

第一单元

模具钳工基础

课题二 划线及孔加工

课题二 划线及孔加工

- 一、划线
- 二、配钻及特殊孔的加工
- 三、技能训练



■ 一、划线

■ 划线概念

■ 是根据图样要求，在零件表面（毛坯面或已加工表面）准确地划出加工界线的操作。划线是钳工的一种基本操作，是零件在成形加工前的一道重要工序。

■ 划线的作用：

■ 1) 指导加工。通过划线确定零件加工面的位置，明确地表示出表面的加工余量，确定孔的位置或划出加工位置的找正线，作为加工的依据。



- 2) 通过划线及时发现毛坯的各种质量问题。当毛坯误差小的时候，可通过划线代借料予以补救，从而可提高坯件的合格率，对不能补救的毛坯不再转入下一道工序，以避免不必要的加工浪费。
- 3) 在型材上按划线下料，可合理使用材料。

- 划线是一种复杂、细致而重要的工作，直接关系到产品质量的好坏。大部分的模具零件在加工过程中都要经过一次或多次划线。在划线前首先要看清楚图样，了解零件的作用，分析零件的加工程序和加工方法，从而确定要加工的余量和在工件表面上需划出些线；

- 划线要求
- 线条清晰均匀，尺寸正确，一般精度要求控制在0.1~0.25mm之间。划完线之后要认真核对尺寸和划线位置，以保证划线准确。

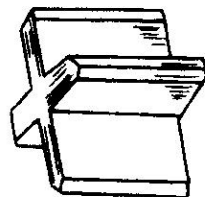
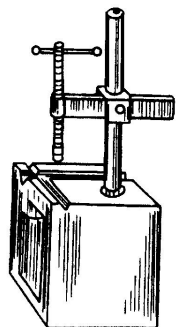
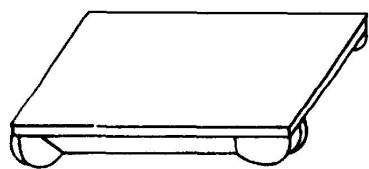


- 划线分类：
- 按加工中的作用，划线可分为加工线、证明线和找正线。
- 加工线是按图样要求划在零件表面上作为加工界线的线。
- 证明线是用来检查发现工件在加工后的各种差错，甚至在出现废品时作为分析原因用的线。
- 找正线是用来找正零件加工或装配位置时所用的线。一般证明线离加工线**5~10mm**，当证明线与其他线容易混淆时可省略不划。

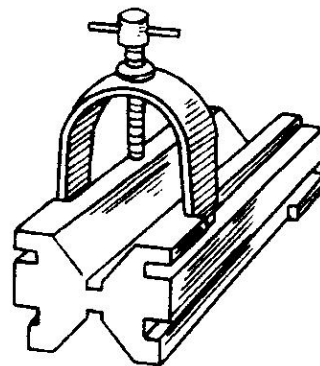


- 划线作业按复杂程度不同可分为平面划线和立体划线两种类型。平面划线是在毛坯或工件的一个表面上划线。立体划线是在毛坯或工件两个以上平面上划线。

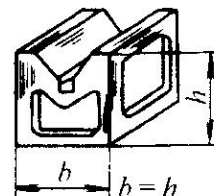
- 1. 划线工具的种类
- 划线工具按用途分，有以下四种：
- (1) 基本工具 划线平台（图1-1）、方箱（图1-2）、V形块（图1-3）、三角铁、板（直角板）以及各种分度头等。



a)



b)



c)

■ 图1-1

■ 图1-2

■ 图1-3

- (2) 量具 钢直尺、高度游标卡尺 (图1-4)、游标卡尺、游标万能角度尺、 90°
- 角尺、钢卷尺等。

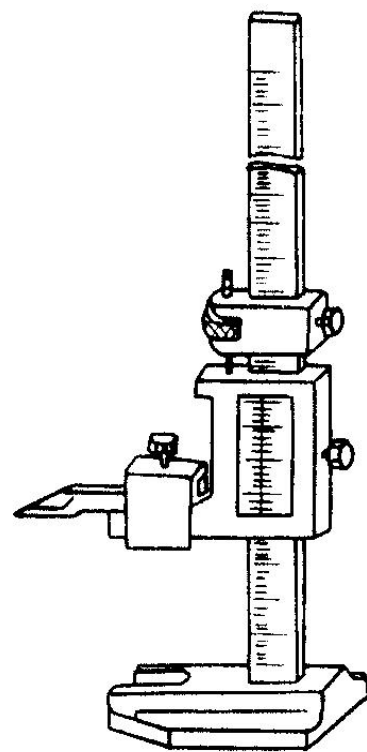
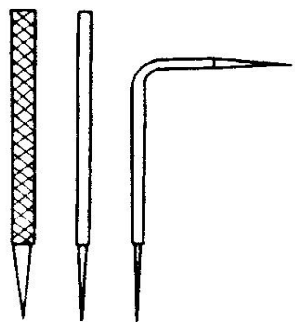


图1-4

■ (3) 绘划工具 划针 (图1-5)、划线盘 (图1-6)、划线游标角度尺、划规 (图1-7)、划卡 (图1-8)、平尺、曲线板以及锤子、样冲 (图1-9) 等。



■ 图1-5

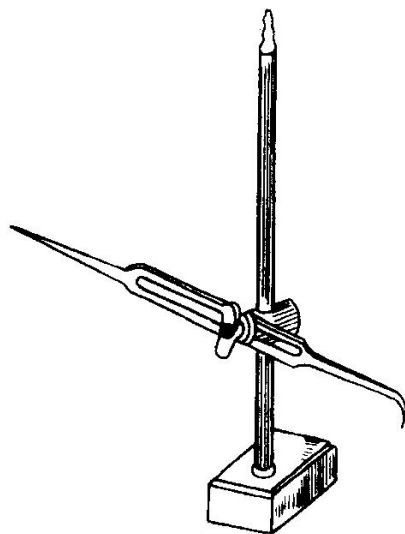


图1-6

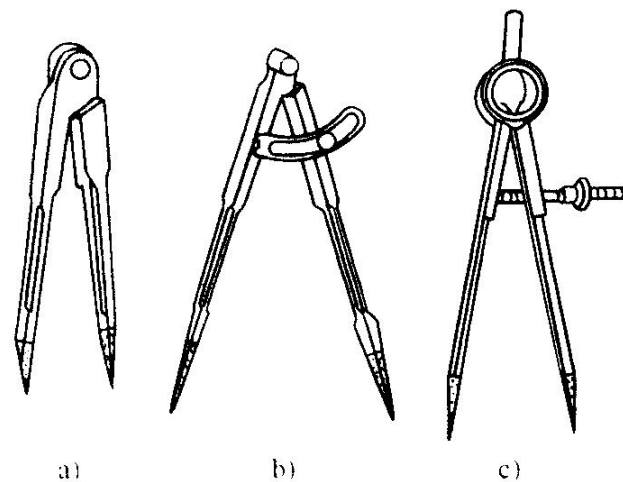


图1-7

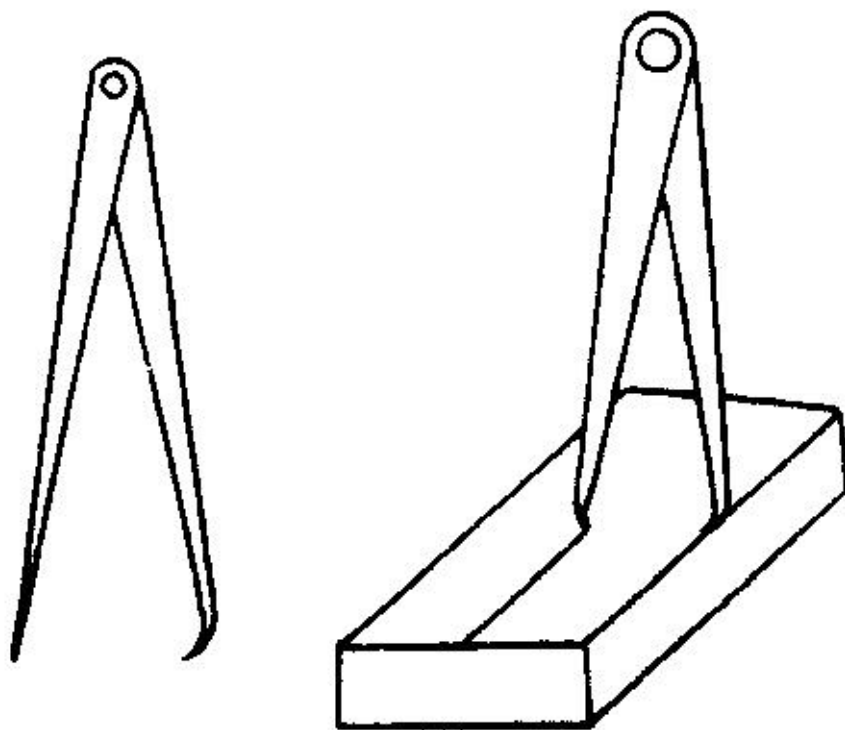


图1-8

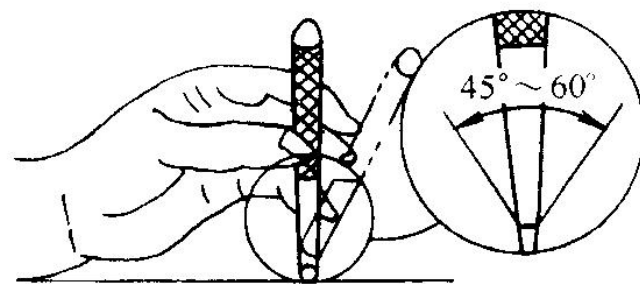


图1-9

(4) 辅助工具 垫铁 (图1-10)、千斤顶 (图1-11)、C形夹头 (图1-12)、夹钳以及找中心或划圆时打入工件孔中的木条、铅条等。

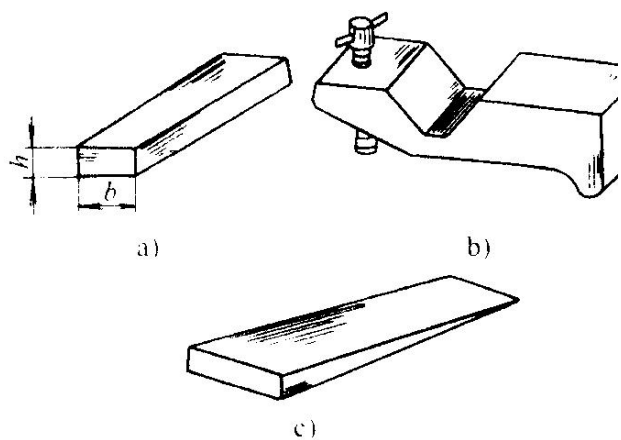


图1-10

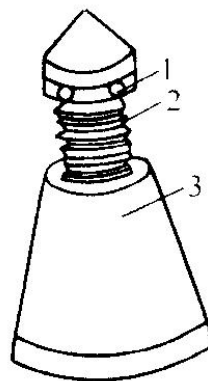


图1-11

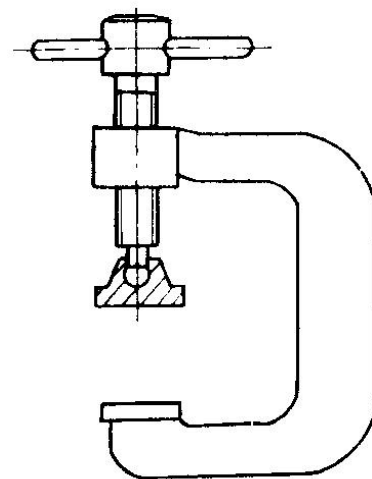


图1-12



- **2. 划线过程**
- **(1) 准备工作** 为了使划线工作顺利进行，需做好划线前的准备工作。
 - **1) 工具准备。** 划线前需根据工件划线的图样及各项技术要求，合理地选择所需的各种划线工具。每件工具都要认真检查和校验，如有缺陷应及时修理，否则会影响划线质量。
 - **2) 工件的准备** 包括工件的清理、工件的涂色及在工件孔中装中心塞块3个方面：



- 第一工件的清理。毛坯件上的氧化铁皮、型砂、毛边、残留的泥沙污垢以及加工件上的毛刺飞边、铁屑等，必须预先清理干净，否则会影响划线的清晰度、准确度以及损伤较精密的划线工具。
- 第二工件的涂色。为了使划线清晰，划线前要在工件要划线部位涂上一层薄而均匀的涂料。常用的有以下几种：①白灰浆。它是由白石灰加水胶制成，主要用于铸、锻件毛坯表面。②紫色。它是由2%~4%龙胆紫，3%~5%虫胶漆，91%~95%酒精配制而成，适用于已加工表面。③白粉笔。多用于工件表面比较粗糙，批量极少的情况下。
- 第三在工件孔中装中心塞块。划线时为了划出孔的中心，便于用划规划圆，在孔中要装入中心塞块。



- (2) 选择基准 在划线时用来确定各部位尺寸、几何形状及相对位置的依据，称为划线基准。
- 在划线时所取的划线基准最好与零件图上的设计基准一致，以便能直接取划线尺寸，从而可简化换算，提高划线质量和效率。正确地选择划线基准是划好线的关键，因而，在选择划线基准时，需将工件、加工工艺、设计要求和划线工具等综合起来分析，找出工件上与各个方面有关的点、线或面，作为划线时的尺寸基准、放置基准以及校正基准，同时还要按照不同工序来选择划线基准。

- 2) 工件的准备包括工件的清理、工件的涂色及在工件孔中装中心塞块3个方面：
- 第一工件的清理。毛坯件上的氧化铁皮、型砂、毛边、残留的泥沙污垢以及加工件上的毛刺飞边、铁屑等，必须预先清理干净，否则会影响划线的清晰度、准确度以及损伤较精密的划线工具。



- 第二工件的涂色。为了使划线清晰，划线前要在工件要划线部位涂上一层薄而均匀的涂料。常用的有以下几种：①白灰浆。它是由白石灰加水胶制成，主要用于铸、锻件毛坯表面。②紫色。由2%~4%龙胆紫，3%~5%虫胶漆，91%~95%酒精配制而成，适用于已加工表面。③白粉笔。多用于工件表面比较粗糙，批量极少的情况下。
- 第三在工件孔中装中心塞块。划线时为了划出孔的中心，便于用划规划圆，在孔中要装入中心塞块。

