

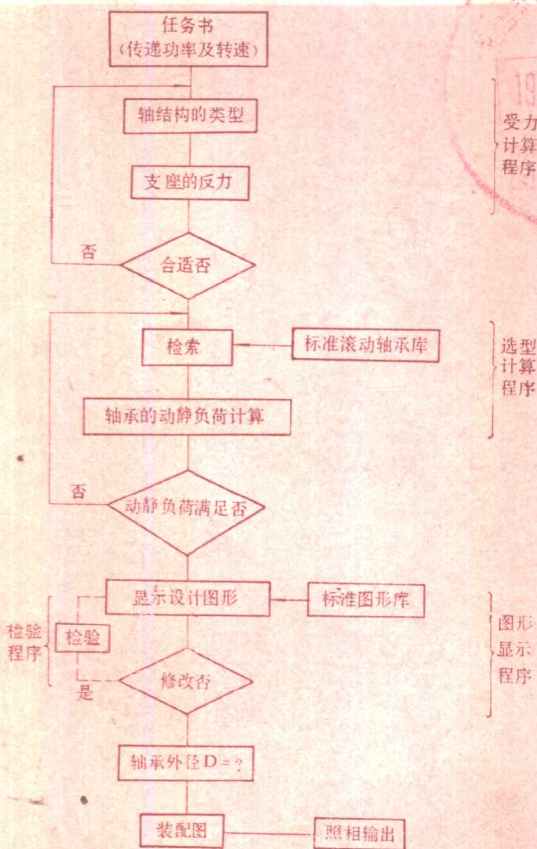
TH13

0.954

机械零件 计算机辅助设计

余俊 周迪勋 主编

1984.3.13
受力
计算
程序
资料章



华中工学院出版社

机械零件的计算机辅助设计

余俊 周迪勋 主 编

余俊 周迪勋 编著
丁幼琳 周都刚 熊有德

华中工学院出版社

机械零件的计算机辅助设计

余俊 周迪勋 主编

责任编辑 白战雄

华中工学院出版社出版

(武昌喻家山)

湖北省新华书店发行 各地新华书店经售

武汉市江汉印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 9.875 字数: 234,000

1983年8月第一版 1983年8月第一次印刷

印数: 1—6,000

统一书号: 15255—016 定价: 1.15元

内 容 简 介

本书主要介绍计算机辅助设计的基本方法在机械零件设计中的应用。全书共分十章，前七章着重介绍编制表格、线图和典型机械零件（如链传动、带传动、齿轮传动、键联接、轴承等）的设计程序的基本原则、方法和步骤；后三章介绍计算机绘图和图形显示的方法。书中列举了一些源程序和例题，其中绝大部分是编者自己编制并上机通过的，有一些还是第一次发表的。

本书可作工科院校高年级学生或研究生选修课教材，也可供从事机械设计、编程和应用计算机的科技人员及工人使用。

前 言

计算机辅助设计(Computer-Aided Design, 简称CAD)在现代工程中应用愈来愈广泛,但是目前我国,在机械工程设计中的应用还处于初步阶段。为了适应目前我国发展CAD的需要,我们编写了这本讲义,并从我国的实际出发着重介绍CAD的基本方法在机械零件设计中的应用,以便使读者能运用这些方法并参考书中所列举的实例,解决一些简单的机械零、部件的CAD问题,同时,为进一步研究CAD打下基础。

本书共分十章,前七章着重介绍编制线图、表格的程序和一些典型零件(如链传动、带传动、齿轮传动、键联接、滚动轴承、轴类和柱类零件等)的设计程序的基本原则、方法和步骤,并列举了一些常用机械零件的设计程序。学习这部分内容并将它用于实践,只需要小型计算机或微处理机作为工具,因此,在目前容易推广运用。后三章介绍自动绘图和图形显示的方法。只要有国产的小型绘图机和图形显示器,便可运用这部分所介绍的知识进行自动绘图和显示。

本书中所列举的设计程序和例题,绝大部分是我们自己的实践结果(其中有一些程序是第一次发表的),对于所采用的其他作者的程序,我们也在小型计算机上试算过。

本书可作为机械类研究生、高年级大学生的选修课教材,也可供有关科技人员及工人使用。

本书由余俊、周迪勋主编,第一章由周都刚编写,第二、三、四、五、六、九、十章由周迪勋编写,第七章由熊有德和余俊编写,第八章由丁幼琳和周迪勋编写。由于我们的理论水平和实践经验有限,书中难免有不足和错误之处,恳请读者指正。

