



职业教育 **改革与创新** 系列教材
ZHIYE JIAOYU GAIGE YU CHUANGXIN XILIE JIAOCAI

冷冲模具 设计与制造

LENGCHONG MUJU SHEJI YU ZHIZAO

丛书主编 ○ 吴必尊
主 编 ○ 范乃连



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件

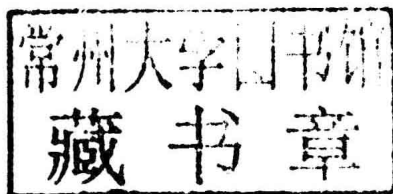
职业教育改革与创新系列教材

冷冲模具设计与制造

丛书主编 吴必尊

本书主编 范乃连

参 编 冯为民 梁健强



机械工业出版社

本书按项目教学法的基本理念和要求进行编写,以五套冷冲模具的设计和制造为载体,展现了冷冲模具的结构设计、零件加工和模具装配的全过程。

本书精选的五个冷冲模具项目分别是设计制造落料模、设计制造冲孔-落料连续模、设计制造弯曲模、设计制造冲孔-落料复合模、设计制造落料-拉深复合模。

在每个项目中,首先在“知识准备”中介绍设计制造该模具所需要的基本知识、技能及有关设计资料,然后提供一种典型的设计制造方案。在教师的指导下,学生可以参考这些方案和资料,亲手把这五套模具设计并制造出来。

通过五套模具的设计制造实践,学生可以将理论与实践紧密结合,重点培养其设计和制作冲裁模、弯曲模和拉深模等的基本技能。

本书适合用作中高职院校模具专业教材,也可作为毕业设计、课程设计、模具实习的教学指导书,还可供自学模具技术者参考。

图书在版编目(CIP)数据

冷冲模具设计与制造/范乃连主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 7
职业教育改革与创新系列教材
ISBN 978-7-111-42492-5

I. ①冷… II. ①范… III. ①冲模—设计—教材②冲模—制模工艺—教材 IV. ①TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 100334 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王佳玮 责任编辑:王佳玮 王海霞

版式设计:霍永明 责任校对:刘志文

封面设计:张 静 责任印制:杨 曦

北京云浩印刷有限责任公司印刷

2013 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·11.25 印张·273 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-42492-5

定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmpl952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前言

当前，我国职业院校的课程改革正如火如荼地进行着，各地政府、教育部门和职业院校正致力于开发各类专业的项目式教程。本书正是在这种形势下，充分考虑到职业教育的特点和当前课程改革的要求，针对一般教材“重知识、轻能力，重理论、轻实践”的弊端，按照“以工作任务为中心选择、组织教学内容，并以完成工作任务为主要学习方式和最终目标”的原则编写而成的。

本书的项目式教程模式不仅要求任课教师掌握当前职业教育课程改革的基本理念，还必须掌握以下教学方法：

1. 教学过程是以学生为中心。因此，教师应由过去的讲授者转变为指导者，让学生在自主探究、操作和讨论等活动中获得知识和技能。教师的职责更多的是为学生的活动提供帮助，激发学生的学习兴趣，指导学生养成良好的学习习惯，为学生创设丰富的教学情境。

2. 教学的最终目标是完成工作任务。通过工作任务的完成，使学生掌握知识和技能并形成正确的态度。因此，教师要注意对工作任务细节的描述，并提醒学生把注意力放在工作任务上，而不仅仅是知识上。

3. 教学过程必须遵循“资讯—计划—决策—实施—检查—评估”这一完整的行动过程，为此，教师必须是这一教学过程的组织者与协调者。在教学过程中，教师必须与学生互动，让学生通过“独立地获取信息、独立地制订计划、独立地实施计划、独立地评估工作”，在实践过程中培养自己的职业能力，从而构建自己的经验和知识体系。

4. 在整个教学过程中，强调将学生作为学习行动的主体，强调要以职业情境中的行动能力为培养目标，强调以基于职业情境的学习情境中的行动过程为学习途径，以师生及生生之间互动的合作行动为学习方式，以学生自我构建的行动过程为学习过程，以专业能力、方法能力、社会能力整合后形成的行动能力为评价学生成绩的主要依据。

本书的教学总学时为 460 学时，其中机动学时为 20 学时。建议约一半时间在教室进行设计和画图，一半时间在实习车间进行零件加工和模具装配。具体学时分配见下表。每个项目或任务的学时，可根据学生的画图能力和操作机床的熟练程度来作增减。

学时分配

项目序号	项目名称	任务序号	学习任务名称	任务学时	项目总学时
1	设计制造落料模	1	设计落料模	40	90 + 4
		2	加工落料模主要零件	40	
		3	装配落料模	10	
			知识拓展	(4)	

(续)

