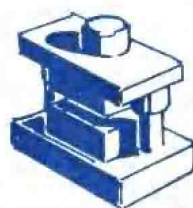
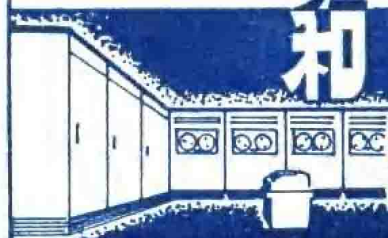


计算机辅助设计



和

辅助制造模具



译文集

第一机械工业部桂林电器科学研究所模具研究室

说 明

为了适应我国模具科研和生产四个现代化发展的需要，我所模具研究室出版了这本有关国外“电子计算机辅助设计和辅助制造模具”的译文专辑，共有三十篇文章和一个附表，重点介绍了冲压模、锻模及挤压模的计算机辅助设计和辅助制造，对其它类型的模具也作了一般介绍。

在本专辑的编译过程中，上海交通大学660教研室，上海星火模具厂在翻译上给了我们极大的支援。另外还得到了大连铁道学院锻压教研室黄荣强同志以及本所自动化研究室马厚宝同志在翻译和校对方面的积极热情帮助，在此表示衷心的感谢。

由于水平所限，编译中一定存在不少问题，请读者批评指正。

一九七九年十二月

目 录

一、简 介

国外计算机辅助设计 (CAD) 和辅助制造 (CAM) 模具的简介

.....陈良杰、马厚宝、周忠沪 (1)

二、冲压模的CAD/CAM

电子计算机辅助设计冲模

..... (捷) J. 木 兰 斯基 (7)

冷冲模自动化设计

..... (苏联) (15)

计算机辅助级进模设计

..... (日) 成治中原 (23)

冲压模具的计算机辅助设计

..... (英) B. Fogg (31)

板料冲压最佳排样图编制过程的自动化

..... (苏联) A. K. HYPBA ΓAHДOB (40)

工模具的计算机辅助设计

..... (英) F. A. Logan (46)

关于模架的设计

..... (英) J. A. W. Hijink (55)

旭光学工业公司研制模具设计的计算机辅助设计装置

..... (日) (61)

汽车模具设计的计算机辅助设计和制造

..... (美) Hugh O. McCormick (62)

UNISURF 的数学计算和实用的可能性

..... (法) P. Bézier (68)

金属板材成形工模具的数控

..... (英) T. Kovas (81)

数控技术和汽车壳体冲模的制造

..... (英) L. A. Adkin (89)

数控加工汽车模型和模具

..... (日) Norio Takehara (97)

通过计算机制造精密模具

..... (美) Robert N. Stauffer (107)



数控辅助工具制造

..... (英) L Watkins (109)

计算机数控模具制造

..... (英) (110)

JAPT系统——完全Q&A对话方式的自动编程系统

..... (日) 部成 章夫 (111)

三、锻模、挤压模和注塑模等的CAD/CAM

锻模的计算机辅助设计和制造概况

..... 马厚宝、黄荣强 (119)

计算机辅助设计轴对称锻件热锻模

..... (英) S. K. Biswas (128)

计算机辅助设计和制造长轴线锻件热锻模

..... (英) Y. K. Chan (140)

锻模的CAD/CAM

..... (美) (148)

计算机辅助设计热挤压模

..... (美) Vijay Nagpal (149)

有色金属工业中的计算机辅助设计

..... (英) G. A. Watts (164)

计算机辅助制造注塑模

..... (美) (169)

模型型腔模和冲模的设计和制造

..... (英) D B Welbourn (170)

供型腔模和冲模使用的CAD/CAM

..... (英) (173)

四、其 它

在计算机辅助机械设计中尺寸和公差的分析

..... (英) RC Hillyard (174)

机械制图和设计的交互图象系统

..... (美) Jerry N Beatty (184)

福特汽车公司应用交互计算机图象的情况

..... (美) Gerald D. Partington (190)

国外各类模具的计算机辅助设计和辅助制造一览表

..... 周忠沪 整理 (192)

国外计算机辅助设计 (CAD) 和辅助制造 (CAM) 模具的简介

桂林电器科学研究所 陈良杰、马厚宝、周忠沪

一、CAD/CAM的一般介绍：

随着机械、电气、电子技术的日益结合，近年来，国外机器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，二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对产品自动进行最优化设计，其中包括资料检索、计算、确定形状结构，自动制图和打出数控加工纸带。CAM也是在人的参与下，计算机对产品的制造进行监督、控制和管理。CAM的输入信息直接来自于CAD的输出信息，二者有机地结合。总的来说CAD/CAM就是由计算机控制的自动化信息流，对从产品的最初构思、设计直至最终的制造、装配、检验、管理进行控制的集成系统。