在编写本书过程中,曾得到长沙国防科技大学、武汉水运工程学院和贵州工学院的杨重方、陈定方和邓祁曾的帮助和指导,在此表示深切的谢意。

编 者

1983年3月

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1-1 计算机辅助设计的定义、用途、发展和应用概况	(1)
§ 1-2 计算机辅助设计的过程和系统	(2)
1. 传统机械设计过程	(2)
2. CAD过程	(3)
3. CAD的三种设计系统	(4)
§ 1-3 计算机辅助设计系统的硬件和软件	(4)
1. CAD系统的硬件	(4)
2. CAD系统的软件	(5)
3. 图形软件	(5)
第二章 表格和线图的处理	(7)
§ 2-1 表格和线图的程序编制	(7)
1. 简单表格的程序编制 (表格插值的程序编制)	(7)
2. 简单线图的程序编制	(9)
3. 复杂表格的程序编制	(11)
4. 复杂线图的程序编制	(13)
§ 2-2 数据的文件化	(14)
1. 文件的标识方法	(14)
2. 文件的类型	(15)
§ 2-3 数据结构	(16)
1. 数据结构的类型	(16)
2. 非结构化数据结构	(17)
3. 结构化数据结构	(18)
4. 数据结构的特点	(19)
第三章 链传动及带传动的的设计程序	(20)
§ 3-1 链传动的设计程序	(21)
1. 设计内容及计算步骤	(21)
2. 程序框图及源程序	(22)
§ 3-2 平带传动的设计程序	(28)
1. 设计内容及计算步骤	(28)
2. 程序框图及源程序	(29)
§ 3-3 三角带传动的设计程序	(32)
1. 设计内容及计算步骤	(32)
2. 程序框图及源程序	(33)
第四章 齿轮传动的设计程序	(37)
§ 4-1 直齿圆柱齿轮传动的设计内容及计算步骤	(37)

1. 参数名称与程序变量名称	(37)
2. 计算步骤	(37)
§ 4-2 程序框图及源程序	(39)
1. 程序框图	(39)
2. 齿轮参数的表格和曲线的程序编制	(40)
3. 处理标准模数的程序	(40)
4. 源程序	(40)
§ 4-3 齿轮弯曲强度校核不合格时的处理方法	(44)
第五章 轴类和柱类零件的挠度和转角的有限元法计算程序	(46)
§ 5-1 轴和立柱的挠度和转角的有限元法计算程序	(46)
1. 有限元法简介和程序框图	(46)
2. 输入数据	(49)
3. 计算程序	(49)
4. 编制输入数据举例	(55)
§ 5-2 柱类零件的内筋截面和内筋圆角的惯性矩程序	(56)
1. 内筋截面对Z轴的抗弯惯性矩 I_z	(56)
2. 内筋与内壁的圆角部分的惯性矩程序	(58)
第六章 键联接的设计程序	(61)
§ 6-1 平键联接的设计程序	(61)
1. 平键联接的设计方法	(61)
2. 程序框图及源程序	(62)
§ 6-2 花键联接的设计程序	(64)
1. 花键联接的设计方法	(64)
2. 程序框图及源程序	(67)
第七章 滚动轴承的设计程序	(68)
§ 7-1 轴承支座反力的计算	(68)
1. 计算支座反力时的检索方法	(69)
2. 确定作用力方向的一些规定	(69)
§ 7-2 轴承选型程序	(71)
1. 选型程序框图	(71)
2. 选型程序	(71)
§ 7-3 轴承标准图形档案的建立、显示和调用	(81)
1. 图形档案的建立及显示	(81)
2. 图形档案的调用过程	(84)
§ 7-4 轴承校核程序	(84)
1. 校核程序框图	(84)
2. 校核程序	(88)
第八章 计算机绘图	(93)
§ 8-1 概述	(93)
§ 8-2 计算机绘图的工作过程	(93)
§ 8-3 计算机绘图系统	(93)

