

王树人 编著

冲压模具

设计方法与技巧

CHONGYA MUJU
SHEJI FANGFA YU JIQIAO



化学工业出版社

冲压模具

设计方法与技巧

王树人 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压模具设计方法与技巧/王树人编著. —北京: 化学工业出版社, 2018. 1
ISBN 978-7-122-30924-2

I. ①冲… II. ①王… III. ①冲模-设计 IV. ①TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 267272 号

责任编辑: 贾 娜
责任校对: 宋 夏

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 高教社 (天津) 印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 19¼ 字数 514 千字 2018 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 79.00 元

版权所有 违者必究

模具在制造业中的应用极其广泛，涉及的行业包括机械、汽车、电子、通信、轻工、化工、冶金、塑料、建材等，模具技术水平已成为衡量一个国家制造水平的重要指标。随着世界制造业中心向中国转移，我国模具产业迎来了新一轮发展机遇，模具产业因此得到了快速发展，新技术的应用越来越广泛。模具是现代加工行业中的基本工艺装备，是需要进行专门设计与制造的制造业中的技术型产品。由于新技术、新材料、新工艺的广泛应用，对模具的使用寿命、尺寸精度和表面质量等不断提出新的更高的要求，对模具行业的从业人员的要求也相应提高。现代工业需要先进的模具设备和高技术人才。

冲压模具是模具的重要组成部分，因其具有生产率高、加工成本低、材料利用率高、操作简单、便于实现机械化与自动化等一系列优点，在模具工业中占据着重要地位。随着科学技术的发展，冲压模具的技术水平也得到了迅速的发展和提高，新的结构层出不穷，传统的设计理念不断更新。为了给冲压模具行业的从业人员提供专业指导，笔者整理了多年从事冲压模具设计和制造的经验与技巧，参考了国内外大量专著和最新技术资料，编写了本书。

本书从应用角度出发，系统介绍了中小型冲压模具设计的方法与技巧，并列举了典型实例进行解读。本书内容涵盖了冲压模具设计的各方面知识，从理论和实践两个方面做了深入细致的讲解，对冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模和多工位级进模在设计过程中需要掌握的设计计算方法和步骤、模具结构设计的方法与技巧进行了详细的阐述，每章均配有相应的设计实例。本书内容紧贴生产实际，可供从事冲压模具设计、制造相关工作的工程技术人员使用，也可供大中专院校相关专业师生学习参考。

本书由王树人编著，林继刚、邬际芳、王娟、尤康荣、林志勇、蔡四姣、王红秀、黄甫为本书的编写提供了大力支持与帮助，特此致谢。

由于编者水平所限，疏漏之处在所难免，敬请专家与读者不吝赐教。

编著者

第1章 冲压模具设计过程与要点 / 1

1.1 影响冲压模具设计的因素及冲压件加工工艺规程	1
1.1.1 影响冲压模具设计的因素	1
1.1.2 冲压件冲压加工工艺规程	2
1.2 冲压模具设计过程	3
1.2.1 冲压模具要实现的功能	3
1.2.2 冲压模具设计的一般程序	4
1.3 冲压工艺过程设计	4
1.3.1 冲压工艺过程设计的要求	4
1.3.2 冲压工艺过程设计的基本内容和步骤	4
1.4 冲压模具设计要点	6
1.4.1 冲压模具总体结构形式的确定	6
1.4.2 压力中心的计算	7
1.4.3 模具闭合高度与压力机的尺寸关系	8
1.5 冲压模具总装配图、零件图的绘制及技术要求	8
1.5.1 冲压模具总装配图的绘制	8
1.5.2 冲压模具零件图的绘制	11
1.5.3 冲压模具零件图的技术要求标注	12
1.5.4 冲压模具图中常见的习惯画法	12
1.6 冲压模具零件材料的选择	12
1.6.1 冲压模具常用的模具钢	12
1.6.2 冲压模具常用的硬质合金	14
1.6.3 新型冷冲压模具钢	14

第2章 冲裁模具设计 / 16

2.1 冲裁变形过程分析	16
2.1.1 冲裁变形过程	16
2.1.2 冲裁变形的受力与应力分析	17
2.1.3 冲裁件的质量及其影响因素	18
2.2 冲裁件的工艺性	21
2.2.1 冲裁件的结构与尺寸	21
2.2.2 冲裁件的精度与断面粗糙度	24
2.2.3 冲裁件的材料	28
2.3 排样	28
2.3.1 材料的利用率	28

