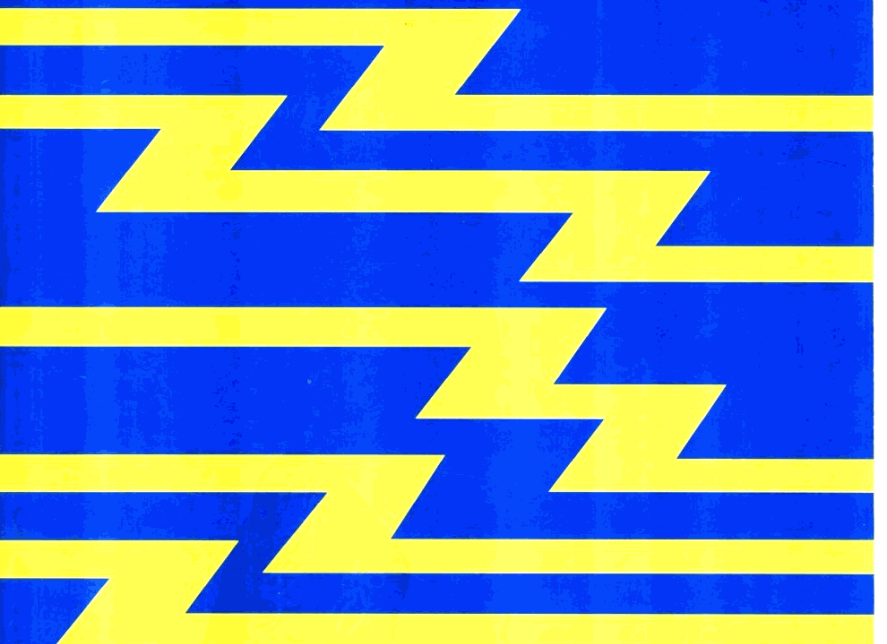


中等专业学校辅助教材

冷冲模设计指导

成都市工业学校 史铁梁 主编



机械工业出版社

742
L

中等专业学校辅助教材

冷冲模设计指导

主编 史铁梁
协编 张国俭
虞学军
李转九
主审 刘福库

机械工业出版社

本教材精选了设计中中等复杂程度冷冲模所必需的各种设计资料和部分冷冲模国家标准,并以两个设计实例具体讲解了冷冲模设计的方法、步骤以及各种资料和标准的使用方法。学生凭借此书再配以普通中等专业教育机电类规划教材《冷冲模设计(第2版)》(重庆机器制造学校赵孟栋主编。北京:机械工业出版社,1997年),即可完成冷冲模课程设计和毕业设计。

本书为中等专业学校模具专业辅助教材。由于收集了较丰富的设计资料及最新国家标准,故亦可供从事冲压工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

冷冲模设计指导/史铁梁主编.-北京:机械工业出版社,
1999.12 重印

中等专业学校辅助教材
ISBN 7-111-05361-3

I. 冷… I. 史… III. 冲模-设计-专业学校-教材 IV.
TG385.2

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第69261号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:钱飒飒 版式设计:霍永明 责任校对:陈立耘

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年5月第1版第4次印刷

787mm×1092mm^{1/16}·10.25印张·248千字

14 001—17 000册

定价:15.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

前 言

进入 80 年代后,许多中专校相继设立了“模具专业”或开设了“冷冲模设计”课程。在教学实践中,许多教师深感需要一本简明扼要的设计手册帮助学生完成冷冲模设计实践教学环节。为此目的,编者曾于 1990 年编写了一本“简明冷冲模设计资料”讲义,主要与重庆机器制造学校赵孟栋老师主编的中专教材《冷冲模设计》配套使用。几年时间内,此资料曾先后印刷数千册,在部分中专校中使用,反映良好。1995 年 7 月在重庆召开的普通中等专业教育规划教材《冷冲模设计(第 2 版)》(重庆机器制造学校赵孟栋主编)的审稿会上,确定将此讲义重新编写,作为主教材的辅助教材,由机械工业出版社正式出版,并定为现在的书名。

本次重编本着“实用精练,便于教学”的原则,适当增减部分内容,使本教材更为实用。本教材主要精选了设计常见冷冲模所必需的一般设计资料和冷冲模标准,以两个生产实例,完全按生产实际中设计冲模具的方法、步骤,较为详细地叙述了设计方法和公式、标准、表格等资料的使用方法。学生参照本实例及本教材提供的各种设计资料,再配以《冷冲模设计(第 2 版)》教材,基本上能独立完成冷冲模设计任务。为方便教学,书后还附录了部分设计题目。

