一点，本书采用的巧妙的处理方法是：在读者基本掌握各个知识点后，通过柱塞泵设计这个典型案例练习来体验软件在工程设计实践中的具体应用方法，对读者的工程设计能力进行最后的“淬火”处理，潜移默化地培养了读者的工程设计能力，同时使全书的内容显得紧凑严谨。

5. 例解与图解配合使用

与同类书比较，本书最大的一个特点是“例解+图解”：所谓“例解”是指抛弃传统的基础知识点铺陈的讲解方法，采用直接实例引导加知识点拨的方式进行讲解，这种方式讲解的书操作性强，可以以最快的速度吸引读者的眼球，避免内容的枯燥。“图解”是指多图少字，图文紧密结合，大大增强了本书的可读性。

6. 随书光盘内容丰富

随书配送的光盘中包含全书所有实例源文件和每章综合实例演练过程的配音讲解视频文件，可以帮助读者形象直观地学习和掌握本书内容。利用作者精心设计的多媒体界面，读者可以随心所欲地像看电影一样轻松愉悦地学习本书。需要授课 PPT 文件的老师还可以联系作者索取。为了增强教学的效果，进一步提高随书光盘的知识含量，随盘还附送了最新的 Autodesk Inventor 认证考试大纲和 Autodesk Inventor 认证考试样题等超值内容。

本书在介绍的过程中，注意由浅入深，从易到难，各章节既相对独立又前后关联。编著者根据自己多年的经验及学习心得，及时给出总结和相关提示，帮助读者快捷地掌握所学知识。全书解说翔实，图文并茂，语言简洁，思路清晰，可以作为初学者的入门教材，也可以作为 Autodesk Inventor 认证考试辅导与自学教材。

本书主要由胡仁喜和刘昌丽编写。另外，杨雪静、路纯红、康士廷、王佩楷、袁涛、张日晶、李鹏、王义发、周广芬、王培合、周冰、王玉秋、李瑞、董伟、王敏、王渊峰、王兵学、王艳池、夏德伟、张俊生、卢园、孟培、万金环等也参与了本书部分章节的编写，值此图书出版发行之际，向他们表示衷心的感谢。

由于时间仓促和编著者水平有限，书中疏漏之处在所难免，不当之处恳请读者批评指正。有任何问题，请登录网站 www.sjzsanweishuwu.com 或联系 win760520@126.com。

编著者

目 录

第 1 章 Autodesk Inventor 2013 入门	1
1.1 计算机辅助设计	1
1.2 参数化造型简介	4
1.3 工作界面简介	6
1.3.1 课上十分钟——草图环境.....	8
1.3.2 课上十分钟——零件（模型）环境.....	10
1.3.3 课上十分钟——部件（装配）环境.....	12
1.3.4 课上十分钟——钣金模型环境.....	13
1.3.5 课上十分钟——工程图环境.....	14
1.3.6 课上十分钟——表达视图环境.....	16
1.4 工作界面定制与系统环境设置	17
1.4.1 课上十分钟——文档设置.....	18
1.4.2 课上十分钟——系统环境常规设置.....	19
1.4.3 课上十分钟——用户界面颜色设置.....	21
1.4.4 课上十分钟——显示设置.....	22
1.5 名师大讲堂——图形基本设置技巧	23
1.6 思考与练习	24
第 2 章 基本操作	25
2.1 文件管理	25
2.1.1 课上十分钟——新建文件.....	25
2.1.2 课上十分钟——打开文件.....	26
2.1.3 课上十分钟——保存文件.....	27
2.1.4 课上十分钟——另存为文件.....	28
2.1.5 课上十分钟——项目管理.....	28
2.2 定位特征	30
2.2.1 课上十分钟——工作点.....	31
2.2.2 课上十分钟——工作轴.....	33
2.2.3 课上十分钟——工作平面.....	35
2.3 模型的显示	38
2.3.1 课上十分钟——视觉样式.....	38
2.3.2 课上十分钟——观察模式.....	40

2.3.3	课上十分钟——投影模式.....	41
2.4	材料和外观.....	42
2.4.1	课上十分钟——材料.....	42
2.4.2	课上十分钟——外观.....	44
2.5	课下十分钟——导航控制盘.....	45
2.6	名师大讲堂——基本操作技巧.....	46
2.7	思考与练习.....	46

