

冷冲模具设计 典型实例详解

吴一飞 喻祖建 主编

精选典型冲压加工实例

精讲冷冲模设计全过程

配套完整模具设计图样

多方案对比+要点提示



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

冷冲模具设计 典型实例详解

主编 吴一飞 喻祖建
参编 张晓红 李建辉

机械工业出版社

本书精选了六个冷冲模设计实例,均取自生产实践,涵盖了冲裁、弯曲、拉深及成形等主要冲压加工方法,具有一定的典型性,融入编者多年的冷冲模设计经验和技巧。每个实例中都对模具的设计过程和设计方法进行了深入的讲解,有工艺分析、工艺方案制订、工艺计算、设备选择、模具结构以及主要零部件设计、典型模具零件的加工工艺路线等内容,并附有详细的设计参数和全套的模具装配图、零件图。此外,书中还收录了16个冷冲模设计常用的资料表。本书语言通俗,数据丰富,方便借鉴,举一反三,触类旁通。

本书可供企业冷冲模设计人员及模具制造人员使用,也可以作为职业院校相关专业的参考教材及冷冲模开发企业的岗位技术培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

冷冲模具设计典型实例详解/吴一飞,喻祖建主编.
—北京:机械工业出版社,2014.6
ISBN 978-7-111-46888-2

I. ①冷… II. ①吴…②喻… 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(2014)第115754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:王晓洁 责任编辑:王晓洁

版式设计:霍永明 责任校对:陈秀丽

封面设计:路恩中 责任印制:刘 岚

北京京丰印刷厂印刷

2014年10月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·11.5印张·273千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-46888-2

定价:29.80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/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

冲压工艺在工业批量生产中的应用十分广泛，是国防工业及民用工业生产中必不可少的加工方法，而冷冲模具（俗称冷冲模）是实现冲压工艺必不可少的工艺装备。冷冲模具的设计水平将直接影响产品质量、生产效率、生产成本与操作者的安全。本书力图从冲压模具设计者的角度，通过几个冲压件的工艺安排及模具设计实例，全面地分析冲压件的工艺编制及冲压模具设计的过程，为从事冲压模具设计的工程技术人员开阔视野、拓展思路，提供冲压模具设计方面的借鉴，为使他们能尽快地适应冲压模具设计工作提供帮助。

一名合格的冲压模具设计人员既要熟悉冲压模具零部件的加工工艺、冲压模具的装配工艺、还要掌握冲压模具的调试方法，同时要熟悉企业制造模具的设备及加工模具人员的素质，以及冲压生产设备、冲压件加工工艺。企业冲压设备、模具加工设备、操作人员技术水平不同，会影响设计的结果，对于同一冲压零件，冲压工艺的编制、冲压模具的设计就会有千差万别的结果。

针对上面的情况，本书精选了六个冷冲模设计实例，由浅入深，涵盖了冲裁、弯曲、拉深及成形等主要冲压加工方法，具有一定的典型性，将编者多年的冷冲模设计经验和技巧融入在讲解的过程中。其加工工艺、冲压模具结构，均取自生产实践，这些零件的加工工艺及冲压模具结构都得到实际生产的检验，并证明可行。每个实例中都对模具的设计过程和设计方法进行了深入的讲解，有工艺分析、工艺方案制订、工艺计算、设备选择、模具结构以及主要零部件设计、典型模具零件的加工工艺路线等内容，并附有详细的设计参数和全套的模具装配图、零件图。此外，书中还收录了16个冷冲模设计常用的资料表。为了方便借鉴，举一反三，触类旁通，给不同条件下的设计者提供可借鉴的设计思路，本书所例举的冲压零件其冲压模具的制造条件、冲压件的生产条件各不同，并在冷冲模设计过程中给出多个备选的设计方案，从工艺性和经济性等进行了分析比较，选出最优方案。

本书由多名有丰富冲压工艺编制、冷冲模具设计经验的人员编写。本书第1章由张晓红编写，第2章、第3章由吴一飞编写，第4章及第6章由喻祖建编写，第5章由李建辉编写。

由于水平有限、时间紧迫，编写中不免有错误，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 山字板冲裁模具 1

