

模具实用技术丛书

冲模设计 应用实例

模具实用技术丛书编委会 编

图例为主

强调实用

机械工业出版社

模具实用技术丛书

冲模设计应用实例

模具实用技术丛书编委会 编



机械工业出版社

本书是《模具实用技术丛书》之一。内容主要包括：总论，冲裁模，弯曲模，拉深模，成形模，复合模，级进模，汽车覆盖件冲模等。

本书从内容上兼顾理论基础和设计实践两个方面，用较大篇幅介绍了各种模具的设计示例，每个示例中都有工艺分析、主要计算方法和步骤、模具结构分析和主要零、部件设计等方面的详细内容。内容简洁全面，实用性强，便于自学。

图书在版编目 (CIP) 数据

冲模设计应用实例/模具实用技术丛书编委会编. -北京：机械工业出版社，1999.6
(模具实用技术丛书)
ISBN 7-111-07055-0

I. 冲… II. 模… III. 冲模-设计 IV. TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 07484 号

出 版 人：马九荣 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：李铭杰 版式设计：霍永明 责任校对：张佳

封面设计：姚 毅 责任印制：路 琳

北京市密云县印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

1999 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆ · 24.5 印张 · 2 插页 · 607 千字

0 001—5 000 册

定价：38.00 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

模具实用技术丛书编委会

主 编 许发樾
副 主 编 王家瑛 肖振祥 陈锡栋 赵振铎
 靖颖怡 雷 毅

本书主编与编审人员

主 编 陈锡栋 靖颖怡
参 编 周小玉 周洪林 李 可 柴晓艳
 孙继明 李 莉 刘洪俊
主 审 许发樾

序 言

机械工业出版社出于对我国模具工业发展的关心和支持，委托我组织一批“老模具”以及对模具生产技术颇为熟悉并具有实践经验的专家、工程技术人员和高校教师，编写一套适用于模具工程技术人员、工人和院校有关专业师生参考使用的，实用性强的丛书。本人从事模具生产技术研究、模具标准化以及模具行业技术组织工作多年，对我国模具工业的情况还是多少了解一些的，觉得编写出版这样一套丛书，对推动模具生产技术的进步确有帮助，也就不揣浅陋，欣然受命了。

这套书定名为《模具实用技术丛书》，顾名思义，每本书的内容和形式都必须强调实用性，编写格式主要采取“题例”形式，以实用为主，保持每本书相对的独立性、先进性及一定的系统性和完整性。

丛书的内容偏重模具制造中实用性的专门技术，如模具生产中常见与专用的工装夹具，凸、凹模型面精饰加工与强化技术，模具材料与寿命，模具零件失效修复技术等。由于模具设计和设计手册等综合性的书已经不少，再写设计方面易重复，因此本套丛书偏重补充或补漏，如冲模设计应用实例，简易、快速的经济模具设计与制造，组合冲模设计与制造等均专门写成书进行说明与介绍。

这套强调实用并以示例形式写成的丛书，第一批为六本。由于技术资料收集困难，文字水平不高，定有许多不尽如人意的地方，恳切希望同行们不吝赐教，提出改进意见。若认为这套书确实有助于读者解决有关生产技术中的问题，我们将感到非常欣慰。

本书第1、2章由靖颖怡编写，第3、7章由陈锡栋编写，第4章由周小玉编写，第5章由周洪林、李可编写，第6章由柴晓艳编写，第8章由孙继明、李莉、刘洪俊编写，附录由陈锡栋、靖颖怡编写。

主编 许发铤

目 录

序言

第1章 总论	1
1.1 冲压的基本工序及模具	1
1.2 冲压常用材料	3
1.2.1 冲压工艺对材料的要求	3
1.2.2 冲压常用材料的种类、性能和规格	3
1.3 冲压模具的典型结构	4
1.3.1 冲裁模	4
1.3.2 弯曲模	4
1.3.3 落料、拉深模	6
1.3.4 双动拉深模	7
1.4 冲压模具主要零、部件的结构和设计	8
1.4.1 工作零件	9
1.4.2 定位零件	9
1.4.3 常用卸料、出件及压料零、部件	12
1.4.4 弹簧和橡胶零件	13
1.4.5 导向及支承固定零件	15
1.4.6 模具的闭合高度	17
1.5 冲压设备	18
1.5.1 压力机的分类和型号	18
1.5.2 压力机的典型结构	21
1.5.3 冲压设备的选择	25
1.6 模具材料及其热处理要求	26
第2章 冲裁模	30
2.1 冲裁模的设计基础	30
2.1.1 冲裁件的工艺分析	30
2.1.2 模具类型的确定	32
2.1.3 冲裁间隙	33
2.1.4 凸、凹模刃口尺寸的计算	36
2.1.5 冲压力的计算	39
2.1.6 排样	41
2.1.7 凸模和凹模的设计	43
2.1.8 冲裁模各主要零、部件的尺寸	46

