

21世纪大学计算机基础规划教材

计算机辅助设计与绘图技术 (AutoCAD 2006)

康顺利 编著

- 本书针对计算机辅助设计类人员而编写，书中的设计方法对于其他领域产品设计亦有很好的借鉴作用。
- 本书围绕AutoCAD的主要应用——工程图的绘制展开，不但介绍AutoCAD产品设计的方法，而且介绍产品设计应当遵循的一般方法和理论。
- 本书采用AutoCAD 2006版进行教学，通过精选实例讲解使读者可以由浅入深，逐步学会如何使用AutoCAD快捷准确地实现产品的无纸化设计。



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

计算机辅助设计与绘图技术 (AutoCAD 2009)

王 健 主编

- 全面介绍 AutoCAD 2009 的基本操作、二维绘图、三维建模、工程图生成及输出等知识。
- 结合大量工程实例，详细讲解 AutoCAD 2009 在机械制图、建筑制图、电气制图、道路制图、水利工程制图等方面的应用。
- 本书可作为高等院校机械、建筑、电气、道路、水利等相关专业教材，也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

机械工业出版社

21 世纪大学计算机基础规划教材

计算机辅助设计与绘图技术 (AutoCAD 2006)

康顺利 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书在循序渐进的教学中,通过精选实例讲解了基本几何作图、图纸设置与标注、标准件与常用件创建、三维建模及渲染、创建视口与布局、零件图与装配图绘制等知识内容。包括了 AutoCAD 2006 常用的绘图功能,使读者由浅入深,逐步学会如何使用 AutoCAD 快捷准确地实现产品的无纸化设计。

本书适用于有一定计算机辅助制图基础的读者,不仅可以作为计算机辅助设计的教科书,也可作为使用 AutoCAD 从事工业品设计的工程人员的自学指导书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计与绘图技术: AutoCAD 2006/康顺利

编著. —北京:中国铁道出版社, 2007. 1

21 世纪大学计算机基础规划教材

ISBN 978-7-113-07741-9

I. 计… II. 康… III. 计算机辅助设计—应用软件,
AutoCAD 2006—高等学校—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 012841 号

书 名: 计算机辅助设计与绘图技术 (AutoCAD 2006)

作 者: 康顺利

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 严晓舟 秦绪好

责任编辑: 苏 茜 杨 勇 姚文娟

封面设计: 薛 为

封面制作: 白 雪

责任校对: 翟 哲

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.25 字数: 476 千

版 本: 2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-07741-9/TP·2106

定 价: 27.00 元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

前言

Autodesk 公司所推出的 AutoCAD 系列软件是当前最为优秀的计算机辅助设计软件之一，它在二维 CAD 软件市场占据主导地位，很多三维设计软件（如 Pro/E、UG）都有导入为 AutoCAD 文档格式的接口，而建筑行业的 CAD 软件主要被 AutoCAD 垄断。

随着 CAD 技术的普及应用，国内外企业现在所用的 CAD 软件越来越多，一般企业都用一种三维设计软件搭配一种二维设计软件，三维软件的应用虽然随企业而异，但是二维设计软件一般都选用 AutoCAD。AutoCAD 已成为工程图的事实标准，如现在沿海的模具制造企业招聘员工时一般要求会用 Pro/E 和 AutoCAD 两种软件。

本书内容围绕 AutoCAD 的主要应用——工程图的绘制展开，不但介绍了 AutoCAD 产品设计的方法，而且介绍了产品设计应当遵循的一般理论，并指明理论是如何在实践中体现的。同时根据高职高专的课程特点，结合机械产品的设计，在内容编排上作相应的安排，使老师便于根据学习进度，指导学生进行本书的练习。

在书的编写上，如果详细描述操作步骤则势必造成结构臃肿，挤压实例要说明的内容，本书采用简明的描述方式，使排版清爽、重点突出，大大加快读者从书中吸取知识的过程。

本书共分 9 章，各章内容如下：

第 1 章介绍 CAD 软件及产品设计的基本理论和设计方法，AutoCAD 的优点、用户界面及操作方法和零件构形方面的知识。

第 2 章介绍基本几何图形的绘制方法。

第 3 章介绍如何定义图纸，并通过实例来说明样板文件的使用方法。

第 4 章首先介绍工程图的各种视图的创建方法，包括剖视图、断面图、局部视图以及视图的规定与简化画法，然后介绍标准件和常用件的绘制方法。

第 5 章介绍三维建模基础，包括三维模型在 AutoCAD 中的表示和创建方法，创建三维模型需要了解的重要系统参数，AutoCAD 中创建线框、曲面和实体模型的方法。

