

# 带底部法兰筒形件切旋成形 工艺研究\*

刘发美,金俊松,王新云,邓磊,龚攀,饶伟

(华中科技大学材料成形与模具技术国家重点实验室,武汉 430074)

**[摘要]** 旋压成形工艺是一种少/无切削、成形力小的渐进成形技术,广泛应用于现代制造业。针对带底部法兰的筒形件提出一种切旋两步成形工艺,采用有限元方法对不同参数条件下的旋压成形过程进行数值模拟,得到旋轮倾角、旋轮圆角半径以及进给比等因素对成形过程中成形力大小和坯料的筒壁厚度分布以及应变分布的影响,并通过试验验证了工艺的可行性。

**关键词:** 切旋;斜式旋轮;有限元;法兰;筒形件

**DOI:**10.16080/j.issn1671-833x.2019.13.030



刘发美

博士研究生,主要研究方向为旋压成形工艺。

旋压成形是一种连续的局部塑性渐进成形的近净成形技术,可以快速成形各种回转体零件,其特点是成形力小、产品尺寸精度高、力学性能

好、材料利用率高、成形效率高<sup>[1]</sup>,十分契合我国现在以及未来绿色高效的生产主题。旋压技术的发展和广泛应用对我国制造业发展起着越来越重要的作用。目前,旋压成形技术在军用、民用以及航空航天等领域得到广泛应用<sup>[2-3]</sup>。

旋压成形主要分为普通旋压、变薄旋压两大类,两种旋压工艺的主要区别是坯料是否发生减薄<sup>[4]</sup>。为了充分体现旋压成形的优越性,国内外学者不断探索出各种新型特种旋压工艺,能够成形出各种形状复杂的零件,增加了旋压技术的普适性。其中一大研究热点就是采用旋压工艺来进行体积成形。

Jin等<sup>[5]</sup>设计一种新型旋压增厚工艺,利用带型槽的环形旋轮对盘形坯料轮缘部分进行单边增厚,得到薄辐板厚轮缘零件,并采用主应力法推导出成形过程中的旋压力表达式,再基于有限元模拟分析了成形过程和

可能出现的缺陷,最后通过试验验证了模拟的准确性。吴文魁等<sup>[6]</sup>则设计和讨论了盘形坯料轮缘对称增厚的成形工艺及变形规律,总结得到成形极限图,为此类零件实际生产提供了参考。

夏琴香等<sup>[7]</sup>深入分析了多楔带轮旋压成形特点,将其变形过程划分为增厚和旋齿两个变形阶段,采用有限元模拟软件对成形过程进行了模拟,分析了应变分布和缺陷的形成规律,并通过试验验证了数值模拟结果的可靠性。Xu等<sup>[8]</sup>介绍了板料内齿多道次错距旋压成形工艺,利用有限元模拟和试验分析了成形过程中的变形特征,讨论了工艺参数对成形的影响,揭示了充填不满和裂纹这两大缺陷的形成机理,并通过优化工艺参数有效控制了缺陷的产生。

除板料增厚和成形内齿外,分形旋压也是一大新型旋压体积成形工艺。Hauk等<sup>[9]</sup>提出采用V形旋轮

\* 基金项目:国家自然科学基金(51675201)。

从盘形坯料侧面厚度中间处径向进给,将坯料劈开得到带有对称凸缘的盘形件,并利用局部模拟的方法分析了工艺参数对成形的影响。Huang等<sup>[10]</sup>进一步研究了铝合金板料对称分形旋压工艺,采用数值模拟的方法对成形过程进行模拟,分析各种模拟参数、工艺参数及材料参数对成形质量的影响,并通过主应力法推导出成形过程中成形力与各参数之间的数学关系。

前面所述的旋压技术都不能用来成形带底部法兰的筒形件,梁卫抗等<sup>[11]</sup>采用非对称分形旋压即铲旋工艺成形带轮内筒,采用 $90^\circ$ 旋轮从盘形坯料侧面径向进给,将坯料上半部分推起形成筒壁,通过有限元模拟分析讨论了旋轮进给速度、转速、旋轮圆角和旋轮直径等因素对成形载荷的影响。但是该方法所形成的筒壁高度和厚度受坯料外径的限制,在坯料外径确定的情况下,所形成的筒壁高度基本确定,难以进一步增高。对此,本文提出采用斜式旋轮两步成形法成形带底部法兰的筒形件,并对成形过程进行分析,研究了成形过程中坯料变形特点,并讨论了旋轮倾角、旋轮圆角半径、进给比等因素对成形的影响。

## 成形原理

旋压成形原理示意图如图1所示,圆柱体芯模将盘形坯料压紧于垫板之上,三者同轴,芯模与垫板以一定速度开始旋转,依靠摩擦力带动坯料一同旋转。第1步切旋,即旋轮尖

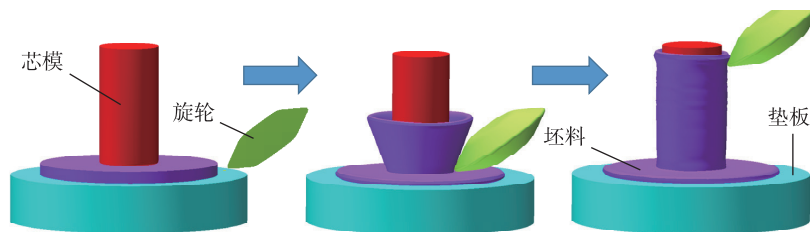


图1 成形原理示意图

Fig.1 Schematic diagram of forming process

端从坯料边缘一定厚度位置开始沿坯料径向以一定速度进给,坯料在旋轮尖端挤压和剪切力的作用下发生塑性变形,进而一分为二,旋轮将坯料部分旋起,逐渐形成倾斜的筒壁;第2步,流动旋压,即旋轮继续轴向进给,将倾斜的筒壁旋压形成垂直筒壁。

