

# 模 具 制 造 工 艺

高等院校锻压专业《模具制造工艺》编写组

华 南 工 学 院 印

# 前

冷冲压和热模锻是一种先进的加工方法，具有优质、高产、低消耗等特点，因此，在各个工业部门，特别是在汽车、拖拉机、航空、无线电、电器、仪表、机械制造和日用品等工业中得到日益广泛的应用和发展。

冷冲压和热模锻生产的主要形式，是利用压力机和装在压力机上的专用工具，使金属材料在专用工具内发生变形而得到一定形状和尺寸的毛坯或零件。装在压力机上的专用工具，统称为模具。模具的应用对于提高生产率、提高产品质量起着重要的作用。

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国模具制造的技术水平有了很大的提高，特别是经过无产阶级文化大革命，我国广大工人和革命技术人员遵照毛主席“中国人民有志气、有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的教导，破除迷信，解放思想，大搞群众性的技术革新运动，应用和发展模具制造新工艺，有力地促进了生产的发展。例如，冷冲模制造方面，成型磨削的应用已广泛，磨削工艺也有了很大的提高；有许多单位采用了成型磨削与电火花加工配套的办法，解决了加工问题。此外，还应用了电火花线切割加工形状复杂、精密细小的模具，切割工艺，加工生产率已超过国外先进水平。锻模制造方面，不少单位已应用电火花加工，减轻了工人的劳动强度，缩短模具制造周期。此外，陶瓷型精密铸造锻模的工艺也取得了初步成绩，并已成功用于生产。

在毛主席为首的党中央英明领导下，取得了粉碎“四人帮”的伟大胜利，工业学大庆，农业学大寨的群众运动正在蓬勃开展，全国形势一片大好。随着我国社会主义革命和建设事业的迅速发展，在各项工业中，模具的需要量不断增加，对模具质量的要求也愈来愈高。如果模具制造跟不上，势必影响新产品的试制和新工艺的采用，阻碍生产的发展。因此，提高模具制造的技术水平，多、快、好、省地制造模具，对于发展工业生产具有重大的意义。

本教材根据1976年2月在广州召开的“高等院校锻压专业教材会议”的决议而编写，供锻压专业作为基本教材。本教材主要阐述冷冲模和锻模制造的各种先进工艺，并指出这些先进工艺对模具结构的要求。通过对本教材的学习，使学生在设计和制造模具时，能够根据工厂现有的生产条件确定合理的模具结构和加工方法。

本教材由华南工学院和南京机器制造学校主编，参加编写的单位有合肥工业大学和西北工业大学。在编写和审稿过程中，得到了兄弟院校和广州无线电模具厂等单位的支持和帮助。我们在此表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，教材中一定存在不少缺点和错误，恳切地希望读者给予批评指正。

高等院校锻压专业《模具制造工艺》编写组

一九七七年六月

# 目 录

## 第一章 冷冲模制造

- § 1—1 冲裁模主要零件的机械加工..... ( 2 )
- § 1—2 成型磨削..... ( 15 )
- § 1—3 电火花加工..... ( 33 )
- § 1—4 电火花线切割加工..... ( 44 )
- § 1—5 凸模和凹模精加工顺序的选择..... ( 58 )
- § 1—6 冲裁模的装配和调整..... ( 60 )
- § 1—7 其他冷冲模的制造特点..... ( 70 )
- § 1—8 冷冲模材料与热处理要求..... ( 81 )

## 第二章 锻模制造

- § 2—1 锻模制造概述..... ( 84 )
- § 2—2 模膛的加工及检验..... ( 86 )
- § 2—3 陶瓷型精密铸造模具..... ( 103 )
- § 2—4 银块锻模的制造..... ( 105 )
- § 2—5 锻模材料与热处理..... ( 108 )
- § 2—6 锻模的维修与翻新..... ( 115 )

# 第一章 冷冲模制造

冲模多用于生产大量的冲压件，冲模质量的好坏将直接影响冲压件的质量和生产的稳定性。毛主席教导我们：“一切产品，不但求数量多，而且求质量好，……。”为了生产更多质量好的冲压件，对冲模提出如下两个基本要求：

## (一) 使用寿命长

冲模是昂贵的生产工具，其使用寿命的长短，影响到工厂经常性生产准备工作的繁简、产品成本的高低、工艺装置制造部门负荷的轻重。因此，要求冲模具有较长的使用寿命。

冲模的使用寿命是以工作部分完全磨损不能再予修复以前，冲模所能冲制的工件数量来衡量的。

使用寿命与制造凸模和凹模的材料、工作表面的加工质量和热处理质量、冲模零件的制造精度、装配质量、冲模的安装、调整、使用以及维修等有关。在这些因素中，工作表面的加工质量是一个很重要的因素，如果工作表面精加工的质量愈好，冲模与冲件的摩擦就愈小，冲模的磨损也愈小。

在设计、制造冲模时，不能盲目追求使用寿命，应根据产品的需要量来确定相应的使用寿命，在保证预期的技术条件和使用寿命的前提下，使冲模的成本降低到最低限度。

表1—1所示，是根据设计数据对于软的及中等硬度的钢板，在模具制造正确而且对于落料模在承受20~25次修磨，两三次中修和一次大修的条件下，所估算的各种类型的模具使用寿命的平均数。此表可以作为参考。

表1—1 不同类型模具使用寿命的平均数

模 具 型 式	材 料 厚 度 (毫米)	耐 用 度 (冲 次: 万)	
		碳 钢	合 金 钢
有导向的落料模和 倒装复合模	0.25~0.5	70~90	110~140
	1.0	45~65	68~98
	1.5	35.5~55	55~80
	2	25~45	48~68
	3	25~40	40~60
6	15~30	25~45	
冲 孔 模	< 4	15~25	25~40
简 单 弯 模	< 3	90~110	140~170
复 杂 弯 模	< 3	45~60	70~90
拉 深 模	< 3	120~160	180~240
成 形 模	< 3	25~40	40~60
压 印 模	—	10~15	15~25

注：①冲压较硬的材料时，用最小的使用寿命；冲压较软的材料时，用最大的使用寿命。

②无导柱的落料模的使用寿命，可按有导柱的落料模的70%估算。

③顺装复合模因直刃部分增多，其使用寿命亦可延长为表列的一倍。

## (二) 制造精度高

冲件的精度主要取决于冲模的精度，凸模和凹模的尺寸、形状基本上决定了冲压件的尺寸、形状。另一方面，冲模制造的精度与使用寿命关系很大，制造误差大，不仅冲压件要报废，甚至还可能损坏模具和冲床，造成工伤事故等。因此，要求冲模具有高的制造精度。

