

# 机械压力机的 基础知识

杨群 译



电子工业出版社

# 机械压力机的基础知识

杨 群 译

電子工業出版社

## 内 容 提 要

本书系面向实际操作者、维修保养人员及生产第一线的其他人员的有关压力机的入门书。它首先从压力机和压力加工谈起,接着介绍压力机的种类,分析各种压力机的基本结构和特点,阐述相关的附属装置及自动化装置,同时介绍机械压力机的选择、使用、管理和保养的方法。书末附有各种压力机的专用术语、公差范围、精度检查方法和安全卫生规则,同时给出了金属压力加工工种考核的书面试题和实际操作的试题并附有答案。

本书内容翔实、图文并茂、说理深入浅出、文字简明易读。

### 机械压力机的基础知识

杨 群 译

责任编辑 坚 如

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

人民卫生出版社印刷厂印刷

开本: 850×1168 毫米1/32印张: 8.5 字数: 220 千字

1990年6月第1版1990年6月第1次印刷

印数: 8000册 定价: 4.50 元

ISBN7-5053 -0843-2/TH·8

# 前 言

随着我国汽车、家用电器、轻工、仪表工业的发展，机械压力机的需要量也日益增多，特别是近十年来，国内引进了西德、日本和美国的压力机制造技术，经过消化吸收已先后在第二重型机器厂、第一重型机器厂、上海重型机器厂、北京重型机器厂、北京机电研究所等制造出了具有八十年代水平的现代化的机械压力机及其配套的机械手和辅助装置。这在我国锻压机械发展史上是一次大的飞跃，同时不少使用部门还从国外进口了为数不少的压力机生产线和单机设备。上述机械压力机的共同特点是技术先进、结构合理、配套齐全、操作安全、维修方便，压机精度高，配有各种电子监测、控制、安全保护、力能测试、故障显示装置。为了使广大用户和现场操作使用维修管理人员，对现代压力机有更好的了解和正确地使用压力机，使工艺设计人员能正确地选择压力机，我将日本朋友赠送的《机械压力机操作与安全》和《机械压力机基础知识》两本书，请日文翻译杨群同志用了近一年时间翻译出来，并请不少关心压力机发展的同志进行了校对，同时得到电子工业出版社的大力支持，这两本书终于问世了。这里谨对参与翻译、校对、出版的同志致以衷心谢意。

关于机械压力机的书，我国仅有少数教科书，而对于能够从实践中总结出来又用于指导实际操作使用的书还很少看见，它的出版，对广大读者，尤其是对从事压力机操作、保养、维修和管理的人员来说，它们是难得的好教材；对提高职工素质，提高生产率，正确选用压力机，预防人身、设备事故发生，它们是很好的参考资料。欢迎广大读者订购并提出宝贵意见。

田依民

一九九〇年二月十日

# 目 录

## 第一篇 压力机与压力加工

|                   |        |
|-------------------|--------|
| 压力机 .....         | ( 1 )  |
| 压力加工 .....        | ( 1 )  |
| 压力加工的种类 .....     | ( 2 )  |
| 剪切加工 .....        | ( 2 )  |
| 剪切加工的种类 .....     | ( 2 )  |
| 剪切加工所需要的力和功 ..... | ( 2 )  |
| 弯曲加工 .....        | ( 5 )  |
| 弯曲加工的种类 .....     | ( 5 )  |
| 弯曲加工所需要的力和功 ..... | ( 5 )  |
| 深冲加工 .....        | ( 8 )  |
| 深冲加工的种类 .....     | ( 8 )  |
| 深冲加工所需要的力和功 ..... | ( 8 )  |
| 压缩加工 .....        | ( 11 ) |
| 压缩加工的种类 .....     | ( 11 ) |
| 压印加工所需要的力和功 ..... | ( 11 ) |
| 镦锻加工所需要的力和功 ..... | ( 13 ) |
| 挤压加工所需要的力和功 ..... | ( 13 ) |
| 其它特殊加工 .....      | ( 14 ) |
| 各种加工的压力变化 .....   | ( 15 ) |