- 2) 以两条中心线为基准（图1-14）。划线前先在工件表面上找出相对的两个位置，划出两条中心线，然后再根据中心线划出其他的加工线。

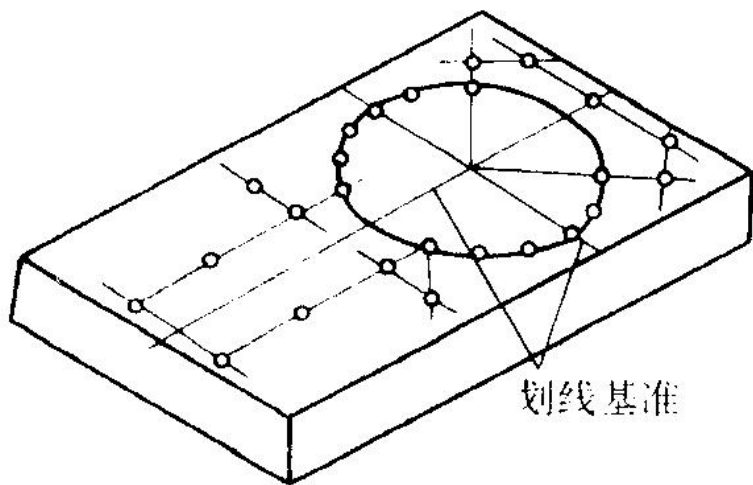


图1-14 以两条中心线为基准

- 3) 以一个平面和一个中心线为基准（图1-15）。划线前先将平面加工好，再划出中心线和其他加工线。

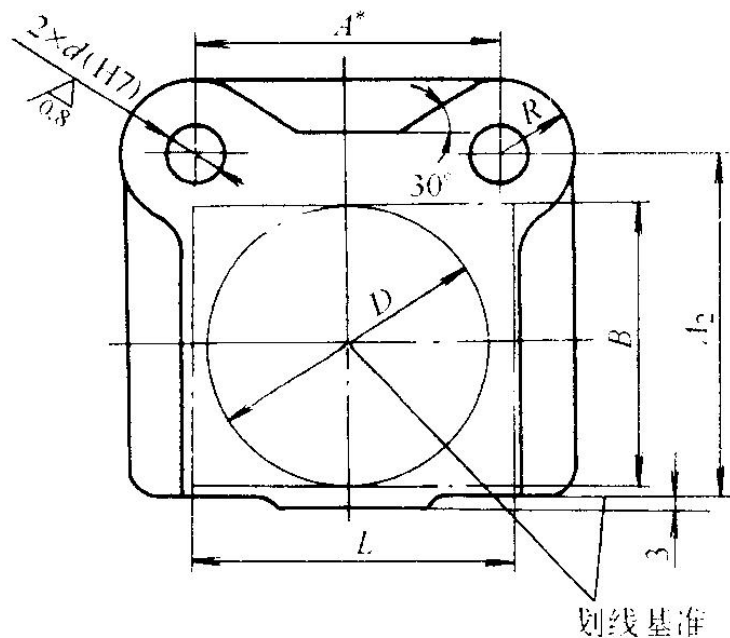


图 1-15 以一个平面和一个中心线为基准



- 复杂形状零件划线，还应注意以下几点：
- ①通常比较复杂的工件，往往要经过多次划线和加工才能完成，所以划线前应首先明确工件的加工工序，然后按照工艺要求选择相应的划线基准和放置基准，划出本工序所应划的线。划线时应避免所划的线被加工掉而重划和多划不需要的线。
- ②确定划线基准时，既要保证划线的质量，提高划线效率，同时也应考虑工件放置要合理。一般说来，较复杂工件的划线基准的选择，可按以下两个原则考虑：划线基准应尽量与设计基准一致；选择较大而平直的面作为划线基面。



- ③在选择第一划线位置时应使工件上的主要中心线平行于平台面，划出较多的尺寸线。
- ④当在工件上划线时，凡须将工件多次进行翻转，经过几个划线位置才能将各面所属的线划出的工件，它们各面的线都是相互制约的，就是说整个划线工件所有划线部位的基准是同一的。因此，在工件翻转后，应使原来与平台相互平行的线变成与平台相互垂直或成一定角度的线。

- (3) 工件定位 选用适当的工具支承工件，使有关表面处于合适的位置上，一般工件定位采用三点支承，如图1-16a所示；用已加工过的平面作基准的工件定位，可将它置于平板上，如图1-16b所示；圆柱形工件定位宜用V形块等工具，如图1-16c所示。

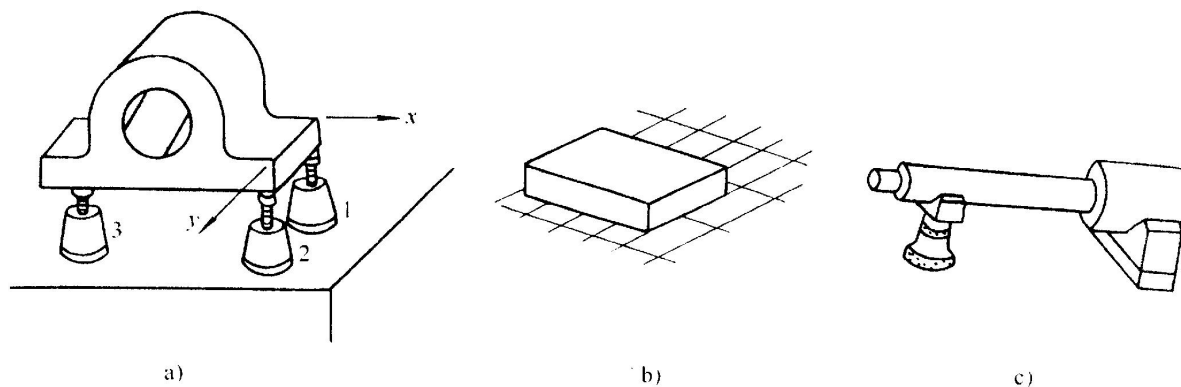
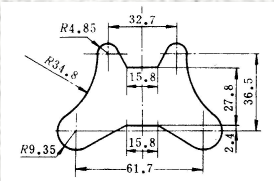
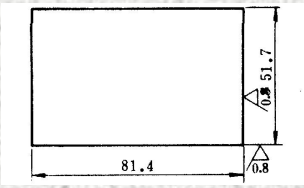
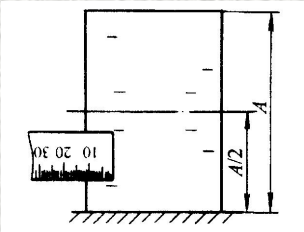


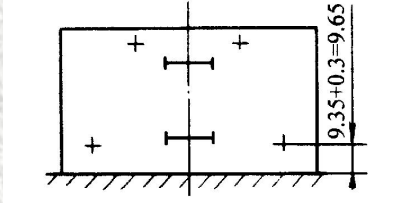
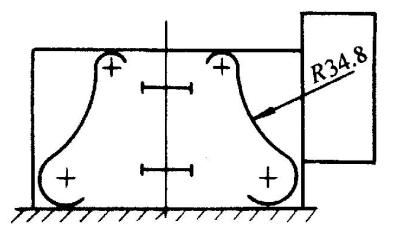
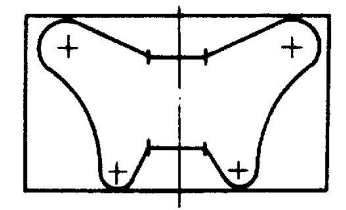
图 1-16 工件定位
a) 三点定位 b) 已加工平面定位 c) V形块定位



- (4) 划线 先划基准线，再划其他线。划完后要仔细检查划线的准确性，看是否漏掉的线条，检查后再打样冲眼。
- **3. 划线方法**
- 常用划线方法按划线面的多少分为平面划线和立体划线。
- (1) 平面划线与平面作图方法类似，在工件的表面上按图样要求划出所需的线或点。表1-3为冲模凸模的平面划线过程。

表1-3 冲模凸模的平面划线过程

顺序	图形	说明
划线图形		<ol style="list-style-type: none"> 1. 一般划线后的加工过程中都要用测量工具测量，因此可直接按基本尺寸划线 2. 划线后加工时，均按线加工放余量
坯料准备		<ol style="list-style-type: none"> 1. 刨成六面体，每边放余量0.3~0.5 mm 后尺寸为81.4mm×51.7mm×42.5 (mm) 2. 划线平面及一对互相垂直的基准面用平面磨床磨平 3. 去毛刺，划线平面去油、去锈后涂色
划直线		<ol style="list-style-type: none"> 1. 以基准面放平在平板上 2. 用游标高度尺测得实际高度A 3. 以A/2划中心线(适合对称形状) 4. 计算各圆弧中心位置尺寸并划中心线，划线时用钢板尺大致确定划线横向位置 5. 划出尺寸15.8mm线的两端位置

<p>划直线</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. 另一基准面放平在平板上 2. 划R9.35mm中心线，加放0.3mm余量 3. 计算各线尺寸后划线
<p>划圆弧线</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. 在圆弧十字线中心轻轻敲样冲眼(划线较深时可不敲) 2. 用划规划各圆弧线 3. R34.8mm圆弧中心在坯料之外，取用一辅助块，用平口钳夹紧在工件侧面，求出圆心后划线
<p>连接斜线</p>		<p>用钢板尺、划针连接各斜线</p>



■ (2) 立体划线 立体划线较为复杂，它主要是借助专用的划线工具、测量工具和其他一些辅助工具，找出复杂工件中共有的基准，再以此基准确定各个面与此相关的基准，最后再对工件进行全面的划线。在对一个工件划线时，首先必须认真研究图样上各部分尺寸及要求，然后选定划线基准，并了解有关的加工工艺，考虑下道工序要求，确定加工余量和需要划出的线。立体划线常用工件翻转移动、工件固定不动等方法进行划线。工件翻转移动法是将所需划线的工件支承在平板上，并使其有关表面处于合适位置后，划出一个平面上的线条，然后翻转移动工件，重新支承并找正，划另一个平面上的线条。这种划线方法能对零件进行全面的检查，可方便地在任意平面上划线，但其调整找正难，精度比较低。工件固定不动法是在工件固定的情况下进行的划线，精度较高。实际工作中，对于中小工件，有时将它固定在支承工具上，划线时让支承工具翻转。此法具有上述两种方法的优点。图1-17所示为汽车覆盖件拉延模凸模座窝座线及中心线的划线步骤：

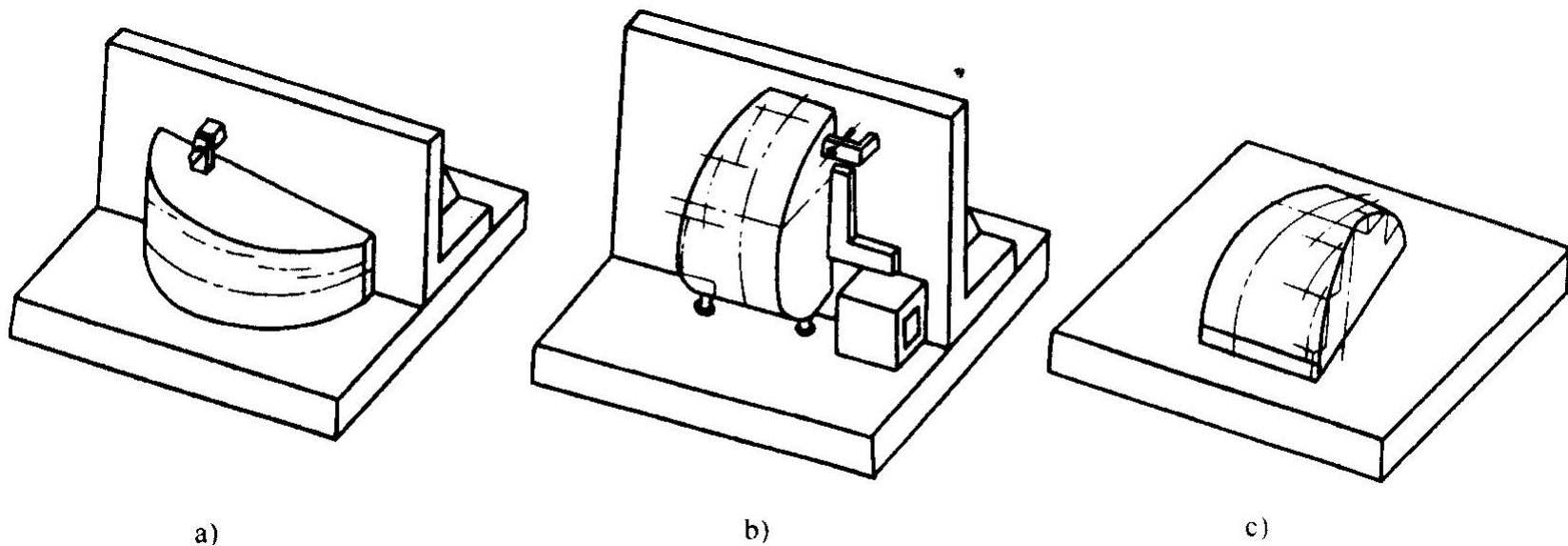


图 1-17 拉延模凸模座划线

图1-17a所示是将凸模座夹紧于角铁上，凸模座另一基准面与平板合平，用游标划线尺划出平行于平板平面的中心线与窝座线。

图1-17b所示是将凸模座转动 90° ，用 90° 角尺与千斤顶校正基准面的垂直度，夹紧后用游标划线尺划出中心线与窝座线。

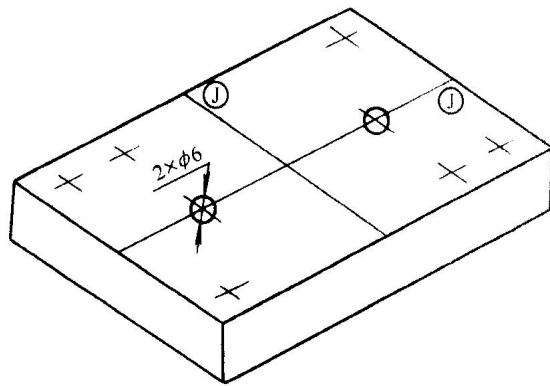
图1-17c所示是将凸模座底面子放在平板上，划出窝座深度线。



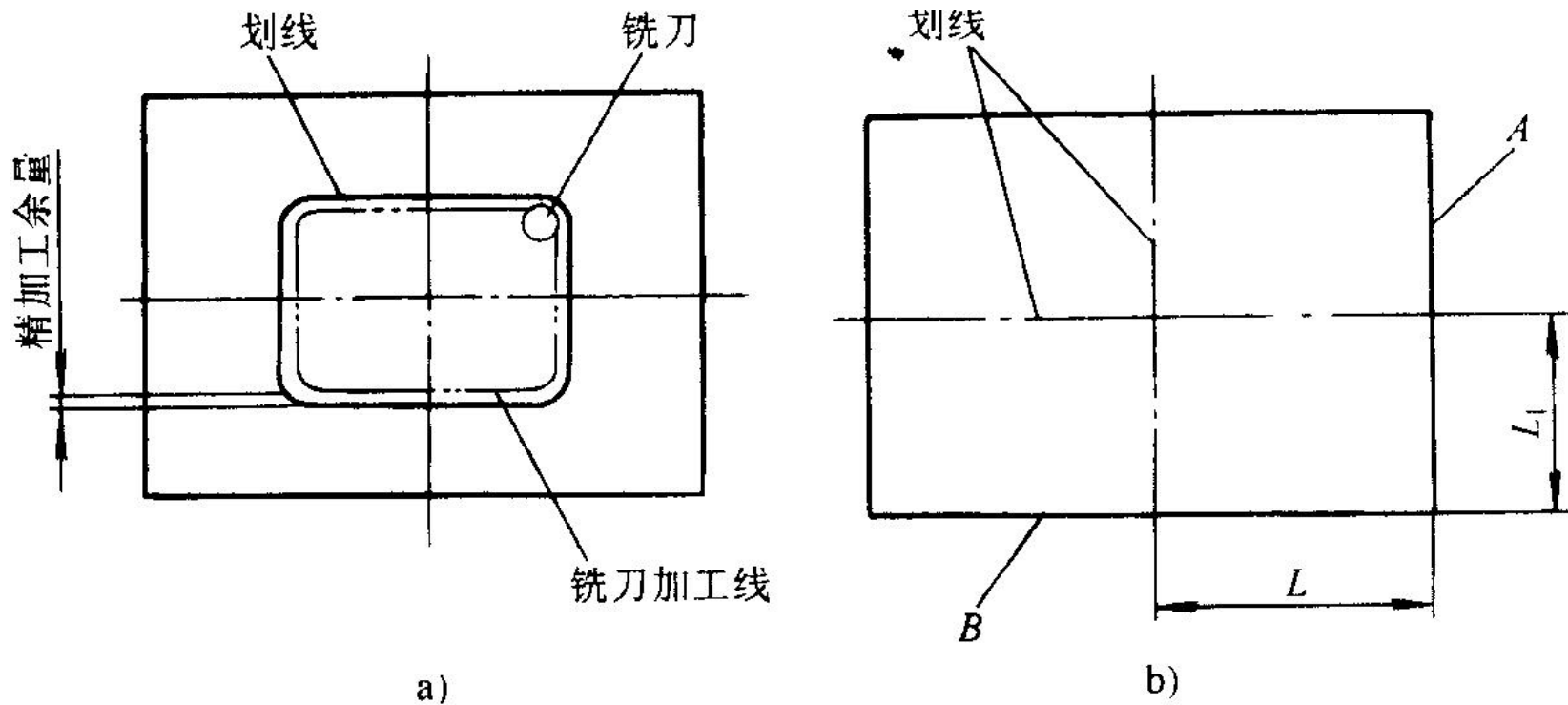
- 4. 模具划线时的一般注意事项
- 模具零件的划线，虽然其所用的工具和方法与一般零件的划线没什么两样，但由于模具是精密的工装，其工作部分的形状、尺寸精度较高，且相对位置精度又有一定的要求，因此在划线时应注意以下几点：
 - 1) 为了避免模具工作部分在模具装配后产生错位，上、下模型腔划线时最好用样板或定好尺寸的划规或划线尺一次划出。
 - 2) 要充分注意模板各平面之间的垂直度和平行度要求。如果模板各面相互位置不正确，就会使划线和后续工序的加工造成误差，也就无法制造出高精度的模具。



