

哈尔滨工程大学出版社电脑丛书

机械CAD 技术基础

主编 高德 冯志友



哈尔滨工程大学出版社

TH122

G15

454603

机械 CAD 技术基础

主 编 高 德 冯志友
副主编 何石岩 陈玉芳 支秀兰
主 审 曹国荣

哈尔滨工程大学出版社

内容提要

D253/B4

本书是计算机辅助机式设计(CAD)的基本教材,全书共十五章,系统地叙述了计算机辅助设计的基本理论和方法,内容包括,机械 CAD 常用算法,数表与成图的处理,典型机械零件设计程序的编制,数据库基础,计算机绘图基础,交互式计算机绘图软件 AutoCAD 命令及应用,AutoLISP 语言及参数化绘图。在计算机辅助机械设计与分析部分均附有性要的 FORTRAN、或 C 语言参考程序。

本书可作为高等工科院校机械类本科生和研究生机械 CAD 课程的教材,亦可作为工程技术人员学习机械 CAD 技术的参考书。

机械 CAD 技术基础

JIXIE CAD JISHU JICHU

主编 高德 冯志友

责任编辑 朱春元

*

哈尔滨工程大学出版社出版发行

哈尔滨市南通大街(0451)2519328邮编:150001

新华书店经销

哈尔滨工业大学印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 15 字数 344 千字

1998 年 12 月第 1 版 2000 年 4 月第 2 次印刷

印数:2001~4000 册

ISBN 7-81007-910-7

TH·38 定价:19.50 元

前 言

随着计算机硬件和软件技术的发展,尤其是微型计算机的普及,计算机辅助设计(CAD)在我国工程设计领域得到了广泛应用,它把计算机的快速、精确的计算能力,巨大的数据存贮容量和处理能力和专业技术人员的经验结合为,不仅大大提高了设计效率和质量,降低了产品成本,缩短了新产品的开发周期,从而增强了产品的竞争能力,而且 CAD 技术正促进设计领域发生根本性的变革,推动着现代设计方法和设计技术进入一个新的发展时期使设计工作走了一个崭新的阶段。

本书是为适应高等工科院校开设机械 CAD 课程及广大工程技术人员学习 CAD 技术的需要而编写的,第 1 章至第 8 章涉及计算机辅助机械设计与分析,内容包括:CAD 的基本概念和基本理论,机械 CAD 常用算法,设计参数数表和线图的处理典型零件设计程序的编制,第 4 章介绍数据库的基本概念理论和方法,第 5 章介绍了计算机图形基础。第 6 章至第 14 章详细介绍 AutoCAD 软件命令及应用,第 15 章介绍了 AutoLISP 语言及参数化绘图。

本书由佳木斯大学工学院高德、冯志友副教授主编,佳木斯大学职业技术学院何石岩副教授、佳木斯大学工学院陈玉芒讲师、佳木斯大学职业技术学院支秀兰讲师副主编。参加编写人员具体分工为:高德(第 5 章、第 15 章),冯志友(第 1~3 章),何石岩(第 7~9 章),陈玉芳(第 12~14 章),支秀兰(第 10~11 章),潘锲(第 4 章),杨传华(第 6 章)。

全书由佳木斯大学工学院曹国荣副教授主审。

限于编者水平有限,书中难免存在各种缺点和错误,恳切希望广大读者批评指正。

编者

1998 年 5 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 机械 CAD 概述	1
1.2 机械 CAD 系统的特点及功能	2
1.3 机械 CAD 系统的分类	3
1.4 微机 CAD 系统的硬件配置	4
1.5 微机 CAD 系统的软件配置	6
第 2 章 设计参数数表处理	9
2.1 数表的程序化处理	9
2.2 数表的差值计算	14
2.3 数表的公式化处理	22
第 3 章 典型零件设计程序的编制	30
3.1 概述	30
3.2 键联接设计程序的编制	32
3.3 三角带传动设计程序的编制	38
第 4 章 工程数据库简介	57
4.1 信息数据和数据处理	57
4.2 基本概念与术语	58
第 5 章 图形变换	60
5.1 引言	60
5.2 二维图形的变换	60
5.3 三维图形的变换	67
第 6 章 AUTOCAD 概述	83
6.1 计算机辅助设计 CAD	83
6.2 AutoCAD 的安装和启动	83
第 7 章 AutoCAD 的命令输入和实用命令	86
7.1 AutoCAD 的命令输入和数据输入	86
7.2 AutoCAD 的实用命令	87
第 8 章 实用绘图命令	92
8.1 画点命令(POINT)	92
8.2 画直线命令(LINE)	92
8.3 画双线命令(DLINE)	94
8.4 画圆命令(CIRCLE)	95
8.5 画圆弧命令(ARC)	96
8.6 画四边形命令(RECTANG)	100
8.7 画宽线命令(TRACE)	101

