

管材成形

A286 高温合金薄壁管件冷镦冲连皮力预测及冲头结构参数优化

莫宁宁¹, 冯治国^{1,2}, 陶 亮¹, 江玉莲¹, 王程民¹

(1. 贵州大学 机械工程学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学 贵州省特色装备及制造技术重点实验室, 贵州 贵阳 550025)

摘要: 薄壁管件冲连皮力预测与冲头参数优化是冲连皮加工过程中需要考虑的重要问题, 基于 DEFORM 软件对薄壁管件冲连皮过程进行了数值模拟仿真, 利用极差分析了冲头前角 A 、圆角半径 r 和冲连皮间隙 C 对最大冲连皮力 F_{\max} 的影响程度; 建立了 BP 神经网络模型, 预测了薄壁管件冲连皮过程中的最大冲连皮力, 相关系数 R 达到了 0.97608; 以冲连皮过程中最大冲连皮力最小为优化目标, 利用遗传算法优化了冲头结构参数 (冲头前角 A 、圆角半径 r 和冲连皮间隙 C), 得到最优的冲头结构参数为冲头前角 $A=12.8^\circ$ 、圆角半径 $r=0.2\text{ mm}$ 和冲连皮间隙 $C=0.12\text{ mm}$; 基于仿真实验, 验证了优化的冲头结构参数的准确性, 为薄壁管件冲连皮过程的优化和冲头结构参数的选择提供了依据。

关键词: A286 高温合金; 薄壁管件; 冲连皮力; 冲头前角; 圆角半径; 冲连皮间隙

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2023.09.009

中图分类号: TG376 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3940 (2023) 09-0064-07

Prediction of cold heading punching force and optimization of punch structure parameters for superalloy A286 thin-walled pipe fittings

Mo Ningning¹, Feng Zhiguo^{1,2}, Tao Liang¹, Jiang Yulian¹, Wang Chengmin¹

(1. College of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

2. Guizhou Key Laboratory of Special Equipment and Manufacturing Technology, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: The prediction of punching force and optimization of punch parameters of thin-walled pipe fittings are important issues to be considered in the punching process. Therefore, the punching process of thin-walled pipe fittings was numerical simulated by software DEFORM, and the influence degrees of front angle A of punch, fillet radius r and punching clearance C on the maximum punching force F_{\max} were analyzed by using the range analysis. Then, the BP neural network model was established to predict the maximum punching force in the punching process of thin-walled pipe fittings, and the correlation coefficient R reached 0.97608. Furthermore, minimizing the maximum punching force in the punching process as the optimization objective, the genetic algorithm was used to optimize the punching structural parameters, such as front angle A of punch, fillet radius r and punching clearance C , and the optimum punching structural parameters were obtained that the front angle A of punch was 12.8° , the fillet radius r was 0.2 mm and the punching clearance C was 0.12 mm . Finally, based on the simulation experiments, the optimized punch structural parameters were verified to be accurate, which provides a basis for the optimization on the punching process of thin-walled pipe fittings and the selection of punch structural parameters.

Key words: superalloy A286; thin-walled pipe fittings; punching force; front angle of punch; fillet radius; punching clearance

薄壁中空钉套是抽芯铆钉重要的核心部件, 其

质量决定了抽芯铆钉的铆接品质。薄壁中空钉套主要采用多工位镦制成形加工制造技术, 而镦制过程中, 容易出现钉套的头部飞边、尺寸控制精度差等问题。因此, 研究薄壁中空钉套的镦制成形工艺是抽芯铆钉生产制造的关键问题之一。

近年来, 国内外学者针对塑性冲裁成形工艺、材料流动应力等方面进行了大量的研究。王心可等^[1]研究了不同的冲头形状和冲裁间隙对冲裁工件残余应力分布的影响规律, 得出了冲裁间隙为板厚的 10%~15% 时, 采用平冲头冲裁对残余应力影响

收稿日期: 2022-11-21; 修订日期: 2023-03-01

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (52165042); 贵州科学技术基金重点项目 (黔科合基础 [2020] 1Z049); 贵州省优秀青年人才项目 (黔科合平台人才 [2021] 5617 号); 贵阳市科技人才培养项目 (筑科合同 [2021] 43-1 号)

