

中华人民共和国第一机械工业部统编

机械工人技术培训教材

冲压工艺学

(初级本)

科学普及出版社

中华人民共和国第一机械工业部统编
机械工人技术培训教材

冲 压 工 工 艺 学

(初 级 本)

科 学 普 及 出 版 社

本书是第一机械工业部统编的机械工人技术培训教材。它是根据《工人技术等级标准》和教学大纲编写的。书中较为详细地介绍了冲压工艺的基本知识、冲压材料和冲压工艺过程中的运算；工艺装备中冲模的种类、结构、材料及热处理；常用冲压设备的类型与主要结构；还讲述了冲压工艺的基本操作规程安全和常识。

本书是冲压工技术培训的初级教材，也可供有关技术人员和工人学习参考。

本书由余克钦、王立中、黄云生同志编写，经高敏正、王丰韬、邹泽荣同志审查。

中华人民共和国第一机械工业部统编
机械工人技术培训教材
冲 压 工 工 艺 学
(初 级 本)

责任编辑 戴生寅

科学普及出版社出版(北京白石桥紫竹院公园内)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
湖北省新华印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：10 字数：224千字

1982年9月第1版 1982年9月第1次印刷

印数：1—78,000册 定价：0.95元

统一书号：15051·1058 本社书号：0543

对广大工人进行比较系统的技术培训教育，是智力开发方面的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地开展这项工作，教材是个关键。有了教材才能统一培训目标，统一教学内容，才能逐步建立起比较正规的工人技术教育制度。

教材既是关键，编写教材就是一件功德无量的事。在教材行将出版之际，谨向为编写这套教材付出辛勤劳动的同志们致以敬意！

第一机械工业部第一副部长

杨 铨

一九八二年元月

前 言

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对工人，特别是青壮年工人进行系统的技术理论培训，以适应四化建设的需要，现确定按初级、中级、高级三个培训阶段，逐步地建立工人培训体系，使工人培训走向制度化、正规化的轨道，以期进一步改善和提高机械工人队伍的素质。为此，我们组织了四川省、江苏省、上海市机械厅(局)和第一汽车厂、太原重型机器厂、沈阳鼓风机厂、湘潭电机厂，编写了三十个通用工种的初级、中级的工人技术培训教学计划、教学大纲及其教材，作为这些工种工人技术理论培训的统一教学内容。

编写教学计划、教学大纲及其教材的依据，是一机部颁发的《工人技术等级标准》和根据当前机械工人队伍的构成、文化状况及培训的重点，初级技术理论以二、三级工“应知”部分为依据，是建立在初中文化基础上的。它的任务是为在职的初级工人提供必备的基础技术知识，指导他们正确地使用设备、工夹具、量具，按图纸和工艺要求进行正常生产。中级以四、五、六级工“应知”部分为依据，并开设相应的高中文化课，在学完了初级技术理论并具有一定实践经验的工人中进行。它的任务是加强基础理论教学，使学员在设备、工夹具、结构原理、工艺理论、解决实际问题 and 从事技术革新的能力上有所提高(高级以七、八级工“应知”部分为依据，这次未编)。编写的教材计有：车工、铣工、刨工、磨工、齿轮工、镗工、钳工、工具钳工、修理钳工、造型工、化铁工、热处理工、锻工、模锻工、木模工、内外线电工、维修电工、电机修理工、电焊工、气焊工、起重工、煤气工、工业化学分析工、热工仪表工、锅炉工、电镀工、油漆工、冲压工、天车工、铆工等工艺学教材和热加工的六门基础理论教材：数学、化学、金属材料及其加工工艺、机械制图、机械基础、电工基础。

在编写过程中，注意了工人培训的特点，坚持了“少而精”的原则。既要理论联系实际，学以致用，又要有理论的高度和深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要短期速成，又要循序渐进。在教学计划中对每个工种的培养目标，各门课程的授课目的，都提出了明确的要求，贯彻了以技术培训为主的原则。文化课和技术基础课的安排，从专业需要出发，适当地考虑到今后发展和提高的要求，相近工种的基础课尽量统一。

这套教材的出版，得到了有关省、市机械厅(局)、企业、学校、研究单位和科学普及出版社的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写在职工人培训的统一教材，是建国三十年来第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中难免还存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们试行中提出批评和指正，以便进一步修改、完善。