第 6 章介绍使用轮廓扫描法创建三维实体模型的方法，以专题形式介绍几种典型实体零件的创建方法，最后介绍三维渲染的方法。

第 7 章介绍布局空间中的多视口显示，如何由实体零件得到合乎规范的图纸和打印设置。

第 8 章介绍零件图的绘制方法。

第 9 章介绍装配图的绘制方法。

在每一章的后面，都附有精选的习题，牢记熟能生巧是学习 AutoCAD 最重要的方法。

本书由康顺利编著，周京平、陈河南、贺民、贺军、李志云、任世华、戴军、陈安南、李晓春、侯佳宜、邓蛟龙、金颖、许伟、王春桥、王雷、韦笑、龚亚萍、王巧红、余春、纪红、陈强等人，参与本书预读、试用、查错、资料收集和整理等工作，在此表示衷心感谢！

由于时间仓促，加上编者水平有限，书中难免有遗漏或不足之处，真诚希望能得到广大

读者的批评指正。本书的配套素材文件将在教材出版后发布在天勤网站：<http://edu.tqbooks.net>。
读者如果在学习的过程中遇到问题或有意见和建议，也可发送邮件到如下地址：
book_service@126.com。

编 者
2006年12月

目 录

第 1 章 AutoCAD 入门.....	1
1-1 AutoCAD 软件概述.....	1
1-1-1 CAD/CAM 软件介绍.....	1
1-1-2 AutoCAD 的作用.....	4
1-2 AutoCAD 用户界面.....	6
1-2-1 UCS 图标.....	6
1-2-2 工具栏.....	7
1-2-3 命令窗口.....	7
1-2-4 状态栏.....	8
1-2-5 切换空间.....	9
1-3 建模环境设置.....	9
1-3-1 设置绘图区域.....	9
1-3-2 定制工具栏.....	10
1-3-3 设置捕捉与追踪.....	12
1-3-4 设置栅格与捕捉.....	13
1-4 AutoCAD 基本操作.....	14
1-4-1 文件存取操作.....	15
1-4-2 图形显示操作.....	16
1-4-3 图形基本操作.....	18
1-4-4 精确绘图操作.....	19
1-4-5 设置系统变量.....	23
1-4-6 查询帮助.....	24
1-5 课后习题.....	25
1-5-1 思考题.....	25
1-5-2 动手练习.....	25
第 2 章 基本几何作图.....	26
2-1 AutoCAD 绘图功能介绍.....	26
2-1-1 图形绘制方法.....	26
2-1-2 图形修改方法.....	29
2-2 典型平面图形绘制.....	33
2-2-1 直线的等分、垂线与平行线.....	33
2-2-2 角的绘制与等分.....	40
2-2-3 圆弧的相切与相接.....	41

2-3	平面图形绘制	48
2-3-1	平面图形的分析	48
2-3-2	平面图形绘制步骤	49
2-4	课后习题	57
2-4-1	思考题	57
2-4-2	动手练习	58
第3章	图纸设置与标注	61
3-1	工程图图纸标准	61
3-1-1	图纸标准介绍	61
3-1-2	AutoCAD 图样设置	62
3-2	设置图纸幅面	63
3-3	设置图纸单位	65
3-4	设置图层	66
3-4-1	图层基本操作	67
3-4-2	设置图层特性	67
3-4-3	图层过滤与排序	68
3-5	设置图线	69
3-5-1	设置线型	69
3-5-2	设置线宽	71
3-5-3	设置线型比例	72
3-6	设置图框格式	72
3-7	设置文字样式	74
3-7-1	字体要求	74
3-7-2	字体设置	75
3-8	设置尺寸标注	76
3-8-1	尺寸标注命令	77
3-8-2	设置尺寸标注样式	78
3-8-3	尺寸标注的关联	82
3-8-4	尺寸标注示例	83
3-9	课后习题	87
3-9-1	思考题	87
3-9-2	动手练习	87
第4章	标准件与常用件	89
4-1	机械制图概论	89
4-2	工程图视图	89
4-2-1	剖视图	91
4-2-2	断面图	96
4-2-3	局部放大图	97