作者简介: 莫宁宁 (1998-), 男, 硕士研究生

E-mail: monn981012@163.com

通信作者: 冯治国 (1978-), 男, 博士, 教授

E-mail: zgfeng@gzu.edu.cn

最小的结论; 张大伟等^[2]基于 DEFORM-2D 研究了圆柱形冲头和瓶颈形冲头在冲裁过程中的冲裁力, 瓶颈形冲头的最大冲裁力远大于圆柱形冲头; 齐延兵等^[3]对液压冲孔的冲头几何形状参数对冲孔质量的影响作了深入研究, 得出了冲头几何形状参数对冲孔质量的影响规律; 张立娟等^[4]以车轮为研究对象, 优化了旋轮形状、旋压轨迹和旋压参数, 使得轮缘处发生了更大的塑性变形量, 并结合实验验证了该优化参数的准确性; 陈鑫^[5]开展了内螺纹冷挤压成形工艺及成形质量的研究, 分析了不同的工艺参数对成形质量的影响, 并基于神经网络优化了工艺参数。

上述研究虽然在冲裁挤压成形方式、模具结构参数等方面取得了一些成果, 但薄壁管件的镦制冲连皮成形工艺及材料力学性能方面仍需深入研究。因此, 本文以不经任何热处理及表面处理的 A286 高温合金抽芯铆钉钉套薄壁管件为对象, 针对 A286 高温合金薄壁中空钉套的镦制工艺问题, 重点研究多工位镦制工艺中的冲连皮工艺技

术, 建立理论模型, 分析冲连皮力、冲头结构参数等对钉套头部尺寸精度的影响。优化成形工艺, 提升钉套的性能特征, 为 A286 高温合金薄壁中空钉套的实际生产制造提供理论支撑。

1 薄壁管件工艺简介

薄壁管件镦制成形工艺是丝材经过两次反挤压、两次头部镦粗, 最后冲连皮的成形工艺, 工艺路线如图 1 所示。薄壁管件成形的 5 个工序中, 冲连皮工序为最后一道成形工序, 冲连皮对薄壁管件的成形质量起着决定性作用。在冲连皮过程中, 薄壁管件的头部尺寸较小, 在冲连皮过程中易变形。为了保证薄壁管件头部尺寸的精度, 应对冲连皮力进行严格控制, 以防止薄壁管件头部因受力过大而发生严重变形。冲头的几何参数直接影响着最大冲连皮力大小, 所以, 以最大冲连皮力最小为优化目标, 对冲头的几何参数进行优化是确保薄壁管件成形质量的重要保证。

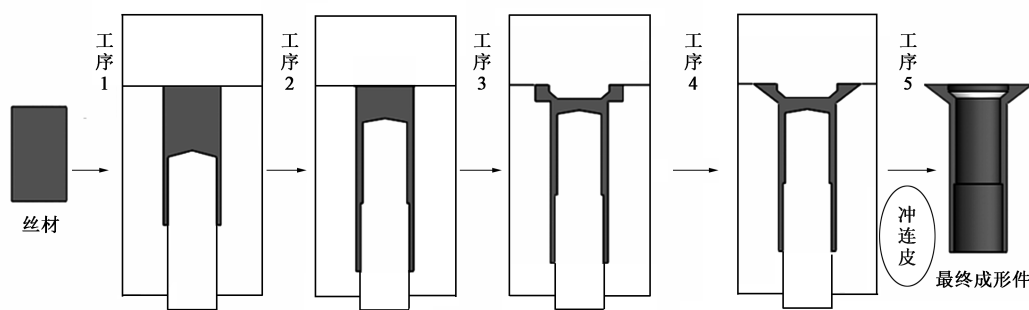


图 1 薄壁管件成形工艺流程图

Fig. 1 Flow chart of forming process for thin-walled pipe fittings

薄壁管件冲连皮零件图如图 2 所示, 冲连皮的质量与冲头的几何参数密不可分, 冲头的示意图如图 3 所示, 不同的冲头结构参数对应不同的最大冲连皮力, 冲连皮力越大, 冲头的磨损就越大, 进而冲头的寿命就越低。本文基于最大冲连皮力的考虑, 将不同的冲头前角 A 、圆角半径 r 以及冲连皮间隙 C 通过正交实验建模, 仿真分析薄壁管件冲连皮过程中的受力情况。图 4 为薄壁管件冲连皮的工装关系。

