

翻 孔 预 孔 孔 径 的 计 算

张朝阁, 卢险峰, 褚 亮

(南昌大学, 江西南昌 330029)

摘要: 根据塑性变形体积不变原则和翻边变形的力学特点, 探讨了翻孔预孔孔径的计算方法, 分析了现有的按弯曲件展开原则计算翻孔预加工小孔孔径方法的欠妥之处, 提出了一个更合理的计算公式。

关键词: 翻孔; 预加工; 孔径; 体积不变原则; 计算公式

中图分类号: TG386.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2168(2004)01-0034-04

Calculation of the Diameter of the Pre-Manufactured Hole For Flanging

ZHANG Chao-ge, LU Xian-feng, CHU Liang

(Nanchang University, Nanchang, Jiangxi 330029, China)

Abstract: According to the constant-volume principle of plastic forming and the mechanical characteristics of flanging deformation, the calculation of the diameter of the pre-manufactured hole for flanging is discussed. The drawbacks of the current method for calculating the hole diameter according to the unfolded principle of the bent part are analyzed. And a more reasonable formula was proposed.

Key words: flanging; premanufacture; hole diameter; constant-volume principle; calculation formula

1 引 言

圆孔翻边是冲压成形的1种基本工序, 且是拉伸类冲压成形的典型工序之一。在翻孔过程中, 变形区切向和径向均受到拉应力的作用, 切向拉伸变形最大, 材料的厚度有明显减薄^[1]。若翻孔模的凸、凹模间隙值取得比料厚小, 翻孔件竖边边缘会变得很薄甚至开裂。

翻孔前要制备预加工小孔, 生产实际中多是用冲孔模冲制。然而, 对预加工小孔孔径计算, 绝大多数文献资料^[1~6]均提出了1个相同的公式, 即依据弯曲展开的方法作近似计算或是按板料中性层长度不变原则计算, 这种理论和经验公式对生产实际具有一定的指导作用。但其计算公式的依据不符合塑性力学规律, 也不符合翻孔变形力学特点, 应该予以更新。

依据变形区材料翻孔前后体积不变的原则, 并在结合翻孔后材料明显变薄事实的基础上, 分析了现有计算公式之依据的不合理之处, 推导出翻孔预

加工小孔孔径的计算新公式, 并通过生产实际中的几个零件进行了验证。

2 对现用计算公式依据的定性分析

现用于翻孔预加工小孔孔径计算的公式为:

$$d_0 = d_1 - 2(H - 0.43r - 0.72t_0) \quad (1)$$

公式(1)提出的依据是按弯曲展开的方法或按中性层长度不变原则。此依据或假设与翻孔变形实际及规律不相符, 可作如下定性分析:

(1)作中性层长度不变的假设, 可以不考虑材料厚度因素的影响, 也不必取用工件内外径2个参数, 这样做是为了简化推导与计算, 有一定合理性。但是, 塑性力学中的体积不变条件从宏观和微观力学角度是得到公认的。由于实际上翻孔得到的工件体积与坯料体积相等, 现假设中性层长度不变, 实际上是认为变形材料的表面积又相等, 势必会有变形前后材料的厚度相等。而实际上翻孔后材料有明显变薄的, 因此, 中性层长度不变的依据在塑性变形中是不符合客观实际的, 是不科学的。

(2)所谓按弯曲近似展开的方法, 乃视为一种位移的概念, 是将一直线段变成为一等长的圆弧的方法。位移中性层长度当然不变。而在对冲压加工中弯曲变形的分析, 历来有体积不变条件的应用, 且在

作者简介: 张朝阁(1974-), 男, 河南南阳人, 在读硕士生, 研究方向为冲压加工及模具成形技术, 地址: 江西省南昌市南昌大学机电学院2002级硕士研究生。电话: 0791-8183060, E-mail: bumianzhiye@sina.com.