## 第二篇 机械压力机

|                     |        |
|---------------------|--------|
| 机械压力机的种类 .....      | ( 17 ) |
| 根据结构而分类的压力机种类 ..... | ( 17 ) |
| 滑块运动方式 .....        | ( 17 ) |
| 机身形状 .....          | ( 19 ) |

|                      |        |
|----------------------|--------|
| 滑块的传动机构 .....        | ( 21 ) |
| 与滑块传动机构相连的部分 .....   | ( 22 ) |
| 传动机构的位置 .....        | ( 23 ) |
| 根据使用目的而分类的机械压力机..... | ( 23 ) |
| 多工位压力机 .....         | ( 23 ) |
| 自动压力机 .....          | ( 24 ) |
| 精密冲压压力机 .....        | ( 25 ) |
| 精修机.....             | ( 26 ) |
| 冲模回转压力机 .....        | ( 27 ) |
| 修边机.....             | ( 27 ) |
| 交错送料压力机 .....        | ( 27 ) |
| 去毛刺压力机 .....         | ( 27 ) |
| 弯板机.....             | ( 28 ) |
| 万能折弯机 .....          | ( 28 ) |
| 锻造压力机 .....          | ( 28 ) |
| 墩锻机 .....            | ( 28 ) |
| 压印压力机 .....          | ( 28 ) |
| 多滑块压力机 .....         | ( 30 ) |
| 柱形台压力机 .....         | ( 30 ) |
| 打眼机.....             | ( 30 ) |
| 机械压力机的能力.....        | ( 30 ) |
| 压力机的能力.....          | ( 30 ) |
| 压力机能力的三大要素 .....     | ( 30 ) |
| 压力能力.....            | ( 31 ) |
| 偏心负荷 .....           | ( 32 ) |
| 转矩能力.....            | ( 33 ) |
| 做功能力.....            | ( 35 ) |
| 机械压力机的规格 .....       | ( 38 ) |
| 能力、尺寸规格.....         | ( 39 ) |
| 形式 .....             | ( 39 ) |
| 型号 .....             | ( 40 ) |
| 加压能力 .....           | ( 40 ) |

|                     |        |
|---------------------|--------|
| 能力产生位置 .....        | ( 40 ) |
| 最大做功量 .....         | ( 40 ) |
| 行程长度 .....          | ( 40 ) |
| 连续行程数(spm) .....    | ( 41 ) |
| 间歇行程数 .....         | ( 41 ) |
| 装模高度 .....          | ( 41 ) |
| 滑块调整长度 .....        | ( 42 ) |
| 滑块面积 .....          | ( 42 ) |
| 移动工作台面积 .....       | ( 43 ) |
| 移动工作台厚度 .....       | ( 43 ) |
| 作业面的高度 .....        | ( 44 ) |
| 最大上模具重量 .....       | ( 44 ) |
| 主电机 .....           | ( 44 ) |
| 使用空气压力 .....        | ( 44 ) |
| 机身喉口 .....          | ( 44 ) |
| 附属件规格 .....         | ( 44 ) |
| 结构规格 .....          | ( 45 ) |
| 运转规格 .....          | ( 45 ) |
| “转换” .....          | ( 46 ) |
| “点动” .....          | ( 46 ) |
| “安全单行程” .....       | ( 46 ) |
| “单行程” .....         | ( 47 ) |
| “连续” .....          | ( 47 ) |
| “时限连续” .....        | ( 47 ) |
| “异常停止”和“紧急停止” ..... | ( 47 ) |
| 机械压力机的基本结构 .....    | ( 48 ) |
| 机身部分 .....          | ( 48 ) |
| 上横梁 .....           | ( 49 ) |
| 立柱 .....            | ( 50 ) |
| 底座 .....            | ( 51 ) |
| 拉紧螺栓 .....          | ( 51 ) |
| 传动部分 .....          | ( 53 ) |

