

乡镇企业初中级技术工人培训教材

农业部乡镇企业司 编

# 冲压工艺学



XIANGZHEN

QIYE

CHUZHONGJI

JISHU

GONGREN

PEIXUN

JIAGUAI

辽宁科学技术出版社

乡镇企业技术工人培训教材（机械类）

编审委员会

主任委员 黄海光

副主任委员 郭志实 赵汝霖 王小华 樊 鹏

委 员 （按姓氏笔画为序）

王正石 白振芳 刘太来 朱丽英

吴汉太 李炳恩 李殿华 苑汝义

姚宝成 胡呈祥 贺恒立 顾大智

徐大成 徐洪如 琚运富 戴贺兰

本书主编 黄 旭

编写者 黄 旭 于 谦 韩靖桥

主 审 王正石 徐大成

冲压工艺学

Chongyagong Gongyixue

农业部乡镇企业司 编

辽宁科学技术出版社出版、发行（沈阳市和平区北一马路108号）

沈阳市光华印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32  
1991年6月第1版

印张：7 1/4 字数：160000  
1991年6月第1次印刷

责任编辑：马 骏  
封面设计：朝 夕

版式设计：于 浪  
责任校对：于亚莉

印数：1—5000

ISBN7-5381-1180-3/TG·32

定价：3.14元

## 前 言

搞好乡镇企业职工的技术培训，培养大批合格的技术工人，以提高职工的整体素质，是当前全国乡镇企业面临的紧迫任务。

为了满足乡镇企业技术工人等级培训的需要，农业部乡镇企业司组织黑龙江、辽宁、山西、河北、河南、湖北、内蒙、北京、天津、大连等十省、自治区、市有关同志、专家、教授，编写了乡镇企业初中级技术工人培训教材，其中有《数学》、《机械基础》、《机械制图》、《机械制造工艺概论》、《车工工艺学》、《钳工工艺学》、《铣工工艺学》、《磨工工艺学》、《铸造工艺学》、《锻造工艺学》、《刨工工艺学》、《冲压工艺学》、《焊工工艺学》和《机械制图习题集》、《基础课习题集》共十五本书。

这套教材是以机械部颁布的初、中级技术等级标准为依据，同时结合乡镇企业实际情况编写的。在内容编排上改变了以往技术工人培训教材初、中级分开的模式，采取了初级内容和中级内容合编，既适用于初级工培训和已获初级工证书、晋升中级工的培训，又适用于直接进行中级工的培训。教材内容充实、语言简练，以讲清最基本的概念和操作方法为主，尤其注重实际操作能力的培养，体现劳动部关于“要改革培训内容和培训方法，改变重理论轻技能、重课堂轻实际训练，单纯强调正规化、系统化的思想，突破传统教育观