本书第一、二章由武汉市机械工业学校张国俭编写,第三章由重庆机器制造学校虞学军编写,第四章由自贡市工业学校李传九编写,附录由成都市工业学校史铁梁编写。全书由史铁梁主编并统稿,由沈阳市机电工业学校刘福库王审。在本书定稿时曾请江西省机械工业学校苏思龄,湖南省机械工业学校周理,湖北省第二机械工业学校李翠桂,西安仪表工业学校刘长伟,北京仪器仪表工业学校张英,武汉市机械工业学校张珍明等认真审阅,并提出宝贵意见,在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中尽管注意了教材的思想性、科学性、启发性、适用性、先进性的“五性”要求,尽可能贴近生产实际,实例设计尽可能规范,收集的资料尽可能适用,但由于编审水平有限,书中欠妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

1996 年 7 月

目 录

前言	
第一章 冷冲模设计的目的与要求	1
一、冷冲模设计的目的	1
二、冷冲模设计的内容	1
三、冷冲模设计的要求	1
四、冷冲模设计的步骤与方法	3
五、时间安排	5
第二章 设计实例	6
一、实例一	6
二、实例二	22
第三章 一般设计资料	31
一、冲压常用金属材料的规格和性能	31
二、冷冲模类型的选用	38
三、冷冲模的常用材料	39
四、冲压常用公差、配合及表面粗糙度	41
五、冲压件未注公差尺寸的极限偏差	47
六、橡皮和弹簧的选用	49
七、冷冲模常用螺钉与销钉	56
八、冷冲模上有关螺钉孔的尺寸	58
九、弯曲件展开尺寸计算	59
十、复杂旋转体毛坯尺寸计算	67
第四章 部分冷冲模标准	74
一、冷冲模典型组合	76
二、冷冲模典型组合技术条件	87
三、冷冲模标准模架	88
四、冷冲模模架技术条件	98
五、冷冲模模架零件标准	99
六、冷冲模模架零件技术条件	119
七、部分冷冲模零件标准	120
八、冷冲模零件技术条件	149
九、冷冲模技术条件	151
附录 课程设设计题目	154
参考文献	159

第一章 冷冲模设计的目的与要求

一、冷冲模设计的目的

冷冲模设计包括课程设计和毕业设计,是在冷冲模设计理论教学之后进行的实践性教学环节。其目的在于巩固所学知识,熟悉有关资料,树立正确的设计思想,掌握设计方法,培养学生的实际工作能力。通过冲模结构设计,使学生在冲压工艺性分析、冲压工艺方案论证、冲压工艺计算、冲模零件结构设计、编写技术文件和查阅技术文献等方面受到一次综合训练。

二、冷冲模设计的内容

1. 设计课题

课程设计:一般为单工序模或较为简单的级进模和冲孔落料复合模。

毕业设计:一般为4~6个基本工序、有一定复杂程度制件的冲压工艺及模具设计。

2. 设计内容

设计内容包括冲压工艺性分析,工艺方案制定,排样图设计,总的冲压力计算及压力中心计算,刃口尺寸计算,弹簧、橡皮的计算和选用,凸模、凹模或凸凹模结构设计以及其它冲模零件的结构设计,绘制模具装配图和工作零件图,编写设计说明书,填写冲压工艺卡和工作零件机械加工工艺过程卡。

3. 设计工作量

学生应完成的设计工作量应根据时间长短和学生实际情况确定,下表仅供参考。

设计内容	课程设计	毕业设计
冲压工艺卡	1份	1份
冲模装配图	1张	2~4张
工作零件图	2~3张	所有非标准零件
工作零件机械加工工艺过程卡	1张	每副模具的凸模、凹模、凸凹模
设计说明书	1份 (约15页)	1份 (约40页)

三、冷冲模设计的要求

1. 冷冲模装配图

冷冲模装配图用以表明冲模结构、工作原理、组成冲模的全部零件及其相互位置和装配关系。

一般情况下,冷冲模装配图用主视图和俯视图表示,若还不能表达清楚时,再增加其它视图。一般按1:1的比例绘制。冷冲模装配图上要标明必要的尺寸和技术要求。

(1) 主视图 主视图放在图样的上面偏左,按冲模正对操作者方向绘制,采取剖面画法,

一般按模具闭合状态绘制，在上、下模间有一完成的冲压件，断面涂红或涂黑。

主视图是模具装配图的主体部分，应尽量在主视图上将结构表达清楚，力求将凸、凹模形状画完整。

剖视图的画法一般按机械制图国家标准规定执行，但也有一些行业习惯和特殊画法：如在冲模图样中，为了减少局部视图，在不影响剖视图表达剖面迹线通过部分结构的情况下，可将剖面迹线以外部分旋转或平移到剖视图上；又如螺钉和销钉可各画一半。