收稿日期: 2003-05-20

对弯曲件坯料长度计算的推导和提出的计算公式中,有应变(还有应力)中性层内移的结果。中性层内移就表明中性层长度变化了。因此,这里出现了两种概念上的混淆。倘若将所谓按弯曲展开方法理解为冲压加工中的弯曲,而又用公式(1)进行计算,其依据和结果也是不一致的。

(3)文献[2]早已提出1个按体积相等原则计算翻孔预孔孔径的计算公式,但公式中的材料厚度参数是用坯料原始厚度。显然,仍不符合翻孔变形特点,也一直未得到应用,实际上也未真正按体积不变条件来处理问题。

3 翻孔预孔孔径计算公式推导

3.1 推导的前提条件

(1)体积不变。即变形前的坯料体积等于变形后零件体积 $V_0 = V$ 。

(2)最薄处厚度。取翻孔前宽度和厚度相等且均为 t_0 (内径为 d_0)的1个小环形体考虑,翻孔后变成厚度为 t_{\min} (内径为 d)的大环形体,两部分体积应相等,据此有

$$t_{\min} = t_0 \sqrt{d_0/d} = t_0 \sqrt{K_f}$$

式中 K_f ——翻孔系数。

(3)平均厚度。由于翻孔变形中变形区材料厚度的具体变化规律目前尚未有更具体的数学描述,但受翻孔系数 K_f ,翻孔件的大小及相对圆角半径 r/t_0 等因素的影响,翻孔件的厚度按平均厚度计算。根据翻孔实验测试和一些实例分析,提出新公式中翻孔件的平均厚度主要按翻孔件的相对圆角半径取值 $t' = x' t_0$, 式中 x' 为平均变薄系数,其值选取按表1。

表1 平均变薄系数 x'

r/t_0	x'
≤ 0.5	0.7
0.5~1	0.8
1~2	0.8~0.85
>2	0.85~0.9

注:当工件较大时取小值;当工件较小时取大值。

3.2 推导过程与结果

(1)变形后(即翻孔件)的体积。

翻孔变形后工件体积包括圆弧为 r 的球缺部分和直壁高为 h 的筒体,如图1所示。两部分体积之

和为:

$$V = \pi \left[\frac{(d+t')^2}{4} r + \left(\frac{5}{3} - \frac{\pi}{2} \right) r^3 + \left(1 - \frac{\pi}{4} \right) (d+t') r^2 \right] - \pi \left[\frac{(d-t')^2}{4} (r+t') + \left(\frac{5}{3} - \frac{\pi}{2} \right) (r+t')^3 + \left(1 - \frac{\pi}{4} \right) (d-t')(r+t')^2 \right] + \pi \left(\frac{d+t'}{2} + r \right)^2 t' + \pi d t' h$$

(2)翻孔前坯料体积。

待参与变形的材料是平板坯料的内法兰部分,如图1所示,即外径为 d_1 、内径为 d_0 的环形件,体积为 $V_0 = \pi t_0 \left[\left(\frac{d+t'}{2} + r \right)^2 - \frac{d_0^2}{4} \right]$ 。

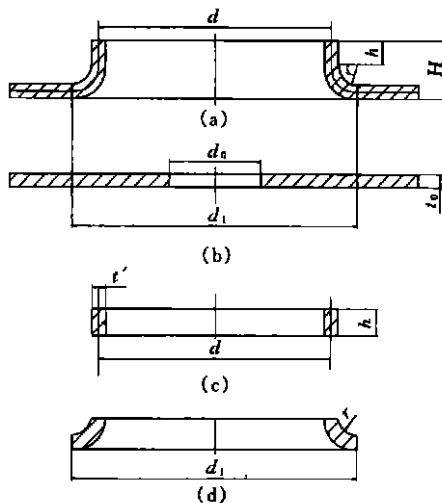


图1 翻孔件及其体积计算示意图

(3)导出翻孔预孔直径 d_0 的计算公式。

根据塑性变形前后体积不变条件,有 $V_0 = V$, 得

$$d_0 = 2 \sqrt{A - \frac{1}{t_0} [0.12t'^3 + (0.79d + 1.13r) t'^2 + B]} \quad (1)$$

忽略上式中的高阶项 $0.12t'^3$ 得:

$$d_0 = 2 \sqrt{A - \frac{1}{t_0} [(0.79d + 1.13r) t'^2 + B]} \quad (2)$$

式中 $A = \left(\frac{d+t'}{2} + r \right)^2$

$$B = (1.13r^2 + 1.58rd + dh) t'$$

r ——翻孔件圆角半径

d ——翻孔件直筒中径

t_0 ——坯料原始厚度

t' ——翻孔后材料平均厚度

h ——翻孔件直壁高度

公式(2)即为按体积不变条件推导出的计算翻

孔预孔孔径的新公式。

4 公式的验证与比较

为了验证按体积不变条件推导出的计算公式对工程实际的可适用性,搜集了生产实际中的几个例子进行验证,并用原按弯曲展开(或中性层长度不变)原则提供的公式进行了计算。

实例 1:如图 2 所示零件^[7],料厚 $t_0=0.8\text{mm}$,有一道翻孔工序。



图 2 翻孔件

(1) 按公式(1)求得预加工小孔的孔径 $d_0=2.7\text{mm}$ 。

(2)按公式(2)求预加工小孔孔径 d_0 。根据 $t_0=0.8\text{mm}$,因相对圆角半径 $r'/t_0=0.38$,故取 $x'=0.7$, $t'=0.7 \times 0.8=0.56\text{mm}$, $r=0.3\text{mm}$, $d=5.66\text{mm}$, $h=1.44\text{mm}$ 。

将上述参数代入公式(2)得 $d_0=2.89\text{mm}$ 。

(3)工厂最终实际采用的是 $d_0=3\text{mm}$ 。

实例 2:一汽车玻璃升降器外壳零件^[1],料厚 $t_0=1.5\text{mm}$,如图 3 所示,其中有一道翻孔工序。

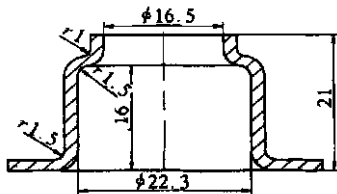


图 3 玻璃升降器外壳

(1) 按公式(1)求得预加工小孔孔径 $d_0=11.02\text{mm}$ 。

(2)按公式(2)求预加工小孔孔径 d_0 。根据 $t_0=1.5\text{mm}$,因零件较小且相对圆角半径 $r'/t_0=0.67$,故取 $x'=0.8$, $t'=1.2\text{mm}$, $r=1\text{mm}$, $d=17.7\text{mm}$, $h=2.8\text{mm}$ 。

将上述参数代入公式(2)得 $d_0=11.27\text{mm}$ 。

(3)工厂最终实际采用的是 $d_0=11\text{mm}$ 。

实例 3:拖拉机离合器上一零件^[2],料厚 $t_0=5\text{mm}$,如图 4 所示,其中有一道翻孔工序。

(1) 按公式(1)求得预加工小孔孔径 $d_0=$

110.5mm。

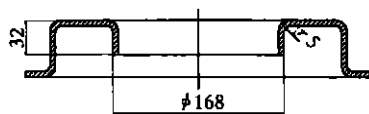


图 4 拖拉机离合器上零件

(2)按公式(2)求预加工小孔孔径 d_0 。根据 $t_0=5\text{mm}$,因相对圆角半径 $r'/t_0=1$,且零件较大,故取 $x'=0.8$, $t'=4\text{mm}$, $r=5\text{mm}$, $d=164\text{mm}$, $h=23\text{mm}$ 。

将上述参数代入公式(2)得 $d_0=116.82\text{mm}$ 。

(3)工厂最终实际采用的是 $d_0=125.5\text{mm}$ 。

实例 4:如图 5 所示的一翻孔件^[4],料厚 $t_0=0.5\text{mm}$ 。

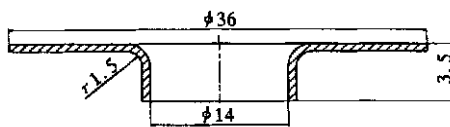


图 5 一翻孔零件

(1) 按公式(1)求得预加工小孔孔径 $d_0=9.51\text{mm}$ 。

(2)按公式(2)求预加工小孔孔径 d_0 。根据 $t_0=0.5\text{mm}$,因相对圆角半径 $r'/t_0=3$,故取 $x'=0.9$, $t'=0.5 \times 0.9 \approx 0.45\text{mm}$, $r=1.5\text{mm}$, $d=14.45\text{mm}$, $h=1.55\text{mm}$ 。

将上述参数代入公式(2)得 $d_0=9.28\text{mm}$ 。

(3)工厂最终实际采用的是 $d_0=9.5\text{mm}$ 。

从以上 4 例看出,按公式(2)计算出的预加工小孔孔径与工厂最终实际采用值相差很小,经过试模,能顺利确定预加工小孔孔径的最终尺寸,所以,完全证明新公式对工程实际是适用的。

5 结束语

(1)推导的公式(2)是基于塑性变形中体积不变原则,较原有计算方法的依据在理论上更为合理、更具有科学性。

(2)用几个生产实例中的翻孔件验证表明,公式(2)的计算结果虽不十分精确,但完全能符合工程实用。当然按公式(2)仍然不能取代现今翻孔加工的实际生产中总是要经过试模(针对具体的材料、模具和设备)最后确定其预加工小孔孔径的过程。