2.1.9 模具压力中心的计算	46
2.2 冲裁模设计示例	48
2.2.1 无导向落料模	48
2.2.2 导板导向冲孔模	50
2.2.3 正装下顶出落料模	53
2.2.4 多孔冲孔模	57
2.2.5 倒装复合冲裁模	61
2.3 精密冲裁模	65
2.3.1 精冲模的设计基础	65
2.3.2 精冲模设计示例	73
第3章 弯曲模	77
3.1 弯曲模设计基础	77
3.1.1 弯曲变形分析	77
3.1.2 弯曲零件的工艺性	78
3.1.3 弯曲件展开长度的确定	80
3.1.4 弯曲力计算	81
3.1.5 弯曲件的回弹	82
3.1.6 弯曲模工作部分尺寸计算	86
3.2 弯曲模设计示例	89
3.2.1 多部位弯曲模	89
3.2.2 双向弯曲模	92
3.2.3 摆块式圆管弯曲模	95
3.2.4 斜楔式弯曲模	99
3.2.5 螺旋式弯曲模	104
第4章 拉深模	110
4.1 拉深模的设计基础	110
4.1.1 拉深变形过程的分析	110
4.1.2 拉深因数	112
4.1.3 拉深工件毛坯尺寸的确定	114
4.1.4 拉深工件工序尺寸的计算	121
4.1.5 拉深模工作部分的设计	125
4.1.6 压边力和拉深力的确定	128
4.1.7 变薄拉深	131
4.1.8 拉深工序中的辅助工序	133
4.2 拉深模的设计示例	135
4.2.1 无凸缘圆筒形工件的首次拉深模	135

4.2.2 无凸缘圆筒形件的再次拉深模	138	6.2.5 落料、冲孔、翻边成形复合模	236
4.2.3 有凸缘圆筒形件的多次拉深模	141	第7章 级进模	242
4.2.4 低矩形件的一次拉深模	146	7.1 级进模设计基础	242
4.2.5 变薄拉深模	148	7.1.1 概述	242
4.2.6 半球拉深模	150	7.1.2 步距与定距方式	243
4.2.7 大型工件的拉深模	152	7.1.3 排样图设计	243
第5章 成形模	156	7.1.4 级进模常用装置	245
5.1 胀形	156	7.1.5 连续模拉深的尺寸计算	246
5.1.1 胀形的变形特点及成形极限	156	7.2 级进模设计示例	250
5.1.2 平板毛坯的局部胀形(起伏)	158	7.2.1 落料、冲孔级进模	250
5.1.3 空心毛坯胀形	160	7.2.2 变压器铁心级进模	255
5.1.4 罩盖胀形模设计示例	162	7.2.3 自动挡料销定位级进模	259
5.2 翻边	164	7.2.4 定子、转子片级进模	261
5.2.1 内孔翻边	165	7.2.5 冲裁、弯曲级进模	268
5.2.2 外缘翻边	171	7.2.6 弹簧片级进模	273
5.2.3 固定套翻边模设计示例	171	7.2.7 翻边、冲孔、落料级进模	278
5.3 缩口	174	7.2.8 拉深、翻边、冲孔级进模	282
5.3.1 缩口变形特点及缩口因数	174	7.2.9 连续拉深、弯曲级进模	287
5.3.2 缩口工艺计算	175	第8章 汽车覆盖件冲模	294
5.3.3 气瓶缩口模设计示例	176	8.1 汽车覆盖件	294
5.4 冷挤压	178	8.1.1 覆盖件定义	294
5.4.1 冷挤压的概念	178	8.1.2 覆盖件应满足的条件	295
5.4.2 冷挤压的变形程度	179	8.1.3 覆盖件的工艺分类	295
5.4.3 冷挤压力计算	182	8.1.4 覆盖件图样与主模型	298
5.4.4 冷挤压毛坯的制备及处理	185	8.1.5 数学模型	298
5.4.5 冷挤压模具与主要零件设计	189	8.2 覆盖件冲压工艺设计	299
5.4.6 冷挤压设备的选择	201	8.2.1 确定冲压方向	299
5.4.7 冷挤压工件的工艺性和冷挤工序制订	201	8.2.2 拉延工序的工艺处理	304
5.4.8 冷挤压模具设计示例	205	8.2.3 拉延、修边和翻边工序间的关系	308
第6章 复合模	211	8.2.4 绘制工序工件图	309
6.1 概述	211	8.3 覆盖件拉延模	311
6.1.1 复合模的特点	211	8.3.1 拉延模的典型结构	311
6.1.2 复合模的种类	211	8.3.2 覆盖件拉延模工作部分的结构设计	312
6.1.3 选择复合模的原则	211	8.3.3 铸造结构要素	324
6.1.4 复合模的设计要点	212	8.3.4 拉延模设计示例	328
6.2 复合模设计示例	213	8.3.5 拉延模的调试	333
6.2.1 落料、冲孔、弯曲复合模	213	8.4 覆盖件修边模	337
6.2.2 落料、冲孔、拉深复合模	219	8.4.1 修边模的分类	337
6.2.3 拉深、冲孔、成形复合模	226	8.4.2 修边模的凸模和凹模	337
6.2.4 落料、冲孔、翻边复合模	232	8.4.3 斜楔机构	341

