

挤压与拉拔

汽车三柱槽壳反挤压工序模拟及模具寿命提高

任 燕¹, 石炳欣²

(1. 河南理工大学鹤壁工程技术学院, 河南 鹤壁 458030; 2. 鹤壁天淇汽车模具有限公司, 河南 鹤壁 458030)

摘要: 为了解决汽车三柱槽壳在实际反挤压过程中凸模磨损严重的问题, 建立了 Archard 磨损模型, 并导入 Deform-3D 软件中进行了反挤压过程仿真, 以研究凸模的磨损规律。结果显示: 凸模圆角处的温度最高, 磨损深度最大, 并且凸模载荷较大, 均不利于凸模寿命的提高。分析了影响凸模寿命的因素, 并将凸模最大磨损深度和最大载荷作为优化目标, 借助正交试验法对凸模圆角半径、凸模斜角、坯料加热温度、模具预热温度、挤压速度等工艺参数进行了优选。研究了表面经涂层处理后的凸模的磨损情况, 结果发现, 涂层具有较好的降磨损能力, 其中 TiAlN 涂层的降磨损能力最好。最后, 经实际生产表明, 改进后的凸模寿命为改进前的 2 倍多, 极大地降低了模具成本。

关键词: 三柱槽壳; 反挤压; 凸模磨损; 模具寿命; 涂层

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2023.08.014

中图分类号: TG316

文献标志码: A

文章编号: 1000-3940 (2023) 08-0096-08

Simulation of backward extrusion process and improvement of mold life for automobile three-column groove shell

Ren Yan¹, Shi Bingxin²

(1. Hebi Institute of Engineering and Technology, Henan Polytechnic University, Hebi 458030, China;

2. Hebi Tianqi Automobile Mould Co., Ltd., Hebi 458030, China)

Abstract: In order to solve the problem of serious punch wear during the actual backward extrusion process for automotive three-column groove shell, an Archard wear model was established and imported into Deform-3D software to simulate the backward extrusion process, and the wear law of punch was studied. The results show that the temperature at the fillet corner of punch is the highest, the wear depth is the largest, and the punch load is larger, which are not conducive to improving the life of punch. The factors affecting the life of punch were analyzed, and taking the maximum wear depth and the maximum load of punch as the optimization objectives, the process parameters such as fillet radius of punch, bevel angle of punch, heating temperature of billet, preheating temperature of mold and extrusion speed were optimized by the orthogonal test methods. The wear of punch after surface coating treatment was studied. And the results show that the coating has a good wear-reduction ability, and the TiAlN coating has the best wear-reduction ability. Finally, the actual production shows that the life of the improved punch is more than twice that of the current one, which greatly reduces the cost of mold.

Key words: three-column groove shell; backward extrusion; punch wear; mold life; coating

汽车三柱槽壳是三球销式万向节的壳体零件, 万向节的作用是将动力传递给车轮, 在运转过程中需要承受极大的扭矩和摩擦, 因此, 三柱槽壳最终的加工质量及性能直接影响着万向节的使用寿命^[1]。随着加工技术的成熟, 现在主要采用温-冷联合精密成形技术进行生产^[2-4], 即先通过温锻降低材料的变形抗力, 提高变形量, 从而成形复杂的外形及沟槽特征等, 再通过冷锻进行局部精整, 该

工艺能够基本实现净成形, 仅三柱槽壳杯部端面因反挤压出现的少量不平整问题需要机加工修整^[5-6], 极大地降低了材料成本, 同时具有生产率高、锻件精度高等特点。但是, 在三柱槽壳的反挤压工序中, 由于成形前后变形量大, 凸模需要克服较大的变形阻力, 并且不间断地遭受热应力和摩擦的交互影响, 致使凸模表面的磨损情况非常严重, 凸模寿命降低, 每个模具的实际产量大约为 3400 件, 这种情况下产生的模具费用严重超出企业预算。因此, 如何在保证锻件质量的前提下提高凸模寿命是当前企业迫切需要处理的难题, 对企业经济效益的提高具有十分重要的意义。本文利用 Deform-3D 软件对三柱槽壳

收稿日期: 2023-05-03; 修订日期: 2023-08-05

基金项目: 河南省科技攻关项目 (212102310488)

作者简介: 任 燕 (1986-), 女, 硕士, 讲师

E-mail: renyan19860@163.com

的反挤压过程进行仿真,并通过建立 Archard 磨损模型来研究凸模的磨损规律,以指明优化方向,并进一步研究了涂层技术对凸模寿命的改善情况。

1 三柱槽壳成形工艺介绍

三柱槽壳的成形工艺流程如图 1 所示,使用的材料为 40Cr 钢,棒料下料长度可根据体积不变原理

计算确定,坯料规格为 $\Phi 68 \text{ mm} \times 86 \text{ mm}$,下料完成后,先通过抛丸处理清除坯料表面的杂质,然后对坯料进行加热以提高塑性变形性能,随后送入 3 工位温锻压力机进行正挤压、镦粗、反挤压,依次完成杆部成形、杯部预成形以及沟槽内腔成形,最后再经过退火、磷皂化处理之后送入冷锻压力机进行冷精整。以镦粗后的零件作为坯料,对反挤压过程进行仿真。

