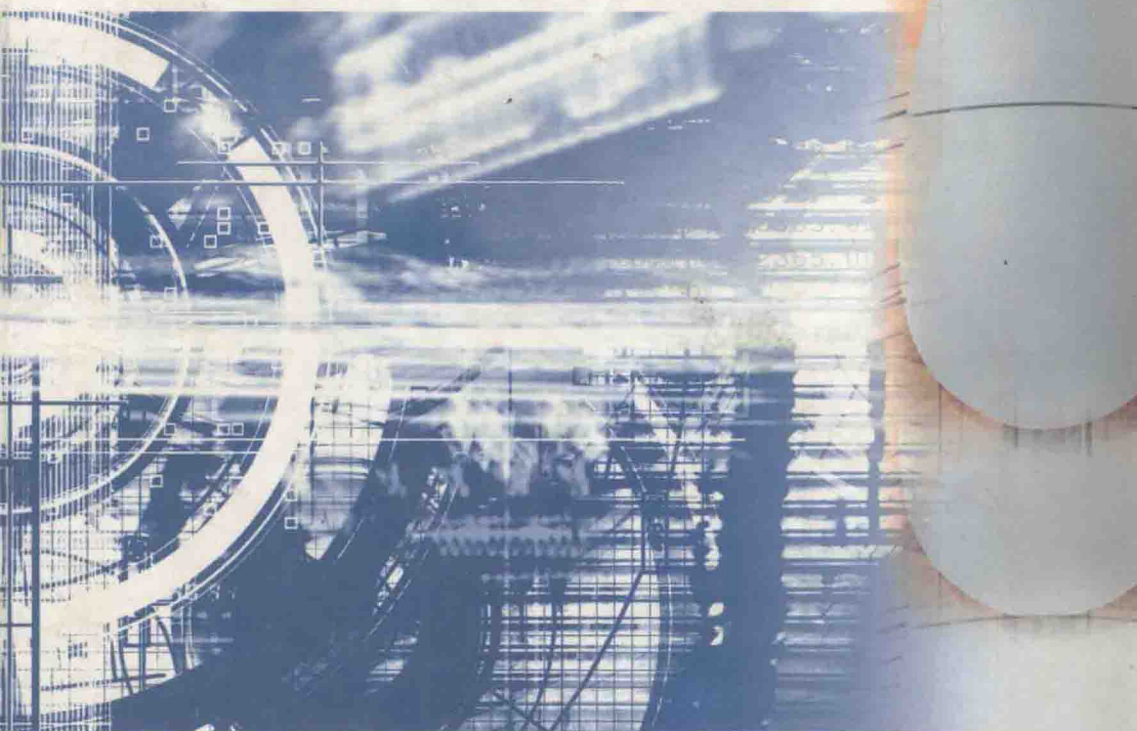


计算机 工程绘图 教程

黄皖苏 李学京 许明杨 编著



机械工业出版社
China Machine Press

计算机工程绘图教程

黄皖苏 李学京 许明杨 编 著



机械工业出版社

本书分为三篇，上篇简单介绍了计算机绘图系统、绘图原理、图形处理。中篇介绍了美国 Autodesk 公司研制的通用绘图软件 AutoCAD 2000 中文版二维图形的绘制与编辑。下篇介绍了 AutoCAD 2000 中文版三维图形的绘制、编辑、图形输出及其他功能。

上篇的内容包括：硬件配置、基本图形几何元素的生成算法、二维图形的窗口与裁剪算法、二维及三维几何图形的矩阵变换、工程上的三视图及轴测图的生成等。

中篇的内容包括：AutoCAD 的基本概念、绘图环境的建立、二维图形的绘制与编辑、文本的注写、尺寸标注等。

下篇的内容包括：三维图形的绘制与编辑命令及其操作过程、页面布局及图形的打印输出、AutoCAD 设计中心及 Internet 功能等。

本书可供高等院校的本、专科生，研究生等作为教材，也可作为各类工程技术人员从事计算机图形处理或使用 AutoCAD 软件进行计算机绘图的自学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机工程绘图教程 / 黄皖苏等编著. —北京：机械工业出版社，2002.6

ISBN 7-111-10496-X

I. 计... II. 黄... III. 自动绘图—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 044648 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：吕德齐

封面设计：姚 毅 责任印制：闫 焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 2 月第 1 版第 2 次印刷

