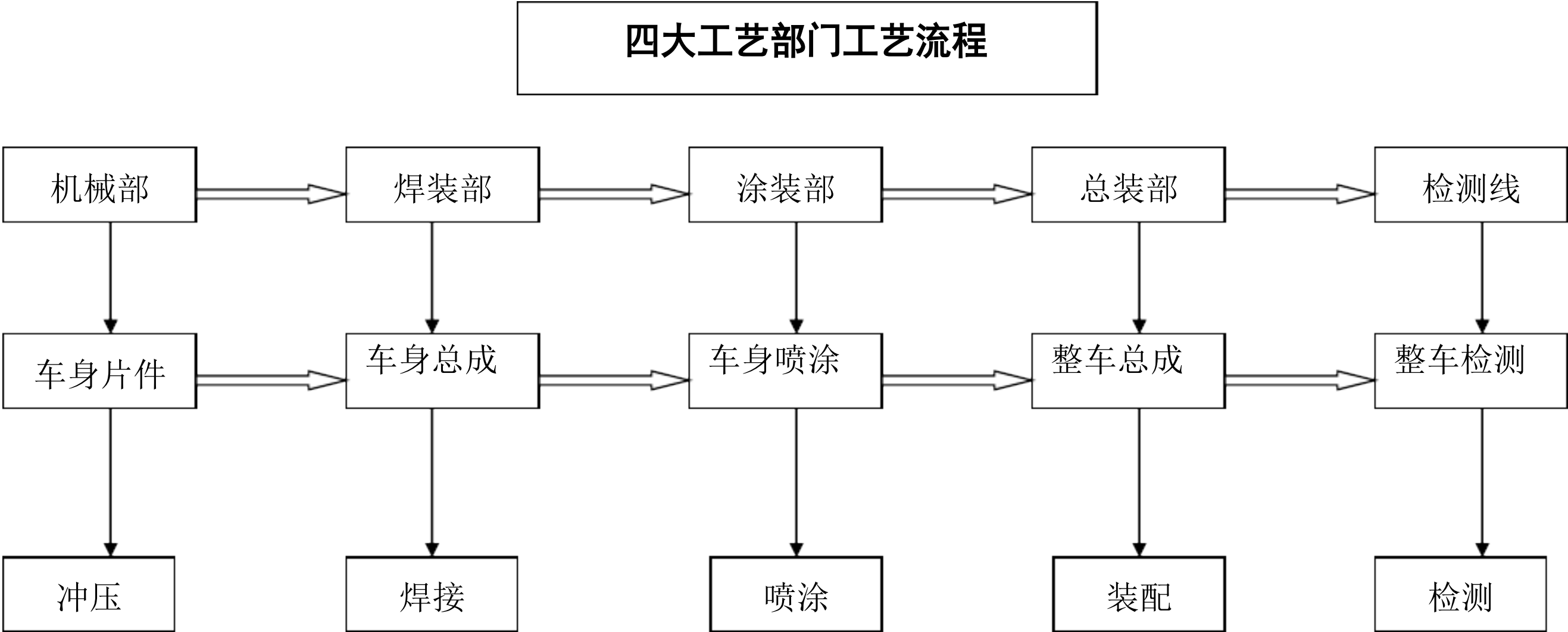


汽车冲压工艺

I 、总的工艺流程

我们公司的生产线主要有四大工艺部门和一条检测线〔及一些相关的职能部门〕。四大工艺部门即机械部、焊装部、涂装部和总装部；检测线是对汽车的各项指标作一番检测，保证整车的质量，所担当的工作都很重要。



★冲压：冲压是通过模具对板材施加压力或拉力，使得板材塑性成形，有时对板料施加剪切力而使板材分别，从而获得肯定尺寸、外形和性能的一种零件加工方法。

II、冲压工艺

汽车每一个车身片件，一般要利用多付不同的模具，通过多道不同的工序生产而成。下面主要介绍相关的生产冲压工艺。

前面我已经对冲压一词进展过解释，冲压是通过模具对板材施加压力或拉力，使得板材塑性成形，有时对板料施加剪切力而使板材分别，从而获得肯定尺寸、外形和性能的一种零件加工方法。冲压加工的原材料一般为板材或带材，故也称板材冲压。

★模具：汽车车身片件的生产有一个很重要的工装设备——那就是模具，什么叫模具呢？模具是一种专用工具，用于装在各种压力机上，通过压力把金属或是非金属材料制出所需零件的外形制品，这种专用工具即统称模具。模具有很多种，具体后面再讲。