为了保证冲模的使用寿命和制造精度，在加工冲模零件时应达到零件规定的技术要求，其中特别重要的是凸模和凹模的尺寸精度、工作表面的加工质量和硬度。装配时则应按冲模规定的技术要求进行，关键在于使凸模与凹模之间具有适当而且均匀的间隙。

本章着重讲述冲模零件（主要是凸模和凹模）的加工方法，有关冲裁模的装配问题也作了简要的介绍。

### § 1—1 冲裁模主要零件的机械加工

#### (一) 冷冲模的组成及各部分的作用

冷冲模的种类较多，有冲裁、弯曲、拉深模等。由于冷冲压是利用金属塑性变形而进行工作的，因此，各类冷冲模在结构上大同小异，不论是那一类冲模，通常由如下几个部分组成（见图 1—1—1）：

##### (1) 工作部分

包括凸模、凹模和凸凹模，是直接参加冲压工作的。

##### (2) 材料定位部分

包括侧刃、侧刃挡块、导正钉、挡料销、定位销、导料板和承料板等零件，是冲压时使材料定位用的。

##### (3) 卸料部分

用于冲完每一次之后使工件或废料退出。卸料部分包括顶件器和卸料器，前者将冲件从凹模内顶出，后者将材料从凸模上卸下。

上述三个部分所包括的零件，是直接参与冲件成形有关的，统称为工艺零件。

##### (4) 模架

模架的作用是把工艺零件联接起来，使之成为完整的模具。模架包括如下零件：

##### 1. 导向件

包括导柱、导套和导板等，用来保证凸模和凹模在工作时具有正确的位置。

##### 2. 安装固定用零件

包括上模座、下模座、凸模固定板、凹模固定板、模柄、垫板、螺钉及销钉等。

由于模具种类多，复杂程度也不同，组成模具的零件是多种多样的，同时，由于模具是生产率极高、使用期限较长的贵重而复杂的工具，在大多数情况下，模具制造属于单件或小批生产，这就给模具生产带来了许多困难。制造模具零件时，不可能采用专门的机床和工夹具，所用的设备和工具都是通用性的，钳工装配和修配的工作量较大，对于缺乏模具加工机



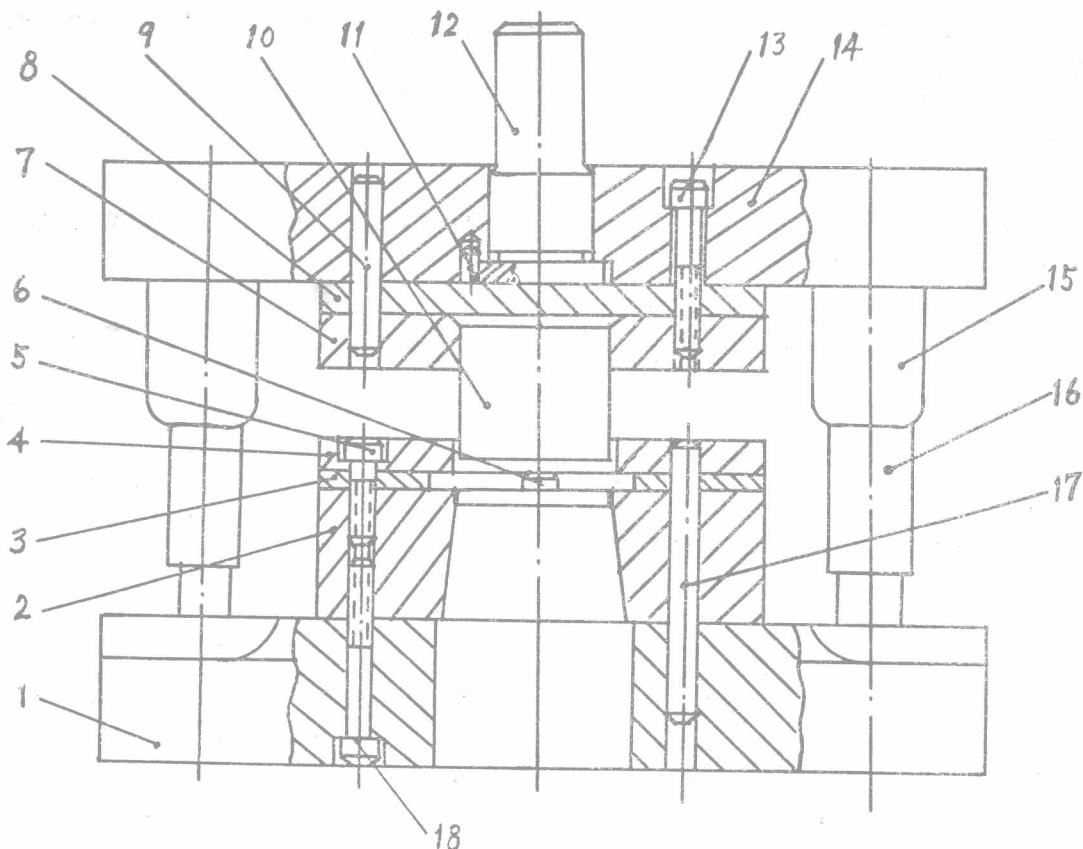


图 1—1—1 简单冲裁模

1—下模座；2—凹模；3—导料板；4—卸料板 5,13,18—螺钉；  
6—挡料销；7—固定板；8—垫板；9,11,17—销钉；10—凸模；  
12—模柄；14—上模座；15—导套；16—导柱。

床（如成型磨床、电火花机床等）的工厂，问题更加突出。

为了简化模具设计和制造工作，缩短生产周期，把各种模具共同具有的零件实行标准化，这是一项具有重大经济意义的措施。常见的冷冲模标准零件有：凸模、凹模及其固定板，上、下模座、导柱、导套、模柄、各类型的挡料销及销钉、螺钉等。详细内容可参阅有关标准。

对冷冲模零件实行标准化后，可以成批地制造标准零件，设计时仅有少数零件（如凸模、凹模等）必须根据冲件的特殊要求而定，而绝大多数的零件都可以按标准选用。因此，减轻了模具设计和制造的工作量，缩短模具制造周期，降低了制造成本。

## （二）凸模和凹模的机械加工

凸模和凹模是冲模的主要零件，其形状比较复杂而且要求比较高。因此，与其他零件相比，凸模和凹模的加工较为困难。

凸模和凹模的制造质量，将直接影响到冲件的质量；影响模具的精度和寿命。因此，制造凸模和凹模时，必须按规定的技术要求进行。

(1) 对凸模和凹模的技术要求

冲裁模的凸模和凹模的技术要求如下：

1. 尺寸精度

凸模和凹模的尺寸是根据冲件尺寸和公差大小、凸模与凹模的间隙及其制造公差而求得。冲件为圆形时，其计算公式为：

落料模	$D_{凹} = (D - x\Delta) + \delta_{凹}$
	$D_{凸} = (D - x\Delta - Z_{最小}) - \delta_{凸}$
冲孔模	$d_{凸} = (d + x\Delta) - \delta_{凸}$
	$d_{凹} = (d + x\Delta + Z_{最小}) + \delta_{凹}$

