

导流盆成形工艺分析

李雪峰

(北京动力机械研究所, 北京 100074)



摘要: 分析了导流盆的结构特点, 制定了两种成形方案, 通过比较, 采用先拉深后翻边的成形方案, 并进行了模拟分析, 有效保证了成形工艺的可靠性, 并加工出合格的产品, 同时对其它类似产品有一定的参考作用。

关键词: 导流盆; 拉深; 翻边; 成形

Discharge Nozzle Forming Process Analysis

Li Xuefeng

(Beijing Power Machinery Institute, Beijing 100074)

Abstract: In this paper structure of discharge nozzle was analyzed and two forming processes were designed and compared. Forming process of “first drawing then flanging” was chosen and simulated with numerical simulation software to guarantee the reliability of forming process. Qualified products were produced. The proposed analysis was a good reference for similar products.

Key words: discharge nozzle; drawing; flanging; forming

1 引言

利用内孔翻边技术, 可以代替拉深工艺制出无底筒形件, 改善制件工艺性, 减少工序和节约材料, 还可以生产用拉深方法难以成形的制件, 特别是大凸缘的无底筒形件, 它是工业生产上一种不可缺少的生产方法。

板料的翻边成形是指沿直线或曲线将坯料的孔边缘或外边缘的窄带区域在模具的作用下, 弯折成竖边的塑性加工方法。用翻边成形的方法可以加工形状较为复杂, 而且具有良好刚度和合理空间形状的立体零件。在以往的研究中, 通常按照变形性质将翻边分为直线翻边、伸长类翻边和压缩类翻边, 然而, 在生产过程中, 零件形状的多样化和复杂性, 有时难以对翻边变形区的变形性质做出直观的判断, 增加了对变形区成形缺陷的预测难度。

按翻边线曲率中心的位置分类, 曲线翻边可分为

内凹曲线翻边和外凸曲线翻边; 按曲面曲率中心的位置分类, 曲面翻边可分为凹曲面翻边和凸曲面翻边。

2 工艺分析及方案确定

图 1 所示导流盆是某型涡喷发动机的重要结构件之一, 小批量生产, 采用 1.5mm 厚 0Cr18Ni9 不锈钢板材制成。

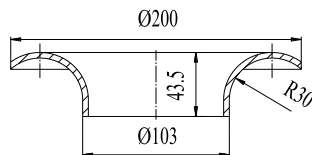


图 1 导流盆

该零件具有拉深、内外翻边等多种变形机制。在环形法兰处具有外翻边性质, 内孔具有内翻边性质。

内外翻边均属于伸长类翻边。

导流盆传统制造工艺流程为：下料、第一次翻边、退火、第二次翻边、退火、第三次翻边、退火、第四次翻边、车等工序，其中翻边是该产品加工的重要技术难点。多次翻边导致零件翻边口部端面厚度变薄或破裂。

经过认真研究，本文提出工艺流程为：下料、拉深、退火、翻边、车等工序。采用该方案主要的优点：减少了零件的拉深次数，降低零件的生产成本，特别是能够避免零件在成形过程中的翻边口部端面处变薄或破裂。

零件的技术要求为：未注线性尺寸的公差按 GB/T1804-2000-m；零件的最小壁厚不小于 1.2mm；锐角倒圆；外型面与样板间隙不大于 0.6mm。

该零件对环形法兰进行外翻边变形很小，可以一次翻边成形，但翻边孔 $\Phi 103\text{mm}$ 的高度 43.5mm，经过计算，工件的翻边系数为 0.42，远小于材料的极限翻边系数 0.65，翻边的难度很大。根据零件的技术要求有两种方案可供选择。

