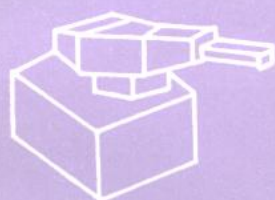
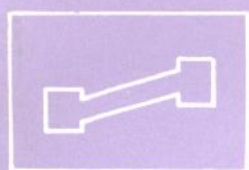


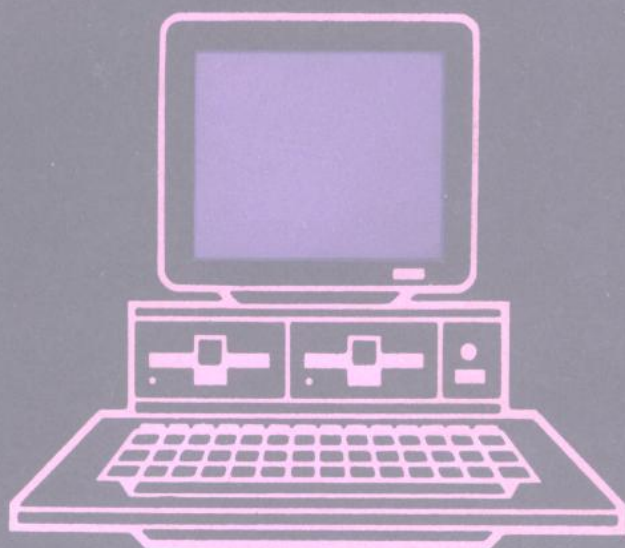
CAD/CAE/CAM 在锻压生产中的应用



IG316-8

CAD CAE CAM 在锻压生产中的应用

● 洪慎章 编著



上海交通大学出版社

TG316.3

H167

351250

CAD、CAE、CAM
在锻压生产中的应用

洪 慎 章 编 著

上海交通大学出版社

(沪)新登字 205 号

内 容 简 介

本书内容围绕锻压生产中应用计算机辅助设计的工作过程。全书共分七章,对计算机辅助设计系统型式、数学模型、计算方法、数表程序化、线图程序化、数表公式化均予以扼要介绍,对自由锻工艺、模锻工艺和冲压工艺的程序设计作了详细的分析并编制了程序框图,还叙述了机械手在锻压生产中的应用,最后略述有助于锻压工艺及模具CAD/CAM系统的模具计算机辅助制造。

本书是高等学校锻压专业高年级学生及研究生的选修课教材,也可供从事锻压生产以及科研单位的工程技术人员参考。



CAD、CAE、CAM 在锻压生产中的应用

出版:上海交通大学出版社
(淮海中路1984弄19号)

发行:新华书店上海发行所

印刷:常熟市印刷二厂

开本:787×1092(毫米)1/16

印张:12.25

字数:303000

版次:1991年9月第1版

印次:1991年9月第1次

印数:1—1500

科目:255—611

ISBN7—313—00918—6/TG·31

定价:3.20元

前 言

随着计算机技术的不断发展,特别是微机CAD系统的迅速普及,计算机的应用已日益广泛地深入到各个领域。就锻压工艺及模具设计而言,不仅可借助计算机的快速运算能力,而且可利用它的存贮、逻辑判断功能,获得“记忆”和“思维”的能力;新近出现的光笔图形显示器,则为人机对话以及进行实时的修改和方便地进行模具设计创造了更为良好的条件,它与自动绘图机联用,可以把锻压工艺的设计结果以图纸形式输出。因而计算机越来越成为工程技术人员进行创造性设计活动不可缺少的助手。“计算机辅助设计(CAD)”这门新兴学科,随着计算机软件、硬件的发展而日趋完善,并在锻压工艺及模具设计工作中以其高效率、高质量而显示出了强大的生命力。可以预言,在不久的将来,CAD将象常规设计那样,在工程技术界获得推广和普及,必将成为从事锻压工程技术人员必须掌握的基本知识和基本技能。

本书是编者通过近年来的生产实践及教学研究所积累的经验小结。在总体和章节上是按锻压专业所设置的主要工艺课程(锻造工艺及冲压工艺)编写的,并具有一定的系统性和完整性。全书共分七章,结合自由锻工艺、模锻工艺、冲压工艺及锻压机械手进行计算机辅助设计及编制程序框图。在内容的选择上主要引用了当前国外在计算机辅助设计方面的新资料,也结合我国目前的实际生产情况介绍了有关科研成就。书末还附有专用程序,供读者方便使用。

本书与锻压专业主要教材《锻造工艺学》和《冲压工艺学》以及工厂有关设计资料配合使用,可编制所需的各种专用程序,供工厂及科研单位生产应用。在学习本课程之前,学生应学完锻压专业课,并具有算法语言、线性代数等方面的基础知识。

计算机辅助设计是近年来发展起来的一门新技术,国内在七十年代才开始进行这方面的探索研究,成熟的经验和资料还不多。国外有的大学已开设这门课程,但有关锻压专业方面的完整教材还未见到。这给本书的编写工作造成了一定的困难。在编写过程中,上海兴东科技发展有限公司洪永刚同志参加了本书部分计算机程序的编辑及审核工作,在此谨表示衷心的感谢。由于编者的水平有限,书中缺点错误在所难免,热忱欢迎读者批评指正。