1000mm×1400mm B5·16 印张·621 千字

4 001—7 000 册

定价：36.00 元

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

封面无防伪标均为盗版

前 言

近年来，随着计算机技术的迅猛发展，计算机绘图取得了关键性的突破并广泛应用于机械、化工、建筑、电子等各工业领域的工程图样的绘制；与此同时，计算机图形技术也渗透到政府、医学、气象、科学计算等各个领域。因此计算机绘图已成为工程技术、政府部门、科技研究等各行各业人员必须掌握的重要工具。

作者在总结多年的计算机图形学及 AutoCAD 教学和设计的实践经验的基础上，针对学生及各类从业人员自学的需要，编写了本书。本书的宗旨是，帮助读者尽快了解计算机绘图的基本原理，并快速掌握 AutoCAD 绘图软件，进而利用计算机绘制工程图样及其他各类图形。

全书分为三篇：

1. 上篇：介绍组成计算机绘图的软硬件环境及最基本的图形生成和处理原理。

2. 中篇：介绍美国 Autodesk 公司开发研制的通用绘图软件 AutoCAD 2000 中文版的二维图形绘制及编辑、文本注释、尺寸标注等各项功能及命令的操作。

3. 下篇：介绍 AutoCAD 2000 中文版的三维图形绘制及编辑、页面布局及图形的打印输出、AutoCAD 设计中心和 Internet 功能等。

在编写的过程中，作者总结了初学人员在上机实习时易犯的错误，并遵循循序渐进的原则，精心安排章节；针对读者可能遇到的问题，用绘图实例进行指导。本书前三章的内容，主要是为那些需要在通用绘图软件的基础上进行再开发而设置的，因此读者在阅读本书时，若仅需学习绘图软件的操作，则可跳过前三章，直接从第 4 章开始。

本书由黄皖苏、李学京、许明杨编写。其中第 1 章、第 2 章、第 4 章、第 6 章、第 11 章、第 13 章及附录 B 由黄皖苏编写；第 3 章、第 5 章、第 7 章、第 8 章及附录 A 由李学京编写；第 9 章、第 10 章、第 12 章、第 14 章及第 15 章由许明杨编写。在编

IV

写过程中得到了合肥工业大学工程图学教研室许多同志的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏与不足之处，恳请广大读者给予指正。

编 者

2002 年 2 月

目 录

前言

上篇 计算机图形学基础知识

第 1 章	计算机绘图系统与基本几何元素的生成	1
1.1	计算机图形学的应用	1
1.2	计算机绘图系统	3
1.2.1	图形输入设备	3
1.2.2	屏幕图形显示设备	6
1.2.3	图形硬拷贝输出设备	9
1.2.4	计算机绘图的软件系统	13
1.3	基本图形元素的生成	15
1.3.1	点	15
1.3.2	直线	16
1.3.3	圆弧的生成	21
第 2 章	窗视变换与图形裁剪技术	26
2.1	坐标系统	26
2.1.1	用户域和世界坐标系	26
2.1.2	设备域与设备坐标系	27
2.1.3	规格化设备坐标系	27
2.1.4	观察坐标系	27
2.2	窗口—视图区的变换	28
2.2.1	窗口、视图区的概念	28
2.2.2	窗口—视图区的变换	29
2.3	图形裁剪	33
2.3.1	直线段的裁剪	33
2.3.2	多边形的裁剪算法	40
第 3 章	图形几何变换与矩阵表示	44
3.1	二维几何变换	44

3.1.1	比例变换	45
3.1.2	反射变换	45
3.1.3	旋转变换	46
3.1.4	错切变换	47
3.1.5	平移变换	47
3.1.6	组合变换	48
3.2	三维几何变换	49
3.2.1	比例变换	50
3.2.2	平移变换	51
3.2.3	反射变换	51
3.2.4	错切变换	52
3.2.5	旋转变换	54
3.2.6	坐标系变换	54
3.2.7	组合变换	55
3.3	投影变换	56
3.3.1	正投影及正轴测投影变换	56
3.3.2	透视投影变换	59

中篇 AutoCAD 2000 二维图形的绘制

第 4 章	AutoCAD 的基本知识	63
4.1	AutoCAD 2000 的启动和用户界面	63
4.1.1	AutoCAD 2000 的启动	63
4.1.2	AutoCAD 的用户界面	64
4.2	AutoCAD 的命令与数据输入	69
4.2.1	AutoCAD 的命令输入	70
4.2.2	AutoCAD 的对话框操作	73
4.2.3	坐标系与数据的输入	77
4.2.4	鼠标按键的功能	79
4.3	图形文件的建立、打开和保存	81
4.3.1	建立新的绘图文件	81
4.3.2	打开绘图文件	83
4.3.3	图形文件存盘	85
4.3.4	退出 AutoCAD 2000	86
4.4	绘图环境的设置与样板图	86