第一机械工业部工人技术培训教材编审领导小组

一九八一年十二月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 冲压加工的特点	1
第二节 冲压工序的基本分类	1
复习题	4
第二章 毛坯准备	5
第一节 冲压用材料	5
第二节 酸洗	8
第三节 剪切	9
第四节 防锈处理	12
第五节 中间退火	12
复习题	13
第三章 冲压工艺	14
第一节 冲裁	14
第二节 弯曲	29
第三节 拉深	47
第四节 成形类工序	61
第五节 冲压件润滑	70
复习题	71
第四章 冲压模具	73
第一节 冲模结构	73
第二节 冲模常用材料与热处理	95
第三节 冲模的安装	98
第四节 冲模的使用	100
第五节 冲模的管理	101
复习题	103
第五章 冲压设备	104
第一节 机械压力机	104
第二节 油压机	127
第三节 剪板机	132
复习题	140
第六章 冲压安全措施	141
第一节 安全技术措施	141
第二节 安全管理措施	146
复习题	147
附表 1 轧制薄钢板的机械性能 (GB710-65)	147
附表 2 轧制薄钢板的厚度公差 (GB708-65)	148
附表 3 热轧厚钢板的机械性能 (GB711-65)	148
附表 4 热轧厚钢板的厚度公差 (GB709-65)	149
附表 5 带料的厚度和厚度公差	149
附表 6 有色金属的机械性能	150
附表 7 非金属材料抗剪强度	150

第一章 绪 论

冲压是利用冲模在压力机上对板料施加压力使其变形或分离，从而获得具有一定形状、尺寸的零件的一种压力加工方法。

冲压主要用于加工板料制件，所以有时也叫板料冲压。常温下进行的板料冲压叫冷冲压。在汽车、拖拉机、电机、电器和仪表等行业中，大多数为冷冲压，因此本书讲述的内容，仅限于冷冲压。

第一节 冲压加工的特点

冲压与铸造、锻造、切削加工等加工方法比较，具有下列优点。

(1) 应用范围广，可冲压金属材料，亦可冲压非金属材料；可加工仪表上的小型制件，亦可加工如汽车纵梁大型制件；可获得一般形状的零件，亦可获得其它加工方法难以加工或无法加工的制件。

(2) 冲压是一种高生产率的加工方法。大型冲压件（如汽车覆盖件）的生产率可达每分钟几件，高速冲压的小件则可达每分钟千件。

(3) 冲压件不但能够满足使用要求，并且还具有重量轻、刚度好和外表光滑等特点。

(4) 冲压生产的材料利用率较高，一般可达70~85%。

(5) 操作简单，便于组织生产。

(6) 在大批量生产的条件下，冲压件的成本较低。

(7) 由于冲压所用毛坯是板料或卷料，一般又是冷态加工，所以在大量生产的情况下，较易实现机械化或自动化。

因此，在近代机器制造业中，冲压工艺被得到广泛应用。很多机器中，冲压件占有相当大的比重。例如在汽车工业中，比重占50~75%；在电机制造工业中，比重占60~80%；在电子工业中，比重占70~80%；在日用金属制品工业中占95%。

板料冲压主要的缺点如下。

(1) 模具制造周期长，费用高。因此，在小批量生产中受到一定的限制。

(2) 冲压适于批量生产，且大部分是手工操作，这样如果不重视安全生产和缺乏必要的防护装置，就易发生事故。因此，提高冲压操作的机械化和自动化，减轻劳动强度，确保安全生产，是一个很重要的问题。

第二节 冲压工序的基本分类

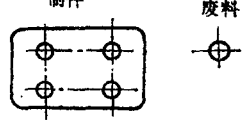
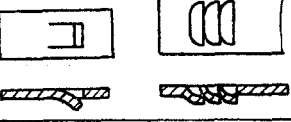
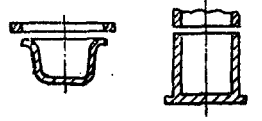
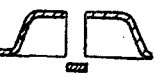
由于冲压加工制件的形状、尺寸和精度要求不同，各行各业的生产规模和生产条件各异，因此，冲压的方法是多种多样的。根据材料的变形特点及工厂现行的习惯，冲压的基

本工序可分为分离与塑性变形两类。

分离工序是使冲压件与板料沿要求的轮廓线相互分离，并获得一定的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（通常又分为弯曲、拉深、成形三类），以获得要求的制件形状和尺寸精度的冲压加工方法。具体分类见表 1-1 和表 1-2。