★塑性变形：在外力的作用下，金属产生外形与尺寸的变化称为变形。金属变形分为弹性变形和塑性变形。全部的固体金属都是晶体，原子在晶体所占的空间有序排列。在没有外力作用时，金属中原子处于稳定状态，金属物体具有自己的外形与尺寸。施加外力，会破坏原子间原来的平衡状态，造成原子排列畸变，引起金属外形与尺寸的变化。 1、假设除去外力金属中原子马上恢复到原来稳定平衡的位置，原子排列畸变消逝，金属完全恢

复了自己的原始外形和尺寸，则这样的变形称为弹性变形。 2、连续增加外力，原子排列的畸变程度增加，移动距离有可能大于受力前的原子间距离，这时晶体中一局部原子相对于另一局部产生较大的错动。外力除以后，原子间的距离虽然仍可恢复原状，但错动了的原子并不能再回到其原始位置，金属的外形和尺寸也都发生了永久转变。这种在外力作用下产生不可恢复的永久变形称为塑性变形。

一、冲压工艺的分类

依据通用的分类方法，冲压工艺一般可分为分离工序和成形工序〔又分弯曲、拉深、成形等等〕两大类。分离工序是在冲压过程中使冲压件与坯料沿肯定的轮廓线相互分离，同时冲压件分离断面的质量也要满足肯定的要求；成形工序是使冲压坯料在不破坏的条件下发生塑性变形，并转化成所要求的成品外形，同时也应满足尺寸公差等方面的要求。

依据冲压时的温度状况有冷冲压和热冲压两种方式。这取决于材料的强度、塑性、厚度、变形程度以及设备力量等，同时应考虑材料的原始热处理状态和最终使用条件。

1.冷冲压 金属在常温下的加工，一般适用于厚度小于 4mm 的坯料。优点为不需加热、无氧化皮，外表质量好，操作便利，费用较低。缺点是有加工硬化现象，严峻时使金属失去进一步变形力量。冷冲压要求坯料的厚度均匀且波动围小，外表光滑、无斑、无划伤等。

2.热冲压 将金属加热到肯定的温度围的冲压加工方法。优点为可消退应力，避开加工硬化，增加材料的塑

性，降低变形抗力，削减设备的动力消耗。

我们这里主要讲冷冲压。

一般工件的一般工序为：拉伸——切边——冲孔——翻边——整形等等。但是一些工序的挨次是不肯定的，要依照工件的成型地难易程度及工序的设计等等一些因素而定。

BL：下料模 F0：成型模〔不带拉延〕 DR：拉延模 TR：剪边〔修边模〕 RST：整形模
FL：翻边模 PI：冲孔模 C/PI：侧冲孔模〔斜楔〕 C/RST：侧整型模〔斜楔〕 C/TR：侧剪边模 HEW：包边模〔多用于顶盖或引擎盖〕 TRF??? 这个真没遇到过

具体工序分类参见下表：

分别工序分类

工序名称	简图	特点及应用围
切断		用剪刀或冲模沿不封闭曲线切断板料，多用于加工外形简洁的平板零件
落料		用冲模沿封闭轮廓曲线冲切板料，冲下来的部分为零件，用于制造各种外形的平板零件

冲孔		用冲模沿封闭线冲切板料，冲下来的局部为废料
切口		在坯料上沿不封闭线冲出缺口，切口局部发生弯曲，如通风板
切边		将成形零件的边缘局部修切整齐或切成肯定外形
剖切		把冲压加工成的半成品切开成两个或几个零件，多用于不对称零件的成双或成组冲压成形之后

成形工序—弯曲

工序名称		简 图	特点及应用围
弯曲	压弯		把板料沿直线弯成各种外形，

			可以加工外形极为简单的零件
	卷板		对板料进展连续三点弯曲，制成曲面外形不同的零件
	滚弯		通过一系列轧辊把平板卷料滚弯成简单外形
	拉弯		在拉力与弯矩共同作用下实现弯曲变形可得精度较好的零件

冲压成形工序--拉深

工序名称		简图	特点及应用围
拉深	拉深		把平板形坯料制成空心工件、壁厚根本不变
	变薄拉深		把拉伸加工后的空心半成品进一步加工拉深成侧壁比底部为薄的零件

冲压成形工序--成形

工序名称		简 图	特点及常用围
成形	缩口		在空心毛坯或管状毛坯的某个部位上使其直径径向尺寸减小的变形方法
	翻边		把板材半成品的边缘按曲线或圆弧形成成直立的边缘
	翻孔		在预先冲孔的板材半成品上或未经冲孔的板料冲制成直立的边缘翻出直立边缘
	扩口		在空心工件或管状工件的某个部位上使其径向尺寸扩大的变形方法
	起伏		在工件的外表使用局部成形的方法压出筋条〔凹陷或突起〕，花纹或文字，在起伏处的整个厚度上都有变形