(2) 俯视图 俯视图通常布置在图样的下面偏左，与主视图相对应。通过俯视图可以了解冲模零件的平面布置、排样方法，以及凹模的轮廓形状等。习惯上将上模部分拿去，只反映模具的下模俯视图可见部分；或将上模的左半部分去掉，只画下模，而右半部分保留上模画俯视图。

俯视图上，制件图和排样图的轮廓用双点划线表示。

图上应标注必要的尺寸，如模具闭合尺寸（主视图为开式则写入技术要求中）、模架外形尺寸、模柄直径等，不标注配合尺寸、形位公差。

(3) 制件图和排样图 制件图和排样图通常画在图样的右上角，要注明制件的材料、规格以及制件的尺寸、公差等。若图面位置不够可另立一页。

对于多工序成形的制件，除绘出本工序的制件图外，还应绘出上道工序的半成品图，画在本工序制件图的左边。此外，对于有落料工序的模具装配图，还应绘出排样图。排样图布置在制件图的下方，并标明条料宽度及公差、步距和搭边值。

制件图和排样图应按比例绘出，一般与模具图的比例一致，特殊情况可放大或缩小。它们的方位应与冲压方向一致，若不一致，必须用箭头指明冲压方向。

(4) 标题栏和零件明细表 标题栏和零件明细表布置在图样右下角，并按机械制图国家标准填写。零件明细表应包括件号、名称、数量、材料、热处理、标准零件代号及规格、备注等内容。模具图中的所有零件都应详细填写在明细表中。

(5) 技术要求 装配图的技术要求布置在图纸下部适当位置。其内容包括：①凸、凹模间隙；②模具闭合高度（主视图为非工作状态时）；③该模具的特殊要求；④其它，按本行业国标或厂标执行。

2. 冲模零件图

冲模的零件主要包括工作零件（如凸模、凹模、凸凹模等）、支承零件（如固定板、卸料板、定位板等）、标准件（如螺钉、销钉等）及模架、弹簧等。

课程设计要绘制工作零件图。毕业设计要绘制除模架和紧固件等以外的所有零件图，对某些因模具特殊结构需要而需再加工的标准件也需绘制图样。

零件图的绘制和标注应符合机械制图国家标准的规定，要注明全部尺寸、公差配合、形位公差、表面粗糙度、材料、热处理要求及其它技术要求。冲模零件在图样上的方向应尽量按该零件在装配图中的方位画出，不要随意旋转或颠倒，以防画错，影响装配。

对凸模、凹模配制加工，其配制尺寸可不标公差，仅在该标称尺寸右上角注上符号“*”，并在技术条件中说明：注“*”尺寸按凸模（或凹模）配制，保证间隙若干即可。

3. 冲压工艺卡和工作零件机械加工艺过程卡

(1) 冲压工艺卡 它以工序为单位，说明整个冲压加工工艺过程的工艺文件。它包括：①制件的材料、规格、质量；②制件简图或工序简图；③制件的主要尺寸；④各工序所需的设

备和工装（模具）；⑤检验及工具、时间定额等。

(2) 工作零件机械加工工艺过程卡 工作零件机械加工工艺过程卡指凸模、凹模或凸凹模的机械加工工艺过程，包括该零件的整个工艺路线，经过的车间，各工序名称、工序内容，以及使用的设备和工艺装备。若采用成形磨床，应绘出成形磨削工序图。若采用数控线切割加工，应编制数控程序。

4. 设计说明书

设计者除了用工艺文件和图样表达自己的设计结果外，还必须编写设计说明书，用以阐明自己的设计观点、方案的优劣、依据和过程。其主要内容有：

- (1) 目录；
- (2) 设计任务书及产品图；
- (3) 序言；
- (4) 制件的工艺性分析；
- (5) 冲压工艺方案的制定；
- (6) 模具结构形式的论证及确定；
- (7) 排样图设计及材料利用率计算；
- (8) 工序压力计算及压力中心确定；
- (9) 冲压设备的选择及校核；
- (10) 模具零件的选用、设计及必要的计算；
- (11) 模具工作零件刃口尺寸及公差计算；
- (12) 其它需要说明的问题；
- (13) 主要参考文献目录。

说明书中应附冲模结构等必要的简图。所选参数及所用公式应注明出处，并说明式中各符号所代表的意义和单位（一律采用法定计量单位）。

说明书最后（即内容 13）应附有参考文献目录，包括书刊名称、作者、出版社、出版年份。在说明书中引用所列参考资料时，只需在方括号里注明其序号及页数，如：见文献 [7] P221。