## 研究方法与工艺参数

本文采用的是有限元模拟与试验相结合的方法进行研究,首先利用Simufact Forming有限元软件建立模具、旋轮和坯料的有限元模型,模拟旋轮旋压形成筒壁过程,研究不同参数下成形力、厚度以及应变分布的变化规律;然后进行试验,验证工艺的可行性。

因为第1步是本工艺的关键,第2步是常规的流动旋压,因此本文重点研究坯料在第1步成形过程中变形规律,考察旋轮倾角 $\alpha$ 、旋轮圆角半径 $R$ 、进给比 $v/\omega$ ( $v$ 为旋轮进给速度, $\omega$ 为主轴转速)等因素对成形过程的影响,参数示意图如图2所示。

为全面研究各因素对成形的影响规律,本文采用控制变量法,当考察某一参数的影响时,对该参数进行不同取值,设定其他参数为某一固定值,参数取值范围如表1所示。根据前期的预研究,当旋轮倾角过小至 $50^\circ$ 时,旋轮强度不足,因此角度最小取到 $60^\circ$ ;当坯料总厚度为10mm时,底部法兰厚度至少需要6mm,才能保证法兰不发生拱起而导致成形失败,因此切旋厚度最大取值4mm;

当旋轮圆角半径大于2mm时,圆角部分对坯料起到碾压作用,其材料流动情况与切旋分流大不相同,因此旋轮圆角半径最大取2mm;当进给比大于1mm/r,坯料会出现夹持打滑,因此进给比最大取1mm/r。

利用Simufact Forming建立有限元模型如图3所示,芯模直径 $d=50\text{mm}$ ,垫板直径为200mm,均设为刚体。坯料直径 $D=150\text{mm}$ ,厚度 $t=10\text{mm}$ ,坯料材料为45钢,为弹塑性模型,用六面体单元进行环形网格划分,并对主要变形部位进行网格局部细化,网格总数量为19320。由于坯料变形量较大,计算过程中采用网

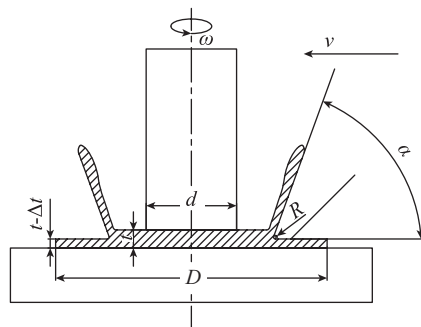


图2 工艺参数示意图

Fig.2 Schematic diagram of parameters

表1 工艺参数取值

Table 1 Experimental operating parameters

参数	取值
$\alpha / (^\circ)$	60,70,80,90
$R/\text{mm}$	0.5,1.0,1.5,2.0
$(v/\omega) / (\text{mm}\cdot\text{r}^{-1})$	0.4,0.6,0.8,1.0

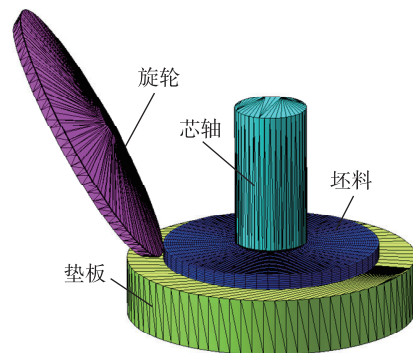


图3 旋压工艺有限元模型

Fig.3 FEA model of spinning process

格重划分技术。坯料与垫板、芯轴之间的接触类型设置为 glued, 坯料与旋轮之间接触为 touching。采用剪切摩擦模型, 摩擦系数为 0.2。成形过程中坯料、模具以及环境的温度均为 20℃, 不考虑变形过程中的温度效应。

## 切旋成形结果与讨论

### 1 切旋成形

#### 1.1 成形过程

图 4 是有限元模拟旋轮进给不同位移时坯料的等效应力分布云图。随着旋轮的径向进给, 坯料逐渐一分为二, 形成倾斜的筒壁部分和水平的法兰部分, 旋起的材料沿着旋轮侧壁不断流动, 由于筒壁部分在成形过程中一直在径向收缩和轴向伸长, 整个筒壁始终处于较大的应力状态下, 且当旋轮进给至 30mm 时, 筒壁中部厚度出现明显增厚, 当旋轮进给至 40mm 处, 由于芯模的压力作用, 参与流动的材料减少, 筒壁根部被拉伸减薄, 最终成形件内壁呈现弧形, 整个筒壁呈现“薄厚薄”的厚度分布状态。

#### 1.2 旋轮倾角对成形的影响

图 5 为成形过程中旋轮受 3 个方向反作用力的历程曲线, 可以看出旋轮在径向受力远大于切向和轴向, 因此成形力主要取决于径向力, 本文只研究各因素对旋轮径向力的影响。

