

目 录

教学项目一 角度样板的落料模设计与制作	1
任务一 认识冷冲压加工及模具分类.....	2
任务二 认识冲压设备.....	8
任务三 认识模具加工设备	14
任务四 拆绘落料模	26
任务五 分析角度样板工艺性	29
任务六 进行工艺设计与计算	31
任务七 选择模具的材料	35
任务八 绘制模具的装配图和零件图	37
任务九 加工、组装调试与维修模具.....	41
教学项目二 摩托车排气管垫片倒装复合模设计与制作	49
任务一 拆绘倒装式复合模	50
任务二 分析垫片的工艺性	53
任务三 进行工艺设计与计算	55
任务四 绘制模具的装配图和零件图	58
任务五 加工、组装调试与试冲模具.....	64
教学项目三 用侧刃定距冲孔落料级进模设计与制作	70
任务一 拆绘级进模	71
任务二 分析导电片的工艺性	74
任务三 进行工艺设计与计算	76
任务四 绘制模具的装配图和零件图	79
任务五 加工、组装调试与试冲模具.....	84
教学项目四 带摆动式凹模的四角形件弯曲模设计与制作	124
任务一 拆绘弯曲模.....	125
任务二 托架弯曲零件冲压工艺的确定.....	128

任务三	进行工艺设计与计算	133
任务四	绘制模具的装配图与零件图	138
任务五	弯曲模具加工、组装与试冲	146
教学项目五	压边圈在下模的倒装拉深模设计与制作	169
任务一	拆绘拉深模	170
任务二	分析拉深件的工艺性	173
任务三	进行工艺设计与计算	175
任务四	绘制模具的装配图和零件图	178
任务五	加工、组装调试与试冲模具	186
教学项目六	保温瓶底冲孔翻边模设计与制作	209
任务一	拆绘翻边模	210
任务二	分析翻边件的工艺性	212
任务三	进行工艺设计与计算	214
任务四	绘制模具的装配图和零件图	216
任务五	加工、组装调试与试冲模具	220
后记	华职教育 和君	231

教学项目一 角度样板的落料模设计与制作

【项目介绍】

如图 1-1 所示为角度样板零件,要求通过设计与制作角度样板落料模来生产该产品。

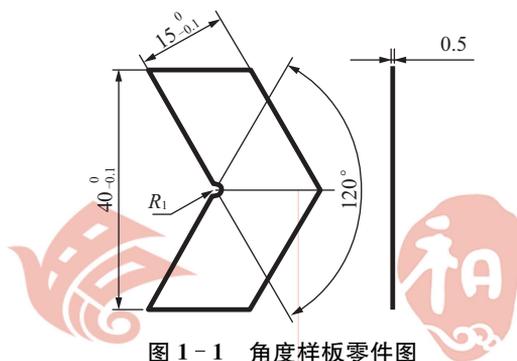


图 1-1 角度样板零件图

该角度样板零件来源于钳工实习课题,为了在钳工实习过程中比较简便地测量工件内外 120° 角,根据课题的实际尺寸,特设计该角度样板零件。

通过该项目的学习,可以掌握单工序模的设计与制作、组装调试与试冲以及模具的维修,可以更好地为后续项目的实施打下良好的理论和实践基础。

任务一 认识冷冲压加工及模具分类

【任务描述】

本次任务主要是认识一下冷冲压加工的基本概念和模具的一些种类,与传统切削加工相比,具有材料利用率高、能耗低、生产效率高和成本低等特点,产品具有较高的互换性和一致性。如图 1-2 所示为冷冲压模具及其产品。

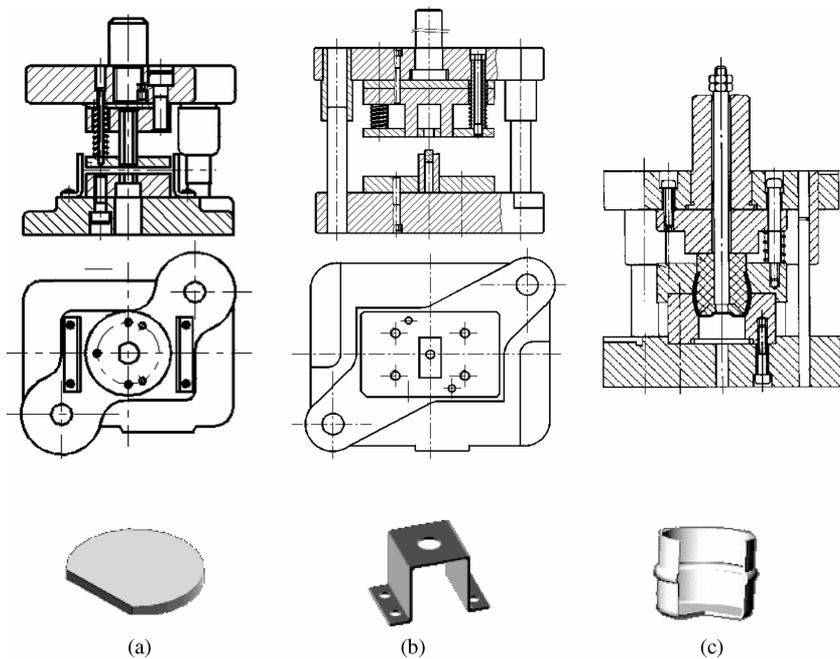


图 1-2 冷冲压模具及其产品

【任务目标】

- (1) 通过学习,认识冷冲压加工的概念、特点及应用。
- (2) 掌握常用的冲压工艺的概念。
- (3) 掌握冷冲压模具的种类。

【知识储备】

- (1) 冷冲压加工的基本知识。
- (2) 相关电子课件。
- (3) 单工序模、复合模和级进模各一副。

【任务实施】

1. 冷冲压加工的基本知识

(1) 压力加工

利用各种压力机和装在压力机上的模具使材料在常温或高温状态下达到符合要求的变形。压力加工是一种较为先进的加工方法。

压力加工种类很多,按加工性质不同可分为两大类:①冷压力加工:指材料在常温状态下进行压力变形的加工方法。②热压力加工:指材料经加热后,在高温状态下进行压力变形的一种加工方法。

(2) 冷冲压加工

所谓“冷冲压加工”是指:在常温状态下,在压力机上通过模具对板料金属(或非金属)加压,使其产生分离或塑性变形,从而得到具有一定形状、尺寸和性能要求的零件的加工方法。它属于冷压力塑性成形加工方法,如图1-3所示。这种加工方法又称为冲压或板料冲压,所使用的成形工具称为冷冲压模具,简称冲模。

2. 冷冲压加工的特点及应用

(1) 冷冲压加工的特点

冷冲压作为一种先进的加工方法和其他的加工方法(如机械加工)相比,具有以下一些特点:

- ① 冷冲压加工生产效率极高,没有其他任何一种机械加工方法能与之相比,如级进模冲压速度可高达800次/分钟,操作简便,易于实现自动化。
- ② 材料利用率高,冲压能耗小,属于无切屑加工,经济性好。
- ③ 冷冲压工件的尺寸精度与模具的精度相关,尺寸比较稳定,互换性好。
- ④ 可以利用金属材料的塑性变形适当提高工件的强度、刚度等力学性能指标。
- ⑤ 可获得其他加工方法难以或不能加工的形状复杂的零件,如薄壳零件、大型覆盖件(汽车覆盖件、车门)等。
- ⑥ 模具使用寿命长,降低了产品的生产成本。
- ⑦ 复杂产品模具的制造成本较高,周期较长,冲压生产过程中产生的噪声大等。

(2) 冷冲压加工的应用

冷冲压加工应用范围十分广泛,在国民经济中处于很重要的地位。所有的钢材中,有60%~70%是板材,其中大部分经过冷冲压加工制成的产品。汽车的车身、底盘、油箱、散热器片,锅炉的汽包,容器的壳体,电机、电器的铁芯硅钢片等都是采用冷冲压加工的。仪器仪表、家用电器、自行车、办公机械、生活器皿等产品中,也有大量冲压件。

3. 冲压工艺与模具的分类

(1) 冲压工艺的分类

冷冲压工序按变形性质不同可分为分离工序、成形工序及复合工序。

① 分离工序 被加工材料在外力作用下因剪切而发生分离,从而形成具有一定形状和尺寸的零件,如剪裁、冲孔、落料、切边等。

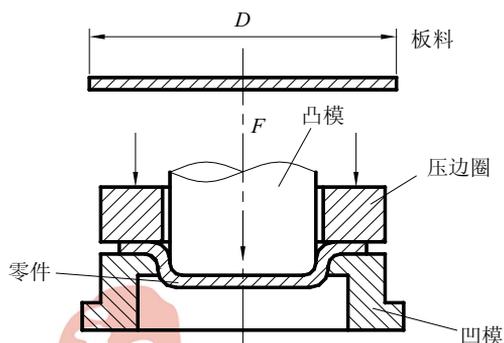


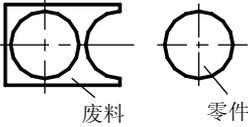
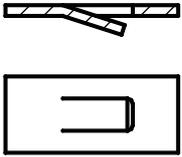
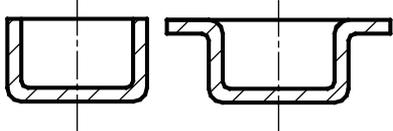
图 1-3 冲压过程简图

② 成形工序 被加工材料在外力作用下发生塑性变形,从而得到具有一定形状和尺寸的零件,如弯曲、拉深、翻边等。

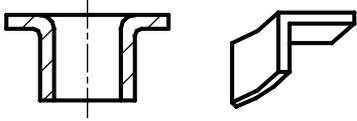
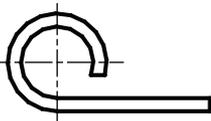
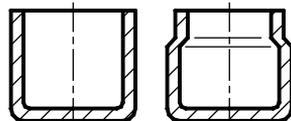
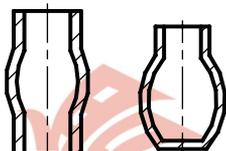
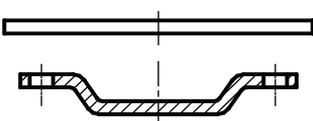
③ 复合工序 为了进一步提高冷冲压生产效率,有时常常把两个以上的基本工序合并成一个工序,称为复合工序。

常用的冲压工序见表 1-1。

表 1-1 常用的冲压工序

工序名称	简 图	特点及应用范围
剪裁		将板料的一部分与另一部分沿敞开轮廓分离
落料		沿封闭轮廓线冲切,冲下部分为零件或为其他工序制造毛坯
冲孔		沿封闭轮廓线冲切,冲下部分为废料
切边		将成形零件的边缘修切整齐或切成一定形状
切口		将板料沿不封闭曲线冲出缺口,缺口部分发生弯曲
修整		将冲裁成的零件的断面修整垂直和光洁
弯曲		将板料沿直线弯成各种形状,可以加工形状复杂的零件
拉深		将板料毛坯拉成各种空心零件,还可以加工汽车覆盖件

续 表

工序名称	简 图	特点及应用范围
翻边		将零件的孔边缘翻出竖立成一定角度的直边
卷圆		将板料端部卷成接近封闭的圆头,用于加工类似铰链的零件
成形工序 缩口		使空心件或管状毛坯的端头直径缩小
胀形		使空心件或管状毛坯向外扩张,胀出所需的凸起曲面
起伏		在板料毛坯或零件的表面上用局部成形的办法制成各种形状的凸起与凹陷
复合工序		压力机冲压一次可完成两道或多道不同工序的冲压方法

(2) 冲压模的分类

① 按冲压工艺性质分类

a. 冲裁模 是为了得到所需形状和尺寸的毛坯或制件而使材料分离的冲模,如落料模、冲孔模、精冲模等。

b. 弯曲模 使板料或条料弯成一定角度或一定形状的冲模。

c. 拉深模 使板料拉压成开口空心零件的冲模。

d. 成形模 使板料按凸模或凹模的形状直接成形的冲模,如胀形模、翻边模、起伏成形模等。

② 按工序组合程度分类

a. 单工序模 一般只有一对凸模和凹模,在压力机的一次行程中,只能完成一种冲压工序。单工序模一般用于生产批量不大、外形简单的零件。

b. 复合模 只有一个工位,在压力机的一次行程中能完成两道或两道以上的冲压工艺。复合模广泛应用于大批量生产,尤其适合于制造形状复杂、对精度和表面质量要求较高的零件。

c. 级进模 又称连续模或跳步模。它在毛坯的进给方向上具有两个以上工位,并在压力机的一次行程中,在不同工位上完成两道或两道以上工序。级进模的生产效率高,适宜自动送料,具有一定的精度。

③ 其他方法分类

a. 简易模 成本低,制造周期短,适用于新产品试制和小批量生产。主要有橡皮模、低熔点合金模等。

b. 组合模 基本机构形式有:通用可调式、弓形架式、积木式和通用模架式。组合模往往应用于小批量试制生产。

c. 快换模 在生产中通过快速更换凸模实现不同尺寸或形状工件的冲压要求。快换模常用于生产批量较小,又有多种孔径的孔需要冲裁的场合。

d. 精冲模 采用齿圈压板强力压边、具有很小的凸凹模间隙,凹模刃口带有圆角,在顶件板和凸模的作用下,使坯料的变形区处于三向应力状态,以提高材料的塑性、抑制剪纹的产生,使得冲裁件的断面质量和尺寸精度都有所提高。

e. 硬质合金模 利用高硬度、高强度、耐磨损、耐高温及热膨胀系数小的硬质合金材料制成凸模和凹模的冲模。常用于拉丝及棒、管的拉深,以及大批量生产的冲模。

【任务评价】

任务一 考核评价表

任务名称: 认识冷冲压加工及模具分类

班级: _____ 姓名: _____ 学号: _____ 指导教师: _____								
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 认知冷冲压加工 2. 认识模具	1. 能说出冷冲压加工的基本概念 2. 能说出冲压工序的种类 3. 能说出模具的种类				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名: _____ 日期: _____							

注: 1. 此表一式两份,一份由学院教务部门存档,一份由教学系存档;

2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 冷冲压加工的概念、特点及应用场合。
2. 常用的冲压工艺有哪些？想想我们日常生活中有哪些产品是由这些工艺冲压成形的？
3. 什么叫分离工序、成形工序和复合工序？
4. 模具按冲压工艺性质可分为哪几类？
5. 什么是单工序模、复合模和级进模？



华职教育



和君

任务二 认识冲压设备

【任务描述】

冲压模能冲出产品,自然离不开冲压设备。设计冲压模时,必须依据针对冲压件计算出来的冲压力来选择冲压设备。本次任务主要是了解冲压设备的种类结构及主要技术参数。冲制角度样板所需的冲压力将在任务六中详细地说明。

【任务目标】

- (1) 了解冲压设备的种类及结构。
- (2) 掌握冲压设备的主要技术参数。

【知识储备】

- (1) 冲压设备的基本知识。
- (2) 相关电子课件。
- (3) JB23-16 型曲柄压力机一台。

【任务实施】

1. 冲压设备概述

冲压设备的种类很多,其分类的方法也很多。如按驱动滑块力的种类可分为机械式、液压式、气动式等,按滑块个数可分为单动、双动、三动等,按驱动滑块机构的种类又可分为曲柄式、肘杆式、摩擦式。

(1) 曲柄压力机

① 曲柄压力机的结构及工作原理

曲柄压力机是冲压生产中应用最广泛的一种机械压力机,图 1-4 所示为 JB23-16 曲柄压力机的外形,图 1-5 所示为其工作原理图。电动机 1 通过带、齿轮带动曲轴 7 旋转,曲轴通过连杆带动滑块 10 沿导轨做上下往复运动,带动模具实施冲压,模具安装在滑块和工作台之间。

曲柄压力机结构组成包括:工作机构、传动机构、操作机构、支承机构和辅助机构等。

a. 工作机构 工作机构主要由曲轴 7、连杆 9 和滑块 10 组成(图 1-5)。其作用是将电动机主轴的旋转运动变为滑块的往复直线运动。滑块底平面中心设有模具安装孔,大型压力机滑块底面还有 T 形槽,用来安装和压紧模具。滑块中还设有退料(或退件)装置,用以在滑块回程时将工件或废料从模具中退下。

b. 传动系统 传动系统由电动机、带、飞轮、齿轮等组成。其作用是将电动机的运动和能量按照一定要求传给曲柄滑块机构。

c. 操作系统 操作系统包括空气分配系统、离合器、制动器、电气控制箱等。

d. 支承部件 支承部件包括机身、工作台、拉紧螺栓等。



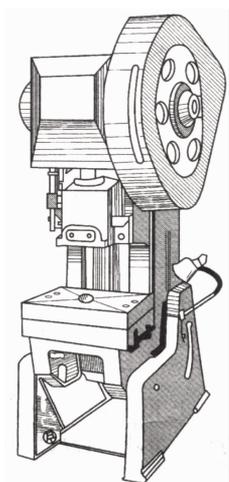
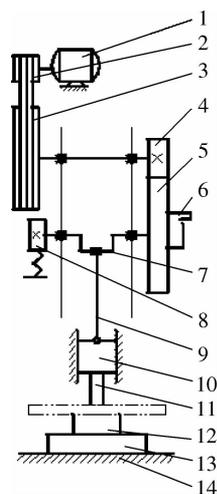


图 1-4 JB23-16 压力机外形



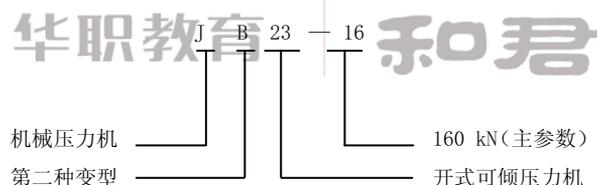
1—电动机 2—小带轮 3—大带轮 4—小齿轮 5—大齿轮
6—离合器 7—曲轴 8—制动器 9—连杆 10—滑块
11—上模 12—下模 13—垫板 14—工作台

图 1-5 曲柄压力机工作原理

此外,压力机还包括气路和润滑等辅助系统,以及安全保护、气垫、顶料等附属装置。

② 曲柄压力机的型号

曲柄压力机的型号用汉语拼音字母、英文字母和数字表示。例如 JB23-16 型号的意义为:



型号的表示意义如下:

第一个字母为类的代号:“J”表示机械压力机。

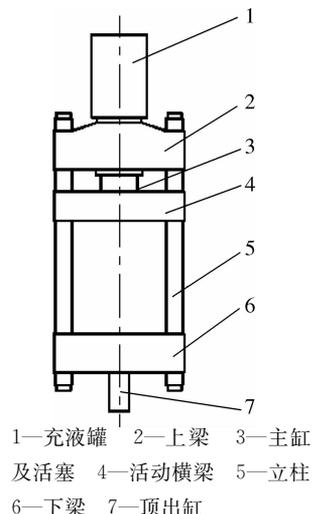
第二个字母表示同一型号的变型顺序号:凡主参数与基本型号相同,但其他某些次要参数与基本型号不同的称为变型,“B”表示第二种变形产品。

第三、第四个字母为列、组代号:“2”表示开式双动压力机,“3”表示可倾机身。

横线“-”后面的数字表示主参数:一般用压力机的公称压力的十分之一作为主参数,代号中的公称压力用工程单位“kN(千牛)”表示,图 1-4 所示压力机,其型号中 16 表示 160 kN。

(2) 液压机及其应用

液压机工作平稳,压力大,操作空间大,设备结构简单。在冲压生产过程中广泛应用于拉深、成形等工艺过程,也可应用于塑



1—充液罐 2—上梁 3—主缸及活塞 4—活动横梁 5—立柱
6—下梁 7—顶出缸

图 1-6 液压机结构

料制品的加工过程中。

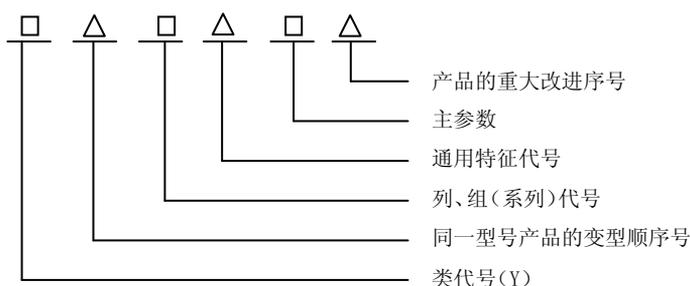
① 液压机的结构及工作过程

液压机是根据帕斯卡原理制成的,它利用液体压力来传递能量,液压机的结构如图 1-6 所示。

工作时,模具安装于活动横梁 4 和下梁 6 之间,主缸 3 带动活动横梁 4 对模具施压;工作结束后,主缸 3 回复,打开模具,需要时,顶出缸 7 可将工件顶出。

② 液压机型号表示方法

液压机的型号表示方法与曲柄压力机的型号表示方法相类似,其具体表示方法如下:



其中,通用特性代号为:

通用特性	自动	半自动	数控	液压	缠绕结构	高度	精密	长行程或长杆	冷挤压	温热挤压
字母代号	Z	B	K	Y	R	G	M	C	L	W

例如, YA32-315 型号的意义是:

第一个字母为类的代号,“Y”表示液压机;

第二个字母表示同一型号产品的变型顺序号;

第三、四个数字为列、组代号,“32”表示四柱压力机;

横线“-”后的数字表示主参数,“315”表示公称压力为 3 150 kN。

2. 冷冲压设备的参数与选用

下面以在生产中应用最为广泛的曲柄压力机为例,来分析压力机的主要技术参数。

(1) 冷冲压设备的主要技术参数

① 公称压力 曲柄压力机滑块的压力在全行程中不是一个固定值,而是随曲柄转角的变化而不断变化的,如图 1-7 所示。公称压力是指压力机在下止点前的某一位置时(曲柄离下止点 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 处)滑块的压力。

② 滑块每分钟行程次数 滑块由上止点经下止点又回到上止点,往复一次称一个行程。滑块空载时,每分钟的行程数就称为滑块行程次数。对自动送料的冲床,滑块行程次数代表冲床的生产率。在行程一定时,滑块的行程次数决定了滑快的运动速度。滑块的运动速度的选择是选择冲床的主要参数。

③ 滑块行程 曲柄旋转一次,滑块从上止点到下止点所经过的距离。其数值一般是曲柄半径的 2 倍。

④ 压力机闭合高度 滑块在下止点时,滑块底面到压力机工作台上表面的距离,也称为冲床封闭高度。当连杆调至最短时的闭合高度,称为压力机最大闭合高度;反之,当连杆调至最长时的闭合高度,称为压力机最小闭合高度。

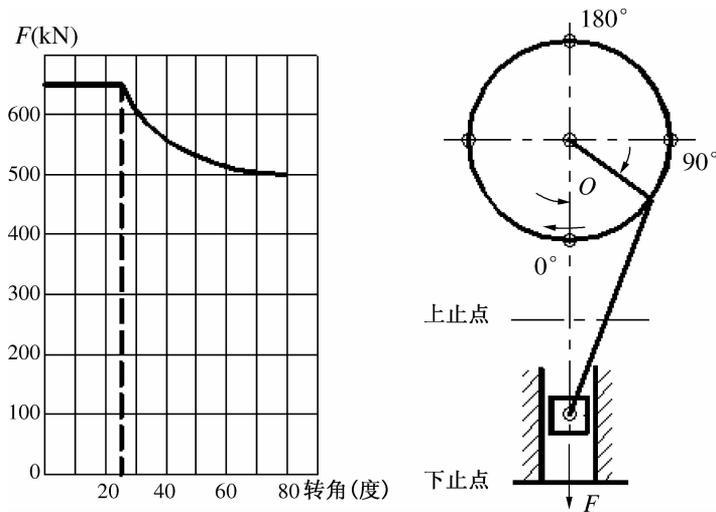


图 1-7 630 kN 曲柄压力机滑块许用负荷与曲柄转角的关系曲线

⑤ 压力机装模高度 滑块在下止点时,滑块底面距离工作台垫板上平面的高度。当压力机闭合高度调整装置把滑块调至最上位置,且滑块位于下止点时,滑块底面距工作台垫板上平面的高度称为最大装模高度(H_{\max});反之,把滑块调至最下位置,且滑块位于下止点时,滑块底面距工作台垫板上平面的高度称作最小装模高度(H_{\min})。

⑥ 工作台面尺寸和滑块底面尺寸 这些尺寸与模具外形尺寸及模具安装方法有关。

⑦ 模柄孔尺寸 当模具需要用模柄与滑块相连时,模具的模柄尺寸应与滑块内模柄孔的尺寸相协调。

(2) 冲压设备类型的选用

冲压设备的选用主要根据所要完成的冲压的工序性质、生产批量的大小、冲压件的几何尺寸和精度要求等来选择冲压设备的类型,具体如下。

① 对于中小型冲裁件、弯曲件或浅拉深件的冲压,常采用开式曲柄压力机。虽然 C 形床身的开式压力机刚度不够好,冲压力过大会引起床身变形导致冲模间隙分布不均,但是它具有三面敞开的空间、操作方便并且容易安装机械化的附属装置和成本低廉的优点,目前仍然是中小型冲压件生产的主要设备。

② 对于大中型和精度要求高的冲压件,多采用闭式曲柄压力机。这类压力机两侧封闭,刚度好、精度较高,但是操作不如开式压力机方便。

③ 对于大型或较复杂的拉深件,常采用上传动的闭式双动拉深压力机。对于中小型的拉深件(尤其是搪瓷制品、铝制品的拉深件),常采用底传动式的双动拉深压力机。闭式双动拉深压力机有两个滑块:压边用的外滑块和拉深用的内滑块。压边力可靠易调,模具结构简单,适合于大批量的生产。

④ 对于大批量生产的或形状复杂、批量很大的中小型冲压件,应优先选用自动高速压力机或者多工位自动压力机。

⑤ 对于批量小、材料厚的冲压件,常采用液压机。液压机的合模行程可调,尤其是施力行程较大的冲压加工,与机械压力机相比具有明显的优点,而且不会因为板料厚度超差而超载。但生产速度慢,效率较低。可以用于弯曲、拉深、成形、校平等工序。

⑥ 对于精冲零件,最好选择专用的精冲压力机,否则要利用精度和刚度较高的普通曲柄压力机或液压机,添置压边系统和反压系统后进行精冲。

(3) 参数选用时须注意

① 压力机公称压力须大于冲压力。进行弯曲或拉深时,须用负荷曲线在曲柄全部转角内高于冲压变形力曲线。

② 模具闭合高度应在压力机最大和最小闭合高度之间。多副模具安装在同一台压力机上,应有同一闭合高度。

③ 压力机滑块行程须满足制件成形要求。拉深时为了便于放料和取料,其行程须大于拉深高度的2~2.5倍。

④ 压力机工作台面尺寸应大于模具下模座尺寸,一般每边长50~70 mm。台面上的孔应能保证制件或废料漏卸。

⑤ 一般情况下不必改变功率,但在有些情况下(如斜刃冲裁),将会发生压力足够而功率超载的现象,这时必须使电动机的功率大于冲压时所需的功率。

【任务评价】

任务二 考核评价表

任务名称: 认识冲压设备

班级:		姓名:		学号:		指导教师:		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 认知冲压设备 2. 会选用冲压设备	1. 能说出冲压设备的种类 2. 能说出主要技术参数的含义				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名:		日期:					

注:1. 此表一式两份,一份由学院教务部门存档,一份由教学系存档;
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 冲压设备的种类很多,其分类方法也很多。若按驱动滑块力的种类可分为哪些?按滑块个数可分为哪些?按驱动滑块机构的种类又可分为哪些?
2. 曲柄压力机有哪些结构组成?
3. 简述一下曲柄压力机的工作原理。
4. 曲柄压力机的型号怎么表示?请解释“JB23—63”的含义。
5. 简述冲压设备的参数与选用。



华职教育



和君

任务三 认识模具加工设备

【任务描述】

图 1-8 所示是一些模具零件,那么这些模具零件是采用什么样的加工设备,怎么加工出来的呢? 这些就是本次任务所要解决的问题。

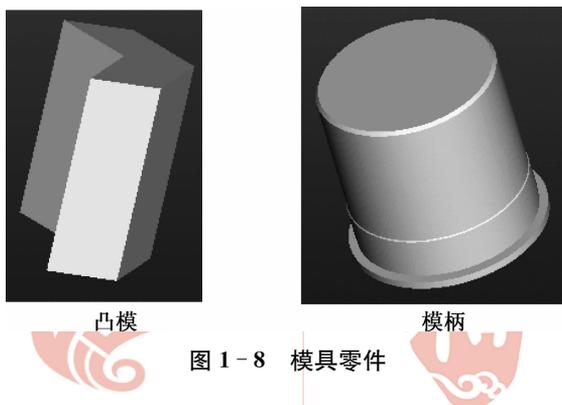


图 1-8 模具零件

【任务目标】

- (1) 认识模具常用加工设备种类。
- (2) 熟悉模具成形表面的机械加工。
- (3) 熟悉模具成形表面的特种加工。

【知识储备】

车床、铣床、刨床、磨床、数控加工中心、电火花、线切割机床等模具加工机床。

【任务实施】

1. 模具制造车间

由于模具产品的特殊性,模具制造车间和传统机械制造车间有一些区别。模具产品从设计到制造都向高精度、高复杂性和高效率方向发展,无论加工、检测、试模等都要符合模具的特殊要求,因此制造设备的配置和工具、量具的选用应贴合模具制造需求。

- (1) 某企业的模具制造车间配置(表 1-2)

表 1-2 某企业的模具制造车间配置

名称	产地/型号	数量	行程 X、Y、Z
加工中心数控铣 (共 11 台)	中国台湾大力 DMC3224	1 台	3200 * 2200 * 1000
	中国台湾高明龙门	1 台	2000 * 1500 * 900

续 表

名 称	产地/型号	数量	行程 X、Y、Z
加工中心数控铣 (共 11 台)	中国台湾协宏 PR03150	2 台	3100 * 1600 * 900
	美国原装法道 VMC4020	2 台	1016 * 580 * 700
	美国哈斯 VF—5	1 台	1270 * 580 * 70
	多棱 Z640	2 台	600 * 400 * 600
	中国台湾新卫 MC—1800P	2 台	1800 * 850 * 800
日本沙迪克慢走丝	日本沙迪克 500 型	1 台	500 * 400 * 200
	日本沙迪克 300 型	1 台	400 * 300 * 200
线切割 (共 28 台)	DK7763	3 台	800 * 630 * 620
	DK7780	5 台	1200 * 800 * 800
	DK7740	16 台	500 * 400 * 500
	大锥度上下异形线切割	4 台	500 * 400 * 300
激光穿孔机	中国苏州金马	1 台	400 * 300
平磨	50 型	1 台	
	32 型	1 台	
大型摇臂钻	50 型	2 台	
普通模具设备	牛头刨	3 台	
	龙门铣	1 台	
	其他	16 台	1000 * 2000
三坐标测量仪	中国北京立科	1 台	2500 * 2000 * 1200
模具及产品开发的软件	UG NX 3.0/4.0		
	Cimatron 13.0/E8		
	Mastercam 8.0/9.0		
	AutoCAD 2004/2006		
工程技术人员	高级工程师 5 名		
员工总数	58 名		

(2) 某职业学校的模具制造车间配置(表 1-3)

表 1-3 某职业学校的模具制造车间配置

名 称	产地/型号	数 量
加工中心数控铣	中国广州数控 GSK928MA	8 台
	中国广东鑫泰 GSVM6540A	6 台
	中国南京华兴 XKJ7125B	8 台
慢丝线切割	中国苏州中特 DK7632	1 台

		续 表
名 称	产地/型号	数 量
电火花	中国苏州普光 D7140P	4 台
电火花线切割	中国广东鑫泰 GS-XA1 DK7740	8 台
	中国江苏三星 DK7732A	8 台
磨床	中国桂林桂北 GM-250	4 台
	中国营口机床 M6025 K	1 台
大型摇臂钻	中国北京三机床 ZA3050x16	1 台
普通模具设备	牛头刨	6 台
	龙门铣	2 台
	其他	25 台
冲压机	中国徐州锻压 J23-16B	2 台
	中国徐州锻压 J023-63	1 台
	冲压高速生产线(VH-25)	1 套
注塑机	海天塑机 HTF90W1	1 台
投影仪	新天光电	3 台
三坐标测量仪	新天光电	1 台
模具及产品开发的软件	AutoCAD 2006/2007	
	UG NX 3.0/4.0	
	Mastercam 8.0/9.0	
实训师资	36 名	
教师总数	44 名	

(3) 模具制造车间主要设备(图 1-9~图 1-14)



图 1-9 数控铣床

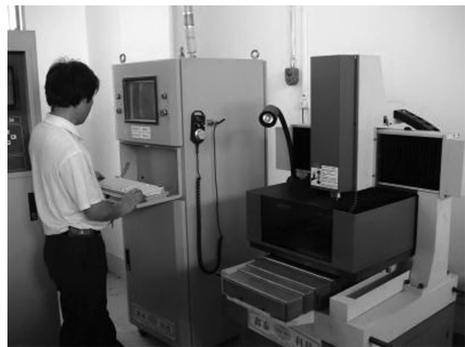


图 1-10 雕刻机



图 1-11 电火花成形机



图 1-12 电火花线切割机床



图 1-13 三坐标测量仪



图 1-14 移动测点仪

2. 模具成形表面的机械加工

(1) 车削加工

车削是工件旋转做主运动、车刀做进给运动的切削加工方法，切削运动由车床提供。车削是最基本和应用最广的切削方法。车削的主要内容如图 1-15 所示。

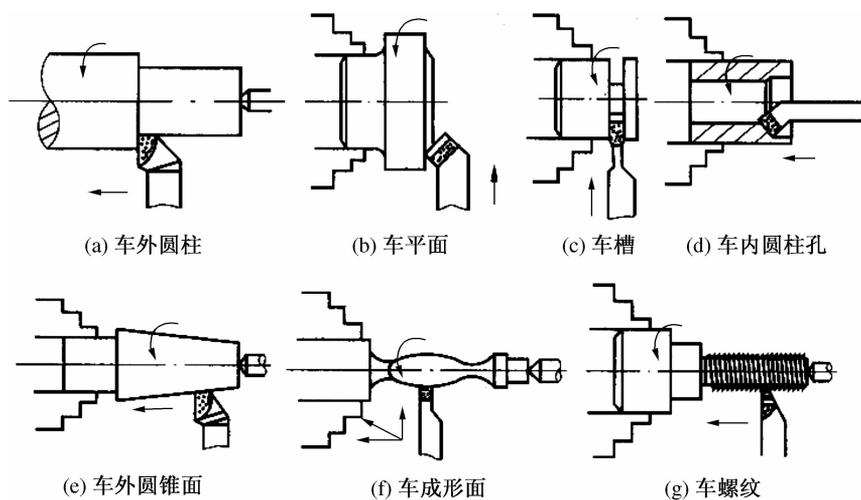
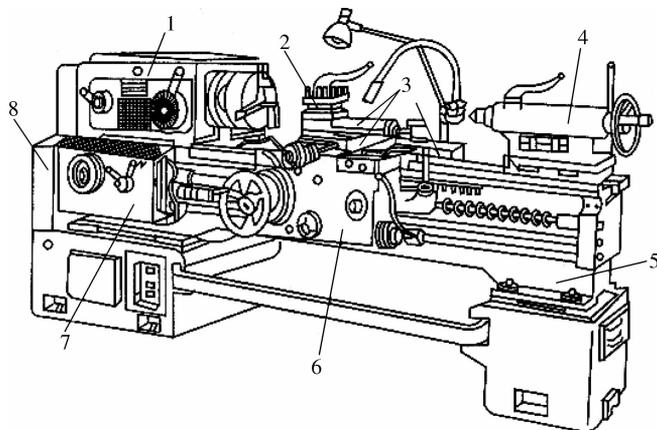


图 1-15 车削的主要内容

模具零件车削主要用于导柱、导套、定位销、螺纹等的车削加工。

车床的种类很多,其中卧式车床应用最广泛。图 1-16 所示为 CA6140 卧式车床的外形,其主要部件如图所示:



1—主轴箱 2—刀架 3—滑板 4—尾座 5—床身 6—溜板箱
7—进给箱 8—挂轮箱

图 1-16 CA6140 卧式车床

(2) 铣削加工

铣削是铣刀旋转做主运动、工件或铣刀做进给运动的切削加工方法,是加工平面的主要方法之一。在铣床上使用不同的铣刀可以加工平面、台阶、沟槽、特形面和切断材料等。铣削的主要内容如图 1-17 所示。

模具零件铣削主要用于模具零件的铣平面、铣台阶、铣沟槽等的加工。

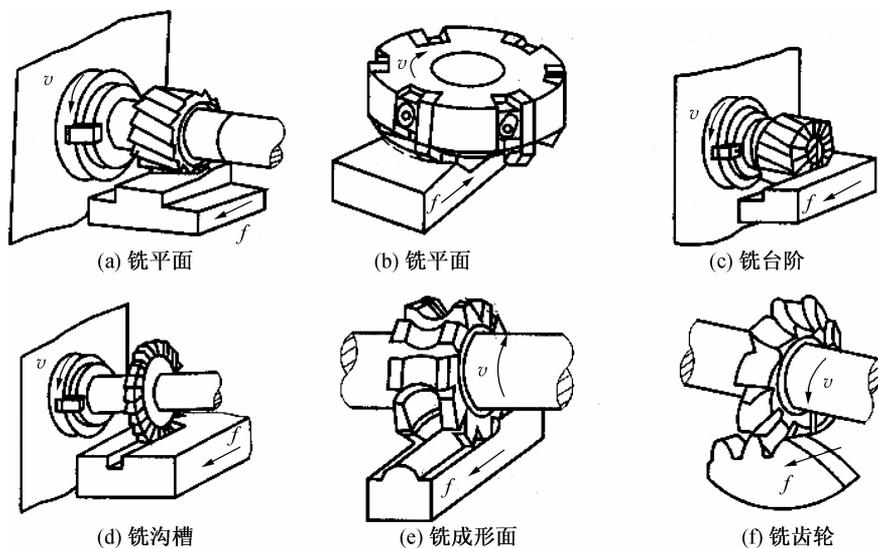
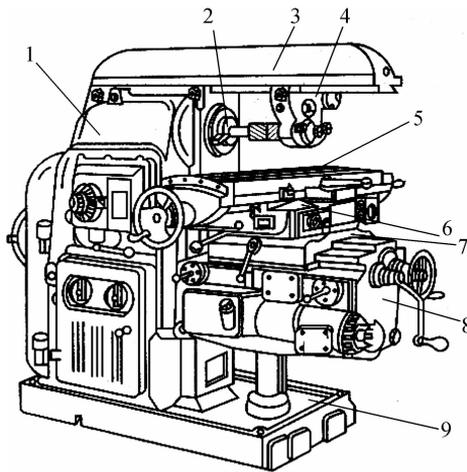


图 1-17 铣削的主要内容

铣床的类型很多,其中应用最普遍的为卧式升降台铣床。图 1-18 所示为 X6132 型卧式升降台铣床的外形,其主要部件如图所示:



1—床身 2—主轴 3—横梁 4—挂架 5—工作台 6—转台 7—横向溜板
8—升降台 9—底座

图 1-18 X6132 型卧式铣床

(3) 磨削加工

磨削是用磨具以较高的线速度对工件表面进行加工的方法,最普遍的是以砂轮为磨具的普通磨削。磨削的主要内容如图 1-19 所示。

模具零件磨削主要用于各类模具零件平面、孔、配合面的半精加工和精加工。

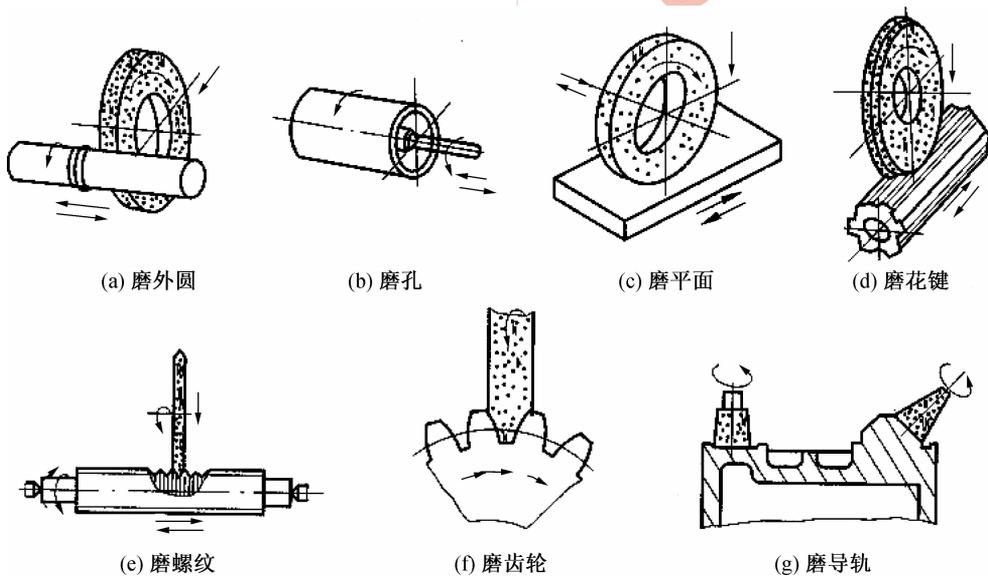
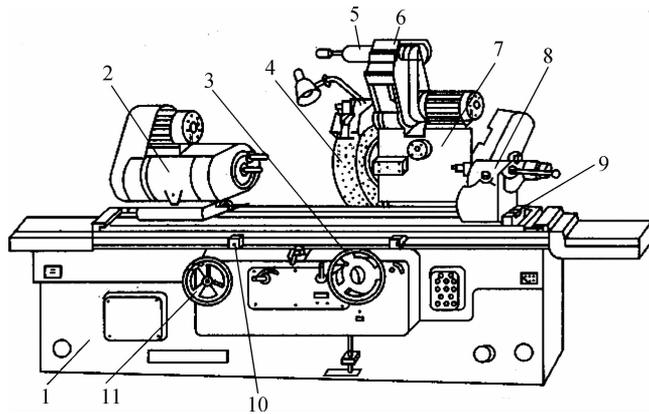


图 1-19 磨削的主要内容

磨床种类很多,应用最普遍的是万能外圆磨床和平面磨床。

① M1432B 型万能外圆磨床

图 1-20 所示为常用万能外圆磨床的外形图。在这种磨床上,可以磨削内、外圆柱面和圆锥面。

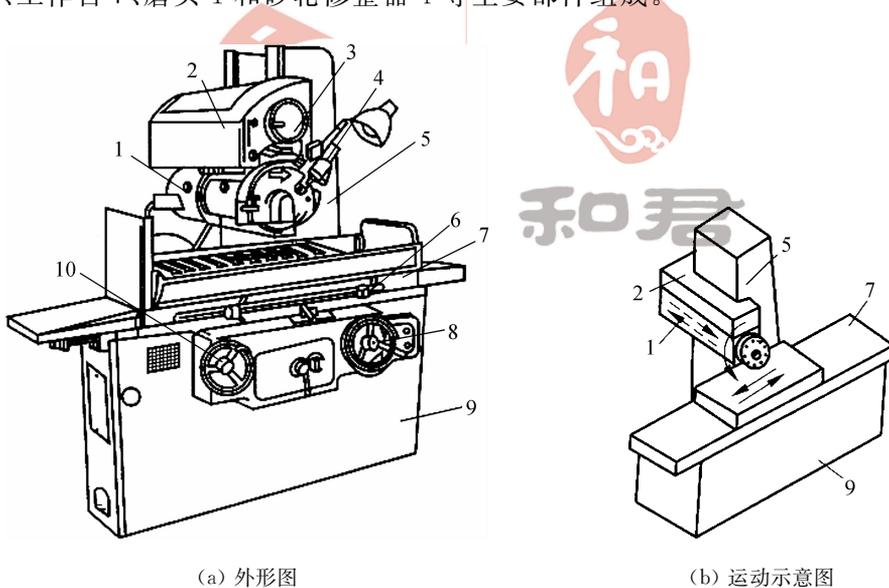


1—床身 2—头架 3—横向进给手轮 4—砂轮 5—内圆磨具 6—内圆磨头 7—砂轮架
8—尾座 9—工作台 10—挡块 11—纵向进给手轮

图 1-20 M1432B 型万能外圆磨床

② M7120A 型平面磨床

图 1-21 所示为 M7120A 型平面磨床,是一种常用的卧轴矩台平面磨床。它由床身 9、立柱 5、工作台 7、磨头 1 和砂轮修整器 4 等主要部件组成。



1—磨头 2—床鞍 3—横向手轮 4—修整器 5—立柱 6—撞块 7—工作台
8—升降手轮 9—床身 10—纵向手轮

图 1-21 M7120A 型平面磨床

3. 模具成形表面的特种加工

传统切削加工是利用刀具材料比工件材料更硬,利用机械能把工件上多余材料切除的加工方法。当工件材料愈来愈硬、加工表面愈来愈复杂的情况下,原来行之有效的方法变为限制生产率和影响加工质量的不利因素。于是人们探索出了多种用软刀具材料加工硬工件材料的方法,不仅采用机械能,而且还采用电、化学、光、声等能量来进行加工,这类新加工方法统称为

特种加工。

特种加工方法种类较多,在模具制造过程当中应用较多的有电火花加工和电火花线切割加工。

(1) 电火花加工

电火花加工是一种直接利用热能和电能进行加工的新方法,在加工过程中,工具电极和工件不接触,利用它们之间不断的脉冲性火花放电产生局部、瞬时的高温,把金属材料逐步蚀除掉,以达到对零件的形状、尺寸及表面质量的加工要求。这种用来蚀除工件材料的“刀具”称为工具电极。

常见的电火花加工机床组成包括:机床主体、电源箱、工作液循环过滤系统等几个部分,而其控制部分则包括伺服进给系统和数控系统。图 1-22 所示为电火花成形机床。

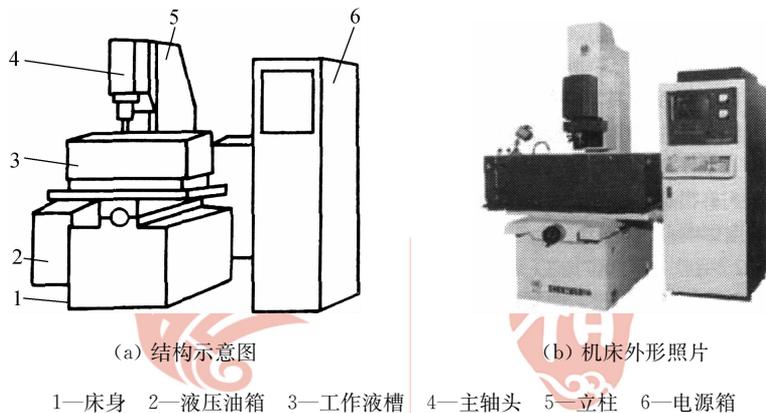


图 1-22 电火花成形加工机床

电火花加工在模具制造中的应用如下。

① 高硬度模具零件的加工

对于硬度要求较高的模具,或者是硬度要求特别高的滑块、顶块等零件,在淬火后其表面硬度高达 HRC 50 以上,采用机械加工方式很难加工,电火花加工可以不受材料硬度影响。

② 型腔尖角部位加工

各种模具的型腔常存在着一些尖角部位(或者很小的圆角),机械加工中由于存在刀具半径而无法加工到位,使用电火花加工可以完全成形。

③ 深腔部位的加工

由于机加工时没有足够长度的刀具,或者这种刀具没有足够的精度,不能加工具有高精度的零件,此时可以用电火花进行加工。

④ 模具上的筋和窄槽加工

压铸件或者塑料件常有各种窄长的加强筋,这种筋在模具上表现为下凹的深而窄的槽,用机加工的方法很难将其加工成形,使用电火花的工具可以很便利地进行加工。

⑤ 深小孔加工

对各种圆形小孔、异形孔的加工,如线切割的穿丝孔、喷丝板型孔等。

⑥ 其他

刻制文字、花纹,对金属表面的渗碳和涂覆特殊材料的电火花强化等,也有用电火花加工出一定形状的表面蚀纹。

(2) 电火花线切割加工

电火花线切割加工,简称线切割加工,属于电火花加工的一个分支,它是以前移动着的金属丝作电极,在电极丝与工件之间产生火花放电,并同时按所要求的形状驱动工件进行加工。

① 电火花线切割加工设备

电火花线切割加工机床,根据电极丝运动的方式可以分成高速走丝电火花线切割机床(WEDM-HS)和低速走丝电火花线切割机床(WEDM-LS)两大类。

a. 高速走丝电火花线切割机床

高速走丝电火花线切割机床也称为快走丝线切割机床,如图 1-23 所示。这类机床的电极丝运行速度快(300~700 m/min)。电极丝主要是钼丝(直径 0.1~0.2 mm),工作液通常采用乳化液,也可以采用矿物油、去离子水等。



图 1-23 高速走丝线切割机床



图 1-24 低速走丝线切割机床

b. 低速走丝电火花线切割机床

低速走丝电火花线切割机床也称为慢走丝线切割机床,如图 1-24 所示。这类机床的运丝速度一般为 3 m/min 左右,最高为 15 m/min,精度 ± 0.001 mm,表面粗糙度可达到 $Ra 0.3 \mu\text{m}$ 。可使用纯铜、黄铜、钨、钼和各种合金以及金属涂覆线作为电极丝,其直径为 0.03~0.35 mm。该机床电极丝只单方向通过加工间隙,不重复使用,以避免电极丝损耗给加工精度带来的影响。工作液主要是去离子水和煤油。

低速走丝电火花线切割机床由于精度高、表面粗糙度小,在模具精加工中得到广泛应用,但机床造价、加工成本均要比高速走丝机床高得多。

② 电火花线切割加工在模具制造中的应用

凹模零件是模具设计当中不可缺少的组成部分,大多数凹模零件尺寸要求较高,通常采用电火花线切割加工方法来完成,主要应用于冲模、挤压模、塑料模、电火花型腔模等的电极加工。由于电火花线切割加工机床的加工速度和精度迅速提高,使用慢走丝线切割机进行多次加工可达到与坐标磨床相近的程度,在模具行业的应用尤为广泛。

【视野拓展】

1. 现代模具制造技术

机械加工方法广泛应用于模具零件的制造,随着模具工业的快速发展,对模具质量的要求也越来越高。为了适应模具的发展需要,数控加工技术已广泛应用于模具零件的加工,对模具行业的发展起到了重要的推动作用。

(1) 数控车削

数控车削具有加工精度高、能做直线和圆弧插补加工的功能,在加工过程中能够实现自动变速的优点,所以数控车削加工适用于各种回转体零件的加工。

与普通车床相比较,数控车床进给系统的结构较普通车床大为简化,如图 1-25 所示。

数控车削在模具制造中的主要应用如下。

① 杆类标准件

在模具中有很多用于导向或者顶出作用的杆类标准件,如顶尖、导柱(图 1-26)、导套(图 1-27)等。这些标准件由于其产品系列较多,一般是小批量的生产。



图 1-25 数控车床

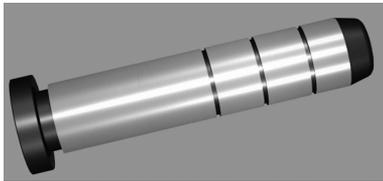


图 1-26 导柱



图 1-27 导套

② 带锥度的零件

模具零件通常要求有脱模斜度,如注塑模或者压铸模上的圆柱镶块,另外还有需要加工带有锥度的外圆或孔的零件,如浇口套(图 1-28)、套筒等。



图 1-28 浇口套

③ 其他回转体零件

如带特殊螺纹的回转体零件,数控车床不但能车削任何等导程的直、锥和端面螺纹,而且能车削增导程、减导程,以及要求等导程与变导程之间平滑过渡的螺纹。

(2) 数控铣削

数控铣削是最具代表性的数控加工方法。数控铣削在模具中的应用使模具制造起了革命性的变化,使原先难度很大的曲面加工变得轻而易举,同时其高效率、高精度的特点大大地减少了模具加工中的手工活,明显地缩短了模具制造周期。

① 数控铣床的组成

数控铣床的基本组成,如图 1-29 所示。

② 数控铣加工在模具加工中的主要应用

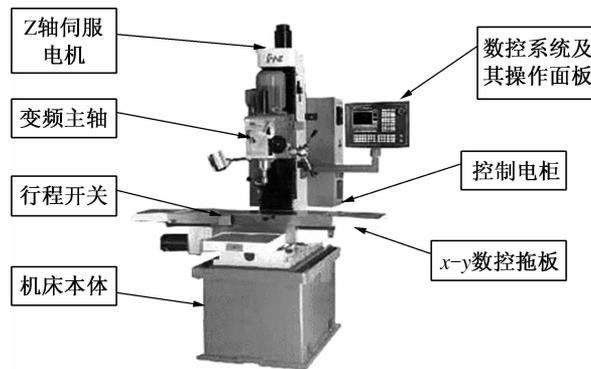


图 1-29 ZJK7532A 数控铣床

a. 轮廓加工

对于平面内的曲线轮廓,使用普通铣床手工操作的生产效率极低,而且加工精度也很难达到设计要求,而采用数控铣床就可以轻松地实现。如冲压模的冲头、凹模,注塑模的镶块等,如图 1-30 所示。

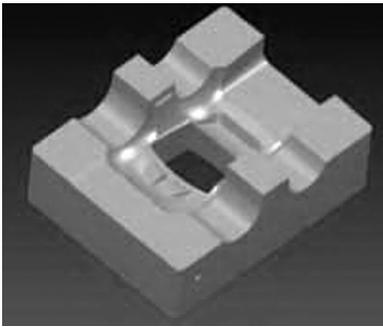


图 1-30 定模镶块

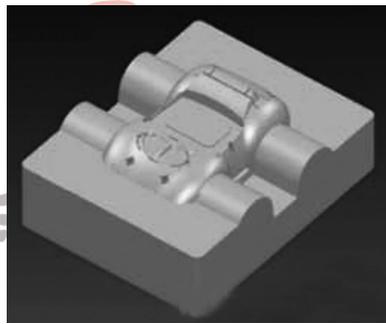


图 1-31 动模镶块

b. 曲面加工

曲面加工是数控铣加工最擅长的加工领域,可以加工各种复杂的曲面形状,并且在零件表面只留下很少的残余量。在注塑模及压铸模中用到最多的就是对模具型腔和型芯的加工,以及电极、镶块的加工,如图 1-31 所示。

c. 孔加工

如图 1-32 所示模具零件的加工,需要用到好几把刀具,特别是有多个孔且各个孔之间有位置精度要求。使用数控加工中心进行孔的加工,可以在一台机床上自动完成所有的工序,保证有足够的精度,同时效率又高。模具型芯加工中,顶尖孔、配合的定位孔等精度要求较高的孔,应该使用数控铣床或者加工中心进行加工。



图 1-32 多孔模具零件

【任务评价】

任务三 考核评价表

任务名称：认识模具加工设备

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 认识各种模具加工设备 2. 了解各种设备的加工范围	1. 说出加工设备的名称 2. 说出设备的加工范围				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 写出模具常用的加工设备。
2. 什么是铣削加工以及铣削加工的范围？
3. 什么是磨削加工以及磨削加工的范围？
4. 说说什么是电火花加工,说出电火花加工范围。
5. 说出线切割在模具零件加工中的应用。
6. 说出数控铣在模具零件加工中的应用。

任务四 拆绘落料模

【任务描述】

图 1-33 所示为角度样板落料模, 根据模具拆卸的原则, 拆卸模具并绘制模具的装配草图。

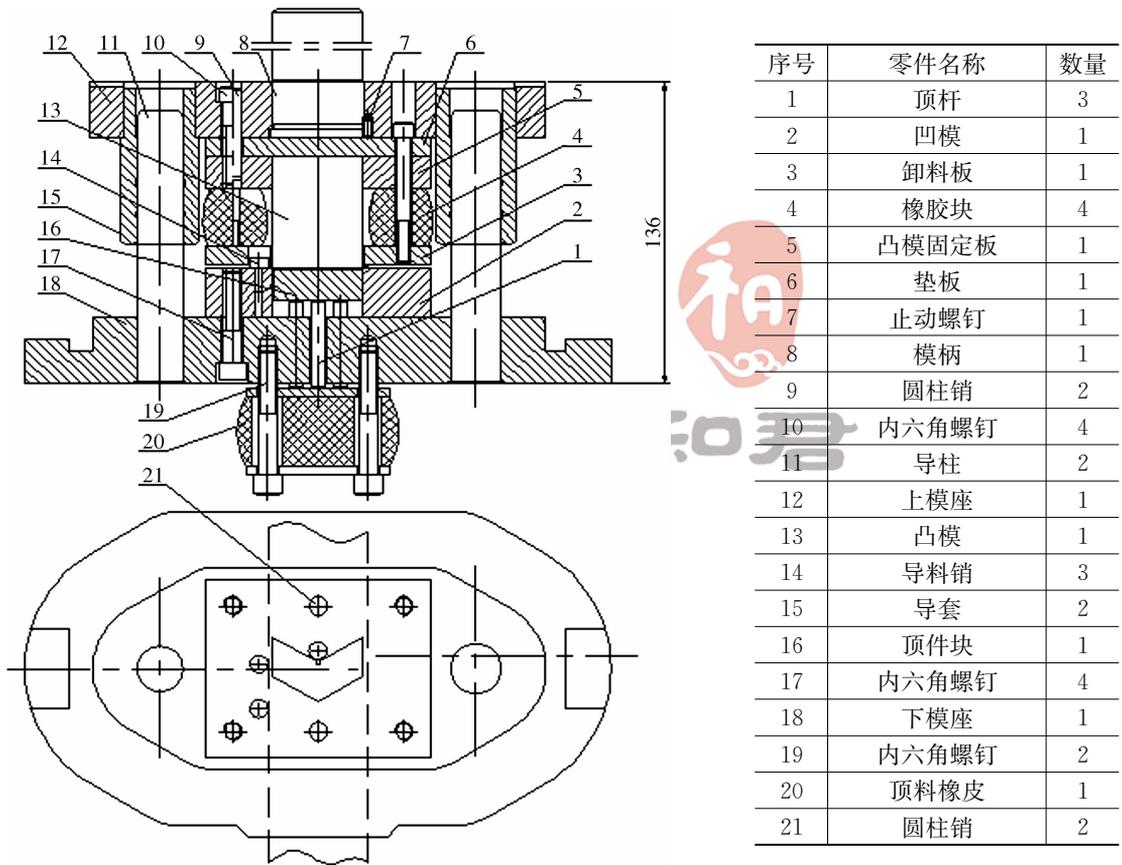


图 1-33 模具装配图

【任务目标】

- (1) 掌握单工序模的拆卸步骤, 对单工序模的结构有一定的了解。
- (2) 运用 AutoCAD 绘制模具的装配图。

【知识储备】

任一落料模、拆卸工具。

【任务实施】

1. 拆卸模具

在模具修理过程中,拆卸工作是一个重要环节。在拆卸中,若考虑不周、方法不当,就会造成被拆卸模具的零、部件损失,甚至是整副模具的精度、性能降低。为了使拆卸工作能顺利进行,必须在模具拆卸前仔细研究并熟悉待修模具的图样资料,分析了解模具的结构特点,零、部件的结构特点和相互间的配合关系,明确它们的用途和相互间的作用,在此基础上确定合适的拆卸工具,然后开始进行拆卸。下面就以单工序落料模拆卸为例,简要地说明模具拆卸的过程。

(1) 拆卸步骤

① 看懂模具图,熟悉模具结构,理解模具的工作原理、工作过程,了解每一个模具零件在模具中的作用。

② 分开上、下模,将上、下模平放在钳工工作台上。

③ 先拆卸上模部分。用开口扳子松开外六角螺母,再用 5 mm 内六角扳子拆卸卸料螺钉,取下卸料板、耐油橡皮,接着从上模座上取下外六角螺母和卸料螺钉。拆下的零件清理干净并在工作台上摆放整齐(下同)。

④ 用手锤、出销器拆卸销钉,5 mm 内六角扳子拆卸内六角螺钉,从上模座上取下凸模组件、垫板。

⑤ 再拆卸下模部分。用 5 mm 内六角扳子松开(拆卸)内六角螺钉,取下耐油橡皮和垫板。

⑥ 用手锤、出销器拆卸销钉。用 5 mm 内六角扳子拆卸内六角螺钉,从下模座上取下凹模、顶件块、顶杆。

(2) 注意事项

模具拆卸时,拆卸顺序一般是按从外部拆至内部、从上部拆到下部,先拆成部件或组件、再拆成零件的原则进行。另外在拆卸中还必须注意下列原则:

① 对不易拆卸或拆卸后将会降低连接质量和损坏一部分连接零件的连接部位,应当尽量避免拆卸,例如凸模与固定板的连接,过盈连接,导柱、导套连接件等。

② 用击卸法冲击零件时,必须垫好衬垫,或者用软材料(如紫铜)做的锤子或冲棒,以防止损坏零件的表面。

③ 容易产生位移而无定位装置或有方向性的零件(如各个板的相对位置),在拆卸后应先做好标记,以便在装配时容易辨认。

④ 对于精密的模具零件,如凸模、凹模和型芯等,应放在专用的盘内或单独存放,以免碰伤工作部位。

⑤ 拆下的零件应尽快清洗,以免生锈腐蚀,最好涂上润滑油。

2. 绘制装配草图

模具拆好后,把拆下来的零件进行测量,取得其尺寸后,根据作图标准绘制模具的装配草图。装配草图分别用手工绘图和 AutoCAD 绘图。

【任务评价】

任务四 考核评价表

任务名称：拆绘落料模

班级：		姓名：	学号：	指导教师：				
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 模具拆卸的合理性 2. 模具装配图的绘制	1. 模具拆卸步骤的合理性是否与正确的拆卸步骤一致 2. 装配图是否按制图标准绘制 3. 装配图的绘制，是否正确全面表达单工序模的结构				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：		日期：					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 说说模具在拆卸前都要做哪些工作。
2. 想一想，写出单工序模的拆卸步骤。
3. 说出单工序模在拆卸时需要注意哪些事项。
4. 根据拆卸的模具绘制模具的装配草图。（建议采用手绘）

任务五 分析角度样板工艺性

【任务描述】

冲裁件的工艺性是指冲裁件对冲裁工艺的适应性,即冲裁加工的难易程度。良好的冲裁工艺性,是指在满足冲裁件使用要求的前提下,能以最简单、最经济的冲裁方式加工出来。因此,在编制冲压工艺规程和设计模具之前,应从工艺角度分析冲裁件设计得是否合理,是否符合冲裁的工艺要求。

下面分析角度样板的工艺性,主要包括角度样板的结构与尺寸、精度、材料等几个方面。

【任务目标】

- (1) 了解冲压工艺分析的项目。
- (2) 掌握分析角度样板是否符合冲压工艺的方法。

【知识储备】

相关理论资料。

【任务实施】

1. 冲裁件工艺分析

(1) 材料

不锈钢,厚度为 0.5 mm,具有良好的冲压性能。

(2) 工件结构形状

冲裁件内、外形尽量避免有尖锐角,为提高模具寿命,将内角改为 R1 的圆角。

(3) 尺寸精度

零件图上所有尺寸公差属于经济级。未注公差属自由公差,可按 IT12 级选用。一般冲压均能满足其尺寸精度要求。

(4) 结论

可以冲裁。

2. 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,外形不大,根据零件的形状,决定采用上出件的单工序冲裁模结构形式。



华职教育



和君

【任务评价】

任务五 考核评价表

任务名称：分析角度样板工艺性

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 零件工艺性分析的项目 2. 会分析角度样板冲压工艺分析的方法	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：		日期：					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 冲裁件工艺性主要包括哪些方面？
2. 在进行工艺分析时，如果制件内外产生尖角时怎么办？
3. 查阅资料，画出上出件的单工序冲裁模结构形式。（可手绘或用 AutoCAD 绘制）

任务六 进行工艺设计与计算

【任务描述】

模具的结构形式确定下来之后,就进入到工艺设计与计算这个阶段。冲裁件在条料上怎么布置,选择多大吨位的压力机,冲裁间隙怎么选择和凸、凹模的刃口尺寸怎么计算?这就是本次任务要解决的问题。

【任务目标】

- (1) 掌握排样设计方法。
- (2) 掌握冲压力计算方法。
- (3) 能合理选择冲裁间隙。
- (4) 掌握凸、凹模刃口尺寸计算方法。

【知识储备】

相关理论资料。

【任务实施】

1. 设计排样

冲裁件在板料(条料或带料)上的布置方法,称为冲裁工作的排样法,简称排样。

排样设计的工作内容包括:选择排样方法;确定搭边的数值;计算条料宽度与送料步距;画出排样图,核算材料利用率。合理的排样是提高材料利用率、降低成本,保证冲件质量及模具寿命的有效措施。排样方案是模具结构设计的依据之一。

首先查表确定搭边值。根据零件形状,两工件间按矩形取搭边值 $a=2$,侧边按圆形分别取搭边值 $a_1=1.8\text{ mm}$,取 $a_2=2\text{ mm}$ 。排样图如图 1-34 所示。

条料宽度的计算 据公式:

查表, $\Delta=0.6$

$$\begin{aligned} B_{-\Delta}^0 &= (D_{\max} + 2a)_{-\Delta}^0 \\ &= (40 + 2 \times 2)_{-0.6}^0 \\ &= 44_{-0.6}^0 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. 计算冲压力

在冲裁过程中,冲压力是指冲裁力、卸料力、推件力和顶件力的总称。冲压力是选择压力

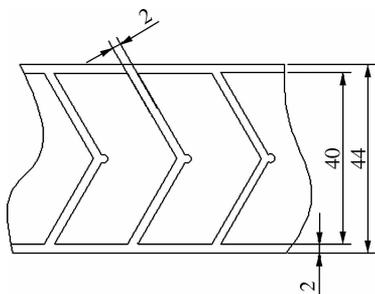


图 1-34 排样图

机、设计冲裁模和校核模具强度的重要依据。

由于冲模采用弹性卸装置和上出件方式,故总的冲压力为:

$$F_{\Sigma} = F + F_x + F_d$$

冲裁力 F 查表, $\tau = 300 \text{ MPa}$

$$\begin{aligned} F &= KLt\tau \\ &= 1.3 \times 126.98 \times 0.5 \times 300 \\ &= 24\,761.1 \text{ N} \end{aligned}$$

卸料力 F_x

查表, $K_x = 0.05$

$$\begin{aligned} F_x &= K_x F \\ &= 0.05 \times 24\,761.1 \\ &= 1\,238 \text{ N} \end{aligned}$$

顶件力 F_d

查表, $K_d = 0.08$

$$\begin{aligned} F_d &= K_d F \\ &= 0.08 \times 24\,761.1 \\ &= 1\,980.8 \text{ N} \end{aligned}$$

总冲压力 F_{Σ}

$$\begin{aligned} F_{\Sigma} &= F + F_x + F_d \\ &= 24\,761.1 + 1\,238 + 1\,980.8 \\ &= 27\,980 \text{ N} \end{aligned}$$

3. 选择冲裁间隙

冲裁间隙 Z 指凹模刃口横向尺寸 D_A 与凸模刃口横向尺寸 d_T 的差值,如图 1-35 所示。 Z 表示双面间隙,单面间隙用 $\frac{Z}{2}$ 表示,如无特殊说明,冲裁间隙就是指双面间隙。

根据零件的形状,确定采用配合加工法来计算冲模刃口尺寸。查表得双面间隙为 $0.246 \sim 0.36 \text{ mm}$ 。

4. 计算凸、凹模的刃口尺寸

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。

由落料凹模磨损后尺寸变大的有:

$$A_1 = 15_{-0.1}^0, A_2 = 40_{-0.1}^0$$

由表查得

$$\chi_1 = \chi_2 = 1$$

所以:

$$A_{\text{凹}1} = (A_{\text{max}} - \chi_1 \Delta)_{+\frac{1}{\delta}}^{+\frac{1}{\delta} \Delta} = (15 - 1 \times 0.1)_{+\frac{0.1}{\delta}}^{+\frac{0.1}{\delta}} = 14.9_{+0}^{+0.025} \text{ mm}$$

$$A_{\text{凹}2} = (A_{\text{max}} - \chi_2 \Delta)_{+\frac{1}{\delta}}^{+\frac{1}{\delta} \Delta} = (40 - 1 \times 0.1)_{+\frac{0.1}{\delta}}^{+\frac{0.1}{\delta}} = 39.9_{+0}^{+0.025} \text{ mm}$$

凸模尺寸按相应的凹模实际尺寸配制,保证双面间隙为 $0.246 \sim 0.36 \text{ mm}$ 。

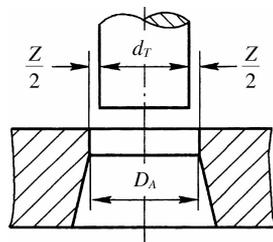


图 1-35

【任务评价】

任务六 考核评价表

任务名称: 进行工艺设计与计算

评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分 小计	总分	
			自我评价	小组评价	教师评价				
			0.2	0.3	0.5				
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2			
专业能力	1. 设计排样 2. 计算冲压力 3. 选择冲裁间隙 4. 计算凸、凹模的刃口尺寸	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7			
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1			
指导教师综合评价	指导老师签名:		日期:						

注: 1. 此表一式两份, 一份由学院教务部门存档, 一份由教学系存档;
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 排样的概念是什么? 它包括哪些内容? 排样的方式和形式有哪些?