8.8 填充命令(SOLID)	101
8.9 画圆环命令(DONUT)	102
8.10 画多边形命令(POLYGON)	103
8.11 画椭圆命令(ELLIPSE)	103
8.12 画复合线命令(PLINE)	104
8.13 文字命令(TEXT,DTEXT)	109
8.14 形文件(SHAPE)	113
8.15 徒手绘图命令(SKETCH)	118
第9章 绘图工具	121
9.1 显示栅格命令(GRID)	121
9.2 捕捉命令(SNAP)	121
9.3 正交方式绘图(ORTHO)	123
9.4 显示光标标记命令(BLIPMODE)	123
9.5 选择捕捉方式命令(OSNAP)	124
9.6 设定捕捉靶区大小命令(APERTURE)	126
第10章 图形编辑命令	127
10.1 概述	127
10.2 删除命令(ERASE)	127
10.3 恢复命令(OOPS)	129
10.4 移动命令(MOVE)	129
10.5 复制命令(COPY)	130
10.6 阵列命令(ARRAY)	130
10.7 镜像命令(MIRROR)	131
10.8 图形旋转命令(ROTATE)	133
10.9 图形比例缩放命令(SCALE)	134
10.10 断开命令(BREAK)	135
10.11 修剪命令(TRIM)	136
10.12 延伸命令(EXTEND)	137
10.13 伸展命令(STRETCH)	137
10.14 倒圆角命令(FILLET)	138
10.15 切角命令(CHAMFER)	139
10.16 等距线命令(OFFSET)	139
10.17 修改命令(CHANGE)	140
10.18 复合线编辑命令(PEDIT)	142
10.19 退出命令(U)	145
10.20 取消操作命令(UNDO)	145
10.21 恢复命令(REDO)	146
10.22 夹持点命令(GRIPS)	146

第 11 章 图形显示控制	148
11.1 图形缩放命令(ZOOM)	148
11.2 平移命令(PAN)	150
11.3 观察命令(VIEW,DDVIEW)	151
11.4 重画命令(REDRAW)	152
11.5 透明命令(ZOOM,PAN,VIEW,REDRAW)	152
11.6 显示多视窗	153
第 12 章 图层颜色线性和询问命令	154
12.1 概述	154
12.2 图层命令(LAYER)	155
12.3 图层对话框命令(DDLMODES)	157
12.4 线型命令(LINETYPE)	158
12.5 改变线型比例命令(LTSCALE)	160
12.6 根据实体设置颜色和线型命令(DDEMODES)	160
12.7 修改实体属性命令(DDCHPROP)	161
第 13 章 尺寸标注、剖面 and 图案设计	163
13.1 尺寸标注	163
13.2 剖面线和图案	176
第 14 章 图块和属性	184
14.1 定义图块命令(BLOCK)	184
14.2 图块插入命令(INSERT)	185
14.3 多重插入命令(MINSERT)	185
14.4 图块存盘命令(WBLOCK)	186
14.5 图块的修改命令(EXPLODE)	186
14.6 图块的嵌套和层	186
14.7 图块的属性	187
第 15 章 AutoLISP 与参数化绘图	191
15.1 概述	191
15.2 AutoLISP 的基本函数	201
15.3 与 AutoCAD 交互的函数	205
15.4 函数定义	209
15.5 交互输入函数和屏幕输出函数	213
15.6 控制结构	218
主要参考文献	230

第 1 章 绪 论

1.1 机械 CAD 概述

CAD 是世界性的通用的专业名词,它是英文“Computer Aided Design”的缩写,也就是中文“计算机辅助设计”的代号。CAD 是指技术人员以有高速计算能力和显示图形的计算机为工具,用各自的专业知识对产品进行绘图、分析计算和编写技术文件等设计活动的总称。用于 CAD 的计算机软件及外部设备,总称 CAD 系统。

随着科学技术和生产的发展,对机械产品的要求越来越高,主要表现在:

1)对机械产品的综合技术性能要求越来越高。表现为要求高参数、高效率、低消耗、高耐久性、高可靠性、成套性和自动化。

2)大批量生产产品比例有所减少,而批量或小批量生产产品有所增加。要求产品系列化,实现产品短期换代,以适应市场的需要。

3)降低产品成本,提高经济效益。

设计工作是机械产品生产过程中的重要一环。据统计,设计过程中所花费用只占总成本的 5%左右,但在产品成本中约有 75%是在设计阶段由设计者的设计所决定的。

因此,降低产品成本,关键在于改善设计,而产品换代周期,很大程度上取决于新产品的设计速度。要确保新产品的高技术性能指标,就要求在新产品设计中以理论设计代替经验设计,以精确计算代替近似计算,以动态分析代替静态分析。这样,设计过程中的分析计算工作量与复杂程度就大大增加。要求用人力来完成全过程不仅费时,甚至是不可能的。因此传统的机械设计方式已成为科学技术和生产发展的障碍,必须对它进行彻底改革。

