

工程软件模具设计实例丛书



AutoCAD2004

模具设计



王存堂 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





工程软件模具设计实例丛书

Auto CAD2004 模具设计

王存堂 主编



机械工业出版社

本书对 AutoCAD2004 环境下的模具 CAD 理论和方法进行了系统的介绍, 全书共分 8 章, 介绍了模具技术的基本概况、模具设计的三维造型、模具设计过程的计算机分析方法、基于 AutoCAD2004 的模具设计、模具设计中的图形表征, 最后分别介绍了锻模、注塑模、冲模的 CAD 设计实例。

本书的读者对象主要是从事模具设计的工程技术人员, 也可作为高校相关专业的教材和参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

Auto CAD2004 模具设计/王存堂主编. —北京: 机械工业出版社, 2005.3

(工程软件模具设计实例丛书)

ISBN 7-111-16269-2

I. A... II. 王... III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD 2004
IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 019239 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 黄丽梅 版式设计: 冉晓华 责任校对: 刘志文

封面设计: 陈 沛 责任印制: 洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5 · 10.875 印张 · 420 千字

0001—4000 册

定价: 30.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是为从事模具设计的专业技术人员而编写的基础性专业教材,假定读者对模具设计的基本理论有了一定的基础,帮助读者构建起模具设计的框架体系。本书主要是从模具的设计、分析、几何造型、图形数字化入手,分别对注塑模、锻模和冲模的设计方法进行了阐述和分析,主要强调模具设计的实际操作。

全书共分为8章,第1章对模具技术的发展及基本概况做了介绍;第2章对模具的三维造型设计方法进行了分析;在第3、4章分别介绍了模具CAE和CAD技术,结合ANSYS软件和AutoCAD2004软件对现代模具设计过程中的分析和设计方法进行了论述;在模具设计过程中,涉及到的图形的数字化表征问题在第5章也给予描述;在第6、7、8章,通过实例介绍了锻模、注塑模、冲模的设计方法和步骤。

全书由江苏大学王存堂主编,上海大学邢科礼为副主编,江苏大学陈炜教授为主审。具体分工如下:第1~5章由王存堂、阳恩会、张建国编写,第6~8章由上海大学邢科礼、李刚编写,全书由王存堂统稿。

由于作者水平有限,本书不足之处请各位读者不吝赐教。

编 者

目 录

前言

第 1 章 概论	1
1.1 模具基本概念	1
1.2 对模具的基本要求	3
1.3 计算机技术在模具工业中的应用	4
1.4 模具技术的发展趋势	6
第 2 章 模具的三维造型设计	8
2.1 工件的三维造型	8
2.2 模具设计信息的提取	9
2.3 模具的三维造型设计	13
第 3 章 模具 CAE 技术基础	25
3.1 CAE 技术的基本概念	25
3.2 模具在工作过程中的力学性能及形变特征	27
3.3 有限元分析的基本原理	30
3.4 有限元分析的前置处理和后置处理	36
3.5 ANSYS 应用软件介绍	39
3.6 用有限元分析软件 ANSYS 进行有限元分析计算	52
3.7 基于 ANSYS 软件的锻压分析实例	79
第 4 章 AutoCAD 环境下的模具设计	98
4.1 AutoCAD 2004 功能简介	98
4.2 AutoCAD 2004 的基本操作	103
4.3 AutoCAD 2004 下模具的三维造型	119
4.4 AutoCAD 2004 环境下模具的工程图设计	134
4.5 AutoCAD 2004 的二次开发及 AutoLISP 语言	135
4.6 造型及工程设计范例	142
第 5 章 图形的数字化表征	146
5.1 概述	146