- 3) 划线要在对模具零件的尺寸公差和与其相关尺寸充分了解之后进行。这样，对具有同一形状型面的零件，如冲裁模的凸模和凹模，其型面的划线就可以一起进行，这对缩短划线时间和防止差错都是有利的。
- 4) 划线时，要考虑工件加工的顺序，不要划不需要的线，也不要使所划的线超过必要的尺度，以避免线条繁杂。模块中心线要划得明显，这是因为它是尺寸基准线，有时又是加工基准。对于加工基准，最好在基准线附近作出记号，便于后续加工。例如在使用坐标镗床加工时，如图1-18所示，在基准线附近作出标记，则其指示明确，便于加工。



- 图 1-18 加工基准的标记
- 5) 划线还要考虑零件加工方法的要求，加工方法所用的工具不同时，要划的加工线也不同，如图 1-19 所示。图中 1-19a 为铣削型腔需划的加工线，图 1-19a 是电火花加工型腔的划线。因加工时电极以 A 和 B 面为基准，工作台移动 L 及 L1 尺寸即可加工型腔，因此不需要划出型腔的尺寸线。



■ 图 1-19 用于铣工和电工加工的两线



- 6) 工件上划好的线，随着加工进展将会消失，因此对于以后有用的线，要事先延长到工件的外侧，并在工件非工作表面上作出标记。
- 7) 划线时线条必须准确、清晰，线条一般粗细为 $0.05\sim 0.1\text{mm}$ 。划完线后，就用样冲打样冲眼，样冲眼的大小、疏密要适当而准确。如果划完线的工件不能及时加工时，要妥善保管，以免线条被擦掉。



- 8) 对于压铸模、锻模等热成形模具的划线，在划线时必须考虑正常情况下的收缩量。由于这些模具都具有起模斜度，划线时应注意标明斜度的基点是在模具分型面上，还是在型腔的底面。
- 9) 脱模斜度一般不划出，凸模或零件上的凸出部位均按大端尺寸划线，凹模或零件上的凹入部分均按小端尺寸划线，脱模斜度在加工中保证；用专用的斜度铣刀加工脱模斜度时，则凹模或凹入部分、凸模或凸出部分划线时所取的尺寸线应与上述取法相反。



- 5. 典型模具零件的划线举例
- (1) 平面上多型孔的划线 在冲裁模制造中，级进模和多凸模冲裁模占有一定的比例。这类模具的凹模、凸模固定板和卸料板，各型孔的尺寸和它们之间的相对位置都有一定精度要求。因此，在划线时应注意以下两点：
 - 1) 在具有多型孔的级进模中，各工位步距误差和步距累积误差都有一定的要求。在划各工位步距中心线时，就不能像走路那样从起点一步一步地划到最后，这样会导致误差积累过大。正确的划线方法如图1-20所示，以0点为基准、步距P为单位，分别划出P、2P、3P...的等分点，或取中间一点为基准，由中间向两侧分，这样就不会有误差积累现象了。

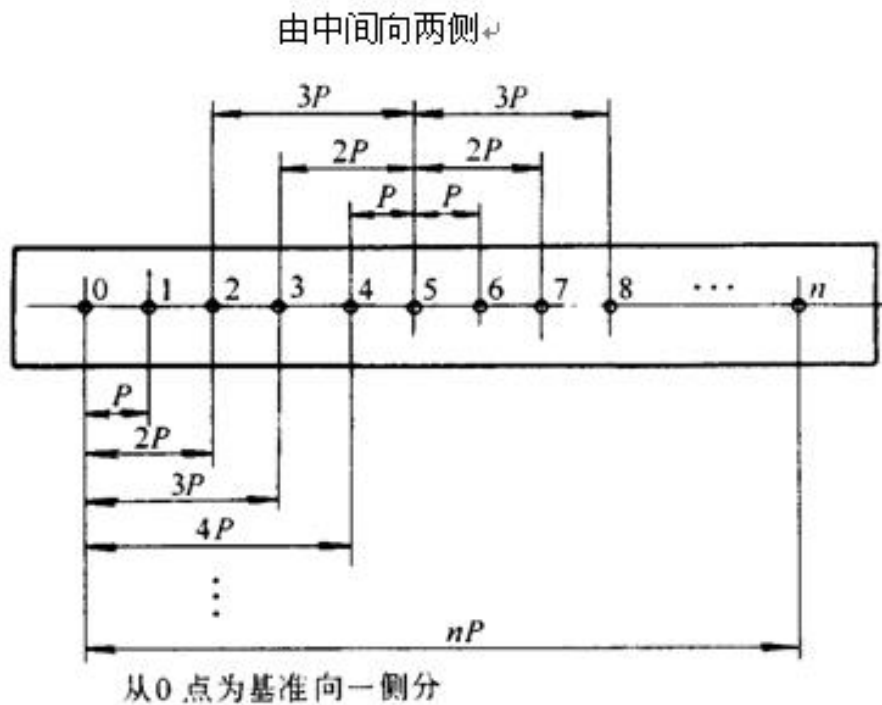


图 1-20 在直线上划等分



- 2) 型孔为圆形时, 模具的加工比较简单, 这些孔系通常安排在立铣、工具铣或坐标镗床上加工。型孔为非圆形孔时, 型孔的加工比较困难, 其加工工艺过程随所用的加工设备的不同而异, 因此, 划线方法也有所变化。
- 例1 如图1-21所示为级进冲裁模的凹模。一次冲落三个垫圈和一个异形件, 工位间的步距为33.4mm, 异形件型孔尺寸基准线与凹模外形基准成 45° 角。其划线步骤如下:

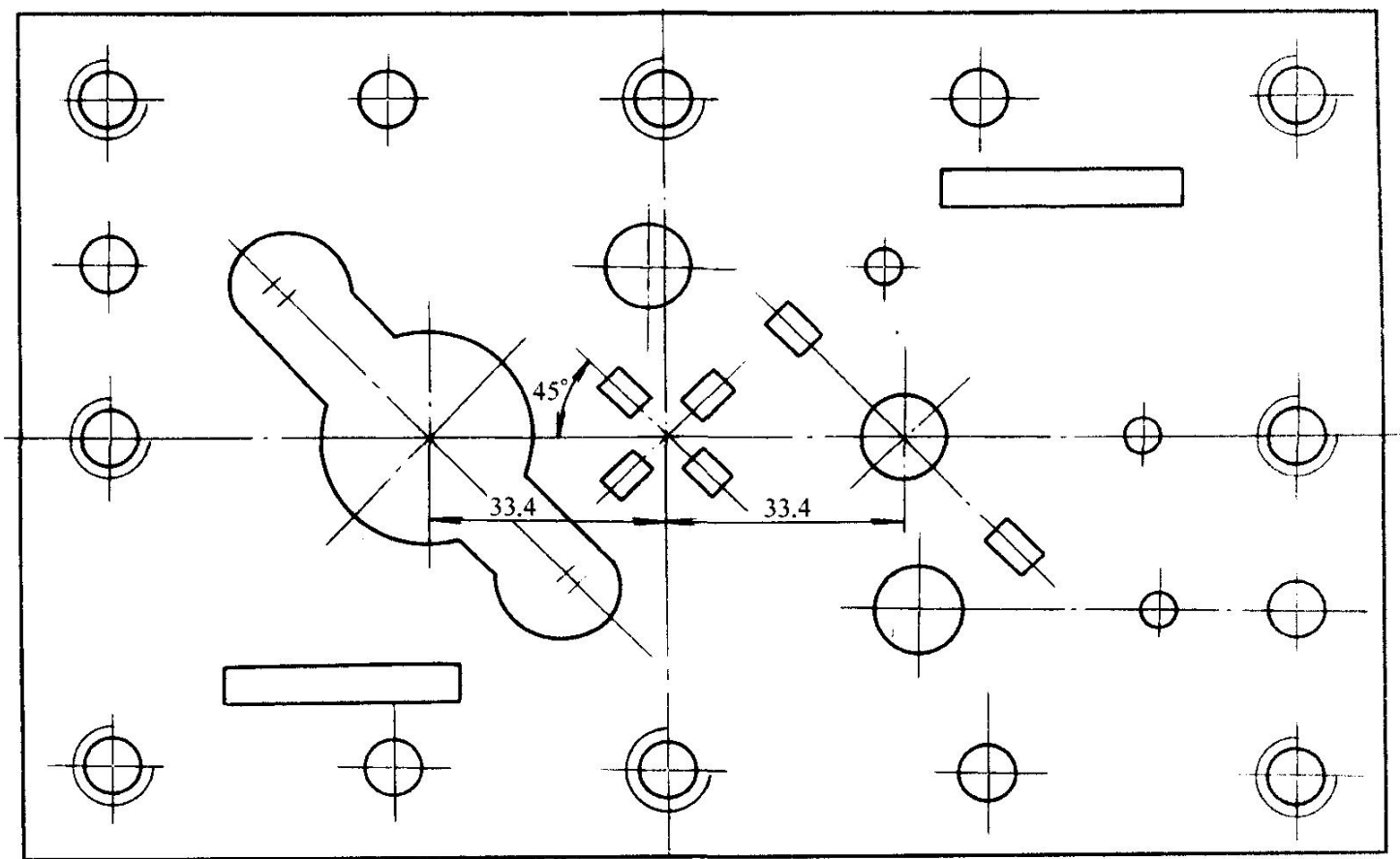


图 1-21 级进冲裁模的凹模



- 第一步：以凹模块的一对互相垂直的平面为划线基准，划出十字中心线（X、Y的坐标线）和各螺孔、销钉孔十字中心线。
- 第二步：以垂直基准面为基准划出两个定距侧刃型孔和上下两侧刃的四个圆形孔的中心线。
- 第三步：通过凹模块十字中心线交点，用游标万能角度尺划出 45° 角斜线。
- 第四步：将凹模块放在V形块中，用高度游标卡尺校平 45° 斜线，如图1-22a所示。然后用高度游标卡尺测得基准面至O点的距离H1，根据尺寸计算出各尺寸，划出平行于 45° 线的各条直线。尺寸P计算如下：
- $P = 33.4 \text{ mm} \times \cos 45^\circ = 22.61 \text{ mm}$

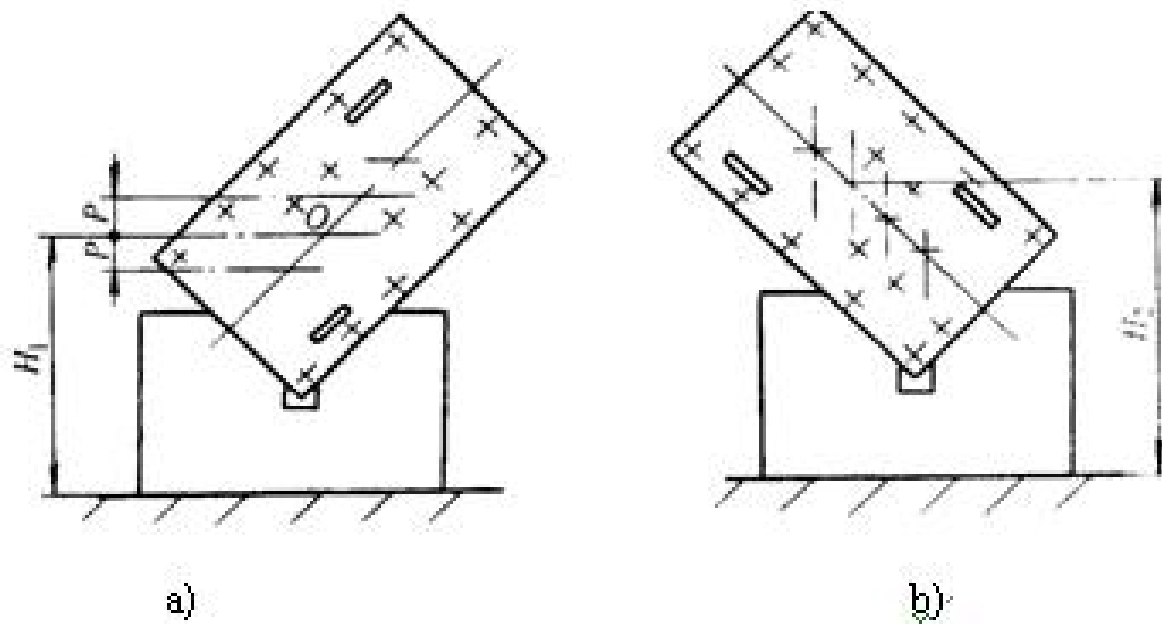


图 1-22 利用V形块划线



- 第五步：将凹模块转 90° 放在V形块中，用 90° 角尺校正 45° 斜线垂直度误差，如图1-22b所示。测得尺寸H2，计算各尺寸划出各线。
- 第六步：连接各圆弧，使其划线成形。
- 对于机械加工来说，上述划线是必不可少的。如果用组合电极电火花来加工，型孔的轮廓线可以不要，只要划出模块的基准线和供电极定位用的基准孔即可。如果采用线切割机床加工，那就先镗型孔的线切割工艺穿丝孔，型孔轮廓线也不要了，但要准备好模具加工程序。由此可见，划线方法是随着型孔的加工工艺过程所用的加工设备的不同而有所变化的。



- (2) 型腔的划线 型腔划线是在模块表面上划出型腔的轮廓，其划线方法与一般的划线方法没有太大的区别。
- 由于型腔加工部分的复杂程度不一样，在模块平面上需划出哪些必要的线，则要综合考虑所加工的型腔部分和加工方法。如图1-23所示的锻模型腔，型腔内部有深有浅，侧壁有 7° 的起模斜度。如果采用立式铣床铣削，则型腔的加工顺序是先加工深处，然后再加工浅处，划线时就必须如图1-23所示的那样，在模块平面上划出全部线条来指出型腔所需的尺寸。如果采用电火花加工，那就只需划出供电极与模块间作定位用的型腔轮廓线。