计算机辅助设计(CAD)的方法是建立在计算机(软、硬件)技术基础上的,同时它吸收和运用了与设计技术相关联的科学技术和理论,如数学、物理学、力学以及优化设计、可靠性设计、有限元、边界元分析、价值分析和系统工程等。因此,它完全有别于传统的机械设计方法,CAD 可以从静态分析、近似计算、经验设计的束缚中解放出来,进入动态分析、精确计算和优化设计的新阶段。可以说,CAD 是现代化设计方法的综合与运用。

60 年代初期,美国 I. Sutherland 提出了用光笔在显示器上选取、定位图形要素的 Sket - ch - pad 系统。他还提出了用分层法分别表示某一工程图的轮廓、剖面线和尺寸等部分。当这些子层重叠在一起时,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。在这个时期美国通用汽车公司和洛克希德飞机公司等单位,在 IBM 大型机上开发了 CAD、CAM 等机械设计与制造方面的软件。70 年代,出现了将 CAD 硬件与软件配套交付用户使用的“交钥匙系统”(Turn - key System)使 CAD 技术在机械与电子行业得了广泛应用。80 年代初期,工程工作站及其网络系统给 CAD 技术的发展带来了很大影响,它取代了“交钥匙系统”,成为当今 CAD 系统的主流。进入 80 年代中期随着计算机,特别是微型计算机和计算机绘图技术的进展,CAD 技术在机械行业中的应用,越来越普遍。据统计,在整个 CAD

系统中,目前,机械 CAD 系统占 60%。从早期开发的机械 CAD 系统到现在,机械 CAD 一直是 CAD 的重要部分,开发的软件也最多。

1.2 机械 CAD 系统的特点及功能

1.2.1 机械 CAD 系统的特点

1. 在设计时可以把分析与设计综合起来进行设计,使产品性能达到最优。

设计时可以使用幅值概率密度函数分析、方差分析、相关分析及谱分析等方法求取设计参数,运用系统工程进行方案设计,以便从整体来认识设计对象,把一个产品看成是由各种零部件组成的一个系统,并从系统的整体来检查它的性能使之达到最优,从而实现方案的优化。

2. CAD 系统可大大提高设计的精度和可靠性。

在 CAD 系统中引进了大量近代的分析和计算方法,如有限元法、有限差分法、边界元法、数值积分法等对机械零件以至整机进行结构应力场、应变场、温度场以及流体内部的压力、流量场的分析与计算,从而大大提高设计计算精度。此外,对机械的研究已从静态分析逐步发展到动态分析,并从系统的观点出发来确定整机及零部件的可靠性,运用概率统计方法来分析零部件的失效,从而实现对机械故障的诊断和寿命的预测。

3. CAD 系统具有强有力的图形处理和数据处理功能。

图形和数据是 CAD 作业过程中信息存在与交流的主要形式。图形处理系统和数据库是 CAD 系统顺利进行作业的基础。

进行 CAD 作业时,图形处理系统可根据设计者的设想和要求,产生设计模型,并可从不同角度,按三视图、剖面图或透视图在显示器中显示出来,让设计者确认或即时修改,直到满意为止,这些图形信息可存于图库中,供随时调用,也可以由自动绘图机输出作为正规生产图纸。

数据库不仅存贮着大量供 CAD 各种作业进行分析、计算、比较所需的数据资料,而且还能对分析计算所得结果进行必要的处理和存贮。

因此,图形处理能力和数据库功能的强弱是衡量一个 CAD 系统性能的重要指标。

4. 大大缩短设计周期,并能实现设计制造一体化,从而大大降低产品成本。

由于 CAD 系统可以迅速地完成设计过程中的各种繁重而费时的的工作,如复杂的分析计算,繁重而费时的绘图劳动等,因此可以大大缩短设计周期,并提高设计质量。据统计,CAD 可以使机械产品的设计周期缩短 66% - 80%,工艺周期缩短 80% - 90%,基建费用降低 10% - 30%,经济效益提高 10% - 25%。

由于计算机还可直接输出数控加工纸带,因此,CAD 系统可以与计算机辅助制造系统 CAM(Computer Aided Manufacturing)联成一体,从而实现设计制造一体化。