2.3.2 常见的排样方式	29
2.4 搭边及条料的宽度和导尺间距离的计算	31
2.4.1 搭边	31
2.4.2 条料的宽度和导尺间距离的计算	33
2.5 冲裁间隙	35
2.5.1 冲裁间隙对工艺和模具寿命的影响	35
2.5.2 合理间隙值的确定	38
2.5.3 有关行业常用的合理间隙值	39
2.6 凸、凹模刃口尺寸及公差	41
2.6.1 冲裁模刃口尺寸计算确定的原则	41
2.6.2 冲裁模凸模、凹模刃口尺寸计算时各相关参数的关系	42
2.7 冲裁力的计算公式和压力中心的确定	45
2.7.1 冲裁力的计算	45
2.7.2 推件力、顶件力和卸料力的计算	46
2.7.3 总冲裁力的计算	47
2.7.4 压力中心的确定	47
2.8 凸模设计	49
2.8.1 凸模的结构形式	49
2.8.2 凸模长度的确定	51
2.8.3 凸模的强度校核	51
2.8.4 凸模的护套	52
2.9 凹模设计	53
2.9.1 凹模刃口形式	53
2.9.2 凸凹模结构尺寸	54
2.9.3 凹模的外形尺寸	55
2.9.4 凹模的强度校核计算	55
2.9.5 凸模、凹模常见的固定方式	56
2.10 凹模镶块结构设计	63
2.10.1 凹模镶拼结构形式	63
2.10.2 设计凹模镶拼结构的一般原则	65
2.10.3 镶块的尺寸	65
2.10.4 镶块的紧固方法	66
2.10.5 凹模固定时的螺孔、销孔尺寸	66
2.11 定位零件的设计	67
2.11.1 定位零件设计的原则	67
2.11.2 定位销(板)	67
2.11.3 挡料销	68
2.11.4 导正销	69
2.11.5 侧刃	71
2.11.6 侧压装置	72
2.12 卸料与推(顶)件装置的零件设计	73
2.12.1 卸料装置	73
2.12.2 推件和顶件装置	78
2.12.3 漏料孔和排料槽的设计	80
2.13 导向装置零件的设计	81

2.13.1	导柱和导套	82
2.13.2	侧导板与导板	83
2.13.3	导块	85
2.14	连接零件	85
2.14.1	模柄	85
2.14.2	模座	86
2.14.3	固定板和垫板	87
2.14.4	紧固件	87
2.15	精密冲裁	87
2.15.1	精冲工艺	88
2.15.2	精密冲裁模的设计	96
2.16	冲裁模的结构	101
2.16.1	冲裁模的结构组成	101
2.16.2	冲裁模实例	102

第3章 弯曲模具设计 / 109

3.1	弯曲变形过程	110
3.1.1	弯曲变形过程及特点	110
3.1.2	塑性弯曲时变形区的应力与应变状态	111
3.2	弯曲件的质量控制	112
3.2.1	拉裂及控制	112
3.2.2	偏移及控制	114
3.2.3	弯曲回弹及控制	115
3.2.4	翘曲与剖面畸变及控制	121
3.2.5	表面擦伤及控制	121
3.3	弯曲件的结构工艺性	121
3.3.1	弯曲件的尺寸精度	122
3.3.2	弯曲件的最小弯曲半径	123
3.3.3	弯曲件的直边高度	124
3.3.4	弯曲件的孔边距	124
3.3.5	弯曲件的对称性	125
3.4	弯曲件的其他工艺要求	125
3.4.1	增添工艺孔、槽和转移弯曲线	125
3.4.2	冲连接带和定位工艺孔	126
3.4.3	切口并弯曲的工件	126
3.5	弯曲件的毛坯尺寸计算	126
3.5.1	板料弯曲件的毛坯尺寸计算	127
3.5.2	板料卷圆的毛坯尺寸计算	130
3.5.3	圆杆弯曲件毛坯尺寸的计算	131
3.5.4	弧线与直线的连接计算	132
3.6	弯曲力的计算	135
3.6.1	自由弯曲力	136
3.6.2	校正弯曲力	136
3.6.3	顶件力和压料力	136

3.6.4 弯曲时压力机公称压力的确定	137
3.7 弯曲件的工序安排及模具结构设计	137
3.7.1 弯曲件的工序安排	137
3.7.2 模具结构设计	140
3.8 弯曲模工作部分的尺寸计算	143
3.8.1 凸模的圆角半径 r_p 的确定	143
3.8.2 凹模的圆角半径 r_d 及凹模的工作深度	144
3.8.3 凸、凹模工作部分的尺寸与公差	145
3.8.4 弯曲模凸、凹模的间隙	146
3.9 斜楔的计算	146
3.9.1 斜楔的尺寸与角度计算	147
3.9.2 楔块的受力状态	147
3.9.3 斜楔的结构	148
3.10 弯曲模具设计典型实例	149

