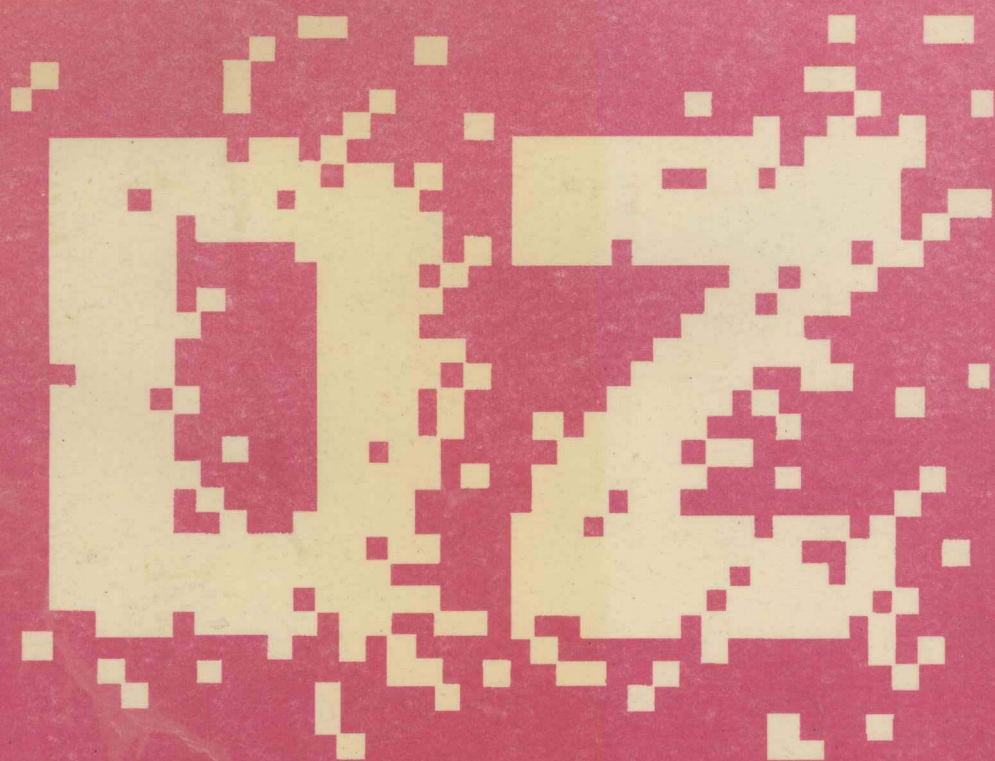




中等专业学校
工科电子类
规划教材

模具 CAD/CAM

陈剑鹤 黄诚驹 编



东南大学出版社

模具 CAD/CAM

陈剑鹤 黄诚驹 编

成虹 主审

东南大学出版社

内 容 简 介

全书共由以下六章组成:模具 CAD/CAM 概论;模具 CAD 系统;模具 CAD/CAM 系统数据处理;实用 CAD/CAM 基础;冲裁模 CAD/CAM;塑料模 CAD/CAM 等。

本书为中专电子类工模具专业统编教材,也可作为相应专业的技工学校、职业培训的选用教材,还可供从事模具设计和科研方面的技术人员参考。

责任编辑 黄英萍

模具 CAD/CAM

陈剑鹤 黄诚驹 编

*

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼2号 邮编 210096)

江苏省新华书店经销 东南大学激光照排印刷中心照排·印刷

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 10.125 字数 250 千

1995 年 12 月第 1 版 1996 年 10 月第 1 次印刷

印数:1—3000 册

ISBN 7—81050—110—0/TH·11

定价:13.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向承印厂调换)

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定,我部承担了全国高等学校和中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师的共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978~1990年,已编审、出版了三个轮次教材,及时供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要,贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神,“以全面提高教材质量水平为中心,保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”,作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想,组织我部所属的九个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会,在总结前三轮教材工作的基础上,根据教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1991~1995年的“八五”(第四轮)教材编审出版规划。列入规划的,以主要专业主干课程教材及其辅助教材为主的教材约300多种。这批教材的评选推荐和编审工作,由各编委会或教学指导委员会组织进行。

这批教材的书稿,其一是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的;其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的;其三是经过质量调查在前几轮编写出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会(小组)、教学指导委员会和有关出版社,为保证教材的出版和提高教材的质量,做出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能有缺点和不足之处,希望使用教材的单位、广大教师 and 同学积极提出批评和建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部电子类专业教材办公室

前 言

本教材系按电子工业部工科电子类专业教材 1991~1995 年编审出版计划,由中专电子技术专业教学指导委员会征稿并推荐出版。责任编委为成都电子机械高等专科学校的丁振明教授。