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| 飞轮 .....                       | ( 53 ) |
| 离合器、制动器 .....                  | ( 53 ) |
| 齿轮传动 .....                     | ( 60 ) |
| 滑块部分 .....                     | ( 60 ) |
| 滑块导向 .....                     | ( 62 ) |
| 滑块调整 .....                     | ( 62 ) |
| 超负荷安全装置 .....                  | ( 63 ) |
| 滑块平衡缸 .....                    | ( 64 ) |
| 润滑 .....                       | ( 66 ) |
| 运转控制及其装置 .....                 | ( 67 ) |
| 电磁阀 .....                      | ( 70 ) |
| 排泄过滤器 .....                    | ( 72 ) |
| 调节器 .....                      | ( 73 ) |
| 分油器 .....                      | ( 73 ) |
| 压力开关 .....                     | ( 74 ) |
| 机械压力机的精度 .....                 | ( 74 ) |
| 压力机的精度 .....                   | ( 74 ) |
| 静精度 .....                      | ( 75 ) |
| 工作台(或底座)的上平面及滑块下平面之间的直线度 ..... | ( 75 ) |
| 滑块下平面与工作台(或底座)上平面的平行度 .....    | ( 76 ) |
| 滑块的上下运动与工作台(或底座)上平面的垂直度 .....  | ( 76 ) |
| 模柄安装孔与滑块下平面的垂直度 .....          | ( 76 ) |
| 连接点上下的综合间隙 .....               | ( 77 ) |
| 动精度 .....                      | ( 77 ) |
| 动态条件下, 静精度参数的变化 .....          | ( 78 ) |
| 机身刚性和产品精度 .....                | ( 80 ) |
| 能量集中释放 .....                   | ( 80 ) |
| 精度的恶化 .....                    | ( 81 ) |
| 曲柄压力机以外的机械压力机 .....            | ( 82 ) |
| 肘杆式压力机 .....                   | ( 82 ) |
| 连杆压力机 .....                    | ( 83 ) |
| 摩擦式压力机 .....                   | ( 86 ) |



### 第三篇 附属机构与自动化装置

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| 机械压力机的附属机构与装置 .....   | ( 89 )  |
| 气垫 .....              | ( 89 )  |
| 微动(缓速运转、微速运转)装置 ..... | ( 92 )  |
| 曲柄转角指示计 .....         | ( 93 )  |
| 装模高度指示计 .....         | ( 94 )  |
| 顶件装置 .....            | ( 94 )  |
| 滑块自动调整装置 .....        | ( 95 )  |
| 飞轮制动器 .....           | ( 95 )  |
| 移动工作台 .....           | ( 96 )  |
| 模具提升装置 .....          | ( 97 )  |
| 负荷计 .....             | ( 97 )  |
| 模具夹紧器 .....           | ( 98 )  |
| 隔音罩 .....             | ( 98 )  |
| 防振装置 .....            | ( 98 )  |
| 旋转凸轮开关 .....          | ( 99 )  |
| 安全栓、安全插头 .....        | ( 100 ) |
| 吊车警戒灯 .....           | ( 101 ) |
| 梯子联销 .....            | ( 101 ) |
| 压力机加工自动化装置 .....      | ( 101 ) |
| 什么叫自动化 .....          | ( 101 ) |
| 自动化的效益 .....          | ( 102 ) |
| 自动化装置 .....           | ( 107 ) |
| 钢卷小车 .....            | ( 108 ) |
| 开卷机 .....             | ( 108 ) |
| 钢卷滑车 .....            | ( 108 ) |
| 矫直机 .....             | ( 109 ) |
| 活套控制器 .....           | ( 110 ) |
| 送料装置 .....            | ( 111 ) |
| 落料加工用材的送料装置 .....     | ( 112 ) |
| 成形加工用材的送料装置 .....     | ( 117 ) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 供料装置 .....              | (123) |
| 取件装置 .....              | (125) |
| 自动化生产线 .....            | (125) |
| 使用钢卷材料的落料生产线(例 1) ..... | (125) |
| 使用钢卷材料的落料生产线(例 2) ..... | (126) |
| 使用定尺材料的落料生产线 .....      | (127) |
| 多工位压力机生产线 .....         | (128) |
| 冷锻生产线 .....             | (129) |
| 由工业机器人组成的自动化生产线 .....   | (129) |
| 自动化冲压生产线 .....          | (130) |
| 冲压成形中心 .....            | (131) |