项目序号	项目名称	任务序号	学习任务名称	任务学时	项目总学时
2	设计制造冲孔-落料连续模	1	设计冲孔—落料连续模	45	90 + 4
		2	制造冲孔—落料连续模	45	
			知识拓展	(4)	
3	设计制造弯曲模	1	设计 U 形件弯曲模	40	80 + 4
		2	制造 U 形件弯曲模	40	
			知识拓展	(4)	
4	设计制造冲孔-落料复合模	1	设计倒装冲孔—落料复合模	45	90 + 4
		2	制造倒装冲孔—落料复合模	45	
			知识拓展	(4)	
5	设计制造落料-拉深复合模	1	设计落料—拉深复合模	45	90 + 4
		2	制造落料—拉深复合模	45	
			知识拓展	(4)	
合 计					460

本系列丛书由吴必尊任主编，本书由范乃连任主编，参与编写的还有冯为民和梁健强。

本书的结构融设计、零件加工和装配于一体，打破了传统的知识体系，故编写难度较大。由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请各位读者批评指正。

编 者

目 录

前言

项目一 设计制造落料模	1
任务1 设计落料模	2
任务2 加工落料模主要零件	14
任务3 装配落料模	25
知识拓展 冲孔模简介	30
项目二 设计制造冲孔-落料连续模	33
任务1 设计冲孔-落料连续模	34
任务2 制造冲孔-落料连续模	51
知识拓展 侧刃定位冲孔-落料连续模简介	66
项目三 设计制造弯曲模	69
任务1 设计U形件弯曲模	70
任务2 制造U形件弯曲模	84
知识拓展 V形件弯曲模简介	94
项目四 设计制造冲孔-落料复合模	96
任务1 设计倒装冲孔-落料复合模	97
任务2 制造倒装冲孔-落料复合模	110
知识拓展 正装冲孔-落料复合模简介	122
项目五 设计制造落料-拉深复合模	124
任务1 设计落料-拉深复合模	125
任务2 制造落料-拉深复合模	140
知识拓展 以后各次拉深模简介	149
附录	151
参考文献	172

一、项目引入

冷冲压加工是通过安装在压力机上的模具，对板料施加一定的冲击压力，使板料产生变形或分离，从而获得具有一定形状和尺寸的工件的加工工艺过程。

冷冲压加工可分为两大类：第一类是板料受冲压部位的应力达到其屈服强度而小于其抗拉强度 R_m ，板料仅产生塑性变形而形成具有一定形状的零件，常见的工艺有弯曲和拉深等；第二类是板料受冲压部位的应力达到其抗拉强度 R_m ，板料发生分离，从而获得具有一定平面形状的零件，常见的工艺有冲裁、切断和切边等。

冲裁加工分为落料和冲孔两种类型。它们的相同之处是冲裁时，都是沿着封闭轮廓线冲切分离的；其区别在于，冲孔工序是取封闭曲线以外部分作为有用制件，落料工序则是取封闭曲线以内部分作为有用制件，如图 1-1 所示。

