



中等职业学校数控专业教学用书

模具设计MasterCAM

主 编 龚丽萍
参 编 卢 伟
徐永太



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

中等职业学校数控专业教学用书

模具设计 MasterCAM

主 编 龚丽萍

参 编 卢 伟 徐永太

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是教育部规划教材——数控技术应用中职系列教材之一。全书以模具设计与制造为主要内容。根据当前中职学生的层次和社会对数控专用技能型人才的要求,强调学生的实际能力,内容清晰、直观、易懂。

主要包括:CAM 加工基础,二维加工,三维加工及钻孔、挖槽等内容。

可作为中等职业技术学校数控技术应用专业和机电、模具、机械制造等专业的教学用书,也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具设计 MasterCAM/龚丽萍主编. —重庆:重庆大学出版社,2007. 12
中等职业学校数控技术应用专业教学用书
ISBN 978-7-5624-4224-0

I. 模… II. 龚… III. 模具—计算机辅助设计—应用
软件, MasterCAM—专业学校—教学参考资料 IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 106702 号

中等职业学校数控技术应用专业教学用书

模具设计 MasterCAM
muju sheji MasterCAM

主 编 龚丽萍

参 编 卢 伟 徐永太

责任编辑:朱开波 彭 宁 版式设计:朱开波

责任校对:文 鹏 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆华林天美印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:8.5 字数:212 千

2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4224-0 定价:13.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

随着数控铣床的大量普及和该领域新技术的不断更新,社会急需一大批能熟练掌握数控铣床编程和操作的应用型技术人才。本书正是为了满足当前这一迫切需要,根据中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养方案进行编写的。

本书是教育部规划教材——数控技术应用中职系列教材之一。全书包括8章,第1章为概述,第2章为CAM加工基础,第3章为数控平面铣削加工,第4章为外形加工,第5章为挖槽加工,第6章为钻孔加工,第7章为二维加工实例,第8章为三维曲面加工。

本书主要是让中职学生在较快的时间里掌握模具的计算机辅助设计与制造方法及技巧。并通过一定的实例学习安排,使学生能够举一反三,对软件的使用和对于模具的设计制造方法具有一定的认识。

本书由龚丽萍主编,卢伟、徐永太参编。其中第1章由重庆市工业学校徐永太编写,第2、3、4、5章由重庆市工业学校龚丽萍编写,第6、7、8章由渝北职教中心卢伟编写。

本书在编写过程中得到了相关单位领导的关心和大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者的水平有限,书中错漏之处在所难免,恳请读者对本书提出宝贵意见和建议,以便以后不断改进。

编 者

2006年3月12日

目 录

第1章 概 述	1
1.1 模具的功能及其在应用方面的重要意义	1
1.2 模具在其结构上的特征分析	2
1.3 模具加工	14
第2章 CAM 加工基础	16
2.1 刀具及其参数设置	16
2.2 工件设定	22
2.3 操作管理	26
第3章 数控平面铣削加工	30
3.1 数控平面铣削参数设置	32
3.2 数控平面铣削加工实例	40
第4章 外形加工	47
4.1 外形加工参数设置	47
4.2 数控外形铣削加工实例	55
第5章 挖槽加工	63
5.1 挖槽加工参数	63
5.2 挖槽加工实例	68
第6章 钻孔加工	75
6.1 钻孔加工参数	75
6.2 钻孔加工实例	80
第7章 二维加工实例	84
7.1 加工前的参数设计	84
7.2 实例加工步骤	87
第8章 三维曲面加工	101
8.1 三维曲面粗加工	101
8.2 三维曲面精加工	115
8.3 三维曲面加工实例	121

第1章 概述

1.1 模具的功能及其在应用方面的重要意义

1.1.1 模具加工的广泛性和重要性

在我们的生活中这样一些产品随处可见:汽车、电视机、电冰箱、电脑、电风扇、矿泉水瓶、插座、洗脸盆、玻璃容器等,那么这些产品或其组成零件是怎么生产出来的呢?其实大部分是通过模具生产出来的。例如汽车外壳是由冲压模生产出来的,汽车发动机汽缸是由压铸模生产出来的,汽车轮胎是由橡胶模生产出来的,汽车转向节是由锻模生产出来的;再比如电视机、电脑、插座等外壳是由塑料模生产出来的;玻璃容器是由玻璃模生产出来的。可以说,在现实生活中,随处可见模具加工的痕迹。模具加工不仅仅限于机械行业,在其他行业如电子、化工等行业都有相当广泛的应用,而且所占比重不小。例如以零件总数的百分比来计算:汽车、拖拉机零件的60%~70%,无线电通讯、机电产品中的60%~75%;运载工具、钟表、家电、器皿和装饰品的95%以上都是通过模具生产出来的。所以,模具生产在国民经济中占有相当重要的地位。