8.4.4 修边模废料刀的设计及废料的排除	345	附录 B 几种主要冲压设备的规格	363
8.4.5 其他部件的设计	348	附录 C 弹簧	367
8.4.6 修边模设计示例	349	附录 D 金属冲压件未注公差尺寸的极限偏差	377
附录	357	附录 E 冲压模零件常用公差、配合及表面粗糙度	379
附录 A 冲压常用材料的性能和规格	357	参考文献	382

第 1 章 总 论

冲压是使板料经分离或成形而得到制件的加工方法。冲压主要是利用冲模对板料进行加工。

常温下进行的板料冲压加工称为冷冲压。

1.1 冲压的基本工序及模具

由于冲压件的形状、尺寸和精度要求不同,因此,冲压加工的方法是多种多样的。根据材料的变形特点及工厂现行的习惯,冲压的基本工序可分为分离工序与塑性变形工序两大类。

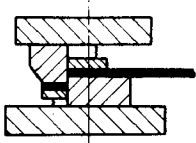
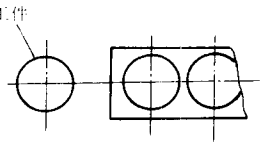
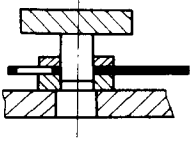
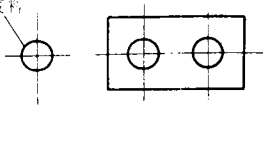
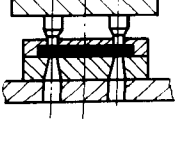
分离工序是使冲压件与板料沿要求的轮廓线相互分离,并获得一定断面质量的冲压加工方法。

塑性变形工序是使冲压毛坯在不破坏的条件下发生塑性变形,以获得所要求的形状、尺寸和精度的冲压加工方法。

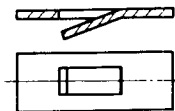
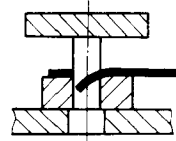
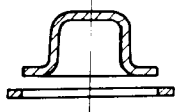
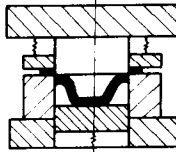
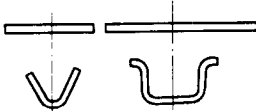
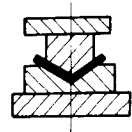
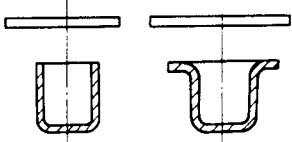
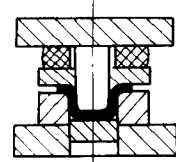
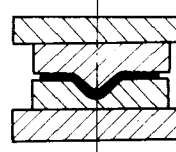
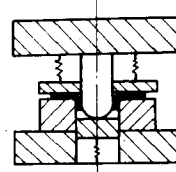
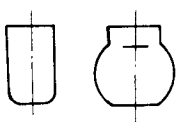
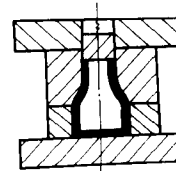
为了提高劳动生产率,常将两个以上的基本工序合并成一个工序,称为复合工序。

主要冲压工序的分类及相应模具见表 1-1。

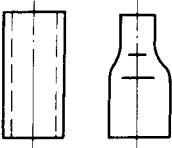
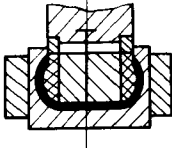
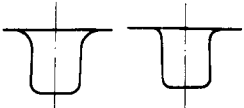
表 1-1 主要冲压工序的分类及相应模具

类别	工序名称	工 序 简 图	工 序 特 征	模 具 简 图
分 离 工 序	切断		用剪刀或模具切断板料,切断线不是封闭的	
	落料		用模具沿封闭线冲切板料,冲下的部分为工件	
	冲孔		用模具沿封闭线冲切板料,冲下的部分为废料	

(续)