2. 怎样计算冲压力?

3. 冲裁模刃口尺寸计算的原则是什么?

4. 怎样计算冲裁模刃口尺寸?

5. 设计如右图所示零件图的冲裁工艺。

零件名称: T形件。材料: Q235。料厚: 1 mm。生产批量: 大批量。

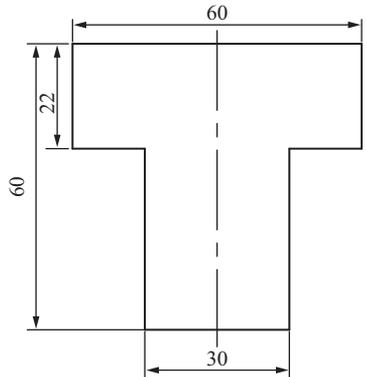


图 1-36

6. 如下图所示零件,材料为 D42 硅钢板,料厚为 0.5 mm,设计该零件的冲裁模。

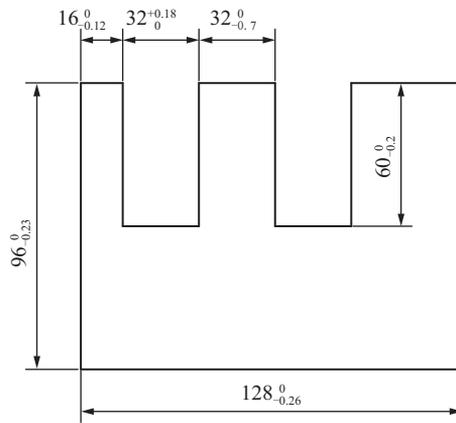


图 1-37



华职教育



和君

任务七 选择模具的材料

【任务描述】

模具材料是模具制造的基础。在模具设计与制造中合理选择模具材料,正确实施模具热处理工艺,是保证模具使用寿命、提高模具质量和使用效率的关键。要合理选择模具材料,就必须对模具材料的性能要求和影响因素有比较全面的了解。

【任务目标】

- (1) 能选择凸、凹模的材料。
- (2) 能选择卸料板的材料。
- (3) 能选择固定板的材料。
- (4) 能选择模柄的材料。

【知识储备】

相关理论资料。

【任务实施】



1. 选择凸、凹模的材料

Cr12 是应用广泛的冷作模具钢,具有高强度、较好的淬透性和良好的耐磨性。主要用于承受冲击的冷冲模制作。

根据角度样板的厚度和产量,凸凹模的材料选用 Cr12。工作零件材料还可选择 T8A、T10A、Cr12MoV,具体材料可根据使用条件确定。

2. 选择卸料板的材料

45 号钢强度较高,塑性和韧性尚好,用于制作承受负荷较大的小截面调质件和应力较小的大型淬火零件,以及对心部强度要求不高的表面淬火零件。

根据卸料板的作用,卸料板的材料选用 45 号钢或 Q235。

3. 选择固定板的材料

根据固定板的作用,固定板的材料选用 45 号钢或 Q235。

4. 选择模柄的材料

根据模柄的作用,固定板的材料选用 45 号钢或 Q235。

【任务评价】

任务七 考核评价表

任务名称：选择模具的材料

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 选择凸、凹模的材料 2. 选择卸料板的材料 3. 选择固定板的材料 4. 选择模柄的材料	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：		日期：					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 写出模具常用的一些材料。
2. 模具的工作零件常用什么材料？有哪些性能？
3. 模具其他零件常用什么材料？有哪些性能？

任务八 绘制模具的装配图和零件图

【任务描述】

在理论设计与计算基本完成后,准备进行模具装配图和零件图的绘制。本次任务就是完成模具装配图和零件图绘制,为后续加工做好图纸准备。

【任务目标】

- (1) 绘制模具的装配图。
- (2) 拆绘模具的零件图。

【知识储备】

相关资料、电脑(AutoCAD 软件)。

【任务实施】

1. 绘制模具的装配图

按照绘制的模具装配草图,运用 AutoCAD 软件绘制模具的装配图,见图 1-38。

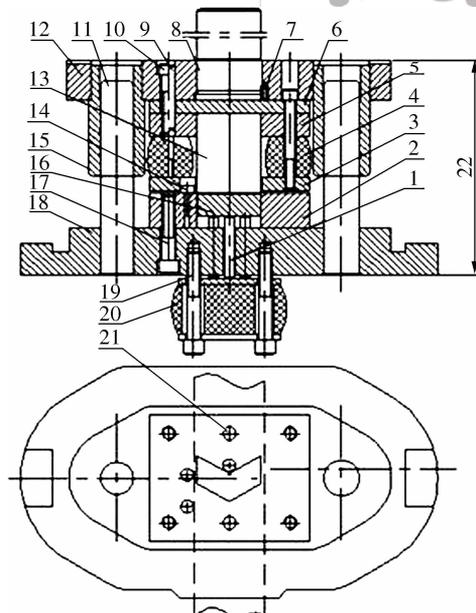
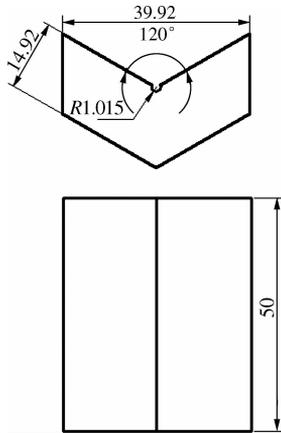


图 1-38 模具装配图

2. 绘制模具的零件图

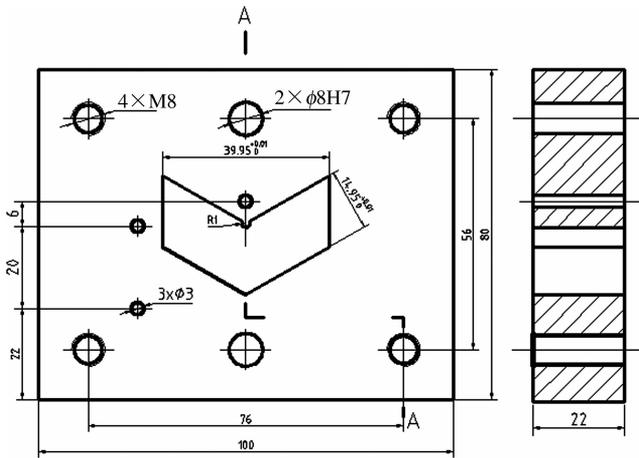
按照绘制的模具装配图来拆绘模具零件图。图 1-39~图 1-45 所示为模具零件图。



技术要求:

1. 淬火处理 HRC 58~62;
2. 凸模以凹模为配作基准件,配合间隙为 0.03 mm。

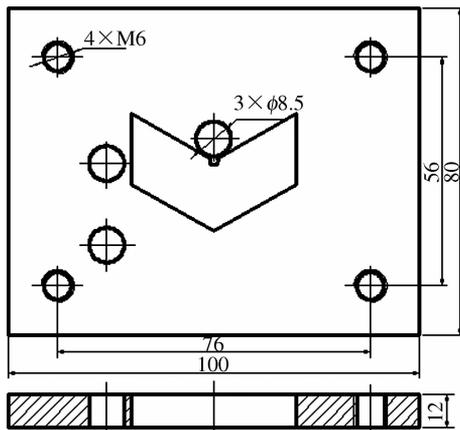
图 1-39 落料凸模



技术要求:

1. 倒角、去毛刺;
2. 淬火处理 HRC 60~64。

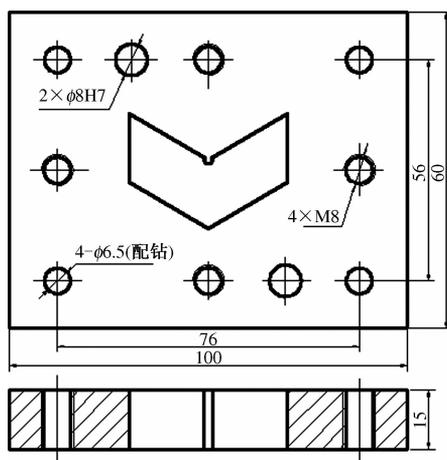
图 1-40 落料凹模



技术要求:

1. 锐边倒角、去毛刺;
2. 卸料板型孔按凸模配作。

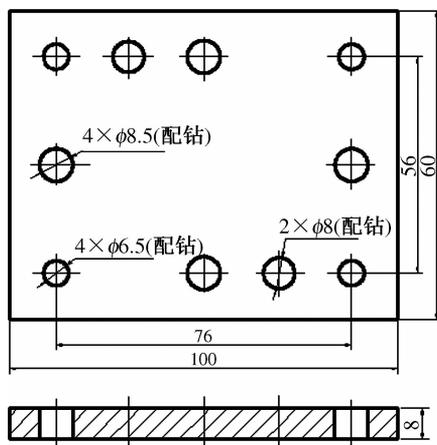
图 1-41 卸料板



技术要求:

1. 倒角、去毛刺;
2. 固定板型孔按凸模配作。

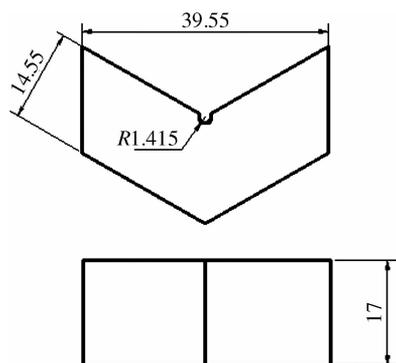
图 1-42 凸模固定板



技术要求:

1. 倒角、去毛刺;
2. 淬火处理 HRC 48~52。

图 1-43 垫板



技术要求:

1. 倒角、去毛刺。

图 1-44 顶件块

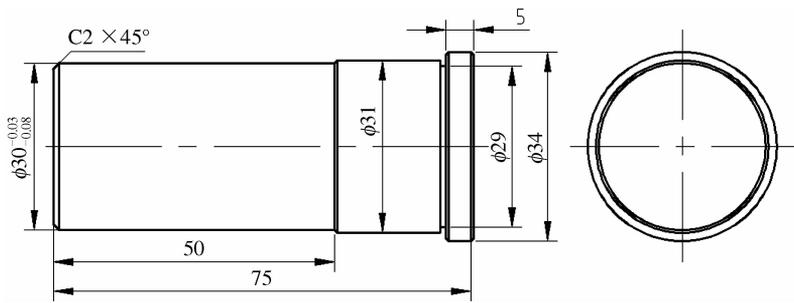


图 1-45 模柄

【任务评价】

任务八 考核评价表

任务名称：绘制模具的装配图和零件图

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分 小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现	0.2	0.3	0.5	0.2		
专业能力	1. 绘制模具的装配图 2. 拆绘模具的零件图	1. 一份完整的装配图和零件图 2. 是否符合制图标准				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：_____		日期：_____					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 绘制模具的装配图。
2. 绘制模具的零件图。

任务九 加工、组装调试与维修模具

【任务描述】

模具的装配是本项目进入冲压生产之前的最后的工序,装配的好坏决定着试模的成败。根据装配工艺卡片,参考模具装配图,了解模具装配要求;查阅模具装配工艺手册,制订模具装配步骤和装配方法;合理选择装配工具,完成模具装配;根据模具装配要求,检测凸凹模配合间隙,并完成凸凹模配合间隙调试;任务完成后,写出工作总结,进行经验交流。

【任务目标】

- (1) 掌握模具零件加工工艺流程。
- (2) 掌握模具组装调试方法。
- (3) 能运用压力机进行试模。
- (4) 能对试模中出现的问题进行修模调整。

【知识储备】

模具零件、装配工具。

【任务实施】

1. 加工模具零件

按照模具零件的加工工艺流程加工零件,达到图样要求。各零件的加工工艺流程表1-4。

表 1-4 落料凸模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	将毛坯锻成 40 mm×30 mm×50 mm	
2	热处理	退火	
3	铣	铣六面,留单边磨量 0.2~0.3 mm	铣床
4	平磨	磨厚度到上限尺寸,磨侧基面保证互相垂直	平面磨床
5	热处理	淬火,回火,保证 HRC56~60	
6	平磨	磨厚度及基面见光	平面磨床
7	线切割	按图切割外形轮廓	线切割机床
8	钳工	精修、去毛刺	
9	检验		

表 1-5 落料凹模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	将毛坯锻成 105 mm×85 mm×30 mm	
2	热处理	退火	
3	铣	铣六面,厚度留单边磨量 0.2~0.3 mm	铣床
4	平磨	磨厚度到上限尺寸,磨侧基面保证互相垂直	平面磨床
5	钳工	画各型孔、销孔、穿丝孔位置	
6	钳工	钻铰销孔、挡料销孔、穿丝孔	钻床
7	热处理	淬火,回火,保证 HRC58~62	
8	平磨	磨厚度及基面见光	平面磨床
9	线切割	按图切割各型腔	线切割机床
10	电火花	漏料孔达要求	电火花机床
11	钳工	精修、去毛刺	
12	检验		

表 1-6 卸料板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	将毛坯锻成 105 mm×85 mm×15 mm	
2	热处理	退火	
3	铣	铣六面,厚度留单边磨量 0.2~0.3 mm	铣床
4	平磨	磨厚度到上限尺寸,磨侧基面保证互相垂直	平面磨床
5	钳工	画各型孔、销孔、穿丝孔位置	
6	钳工	钻铰孔、穿丝孔	钻床
7	平磨	磨厚度及基面见光	平面磨床
8	线切割	按图切割各型腔	线切割机床
9	钳工	精修、去毛刺	
10	检验		

表 1-7 凸模固定板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	将毛坯锻成 105 mm×105 mm×20 mm	
2	热处理	退火	
3	铣	铣六面,厚度留单边磨量 0.2~0.3 mm	铣床
4	平磨	磨厚度到上限尺寸,磨侧基面保证互相垂直	平面磨床
5	钳工	画螺纹底孔、销孔、穿丝孔位置	
6	钳工	钻铰 4- ϕ 8、2- ϕ 8、4-M8 螺纹底孔、穿丝孔	钻床

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设 备
7	钳工	攻 4 - M8 螺纹	
8	平磨	磨厚度及基面见光	平面磨床
9	线切割	按图切割各型腔	线切割机床
10	钳工	精修、去毛刺	
11	检验		

表 1-8 垫板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	将毛坯锻成 105 mm×105 mm×20 mm	
2	热处理	退火	
3	铣	铣六面,厚度留单边磨量 0.2~0.3 mm	铣床
4	平磨	磨厚度到上限尺寸,磨侧基面保证互相垂直	平面磨床
5	钳工	画螺纹底孔、销孔、穿丝孔位置	
6	钳工	钻铰 4 - $\phi 8$ 、2 - $\phi 8$ 、4 - M8 螺纹底孔、穿丝孔	钻床
7	钳工	攻 4 - M8 螺纹	
8	平磨	磨厚度及基面见光	平面磨床
9	线切割	按图切割各型腔	线切割机床
10	钳工	精修、去毛刺	
11	检验		

表 1-9 模柄加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	将毛坯锻成 $\phi 40$ mm×80 mm	
2	热处理	退火	
3	粗车	粗车外形,留 0.2~0.3 的精加工余量	车床
4	精车	精车到尺寸,达到加工要求	车床
5	检验		

2. 组装调试模具

(1) 模具装配特点

模具属单件生产。组成模其实体的零件,有些在制造过程中是按照图纸标注的尺寸和公差独立地进行加工的(如落料凹模、冲孔凸模、导柱和导套、模柄等),这类零件一般都是直接进入装配;有些在制造过程中只有部分尺寸可以按照图纸标注尺寸进行加工,须协调相关尺寸;有的在进入装配前须采用配制或合体加工,有的须在装配过程中通过配制取得协调,图纸上标注的这部分尺寸只作为参考(多凸模固定板上的凸模固装孔,须连接固定在一起的板件螺栓孔、销钉孔等)。

因此,模具装配适合于采用集中装配,装配工艺上多采用修配法和调整装配法来保证装配精度,从而实现能用精度不高的组成零件达到较高的装配精度,降低零件加工要求。

(2) 装配技术要求

冲裁模装配后,应达到下述技术要求:

① 模架精度应符合国家标准(JB/T8050—1999《冲模模架技术条件》、JB/T8071—1995《冲模模架精度检查》)规定;模具的闭合高度应符合图纸的规定要求。

② 装配好的冲模,上模沿导柱上、下滑动应平稳、可靠。

③ 凸、凹模间的间隙应符合图纸规定的要求,分布均匀;凸模或凹模的工作行程符合技术条件的规定。

④ 定位和挡料装置的相对位置应符合图纸要求;冲裁模导料板间距离须与图纸规定一致;导料面应与凹模进料方向的中心线平行;带侧压装置的导料板,其侧压板应滑动灵活,工作可靠。

⑤ 卸料和顶件装置的相对位置应符合设计要求,超高量在许用规定范围内,工作面不允许有倾斜或单边偏摆,以保证制件或废料能及时卸下和顺利顶出。

⑥ 紧固件装配应可靠,螺栓螺纹旋入长度在钢件连接时应不小于螺栓的直径,铸件连接时应不小于1.5倍螺栓直径;销钉与每个零件的配合长度应大于1.5倍销钉直径;螺栓和销钉的端面不应露出上、下模座等零件的表面。

⑦ 落料孔或出料槽应畅通无阻,保证制件或废料能自由排出。

⑧ 标准件应能互换,紧固螺钉和定位销钉与其孔的配合应正常、良好。

⑨ 模具在压力机上的安装尺寸须符合选用设备的要求,起吊零件应安全可靠。

⑩ 模具应在生产的条件下进行试验,冲出的制件应符合设计要求。

(3) 角度样板落料模装配工艺过程

① 组件装配

模具总装配前,首先对组装零件进行清洗、检验、加润滑油,然后将主要零件如模架、模柄、凸模等进行组装。

a. 组装模架 现在一般都是采用标准模架,可以根据需要来定制。

b. 组装凸模 将凸模压入凸模固定板,并保证凸模与其固定板垂直,装配后应和固定板表面一起磨平。

c. 组装模柄 将模柄安在上模座上,并应保证模柄部位垂直于上模座的上平面。

② 总装配

a. 装下模(凹模) 根据凹模的外形尺寸找正其在下模座上的位置,将凹模与下模座用平行夹具一起夹紧,按照凹模上螺钉孔在下模座上配钻出连接孔,然后再加工出顶杆的通孔和螺钉的沉头孔,卸下平行夹具,用螺钉将凹模和下模座连接起来,拧紧螺钉,再将凹模与下模座用平行夹具一起夹紧,按照凹模上销孔在下模座上配钻,铰出销孔,打入销子。

b. 装上模 按照装配好的下模初步找正凸模与凹模的相对位置,用平行夹具将凸模组件、垫板和上模座一起夹紧,按照凸模固定板上螺钉孔配钻垫板和上模座的螺纹通孔,并在上模座上加工出沉头孔,用内六角螺钉将三者连接起来,利用间隙找正法(测量法、透光法、利用工艺定位器及工艺尺寸来调整间隙、镀铜法、涂层法等)保证凸模与凹模间隙均匀。

c. 调整凸、凹模间隙 合拢上、下模,以凹模为基准,用切纸法精确找正凸模位置。如果凸模与凹模的孔不对正,可轻轻敲打凸模固定板,利用螺钉孔的间隙进行调整,直到间隙均匀。

然后再钻、铰出销钉的孔,打入圆柱销。

d. 装卸料板 将卸料板套在凸模上,根据卸料板上螺纹孔配钻出螺纹通孔,在上模座上钻出沉头孔,拧上卸料螺钉,装上橡胶,通过卸料螺钉调平卸料板并保证凸模凹进卸料板厚度0.5 mm。

e. 辅助零件的安装 装上顶料器,放入顶杆和顶件块等。

f. 检验、调试 模具装配完毕后,必须保证装配精度,满足规定的各项技术要求,并要按照模具验收技术条件全面检验模具各部分的功能,如上模座的上平面和下模座的下平面平行(300 mm 长度误差不大于 0.05 mm),模具闭合高度、卸料板卸料状况、顶件系统作用情况、各部位螺钉及销钉是否拧紧以及按图纸检查有无漏装及装错地方。然后可试切打样,进行检查。最后在投入生产前进行试模,并按试模制件调整、修正模具。当试模合格后,模具装配才算基本完成。

3. 试冲

冲模在装配完毕后进行,必须根据其冲裁力的大小将其安装在相适应吨位的压力机上进行试冲和调整,通过试冲才能发现所制造冲模的各种缺陷,并给以适当的调整后,冲出合格的制品零件来,才能交付使用。

(1) 冲模安装前的技术准备工作

冲模在安装调试前,必须做好如下技术准备工作。

① 熟悉冲模的结构及动作原理

在安装调试冲模前,调试工必须首先要熟悉所制零件的形状、尺寸精度和技术要求,掌握所冲零件的工艺流程和各工序要点,熟悉所要调试的冲模结构特点及动作原理,了解冲模的安装方法及应注意的事项。

② 检查冲模的安装条件

a. 冲模的闭合高度必须与压力机的装模高度相符。在安装冲模前,冲模的闭合高度必须经过测定,其值要满足下式关系:

$$H_1 - 5 \geq H_{\text{模}} \geq H_2 + 10$$

式中: H_1 ——压力机最大装模高度(mm);

H_2 ——压力机最小装模高度(mm);

$H_{\text{模}}$ ——冲模的闭合高度(mm)。

当多套冲模联合安装在同一台压力机上实现多工位冲压时,其各套冲模的闭合高度应相同。

b. 压力机的公称压力应满足冲模工艺的要求。即所选用的压力机吨位必须要大于模具冲压力的 1.2~1.3 倍。

c. 冲模的各安装槽(孔)位置必须与压力机各安装槽孔相适应。

d. 压力机工作台面的漏料孔尺寸应大于或能通过制品及废料尺寸,并且压力机的工作台尺寸、滑块底面尺寸应能满足冲模的正确安装,即留有一定的余地。一般情况下,冲床的工作台面应大于冲模模板尺寸 50~70 mm 以上。

e. 冲模打料杆的长度与直径应与压力机上的打料机构相适应。

③ 检查压力机的技术状态

a. 压力机的刹车、离合器及操作机构应工作正常。

b. 压力机上的打料螺钉应调整到合适的位置。

c. 压力机上的压缩空气垫操作要灵活、可靠。

d. 压力机的工作形式应与冲模结构形式相吻合。例如：开式冲床(压力机)适用于左、右方向送、出料的冲压作业，自动冲床可保证较高的生产率。

e. 压力机滑块行程大小要满足冲模的冲压要求，即压力机的行程应满足制品高度尺寸要求，并保证冲压后制品能顺利地冲模中取出(弯曲、拉深、冷挤压模)；其行程次数(滑块每分钟冲压次数)应符合生产率和材料变形速度的要求。

f. 压力机的电动机功率应大于冲模冲压时所计算的功率值。

g. 压力机应能保证使用的方便和安全性。

④ 检查冲模的表面质量

a. 根据冲模图样检查冲模零件是否齐全。

b. 检查冲模表面是否符合技术要求。

c. 检查冲模的工作部位(凸、凹模)、定位卸料部位是否符合图样要求。

d. 检查导向部位是否工作灵活。

e. 检查各紧固螺钉、销钉安装得是否紧固。

(2) 冲模的安装方法

① 调整压力机，使之工作正常。安装冲模的压力机必须要有足够的刚性、强度和精度。在冲模安装前，须将压力机事先调整好，使之能在工作状态下正常运转，即压力机的制动器、离合器及操纵机构工作要灵活可靠。其调整检查的方法是：先开启电源，踩一下脚踏板或按手柄，看滑块是否有不正常的连冲现象，动作是否平稳，若发现异常，应在排除故障后再安装冲模。

② 清除压力机工作台面及冲模上、下底面异物，不得有任何污物及金属渣屑存在。

③ 准备好安装冲模用的紧固螺栓、螺母、压板、垫块、垫板及冲模所需要的顶杆、推杆等附件。

④ 用手搬动压力机飞轮(中、大型压力机用微动电按钮)，将压力机滑块调节到压力机的上止点(滑块运行最高位置)。

⑤ 转动压力机的调节螺杆，将其调节到最短长度。

⑥ 将冲模放在压力机工作台上。对于无导柱的冲模，可用木块将上模托起；有导柱的冲模，直接放在工作台上。

⑦ 用手搬动压力机飞轮，使滑块慢慢靠近上模，并将模柄对准滑块孔，然后再使滑块缓慢下移，直至滑块下平面贴紧上模的上平面后，拧紧紧固螺钉，将上模固紧在滑块上。

⑧ 将压力机滑块上调 3~5 mm，开动压力机，使滑块停在上止点。擦净导柱、导套及滑块各部位，加上润滑油，再开动压力机空行程 2~3 次，将滑块停于下止点，并依靠导柱和导套的自动调节把上、下模导正，然后将下模的压板螺钉紧固。用压块(压板)将下模紧固在工作台面上时，其紧固用的螺栓拧入螺孔中的长度应大于螺栓直径的 1.5~2 倍。

⑨ 放上条料进行试冲。根据试冲情况，可调节上滑块的高度，直至能冲下合格的零件后，再锁紧调节螺杆。

⑩ 如上模有顶杆时(打料杆)，则应调整压力机上的卸料螺栓到需要的高度；如冲模需要使用气垫，则应调节压缩空气到适当的压力。

(3) 冲模的试冲

如前所述：冲模制造的最终目的，是能够使它生产出符合技术要求的产品(冲压件)。所

以,在制造冲模时,尽管使用已检验合格的零件将冲模组装起来,但仍须在符合生产条件的情况下进行试验(试模),这样才能保证所制造的冲模质量。在冲模试冲过程中,如发现所冲试件不符合产品零件图的技术要求或冲模使用出现故障,不管它是因制造中产生的毛病或是因设计工艺缺陷所致,均应立即纠正和改进。试模时,一定要按技术规程和要求进行,以防将冲模损坏。

4. 维修模具

冲裁件产生缺陷的原因及调整解决办法见表 1-10。

表 1-10 冲裁件产生缺陷的原因及调整

序号	质量问题	原因分析	解决办法
1	制件断面光亮带太宽,有齿状毛刺	冲裁间隙太小	减小落料模的凸模或加大冲孔模的凹模并保证合理间隙
2	制件断面粗糙圆角大,光亮带小,有拉长毛刺	冲裁间隙太大	更换或返修落料模的凸模或冲孔模的凹模并保证合理间隙
3	制件断面光亮带不均匀或一边有带斜度的毛刺	冲裁间隙不均匀	返修凸模或凹模并调整到间隙均匀
4	落料后制件呈弧形面	凹模有倒锥或顶板与制件接触面小	返修凹模,调整顶板
5	校正后制件尺寸超差	落料后制件呈弧形面所致,多见于下出件冲模	减小落料模凹模或改换有弹顶装置的落料模
6	内孔与外形位置偏移	1. 挡料销位置不正确 2. 导正销过小 3. 侧刃定距不准	1. 修正挡料销位置 2. 更换导正销 3. 修正侧刃
7	孔口破裂或制件变形	1. 导正销大于孔径 2. 导正销定位不准	1. 修正导正销 2. 纠正定位误差
8	工件扭曲	1. 材料内应力造成 2. 顶出制件时作用力不均匀	1. 改变排样或对材料淬火处理 2. 调整模具使顶板正常工作
9	啃口	1. 导柱与导套间隙过大 2. 推件块上的孔不垂直,使小凸模偏位 3. 凸模或导柱安装不垂直 4. 平行度误差积累	1. 返修或更换导柱导套 2. 返修或更换推件块 3. 重新装配,保证垂直度 4. 重新修磨装配
10	脱料不正常	1. 卸料板与凸模配合过紧,卸料板倾斜,其他卸料件装置不当 2. 弹簧或橡胶弹力不够 3. 凹模落料孔与下模座漏料孔没有对正 4. 凹模有倒锥	1. 修整卸料板 2. 更换弹簧或橡胶 3. 修整漏料孔 4. 修整凹模

【任务评价】

任务九 考核评价表

任务名称：加工、组装调试与维修模具

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 加工模具零件 2. 组装调试模具 3. 试冲 4. 维修模具	1. 根据模具零件图加工出合格的零件 2. 正确组装出模具 3. 按压力机正确的操作程序完成模具的试冲 4. 根据试冲结果,对模具进行合理调整				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：		日期：					

- 注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 写出凸模、凹模的加工工艺流程。
2. 凹模零件上螺纹孔怎么加工？应在热处理前加工还是在热处理后加工？
3. 固定板、垫板上的一些配孔怎么加工？
4. 凸、凹模的刃口怎么加工？怎么给补偿值？
5. 凸模和固定板孔是什么配合？补偿值怎么给？
6. 简述单工序模的装配流程。
7. 怎么调整凸、凹模的间隙，并使之趋于合理？
8. 写出装模和试模过程以及注意事项。
9. 写出试模过程中冲裁件的缺陷，说明原因并解决。
10. 总结一下，在单工序模具设计、加工、装配和试模调模整个过程中出现的问题和解决方法。

教学项目二 摩托车排气管垫片倒装复合模设计与制作

【项目介绍】

如图 2-1 所示为摩托车排气管垫片零件,要求通过设计与制作链板复合模来生产该产品。

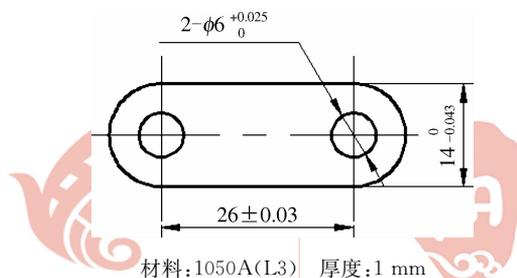


图 2-1 排气管垫片零件图

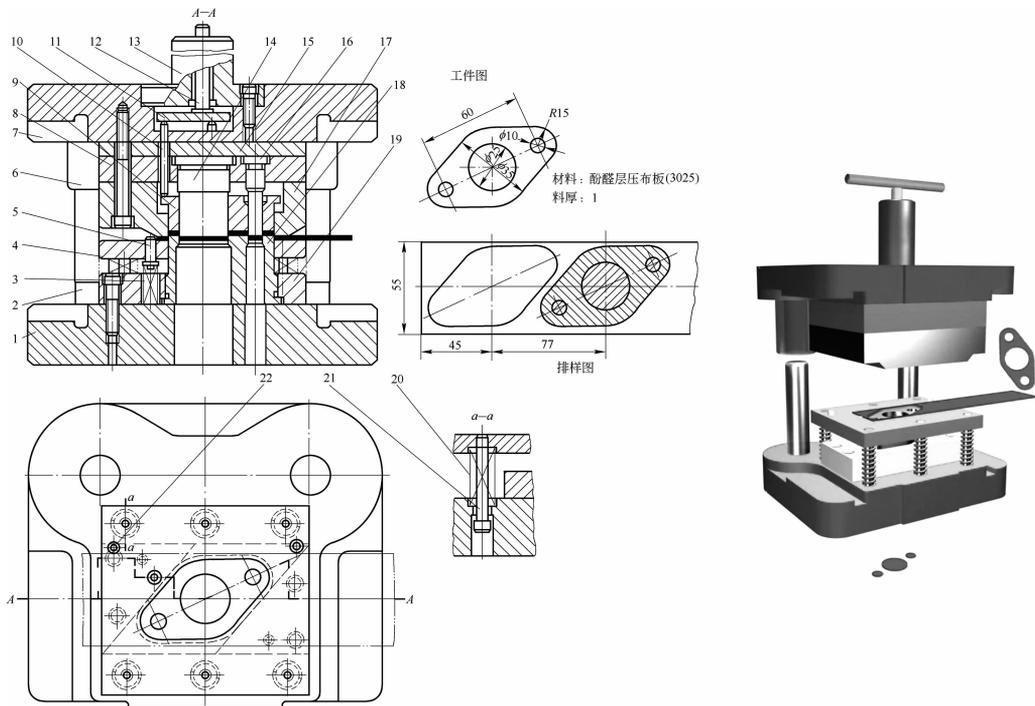
为了使摩托车排气管在排气时不发生漏气的现象,需在排气管的连接处两块橡胶皮中间加装一零件。为了满足这一功能,特设计了该零件。

通过该项目的学习,可以掌握倒装式复合模的设计与制作、组装调试与试冲,可以更好地为下面项目的实施打下良好的理论和实践基础。

任务一 拆绘倒装式复合模

【任务描述】

图 2-2 所示为一典型倒装式复合模,根据模具拆卸的原则,拆卸模具并绘制模具的装配草图。熟悉典型倒装式复合模的结构后,设计并制作链板复合模。



- 1—下模座 2—导柱 3、20—弹簧 4—卸料板 5—活动挡料销 6—导套 7—上模座 8—凸模固定板
9—推件块 10—连接推杆 11—推板 12—打杆 13—模柄 14、16—冲孔凸模 15—垫板 17—落料凹模
18—凸凹模 19—固定板 21—卸料螺钉 22—导料销

图 2-2 倒装复合模

【任务目标】

- (1) 掌握复合模的拆卸步骤,对复合模的结构有一定的了解。
- (2) 运用 AutoCAD 绘制模具的装配图。

【知识储备】

任一倒装式复合模、拆卸工具。

【任务实施】

1. 拆卸模具

依据拆卸原则和步骤,下面就以倒装式复合模拆卸为例,简要地说明模具拆卸的过程。

(1) 拆卸步骤

① 看懂模具图,熟悉模具结构,理解模具的工作原理、工作过程,了解每一个模具零件在模具中的作用。

② 分开上、下模,将上、下模平放在钳工工作台上。

③ 先拆卸上模部分。用开口扳子松开外六角螺母,再用 8 mm 内六角扳子拆卸螺钉,用出销器拆卸销钉,取下落料凹模、凸模组件、垫板、推件块等,拆下的零件清理干净并在工作台上摆放整齐(下同)。

④ 再拆卸下模部分。用 6 mm 内六角扳子拆卸卸料螺钉,取下卸料板和弹簧。

⑤ 用 8 mm 内六角扳子松开内六角螺钉,用出销器拆卸销钉,取下凸凹模组件和垫板(带垫板)。

(2) 注意事项

模具拆卸时,一般拆卸是按从外部拆至内部、从上部拆到下部,先拆成部件或组件、再拆成零件的原则进行。另外在拆卸中还必须注意下列原则:

① 对不易拆卸或拆卸后会降低连接质量和损坏一部分连接零件的连接部位,应当尽量避免拆卸,例如,凸模与固定板的连接,过盈连接,导柱、导套连接件等。

② 用击卸法冲击零件时,必须垫好衬垫,或者用软材料(如紫铜)做的锤子或冲棒,以防止损坏零件的表面。

③ 容易产生位移而无定位装置或有方向性的零件(如各个板的相对位置),在拆卸后应先做好标记,以便在装配时容易辨认。

④ 对于精密的模具零件,如凸模、凹模和型芯等,应放在专用的盘内或单独存放,以免碰伤工作部位。

⑤ 拆下的零件应尽快清洗,以免生锈腐蚀,最好涂上润滑油。

2. 绘制装配草图

模具拆好后,把拆下来的零件进行测量,取得其尺寸后,根据作图标准绘制模具的装配草图。装配草图分别用手工绘图和 AutoCAD 绘图。

【任务评价】

任务一 考核评价表

任务名称：拆绘倒装式复合模

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 模具拆卸的合理性 2. 模具装配草图的绘制	1. 拆模步骤是否正确 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 写出复合模的拆卸过程。
2. 画出所拆复合模的装配图。

任务二 分析垫片的工艺性

【任务描述】

在编制冲压工艺规程和设计模具结构之前,应从工艺角度分析冲裁件设计得是否合理,是否符合冲裁的工艺要求。

上一个项目中,已经对冲裁件的工艺性进行了一定的说明,在此不再重复。下面分析垫片的工艺性,主要包括垫片的结构与尺寸、精度、材料等几个方面。

【任务目标】

- (1) 了解冲压工艺分析的项目。
- (2) 掌握分析摩托车排气管垫片是否符合冲压工艺的方法。

【知识储备】

相关理论资料。

【任务实施】

1. 冲裁件工艺分析

(1) 材料

纯铝,厚度为 1.0 mm,具有良好的冲压性能。

(2) 工件结构形状

冲裁件结构简单、对称。

(3) 尺寸精度

零件图上所有尺寸公差属于经济级。一般冲压均能满足其尺寸精度要求。

(4) 结论

可以冲裁。

2. 确定工艺方案及模具结构形式

经分析,零件的外形和两个中心孔要求一定的精度,外形不大,根据零件的结构形状,决定采用弹性卸料的倒装式复合模结构形式。



华职教育



和君

【任务评价】

任务二 考核评价表

任务名称：分析垫片的工艺性

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 零件工艺性分析的项目 2. 会分析垫片冲压工艺的方法	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 找出一个冲裁制件，按照分析步骤对制件进行冲裁工艺分析。
2. 根据分析结果，确定采用什么类型的模具结构，画出模具结构草图。

任务三 进行工艺设计与计算

【任务描述】

模具的结构形式确定下来之后,就进入到工艺设计与计算这个阶段。冲裁件在条料上怎么布置,选择多大吨位的压力机,冲裁间隙怎么选择和凸、凹模的刃口尺寸怎么计算?这就是本次任务要解决的问题。

【任务目标】

- (1) 掌握排样设计的方法。
- (2) 掌握冲压力计算方法。
- (3) 能合理选择冲裁间隙。
- (4) 掌握凸、凹模刃口尺寸计算方法。

【知识储备】

相关理论资料。

【任务实施】

1. 设计排样

根据零件的形状,采用直排的排样形式。首先查表确定搭边值。根据零件形状,两工件间取搭边值 $a=2$,侧边取搭边值 $a_1=1.8$ mm。排样图如图 2-3 所示。

条料宽度的计算 据公式:

查表, $\Delta=0.6$

$$\begin{aligned} B_{-\Delta}^0 &= (D_{\max} + 2a)_{-\Delta}^0 \\ &= (40 + 2 \times 2)_{-0.6}^0 \\ &= 44_{-0.6}^0 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. 计算冲压力

由于采用弹压卸料装置的倒装式复合模,故总的冲压力为:

$$F_Z = F + F_x + F_t$$

冲裁力 F 查表, $\tau=300$ MPa

$$F_{\text{落}} = KL_1 t \tau = 1.3 \times 96 \times 1 \times 300 = 37\ 440 \text{ N}$$

$$F_{\text{孔}} = K2L_2 t \tau = 1.3 \times 2 \times 18.84 \times 1 \times 300 = 14\ 695 \text{ N}$$

卸料力 F_x 查表, $K_x=0.05$

$$F_x = K_x F_{\text{落}} = 0.05 \times 37\ 440 = 1\ 872 \text{ N}$$

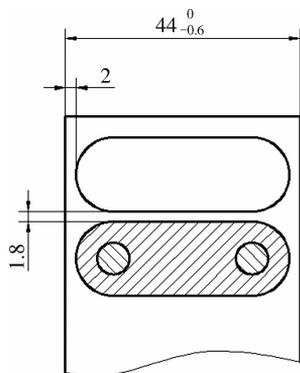


图 2-3 排样图

推件力 F_t

查表, $K_t = 0.08$ $n = h/t = 5/1 = 5$

$$F_t = nK_t F_{\text{孔}} = 5 \times 0.08 \times 14\ 695 = 5\ 878\ \text{N}$$

总冲压力 F_{Σ}

$$\begin{aligned} F_{\Sigma} &= F_{\text{落}} + F_{\text{孔}} + F_x + F_t \\ &= 37\ 440 + 14\ 695 + 1\ 872 + 5\ 878 \\ &= 59.885\ \text{kN} \end{aligned}$$

根据所算出来的总的冲压力,选择压力机的型号为 JB23 - 6.3。

3. 选择冲裁间隙

根据零件的材料和厚度,查表得双面间隙为 0.04~0.06 mm。

4. 计算凸、凹模的刃口尺寸

根据零件的形状,确定采用配合加工法来计算冲模刃口尺寸。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;计算内孔时,应以凸模为基准。

由落料凹模磨损后尺寸变大的有:

$$A = 14_{-0.043}^0$$

由表查得 $\lambda = 1$

所以:

$$A_{\text{凹}} = (A_{\text{max}} - \lambda_{\Delta})_{+\frac{1}{4}\Delta}^0 = (14 - 1 \times 0.043)_{+\frac{0.043}{4}}^0 = 13.957_{+0.018}^0\ \text{mm}$$

凸模尺寸按相应的凹模实际尺寸配制,保证双面间隙为 0.04~0.06 mm。

由冲孔凸模磨损后尺寸变小的有:

$$B = 6_{+0.025}^0$$

由表查得 $\lambda = 0.5$

所以:

$$B_{\text{凸}} = (B_{\text{min}} - \lambda_{\Delta})_{-\frac{1}{4}\Delta}^0 = (6 - 0.5 \times 0.025)_{-0.012}^0 = 5.988_{-0.012}^0\ \text{mm}$$

磨损后尺寸不变的有:

$$C = 26 \pm 0.03$$

所以:

$$C = C \pm \frac{1}{8}\Delta = 26 \pm 0.01\ \text{mm}$$

【任务评价】

任务三 考核评价表

任务名称：进行工艺设计与计算

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 设计排样 2. 计算冲压力 3. 选择冲裁间隙 4. 计算凸、凹模的刃口尺寸	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 在日常生活中找出一制件，包括冲孔和落料这两道工序，试对制件进行排样设计、冲压力计算、选择合理的冲裁间隙和计算刃口尺寸。
2. 总结在工艺设计过程中出现的问题，想出解决方法。

任务四 绘制模具的装配图和零件图

【任务描述】

在理论设计与计算基本完成后,准备进行模具装配图和零件图的绘制,本次任务就是完成模具装配图和零件图绘制,为后续加工做好图纸准备。

【任务目标】

- (1) 绘制模具的装配图。
- (2) 拆绘模具的零件图。

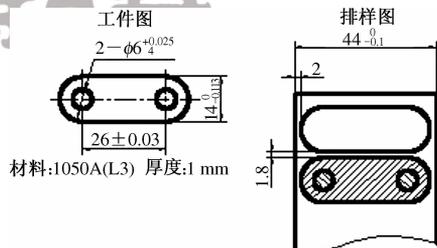
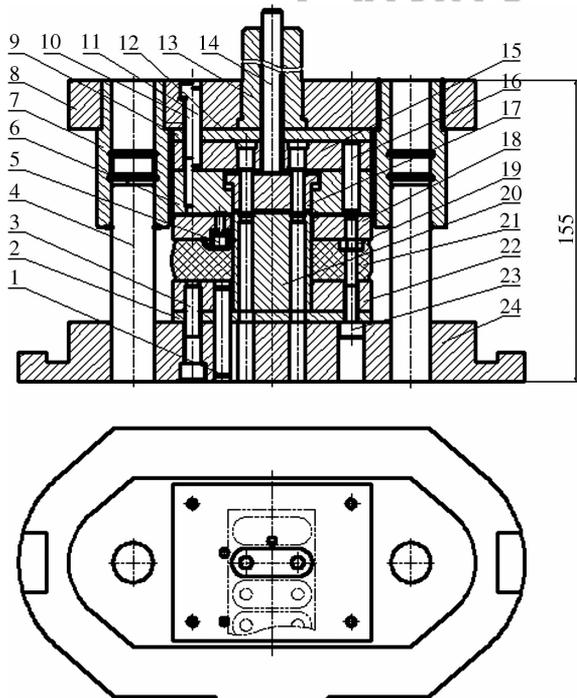
【知识储备】

相关资料、电脑(AutoCAD 软件)。

【任务实施】

1. 绘制模具的装配图

按照绘制的模具装配草图,运用 AutoCAD 软件绘制模具的装配图,如图 2-4 所示。

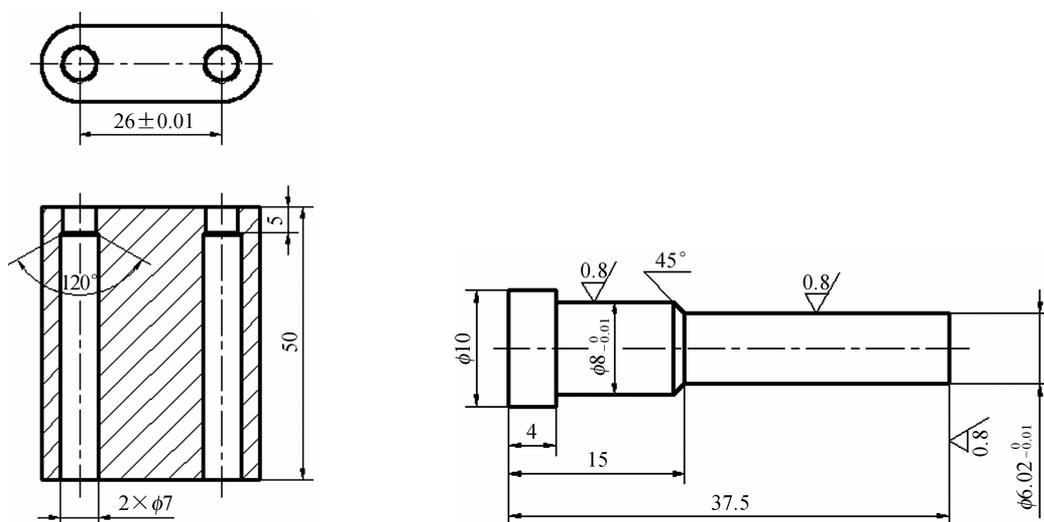


24		下模座	1	H200	
23	GB70.1-2000	卸料螺钉	4	45	M6×55
22		凸凹模固定板	1	45	15×80×100
21		橡皮	2×2	聚氨酯	
20		凸凹模	1	Gr12MoV	
19		螺母 M6	4	45	
18		卸料板	1	45	12×80×100
17		顶件块	1	45	
16	GB/T119.2-2000	圆柱销	2	45	φ8×35
15		凸模固定板	1	45	15×80×100
14		打料杆	1	45	φ10×120
13		模柄	1	45	
12		冲孔凸模	2	Gr12	
11	GB/T119.2-2000	圆柱销	2	45	φ8×40
10	GB70.1-2000	内六角螺栓	4	45	M8×55
9		上模垫板	1	45	6×80×100
8		上模座	1	H200	
7		导套	2	GCr15	
6		落料凹模	1	Gr12MoV	22×80×100
5		导料销	3	45	
4		导柱	2	GCr15	
3	GB70.1-2000	内六角螺栓	4	45	M8×40
2		下模垫板	1	45	6×80×100
1	GB/T119.2-2000	圆柱销	2	45	φ8×45
序号	代号	名称	数量	材料	备注

图 2-4 模具装配图

2. 拆绘模具的零件图

按照绘制的模具装配图,来拆绘模具零件图。图 2-5~图 2-17 所示为主要工作零部件。



技术要求:

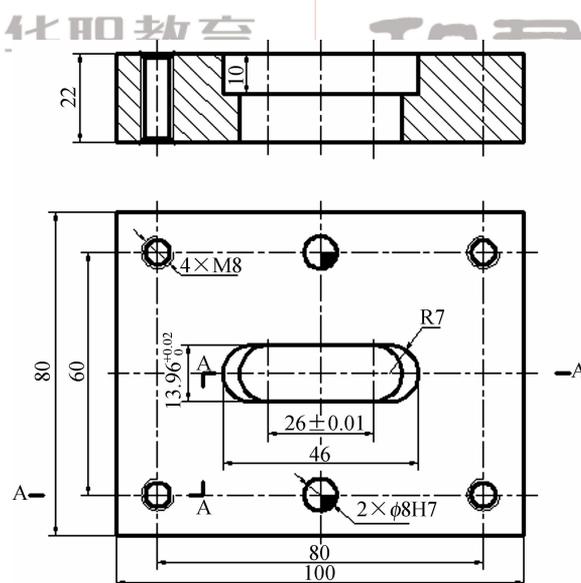
1. 外轮廓尺寸按凹模间隙配作,间隙 0.03 mm。
2. 内轮廓尺寸按冲孔凸模间隙配作,间隙 0.03 mm。
3. 淬火 HRC58~62。

图 2-5 凸凹模

技术要求:

1. 淬火 HRC 58~62。

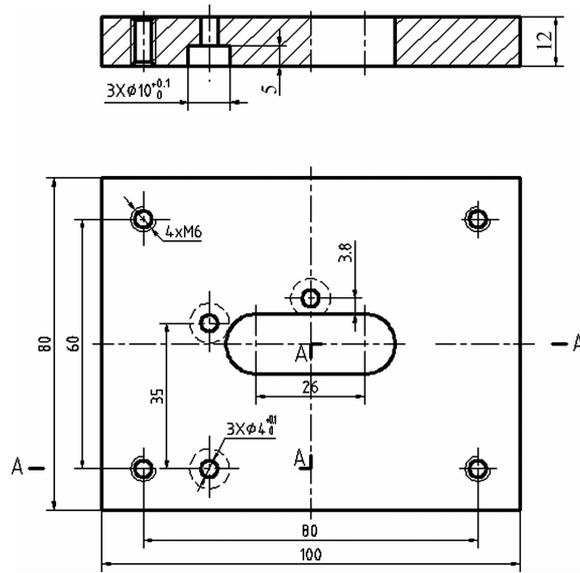
图 2-6 圆凸模



技术要求:

1. 淬火 HRC 62~65。

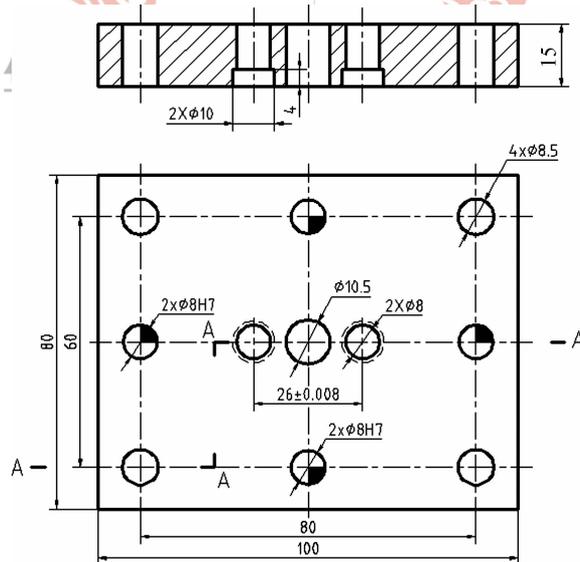
图 2-7 落料凹模



技术要求:

内轮廓尺寸按凸凹模间隙配作,配合间隙为 0.2 mm。

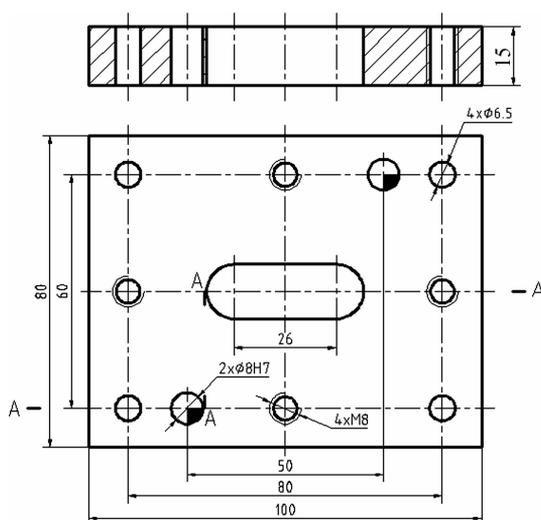
图 2-8 卸料板



技术要求:

$2 \times \phi 8$ 孔按冲孔凸模实际尺寸作过盈配合,过盈量为 0.01 mm。

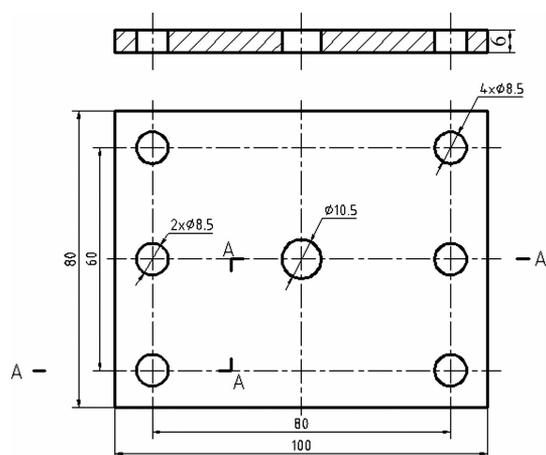
图 2-9 圆凸模固定板



技术要求:

内孔尺寸按凸凹模过盈配合,过盈量 0.01 mm。

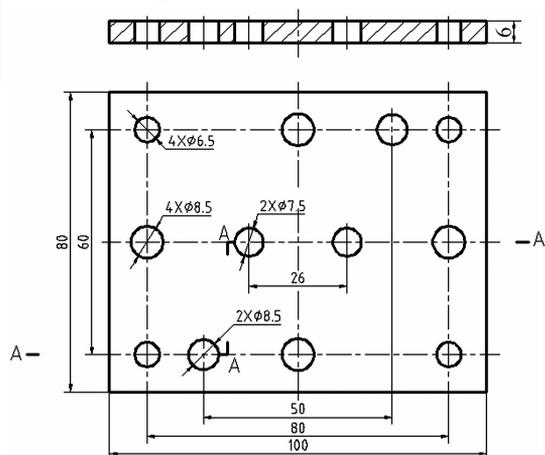
图 2-10 凸凹模固定板



技术要求:

淬火 HRC 45~50。

图 2-11 上模垫板



技术要求:

淬火 HRC 45~50。

图 2-12 下模垫板

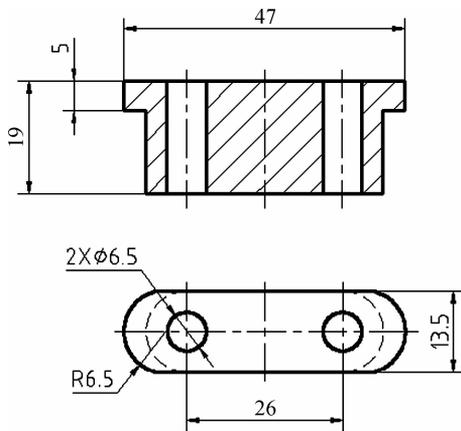
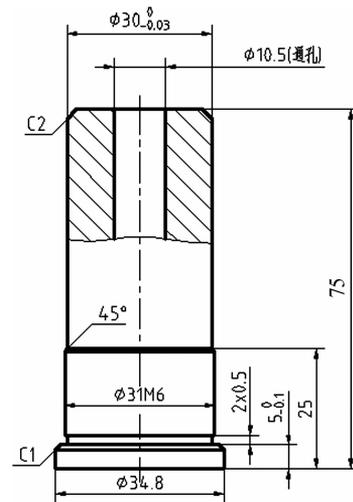


图 2-13 推件块



技术要求：
未注倒角 0.5 mm。

图 2-14 模柄

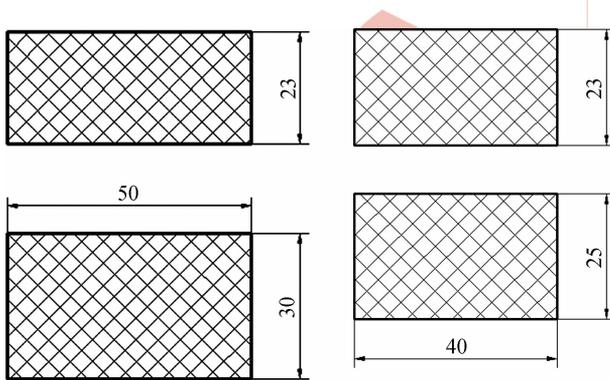
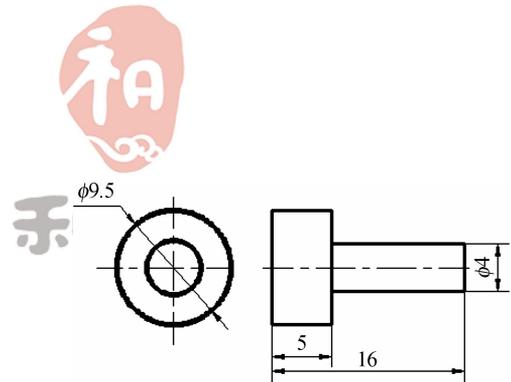


图 2-15 橡皮



技术要求：
未注倒角 0.5 mm。

图 2-16 挡料销

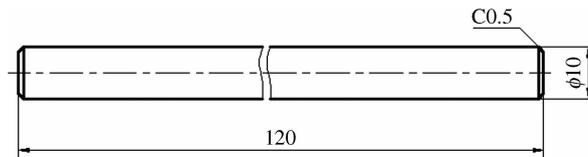


图 2-17 打杆

【任务评价】

任务四 考核评价表

任务名称：绘制模具的装配图和零件图

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 绘制模具的装配图 2. 拆绘模具的零件图	1. 一套完整的模具装配图和零件图 2. 是否符合制图标准				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 绘制复合模的装配图。
2. 绘制模具的零件图。

任务五 加工、组装调试与试冲模具

【任务描述】

模具的装配图和零件图设计并检验之后,就可以根据零件图加工模具零件了。把加工好的每个模具零件按装配图装在一起,符合装配技术要求就可以试模。试模合格后就可以交付使用。模具在冲制零件的过程中,若出现模具磨损或冲裁件质量问题,就要对模具进行维修。

【任务目标】

- (1) 掌握模具零件加工工艺流程。
- (2) 掌握模具组装调试方法。
- (3) 能运用压力机进行试模。
- (4) 能对试模中出现的问题进行修模调整。

【知识储备】

零件坯料、加工机床、刀具。

【任务实施】

1. 加工模具零件

表 2-1 凸凹模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	备料(退火状态)50 mm×25 mm×50 mm	
2	粗铣	铣六面,见光	铣床
3	平面磨	磨高度两平面到尺寸 46 mm	平面磨床
4	钳工	1. 画线 在宽度方一侧留线切割夹位 10 mm 后,分中画凸模轮廓线并画两凹模洞口中心线 2. 钻孔 按凹模洞口中心钻线切割穿丝孔 3. 铰扩凹模落料沉孔达到要求	钻床
5	热处理	淬火 硬度达 HRC 58~62	
6	平面磨	磨高度到 45.4 mm	平面磨床
7	线切割	割凸凹模,并单边留 0.01~0.02 mm 研磨余量	线切割机床
8	钳工	1. 研配 研凸凹模并配入凸模固定板 2. 研磨 各侧壁到 0.8 μm	
9	平面磨	磨高度到要求	平面磨床
10	钳工	总装配	

表 2-2 落料凹模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	备料(退火状态):110 mm×90 mm×30 mm	
2	粗铣	铣六面到尺寸 100.3 mm×80.3 mm×26 mm,注意两大平面与两相邻侧面用标准角尺测量达基本垂直	铣床
3	平面磨	磨光两大平面厚度达 25.6 mm,并磨两相邻侧面达四面垂直,垂直度 0.02 mm/100 mm	平面磨床
4	钳工	1. 画线 画出各孔径中心线并画出凹模洞口轮廓尺寸 2. 钻孔 钻螺纹底孔、销钉底孔、3 个销子容纳孔、凹模洞口穿线孔 3. 铰孔 铰销钉孔到要求 4. 攻丝 攻螺纹丝到要求 5. 铣削 铣削 50 mm×14 mm×13 mm 凹槽至达到要求	钻床
5	热处理	淬火 使硬度达 HRC 60~64	
6	平面磨	磨光两大平面,使厚度达 25.3 mm	平面磨床
7	线切割	割凹模洞口,并留 0.01~0.02 mm 研余量	线切割机床
8	钳工	1. 研磨洞口内壁侧面达 0.8 μm 2. 配推件块到要求	
9	平面磨	磨凹模板上平面厚度至达到要求	平面磨床
10	钳工	总装配	

表 2-3 卸料板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	备料 110 mm×90 mm×15 mm	
2	热处理	调质 硬度 HRC 24~28	
3	粗铣	铣六面达 100.3 mm×80.3 mm×10.6 mm,使两大平面和相邻两侧面基本垂直	铣床
4	平面磨	磨光两大平面,厚度达 10.4 mm;并磨两相邻侧面使四面垂直,垂直度 0.02 mm/100 mm	平面磨床
5	钳工	1. 画线 螺纹孔中心线、穿丝孔中心线、导料销和挡料销中心线 2. 钻孔 螺纹底孔、导料销、挡料销孔、穿丝孔 3. 攻丝 螺纹孔攻丝到要求	钻床
6	线切割	割型孔到要求	线切割机床
7	钳工	1. 型孔与凸凹模装配 2. 导料销和挡料销孔装配 3. 螺纹孔与螺钉装配	
8	钳工	总装配	

