

冲压工艺与 模具计算机辅助设计

肖祥正 等 编著

机械工业出版社

112

冲压工艺与模具计算机 辅助设计

肖祥芷 等编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具计算机辅助设计 / 肖祥芷等编著. - 北京:国防工业出版社, 1996.5

ISBN 7-118-01535-0

I. 冲… II. 肖… III. ①冷冲压-工艺②模具-计算机辅助设计 IV. ①TG386②TG760.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 17102 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 8 3/4 229 千字

1996 年 5 月第 1 版 1996 年 5 月北京第 1 次印刷

印数: 1—6000 册 定价: 13.70 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。

2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技发展具有较大推动作用的专著;密切结合科技现代化和国防现代化需要的高新技术内容的专著。

3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合科技现代化和国防现代化需要的新工艺、新材料内容的科技图书。

4. 填补目前我国科技领域空白的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

5. 特别有价值的科技论文集、译著等。

国防科技图书出版基金评审委员会在国防科工委的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承

IV

担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版,随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技工业战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金
评审委员会

国防科技图书出版基金

第一届评审委员会组成人员

主任委员：冯汝明

副主任委员：金朱德 太史瑞

委员：尤子平 朵英贤 刘琯德
(按姓氏笔画排列)

何庆芝 何国伟 张汝果

范学虹 金 兰 柯有安

侯 迁 高景德 莫梧生

曾 铎

秘书长：刘琯德

前 言

板料冲压零件在电子、轻工、汽车、飞机、仪表等产品的零件总量中占有很大比重。采用冲压工艺生产零件的优点是生产率高,生产费用低,操作简单,适宜于大批量生产。但是模具的设计和制造却很复杂。采用传统的手工设计模具与一般机械加工方法制造模具时,要求模具设计和加工人员具有丰富的经验。模具设计与加工的成败完全决定于人的经验,而且设计与生产周期长,劳动强度大。

为了提高产品质量,缩短生产周期,适应工业产品迅速更新换代的要求,一些先进工业国家在 70 年代即开始研究与应用模具 CAD/CAM 技术。而我国在 80 年代初才开始这方面的研究工作。近年来,国内已有许多单位引进了加工模具的数控设备,而且开发和应用模具 CAD/CAM 的单位也日益增多,很多技术人员希望能尽快掌握这一新技术。作者从 1980 年开始从事冲压模具 CAD/CAM 的研究工作,多次承担有关冲模 CAD/CAM 的国家课题,并先后研制成功精冲模 CAD/CAM 系统、冲裁模 CAD/CAM 系统、多工位级进模 CAD/CAM 系统以及拉伸与弯曲工艺设计两个专家系统。作者在系统总结上述研究成果的基础上,并结合当前 CAD 技术的发展状况编写了本书,以促进模具 CAD/CAM 技术在我国的应用与发展。书中主要介绍了冲模 CAD 的基本原理与方法,由于冲模 CAD 系统程序量大,故不能在本书中作有关编程方法的介绍。

本书共分六章,肖祥芷编写第一、四章及 3.1、3.2、3.3、6.1 节,李建军编写第二章,童枚编写第三章及 4.5 节,伍晓宇编写第五章,李志编写第六章及 5.4 节。全书由肖祥芷、李建军统编及修

改,由华中理工大学肖景容教授主审。

在此仅向参加过“冲模 CAD/CAM”课题的同志及支持本书编写的李亚农、刘力同志致谢。

由于作者水平有限,加上模具 CAD/CAM 技术仍处于发展之中,故书中难免有错误之处,敬请指正。

内 容 简 介

本书是作者长期进行冲裁模 CAD 系统研究的经验总结,在书中较系统的论述了冲模 CAD 系统的基本组成与建立过程。并以冲裁模 CAD、级进模 CAD 以及冲压工艺设计专家系统为例讨论了有关系统的具体实现方法。全书共分六章,第一章为概述,介绍国内外冲模 CAD 概况与冲模 CAD 系统建立过程。第二章重点论述了板金件的特点及特征造型方法。第三章介绍模具 CAD 系统中的数据处理方法,特别是介绍了模具结构设计中的数据处理方法。第四章详细阐述了冲裁模 CAD 系统的内容组成与实现方法。第五章为级进模 CAD,重点论述了级进模设计中交互式条料排样设计系统与级进模模具结构设计系统的实现方法。第六章为冲压工艺设计专家系统,论述了冲压工艺设计知识的表达方法,并介绍了两个冲压工艺设计专家系统实例。