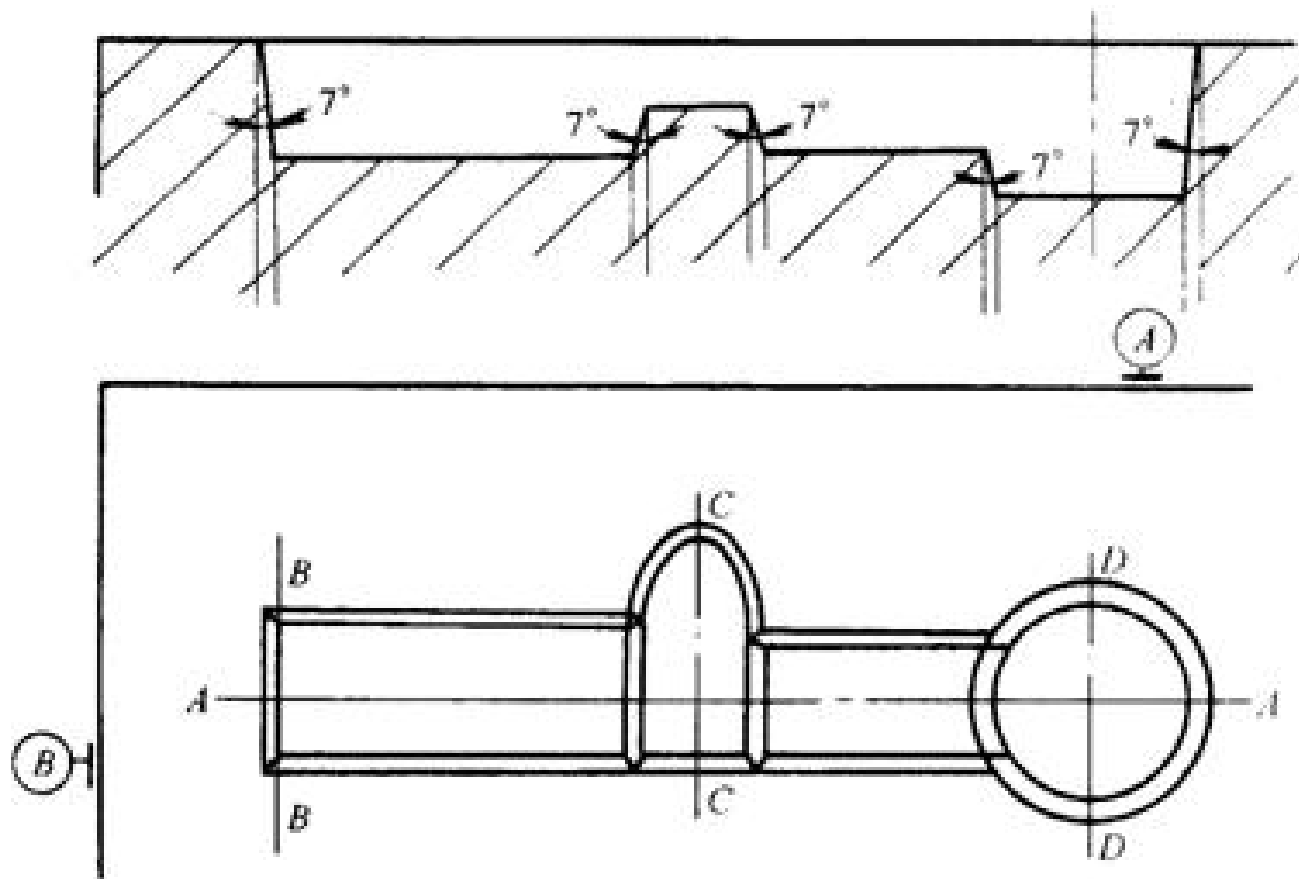


图 1-23 型腔的划线



- 在型腔加工中若采用仿形铣削加工，则在仿形铣削型腔时，一般不需在模块平面上划出型腔轮廓线，只要在靠模和模块上划出作定位用的 X 、 Y 基准线。如图1-24所示，是以铣刀轴心线和仿形触头轴心线作为中心定位的。但有时还在模块平面上划出表示型腔位置的轮廓线，它不是型腔的加工线，是用来检查模块与靠模上所划线的位置是否一致用的，当两者不一致时，可予以修正。

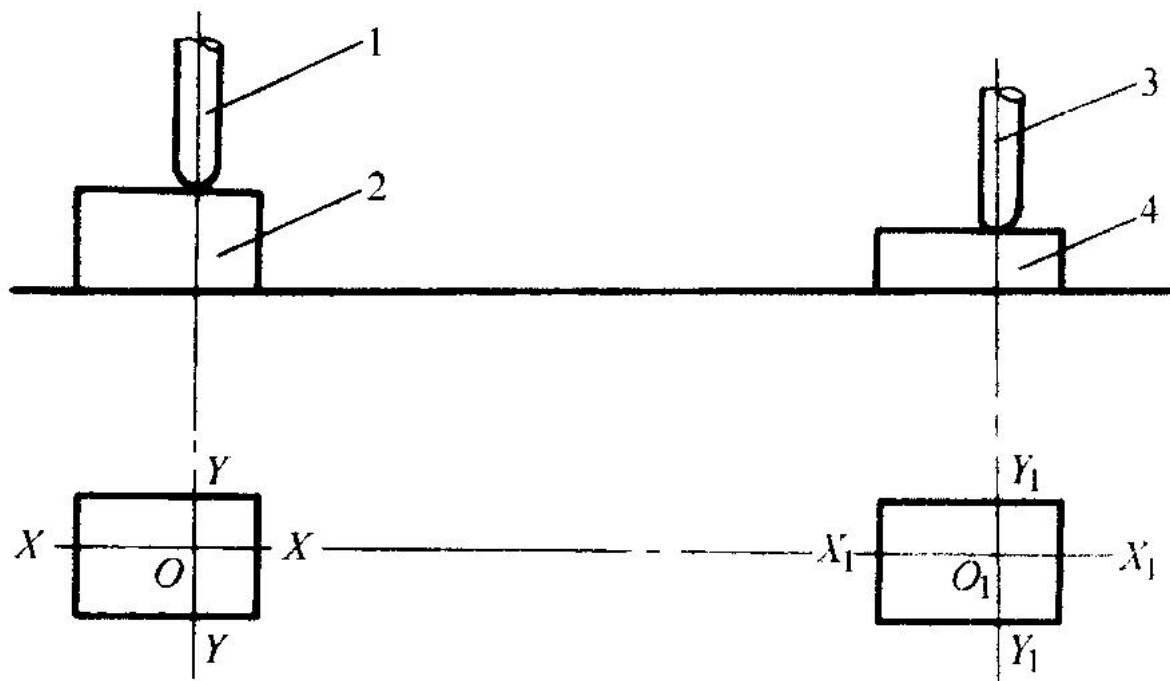


图 1-24 模块与靠模的关系
1-铣刀 2-模块 3-仿形触头 4-靠模



- (3) 成形模的划线 冷冲模中的拉深、弯曲、成形模的凸模和凹模以及锻模、塑料模、压铸模中的型芯和型腔及其镶块的划线, 大多是立体划线。划线时要经过将工件多次进行翻转, 才能将各面所需的线划出。在划线前, 要从多方面进行考虑, 明确工件的加工工艺过程, 按照工艺要求, 确定划线方法和选择好基准。
- 图1-25所示为锻模的划线, 为了使上、下模划得正确, 应尽可能将两件放在一起。
- 由于毛坯还没有加工过, 所以要在平台上用千斤顶把锻模毛坯支撑起来, 划出分模面、锻模支撑面和合模基准面的水平线, 如图1-25a所示。然后将毛坯转动 90° , 用 90° 角尺与千斤顶找正, 保证所划水平线的垂直度要求, 如图1-25b所示。根据毛坯尺寸划出中心线I-I, 再划1-1、2-2、3-3线, 最后连接燕尾线。

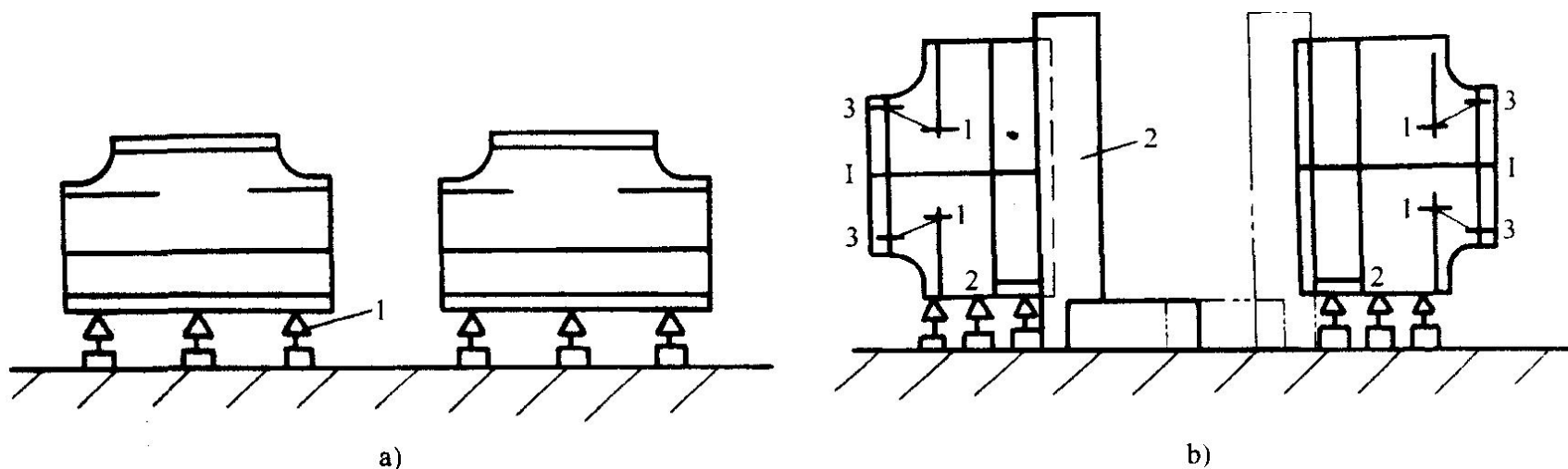


图1-25 锻模的划线

1-千斤顶 2-90° 角尺



- 待分模面、燕尾以及合模基准面经过精刨和精铣后，以合模基准面为基准，划锻模型腔轮廓线，如图1-23所示，先划A-A轴线，再划B-B线、C-C线和D-D线，最后划出全部型腔的加工线。为了避免上、下模错位，如果型腔形状较简单，上、下模型腔可以一次划线，这时候要用千斤顶和高精度卡尺把两件的合模基准调整到一样高。
- 图1-26所示为压胶模型腔拼块，划线前的半制品如图1-27所示，根据后续工序立铣加工所需在各个面上的划线线条如图1-28所示。其划线步骤如下：按图1-26所示，选工件右面为第一划线面，首先划出主要中心线I-I，再划出尺寸7.4mm所示凸出部分和尺寸3.2mm凹进部分两侧面的加工线以及半径R3.7mm圆心的十字中心线。为方便划线，各 0.5° 斜度线不再划出，但需注意尺寸7.4mm所示的凸出部尺寸线应按大端尺寸划线，即应大于7.4mm（如果用带斜度的成形铣刀加工，则以小端7.4mm尺寸划线），而尺寸3.2mm所示的凹进部分，



- 尺寸线应按小端尺寸划线。划完第一个面，将工件翻转 90° ，以底面为基准，划尺寸24.18mm高度线、R3mm的十字中心线、尺寸7.4mm所示凸出部分的深度线和尺寸3.2mm所示凹进部分的底线。在划尺寸24.18mm高度线时，由于其一端连接的R3mm的圆弧，因旁边有台阶而不能划出，因此高度线不能划到底，而划出R3mm的十字中心线是为了防止铣削加工时产生废品，最后用划规划各圆弧。

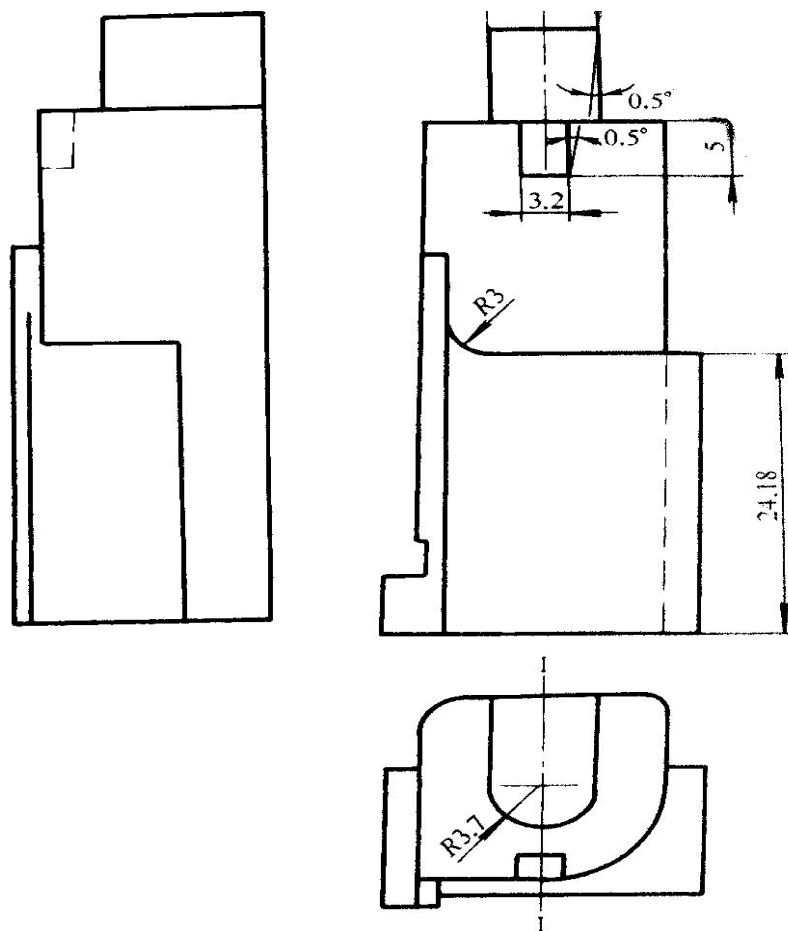


图1-26 压胶模型腔拼块

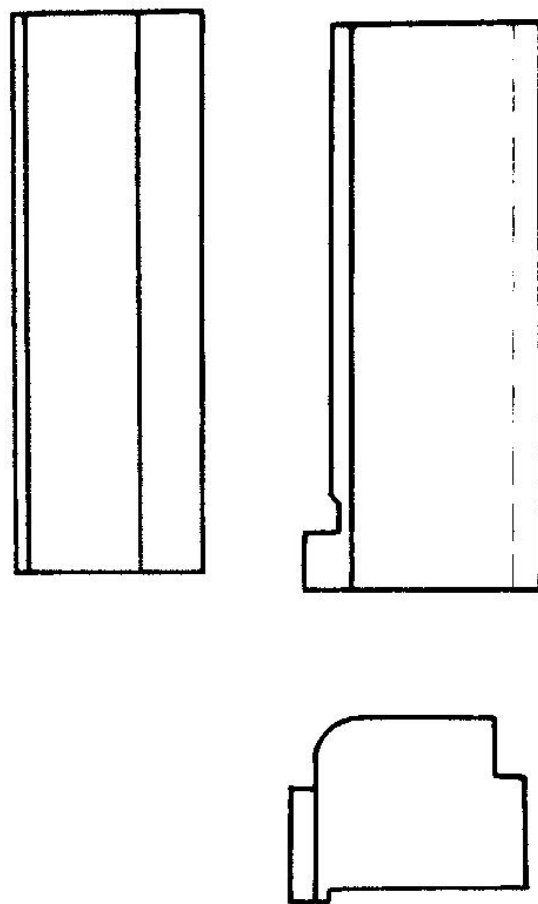


图 1-27 划线前半制品

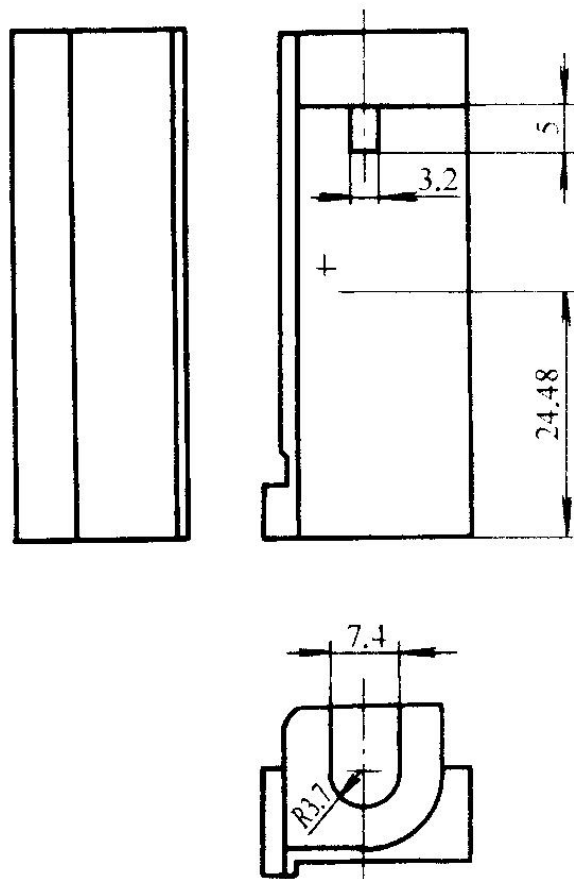


图1-28 划线后零件



- 二、配钻及特殊孔的加工
- 模具零件上许多孔，如螺纹孔、螺栓穿孔、销钉孔、顶杆孔、型芯固定孔等，都需要经钻铰加工，达到孔径、孔距精度及表面粗糙度的要求，这些孔大部分都在划线后加工。常用的加工方法有三种：
 - 1) 单个零件直接按划线位置钻孔。
 - 2) 配钻——通过已钻铰的孔对另一零件进行钻孔、铰孔。
 - 3) 同钻铰——将有关零件夹紧成一体后，同时钻孔、铰孔。