念，突出和强化技能训练”的要求，使学员通过理论培训，能够掌握高质量、高效率的操作技能。

教材还写进职业道德教育方面的内容，使学员通过培训，不仅学到技术理论知识，提高操作技能，而且在思想觉悟方面也有所提高。

统编乡镇企业初中级技术工人培训教材，由于缺乏经验，撰写时间较紧促，书中难免有疏漏之处，希望读者提出宝贵意见，再版时改正。

农业部乡镇企业司

1990年6月

# 目 录

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一章 冲压加工概述.....      | 1   |
| 一、什么是冲压加工.....       | 1   |
| 二、冲压加工的特点.....       | 1   |
| 三、冲压加工种类.....        | 2   |
| 复习题.....             | 5   |
| 第二章 冲压件常用材料.....     | 6   |
| 一、冲压用材料的质量要求.....    | 6   |
| 二、冲压常用材料.....        | 8   |
| 三、不锈钢与有色金属的冲压特点..... | 10  |
| 复习题.....             | 13  |
| 第三章 冲压设备.....        | 14  |
| 一、冲压设备概述.....        | 14  |
| 二、冲床的型号及主要技术参数.....  | 18  |
| 三、冲压工常用工夹具.....      | 20  |
| 四、冲床的总体结构.....       | 23  |
| 五、冲床的安全操作和维护保养.....  | 33  |
| 六、小型冲床精度检查.....      | 41  |
| 七、剪板机.....           | 43  |
| 复习题.....             | 48  |
| 第四章 冲压工艺及变形过程.....   | 50  |
| 一、冲裁.....            | 50  |
| 二、弯曲.....            | 82  |
| 三、拉延.....            | 107 |
| 四、成形.....            | 142 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 复习题.....                | 160 |
| 第五章 冲压模具.....           | 164 |
| 一、常见冲模类型及特点.....        | 164 |
| 二、常见模具的结构特点.....        | 169 |
| 三、冷冲模常用材料.....          | 180 |
| 四、冲模的设计要点.....          | 182 |
| 五、冲模的安装和调整.....         | 191 |
| 复习题.....                | 201 |
| 第六章 编制冲压工艺规程基本知识.....   | 202 |
| 一、什么是冲压工艺规程.....        | 202 |
| 二、冲压工艺规程的基本内容.....      | 203 |
| 三、编制冲压工艺规程的步骤.....      | 204 |
| 四、制定工艺方案的原则.....        | 205 |
| 五、编制工艺规程的实例.....        | 207 |
| 复习题.....                | 213 |
| 第七章 冲压生产机械化与自动化.....    | 214 |
| 一、机械化与自动化的意义和目的.....    | 214 |
| 二、实现机械化与自动化的条件.....     | 215 |
| 三、实现冲压生产机械化与自动化的途径..... | 215 |
| 四、冲压机械化、自动化常见装置简介.....  | 217 |
| 复习题.....                | 220 |
| 第八章 安全生产.....           | 221 |
| 一、职业道德的培养.....          | 222 |
| 二、实现安全生产的途径.....        | 223 |
| 三、压力机安全化的基本要求.....      | 224 |
| 四、模具结构上的安全技术措施.....     | 224 |
| 复习题.....                | 226 |

# 第一章 冲压加工概述

## 一、什么是冲压加工

冲压加工，简称冲压。是利用冲压设备和模具对材料施加外力，使之产生塑性变形或分离，从而获得一定尺寸、形状及性能的零件的加工方法。经冲压加工的零件称为冲压件。进行冲压加工所用的工艺装备称为冲模具。

冲压加工生产效率高，应用范围很广。既可加工金属材料，又可加工非金属材料；既能制造很小的仪表零件，又能制造很大的汽车构件；甚至一些高精密的，形状复杂的零件，也能加工制造。因此，冲压加工广布在机械制造、交通、航空、水运、农机、轻工、电机、电器、仪表制造等部门中。从某种意义上讲，冲压加工是这些部门提高生产效率，降低产品成本的基本途径。

## 二、冲压加工的特点

冲压加工与其它加工方法相比，具有如下特点：

(1) 在压力机冲击下可以得到形状比较复杂的零件，有的是其它方法难以加工的零件，如薄壳零件。

(2) 冲压加工的零件具有较好的精度。一般公差等级可达IT10~IT14。采用整修或精冲工艺，可得到IT6~IT9。

但冲压件表面粗糙度，不如切削加工的零件。

(3) 冲压件的形状、尺寸一致性好，便于互换。

(4) 材料利用率高、废料少。加工后的零件强度高、刚性好。

(5) 操作简便，生产率高，易于实现生产过程的机械化、自动化。

(6) 冲压加工所用的模具，结构较为复杂，成本较高，制造难度大，生产周期长。

由上述特点可以看出，冲压加工是一种比较先进的工艺，多用于大批量生产。单件、小批量生产，采用冲压加工，在经济上是不合算的。

应当指出，并不是所有的零件都可采用冲压加工。冲压件的加工，要满足冲压工艺性的要求，即零件对冲压加工的适应性。

### 三、冲压加工种类

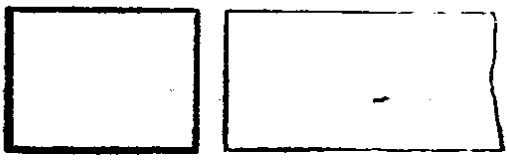
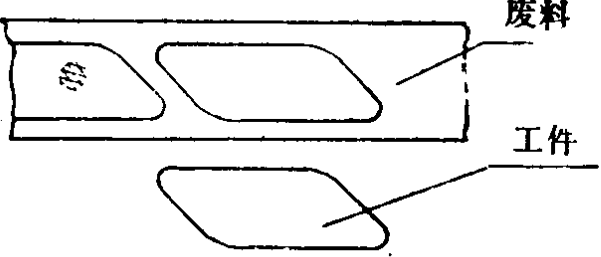
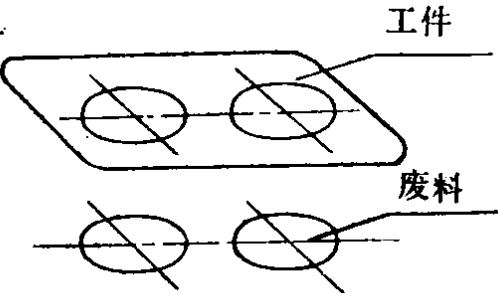
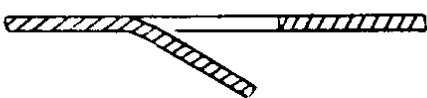
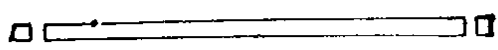
由于冲压加工零件的形状、尺寸、精度要求以及批量大小，原材料性能等的不同，常采用的冲压加工方法多达二、三十种。但根据板料在冲压过程中受力和变形的情况，冷冲压工序基本上可以分为两大类型：分离工序和变形工序。有时，为了进一步提高冲压加工的生产效率，常常把两个以上的基本工序合并为一个工序，称为复合工序。