2.1 多次翻边成形方案

采用多次翻边成形，由于工件的翻边系数为 0.42，远小于材料的极限翻边系数 0.65。一次翻边不可能成形。

经过计算，至少需要 4 次翻边，设计 4 套翻边工装才能成形出零件。在相邻翻边工序之间需要进行 3 次去应力退火处理。

2.2 拉深与翻边相结合的成形方案

首先拉深出 $R30\text{mm}$ 及底部（见图 2），然后在底部加工出翻边底孔 $\Phi 71\text{mm}$ （见图 3）。

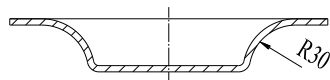


图 2 拉深后的形状

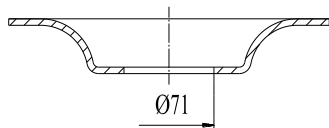


图 3 翻边前的状态

最后再进行翻边，此时工件的翻边系数为 0.69，大于材料的极限翻边系数 0.65，一次翻边可成形出零件。在工序间只需要进行 1 次去应力退火处理。

2.3 成形方案比较

对以上两种成形方案进行比较：

a. 生产成本：多次翻边成形方案需要设计和加工 4 套专用工艺装备，进行 3 次去应力退火处理；拉深与翻边相结合成形方案只需要设计和加工 2 套专用工艺装备，进行 1 次去应力退火处理。后者的生产成本很低。

b. 产品质量：多次翻边成形方案经过多次翻边，零件翻边口部端面处变薄严重，甚至破裂。拉深与翻边相结合成形方案只需要 1 次翻边，零件翻边口部端面处变薄较轻，能够保证产品质量。

根据以上对比，拉深与翻边相结合成形方案无论在生产成本还是在产品质量方面都有很大的优势。最终选用了拉深与翻边相结合成形方案。

3 模拟成形

模拟的边界条件为：摩擦系数 0.125；压边力 20t；材料：不锈钢 SUS304，板材原始厚度为 1.5mm，坯料直径 $\Phi 240\text{mm}$ 。

运用 Dynaform 软件对拉深与翻边相结合成形方案进行模拟。

拉深模拟成形的厚度分布见图 4。拉深后在零件的底部圆角处最薄：1.28mm，其他部位在 1.3mm 以上，能够满足零件的技术要求。拉深模拟成形的主应力分布见图 5，最大应力出现在底部圆角处。

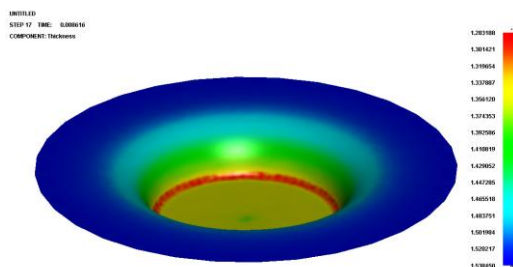


图 4 拉深模拟成形厚度分布图

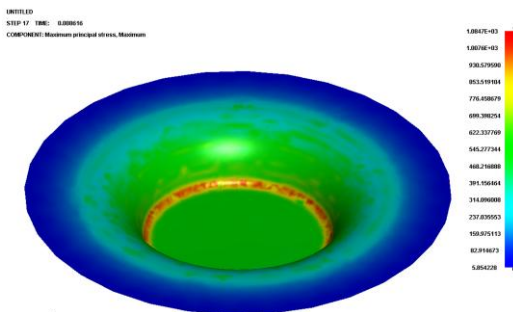


图 5 拉深模拟成形主应力分布图

翻边模拟成形的厚度分布见图 6, 在直段最下端部分最薄 1.15mm。但该处在翻边后需经机加切除, 切除后剩余部分厚度大于 1.2mm, 能够满足零件的技术要求。

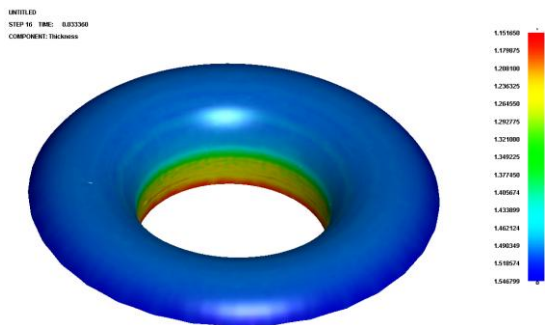


图 6 翻边成形厚度分布图

翻边模拟的成形极限见图 7。各处应变点均处于安全区域, 在翻边直段部分没有起皱或破裂, 在环形法兰进行外翻边 R30mm 外部存在起皱趋势。但是在厚度分布图中表明 R30mm 处的厚度为 1.54mm, 增厚不到 3%, 一般不会产生起皱。

