

管材成形

双管件电磁翻边的电磁力分布与成形性能

尹朋磊¹, 邱立^{1,2}, 王斌^{1,3}

(1. 三峡大学 电气与新能源学院, 湖北 宜昌 443002; 2. 梯形水电站运行与控制湖北省重点实验室, 湖北 宜昌 443002;
3. 水利部 小浪底水利枢纽管理中心, 河南 郑州 450099)

摘要: 为解决传统单线圈加载单管件电磁翻边角度不足和电磁翻边能量利用率低的问题, 提出一种采用单线圈同时加载双管件电磁翻边的方法。通过 Comsol 模拟仿真软件建立电磁翻边的二维轴对称模型, 从管件电磁翻边的基本原理出发, 对比分析了线圈高度对管件电磁翻边成形效果的影响。仿真结果显示, 在线圈高度为 27.4 mm 时, 两管件的翻边角度均达到了 90°。此外, 通过与传统单管件电磁翻边进行对比, 由于双管件电磁翻边能提供更大且持久的轴向电磁力, 使得翻边效果显著提高, 且能量消耗仅为单管件电磁翻边时的 43.83%。显然, 双管件电磁翻边方法能够改善管件翻边效果和提高能量利用率, 为电磁翻边技术的进一步发展提供了一种有效可行的方法。

关键词: 电磁翻边; 双管件; 轴向电磁力; 翻边角度; 能量利用率

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2023.07.015

中图分类号: TM154

文献标志码: A

文章编号: 1000-3940 (2023) 07-0107-08

Electromagnetic force distribution and forming performance for double-tube electromagnetic flanging

Yin Penglei¹, Qiu Li^{1,2}, Wang Bin^{1,3}

(1. College of Electrical Engineering & New Energy, China Three Gorges University, Yichang 443002, China;
2. Hubei Provincial Key Laboratory for Operation and Control of Cascaded Hydropower Station, Yichang 443002, China;
3. Xiaolangdi Project Construction & Management Center, Ministry of Water Resources, Zhengzhou 450099, China)

Abstract: In order to solve the problem of insufficient electromagnetic flanging angle and low energy utilization rate of electromagnetic flanging for single-tube loaded by traditional single coil, a method of simultaneously loading double-tube electromagnetic flanging with single coil was proposed. Then, the two-dimensional axisymmetric model of electromagnetic flanging was established by simulation software Comsol, and based on the basic principle of tube electromagnetic flanging, the influence of coil height on the forming effect of tube electromagnetic flanging was comparatively analyzed. The simulation results show that when the coil height is 27.4 mm, the flanging angles of the two tubes reach 90°. In addition, compared with the traditional single-tube electromagnetic flanging, because the double-tube electromagnetic flanging can provide a larger and lasting axial electromagnetic force, the flanging effect is significantly improved, and the energy consumption is only 43.83% of that for the single-tube electromagnetic flanging. Obviously, the double-tube electromagnetic flanging method can improve the tube flanging effect and energy utilization rate, which provides an effective and feasible method for the further development of electromagnetic flanging technology.

Key words: electromagnetic flanging; double-tube; axial electromagnetic force; flanging angle; energy utilization rate

电磁成形技术是利用线圈脉冲电磁力加载金属工件并使之产生塑性变形的高速率成形技术^[1-2]。根据加工工艺不同, 电磁成形可分为电磁翻边、电

磁胀形和电磁焊接等^[3]。其中, 相较于传统机械翻边, 电磁翻边使用驱动线圈取代凸模, 通过驱动线圈产生的电磁力取代传统机械力, 具有高应变率、工件回弹小、贴模效果好等优点^[4]。电磁翻边的高应变率可使工件的成形极限提高 5~10 倍, 为解决轻质合金翻边困难提供了重要途径, 因此, 电磁翻边技术在近几年得到广泛研究^[5]。

传统金属管件翻边工艺是将驱动线圈放置于金属管件内部, 通过驱动线圈产生电磁力来驱动金属

收稿日期: 2022-10-11; 修订日期: 2023-01-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (51877122, 51507092)