本书可供高等学校有关专业师生与从事模具 CAD 系统研究开发的人员参考。

ISBN 7-118-01535-0/TG·93

定价:13.70 元

目 录

第一章	概论	1
1.1	模具 CAD 的基本概念	1
1.2	冲模 CAD 发展概况	7
1.3	冲模 CAD/CAM 系统的建立过程	10
第二章	板金零件造型	14
2.1	几何造型理论及方法	15
2.2	特征造型	26
2.3	板金零件的特点及其几何造型方法	32
2.4	板金零件的特征造型	41
第三章	模具 CAD 中的数据处理	58
3.1	数表的程序化和公式化	58
3.2	线图的程序化	65
3.3	数表的文件化	66
3.4	数据库	69
3.5	数据结构	86
第四章	冲裁模计算机辅助设计	102
4.1	冲裁模设计概述	102
4.2	冲裁模 CAD 系统功能模型与组成结构	103
4.3	冲裁工艺 CAD 方法	110
4.4	冲裁模具结构 CAD	144
第五章	级进模计算机辅助设计	162
5.1	级进模设计概述	162
5.2	级进模 CAD 系统功能模型	168
5.3	级进模 CAD 系统总体设计与组成结构	172
5.4	级进模工艺设计	175
5.5	级进模模具结构与零件 CAD	191

第六章 冲压工艺设计专家系统	212
6.1 专家系统的一般概念	212
6.2 冲压工艺设计的特点	214
6.3 专家系统技术在模具 CAD 中的应用现状	217
6.4 冲压工艺知识的表达方法	221
6.5 面向对象专家系统工具	237
6.6 冲压工艺设计专家系统实例	252
参考文献	269

第一章 概 论

模具的设计与加工水平,直接关系到产品的质量与更新换代。随着工业的发展,人们愈来愈关注如何缩短模具设计与加工的生产周期以及怎样提高模具加工精度。一些先进工业国家率先将计算机技术应用于模具工业,即应用计算机进行成形工艺模拟与模具设计,绘制模具图纸并广泛应用 NC 和 CNC 机床加工模具,从而出现了模具 CAD/CAE/CAM 一体化系统,达到了提高模具设计效率与加工质量、缩短模具生产周期的目的。

1.1 模具 CAD 的基本概念

1.1.1 计算机与人在设计中的作用

计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)是人和机器相结合共同进行设计的一种方法,从而使人和机器的最好特性联系起来。人的特性是具有思维、逻辑推理、学习以及直观判断的能力。而计算机具有运算速度快、精确度高、信息存储量大、不易忘记与不易出错等特点。结合的方式是首先由人根据设计目标将设计过程与方法进行综合分析建立模型(包括数学模型、数据模型、几何模型),编制成可运行的程序。在程序运行过程中计算机将发挥其特长完成数值分析、计算、图形处理以及信息管理等任务。而人将运用自己的经验与判断能力来控制整个设计过程,这种控制是通过人一机对话或图形显示的方式进行,让人和计算机之间进行信息交流,相互取长补短,从而获得最优设计结果。

1.1.2 模具计算机辅助设计的优越性

模具设计过程包括产品零件工艺性分析、毛坯展开、毛坯排样、工序设计与排序、工艺方案选择、压力与压力中心计算、模具结构与绘制模具图纸等。用手工设计模具时,模具设计的质量与效率全部依赖于人的经验与熟练程度,因此不仅模具设计时间长,而且由于人的失误可能造成模具报废;至于用传统方法加工模具,更需要熟练的技巧和繁重的钳工劳动,生产周期长。基于上述情况使得模具的加工质量和数量远远满足不了目前工业发展的需要,为此必须采用计算机辅助设计方法进行模具设计,因为模具计算机辅助设计具有下述优越性:

(1)缩短设计周期,提高生产率。由于计算机的高速运算能力和绘制图纸的自动化,因此可以大大缩短设计时间。如采用冲裁模 CAD/CAM 系统与级进模 CAD/CAM 系统设计冲模,可比手工设计提高效率 2~5 倍以上。同时由于采用 CNC 机床加工模具提高了模具加工精度,减少了大量机加工与钳工修配模具的时间,所以使整个模具生产周期大大缩短。