1.2.2 机械 CAD 系统的功能

1. 科学计算功能 能进行各种复杂的工程分析与计算。

2. 图形处理功能 能进行二维和三维图形的设计及图形显示;能自动绘图。

3. 数据处理功能 有完善的数据库系统,能对设计、绘图所使用的大量信息进行存取、查找、比较、组合和处理。

4. 分析功能 能对所设计的产品作各种性能分析。

5. 编制文件功能 能制定各种技术文件包括明细表等。

必须指出,上述各项是一个完备的 CAD 系统所具有的基本功能,在筹建 CAD 系统时,可根据实际的需要和技术、经济可能性,使所建 CAD 系统仅具有其中某几项功能(如计算、数据处理、绘图)或超过上列五项的功能(如输出数控加工纸带等)。

1.3 机械 CAD 系统的分类

1.3.1 按 CAD 系统中配置的计算机进行分类

1. 集中式主机型系统

本系统由一台集中的大型机(或是中型、小型机)与若干图形终端连接而成。这种系统的优点是有一个集中的数据库统一管理所有数据。由于各种软件均存在主机里,一旦主机失误,将影响用户的工作。另一方面,当计算量过大时,系统响应变慢,甚至会出现个别终端等待现象,早期的 CAD 系统多数属于这种类型。

2. 分布式工程工作站系统

工程工作站系统本身就是一个独立的单用户 CAD 系统,也可将若干台工程工作站连成网络。这种 CAD 系统的图形功能强,速度快,内存、外存容量大,是从事生产性 CAD 课题的主要设备。

3. 微型计算机系统

个人计算机(PC)是国内外使用非常普遍的设备,也可以用于 CAD 系统。虽然它的计算能力与图形功能不如工程工作站,但由于它的价格低、使用方便,各单位也组成了许多 PC 机 CAD 系统。近年来,随着 PC 机的微处理器的升级,运算能力和图形功能也加强了许多。当前,PC 机 CAD 系统多采用奔腾机为主机,其性能与低档工程工作站相接近,是一支不可忽视的力量。

1.3.2 按 CAD 系统运行时设计人员的介入程度和解决实际问题的方式进行分类

1. 信息检索型

检索型系统主要用于设计已定型的、标准化和系列化的产品,例如电动机、汽轮机、减速器、变压器、泵和鼓风机等。

这种系统是将已定型的产品的标准化图纸(装配图、零部件图)建立起标准图库,而把产品性能,零件尺寸,材料及热处理要求,加工、装配工艺规程以及技术要求等有关资料建立一个资料库存于计算机外存中,由一个能对各种规格的产品提供的检索系统集中管理。

设计时根据订货要求输入必要的信息后,由计算机自动求出满足要求的产品的的基本参数,接着选择相应的标准产品规格及其产品图纸,然后由自动绘图机绘制出所选标准产品的工作图纸(装配图、零部件工作图),并自动编制出有关技术文件和零件加工工艺规程和装配规程。

这种系统的特点是,工作过程中,在输入初始数据后,整个过程基本上由计算机自动完成,设计者很少参与设计过程,因此有些文献称之为自动设计系统。但这种系统只能在系统中所存贮的同一产品的不同规格中进行选择而不能进行产品的修改或新产品的的设计。

2. 试行型

对某些定型产品进行改进或对一些尚未定型的产品进行设计的过程中,往往需要对产品图纸进行反复修改,这就必须让设计者参与设计过程,以便发挥设计者的智慧和创造性。显然,检索型系统不能满足此要求。因此,必须对它进行改进,这就产生了新的 CAD 系统——试行

型设计系统。

试行型系统是在检索型系统的基础上发展起来的。它与检索型系统一样,将标准产品的标准图形及各种数据资料存入计算机外存,并增加图形修改程序,而且利用图形显示器(CRT)作终端显示装置。设计时输入原始数据后,计算机通过计算,求出适合的与标准产品相应的有关参数,然后检索出相应产品的标准图,并在显示器上显示出来。然后再由设计者进行判断,并通过软件将设计者的修改信息输入计算机,计算机经过适当处理后再将修改后的结果在CRT上显示出来。若不合要求,再作修改。如此反复进行,直至是满意结果为止。这种系统具有一定的修改功能,即具有一定的设计灵活性。这是一大改进,但修改不太方便,且由于它的基础与信息检索型相似,图形处理功能比较薄弱,所以仍然难以适应新产品设计的要求。

3. 人机交互型设计系统

这种系统是在计算机软硬件技术发展的基础上建立起来的。系统运行时,设计者可以通过键盘、光笔、数字化仪、CRT 等人机交互设备与系统进行对话。因此,它又称为会话型设计系统。当系统在 CRT 上显示出一个初步设计图形之后,设计者可以通过人机对话装置对图形进行即时修改或补充。

