

冲压工艺

入门

赵平 陈小刚 主编



化学工业出版社

冲压工艺

入门

赵平 陈小刚 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是冲压工艺的入门级读物, 适宜初学者使用。

本书介绍了冲压工艺的基础知识, 着重从实用角度讲解各种冲压件生产的工艺过程及模具的设计, 同时, 对如何制定冲压工艺方案做了简要介绍。

本书通俗易懂, 图文并茂, 适合于初中以上文化程度的冲压模具工和初级模具设计人员阅读; 也可供职业院校及有关工人培训班学员学习。

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压工艺入门/赵平, 陈小刚主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 2

ISBN 978-7-122-04391-7

I. 冲… II. ①赵…②陈… III. 冲压-工艺-基本知识
IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 200205 号

责任编辑: 邢 涛

装帧设计: 杨 北

责任校对: 李 林

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

850mm × 1168mm 1/32 印张 8 $\frac{3}{4}$ 字数 234 千字

2009 年 3 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: 25.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着科学技术的发展和各类新产品的不断问世，人们对冲压件的品种、数量以及质量提出了更高的要求。冲压工艺是金属材料成形的一种基本方法，具有生产率高、尺寸精度好、重量轻、成本低和易于实现机械化、自动化等优点。从大到飞机，小到圆珠笔，平常生活中所涉及冲压成形的零部件随处可见，广泛应用于汽车、家用电器、仪表、轻工、航天航空、兵器等行业中，并占有重要的地位。当前模具成形技术已成为材料成形工业快速生产优质零部件的重要手段，发达国家的冲压生产都达到了很高的技术水平。目前板料冲压加工需要的从业人员愈来愈多，据此我们编写了本书，供冲压工和初级模具设计人员参考阅读。

本书力求简明实用、通俗易懂，所列各种计算公式、数据、图表侧重实用，在内容及选材上反映企业的实际应用，重点突出，便于读者自学、理解和掌握。

本书共分七章，分别为冷冲压基本概念、冲裁、弯曲、拉深、其它成形工艺及模具、挤压成形及冲压工艺方案的制定。

本书由重庆工业职业技术学院赵平、重庆三峡职业学院陈小刚主编。第1、7章由陈小刚编写；第2、3章由重庆三峡职业学院胡腾编写；第4章由赵平编写；第5章由张兴友编写；第6章由重庆三峡职业学院张勇编写。

本书在编写过程中得到了重庆江东机械有限责任公司的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处，请广大读者指正。

编 者

2009 年 1 月

欢迎订阅金属材料专业图书

书号	书 名	定价/元
01270	新编中外金属材料手册	198
00195	常用金属材料手册	38
00968	实用金属材料速查速算手册	16
8437	实用轻金属材料手册	38
01553	新编钢铁材料手册	39
00920	新编中外钢号速查手册	25
9936	材料成形检测技术	29
9869	金属材料及其成形性能	28
9563	粉体材料成形设备与模具设计	39
9746	钢铁制品表面着色技术	28
8174	高氮钢和不锈钢——生产、性能与应用	32
9126	特殊钢缺陷分析与对策	28
6776	先进结构材料	35
00087	有色金属表面着色技术	22
9979	再生铝生产与应用	22
9344	现代金属热喷涂技术	29
9881	现代金属表面合金化技术	28
00092	中外钢号对照手册	92
00695	有色金属加工丛书——有色金属挤压与拉拔技术	32
00693	有色金属加工丛书——有色金属锭坯生产技术	28
9661	有色金属加工丛书——有色金属轧制技术	32
01205	有色金属加工丛书——有色金属锻造与冲压技术	36

化学工业出版社出版机械、电气、锻压、轧制、模具、热处理等专业技术图书。如要出版新著，请与编辑联系。如要以上图书的内容简介和详细目录，或要更多的科技图书信息。请登录 www.cip.com.cn。

