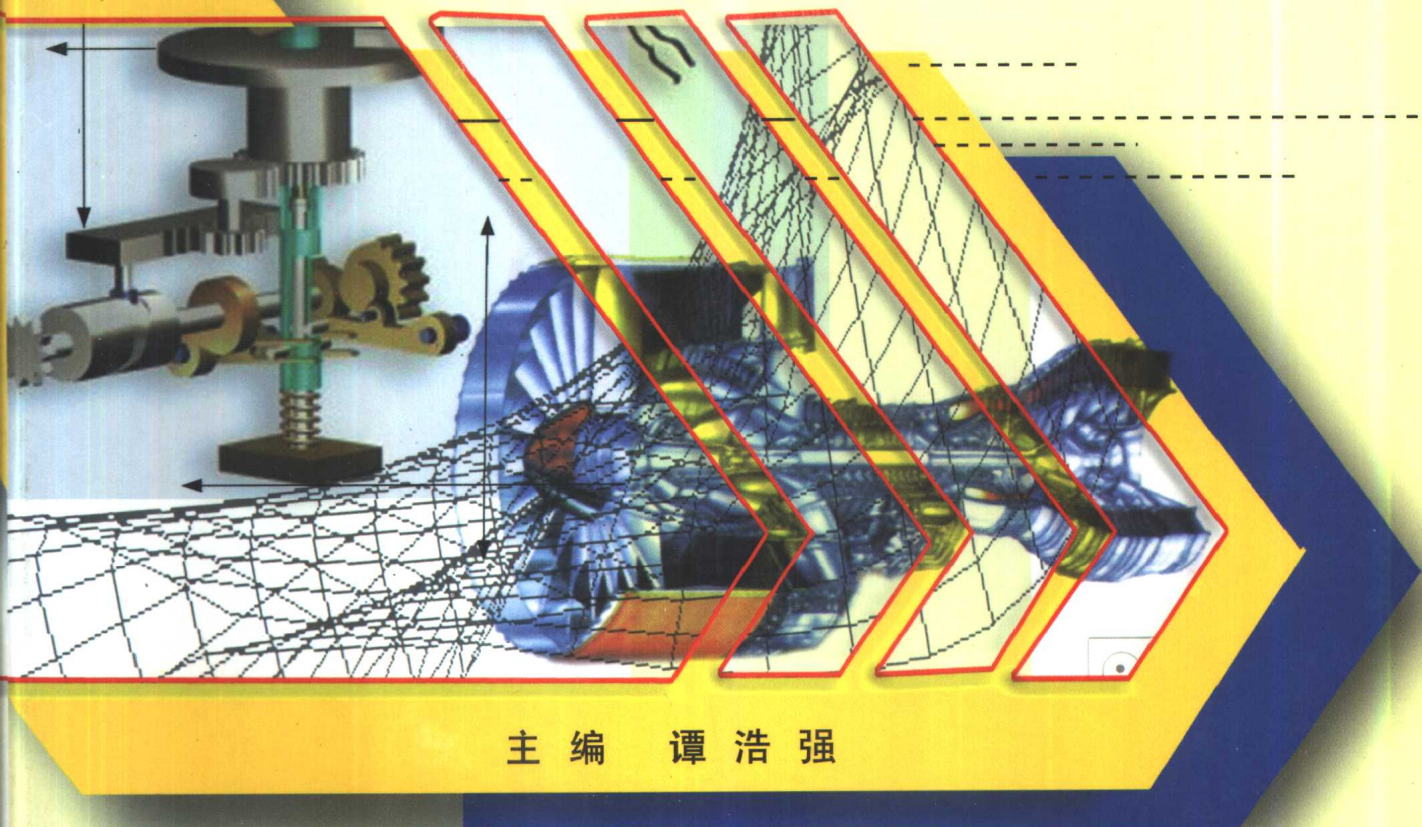


高职高专计算机系列教材

计算机辅助制图与设计

郝 玲 张红梅 林建平 编著



主 编 谭 浩 强



清 华 大 学 出 版 社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

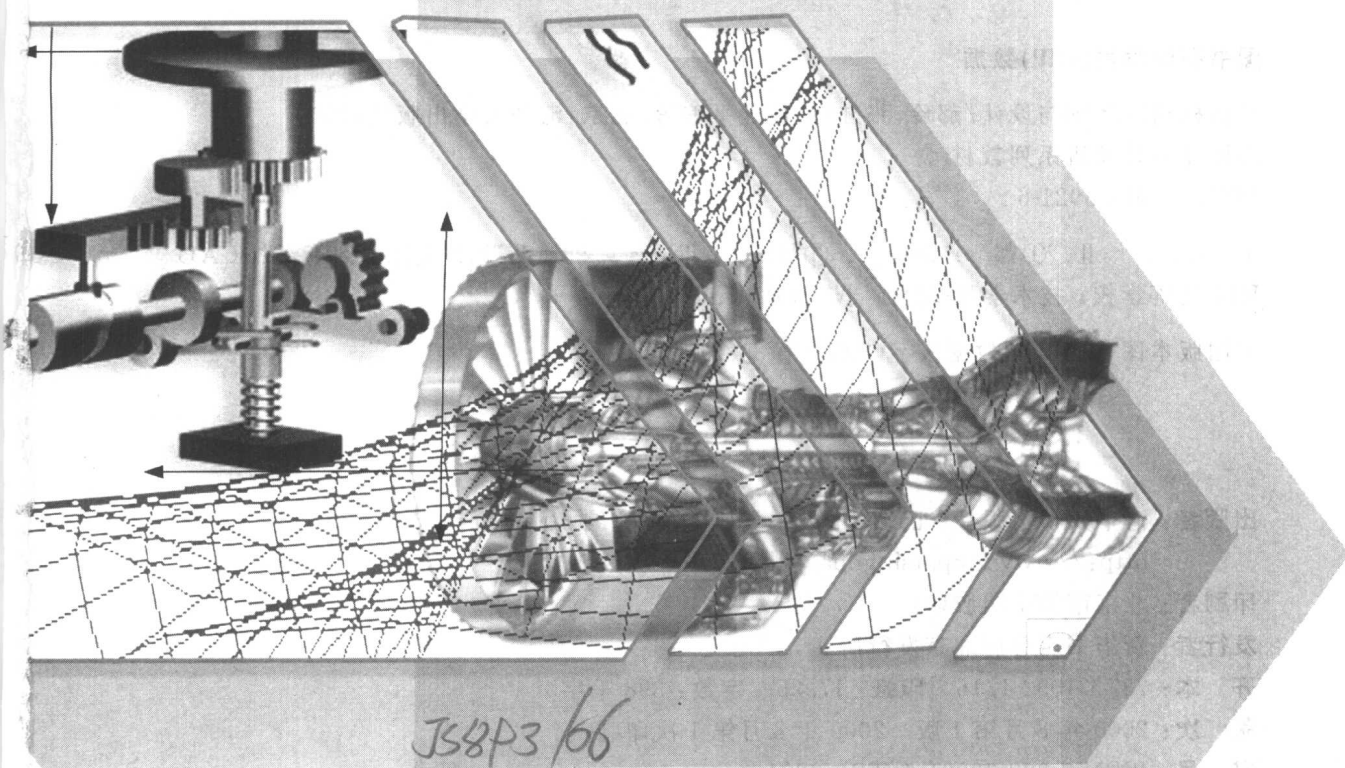


高职高专计算机系列教材

主编 谭浩强

计算机辅助制图与设计

郝 玲 张红梅 林建平 编著



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书为“高职高专计算机系列教材”之一。全书以 AutoCAD R14 软件为基础,详细介绍了二维绘图、三维绘图的基本操作以及最基本的二次开发技术。内容包括基本命令的使用、工程手册的数据处理、线型及填充图案的自定义、幻灯片文件、脚本文件的结构与编写、简单的 AutoLISP 程序设计等。

