



21世纪高等院校规划教材



计算机绘图基础

主 编 岑 岗
副主编 张银南 滕一峰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

计算机绘图基础

主 编 岑 岗

副主编 张银南 滕一峰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以 AutoCAD 2011 中文版为基础,由浅入深、全面介绍了 AutoCAD 2011 中文版的新功能及各种基本方法、操作技巧和应用实例。全书共分 16 章,分别介绍了计算机辅助绘图基础知识、AutoCAD 2011 中文版的文件操作与绘图设置、绘制二维图形、图形编辑与修改、文字输入与表格创建、辅助绘图与查询、图层、块以及属性的定义、尺寸标注、三维图形创建、编辑、渲染、协同绘图工具、数据交换与图形输出及专业绘图技巧等知识,最后两章安排了建筑设计、机械设计的一些综合实例,用于提高对 AutoCAD 的掌握。在每章的后面都安排实验与操作、思考与练习。

本书结构编排合理,内容由浅入深,从易到难,图文并茂,通俗易懂,实例丰富,实用性和操作性强。本书可作为应用型本科和专科计算机绘图教材,也可以作为 AutoCAD 2011 中文版用户的参考书。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目 (C I P) 数据

计算机绘图基础 / 岑岗主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2012.2
21世纪高等院校规划教材
ISBN 978-7-5084-9253-7

I. ①计… II. ①岑… III. ①AutoCAD软件—高等学校—教材 IV. ①TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第261547号

策划编辑: 杨庆川 责任编辑: 宋俊娥 封面设计: 李 佳

书 名	21 世纪高等院校规划教材 计算机绘图基础
作 者	主 编 岑 岗 副主编 张银南 滕一峰
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京泽宇印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 17.75 印张 443 千字
版 次	2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	32.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

随着计算机技术的飞速发展和社会对相关人才要求的逐步提高,很多高校已将计算机图学开设为必修课或选修课。在长期的教学实施过程中,计算机图学形成了“计算机绘图”和“计算机图形学”两个研究方向。其中,前者侧重于实用性,后者侧重于理论性。学习“计算机绘图”课程的目的是把计算机绘图作为一种现代设计与绘图工具。为了体现其“实用性”和“工具性”,本书选用国内外广泛使用的先进绘图软件 AutoCAD 2011 作为教学平台,并将计算机绘图与工程设计相结合,引入了大量的工程绘图知识。

本书是一本面向 AutoCAD 初中级用户的实用教程,主要依据工科院校计算机工程绘图应达到的基本要求,以 AutoCAD 2011 为蓝本,介绍使用 AutoCAD 绘制图形的主要方法和功能。全书共 16 章,分别介绍了计算机绘图相关知识、工程图样绘图规范、AutoCAD 基本操作、绘制二维图形、编辑二维图形、图层操作、文字输入与表格创建、辅助绘图与查询、块以及属性的定义、尺寸标注、图形设计辅助工具、三维图形创建、编辑、渲染、数据交换与图形输出及专业绘图技巧等知识,最后讲解了 AutoCAD 在建筑制图、机械制图中的应用,并安排了一些综合实例。本书紧扣“基础”和“实用”两大基点,精心设计了大量的实例,使读者能够轻松掌握工程绘图的规范和方法。在每章内容的后面都安排了“实验与操作”和“思考与练习”,帮助读者通过练习进一步巩固所学知识。

本书内容简明清晰、重点突出、实例丰富、图文并茂。主要特色如下:

1. 内容丰富,结构清晰。本书由浅入深地介绍了 AutoCAD 2011 的常用功能及其在工程图形绘制方面的操作方法。比较适合 68 学时以下的课程教学。本书在内容编排和结构安排上,充分考虑了新手入门学习的特点,从基础入手,较多地采用了实例操作的讲解方式,围绕具体的应用,展开对理论知识的描述,使读者在了解相关知识的基础上,能够轻松地根据操作步骤,边学边做,增强对知识点的融会贯通,同时也方便读者自学。

2. 实例操作与理论讲解相结合。

3. 技巧与实例并用,对操作中需要注意的细节和知识点都做了提示性的介绍。

4. 提供了大量的配套实验操作素材,以及课后练习。

5. 突出实用性和专业性。将计算机绘图与工程设计相结合,注重培养学生的工程设计能力。讲解了工程图样的绘图规范,以及 AutoCAD 在建筑制图、机械制图中的应用。由于计算机绘图实践性较强,为保证学习效果,教学时应安排充足的上机实践时间。

本书作者长期从事 CAD 技术的应用、研究、开发及教学工作,具有丰富的计算机绘图基础教学经验,完成了多个与计算机绘图教学相关的研究项目,并时刻关注 AutoCAD 技术的发展。本书是作者多年教学和实践经验的结晶。