因此,整个设计过程,主动权掌握在设计者手中。这是一种以设计者为中心(主导)的系统。它能充分发挥人的聪明才智与创造性以及计算机信息存贮量大和运算神速等优点,从而可寻找出满足设计要求的最佳方案。这种系统具有高度的灵活性和广泛的适应性,适宜于解决各类的设计问题,特别是新产品开发,以及许多设计目标难以用目标函数来定量描述的问题。因此,这种系统是目前发展最迅速、应用最广的系统。

必须指出,目前新建立的这种系统还广泛吸收了各种现代设计方法(如系统工程、优化设计、可靠性设计等的新技术)于拟订工程设计总体方案的分析工作中,从而使设计质量提高到一个崭新的高度。

1.4 微机 CAD 系统的硬件配置

微机 CAD 系统的硬件是指微型计算机及其各种输入、输出外部设备。

1.4.1 主机配置的要求

1)主机速度要高。宜采用 Pentium 或 Pentium - II 高档次微机,主机频率应在 166MHz~233MHz 或更高,但要考虑主机系统的综合速度,包括 RAM、硬、软盘等的存取速度。

2)内存容量大。应在 16MB~64MB 或更高。由于汉字系统(CCDOS)或某些 CAD 软件系统配置要占用较大的 RAM(随机存取)空间,如果 RAM 空间不够大,则会使某些 CAD 软件不能运行。

3)外存容量要大。现有硬盘容量多在 1GB~2GB 或更大。一个实用的 CAD 系统一旦投入使用,要运行许多程序,要涉及大量的数据(数据库)和大量的图形信息(图库)以支持系统的工作。这些信息要存放在硬盘上,才便于系统调用,若硬盘容量太小,则系统会失去实用价值。

1.4.2 输入设备

1. 键盘

键盘是计算机电子最常用的输入设备。从外形看,它和打字机的键盘很相似。CAD 系统工作时,课题的设计参数、图形的坐标值、命令和字符等都可以用键盘输入计算机。

2. 鼠标器

鼠标器(Mouse)是一种手动输入的屏幕指示装置。它用于移动光标在屏幕上的位置,以便在该位置上输入图形、字符,或从屏幕菜单上选择需要的项目。鼠标器有机械式和光电式两种。前一种鼠标器的底部装有一个滚球。当它在桌面上移动,滚球运动,屏幕上的光标位置随之改变。只要滚球没有运动,鼠标器放在桌子上任何位置,光标也不会移动。另一种鼠标器装有光学传感机构,要和一个专用的衬垫配合使用才能跟踪屏幕上的光标。在鼠标器上,做有 2 个或 3 个键,用于定位和拾取,定位是在屏幕上用光标确定一个位置;拾取是标记一个显示对象或选取光标所在处的菜单项目。鼠标器使用方便,操作简单,是 CAD 系统普遍采用的输入设备之一。

3. 数字化仪

数字化仪(digitizer)是由一块尺寸为 A4 - A0 的图板和一个类似于鼠标器的定位器或触笔组成的。人们常把小型(A3、A4)数字化仪叫做图形板(table)。数字化仪用于输入图形,跟踪、控制光标位置和选择菜单。大规格的数字化仪常用于将已有图样输入计算机。工作时将图样贴在数字化仪的图板上,用定位器或触笔跟踪图形的特征点,使这些点的位置数字化后存入计算机。再结合绘图指令,这份图样就可以存入计算机。

4. 扫描器

扫描器可将工程图样自动输入计算机,图样自动输入及处理技术包括:

- 1)用扫描器将图形录入计算机,形成灰度级不同的图像格式的文件。
- 2)经二次化处理后,该文件转换成以二进制表示的点阵图像文件。
- 3)经过有关软件的处理,点阵图像转换为矢量化图形。即把一条由许多点排列成的直线,用两个端点坐标表达直线(矢量)表示。大大节约内存,并建立了与图形系统连接的图形数据库。若计算机再对它做进一步处理或作局部修改,就可产生新的设计图样。
- 4)将图形信息和文本、符号分离与识别。这时除将直线、圆、圆弧等图素分离;还要将图样上标注符号与几何图素分离。这项工作比较困难,特别是多种图素和有許多交点的的图素,更为困难。所以有些软件把这部分工作由人工交互式编辑系统来处理。

1.4.3 输出设备

1. 图形显示器

高档微机 CAD 系统常采用大屏幕彩色图形显示器,屏幕尺寸 20inch 或更大,分变率为 1280×1024 或更高。

2. 打印机

1) 针击式打印机

这种针击式的点阵打印机是最常用的打印机,它用许多密集的针在纸上打出由若干点组成的文字和图形。点阵式打印机分 9 针和 24 针等几种。为了提高打印速度和打印质量,最好使用 24 针以上的打印机。并在机内装有汉字库。