1.1 冲压工艺设计 1

1.1.1 工艺分析 1

1.1.2 确定工艺方案及模具结构形式 2

1.1.3 工艺计算 3

1.1.4 填写工艺卡片 6

1.2 模具设计技巧 9

1.2.1 确定压力中心 9

1.2.2 确定凸模、凹模的结构尺寸 10

1.2.3 计算凸模、凹模工作部分的尺寸 11

1.2.4 其他模具零部件的选择 13

1.3 模具图 13

1.3.1 模具装配图 13

1.3.2 模具零件图 14

第2章 Z形弯曲件冲压模具 19

2.1 冲压工艺设计 19

2.1.1 工艺分析 19

2.1.2 确定工艺方案及模具结构形式 20

2.1.3 工艺计算 20

2.1.4 填写工艺卡片 21

2.2 模具设计技巧 23

2.2.1 模具总体结构 23

2.2.2 模具工作过程 23

2.2.3 模具设计要点 24

2.2.4 模具相关尺寸 26

2.3 模具图 27

2.3.1 模具装配图 27

2.3.2 模具零件图 27

第3章 油嘴冲压模具 33

3.1 冲压工艺设计 33

3.1.1 工艺分析 33

3.1.2 确定工艺方案及模具结构形式 34

3.1.3 工艺计算 38

3.1.4 填写工艺卡片 44

3.2 模具设计技巧 49

3.2.1 第一道工序模具设计 49

3.2.2 第二道工序模具设计 54

3.2.3 第三道工序模具设计 61

3.2.4 第四道工序模具设计 68

3.2.5 第五道工序模具设计 72

第4章 支架成形模具 82

4.1 冲压工艺设计 82

4.1.1 工艺分析 82

4.1.2 确定工艺方案及模具结构形式 83

4.1.3 工艺计算 83

4.2 模具设计技巧 89

4.2.1 模具总体结构设计 89

4.2.2 级进模设计 90

4.3 模具图 111

4.3.1 模具装配图 111

4.3.2 模具零件图 111

第5章 端盖落料拉深冲孔翻边复合模 136

5.1 冲压工艺设计 136

5.1.1 工艺分析 136

5.1.2 确定工艺方案及模具结构形式 136

5.1.3 工艺计算 137

5.2 模具设计技巧 142

5.2.1 复合模结构形式的选择 142

5.2.2 复合模中工序的复合技巧 143

5.2.3 复合模结构尺寸的计算技巧 144

5.2.4 模具表面粗糙度的选择 144

5.3 模具图 145

5.3.1 模具装配图 145

5.3.2 模具零件图 145

第6章 锥管扩口缩口复合模 155

6.1 冲压工艺设计 155

6.1.1 工艺分析	155	附表4 条料宽度偏差 δ	171
6.1.2 确定工艺方案	156	附表5 常用冲压材料的力学性能	171
6.1.3 工艺计算	158	附表6 卸料力、推件力和顶件力 系数	171
6.2 模具设计技巧	159	附表7 凹模厚度系数 K	171
6.2.1 模具成形高度的控制	159	附表8 冲裁间隙	172
6.2.2 扩口、缩口成形缺陷的防止 方法	159	附表9 磨损系数 X	172
6.2.3 模具材料及表面粗糙度数值 的选择	163	附表10 中性层位移系数 K	172
6.3 模具图	163	附表11 校正弯曲单位面积校正力 q	173
6.3.1 模具装配图	163	附表12 U形件弯曲模凸模、凹模的 间隙系数 C	173
6.3.2 模具零件图	164	附表13 各种材料的一次翻边系数	173
附表	170	附表14 带凸缘零件的修边余量	173
附表1 凸凹模孔与孔之间的最小 壁厚	170	附表15 圆筒形件的极限拉深系数 (用压边圈)	174
附表2 普通冲裁搭边值	170	附表16 单位面积压料力 q	174
附表3 条料与导料板之间的间隙 C	170	参考文献	175

第1章 山字板冲裁模具

设计要求



- 零件：山字板（见图 1-1）
- 未注圆角：R0.5
- 未注公差：IT14
- 材料：Q235
- 料厚： $t=1.2\text{mm}$
- 板料尺寸：1000mm×2000mm
- 生产批量：50 万件/年