2 数值模拟模型的建立

薄壁管件冲连皮模型为对称图形, 为了减少数值模拟时间, 利用 Solidworks 软件分别对上模、下

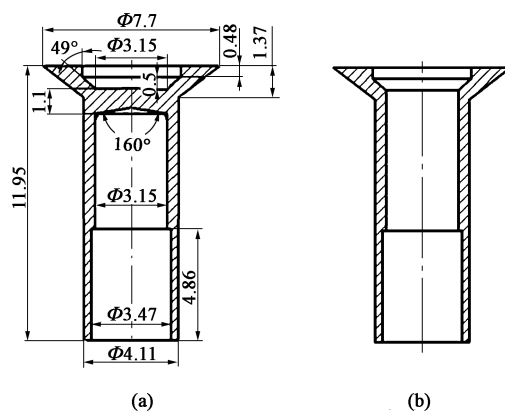


图 2 薄壁管件冲连皮零件图

(a) 冲连皮前 (b) 冲连皮后

Fig. 2 Punching part drawings of thin-walled pipe fittings

(a) Before punching (b) After punching

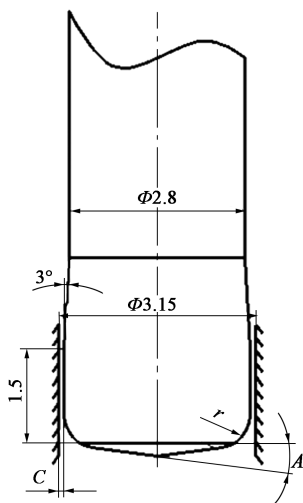


图 3 冲头示意图

Fig. 3 Schematic diagram of punch

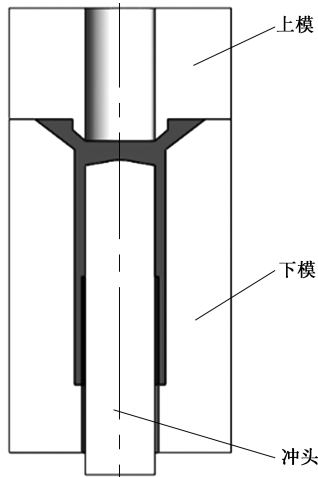


图 4 冲连皮工装

Fig. 4 Punching tooling

模、冲连皮前的薄壁管件以及冲头分别建立 1/6 几何模型，再将它们按照工装关系装配，将装配文件存为 STL 格式并导入 DEFORM-3D 软件。假设该模型中所有模具均为刚性体，忽略模具之间的相互作用。薄壁管件材料为原始丝材 A286 高温合金，忽略冲连皮过程中的弹性变形，薄壁管件设置为塑性体，采用绝对大小网格划分，设置网格大小为 0.055，生成网格数目为 172277 个。设置体积补偿，摩擦因数为 0.05，冲头行程为 1.5 mm，冲头速度为 $10 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ [6-8]，建立的有限元模型如图 5 所示。

3 正交实验及分析

3.1 正交实验的设计

如图 3 所示，根据冲头实际工作过程，选取冲

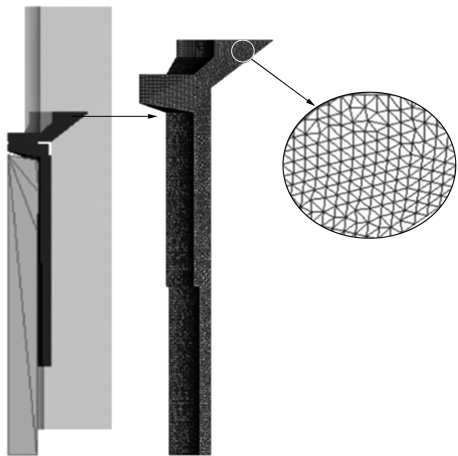


图 5 有限元模型

Fig. 5 Finite element model

头前角 A 、圆角半径 r 以及冲连皮间隙 C 作为实验因素，分别对 3 个因素取 5 个水平，如表 1 所示 [1]。

表 1 正交实验因素水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal experiment

水平	因素		
	冲头前角 $A/(\circ)$	圆角半径 r/mm	冲连皮间隙 C/mm
1	6	0.2	0.08
2	8	0.3	0.09
3	10	0.4	0.10
4	12	0.5	0.11
5	14	0.6	0.12