表 2-4 圆凸模固定板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	备料 110 mm×90 mm×20 mm	
2	热处理	调质 硬度 HRC 24~28	
3	粗铣	铣六面达 100.3 mm×80.3 mm×16 mm,并使两大平面和相邻两侧面相互基本垂直	铣床
4	平面磨	磨光两大平面厚度达 15.4 mm;并磨两相邻侧面使四面垂直,垂直度 0.02 mm/100 mm	平面磨床
5	钳工	画线 两个穿丝孔的中心线	
6	线切割	割凸模固定孔单边留 0.01~0.02 mm 研余量	线切割机床
7	铣	铣凸模固定孔背面沉孔,达到要求	铣床
8	钳工	研配凸模	
9	平面磨	使圆凸模和固定板上表面处于同一个平面。	平面磨床
10	钳工	总装配 ① 钻孔:上模装配时配孔、铰孔。 ② 用透光层使凸模、凹模间隙均匀后,与上模座板配做销孔	

表 2-5 凸凹模固定板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	备料 110 mm×90 mm×20 mm	
2	热处理	调质 硬度 HRC 24~28	
3	粗铣	铣六面达 100.3 mm×80.3 mm×16 mm,并使两大平面和相邻两侧面基本垂直	铣床
4	平面磨	磨光两大平面厚度达 15.4 mm;并磨两相邻侧面使四面垂直,垂直度 0.02 mm/100 mm	平面磨床
5	钳工	1. 画线 螺纹孔中心线、销钉孔中心线、穿丝孔中心线 2. 钻孔 螺纹底孔、凸凹模固定孔线切割穿线孔 3. 攻丝 攻螺纹底丝到要求	
6	线切割	割凸模固定孔,单边留 0.01~0.02 mm 研余量	线切割机床
7	钳工	研配 将凸凹模配入固定孔	
8	平面磨	使凸凹模和固定板下表面处于同一个平面	平面磨床
9	钳工	装配 与下模座配做销钉孔	

表 2-6 上模垫板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	备料(退火状态): 110 mm×90 mm×15 mm	
2	粗铣	铣六面达 100.3 mm×80.3 mm×11 mm,并使两大平面和相邻两侧面基本垂直	铣床
3	平面磨	磨光两大平面,厚度达 10.6 mm;并磨两相邻侧面使四面垂直,垂直度 0.02 mm/100 mm	平面磨床
4	钳工	1. 配钻 1 四个孔与凹模四个螺纹孔配钻。钻孔螺纹底孔,凸凹模固定孔线切割穿线孔 2. 配钻 2 两个销孔与凹模销孔配钻、铰 3. 配钻 3 两个销孔与圆凸模两个销孔配钻、铰 4. 画线 打中间直径为 8.5 mm 的孔	钻床
5	热处理	淬火 HRC 45~50	
6	平面磨	磨两大平面厚度至达到要求	平面磨床
7	钳工	总装配	

表 2-7 下模垫板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	备料(退火状态): 110 mm×90 mm×15 mm	
2	粗铣	铣六面达 100.3 mm×80.3 mm×11 mm,并使两大平面和相邻两侧面基本垂直	铣床
3	平面磨	磨光两大平面,厚度达 10.6 mm;并磨两相邻侧面使四面垂直,垂直度 0.02 mm/100 mm	平面磨床
4	钳工	1. 画线 紧固螺钉过孔中心线 2. 钻孔 钻两个直径为 7 mm 漏料孔达到要求,反面扩成直径为 8.5 mm、深 6 mm 的孔 3. 利用卸料板 M6 的螺纹底孔来配钻四个直径为 7 mm 的螺纹通孔;利用凸凹模固定板上 M8 的螺纹底孔来配钻四个直径为 8.5 mm 的螺纹底孔 4. 检查无误后配钻、铰销孔来定位	钻床
5	热处理	淬火 HRC 45~50	
6	平面磨	磨两大平面厚度达要求	
7	钳工	总装配	

2. 组装调试模具

(1) 装配复合模原则

复合模属于单工位模具。复合模的装配程序和装配方法相当于在同一工位上先装配冲孔

模,然后以冲孔模为基准,再装配落料模。基于此原理,装配复合模应遵循以下原则:复合模装配应以凸凹模作装配基准件,先将装有凸凹模的固定板用螺栓和销钉安装、固定在指定模座的相应位置上;再按凸凹模的内形装配、调整冲孔凸模固定板的相对位置,使冲孔凸、凹模间的间隙趋于均匀,用螺栓固定;然后再以凸凹模的外形为基准,装配、调整落料凹模相对凸凹模的位置,调整间隙,用螺栓固定。

(2) 装配技术要求

模具的装配技术要求在项目一中已详细介绍,这里不再赘述。

(3) 链板复合模装配工艺过程

① 组件装配(清洗、检验、加润滑油)

模具总装配前,将主要零件如模架、模柄、凸模等进行组装。

a. 组装模架。

b. 组装凸模 将冲孔凸模压入凸模固定板,并保证凸模与其固定板垂直,装配后应磨平凸模底面。然后放上凹模,磨平凸模和凹模的刃口面。

c. 组装顶板 安装凸模与其固定板在顶板上,拧紧螺钉,打上销钉。

d. 组装模柄 将模柄安在顶板上,并应保证模柄部位垂直于顶板的上平面。

② 总装配

a. 装上模 首先翻转凹模及组件,用凸凹模校正凸模与凹模的相对位置,并用间隙找正法(测量法、透光法、利用工艺定位器及工艺尺寸来调整间隙、镀铜法、涂层法等)保证凸模与凹模间隙均匀,然后从下面上紧螺钉。

b. 配下模(凸凹模) 合上上模,根据上模找凸凹模在下模座上的位置;夹紧下模部分后移去上模,按照凸凹模螺钉孔确定下模座的连接孔。在下模座上画出排料孔,并按凸凹模孔每边加大1~1.5 mm加工出漏料孔。最后再用螺钉连接下模座。将卸料板套在凸凹模上,配钻卸料板上螺钉孔。

c. 调整凸凹模间隙 合拢上、下模,以凹模为基准,用切纸法精确找正凸凹模位置。如果凸模与凸凹模的孔不对正,可轻轻敲打与凸模固定板连接的顶板,利用螺钉孔的间隙进行调整,直到间隙均匀。然后再钻铰销钉的孔,打入圆柱销。

d. 辅助零件的安装 安上压力弹簧和顶料器后打入圆柱销,装导料、挡料销及弹簧等。调整卸料板,拧上弹簧退料板螺钉。

e. 检验、调试 模具装配完毕后,必须保证装配精度,满足规定的各项技术要求,并要按照模具验收技术条件,全面检验模具各部分的功能。如上模座的上平面和下模座的下平面平行(300 mm长度误差小于0.05 mm)、模具闭合高度、卸料板状况、漏料孔及退件系统情况、各部位螺钉及销钉是否拧紧以及按图纸检查有无漏装及装错地方。然后可试切打样,进行检查。最后在投入生产前进行试模,并按试模制件调整、修正模具,当试模合格后,模具装配才算基本完成。

3. 试冲

试冲要求在项目一中已详细介绍,这里不再赘述。

【任务评价】

任务五 考核评价表

任务名称：加工、组装调试与试冲模具

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 加工模具零件 2. 组装调试模具 3. 试冲 4. 维修模具	1. 书面作业和检修报告 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

- 注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

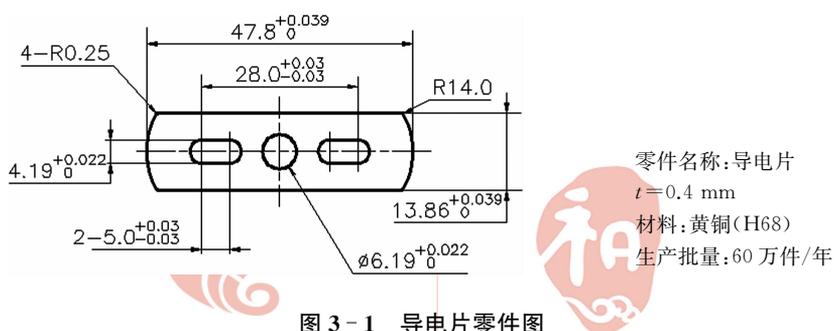
【练习思考】

1. 写出工作零件的加工工艺流程。
2. 写出装配复合模的工艺步骤。
3. 写出凸、凹模装入固定板后需要达到的技术要求。
4. 写出复合模间隙的调整方法。
5. 总结在复合模模具设计、加工、装配和试模调模整个过程中出现的问题和解决方法。

教学项目三 用侧刃定距冲孔落料 级进模设计与制作

【项目介绍】

如图 3-1 所示为导电片零件,要求通过设计与制作导电片级进模来生产该产品。



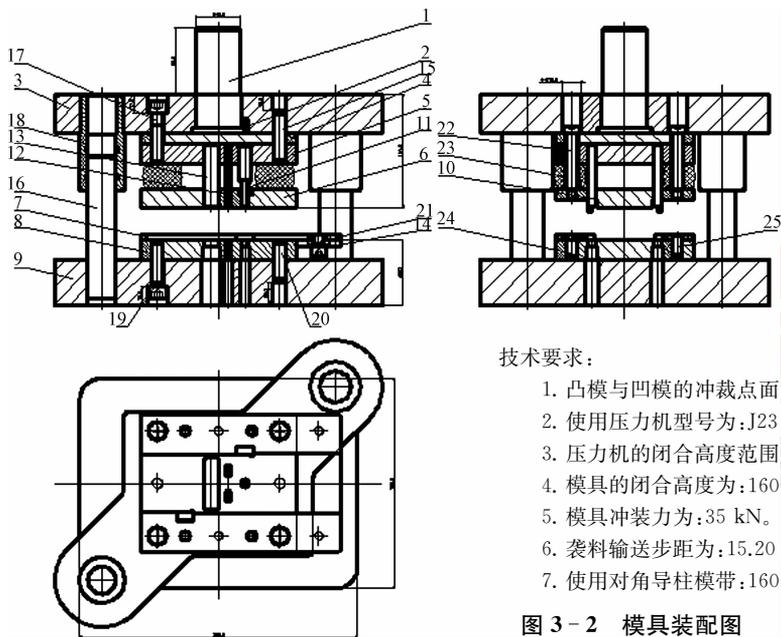
该导电片零件来源于某行星减速机有限公司,为了满足该企业的生产需求,特设计并制作可冲制该零件的模具。

通过该项目的学习,可以掌握采用侧刃定距的级进模的设计与制作、组装调试与试冲,可以更好地为多工位级进模项目的实施打下良好的理论和实践基础。

任务一 拆绘级进模

【任务描述】

图 3-2 所示为导电片模具装配图,根据模具拆卸的原则,拆卸模具并绘制模具的装配草图。



技术要求:

1. 凸模与凹模的冲裁点面间隙为 0.04 mm。
2. 使用压力机型号为:J23-25;压力机电位:250 kN。
3. 压力机的闭合高度范围为:180~135 mm。
4. 模具的闭合高度为:160 mm。
5. 模具冲装力为:35 kN。
6. 送料输送步距为:15.20 mm。
7. 使用对角导柱模带:160×125×140~170 IGB/T2851.1-1990。

图 3-2 模具装配图

表 3-1 模具零件

序号	代号	名称	数量	材料	备注
1		模柄	1	Q235	
2	GB/T119.2—2000	止转销	1	45	4 * 10
3	GB/T2855.1—1990	上模座	1	HT200	上模座 140×125×35
4		上模板	1	45	
5		凸模固定板	1	45	
6		卸料板	1	45	
7		导料板	各 1	45	
8		四模板	1	Cr12	

续 表

序号	代 号	名 称	数量	材 料	备 注
9	GB/T2855.2—1990	下模座	1	HT200	下模座 140×125×40
10		削皮凸模	2	T8A	
11		冲孔凸模	1	Cr12	
12		腰子形凸模	2	Cr12	
13		幕料凸模	1	Cr12	
14		托料板	1	45	
15	GB/T2861.2—1990	导柱	2	20	导柱 825h5×130×35
16	GB/T2861.6—1990	导套	2	20	导套 A25H6×85×33
17	GB/T70.1—2000	内六角圆柱头螺钉	4	35	M10 * 45
18	GB/T119.2—2000	圆柱销	2	45	10 * 45
19	GB/T70.1—2000	内六角圆柱头螺钉	4	35	M10 * 40
20	GB/T119.2—2000	圆柱销	2	45	10 * 35
21	GB/T70.1—2000	内六角圆柱头螺钉	2	35	M8 * 12
22		卸料螺钉	4	45	
23		橡胶	若干		
24	GB/T69—2000	沉头螺钉	4	45	M10 * 15
25	GB/T119.2—2000	圆柱销	2	45	8 * 20

【任务目标】

- (1) 拆卸模具。
- (2) 绘制装配草图。

【知识储备】

用侧刃定距级进模、拆卸工具。

【任务实施】

1. 拆卸模具

根据拆卸原则和方法拆卸模具,掌握用侧刃定距级进模的结构。拆卸原则和方法前面已有说明,这里不再讲述。

2. 绘制装配草图

模具拆好后,将拆下来的零件进行测量,取得其尺寸后,根据作图标准绘制模具的装配草图。装配草图分别用手工绘图和 AutoCAD 绘图。

【任务评价】

任务一 考核评价表

任务名称：拆绘级进模

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 模具拆卸的合理性 2. 模具装配草图的绘制	1. 模具拆卸步骤的合理性是否与正确的拆卸步骤一致 2. 装配图是否按制图标准绘制 3. 装配图的绘制，是否正确全面表达级进模的结构				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：		日期：					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

任务二 分析导电片的工艺性

【任务描述】

在编制冲压工艺规程和设计模具之前,应从工艺角度分析冲裁件设计得是否合理,是否符合冲裁的工艺要求。

下面分析导电片的工艺性,主要包括导电片的结构与尺寸、精度、材料等几个方面。

【任务目标】

分析导电片的结构、材料、精度等,是否符合冲压工艺。

【知识储备】

相关理论资料。

【任务实施】

1. 冲裁件工艺分析

(1) 材料

黄铜(H68),厚度为0.4 mm,具有良好的冲压性能。

(2) 工件结构形状

外形规则,形状对称,四角有0.25 mm的圆角,相连两孔的距离为3.8 mm,满足强度的要求。

(3) 尺寸精度

零件图上所有尺寸公差属于经济级。未注公差属自由公差,可按IT12级选用。一般冲压均能满足其尺寸精度要求。

(4) 结论

可以冲裁。

2. 确定工艺方案及模具结构形式

经分析,该工件具有一定的尺寸精度要求,以及外形不大、工件产量不大、零件的厚度较薄(0.4 mm)的特点。为保证工件的精度,经比较决定采用侧刃定距、弹性卸料、自然漏料方式的级进冲裁模结构形式。

【任务评价】

任务二 考核评价表

任务名称：分析导电片的工艺性

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 零件工艺性分析 2. 模具结构形式的确定	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：		日期：					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

任务三 进行工艺设计与计算

【任务描述】

模具的结构形式确定下来之后,就进入到工艺设计与计算这个阶段。冲裁件在条料上怎么布置,选择多大吨位的压力机,冲裁间隙怎么选择和凸、凹模的刃口尺寸怎么计算?这就是本次任务要解决的问题。

【任务目标】

- (1) 设计排样。
- (2) 计算冲压力。
- (3) 选择冲裁间隙。
- (4) 计算凸、凹模的刃口尺寸。

【知识储备】

相关理论资料。

【任务实施】

1. 设计排样

首先查表确定搭边值。根据零件形状,两工件间按矩形取搭边值 $a = 1.34$,侧边按圆形取搭边值 $a_1 = 1.6 \text{ mm}$,排样图如图 3-3 所示。

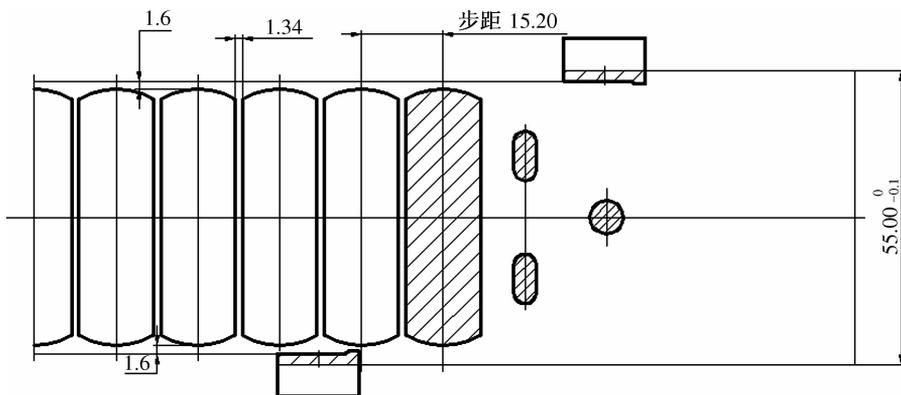


图 3-3 排样图

条料宽度的计算 据公式:

查表, $\Delta = 0.1$

$$B_{-\Delta}^0 = (L_{\max} + 2a + nb_1)_{-\Delta}^0$$

$$\begin{aligned}
 &= (47.8 + 2 \times 1.6 + 2 \times 2)_{-0.1}^0 \\
 &= 55_{-0.1}^0 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

2. 计算冲压力

由于冲模采用弹性卸料装置和下出件方式,故总的冲压力为:

$$F_{\Sigma} = F + F_x + F_t$$

冲裁力 F 查表, $\tau = 300 \text{ MPa}$

$$F_{\text{落}} = KL_1 t \tau = 1.3 \times 133 \times 0.4 \times 300 = 20\,784 \text{ N}$$

$$F_{\text{孔}} = KL_2 t \tau = 1.3 \times 56 \times 0.4 \times 300 = 8\,736 \text{ N}$$

卸料力 F_x 查表, $K_x = 0.05$

$$F_x = K_x F_{\text{落}} = 0.05 \times 20\,784 = 1\,039 \text{ N}$$

推件力 F_t 查表, $K_t = 0.08$ $n = \frac{h}{t} = \frac{5}{0.4} = 13$

$$F_t = n K_t F_{\text{孔}} = 13 \times 0.08 \times 8\,736 = 700 \text{ N}$$

总冲压力

$$\begin{aligned}
 F_{\Sigma} &= F_{\text{落}} + F_{\text{孔}} + F_x + F_t \\
 &= 35 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

3. 选择冲裁间隙

根据零件的材料和厚度,查表得双面间隙为 $0.04 \sim 0.06 \text{ mm}$ 。

4. 计算凸、凹模的刃口尺寸

根据零件的形状,确定采用配合加工法来计算冲模刃口尺寸。在计算冲模刃尺寸时需要注意:计算工件外形落料时应以凹模为基准;计算内孔时应以凸模为基准。

由落料凹模磨损后尺寸变大的有:

$$A = 47.8_{-0}^{+0.039} \quad A = 13.86_{-0}^{+0.039}$$

由表查得 $\lambda = 1$

所以:

$$A_{\text{凹}} = (A_{\text{max}} - \lambda \Delta)_{-\frac{1}{4}\Delta}^{+\frac{1}{4}\Delta} = (47.8 - 1 \times 0.039)_{-\frac{0.039}{4}}^{+\frac{0.039}{4}} = 47.76_{-0}^{+0.01} \text{ mm}$$

$$A_{\text{凹}} = (A_{\text{max}} - \lambda \Delta)_{-\frac{1}{4}\Delta}^{+\frac{1}{4}\Delta} = (13.86 - 1 \times 0.039)_{-\frac{0.039}{4}}^{+\frac{0.039}{4}} = 13.82_{-0}^{+0.01} \text{ mm}$$

凸模尺寸按相应的凹模实际尺寸配制,保证双面间隙为 $0.04 \sim 0.06 \text{ mm}$ 。

由冲孔凸模磨损后尺寸变小的有:

$$B = 6.19_{-0}^{+0.022} \quad B = 4.19_{-0}^{+0.022}$$

由表查得 $\lambda = 0.5$

所以:

$$B_{\text{凸}} = (B_{\text{min}} - \lambda \Delta)_{-\frac{1}{4}\Delta}^0 = (6.19 - 0.5 \times 0.022)_{-\frac{0.022}{4}}^0 = 6.179_{-0.006}^0 \text{ mm}$$

$$B_{\text{凸}} = (B_{\text{min}} - \lambda \Delta)_{-\frac{1}{4}\Delta}^0 = (4.19 - 0.5 \times 0.022)_{-\frac{0.022}{4}}^0 = 4.179_{-0.006}^0 \text{ mm}$$

磨损后尺寸不变的有:

$$C = 5 \pm 0.03$$

所以:

$$C = C \pm \frac{1}{8} \Delta = 5 \pm 0.01 \text{ mm}$$

【任务评价】

任务三 考核评价表

任务名称：进行工艺设计与计算

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 设计排样 2. 计算冲压力 3. 选择冲裁间隙 4. 计算凸、凹模的刃口尺寸	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育 日期： 和君							

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

任务四 绘制模具的装配图和零件图

【任务描述】

在理论设计与计算基本完成后,准备进行模具装配图和零件图的绘制,本次任务就是完成模具装配图和零件图绘制,为后续加工做好图纸准备。

【任务目标】

- (1) 绘制模具的装配图。
- (2) 拆绘模具的零件图。

【知识储备】

相关资料、电脑(AutoCAD 软件)。

【任务实施】

1. 绘制模具的装配图

按照绘制的模具装配草图,运用 AutoCAD 软件绘制模具的装配图,见图 3-4。

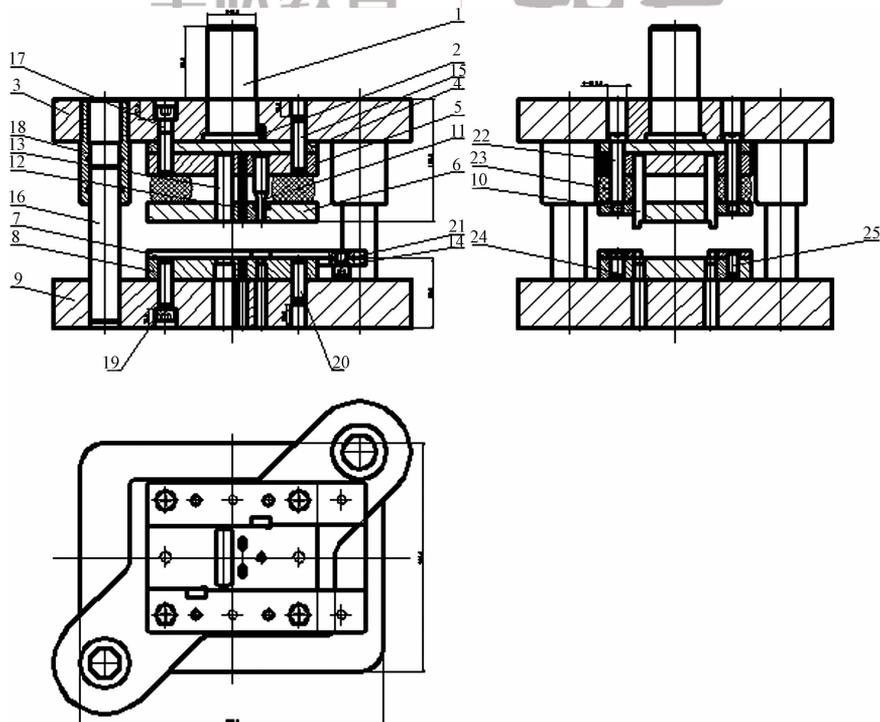
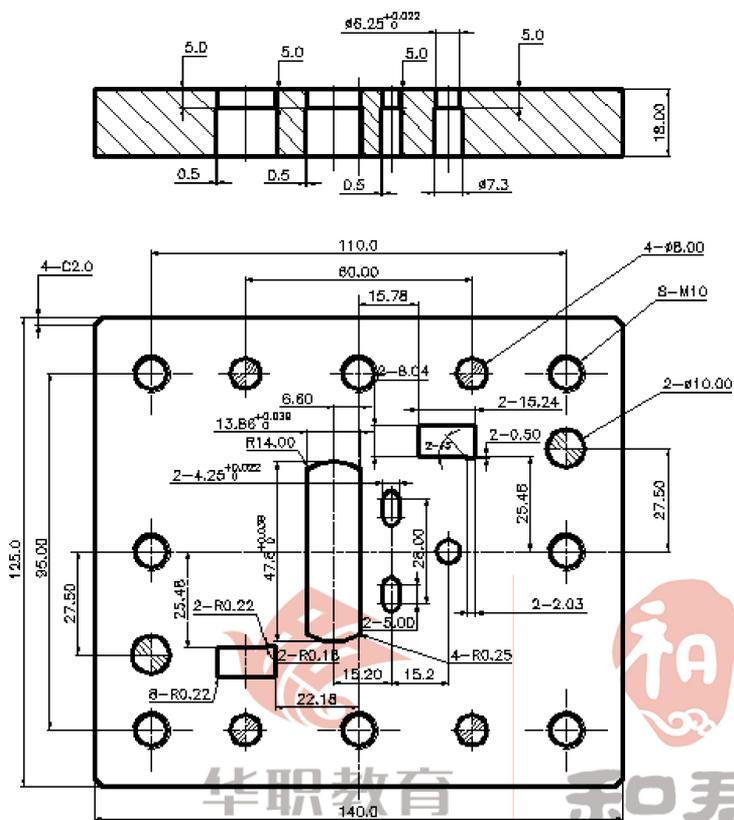


图 3-4 模具装配图

2. 拆绘模具的零件图

按照绘制的模具装配图,来拆绘模具零件图。图 3-5~图 3-13 所示为主要工作零部件。



技术要求:
淬火至 HRC 60~64。

图 3-5 凹模

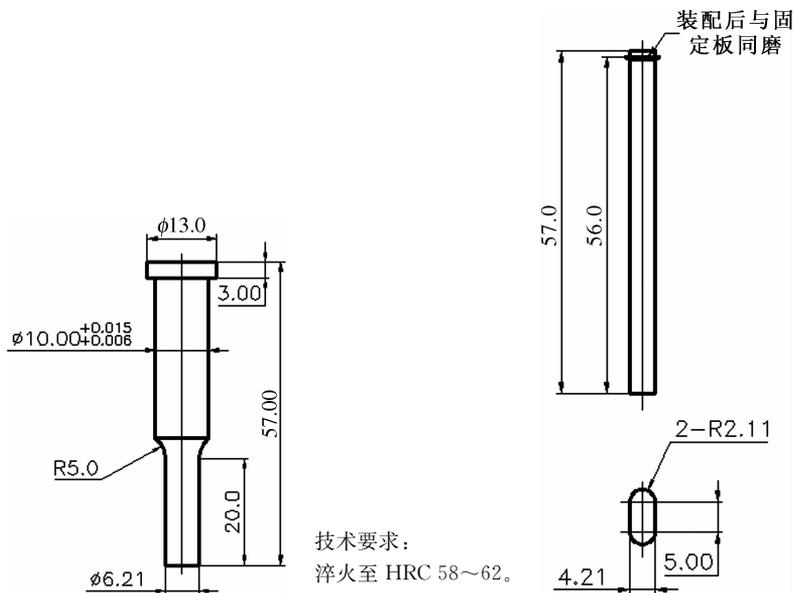


图 3-6 冲孔凸模

图 3-7 腰形凸模

技术要求:
淬火至 HRC 58~62。

技术要求:
淬火至 HRC 58~62。

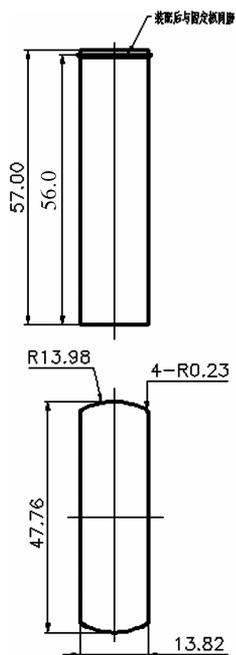


图 3-8 落料凸模

技术要求：
淬火至 HRC 58~62。

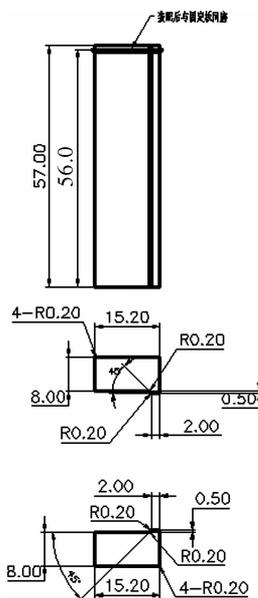
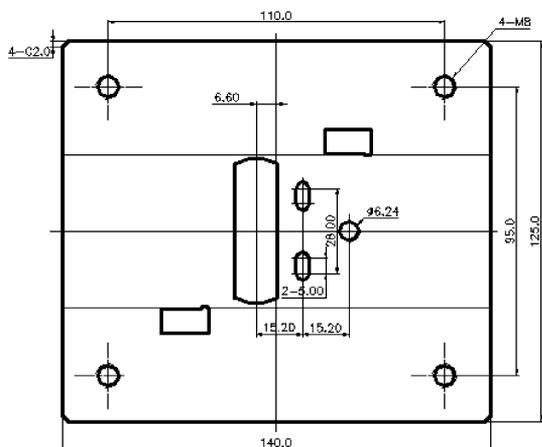
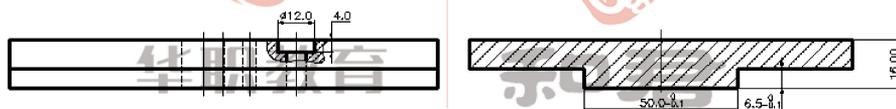


图 3-9 侧刃凸模

技术要求：
淬火至 HRC 58~62。



技术要求：

1. HRC 43~48;
2. 型孔尺寸与凸模相应尺寸呈 0.04 mm 双面间隙制作。

图 3-10 卸料板

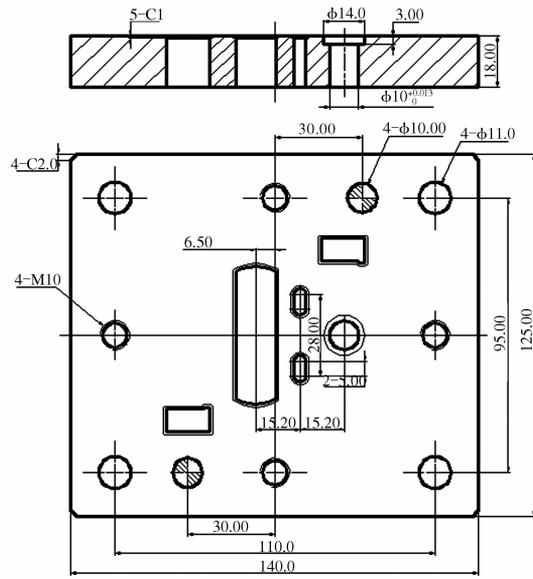


图 3-11 凸模固定板

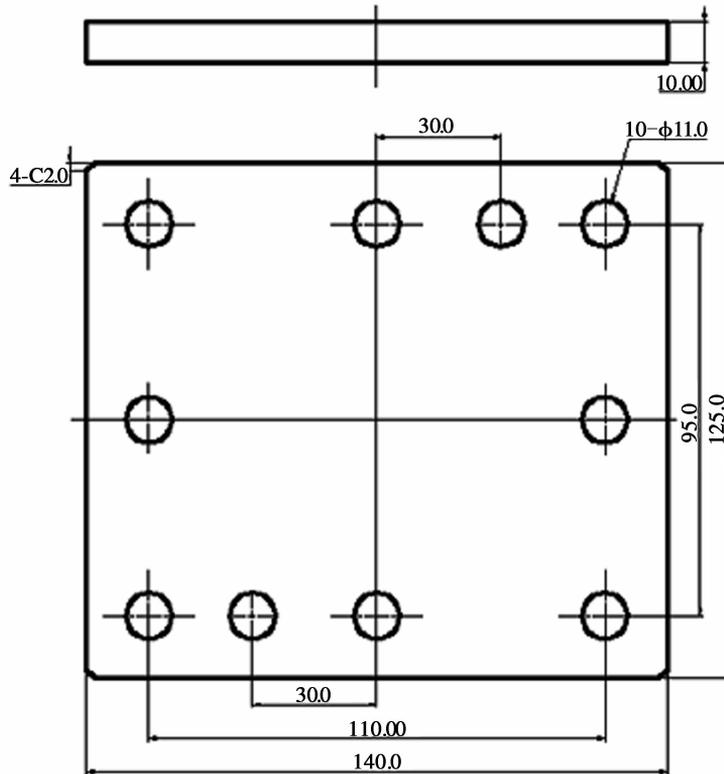


图 3-12 上垫板

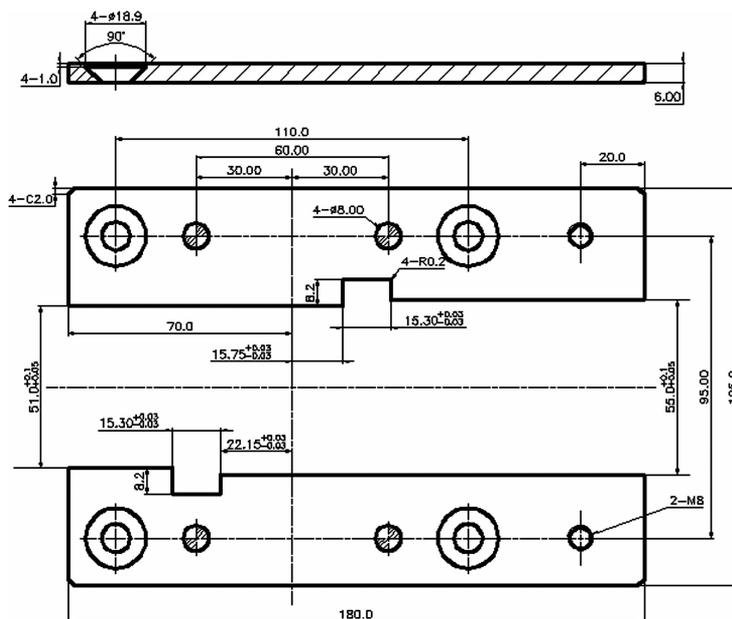


图 3-13 导料板

【任务评价】

任务四 考核评价表

任务名称：绘制模具的装配图和零件图

班级：

姓名：

学号：

指导教师：

评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分 小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 绘制模具的装配图 2. 拆绘模具的零件图	1. 一套完整的模具装配图和零件图 2. 是否符合制图标准				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：_____ 日期：_____							

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；

2. 考核成绩均为百分制。

任务五 加工、组装调试与试冲模具

【任务描述】

模具的装配图和零件图经设计并检验之后,就可以根据零件图加工模具零件了。把加工好的每个模具零件按装配图组装在一起,符合装配技术要求即可以试模。试模合格后就可以交付使用。模具在冲制零件的过程中,若出现模具磨损或冲裁件质量问题,就要对模具进行维修。

【任务目标】

- (1) 加工模具零件。
- (2) 组装调试模具。
- (3) 试冲模具。

【知识储备】

零件坯料、加工机床、刀具。

【任务实施】

1. 加工模具零件

表 3-2 落料凸模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	将毛坯锻成 40 mm×30 mm×50 mm	
2	热处理	退火	
3	铣	铣六面,留单边磨量 0.2~0.3 mm	铣床
4	平磨	磨厚度到上限尺寸,磨侧基面保证互相垂直	平面磨床
5	热处理	淬火,回火,保证 HRC 58~62	
6	平磨	磨厚度及基面见光	平面磨床
7	线切割	按图切割外形轮廓	线切割机床
8	钳工	精修、去毛刺	
9	检验		

表 3-3 落料凹模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	将毛坯锻成 150 mm×130 mm×25 mm	

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设 备
2	热处理	退火	
3	铣	铣六面,厚度留单边磨量 0.2~0.3 mm	铣床
4	平磨	磨厚度到上限尺寸,磨侧基面保证互相垂直	平面磨床
5	钳工	画各型孔、销孔、穿丝孔位置	
6	钳工	钻铰销孔、挡料销孔、穿丝孔	钻床
7	热处理	淬火、回火,保证 HRC 60~64	
8	平磨	磨厚度及基面见光	平面磨床
9	线切割	按图切割各型腔	线切割机床
10	电火花	漏料孔达要求	电火花机床
11	钳工	精修、去毛刺	
12	检验		

表 3-4 卸料板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	将毛坯锻成 150 mm×130 mm×20 mm	
2	热处理	退火	
3	铣	铣六面,厚度留单边磨量 0.2~0.3 mm	铣床
4	平磨	磨厚度到上限尺寸,磨侧基面保证互相垂直	平面磨床
5	钳工	画各型孔、销孔、穿丝孔位置	
6	钳工	钻铰孔、穿丝孔	钻床
7	热处理	淬火 HRC 43~48	
8	平磨	磨厚度及基面见光	平面磨床
9	线切割	按图切割各型腔	线切割机床
10	钳工	精修、去毛刺	
11	检验		

表 3-5 凸模固定板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	备料	将毛坯锻成 105 mm×105 mm×20 mm	
2	热处理	退火	
3	铣	铣六面,厚度留单边磨量 0.2~0.3 mm	铣床
4	平磨	磨厚度到上限尺寸,磨侧基面保证互相垂直	平面磨床
5	钳工	画螺纹底孔、销孔、穿丝孔位置	
6	钳工	钻铰 4- ϕ 8、2- ϕ 8、4-M8 螺纹底孔、穿丝孔	钻床
7	钳工	攻 4-M8 螺纹	

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设 备
8	平磨	磨厚度及基面见光	平面磨床
9	线切割	按图切割各型腔	线切割机床
10	钳工	精修、去毛刺	
11	检验		

2. 组装调试模具

(1) 模具装配特点

模具属单件生产。组成模具实体的零件,有些在制造过程中是按照图纸标注的尺寸和公差独立地进行加工的(如落料凹模、冲孔凸模、导柱和导套、模柄等),这类零件一般都是直接进入装配;有些在制造过程中只有部分尺寸可以按照图纸标注尺寸进行加工,须协调相关尺寸;有的在进入装配前须采用配制或合体加工,有的须在装配过程中通过配制取得协调,图纸上标注的这部分尺寸只作为参考(多凸模固定板上的凸模固定孔,须连接固定在一起的板件螺栓孔、销钉孔等)。

因此,模具装配适合采用集中装配,在装配工艺上多采用修配法和调整装配法来保证装配精度,从而实现能用精度不高的组成零件达到较高的装配精度,降低零件加工要求。

(2) 装配技术要求

模具的装配技术要求在项目一中已详细介绍,这里不再讲述。

(3) 该级进模装配工艺过程

① 组件装配

模具总装配前,首先对组装零件进行清洗、检验、加润滑油,然后将主要零件如模架、模柄、凸模等进行组装。

a. 组装模架 现在一般都是采用标准模架,可以根据需要来定制。

b. 组装凸模、侧刃 将凸模、侧刃压入固定板,并保证与其固定板垂直,装配后应磨平凸模、侧刃底面。

c. 组装模柄 将模柄安在上模座上,并应保证模柄部位垂直于上模座的上平面。

② 总装配

a. 装下模 (凹模) 根据凹模的外形尺寸找正其在下模座上的位置,将凹模与下模座用平行夹具一起夹紧,按照凹模上螺钉孔在下模座上配钻出连接孔,然后再加工出顶杆的通孔和螺钉的沉头孔,卸下平行夹具,用螺钉将凹模和下模座连接起来,拧紧螺钉,再将凹模与下模座用平行夹具一起夹紧,按照凹模上的销孔在下模座上配钻、铰出销孔,打入销子。

b. 装上模 按照装配好的下模初步找正凸模与凹模的相对位置,用平行夹具将凸模组件、垫板和上模座一起夹紧,按照凸模固定板上螺钉孔配钻垫板和上模座的螺纹通孔,并在上模座上加工出沉头孔,用内六角螺钉将三者连接起来,利用间隙找正法(测量法、透光法、利用工艺定位器及工艺尺寸来调整间隙、镀铜法、涂层法等)保证凸模与凹模间隙均匀。

c. 调整凸、凹模间隙 合拢上、下模,以凹模为基准,用切纸法精确找正凸模位置。如果凸模与凹模的孔不对正,可轻轻敲打凸模固定板,利用螺钉孔的间隙进行调整,直到间隙均匀。然后再钻、铰出销钉的孔,打入圆柱销。

d. 装卸料板 将卸料板套在凸模上,根据卸料板上螺纹孔配钻出螺纹通孔,在上模座上

钻出沉头孔,拧上卸料螺钉,装上橡胶,通过卸料螺钉调平卸料板,并保证凸模凹进卸料板厚度为0.5 mm。

e. 辅助零件的安装 装上顶料器,放入顶杆和顶件块等。

f. 检验、调试 模具装配完毕后,必须保证装配精度,满足规定的各项技术要求,并按照模具验收技术条件全面检验模具各部分的功能,如上模座的上平面和下模座的下平面平行(300 mm长度误差不大于0.05 mm)、模具闭合高度、卸料板卸料状况、顶件系统作用情况、各部位螺钉及销钉是否拧紧以及按图纸检查有无漏装及装错地方。然后可试切打样,进行检查。最后在投产前进行试模,并按试模制件调整、修正模具,当试模合格后,模具装配才算基本完成。

3. 试冲

试冲要求在项目一中已详细介绍,这里不再讲述。

【任务评价】

任务五 考核评价表

任务名称: 加工、组装调试与试冲模具

班级:		姓名:		学号:		指导教师:		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 加工模具零件 2. 组装调试模具 3. 试冲模具 4. 维修模具	1. 书面作业和检修报告 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名:		日期:					

注:1. 此表一式两份,一份由学院教务部门存档,一份由教学系存档;

2. 考核成绩均为百分。

【项目总结】

1. 整理项目工作资料

总结出用侧刃定距级进模设计与制造流程。

2. 撰写项目工作总结

通过本教学项目的学习,学生应该能够掌握级进模的设计与制造流程,能独立进行相关设计,初步具备简单模具设计与制造能力,同时为以后的教学项目的学习打下理论和实践基础。

【项目训练】

设计一级进模,零件形状自定。

【知识链接】

基础知识

1. 概述

冲裁是利用模具使板料沿着一定的轮廓形状产生分离的冲压工序。

冲裁工序的种类很多,常用的有切断、落料、冲孔、切边、切口、剖切等。但一般来说,冲裁主要是指落料和冲孔。从板料上沿封闭轮廓冲下所需形状的冲件或工序件叫落料,从工序件上冲出所需形状的孔(冲去部分为废料)叫冲孔。例如冲制一平面垫圈,冲其外形的工序是落料,冲其内孔的工序是冲孔,如图 3-14 所示。

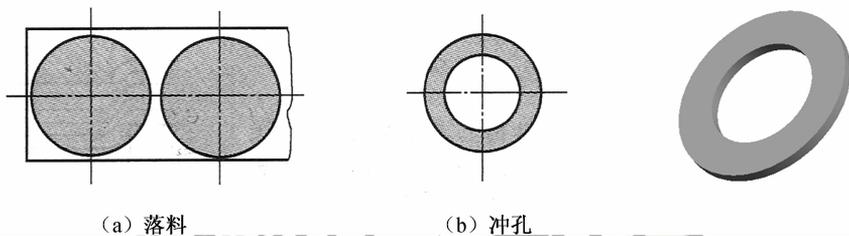


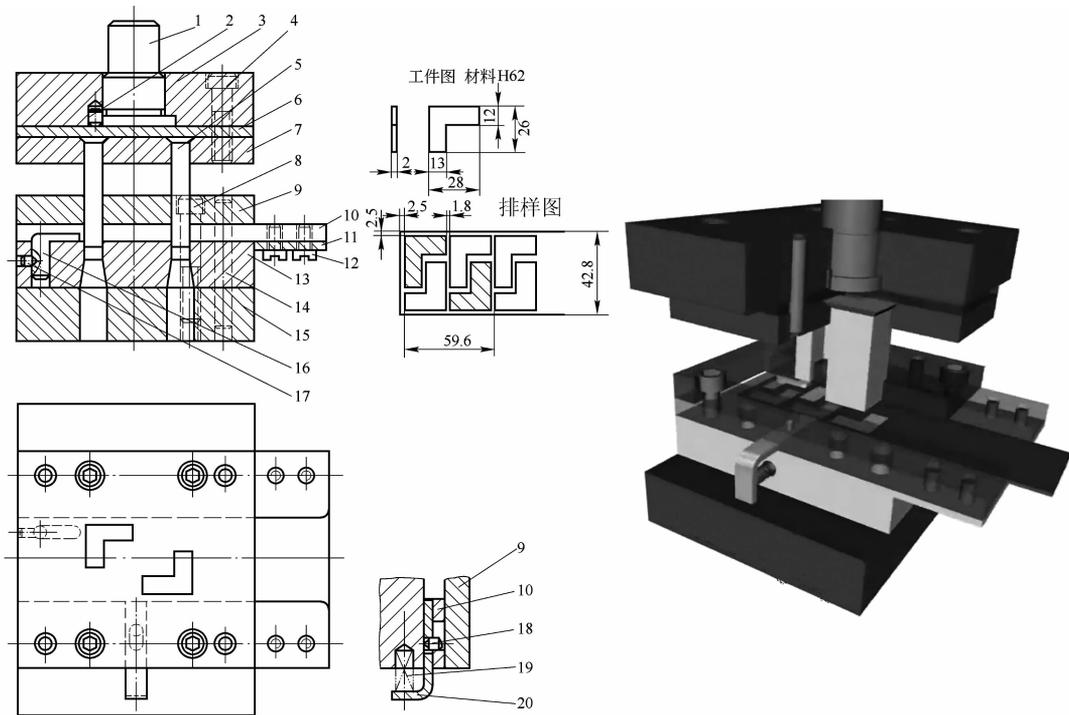
图 3-14 垫圈的落料与冲孔

冲裁是冲压工艺中最基本的工序之一。它既可直接冲出成品零件,也可为弯曲、拉深和成形等其他工序准备坯料,因此在冲压加工中应用非常广泛。

冲裁所使用的模具叫冲裁模,它是冲裁过程中必不可少的工艺装备。图 3-15 所示为带固定挡料销的导板式单工序落料模,该模具的上模部分由模柄 1、上模座 3、垫板 6、凸模固定板 7 和凸模 5 组成。模柄压入上模座中,上模座、垫板、凸模固定板用螺钉与销钉紧固在一起。凸模和凸模固定板紧配,凸模尾部铆接在固定板上,然后一起磨平,使其在轴向位置得到可靠的固定。垫板是由淬火钢板做的,用以承受凸模的压力,避免上模座被压出凹坑面而使凸模上下松动。模具的下模部分由导板 9、一对导料板 10、固定挡料销 16、凹模 13、下模座 15 以及承料板 11 组成,它们用螺钉与销钉紧固在一起。导板对上模的运动起导向作用。导板与凸模为间隙配合,其配合间隙必须小于凸、凹模间隙,以保证准确导向。冲裁时,要保证凸模始终不脱离导板。导板 9 还起卸料作用。固定挡料销 16 控制送料步距。挡料销 20 的形状采用图示钩形结构,可以使安装挡料销的孔离开凹模孔远一些,减少对凹模孔口强度的影响。为了保证条料的顺利送进,导料板 10 的高度必须大于固定挡料销高度与板料厚度之和。采用这种挡料销结构简单,但是送料时必须把条料往上抬一下才能推进,使用也不太方便。这种模具精度较高,使用寿命较长,安装容易,安全性好。但导板孔需要和凸模配制,制造比较困难,适用于冲裁小制件或形状不复杂的制件。

根据冲裁变形机制的不同,冲裁工艺可分为普通冲裁和精密冲裁两大类。本模块主要讨

论普通冲裁。



1—模柄 2—止动销 3—上模座 4、8—内六角螺钉 5—凸模 6—垫板 7—凸模固定板 9—导板
10—导料板 11—承料板 12—螺钉 13—凹模 14—圆柱销 15—下模座 16—固定挡料销 17—止动销
18—限位销 19—弹簧 20—始用挡料销

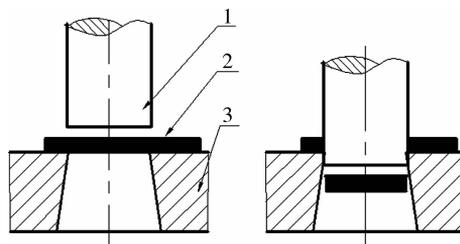
图 3-15 导板式单工序落料模

2. 冲裁变形过程分析

冲裁过程是在瞬间完成的,为了控制冲裁件的质量,须研究冲裁件的变形机制,就需要分析冲裁时板料分离的实际过程。

(1) 冲裁变形过程

图 3-16 所示为冲裁工作示意图,凸模 1 与凹模 3 具有与冲件轮廓相同的锋利刃口,且相互之间保持均匀合适的间隙。冲裁时,板料 2 置于凹模上方,当凸模随压力机滑块向下运动时,便迅速冲穿板料进入凹模,使冲件与板料分离而完成冲裁工作。

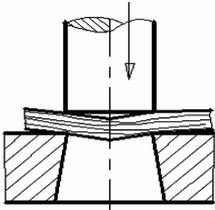
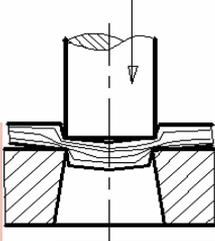
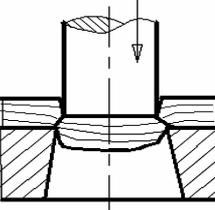


1—凸模 2—板料 3—凹模

图 3-16 冲裁工作示意图

表 3-6 中列出了无弹压板时金属的冲裁变形过程,在凸凹模间隙正常、刃口锋利的情况下,其冲裁过程大致分为弹性变形、塑性变形、断裂分离三个阶段。

表 3-6 冲裁过程的三个阶段

阶 段	特 点	断面特征	
第一阶段 (弹性变形阶段)	板料在凸模压力作用下,首先产生弹性压缩、拉伸等变形,此时凸模略微挤入板料内,板料的另一面也略微挤入凹模刃口内,凸模端部下面的材料略有弯曲,凹模刃口上面的材料开始上翘,间隙越大,弯曲和上翘越严重,板料在凸、凹模刃口处形成初始塌角,这时材料内部应力尚未超过弹性极限,当外力去掉后材料能恢复原状。此阶段称为弹性变形阶段		初始塌角
第二阶段 (塑性变形阶段)	当凸模继续压入,压力增加,材料内部的应力也随之加大,在材料内的应力达到屈服极限时便开始进入塑性变形阶段。在这一阶段中随着凸模挤入材料的深度逐渐增加,材料的塑性变形程度也逐渐增大。由于刃口处存在间隙,材料内部的拉应力及弯矩也都增大,使变形区材料硬化加剧,直到刃口附近的材料由于拉应力及应力集中的作用开始出现微裂纹,此时,冲裁变形力也达到最大值。微裂纹的出现说明材料开始破坏,塑性变形阶段也告结束		产生与板料垂直的光亮带及初始毛刺
第三阶段 (断裂分离阶段)	凸模继续下降,已产生的上、下微裂纹不断扩大并向材料内部延伸,当上、下裂纹相遇重合时,开始分离产生粗糙的断裂带,凸模再往下降,将冲落部分挤出凹模洞口,至此,凸模回升完成整个冲裁过程		产生粗糙而带有锥度的断裂带,毛刺被拉长

由上述冲裁变形过程的分析可知,冲裁过程的变形是很复杂的。冲裁变形区为凸、凹模刃口连线的周围材料部分,其变形性质是以塑性剪切变形为主,还伴随有拉深、弯曲与横向挤压等变形,所以冲裁件及废料的平面常有翘曲现象。

(2) 冲裁断面特征

在正常的冲裁条件下,由凸模刃口出发的剪裂缝与凹模刃口出发的剪裂缝是重合的。对一般的冲裁零件断面进行分析,可以发现这样的规律:零件的端面与零件平面并非完全垂直,而是带有一定的锥度。所有普通冲裁零件的断面都有明显相同的特征,不同的只是断面各个部分的大小比例。因此,冲裁件的断面明显地分成四个特征区,即圆角带、光亮带、断裂带与毛刺区,如图 3-17 所示。

① 圆角带 该区域的形成,是当凸模刃口压入材料时,刃口附近的材料产生弯曲和伸长变形,导致材料被拉入间隙的结果。

② 光亮带 该区域发生在塑性变形阶段,当刃口切入材料后,材料与凸、凹模侧刃的侧表面挤压而形成光亮垂直的断面,通常占全断面的 $1/3 \sim 1/2$ 。该区域质量最好,是测量和使用

部位。

③ 断裂带 该区域是在断裂阶段形成,是由刃口附近的微裂纹在拉应力作用下不断扩展而形成的撕裂面,其断面粗糙,具有金属本色,且略带有斜度。

④ 毛刺区 毛刺的形成,是由于在塑性变形阶段后期凸模和凹模的刃口切入被加工板料一定深度时,刃口正面材料被压缩,刃尖部分是高静压应力状态,使裂纹的起点不会在刃尖处而是在模具侧面距刃尖不远的地方发生,裂纹在拉应力的作用下加长,材料断裂而产生毛刺,裂纹的产生点和刃口尖的距离成为毛刺的高度。毛刺在普通冲裁中是不可避免的,普通冲裁允许的毛刺高度见表 3-7。

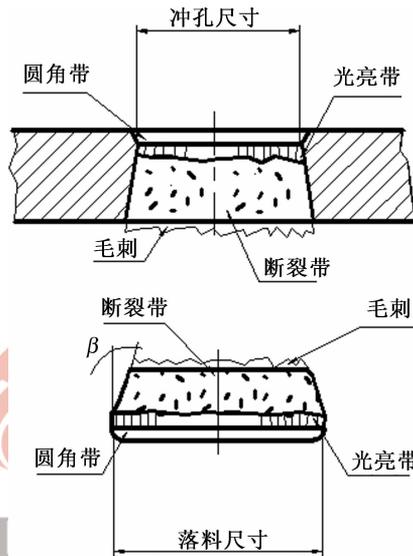


图 3-17 冲裁件断面特征

表 3-7 普通冲裁毛刺的允许高度

(/mm)

料厚	≈0.3	>0.3~0.5	>0.5~1.0	>1.0~1.5	>1.5~2
生产时	≤0.05	≤0.08	≤0.10	≤0.13	≤0.15
试模时	≤0.015	≤0.02	≤0.03	≤0.04	≤0.05

由此可见,冲裁件的断面不是很整齐,在四个特征区中,仅短短的一段光亮带是柱体,光亮带越宽则断面质量越好。若不计弹性变形的影响,则板料孔的光亮柱体部分尺寸近似等于凸模尺寸,落料的光亮柱体部分近似等于凹模尺寸。对于板料孔,决定其与轴类零件配合性质的是它的最小尺寸,即其光亮柱体部分尺寸;对于落料件,决定其与孔类零件配合性质的是它的最大尺寸,也即它的光亮柱体部分尺寸。

3. 冲裁件的工艺性与冲裁工艺方案的确定

冲裁件的工艺性是指冲裁件对冲裁工艺的适应性,即冲裁加工的难易程度。良好的冲裁工艺性,是指在满足冲裁件使用要求的前提下,能以最简单、最经济的冲裁方式将其加工出来。因此,在编制冲压工艺规程和设计模具之前,应从工艺角度分析冲件设计得是否合理,是否符合冲裁的工艺要求。

冲裁件的工艺性主要包括冲裁件的结构与尺寸、精度与断面粗糙度、材料等几个方面。

(1) 对冲裁工件形状和尺寸的要求

① 冲裁件的形状应力求简单、规则,有利于材料的合理利用,以便节约材料,减少工序,提高模具寿命,降低冲裁件成本。

② 冲裁件的内、外形转角处要尽量避免尖角,应以圆弧过渡,以便于模具加工,减少热处理开裂,减少冲裁时尖角处的崩刃和过快磨损,如图 3-18 和图 3-19 所示。冲裁件的最小圆角半径可参照表 3-8 选取。

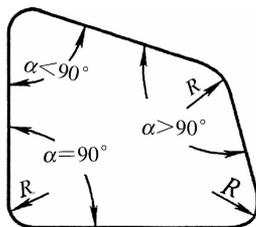


图 3-18 落料件外形圆角

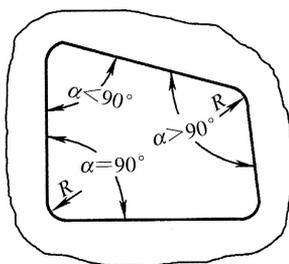


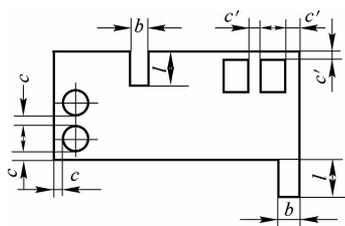
图 3-19 冲孔件孔形圆角

表 3-8 冲裁件最小圆角半径

(/mm)

冲件种类		最小圆角半径			备注
		黄铜、铝	合金钢	软钢	
落料	交角 $\geq 90^\circ$	$0.18t$	$0.35t$	$0.25t$	≥ 0.25
	交角 $< 90^\circ$	$0.35t$	$0.70t$	$0.50t$	≥ 0.50
冲孔	交角 $\geq 90^\circ$	$0.20t$	$0.45t$	$0.30t$	≥ 0.30
	交角 $< 90^\circ$	$0.40t$	$0.90t$	$0.60t$	≥ 0.60

③ 尽量避免冲裁件上过于窄长的凸出悬臂和凹槽,否则会降低模具寿命和冲裁件质量。如图 3-20 所示,一般情况下,悬臂和凹槽的宽度 $b \geq 1.5t$ (t 为料厚,当料厚 $t < 1$ mm 时,按 $t = 1$ mm 时计算);当冲裁件材料为黄铜、铝、软钢时, $b \geq 1.3t$;当冲裁件材料为高碳钢时, $b \geq 2t$ 。悬臂和凹槽的深度 $L \leq 5b$ 。



t —— 材料厚度
 c —— 圆形孔搭边值
 c' —— 方形孔搭边值
 b —— 悬臂和凹槽的宽度
 L —— 悬臂长度和凹槽的深度

$$b_{\min} = 1.5t \quad c \geq (1 \sim 1.5)t$$

$$l_{\max} = 5b \quad c' \geq (1.5 \sim 2)t$$

图 3-20 冲裁件上悬臂和凹槽的宽度、长度、深度

④ 冲孔时,因受凸模强度的限制,孔的尺寸不应太小。冲孔的最小尺寸取决于孔的形状、材料力学性能、凸模强度和模具结构等因素。用无导向凸模和带护套凸模所能冲制的孔的最小尺寸可参考表 3-9、表 3-10。

表 3-9 无导向凸模冲孔的最小尺寸

(/mm)

冲件材料	圆形孔(直径 d)	方形孔(孔宽 b)	矩形孔(孔宽 b)	长圆形孔(孔宽 b)
钢 $\tau > 700$ MPa	$d \geq 1.5t$	$d \geq 1.35t$	$d \geq 1.2t$	$d \geq 1.1t$
钢 $\tau = 400 \sim 700$ MPa	$d \geq 1.0t$	$d \geq 0.9t$	$d \geq 0.8t$	$d \geq 0.7t$
黄铜、铜	$d \geq 0.9t$	$d \geq 0.8t$	$d \geq 0.7t$	$d \geq 0.6t$
铝、锌	$d \geq 0.8t$	$d \geq 0.7t$	$d \geq 0.6t$	$d \geq 0.5t$

表 3-10 带护套凸模冲孔的最小尺寸

(/mm)

冲件材料	圆形孔(直径 d)	矩形孔(孔宽 b)
硬钢	$0.5t$	$0.4t$
软钢及黄铜	$0.35t$	$0.3t$
铝、锌	$0.3t$	$0.28t$

注: d 一般不小于 0.3 mm, t 为材料厚度。

⑤ 冲裁件的孔与孔之间、孔与边缘之间的距离,受模具强度和冲裁件质量的制约,其值不应过小,一般要求: $c \geq (1 \sim 1.5)t$, $c' \geq (1.5 \sim 2)t$,如图 3-20 所示。

⑥ 孔壁的要求 在弯曲件或拉深件上冲孔时,其孔壁与工件直壁的最小距离应不小于 $R + 0.5t$ (R 为弯曲件或拉深件冲孔处的圆角, t 为料厚,见图 3-21)。若距离过小,孔边进入工件底部的圆角部分,冲孔时会使凸模受水平推力而折断,影响冲孔质量和模具寿命。拉深工件底部的孔可在拉深过程结束时冲出,也可用单独的工序冲出,但凸缘上的孔只能在拉深后单独冲出。

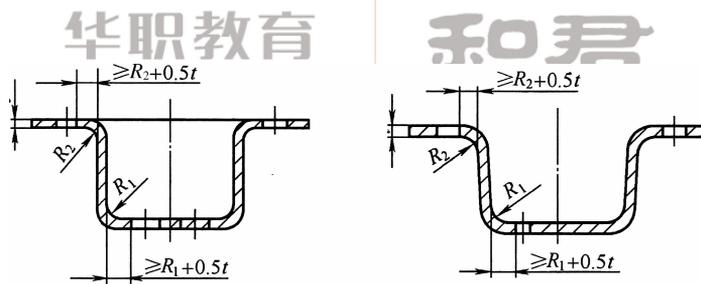


图 3-21 弯曲件或拉深件上冲孔孔壁与工件直壁的最小距离

(2) 冲裁件的精度、断面粗糙度和毛刺

① 冲裁件的精度

冲裁件的精度一般可分为精密级与经济级两类。精密级是冲压工艺技术上所允许的精度,而经济级是可以较经济手段达到的精度。

冲裁件的各种尺寸的公差和极限偏差见表 3-11~表 3-20。表中所提供的冲裁件尺寸精度,是在合理间隙情况下对铝、铜、软钢等常用材料作冲裁加工的数据。精度要求特别高的工件,需要增加整修等精密冲裁工序。表 3-11 是冲裁件外径公差,表 3-12 是冲裁件内径公差,表 3-13 是冲压件孔距公差,表 3-14 是冲压件上各孔组间距的极限偏差,表 3-15 是冲压件孔中心距及孔组间距的极限偏差,表 3-16 是冲压件孔中心与边缘距离的公差,表 3-17 是冲压件未注明圆角半径 R 的极限偏差,表 3-18 是冲压件未注明公差的长度和直径的极限偏差,表 3-19 是冲裁件角度(含未注明直角和等边多边形角度)的极限偏差,表 3-20 是在带

料、扁钢、角钢等型材上冲孔的孔边距极限偏差。

表 3-11 冲裁件外径公差 (/mm)

材料厚度	普通冲裁精度				精密冲裁精度				整修精度		
	工件外径										
	10 以下	10~50	50~150	150~300	10 以下	10~50	50~150	150~300	10 以下	10~50	50~100
0.2~0.5	0.08	0.10	0.14	0.20	0.025	0.03	0.05	0.08			
0.5~1.0	0.12	0.16	0.22	0.30	0.03	0.04	0.06	0.10	0.012	0.015	0.025
1.0~2.0	0.18	0.22	0.30	0.50	0.04	0.06	0.08	0.12	0.015	0.02	0.03
2.0~4.0	0.24	0.28	0.40	0.70	0.06	0.08	0.10	0.15	0.025	0.03	0.04
4.0~6.0	0.30	0.35	0.50	1.00	0.20	0.12	0.15	0.20	0.04	0.05	0.06

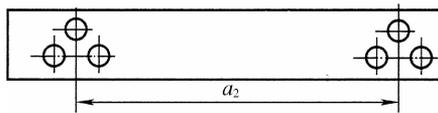
表 3-12 冲裁件内径公差 (/mm)

材料厚度	普通冲裁精度			精密冲裁精度			整修精度	
	工件内径							
	10 以下	10~50	50~150	10 以下	10~50	50~150	10 以下	10~50
0.2~1	0.05	0.08	0.12	0.02	0.04	0.08	0.01	0.015
1~2	0.06	0.10	0.16	0.03	0.06	0.10	0.015	0.02
2~4	0.08	0.12	0.20	0.04	0.08	0.12	0.025	0.03
4~6	0.10	0.15	0.25	0.06	0.10	0.15	0.04	0.05

表 3-13 冲压件孔距公差 (/mm)

精度等级	孔距尺寸	材料厚度			
		<1	1~2	2~4	4~6
普通冲裁	<50	±0.10	±0.12	±0.15	±0.20
	50~150	±0.15	±0.20	±0.25	±0.30
	150~300	±0.20	±0.30	±0.35	±0.40
精密冲裁	<50	±0.01	±0.02	±0.03	±0.04
	50~150	±0.02	±0.03	±0.04	±0.05
	150~300	±0.04	±0.05	±0.06	±0.08