#### 第四篇 压力机的选择、使用、维修及保养

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 机械压力机的选择方法 .....  | (134) |
| 被加工产品的特性 .....    | (134) |
| 加工方法 .....        | (134) |
| 工序分配 .....        | (135) |
| 产量 .....          | (137) |
| 材料的大小及形状 .....    | (137) |
| 成品的取件方法 .....     | (138) |
| 碎屑的处理 .....       | (139) |
| 机械压力机的特性 .....    | (139) |
| 压力及做功的特性 .....    | (139) |
| 时间特性 .....        | (140) |
| 精度特性 .....        | (141) |
| 模具空间的大小 .....     | (141) |
| 其它应考虑的事项 .....    | (142) |
| 标准压力机是否可行 .....   | (142) |
| 关于附属装置 .....      | (142) |
| 是否可靠性高、保养容易 ..... | (143) |
| 关于噪音和振动 .....     | (143) |
| 应充分考虑安全 .....     | (143) |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| [总结].....                         | (143) |
| <b>压力机的正确使用方法及保养</b> .....        | (145) |
| 压力机作业与压力机事故.....                  | (145) |
| 事故的原因.....                        | (146) |
| 安全压力机是什么样的压力机.....                | (148) |
| 安全压力机的理想条件.....                   | (148) |
| 安全压力机的主要安全装置.....                 | (148) |
| 压力机的正确使用方法.....                   | (150) |
| 从压力机的能力看正确的使用方法.....              | (150) |
| 从精度看正确的使用方法.....                  | (150) |
| 从模具方面看正确的使用方法.....                | (151) |
| 从结构看正确的使用方法.....                  | (151) |
| 机械压力机的保养.....                     | (152) |
| 离合器、制动器的保养.....                   | (152) |
| 综合间隙的调整.....                      | (153) |
| 拉紧螺栓的重新紧固.....                    | (153) |
| 螺栓类松动的修正.....                     | (154) |
| 给油装置的检修.....                      | (154) |
| 空气管路的检修.....                      | (154) |
| 定期精度检查.....                       | (154) |
| 定期维修检查的要领.....                    | (155) |
| <b>附录 1 压力机名词术语</b> .....         | (160) |
| <b>附录 2 通用容许差</b> .....           | (173) |
| <b>附录 3 机械压力机的试验方法及检查</b> .....   | (177) |
| <b>附录 4 压力机模具用模架的精度检查</b> .....   | (188) |
| <b>附录 5 机械压力机的机械结构标准</b> .....    | (191) |
| <b>附录 6 压力机或剪床的安全装置结构标准</b> ..... | (205) |
| <b>附录 7 劳动安全卫生规则 (摘要)</b> .....   | (213) |
| <b>附录 8 曲柄压力机的能力标准</b> .....      | (220) |
| <b>附录 9 机械压力机特定自主检查清单</b> .....   | (223) |
| <b>技术鉴定试题</b> .....               | (234) |
| 金属压力加工工种试题(1级, 2级).....           | (241) |
| 金属压力加工实践技术试题(笔答)(1级, 2级).....     | (250) |
| <b>技术鉴定试题答案及说明</b> .....          | (250) |