3.2 实验结果及分析

根据上述实验方案，按照 2 节的数值模拟建模方法，将模型导入 DEFORM 中设置相关参数，仿真结果如表 2 所示。

表 2 正交实验方案及结果

Table 2 Schemes and results of orthogonal experiment

实验 序号	因素			结果
	冲头前角 $A/(\circ)$	圆角半径 r/mm	冲连皮间隙 C/mm	最大冲连皮力 F_{max}/N
1	6	0.2	0.08	1757
2	6	0.3	0.09	1781
3	6	0.4	0.10	1782
4	6	0.5	0.11	1764
5	6	0.6	0.12	1739
6	8	0.2	0.09	1757
7	8	0.3	0.10	1762

续表 2

实验 序号	因素			结果 最大冲连皮力 F_{\max}/N
	冲头前角 $A/(\circ)$	圆角半径 r/mm	冲连皮间隙 C/mm	
8	8	0.4	0.11	1747
9	8	0.5	0.12	1729
10	8	0.6	0.08	1874
11	10	0.2	0.10	1713
12	10	0.3	0.11	1727
13	10	0.4	0.12	1714
14	10	0.5	0.08	1839
15	10	0.6	0.09	1826
16	12	0.2	0.11	1701
17	12	0.3	0.12	1702
18	12	0.4	0.08	1835
19	12	0.5	0.09	1800
20	12	0.6	0.10	1805
21	14	0.2	0.12	1666
22	14	0.3	0.08	1807
23	14	0.4	0.09	1798
24	14	0.5	0.10	1787
25	14	0.6	0.11	1782

为了进一步研究冲头前角、圆角半径、冲连皮间隙对最大冲连皮力的影响,可利用极差对上述正交实验结果进行讨论分析,相关计算如式(1)~式(3)所示。

$$R_{\max, x} = \max\{K_{x1}, K_{x2}, \dots, K_{x5}\} \quad (1)$$

$$R_{\min, x} = \min\{K_{x1}, K_{x2}, \dots, K_{x5}\} \quad (2)$$

$$R_x = R_{\max, x} - R_{\min, x} \quad (3)$$

式中: $K_{x1} \sim K_{x5}$ 为因素 x 在水平 1~5 下对应的最大冲连皮力均值; x 为因素, $x=1, 2, 3$, 分别对应冲头前角、圆角半径和冲连皮间隙; $R_{\max, x}$ 、 $R_{\min, x}$ 分别为因素 x 在所有水平下的最大冲连皮力均值的最大值与最小值; R_x 为因素 x 的极差值。

极差分析可以判断冲连皮过程中各因素对最大冲连皮力的影响程度,极差数值越大,表明该因素对最大冲连皮力的影响就越大^[9],设计时越需重点考虑,分析结果如表 3 所示。根据极差计算结果,以最大冲连皮力最小为优化目标,冲连皮间隙 C 对最大冲连皮力的影响最大,冲头圆角半径 r 次之,冲头前角 A 影响最小。

表 3 最大冲连皮力极差分析结果 (N)

Table 3 Range analysis result of maximum punching

force (N)

参数	A	r	C
K_{x1}	1764.6	1718.8	1822.4
K_{x2}	1773.3	1755.8	1792.4
K_{x3}	1763.8	1775.2	1769.8
K_{x4}	1768.6	1783.8	1744.2
K_{x5}	1768.0	1805.2	1710.0
R_x	9.5	86.4	112.4

4 基于神经网络的冲连皮力预测

4.1 BP 神经网络预测

BP 神经网络因其简单、实用而被广泛应用, BP 神经网络的拓扑结构如图 6 所示,该神经网络是一种被广泛应用的多层前馈神经网络,其特点为信号前向传递,误差反向传播^[10]。根据非线性函数有 3 个输入参数、1 个输出参数, BP 神经网络表达了从 3 个自变量(冲头前角 A 、圆角半径 r 以及冲连皮间隙 C)到因变量(最大冲连皮力 F_{\max})的函数映射关系,隐含层神经元个数采用经验公式确定^[5]:

$$K = 2u + 1 \quad (4)$$

式中: K 为隐含层神经元个数; u 为输入层神经元个数。

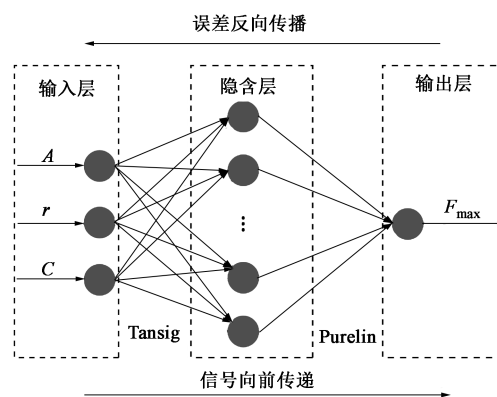


图 6 BP 神经网络结构

Fig. 6 BP neural network structure

本文采用 3-7-1 结构的 BP 神经网络进行冲连皮力的预测,其中,输入层节点分别表示冲头前角 A 、圆角半径 r 和冲连皮间隙 C ,输出层节点表示最大冲连皮力 F_{\max} 。其中训练数据占 70%,验证数据占 15%,测试数据占 15%。

对实验数据进行归一化处理,数据归一化处理

的目的是将所有数量级不等的数据转化为分布在 $[-1, 1]$ 之间的对应数值, 以减小因输入数据相差太大而引起的数据处理误差^[11]。转化公式为:

$$x'_k = 2 \times \frac{x_k - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} - 1 \quad (5)$$

式中: x_{\min} 、 x_{\max} 为输入数据的最小值和最大值; x_k 、 x'_k 为输入数据和归一化之后的数据。

4.2 预测模型分析

均方误差为样本值与 BP 神经网络预测值之差的平方和, 迭代过程中的均方误差如图 7 所示。实线表示训练精度, 随着迭代次数的增加, 均方误差值不断减小, 最后趋于稳定。误差直方图如图 8 所示, 越靠近零误差线, 误差值越小, 大部分数据离零误差线较近, 表明该模型具有良好的准确度。