- 随着模具制造技术水平越来越高，配钻加工等的钻床操作，在模具制造中虽日益减少，但钻孔是钳工的基本操作内容之一，熟练地掌握这些基本作业仍然是必要的。

- **1.配钻加工**

- 模具零件上有许多孔，在模具组装时，各零件之间对孔位都要求有不同程度的一致性。这些孔，除孔位精度要求较高的采用坐标镗床、立铣等机床来钻孔、镗孔外，当孔距本身公差要求不高，而只要求两个或三个零件组装时孔位一致，常采用配钻和同钻铰方法来加工。



- 所谓配钻，就是在钻削某一零件时，其孔位不是按照图样中的尺寸和公差来加工，而是通过另一零件上已钻铰好的实际孔位来配作。
- 所谓同钻铰，就是将待加工的有关零件夹紧成一体后，同时钻孔、铰孔。
- 采用配钻的加工方法，特别适用于配钻孔较多的场合，比划线后再钻孔的方法精度要高，且能保证良好的装配关系。
- （1）螺孔、螺钉孔及其过孔的配钻 螺孔及其过孔的加工质量对模具装配有很大的影响，为了保证其位置精度，大都采用配作。



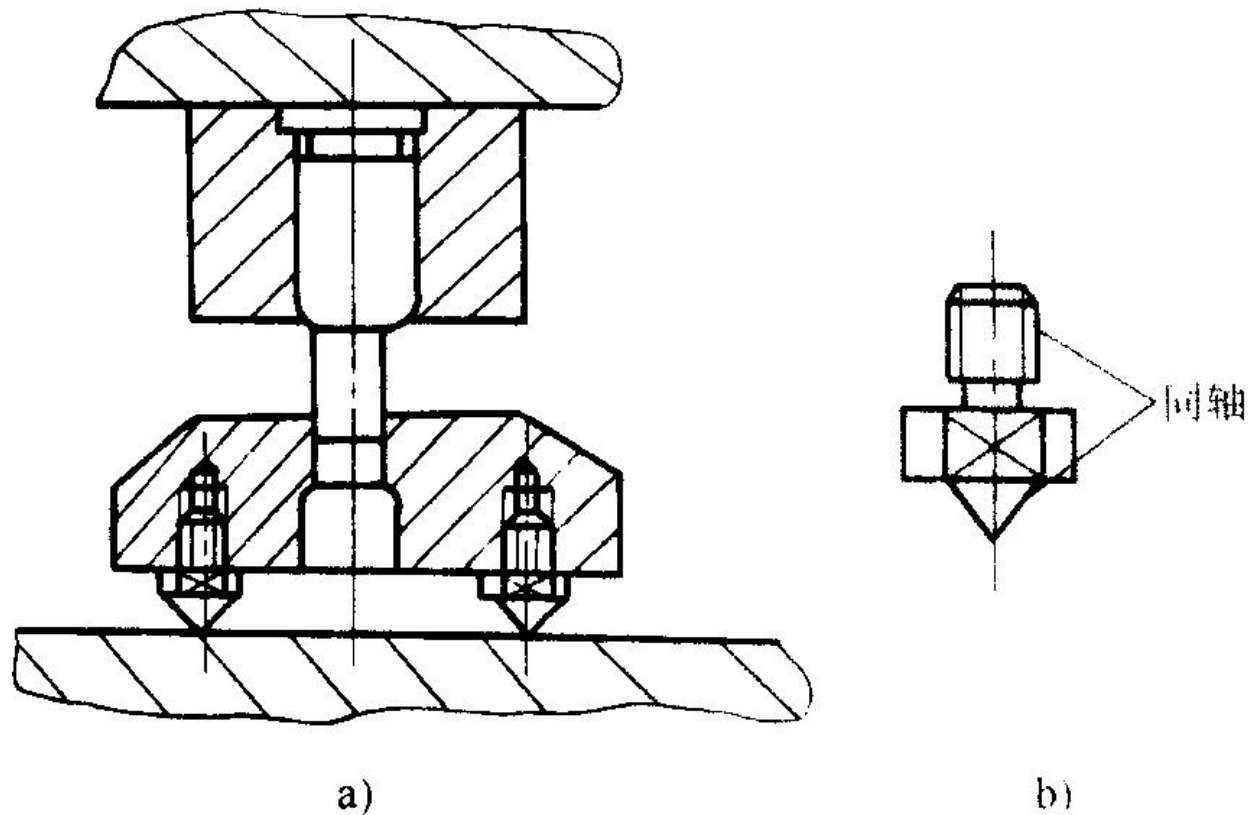
- 配作原因有：划线误差较大，几个零件分别划线后钻孔，其累积误差更大；凸、凹模等在热处理后其螺孔、螺钉孔及其过孔因变形发生位置偏移。
- 装配质量除与凸、凹模上的螺孔、螺钉孔及其过孔的本身位置精度有关外，还与刃口（工作部分）的相对位置精度有关。因装配以刃口为基准，而刃口在零件的中部，螺孔、螺钉孔及其过孔在边缘，故该相对位置不易保证。
- 螺孔、螺钉孔及其过孔的配作 常见的配钻方法有以下几种：



- 1) 直接引钻法是通过已加工好的光孔配钻螺纹底孔。将两个零件按要求位置夹紧在一起，用与光孔直径相同的钻头，以光孔作引导，在待加工件上先钻一锥坑，再把两个件分开，以锥坑为准钻孔。
- 当配作要求高时，可采用以下措施：
- ①钻锥坑钻头顶角取 $105^{\circ} \sim 110^{\circ}$ ，以利导正后续钻头；
- ②钻锥坑时，当钻头接触到工件便缓慢进刀，达锥坑深度后略回升，再慢进刀 $0.02 \sim 0.03\text{mm}$ ，可达到较高的同轴度要求。
- 通过已加工螺孔配作过孔是将两个零件按要求位置夹紧在一起，用直径略小于螺孔顶径的钻头，在待加工件上钻孔，将两件分开，把小孔扩大到所需直径。



- 2) 螺纹中心冲印孔法是根据已加工的不通孔螺孔来配作时，可采用如图1-29a所示的螺纹中心冲印孔。该中心冲锥尖经淬硬处理并与螺纹中心有同轴度要求。使用时将螺纹中心冲旋入已加工的螺孔内，用高度尺找平，将两工件按装配位置叠在一起并加压，使在待加工的各对应孔中心压出中心冲眼后钻孔。该中心冲结构如图1-29b所示。



- 图1-29 螺纹中心冲印法
- a) 用螺纹中心冲印孔位 b) 螺纹中心冲

- 3) 复印法是在已加工的光孔或螺纹孔的平面上涂一层红丹粉，将两零件按装配位置叠在一起，使在待加工的平面上印出孔印，据此钻中心孔。
- (2) 销孔的配钻铰 模具零件相互间的位置精度，常用圆柱销定位来保证，销钉孔的加工质量和销钉的定位准确程度，对整副模具的装配质量有很大的影响。所以销钉孔的加工，是在把装配调整好的各零件用螺钉紧固在一起后进行的，使各定位件所对应的销钉孔具有较高的同轴度要求。
- 若被固定件已淬硬，其销孔一般应预先加工好（用比该孔径小 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ 的钻头铤锥坑后），经该销孔作引导进行钻、铰；若被固定件未经淬硬，其销孔一般不预先加工出来，而是采用同钻、铰加工。

- 对淬硬件上的销孔，为了减少变形的影响，可采用以下措施：
- 1) 用硬质合金铰刀，对销孔精铰一次。
- 2) 用埋金法，即在淬火前先将销孔扩大，淬后用压入或无机粘结法镶实心软钢，再在软钢上加工销孔。此法用于淬硬件上的不通销孔，更显优越性。
- 3) 淬硬后磨削销孔。
- 4) 根据用铸铁棒加研磨剂研磨的实际尺寸，配制非标准销钉。
- 5) 淬硬前将销孔扩大，淬后压入一空心销钉套，据此配作。
- 6) 线切割销孔，程序一次编出，可互换。



- 为了保证销钉孔的加工质量。配钻铰销钉孔时，选用比已加工好的销钉孔直径小 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ 的钻头铤锥坑找正中心，再进行钻、铤和粗、精铰孔，所留余量要适当。在铰削过程中，要加注充分的切削液。
- 此外，加工销孔时还应注意：
 - ①销孔的有效配合长度（ $Ra0.4\sim 0.8\mu\text{m}$ ）不宜过长，每个零件上孔的有效配合长度取孔径 $1\sim 1.5$ 倍，其余部分的孔径扩大，以免影响铰孔精度；
 - ②用钻后铰孔工艺，在直径上留铰量 0.2mm 左右；
 - ③用钻后扩孔再铰孔工艺，留铰量 0.1mm 左右。

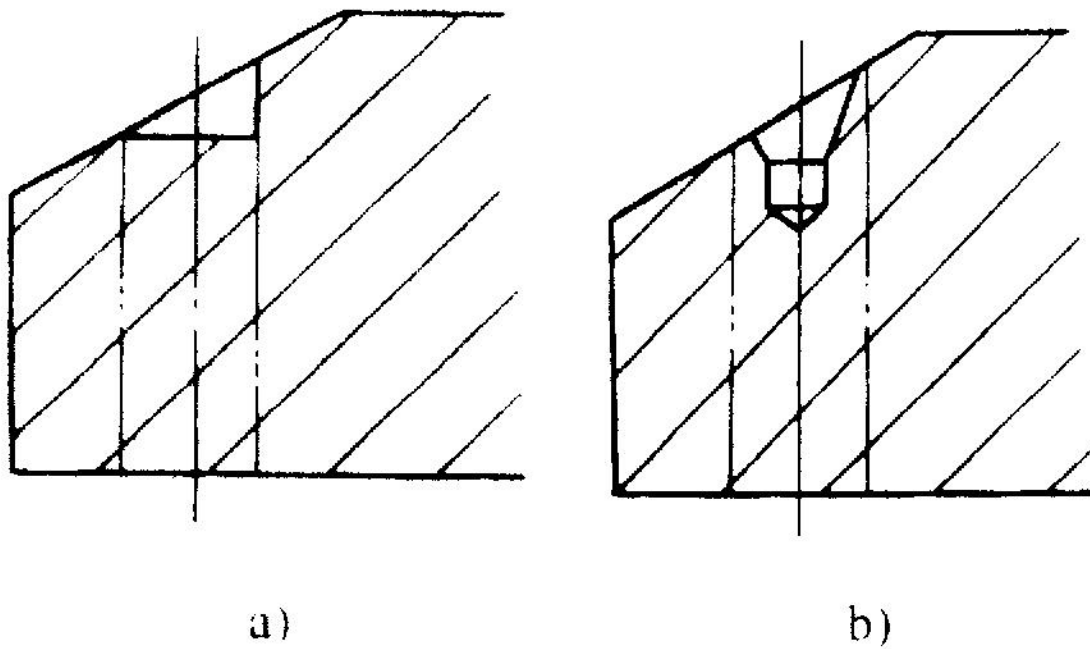


■ 2. 特殊孔的钻削加工

- 在模具加工中，常遇到各种不同形状和类型孔的加工，例如圆形、方形、多边形或不规则形的孔的加工；在硬质合金上或在橡胶上钻孔；缺乏专用铰刀时的钻精孔；加工排气或通气孔时钻小而深的孔等等。加工这些特殊孔时，由于加工件的结构、加工材料、质量要求和钻孔部位等的不同，其加工工艺和所采取的措施也应随着改变。
- （1）钻斜孔 钻斜孔有三种情况：在斜面上钻孔、在平面上钻斜孔和在曲面上钻孔。它们都有一个共同的特点，即孔的中心线与钻孔端面不垂直。

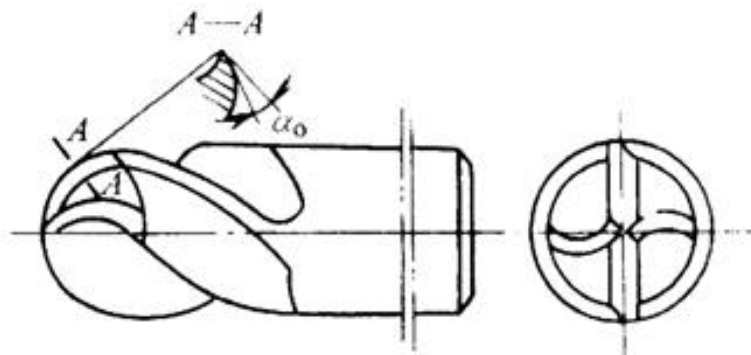


- 钻斜孔时，由于钻头单边受力，作用在钻头切削刃上的径向分力，会使钻头向一侧偏移，很难保证孔的正确位置和钻孔的垂直度要求，且钻头也容易弯曲而折断。为此可采用以下几种办法：
- 钻孔前先用孔径相同的立铣刀铣出一个与钻头轴线相垂直的平面，然后再钻孔，
- 如图1-2a所示。或用錾子在斜面上先錾出一个小平面，然后用中心钻在孔中心钻出一个较大的锥坑，而后再钻孔，如图1-2b所示。由于中心钻的柄部直径较好，不易弯曲，因此可以保持中心孔不会偏移原定位置。



■ 图1-30 钻斜孔的方法

- 圆弧刃多能钻直接钻出斜孔，将钻头修磨成圆弧刃多能钻，如图1-31所示。
- 这种钻头相似于立铣刀，圆弧刃各点均成相同的后角（ $6^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ），横刃经过修磨。这种钻头长度要短，以增强其刚度。钻孔时虽然是单向受力，由于刃呈圆弧形，钻头所受径向力小些，改善了偏切削力情况。钻孔时应选择低转速手进给。



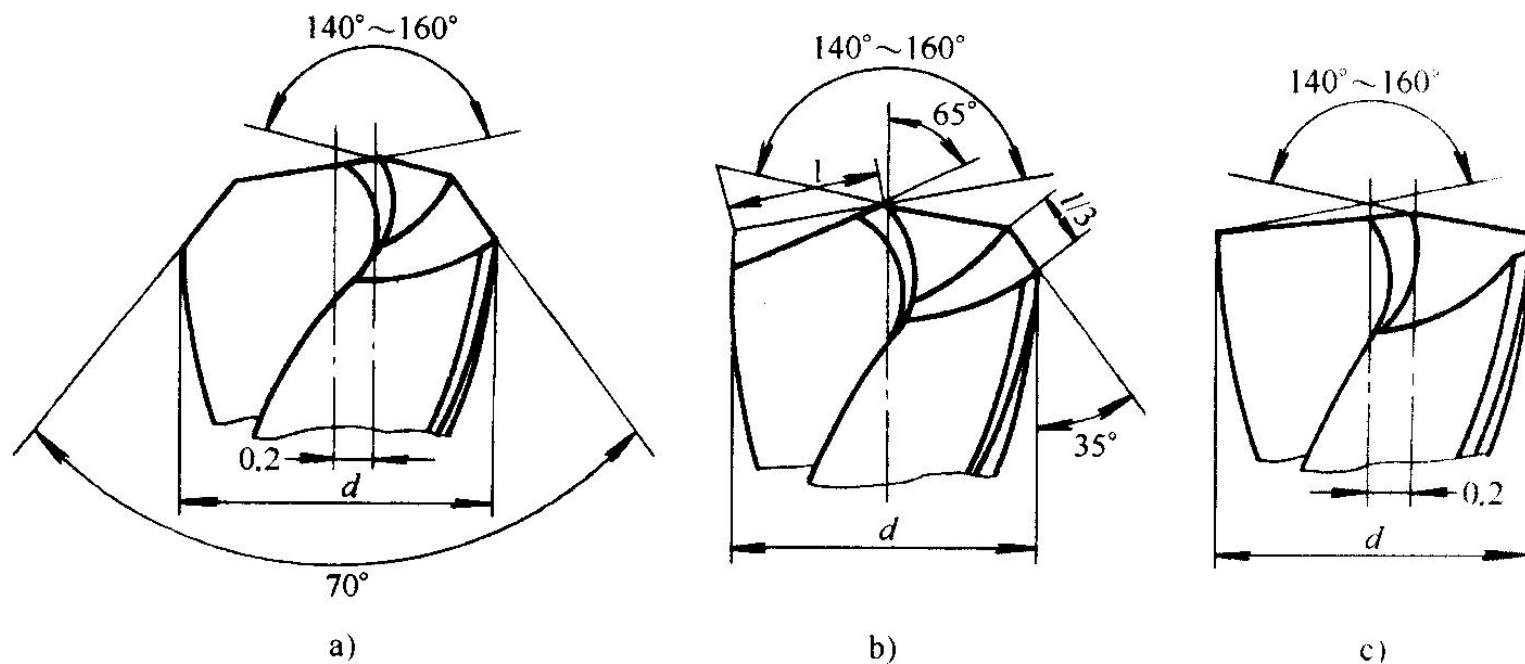
■ 图1-31 圆弧斜刃多能钻



- 3) 可采用垫块垫斜度的方法，或者用钻床上有可调整斜度的工作台进行钻孔。
- (2) 钻小孔 小孔是指直径在5mm以下的孔。有的孔虽然直径大于此值，但深度为直径的10倍以上，加工困难，也应按钻小孔的特点进行加工。
- 钻小孔时由于钻头直径小、强度低、刚性差和排屑不畅等原因，易发生孔偏斜及折断钻头等问题。而且钻小孔时钻头转速又快，切削温度高，且不易散热，加剧了钻头的磨损，降低了钻头的寿命。为了提高钻头的寿命和加工效率，在生产中采用如下措施：



