

低碳钢的落料(二)

重庆工业管理学院经管系 唐善忠译

3 冲模间隙

间隙、冲模间隙及凸-凹模间隙都是指凸模和凹模之间空位的同义词。间隙对于冲裁设备的可靠运行、冲裁断面的质量及类型、以及凸模和凹模的使用寿命等都十分重要。一般而言间隙对落料中各因素的影响与冲孔中的影响一样。这些影响将在本卷“低碳钢的冲孔”一文中论述。这篇文章里还论述了冲孔时所产生的废料的冲裁断面的特征(见该文图2)。该文所用的数据可以作为选择落料模间隙的指导。该文中,除指明者外,所有间隙都是单边间隙。

最佳落料间隙有时可能小于最佳冲孔间隙。原因之一在于坯件边缘一般接近材料边缘,因而材料延展的限制较小。冲孔的冲头通过其模刃切除大量金属,为取得最长的寿命,选择的间隙应尽可能消除对加工金属的挤压。

采用远大于正常间隙落料的坯件可能显示双重剪断,这种情况一般只在正常间隙极小时才明显(见“低碳钢的冲孔”一文中的图2冲裁断面类型4和5)。另外,采用大间隙落料的坯件将小于凹模的口径(除深碟形坯件外),这难以通过修正工具进行补偿。在某些场合,由于间隙过大,落料后坯件不能存入凹模内,冲孔时废料不能推入模腔(而是粘在凸模上——译注),这是一个很大的问题。

落料凹模中的漏料孔斜角是指为使冲裁后的坯件能自由下落所提供的锥度(图9)。漏料孔斜角与模口的垂直壁的夹角范围为 $1/2$

至 2° 之间。凹模的漏料孔斜角有时也叫斜角或角间隙,有些模具的漏料斜角自模口上表面开始,每边只有 0.002in/in (0.002mm/mm) 的锥度。其它冲模中,模口与漏料斜角之间是一平直的磨耗台。

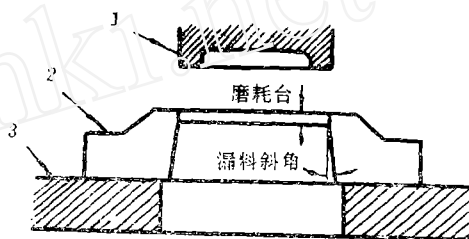


图9 落料模的漏料孔
1-凸模; 2-凹模; 3-垫板。

4 所需冲压力的计算

落料中的冲压力和功的计算是得出一个平均值,这个值只在计算时所用的材料抗剪强度正确、模具间隙适中、刃口锋利;模具处于良好工作状态等条件下适用。完成某工件所需的压力机总载荷或压力机的吨位,就是冲裁力及其它同时作用的力如由缓冲装置所产生的压料力等的总和。

4.1 平刃冲裁时的冲裁力

当凸模与凹模工作表面平直并与冲头运行方向垂直时,冲裁力可由冲切断面积乘以工件材料抗剪强度求得:

$$L = S_s \cdot t \cdot l \quad (1)$$

式中: L 为冲裁力(磅); S_s 为材料的抗剪强度(磅/吋²); t 为材料厚度(吋); l 为冲裁周边长度(吋)。各种钢材及有色金属的抗剪强度见表2

4.2 斜刃冲裁时的冲裁力

冲裁大型坯件时, 可采用斜刃模具。它的凹模工作表面与凸模的运动方向呈一定角度, 上、下模口形如剪刀 (图10), 但这种斜刃冲裁不用于小型坯件。斜刃冲裁除可减少冲床的振动外, 还可降低落料噪音和落料冲压力, 但所作的功仍等于平刃冲裁所作的功。

表 2 室温下各种钢材及有色金属的抗剪强度

金 属	抗剪强度	
	兆帕	千磅/英寸
碳钢		
0.10% C	241—256	35—43
0.20% C	303—379	44—55
0.30% C	358—462	52—67
高强度低合金钢	310—439	46—63.7
硅钢	414—483	60—70
不锈钢	393—827	57—129
有色金属		
铝合金	48—317	7—46
紫铜与青铜	152—483	22—70
铝合金	13—40	1.83—5.87
镁合金	117—200	17—29
镍合金	242—800	35—116
锡合金	20—77	2.90—11.1
钛合金	414—483	60—70
锌合金	97—262	14—38

最常用的斜刃冲裁是将凹模制成凸型 (图10a)。凹模工作表面顶点稍加磨成圆

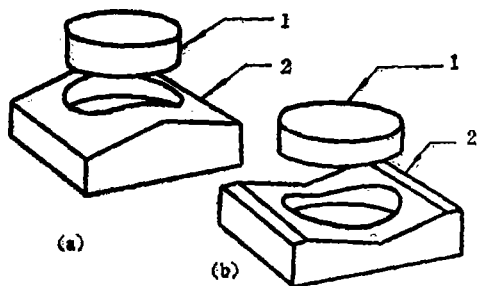


图 10 斜刃冲裁

a——凸型斜刃冲裁; b——凹型斜刃冲裁。

1——凸模; 2——凹模

弧, 以免工件表面引起裂纹。将凹模工作表面制成凹型较困难 (图10b), 但在落料过程中能使工件板材更加稳定。在凹型斜面相交处, 有一与砂轮圆弧半径相近的圆弧。

第三种斜刃冲裁, 常常用于制造大型坯件的模具, 这种模具的模口是由波形面或扇面形成的。模口周边采用多个凸型斜刃及凹型斜刃进行剪切, 冲头压力分散在整个模具表面, 因此可使冲头偏位减到最低限度。