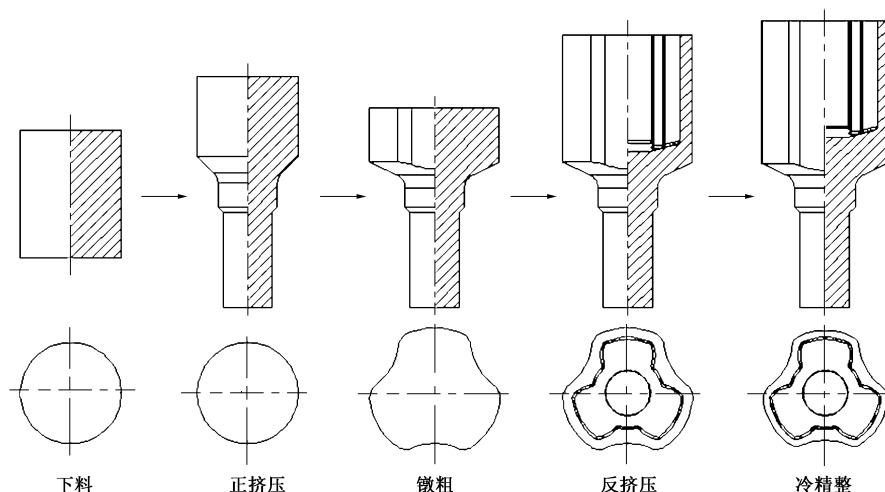


图 1 三柱槽壳的成形工艺流程

Fig. 1 Forming process flow of three-column groove shell

2 反挤压模拟模型建立

首先,借助 UG 建立符合实际反挤压情况中关于凸模、坯料、凹模的三维装配模型,其次,由于此处的凸模、坯料、凹模均为旋转对称零件,因此,可采用 1/3 模型进行模拟,相同条件下能够显著提高仿真精度和效率,然后导入 Deform-3D 软件中进行必要的模拟条件设置。第 1 步,建立 40Cr 钢的材料模型,可通过压缩试验获得试验数据,同时借助 Origin 软件对数据进行曲线拟合,得到如图 2 所示的不同变形条件下的真实应力-真实应变曲线,导入 Deform-3D 材料库后添加为坯料材料。第 2 步,分别对坯料、凸模、凹模进行网格划分,由于主要研究凸模的磨损情况,因此,对凸模主要工作部位进行网格细化来提高仿真精度^[7],如图 3 所示,采用圆柱体工具圈选出细化区域,其中, C1、C2 分别为圆柱体两端面的圆心, R1 为圈选区域半径,细化比例为 0.01。第 3 步,设置温度,按照现工艺,坯料温度设置为 850 °C,模具预热温度为 280 °C。第 4 步,设定运动条件,沿挤压方向指向坯料,凸模挤压

速度按照现工艺设置为 $45 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$,凹模及坯料固定不动。第 5 步,建立边界条件,包括对称面、热传导面的设定等。第 6 步,定义接触条件,挤压时坯料与模具间存在摩擦及热传导现象,设置润滑后的摩擦因数为 0.3^[8],热传递系数为 $11 \text{ N} \cdot (\text{s} \cdot \text{mm} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}$ 。第 7 步,建立凸模磨损模型,采用 Archard 模型,见式 (1)。而温反挤压过程中伴随大量热交换现象,会影响模具材料的性能,引起硬度和磨损系数变化,为了提高模拟精度,对模型进行进一步优化,见式 (2)。第 8 步,模拟控制设置,选择模具行程控制,当凸模到达规定位置后挤压结束。

$$W_d = \int K \frac{pv}{H^2} dt \quad (1)$$

式中: W_d 为凸模磨损深度; K 为磨损系数; p 、 v 分别为接触法向压力和金属流速,均可通过模拟试验获得; H 为凸模硬度,凸模材料为 H13 模具钢,热处理后硬度为 55 HRC; t 为挤压时间。

