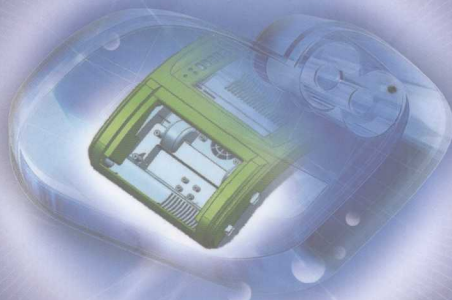


冲压模设计指导

主 编 王立人 张 辉 主 审 叶久新



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共分五章,分别介绍了冲压设计过程与要求,冲压模具设计实例,冲压模具设计常用零件与技术条件,模架、模座与技术条件以及冷冲模典型组合。本书较为系统、全面地阐述了冲压模具的设计过程和设计中要考虑的主要问题,简明扼要地介绍了多种冲压模具的设计实例,并且尽可能多地提供了实用的冲压模具设计数据和资料。本书可与各种版本的冲压教材配套使用。

本书可供本科院校“材料成型及控制工程”、“机械设计制造及其自动化”等专业以及高职、高专院校“模具设计与制造”专业师生使用,也可供从事冲压模具设计与制造的工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

冲压模设计指导/王立人,张辉主编. —北京:北京理工大学出版社,
2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2634 - 9

I. 冲… II. ①王…②张… III. 冲模-设计-高等学校-教学参考资料
IV. TG385. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 142933 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米×960 毫米 1/16

印 张 / 10.25

字 数 / 210 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1~4 000 册

定 价 / 19.80 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

冲压设计包括冲压工艺设计和模具设计，是学生学习“冲压工艺及模具”课程后必不可少的实践环节。通过一次系统的实际设计，学生对理论的学习内容才会有更深切的体会。事实上，课程学习中未及详述（然而对于顺利地进行冲压又是至关重要）的许多细节，只有通过实际的设计过程才能有所理解。冲压设计是学生一次重要的再学习过程，它将极大地缩短学生在校理论学习与今后适应工作岗位要求之间的距离，大大提高学生的综合分析能力、工程设计能力与创新能力。

笔者多年从事材料成型及控制工程专业、模具专业冲压工艺及模具的课程教学和设计指导，深感缺少一本简洁、实用的书籍供学生使用。一些冲压模具设计指导书为满足系统性要求，大量内容与教材重复。因此，遵循以下原则编写了此书：

1. 以指导学生如何入门进行冲压模具设计为主。限于篇幅，提供的设计资料也以满足学生冷冲模设计基本需求为主，所以并不企图编写成“设计大全”之类的指导书。
2. 本书不再重述冲压教材相关内容，使用本书时可与各种版本的教材相互对照、相互补充。笔者参考了十余种不同版本，不同层次的教材，在此基础上对收集的大量冲压资料作了适当的取舍。也由于未与特定的教材配套，此书难以避免与各校学生所用的教材有少量内容重复。
3. 模具设计实例由从事冲压模具设计、制造二十余年的企业工程设计人员编写，希望能够反映企业在模具设计、制造方面的发展趋向。
4. 尽可能多地将冲模零件标准和其他相关标准的原貌呈现给读者。

此书的编写以“指导学生入门、满足设计需求”为基本原则，希望能够对学生的冲压模具设计有所裨益。

本书由湖南省模具设计与制造学会理事长叶久新策划并任主审，湖南电子科技职业学院王立人、湖南大学张辉任主编，湖南电子科技职业学院车义任、湖南涉外经济学院陈健美、长沙南方职业技术学院陈志明、郴州职业技术学院王德林、永州职业技术学院姜凌任副主编。全书由王立人统稿并整理。湖南大学蒙春标、湖南电子科技职业学院李玲云等参加了文稿打印和整理工作，在此表示衷心感谢。

由于水平所限，书中的不足与错误之处，欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 冲压设计过程与要求	1
1.1 冲压设计的目的与要求	1
1.1.1 冲压设计目的	1
1.1.2 冲压设计要求	1
1.2 冲压设计的一般过程	2
1.2.1 冲压工艺（过程）设计	2
1.2.2 模具设计	11
第 2 章 冲压模具设计实例	25
2.1 支板冲孔切断级进模	25
2.1.1 零件冲压工艺分析	25
2.1.2 确定冲压工艺方案	26
2.1.3 冲压工艺与模具设计计算	27
2.2 托架坯料冲裁复合模	32
2.2.1 零件的冲压工艺分析	32
2.2.2 冲压工艺方案的分析和确定	34
2.2.3 冲压工艺计算	35
2.2.4 模具设计实例	36
2.3 托架四角形件弯曲模	40
2.4 有凸缘筒形件落料（首次）拉深模	42
2.4.1 拉深工艺计算结果	42
2.4.2 落料拉深模设计	42
第 3 章 冲压模具设计常用零件与技术条件	48
3.1 冲模工作零件	48
3.1.1 圆凸模	48
3.1.2 圆凹模	50