由上所述，冲压零件一般是用冲压模具加工出来的，因此要生产冲压件，必须首先把冲压件之母——冲压模具制造出来。下面来设计制造一套简单的落料冲裁模。

二、项目任务描述

1) 根据落料件的零件图（图 1-1b）构思落料冲裁模，并按国家标准画出模具装配图及主要零件图。

2) 编制主要模具零件的机械加工工艺过程，然后按编制的工艺过程把它们加工出来。

3) 根据设计的模具装配图编制出装配工艺过程，然后对模具零件进行装配，并将其调整成能冲裁出合格制件的模具。

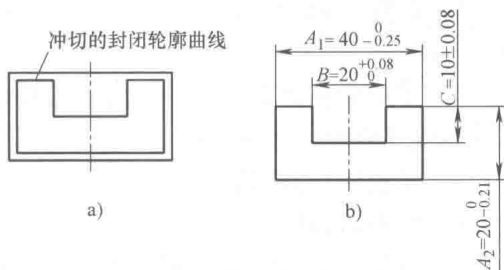
三、项目学习目标

1) 了解根据落料件零件图来构思整套落料模的计算与设计过程，并掌握落料模装配图和模具零件图的标准画法。

2) 掌握落料模的凸模、凹模及其他主要模具零件的加工工艺过程，以及常用的车、刨、铣、磨、钳等零件加工方法。

3) 掌握落料模的装配和调整工艺过程及技巧。

4) 通过独立完成一套模具的设计和小组共同评议设计方案的过程，既培养独立思考与



材料：10 钢

料厚： $t=2$

图 1-1 冲裁的两种工序的制件

a) 冲孔件 b) 落料件

创新精神,又培养以语言和图样进行沟通和交流机械知识的能力。

5) 在教师的指导下,通过在车间制造模具的实践,培养安全生产意识和遵守操作规程的良好习惯,同时提高解决实际生产问题时的团队精神和合作能力。

四、项目分解

本项目可分解为3个学习任务,每个学习任务的名称和学时安排见表1-1。

表 1-1 学习任务名称和学时安排

项目分解	学习任务名称	学时安排
任务1	设计落料模	40
任务2	加工落料模主要零件	40
任务3	装配落料模	10

任务1 设计落料模

一、任务描述

1) 根据图1-1b计算所需总冲压力,根据所需总冲压力选择合适的压力机型号,并确定模具外形尺寸(总长×总宽×总高)及其在压力机上的安装尺寸。

2) 选择条料定位和卸料的合适方式,构思出模具的总体结构。

3) 画出正确的模具总装图和凸模、凹模等主要零件的零件图,计算出凸模和凹模的刃口尺寸,并按标准把它们标注在零件图上。

二、任务学习目标

1) 掌握冲裁力、卸料力、推件力、顶件力的计算方法,以及将它们汇总为所需总冲压力的方法。

2) 了解根据所需的总冲压力来选择合适的压力机型号,然后根据压力机型号确定模柄尺寸和模具外形尺寸的过程。

3) 了解刚性卸料装置、挡料销和导料板对条料进行定位的原理和结构形式。

4) 掌握落料模中凸模和凹模刃口配合的计算方法。

5) 掌握落料模的装配图及零件图的标准画法。

三、知识准备

1. 落料模所需总冲压力的计算和压力机型号的确定

在接到设计制造落料模的任务后,首先要考虑的是应该选用何种型号的压力机进行落料。而选用压力机时,必须根据压力机公称压力 P 稍大于所需总冲压力 F_z 的原则进行选择。所需的总冲压力一般包括冲裁力 F 和由模具结构引起的附加力。

(1) 冲裁力 F 冲裁力是冲裁时使板料完全分离所需的作用力,它的大小取决于材料的

性质、厚度和冲裁件周长,可用下面两式之一来计算

$$F = 1.3Lt\tau_b$$

$$F = LtR_m$$

式中 F ——冲裁力 (N);

t ——板料厚度 (mm);

L ——冲裁件周长 (mm);

τ_b ——材料抗剪强度 (MPa) 见附表 1;

R_m ——材料抗拉强度 (MPa) 见附表 1。

(2) 附加力 计算所需总冲压力时,还需根据模具结构计算以下几种附加力:

1) 卸料力 F_x 。如图 1-2 所示,冲裁完毕后上模上升时,将套在凸模上的冲孔件或条料废料卸下的力称为卸料力。使用弹性卸料装置时需要附加此力,其计算公式为

$$F_x = K_x F$$

式中 F_x ——卸料力 (N);

F ——冲裁力 (N);

K_x ——卸料力系数,见附表 2。

2) 推件力 F_t 。如图 1-2 所示,在凹模内,顺着冲裁的方向将落料件或冲孔废料推出的力称为推件力。当凹模顺着冲裁方向向下排出冲件和废料时需要附加此力,其计算公式为

$$F_t = K_t F n = \frac{K_t F h}{t}$$

式中 F_t ——推件力 (N);

n ——卡在凹模直壁中的冲件数;

h ——凹模直壁厚度 (mm);

t ——冲裁件厚度 (mm);

K_t ——推件力系数,见附表 2。

3) 顶件力 F_d 。如图 1-3 所示,冲裁完毕,上模上升后,通过弹性顶件器将卡在凹模孔内的冲件或废料逆向推出凹模所需的力称为顶件力。当采用弹性顶件器将冲件或废料逆向推出凹模时,需要附加此力,其计算公式为

$$F_d = K_d F$$

式中 F_d ——顶件力 (N);

K_d ——顶件力系数,见附表 2。

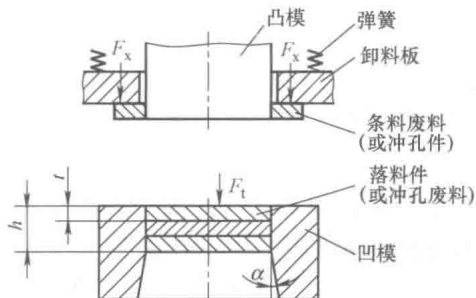


图 1-2 冲裁模弹性卸料和下排料结构简图

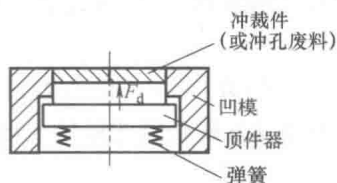


图 1-3 顶件力示意图

最后, 将冲裁力 F 、卸料力 F_x 、推件力 F_t 和顶件力 F_d 进行叠加, 即可得到所需总冲压力 F_z , 即

$$F_z = F + F_x + F_t + F_d$$

其中, 附加力 F_x 、 F_t 和 F_d 要根据模具的结构形式加以取舍, 一般原则是:

- 1) 当模具结构为弹性卸料时, 需要附加卸料力 F_x ; 采用刚性卸料时, $F_x = 0$ 。
- 2) 当冲件或废料是顺着冲裁方向被推向凹模下面排出时, 需要附加推件力 F_t 。
- 3) 当冲件或废料是逆着冲裁方向被弹性顶出, 从凹模上面排出时, 需要附加顶件力 F_d 。

计算出所需的总冲压力后, 可根据压力机公称压力 P 稍大于所需总冲压力的原则查附表 4, 确定压力机型号。

2. 模具外形尺寸 (总长 × 总宽 × 总高) 的确定

(1) 确定模具总外形尺寸的范围 确定所用的压力机型号后, 可查附表 4 得出与安装模具有关的参数, 从而确定模具总外形尺寸的范围。

1) 查附表 4 可得压力机最大闭合高度 $H_{\max}$ 和闭合高度调节量 ΔH , 即可算出最小闭合高度 $H_{\min} = H_{\max} - \Delta H$ 。模具总高 H (mm) 是模具闭合时上模座的上平面与下模座下平面之间的距离, 其范围可按下式确定

$$H_{\min} + 10 \leq H \leq H_{\max} - 5$$

2) 查附表 4 可得压力机工作台尺寸 (左右 × 前后), 考虑到模具周边要留 50 ~ 70 mm 作为其安装在工作台上的空间, 则模具外形尺寸 (总长 × 总宽) 应小于或等于压力机工作台尺寸 (左右 × 前后) - (50 ~ 70) mm。

3) 查附表 4 可得压力机滑块的模柄孔尺寸 (直径 × 孔深), 根据此值再查附表 5 确定模柄结构尺寸, 使模柄直径等于压力机滑块的模柄孔直径, 且使模柄露出上模座面的长度比模柄孔的深度稍小。

(2) 确定模具外形尺寸 上面只是根据模具安装在压力机上的要求, 得出模具外形尺寸的范围, 其具体值还要根据模具的结构和强度要求来确定。但是, 通过力学公式计算强度要求是很复杂的, 故生产中很少使用。下面介绍用经验公式确定模具外形尺寸的具体方法。

1) 计算凹模厚度, 其经验公式为

$$H_d = Kb$$

式中 H_d ——凹模厚度 (mm), 通常要求 $H_d \geq 15$ mm;

b ——冲裁件最大外形尺寸 (mm);

K ——凹模厚度系数, 见附表 6。

2) 确定凹模型孔壁厚 C , 其经验公式为

$$C = (1.5 \sim 2) H_d$$

如果冲裁件的长度为 b , 则凹模外形长 $L = b + 2C$; 如果冲裁件的宽度为 a , 则凹模外形宽 $B = a + 2C$ 。

将计算出来的 H 、 L 、 B 取整数, 如模具采用导柱模架, 还应参考附表 9 取相应 $L \times B$ 的值, 因为模具的 $L \times B$ 是以凹模的 $L \times B$ 为基础的, 则凹模的 $L \times B$ 确定了, 模具的 $L \times B$ 也就确定了。

3) 确定模具高度 H 。模具高度由上模座、下模座、垫板、凹模厚度和凸模长度等叠加

而成。

① 上、下模座不仅要安装冲模的全部零件，而且要承受和传递冲压力，所以模座要有足够强的度和刚度，常用铸铁 HT200、45 钢和 Q235 钢制成，模座厚度 H_0 取凹模厚度 H_d 的 1.5 ~ 2 倍，模架的模座厚度按标准选取。

② 垫板的作用是直接承受和扩散凸模传递来的压力，保护模座免受凸模端面的小面积压力而不被压陷。当冲压力较大，且凸模支承端的面积较小时，必须在凸模和模座之间设置垫板。垫板厚度 h 一般取 4 ~ 12mm，材料选用 45 钢，热处理硬度为 43 ~ 48HRC。

③ 凸模长度 H_p 不能太长，以免产生失稳弯曲。凸模的常用材料为 T10A、CrWMn、9SiCr 和 Cr12，热处理硬度达 58 ~ 62HRC。

④ 凸模固定板的作用是将凸模固定在模座上。凸模与凸模固定板孔采用过渡配合 (H7/m6)，凸模固定板的厚度等于凹模厚度的 60% ~ 80%，材料为 45 钢。

按上面的规定确定各板厚度和零件长度后，就可以计算出模具总高

$$H = \text{上模座 } H_{01} + \text{垫板厚度 } h + \text{凸模长度 } h_p + \text{凹模厚度 } H_d + \text{下模座厚度 } H_{02}$$

4) 校核模具总长 × 总高是否在安装要求的外形尺寸范围内。将确定的模具外形尺寸 ($L \times B \times H$) 与上面求出的模具外形尺寸范围进行对比，如不在范围内，则须调整外形尺寸或选用较大型号的压力机，直到达到要求范围为止。