1.	脱机绘图系统	(94)
2.	联机绘图系统	(95)
3.	会话型绘图系统	(95)
§ 8-4	计算机绘图系统软件	(95)
1.	“F”系统绘图软件举例	(95)
2.	DJS-130机绘图软件举例	(103)
§ 8-5	计算机绘图的编程	(106)
1.	编程方法	(106)
2.	编程步骤	(106)
3.	编程的举例说明	(107)
§ 8-6	范成渐开线齿形的程序编制	(109)
1.	渐开线的绘制程序	(109)
2.	基准齿形与标准齿条插刀	(110)
3.	建立数学模型	(112)
4.	程序框图	(114)
5.	通用程序	(115)
6.	程序特点	(117)
§ 8-7	齿轮零件图的程序编制	(118)
1.	程序编制特点	(118)
2.	框图	(119)
3.	程序(BASIC语言)	(119)
§ 8-8	齿轮的疲劳曲线程序的编制	(120)
1.	数学模型的建立	(120)
2.	程序框图和计算、绘图程序	(122)
第九章	图形显示设备	(125)
§ 9-1	计算机辅助设计中的图形显示	(125)
§ 9-2	显示的输出装置	(126)
1.	阴极射线管	(126)
2.	缓冲存储器	(127)
3.	等离子显示板	(127)
§ 9-3	显示的输入装置	(128)
1.	光笔	(128)
2.	键盘	(129)
3.	接触屏面	(129)
4.	手动盒	(130)
5.	操纵杆	(130)
6.	轨迹球	(130)
第十章	机械零件图形显示的方法	(131)
§ 10-1	图形显示指令的编制方法	(131)
1.	图形的模式指令和操作指令的格式	(131)
2.	图形显示指令的编制示例	(133)
3.	编制图形显示指令的注意事项	(135)

4. 图形显示指令的纸带穿孔.....	(135)
§ 10-2 字符显示指令的编制方法.....	(135)
1. 字符的模式指令和操作指令的格式.....	(135)
2. 字符指令编制示例.....	(137)
3. 显示字符的两种方法.....	(138)
§ 10-3 光组建立的方法.....	(138)
1. 光组的建立过程.....	(138)
2. 光组的应用方法.....	(140)
§ 10-4 图形输入指令的编制方法.....	(140)
1. 图形指令的输入方式.....	(140)
2. 显示器的通道接口.....	(141)
3. 输入指令的内容.....	(142)
4. 输入指令的应用.....	(146)
§ 10-5 零件装配图的组合显示方法.....	(146)
1. 零件图形的输入与组合.....	(146)
2. 修改图形的方法.....	(147)
3. 零件图指令间的始末址的关系.....	(148)
4. 零件图的显示方法.....	(148)
参考文献.....	(149)

第一章 绪 论

§ 1-1 计算机辅助设计的定义、用途、发展和应用概况

计算机辅助设计简称CAD (COMPUTER AIDED DESIGN), 它是在人的参与下, 以计算机为中心的一整套系统对设计对象自动进行的最佳设计, 其中包括资料检索、计算、确定结构形状、自动绘图和打印数控加工纸带。

使用CAD, 可以缩短产品设计周期, 使设计工作的效率大大提高。例如, 美国波音飞机公司利用计算机辅助设计波音727客机, 缩短了研制时间, 使生产率提高了100%。西德大型锅炉多方案设计, 过去由十个有经验的设计人员来完成, 需要一年时间, 而用CAD, 仅用两人、三个月即可完成。美国西屋公司, 用传统方法设计中、小型电机, 设计时间为十六小时, 改用CAD却只要三分钟。我国杭州汽轮机厂, 利用检索型设计系统设计汽轮机转子, 一个人仅用二至三个星期就可完成, 而用传统方法, 一个人需要花费五至六个月的时间。

使用CAD, 可以提高产品设计的精确度和可靠性。例如, 美国麦克唐纳飞机公司用计算机辅助设计飞机, 提高了零件和部件的协调性, 第一架F-15型飞机的座舱装配后, 就可进行充压试验, 在三十分钟内就能将机翼装在机身上。

使用CAD, 还可使产品设计的最佳化和自动化成为现实。英国LEYLAND货车和卡车公司已借助计算机进行产品的整体最佳设计, 这项设计包括发动机的传动系统、车体和冷却系统的设计和计算; 包括阀门等元件的动态分析; 包括结构件的热应力和变形的计算等。日本东洋电机公司研制了18.5至750kW直流电机自动设计的软件, 从产品计算、绘制零件图和装配图到打印输出设计说明书和零件明细表, 全部设计过程实现了自动化。