本书主要由浙江科技学院岑岗、张银南、滕一峰编写。第 1 章、第 4 章至第 6 章由岑岗

编写，第8章至第14章、第16章由张银南编写，第2章、第3章、第7章、第15章由滕一峰编写。浙江科技学院蒋文英、朱伦武，浙江信息工程学校凌勇坚，浙江大学城市学院王晓池参加了部分章节的编写工作。最后由岑岗、张银南负责统稿。韩佳平、汪飞、卫少峰等参与了本书一些图形的绘制和校对工作，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和疏漏不当之处，敬请广大读者批评、指正。我们的邮箱：gcn@zust.edu.cn。

编者

2011年11月

目 录

前言

第1章 计算机绘图基础知识	1
1.1 计算机绘图相关知识	1
1.1.1 计算机辅助设计技术	1
1.1.2 CAD 技术的发展	2
1.1.3 CAD 与计算机绘图技术的应用	3
1.1.4 CAD 及计算机绘图系统的组成	4
1.1.5 工程制图的基本要求	5
1.2 绘图规范	5
1.3 AutoCAD 简介	8
1.3.1 AutoCAD 软件简介	8
1.3.2 AutoCAD 的基本功能	8
1.3.3 AutoCAD 的工作流程	10
思考与练习	11
第2章 AutoCAD 基本操作	12
2.1 AutoCAD 的工作界面	12
2.1.1 AutoCAD 2011 的经典界面组成	12
2.1.2 工作空间	16
2.2 管理图形文件	17
2.2.1 新建图形文件	17
2.2.2 打开图形文件	18
2.2.3 保存图形文件	18
2.2.4 关闭图形文件	19
2.2.5 退出 AutoCAD	20
2.3 命令输入方式	20
2.4 AutoCAD 坐标系统	21
2.4.1 坐标系	21
2.4.2 点的基本输入方式	21
2.5 设置绘图环境	23
2.5.1 设置绘图单位	23
2.5.2 设置参数选项	23
实验与操作	25

思考与练习	25
-------------	----

第3章 绘制二维基本图形	27
3.1 绘图方法	27
3.2 绘制直线图形及基本操作	28
3.2.1 绘制直线	28
3.2.2 删除图形	29
3.2.3 恢复删除操作	30
3.2.4 取消操作	30
3.2.5 重做命令	30
3.3 设置与绘制点	31
3.3.1 点的形状与尺寸设置	31
3.3.2 绘制点	31
3.3.3 绘制等分点	31
3.3.4 绘制测量点	32
3.4 绘制圆与弧	33
3.4.1 绘制圆	33
3.4.2 绘制圆弧	34
3.4.3 绘制椭圆和椭圆弧	35
3.5 绘制多边形	37
3.5.1 绘制矩形	37
3.5.2 绘制正多边形	39
3.6 绘制多段线	40
3.6.1 绘制二维多段线	40
3.6.2 编辑多段线	41
3.7 绘制多线	42
3.7.1 绘制多线	42
3.7.2 设置多线样式	43
3.7.3 用 MLEDIT 命令编辑多线	45
3.8 其他特殊线	45
3.8.1 绘制构造线	45
3.8.2 绘制射线命令	47

3.8.3 绘制样条曲线	47	第5章 精确绘制图形	83
3.8.4 使用 SKETCH 命令徒手绘图	48	5.1 使用捕捉、栅格和正交模式	83
3.8.5 修订云线	48	5.1.1 设置捕捉和栅格	83
3.8.6 二维区域填充	48	5.1.2 设置正交	84
3.9 图案填充	49	5.2 使用对象捕捉功能	85
3.9.1 创建图案填充	49	5.2.1 单一对象捕捉方式	85
3.9.2 编辑图案填充	53	5.2.2 自动对象捕捉方式	87
实验与操作	54	5.3 使用自动追踪	88
思考与练习	55	5.3.1 极轴追踪	88
第4章 编辑图形	57	5.3.2 对象捕捉追踪	90
4.1 编辑对象的方法	57	5.3.3 其他追踪	91
4.2 对象选择	58	5.4 使用动态输入	93
4.2.1 对象的选择方式	58	实验与操作	95
4.2.2 快速选择	59	思考与练习	96
4.2.3 设置对象选择模式	60	第6章 图层设置及图形显示	98
4.2.4 建立与修改对象编组	60	6.1 图层的基本概念	98
4.3 图形的复制	62	6.1.1 线型、线宽、颜色以及图层的基本概念	98
4.3.1 复制图形	62	6.1.2 图层的设置原则	99
4.3.2 镜像复制图形	63	6.2 使用与管理图层	100
4.3.3 偏移复制图形	63	6.2.1 新建图层	100
4.3.4 阵列复制图形	64	6.2.2 设置图层	101
4.4 图形的移动	66	6.2.3 控制图层	103
4.4.1 平移图形	66	6.3 显示控制	107
4.4.2 旋转图形	67	6.3.1 缩放视图	108
4.4.3 缩放图形	68	6.3.2 平移视图	109
4.4.4 拉伸图形	69	6.3.3 重画与重生成图形	109
4.4.5 拉长图形	70	6.3.4 使用鸟瞰视图	109
4.5 图形的修改	70	实验与操作	110
4.5.1 修剪图形	70	思考与练习	111
4.5.2 打断	71	第7章 文字输入与创建表格	114
4.5.3 延伸图形	72	7.1 设置文字样式	114
4.5.4 图形倒角	73	7.2 单行文字及多行文字	116
4.5.5 图形圆角	75	7.2.1 单行文字	116
4.5.6 分解图形	75	7.2.2 多行文字	119
4.6 利用夹点功能编辑图形	76	7.3 编辑文本	120
实验与操作	77	7.3.1 多行文字编辑	120
思考与练习	79		