$$W_d(T) = \int K(T) \frac{pv}{H^2(T)} dt \quad (2)$$

式中: T 为温度,凸模的温度变化规律可由模拟试

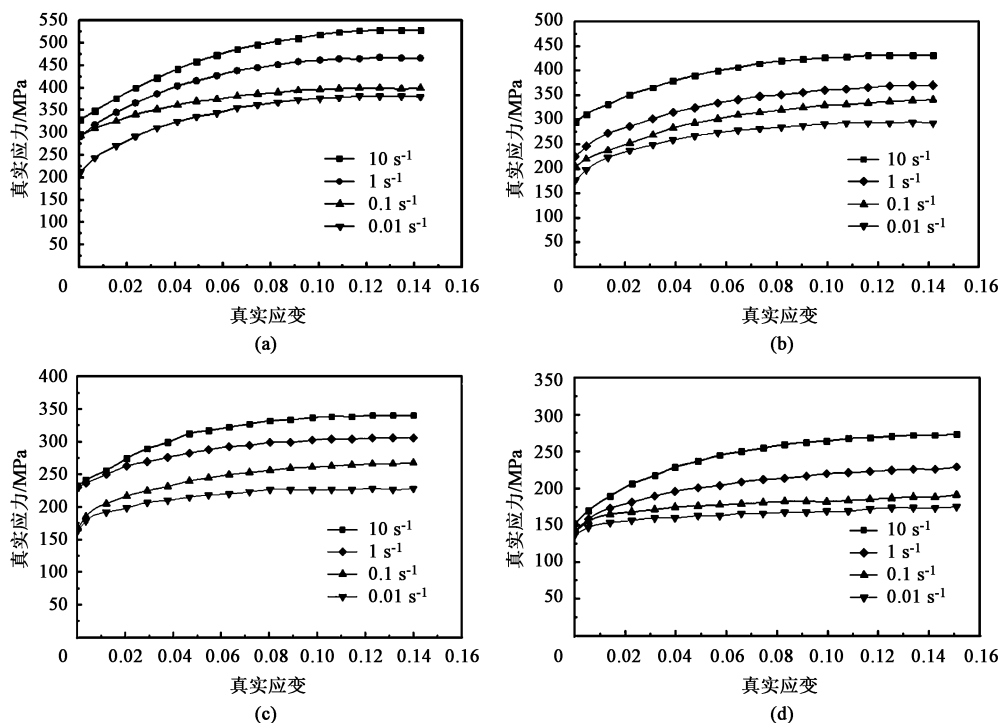


图 2 不同变形条件下 40Cr 钢的真实应力-真实应变曲线

(a) 700 °C (b) 750 °C (c) 800 °C (d) 850 °C

Fig. 2 True stress-true strain curves of 40Cr steel under different deformation conditions

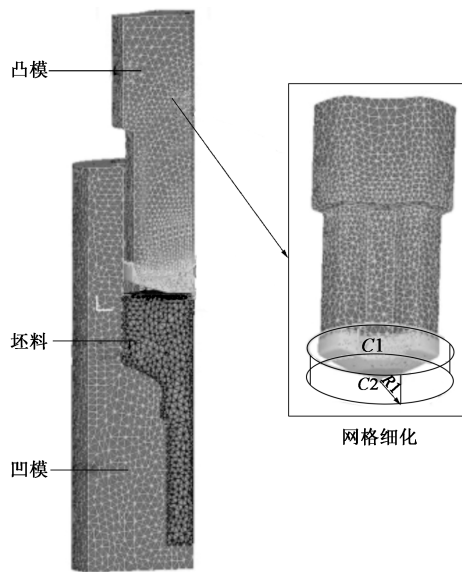


图 3 反挤压有限元模型

Fig. 3 Finite element model of backward extrusion

验获得; $W_d(T)$ 、 $K(T)$ 、 $H(T)$ 分别为随着温度变化的凸模磨损深度、磨损系数及硬度。

对于 H13 钢而言, $K(T)$ 和 $H(T)$ 可通过宋宇等^[9]的研究获得, 并通过改写子程序中 `usr_wear.f` 文件将其嵌入 Deform-3D 软件中。

3 模拟结果分析及优化

3.1 现工艺下凸模磨损模拟结果

经反挤压成形的三柱槽壳如图 4a 所示, 内腔成形充分, 杯部端面有些许不平整, 无其他成形缺陷, 与实际情况一致, 经冷精整后可通过机加工切除。制件温度分布由下至上逐渐升高, 这是因为: 制件下端与模具的接触时间长, 且参与变形少, 热量流失快, 符合实际情况。凸模磨损情况如图 4b 所示, 从中心至边缘磨损越来越严重, 其中凸模圆角处磨损深度最大, 单次磨损深度达到 2.96×10^{-5} mm, 这是因为: 金属主要向周边流动挤出成形内腔, 凸模圆角处金属流动剧烈, 模具与材料间的相对流速大, 同时从图 4c 可知, 凸模圆角处温度最高, 会降低该部位的硬度, 从而加剧圆角处磨损, 其次, 从图 4d 可知, 凸模在反挤压过程中承受的最大载荷为 6.02×10^5 N, 受力较大, 也会增大磨损。实际反挤压过程中, 经轮廓仪检测, 当凸模磨损深度达到 0.1 mm 时, 三柱槽壳内腔表面会出现拉毛缺陷, 影响产品质量, 这种情况下必须对凸模进行更换, 因此, 可知凸模的预测寿命为 3378 件, 与 3400 件的实际凸模使用寿命非常接近, 充分证明了所建立模