CAD技术是随着电子技术和计算技术的发展而逐步发展起来的。1956年发明了阴极射线管显示装置(简称CRT), 1958年发明了数控绘图机, 1961年发表了自动编程语言APT-Ⅱ, 这些均为CAD技术的实际应用打好了基础。

1965年以来, 随着电子数字计算机主机的高速化与外围设备相对的低速化的矛盾, 以及人与计算机联系的矛盾的不断解决, 计算机的利用率和可靠性显著提高, CAD技术逐渐被广泛应用。

图象仪的出现, 使计算机内部难以捉摸的烦琐的数字信息变成了显示在荧光屏上的直观的图形, 如果进一步采用联机的实时操作, 这些图形还可以活动起来。设计人员可以通过光笔修改荧光屏上的图形, 也可以从图形上录取某一指定点的坐标数据等。

目前, CAD技术已广泛应用在电子、造船、航空、机械、化工、运输和土木工程等部门中。这里, 我们着重介绍机械制造中的动力机械和锻压设备的零、部件的CAD。

从六十年代下半期开始, CAD已被用于动力机械的结构分析, 最佳设计和复杂空间曲面的放样。1976年美国洛克希德飞机公司把它用于运动机构的设计, 在图形显示器的荧光屏上动态地显示一个机械系统的三维运动状态, 该机械系统包括四连杆机构、凸轮机构和凸轮连杆机构等。利用图形显示器可以把一些几何参数用字符和表格等形式显示出来, 还可以分析和显示各个机械零、部件的载荷状况和系统的变形等。英国英巴斯大学已使用计算机辅助

设计动力机械，如涡轮机、增压透平机和压缩机等。英国剑桥大学CAD中心，约有工作人员110人，他们的任务是建立数据库，其中关于机械工业的数据库约占30%。他们曾把设在曼彻斯特及科劳特里的ICL-1904A型计算机与该中心的AHAS-2型计算机联接起来，并进行过齿轮、变速箱、泵、风机等产品的设计；英国机床工业研究会用ELLIOT-905型计算机，通过高速通道与该中心的ATLAS-2型计算机相联接，进行各种机床轴和轴承的设计。日本东京大学用有限元法进行结构振动分析和床身结构的优化设计。设计直齿齿轮组、斜齿齿轮组的齿轮直径、中心距，变速箱轴，并计算轴承在载荷作用下的变形。设计人员可对变速箱作出功能和原理判断，如判断输出、输入关系，齿轮传动比范围等。最后由计算机控制自动绘图机绘制总装配图、零件图，图中有明细表，技术条件等。

CAD技术在模具设计方面也得到广泛应用。美国通用汽车公司研制成CAD-I型设计系统，用来设计汽车外形，车身结构和各种冲模具。1971年DIE公司研制出CAD级进模的PDDC系统，该系统存贮模具设计公式、数据和标准等。1977年捷克金属加工工业研究院研制的AKT系统可用于冲裁模、复合模和级进模的设计。1978年日本机械工程实验室研制了MEL系统，该系统用于级进模设计。1979年日本旭光学工业公司研制出PENTAX系统，该系统用于冲孔和弯曲冲模的设计。英国伯明翰大学和西德特种合金钢厂进行了长轴线锻件和轴对称锻件的热锻模以及汽轮机叶片的精锻模的CAD。苏联仪表工业部研制了锻模的设计程序AYTO-SHTAMPPIP，该程序有17种变型。这样，该部所需锻模的95%和仪表制造所需模具的42%都可用这些程序来设计。

§ 1-2 计算机辅助设计的过程和系统

本节首先以四杆机构为例说明传统的机械设计过程，然后简单介绍CAD的过程和系统。

1. 传统机械设计过程

设计四杆机构是有两个设计变量的机械设计问题。已知当曲柄由 φ_0 回转至 $\varphi_0 + 90^\circ$ 时，摇杆的输出角的最优值由下式给出

$$\psi = \psi_0 + \frac{2}{3\pi} (\varphi - \varphi_0)^2, \quad (1-1)$$

$$\varphi_0 = \arccos \left[\frac{(l_1 + l_2)^2 - l_3^2 + l_4^2}{2(l_1 + l_2)l_4} \right] \quad (1-2)$$

$$\psi_0 = \arccos \left[\frac{(l_1 + l_2)^2 - l_3^2 - l_4^2}{2l_3l_4} \right] \quad (1-3)$$