7.3.2 文本显示控制	120	实验与操作	151
7.3.3 拼写检查命令	121	思考与练习	153
7.4 创建表格	121	第10章 尺寸标注	154
7.4.1 创建表格样式	122	10.1 尺寸标注的基本概念	154
7.4.2 表格制作	123	10.1.1 尺寸标注的规则	154
7.4.3 表格编辑和单元格编辑	124	10.1.2 尺寸的组成	154
实验与操作	128	10.2 尺寸标注样式设置	155
思考与习题	129	10.2.1 标注样式管理器	155
第8章 图形块与属性	130	10.2.2 “线”选项卡	156
8.1 块及块操作	130	10.2.3 “符号和箭头”选项卡	157
8.1.1 定义块	130	10.2.4 “文字”选项卡	158
8.1.2 定义外部块	132	10.2.5 “调整”选项卡	159
8.1.3 插入块	133	10.2.6 “主单位”选项卡	161
8.1.4 编辑块	135	10.2.7 “换算单位”选项卡	162
8.2 属性处理	135	10.2.8 “公差”选项卡	162
8.2.1 属性的基本概念	135	10.3 标注尺寸	164
8.2.2 定义属性	136	10.3.1 线性标注	164
8.2.3 插入带属性定义的块	137	10.3.2 对齐标注	165
8.2.4 修改属性定义	139	10.3.3 基线标注	165
8.2.5 属性显示控制	139	10.3.4 连续标注	166
8.2.6 编辑块属性	139	10.3.5 半径标注	166
8.3 外部参照	141	10.3.6 角度标注	167
8.3.1 外部参照附着	141	10.3.7 坐标标注	167
8.3.2 管理外部参照	142	10.3.8 多重引线标注	168
实验与操作	143	10.4 标注形位公差	169
思考与习题	144	10.5 编辑标注对象	170
第9章 面域与信息查询	147	10.5.1 编辑标注	171
9.1 面域	147	10.5.2 修改标注文字位置	171
9.1.1 创建面域	147	10.5.3 调整标注间距	172
9.1.2 面域的布尔运算	148	10.5.4 替换标注文字	173
9.1.3 提取面域数据	149	10.5.5 尺寸关联	173
9.2 询问命令	149	实验与操作	174
9.2.1 查询距离	149	思考与练习	174
9.2.2 查询面积与周长	149	第11章 图形设计辅助工具	178
9.3 查询状态信息	150	11.1 AutoCAD 设计中心	178
9.3.1 状态信息显示	150	11.1.1 设计中心的组成	178
9.3.2 系统变量显示与更改	151	11.1.2 设计中心的使用	179

11.2 工具选项板	180	12.8.4 绘制球体	204
11.2.1 打开工具选项板	181	12.8.5 绘制圆柱体	204
11.2.2 使用工具选项板	181	12.8.6 绘制圆环体	205
11.2.3 定制工具选项板	181	12.8.7 绘制棱锥体	205
11.3 参数化绘图	182	12.8.8 绘制多段体	206
11.3.1 几何约束	182	12.9 通过二维图形创建三维实体	207
11.3.2 标注约束	185	12.9.1 拉伸	207
实验与操作	187	12.9.2 旋转	207
思考与习题	189	12.9.3 扫掠	208
第12章 绘制三维图形	190	12.9.4 放样	209
12.1 三维建模	190	实验与操作	210
12.1.1 三维建模概述	190	思考与习题	211
12.1.2 三维建模界面	190	第13章 编辑三维图形	213
12.2 坐标系	191	13.1 三维实体的布尔运算	213
12.3 三维视图设置	192	13.1.1 并集运算	213
12.3.1 设置视点	192	13.1.2 差集运算	213
12.3.2 设置特殊视点	193	13.1.3 交集运算	214
12.3.3 设置平面视图	193	13.2 编辑三维实体	214
12.4 观察三维图形	194	13.2.1 对实体进行倒角和圆角	214
12.4.1 动态观察	194	13.2.2 特殊视图	215
12.4.2 观察三维图形	194	13.2.3 加厚	216
12.5 使用视口	196	13.2.4 编辑实体面	216
12.6 绘制简单三维对象	197	13.3 三维操作	218
12.6.1 绘制三维多段线	197	13.3.1 对齐	218
12.6.2 绘制螺旋线	198	13.3.2 三维镜像	218
12.6.3 绘制其他图形	198	13.3.3 三维阵列	219
12.7 创建曲面对象	198	13.4 渲染	221
12.7.1 绘制平面曲面	198	13.4.1 渲染	221
12.7.2 绘制三维面	199	13.4.2 使用光源	221
12.7.3 绘制旋转曲面	200	13.4.3 材质和贴图	222
12.7.4 绘制平移曲面	200	13.4.4 设置环境	224
12.7.5 绘制直纹曲面	201	13.5 绘制三维造型	224
12.7.6 绘制边界曲面	201	实验与操作	227
12.8 创建实体模型	202	思考与习题	228
12.8.1 绘制长方体	202	第14章 数据交换与图形输出	231
12.8.2 绘制楔形体	203	14.1 打印图形	231
12.8.3 绘制圆锥体	203	14.1.1 模型空间与图纸空间的概念	231