	卷边		把空心件的边缘卷成肯定外形
	胀形		使工件的一局部凸起，呈凸肚形，可以成形各种空间曲面外形的零件
	整形		把外形不太准确的工件校正成形，如获得小的r 等
	校平		校正工件的平直度
	压印		在工件上压出文字或花纹，只在制件厚度的一个平面上有变形

二、冲裁、弯曲、拉伸、胀形

以上简洁地介绍了一些冲压工艺的根本概念、特点及常用围。下面重点介绍一下冲裁、拉伸、弯曲、胀形等一些常见的冲压工序。

A、冲裁工艺

冲裁是利用模具使板料沿肯定的轮廓外形产生分别的一种冲压工序。冲裁包括：落料、冲孔、切口、切边、

冲缺、剖切、整修等。其中又以冲孔、落料应用最为广泛。在板料上冲下所需外形的零件〔或毛坯〕称为落料。在工件上冲出所需外形的孔〔冲去的为废料〕称为冲孔。

冲裁工艺是冲压工艺产生的主要工艺方法之一。冲裁所得到的零件可以直接作为零件使用或用于装配部件，也可以作为弯曲、拉深、成形等其他工序的毛坯。

1、 冲裁过程

如下图，是一简洁冲裁模。凸模1 与凹模 2 都具有与工件轮廓一样外形的锐利刃口，凸、凹模之间存在肯定的间隙。当凸模下降至与板料接触时，板料就受到凸模、凹模的作用力，凸模连续下压，板料受剪而相互分别。板料的分别过程是在瞬间完成的。冲裁时材料分别过程可分为三个阶段：

- a、弹性变形阶段：冲头刚接触板料的初始阶段，发生弹性变形。
- b、塑料变形阶段：冲头下行压力增大，发生塑变直到消灭微裂纹。
- c、断裂分别阶段：冲头连续下行，压力增大，微裂纹扩展。重合、断裂、冲裁力渐渐下降。

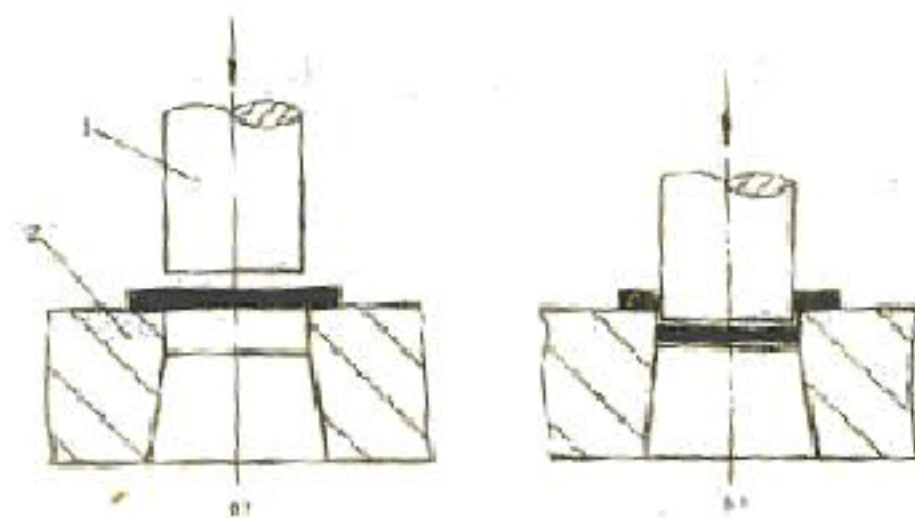
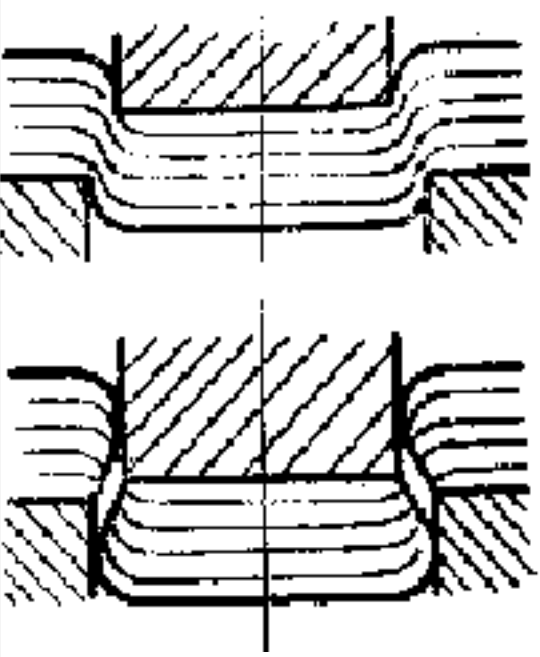