类别	工序名称	工 序 简 图	工 序 特 征	模 具 简 图
分离工序	切口		用模具将板料局部切开而不完全分离，切口部分材料发生弯曲	
	切边		用模具将工件边缘多余的材料冲切下来	
变形工序	弯曲		用模具使板料弯成一定角度或一定形状	
	拉深		用模具将板料压成任意形状的空心件	
	成形	起伏 (压肋)	用模具将板料局部拉伸成凸起和凹进形状	
		翻边	用模具将板料上的孔或外缘翻成直壁	
	缩口		用模具对空心件口部施加由外向内的径向压力，使局部直径缩小	

(续)

类别	工序名称	工 序 简 图	工 序 特 征	模 具 简 图
变 形 工 序	胀形		用模具对空心件加向外的径向力，使局部直径扩张	
	整形		将工件不平的表面压平；将原先弯曲或拉深件压成正确形状	同拉深模具

1.2 冲压常用材料

1.2.1 冲压工艺对材料的要求

选择冲压用材料时，首先应满足冲压件的使用要求。一般来说，对于机器上的主要冲压件，要求材料具有较高的强度和刚度；电机电器上的某些冲压件，要求有较高的导电性和导磁性；汽车、飞机上的冲压件，要求有足够的强度，并尽可能减轻质量；化工容器要求耐腐蚀等。同时，还应满足冲压工艺对材料的要求，以保证冲压过程顺利完成。即：应具有良好的塑性和表面质量，以及板料厚度公差应符合标准规定等。

1.2.2 冲压常用材料的种类、性能和规格

冲压生产中常用的材料有金属板料和非金属板料。金属板料又分黑色金属板料和有色金属板料两种。冲压板料的常用材料如下：

冲压用板料	黑色金属	碳素结构钢板 如 Q235 优质碳素结构钢板 如 08F、10 低合金结构钢板 如 Q345 (16Mn)、Q295 (09Mn2) 电工硅钢板 如 D12、D41 不锈钢板 如 1Cr18Ni9Ti、1Cr13 其他
	有色金属	纯铜板 如 T1、T2 黄铜板 如 H62、H68 铝板 如 1050A [⊖] (L3)、1035 (L4)、3A21 (LF21) 钛合金板 镍铜合金板 其他
	非金属	绝缘胶木板 纸板 纤维板 塑料板 橡胶板 有机玻璃层压板 毛毡

⊖ 引自 GB/T3190—1996 标准。

冲压常用材料的力学性能以及板料和带料的规格见书末附录 A。其中板料的尺寸较大，可用于大型零件的冲压。带料的宽度在 300mm 以下，长度可达几十米，适用于大批量生产的自动送料。条料是根据冲压件的需要，由板料剪切而成的，用于中、小型零件的冲压。块料适于单件小批生产和价值昂贵的有色金属的冲压。

由板料剪裁成条料的方法，有纵裁、横裁和联合裁三种，如图 1-1 所示。图中的尺寸 b 是根据冲压件的需要计算出来的条料宽度。

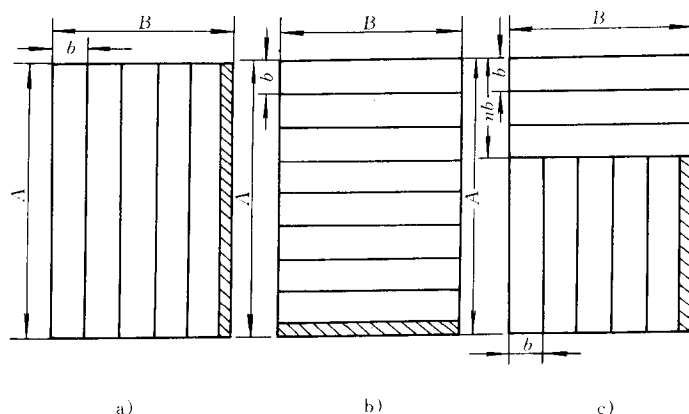


图 1-1 裁板方法
a) 纵裁 b) 横裁 c) 联合裁

1.3 冲压模具的典型结构

本节列举冲裁、弯曲、拉深等几套比较典型的冲压模具，以介绍其工作原理和模具的基本结构。

1.3.1 冲裁模

图 1-2 所示为垫圈的落料、冲孔复合冲裁模。图中所示模具是在闭合时的位置。工作时，滑块带动模柄 7、上模座 1 等上部零件上行，毛坯被送入模具，并与导料销 15、活动挡料销 20 接触，以保持毛坯在冲压时的正确位置。滑块向下运动时，首先是卸料板 23 与凹模 3 夹住毛坯，随后开始冲裁，冲下的工件被卡在凹模 3 内并紧包在凸模 10 上，冲孔的废料落在凸凹模 18 的孔内，而外部的毛坯材料则紧包在凸凹模 18 上。当冲床滑块回程时，毛坯由卸料板 23 靠弹簧 22 的作用而退出凸凹模。工件仍留在凹模 3 的孔内，直到推杆 8 碰到冲床的打料横梁而向下移动，推动推板 9，再传到推销 12 而推动推件块 14 向下运动，将工件顶出凹模孔而落下。