14.1.2 创建布局	232	15.4.1 建筑立面图绘制要素	252
14.1.3 页面设置	232	15.4.2 建筑立面图绘制过程简介	253
14.1.4 打印设置	233	15.5 建筑剖面图实例的绘制过程简介	253
14.1.5 打印图形	234	15.5.1 建筑剖面图绘制要素	254
14.1.6 以其他格式输出图形	234	15.5.2 建筑剖面图绘制过程简介	254
14.2 输入输出其他格式的数据文件	235	实验与操作	254
14.2.1 导入不同格式的文件	235	思考与练习	256
14.2.2 输出不同格式的文件	235	第 16 章 AutoCAD 在机械制图中的应用	259
14.2.3 发布图形文件	236	16.1 AutoCAD 在机械设计中的具体应用	259
14.3 制作样板图形文件	237	16.2 机械制图基本知识	260
14.3.1 样板图的作用与内容	237	16.2.1 平面图形的分析	260
14.3.2 样板图的创建	238	16.2.2 常用表达视图及其计算机 绘制方法	261
实验与操作	239	16.3 绘制零件平面图	263
思考与习题	239	16.3.1 零件图概述	263
第 15 章 建筑平面图、立面图及剖面图的绘制	241	16.3.2 设置绘图环境	264
15.1 概述	241	16.3.3 绘制图形	265
15.2 绘制建筑平面图、立面图及剖面图的 大致过程	241	16.3.4 尺寸及粗糙度标注	266
15.3 建筑平面图实例的绘制过程简介	241	16.3.5 文字注释	266
15.3.1 绘图环境设置	242	16.3.6 填写标题栏	266
15.3.2 绘制轴网	243	16.4 绘制机械装配图	267
15.3.3 绘制墙体	244	16.4.1 装配图概述	267
15.3.4 绘制门窗	245	16.4.2 装配图绘制	268
15.3.5 绘制柱和阳台	247	实验与操作	270
15.3.6 绘制楼梯	247	思考与练习	270
15.3.7 平面图标注	249	参考文献	273
15.4 建筑立面图实例的绘制过程简介	252		

第 1 章 计算机绘图基础知识

图样是设计、制造或建造领域中的重要技术文件，是交流技术思想的一种工程语言，要求能清晰、准确地表达设计思想和设计内容。随着计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）的飞速发展和计算机的普及，越来越多的工程技术人员开始使用计算机来绘制各种图样，彻底解决了传统手工绘图存在的效率低、准确度差以及劳动强度大等缺陷。在目前的计算机绘图领域中，AutoCAD 是使用最为广泛的计算机辅助绘图软件。

1.1 计算机绘图相关知识

1.1.1 计算机辅助设计技术

计算机辅助设计是一种辅助工具，可辅助实现用户的设计意图。CAD 系统使用人员的创造性思维活动将软件、硬件和人这三者有机地结合在一起，是发挥计算机辅助设计强大功能的前提。

1. 计算机辅助设计的概念

计算机辅助设计是一种将人和计算机的最佳特性结合起来以辅助进行产品设计和分析的技术，是综合了计算机与工程设计方法的最新发展而形成的一门学科。设计人员可以通过人机交互操作的方式进行产品设计的构思和论证，零部件设计和零件装配图的输出，以及技术文档和有关技术报告的编制等。

计算机绘图是 20 世纪 60 年代发展起来的新型学科，是随着计算机图形学理论的发展而发展的。将数字化的图形信息通过计算机存储、处理，并通过输出设备将图形显示或者打印出来，这个过程称为计算机绘图。研究计算机绘图领域中各种理论与实际问题的学科，则称为计算机图形学。随着计算机硬件功能的不断提高、系统软件的不断完善，计算机绘图已广泛应用于多个领域。