1.1.2 模具种类

模具加工相当重要,那么,模具是什么?模具是通过模具加工设备将原材料加工成具有一定尺寸和精度要求的零件的一种工艺装备。

根据模具加工形式的不同,通常将模具分为型腔模和非型腔模。

塑料模、压铸模、橡胶模、玻璃模、锻模等都属于型腔模。型腔模的特点是模具闭合后,工作零件组成一个空腔,通过设备使原材料充满型腔,定型后产生零件。成型后的产品形状与型腔基本一样。

冲压模属于非型腔模。非型腔模以常温板料为原材料,通过工作零件使材料分离或塑性变形,获得所需零件。

1.1.3 模具加工的特点

生产中产品的加工方法很多,但为什么常常用模具去加工呢?这是由模具加工的特点决定的,模具加工的特点有:

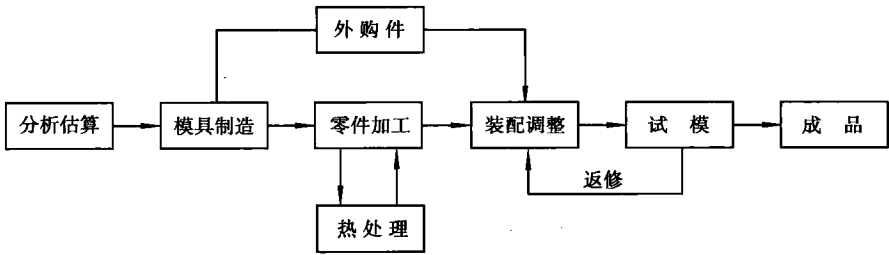
- (1)生产率高,制品的再现性好,而且质量稳定;
- (2)材料的利用率高,而且能获得强度高、刚度好和重量轻的制品;
- (3)精度高,互换性好。

制品一般不需经机械加工即可进行表面处理或直接用于装配产品,也可生产其他加工方法难以实现的复杂零件。

正因为模具加工有这些优点,所以,在机械、电子、化工等各个部门得到了广泛的应用,其在机械制造中占有相当重要的地位。

1.1.4 模具制造的工艺过程

模具制造的工艺过程如下图所示。



1.2 模具在其结构上的特征分析

1.2.1 冲压加工原理及冲裁模的结构

冲压生产的一般工艺流程为备料工序——冲压——冲压后工序。

备料工序主要由剪板机完成;冲压是将板料加工成零件的主要过程;冲压后工序主要是对加工零件的清洗、处理等。

1) 冲压加工原理

冲压是利用压力机和冲模对材料施加压力,使其分离或产生塑性变形,以获得一定形状和尺寸的制品的一种少无切削加工工艺。通常该加工方法在常温下进行,主要用于金属板料成形加工,故又称冷冲压或板料成形。

冲压加工原理是,压力机的电动机将能量和运动通过带和齿轮经连杆传给压力机的滑块,使其作上下往复直线移动。将上模固定于滑块上,下模固定于工作台垫板上,压力机便能对置于上、下模间的材料加压,依靠模具将其制成工件,实现压力加工。

压力机、冲模、材料称为冲压三要素。离开任意一个要素,冲压都不能进行。在三要素中,压力机是施力源,它通过冲模对板料施加压力,使其分离或变形。

2) 冲压设备

冲压设备通常有曲柄压力机、液压机和摩擦压力机。它们的共同特点是将电动机的旋转运动变成滑块或活动横梁的上下往复运动。

(1) 曲柄压力机

尽管曲柄压力机类型众多,但其工作原理和基本组成是相同的,本书主要介绍常用曲柄压力机的工作原理和结构组成。图 1.1 为开式压力机的运动原理图,电动机的能量和运动通过带传动传递给中间传动轴,再由齿轮传递给曲轴,经连杆带动滑块作上下直线移动。因此,曲

轴的旋转运动通过连杆变为滑块的往复直线运动。由于工艺需要,曲轴两端分别装有离合器和制动器,以实现滑块的间歇运动和连续运动。压力机在整个工作周期内有负荷的工作时间很短,大部分时间为空程运动。为了使电动机的负荷均匀和有效地利用能量,在传动轴端装有飞轮,起到储能作用。图 1.1 所示的开式压力机中,大带轮和大齿轮均起飞轮的作用。

按机身结构形式不同,曲柄压力机可分为开式压力机和闭式压力机。

开式压力机的机身形状类似于英文字母 C,如图 1.2 所示。其机身工作区域三面敞开,操作空间大,但机身刚度差,压力机在工作负荷下会产生角变形,影响精度。所以,这类压力机的吨位比较小,一般在 2 000 kN 以下。