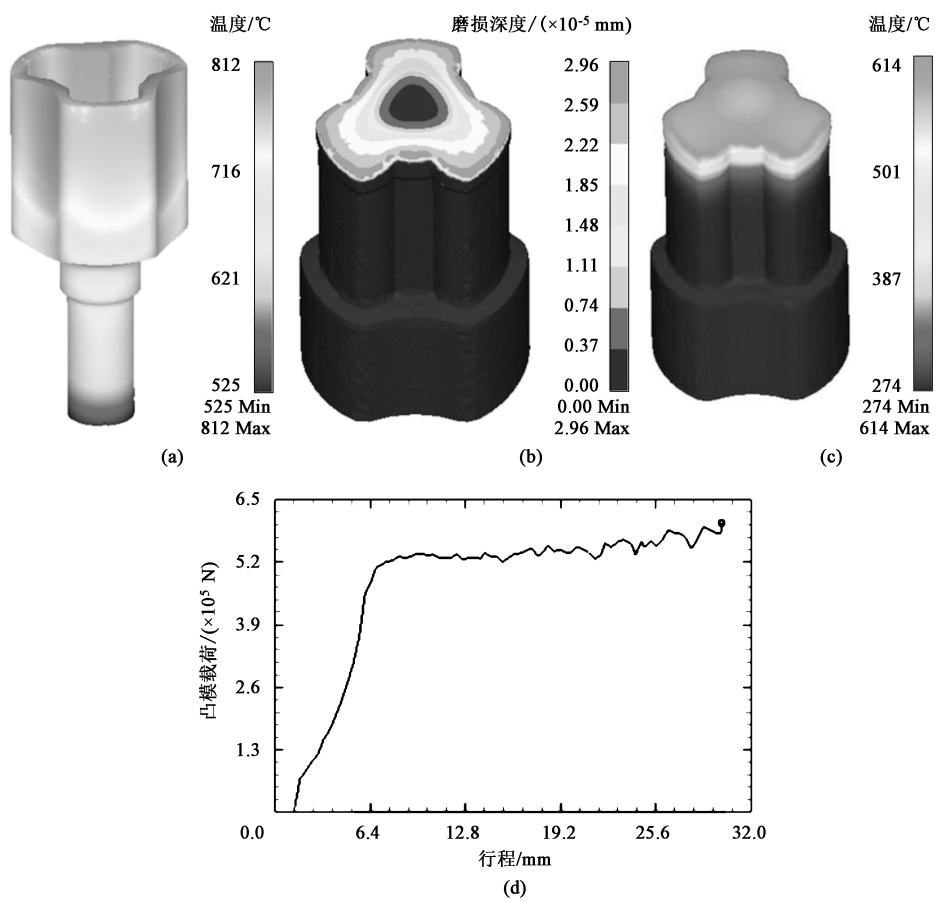


图 4 现工艺模拟结果

(a) 反挤压成形结果 (b) 凸模表面磨损分布情况 (c) 凸模表面温度分布情况 (d) 凸模载荷变化曲线

Fig. 4 Simulation results of current process

(a) Forming result of backward extrusion (b) Distribution of wear on punch surface (c) Distribution of temperature on punch surface

(d) Load variation curve of punch

型的准确性和有限元分析的有效性。

3.2 关键影响因素确定及正交试验优化

根据 3.1 节分析可知，凸模圆角处磨损加剧的原因有两个：(1) 模具与金属间相对流动剧烈、接触压力大；(2) 凸模自身性能的改变，降低了抗磨损能力。其中，金属的流动性受坯料加热温度、挤压速度以及凸模结构的影响较大，反挤压凸模工作面的关键参数如图 5 所示，而凸模性能主要受温度的影响程度较大，因此，本文以降低凸模磨损为目标，借助正交试验法^[10]，对凸模圆角半径 R 、凸模斜角 α 、坯料加热温度 T_b 、模具预热温度 T_p 、挤压速度 V 等工艺参数进行优化，在有效区间内各取 4 个水平，建立的 16 组试验方案如表 1 所示，按照各方案参数逐一进行建模仿真，获取凸模磨损数据。根据试验结果可知，在不同工艺参数组合下，凸模磨损情况差距明显，因此，对工艺进行优选是非常有必要的，能够最大程度地提高凸模寿命。

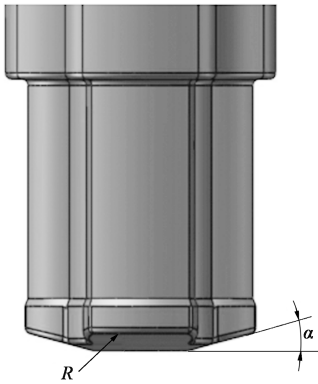


图 5 反挤压凸模关键参数

Fig. 5 Key parameters of backward extrusion punch

采用极差分析法不仅能够得到各工艺参数对凸模磨损的影响程度大小，也能够筛选出各自的最优水平^[11-12]。借助 minitab 软件，结合表 1 得到的凸模最大磨损深度的极差计算结果如表 2 所示，通过比较极差值可知，对凸模磨损的影响程度由大