但是任何强大的计算机绘图系统都只是一个工具，系统的运行以及思路的提供离不开设计师的思维。因此使用计算机绘图系统的技术人员也属于系统组成的一部分，将软件、硬件以及人这三者有机地结合在一起，才是一个真正的计算机绘图系统。

2. CAD 的优点

CAD 作为信息技术的一个重要组成部分，将计算机高速运算、海量数据存储及处理与设计人员的综合分析及创造性思维能力结合起来，在加速工程和产品的发展、缩短设计制造周期、提高质量、降低成本、增强企业市场竞争能力与创新能力中发挥着重要作用。

与传统的手工绘图相比，计算机绘图不但速度快、精度高，而且便于共享数据、协同工作，此外还可以通过网络快速地进行交流。在利用 CAD 进行产品设计时，用户可以边设计边修改，设计效果满意后，利用打印设备输出图形。因为具有这些优点，计算机绘图逐步取代手工绘图，在军事、民用、建筑和制造加工等各种领域的应用已非常广泛。

从 CAD 系统的功能对设计进程的作用可知，应用 CAD 技术有以下优越性：

- (1) 可以提高设计效率, 缩短设计周期, 减少设计费用;
- (2) 为产品最优设计提供有效途径和可靠保证;
- (3) 便于修改设计;
- (4) 利于设计工作的规范化、系列化和标准化;
- (5) 可为计算机辅助制造 (CAM) 和检测 (CAT) 提供数据准备;
- (6) 有利于设计人员创造性的充分发挥。

1.1.2 CAD 技术的发展

1. CAD 的发展历程

CAD 的发展可追溯到 1950 年, 当时美国麻省理工学院 (MIT) 在它研制的名为旋风 I 号 (Whirlwind I) 的计算机上采用阴极射线管 (CRT) 做成的图形显示器, 可以显示一些简单的图形。

20 世纪 50 年代末期, MIT 林肯实验室, 在 Whirlwind 上开发了美国战术防空系统 SAGE (Semi Automatic Ground Environment); 研制计算机通信网和图形工作站, 利用 19 英寸阴极射线管显示各军分区的地理边界、雷达搜索目标的位置和轨迹、拦截点位置等信息; 通过光笔在屏幕上指点与系统交互。这些标志着交互式图形技术的诞生。

60 年代是 CAD 发展的起步时期。1962 年 MIT 林肯实验室 Ivan.E.Sutherland, 在他的博士论文 “Sketchpad: 一个人机通信的图形系统” 首次使用 Computer Graphics, 证明了交互式计算机图形学是一个可行的、有用的研究领域, 从此确立计算机图形学独立学科分支的地位。GM (General Motor) 首次开发了 CAD (Computer Aided Design) 和 CAM 软件系统, MIT、Bell Lab、通用汽车公司、剑桥大学也开展了大规模的研究。

70 年代, 计算机图形技术进入实用化的阶段, 除军事和工业外, 还在教育、科研、综合管理等领域纷纷采用该技术; 但是图形设备价格昂贵, 功能简单, 缺少软件支持。

80 年代, CAD 技术进入到突飞猛进的发展时期, 出现了新的算法和技术、新的标准、更强大的图形系统, 而不仅仅局限于专业领域。

90 年代, CAD 技术的发展更趋成熟, 呈现出开放性、标准化、集成化和智能化等特色。

纵观产品开发的思维方式, 20 世纪 80 年代的目标是通过建立 CAD 系统降低成本; 90 年代早期是运行并行工程, 加快产品的投放市场和提高产品的产量; 而到了 90 年代后期及 21 世纪是进行大规模的联合产品开发。

2. 发展趋势

在过去的几十年里, 人们在计算机辅助设计领域中取得了巨大的成就, 随着计算机硬件和软件的发展, 以及人工智能技术、网络技术和计算机模拟技术等进步, 未来 CAD 的发展将趋向于集成化、智能化、标准化和网络化。

- (1) 集成化: 信息集成、过程集成、企业集成。
- (2) 智能化: 将人工智能技术引入 CAD 系统, 达到设计自动化的目的。
- (3) 标准化: 目前已制定了一系列相关标准。
- (4) 网络化: 基于网络的完善的协同设计环境。

此外, 随着 CAD 技术的发展, 其参数化特征也日趋完善。

1.1.3 CAD 与计算机绘图技术的应用

CAD 技术的应用范围很广,其设计对象包括两大类,一类是机械、电气、电子、轻工和纺织产品;另一类是工程设计产品,即工程建筑,国外简称为 AEC(Architecture Engineering and Construction)。如今,CAD 技术的应用范围已经延伸到艺术、电影、动画、广告和娱乐等领域,并产生了巨大的经济及社会效益,前景广阔,方兴未艾。