闭式压力机机身左右两侧是封闭的,如图 1.3 所示。只能从前后两个方向接近模具,操作空间较小,操作不太方便。但因机身形状组成一个框架,刚度好,压力机精度高。所以,压力超过 2 500 kN 的大、中型压力机,大都采用此种结构形式。

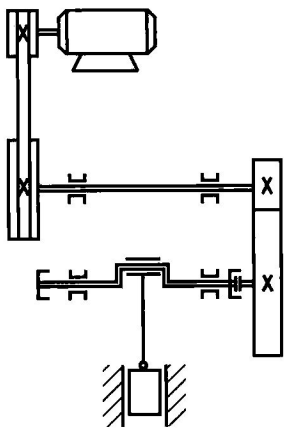


图 1.1 开式压力机的运动原理图

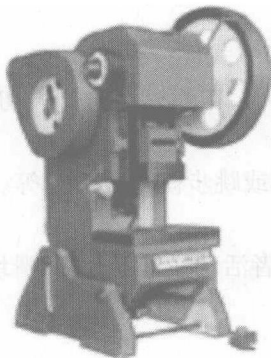


图 1.2 开式曲柄压力机

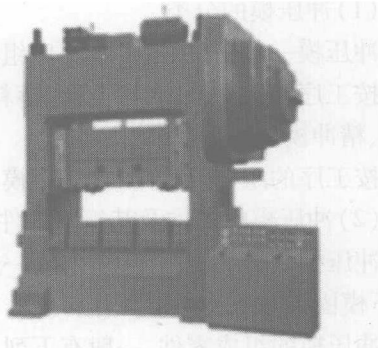


图 1.3 闭式曲柄压力机

(2) 液压机

液压机的工作原理是利用水和油的静压力来传递运动和增压的。图 1.4 所示为液压机的外形结构。

液压机虽然类型很多,但设备的基本结构组成一般由本体部分、操纵部分和动力部分构成,本体部分包括机身、充液油箱、活动横梁、下横梁及顶出装置等。

(3) 摩擦压力机

螺旋压力机的工作机构是螺旋副滑块机构,如图 1.5 所示。螺杆的上端连接着飞轮,当传动机构驱使飞轮和螺杆旋转时,螺杆便相对固定在机身横梁中的螺母作上、下直线运动,连结于螺杆下端的滑块即沿机身导轨作上、下直线运动。在空程向下时,由传动装置将运动部分(包括飞轮、螺杆和滑块)加速到一定的速度,积蓄向下直线运动的动能。在工作行程时,这个动能转化为制件的变形功,运动部分的速度随之减小到零。当传动装置使飞轮、螺杆反转时,滑块便可回程向上。如此,压力机便可通过模具进行各种压力加工。

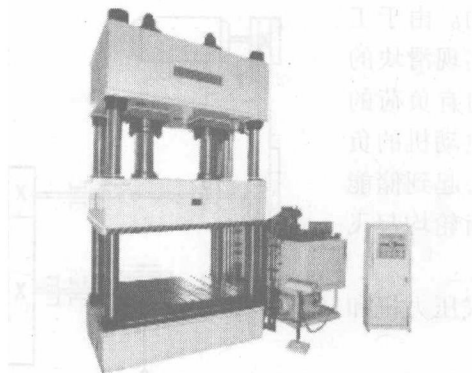
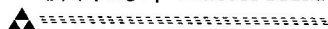


图 1.4 液压机的结构

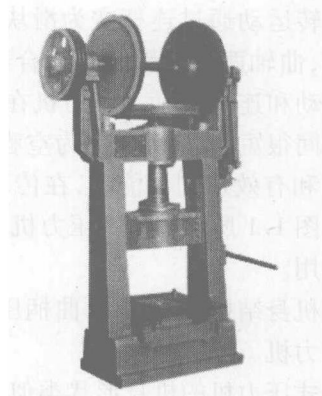


图 1.5 摩擦压力机工作原理图

3) 冲压模的结构

冲压加工用的冲模,与切削加工时的车刀、铣刀等工具一样,是必不可少的工具。冲压时,在上模与下模间送入材料,通过压力机带动工作零件对板料施加压力,可得到所需的尺寸和形状的制作件。冲裁模在冲压模中所占的比例极大,其凸、凹模均具有锋利的刃口,是实现板料分离工序的典型模具。

(1) 冲压模的分类

冲压模一般按工序性质、工序组合、有无导向和卸料装置等方式进行分类。

按工序性质可分为:冲孔模、落料模、弯曲模、拉深模、切边模、切断模、剖切模、切口模、整修模、精冲模、翻边模等。

按工序的组合可分为:单工序模(简单模)、连续模(级进模或跳步模)、复合模等。

(2) 冲压模的结构及其组成零件

冲压模分为上模和下模,上模一般固定在压力机的滑块或者活动横梁上,并随滑块一起运动,下模固定在压力机的工作台上。

冲压模的组成零件,一般有下列 7 类:

- ①工作零件。它是直接进行冲裁工作的零件。
- ②定位零件。它是确定工件在冲模中正确位置的零件。
- ③压料、卸料和出件零件。这类零件起压料、顶料、推料的作用。
- ④导向零件。它能保证凸模与凹模的间隙均匀;保证模具良好的运动状态。
- ⑤支承零件。它是冲模的基础零件。
- ⑥紧固零件。起紧固作用。
- ⑦其他零件。弹性件和自动模传动零件等。

(3) 冲压模的典型结构

①单工序冲裁模。

如图 1.6 所示的单工序冲裁模,在压力机滑块每次行程中只能完成同一种冲裁工序。此模主要由上下模座、导柱、导套、凸凹模及弹压装置等辅助装置组成。

②级进冲裁模。

级进冲裁模在条料送进方向上具有两个以上的工位,并在压力机一次行程中,在不同的工

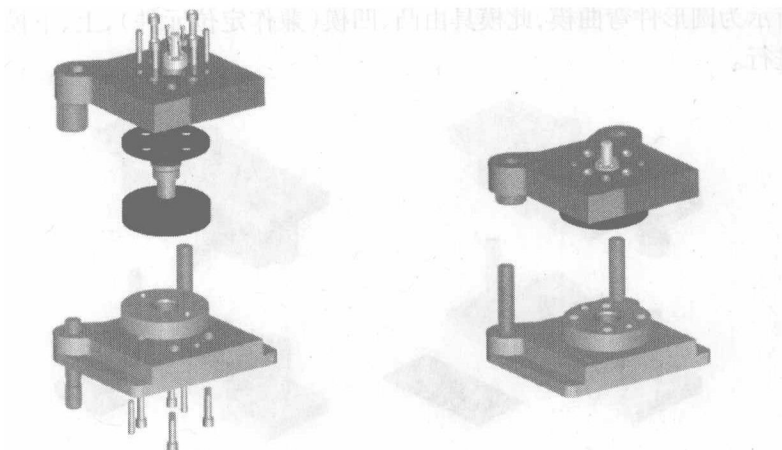


图 1.6 单工序冲裁模

位上完成两道或两道以上的冲裁工序,如图 1.7 所示。此类模具克服了单工序冲裁模的缺点,发挥了优点。因此,当前在国内外广为使用。级进模又名连续模、跳步模或顺序模等。

级进模是按一定程序将条料步进送进,在几对或几十对凸模及凹模的作用下,可累计完成冲孔、落料等几道或几十道工序。板料在级进模中的定位是一个关键问题,一般常采用两种方法:第一种是采用挡料销与导正销相结合来实现的;第二种是采用导料板与定距侧刃相结合的定位方案。

级进式模具总的特征是生产率高,制件精度高;缺点是模具结构尺寸较大。

③复合冲裁模。

复合冲裁模是多工序模,压力机滑块每往复一次,便可使板料在模具同一位置上完成两个或两个以上的冲裁工序。此类模具的结构特征是有有一个既为落料凸模又同时作冲孔凹模的零件,故称为凸凹模。当滑块向下运动时,一个或几个凸模(凹模)同时或先后很接近的分层工作,完成落料和冲孔工序。