编 者

1990年8月

目 录

第一章 国外计算机在锻压生产中的应用及发展	(1)
1-1 概述.....	(1)
1-2 国外计算机在锻压生产中的应用.....	(2)
1-3 计算机辅助设计模具及其制造的优点.....	(4)
1-4 计算机辅助设计系统的型式.....	(5)
第二章 自动设计系统	(10)
2-1 建立自动设计系统的基本原则.....	(10)
2-2 建立自动设计系统的各个阶段.....	(13)
2-3 金属成形工艺过程中的数学模型.....	(15)
2-4 锻压工程中计算机辅助分析的基本方法.....	(18)
2-5 数表的程序化及函数插值.....	(21)
2-6 线图的程序化.....	(26)
2-7 数表的公式化.....	(28)
第三章 自由锻工艺程序设计	(33)
3-1 水压机上空心锻件锻造工艺方案选择的程序设计.....	(33)
3-2 锤上空心锻件锻造工艺方案选择的程序设计.....	(37)
3-3 金属加热时间的程序设计.....	(43)
3-4 轴类锻件自由锻工艺的程序设计.....	(48)
第四章 模锻工艺计算机辅助设计	(57)
4-1 锻件和毛坯形状复杂程度的定量估计.....	(57)
4-2 模锻工艺过程及锻模设计.....	(61)
4-3 确定模锻件余量和公差.....	(63)
4-4 锻件基本单元体积计算.....	(66)
4-5 毛边槽.....	(72)
4-6 预锻型槽.....	(80)
4-7 计算毛坯图.....	(87)
4-8 制坯工步设计.....	(94)
4-9 锻粗规则及积聚工步.....	(108)
4-10 典型锻件.....	(113)
第五章 冲压工艺计算机辅助设计	(117)
5-1 冲压件数学描述.....	(117)
5-2 冲压件图形信息化.....	(119)
5-3 确定最佳排样位置.....	(124)
5-4 冲裁搭边.....	(137)

5-5	冲裁工艺力及压力中心	(138)
5-6	凸、凹模刃口尺寸	(141)
5-7	凹模外形尺寸	(149)
第六章	计算机辅助工程(机械手)	(152)
6-1	概述	(152)
6-2	机械手在锻造生产中的应用	(154)
6-3	机械手在冲压生产中的应用	(161)
第七章	模具计算机辅助制造	(164)
7-1	概述	(164)
7-2	带肋工字梁	(165)
7-3	十字节及连杆	(168)
7-4	叶片	(174)
附 录		(177)
1.	算术平均值(A)及均方差($S \times S$)源程序	(177)
2.	线性插值源程序	(177)
3.	非线性插值源程序	(178)
4.	离散量用平均法的曲线拟合源程序	(179)
5.	离散量用最小二乘法的曲线拟合源程序	(181)
6.	求多边形面积源程序	(183)
7.	辛普生法数值积分求面积源程序	(184)
8.	求回转体体积和重量源程序	(184)
9.	曲柄-滑块机构的运动参数源程序	(186)
10.	选择毛边槽尺寸及计算毛边槽体积源程序	(187)
参考文献		(189)

第一章 国外计算机在锻压生产中的应用及发展

1-1 概 述

近年来,由于计算机技术迅速发展,特别是体积小、功能强、价格低的微机 CAD 系统的大量出现,为计算机辅助设计方法的推广和应用提供了可靠的保证。因此,传统的设计方式、手工操作锻压设备、以及模具加工都在进行重大的改革。诸如美国、英国、西德、日本、苏联等不少国家,对计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程(CAE)及计算机辅助制造(CAM)锻压工艺及模具,给予很大的重视,并在锻压生产上获得广泛应用,取得了明显的经济效益。无论是冲压件、拉延件、挤压件、圆饼类锻件、长轴类锻件或是形状复杂的叶片锻件,都可以使用计算机辅助设计和制造模具,以及操作锻压设备。

国外在五十年代末期就开始了计算机辅助设计的研究工作,简称CAD (Computer Aided Design)。所谓计算机辅助设计,首先是由设计者描述出设计模型,由计算机对有关锻压工艺的大量资料进行检索;对有关数据和公式进行高速运算,在分析的基础上,通过图象显示,设计者可用光笔等工具对图象进行修改。因此,它是一种人-机交互作用的反复作业过程。CAD 自从出现以来,发展较快,这是由于在传统的设计方式中,资料检索、计算、绘图等工作需要大量人力和较长的设计周期,有时为了节省人力和缩短设计周期,往往只能采用误差较大的近似计算方法,影响了设计的质量;另一方面,由于新技术、新材料和新工艺等的不断出现,机械产品的更新日益缩短,相应地压缩设计周期的要求也更迫切,所以传统的设计方法愈来愈适应不了这种高速发展的需要。而计算机不仅具有快速、准确的运算功能,还具有强大的“记忆”和“思维”能力,可存贮大量信息和进行正确的逻辑判断,而且,配上外围设备自动绘图机后,还可代替人完成繁琐的制图工作,光笔图形显示器更可使人与计算机进行对话,从而形成了一个入-机交互的设计系统,与传统的人工设计方法相比,它能更好地适应现代工业高速发展的需要。

随着机械、电气、电子技术的日益结合,近年来,国外机械制造技术发生了重大的变化,出现了CAD和CAM的集成生产系统,朝着高自动化、高生产率、高经济性和高灵活性的方向发展。同时,由于设计和制造信息的数据化和连续处理,使图纸将失去其作为设计和制造联系的手段,两者的分工界限也将因此而打破。