地址：(100011) 北京市东城区青年湖南街 13 号 化学工业出版社

邮购：010-64519684，64518800 （发行部邮购科）

编辑：邢涛，电话 010-64519282，13661183278

E-mail: tao1223@vip.sina.com

目 录

1 冷冲压基础	1
1.1 冷冲压工艺简介	1
1.1.1 冲压的特点	2
1.1.2 冲压加工的基本工序	2
1.2 冲压设备	5
1.2.1 冲压设备型号规格	5
1.2.2 冲压设备的类型和工作原理	5
1.2.3 技术参数与压力机的选择	12
1.3 冲压用材料	15
1.3.1 对材料的基本要求	15
1.3.2 材料的种类和规格	16
1.4 冲压用模具	19
1.4.1 冲压模具的类型	19
1.4.2 冲压模具的典型结构及工作原理	20
2 冲裁	22
2.1 冲裁基本知识	22
2.1.1 冲裁分离过程	22
2.1.2 冲裁件断面分析	24
2.1.3 冲裁件质量分析	25
2.2 冲裁件的工艺性	28
2.2.1 冲裁件工艺性分析	28
2.2.2 冲裁件的尺寸精度和表面粗糙度	30
2.3 排样与搭边	31
2.3.1 材料的合理利用	31
2.3.2 排样方法	34

2.3.3	搭边	37
2.3.4	送料步距与条料宽度	37
2.3.5	排样图	41
2.4	冲裁间隙	42
2.4.1	间隙对冲裁件质量的影响	42
2.4.2	间隙对冲裁力的影响	44
2.4.3	间隙对模具寿命的影响	45
2.4.4	合理间隙的确定	45
2.5	凸模与凹模刃口尺寸确定	50
2.5.1	凸、凹模刃口尺寸确定原则	50
2.5.2	凸、凹模刃口尺寸的计算方法	51
2.6	冲裁力和压力中心的计算	57
2.6.1	冲裁力的计算	57
2.6.2	卸料力、推件力和顶件力	58
2.6.3	压力机公称压力的确定	59
2.6.4	降低冲裁力的措施	60
2.6.5	压力中心的计算	63
2.7	精密冲裁	66
2.7.1	精密冲裁概述	66
2.7.2	精密冲裁	67
2.7.3	精整	70
2.7.4	精冲件材料及精冲工艺特点	72
2.7.5	精冲零件的结构工艺性	73
2.8	冲裁模具	74
2.8.1	冲裁模的分类	74
2.8.2	冲裁模的结构组成	74
2.8.3	单工序冲裁	75
2.8.4	复合冲裁	86
2.8.5	连续级进冲裁	89
2.9	冲裁工艺应用实例	96
2.9.1	冲压件工艺性分析	96
2.9.2	冲压工艺方案的确定	97
2.9.3	主要设计计算	97

2.9.4	模具总体设计	98
3	弯曲	99
3.1	弯曲工艺基本知识	99
3.1.1	弯曲方法	99
3.1.2	弯曲变形过程及特点	100
3.1.3	最小弯曲半径	104
3.1.4	弯曲件的回弹	106
3.2	弯曲工艺分析与计算	113
3.2.1	弯曲件的工艺分析	114
3.2.2	弯曲件的工序安排	116
3.2.3	弯曲件的展开长度	117
3.2.4	弯曲力的计算	121
3.3	弯曲模具	122
3.3.1	单工序弯曲	123
3.3.2	连续级进弯曲	130
3.3.3	复合弯曲	130
3.3.4	通用弯曲	131
3.3.5	弯曲模结构设计应注意的问题	132
4	拉深	134
4.1	拉深工艺过程及拉深特点	135
4.1.1	拉深变形分析	135
4.1.2	拉深件的主要质量问题及控制	138
4.2	拉深件的工艺性	140
4.2.1	拉深件的精度	140
4.2.2	拉深件的材料	142
4.2.3	拉深件的结构工艺性	142
4.3	拉深件的工艺计算	143
4.3.1	毛坯尺寸的计算	143
4.3.2	拉深系数和拉深次数	149
4.3.3	拉深力和压边力的计算	155
4.3.4	无凸缘圆筒形件拉深的工艺计算	162
4.3.5	带凸缘圆筒形件拉深的工艺计算	166
4.3.6	盒形件的拉深	175