3.1.3	冲模模板	52
3.2	冲模定位零部件	54
3.2.1	始用挡料装置和弹簧芯柱	54
3.2.2	侧压装置	56
3.2.3	弹簧弹顶挡料销	58
3.2.4	扭簧弹顶挡料装置	59
3.2.5	回带式挡料装置	61
3.2.6	活动挡料销	62
3.2.7	固定挡料销	63
3.2.8	导正销	64
3.2.9	侧刃与侧刃挡块	67
3.2.10	导料板	69
3.2.11	承料板	70
3.3	冲模卸料与压料零件	71
3.3.1	卸料板	71
3.3.2	推杆、顶杆与顶板	74
3.3.3	卸料螺钉	76
3.4	导向零件	77
3.4.1	导柱	77
3.4.2	导套	79
3.5	固定及紧固零件	81
3.5.1	模柄	81
3.5.2	弹性元件	85
3.5.3	螺钉和销钉	91
3.6	冲模零件技术条件	94
第4章	模架、模座与技术条件	96
4.1	冲模铸铁滑动模架	97
4.1.1	对角导柱模架、后侧导柱模架、中间导柱模架和中间导柱圆形模架（表4-2）	97
4.1.2	后侧导柱窄形模架（表4-3）	100
4.1.3	四导柱模架（表4-4）	101

4.2 铸铁滑动模架模座	103
4.2.1 对角导柱模座 (表 4-5)	103
4.2.2 后侧导柱模座 (表 4-6)	105
4.2.3 后侧导柱窄形模座 (表 4-7)	107
4.2.4 中间导柱模座 (表 4-8)	108
4.2.5 中间导柱圆形模座 (表 4-9)	110
4.2.6 四导柱模座 (表 4-10)	112
4.3 冲模模架及其零件技术条件	114
4.3.1 冲模模架技术条件	114
4.3.2 冲模模架零件技术条件	115
第 5 章 冷冲模典型组合	117
5.1 冷冲模典型组合的类型与使用	117
5.2 冷冲模典型组合	118
5.2.1 固定卸料纵向送料和横向送料典型组合	118
5.2.2 弹压卸料纵向送料和横向送料典型组合	126
5.2.3 复合模矩形厚凹模和矩形薄凹模典型组合	133
5.2.4 复合模圆形厚凹模和圆形薄凹模典型组合	139
5.2.5 弹压导板模纵向送料和横向送料典型组合	142
5.3 冷冲模典型组合技术条件	147
附表	148
附表 1 曲柄压力机打料横杆与横杆孔尺寸	148
附表 2 标准公差数值	148
附表 3 常用配合的极限偏差	149
附表 4 冲模零件的加工精度及其相互配合	151
附表 5 冲模零件的表面粗糙度	151
附表 6 常用各种加工方法及表面粗糙度	152
附表 7 常用各种加工方法的经济精度	152
附表 8 轴、孔公差等级与表面粗糙度的对应关系	153
附表 9 冲模零件材料的许用应力	153
主要参考文献	154

第 1 章

冲压设计过程与要求

冲压设计包括冲压工艺（过程）设计和冲压模具设计两方面内容。冲压模具设计之前需要进行冲压工艺设计，冲压工艺设计是模具设计的基础和依据。同一个冲压件，不同的设计者，可能会提出不同的冲压工艺方案，相应地就会有不同类型、不同结构模具的设计。

1.1 冲压设计的目的与要求

1.1.1 冲压设计目的

通过冲压设计，希望达到以下目的：

- ① 培养学生综合运用冲压工艺理论知识，分析解决一般冲压过程实际问题的能力（涉及冲压工艺方案分析与制定，冲压工艺参数计算，冲压模具类型和结构选择，模具结构参数计算，冲压设备选择等）；
- ② 了解（广义的）模具设计的一般过程和步骤，进一步熟悉冲压模具的类型和结构；
- ③ 在熟悉相关国家标准和技术规范基础上，提高学生正确查找、判断、选择相关技术参数的能力，培养学生的标准及规范意识；
- ④ 培养学生今后从业的基本职业素养，如严谨的科学态度、质量意识和如期完成任务的时间观念等。

1.1.2 冲压设计要求

冲压课程设计在学生学完“冲压工艺和模具”课程之后进行，时间一般为1~2周，以设计较为简单、具有典型结构的中小型模具为主。要求学生在教师指导下独立完成冲压工艺设计、相应的冲模装配图、冲模工作零件（凸模、凹模或凸凹模）的零件图，鉴于卸料板在冲模中具有仅次于工作零件的重要性，如果时间许可，可要求学生再完成卸料板零件图。

毕业设计时间通常至少有6~8周，以设计中等复杂程度的大、中型冲模为宜，可以考

考虑设计多工位级进模或汽车覆盖件模具（如可能，还可以考虑增加典型零件的制造工艺规程制定），要求学生完成冲压工艺设计、全套模具图纸（装配图、全部非标零件图、标准规格零件的二次加工图纸）。

