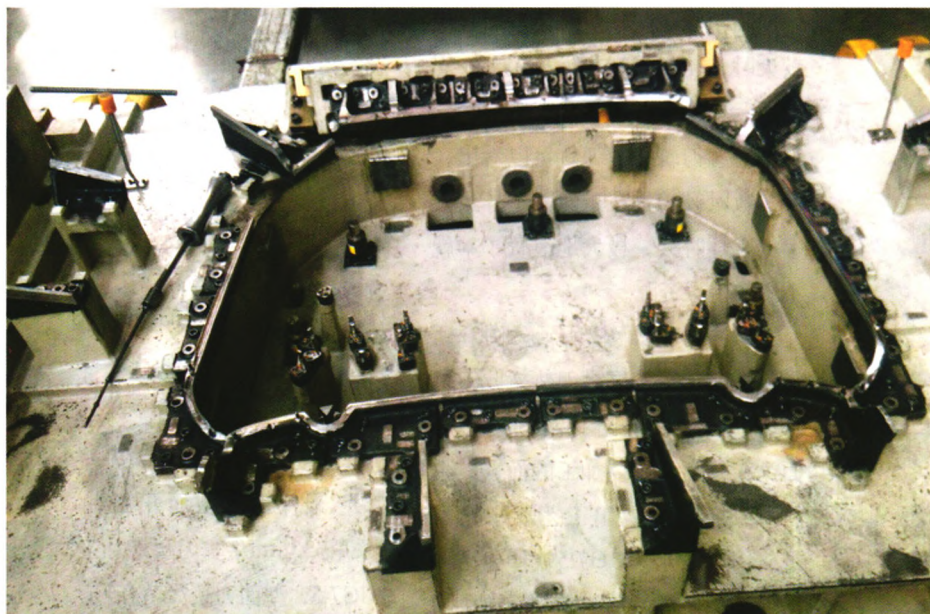


修边模具的工艺设计

□ 保定长城汽车股份有限公司/李欢迎

通过对冲压件修边工艺及设计技巧的总结讨论，阐述汽车冲压制件修边工艺模具的设计要点及设计中采用的经验方法，为冲压件修边工艺排布及修边模具设计提供参考。很大程度上减轻了钳工的工作量，减少制件返修率，有效地提升了冲压外板制件的外观品质。



工艺设计是产品开发的核心环节之一，它直接关系到产品的质量、成本、生产效率和模具寿命。汽车工业的高速发展对覆盖件工艺设计提出了越来越高的品质要求，尤其是外饰件：如四门外板、发动机罩外板、左右侧围和左右翼子板。提高工艺设计集成化、系统化和智能化程度，实现经验设计向科学设计的飞跃是研究人员追求的目标。现通过对冲压件修边工艺及设计技巧的总结讨论，阐述汽车冲压制件修边工艺模具的设计要点及设计中采用的经验方法，为冲压件修

边工艺排布及修边模具设计提供参考。很大程度上减轻了钳工的工作量，减少制件返修率，有效地提升了冲压外板制件的外观品质。

冲压模具，是在冷冲压加工中，将材料（金属或非金属）加工成零件（或半成品）的一种特殊工艺装备，利用安装在压力机上的模具对材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需零件的一种压力加工方法。

根据工艺性质冲压模具可分为：

（1）拉伸模。是把板料毛坯

制成开口空心件，或使空心件进一步改变形状和尺寸的模具。

（2）修边模。沿封闭或敞开的轮廓线使材料产生分离的模具。如修边模、冲孔模、切断模、切口模、落料模等。

（3）成形模。是将毛坯或半成品工件按图凸、凹模的形状直接复制成形，而材料本身仅产生局部塑性变形的模具。如胀形模、缩口模、扩口模、起伏成形模和整形模等。

（4）翻边模。使板料毛坯或其他坯料沿着直线（翻边线）产生

弯曲变形，从而获得一定角度和形状的工件的模具。

修边模结构及原理

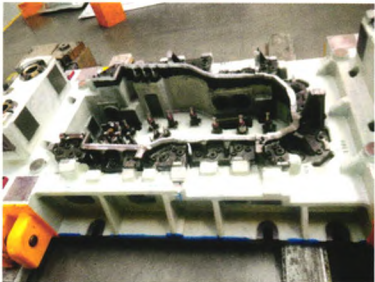
修边模是用于将拉伸件工艺补充部分和压料面多余部分切掉的模具，根据修边镶块的运动方向，可分为三大类：垂直修边模、斜楔修边模和垂直斜楔修边模。