第4章 拉深模具设计 / 152

4.1 拉深变形过程	152
4.1.1 拉深变形过程及特点	152
4.1.2 拉深过程中坯料内的应力与应变状态	153
4.1.3 拉深件的主要质量问题及控制	154
4.2 圆筒形零件的拉深工序计算	157
4.2.1 修边余量的确定	157
4.2.2 毛坯尺寸的计算	157
4.2.3 圆筒形零件拉深系数与拉深次数的确定	168
4.3 阶梯圆筒形件拉深	180
4.4 曲面回转体零件的拉深	182
4.4.1 曲面回转体零件拉深成形特点	182
4.4.2 球形件的拉深	183
4.4.3 锥形件的拉深	184
4.4.4 抛物线形零件的拉深	187
4.5 盒形件的拉深	189
4.5.1 盒形件的毛坯计算	189
4.5.2 盒形件的拉深系数、拉深次数及工序尺寸计算	193
4.6 拉深力与拉深功的计算	199
4.6.1 拉深力	199
4.6.2 压边力	202
4.6.3 拉深功	206
4.7 拉深模工作部分参数的确定	207
4.7.1 工作部分尺寸计算	207
4.7.2 拉深模凹模与凸模的圆角半径	208
4.7.3 凸模、凹模的结构形式	210
4.7.4 凸、凹模间隙的确定	212
4.8 拉深模典型结构	213

第 5 章 成形模具设计 / 216

5.1 翻边	216
5.1.1 翻边的变形特点	216
5.1.2 孔的翻边	217
5.1.3 外缘翻边	221
5.1.4 变薄翻边与螺纹孔翻边	222
5.1.5 翻边模结构	226
5.2 缩口与扩口	228
5.2.1 缩口	228
5.2.2 扩口	232
5.3 胀形	233
5.3.1 胀形的变形特点及分类	233
5.3.2 平板毛坯局部胀形	234
5.3.3 空心毛坯的胀形	235
5.3.4 胀形模具设计方法	237
5.4 成形模具设计典型实例	239

第 6 章 多工位级进模设计 / 243

6.1 多工位级进模的特点与分类及设计步骤	243
6.1.1 多工位级进模的特点	243
6.1.2 多工位级进模的分类	244
6.1.3 多工位级进模设计步骤	245
6.2 多工位级进模的排样设计	246
6.2.1 排样设计的原则及考虑的因素	247
6.2.2 载体设计	248
6.2.3 冲切刃口设计	251
6.2.4 步距和导正定位设计	253
6.2.5 工位数的设计	257
6.2.6 工序的先后安排	257
6.3 级进模主要零部件设计	259
6.3.1 凸模、凹模结构设计	259
6.3.2 卸料装置	271
6.3.3 导料、托料装置	274
6.3.4 镦压与限位装置	278
6.3.5 间歇切断装置	279
6.3.6 微调装置	281
6.3.7 安全检测保护装置	282
6.3.8 模架设计	284
6.3.9 其他零件的设计	286
6.4 多工位级进模的典型结构	287

参考文献 / 299

第1章

冲压模具设计过程与要点

1.1 影响冲压模具设计的因素及冲压件加工工艺规程	1.4 冲压模具设计要点
1.2 冲压模具设计过程	1.5 冲压模具总装配图、零件图的绘制及技术要求
1.3 冲压工艺过程设计	1.6 冲压模具零件材料的选择

1.1 影响冲压模具设计的因素及冲压件加工工艺规程

1.1.1 影响冲压模具设计的因素

影响冲压模具设计的因素是多方面的，关键是要掌握影响设计模具的主要因素。其主要因素是冲压件结构设计因素、冲压件生产因素、冲压件经济因素和冲压加工工艺规程的编制。

(1) 冲压件结构设计因素

- ① 冲压件形状要受材料能否用剪切、弯曲、拉深、成形等加工方法制作的限制。
- ② 冲压件对冲压工艺的适应性的限制。
- ③ 冲压件公差通常可精确到±0.05mm，对于小和薄的冲压零件，可选用更精密的公差。
- ④ 与其他加工方法相比，冲压件在质量方面具有很多有利的条件。
- ⑤ 由于冲压件的表面状况一般不受冲压成形加工的影响，因此，表面粗糙度较低。

(2) 冲压件生产因素

- ① 试制或小批量生产时，模具生产准备的时间比较长，模具设计、制造、试模和改进需要较长时间才能完成。因此，冲压模具不适用于试制或小批量生产。
- ② 冲压生产效率高，每分钟可达数百上千件，适用于大批量生产。