# 第一篇 压力机与压力加工

## 压 力 机

被称为“压力机”的压力机械，无论是从事工业技术的人，还是从事与机械毫不相干的工作人员，对这个名称都不陌生。然而，说到“什么叫压力机”，则未必都能说得清楚。现在，我们用最简练的语言归纳，压力机就是：

- (1) 使用上、下模具；
- (2) 依靠对工具施加的关联运动，使置于上、下模具间的材料受力，从而完成所要做的功；
- (3) 做功时产生的反作用力，由机械本身承受。

压力机根据产生压力的机制而分类。使用液体传动压力的被称为“液压压力机”，使用机械传动压力的被称为“机械压力机”。

液压压力机，行程较长，压力可调节，加工速度稳定，不会产生超负荷等等，这些都是它的特征。因此，由不同的加工内容来看，更能显示出液压压力机比机械压力机有更多的优点。但是，机械压力机比液压压力机效率高，维修容易，所以现在的板料加工大都使用机械压力机。液压压力机和机械压力机相比，不仅结构不同，而且很多技术问题也不相同。因此，本书不打算论及液压压力机，而仅就机械压力机加以论述。

## 压 力 加 工

在详述压力机之前，首先了解一下机械压力机做哪些工作是很有必要的。因此，让我们简单地介绍一下金属压力加工。

将材料加工成所需形状或给予材料某种特性的加工方法有如下6种：铸造、塑性加工、切削、压接、表面处理、热处理（见

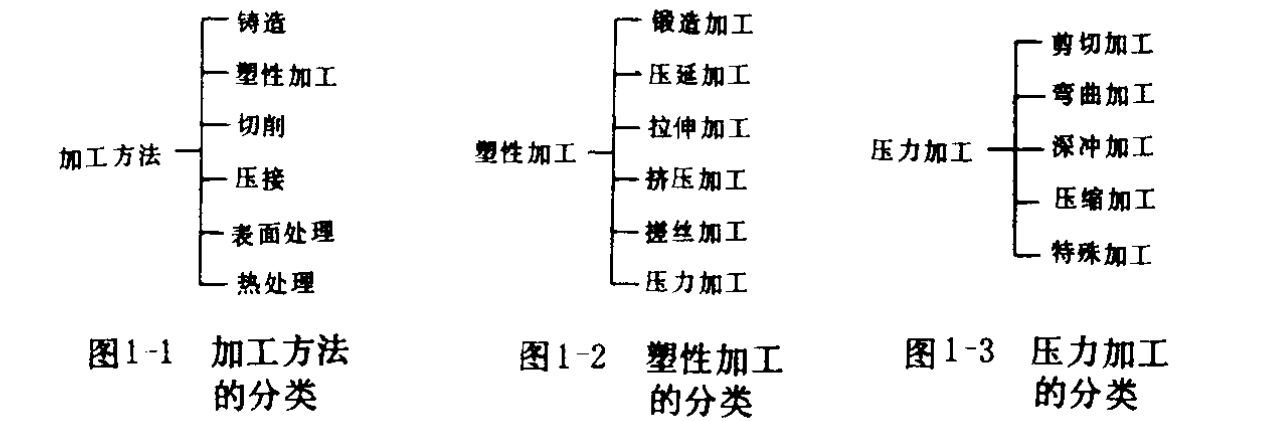
图1-1)。

在上述加工方法中属于压力加工的是塑性加工。所谓塑性加工、原则上是不产生切屑的加工，与其它加工方法比较，是最适于大量生产的一种加工方法。

塑性加工中虽然有如图 1-2 那样的各种加工方法，但主要以压力机进行的加工为压力加工。

压力加工的种类

压力加工如图1-3所示,有剪切加工、弯曲加工、深冲加工、



压缩加工和特殊加工。而且每种加工方法又根据加工前是否将材料加热分成热加工和冷加工两种方法。另外，还有在热加工和冷加工的中间温度状态下进行的加工。据此，还有温热加工的分类方法。