本教材由常州无线电工业学校陈剑鹤担任主编,成都电子机械高等专科学校成虹担任主审。

本教材的参考教学时数为 40 学时,其主要内容为:模具 CAD/CAM 的基本概念及组成,CAD/CAM 在模具领域中的应用;模具 CAD 系统的规模及组成,CAD 系统的类型,模具 CAD 工作站;模具 CAD/CAM 系统的数据,数据的程序化及函数插值,线图的程序化和公式化;微机操作系统 MS-DOS 3.3, AutoCAD 图形软件的使用与开发, AutoCAD 12.0 版本及真三维作图;冲裁模 CAD/CAM 系统的图形输入,冲裁模 CAD/CAM 系统的设计准则与方法,冲裁模 CAM;注射模结构 CAD,注射模流道系统的交互设计,注射模流动模拟,注射模冷却系统模拟软件的构成及强度、刚度分析,塑料模 CAM 等。

使用本教材时应注意:由于模具 CAD/CAM 是工程性很强的技术,要掌握有关的内容和方法,只是看书和听课收效不会太大,需经过大量的实践。由于 CAD/CAM 软件发展较快,种类繁多,本书为读者提供了几种目前较为成熟的软件,以供参考选用。

本教材由陈剑鹤编写第一、二、三、六章,武汉无线电工业学校的黄诚驹编写第四、五章,陈剑鹤统编全稿。福建电子工业学校的张有宁同志参加了书稿审定工作,提出了许多宝贵的修改意见,在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1996 年 6 月

目 录

第一章 模具 CAD/CAM 概论	(1)
§ 1—1 基本概念及组成	(1)
一、基本概念	(2)
二、CAD/CAM 的基本组成	(3)
§ 1—2 模具技术在工业生产中的地位及发展	(4)
一、模具在工业生产中的地位	(4)
二、工业生产中采用模具后的效益	(4)
三、现代化模具中心的特征	(5)
§ 1—3 CAD/CAM 在模具领域中的应用	(6)
一、计算机在设计过程中的辅助作用	(6)
二、模具 CAD/CAM 技术的应用	(7)
三、模具 CAD/CAM 的优越性	(8)
四、模具 CAD 必须具备的特点	(9)
五、国内外模具 CAD/CAM 的发展概况	(9)
第二章 模具 CAD 系统	(12)
§ 2—1 模具 CAD 系统的规模及组成	(12)
一、主机系统(Main Frame Based)	(12)
二、小型机成套系统(Tukey System)	(13)
三、工程工作站型模具 CAD 系统	(14)
四、低价系统(Low-Cost System)	(15)
§ 2—2 CAD 系统的类型	(16)
一、信息检索型设计系统	(16)
二、试行型设计系统	(17)
三、自动设计系统	(17)
四、会话型设计系统	(18)
五、智能型 CAD 系统	(19)
六、CAD/CAM 系统	(20)
§ 2—3 模具 CAD 工作站	(21)
一、计算机及其常用外围设备	(21)
二、图形输入设备	(26)
三、图形显示设备	(28)
四、绘图输出设备	(30)
§ 2—4 如何选择 CAD 系统	(32)
第三章 模具 CAD/CAM 系统的数据处理	(33)
§ 3—1 模具 CAD/CAM 系统的数据	(33)
一、数据	(33)

二、数据结构	(34)
三、数学模型的概念	(35)
四、数学模型的分类	(37)
五、建立数学模型的一般步骤和方法	(38)
§ 3—2 数表的程序化及函数插值	(38)
一、数表的程序化	(38)
二、数表的文件化	(41)
三、函数插值	(43)
§ 3—3 线图的程序化和公式化	(47)
§ 3—4 用文件系统管理数据的方法	(48)
一、文件及其操作	(48)
二、模具 CAD/CAM 系统模块间的数据传递	(49)
第四章 实用 CAD/CAM 基础	(51)
§ 4—1 微机操作系统 MS-DOS 3.3 简介	(51)
一、DOS 基本概念	(52)
二、DOS 系统主要命令	(55)
§ 4—2 AutoCAD 图形软件的使用与开发	(65)
一、概述	(65)
二、AutoCAD 的使用方法	(68)
三、基本命令的使用	(71)
四、AutoCAD 软件开发的几种方法	(81)
§ 4—3 AutoCAD 12.0 版本简介及真三维作图实例	(82)
一、简介	(82)
二、三维作图实例	(83)
§ 4—4 冲裁零件及排样图的绘制实例	(85)
一、冲裁零件工艺参数及绘图环境参数	(85)
二、绘图环境参数的设定	(86)
三、绘图步骤	(86)
第五章 冲裁模 CAD/CAM	(90)
§ 5—1 概述	(90)
一、冲裁模 CAD/CAM 的发展与应用	(90)
二、冲裁模 CAD/CAM 系统的结构与方法	(91)
§ 5—2 冲裁模 CAD/CAM 系统的图形输入	(93)
一、编码输入法	(93)
二、面素拼合法	(99)
三、交互输入法	(100)
§ 5—3 冲裁模 CAD/CAM 系统的设计准则与设计方法	(103)
一、工艺性的判断	(103)
二、冲裁件排样的优化设计	(106)
三、级进模的工步设计	(108)
四、顶杆装置优化设计的设计准则与方法	(111)
五、冲裁模零部件的设计准则及方法	(112)