本书的特点是以实例带动内容进行讲解,在重点介绍二维绘图的基础上,加强了三维绘图的内容,而且在最后一章给出了几个综合练习,作为本书所讲内容的综合应用。

本书是高职高专学生学习计算机绘图的一本基础教材,也可以作为在职人员进行培训的应用教材,同时还可以作为工程技术人员使用绘图及进行简单二次开发的一本较实用的参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助制图与设计/郝玲,张红梅,林建平编著. 北京:清华大学出版社,2000

高职高专计算机系列教材

ISBN 7-302-03921-6

I. 计... II. ①郝... ②张... ③林... III. 计算机辅助设计-应用软件, AutoCAD R14-高等学校; 技术学校-教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 30821 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 北京市清华园胶印厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 **印张:** 17.25 **字数:** 398 千字

版 次: 2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-03921-6/TP·2291

印 数: 0001~6000

定 价: 22.00 元

编辑委员会

主 任 谭浩强
副 主 任 焦金生 陈 明 丁桂芝

委 员 (按姓氏笔画排序):

王智广	刘荫铭	朱桂兰	李文英
李 琳	李志兴	孙 慧	武绍利
张 玲	张克善	郝 玲	袁 玫
訾秀玲	薛淑斌	谢 琛	

《高职高专计算机系列教材》

到 21 世纪,计算机将成为人类的常用现代工具,每一个有文化的人都应当了解计算机,学会使用计算机,并用它来处理面临的事务。

学习计算机知识有两种不同的方法:一种是侧重知识的学习,从原理入手,注重理论和概念;另一种是侧重应用的学习,从实际入手,注重掌握其应用方法和技能。不同的人应根据其具体情况选择不同的学习方法。对大多数人来说,计算机是作为一种工具来使用的,主要以应用为目的,以应用为出发点。对于高职和高专的学生,显然应当采用后一种学习方法。

传统的理论课程采用以下的三部曲:提出概念—解释概念—举例说明,这适合前面第一种方法。对于侧重应用的学习者,我们在教学实践中摸索出新的三部曲:提出问题—介绍解决问题的方法—最后归纳出一般规律或概念。实践证明这种方法是行之有效的,减少了初学者在学习上的困难。传统的方法是:先理论后实际,先抽象后具体,先一般后个别。我们采用的方法是:从实际到理论,从具体到抽象,从个别到一般,从零散到系统。我们认为,后一种方法对高职、高专和成人高教是很合适的。

本系列教材是针对高职和高专的特点组织编写的,包括了高职高专的计算机专业和非计算机专业的教材和参考书。不同专业可以从中选择所需的部分。本系列教材包含的内容比较广,除了可作为正式教材外,还可作为某些专业的选修课或指定自学的教材。

应当指出,检查学习好坏的标准,不是“知道不知道”,而是“会不会用”,学习的目的全在于应用。因此,希望读者一定要重视实践环节,多上机练习,千万不要满足于“上课能听懂、教材能看懂”。有一些问题,别人讲半天也不明白,自己一上机就清楚了。教材中有些实践性比较强的内容,不一定在课堂上由老师讲授,而应指定学生通过上机掌握。这样做可以培养学生的自学能力,启发学生的求知欲望。

本系列教材是由“浩强创作室”组织北京和天津一些普通高校和高职大学的老师们编写的,他们对高职高专的教学特点有较多的了解,有较多的实践经

验。相信本系列教材的出版会有助于高职高专的教材建设和教学改革。

由于我国的高职教育正在蓬勃发展,许多问题有待深入讨论,新的经验将会层出不穷,对如何进行高职教育将会有更新更深入的认识,本系列教材的内容也将会不断丰富和调整。我们只是为了满足许多高职高专学校对教材的急需,才下决心抓紧编写了这套系列教材,以期抛砖引玉。清华大学出版社克服了许多困难,使本系列教材在较短的时间内得以出版。