无论是课程设计还是毕业设计，除提交设计图纸外，都应提交相应的设计说明书。毕业设计学生提交图纸与说明书后应逐个进行答辩，课程设计答辩形式可由教师视情况而定。

1.2 冲压设计的一般过程

冲压设计可按下面粗略的步骤进行（图 1-1）：

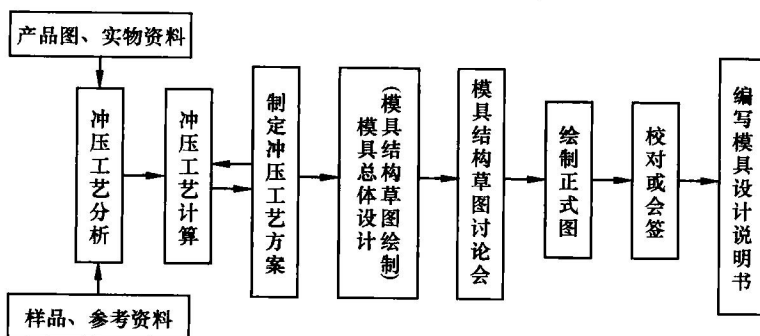


图 1-1 冲压设计步骤

从冲压工艺方案分析到正式绘制模具图，许多步骤相互影响、相互联系、相互制约，所以设计过程实际上是一个各种步骤交叉与反复进行的过程。学生的冲压（课程或毕业）设计，可参照以上步骤进行。

冲压设计之前，需要确定送料操作方式，采用手工送料与采用自动送料装置显然冲压工艺与模具的设计方案不同。学生冲压模具设计可以以手工送料为前提进行。

下面分述学生冲压设计各个步骤中的相关问题。

1.2.1 冲压工艺（过程）设计

冲压工艺设计主要包括工艺分析和工艺方案制订两部分内容。大致过程如下：针对给定的产品图样（只有样品而无图纸时，一般应测绘样品后绘制产品图纸，作为设计依据）→分析该产品的冲压工艺性和进行必要的工艺计算→确定最佳工艺方案→最后编写冲压工艺规程（即冲压工艺过程卡）。

1.2.1.1 冲压工艺分析

冲压工艺分析包括技术分析和经济分析。

1. 技术分析——审查冲压件的工艺性

根据产品图纸及图纸上的技术条件,分析冲压件的形状特点、尺寸大小、精度要求和材料性能等是否符合冲压加工的要求。特别要注意冲压件的一些极限尺寸和精度要求。如冲裁件有最小孔径、孔间距和孔边距、悬臂和凹槽尺寸等限制,一般还应有 $R=0.5t$ 的圆角 (t 为材料厚度);弯曲件有最小相对弯曲半径、弯曲件最小直边高度、弯曲件上的孔至变形区最小距离等尺寸限制,还应注意弯曲成形后是否容易从模具中取出;拉深件主要检查各个圆角半径和高径比。一旦冲压件的精度要求超过了普通冲压工序能够达到的经济精度,就必须在普通冲压后增加整修、校平或整形工序。此外,还应注意尺寸标注、尺寸基准以及对冲压件成形后允许的变薄量、回弹、毛刺大小和方向等方面提出的要求。教材上关于冲件工艺性的章节会谈及以上问题。

技术分析目的在于了解该产品冲压时可能出现的问题,了解冲压的难点,从而可以在技术上预先采取措施,防止冲压时出现各种问题。如果发现冲压工艺性很差,即零件难以或要采取很多技术措施才能勉强达到其技术要求,应在产品设计者签字同意的前提下,对冲压件的结构、尺寸、精度要求乃至材料的选用作出修改。

2. 经济分析——冲压件的成本分析

在冲压生产盈亏分析中,模具的制造费用是个相对不变的数值。显然模具费用一定时,冲压件产量越高,单件生产成本越低。由于模具制造的高成本,冲压加工的优点很大程度上体现在大批量生产(当然也与冲压件的结构、尺寸等因素有关)。表 1-1 是有关资料提供的冲压件成本构成比。随冲压件产量的增加,模具费用在冲压件成本构成中的比率下降。

表 1-1 冲压件成本构成比

冲压零件类别	冲压零件的生产性质					
	单件小批	小批小量	成批、中批	大批	大量	常年大量
	冲压零件生产成本构成/%					
材料费用 C_Z	<30	40	50	60	70	80
加工费 C_G	≥30	25	20	15	10	>5
模具费 C_M	40	35	30	25	<20	<15
总生产成本 C_Σ	100	100	100	100	100	100

