

冲床的合理使用

会田香港有限公司华南代表处 (深圳 518057) 林永忠

冲压加工是迄今为止效率最高的金属加工方式,通过模具与冲床等设备连续不断的运动重复生产同样品质的产品,因此又称之为 COPY 加工。而且,冲压加工对操作人员的经验要求很低。

在冲压加工中,冲床与模具是相辅相成的,一定程度上能弥补对方的不足,但这仅仅是“一定程度”而已,非常有局限性。冲压加工的产品形状尺寸直接从模具得来,所以模具的精度会直接影响产品的精度。而冲床对产品的影响则表现在模具将形状尺寸传给产品的动态过程中。因此,在冲压加工中,冲床与模具搭配合理才能达到冲压加工的最佳经济效益。所以,在一个有几十台甚至上百台冲床的冲压车间内,合理地使用冲床,是生产管理中重要的课题,也是为新产品选购新冲床(这关系到产品的成本)的重要因素。

由于大批量冲压加工都是在机械式冲床上进行的,所以本文仅就机械式冲床的特点,来说明冲床的合理使用情况。

一、根据冲床的基本能力使用冲床

冲床的基本能力包括加压能力、扭矩能力和工作能力,这是机械冲床在生产中所必需具备的,也称之为冲床三要素。

1. 加压能力

加压能力俗称吨位,是冲床能够产生的公称压力,也是选用冲床首先要考虑的因素。如果产品需要 2000kN 的冲压力成形,从理论上讲,选用 2000kN 的冲床是够用的,冲床在设计时也考虑了安全系数。从实际生产的角度考虑,我们希望生产能够稳定高效的进行。而当冲床承受满负荷的工作力时,弹性变形量会较大,造成的“过冲现象”也会比较严重,大的震动还会使产品品质不稳定,甚至造成生产不能顺利进行,而且冲压力的计算还有许多估算的成分。因此,根据冲压力选用冲床

时,一般选用冲床公称压力的 75%~80% 是比较合理和经济的。当加工是单纯冲裁或材料强度较高时,建议使用 60%~70% 的公称压力。

冲裁加工中发生的“过冲现象”会导致冲压件的断面出现光亮带和撕裂带。这是由于在冲裁过程中,材料的初始分离是一种利用凹凸模刃口进行剪切的分离,此时材料的断面平滑光亮,但将这种剪切动作进行到材料厚度的 2/3 左右时,材料会突然裂开,此时材料的断面是粗糙的。

对冲床来说,从上模刃口接触材料开始,其受力急剧增大。冲床因受力发生弹性变形,此时的冲床就像一条被拉开的“橡皮筋”,滑块的位置比原定的位置高。当材料发生断裂时,作用于冲床上的力突然消失,冲床会迅速回弹。当回弹力远大于冲床平衡装置的平衡力时,因冲床综合间隙的存在及反向弹性变形,滑块在经过下死点前,其位置将超过原定的位置甚至低于下死点。这种因回弹而造成滑块下死点位置比原定位置还要低的现象,我们称之为“过冲现象”。因为回弹速度很快,会造成很大的冲击,同时,它是一种弹性变形,因而也会造成相当大的震动,因此过冲现象是冲压中噪声和震动的主要原因,对产品品质、模具寿命和冲床寿命都会造成极大的影响。

2. 扭矩能力

冲床的曲柄滑块机构决定了冲床从上死点开始到下死点为止的整个行程中,所加压力不可能都与公称能力一样,而是随着滑块的下降而升高。当滑块到达某一位置时,其加压能力达到公称压力,此位置离下死点的距离就是冲床另一种能力,我们称之为扭矩能力,如图 1 所示。根据扭矩能力选用冲床时,必须知道每一工位所需冲压力及冲压力发生的位置,也就是发生在下死点上面多高的位置上。我们以冲裁、折弯及拉深三种加工来说明如何合理使用。

