

数字工程师系列

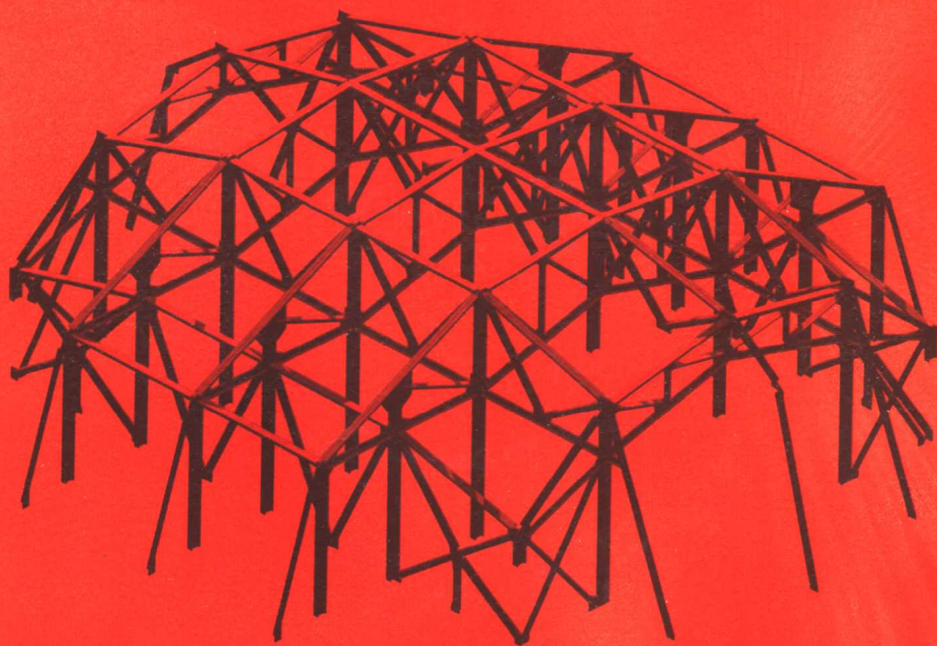
暴风雪科技

AutoCAD

2002中文版

结构设计

赵文新 编著



多媒体教学盘



机械工业出版社

数字工程师系列

AutoCAD2002（中文版）结构设计

赵文新 编著

机械工业出版社

内 容 提 要

AutoCAD 是 Autodesk 公司推出了一种功能强大、应用广泛的计算机辅助设计系统。本书以中文版为基础,着重介绍了该系统在结构工程设计领域的具体应用。书中以结构设计中的需求为主线,并将具体的行业要求和 AutoCAD 系统的应用紧密结合起来,通过具体实例来详细讲述如何使用 AutoCAD 来解决结构设计中的各种问题,充分体现了 AutoCAD 在结构设计中的强大作用和广阔的应用前景。

本书还进一步介绍了 AutoCAD 的一些实用工具和高级应用,使广大读者可以深化对 AutoCAD 的了解,能够在各自的应用领域中充分挖掘 AutoCAD 系统的功能,从而不断提高技术水平和生产效率。

本书内容丰富翔实,既有原理的讲解,又有实例的应用,具有较强的实用性。不仅适合于广大的结构设计人员进行学习和提高,同时也适合于其他使用 AutoCAD 进行设计、对 AutoCAD 系统进行推广应用的人员。此外,对于应用 AutoCAD 系统的各个行业、部门、和企业也具有较大的参考价值。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭光盘及配书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

书 名: AutoCAD2002 (中文版) 结构设计

总 策 划: 北京暴风雪科技有限公司

创 作: 赵文新

电脑制作: 北京暴风雪科技有限公司

出 版: 机械工业出版社

印 刷: 北京市通州京华印刷制版厂

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 26

版 次: 2002 年 10 月第 1 版

凡购买的图书和光盘有问题者, 请向购买处调换。

电话: (010) 62522622、62480269、13801352164

前 言

本书是一本关于在结构工程领域应用 AutoCAD 进行结构设计的参考书，主要内容是以工程实际应用为出发点，全面而深入地讲述了如何使用 AutoCAD 的各种功能来实现用户的设计目标，并进一步介绍了 AutoCAD 中的各种实用工具、高级应用技术和用户自定义功能，使读者在熟练掌握了 AutoCAD 进行相关应用的基础上，还可以充分挖掘 AutoCAD 的各种功能，提高应用水平，扩展应用范围，使 AutoCAD 真正成为能够提高技术水平，增进生产效率，降低企业成本，增加经济效益的有力武器。

导 读

本书共包括十四章和两个附录：

第一章主要介绍了 CAD 的基本功能、发展历程、我国的 CAD 应用现状、CAD 的标准化情况等。此外，本章全面介绍了 AutoCAD 系统的概念、主要特性以及 AutoCAD 2002 中文版的安装、运行、主要界面和基本操作等。