注:1.表中数值适用于普通薄板冷冲压。

2. 材料费包括:板、条、带、卷料等原材料购置费;辅助生产材料,如润滑剂、棉纱、防护包装材料等费用;生产能耗费,如电、水、压缩空气、蒸汽等费用。
3. 加工费包括:工人与技管人员工资、福利和固定资产折旧、车间经费等。
4. 模具费包括:模具制造费、刃磨与修理费、修模误工损失费等。
5. 模具选型得当,模具费会进一步降低。

冲压的经济分析需要从分析产品成本构成入手，阐明采用冲压生产可以取得的经济效益。对学生而言，缺乏必要的技术经济数据，进行经济分析显然有难度，冲压设计可以不进行此项分析。

冲压工艺分析的实质就是要判断该产品在技术上能否保质、保量地稳定生产，在经济上能否有效益，实质就是对产品的冲压生产进行技术和经济上的可行性论证。

1.2.1.2 冲压工艺方案制定

在冲压工艺分析基础上着手制定工艺方案。

1. 必要的工艺计算

一般而言，冲压工艺方案制定前需要根据产品图纸进行成形件毛坯的展开尺寸计算和必要的其他工艺计算，如判断拉深件是否可以一次拉深成形，拉深次数计算、拉深各中间工序件尺寸计算，翻边前预冲孔尺寸计算，局部成形的一次变形程度核算，排样设计，材料利用率计算，冲压力计算等。由此为初步确定冲压工艺方案提供必要的依据（有些工艺计算即使制定工艺方案时不用，在后续的模具总体结构形式确定、模具零件设计时也是需要的）。

2. 确定冲压工艺方案

冲压工艺方案包括冲压工序性质、数量、顺序、组合方式的确定。

1) 确定冲压工序的性质

工序性质是指成形该零件所需的工序种类（如落料、冲孔、切边、弯曲、拉深、翻边、胀形、整形等）。一般情况下，可由产品图直观地确定所需的工序性质，有时则需对产品图进行计算、分析、比较后才能准确地确定所需的工序性质（教材中关于冲压工艺方案制定的章节一般都有这方面的例子）。

2) 确定冲压工序的数量

工序数量既可指同一性质工序重复进行的次数，例如拉深件的拉深次数，弯曲件的弯曲次数，也可指整个冲压加工过程所需的总的工序次数。

任何冲压工序可以产生的板料变形程度和所能达到的尺寸精度都是有限度的，所以同一性质工序重复进行的次数主要取决于工件形状的复杂程度、尺寸精度要求和材料的性质。

一般可遵循如下原则确定同一性质工序数量：

① 冲裁复杂形状工件时，由于受到模具结构或强度的限制，其内外轮廓经常不得不分成几个部分，用几套模具或用级进模分段冲裁，因而冲裁件的冲裁工序数量受到冲裁件轮廓复杂程度、孔间距、孔的位置和孔的数量的影响；

② 弯曲件的弯曲工序数量一般可由弯角的多少、弯角的相对位置及弯曲方向而定；

③ 拉深件的拉深工序次数由拉深工序计算确定。

确定总的工序数量时，不仅与工件形状复杂程度、尺寸精度及材料性能等有关，还受到生产批量、现场制模条件、冲压设备条件及工艺稳定性等多种因素的影响或制约。其中特别提出“工艺稳定性问题”。实际生产条件下，许多因素难以控制，例如原材料力学性能及厚度的波动，模具的制造误差，模具润滑的变化，冲压设备的精度等等，都将影响冲压加工的稳定性（即工艺稳定性）。工艺稳定性差，冲压生产时的废品率就会明显上升。提高工艺稳定性的主要措施是：适当降低各冲压工序中材料的变形程度，避免在接近极限变形参数情况下进行冲压加工（自然增加了工序数量），尤其在大量生产的连续流水线上所采用的冲压工艺过程，更应如此（级进冲压就是很典型的例子）。

3) 确定冲压工序的顺序

当工件需要多道工序冲压成形时，就涉及工序顺序的安排。冲压工序顺序主要决定于冲压变形规律和工件的质量要求，当工序顺序的改变不影响冲压件的质量时，则可以根据有利于操作定位方便和简化模具结构等因素确定。比如，对于不便拿取的小冲压件或形状特殊不易定位的冲压件，安排工序顺序时，应在成形之后分离，不仅便于操作，也有利于生产安全和提高生产率。如图 1-2 的 U 型弯曲件两侧冲孔，同轴度要求不严时，最好在弯曲前冲孔，这样可使模具结构简单；若同轴度要求较严时，应在弯曲后利用带斜楔机构的模具同时将两孔冲出；若同轴度要求过严时，只好在弯曲后机加工两孔。许多冲压资料提出了工序安排的一些基本原则（此处略），适合大多数的冲压件，可供参考。

