

汽车制动阀安装板毛坯形状的确定

施于庆

(杭州应用工程技术学院机械系 杭州 310012)

摘要 通过圆筒形及盒形件拉深前后网格变化分析,并确定变形区和非变形区,由此得到不规则盒形件毛坯展开形状由不变形区和参与变形拉深线组成,并用此方法计算出汽车制动阀安装板的毛坯形状和尺寸,在试模时一次即获得成功,具有一定的实用推广价值。

关键词 网格 分析 非变形区 拉深线

中图分类号 TG76

图1所示为汽车制动阀安装板零件图,该零件材料为08Al,料厚为3.5mm且是非规则形状的盒形件,其外形尺寸为 $127.5\text{mm} \times 121.5\text{mm} \times 30\text{mm}$,且高度有变化,由于尺寸76.5mm处一边有开口,故此零件也不完全为一个拉深件,也可以视作为成形件,零件的冲压工艺过程一般为落料和冲孔($\phi 60\text{mm}$, $4 \sim \phi 8.5\text{mm}$),然后以孔定位进行成形(拉深),但是该零件为非规则的盒形件,其毛坯形状难以用现有冲压手册或教材上的一些计算方法来确定,如参考规则形状盒形件计算公式计算该零件的毛坯形状和尺寸与其真实形状和尺寸相距甚远。故此类模具的落料凸,凹模刃口尺寸的确定必须待成形模试模多次,并使压制出的零件形状和尺寸稳定合格后,才能确定其毛坯真实形状和尺寸,故此类零件毛坯确定完全依赖于成形模试模,虽然零件的冲压工艺过程为落料冲孔——成形,实际上的制模过程为成形模——落料模。

1 圆筒形及盒形件拉深前后的网格变化分析

图2所示为直径 D_0 的毛坯经拉深后成为直径 d 的圆筒形件的网格变化。从图中可以看出,,毛坯上扇形单元体 $abcd$ 经变形后变成了矩形 $a'b'c'd'$,说明单元体在变形过程中同时受到了径向拉应力 σ_L 和周向压应力 σ_Y ^[1],但是径向辐射线 oa 或 ob 在变形后变成了筒形件上的竖直线 aa' 和圆弧线 $\widehat{a'a''}$ 及底部半径 $R = oa''$ 之和,见图3,将竖直线 aa' 线,圆弧线 $\widehat{a'a''}$ 之和称之为拉深线,用符号 L 表示,由于拉深线 L 在 xoy 平面的投影仍为直线,且在半径 oa'' 的延长线上,说明毛坯径向辐射线 oa 在变形中未发生偏斜和扭曲,同时由网格变化还可以看出变形后,底部半径 $R = oa''$ 为圆的范围内的格网基本上无变化,为不变形区,所以等高的筒形件可以认为由无数条拉深线 L 和不变形区组成,或由拉深线 L 绕不变形区 $R = oa''$ 圆周一周而成。

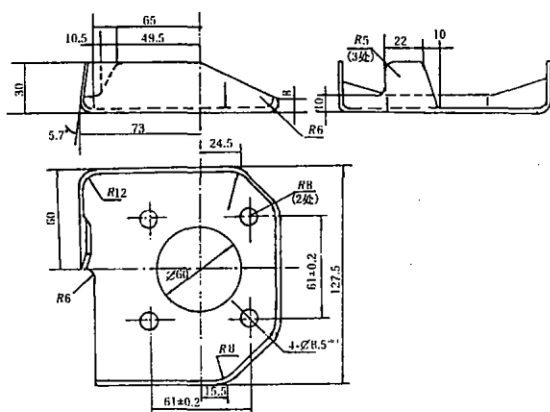


图 1 汽车制动阀安装板零件图

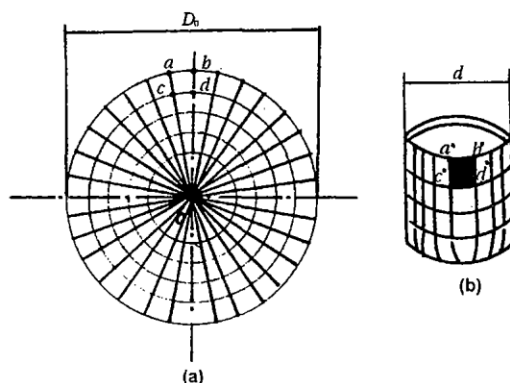
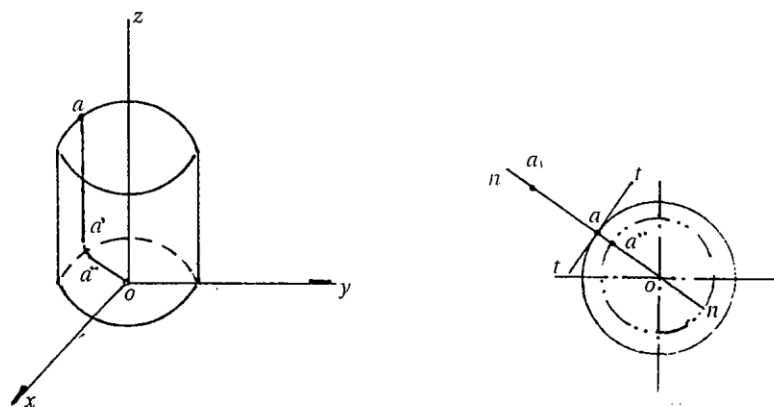
图 2 毛坯变形前后的网格变化
(a)拉深时毛坯材料转移 (b)拉深件的网格变化