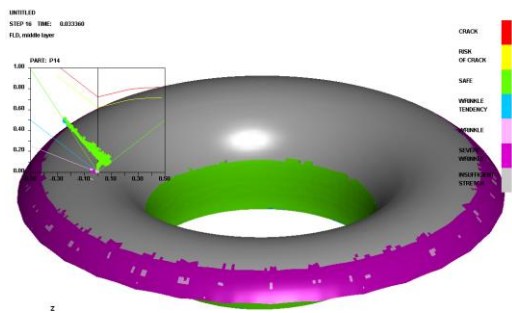


图 7 翻边成形极限图

4 工艺试制过程

根据以上分析, 设计了一套拉深模和翻边模。翻边模结构如图 8 所示。该套模具的特点: 一套模具实现两套翻边模具的功能。

首先在不安装件 1~5 时, 安装件 14, 固定零件, 把件 6 当做凹模, 能够成形 R30mm 外边缘。然后去掉件 14, 把件 6 当做压边圈, 安装上件 1~5 进行 $\Phi 103\text{mm}$ 的翻边。

上述模具经设计、制造后试模, 在拉深时没有起皱。翻边后零件没有破裂, 检测零件的最小壁厚: 1.31mm (直边的壁厚), 满足图纸的设计要求。但在试制过程中存在以下问题: R30mm 处局部样板间隙

最大 0.95mm; 翻边后 $\Phi 103\text{mm}$ 直段局部样板间隙最大 0.83mm (直段底部)。

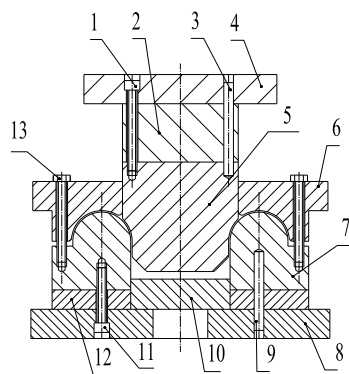


图 8 翻边模具结构

1—螺钉 2—上垫板 3—销 4—上模板 5—凸模 6—压料板 7—凹模 8—下模板 9—销 10—顶料杆 11—螺钉 12—下垫板 13—螺钉 14—压紧盘 (图上未示)

产生以上问题的原因: 零件在成形后回弹, 导致 R30mm 处样板间隙较大。凸凹模间隙不均匀, 导致翻边后 $\Phi 103\text{mm}$ 直段局部样板间隙大。

采取了如下措施返修导流盆翻边模:

- 采取补偿法, 根据 R30mm 处样板间隙返修与 R30mm 有关的零件, 如压料板、凹模等;
- 调整模具使间隙均匀, 并增加凸模的直段长度。

翻边模返修后进行试模, R30mm 处与样板间隙为 0.4mm, 符合技术要求; 翻边后 $\Phi 103\text{mm}$ 直段与样板的间隙为 0.1mm。最终加工出合格的产品, 同时证明了采用拉深与翻边相结合的方案是可行的。

5 结束语

该方案经生产实践证实, 解决了多次翻边易产生的壁部变薄的问题, 具有很好的技术经济效益, 根据该方案已加工出合格的产品, 同时对其它类似产品有一定的参考作用。

参考文献

- 手册编辑委员会. 机械工程手册: 机制工艺设备卷 (一). 机械工业出版社, 1996
- 陈炎嗣, 郭景仪. 冲压模具技术手册. 北京出版社, 1991
- 李洸杲. 金属板料成形有限元模拟基础. 北航出版社, 2008