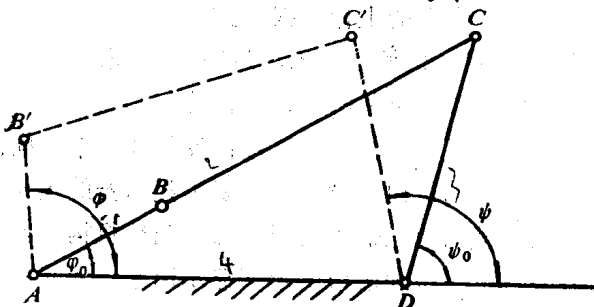


图1-1 四杆机构

式中， φ_0 和 ψ_0 分别为摇杆在极右位置时曲柄和摇杆的位置角（以机架AD为基准，逆时针度量，见图1-1）。

给定两杆长 $l_1 = 1.0$ ， $l_4 = 5.0$ ，许用传动角 $(\gamma)_{\min} = 45^\circ$ ，让我们来设计变量：杆长， φ 和 ψ 。

按给定输出角的规律设计平面四杆机

构时,最多的独立参变量为五个:三根杆长(通常令四杆中一根杆长度为1), φ_0 和 ψ_0 。

由式(1-2)、(1-3)可知, φ_0 和 ψ_0 完全由杆长确定,现 $l_1=1$, $l_4=5$,因此,本题的独立参变量仅有 l_2 和 l_3 两个。

因此,设计四杆机构的步骤可归纳如下:

(1) 建立数学模型

根据连杆机构在机械中所执行的任务,研究和发现从动杆的运动规律,进而建立式(1-2)和式(1-3),这就是通常所说的建立数学模型。数学模型建立得正确与否是决定设计能否满足生产要求的重要一环。

(2) 解析数学模型

按式(1-2)和式(1-3)用计算尺解出 l_2 和 l_3 ,可以得到很多对 l_2 和 l_3 的值,然后依靠人工计算,找出最佳的一对。

(3) 审查研究范围

本题的约束条件是四连杆机构的曲柄存在条件和传动角条件。按曲柄存在条件,杆1为曲柄,令其长度 $l_1=1$,则 $l_2 \geq 1$;并且

$$l_1 + l_4 \leq l_2 + l_3;$$

$$l_1 + l_2 \leq l_3 + l_4;$$

$$l_1 + l_3 \leq l_2 + l_4。$$

因此,设计的约束条件为

$$(l_1 + l_4)^2 - l_2^2 - l_3^2 - 2l_2l_3\cos[\gamma] \leq 0;$$

$$l_2^2 + l_3^2 - (l_4 - l_1)^2 - 2l_2l_3\cos[\gamma] \leq 0。$$

(4) 结构设计

确定机构各个零件的材料、尺寸,并绘制机构零件图和部件装配图。

(5) 编制技术文件

传统的机械设计过程是一个对设计方案不断进行分析、判断、逐步优化的过程。在这个过程中,需要进行大量的分析、计算和绘图等工作,这些工作单靠人工来完成是非常困难的,必须借助电子计算机来进行。

2. CAD过程

审查、研究和判断模型的解析结果是否满足设计要求,以及修改模型等工作,一般需要丰富的经验或直观的知识,这些工作由设计人员来做比计算机做更好。因此,把设计人员的经验、智慧和创造力同计算机的高速运算能力有效地结合起来,就可以在尽可能短的时间内得到最好的设计方案,这样一种人机结合的交互式的设计过程就是CAD过程。

CAD过程包括以下五个方面:

(1) 建立带有图形显示装置的人机对话系统。

(2) 把整个复杂的设计过程分解成为相对独立的各个设计阶段,预先准备好各个设计阶段间的连接“接口”和所需要的资料信息,以及CRT(阴极射线管)的操作、输出指令等。