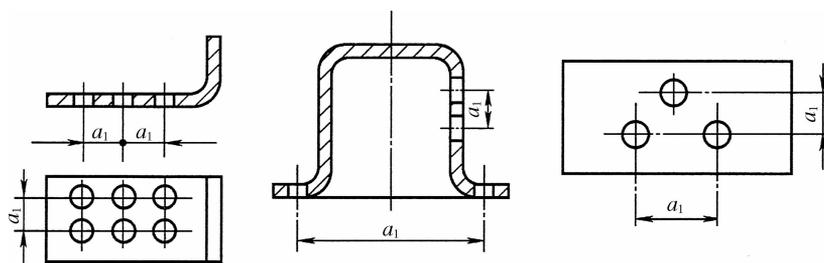
表 3-14 冲压件上各孔组间距的极限偏差 (/mm)



孔组间距 a_2	精度等级			
	A	B	C	D
≤ 120	±0.4	±0.6	±0.8	±1.0
$> 120 \sim 260$	±0.7	±0.8	±1.0	±1.2
$> 260 \sim 500$	±1.0	±1.2	±1.4	±1.6
$> 500 \sim 1\ 200$	±1.3	±1.6	±1.8	±2.0
$> 1\ 200$	±1.6	±2.0	±2.2	±2.5

表 3-15 冲压件孔中心距及孔组间距 a_1 的极限偏差

(/mm)



孔中心距及孔组间距 a_1	精度等级			
	A	B	C	D
≤ 18	± 0.15	± 0.20	± 0.30	± 0.40
$> 18 \sim 120$	± 0.20	± 0.25	± 0.40	± 0.50
$> 120 \sim 260$	± 0.25	± 0.30	± 0.50	± 0.60
$> 260 \sim 500$	± 0.30	± 0.50	± 0.60	± 0.70
> 500	± 0.50	± 0.60	± 0.70	± 0.80

表 3-16 冲压件孔中心与边缘距离的公差

(/mm)

材料厚度 t	孔中心与边缘距离尺寸				材料厚度 t	孔中心与边缘距离尺寸			
	≤ 50	50~120	120~220	220~360		≤ 50	50~120	120~220	220~360
≤ 2	± 0.5	± 0.6	± 0.7	± 0.8	> 4	± 0.7	± 0.8	± 1.0	± 1.2
2~4	± 0.6	± 0.7	± 0.8	± 1.0					

注:本表适用于先落料再进行冲孔的情况。

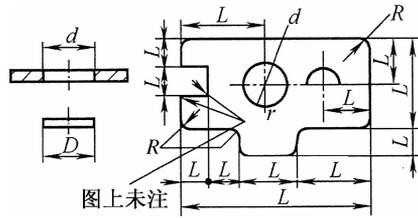
表 3-17 冲压件未注明园角半径 R 的极限偏差

(/mm)

基本尺寸		精度等级	厚度尺寸范围				
大于	至		$> 0.1 \sim 1$	$> 1 \sim 3$	$> 3 \sim 6$	$> 6 \sim 10$	> 10
1	6	A, B	± 0.20	± 0.30	± 0.40	—	—
		C, D	± 0.40	± 0.50	± 0.60	—	—
6	18	A, B	± 0.40	± 0.50	± 0.50	± 0.60	—
		C, D	± 0.60	± 0.80	± 1.00	± 1.20	—
18	50	A, B	± 0.50	± 0.60	± 0.70	± 0.80	± 1.00
		C, D	± 1.00	± 1.20	± 1.40	± 1.60	± 2.00
50	180	A, B	± 0.60	± 0.70	± 0.90	± 1.10	± 1.30
		C, D	± 1.20	± 1.40	± 1.80	± 2.20	± 2.60
180	400	A, B	± 0.80	± 1.00	± 1.20	± 1.60	± 2.00
		C, D	± 1.60	± 2.00	± 2.40	± 3.20	± 4.00
400	1 000	A, B	± 1.40	± 1.60	± 1.80	± 2.00	± 2.80
		C, D	± 2.80	± 3.20	± 3.60	± 4.00	± 5.00

表 3-18 冲压件未注明公差的长度(L)和直径(D 、 d)尺寸的极限偏差

(/mm)



基本尺寸		精度等级	厚度尺寸范围				
大于	至		>0.1~1	>1~3	>3~6	>6~10	>10
1	6	A	±0.05	±0.10	±0.15	—	—
		B	±0.10	±0.15	±0.20	—	—
		C	±0.20	±0.25	±0.30	—	—
		D	±0.40	±0.50	±0.60	—	—
6	18	A	±0.10	±0.13	±0.15	±0.20	—
		B	±0.20	±0.25	±0.25	±0.30	—
		C	±0.30	±0.40	±0.50	±0.60	—
		D	±0.60	±0.80	±1.00	±1.20	—
18	50	A	±0.12	±0.15	±0.20	±0.25	±0.35
		B	±0.25	±0.30	±0.35	±0.40	±0.50
		C	±0.50	±0.60	±0.70	±0.80	±1.00
		D	±1.00	±1.20	±1.40	±1.60	±2.00
50	180	A	±0.15	±0.20	±0.25	±0.30	±0.40
		B	±0.30	±0.35	±0.45	±0.55	±0.65
		C	±0.60	±0.70	±0.90	±1.10	±1.30
		D	±1.20	±1.40	±1.80	±2.20	±2.60
180	400	A	±0.20	±0.25	±0.30	±0.40	±0.50
		B	±0.40	±0.50	±0.60	±0.80	±1.00
		C	±0.80	±1.00	±1.20	±1.60	±2.00
		D	±1.40	±1.60	±2.00	±2.60	±3.20
400	1 000	A	±0.35	±0.40	±0.45	±0.50	±0.70
		B	±0.70	±0.80	±0.90	±1.00	±1.40
		C	±1.40	±1.60	±1.80	±2.00	±2.80
		D	±2.40	±2.60	±2.80	±3.20	±3.60

续表

基本尺寸		精度等级	厚度尺寸范围				
大于	至		>0.1~1	>1~3	>3~6	>6~10	>10
1 000	3 150	A	±0.60	±0.70	±0.80	±0.85	±0.90
		B	±1.20	±1.40	±1.60	±1.70	±1.80
		C	±2.40	±2.80	±3.00	±3.20	±3.60
		D	±3.20	±3.40	±3.60	±3.80	±4.00

表 3-19 冲裁件角度(含未注明直角和等边多边形角度)的极限偏差 (/mm)

精度等级	短边长度范围						
	≤6	>6~18	>18~50	>50~180	>180~400	>400~1 000	>1 000~3 150
A	±1°00'	±0°50'	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°05'	±0°05'
B	±0°30'	±1°00'	±0°50'	±0°25'	±0°15'	±0°10'	±0°10'
C,D	±3°00'	±2°30'	±2°00'	±1°00'	±0°30'	±0°20'	±0°20'

表 3-20 在带料、扁钢、角钢等型材上冲孔的孔边距极限偏差 (/mm)

基本尺寸 b_1, b_2	零件最大长度 L		
	≤300	>300~600	>600
≤50	±0.5	±0.8	±1.2
>50	±0.8	±1.2	±2.0

② 断面粗糙度和毛刺

a. 冲裁件的断面粗糙度数值一般在 $Ra 12.5 \mu\text{m}$ 以下,具体数值可参考表 3-21。

b. 冲裁件允许的毛刺高度见表 3-22。

表 3-21 一般冲裁件剪切面的近似表面粗糙度

材料厚度 t/mm	≤1	>1~2	>2~3	>3~4	>4~5
表面粗糙度 $Ra/\mu\text{m}$	3.2	6.3	12.5	25	50

表 3-22 任意冲裁件允许的毛刺高度 (/mm)

冲件材料厚度 t/mm	材料抗拉强度 σ_b/MPa											
	<250			250~400			400~630			>630 和硅钢		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
≤0.35	100	70	50	70	50	40	50	40	30	30	20	20
0.4~0.6	150	110	80	100	70	50	70	50	40	40	30	20

续表

冲件材料厚度 t /mm	材料抗拉强度 σ_b /MPa											
	<250			250~400			400~630			>630 和硅钢		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0.65~0.95	230	170	120	170	130	90	100	70	50	50	40	30
1~1.5	340	250	170	240	180	120	150	110	70	80	60	40
1.6~2.4	500	370	250	350	260	180	220	160	110	120	90	60
2.5~3.8	720	540	360	500	370	250	400	300	200	180	130	90
4~6	1200	900	600	730	540	360	450	330	220	260	190	130
6.5~10	1900	1420	950	1000	750	500	650	480	320	350	260	170

注：I—正常的毛刺；II—用于较高要求的冲件；III—用于特高要求的冲件。

(3) 冲裁件的材料

冲压所用的材料,不仅要满足使用要求,还应满足冲压工艺要求和后续加工要求。

冲压工艺对材料的基本要求如下。

① 对冲压成形性能的要求

对于成形工序,为了有利于冲压变形和制件质量的提高,材料应具有良好的冲压成形性能,即应有良好的抗破裂性、良好的贴模性和定形性。对于分离工序,则要求材料具有一定的塑性。

② 对表面质量的要求

材料的表面应光洁、平整,无缺陷损伤。表面质量好的材料,冲压时不易破裂,不易擦伤模具,制件的表面质量也好。

③ 对材料厚度公差的要求

材料的厚度公差应符合国家标准。因为一定的模具间隙适用于一定厚度的材料,材料厚度公差太大,不仅直接影响制件的质量,还可以导致废品的出现。在校正弯曲、整形等工序中,有可能因厚度方向的正偏差过大而引起模具或压力机的损坏。

(4) 冲裁工艺方案确定

在冲裁工艺性分析的基础上,根据冲裁件的特点确定冲裁工艺方案。确定工艺方案首先要考虑的问题是确定冲裁的工序数、冲裁工序的组合以及冲裁工序顺序的安排。冲裁工序数一般容易确定,关键是确定冲裁工序的组合与冲裁工序顺序。

① 冲裁工序的组合

冲裁工序的组合方式可分为单工序冲裁、复合冲裁和级进冲裁。使用的模具对应为单工序模、复合模、级进模。

一般组合冲裁工序比单工序冲裁生产效率高,加工的精度等级高。冲裁工序的组合方式可根据下列因素确定。

a. 根据生产批量来确定,一般来说,小批量和试制生产采用单工序模,中、大批量生产采用复合模或级进模,生产批量与模具类型的关系见表 3-23。

表 3-23 生产批量与模具类型的关系

项 目	生产批量				
	单件	小批	中批	大批	大量
大型件	<1	1~2	>2~20	>20~300	>300
中型件		1~5	>5~50	>50~100	>1 000
小型件		1~10	>10~100	>100~500	>5 000
模具类型	单工序模 组合模 简易模	单工序模 组合模 简易模	单工序模 级进模、复合模 半自动模	单工序模 级进模、复合模 自动模	硬质合金级进模、 复合模、自动模

注:表内数字为每年班产量数值,单位“千件”。

b. 根据冲裁件尺寸和精度等级来确定 复合冲裁得到的冲裁件尺寸精度等级高,避免了多次单工序冲裁的定位误差,并且在冲裁过程中可以进行压料,冲裁件较平整。级进冲裁比复合冲裁精度等级低。

c. 根据对冲裁件尺寸形状的适应性来确定 冲裁件的尺寸较小时,应考虑到单工序送料不方便和生产效率低。

d. 根据模具制造安装调整的难易和成本的高低来确定 对复杂形状的冲裁件来说,采用复合冲裁比采用级进冲裁较为适宜,因为模具制造安装调整比较容易,且成本较低。

e. 根据操作是否方便与安全来确定 复合冲裁出件或清除废料较困难,工作安全性较差,若采用级进冲裁则较安全。

综上所述,针对一个冲裁件可以得出多种工艺方案。必须对这些方案进行比较,然后在保证冲裁件质量与生产率的前提下,选取模具制造成本较低、模具寿命较高、操作较方便及安全的工艺方案。

② 冲裁顺序的安排

a. 级进冲裁顺序的安排

• 先冲孔或冲缺口,最后落料或切断,将冲裁件与条料分离。首先冲出的孔可作后续工序的定位孔。当定位要求较高时,则可冲裁专供定位用的工艺孔(一般为两个),如图 3-22 所示。

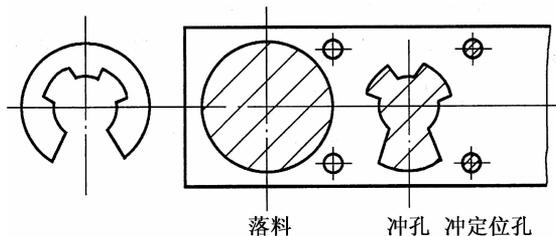


图 3-22 级进冲裁

• 采用定距侧刃时,定距侧刃切边工序安排与首次冲孔同时进行,以便控制送料进距。采用两个定距侧刃时,可以安排成一前一后,也可并列安排。

b. 多工序冲裁件用单工序冲裁时的顺序

• 先落料使坯料与条料分离,再冲孔或冲缺口。

- 后继工序的定位基准要一致,以避免定位误差和尺寸链换算。
- 冲裁大小不同、相距较近的孔时,为减少孔的变形,应先冲大孔后冲小孔。

确定工艺方案之后,需要进行必要的工艺计算和设备初选,为后续模具设计提供必要的依据。

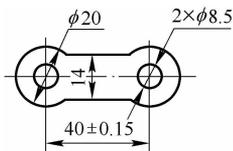


图 3-23 零件简图

【例 1】 如图 3-23 所示冲裁零件,材料为 10 钢,厚度为 1.5 mm,该零件年产量 30 万件,冲压设备初选为 250 kN 开式压力机,要求制订冲压工艺方案。

解: 1. 分析零件的冲压工艺性

(1) 材料 10 钢属于优质碳素结构钢,具有良好的冲压性能。

(2) 工件结构 该零件形状简单,孔边距远大于凸、凹模允许的最小壁厚,故可以考虑采用复合冲压工序。

(3) 尺寸精度 零件图上孔心距 40 ± 0.15 mm,属于 IT12 级,其余尺寸未注公差,属自由尺寸,按 IT14 级确定工件的公差,一般冲压均能满足其尺寸精度要求。查公差表得各尺寸公差为: $\phi 8.5^{+0.36}_0$ mm, $\phi 14^0_{-0.43}$ mm。

(4) 结论 可以冲裁。

2. 确定冲压工艺方案

(1) 该零件包括落料、冲孔两个基本工序,可有下列三种工艺方案。

方案一:先落料,后冲孔,采用单工序模。

方案二:落料—冲孔复合冲压,采用复合模。

方案三:冲孔—落料连续冲压,采用级进模。

(2) 选择最佳方案

方案一:模具结构简单,但需两道工序、两副模具,生产率较低,难以满足该零件的年产量要求。

方案二:只需一副模具,冲压件的形位精度和尺寸精度容易保证,且生产率也高。尽管模具结构较方案一复杂,但由于零件的几何形状简单对称,模具制造并不困难。

方案三:也只需要一副模具,生产率也很高,但零件的冲压精度稍差。欲保证冲压件的形位精度,需要在模具上设置导正销导正,故模具制造、安装较复合模复杂。

通过对上述三种方案的分析比较可知,该件的冲压生产采用方案二为佳。

3. 冲裁排样设计

冲裁件在板料(条料或带料)上的布置方法称为冲裁工作的排样法,简称排样。

排样设计的工作内容包括:选择排样方法;确定搭边的数值;计算条料宽度与送料步距;画出排样图,核算材料利用率。合理的排样是提高材料利用率、降低成本,保证冲件质量及模具寿命的有效措施。排样方案是模具结构设计的依据之一。

(1) 排样

① 排样原则

a. 材料的合理利用

材料利用率:冲裁件的实际面积与所用板料面积的百分比,它是衡量合理利用材料的经济性指标。

一个步距内的材料利用率 η 用以下公式表示:

$$\eta = \frac{nA}{BS} \times 100\%$$

式中: η ——一个步距内材料利用率;

A ——一个步距内冲裁件的实际面积;

B ——条料或板料宽度;

S ——步距;

n ——一个步距内冲裁的数量。

若考虑到料头、料尾和边余料的材料消耗,则一张板料(或带料、条料)上总的材料利用率 $\eta_{\text{总}}$ 为:

$$\eta_{\text{总}} = \frac{n_{\text{总}} A_1}{LB} \times 100\%$$

式中: $\eta_{\text{总}}$ ——一张板料(或带料、条料)材料利用率;

A_1 ——一个冲裁件的实际面积;

B ——条料或板料宽度;

L ——板料长度;

n ——一张板料(或带料、条料)上冲裁件的总数目。

η 值越大,说明废料越少、材料利用率越高。

b. 使工人操作方便、安全,减轻工人的劳动强度。条料在冲裁过程中翻动要少,在材料利用率相同或相近时,应尽可能选条料宽、进距小的排样方法。还可减少板料裁切次数,节省剪裁备料时间。

c. 使模具结构简单、模具寿命较高。

d. 排样应保证冲裁件的质量。对于弯曲件的落料,在排样时还应考虑板料的纤维方向。

② 提高材料利用率的方法

冲裁产生的废料有两种,如图 3-24 所示:一种是由于冲裁件有内孔而产生的废料,称为设计废料(也称结构废料);另一种是由于冲裁件之间、冲裁件与条料侧边之间有搭边存在以及不可避免的料头和料尾而产生的废料,统称为工艺废料。

要提高材料利用率,主要应从减少工艺废料着手。减少工艺废料的有力措施是:设计合理的排样方案,选择合适的板料规格和合理的裁板法(减少料头、料尾和边余料),或利用废料制作小零件等。

冲裁一定形状的冲件时产生结构废料是不可避免的,但可通过合理的排样方案将废料的产生降到最低限度。

③ 排样方法

根据材料经济利用的程度,条料排样方法可以分为:

a. 有废料排样法,如图 3-25(a)所示。在冲裁件之间以及冲裁件与条料侧边之间都有工艺余料(称搭边)存在,冲裁是沿着冲裁件的封闭轮廓进行。有废料排样法的冲裁件质量较好,模具寿命较长,但材料利用率较低。

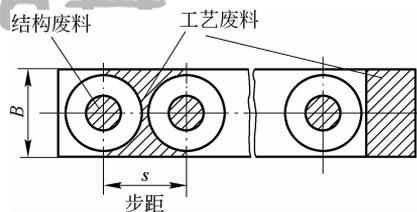


图 3-24 设计废料与工艺废料

b. 少废料排样法,如图 3-25(b)所示。沿冲裁件的部分外形轮廓切断或冲裁,只在冲裁件之间或者只在冲裁件与条料侧边之间有搭边。

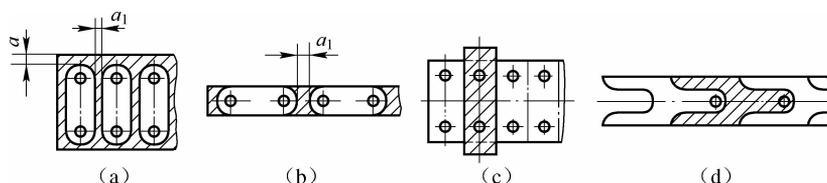


图 3-25 排样方法

c. 无废料排样法,如图 3-25(c)、图 3-25(d)所示,是在冲裁件之间以及冲裁件与条料侧边之间均无搭边存在。这种排样方法的冲裁件实际上是直接由切断条料获得,所以材料利用率可达 85%~95%。(c)、(d)两图所示是步距为两倍工件宽度的一模两件无废料排样。采用少、无废料排样法,材料利用率高,不但有利于一模获得多个冲裁件,而且可以简化模具结构,降低冲裁力。

④ 排样形式

无论是采用有废料或少、无废料的排样,根据冲裁件在条料上的不同布置方法,有直排、斜排、对排(直对排、斜对排)、混合排、多排等多种排样形式。

有搭边排样形式见表 3-24,少、无搭边排样形式见表 3-25。

表 3-24 有搭边排样形式

形式	简图	适用于
直排		几何形状简单的零件
斜排		T 形或其他复杂形状的零件,这些工件采用直排时所产生废料较多
直对排		T、II、U 形工件,这些工件采用直排或斜排时所产生废料较多
斜对排		T 形等工件,上述排样是废料较多
混合排		两种材料和厚度均相同的工件

续表

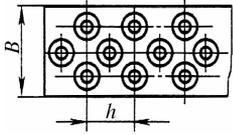
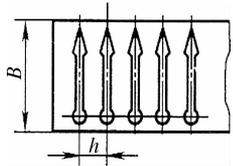
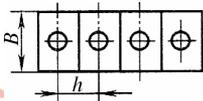
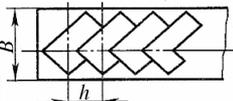
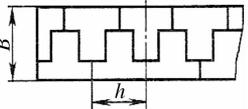
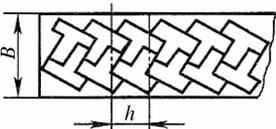
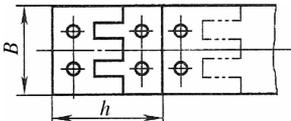
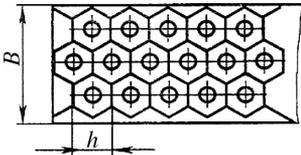
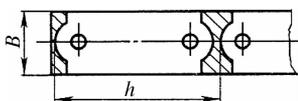
形式	简图	适用于
多排行		大批量生产中轮廓较小的工件
裁搭边		大批量生产中,小而窄的工件

表 3-25 少、无搭边排样形式

形式	简图	适用于
直排		矩形工件
斜排		T形或其他形状的零件,允许外形有小缺陷
直对排		梯形或其他形状的工件
斜对排		T形或其他形状的工件
混合排		两外形互相嵌入的工件
多排行		大批量生产中尺寸较小的矩形

续表

形式	简图	适用于
裁搭边		用宽度公差符合要求的卷料或条料制造的长形件

(2) 搭边

排样时,冲裁件之间以及冲裁件与条料侧边之间留下的余料叫搭边。虽然搭边在冲裁工作后形成废料,但在工艺上却有很大作用。

搭边的作用:可补偿定位误差,保证冲出合格的制件。搭边还可以保持条料有一定的刚度,便于条料的输送。

① 影响搭边值因素

a. 材料的机械性能 硬材料的搭边值可小一些,软材料、脆性材料的搭边值要大一些。

b. 零件的形状与尺寸 冲裁件尺寸大或有尖突的复杂形状,搭边值要取大些。

c. 厚材料的搭边值应取大些。

d. 送料方式及挡料方式 手工送料有侧压板导向的,搭边值可以小一些。搭边值是由操作者依据经验确定的,表 3-26 所列为搭边数值,供设计定位元件时参考。

e. 卸料方式 弹性卸料比刚性卸料的搭边小一些。

② 搭边值的确定

搭边值的大小是由模具的定位元件决定的,搭边值须合理确定。搭边值过大,则材料利用率低。搭边值过小,在冲裁中会将材料拉断,使冲裁件产生毛刺,有时还会将拉断的材料挤入凹模和凸模中间,损坏模具刃口,降低模具寿命。

总的来讲,搭边值由操作者据经验确定,推荐的合理搭边值见表 3-26。

表 3-26 最小的工艺搭边值

(/mm)

料厚 t	圆形件及 $r > 2t$ 的圆角		矩形件边长 $l \leq 50$		矩形件边长 $l > 50$ 或圆角 $r \leq 2t$	
	工件间 a	侧边 a_1	工件间 a	侧边 a_1	工件间 a	侧边 a_1
< 0.25	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0
$0.25 \sim 0.5$	1.2	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5
$0.5 \sim 0.8$	1.0	1.2	1.5	1.8	1.8	2.0
$0.8 \sim 1.2$	0.8	1.0	1.2	1.5	1.5	1.8
$1.2 \sim 1.6$	1.0	1.2	1.5	1.8	1.8	2.0

续表

1.6~2.0	1.2	1.5	1.8	2.5	2.0	2.2
2.0~2.5	1.5	1.8	2.0	2.2	2.2	2.5
2.5~3.0	1.8	2.2	2.2	2.5	2.5	2.8
3.0~3.5	2.2	2.5	2.5	2.8	2.8	3.2
3.5~4.0	2.5	2.8	2.5	3.2	3.2	3.5
4.0~5.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0	4.5
5.0~12	0.6t	0.7t	0.7t	0.8t	0.8t	0.9t

注:表列搭边值适用于低碳钢,对于其他材料,应将表中数字乘以下列系数:中等硬度钢—0.9;软黄铜、纯铜—1.2;硬钢—0.8;铝—1.3~1.4;硬黄铜—1.3~1.4;非金属—1.5~2;硬铝—1~1.2。

(3) 送料步距、条料宽度与导料板间距离的计算

选定排样方案与确定搭边值之后,接下来就要计算送料步距,确定条料宽度,进而确定导料板间的距离,这样才能画出排样图。

① 送料步距

条料在模具上每次送进的距离称为送料步距(简称步距或进距)。每个步距可以冲出一个零件,也可以冲出几个零件。送料步距的大小应为条料上两个对应冲裁件的对应点之间的距离。如图3-25(a)所示,每次只冲一个零件的步距 s 的计算公式为:

$$s = D + a$$

式中: D ——平行于送料方向的冲裁件宽度;

a ——冲裁件之间的搭边值。

如图3-25(c)所示,是无废料一模出两件,其送料步距是工件宽度的两倍。

② 条料宽度与导料板间距离

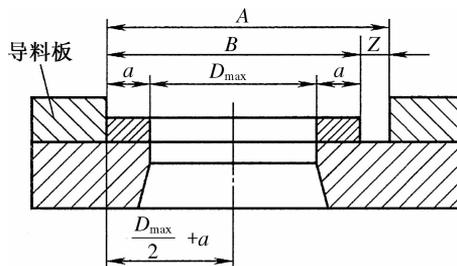


图 3-26 有侧压装置

由于表3-26所列侧面搭边值 a_1 已经考虑了剪料公差所引起的减小值,在条料宽度的计算时,一般采用下列的简化公式。

a. 有侧压装置时条料的宽度与导料板间距离,如图3-26所示。有侧压装置的模具,能使条料始终沿着导料板送进,故按下列公式计算:

$$\text{条料宽度} \quad B_{-\Delta}^0 = (D_{\max} + 2a)_{-\Delta}^0$$

$$\text{导料板间距离} \quad A = B + Z = D_{\max} + 2a + Z$$

b. 无侧压装置时条料的宽度与导料板间距离,如图3-27所示。

无侧压装置的模具,应考虑在送料过程中因条料的摆动而使侧面搭边减少。为了补偿侧

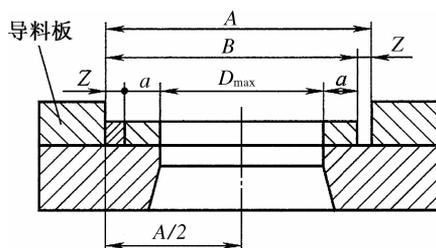


图 3-27 无侧压装置

面搭边的减少,条料宽度应增加一个条料可能的摆动量,故按下式计算:

$$\text{条料宽度} \quad B_{-\Delta}^0 = (D_{\max} + 2a + Z)_{-\Delta}^0$$

$$\text{导料板间距离} \quad A = B + Z = D_{\max} + 2a + 2Z$$

式中: D_{\max} —— 条料宽度方向冲裁件的最大尺寸;

a —— 侧搭边值,可参考表 3-26;

Δ —— 条料宽度的单向(负向)偏差,见表 3-27、表 3-28;

Z —— 导料板与最宽条料之间的间隙,其最小值见表 3-29。

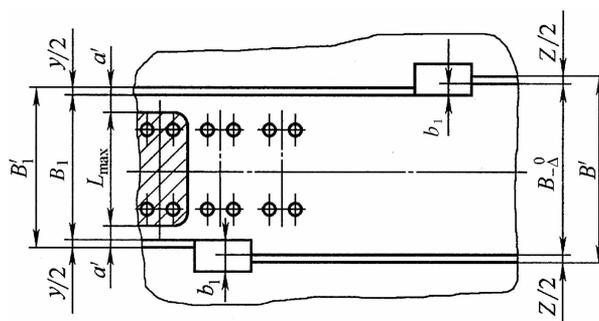


图 3-28 有侧刃冲裁

c. 用侧刃定时距时条料的宽度与导料板间距离,如图 3-28 所示。当条料的送进步距用侧刃定位时,条料宽度必须增加侧刃切去的部分,故按下式计算:

$$\text{条料宽度} \quad B_{-\Delta}^0 = (L_{\max} + 2a' + nb_1)_{-\Delta}^0 = (L_{\max} + 1.5a + nb_1)_{-\Delta}^0$$

其中

$$a' = 0.75a$$

$$\text{导料板间距离} \quad B' = L_{\max} + 1.5a + nb_1 + Z$$

$$\text{(或)} \quad B' = L_{\max} + 1.5a + y$$

式中: L_{\max} —— 条料宽度方向冲裁件的最大尺寸;

a —— 侧搭边值,可参考表 3-26;

n —— 侧刃数;

Z —— 冲切前的条料宽度与导料板间的间隙,见表表 3-29;

b_1 —— 侧刃冲切的料边宽度,见表 3-30;

y —— 冲切后的条料宽度与导料板间的间隙,见表 3-30。

表 3-27 条料宽度偏差 Δ (一)

(/mm)

条料宽度 B /mm	材料厚度 t /mm		
	≤ 0.5	$> 0.5 \sim 1$	$> 1 \sim 2$
≤ 20	0.05	0.08	0.10
$> 20 \sim 30$	0.08	0.10	0.15
$> 30 \sim 50$	0.10	0.15	0.20

表 3-28 条料宽度偏差 Δ (二)

(/mm)

条料宽度 B /mm	材料厚度 t /mm			
	< 1	$1 \sim 2$	$2 \sim 3$	$3 \sim 5$
< 50	0.4	0.5	0.7	0.9
$50 \sim 100$	0.5	0.6	0.8	1.0
$100 \sim 150$	0.6	0.7	0.9	1.1
$150 \sim 220$	0.7	0.8	1.0	1.2
$220 \sim 300$	0.8	0.9	1.1	1.3

表 3-29 导料板与条料之间的最小间隙 Z_{\min}

(/mm)

材料厚度 t /mm	无侧压装置		有侧压装置		
	条料宽度 B /mm				
	100 以下	100~200	200~300	100 以下	100 以上
< 0.5	0.5	0.5	4	5	8
$0.5 \sim 1$	0.5	0.5	1	5	8
$1 \sim 2$	0.5	1	1	5	8
$2 \sim 3$	0.5	1	1	5	8
$3 \sim 4$	0.5	1	1	5	8
$4 \sim 5$	0.5	1	1	5	8

表 3-30 b_1 、 y 值

条料厚度 t /mm	b_1		y
	金属材料	非金属材料	
≤ 1.5	1.5	2	0.10
$> 1.5 \sim 2.5$	2.0	3	0.15
$> 2.5 \sim 3$	2.5	4	0.20

(4) 排样图

条料宽度确定后,应选择板料规格,确定裁板方法(纵向或横向剪裁,如图 3-30 所示)。在选择板料规格和确定裁板方法时,应综合考虑材料的利用率、纤维方向(对弯曲件)、操作方便和材料供应情况等。当条料长度确定后,就可以绘制排样图了。如图 3-29 所示一张完整

的排样图应标注条料宽度及其公差、送料步距、工件间搭边和侧搭边等。

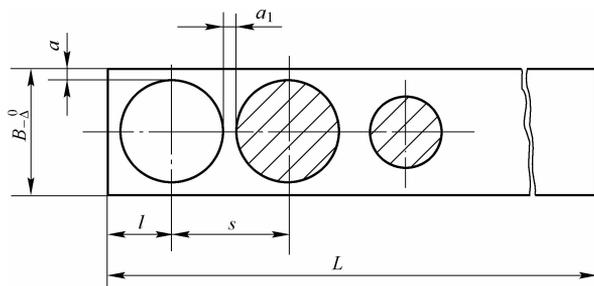


图 3-29 排样图

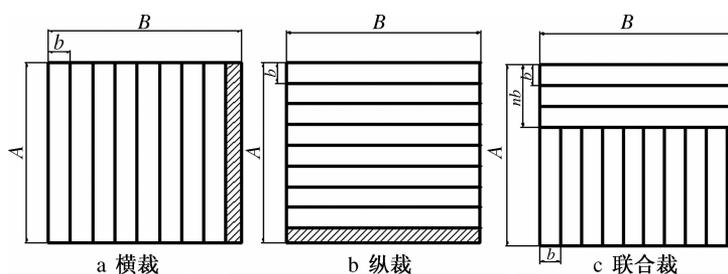


图 3-30 板料剪裁

4. 冲压工艺力的计算

在冲裁过程中,冲压力是指冲裁力、卸料力、推件力和顶件力的总称,它是选择压力机、设计冲裁模和校核模具强度的重要依据。

(1) 冲裁力

冲裁力指冲裁过程中凸模对板料施加的压力。在冲裁过程中,冲裁力是随凸模进入板料的深度(凸模行程)而变化的。如图 3-31 所示为冲裁 Q235 钢时的冲裁力变化曲线。

图中 OA 段是冲裁的弹性变形阶段,AB 段是塑性变形阶段,B 点为冲裁力的最大值,在此点材料开始被剪裂,BC 段为断裂分离阶段,CD 段是凸模克服与材料间的摩擦和将材料从凹模内推出所需的压力。通常,冲裁力是指冲裁过程中的最大值,即图 3-31 中 B 点压力 F_{\max} ,它是选用压力机和设计模具的重要依据之一。

影响冲裁力的主要因素有材料的力学性能、厚度、冲件轮廓周长及冲裁间隙、刃口锋利程度与表面粗糙度值等。

对于普通平刃口的冲裁,其冲裁力 F 可按下列式计算:

$$F = KLt\tau$$

式中: F ——冲裁力(N);

L ——冲裁周边长度(mm);

t ——材料厚度(mm);

τ ——材料抗剪强度(MPa);

K ——系数是考虑到刃口钝化、间隙不均匀、材料力学性能与厚度波动等因素而增加的

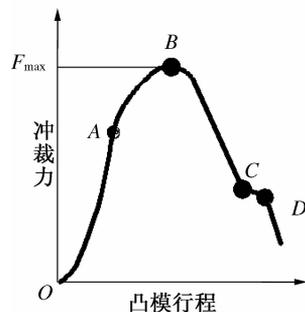


图 3-31 冲裁力变化曲线

安全系数。

一般取 $K = 1.3$

为计算方便,也可使用材料的抗拉强度进行计算:

$$F = Lt\sigma_b$$

对于同一种材料,抗拉强度与抗剪强度关系为:

$$\sigma_b \approx 1.3\tau$$

式中: σ_b ——材料的抗拉强度(MPa)。

(2) 卸料力、推件力、顶件力

当冲裁结束时,由于材料的弹性回复及摩擦的存在,从板上冲裁下的部分会梗塞在凹模孔口内,而冲裁剩下的材料则会紧箍在凸模上。为使冲裁工作继续进行,必须将箍在凸模上和卡在凹模内的材料(冲件或废料)卸下或推出,如图 3-32 所示。

卸料力 F_x :从凸模上卸下箍着的材料所需要的力。

推件力 F_t :将梗塞在凹模内的材料顺冲裁方向推出所需要的力。

顶件力 F_d :逆冲裁方向将材料从凹模内顶出所需要的力。

卸料力、推件力与顶件力是从压力机和模具的卸料、推件和顶件装置中获得的,所以在选择压力机的公称压力和设计冲模时,应分别予以计算。

影响这些力的因素较多,主要有材料的力学性能与厚度、冲件形状与尺寸、冲模间隙与凹模孔口结构、排样时搭边的大小及润滑情况等。在实际计算时,常用下列经验公式:

卸料力

$$F_x = K_x F$$

推件力

$$F_t = nK_t F$$

顶件力

$$F_d = K_d F$$

式中: K_x 、 K_t 、 K_d ——卸料力、推件力、顶件力系数,见表 3-31;

n ——同时卡在凹模内的冲裁件(或废料)数; $n = \frac{h}{t}$ (h —凹模洞口的直刃壁高度,一般取 5~10 mm; t —板料厚度)。

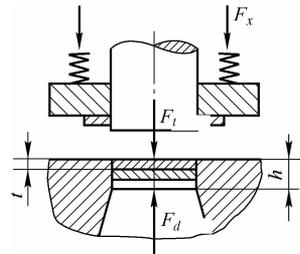


图 3-32 卸料力、推件力、顶件力

表 3-31 卸料力、推件力和顶件力系数

材 料		K_x	K_t	K_d
钢	$t \leq 0.1 \text{ mm}$	0.06 ~ 0.09	0.10	0.14
	$t > 0.1 \sim 0.5 \text{ mm}$	0.04 ~ 0.07	0.065	0.08
	$t > 0.5 \sim 2.5 \text{ mm}$	0.025 ~ 0.06	0.05	0.06
	$t > 2.5 \sim 6.5 \text{ mm}$	0.02 ~ 0.05	0.045	0.05
	$t > 6.5 \text{ mm}$	0.015 ~ 0.04	0.025	0.03
铝、铝合金		0.03~0.08	0.03~0.07	
纯铜、黄铜		0.02~0.06	0.03~0.09	

注:卸料力系数,在冲多孔、大搭边和轮廓复杂时取上限值。

(3) 总冲压力的计算

冲裁时,所需总冲压力为冲裁力、卸料力和推件力之和,这些力在选择压力机吨位时是否都要考虑进去,应根据不同的模具结构区别对待。

① 模具结构采用刚性卸料装置和下出料方式时,其总压力为:

$$F_{\Sigma} = F + F_t$$

② 模具结构采用弹性卸料装置和下出料方式时,其总压力为:

$$F_{\Sigma} = F + F_x + F_t$$

③ 模具结构采用弹性卸料装置和上出料方式时,其总压力为:

$$F_{\Sigma} = F + F_x + F_d$$

在选择压力机公称压力时,必须使其大于或等于所计算出的总冲压力。

【例2】 试计算如图3-33所示模具的总冲压力。已知:材料是08,厚度是1.5 mm,凹模直壁高度是6 mm。

分析:这副模具采用弹性卸料装置和下出料方式
所以:

$$F_{\Sigma} = F + F_x + F_t。$$

解:1. 冲裁力

$$L = \frac{3}{4}(2 \times 20 \times \pi) + 2\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \times 20\right) = 122.4 \text{ mm}$$

查设计手册取 $\sigma_b = 450 \text{ MPa}$

$$F = Lt\sigma_b = 122.4 \times 1.5 \times 450 = 82\,620 \text{ N}$$

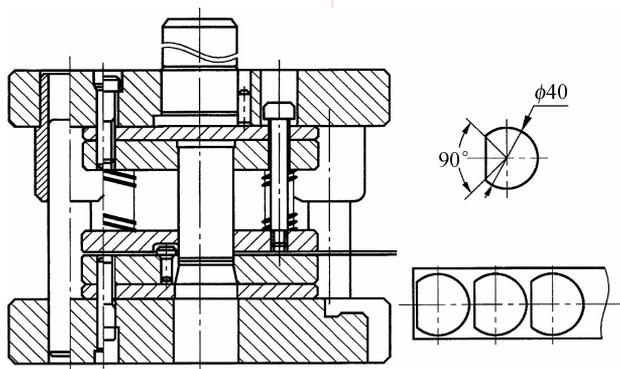


图 3-33 模具结构图

2. 卸料力

查表 3-31 取 $K_x = 0.05$

$$F_x = K_x F = 0.05 \times 82\,620 = 413.1 \text{ N}$$

3. 推件力

查表 3-31 取 $K_t = 0.05$, 且 $n = \frac{h}{t} = \frac{6}{1.5} = 4$ 将查表或计算得到的数据代入公式:

$$F_t = nK_t F = 4 \times 0.05 \times 82\,620 = 1\,652.4 \text{ N}$$

4. 总冲压力 $F_{\Sigma} = F + F_x + F_t = 82\,620 + 413.1 + 1\,652.4 \approx 85 \text{ kN}$

【例3】 采用冲孔—落料复合模冲压垫圈,如图3-34所示,材料为Q235,料厚 $t =$

3 mm, 试计算总冲压力。

解: 由设计手册查出剪切应力 $\tau = 304 \sim 373$ MPa, 取 $\tau = 350$ MPa。

1. 冲裁力的计算

冲孔力 $F_{\text{孔}} = 1.3\pi d_{\text{孔}} t \tau = 1.3 \times 3.14 \times 12.5 \times 3 \times 350 = 53\,576$ (N)

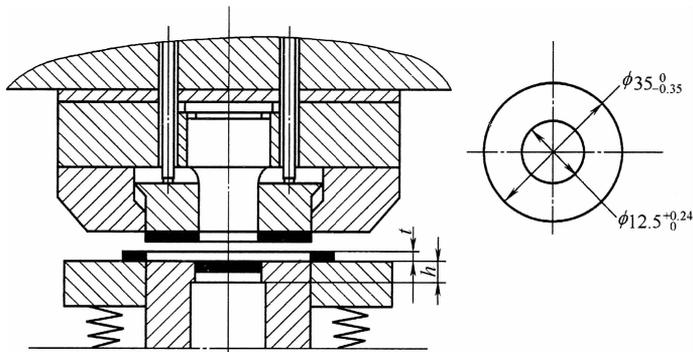


图 3-34 冲孔—落料复合模和垫圈

落料力 $F_{\text{落}} = 1.3\pi d_{\text{落}} t \tau = 1.3 \times 3.14 \times 35 \times 3 \times 350 = 150\,014$ (N)

2. 卸料力的计算

由表 3-31 查出 $K_x = 0.03$, 则

$$F_x = K_x F_{\text{落}} = 0.03 \times 150\,014 = 4\,500.42$$
 (N)

3. 推件力的计算

由表 3-31 查出 $K_t = 0.045$, 凹模型口直壁高度取

$$h = 6 \text{ mm, 则 } n = h/t = 6/3 = 2$$

$$F_t = nK_t F_{\text{孔}} = 2 \times 0.045 \times 53\,576 = 4\,821.84$$
 (N)

4. 总冲裁力计算

$$F_{\text{总}} = F_{\text{落}} + F_{\text{孔}} + F_t + F_x = 212\,912.26$$
 (N)

5. 压力中心的计算

(1) 计算压力中心的目的

模具的压力中心是指冲压力合力的作用点。计算压力中心的目的如下:

① 使冲裁压力中心与冲床滑块中心相重合, 以免产生偏弯矩, 减少模具导向机构的不均匀磨损。

② 保持冲裁工作间隙的稳定性, 防止刃口局部迅速变钝, 提高冲裁件的质量和模具的使用寿命。

一副冲模的压力中心是指这副冲模各个冲压部分冲压力的合力作用点。冲模的压力中心应尽可能通过模具中心并与压力机滑块中心重合, 以免因产生偏心载荷而使模具歪斜、间隙不均, 从而加速压力机和模具的导向部分及凸、凹模刃口的磨损。

③ 合理布置凹模型孔位置

冲压力合力的作用点称为模具的压力中心。模具的压力中心应该通过压力机滑块的中心线。对于有模柄的冲模来说, 必须使压力中心通过模柄的中心线, 否则冲压时滑块就会承受偏心载荷, 导致滑块导轨和模具导向部分的不正常磨损, 还会使合理间隙得不到保证, 从而影响制件质量和降低模具寿命甚至损坏模具。在实际生产中, 可能出现冲模压力中心在冲压过程

中发生变化的情况,或者由于冲件的形状特殊,从模具结构考虑不宜使压力中心与模柄中心线相重合的情况,这时应注意使压力中心的偏离不致超出所选用压力机允许的范围。

(2) 简单几何图形压力中心的位置

① 冲裁形状对称的冲件时,其压力中心位于冲件轮廓图形的几何中心。

② 冲裁直线段时,其压力中心位于线段的中点。

③ 冲裁圆弧线段时,其压力中心的位置如图 3-35 所示。按下式计算:

$$x_0 = R \frac{180^\circ \sin \alpha}{\pi \alpha}$$

或

$$x_0 = R \frac{b}{l}$$

式中: l ——弧长。

(3) 确定复杂形状冲裁件压力中心的几种方法

确定复杂形状冲裁件的压力中心和多凸模模具的压力中心,常用下面几种方法。

① 解析法

a. 多凸模冲裁时的压力中心

图 3-36 所示为冲裁多个型孔的凸模位置分布情况。冲各孔所需的冲裁力分别为:

$$F_1 = KL_1 t \tau$$

$$F_2 = KL_2 t \tau$$

⋮

$$F_n = KL_n t \tau$$

对于平行力系,冲裁力的合力等于上述各力的代数和。即

$$F = F_1 + F_2 + \cdots + F_n$$

根据理论力学可知,合力对某轴之力矩等于各分力对同轴力矩之和。由此可求出压力中心坐标 (x_0, y_0) 。

$$F_1 x_1 + F_2 x_2 + \cdots + F_n x_n = (F_1 + F_2 + \cdots + F_n) x_0$$

$$F_1 y_1 + F_2 y_2 + \cdots + F_n y_n = (F_1 + F_2 + \cdots + F_n) y_0$$

得:

$$x_0 = \frac{F_1 x_1 + F_2 x_2 + \cdots + F_n x_n}{F_1 + F_2 + \cdots + F_n}$$

$$y_0 = \frac{F_1 y_1 + F_2 y_2 + \cdots + F_n y_n}{F_1 + F_2 + \cdots + F_n}$$

将 F_1, F_2, \cdots, F_n 值代入上两式,压力中心坐标公式变为:

$$x_0 = \frac{L_1 x_1 + L_2 x_2 + \cdots + L_n x_n}{L_1 + L_2 + \cdots + L_n}$$

$$y_0 = \frac{L_1 y_1 + L_2 y_2 + \cdots + L_n y_n}{L_1 + L_2 + \cdots + L_n}$$

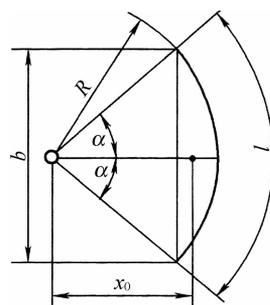


图 3-35 圆弧压力中心的位置

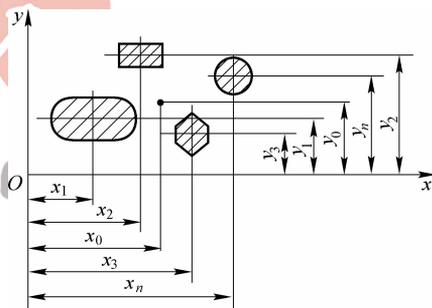


图 3-36 多凸模冲裁时的压力中心

b. 冲裁复杂形状零件时的压力中心

冲裁复杂形状零件时,其压力中心的计算公式与多凸模冲裁压力中心求解公式相同。具体求法按下面步骤进行(图 3-37):

- 选定坐标轴 x 和 y 。
- 将组成图形轮廓线划分为若干简单的线段,求出各线段长度和各线段的重心位置。
- 按上面公式算出压力中心坐标 (x_0, y_0) 。

② 作图法

作图法与解析法一样,既可求多凸模冲裁的压力中心,又可求复杂形状零件冲裁的压力中心。下面以多凸模冲裁压力中心的求解为例,作图的步骤如下(图 3-38):

- 按比例画出需冲裁的轮廓图形,选定坐标轴 x 和 y 。
- 算出或量出各图形轮廓周长 L_a, L_b, L_c ,确定重心位置。
- 作出压力中心的横坐标 x_0 ,作图方法如下:

• 在坐标系旁作一条平行于 y 轴的直线 AB ,从 A 点开始,依次截取 L_a', L_b', L_c' (其顺序按图形至 y 轴由近到远的顺序,其长度按比例等于对应轮廓线的长度 L_a, L_b, L_c 。

• 在 AB 线旁取任意点 O_1 ,从 O_1 点作射线 1、2、3、4,分别与代表冲裁力的各线段 (L_a', L_b', L_c') 首尾相连。

• 从各图形的重心位置出发,作 y 轴的平行线至图形外,然后以距 y 轴最近的一条平行线上任意点 Q 为起点,作射线 1 的平行线 $1'$,由该起点 Q 再作射线 2 的平行线 $2'$,过下一交点依次作射线 3、4 的平行线 $3', 4'$ 。 $1'$ 线与 $4'$ 线的交点即为压力中心的横坐标 x_0 。

• 相同方法作出压力中心的纵坐标 y_0 (注意截取线段与作图都要按距 x 轴从近到远的顺序)。

- 横坐标交点 $O(x_0, y_0)$ 即为压力中心。

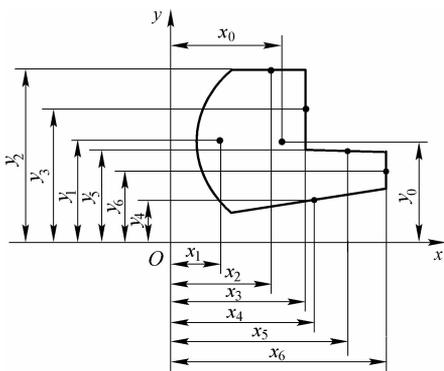


图 3-37 复杂冲裁件的压力中心

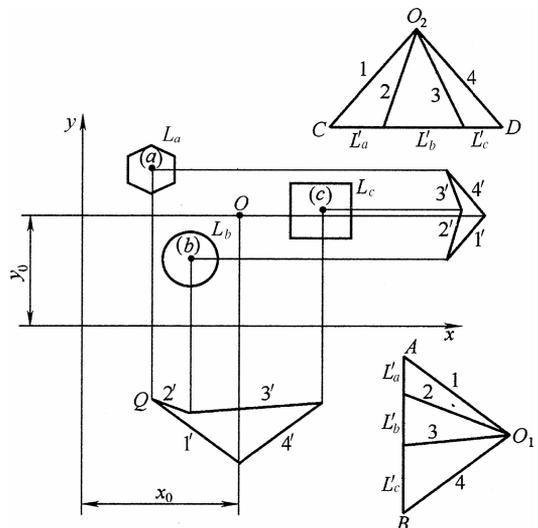


图 3-38 作图法求压力中心

【例 4】 确定手柄零件如图 3-39 所示压力中心,采用级进模生产。

解: 计算该手柄压力中心时,首先画出凹模型口图,如图 3-40 所示。在图中将 xOy 坐标系建立在图示的对称中心线上,将冲裁轮廓线按几何图形分解成 l_1, l_2, \dots, l_6 共 6 组基本线段。

求出各段长度及各段的重心位置(可以借助于 AutoCAD 来求点坐标)得:

$$l_1 = 25.132 \text{ mm}, x_1 = -52.592 \text{ mm}, y_1 = 26.5 \text{ mm}$$

$$l_2 = 95.34 \text{ mm}, x_2 = 0 \text{ mm}, y_2 = 38.5 \text{ mm}$$

$$l_3 = 95.34 \text{ mm}, x_3 = 0 \text{ mm}, y_3 = 14.5 \text{ mm}$$

$$l_4 = 50.265 \text{ mm}, x_4 = 57.856 \text{ mm}, y_4 = 26.5 \text{ mm}$$

$$l_5 = 15.708 \text{ mm}, x_5 = -47.5 \text{ mm}, y_5 = -26.5 \text{ mm}$$

$$l_6 = 87.965 \text{ mm}, x_6 = 47.5 \text{ mm}, y_6 = -26.5 \text{ mm}$$

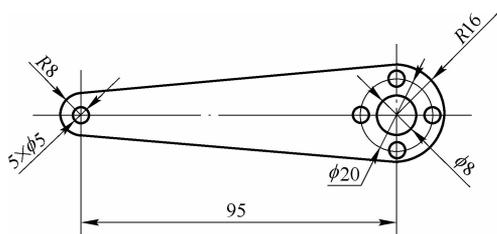


图 3-39 手柄工件简图

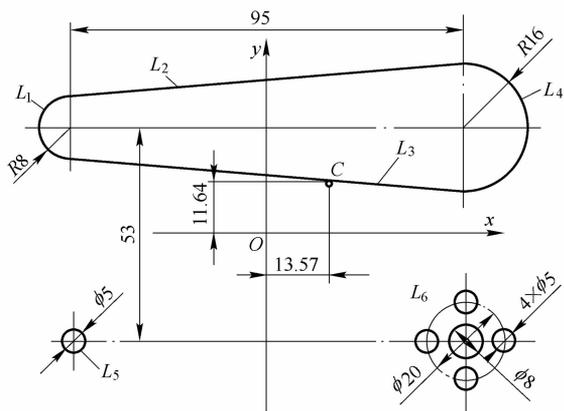


图 3-40 凹模型口图

代入公式:

$$x_0 = \frac{l_1 x_1 + l_2 x_2 + \dots + l_6 x_6}{l_1 + l_2 + \dots + l_6} = 13.57 \text{ mm}$$

$$y_0 = \frac{l_1 y_1 + l_2 y_2 + \dots + l_6 y_6}{l_1 + l_2 + \dots + l_6} = 11.64 \text{ mm}$$

由以上计算结构可以看出,因冲裁力(已计算)不大,压力中心偏移坐标原点 O 较小,为了便于模具的加工和装配,模具中心仍选在坐标原点 O 。若选用 J23—25 冲床, C 点仍在压力机模柄孔投影面积范围内,满足要求。

1. 冲裁间隙

(1) 冲裁间隙 Z

指凹模刃口横向尺寸 D_A 与凸模刃口横向尺寸 d_T 的差值,如图 3-41 所示。 Z 表示双面间隙,单面间隙用 $\frac{Z}{2}$ 表示,如无特殊说明,冲裁间隙就是指双面间隙。

Z 值可为正,也可为负,在普通冲裁中,均为正值。

对于圆形凹、凸模间隙:

$$Z = D_A - d_T$$

式中: Z ——双面间隙(mm);

D_A ——凹模直径尺寸(mm);

d_T ——凸模直径尺寸(mm)。

(2) 冲裁模间隙的确定

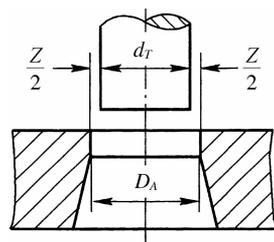


图 3-41 冲裁模间隙

因为冲裁过程中可变因素很多,所以无法确定一个同时满足所有理想要求的间隙值。生产中通常是选择一个适当的范围作为合理间隙,只要模具间隙在这个范围内就可以冲出合格制件。这个范围的最小值称为最小合理间隙 Z_{\min} ,最大值称为最大合理间隙 Z_{\max} 。确定模具间隙应当遵循以下两个原则:

- ① 确定的模具间隙满足 $Z_{\min} \leq Z \leq Z_{\max}$;
- ② 考虑到模具刃口在使用过程中的逐步磨损,模具初始间隙尽量采用 Z_{\min} 。

冲裁间隙可以通过理论计算的方法获得,但是过程非常复杂。实际生产中往往应用查表法确定。对于尺寸精度、断面质量要求高的冲裁件应选用较小间隙值(表 3-32),这时冲裁力与模具寿命作为次要因数考虑。对于尺寸精度和断面质量要求不高的冲裁件,在满足冲裁件要求的前提下,应以降低冲裁力、提高模具寿命为主,选用较大的间隙值(表 3-33)。

表 3-32 冲裁模初始双面间隙 Z (电器仪表行业用) (/mm)

材料厚度 t/mm	软 铝		纯铜、黄铜、软钢		杜拉铝、中等硬钢		硬 钢	
			$\omega_c = 0.08\% \sim 0.2\%$		$\omega_c = 0.3\% \sim 0.4\%$		$\omega_c = 0.5\% \sim 0.6\%$	
	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}
0.2	0.008	0.012	0.010	0.014	0.012	0.016	0.014	0.018
0.3	0.012	0.018	0.015	0.021	0.018	0.024	0.021	0.027
0.4	0.016	0.024	0.020	0.028	0.024	0.032	0.028	0.036
0.5	0.020	0.030	0.025	0.035	0.030	0.040	0.035	0.045
0.6	0.024	0.036	0.030	0.042	0.036	0.048	0.042	0.054
0.7	0.028	0.042	0.035	0.049	0.042	0.056	0.049	0.063
0.8	0.032	0.048	0.040	0.056	0.048	0.064	0.056	0.072
0.9	0.036	0.054	0.045	0.063	0.054	0.072	0.063	0.081
1.0	0.040	0.060	0.050	0.070	0.060	0.080	0.070	0.090
1.2	0.050	0.084	0.072	0.096	0.084	0.108	0.096	0.120
1.5	0.075	0.105	0.090	0.120	0.105	0.135	0.120	0.150
1.8	0.090	0.126	0.108	0.144	0.126	0.162	0.144	0.180
2.0	0.100	0.140	0.120	0.160	0.140	0.180	0.160	0.200
2.2	0.132	0.176	0.154	0.198	0.176	0.220	0.198	0.242
2.5	0.150	0.200	0.175	0.225	0.200	0.250	0.225	0.275
2.8	0.168	0.224	0.196	0.252	0.224	0.280	0.252	0.308
3.0	0.180	0.240	0.210	0.270	0.240	0.300	0.270	0.330
3.5	0.245	0.315	0.280	0.350	0.315	0.385	0.350	0.420
4.0	0.280	0.360	0.320	0.400	0.360	0.440	0.400	0.480
4.5	0.315	0.405	0.360	0.450	0.405	0.490	0.450	0.540
5.0	0.350	0.450	0.400	0.500	0.450	0.550	0.500	0.600
6.0	0.480	0.600	0.540	0.660	0.600	0.720	0.660	0.780
7.0	0.560	0.700	0.630	0.770	0.700	0.840	0.770	0.910

续 表

材料厚度 t/mm	软铝		纯铜、黄铜、软钢		杜拉铝、中等硬钢		硬 钢	
			$\omega_c = 0.08\% \sim 0.2\%$		$\omega_c = 0.3\% \sim 0.4\%$		$\omega_c = 0.5\% \sim 0.6\%$	
	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}
8.0	0.720	0.880	0.800	0.960	0.880	1.040	0.960	1.120
9.0	0.870	0.990	0.900	1.080	0.990	1.170	1.080	1.260
10.0	0.900	1.100	1.000	1.200	1.100	1.300	1.200	1.000

- 注: 1. 初始间隙的最小值相当于间隙的公称数值;
 2. 初始间隙的最大值是考虑到凸模和凹模的制造公差所增加的数值;
 3. 在使用过程中, 由于模具工作部分的磨损, 间隙将有所增加, 因而间隙的最大使用数值要超过表列数值;
 4. ω_c 为碳的质量分数, 用其表示钢中的含碳量。

表 3-33 冲裁模初始双面间隙 Z (汽车、拖拉机行业用)

(/mm)

材料厚度 t/mm	08、10、35、09Mn2、Q235		16 Mn		40、50		65 Mn	
	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}
<0.5	极小间隙							
0.5	0.040	0.060	0.040	0.060	0.040	0.060	0.040	0.060
0.6	0.048	0.072	0.048	0.072	0.048	0.072	0.048	0.072
0.7	0.064	0.092	0.064	0.092	0.064	0.092	0.064	0.092
0.8	0.072	0.104	0.072	0.104	0.072	0.104	0.064	0.092
0.9	0.090	0.126	0.090	0.126	0.090	0.126	0.090	0.126
1.0	0.100	0.140	0.100	0.140	0.100	0.140	0.090	0.126
1.2	0.126	0.180	0.132	0.180	0.132	0.180		
1.5	0.132	0.240	0.170	0.240	0.170	0.240		
1.75	0.220	0.320	0.220	0.320	0.220	0.320		
2.0	0.246	0.360	0.260	0.380	0.260	0.380		
2.1	0.260	0.380	0.280	0.400	0.280	0.400		
2.5	0.360	0.500	0.380	0.540	0.380	0.540		
2.75	0.400	0.560	0.420	0.600	0.420	0.600		
3.0	0.460	0.640	0.480	0.660	0.480	0.660		
3.5	0.540	0.740	0.580	0.780	0.580	0.780		
4.0	0.640	0.880	0.680	0.920	0.680	0.920		
4.5	0.720	1.000	0.680	0.960	0.780	1.040		
5.5	0.940	1.280	0.780	1.100	0.980	1.320		
6.0	1.080	1.440	0.840	1.200	1.140	1.500		
6.5			0.940	1.300				
8.0			1.200	1.680				

注: 冲裁皮革、石棉和纸板时, 间隙取 08 钢的 25%。

(3) 间隙的重要性。

① 间隙对冲裁件质量的影响

间隙是影响冲裁件质量的主要因素之一。

② 间隙对冲裁力的影响

随着间隙的增大,冲裁力有一定程度的降低,但影响不是很大。间隙对卸料力、推件力的影响比较显著。随着间隙增大,卸料力和推件力都将减小。但间隙继续增大会使毛刺增大,又将引起卸料力、推件力的迅速增大。

③ 间隙对模具寿命的影响

模具寿命分为刃磨寿命和模具总寿命。刃磨寿命是用两次刃磨之间的合格制件数表示。总寿命是用模具失效为止的总的合格制件数表示。

间隙选取不当易引起模具失效,模具失效的原因一般有:磨损、变形、崩刃、折断和胀裂,如选取小间隙将使磨损增加,甚至使模具与材料之间产生黏结现象,并引起崩刃、凹模胀裂、小凸模折断、凸凹模相互啃刃等异常损坏,从而影响模具寿命。

所以为了延长模具寿命,在保证冲裁件质量的前提下适当采用较大的间隙是十分必要的。若采用小间隙,就必须提高模具硬度、精度,减小模具粗糙度值,进行良好的润滑,以减小磨损。

2. 凸模和凹模刃口尺寸的计算

合理间隙的取值直接影响冲裁件的断面质量和尺寸精度。而合理间隙实际是靠凸模和凹模工作部分的尺寸和公差来体现的。因此正确确定凸模和凹模工作部分的尺寸及公差,是冲裁模模具设计的一项重要工作。

(1) 生产实践中发现的规律

① 冲裁件断面都带有锥度,如图 3-42 所示。由冲裁件断面特征可知:光亮带是测量和使用部位,落料件的光亮带处于大端尺寸,冲孔件的光亮带处于小端尺寸;且落料件的大端(光面)尺寸等于凹模尺寸,冲孔件的小端(光面)尺寸等于凸模尺寸。

② 凸模轮廓越磨越小,凹模轮廓越磨越大,结果使间隙越用越大。

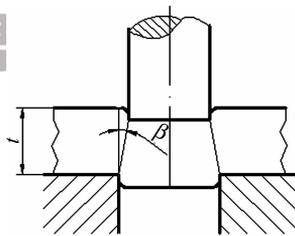


图 3-42 冲裁件断面锥度

(2) 凸模和凹模刃口尺寸计算的原则

根据生产实践中发现的这两个规律,在确定凸模和凹模刃口尺寸时应区分落料和冲孔,并遵循如下原则。

① 设计落料模先确定凹模刃口尺寸。以凹模为基准,间隙取在凸模上,即冲裁间隙通过减小凸模刃口尺寸来取得;设计冲孔模先确定凸模刃口尺寸。以凸模为基准,间隙取在凹模上,冲裁间隙通过增大凹模刃口尺寸来取得。

② 根据凸模和凹模刃口在使用过程中的磨损规律,设计落料模时,凹模基本尺寸应取接近或等于工件的最小极限尺寸;设计冲孔模时,凸模基本尺寸则取接近或等于工件孔的最大极限尺寸。这样,凸、凹模在磨损到一定程度时,仍能保证冲出合格的零件。

③ 不管是冲孔还是落料,冲裁(设计)间隙一般选用最小合理间隙值(Z_{\min})。

④ 选择模具刃口制造公差时,要考虑工件精度与模具精度的关系,既要保证工件的精度要求,又要保证有合理的间隙值。一般冲模的精度比工件的精度高 2~4 级。

a. 对于形状简单的圆形、方形刃口,其制造偏差值可按 IT6~IT7 级来选取。

b. 对于形状复杂的刃口,制造偏差可按工件相应部位公差值的 1/4 来选取。

c. 对于刃口尺寸磨损后无变化的,制造偏差值可取工件相应部位公差值的 1/8 并在前面冠以±。

⑤ 工件尺寸公差与冲模刃口尺寸的制造偏差,原则上都应按“入体”原则标注单向公差。但对于磨损后无变化的尺寸,一般标注双向偏差。所谓“入体”原则,是指在标注工件尺寸公差时应向材料的实体方向进行单向标注(凸模刃口越磨越小,往负差标;凹模刃口越磨越大,往正差标)。

(3) 凸模和凹模刃口尺寸的计算方法

模具刃口尺寸及公差的计算与加工方法有关,基本上可以分为两类,一种是分开加工,另一种是配合加工。

① 分开加工

a. 分开加工就是分别规定凸模和凹模的尺寸和公差,分别进行制造。用凸模与凹模的尺寸及制造公差来保证间隙要求。这种加工方法必须把模具的制造公差控制在间隙的变动范围之内,使模具制造难度加大,主要用于冲裁件形状简单、间隙较大、精度较低的模具加工。随着电火花、线切割等设备的应用和加工精度的不断提高,分开加工也越来越多地用于形状复杂、间隙较小、精度较高的复合模、级进模等模具。采用分开加工的凸、凹模具有互换性,制造周期短,便于成批制造。采用分开加工时,为了保证初始间隙不超过 Z_{\max} ,必须满足下列条件:

$$\delta_A + \delta_T \leq Z_{\max} - Z_{\min}$$

式中: Z_{\max} ——最大冲裁间隙;