4.4	拉深中的辅助工序	187
4.4.1	热处理	187
4.4.2	润滑	187
4.4.3	酸洗	188
4.5	拉深模	189
4.5.1	拉深模的分类	189
4.5.2	拉深模典型结构	189
4.6	拉深工艺的应用	193
5	其它成形工艺及模具	195
5.1	翻边	195
5.1.1	翻边工艺	196
5.1.2	典型翻孔、翻边模结构	205
5.2	胀形	206
5.2.1	胀形变形特点与胀形极限变形程度	207
5.2.2	胀形工艺	208
5.2.3	胀形模具结构	213
5.2.4	胀形工艺及模具设计举例	214
5.3	缩口	216
5.3.1	缩口成形特点与变形程度	217
5.3.2	缩口工艺计算	219
5.3.3	缩口模具结构	220
5.4	校形	222
5.4.1	校形工艺	222
5.4.2	校形模具	225
6	挤压成形	227
6.1	冷挤压	228
6.1.1	冷挤压的特点及应用	228
6.1.2	冷挤压工艺设计	230
6.1.3	冷挤压工艺计算	234
6.1.4	冷挤压常用原材料	236
6.1.5	冷挤压模具	238
6.2	温挤压	241
6.2.1	温挤压工艺的特点	241

6.2.2	温挤压温度的选择	243
6.2.3	温挤压坯料的加热及模具预热	245
6.2.4	温挤压压力计算	247
6.2.5	温挤压用润滑剂	252
6.2.6	温挤压模具	253
6.2.7	温挤压用模具材料	255
7	冲压工艺方案的制定	257
7.1	冲压工艺方案的制定原则	257
7.1.1	制订冲压工艺的原始资料	257
7.1.2	制订工艺方案的内容	258
7.1.3	制定工艺规程的步骤	259
7.1.4	制定工艺方案的原则	262
7.2	冲压工艺方案的制定实例	264
7.2.1	零件分析	264
7.2.2	冲压工艺方案的拟定	265
	参考文献	267

1 冷冲压基础

冷冲压是指在室温下，利用安装在压力机上的模具对被冲材料施加一定的压力，使之产生分离或塑性变形，从而获得所需要形状和尺寸的零件（也称制件）的一种加工方法。因为通常使用的材料为板料，故也常称为板料冲压。

1.1 冷冲压工艺简介

用冷冲压获得的零件，大到汽车壳体，小到电子元件，其形状可方可圆，材料可为纯金属也可是合金，还可是非金属；材料厚度可从零点零几毫米到几毫米甚至几十毫米，因此冷冲压产品在日常生活、国防科技、工业、农业等多方面都得到了日益广泛的应用。

据初步统计，仅汽车制造业差不多有 60%~75% 的零件是采用冷冲压制成的。其中冷冲压生产所占的劳动量为整个汽车工业总劳动量的 25%~30%，特别是近几年来，由于冷挤压这种少、无切削工艺的研究和发展，更扩大了冷冲压工艺的使用范围。此外，如飞机、导弹和各种枪、炮弹等的零件加工中，冷冲压的加工量也占有相当大的比例。

冷冲压的加工对象主要是板材，其加工依据是板材冲压成形性能（主要是塑性），加工设备主要是压力机，而加工工艺装备是冲压模具。合理的

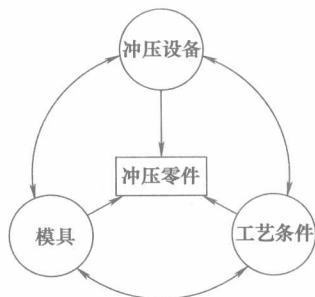


图 1.1 冲压生产的三要素

冲压工艺、先进的模具、高效的冲压设备是冲压生产的三要素。见图 1.1。

在冲压加工中，将材料加工成零件（或半成品）的一种特殊工艺装备，称为冲压模具（俗称冲模）。冲模在冲压生产中非常重要，它与冲压件有“一模一样”的关系，且没有通用性。冲模是冲压生产必不可少的工艺装备，决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。冲模的功能和作用、冲模设计与制造方法和手段，决定了冲模是技术密集、高附加值型产品。

1.1.1 冲压的特点

① 冷冲压属少、无切削加工，其材料可以进行套用，因此能节约原材料。

② 冷冲压件的尺寸公差由模具保证，且一般无需做进一步机械加工，因而具有“一模一样”的特征，其制品有较好的互换性。

③ 冷冲压可以加工壁薄、重量轻、形状复杂、表面质量好、刚性好的零件。

④ 冲压生产靠压力机和模具完成加工过程，生产率高，操作简便，易于实现机械化与自动化。用普通压力机进行冲压加工，每分钟可达几十件，用高速压力机生产，每分钟可达数百件，上千件。