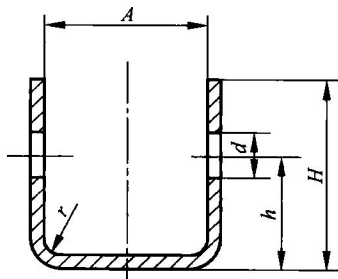


图 1-2 带孔弯曲件

4) 考虑工序组合

工序性质、数量、顺序确定后，进一步确定（集中到一套模具上的）工序的组合方式。工序组合（准确的表述应该是工步组合，只是在很多资料，包括冲模术语标准中都是以工序组合的文字来表述相关内容的）分为两种基本组合方式：复合冲压和级进冲压工序（包括级进—复合冲压工序）。

首先考虑组合的必要性与可行性，再决定组合方式。

(1) 工序组合的必要性与可行性

① 必要性主要取决于工件的生产批量，也与工件的尺寸有关。尺寸很小的工件在模具上定位、操作都极不方便，尽管小批量生产，也宁愿把工序适当集中和组合。尺寸过大的工件，小批量生产时，采用分散冲压，往往几套单工序模制造费用加起来比复合模还高，此时也应考虑将工序合并。采用复合模生产，除了制造费用节约，还节省了（几套单工序）冲模存放面积，提高了冲压精度。

② 可行性受到诸如冲压件形状、尺寸、精度要求，模具结构、强度，模具制造、维修的难易程度，冲压设备条件等因素的限制。分析工序组合可行性时，应考虑：工序组合后，

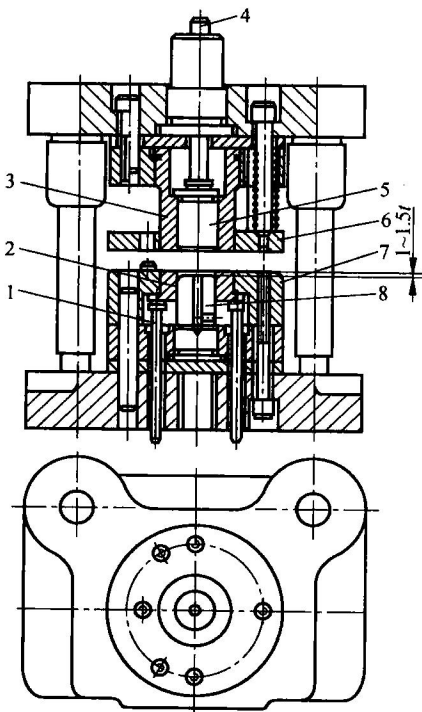


图 1-3 落料拉深复合模

- 1—顶杆；2—压边圈；3—凸凹模；
4—打杆；5—推件块；6—卸料板；
7—落料凹模；8—拉深凸模

不影响冲压件的质量；模具在结构上应能实现其所需的动作，不影响模具的强度；不会对模具的制造、维修带来太大的困难；与企业现有的制造水平、冲压设备条件相适应。

初学者可以将所需工序先进行各种可能的组合，然后再逐个分析各种组合的可行性。

(2) 工序组合方式

复合冲压，一般用条料进行生产（也可用块料或边角料）。复合冲压工序适合于位置精度要求较高的中小型冲压件的大量生产。按照工序的性质和要求，整形与冲孔、整形与修边等都不宜组合为复合工序。复合模设计首要问题是根据工件形状尺寸校核凸凹模壁厚（教材有凸凹模最小壁厚的数据），一旦凸凹模壁厚过小而强度不足时，无论何种性质工序都不能组合为复合工序。复合模设计还应注意同一个工位上冲压工序的顺序安排，从模具结构设计上予以保证。如图 1-3 所示的落料拉深复合模，为了保证先落料再拉深，拉深凸模 8 低于落料凹模 7 约 $1 \sim 1.5t$ 。从图中还可见浅拉深件落料拉深时凸凹模 3 壁厚过薄，可能强度不足。所以浅拉深件的落料拉深经常分两道工序进行。

级进冲压突出的优点是生产率高、操作安全。此外，级进模工位之间有一定距离，并且必要时可设置

空工位，因此避免了内外轮廓之间尺寸很小的冲压件采用复合模冲压凸凹模壁厚过小的问题。但级进模对原材料规格及性能的限制较为严格；条料送进有误差积累，冲压精度不如复合模；级进模结构复杂、制造成本高。级进冲压工序中工位的先后安排也是一个比较复杂的技术问题，没有统一模式，工位的合理安排充分体现出设计者的理论水平，工作经验，考虑问题的系统性、周密性和创新思维。例如用级进冲裁方式冲裁带孔的冲裁件，一般原则是先冲孔，再落料。但是孔到冲压件边缘的距离较小，而孔的精度又较高时，排样应考虑先冲外形，再（在导正销导正情况下）冲孔，以避免先冲孔后落料时造成孔的变形。对图 1-4 (a) 所示工件，采用级进冲裁，从保证工件尺寸精度、排样、提高凹模强度和结构合理性来说，图 1-4 (c) 的方案更好一些。级进冲压时工位安排的一般原则可见有关级进模设计的资料（此略）。