作者简介: 尹朋磊 (1998-), 男, 硕士研究生

E-mail: yin_pengl@163.com

通信作者: 邱立 (1984-), 男, 博士, 副教授

E-mail: Doctor_QiuL@163.com

管件进行翻边^[6]。但由于制作强劲的小尺寸驱动线圈较为复杂,导致小尺寸管件的电磁翻边难以实现。为解决此问题,Xiong Q 等^[7]采用双电源系统分别控制位于管件端部的两个驱动线圈的放电时序和脉宽,实现了对小尺寸管件的翻边。由于传统管件电磁翻边的轴向电磁力较小,导致翻边角度往往达不到 90°。为此,张望等^[8]采用增大轴向电磁力的方式进行管件电磁翻边,结果表明,在相同条件下,基于双向电磁力加载管件电磁翻边方法的翻边角度是传统单线圈翻边模式下的 3 倍,翻边效果显著提高。在此基础上,张无名等^[9]通过控制双线圈的放电时序提高了电磁力大小并改善了电磁力轴径向分量的比例关系。针对管件胀形壁厚减薄、轴向变形非均匀等问题,邱立等^[10]提出三线圈轴向压缩式管件电磁胀形方法,结果显示,因为轴向压缩,管件壁厚减薄量由最初的 15.05% 降低至 9.65%。可见,通过改变轴径向电磁力的分布可以有效地提高电磁成形的最终成形效果。

除此之外,传统电磁成形一直存在成形效率低的问题^[11]。针对此问题,Qiu L 等^[12]对双板成形效率进行了研究,结果显示,单板件电磁成形的最佳成形效率为 14.68%,双板件电磁成形的最佳成形效率为 21.14%。此外,熊奇等^[13]提出采用双线圈吸引式电磁成形方法以提高板件的能量利用率,结果表明,双线圈上下同轴放置所耗能量仅为双线圈内外同轴放置的 38.43%。

针对传统单线圈电磁翻边角度不足 90° 和电磁翻边能量利用率低的问题,本文提出一种单线圈同时加载双管件电磁翻边的方法。从管件电磁翻边的基本原理出发,对比分析了驱动线圈高度对管件电磁翻边成形效果的影响,并与传统单管件电磁翻边进行电磁力、变形速度与位移及能耗的比较,验证了本方法的有效性。

1 基本原理与仿真模型

1.1 单线圈同时加载双管件电磁翻边原理

单线圈同时加载双管件电磁翻边电路包括续流回路、电容电源、驱动线圈、上管件与下管件等,其电路图见图 1^[14],其中,VD 为二极管, R_w 为上管件等效电阻, L_w 为上管件等效电感, R_f 为下管件等效电阻, L_f 为下管件等效电感, M_{w-f} 为上管件与下管件的互感, R_l 为线路电阻, L_l 为线路电感, R_c 为驱动线圈电阻, L_c 为驱动线圈电感, R_d 为续流电

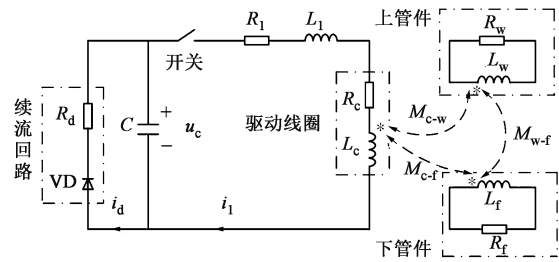


图 1 单线圈同时加载双管件电磁翻边电路图

Fig. 1 Electromagnetic flanging circuit diagram of simultaneously loading double-tube with single coil

阻, C 为电容, i_1 为驱动线圈电流, i_d 为续流回路电流, M_{c-w} 为上管件与驱动线圈的互感, M_{c-f} 为下管件与驱动线圈的互感, u_c 为电容电压。

基本原理为:当电容电源获得充足能量后,控制开关将电源中的电能加载到驱动线圈中,此时电路中会产生脉冲电流;由于磁场的变化,驱动线圈周围的两管件中将会产生感应涡流,管件中的感应涡流与驱动线圈中的脉冲电流相互作用^[8],会产生使管件瞬间发生变形的电磁力,完成电磁翻边过程。电磁力体密度 F 可表示为:

$$F = (J_{e1} + J_{e2}) \times (B_e + B_1 + B_2) \quad (1)$$

式中: J_{e1} 和 J_{e2} 分别为驱动线圈在上管件和下管件中产生的感应涡流密度; B_1 、 B_2 、 B_e 分别为上管件、下管件和驱动线圈在驱动线圈和两管件中间的磁通密度。