表 1 不同方案下的凸模磨损结果

Table 1 Punch wear results under different schemes

方案	凸模圆角半径 R/mm	凸模斜角 $\alpha/(\text{^\circ})$	坯料加热温度 $T_b/\text{^\circ C}$	模具预热温度 $T_p/\text{^\circ C}$	挤压速度 $V/(\text{mm} \cdot \text{s}^{-1})$	凸模最大磨损深度/ $(\times 10^{-5} \text{ mm})$
1	2	5	700	240	35	3.22
2	2	10	750	280	40	2.82
3	2	15	800	320	45	3.09
4	2	20	850	360	50	3.28
5	4	5	750	320	50	2.98
6	4	10	700	360	45	2.42
7	4	15	850	240	40	3.06
8	4	20	800	280	35	2.86
9	6	5	800	360	40	3.14
10	6	10	850	320	35	2.69
11	6	15	700	280	50	3.48
12	6	20	750	240	45	3.42
13	8	5	850	280	45	3.34
14	8	10	800	240	50	2.53
15	8	15	750	360	35	3.26
16	8	20	700	320	40	3.17

到小排序为：凸模斜角>凸模圆角半径>坯料加热温度>模具预热温度>挤压速度，由此可见，凸模外形结构的设计非常重要。基于各水平对应的磨损深度均值越小越好的原则可知，凸模圆角半径为 4 mm、凸模斜角为 10°、坯料加热温度为 800 ℃、模具预热温度为 320 ℃和挤压速度为 35 mm·s⁻¹，

表 2 凸模磨损的极差计算结果 ($\times 10^{-5}$ mm)

Table 2 Range calculation results of punch wear

影响因素	凸模圆角半径 R	凸模斜角 α	坯料加热温度 T_b	模具预热温度 T_p	挤压速度 V
均值 1	3.102	3.170	3.073	3.057	3.007
均值 2	2.830	2.615	3.120	3.125	3.047
均值 3	3.183	3.223	2.905	2.982	3.067
均值 4	3.075	3.182	3.092	3.025	3.067
极差	0.353	0.608	0.215	0.143	0.060

为最优工艺参数组合。虽然模具预热温度与现工艺相比反而升高了，理论上模具预热温度升高会降低模具材料的耐磨性，从而降低模具寿命。但是，此处影响模具寿命的因素较多，各因素之间还存在着交互影响的关系，比如凸模圆角、凸模斜角以及挤压速度得到优化，改善了材料的流动性，能够降低凸模表面产生的摩擦热，坯料加热温度的优化也能够改善与凸模间的热传递效果，综合考虑，优化后凸模表面的最高温度是要低于现工艺的，因此，并非模具预热温度升高即会减少模具的寿命。根据该组数据重新进行磨损分析，获得的凸模磨损分布图如图 6a 所示，表面磨损情况有明显改善，凸模圆角处仍为磨损最严重的部位，但单次磨损深度降低至 2.36×10^{-5} mm，同时也要低于表 1 中各组数据，达到了优化的目的。从图 6b 和图 6c 可知，优化后凸模圆角处的温度为 552 ℃，凸模承受的最大载荷为 4.97×10^5 N，均较之前有明显改善，这也是凸模磨损降低的重要原因。优化后凸模寿命能够达到 4237 件。

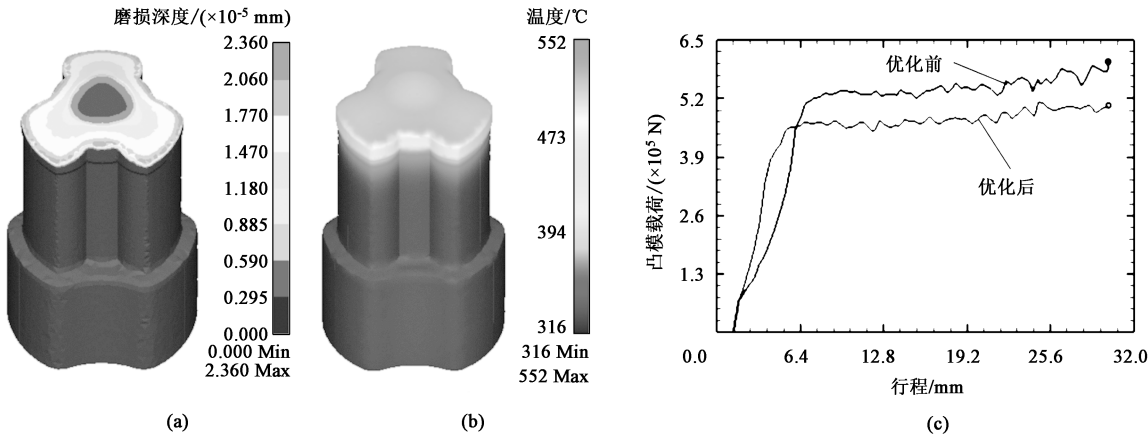


图 6 工艺优化后模拟结果

(a) 凸模表面磨损分布情况 (b) 凸模表面温度分布情况 (c) 凸模载荷变化曲线

Fig. 6 Simulation results after process optimization

(a) Distribution of wear on punch surface (b) Distribution of temperature on punch surface (c) Load variation curves of punch

4 表面涂层对凸模磨损的影响

大量研究表明，在模具表面涂覆涂层能够提高模具硬度和抗磨损能力^[13-14]，延长使用寿命。考虑到涂层与凸模基体的结合程度，涂层涂覆厚度一般为 2~6 μm，该厚度值与三柱槽壳零件尺寸公差相比可以忽略，本文根据生产经验，在上文优化后的凸模结构表面分别添加 3 μm 厚的 TiN 涂层和 3 μm 厚的 TiAlN 涂层，同样采用 Deform-3D 软件进行磨损研究。通过硬度试验测定涂层不同温度下的硬度，并将其转换为洛氏硬度，同时通过摩擦磨损试验机测定不同温度下涂层的磨损系