3. 冲裁模中凸模和凹模刃口配合的加工工艺

冲裁模的关键零件是凹模和凸模，因为冲裁件是由它们的刃口冲切出来的，凸模和凹模的刃口尺寸决定了冲裁件的尺寸，而凸模和凹模配合间隙的大小将直接影响冲裁件的断面质量、尺寸精度、冲裁力的大小和模具的寿命等。因此，为了能冲出合格的工件，除了凸模和凹模的刃口尺寸要准确外，其间隙也必须保持在一个合理的范围内，见附表 3。在制造用来冲裁形状较为复杂的冲裁件的模具时，为了保证能达到较小的间隙，常采用配合加工凸模和凹模的方法。观察图 1-2 可以看到，落料件的外形和冲孔件内孔形成尺寸的情况不同，所以两种模具的凸模和凹模的配合加工过程也不尽相同：

(1) 冲孔件 冲孔件是凸模冲切板料而形成孔的尺寸，即凸模的大小决定了冲孔件的尺寸，故在配合加工时，应先计算确定凸模刃口的尺寸，并把凸模加工出来，然后以它为准配合加工出凹模，以保证它们的配合间隙。

冲孔时，凸模和凹模刃口尺寸的计算过程将在本项目的知识拓展中加以介绍。

(2) 落料件 从图 1-2 可以看出，冲裁后落料件将落入凹模刃口中，故凹模孔刃口的大小决定了落料件的尺寸。制造落料模具时，一般应先计算确定凹模的刃口尺寸，并把它制造出来，然后以它为准配合加工凸模，并保证凸模和凹模的合理配合间隙。

4. 落料模中凸模和凹模刃口尺寸的计算

下面介绍生产如图 1-1b 所示落料件的落料模刃口尺寸的计算过程。以下所有计算公式仅适用于按工艺尺寸标注的尺寸的运算，所以在计算过程中，应注意按工艺尺寸（入体方向）进行标注。

(1) 计算确定凹模刃口尺寸 图 1-4 所示是凹模刃口磨损前后的尺寸变化图，应根据凹模刃口磨损后尺寸变化

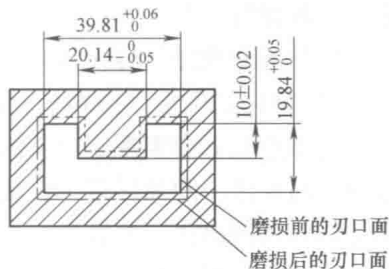


图 1-4 落料凹模刃口磨损前后的尺寸变化图

的三种情况分别计算凹模的刃口尺寸:

1) 当凹模刃口磨损后尺寸变大时, 其相应冲裁件的尺寸应为轴类尺寸的标注形式, 即 $A_{-0.0}$ 。在图 1-1b 中, 属于此类的是 $A_1 = 40_{-0.25}^0 \text{ mm}$ 和 $A_2 = 20_{-0.21}^0 \text{ mm}$, 与其相应的凹模刃口尺寸的计算方法如下

$$A_{1m} = (A - 0.75\Delta)_{+0.25\Delta}^{+0.25\Delta} = (40 - 0.75 \times 0.25)_{+0.25 \times 0.25}^{+0.25 \times 0.25} \text{ mm} \approx 39.81_{+0.06}^{+0.06} \text{ mm}$$

$$A_{2m} = (A - 0.75\Delta)_{+0.25\Delta}^{+0.25\Delta} = (20 - 0.75 \times 0.21)_{+0.25 \times 0.21}^{+0.25 \times 0.21} \text{ mm} \approx 19.84_{+0.05}^{+0.05} \text{ mm}$$

式中 A ——冲裁件公称尺寸 (mm);

Δ ——冲裁件的尺寸公差 (mm);

A_{im} ——凹模刃口公称尺寸 (mm)。

凸模和凹模刃口制造公差 δ 可查模具手册而得, 也可以取制件公差 Δ 的 $1/4$ 。本书中凹模和凸模的刃口公差就是按后一种方法取得的, 即 $\delta = 0.25\Delta$ 。

2) 当凹模刃口磨损后尺寸变小时, 其相应冲裁件的尺寸应是孔类尺寸的标注形式, 即 B_{+0}^{Δ} , B 为冲裁件的公称尺寸 (mm)。在图 1-1 中, 属于此类尺寸的是 $B = 20_{+0.18}^0 \text{ mm}$, 其凹模刃口尺寸的计算公式为

$$B_m = (B + 0.75\Delta)_{-0.25\Delta}^0 = (20 + 0.75 \times 0.18)_{-0.25 \times 0.18}^0 \text{ mm} \approx 20.14_{-0.05}^0 \text{ mm}$$

3) 当凹模刃口磨损后尺寸不变时, 其相应冲裁件的尺寸应是孔距类尺寸的标注形式, 即

$$C \pm \Delta'$$

式中 C ——冲裁件公称尺寸 (mm);