第3章 绘制草图..... 48

3.1	草图综述.....	48
3.2	定制草图工作区环境.....	49
3.3	草图绘制工具.....	51
3.3.1	课上十分钟——绘制点.....	52
3.3.2	课上十分钟——直线.....	52
3.3.3	课上十分钟——样条曲线.....	53
3.3.4	课上十分钟——圆.....	54
3.3.5	课上十分钟——椭圆.....	56
3.3.6	课上十分钟——圆弧.....	56
3.3.7	课上十分钟——矩形.....	58
3.3.8	课上十分钟——多边形.....	60
3.3.9	课上十分钟——投影几何图元.....	61
3.3.10	课上十分钟——倒角.....	62
3.3.11	课上十分钟——圆角.....	62
3.3.12	课堂练习——绘制角铁草图.....	63
3.3.13	课上十分钟——创建文本.....	65
3.4	草图复制工具.....	66
3.4.1	课上十分钟——镜像.....	67
3.4.2	课上十分钟——阵列.....	67
3.4.3	课堂练习——绘制棘轮草图.....	69
3.5	草图修改工具.....	71
3.5.1	课上十分钟——偏移.....	71
3.5.2	课上十分钟——移动.....	72
3.5.3	课上十分钟——复制.....	73
3.5.4	课上十分钟——旋转.....	73
3.5.5	课上十分钟——拉伸.....	74
3.5.6	课上十分钟——比例.....	75

3.5.7	课上十分钟——延伸.....	76
3.5.8	课上十分钟——修剪.....	76
3.5.9	课堂练习——绘制底座草图.....	78
3.6	标注尺寸.....	80
3.6.1	课上十分钟——自动标注尺寸.....	80
3.6.2	课上十分钟——手动标注尺寸.....	81
3.7	草图几何约束.....	82
3.7.1	课上十分钟——添加草图几何约束.....	83
3.7.2	课上十分钟——显示草图几何约束.....	89
3.7.3	课上十分钟——删除草图几何约束.....	90
3.8	三维草图.....	91
3.8.1	课上十分钟——螺旋曲线.....	91
3.8.2	课上十分钟——相交曲线.....	92
3.8.3	课上十分钟——分模线.....	93
3.8.4	课上十分钟——投影到曲面.....	93
3.9	综合演练十分钟——绘制拔叉草图.....	95
3.10	课后练一练.....	98
3.11	名师大讲堂——草图绘制技巧.....	99
3.12	思考与练习.....	100

第4章 实体建模..... 102

4.1	基本体素.....	102
4.1.1	课上十分钟——长方体.....	102
4.1.2	课上十分钟——圆柱体.....	103
4.1.3	课上十分钟——球体.....	104
4.1.4	课上十分钟——圆环体.....	105
4.1.5	课堂练习——绘制球摆.....	105
4.2	创建特征.....	111
4.2.1	课上十分钟——拉伸.....	111
4.2.2	课上十分钟——旋转.....	115
4.2.3	课堂练习——绘制下阀瓣.....	116
4.2.4	课上十分钟——扫掠.....	117
4.2.5	课上十分钟——放样.....	119
4.2.6	课上十分钟——螺旋扫掠.....	123
4.2.7	课堂练习——绘制螺栓.....	125
4.2.8	课上十分钟——凸雕.....	129

4.2.9	课上十分钟——加强筋.....	131
4.3	特征修改.....	132
4.3.1	课上十分钟——孔.....	132
4.3.2	课堂练习——绘制填料压盖.....	135
4.3.3	课上十分钟——抽壳.....	139
4.3.4	课上十分钟——拔模斜度.....	141
4.3.5	课上十分钟——螺纹特征.....	142
4.3.6	课堂练习——绘制阀盖.....	144
4.3.7	课上十分钟——移动面.....	147
4.3.8	课上十分钟——复制对象.....	149
4.3.9	课上十分钟——移动实体.....	150
4.3.10	课上十分钟——分割实体.....	150
4.3.11	课上十分钟——圆角.....	152
4.3.12	课上十分钟——倒角.....	157
4.3.13	课堂练习——绘制柱塞.....	159
4.4	复制特征.....	163
4.4.1	课上十分钟——镜像.....	163
4.4.2	课上十分钟——矩形阵列.....	165
4.4.3	课上十分钟——环形阵列.....	167
4.4.4	课堂练习——绘制上阀瓣.....	169
4.5	综合演练十分钟——绘制泵体.....	173
4.6	课后练一练.....	186
4.7	名师大讲堂——特征创建技巧.....	189
4.8	思考与练习.....	190