⑤ 对操作工而言，无特殊的专项技能要求。

⑥ 制品成本低。

由于冲压加工具有上述突出的优点，因此在批量生产中得到了广泛的应用。在汽车、拖拉机、电器、电子、仪表、国防、航空航天以及日用品中随处可见冷冲压产品。如不锈钢饭盒、搪瓷盆、高压锅、汽车覆盖件、冰箱门板、电子电器上的金属零件、枪炮弹壳等。

1.1.2 冲压加工的基本工序

根据材料的变形特点不同，可将冲压工序分为分离工序和成形工序两种。

① 分离工序 冲压成形时, 变形材料内部的应力超过强度极限 σ_b , 使材料发生断裂而产生分离, 从而成形零件。分离工序主要有剪裁和冲裁等。

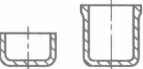
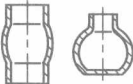
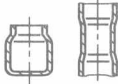
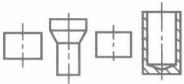
② 成形工序 冲压成形时, 变形材料内部应力超过屈服极限 σ_s , 但未达到强度极限 σ_b , 使材料产生塑性变形, 从而成形零件。成形工序主要有弯曲、拉深、翻边等。

表 1.1 为常见的分离工序, 表 1.2 为常见的成形工序。

表 1.1 分离工序分类

名称	简 图	特点	名称	简 图	特点
切断		用剪刀或冲模切断板材, 切断线不封闭	切口		在坯料上沿不封闭线冲出缺口, 切口部分发生弯曲
落料		用冲模沿封闭线冲切板料, 冲下来的部分为冲件	切边		将冲件的边缘部分切掉
冲孔		用冲模沿封闭线冲切板料, 冲下来的部分为废料	剖切		把工序件剖切成两个或几个制件
整修		沿外形或内形轮廓切去少量材料, 从而降低边缘粗糙度和垂直度	精冲		利用有带齿压料板的精冲模使冲件整个断面全部或基本光洁

表 1.2 成形工序分类

名称	简 图	特点	名称	简 图	特点
弯曲		把板料弯成一定的形状	拉深		把平板形坯料制成空心冲件,壁厚基本不变
卷圆		把板料顶部卷圆	变薄拉深		将空心件进一步拉深,使壁部变薄高度增加
扭曲		把冲件扭转成一定的角度	卷边		把空心件的边缘卷成一定形状
翻孔		把冲件上有孔的边缘翻出竖立边缘	胀形		使冲件的一部分凸起,呈凸肚形
翻边		把冲件的外缘翻起圆弧或曲线状的竖立边缘	旋压		把平板形坯料用小滚轮旋压出一定形状
扩口		把空心件的口部扩大	整形		把形状不太准确的冲件矫正成形
缩口		把空心件的口部缩小	校平		压平平板形冲件以提高其平面度
滚弯		通过一系列轧辊把平板卷料滚弯成复杂形状	压花		在冲件上压出文字或花纹,只在厚度的一个平面上变形
起伏		在冲件上压出肋条、花纹等,在起伏处的整个厚度上有变形	冷挤压		对模腔内的材料施加压力,使材料从凹模孔内或凸、凹模间隙挤出

1.2 冲压设备

1.2.1 冲压设备型号规格

常用的冲压设备有机械式压力机 (J)、液压机 (Y)、剪切机 (Q)、弯曲校正机 (W) 等。

压力机的型号是按照锻压机械的类别、列、组编制而成。如：

J	A	3	1	-	160	A
类别代号	变形设计代号	列别代号	组别代号		规格代号	改进设计代号

“-”后面的数字表示压力机的标称压力 (常称吨位)，也就是压力机的规格，转化为法定单位单位制的 “kN” 时，应把此数字乘以 10，如 160 表示公称压力 1600kN。

1.2.2 冲压设备的类型和工作原理

冲压设备按其传动方式可分为机械传动压力机和液压传动压力机，按机身分为开式机身和闭式机身，按立柱又可分为单柱、双柱和四柱压力机。

1.2.2.1 机械传动压力机

机械压力机以 J×× 表示其型号，分为摩擦压力机和曲柄压力机。曲柄压力机又分为偏心压力机和曲轴压力机两种。

(1) 曲柄压力机

① 工作原理与结构 曲柄压力机的工作机构是曲柄连杆滑块机构，所以称曲柄压力机。现通过国产 JB23-63 型压力机来说明它的工作原理及结构。图 1.2 为其外形图，图 1.3 为运动原理图，图 1.4 为打料装置结构图。