图 6 所示为旋轮倾角不同时径向力的历程曲线, 可见随着倾角增大, 成形力显著增加。径向力为总体成形力与倾角正弦值相乘得到, 一方面旋轮角度较大时, 旋起的筒壁材料切向收缩、径向流动较大, 即总体变形量较大, 变形引起的加工硬化较大, 材料变形抗力较大, 且在相同时间内筒壁材料在径向和切向流动更大, 即应变速率更大, 根据 Backoken 等<sup>[12]</sup>提出的真实应力与应变速率指数关系, 应变速率越大, 应力越大, 从而引起变形的整体成形力就越大; 另一方面, 角度值越大, 旋轮进给时

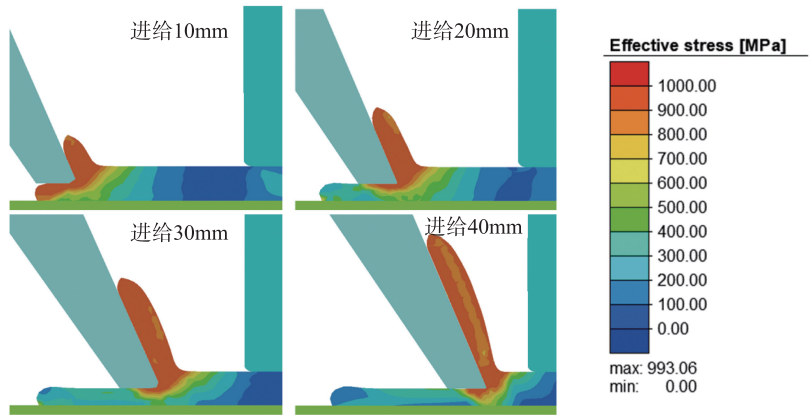


图4 径向进给成形过程有限元模拟结果

Fig.4 FEA simulation results of radial forming process

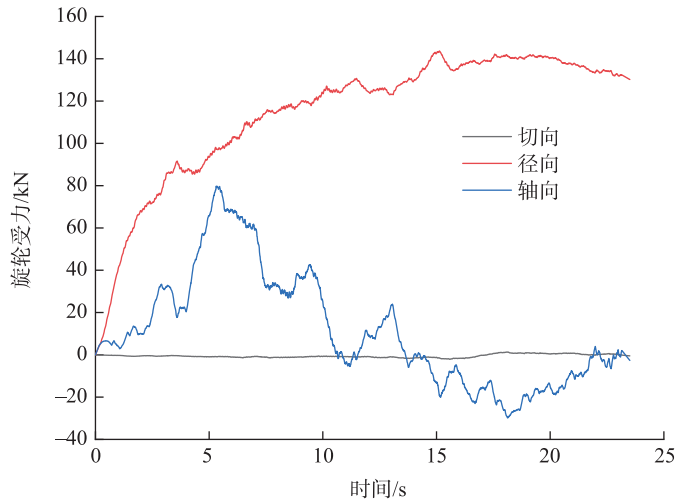


图5 旋压成形分力历程图( $\alpha=70^\circ$ ,  $R=1\text{mm}$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

Fig.5 History curves of spinning component forces ( $\alpha=70^\circ$ ,  $R=1\text{mm}$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

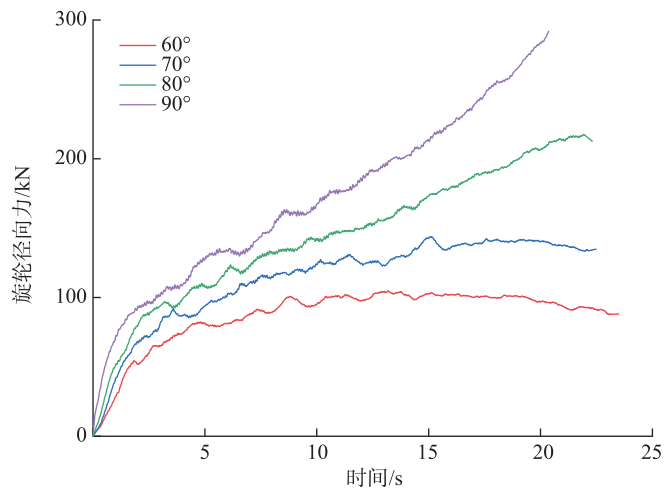


图6 不同旋轮倾角时旋压径向力历程图( $R=1\text{mm}$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

Fig.6 History curves of spinning radial forces under different incline angles ( $R=1\text{mm}$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

受到的力在径向的分力就越大。

图7为旋轮倾角 $\alpha$ 从 $60^\circ$ 到 $90^\circ$ 某一固定时刻坯料厚度分布云图和曲线,其中 $\Delta$ 值为厚度曲线波峰和波谷之间的差值, $\Delta$ 值大小反映了筒壁厚度分布的均匀性,曲线前端是筒壁尖端的厚度值,筒壁此位置为圆弧状,厚度值没有参考价值,因此不作为 $\Delta$ 值计算的最低厚度值。曲线横轴位置是指筒壁某一纵截面网格结点,取点顺序是从筒壁顶端到根部。