4-3	标准件与常用件绘图方法.....	98
4-3-1	螺纹	98
4-3-2	螺纹紧固件.....	104
4-3-3	销、键与花键.....	111
4-3-4	轴承画法.....	116
4-3-5	弹簧画法.....	119
4-3-6	齿轮	121
4-4	课后习题	129
4-4-1	思考题	129
4-4-2	动手练习.....	129
第 5 章	三维建模基础	132
5-1	三维模型概述	132
5-1-1	表现三维模型.....	132
5-1-2	AutoCAD 三维模型	133
5-1-3	优化三维绘图环境.....	133
5-2	投影与视图	136
5-2-1	平行投影.....	136
5-2-2	透视投影.....	138
5-2-3	视图管理.....	141
5-3	UCS 坐标系	142
5-3-1	创建 UCS 坐标系	143
5-3-2	管理 UCS 坐标系.....	148
5-3-3	UCS 与三维标注	149
5-4	三维线框模型	150
5-4-1	三维多段线.....	151
5-4-2	三维样条曲线.....	152
5-4-3	构造线框模型.....	153
5-5	三维曲面模型	156
5-5-1	曲面创建方法.....	157
5-5-2	创建三维网格.....	157
5-6	三维实体模型	160
5-6-1	实体 CSG 运算.....	161
5-6-2	实心体素法.....	162
5-7	课后习题	165
5-7-1	思考题	165
5-7-2	动手练习.....	165

第 6 章 轮廓扫描及渲染.....	168
6-1 轮廓扫描法.....	168
6-1-1 生成封闭区域.....	168
6-1-2 拉伸与回转扫描.....	170
6-2 实体的修改.....	174
6-2-1 实体一般修改.....	175
6-2-2 实体面修改.....	176
6-2-3 实体边修改.....	178
6-2-4 实体体修改.....	179
6-3 三维操作.....	180
6-4 高级实体建模.....	184
6-4-1 齿轮类零件.....	184
6-4-2 螺纹类零件.....	186
6-4-3 弹簧类零件.....	189
6-5 渲染真实化.....	190
6-5-1 设置渲染参数.....	191
6-5-2 灯光设置.....	192
6-5-3 材质设置.....	196
6-5-4 配景设置.....	199
6-5-5 背景设置.....	200
6-5-6 雾化设置.....	202
6-5-7 场景设置.....	202
6-5-8 显示渲染场景参数统计.....	203
6-6 课后习题.....	203
6-6-1 思考题.....	203
6-6-2 动手练习.....	203
第 7 章 布局与视口.....	205
7-1 模型空间与图纸空间.....	205
7-1-1 两种空间概述.....	205
7-1-2 布局基本操作.....	206
7-2 视口.....	208
7-2-1 平铺视口.....	209
7-2-2 浮动视口.....	211
7-2-3 浮动模型空间.....	213
7-2-4 不规则视口.....	214
7-3 实体图纸设置.....	216
7-3-1 solview 和 soldraw 使用.....	217
7-3-2 solview 和 soldraw 总结.....	227

7-4	工程图打印设置	228
7-4-1	设置页面	228
7-4-2	打印图形	229
7-5	课后习题	230
7-5-1	思考题	230
7-5-2	动手练习	231
第 8 章	零件图绘制	232
8-1	零件图概述	232
8-2	零件图表达	233
8-2-1	零件图视图选择	233
8-2-2	零件图尺寸标注	234
8-2-3	标题栏	237
8-3	零件图技术要求	242
8-3-1	表面粗糙度标注	242
8-3-2	极限与配合	246
8-3-3	形状和位置公差	253
8-3-4	其他技术要求	261
8-4	典型零件表达方法	261
8-4-1	轴套类零件	262
8-4-2	盘盖类零件	267
8-4-3	叉架类零件	272
8-4-4	箱体类零件	279
8-5	课后习题	285
8-5-1	思考题	285
8-5-2	动手练习	285
第 9 章	装配图绘制	286
9-1	装配图概述	286
9-1-1	装配图内容	287
9-1-2	装配图种类	287
9-2	装配图表达	288
9-2-1	装配图规定画法	288
9-2-2	装配图特殊画法	289
9-2-3	装配图尺寸	291
9-2-4	零部件序号与明细栏	291
9-2-5	装配图技术要求	296
9-3	由零件图拼画装配图	296