(3)公式(2)虽较原公式复杂些,但仍可手算,且通过简单的计算机编程进行计算也不困难。

型腔模技术

按键双色注射模设计

欧阳德祥¹, 蒋太斌², 董晓华², 韩森和¹, 刘旭华¹, 应文豹¹

(1. 武汉职业技术学院, 湖北武汉 430074; 2. 武汉 733 厂, 湖北武汉 430074)

摘要: 介绍了双色塑料注射成型工艺, 以双色按键塑件为例分析了双色注射模的技术要求、结构特点、工作过程及设计要点, 重点介绍了浇注系统的设计、螺旋轴的结构及其工作过程。

关键词: 双色注射模; 按键; 螺旋轴; 回转板

中图分类号: TQ320.662 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2168(2004)01-0037-05

Design of the Injection Mould for Bi-colour Plastic Keys

OUYANG Dexiang¹, JIANG Tai-bin², DONG Xiao-hua², HAN Sen-he¹, LIU Xu-hua¹, YING Wen-bao¹

(1. Wuhan Technical College, Wuhan, Hubei 430074, China;

2. Wuhan No.733 Factory, Wuhan, Hubei 430074, China)

Abstract: The injection forming technology for bi-colour plastics is introduced. With the bi-colour plastic key as an example, the technical requirement, structure characteristics, working process and main design points of the injection mould for bi-colour plastics are analyzed. The emphasis is put on the design of the feeding system, and the structure and working process of the spiral shaft.

Key words: injection mould for bi-colour plastics; key; spiral shaft; rotary plate

1 双色注射成型工艺简介

使用 2 个注射系统的注射机, 将不同品种或不同色泽的塑料同时或先后注入模具型腔内的成型方法, 称为双色注射成型。双色注射成型的设备如图 1 所示, 2 个注射系统(料筒)和 2 副模具共用一个合模系统。模具的定模安装在机床固定模板上, 动模安装在机床回转板 6 上。2 副模具的

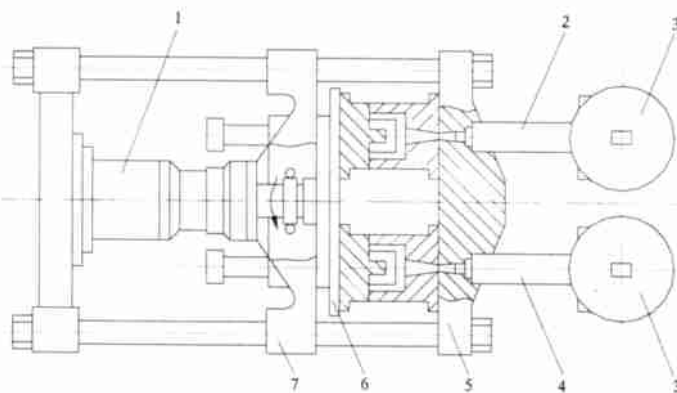


图 1 双色注射成型示意图

1. 合模液压缸 2. 注射系统 A 3. 料斗 4. 注射系统 B 5. 固定模板 6. 回转板 7. 移动模板

作者简介: 欧阳德祥(1964—), 男, 湖北仙桃人, 高级工程师。从事机械加工工艺、模具设计与制造工艺及教学工作, 地址: 湖北省武汉市洪山区关山一路 463 号武汉职业技术学院机械工程系。电话: 13971589733, E-Mail: ouyangdex@vip.sina.com
收稿日期: 2003-07-16

参考文献

- [1] 卢险峰. 冲压工艺模具学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [2] [苏] 罗曼诺夫斯基. 冷压手册(增订第二版)[M]. 梁炳文, 迟家骏合译. 北京: 机械工业出版社, 1957.
- [3] 李硕本. 冲压工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1982.
- [4] 王同海. 实用冲压设计技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1995.
- [5] 王孝培. 冲压设计资料[M]. 北京: 机械工业出版社, 1983.
- [6] 中国机械工程学会, 中国模具设计大典编委会. 中国模具设计大典(第3卷). 冲压模具设计[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2003.
- [7] 焦世衡. 内、外翻边、起伏复合成形[J]. 模具科技, 1985, (2) 7~9.