5.2	几何造型技术	147
5.3	点、线、面的计算机内部模型	156
5.4	零件实体模型的表征方法	164
5.5	实体构型	168
5.6	工程图的数字化描述	171
5.7	数据结构及工程图的存储	173
5.8	图形及工程数据库	181
第6章	冲模 CAD/CAM 实例分析	187
6.1	概述	187
6.2	冲裁模 CAD/CAM 系统的工作步骤	188
6.3	冲裁零件的图形输入	189
6.4	冲裁工艺设计	195
6.5	凹模和凸模设计	209
6.6	级进模工步设计	211
6.7	冲模设计实例	214
第7章	锻模 CAD/CAM 实例分析	224
7.1	概述	224
7.2	模具几何造型与 CAD 技术	229
7.3	轴对称件锻模的 CAD	244
7.4	计算飞边槽尺寸和飞边金属消耗	250
7.5	长轴类锻模的 CAD	254
7.6	锻模设计实例	275
第8章	注塑模 CAD/CAM 实例分析	290
8.1	概述	290
8.2	注塑模结构 CAD	294
8.3	注塑模流道系统的交互设计	301
8.4	注塑模流动模拟	308
8.5	注塑模冷却系统模拟	319
8.6	注塑模设计实例	324
参考文献		339

第 1 章

概 论

1. 1 模具基本概念

模具是工业生产中普遍采用的工艺装备。在工业制品中,各种金属、塑料、橡胶、玻璃、陶瓷、粉末冶金、复合材料等制品的生产都离不开模具。模具制造能力的强弱、水平的高低,直接影响着许多工业部门新产品的开发和老产品的更新换代,关系着产品质量和经济效益的提高。因此,模具是国民经济各部门发展的重要基础之一,在工业生产中占有很重要的地位。

在工业生产中,成型加工技术有以下优点:

(1) 生产率高

普通成型加工设备每分钟能实现几十次到上百次的工作循环,如以一模一件计,按双班制,一台压力机每天最高产量可达数万件。如采用一模多件或高速冲压床及长寿命多工位级进模,其实际产量可数倍于此或更多。企业若要提高劳动生产率,扩大产量,将其他加工方法尽可能改为成型加工是极其有效的。

(2) 质量好

成型加工产品成型性好,制件形状的几何尺寸一致性高,便于互换。一般来说,模锻件强度高;压铸件缺陷少;钣金件重量轻和表面光滑;塑料制品坚固耐用、式样新颖、形状多样、更新周期快。成型加工制品的高质量在很多情况下是其他加工方法所不可比拟的。

(3) 材料消耗低

成型加工属于少切削或无切削加工,材料利用率高。以模锻代替自由锻,以挤压件代替机加工件,广泛使用钣金件,以塑代木和以塑代钢等措施,对减少材料消耗起着非常重要的作用。

(4) 成本低

由于生产率高、质量好和材料消耗低,因此,成型加工生产的成本,在一定批量下是许多加工方法中最低的。正因为如此,在很多产品中,如汽车、摩托

车、电气、仪表、照相机、钟表、玩具和家用电器中,都广泛使用成型加工零件。很多产品的成型加工件所占的比重在90%以上。

目前不仅在大批量生产中使用成型加工技术,即使对于一些小批量、多品种的生产,也开发出一系列简易或特种模具来,以适应市场竞争中的激烈变化。

工业生产中采用成型加工技术的优越性,还可以举出很多。采用成型加工技术就离不开模具。通常,制造模具要占据一定周期和花费相当数量的资金,尤其对于高精度、长寿命、大型、复杂形状模具的制造,不仅价格昂贵、生产周期长,而且还需要有专门高精度大型设备和各类专门人才。目前,现代模具技术的重点也正是集中在上述类型的模具方面,它与传统模具有很大不同。

当前,国际上所有先进工业国家对模具技术都极为重视,并制定了相应的扶持和开发优惠政策,力图以最快速度发展现代模具技术,改造原有传统模具企业,提高竞争能力。

现代模具工业由现代化的模具企业组成。现代化的模具厂,人们经常称之为“模具中心”,这是因为它是一个有相当投资规模、设备先进、技术精良、能生产多种高品质模具的企业。这种企业必须把设备、人力和技术用一个科学而严密的系统有机地结合起来,以达到最佳的经济效益。目前,一个现代化的模具中心,其主要特征表现为以下几个方面:

(1) 以计算机为中心

由于计算机技术在各行业的广泛应用,现代化模具中心的首要特征就是以计算机为中心。计算机是全厂最活跃、最核心、最舍得投资及更新最快的部分,以计算机为核心建立起来的计算机辅助设计/计算机辅助工程/计算机辅助制造(CAD/CAE/CAM)是全厂的生产主线,全厂的计算机辅助集成制造系统是努力的方向。

(2) 加工设备先进,机床品种和规格配套

现代模具的加工,更多地依靠各种高精度、高效率的机床和其他配套设备。从模具粗加工、热处理、表面处理到各种精加工、超精密加工、质量控制与检测,手段齐全,配套合理。

数控及电子计算机控制的加工设备所占的比重大,以适应单件或小批量复杂形状的模具零件的生产。机床品种分布面宽,包括数控车、铣、镗、磨及各种模具加工中心。

机电结合的电火花加工、数控线切割加工及各类特种加工,已成为现代模具加工中的基本手段。高精度数控坐标磨床、数控光学曲面磨床、慢走丝高精度线切割机、多功能数控电加工中心等先进加工机床,已成为必备设备。

现代模具中心的检测设备与手段齐全,一般均配备有不同尺寸和精度的数控三坐标测量机。

(3) 模具设计水平高、独具特色

现代模具中心广泛采用计算机辅助设计与制造, 设计过程程序化和自动化, 使用优化程序, 模拟成形过程, 采用交互式设计方法, 发挥人和计算机的各自特长。

数据库和计算机网络技术使设计人员拥有大量资料和信息, 设计和制造之间数据的直接传输使设计中的反复修改变得容易。以上种种都使得现代模具设计的总体水平上升到一个前所未有的高度。

现代模具加工精细, 产品属精密工具范畴, 很多模具还附有控压、控温和各种测量元件。模具标准化、通用化、典型化程度高、分工细, 各模具企业特长明显。掌握一门或几门特长的模具企业, 往往在激烈竞争中得以发展。

(4) 供货期短

这是当前市场竞争激烈的情况下模具生产的一个重要指标, 现代模具对缩短交货期的要求日益迫切。一般模具的交货期从几个月缩短为十几天, 甚至要求几天交货。这就不是传统设计和制造方法所能达到的速度。

模具设计从人工经验型设计方式转化为依靠计算机和成组技术的设计方式。广泛采用模具 CAD/CAM 新技术, 模具设计、计算、分析、生产准备、数控加工自动编程、检验、试切、试压等工作一体化, 设计数据直接经过数据库传递到各个生产部门, 大大缩短了模具生产周期。此外, 计算机模拟成形过程、各种分析软件、模具的标准化、专业化生产, 对缩短周期起了促进作用。

(5) 重视人才的培养和凝聚

一个现代化的模具中心, 最重要的就是掌握先进技术与设备的人, 所以, 要求从业人员素质要高。缺乏熟练的模具工人和高素质、高技艺的模具人才, 已成为全球性的紧迫问题。加强这方面人才的培养和再教育, 并将这些人才成功地凝聚在一起, 就成为现代化模具中心的重要任务与特征。

总之, 一个现代化模具企业, 它应该是由现代化的模具生产技术、高度专业化的生产、高素质的人才、灵活的服务和经营管理等几个方面的条件所构成。

1.2 对模具的基本要求

现代工业的发展, 对模具技术的要求越来越高。纵观现代模具技术, 主要有以下几个方面的基本要求:

(1) 高精度

现代模具的精度要求比传统的模具精度至少要高一个数量级。多工位级进模、精冲模、精密塑料模的精度在 $0.003 \sim 0.005\text{mm}$, 甚至更高。