其工作原理如下。电动机 1 通过三角皮带把运动传给大皮带轮 3，再经小齿轮 4、大齿轮 5 传给曲轴 7。连杆 9 上端装在曲轴上，下端与滑块 10 连接，把曲轴的旋转运动变为滑块的直线往复运动。

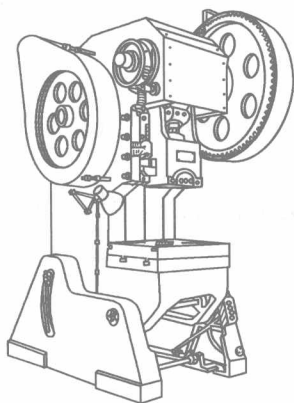


图 1.2 JB23-63 型压力机外形图

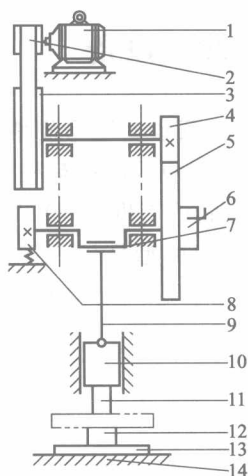
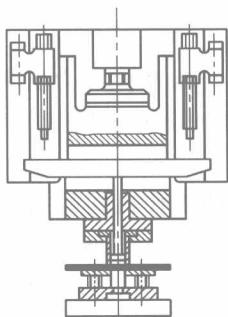
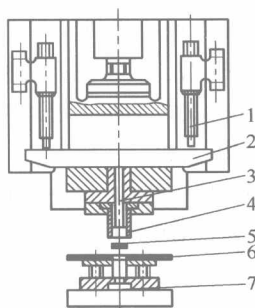


图 1.3 JB23-63 压力机原理图

- 1—电动机；2—小皮带轮；3—大皮带轮；
4—小齿轮；5—大齿轮；6—离合器；
7—曲轴；8—制动器；9—连杆；
10—滑块；11—上模；12—下模；
13—垫板；14—工作台



(a) 行程上止点



(b) 行程下止点

图 1.4 打料装置

- 1—打料螺钉；2—打料横梁；3—打杆；4—凹模；5—工件；6—材料；7—凸模

上模 11 装在滑块上，下模 12 装在工作台的垫板 13 上，因此，当材料放在上下模之间时，即能进行冲裁及其它冲压成形工艺。由于生产工艺的需要，滑块有时运动，有时停止，所以装有离合器 6 与制动器 8，压力机在整个工作周期内进行工艺操作的时间很短，也就是说，有负荷的工作时间很短，大部分时间为无负荷的空闲时间。为了使电动机的负荷均匀，有效地利用能量，因而装有飞轮。大皮带轮 3 即起飞轮的作用。从上述的工作原理可以看出，曲柄压力机由以下几个部分组成。

工作机构 一般为曲柄连杆滑块机构。由曲轴、连杆、滑块等零件组成，如图 1.5 所示。

传动系统 包括齿轮、皮带传动等机构。

操纵系统 如离合器、制动器。

能源系统 如电动机、飞轮。

支承部件 如机身。

② 曲柄滑块机构结构

结构特点 连杆长度可调，以便调节装模高度；防止压力机超载，保护装置，在压力机滑块下方有保险块，可保护压力机不被损坏；在滑块中有夹持模具的装置和顶出工件的装置。

在冲压工作中，为顶出卡在上模中的制件或废料，压力机上装有可调刚性顶件（或称打件）装置。由图 1.4 可知，滑块上有一水平长方形通孔，孔内自由放置打料横梁 2，俗称扁担，当滑块运行到下死点进行冲压时，制件（或废料）进入上模（凹模）将打杆 3 顶起，打杆 3 又将打料横梁 2 抬起，当滑块上升时，打料横梁两端碰上固定在床身上的打料螺钉 1，使之不能继续随滑块向上运动，因而通过打杆将卡在上模（凹模）中的制件或废料打出。

③ 传动系统和操纵系统

传动系统 包括齿轮、皮带传动等机构。如图 1.5 为曲轴压力机传动系统图，图 1.6 为偏心压力机传动系统图。

操纵系统 如离合器、制动器。包括离合器、制动器和电气控制装置等。