由图7可知,倾斜部分厚度呈薄厚薄规律分布。这是因为随着旋轮的进给材料逐渐立起,也就是筒壁任一横截面直径减小,周长减小,材料会沿周向收缩,由于体积不变原理,部分材料会向自由面即内筒壁流动,从而导致筒壁厚度增加。坯料靠外的部分(对应筒壁上端)直径减小量较大,参与流动的材料较多,故靠外坯料侧面隆起厚度较大,靠内则(对应筒壁根部)相反,厚度较小,而筒壁顶端是坯料边缘直接旋起的,边缘得到保留,所以筒壁呈薄厚薄规律分布。当旋轮倾斜角越大,坯料靠外部分直径减小量越大,参与流动的材料越多,隆起厚度就越大,筒壁就越短厚。虽然筒壁厚度随着旋轮倾角增大而增大,但 $\Delta$ 值变化并不明显,因此旋轮倾角对于筒壁厚度均匀性影响不大。

图8为不同倾角的旋轮成形零件后筒壁应变分布曲线,可以看出倾角越大,筒壁应变越大,分布也越不均匀。由前文分析可知,旋轮倾角越大,坯料变形量越大,且从厚度分布可以看出筒壁中部变形量较顶端和根部变形量大,因而筒壁整体应变较大,且筒壁中部应变相对两端更大,倾角越大,筒壁越短厚,应变分布也越不均匀。

### 1.3 旋轮圆角半径对成形的影响

如图9所示为不同圆角半径下径向成形力的历程曲线,可知圆角对径向成形力影响不明显,圆角半径增大径向成形力略有增加,这是由于圆

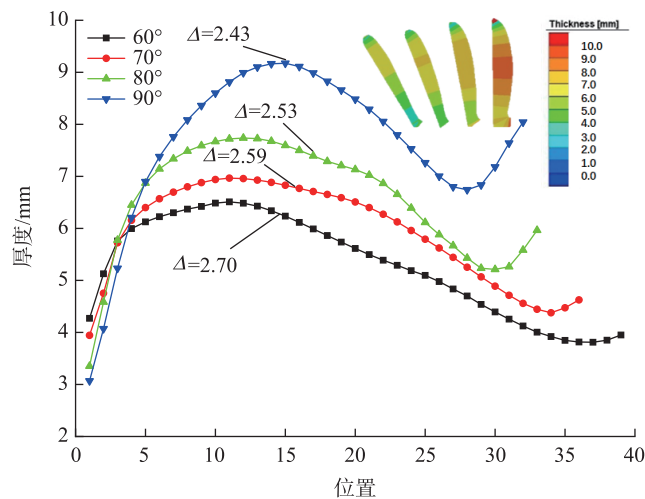


图7 不同旋轮倾角坯料壁厚分布( $R=1\text{mm}$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

Fig.7 Thickness distribution under different incline angles ( $R=1\text{mm}$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

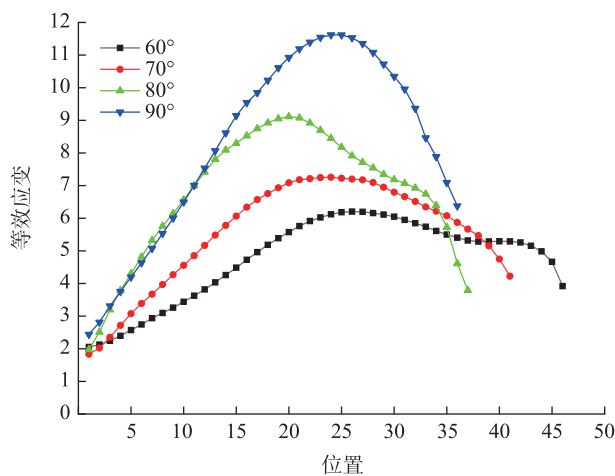


图8 不同旋轮倾角坯料筒壁应变分布( $R=1\text{mm}$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

Fig.8 Strain distribution of walls under different incline angles ( $R=1\text{mm}$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

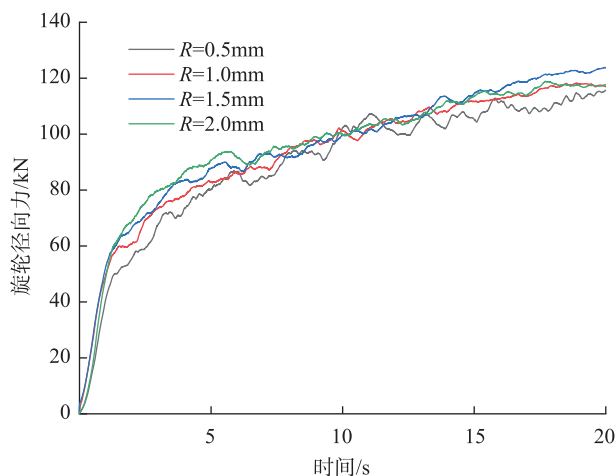


图9 不同圆角半径时旋轮径向力历程图( $\alpha=70^\circ$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

Fig.9 History curves of spinning radial forces under different fillet radius ( $\alpha=70^\circ$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

角半径与坯料接触区相对于旋轮整体与坯料的接触区占比比例很小,虽然旋轮圆角局部接触力有较大变化,但对整体成形力影响较小;同理,圆角半径对于壁厚大小和分布的影响也不明显,图 10 所示的不同圆角半径下筒壁厚度的对比曲线也证明了这一点。