很多资料给出了常见的复合冲压工序、级进冲压工序组合方式与相应的模具结构简图，可供冲压设计初学者参考（此略）。当采用复合模还是级进模冲压难以取舍时，可参

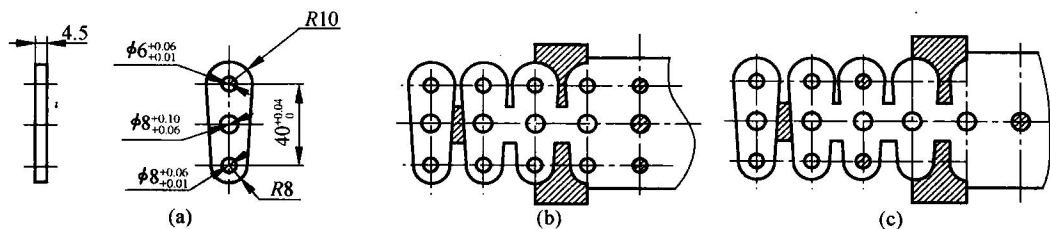


图 1-4 级进冲裁排样图

(a) 制件; (b) 原排样; (c) 改进后排样

考表1-2，并结合实际生产条件分析后进行选择。

表 1-2 复合模与级进（或连续）模的技术经济效益对比

对比项目	复合模	连续模
1. 冲压零件质量	好	一般
(1) 尺寸精度	IT9~IT11	IT10~IT13
(2) 形位精度	工件平整。平面度、同轴度、对称度、位置度偏差小	工件不太平整，有时要校平。平面度、同轴度、对称度、位置度误差较大
2. 冲压加工范围		
(1) 冲裁料厚 t/mm	0.05~3 正装结构：推荐使用料厚范围 $t=0.1\sim3$ 或更厚一些； 倒装结构：推荐使用料厚范围 $t=0.4\sim3$ ， $t_{\max}<5$	$t=0.2\sim6$ ， $t_{\max}\leq 10$
(2) 冲裁零件最大外廓尺寸 D 或 B/mm	300	250
(3) 可完成冲压工序（步）数	2~4	一般不限
3. 工艺技术功能		
(1) 生产效率	模上出件，生产效率低	工件及冲孔废料多从模下推出并落入压力机工作台下的零件箱中，可连续冲压，生产效率高
(2) 模具寿命	相同冲压工件，生产条件相同，复合模的刃磨寿命和使用寿命都低于连续模	相同冲压工件，生产条件相同，连续模的刃磨寿命和使用寿命都高于复合模
(3) 操作安全性	出件和清除废料要用手工或工具，而且都在模具工作区内进行，操作安全性差	工件与废料自动出模，送料也在模具工作区之外，操作安全性好
(4) 适应高速冲压的可能性	不能进行高速冲压，推荐的安全冲压速率： 手工出件 ≤ 40 次/min 自动出件 ≤ 80 次/min	可以进行常速和高速冲压，推荐的安全冲压速度： 板料条料手工送进 $\leq 60\sim 100$ 次/min， 带料半自动送进 $\leq 200\sim 400$ 次/min， 卷料全自动送进 > 800 次/min

续表

对比项目	复合模	连续模
(5) 调校与试模	比较复杂, 但难度不太大	要求技术高、难度大
4. 技术经济效益		
(1) 冲模结构复杂程度	冲压相同零件用复合模(尤其 2~4 工步的复合模)结构比连续模复杂。冲压工步超过 4 个, 复合模就较难冲制	冲压相同零件的连续模结构比复合模简单, 但复杂形状零件多工位连续冲压一模成形的连续模结构复杂, 且大多超过 4~5 个工位, 这类冲压件单工位复合模不能冲制
(2) 对原材料要求	对料宽要求不高, 送料进距 S 的偏差不会影响冲压精度, 甚至可用边角余料冲压	对入模条、带、卷料宽度公差要求很严; 送料进距 S 偏差影响冲压精度, 应该用送料定位系统从严控制
(3) 模具制造与修理费用	比具有相当工艺技术功能的连续模制造及维修费用都高	一般情况下, 比冲压相同零件用复合模制造与修理费用稍低
(4) 模具制造与修理难易程度	几个工步复合在一个工位上, 制造精度要求高, 通常为 IT8 级甚至更高, 修理难度也大, 制造与修理技术要求高	在冲压相同零件与相当条件下, 比复合模制造与修理难度小一些, 但多工位、冲制复杂冲压零件时, 连续模制造与修理要求高、难度大

还需提及, 对于一些特殊或组合式的冲压件, 可能还应确定一些非冲压的辅助工序(如钻孔、焊接、去毛刺、热处理、表面处理等)在整个冲压工艺过程中的安排顺序。

5) 确定最佳工艺方案

通过对冲压工序的性质、数量、顺序、组合方式分析, 确定各种工序的安排顺序和可能的组合后, 就形成了各种冲压工艺方案。很多情况下, 技术上可行的工艺方案不止一个, 这就需要从产品质量、生产效率、设备条件、模具制造、冲压操作和安全、经济成本等方面进行综合比较分析, 确定一个最适合本单位生产条件的最佳工艺方案。