在保证制件剪切应力均匀释放的前提下，充分考虑模具所受剪切应力与侧向力、冲击力对其工艺合理排布设计模具。其工作流程为：将上模锁紧于机床上滑块，下模紧固于机床工作台，将拉伸件放于模具下模，设定合理的模具冲压参数及冲压次数。上模机构向下运动，随着滑块向下运动，压芯首先压住制件，下滑块继续向下运动，直至上下模刃口、冲头与凹模套相互作用将制件分离，分离的废料和料豆沿设定好的滑道（滑料板）滑落至工作台下面。同时机床上滑块回程至上死点，冲裁工序完成一次完整流程。由于冲裁无法避免冲击力，为了减小冲击力，延长模具使用寿命，在模具下模四角增加聚氨酯缓冲块。模具自身强度也很重要，故针对各壁及加强筋也有相应设计要求。

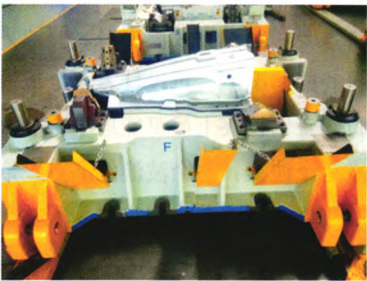
斜切模具、剪切模对模具要求更高，但是其基本原理都是一样，在保证适当的压料力前提下，合适的刃口间隙下进行冲压工序。图1所示为打开的上下模具。

修边模具的工艺设计

修边模具的工艺设计是否合理直接影响到冲压制件的品质及模具寿命，好的工艺设计节省调试时间



(a) 上模



(b) 下模

图 1

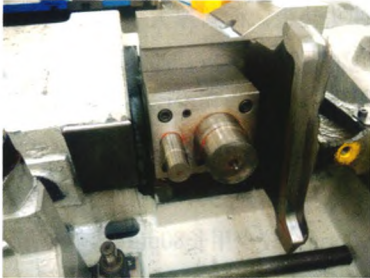
与制件直通率，很大程度上提升了自动化生产效率。

1.修边冲孔极限作业设计

冲压件形状不一，修边线（冲孔）处型面经常与模具底面成一定数值，当角度大于一定角度时候，为保证模具寿命与制件品质需要设计成斜楔机构修边（冲孔）。

设计基准：通常为钝角，锐角 $\leq 20^\circ$ ，但是工艺中超过 20° 把剪切面做成平面，此时，后序必须经过再修边作业。

料豆是跟生产密切相关问题中的一项，因此设计时要特别注意。料豆必须排除到工作台之外；以每一个冲压行程掉落一张为原则；为料豆顺利排出料豆滑道的最小角度为 25° ， 25° 以下时为强行排除使用震动滑料板及滚轮滑料板等，基本不使用废料盒；为料豆处理起来顺畅，凹模套保留3-5mm工作深度，其他放空或使用顶针冲头（见图2）。



(a) 有顶针冲头（一般用在斜楔上）



(b) 普通冲头（一般用于正冲）

图 2

2.修边冲孔间隙设计

冲裁间隙是高品质制件的基础保障，不同材质和不同料厚，冲裁间隙不同。随着材质硬度的增加和厚度的增加，冲裁间隙要不同程度加大。另外，还要配合合理的冲压频率与定期维护保养模具，这些都是冲压高品质制件必不可少的因素。

经验总结得出：冲裁断面1/3切断、2/3拉断是最好的冲裁间隙，此时，既能保证没有毛刺，又保证刃口的使用及减少保养维护周期（见附表）。

冲裁间隙的确定原则

料厚t/mm	单边冲裁间隙
$t \leq 2.0$	$0.04t$
$2.0 < t \leq 3.5$	$0.06t$
$3.5 < t \leq 4.5$	$0.07t$
$4.5 < t \leq 6.0$	$0.08t$
$t > 6.0$	$0.09t$