四、冷冲模设计的步骤与方法

1. 明确设计任务，收集有关资料

学生拿到设计任务书后，首先明确自己的设计课题要求，并仔细阅读《冷冲模设计指导》教材，了解冲模设计的目的、内容、要求和步骤。然后在教师指导下拟定工作进度计划，查阅有关图册、手册等资料。若有条件，应深入到有关工厂了解所设计零件的用途、结构、性能，在整个产品中的装配关系、技术要求，生产的批量，采用的冲压设备型号和规格，模具制造的设备型号和规格，标准化等情况。

2. 冲压工艺分析及工艺方案的制定

(1) 冲压工艺性分析 在明确了设计任务、收集了有关资料的基础上，分析制件的技术要求、结构工艺性及经济性是否符合冲压工艺要求。若不合适，应提出修改意见，经指导教师同意后修改或更换设计任务书。

(2) 制定工艺方案, 填写冲压工艺卡 首先在工艺分析的基础上, 确定冲压件的总体工艺方案, 然后确定冲压加工工艺方案。它是制定冲压件工艺过程的核心。

在确定冲压加工工艺方案时, 先决定制件所需的基本工序性质、数目、顺序, 再将其排列组合成若干种方案, 最后对各种可能的工艺方案分析比较, 综合其优缺点, 选出一种最佳方案, 将其内容填入冲压工艺卡中(参见第二章表 2-1)。

在进行方案分析比较时, 应考虑制件精度、生产批量、工厂条件、模具加工水平及工人操作水平等诸方面因素, 有时还需进行一些必要的工艺计算。

3. 冲压工艺计算及设计

(1) 排样及材料利用率的计算 就设计冲裁模而言, 排样图设计是进行工艺设计的第一步。每个制件都有自己的特点, 每种工艺方案考虑问题的出发点也不尽相同, 因而同一制件也可能有多种不同的排样方法。在设计排样图时, 必须考虑制件精度、模具结构、材料利用率、生产效率、工人操作习惯等诸因素。

制件外形简单、规则, 可采取直排单排排样, 排样图设计较为简单, 只需查出搭边值即可求出条料宽度, 画出排样图。若制件外形复杂, 或为节约材料、提高生产率而采取斜排、对排、套排等排样方法时, 设计排样图则较困难。当没有条件用计算机辅助排样时, 可用纸板按比例做若干个样板。利用实物排样, 往往可以达到事半功倍的效果。在设计排样图时往往要同时对多种不同排样方案计算材料利用率, 比较各种方案的优缺点, 选择最佳排样方案。

(2) 刃口尺寸的计算 刃口尺寸计算较为简单, 当确定了凸凹模加工方法后而可按相关公式进行计算。一般冲模计算结果精确到小数点后两位, 采用成形磨、线切割等加工方法时, 计算结果精确到小数点后三位。若制件为弯曲件或拉深件, 需先计算展开尺寸, 再计算刃口尺寸。

(3) 冲压力的计算、压力中心的确定、冲压设备的初选 根据排样图和所选模具结构形式, 可以方便地算出所需总压力。

用解析法或图解法求出压力中心, 以便确定模具外形尺寸。

根据算出的总压力, 初选冲压设备的型号和规格, 待模具总图设计好后, 校核该设备的装模尺寸(如闭合高度、工作台面尺寸、漏料孔尺寸等)是否合乎要求, 最终确定压力机型号和规格。

4. 冲模结构设计

(1) 确定凹模尺寸 先计算出凹模厚度, 再根据厚度确定凹模周界尺寸(圆形凹模为直径, 矩形凹模为长和宽)。在确定凹模周界尺寸时, 一定要注意三个问题: 第一, 要考虑凹模上螺孔、销孔的布置; 第二, 压力中心一般与凹模的几何中心重合; 第三, 凹模外形尺寸尽量按国家标准选取。

(2) 选择模架并确定其它冲模零件的主要参数 根据凹模周界尺寸大小, 从《冷冲模国家标准》GB2871—81~GB2874—81(冷冲模典型组合)中即可确定模架规格及主要冲模零件的规格参数, 再查阅冲模标准中有关零部件图表, 就可以画装配图了。

(3) 画冲模装配图 冲模装配图上零件较多、结构复杂, 为准确、迅速地完成画装配图的工作, 必须掌握正确的画法。

一般画装配图均先画主视图, 再画俯视图。画主视图既可以从模柄开始, 从上往下画, 也可以从下模座开始, 从下往上画。但在冲模零件的主要参数已知的情况下, 最好从凸、凹模

结合面开始，同时往上、下两个方向画较为方便，且不易出错。

画装配图前一般应先画冲模结构草图，经指导教师审阅后再画正式图。

(4) 画冲模零件图 装配图画好后，即可画零件图。一般除模架等标准件以外，其它零件均应画零件图。但课程设计由于时间限制，只画凸模和凹模零件图。毕业设计按要求画出除模架和紧固件外的全部零件图。一般选择凹模的右侧和下侧平面（俯视图）为设计的尺寸基准。