六、冲裁模 CAD/CAM 图形系统的设计	(121)
§ 5—4 冲裁模 CAM 简介	(124)
一、机床性能	(124)
二、辅助编程系统 SWP-3 简介	(124)
三、辅助编程系统的运行	(125)
四、编程实例	(128)
第六章 塑料模 CAD/CAM	(130)
§ 6—1 概述	(130)
一、塑料模 CAD/CAM 的特点	(130)
二、塑料注射模 CAD 的基础及工作内容	(131)
三、塑料注射模 CAD 的工作步骤	(132)
四、影响注射模 CAD 设计的因素	(132)
§ 6—2 注射模结构 CAD	(133)
一、注射模零部件的数据及 CAD 工作流程	(133)
二、典型模具系列的计算机编码	(133)
三、型腔和型芯的生成	(134)
四、模具图的生成	(136)
五、模具强度和刚度校核	(136)
§ 6—3 注射模流道系统的交互设计	(137)
一、流道系统的分类	(137)
二、流道系统的设计原则和概念	(138)
三、交互式流道设计程序简介	(139)
§ 6—4 注射模流动模拟	(139)
一、一维流动分析	(139)
二、二维流动分析	(140)
三、三维流动分析	(141)
§ 6—5 注射模冷却系统模拟软件的构成	(142)
§ 6—6 塑料模 CAM	(143)
一、塑料模 CAM 硬件	(144)
二、三维零件的数控加工	(146)
参考文献	(152)

第一章 模具 CAD/CAM 概论

计算机的问世是技术进步所取得的最大的成就之一。随着计算机技术的不断发展和应用领域的日益扩大,涌现出了一些以计算机技术为基础的新学科。

CAD/CAM 自 60 年代以来得到了迅速发展。由于计算机硬件和软件技术的迅速发展,CAD/CAM 技术日趋完善,已在电子、航空和机械制造等部门得到了广泛应用。特别是体积小、功能强、价格低的微机 CAD/CAM 系统的大量出现,为计算机辅助设计与计算机辅助制造的推广和应用提供了可靠的保证。

§ 1—1 基本概念及组成

一个新产品的诞生过程,传统上总是要分为设计与制造两大部分。模具也不例外。表 1—1 所示为一般情况下我国一些企业模具设计与制造过程中各环节所占的时间比例。

表 1—1 模具设计与制造过程中各环节的时间比例(%)

设 计				制 造							
查询 资料	分析 计算	结构 设计	制图	生产 准备	热处理及 表面处理	切削加工 及电加工	磨削	手工 抛光	装配 检验	试模 返修	其 他
2.02	2.02	2.02	14.14	14.6	4.0	30.0	9.3	13.1	2.9	2.1	3.8

从表 1—1 可以看出,模具设计与制造过程中人工因素占相当大的比重(约为 70%)。引入 CAD/CAM 技术后使模具设计与制造人员能借助电子计算机完成传统的手工设计与制造的各个环节的工作,这包括从设计构思、资料查询、建立模型、分析计算、绘制零件图及装配图到工艺路线拟定、坯料准备、加工环节的组织调度,加工过程控制、检验、运输保管等内容。

计算机能帮助设计与制造人员涉足传统设计与制造中的各个环节,甚至在许多方面极大地改变了传统方式。

但应该着重指出,在模具生产中引入计算机与数控技术的含义远远不仅如此。随着 CAD, CAM 的发展,模具 CAD/CAM 的普遍应用,自动加工系统、柔性制造系统及计算机集成制造系统在生产中的应用,整个模具的设计与制造过程必将发生本质的变化。

一、基本概念

计算机辅助设计 简称 CAD(Computer-Aided Design),指应用计算机系统协助人进行设计、修改和显示的方法。

计算机辅助制造 简称 CAM(Computer-Aided Manufacturing),指应用计算机和数字技术生成与制造工程有关的数据,控制制造过程。

计算机辅助设计与制造 简称 CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing),指将设计、分析、计算和制造过程紧密地集成在一起,利用数据库和网络通信直接传输有关数据,使传统的设计和制造过程发生重大变革的一种技术。实质上就是设计、制造的综合计算机化。

计算机辅助工艺过程设计 简称 CAPP(Computer-Aided Process Planning),指应用计算机技术协助制定工艺过程。如装配、机械加工、冷冲压、注塑或锻压工艺过程。随着计算机技术的发展,这一技术已与 CAD/CAM 系统综合考虑,以形成更为高级的信息集成。