1. 机械工业

CAD 在机械制造行业的应用最早,也最广泛。采用 CAD 技术进行产品设计不仅可以使设计人员从繁重的图板中解放出来,实现设计快速化,降低产品的成本,提高企业及其产品在市场上的竞争能力;而且可以使企业由原来的串行式作业转变为并行式作业,建立一种全新的设计和生产技术管理体制,极大地缩短产品的开发周期,提高劳动生产率。当今世界各大航空、航天及汽车等制造业巨头,不但广泛采用 CAD/CAM 技术进行产品设计,而且投入了大量的人力、物力及财力进行 CAD/CAM 软件的开发,以保持技术上的领先地位和在国际市场上的优势。

CAD 技术在机械工业中的主要应用包括二维绘图、图形及符号库、参数化设计、三维造型、工程分析、生成设计文档及报表等方面。

2. 建筑业

计算机辅助建筑设计(Computer Aided Architecture Design,简称 CAAD)是 CAD 在建筑方面的应用,它给建筑设计带来了一场真正的革命。随着 CAAD 软件从最初的二维通用绘图软件发展到如今的三维建筑模型软件,CAAD 技术已开始得到广泛应用,这不但可以提高设计质量,缩短工程周期,还可以节约 2%~5% 的建设投资。近几年来我国每年的基本建设投资都有几千亿元之多,如果全国大小近万个工程设计单位都采用 CAAD 技术,则可以大大提高基本建设的投资效益。

3. 纺织服装

CAD 技术还可以用于轻纺及服装行业中。在过去,我国纺织品及服装的花样设计、图案的协调、色彩的变化、图案的分色、描稿及配色等均是人工完成的,不仅速度慢、效率低,而且国际市场上对纺织品及服装的要求常常是批量小、花色多、质量高、交货期短,这使得我国纺织产品在国际市场上的竞争力不强。而采用了 CAD 技术以后,大大加快了我国纺织及服装企业走向国际市场的步伐。

服装 CAD 是纺织 CAD 的重要方面,是最早应用 CAD 技术的领域。目前,实用的服装 CAD 系统的主要功能是款式设计、推挡和排料。其他还包括印花图案 CAD、提花织物纹制 CAD、织物组织 CAD、配色 CAD 等。

4. 电子工业

CAD 技术最早曾用于电路原理图和布线图的设计工作。目前,CAD 技术已扩展到了印刷电路板的设计(包括布线和元器件布局),并在集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路的设计制造中大显身手,并由此大大推动了微电子技术的计算和发展。

如今,CAD 技术亦已进入到人们的日常生活中,在电影、动画、广告和娱乐等领域大放光彩。电影拍摄中利用 CAD 技术已有十余年的历史,美国好莱坞电影公司主要利用 CAD 技术构造布景,可以利用虚拟现实的手法设计出人工不可能做到的布景。这不仅能节省大量的人力、物力,降低电影的拍摄成本,而且可以给观众造成一种新奇、古怪和难以想象的环境,获

得极大的票房收入。比如美国的《星球大战》、《外星人》、《侏罗纪公园》等科幻片，以及完全用三维计算机动画制作的影片《玩具总动员》，都获得了极大的成功。轰动全球的大片《泰坦尼克》应用了大量的三维动画制作，用计算机真实地模拟了泰坦尼克号航行、沉船的全过程。此外，动画和广告制作中也充分利用了计算机造型技术，其实质上也是一种虚拟现实技术。虚拟现实技术还常用于各种模拟器及景物的实时漫游、娱乐游戏中。

近十年来，在计算机集成制造系统（CIMS）工程和 CAD 应用工程的推动下，我国计算机辅助设计技术的应用越来越普遍，有越来越多的设计单位和企业正在采用这一技术来提高设计效率、提高产品质量、改善劳动条件。迄今为止，我国从国外引进的 CAD 软件有好几十种，国内的一些科研机构、高校和软件公司在此基础上，开发出了自己的 CAD 软件，投放市场，使我国的 CAD 技术的应用呈现出一片欣欣向荣的景象。

1.1.4 CAD 及计算机绘图系统的组成

要进行计算机绘图，就要使用计算机绘图系统。计算机绘图系统由软件系统和硬件系统组成。其中，软件是计算机绘图系统的核心，而相应的硬件设备则为软件的正常运行提供了基础保障和运行环境。另外，任何功能强大的计算机绘图系统都只是一个辅助工具，系统的运行离不开系统使用人员的创造性思维活动。因此，使用计算机绘图系统的技术人员也属于系统组成的一部分，将软件、硬件及人这三者有机地结合在一起，是发挥计算机绘图系统强大功能的前提。

1. CAD 硬件系统

CAD 硬件系统由计算机主机、图形输入设备、图形输出设备及其他一些常用外部设备组成，如图 1-1 所示。早期较多的配置方式为单机式或集中式，随着计算机技术和通信技术的发展，已越来越多地采用网络环境。输入设备主要有键盘、鼠标、坐标数字化仪、图形扫描仪等。输出设备主要有显示器、打印机和绘图机等。