式中：D<sub>凸</sub>和D<sub>凹</sub>分别为落料凸模和凹模的直径；  
d<sub>凸</sub>和d<sub>凹</sub>分别为冲孔凸模和凹模的直径；  
D和d分别为落料和冲孔件的公称尺寸；  
Δ为冲件公差；

Z<sub>最小</sub>为凸模和凹模间的最小双面间隙；

x—系数；考虑到模具磨损一般不可能达到冲件公差Δ之值，尤其对低精度的冲件其公差值较大。一般取x=0.5~0.75，五级精度以上可取x=1，自由尺寸取x=0。

δ<sub>凸</sub>和δ<sub>凹</sub>分别为凸模和凹模的制造公差。

必须注意凸模和凹模的制造公差总和不能大于间隙的公差，即：

$$\delta_{凸} + \delta_{凹} \leq Z_{最大} - Z_{最小} \quad \text{并且：} \delta_{凸} \approx 0.5\delta_{凹}$$

只有这样才能保证制成的模具有合理的间隙。

2、表面形状和位置精度

对凸模和凹模的表面形状精度要求是，侧壁应该平行，或稍有斜度〔图1-1-2 a) b)〕。决不允许有反向斜度〔图1-1-2 c) d)〕。否则就会降低冲件的质量和模具的使用寿命，甚至造成模具损坏。

对凸模和凹模的位置精度要求有：圆形凸模的工作部分对装合部分的不同心度误差，不得超过工作部分公差的一半；端面应与中心线垂直。对于连续模，复合模和多凸模的冲裁模，多有位置精度要求，其具体公差根据冲件的位置精度而定。

3、表面光洁、刃口锋利

要求刃口光洁度为▽8，装合表面的光洁度为▽7，其余为▽4~▽6。

表面光洁能够得到锋利的刃口。刃口锋利程度对冲件质量有很大的影响，刃口不锋利会使冲件产生毛刺，甚至可能使冲件发生显著

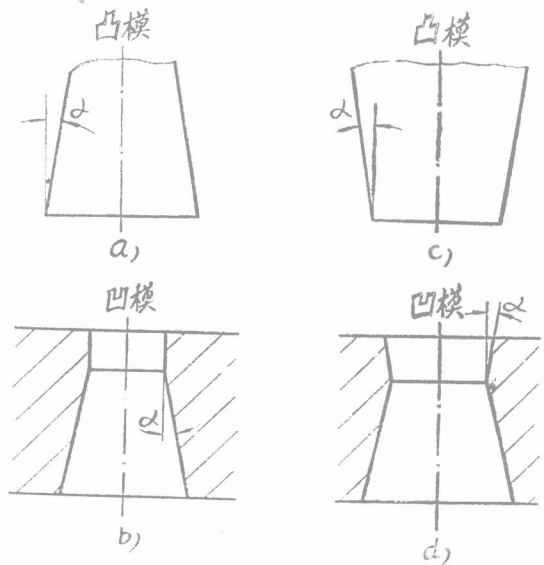


图 1-1-2

的弯曲，影响冲件精度。

#### 4、硬度

为了使冲压工作顺利进行，要求凸模和凹模的工作部分具有高的硬度和耐磨性以及好的韧性。考虑到凸模通常比凹模容易制造，凹模工作部分的淬火硬度为HRc60~64，比凸模的淬火硬度（HRc58~62）稍高，以延长凹模的使用寿命。铆式凸模多用高碳钢制造，装合部分不淬硬，从工作部分到装合部分硬度逐渐降低。

#### (2) 凸模的机械加工

圆形凸模的制造比较简单，可在车床上加工毛坯，经热处理后，用外圆磨床精磨，最后将工作面抛光及刃磨即成。非圆形凸模的制造比较困难。非圆形凸模的机械加工常用如下两种方法：

##### 1、用凹模压印锉修成形

压印前，先按图纸加工好凹模，并用1~2毫米厚的低碳钢板按照凸模的截面形状作一块样板。在车床或刨床上预加工凸模毛坯的各面，按照样板在凸模上划出工作表面的轮廓线，然后，在铣床上按照划线加工凸模的工作表面，留有0.5毫米以下的压印余量。

压印时，在压床上将较软的凸模压入已淬硬的凹模内（图1-1-3），凸模上的多余金属被凹模挤出，在凸模上出现了凹模的印痕，钳工根据印痕把多余的金属锉去，锉削时不允许碰到已压光的表面，锉削后留下的余量要均匀，以免再压时发生偏斜。锉去多余金属后再压印，再锉削，反复进行，直至凸模刃口达到所要求的尺寸为止。压印完毕后，根据图纸规定的间隙，再锉小凸模，并用样板检验，检验合格后送去热处理。

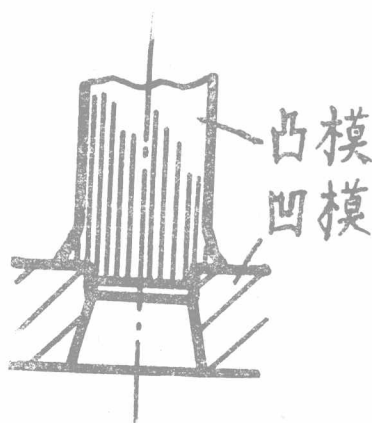


图1-1-3 用凹模压印

压印深度直接影响凸模表面的光洁度，首次压印深度应在0.2~0.5毫米范围内，以后各次的压印深度可以大一些。

为了提高压印表面的光洁度，要将锋利的凹模刃口用油石磨出0.1毫米左右的圆角，并在凸模表面上涂一层硫酸铜溶液，以形成铜膜，减少摩擦。

压印法是模具钳工经常应用的一种方法，它最适宜于加工无间隙冲模。在缺乏专用设备的情况下采用压印法加工普通冲裁模也是十分有效的。

##### 2、用仿形刨床加工

仿形刨床属于专用刨床，用于精加工凸模及其他形状复杂的表面。

精加工前，凸模毛坯需要在车床、铣床或刨床上预加工，并将必要的辅助面（包括垂直面）磨平，然后在凸模上划线，并在铣床上加工凸模轮廓，留有0.2~0.3毫米的精加工余量，最后用仿形刨床精加工。