早在50年代末期，国外就开始了CAD的研究工作，60年代发展到应用于飞机、船舶、建筑、汽车、模具、机电产品等各个领域，70年代CAD/CAM系统更趋完善，而且已得取比较明显的经济效果。但由于投资大，其使用尚局限于一些大的公司。

二、有关国外模具的CAD/CAM概况：

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，如美国的通用和福特，英国的利兰和Pressed Steel Fisher（简称PSF），日本的三菱等。为什么他们把CAD较早地引入模具呢？1)国外模具设计制造人员短缺，有经验的陆续退休，青年人又多不愿意干这一行，而喜欢选择环境比较舒适的其它工作，或者愿意进入机会日益增多的专科学校；2)模具在产品制造中所处的地位重要，它直接关系到产品质量、成本和制造周期；3)产品对模具的要求越来越高和越复杂；4)模具多是单件生产，有些还凭手工加工，而其使用量大面广。如果不在这个关键而又薄弱的一环实现突破，改变模具制造这种低效率、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，更是容易，而CAD/CAM正是解决上述矛盾的最有效途径。

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。

1.从人们对待CAD/CAM的度态上来看，由观望而转变为积极。50年代末期人们对美国通用公司为采用这项新技术所进行的投资是持怀疑态度的。60年代末计算机辅助模具设计和制造基本发展成熟。到70年代系统更趋完善，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，不断出现了各类模具的CAD/CAM系统。

2.从模具使用CAD/CAM的情况来,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复盖件的拉延模,进而扩大到其它类型的模具,如锻模、挤压模、注塑模等型腔模具。目前尚未找到有关压铸模CAD/CAM的专门文献,但是73年美国通用公司曾报导已将CAD/CAM用于某些压铸模(采用APT)。

现在将各类模具所用的CAD/CAM系统分别简介如下(详见本专辑最后的附表):

冲压模:

国外冲压模的CAD/CAM系统较多,使用较早较普遍。现以71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、判断另件类型、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、或者供比较检验用的按比例绘制在聚酯薄膜上的模具零件图。

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。在这种级进模设计的系统中,条料排样和流程的安排是重要的,前者的经验比较成熟,除Die-Comp公司外,还有不少单位如英国Salford大学等介绍。

77年捷克金属加工工业研究院的AKT系统是一种用于冲裁模,复合模和级进模的组合式的程序,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 4语言,设计时间由过去的50小时降低为1.5小时。78年日本机械工程实验室用于级进模的MEL系统和79年日本旭光学工业公司用于冲孔及弯曲模的PENTAX系统都采用了图象显示装置,属于目前先进的人机交互型(会话型)的CAD系统。采用市售的PENTAX系统,模具设计时间和劳力分别减少到只有原来的1/10和1/5。77年日本ヤマハ工程队在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。

关于汽车复盖件拉延模,由于其复杂程度较大,美国通用公司虽然从60年代就为车身工艺装置的制造发展了INCA系统,但是直到73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。

锻模:

71年美国伯特尔哥伦布实验室开始研究锻模的CAD/CAM,英国伯明翰大学和西德Deutsche Edelstahlwerke在这方面也做了大量的工作。现已用于长轴线和轴对称锻件的热锻模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飞边几何尺寸及予锻模模膛。根据飞边尺寸和锻造压力的分布,考虑金属的流动、模膛的充填以及飞边金属的损耗最小来最后确定锻造负荷中心和予锻模模膛。一般的辅助过程为:

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→获得终锻模模膛→再输入必要的材料特性等,分析设计出予锻模模膛各部分不同的断面,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予锻模模膛用的电火花电极的纸带。

BLDFORG是美国伯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。

78年美刊“制造工程”报导:苏联仪表工业部用于锻模的计算程序“AVTOSH—TAMPIP”能为模具设计作出17种变型,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%。

挤压模:

英国BNF金属技术中心于76年发表了他们用计算机辅助设计热挤有色金属(铝、铜)用的挤压模,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。

77年美国伯特尔哥伦布实验室也报导了两种热挤压模的CAD/CAM系统。ALEXTR是平面模的交互型系统,平面模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、钢或其它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节约25~50%,而且提高了模具寿命和减少了材料费用。

注塑模:

美国Cornell大学于77年公开了他们的实验报告,采用计算机技术设计和制造模具,主要是通过改进模具浇道系统的设计以及采用有限元法和有限差分法研究型腔的充填和工艺控制,从而实现了注塑工艺的改善。

