

# 低碳钢的落料

重庆工业管理学院机械系 唐善忠 译

落料是切割板料或型材的一种成形加工。通常,落料得到的是成品的坯件,少数情况下才是得到最终产品。本文将论述在机械压力机(冲床)或液压机上用低碳钢(如1008、1010)板材和带材冲切坯件的生产过程。

## 1 冲床上落料的方法

使用冲裁模具生产坯件的切割工序包括无废料切断、有废料切断、落料、切口及切缝等工序。前三种工序能在冲床的一次行程中得到完整的坯件。在级进模具中能相继进行这五种工序中两种或两种以上的工序,使坯件成形并自板材、带材或卷材上分离出来。

切边可以定义为从工件的周围切去多余的材料,通常在冲模中进行,类似于落料。切边常作为成形零件或拉伸零件加工的最后工序。

本文将通过实例来说明这些方法的运用。

### 1.1 无废料切断

无废料切断是沿某一线段切割坯件而不产生废料的切割过程。工件的大部分轮廓已在前面的工序中经局部切口或切缝形成。切断线可呈直线、折线或曲线等任何形状。切断后的坯件落到传送带上或落入料槽或容器内。

无废料切断用于冲裁如图1所示的在形状上可以相互嵌套排样的坯件,使整个材料得以利用(带材的料头及料尾可能除外)。

坯件交替嵌套排样(图16),除料头和料尾以外,可避免产生废料。这种切断还用于已沿坯件的部分轮廓进行分隔性切口,只需将坯件从带材上切割下来的加工,如下例所示。

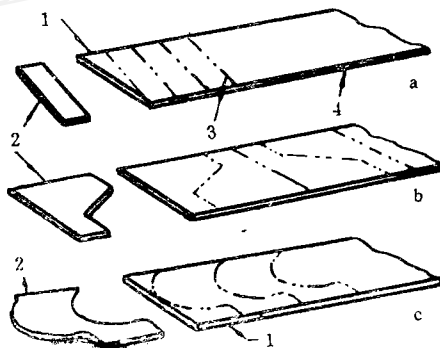


图1 落料坯件的嵌套排样  
1-料头 2-坯件 3-切割线 4-带材

例1: 采用无废料切断方法将外廓经过局部切口的坯件切割开。图2表示汽车车身螺栓支架坯件的切断排样图,支架经冲孔和成形后完成。

热轧镀锌成卷带材宽495mm(1.95in),厚1.90mm(0.075in)。如图2所示,该尺寸足够两个坯件的长度。坯件交替排样,

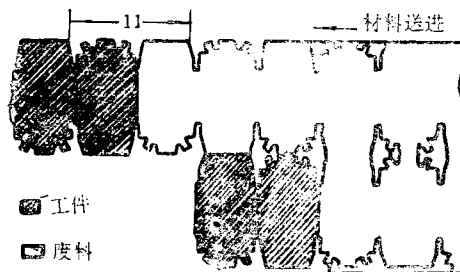


图2 每次冲程切下四个坯件的排样

收稿日期: 1991-12-21

以利于冲孔和切边。

在级进模具的头几个工位中,对带材进行切口和半切口(产生少量废料)。在以后的几个工位中,直刃冲头每次冲程切下四个坯件,而不再形成任何废料。

这项工作由一带气垫的3.6MN(400 tont)单动机械压力机完成。设有双辊送料装置,每分钟冲压50次(200个坯件)。

用无废料切断方法制造坯件的优点包括:

- (1) 模具的零件少,比较经济;
- (2) 制坯材料的浪费最少,甚至消除;

- (3) 模具的复原容易,维护费用低。

这种切断方法的缺点包括:

- (1) 只能用于可相互嵌合排样而不致产生废料的坯件;

- (2) 在单边切断中会产生单向偏移和应力;

- (3) 送料方法对精度可能产生不利影响。

## 1.2 有废料切断

有废料切断是切割去坯件之间的一块材料(图3),使其分离。如无废料切断一样,有废料切断可在工件的大部分轮廓经切口或切缝成形后才进行,其坯件没有无废料切断方法所需的能相互吻合的相邻表面(图3)。或用于制造某些为保证冲头强度,避免变形,方便操作,坯件之间必须互相隔开,空出一部分金属的场合。因此采用这种切断方法制造坯件会产生一定废料,就材料应用而