图 11 所示为不同圆角半径下沿筒壁外表面的应变分布,可知圆角半径越大,外表面等效应变越大。这是由于圆角半径越大,进给时材料在旋轮尖端流动越容易,变形量就越大,故而应变就越大。

#### 1.4 进给比对成形的影响

图 12 为不同进给比时成形力的变化曲线。可知进给比越大,所需成形力越大,相对于坯料,旋轮尖端的轨迹是螺旋线,每一圈都会使一定金属发生变形,而进给比较小时,相邻两圈螺旋线间距较小,则参与变形的金属就较少,变形抗力较小,同时应变速率较小,应力较小,相应的成形力也较小。图 13 为不同进给比下得到的成形件筒壁厚度分布云图和曲线,可以看出,进给比越大,筒壁越短厚,但厚度分布变化不大。如前所述,进给比越大,旋轮径向力越大,因而成形过程中,筒外壁对旋轮的正压力越大,坯料沿着旋轮侧壁上升的阻力就越大,导致筒壁长度较短,由于体积不变,更多的材料向内壁流动,导致侧壁变得更厚。

图 14 所示为不同进给比下成形件筒壁应变分布。可以看出进给比对于筒壁表面的应变分布的影响并不是线性的,为了加强数据结果的准确性,在 0.4mm/r 和 0.6mm/r 之间增加了 0.5mm/r 的模拟结果。结果显示,当进给比从 0.4mm/r 增加到 1.0mm/r,成形件筒壁等效应变先增加后减小。其原因有两方面:一方面,当进给比增大时,成形件更加短厚,也就是参与变形的材料更多,因而应变越大;另一方面,进给比大,意味着相同进给量所需时间越短,因此

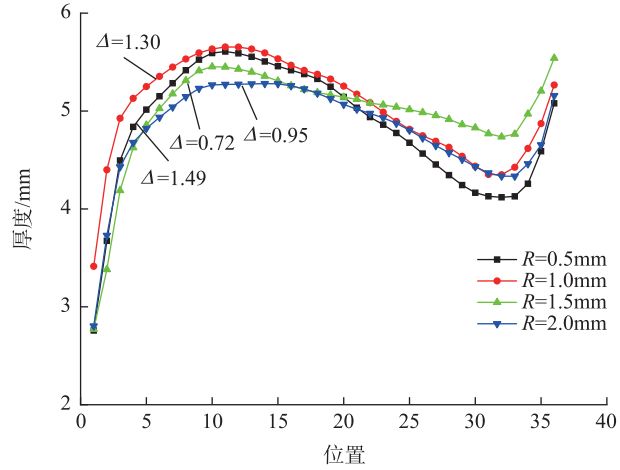


图 10 不同圆角半径坯料筒壁厚度分布( $\alpha=70^\circ$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

Fig.10 Thickness distribution under different fillet radius ( $\alpha=70^\circ$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

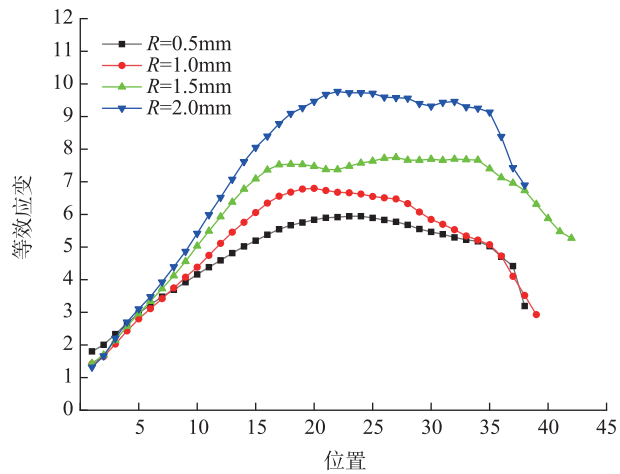


图 11 不同圆角半径坯料筒壁应变分布( $\alpha=70^\circ$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

Fig.11 Strain distribution of walls under different fillet radius ( $\alpha=70^\circ$ ,  $v/\omega=0.4\text{mm/r}$ )

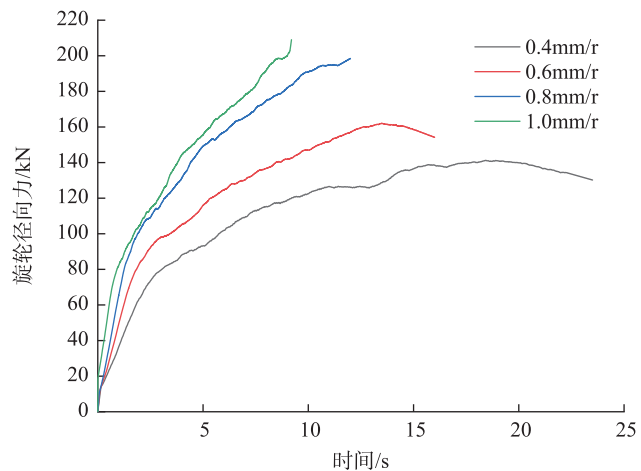


图 12 不同进给比时旋压径向力历程图( $\alpha=70^\circ$ ,  $R=1\text{mm}$ )

Fig.12 History curves of spinning radial forces under different feed rates ( $\alpha=70^\circ$ ,  $R=1\text{mm}$ )