78年美国一家自制模具的塑料制品厂花了60万美元购置了一套Compu—Tool CAD/CAM集成系统。它由三部分组成,实际上就是一种从计算机扫描、图象显示到数控铣削制出型腔模具的路线,它是一种不需要绘图,也不必为加工编制数控程序的多快好省生产模具的方法。从设计到加工完毕的时间只有原来的1/10,很快扩大了市场和收回了成本。

3. 从所介绍的各类模具的软件系统来看。在计算机辅助设计模具中,虽然有使用FORTRAN等高级计算机语言的,但在解决复杂的专门问题时,用这些语言就不太方便。因此与其他辅助设计一样在计算机辅助设计模具中也大多使用面向问题的语言,使设计人员容易使用和掌握。例如BLDFORG等。

对于计算机辅助设计中一些数据的计算和处理可以用成批处理的方式进行,但是发展的

方向是越来越多采用会话型（交互型）的操作系统。这种系统不同于过程控制的实时操作系统。它必须是文件系统能随机存取，输入输出灵活，响应快速等等，要求软件具有模块化，组件化和标准化，随着以后的发展可以不断扩大辅助设计系统，使它更趋于完善。

计算机图象或交互图象系统在辅助设计模具中同样得到广泛使用。在软件方面也发展了相应的图形程序，它是指用显示屏、光笔、键盘等输入输出图形以及修改图形的一系列程序。它是实现人机对话的一个重要组成部分。随着大规模集成电路技术的发展，已有用硬件来代替软件的趋势，这就是所谓的软件“硬化”。

在设计过程中要和大量的数据资料打交道，大量有关模具设计的数据资料必须收集起来，加工检索，积累利用，组成一个所谓的数据库。它相当于手工设计的技术资料手册。虽然没有专门介绍，但是在辅助设计模具中同样不可缺少，目前一般数据库都采用树形，环形和相连结构等等。

总的来说，软件的发展往往落后于硬件，目前尚处于不断发展和改进之中，许多高级软件多属于专利范围。

4.从硬件装备上来看，原来计算机在设计中，只是作为高速的工程计算工具，而今天已发展成以其为中心的测量、计算、绘图、图象显示直到制造检验管理一体化的自动系统，而且可获得市售的这类系统。如早在71年美国Die-Comp公司已出售计算机辅助设计级进模的PDDC系统；79年日本的旭光学工业公司出售冲孔和弯曲模具设计的CAD装置系列PENTAX 4033, 4032, 4031，当然这些是与计算机硬件和软件的不断完善改进分不开的，在这里，只提几个关键性的硬件设备。

三维自动测量机：

它是一种电子扫描装置，只要把铅笔状的笔，在实样模型轮廓表面移动，就可确定整个表面一系列点的三座标，并将其记录在穿孔纸带上，输入计算机而构成产品结构数据的基础，因此大大改善了用手工测量点的不精确性。美国福特、英国利兰和PSF公司都采用DEA Alpha三座标测量机，最大尺寸达7米×2.5米×2米。

高速自动绘图机：

一般制图的工作量约占设计工作量的50~60%，由于高速自动绘图机的出现，促进了设计全过程的自动化，把人们从繁冗的劳动中解放出来。英国利兰在Cowley工程数据中心所采用的Kongsberg 1885型高速绘图机是十分先进的，较吉伯型的速度快了3~6倍，只有人工制图时间的 $\frac{1}{10}$ 。该绘图机带有小型计算机可以独立工作。绘图面积1.8米×5.5米，可用来绘制1:1的车身和冲压模图形。绘图机头上有四个笔座，可用4种颜色工作。绘图机的一侧装有高速监视设备，能在屏幕上看到全部制图的瞬时情况，另一侧还配有复印机。

图象显示装置：

72年以来，流程控制系统进入了以阴极射线管操作控制台为标志的新阶段，使CAD由初期的计算机检索型的设计方法，进入到了一个更高级的水平——图象显示人机会话型的设计系统，充分发挥了人机各自的特长。在整个设计过程中，由有经验和有直观判断能力的设计人员来选定参数，而让计算机检索、绘图和计算、来评价其结果，这样反复循环，直到求出最佳方案为止。同时，设计人员可以用光笔、控制键板来控制程序的进行或者直接修改图形，设计人员的意图能立即显示，从而实现了快速变换操作设计，为设计人员