第二章主要介绍了国家标准中对图形格式的规定，以及在 AutoCAD 中进行图形格式设置的具体方法。

第三章全面讲述了 AutoCAD 中各种图形对象的创建和修改方法。

第四章进一步介绍了对图形对象的组织、显示、捕捉、选择等控制方法，从而强化用户的绘图技能，提高处理复杂图形的能力。

第五章主要针对 AutoCAD 中的几种常用的组合图形对象：填充图案、块和属性等对象的创建和使用方法，以及这些对象在工程设计领域的具体应用。

第六章全面介绍了在 AutoCAD 中从布局布置、页面设置、打印配置、打印样式配置到打印出图的全过程，以指导用户来打印出正规的、标准的、符合要求的图纸。

第七章主要讲述了工程制图中的各种图样画法和轴测投影法，这是我们进一步学习各种工程制图的基础。

第八章主要讲述了建筑结构工程、水利工程、道桥涵隧工程、给排水工程和采暖通风与空气调节工程制图的基本内容，并分别给出了具体实例。

第九章主要讲述的三维绘图基本知识，包括三维坐标系和坐标形式，对象的标高和厚度，三维对象的类型和相应的创建方法等。

第十章主要介绍了 AutoCAD 中对三维模型进行查看和变换的各种命令和工具，使用户可以更为容易地控制三维模型在屏幕上的显示。

第十一章主要介绍了 AutoCAD 中的实体模型的使用方法，包括组合实体的创建、实体对象的编辑、以及通过实体模型创建轮廓图和剖视图等内容。

第十二章主要介绍了 AutoCAD 的渲染功能，以及渲染相关的材质、光源、场景、配景和各种特殊效果等内容。

第十三章主要介绍了网络的基本知识，以及 AutoCAD 中的各种网络应用和网络工具的使用方法。

第十四章主要介绍了 AutoCAD 系统所提供的多种实用工具和命令、高级应用技术和各种环境设置与自定义功能。

附录 A 给出了 AutoCAD 2002 中的全部命令及其说明。

附录 B 给出了本书的附表。

约 定

本书中采用如下约定：

- 本书中除了特别注明的地方之外，所有内容均适用于 AutoCAD 2002 中文版。
- 本书中的各种键盘按键均以带方括号的字符表示，组合键用“+”号连接。
- 本书中的级联菜单的各种菜单项用括在【】中的菜单名称来表示，并用“→”表示其上下关系，如【文件】→【保存】等。
- 本书中的各种控件用括在【】中的控件名称来表示，如【确定】按钮、【捕捉和栅格】选项卡等。

本书中的具体操作过程中说明的文字均放在“()”中，回车用“↵”表示。

限于作者水平以及由于编写时间紧促，难免在内容选材和叙述上有不当之处，希望读者谅解并批评指正。

编者

E-mail:leeworks@263.net

目 录

第1章 CAD与AUTOCAD概述.....1

- 1.1 CAD 的发展和现状.....1
 - 1.1.1 CAD 的基本概念.....1
 - 1.1.2 CAD 技术的发展历程.....1
 - 1.1.3 我国的 CAD 应用现状.....2
 - 1.1.4 我国的 CAD 标准化.....3
- 1.2 AUTOCAD 简介.....6
 - 1.2.1 AutoCAD 的含义.....6
 - 1.2.2 AutoCAD 2002 的主要特性...6
- 1.3 AUTOCAD 2002 的安装与启动.....8
 - 1.3.1 安装 AutoCAD 2002 的软硬件需求.....8
 - 1.3.2 AutoCAD 2002 的安装过程...9
 - 1.3.3 AutoCAD 2002 的启动和退出..12
- 1.4 AUTOCAD 2002 的基本操作.....14
 - 1.4.1 菜单栏的使用.....14
 - 1.4.2 工具栏的使用.....14
 - 1.4.3 状态栏的使用.....16
 - 1.4.4 命令行和文本窗口的使用..16
 - 1.4.5 图形窗口的使用.....17
 - 1.4.6 功能键的使用.....17
- 1.5 本章小结.....18

第2章 设置图形的格式.....19

- 2.1 图纸幅面与格式.....19
 - 2.1.1 图纸幅面与格式的一般规定.....19
 - 2.1.2 在 AutoCAD 中设置图幅....21
- 2.2 标题栏和明细表.....22
 - 2.2.1 标题栏的一般规定和设置..22
 - 2.2.2 明细栏的一般规定.....23
- 2.3 图线的样式.....24
 - 2.3.1 图线的一般规定.....24
 - 2.3.2 在 AutoCAD 中设置图线....25

- 2.4 字体和文字样式.....28
 - 2.4.1 字体的一般规定.....28
 - 2.4.2 在 AutoCAD 中设置文字样式.29
- 2.5 尺寸标注.....30
 - 2.5.1 尺寸标注的一般规定.....30
 - 2.5.2 AutoCAD 中尺寸标注类型...32
 - 2.5.3 设置尺寸标注样式.....32
- 2.6 单位和图形界限.....36
 - 2.6.1 单位的一般规定.....36
 - 2.6.2 设置单位.....36
 - 2.6.3 设置图形界限.....37
- 2.7 本章小结.....38

第3章 创建和修改图形对象.....39

- 3.1 基本的图形对象.....39
- 3.2 图形对象的创建.....39
 - 3.2.1 点.....39
 - 3.2.2 线.....41
 - 3.2.3 多段线.....45
 - 3.2.4 曲线.....47
 - 3.2.5 徒手画线段.....50
 - 3.2.6 面域和二维填充.....51
 - 3.2.7 文字.....51
 - 3.2.8 尺寸标注.....54
- 3.3 图形对象的修改.....60
 - 3.3.1 基本的修改操作.....60
 - 3.3.2 创建对象的副本.....61
 - 3.3.3 对象的修整.....63
 - 3.3.4 对象的变形.....65
 - 3.3.5 特定对象的修改.....67
 - 3.3.6 编辑命令.....72
- 3.4 本章小结.....74