(3) 在各个设计阶段中,设计人员能方便地处理数据和程序。在设计过程中,设计人员也可以容易地存贮新的设计运算程序或上次设计的结果。

(4) 可以单独地使用某些步骤,例如,要求修改某些过去设计的零、部件。

(5) 零、部件的标准化。

CAD过程大致可分成设计说明, 设计构思, 计算, 画草图, 评价, 绘工作图及标注尺寸、技术条件等六个步骤。对于不同零件的设计, 下述各项工作所占的比例是不同的。一般构思、计算、画草图和评价占20%, 绘工作图占80%。设计者从设计说明这一步开始, 通过一系列思考, 再经过定型、决定结构尺寸和选择逻辑条件等各个步骤, 最后给出满足设计指标的最好答案。设计效率或者程序的算法由设计者在条件允许的范围内决定。设计人员还可通过人机对话过程调整设计, 以满足某些参数的要求, 此时必须考虑到该变动对其它参数的影响。对其余参数也可重复这个过程, 直到满足全部设计指标为止。

3. CAD的三种设计系统

目前, 广泛应用的CAD系统, 按功能大致可分为信息检索型、试探型和会话型设计系统三种类型。

(1) 信息检索型设计系统

它的特点是先将一些标准化的机械零、部件的有关信息(如标准图信息和材料、加工条件、管理指令等附属信息)存入计算机内, 当设计人员将需要设计的机械零、部件的要求输入计算机后, 它便能将满足要求的结果输出。因此, 这种系统多适用于设计一些标准化了的产品, 如电动机、发电机和工业汽轮机等。信息检索型设计系统用途较广, 也比较容易实现。

(2) 试探型设计系统

它的特点是, 通过一个CRT终端显示装置将设计图形显示出来, 并由设计者作出判断和修改, 修改好的图形再在CRT上显示出来, 最后由设计者确认。如果给这种系统配备了充足的图形显示软件, 使用时便可输出多种方案由设计者挑选。这种系统也可设计非标准化的产品。

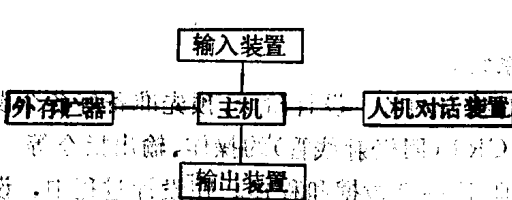
(3) 会话型设计系统

它是在信息检索型和试探型设计系统的基础上发展起来的。它除了可以解释一些通用的数学模型以外, 还具有图形处理和人机对话的功能。因此, 在这种系统中, 人们既能通过CRT进行“实时的观察”和“实时修改”, 还可以利用绘图机自动绘图。这种系统适应性较强, 但投资较大。

§ 1-3 计算机辅助设计系统的硬件和软件

1. CAD系统的硬件

会话型系统的硬件通常有以下几部分(见图1-2)。



(1) 主机

它是系统的中心, 控制和指挥整个系统, 并进行运算和逻辑分析。它可以是大、中、小型计算机, 采用哪种型式的计算机视任务而定。

图1-2 CAD系统的硬件

(2) 输入装置 它是向计算机送入数据和各种字符信息及程序的设备。常用的输入装置有光电式纸带输

入机，卡片输入机，键盘磁带或键盘磁盘输入机和字符显示器等。

(3) 输出装置

它是输出机器工作的中间结果或最后结果的设备。常用的输出装置有行式打印机（分窄行和宽行两种），纸带快速穿孔输出机，卡片穿孔机和自动绘图机等。自动绘图机是产生高精度工程图和复制图形信息的重要设备。为了提高输出的打印速度和降低噪音，近年来又研制出静电印刷机。

(4) 人机对话装置

常用的人机对话装置是控制台打字机（或电传打字机）和CRT图形显示器。它们既可作为输入装置又可作为输出装置。特别是CRT图形显示器，它是会话型设计系统中进行“实时观察”或“实时修改”的不可缺少的工具。