根据图 1,由基尔霍夫定律,其电路方程^[14]如式 (2) ~ 式 (5) 所示,等效电路参数见表 1。

表 1 等效电路参数

Table 1 Equivalent circuit parameters

| 参数 | 数值 |
|------------------------|-------|
| 电容 $C/\mu\text{F}$ | 320 |
| 放电电压 U_0/kV | 3.1 |
| 线路电阻 R_l/Ω | 0.025 |
| 线路电感 $L_l/\mu\text{H}$ | 5 |
| 续流电阻 R_d/Ω | 0.1 |

$$R_l i_1 + L_l \frac{di_1}{dt} + u_{\text{coil}} = u_c \quad (2)$$

$$R_c i_1 + L_c \frac{di_1}{dt} + M_{c-w} \frac{di_w}{dt} + M_{c-f} \frac{di_f}{dt} = u_{\text{coil}} \quad (3)$$

$$u_c = U_0 - \frac{1}{C} \int_0^t (i_1 + i_d) dt \quad (4)$$

$$i_d = \begin{cases} 0, & u_c \geq 0 \\ \frac{u_c}{R_d}, & u_c < 0 \end{cases} \quad (5)$$

式中： u_{coil} 为驱动线圈电压； t 为时间； U_0 为放电电压； i_w 为上管件中电流； i_f 为下管件中电流。

1.2 仿真模型

1.2.1 仿真流程

为了分析管件电磁翻边过程中所受电磁力及其翻边完成后的翻边效果，本文采用Comsol模拟仿真软件建立了铝管件电磁翻边的二维轴对称模型。管件电磁翻边仿真流程如图 2 所示，其中， Δt 为时间元， t_{end} 为终止时间。电路模型通过对初始参数进行计算，得到流入驱动线圈的瞬时电流；磁场模型包括空气域、管件域和线圈域，可以得到作用在金属管件上的电磁力和瞬间变化的磁场；固体力学模型可以算出金属管件的变形速度和位移；移动网格通过更新电磁翻边后的有限元网格，使管件翻边过程的计算精度得到提高^[15]。

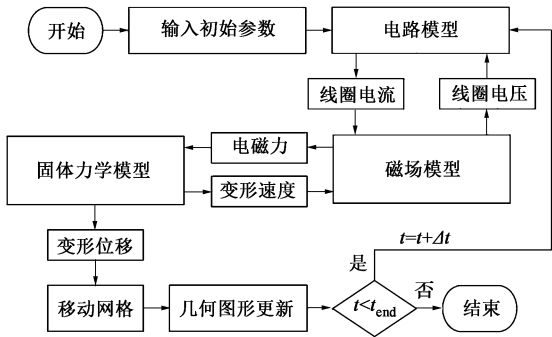


图 2 电磁翻边仿真流程图

Fig. 2 Flow chart of electromagnetic flanging simulation

1.2.2 几何模型

图 3 为传统单管件电磁翻边和双管件电磁翻边的仿真几何模型，其中，双管件对称放置在驱动线圈外侧。本文采用的管件为铝合金管件 AA6061-O，其中管件的长度为 40 mm、厚度为 2 mm、内径为 $\Phi 37.5$ mm，待翻边长度为 17.8 mm，固定约束长度为 22.2 mm，两管件的间距为 1 mm。表 2 为管件的性能参数。

由于管件电磁翻边过程中的应变速率很高，对管件最终翻边效果有很大影响。故通过 Cowper-Symonds 本构模型来模拟管件电磁翻边过程^[16]，其本构方程式如下：

$$\sigma = \sigma_y \left[1 + \left(\frac{\dot{\varepsilon}}{C_m} \right)^m \right] \quad (6)$$