Z_{\min} ——最小冲裁间隙;

δ_T, δ_A ——分别为凸、凹模的制造公差。凸模公差取下偏差(相当于基准轴的公差带位置),凹模取上偏差(相当于基准孔的公差带位置),其值见表 3-34。

表 3-34 简单形状冲裁件(圆、方形件)冲裁时的 δ_T, δ_A 值

(/mm)

基本尺寸	凸模公差 δ_T	凹模公差 δ_A	基本尺寸	凸模公差 δ_T	凹模公差 δ_A
≤ 18	0.020	0.020	$> 180 \sim 260$	0.030	0.045
$> 18 \sim 30$	0.020	0.025	$> 260 \sim 360$	0.035	0.050
$> 30 \sim 80$	0.020	0.030	$> 360 \sim 500$	0.040	0.060
$> 80 \sim 120$	0.025	0.035	> 500	0.050	0.070
$> 120 \sim 180$	0.030	0.040			

b. 分开加工凸模和凹模刃口尺寸计算 根据尺寸计算原则,对冲裁件凸、凹模刃口尺寸确定如下:

- 对于落料件

根据计算原则,落料时以凹模为设计基准,首先确定凹模尺寸,使凹模的基本尺寸接近或等于工件轮廓的最小极限尺寸。

$$D_A = (D_{\max} - \chi_{\Delta}) \begin{matrix} +\delta_A \\ 0 \end{matrix}$$

$$D_T = (D_A - Z_{\min}) \begin{matrix} 0 \\ -\delta_T \end{matrix} = (D_{\max} - \chi_{\Delta} - Z_{\min}) \begin{matrix} 0 \\ -\delta_T \end{matrix}$$

- 对于冲孔件

根据计算原则,冲孔时以凸模为设计基准,首先确定凸模尺寸,使凸模的基本尺寸接近或

等于工件孔的最大极限尺寸。

$$d_T = (d_{\min} + \chi \Delta)_{-\delta_T}$$

$$d_A = (d_T + Z_{\min})_{0^{+\delta_A}} = (d_{\min} + \chi \Delta + Z_{\min})_{0^{+\delta_A}}$$

• 孔心距

孔心距属于磨损后基本不变的尺寸,在同一工步中,在工件上冲出孔距为 $L \pm \frac{\Delta}{2}$ 两个孔时,其凹模型孔中心距 L_d 可按下列式计算:

$$L_d = L \pm \frac{1}{8} \Delta$$

式中: D_T, D_A ——分别为落料凸模、凹模刃口的基本尺寸;

d_T, d_A ——分别为冲孔凸模、凹模刃口的基本尺寸;

δ_T, δ_A ——分别为凸模、凹模制造公差,可查表 3-34 或取 $\delta_T \leq 0.4(Z_{\max} - Z_{\min}), \delta_A \leq 0.6(Z_{\max} - Z_{\min})$;

D_{\max} ——落料件的最大极限尺寸;

d_{\min} ——冲孔件的最小极限尺寸;

Δ ——冲裁件公差;

χ ——磨损系数,其值可查表 3-35,也可按冲裁件的公差等级选取。

当冲裁件公差在 IT10 级以上时, $\chi = 1$;

当冲裁件公差在 IT13 ~ IT11 级时, $\chi = 0.75$;

当冲裁件公差在 IT14 级以下时, $\chi = 0.5$ 。

表 3-35 磨损系数 χ

材料厚度 t/mm	非圆形 χ 值			圆形 χ 值	
	1	0.75	0.5	0.75	0.5
	制件公差 Δ mm				
≤ 1	< 0.16	0.17~0.35	≥ 0.36	< 0.16	≥ 0.16
$> 1 \sim 2$	< 0.20	0.21~0.41	≥ 0.42	< 0.20	≥ 0.20
$> 2 \sim 4$	< 0.24	0.25~0.49	≥ 0.50	< 0.24	≥ 0.24
> 4	< 0.30	0.31~0.59	≥ 0.60	< 0.30	≥ 0.30

【例 5】 冲制如图 3-43 所示零件,材料为 Q235 钢,料厚 $t = 0.5 \text{ mm}$ 。试计算冲裁凸、凹模刃口尺寸及公差。

解:(1) 由图可知,该零件属于无特殊要求的一般冲孔、落料加工。

外形 $\phi 36_{-0.62}^0 \text{ mm}$,由落料获得, $2 \times \phi 6_{0}^{+0.12} \text{ mm}$ 和 $18 \pm 0.09 \text{ mm}$ 由冲孔同时获得。

查表 3-33 得:

$Z_{\max} = 0.06 \text{ mm}, Z_{\min} = 0.04 \text{ mm}$ 则

$$Z_{\max} - Z_{\min} = (0.06 - 0.04) = 0.02 \text{ mm}$$

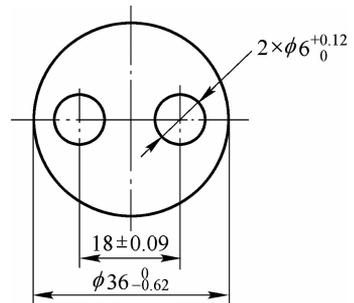


图 3-43 零件简图

查表 3-35 得:

$$2 \times \phi 6_{0}^{+0.12} \text{ mm} \quad \chi = 0.75$$

$$\phi 36_{-0.62}^{0} \text{ mm} \quad \chi = 0.5$$

查表 3-34 得:

$$2 \times \phi 6_{0}^{+0.12} \text{ mm}, \delta_A = 0.02 \text{ mm}, \delta_T = 0.02 \text{ mm}$$

$$\phi 36_{-0.62}^{0} \text{ mm}, \delta_A = 0.03 \text{ mm}, \delta_T = 0.02 \text{ mm}$$

$$\text{冲孔: } d_T = (d_{\min} + \chi_{\Delta})_{-\delta_T}^0 = (6 + 0.75 \times 0.12)_{-0.02}^0 = 6.09_{-0.02}^0 \text{ mm}$$

$$d_A = (d_T + Z_{\min})_{0}^{+\delta_A} = (6.09 + 0.04)_{0}^{+0.02} = 6.13_{0}^{+0.02} \text{ mm}$$

$$\text{校核: } \delta_A + \delta_T \leq Z_{\max} - Z_{\min}$$

$$0.02 + 0.02 > 0.06 - 0.04 \text{ (不能满足间隙公差条件)}$$

因此,只有缩小公差,提高制造精度,才能保证间隙在合理范围内,由此可取:

$$\delta_T \leq 0.4(Z_{\max} - Z_{\min}) = 0.4 \times 0.02 = 0.008 \text{ mm}$$

$$\delta_A \leq 0.6(Z_{\max} - Z_{\min}) = 0.6 \times 0.02 = 0.012 \text{ mm}$$

$$\text{这样: } \delta_A + \delta_T = Z_{\max} - Z_{\min} \text{ (满足间隙公差条件)}$$

$$\text{所以: } d_T = (d_{\min} + \chi_{\Delta})_{-\delta_T}^0 = 6.09_{-0.008}^0 \text{ mm}$$

$$d_A = (d_T + Z_{\min})_{0}^{+\delta_A} = 6.13_{0}^{+0.012} \text{ mm}$$

$$\text{落料: } D_A = (D_{\max} - \chi_{\Delta})_{0}^{+\delta_A} = (36 - 0.5 \times 0.62)_{0}^{+0.03} \text{ mm} = 35.69_{0}^{+0.03} \text{ mm}$$

$$D_T = (D_A - Z_{\min})_{-\delta_T}^0 = (35.69 - 0.04)_{-0.02}^0 \text{ mm} = 35.65_{-0.02}^0 \text{ mm}$$

$$\text{校核: } 0.02 + 0.03 = 0.05 > 0.02 \text{ (不能满足间隙公差条件)}$$

$$\text{同上可取: } D_A = 35.69_{0}^{+0.012} \text{ mm}$$

$$D_T = 35.65_{-0.008}^0 \text{ mm}$$

凹模型孔距:

$$L_d = L \pm \frac{1}{8} \Delta = 18 \pm \frac{1}{8} \times 0.18 = 18 \pm 0.023 \text{ mm}$$

(2) 配合加工

① 配合加工就是先按设计尺寸制出一个基准件(凸模或凹模),再根据基准件的实际尺寸按最小合理间隙配作另一件。这种方法的特点是模具的间隙是由配作来保证,工艺比较简单,不必校核 $\delta_A + \delta_T \leq Z_{\max} - Z_{\min}$ 的条件,并且还可以放大基准件的制造公差,降低加工难度。因此,对于冲制薄材料或冲制复杂形状的冲模,常常采用此加工方法。

设计时,基准件的刃口尺寸及公差应详细标注,而配作件只需标注基本尺寸,不需标注公差,但在图纸上应注明:“凸(凹)模刃口按凹(凸)模的实际刃口配作,保证最小合理的双面间隙值。”

② 配合加工凸模和凹模刃口尺寸计算 根据尺寸计算原则,对冲裁件凸、凹模刃口尺寸确定如下:采用配合加工法,首先根据凸模或凹模刃口轮廓磨损后的变化情况来正确判断凸(凹)模刃口各个尺寸在磨损过程中是变大、变小还是不变三种情况,然后根据刃口计算原则分别按相对应的公式来计算。

a. 落料件凹模刃口尺寸计算(图 3-44)

• 凹模刃口磨损后会增大的尺寸——第一类尺寸 A 指落料凹模刃口磨损后将会增大的尺寸,它的基本尺寸及制造公差为:

$$A_{凹} = (A_{\max} - \chi_{\Delta})_{0}^{+\frac{1}{4}\Delta}$$

• 凹模刃口磨损后会减小的尺寸——第二类尺寸 B 指落料凹模刃口磨损后将会减小的尺寸,它的基本尺寸及制造公差为:

$$B_{凹} = (B_{\min} + \chi_{\Delta})_{-\frac{1}{4}\Delta}^0$$

• 凹模刃口磨损后基本不变的尺寸——第三类尺寸 C 凹模刃口磨损后基本不变的尺寸,不必考虑磨损的影响,它的基本尺寸及制造公差如下:

$$\text{当尺寸标注为 } C_{0}^{+\Delta} \text{ 时: } C_{凹} = \left(C_{\min} + \frac{1}{2}\Delta\right) \pm \frac{1}{8}\Delta$$

$$\text{当尺寸标注为 } C_{-\Delta}^0 \text{ 时: } C_{凹} = \left(C_{\max} - \frac{1}{2}\Delta\right) \pm \frac{1}{8}\Delta$$

$$\text{当尺寸标注为 } C \pm \Delta \text{ 时: } C_{凹} = C \pm \frac{1}{8}\Delta$$

式中: $A_{凹}$ 、 $B_{凹}$ 、 $C_{凹}$ —— 基准件尺寸(mm);

A_{\max} 、 B_{\min} 、 C_{\max} 、 C_{\min} —— 工件极限尺寸(mm);

Δ —— 工件公差。

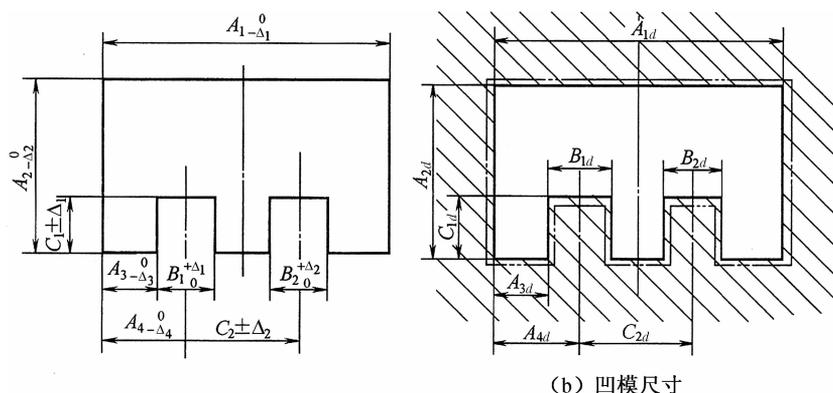


图 3-44 落料件刃口尺寸计算

b. 冲孔件凸模刃口尺寸计算(图 3-45)

凸模刃口磨损后会增大的尺寸——第一类尺寸 A

冲孔凸模刃口磨损后将会增大的尺寸,它的基本尺寸及制造公差为:

$$A_{凸} = (A_{\max} - \chi_{\Delta})_{0}^{+\frac{1}{4}\Delta}$$

• 凸模刃口磨损后会减小的尺寸——第二类尺寸 B 指冲孔凸模刃口磨损后将会减小的尺寸,它的基本尺寸及制造公差为:

$$B_{凸} = (B_{\min} + \chi_{\Delta})_{-\frac{1}{4}\Delta}^0$$

• 凸模刃口磨损后基本不变的尺寸——第三类尺寸 C 指冲孔凸模刃口磨损后基本不变的尺寸,不必考虑磨损的影响,它的基本尺寸及制造公差如下:

$$\text{当尺寸标注为 } C_{0}^{+\Delta} \text{ 时: } C_{凸} = \left(C_{\min} + \frac{1}{2}\Delta\right) \pm \frac{1}{8}\Delta$$

$$\text{当尺寸标注为 } C_{-\Delta}^0 \text{ 时: } C_{凸} = \left(C_{\max} - \frac{1}{2}\Delta\right) \pm \frac{1}{8}\Delta$$

当尺寸标注为 $C \pm \Delta$ 时: $C_{凸} = C \pm \frac{1}{8} \Delta$

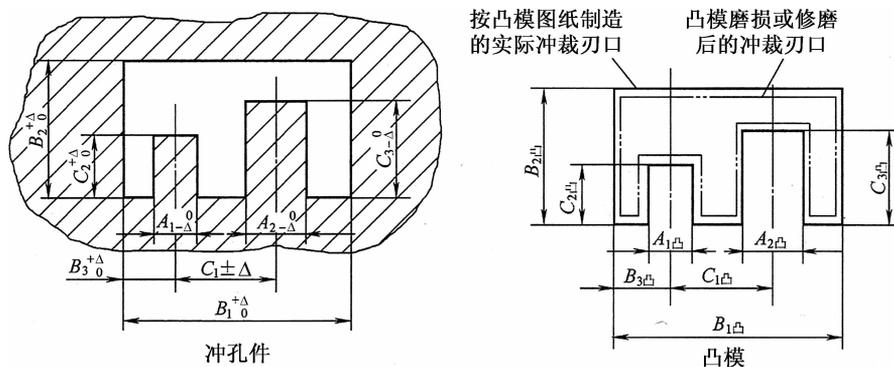


图 3-45 冲孔件刃口尺寸计算

【例 6】 冲制如图 3-46(a) 所示零件, 料厚 $t=2 \text{ mm}$, 材料为 Q235 钢。试计算冲裁件的凸模、凹模刃口尺寸及制造公差。

解: 考虑到工件形状比较复杂, 故采用配合加工法。根据刃口计算原则, 落料件以凹模为基准, 凹模磨损后其尺寸变化有三种情况, 见图 3-46(b)。

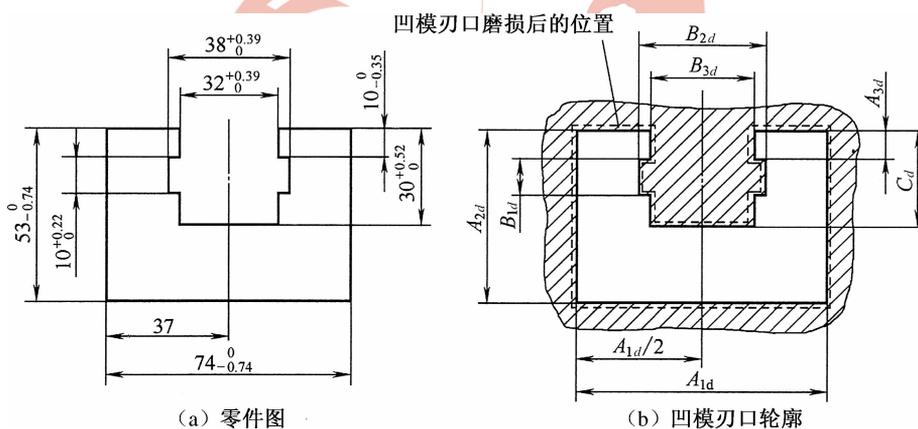


图 3-46 零件图和凹模磨损情况

(1) 凹模磨损后变大的尺寸有: A_1 、 A_2 、 A_3 。

刃口尺寸计算公式:

$$A_{凹} = (A_{\max} - \chi_{\Delta})_{0}^{+\frac{1}{4}\Delta}$$

查表 3-35 得:

$$\chi_1, \chi_2 = 0.5, \chi_3 = 0.75$$

$$A_{凹1} = (A_{\max1} - \chi_1 \Delta)_{0}^{+\frac{1}{4}\Delta} = (74 - 0.5 \times 0.74)_{0}^{+0.74} = 73.63_{0}^{+0.19} \text{ mm}$$

$$A_{凹2} = (A_{\max2} - \chi_2 \Delta)_{0}^{+\frac{1}{4}\Delta} = (53 - 0.5 \times 0.74)_{0}^{+0.74} = 52.63_{0}^{+0.19} \text{ mm}$$

$$A_{凹3} = (A_{\max3} - \chi_3 \Delta)_{0}^{+\frac{1}{4}\Delta} = (10 - 0.75 \times 0.36)_{0}^{+0.36} = 9.73_{0}^{+0.09} \text{ mm}$$

(2) 凹模磨损后变小的尺寸有: B_1 、 B_2 、 B_3

刃口尺寸计算公式：

$$B_{凸} = (B_{\min} + \chi_{\Delta}) \frac{0}{-\frac{1}{4}\Delta}$$

查表 3-35 得：

$$\chi_1, \chi_2, \chi_3 = 0.75$$

$$B_{凸1} = (B_{\min1} + \chi_1 \Delta) \frac{0}{-\frac{1}{4}\Delta} = (10 + 0.75 \times 0.22) \frac{0.22}{4} = 10.17 \frac{0}{-0.06} \text{ mm}$$

$$B_{凸2} = (B_{\min2} + \chi_2 \Delta) \frac{0}{-\frac{1}{4}\Delta} = (38 + 0.75 \times 0.39) \frac{0.39}{4} = 38.29 \frac{0}{-0.10} \text{ mm}$$

$$B_{凸3} = (B_{\min3} + \chi_3 \Delta) \frac{0}{-\frac{1}{4}\Delta} = (32 + 0.75 \times 0.39) \frac{0.39}{4} = 32.29 \frac{0}{-0.10} \text{ mm}$$

(3) 凹模磨损后不变的尺寸有： C_d

刃口尺寸计算公式：

$$C_{凹} = \left(C_{\min} + \frac{1}{2} \Delta \right) \pm \frac{1}{8} \Delta = \left(30 + \frac{1}{2} \times 0.52 \right) \pm \frac{1}{8} \times 0.52 = 30.26 \pm 0.07 \text{ mm}$$

查表 3-32 得：

$$Z_{\max} = 0.360 \text{ mm}, Z_{\min} = 0.246 \text{ mm}$$

落料凸模刃口的基本尺寸与凹模刃口的基本尺寸相同，不必标公差，但在图中的技术条件里应予说明，凸模实际刃口尺寸按凹模实际刃口尺寸配作，保证双面间隙在 0.246~0.360 mm 之间。



华职教育



和君

教学项目四 带摆动式凹模的四角形件弯曲模设计与制作

【项目介绍】

如图 4-1 所示为带摆动式凹模的四角形件,为心轴托架,以下简称为托架。根据实际的要求,所设计的零件是一个简单的芯轴托架。它的生产批量为 2 万件/年,材料是 08 号冷轧钢板。

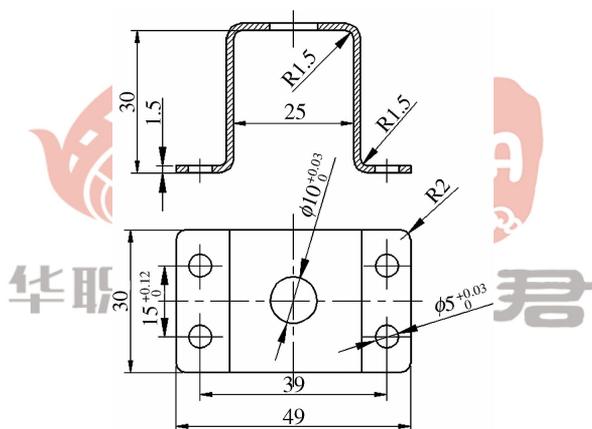


图 4-1 托架零件图

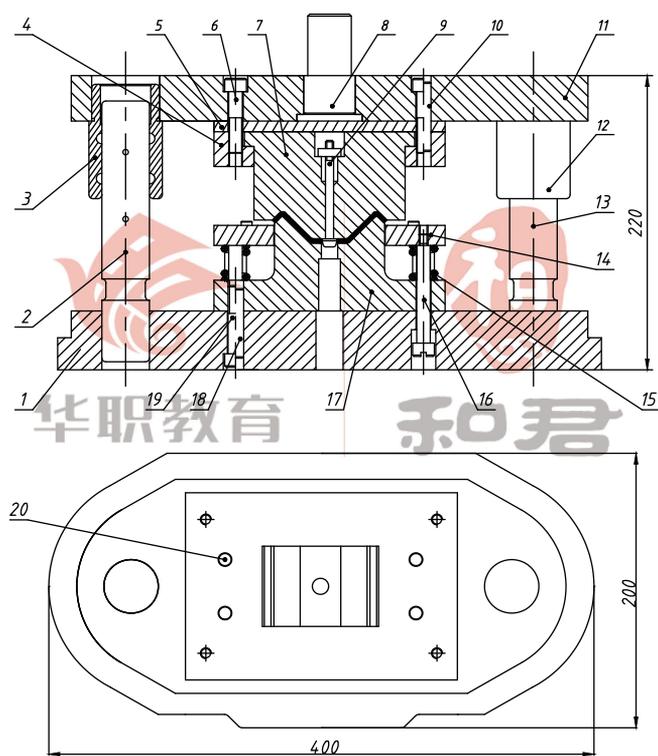
该零件是来源于某机床厂的一心轴托架,主要用于心轴的固定和托起。生产该工件时,表面无划痕,孔不允许严重变形。根据课题的实际尺寸,特设计该弯曲模。

通过学习,可以掌握弯曲模的工艺方案设计、工艺计算与工艺流程等相关知识,然后再进行制作,为项目的实施打下良好的理论和实践基础。

任务一 拆绘弯曲模

【任务描述】

由于托架弯曲模选用四个冲压工序冲压成形,在此每组选用其中一冲压工序模具进行拆解,根据模具拆卸的原则拆卸模具,并绘制模具的装配草图(图 4-2)。熟悉弯曲模的结构后,设计并制作托架弯曲模。



1—下模座 2—导柱 3—导套 4—凸模固定板 5—垫板 6—螺钉 7—凸模 8—模柄 9—导正销 10—圆柱销 11—上模座 12—导套 13—导柱 14—卸料板 15—弹簧 16—卸料螺钉 17—凹模 18—圆柱销 19—螺钉 20—挡料销

图 4-2 第一次弯曲模具总装图

【任务目标】

- (1) 会拆卸弯曲模具。
- (2) 会绘制装配草图。

【知识储备】

托架弯曲模、拆卸工具。

【任务实施】

1. 拆卸模具

以托架弯曲模第一次弯曲模为例,简要地说明模具拆卸的过程。详细的拆卸原则和步骤如下。

(1) 拆卸步骤

① 看懂模具图,熟悉模具结构,理解模具的工作原理、工作过程,了解每一个模具零件在模具中的作用。

② 分开上、下模,将上、下模平放在钳工工作台上。

③ 首先拆卸上模部分,把上模座放在等高垫铁上,用出销器先拆除两根定位销。

④ 用内六角扳手拆除上模座四根螺栓,分离垫板、凸模固定板。

⑤ 将凸模固定板反向放置于平行垫铁上,用铜棒将凸模从固定板上拆卸下来。

⑥ 用尖嘴钳拆除凸模沉孔里的导正钉螺母,再用小于导正钉直径的圆柱销将导正钉拆下。

⑦ 把上模座放在等高垫铁上,用铜棒与手锤拆下模柄。

⑧ 接着拆卸下模部分,用内六角扳手拆除下模座四根卸料螺栓,拆下卸料板和弹簧,拆下卸料板上四根挡料销。

⑨ 将下模座放在等高垫铁上,用出销器拆除凹模与下模座上的两根定位销,拆除下模座与凹模连接的四根螺栓,拆下凹模。

⑩ 最后检查模具各零件并按顺序摆放好。至此,弯曲模的拆卸结束。

(2) 注意事项

模具拆卸时,是按“从外部拆至内部、从上部拆至下部,先拆成部件或组件、再拆成零件”的原则进行。在拆卸中,还必须注意下列原则:

① 搬动模具时,注意上下模(或动定模)在合模状并以双手(一手扶上模,另一手托下模)搬运,注意轻放、稳放。

② 进行模具拆装工作前必须检查工具是否正常,并按手用工具安全操作规程操作,注意正确使用工量具。

③ 拆装模具时,首先应了解模具的工作性能、基本结构及各部分的重要性,按次序拆装。

④ 拆卸下的零部件应尽可能放在一起,不要乱丢乱放,应注意放稳放好。工作地点要经常保持清洁,通道不得放置零部件或者工具。

⑤ 拆卸模具的弹性零件时应防止零件突然弹出伤人。

⑥ 传递物件要小心,不得随意投掷,以免伤及他人。

⑦ 不能用拆装工具玩耍、打闹,以免伤人。

⑧ 工作结束后,清理场地,保持清洁。

⑨ 每次运行或维护之后应做好记录。

2. 绘制装配草图

模具拆卸后,将拆下的零件进行测量,测得其尺寸后,根据制图标准绘制模具的装配草图。

任务二 托架弯曲零件冲压工艺的确定

【任务描述】

弯曲模的形式很多,按其弯曲方向可以分为垂直方向的弯曲模、水平方向的弯曲模和螺旋方向弯曲模三种形式。因为托架弯曲件的形状对称,尺寸精度为 IT14 级,表面质量要求高,故采用垂直方向的弯曲模比较合适。

该零件进行冲压的基本工序为冲孔、落料和弯曲。大批量生产,要求表面无划痕、孔不允许严重变形、工件的形状满足弯曲的工艺要求,用弯曲工序加工。

下面分析的工艺性主要包括角度样板的结构与尺寸、精度、材料等几个方面。

【任务目标】

会分析托架弯曲零件的结构、精度等,冲压工艺。

【知识储备】

相关理论资料。

【任务实施】

1. 弯曲件技术分析

(1) 图纸分析

零件上的孔应尽量在毛坯上冲出,以简化模具结构,便于操作。图 4-3 所示零件上的 $\phi 10$ mm 孔的边与弯曲中心的距离为 6 mm,大于 $1t$ (1.5 mm),弯曲时不会引起孔变形,因此 $\phi 10$ 孔可以在压弯前冲出,冲出的 $\phi 10$ 孔可以作后续工序定位孔用。而 $4 \times \phi 5$ 孔的边缘与弯曲中心的距离为 1.5 mm,等于 $1.5t$,压弯时易发生孔变形,故应在弯曲后冲出。

(2) 弯曲件的结构工艺性分析

该四形角件零件是一个简单的支撑托架,以下简称为托架。通过孔 $\phi 10$ 、 $\phi 5$ 分别与心轴和机身相连,零件工作时受力不大,对强度、刚度和精度要求不高,零件形状简单对称,中批量生产,有冲裁和弯曲即可成形,冲压难点在于四角回弹较大、制件变形较大,但通过模具措施可以控制。

该零件的具体冲压结构工艺性分析见表 4-1。

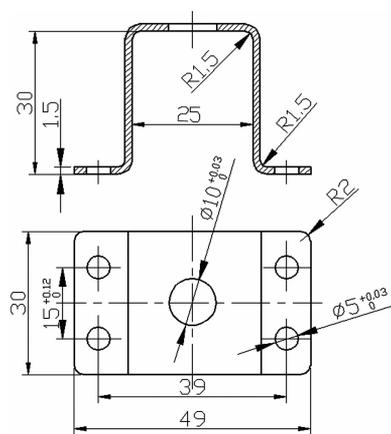


图 4-3 四形角件零件图

表 4-1 托架弯曲件结构工艺分析

工艺性质	冲压件工艺项目	工艺性允许值	工艺性评价
冲裁工艺性			
1 形状	落料外形 104.28 mm×30 mm		符合工艺性
	冲圆孔 $\phi 10, \phi 5$		
2 落料圆角	R2	≥ 0.75	符合工艺性
3 孔径	1 个 $\phi 10$, 4 个 $\phi 5$	≥ 4.5	符合工艺性
4 孔边距	最小孔边距 6 mm	≥ 3	符合工艺性
弯曲工艺性			
1 形状	U 形件, 四角弯曲, 对称		符合工艺性
2 弯曲半径	R1.5	≥ 1.2	符合工艺性
3 弯曲高度	弯曲外角 9 mm	≥ 6	符合工艺性
	弯曲内角 30 mm	≥ 6	
4 孔边距	距 $\phi 10$ 的孔边 7.5 mm	≥ 6	$\phi 5$ 的孔边距为 2.5 mm, 距离弯曲区域较近, 易使孔变形, 故先弯曲后冲孔
	距 $\phi 5$ 的孔边 2.5 mm	≥ 6	

(3) 分析弯曲件的尺寸精度

尺寸精度:零件图上除了孔 $\phi 10^{+0.03}_0$, $4 \times \phi 5^{+0.03}_0$ 及孔中心宽距 $15^{+0.12}_0$ 有标注公差外,都属于自由尺寸,可按 IT14 级确定工件尺寸的公差,经查公差表,各尺寸公差为 $30_{-0.52}^0$ 、 $39_{-0.31}^{+0.31}$ 、 $49_{-0.62}^0$ 、 $30_{-0.52}^0$ 、 $25_{-0.26}^{+0.26}$ 。为保证良好的装配条件,五个孔的公差均为 IT9,表面不允许有严重划伤。该零件选用 08 钢,其弯曲半径均大于该种材料的最小弯曲半径,且工件精度要求不高,不需要校形。所有的孔可以用高精度冲模冲出。因此,该零件可以用冷冲压加工成形。

2. 制件材料分析

08 号冷轧钢板是优质碳素结构钢,含碳量很低、含硅量极少的沸腾钢,其强度最低,塑性最好,一般可轧成很薄的板带供应,主要用来制作冲压件、焊接件,而且 08 号冷轧钢板的抗剪强度 $\tau = 255 \sim 353$ MPa,抗拉强度 $\sigma_b = 324 \sim 353$ MPa,伸长率 $\sigma_5 = 33\%$,因此具有良好的冷压性能。

3. 确定成形工艺

(1) 确定冲压基本工序的性质与方法

剪裁、落料、冲孔、弯曲、拉深等是常见的冲压工序,各工序均有其不同的性质、特点和用途。有些可以从产品零件图上直观地看出冲压该零件所需工序的性质。例如,平板件上的各种型孔只需要冲孔、落料或剪切工序,开口筒形件则需拉深工序;而对于托架冲压零件,由零件图很直观地看出它为弯曲件,所需的基本工序有落料、冲孔、弯曲。

成形工序的数量可根据零件的形状、尺寸及相应的成形极限值进行计算确定。托架弯曲件一般用两道弯曲工序成形。当零件一次成形的变形程度接近成形极限时,有必要改为两道成形,以保证工序的工艺稳定性,避免导致高废品率。因为在接近极限变形程度的情况下成形,冲压加工条件的微小变化(包括材料厚度及力学性能的波动、模具制造误差、定位可靠性、设备精度、润滑条件的变化等)都将可能引起坯料的变形力超过其承载极限,导致工艺失效。

(2) 确定冲压工序组合和顺序

在确定了各道加工工序后,还要根据生产批量、尺寸大小、精度要求、工序的性质与冲压变

形的规律,以及模具制造水平、设备能力、冲压操作方便性等多种因素,将工序进行必要而可能的组合和先后顺序的安排。可参照以下几点进行考虑:

① 对于有冲孔或有缺口的平板件,如选用简单模时,一般先落料,再冲孔或切口;使用连续模时,则应先冲孔或切口,后落料。

② 对于带孔的弯曲件,孔边与弯曲区域的间距较大,可先冲孔,后弯曲。如孔边在弯曲区域附近或孔与基准面有较高要求时,必须先弯曲后冲孔。

③ 多角弯曲件,应从材料变形和弯曲时材料移动两方面考虑安排先后顺序,一般情况下先弯外角,后弯内角。

④ 整形或校平工序,应在冲压件基本成形以后进行。

因为生产批量为2万件/年,是中批量生产,若采用单工序模具生产的话,则会降低生产效率,因此托架弯曲件第一道工序采用落料冲孔复合模,后面三道工序采用单工序模进行生产。所有的孔只要其形状、尺寸及位置不受后续工序变形的影响,均应优先安排在平板坯料上冲出。

如图4-3所示, $\phi 10^{+0.03}$ mm孔位于弯曲变形区之外,因此可以在弯曲工序之前冲出。而4个 $\phi 5^{+0.03}$ mm的孔及其孔心距39 mm会受到弯曲工序变形的影响,不宜在弯曲前冲出,而应在弯曲工序之后冲出。

(3) 弯曲件工艺方案的设计

制成该零件所需的基本工序为冲孔、落料和弯曲。其中冲孔和落料属于简单的分离工序,弯曲成形的方式可以有图4-4所示的三种工艺方案图。

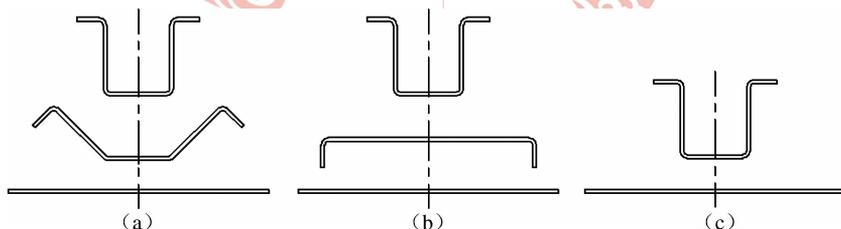


图 4-4 工艺方案图

4. 确定冲压工序

根据托架弯曲件的工艺分析内容和工艺方案,做出了托架弯曲件的工序,见表4-2。

表 4-2 托架工序

序号	工序说明	工序草图	冲床规格(t)	模具形式
1	落料与冲孔		25 t	落料冲孔复合模

续表

序号	工序说明	工序草图	冲床规格(t)	模具形式
2	一次弯曲 (带预弯)		16 t	弯曲模
3	二次弯曲		16 t	弯曲模
4	冲四个小孔		16 t	冲孔模

5. 确定模具结构

冲裁方案:落料与冲 $\phi 10$ 孔复合,见图4-5(a);压弯外部两角并使中间两角预弯 45° ,见图4-5(b);压弯中间两角,见图4-5(c);冲 $4 \times \phi 5$ 孔,见图4-5(d)。

模具类型已随工艺方案而确定,该托架冲压方案的四副模具工作部分结构图,如图4-5所示,第一套模具结构为冲孔落料复合模,第二、三套模具结构为弯曲模,第四套模具结构为冲孔模。

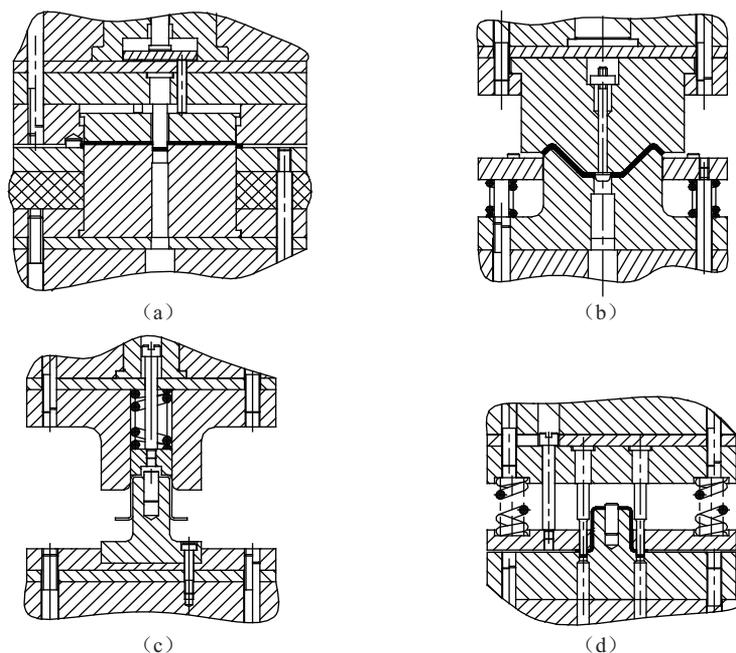


图 4-5 弯曲方案

【任务评价】

任务二 考核评价表

任务名称：托架弯曲零件冲压工艺确定

班级：

姓名：

学号：

指导教师：

评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分 小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 分析托架弯曲零件的结构、精度等 2. 冲压工艺的确定	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：_____		日期：_____					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；

2. 考核成绩均为百分制。

任务三 进行工艺设计与计算

【任务描述】

模具的弯曲工艺形式确定下来之后,就进入工艺计算这个阶段。冲压件的展开长度是多少?每道工序选择多大吨位的压力机?这就是本任务要解决的问题。

【任务目标】

- (1) 会计算弯曲件展开长度。
- (2) 会计算每道工序冲压力及选用合适的压力机。

【知识储备】

相关理论资料。

【任务实施】

1. 工艺计算

(1) 毛坯尺寸计算

毛坯长度按图 4-6 所示分段计算。

毛坯展开长度 L_0 为: $L_0 = 2(L_1 + L_2 + L_3 + L_4) + L_5$

其中, L_1 为线段 1, L_2 为线段 2, L_3 为线段 3, L_4 为线段 4, L_5 为线段 5。

由图 4-6 得: $L_1 = 9 \text{ mm}$, $L_3 = 25.5 \text{ mm}$, $L_5 = 22 \text{ mm}$

$L_2 = \pi(R + K \times t)/2 = 3.14/2(1.5 + 0.32 \times 1.5) = 3.32 \text{ mm}$

$L_4 = L_2$

$L_0 = 2(L_1 + L_2 + L_3 + L_4) + L_5 = 2(9 + 3.32 + 25.5 + 3.32) + 22 = 104.28(\text{取 } 104 \text{ mm})$

(2) 排样及材料利用率

由于毛坯尺寸较大,并考虑操作方便与模具尺寸,决定采用单排。侧边按矩形取搭边值 $a = 2 \text{ mm}$,工件间也按矩形取搭边值 $a_1 = 1.5 \text{ mm}$,则进距 $h = 30 + 1.5 = 31.5 \text{ mm}$,条料宽度 $B = 104.28 + 2 \times 2 = 108.28 \text{ mm}$ (取 108 mm),查轧制薄板料规格尺寸(GB/T708—1988),选用 $1.5 \text{ mm} \times 900 \text{ mm} \times 1800 \text{ mm}$ 。

采用纵裁法:

每板的条数 $n_1 = 900/108 \approx 8$,多余 36 mm

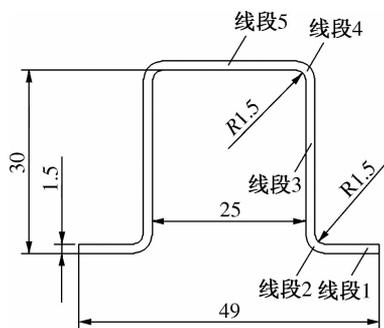


图 4-6 弯曲件毛坯长度计算图

每条的工件数: $n_2 = (1\ 800 - 1.5)/31.5 \approx 57$ 件, 余 3 mm

每板的工件数: $n = n_1 n_2 = 8 \times 57 = 456$ 个

利用率:

$$\eta = \frac{nA}{bh} \times 100\% = (456 \times 30 \times 104.28)/(900 \times 1\ 800) \times 100\% = 88.1\%$$

采用横裁法:

每板的条数: $n_1 = 1\ 800/108 \approx 16$, 多余 72 mm

每条的工件数: $n_2 = (900 - 1.5)/31.5 \approx 28$ 件, 余 16.5 mm

每板的工件数: $n = n_1 n_2 = 16 \times 28 = 448$ 个

利用率:

$$\eta = \frac{nA}{bh} \times 100\% = (448 \times 30 \times 104.28)/(900 \times 1\ 800) \times 100\% = 86.5\%$$

由此可见,纵排材料利用率高,而且弯曲线与纤维方向垂直,弯曲性能好,08 钢塑性好。为提高效率,降低成本,故决定采用纵裁。

(3) 确定压力中心及压力机。

根据零件图 4-1 所示,因为工件图形对称,故冲孔时 F_2 压力中心在 $\phi 10$ 的圆心上,落料时 F_1 的压力中心也在 $\phi 10$ 的圆心上。按机械行业标准 ZB—J62030—1990 规定,再根据各工序的总压力以及工件的精度和形状,四道工序都选择了开式可倾式机械压力机,它们表示为 J23—25 和 J23—16。

2. 计算总压力

各工序的压力计算如下:

(1) 落料与冲孔复合工序的压力计算

落料与冲孔复合工序如图 4-5(a) 所示,由于冲模采用刚性卸料装置和自然漏料方式,故总的冲压力为:

$$F_0 = F + F_t, F = F_1 + F_2$$

按推料力公式计算冲裁力:

$$F_1 = KLt\tau_0 = 1.3 \times 2(104.28 + 30) \times 1.5 \times 300 \text{ N} = 157\ 107.6(\text{N})$$

$$F_2 = KLt\tau_0 = 1.3 \times \pi \times 10 \times 1.5 \times 300 \text{ N} = 18\ 369(\text{N})$$

其中, $t = 1.5 \text{ mm}$, $\tau_0 = 300 \text{ MPa}$ (τ_0 —材料的抗剪强度)。

$$F = F_1 + F_2 = (157\ 107.6 + 18\ 369)\text{N} = 175\ 476.6(\text{N})$$

卸料力:

$$F_a = K_0 \times F = 0.04 \times 175\ 476.6 \text{ N} = 7\ 019.064(\text{N})$$

推件力:

$$F_i = n \times K_t \times F = 4 \times 0.055 \times 175\ 476.6(\text{N}) = 38\ 604.852(\text{N})$$

总冲压力:

$$F_0 = F + F_a + F_j = (175\ 476.6 + 7\ 019.064 + 38\ 604.852)\text{N} = 221\ 100.516(\text{N}) \\ = 22(\text{t})$$

选用 25 吨冲床。

(2) 第一次弯曲的压力计算

托架弯曲件第一次弯曲如图 4-5(b) 所示,首次压弯时的冲压力包括:预弯中间两角、弯曲和校正端部两角及压料力等。这些力并非同时发生或达到最大值,开始只有压弯曲力和预弯力,滑块至一定位置时开始压弯端部两角,最后进行镦压。为安全可靠,将端部两角的压弯力 F_w 、校正力 F_a 及压料力 F_j 合在一起计算。总冲压力为:

$$F_0 = F_w + F_a + F_j$$

$$F_w = \frac{0.7KBt^2\sigma_b}{r+t} = 0.7 \times 1.3 \times 30 \times 1.5^2 \times 400 / (1.5 + 1.5) = 8\ 190(\text{N})$$

$$F_j = 0.5F_w = 0.5 \times 8\ 190 = 4\ 095(\text{N})$$

$$F_a = A \times q$$

$$A = 55.7 \times 30 = 1\ 670 \text{ mm}^2$$

$$\text{故: } F_a = 1\ 670 \times 80 = 1\ 336\ 600(\text{N})$$

其中: $\sigma_b = 400 \text{ MPa}$, $q = 80 \text{ MPa}$, K —安全系数, q —单位校正力, A —校正面积, σ_b —材料的抗拉强度。

$$\text{因此: } F_0 = 8\ 190 + 4\ 095 + 1\ 336\ 600 = 145\ 885(\text{N}) \approx 14.6(\text{t})$$

选用 16 吨冲床。

(3) 第二次弯曲的压力计算

托架弯曲件第二次弯曲如图 4-5(c) 所示,因为二次弯曲时仍需压料力,故所需总的冲压力为:

$$F_0 = F_w + F_j$$

$$F_w = \frac{0.7KBt^2\sigma_b}{r+t} = 0.7 \times 1.3 \times 30 \times 1.5^2 \times 400 / (1.5 + 1.5) = 8\ 190(\text{N})$$

$$F_j = 0.5F_w = 4\ 095(\text{N})$$

$$\text{故: } F_0 = 8\ 190 + 4\ 095 = 12\ 285(\text{N})$$

选用 16 吨冲床。

(4) 冲孔的压力计算

托架弯曲件最后一道工序如图 4-5(d) 所示,4 个 $\phi 5$ 孔同时冲压,所需的总压力为:

$$F_0 = F_c + F_t$$

$$F_c = 1.3n_1Lt\tau_0 = 1.3 \times 4 \times \pi \times 5 \times 1.5 \times 300 = 36\ 738(\text{N})$$

$$F_t = nK_t \times P_c = 4 \times 0.04 \times 36\ 738 = 5\ 878(\text{N})$$

$$\text{故 } F_0 = 36\ 738 + 5\ 878 = 42\ 616(\text{N})$$

选用 16 吨压力机。

3. 计算尺寸及公差

(1) 计算冲模刃口尺寸及公差

① 冲孔 $\phi 10^{+0.03}_0$ 、 $\phi 5^{+0.03}_0$

根据冲孔刃口计算为:

$$d_T = (d_{\min} + x\Delta) \begin{matrix} 0 \\ -\delta_T \end{matrix}, d_A = (d_{\min} + x\Delta + Z_{\min}) \begin{matrix} +\delta_A \\ 0 \end{matrix}$$

查冲裁模初始双面间隙 Z 表、凸凹模制造偏差表、 x 系数表得: $Z_{\min} = 0.132$, $Z_{\max} = 0.24$, $\delta A = 0.02$, $\delta T = 0.02$, $x = 0.75$ 。由校核条件得:

$$|\delta_T| + |\delta_A| = 0.02 + 0.02 = 0.04; (Z_{\max} - Z_{\min}) = 0.24 - 0.132 = 0.108$$

说明满足 $|\delta_T| + |\delta_A| \leq (Z_{\max} - Z_{\min})$ 条件。将已知数据代入公式, 即得:

$$d_T = (10 + 0.75 \times 0.03)_{-0.02}^0 = \phi 10.02_{-0.02}^0; d_A = (10.02 + 0.132)_{+0.02}^0 = \phi 10.15_{+0.02}^0$$

同样可得 $\phi 5_{+0.03}^0$ 相对应的凸凹模尺寸:

$$d_T = (5 + 0.75 \times 0.03)_{-0.02}^0 = \phi 5.02_{-0.02}^0; d_A = (5.02 + 0.132)_{+0.02}^0 = \phi 5.15_{+0.02}^0$$

② 落料 104 mm、30 mm。

104、30 为未注公差尺寸, 一般按 IT14 确定其公差, 查公差值可以确定公差分别为 0.87、0.52, 因 104、30 为外形尺寸, 按基轴制标注为: $104_{-0.87}^0, 30_{-0.52}^0$, 其计算为:

$$A_A = (A_{\max} - X\Delta)_{+0}^{+\delta A}$$

查相关参数表得: $X_1 = 0.5, X_2 = 0.5$, 取 $\delta_A = \Delta/4$

$$A_{1A} = (A_{\max} - X\Delta)_{+0}^{+\delta A} = (104 - 0.5 \times 0.87)_{+0}^{+0.87/4} = 103.6_{+0}^{+0.22}$$

$$A_{2A} = (A_{\max} - X\Delta)_{+0}^{+\delta A} = (30 - 0.5 \times 0.52)_{+0}^{+0.52/4} = 29.7_{+0}^{+0.13}$$

(2) 确定 U 形弯曲凸、凹模横向尺寸及公差的计算

确定 U 形件弯曲凸、凹模横向尺寸及公差的原则是: 弯曲件标注外形尺寸时, 应以凹模为基准件, 间隙取在凸模上, 弯曲件标注内形尺寸时, 应以凸模为基准件, 间隙取在凹模上, 基准凸、凹模的尺寸及公差则应根据弯曲件的尺寸、公差、回弹情况以及模具磨损规律等因素确定。

因为 25 mm 为自由尺寸, 而且内标于零件图内部, 按 IT14 级确定工件尺寸的公差, 经查参数表得:

$$L_p = (L + 0.75\Delta) - \delta p; L_d = (L_p + 2C) + \delta d; c = t + nt$$

则:

$$L_p = (24.74 + 0.39)_{-0.02}^0 = 25.13_{-0.02}^0; L_d = (25.13_{-0.02}^0 + 2c)_{+0}^{+\delta d} = 28.28_{+0}^{+0.025}$$

总之: 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 0.132 ~ 0.24 mm; 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际尺寸配制, 保证双面间隙为 0.132 ~ 0.24 mm, 如表 4-3 所示。

表 4-3 刃口尺寸

冲裁性质	工作尺寸	计算公式	凹模尺寸注法	凸模尺寸注法
落料	$104_{-0.87}^0$ $30_{-0.52}^0$	$A_A = (A_{\max} - X\Delta)_{+0}^{+\delta A}$	$103.6_{+0}^{+0.22}$ $29.7_{+0}^{+0.13}$	凸模尺寸按实际尺寸配制, 保证双面间隙为 0.132 ~ 0.24 mm
冲孔	$\phi 10_{+0}^{+0.03}$ $\phi 5_{+0}^{+0.03}$	$d_T = (d_{\min} + X\Delta)_{-0}^{-\delta T}$ $d_A = (d_{\min} + X\Delta + z_{\min})_{+0}^{+\delta A}$	$\phi 10.15_{+0}^{+0.02}$ $\phi 5.15_{+0}^{+0.02}$	$\phi 10.02_{-0.02}^0$ $\phi 5.02_{-0.02}^0$

【任务评价】

任务三 考核评价表

任务名称：进行工艺设计与计算

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 计算弯曲件展开长度 2. 计算每道工序冲压力及选用合适的压力机	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

任务四 绘制模具的装配图与零件图

【任务描述】

在理论设计与计算基本完成后,准备进行模具装配图和零件图的绘制。本次任务就是完成模具装配图和零件图绘制,为后续加工做好图纸准备。

【任务目标】

- (1) 会绘制模具的装配图。
- (2) 会绘制模具的零件图及编写零件加工工艺。

【知识储备】

相关资料、电脑(AutoCAD 软件)。

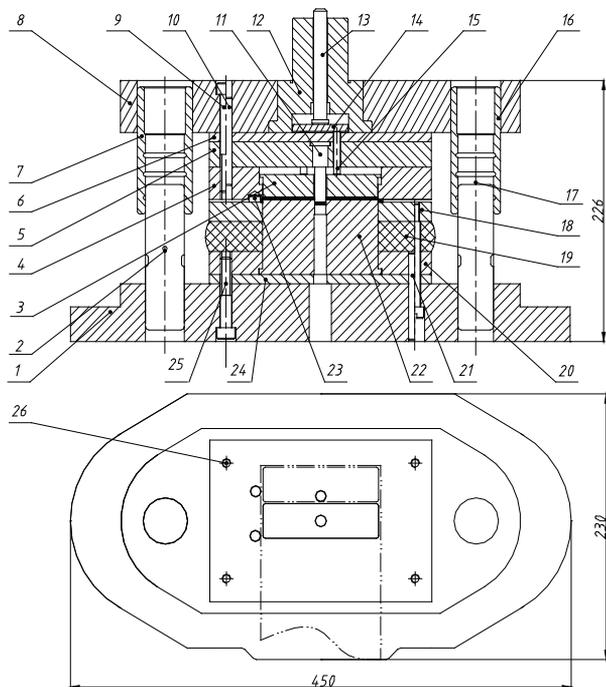
【任务实施】

该弯曲件共分为四副冲压成形,分别为冲孔落料复合模、第一次弯曲模、第二次弯曲模、冲孔模,其装配图与主要工作零件如图 4-7 所示。

1. 绘制冲孔落料复合模

(1) 绘制冲孔落料复合模装配图

按照绘制的模具装配草图,运用 AutoCAD 软件绘制模具的装配图。



- 1—下模座 2—导柱 3—推件块 4—凹模 5—凸模固定板 6—垫板 7—导套 8—上模座 9—螺栓 10—圆柱销 11—冲孔凸模 12—模柄 13—推杆 14—推板 15—连接推杆 16—导套 17—导柱 18—卸料板 19—橡胶 20—凸凹固定板 21—圆柱销 22—凸凹模 23—挡料销 24—垫板 25—螺栓 26—卸料螺钉

图 4-7 冲孔落料复合模总装图

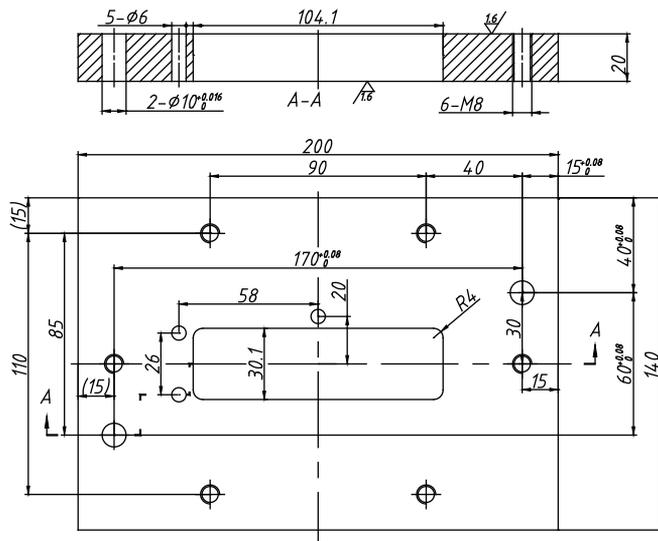


图 4-10 冲裁复合模卸料板

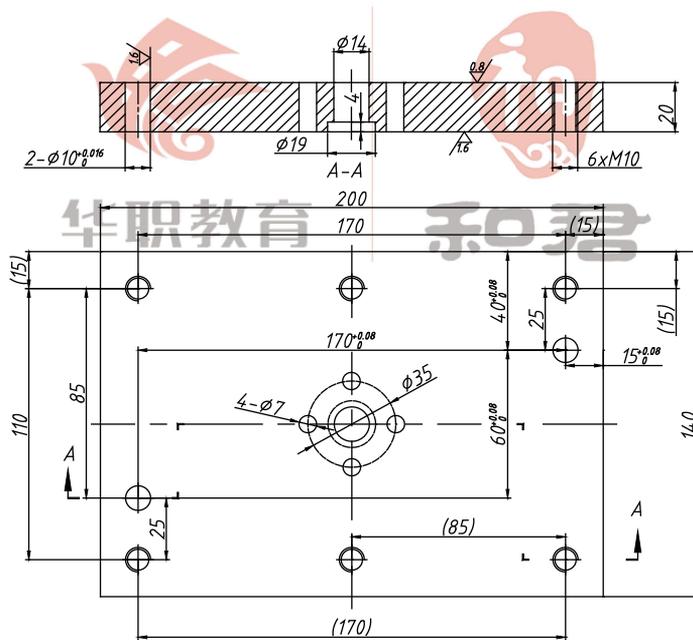
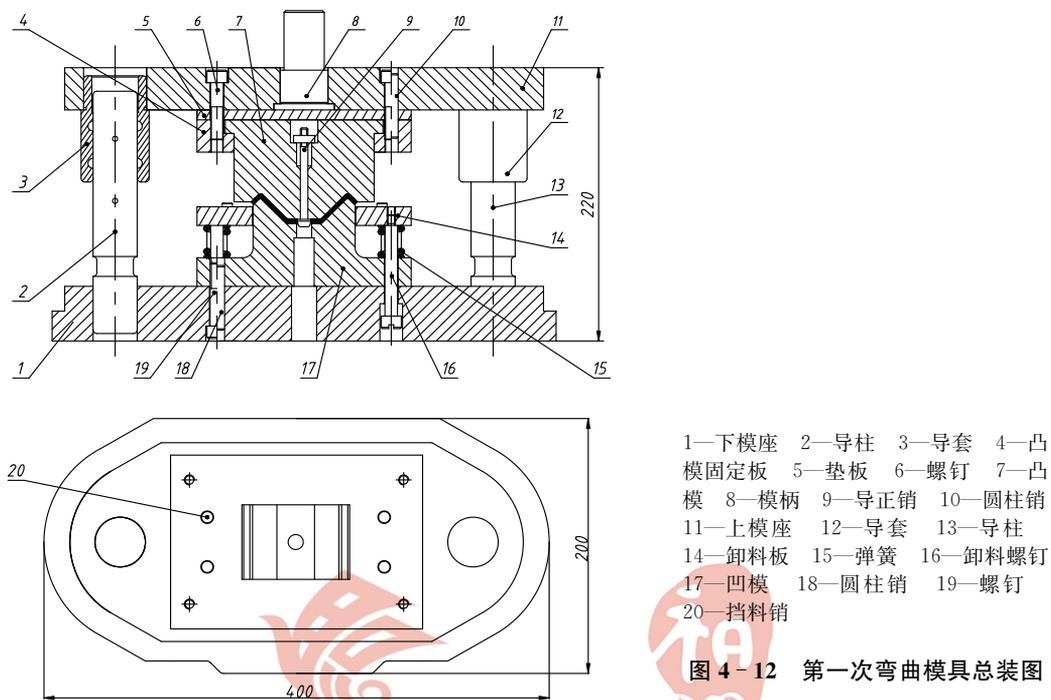


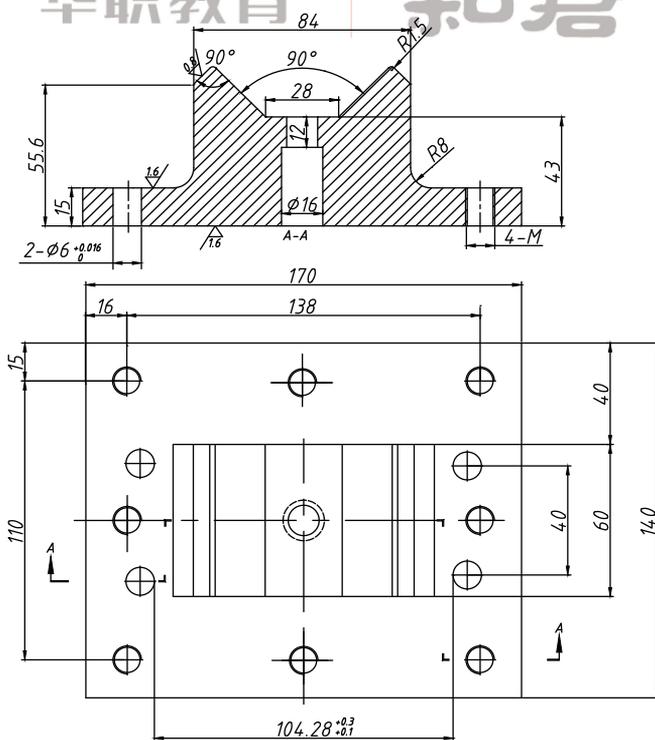
图 4-11 冲裁复合模凸模固定板

2. 绘制第一次弯曲模

(1) 总装图绘制见图 4-12。



(2) 绘制第一次弯曲模零件图如下：



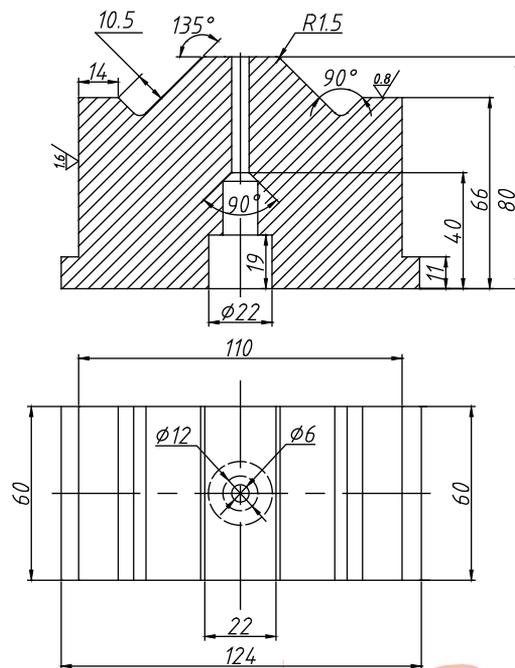
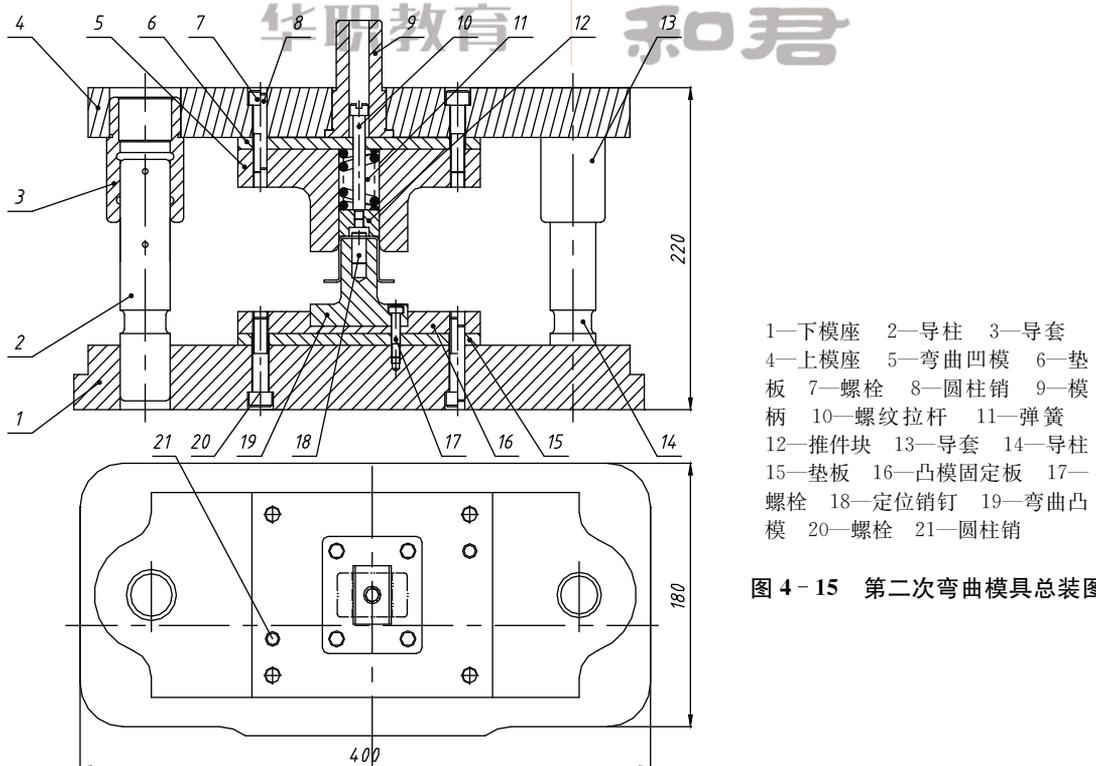


图 4-14 托架第一次弯曲凸模

3. 绘制第二次弯曲模

(1) 绘制第二次弯曲模具总装图, 见图 4-15。



- 1—下模座 2—导柱 3—导套
4—上模座 5—弯曲凹模 6—垫板
7—螺栓 8—圆柱销 9—模柄
10—螺纹拉杆 11—弹簧
12—推件块 13—导套 14—导柱
15—垫板 16—凸模固定板 17—螺栓
18—定位销钉 19—弯曲凸模
20—螺栓 21—圆柱销