冲压工艺方案制定, 是冲压工艺设计的核心。对于形状复杂、精度要求高的工件, 往往要经过反复的分析、计算、修改, 有时甚至要进行必要的工艺试验后才能最终确定其冲压工艺方案。

3. 冲压工序的定位与冲压设备的选择

冲压工艺设计还有两项重要内容, 即考虑各冲压工序的定位和选择冲压设备。

1) 冲压工序的定位

冲压工序定位涉及两个问题: 合理选择定位基准和定位方法。这是保证冲压件质量和尺寸精度的基本条件, 也直接影响冲压工艺过程的稳定、影响操作和生产安全。

(1) 定位基准的选择

定位基准选择即模具中安放毛坯或工序件时, 以哪一个面、哪一个孔作为安放的基准。选择定位基准应遵循以下三个原则:

① 基准重合原则，就是尽可能使定位基准与工件设计基准（图纸上标注的尺寸基准）重合。两个基准重合时，定位误差接近于零。

② 基准同一原则，是指多道工序分别冲压时，尽可能各道工序都采用同一个定位基准，一则消除或减少不同定位基准引起的多次定位误差，有利于提高冲压质量；二则可使各道工序模具的定位零件形状、尺寸一致，简化模具的制造。

③ 基准可靠原则，就是定位基准的可靠性问题。首先应注意所选择的基准定位面，其位置、尺寸、形状都必须有较高的精度（如果冲压件的结构条件不能满足合理的定位要求，可以考虑在工件的适当部位冲制定位用的工艺孔、工艺缺口等作为后续工序的定位基准）。其次应选择冲压过程中不产生变形和位移的表面作为基准定位面。

（2）定位方法的选择

定位要注意其可靠性、方向性和操作方便安全性。

定位的可靠性一方面与定位基准的选择有关，另一方面也需要可靠的定位方法。冲件在模具上的定位方法有孔定位、平面定位和形体定位三种，有时也将两种定位方法联合使用（所谓的联合定位）。单个毛坯或工序件定位，平板件最好采用相距较远的两孔或外形轮廓定位，也可用一个孔和部分外轮廓联合定位；弯曲件可采用两孔定位或（内或外）形体定位，也可用一个孔和形体联合定位；拉深件常用形体、底面定位（多道工序的拉深就是以工序件的内形与底面定位的），有时也用切边后的端面定位；多工位级进模往往同时设有粗定位和精（确）定位机构，此时前、后工序的定位方法应力求一致，粗定位要服从精定位。

对于非对称件，要注意定位的方向性。尤其是弯曲件，往往带有与压弯面不对称的孔，定位时必须识别方向。冲压生产常见的定向形式有：工艺孔定向、工件上非对称的孔定向、大小不一的孔定向、切角定向、打工艺标记定向等。

选择定位方法时，还必须注意操作是否方便与安全。如图 1-5 所示零件，若按方案一冲压，先冲中间型孔，然后以型孔定位冲三个小孔，则很难把带型孔的半成品套在非圆形的定位销上，操作不方便，效率低而不安全。按方案二先冲大圆孔，以冲出的大圆孔定位，再冲三个槽和三个小孔，则方案一的问题都可避免。

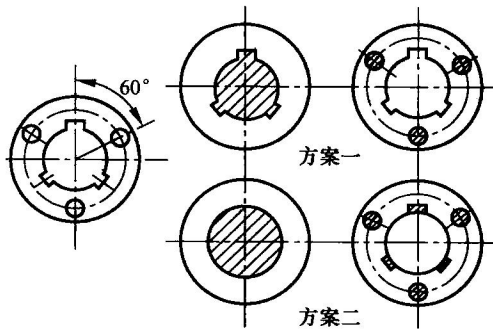


图 1-5 带孔冲裁件定位方法

2)（初选）冲压设备

（1）设备类型的选择

冲压生产中应用较多的是机械压力机和液压机，设备类型的选择主要取决于冲压工艺要求 and 生产批量，通常的冲压资料上有设备选择的一般原则。需要注意的是，对于校正弯曲、

校形工序，要求压力机有足够的刚度，应优选精压机。生产批量不大时可选用摩擦压力机。若采用曲柄压力机，务必严格控制压力机闭合高度和冲压材料的厚度公差，以防损坏设备。表 1-3 可供选择设备类型时参考。

表 1-3 冷冲压设备的适用工艺范围

设备类型	工艺名称							
	冲孔落料	拉深	落料拉深	立体成形	弯曲	型材弯曲	冷挤	整形校平
小行程曲轴压力机	√	×	×	×	√	×	×	×
中行程曲轴压力机	√	√	√	×	√	○	○	○
大行程曲轴压力机	√	√	√	√	√	√	○	√
双动拉深压力机	×	√	√	×	×	×	×	×
曲轴高速自动压力机	√	×	×	×	×	×	×	×
摩擦压力机	○	○	○	√	√	○	○	√
液压机	×	○	○	○	○	○	○	○
自动弯曲机	√	×	×	×	√	√	×	×
偏心压力机	√	×	×	○	√	√	×	○