(5) 外存贮器

它用来存放大量暂时不用而等待调用的计算程序或数据。目前，它主要包括磁鼓、磁带或磁盘。

磁鼓的作用是增加存贮容量，降低主机成本。任何作业资料、工作指令和其他有关资料必须先读入内存，然后再转存到磁鼓中。输出资料时，也必须先经内存，然后再送到输出装置。

磁带是一种按程序作业的装置，即存取资料必须按顺序从头开始。

磁盘是一种直接作业的装置，即不必按顺序从头开始，就能直接存取。

2. CAD系统的软件

不同的设计系统对软件有不同的要求。下面以建立一个会话型设计系统为例，说明软件的配置内容。

(1) 程序设计语言

程序设计语言是设计人员必须掌握的基本工具。可以用作程序语言的语言很多，在CAD中用得最多的是FORTRAN语言。

(2) 系统化的标准子程序

在一些工程问题中，虽然为各种设计和计算所编制的程序千变万化，但是有许多共同的部分。例如，在组合机床主轴箱的设计过程中，经常需要编制数据圆整、由已知三点坐标求解圆心位置、数据按其大小自动排队、计算齿数并圆整成“可用齿轮系列”的齿数等程序。把以上程序的共同部分提出来，使之精练，编成通用的标准子程序，以后使用时，就可随时调用它们。汇集这些通用的标准子程序，就可以组成一个庞大的程序群。它好象一个综合的图书馆，使用者可以从中找到各式各样的程序，稍加改造或不加改造就可组合在自己的程序中使用。

3. 图形软件

图形软件主要包括以下内容：

(1) 绘图源程序

它是由用户用语言书写的，并解决计算机绘图问题的程序。源程序又分命令语言定义和过程定义两部分。

命令语言是为了加强人机对话功能，用来控制程序的，它完成两项功能：

(a) 由它控制需要启动哪些过程程序（如画线，画圆，存图等）；

(b) 它负责给过程程序传送数据(如画线的起点、终点坐标等)。

在会话型设计系统中,某一条命令的执行是由用户用输入设备(如功能键盘、字符键盘、绘图感应板、光笔等)启动的。亦即这些命令不是顺序执行的而是作好准备由用户随时来启动的。因此,把命令语言叫作面向控制的语言。

过程定义是指某一过程的程序设计语言。这种语言可由某种语言(如FORTRAN)修改而成,也可由某种语言和图形功能语句共同构成。也有些专门研制图形语言的,用这种语言写出图形分析和处理的程序。

(2) 编译程序

它的作用是把用户写的源程序变换成机器能执行的目标程序。它分为两部分,一部分把命令语言定义编译成命令表;另一部分把过程定义编译成分析和处理子程序。

(3) 任务调度程序

它的作用是根据命令表和输入设备提供的信息,去启动某一过程程序。

(4) 显示档案变换程序

此程序的作用是完成显示档案的剪裁、平移、定比例尺和旋转等操作。它包括显示代码产生程序、跟踪程序、变换和剪裁程序以及级联程序。显示代码产生程序是把经过变换的准显示档案变换成由显示代码构成的显示档案。跟踪程序是把图形数据交给变换和剪裁程序,把变换数据交给级联程序。其作用是把变换分成带旋转的或不带旋转的。不带旋转的应先作剪裁而后作开窗变换;带旋转的则应先作矩阵变换而后作剪裁。级联程序是把旋转、平移、定比例尺、剪裁中的几个变换级联起来,形成一个统一的运算,并提供这个运算所必须的参数,供变换和剪裁程序之用。

(5) 目标程序

它是将用户写的源程序经编译程序编译而成的。它分成命令表、分析处理程序和输出部分。命令表负责任务调度。分析处理程序决定整个系统执行的是一次什么任务,它包括用输入设备读入信息的程序,将读入信息存入数据库的程序,输出程序及分析处理此数据的程序等。目标程序的输出部分是一个个不同的功能调用程序。

(6) 准显示档案编译程序

它把目标程序的一个个功能调用程序编译成准显示档案(即未经过变换处理的显示档案)。

以上是按功能来分类介绍图形软件。此外,按照图形软件的结构,它还可分成以下四个方面:

(1) 基本的图形程序

它包括显示代码的产生,显示档案的变换,准显示档案的翻译等。

(2) 语言

它是作编译过程程序的工具。

(3) 服务

它包括调用程序、光笔和键盘的中断、任务调度等服务。

(4) 应用程序

它包括一个用于图形操作的程序和一个分析、处理图形所代表的某种数学关系的程序,它应反映某个期待解决的具体问题。

第二章 表格和线图的处理

在进行计算机辅助设计之前，首先要把设计中需要的表格和线图在设计资料存入计算机的外存或内存中，以便在设计时由计算机按设计的需要自动检索。由于计算机只能存入数字和英文字母，而不能存入中文字（如“屈服限”等）、希腊字母（如 δ 和 σ 等）和线图（例如曲线），所以必须对表格和线图进行处理。也就是要想办法把表格和线图变成按规律排列的数字、英文字母或公式，以便存入计算机。其处理方法有三种：