筒壁表面与旋轮侧壁相互作用时间越长,强烈的摩擦导致表层应变量增加。由图 13 可以推断出,当进给比增加,厚度增加的幅度减小,即进给比对于成形件应变分布的影响在减小,所以进给比从 0.4mm/r 增加到 1mm/r 的过程中,前面一部分影响筒壁应变分布的主导因素是材料流动,后面一部分则是坯料与旋轮侧壁的作用。

## 2 流动旋压成形

图 15 为模拟得到旋轮轴向进给形成垂直筒壁的过程,坯料在芯模和垫板的摩擦力作用下旋转,旋轮从倾斜筒壁的根部开始轴向进给,旋轮与芯模之间留有一定间隙,倾斜筒壁在旋轮的作用下逐渐缩径,并沿着芯模表面延展伸长,最终形成垂直且贴模良好的筒壁。

采用 90° 旋轮也可成形垂直筒壁,但易出现诸如成形力过大、不易贴模、筒壁拱起等问题。如图 16 (a) 所示,垂直旋轮径向进给至 20.7168s 时,筒壁中部最厚,最先开始贴模。图 16 (b) 显示,筒壁内壁与芯模接触后材料流动受到限制,致使旋轮径向力迅速增加;由于径向进给材料流动的特点,内筒壁根部和顶部厚度最小处难以完全贴模,如图 16 (c) 所示;由于材料径向流动受到限制,且由于摩擦力作用,轴向流动也存在较大的阻碍,故筒壁轴向高度很难进一步提高,而且大量材料切向流动,则容易导致如图 16 (d) 所示的筒壁拱起缺陷。

而采用分步成形方法则可以有效避免这些问题。如图 17 所示是轴向进给后得到的模拟结果和 3 向力的历程曲线,筒壁能很好贴模,外形尺寸成形良好,筒壁高度可增高,且轴向进给时 3 个方向力均较小。

## 工艺试验

为了验证有限元模拟结果的正确性以及工艺的可行性,以有限元模型为基础,配合实际设备结构,设计出一系列模具和刀轮,并开展了一

系列的试验,试验设备采用的是 PS-CNCVGP450 立式大型数控旋压机,试验现场如图 18 所示。试验得到第一步切旋成形件切面扫描图与模拟轮廓,如图 19 (a) 所示,二者吻合度较高。图 19 (b) 为试验模拟壁厚分

布对比曲线,试验与模拟厚度最大差异为 6.26%,厚度分布趋势一致,证明了模拟的可靠性与工艺的可行性。

## 结论

通过有限元模拟与试验相结合,

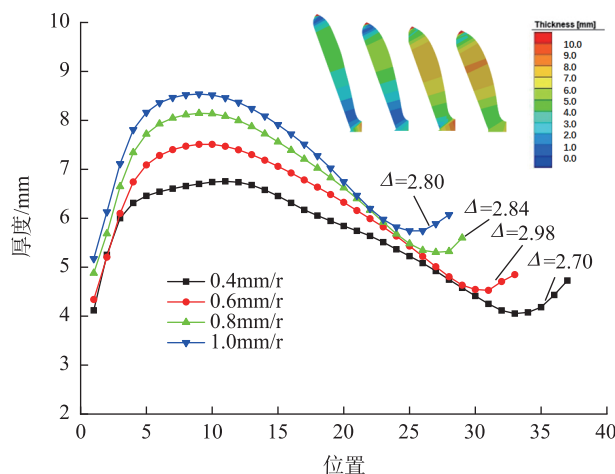


图 13 不同进给比坯料筒壁厚度分布( $\alpha=70^\circ, R=1\text{mm}$ )

Fig.13 Thickness distribution under different feed rates ( $\alpha=70^\circ, R=1\text{mm}$ )

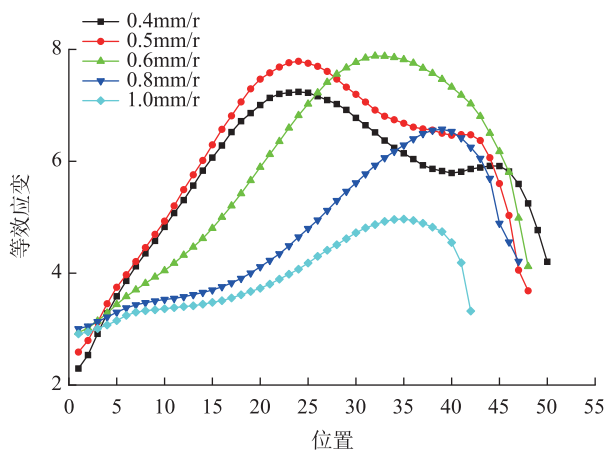


图 14 不同进给比坯料筒壁应变分布( $\alpha=70^\circ, R=1\text{mm}$ )

Fig.14 Strain distribution of walls under different feed rates ( $\alpha=70^\circ, R=1\text{mm}$ )