提供了一种有效地扩大和改变指挥的途径。这种图象显示的过程实际上是一种输入输出同时进行的过程，设计制图一体化了。屏幕显示可以以数字、图表、工程图、透视图等方式表达，也可以用来旋转、放大或缩小图形，采用模拟或利用计算机发出一组信息，组成活动电影——动画片的方式来表达任何形状和尺寸的零件的动态特性或某些过程。目前这种图象显示人机交互联系的方法，基本上已应用到各类模具的CAD系统中，也已用于CAM中，但不如前者那么普遍。美国福特汽车公司使用带光笔的图象显示装置，直接在屏幕上进行工艺设计、拉延研究（显示冲头和工件交互作用模拟成形过程及拉延效应）设计、排样和成本比较等。日本的JAPT数控带自动制作系统，从一开始就用符号显示，进入完全对话型，编程操作简单，连家庭妇女都可参加。美国用于注塑模的CompuTool CAD/CAM集成系统更为先进，凡在屏幕上见到的任一图形，都进行加工，而且无需编程。

数控机床：

CAD输出的是直接控制数控加工的纸带，或者是控制电火花加工电极用的控制带，因此数控机床是组成CAD/CAM系统中关键的一环。它为模具单件和小批量产品的制造带来了革命性的变化：简化加工工艺，大幅度提高产品质量，节约修配时间和增加工效，一台数控机床的效率约为相应普通机床的3倍。另外，由于在同一产品的一付或几付模具中，总有许多共同性的尺寸，这些共同的参数对提高模具制造的经济性是十分有利的。日本川崎重工业公司有一台桥式靠模铣床，可以用相同的纸带同时加工左右对称的零件。PSF公司用数控加工单个级进模平均节约工时140小时。美国商业部估计今后数控机床的发展每年约将增加30~40%。

但在数控加工中也存在加工时间短，编程时长的矛盾。60年代数控处理三维型腔加工表面，数据的生成麻烦并且错误多，那时根据工程图编辑一个APT带所消耗的时间几乎等于正常生产靠模装置的时间。随后发展成从样式设计就开始集成，直到最终制造检验都使用同一的基本信息，省去了几何数据之间转换的错误几率。目前国外应用最广最完善的切削加工编程系统是APT，但这种语言太庞大，而且要求在中型或大型计算机上使用。目前美国麦克唐奈、道格拉斯公司正设计一种用于工具制造的高速切削工装系统（Fast-Cutting tooling System），利用数字描述工件几何形状进行编程，目前用于二维并正在搞三维软件。

70年代由普通硬件数控（NC）进入小型计算机数控（CNC）和大型计算机群机控（DNC）的辅助制造系统。CNC主要特点是采用了由纸带制备计算机程序和数控系统一起组成的小型计算机，加工时不用读带机，由操作工进行程序设计编辑和故障诊断，减少停机时间。另外软件计算机数控的成本已降到普遍硬件数控的价钱，因此人们认为CNC是一种合算的、灵活性高和扩展能力大的先进数控方式，可以取代NC。而且正在把更多不同形式的人机图象显示装置和CNC控制系统连接起来，进一步简化编程，调试和检验纸带。意大利一家模具公司于75年先后购置了两台Secmu仿形铣床，其中装有小型计算机并带有显示装置由于生产效率提高，机床成本很快回收，生产某些模具零件的时间仅为过去的1/6。美国Newark公司于75年花了25万美元添购了一套CNC加工中心，原来三天的工作，现在调一次挡就可以完成。到77、78年美国已大批涌现出这类设备。英国数控工具和模具公司采用了Olivetti 2CNZ CNC数控铣床，可供加工的零件尺寸1200mm×865mm，能用于三维精镗，而且所有镗削加工可以集中一次定位进行，保证相关的模具零件均能相应一

致。另外意大利Olivetti公司和美国Oberg公司的数控设备也都是十分先进的。人们认为在CNC有了一定的经验后,再把这些独立的自动化机组,连成自动生产线,即由一台大型计算机进行群控。DNC虽是发展方向,但投资大、技术复杂,经济上的可靠性还不大,因此国外尚未大量发展。日本在这方面比较领先。最近由于价廉的微处理器的出现,又将使今后的主要数控方式改为微型计算机数控。

5. 从发展动向上来看:由原来只是在一些大公司中实验性地使用CAD/CAM技术,现在发展成常规性的操作,如西德Opel、美国通用和福特等公司都已用CAD/CAM取代人工设计和制造汽车车身的冲压模。而且将有希望进一步扩大应用到中小公司。还有一种动向,商业计算机中心将为顾客提供模具设计,为有数控设备的厂商提供加工模具的控制纸带。各类模具的CAD/CAM系统正不断朝着更合理、更高效、更简便和更经济的方向发展。由采用大型计算机辅助模具设计制造发展到采用小型计算机甚至微型计算机。最近由于大规模集成电路和价廉的微处理器的问世,由微处理器及与其配套的软件组成的微型计算机,又将取代小型计算机而进入CAD/CAM系统。这对中小公司采用专用的CAD/CAM系统是十分有利的。因为微处理器能提供复杂的功能而成本却降低很多。76年美国陆军材料和力学中心在军用牵引车辆履带瓦锻模的计算机辅助设计中已采用PDP-11/40微型计算机系统;78年美国有十二家模具公司已将微处理机用于CAD系统,很快降低了模具甚至产品的设计时间。微型计算机控制系统可以单独设置,也可以通过数据通道与高级计算机相连,构成分级的多级计算机系统。微型计算机数控将是今后机床数控的主要方式。它编程简单,可用键盘直接输入或从磁带匣传送数据,加上现场编辑的宏程序,即使是小型工厂也能从数控得到利益。