#### 1. 分离工序

材料受力后，变形部分的应力超过材料的强度极限，材料中的一部分沿着一定的轮廓与另一部分分离，称为分离工

序，也称冲裁工序。常见的分离工序如表1—1所列。

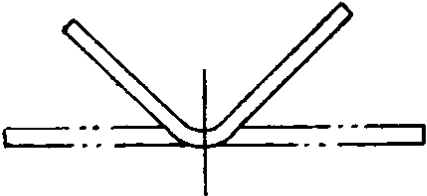
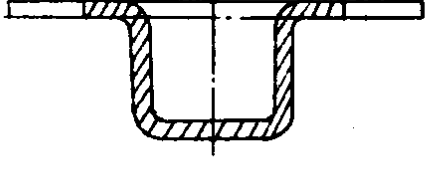
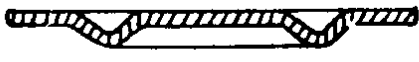
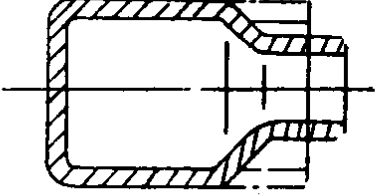
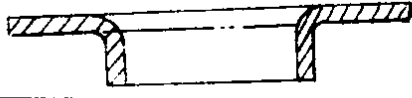
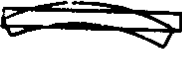
表1—1 常见分离工序的种类

| 名 称 | 简 图                                                                                 | 定 义                       |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 剪 裁 |    | 将板料用剪刀或冲模，沿不封闭的切断线切断      |
| 落 料 |  | 将板料沿封闭曲线分离，冲落部分为工件        |
| 冲 孔 |  | 将板料沿封闭曲线分离，冲落部分为废料        |
| 切 口 |  | 将板料沿不封闭曲线切口，切口部分弯曲        |
| 整 修 |  | 将工件边缘预留的加工量去除，获得高精度及光滑的表面 |

2. 变形工序

材料受力后，变形部分的应力超过材料的屈服极限，但没有超过材料的强度极限，材料产生了塑性变形，改变了其形状和尺寸，称为变形工序。常见的变形工序如表 1—2 所列。

表1—2 常见变形工序的种类

| 名 称        | 简 图                                                                                 | 定 义                           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 弯 曲        |   | 将板料弯曲成一定的角度和形状                |
| 拉 延        |  | 将平板状毛坯制成空心、开口筒形零件             |
| 起 伏        |  | 将板料局部变形，形成起伏不平的花纹             |
| 缩 口<br>胀 形 |  | 对空心件内部或外部加压，使壁部局部径向扩大或缩小，图为缩口 |
| 翻 边        |  | 将板料上的孔或边缘，翻出一定高度的直边           |
| 校 平        |  | 将毛坯或已成形工件的不平的面，在模具中压平         |

### 3. 复合工序

冲压工艺中，在一个工序，即在一副模具内，完成上述工艺中的一种，称为单工序。如冲孔工序、落料工序、整形工序等。在一个工序内，同时完成上述工艺中的两种或两种以上的工艺，称为复合工序。如冲孔一落料的复合工序、冲孔一落料一拉延的复合工序等。

为了保证冲压工艺能正常进行，在冲压工艺过程中，除冲压工序以外，还安排有其它一些辅助工序，如冲压前的清洗、除锈；冲压过程中的涂润滑油、去毛刺、工序间退火；冲压后的切削加工、涂覆等等。本书只涉及冲压工序的基本工艺，对辅助工序不加详述。