计算机辅助质量控制 简称 CAQC(Computer-Aided Quality Control),指应用计算机技术协助质量控制。例如应用三坐标测量机可以自动、精确地测量零件,并生成质量控制数据。由于这一技术的重要性,已发展成为独立的分支,并成为计算机集成制造系统中不可缺少的部分。

柔性制造系统 简称 FMS(Flexible Manufacturing Systems),指以数控(Numerical Control)机床、加工中心(Machining Centers)机床为主体的生产设备和运输路线方式可以改变(柔性化)的自动运输装置有机的结合,用计算机控制的生产系统。这个系统能通过计算机控制的信息系统,在不需要停机调整的情况下,通过自动化物流输送系统,连续地加工不同的工件。柔性制造系统不仅包括现代计算机技术、自动物料输送技术,还可以与 CAD, CAM, CAE(计算机辅助工程 Computer-Aided Engineering)系统相联。

计算机集成制造系统 简称 CIMS(Computer-Integrated Manufacturing Systems),指把一些通用的计算机或数据处理装置结合在数控制造系统中,承担系统的某些功能,使整个数控制造系统成为一个闭环反馈系统。其主要输入是产品的要求和产品的原理,主要输出为最终的产品。CIMS 既包含软件,又包括硬件;将两者结合用于产品设计、生产规划与控制各生产过程及质量保证等。

CAD/CAM 是人的智慧和创造力与计算机硬件和软件功能的巧妙结合。在计算机辅助设计时,先将与设计的某一类产品有关的大量数据、标准曲线和公式等以信息形式存入计算机数据库,以便在产品过程中对数据库所存放的数据资料随时检索和调用,通过图形显示的交互设计方式,对设计模型反复进行综合分析和计算、修改和审定,直到找出满意的设计方案,然后由计算机控制绘图仪绘制出全部工程图纸,包括产品零件图和装配图,并打印出零件装配明细表和其他有关文件资料。另一方面,根据 CAM 提供的功能,计算机对零件加工工艺路线进行控制;对加工状况进行监控,并能产生产品零部件加工信息或予以贮存。

显然,从 CAD/CAM 本身含义来讲,计算机在产品的设计与制造工作中起到的仍是辅助作用,人的思维与智慧不仅在开发软件时起主导作用,而且在使用软件设计与制造时仍起主导作用。因此,CAD/CAM 技术不能代替人的设计和制造行为,而是实现这些行为的先进工具。

二、CAD/CAM 的基本组成

基本组成简单地可以分成两类,即硬件和软件。

1. 硬件

硬件主要由计算机系统、数控设备和其他三部分组成。

1) 计算机系统

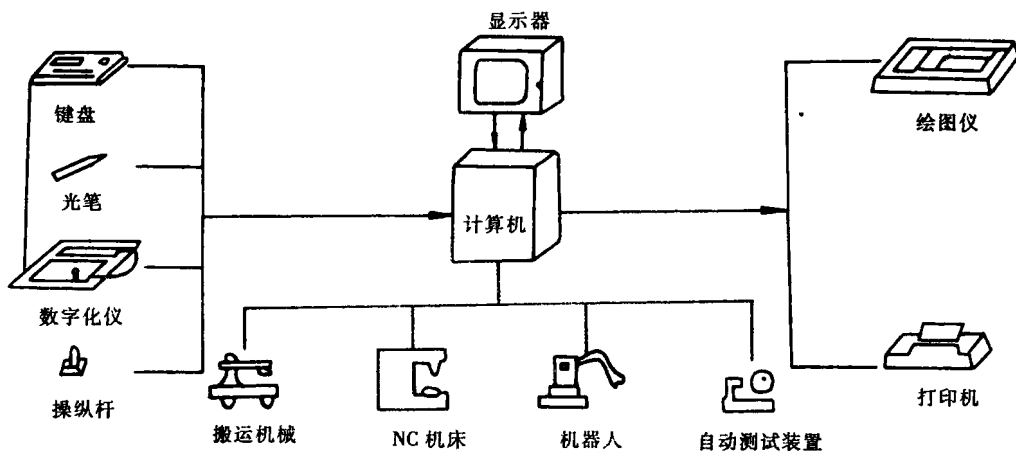


图 1—1 CAD/CAM 系统的硬件构成

(1) 主机 一般为大型机、小型机、微型机或 PC 机。

(2) 外围设备 磁盘机、磁带机、打印机、绘图机、图形输入/输出设备。

2) 数控设备

数控设备包括数控加工中心、高精度坐标磨床、慢走丝高精度线切割、多功能数控电脉冲加工中心、高精度自动冲床、数控塑料注射机等。

3) 其他

主要指 CAM 所用的穿孔机,以及有些系统在图形输入前所用的测量机等。

当然,并不要求每一个 CAD/CAM 的计算机硬件系统都必须具备图 1—1 中的要求,这完全取决于整个 CAD/CAM 系统功能的要求。

2. 软件

软件的组成较为复杂,不同的 CAD/CAM 系统有不同的软件,但对于模具 CAD/CAM 系统来说,以下一些支持软件是共同的:

(1) 几何造型系统(平面、曲面、三维实体等)。

(2) 设计绘图系统及绘图软件(例如:尺寸标注、图形的输入和显示及修改等)。

(3) 技术数据库及图形管理系统。

(4) NC 数控自动编程系统。

(5) 分析软件,如有限元之分析等。

(6) 各种工程表格的输入/输出等软件。

§ 1—2 模具技术在工业生产中的地位及发展

一、模具在工业生产中的地位

模具是工业生产中重要的工艺装备,是国民经济各部门发展的重要基础之一。模具设计水平的高低、制造能力的强弱,直接影响着许多工业部门新产品的开发及老产品的更新换代,影响着产品的质量和经济效益的提高,同时也体现了一个国家的工业发展水平。

事实上,工业制品中各种金属、塑料、橡胶、陶瓷、建材、复合材料、玻璃等制品都离不开模具。

工业发达国家对模具都极为重视,早在 50 年代开始就已使模具摆脱了依附和从属的地位,使之成为一个独立的工业体系。

1989 年 3 月 12 日国务院颁布的“当前产业政策要点的决定”,提出在重点支持技术改造的产业、产品中,把模具制造列为机械工业的第一位。而在重点支持生产和基建的产业、产品中,模具制造的地位仅次于大型发电设备及相应输变电设备,而被列为第二重点。所有这些对模具工业的迫切性已可见一斑了。九五期间国家将需要大量模具,模具年总产值将达到 58 亿元左右,至 2000 年预计将达到 60 亿元左右。

二、工业生产中采用模具后的效益

模具种类繁多,要求各异,如冷冲压成形模、塑料成形模、锻压模、压铸模、挤压模、橡胶模、玻璃模、粉末冶金及复合材料成形模等等,包罗万象,不可胜数。

模具品种中,按产值统计,目前冷冲压模比重最大,塑料成形模次之,但由于产品材料本身正由钢铁向塑料、粉末冶金及复合材料等方面发展,预计未来由于塑料制品的发展,塑料成形模具的比重将逐年上升,而冷冲压模具所占比重却将有所下降。

在工业生产中采用模具的目的,概括起来说是“两高两低”:

(1) 生产率高 冲床每分钟 80 到几百冲次,如以一模一件计,一台冲床双班制,每天最高产量可达十万件,如采用一模多件或高速多工位级进模(1600 次/分),其劳动生产率的潜力可想而知。所以无论是武器、弹药还是洗衣机、汽车、钟表,凡是要求高生产率的产品都广泛使用模具。

(2) 质量高 模压产品一致性好,利于装配中的互换协调。模锻件强度高,铸件气孔少,钣金件重量轻、表面光滑漂亮;跨入“全塑”时代后的模压塑料产品,坚固耐用,式样新颖,变化无穷,几乎无可替代;此外,全复合材料的一些制品,如直升飞机桨叶、风机、风扇、汽轮乃至航空发动机叶片等,其重量轻、寿命长、强度高、易成形复杂形状……。这些优点无一不与使用模具有关。

(3) 材料消耗低 模压属少无切屑加工,材料利用率高。军用或民用工业中以模锻代替自由锻,自行车、手表壳生产中,以挤压件替代机加工件,高级门窗生产中以板弯件替代铝型材和以塑代木、以塑代钢……,又几乎无一不与采用模具有关。

(4) 成本低 由于生产率高、质量高和材料消耗低,所以模压生产在一定批量时为其他

加工方法所无法比拟的,成本最低。正因为如此,现代设计的产品中模压成分越来越高。

工业生产中采用模压工艺具有很大的优越性。目前不仅在大批量生产中使用模压,即使对于一些小批量、多品种生产中也开发出一系列简易或特种模具来显示出它在经济上的优越性。但无论如何,模压生产首先需要有模具,而模具生产需要占据一定周期;同时,模具要投资,尤其是高精度、长寿命、大型、复杂模具的制造必须配备专用设备和各类专门人才。现代模具生产技术不但是知识密集、技术密集,而且是资本密集的产业。为了新产品尽早投放市场,在竞争中赢得时机、赢得效益,保证模具质量、缩短模具制造周期和降低模具生产成本是采用模压生产的三个重要条件。