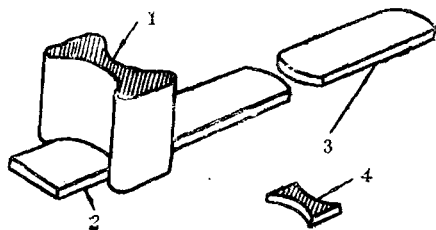


图3 无相互吻合的相邻表面的切断  
1-冲头 2-加工金属 3-坯件 4-废料

言,这个方法不如无废料切断工序有效。

## 1.3 落料(也叫冲料)

落料是指在一次冲压行程中完成对整个工件轮廓的切割过程。因落料产生的格栅式废料金属只有废料金属价值,许多工厂都已制订计划以最大限度地利用料心和尺寸较大的格栅废料制造其它零件。利用某些落料工序余留的废料为诸如鼓风机空气过滤器等产品提供孔板坯件,可完全避免材料的浪费。

## 1.4 冲孔(用平端冲头)

冲孔也叫穿孔或打孔,它与落料相似,不同之处在于冲下(落料出)的金属块为废料而周边金属为工件。

## 1.5 切口

切口工序是用单独的冲头从坯件或带材边缘切除一块金属(图4)。切口工序主要用于以下场合:

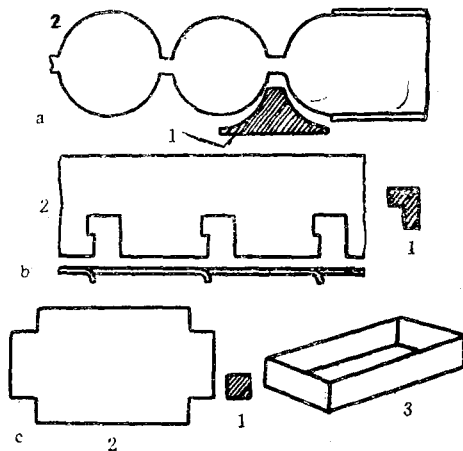


图4 切口加工

a-拉伸前的消气切口; b-弯形前的消气切口;

c-弯形前切去多余金属。

1-废料 2-坯件 3-工件

(1) 为拉伸(图4a)及弯形(图4b)作消气加工(切去多余金属使能自由变形),而又使工件与条料连在一起;

(2) 弯形前将多余的金属切去(图4c);

(3) 使用其它方法切出坯件的部分轮廓较困难时(图2及28)。

为后续成形工序消气而在条料上冲出的任何形状的孔,或为了形成在以后与落料件外廓相吻合的表面而进行的冲孔,有时称为半切口。冲孔区可以形成一个或两个或多个相邻工件的一部分轮廓。图2表示一个包含了半切口加工的级进模的排样示例。

### 1.6 切 缝

切缝是一个不切除任何金属的冲压工序,它只在条料上形成部分贯穿的单线切缝。切缝常用于为弯形消气(图5)。切缝不

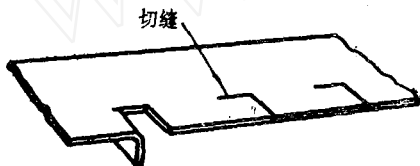


图5 成形前的切缝

具备封闭的周线,也不产生坯件或废料。切缝除了应用于为以后的成形加工消气外,特别在级进模具中也用于为落料件切出部分轮廓。

### 1.7 切 边

切边用于切除多余金属(如拉伸或成形件的变形或不平整金属)及上一工序中用于夹持的金属(如拉伸工序中的压边突缘部分)。按工件不同的形状、精度及生产量,修边工序可采用不同方式完成。

图6表示用一单独工序对拉伸壳体的水平突缘进行切边所用的模具。壳体安装在定位心轴5上,当从壳体上切边下来的废料7积累到一定数量以后,底下的废料则由图6所示的废料切刀4在冲床的每一次行程切断一块后掉下。除模具必须能装得下壳体并使之定位外,其操作与平板形工件的落料相似,所形成的周边其精度和表面质量也相同。拉伸壳体件或成形件能经冲压切边后不保留突缘,这可采用下列三种方法之一:

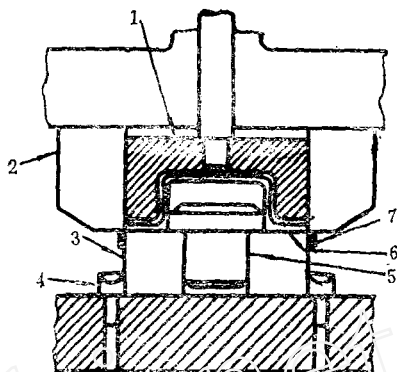


图6 拉伸壳体水平凸缘的切边  
1-脱模板 2-凹模 3-凸模 4-废料切刀  
5-定位心轴 6-工件 7-废料

挤断切边、振摆切边和精整切边。

#### 1.7.1 挤断切边

挤断切边是一个用图7所示的可漏料的凹模进行的单一工序,只用于至少有一个窄突缘的工件。壳体件的冲边线上或附近必须无褶皱。经挤断的边缘与侧壁并不垂直,具

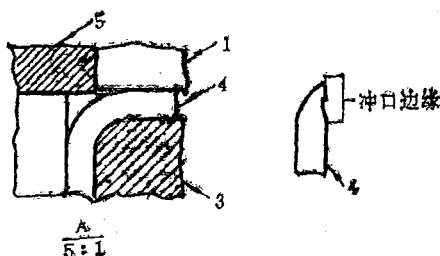
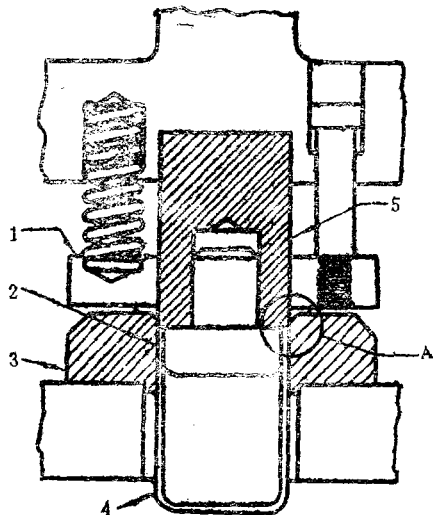


图7 拉伸壳体的挤断切边  
1-坯件压板 2-导柱 3-凹模 4-工件 5-凸模

有图7右下角所示的一般形状。挤断切边产生的高度受壁厚及突缘半径变化的影响。为了避免锐利或粗糙边缘,保证平直挤断,凸模与凹模之间的间隙必须极小,冲头也必须保持锋利。

挤断切边主要是一种大批量生产方法。由于只需冲压机的一次冲程就可完成切边,生产率很高。这种方法常在拉伸及切边复合模具中与拉伸加工配合使用,以进一步降低成本。挤断切边的缺点是毛刺过大,冲口边缘尖锐和模具维修费用高。

### 1.7.2 振摆切边

振摆切边是采用振摆模(也叫波来梅或样板模)进行切边。拉伸壳体件置于与工件等高且配合紧密的凹模中,在凸轮的作用下作水平方向的前后、左右振摆运动,依次将壳体的余边切掉。这种切边所得到的边缘方正,与平板型零件常规冲裁的边缘十分相似,壳体件高度比挤断切边更精确。振摆切边除用于要求具备方正精确边缘的壳体零件外,还用于有褶皱或其它如拉伸成形的不规则边缘的壳体零件(切断面在缺陷的下面)以及即使有挤断切边所需的窄突缘也不能有效生产的壳体零件。

振摆切边所需的设备成本比挤断切边所需的成本高得多。此外,由于它需要在冲头的一次冲程中进行四次或更多次的振荡,而且不能在复合模中与其它工序配合使用,所以振摆切边较慢。振摆冲模维护简便,因为它们总是处于匹配对准状态,所以不容易被剪切或刮削而磨损。

### 1.7.3 精整切边

精整切边是先用图6所示冲模将突缘切至宽度,再挤光或整直使其与壳壁方向一致。突缘宽度较窄时,切边和挤光可以分成两道工序加工。

精整后的边缘相对侧壁平直,但由于金属的成形特点,壳体高度可能稍不规则。此外,在原始突缘半径处可见一个环状印迹。

除振摆切边外,常在复合模中将切边和

其它几道工序合并在一起进行。拉伸或成形工件上一般都留有切边余量,以便在下道工序中冲切到预定的尺寸。这是为了使某些部位如工件上已冲出的孔与切边后的外廓之间获得最高的位置精度。

## 2 坯件冲裁断面的特征

常规冲模生产的坯件的冲裁断面不平滑且不与坯件板平面垂直,呈现出如图8所夸张的特点。坯件示于冲头向下运动时从板材中落出的位置,它的上边是落料后板材的余留部分。

坯件冲裁断面的下边缘为塌边圆角,这是由于材料被凸模压入凹模时受弯曲和拉伸而产生塑性变形的结果。塌角区上边的金属与凹模内壁挤压形成光亮带(图8)。在凸模完成其冲程过程中,坯件冲裁面余下的部分被剪裂(引起的冲切断裂),这样坯件冲裁面的上部就形成了剪裂带。