(2) 长寿命

长寿命模具是保证高速成型加工设备维持正常生产的基本条件之一。现代模具的寿命比传统模具的寿命要高出 5 ~ 10 倍。现代模具一般均可达到 500 万次以上,最高可达 6 亿次之多。

(3) 高生产率

由于采用多工位的级进模、多功能模、多腔注塑模和层叠注塑模等先进模具,可以极大地提高生产率,从而带来显著的经济效益。如用四工位的注塑模生产塑料汽水瓶,每小时可生产 8000 件以上。

(4) 结构复杂

随着社会需要的多样化和个性化以及许多新材料、新工艺的广泛应用,对现代模具的结构形式和型腔要求也日益复杂。如采用传统的模具制造方法,不仅成本高、生产率低,而且很难保证模具的质量要求。

传统模具设计制造技术,根本不能满足市场对模具的要求。因此,研制和开发新的模具设计、制造技术势在必行。模具 CAD/CAM 技术正是在这种形势下被开发出来的,并在现代模具的生产中发挥了重要作用。

1.3 计算机技术在模具工业中的应用

CAD/CAM 系统充分发挥计算机及其外围设备的能力,将计算机领域与工程领域中的专业技术结合起来,实现产品的设计、制造,这已成为新一代生产技术的发展的核心技术。随着计算机硬件和软件的不断完善,CAD/CAM 系统的性能价格比不断提高,使得 CAD/CAM 技术的应用领域也不断扩大,当然模具工业也不例外。

根据传统的生产方法,一个新产品的开发过程总是分为设计和制造两大部分,模具生产也是这样。模具属于单件生产,设计和制造往往是一一对应的,所以模具设计员的工作十分繁重。传统的模具设计采用手工设计方法,工作繁琐,模具设计所占工时约为模具总工时的 20% 左右,模具设计工作量大、周期长、任务急。

随着计算机技术的迅速发展和普及,将模具 CAD 技术引入模具工业后,模具设计人员可以借助电子计算机完成传统手工设计中各个环节的设计工作,并自动绘制模具装配图和零件图。

模具 CAM 最初应用于模具型腔等复杂形状自动加工的计算机辅助编程,后又逐步扩展了工艺准备和生产准备过程中的许多功能,如计算机辅助模具制造工艺过程的设计、计算机辅助模具生产管理等。开发模具 CAM 最原始的依据是模具的几何信息一图形。

最初单独采用模具 CAD 技术和模具 CAM 技术,尽管使用计算机代替了大量

繁重的手工劳动,取得了很大的成绩,但是从整个模具生产过程看,却没有什么本质的变化。因为模具 CAD 仍然是从接受模具设计任务书开始,以绘制模具图完成整个过程;而模具 CAM 从接受图样开始,以完成模具制造告终。整个模具生产过程和传统模具生产类似,设计与制造间有着严格的界限,两者之间明显脱节,图样仍然是两个环节间传递信息最重要的手段。

模具 CAD/CAM 技术是在模具 CAD 和模具 CAM 分别发展的基础上发展起来的,它是计算机技术在模具生产中综合应用的一个新的飞跃,也是模具技术发展和计算机技术发展的必然。

模具 CAD/CAM 技术的显著特点是设计制造一体化,其实质是通过设计与制造的紧密联系实现设计制造的综合计算机化。在模具 CAD/CAM 系统中,产品的几何模型是关于产品的最基本核心数据。通过模具 CAD/CAM 系统的计算、分析和设计而得到的结果,可以应用数据库和网络技术将其储存和直接传送到生产制造环节的各个有关方面,从而实现设计制造的一体化。

采用 CAD/CAM 技术以后,图样不再是设计与制造环节的分界线,也不再是制造过程的唯一依据,图样的作用将大大减弱,并将最终达到无图样生产,在系统中传递的是整个设计、计算、分析后所获得的大量信息。