图 4-15 第二次弯曲模具总装图

4. 绘制冲孔模

(1) 绘制冲孔模具总装图, 见图 4-18。

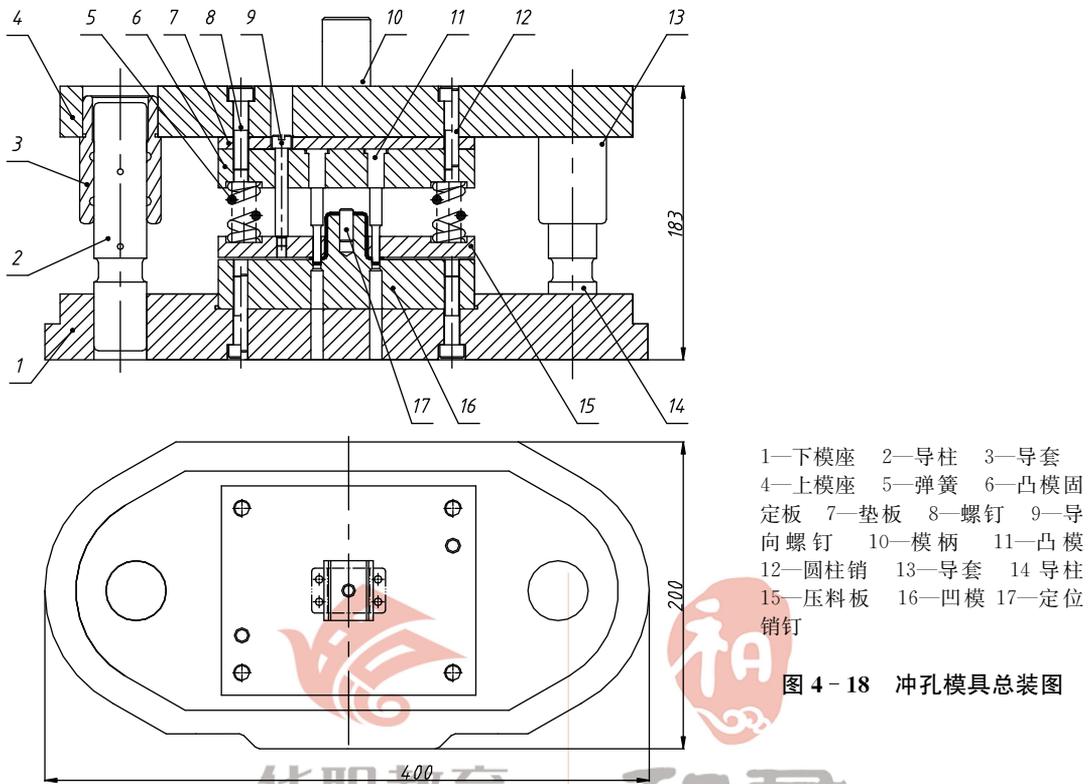


图 4-18 冲孔模具总装图

(2) 绘制冲孔模具主要零件图如下:

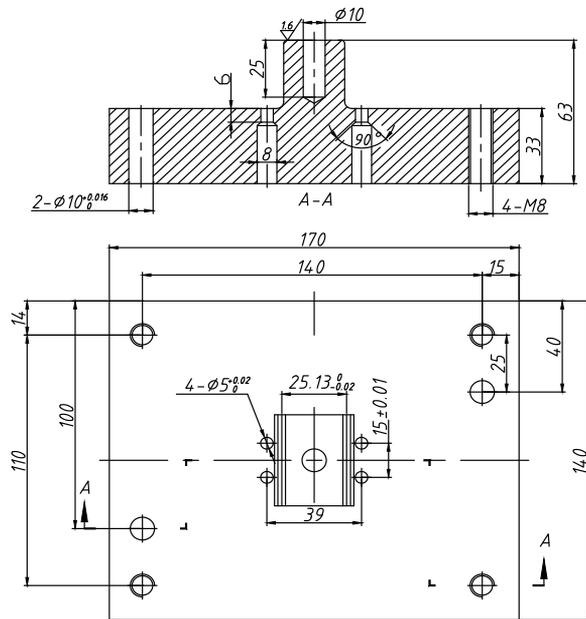


图 4-19 冲孔凹模

【任务评价】

任务四 考核评价表

任务名称：绘制模具的装配图与零件图

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 绘制模具的装配图 2. 绘制模具的零件图及编写零件加工工艺	1. 绘制模具的装配图 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

任务五 弯曲模具加工、组装与试冲

【任务描述】

模具的加工与装配是本项目进入冲压生产之前的最后的工序,制造模具零件的关键在于最终的装配。应根据模具零件工艺卡片,按照模具装配要求合理安排加工工艺。弯曲模装配过程与前面几类模具并无太大区别,但由于工件回弹的影响,加工出来的凸模、凹模的形状不可能与工件最后形状完全相同,所以必须要有一定的修正值,而该值应根据操作者的实践经验和反复试验才能确定,因此弯曲凸、凹模的淬火工序是在试模以后进行的。

【任务目标】

- (1) 会加工弯曲模具。
- (2) 能对弯曲模进行组装与打样。

【知识储备】

各类加工机床及其他所需设备在模具零件加工工艺流程表中已详细列出。

【任务实施】

1. 弯曲模典型零件的加工

根据模具典型零件图安排加工工艺单,加工流程见下表。

表 4-4 落料凹模的加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	锻造成 210 mm×150 mm×60 mm 的矩形毛坯	锻床
2	热处理	退火	电阻炉
3	铣(或刨)	铣(或刨)六面,留单面磨削余量 0.5 mm	铣/刨床
4	平磨	磨削至尺寸	平面磨床
5	钳加工	1. 按图样画线	钻床
		2. 钻 4×M10 的螺纹底孔——4× ϕ 8.5	
		3. 钻 2× ϕ 9.8 的孔	
		4. 铰 2× ϕ 10 ^{+0.016} 的圆柱销孔	
		5. 攻 4×M10 的螺纹	
		6. 按图样在图形中心处钻穿丝孔	
6	铣削	铣削加工凹模台阶	铣床

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设备
7	热处理	淬火、回火至 HRC 60~64	电阻炉
8	平磨	磨削上、下两面,要求磨出	平面磨床
9	线切割	线切割加工出凹模型孔	快走丝线割
10	钳加工	1.研光线切割加工面	抛光设备
		2.检验	

表 4-5 落料凸凹模的加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	锻造成 125 mm×55 mm×70 mm 的矩形毛坯	锻床
2	热处理	退火	电阻炉
3	铣(或刨)	铣(或刨)六面,留单面磨削余量 0.5 mm	铣/刨床
4	平磨	磨削至尺寸	平面磨床
5	钳加工	1.按图样在图形中心钻(线割穿丝孔)	台钻
		2.钻削 $\phi 12$ 漏料孔	台钻
6	热处理	淬火、回火至 HRC 56~60	电阻炉
7	平磨	磨削上、下两面及相邻两侧面至要求尺寸	平面磨床
8	线切割	线切割加工出 $\phi 10.15^{+0.02}$ 孔与外形	快走丝线割
9	光整	成形面与配合面变形面进行研磨或光整加工	光整设备

表 4-6 落料复合模卸料板的加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	将毛坯锻成 210 mm×150 mm×30 mm 矩形毛坯	锻床
2	热处理	退火	电阻炉
3	铣削	铣削加工外形尺寸双边留有 0.2 mm 余量	铣床
4	磨削	平面磨削至尺寸	平面磨床
5	钳工	画线、钻打穿丝孔、复钻攻螺纹	台钻
6	线切割	切割加工型腔	快走丝线割

表 4-7 第一次弯曲凹模的加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	将毛坯锻成 180 mm×150 mm×80 mm 矩形毛坯	锻床
2	热处理	退火	电阻炉
3	铣(或刨)	铣(或刨)六面,留单面磨削余量 0.5 mm	铣/刨床
4	平磨	磨削至尺寸	平面磨床

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设备
5	钳工	画线、钻打落料孔、钻铰 $2 \times \phi 10$ mm 销孔、钻 $4 \times M10$ 螺纹孔攻螺纹	台钻
7	线切割	多次装夹切割加工零件尺寸	快走丝线割
6	修整	装配后打样,根据零件精度要求整修	修整设备
8	热处理	淬火	电阻炉
9	光整	模具成形面与配合面变形面进行研磨或光整加工	抛光设备

表 4-8 第一次弯曲凸模的加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	将毛坯锻成 $180 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ 矩形毛坯	锻床
2	热处理	退火	电阻炉
3	铣(或刨)	铣(或刨)六面,留单面磨削余量 0.5 mm	铣/刨床
4	平磨	磨削至尺寸	平面磨床
5	钳工	画线、钻铰型孔、扩钻落料孔	台钻
6	线切割	以型孔为基准,切割加工外形轮廓	快走丝线割
7	修整	装配后打样,根据零件精度要求整修	修整设备
8	热处理	淬火	电阻炉
9	光整	模具成形面与配合面变形面进行研磨或光整加工	抛光设备

表 4-9 第二次弯曲凸模的加工工艺过程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	将毛坯锻成 $80 \text{ mm} \times 90 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ 矩形毛坯	锻床
2	热处理	退火	电阻炉
3	铣(或刨)	铣(或刨)六面,留单面磨削余量 0.5 mm	铣/刨床
4	平磨	磨削至尺寸。	平面磨床
5	钳工	画线,钻铰 $\phi 10$ mm 孔, $4 \times \phi 14$ mm 孔	台钻
6	线切割	两次装夹切割外形尺寸	快走丝线割
7	修整	装配后打样,根据零件精度要求整修	修整设备
8	热处理	淬火	电阻炉
9	光整	成形面与配合面变形面进行研磨或光整加工	抛光设备

表 4-10 第二次弯曲凹模的加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	将毛坯锻成 $180 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ 的 T 形件	锻床
2	热处理	退火	电阻炉

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设备
3	铣(或刨)	铣(或刨)六面,留单面磨削余量 0.5 mm	铣/刨床
4	平磨	磨削至尺寸	平面磨床
5	钳工	画线、钻打落料孔、钻铰 $2 \times \phi 10$ mm 销孔、钻 $4 \times M10$ 螺纹孔攻螺纹	台钻
6	线切割	多次装夹切割加工零件尺寸	快走丝线割
7	修整	装配后打样,根据零件精度要求整修	修整设备
8	热处理	淬火	电阻炉
9	光整	成形面与配合面变形面进行研磨或光整加工	抛光设备

表 4-11 冲孔凹模的加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	备料	将毛坯锻成 $180 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 73 \text{ mm}$ 的 T 形件	锻床
2	热处理	退火	电阻炉
3	铣(或刨)	铣(或刨)六面,留单面磨削余量 0.5 mm	铣/刨床
4	平磨	磨削至所要求尺寸	平面磨床
5	钳工	画线、钻打落料孔、线切割穿丝孔、钻铰 $2 \times \phi 10$ mm 销孔、钻 $4 \times M10$ 螺纹孔、攻螺纹	台钻
6	热处理	淬火	电阻炉
7	线切割	切割凹模型孔、多次装夹切割加工零件尺寸	快走丝线割

2. 弯曲模加工要求

弯曲成形时,由于材料的弹、塑性变形,会使弯曲件产生回弹。因此在制造弯曲件时,必须要考虑材料的回弹值,以使弯曲件能符合图样所规定的要求。由于影响回弹的因素很多,要求设计得完全准确是不可能的。这就要求在制造模具时对其反复试验和修正,根据实际情况对凸、凹模的尺寸和形状进行精修,直到回弹的影响消除为止。为了便于修整,弯曲模的凸、凹模形状及尺寸经试模合格后才能淬硬定形。

弯曲模中凸、凹模的间隙应加工均匀,工作部分表面应进行抛光,表面粗糙度 Ra 应在 $0.4 \mu\text{m}$ 以下。

弯曲模工作零件加工的关键是应保证工作型面的尺寸、形状精度和表面粗糙度符合要求。其工艺过程通常为:锻制坯料→退火→基准平面的加工→毛坯外形加工→画线→工作型面的粗、精加工→热处理→光整加工。由于生产条件不同,所采用的加工工艺过程也有所不同。如果有较先进的模具加工设备,可采用电火花、线切割、成形磨削等方法进行工作型面的精加工;而在缺乏先进的模具加工设备的情况下,采用普通金属切削机床加工和钳工挫修相配合的加工方案较为合适。

小型弯曲凸、凹模常用 T8A 钢和 T10A 钢,淬硬至 HRC 58~62。对于形状复杂的或生产批量较大的弯曲件,凸、凹模的材料可用 CrWMn、Cr12、Cr12MoV 等,淬硬至 HRC 60~64。

3. 组件装配

① 装配时应保证凸、凹模之间的间隙均匀一致,配合间隙符合设计要求,不允许采用使凸、凹模变形的的方法来修正间隙。

② 推料、卸料机构必须灵活,卸料板或推件器在冲模开启状时,一般应突出凸凹模表面 $0.5\sim 1\text{ mm}$ 。

③ 接合面保证密合,落料、冲孔的凹模刃口高度按设计要求制造,其漏料孔应保证畅通,一般应比刃口大 $0.2\sim 2\text{ mm}$ 。冲模所有运动部分的移动应平稳灵活,无滞止现象。

④ 紧固螺钉不得松动,并保证螺钉和销钉的端面不能突出上下模座平面;各卸料螺钉沉孔深度应保证一致;各卸料螺钉、顶杆的长度应保证一致。

⑤ 凸模的垂直度必须在凸凹模间隙值的允许范围内。

⑥ 凸模、凸凹模等与固定板的配合为 $H7/m6$,保证工作稳定可靠。

4. 产品打样

试冲操作步骤和前面几套冲压模操作过程一样,不做详解。

【项目总结】

1. 整理项目工作资料

总结出弯曲模设计与制造流程。

2. 撰写项目工作总结

本项目通过一个子课题详细介绍了弯曲件的工艺设计与弯曲模的选择,通过对七个子任务的实施进一步了解弯曲模件的整个设计、制造流程,对初学者而言非常直观、易于掌握。读者通过对本项目的学习,再加上实际的工作体会,相信能较快完成一般弯曲模具的设计。

【项目训练】

试完成图 4-26 所示弯曲制件的毛坯图、冲压工序安排、弯曲力计算、模具工作部分尺寸计算并标注公差,绘制弯曲模装配图,要求不超过两副模具。材料厚度为 2 mm (工件材料:08 冷轧钢板)。

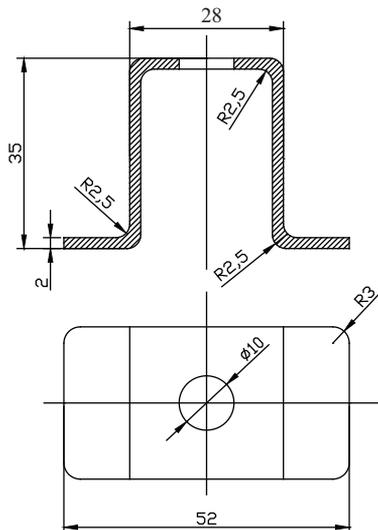


图 4-20 弯曲制件

【任务评价】

任务五 考核评价表

任务名称：弯曲模具加工、组装与试冲

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 完成弯曲模具的加工 2. 对弯曲模进行组装与打样	1. 弯曲模具的加工 2. 模具实物, 样件				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：		日期：					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系档案；

2. 考核成绩均为百分制。

【知识链接】

基础知识

1. 弯曲过程及材料变形分析

(1) 弯曲过程

如图 4-21 所示, (a) 图表示在弯曲的开始阶段, 毛坯自由弯曲; (b) 图表示凸模下压, 毛坯的直边与凹模工作表面靠拢; (c) 图表示凸模继续下压, 则毛坯的弯曲区减小到 bb 段, 板料与凸模三点接触, 此后弯曲区继续缩小, 半成形弯曲件的两边, 被凸模向外撑开, 逐步贴向凹模工作表面; (d) 图表示在行程终了时, 凸模与凹模对弯曲件进行校正, 使弯曲件的圆角、直边与凸模全部贴紧, 从而得到所需工件。

(2) 弯曲变形分析

研究材料的冲压变形, 常采用网格法, 如图 4-22 所示。从板料弯曲变形后的情况可以发现以下几点。

① 弯曲变形主要发生在弯曲带中心角范围内, 中心角以外基本上不变形。

② 在变形区内, 从网格变形情况看, 板料在长、宽、厚三个方向都产生了变形。

a. 长度方向 网格由正方形变成了扇形, 靠近凹模的外侧伸长, 靠近凸模的内侧缩短。在缩短与伸长的两个变形区之间, 必然有一层金属, 它的长度在变形前后没有变化。这层金属称为中性层。

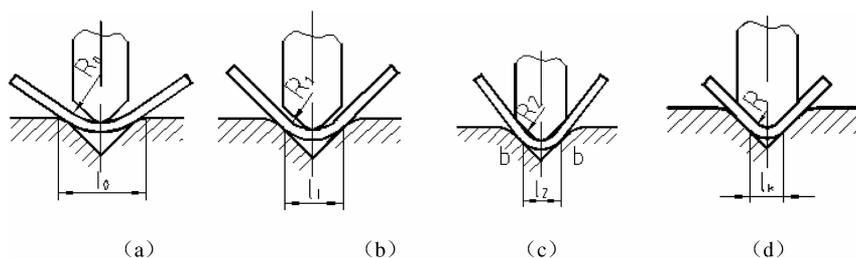


图 4-21 弯曲过程

b. 厚度方向 由于内层长度方向缩短,因此厚度应增加,但由于凸模压紧板料,厚度方向增加不易。外层长度伸长,厚度要变薄。在整个厚度上,因为增厚量小于变薄量,因此材料厚度在弯曲变形区内有变薄现象,使在弹性变形时位于板料厚度中间的中性层发生内移。

c. 宽度方向 在宽板(板料宽度与厚度之比大于3)弯曲时,材料在宽度方向的变形会受到相邻金属的限制,横截面几乎不变。在窄板(板料宽度与厚度之比小于或等于3)弯曲时,宽度方向变形不受约束,断面变成了内宽外窄的扇形。当弯曲件的侧面尺寸有一定要求时,需要增加后续辅助工序。一般板料都属于宽板弯曲。

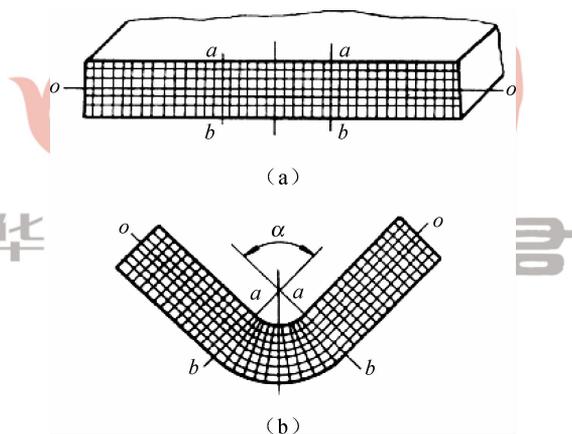


图 4-22 弯曲变形分析

(3) 弯曲变形的应力与应变状态分析

板料弯曲时,变形区一般分为沿弯曲轴线产生拉伸变形,以及产生压缩变形的内层,在内外层之间存在变形为零的中性层。

① 应力状态

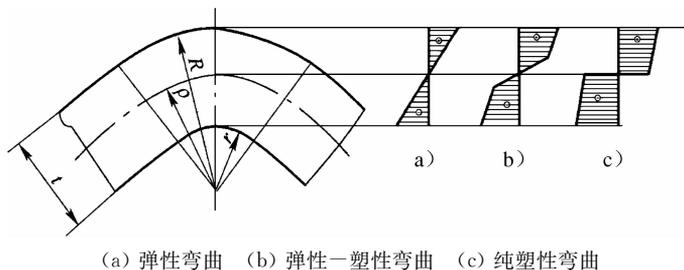


图 4-23 弯曲毛坯变形区内切向应力

弯曲时材料的应力状态如图 4-23 所示。

a. 切向应力 弯曲时的切向应力为外层受拉、内层受压。

b. 径向应力 由于变形区金属层与层之间互相挤压而产生径向应力,在板料表面径向应力为零,然后由表及里逐渐递增,至中性层处达到最大值。

c. 宽度方向应力 对于窄板,弯曲时宽度方向可以自由变形,所以宽度方向应力为零。对于宽板,在变形区外层由于宽度方向的收缩受到牵制,而内层材料宽度方向的伸长受到阻碍,所以外层为拉应力,内层为压应力。

② 应变状态

板料弯曲时,在变形区外层切向应力变为拉应变,内层为压应变。根据体积不变条件,则宽度方向与厚度方向将产生与切向应变相反的应变,即内层为伸长变形,外层为压缩变形。但对于宽板,由于宽度方向的应变,受到材料互相制约的影响,所以,可认为宽度方向应变为零,其结果使弯曲毛坯变形区截面形状畸变,如图 4-24 所示。

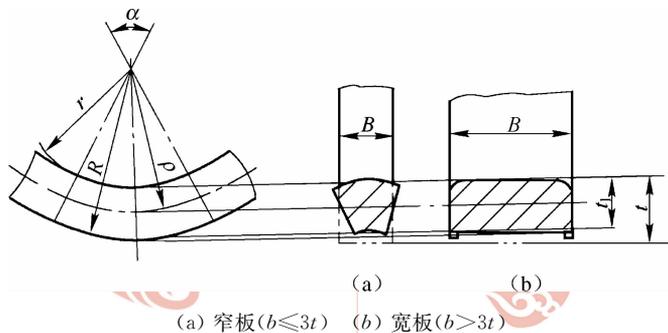


图 4-24 弯曲时毛坯断面形状的变化

综上所述,窄板弯曲由于宽度方向可以自由变形,所以宽度方向应力为零,而应变与切向应变相反,并不为零,所以窄板弯曲应力是平面的,而应变则是立体的。宽板弯曲时,由于宽度方向变形受到相互制约,所以应力不为零,而应变近似为零,故此宽板弯曲时应力是立体的,而应变是平面的。

(4) 弯曲回弹

① 回弹

弯曲是一种塑性变形工序,塑性变形时总包含弹性变形,当弯曲载荷卸除以后,塑性变形保留下来,而弹性变形将完全消失,使得弯曲件在模具中所形成的弯曲半径和弯曲角度在出模后发生改变,这种现象称为回弹。

回弹的大小,通常用回弹角 $\Delta\alpha$ 和 $\Delta\rho$ 来表示。回弹角是指卸载前工件的弯曲角 α_0 与卸载后工件的实际弯曲角 α 之差,即 $\Delta\alpha = \alpha_0 - \alpha$ 。曲率回弹量是指卸载前工件弯曲处的曲率半径 ρ_0 与卸载后工件的实际曲率半径 ρ 之差,即 $\Delta\rho = \rho_0 - \rho$ 。

② 影响回弹的主要因素

a. 材料的力学性能 材料的屈服点越高,弹性模量越小,回弹越大。

b. 材料的相对弯曲半径 r/t r/t 表示弯曲带内材料的变形程度。当其他条件相同时,回弹角随 r/t 值的增大而增大。因此,可按 r/t 的比值来确定回弹角的大小。

c. 凸、凹模间隙 在弯曲 U 形件时,凸、凹模单边间隙对 $\Delta\alpha$ 有很大影响。间隙越小, $\Delta\alpha$ 也愈小。当采用负间隙时,由于模具对材料产生挤压作用,可使回弹减小到最小值,甚至等于零。

或负值。其值可查表 4-12。

表 4-12 U 形件弯曲时的回弹角 $\Delta\alpha$

材料的牌号和状态	$\frac{r}{t}$	凸模和凹模的单边间隙 c						
		0.8t	0.9t	1t	1.1t	1.2t	1.3t	1.4t
		回弹角 $\Delta\alpha$						
2A12T4	2	-2°	0°	2°30'	5°	7°30'	10°	12°
	3	-1°	1°30'	4°	6°30'	9°30'	12°	14°
	4	0°	3°	5°30'	8°30'	11°30'	14°	16°30'
	5	1°	4°	7°	10°	12°30'	15°	18°
	6	2°	5°	8°	11°	13°30'	16°30'	19°30'
	2A120	2	-1°30'	0°	1°30'	3°	5°	7°
3		-1°30'	0°30'	2°30'	4°	6°	8°	9°30'
4		-1°	1°	3°	4°30'	6°30'	9°	10°30'
5		-1°	1°	3°	5°	7°	9°30'	11°
6		-0°30'	1°30'	3°30'	6°	8°	10°	12°
7A04T4		3	3°	7°	10°	12°30'	14°	16°
	4	4°	8°	11°	13°30'	15°	17°	18°
	5	5°	9°	12°	14°	16°	18°	20°
	6	6°	10°	13°	15°	17°	20°	23°
	8	8°	13°30'	16°	19°	21°	23°	26°
	7A04O	2	-3°	-2°	0°	3°	5°	6°30'
3		-2°	-1°30'	2°	3°30'	6°30'	8°	9°
4		-1°30'	-1°	2°30'	4°30'	7°	8°30'	10°
5		-1°	-1°	3°	5°30'	8°	9°	11°
6		0°	-0°30'	3°30'	6°30'	8°30'	10°	12°
20 钢 (已退火的)		1	-2°30'	-1°	0°30'	1°30'	3°	4°
	2	-2°	-0°30'	1°	2°	3°30'	5°	6°
	3	-1°30'	0°	1°30'	3°	4°30'	6°	7°30'
	4	-1°	0°30'	2°30'	4°	5°30'	7°	9°
	5	-0°30'	1°30'	3°	5°	6°30'	8°	10°
	6	-0°30'	2°	4°	6°	7°30'	9°	11°
30CrMnSiA	1	-1°	-0°30'	0°	1°	2°	4°	5°
	2	-2°	-1°	1°	2°	4°	5°30'	7°
	3	-1°30'	0°	2°	3°30'	5°	6°30'	8°30'
	4	-0°30'	1°	3°	5°	6°30'	8°30'	10°
	5	0°	1°30'	4°	6°	8°	10°	11°
	6	0°30'	2°	5°	7°	9°	11°	13°
1Cr18Ni9Ti	1	-2°	-1°	-0°30'	0°	0°30'	1°30'	2°
	2	-1°	-0°30'	0°	1°	1°30'	2°	3°
	3	-0°30'	0°	1°	2°	2°30'	3°	4°
	4	0°	1°	2°	2°30'	3°	4°	5°
	5	0°30'	1°30'	2°30'	3°	4°	5°	6°
	6	1°30'	2°	3°	4°	5°	6°	7°

④ 弯曲件的形状 弯曲件形状复杂时,一次弯曲成形角的数量较多,则弯曲时各部分相互牵制的作用越大,弯曲中拉深变形的成分越大,回弹值就小。如弯U形件的回弹比V形件要小。

⑤ 弯曲方式 在无底凹模内做自由弯曲时(图4-25)的回弹比在有底凹模内做校正弯曲时的回弹大。校正弯曲时回弹较小的原因之一是由于凹模V形面对坯料的限制作用,当坯料与凸模三点接触后,随着凸模的继续下压,坯料的直边部分则向以前相反的方向变形,弯曲终了时,可以产生一定曲度的直边重新压平并与凸模完全贴合。卸载后直边部分的回弹是朝V形闭合方向,而圆角部分的回弹是朝V形张开方向,两者回弹方向相反,可以相互抵消一部分。原因之二

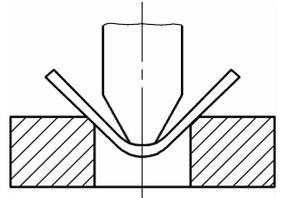


图4-25 无底凹模内的自由弯曲应力

是由于板料圆角变形区受凸、凹模压缩的作用,不仅使弯曲变形外区的拉应力有所减小,而且在外区中性层附近还出现和内区同向的压缩应力,随着校正力的增加,压应力区向板料外表面逐步扩展,致使板料的全部或大部分断面均出现压应力,于是圆角部分的内、外区回弹方向一致,故校正弯曲时的回弹比自由弯曲时大为减小。

2. 回弹值的确定

(1) 小变形程度($r/t \geq 10$)自由弯曲时的回弹值 当 $r/t \geq 10$ 时,称为大半径自由弯曲,此时回弹值较大,在考虑回弹后,凸模工作部分的圆角半径和角度可按以下公式进行计算:

$$r_p = \frac{r}{1 + 3 \frac{\sigma_s^r}{Et}} = \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{3\sigma_s}{Et}} \quad (\text{式 3-1})$$

$$a_p = \frac{ra}{r_p} \quad (\text{式 3-2})$$

式中: r ——工件的圆角半径(mm);

r_p ——凸模的圆角半径(mm);

a ——工件的圆角半径 r 所对弧长的中心角;

a_p ——凸模的圆角半径 r_p 所对弧长的中心角;

t ——毛坯的厚度(mm);

E ——弯曲材料的弹性模量(MPa);

σ_b ——弯曲材料的屈服强度(MPa)。

弯曲圆形截面棒料时,凸模圆角半径:

$$r_p = \frac{r}{1 + 3.4 \frac{\sigma_s^r}{Ed}} = \frac{1}{\frac{1}{r_{185}} + \frac{3.4\sigma_s}{Ed}}$$

式中: d ——杆件直径(mm)。

(2) 大变形程度($r/t < 5 \sim 8$)自由弯曲时的回弹值 当 $r/t < 5 \sim 8$ 时,由于变形程度大,回弹后仅弯曲中心角发生了变化,曲率半径变化较小,可不予考虑。 90° 时单角自由弯曲时的回弹角可查表4-13。

表 4-13 90°单角自由弯曲时的回弹角

材料	$\frac{r}{t}$	材料厚度 t/mm		
		<0.8	$0.8\sim 2$	>2
软钢板 $\sigma_b=350\text{ MPa}$ 钢 黄铜 } $\sigma_b=350\text{ MPa}$ 铝和锌 }	<1 $1\sim 5$ >5	4° 5° 6°	2° 3° 4°	0° 1° 2°
中等硬度的钢 $\sigma_b=400\sim 500\text{ MPa}$ 硬黄铜 } $\sigma_b=350\sim 400\text{ MPa}$ 硬青铜 }	<1 $1\sim 5$ >5	5° 6° 8°	2° 3° 5°	0° 1° 3°
硬钢 $\sigma_b>550\text{ MPa}$	<1 $1\sim 5$ >5	7° 9° 12°	4° 5° 7°	2° 3° 6°
A1T 钢 电工钢 XH78T(俄罗斯)	<1 $1\sim 5$ >5	1° 4° 5°	1° 4° 5°	1° 4° 5°
30CrMnSiA	<2 $2\sim 5$ >5	2° $4^\circ 30'$ 8°	2° $4^\circ 30'$ 8°	2° $4^\circ 30'$ 8°
硬铝 2A12	<2 $2\sim 5$ >5	2° 4° $6^\circ 30'$	3° 6° 10°	$4^\circ 30'$ $8^\circ 30'$ 14°
超硬铝 7A04	<2 $2\sim 5$ >5	$2^\circ 30'$ 4° 7°	5° 8° 12°	8° $11^\circ 30'$ 19°

(3) 控制回弹的措施

由于塑性变形的同时总是伴随着弹性变形,所以要完全消除弯曲件的回弹是不可能的,但可以采取各种措施来控制回弹,以提高弯曲件的精度。具体如下:

① 改进弯曲件的结构设计,增加工件刚性 可在制件转角处压出加强筋,不仅可以提高制件的刚度,还可以减小回弹。

② 提高材料塑性 优先选用屈服强度小、弹性模量大、力学性能较稳定的材料;对于硬材料或经冷作硬化的材料在弯曲前应进行退火处理;也可采用热冲压。

③ 提高变形程度和校正力

V 形件弯曲时,在许可弯曲半径范围内,使 r/t 接近或等于 $1\sim 1.5$,可得到最小回弹角。

U 形件弯曲时,采用负间隙弯曲,使凸模、凹模之间的单边间隙比材料厚度的基本尺寸小 $3\%\sim 5\%$,弯曲过程中材料有挤薄作用,从而减小回弹角。

④ 补偿法 根据弯曲件的回弹趋势与回弹量,修正冲模工作部分的几何形状与尺寸,使

弯曲后的工件回弹量恰好得到补偿。

例如,弯曲V形件时,可以根据工件可能产生的回弹角,将凸模弯曲角预先做小,见图4-26(a);或将凸模与凹模做出等于回弹角的倾斜度,见图4-26(b),使工件回弹后恰好等于它要求的角度。

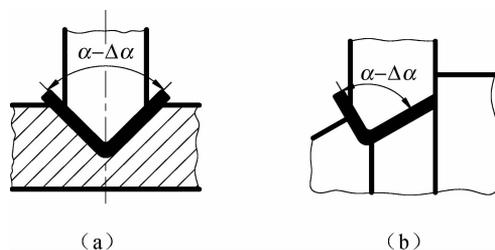


图 4-26 V形件回弹补偿措施

在弯曲U形件时,可将凸模两侧分别做出等于回弹角的斜边,见图4-27(a);或将凹模内的顶件器做成凸出的弧状,以造成工件底部的局部弯曲。当工件自弯曲模中取出后,由于底部曲面伸直,如图4-27(b)所示,使两边产生负回弹,从而补偿了直边张开所产生的正回弹。

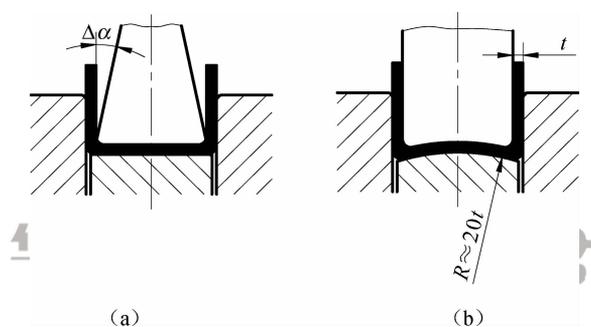


图 4-27 U形件回弹补偿措施

⑤ 减小凸凹模的间隙 减小凸凹模之间的间隙,增大弯曲力,也可增加圆角处塑性变形程度。

⑥ 采用拉弯工艺 对于弯曲半径非常大的弯曲件,使之在受拉过程中弯形,可以减小回弹角。拉弯是将材料先轴向拉深,再弯曲;或先弯曲,再拉深;或拉深后弯曲再拉深。

⑦ 采用校正弯曲代替自由弯曲。

3. 弯曲件的工艺性

弯曲件的工艺性是指弯曲件对弯曲工艺的适应能力。具有良好工艺性的弯曲件,不仅能简化弯曲工序与模具设计,而且还能保证弯曲件精度,节约材料,提高生产率。

(1) 弯曲半径

所谓弯曲半径,是指弯曲件内层材料的半径。弯曲件的弯曲半径不宜小于最小弯曲半径,否则,要多次弯曲,增加工序数;也不宜过大,因为过大时,受到回弹的影响,弯曲角度与弯曲半径的精度都不易保证。

常用材料的最小弯曲半径实用推荐值见表4-14。

表 4-14 常用材料的最小弯曲半径(摘自 JB/T 5109—1991)

材 料		弯曲线与 轧制纹向垂直	弯曲线与 轧制纹向平行
08F、08A1		0.2 <i>t</i>	0.4 <i>t</i>
10、15、Q195		0.5 <i>t</i>	0.8 <i>t</i>
20、Q215A、Q235A、09MnXtL		0.8 <i>t</i>	1.2 <i>t</i>
25、30、35、40、Q255A、10Ti、13MnTi、16MnL、16MnXtL		1.3 <i>t</i>	1.7 <i>t</i>
65Mn	<i>t</i> (特硬)	3.0 <i>t</i>	6.0 <i>t</i>
	Y(硬)	2.0 <i>t</i>	4.0 <i>t</i>
1Cr18Ni9	I(冷作硬化)	0.5 <i>t</i>	2.0 <i>t</i>
	BI(半冷作硬化)	0.3 <i>t</i>	0.5 <i>t</i>
	R(软)	0.1 <i>t</i>	0.2 <i>t</i>
1J79	Y(硬)	0.5 <i>t</i>	2.0 <i>t</i>
	M(软)	0.1 <i>t</i>	0.2 <i>t</i>
3J1	Y(硬)	3.0 <i>t</i>	6.0 <i>t</i>
	M(软)	0.3 <i>t</i>	0.6 <i>t</i>
3J53	Y(硬)	0.7 <i>t</i>	1.2 <i>t</i>
	M(软)	0.4 <i>t</i>	0.7 <i>t</i>
TA1	冷作硬化	3.0 <i>t</i>	4.0 <i>t</i>
TA5		5.0 <i>t</i>	6.0 <i>t</i>
TB2		7.0 <i>t</i>	8.0 <i>t</i>
H62	Y(硬)	0.3 <i>t</i>	0.8 <i>t</i>
	Y2(半硬)	0.1 <i>t</i>	0.2 <i>t</i>
	M(软)	0.1 <i>t</i>	0.1 <i>t</i>
HPb59-1	Y(硬)	1.5 <i>t</i>	2.5 <i>t</i>
	M(软)	0.3 <i>t</i>	0.4 <i>t</i>
BZn15-20	Y(硬)	2.0 <i>t</i>	3.0 <i>t</i>
	M(软)	0.3 <i>t</i>	0.5 <i>t</i>
QSn6.5-0.1	Y(硬)	1.5 <i>t</i>	2.5 <i>t</i>
	M(软)	0.2 <i>t</i>	0.3 <i>t</i>
QBe2	Y(硬)	0.8 <i>t</i>	1.5 <i>t</i>
	M(软)	0.2 <i>t</i>	0.2 <i>t</i>
T2	Y(硬)	1.0 <i>t</i>	1.5 <i>t</i>
	M(软)	0.1 <i>t</i>	0.1 <i>t</i>

续表

材 料		弯曲线与 轧制纹向垂直	弯曲线与 轧制纹向平行
1050(L3)、 1035(L4)	HX8(硬)	0.7 t	1.5 t
	O(软)	0.1 t	0.1 t
7A04(LC4)	T9(淬火人工时效又经冷作硬化)	2.0 t	3.0 t
	O(软)	1.0 t	1.5 t
5A05(LF5) 5A06(LF6) 3A21(LF21)	HX8(硬)	2.5 t	4.0 t
	O(软)	0.2 t	0.3 t
2A12(LY12)	T4(淬火时自然时效)	2.0 t	3.0 t
	O(软)	0.3 t	0.4 t

注:①表中 t 为板料厚度。②表中数值适用于下列条件:原材料为供货状态,90°角V形校正弯曲,毛坯板厚度小于20mm、宽度大于3倍板厚,毛坯剪切断面的光亮带在弯曲外侧。③铝和铝合金的牌号,按GB/T3190—1996标出,括号中则为相应的旧牌号(按GB3190—1982)。

(2) 弯曲件的形状

弯曲件形状应尽量对称,弯曲半径左右一致,以保证板料不会因摩擦阻力不均匀而产生滑动,造成工件偏移。若工件不对称,在设计夹具结构时应考虑增设压料板,或增加工艺孔定位。

弯曲件形状应力求简单。某些带缺口的弯曲件,缺口只能安排在弯曲成形之后切去。若先将缺口冲出,弯曲时会发生叉口现象,严重时难以成形。

(3) 弯曲件的孔边距离

带孔弯曲件若先加工孔再弯曲,则要求孔的位置处于弯曲变形区之外(图4-28),否则孔会发生变形。孔边到弯曲半径 r 中心的距离一般要满足以下关系:

当 $t < 2$ mm时, $L \geq t$

当 $t \geq 2$ mm时, $L \geq 2t$

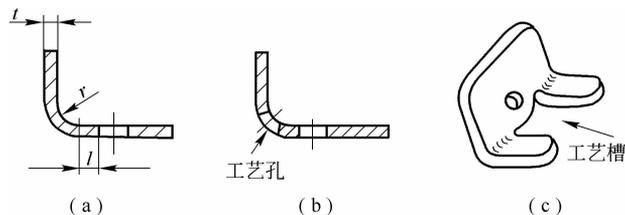


图4-28 弯曲件的孔边距离

若不能满足上述规定且孔的公差等级要求较高时,须弯形后再冲孔。

(4) 弯曲件直边高度

当弯曲90°角时,为保证弯曲件质量,必须使其直边高度 h 大于厚度 t 的2倍以上;当 h 小于 $2t$ 时,则应先压槽弯曲或加大直边高度,待弯曲后将直边高出部分切除,如图4-29所示。

(5) 防应力集中措施

在局部弯曲某一段边缘时,为避免弯曲根部撕裂,应减小不弯曲部分的长度 b ,使其退出弯曲线之外,即 $b \geq r$,见图4-30(a)。如果条件 $b \geq r$ 不能满足,可在弯曲部分和不弯部分之

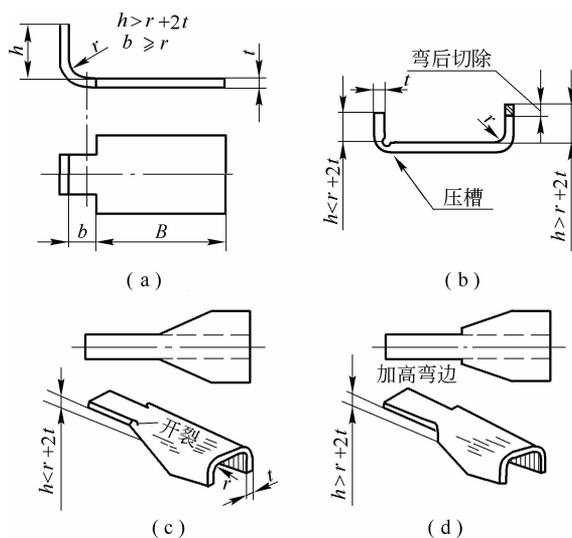


图 4-29 弯曲件直边高度示意图

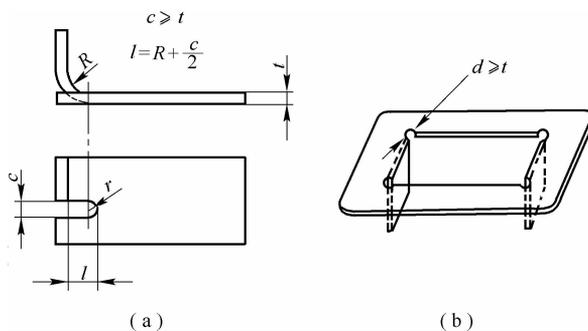


图 4-30 弯曲件防应力集中方法

间切槽,如图 4-30(a)所示。槽深 l 应大于弯曲半径 R ,或在弯曲前冲出工艺孔,见图 4-29(b)。

(6) 弯曲件的尺寸标注

弯曲件尺寸标注不同,会影响冲压工序的安排。例如,图 4-31 所示是弯曲件孔的位置尺寸的三种标注方法,其中采用图(a)所示的标注方法时,孔的位置精度不受坯料展开长度和回弹的影响,可先落料冲孔(复合工序),然后再弯曲成形,工艺和模具设计较简单;采用图(b)、(c)所示的尺寸注法时,受弯曲回弹的影响,冲孔只能安排在弯曲之后进行,不仅增加了工序,还会造成许多不便。

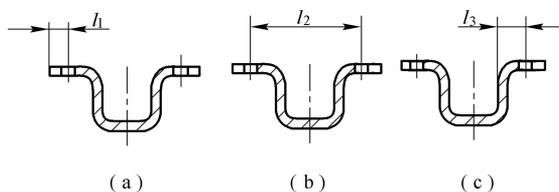


图 4-31 弯曲件的尺寸标注

4. 弯曲件毛坯长度计算

(1) 中性层位置的确定

工件弯曲后,中性层位置并不是在材料厚度的中间位置,其位置与弯曲变形量大小有关。应按下式确定:

$$\rho = r + Kt$$

式中: ρ ——弯曲中性层的曲率半径;

r ——弯曲件内层的弯曲半径;

t ——材料厚度;

K ——中性层位置系数(表 4-15)。

表 4-15 中性层位置系数 K

$\frac{r}{t}$	分数	3/10	5/16	8/25	1/3	12/35	5/14	3/8	2/5	5/12	3/7	
	小数	0.3	0.3125	0.32	0.333	0.343	0.357	0.375	0.4	0.417	0.429	
K		0.194	0.199	0.201	0.206	0.209	0.213	0.219	0.226	0.230	0.233	
$\frac{r}{t}$	分数	4/9	12/25	1/2	8/15	5/9	4/7	3/5	5/8	2/3	7/10	5/7
	小数	0.444	0.48	0.5	0.533	0.555	0.571	0.6	0.625	0.667	0.7	0.714
K		0.237	0.245	0.250	0.257	0.261	0.264	0.270	0.274	0.281	0.286	0.288
$\frac{r}{t}$	小数	3/4	4/5	5/6	6/7	8/9	1	10/9	8/7	6/5	5/4	4/3
	分数	0.75	0.8	0.833	0.857	0.889	1	1.111	1.143	1.2	1.25	1.333
K		0.294	0.301	0.305	0.308	0.312	0.325	0.336	0.340	0.345	0.349	0.356
$\frac{r}{t}$	分数	7/5	10/7	3/2	8/5	5/3	12/7	16/9	15/8	2	25/12	15/7
	小数	1.4	1.429	1.5	1.6	1.667	1.714	1.778	1.875	2	2.083	2.143
K		0.362	0.346	0.369	0.376	0.380	0.384	0.387	0.393	0.400	0.405	0.408
$\frac{r}{t}$	小数	20/9	16/7	12/5	5/2	8/3	20/7	3	25/8	16/5	10/3	24/7
	分数	2.222	2.286	2.4	2.5	2.667	2.857	3	3.125	3.2	3.333	3.429
K		0.412	0.415	0.420	0.424	0.431	0.439	0.444	0.449	0.451	0.456	0.459
$\frac{r}{t}$	分数	7/2	25/7	15/4	4	25/6	30/7	35/8	40/9	9/2	24/5	5
	小数	3.5	3.571	3.75	4	4.167	4.286	4.375	4.444	4.5	4.8	5
K		0.461	0.463	0.469	0.476	0.480	0.483	0.485	0.487	0.488	0.495	0.500

对于大圆角弯曲半径($r/t \geq 5$ 时),即弯曲变形程度不大时,中性层近似看作位于板厚的中央,其 K 值可近似取 0.5。

(2) 弯曲件展开尺寸计算

① 计算法

对于形状比较简单、尺寸精度要求不高的弯曲件,可直接采用下面介绍的方法计算坯料长度。

因材料弯曲后外层伸长,内层缩短,中性层长度不变,故弯曲件毛坯长度等于中性层的长度,如图 4-32 所示。弯曲件展开长度等于

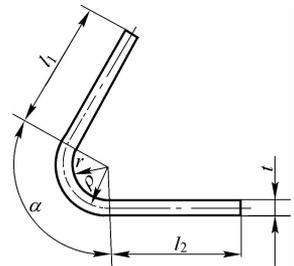


图 4-32 弯曲件零件图

直边部分与弯曲部分中性层长度之和,即

$$L_z = l_1 + l_2 + \frac{\pi\alpha}{180}\rho = l_1 + l_2 + \frac{\pi\alpha}{180}(r + kt)$$

式中: r ——弯曲半径;

k ——中性层位置系数;

α ——弯曲角;

t ——材料厚度;

ρ ——中性层弯曲半径。

即总展开长度公式为

$$L_{\text{总}} = \sum L_{\text{直}} + \sum S_{\text{弯曲}}$$

【例1】 已知弯曲件形状如图4-33所示,试计算其展开长度。

解: 先将材料分解为直边和弯曲部分,过弯曲部分曲率中心 O 作两直边的垂线,垂足为 A 、 C ,则直边部分为 AB 与 CD 段,而 AC 部分为曲线部分。

因为 $L_{\text{总}} = \sum L_{\text{直}} + \sum S_{\text{弯曲}}$,

而 $\sum L_{\text{直}} = |AB| + |CD| = 40 + 50 = 90$

$$S_{\text{弯曲}} = \pi\rho \cdot \frac{\alpha}{180} = \pi(r + Kt) \cdot \frac{\alpha}{180}$$

查表4-15得 $K = 0.48$,而 $\alpha = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$

故 $S_{\text{弯曲}} = 3.14 \times (10 + 0.48 \times 2) \times 120^\circ / 180^\circ = 3.14 \times (10 + 0.48 \times 2) \times 2/3 \approx 22.94$

所以 $L_{\text{总}} = 90 + 22.94 = 112.94$ (mm)

② 查表法

当 $r \geq 0.5t$ 时,各种毛坯展开长度计算可参考表4-16中经验公式。

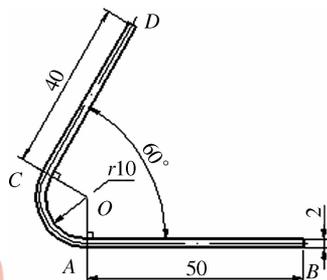
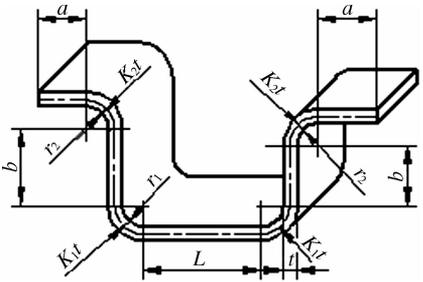
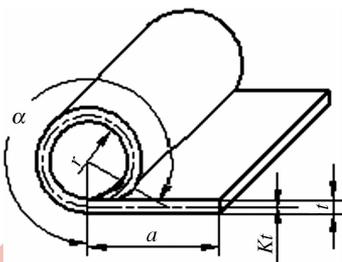
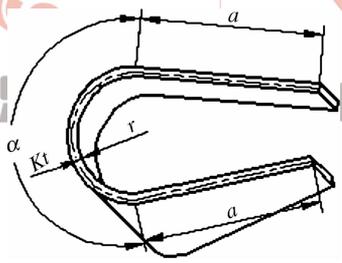
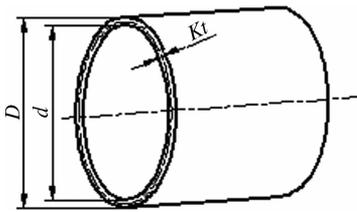


图4-33 弯曲件零件图

表4-16 毛坯展开长度的计算公式($r \geq 0.5t$)

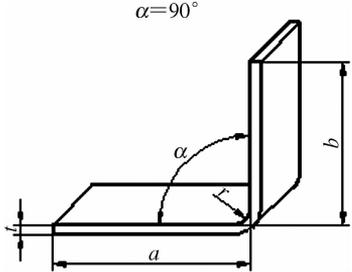
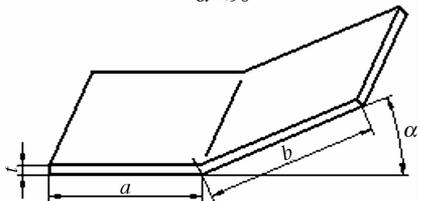
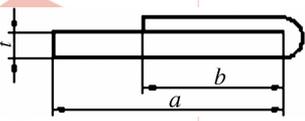
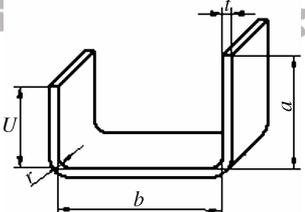
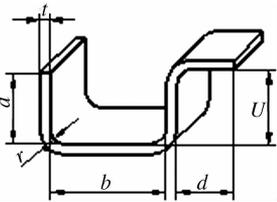
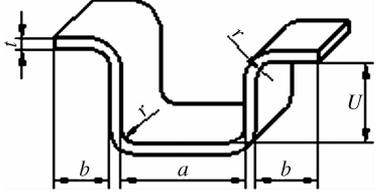
序号	弯曲性质	弯曲形状	毛坯展开长度公式
1	单直角弯曲		$L = a + b + \frac{\pi}{2}(r + Kt)$
2	双直角弯曲		$L = a + b + L + \pi(r + Kt)$

续表

序号	弯曲性质	弯曲形状	毛坯展开长度公式
3	四直角弯曲		$L = 2a + 2b + L + \pi(r_1 + K_1t) + \pi(r_2 + K_2t)$
4	铰链弯形		$L = a + \frac{\pi\alpha}{180^\circ}(r + Kt)$
5	半圆形弯曲		$L = 2a + \frac{\pi\alpha}{180^\circ}(r + Kt)$
6	圆形		$L = \pi(d + 2Kt)$

当零件的弯曲半径 $r < 0.5t$ 时,可近似看作不带圆角半径。毛坯长度根据毛坯与工件体积相等的原则进行计算。具体选择时可参考表 4-17 中经验公式计算。

表 4-17 毛坯展开长度的计算公式 ($r < 0.5t$)

序号	弯曲性质	弯曲形状	公 式
1	单角弯曲	$\alpha=90^\circ$ 	$L = a + b + 0.4t$
		$\alpha < 90^\circ$ 	$L = a + b + \frac{\alpha}{90^\circ} \times 0.5t$
			$L = a + b + 0.43t$
2	双角弯曲		$L = a + b + c + 0.6t$
3	三角弯曲		$L = a + b + c + d + 0.75t$
4	四角弯曲		$L = a + 2b + 2c + t$

③ 圆杆弯曲件展开长度计算

圆形弯曲件(图 4-34),当 $r/d > 1.5$ 时,弯曲部分的横截面几乎没有变化,中性层系数 K 值近似于 0.5;而 $r/d < 1.5$ 时,弯曲部分的横截面发生畸变,中性层系数 $K > 0.5$,其值见表 4-18。求得中性层位置后,加上直线部分,即得展开长度。该零件的 $L=L_1+L_2+\pi(r+Kd)$ 。

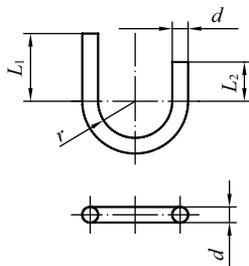


图 4-34 圆形弯曲件

表 4-18 铰链卷圆中性层位置系数 K

R/t	$>0.5\sim 0.6$	$>0.6\sim 0.8$	$>0.8\sim 1.0$	$>1.0\sim 1.2$	$>1.2\sim 1.5$	$>1.5\sim 1.8$	$>1.8\sim 2.0$	$>2\sim 2.2$	>2.2
K	0.76	0.73	0.7	0.67	0.64	0.61	0.58	0.54	0.5

5. 弯曲力的计算

为选择压力机吨位,需进行弯曲力计算。影响弯曲力的因素较多,弯曲力随材料的抗拉强度的增加而增加。对自由弯曲,弯曲力与材料宽度成正比,与厚度平方成正比。而增大凹模圆角半径及凹模开距则能减少弯曲力。此外,模具间隙和模具工作表面质量也影响弯曲力的大小。

(1) 自由弯曲时的弯曲力

自由弯曲按弯曲件形状可分为 V 形件和 U 形件两种,如图 4-35 所示。

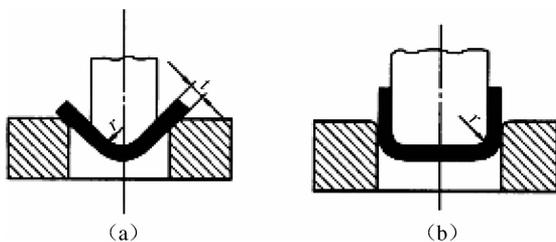


图 4-35 自由弯曲示意图

其弯曲力 F_w 计算如下:

$$\text{U 形件 } F_w = \frac{0.7KBt^2\sigma_b}{r+t}$$

$$\text{V 形件 } F_w = \frac{0.6KBt^2\sigma_b}{r+t}$$

式中: F_w ——自由弯曲在冲压行程结束时的弯曲力;

B ——弯曲件的宽度;

t ——弯曲件的厚度;

R ——弯曲件的弯曲半径;

σ_b ——材料的强度极限；
 K ——安全系数，一般取 1.3 左右。

(2) 校正弯曲时的弯曲力

图 4-36 所示为校正弯曲。

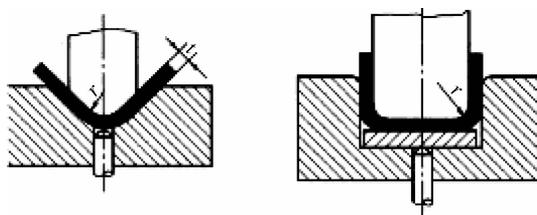


图 4-36 校正弯曲示意图

当弯曲件在冲压结束时受到模具的压力校正时，受到弯曲校正力作用。弯曲校正力 F_j 计算如下：

$$F_j = Ap$$

式中： F_j ——校正弯曲力；

A ——工件被校正部分投影面积；

p ——单位校正力。

具体选择见表 4-19：

表 4-19 单位校正力 p 的选择

材料	材料厚度/mm			
	<1	1~3	3~6	6~10
铝	15~20	20~30	30~40	40~50
黄铜	20~30	30~40	40~60	60~80
10、20	30~40	40~60	60~80	80~100
25、30	40~50	50~70	70~100	100~120

必须指出，对于一般机械压力机，校正力和校模深浅及冲件材料厚度的变化有很大的关系。校模深浅和冲件厚度的微小变化对校正力会产生较大影响，因此表 4-19 中的数据仅可作为参考。

(3) 顶件力和压料力

顶件力和压料力值可近似取：

$$F_d(\text{或 } F_y) = K \times F_w$$

其中： F_d ——顶件力；

F_y ——压料力；

F_w ——自由弯曲力；

K ——系数。

详见表 4-20：

表 4-20 系数 K 值

用途	弯曲件复杂程度	
	简单	复杂
顶件	0.1~0.2	0.2~0.4
压料	0.3~0.5	0.5~0.8

(4) 弯曲时冲床吨位的确定

自由弯曲时: $F_{冲} \geq F_w + F_d$ 。

校正弯曲时: 由于校正弯曲力数值比自由弯曲力、顶件力或压料力大得多, 故 F_w 、 F_j 可以忽略, 即 $F_{冲} \geq F_j$ 。

【例 2】 V 形弯曲件, 材料为黄铜 (H68), 厚度 3 mm, 宽度为 100 mm, 抗拉强度为 400 MPa, 弯曲内侧圆角半径 R 为 3 mm, 工件被校正部分在凹模上的投影面积 10 000 mm², 求自由弯曲力及校正弯曲力。

解: (1) 自由弯曲力计算

$$\text{因为 } F_w = \frac{0.6KBt^2\sigma_b}{r+t} = \frac{0.6 \times 1.3 \times 100 \times 3^2 \times 400}{3+3} = 46\ 800(\text{N}) = 4.68(\text{kN})$$

(2) 校正弯曲力计算

查表得 $q = 30 \sim 40$ MPa, 取 q 为 35 MPa, 则:

$$F_j = A \times q = 40 \times 10\ 000 = 400\ 000 = 400(\text{kN})$$

由此可见, 校正弯曲力比自由弯曲力大得多。

6. 弯曲的工艺安排

(1) 形状简单的弯曲件

采用一次弯曲成形, 如图 4-37 所示。



图 4-37 一次弯曲

形状复杂的弯曲件: 采用二次或多次弯曲成形, 如图 4-38 所示。

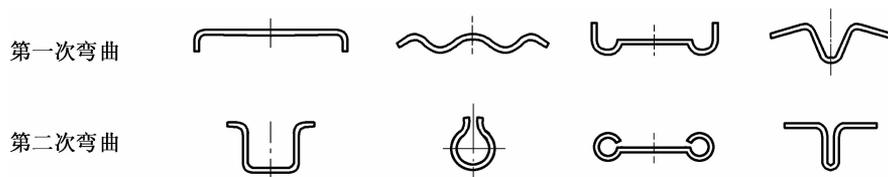


图 4-38 二次弯曲

(2) 批量大而尺寸较小的弯曲件

尽可能采用级进模或复合模, 如图 4-39 所示。

(3) 需多次弯曲时

先弯两端, 后弯中间部分, 前次弯曲应考虑后次弯曲有可靠的定位, 后次弯曲不能影响前次已成形的形状, 如图 4-40 所示。

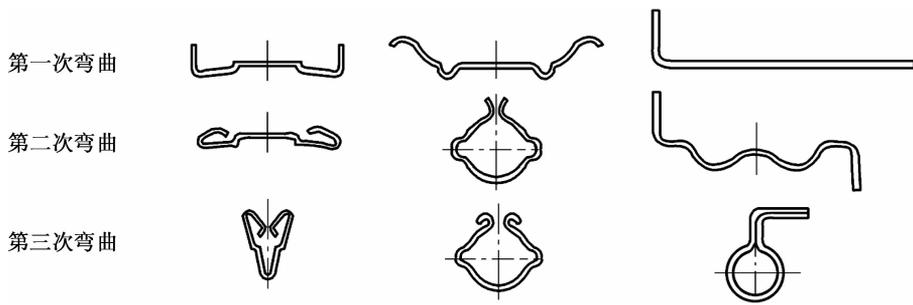


图 4-39 三次弯曲

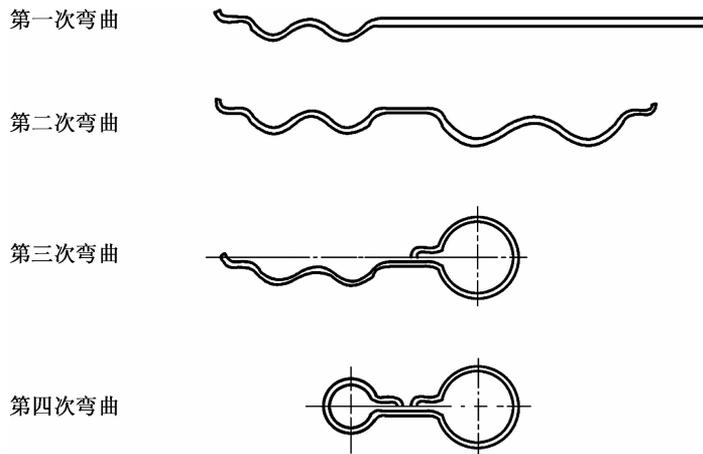


图 4-40 四次弯曲

华职教育 和君

教学项目五 压边圈在下模的 倒装拉深模设计与制作

【项目介绍】

如图 5-1 所示为端盖零件,要求通过设计与制作端盖拉深模来生产该产品。

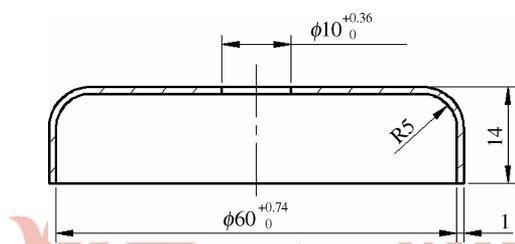


图 5-1 端盖零件图

为了满足企业的使用要求,特设计可冲制该端盖零件的模具。

通过该项目的学习,可以掌握拉深模的设计与制作、组装调试与试冲,可以更好地为下面项目的实施打下良好的理论和实践基础。

任务一 拆绘拉深模

【任务描述】

图 5-2 所示为一典型落料、拉深复合模，根据模具拆卸的原则，拆卸模具并绘制模具的装配草图。熟悉典型模具的结构后，设计并制作端盖落料、拉深复合模。

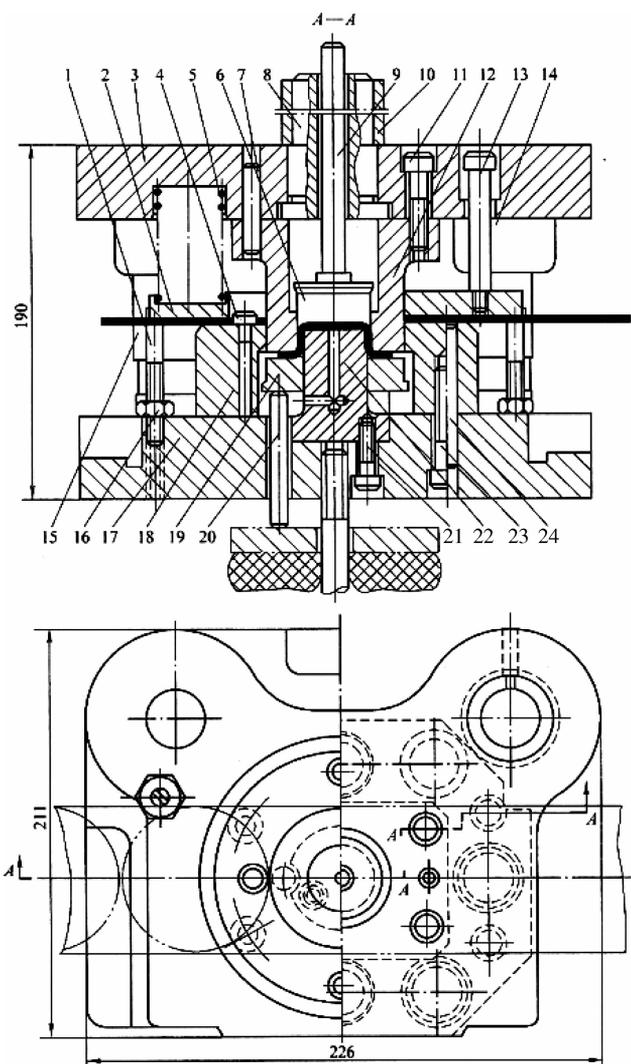


图 5-2 落料、拉深复合模

- 1—导向螺栓 2—卸料板 3—上模座
- 4—挡料销 5—弹簧 6—顶件块
- 7、24—销钉 8—模柄 9—顶杆
- 10—模柄外环 11、21、23—螺钉 12—
- 凸凹模 13—卸料螺钉 14—导套
- 15—导柱 16—螺母 17—下模座
- 18—凹模 19—压边圈 20—顶杆
- 22—凸模

【任务目标】

- (1) 掌握拉深模的拆卸步骤，对拉深模结构有一定的了解。

(2) 运用 AutoCAD 绘制模具装配图。

【知识储备】

一副落料拉深复合模、拆卸工具。

【任务实施】

1. 拆卸模具

下面就以图 5-2 所示模具拆卸为例,简要地说明模具拆卸的过程。

(1) 拆卸步骤

① 看懂模具图,熟悉模具结构,理解模具的工作原理、工作过程,了解每一个模具零件在模具中的作用。

② 分开上、下模,将上、下模平放在钳工工作台上。

③ 先拆卸上模部分。用内六角扳子拧开四个卸料螺钉 13,取下弹簧 5 和卸料板 2;拧开螺钉 11,用出销器拆卸销钉 7,取下凸凹模 12、顶件块 6 和顶杆 9。拆下的零件清理干净并在工作台上摆放整齐(下同)。