图 2-2 简单冲裁模
a) 冲裁前 b) 冲裁后
1—凸模 2—凹模

弹性变形阶段：冲裁力渐渐上升。

塑性变形阶段：冲裁力到达峰值。

阶段	特 点	断面特征	
第一阶段	板料在凸模压力作用下. 首先产生弹性压缩、拉伸等变形, 此时凸模略微挤入板料, 板料的另一面也略微挤入凹模刃口, 凸模端部下面的材料略有弯曲, 凹模刃口上面的材料开头上翘, 间隙越大, 弯曲和上翘越严峻, 板料在凸、凹模刃口处形成初始塌角, 这时材料部应力尚未超过弹性极限, 当外力去掉后材料能恢复原状。此阶段称为弹性变形阶段。		初始塌角 永久性塌角
其次阶段	当凸模连续压入, 压力增加, 材料部的应力也随之加大, 在材料的应力到达屈服极限时便开头进入塑性变形阶段。在这一阶段中随着凸模挤入材料的深度渐渐增加, 材料的塑性变形程度也渐渐增大。由于刃口处间隙的存在, 材料部的拉应力及弯矩也都增大, 使变形区材料硬化加剧, 直到刃口四周的材料由于拉应力及应力集中的作用开头消灭微裂纹, 此时, 冲裁变形力也到达最大值。微裂纹的消灭说明材料开头破坏, 塑性变形阶段也告完毕。		产生与板料垂直的光亮带及初始毛刺。

第三阶段	断裂分别阶段微裂纹不断向材料扩展延长，重合，材料断裂分别。凸模连续下降, 已产生的上、下微裂纹不断扩大并向材料部延长, 当上、下裂纹相遇重合时, 断开头分别产生粗糙的断裂带, 当凸模再往下降, 将冲落局部挤出凹模洞口，至此，凸模上升完成整个冲裁过程。		产生粗糙而带有锥度的断裂带毛刺初拉长。
------	---	---	---------------------

2、一般冲裁件的断面特征：

由于冲裁变形的特点，使冲出的工件断面与板材上下平面并不完全垂直，粗糙而不光滑。冲裁断面可明显地分成 4 个特征区，即圆角带、光亮带、断裂带和毛刺。

<1>圆角带：这个区域的形成主要是当凸模下降，刃口刚压入板料时，刃口四周产生弯曲和伸长变形，刃口四周的材料被带进模具间隙的结果。

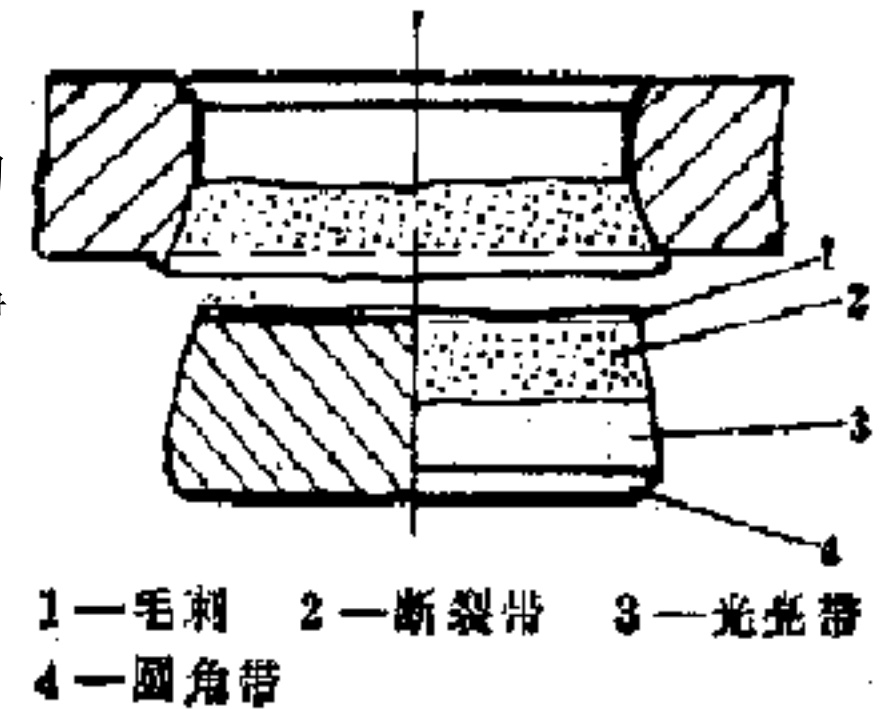
<2>光亮带：产生于塑性变形阶段，断面较光滑平坦，是质量最正确的一段。主要是由于金属板料产生塑性剪切变形时，材料在和模具侧面接触中被模具侧面挤光而形成光亮垂直的断面。通常占全断面的 1/2～1/3。