图1-1-4所示为仿形刨床的外形，主要由床身、刀架、工作台及传动机构等几部分组成。

图1-1-5为仿形刨床上精加工凸模的示意图。精加工时，凸模固定在工作台的卡盘上，刨刀按照图中a)至c)的顺序切削凸模，刨刀除了作直线运动外，切削到最后时（图中c)）还能产生摆动，因而能在凸模根部刨出一段圆弧来。然后，刨刀按照图中d)至f)的



运动返回初始位置。加工时，工作台可作纵向和横向送进运动，卡盘可作旋转运动（加工圆弧时使用）。

仿形刨床可加工由圆弧和直线组成的各种复杂形状的凸模。采用此机床加工时，凸模的根部应设计成圆弧形，并要求与加工尺寸一致；凸模的装合部分则设计成圆形或方形，可增加凸模的刚性，同时，凸模固定板的孔也设计成圆形或方形，比较容易加工。

仿形刨的加工精度为 $\pm 0.02$ 毫米，光洁度可达 $\nabla 6 \sim \nabla 7$ 。

经仿形刨精加工的凸模应与凹模配制，保证其间隙均匀适当，然后进行热处理。热处理后还需要研磨和抛光工作表面。

仿形刨床加工凸模的生产率较低，热处理变形之后加工比较困难。因此，仿形刨床在生产中应用不多，现在多用成型磨削法加工凸模。

### (3) 凹模的机械加工

圆形凹模的制造比较简单，锻造毛坯经热处理退火后，在车床上粗、精加工底面、顶面及钻、镗工作洞口，再划线并在钻床上钻出所有固定用的孔，攻丝、铰孔（定位销孔），然后进行淬火、回火。热处理后，磨削底面、顶面和工作洞口即成。磨削工作洞口时，可在万能磨床或内圆磨床上进行，磨孔的精度一般可达1~2级，光洁度为 $\nabla 7 \sim \nabla 9$ 。凹模圆孔直径小于5毫米时，多半是在淬火前进行钻孔和铰孔精加工，热处理后用砂布抛光工作洞口。

在连续模、复合模和多凸模的冲裁模中，凹模往往带有一系列的圆孔。对于各圆孔的尺寸及它们之间的相对位置都有一定的精度要求，这些孔称为孔系。孔系的加工方法主要有如

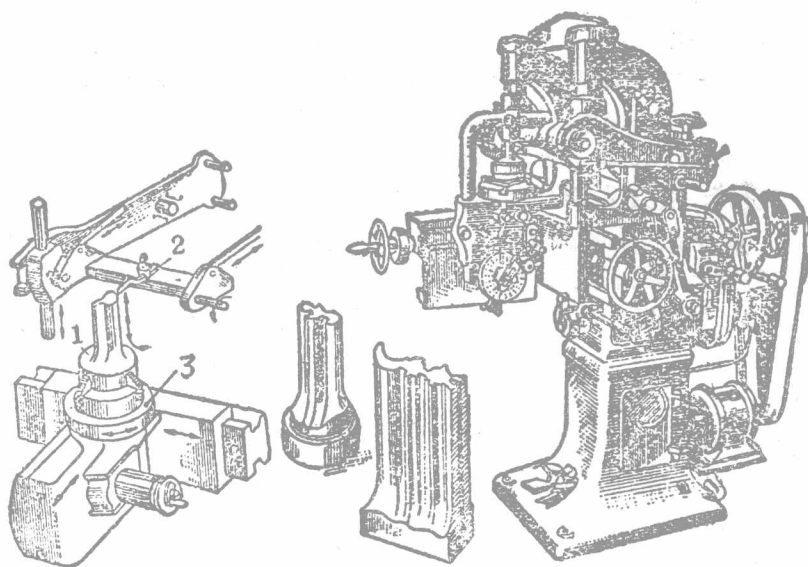


图 1-1-4  
1—凸模；2—刨刀；3—卡盘

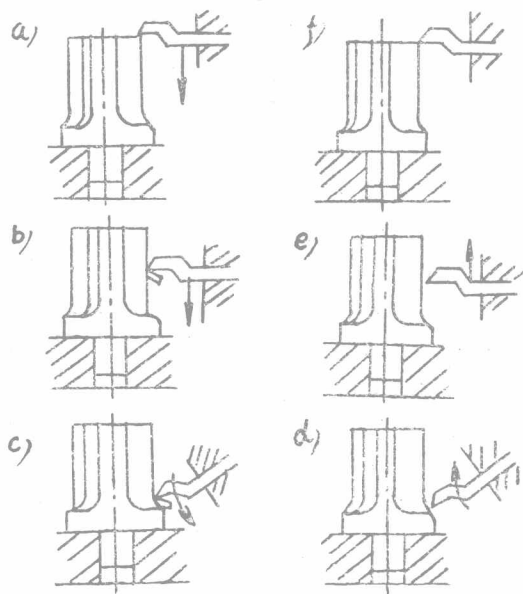


图 1-1-5

下几种：

### 1、划线法

这是最简单的方法。先在已加工过的工件表面上划出各孔的位置，然后在车床的四爪卡盘或花盘角铁上按照划线逐个找正和加工。因为划线和找正都具有较大的误差，所以这种加工方法不但生产率低，各孔间的相对位置精度也是比较低的，一般在  $0.25 \sim 0.50$  毫米范围内。

### 2、定位套法

在没有精密坐标镗床，划线加工又不能满足精度要求时，可以采用定位套法。其方法如下：

a) 在已加工的工件表面上划出各孔的中心线。  
 b) 根据划线在各孔的中心上钻孔和攻丝，螺纹外径应小于被加工孔的直径。  
 c) 用螺钉将定位套（经淬硬和精磨）轻轻压紧（图 1-1-6），并用小锤轻轻敲打定位套，调整各孔位置，用量具（千分尺、块规、精密卡尺等）检查各孔位置，直至符合图纸要求为止，然后固紧定位套。  
 d) 把工件装在铣床工作台或车床的花盘上，用千分表找正某一定位套的外圆，使定位套通过机床主轴中心线，然后拆去该定位套，进行镗孔。  
 e) 用同样的方法加工其余各孔。

定位套法加工孔系，各孔间的位置精度可达  $0.02$  毫米。其缺点是花费的劳动量大，对操作者的技术要求高。

### 3、坐标法

用坐标法加工孔系不需要特殊设备，在铣床（或车床）上便能加工精密孔系。在立式铣床上加工孔系，是依靠工作台纵、横方向的移动而实现的。如图 1-1-7 所示的零件上有三个孔，其加工方法是，先加工孔 1，将工作台横向移动  $M$  距离，纵向移动  $N$  距离，再加工孔