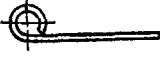
分离工序分类

表 1-1

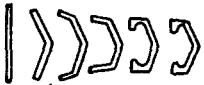
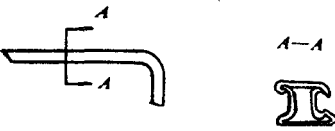
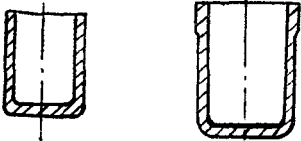
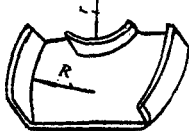
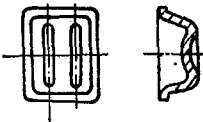
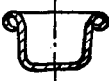
工序名称	简 图	特 点 及 常 用 范 围
切断		用冲模切断板料，切断线不封闭
落料		用冲模沿封闭线冲切板料，冲下来的部分为制件
冲孔		用冲模沿封闭线冲切板料，冲下来的部分为废料
切口		在毛坯或半成品上，沿不封闭线冲出缺口，切口部分发生弯曲，如通风板
修边		将制件边缘部分切掉
剖切		把半成品切开出两个或几个制件。常用于成双冲压

塑性变形工序分类

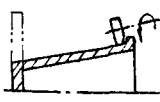
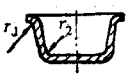
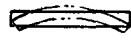
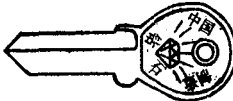
表 1-2

工序类型	工序名称	简 图	特 点 及 常 用 范 围
弯曲	压弯		把板料弯成一定角度和形状（指折弯线为直线者）
	卷圆		把板料端部卷圆，如合页
	扭曲		把制件扭转成一定角度

续表

工序类型	工序名称	简 图	特 点 及 常 用 范 围
弯曲	折弯①		在折弯机上进行折弯成各种形状的弯曲件
	滚压①		通过一系列轧辊把平板卷料滚弯成复杂形状
	曲弯①		把毛坯或半成品在曲弯机上弯成一定形状的制件
	拉弯①		使毛坯在拉伸状态下进行弯曲, 适用于曲率半径很大的弯曲件
拉深	拉深		把平板形毛坯或半成品件制成空心制件, 壁部厚度基本不变
	变薄拉深		把空心制件拉深成侧壁比底部薄的制件
成形	翻孔		把制件上孔的边缘翻出竖立的边缘
	翻边		把已成形的制件外缘, 翻出圆弧或曲线状的竖立边缘
	扩口		把空心制件的口部扩大。常用于管件
	缩口		把空心制件的口部缩小
	成形		毛坯或制件局部产生拉伸或压缩变形, 形成凸出或凹入的形状
	卷边①		把空心件的边缘卷成一定形状

续表

工序类型	工序名称	简 图	特 点 及 常 用 范 围
成形	胀形		把制件的中部胀起, 呈凸肚形
	旋压 ^①		把平板形坯料用小滚轮旋压出一定形状 (分变薄与不变薄两种)
	整形		把形状不大准确的制件校正成形, 如获得小的圆角半径等
	校平		校正制件的平直度
	压印		在制件上压出文字或花纹, 只在制件厚度的一个平面上有变形

① 折弯、滚压、曲弯、拉弯、卷边和旋压工序并不在压力机上进行, 但按习惯仍编入塑性变形工序内。

在实际生产中, 为了提高生产效率和产品质量, 往往以复合工序的形式出现。如落料-冲孔工序, 落料-拉深工序, 修边-冲孔工序等。

复 习 题

1. 什么是冲压 (板料冲压、冷冲压), 它在工业生产中有什么意义?
2. 冲压生产具有哪些优缺点?
3. 冲压基本工序包括哪几个类型, 各有什么特点?