2) 激光打印机

激光打印机又叫激光印字机。它是一种打印机速度快、质量高、运行噪声低和打印功能极强的输出文字与图形的打印机。激光打印机在桌面印刷系统中用得非常多,在部分高中档的 CAD 系统中也得到了应用。但这种打印机的价格较高。

3) 喷墨打印机

喷墨打印机技术是利用从若干个喷嘴中喷射出的青、黄、品红等墨水滴,附着在图纸上形成浓淡不一的彩色图形与文字。它具有清晰度高、工作可靠、噪声小,价格低和实现不同浓淡的彩色图形与图像等优点。缺点是打印速度慢。这种打印机已广泛地用在彩色绘图、复印和打印等方面。在 CAD 技术方面,它主要被用来表达各种彩色的造型和图形。因此,也有人把它称为无笔式绘图仪。

3. 绘图仪

笔式绘图仪是早期用得最普遍的绘图设备,这种绘图仪使用方便,价格低,一次可用 8~10 支笔,以绘制彩色和线型粗细不一的图形。笔式绘图仪分平板式和滚筒式两种。

近来又出现了静电绘图机,激光绘图机和喷墨绘图机等,尤其是喷墨绘图机当今被 CAD 系统广泛使用。

1.5 微机 CAD 系统的软件配置

在 CAD 系统中,软件大体可分为以下三类:

1)系统软件 系统软件是直接配合硬件工作并对其它软件起着支撑用户进行 CAD 工作的通用的软件,主要的系统软件有操作系统、网络系统以及高级语言编译器等。系统软件大都是由计算机制造商或软件公司开发,作为商品软件出售

2)支撑软件 CAD 支撑软件是指在 CAD 系统中,支撑用户进行 CAD 工作的通用性功能软件,通常,支撑软件也是由专门的软件公司开发,然后作为商品出售。用户在组建 CAD 系统时,要根据使用要求,选购支撑软件。在此基础上再做一些适配和补充,并和用户自己开发的应用程序相联接,以实现既定的 CAD 功能。

3)专用应用软件 专用应用软件是专门为适应用户特定使用条件需要而开发的软件。由于用户生产产品和生产条件多种多样,选购的支撑软件难于做到完全适应,即使可用以实现用户 CAD 工作,其效率往往亦不高。为此,在具体的 CAD 系统中,需要开发适应用户特定使用条件的应用程序,并和支撑软件衔接。

1.5.1 操作系统软件

操作系统是对计算机系统硬件(包括中央处理器、存储器、输入/输出设备等)及系统配置的各种软件进行全面控制和管理的程序集合。它负责对计算机系统内的所有软件和硬件资源进行监控和调度,使之协调一致地,高效率地运行。使用操作人员通过操作系统来控制 and 操纵计算机系统。程序编制人员在操作系统所提供的系统调用命令(一些标准子程序)基础上,开发应用程序。

操作系统的任务包括管理内存中的数据与指令;执行对作业和进程的控制,完成各种运算和操作,实现多道作业和分时运行;管理外存设备上的文件系统;管理外围设备运行机内、机外的信息交换等。作业是计算机执行某项任务的总称。操作系统的性能、水平表现在以下几个方面:内存寻址和虚拟存储能力、多用户和多道作业、对程序设计语言的支持,用户界面和实用程序等。

1. MS-DOS 操作系统

微型机系统普遍采用的是 MS-DOS 操作系统。DOS 系统是单用户、单任务的操作系统,它包括以下三个组成部分:输入/输出(I/O)管理系统、命令处理程序和外部命令集。

DOS 系统的优点是易于掌握使用,可以引用的软件很丰富,缺点是功能不强。MS-DOS 原是以 16 位字长的 CPU 为应用对象而开发的,它只有 1MB 内存寻址能力(20 位地址),不能充分发挥 386 和 486 类微机的 32 位字长 CPU 的功能。

2. WINDOWS 操作系统

WINDOWS 是 Microsoft 公司于 1985 年推出的微机窗口系统,尤其是 1995 年推出的 WINDOWS95 版本获得了巨大成功,目前已成为微机广泛使用的操作系统。

它为用户提供了一个基于图形的多任务多窗口环境。在这个环境下,能够运行为 WINDOWS 编写的程序,也可以运行现有的为 DOS 设计的程序。WINDOWS 支持协作性多任务,即允许两个以上程序共享 CPU、内存和输入/输出设备。