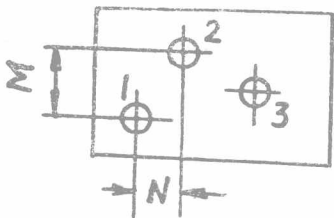


图 1-1-7

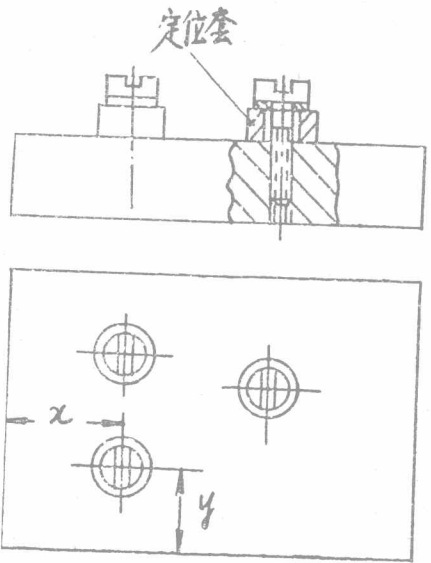


图 1-1-6

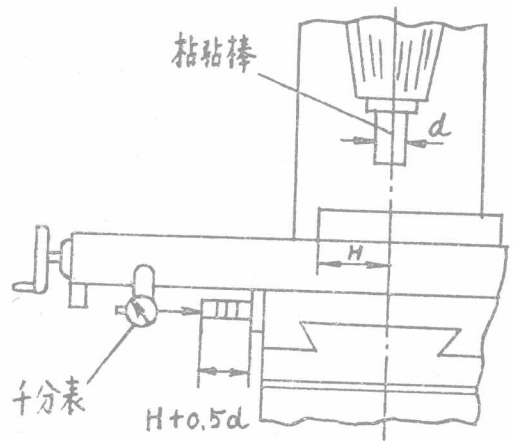


图 1-1-8

2，然后，使工作台纵横方向各移动某一段距离，加工孔 3。这种方法是各孔间的尺寸转化为直角坐标上的尺寸而进行加工的，所以称为坐标法。由于它直接利用纵、横进给机构来

确定孔的位置，其加工精度较低，一般不超过 $0.06\sim 0.08$ 毫米。

为了提高孔系的加工精度，可在立式铣床的纵向和横向附加千分表量度装置，用于准确地控制工作台的移动距离。图1-1-8为用千分表量度装置控制工作台纵向移动距离的情况。在铣床主轴孔中装一根检验棒（直径为 $d$ ），在工作台旁边安装千分表，并用块规组准确地控制工作台的纵向移动。同样道理可以控制工作台的横向移动。

使用千分表量度装置在普通立铣上用座标法镗孔，孔的位置精度在 $0.02$ 毫米之内。这种方法比前述两种加工方法完备得多，它不需要特殊设备和很高的技术，能加工精密孔系而且具有较高的生产率。

#### 4、用精密座标镗床加工

精密座标镗床也是利用座标法的原理工作的。在模具加工中所用的座标镗床多半是垂直式的，主轴作旋转运动和垂直进给运动，工作台可作纵向和横向的移动，这两个方向的移动距离由专门的读数装置准确地控制，其精度为 $\pm 0.001$ 毫米。镗床上附有精密的迴转工作台，因此，这种机床不仅可按直角座标加工，还可按极座标法加工和作精密的分度。

座标镗床的精度高，需要安装在特别干燥和清洁的厂房内，室温保持 $20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，以保护机床的精度。

座标镗床加工孔系的精度高，一般可达 $0.005\sim 0.015$ 毫米范围内。在模具制造中，应用这种机床加工多孔凹模和凸模固定板等精密零件是极为有利的，但由于其价格较贵，目前还不可能普遍地采用。

对于非圆形凹模，其形状复杂，制造比较困难。通常是采用矩形的锻件作为毛坯，加工各平面后进行划线，并将工作洞口中心的余料除去。切除中心余料的方法有如下几种：

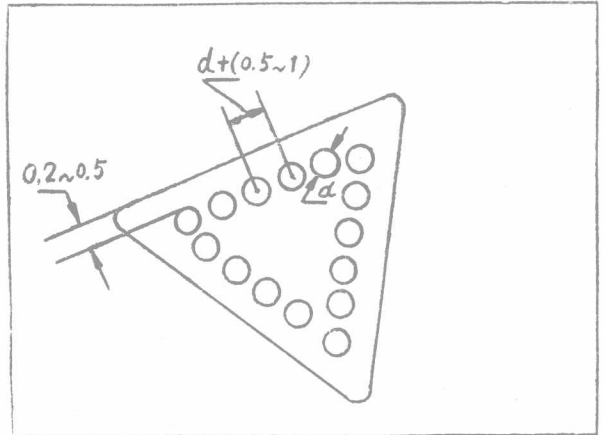


图1-1-9

#### 1、沿洞口轮廓钻孔(图1-1-9)

沿轮廓的周边钻出一系列的孔，孔间保留 $0.5\sim 1$ 毫米的余量，钻完后凿通整个轮廓，敲出中间一块废料。

#### 2、用铰锯机切除废料

如果工厂有铰锯机（图1-1-10），可以先在洞口转折处钻出圆孔，在孔内穿入锯条后，开动机床将中间的废料锯去，沿轮廓周边的余量在1毫米以下。

#### 3、用氧—乙炔焰气割

当模块尺寸较大时，可采用气割的办法切去中间的废料，其生产率高，但是切割出来的表面是凹凸不平的，一般应留2毫米左右的余量，毛坯经切割后需要进行退火处理。

切除余料后，工作型孔的加工常用如下几种方法：

#### 1、锉削加工

在无专用设备的情况下，采用手工锉削的办法。锉削前，先根据凹模图纸制造凹模样板，然后用各种形状的锉刀加工洞口，并随时用凹模样板校验。根据被锉削表面与样板间缝隙的大小判断被加工表面的质量，锉至样板刚刚能放入孔内为止，用透光法检查样板周围的

间隙，间隙大小应均匀一致。如果凹模带有斜度，还要将斜度锉出。

手工锉削的劳动量大，效率低。如果工厂有锉锯机，可在机床上按照划线锉削凹模洞口，若将机床工作台倾斜，则可锉出凹模的斜度。用锉锯机加工的凹模孔，光洁度可达 $\nabla 6$ ，但孔形的精度不够，必须再按样板手工修整孔形和凹模斜度。

### 2、仿型铣削

凹模型孔的精加工，可在仿形铣床或普通立式铣床上进行。在普通立铣上加工时，需要使用简单的靠模装置（图 1—1—11），将样板 1，垫板 3、5 和凹模 4 一齐固紧在铣床工作台上，用指状铣刀 6 加工凹模的型孔。在铣刀柄上装有一个钢制的，已淬硬的滚轮 2。用手操纵铣床的纵向和横向移动，使滚轮始终与样板接触，并沿样板的轮廓运动。这样就能加工出凹模的型孔。