CAD是在人的参与下,以计算机为中心的一整套系统。它对锻压工艺及模具自动进行最优化设计,其中包括资料检索、工艺计算、拟制方案、确定尺寸和形状、自动绘图和打出数控加工纸带。CAM也是在人的参与下,计算机对工件的制造进行监督、控制和管理。CAM的输入信息直接来自于CAD的输出信息,两者有机地结合。总的来说CAD/CAM就是由计算机控制的自动化信息流,对从锻压件的最初构思、设计直至最终的制造、检验、管理进行控制的集成系统。

1-2 国外计算机在锻压生产中的应用

六十年代计算机发展到应用于飞机、船舶、建筑、汽车、模具、机电产品等各个领域,七十年代 CAD/CAM 系统更趋完善,而且已取得比较明显的经济效果。

国外在模具方面较早采用 CAD/CAM 技术的大多是一些大的汽车公司,如美国通用和福特、英国利兰和日本三菱等。因为这些汽车公司认识到模具在国民经济中的重要性及必要性,必须把 CAD/CAM 技术较早地引入模具设计及生产中。如果不在这个关键而又薄弱的一环实现突破,要改变传统的模具设计及制造这种低效率、高成本、长周期的被动局面将是很困难的,尤其对于更新换代快的汽车制造业来说,更是不容易,而 CAD/CAM 技术正是解决存在问题的最有效途径。

当然,模具的计算机辅助设计和制造也经历了它自己的发展过程。

首先,从人们对待 CAD/CAM 的态度上来看,由观望而转变为积极。五十年代末期,人们对美国通用汽车公司为采用这项新技术所进行的投资是持怀疑态度的。六十年代末,计算机辅助模具设计和制造基本发展成熟。到七十年代,微机系统更趋完善,效果日益显著,因此在美、英、日、法、意、西德、苏联、捷克和加拿大等国普遍受到重视,不断出现了各类锻压模具的 CAD/CAM 系统。

其次,从模具使用 CAD/CAM 的情况来看,由初期的单一品种的简单模具发展应用到多品种的复杂模具,使用面越来越广。一般往往首先用于简单的冲裁模或级进模,随后逐步发展到复杂的汽车车身覆盖件的拉延模,进而扩大到其他类型的模具,如锻模及挤压模等型槽模具。

现在将各类锻压模具所用的 CAD/CAM 系统分别简介如下:

(1) 冲压模

国外冲压模的 CAD/CAM 系统较多,使用较早较普遍。现以 1971 年 Die-Comp. 公司的计算机辅助设计级进模的 PDDC 系统为例,说明大致的辅助过程:用户的产品草图及要求→打印成纸带输入计算机→绘图机自动绘出带尺寸的验证图→用户检验、认可→设计最佳排样图→确定操作顺序、步距、空位、总工位数,绘制带料流程图(其中包括自动识别图形、判断零件类型、计算合理的应力分布等均按可接受的实用手册来确定)→用户不满意,可重新设计→最后计算机输出模具装配图及零件图,冲床吨位、材料清单、外购件厂商目录,模具成本和加工用的数控纸带。

PDDC 系统提供了一种以理论和经验为基础的设计途径,即在计算机系统之中存贮了模具设计的经验、数据、公式、标准及有关的工程科学(几何、物理、冶金、热处理、材料、应力分析、材料流动等),加上计算机的速度,不到一天的时间就可设计出简单多工位级进模。必须指出,条料排样和流程安排在这种级进模设计的系统中显得更重要。

1977 年捷克金属加工工业研究院的 AKT 系统是一种用于冲裁模、复合模和级进模的复合式的程序,共 10 个主程序、149 个子程序,并结合有 70 个可供使用的文件,采用 FORTRAN IV 语言,设计时间由过去的 50 小时降低到 1.5 小时。1978 年日本机械工程实验室用于级进模的 MEL 系统和 1979 年日本旭光学工业公司用于冲孔及弯曲模的 PENTAX 系统,模具的设计时间和劳动力分别减少到只有原来的 1/10 和 1/5。1977 年日本 Japax 工程部在 CAM

方面也实现了对话方式的自动编程系统 JAPT, 此系统具有校核机能, 能够控制 10 台以上的数控机床(如线切割机床、电火花机床等)来加工模具。

关于汽车覆盖件拉延模, 由于其复杂程度较大, 美国通用汽车公司虽然从六十年代就为车身工艺装置的制造发展了 INCA 系统, 但是直到 1973 年才比较完善地解决了从设计到制造的问题。如已建立了若干条完整的车门、车盖、车身前保护板的模具生产线。该公司对金属在拉延模中成形的理论作出了重大的贡献, 现在已能用数学模型来提供设计。美国福特汽车公司和英国 PSF 公司也很好解决了拉延模的问题。PSF 公司现在已能用 CAD/CAM 系统生产七种冲压模具: 单动、双动拉延模、落料模、冲孔模、修边和弯边模以及级进模等, 大大地缩短了从设计到投产的时间。

(2) 锻模

1971 年美国巴特尔哥伦布实验室开始研究锻模的 CAD/CAM, 英国伯翰大学和西德 Deutsche Edelstahl Werke 在这方面曾做了大量的研制工作。现已用于长轴线和轴对称锻件的热模锻和汽轮机叶片的精锻模。锻模辅助设计的基本原则是由 Voightlander 所提供。两个主要的设计环节是毛边几何尺寸及预锻模型槽。根据毛边尺寸和锻造压力的分布, 考虑金属的流动、型槽的充填以及毛边金属的损耗最小来最后确定锻造负荷中心和预锻模型槽。计算机辅助设计过程为:

把用 APT 语言描述的锻件几何形状(锻件一般是按其基本几何体组合来划分为不同类型的), 经过穿孔纸带输入计算机→获得终锻模型槽→再输入必要的材料特性等, 分析设计出预锻模型槽各部分不同的断面, 以 X 、 Y 、 Z 坐标表示→确定刀具加工轨迹→把轨迹转换成数控加工预锻模型槽用的电火花电极的纸带。

BLDFORG 是美国巴特尔哥伦布实验室的一种模式结构、交互型的计算机设计程序, 用于汽轮机叶片的精锻模。而 BLDSURF 则是根据 BLDFORG 的输入, 随后产生模具复杂曲面刀具轨迹, 结合识别曲线轨迹的一种特殊功能目的程序。

1962 年苏联自动化控制系统科学研究设计院编制了锤上锻模的计算机辅助设计程序和热模锻压力机上锻模的计算机辅助设计程序, 并已用于汽车和拖拉机锻件的工艺制订及模具设计。它与传统的人工设计相比, 节约金属 5~7%, 减少生产准备时间 8~10 倍, 减少绘图时间 35~40 倍。

1978 年苏联仪表工业部用于锻模的计算机程序“ABTO—IIITAMII—1II”能为模锻生产设计出 17 种类型锻模, 可以满足该部所需锻模的 95% 和解决仪表制造所需模具的 42%。

(3) 挤压模

1976 年英国 BNF 金属技术中心用计算机辅助设计热挤有色金属(铝、铜)的挤压模具, 全过程也是从图形形状输入到产生图纸或数控加工纸带。特点是采用识别形状的典型程序, 如面积、周长、重心、外接圆、舌状、枝状、尖角等, 对设计作出正确判断和补偿措施, 执行处理形状的程序, 获得最终设计。从而减少了模具的试验次数, 缩短了制造周期, 形状设计后约 1 小时可生产出数控纸带, 两天内即可制出模具。

1977 年美国巴特尔哥伦布实验室和陆军材料和力学研究中心编制了两种热挤压模的 CAD/CAM 系统。ALEXTR 是平面模的交互型系统, 包括产生加工模具用的数控纸带, 是用来对铝进行无润滑的挤压。SHAPE 是流线型挤压模的计算机程序。该模具用来对钛、钢或其他硬材料的各种型材进行有润滑的挤压。系统可以用程序组的形式使用, 也能够以人-机交互

形式使用。这两种模具都是建立在金属变形的基本规律和估算挤压载荷的基础上来进行设计的,只要稍加修改,这些技术就可用于冷挤压和温挤压。由于使用了这些系统,模具试生产时间和设计时间分别减少25~50%,而且提高了模具寿命和减少了材料费用。

1-3 计算机辅助设计模具及其制造的优点

由上述应用的情况可知,使用计算机辅助设计及制造模具的优点如下:

一、提高产品质量

在人们籍经验设计计算时,不可能进行多方案综合分析比较,而采用 CAD 之后,由于计算机的最显著特点是不怕千万次重复计算,而效率又极高,所以能进行多方案论证,多变参数模拟。又由于在计算机系统内,存贮了综合性的各种有关专业技术知识,为模具的设计和制造提供了科学的基础。加上人机联系,充分发扬各自特长,使产品的设计制造最优化——质量最好,产量最高,经济性最大。另外,由于从设计开始集成采用同一的基本数据进行数控,为产品的制造带来了一致性、重复性和精确性,从而大幅度地提高了产品质量。

二、缩短模具设计和制造周期及提高生产率

由于计算机的高速运算,使产品精度高,装修时间以及模具工艺设计所需的试验次数明显减少,加上工程的高速自动化,大大缩短了从设计到制造的周期。实际上也就是提高了生产率。一般冲模可在 1.5 小时内设计好,锻模可在 2 天之内交货。例如,美国巴特尔哥伦布实验室开发了汽轮机叶片精锻 CAD/CAM 系统,用其命名为 BLDFORG 程序完成工艺几何设计、力能优化设计、原材料的计算及得出各型槽的尺寸图纸及数控加工所需的指令带,亦只需在几小时之内完成,提高效率数十倍。

三、降低成本

由于劳力、时间、材料的节约以及为配合计算机,必须促进设计和制造等的标准化,使模具成本有了迅速的下降。如捷克复合冲裁模的 AKT 系统,成本减少了一半。

四、减少熟练的工程技术设计人员

由于设计及计算工作采用人机对话的自动设计系统,因此对操作人员的技术水平要求不高,明显地减少了熟练的工程技术人员;并且,大量的工程计算及设计都由计算机、自动绘图机来完成,所以人可以从繁冗的计算和制图劳动中解放出来,更好地从事其他创造性的劳动。

五、提高产品的竞争能力

由于产品设计时间显著减少及设计质量较高,使整个投产周期大大缩短,从而扩大了市场的竞争能力。

但是需要指出,计算机辅助模具设计及制造还存在一些问题。例如,计算机的价格较高,投资大;微机系统的配套还不够完善,必需逐步更新;编程语言的适应性不够大,应不断开发等。