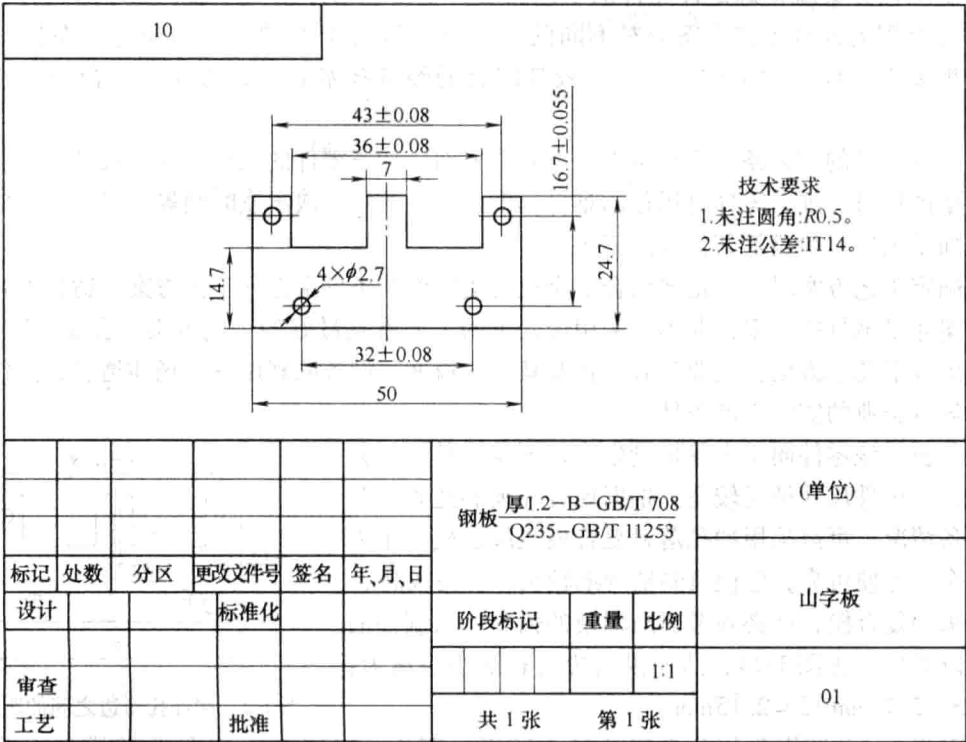


图 1-1 山字板

1.1 冲压工艺设计

1.1.1 工艺分析

冲压件的工艺性是指从冲压工艺方面来衡量零件设计是否合理。一般来讲，在满足工件使用要求的条件下，能以最简单、最经济的方法将工件加工出来，就说明该件的冲压工艺性

好；否则，该件的冲压工艺性就差。当然，工艺性的好坏是相对的，它直接受到工厂的冲压技术水平和设备条件等因素的影响。

该零件尺寸中， $(16.7 \pm 0.055)\text{mm}$ 、 $(32 \pm 0.08)\text{mm}$ 、 $(36 \pm 0.08)\text{mm}$ 及 $(43 \pm 0.08)\text{mm}$ 均为 IT11 的公差。根据公差等级，宜采用复合模或级进模。零件图中，部分尺寸没有给出公差，即未标注公差，属自由公差，可按 IT14 确定工件尺寸的公差。查公差表，各尺寸公差为： $2.7^{+0.25}_0\text{mm}$ 、 $7^{+0.36}_0\text{mm}$ 、 $14.7^{+0.43}_0\text{mm}$ 、 $24.7^{+0.52}_0\text{mm}$ 、 $50^{+0.62}_0\text{mm}$ 。

材料为 Q235，此钢板是碳素结构钢，具有良好的冲压性能。

材料的厚度为 1.2mm，零件外形简单、形状规则、尺寸适中，生产批量（50 万件/年）适中，应尽量减少工序数，最好采用落料冲孔同时加工。

从零件形状及精度、材质及料厚、产量和技术要求几个方面考虑，利用普通冲裁方式可达到图样要求。

1.1.2 确定工艺方案及模具结构形式

确定工艺方案就是确定冲压件的工艺路线，主要包括冲压工序数、工序的组合和顺序等。确定合理的冲裁工艺方案应对不同的工艺方案进行全面的分析与研究。在选择工艺时，一般要考虑模具的结构形式，比较其综合的经济技术效果，选择一个合理的冲压工艺方案。

确定冲压件的工艺路线主要考虑以下几个方面：冲压零件的几何形状、尺寸大小、精度等级、生产批量、加工零件时操作的难易程度、模具的加工成本及时间等。另外，还应考虑非冲压加工工序、检验等其他辅助工序。

在确定工艺方案时，一定要结合本企业的实际生产条件来选择工艺方案。适合本企业的工艺方案才是最好的方案，并不是采用最先进的工艺就是最好的工艺方案。在制订工艺时，还应考虑以下几个方面：企业现有设备及其完好程度、设备的利用率、场地情况、操作人员的素质等本企业的实际生产条件。

经分析，该零件属于中等批量生产，形状简单、工艺性较好、冲压件尺寸精度较高。根据现有冲模制造条件与冲压设备情况，可以采用冲孔落料复合模或级进模。工人操作安全，方便可靠，但模具制造周期较长，价格较高。

若采用复合模，就必须考虑凸凹模的强度，从制件的形状可以看出（见图 1-2），凸凹模的边与孔最小距离为： $(50 - 43 - 2.7)\text{mm} / 2 = 2.15\text{mm}$ 。

查附表 1（凸凹模孔与孔之间的最小壁厚）可知：料厚 1.2mm 的凸凹模最小壁厚是 3.2mm，所以不宜采用复合模。

该零件的尺寸公差要求中，形状尺寸 $(36 \pm 0.08)\text{mm}$ 及孔的位置 $(43 \pm 0.08)\text{mm}$ 的公差均为 IT11，在采用级进模时，应注意其定位方法。