式中： σ 为管件所受应力； σ_y 为准静态应力； m 为应变率硬化参数，本文取 $m=0.25$ ； ε 为塑性应变；

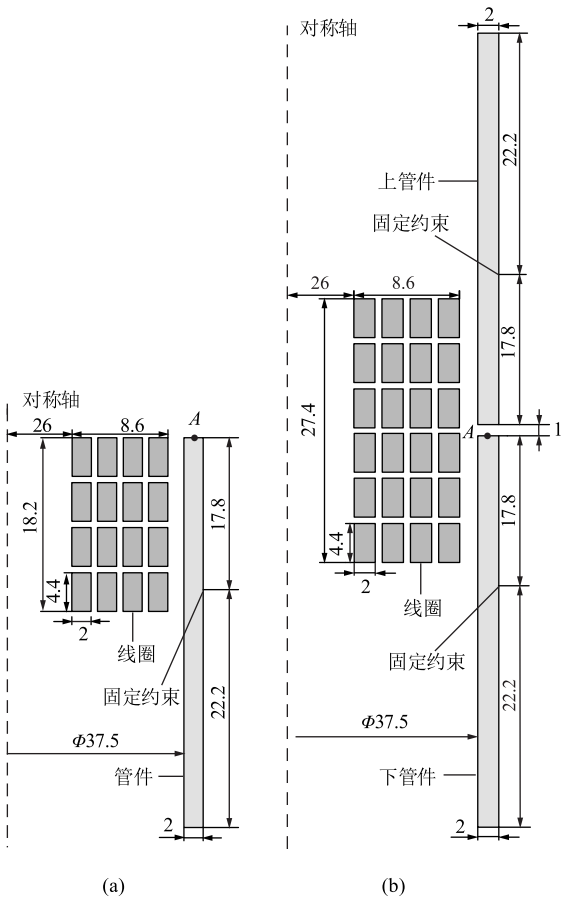


图 3 电磁翻边的仿真几何模型

(a) 单管件 (b) 双管件

Fig. 3 Simulation geometric models of electromagnetic flanging

(a) Single-tube part (b) Double-tube part

表 2 管件的性能参数

Table 2 Property parameters of tube

| 参数 | 数值 |
|---|-------------------|
| 密度 $\rho / (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$ | 2750 |
| 杨氏模量 E / GPa | 68 |
| 泊松比 μ | 0.33 |
| 屈服强度 $R_{\text{eL}} / \text{MPa}$ | 95 |
| 电导率 $\gamma / (\text{S} \cdot \text{m}^{-1})$ | 3.6×10^7 |

C_m 为粘性参数，对于铝合金材料，本文取 $C_m = 6500 \text{ s}^{-1}$ 。

在单线圈加载单管件电磁翻边的实验中^[17]，通过增加驱动线圈高度，增强了管件所受的轴向电磁力，从而使管件翻边角度达到了 90° ，实验结果如图 4 所示^[17]。在此实验的基础上，进一步验证驱动线圈高度对双管件电磁翻边效果的影响，并与传统管件电磁翻边进行对比分析。



图 4 实验结果

Fig. 4 Experimental results

2 驱动线圈高度对双管件电磁翻边效果的影响

双管件电磁翻边中双管件对称放置在驱动线圈外侧，驱动线圈可以同时为两管件提供径向电磁力和轴向电磁力，通过改变驱动线圈高度，可以间接

影响管件的受力范围及受力大小，从而改变管件所受的径向电磁力和轴向电磁力。因此，本节在保持等效电路参数不变的情况下，通过改变驱动线圈高度，从管件所受的电磁力和变形位移两方面来分析双管件电磁翻边的成形效果。

2.1 电磁力

图 5 为不同驱动线圈高度下管件所受电磁力随时间的变化图，其中，径向电磁力随着驱动线圈高度的增加呈逐步增大的趋势，但在驱动线圈高度为 27.4 mm 之后增速变缓，轴向电磁力随着驱动线圈高度的增加呈先增大后减小的趋势，在驱动线圈高度为 41.2 mm 时达到最大值，但在驱动线圈高度为 27.4~41.2 mm 之间时，管件所受轴向电磁力差别不大。由于管件电磁翻边的成形效果由管件所受径向电磁力和轴向电磁力共同决定，所以有必要分析随着驱动线圈高度的增加，径向电磁力与轴向电磁力比值的变化规律。如图 6 所示，当驱动线圈高度为 27.4 mm 时，此时管件所受的径向电磁力 F_r 为轴向电磁力 F_z 的 2.3 倍， F_r/F_z 最小，即轴向电磁力占比最大。