第5章 曲面造型..... 193

5.1	编辑曲面.....	193
5.1.1	课上十分钟——加厚.....	193
5.1.2	课堂练习——绘制花盆.....	195
5.1.3	课上十分钟——延伸.....	197
5.1.4	课上十分钟——边界嵌片.....	198
5.1.5	课堂练习——绘制葫芦.....	199
5.1.6	课上十分钟——缝合.....	202
5.1.7	课堂练习——绘制漏斗.....	203
5.1.8	课上十分钟——修剪.....	207
5.1.9	课堂练习——绘制轮毂.....	207

5.1.10	课上十分钟——替换面.....	216
5.1.11	课上十分钟——灌注.....	217
5.1.12	课上十分钟——删除面.....	218
5.2	综合演练十分钟——绘制咖啡壶.....	219
5.3	课后练一练.....	229
5.4	名师大讲堂——曲面设计技巧.....	232
5.5	思考与练习.....	232
第6章	钣金设计.....	234
6.1	创建钣金特征.....	234
6.1.1	课上十分钟——平板.....	234
6.1.2	课上十分钟——凸缘.....	236
6.1.3	课堂练习——绘制提手.....	238
6.1.4	课上十分钟——卷边.....	242
6.1.5	课堂练习——绘制基座.....	244
6.1.6	课上十分钟——轮廓旋转.....	247
6.1.7	课上十分钟——钣金放样.....	248
6.1.8	课上十分钟——异形板.....	249
6.1.9	课上十分钟——折弯.....	251
6.1.10	课上十分钟——折叠.....	252
6.1.11	课堂练习——绘制前后侧板.....	254
6.2	修改钣金特征.....	257
6.2.1	课上十分钟——剪切.....	257
6.2.2	课堂练习——绘制显卡支架.....	259
6.2.3	课上十分钟——拐角接缝.....	264
6.2.4	课上十分钟——冲压工具.....	265
6.2.5	课上十分钟——接缝.....	267
6.2.6	课上十分钟——展开.....	268
6.2.7	课上十分钟——重新折叠.....	269
6.2.8	课堂练习——绘制铰链.....	270
6.2.9	课上十分钟——展开模式.....	278
6.3	综合演练十分钟——绘制计算机机箱.....	278
6.4	课后练一练.....	293
6.5	名师大讲堂——钣金设计技巧.....	299
6.6	思考与练习.....	299

第 7 章 部件装配	301
7.1 Inventor 2013 的装配概述.....	301
7.2 课上十分钟——定制装配工作区环境	302
7.3 零部件基础操作	305
7.3.1 课上十分钟——添加零部件.....	305
7.3.2 课上十分钟——创建零部件.....	306
7.3.3 课上十分钟——替换零部件.....	308
7.3.4 课上十分钟——移动零部件.....	309
7.3.5 课上十分钟——旋转零部件.....	310
7.3.6 课上十分钟——夹点捕捉.....	311
7.4 复制零部件	314
7.4.1 课上十分钟——复制零部件.....	314
7.4.2 课上十分钟——镜像零部件.....	316
7.4.3 课上十分钟——阵列.....	319
7.5 约束方式.....	320
7.5.1 课上十分钟——配合约束.....	321
7.5.2 课上十分钟——角度约束.....	323
7.5.3 课上十分钟——相切约束.....	325
7.5.4 课上十分钟——插入约束.....	327
7.5.5 课堂练习——装配机械臂.....	328
7.6 观察和分析部件	332
7.6.1 课上十分钟——部件剖视图.....	332
7.6.2 课上十分钟——干涉检查.....	334
7.7 衍生零件和部件	336
7.7.1 课上十分钟——衍生零件.....	336
7.7.2 课上十分钟——衍生部件.....	339
7.8 综合演练十分钟——装配柱塞泵	340
7.9 课后练一练.....	349
7.10 名师大讲堂——部件装配技巧	350
7.11 思考与练习	351
第 8 章 表达视图	353
8.1 课上十分钟——创建表达视图	353
8.2 课上十分钟——调整零部件位置	355
8.3 课堂练习——创建机械臂表达视图	357
8.4 课上十分钟——精确视图旋转	360