套级进模拟采用落料及冲孔凹模在下模、下出件、刚性卸料、利用导柱导套导向的模具形式。

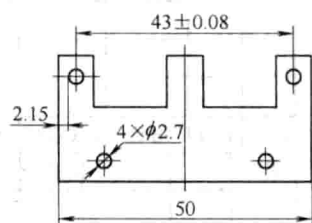


图 1-2 制件孔与边之间的距离

1.1.3 工艺计算

1. 排样及确定条料尺寸

(1) 排样

冲压件加工的利润较低, 往往要依靠每张钢板冲裁零件数量的增加来提高利润, 所以有必要进行多种排样方案的比较。

条料宽度 B 用式 (1-1) 进行计算

$$B = (L + 2a_1 + C) \quad (1-1)$$

式中, L 是制件长度 (mm); a_1 是工件与边缘之间的搭边值 (mm), 见附表 2; C 是条料与导料板之间的间隙 (mm), 见附表 3。

查附表 2 可知, 材料厚度 $t = 1.2\text{mm}$ 时工件与工件之间的搭边值 $a = 2\text{mm}$, 工件与边缘之间的搭边值 $a_1 = 2.5\text{mm}$ 。采用往复送料时, 工件与工件之间的搭边值 $a = 2.5\text{mm}$, 工件与边缘的搭边值 $a_1 = 3.5\text{mm}$ 。

查附表 3 可知: 条料宽度 $B < 100\text{mm}$ 时, 送料间隙取 0.5mm 。在不考虑条料剪裁公差的情况下, 先对排样方案进行初选。

方案一: 排样方法如图 1-3 所示。每张钢板剪裁 $1000/55.5 \approx 18$ 条; 每条能冲裁 $(2000 - 2 \times 2.5)/26.7 \approx 74$ 个零件。所以, 每张钢板能生产 $18 \times 74 = 1332$ 个零件。

方案二: 排样方法如图 1-4 所示。每张钢板剪裁 $2000/55.5 \approx 36$ 条; 每条能冲裁 $(1000 - 2 \times 2.5)/26.7 \approx 37$ 个零件。所以, 每张钢板能生产 $36 \times 37 = 1332$ 个零件。

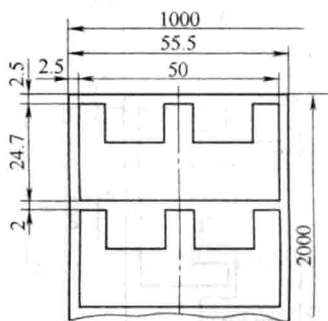


图 1-3 排样方案一

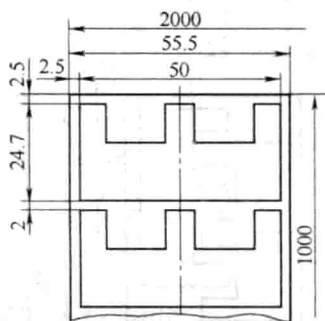


图 1-4 排样方案二

方案三: 排样方法如图 1-5 所示。每张钢板剪裁 $1000/67 \approx 14$ 条; 每条能冲裁 $(2000 - 2 \times 3.5)/44.4 \approx 44$ 组零件; 每组出 2 个零件。所以, 每张钢板能生产 $14 \times 44 \times 2 = 1232$ 个零件。

方案四: 排样方法如图 1-6 所示。每张钢板剪裁 $2000/67 \approx 29$ 条; 每条能冲裁 $(1000 - 2 \times 3.5)/44.4 \approx 22$ 组零件; 每组出 2 个零件。所以, 每张钢板能生产 $29 \times 22 \times 2 = 1276$ 个零件。

方案五: 排样方法如图 1-7 所示。每张钢板剪裁 $1000/49.4 \approx 20$ 条; 每条能冲裁 $(2000$

$-2 \times 3.5)/62 \approx 32$ 组零件；每组出 2 个零件。所以，每张钢板能生产 $20 \times 32 \times 2 = 1280$ 个零件。

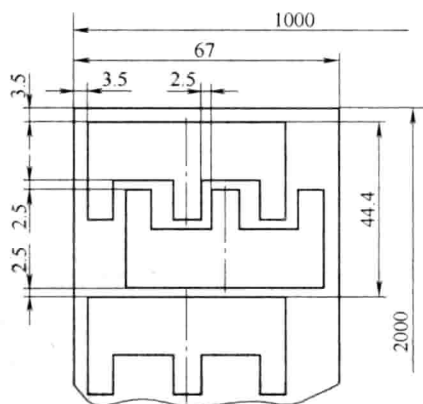


图 1-5 排样方案三

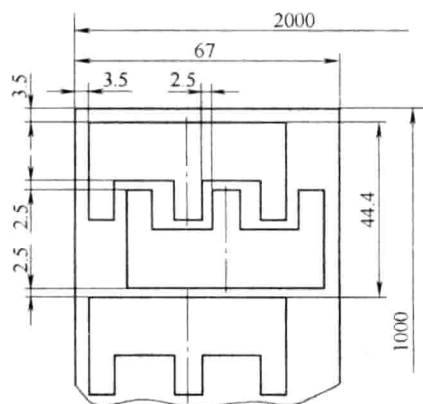


图 1-6 排样方案四

方案六：排样方法如图 1-8 所示。每张钢板剪裁 $2000/49.4 \approx 40$ 条；每条能冲裁 $(1000 - 2 \times 3.5)/62 \approx 16$ 组零件；每组出 2 个零件。所以，每张钢板能生产 $40 \times 16 \times 2 = 1280$ 个零件。