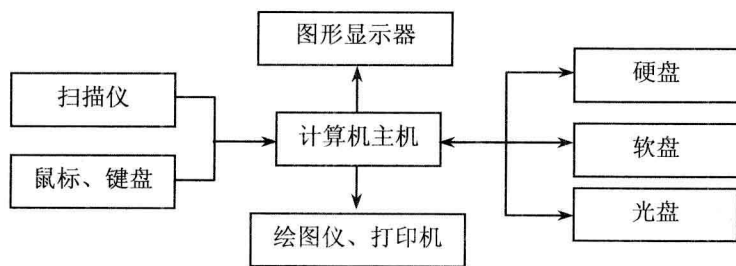


图 1-1 计算机绘图系统的基本硬件组成

2. CAD 软件系统

CAD 系统的软件分为系统软件和支撑软件。系统软件通常指操作系统、计算机语言环境、网络通信及其管理软件、数据库及数据库管理软件等。CAD 系统支撑软件是指支撑 CAD 工作的一些软件，它具有以下功能：

(1) 辅助用户完成零件、部件和产品设计的结构设计和详细设计，输出产品的零件图、装配图或三维立体图。具有这样功能的软件较多，如 AutoCAD、Pro-Engineer、I-DEAS、CADAM、CATIA、SolidEdge、UG 等。

(2) 对零件或部件进行分析计算，如优化程序、有限元分析程序、动态分析程序、注塑

模具分析程序等。

(3) 产品数据管理。对 CAD 过程的图纸、文档、数据文件的电子化管理,国内的一些公司也推出了图档管理系统。

1.1.5 工程制图的基本要求

计算机绘图速度快,质量好,而且便于修改,易于管理。计算机绘图技术已成为工程技术人员必须掌握的基本技术。

1. 工程制图的任务与要求

学习工程制图的目的在于培养绘图、读图和图解的能力以及空间想象能力。简言之,主要分为以下几项任务:

- (1) 研究正投影的基本理论和作图方法;
- (2) 培养绘制和阅读工程图的能力,即培养图解能力;
- (3) 通过绘图、读图和图解的实践,培养空间想象能力;
- (4) 培养用计算机辅助绘图软件绘制图样的初步能力;
- (5) 正确使用绘图工具,包括实际手工工具和软件工具,掌握绘图的技巧和方法,又快又好地作出符合国家标准工程图,并能正确地阅读一般的工程图纸。

2. 学习方法

学习工程制图时,要完成一系列的绘图、识图作业,必须注意学习方法,才能提高学习效果。

(1) 要培养空间与二维视图转换的想象能力。借助模型,加强图物对照的感性认识,直至可以完全依靠自己的空间想象能力看懂图样。

(2) 要培养实体的分解能力。一要掌握分解的思路,即空间问题,一定要拿到空间去分析研究,决定分解方案;二要掌握几何元素之间的各种基本关系(如平行、垂直、相交、交叉等)的表示方法。

(3) 要提高自学能力与严谨的态度。工程图纸是施工的根据,必须与工程实践结合起来。所以应从初学制图开始,严格要求自己,养成认真负责、一丝不苟和力求符合国家制图标准的工作态度。同时又要逐步提高绘图速度,达到又快又好的要求。

1.2 绘图规范

工程图样是工程界的技术语言,为了使工程图样规格统一,图面简洁而清晰,符合工程要求,利于技术交流,必须在图样的画法、图纸样式、字体、尺寸标注、符号标注等各方面有一个统一标准。

在工程绘图中,对于不同的图样类型(如机械制图、建筑制图、电气制图等),绘图要求和规范不尽相同。为了使用户能更好地掌握绘图基本常识,就需要了解一下国标中对图纸幅面、绘图比例、单位等的有关规定。

有关的国家标准有:《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008)、《CAD 工程制图规则》(GB/T 18229—2000)、《机械工程 CAD 制图规则》(GB/T 14665—1998)、《房屋建筑 CAD 制图统一规则》(GB/T 18112—2000)、《电气工程 CAD 制图规则》(GB/T 18135—2000)、《技术制图 CAD 系统用图线的表示》(GB/T 18686—2002)、《技术产品文件 CAD

图层的组织和命名》(GB/T 18617—2002)等。读者在绘图时,请参照有关标准。

CAD 工程制图的基本设置要求包括图纸幅面与格式、绘图比例、字体、图线、剖面符号、标题栏和明细栏等内容。

1. 图纸幅面与格式

用计算机绘制 CAD 图样时,其图幅及尺寸格式应符合《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008)的有关规定。CAD 图样的基本幅面及图框尺寸如图 1-2、表 1-1 所示(这里只列出了需要装订线的基本幅面),其形式尺寸与格式尺寸参见 GB/T 14689 的有关规定。

