

用相似原理计算盒形拉深件展开尺寸

施于庆

(杭州应用工程技术学院机械系 杭州 310012)

摘 要 根据拉深件毛坯尺寸计算的面积相等原理和相似原理,推导出盒形拉深件展开尺寸计算公式,经生产实际应用,完全能够满足此类零件的拉深后尺寸要求,具有一定的实用价值。

关键词 相似原理 毛坯 钣金计算

中图分类号 TG76

计算拉深件毛坯的方法较多,一般有:(1)体积不变原理,拉深前和拉深后材料的体积不变,对于不变薄拉深,用假设变形中材料厚度不变,即拉深前毛坯的面积与工件面积相等。(2)重量相等原理,拉深前和拉深后材料重量不变。(3)相似原理,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,则拉深前毛坯基本也是圆的,毛坯的周边必需制成光滑曲线,无急剧转折等^[1]。生产中所用求解方法有:分析图解法,作图法等等,以上种种方法,对于求解等高的圆筒形展开尺寸是较为方便的,如现有手册给出的毛坯计算公式均基于面积相等原理来求出毛坯直径 D_0 ,这里所求毛坯未知参数只有一个,即直径 D_0 ,当毛坯尺寸参数不止一个时,如盒形拉深件展开尺寸,用面积相等法来求解,便十分困难,所以手册给出的盒形件毛坯尺寸公式或作图法都只能是近似的方法,与生产实际使用相距较远,误差大,根本满足不了使用。所以,盒形件毛坯尺寸的确定目前仍采用先设计和制造拉深模,借助试模再确定毛坯形状和尺寸,延长了模具设计和制造周期,对此,作者提出同时运用面积相等原理和相似原理,获得切实可行的盒形拉深件展开尺寸计算公式。

1 盒形拉深件及毛坯面积计算

图1为一个盒形件。

根据盒形件的几何形状可将其分成4个部分表面面积,分别为:

(1) 盒形件底部面积,设其为 f_1 ,即材料拉深时不变形区^[2],为计算方便,计算时可不包括转角部分。由已知工件参数得:

$$f_1 = (1 - 2t - 2R)(b - 2t - 2R) + (R - r)[2(1 - 2t - 2R) + 2(b - 2t - 2R)] \quad (1)$$

(2) 盒形件4个直壁(侧壁)部分面积,设其为 f_2 :

$$f_2 = (h - t - r)[2(1 - 2t - 2R) + 2(b - 2t - 2R)] \quad (2)$$

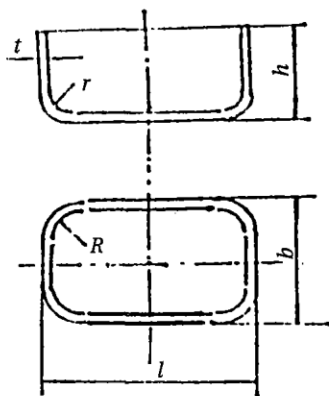


图1 盒形件

l. 长度 b. 宽度 r. 圆角半径
h. 高度 R. 转角半径 t. 厚度

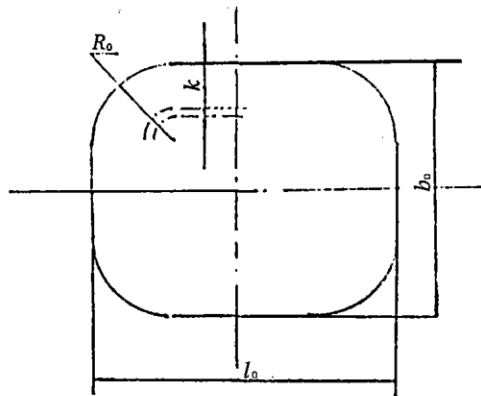


图2 盒形件展开尺寸 k 沿周均匀变化

(3) 对应于4个直壁(侧壁)部分的底部面积,即底部圆角 r 处,这部分面积可看作某一长度且料厚为半个空心圆管的表面积.设其面积为 f_3 :

$$f_3 = (r + 0.5t)\pi[2(1 - 2t - 2R) + 2(b - 2t - 2R)] \quad (3)$$

(4) 盒形件4个转角的表面积拼合起来可视为圆筒形件表面积,设其为 f_4 ,参考手册上圆筒形件计算方法并具体代入盒形件有关参数可得:

$$f_4 = 0.25\pi[(2R + t)^2 + 4(2R + t)(h - 0.5t) - 1.72(r + t) - 0.56(r + t)^2] \quad (4)$$