(3) 经济因素

- ① 冲压材料成本要尽量低，合适的成本是通过精心选料和合理的带料排样来达到的。
- ② 冲压件模具成本较高，但在大批量的冲压件生产中，此项成本并不高。
- ③ 要使直接劳动费用非常低，主要取决于零件的尺寸和形状。
- ④ 降低冲压件的总成本，最主要的是大批量生产，提高产品数量，保证产品质量，降低废品率、采用最佳生产方法来实现。这里所说的成本包括材料、模具、直接和间接劳动费用以及管理等。

(4) 冲压加工工艺规程的编制

冲压工艺规程的编制对模具设计起到事半功倍的重要作用，冲压工艺规程的编制合理可以保证模具设计的顺利完成。冲压工艺规程的编制主要有以下三点：

- ① 编制冲压加工工序，确定冲压加工设备和在额定生产下经济地生产出合格零件所需要的标准尺寸。

- ② 进行工序的综合调整,如热处理、冲压件的精加工,以及冲压件的表面处理等。
 - ③ 完善冲压件所需的加工工序和加工工艺路线图。
- 以上三点直接或间接影响冲压模具的设计。

1.1.2 冲压件冲压加工工艺流程

(1) 分析零件图

① 必须对工件的尺寸、形状、技术要求、材料牌号和状况、质量要求以及有关的工序等制订出详细的技术规范。

② 列出制造加工工序和有关工序内容,如备料、冲孔、翻边、落料等。要按工艺分析后的正确顺序列出工序基本内容,或合并后复合工序内容。要求对基本工序做初步的检查,每个工序项目应能在零件图上查对。

③ 确定模具制造的可行性。考虑模具制作的可能性,是否满足冲压件工艺加工要求,如孔接近凸缘、半径较小、坯料能不能经济地套用等,可由产品设计者在不影响所需功能的情况下进行改进。

④ 写出产品工艺的建议书。在完成零件图的分析以后,将建议书提供给产品设计者,所有认可的建议,可要求零件图做必要的技术改变。

(2) 决定最经济的工艺规程

① 对于同一个冲压零件,常有几种不同的生产方法,从众多的方法中考虑所有的因素后,择优采用一种相对合理的方法,应使零件生产的总成本最低。

② 将多个生产冲压件的可行工艺规程的方法进行比较,来确定最经济的工艺规程。对于每一种这样的工艺规程,在产量相同的情况下,单位成本的比较,会指导得出最为经济模具的选择。劳动生产成本和制造费用定额,可参照过去的执行情况,并按标准时间来计算。

③ 选用冲压设备时,应尽量利用现有设备,最好用公称压力与冲压力相配的冲压设备。对于在短期不能回收成本但有长远使用价值的通用冲压新设备也可选用,即使当时的生产成本较高,但从长远上看还是经济的。

(3) 编制冲压加工工序

① 主要尺寸的确定 凡是具有相当精确的公差或对于有关工序起定位作用的任何尺寸,都称为主要尺寸。冲压时特别要注意使这些尺寸在生产中得以保证。

② 主要基面的选择 大多数主要尺寸与具有特别精确公差表面的测量有关,主要基面是指那些从那里可以测量所有尺寸的基准面或表面。以这些面为基准决定零件的其他几何尺寸。在设计中,首先应确定主要基面,在测定系统中,这为后续工序和有关工序提供了合格的基准面。

③ 主要工序的确定 为了建立主要基面或等效基面,并可通过这些基面完成后续工序或有关工序所需的工序,称为“主要”工序。所需的质量控制包括坯料的宽度、厚度和力学性能等方面,以及金属的流动特性。这些都是确定主要制造工序的基本因素。

④ 主要制造工序的完成 工艺规程的设计应与模具的生产工艺相吻合,防止由金属流动特性所引起的故障,这些故障会影响零件的精度。设计者还必须考虑到模具设计的误差、磨损控制、污垢和工件的损坏等问题。

⑤ 次要制造工序的确定 这些工序是主要制造工序和完成零件精加工之间的中间工序。这些工序受工件的尺寸、金属塑性流动量和流动的影响。为了后续工序,有时可能必须调整有关工序或重定主要基面。

(4) 规定必需的检验

① 进厂材料的检验 材料的检验应包括按规定公差检查材料的厚度、宽度和翘曲度，以及力学性能。

② 加工中工件的检验 在制造中所进行的加工检验应遵循用于主要基面或测量基面的相同方法，这样能保护工件的几何形状。如果一个工序出现了缺陷，就不应该允许工件继续进行后续的工序。