1-4 计算机辅助设计系统的型式

自从计算机辅助设计在各个设计领域应用以来,已经有许多种设计系统在各个领域内卓有成效地工作着。设计系统的型式主要以系统是否具有人机对话功能而分成会话型和非会话型两大类。

会话型系统是指具有人机对话功能的系统。它的作业过程要在人的直接参与下,以人机对话的交互作业方式来进行工作的,所以这种作业仍是以人为中心的,称为会话型设计系统。这种系统适用于设计目标难以用目标函数来定量描述的设计问题。

非会话型系统是指不具有人机对话功能的系统。它在作业过程中勿需人的参与或者只要很少的人工参与,机器会根据用户编制的程序自动地完成各个设计步骤,直至获得最优解为止,所以这是以机器为中心的系统,也称为“自动设计”系统,简称AD(Automated Design)。这种系统适用于设计目标能用明确的目标函数来定量描述的设计问题。

非会话型系统按其功能的不同,又有信息检索型、试行型和自动设计型之分。兹将上列几种设计系统的作业方式和主要特征分述如下:

一、信息检索型设计系统

将某种定型模具的标准化图纸,变成图纸信息存入计算机的存贮器中,在需要时可按所需的要求,从中自动检索出合适的标准图形,这种主要以信息检索的方式进行设计工作的系统称为信息检索型设计系统。

这种系统主要适用于已有具体设计和已标准化的一些模具,例如冲压工艺中典型形状零件的落料模、冲孔模;模锻工艺中的饼类锻件的锤锻模;挤压工艺中典型轴对称零件的挤压模等。系统的建立步骤为:

(1) 整理以往某种定型模具的图纸,结合将来可能的发展,汇总成几种标准图形。

(2) 对于某一图形的模具,建立能提供选择最佳标准图形的检索系统。

(3) 把标准图信息和附属信息(如决定尺寸、材料、作图规程以及决定加工条件和工程管理指令等信息)一起存入计算机存贮器中,在需要的时候可随时检索输出。

下面以“落料模信息检索型设计系统”为例来具体说明(图1-1)。

设计者对落料模图形进行检查,并使之标准化后变成代码输入计算机。由于计算机存贮器中有30种落料模的标准图形、50种可由计算机按需要选择的常用零部件图等,因此机器能按落料模图形从中选择合适的图形。其结果由打印机输出,并由设计者予以确认。此时,所选择到的图形只有结构形状,还没有具体的尺

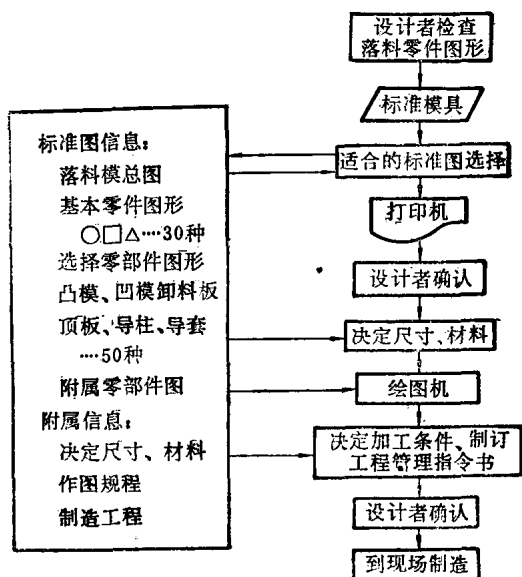


图1-1 落料模信息检索型设计系统流程图

寸。于是，机器会按所定形状自动通过存贮器中的附属信息来决定图形各部分的尺寸和所用的材料，自动绘图并输出必要的加工条件和工程管理的指令等。整个方法，都与一般的信息检索相同。对于已在计算机中备有图形，或者说对某种已经标准化了的定型落料模的设计，使用效果很好。不过，检索型系统存在如下三个问题：

(1) 由于系统的工作主要是选用事先存入机器中的标准图形及有关参数，因而不适于新模具的设计。

(2) 在这种系统中，修改标准图形很困难，而在设计中修改是经常遇到的。例如加工方法改变时，设计图形往往也要作相应的改变，因此当遇到要作修改标准图形的设计时，系统难于实现。

(3) 由于它属于一种专用系统，只适用于特定的对象，大量的专用程序没有通用性，因此经济效果不够理想。

正因为这样，所以发展成为另一种设计系统。

二、试行型设计系统

模具不断更改时必须对原设计图形进行修改。这就需要设计者参与这个设计过程，于是在信息检索型的基础上发展成一种试行型(Cut and Try)的设计系统。

这种系统主要是利用了阴极射线管 CRT 显示终端装置。它是把设计者对修改图纸的构思变成软件输入计算机，计算机经过适当处理后又将修改结果以图形的形式在 CRT 终端上显示出来，由设计者作出判断，然后通过修改程序，再输入计算机进行处理。这样经过几个循环，直至得到满意的结果为止。这种系统的流程图如图 1-2 所示。