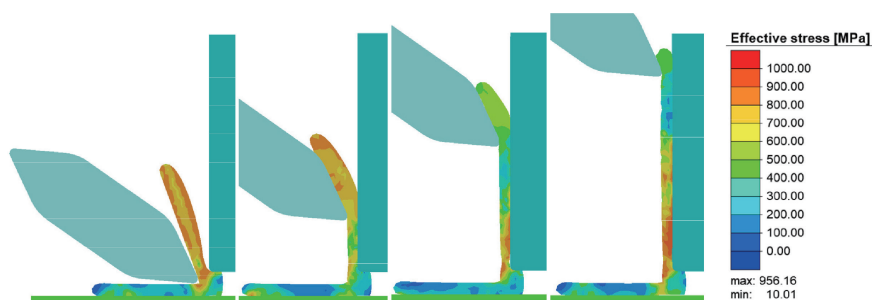


图 15 轴向进给成形过程有限元模拟结果

Fig.15 FEA simulation results of axial forming process

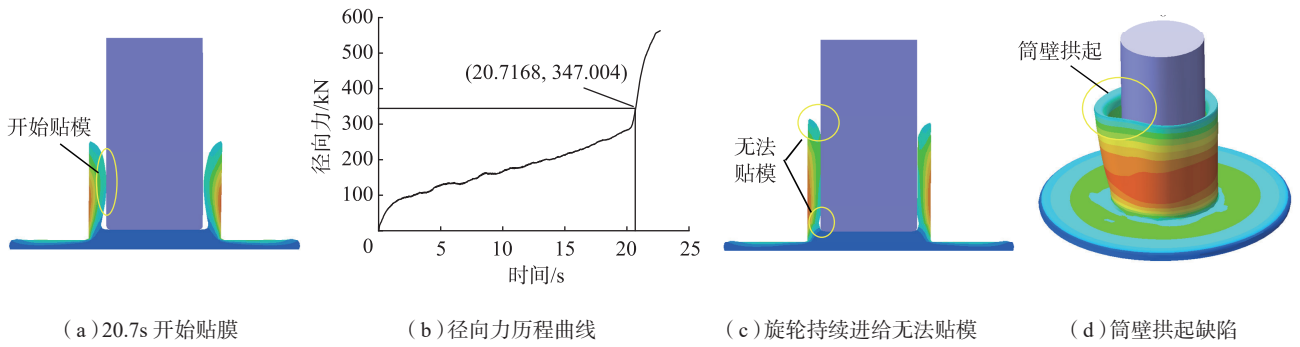


图16 90°旋轮径向进给成形问题  
Fig.16 Forming problems of radial feeding by 90° wheels

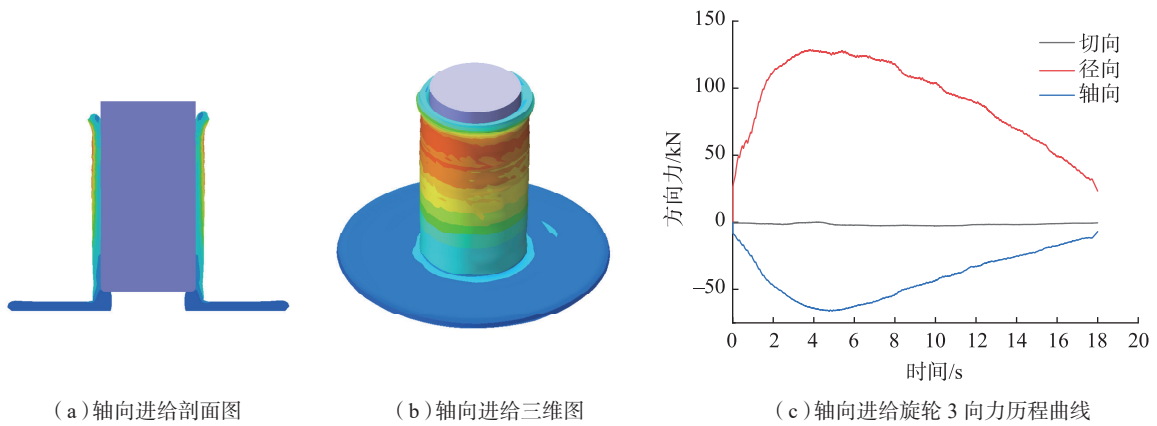
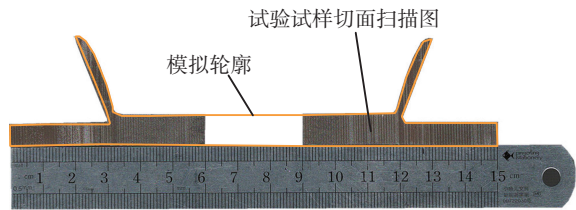


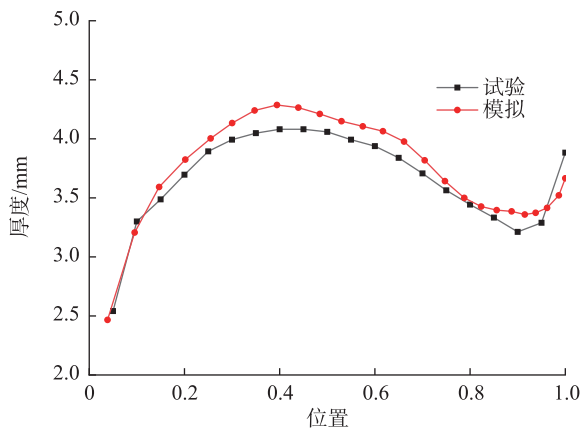
图17 轴向进给模拟结果  
Fig.17 FEA simulation results of axial forming