图 3 圆筒形件拉深线

由图 3 还可以看出,任意点 a 处拉深线 L 在 xoy 平面上投影为直线,即为拉深件在该平面上该点处切线 tt 的法线 nn ,由此,取 $a_1a'' = L = aa' + \widehat{a'a''}$ (其中 $\widehat{a'a''} = 2\pi\rho/4$, ρ 为中性层半径) 则 a_1 点即为圆筒形件的毛坯外形上的一点,因为是等高圆筒形件,各点处拉深线均相同,故取半径 $R = aa' + \widehat{a'a''} + oa''$ 画圆,此圆真实地反映了毛坯的形状. 从另一个角度来看虽然单元体 $abcd$ 在变形中受到径向拉应力和周向压应力,有径向辐射线 $oa = aa' + \widehat{a'a''} + oa'' = L + oa''$,其之差 $(L + oa'') - oa$ 令其为 δ ,即 $\delta = (L + oa'') - oa$. 假定变形为均匀变形,对图 2 的筒形件零件来讲,每一条径向辐射线变形后都有相同的 δ ,因此图 3 中的 a_1 点为毛坯外形的点. 但是拉深后会出现凸耳等,实际尺寸还必须考虑凸耳高度来取舍修正余量,即使差值 $\delta = (L + oa'') - oa$ 存在,对以半径 $R = L + oa''$ 画出的圆形毛坯形状影响并不大.

图 4 为规则盒形件,其网格变化为底部不参与变形区,图中以双点划线表示,竖直线仅在直边和圆角连接处有很少几条偏斜,但并不影响整个零件的拉深线求解和毛坯形状的确定. 根据圆筒形件拉深变化分析,此盒形件可视为由无数条拉深线 $L' = CC' + OC'$ 和底部不变形区组成,或由拉深线 L' 绕底部不变形区一周而成,拉深线经过盒形件圆角 r 处情况和圆筒形件类似,拉深线 L' 在 XOY 平面上的投影为直线在 C 点的切线 tt 的法线 nn 上, O 为盒形件转角处圆弧圆心,法线 nn 必经过圆心 O ,同样拉深线 C_1 点的投影直线在与 C_1 的切线 tt 的法线 nn 上. 取 $OP_1 = L'$, $O_1P_2 = L'$,此处因盒形件无高度变化,故有 $L' = OP_1 = O_1P_2$,由 P_1 点, P_2 点即为盒形件毛坯外形上的点. 同

理可求得多个此类点经连接而成盒形件毛坯外形和尺寸图. 综合筒形件和盒形件拉深度变化分析可知, 拉深件任意点处的拉深线在水平面上的投影即为该平面上该点处切线的法线, 此法线与不变形区外轮廓必有一交点, 从此交点沿法线向外截取线段长等于拉深线实际长度, 则线段的另一端点即为毛坯外形上一点, 将多个此类点经连接而成即可确定毛坯完整的形状和近似尺寸.

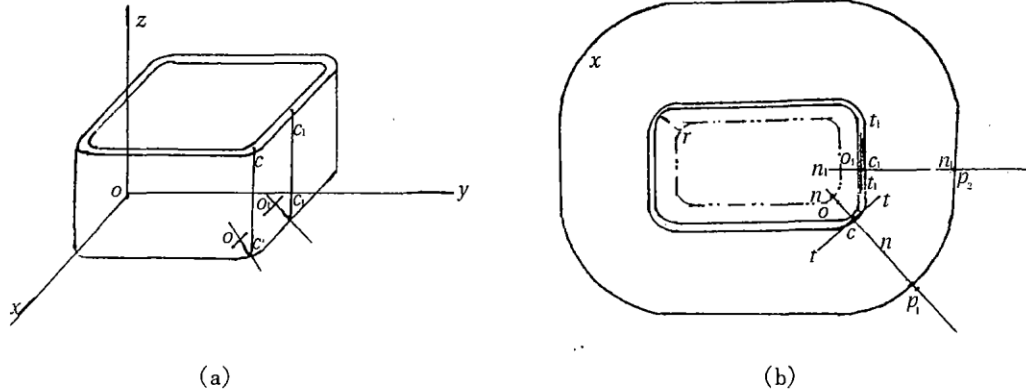


图4 盒形件拉深图

(a) 盒形件拉深的拉深线

(b) 盒形件拉深线投影和毛坯

2 计算实例

根据以上论述, 便可确定汽车制动阀安装板零件的毛坯形状, 该零件底部沿周圆角半径 $R = 6\text{mm}$, 故拉深线中的弧长为 $2\pi\rho/4 = 5.5\text{mm}$, 式中 $\rho = r + xt = 2.5 + 0.28 \times 3.5 = 3.48\text{mm}$, 求解方法如下:

- (1) 以双点划线画出底部不变形区域, 即沿周圆角半径 $R = 6\text{mm}$ 范围以内;
- (2) 任取零件上轮廓边缘上点如 I, I', II, II', 并作这些点的切线 $t_I t_I', t_{I'} t_{I'}, t_{II} t_{II'}, t_{II'} t_{II'}$ 和法线 $n_I n_I, n_{I'} n_{I'}, n_{II} n_{II}, n_{II'} n_{II'}$;
- (3) 取 $P_1 P_2 = P_3 P_4 = (30 - 6) + 5.5 = 29.5\text{mm}$, $P_5 P_6 = P_7 P_8 = (8 - 6) + 5.5 = 7.5\text{mm}$ (此时因为零件高度, 方向对称而且同时有变化);
- (4) 则 P_2, P_3, P_5, P_8 点即为零件的毛坯外形上的点图 5 所示;
- (5) 同理可求得其余各点.

最后可得该零件的毛坯形状和尺寸, 如图 6.

3 结束语

由相似原理可知, 毛坯的形状一般与工件截面形状相似, 如工件的横截面是圆的, 椭圆形的, 则拉深前的毛坯形状基本上也是圆的和椭圆形的^[2]. 但是由相似原理在确定不等高拉深件或成形件的毛坯形状就显得比较困难. 由计算拉深件拉深线长度的方法来确定零件的毛坯, 能较真实地反映毛坯形状, 虽然尺寸上可能存在误差, 但也只是整个毛坯放大或缩小尺寸的问题, 因此, 用此方法得到的汽车制动阀安装板毛坯尺寸和形状, 在实际试模时一次即获成功, 完全满足了零件的形状和尺寸要求. 用此方法计算空气滤清器支架托板毛坯形状, 虽然材料与安装板材料不相同, 为 08 钢, 材料厚度为 4mm, 且底部圆角半径为 5mm, 用拉深线法展开其尺寸时, 仍取板料厚度的中性层处, 得到的毛坯形状也经试模后一次即获成功, 试模中还发现不同材料, 不同的底部圆角半径, 只要取板

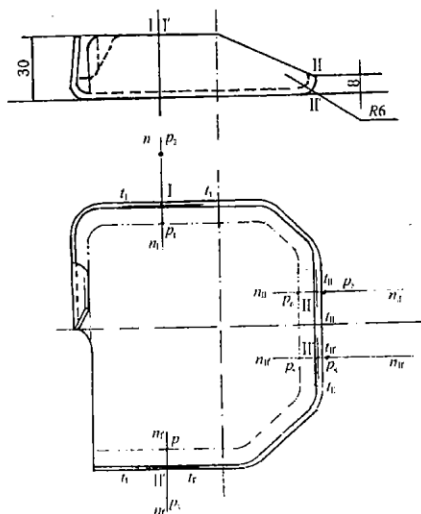


图 5 汽车制动阀安装板毛坯求解

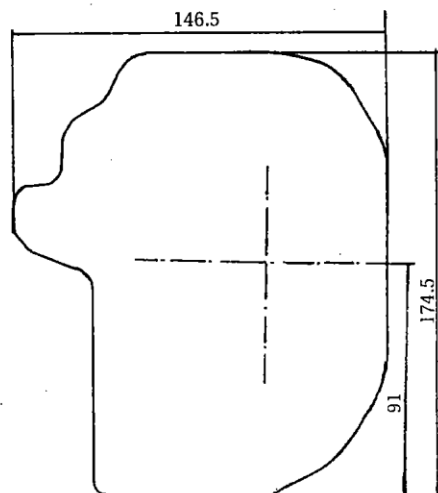


图 6 汽车制动阀安装板毛坯

厚的中性层处展开,毛坯形状仍符合工件要求,换言之,材料及底部圆角半径对毛坯展开影响并不大.另外,在弯曲和拉深交界处采用拉深线较符合实际毛坯形状.总之,用拉深线法改变了以往非规则零件拉深,成形等零件的毛坯形状和尺寸取决于试模的情况.因此具有一定的实用推广价值.

参 考 文 献

- 1 侯义馨. 冲压工艺及模具设计. 北京:兵器工业出版社,1994.150~182
- 2 刘心治. 冷冲压工艺及模具设计. 重庆:重庆大学出版社,1995.87~89

Determining of blank in form for automobile brake valve

Shi Yuqing

(Hangzhou Institute of Applied Engineering, Hangzhou 310012)

Abstract Through analysis by grid of round tube and case in front-after drawing, determining deformation and no-deformation, blank form of unusual regular case could be obtained, it is consist of drawing line of deformation and no-deformation, Blank form and dimension of automobile brake valve could be with method calculated. It is successful only one time in testing die, and is very practical useful.

Key words grid analysis no-deformation drawing line