Δ' ——冲裁件尺寸公差的 $1/2$ 。

图 1-1b 中属于此类尺寸的是 $C = (10 \pm 0.08) \text{ mm}$, 其相应的凹模刃口尺寸应为

$$C_m = C \pm 0.25\Delta' = 10 \pm 0.25 \times 0.08 \text{ mm} = (10 \pm 0.02) \text{ mm}$$

最后, 应把上述计算所得的三类凹模刃口尺寸和偏差标注在凹模零件图上, 如图 1-4 所示。

(2) 凸模刃口尺寸 凸模的刃口尺寸不用具体算出, 只需标注与凹模刃口相应的公称尺寸, 不用标注偏差, 但必须在技术条件处写明: 凸模刃口尺寸按凹模刃口实际尺寸配作, 并保证它们的双面配合间隙 $Z_{\min} = 0.246 \text{ mm}$ 。此处的配合间隙 $Z_{\min}$ 是合理间隙的最小值, 可查附表 3 得到。

5. 条料定位装置和卸料装置的结构

落料模有两个重要装置, 一个是落料前对条料进行定位的定位装置, 另一个是落料后用来卸料的卸料 (件) 装置。

(1) 定位装置 条料在冲模上的定位分为纵向 (送料方向) 定位和横向定位。

1) 纵向定位常用挡料销, 图 1-5a 所示。冲裁前挡料销的圆柱面抵住条料前的搭边余料, 使条料在纵向实现定位。冲裁一个制件后, 为了向前送料, 必须将条料抬高到挡料销上端的空间推进一距离后落下, 使条料刚冲出的空位套在挡料销上, 然后推条料余料抵住挡料销定位, 再冲出第二个制件。所以, 挡料销与卸料板下底面之间应有 ΔH 的活动空间, 一般要求 $\Delta H = t$ (料厚) + (5~6) mm。

挡料销的结构尺寸可查附表 7 得到, 其材料为 45 钢, 热处理硬度为 42~46HRC。

2) 横向定位常用两导料板, 如图 1-5a 所示。条料靠两导料板的内侧面导向送进, 为使条

料能在两导料板间顺利通过,导料板两内侧面的距离应稍大于条料宽度 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 。导料板常用 45 钢制造,调质后硬度为 $28 \sim 32\text{HRC}$ 。

3) 两导料板内侧面距离 B 的计算。先计算条料宽度 B' , 如图 1-5b 所示, 其公式为

$$B' = b + 2a$$

式中 b ——冲裁件的长度 (mm);
 a ——条料沿边搭边余量 (mm), 见附表 8。

然后以 B' 为公称尺寸, 以 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 为上极限偏差标注两导料板内侧面的距离 B 。

4) 挡料销中心与落料凹模中心距离 C 的计算。如图 1-5 所示

$$C = A + a_1 + \frac{D}{2}$$

式中 A ——冲裁件在送料方向的长度 (mm);
 a_1 ——工件间的搭边余量 (mm), 见附表 8;
 D ——挡料销的直径 (mm)。

(2) 卸料装置 冲裁后, 将条料 (或冲孔件) 从凸模上卸下和将冲裁件 (或冲孔废料) 从凹模孔内推出的装置称为卸料装置。

将紧箍在凸模上的条料卸下的装置有两种: 一种是安装在上模的弹性卸料装置, 如图 1-2 所示, 它对冲裁件有弹性压平作用, 但其卸料力不大且不可靠, 故常用于冲裁薄且平面度要求高的工件; 另一种是安装在下模的刚性卸料装置, 如图 1-5a 所示, 其卸料力大且可靠, 但冲裁出的工件的平面度误差较大, 常用于冲裁厚且硬、平面度要求较低的冲裁件。卸料板的孔与凸模之间的单边间隙取 $(0.1 \sim 0.5)t$ (t 为料厚)。

将冲裁件从凹模孔内推出的装置也有两种: 一种是借助冲压力将冲裁件从凹模底孔内推出的卸料装置, 如图 1-2 所示, 凹模孔上段为高 $h = (2 \sim 5)t$ 的直壁刃口, 下端为扩大 3mm 的孔或圆锥半角 $\alpha/2$ ($\alpha = 2^\circ \sim 5^\circ$) 的锥孔; 另一种是安装在下模的弹性顶件器, 如图 1-3 所示, 当上模上升时, 弹性顶件器将冲裁件顶出凹模面。

四、计划与实施

- 1) 全班分为若干设计模具小组, 每小组约 $3 \sim 5$ 人。
- 2) 教师布置完制件如图 1-1b 所示落料件的模具设计任务后, 以小组为单位, 分别对该