### 复 习 题

1. 什么是冲压加工？
2. 为什么说冲压加工是一种比较先进的工艺？
3. 冲压工序分哪两类？各有什么特点。
4. 复合工序的含意是什么？

## 第二章 冲压件常用材料

工业产品都是用各种材料制成的，因此，材料首先应具备使用性能，以保证产品的功用。此外，材料还应具备适宜的工艺性能。用冲压加工方法获得的冲压件，其结构形状、尺寸精度等要求，要适合冲压工艺的特点；构成冲压件的材料，也应适合冲压工艺的特点，使之宜于接受冲压加工。

### 一、冲压用材料的质量要求

对金属材料的冲压工艺性要求包括以下几个方面：

#### 1. 材料的机械性能

从材料的工艺性能考虑，具有重要意义的是材料的塑性指标。对于变形工序来说，塑性愈好，允许材料的变形程度愈大，材料的工艺性就愈好。对于分离工序来说，材料应具有适当的塑性。塑性过高，材料太软，冲裁件的边缘就易产生较多的毛刺，其尺寸也不易达到要求的精度；塑性过低，材料太硬太脆，模具寿命会受影响。

#### 2. 材料的化学成分

一般来说，钢的含碳量愈低，杂质含量愈少，其塑性愈好，硬度也愈低。因此，冲压材料广泛采用低碳钢和低合金钢（含碳量低）。

### 3. 材料的组织

金属材料的机械性能，不仅取决于其化学成分，而且取决于其组织结构。一般来说，金属的组织细，则塑性大，冲压时对材料变形有利。但是，金属的组织过细，又会使材料的强度和硬度增加。

### 4. 材料的表面质量

冲压件的材料大多是钢板，其中又以薄板的采用最为普遍。对钢板的表面质量，国家有一定的规定和要求。例如，优质碳素结构钢薄板，国家标准中不仅规定了三种拉延级别（最深拉延Z、深拉延S、普通拉延P），而且还按其表面质量分为四组：Ⅰ组，特别的高级精整表面；Ⅱ组，高级的精整表面；Ⅲ组，较高的精整表面；Ⅳ组，普通的精整表面。

材料的表面质量，包括以下几个方面：

（1）材料的表面必须光洁平整，无划痕，无杂质，无气孔和缩孔。

（2）材料的断面没有分层现象，没有明显的机械性能损伤。

（3）材料表面无锈斑，无氧化皮及其他附着物。在冲压过程中，表面质量好的材料，可获得表面光洁、质量较高的工件，并且在变形过程中不易破裂，不易损伤模具。

### 5. 材料的厚度公差

冲压加工时，对材料厚度的偏差要求是比较严格的。这是因为，一定的冲模间隙，适于冲压一定厚度的材料，如果用同一冲模间隙来冲压厚度差异较大的材料，那么所得工件

的质量和精度就会降低，冲模也易损坏。尤其在拉延、翻边及弯曲工序中，由于材料厚度不均，可能会导致废品的产生。在大型工件整形时，甚至可以损坏压力机。

对各种金属材料厚度公差的要求，可从国家有关金属材料标准中查取。有关技术标准除规定了板料的长度、宽度、厚度的尺寸公差外，还规定了另外一些质量标准，如同极差（同一张板料上厚度的极限偏差）和波浪瓢曲度等。有些工厂还规定了剪裁条料的长度和宽度公差。这些规定，都是为了确保冲压下料能按设计的排样进行，不致浪费材料。同时，也是为了保证条料在冲模上定位正确，冲压后得到的冲压件，不缺边不缺角。

此外，冲压件可能还有焊接，电镀等后续工序，因此对具有这些工序的材料，还有其它的工艺性要求，本书不再赘述。

## 二、冲压常用材料

冲压加工的材料有板材和型材两类。板材有板料和卷料两种，材质主要有以下几种：

### 1. 黑色金属材料

（1）普通碳素钢板。多用于冲压平板类工件，或变形量小的工件。其中，保证机械性能供应的称为甲类。如A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>……等牌号；而保证化学成份供应的称为乙类。如B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>……等牌号。

（2）优质碳素结构钢。多用于拉延件或复杂的弯曲件。这类钢板应同时保证机械性能和化学成份。这类材料有08、08F、10、15F、15等牌号。

根据冲压方法不同，冷冲压零件推荐用的黑色金属材料如表2—1。

表2—1 冷冲压零件推荐用钢

| 材 料 牌 号                                                                        | 冲 压 方 法  |     |         |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|---------|
|                                                                                | 剪裁、落料、冲孔 | 弯 曲 | 拉延 (压延) |
| A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub> , 08, 10, 25                                   |          | +   | +       |
| A <sub>2</sub> , B <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , B <sub>3</sub> , 15, 20, 30 | +        | +   | +       |
| A <sub>6</sub> , B <sub>6</sub> , 40, 45,                                      | +        | +   |         |
| 65M <sub>n</sub> , 80M <sub>n</sub>                                            | +        | +   |         |