一般意义上的模具 CAD/CAM 可以是计算机辅助某种类型模具的设计、计算、分析和绘图,以及数控加工自动编程等的有机集成;广义上包括成组技术、计算机辅助设计、计算机辅助工艺工程设计、计算机辅助检测、数控技术、柔性制造技术、物料资源规划、管理信息系统、企业管理、办公自动化、自动化工厂等多种计算机技术在模具生产过程中的综合。

模具 CAD/CAM 技术之所以能很快地得到发展和广泛的应用,并且对整个工业界和人类生活产生了巨大的影响,主要是它具有如下的一些特点。

(1) 知识、技术密集,综合性强

模具 CAD/CAM 技术是多种先进制造技术和计算机技术的综合,其知识、技术高度密集,涉及学科领域多,知识面广,技术性强,这就要求从业人员不仅要有较高的专业技术和技能,而且还要有多学科的综合知识和技术。

(2) 生产率高,经济效益显著

模具 CAD/CAM 技术可以极大地提高生产率和经济效益,据有关资料统计分析,用传统的方法制造模具,从设计到制成产品交货,大约需要几个月的时间。而采用模具 CAD/CAM 技术后,减少了设计、计算、制图、制表所需的时间,可将周期缩短为十几天甚至几天的时间,这就为企业在激烈的市场竞争中赢得了时间,以创造良好的经济效益。

(3) 有利于实现设计方案的优化

由于采用了计算机辅助分析技术,可以从多方案中进行分析、比较,选出最

佳方案。

(4) 有利于实现设计方案的标准化

标准化工作可有效地促进模具 CAD/CAM 技术的发展, 而模具 CAD/CAM 则要求模具设计过程的标准化、模具结构的标准化、模具制造过程的标准化和工艺条件的标准化。

(5) 更新速度快, 初始投资大

先进的生产设备既有较高的生产过程自动化水平, 又能在较大范围内适应加工对象的变化, 有利于企业提高应变能力和市场竞争力。模具 CAD/CAM 技术的更新速度快, 能适应市场形势的变化, 为企业带来很高的效益, 但它的初始投资却是巨大的, 这也是制约模具 CAD/CAM 推广应用的一个重要因素。

(6) 适应性广, 灵活性强

这是模具 CAD/CAM 技术的又一特点。它不仅能适应大型企业, 而且也适用于中小型企业。

模具 CAD/CAM 技术仍然是不断发展中的技术, 它不但可以实现计算机辅助生产过程中的各个分过程或若干个过程的集合, 而且其发展的最高阶段是计算机集成制造系统 (CIMS), 其目标是模具制造的全盘自动化。CIMS 是当前国际上科技领域的前沿课题, 在模具生产中要实现真正的 CIMS 目标, 可能还需要很长的时间和巨额的投入。可以预见, 随着 CAD/CAM 技术的不断发展和完善, 必将在机械制造业中发挥巨大的作用, 为社会带来不可估量的经济效益。

1.4 模具技术的发展趋势

模具制造技术是技术密集型综合加工技术, 它向着高效、精密、大型、自动化方向发展。相应的模具加工设备, 也在不断地发展和更新。对于多品种小批量生产使用的模具, 也已广泛采用各种快速制模技术。近年, 由于在模具材料方面发展了高强韧模具钢、综合性能较好的通用模具钢, 从而提高了模具的使用寿命。随着加工技术的发展, 硬质合金和钢基硬质合金在模具制造中的应用越来越多, 易熔合金模具材料的品种也有了新的发展, 扩大了使用范围。在模具设计和模具结构方面, 使用计算机辅助设计, 不仅缩短了模具设计周期, 而且也促进了模具标准化的发展。其发展趋势主要表现为以下几个方面:

(1) 模具的精度将越来越高。随着零件微型化及精度要求的提高, 有些模具的加工精度在 $1\mu\text{m}$ 以内, 这就要求发展超精加工。

(2) 模具趋于大型化。一方面是由于用模具成形的零件日渐大型化, 另一方面也是由于高生产率要求而发展的一模多腔结构所致。

(3) 多功能复合模具要进一步发展。新型多功能复合模具是在多工位级进

模基础上开发出来的,一副多功能模具除了冲压成形零件以外,还担负着攻螺纹、铆接等组装任务,这种多功能模具生产出来的不再是单个零件,而是成批的组件,如触头与支座的组件、各种微小电动机、电器及仪表的铁芯组件等。