(5) 规定必要的冲压设备

压力机应按模具要完成的压力加工形式、工件材料的性能，以及要求的冲压件精度、生产效率等实际需要来确定。

(6) 制订工艺路线

机械加工路线在整个工业生产中尽管形式多样，但通常有两个基本的要求：a. 对工序的说明必须准确和完整；b. 所用名词术语应按标准为准。

在冲压件冲压加工工艺规程中，应附有零件草图以帮助理解。

1.2 冲压模具设计过程

1.2.1 冲压模具要实现的功能

冲压工艺规程确定后，应按照工艺规程的要求进行模具设计。在冲压模具设计中，首先要了解冲压模具的功能，冲压模具应具有生产高效、快速的冲压产品的能力，符合产品精度要求，节约原材料等技术经济指标的功效。

被加工材料送至固定在冲压设备上的冲模里，经过冲压加工，获得所需形状、尺寸和性能的产品。在冲压模具中实现材料成形为制件的过程中，需要冲模中不同功能的零部件共同作用来实现，如图 1-1 所示。所以，冲压模具实际上是由具有不同功能的零部件组成的一种装置。冲压模具功能诸内容要求正是冲模设计的依据和条件，不同要求的冲压模具需要的功能是有差异的，这就要求模具设计者根据产品冲压的需要，选择为达到该冲压产品质量、数量、生产效率所需的功能部件。

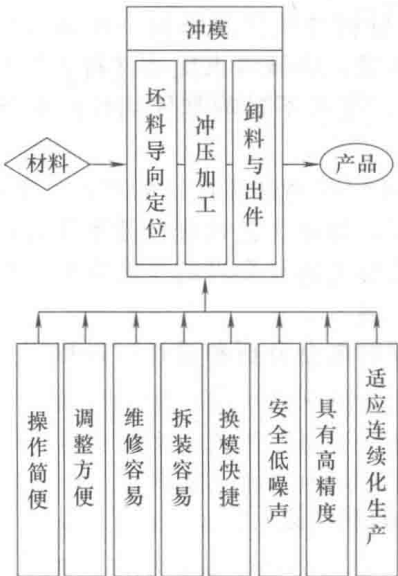


图 1-1 冲模功能要求

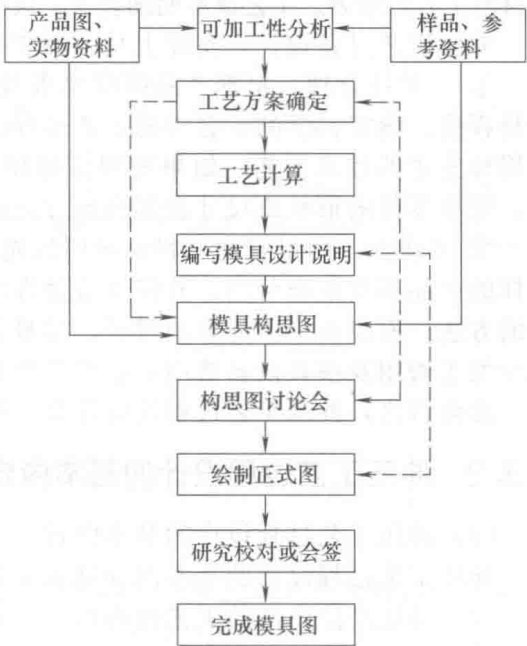


图 1-2 模具设计程序

1.2.2 冲压模具设计的一般程序

冲压模具设计要考虑三个方面的内容,即冲压工艺过程设计、冲压模具设计以及设计出的模具零件的加工工艺性。设计中要把握工艺、设计、模具制造三者之间的关系,深刻理解“工艺设计是模具设计的依据,模具制造是模具设计的保证”。依据冲压件的产品图样进行冲压工艺过程设计并确定工艺方案之后,可进行冲模的设计。在模具设计时,要收集、准备有关的设计参考资料;经过充分理解、研究和确定内容之后,便可着手绘制模具的构思图即草图;在绘制草图阶段要召开讨论会,以防发生设计上的重大错误;然后,再绘制正式图。

一般模具设计图可按图 1-2 所示方框图的步骤完成。由此方框图可知:在模具设计过程中,必定有冲压工艺方案的分析、确定及冲压工艺计算;从工艺方案分析开始到正式绘制模具图,中间各种步骤还应有反复分析与交叉进行的过程。

1.3 冲压工艺过程设计

1.3.1 冲压工艺过程设计的要求

冲压工艺过程是冲压件各加工工序的总和。它不仅包括冲压产品所用到的冲压加工基本工序,而且包括基本工序前的准备工序、基本工序之间的辅助工序、基本工序完成后的后续工序,以及这些工序的先后次序排定与协调组合。由于冲压工艺过程的优劣决定冲压件制造技术的合理性、冲压件的质量和成本,因此必须认真进行冲压工艺过程的设计。

冲压工艺过程设计最终是编制出冲压工艺规程。冲压工艺规程是对冲压产品的生产方式、方法、数量、质量及至包装等做出的全部决定。它对于工件的设计、生产准备及正常生产都是至关重要的。同时,除了指导正常生产之外,在生产中出现质量、安全等方面的问题,当然也要用工艺规程来做检查和分析。