图18 试验设备及模具  
Fig.18 Experimental equipment and dies



(a) 试验模拟轮廓对比



(b) 试验与模拟厚度对比

图19 试验与模拟对比  
Fig.19 Comparison between experiment and simulation

分析了整个成形过程,研究了不同工艺参数对成形的影响规律:

(1)切旋起坯料厚度呈薄厚薄分布,且旋轮倾角越大,旋起筒壁越短厚,所需成形力越大,筒壁表面应变分布也越大。

(2)切旋过程中旋轮尖端圆角半径对成形所需径向力和成形件筒壁厚度分布的影响不明显,圆角半径越大,筒壁表面应变越大。

(3)切旋成形过程中旋轮进给比增大,成形力增大,成形件筒壁变厚变短,而表面应变先增加后减小。

(4)流动轴向进给能形成更大高度的垂直筒壁,且能够在减少缺陷的同时降低成形力。

#### 参考文献

[1] 韩秀全, 杜立华, 邵杰. 先进金属成形技术在民用工业领域的应用现状和发展潜力[J]. 航空制造技术, 2013, 56(18): 74-77.

HAN Xiuquan, DU Lihua, SHAO Jie. Development and application of advanced metal forming technology in civil industry[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2013, 56(18): 74-77.

[2] 赵云豪. 旋压技术现状[J]. 锻压技术, 2005(5): 95-97.

ZHAO Yunhao. Present situation of

spinning technology[J]. Forging & Stamping Technology, 2005(5): 95-97.

[3] 吴磊, 刘彬. 旋压技术的研究现状[J]. 装备制造技术, 2016(9): 70-73.

WU Lei, LIU Bin. Research status of spinning technology[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2016(9): 70-73.

[4] 刘建华, 杨合, 李玉强. 旋压技术基本原理的研究现状与发展趋势[J]. 重型机械, 2002(3): 1-4.

LIU Jianhua, YANG He, LI Yuqiang. State of the art and trend of metal spinning technique[J]. Heavy Machinery, 2002(3): 1-4.

[5] JIN J S, DENG L, WANG X Y, et al. A new rotary forming process for rim thickening of a disc-like sheet metal part[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2012, 212(11): 2247-2254.

[6] 吴文魁, 金俊松, 王新云, 等. 热旋压轮缘对称增厚成形数值模拟及实验研究[J]. 锻压技术, 2018, 43(10): 95-103.

WU Wenkui, JIN Junsong, WANG Xinyun, et al. Numerical simulation and experiment investigation on symmetric thickening forming process for hot spinning rim[J]. Forging & Stamping Technology, 2018, 43(10): 95-103.

[7] 夏琴香, 王甲子, 王映品, 等. 多楔带轮旋压增厚成形阶段金属流动规律分析[J]. 锻压技术, 2009, 34(6): 101-106.

XIA Qinxiang, WANG Jiazi, WANG Yingpin, et al. Analysis on metal flow and

deformation mechanism during thickening process of poly wedge pulley spinning[J]. Forging & Stamping Technology, 2009, 34(6): 101-106.

[8] XU W, ZHAO X, SHAN D, et al. Numerical simulation and experimental study on multi-pass stagger spinning of internally toothed gear using plate blank[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2016, 229: 450-466.

[9] HAUK S, VAZQUEZ V H, ALTAN T. Finite element simulation of the flow-splitting-process[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2000, 98(1): 70-80.

[10] HUANG L, ZENG R, ZHANG X, et al. Study on plastic deformation behavior of hot splitting spinning of TA15 titanium alloy[J]. Materials & Design, 2014, 58: 465-474.

[11] 梁卫抗, 刘全坤, 张宜生, 等. 发动机减震器带轮内筒的铲旋成形模拟及试验[J]. 塑性工程学报, 2011, 18(3): 66-69.

LIANG Weikang, LIU Quankun, ZHANG Yisheng, et al. Simulation and experiment on the forming of inner cylinder of engine absorber pulley by shovel spinning technology[J]. Journal of Plasticity Engineering, 2011, 18(3): 66-69.

[12] BACKOKEN W A, TURNER I R, AVERY D H. Superplasticity in an Al-Zn alloy[J]. ASM Transactions, 1964, 57(6): 980-990.

通讯作者: 金俊松, 副教授, 主要研究方向为精密塑性成形工艺、模具与装备, E-mail: jsjin@hust.edu.cn.

## Study on Dividing Spinning Process of Cylindrical Parts With Bottom Flange

LIU Famei, JIN Junsong, WANG Xinyun, DENG Lei, GONG Pan, RAO Wei

(State Key Laboratory of Material Processing and Die & Mould Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

**[ABSTRACT]** Spinning forming process is an incremental forming process with no or little cutting and low forming load, which is widely used in the modern manufacturing industry. In this paper, a two-step dividing spinning process for forming a cylinder part with a bottom flange was proposed and studied. The numerical simulations for the spinning process were carried on using finite element method, considering process parameters such as incline angle of the roller, the radius of roller's fillet, the friction coefficient and the feed ratio. The influences of these parameters on forming load and distribution of wall thickness and strain during the process were obtained and analyzed. The feasibility of the process was confirmed by experiments.

**Keywords:** Dividing spinning; Oblique rotary wheel; Finite element; Flange; Cylinder part

(责编 李丹)