美国凡加伺服控制公司于言:到1980年所有的CNC都将以微处理器为基础;到80年代后期微处理器甚至可以处理APT这类语言。两年前美国加工工程学会和密执安大学曾对金属加工系统的计算机化进行过一次调查,其中预测:1982年和1987年将分别有19%和33%的模具将是直接由计算机制图或图象显示输入数控机床制得。据报导:苏联在拟定设计冷冲模自动化设计系统机器人的类型以及解决工艺过程设计、模具结构和在数字程序控制机床上制造的综合性问题。

三、计算机辅助模具设计和制造的优点:

1. 提高产品质量: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,充分发样各自特长,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的质量。

2. 节省时间和提高生产率:由于产品精度高,装修时间以及模具工艺设计所需的试验次数明显减少。加上过程的高速自动化,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。而且易于实现产品规格的变化,从而扩大了市场的竞争能力,如美国某塑料制品公司由于采用了CompuTool集成系统,从设计到加工完毕的时间减少了90%,而且由于生产了更多的新产品,两年内销售额从1亿美元上升至3.5亿美元。

电子计算机辅助设计冲模

(捷) 金属加工工业研究院 J·木兰斯基

随着(捷)经济的发展,必将大量增加薄板金属材料的消耗量,相应则要大量增加高质量冲模,还要缩短交货时间,因此模具的制造变成越来越严重的生产障碍。为使制造冲模的准备阶段全盘自动化,运用带有适当外围设备的现代化计算机,并在加工过程中运用先进的数控机床,是解决上述问题的最佳途径。

所谓AKT系统,就是使用计算机辅助设计冲模的广泛程序系列,它是(捷)金属加工工业研究院(普列索夫)研制成功的。系统的基本原理及其效果说明如下。

3. 降低成本:由于劳力、时间、材料的节约以及为配合计算机化,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。如捷克的AKT系统,使成本减少了一半。

4. 把人从繁冗的计算和制图劳动中解放出来,更好地从事创造性的劳动。而另一方面又可以使技术水平较低的操作者能在较短的时间里,通过课堂教学,而不是依靠长期体力劳动实践的形式,学会使用计算机辅助设计和生产,解决模具技术劳力不足的问题。

四、对我国开展模具CAD/CAM工作的几点想法:

在国外人们已经比较清晰地认识到计算机将是决定今后金属加工前途压倒一切的工具,而CAD/CAM正是实现这种技术趋势的具体实践,正大有前途。我国为了适应四个现代化发展的需要,也开始对CAD/CAM有所重视。目前在飞机、船体、大规模集成电路、建筑、机床、部件、模具等设计领域中刚有所起步。在这种形势下,模具工作者究竟应该注意一些什么呢?

1)希望有关领导部门要重视和组织力量,制订规划,开展这项带有方向性的先进技术工作,促进我国模具的设计制造和管理走向全盘自动化。

2)积极组织收集有关模具CAD/CAM的技术资料,吸取国外经验教训,少走弯路。

3)不管自动化的程度多高,人的因素总是主要的,因此迅速培训有关人员(操作员、程序员、维修员等)是当务之急。尤其应该向机械人员普及电子计算机技术,把他们培养成为合适的软件工作者。软件是系统的核心,无论在费用、人力、实用性上都最大。因此加强软件工作和人员的培养是十分重要的。

4)为CAD/CAM做好基础准备工作。组织各类模具工作者(最好首先从冷冲模着手),总结设计和制造模具的经验,并使之系统化、理论化。同时,必须努力做好标准化工作,包括模具另件形状、尺寸、典型结构与组合、程序设计、工艺设计、制造方法等,以便为计算机数据库提供各种参考文件资料,有利于设计和制造程序的编制。

5)要求有关领导部门保证有计划地解决计算机及其相应的各种外围设备。

(参考资料从略)