8.5	课上十分钟——创建动画	361
8.6	综合演练十分钟——创建柱塞泵表达视图	363
8.7	课后练一练	371
8.8	名师大讲堂——表达视图创建技巧	372
8.9	思考与练习	372
第9章 创建工程图		373
9.1	课上十分钟——工程图环境设置	373
9.2	创建视图	375
9.2.1	课上十分钟——基础视图	375
9.2.2	课上十分钟——投影视图	379
9.2.3	课上十分钟——斜视图	381
9.2.4	课上十分钟——剖视图	381
9.2.5	课上十分钟——局部视图	385
9.3	修改视图	387
9.3.1	课上十分钟——打断视图	387
9.3.2	课上十分钟——局部剖视图	389
9.3.3	课上十分钟——断面图	391
9.3.4	课上十分钟——修剪	392
9.3.5	课上十分钟——调整视图位置	392
9.3.6	课堂练习——创建泵体工程视图	396
9.4	尺寸标注	404
9.4.1	课上十分钟——尺寸	404
9.4.2	课上十分钟——基线尺寸	408
9.4.3	课上十分钟——同基准尺寸	409
9.4.4	课上十分钟——连续尺寸	410
9.4.5	课堂练习——标注泵体尺寸	411
9.5	添加符号和文本	416
9.5.1	课上十分钟——表面粗糙度标注	416
9.5.2	课上十分钟——基准标识标注	419
9.5.3	课上十分钟——形位公差标注	420
9.5.4	课上十分钟——文本标注	422
9.5.5	课上十分钟——指引线文本标注	424
9.5.6	课堂练习——完成泵体工程图	426
9.6	添加引出序号和明细栏	430
9.6.1	课上十分钟——手动引出序号	430

9.6.2 课上十分钟——自动引出序号.....	431
9.6.3 课上十分钟——明细栏.....	433
9.7 综合演练十分钟——绘制柱塞泵工程图.....	435
9.8 课后练一练.....	443
9.9 名师大讲堂——工程图创建技巧.....	445
9.10 思考与练习.....	445
思考与练习选择题答案.....	448

第 1 章

Autodesk Inventor 2013 入门

知识导引

本章我们学习 Autodesk Inventor 2013 绘图的基本知识。了解 Autodesk Inventor 中各个工作界面，熟悉如何定制工作界面和系统环境等，为进入系统学习准备必要的前提知识。

1.1 计算机辅助设计

计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）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，辅助设计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、数据库、网络通信以及对应的工程设计方面的技术于一身，现在已经被广泛应用在机械、电子、航天、化工、建筑等行业。CAD 技术的应用提高了企业的设计效率，减轻了技术人员的劳动强度，并且大大缩短了产品的设计周期，加强了设计的标准化水平。图 1-1 是利用 Autodesk 公司的三维 CAD 软件 Autodesk Inventor 设计的产品样机。

CAD 技术的研究始于 20 世纪 50 年代后期，最初的 CAD 技术只是二维计算机绘图技术，即 Computer Aided Drawing，更加浅显地说，就是一个绘图板、丁字尺、铅笔等手工绘图工具的电子替代品，完全是一种被动的辅助设计技术。60 年代，随着交互式图形技术的出现，一些大公司开始推出三维 CAD 系统，法国的达索飞机公司率先设计了三维曲面造型系统 CATIA，该系统标志着 CAD 技术从单纯的模仿工程图纸的三视图模式中解放出来，首先实现用计算机来完整描述零件的主要信息，同时也使得 CAM 技术的发展有了现实的基础。发展至今，CAD 技术已经从二维时代走进了三维时代，三维 CAD 具有二维 CAD 无法比拟的优势，在以下几个方面，三维 CAD 的表现十分卓越。

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、控制和处理过

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 是利用 PTC 公司的三维造型产品 CREO 所设计的显示器外壳曲面。

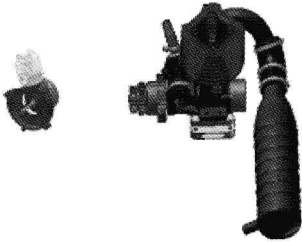


图 1-1 利用 Autodesk Inventor 设计的产品样机

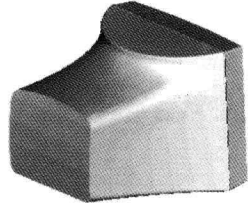


图 1-2 利用 CREO 设计的显示器外壳曲面

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)或边界表示法(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 是利用 Autodesk 公司的三维 CAD 软件 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 是利用 Autodesk 公司的三维 CAD 软件 Autodesk Inventor 所计算出的零件模型的物理特性。