(5) 编写技术文件 冷冲模课程设计要求编写的技术文件有：说明书、冲压工艺卡和机械加工工艺过程卡。可按本章有关要求认真编写。

五、时间安排

1. 课程设计

冷冲模课程设计时间一般定为1~1.5周，其进度及时间安排大致如下：

熟悉设计题目，查阅资料，作准备工作	0.5~1天
进行工艺方案分析，确定工艺方案	0.5天
工艺设计和工艺计算	0.5~1天
画装配图草图	0.5~1天
画装配图	1~1.5天
画零件图	0.5天
编写技术文件	1~1.5天
答辩	0.5天
合计	1~1.5周

2. 毕业设计

冷冲模的毕业设计，可根据题目大小及难易程度建议安排2~4周。

第二章 设计实例

为便于指导学生进行设计,并更好地配合理论课教学,特编写此设计实例。本章实例尽量从生产实际出发,按工厂实际设计程序设计,但也考虑到教学特点,在叙述上力求使学生易于理解,便于掌握。

一、实例一

制件如图 2-1 所示,材料为黄铜 H68 (半硬),料厚 1mm,制件尺寸精度为 IT14 级,年产量 20 万件。

1. 工艺分析

该制件形状简单,尺寸较小,厚度适中,一般批量,属普通冲压件,但有几点应注意:

(1) 2- $\phi 3.5$ mm 两孔壁距及与周边距仅 2.25~2.5mm,在设计模具时应加以注意。

(2) 制件头部有 15° 的非对称弯曲,控制回弹是关键。

(3) 制件较小,从安全考虑,要采取适当的取件方式。

(4) 有一定的批量,应重视模具材料和结构的选择,保证一定的模具寿命。

2. 工艺方案的确定

根据制件工艺性分析,其基本工序有落料、冲孔和弯曲三种。按其先后顺序组合,可得如下五种方案:

(1) 落料——弯曲——冲孔,单工序冲压。

(2) 落料——冲孔——弯曲,单工序冲压。

(3) 冲孔——切口——弯曲——落料,单件复合冲压。

(4) 冲孔——切口——弯曲——切断——落料,两件连冲复合。

(5) 冲孔——切口——弯曲——切断,两件连冲级进冲压。

方案 (1)、(2) 属于单工序冲压。由于此制件生产批量较大,尺寸又较小,这两种方案,生产率较低,操作也不安全,故不宜采用。

方案 (3)、(4) 属于复合式冲压。由于制件结构尺寸小,壁厚小,复合模装配较困难,强度也会受影响,寿命不高;又因冲孔在前,落料在后,以凸模插入材料和凹模内进行落料,必然受到材料的切向流动压力,有可能使 $\phi 3.5$ mm 凸模纵向变形,因此采用复合冲压,除解决了操作安全性和生产率等问题外,又有新的难题,因此使用价值不高,也不宜采用。

方案 (5) 属于级进冲压,既解决了方案 (1)、(2) 的问题,又不存在方案 (3)、(4) 的

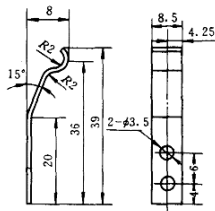


图 2-1 片状弹簧

难点，故此方案最为合适。

3. 模具结构形式的确定

因制件材料较薄，为保证制件平整，采用弹压卸料装置。它还可对冲孔小凸模起导向作用和保护作用。为方便操作和取件，选用双柱可倾压力机，纵向送料。因制件薄而窄，故采用侧刃定位，生产率高，材料消耗也不大。

综上所述，由表 4-2、4-7 选用弹压卸料纵向送料典型组合结构形式，对角导柱滑动导向模架。

4. 工艺设计

(1) 计算毛坯尺寸 相对弯曲半径为

$$R/t = 2/1 = 2 > 0.5$$

式中 R ——弯曲半径 (mm)；

t ——料厚 (mm)。

可见，制件属于圆角半径较大的弯曲件，应先求弯曲变形区中性层曲率半径 ρ (mm)。由文献 [1] 中性层的位置计算公式

$$\rho = R + Xt$$

式中 X ——由实验测定的应变中性层位移系数。

由文献 [1] 表 4-4 应变中性层位移系数 X 值，查出 $X = 0.38$

$$\rho = (2 + 0.38 \times 1) \text{mm} = 2.38 \text{mm}$$

由文献 [1] 圆角半径较大 ($R > 0.5t$) 的弯曲件毛料长度计算公式

$$l_0 = \Sigma l_{\text{直}} + \Sigma l_{\text{弯}}; l_{\text{弯}} = \frac{180^\circ - \alpha}{180^\circ} \pi \rho$$