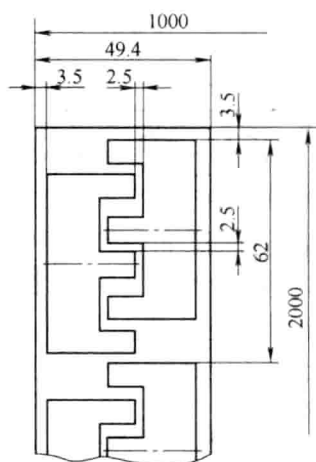


图 1-7 排样方案五

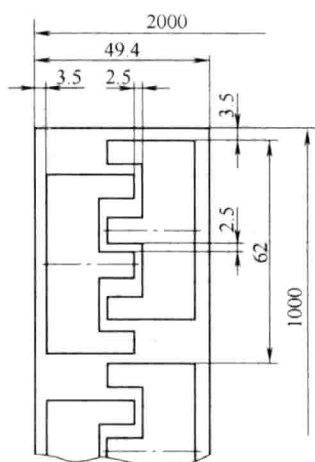


图 1-8 排样方案六

通过上述六种方案的比较，可以看出：第后四种方案每张钢板冲裁出零件数量比较少；采用第一种方案与第二种方案，冲裁出的零件数量比较多，且每张钢板冲裁零件数量相同。而每条钢板长度 1000mm 比长度 2000mm 易于操作，故采用第二种方案。

以往的经验都认为：零件交错排列，每张钢板冲裁零件的数量较多，但现在看来也不一

定。另外,采用零件交错排列的排样方法,在模具设计、制造方面,以及冲压操作都会带来不便,在每张钢板冲裁零件的数量相同(或接近)的情况下,一般不采用交错排列。

(2) 条料尺寸的确定

考虑定位公差及剪裁公差后,条料宽度按式(1-2)计算

$$B = (L + 2a_1 + C)_{-\delta} \quad (1-2)$$

式中, δ 是条料宽度偏差(mm),见附表4,查附表4得 $\delta = 0.5\text{mm}$ 。

故得 $B = (50 + 2 \times 2.5 + 0.5)_{-0.5} \text{mm}$

即 $B = 55.5_{-0.5} \text{mm}$

根据上述数据可知图形搭边值和条料宽度,具体排样图如图1-9所示。

2. 冲压力计算及设备选择

(1) 冲裁力的计算

落料及冲孔时的冲裁力按式(1-3)计算。

$$F = KLt\tau_b \quad (1-3)$$

式中, F 是冲裁力(N); L 是冲裁周边长度(mm); t 是材料厚度(mm); τ_b 是材料抗剪强度(MPa); K 是系数;它是考虑到实际生产中,模具间隙值的波动和不均匀、刃口磨损、板料力学性能和厚度波动等原因的影响而给出的修正系数,一般取 $K = 1.3$ 。由于 $R_m = 1.3\tau_b$,所以式(1-3)也常常表达为

$$F = LtR_m \quad (1-4)$$

式中, R_m 是冲压材料抗拉强度(MPa),见附表5。

查附表5,Q235钢的抗拉强度 $R_m = 370 \sim 500\text{MPa}$,取 $R_m = 500\text{MPa}$ 。

落料所需冲裁力

$$L = 50\text{mm} + 50\text{mm} + 10\text{mm} \times 4 + 24.7\text{mm} \times 2 = 189.4\text{mm}$$

$$F_1 = LtR_m = 189.4\text{mm} \times 1.2\text{mm} \times 500\text{MPa} = 113640\text{N}$$

冲孔所需冲裁力

$$L = 4 \times 2.7\text{mm} \times \pi \approx 33.93\text{mm}$$

$$F_2 = LtR_m = 33.93\text{mm} \times 1.2\text{mm} \times 500\text{MPa} = 20358\text{N}$$

(2) 卸料力、顶件力、推料力的计算

在冲裁结束时,由于材料的弹性回复(包括径向回复和弹性翘曲回复)及摩擦的存在,将使冲落的材料塞在凹模内,而冲裁剩下的材料则紧箍在凸模上。为使冲裁工作继续进行,必须将紧箍在凸模上的材料卸下,将塞在凹模内的材料推出。从凸模上卸下箍着的材料所需的力称为卸料力;逆冲裁方向将板料从凹模内顶出所需的力称为顶件力;从凹模内向下推出制件或废料所需的力,称为推料力。一般按以下公式计算