9-3-1	装配图创建步骤.....	297
9-3-2	插入图块生成装配图.....	299
9-4	装配图拆画零件图	305
9-4-1	读装配图.....	306
9-4-2	拆画零件图.....	306
9-5	课后练习	312
9-5-1	思考题	312
9-5-2	动手练习.....	312

第 1 章 AutoCAD 入门

在开始应用 AutoCAD 之前,本章将对 CAD 软件及产品设计的基本理论、设计的方法作一个粗略概述,在此基础上介绍 AutoCAD 的优点,然后介绍用户界面及操作方法,绘制产品精确定位所需用到的坐标定位、对象捕捉与追踪和栅格捕捉知识。对于这些知识的具体运用,将会渗透到以后的各个章节。

本章主要包括以下几个方面的内容:

- AutoCAD 软件概述。
- AutoCAD 用户界面。
- AutoCAD 建模环境设置。
- AutoCAD 基本操作。

1-1 AutoCAD 软件概述

AutoCAD 是一种用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本三维设计的软件,经过了 20 个版本的不断升级,目前已成为二维工程图的事实标准。它作为 CAD 软件大家族的一员,既具有一般 CAD 软件的共性,又具有独特的需求面向。本节将介绍主流 CAD 软件的一些特点,在此基础上介绍 AutoCAD 的独到之处。

1-1-1 CAD/CAM 软件介绍

CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacture) 的含义是指计算机辅助设计/制造,它是计算机技术的一个重要应用领域,也是工业生产现代化的重要标志。作为 CAD/CAM 技术的主要载体,CAD/CAM 应用软件就显得越来越重要,每种软件都符合特定用户的需求,对于企业和个人用户,都应当挑选适合自己的软件产品。

典型的 CAD/CAM 软件有 AutoCAD、Pro/ENGINEER、UG 和 CATIA,下面简单介绍各软件的特点。

- AutoCAD (Autodesk 公司出品): 该软件最早是针对二维设计绘图而开发的,在二维绘图领域该软件已经比较完善,自 R13 版本中已经加入了三维设计的部分,由于软件的自身原因,使得该软件存在一些不足之处,如该软件在二维设计中无法做到参数化全相关,三维设计中的实体造型能力不足,不能应用于数控加工等。但是由于该软件进入国内市场较早,价格较便宜,对使用的微机要求较低,使用比较简单,因此使用者还是比较多,在二维绘图方面占据主导地位,如图 1-1 所示是 AutoCAD 2006 的主界面。
- Pro/ENGINEER (Parametric Technology Crop.公司出品): 该软件以参数化、基于特征、全相关等概念闻名于 CAD 界,其应用领域主要是针对产品的三维实体模型的建立、三维实体零件的加工以及设计产品的有限元分析。软件的参数化特性造型的功能是它的一个主要功能,它贯穿于整个系统,包括特征、曲面、曲线以及线框模型等。而且系统经过多年的努力,已经把参数化的造型技术应用到工程设计的各个模块,如绘图、

工程分析、数控编程、布线设计和概念设计等,在国内的大型企业应用较广,在沿海的中小企业中也常得到应用,如图 1-2 所示是 Pro/E Wildfire 2.0 的主界面。