用这种方法加工时，铣刀的半径应小于型孔转角处的圆弧半径才能加工出整个轮廓。铣削完毕后，还要由钳工锉出凹模斜度。

### 3、压印加工

凹模的压印是利用已加工好的凸模进行压印的，其压印方法与凸模的压印方法基本相同。凹模留有 0.5 毫米以下的余量，用已淬硬的凸模压印，第一次压印深度在 0.2~0.5 毫米范围内，锉去多余的金属后，再压印，以后各次的压印深度可以大一些。一般压印深度达 2~3 毫米后即可，然后锉出凹模斜度。

加工大间隙冲裁模的凹模时，可以制造一件跟凹模尺寸相近的样冲，对凹模进行压印，这可以减少修间隙的困难。

## (三) 制造凸模和凹模的工艺过程

### (1) 工艺过程

模具由一些零件组成，其制造过程包括零件的加工、钳工装配以及模具的试冲和调整。毛坯经过车、铣、刨、磨、热处理和钳工等加工，改变其形状和性能，使之成为符合图纸要求的零件。这一过程称为工艺过程。

对于同一个零件，由毛坯制成零件的途径是多种多样的，也就是说，一个零件可以有几种不同的工艺过程。工艺过程的不同，生产率、成本以及加工精度往往有显著的差别。为了保证零件质量和提高生产率，在制订工艺过程时，应根据零件的要求和工厂的具体条件确定一种最合理的工艺过程。如果将其内容写成文件，则此文件称为工艺规程。

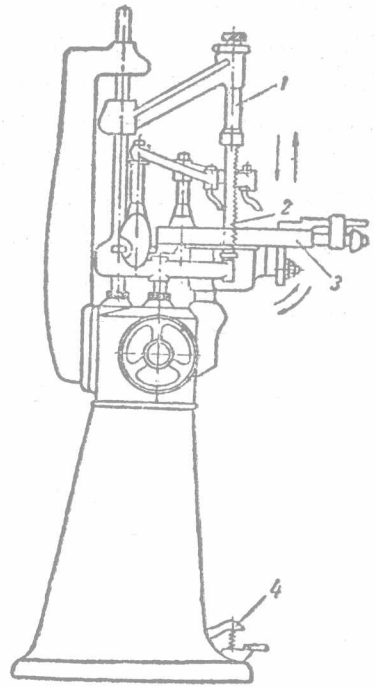


图 1—1—10 锉锯机

1—锯弓；2—锯条；  
3—工作台；4—脚踏。

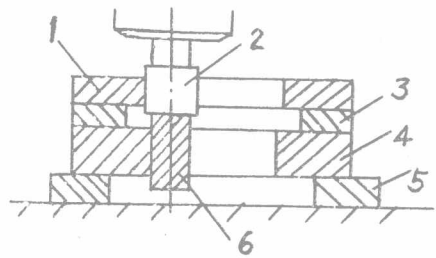
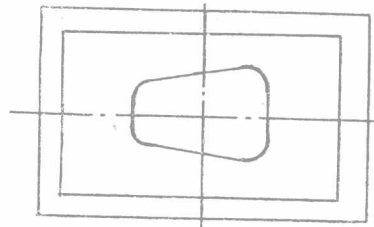


图 1—1—11 简单靠模装置



工艺规程是按零件进行编制，以表格的形式写在卡片上。此卡片称为工艺卡。卡片的格式和内容是根据各工厂的具体情况而制订的。

模具制造属于单件或小批生产，模具零件的工艺卡一般都订得比较简单，其内容大致包括工种、施工说明及工时定额等。

工艺卡用来具体指导生产，以便多、快、好、省地完成零件的制造任务。为了使工艺卡行之有效，在制订时，必须坚持三结合的原则，使它来源于实践，反过来指导生产实践。

必须指出，工艺规程并不是一成不变的，随着模具制造新工艺的应用，应该对原有的工艺规程进行修改，把新的技术成果充实到工艺规程之中，使它不断完善。

### (2) 制造凸模的工艺过程

制造凸模和凹模的工艺过程不仅与模具形状有关，而且与各工厂的生产条件有关。由于模具形状是多种多样的，各工厂的设备情况也不大相同，因此，不可能列出适于任何形状的凸模和凹模的工艺过程。现以图 1-1-12 所示的凸模为例，说明制造凸模的工艺过程。

#### 1、下料

凸模的毛坯一般用轧制的圆棒料，在锯床上切断。

#### 2、锻造

将毛坯锻成矩形。

#### 3、热处理

经过锻造的毛坯必须进行退火，以消除锻造后的内应力，并改善其加工性能。

#### 4、粗加工

在刨床上刨六个面，留磨 0.4~0.5 毫米。

#### 5、磨

磨六个面

#### 6、划线

划出凸模的轮廓线及螺孔位置。

#### 7、工作型面粗加工

刨或插凸模轮廓，留精修余量 0.15~0.25 毫米（单边）。

#### 8、磨 20° 的两斜面

#### 9、工作型面的精加工

工

钳工锉修凸模，使它更接近要求，但要沿轮廓留出热处理后精修的余量。

#### 10、孔加工

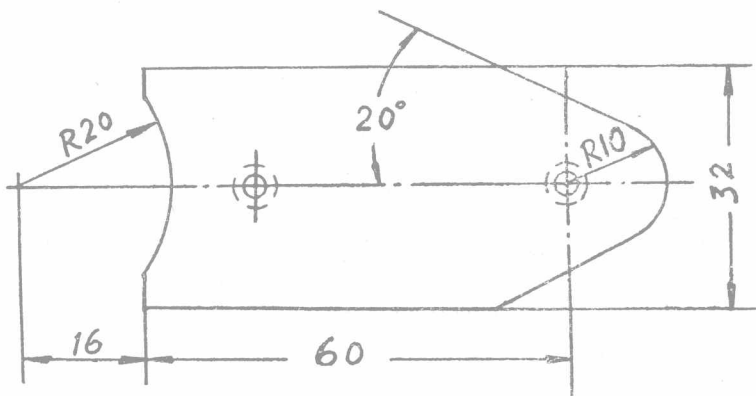
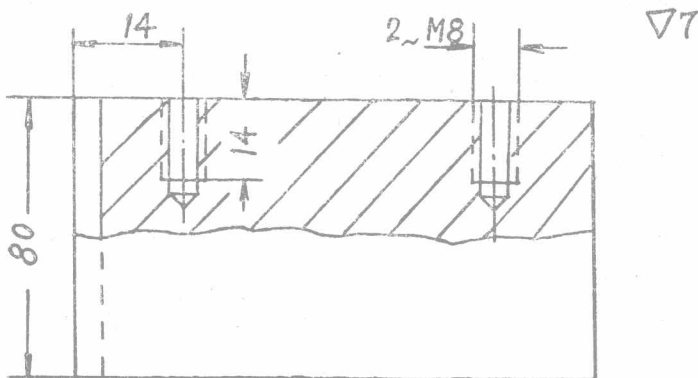