设盒形件表面积 $f^{[3]}$, 故有

$$f = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 \quad (5)$$

但是根据相似原理,此盒形件毛坯形状也应与盒形件水平投影相似,故可视为毛坯尺寸即工件水平投影的尺寸 l 或 b 的边长均匀增大了某一段距离,这一增加了的距离称之为相似系数 k,见图示2,于是毛坯面积(设其为 s),则可得 s:

$$s = (R + t + k)^2\pi + 1b - 2(R + t)(1 + b) + 4(R + t)^2 + 2(R + t + k)(1 + b - 4(R + t)) \quad (6)$$

由面积相等原理可得

$$f = s \quad (7)$$

整理可得如下 k 值求解方程:

$$\pi k^2 + [(R + t)(2(1 + b) + (2\pi - 8)(R + t))]k + (4 + \pi)(t + R)^2 + 1b - 2(R + t) - f = 0 \quad (8)$$

2 分析讨论

令(8)式中 $a = \pi$, $b = [(R + t)(2(1 + b) + (2\pi - 8)(R + t))]$, $c = (4 + \pi)(t + R)^2 + 1b - 2(R + t) - f$, 故(8)式可改写成

$$ak^2 + bk + c = 0 \quad (9)$$

解此方程有以下几种可能:(1) $a = 0$, 不是二次方程;(2) $b^2 - 4ac = 0$, 有两个相等实根;(3) $b^2 - 4ac > 0$, 有两个不等实根;(4) $b^2 - 4ac < 0$, 有两个共轭复根.

因为 $a = \pi$, 所以(1)情况不可能出现,对于(2),(4)种情况因可以证明(将盒形件原始参数代入)唯有(3)情况出现,即 $b^2 - 4ac > 0$, 并同时可以证明出:

$$\sqrt{b^2 - 4ac} - b > 0$$

(证明从略)故方程(9)有唯一解即:

$$k_1 = \frac{\sqrt{b^2 - 4ac} - b}{2a} \quad k_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

k_2 此与题义不符,最后设毛坯尺寸长为 l_0 ,宽为 b_0 ,4个角上的圆角半径为 R_0 ,故再由毛坯图2得:

$$l_0 = l + 2k = l + \frac{\sqrt{b^2 - 4ac} - b}{a} \quad (10)$$

$$b_0 = b + 2k = b + \frac{\sqrt{b^2 - 4ac} - b}{a} \quad (11)$$

$$R_0 = R + t + k = R + t + \frac{\sqrt{b^2 - 4ac} - b}{a} \quad (12)$$

这是盒形件毛坯计算公式,虽然算式较繁复,由于 k 值有唯一解,用程序求较简单,这里给出流程框图见图3.