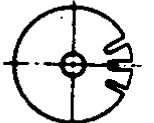
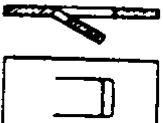
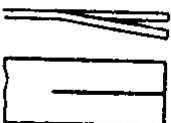
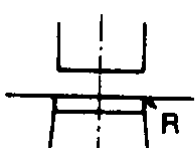
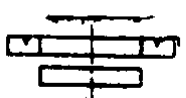
图 1-3 所示的压力加工，每种各有其特点。现在让我们讨论一下各种加工方法的特征、加工所必须的压力和功。

剪切加工

剪切加工的种类

剪切加工依其目的，如表 1-1，分成冲压、开孔、切边、剪

表 1-1 剪 切 加 工

| 加 工 方 法 | 加 工 图                                                                               | 加 工 目 的                                  |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 冲 压     |    | 沿封闭曲线将材料完全分离，使用被冲压下来的部分                  |
| 开 孔     |    | 沿封闭曲线剪切                                  |
| 切 边     |    | 将成形部件的多余部分剪掉                             |
| 剪 切     |    | 沿开曲线将材料完全分离                              |
| 分 割     |  | 将成形件一分为二或一分为数件                           |
| 缺口剪切    |  | 沿开曲线将材料完全分离                              |
| 部分剪切    |  | 沿开曲线将材料部分分离                              |
| 纵向剪切    |  | 用圆盘剪，沿开曲线将材料完全分离                         |
| 整 边     |  | 将冲压和开孔后的部件的内外周修整成平整的直角断面                 |
| 精 冲     |  | 用带小R的刀具冲压，留很小的定量，能获得平整的断面。本法适用于黄铜、铜等有色金属 |
| 精密落料    |  | 在材料被约束的状态下进行冲压，能获得平整的直角断面                |

切、分割、缺口剪切、部分剪切、纵向剪切、整边、精冲、精密落料等种类。

剪切加工所需要的力和功

剪切加工所需要的冲压力，用下式表示：

$$P = \frac{A \cdot \tau}{1\,000} = l \cdot t \cdot \tau \cdot \frac{1}{1\,000} \tag{1.1}$$

式中，P为冲压力[tf]；A为剪切断面积[mm²]；τ为材料的剪切阻力[kgf/mm²]；l为剪切长度[mm]；t为材料的板厚[mm]。

其中，材料的剪切阻力又称剪切强度，其值由最大剪切负荷除以切口总面积所得。各种材料的剪切阻力见表1-2。

表 1-2 各种材料的剪切阻力及抗拉强度

| 材 料    | 剪切阻力 kgf/mm² |         | 抗拉强度 kgf/mm² |         |
|--------|--------------|---------|--------------|---------|
|        | 软            | 硬       | 软            | 硬       |
| 铝      | 7 ~ 11       | 13 ~ 16 | 8 ~ 12       | 17 ~ 22 |
| 硬 铝    | 22           | 38      | 26           | 48      |
| 锌      | 12           | 20      | 15           | 25      |
| 铜      | 18 ~ 22      | 25 ~ 30 | 22 ~ 28      | 30 ~ 40 |
| 黄 铜    | 22 ~ 30      | 35 ~ 40 | 28 ~ 35      | 40 ~ 60 |
| 青 铜    | 32 ~ 40      | 40 ~ 60 | 40 ~ 50      | 50 ~ 75 |
| 德 银    | 28 ~ 36      | 45 ~ 56 | 35 ~ 45      | 55 ~ 70 |
| 铁 板    | 32           | 40      |              | 45      |
| 深冲钢板   | 30 ~ 35      |         | 32 ~ 38      |         |
| 钢 板    | 45 ~ 50      | 55 ~ 60 |              | 60 ~ 70 |
| 钢0.1%C | 25           | 32      | 32           | 40      |
| 钢0.2%C | 32           | 40      | 40           | 50      |
| 钢0.3%C | 36           | 48      | 45           | 60      |
| 钢0.4%C | 45           | 56      | 56           | 72      |
| 钢0.6%C | 56           | 72      | 72           | 90      |
| 钢0.8%C | 72           | 90      | 90           | 110     |
| 钢1.0%C | 80           | 101     | 100          | 130     |
| 硅 钢 板  | 45           | 56      | 55           | 65      |
| 不锈钢板   | 52           | 56      | 65 ~ 70      |         |
| 镍      | 25           |         | 44 ~ 50      | 57 ~ 63 |