复合冲裁模根据落料凹模安装的位置,可分为两种。落料凹模安装在下模上时,称为正装式复合模;安装在上模上时,称为倒装式复合模,图 1.8 所示即为倒装式复合模。

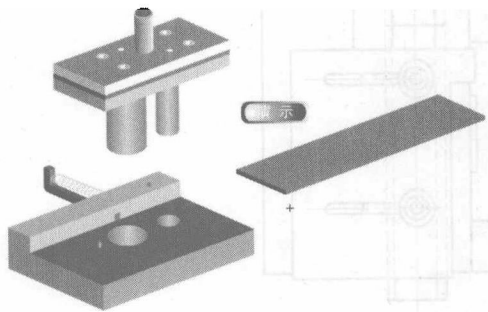


图 1.7 垫圈级进冲裁模

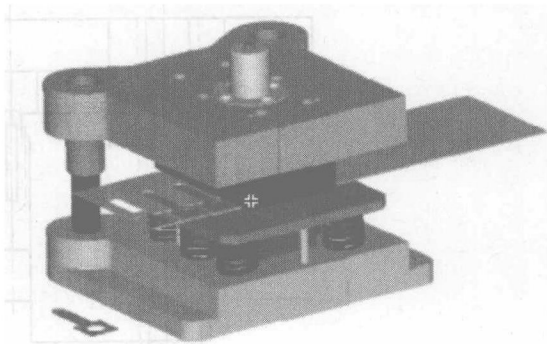


图 1.8 复合冲裁模

④圆形件弯曲模。

图 1.9 所示为圆形件弯曲模,此模具由凸、凹模(兼作定位元件),上、下模座等零件组成。卷圆分两次进行。

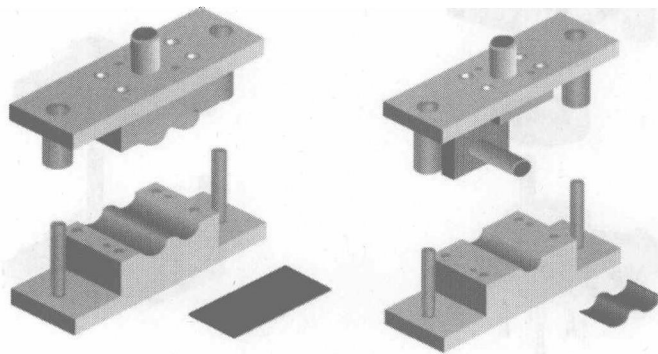


图 1.9 槽形弯曲模

⑤通用 V 形件弯曲模。

图 1.10 为简单 V 形制件的通用弯曲模。它可弯曲宽度较大、边长较短的多种弯曲件。模由两块组成,每块具有四个工作面,可以弯曲多种角度。

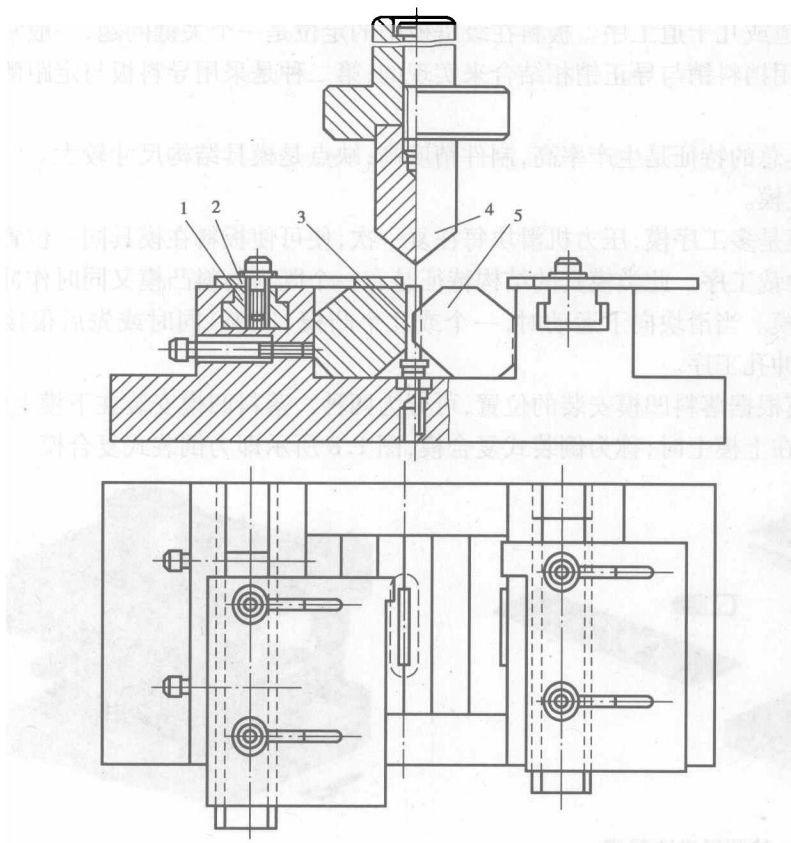


图 1.10 通用 V 形件弯曲模

1—滑块;2—定位板;3—顶杆;4—凸模;5—凹模

⑥闭角弯曲模,如图 1.11 所示。

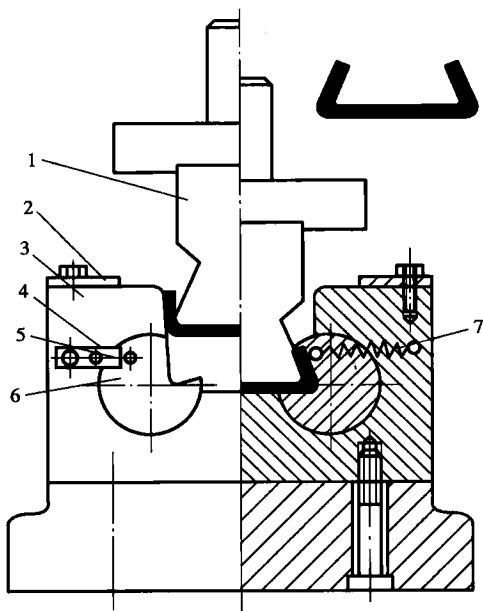


图 1.11 闭角弯曲模

1—凸模;2—定位板;3—凹模;4—限位板;5—销钉;6—活动凹模

⑦拉深模,如图 1.12 和图 1.13 所示。