但试行型设计系统也存在两个问题：

(1) 由于它的基础与信息检索型类似，所以计算机本身不能直接接受设计新模具的程序。

(2) 图形处理语言也很薄弱，使用效果还不够理想。

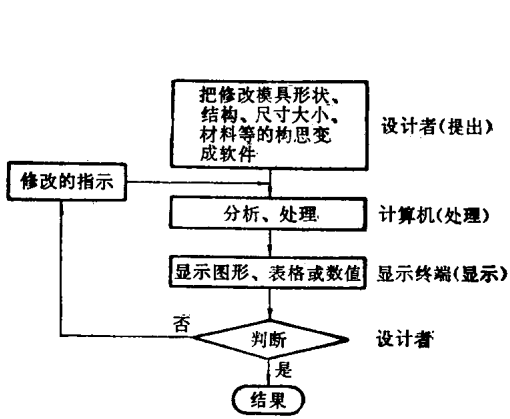


图 1-2 试行型设计系统流程图

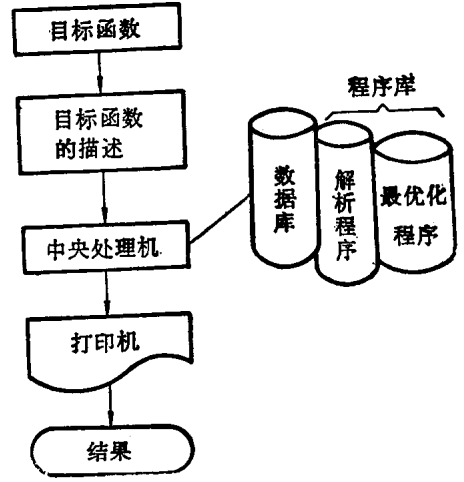


图 1-3 自动设计系统流程图

三、自动设计系统

图 1-3 表示自动设计系统流程图。它的工作方式是：把作为锻造及冲压工艺设计目标的

目标函数编成程序输入计算机,经中央处理机处理后,能直接输出已经优化的最终结果。设计过程中对于目标函数的优化,不靠人的参与,机器能自动调入相应的优化程序来作出决策。解析目标函数所需要的数据和解析程序,亦能从数据库和程序库中获得。整个设计过程都由机器自动进行。例如,在板材落料工艺中的排样设计,若以保证最高材料利用率作为设计目标,只要在一定的约束条件下能建立起目标函数,则把该目标函数作了定量描述后,编成程序输入计算机,就可以利用本系统的作业方式来自自动求得相应的最优解。

应当指出,自动设计系统的作业方式,虽然有较高的自动化程序和一定的工作效率,但也存在如下三个问题:

(1) 由于它是要根据目标函数来进行求解的,因此只适于解决事先能用数学形式描述的一类工程问题。如前所述,实际的工程问题有许多是难以事先用数学形式加以明确描述的。

(2) 它的作业过程是不靠人的参与,由机器直接求得最优解的。可是,设计中的许多问题往往要靠人的直觉、经验判定和人的智慧创造,若全都由机器来解决,有时并不能取得很好的效果。

(3) 全由机器来自动处理解题程序必然非常庞大,必须把所有与设计有关的资料、解析程序和最优化程序等全都存入计算机内,这样就要求相当大的机器容量。

因此,这种系统目前还只适于解决目标函数比较简单的一类设计问题。

上面分析了非会话型系统的三种作业方式的特征及其存在的问题。下面来介绍会话型系统的作业方式。

四、会话型设计系统

会话型设计系统是目前在计算机辅助设计系统中较为完善的一种型式,它主要是发展了CRT显示器和人机对话语言的结果。这种会话型系统曾有一个逐步完善的过程。早期由于还没有有效的会话设备,因此“会话”只能简单地依靠电传打字机来进行,因而把只用简单的会话设备来构成的设计系统称为简单的CAD系统,如图1-4所示。

它的工作方式如下:

由设计者把描述有关设计模型的程序穿成卡片(或纸带),输入计算机进行解析,然后在打印机上输出结果。设计者查看结果,判断是否满足?如果不满足,则可以通过电传打字机对模型作少量的实时修改;当修改工作量较大时,实时修改会过多占用主机的时间,在经济上不太合适,一般在下机后直接修改穿孔卡片(或纸带),然后由计算机重复上述解析过程,直到得出满意的设计解为止。因此这种系统带有会话型设计系统的一些特征,当比较完善的会话设备还没有大量应用之前,这种系统在现实上是可取的。

随着人机对话的硬件和软件技术的发展,比较完善的会话型设计系统在六十年代前期开始建立起来,以后又日趋完善,现在对会话型系统有了更明确的含义,这就是:由设计者描述出设计模型,而由

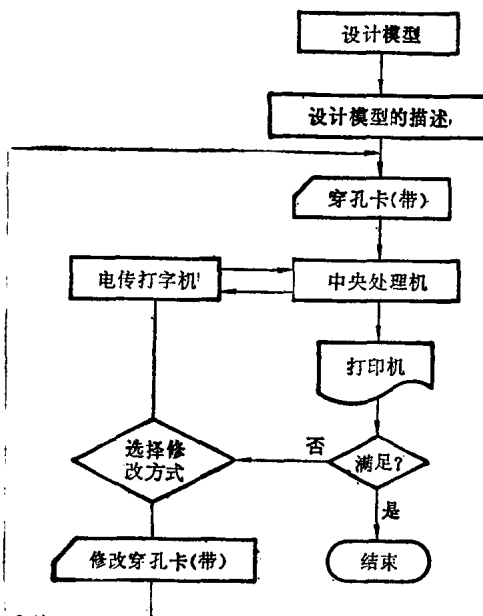


图 1-4 简单的CAD系统的流程图

对图形进行实时修改,计算机根据修改的指令,再次作出响应,并重新组织显示。这样一种具有人机交互作用的或者对话式的反复作业过程的系统,称为会话型的计算机辅助设计系统。图 1-5 是目前较为完善的带 CRT 图形显示器的会话型设计系统流程图。