三、现代化模具中心的特征

模具工业作为国民经济的一个重要的基础产业,几十年来,从一个劳动强度大、经常需要加班加点、按工时计成果的劳动密集型产业逐步向技术密集、知识密集和资本密集的产业过渡。它的发展与新材料、新工艺、新产品、新技术有关,但其中模具技术与 CAD, CAM 和 CAD/CAM 技术的发展几乎是同步进行着。在汽车工业、航空航天工业、造船工业中一直如此。80 年代开始在电子工业、机械工业、玩具行业、轻工行业及玻璃、陶瓷等一些中、小型企业中也占据着日益重要的地位。

一个现代化模具中心的特征是:

(1) 以计算机为中心建立起来的 CAD/CAM/CAE,乃至 FMS, CIMS 系统中,计算机是更新最快(软件 23 年,硬件 35 年)、最舍得投资、最活跃和最核心的部分。

(2) 加工设备配套、先进,从粗加工、热处理、表面处理到各种精加工、光整加工及检测、质量控制,手段齐全,配套合适,机床品种多,自动化程度高。往往机床总数大于人员总数,从表面看,设备利用率低于一般工业,但潜力大。NC 机床所占比重大,以适应单件或小批量生产。机床品种分布面宽,包括数控车、铣、镗、磨、加工中心和线切割。一般电加工机床已成为基本设备,而高精度坐标磨床、慢走丝高精度线切割机床、多功能数控电脉冲加工中心等已成为必备设备。

(3) 模具标准化、通用化、典型化程度高,分工细,特长明显。如汽车模具、电子器件模具、大型注塑模具、小型精密模具,甚至更加专业化的如电加工模具、抛光模具……。

(4) 模具价格高,人均产值高。模具加工“优质高价”,关键技术值钱。模具厂人均年产值均在 510 万美元以上,大大高于一般行业。

(5) 模具设计制造精密。过去因冲床、锻压机等均不属于精密设备,所以模具也属于傻、大、黑、粗之列。现代模具中心的产品属于精密工具范畴。对标准件选材及外形尺寸加工精度、粗糙度等方面的要求都应观念更新。模具生产必须具有完善的测量手段,严格的质量控制管理。

(6) 对从业人员素质要求高。熟练模具工的缺乏以及加强对模具人员的知识更新和技术培训已成为全球性的重要问题。

§ 1—3 CAD/CAM 在模具领域中的应用

一、计算机在设计过程中的辅助作用

在计算机辅助设计过程中,人和计算机相结合,共同进行设计,这种工作方式所产生的结果比人和机器单独工作的结果都好。

计算机辅助设计这一术语本身就包含了这样的意思,即在人能有效发挥作用的地方不用计算机,反之在计算机可被有效利用的地方不用人。计算机在设计过程中只是起辅助作用,而不是取代人的作用。为了弄清两者在设计过程中的作用,以及人和计算机是如何相互辅助完成设计的,有必要比较一下人和计算机的特点。表 1—2 为人和计算机的特点的比较,由表中可以看出人和计算机的能力在绝大多数方面是互补的。在某些方面人超过计算机,在另一些方面计算机优于人。由此可知,人和计算机结合,恰当地发挥两者的作用对于模具 CAD 十分重要。

表 1—2 人机特点的比较

项 目	人	计 算 机
推理与逻辑判断	通过经验、想象进行直觉的逻辑推理	模拟的、系统的逻辑推理
信息的组织	非格式的、直觉的	格式化的、详细的
信息存储能力	差,并且与时间有关	强,与时间无关
对重复工作的耐力	差	强
提取重要信息的能力	强	差
出错机会	多	少
分析能力	直觉分析能力强,数值分析能力差	无直觉分析能力,数值分析能力极强

建立一个 CAD 系统时,应在以下几个方面考虑人机的特点:

1. 设计思想

经验与判断相结合是设计过程中不可缺少的,所以设计过程必须由人控制。设计人员应能在设计的各个阶段行使控制权,应能利用其直觉进行设计,而不一定要遵循计算机的设计逻辑。计算机无学习能力,学习的任务应由人来完成。人可以从过去的设计中学习、总结经验。

2. 信息处理

设计开始时输入的是设计要求,设计完毕后输出的是有关制造的信息。设计过程中人机之间通过图形或文字交互作用,共同完成设计。

计算机的第一个任务是检查输入信息中是否存在错误。发现的错误经设计人员改正后再行输入。人脑可以用直觉的方式处理信息,但存储信息的能力却很有限,而且随着时间的推移减退。计算机具有永久存储信息的能力,并且这种能力可靠、稳定。因此,在设计过程中信息的存储应在人的指导下由计算机完成。

制造信息输出通常包括绘制图纸。这是一项烦琐的、令人疲倦的工作,适合于计算机去完成。让计算机尽可能多地产生制造信息,可以将人从繁重劳动中解放出来。

3. 修改

在设计过程中有关的描述性信息经常需要修改,产生新的设计结果。计算机具有系统检错能力,人则可以用直觉方式检错。一般说来,让计算机自动改正错误是困难的。因此,改正错误、修改设计的任务应由设计人员完成。