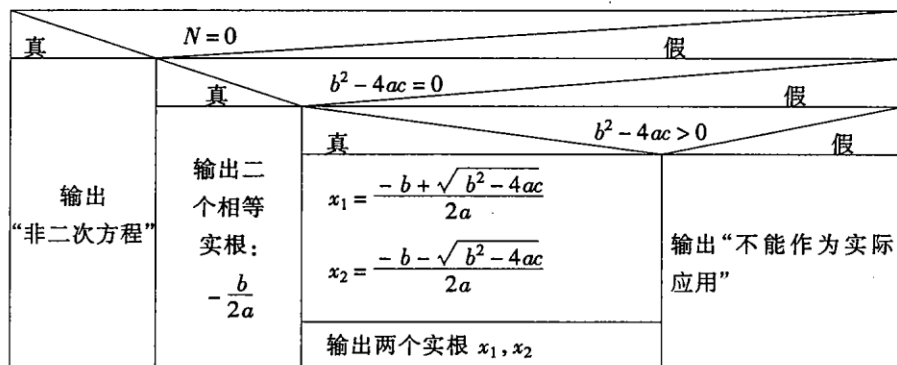


图3 N—S 流程框图

3 应用实例

图4是某厂生产的容器为一个盒形件,材料为08,厚度为2mm,尺寸如图中所示,采用如前所述计算公式,其毛坯尺寸如图5所示,根据盒形件的尺寸可判断为低盒形件.其相对高度

$$\frac{H}{B} = \frac{5}{40} = 0.125 \quad (13)$$

角部的相对圆角半径

$$\frac{r}{B} = \frac{5}{40} = 0.125 \quad (14)$$

毛坯相对厚度

$$\frac{r}{D} 100 = \frac{2}{74.998} 100 = 2.67 \quad (15)$$

根据冲压手册可求得在一次工序内所能拉深的矩形件的最大相对高度 $H/B_1 = 0.7$; 则有 $H/B < H/B_1$; 所以此盒形件可一次拉深成.

(13), (14), (15) 式中: r —角部的圆角半径/mm; B —盒形件短边宽度/mm; t —材料厚度/mm; D —毛坯短边宽度/mm; H —零件高度/mm.

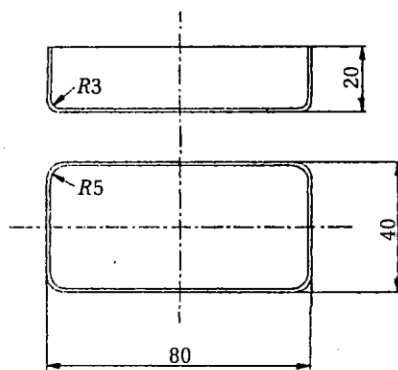


图4 零件图

再核算角部的拉深系数,对于低盒形件,由于圆角部分对直边部分的影响相对较小,圆角处的变形最大,故变形程度用圆角处的假想拉深系数来表示.

式中 R_y —毛坯圆角部分的假想半径,拉深系数可用比值 H/r 来表示,因为拉深系数

$$m = \frac{d}{D} = \frac{2r}{\sqrt[3]{2rH}} = \frac{1}{\sqrt[3]{2\frac{H}{r}}} = \frac{1}{\sqrt[3]{2\frac{20}{5}}} = 0.354 \quad (16)$$

再根据冲压手册可得盒形件第一次拉深系数 $m_1 = 0.31$, 则 $m \geq m_1$, 所以可一次拉成.

4 结束语

用面积相等原理和相似原理得出的盒形件毛坯尺寸计算公式具有求解方便,准确的特点,经实际生产应用,毛坯圆角半径作适当调整,完全能够获得合格的工件尺寸要求,一般的在运用此公式时,材料厚度应大于 2mm 为宜,材料可为 08 或 08A1 等之类的浅盒形拉深件,能否一次拉深出,则可用盒形件拉深系数计算方法来确定.

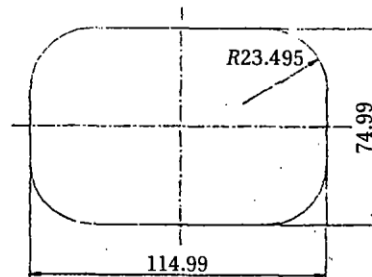


图 5 零件的展开尺寸

参 考 文 献

- 1 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
- 2 王孝培. 冲压设计资料. 北京:机械工业出版社,1982.197~205
- 3 谭浩强. C 程序设计. 北京:清华大学出版社,1991.77~79

Calculating case form dimension of drawing with similarity principle

Shi Yuqing

(Hangzhou Institute of Applied Engineering, Hangzhou 310012)

Abstract According to area equality and similarity principle in calculating formula for drawing blank, through practical using, dimension of drawing workingpiece could be of practical use.

Key words similar method case-blank calculating