第二章 毛坯准备

第一节 冲压用材料

一、概述

冲压用材料与冲压工艺的关系非常密切。材料质量的好坏，将直接影响冲压工艺过程的设计和冲压件质量，甚至影响组织均衡生产。同时，冲压件材料的费用，约占冲压件成本的60~85%，从经济上看，正确地选择材料也是很重要的。

冲压用材料，除了必须保证足够的强度以满足产品使用性要求外，还要满足冲压工艺的要求。因此，从工艺的角度出发，存在着一个材料选用问题。例如同是08钢，就有不同的拉深级别和精度等级。不同的拉深级别，表示不同的极限变形程度，它直接影响拉深成形等工序的质量；不同的精度等级，有不同的公差带。公差带范围的大小与弯曲、校平等工序的质量密切相关。因此，这就存在着选用哪一级最合理（既经济又满足冲压工艺要求）的问题。综上所述可以看出，冲压用材料对于冲压工艺来说，是一个非常重要的因素。合理地选择材料，对提高产品质量，减轻零件重量，减少材料消耗，降低生产成本，保证均衡生产均起到重要的作用。

二、冲压工艺对材料的要求

冲压工艺对材料的主要要求如下。

（一）应具有良好的塑性

材料塑性高低对完成冲压工艺过程有很大的影响。在变形工序中（如压弯、拉深、成形等），塑性好的材料，允许的变形程度大。这样可减少工序和减少因材质不良而产生的废品。塑性指标一般常用冷弯试验（弯心直径）及杯突试验（杯突值），延伸率和屈强比 σ_s/σ_b 来衡量。弯心直径愈小，杯突值愈大，延伸率愈大，屈强比愈小，则塑性越好。

（二）钢板应具有好的表面质量

1. **表面无缺陷** 钢板表面应光洁平整，无缺陷。如有擦伤、麻点、划痕等缺陷，在冲压过程中，有缺陷部位易产生应力集中而引起破裂。

2. **表面平整** 材料表面如翘曲不平，影响剪切。冲压时，也会由于定位不稳而造成废品，或因冲裁过程中钢板变形展开而损坏冲头。

3. **表面无锈** 如钢板表面有锈，不仅对冲压不利，并将严重地影响模具寿命，而且还影响后续焊接、涂漆工序的正常进行。

(三) 厚度公差应符合规定

材料厚度公差应符合有关技术标准规定, 因为一定的模具间隙, 适应于一定的毛坯厚度。厚度超差则影响产品质量, 过薄则回弹难以控制, 过厚会拉伤制件表面, 甚至会损坏设备和模具。

三、材料的种类

用于冲压的板料种类繁多, 其品种、规格、技术条件都纳入一定的技术标准中。纳入国家标准叫国标, 符号为“GB”, 纳入冶金部标准的叫冶标, 符号为“YB”。还有纳入生产厂标准的叫厂标, 也有按生产厂和使用单位签订的技术协议的。

冲压生产中最常用的材料有金属板料和非金属板料。金属板料分黑色金属板料和有色金属板料两种。

(一) 黑色金属板料

从工艺的角度, 习惯上有以下几种分法。

1. 按钢板品质高低分

(1) 普通碳素钢板。这类钢板保证机械性能供应的叫 A 类钢, 牌号有 A₁、A₂……A₇ 等。保证化学成分供应的叫 B 类钢, 牌号有 B₁、B₂……B₇ 等。

(2) 优质碳素结构钢板。同时保证化学成分和机械性能, 牌号分为两组:

第一组, 普通含锰(Mn)量钢, 牌号有 05F、08F、08、10F、10、15F、15、20F、20、25、30、35……85;

第二组, 较高含锰量钢, 牌号有 15Mn、20Mn、25Mn……70Mn。

另外还有塑性好的普通低合金高强度热轧、冷轧钢板, 钢号有 09Mn、09MnR、16Mn、16MnR、10Ti、13MnTi 等。

普通碳素钢板, 用于平板类零件或变形量小的简单零件。优质碳素结构钢板, 主要用于复杂的弯曲件、拉深件和成形件。普通低合金高强度钢多用于受力复杂的关键零件, 如汽车纵梁、横梁等, 它不仅能提高零件寿命, 还能减薄零件厚度, 减轻重量, 节省材料和降低成本。

2. 按拉深性能及表面质量分

(1) 厚度为 4~14 毫米的热轧钢板, 拉深性能分三级:

S 级——深拉深;

P 级——普通拉深;

W 级——冷弯成形。

表面质量分两组:

I 组表面——高质量表面;

II 组表面——普通质量表面。

上述条件列入 YB205-63 (优质碳素结构钢汽车制造用热轧厚钢板) 标准中。

(2) 厚度小于 4 毫米的热轧和冷轧薄钢板, 拉深性能分三级:

Z 级——最深拉深;