(4) 随着塑料成形工艺的不断改进与发展,气辅模具及适应高压注射成型等工艺的模具将随之发展。

(5) 模具标准件的应用将日渐广泛。

(6) 压铸模的比例将随着车辆和电动机等产品向轻量化发展而不断提高,同时对压铸模的寿命和复杂程度将提出越来越高的要求。

(7) 快速经济模具的前景看好。一方面是制品使用周期短,另一方面花样变化频繁,要求模具的生产周期愈短愈好,开发快速经济模具越来越引起人们的重视。如研制各种超塑性材料来制作模具,用环氧(E)、聚酯(P)制作简易模具,或用其他类似的材料来制作模具,这些模具具有制造工艺简单,精度易控制,收缩率较小,价格便宜,寿命较高等优点。

(8) 模具技术含量将不断提高,中、高档模具比例将不断增大。

(9) 随着以塑代钢的进一步发展,塑料模的比例将不断提高,同时,由于机械零件的复杂程度和精度的提高,对塑料模的要求也将越来越高。

第 2 章

模具的三维造型设计

2.1 工件的三维造型

2.1.1 三维造型技术的意义

三维造型技术是 CAD 技术发展的重要标志,也是核心之一。二维 CAD 技术只是将传统的设计方法转移到计算机上进行,主要是计算机绘图技术,这相对于传统的人工绘图无疑是一大进步,当前我国的 CAD 技术从总体上讲还是停留在这一水平上。随着 CAM 技术的发展, CAD/CAM 一体化的要求不断提高,三维设计逐渐受到人们的青睐。三维设计就是直接构建产品的三维模型,三维造型技术的发展为三维设计提供了坚实的基础。另外,由于许多注塑模具和汽车覆盖件模具型面是由许多复杂的曲面组成的,用传统的二维图很难表示清楚,因此模具的三维造型技术在模具的设计和制造中起着关键的作用。

2.1.2 三维造型技术的分类

三维造型技术包括线框造型、曲面造型、实体造型和参数化造型。

1. 线框造型

线框造型具有点、直线、圆、各类二次曲线、样条曲线和组合曲线等几何元素的定义功能,也可以对已经生成的线框元素进行修改和各种处理(修剪、延伸、限制、劈开、偏置等)来生成几何元素,还可以由曲面求交、曲线在面上的投影和曲面的边界曲线等方法来生成。

2. 曲面造型

曲面造型是进行复杂型面数控加工编程的前提,一个 CAD 软件曲面功能强弱不仅体现在曲面生成功能的强弱,而且也体现在曲面处理功能的强弱。曲面构造方法主要有:由在同一平面上的封闭曲线生成平面,由曲线绕轴旋转生成旋转面,由多条空间曲线生成放样曲面,一条曲线沿另一条曲线生成扫描面,一条或多条曲线沿几条轨迹线生成扫描面,由边线生成的可控制与相邻曲面曲率连接关系的曲面,曲面与曲面光滑连接曲面,曲面边界线的倒圆角面,由相交的曲线网

络所形成的曲面等。曲面编辑的功能有：通过曲线投影、曲面相交、几何投影等方法生成在曲面上的裁剪线，然后进行曲面剪裁、分段，曲面的延伸、偏移、组合、光顺等。

3. 实体造型

实体造型可采用的方式为：基本实体定义（正方体、长方体、圆柱体、球体、环体等）；用二维封闭图形通过平移、旋转沿某一曲线运动等方法来生成实体；通过边界曲面的缝合来生成多面体；通过布尔运算（并、差、交、截切等）产生复杂体。