冲压工艺规程所形成的工艺资料包括各种技术工艺文件、模具图样、设备图样和设计说明书等。各种技术工艺文件的形式有工艺规程卡、工序卡、工艺过程(流程)卡、工艺路线明细表以及材料工艺定额表、工艺成本明细表等。这些技术文件可按已有的行业标准制定和执行。

冲压工艺过程设计,实际上是一种产品生产技术的设计,其设计的主要要求是:

① 工艺性合理 根据产品图样要求及有关标准要求,分析冲压件的结构、性能及加工难易程度。确定科学的、合理的工艺过程。为了保证产品质量,应该考虑优质材料和尽可能采用较先进的技术工艺。如果发现该冲压件的工艺性较差,则在不影响其使用性能的条件下,对该零件的形状或尺寸在某些地方应做必要的修改。

② 经济性 用最好的材料,采用最先进的加工技术,可以得到最高性能的产品。但是,这样的产品不会是廉价的,其经济效益肯定不会最好。所以,冲压工艺过程设计不能选择这样的方法。而应该采用适宜的材料,尽量节约用料,通过选择先进且合理的工艺方法,努力减少加工费用及模具设备费用,获得完全合乎质量要求的产品。

总而言之,冲压工艺过程的设计是一种对产品生产过程的综合分析和设计的过程。

1.3.2 冲压工艺过程设计的基本内容和步骤

(1) 冲压工艺过程设计的基本内容

冲压工艺过程设计的基本内容见表 1-1,设计步骤按表的顺序进行。

(2) 冲压产品生产的工艺性指标

冲压件工艺性的具体指标主要是:

表 1-1 冲压工艺过程设计的基本内容

序号	内 容	说 明
1	冲压件的分析	产品零件图是制订冲压工艺方案和模具设计的重要依据,制订冲压工艺方案要从分析产品的零件图入手。分析零件图包括技术和经济两个方面: ①冲压加工的经济分析。根据冲压件的生产纲领,分析产品成本,阐明采用冲压生产可以取得的经济效益 ②冲压件的工艺性分析。冲压件的工艺性是指该零件冲压加工的难易程度。在技术方面,主要分析该零件的形状特点、尺寸大小、精度要求和材料性能等因素是否符合冲压工艺的要求。如果发现冲压工艺性差,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	原材料的选定与备料	原材料的选定不仅要能满足冲压件的强度与刚度要求,还应该要有良好的冲压性能。由于每一种板材都有自己的化学成分、力学性能以及与冲压性能密切相关的特征值,因此,一个冲压件的加工能否顺利地、高质量地完成,直接取决于板材的冲压性能。所以,有必要根据冲压变形的特点与要求,正确地选用原材料
3	制订冲压工艺方案	①在分析了冲压件的工艺性之后,通常在对工序性质、工序数目、工序顺序及组合方式的分析基础上,制订几种不同的冲压工艺方案。其中要考虑需要哪些变形工序,什么辅助工序,以及模具的类型 ②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,确定适合于工厂具体生产条件的最经济合理的工艺方案
4	确定并设计各工序的工艺方案	①依据所确定的零件成形的总体工艺方案,确定并设计各道冲压工序的工艺方案 ②确定冲压工序的工艺方案的内容: 确定完成本工序成形的加工方法 确定本工序的主要工艺参数 根据各冲压工序的成形极限,进行必要的成形工艺计算 确定各工序的成形力,计算本工序的材料、能源、工时的消耗定额等 计算并确定每个工序件的形状和尺寸,绘出各工序图
5	冲压设备的选择	①冲压设备类型的选择主要依据所要完成的冲压性质、生产批量、冲压件的尺寸及精度要求等 ②冲压设备技术参数选择的主要依据是冲压件尺寸、变形力大小及模具尺寸等,在模具设计时必须进行必要的校核
6	确定质量检验方法	①根据冲压件的技术条件,确定出该制件的重要尺寸、重要基准,特别是与其他零件有装配关系的尺寸和基准 ②针对尺寸精度的要求,确定检验工具和检验方法
7	做出经济分析	①根据材料的利用率确定每一制品的材料成本 ②根据各工序使用的设备、人工、管理等确定生产工时成本
8	编制冲压工艺过程	①为了科学地组织和实施生产,在生产中准确地反映工艺过程设计中确定的各项技术要求,保证生产过程的顺利进行,必须根据不同的生产类型,编写详细的工艺文件 ②冲压工艺文件,一般以工艺过程卡的形式表示,内容包括:工序名称、工序次数、工序草图(半成品形状和尺寸)、所用模具、所选设备、工序检验要求、板料规格和性能、毛坯形状和尺寸、工时定额等