4. 分析

对于费时费力的数值分析工作,计算机可以高速精确地完成。在设计中应尽可能多地让计算机完成数值分析工作,使人有更多的时间利用数值分析的结果和他本身的直觉分析能力完成决策性的工作。

在传统的设计方法中,设计人员的工具是图板、丁字尺之类的绘图仪器。在计算机辅助设计中,设计人员的工具是计算机及其外部设备。计算机在设计中的辅助作用主要体现在数值计算、数据管理和图纸绘制三个方面。

计算机作为计算工具使用的优越性显而易见。人工计算容易发生错误的问题在这里得到了完全克服。许多需要多次迭代的复杂运算,只有用计算机才能完成。一些设计分析方法,例如优化选择、有限元分析等,离开计算机便难以实现。计算机作为计算工具提高了计算精度,保证了结果的正确性,缩短了计算时间。

计算机可靠的记忆能力和外部存储设备相结合,使计算机能够在设计数据的存储与管理方面辅助设计工作。过去,设计人员必须从有关的技术文件或设计手册中查找数据,用这种方法查找数据不但费时,而且容易出错。在 CAD 中,标准的数据存放在统一的数据库中,检索存取方便迅速。有了数据库,设计人员便不再需要记忆具体的数据,也不必关心数据的存储位置,可以全神贯注于创造性的工作之中。

图纸是工程的语言,是人们交流设计思想的工具。虽然 CAM 将使图纸在制造中作用逐渐消失,但图纸在审查设计方案、检验产品等方面的作用仍将存在。图纸的绘制工作约占整个设计工作量的 60% 以上,因此计算机绘图是对设计工作的有力辅助。这就是为什么计算机绘图被广泛使用的原因。另外,实际设计中很大一部分图纸只是在现有设计的基础上加以局部修改,一旦图形数据存储于图库中,它们可以重复使用,可以进行修改与编辑,以产生新的图形。

二、模具 CAD/CAM 技术的应用

随着工业技术的发展,产品对模具的要求愈来愈高。传统的模具设计与制造方法已不能适应工业产品及时更新换代和提高质量的要求。因此,工业先进的国家对模具 CAD/CAM 技术的开发非常重视。早在 60 年代初期,国外一些飞机和汽车制造公司就开始了 CAD/CAM 的研究工作,投入了大量的人力和物力。CAD 的研究工作开始于飞机机身和汽车车身的设计,在此基础上复杂曲面的设计方法得到了发展。各大公司都先后建立了自己的 CAD/CAM 系统,并将其应用于模具的设计与制造。

采用模具 CAD/CAM 技术的主要目的是:

- (1) 利用几何构型技术获得的几何模型,可供后续的设计分析和数控编程等方面使用。
- (2) 可以缩短新产品的试制周期。

(3) 用以提高产品质量。

(4) 可以利用磁盘进行数据传递,用户要求模具制造单位能够交换信息和处理这些数据。

(5) 利用计算机辅助处理数据,以提高模具加工设备(如 FMS、FMC 等)的效率。

(6) 在企业中建立联系各个部门的信息处理系统。

模具 CAD/CAM 技术发展得很快,应用范围日益扩大。在冲模、锻模、挤压模、注塑模和压铸模等方面都有比较成功的 CAD/CAM 系统。采用 CAD/CAM 技术是模具生产的一次革命,是模具技术发展的一个显著特点。

模具 CAM 在国外应用较广,计算机控制的数控机床加工模具已占 20% ~ 30% 左右,此外加工中心(MC)、柔性制造系统(FMS)已开始用于模具制造。一般来说,CAM 比 CAD 的应用更为广泛。在欧洲,用传统的机械加工方法生产模具和用 NC 或 CNC 机加工方法生产的模具之比为 70:30,在日本为 40:60。

我国模具 CAD/CAM 的开发开始于 70 年代末,发展也很迅速。到目前为止,先后通过国家有关部门鉴定的有精冲模、普通冲裁模、辊锻模、锤模和注塑模等 CAD/CAM 系统。但是,直到现在这些系统仍处于试用阶段,尚未在生产中推广应用。为迅速改变我国模具生产的落后面貌,应加速模具 CAD/CAM 的研究开发和推广应用工作。

三、模具 CAD/CAM 的优越性

模具 CAD/CAM 所特有的优越性赋予了它无限的生命力,使其得以迅速发展和广泛应用。无论是提高生产率,还是在改善质量方面,CAD/CAM 技术的优越性是传统的模具设计与制造方法所不能比拟的。