数，如图 7 所示。利用最小二乘法拟合模型后，同样通过改写子程序中 `usr_wear.f` 文件将其嵌入 Deform-3D 软件中。将涂层模型添加至凸模表面，如图 8 所示，其余设置均保持不变，模拟结束后获得的带涂层的凸模磨损情况如图 9 所示。由图 9 可知，仍为凸模圆角处的磨损最严重，但磨损深度极小，其中涂覆 TiN 涂层的凸模单次最大磨损深度为 1.18×10^{-6} mm，而涂覆 TiAlN 涂层的凸模单次最大磨损深度仅为 1.06×10^{-6} mm，意味着在涂层磨损阶段，TiN 涂层凸模的产量大约为 2542 件，TiAlN 涂层凸模的产量大约为 2830 件，因此，总产量分别能够达到 6779 和 7067 件。显然，TiAlN 涂层凸模的降磨损能力最好，寿命更长。

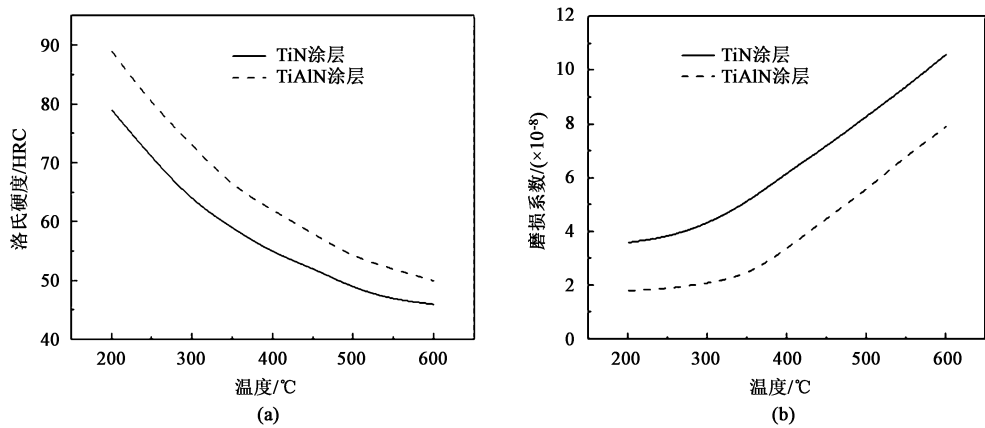


图 7 不同温度下的涂层硬度 (a) 及磨损系数 (b) 变化曲线
Fig. 7 Variation curves of coating hardness (a) and wear coefficient (b) at different temperatures

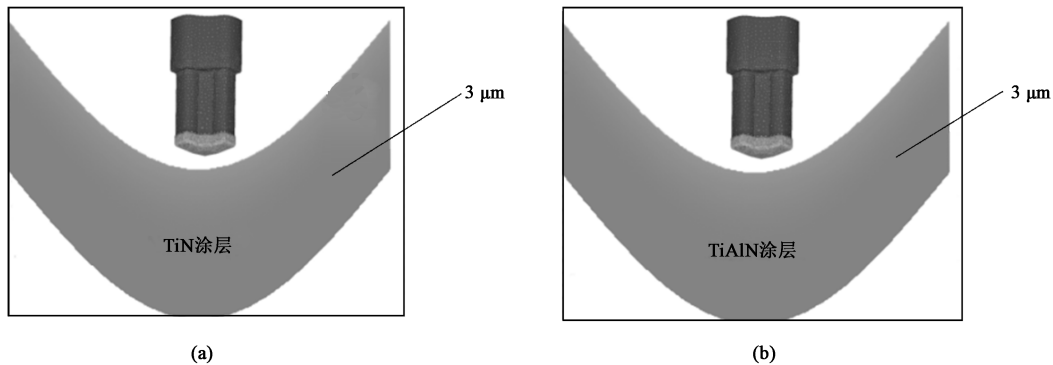


图 8 凸模表面涂层建模
(a) TiN 涂层 (b) TiAlN 涂层
Fig. 8 Modeling of surface coating on punch
(a) TiN coating (b) TiAlN coating

采用优化后的工艺参数及 TiAlN 涂层凸模对三柱槽壳进行生产试制，反挤压工序凸模及凹模如图 10 所示，最终制得的三柱槽壳完全满足使用要求，经生产统计，当生产产量至 7326 件时，三柱槽壳内腔开始陆

续出现拉毛缺陷，需对凸模进行更换，模拟预测寿命的偏差为 3.7%，准确度较高，验证了仿真过程的正确性。改进后凸模的寿命为改进前的 2 倍多，解决了凸模寿命短的问题，能够为企业创造较好的经济效益。