1.3.2 弯曲模

图 1-3 所示为压弯 U 形冲压件的弯曲模结构。工作时，毛坯靠定位销 12 和卸料板 8 定

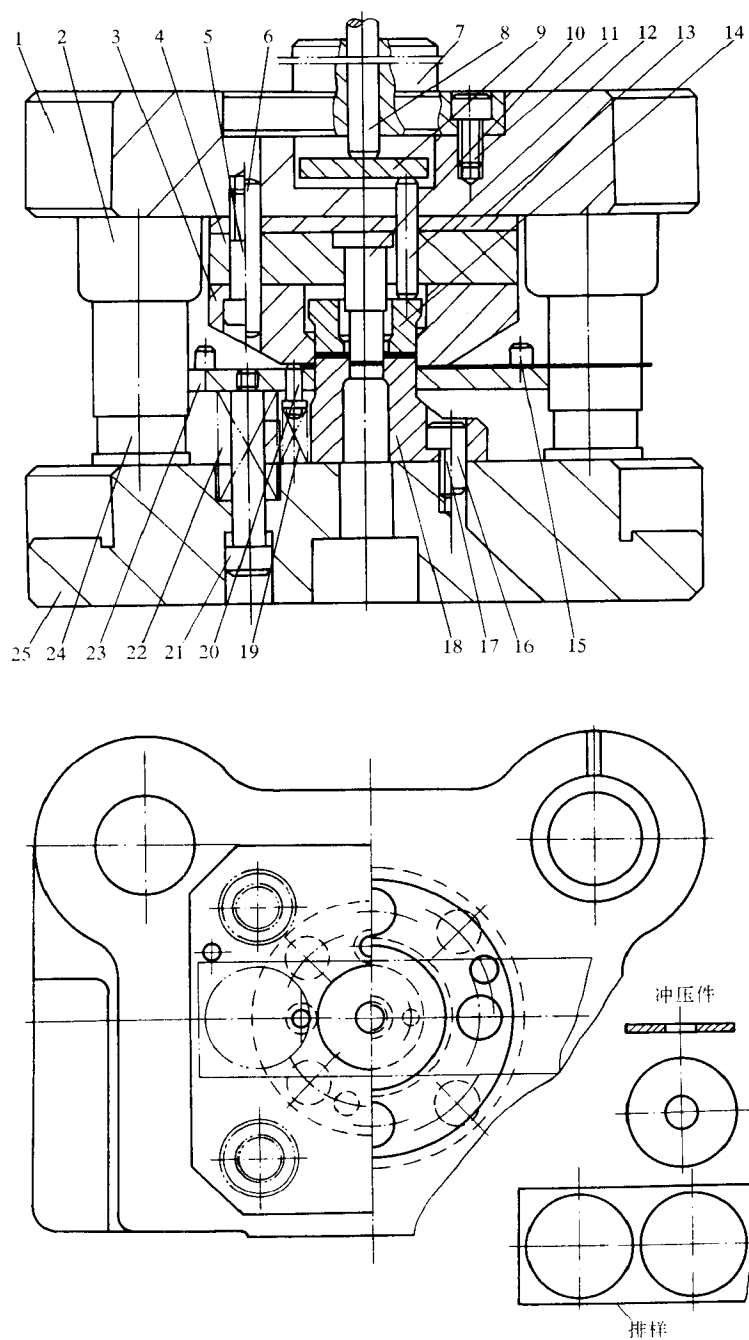


图 1-2 落料、冲孔模

- 1—上模座 2—导套 3—凹模 4—凸模固定板 7—模柄 8—推杆 9—推板
 10—凸模 12—推销 13—垫板 14—推件块 15—导料销 18—凸凹模
 19、22—弹簧 20—活动挡料销 21—卸料螺钉 23—卸料板 24—导柱
 25—下模座 5、11、17—螺钉 6、16—销钉

位。滑块下行，首先由凸模 4 与压料板 14 压紧毛坯，然后开始弯曲。夹紧力靠顶杆 13 传递冲床下部气垫的压力。弯曲后，再由顶杆 13 和压料板 14 将冲压件顶出凹模口。如果冲压件夹在凸模上，则由卸料板 8 退下冲压件。