第4章 图形和对象的控制.....75

- 4.1 图层.....75
 - 4.1.1 图层概述.....75

4.1.2	图层的创建和设置.....	75
4.1.3	工具栏中的图层命令.....	78
4.2	视图与视口.....	79
4.2.1	AutoCAD 中的视图.....	79
4.2.2	AutoCAD 中的视口.....	85
4.3	对象捕捉和选择.....	88
4.3.1	对象的捕捉.....	88
4.3.2	对象的选择.....	90
4.4	辅助工具的草图设置.....	91
4.4.1	栅格和捕捉.....	91
4.4.2	极轴追踪和极轴捕捉.....	92
4.4.3	对象捕捉和对象捕捉追踪.....	93
4.4.4	正交.....	94
4.5	编组和快速选择.....	94
4.5.1	编组.....	94
4.5.2	快速选择.....	96
4.6	本章小结.....	97

第5章 填充图案、块与属性.....98

5.1	剖面符号与填充图案.....	98
5.1.1	剖面符号.....	98
5.1.2	填充图案.....	98
5.2	填充图案的使用.....	99
5.2.1	创建填充图案.....	99
5.2.2	修改填充图案.....	102
5.3	块和属性.....	104
5.3.1	块和属性简介.....	104
5.3.2	块和属性的创建.....	105
5.3.3	块和属性的使用.....	107
5.4	块和属性的应用.....	108
5.4.1	工程设计中的图形符号.....	108
5.4.2	图形符号与图例的创建和使用.....	109
5.5	块和属性的编辑.....	110
5.5.1	块的编辑.....	110
5.5.2	块的分解.....	111
5.5.3	属性的编辑.....	111
5.5.4	属性的提取.....	114

5.6	本章小结.....	116
-----	-----------	-----

第6章 打印图纸.....117

6.1	布局.....	117
6.1.1	图纸空间和布局.....	117
6.1.2	新建布局.....	117
6.1.3	布局的管理.....	119
6.2	布局视口.....	120
6.2.1	布局视口概述.....	120
6.2.2	创建布局视口.....	120
6.2.3	布局视口的设置.....	121
6.3	配置打印机.....	122
6.3.1	创建打印机配置文件.....	122
6.3.2	编辑打印机配置文件.....	124
6.4	配置打印样式.....	126
6.4.1	打印样式概述.....	126
6.4.2	创建打印样式表.....	126
6.4.3	编辑打印样式表.....	128
6.4.4	打印样式的应用.....	130
6.5	页面设置和打印设置.....	132
6.5.1	页面设置.....	132
6.5.2	打印设置.....	134
6.6	本章小结.....	136

第7章 图样画法与轴测投影.....137

7.1	图样画法基础.....	137
7.1.1	概述.....	137
7.1.2	投影法的种类.....	137
7.1.3	三面正投影体系.....	138
7.2	视图.....	139
7.2.1	视图简介.....	139
7.2.2	基本视图.....	139
7.2.3	局部视图.....	141
7.2.4	斜视图.....	141
7.3	剖视图.....	141
7.3.1	剖视图简介.....	141
7.3.2	剖切面.....	142
7.3.3	剖视图的种类.....	143
7.3.4	剖视图的配置和标注.....	144

7.4	剖面图.....	145
7.4.1	剖面图简介.....	145
7.4.2	剖面的种类.....	145
7.5	局部放大与简化画法.....	146
7.5.1	局部放大图.....	146
7.5.2	简化画法概念和规定.....	147
7.6	轴测投影概述.....	148
7.6.1	轴测投影的基本概念.....	148
7.6.2	轴测投影图的分类.....	149
7.7	在 AUTOCAD 中绘制轴测投影图.....	149
7.7.1	AutoCAD 中的轴测投影工具.....	149
7.7.2	创建图形对象的轴测投影.....	151
7.8	应用实例——支座的等轴测投影图.....	152
7.8.1	新建图形文件.....	152
7.8.2	绘制底板.....	154
7.8.3	绘制肋板.....	156
7.8.4	绘制尺寸标注.....	157
7.9	本章小结.....	159
第8章 结构工程设计中的二维制图... 160		
8.1	建筑结构工程图.....	160
8.1.1	建筑结构工程图概述.....	160
8.1.2	应用实例——钢筋混凝土挑梁结构及配筋图.....	160
8.2	水利工程图.....	173
8.2.1	水利工程图概述.....	173
8.2.2	应用实例——混凝土坝横剖视图.....	173
8.3	路桥涵隧工程图.....	183
8.3.1	路桥涵隧工程图概述.....	183
8.3.2	应用实例——道路平面设计与交通组织图.....	186
8.4	给排水工程图.....	194
8.4.1	给排水工程图概述.....	194
8.4.2	应用实例——住宅楼室内给水系统图.....	195
8.5	采暖通风与空气调节工程图.....	207
8.5.1	采暖通风与空气调节工程图概	

述.....	207
8.5.2 应用实例——多功能厅空调平面图.....	208
8.6 本章小结.....	224
第9章 三维空间中的图形对象.....	225
9.1 三维绘图基础.....	225
9.1.1 AutoCAD 中的三维空间....	225
9.1.2 AutoCAD 中的三维对象....	225
9.2 对象的标高和厚度.....	226
9.2.1 设置对象的标高.....	226
9.2.2 设置对象的厚度.....	226
9.3 创建三维线框模型.....	226
9.3.1 三维线框模型概述.....	226
9.3.2 三维点.....	226
9.3.3 三维多段线.....	227
9.4 创建三维曲面.....	227
9.4.1 三维曲面概述.....	227
9.4.2 预定义的三维曲面.....	227
9.4.3 通过图形对象创建曲面....	230
9.4.4 通过顶点创建三维网格....	232
9.5 创建三维实体.....	233
9.5.1 三维实体概述.....	233
9.5.2 预定义的三维实体.....	233
9.5.3 通过二维对象创建实体....	235
9.6 应用实例——混凝土坝的三维模型	236
9.6.1 新建图形文件.....	236
9.6.2 创建断面轮廓.....	236
9.6.3 创建三维对象.....	240
9.7 本章小结.....	243
第10章 三维模型的查看与变换.....	244
10.1 使用用户坐标系.....	244
10.1.1 创建用户坐标系.....	244
10.1.2 用户坐标系的管理.....	246
10.2 设置三维视图.....	247
10.2.1 使用视点预置.....	247
10.2.2 设置视点.....	248
10.2.3 设置平面视图.....	249