4. 参数化造型

参数化造型是当前 CAD 技术中先进的造型方法，也是提高 CAD 工作效率的有效手段。它是指在实际的几何和拓扑基础上导出两要素之间的关系，此时物体按常规方法定义，但某些参数以变量方式存储。图形参数化建模方法是指零件的图形以草图形式在计算机屏幕上画出，对一组参数赋予相应值，改变这些值，能重新产生相应图形，这种方法的优点之一是便于设计师修改。

2.2 模具设计信息的提取

模具 CAD 系统必须处理的信息可分为三类：数据信息、图形信息和设计经验信息。

数据信息的处理是通过数据结构的建立，送至中央处理单元进行加工，最后以一定的数据结构形式输出所需的数据。

图形信息的处理首先必须解决图—数转换手段，及图形的输入，并建立适合于图形的数据结构，送至中央处理单元进行加工，然后再通过数—图转换手段，即图形的输出，在图形终端或绘图机输出所需的图形。

关于设计经验信息，由于设计经验因素复杂，且往往难于转化为相应的数据，有的甚至不可能数据化，这类信息有的经过处理后可直接送至中央处理单元加工，有的必须通过人的干预，进行人一机对话式的交互设计，使人的智慧和计算机的功能均能充分发挥，达到优化设计。

下面就以冲压模具为例，阐述模具设计信息的提取。冲裁模 CAD 的程序是：产品图形输入—工件工艺审核—工艺分析计算—排样优化—凹、凸模设计—结构优化—数据库和图形库—打印和自动绘图。

2.2.1 成形零件的图形输入

CAD 的第一步是要把成形零件图形的图样输入到计算机。

二维零件都可以用封闭的轮廓线来表示，轮廓线可分成线段、圆弧等，把它们视为线索。零件图形输入的任务是在计算机内部建立一套可以描述该零件的，有

一定结构形式的数据；它们既要包含每一个线素的参数（例如直线段的起点终点坐标、圆弧的圆心坐标、半径、始角终角等），又要包含各线素之间的关系（拓扑关系），使计算机不仅记得该图形，而且能理解它，以便进行工艺和模具设计。

若采用二维零件图形的面素拼合法则比较快速且直观。二维零件图形的面素拼合法是通过一些简单的几何图形，即面素的并、交、差等运算拼合成零件图形。下面简单介绍其原理。

1. 面素拼合原理

定义的一个平面图形成为一个面素，例如圆、平行四边形等。若把每一个面素都看成一个点集，则面素拼合就是集合中的交、并、差等运算。两个面素可拼合成另一个面素。拼合后所得的图形仍是一个面素，它还可以和其他面素拼合。这样连续进行，就可用一些简单的面素拼出复杂的图形。面素拼合方法分直接拼合和构造面素拼合两种。

2. 基本面素

为了进行面素拼合，应在计算机软件中定义一些基本面素，可用数码表示。调用时只要输入面素编码和该面素所需参数，软件即可自行算出面素参数和排序。基本面素定义多，则可用较少的面素拼出复杂图形，而且面素的参数也减少，但软件容量将增大，故基本面素的数量选择应根据用途及软件结构要求等因素来确定。

3. 构造面素

将拼和后所得图形命名保存起来，叫做“构造面素”，以后可像基本面素一样随时调用。例如图 2-1a 所示的带键槽的电动机转子芯片，就可以看成是外形构造面素和心孔构造面素的组合。