- ① 材料消耗少,生产准备周期短。
- ② 工序数量少,劳动量与劳动强度低。
- ③ 尽量减少后续工序的机械加工量及有关辅助工序。
- ④ 冲压工艺装备少,生产用地面积小。
- ⑤ 操作简便,能尽量采用普通技术工人,降低用工成本。
- ⑥ 在完成生产批量前提下延长模具的寿命。
- ⑦ 生产效率高,加工成本低。

为使冲压件达到优良的工艺性指标,必须合理地确定其尺寸精度和具有良好的结构工艺性。冲压件的尺寸精度等级最高可达 IT6 (或 IT7) 级,但经济精度为 IT9~IT13 级。精度等级数越低,其冲压加工越困难。表 1-2 列出了常见的机械加工方法所能达到的尺寸精度。

表 1-2 常见的机械加工方法所能达到的尺寸精度

50mm 长度上 公差/mm	0.011	0.016	0.025	0.039	0.062	0.100	0.160	0.25	0.39	0.62	1	1.6
ISO 等级	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
加工方法												
热锻												
温锻												
冷锻												
轧制												
光洁轧制												
精整												
拉深												
变薄拉深												
管、线材拉拔												
冲裁												
精冲												
旋转锻造												
车削												
研削												

1.4 冲压模具设计要点

1.4.1 冲压模具总体结构形式的确定

模具总体结构形式的确定是设计时必须首先解决的问题，也是冲模设计的关键，它直接影响冲压件的质量、成本和冲压生产的水平。模具类型的选定，应以合理的冲压工艺过程为基础，根据冲压件的形状、尺寸、精度要求、材料性能、生产批量、冲压设备、模具加工条件等多方面的因素，做综合的分析研究并比较其综合经济效益，在满足冲压件质量要求的前提下，达到最大限度地降低冲压件的生产成本。确定模具的结构形式时，必须解决以下几方面的问题。

- ① 模具类型 单工序模、复合模、级进模等。
- ② 操作方式 手工操作、半自动化操作、自动化操作。
- ③ 材料的进出料与定位方式 根据原材料的类型确定送料方法、定位方法和取出方法。
- ④ 压料与卸料方式 压料或不压料、弹性或刚性卸料等。
- ⑤ 模具精度 根据冲压件的特点确定合理的模具加工精度，选择合理的导向方式及模具固定方法等。

表 1-3 所示是单工序模、复合模、级进模三种模具特点的比较，供选择模具类型时参考。表 1-4 给出模具的形式与生产批量之间的关系，表中所列的简易经济型模具为聚氨酯模、低熔点合金模、钢皮模等。

除生产批量、生产成本、冲压件的质量要求外，在设计冲模时还必须对其维修性能、操作方便、安全性予以充分的注意。

表 1-3 单工序模、复合模、级进模三种模具特点的比较

模具 项目	单工序模	复合模	级进模
外形尺寸	小	中	大
复杂程度	简单	复杂	复杂
工作条件	不好	中等	好
生产效率	低	高	最高
工件精度	低	最高	高
模具成本	低	高	高
模具加工	易	难	难
设备能力	小	中	大
生产批量	以中小批量为主	以中大批量为主	以大批量为主

表 1-4 模具的形式与生产批量之间的关系

模具 项目	试制	小批量	中批量	大批量	大量
模具形式	简易经济型模 组合模 单工序模	单工序模 组合模 简易模	复合模 级进模 单工序模 半自动模	复合模 单工序模 级进模 自动模	复合模 单工序模 级进模 自动模
设备类型	通用压力机	通用压力机	高速压力机自 动和半自动通用 压力机	高速压力机 自动压力机 自动生产线	专用压力机 自动压力机 自动生产线

1.4.2 压力中心的计算

(1) 冲压力与模具结构的关系

冲压力即冲压变形力，是为使板料产生变形所需要施加的力。它是冲压工艺设计中的一个重要参数，是选择设备和设计模具的重要依据。各种冲压工序的工艺变形力的计算公式、计算方法见相应章节。根据冲压力来选择设备吨位时，冲压力的计算与确定还应该考虑结构类型。

① 单工序模冲压力 单工序模的冲压力即为完成该道工序的工艺变形力。

② 级进模冲压力 级进模的冲压力是完成各道工序的工艺变形力（包括有废料切刀时的废料切断力）相叠加而成的。

③ 复合模冲压力 复合模的冲压力不应简单叠加，而应视具体复合情况分别处理。如在冲压行程中，同时冲孔和落料的复合模，其冲压力为冲孔力与落料力相叠加；而落料拉深复合时，这类模具在冲压行程中，落料与拉深并不是同时进行的，落料在先，拉深在后，不能把落料力与拉深力叠加。