10.2.4 设置正交视图与等轴测视图	249
10.3 使用三维动态观察器.....	250
10.3.1 三维动态观察器概述.....	250
10.3.2 三维动态观察工具.....	251
10.3.3 设置三维视图的模式.....	251
10.3.4 设置三维视图.....	253
10.4 三维对象的变换.....	253
10.4.1 三维阵列.....	253
10.4.2 三维镜像.....	254
10.4.3 三维旋转.....	255
10.4.4 对齐命令.....	255
10.5 应用实例——互通式立体交叉道路的 三维模型.....	256
10.5.1 新建图形文件.....	256
10.5.2 创建地面和下层车道.....	256
10.5.3 创建花坛和匝道.....	258
10.5.4 创建支墩.....	260
10.5.5 创建上层车道.....	262
10.5.6 简单的渲染效果图.....	264
10.6 本章小结.....	265
第11章 使用实体模型.....	266
11.1 创建组合实体.....	266
11.1.1 布尔运算的概念.....	266
11.1.2 实体对象的布尔运算.....	266
11.1.3 实体间的干涉检查.....	267
11.2 实体的变形.....	268
11.2.1 实体的圆角.....	268
11.2.2 实体的倒角.....	268
11.2.3 实体的剖切.....	269
11.2.4 创建实体的剖面.....	270
11.2.5 实体的分解.....	270
11.3 实体元素的编辑.....	270
11.3.1 实体中边的修改.....	270
11.3.2 实体中面的修改.....	271
11.3.3 实体中体的修改.....	277
11.4 在布局中使用实体.....	280
11.4.1 创建实体轮廓图.....	280

11.4.2 创建用于实体的布局视口	280
11.4.3 创建实体轮廓图和剖视图	282
11.5 应用实例——涵洞的三维模型.....	282
11.5.1 新建图形文件.....	282
11.5.2 创建洞身.....	282
11.5.3 创建洞口基础.....	285
11.5.4 创建端墙.....	286
11.5.5 创建锥体护坡.....	288
11.5.6 创建另一侧的洞口.....	289
11.6 本章小结.....	290
第12章 三维模型的渲染.....	291
12.1 颜色与材质的使用.....	291
12.1.1 颜色概述.....	291
12.1.2 材质概述.....	292
12.1.3 使用材质库中的材质.....	293
12.1.4 材质的创建和编辑.....	294
12.1.5 设置材质的贴图方式.....	296
12.2 光源与场景的使用.....	297
12.2.1 光源概述.....	297
12.2.2 光源的创建和设置.....	298
12.2.3 场景的含义和使用.....	301
12.3 配景与特效的使用.....	302
12.3.1 配景含义和使用.....	302
12.3.2 配景的修改和管理.....	303
12.3.3 设置背景.....	304
12.3.4 设置雾化.....	305
12.4 渲染的设置与实现.....	307
12.4.1 渲染概述.....	307
12.4.2 渲染的设置.....	307
12.4.3 渲染的实现.....	308
12.5 本章小结.....	309
第13章 AUTOCAD 的网络功能.....	310
13.1 网络概述.....	310
13.1.1 常用网络简介.....	310
13.1.2 资源共享.....	311
13.2 使用网络资源.....	311
13.2.1 在 AutoCAD 对话框中访问网	