<3>断裂带：这个区域是在断裂阶段形成。是由于刃口处的微裂纹在拉应力的作用下，不断扩展而形

成的撕裂面，其断面粗糙而无光泽，具有金属本色，且带有斜度。

<4>毛刺：毛刺的形成是由于在塑性变形阶段后期，凸模和凹模的刃口切入被加工材料肯定深度时，刃口正面材料被压缩，刃尖局部为高静水压应力状态，使裂纹起点不会在刃尖处发生，而是在模具侧面距刃尖不远的地方发生，在拉应力作用下，裂纹加长，材料断裂而产生毛刺。

了文的产生点和刃口尖的距离成为毛刺的高度。在一般冲裁中毛刺是不行避开的。



3、影响断面质量的因素

冲裁件的质量主要是指断面质量、尺寸精度和外形误差。断面应平直、光滑；圆角小；无裂纹、撕裂、夹层和毛刺等缺陷。零件外表应当尽可能平坦。尺寸应在图样规定的公差围之。影响冲裁件质量的因素有：凸、凹模间隙值大小与分布的均匀性，模具刃口锐利状态、模具构造与制造精度，材料性能等。

冲压生产要求冲裁件有较大的光亮带，尺量削减断裂带区域的宽度。材料塑性愈好，光亮带愈大，断裂带愈小，同时，圆角毛刺亦增大。

冲裁件的 4 个特征区域的大小和在断面上所占地比例大小并非一成不变，而是随着材料的力学性能、模具间隙、刃口状态等条件的不同而变化的。

-
- a、**材料力学性能的影响**：材料塑性好，冲裁时裂纹消灭得较迟，材料被剪切的深度较大，所得断面光亮带所占地比例就大，圆角也大。而塑性差的材料，简洁拉裂，材料被剪切不久就消灭裂纹，使断面光亮带所占地比例小，圆角小，大局部是粗糙的断裂面。
- b、**模具间隙的影响**：冲裁时，断裂面上下裂纹是否重合，与凸、凹模间隙值的大小有关。当凸、凹模间隙适宜时，凸、凹模刃口四周沿最大切应力方向产生的裂纹在冲裁过程中能会合成一条线，此时尽管断面与材料外表不垂直，但还是比较平直、光滑，毛刺较小，制件的断面质量较好。当间隙过小时，最初从凹模刃口四周产生的裂纹，指向凸模下面的高压应力区，裂纹成长受到抑制而成为滞留裂纹。凸模刃口四周产生的裂纹进入凹模上面的高压应力区，也停顿成长。当凸模连续下压时，在上、下裂纹中间将产生二次剪切，这样，在光亮带中部夹有残留的断裂带，局部材料被挤出材料外表形成高而薄的毛刺。这种毛刺比较简洁去除，只要制件中间撕裂不是很深，仍可利用。当间隙过大时，材料的弯曲和拉伸增大，接近于胀形裂开状态，简洁产生裂纹，使光亮带所占地比例减小。且在光亮带形成以前，材料已发生较大的塌角。材料在凸、凹模刃口处产生的裂纹会错开一段距离而产生二次拉裂。其次次拉裂产生的断裂层斜度增大，断面的垂直度差，毛刺大而厚，难以去除，使冲裁件断面质量下降。
- c、**模具刃口状态的影响**：模具刃口状态对冲裁过程中应力状态和冲裁件断面有较大的影响。刃