(2) 压力中心及计算方法

冲压力合力的作用点称为模具的压力中心。为使设备和模具不受偏心载荷，应把压力中心设计在模柄轴线位置上（或在模柄轴线附近允许的范围）。如果压力中心不在模柄轴线上，设备的滑块就会承受偏心载荷，导致滑块、导轨和模具不正常磨损，降低设备、模具寿命甚至损坏模具。

求模具的压力中心等同于求凹模工作刃口作用力合力的作用点。采用空间平行力系的合力作用线的求解方法，即根据诸分力对某坐标轴力矩之代数和等于诸力合力对同轴力矩的力学原理，可以求出压力中心。又因冲压力与工作刃口的周长或直径成正比，故对于简单几何

形状之刃口，如圆形、三角形及方形等，其合力中心即为圆心或形心，很容易确定。而对于形状较复杂的情况，压力中心的计算与确定可采用解析法与作图法。

在实际生产中，可能出现冲模压力中心在加工过程中发生变化的情况，或者由于零件的形状特殊从模具结构考虑不宜于使压力中心与模柄中心线相重合的情况，这时应注意使压力中心的偏离不致超出所选用压力机所允许的范围。

1.4.3 模具闭合高度与压力机的尺寸关系

冲模总体结构尺寸必须与所用设备相适应，即模具总体结构平面尺寸应该适应于设备工作台面尺寸，而模具总体封闭高度必须与设备的封闭高度相适应，否则就不能保证正常的安

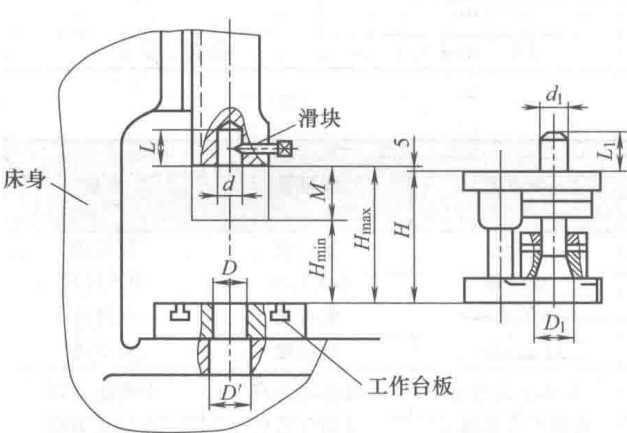


图 1-3 冲模的闭合高度与压力机装模高度的关系

装与工作。冲模的封闭高度系指模具在最低工作位置时，上模板上平面与下模板下平面间的距离。

压力机的装模高度是指滑块处于下死点时，滑块底面到工作台垫板上平面之间的距离。我国生产的压力机的连杆长度一般是可以调节的，这样装模高度也可以变化，当压力机连杆调至最短，此时压力机的装模高度称为最大装模高度，用 $H_{\max}$ 表示；当压力机连杆调至最长，此时压力机的装模高度称为最小装模高度，常用 $H_{\min}$ 表示。

模具的封闭高度 H 应该介于压力机的最大封闭高度 $H_{\max}$ 及最小封闭高度 $H_{\min}$ 之间，如图 1-3 所示，一般取：

$$H_{\max} - H_1 - 5\text{mm} \geq H \geq_{\min} - H_1 + 10\text{mm}$$

当模具的封闭高度小于设备的最小封闭高度时，可采用以下两种方法解决：

- ① 将某些模具零部件的高度（厚度）增大。
- ② 在压力机工作台板上再附加垫板。

1.5 冲压模具总装配图、零件图的绘制及技术要求

模具图样是由总装配图、零件图两部分组成的。要求根据模具结构草图绘制正式装配图。所绘装配图应能清楚地表达各零件之间的相互关系，应有足够说明模具结构的投影图及必要的剖面图、剖视图。还应画出工件图、填写零件明细表和提出技术要求等。

1.5.1 冲压模具总装配图的绘制

在绘制小型冲压模具总装配图时，由于结构简单，只画出主视图和俯视图（对复杂结构的冲模才增加左视图或剖视图）。主视图应剖出模具处于下死点位置时的工作特征；俯视图往往是拿掉上模部分来画下模部分的结构，也可上、下模具各画一半。

按照模具行业的习惯，冲模装配图上只标注三个尺寸：冲模的闭合高度、总长和总宽。其他尺寸及有关零件配合处的加工制造精度不予标注，全部零件的编号需标注，并在装配图明细表中给出零件名、数量、规格及材料等。

在设计与绘制冲模总装配图的过程中，除了应保证该副模具既定的对冲压件加工达到的