- 1) 正确选择钻头的形状。钻孔一般常用直柄麻花钻头或中心钻，前者刚性差，但钻孔深度大，后者刚性好，钻孔深度小。为此当需要经常加工小孔时，应采用加长切削部分长度中心钻等专用工具进行加工。
- 2) 改进钻形 钻小孔的钻形有几种形式，如图1-3所示。其特点为：
 - ①采用双重顶角或单边磨出第二锋角进行分屑，它用于 $\Phi 2 \sim 5\text{mm}$ 钻头。
 - ②适当加大顶角（ $2\phi = 140^\circ \sim 160^\circ$ ），减少了刃沟的摩擦阻力，使切屑向上窜出，便于排屑。
 - ③钻心稍稍磨偏，偏心量约为 $0.1 \sim 0.2\text{mm}$ 。这样就适当增加了孔的扩张量（在孔精度允许的情况下），减少摩擦和改善排屑。当采用单边第二顶角时，磨出适当的偏心量可用来重新达到近似的径向力平衡。



■ 图1-32 钻小孔的钻形

- a) 双重顶角
- b) 单边第二顶角
- c) 偏尖大顶角



- 3) 正确选择钻头尺寸并精心刃磨。小孔钻头必须事先挑选，首先要选择合适的直径，一般钻头直径比孔的基本尺寸小，其差值随工件材料、钻床及夹具的精度，有无导向措施，钻头刃磨质量等因素而变，常采用试验方法选定。钻头的切削刃必须对称均匀，要精心刃磨。
- 4) 正确安排钻孔顺序。一般钻孔前，必须在机床上选用小孔直径的中心钻定中心，并钻入一定深度，然后再用钻头加工小孔，当孔径大而不深时则可一次加工，反之则需要几次钻孔。分次钻孔有两种形式：
 - 孔径较大，可先用小直径钻头（或旧钻头）钻孔，然后用要求尺寸的钻头进行钻扩加工。
 - 加工直径小而深的孔时，可先用新钻头钻到一定深度，然后以此为导向再用旧钻头钻孔。

- 5) 正确选择机床、夹具及操作方法。钻孔用的机床主轴刚性应好，轴向窜动及径向圆跳动量小，工作台应能灵活移动，最好选用精密和转速较高的（加工孔系时应选用没有精密坐标尺的工作台）铣、钻、镗床及坐标镗床等。夹持钻头的夹具一般采用弹簧夹头，必须保持与机床主轴同心，夹持钻头时伸出长度只要保证钻孔的深度即可。
- 钻孔时最好钻头从正面钻入，钻入深度应比要求的深度略深，端面应留磨量待加工后磨平，背面的扩孔部分应在钻孔后加工，如图 1-33 所示，这样可以防止钻头折断。钻孔时工件应固定牢。

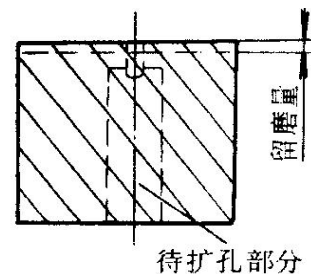


图 1-33 端面留有磨量



- 6) 提高转速减小进给力。钻孔时，切削速度及进给量应配合好，尽可能采用较高的转速，利用甩屑的作用促使切屑排出。但切削速度太高会造成切削刃磨损快、被加工材料硬化、发热量大及排屑不良等弊病且容易折断钻头。切屑形状以呈连续螺旋状为佳。加工时，进给力要小而均匀，尤其在开始钻进时进给力要小，防止钻头弯曲和滑移，以保证初始钻孔的正确位置。
- 7) 及时排屑充分冷却润滑。钻孔时应及时退出钻头进行排屑，并使钻头在空气中得到冷却和向孔中注入充足的切削液。



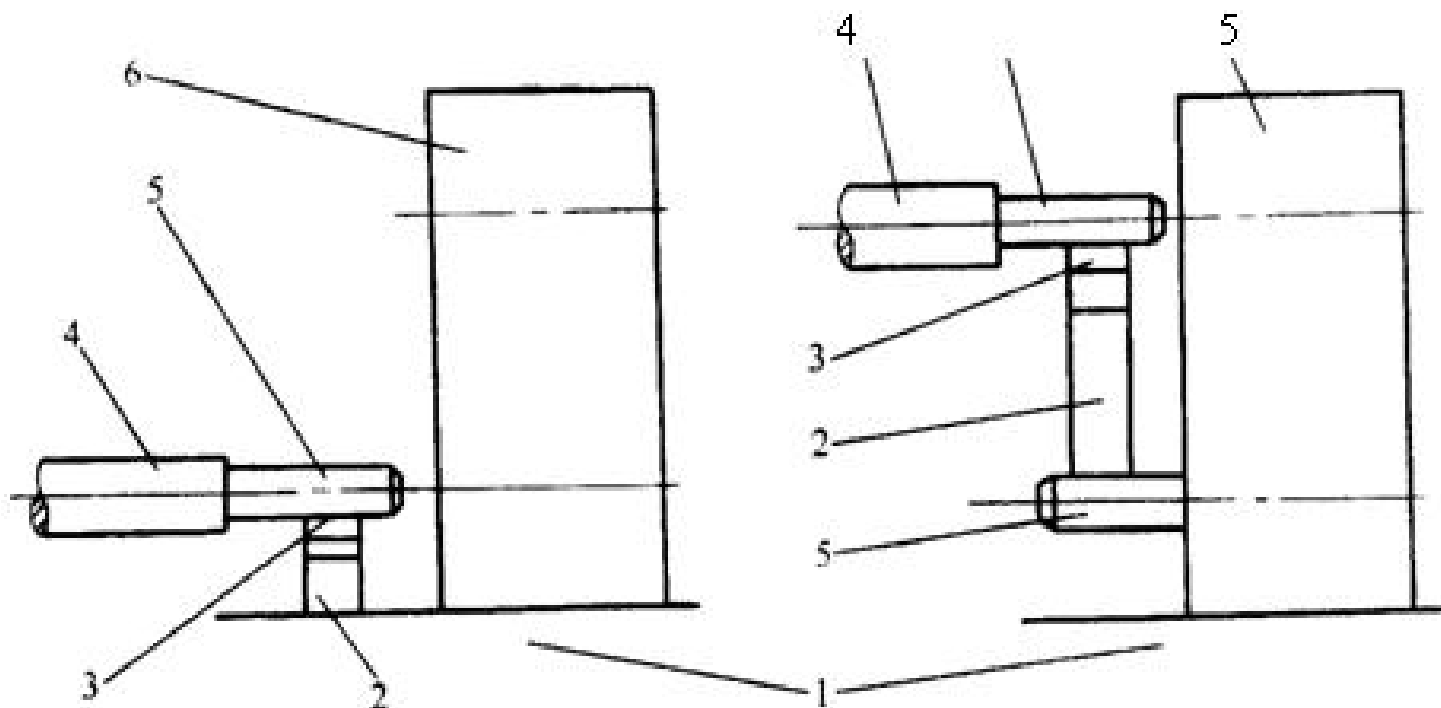
- (3) 孔系的加工 在模具零件加工中,有些零件如凹模、凸模固定板、上下模座等常带有一系列圆孔,各圆孔的尺寸及它们之间的相对位置都有一定的要求,这些孔称为孔系。加工孔系时,除了要保证孔本身的精度外,还要保证孔与基准平面、孔与孔的距离尺寸精度,有的还要求保证各平行孔的轴线平行度、各同轴孔的轴线同轴度、孔的轴线与基准平面的平行度和垂直度等位置精度要求。孔系加工时,一般是先加工好基准平面,然后再加工所有的孔。这些孔除了采用坐标镗床、数控机床加工外,也可以根据孔距精度要求的不同程度和孔的深浅,在钻床上采用以下两种方法加工。



- 1) 精密划线加工法。划线法是加工孔系最简单的方法。先在已加工过的工件表面上精确地划出各孔的中心线，并用中心冲在各孔的中心处冲出中心孔，然后在钻床上按照划线逐个找正和加工。因为划线和找正都有较大的误差，各孔间的相对位置精度比较低，孔距精度在 $\pm 0.05\text{mm}$ 以内。当孔的深度不深，精度要求不高时，可采用此方法加工。加工时应掌握以下几点：
 - ① 钻孔前先定好基准，划线要非常准确，直径较大的孔需划出扩孔前的孔圆周线。
 - ② 用0.5倍孔径的钻头按划线钻孔。
 - ③ 先对基准（可以是待加工的孔，也可以是已加工好的孔），然后边扩镗边测量，直到符合要求为止。

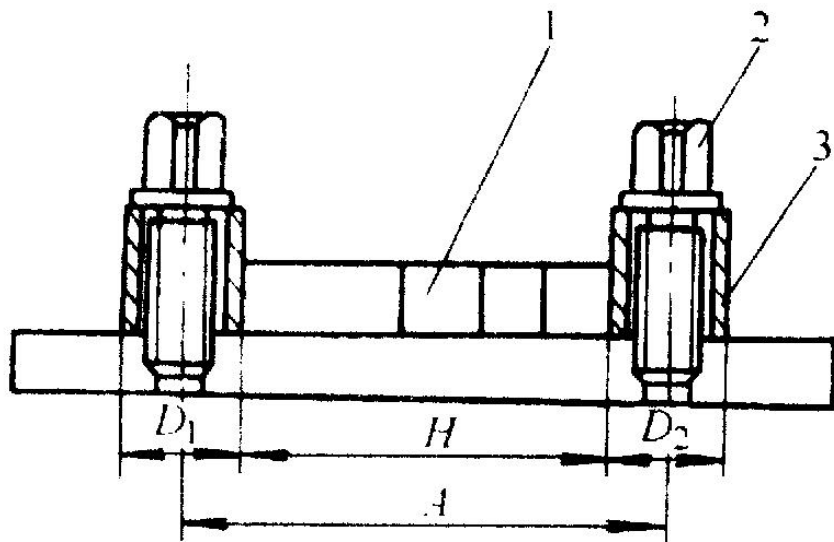


- 2) 找正加工法。找正法是在钻床等通用机床上，借助一些辅助装置来找正每个被加工孔的正确位置。如图1-34所示，用精密心轴和量块来找正孔的位置，将芯轴分别插在机床主轴孔和已加工的孔内，用量块来找正主轴。在精度较高的钻床上，也可以由预先布置好的量套来确定欲钻孔的位置。如图1-35所示，加工前，先制作好与要加工孔孔数相同、磨至同一外径尺寸的若干孔（孔径为6~7mm）的高度为15~25mm的量套，其端面与外圆柱表面有较高的垂直度要求。当孔距精度要求在 $\pm(0.01\sim0.02)$ mm时，可采用此方法加工。其加工的具体方法如下：

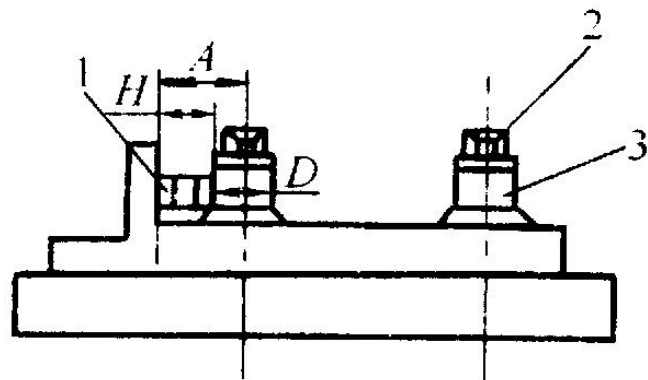


■ 图1-34 找正法加工

- 1—机床工作台 2—量块 3—塞尺 4—机床主轴 5—心轴
6—工件



a)



b)

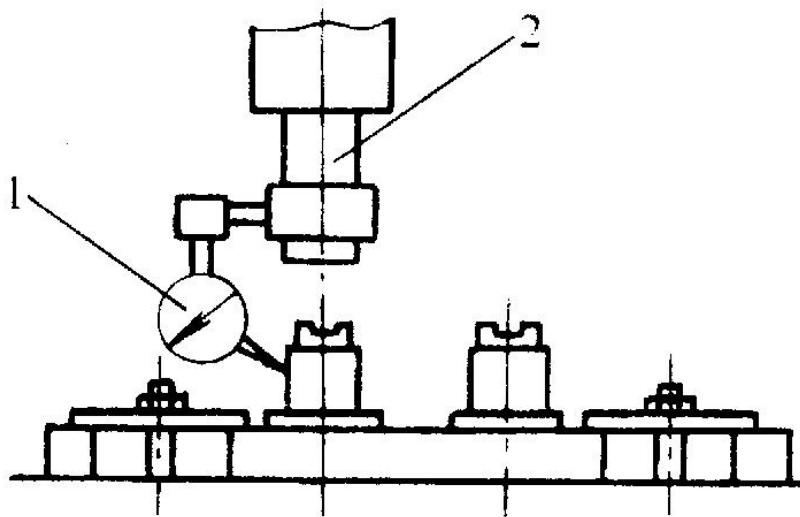
- 1—量块 2—螺钉 3—量套
- 图 1-35 量套位置的调整



- ①用普通的划线方法划出各孔的圆周线。
- ②分别在工件各孔的中心位置上，攻小螺紋（M5或M6）。
- ③用螺钉2把量套3轻轻地紧固于各孔的中心位置，并用量块组1精确地调整量套的位置，如图1-35a所示。使各量套的中心距尺寸与图样要求一致，然后紧固。量块组尺寸H可用下式求得
- 式中 A ——两孔要求的中心距（mm）；
- $D1$ 、 $D2$ ——分别为两量套的实际外径（mm）。



- 如果所要加工的孔与工件上某一基准面还有一定的尺寸要求时，可如图1-35b所示，在基准面上放一个精密角铁，然后再用量块来调整量套的位置，但这时量块尺寸应按下式求得
- 式中 A ——孔中心到工件基准面的距离（mm）
- D ——量套的实际外径（mm）。
- ④工件在加工前，如图1-36所示，先在钻床主轴2上装一个百分表1，使百分表的测头与其中任意一个量套的外圆柱面接触，然后调整工件的位置，使量套的中心与钻床主轴线有一定的同轴度要求。调整好后，紧固工件，并拆去百分表和量套。



- 图 1-36 加工时工件位置的调整
 - 1—百分表 2—钻床主轴



- ⑤在拆去量套的工件位置上用钻铰的方法进行加工。
- ⑥按照上述方法，依次逐个加工其他各孔至符合图样要求。
- （4）钻相交孔 在模具零件上有些孔是相交的，为了保证这些孔正确相交，在加工时需掌握如下几点：
 - 1) 对基准精确划线。
 - 2) 按划线时采用的基准钻孔，先钻直径比较大的孔，再钻直径比较小的孔。
 - 3) 分2~3次钻、扩孔。
 - 4) 当孔与孔即将钻穿时需减小手动进给，避免钻头折断或造成孔的歪斜。