口说锐利，拉力越集中，毛刺越小。当刃口磨损后，压缩力增大，毛刺也增大。毛刺依据磨损后的刃口外形，成为根部很厚的大毛刺。

d、另外，断面质量还与模具构造、冲裁件轮廓外形、刃口的摩擦条件等有关。

4、提高断面质量的措施

提高冲裁件的质量，可通过增加光亮带的高度或承受整修工序来实现。增加光亮带高度的关键是延长塑性变性阶段，推迟裂纹的产生，这就要求材料的塑性要好，对硬质材料要尽量进展退火，求得材质均一化；同时要选择合适的模具间隙值，并使间隙均匀分布，保持模具刃口锐利；要求光滑断面的部位要与板材轧制方向成直角。

5、模具寿命

冲裁模具的寿命以冲出合格制品的冲裁次数来衡量，分两次刃磨间的寿命与全部磨损后总的寿命。冲裁过程中模具的损坏有磨损、崩刃、折断、啃坏等多种形式。

影响模具寿命的因素很多，有模具间隙；模具制造材料和精度、外表粗糙度；被加工材料特性；冲裁件轮廓外形和润滑条件等。

6、排样

冲裁件在板、条等材料上的布置方法成为排样。排样的合理与否，影响到材料的经济利用率，还会影

响到模具构造、生产率、制件质量、生产操作便利与安全等。

7、简洁冲裁模具

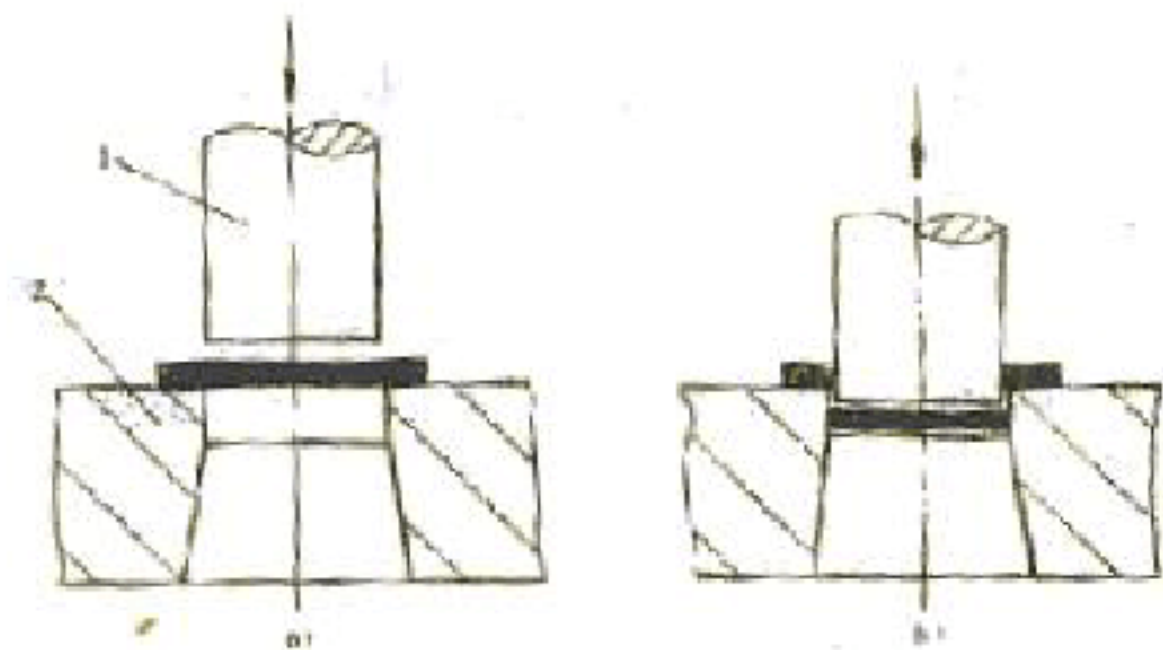


图 2-2 简单冲裁模
a) 冲裁前 b) 冲裁后
1—凸模 2—凹模

8、实例

B、弯曲工艺

把板料、管材或型材等弯曲成肯定的曲率或角度，并得到肯定外形零件的冲压工序称为弯曲。用弯曲方法加工的零件种类格外多，如汽车纵梁、自行车车把、仪表电器外壳、门搭铰链等。最常见地弯曲加工是在一般压力机上使用弯曲模压弯，此外还有折弯机上的折弯、拉弯机上的拉弯、辊弯机上的辊弯以及辊压成型等等。

一、弯曲的根本原理

〔一〕 弯曲工艺的概念及弯曲件

1. 弯曲工艺：是依据零件外形的需要，通过模具和压力机把毛坯弯成肯定角度，肯定外形工件的冲压工艺方法。
2. 弯曲成形工艺在工业生产中的应用：应用相当广泛，如汽车上很多掩盖件，小汽车的柜架构件，摩托车上把柄，脚支架，单车上的支架构件，把柄，小的如门扣，夹子〔铁夹〕等。