4.4.1	LIMITS —— 设置绘图界限命令	87
4.4.2	绘图单位设置	88
4.4.3	建立图形样板文件	90
4.5	图层	91
4.5.1	图层的基本概念	91
4.5.2	创建图层和属性设置	91
4.5.3	图层的显示控制	97
4.5.4	用对象特性工具栏管理图层	100
4.5.5	国家标准关于图层的有关规定	102
4.5.6	图层命令	103
4.6	线型	105
4.6.1	线型管理器	105
4.6.2	线型命令	107
4.6.3	设置线型比例	109
4.7	AutoCAD 的多文档工作环境	110
4.7.1	同时打开多个图形文件	111
4.7.2	多文档环境的窗口设置与控制	111
4.7.3	在多文档环境中的操作	114
4.7.4	多文档工作环境的设置	116
第 5 章	二维绘图	118
5.1	创建点对象	118
5.1.1	设置点的样式和大小 —— DDPTYPE 命令	118
5.1.2	绘制点 —— POINT 命令	120
5.1.3	定数等分 —— DIVIDE 命令	120
5.1.4	定距等分 —— MEASURE 命令	121
5.2	绘制直线 —— LINE 命令	122
5.3	绘制圆 —— CIRCLE 命令	123
5.4	绘制圆弧 —— ARC 命令	125
5.5	绘制椭圆 —— ELLIPSE 命令	129
5.6	绘制矩形 —— RECTANGLE 命令	131
5.7	绘制正多边形 —— POLYGON 命令	132
5.8	绘制二维多段线 —— PLINE 命令	133
5.9	绘制多线	136
5.9.1	创建多线样式 —— MISTYLE 命令	136

5.9.2	绘制多线——MLINE 命令	139
5.10	绘制样条曲线——SPLINE 命令	140
5.11	控制填充图案——FILL 命令	142
5.12	绘制圆环——DOUGHNUT 命令	142
5.13	区域填充——SOLID 命令	143
5.14	图案填充	144
5.14.1	概述	144
5.14.2	图案填充——BHATCH 命令	145
第 6 章	精确绘图与屏幕图形的显示控制	149
6.1	捕捉和栅格	149
6.1.1	栅格显示命令	149
6.1.2	栅格捕捉命令	150
6.2	对象捕捉模式及相关命令	152
6.2.1	对象捕捉命令	152
6.2.2	OSNAP 方式	155
6.2.3	APERTURE 命令	157
6.2.4	利用点过滤器定位点	158
6.3	自动追踪	159
6.3.1	对象捕捉追踪	159
6.3.2	极轴追踪	161
6.3.3	临时追踪点	161
6.4	“草图设置(A)...”对话框	163
6.4.1	修改栅格及捕捉方式的设置	163
6.4.2	极轴追踪的设置	164
6.4.3	对象捕捉特征点的设置	167
6.5	设置自动捕捉和自动追踪的功能选项	168
6.6	绘制辅助作图线	170
6.6.1	绘制参照线	170
6.6.2	绘制射线	172
6.7	图形的显示控制	173
6.7.1	ZOOM 显示控制命令	174
6.7.2	PAN —— 屏幕图形浏览命令	178
6.7.3	鸟瞰视图	179
6.7.4	视图赋名命令	181