本系列教材肯定会有不足之处,请专家和读者不吝指正。

《高职高专计算机系列教材》主编
全国高等院校计算机基础教育研究会理事长

谭浩强

1999年11月1日

前言

AutoCAD 是目前世界上最为流行的计算机辅助设计软件平台,它以功能强大、操作简便、价格合理、支持多平台以及体系结构开放等优点,得到了工程界的广泛应用,特别是 AutoCAD 允许用户对其进行扩充和修改(即二次开发),极大地满足了用户的特殊需要。

本书以 AutoCAD R14 软件为基础,详细介绍了二维绘图、三维绘图的基本操作以及最基本的二次开发技术。内容包括基本命令的使用、工程手册的数据处理、线型及填充图案的自定义、幻灯片文件、脚本文件的结构与编写、简单的 AutoLISP 程序设计等。

本书具有以下特点:

一、以实例带动绘图软件的使用,通过实例的学习,消除了学生对于学习计算机辅助制图的畏惧感。特别是在最后一章给出了几个日常熟悉的图形的综合练习,加深了对所学知识的理解,也作为本书所讲内容的综合应用。

二、在重点介绍二维绘图的基础上,加强了三维绘图的内容。我们认为三维绘图是目前比较急需掌握的知识,也是今后计算机绘图的主要应用方向及优势所在。

三、因 AutoCAD 是一个开放性软件平台,我们在讲解了 AutoCAD 基本操作的基础上,又介绍了简单的二次开发的内容,目的是使学生对 AutoCAD 有一个较完整的认识。

本书第 1 章、第 3 章、第 7 章、第 8 章由林建平教授、郝玲编写,第 2 章由郝玲编写,第 4 章、第 5 章、第 6 章由张红梅编写。全书由郝玲统稿,边奠英教授主审。建议讲授 60~70 学时。

本书通俗易懂,既可以作为高等学校的学生学习计算机绘图的一本基础教材,也可以作为在职人员进行培训的应用教材,同时还可以作为工程技术人员使用绘图及进行简单二次开发的一本较实用的参考书。

由于编者水平有限,不当及错误之处欢迎读者批评指正。

编 者

1999 年 11 月

• V •

目录

第 1 章 CAD 概述	1
1.1 CAD 概述	1
1.2 CAD 技术发展史	2
1.3 CAD 技术在工业中的应用	3
1.4 CAD 软件	4
1.4.1 系统软件	4
1.4.2 应用软件	4
1.5 机械 CAD 系统选型原则	5
1.6 CAD 技术发展趋势	6
1.6.1 集成化	6
1.6.2 智能化	6
1.6.3 标准化	6
1.6.4 新的设计理论和新算法研究	7
第 2 章 AutoCAD R14 二维绘图	8
2.1 基础知识与基本操作	8
2.1.1 AutoCAD R14 的启动	8
2.1.2 AutoCAD R14 的工作界面	9
2.1.3 AutoCAD R14 命令的操作	12
2.1.4 AutoCAD 的坐标系	13
2.1.5 数据的输入方法	13
2.1.6 建立新图形文件	14
2.1.7 打开已有的图形文件	17
2.1.8 保存图形文件	19
2.1.9 获取帮助	20