络.....	311	14.5.2 命名对象的重命名.....	340
13.2.2 在 AutoCAD 中使用网络资源.....	314	14.5.3 图形文件属性的查询和设置.....	341
13.3 WEB 的应用.....	314	14.5.4 图形文件的核查与修复..	341
13.3.1 超级链接的使用.....	314	14.5.5 时间的查询.....	342
13.3.2 Web 浏览器的使用.....	316	14.5.6 图形统计信息的显示....	343
13.3.3 Web 格式图形文件的使用.	317	14.6 使用外部参照.....	343
13.4 AUTOCAD 中的网络工具.....	319	14.6.1 外部参照概述.....	343
13.4.1 “AutoCAD 2002 今日”的网络功能.....	319	14.6.2 附着外部参照.....	344
13.4.2 “现在开会”.....	321	14.6.3 外部参照的管理.....	344
13.4.3 “网上发布”.....	324	14.6.4 外部参照的编辑.....	346
13.4.4 “电子传递”.....	326	14.7 使用光栅图像.....	347
13.5 本章小结.....	329	14.7.1 AutoCAD 支持的光栅图像.	347
第 14 章 AUTOCAD 的高级应用.....	330	14.7.2 附着光栅图像.....	347
14.1 AUTOCAD 设计中心.....	330	14.7.3 光栅图像的管理.....	348
14.1.1 AutoCAD 设计中心概述... 330		14.7.4 光栅图像的设置.....	349
14.1.2 资源的使用.....	331	14.8 使用 OLE 对象.....	350
14.1.3 资源的查找.....	333	14.8.1 OLE 对象概述.....	350
14.1.4 资源的管理.....	334	14.8.2 插入 OLE 对象.....	350
14.2 几何计算器.....	334	14.8.3 OLE 对象的修改.....	351
14.2.1 几何计算器概述.....	334	14.9 使用 CAD 标准.....	353
14.2.2 几何计算器中常用的函数	335	14.9.1 CAD 标准概述.....	353
14.3 图形数据的查询.....	335	14.9.2 标准文件的创建.....	353
14.3.1 点的查询.....	335	14.9.3 标准文件的配置.....	353
14.3.2 距离的查询.....	335	14.9.4 标准的核查.....	354
14.3.3 面积的查询.....	335	14.9.5 图层转换器的使用.....	355
14.3.4 质量特性的查询.....	337	14.10 AUTOCAD 的环境设置.....	357
14.3.5 图形对象的数据查询....	338	14.10.1 系统相关文件的设置... 357	
14.4 图形格式的转换.....	338	14.10.2 显示的设置.....	358
14.4.1 使用各种格式的 AutoCAD 图形文件.....	338	14.10.3 文件打开和保存的设置.	360
14.4.2 使用其他格式的图形文件	338	14.10.4 常规的系统设置.....	361
14.4.3 输出为其他格式的图形文件.....	339	14.10.5 草图的设置.....	362
14.5 实用命令.....	339	14.10.6 选择的设置.....	362
14.5.1 命名对象的清理.....	339	14.11 自定义设置.....	364
		14.11.1 菜单的自定义.....	364
		14.11.2 工具栏的自定义.....	365
		14.11.3 工具栏命令的自定义... 366	
		14.11.4 工具栏按钮特性的自定义	

义.....	366
14.11.5 键盘的自定义.....	367
14.11.6 外部命令的自定义.....	368
14.11.7 命令别名的自定义.....	369
14.12 定制线型和填充图案.....	369
14.12.1 线型的定义.....	369
14.12.2 自定义的线型.....	370
14.12.3 填充图案的定义.....	371
14.12.4 自定义的填充图案.....	371
14.13 本章小结.....	373
附录 A AUTOCAD 2002 命令一览表.....	374
附录 B 结构工程制图基本要求和图示.	384

第 1 章 CAD 与 AutoCAD 概述

1.1 CAD 的发展和现状

1.1.1 CAD 的基本概念

CAD (Computer Aided Design) 是计算机辅助设计的简称, 即使用计算机系统辅助完成工程设计领域中的各项工作。

从 CAD 的定义中我们可以看出, CAD 不仅仅是利用计算机进行绘图, 还包含了设计的每个阶段和所有环节。计算机绘图只是 CAD 功能的一个组成部分, 但也是最为重要、应用最广的一个组成部分。

目前, 随着计算机技术的飞速发展和计算机应用领域的不断扩大, CAD 技术的应用已经不再局限于某一方面。除了在传统的航天航空工业、汽车工业、机械设计、建筑设计、工程结构设计、集成电路设计等等领域继续得到普及和强化之外, CAD 技术在如下一些领域也得到了大量应用:

- (1) 自动化办公系统 (OA) 中的图形图表制作。
- (2) 管理工作中的图形制作, 如工作规划图、生产进度图、统计图、分布图等等。
- (3) 勘测图形制作, 如气象卫星云图、矿物分布图、人口密度分布图、航测地形图、水文资料图、环境污染监测图等等。
- (4) 数值信息图形可视化。如应力场分布、电场分布、应变分布、温度场分布等。
- (5) 商业广告及影视动画制作, 包括数字摄影中画面配景、编辑等后期制作的应用。
- (6) 过程控制中的图像辅助功能以及三维型体的全自动加工切削 (CAM)。
- (7) 计算机辅助教学 (CAI) 和仿真模拟。

概括来说, CAD 所应具备的主要功能包括:

- (1) 几何造型和图形处理;
- (2) 设计中的计算、模拟、检验以及优化等;
- (3) 计算机绘图与编辑;
- (4) 数据的输出与存储;
- (5) 人工智能。

1.1.2 CAD 技术的发展历程

20 世纪 60 年代, 随着计算机技术的发展, 人们开始将计算机应用于绘图和图形显示, 从而使计算机绘图逐渐成为一门新兴的学科和技术。

1962 年, 在 MIT 的林肯 (Lincoln) 研究所, 由 I.E.Sutherland 提出了用光笔在显示器上选取、定位图形要素的 Sketch-pad 系统。使用该系统, 设计者可以在控制台上针对问题及问题的解决直接通信, 实现了人机对话式的交互作业。通常要花几周时间才能完成的一些工作, 在这里只要 10~15 分钟就能做完。他还提出了用层来分别表示某一工程图的轮廓、剖面

线和尺寸等部分的概念。所有的层重叠在一起,就可以表示一幅完整的工程图。这个系统为交互式图形学和 CAD 技术奠定了基础。

I.E. Sutherland 首次提出了交互式计算机绘图的概念,并据此发表了博士论文《Sketchpad: 一个人机通信的图形系统》。1963 年,在美国的计算机联合大会(NCC)上,MIT 推出了 CAD 项目并发表了 5 篇论文,给工程技术界以很大震动,并由此逐渐形成了一门新兴学科——计算机辅助设计,即 CAD。