- (1) 将表格和线图转化为程序存入内存；
- (2) 将表格和线图转化为文件存入外存；
- (3) 将表格和线图转化为结构存入数据库。

以下分别介绍这三种处理方法。

§ 2-1 表格和线图的程序编制

应用计算机进行机械设计时，可以直接把表格和线图编制成程序，以供使用。

1. 简单表格的程序编制

下面利用两个例子来说明编程的方法。

例1 试将齿轮齿面摩擦系数 f 值的表格编成程序。

其编程步骤如下：

(1) **确定程序变量名称，并写成维数组形式**：把所有参数的名称改用大写正体的英文字母表示，即把所有参数名称变为程序变量名称，然后列出参数名称与程序变量名称的对照表。表格中同一种程序变量名称可以同时有许多数据，如表2-1中的VSS就有25个数据。VSS及AMUS是随着序号NV值而变化的，它们是一维变量数组，所以应该写成VSS(NV)和AMUS(NV)。在编制表格的程序时，程序变量名称要以维数组的形式来表示。一般程序

表2-1

参数名称	序号	滑动速度 (m/s)	摩擦系数
	n_v	v_s	f
程序变量名称	NV1, 2 5	VSS(NV)	AMUS(NV)
	1	0.00	0.050
	2	0.05	0.021
	⋮	⋮	⋮
	2 5	30.00	0.154

变量名称可为实型数，也可为整型数，而序号（如NV, I, J, K等）却只能是整型数。维

变量数组的括号内的值表示变元。应该在原有表格中，加上序号行或序号列和程序变量名称行或程序变量名称列（如表2-1所示），以便说明同一种程序变量名称可以同时有许多数据。

(2) 拟定数据排列格式：应用FORTRAN语言时，可用字符 $rFw.d$ 和 rIw 来表示表格中的数据的排列格式，其中

r ——数域数，又叫重复系数，也就是每行有多少个数据，例如 $r=8$ ，即表示每行有八个数据；

w ——域宽，也就是数据的总位数，小数点也占一位。例如□□□7.200，其域宽 $w=8$ ；

d ——小数点后的位数；

F ——表示数据为实型数；

I ——表示数据为整型数。

例如， $10F8.2$ ，表示将表格中数据按每行10个数据（均为实型数），每个数据占八位，小数点后占用两位的格式排列； $3I3$ ，表示每行只有三个整数，每个整数只有三位，例如173，284，525。

(3) 编写输入和输出语句：在FORTRAN语言中，输入及输出语句是由维数、读、写和格式语句组成的。维数语句是一个说明语句，它要说明四个内容：传输的先后顺序，程序变量名称，维数和数据的总数。从维数语句的说明内容可知，在表格的编程中它是不可少的重要语句。下面结合本例加以说明。

维数语句的写法是

```
DIMENSION VSS(25), AMUS(25)...
```

读语句的写法是

```
READ(5, 104) (VSS(NV), AMUS(NV), NV=1, 25)
```

它的含义是用5号外围设备（即读卡机）并按104语句行的排列格式读入。读入的顺序是先接 $NV=1$ 读入 $VSS(1)$ 和 $AMUS(1)$ ，然后读入 $VSS(2)$ 和 $AMUS(2)$ ，直到读完25个。

格式语句的写法是

```
104 □□□ FORMAT(10F8.0)
```

也就是数据按10F8.0所规定的格式排列。

写语句的写法是

```
WRITE(6, 124) (VSS(NV), AMUS(NV), NV=1, 25)
```

其中，6为设备号，124为格式语句的语句行，其余与读语句相同。

在格式语句

```
124 □□□ FORMAT(1H, 10X, 6F8.3)
```

中，1H表示在下一行开始打印，10X表示有十个空格。

最后，可以写出齿面摩擦系数 f 表格的完整程序：

```
DIMENSION VSS(25), AMUS(25)...
```

```
READ(5, 104) (VSS(NV), AMUS(NV), NV=1, 25)
```

```
104 FORMAT(10F8.0)
```

```
WRITE(6, 124) (VSS(NV), AMUS(NV), NV=1, 25)
```

```
124 FORMAT(1H, 10X, 6F8.3)
```