2.1.10	退出 AutoCAD R14	20
2.2	实例一 绘制边框及标题栏	21
2.2.1	步骤一 使用 LIMITS 命令设置绘图边界	21
2.2.2	步骤二 使用绘线或绘矩形命令绘制边框	23
2.2.3	步骤三 将标题栏所在位置放大并绘制标题栏	25
2.2.4	步骤四 将该标题栏保存为样板文件	30
2.2.5	步骤五 结束绘图	31
2.3	实例二 绘制一个五角星	31
2.3.1	步骤一 新建文件时设置绘图环境	32
2.3.2	步骤二 绘制正五边形以确定五角星的各个顶点	33
2.3.3	步骤三 使用目标捕捉功能连接各条直线	34
2.3.4	步骤四 修剪线段得到清晰的五角星轮廓	38
2.3.5	步骤五 填充实体	40
2.4	实例三 绘制一个简单的机械零件图	42
2.4.1	步骤一 设置图层、颜色和线型	43
2.4.2	步骤二 绘制构造线、圆和圆弧	48
2.4.3	步骤三 修剪构造线并在 CEN 图层上绘制中心线	52
2.5	实例四 绘制一个阵列图形	53
2.5.1	步骤一 在自定义的样板文件中绘制阵列前的图形	54
2.5.2	步骤二 阵列图形	55
2.5.3	步骤三 在标题栏内标注文本	56
2.6	实例五 绘制一个对称图形	62
2.6.1	步骤一 绘制图形的 1/4 部分	62
2.6.2	步骤二 生成镜像图形	67
2.7	实例六 绘制一个凸轮	70
2.7.1	步骤一 绘制凸轮上已知的点	71
2.7.2	步骤二 将凸轮上的各点连成多义线	72
2.7.3	步骤三 编辑多义线形成光滑的曲线	75
2.8	实例七 绘制电路示意图	78
2.8.1	步骤一 绘制各种电路符号	80
2.8.2	步骤二 将电路符号定义成块	82
2.8.3	步骤三 将各种电路符号插入到图形中	84
2.9	实例八 图案填充与尺寸标注	89
2.9.1	创建面域	90
2.9.2	图案填充	92
2.9.3	尺寸标注概述	95
2.9.4	设定尺寸标注的样式	95

2.9.5 尺寸标注的类型	101
2.9.6 编辑尺寸及尺寸文本	102
2.10 绘图输出及其他常用命令	103
2.10.1 绘图输出	104
2.10.2 其他常用命令	107
习题	115

第3章 AutoCAD R14 三维绘图 121

3.1 三维立体的概念	121
3.1.1 三维表面立体	121
3.1.2 三维实体	122
3.2 绘制三维平面立体	122
3.2.1 用 LINE 绘线命令绘制立方体	122
3.2.2 用 RECTANG 绘矩形命令绘制立方体	123
3.2.3 用 3DFACE 绘三维面命令绘制立方体	123
3.2.4 用 ELEV 命令设置绘图高度和厚度	123
3.2.5 用 VPOINT 命令选择三维视点	124
3.2.6 用 HIDE 命令进行消隐	126
3.2.7 用 SHADE 命令进行着色处理	127
3.3 绘制三维曲面立体	127
3.3.1 用 RULESURF 绘直纹面命令生成圆柱面	127
3.3.2 用 REVSURF 绘旋转曲面命令生成圆柱面	128
3.3.3 用 TABSURF 绘柱面命令生成圆柱面	129
3.4 绘制基本形体表面	130
3.4.1 绘制立方体表面	131
3.4.2 绘制棱锥体表面	131
3.4.3 绘制楔形体表面	133
3.4.4 绘制穹形体表面	133
3.4.5 绘制球体表面	134
3.4.6 绘制圆锥体和圆台体表面	134
3.4.7 绘制圆环体表面	134
3.4.8 绘制碟形体表面	134
3.4.9 绘制任意四点确定的表面	135
3.5 实例一 绘制一个组合体	135
3.5.1 步骤一 绘制底座	135

3.5.2	步骤二 绘制空心圆柱	136
3.5.3	步骤三 显示立体效果	137
3.6	绘制三维实体	137
3.6.1	BOX 绘制立方体命令	138
3.6.2	SPHERE 绘制球体命令	139
3.6.3	CYLINDER 绘制圆柱体命令	139
3.6.4	CONE 绘制圆锥体命令	140
3.6.5	WEDGE 绘制楔形体命令	140
3.6.6	TORUS 绘制圆环体命令	141
3.6.7	EXTRUDE 拉伸生成实体	142
3.6.8	REVOLVE 回转生成实体	142
3.7	编辑三维实体	143
3.7.1	3DARRAY 三维阵列命令	143
3.7.2	MIRROR3D 三维镜像命令	144
3.7.3	ROTATE3D 三维旋转命令	145
3.7.4	ALIGN 对齐命令	146
3.7.5	CHAMFER 倒直角命令	147
3.7.6	FILLET 倒圆角命令	148
3.8	实例二 绘制一个带孔和槽的立方体	148
3.8.1	UCS 建立用户坐标系命令	149
3.8.2	本例绘图步骤	150
3.9	实例三 绘制轴承盖	153
3.9.1	生成轴承盖的立体图	153
3.9.2	多视区管理	156
3.9.3	在图纸空间显示多视图	158
3.9.4	轴承盖实体的渲染	159
3.10	三维实体的剖分	159
3.10.1	SLICE 三维实体的剖分命令	160
3.10.2	各种剖视图的生成	161
3.10.3	SECTION 剖面图形截取命令	164
3.11	爆炸图的生成	165
	习题	166