- **(5) 钻骑缝孔** 在连接件上钻骑缝孔，例如浇注系统套与固定板、模柄与上模座之间装骑缝螺钉或销钉。此时尽量用短的钻头，钻头伸出钻头夹外面的长度也要尽量短，钻头的横刃要尽量磨窄，以增加钻头刚度，加强定心作用，减少偏斜现象。如两件的材料性质不同，则打中心样冲眼应往硬质材料一边偏些，以防止钻头偏向软质材料一边。
- **(6) 钻深孔** 塑料模中的冷却水道孔、加热器孔及一部分顶杆孔等都需要进行深孔加工。

- 一般冷却水孔的精度要求不高，但要防止偏斜；加热器孔为保证热传导效率，孔径及表面粗糙度有一定要求，孔径一般比加热棒大 $0.1\sim 0.3\text{ mm}$ ，粗糙度为 $Ra12.5\sim 6.3\mu\text{m}$ ；而顶杆孔则要求较高，孔径一般为IT8级精度并有垂直度及表面粗糙度的要求。常用的加工方法有：
 - 1) 中小型模具的冷却水孔及加热孔，常用普通钻头或加长钻头在立式钻床、摇臂钻床上加工，加工时应注意及时排屑、冷却，进给量要小，防止孔偏斜。
 - 2) 中、大型模具的孔一般在摇臂钻床、镗床及深孔钻床上加工，较先进的方法是可在加工中心机床上与其他孔一起加工。
 - 3) 过长的低精度孔也可采用划线后从两头对钻。



- 4) 垂直度要求较高的孔应采取一定的工艺措施予以导向，如采用钻模等。钻深孔时应注意：
 - ①钻孔时一般钻深到直径的3倍时，需将钻头提出排屑，以后每进一定深度，钻头均应退出排屑，以免钻头因切屑阻塞而折断。
 - ②有的深孔深度超过钻头的总长度或更深一些，这时可使用加长杆钻头或连接杆钻头钻孔，这两种钻头可外购或自制。
 - ③对于一些特殊的深孔，如某些透孔的加工，一般采用专用设备，或在机床上进行，此时，需要特别的加长杆钻头。这种钻头需根据工件的具体情况，自行研究制作。



- (7) 钻大孔 一般钻直径超过30mm的大孔要分两次钻削,例如上模座上加工模柄安装孔。先用 $\phi 3 \sim 5\text{mm}$ 钻头钻出中心孔,再用0.5~0.7倍孔径的钻头钻孔,然后用所需孔径的钻头扩孔。这样可以减少轴向力,保护机床,同时也可以提高钻孔质量。
- (8) 钻精孔是一种新的精加工孔的方法,在某些特殊情况下,如孔径是非标准尺寸,而又缺乏专用铰刀时,采用这种方法来获得较高精度和较好表面质量的孔,就显得比较方便。
- 精孔一般分两次钻出,第一次先钻出底孔,根据孔径的大小,留0.2~1mm左右的精加工余量,然后用精孔钻再精扩到所需尺寸。
- 1) 为了能加工出精度较高的孔,扩钻精孔时常采用以下几项措施:
- 钻头的几何参数主要有以下几方面(图1-37):

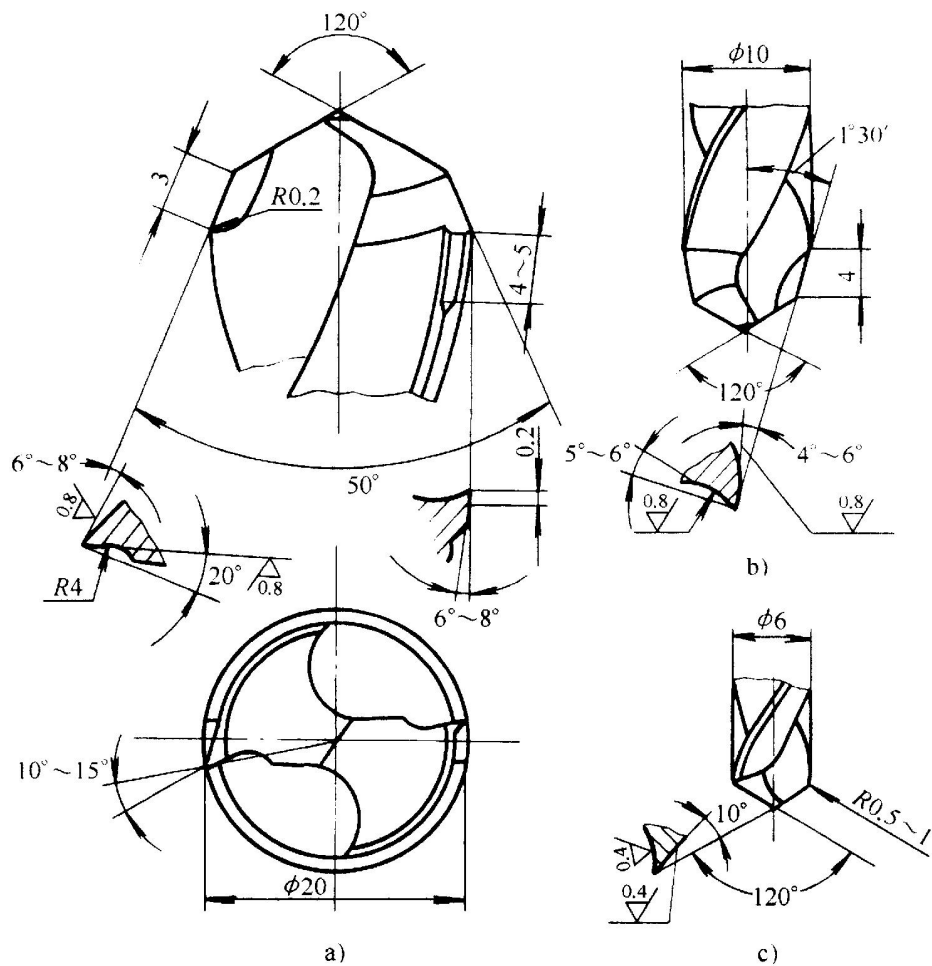


图 1-37 钢材精孔钻头

a) 适用于大中型钻头 b) 适用于中小型钻头 c) 适用于小钻头

- ①磨出第二顶角时，一般不超过 75° （钻钢材时不超过 60° ）。新的切削刃长度约为 $3\sim 4\text{mm}$ ，并在它和副切削刃的关联处，用油石磨出 $0.2\sim 0.5\text{mm}$ 的小圆角。这样就可以形成粗、精加工联合切削刃，减少切削变形，提高修光能力，改善散热条件，有利于提高孔的表面质量。两个新切削刃应尽可能对称，使两切削刃的负荷均匀，从而提高切削稳定性。当钻头直径较小时，可不磨出第二顶角。
- ②磨窄钻头前端刃带时，在钻头前端刃带 $4\sim 5\text{mm}$ 的长度上，把刃带宽度修窄为 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ ，并磨出副后角 $6^\circ\sim 8^\circ$ ，形成锐角，减少它与孔壁的摩擦。
- ③磨出正的端面刃倾角时，一般为 $10^\circ\sim 15^\circ$ ，使切屑流向未加工表面，避免切屑与孔壁的挤刮，同时使副切削刃（刃带）变得锋利。
- ④主切削刃后角一般取 $6^\circ\sim 8^\circ$ ，不宜过大，以免产生振动。



- 2) 减少摩擦与刮伤。切削刃口应锋利，并用油石研光切削刃的前、后刀面和刃带，表面粗糙度值为 $Ra0.8 \sim 0.4\mu\text{m}$ ，以保证切削省力。要及时清除刃带上的积屑瘤残痕，避免孔壁的撕裂和划伤。
- 3) 降低转速和减少进给量 扩精钻钢件时，宜降低转速，切削速度一般在 $8 \sim 10\text{m} / \text{mm}$ 左右，进给量为 $0.1\text{mm} / \text{r}$ 左右。
- 4) 要充分冷却润滑。钻孔时应选择合适的切削液（如 $10\% \sim 20\%$ 的乳化液或菜油）予以充分冷却润滑，以减少切削层变形和降低切削温度，避免产生积屑瘤。



- 5) 使用精度高的机床和较新的钻头。使用较新或尺寸精度接近公差要求的钻头，钻头尽可能短一些，以增加其刚性，同时选用精度较高的钻床。如钻床主轴的径向圆跳动误差较大时，应采用浮动夹头装夹钻头，以提高钻头与工件的相对运动的精度。
- 6) 提高预钻孔质量。预钻孔所留精加工余量要合适，并应防止产生冷硬层，否则会
增加钻削负荷和精孔钻头的磨损。因此，在钻削底孔时，应保持钻头切削刃锋利，并施加足够的切削液。

- (9) 在硬度高的钢材上钻孔 这里所说的硬度高的钢材是指经过热处理后，其硬度达到**38~43HRC**的钢材或弹簧钢和工具钢等难加工材料。在这些材料上钻孔时，其主要问题是硬度高、强度大、切削力大。如用普通高速钢钻头钻孔时，应针对材料切削负荷大的特点，采取如下几方面的措施：
 - 1) 采用钻硬材料的钻头。这种钻头如图 1-38 所示，其特点是：
 - ① 在外刃上磨出单边分屑槽，并适当减少钻头外刃部分的前角。提高了断屑能力，增强了刃口的强固性，保持了钻刃的切削能力；
 - ② 选用较小的顶角 ($2\psi=118^\circ$) 和加大月牙槽圆弧半径，增强了外缘刀尖角，提高了刀齿强度，增加了散热能力；横刃修窄后，减少了轴向力。

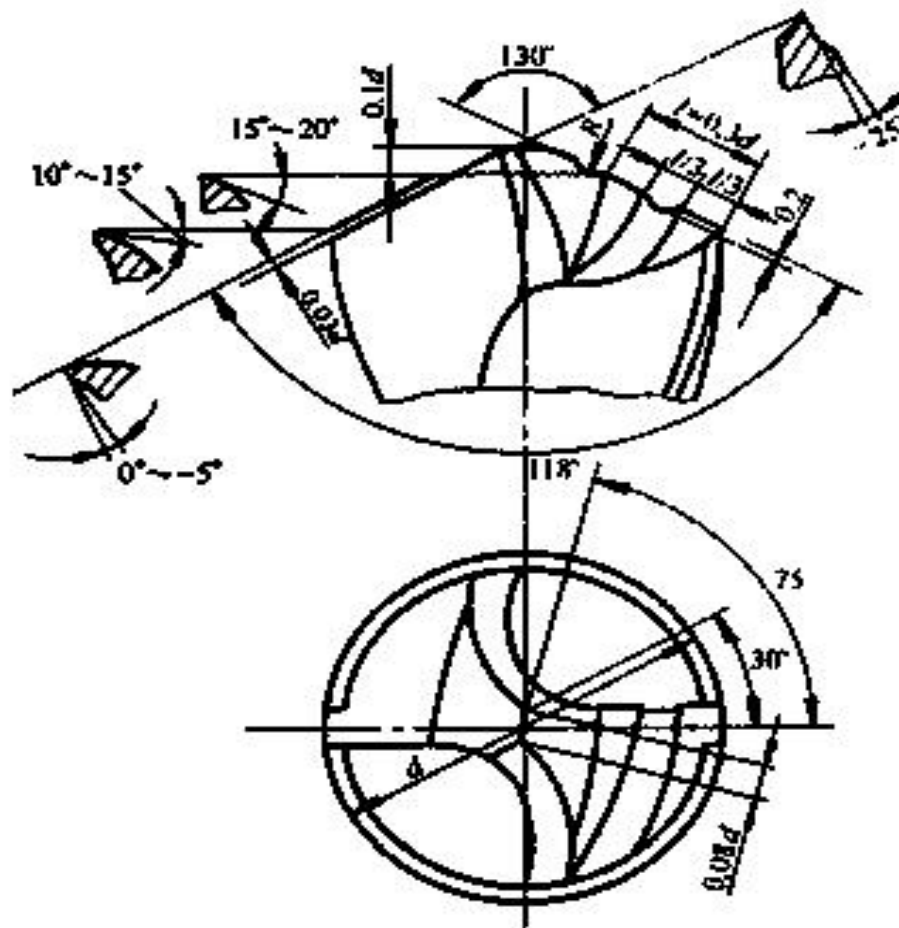


图 1-38 钻削硬度高的钢材钻头
($d < 15\text{mm}$ 时不开外刃分屑槽)



- 2) 增强系统刚性。钻孔时要求系统刚性尽可能好，避免产生振动。为此，尽量选用短头和刚性大的机床。
- 3) 降低转速和减小进给量。切削用量要小些，一般切削速度取 $2\sim 5\text{m} / \text{min}$ ，进给量为 $0.03\sim 0.05\text{mm} / \text{r}$ 或用手动进给。
- 4) 使用油作切削液。钻孔时最好不要用乳化液，因为少量的乳化液在切削刃与孔底之间显得很滑，不利于切削刃对薄切削层的切入。钻削时应着重考虑切削液的润滑作用，最好采用油作切削液。
- (10) 在橡胶上钻孔 橡胶是弹性体，受到很小的力就会有有很大的变形。在橡胶上钻孔时，如果钻头刃口不锋利，橡胶会产生很大的变形，使孔径收缩量很大，易成上大下小的锥形，严重时孔壁有撕伤，甚至不成孔形。



- 为获得较好的钻孔质量，应采取如下措施：
- 1) 采用橡胶钻。将钻头按图 1 -39所示的形式进行修磨，其要点是：
- ①将两外缘处径向（即朝向钻心）的圆弧刃磨出一条很锋利的沿着刃带圆周切线方向的切削刃，并使这一小段刃口稍向前倾斜。由于切向刃口方向与切削速度方向一致，且循序切入，减少了变形，使切口光洁整齐。然后，里边的圆弧刃把已经与孔壁分离的料心切屑成屑瓣，减少对孔壁的影响。
- ②选用较大的后角（本例为 30° ），减少材料变形对钻头切削刃后刀面的摩擦。
- ③修短横刃（本例横刃长为 0.2mm ），减少内刃锋角（本例为 95° ），使钻心先切入，既能定住中心，又能减轻轴向压力。
- 橡胶越软、越厚，则越应将内刃锋角减小，使圆弧刃尽量加深，并进一步加大后角。

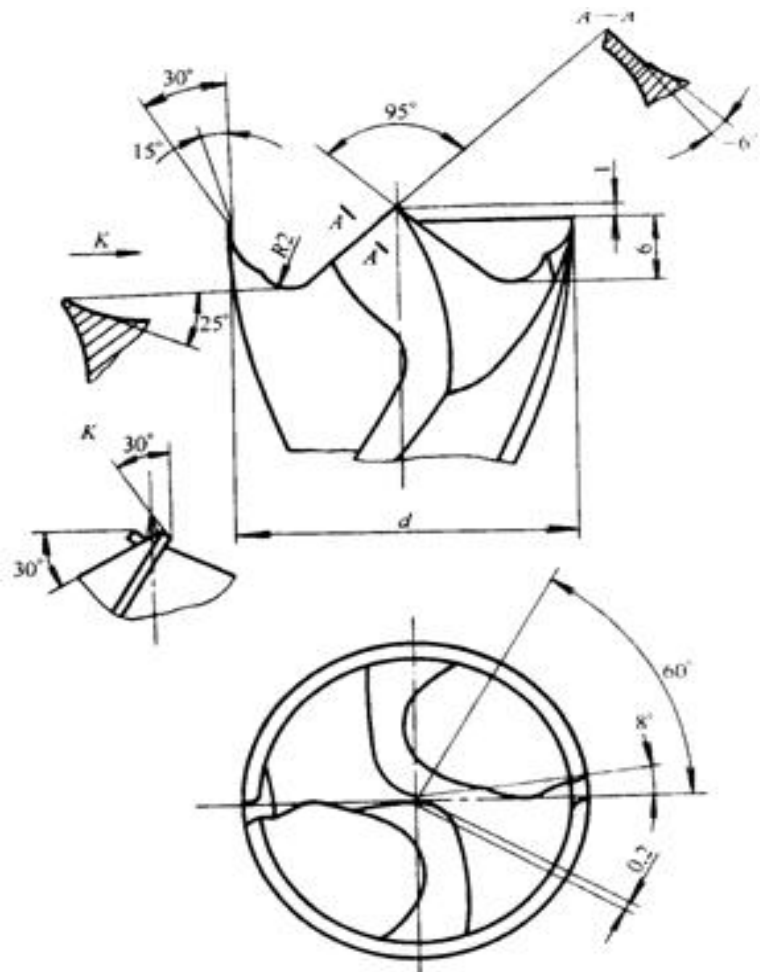


图1-39 钻橡胶的钻头



- 2) 提高转速和减小进给量。采用较高的切削速度，一般为 $30\sim 40\text{m} / \text{min}$ ，便于排屑。进给量要小，一般取 $0.05\sim 0.12\text{mm} / \text{r}$ 。
- 图 1 -39所标出的几何参数，是钻较硬的薄橡胶板，直径为 23mm 钻头的几何参数，仅供参考。