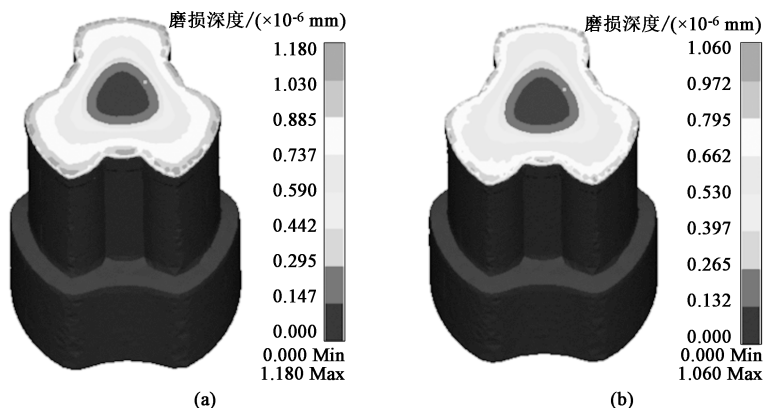


图 9 带涂层凸模表面磨损分布

(a) TiN 涂层 (b) TiAlN 涂层

Fig. 9 Surface wear distribution of coated punch

(a) TiN coating (b) TiAlN coating

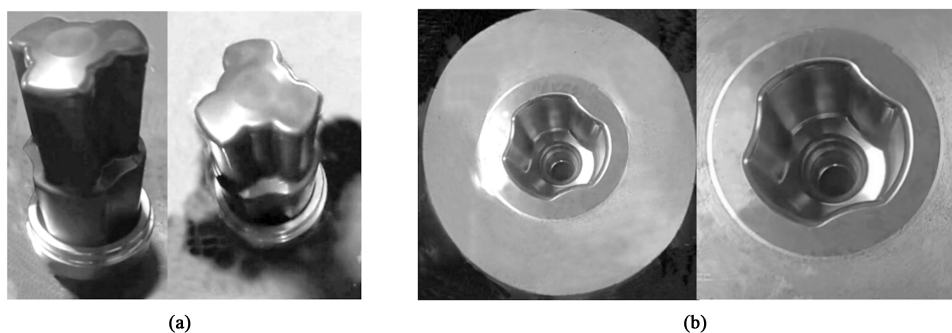


图 10 反挤压工序的凸模 (a) 及凹模 (b)

Fig. 10 Punch (a) and die (b) for backward extrusion process

5 结论

(1) 为解决三柱槽壳在实际反挤压过程中凸模磨损快、寿命低的问题,借助 Deform-3D 软件对凸模的磨损规律进行了研究,并建立了准确的材料模型及模具磨损模型以提高仿真精度。结果表明,凸模圆角处磨损较为严重,是由于模具与金属间相对流动剧烈、接触压力大和凸模性能改变引起的。

(2) 分析了影响凸模寿命的因素,并以降低磨损深度为目标,借助正交试验对关键工艺参数进行了优化。结果表明,当凸模圆角半径为 4 mm、凸模斜角为 10° 、坯料加热温度为 800°C 、模具预热温度为 320°C 、挤压速度为 $35\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,为最优工艺参数组合,优化后的凸模寿命能够提高 25%。

(3) 基于最优工艺参数组合,研究了表面涂层对凸模磨损的影响,结果表明,涂层后的凸模抗磨损能力明显提高,经实际生产表明,改进后凸模的寿命为改进前的 2 倍多,极大地降低了模

具成本。

参考文献:

- [1] 郑彦博, 吴淑芳. 三球销式万向节三柱槽壳温挤压工艺及模具设计 [J]. 模具制造, 2014, 14 (8): 70-74.
Zheng Y B, Wu S F. Warm extruding process and die design of the tripod universal joint housing [J]. Die & Mould Manufacture, 2014, 14 (8): 70-74.
- [2] 王德林, 陆有根, 吴兵. 三销轴叉精整底部裂纹产生和防护 [J]. 精密成形工程, 2018, 10 (1): 177-180.
Wang D L, Lu Y G, Wu B. Generation and avoiding of cracks on bottom of tulip during cold-forming [J]. Journal of Netshape Forming Engineering, 2018, 10 (1): 177-180.
- [3] 安自仁, 王成勇, 陈雪锋, 等. 基于数值模拟的等速万向节滑套温反挤凸模结构优化 [J]. 模具工业, 2017, 43 (12): 6-9.
An Z R, Wang C Y, Chen X F, et al. Structure optimization of warm backward extrusion punch for CVJ spherical housing based on numerical simulation [J]. Die & Mould Industry, 2017, 43 (12): 6-9.
- [4] 宋德仁. 三球销式等速万向节三柱槽壳的感应淬火工艺