(2)可以提高模具设计质量。由于计算机内可大量存储有关模具设计的数据、设计经验以及采用一些科学计算方法(如优化方法、有限元方法等),加上计算机与人的交互作用,可发挥人机各自的特长,故不仅保证了模具设计的合理性,而且可避免人为的失误,因此提高了模具设计的质量。

(3)应用计算机辅助设计方法可以更好地发挥人的创造性。手工设计模具时,工程技术人员大量的时间均花在繁杂的运算与模具图纸的绘制中。特别是在复杂的级进模设计时,其条料排样图与模具结构设计要经过反复推敲与试绘,占去很多时间。而在 CAD 中可利用计算机高速运算与图形处理的功能完成这些工作,人们则可应用自己的智慧花更多的精力与时间去进行创造性的劳动。

1.1.3 模具计算机辅助设计的硬件与软件组成

一个完整的模具 CAD 系统应具有几何构型、分析、计算、绘图、数据管理等功能。为实现这些功能应配置相应的硬件与软件。

一、硬件

计算机辅助设计系统的硬件由主机、外部存储器、图形终端、输入输出设备等组成。图 1-1 所示为模具 CAD 系统的硬件组成。

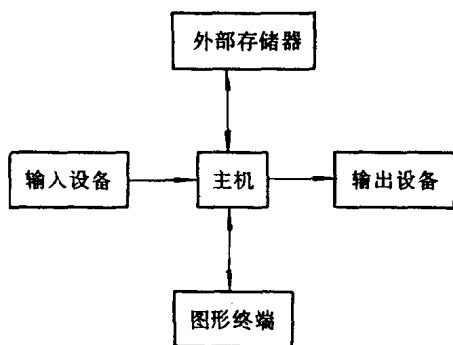


图 1-1 CAD 系统的硬件组成

(1)主机即计算机。由中央处理机(包括控制器、运算器)、存储器(又称内存)以及 I/O 接口构成。主机是控制及指挥整个系统并执行运算、逻辑分析的装置。计算机有大型、中型、小型以及微机之分,过去 CAD 系统以中、小型计算机为主,现在随着 32 位超级微机的出现,一台单机的功能几乎可覆盖小型机与中型机,因此出现了由超级微机组成的 CAD 工作站,且工作站上软件环境也较一般微机好,故对于形状复杂冲压件的模具 CAD 系统应在工作站上开发,对平板或形状简单零件的模具 CAD 系统则可在微机上开发。

(2)外存储器是作为扩大存储量,减低计算机成本而设置的一种辅助存储装置,用来存放大量暂时不用而等待调用的程序或数

据。当需使用外存储器中的信息时,CPU 根据指令,通过控制器将这些信息调入到内存才能使用,如果要将计算结果送至外存中存储起来,也必须经主存储器才能写入外存储器中。目前用作外存储器的主要有磁带、硬磁盘和软磁盘。

(3)图形终端包括图形显示器与键盘,是交互式 CAD 系统的关键设备之一。图形显示器按工作原理可分向量刷新式、存储管式和光栅扫描三种。图形显示器是利用现代电子技术和计算机软件技术在显示屏上显示字符和图形,并能对字符、图形作实时的加工和处理的一种电子设备,图形显示器既能作为图形(或字符)的输入装置,又能作为输出设备。在 CAD 系统中也可同时配置字符显示器与图形显示器,字符显示器用于人机对话,图形显示器用于显示图形,设计者使用时更为方便。键盘是直接输入装置,其上设有字符键、功能键、控制键等多种按键,可输入程序、命令及数据,功能键还可操纵光标。

(4)输入设备有键盘、图形输入板、数字化仪、自动扫描输入机。图形输入板是一种用触笔(或游标)给定坐标数据的数字化输入设备,是一个二维的 X 、 Y 坐标平面,其下面有用印制线路方法制成的导线网格,触笔带有金属触针和传感器元件。当图形输入板与图形终端连接后,操作者将触笔(游标)压向板上某点,由于电磁感应原理,板上该点的坐标 X 、 Y 值就被检测到,并被计算机接受,在屏幕上显示出相应的光标,这就是图形板的定位功能。此外还有作图、选择功能。若在板上某个面区建立功能菜单,在菜单区中划分许多小方块,则利用触笔点中某一方块,计算机就会执行相应的程序,实现这一方块所指明的功能。利用菜单和触笔可以非常方便地进行图形的交互式设计。