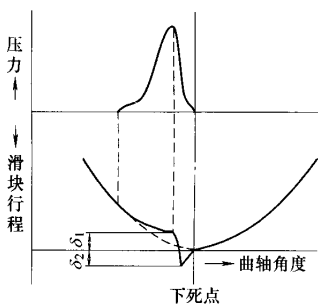


图 1

δ_1 ——因负荷而产生的变形 δ_2 ——综合间隙及反向变形

图2中，粗实线分别是冲床1、2、3的压力曲线，而细实线分别是三种加工方式所需的压力曲线。从图2可以看出，三种加工所需的压力总和都不会超过1、2、3三种冲床的公称压力。但是我们仔细分析一下可以发现，折弯加工时，在较高的位置上已经需要相当大的冲压力，而此时冲床1在此位置的压力是不能满足要求的，因此必须选用加压能力相同而扭矩能力更大的冲床2。当拉深加工对扭矩能力要求更高时，加压能力虽然能满足要求，但由于扭矩能力不能满足其要求，只能选用加压能力更高一级的冲床。

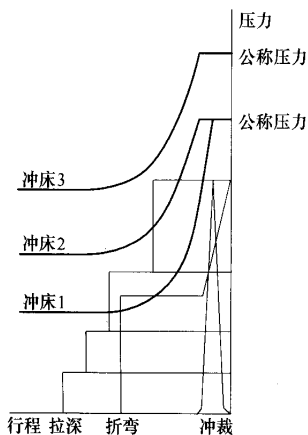


图2 加工与冲床的行程压力曲线

3. 工作能力

冲压加工的一个特点是滑块在一个运动循环中，只有在下死点附近很短的距离内才发生加工动作，其余部分全是空行程。在这很短的距离内（也就是很短的时间内）要提供非常大的加工能量直接依靠马达提供是非常困难的，因此机械式冲床都有一个蓄能器——飞轮。飞

轮的作用就是在加工区间内瞬间提供大量的能量给模具，然后在滑块的空行程内及时将这些能量补回。飞轮的蓄能能力也是冲床的一个要素，我们称之为工作能力。

因此，需要计算出每一冲次所需消耗的能量，即加压力与加压力行程的积。然后比较这些值是否在冲床的工作能力范围内。如果超出冲床的工作能力范围，冲床每一冲次之后，飞轮会慢下一点，直到最后飞轮完全停下，甚至可能发生马达烧坏现象。

4. 选用时的注意事项

(1) 冲床的基本能力有三个：加压能力、扭矩能力和工作能力。

(2) 从生产经济性、稳定性方面考虑，加压能力不可满负荷使用。

(3) 冲床的合理使用中除了考虑加压能力之外，还要考虑扭矩能力和工作能力。

二、根据模具的负荷情况使用冲床

上面的分析是将模具在加工过程中所需压力当做一个单纯静态的力。其实，模具在加工过程中，负荷动态变化的。从上模接触材料开始到下死点为止，负荷在不断的变化。单工位模具，其负荷点比较集中，而多工位模具，其负荷点则分布在各个工位上。因此，在冲床的使用中还会碰到两个受力方面的问题，即偏心负荷和集中负荷。

1. 偏心负荷

我们知道，除了单工位加工之外，其他冲压加工方式的负荷是分布在各个工位上的，每个工位的负荷不可能完全相同，每个工位负荷产生的时间也不可能完全相同，因此在滑块下降的过程中，作用于滑块上的力是变化、不均匀的，其合力不可能刚好在滑块中心，这种合力偏离滑块中心的负荷称之为偏心负荷。

许多人会认为，冲床所能提供给模具的只是加压力及下死点精度的保证，其他方面由模具来保证，事情并没有这么简单。首先，从扭矩能力分析图上能看出：在一套多工位模具中，各工位冲压力发生的时间是不一样的，也就是说，滑块随着行程往下死点下降的过程中，受力情况是变化的，因此偏心负荷也是变化的。所以滑块在下降过程中，偏移方向可能是变化的，偏移量是不一样的。如图3所示，因导轨间隙的存在，偏心负荷会造成滑块的偏斜，因模具导柱的刚性远不足以抵挡这种