- [J]. 轴承, 2013, (12): 21-24.
- Song D R. Induction hardening process for three-column pot shell of tripod constant velocity universal joint [J]. Bearing, 2013, (12): 21-24.
- [5] 陈熠道, 邓小龙. 汽车等速万向节滑套反挤压工序分析及凸模结构优化 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (7): 206-212.
- Chen Y D, Deng X L. Backward extrusion process analysis and punch structure optimization of sliding sleeve for automobile constant velocity universal joint [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (7): 206-212.
- [6] 张逸飞. 三销滑套温冷复合精密锻挤多工序成形工艺研究 [D]. 济南: 山东大学, 2016.
- Zhang Y F. Research on Multi-process of Precision Warm-cold Forging for Tulip Outer Race [D]. Jinan: Shandong University, 2016.
- [7] 胡建军, 李小平. Deform-3D 塑性成形 CAE 应用教程 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2011.
- Hu J J, Li X P. Deform-3D Plastic Forming CAE Application Tutorial [M]. Beijing: Peking University Press, 2011.
- [8] 潘小迎, 汪建敏, 郭嘉晨. 基于微观遗传算法优化法兰滑套成形工艺 [J]. 塑性工程学报, 2018, 25 (2): 86-90.
- Pan X Y, Wang J M, Guo J C. Optimization of flange sliding sleeve forming process based on micro-genetic algorithm [J]. Journal of Plasticity Engineering, 2018, 25 (2): 86-90.
- [9] 宋宇, 张丰收, 皇涛, 等. 基于高温磨损的 H13 热作模具钢磨损规律和模型研究 [J]. 塑性工程学报, 2018, 25 (4): 187-193.
- Song Y, Zhang F S, Huang T, et al. Study on wear law and model of H13 hot working die steel based on high-temperature wear [J]. Journal of Plasticity Engineering, 2018, 25 (4): 187-193.
- [10] 董奇, 金飞翔, 秦强, 等. 基于正交试验齿圈座热锻成形工艺优化 [J]. 塑性工程学报, 2021, 28 (8): 18-22.
- Dong Q, Jin F X, Qin Q, et al. Optimization of hot forging forming process based on orthogonal test for gear ring seat [J]. Journal of Plasticity Engineering, 2021, 28 (8): 18-22.
- [11] 张东民, 吕雷雷, 朱景秋, 等. 锁紧座冷成形模具磨损分析与参数优化 [J]. 热加工工艺, 2020, 49 (7): 119-122.
- Zhang D M, Lyu L L, Zhu J Q, et al. Wear analysis and parameter optimization of cold forming die for locking seat [J]. Hot Working Technology, 2020, 49 (7): 119-122.
- [12] 高帅, 赵俊生, 李志伟, 等. 基于 Simufact 的强力热旋压连杆衬套成形精度研究 [J]. 塑性工程学报, 2020, 27 (10): 40-47.
- Gao S, Zhao J S, Li Z W, et al. Study on forming accuracy of hot power spinning connecting rod bushing based on Simufact [J]. Journal of Plasticity Engineering, 2020, 27 (10): 40-47.
- [13] 朱倩倩, 刘臣富, 尤富仪. 基于正交试验的汽车哈克钉铆套冲孔工艺优化及模具磨损研究 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (11): 62-69.
- Zhu Q Q, Liu C F, You F Y. Research on punching process optimization and die wear for automobile Huck rivet sleeve based on orthogonal test [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (11): 62-69.
- [14] 张禹, 张钧, 王晓阳, 等. 模具零件表面涂层技术的研究 [J]. 模具工业, 2023, 49 (3): 1-7.
- Zhang Y, Zhang J, Wang X Y, et al. Research on surface coating technology of die and mould parts [J]. Die & Mould Industry, 2023, 49 (3): 1-7.

关于中国机械工程学会塑性工程分会发展会员的通知

中国机械工程学会塑性工程(锻压)分会成立于1963年,是全国性的锻压科学技术工作者的学术性社会团体,是依法登记的法人社团。经本会理事会研究决定:凡承认本会章程并符合条件者,可申请为本会会员。

会员的权利与义务: 1. 颁发个人/团体会员证书及铜牌,铜牌由秘书处统一制作并颁发,可申请定制; 2. 参加本学会组织的年会会议费可享受适当优惠; 3. 优先参加本会组织举办的国内外有关学术活动和其他活动; 4. 优先获得本会的有关学术资料,免费获赠全年学会会刊《锻压技术》杂志; 5. 在学会网站主页进行企业宣传、logo链接; 6. 享有本会的选举权、被选举权和表决权; 7. 接受本会委托,进行论证、评议、咨询等工作; 8. 享有入会、退会的自由。

申请手续: 提交入会申请表。申请个人会员,需填写《个人会员入会申请表》,同时提交“个人身份证复印件”、“一寸免冠照片两张”。申请团体会员,需填写《团体会员入会申请表》,同时提交“法人登记证书复印件”。材料均需一式一份寄至学会秘书处,并以电子邮件方式将表格发送至我会邮箱;也可登陆学会网站,进行在线注册。经审批通过后,将及时通知申请单位或个人。会员缴纳会费后正式登记,由学会秘书处颁发会员证书。

地 址: 北京市海淀区学清路18号707室塑性工程分会

联系人: 李佳盈、秦思晓、周 林、金 红

电 话: 010-62912592 **传 真:** 010-62912592 **邮 箱:** duanya@cmes.org **网 址:** http://www.cstp-cmes.org.cn

中国机械工程学会塑性工程分会