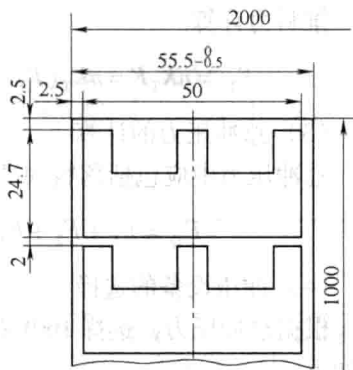


图1-9 排样图

$$\text{卸料力} \quad F_x = K_x F \quad (1-5)$$

$$\text{顶件力} \quad F_D = K_D F \quad (1-6)$$

$$\text{推料力} \quad F_T = K_T n F \quad (1-7)$$

式中, F 是冲裁力 (N); K_x 是卸料力系数, 查附表 6; K_D 是顶件力系数, 查附表 6; K_T 是推料力系数, 查附表 6; n 是塞在凹模内的制件或废料数量, $n = h/t$ 。 h 为凹模直刃高度, t 为板厚。

本套级进模计划采用下出件、刚性卸料的模具形式。这样, 落料及冲孔是刚性卸料, 即卸料是在滑块回程中进行; 推件是在滑块工作行程中进行, 冲孔的废料从凹模内向下推出。所以, 在计算总冲压力时考虑推件力, 但不考虑卸料力、顶件力。即 $K_x = 0$; $K_D = 0$ 。

查附表 6 取 $K_T = 0.05$; 取 $n = 3$ 。

推料力计算

$$F_T = n K_T F = n K_T (F_1 + F_2) \text{ N} = 3 \times 0.05 \times (113640 + 20358) \text{ N} = 20099.7 \text{ N}$$

(3) 总冲压力的计算

总冲压力中应包括落料和冲孔的冲裁力及落料和冲孔的推件力。

$$F_{\text{总}} = F_1 + F_2 + F_T = 113640 \text{ N} + 20358 \text{ N} + 20099.7 \text{ N} = 154097.7 \text{ N}$$

(4) 冲压设备的选择

根据总冲压力, 选择 160kN 开式可倾压力机。选用 J23—16 开式可倾压力机。其主要参数如下。

公称压力: 160kN;

装模高度: 135 ~ 180mm;

模柄孔直径: $\phi 40\text{mm}$;

模柄孔深度 60mm;

工作台尺寸: 450mm × 300mm。

1.1.4 填写工艺卡片

工艺卡片主要用来描述一个产品的装配顺序、工艺标准、工时等。描述整机的工序安排, 就是以设计文件为依据, 按照工艺文件的工艺规程和具体要求, 把各种零件安装在指定位置上, 构成具有一定功能的完整产品。

工艺卡片是用来指导工人加工的, 一般简易的工艺卡片中需给出简易的工艺流程、工序名称、工装等。固定产品的工艺卡片比较复杂, 每一工步都需编制卡片, 卡片中包含本工序加工图、加工刀具、测量量具、设备、定位方式等。工艺卡片一般为表格形式, 图文并茂, 文字简洁, 方便工人使用。工艺卡片可以提高生产效率, 还能规范生产。

企业可根据本企业的实际情况制订工艺卡片的格式。其主要目的是为了指导工人如何加工工件。根据工件的工序顺序、半成品尺寸、冲压设备等参数填写工艺卡片。

工艺过程卡片和加工工序卡片 I ~ III 见表 1-1 ~ 表 1-4。

表 1-1 工艺过程卡片

(单位)		加工工艺过程卡片								产品型号	C3	零件图号	01		共 4 页		第 1 页	
										产品名称	变压器	零件名称	山字板					
材料牌号		冷轧板 Q235	毛坯 种类	薄板	毛坯外 形尺寸	1.2mm×1000mm ×2000mm		每毛坯可 制件数	1332	每台 件数	1	备注						
工 序 号	工 序 名 称	工 序 内 容								车 间	工 段	设 备	工 艺 装 备		工 时			
															准 终	单 件		
1	下料	剪切坯料								下料		Q114-2000						
2	落料	落料、冲孔								冲压		J23—16	落料冲孔模					
											设计	校对	审核	标准化	会签			
											(日期)	(日期)	(日期)	(日期)	(日期)			
标 记	处 数	更 改 文 件 号	签 字	日 期	标 记	处 数	更 改 文 件 号	签 字	日 期									

表 1-2 加工工序卡片 I

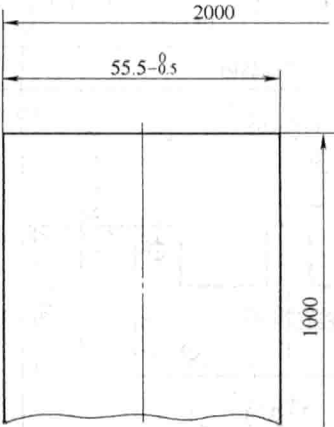
(单位)			加工工序卡片			产品型号	C3	零件图号	01	共 4 页
						产品名称	变压器	零件名称	山字板	第 2 页
材料牌号及规格			材料技术要求	加工车间	条料尺寸	条料质量	单位条料可制件数	辅助材料		
冷轧板 Q235 1.2mm×1000mm×2000mm			GB/T 11253 和 GB/T 708	下料车间	55.5mm× 1000mm	0.4329kg	37			
序号	工序名称	工序内容	半成品图				设备	工艺装备	工时	
1	下料	下料					Q114—2000			
设计		日期		修改		日期		标记		