S 级——深拉深；

P 级——普通拉深。

表面质量分四组：

I ——特别高级的精整表面；

II ——高级的精整表面；

III ——较高级的精整表面；

IV ——普通的精整表面。

上述条件列入 GB710-65 标准中。

(3) 厚度为 0.8~3 毫米的低碳优质冷轧薄钢板。此类钢板主要满足如汽车车身特别复杂的覆盖件拉深件的需要。其拉深性能分三级：

ZF 级——最复杂；

HF 级——很复杂；

F 级——复杂。

表面精度分三组(I、II、III)。

上述条件列入 YB215-64 (深冲用钢板)标准中。上述三个标准按其拉深级别从高到低的排列顺序为：

ZF → HF → F → Z → S → P → W

同样的拉深级别，冷轧钢板比热轧钢板的拉深性能好。

3. 按制造方法分 钢板一般可分为热轧钢板和冷轧钢板。热轧钢板是坯料在加热状态下轧至所需要的尺寸；冷轧钢板是坯料在热轧状态下轧至一定厚度，然后再在常温状态下轧至所需的尺寸。

4. 按轧制的形态分

(1) 钢板 为冲压使用最广泛的材料，规格尺寸按“GB”、“YB”标准规定。在大量使用钢板的单位，大多数按专用规格尺寸订货供应。

(2) 钢带(卷钢) 钢厂将钢板成卷料直接供应，或将卷料纵向切成一定宽度的窄钢带供应。

(3) 扁钢 厚度多数为 3~8 毫米的热轧扁条料，其特点是两侧面为圆弧状。

(二) 有色金属板料

1. 黄铜板 铜锌合金称黄铜。其特点是具有良好的塑性、可焊性和较高的强度及抗腐蚀性。常用的有 H68(软的、半硬的、硬的)、H62(软的、半硬的、硬的)。前者适用于深拉深件，后者适用于冲裁件、弯曲件和浅拉深件。

2. 铝板 铝板的比重小，导电、导热性良好，塑性好，广泛应用于航空、仪表和无线电工业中，在水和其它介质中具有耐腐蚀作用。常用的有 L_2 、 L_3 、 L_5 等。

3. 紫铜板 紫铜板导电、导热性良好，塑性较好，多用于电器零件。牌号有 T_1 、 T_2 等。

(三) 非金属材料

冲压用非金属材料有绝缘胶木板、纸板、皮革、纤维板、塑料板、橡胶板和有机玻璃板等。

四、材 料 检 验

为了保证产品质量和生产正常进行,进厂的材料必须按“GB”、“YB”及协议书进行复验。只有经复验合格的材料才允许投入生产。

(一) 冲压板料的主要检验内容

1. 外观检验 检验表面有无缺陷、外廓尺寸、厚度公差、瓢曲度和侧弯等。
2. 机械性能检验 主要进行拉伸试验,测定强度极限(σ_b)、屈服极限(σ_s)、延伸率(δ)等。
3. 化学分析 分析钢中的碳、硅、锰、磷、硫等元素的含量。
4. 金相分析 判定晶粒度大小和均匀程度;判定游离渗碳体和带状组织的级别;判定有无魏氏组织的存在;观察有无缩孔和杂质。
5. 工艺性能检验 主要进行冷弯试验和杯突试验。

(二) 钢板标记方法

钢板 $\frac{\text{尺寸精度-钢板尺寸-钢板标准号}}{\text{表面质量组别-钢号-钢板标准号}}$

钢板标记举例:钢号 20, 尺寸精度 B, 钢板尺寸 $1.0 \times 750 \times 1500$ 毫米, 表面质量组别 II, 拉伸级别 S 级, 则标为:

钢板 $\frac{B-1.0 \times 750 \times 1500-YB176-63}{II-S-20-YB203-63}$

对常用材料的机械性能和厚度公差,列于附表 1、2、3、4、5、6、7。

第二节 酸 洗

酸洗的目的在于用酸液去除钢板表面的氧化皮和铁锈。钢板酸洗质量的好坏,对冲压、焊接、油漆的质量和冲模的使用寿命影响很大。它是毛坯准备工作的重要内容之一。

一般碳素钢板的酸洗工艺流程为:

酸洗——水洗——中和——防锈处理。

酸液中硫酸的浓度决定于钢板的性质和酸洗条件。一般钢板使用 25% 的硫酸溶液。

酸洗时间的长短,以洗净钢板表面氧化皮和不产生过酸洗为前提,与金属材料牌号、热轧或退火状态、氧化皮的状况、酸液的浓度、温度、缓蚀剂加入量等因素有关。具体可参考表 2-1 (适用于碳钢)。