AKT 基 本 原 理

AKT系统研制目的,是使模具制造者在最短时间内得到各种工艺技术文件,这些文件的产生是完全自动化的。文件包括:模具装配图,模具零部件工作图,零件目录,技术数据,穿孔纸带以及给出数控机床工作所需的装定指令。当CAD程序时,已考虑到个别AKT用户特殊的生产情况 and 经济条件,因此对任何模具用特殊零部件(如凹模,凸模,卸料板)均可选择最佳加工方法,以确保最低生产成本。

图1为(捷)AKT系统,用于CAD和加工制造某些类型的冲模过程图,园圈内数字表示生产模具时计算机各加工项目。

数据流程、处理程序以及系统的硬件形式由图1来说明。首先由模具用户送来订单、并附有将要制造的零件图,传到AKT系统使用者手里,而该系统又具备有所需生产能力。然后AKT使用者从零件图上取出基本输入数据,将这些数据按精确的编码规则以专门形式写入,形成计算机的输入纸带。纸带运转,进行CAD程序,得到某些可直接利用的技术文件。其他文件则可离线处理。

行式打印机为模具一般零部件制备技术数据卡;为冲模各独特零件制备加工技术数据卡;(这些零件包括凹模、凸模模板、上模板、导板、冲头板、顶料器、垫板)以及为数控机床制作装定指令卡。纸带穿孔装置所产生的穿孔纸带供DIGIRAF 1008型自动坐标制图机使用,该机带有DAPOSD 3 G 控制系统,绘出各单个零件图;进一步纸带控制数控制图机制备金属带料冲压排料图;另外纸带还控制数控机床。目前只控制EIR 20N 数控线切割机。不久纸带还将用来控制VKR 50N 数控坐标钻床。

生产准备科按零件清单选择模具所需标准化图纸和装配图,这些图纸已预先印好,各特殊零件的图纸则由数字制图机制出,按零件目录在仓库里选出予制的半成品件。各种半成品和某些规定的标准成品一道送到模具室进行最后加工或装配。各特殊零件图纸和数据卡、数控机床控制纸带一道都送到模具室。至此,冲模生产可以开始了。接着全套技术文件随同完整的模具就可交货了。

AKT 系 统 的 结 构

AKT程序系统的性质对用户说来是有限定的,但对研制者说来是开放的,可允许研制者进行补充和修改其内容。

这个系统是组装式的,在程序和子程序之间有着相应的层次关系。本系统有10个主程序和149个子程序,每个子程序又平均包括200个语句,使用FORTRAN 4 语言。进行CAD程序时,本系统可和70个数据文件结合使用。

软件结构见图2,各主程序的目的如下:

方块1是子程序的文件,它执行计算并产生一些基本数据,供一些后续的CAD处理之用:例如确定符合冲裁工艺特点的最佳冲模形式;再是确定金属带料毛坯的最佳设计,以利用最小块的材料;计算毛坯轮廓变化交点的坐标;计算毛坯基本外形尺寸;计算冲模工作面积;以及确定模具各零部件尺寸。