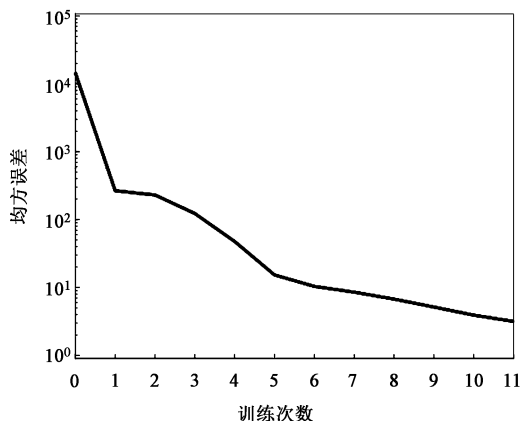


图 7 迭代过程中的均方误差

Fig. 7 Mean square error during iteration

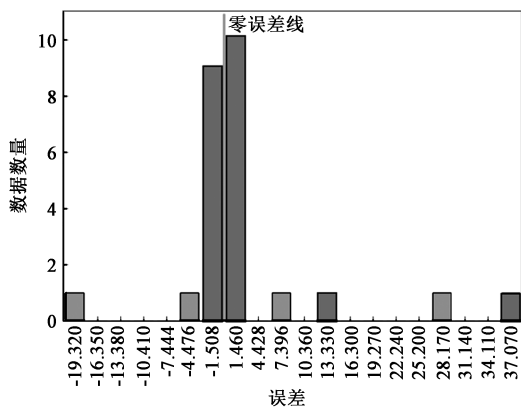


图 8 误差直方图

Fig. 8 Error histogram

采用图 6 所示 BP 神经网络预测模型时, 如图 9 所示, 该预测模型的相关系数 R 值达到 0.97608,

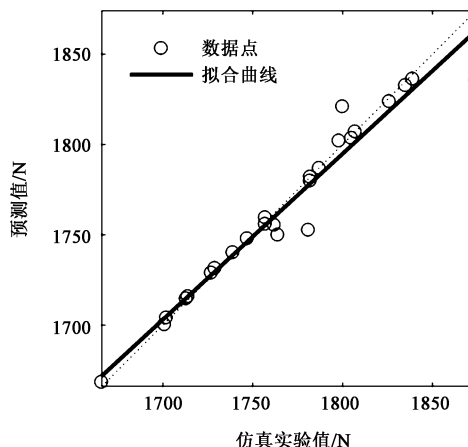


图 9 BP 神经网络预测模型相关系数

Fig. 9 Correlation coefficient of BP neural network prediction model

R 代表预测输出和目标输出 (仿真实验值) 之间的相关性, R 值越接近 1, 表示两者之间的关系越密切, R 值越接近 0, 表示两者之间的关系随机性越大。

输入 $A = 10^\circ$ 、 $r = 0.4 \text{ mm}$ 、 $C = 0.10 \text{ mm}$ 和 $A = 11^\circ$ 、 $r = 0.5 \text{ mm}$ 、 $C = 0.08 \text{ mm}$ 两组数据, 预测输出 (最大冲连皮力) 为 1834.6 和 1826.1 N, 再利用仿真实验得到的最大冲连皮力为 1781 和 1852 N, 相对误差为 3% 和 2%, 如表 4 所示。结果表明, 该 BP 神经网络预测模型具有良好的可靠性, 预测结果较为准确。

表 4 BP 神经网络预测与仿真实验对比分析

Table 4 Comparison analysis between BP neural network prediction and simulation experiment

对比 实验	冲头 前角 $A/(\circ)$	圆角 半径 r/mm	冲连皮 间隙 $C/$ mm	预测值 F_{\max}/N	仿真 实验值 F_{\max}/N	相对误 差/%
1	10	0.4	0.10	1834.6	1781	3
2	11	0.5	0.08	1826.1	1852	2

5 基于遗传算法的参数优化

5.1 遗传算法优化

遗传算法优化是将 BP 神经网络训练后的预测结果作为个体适应度值, 通过选择、交叉和变异操作寻找映射函数的全局最优值 (最大冲连皮力最小) 及对应的 3 个输入值 (冲头前角 A 、圆角半径 r 以及冲连皮间隙 C), 算法流程图如图 10 所示^[12-13]。设置交叉概率为 0.4, 变异概率为 0.2,

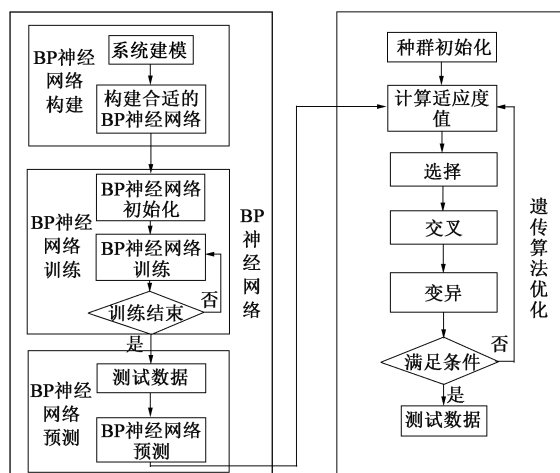


图 10 遗传算法流程图

Fig. 10 Flow chart of genetic algorithm

遗传算法迭代次数为 60，种群规模为 20。

5.2 优化结果分析

利用遗传算法优化冲头结构参数，优化结果如图 11 所示。随着迭代次数的增加，适应度值趋于稳定，即得到的薄壁管件冲连皮过程中最大冲连皮力最小为 1661.32 N。如图 12 所示，所对应的 3 因素分别为冲头前角为 12.8°、圆角半径为 0.2 mm、冲连皮间隙为 0.12 mm。

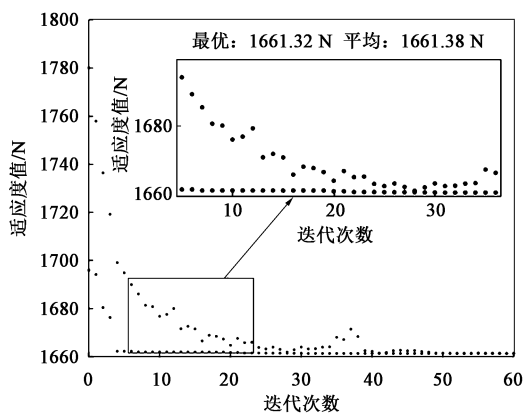


图 11 适应度值迭代过程图

Fig. 11 Diagram of iteration process for fitness values

5.3 最优参数的验证

建立冲头前角为 12.8°、圆角半径为 0.2 mm、冲连皮间隙为 0.12 mm 的冲头结构模型，导入到 DEFORM-3D 软件中进行仿真验证，可得最大冲连皮力为 1659 N，遗传算法优化得到的最大冲连皮力为 1661.32 N，相对误差为 0.1%。表明该遗传算法优化的冲头结构参数模型具有良好的可靠度。