表 1-3 加工工序卡片 II

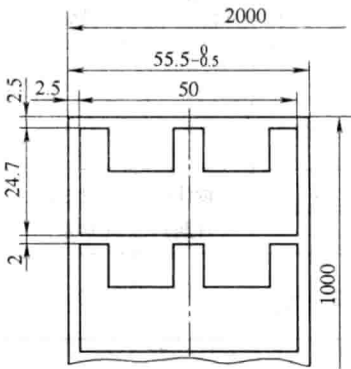
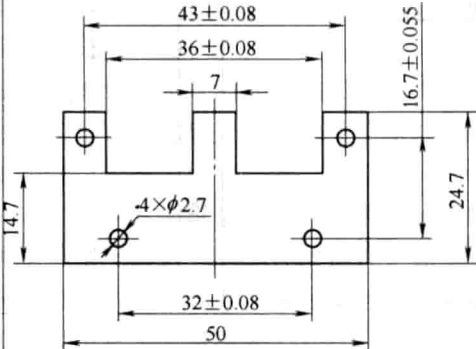
(单位)			加工工序卡片			产品型号	C3	零件图号	01	共 4 页
						产品名称	变压器	零件名称	山字板	第 3 页
材料牌号及规格			材料技术要求	加工车间	条料尺寸	条料质量	单位条料可制件数		辅助材料	
冷轧板 Q235 1.2mm × 1000mm × 2000mm			GB/T 11253 和 GB/T 708	冲压车间	55.5mm × 1000mm	0.4329kg	37			
序号	工序名称	工序内容	半成品图				设备	工艺装备	工时	
2	落料	落料 冲孔	 排样图				J23—16	落料冲 孔级进模		
设计		日期		修改		日期		标记		

表 1-4 加工工序卡片 III

(单位)			加工工序卡片			产品型号	C3	零件图号	01	共 4 页
						产品名称	变压器	零件名称	山字板	第 4 页
材料牌号及规格			材料技术要求	加工车间	条料尺寸	条料质量	单位条料可制件数		辅助材料	
冷轧板 Q235 1.2mm × 1000mm × 2000mm			GB/T 11253 和 GB/T 708	冲压车间	55.5mm × 1000mm	0.4329kg	37			
序号	工序名称	工序内容	半成品图				设备	工艺装备	工时	
2	落料	落料 冲孔	 排样图				J23—16	落料冲孔 级进模		
设计		日期		修改		日期		标记		

长度。零件图给出孔的位置尺寸都是相对本零件基准（或外形）的尺寸，而级进模在冲裁时，要在不同位置分别进行冲孔和落料，这样使得原来零件图中孔的位置尺寸发生了变化，用“偏离量”来反映其位置的变化量。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	压力中心计算									
2	序号	边长L	X坐标		Y坐标		L _i ·X _i =	X ₀ =	L _i ·Y _i =	Y ₀ =
3			偏离量	相对坐标	偏离量	相对坐标	B ₄ *(C ₄ +D ₄)	G ₂₀ /B ₂₀	B ₄ *(E ₄ +F ₄)	I ₂₀ /B ₂₀
4	1	24.70	0.00	0.00	26.70	12.35	0.00		964.54	
5	2	7.00	0.00	3.25	26.70	24.70	22.75		359.80	
6	3	10.00	0.00	6.50	26.70	19.70	65.00		464.00	
7	4	14.50	0.00	14.00	26.70	14.70	203.00		600.30	
8	5	10.00	0.00	21.50	26.70	19.70	215.00		464.00	
9	6	7.00	0.00	25.00	26.70	24.70	175.00		359.80	
10	7	10.00	0.00	28.50	26.70	19.70	285.00		464.00	
11	8	14.50	0.00	36.00	26.70	14.70	522.00		600.30	
12	9	10.00	0.00	43.50	26.70	19.70	435.00		464.00	
13	10	7.00	0.00	46.75	26.70	24.70	327.25		359.80	
14	11	24.70	0.00	50.00	26.70	12.35	1235.00		964.54	
15	12	50.00	0.00	25.00	26.70	0.00	1250.00		1335.00	
16	13	8.48	0.00	3.50	0.00	20.70	29.69		175.58	
17	14	8.48	0.00	46.50	0.00	20.70	394.43		175.58	
18	15	8.48	0.00	9.00	0.00	4.00	76.34		33.93	
19	16	8.48	0.00	41.00	0.00	4.00	347.77		33.93	
20	SUM(B4:B19)=						SUM(G4:G19)=	X ₀ =	SUM(I4:I19)=	Y ₀ =
21	223.33						5583.23	25.00	7819.10	35.01