④ 再拆卸下模部分。用开口板子松开螺母,拆下弹顶器和顶杆 20,拧开螺钉 23,用出销器拆卸销钉 24,取下凹模 18 和压边圈 19,拧开螺钉,拆下凸模 22。

(2) 注意事项

拆卸模具时,一般是按“从外部拆至内部、从上部拆到下部,先拆成部件或组件、再拆成零件”的原则进行。另外,在拆卸中还必须注意下列原则:

① 对不易拆卸或拆卸后会降低连接质量和损坏一部分连接零件的连接,应当尽量避免拆卸,例如,凸模与固定板的连接,过盈连接,导柱、导套连接件等。

② 用击卸法冲击零件时,必须垫好衬垫,或者用软材料(如紫铜)做的锤子或冲棒,以防止损坏零件的表面。

③ 容易产生位移而无定位装置或有方向性的零件(如各个板的相对位置),在拆卸后应先做好标记,以便在装配时容易辨认。

④ 对于精密的模具零件,如凸模、凹模和型芯等,应放在专用的盘内或单独存放,以免碰伤工作部位。

⑤ 拆下的零件应尽快清洗,以免生锈腐蚀,最好要涂上润滑油。

2. 绘制装配草图

模具拆好后,把拆下来的零件进行测量,取得其尺寸后,根据作图标准绘制模具的装配草图。装配草图分别用手工绘图和 AutoCAD 绘图。

【任务评价】

任务一 考核评价表

任务名称：拆绘拉深模

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 模具拆卸的合理性 2. 模具装配草图的绘制	1. 拆模步骤是否正确 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 写出拉深模的拆卸过程。
2. 画出所拆拉深模的装配草图。

任务二 分析拉深件的工艺性

【任务描述】

在编制冲压工艺规程和设计模具结构之前,应从工艺角度分析拉深件设计得是否合理,是否符合拉深的工艺要求。

分析端盖拉深件的工艺性,主要包括角度样板的结构与尺寸、精度、材料等几个方面。

【任务目标】

分析拉深件的结构、材料、精度等是否符合冲压工艺。

【知识储备】

相关理论资料。

【任务实施】

1. 冲裁件工艺分析

- (1) 材料 08 钢,厚度为 1.5 mm,具有良好的冲压性能。
- (2) 工件结构形状 拉深件结构简单、对称。
- (3) 尺寸精度 零件图上所有尺寸公差属于经济级。一般冲压均能满足其尺寸精度要求。
- (4) 结论 可以拉深加工。

2. 确定工艺方案及模具结构形式

经分析,落料拉深凸凹模的壁厚强度足够,故采用落料、拉深、冲孔复合模。决定采用正装式复合模结构的形式。

【任务评价】

任务二 考核评价表

任务名称：分析拉深件的工艺性

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 零件工艺性分析项目 2. 会分析拉深件的工艺性	1. 书面作业和检修报告 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 找出一个拉深件，分析该拉深件的工艺性。
2. 根据分析结果确定采用什么类型的模具结构，画出结构草图。

任务三 进行工艺设计与计算

【任务描述】

模具的结构形式确定下来之后,就进入到工艺设计与计算这个阶段。拉深件在条料上怎么布置,选择多大吨位的压力机,拉深间隙怎么选择和凸、凹模的尺寸怎么计算?这就是本次任务要解决的问题。

【任务目标】

- (1) 掌握计算拉深件的毛坯尺寸。
- (2) 掌握计算拉深力。
- (3) 掌握计算拉深次数。
- (4) 了解压边装置的设计。
- (5) 掌握凸、凹模工作部分尺寸和公差。

【知识储备】

相关理论资料。

华职教育



【任务实施】

1. 计算拉深件的毛坯尺寸

因零件高度与精度都不高,可不用切边,所以不加修边余量。

$$d_1 = 60 \text{ mm} - 2 \times 5 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

$$d_2 = 60 \text{ mm} + 1 \text{ mm} = 61 \text{ mm}$$

$$h = 14 \text{ mm} - 6 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$$

$$r = 5 \text{ mm} + 0.5 \text{ mm} = 5.5 \text{ mm}$$

将其代入公式得

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{d_1^2 + 4d_2h + 6.28rd_1 + 8r^2} \\ &= \sqrt{50^2 + 4 \times 61 \times 8 + 6.28 \times 5.5 \times 50 + 8 \times 5.5^2} \\ &= 80.1 \text{ mm (取 } 80 \text{ mm)} \end{aligned}$$

2. 计算拉深力

(1) 落料力

$$\begin{aligned} F &= KLT\tau \\ &= 1.3 \times 3.14 \times 80 \times 1 \times 333 \\ &= 108\ 774 \approx 109 \text{ N} \end{aligned}$$

(2) 卸料力

采用固定卸料,不用计算。

(3) 拉深力

$$F = \pi d_1 t \sigma_b K_1 = 3.14 \times 60 \times 1 \times 432 \times 1 = 81\,388 \text{ N} \approx 81 \text{ kN}$$

(4) 压边力

$$\begin{aligned} F_r &= \frac{\pi}{4} [D^2 - (d_1 + 2r_{d1})^2] p \\ &= \frac{\pi}{4} [80^2 - (60 + 2 \times 5)^2] \times 2.5 \\ &= 2\,943 \text{ N} \approx 2.9 \text{ kN} \end{aligned}$$

(5) 最大冲压力

$$F_{\text{总}} = F + F_r = 109 \text{ kN} + 2.9 \text{ kN} \approx 112 \text{ kN}$$

3. 计算拉深次数

$$\frac{t}{D} \times 100 = \frac{1}{80} \times 100 = 1.25$$

查表得 $m_1 = 0.53, m_2 = 0.74$ 可得:

$$d_1 = m_1 \times D = 0.53 \times 80 = 42.4 \text{ mm} < 61 \text{ mm}$$

所以一次拉深可以成形。

4. 压边装置

压料装置设在下模并且可以调节。由件 10、11、12、13、14 组成,顶住顶件块 9 和凸凹模 8 将材料压住进行拉深。当压力过小时,拧紧螺母 14 可增大压料力,见图 5-3。

5. 凸、凹模工作部分尺寸和公差

(1) 拉深凸、凹模尺寸

$$\begin{aligned} d_p &= (d_{\min} + 0.4\Delta)_{-\delta_p}^0 \\ &= (60 + 0.4 \times 0.74)_{-0.03}^0 \\ &= 60.3_{-0.03}^0 \text{ mm} \end{aligned}$$

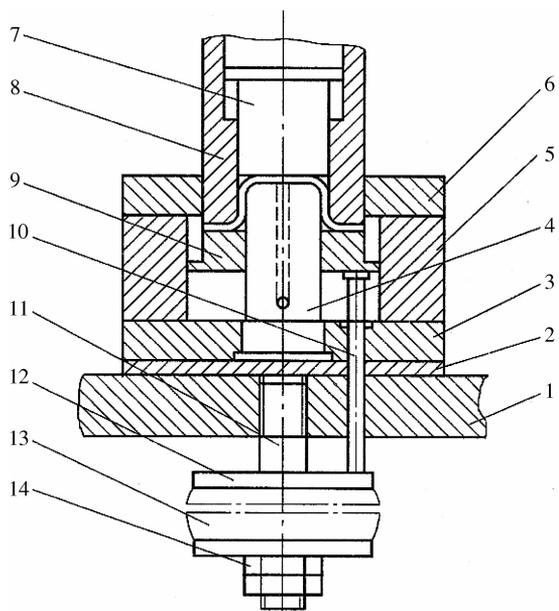


图 5-3 压料装置

- 1—下模座 2—垫板 3—凸模固定板 4—凸模
5—中垫板 6—凹模 7—推件块 8—凸凹模
9—顶件块 10—顶杆 11—螺杆 12—支板
13—橡胶 14—螺母

$$\begin{aligned}
 d_d &= (d_p + 2Z)_0^{+0.04} \\
 &= (60.3 + 2 \times 1)_0^{+0.04} \\
 &= 62.3_0^{+0.04} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

(2) 凸、凹模圆角半径

$$\begin{aligned}
 R_d &= 0.8\sqrt{(D-d)t} \\
 &= 0.8\sqrt{(80-62) \times 1} \\
 &= 3.4 \text{ mm (取 } 5 \text{ mm)}
 \end{aligned}$$

【任务评价】

任务三 考核评价表

任务名称：进行工艺设计与计算

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分 小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 能计算拉深件的毛坯尺寸 2. 会计算拉深力 3. 会计算拉深次数 4. 会设计压边装置 5. 能计算凸凹模工作部分尺寸	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名：_____		日期：_____					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系档案；

2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 在日常生活中，找出一拉深件，试对拉深件进行相关工艺设计与计算。
2. 总结工艺设计过程中出现的问题，进行讨论，提出解决方法。

任务四 绘制模具的装配图和零件图

【任务描述】

在理论设计与计算基本完成后,准备进行模具装配图和零件图的绘制,本次任务就是完成模具装配图和零件图绘制,为后续加工做好图纸准备。

【任务目标】

- (1) 绘制模具的装配图。
- (2) 拆绘模具的零件图。

【知识储备】

相关资料、电脑(AutoCAD 软件)。

【任务实施】

1. 绘制模具的装配图

按照绘制的模具装配草图,运用 AutoCAD 软件绘制模具的装配图,见图 5-4。

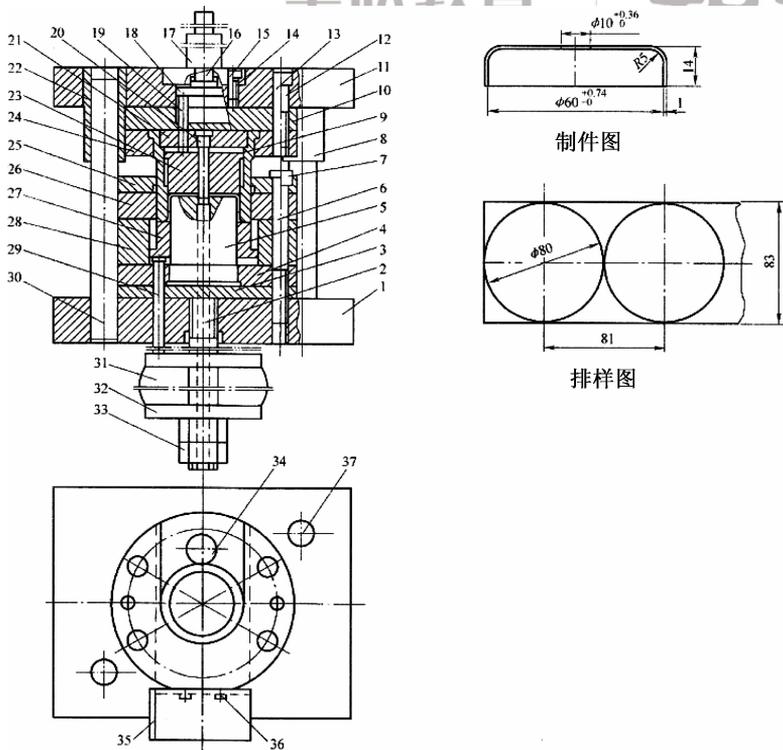


图 5-4 装配图

落料、拉深、冲孔复合模

- 1—下模座 2—螺杆 3、10—垫板 4、24—固定板 5、9—凸凹模 6、13、15—销 7、12、14、36—螺钉 8、22—导套 11—上模座 16—打杆 17—模柄 18—推板 19—连接推杆 20—凸模 21—固定板 23—推件块 25—固定卸斜板 26—凹模 27—顶件块 28—中垫块 29—连接顶杆 30、37—导柱 31—橡胶 32—托板 33—螺母 34—挡料销 35—承料板

2. 拆卸模具并绘制零件图

按照绘制的模具装配图来拆卸模具并绘制零件图。图 5-5~图 5-26 所示为主要工作零部件。

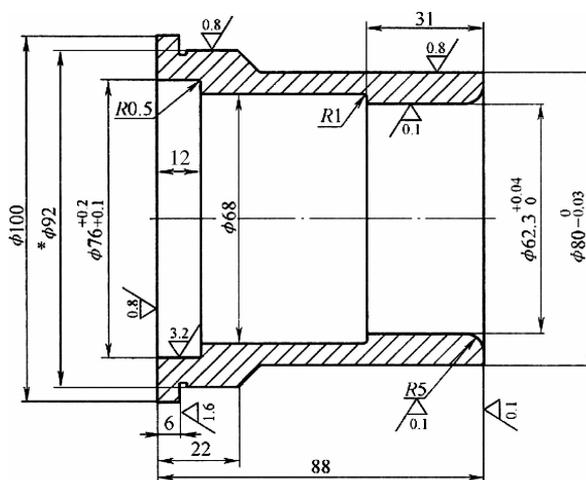


图 5-5 落料、拉深凸凹模

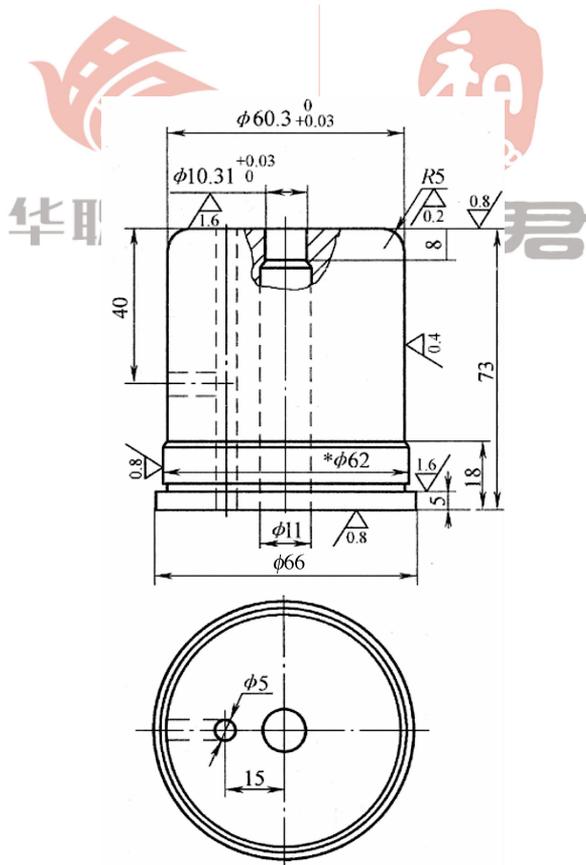


图 5-6 拉深、冲孔凸凹模

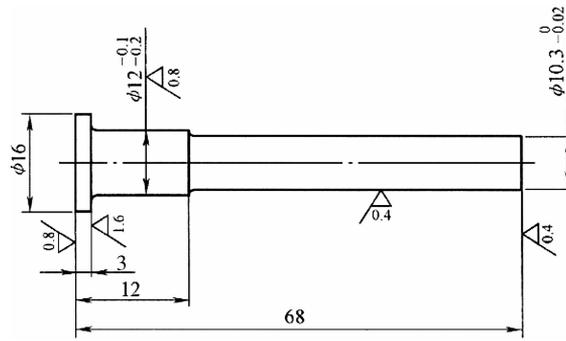


图 5-7 冲孔凸模

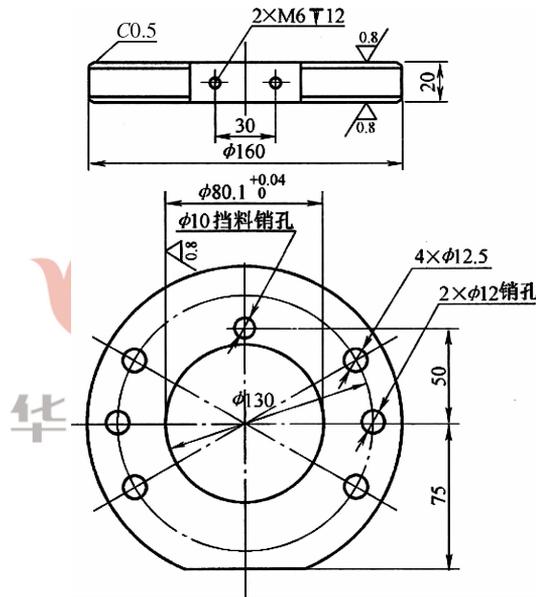


图 5-8 落料凹模

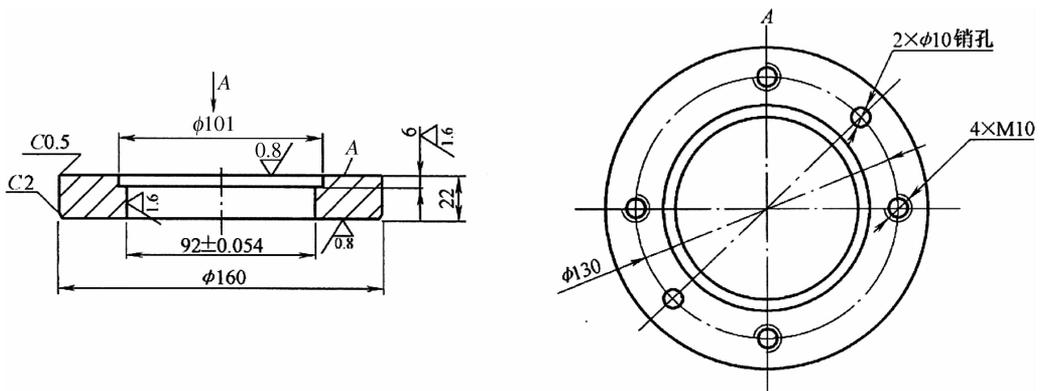


图 5-9 落料、拉深凸凹模固定板

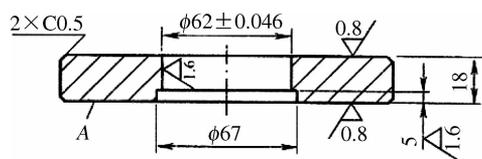


图 5-10 拉深、冲孔凸模固定板

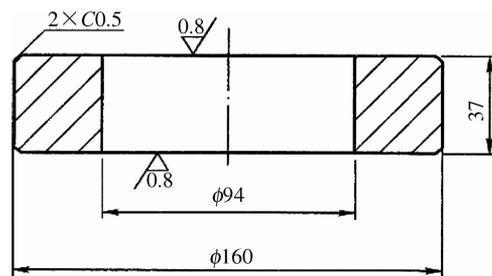
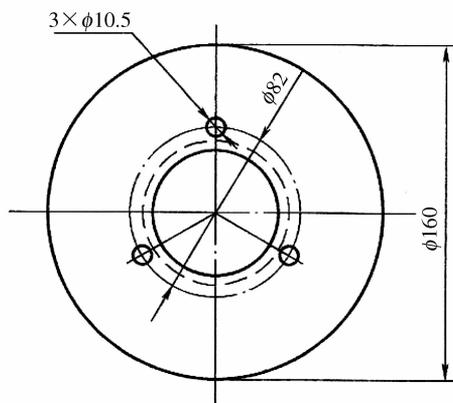


图 5-11 中垫板

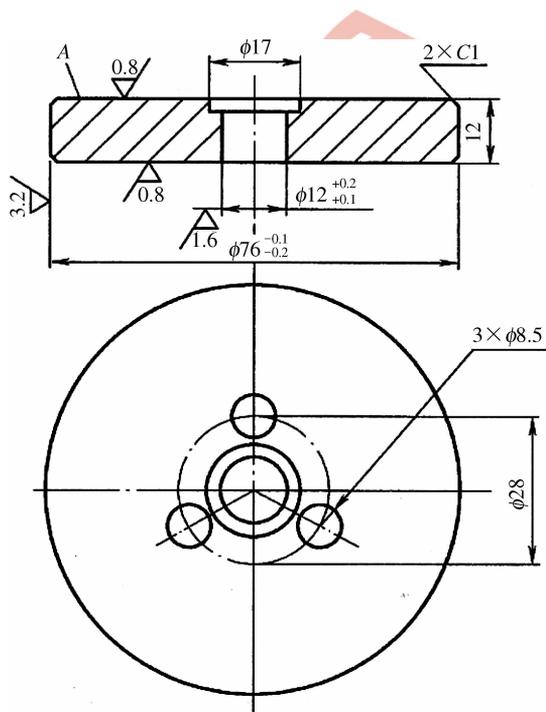


图 5-12 冲孔凸模固定板

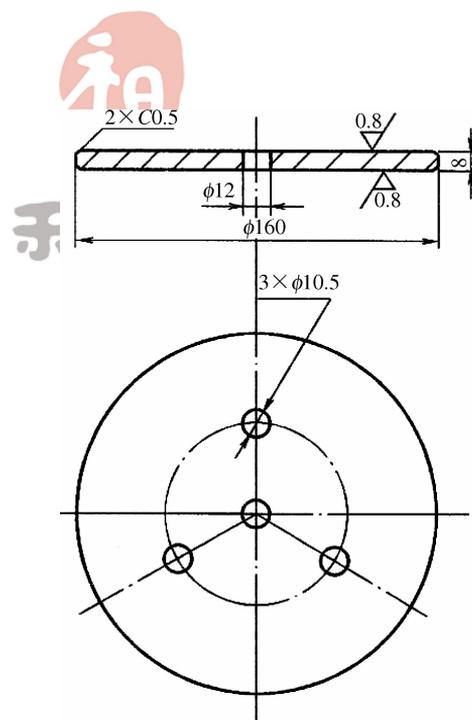


图 5-13 垫板

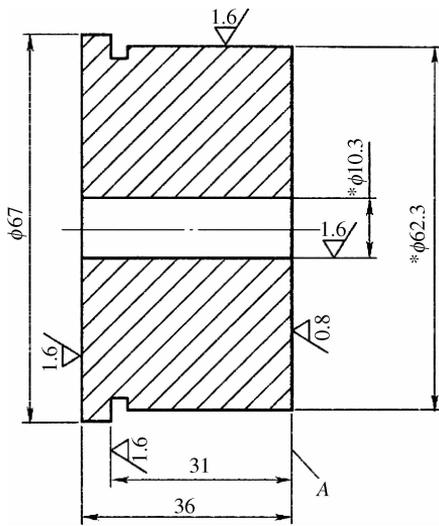


图 5-14 推件块

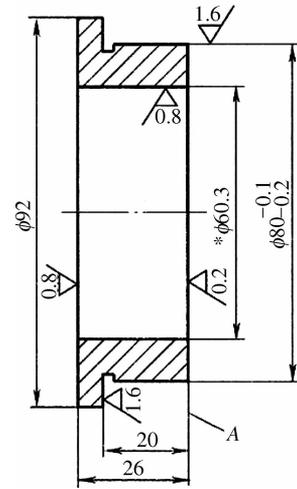


图 5-15 顶件块

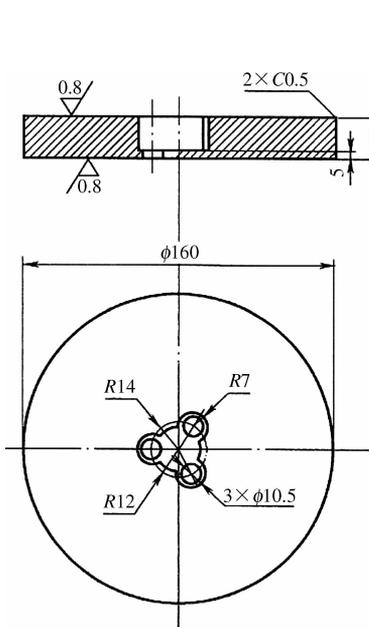


图 5-16 垫板

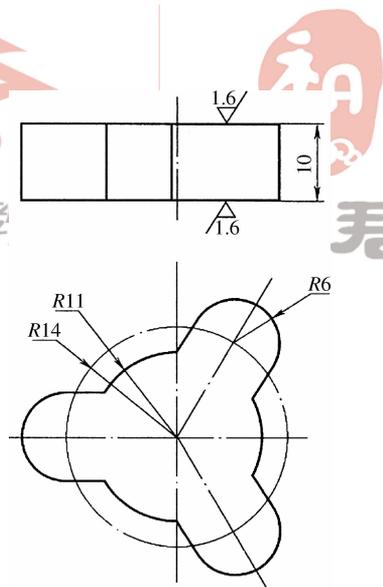


图 5-17 推板

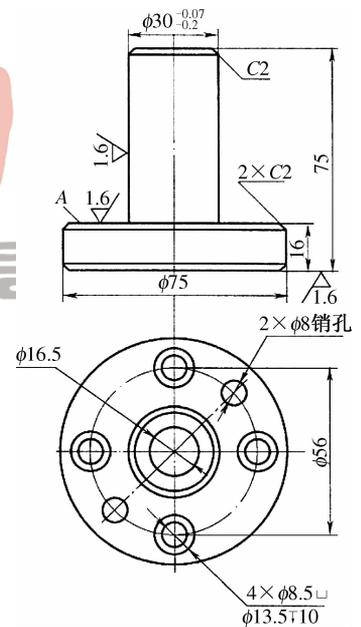


图 5-18 模柄

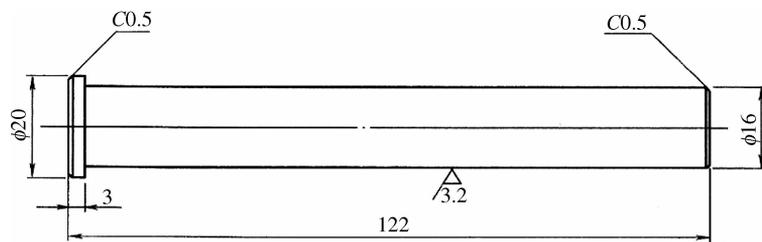


图 5-19 打杆

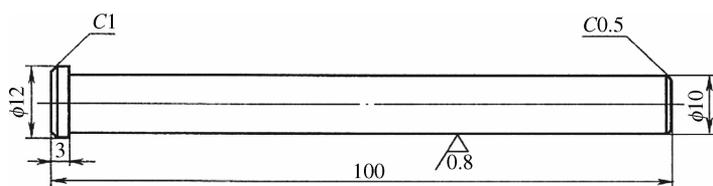


图 5-20 连接顶杆

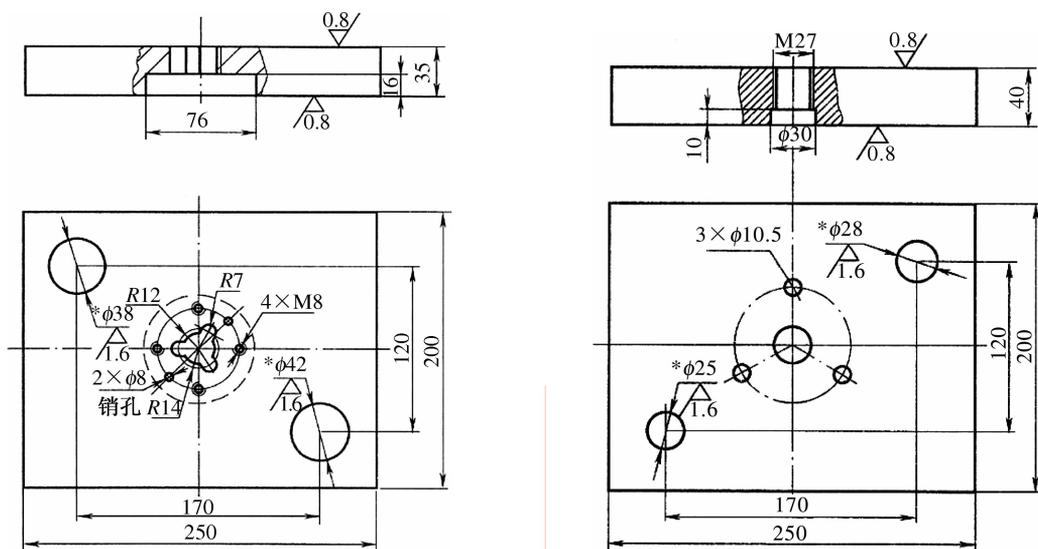


图 5-21 上模座

图 5-22 下模座

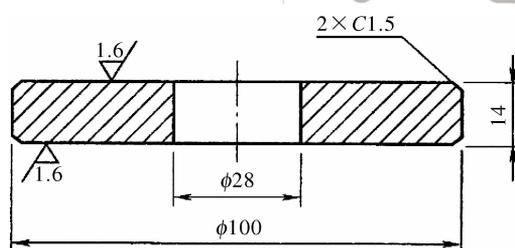


图 5-23 托板

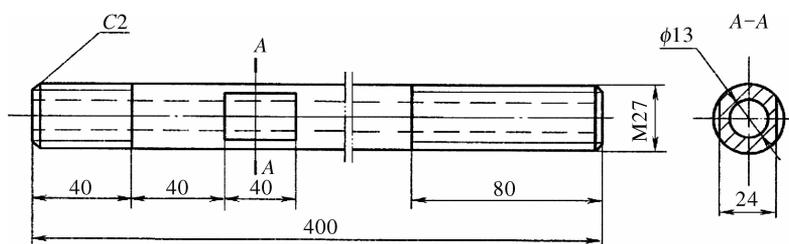


图 5-24 螺杆

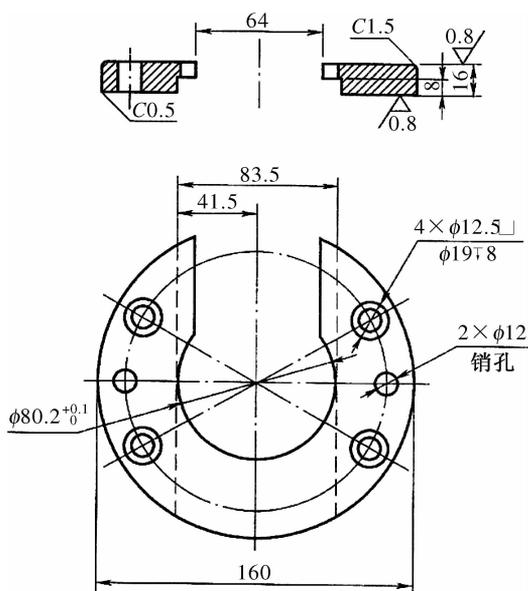


图 5-25 固定卸料板

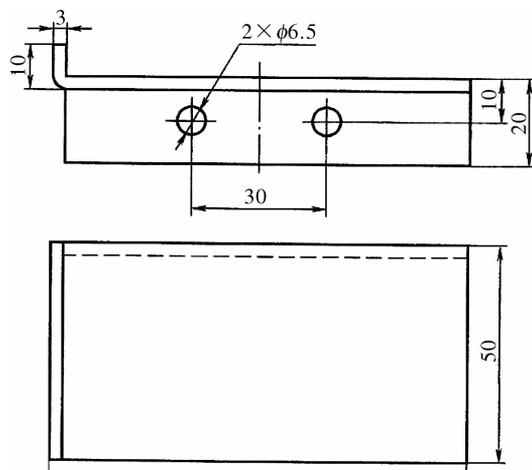


图 5-26 导料板

【任务评价】

任务四 考核评价表

任务名称: 绘制模具的装配图和零件图

班级:

姓名:

学号:

指导教师:

评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分 小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 绘制模具的装配图 2. 拆卸模具并绘制零件图	1. 一套完整的模具装配图和零件图 2. 是否符合制图标准				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名: _____		日期: _____					

注: 1. 此表一式两份, 一份由学院教务部门存档, 一份由教学系存档;

2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

1. 绘制拉深模的装配图。
2. 绘制模具的零件图。



任务五 加工、组装调试与试冲模具

【任务描述】

设计模具的装配图和零件图并检验之后,就可以根据零件图加工模具零件了。把加工好的每个模具零件按装配图装在一起,符合装配技术要求,就可以试模,试模合格后就可以交付使用。模具在冲制零件的过程中,如果模具磨损、拉深件出现质量问题,就要对模具进行维修。

【任务目标】

- (1) 掌握拉深模零件的加工工艺流程。
- (2) 掌握拉深模组装调试方法。
- (3) 能进行试模。
- (4) 能对试模中出现的问题进行修模调整。

【知识储备】

零件坯料、加工机床、刀具。

【任务实施】

1. 加工模具零件

表 5-1 落料、拉深凸凹模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 90 \text{ mm} \times 143 \text{ mm}$	
2	锻	$\phi 105 \text{ mm} \times 95 \text{ mm}$	
5	热处理	退火	
6	车	表面粗糙度在 $Ra 1.6 \mu\text{m}$ 以上,内外圆各放 $0.5 \sim 0.6 \text{ mm}$ 磨削余量	车床
7	热处理	HRC 60~64	
8	内外磨	* 尺寸按件 24 配,过盈量小于 0.015 mm , $\phi 62.3 \text{ mm}$ 内孔放研磨量为 $0.01 \sim 0.02 \text{ mm}$	外圆磨床
9	钳工	研磨抛光内孔及 R5	

表 5-2 拉深、冲孔凸凹模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 70 \text{ mm} \times 78 \text{ mm}$	

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设 备
2	车	表面粗糙度在 Ra 1.6 μm 以上,内孔放磨削余量 0.2~0.25 mm,外圆放磨 0.3~0.4 mm	
3	钻	钻 $\phi 2 \times 5$ mm 孔	钻床
4	热处理	HRC 60~64	
5	内外磨	磨内外圆至所要求的尺寸 * 尺寸按件 4 配,过盈量小于 0.01 mm	外圆磨床

表 5-3 冲孔凸模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	下料	$\phi 18$ mm \times 90 mm	
2	车	大端留夹头,小端留顶尖,外圆放磨 0.3~0.4 mm	车床
3	热处理	HRC 58~62	
4	外磨	按图样所示磨到要求尺寸	外圆磨床
5	工具磨	去夹头、顶尖	

表 5-4 落料凹模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	下料	$\phi 100$ mm \times 82 mm	
2	锻	$\phi 168$ mm \times 26 mm	
3	热处理	退火	
4	车	内孔放磨 0.4~0.5 mm,上、下平面放磨 0.45~0.55 mm	车床
5	平磨	预磨上、下平面	平面磨床
6	钳工	画线,钻、铰螺钉孔及圆柱销孔	钻床
7	铣	加工 75 mm 到要求尺寸	铣床
8	钻	钻、攻螺纹 2 \times M60	钻床
9	热处理	HRC 60~64	
10	内磨	磨内孔到要求尺寸	

表 5-5 落料、拉深凸凹模固定板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	下料	$\phi 165$ mm \times 26 mm	
2	车	内孔和端面 A 一次装夹车出,平面放磨 0.3~0.4 mm	
3	平磨	以 A 为基准磨上、下平面	

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设备
4	钳	画线,配钻、铰螺钉孔及圆柱销孔	钻床
5	平磨	预磨上、下平面	平面磨床
6	钳工	画线,钻、铰螺钉孔及圆柱销孔	钻床

表 5-6 拉深、冲孔凸凹模固定板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 165 \text{ mm} \times 22 \text{ mm}$	
2	车	内孔和端面 A 一次装夹车出,平面放磨 $0.3 \sim 0.4 \text{ mm}$	车床
3	平磨	以 A 为基准磨上、下平面	平面磨床
4	钳	配钻 $3 \times$ 中 10.5 mm 孔	钻床
5	钳	配钻、铰螺钉孔及圆柱销孔	钻床

表 5-7 中垫板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 165 \text{ mm} \times 41 \text{ mm}$	
2	车	上、下平面放磨削余量 $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$	车床
3	平磨	磨上、下平面	平面磨床
5	钳	配钻螺钉、圆柱销过孔	钻床

表 5-8 冲孔凸模固定板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 80 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$	
2	车	内孔和端面 A 一次装夹车出,上、下平面放磨削余量 $0.2 \sim 0.3 \text{ mm}$	车床
3	平磨	以 A 为基准预磨上、下平面	平面磨床
5	钳	钻 $3 \times \phi 8.5 \text{ mm}$ 孔	钻床

表 5-9 垫板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 165 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$ 。	
2	车	平面放磨 $0.4 \sim 0.5 \text{ mm}$	车床
3	平磨	预磨上、下平面	平面磨床
4	钳	配钻螺钉孔、圆柱销孔及连接顶杆孔	钻床
5	热处理	HRC 43~48	
6	平磨	磨上、下平面	

表 5-10 推件块加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 70 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$	
2	车	内孔放磨 0.15~0.2 mm, 外圆放磨 0.3~0.4 mm, 端面各放磨 0.2 mm	车床
3	热处理	HRC 56~60	
4	内外磨	* 内孔按件 20 配, 双面间隙小于 0.01 mm * 外圆按件 9 配, 双面间隙小于 0.015 mm, 并磨端面 A	外圆磨床
5	平磨	磨另一端面	平面磨床

表 5-11 顶件块加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 95 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$	
2	车	内孔放磨 0.35 ~ 0.45 mm, 外圆放磨 0.3~0.4 mm, 端面各放磨 0.15~0.2 mm	车床
3	热处理	HRC 58~62	
4	内外磨	* 尺寸按件 5 配, 双面间隙小于 0.015 mm。并靠端面 A, 外圆按件 26 配, 双面间隙小于 0.015 mm	外圆磨床
5	内外磨	待装配后 * 尺寸按件 5 配, 双面间隙为 0.035~0.040 mm, 磨外圆到尺寸	平面磨床
6	钳	研磨 A 面并抛光	

表 5-12 垫板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 165 \text{ mm} \times 26 \text{ mm}$	
2	车	上、下平面放磨 0.5~0.6 mm	车床
3	平磨	预磨上、下平面	平面磨床
4	钳	画线, 钻 $3 \times \phi 10.5 \text{ mm}$ 孔备铰	钻床
5	铰	按图样所示铰到尺寸。	平面磨床
6	钳	配制螺钉孔、圆柱销过孔	钻床
7	热处理	HRC 43~48	
8	平磨	平磨上、下平面	平面磨床

表 5-13 推板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 45 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$	
2	车	外圆车成 $\phi 40 \text{ mm}$, 平面放磨 0.5~0.6 mm	
3	平磨	预磨平面	

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设备
4	钳	画线备铣	车床
5	铣	按线铣成形。	平面磨床
6	钳	休整	钻床
7	热处理	HRC 43~48	铣床
8	平磨	平磨上、下平面	钻床

表 5-14 打杆加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 22 \text{ mm} \times 128 \text{ mm}$	
2	车	车成形	车床
3	热处理	HRC 43~48	

表 5-15 模柄加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 78 \text{ mm} \times 79 \text{ mm}$	
2	车	$\phi 30$ 圆和端面 A 一次装夹车出, 保证垂直度, 端面放 0.1~0.15 mm	车床
3	平磨	以 A 为基准磨另一端面	平面磨床
4	钳	配钻、铰螺钉孔和圆柱销孔	钻床

表 5-16 连接顶杆加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 15 \text{ mm} \times 325 \text{ mm}$	
2	车	车成形, 保证三件长度一致	车床
3	热处理	HRC 43~48	

表 5-17 上模座加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	40 mm×208 mm×258 mm	
2	铣或刨	平面放磨 0.4~0.5 mm	铣床或刨床
3	平磨	磨上、下平面	平面磨床
4	钳	画线, 钻导套孔至 $\phi 35 \text{ mm}$ 和 $\phi 39 \text{ mm}$ 各镗	钻床
5	铣	将推板过孔铣成形	铣床
6	镗铣	带“*”的尺寸按导套配过盈量为 0.025~0.035	镗床
7	车	加工模柄孔到所要求的尺寸(或锐镗到所要求的尺寸)	车床

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设备
8	钳	配制模柄螺钉,圆柱销孔	钻床
	钳	压入导套,配制紧固螺钉和圆柱销孔	

表 5-18 下模座加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	40 mm×208 mm×258 mm	
2	铣或刨	平面放磨 0.4~0.5 mm	铣床或刨床
3	平磨	磨上、下平面	平面磨床
4	钳	画线,钻导套孔至 $\phi 23$ mm 和 $\phi 26$ mm 备镗	钻床
5	镗铣	带“*”的尺寸按导套配过盈量为 0.025~0.035	镗床
6	车	车螺纹 M27 和 $\phi 30$ mm 孔	车床
7	钳	配制螺钉孔、圆柱销孔和连接顶杆孔	钻床

表 5-19 打杆加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 105$ mm×17 mm	
2	车	车成形、平面放磨 0.1~0.2 mm	车床
3	热处理	HRC 43~48	
4	平磨	磨上、下平面	平面磨床

表 5-20 螺杆加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 30$ mm×410 mm	
2	车	车成形	车床
3	热处理	HRC 43~48	

表 5-21 固定卸料板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	$\phi 165$ mm×18 mm	
2	车	平面放磨 0.3~0.4 mm	
3	平磨	磨上、下平面	
4	钳	画线	
5	铣	加工 83.5 mm,每边为 0.15~0.2 mm	平面磨床
6	平磨	磨 83.5 mm 到要求尺寸	
8	钳	配制螺钉孔、圆柱销孔	钻床

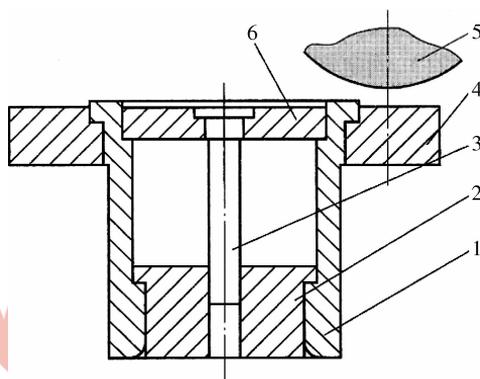
表 5-22 导料板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料		
2	钳	弯制成形	车床

2. 组装调试模具

(1) 落料拉深凸凹模的装配

凸凹模与凸凹模固定板的配合为 H7/m6, 因为采用配合加工, 为制造方便, 凸凹模固定板采用 $\pm IT8$ 公差等级, 即 $\phi 92 \pm 0.054 \text{ mm}$ 。凸凹模固定部分按凸凹模固定板配合, 保证过盈量小于 0.015 mm 。用铜棒和手锤将凸凹模 1 敲入固定板 4 内, 见图 5-27。



1—凸凹模 2—推件块 3—凸模 4、6—固定板 5—砂轮

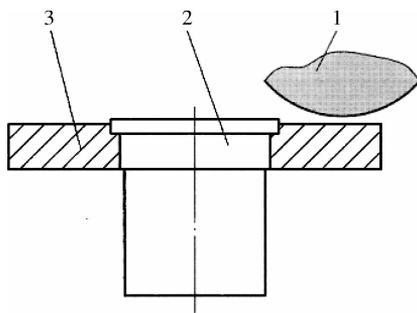
图 5-27 落料拉深凸凹模及冲孔凸模的装配

(2) 冲孔凸模的装配

为保证冲孔间隙均匀, 采用推件块 2 作导向件, 且推件块以拉深凸凹模 1 作导向件, 因而凸模 3 与固定板 6 的配合为间隙配合, 间隙值在 $0.2 \sim 0.4 \text{ mm}$ 之间。将推件块装入落料拉深凸凹模内, 将凸模装入推件块内, 装入后一起磨平安装平面, 见图 5-28。

(3) 拉深冲孔凸凹模的装配

用铜棒和手锤将凸凹模敲入凸凹模固定板内, 装入后同固定板下平面一起磨平, 见图 5-28。

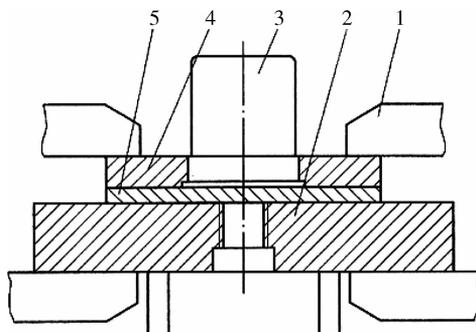


1—砂轮 2—凸凹模 3—固定板

图 5-28 拉深冲孔凸凹模的装配

(4) 下模的装配

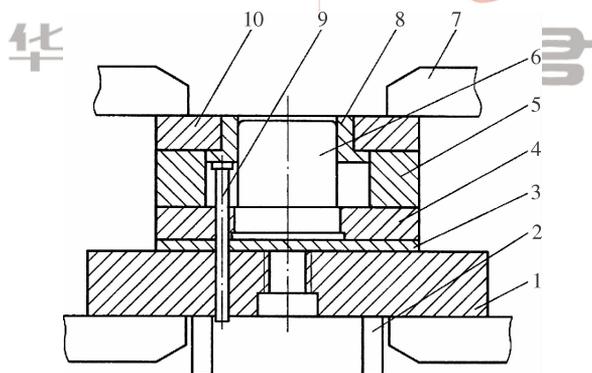
① 将下模座放在等高垫铁上,将垫板、拉深冲孔凸凹模固定板放在下模座上,找正位置后用平行夹板夹紧,配制连接顶杆过孔 $\phi 10.5 \text{ mm}$,放入连接顶杆,然后松开平行夹板。如图 5-29 所示。



1—平行夹板 2—下模座 3—凸凹模 4—固定板 5—垫板

图 5-29 连接顶杆孔的加工

② 将顶件块作为装配定位件套在拉深冲孔凸凹模上,再依次放入中垫板和落料凹模,落料拉深凸凹模及冲孔凸模的装配用平行夹板轻轻夹住,试调连接顶杆活动的灵活性,如不灵活,用铜锤轻轻敲打拉深冲孔凸凹模的固定板和垫板至灵活,然后拧紧平行夹板上的螺钉。用 $\phi 12.5 \text{ mm}$ 的钻头通过落料凹模螺钉过孔在中垫板上钻出锥窝,再用 $\phi 10.2 \text{ mm}$ 的钻头将所有板件钻通,如图 5-30 所示。



1—下模座 2—垫铁 3—垫板 4—固定板 5—中垫板 6—凸凹模 7—平行垫铁 8—顶件块

图 5-30 下模的装配

③ 在每块板件相同方向做好标记后,松开平行夹板,将中垫板、拉深凸凹模固定板、垫板的孔分别扩大到 $\phi 12.5 \text{ mm}$,并倒角。

④ 将下模座上螺纹孔倒角,然后用 M12 丝锥攻螺纹以备。

⑤ 车螺纹 M27 和 $\phi 30 \text{ mm}$ 的孔。

⑥ 用 M12 的螺钉将上图所示的各板件轻轻紧固在一起,再次检查连接顶杆运动的灵活性,然后拧紧螺钉,用 $\phi 12 \text{ mm}$ 的钻头通过落料凹模上的圆柱销孔在中垫板上钻出锥窝,再用 $\phi 11.8 \text{ mm}$ 的钻头将孔钻通,然后用 $\phi 12 \text{ mm}$ 的铰刀铰孔。

⑦ 拆下螺钉,将中垫板和垫板上的孔扩大到 $\phi 12.5 \text{ mm}$ 。

⑧ 将顶件块 $\phi 80$ mm 磨到要求尺寸。

⑨ 将落料凹模放在等高垫铁上,将固定卸料板放在凹模上面,找正位置后用平行夹板夹紧,分别用 $\phi 12.5$ mm 和 $\phi 12$ mm 钻头在螺钉孔和圆柱销孔处钻出锥窝,再用 $\phi 11.8$ mm 钻头钻圆柱销预孔和螺钉过孔,然后用 $\phi 12$ mm 铰刀铰孔。

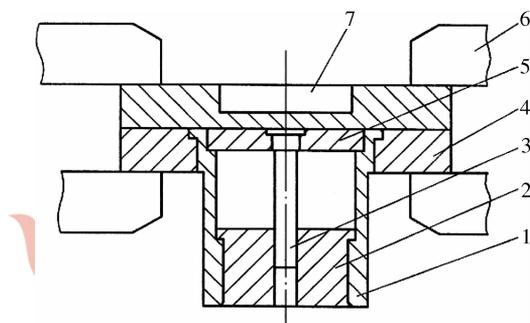
⑩ 松开平行夹板,将螺钉过孔由 $\phi 11.8$ mm 扩大到 $\phi 12.5$ mm,并铰 $\phi 19$ mm 孔。

⑪ 将导柱压入下模座,导套压入上模座。

⑫ 再将下模所有零件按顺序放在下模座上,用圆柱销和螺钉定位和紧固,将拉深样件放在拉深凸模上,无样件时在对称的三点处放入 1 mm 铜皮或铝皮。

(5) 上模的装配

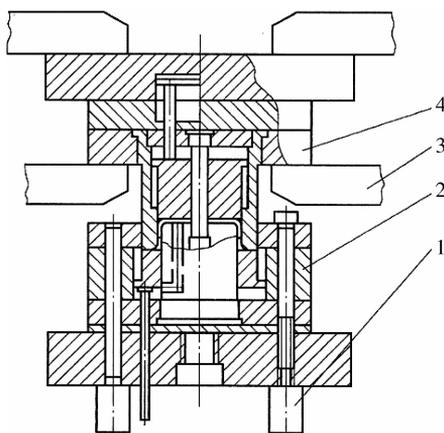
① 将由落料拉深凸凹模及冲孔凸模等组成的部件放在平板上,将垫板放在部件上面,找正位置后用平行夹板夹紧,用 $\phi 10.5$ mm 钻头配制连接推杆过孔,钻完一个孔后立即放入连接推杆定位。当孔钻完后做标记,然后松开平行夹板,见图 5-31。



1—凸凹模 2—推件块 3—凸模 4、5—固定板 6—平行夹板 7—垫板

图 5-31 连接推杆过孔配加工

② 将下模放在等高垫铁上,再将落料拉深凸凹模及冲孔凸模等组成的部件插入已装好的落料凹模和拉深冲孔凸凹模之间的间隙中,再将垫板、连接推杆、推板依次放上,以导柱、导套为导向,放上上模座,找正位置,用平行夹板夹紧,见图 5-32。



1—垫铁 2—下模 3—平行夹板 4—上模

图 5-32 上模的装配

③ 用撬杠撬开上模,用 $\phi 10.2$ mm 钻头钻螺钉底孔。在每块板上沿同方向做标记后松开平行夹板。

④ 用 M12 丝锥在凸凹模固定板上攻螺纹, $\phi 12.5$ mm 钻头在垫板上扩螺钉过孔 $\phi 12.5$ mm,在上模座上扩孔 $\phi 12.5$ mm,并用 $\phi 19$ mm 铤钻在上模座上平面铤孔 $\phi 19$ mm $\times 15$ mm。

⑤ 再次合拢上、下模,用紧固螺钉将上模部分连接在一起,但不要拧紧,调整凸凹模之间的间隙,合适后拧紧螺钉。

⑥ 用撬杠撬开上模,用 $\phi 11.8$ mm 钻头钻圆柱销预孔,然后用 $\phi 12$ mm 铤刀铤孔。

⑦ 装入其他零件,如模柄、导料板、固定卸料板等。

3. 试冲

(1) 试冲准备

冲模装配完后,要在正常生产条件下进行试模,即试模用的设备和试模用的材料等均要符合生产要求,这样才能验证冲模的实用性能是否满足生产需要。具体地说,试模包括以下几个方面:

① 验证所用的压力机是否正确,冲模安装是否方便。

② 验证冲模冲出的零件尺寸精度、形位误差、断面质量是否符合使用要求。

③ 验证冲模在送料、卸料、定位、顶出件、排除废料、导向和安全生产方面是否正常可靠,能否进行生产使用。

④ 验证冲压工艺过程是否合理。

⑤ 为冲模设计师和冲压工艺师反馈信息,使其了解冲模结构和冲压工艺中需要改进的地方。

⑥ 为冲模投入正常生产做准备。对试冲中出现的问题须及时进行解决,使冲模更趋完善、合理,然后才可正式用于生产。

(2) 试冲步骤

试模是一项不可省的工作,必须在指定的压力机上进行。冲模在压力机上的安装一般按下列步骤进行:

① 开动压力机,使压力机滑块上升到上止点位置。

② 把压力机滑块底面、工作台面和冲模上、下平面擦拭干净。压力机滑块有模柄安装孔,将滑块下部的压块取出。

③ 将冲模放在压力机工作台上面的两块平行垫铁上。

④ 点动压力机,使滑块降至下止点位置,并调节调节连杆,使滑块底平面与冲模上平面接触。

⑤ 将模柄加衬套放在滑块模柄孔内,装上前压块,用螺母紧固,拧紧六角螺钉,如图 5-33 所示。调节连杆,使滑块连同冲模上、下运动两三次,运动时导柱不能离开导套,一般运动距离为 10~20 mm,下模可畅通无阻地落在压力机工作台上的等高垫铁上。下模用压板螺栓连接,但不紧固。

⑥ 再次调节连杆,使滑块上、下运动两三次,应确保导向灵活、无阻滞。紧固压板螺栓,使冲模坚固。

⑦ 将滑块稍往上调一些,开动压力机,使滑块空行程运动数次,确认冲模上下模的导向运

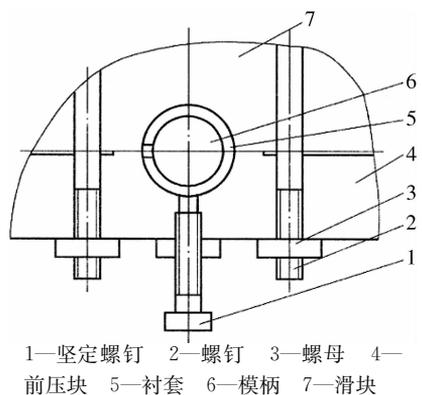


图 5-33 模柄安装示意图

动正常无阻碍,再把滑块调到下止点位置。

⑧ 调整滑块中推料用横梁到适当高度,使推杆能正常工作。

⑨ 装入弹顶装置。为确保漏料通畅,螺杆必须拧到和下模座上平面相齐平。调整好压力后使其处于工作状态。

⑩ 清理压力机工作台面,观察冲模各部位,在其正常无误后开动压力机,再空行程运动数次,进行试冲。

(3) 试冲后调整

本冲模如主要零件制造合格,装配技术高,不会出现问题。如装配不当,可能需要如下调试:

① 冲孔部分有毛刺,原因是间隙不均,须调整。

② 拉深件高度不一致,壁厚不均,原因是间隙不均,须调整。

③ 零件卡在拉深凹模内,原因是推件装置未调好,应调整压力机的横梁到适当位置。

④ 冲孔漏料不畅通,原因是垫板孔和冲孔落料孔的位置不对,或螺杆未拧到位,须调整。

【任务评价】

任务五 考核评价表

任务名称: 加工、组装调试与试冲模具

班级:		姓名:		学号:		指导教师:		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 加工模具零件 2. 组装调试模具 3. 试冲模具 4. 维修模具	1. 根据模具零件图加工出合格的零件 2. 正确组装出模具 3. 按压力机正确操作完成模具试拉深 4. 根据拉深结果,对模具进行调整				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名:		日期:					

注:1. 此表一式两份,一份由学院教务部门存档,一份由教学系存档;

2. 考核成绩均为百分制。

【练习思考】

设计一拉深模,零件自定。

【知识链接】

基础知识

1. 拉深工艺与拉深变形过程分析

(1) 拉深

拉深是指利用模具将平板毛坯冲压成开口空心零件或将开口零件进一步改变形状尺寸的工艺。在冲压生产中拉深是广泛使用的工序,通过拉深可获得筒形、阶梯形、锥形、球形、抛物线形等轴对称空心件。

(2) 拉深的分类

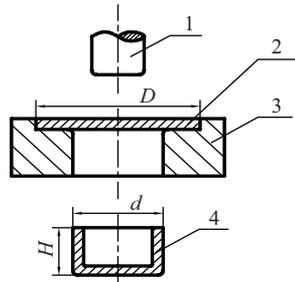
用拉深工序可得的制件一般可分为以下三类。

- ① 旋转件零件:如搪瓷脸盆、铝锅等。
- ② 盒形零件:饭盒、汽车油箱等。
- ③ 复杂形状零件:如汽车覆盖件等。

(3) 圆筒形件拉深变形过程分析

圆筒形件的拉深过程如图 5-34 所示。直径为 D 的圆形平板毛坯 2 被凸模 1 拉入凸、凹模的间隙里,形成直径为 d 、高为 H 的空心圆柱体 4。在这一过程中,板料金属是如何变形流动的呢?