■ 三、技能训练

■ 1. 平面划线

■ (1) 训练课题

■ 在 $200\text{mm} \times 300\text{mm}$ 薄板上合理安排好各图基准线位置，依次完成图1-40所示备工件的平面划线操作。

■ 材料：08钢；工时：5h。

■ (2) 训练图如图1-40所示。

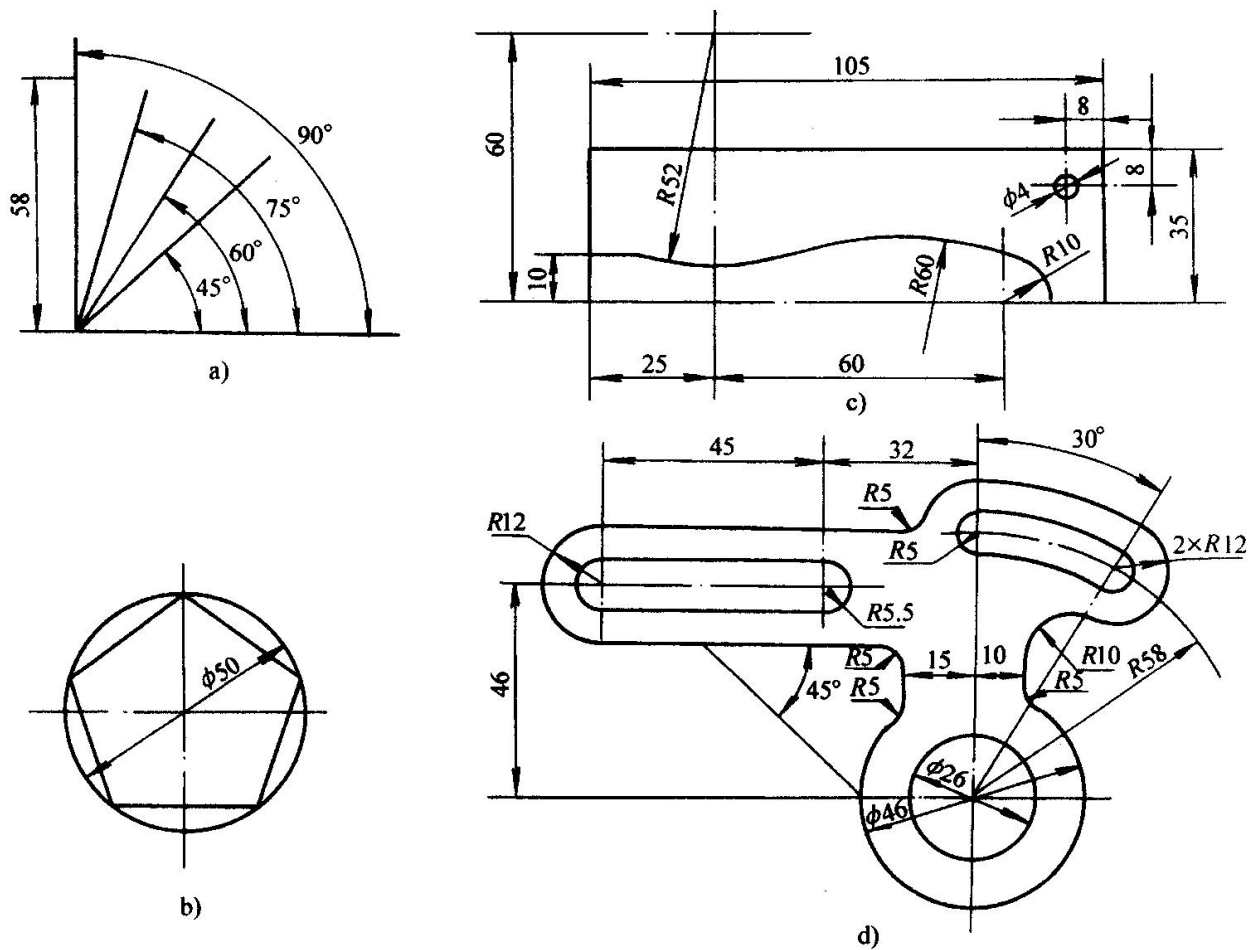


图1-40 平面划线生产实习图



- (3) 训练步骤
- 1) 准备好所用的划线工具，并对实习件进行清理和划线表面涂色。
- 2) 熟悉各图形的划线方法，并按各图应采取的划线基准及最大轮廓尺寸安排各图基准线在实习件上的合理位置。
- 3) 按各图的编号顺序及所标注的尺寸，依次完成划线（图中不注尺寸，作图线可保留）。
- 4) 对图形、尺寸复检校对，确认无误后，在图1-40d中的 $\Phi 26\text{mm}$ 孔、尺寸45mm长形腰孔及 30° 的弧形腰孔的线条上敲上检验样冲眼。
- 5) 为了熟悉各图形的作图方法，实习操作前可作一次纸上练习。
- (4) 练习记录及成绩评定见表1-4。



- 2. 立体划线
- (1) 训练课题
- 在已加工好的光板上对图1-41所示的模具型腔板零件进行立体划线。
- 材料：Q235或35钢；工时：6h。
- (2) 训练图如图1-41所示。

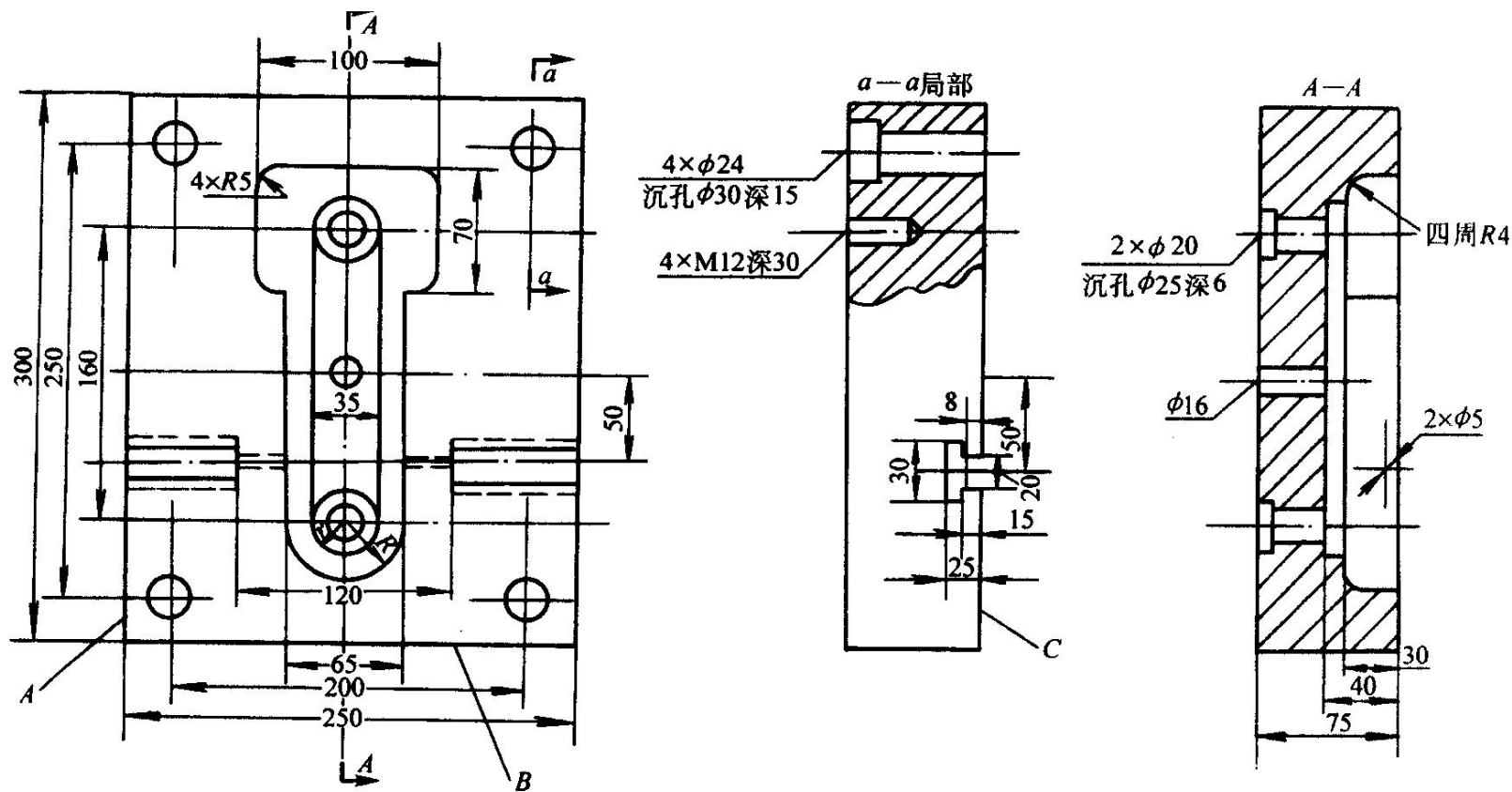


图1-41 模具型腔板



- (3) 训练步骤
- 1) 准备好所用的划线工具，并对实习件进行清理和划线表面涂色。
- 2) 熟悉划线操作要点，并按图中所标注的尺寸依次完成划线。
- 3) 对两侧滑道（T形滑槽）线，以C面为基准划8、15、25三道平行线即可；型腔内30、40两道深度线可在加工工艺中说明，由加工机床控制。
- 4) 对图形、尺寸复检校对，确认无误后，即可在光板上进行划线。
- 5) 为了熟悉图形及立体划线的方法，实习操作前可作一次模拟练习。



- (4) 说明
- 1) 由于该工件为已加工好的光板（尺寸规格： $300\text{mm} \times 250\text{mm} \times 75\text{mm}$ ），并具有互相垂直且粗糙度较低的三个平面A、B、C，因此在平板上划线时可不必要用千斤顶，依次直接将基准面A、B、C放在平板上，以这三个基准面为基准进行划线。
- 2) 模具型腔的尺寸界限轮廓一般是不打样冲眼的，所以涂色时宜采用稀硫酸铜溶液。
- 3) 划线工具最好采用划线尺，不用划线盘。
- 4) 图1-42所示是由原工件图（图1-41）的尺寸换算过来的零基准划线图。采用零基准划线不仅容易实现，而且给模具生产中各道工序的进行带来了极大的方便。

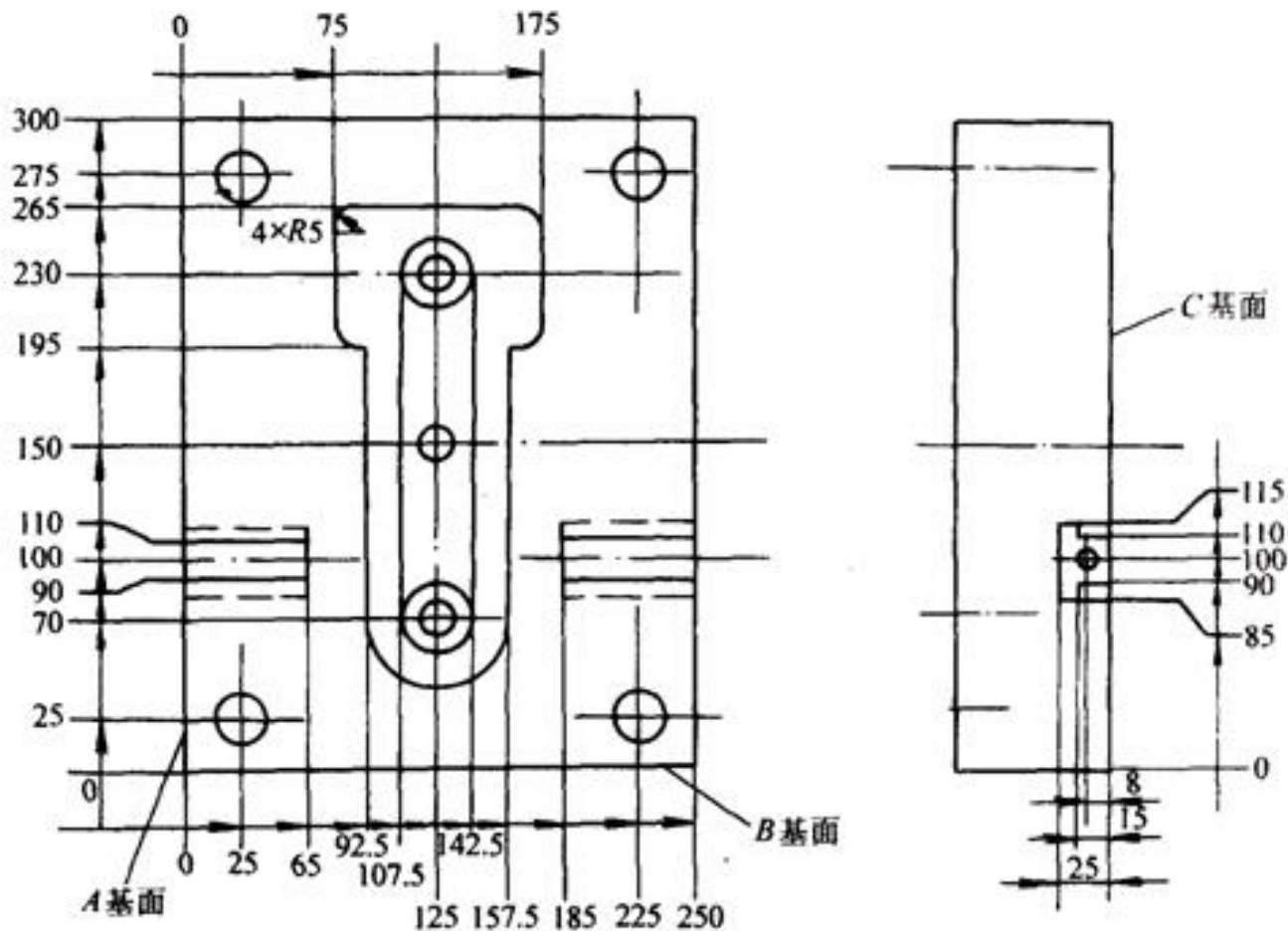


图1-42 采用平板零件基准划线



- 5) 在做立体划线训练时, 各教学单位可根据生产产品的实际情况自行选择。一般要求每人应进行不少于两件练习件的划线练习, 至于实习件可用阀体、轴承座、减速器箱或其他模具零件取代。
- (5) 训练记录及成绩评定见表1-4。

表1-4 划线练习记录及成绩评定表

项次	项目与技术要求	配分	评定方法	实测记录	得分
1	涂色薄而均匀	4	总体评定		
2	图形及排列位置正确	12	每差错一图扣3分		
3	线条清晰无重线	10	线条不清楚或有重线每处扣1分		

4	尺寸线条位置偏差 ±0.3mm	26	每一处超差扣2分		
5	各圆弧连接圆滑	12	每一处连接不好扣2分		
6	冲点位置偏差 ±0.3mm	16	凡冲偏一个扣2分		
7	检验样冲眼分布合理	10	分布不合理每一处扣2分		
8	使用工具正确，操作姿势正确	10	发现一项不正确扣2分		
9	文明生产与安全生产		违者每次扣2分		