汽车工业对 CAD 技术的发明首先作出了响应。美国通用汽车公司和 IBM(通用机器制造)公司率先开发了 DAC-I(Design Augmented by Computer)系统,用来设计汽车外型与结构。美国洛克希德(Lockheed)公司和 IBM 公司联合开发了基于大型计算机的 CAD/CAM 系统 CADAM(计算机图形增强设计与制造软件包),用于设计与绘图,并具有三维结构分析能力。随后 CAD 技术在英、日、意等国的汽车公司也都获得了广泛的应用,并逐渐扩展到其他部门。

20 世纪 70 年代, CAD 技术进入了一个重要的、飞速的发展阶段。在这一阶段中,研究人员相继解决了消隐、体素造型、纹理显示等一系列重要算法,极大地促进了 CAD 的发展。

20 世纪 80 年代, CAD 技术开始进入发展较为成熟的阶段,一些真正反映计算机绘图特点的问题得以解决, CAD 技术实现了由二维图形到三维图形的转换,由静态图形到动画的转换,由线框模型到具有真实感图形的转换,并与其他计算机技术,尤其是多媒体技术相接合,从而使 CAD 技术得到广泛的应用。

CAD 技术的发展是与计算机及其外围设备的发展密切相关的。1950 年,在麻省理工学院的“旋风”一号计算机只可以在显示器上画出简单图形。1958 年,美国研制出了滚筒式绘图仪和平板式绘图仪,从而使计算机绘图技术得到更大的发展和应用。1963 年,世界上第一个鼠标器诞生了,它极大地影响了以后交互式绘图技术的发展。70 年代初, Xerox 公司发明了第一个数字化鼠标器。70 年代中期出现的光栅扫描图形显示器,能以更高的频率对屏幕图形刷新,分辨率不断得以提高,使得计算机交互式绘图技术得以更快的发展。同时,高速高精度的绘图仪也相继问世,平板式、滚筒式、笔式、喷墨式、单色和彩色绘图仪相继出现,从而更加有力地推动了 CAD 技术的发展。

随着计算机硬件和软件技术的飞速发展, CAD 技术及其应用的范围和深度也越来越大,已经从 60 年代简单的人机交互式绘图技术发展为现在的大规模集成化 CAD 系统,并广泛应用到国民经济中诸多产业和部门,成为推动各行业科技进步和技术水平提高的强大动力。

1.1.3 我国的 CAD 应用现状

CAD 是信息技术在工业领域的一项重要应用,也是现代设计工程的关键技术内容。CAD 技术的普及应用使企业能够加速新产品的开发和结构调整,提高产品质量,这是企业增强竞争能力的有力手段。CAD 应用工程是一项涉及多部门,多学科、综合性较强的系统工程。它的实施直接影响到我国企业的信息化水平,同时在一段时期反映出我国工业现代化水平的一个侧面。目前我国, CAD 技术已经广泛地应用于建筑、机械、电子、航空及轻工等各个行业,获得了良好的社会效益和经济效益。

我国 CAD 的应用基本上始于 80 年代。在开始阶段,主要依靠外国引进的通用或专用图形软件包在屏幕上作交互式图形设计。1992 年 4 月我国成立了全国 CAD 应用工程协调指导小组,在全国实施 CAD 应用工程。经过多年的努力,我国 CAD 技术已进入全面发展期,在

工程设计等领域已经进入成熟期。

我国在发展 CAD 技术的同时,还建立了健全的以大力协同为特点的工作组织体系,组建了由近二百个网点组成的人才培训和咨询服务的社会网络,初步形成了推进 CAD 应用工程的人才和技术开发的支持环境;探索了适应市场经济发展的 CAD 技术推广机制。与此同时,国产 CAD 软件产业也逐渐成长壮大。

在发展 CAD 技术的过程中,一个非常重要的工作就是制订 CAD 技术标准,它直接影响着 CAD 的应用和发展,标准的制订对软件产业的形成也起到引导和促进的作用。我国已经加入 WTO,因此要正确引进和采用国际先进标准,制订我国相应的技术标准,这是目前 CAD 技术应用中的一项重要工作。

在我国 CAD 应用工程开始的初期,就已经开始制订和逐步形成自己的 CAD 标准体系。“八五”期间,我国制订了第一部《CAD 通用技术规范》,并开发了机械标准件库等软件产品。在“九五”期间我国又制订了国家标准 GB/T17304-1998《CAD 通用技术规范》,CAD 标准体系已经作为一项成果正式收入该标准中。2000 年 10 月,“CAD 标准体系研究和基础标准制订”专题和“CAD 标准一致性测试研究”专题又通过了全国 CAD 应用工程协调指导小组办公室组织的验收。

在“CAD 标准体系研究和基础标准制订”专题中,共包括了 CAD 领域的 11 项国家标准,这些标准都是我国 CAD 技术领域急需的基础标准,它们的正式实施对规范我国 CAD 技术的应用将起到重要作用,并将带来很大的社会效益。在“CAD 标准一致性测试研究”专题中进行了 CAD 一致性测试研究,提交了《CAD 标准一致性测试研究报告》,对我国开展一致性测试的模式、测试软件的开发、测试运行机制和组织管理提出了建设性意见,为政府有关部门制订标准化政策提供了依据。这两个专题同属于“九五”国家重点科技攻关项目中的“CAD 标准化研究”课题,如果顺利完成和通过验收将进一步推动 CAD 技术发展的基础和推广 CAD 技术的应用,为 CAD 技术的发展提供技术规范和标准化的保障。

1.1.4 我国的 CAD 标准化

CAD 标准化的内容主要包括 CAD 通用技术规范、CAD 开发和应用标准化、CAD 制图标准、CAD 数据交换标准、CAD 标准件标准、CAD 文件管理和光盘存档标准、CAD 一致性测试等内容,下面我们分别加以介绍。