图 1-1-12 凸模

钻孔、攻丝(2 M8)。

11、热处理

淬火、回火、检查硬度，要求 HRc 58~62。

12、磨

磨两端面，以消除热处理变形和便于精修。

13、工作型面的精修

用油石仔细研磨工作型面，保证间隙适当而且均匀。

(3) 制造凹模的工艺流程

现以图 1—1—13 所示的凹模为例，说明制造凹模的工艺流程。

1、下料

凹模毛坯多采用轧制钢料，在锯床上切断。

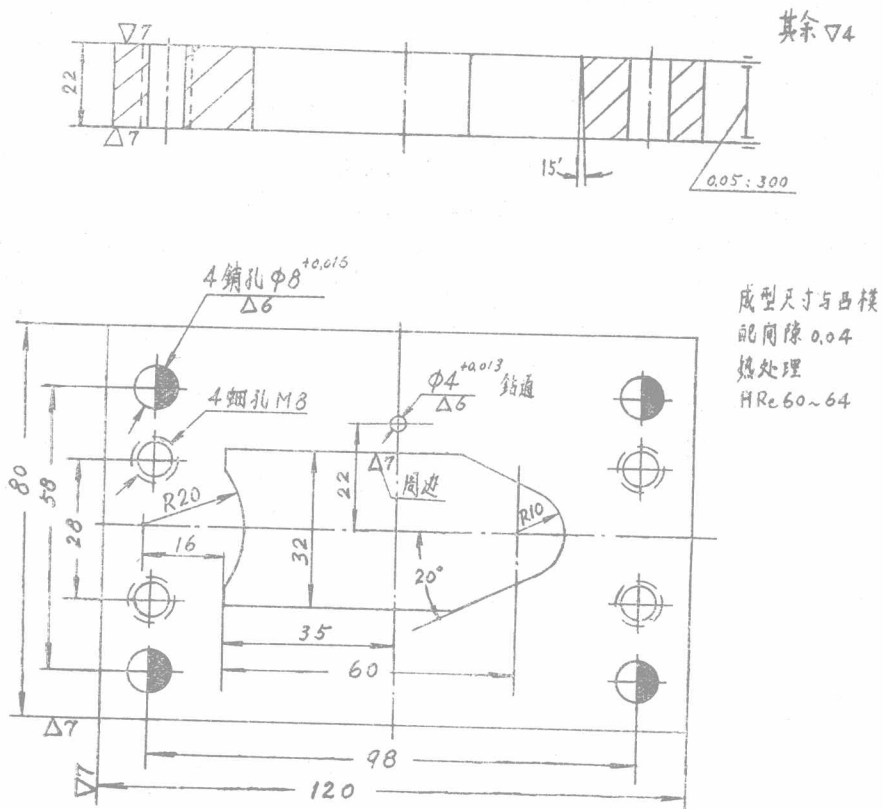


图 1—1—13 凹模

2、锻造：将毛坯锻成矩形。

3、热处理：退火。

4、粗加工：刨六个面。

5、磨：磨上下两平面和互相垂直的两侧面。

6、划线

以已磨过的互相垂直的两侧面为基准，划出凹模轮廓及各孔位置。



### 7、工作型孔粗加工

先沿凹模的轮廓钻孔，除去中间的废料，然后，在铣床上按划线加工型孔（留单边精修余量0.15~0.25毫米）和凹模斜度。

### 8、型孔精加工

钳工精修凹模并与凸模配制，使间隙适当而且均匀。

### 9、孔加工

加工各销钉孔和螺钉孔。

### 10、热处理

淬火硬度 HRC 60~64。

### 11、磨上下两平面

### 12、型孔精修

钳工精修型孔，使模具获得规定的间隙。

## （四）冲模结构的工艺性

冲模设计与制造工艺有着密切的联系。冲模设计时，除了考虑冲压工艺外，还必须根据工厂现有的生产条件合理地考虑冲模制造问题，使模具结构具有良好的工艺性。

冲模结构的工艺性除了与一般机器结构工艺性有相同点之外，还要特别考虑简化成型表面制造，提高精度和稳定寿命等方面，采用机械加工方法制造冲模时，凸模、凹模和凸凹模工作部分采用银拼结构可提高模具结构工艺性。从制造的角度来看，银拼结构的优点如下：

#### （1）便于加工

把复杂的成型表面简化成容易制造的轮廓形状，减少了钳工手工操作，从而提高了模具的精度，节约了工时。例如，图1-1-14所示的凸凹模，因其刃口尖角处不但加工困难，而且淬火时容易开裂，故将刃口分数块拼接而成；图1-1-15、图1-1-16、图1-1-17及图1-1-18所示的凹模，因其刃口狭小或局部形状复杂，不便加工，故采用银拼结构；图1-1-19所示为有两个缺圆的凹模，为了便于加工，先作出凹模整个圆孔，再开两条槽，将两条刃口板银嵌进槽内，最后将上平面磨平。