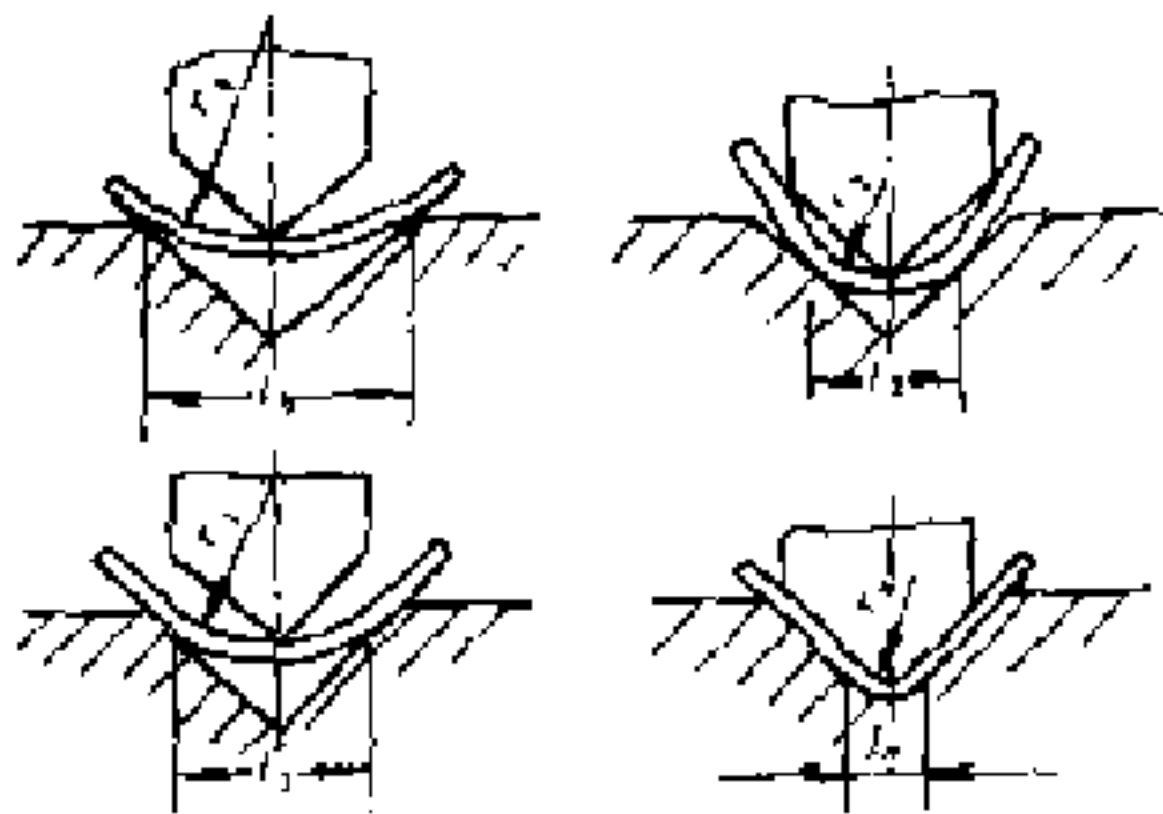
〔二〕、弯曲的根本原理：以 V 形板料弯曲件的弯曲变形为例进展说明。其过程为：

1. 凸模运动接触板料〔毛坯〕由于凸，凹模不同的接触点力作用而产生弯矩，在弯矩作用下发生弹性变形，产生弯曲。
2. 随着凸模连续下行，毛坯与凹模外表渐渐靠近接触，使弯曲半径及弯曲力臂均随之削减，毛坯与凹模接触点由凹模两肩移到凹模两斜面上。〔塑变开头阶段〕。
3. 随着凸模的连续下行，毛坯两端接触凸模斜面开头弯曲。〔回弯曲阶段〕。
4. 压平阶段，随着凸凹模间的间隙不断变小，板料在凸凹模间被压平。
5. 校正阶段，当行程终了，对板料进展校正，使其圆角直边与凸模全部贴合而成所需的外形。