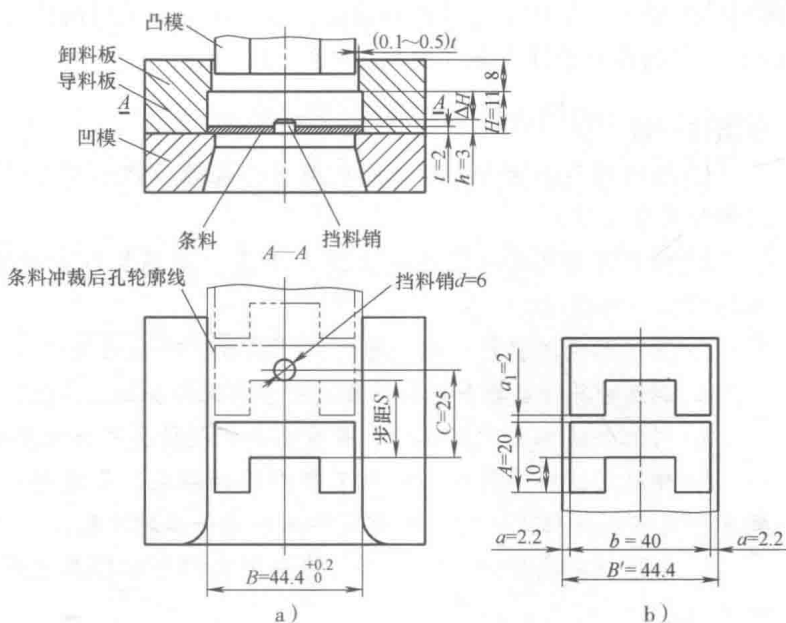


图 1-5 固定挡料销, 导料板, 刚性卸料板结构图和排样图

a) 结构图 b) 排样图

落料件的精度、结构进行讨论和分析,然后讨论应采用何种结构的模具来冲裁该制件,最后确定小组的模具设计方案和模具总体结构。

小组议一议

1. 根据哪些因素确定冲裁模所用压力机的吨位和型号?如何得知模具的外形尺寸的范围和安装尺寸?
2. 模具外形尺寸(长度×宽度×高度)是根据什么确定的?得出模具外形尺寸后,如何对其进行校核?
3. 直接影响冲裁件断面质量、尺寸精度、冲裁力大小和模具寿命的因素是什么?
4. 制造冲孔冲裁模和落料冲裁模时,用配合法加工凸模和凹模时有什么不同?为什么?
5. 用配合法加工冲裁模时,是否需要完整计算并标注凸模和凹模的公称尺寸和偏差?
6. 冲裁后,将条料从凸模卸下有哪两种形式?各适用于什么场合?将冲裁件推出凹模孔外有哪两种形式?对于平面度要求高且料薄的冲裁件,应采用哪种推出方式?
7. 如果模具高度 $H > H_{\max} - 5$,应先削减哪个零件厚度或高度(提示:不能首先削减凹模厚度)?

3) 各组可参照下面提供的设计方案进行设计和计算,确定该模具中各主要零件的结构和尺寸,然后画出模具的总体结构草图。

4) 各组派代表介绍本组的设计方案,展示其所设计的模具总体结构草图,同时评议其他小组的设计方案。最后在教师的指导下,评选出最佳的模具设计方案(允许各组的设计方案有所不同)。

5) 每人参考最佳设计方案和下面提供的设计方案写出设计说明书,并画出标准的模具装配图和各主要零件的零件图,作为个人成绩的评定依据之一。

下面是用来冲裁如图 1-1b 所示工件的模具的一种设计方案,仅供参考。

1. 计算所需的总冲压力和选择压力机型号

1) 查附表 1,取 $R_m = 400\text{MPa}$,则冲裁力 $F = LR_m t = (20 \times 2 + 40 \times 2 + 10 \times 2) \times 400 \times 2\text{N} = 112\,000\text{N} = 112\text{kN}$ 。

2) 若采用如图 1-5 所示的刚性卸料和下出件结构,则附加力仅有推件力 F_t 。初设计凹模直壁高 $h = 6\text{mm}$,查附表 2 得 $K_t = 0.055$,则推件力 $F_t = K_t F h / t = 0.055 \times 112\text{kN} \times 6 / 2 \approx 18.5\text{kN}$ 。

3) 所需总冲压力 $F_z = F + F_t = (112 + 18.5)\text{kN} = 130.5\text{kN}$ 。

4) 根据所需总冲压力 F_z 小于或等于压力机公称压力 p 的原则,查附表 4,选定公称压力 $p = 160\text{kN}$ 的压力机。

2. 确定模具外形尺寸范围

根据选定的 $p = 160\text{kN}$ 的压力机,查附表 4,确定模具外形尺寸范围及装模尺寸。构思模具总体结构如下:

1) 查得压力机最大闭合高度 $H_{\max} = 220\text{mm}$,闭合高度调节量 $\Delta H = 60\text{mm}$,所以压力机最小闭合高度 $H_{\min} = (220 - 60)\text{mm} = 160\text{mm}$ 。根据 $H_{\min} + 10 \leq H \leq H_{\max} - 5$ 确定模具高度 H 的范围,即

(2) 确定落料模其他各板的外形尺寸及材料 模座厚度 = 凹模厚度 $H_d \times (1.5 \sim 2) = 17\text{mm} \times 2 = 34\text{mm}$, 取模座厚度为 35mm 。上模座、垫板和凸模固定板的外形尺寸 (长度 $\times$ 宽度) 取与凹模外形相同的尺寸; 考虑到下模座要留有安装空间, 故其长度比凹模长一些, 取 260mm , 其宽度与凹模相同。各板的外形尺寸和材料见表 1-2。

表 1-2 落料模各板的外形尺寸和材料

板的名称	长度 $\times$ 宽度 $\times$ 高度	材 料
上模座	$110\text{mm} \times 90\text{mm} \times 35\text{mm}$	HT200 或 Q235
垫板	$110\text{mm} \times 90\text{mm} \times 8\text{mm}$	45 钢
凸模固定板	$110\text{mm} \times 90\text{mm} \times 15\text{mm}$	45 钢
下模座	$260\text{mm} \times 90\text{mm} \times 35\text{mm}$	HT200 或 Q235

(3) 确定凸模高度及校核模具外形尺寸

1) 计算确定凸模高度 h_p 。模具高度 H 的范围为: $170\text{mm} \leq H \leq 215\text{mm}$, 在此范围内, 选取模具高度 $H = 175\text{mm}$, 由图 1-6 得, 凸模高度

$$h_p = H - (\text{上模座厚度 } H_{01} + \text{垫板厚度 } h + \text{凹模厚度 } H_d + \text{下模座厚度 } H_{02})$$

$$= 175\text{mm} - (35 + 8 + 17 + 35)\text{mm} = 80\text{mm}$$

2) 校核模具外形尺寸。模具的长度 $\times$ 宽度 $\times$ 高度 $= 260\text{mm} \times 90\text{mm} \times 175\text{mm}$, 根据安装要求, 其外形尺寸范围是长度 $\times$ 宽度 $\leq 390\text{mm} \times 240\text{mm}$ 和 $170\text{mm} \leq H \leq 215\text{mm}$ 。两者对比达到要求。

4. 设计卸料装置和定位装置

(1) 确定卸料方式和定位方式 因落料件较厚, 为保证有足够的卸料力, 故采用刚性卸料方式。条料定位方式为侧面采用导料板 (与卸料板制成一体), 纵向采用固定挡料销定位, 如图 1-5 所示。

(2) 计算确定导料板和卸料板的有关尺寸

1) 查附表 7, 选取挡料销 A6, 即直径 $d = 6\text{mm}$, 挡料销高出凹模面 $h = 3\text{mm}$ 。为保证每次冲裁后能顺利地在挡料销上端空间送进条料, 要求卸料板下底面与挡料销上端之间的活动距离 $\Delta H = t + (5 \sim 6)\text{mm}$, 所以导料板高 $H = \Delta H + h = t + 6\text{mm} + h = (2 + 6 + 3)\text{mm} = 11\text{mm}$ 。取卸料板厚度为 8mm , 卸料板和导料板的总高度 $= (8 + 11)\text{mm} = 19\text{mm}$, 所以卸料板的长度 $\times$ 宽度 $\times$ 高度 $= 110\text{mm} \times 90\text{mm} \times 19\text{mm}$, 材料为 45 钢。

2) 查附表 8, 得工件间的搭边量 $a_1 = 2\text{mm}$, 沿边搭边量 $a = 2.2\text{mm}$, 工件长度 $b = 40\text{mm}$, 如图 1-5b 所示, 则条料宽 $B' = b + 2a = 40\text{mm} + 2 \times 2.2\text{mm} = 44.4\text{mm}$, 确定两导料板距离 $B = 44.4^{+0.2}_0\text{mm}$ 。

3) 如图 1-5 所示, 挡料销直径 $d = 6\text{mm}$, 落料件在送料方向的长度 $A = 20\text{mm}$, 工件间的搭边量 $a_1 = 2\text{mm}$, 则挡料销中心到凹模中心的距离 $C = A + a_1 + d/2 = (20 + 2 + 6/2)\text{mm} = 25\text{mm}$ 。

把以上计算确定的零件尺寸标注在如图 1-6 所示的结构草图上。

5. 画出模具装配图

根据落料模结构草图 (图 1-6) 画出如图 1-7 所示的标准落料模图, 在图中标注模具外形尺寸、零件间的配合状况 (配合间隙或配合标准) 及模具在压力机上的有关安装尺寸 (模柄直径 $\times$ 高度和下模座安装槽尺寸)。在图 1-7 右上角画出落料件工件图及排样图。