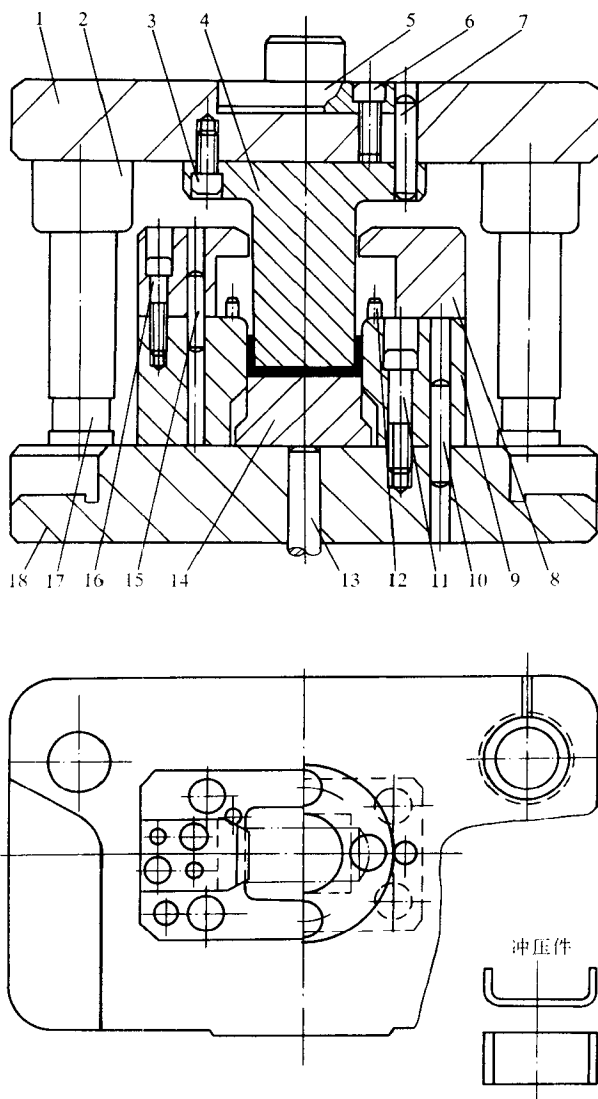


图 1-3 弯曲模

1—上模座 2—导套 4—凸模 5—模柄 8—卸料板 9—凹模 12—定位销 13—顶杆
14—压料板 17—导柱 18—下模座 3、6、11、16—螺钉 7、10、15—销钉

1.3.3 落料、拉深模

图 1-4 所示为在单动冲床上使用的落料拉深复合模。工作时，送入的毛坯托在凹模 21、压边圈 17 和承料板 27 上。依靠挡料销 8 和导料销 28 定好位置。上模下行时，由卸料板 4 将毛坯压住，凸凹模 10 开始落料，随后进行拉深。此时，压边圈 17 通过顶杆 19 靠弹簧 31

的力紧紧的压住了毛坯，防止拉深时起皱。上模回程时，压边圈 17 将冲压件从凸模 15 上顶出，卡在凸凹模 10 内，直到推杆 13 碰到冲床的打料横梁，推动推件块 14 将冲压件顶出。

该模具采用的由压边圈 17、顶杆 19、弹簧 31 及 29、30、32 组成的弹性压边装置，直接装在模具上，用来防止拉深时的起皱。如果冲压件的拉深深度较深，需要的压边力又较大时，则应采用附设在冲床上的拉深气垫进行压边。