1. CAD 通用技术规范

国家标准 GB/T17304-1998《CAD 通用技术规范》是在“八五”期间编制的《CAD 通用技术规范》指导性文件的基础上制订的,其内容主要是针对 CAD 标准化所做的规范性条文,分为 CAD 软件开发、企业产品设计的 CAD 技术应用和 CAD 一致性测试三个方面。标准中规定了 CAD 通用技术的标准化内容,标准的实施和技术应用应该采用的标准。该标准是 CAD 技术工作和 CAD 标准化工作应该遵守的。

对于 CAD 技术的不同领域,“规范”一般都给出具体化的标准。有时在同一领域中给出两个标准,STEP 标准和 IGES 标准,但特别指出了在允许选用两者之一的情况下,“规范”推荐 STEP 标准。

2. CAD 开发和应用标准化

CAD 软件开发和企业的 CAD 技术应用应遵守的标准主要包括以下几类:计算机图形标准;CAD 技术制图标准;产品数据技术标准;CAD 文件管理和光盘存档标准;其他标准相

关标准。

在 CAD 软件开发项目前期时, 开发者应该同时确定该项目需要符合的标准, 包括所开发的软件本身应该符合的技术标准, 以及在软件开发时为确保软件质量而应该遵守的标准。这就是说, 在 CAD 软件初步设计和详细设计的文件中应该包括软件本身在技术方面应遵守的标准和标准的具体实施方案, 并且还要包括确保软件开发质量所应该遵守的标准。

企业 CAD 技术应用应该重点考虑的标准有以下几个方面: 产品设计、不同系统之间进行数据交换、文件管理和归档、CAD 软件采购。

3. CAD 制图标准化

CAD 系统的开发应确保系统提供的制图功能符合相关专业的技术制图标准和图形符号标准, 还应该符合我国针对计算机环境工程制图所制订发布的 CAD 技术制图标准。当原来手工制图标准的内容与这里所列出的 CAD 技术制图标准的内容不一致时, 应该以 CAD 技术制图标准为准。

我国的 CAD 制图标准主要是参照国际标准化组织 ISO/TC10 和 IEC/TC3 的标准制订的。目前我国已经制订和正在制订多种 CAD 制图规则, 最新的 CAD 标准包括:

(1) 《CAD 通用技术规范》(GB/T17304-1998): 其主要内容是标准的技术说明, 规定了 CAD 通用技术的标准化内容、标准的实施和应该采用的标准, 它是作为 CAD 技术工作和 CAD 标准化应该遵守的标准。

(2) 《CAD 工程制图规则》: 主要是对各类行业制图 (包括机械、电气、建筑、船舶等行业) 中对图形的表达所要遵守的有关内容进行统一规范和要求。

(3) 《机械工程 CAD 制图规则》(GB/T14665-1998): 主要规定了机械工程中用计算机辅助设计 (CAD) 时的制图规则, 包括图线、字体及各种线型在计算机中的分层等, 适用于在计算机及其外围设备中进行显示、绘制打印的机械工程图样及有关技术文件。

(4) 《电气工程 CAD 制图规则》: 主要规定了电气工程 CAD 制图的一般规则, 适用于电气功能性简图 (包括概略图、功能图、电路图), 接线图。

(5) 《房屋建筑 CAD 制图统一规则》主要内容为二维制图、三维图形的二维视图和图层及文件格式。

其中, 《CAD 通用技术规范》和《机械工程 CAD 制图规则》已出版发行, 其余 3 个标准正在审批过程中。

4. CAD 数据交换

在 CAD 数据交换领域, 我国目前有两个标准可以选用, 一个是 IGESS 标准, 另一个是 STEP 标准, 推荐选用 STEP 标准。

IGES 标准是我国在 90 年代初参照美国标准制订的, 标准号为 GB/T14213。IGES 标准在 CAD 领域应用最广泛, 也是最成熟的标准, 几乎在市场上的所有 CAD 软件都提供 IGES 接口。它的特点是数据格式相对简单, 但 IGES 标准也有其固有的缺陷, 这主要是制造业的数据在不同领域中的多样性和复杂性造成的。它不可能适应所有的情况。

STEP 标准 ISO10303 产品数据的表达与交换是由国际标准化组织 ISO/TCT84/SC4 工业数据分技术委员会制订的。该标准的体系较为庞大, 我国正在逐渐的把它转化为我国国家标准, 标准号为 GB/T16656。STEP 标准是解决制造业当前产品数据共享的重要标准, 随着制造业信息技术应用的深化和发展, 必然要把产品数据的交换和共享提到非常重要的位置。

5. CAD 标准件库

CAD 标准件库标准又叫做零件库标准。我国的标准件库标准主要是参照德国标准制订的,包括 B10091.1 事物特性表定义的原理和 GB/T15049 CAD 标准件文件编制总则。这两项标准规定了标准件库的数据表达格式。其中 GB/T15049 重点规定了建立 CAD 标准件库需要的标准语法和语义。

另一个 CAD 标准件库几何编程接口标准 GB/T 17645.31 是参照国际标准 ISO 13584.31 制订的,该标准使 CAD 标准件库与 CAD 系统之间的接口标准化。

6. CAD 文件管理

企业采用 CAD 技术进行产品设计以后,就需要对设计过程中的 CAD 电子文件进行管理。我国正在制订的 CAD 文件管理标准,共有十个分标准,对于当前 CAD 文件管理的一些问题作出了具体的规定。该标准共包括 10 个部分:总则、基本格式、编号原则、编制规则、基本程序、更改规则、签署规则、标准化审查、完整性、存储与维护。