用优化后的冲头结构参数对薄壁管件进行冲连

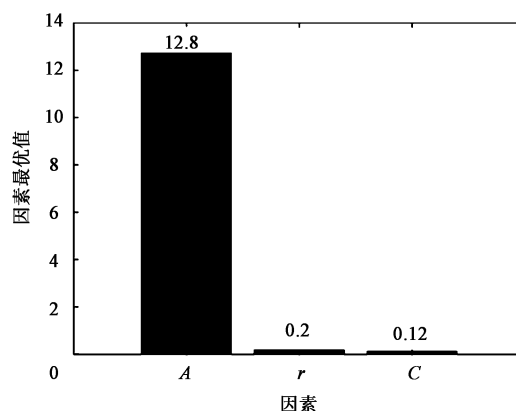


图 12 迭代过程中的因素最优图

Fig. 12 Optimal diagram of factors in iteration process

皮，经修整之后，薄壁管件形貌如图 13 所示，可以发现，采用经优化后的冲头参数冲连皮后，薄壁管件的头部形貌变化不大，即冲连皮力在合理范围内，表明优化后的冲头参数可用于薄壁管件的冲连皮工艺。

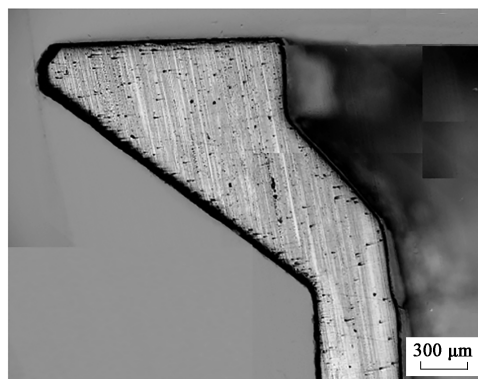


图 13 优化修整后的冲连皮形貌

Fig. 13 Punching topography after optimization and trimming

6 结论

(1) 利用极差分析，得出了冲头前角 A 、圆角半径 r 以及冲连皮间隙 C 对最大冲连皮力的影响程度，冲连皮间隙 C 的影响程度最大，圆角半径 r 次之，冲头前角 A 的影响程度最小。

(2) 基于 DEFORM 仿真实验，建立了薄壁管件最大冲连皮力的 BP 神经网络预测模型，预测模型的相关系数达到 0.97608，通过仿真实验验证了 BP 神经网络具有较高的预测精度。

(3) 利用遗传算法优化理论，得出了冲头前角 $A=12.8^\circ$ 、冲头圆角半径 $r=0.2$ mm 以及冲连

皮间隙 $C=0.12\text{ mm}$ 时, 薄壁管件的最大冲连皮力最小, 为 1661.32 N , 基于实验验证了优化模型的合理性。

参考文献:

- [1] 王心可, 汪喆, 崔荣高, 等. 冲裁工艺对无取向电工钢叠片磁性能的影响 [J]. 上海交通大学学报, 2019, 53 (9): 1115-1121.
Wang X K, Wang Z, Cui R G, et al. Effect of stamping process on magnetic properties of non-oriented electrical steel laminated sheets [J]. Journal of Shanghai Jiao Tong University, 2019, 53 (9): 1115-1121.
- [2] 张大伟, 赵升吨, 朱成成, 等. 钛合金实心锭穿孔挤压穿孔过程有限元分析 [J]. 稀有金属材料与工程, 2016, 45 (1): 86-91.
Zhang D W, Zhao S D, Zhu C C, et al. Finite element analysis of solid ingot piercing extrusion perforation process of titanium alloy [J]. Rare Metal Materials and Engineering, 2016, 45 (1): 86-91.
- [3] 齐延兵, 林俊峰, 苏海波, 等. 冲头形状对液压冲孔塌陷的影响 [J]. 材料科学与工艺, 2013, 21 (1): 62-66.
Qi Y B, Lin J F, Su H B, et al. Influence of punch shape on roll-over of hydropiercing [J]. Materials Science and Technology, 2013, 21 (1): 62-66.
- [4] 张立娟, 常海平, 罗文哲, 等. A356 铝合金车轮轮辋旋压成形工艺优化 [J]. 精密成形工程, 2022, 14 (10): 56-62.
Zhang L J, Chang H P, Luo W Z, et al. Optimization of spinning process for A356 aluminum alloy wheel rim [J]. Journal of Net-shape Forming Engineering, 2022, 14 (10): 56-62.
- [5] 陈鑫. 内螺纹冷挤压成形工艺及成形质量研究 [D]. 汉中: 陕西理工大学, 2022.
Chen X. Research on Cold Extrusion Forming Process and Forming Quality of Internal Threads [D]. Hanzhong: Shaanxi University of Technology, 2022.
- [6] 匡青云. 齿形零件精冲成形研究及缺陷控制 [D]. 重庆: 重庆理工大学, 2018.
Kuang Q Y. Research on Fine Blanking Forming of Tooth-shaped Parts and Defect Control [D]. Chongqing: Chongqing University of Technology, 2018.
- [7] 孙欢迎, 陆春杨, 陈前, 等. 工艺参数对阻燃钛合金包套挤压影响的数值模拟 [J]. 热加工工艺, 2017, 46 (11): 166-170.
Sun H Y, Lu C Y, Chen Q, et al. Numerical simulation of the effect of process parameters on the extrusion of flameretardant titanium alloy cladding [J]. Hot Working Technology, 2017, 46 (11): 166-170.
- [8] 赵震, 陈军, 吴公明. 冷温热挤压技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
Zhao Z, Chen J, Wu G M. Cold Warm Hot Extrusion Technology [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2008.
- [9] 孙倩楠, 何林. 气缸盖罩压铸过程数值模拟及工艺参数优化 [J]. 特种铸造及有色合金, 2016, 36 (1): 20-22.
Sun Q N, He L. Numerical simulation of cylinder head cover die-casting process and optimization of process parameters [J]. Special Casting and Non-ferrous Alloys, 2016, 36 (1): 20-22.
- [10] 程晨晨, 尤波, 刘燕, 等. 基于深度神经网络的个性化睡眠癫痫发作预测 [J]. 模式识别与人工智能, 2021, 34 (4): 333-342.
Cheng C C, You B, Liu Y, et al. Personalized sleep seizure prediction based on deep neural networks [J]. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2021, 34 (4): 333-342.
- [11] 李鑫, 史振宇, 蒋森河, 等. 人工神经网络预测刀具磨损和切削力 [J]. 控制理论与应用, 2018, 35 (12): 1731-1737.
Li X, Shi Z Y, Jiang S H, et al. Artificial neural networks for predicting tool wear and cutting forces [J]. Control Theory and Applications, 2018, 35 (12): 1731-1737.
- [12] 邹咏楠, 罗钧元, 李林瑛. 基于改进遗传算法的集束型装备调度研究 [J]. 电脑知识与技术, 2017, 13 (4): 263-264.
Zou Y N, Luo J Y, Li L Y. Research on cluster-based equipment scheduling based on improved genetic algorithm [J]. Computer Knowledge and Technology, 2017, 13 (4): 263-264.
- [13] Chen Z, Jiang Y B, Tong Z M, et al. Residual stress distribution design for gear surfaces based on genetic algorithm optimization [J]. Materials, 2021, 14 (2): 366.

警惕不法网站, 保障投稿安全

近期, 本刊接到多名作者投诉, 网络上出现冒充《锻压技术》杂志官方网站的伪网站, 如 www.dyjsz.cn, 这些网站盗用本杂志官网内容及相关行业信息, 误导和欺骗广大投稿作者, 骗取文章版面费、套取作者文章及个人信息, 侵犯了广大作者的切身利益。

特此声明, 本刊唯一官方网站为 www.fstjournal.net, 投稿方式为网站注册登录投稿, 不接受邮箱投稿。请作者投稿时务必认准杂志官方网站, 谨防受骗。

本刊郑重警告伪网站相关人员尽快停止违法行为, 否则将严肃对待, 并将运用一切法律手段维护本刊的权利。

请广大读者协助本刊监督网络上的不法行为, 一经发现, 请联系本刊, 本刊将及时处理, 共同努力营造良好的期刊网络氛围。

《锻压技术》杂志联系方式: fst@263.net; 010-62920652。

《锻压技术》编辑部