(1) CAD/CAM 可以提高模具质量。一个工程设计往往都是反复改,逐步逼近的过程,模具设计也不例外。在人们借经验设计计算时,不可能进行多方案综合分析比较。而引入 CAD 后,由于计算机内存储了各有关专业的综合性的技术知识,并且具有极高效率的重复计算功能,所以能进行多方案论证、多变参数模拟。再加上人机交互,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统一的基本数据进行数控,为产品的制造带来了很好的一致性、重复性和精确性,从而大幅度地提高了产品质量。

(2) CAD/CAM 可以节省时间,提高生产率。由于计算机的高速运算,使产品精度提高,设计与制造的一体化,使装配、修整时间以及模具工艺设计所需的试验次数明显减少,加上工程的高度自动化,大大缩短了从设计到制造的周期,实际上也就提高了生产率。

(3) CAD/CAM 可以较大幅度地降低成本。计算机的高速运算和绘图机的自动工作大大节省了劳动力。同时,优化设计带来了原材料的节省。

为了使 CAD/CAM 得以实现,首要一条就是模具设计过程的标准化与模具结构的标准化,因为模具是单件生产,缺少这一条进行模具 CAD/CAM 就无益而言。当然在采用 CAD/CAM 情况下标准化的内容和内涵都应该有所改变,除标准化工作外,还有通用化、典型化工作,这些都是提高模具质量、缩短设计与制造周期、降低生产成本的关键工作。标准化促进了模具 CAD/CAM 工作的开展,而模具 CAD/CAM 反过来必会极大地促进模具标准化工作。

(4) CAD/CAM 给工程技术设计人员以更多的创造性劳动的时间。由于设计及计算工

作采用人机交互形式的自动设计系统,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和自动绘图机来完成,所以可以把模具设计人员从日常枯燥、单调、繁琐、重复的劳动中解放出来,使许多有经验的设计人员能投入更有创造意义的劳动。在模具设计中设计人员大约有 70% ~ 90% 的时间是用于查阅手册,数据计算和绘图,而仅有 10% ~ 20% 左右的时间用于构思,利用模具 CAD 技术完成这些工作是完全可能的。利用计算机查阅所需图表和计算数据,其速度快,精度高,不易出错,而且不怕繁琐。利用计算机自动绘图不但速度快,而且质量高,误记、漏写少,尤其是对有许多重复图形及形状类似的图其效果更为明显。

(5) 提高了产品的竞争能力。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。

模具 CAD/CAM 的优越性还有很多,所有这些将使 CAD/CAM 逐步取代传统的模具设计与制造方法,最终将在模具设计与制造中居统治地位。

四、模具 CAD 必须具备的特点

(1) 模具 CAD 系统必须具有描述物体几何形状的能力。有些设计过程最初提出的要求是一些参数性能指标,而模具设计则不同,因为模具的工作部分(如拉延模、锻模和注塑模的型腔)是根据零件的形状设计的。所以无论设计什么类型的模具,开始阶段就必须提供零件的几何形状。这就要求模具 CAD 系统具有描述物体几何形状的能力,即几何构型的功能,否则就无法输入关于产品零件的几何信息,设计程序便无法运行。因此,几何构型是模具 CAD 中的一个重要问题。

(2) 标准化是实现模具 CAD 的必要条件。模具设计一般不具有唯一性,对于同一零件,不同设计人员设计的模具不尽相同。为了使模具 CAD 得以实施,减少数据的存储量,在建立模具 CAD 系统时首先要解决的问题便是标准化问题,包括设计准则的标准化、模具零件和模具结构的标准化。标准化极大地便利了模具 CAD。有了标准化的模具结构,在设计模具时可以选用典型的模具组合,调用标准模具零件,需要设计的只是少数工作零件。标准化工作涉及的问题较多,有技术问题,也有管理问题。目前我国已颁布“标准化法”,对于已公布的模具标准,模具 CAD 中应予以贯彻使用。

(3) 设计准则的处理是模具 CAD 中的一个重要问题。人工设计模具所依据的准则大部分是以数表和图线形式绘出的。在编制设计程序时必须对这些数表和图线进行恰当的处理,将其变为计算机能够处理的表达形式。程序化和公式化是处理数表和图线形式设计准则的基本方法。对于某些定性的设计准则,计算机程序无法采用,需要深入研究,总结出便于使用的定量的设计准则,有些经验准则难以程序化或公式化,这时需要通过人机交互方式发挥经验的作用。

五、国内外模具 CAD/CAM 的发展概况

1946 年世界上诞生的第一台电子计算机,标志着技术革命的又一个新时代的开始。1947 年美国加工直升机桨叶样板时,首次提出数字化加工方案。接着 1952 年美国麻省理工学院伺服系统实验室利用 Whirlwind 计算机研制了第一台数控铣床。1955 年,在芝加哥的机床展览会上展出了二十台数控机床。随后产生了 APT(Automatically Programmed Tool)语言,