6.8	图形重画命令	185
6.9	图形重生成命令	185
6.10	图形分辨率	186
第 7 章	图形编辑	187
7.1	图形编辑方式	187
7.2	创建对象选择集	189
7.2.1	设置对象选择集模式	189
7.2.2	创建对象选择集的方法	190
7.3	图形编辑	196
7.3.1	删除对象——ERASE 命令	196
7.3.2	恢复对象——OOPS 命令	197
7.3.3	移动对象——MOVE 命令	197
7.3.4	旋转对象——ROTATE 命令	198
7.3.5	复制对象——COPY 命令	199
7.3.6	阵列对象——ARRAY 命令	200
7.3.7	偏移对象——OFFSET 命令	203
7.3.8	镜像对象——MIRROR 命令	204
7.3.9	缩放对象——SCALE 命令	205
7.3.10	修剪对象——TRIM 命令	206
7.3.11	打断对象——BREAK 命令	207
7.3.12	延伸对象——EXTEND 命令	208
7.3.13	拉长对象——LENGTHEN 命令	210
7.3.14	拉伸对象——STRETCH 命令	211
7.3.15	倒角——CHAMFER 命令	211
7.3.16	倒圆角——FILLET 命令	213
7.3.17	编辑多段线——PEDIT 命令	215
7.3.18	编辑多线——MLEDT 命令	219
7.3.19	编辑样条曲线——SPLINEDIT 命令	220
7.3.20	放弃（一）——U 命令	222
7.3.21	放弃（二）——UNDO 命令	223
7.3.22	重做——REDO 命令	224
7.3.23	利用夹点编辑	225
7.3.24	查询图形或对象的信息特性	228
7.3.25	编辑对象特性	233

 第 8 章	块、属性和外部参照	236
8.1	块	236
8.1.1	用对话框方式创建块 —— BLOCK 命令	238
8.1.2	用命令行方式创建块 —— -BLOCK 命令	240
8.1.3	将块写入文件 —— WBLOCK 命令	241
8.1.4	指定基点 —— BASE 命令	242
8.1.5	用对话框方式插入块 —— INSERT 命令	242
8.1.6	阵列插入块 —— MINSERT 命令	244
8.1.7	分解块 —— EXPLODE 命令	245
8.2	属性	246
8.2.1	以对话框的形式定义属性 —— ATTDEF 命令	247
8.2.2	以命令行的形式定义属性 —— -ATTDEF 命令	250
8.2.3	属性显示 —— ATTDISP 命令	251
8.2.4	以对话框的形式编辑属性 —— ATTEDIT 命令	252
8.2.5	以命令行的形式编辑属性 —— -ATTEDIT 命令	254
8.2.6	ATTEXT —— 属性提取命令	255
8.3	外部参照	257
 第 9 章	在图形中添加文字	259
9.1	文字样式	259
9.1.1	创建文字样式	259
9.1.2	修改文字样式	261
9.2	使用单行文字	262
9.3	使用多行文字	265
 9.4	输入特殊字符	268
9.5	编辑文字对象	270
9.5.1	修改文字内容	270
9.5.2	修改文字特性	271
9.6	控制文字的显示方式	272
第 10 章	尺寸标注	273
 10.1	尺寸标注的基本概念	273
10.1.1	尺寸标注标准	273
10.1.2	尺寸标注的基本准则	273
10.1.3	尺寸的组成	273
10.2	尺寸标注方法	274

10.2.1	线性尺寸标注	275
10.2.2	对齐尺寸标注	277
10.2.3	坐标标注	277
10.2.4	半径和直径标注	278
10.2.5	圆心标记标注	278
10.2.6	角度标注	279
10.2.7	基线标注	280
10.2.8	连续标注	281
10.2.9	引线标注	282
10.2.10	公差标注	284
10.2.11	快速标注	286
10.3	尺寸标注编辑	287
10.4	尺寸标注样式	289
10.4.1	管理标注样式	289
10.4.2	新建、修改和替代标注样式	292
10.4.3	尺寸标注更新	305

下篇 AutoCAD 2000 三维绘图及其他功能

第 11 章	轴测投影图和 三维面图形的绘制	306
11.1	轴测投影图	307
11.1.1	进入等轴测投影图的绘图环境	307
11.1.2	正等轴测投影图的绘制	308
11.2	用户坐标系的建立与坐标系图标的显示控制	310
11.2.1	概述	310
11.2.2	建立和改变用户坐标系	311
11.2.3	UCSICON —— 坐标系图标的显示控制命令	316
11.3	三维面图形的绘制命令	317
11.3.1	Elev —— 设置标高和图形厚度的命令	317
11.3.2	3DFACE —— 用四点画一三维平面	319
11.3.3	PFACE —— 绘制三维多面网格命令	321
11.3.4	3Dpoly —— 绘制空间的三维多段线命令	323
11.3.5	3DMESH —— 绘制三维多边形网格曲面命令	324
11.3.6	TABSURF —— 绘制柱状曲面的命令	326
11.3.7	RULESURF —— 绘制直纹曲面的命令	327