第4章 工程手册的程序处理 168

4.1	数表程序化	168
-----	-------------	-----

4.1.1 将数表存储在数组中	168
4.1.2 插值	174
4.2 线图程序化	177
4.3 建立经验公式	178
习题	180

第5章 信息存储与管理 181

5.1 文件系统	182
5.1.1 顺序文件	182
5.1.2 随机文件	185
5.2 数据库系统	187
5.2.1 建立数据库存储数据	187
5.2.2 FOXBASE+与高级语言的接口	188
5.3 工程数据库系统简介	190
5.3.1 工程数据分析	191
5.3.2 工程数据库系统的主要特点	191
习题	192

第6章 AutoCAD 的二次开发与应用 194

6.1 创建线型	194
6.1.1 线型的定义格式	194
6.1.2 创建线型	195
6.2 创建填充图案	197
6.2.1 图案的定义	197
6.2.2 创建图案	200
6.3 AutoCAD 接口	201
6.3.1 SCR 文件	201
6.3.2 ADS	205
6.4 幻灯片文件	211
6.4.1 制作幻灯片	212
6.4.2 观看幻灯片	212
6.5 制作菜单	214
6.5.1 菜单文件的结构	214
6.5.2 制作下拉菜单举例	217

习题.....	218
---------	-----

第7章 AutoLISP 语言简介..... 219

7.1 AutoLISP 语言概述	219
7.2 AutoLISP 语言的数据类型和表达式	219
7.2.1 编程实例	219
7.2.2 数据类型	220
7.3 AutoLISP 函数	221
7.3.1 数值运算函数	221
7.3.2 标准函数	222
7.3.3 赋值函数	224
7.3.4 转换函数	224
7.3.5 关系运算函数	225
7.3.6 逻辑运算函数	226
7.3.7 条件函数	227
7.3.8 循环函数	228
7.3.9 交互式输入函数	228
7.3.10 求值函数.....	230
7.3.11 表处理函数.....	231
7.3.12 自定义函数.....	232
7.3.13 c:XXX 函数	233
7.3.14 与 AutoCAD 直接有关的函数	233
7.3.15 文件管理函数.....	234
7.3.16 显示/输出函数	235
7.4 AutoLISP 程序的设计与应用	235
7.4.1 程序的结构特点和编制方法	236
7.4.2 程序的编辑	236
7.4.3 程序的装入	237
7.4.4 程序的运行	237
7.4.5 AutoLISP 程序应用实例	238
习题.....	239

第8章 综合实例 241 |

8.1 实例一 绘制车轮的三维实体模型	241
---------------------------	-----

8.1.1	绘制车轮各个零件的三维实体图	241
8.1.2	由三维实体转为二维图形	244
8.1.3	生成车轮的装配图	245
8.1.4	生成车轮的爆炸图	246
8.2	实例二 绘制办公椅的三维实体图	247
8.2.1	办公椅的形体分析	247
8.2.2	绘制各部分的三维实体图	248
8.2.3	用 BLOCK 命令建块	250
8.2.4	拼装椅子	251
8.3	实例三 齿轮的程序设计	251
8.4	实例四 参数法程序绘图	253
8.4.1	建立数据库存储数据	253
8.4.2	编写 ADS 程序来实现参数化程序绘图	253
8.4.3	制作菜单	260
8.5	实例五 绘制楼房平面图	261

