

# 第 1 篇 冷冲压模具设计

## 第 1 章 冷冲压模具

冲压——是指在室温下，利用安装在压力机上的模具对材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需零件的一种压力的加工方法。

冲压模具——是指在冷冲压加工中，将材料（金属或非金属）加工成零件（或半成品）的一种特殊的工艺装备，也称为冷冲压模具（俗称冷冲模）。

在冲压零件的生产中，合理的冲压成型工艺、先进的模具、高效的冲压设备是必不可少的三要素。

### 1. 冲压工艺分类

冲压加工因制件的形状、尺寸和精度的不同，所采用的工序也不同。根据材料的变形特点可将冷冲压工序分为分离工序和成型工序两类。

分离工序——是指坯料在冲压力作用下，变形部分的应力达到强度极限 $\sigma_b$ 以后，使坯料发生断裂而产生分离。分离工序主要有剪裁和冲裁等。

成型工序——是指坯料在冲压力作用下，变形部分的应力达到屈服极限 $\sigma_s$ ，但未达到强度极限 $\sigma_b$ ，使坯料产生塑性变形，成为具有一定形状、尺寸与精度制件的加工工序。成型工序主要有弯曲、拉深、翻边、旋压等。

冲压模具是冲压生产必不可少的工艺装备，是技术密集型产品。冲压件的质量、生产效率及生产成本等与模具设计和制造有直接关系。模具设计与制造技术水平的高低是衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志之一，在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。

冲压模具的形式很多，一般可按以下几个主要特征分类。

#### 1) 根据工艺性质分类

(1) 冲裁模 沿封闭或敞开的轮廓线使材料产生分离的模具，如落料模、冲孔模、切断模、切口模、切边模、剖切模等。

(2) 弯曲模 使板料毛坯或其他坯料沿着直线（弯曲线）产生弯曲变形，从而获得一定角度和形状的工件的模具。

(3) 拉深模 是把板料毛坯制成开口空心件，或使空心件进一步改变形状和尺寸的模具。

(4) 成型模 是将毛坯或半成品工件按凸、凹模的形状直接复制成型，而材料本身仅产生局部塑性变形的模具，如胀形模、缩口模、扩口模、起伏成型模、翻边模、整形模等。

#### 2) 根据工序组合程度分类

(1) 单工序模 在压力机的一次行程中，只完成一道冲压工序的模具。

(2) 复合模 只有一个工位，在压力机的一次行程中，在同一工位上同时完成两道或两

道以上冲压工序的模具。

### (3) 级进模（也称连续模）

在毛坯的送进方向上，具有两个或更多的工位，在压力机的一次行程中，在不同的工位上逐次完成两道或两道以上冲压工序的模具。

## 2. 冷冲压模具设计的内容及步骤

### 1) 冷冲压模具设计的内容

冷冲压模具设计分课程设计和毕业设计两种形式。课程设计通常在学完冷冲压模具设计课程后进行，时间为1~2周，一般以设计较为简单的、具有典型结构的中小型模具为主，要求学生独立完成模具装配图一张，工作零件图3~5张，设计计算说明书一份。

### 2) 冷冲压模具设计步骤

#### (1) 分析冲压件的工艺性。

根据设计题目的要求，分析冲压件成型的结构工艺性，分析冲压件的形状特点、尺寸大小、精度要求及所用材料是否符合冲压工艺要求。如果发现冲压件工艺性差，则需要对冲压件产品提出修改意见，经产品设计者同意后方可修改。

#### (2) 制订冲压件工艺方案。

在分析了冲压件的工艺性后，通常可以列出几种不同的冲压工艺方案（包括工序性质、工序数目、工序顺序及组合方式），从产品质量、生产效率、设备占用情况、模具制造的难易程度和模具寿命高低、工艺成本、操作方便和安全程度等方面，进行综合分析、比较，然后确定适合于工厂具体生产条件的最经济合理的工艺方案。

#### (3) 确定毛坯形状、尺寸和下料方式，并确定材料的消耗量。

在最经济的原则下，决定毛坯的形状、尺寸和下料方式，并确定材料的消耗量。

#### (4) 确定冲模类型及结构形式

根据所确定的工艺方案和冲压件的形状特点、精度要求、生产批量、模具制造条件、操作方便及安全的要求，利用现有通用机械化、自动化装置的可能，选定冲模类型及结构形式，并绘制模具结构草图。