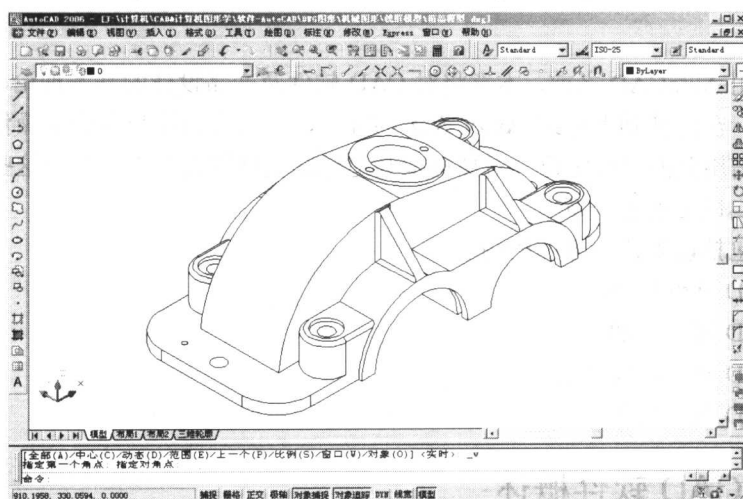


图 1-1 AutoCAD 主界面

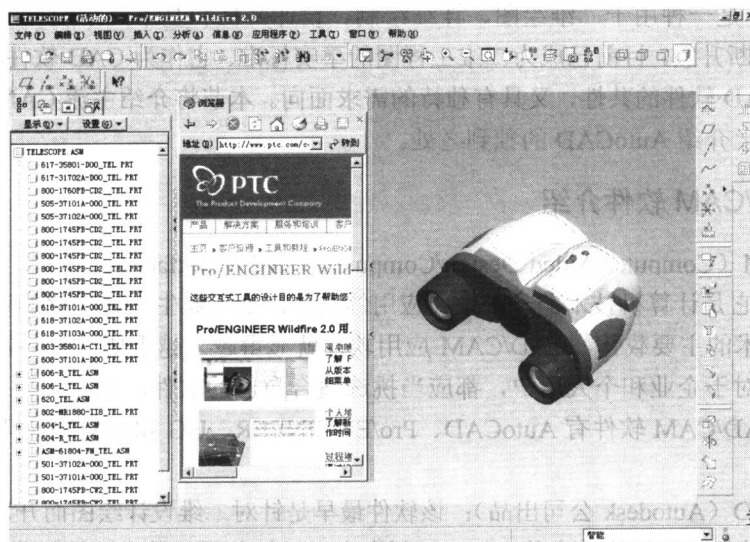


图 1-2 Pro/E Wildfire 2.0 主界面

- **UG (UGS 公司):** UG 的全称是 Unigraphics, 它起源于航空和汽车企业, 其应用范围基本和 Pro/E 相似。UG 软件采用基于约束的特征建模技术和传统的几何建模为一体的复合建模技术, 而且可用于控制参数曲面。在基于约束的造型环境中支持各种传统的造型方法, 如布尔运算、扫描、曲面缝合等。UG 具有统一的数据库, 实现了 CAD、CAE、CAM 之间无数据交换的自由转换, 实现了各种轴联动的复杂曲面加工和镗铣加工。一般认为 UG 是业界最好、最具有代表性的数控软件, 它提供了功能强大的刀具轨迹生成方法, 包括车、铣、线切割等完善的加工方法, 目前我国很多的航空企业都在使用这种软件, 如图 1-3 所示是 UG NX 3.0 的主界面。

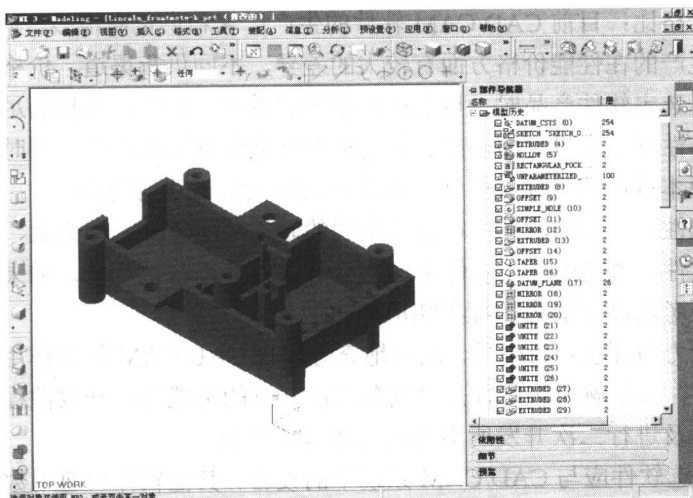


图 1-3 UG NX 3.0 主界面

- CATIA (Dassault Systems 公司): 目前最为强大的 CAD/CAM/CAE/PDM 应用系统, CATIA 具有一个独特的装配草图生成工具, 支持欠约束的装配草图绘制以及装配图中各零件之间的连接定义, 可以进行快速概念设计。它支持参数化造型和布尔操作等造型手段, 支持绘图与数控加工的双向数据关联。特别的是, 一般的三维造型软件都是在三维空间内观察零件, 但是 CATIA 能够进行四维空间的观察, 也就是说该软件能够模拟观察者的视野进入到零件的内部去观察零件, 如图 1-4 所示是 CATIA V5 版的主界面。