7. CAD 光盘存档

企业的信息技术应用对电子格式技术文件的存档提出新的要求,容量大的光盘是非常理想的介质。为此,国家质量技术监督局会同国家档案局共同组织制订了以下标准:

(1)《CAD 电子文件光盘存储、归档与档案管理要求 电子文件归档与档案管理》(GB/T17678.1-1999):主要解决电子文件的归档与管理过程的问题,企业的 CAD 电子文件档案管理工作要遵守这一标准。光盘档案存储和管理系统的开发也要符合标准中规定的有关归档流程和管理方面的内容。

(2)《CAD 电子文件光盘存储、归档与档案管理要求 光盘信息组织结构》(GB/T17678.2-1999):主要解决光盘中存储信息的兼容性问题,光盘档案存储管理系统的开发要遵守这一标准,以保证写入光盘的信息在不同的光盘存档管理系统中都够读出。

(3)《CAD 电子文件光盘存储归档的一致性测试》(GB/T17679-1999):主要解决 CAD 光盘存储系统是否符合标准的问题。按照该标准的要求,CAD 光盘存储系统应该通过有关测试实验室的测试。

8. 标准体系中的其他标准

(1) CAD 术语标准:CAD 领域中的每个标准各自要用到的标准术语都会有相应章节规定。CAD 软件开发人员、技术应用人员应该注意这些术语,并在工作中正确的应用。

(2) CAD 系统汉字标准:CAD 系统所用的汉字内码标准就是信息技术的通用汉字内码标准。

(3) 标准体系中的相关标准:CAD 标准体系的相关标准包括两个部分:软件质量标准 and 信息分类编码标准。

9. CAD 一致性测试

一致性测试是当前在信息技术领域中发展起来的标准化内容。这主要是因为是在市场经济的条件下,必须建立一个有效的机制,以促进软件开发和企业的应用遵守标准。这种机制采用的办法是对自称符合标准的产品或软件进行测试,以确认该产品或软件是否符合标准。结于测试结果发给有效的证明书,并定期发布测试结果,以达到宣扬符合标准的产品效果,也使用户了解市场上的产品符合标准的情况,从而引导用户采购符合标准的软件。用这种办法促进企业了解标准,鼓励使用符合标准的软件,促使开发商遵循标准。

1.2 AutoCAD 简介

1.2.1 AutoCAD 的含义

AutoCAD 是一种功能强大、非常流行的 CAD 软件, 由 Autodesk 公司开发设计, 广泛应用于各个领域的二维和三维绘图、设计工作, 用户能够使用 AutoCAD 软件创建、使用和管理各种设计图形, 并可以通过打印设备从打印机、绘图仪输出图形, 或生成网络格式的图形文件。

Autodesk 公司是世界第四大 PC 软件公司。目前在 CAD/CAE/CAM 工业领域内, 该公司是拥有全球用户量最多的软件供应商, 也是全球规模最大的基于 PC 平台的 CAD 和动画及可视化软件企业。Autodesk 公司的软件产品已被广泛地应用于机械设计、建筑设计、影视制作、视频游戏开发以及 Web 网的数据开发等重大领域。

AutoCAD 是目前世界上应用最广的 CAD 软件, 市场占有率为世界第一, 具有如下特点:

- (1) 具有完善的图形绘制功能;
- (2) 具有强大的图形编辑功能;
- (3) 可以采用多种方式进行二次开发或用户定制;
- (4) 可以进行多种图形格式的转换, 具有较强的数据交换能力;
- (5) 支持多种硬件设备;
- (6) 具有通用性、易用性, 适用于各类用户。

AutoCAD 除了提供强大的二维功能之外, 还具有部分三维功能。AutoCAD 还提供 AutoLISP、VBA、ARX 作为二次开发的工具。AutoCAD 本身的功能集已经足以协助用户完成各种设计工作, 用户还可以通过 Autodesk 以及数千家软件开发商开发的 5000 多种应用软件把 AutoCAD 改造成为满足各专业领域的专用设计工具。这些领域包括建筑、机械、测绘、电子以及航空航天等等。

目前, Autodesk 公司已经发布最新版本 AutoCAD 2002。

1.2.2 AutoCAD 2002 的主要特性

1. 增强的设计环境

- (1) 多文档设计环境: 同时打开和编辑多个图形文件。
- (2) 启动对话框: 更新为“今日”窗口, 提供了在本站点上的通信公告牌, 通过 Autodesk Point A 访问特定行业新闻、资源和其他服务的途径, 查找并打开图形以及加载符号库的方法。
- (3) 丰富的右键快捷菜单: 快捷菜单提供对当前操作相关命令的快速访问。
- (4) AutoCAD 设计中心: 使用 AutoCAD 设计中心可以方便管理块参照和外部参照, 并通过在多个文件的图形之间复制和粘贴其他内容来简化绘图过程。
- (5) 对象特性管理器: 当选定单个对象或多个对象集时, “特性”窗口将列出所有基本特性和指定对象特性的当前设置。可以在“特性”窗口中修改任意可修改的特性。
- (6) 图层特性管理器: 用于组织图层, 修改图层特性。
- (7) 三维动态观察器: 提供了三维交互式的显示、投影和可视化工具。
- (8) 设置图形属性: 图形属性是一些有助于识别图形的信息, 包括标题、作者、主题和用于标识型号或其他重要信息的关键字。