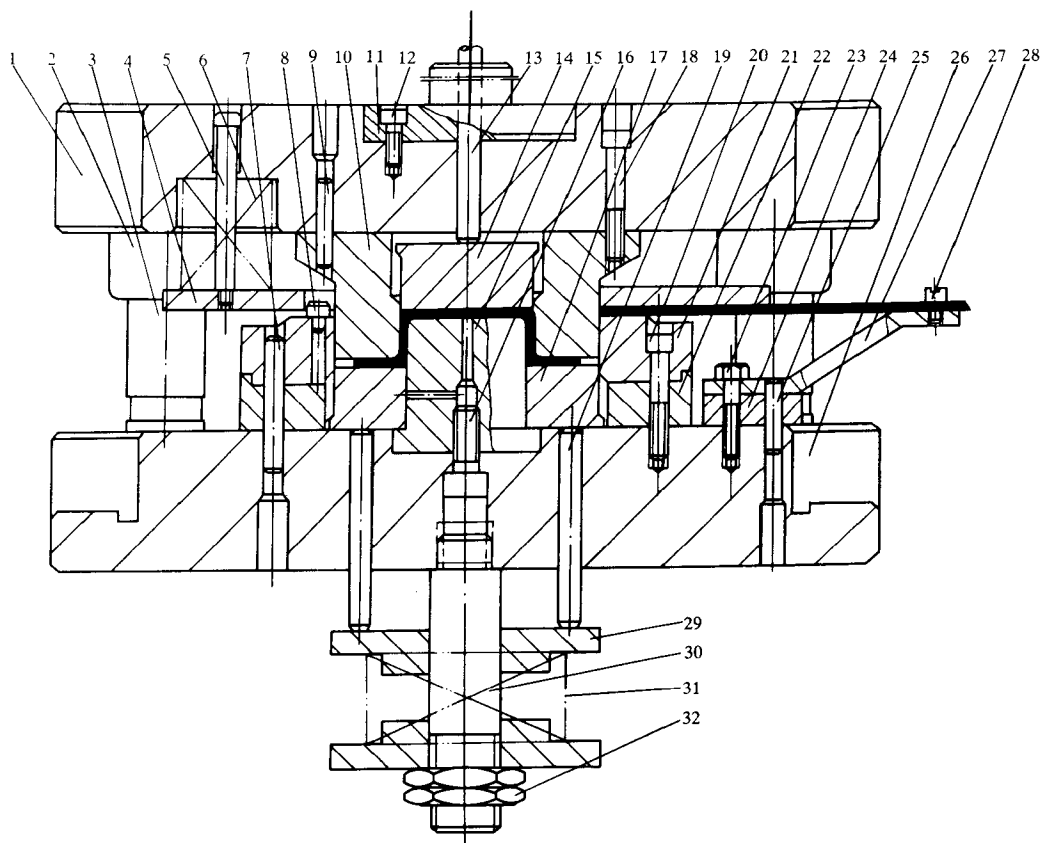


图 1-4 落料、拉深复合模

- 1—上模座 2—导套 3—导柱 4—卸料板 5—卸料螺钉 6、31—弹簧 7、9、25—销钉
8—挡料销 10—凸凹模 11—模柄 12、16、18、20、23、30—螺钉 13—推杆 14—推件块
15—凸模 17—压边圈 19—顶杆 21—凹模 22—固定板 24—垫板 26—下模座 27—承料板
28—导料销 29—夹板 32—螺母

1.3.4 双动拉深模

图 1-5 所示为双动冲床用拉深模的工作原理。拉深凸模 3 固定在冲床内滑块 1 上，而压边圈 4 固定在外滑块 2 上。在每次冲压行程开始时，外滑块带动压边圈下降，压在毛坯的外边缘上，并在此位置上停止不动，随后内滑块也带动凸模下降，并开始进行拉深变形。当冲压过程结束后，紧跟着内滑块的回升，外滑块也带动压边圈回复到最上位置。这时冲床工作台下部的顶出装置将冲压件由模具里推出。有时也利用外滑块完成拉深前的落料工作。