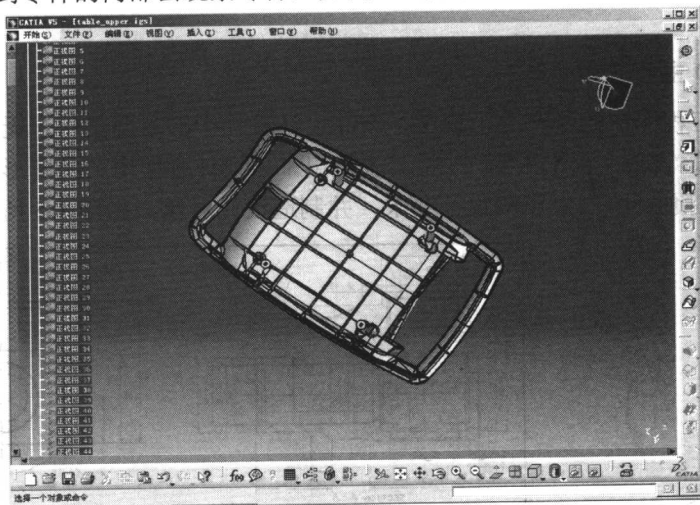


图 1-4 CATIA V5 版

前面简单介绍了各种典型 CAD/CAM 软件的特点, 在选择合适的软件时, 应当注意如下因素:

- 系统功能与能力配置: 市场上支持 CAD/CAM 系统的系统软件很多, 且大多采用了模块化结构和即插即用的连接与安装方式。不同的功能通过不同的软件模块实现, 通过组装不同模块的软件构成不同规模和功能的系统, 要根据系统的功能要求确定系统所需要的软件模块和规模。

- **软件性能价格比：**目前 CAD/CAM 软件的生产厂家和供货商很多，同样功能的软件，不同厂家生产的在性能价格方面有较大的差异，不同供货渠道，价格上也有一定的差异。因此，选定软件产品时，也要进行系统的调研与比较，选择满足要求、运行稳定可靠、容错性好、人机界面友好、具有良好性能价格比的产品。同时要注意软件的版本号，该版本推出的日期及与前一版本比较的功能改进等方面。
- **与硬件匹配性：**不同的软件往往要求不同的硬件环境支持。如果软、硬件都需配置，则要先选软件，再选硬件，软件决定着 CAD/CAM 系统的功能。如果已有硬件，只配软件，则要考虑硬件能力，配备相应档次的软件。
- **二次开发能力与环境：**为高质、高效地充分发挥 CAD/CAM 软件作用，通常都需要进行二次开发，要了解所选软件是否具备二次开发的可能性、开放性程度、所提供的二次开发工具及进行二次开发所需要的环境和编程语言。
- **开放性：**所选软件应与 CAD/CAM 系统中的设备、其他软件和通用数据库具有良好的接口、数据格式转换和集成能力，具备驱动绘图机及打印机等设备的接口，具备升级能力，便于系统的应用和扩展。
- **可靠性：**所选软件应在遇到一些极限处理情况和某些误操作时，能进行相应处理而不产生系统死机和系统崩溃。

1-1-2 AutoCAD 的作用

前面介绍了各种 CAD/CAM 软件的特点,可以看出 AutoCAD 的强项主要在二维设计绘图方面。

1. AutoCAD 主要应用

- **绘制产品工程图：**绘制产品工程图是产品设计过程中的重要工作，无论一个产品多么复杂，一般均能够用图形准确地将其表达出来。设计者使用产品图形表达设计对象，而制造者则通过图形来了解设计要求，并制造设计对象，如图 1-5 所示。