2. 有色金属材料

(1) 黄铜板(带)。牌号为H68, 用于冲裁、弯曲或浅拉延件; 牌号为H62, 用于深拉延件。

(2) 铝板(带)。用于仪表盘面或罩壳体, 牌号有L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>等。

3. 非金属材料

冲压常用的非金属材料主要有纸胶板, 布胶板、石棉板、橡胶板、胶木板等。其机械性能见表2—2。

表2—2 非金属材料的抗剪强度 $\tau$ 。

| 材 料 名 称     | $\tau$ 。(MPa) |
|-------------|---------------|
| 纸胶板         | 140~200       |
| 布胶板         | 120~180       |
| 玻璃布胶板       | 160~185       |
| 玻璃纤维丝胶板     | 140~160       |
| 有机玻璃板       | 90~100        |
| 石棉橡胶板       | 40            |
| 橡皮          | 20~ 80        |
| 云母 (厚0.5mm) | 60~100        |
| 马粪纸板        | 30~ 60        |
| 绝缘纸板        | 60~100        |

### 三、不锈钢与有色金属的冲压特点

不锈钢与有色金属的机械性能同碳钢相比，有较大的差别，因而在冲压加工上，存在着各自不同的特点。

#### 1. 不锈钢

不锈钢的种类很多，主要分：

甲类 属马氏体型铬钢，如1Cr13、2Cr13等。

乙类 属奥氏体型镍铬钢，如1Cr18Ni9Ti等。

为了使这两类不锈钢获得良好的加工性，就必须进行热处理，使之处于软态。甲类不锈钢的软化热处理是退火，乙类不锈钢的软化热处理是淬火。在软态下，这两类不锈钢都具有较好的冲压工艺性，特别是具有较好的冲压变形工艺性，适于变形工序的冲压加工。但与碳钢相比，不锈钢加工硬化（常温下，因变形所引起的材料硬度和强度增高，塑性下降的现象，称为加工硬化）现象很强烈，拉延时易产生皱折，因此要采取如下一些措施，以保证拉延作业顺利进行：

（1）每次拉延后进行工序间退火；

（2）变形量大的拉延件，最终拉延成形后进行消除残余内应力的热处理；

（3）采用温热拉延法，例如，将1Cr18Ni9（铬镍不锈钢）加热到80—120℃，能减少其加工硬化和残余内应力，拉延系数可减小到0.42~0.44，拉延变形程度提高。

应当指出，奥氏体不锈钢加热到较高温度（350~700℃）时，并不能进一步改善其冲压工艺性。

由于不锈钢冲压变形时，变形力大，回弹现象严重，因

此，为保证冲压件尺寸和形状精度要求，必须增加整修、校正工序，进行必要的热处理。同时，也由于大多数不锈钢材料强度高，韧性大，金属容易粘附到模具表面，所以在不锈钢的冲压过程中，还应注意以下几点：

- (1) 模具工作表面要尽可能光洁；
- (2) 冲裁模刃口要保持锋利，用钝后必须及时刃磨；
- (3) 采用较低的冲压速度。推荐冲裁工序冲压速度比碳钢减少 $1/3$ ；

(4) 与碳钢或有色金属比较，冲裁不锈钢件的模具间隙应较小；弯曲或拉延不锈钢件的模具间隙及凸、凹模圆角半径应较大；

(5) 采用润滑剂。冲压不锈钢件时，采用粘度较大的润滑剂，效果较好。但是粘度过大，则使用不够方便。

## 2. 有色金属

(1) 铜和铜合金。冲压常用的铜和铜合金有纯铜、黄铜和青铜。一般来说，纯铜和黄铜的冲压工艺性较好，而青铜次之。因为青铜的各项机械性能指标不如黄铜，而且青铜的加工硬化现象比之黄铜也更为严重。

对于黄铜来说，H62比H68的加工硬化强烈。对于青铜来说，不同牌号间性能差别较大。青铜多用作耐蚀、耐磨的零件，冲压过程中需要频繁的中间退火。热态下( $600\sim 800^{\circ}\text{C}$ 以上)，大部分黄铜和青铜都具有较好的冲压工艺性，但热态冲压难度较大，须慎重采用。

(2) 铝和铝合金。冲压常用的铝和铝合金的牌号约有20种左右，按其性能和用途分为纯铝、硬铝、防锈铝、锻铝等。