在设计冲孔凸模时要注意：料厚小于或等于1.2mm的冲孔可不用

冲头垫板。而料厚大于1.2mm的冲孔需用冲头垫板；冲头规格须比数模上孔值大双边0.1mm或0.2mm，依技术协议的规定：斜楔冲孔时多带顶针的冲头，冲头长度一般取90mm，较少用长80mm，特殊情况下允许用长100mm。

设计冲孔凹模时，凹模高度一般取高度20mm，在斜面曲面上冲孔，凹模要考虑防转，且凹模刃口深度要根据型面落差大，相应凹模高度要加大；异形冲头以对角线长度相当于圆冲头直径。

3.修边冲裁力设计

工艺力的设计为冲压设备的选择提供有效参考，计算公式如下：

$$P_s=LT_s\times 90T$$

式中 P_s ——修边力或冲孔力；
 T_s ——材料抗拉强度；
 L ——修边长度；
 T ——制件厚度。

压料力计算公式如下：

$$P=P_sK$$

式中， K 为压料力系数，一般冲压件 K 取7%，外板覆盖件 K 取10%。当压料力计算不符合要求时，制件会出现凹陷、拱弯、塌角、变形、毛刺等质量缺陷。

退料力根据板厚、形状的不同而变化，一般为冲裁力的4%~20%，如间隙为板厚的10%以下时，退料力将增大。

卸料力因料厚、形状等的不同而各异，一般取冲裁力的2%~6%（常取5%）。

4.波浪刀工艺设计

(1) 没有波浪刃口时的剪切力

$$P=l\tau_s$$

式中 P ——剪切力；

l ——剪切边长度；
 t ——料厚；
 τ_s ——剪切强度（ $\tau_s/\sigma\approx 0.8$ ）。

(2) 有波浪刃口时的剪切力

$$P=l\tau_sK$$

当 H （食入差）=0时， $K=0.4\sim 0.6$ ； $H=2t$ 时， $K=0.2\sim 0.4$ 。

冲裁力超过冲床能力的50%时，要考虑设置波浪刃口，修边刃口长的情况下，可设计若干个波浪口。每块镶块上尽可能取半个波浪或一个波浪；一个波浪的高点，取在镶块中间。波浪刃口减少所需剪切力在上模刀块上给食入量的差异，能降低噪声并且延长刃口使用寿命

5.交刀工艺设计

对于大型模具，为了保证制件品质、模具寿命及刃口刀的强度一般取500mm左右设定废料刀，还有自动化生产线体，自动化废料收集废料斗要求最大废料对角线不超过600mm。因此在修边刃有重叠区域时，为防止刃口早期磨损及末端的锋利一般都进行1.0mm的过修边刃口（交刀）进行修边处理（减少碎屑与交刀毛刺的产生）。

6.分离切断工艺

此类工艺先分离废料再进行切断。主要用在前、后门外板，顶盖外板，机盖外板等大型外板件如图3所示。

此类工艺的优点为：减少修边工序料渣产生，杜绝修边料渣带到后序割伤制件。一般工艺为废料刀低于分离修边线3~5mm，里面紧贴修边面。或是修边刀块拼接处做3mm左右的高低差。分离工艺要综合考虑模具结构与尺寸大小，注意



图3 机盖外板下模废料分离修边工艺

参考机床工艺参数。

7.聚氨酯压料工艺

此类工艺用聚氨酯代替压料芯，以冲孔为例，优势：压料力均匀，不产生压伤，防止带料，节省模具空间，易拆卸。

缺点：使用周期短，需要定期更换，型面有一定的局限性。

一般应用在翼子板、侧围等空间局限性及侧压芯压料力不足时候使用。

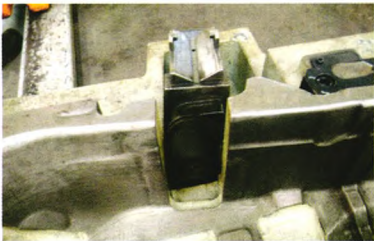


图4 聚氨酯组件

另外，此工艺普遍应用于落料模具，修边线以里20mm用聚氨酯代替铸铁压料芯，无压伤制件现象，易于保养与更换。

结语

汽车覆盖件冲压工艺设计是决定覆盖件能否顺利成形的关键，也是其模具设计与制造的基础，直接关系到产品的质量、成本、生产效率和模具的使用寿命。AME