图8中冲裁面上剪裂带的斜角被视为剪断斜角。坯件断裂带尺寸及废料孔中的光亮带尺寸与凸模相应的尺寸基本相等,坯件上光亮带的尺寸与凹模相应的尺寸非常接近,所以凸模的尺寸决定孔的尺寸,而凹模则控制落料的尺寸。

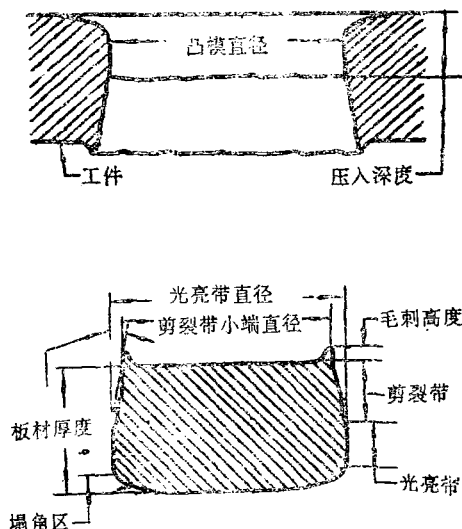


图8 坯件冲裁断面的特征

从图8所示的剩料或废料内的冲裁面可以看出,剪裂前的压入深度,即凸模压入材料的压入量。除开冲模间隙不够时产生二次光亮带外,压入深度约等于塌角高度与坯件上光亮带高度的总和。它常常采用占加工材料厚度的比例来表示。

压入量(剪裂前)的比例取决于加工材料的性质,表1给出了典型落料条件下各种钢材及有色金属的近似值。如本文“冲裁力的计算”所述,压入比还影响冲裁力的大小和功率的消耗量。

(待续)

**表1 落料中剪裂前压入量占坯料厚度比例的近似值**

材 料	压入量占厚度百分比%
碳钢	
0.10% C (退火)	50

(续 表)

材 料	压入量占厚度百分比%
0.10% C (冷轧)	38
0.20% C (退火)	40
0.20% C (冷轧)	28
0.30% C (退火)	33
0.30% C (冷轧)	22
硅钢片	30
有色金属	
铝合金	60
黄 铜	50
青 铜	25
紫 铜	55
镍合金	55
锌合金	50

唐善忠译自《美国金属手册第9版第14卷》  
罗吉昌校

## 旋压药型罩三者关系研究通过技术鉴定

中国兵器工业第五九研究所承研的“旋压药型罩工艺参数、结构与破甲能力三者关系研究”项目,经过几年艰辛工作,在二八二厂大力协助下,各项工作已圆满结束,于九月十日在北京通过了由中国兵器科学研究院组织的技术鉴定。

由北京理工大学、总参炮兵部、兵总军品局等单位的十多名专家组成的鉴定小组认真审查了该课题的全套技术资料,听取了课题研究的详细汇报,经过热烈讨论和答辩,最后专家们一致认为:该课题以中口径破甲弹为典型产品,进行了广泛深入的工艺试验和测试实验研究,在大量实验数据的基础上得出旋压时间和旋轮直径两个工艺参数与结构、抗旋破甲能力三者之间关系结论是正确的。课题组采用的技术途径、方案合理,正确。试验研究表明:适当调整旋压工艺参数可使中口径旋压罩在400~1100rpm范围内能获得最佳抗旋破甲能力,为旋压罩用于低转速弹箭提供了依据。通过大量测试对比和分析,首次以 $\Delta R$ 和 $\Delta I_{45^\circ}$ 沿壁厚的积分面积作为药型罩结构不对称的代表参数,提出的以 $45^\circ$ 衍射峰高差代替 $26.4^\circ$ 的衍射峰高差具有明确的物理意义。该课题研究找出的旋压工艺参数、结构与抗旋破甲能力三者之间的关系,以及推导出测试计算结构不对称性的方法和有关概念,使人们对旋压罩性能的研究和认识,比过去有很大的深入和提高,为今后对不同转速的聚能破甲弹箭药型罩的制造工艺和参数选择指明了方向和途径,对提高和稳定我国破甲弹的破甲水平有重要意义。鉴定小组一致认为:课题组作出的成果具有国内领先水平。

(五九所·科研处报道)