模具的斜刃高度可大于或小于 板材厚度。斜刃高度大于或等于板材厚度的冲裁叫完全斜刃冲裁。

求斜刃冲裁模具的冲裁力需先求得落料所需的功 (所用能量)。落料所需的功等于落料所需的冲压力 (冲压机的载荷) 乘以冲压力运行的距离:

$$W = LS \quad (2)$$

式中: W 为落料所用的功 (磅——吋); L 为冲压力载荷 (磅); S 为冲压力运行的距离 (厚度乘断裂前压入量比例) (吋)。为获得功的精确值, 压入量比例必须准确。

采用斜刃冲裁模具, 会减小剪切力或冲裁力; 冲裁力减小的数量取决于斜角冲裁的深度。减小后的平均冲裁力为:

$$L_{sh} = W/S + S_1 \quad (3)$$

式中: L_{sh} 为斜角冲裁模具的平均冲裁力; W 为落料所用的功 (磅——吋); S 为冲裁力运行的距离 (吋) (厚度乘以断裂前的压入比例); S_1 为斜角冲裁模具深度。

为了简化计算, 有些工厂在计算落料的冲裁力时, 把不完全斜刃冲裁仍看作平刃冲裁, 而采用完全斜刃冲裁时, 按平刃冲裁的冲裁力减去30%计算。

4.3 脱模力

脱模力是指使坯件脱离凹模 (不能漏料时), 余料脱离凸模所需的力。因为材料的弹性恢复使坯件和余料分别堵在凹模内和卡在凸模上。脱模力的计算可采用算式4:

$$L_{st} = KA \quad (4)$$

式中: L_s 为脱模力(磅); K 为脱模力系数(磅/吋²); A 为冲裁面积(吋²) (材料厚度 t 乘以冲裁周边长度 l)。系数 K 的约值(由低碳钢实验测得)为:

(1) 板厚小于 1.57mm (0.62in), 当冲切线靠近边缘或靠近上次冲切的边缘时, 取1500;

(2) 板厚小于 1.57mm (0.62in), 而冲切位置不同于1时, 取2100;

(3) 板厚大于 1.57mm (0.62in), 取3000。

5 影响工艺过程的因素

下面是影响落料工艺过程的各项因素:

- (1) 坯件的尺寸与形状;
- (2) 落料的材料;
- (3) 提供材料的来源;
- (4) 坯件的厚度;
- (5) 生产数量与进程;
- (6) 质量规范;
- (7) 能得的设备与工具;
- (8) 完成工件所需工序的道数与类型。

坯件的尺寸和形状影响到材料的类型和选料方法, 以及落料方法与完工坯件的转运。坯件厚度影响到所需的冲压机吨位(参见“所需冲压力的计算”一节), 设备的选用, 以及落料与送料方法的选择(参见“工件金属厚度的影响”一节)。

生产数量及进程决定设备的选用。总数少于10,000件的生产为短期生产, 10,000到100,000件为中期生产, 超过100,000件为长期生产。

质量规范及厚度、弯曲度、宽度、长度、直线度、平面度和表面粗糙度等的公差均影响材料传送。有无单、双、三动冲压机(额

定值有吨位和功率、尺寸、速度、冲程长度、每分钟冲压次数、闭锁高度等)影响加工方法的选择。有无辅助冲压设备, 以及这些设备的能力如何, 也对工具系统及工件能否就地制造产生影响。

落料的后续工序也影响设备、加工方法及输送程序的选择。这些工序包括冲孔、弯曲、成形、深拉伸、切削加工、磨削和精整加工等。仅少数情况下落料所得坯件才是最终产品。

6 工件原材料类型的选择

用于冲压机落料的金属材形态通常为板材、带材和卷材等。中厚钢板不常用于落料(见“金属厚度对加工的影响”一节)。有些情况下金属材料在落料前需经过预成形加工。

落料工序本身并不需要对加工金属作特殊处理, 但因坯件的后续成形工序的需要, 常需进行退火、校平或清洁等工作, 这在本卷《低碳钢的冲压成形》中已有论述。

板材或带材、薄板材常作为大型件如气车顶棚的材料。方形的坯件可用剪切方法获得, 也可用冲模落料而得。坯件的数量小时, 不论尺寸大小, 都常常采用各种长度的平直板材或带材制作。

卷材在大批量生产中应尽可能选用。在连续生产中, 生产同样数量的坯件, 采用卷材比采用平板型材料可节约三分之一的时间。此外, 卷材产生的料头也更少。

金属板材由钢厂成大卷供应时, 最为经济。在多数情况下, 卷材须剖切成适宜落料的宽度, 有些边料需要剪去。在级进冲模中采用与坯件展开尺寸等宽的卷材, 生产出来的零件往往成本最低。

(待续)

(罗吉昌审校)