剪切加工所需的功用下式表示：

$$E = 0.63 \times t \cdot P \quad (1.2)$$

式中， $E$  为冲压所需的功 [ $\text{kgf} \cdot \text{m}$ ]； $t$  为材料的厚度 [ $\text{mm}$ ]； $P$  为冲压力 [ $\text{tf}$ ]。

式 (1.2) 中给出的 0.63 是以冲头前进中剪切力最大时的切削过渡比率为主，考虑冲头摩擦力使压力增加而决定的系数（补偿系数）。0.63 为一般材料的通用值。

## 弯曲加工

### 弯曲加工的种类

由于模具运动的形式不同，弯曲加工分为模具进行直线运动的加工和模具进行旋转运动的加工两类（见表1-3）。前者又分为弯曲加工和卷曲加工；后者又分为辊弯曲、辊成形和折弯（或折边）。因此，后者分别使用弯曲辊、成形辊和夹持辊。

用压力机进行的弯曲加工，一般指弯曲加工和卷曲加工。另外，板材的 V 型弯曲和 U 型弯曲等纯弯曲加工是用折弯机进行的。弯曲加工还有很多形式都属于压力机范畴，而且所用的压力机也是各式各样。

### 弯曲加工所需的力和功

#### (1) V 型弯曲

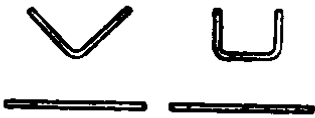
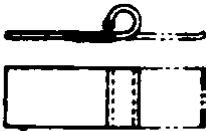
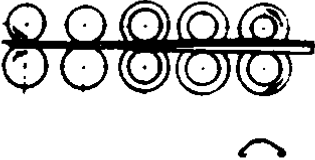
V 型弯曲所需的力见图1-4，当无底自由加工时，用下式表示：

$$P = \frac{C \cdot \sigma_B \cdot W \cdot t^2}{1000L} \quad (1.3)$$

式中， $P$  为 V 型弯曲所需要的力 [ $\text{tf}$ ]； $\sigma_B$  为材料的抗拉强度 [ $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ]； $W$  为板宽 [ $\text{mm}$ ]； $t$  为板厚 [ $\text{mm}$ ]； $L$  为图示模具的宽度 [ $\text{mm}$ ]； $C$  为补偿系数（ $\approx 1 \sim 2$ ）。



表 1-3 弯 曲 加 工

|        | 加工方法 | 加 工 图                                                                                                                      | 加 工 目 的           |
|--------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 模具直线运动 | 弯 曲  | <div><div>V型弯曲</div><div>U型弯曲</div></div> | 局部弯曲使平整材料变形       |
|        | 卷 曲  |                                           | 卷曲成形              |
| 模具旋转运动 | 辊弯曲  |                                          | 用 3 根棍将平整材料变形成圆弧状 |
|        | 辊成形  |                                         | 用成形棍加工使材料获得特殊断面形状 |
|        | 折 弯  |                                         | 用折弯机将材料局部变形       |

另外，材料的抗拉强度见表1-2。

V 型弯曲所需要的功用下式表示：

$$E = 0.5h \cdot P \cdot m \tag{1.4}$$

式中，E 为V 型弯曲所需的功 [kgf · m]；h 为V 型成形行程 [mm]；P 为V 型弯曲所需的力 [tf]；m 为补偿系数（自由弯曲时为0.32）。

(2) U 型弯曲

U 型弯曲所需的力见图1-5，当自由弯曲时用下式表示：