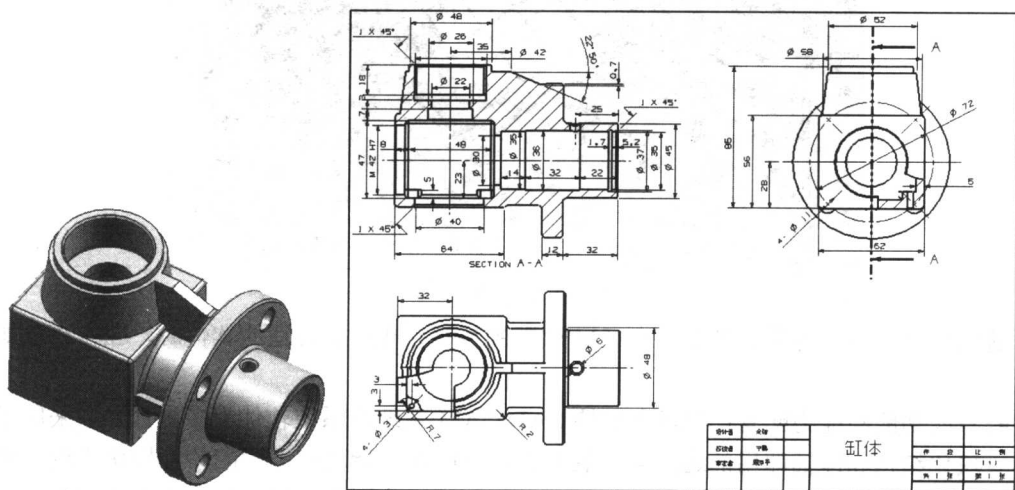


图 1-5 产品工程图设计

- 绘制建筑工程图：使用 AutoCAD 可以创建各种与建筑相关的图样，如建筑施工图、总平面图、结构施工图、各层平面图、建筑立面图、楼梯建筑详图、建筑剖面图和建筑三维模型图，如图 1-6 所示是一幢大楼的建筑工程图。

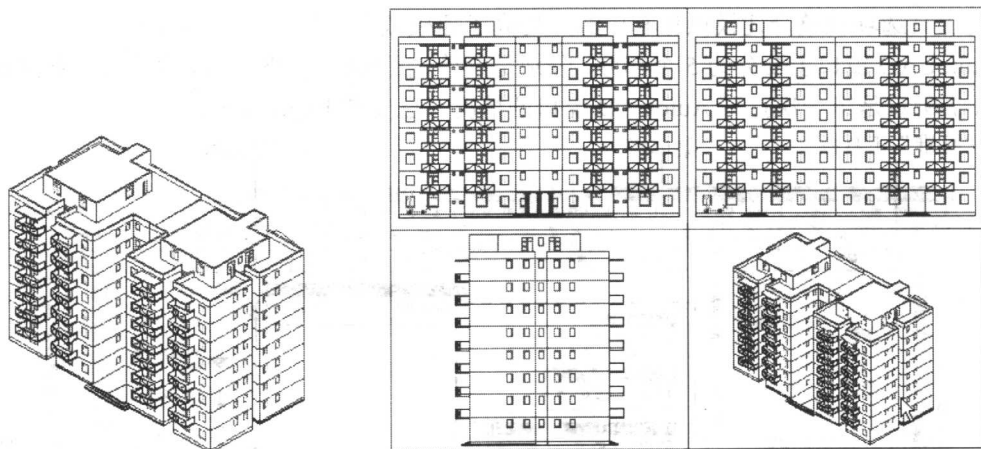


图 1-6 建筑工程图设计

- 满足用户的独特需求：AutoCAD 具有开放的体系结构，它允许用户和开发者采用高级编程语言对其进行扩充和修改，即二次开发，能最大限度地满足用户的特殊要求。AutoCAD 提供了 AutoLISP、ADS、ObjectARX、VisualLISP 和 VBA 等开发工具，使用户能挑选自己最熟悉的开发手段。

用 AutoCAD 进行设计时，确实能够大大提高绘图效率，减轻设计工作量。虽然 AutoCAD 制图优点很多，但对于长时间从事手工绘图的设计人员来说，刚接触计算机绘图可能会感到不太方便，这需要一个适应过程，但随着软件使用熟练程度的提高，会逐渐体会到它是一件不可多得的制图利器。

2. AutoCAD 机械制图

本书作为 AutoCAD 的教程，主要结合机械产品设计来介绍软件的功能，机械制图中各种概念，在其他工程图的创建中也完全适用，AutoCAD 的机械制图功能主要体现在如下方面：

- 可以方便地绘直线、圆、圆弧、正多边形等基本图形对象，并对基本图形进行各种编辑（复制、镜像、打断、修剪、延伸等），以构成各种复杂图形。
- 可以将常用件和标准件，如弹簧、轴承、螺栓、螺母、螺钉、垫圈等分别建成图块库，当需要绘制这些图时，可以直接插入，不必再重复绘制。
- 可以方便地将已有零件图组装成装配图，就像实际装配零件一样，从而能够验证零件尺寸是否正确，是否会出现零件之间的干涉等问题。
- 利用粘贴复制等功能，可以方便地通过装配图拆分零件。
- 当设计系列产品时，可以方便地根据已有图形派生出新图形。
- 国家机械制图标准对机械图形的线条宽度、文字样式等均有明确的规定，利用 AutoCAD 完全能够满足这些标准要求。