第1章

CAD 概 述

1.1 CAD 概述

计算机辅助设计简称 CAD,作为电子信息技术一个重要组成部分,它是促进科研成果开发和转化,实现设计自动化,增强企业竞争能力,加速国民经济发展和国防现代化的一项关键高新技术。CAD 是从 50 年代开始随着计算机及外围设备的不断发展而形成的一门新技术。计算机辅助设计也就是要用计算机来代替人工设计的全部过程,最后输出满意的设计结果和产品图纸。

一般产品的设计过程:首先要收集与准备资料,包括准备设计手册、标准手册等;然后设定方案,确定装配关系,绘出装配草图;接着进行设计计算,包含强度计算、刚度验算、运动分析计算等;计算完成后才开始进行结构设计,绘制产品设计装配图,并由设计装配图拆绘产品的零件图;由零件图再绘制成实际装配图。

用计算机进行辅助设计,它的过程是:首先将设计手册的有关因素进行计算机程序化处理,并将与设计有关的标准件通过参数绘图建立标准件图形库;在方案制定后,可利用计算机进行设计计算,包括强度、刚度计算、优化设计和有限元计算或对运动件进行运动分析;最后由计算机绘出全部零件图和装配图。

CAD 特点:

(1) 充分应用各种先进的现代化设计方法:如优化设计、有限元计算、运动分析、系统仿真等对产品进行设计。

(2) 充分利用计算机图形系统和数据库系统的功能。利用图形系统可在显示器上显示出设计的构思,利用人机对话的交互方式对图形进行编辑和修改,以便得到满意的设计结果。利用数据库可存入大量的设计资料,以便在设计过程中调用和查阅。

CAD 技术这几年发展迅速,目前已普遍受到人们的关注,并已形成一个独立的研究学科,在一般的工科学校中,已被列入必修课或选修课的范围。我国还成立了全国 CAD 应用工程协调指导小组,指导着 CAD 工作的开展与研究。因此当前在我国推广 CAD 技术,有重大意义。

1.2 CAD 技术发展史

在过去 40 多年中 CAD 技术经历了四个主要发展阶段:

(1) 50 年代美国麻省理工学院(MIT)在计算机上采用了阴极射线管(CRT)作成的图形终端,并能被动地显示图形。50 年代后半期出现了光笔,因此开始了交互式计算机图形学的研究。

(2) 60 年代是计算机图形学发展的最重要时期,1962 年美国学者研究交互式计算机图形系统,名为 Sketchpad 系统,开始了大规模研究计算机图形学的热潮,并出现了 CAD 这一术语。60 年代后期存储管式显示器以低廉价格进入市场,使 CAD 系统成本下降了许多,能为许多企业所接受,于是出现了一批 CAD 系统厂商,并很快地形成 CAD/CAM 产业。

(3) 70 年代是计算机图形学及计算机绘图获得广泛应用的时代,当时大多数还是 16 位机上的三维线框系统及二维绘图系统,只能解决一些简单的产品设计问题。

(4) 进入 80 年代,工业界认识到了 CAD/CAM 新技术将给企业产生巨大的推动作用,于是在设计制造方面对 CAD/CAM 提出了各种各样的要求,导致了新的算法、新的理论大量涌现。在软件方面实现了设计与制造的集成系统,使之不仅能绘图,而且能进行三维造型、自由曲面设计、有限元分析、机构分析仿真、注塑模设计等,尤其是三维实体造型系统的出现,给 CAD/CAM 集成系统的研究奠定了基础。

我国机械工业 CAD 开发和应用起步于 70 年代末,经历了“六五”探索,“七五”攻关,“八五”完善与推广三个阶段,使 CAD 技术在机械工业得到迅速发展,取得了一系列的重要成果,培养了一大批具有较高水平的 CAD 技术开发与推广应用的专业人才;同时在企业应用中取得了明显的经济效益和社会效益,为“九五”期间全面推广应用 CAD 技术,奠定了坚实基础。