式中 l_0 ——弯曲件毛料展开长度 (mm)；

$\Sigma l_{\text{直}}$ ——弯曲件各直线段长度总和 (mm)；

$\Sigma l_{\text{弯}}$ ——弯曲件各弯曲部分中性层展开长度之和 (mm)。

由图 2-2 可知

$$\Sigma l_{\text{直}} = \overline{AB} + \overline{BC}; \Sigma l_{\text{弯}} = \widehat{CE} + \widehat{EF}$$

式中 $\overline{AB} = 20 \text{mm}$

$$\overline{BG} = (36 - 20) \text{mm} = 16 \text{mm}$$

$$\overline{OD} = (2 + 1 + 2) \text{mm} = 5 \text{mm}$$

$$\overline{CD} = (2 + 1) \text{mm} = 3 \text{mm}$$

$$\overline{OC} = \sqrt{5^2 - 3^2} \text{mm} = 4 \text{mm}$$

$$\overline{BO} = \frac{16}{\cos 15^\circ} \text{mm} = 16.56 \text{mm}$$

$$\overline{BC} = \overline{BO} - \overline{OC} = (16.56 - 4) \text{mm} = 12.56 \text{mm}$$

$$\beta = \arccos \frac{4}{5} = 36.87^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ - 36.87^\circ = 53.13^\circ$$

则

$$\Sigma l_{\text{直}} = (20 + 12.56) \text{mm} = 32.56 \text{mm}$$

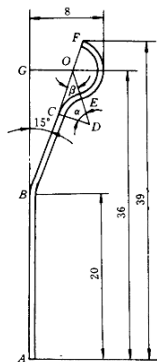


图 2-2 几何关系图

$$\Sigma l_{\gamma} = \pi \rho \left\{ \frac{53.13^{\circ}}{180^{\circ}} + \frac{180^{\circ} - 36.87^{\circ}}{180^{\circ}} \right\} = 8.14 \text{ mm}$$

$$L_0 = (32.56 + 8.14) \text{ mm} \approx 41 \text{ mm}$$

(2) 画排样图 因 $2\text{-}\phi 3.5 \text{ mm}$ 的孔壁距较小, 考虑到凹模强度, 将两小孔分两步冲出, 冲孔与切口工步之间留一空位工步, 故该制件需六个工步完成。

由文献 [1] 表 2-9 切断工序中工艺废料带的标准值、表 2-10 切口工序中工艺废料的标准值、表 2-13 条料宽度公差 Δ 、表 2-14 侧刃裁切的条料的切口宽 F , 得

$F = 1.5 \text{ mm}$ $S = 3.5 \text{ mm}$ $\Delta = 0.5 \text{ mm}$ $C = 3 \text{ mm}$ (考虑到凸模强度, 实取 $C = 5 \text{ mm}$)

由文献 [1] 采用侧刃条料宽度尺寸 B (mm) 的确定公式

$$B = (L + 1.5a + nF) - \Delta$$

得条料宽度 B

$$B = (2L_0 + C + 2F) = (41 \times 2 + 5 + 2 \times 1.5) - 0.5 \text{ mm} = 90 - 0.5 \text{ mm}$$

如图 2-3 所示, 画排样图。

查本书表 3-8, 选板料规格为 $1500 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$, 每块可剪 $600 \text{ mm} \times 90 \text{ mm}$ 规格条料 16 条, 材料剪裁利用率达 96%。

(3) 计算材料利用率 η 由文献 [1] 材料利用率通用计算公式

$$\eta = \frac{A_0}{A} \times 100\%$$

式中 A_0 ——得到制件的总面积 (mm^2);

A ——一个步距的条料面积 ($L \times B$) ($\text{mm} \times \text{mm}$)

$$\text{得 } \eta = \frac{41 \times 8.5 \times 2}{12 \times 90} \times 100\% = 65\%$$

(4) 计算冲压力 完成本制件所需的冲压力由冲裁力、弯曲力及卸料力、推料力组成, 不需计算弯曲时的顶料力和压料力。

1) 冲裁力 $F_{\text{冲}}$ ——由冲孔力、切口力、切断力和侧刃冲压力四部分组成

由文献 [1] 冲裁力 $F_{\text{冲}}$ (N) 的计算公式

$$F_{\text{冲}} = K L t \tau_0 \quad \text{或} \quad F_{\text{冲}} = L t \sigma_b$$

式中 K ——系数, $K = 1.3$;

L ——冲裁周边长度 (mm);

τ_0 ——材料的抗剪强度 (MPa);