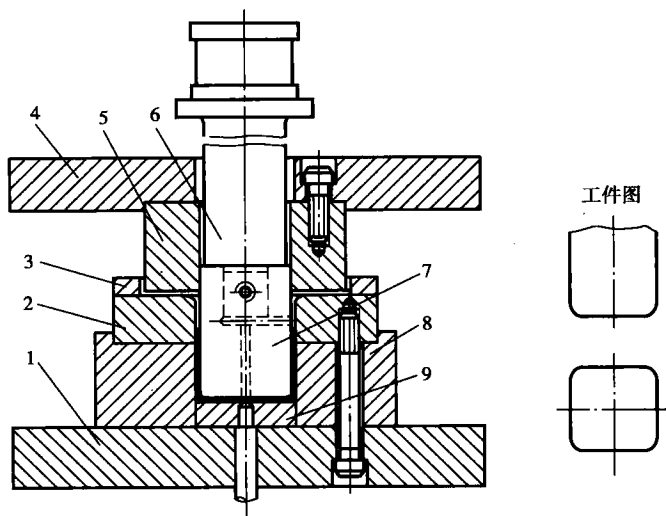


图 1.12 双动压力机用首次拉深模

1—下模座;2—凹模;3—定位板;4—上模座;5—压料圈;

6—凸模固定杆;7—凸模;8—凹模固定板;9—顶板

(4) 冲压模的技术要求

例如,如图 1.14 所示零件:托板,生产批量:大批量,材料:08F, $t=2\text{ mm}$ 。该零件的冲压模

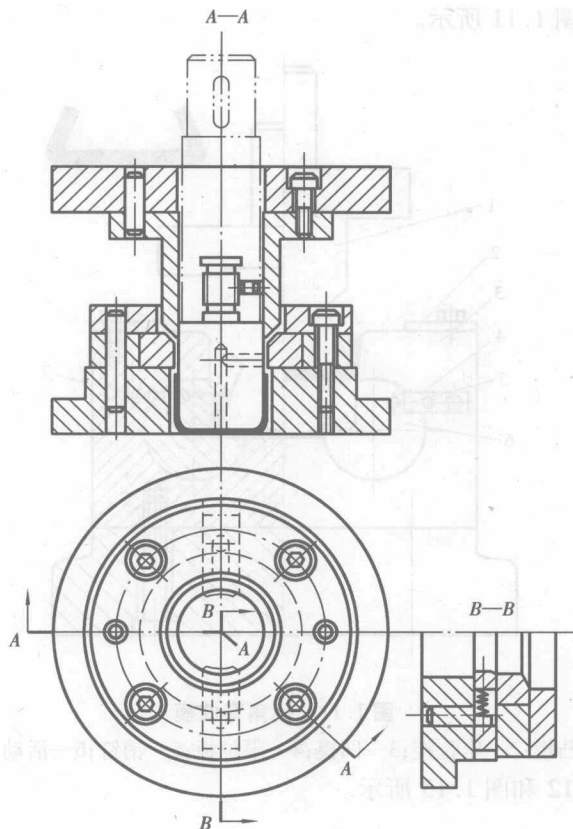


图 1.13 双动压力机用以后各次拉深模

具的技术要求如下。

①确定工艺方案及模具结构形式。

经分析,工件尺寸精度要求不高,形状不大,但工件产量较大;根据材料较厚(2 mm)的特点,为保证孔位精度,冲模有较高的生产率,通过比较,决定实行工序集中的工艺方案,采取利用导正销进行定位、刚性卸料装置、自然漏料方式的连续冲裁模结构形式。

②模具设计计算。

冲模刃口尺寸及公差的结果列于表 1.1 中。

在冲模刃尺寸计算时需要注意:在计算工件外形落料时,应以凹模为基准,凸模尺寸按相应的凹模实

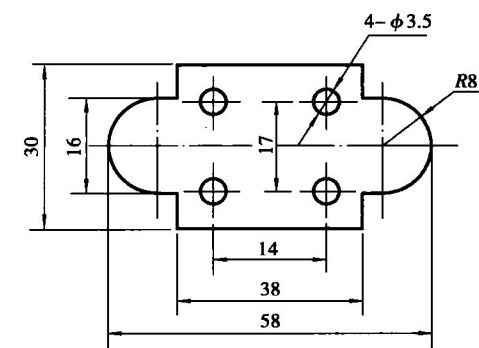


图 1.14 托板零件图

际尺寸配制,保证双面间隙为 0.25 ~ 0.36 mm。为了保证 R8 与尺寸为 16 的轮廓线相切,R8 的凹模尺寸,取 16 的凹模尺寸的一半,公差也取一半。