1.5.2 程序设计语言

程序设计语言是开发计算机程序的基本工具。在 CAD 系统中,采用着多种程序设计语言,它们各有长处和特点。

1. BASIC BASIC 语言是微型机的语言,它简单易学,具有良好的交互性能。微机上运行的 BASIC 语言还具备图形和声音功能。颇受初学者欢迎。解释型 BASIC 语言可不需要编译即可运行,调试程序方便。过去,一般认为 BASIC 语言的结构化性能差,只适用于编写小型应用软件。但是,近年推出的 BASIC 语言,功能上有很大改进和增强。

2. FORTRAN FORTRAN 语言在科学计算上应用广泛,可参阅的软件资源丰富,通用性好,是科技人员最熟悉的一种语言,其缺点是数据结构功能和交互功能不强。

3. PASCAL PASCAL 语言程序严谨,结构化程度高,数据类型丰富,数据结构灵活,查错能力强。过去,许多文献中的 CAD 示范程序都是采用 PASCAL 语言编写的,近年已逐渐转向采用 C 语言。

4. C C 语言非常简洁,可移植性很好。由 C 语言生成的执行程序,运行效率高,功能强而且使用灵活,但是,对编写程序和调试程序者的技术水平相对要高些。C 语言原来主要用于编写系统软件和支撑软件,是专业程序员喜欢使用的程序设计语言,现正逐渐成为 CAD 和软件工程中最流行的程序设计语言。

5. LISP 和 PROLOG LISP 是函数型表处理语言,最适合用于字符和符号的处理。PROLOG 语言是逻辑型语言。适宜于描述逻辑推理。由于符号处理和逻辑推理是智能判断中的基本操作,因此,这两种语言适宜用于编写人工智能程序。有时,将它们称为人工智能性程序设计语言。

1.5.3 CAD 支撑软件

CAD 支撑软件是指 CAD 应用软件的通用性实用程序库及软件开发中的软件工具。支撑软件由于其通用性需求面广,通常都已商品化,用户可以在市场上选购到。

1. 二维绘图支撑软件。

在常规机械设计工作中,结构设计及工作图绘制工作量约占整个设计工作量的 60% 以上,因此,绘制机械设计图样的图形软件是 CAD 系统最基本的支撑软件。目前微机 CAD 系统广泛使用的绘图软件有:AutoCAD、CADKEY 等。

2. 几何造型软件

几何造型软件有时也被称为三维图形软件。它的基本功能包括构建产品的几何模型,物性(如质量、重心等)计算,真实感立体图形显示,干涉检索和自动生成剖视图等。几何造型软

件构建的几何模型储存了完整的产品三维几何信息,可为有限元分析、参数化设计、数控加工等提供几何处理基础。

3. 分析软件

分析是设计的基础。设计准则的校核,产品工作性能的评价,都需要进行分析计算。常用的分析软件包有:有限元分析软件,机械运动分析和综合软件,动力系统分析软件等。有限元分析广泛用于强度和变形的计算,以及连续(温度场、流量场、电磁场等)变量的计算,是最重要的工具性分析软件。在 CAD 中,产品工作仿真也需要调用分析软件包。

4. 优化设计软件

现代优化设计的理论方法及实用软件,为产品改进和更新提供了先进的技术手段,是 CAD 系统的重要组成。机械优化设计可以分为机构优化设计、常用零部件优化设计、结构优化设计、动态系统优化设计等。优化设计必须在理论分析计算产品工作性能的基础上进行。因此,在 CAD 系统中,优化设计软件常和分析软件(如有限元软件等)联合使用。

5. 工程数据库管理软件

在 CAD 工作中要处理大量的数据和图形信息,这些信息为不同设计分析模块所调用,并经常根据分析和优化的结果进行修改,设计终了结果还要传递给相联系的辅助制造和管理系统。因此需要有工程数据库管理软件统一管理这些工程数据。目前在 CAD 系统中建立工程数据库管理系统的方法有两种:一是选用通用的事务性数据库管理系统为基础,对其功能适当进行扩充,经常选用的数据库管理系统有 Oracle, Foxbase, dBASE 等;二是直接选用专门为工程数据库管理开发的系统,如 Tornado、PHIDAS, MLDB 等。

第2章 设计参数数表的处理

任何一项机械产品的设计,都要查找大量的有关设计参数的数表,以使所有参数符合标准(或规范)的数值。例如,设计三角胶带传动,约需查找 15 个数表图。而设计标准圆柱齿轮传动,则需查找 34 个左右的数表。在传统的机械设计方法中,此项工作全部由设计者亲自去翻阅有关的设计手册或有关资料,这是一种既需耐心细致,又费神费力的工作。计算机辅助设计的目的之一,就是要使设计人员从这一费时费力的繁琐事务工作中解脱出来,使他们能把更多的精力集中在创造性的设计工作中。要实现这一目标,需要解决各种参数表在计算机内的存贮和自动检索的问题。目前的计算机大都能存贮和自动检索。但存贮与检索任何信息时,均需把它们转化为数字或文字符号(英文字母或汉字)。因此要解决上述问题,必须对各种参数数表作必要的处理,才能实现数表的存贮和自动检索。在 CAD 作业中,其处理方法通常有下列三种:

- 1)将数表转化为程序存入内存;
- 2)将数表转化为文件存入外存;
- 3)将数表转化为结构存入数据库。

2.1 数表的程序化处理

2.1.1 数表的类型

机械设计中使用到的数表可归纳为简单数表和列表函数数表两大类。

1. 简单数表

这种数表只是记载着某些对象的各自独立的常数。数表中各个数据之间彼此独立,数据与自变量之间无明确的函数关系。设计手册中的各种标准或规范的数表,多属简单数表,简单数表按其数值与相关因素(或自变量)的个数多少又可分为一维数表和二维数表。

一维数表 数表的数据是独立的,或只与一因素相关,如表 2-1,表 2-2 即为一维表。

表 2-1 渐开线齿轮的标准模数(GB1357-78)(mm)

第一系列	1, 1.25, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8
第二系列	1.75, 2.25, 2.75, (3.25), 3.5, (3.75), 4.5, 5.5, (6.5), 7
第一系列	10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50
第二系列	9, (11), 14, 18, 22, 28, (30), 36, 45

注:选取时,优先采用第一系列,括号内的模数尽可能不用。

表 2-2 三角胶带弯曲影响系数 K_b

胶带型号	O	A	B	C	D	E	F
K_b	0.2925×10^{-3}	0.7725×10^{-3}	1.9875×10^{-3}	5.625×10^{-3}	19.95×10^{-3}	37.35×10^{-3}	96.10×10^{-3}

二维数表 数表的数据与二个因素相关,各数据亦是各自独立的。表 2-3 和表 2-4 即

为二维数表。

简单数表的参数数据多是标准或规范数值,因此设计时这些参数要取数表的标准值,称为数据的圆整(注意不要与数值取整相混淆)。由于表中的各数据是彼此独立的,因此没有插值计算问题。这是它与列表函数数表在处理上的主要区别。

表 2-3 平键尺寸(GB1096-79 节录)(mm)

d	键		槽			
	b	h	t	偏差	t_1	偏差
$\geq 6 \sim 8$	2	2	1.2		1	
$> 8 \sim 10$	3	3	1.8		1.4	
$> 10 \sim 12$	4	4	2.5	+0.1	1.8	+0.1
$> 12 \sim 17$	5	5	3.0	0.0	2.3	0.0
$> 17 \sim 22$	6	6	3.5		2.8	
$> 22 \sim 30$	8	7	4.0		3.3	
$> 30 \sim 38$	10	8	5	+0.2	3.3	+0.21
$> 30 \sim 38$	...	...	...	0.0	.	0.0

表 2-4 常用钢铁材料机械性能(节录)

牌号	拉伸强度极限 σ_b MPa	屈服强度 σ_s (MPa)	延伸率 δ (%)	硬 度	
				HB (正火,回火)	HRC (表面率大)
ZG35	500	280	16	> 143	40~45
ZG45	580	320	12	> 153	40~50
ZG42SiMn	600	380	12	163~217	45~53
ZG55	650	350	10	169~229	45~55
A3	410~430	230	26	126~158	-
08F	320	180	35	< 130	-
20	400	220	24	103~156	-
35	520	270	18	149~187	35~45
45	600	300	15	170~217	40~50
55	600	330	12	187~229	45~50

表 2-5 三角带传动小带轮包角系数 K_a (节录)

包角 α	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°
K_a	0.63	0.73	0.78	0.82	0.86	0.89	0.92	0.95	0.98	1.00

表 2-6 普通圆柱蜗杆传动的 v_s 、 f_v 、 φ_v 值

蜗轮齿圈材料	锡青铜				无锡青铜		灰铸铁			
	HRC ≥ 45		其它		HRC ≥ 45		HRC ≥ 45		其它	
滑动速度 v_s (m/s)	f_v	φ_v ②	f_v	φ_v	f_v ②	φ_v ②	f_v ②	φ_v ②	f_v	φ
0.01	0.110	6°17'	0.120	6°51'	0.180	10°12'	0.180	10°12'	0.190	10°45'
0.05	0.090	5°09'	0.100	5°43'	0.140	7°58'	0.140	7°58'	0.160	9°05'
0.10	0.080	4°34'	0.090	5°09'	0.130	7°24'	0.130	7°24'	0.140	7°58'