如图 5-35 所示,把直径为 D 的圆板料分成两部分:一部分是直径为 d 的圆板,另一部分是 $D-d$ 的圆环部分,把这块板料拉深成直径为 d 的空心圆筒。



1—凸模 2—毛坯 3—凹模 4—工件
图 5-34 无凸缘圆筒零件的拉深

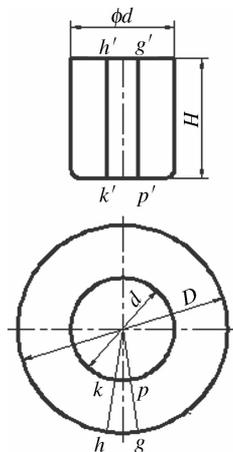


图 5-35 拉深试验

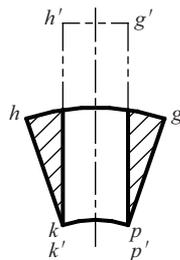


图 5-36 扇形件

在这个拉深试验完成后,发现板料的第一部分变化不大,即直径为 d 的圆板仍保持原形状作为空心圆筒的底,板料的圆环部分变化相当大,变成了圆柱体的筒壁,这一部分的金属发生了流动。

图 5-36 所示的扇形 $khgp$ 是从板料圆环上截取的单元,经过拉深后变成了矩形

$k'h'g'p'$ 。扇形单元体变形是切线方向受压缩,径向方向受拉伸,材料向凹模口流动,多余的材料(图中阴影部分)由于流动填补了双点画线部分。设扇形面积为 A_1 ,拉深后矩形面积为 A_2 ,由于拉深使厚度变化很小,可认为拉深前后面积相等,即 $A_1=A_2$,所以 $H>(D-d)/2$ 。

综合起来看,平板毛坯在凸模压力的作用下,凸模底部的材料变形很小,而毛坯 $(D-d)$ 的环形区的金属在凸模压力的作用下,要受到拉应力和压应力的作用,径向伸长、切向缩短,依次流入凸凹模的间隙里面成为筒壁,最后,使平板毛坯完全变成圆筒形工件为止。

2. 拉深件的工艺性

(1) 拉深件的形状

拉深件的结构形状应简单、对称,尽量避免急剧的外形变化。标注尺寸时,应根据使用要求只标注内形尺寸或只标注外形尺寸,筒壁和底面连接处的圆角半径只能标注在内形,材料厚度不宜标注在筒壁或凸缘上。设计拉深件时应考虑到筒壁及凸缘厚度的不均匀性及其变化规律,凸模圆角区变薄显著,最大变薄率为材料厚度的 $10\% \sim 18\%$,而筒口或凸缘边部,材料显著增厚,最大增厚率为材料厚度的 $10\% \sim 30\%$ 。多次拉深件的筒壁和凸缘的内、外表面应允许出现压痕。非对称的空心件应组合成对进行拉深,然后将其切成两个或多个零件。

(2) 拉深件的高度

拉深件的高度 h 对拉深成形的次数和成形质量均有重要的影响,常见零件一次成形拉深高度为:

无凸缘筒形件 $h \leq (0.5 \sim 0.7)d$ (d 为拉深件壁厚中径)。

带凸缘筒形件 (d_1/d) < 1.5 时, $h \leq (0.4 \sim 0.6)d$ (d_1 为拉深件凸缘直径)。

(3) 拉深件的圆角半径

拉深件凸缘与筒壁间的圆角半径应取 $r_d \geq 2t$ (t 为材料厚度),为便于拉深顺利进行,通常取 $r_d \geq (4 \sim 8)t$;当 $r_d \leq 2t$ 时,需增加整形工序。拉深件底与筒壁间的圆角半径应取 $r_p \geq 2t$,为便于拉深顺利进行,通常取 $r_p \geq (3 \sim 5)t$;当零件要求 $r_p < t$ 时,需增加整形工序。

(4) 拉深件的尺寸精度

拉深件的径向尺寸精度可在 FT1~FT10 之间选择,对于精度要求较高的,则需增加校形工序。

3. 拉深工件毛坯尺寸的确定

拉深工件毛坯的形状一般与工件的横截面形状相似,如工件的横截面是圆形、椭圆形、方形,则毛坯的形状基本上也相应是圆形、椭圆形、近似方形的。

毛坯尺寸的确定方法很多,有等重量法、等体积法、等面积法等。拉深工件的毛坯仅用理论方法确定并不十分精确,特别是一些复杂形状的拉深件,用理论方法确定十分困难,通常是在已做好的拉深模中对已由理论分析初步确定的毛坯来试压、修改,直到工件合格后才将毛坯形状确定下来,再做落料模。注意毛坯的轮廓周边必须制成光滑曲线,且无急剧转折。

(1) 修边余量 Δh

由于金属流动条件和材料的各向异性,毛坯拉深后工件边口不齐,一般情况下拉深后都要修边,因此在计算毛坯的尺寸时必须把修边余量计入工件。修边余量用 Δh 表示。无凸缘的圆筒形工件的修边余量见表 5-23,有凸缘的工件的修边余量见表 5-24。

表 5-23 无凸缘筒形件的修边余量 Δh (/mm)

拉深高度 h	拉深件相对高度 h/d			
	$>0.5\sim 0.8$	$>0.8\sim 1.6$	$>1.6\sim 2.5$	$>2.5\sim 4.0$
≤ 10	1.0	1.2	1.5	2.0
$>10\sim 20$	1.2	1.6	2.0	2.5
$>20\sim 50$	2.0	2.5	3.3	4.0
$>50\sim 100$	3.0	3.8	5.0	6.0
$>100\sim 150$	4.0	5.0	6.5	8.0
$>150\sim 200$	5.0	6.3	8.0	10.0
$>200\sim 250$	6.0	7.5	9.0	11.0
≥ 250	7.0	8.5	10.0	12.0

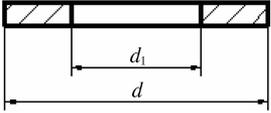
表 5-24 带凸缘圆形件的修边余量 Δh (/mm)

凸缘直径 $d_{凸}$	凸缘件相对直径 $d_{凸}/d$			
	<1.5	$1.5\sim 2.5$	$2.0\sim 2.5$	$2.5\sim 3.0$
<25	1.6	1.4	1.2	1.0
$>25\sim 50$	2.5	2.0	1.8	1.6
$>50\sim 100$	3.5	3.0	2.5	2.2
$>100\sim 150$	4.3	3.6	3.0	2.5
$>150\sim 200$	5.0	4.2	3.5	2.7
$>200\sim 250$	5.5	4.6	3.8	2.8
>250	6.0	5.0	4.0	3.0

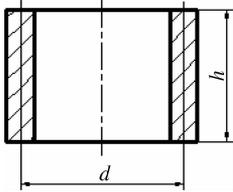
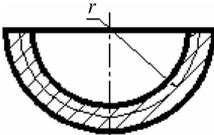
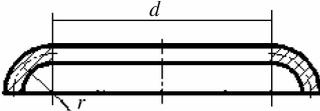
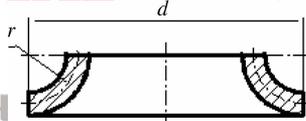
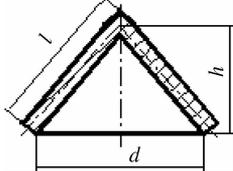
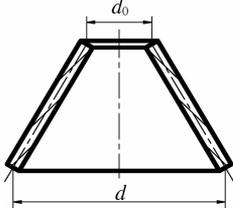
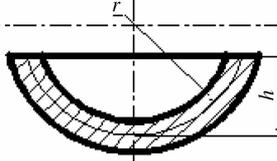
(2) 简单形状拉深件毛坯计算

① 等面积法 一般比较规则形状的拉深工件的毛坯尺寸可用此方法。具体方法是:将工件分解为若干个简单几何体,分别求出各几何体的表面积,对其求和,根据等面积法,求和后的表面积应等于工件的表面积;对于旋转类零件,因为毛坯形状是圆形的,即可得毛坯的直径。

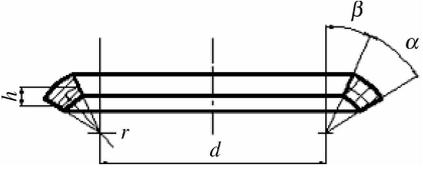
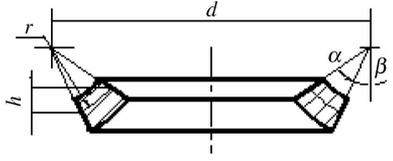
表 5-25 简单几何体面积的计算公式

序号	名称	几何体	面积 A
1	圆		$A = \frac{\pi d^2}{4}$
2	圆环		$A = \frac{\pi}{4}(d^2 - d_1^2)$

续表

序号	名称	几何体	面积 A
3	圆柱		$A = \pi dh$
4	半球		$A = 2\pi r^2$
5	1/4 球环		$A = \frac{\pi}{2} r(\pi d + 4r)$
6	1/4 凹球环		$A = \frac{\pi}{2} r(\pi d - 4r)$
7	圆锥		$A = \frac{\pi dl}{2}$ $A = \frac{\pi}{4} d \sqrt{d^2 + 4h^2}$
8	圆锥台		$A = \pi l \left(\frac{d_0 + d}{2} \right)$ 式中 $l = \sqrt{h^2 + \left(\frac{d - d_0}{2} \right)^2}$
9	球缺		$A = 2\pi rh$

续表

序号	名称	几何体	面积 A
10	凸球环		$A = \pi(dl + 2rh)$ 式中 $h = r[\cos \beta - \cos(\alpha + \beta)]$ $l = r \frac{\pi r \alpha}{180^\circ}$ (l 为 α 角所对应中心线弧长)
11	凹球环		$A = \pi(dl - 2rh)$ 式中 $h = r[\cos \beta - \cos(\alpha + \beta)]$ $l = r \frac{\pi r \alpha}{180^\circ}$ (l 为 α 角所对应中心线弧长)

用表 5-25 中的面积公式来推导图 5-37 所示的无凸缘圆筒形件的毛坯尺寸。

将图 5-37 所示的工件分为三个简单几何体,如图中的第一、二、三部分。

据表 5-25 中序号 3,第一部分的表面积:

$$A_1 = \pi d(H - r)$$

据表 5-25 中序号 5,第二部分的表面积:

$$A_2 = \frac{\pi}{2} r [\pi(d - 2r) + 4r]$$

据表 5-25 中序号 1,第三部分的表面积:

$$A_3 = \frac{\pi}{4} (d - 2r)^2$$

据等面积原则, $A_{\text{毛坯}} = \sum_{i=1}^n A_i = A_1 + A_2 + A_3$

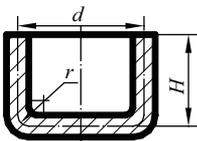
毛坯的面积 $A_{\text{毛坯}} = \frac{\pi}{4} D^2$ (D 为毛坯直径)

将 A_1, A_2, A_3 代入上式得:

$$D = \sqrt{d^2 + 4dH - 1.72rd - 0.56r^2}$$

用同样的方法可求出一些常用的旋转体拉深工件毛坯直径 D 的计算公式,见表 5-26。

表 5-26 常用旋转体拉深件毛坯直径的计算公式

序号	工件形状	毛坯直径 D
1		$D = \sqrt{d^2 + 4dH - 1.72rd - 0.56r^2}$

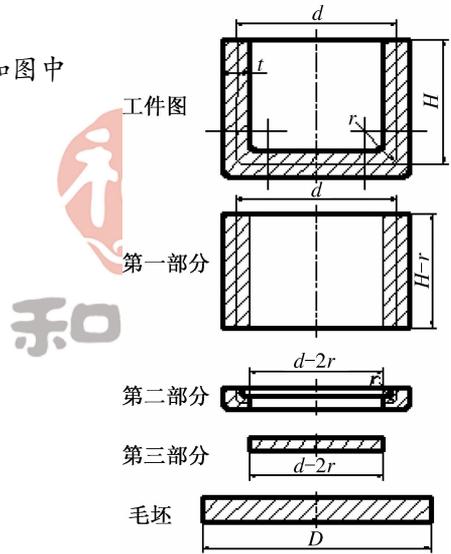
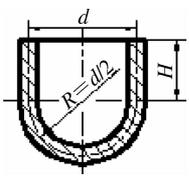
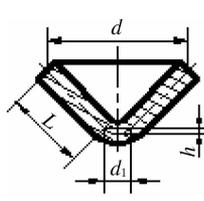
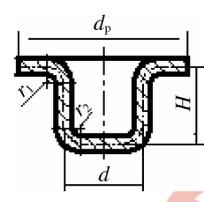
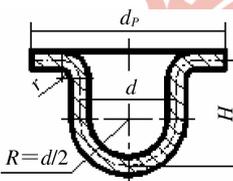
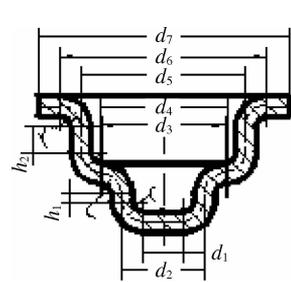


图 5-37 无凸缘圆筒形件的毛坯计算

序号	工件形状	毛坯直径 D
2		$D = 1.414 \sqrt{d^2 + 2dh}$
3		$D = \sqrt{d_1^2 + 4h^2 + 2L(d_1 + d)}$ d——图示中性层所对应的直径； d ₁ ——图示中性层在弯曲部分所对应的直径。
4		$D = \sqrt{d_p^2 + 4dH - 1.72(r_1 + r_2)d - 0.56(r_2^2 - r_1^2)}$ 若 $r_1 = r_2 = r$ 则： $D = \sqrt{d_p^2 + 4dH - 3.44rd}$ d——为图示中性层所对应的直径； r_1, r_2 ——中性层在弯曲部分所对应的半径。
5		$D = \sqrt{8R^2 + 4dH - 4dR - 1.72dr + 0.56r^2 + d_p^2 - d^2}$ d——为图示中性层所对应的直径； r——中性层在弯曲部分所对应的半径； R——为下侧中性层的弯曲半径。
6		$D = \sqrt{d_1^2 + 2\pi(d_1 + d_2 + d_4 + d_5) + 4(d_2h_1 + d_5h_2) + 8\pi^2 + d_4^2 - d_3^2 + d_7^2 - d_6^2}$

② 重心法 如果拉深工件是不规则的几何体,其部分面积用表查不到或过于麻烦,重心法则较适用。

重心法的原理是:任何形状的母线,绕同一平面内的轴线旋转所形成的旋转体,其表面积等于母线长度与母线的重心绕轴线旋转周长的乘积,其计算见下式:

$$A = 2\pi RL$$

根据面积相等的原理:

$$\frac{\pi D^2}{4} = 2\pi RL \quad D = \sqrt{8RL}$$

式中:A——旋转件的表面积;

R ——母线重心到旋转轴的距离；

L ——母线的长度；

D ——毛坯直径。

4. 拉深力

(1) 拉深力的计算

$$\text{第一次拉深} \quad F_{l_1} = \pi d_1 \times t \times \sigma_b \times k_1$$

$$\text{以后各次拉深} \quad F_{l_n} = \pi d_n \times t \times \sigma_b \times k_2$$

式中： F_{l_1} ——第一次拉深力；

F_{l_n} ——以后各次拉深力；

k_1, k_2 ——系数，见表 5-27；

d_1, d_n ——各次拉深后工件直径；

σ_b ——抗拉强度；

t ——制件的壁厚。

表 5-27 修正系数 k_1, k_2

拉深系数 m_1	0.55	0.57	0.60	0.62	0.65	0.77	0.70	0.72	0.75	0.75	0.8	—	—	—
修正系数 k_1	1.00	0.93	0.86	0.79	0.72	0.66	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	—	—	—
拉深系数 m_2	—	—	—	—	—	—	0.70	0.72	0.75	0.77	0.80	0.85	0.90	0.95
修正系数 k_2	—	—	—	—	—	—	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.70	0.60	0.50

(2) 压边力

压边方式及压边力的确定

① 采用压边圈的条件 压边是防止起皱的一个有效方法。是否需要加压边，可用下述公式进行估算。用锥形凹模拉深时，不用加压边的条件为：

$$\text{首次拉深} \quad \frac{t}{D} \geq 0.03(1 - m)$$

$$\text{以后各次拉深} \quad \frac{t}{D} \geq 0.03\left(\frac{1}{m} - 1\right)$$

用普通平端面凹模拉深时，不用加压边的条件为：

$$\text{首次拉深} \quad \frac{t}{D} \geq 0.045(1 - m)$$

$$\text{以后各次拉深} \quad \frac{t}{D} \geq 0.045\left(\frac{1}{m} - 1\right)$$

式中： t ——材料厚度；

D ——毛坯直径；

m ——拉深系数。

如果不能满足上述公式要求，则在拉深模设计时应考虑加压边装置。

② 压边力大小

$$\text{拉深任何工件} \quad F_y = Ap$$

$$\text{圆筒件第一次拉深(用平板毛坯)} \quad F_y = \frac{\pi}{4} [D^2 - (d_1 + 2r_d)^2] p$$

圆筒件以后各次拉深(用筒形毛坯) $F_y = \frac{\pi}{4}(d_{n-1}^2 - d_n^2)p$

式中: F_y ——压边力;

A ——在压边圈下的毛坯投影面积(mm²);

p ——单位压边力(MPa),见表 5-28;

D ——平板毛坯直径(mm);

d_1, \dots, d_n ——第 1, \dots , n 次的拉深直径(mm);

r_d ——拉深凹模圆角半径(mm)。

表 5-28 单位压边力

材料名称		单位压边力 p /MPa	材料名称	单位压边力 p /MPa
铝		0.8~1.2	镀锡钢板	2.5~3.0
纯铜、硬铝(已退火)		1.2~1.8	高合金不锈钢	3.0~4.5
黄铜		1.5~2.0		
软钢	$t < 0.5$ mm	2.7~3.0	高温合金	2.8~3.5
	$t > 0.5$ mm	2.0~2.7		

③ 压力机的公称压力

$$F_{yg} \geq 1.4(F_y + F_l)$$

式中: F_{yg} ——压力机的公称压力(拉深总力);

F_l ——拉深力;

F_y ——压边力。

5. 拉深系数

(1) 拉深系数的概念

拉深系数是指拉深后工件直径与拉深前工件(或毛坯)直径之比。图 5-38 所示是用直径为 D 的毛坯经多次拉深制成直径为 d_n 、高度为 h_n 的工件的工艺流程。其各次的拉深系数为:

$$\text{第 1 次拉深} \quad m_1 = d_1/D$$

$$\text{第 2 次拉深} \quad m_2 = d_2/d_1$$

$$\text{第 3 次拉深} \quad m_3 = d_3/d_2$$

$$\text{第 } n \text{ 次拉深} \quad m_n = d_n/d_{n-1}$$

式中: m_1, m_2, m_3, m_n ——第 1、2、3... n 次拉深系数;

$d_1, d_2, d_3, d_{n-1}, d_n$ ——第 1、2、3... n 次工件拉深直径;

D ——毛坯直径。

工件直径 d_n 与毛坯直径之比称为总拉深系数:

$$m_{\text{总}} = d_n/D = m_1 \times m_2 \times m_3 \cdots \times m_n$$

式中: $m_{\text{总}}$ ——总拉深系数;

d_n ——第 n 次工件拉深直径;

D ——毛坯直径。

即总拉深系数为各次拉深系数的乘积。

拉深系数是拉深变形程度的标志,拉深系数小,拉深前后工件直径变化就大,即拉深变形

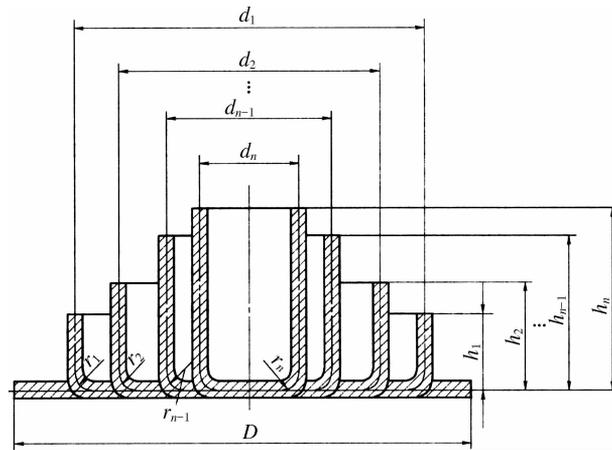


图 5-38 直径为 D 的毛坯多次拉深过程图

程度大,反之则小。拉深系数是拉深变形工艺中一个非常重要的参数,是拉深工艺计算的基础,在实际生产中采用的拉深系数是否合理是拉深工艺成败的关键。若采用的拉深系数过大,即拉深变形程度小,材料塑性潜力未被充分利用,拉深次数就会增加,模具数量也就增加,成本随之提高;反之若拉深系数过小,即拉深变形程度过大,拉深就可能无法进行。因此,实际生产中选用拉深系数时,应在充分利用材料塑性的基础上又不使工件拉裂,这个使拉深件不被拉裂的最小拉深系数称为极限拉深系数。

(2) 影响极限拉深系数的因素

① 毛坯的相对厚度 t/D t/D 大则毛坯的稳定性好,不易起皱,压边力可以减小甚至不需压边,从而减小了拉深力,因此允许的 m 值可以小些。

② 材料的厚向异性系数 γ 材料的厚向异性系数对极限拉深系数影响很大, γ 值大说明板料易于横向变形,即凸缘切向容易压缩变形,而传力区不易产生厚向变形(即不易产生缩颈),因此材料的 γ 越大,允许的 m 越小。

③ 材料的力学性能 材料的屈服比 σ_s/σ_b 小,极限拉深系数就小。

④ 拉深模的几何参数 主要是凸、凹模的圆角半径,凹模圆角半径小,将使弯曲应力增大,拉深系数变大;凸模圆角半径大小对拉深系数影响不大,但凸模圆角半径过小则该处材料变薄严重,降低了传力区的承载能力,拉深系数会变大。

⑤ 润滑 良好的润滑条件可以减小摩擦系数,减小拉深力,从而可以减小拉深系数。但凸模与工件之间的摩擦力有利于提高传力区的承载能力,因此凸模与工件之间不必进行润滑。

6. 拉深次数 n

拉深次数通常只能概略地估计,最后通过工艺计算来确定,通常有以下几种方法:

(1) 计算法

$$n = 1 + \frac{\lg\left(\frac{d_n}{m_1 D}\right)}{\lg m_n}$$

式中: n ——拉深次数;

d_n ——工件直径;

D ——毛坯直径;

m_1 ——第一次拉深系数;

m_n ——以后各次拉深系数。

(2) 推算法

当制件的直径与毛坯直径比值 m 大于表 5-29、表 5-30 所列 m_1 时,制件可以一次拉成。如果 m 小于表 5-29、表 5-30 所列的 m_1 时,则需要多次拉深。

表 5-29 圆筒形件不带压边圈的极限拉深系数

拉深系数	毛坯相对厚度(t/D) $\times 100$				
	1.5	2.0	2.5	3.0	>3
m_1	0.65	0.60	0.55	0.53	0.50
m_2	0.80	0.75	0.75	0.75	0.70
m_3	0.84	0.80	0.80	0.80	0.75
m_4	0.87	0.84	0.84	0.84	0.78
m_5	0.90	0.87	0.87	0.87	0.82
m_6	—	0.90	0.90	0.90	0.85

表 5-30 筒形件带压边圈的极限拉深系数

拉深系数	毛坯相对厚度(t/D) $\times 100$					
	2.0~1.5	1.5~1.0	1.0~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15	0.15~0.08
m_1	0.48~0.50	0.50~0.53	0.53~0.55	0.55~0.58	0.58~0.60	0.60~0.63
m_2	0.73~0.75	0.75~0.76	0.76~0.78	0.78~0.79	0.79~0.80	0.80~0.82
m_3	0.76~0.78	0.78~0.79	0.79~0.80	0.80~0.81	0.81~0.82	0.82~0.84
m_4	0.78~0.80	0.80~0.81	0.81~0.82	0.82~0.83	0.83~0.85	0.85~0.86
m_5	0.80~0.82	0.82~0.84	0.84~0.85	0.85~0.86	0.86~0.87	0.87~0.88

已知拉深件尺寸即可计算出毛坯直径 D ,参考表 5-29 和表 5-30 中的极限拉深系数可计算出各次拉深后的工件直径,直到 $d_n < d$ (d 为工件直径),这样 n 即为拉深次数。

(3) 查表法

拉深次数也可根据拉深件相对高度和毛坯相对厚度(t/D) $\times 100$,查表 5-31 得到。

表 5-31 筒形件相对高度 h/d 与拉深次数的关系

拉深次数	毛坯相对厚度(t/D) $\times 100$					
	2.0~1.5	1.5~1.0	1.0~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15	0.15~0.08
1	0.94~0.77	0.84~0.65	0.71~0.57	0.62~0.5	0.5~0.45	0.46~0.38
2	1.88~1.54	1.6~1.32	1.36~1.1	1.13~0.94	0.96~0.63	0.9~0.7
3	3.5~2.7	2.8~2.2	2.3~1.8	1.9~1.5	1.6~1.3	1.3~1.1
4	5.6~4.3	4.3~3.5	3.6~2.9	2.9~2.4	2.4~2.0	2.0~1.5
5	8.9~6.6	6.6~5.2	5.2~4.1	4.1~3.3	3.3~2.7	2.7~2.0

7. 工件半成品直径

根据拉深系数的定义可得各次半成品工件的直径。

第一次拉深后工件直径: $d_1 = m_1 D$

第二次拉深后工件直径: $d_2 = m_2 d_1 = m_1 m_2 D$

第三次拉深后工件直径: $d_3 = m_3 d_2 = m_1 m_2 m_3 D$

第四次拉深后工件直径: $d_n = m_n d_{n-1} = m_1 m_2 m_3 \cdots m_n D$

式中: d_n ——第 n 次工件拉深直径;

D ——毛坯直径;

m_n ——极限拉深系数。

【例】 试设计如图 5-39 所示筒形件的毛坯尺寸、拉深次数、半成品直径。

已知料厚为 2 毫米,材料为 10 钢。

解: 因 $t=2$ mm, 应按中线尺寸计算。

(1) 先确定修边余量 Δh

根据制件尺寸求相对高为 $76/(30-2)=2.71$

查表 5-23 $\Delta h=6$ mm

(2) 确定毛坯尺寸

工件为圆筒形件,查表 5-26 可知:

$$D = \sqrt{d^2 + 4dH - 1.72rd - 0.56r^2}$$

将 $d=30-2=28$ mm, $H=h+\Delta h=(76-1+6)$ mm=81

mm, $r=3$ mm 代入上式, 即得毛坯的直径为:

$$D = \sqrt{28^2 + 4 \times 28 \times 81 - 1.72 \times 3 \times 28 - 0.56 \times 3^2} = 98.5 \text{ mm}$$

(3) 确定拉深次数与半成品直径

工件总的拉深系数 $m_{\text{总}} = d/D = 28/98.5 = 0.284$ 。毛坯的相对厚度 $t/D = 2/98.5 = 0.0203$ 。因 $0.045(1-m) = 0.045 \times (1-0.284) = 0.032$, 而 $t/D = 0.0203 < 0.045(1-m) = 0.032$, 故需加压边圈。

由相对厚度 $t/D \times 100 = 2.03$, 可以从表 5-30 中查得极限拉深系数 $m_1 = 0.50$ 。因 $m_{\text{总}} = d/D = 28 \text{ mm}/98.5 \text{ mm} = 0.284 < m_1$, 故工件需多次拉深。

由表 5-30 得 $m_1 = 0.5$; $m_2 = 0.75$; $m_3 = 0.78$; $m_4 = 0.80$; $m_5 = 0.82$; 根据公式可知:

第一次拉深后工件直径: $d_1 = m_1 D = 0.5 \times 98.5 = 49.25$ mm

第二次拉深后工件直径: $d_2 = m_2 d_1 = 0.75 \times 49.25 = 36.9$ mm

第三次拉深后工件直径: $d_3 = m_3 d_2 = 36.9 \times 0.78 = 28.8$ mm

第四次拉深后工件直径: $d_4 = m_4 d_3 = 0.80 \times 28.8 = 23$ mm

因为 $d_4 = 23 < 28$, 所以应取拉深次数为 4 次。

8. 凸、凹模的圆角半径

凸、凹模的圆角半径对拉深工作影响很大。毛坯经凹模圆角进入凹模时, 受弯曲和摩擦作用, 凹模圆角半径 r_d 过小, 因径向拉力较大, 易使拉深件表面划伤或产生断裂; r_d 过大, 由于悬空面积增大, 使压边面积减小, 易起内皱。因此, 合理选择凹模圆角半径是极为重要的。

首次拉深凹模圆角半径可按下式计算:

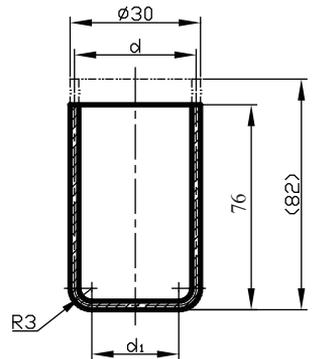


图 5-39 筒形件

$$r_d = 0.8\sqrt{(D-d)t}$$

式中： r_d ——首次拉深凹模圆角半径(mm)；

D ——毛坯直径或上道工序的拉深直径(mm)；

d ——凹模内径(mm)；

t ——工件料厚(mm)。

首次拉深凹模圆角半径的大小,也可以参考表 5-32 的值选取。

表 5-32 首次拉深凹模的圆角半径

拉深件形式	毛坯相对厚度 $\frac{t}{D} \times 100$		
	2.0~1.0	<1.0~0.3	<0.3~0.1
无凸缘	(4~6) t	(6~8) t	(8~12) t
有凸缘	(8~12) t	(12~15) t	(15~20) t

注:1. 毛坯较薄时取较大值,较厚时取较小值;

2. 钢件取较大值,有色金属取较小值。

以后各次拉深的凹模圆角半径可按下式来计算,但不应小于材料厚度的 2 倍:

$$r_{dn} = (0.6 \sim 0.8)r_{d(n-1)}$$

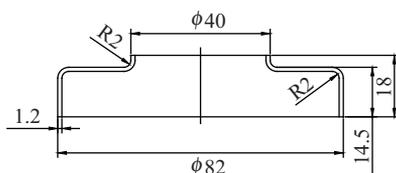
如有凸缘工件的圆角要求小于料厚,须加以整形工序。

凸模圆角半径 r_p 的大小,对拉深影响也很大。 r_p 过小,则角部弯曲变形程度大,危险断面受拉力大,工件易产生局部变薄; r_p 过大,凸模与毛坯接触面小,易产生底部变薄和内皱。除最后一次拉深以外,凸模的圆角半径 r_p 应比凹模半径略小,即: $r_p = (0.6 \sim 1)r_d$ 。最后一次拉深时,凸模的 r_p 应等于零件的内圆半径,但不得小于材料厚度。如工件的内圆角半径要求小于料厚,则要由整形工序来完成。

教学项目六 保温瓶底冲孔翻边模设计与制作

【项目介绍】

如图 6-1 所示为保温瓶底零件,要求通过设计与制作翻边模来生产该产品。



材料为 08 钢,料厚 1.2 mm,中批量生产

图 6-1 保温瓶底零件图

为了满足企业的使用要求,特设计可冲制该保温瓶底零件的模具。

通过该项目的学习,可以掌握翻边模的设计与制作、组装调试与试冲,可以更好地为下面项目的实施打下良好的理论和实践基础。

任务一 拆绘翻边模

【任务描述】

本次任务,主要是根据模具拆卸的原则,能对模具进行拆卸并绘制模具的装配草图。熟悉落料冲孔翻边复合模的结构后设计并制作轴承盖翻边模,图 6-2 所示为一典型落料冲孔翻边复合模及其产品。

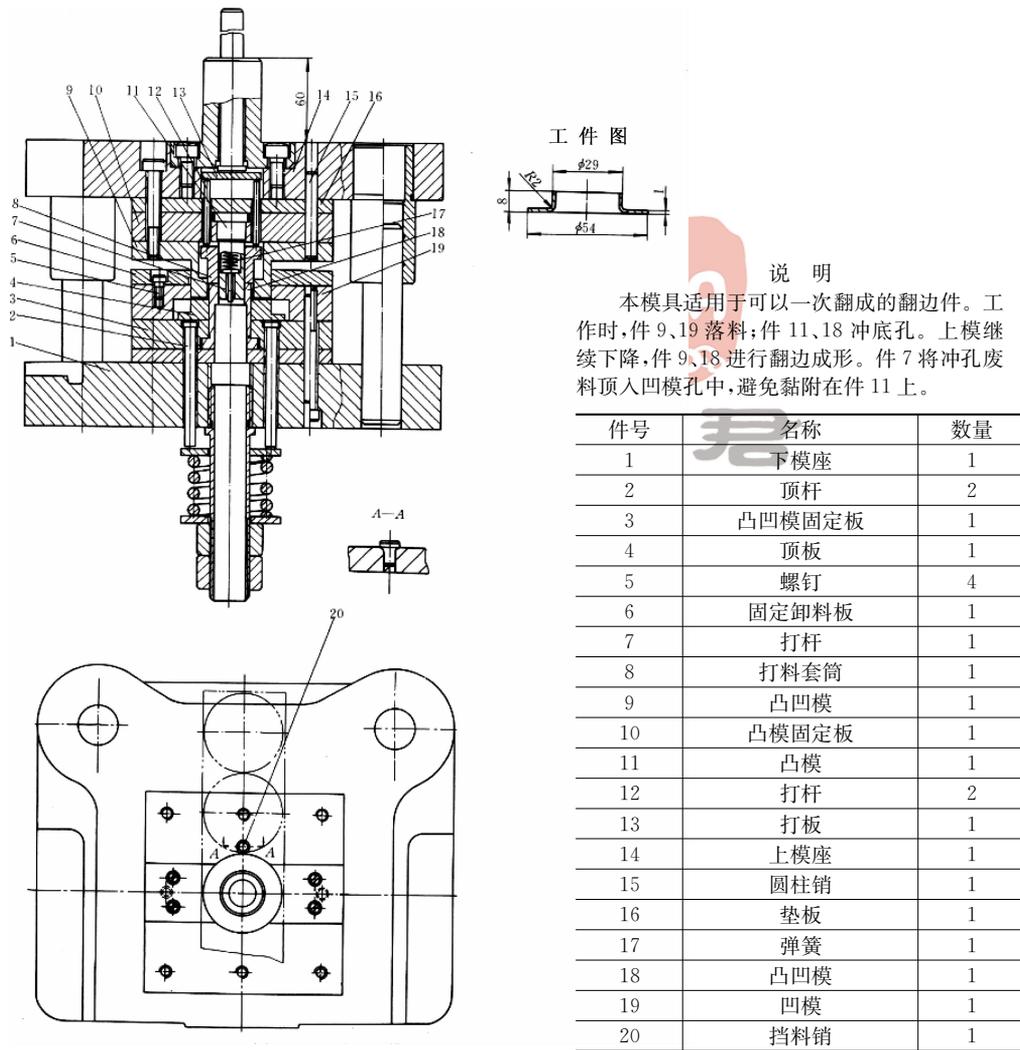


图 6-2 模具图

【任务目标】

- (1) 拆卸模具。
- (2) 绘制模具装配图。

【知识储备】

- (1) 一副落料冲孔翻边复合模、拆卸工具。
- (2) 相关电子课件。

【任务实施】

1. 拆卸模具

相关拆卸原则和步骤前面已有介绍,这里不再详细讲述。

2. 绘制装配草图

模具拆好后,把拆下来的零件进行测量,取得其尺寸后,根据作图标准绘制模具的装配草图。装配草图分别用手工绘图和 AutoCAD 绘图。

【任务评价】

任务一 考核评价表

任务名称: 拆绘翻边模

班级:		姓名:		学号:		指导教师:		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素质	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 模具拆卸的合理性 2. 模具装配草图的绘制	1. 书面作业和检修报告 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名:		日期:					

注:1. 此表一式两份,一份由学院教务部门存档,一份由教学系存档;

2. 考核成绩均为百分制。

任务二 分析翻边件的工艺性

【任务描述】

在编制冲压工艺规程和设计模具结构之前,应从工艺角度分析翻边件设计得是否合理,是否符合翻边的工艺要求。

分析轴承盖翻边件的工艺性,主要包括轴承盖的结构与尺寸、精度、材料等几个方面。

【任务目标】

分析翻边件的结构、材料、精度等是否符合冲压工艺。

【知识储备】

翻边的相关理论资料,翻边的基准知识。

【任务实施】

1. 冲裁件工艺分析

(1) 材料

08 钢,厚度为 1.2 mm,具有良好的冲压性能。

(2) 工件结构形状

翻边件结构简单、对称。

(3) 尺寸精度

零件图上所有尺寸公差属于经济级。一般冲压均能满足其尺寸精度要求。

(4) 结论

可以翻边加工。

2. 确定工艺方案及模具结构形式

经分析,该翻边模具是对经落料、拉深、冲孔工序的工件进行一步翻边冲压加工,故采用翻边单工序模。



华阳教育



和君

【任务评价】

任务二 考核评价表

任务名称：分析翻边件的工艺性

班级：	姓名：	学号：	指导教师：					
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 零件工艺性分析 2. 模具结构形式的确定	1. 书面作业和检修报告 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

任务三 进行工艺设计与计算

【任务描述】

模具的结构形式确定下来之后,就进入到工艺设计与计算这个阶段。翻边件的预孔尺寸,选择多大吨位的压力机,翻边模具凸、凹模的尺寸怎么计算?这就是本次任务要解决的问题。

【任务目标】

- (1) 计算翻边件的预孔尺寸。
- (2) 计算翻边高度。
- (3) 计算翻边次数。
- (4) 计算翻边力。

【知识储备】

翻边模具设计、计算的相关理论资料。

【任务实施】

1. 计算翻边件的预孔尺寸

$$d_0 = D - 2(H - 0.43r - 0.72t) = 38.8 - 2 \times (4.7 - 0.43 \times 2 - 0.72 \times 1.2) \\ \approx 32.85 \text{ mm}$$

2. 计算翻边高度

$$H_{\max} = 0.5D(1 - K_{f\min}) + 0.43r + 0.72t \\ = 0.5 \times 38.8 \times (1 - 0.57) + 0.43 \times 2 + 0.72 \times 1.2 = 10.066(\text{mm})$$

3. 计算翻边次数

当工件的高度 $H > H_{\max}$ 时,就难于一次翻边成形,需要采用多次翻边或其他工艺方法获取工件高度(如两次翻边之间可增加退火软化工序,对变形区进行加热翻边等工艺方法)。

衬套的翻边高度 $H = 18 - 14.5 + 1.2 = 4.7 \text{ mm}$,它小于最大翻边高度,所以能够一次翻边成形。

4. 计算翻边力

$$P = 1.1\pi(D - d_0)t\sigma_s = 1.1 \times 3.14 \times (38.8 - 32.85) \times 1.2 \times 196 \\ = 4\ 833.67(\text{N})$$

【任务评价】

任务三 考核评价表

任务名称：进行工艺设计与计算

班级：		姓名：		学号：		指导教师：			
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分	
			自我评价	小组评价	教师评价				
			0.2	0.3	0.5				
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2			
专业能力	1. 翻边件的预孔尺寸 2. 计算翻边高度 3. 计算翻边次数 4. 计算翻边力	1. 书面作业 2. 实训课题完成情况记录				0.7			
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1			
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君						

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；
2. 考核成绩均为百分制。

任务四 绘制模具的装配图和零件图

【任务描述】

在理论设计与计算基本完成后,准备进行模具装配图和零件图的绘制。本次任务就是完成模具装配图和零件图绘制,为后续加工做好图纸准备。

【任务目标】

- (1) 绘制模具的装配图。
- (2) 拆绘模具的零件图。

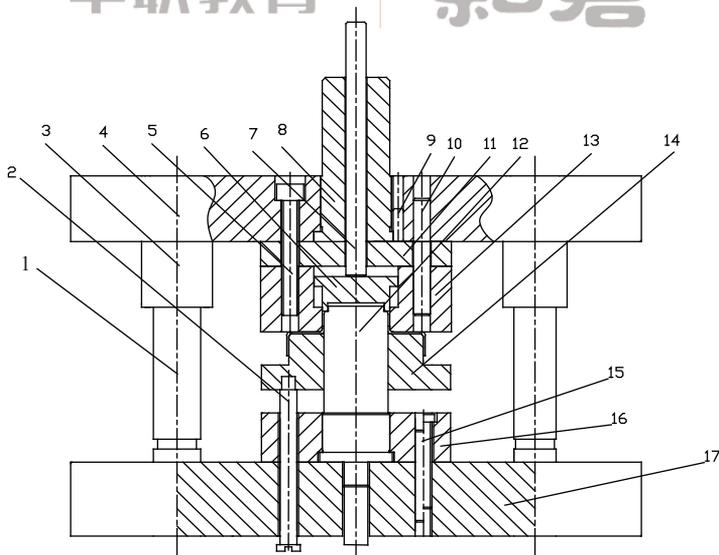
【知识储备】

相关资料、电脑(AutoCAD 软件)。

【任务实施】

1. 绘制模具的装配图

按照绘制的模具装配草图,运用 AutoCAD 软件绘制模具的装配图,如图 6-3 所示。



1—导柱 2—顶料杆 3—导套 4—上模座 5—螺钉 6—推件板 7—推杆 8—模柄
9—防转销 10—销钉 11—凹模垫板 12—凸模 13—凹模 14—压料板 15—螺钉
16—凸模固定板 17—下模座

图 6-3 装配图

2. 拆绘模具的零件图

按照绘制的模具装配图,来拆绘模具零件图。图 6-4~图 6-10 所示为主要工作零部件。

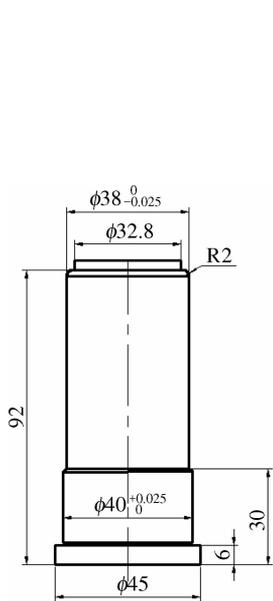


图 6-4 凸模

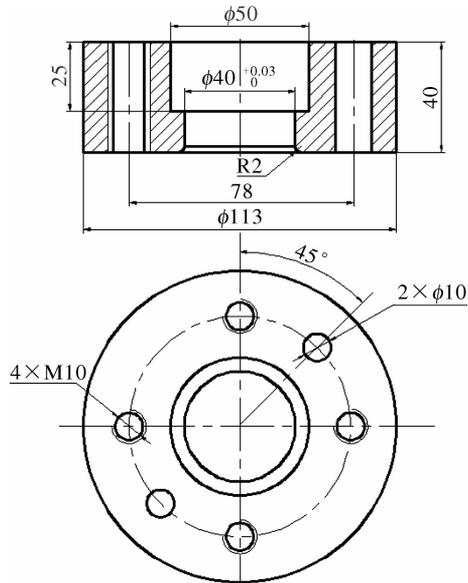


图 6-5 凹模

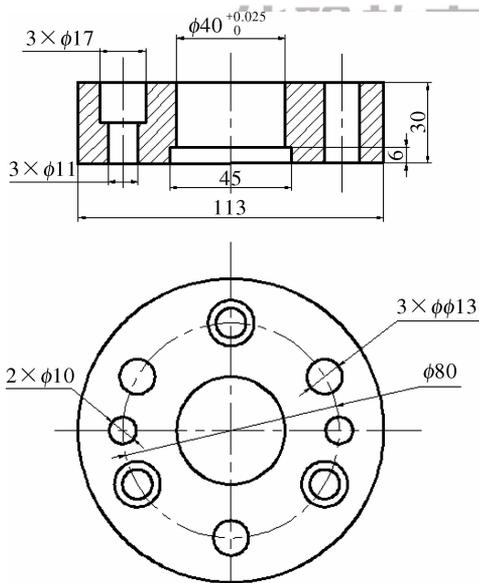


图 6-6 凸模固定板

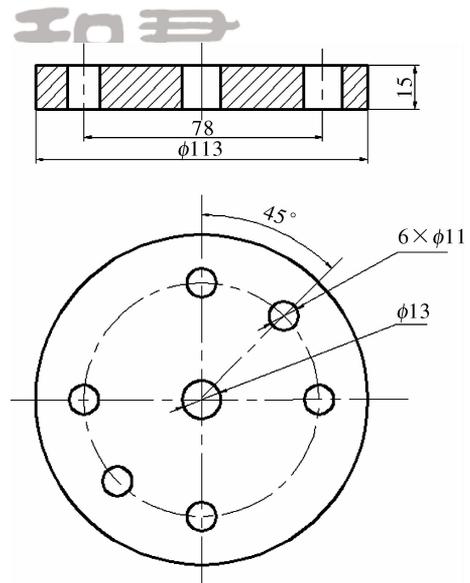


图 6-7 凹模垫板

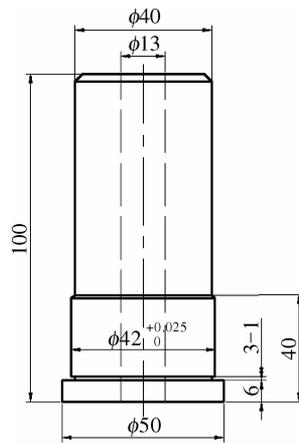


图 6-8 模柄

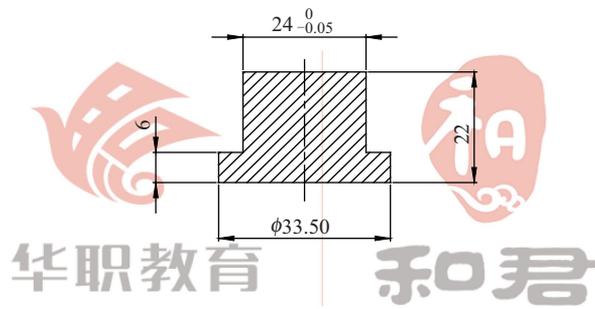


图 6-9 推件板

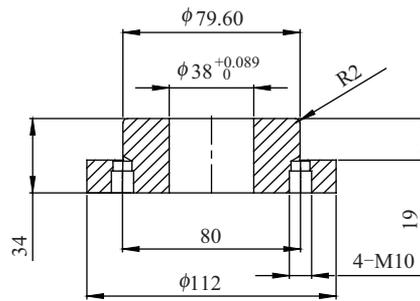


图 6-10 压料板

【任务评价】

任务四 考核评价表

任务名称：绘制模具的装配图和零件图

班级：		姓名：		学号：		指导教师：		
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 绘制模具的装配图 2. 拆模具、绘出零件图	1. 书面作业和检修报告 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；

2. 考核成绩均为百分制。

任务五 加工、组装调试与试冲模具

【任务描述】

模具的装配图和零件图设计并检验之后,就可以根据零件图加工模具零件了,把加工好的每个模具零件按装配图装在一起,符合装配技术要求就可以试模。试模合格后就可以交付使用。模具在冲制零件的过程中,如果模具磨损、翻边件出现质量问题,就要对模具进行维修。

【任务目标】

- (1) 加工模具零件。
- (2) 组装调试模具。
- (3) 试冲。

【知识储备】

零件坯料、加工机床、刀具。

【任务实施】

1. 加工模具零件



华职教育



和君

表 6-1 凸模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	下料	$\phi 50 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$	
2	车	大端留夹头,小端留顶尖,外圆放磨 0.3~0.4 mm	车床
3	热处理	HRC 58~62	
4	外磨	按图样所示磨到要求尺寸	外圆磨床
5	工具磨	去夹头、顶尖	

表 6-2 凹模加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	下料	$\phi 120 \text{ mm} \times 45 \text{ mm}$	
2	热处理	退火	
3	车	内孔放磨 0.4~0.5 mm,上、下平面放 磨0.45~0.55 mm	车床
4	平磨	预磨上、下平面	平面磨床

续 表

工序号	工序名称	工序内容	设 备
5	钳工	画线,钻、铰螺钉孔及圆柱销孔	钻床
6	钳	钻、攻螺纹 2×M10	钻床
7	热处理	HRC 60~64	
8	内磨	磨内孔到尺寸	

表 6-3 凸模固定板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	下料	$\phi 120 \text{ mm} \times 45 \text{ mm}$	
2	车	内孔和端面 A 一次装夹车出,平面放磨 0.3~0.4 mm	
3	平磨	以 A 为基准磨上、下平面	
4	钳	画线,配钻、铰螺钉孔及圆柱销孔	钻床
5	平磨	预磨上、下平面	平面磨床
6	钳工	画线,钻、铰螺钉孔及圆柱销孔	钻床

表 6-4 垫板加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	下料	$\phi 115 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$	
2	车	平面放磨 0.4~0.5 mm	车床
3	平磨	预磨上、下平面	平面磨床
4	钳	配钻螺钉孔、圆柱销孔及连接顶杆孔	钻床
5	热处理	HRC 43~48	
6	平磨	磨上、下平面	

表 6-5 推件块加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设 备
1	下料	$\phi 40 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$	
2	车	外圆放磨 0.3~0.4 mm,端面各放磨 0.2 mm	车床
3	热处理	HRC 56~60	
4	外磨	外圆磨至尺寸要求并磨端面 A	外圆磨床
5	平磨	磨另一端面	平面磨床

2. 组装调试模具

组装调试要求在前几个项目中已详细介绍,这里不再讲述。

3. 试冲

试冲要求在项目一中已详细介绍,这里不再讲述。

【任务评价】

任务五 考核评价表

任务名称：加工、组装调试与试冲模具

班级：	姓名：	学号：	指导教师：					
评价项目	评价标准	评价依据 (信息、佐证)	评价方式			权重	得分小计	总分
			自我评价	小组评价	教师评价			
			0.2	0.3	0.5			
职业素养	1. 遵守企业管理规定、劳动纪律 2. 按时完成学习及工作任务 3. 工作积极主动、勤学好问	实习表现				0.2		
专业能力	1. 加工模具零件 2. 组装调试模具 3. 试冲模具	1. 书面作业和检修报告 2. 实训课题完成情况记录				0.7		
创新能力	能够推广、应用国内相关行业的新工艺、新技术、新材料、新设备	“四新”技术的应用情况				0.1		
指导教师综合评价	指导老师签名： 华职教育		日期： 和君					

注：1. 此表一式两份，一份由学院教务部门存档，一份由教学系存档；

2. 考核成绩均为百分制。

【知识链接】

基础知识

翻边是在预先制好孔的工序件上沿孔边缘翻起竖立直边的成形方法，翻边是指利用模具将工件上的孔边缘或外缘边缘翻成竖立的直边的冲压工序，如图 6-11 所示。

根据工件边缘的形状和应变状态不同，翻边工件可分为内孔翻边和外缘翻边；外缘翻边又可分为外凸外缘翻边[图 6-12(f)]和内凹外缘翻边[图 6-12(e)]；根据竖边壁厚的变化情况，可分为不变薄翻边和变薄翻边。

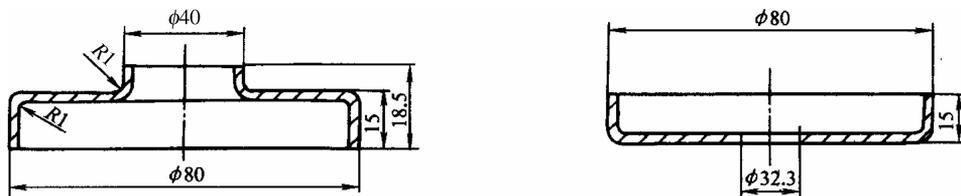


图 6-11 翻孔与翻边零件

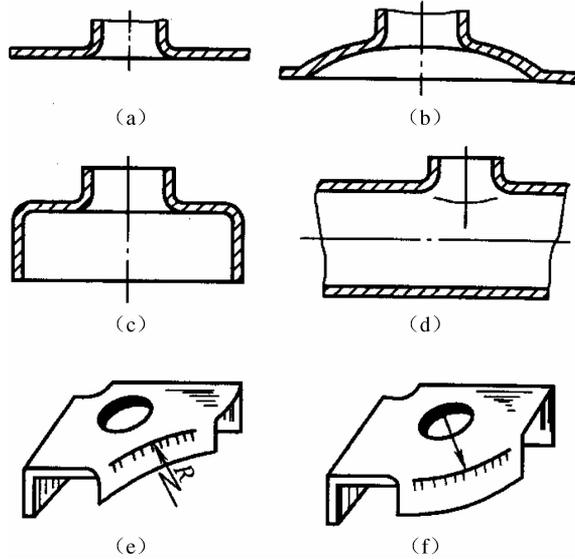


图 6-12 翻孔与翻边零件

1. 内孔翻边

(1) 内孔翻边的变形特点及变形系数

内孔翻边主要的变形是坯料受切向和径向拉伸,愈接近预孔边缘变形愈大,因此,内孔翻边的失败往往是边缘拉裂,拉裂与否主要取决于拉深变形的大小。

圆孔翻孔的变形程度以翻孔前孔径 d 和翻孔后孔径 D 的比值 K 来表示翻边系数,即:

$$K = \frac{d}{D}$$

翻孔系数值越小,则变形程度越大。翻孔时孔口边缘不破裂所能达到的最小值,称为极限翻孔系数,用 K 表示。表 6-6 所示是低碳钢圆孔翻孔时的极限翻孔系数。对于其他材料可以参考表中数值适当增减。从表中的数值可以看出,影响极限翻孔系数的因素很多,除材料的塑性外,还有翻孔凸模的型式、预制孔的加工方法以及预孔孔径与板料厚度的比值等。

表 6-6 低碳钢圆孔翻孔的极限翻孔系数 K

翻边方法	孔的加工方法	比值 d/t										
		100	50	35	20	15	10	8	6.5	5	3	1
球形凸模	钻后去毛刺	0.70	0.60	0.52	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.25	0.20
	用冲孔模冲孔	0.75	0.65	0.57	0.52	0.48	0.45	0.44	0.43	0.42	0.42	—
圆柱形凸模	钻后去毛刺	0.80	0.70	0.60	0.50	0.45	0.42	0.40	0.37	0.35	0.30	0.25
	用冲孔模冲孔	0.85	0.75	0.65	0.60	0.55	0.52	0.50	0.50	0.48	0.47	—

翻孔后竖立直边的厚度有所变薄,变薄后的厚度可按下式估算:

$$t' = t\sqrt{d/D} = t\sqrt{K}$$

式中: t' ——翻孔后竖立直边的厚度;

t ——翻孔前坯料的原始厚度；

K ——翻孔系数。

(2) 内孔翻边的工艺计算及翻边力计算

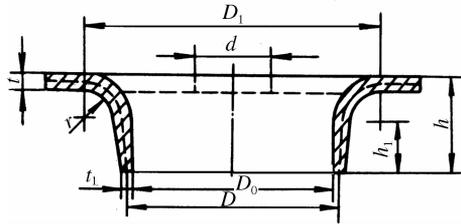


图 6-13 平板毛坯翻边尺寸计算

在内孔翻边工艺计算中有两方面内容：一是根据翻边零件的尺寸，计算毛坯预孔的尺寸 d ；二是根据允许的极限翻边系 $(1 - d/D)$ 数，校核一次翻边可能达到的翻边高度 H ，如图 6-13 所示。

① 毛坯尺寸的计算

在进行翻边工序之前，须在毛坯上预加工出工艺底孔，其大小应按翻边直径和翻边高度来计算。

预制孔直径：

$$d = D - 2(h - 0.43r - 0.72t)$$

翻边高度：

$$h = \frac{D}{2}(1 - d/D) + 0.43r + 0.72t = \frac{D}{2}(1 - K) + 0.43r + 0.72t$$

式中各符号见图 6-13。

最大翻边高度：

$$h_{\max} = \frac{D}{2}(1 - K_{\min}) + 0.43r + 0.72t$$

当制件要求高度 $h > h_{\max}$ 时，不能一次直接翻边成形，可采用加热翻边、多次翻边，或拉深后冲底孔再翻边的方法，如图 6-14 所示。

表 6-7 其他材料的翻边系数

退火的材料	翻边系数	
	K	K_{\min}
白铁皮	0.70	0.65
黄铜 H62, $t=0.5\sim 6$ mm	0.68	0.62
铝, $t=0.5\sim 5$ mm	0.70	0.64
硬 铝	0.89	0.80
软钢, $t=0.25\sim 2$ mm	0.72	0.68

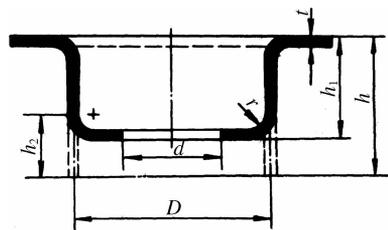


图 6-14 预先拉深的翻边

在拉深件底部冲孔翻边时，应先决定翻边所能达到的最大高度，然后求出拉深高度、翻边高度(图 6-14)：

$$h_2 = \frac{D}{2}(1 - d/D) + 0.57r$$

或

$$h_{2\max} = \frac{D}{2}(1 - K_{\min}) + 0.57r$$

预制孔直径 d :

$$d = D + 1.14r - 2h_2$$

或

$$d = K_{\min}D$$

拉深高度

$$h = h - h_2 + r + t$$

② 孔翻边次数的确定

如果制件翻边高度很大,计算所得的翻边系数小于表 6-6、表 6-7 中所列数值时,须多次翻边。

计算方法:

$$n = 1 + \frac{\lg K - \lg K_n}{\lg(1.2K_n)}$$

式中: n ——翻边次数; K ——翻边系数按表 1、表 2 选取; K_n ——多次翻边系数,一般取 $K_n = 1.15 \sim 1.2K$ 。

③ 翻边力的计算

翻边力要比拉深力小得多,一般用圆柱形平底凸模进行翻边时,计算翻边力的公式为:

$$F = 1.1\pi(D - d)t\sigma_s$$

式中: σ_s ——材料的屈服强度(MPa)。

无预制孔的翻边力比有预制孔的大 1.33~1.75 倍,凸模形状和凸、凹模间隙对翻边力有很大影响,如果用球形凸模或锥形凸模翻边时,所需的力略小于用上式计算的数值,降低了 20%~30%。

(3) 螺纹底孔的变薄翻边

材料的竖边变薄,是由拉应力作用使材料自然变薄,是翻边的自然现象。当工件很高时,也可采用减小凸、凹模间隙,强迫材料变薄的方法,以提高生产率和节约材料。

螺纹底孔的变薄翻边属于体积成形,其基本形式如图 6-15 所示。凸模的端头做成锥形(或抛物线形),凸、凹模之间的间隙小于材料厚度,翻边时孔壁材料变薄而高度增加。

对于低碳钢、黄铜、纯铜及铝,翻边预孔直径为:

$$d_0 = (0.45 \sim 0.5)d_1$$

翻边孔的外径:

$$d_3 = d_1 + 1.3t$$

翻边高度:

$$h = \frac{t(d_3^2 - d_0^2)}{d_3^2 - d_1^2} + (0.1 \sim 0.3)$$

凹模圆角半径一般取 $r = (0.2 \sim 0.5)t$,但不小于 0.2 mm。

(4) 内孔翻边模设计

内孔翻边模的结构与一般拉深模相似,如图 6-16 所示,所不同的是翻边凸模圆角半径一般较大,经常做成球形或抛物面形,以利于变形。

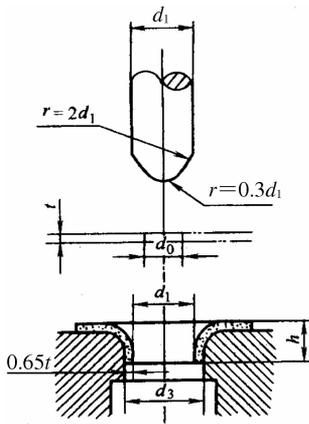
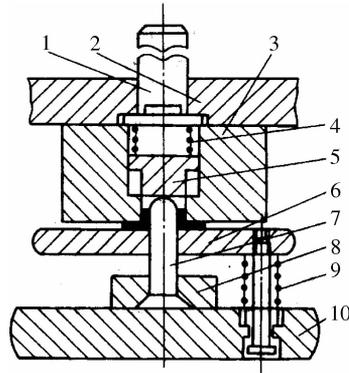


图 6-15 小孔翻边



1—模柄 2—上模座 3—凹模 4、9—弹簧 5—顶件器
6—卸料板 7—凸模 8—凸模固定板 10—下模座

图 6-16 翻边模结构

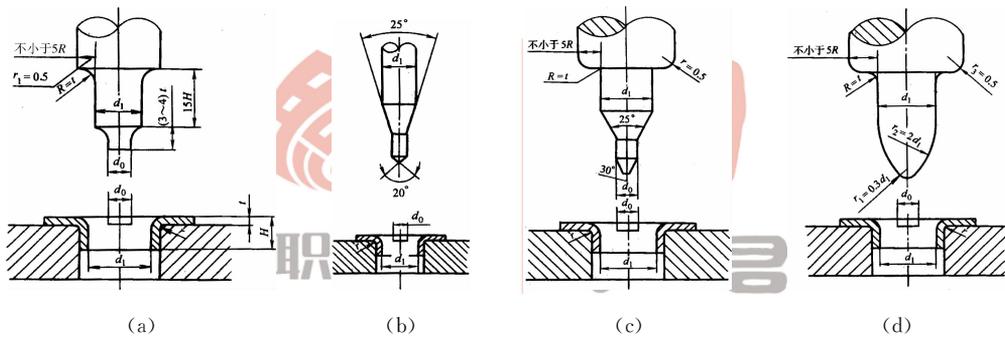


图 6-17 翻边凸模结构形式

图 6-17 所示是几种常见圆孔翻边模的凸模形状和尺寸,其中图(a)是冲孔翻边凸模,可用于小孔的翻边(竖边内径 $d \leq 4 \text{ mm}$);图(b)是凸模端部带定位部分,适用于竖边内径 $d \leq 10 \text{ mm}$;图(c)是凸模端部带定位部分,适用于 $d \geq 10 \text{ mm}$ 的翻边;图(d)是头部为抛物线,翻边变形情况最好,可对不用定位销的任意孔翻边。对于平底凸模一般取 $r \geq 4t$ 。

表 6-8 列出了用变薄加工小螺孔底孔的尺寸,表 6-9 列出了小螺孔变薄翻边的凸模尺寸。

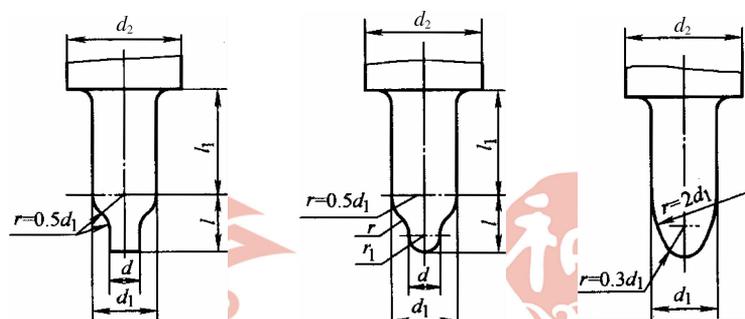
表 6-8 在金属板上翻边小螺孔底孔的尺寸

螺孔直径	料厚 t	d_0	d_1	h	d_3
M2	0.8	0.8	1.6	1.6	2.7
	1.0	0.8	1.6	1.8	3.0
M2.5	0.8	1	2.1	1.7	3.2
	1.0	1	2.1	1.9	3.5

续表

螺孔直径	料厚 t	d_0	d_1	h	d_3
M3	0.8	1.2	2.5	2.0	3.6
	1.0	1.2	2.5	2.1	3.8
	1.2	1.2	2.5	2.2	4.0
	1.5	1.2	2.5	2.4	4.5
M4	1.0	1.6	3.3	2.6	4.7
	1.2	1.6	1.6	2.8	5.0
	1.5	1.6	1.6	3.0	5.4
	2.0	1.6	1.6	3.2	6.0

表 6-9 小螺孔变薄翻边的凸模尺寸



螺孔直径	d_0	d_1	d	l	l_1	r	r_1
M2	0.8	1.6	4	1.5	4.5	1	0.4
M2.5	1.0	2.1		2	5.5		0.5
M3	1.2	2.5	5	2.5	6.0		0.7
M4	1.6	3.3		3.5	6.5	1.5	0.9

2. 外缘翻边

外缘翻边分为外凸外缘翻边与内凹外缘翻边两种,如图 6-18 所示。

(1) 外凸外缘翻边

外凸外缘翻边指沿着具有外凸形状的不封闭外缘翻边,如图 6-18(a)所示。这种翻边的变形情况近似于浅拉深。

外凸外缘翻边的变形程度 $E_{凸}$ 用下式表示:

$$E_{凸} = \frac{b}{R+b}$$

式中: b ——翻边的宽度;

R ——翻边的外凸缘半径。

外凸外缘翻边的极限度变形程度见表 6-10。

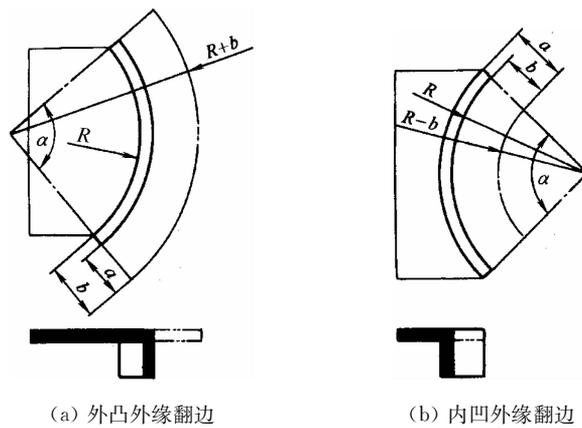


图 6-18 外缘翻边

(2) 内凹外缘翻边

内凹外缘翻边指沿着具有内凹形状的外缘翻边,如图 6-18(b)所示。这种翻边的变化情况近似于圆孔翻边。

内凹外缘翻边的变形程度 $E_{\text{凹}}$ 用下式表示:

$$E_{\text{凹}} = \frac{b}{R-b}$$

表 6-10 外缘翻边允许的极限变形程度

材料名称及牌号	$E_{\text{凸}}(\%)$		$E_{\text{凹}}(\%)$	
	橡胶成形	模具成形	橡胶成形	模具成形
铝合金 1035(软)(L4M)	25	30	6	40
1035(硬)(L4Y1)	5	8	3	12
3A21(软)(LF21M)	23	30	6	40
3A21(硬)(LF21Y1)	5	8	3	12
5A02(软)(LF2M)	20	25	6	35
5A03(硬)(LF3Y1)	5	8	3	12
2A12(软)(LY12M)	14	20	6	30
2A12(硬)(LY12Y)	6	8	0.5	9
2A11(软)(LY11M)	14	20	4	30
2A11(硬)(LY11Y)	5	6	0	0
黄铜 H62 软	30	40	8	45
H62 半硬	10	14	4	16
H68 软	35	45	8	55
H68 半硬	10	14	4	16
钢 10	—	38	—	10
20	—	22	—	10
1Cr18Ni9 软	—	15	—	10
1Cr18Ni9 硬	—	40	—	10

外缘翻边可用橡皮模成形,也可在模具上成形。用橡皮模成形对翻边没有压紧,故不产生拉深作用,而是使边缘产生有皱纹的弯曲,需要用手工修整去掉皱纹。

图 6-19 所示为在橡皮模内的各种翻边方法;图 6-20 所示是用模具进行的内外缘翻边。

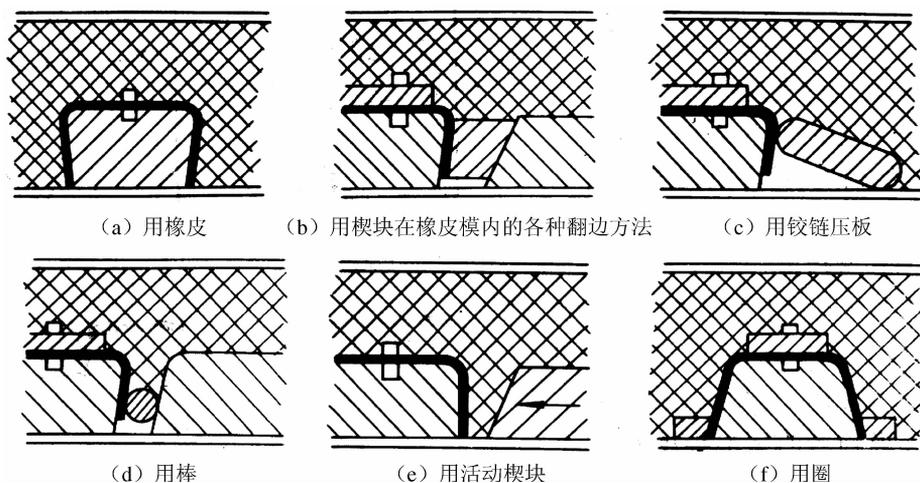


图 6-19 橡皮模内翻边

当把不封闭的外缘翻边作为带有压边的单边弯曲时,翻边力可按下式计算:

$$F = 1.25L t \sigma_b K$$

式中: F ——外缘翻边所需的力(N);

L ——弯曲线长度(mm);

t ——料厚(mm);

σ_b ——零件材料的抗拉强度(MPa);

K ——系数,取 0.2~0.3。

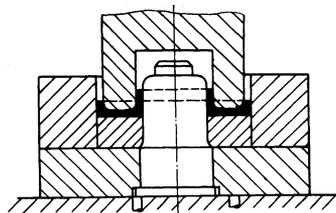


图 6-20 内外缘同时翻边的方法



华职教育



和君

后记

本教材是江苏省国家中等职业教育改革发展示范学校项目共建的核心成果。本教材以适应职业岗位需求为导向,突出实践教学,着力促进知识传授与生产实践的紧密衔接。本教材的编写由行业、企业、学校和有关社会组织等多方参与,针对岗位技能要求变化,在现有教材基础上开发的补充性、更新性和延伸性创新教材。它的投入使用将会多渠道系统优化教学过程,增强教学的实践性、针对性和实效性,提高教学质量。

本教材由江苏省国家中等职业教育改革发展示范学校建设工作协作会组织编写。教材在开发过程中,除了得到江苏省教育行政部门的大力支持外,还得到了神州数码有限公司、北京数码大方科技有限公司、金蝶软件公司等相关企业的鼎力相助,张伦玠、鲁君尚、赵鹏飞、庄西真等职业教育界的名家、教授、研究员等也就教材开发的理念、设计思路和框架结构等提出了方向性意见和指导性建议;教材研制人员所在单位对教材的研究、开发工作给予了大力支持;凤凰出版传媒集团职业教育出版中心为教材研制和出版提供了有效的保障。在此,一并表示衷心感谢!

教材编写院校名单(排名不分先后):

南京高等职业技术学校
江苏省丰县中等专业学校
江苏省赣榆中等专业学校
江苏省张家港职业教育中心校
南通市中等专业学校
盐城机电高等职业技术学校
江苏省盐城市高级技工学校
镇江高等职业技术学校
泰兴中等专业学校
南京金陵中等专业学校
徐州经贸高等职业学校
江苏省常熟中等专业学校
常州市刘国钧职业教育中心校
江苏省句容中等专业学校
江苏省灌南中等专业学校
苏州建设交通高等职业技术学校
江苏省泗阳中等专业学校
泰州机电高等职业技术学校
常州旅游商贸高等职业技术学校
徐州市高级技工学校
江苏省海门中等专业学校
江苏省靖江中等专业学校
江苏省江阴中等专业学校
江苏省连云港中等专业学校
江苏省宿迁中等专业学校
宿迁市高级技工学校
江苏省武进中等专业学校
江苏省徐州市张集中等专业学校
江苏省吴中中等专业学校

无锡机电高等职业技术学校
江苏省溧阳中等专业学校
苏州市高级技术学校
常州高级技工学校
江苏省淮阴农业学校
江苏省扬州商业学校
江苏省仪征工业学校
江苏省南京工程高等职业学校
江苏省宿豫中等专业学校
江苏省宜兴中等专业学校
江苏徐州财经高等职业技术学校
淮安市中等专业学校
江苏省如皋中等专业学校
盐城生物工程高等职业技术学校
江苏交通高级技工学校
江苏省江都中等专业学校
无锡旅游商贸高等职业技术学校
南京市高级技术学校
无锡市高级技术学校
江苏省东台中等专业学校
江苏省淮阴商业学校
江苏省丹阳中等专业学校
南通市工贸高级技工学校
南京卫生学校
南京浦口中等专业学校
江苏省镇江市高级技工学校
扬州市高级技工学校
扬州高等职业技术学校
苏州旅游与财经高等职业技术学校

图书在版编目(CIP)数据

冲压模具设计与制作(修订版) / 孙海锋,管林东主编. —南京: 江苏教育出版社, 2013.8(2016.3 重印)

ISBN 978-7-5499-2971-9

I. ①冲… II. ①孙…②管… III. ①冲模—设计②冲模—制模工艺 IV. ①TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 120853 号



江苏省国示范学校重点建设专业系列教材

书 名 冲压模具设计与制作(修订版)

主 编 孙海锋 管林东

责任编辑 林 茂

出版发行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏教育出版社

地 址 南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009

出 品 江苏凤凰职业教育图书有限公司

网 址 <http://www.ppve.cn>

经 销 凤凰出版传媒股份有限公司

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 江苏凤凰数码印务有限公司

厂 址 南京市湖南路 1 号凤凰广场 C 座 1 楼, 邮编: 210009

电 话 025-83657300

开 本 787 毫米×1 092 毫米 1/16

印 张 15

版 次 2015 年 8 月 1 版 2016 年 3 月第 3 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5499-2971-9

定 价 33.00 元

批发电话 025-83658830

盗版举报 025-83658873

图书若有印装错误可向江苏凤凰职业教育图书有限公司调换
提供盗版线索者给予重奖