在计算冲孔模刃口尺寸时,应以凸模为基准,凹模尺寸按凸模实际尺寸配制,保证双面间隙为 0.25 ~ 0.36 mm。

表 1.1 冲模刃口尺寸

冲裁性质	工作尺寸	凹模尺寸注法	凸模尺寸注法
落料	$58 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.74 \end{smallmatrix}$	$57.6 \begin{smallmatrix} +0.18 \\ 0 \end{smallmatrix}$	凸模尺寸按实际尺寸配置,保证双边间隙 0.25 ~ 0.36 mm
	$38 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.62 \end{smallmatrix}$	$37.7 \begin{smallmatrix} +0.16 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
	$30 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.52 \end{smallmatrix}$	$29.7 \begin{smallmatrix} +0.13 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
	$16 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.44 \end{smallmatrix}$	$16.8 \begin{smallmatrix} +0.11 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
	R8	$R7.9 \begin{smallmatrix} +0.06 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
冲孔	$\phi 3.5 \begin{smallmatrix} +0.3 \\ 0 \end{smallmatrix}$	凹模尺寸按凹模实际尺寸配置,保证双边间隙 0.25 ~ 0.36 mm	$3.65 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.08 \end{smallmatrix}$

绘制非标准零件图,本实例只绘制凸凹模、凹模、凸模固定板和卸料板四个零件图样,见图 1.15 至图 1.18。

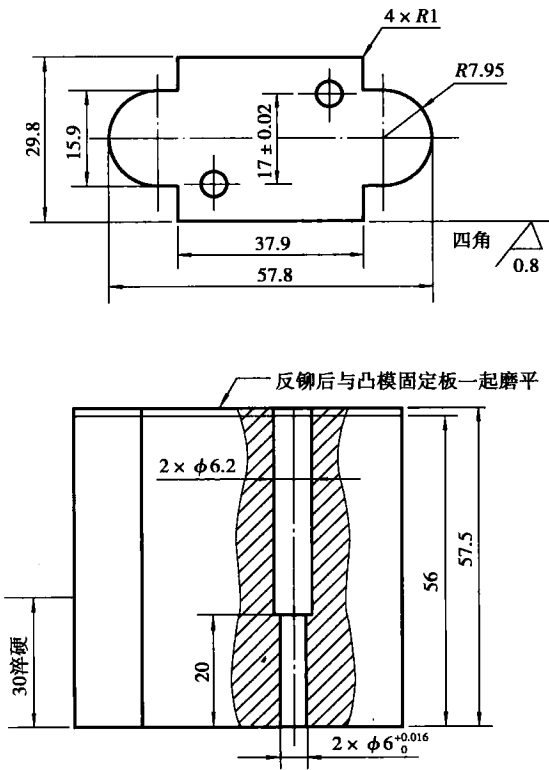
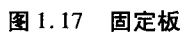


图 1.15 凸凹模



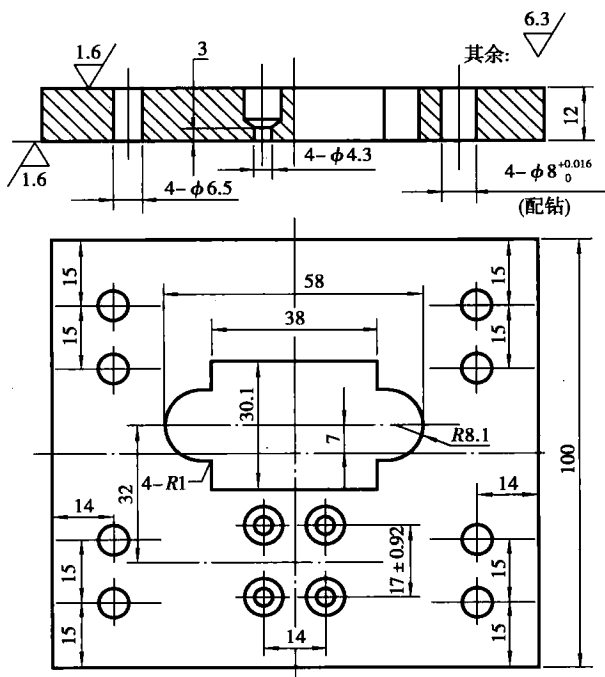


图 1.18 卸料板

从上面零件尺寸可看出,冲压模的尺寸精度较高,因而需要高精度的设备加工。所以通常用数控机床加工。

1.2.2 模塑加工原理及塑料模的结构

1) 塑料加工设备

注射机是塑料注射成型的主要设备,按其外形可分为立式、卧式、直角式几种。注射机也可以按塑料在料筒中的塑化方式分类,常用的有螺杆式注射机和柱塞式注射机两种。图 1.19 为卧式螺杆式注射机的结构,其由以下三部分组成。