〔三〕、弯曲变形的特点：

弯曲变形的特点是：板料在弯曲变形区的曲率发生变化，即弯曲半径发生变化。

从弯曲断面可划分为三个区：拉伸区、压缩区和中性层。



二、弯曲件的质量分析

在实际生产中，弯曲件的主要质量总是有回弹、滑移、弯裂等。

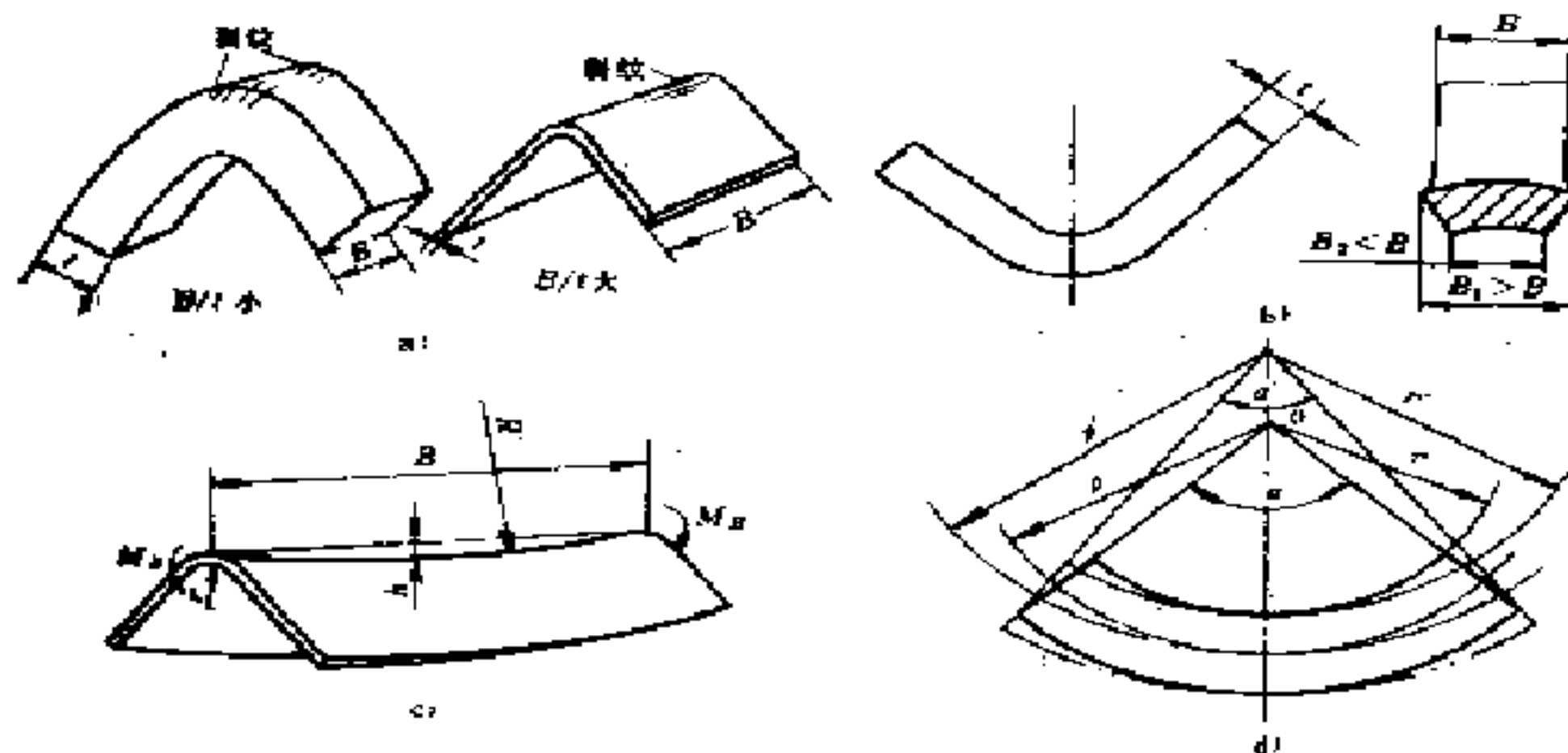


图 3-20 弯曲时的主要质量问题
a) 拉裂 b) 截面畸变 c) 翘曲 d) 回弹

1. 弯曲件的回弹：

由于弹性回复的存在，使弯曲件弯曲局部的曲率半径和弯曲角度在弯曲外力撤去后（工件小模具中取出后）发生变化（与加工中在模具里的外形发生变化）的现象称弹性回复跳（回弹）。

回弹以弯曲角度的变化大小来衡量。 $\Delta \phi = \phi - \phi_t$

1) 影响回弹的因素：

A. 材料的机械性能与屈服极限成正比，与弹性模数 E 成反比。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/366114220121010135>