11.3.8	REVSURF —— 绘制回转曲面的命令	328
11.3.9	EDGESURF —— 绘制四边定界（孔斯）曲面的命令	330
11.3.10	3D —— 三维形体生成命令	330
11.3.11	利用工具栏创建曲面模型	335
11.4	三维图形的显示控制	335
11.4.1	VPOINT —— 选择三维视点的命令	335
11.4.2	DVIEW —— 动态三维视图显示命令	338
11.4.3	3DORBIT —— 在三维空间中交互式观察对象命令	342
11.4.4	PLAN —— 生成平面视图的命令	347
第 12 章	三维实体造型和渲染	349
12.1	创建实体	349
12.1.1	创建基本实体	349
12.1.2	由二维对象创建三维实体	355
12.1.3	创建复合实体	358
12.2	三维实体对象的编辑	361
12.2.1	给实体倒角	361
12.2.2	给实体圆角	362
12.2.3	剖切实体	362
12.2.4	切割实体	364
12.2.5	编辑实体的面和边	364
12.3	实体造型实例	365
12.4	实体的渲染和图像	372
12.4.1	消隐实体对象	372
12.4.2	创建着色图像	372
12.4.3	创建渲染图像	374
第 13 章	布局与图形输出	381
13.1	模型空间与图纸空间	381
13.2	模型空间与图纸空间的切换	381
13.3	平铺式视口	382
13.3.1	平铺式视口的打开	383
13.3.2	在平铺式视口中进行绘图和编辑工作	387
13.4	浮动式视口	390

13.4.1	创建和打开浮动式视口	391
13.4.2	在图纸空间工作	394
13.4.3	进入浮动式视口模型空间	395
13.4.4	浮动式视口的图层显示控制命令	395
13.4.5	浮动式视口图形显示的比例因子	400
13.5	布局	401
13.5.1	利用布局向导创建布局	402
13.5.2	用命令行创建和管理布局	402
13.5.3	页面设置	403
13.6	打印样式	408
13.6.1	打印样式的类型	408
13.6.2	打印样式管理器和打印样式表编辑器	408
13.6.3	打印样式表的应用	412
13.7	图形打印输出命令——PLOT	413
13.7.1	打印对话框	413
13.7.2	输出图形的预览	415
13.8	图形输出前的图面布置	416
13.8.1	在图纸空间使用 MVSETUP 进行图面布置	416
13.8.2	视图调整中应注意的几个问题	420
13.9	绘图示例	421
第 14 章	AutoCAD 设计中心	424
14.1	使用 AutoCAD 设计中心查看设计内容	425
14.1.1	启动 AutoCAD 设计中心	425
14.1.2	使用树状视图	426
14.2	使用控制板	426
14.2.1	加载控制板	426
14.2.2	从 Windows 资源管理器中加载控制板	427
14.2.3	在控制板中浏览	428
14.2.4	改变控制板的显示方式	428
14.2.5	显示预览图像和文字说明	428
14.2.6	刷新控制板和树状视图	430
14.3	使用 AutoCAD 设计中心打开图形	430
14.4	使用 AutoCAD 设计中心查找内容	430
14.5	使用 AutoCAD 设计将内容添加到图形中	432

14.5.1	使用 AutoCAD 设计中心插入块	432
14.5.2	使用 AutoCAD 设计中心附着光栅图像	433
14.5.3	使用 AutoCAD 设计中心附着外部参照	434
14.5.4	在图形之间复制块	434
14.5.5	在图形之间复制图层	434
14.5.6	插入其他内容	435
14.5.7	添加内容时的名称冲突问题	435
14.6	使用 Autodesk 收藏夹	435
14.6.1	在 Autodesk 收藏夹中添加快捷方式	435
14.6.2	显示收藏夹	436
14.6.3	组织收藏夹	437
第 15 章	AutoCAD 2000 的 Internet 功能	438
15.1	从 Internet 上打开或保存文件	438
15.1.1	用“选择文件”对话框从 Internet 上打开文件 ..	438
15.1.2	用“图形另存为”对话框将文件保存到 Internet 上	439
15.1.3	使用“浏览 Web”对话框	439
15.1.4	使用 Internet 外部参照	441
15.2	使用超级链接	441
15.2.1	创建超级链接	441
15.2.2	编辑或删除超级链接	442
15.2.3	打开超级链接所关联的文件	442
15.3	使用 ePlot (电子打印) 发布 DWF 文件	443
15.3.1	创建 DWF 文件	443
15.3.2	设置 DWF 文件分辨率	444
15.3.3	设置 DWF 文件压缩	446
15.3.4	设置 DWF 文件的其他特性	447
15.3.5	在外部浏览器中查看 DWF 文件	447
附录 A	AutoCAD 命令集	450
附录 B	AutoCAD 的系统变量	460
参考文献		495