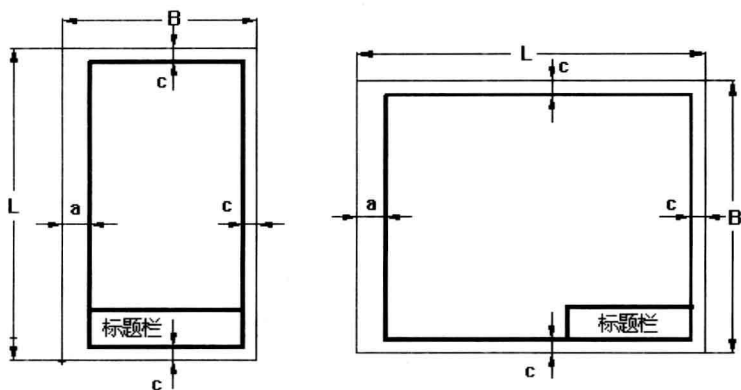


图 1-2 需装订的图框格式

表 1-1 图纸幅面及周边尺寸

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
幅面尺寸 (mm) B×L		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
周边尺寸 (mm)	a	25				
	c	10			5	

2. 标题栏与明细表

标题栏格式和尺寸按 GB/T 10609.1—2008 的规定。每张图纸上均需要画出标题栏,标题栏位于图纸的右下角,格式如图 1-3 所示。有的图样(如装配图)中还需要明细表,一般在标题栏上方。

						(材料标记)			(单位名称)
									(图样名称)
标记	处数	更改文件号	签字	日期		图样标记	重量	比例	(图样代号)
设计	(签名)	(日期)	标准化	(签名)	(日期)				
校对			审定						
审核									
工艺			日期			共 张	第 张		

图 1-3 标题栏格式

3. 绘图比例

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比称为比例。国标规定,在绘制图样时一般应采用规定的比例,如表 1-2 所示(其中 n 为正整数)。

表 1-2 规定的比例

与实物相同	1:1
缩小的比例	1:1.5 1:2 1:2.5 1:3 1:4 1:5 1:10 ⁿ
放大的比例	2:1 2.5:1 4:1 10 ⁿ :1

4. 图线

CAD 图中的图线应符合《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)、《机械制图 图线》的有关规定。

工程制图的图线分为粗、细两种。画图时,粗线的宽度 b 应按图形的大小和复杂程度在 0.5~2mm 范围内选定;细线的宽度约为 $b/3$ 。粗线的宽度一经选定,各种细线的宽度也就随之而定。图线宽度的推荐系列为 0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm (0.18mm 的图线宽度尽量避免使用)。图线有粗实线、细实线、波浪线、双折线、虚线、点划线、粗点划线、双点划线共八种,其中粗实线和粗点划线的宽度为 b ,其余为 $b/3$ 。

5. 图层

CAD 工程制图规则也制订了工程图的图层管理规则。图层是 CAD 特有的概念,也是其与手工制图的重要区别之一。CAD 制图采用的电子图纸,可假设由无数个透明的图层叠合而成,并将工程图样上的各种信息分门别类地存放在所定义的图层中(各图层均设定了独立的线型和颜色等),这样既便于绘图,又便于图形的组织管理。

图线线型及颜色如表 1-3 所示。

表 1-3 图线线型及颜色

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
图线类型	粗实线	细实线	波浪线	双折线	虚线	点划线	粗点划线	双点划线
颜色	白色	绿色			黄色	红色	棕色	粉红色

6. 字体

CAD 图样中的字体应符合《技术制图 字体》(GB/T 14691—1993)、《机械制图用计算机信息交换 常用长仿宋矢量字体、代(符)号》(GB/T 13362.4—1992)的有关规定。

7. 尺寸线终端

CAD 图中的尺寸标注应符合《CAD 工程制图规则》(GB/T 18229—2000)的有关规定。在 CAD 制图中,常用的尺寸线终端可采用如图 1-4 所示的 6 种终端形式,其中后两种终端形式常见于房屋建筑 CAD 图样。

箭头位置不够时,允许用圆点或斜线代替箭头,如图 1-5 所示。

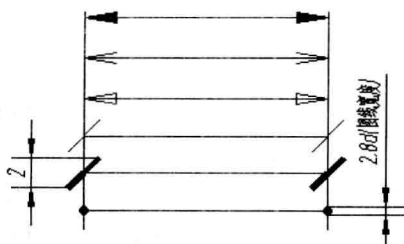


图 1-4 常用的尺寸线终端

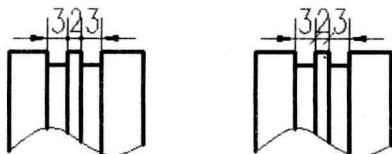


图 1-5 小尺寸的尺寸线终端