酸液浓度、温度和酸洗时间

表 2-1

硫酸浓度	25~15%	15~10%	10~5%
温度 (°C)	50~55	55~60	60~65
时间 (分)	15~30	30~40	40~60

为了降低酸洗脆性(氢脆),金属在酸洗后一般要停放一段时间才可以冲压。钢 10~20 不少于 2 小时;钢 30 和 A12 不少于 6 小时;钢 35~45 和 35Cr~45Cr 不少于 12 小时。

酸液浓度低于 3~5% 就不能使用。为了节约, 酸液应进行回收, 再生后使用。
水洗和中和的目的是去除钢板表面上的残酸, 以减少对钢板表面的腐蚀作用。
中和液一般用浓度为 2% 的碳酸钠 (Na_2CO_3), 温度为 90~95℃。

第三节 剪 切

在板料冲压中, 剪切是毛坯准备工作之一。剪切的任务是根据冲压工艺的要求, 将板料剪成适合冲压工序的片料 (方形、矩形)、条料或其它形状的毛坯。

合理地选择剪切设备, 正确地排样以及提高剪切工作机械化、自动化程度, 对提高剪切件质量、提高生产效率、改善劳动条件、提高材料利用率、降低生产成本都有着重要的意义。

(一) 剪切方式

根据生产批量的大小、所剪的几何形状和尺寸大小的不同, 板料剪切通常采用以下几种方式:

1. **手剪与台剪** 图 2-1、图 2-2 是最简单的杠杆式剪切机械, 用于单件生产的下料或半成品的修整工作。手剪适用于剪 1 毫米以内厚的板料。台剪适用于剪 1.5~2.0 毫米厚的板料。



图 2-1 手剪



图 2-2 台剪

2. **振动剪上的剪切** 图 2-3 所示是振动剪, 其上剪刀紧靠着固定的下剪刀并作快速的往复运动, 往复次数每分钟可达 1200~2000 次。振动剪可用于剪切厚达 2 毫米的直线或曲线轮廓的毛坯。振动剪的刃口易磨损, 剪断面有毛刺, 生产效率低, 适用于单件或小批量生产。

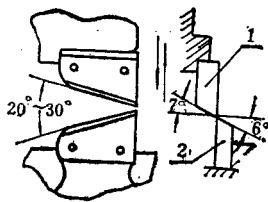


图 2-3 振动剪
1—上剪刀, 2—下剪刀

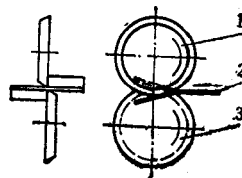


图 2-4 圆盘剪
1—上圆盘刀, 2—板料,
3—下圆盘刀

3. **圆盘剪上的剪切** 图 2-4 所示是圆盘剪, 上下剪刀均为圆盘状, 剪切时上下圆盘刀以相同的速度和相对的方向旋转。被剪切的板料靠材料本身与刀片之间的摩擦力进入刀片中, 以完成剪切直线或曲线工作。

4. 龙门剪床上的剪切 按刀片安装形式可分为平刃剪床(图2-5)和斜刃剪床(图2-6)两种。

(1) 平刃剪床上的剪切。平刃剪床的上下两刃是平行的, 工作时板料在整个宽度上同时剪切。剪后毛坯平直度较好, 但剪切力较大, 一般多用于薄板料剪切。

(2) 斜刃剪床上的剪切。斜刃剪床的上下两刃交叉成一定的角度。与平刃剪床相比, 剪切力小, 工作时较平稳。但由于上下剪刀的压力在剪切过程中会使剪下的毛坯向下弯曲, 并从切口处挤开而产生扭曲现象(图2-7), 特别是剪裁厚而窄的条料时扭曲特别严重。往往事后必须校平。

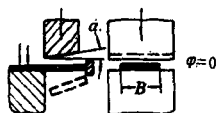


图 2-5 平刃剪床

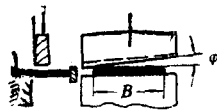


图 2-6 斜刃剪床

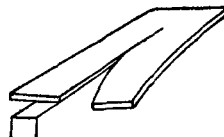


图 2-7 斜刃剪切时的扭曲现象

5. 开卷线上的剪切 在大批量生产中, 大量用宽卷板代替片料有很大的优越性。具体为:

(1) 减少钢板订货品种、规格, 便于管理。使用时, 可自行剪成工艺要求的任何规格。

(2) 减少钢材在生产过程中的损伤, 保持材料表面清洁, 保证冲压件表面质量;

(3) 减少体力劳动, 提高生产效率。与一般龙门剪床剪切相比较, 可提高生产效率近10倍。

(4) 便于合理排样, 减少工艺废料, 提高材料利用率。

(5) 卷钢比钢板料价格低。开卷线上的剪切, 可根据工艺要求, 采用不同形式的自动下料机组。例如, 纵向机组是将宽卷料剪成窄卷料。工艺流程为: 宽卷料开卷→多辊校平→圆盘剪纵剪→条料成卷。横剪机组是将宽卷料按工艺要求剪成不同形状的片料。一种是专用剪切机剪切成矩形片料, 其工艺流程为: 宽卷料开卷→多辊校正→剪断(专用剪切机或飞剪); 另一种是使用压力机落料, 其工艺流程为: 宽卷料开卷→多辊校正→压力机落料。在这种横剪机组上, 通过更换冲模, 可以冲压任何形状的毛坯, 可以多排或混合下料。

(二) 剪切力的计算

在一般情况下, 是不需要计算剪切力的。因为在剪床规格中, 已给出最大剪切厚度, 只要被剪料厚不超过允许最大板厚便可以了。但剪床允许的最大剪切板厚在设计中一般是以钢25~30(即 $\sigma_s=50$ 公斤力/毫米²)的强度极限为依据计算出来的。如被剪板料的强度大于50公斤力/毫米², 就需对剪切力进行核算, 或选择功率大一档的剪床剪切。

1. 平刃口剪切

$$p_{\pi} = K \cdot B t \tau \approx B t \sigma_s$$

式中 p_{π} ——平刃口剪切力, 公斤力;

B ——板料宽度, 毫米;

t ——材料厚度, 毫米;

τ ——材料抗剪强度, 公斤力/毫米²;

σ_b ——材料抗拉强度, 公斤力/毫米²; 就钢材而言, $\sigma_b \approx 1.3\tau$

K ——系数, 考虑到剪刀变钝, 剪刀间隙大小的变化, 材料厚度和机械性能变动等因素。一般取 $K \approx 1.3$ 。

2. 斜刃剪切公式

$$P_{\#} = K \frac{0.5t^2\tau}{\tan \alpha} \approx \frac{0.5t^2\sigma_b}{\tan \alpha}$$

式中 α ——斜刃的倾斜角。

3. 平口剪与斜口剪切力的比较

$$\frac{P_{\#}}{P_{\pi}} = \frac{\frac{0.5t^2\sigma_b}{\tan \alpha}}{Bt\sigma_b} = \frac{0.5}{\frac{h}{t}}$$

$$P_{\#} = \frac{0.5}{\frac{h}{t}} P_{\pi}$$

式中 h ——斜口高度, $h = B \tan \alpha$

从上式看出, 当 $h > 0.5t$ 时, 斜口剪比平口剪可减小剪裁力。

4. 剪切材料厚度的核算方法

(1) 平刃口剪床

$$t_1 = \frac{\sigma_b t}{\sigma_{b1}}$$

(2) 斜刃口剪床

$$t_1 = \sqrt{\frac{\sigma_b}{\sigma_{b1}}} t$$

式中 t ——剪床规定剪切的材料厚度, 毫米;

t_1 ——允许剪切的材料厚度, 毫米;

σ_b ——剪床规定剪切的材料的抗拉强度, 公斤力/毫米², 一般取 $\sigma_b \approx 50$ 公斤力/毫米²;

σ_{b1} ——被剪材料的抗拉强度, 公斤力/毫米²。

计算示例: 在 16 剪床上剪切抗拉强度为 64 公斤力/毫米² 的钢板, 试计算其允许剪切厚度。

平刃口剪床

$$t_1 = \frac{\sigma_b \cdot t}{\sigma_{b1}} = \frac{50 \times 16}{64} = 12.5 \text{ 毫米}$$

斜刃口剪床

$$t_1 = \sqrt{\frac{\sigma_b}{\sigma_{b1}}} t = \sqrt{\frac{50}{64}} \times 16 \approx 14 \text{ 毫米}$$