注：√—适用 ○—尚可适用 ×—不适用

(2) 确定设备规格

选定设备类型后，确定设备规格，主要的依据是冲压工艺力的大小和冲压件的尺寸（由冲压件尺寸或通过排样，可大致确定模具尺寸）。对常用的机械压力机而言，设备的规格涉及压力机标称压力、滑块行程、装模高度、工作台面尺寸、滑块模柄孔尺寸等技术参数。

首先按照冲压工艺力计算结果，确定压力机标称压力（即设备吨位）。机械压力机滑块的压力在全行程中随曲轴转角变化而变化，因此选择压力机时，不仅要考虑标称压力，还必须使冲压工艺力在压力机行程的任一时刻都不能超过压力机的负荷力，也即冲压工艺力曲线必须全部在压力机允许负荷曲线之下。图 1-6 为压力机允许负荷曲线与冲压工艺力曲线示意图。

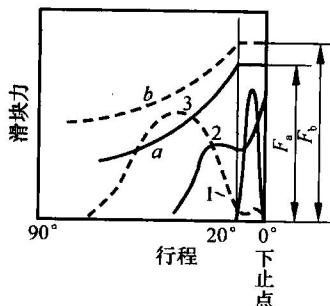


图 1-6 压力机允许负荷曲线与冲压工艺力曲线

1—冲裁；2—弯曲；3—拉深

可见冲裁、弯曲时最大冲压工艺力发生的时刻与压力机达到标称压力的时刻基本相符，因此选择标称压力 F_a 的压力机可以满足冲裁、弯曲等工序的需求。图 1-6 中曲线 3 表明最大拉深力发生在拉深成形的中前期，远离压力机标称压力的位置，只能选择标称压力 F_b 的压力机才能满足冲压工艺力曲线必须全部在压力机允许负荷曲线之下的要求。从图 1-6 中还可看出拉深功比冲裁、弯曲功大很多，因此拉深时应计算拉深功并校核，使其小于压力机电机功率。

滑块行程大小要考虑冲压件成形和取件的方便。例如拉深工序逆出件时，压力机滑块行程应大于拉深件高度的 2~

2.5 倍。

由冲压件尺寸和模具平面尺寸（一般是模具下模座），可以对压力机工作台面尺寸大小是否合适作出判断（教材有相关叙述，此略）。

模具的结构尺寸最终设计确定后，必须对冲压工艺设计阶段初选的冲压设备进行校核。设备规格也可在模具总体设计后确定。

4. 编写冲压工艺（过程）卡

冲压工艺设计完成后，需要编写冲压工艺过程卡。工艺卡片尚无统一格式，生产中常用的冲压工艺卡格式可见一般教材的例题或附录。对于工艺卡中每道工序的工件加工简图（也称工序草图），其视图尽量少，能说明问题就可，且只要求标注该工序所完成的加工尺寸，其他尺寸一般不要求标注。

冲压工艺卡综合表达了冲压工艺设计的具体内容，不仅是以后模具设计的重要依据，也起着生产组织管理、调度、各工序间协调和加工工时定额核算等作用。小批量生产时也可以只填写工艺路线明细表。

1.2.2 模具设计

在冲压工艺（过程）设计基础上，模具设计的基本内容与步骤如下：

① 重新审查产品零件图和冲压工艺卡

产品设计、冲压工艺设计与模具设计如果不是同一个部门进行的话，模具设计人员在模具设计之前应对产品图和冲压工艺卡进行重新审查、分析，若发现冲压工艺性较差或制定的工艺方案不合理时，就应向产品设计和工艺设计部门提出修改意见。

② 模具总体（结构）设计和模具结构草图绘制

冲压工艺卡确定了该工件的冲压加工工艺路线，在此基础上，按照工艺卡中规定的工序内容，首先对各道工序的模具进行总体（结构）设计。模具总体设计是模具零部件结构设计的基础。

③ 模具主要零部件（结构）设计

模具主要零部件的结构设计通常可以与模具总体设计同时进行。事实上，对于结构比较复杂的模具，一旦总体设计难以清楚表达模具中某个零件的结构特征时，也往往先勾画出这个零件的结构草图，以便了解、分析、衡量该零件对模具总体结构的适应性。

④ 模具总装图和零件图绘制。

⑤ 校核模具图样。

⑥ 编写模具设计计算说明书。

模具设计有关的工艺计算，如凸、凹模工作部分尺寸计算、模具压力中心计算、弹性元件（橡皮和弹簧）的选用和计算、模具零件强度、刚度的校核等工作，可在模具设计前或某