图 1-11 借助 Excel 表的计算功能来确定压力中心

1.2.2 确定凸模、凹模的结构尺寸

1. 落料凹模的外形尺寸

考虑本成品零件的结构形状，本凹模采用矩形凹模结构，其材料为 9Mn2V，热处理硬度为 58~62HRC，其内形尺寸即成品的外形尺寸。如图 1-12 所示。

(1) 凹模壁厚 C

凹模厚度

$$H = Kb \geq 15\text{mm} \quad (1-10)$$

凹模壁厚

$$C = (1.5 \sim 2) H \geq 30 \sim 40\text{mm} \quad (1-11)$$

式中， b 是冲裁件的最大外形尺寸（mm）； K 是凹模厚度系数，见附表 7。 K 为考虑板厚度的影响系数。

查附表 7 得： $K = 0.35$ ，故计算各尺寸如下。

凹模厚度： $H = Kb = 0.35 \times 50\text{mm} = 17.5\text{mm}$ ，取 $H = 20\text{mm}$ ；

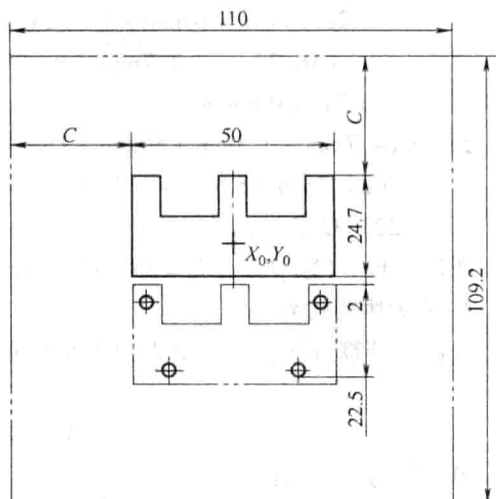


图 1-12 初定的凹模外形尺寸

凹模壁厚: $C = (1.5 \sim 2)H = 26.3 \sim 37.8\text{mm}$, 取 $C = 30\text{mm}$ 。

(2) 凹模长度 L

$$L = l + 2C \quad (1-12)$$

式中, l 是工件长度 (mm), 本例中

$l = 50\text{mm}$ 。

故 $L = 50\text{mm} + 2 \times 30\text{mm} = 110\text{mm}$ 。

(3) 凹模宽度 B

$$B = b + 2C \quad (1-13)$$

式中, b 是工件宽度, 本例中

$b = 24.7\text{mm} + 2\text{mm} + 22.5\text{mm} = 49.2\text{mm}$ 。

故 $B = 49.2\text{mm} + 2 \times 30\text{mm} = 109.2\text{mm}$, 取 $B = 110\text{mm}$ 。

所以, 凹模的外形尺寸 ($L \times B \times H$) 为: $110\text{mm} \times 110\text{mm} \times 20\text{mm}$

2. 冲孔凸模的长度 L_1

冲孔凸模长度为

$$L_1 = h_1 + h_2 \quad (1-14)$$

式中, h_1 是落料凹模厚, 为 20mm ; h_2 是凸模固定板厚卸料板厚, 为 25mm 。

$$L_1 = h_1 + h_2 = 25\text{mm} + 20\text{mm} = 45\text{mm}$$

1.2.3 计算凸模、凹模工作部分的尺寸

凸模、凹模以及凸凹模的加工分为分别 (分开) 加工法和配合加工法。最好采用分别加工法进行制作, 这样的模具具有良好的互换性, 且加工容易, 模具的制造周期短。但采用分别加工法是有条件的, 只有条件满足时, 方可采用分别加工法进行制造。

凸模、凹模工作部分 (刃口) 尺寸的计算, 可参考零件图 (图 1-1)。

1. 落料部分的凸模、凹模刃口尺寸

凸模与凹模采用分别加工法制造时应满足的条件如下

$$\delta_1 + \delta_a \leq Z_{\max} - Z_{\min} \quad (1-15)$$

式中, δ_1 是凸模的制造公差 (mm); δ_a 是凹模的制造公差 (mm); $Z_{\max}$ 是凸模与凹模的最大合理间隙 (mm), 查附表 8 取 0.14mm ; $Z_{\min}$ 是凸模与凹模的最小合理间隙 (mm), 查附表 8 取 0.10mm 。

上式的右侧等于 0.04mm 。工件的落料加工最大尺寸是 50mm , 要想满足上式, 则凸模与凹模的制造公差等级分别为 IT5 和 IT6。对于这样的加工精度, 必定要提高模具的制造成本。因此, 采用配合加工法制造落料凸模与凹模刃口部分较为有利。

在落料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, 凸模尺寸按相应的凹模实际尺寸配制, 保证双面间隙为 $0.10 \sim 0.12\text{mm}$ 。制造时应保证最小合理间隙, 考虑制造公差, 但又要小于最大合理间隙 (0.14mm), 故取值为 $0.10 \sim 0.12\text{mm}$ 。在采用配合加工法进行设计时, 刃口部分尺寸按刃口磨损情况分为三类, 可用下面的公式计算