#### （2）可避免整体模热处理变形，又可节约贵重钢材

例如图1-1-20所示的多孔凹模，刃口部分做成多个银件，银入普通钢的固定板内。

#### （3）便于更换易磨损的部份

如图1-1-21所示，将个别凹入和凸出容易磨损的部分单独做成一块，以便加工和更换。

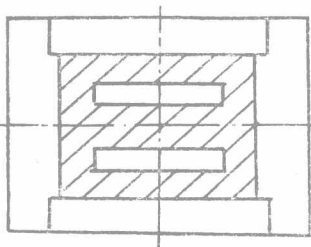


图 1-1-14

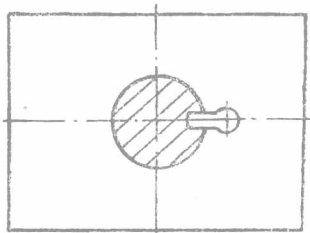


图 1-1-15

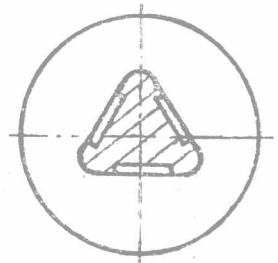


图 1-1-16

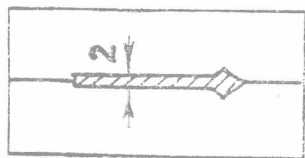


图 1—1—17

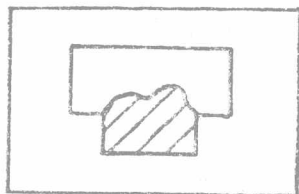


图 1—1—18

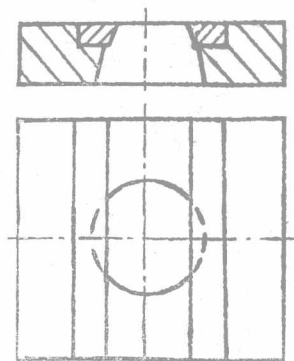


图 1—1—19

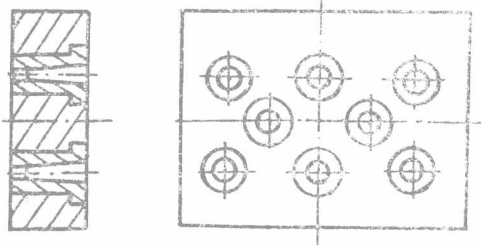


图 1—1—20

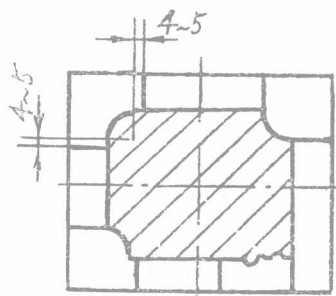


图 1—1—21

#### (4) 便于修正尺寸

根据压力加工工艺的特点，模具有些尺寸需要试验决定，也适宜采用银拼结构。如图 1—1—22 所示，为了试验决定冲头尺寸，冲件的孔在前一工序冲成之后，在该冲头上翻口，其尺寸  $\phi d$  是根据前一工序冲件的尺寸决定的，而  $\phi D$  和  $R$  要通过试验决定。此种情况冲头必须淬火之后才能试验。如果冲头作成整体，则试验后修磨圆弧  $R$  就很困难，为此，将  $\phi d$  和  $\phi D$  两个圆柱作成两件再用螺钉连接，以便修正尺寸。

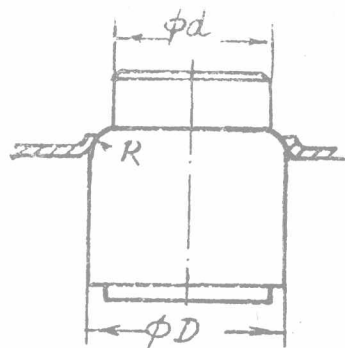


图 1—1—22

银拼结构虽有很多优点，但是“我们必须学会全面的看问题，不但要看到事物的正面，也要看到它的反面”。并不是在所有情况下都适宜采用银拼结构，而是要根据具体情况而定，即应根据冲件的几何形状、尺寸大小、精度要求以及工厂的生产条件，考虑冲模制造如何简便。特别是冲模采用电加工后，结构上引起了一系列变化，小型模具整体结构比银拼结构还适宜。有关电加工模具结构工艺性问题，将在后面介绍。

## (五) 模架的制造

### (1) 对导柱、导套的要求及其制造方法

图 1-1-23a) b) 所示为标准导柱、导套。

对导柱的要求是保证配合部分的尺寸精度和配合表面间的同心度。导柱与下模座是 2 级精度静配合  $d(je)$ 。

导柱与导套是 2 级精度动配合  $d(d)$ 。

导柱是用棒料车制，热处理后修复中心孔，再在外圆磨床上磨削。磨削时，应在一次装夹中将导柱的表面磨出，以保证两个配合表面间的同心度。

对导套的要求是内外表面尺寸准确而且同心。导套与上模座是 2 级精度静配合  $D(je)$ 。

导套也是用棒料车制，热处理后进行磨削。磨削时，首先在内圆磨床上以外圆定位磨内孔，然后将导套固定在心轴上，以内孔定位在外圆磨床上磨外圆，因而保证了内外表面的同心度。

当对冲模导向精度要求很高时，导柱、导套之间的配合尺寸可按 1 级精度滑配合制造，然后用研磨的方法获得高的配合精度。

为了保证导柱、导套耐磨而且中心部分韧性好，通常采用低碳钢制造，热处理方法是渗碳、淬火，硬度要求为：导柱  $HRC56\sim58$ ，导套  $HRC50\sim52$ 。

### (2) 对上、下模座的要求及其制造方法

上、下模座（图 1-1-24）用来压入导柱、导套以及安装凸模和凹模固定板，对它的技术要求如下：

- 1、上、下两平面应保持平行，在 300 毫米的长度上，偏差不得超过 0.05 毫米。
- 2、安装导柱与安装导套的孔，位置应该一致，而且要求孔与底面垂直。

上、下模座通常是用铸铁或铸钢作为毛坯，经过铣削（或刨）加工后，在平面磨床上磨削上、下两平面，以保证其平行度。为了保证安装导柱、导套的孔垂直于底面，应在磨好上、下两平面之后才加工孔。孔的加工可在座标镗床、铣床或摇臂钻床上进行，或在专门的双轴镗孔机上进行。

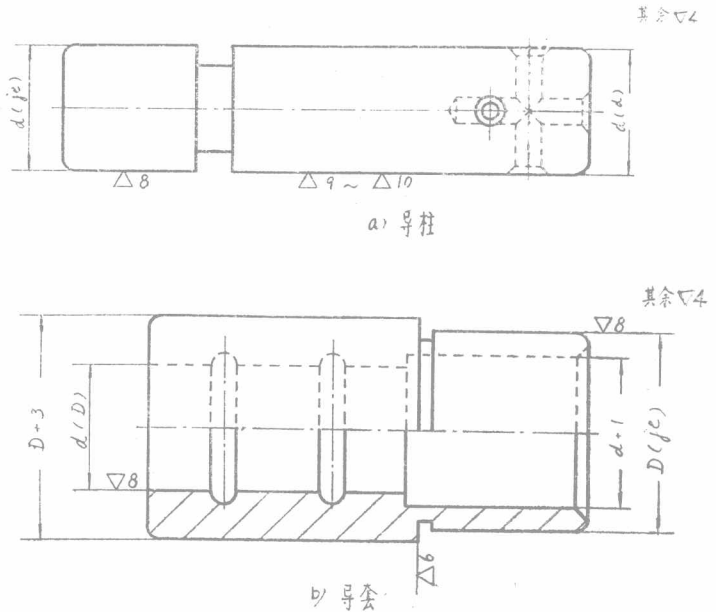


图 1-1-23