数字化仪是一种坐标输入装置,其工作原理和图形板相同,只是尺寸较大,精度较高,可用来将图形转换成数字(X 、 Y 坐标)存放到计算机中去。使用时首先将图纸放在数字化台板上,再利用游标跟踪图纸移动,就能完成读取图纸的坐标数据工作,即完成图形输入。但此种设备不适于模具 CAD 系统,因用该方法输入的图

形不是很精确的图形,且无后续工艺设计所需信息。

自动扫描输入机是利用光学扫描原理,对图纸自动地进行高精度扫描,高速地完成图纸输入任务,并能把扫描输入的数据转换成计算机文件记录下来。

(5)输出设备有打印机、绘图机、硬拷贝机、缩微输出装置以及输出数控加工纸带的纸带穿孔机等。

绘图机有卷筒式与平板式。卷筒式绘图机是在卷筒上卷有图纸,依靠滚筒转动和笔架沿臂架移动来完成 X 、 Y 向作图动作。这种绘图机结构简单、紧凑、价格低廉,但绘图速度与精度较低。平板式绘图机是把图纸吸附在平台上,依靠笔在 X 、 Y 轴两个方面的独立移动而画出图形。这种绘图机的台面可平放或斜置,所以也叫平台式自动绘图机。这种绘图机精度高,速度快,而且在绘制图纸时能看到整个画图过程,视野清楚,便于监视。

硬拷贝机是一种图形复制设备,其工作原理与复印机相似,可将屏幕上所显示的图形在拷贝纸上全部复制出来。

(6)光标控制装置。模具 CAD 系统中常利用光标来进行图形交互设计,光标是屏幕上的一个亮点,字符或图形就在亮点处产生,计算机能读出光标的位置。因此用户可通过控制光标位置把需给定的数据输入到计算机中,如确定一直线的起点、终点、圆心坐标。另外也可利用光标拾起图形元素或菜单。控制光标设备有鼠标器、操纵杆、轨迹球、图形板、光笔等。

鼠标器是一种手握式的形如鼠状的塑料盒移动装置,其上有 2~3 个功能键。当鼠标器在桌面上移动时,屏幕上就会出现同步移动的光标,按下功能键,就能选择光标位置的点、图形元素或菜单项目,所以鼠标器是用来控制屏幕上光标的位置以作图形操作之用的。鼠标器有机械式和光电式之分。

二、软件

在建立一个模具 CAD 系统时除选择合适的硬件外,还应配制相应的软件。软件是使用计算机的技术和方法,是程序和指令的

集合。软件的水平是决定该系统性能的优劣、功能的强弱以及使用是否方便等的关键因素。组成模具 CAD 系统的软件可分为三类,即系统软件、支撑软件与应用软件,三类软件的层次关系见图 1-2。也有人将系统软件与支撑软件统称为支撑软件,这类软件可随硬件一起配置。

1. 系统软件

系统软件包括操作系统、语言加工系统、诊断修复系统和日常事物管理系统以及数据库管理系统。

操作系统是对计算机进行自动管理的机构和控制中心,若从其功能去定义,可以说是一个计算机资源管理系统。

语言加工系统是指语言及其编译程序、解释程序以及汇编程序。

数据库管理系统(DBMS)是用来负责数据库的建立、运用、管理和维护等功能的控制与实现。它由有关数据处理语言、数据库运行控制程序以及公用例行程序(如数据装入、重组、系统恢复、工作日志等程序)等组成。

2. 支撑软件

支撑软件是应用软件的基础,是模具 CAD 系统中的重要组成部分,目前国内外商业上的通用 CAD 系统软件可作为模具 CAD 的支撑软件,支撑软件的水平关系到应用软件开发的速度与质量。支撑软件包括有图形软件包、分析与优化方法软件、算法程序库(如矩阵运算、方程求根、微分方程求解等)。后面三种往往组成方法库。

3. 应用软件

应用软件是针对模具设计内容开发的软件,包括产品图构型、

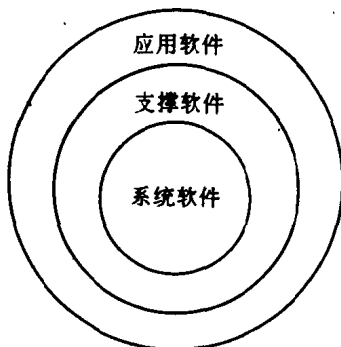


图 1-2 CAD 系统软件层次图