4. 辅助功能

大多数图形可通过前述方法拼合，但有些图形或其局部在使用上述方法时仍相当麻烦，甚至不可能，故需要设置一些辅助功能。例如：

(1) 圆角和倒角

图形上圆弧过渡和倒角是常见的，但用拼合法比较费事。所以先要拼出图形的主轮廓，然后指定角点，输入圆角半径或斜角值，由软件自行完成圆弧过渡或倒角工作。

(2) 旋转复制

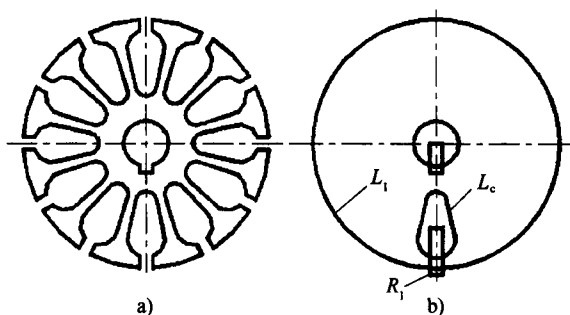


图 2-1 图形的局部拼合及旋转

有些零件只要拼合出一个局部形状,然后命令旋转复制几次,即可得到完整的图形,例如图 2-1b。

(3) 线素输入和插补

线素输入法万能性很强,且机内处理很方便,所以利用它作为一种辅助功能,用于输入一些特殊形状的轮廓线,或用于处理某些特殊的局部形状,也即插补。

2.2.2 成形零件图形的输出

CAD 的图形输出不但要描绘出图形,还要输出各种有关的标注信息,如零件的尺寸及公差、形位公差、表面粗糙度、技术要求及标题栏等。对于装配图,还要标注出零件序号及画出明细表等,因此 CAD 系统中须有各种相应的软件,图 2-2 表示计算机对工件的尺寸标注的实例。

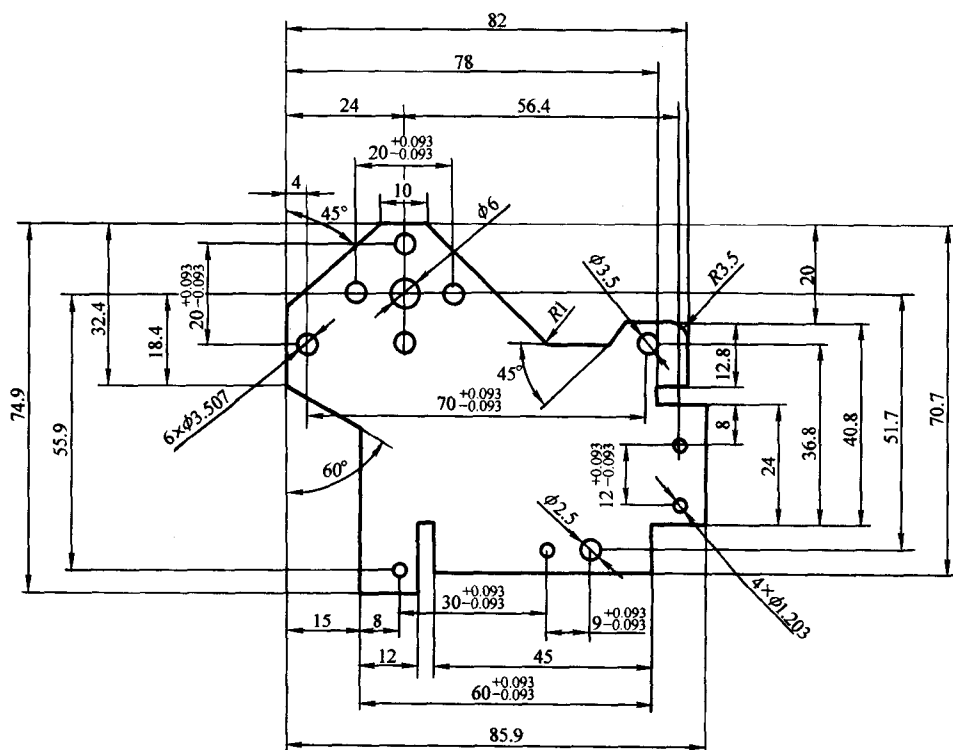


图 2-2 尺寸标注

2.2.3 成形零件的工艺审核

零件图形输入以后,它是否适应成形工艺,例如零件的形状和尺寸,精度和粗糙度等能否适应合适的成形工艺,需要计算机作出判断。