“七五”期间机械部完成了国家重点科技攻关项目“重点机械产品计算机辅助设计系统开发”。它打开了我国机械行业进入全面应用 CAD 技术的大门。该项目取得了一系列在国内具有开创性的成果,其中包括适用工作站环境和微机环境的 CAD 支撑系统 5 个,重点产品专用 CAD 系统 24 个,机械产品共性数据库 8 个。

为了进一步推动 CAD 技术在机械工业的应用,促进企业技术进步,贯彻《1995—2000 年我国 CAD 应用工程发展纲要》的精神,机械部于 1995 年 9 月开始实施“CAD 应用 1215 工程”,选定 12 家示范试点企业,每个企业选择自己主导产品,实现“甩掉图板”。所说的“甩掉图板”并不是单纯形式上的要求,而是全面应用 CAD 技术对传统的手工设计方式进行的一次革命,把设计工作纳入现代信息技术的轨道上来。所以“九五”期间我国自主知识产权的 CAD 软件获得很大发展,CAD 二维绘图软件的研究已达到国际同行业的水平。目前自主知识产权的高华软件、华正软件、开目软件等 CAD 软件已获得广泛应用。三维 CAD 软件的研究也取得很大成绩,如华正、ME 等已逐步取代国外软件。

目前 CAD 工作的开展给企业带来了很大的经济效益和社会效益,已成为提高产品

质量,缩短产品周期的重要工具与手段。

1.3 CAD 技术在工业中的应用

CAD 技术在美国最先被采用的是航空系统、汽车工业、建筑等行业。

我国首先采用 CAD 技术的是飞机制造厂。1975 年云马飞机制造厂已将 CAD 技术用于飞机机身设计,80 年代初上海造船厂用于船舶设计,建筑部门用于建筑设计。1985 年前我国 CAD 主要用于设计计算,1985 年后才普遍被推广应用于机械行业及其他工业部门。我国汽车工业使用 CAD 基本上是在 90 年代,但这几年发展迅速,CAD 已被应用于车身设计及模具制造。目前 CAD 技术在工业生产的各个部门普遍得到应用,尤其是在轻工业系统应用更为广泛,甚至在广告建筑设计部门也大量采用计算机三维动画技术。

CAD 技术在机械工业中的应用主要有以下几个方面:

(1) 设计计算

(2) 二维绘图

这是最普遍、最广泛的一种应用,用于代替传统的手工绘图。

(3) 参数化设计

主要应用于形状相同,而尺寸大小不同的系列产品的设计,使用时只要给参数赋值即可产生系列产品。

(4) 三维造型

零件的设计经常采用三维实体造型,它可清楚地反映零件的结构,也可由立体图转成二维视图和剖视图。三维视图还可生成数控加工代码,进行数控加工。由三维视图可生成三维装配图,可进行仿真及装配干涉检查。三维实体造型是设计的发展方向,并逐步由三维设计代替传统的二维设计,同时也为开展并行设计、研究计算机集成系统奠定了基础。

(5) 工程分析

常见的有有限元分析、优化设计、运动学及动力学分析。此外针对某个具体设计对象还有它们自己的工程分析问题,如注塑模设计中要进行塑流分析、冷却分析、变形分析等。

(6) 智能工程

机械产品开发时,经常要搞专家系统,即把专家的经验输入计算机中,建立专家系统的知识库,使一般工程技术人员使用专家系统软件进行设计时可接近专家的水平。还可编制推理机,帮助人们进行分析比较,以便获取最佳设计方案。另外还有知识更新模块,以便不断更新知识库内的信息。因此智能工程的研究也是开展 CAD 的一项重要工作。

(7) 设计文档及报表生成

许多设计属性需要制成文档说明或输出报表,如装配图的明细表,它包含零件的名称、数量、规格、材料、热处理等非几何信息,因此需要编制报表自动生成软件。另外工程上直方图、饼图、曲线等也需要专门软件来生成。