#### (5) 进行必要的工艺计算。

① 计算毛坯尺寸，以便在最经济的原则下进行排样和合理使用材料。

② 计算冲压力（包括冲裁力、弯曲力、拉深力、卸料力、推件力、压边力等），以便选择压力机。

③ 计算模具压力中心，防止模具因受偏心负荷作用影响模具精度和寿命。

④ 计算或估算模具各主要零件（凹模、凸模固定板、垫板、凸模）的外形尺寸，以及卸料橡胶或弹簧的自由高度等。

⑤ 确定凸、凹模的间隙，计算凸、凹模工作部分尺寸。

⑥ 对于拉深模，要计算是否采用压边圈，并计算拉深次数、半成品的尺寸和各中间工序模具的尺寸分配等。

#### (6) 选择压力机。

压力机的选择是模具设计的一项重要内容，设计模具时，必须把所选取用的压力机的类型、型号、规格确定下来。

压力机型号确定主要取决于冲压工艺的要求和冲模结构情况。选用曲柄压力机时，必须满足以下要求。

① 压力机的公称压力  $F_g$  必须大于冲压计算的总压力  $F$ , 即

$$F_g > F$$

② 压力机的装模高度必须符合模具闭合高度的要求, 即

$$H_{\max} - 5\text{mm} \geq H_m \geq H_{\min} + 10\text{mm}$$

式中  $H_{\max}$ 、 $H_{\min}$ ——分别为压力机的最大、最小装模高度 (mm);

$H_m$ ——模具闭合高度 (mm)。

当多副模具联合安装到一台压力机上时, 多副模具应有同一个闭合高度。

③ 压力机的滑块行程必须满足冲压件的成型要求。对于拉深工艺, 为了便于放料和取料, 其行程必须大于拉深件高度的 2~2.5 倍。

④ 为了便于安装模具, 压力机的工作台面尺寸应大于模具尺寸, 一般每边要大 50~70mm。台面上的孔应保证冲压件或废料能漏下。

(7) 绘制模具总图和非标准零件图。

根据上述分析、计算及方案论证后, 绘制模具总装配图及零件图。

(8) 编写设计计算说明书。

(9) 设计总结及答辩。

### 3. 冷冲压模具设计应注意的问题

冷冲压模具设计的整个过程是从分析总体方案开始到完成全部技术设计, 这期间要经过计算、绘图、修改等步骤。在设计过程中应注意以下问题。

#### 1) 合理选择模具结构

根据零件图样及技术要求, 结合生产实际情况, 提出模具结构方案, 分析、比较、选择最佳结构。

#### 2) 采用标准零部件

应尽量选用国家标准件及工厂冲模标准件。使模具设计典型化及制造简单化, 缩短设计制造周期, 降低成本。

#### 3) 其他

##### (1) 定位销的用法。

冲模中的定位销常选用圆柱销, 其直径与螺钉直径相近, 不能太细, 每个模具上只需两个销钉, 其长度勿太长, 其进入模体长度是直径的 2~2.5 倍。

##### (2) 螺钉用法。

固定螺钉拧入模体的深度勿太深。拧入铸铁件的深度是螺钉直径的 2~2.5 倍, 拧入一般钢件的深度是螺钉直径的 1.5~2 倍。

##### (3) 打标记。

铸件模板要设计出加工、定位及打印编号的凸台。

##### (4) 对导柱、导套的要求。

模具完全对称时, 两导柱的导向直径不宜设计为相等, 避免合模时误装方向而损坏模具刃口。导套长度的选取应保证开始工作时导柱进入导套 10~15mm。

##### (5) 取放制件方便。

设计拉深模时, 所选设备的行程应是拉深深度 (即拉深件高度) 的 2~2.5 倍。

### 4. 冷冲压模具的成本分析

在冷冲压模具设计中, 常常要提到模具成本问题, 即经济性。所谓经济性, 就是以最小

的耗费取得最大的经济效益。在冲压生产中，既要保证产品质量，完成所需的产品数量，又要降低模具的制造费用，这样才能使整个冷冲压的成本得到降低。

在模具设计中，主要考虑的问题是如何降低模具的制造成本。因为产品的成本不仅与材料费（包括原材料费、外购件费）、加工费（包括工人工资、能源消耗、设备折旧费、车间经费等）有关，而且与模具费有关。一副模具少则几万，多则上百万，所以必须采取有效措施降低制造成本。

#### 1) 小批生产中的成本问题

试制和小批量冲压生产中，降低模具费是降低成本的有效措施。除制件质量要求严格，必须采用价高的正规模具外，一般采用工序分散的工艺方案。选择结构简单、制造快且价格低廉的简易模具，用焊接、机械加工及钣金等方法制成，这样可降低成本。

#### 2) 工艺合理化

冲压生产中，工艺合理是降低成本的有力手段。由于工艺的合理化能降低模具费，节约加工工时，降低材料费，所以必然降低零件总成本。

在制定工艺时，工序的分散与集中是比较复杂的问题。它取决于零件的批量、结构（形状）、质量要求、工艺特点等。一般情况下，大批量生产时应尽量把工序集中起来，采用复合模或级进模进行冲压，很小的零件采用复合或连续冲压加工，既能提高生产率，也能安全生产。而小批量生产时，则以采用单工序模分散冲压为宜。