σ_b ——材料的抗拉强度 (MPa)。

由本书表 3-12 得

$$\sigma_b = 343 \text{ MPa} \quad (\text{为计算方便, 圆整为 } 350 \text{ MPa})$$

$$F_{\text{冲}} = 350 \times 1 \times [4 \times 3.5 \times 3.14 + 2 \times (3.5 + 41 \times 2) + 2 \times (12 + 1.5) + 2 \times 8.5 + 5] \text{ N} = 93.1 \text{ kN}$$

2) 弯曲力 $F_{\text{弯}}$ ——为有效控制回弹, 采用校正弯曲。

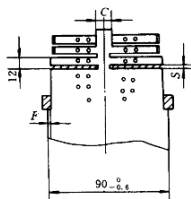


图 2-3 排样图

由文献 [1] 表 2-3 材料抗剪强度与间隙值的关系和表 2-5 规则形状 (圆形、方形) 冲裁凸、凹模的制造公差

$$\begin{aligned} Z_{\min} &= 0.12\text{mm} & Z_{\max} &= 0.20\text{mm} \\ \delta_p &= 0.020\text{mm} & \delta_d &= 0.020\text{mm} \\ \delta_p + \delta_d &= (0.020 + 0.020)\text{mm} = 0.040\text{mm} \\ Z_{\max} - Z_{\min} &= (0.20 - 0.12)\text{mm} = 0.08\text{mm} \end{aligned}$$

满足

$$\delta_p + \delta_d \leq Z_{\max} - Z_{\min}$$

所以可用分注尺寸法计算。

由文献 [1] 分开加工刃口尺寸计算公式及表 2-6 磨损系数 X , 查出 $X = 0.5$

1) 冲孔刃口尺寸

$$d_p = (3.5 + 0.5 \times 0.30)_{-0.020}^0 \text{mm} = 3.65_{-0.020}^0 \text{mm}$$

$$d_d = (3.65 + 0.12)_{-0.020}^{+0.020} \text{mm} = 3.77_{-0.020}^{+0.020} \text{mm}$$

2) 切口和切断刃口尺寸: 由于在切口和切断工序中, 凸、凹模均只在三个方向与板料作用并使之分离, 并由图 2-3 可知, 尺寸 C 和 S 既不是冲孔尺寸也不是落料尺寸, 要正确控制 C 和 S 两个尺寸才能间接保证制件外形尺寸, 为使计算简便, 直接取 C 和 S 值为凸模基本尺寸, 间隙取在凹模上。

① 切断刃口尺寸

$$d_p = 5_{-0.020}^0 \text{mm}$$

$$d_d = (5 + 0.12)_{-0.020}^{+0.020} \text{mm} = 5.12_{-0.020}^{+0.020} \text{mm}$$

② 切口刃口尺寸

$$d_p = 3.5_{-0.020}^0 \text{mm}$$

$$d_d = (3.5 + 0.12)_{-0.020}^{+0.020} \text{mm} = 3.62_{-0.020}^{+0.020} \text{mm}$$

3) 侧刃尺寸: 侧刃为标准件, 根据送料步距和修边值查侧刃值表, 按标准取侧刃尺寸。

由文献 [1] 表 2-11 侧面切口值尺寸得:

$$\text{侧刃宽度 } B = 6\text{mm} \quad \text{侧刃长度 } L = 12\text{mm}$$

间隙取在凹模上, 故侧刃孔口尺寸为

$$B = 6.12_{-0.020}^{+0.020} \text{mm} \quad L = 12.12_{-0.020}^{+0.020} \text{mm}$$

(8) 凹模各孔口位置尺寸 在本例中, 这类尺寸较多, 包括两侧刃孔位置尺寸、四个小孔位置尺寸、两切口模孔位置及切断孔口位置尺寸。其基本尺寸可按排样图确定。其制造公差按文献 [1] 表 2-2 冲裁件精度应为 IT9 级, 但本例送进工步数较多, 累积误差过大, 会造成凸、凹模间隙不均, 影响冲裁质量和模具寿命, 故而应将模具制造精度提高。考虑到加工经济性, 在送料方向的尺寸按 IT7 级制造, 其它位置尺寸按 IT8~IT9 级制造, 凸模固定板与凹模配制。具体尺寸参见图 2-5。

(9) 卸料板各孔口尺寸 卸料板各型孔应与凸模保持 $0.5Z_{\min}$ 间隙, 这样有利于保护凸、凹模刃口不被“啃”伤, 据此原则确定具体尺寸, 见图 2-9。