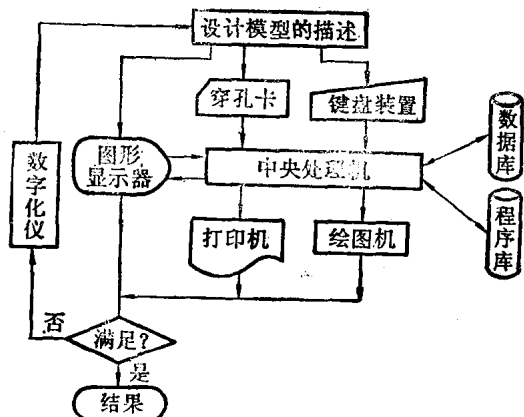


图 1-5 带CRT图形显示器的会话型设计系统流程图

这种系统可以通过穿孔卡(或纸带)或键盘装置来作输入,并通过 CRT 图形显示器与计算机进行对话。由于图形显示器是既能作为输入又能作为输出的装置,它能直接显示文字说明、数据表格、各种曲线和图形,还能将图形进行缩放、移动和旋转等,因此设计人员能够通过

对不够满意的地方可作“实时修改”。所以，它与处理的特性有机地结合起来，显示出这一类绘图机和行式打印机，以便将设计结果通过这为解析这些数学模型所必要的各种数据文件，有关规范以及其他数据等。还设有程序库、存贮常微分方程、用牛顿法解高次方程的根、用辛浦过建库，预先存贮在外存中，在分析和设计过程点很多，但目前也存在如下三个问题：

一般最大直径可做到90cm,从经济考虑以50cm显示还显得较小,所以现在已向大屏幕的显示方

为设计时间长,费用高。
完善等。

CAD 两种作业方式截然分割开来。在 CAD 中, 自动作优化处理的话, 那就无需设计者再通过手工实现部分的自动设计。

而且利用计算机辅助制造。CAD/CAM 系统是过去, 设计和加工通常是分开进行的。从特别是用图纸在数控机床上加工零件时, 首先要几何形状和尺寸是以数值形式表示的。CAD 的因此, CAD 的输出数据可以代替图纸一起提供接起来, 构成 CAD/CAM 系统。CAD/CAM系

在用 CAD 的设计过程中,应尽可能通过人机对话使设计者有最大的主动性。但设计定下来后,在将设计数据输入加工过程的软件中时,应使人的干预最少就能得到加工零件的程序。

图 1-6 是一个 CAD/CAM 的框图。该系统在数控铣床上加工模具。图中 APT(Automatically Programmed Tools, 自动编程工具)是软件的名称,它既表示一种语言,也表示一种计算机程序。APT 语言描述在数控铣床上进行操作的顺序。

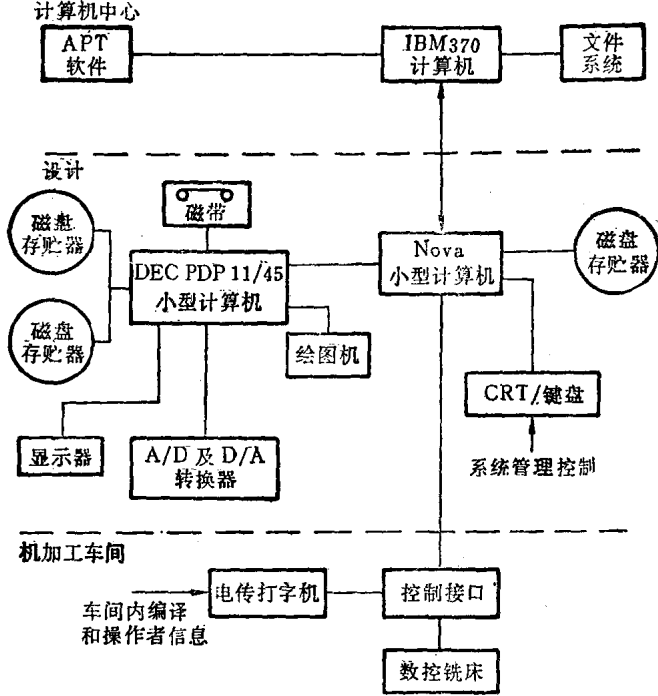


图 1-6 CAD/CAM 系统

第二章 自动设计系统

2-1 建立自动设计系统的基本原则

自动设计系统是自动设计、构造和进行生产工艺准备的系统,它广泛地运用经济-数学方法和计算机,合理地 and 自动地获得各种过程、技术项目和系统(包括工厂、车间、机器、工艺过程、装置等)的设计方案和技术文件。

建立自动设计系统的主要目的在于提高工程师的劳动效率(节省时间、提高被研制的产品质量)。

自动化最主要的成果之一是缩短了设计期限。由于现代技术项目的复杂性,往往吸收不同行业的技术人员集体设计,所以,互相配合的设计常常被拖延,这样就使得设计中所引用的原始资料过时了。设计期限是对加快技术进步有重要影响的一个参数,从这一观点来看,建立自动设计是一个最迫切的任务。