上 篇

计算机图形学基础知识

☞ 本篇共 3 章，简要介绍计算机图形学的基本原理、计算机图形处理的软件系统和硬件配置、基本几何元素的生成算法等。这部分内容主要为那些需要在 AutoCAD 的基础上进行二次应用开发的用户而设置的。如果用户只要求能熟练地运用 AutoCAD 绘制工程图样，则可跳过本篇，直接从中篇读起。

第 1 章 计算机绘图系统与基本几何元素的生成

1.1 计算机图形学的应用

随着计算机硬件和软件功能的不断增强、完善，计算机图形学（Computer Graphics，简称 CG）在最近二、三十年里取得了突飞猛进的发展，其应用领域已渗透到国民生产与社会管理的方方面面。目前计算机图形学主要的应用领域有如下的几个方面：

1. 计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）

计算机绘图技术的产生与发展和计算机辅助设计与制造息息相关，是计算机图形学最早也是最重要的一个应用领域。工程技术人员利用交互式绘图方式直接在计算机上设计出产品的零部件，然后在计算机上对其进行模拟试验。根据设计要求对试验所得的性能参数作进一步的修改、测试直至满意为止。在这一过程中设计人员可以充分利用计算机的高速、高效，再配合计算机优化设计、数据库等技术，以充分发挥人的聪明才智。这样就大大缩短了零部件的设计周期、降低产品的设计成本，同时提高了设计质量，从而有效地提高了设计人员的工作效率。还可以对设计好的零部件经数据处理后，输出完整的工程图样、零部件工作图及材料清单等技术文件。如有必要还可以

Windows, Linux, unix

进一步生成用于数控加工的数据库，以便在数控机床上自动加工出高精度的零部件。

2. 在科学、工程及日常事务管理中的应用

随着科学技术的发展与进步，在科学、工程及日常事务管理中，各种信息、文件、日常的统计报表成倍增长。这些工作全都可以交给计算机来处理，并可进一步绘制出表示各类信息的二维或三维统计报表。例如，直方图、扇形图、函数的曲线图、天气形势图等等。传统的科学计算，用户面对的是一大堆杂乱无章的数据。相比之下用图形表示连续数据的变化既直观又形象，并清楚地反映了各要素之间的关系，事物的本质与发展趋势一目了然。这种把大型的科学计算结果，运用计算机图形学的原理，在屏幕上生成二维或三维图像的数据处理方法，就是近几年兴起的科学计算可视化（Visualization）。

3. 计算机模拟与仿真

利用计算机强大的计算功能对某个系统、或过程、或理论原理进行系统的、全面的分析，根据分析的结果建立数据模型，进而产生随时间变化的图形并动态显示在屏幕上。这一过程就称为计算机模拟与仿真。随着计算机运算速度的不断提高及屏幕图形输出设备的日益完善，基于动画原理的动态屏幕图形显示技术取得了长足进展。这就为计算机模拟与仿真技术的发展，奠定了坚实的基础。

目前计算机模拟与仿真技术已广泛应用于系统环境的模拟。例如飞机、轮船、汽车驾驶技术的模拟训练系统，大型电站运行管理模拟系统等等。这些模拟系统的建立，为国民经济建设培养了大批合格的专业技术人才，并大大降低了培训费用，避免了不必要的人员伤亡及财产损失。

在工业生产中，计算机模拟与仿真已介入了产品的设计和检测。技术人员利用这项技术模拟各种机构的运动及装配过程，并进行干涉检测，以便从中发现问题，改进设计方案。从而节约了大量的产品试制费用，加快了产品设计周期。

4. 计算机辅助教学（CAI）

计算机辅助教学系统利用计算机图形学的原理及图形显示设备产生的图形，生动地演示各门课程的教学内容，使得教学过程变得生动、形象、直观。激起学生的学习兴趣与学习积极性，极大地提高了教学效果。同时学生通过交互式手段，可以随时调出某一门课程、某一章节的内容，进行复习或练习以加深对所学知识的理解与掌握。

5. 在艺术与商业广告方面的应用

计算机图形学在艺术、商业广告等方面的应用越来越广泛，效果越来越显著。计算机图形学为艺术创作提供了完善的设备和手段，创作者可以根据