冲压生产中所使用的模具形式繁多，本书将在后面各章的示例中作介绍。

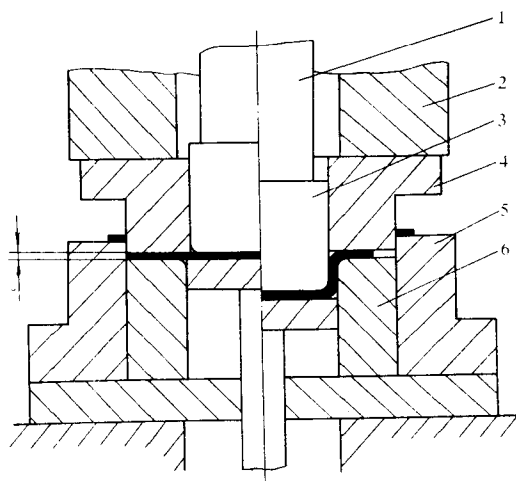


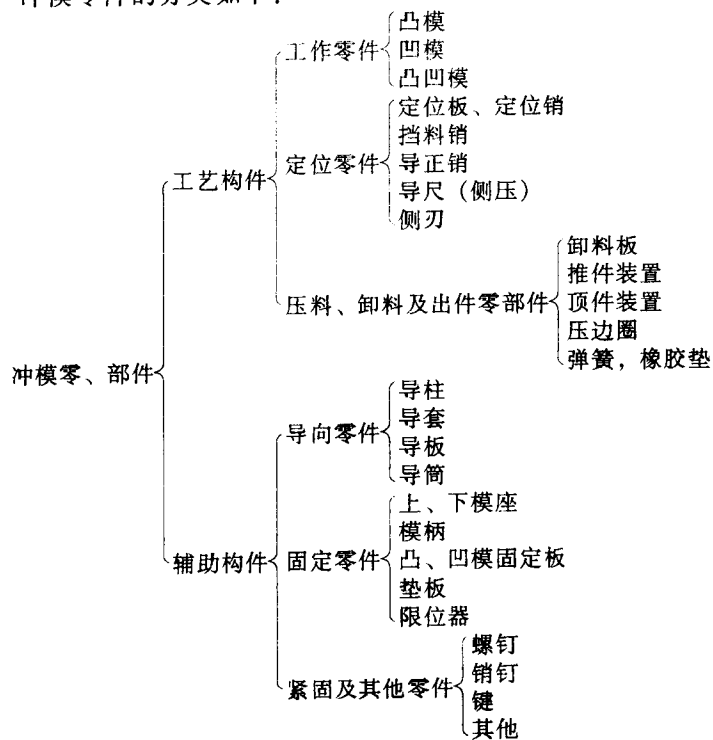
图 1-5 双动冲床用拉深模工作原理

1—内滑块 2—外滑块 3—拉深凸模 4—落料凸模兼压边圈 5—落料凹模 6—拉深凹模

1.4 冲压模具主要零、部件的结构和设计

构成冲模的零、部件可分为工艺构件和辅助构件两部分。

冲模零件的分类如下：



1.4.1 工作零件

冲裁、弯曲、拉深等各种工序中所用模具的凸模、凹模及凸凹模等均为工作零件。

1.4.2 定位零件

模具上定位零件的作用是使毛坯在模具上能够正确定位。毛坯在模具中的定位有两个内容：一是在送料方向上的定位，用来控制送料的进距，通常称为挡料，如图 1-6 中所示的销 a；二是在与送料方向垂直方向上的定位，通常称为送进导向，如图 1-6 中所示的销 b、c。

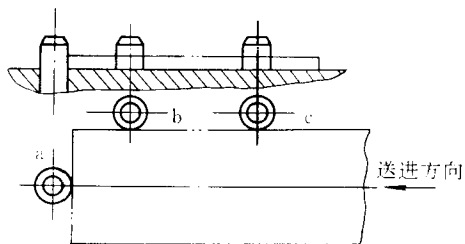


图 1-6 毛坯的定位

1.4.2.1 定位板和定位销 单个毛坯进行冲压加工时，一般采用定位板或定位销定位。其主要形式如图 1-6 和图 1-7 所示。图 1-7a、b 用于毛坯以外形定位；图 1-7c、d 用于毛坯以内孔定位。

1.4.2.2 挡料销 挡料销的作用是保证条料送进时有准确的送进距。其结构形式可分为固定挡料销、活动挡料销和始用挡料销三种。

图 1-8a、b 所示为固定挡料销，送进时，需要人工抬起条料送进，并将挡料销套入下一个孔中，向前抵住搭边而定位。其中图 1-8a 是圆柱头式挡料销，挡料销的固定部分和工作部分的直径差别很大，不致于削弱凹模的强度，并且制造简单，使用方便。其一般装固在凹模上，适用于带固定卸料板和弹性卸料板的冲模。图 1-8b 是钩形挡料销，其固定部分的位置可离凹模的刃口更远一些，有利于提高凹模强度。但此种挡料销由于形状不对称，为防止转动需另加定向装置。适用于加工较大、较厚材料的冲压件。

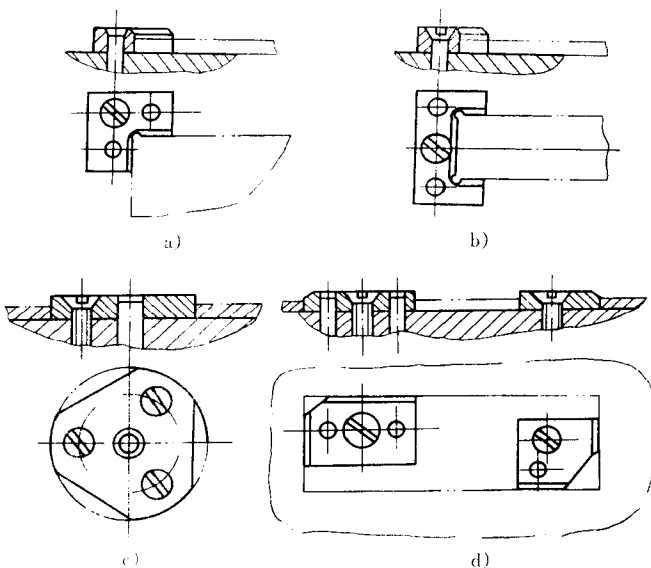


图 1-7 定位板和定位销

图 1-8c 所示为活动挡料销。挡料销在送进方向带有斜面，送进时当搭边碰撞斜面使挡料销跳越搭边而进入下一个孔中时，然后将条料后拉，挡料销便抵住搭边而定位。每次送料都要先送后拉，做方向相反的两个动作。适用于厚度大于 0.8mm 的冲压材料，因为废料需带有一定的强度，如料太薄，则顶不起带有弹簧的挡料销。

图 1-9 所示为始用挡料销。这种挡料销用于条料送进时的首次定位。使用时，用手压出挡料销，条料定位后，在弹簧的作用下挡料销自动退出。

1.4.2.3 导正销 为了保证级进模冲裁件内孔和外缘的相对位置精度，在级进模中的定位可采用如图 1-10 所示的导正销。导正销安装在落料凸模的工作端面上，落料前导正销先插入已冲好的孔中，确定内孔与外形的相对位置，消除送料和导向中产生的误差。