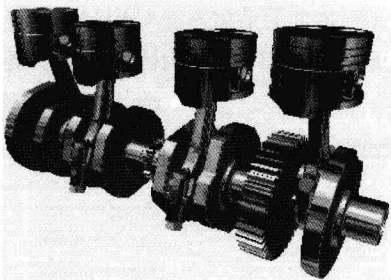


图 1-3 利用 Autodesk Inventor 设计的部件模型

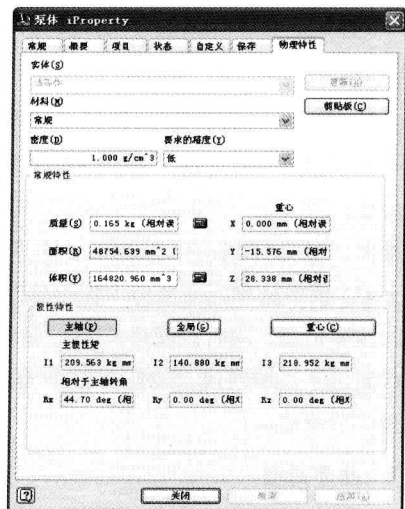


图 1-4 利用 Autodesk Inventor 计算零件模型的物理特性

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 是 PTC 公司的 CAD 产品 CREO 对构件应力的分析结果。

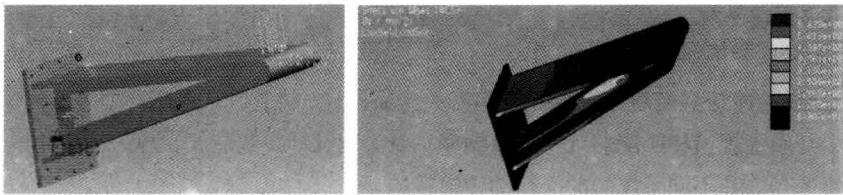


图 1-5 利用 CREO 分析构件应力结果

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，色彩浓淡处理的能力，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 是 Autodesk 公司的三维 CAD 产品 Inventor 中的三种不同的模型显示方式。

6. 有限元网格自动生成的功能

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格的自动划分方面。图 1-7 是利用 PTC 公司的 CREO 对零件进行有限元网格的划分。

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。



图 1-6 Inventor 的模型显示方式

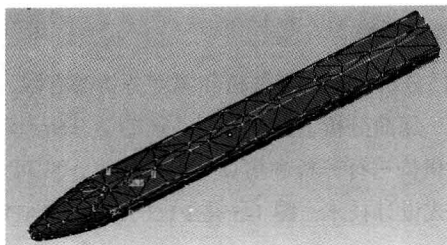


图 1-7 利用 CREO 对零件进行有限元网格划分

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管理有关产品设计、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相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。

综上所述，三维 CAD 技术在复杂实体、曲面造型、三维有限元分析、复杂装配、干涉检查、动态仿真、CAM 等方面的优越性，均让二维 CAD 技术望尘莫及。从这个意义上来说，三维 CAD 技术为 CAD 技术的深化发展开拓了广阔的空间和辉煌的前程。但是这并不意味着二维 CAD 即将退出历史舞台。从目前的实际应用来看，二维 CAD 在某些方面仍然有三维 CAD 无法取代的功能，目前大多数企业的生产组织、工艺编制、档案管理等都仍以二维图样为基本的信息载体，当前大部分企业的生产条件无法直接做到以三维零件实体模型为生产加工的依据，依然需要人工读取二维 CAD 图纸，然后人工确定加工步骤。在今后相当长的时间内，二维和三维 CAD 技术依然相辅相成，互相支持，共同形成一个在理论和实践上都十分完善的系统环境。

1.2 参数化造型简介

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、参数化实体造型等几个阶段。

1. 线框造型

最初的是线框造型技术，即有点、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，且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 是利用线框造型做出的模型。

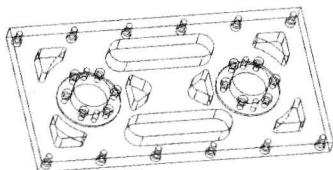


图 1-8 线框模型

2. 曲面造型

20 世纪 70 年代，在飞机和汽车制造行业中需要进行大量的复杂曲面的设计，如飞机的机翼和汽车的外形曲面设计，由于当时只能够采用多截面视图和特征纬线的方法