根据实践经验，集中到一副模具上的工序数量不宜太多，对于复合模，一般为2~3个工序，最多4个工序，对于级进模，集中的工序可以多些。

#### 3) 多个工件同时形成

产量较大时，采用多件同时冲压，可使模具费、材料费和加工费降低，同时有利于成型表面所受拉力均匀化。

#### 4) 冲压过程的自动化及高速化

从安全和降低成本两方面来看，自动化生产将成为冲压加工的发展方向，今后不仅大批量生产中采用自动化，在小批量生产中也可采用自动化。在大批量生产中采用自动化时，虽然模具费用较高，但生产率高，产量大，分摊到每个工件上的模具折旧费和加工费比单件小批量生产时要低。从生产安全性考虑，在小批量多品种生产中采用自动化也是可取的，但自动化的经济性问题的研究。

#### 5) 提高材料利用率，降低材料费

在冲压生产中，工件的原材料费占制造成本的60%左右，所以节约原材料、利用废料具有非常重要的意义。提高材料利用率是降低冲压制件成本的重要措施之一。特别是材料单价高的工件，此点尤为重要。

降低材料费的方法如下。

- (1) 在满足零件强度和使用要求的情况下，减少材料厚度。
- (2) 降低材料单价。
- (3) 改进毛坯形状，合理排样。
- (4) 减少搭边，采用少废料或无废料排样。
- (5) 由单列排样改为多列排样。
- (6) 多件同时成型，成型后再切开。
- (7) 组合排样。
- (8) 利用废料。

### 6) 节约模具费

模具费在工件制造成本中占有一定比例。对于小批量生产，采用简易模具，因其结构简单、制造快速、价廉，所以能降低模具费，从而降低工件制造成本。

在大批量生产中，应尽量采用高效率、长寿命的级进冲模及硬质合金冲模。硬质合金冲模的刃磨寿命和总寿命比钢模具大得多。总寿命为钢模具的 20~40 倍，而模具制造费用仅为钢模具的 2~4 倍。

而对于中批量生产，首先应尽量使冲模标准化，大力发展冲模标准件的品种，推广冲模典型结构，最大限度地缩短冲模设计与制造周期。

## 5. 模具装配图设计

图纸幅面尺寸按国家标准的有关规定选用，并按规定画出图框，最小图幅为 A4。

### 1) 总图

模具视图主要用来表达模具的主要结构形状、工作原理及零件的装配关系。视图的数量一般为主视图和俯视图两个，必要时可以加绘辅助视图；视图的表达方法以剖视为主，以表达清楚模具的内部组成和装配关系。主视图应画模具闭合时的工作状态，而不能将上模与下模分开来画。主视图的布置一般情况下应与模具的工作状态一致。

图面右下角是标题栏。标题栏上方绘出明细表。图面右上角画出用该套模具生产出来的制件形状尺寸图，其下面画出制件排样图。

#### (1) 标题栏。

装配图的标题栏和明细表的格式按有关标准绘制。目前无统一规定，可采用图 1-1 所示的格式。

#### (2) 明细表。

明细表中的件号自下往上编，从 1 开始为下模板，接着按冲压标准件、非标准件的顺序编写序号，同类零件应排在一起。在备注栏中，标出材料热处理要求及其他要求。标题栏与明细表格式尺寸均符合国标要求。

序号	零件名称		数量	材料	备注
			比例	重量	第 张
					共 张
制图	姓名	日期	(单位)		
校核	姓名	日期			

(a) 装配图的标题栏

零件名称			比例	数量	材料	(图号)
制图	姓名	日期	(单位)			
校核	姓名	日期				

(b) 零件图的标题栏

图 1-1

### 2) 制件图及排样图

制件图严格按比例画出，其方向应与冲压方向一致，复杂制件图不能按冲压方向画出时

须用箭头注明。

(1) 在制件图右下方注明名称、材料及料厚；若制件图比例与总图比例不一致时，应标出比例。

(2) 排样图的布置应与送料方向一致，否则须用箭头注明；排样图中应标明料宽、搭边值和进距；简单工序可不画排样图。

(3) 制件图或排样图上应注明制件在冲模中的位置（冲模和制件中心线一致时不注）。

### 3) 尺寸标注

主视图上标注如下尺寸。

(1) 注明轮廓尺寸、安装尺寸及配合尺寸。

(2) 注明封闭高度尺寸。

(3) 带导柱的模具最好剖出导柱、固定螺钉、销钉等，同类型零件至少剖出一个。

(4) 带斜楔的模具应标出滑块行程尺寸。

俯视图上应标注的尺寸。

(1) 在图上用双点画线画出条料宽度及用箭头表示出送料方向。

(2) 与本模具有相配的附件时（如打料杆、推件器等），应标出装配位置尺寸。

## 习题与思考题

1.1 什么是冲压模具？根据工艺性质可以分为哪几类？

1.2 试简述冷冲压模具设计步骤？

1.3 选用曲柄压力机时，必须满足什么要求？

1.4 冷冲压模具在设计过程中应注意什么问题？

1.5 冷冲压模具制造成本降低材料费的方法有哪些？