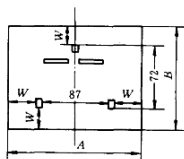


图 2-5 凹模孔口到凹模周界尺寸

(10) 凸模固定板各孔口尺寸 凸模固定板各孔与凸模配合, 通常按 H7/n6 或 H7/m6 选取, 本例选 H7/n6 配合。查表 3-19 可得各型孔尺寸公差, 如图 2-10 所示。

(11) 回弹值 由工艺分析可知, 本制件弯曲回弹影响最大的部位是在 15° 角处, $R/t=2 < 5$ 。此处属小圆角 V 形弯曲, 故只考虑回弹值。回弹值可查相关图表进行估算。如手边无该种材料的回弹值数据, 也可根据材料的 σ_s 值, 查与其相近材料的回弹值作为参考。据此, 由文献 [1] 图 4-15 弯曲的回弹值可知 15° 角处由于回弹, 可能小于 15° , 但回弹值不会很大, 故弯曲凸、凹模均可按制件基本尺寸标注, 在试模后稍加修磨即可。

5. 填写冲压工艺卡

按表 2-1 要求, 将以上有关结果、数据填入。时间定额一栏可不要求填写。

6. 模具结构设计

(1) 凹模设计 因制件形状简单, 虽有六个工步, 但总体尺寸并不大, 选用整体式矩形凹模较为合理。因生产批量较大, 由表 3-16, 选用 Cr12MoV 为凹模材料。

1) 确定凹模厚度 H 值: 由文献 [1] 凹模厚度的计算公式

$$H = \sqrt[3]{F_{\text{压}}} = \sqrt[3]{9310} \text{mm} \approx 21 \text{mm}$$

2) 确定凹模周界尺寸 $L \times B$: 由文献 [1] 凹模孔壁厚的确定公式, 凹模孔口轮廓线为直线时: $W = 1.5H$ 。由图 2-5 和文献 [1] 图 3-13 得

$$W = 1.5H = 1.5 \times 21 \text{mm} \approx 32 \text{mm}$$

$$L = 150 \sim 160 \text{mm} \quad B \approx 130 \sim 140 \text{mm}$$

由表 4-43 矩形凹模标准可查到较为靠近的凹模周界尺寸为 $160 \text{mm} \times 140 \text{mm} \times 20 \text{mm}$ 。据此值查表 4-2, 可得典型组合 $160 \times 140 \times 140 \sim 170$ (单位为 mm) (GB2872.1-8)。而由此典型组合标准, 即可方便地确定其它冲模零件的数量、尺寸及主要参数。需要说明的是凹模宽度 140mm 这个尺寸虽然不是优先选用参数, 但根据图 2-5 计算出 B 值与之最接近, 而且当 $B = 140 \text{mm}$ 时, 压力中心与凹模几何中心重合, 故选定此尺寸。

(2) 选择模架及确定其它冲模零件尺寸 由凹模周界尺寸及模架闭合高度在 $140 \sim 170 \text{mm}$ 之间, 查表 4-7 选用对角导柱模架, 标记为 $160 \times 140 \times 140 \sim 170$ I (GB/T2851.1-90), 并可根据此标准画出模架图。类似也可查出其它零件尺寸参数, 此时即可转入画装配图。

7. 画装配图和零件图

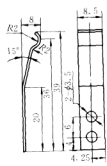
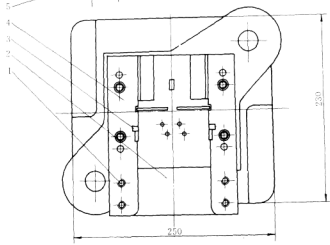
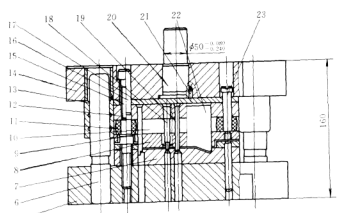
按第一章要求绘制装配图和零件图 (见图 2-6 ~ 图 2-13。冲孔、切口、切断凸模在此略)。

8. 校核压力机安装尺寸

模座外形尺寸为 $250 \text{mm} \times 230 \text{mm}$, 闭合高度为 160mm 。由文献 [1] 表 1-2, J23-25 型压力机工作台尺寸为 $370 \text{mm} \times 560 \text{mm}$, 最大闭合高度为 270mm , 连杆调节长度为 55mm , 故在工作台上加一 $50 \sim 100 \text{mm}$ 垫板, 即可安装。模柄孔尺寸也与本副模具所选模柄尺寸相符。

9. 编写技术文件

填写冲模零件机械加工工艺流程卡, 格式见表 2-2。编写设计说明书。这里需要说明的是, 在生产实际中, 一般仅需填写两个卡片, 而不写设计说明书。



片状弹簧
材料H68 $t=1\text{mm}$