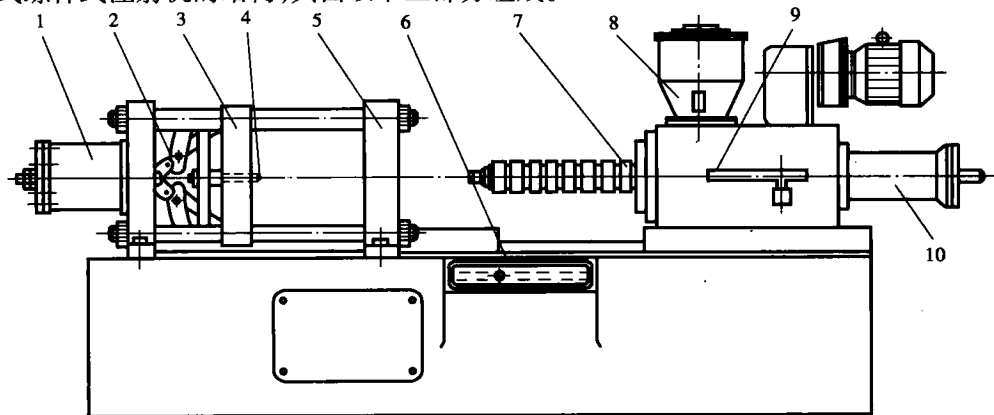


图 1.19 卧式螺杆式注射机的结构

1—锁模液压缸;2—锁模机构;3—移动模板;4—推杆;5—固定模板;
6—电器控制台;7—料筒;8—料斗;9—定量供料装置;10—注射液压缸

(1) 注射装置

注射装置的主要作用是使固态的塑料颗粒均匀地塑化成熔融状态,并以足够的压力和速度将塑料熔体注入模具型腔中。注射装置包括料斗、料筒、加热器、计量装置、螺杆、喷嘴及其驱动装置等。

(2) 锁模装置

锁模装置的作用有三点,第一是实现模具的开、闭动作,第二是在成型时提供足够的锁模力使模具锁紧,第三是开模时推出模内制品。锁模装置有机械式、液压式和液压机械式三种形式。推出机构也有机械式、液压式和液压机械式三种形式。

(3) 液压传动和电器控制

由注射成型工艺过程可知,注射成型由塑化、模具闭合、熔体充模、压实、保压、冷却定型、开模推出制品等多道工序组成。

2) 塑料模的结构

注射模具由动模和定模两部分组成,动模安装在注射机的移动携板上,定模安装在注射机的固定模板上。注射成型时动模与定模闭合构成浇注系统和型腔,开模时动模与定模分离以便取出塑料制品。图 1.20 为注射模具的总装图及组成零件的关系图。

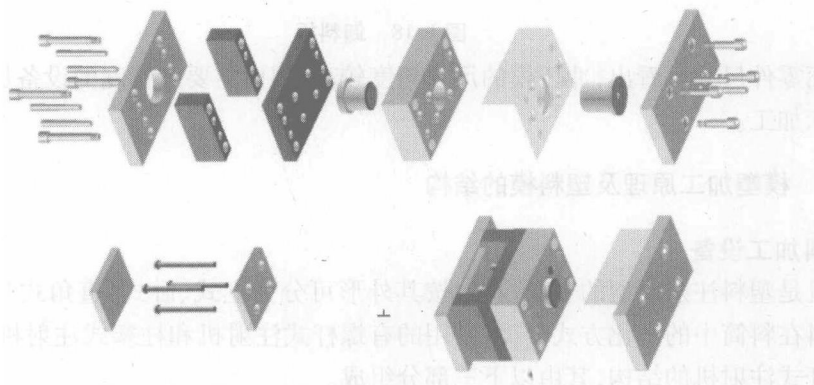


图 1.20 注射模具总装及组成零件关系图

图 1.21 为典型的单分型面注射模,其结构由以下几个部分组成。

(1) 成型部件

成型部件由型芯和凹模组成。型芯成型制品的内表面,凹模成型制品的外表面。合模后型芯和凹模间便构成模具的型腔。

(2) 浇注系统

浇注系统又称流道系统,它是将塑料熔体由注射机喷嘴引向型腔的通道,通常由主流道、分流道、浇口和冷料穴(井)组成。

(3) 导向部件

为了确保模具在合模时能准确对中、平稳移动,模具中必须设导向部件。

(4) 推出机构

开模时,需要推出机构将流道内的凝料拉出;脱模时需用推出机构将塑料制品从型腔或型芯中推出。推出机构由推杆、推杆固定板、推板和拉料杆组成。闭模时推出机构要回复到初始