偏斜,此时原本相对位置已对好的上下模会出现偏差,直接影响产品的品质。我们可以用一个比较具体的数据来衡量这一影响:当一台一级精度的冲床,受到了偏心量为滑块长度1/4、压力为公称压力1/4的偏心负荷作用时,精度将会降低到三级。

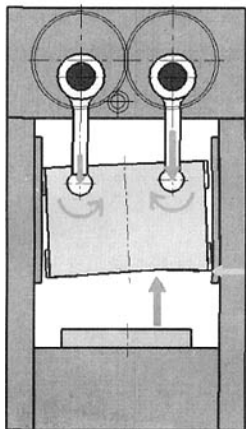


图3 偏心负荷造成滑块的偏斜

冲床的抗偏心负荷能力与冲床结构有关,双轴冲床的抗偏心负荷能力要强于单轴冲床;双轴冲床中,滑块尺寸相同的情况下,双连杆与滑块连结点的距离越大,抗偏心能力越强;滑块8面导向的冲床其抗偏心能力强于滑块6面导向的冲床;滑块导轨间隙越小其抗偏心能力越强。从生产的角度来说,当然是使用抗偏心能力越强的冲床,生产就越稳定,效率就越高。但是,抗偏心能力越强的冲床,其价格也必然越高。

因此,从生产的经济性考虑,根据模具的负荷情况,选用抗偏心负荷能力满足产品精度要求的冲床,才是最佳的选择。

2. 集中负荷

集中负荷是指相对于冲床滑块下表面面积,模具对滑块的作用力集中于较小的范围内,这种负荷我们称之为集中负荷。冲床的设计是以公称压力均布在滑块下表面70%范围内的受力方式进行的,一旦冲床受到集中负荷的作用,某些零部件,特别是滑块和工作台会产生拱曲变形,长期使用会造成与此相关联零部件的损坏,特别是滑块里面的许多零部件会因滑块变形造成相互之间的位置尺寸变化而受到破坏。同时,也会直接影响到产品的品质和模具的寿命。

与偏心负荷相反,单轴冲床的抗集中负荷能力比双轴冲床强;双轴冲床中,滑块尺寸相同的情况下,双连杆与滑块联结点的距离越小,抗集中能力就越强。

因为模具存在偏心负荷及集中负荷的问题,在模具设计时就要考虑这些问题,即在工位排布时,尽量让负荷分布的更均匀,尽量让合力的中心在模具中心,必要时多设空步。当有集中负荷的情况,尽量让此负荷作用在连杆与滑块联结点的正下方,同时,尽可能多设几个工步,以分散负荷。确实无法分散的情况,可通过加厚模板,让负荷传递到滑块或工作台上,以增大作用面积。在冲床上安装模具时,也尽量让模具的合力中心与冲床的中心对齐。

3. 选用时的注意事项

(1) 在多工位的冲压加工中,都会存在或多或少的偏心负荷。

(2) 在有些冲压加工中,存在着集中负荷。

(3) 偏心负荷和集中负荷都会对加工的稳定性和产品品质、模具及冲床的寿命产生不利的影响,因此,要尽量避免或减轻。

(4) 在选用时,要综合考虑抗偏心负荷能力和抗集中负荷能力。

三、根据其他因素合理使用冲床

影响冲床合理使用的因素除了加压能力、扭矩能力、工作能力、偏心负荷和集中负荷外,还必需考虑其他因素,例如产品的精度特点、模具的间隙等(因篇幅有限,这里只做简单的说明)。

1. 冲床的精度

冲床的精度分为动态精度和静态精度。由于动态精度难以直接测量,因此在行业的标准中难以做出相应的规定。而静态精度便于测量,通过它也能一定程度地反映出动态精度,因此相关的行业标准多以静态精度来衡量冲床的精度等级。静态精度主要包括以下几个参数:

(1) 工作台(或机座)上表面及滑块下表面的平面度。

(2) 工作台(或机座)上表面与滑块下表面的平行度。

(3) 滑块运动的方向与工作台上表面的垂直度。

(4) 模柄孔中心线与滑块下表面的垂直度。

(5) 综合间隙。

静态精度只能用以区分精度等级,难以全面地反映出一台冲床的精度,所以,当我们根据产品的精度选用冲床时,所说的选用几级的冲床,实际上也只是一个大体的说法。

2. 冲床的刚性

冲床在工作中承受模具传递的反作用力时,会产生弹性变形,这种弹性变形直接影响冲床下死点的精度,因此,冲压加工对冲床的刚性也有一定的要求。冲床的刚性主要表现在机架、滑块、工作台、连杆及曲轴等几部分。目前,在相关行业标准里还没有比较详细的对刚性做出的相应规定。如果真正地反映冲床精度,还应该包括刚性因素。

3. 导轨的间隙

考虑滑块导轨长时间工作温度会升高所带来的热膨胀的影响,必须留有一定的间隙,但此间隙又会影响到加工的稳定性。因此,在保证导轨不卡死的情况下,能做到的最小间隙也是影响冲压加工的一个因素。在高速冲床中也有采用零间隙导柱冲床,此时导柱的刚性也是一个因素。

4. 下死点的热变形

在冲压车间内,如果没有恒温设施,一天中温差可能达到十几度甚至几十度。即使有恒温设施,冲床内部也会因摩擦而升温。因此必须将下死点的热变形量控制在一定的范围内,否则会影响产品的品质。因此,热变形也是冲床的一个因素。

5. 滑块的运动方式

利用驱动机构改变滑动的运动方式满足各种高精度加工的要求,是冲床的发展方向之一。目前主要有:曲轴式、连杆式和肘杆式三种。曲轴式是普通的一种,连杆式主要用于拉深加工,而肘杆式则多用于冷锻。

6. 综合分析

根据产品的精度特点,合理使用冲床,才能发挥每台冲床的最大效益。

(1) 根据产品的精度值,使用相应精度等级的冲床。

(2) 如果产品要求冲床下死点的精度,就要更多地考虑冲床的刚性,甚至热变形。

(3) 当模具间隙的要求比较严格时,则要考虑冲床的导向精度,包括导向间隙和导柱刚性。

(4) 根据产品的成形特点,必要时选择相应的滑块运动模式的冲床。

四、结语

合理地使用冲床,充分发挥每一台冲床的功能,才能创造出最佳的经济效益,提高企业的竞争力。因此,在选购冲床、安排生产时,需充分了解加工产品的特点,选择与之相适应的冲床来加工,真正实现合理使用冲床,提高经济效益的目标。🔥

(20060109)

(上接第 38 页)

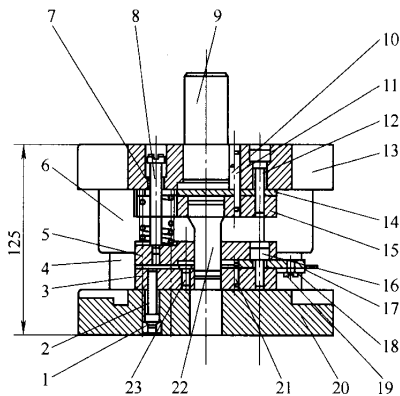


图9 冲模装配图

- 1、12、16、18. 螺钉 2、10、11、21. 圆柱销 3. 凹模
4. 导柱 5. 卸料板 6. 导套 7. 卸料螺钉 8. 弹簧
9. 模柄 13. 上模座 14. 垫板 15. 凸模固定板
17. 导料板 19. 承料板 20. 下模
22. 凸模 23. 定位销

3. 结语

利用标准模架和组合的三维模型库设计冲模,是最佳的冲模设计方法。借助 CAD 的分析功能,只需作简单的计算和模型修改,即可完成整套模具设计,大大加快了冲模设计的速度。同时,设计、加工制造的标准化程度提高,可节约设计和生产成本,缩短生产周期。

本方法可用于一般冲压件的模具设计,包括冲裁、弯曲、拉深及翻边等各种冲压工艺的简单模、复合模和级进模。🔥

(20060106)