在大批量生产的条件下,依靠技术-经济分析和选择最优化方案来提高设计质量也是一个重要问题。

自动设计系统能在各种不同的设计机构和部门中广泛推广最先进的计算方法、定额的和标准的参考资料、设计方案的最优化方法。

将现行的设计系统转变为自动设计系统,是一个复杂的和长期组织技术的过程。

由于在工厂和研究所里出现了计算机,开始建立了企业管理自动系统,自动设计系统在五十年代末期首先应用于结构和工艺计算。开展这些工作的或者是个别的大学、研究所和工厂里的总设计师处、工艺师室和冶金师室等,或者是企业管理自动系统中生产技术准备的管理子系统。在许多企业和机构里,解决了大量的工程问题,如零部件和单个机构的模拟和计算,工具、锻件、冲压件、锻造工艺过程、热模锻、冷冲压、切削加工的设计,工作制度和时间定额的计算,材料的消耗等。

分析前几年的自动设计系统,可得出这样的结论:这些工作基本上具有局限性,它们只是实现个别的、局部的自动设计任务,完成这些工作也只是靠各个单独的小组,没有足够配合和相互联系,无法保证方法、资料和数学的一致性。这样,在不同企业采用这些程序时遇到了困难,且无法把各个独立程序合并成一个系统。

在建立自动设计系统方面的鉴定成果及其在不同工厂里试验和工业应用的结果,都证明了在生产技术准备方面采用计算机的可能性和合理性。同时也暴露了一些妨碍自动设计方法在工业上广泛应用的重要缺点:

(1) 在大多数解决局部课题的程序之间几乎没有联系,它们互不相容,仅对某工厂具体情况下的具体生产有用处,而难于推广到该部门的其他工厂里去;由于要花大量时间用来编码和准备把每一课题的原始资料输入计算机,并且需要多次抄写设计和工艺文件中的机器计算结果,因此,各个独立程序和子系统的经济效率不高。

(2) 从适应自动设计任务的观点来看,在自动系统中,现有计算机和相应输入输出设备的

配套是多种多样的和不固定的,在大多数情况下,它们很难适应自动设计任务;机械化和自动化编码、译码的技术手段以及图形仪、显示仪也很少使用。

(3) 很少推广解决自动设计课题的系统方法,缺乏解题的数学保证手段,这种手段能使工艺设计课题编程自动化;设计自动化的很多程序都是由自动代码组成,有些甚至于由计算机的机器代码组成,这就限制了在其他机构里引进和运用程序,限制了解决类似问题的程序和其他机构的程序的对接和运用,难于修正系统里的算法和标准参考资料,难于计算具体的生产条件,难于发展和扩充现有自动设计系统的职能。

(4) 对于用计算机设计的结构、工艺过程或设备的方案,还没有充分利用技术-经济的分析和论证方法,还没有充分利用寻求最优方案的方法。

在自动设计工作中应考虑在该部门内生产的特点。而设计自动化方面的大多数现有程序,基本上只能用于单件或小批量生产的企业。在这些企业里虽然经常有着大量设计工作,但对于使用计算机获得设计文件的要求并不高。

目前,设计方法按其作用有如下两种:

一种是信息检索设计方法,即利用信息来检索。该方法是根据所给特征找出典型的或成组的工艺过程和设备(在计算机里贮存着过程和设备的目录),并根据具体条件准确执行。

另一种是综合零件设计方法(拼块设计方法)。在这种设计方法中,贮存了所有可能的单元,然后根据所给的特征,将这些单元进行组合,便可得到所需零件的种类。综合零件的成组工艺过程是与设备和装置结合的工艺工序卡(工艺流程)。决定该组中具体零件的工艺过程,应从制造该零件所必需的工序的成组工艺过程中来选择。在选择工序时利用了形式化的原则,这些原则确定了零件和工艺过程中各个工序在工艺、结构和生产参数方面的一致性。

在大批量生产的企业中,对设计方案的质量要求很高。例如,在某一工艺过程中甚至减小一点点金属消耗或劳动量,就能在制造几十万、几百万零件时,由于大量采用这一设计过程而得到很大的经济效果。此时必须单独设计(综合)工艺过程和用于被制造零件的装置,要考虑零件形状和尺寸的特殊性和所用工艺装备的可能性,并需使设计方案最优化。将设计过程划分成单元的、然而却是通用的工序(计算、接纳方案和几何改造等的单元),其中每一个工序已不依赖于零件特点和设计过程。但是,综合起来的成套单元工序能够保证对任何形状的零件及其工艺要求得到可行方案。

在设计工作自动化积累的经验的基礎上,再加上由于更加完善和高速的通用计算机的出现,特别是操作系统、图表资料输入机械化装置、操作显示装置和资料输出装置的发展,以及分析国外在生产工艺准备方面使用计算机的经验,所以我们能够对进一步发展生产技术准备综合自动化的工作提出要求和制定自动设计系统的原则。这些原则如下所述:

(1) 被设计的系统应该包括范围较广的成套课题,在生产工艺准备过程中,为解决这些课题只对资料进行一次编码,而不需中间过渡性的手工重新编码。

完全的自动设计系统的效果特别好。这些系统建立在信息描述、方法学、数学、程序和技术方面能保证一致性的基础上,包括了设计工作和生产工艺准备、直至工艺设备的自动控制等各个阶段。此时,所有生产准备过程都视为相互联系的资料改变过程。

将自动设计系统划分成许多子系统,并根据一定从属关系的原則来构造这些子系统,这是减少复杂工程项目设计困难的有效手段。这样就能利用小规模 and 简单项目的自动化,然后把各个子系统联成一个综合系统来建立能力很强的自动设计系统。但是在制定系统的各部分