方块2包括实现简单冲裁模设计或多工位级进模设计的子程序。其作用包括确定落料

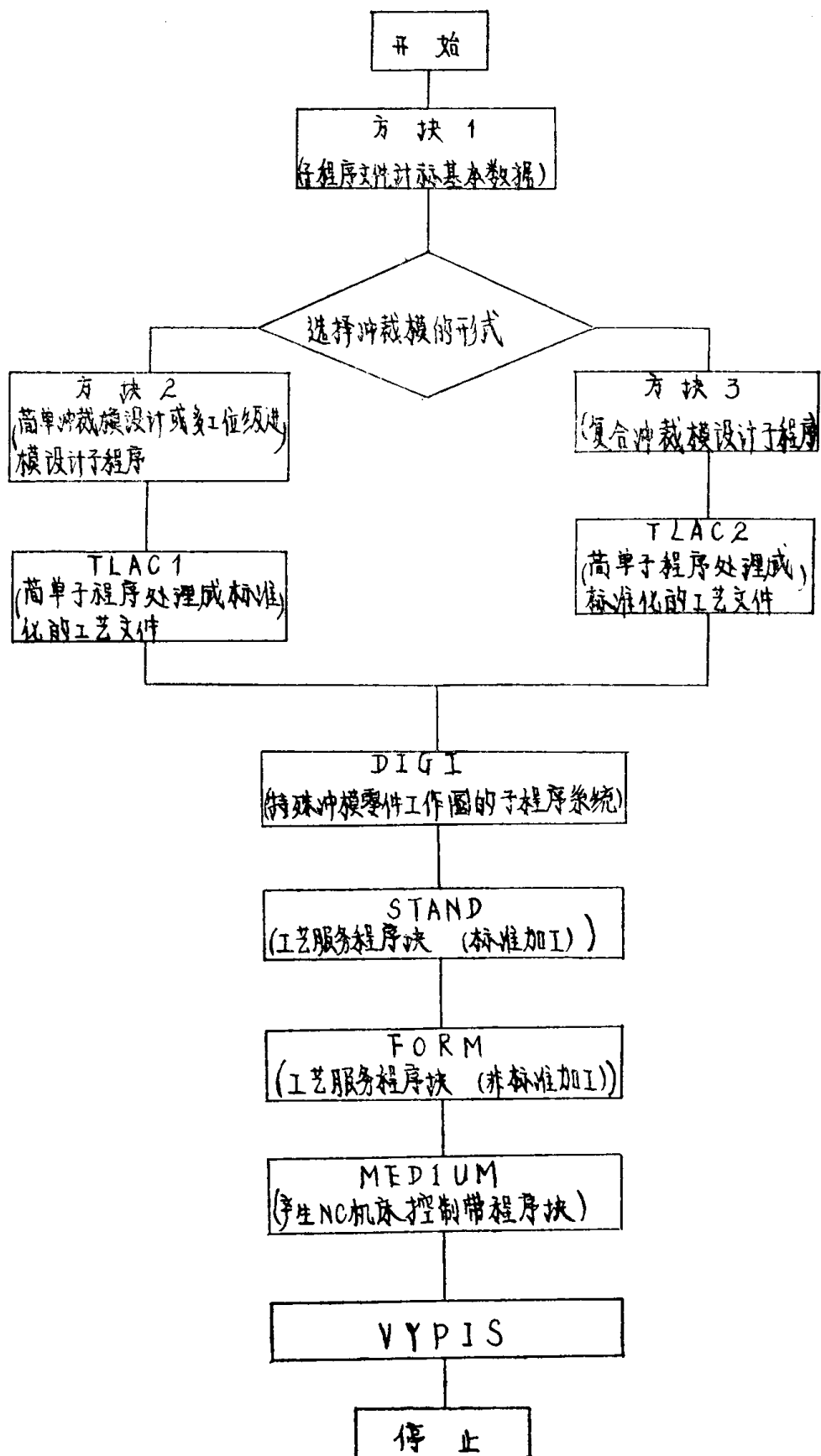


图2 AKT系统的软件结构图（方框中的中文注释是编者加）

ST AND是一个为工艺服务的程序块，它完成和生产模具工艺数据相关联的一些处理，所确定的各因素包括：按标准加工的基本工艺细则（包括平面加工，孔和螺纹加工，园柱面加工），机床型式；夹紧方式；切削和测量工具；加工公差；切削条件；准备时间；单件加工时间；加工成本。制造各特殊冲模的半成品尺寸也在这里算出。

FORM也是为工艺服务的程序块，用来获得第二类加工数据，和第一类相类似，但这次是针对非标准加工工艺（如非园孔加工和各特殊零部件的不规则形状部分）。

MEDIUM是用于产生数控机床所需控制纸带的程序块，也为各特殊操作提供装定指令。

一些应用数学的方法

进步的计算技术允许采用各种数学方法或直接推断法（heuristic），而这在过去靠人工计算是不可能的。这些方法可完成的功能包括：用线性规划技术，实现金属带料利用最佳化；用Monte Carlo（亚特卡罗）法确定复合模顶料销的最佳数目及其位置；用整数规划法确定VKR 50N 钻床的最佳切削条件；用直接推断法确定各冲模零件成形部分的最佳加工值，如果优选的算法能运用一些集合论（Set theory）知识，那么上述好处均能实现。这些方法的运用对设计效率有很大的提高。

某些结果及AKT系统的效率

参考某些实例，可明显地看出AKT系统的效率。例如选用IBM370/145计算机制作一付二工位落料模，它所制得的模具如图3。计算机的行式打印机打出的模具零件目录见图4。

纸带穿孔机产生各特殊另部件制图用纸带，此后用数字制图机得到各下料外形图，行式打印机产生加工模具所需各种文件。一个典型文件如图5所示，它是制造模具的落料凹模（图3件2）的工艺卡。打印机还打出有关现行的冲压工艺数据，如图6所示；以及数控线切割机详细的装定指令；产生数控机床所需的控制纸带。

冲 压 另 件 号：125111

板 厚 (毫米)	周 长 (毫米)	落料间隙 (毫米)	冲压力 (KN)	板料进给 (毫米)	进 给 步数号	冲 模 型 式	冲 模 尺 寸	冲床型式
0.5	370.2	0.05	142.21	36.5	2	121	5	63/160

图6 由AKT过程所产生的某一模具落料工艺卡：

附表的经济比较表明了AKT程序系统的效率。这是图3二工位落料模在不同的设计和加工条件下的有关数据。A是小型冲模生产厂的情况（运用普通加工工具）；B则相当于大型模具生产厂的情况（用经过改良的专用机床加工模具，诸如数控线切割机或其他电火花和数控设备）。最后，情况C和情况B类似，但是用了AKT装置进行自动化生产准备。

下表是AKT系统加工某冲模（情况C）和另两种加工模具的有关效果和成本的比较。

因 素	情 况		
	A	B	C
设计过程所需要时间 (人一小时)	100	5 0	1.5
加工准备总成本 (KCS) (KCS—捷货币单位)	5200	1250	500
从收到模具订货单位到模具开始加工所经过的时间 (小时)	150	5 0	1 0
总生产工时 (小时)	400	100	5 2
整个生产周期 (月)	2	1	0.25
总生产成本 (KCS)	12500	5000	2000
设计和生产总成本 (KCS)	15000	6250	3100
包括生产准备在内的设计人员数量	1	0.5	0.02

目前，用AKT程序系统可加工三类基本的冲裁模。约占有冲压落料的66%（捷所需）可用此三类模具来完成。但根据需要，其他类型冲裁模及一些优选型号的拉深模及弯曲模，也希望纳入AKT系统中，这项工作将在不久将来完成。

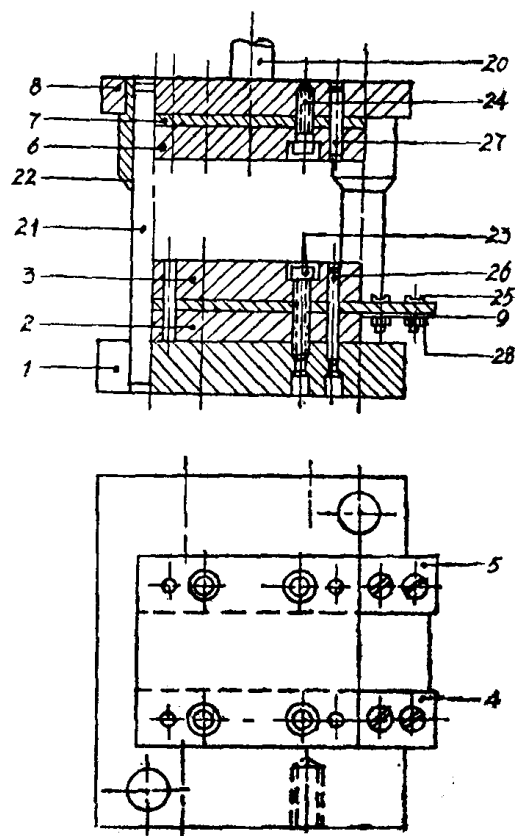


图3：由本系统设计的典型模具、图中不包括冲头和其他一些小零件。

4	螺 母 M6	C S H021.401						28
4	销 丁 10×50	” 022.152						27
2	销 丁 10×70	” 022.152						26
4	螺 丁 M6×16	” 021.131						25
4	螺 丁 M6×50	” 021.143						24
4	螺 丁 M6×70	” 021.143						23
2	导 套36×90×34	C S H226262						22
2	导 柱36×180×58	” 226260						21
1	夹紧柄50×30×27	” 226264.3						20
1	冲 头 制 动 器	” 226060.04						19
4	冲头2.3/外形21	” 226362						18
1	冲头/外形11		19436.5	19436.5			41196.6	10
1	支 撑 条	99102868		11373			41969.9	9
1	上 模 板	991061352		11500			41196.10	8
1	垫 板	9920.41090		12050			41196.7	7
1	冲 头 板	9910.61096		11500			41196.6	6
1	导 条	99109632		11700			41196.5	5
1	导 条	99109632		11700			41196.4	4
1	导 板	991061096		11500			41196.3	3
1	落 料 凹 模	993181096	1943.65	19436.3			41196.2	2
1	底 板	991061356		11.500			4119611	1
1	落 料 模 块	41166320						
数 量	另 件 名 称 及 其 尺 寸	半成品另件号 或 标 准 件 号	材 料 最 后 条 件	材料基 本条件	废 料 分 类	重 量	另 件 图 号	参 考 号

图 4：由计算机产生的完整的模具零件目录，右边一行的数字和图 3 上数字相对应。

图 5：打印机制备的加工模具零件的典型工艺卡。这里用作图 3 件 2 落料凹模的加工说明，右边上一行的币值单位是（捷）通货（克朗或KCS）。