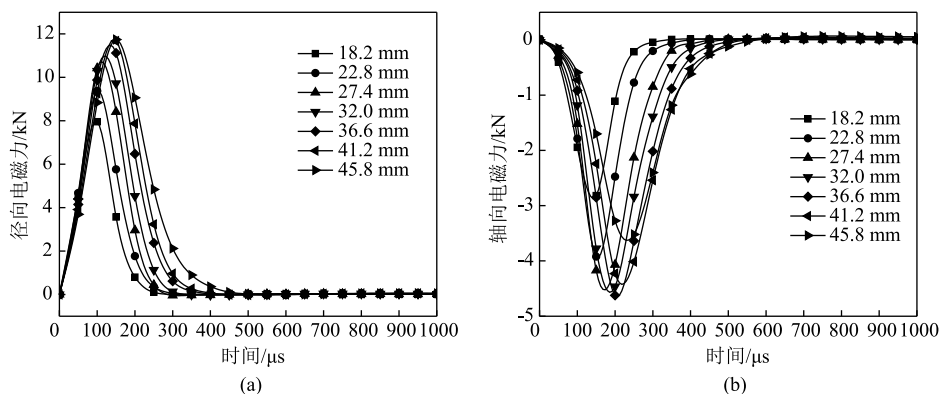


图 5 不同驱动线圈高度下管件所受电磁力随时间的变化图

(a) 径向 (b) 轴向

Fig. 5 Variation diagrams of electromagnetic force on tube part with time under different driving coil heights

(a) Radial direction (b) Axial direction

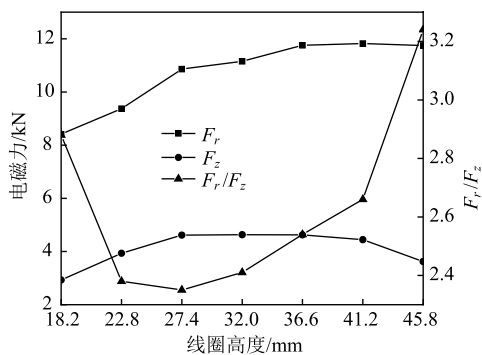


图 6 不同驱动线圈高度下管件所受电磁力的变化图

Fig. 6 Variation diagram of electromagnetic force on tube part with different driving coil heights

2.2 变形位移

由于上管件与下管件相对于驱动线圈同轴对称放置，以下只分析下管件中 A 点位移随时间的变化情况，A 点所在位置如图 3 所示。由于 A 点位于下管件顶端的端口中心处，通过 A 点位移的变化，可以分析管件在不同驱动线圈高度下的翻边效果。图 7 为在不同驱动线圈高度下 A 点的径向位移与轴向位移随时间的变化图。如图 7 所示，随着驱动线圈高度的增加，A 点的径向位移和轴向位移均呈现先增大后减小的趋势，且均在驱动线圈高度为 27.4 mm 时达到最大位移，此时翻边效果最好。如图 8 所示，双管件的最

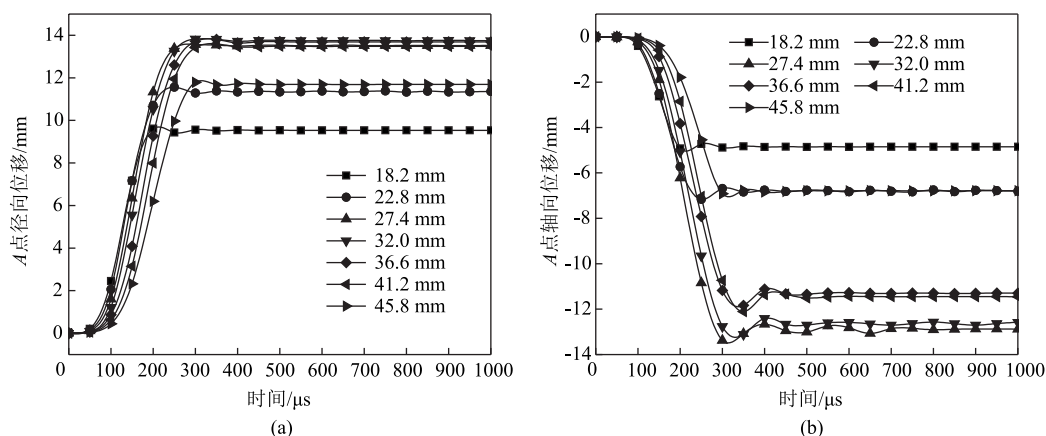


图7 不同驱动线圈高度下A点的径向位移(a)和轴向位移(b)随时间变化图

Fig. 7 Variation diagrams of radial displacement (a) and axial displacement (b) for point A with time under different driving coil heights

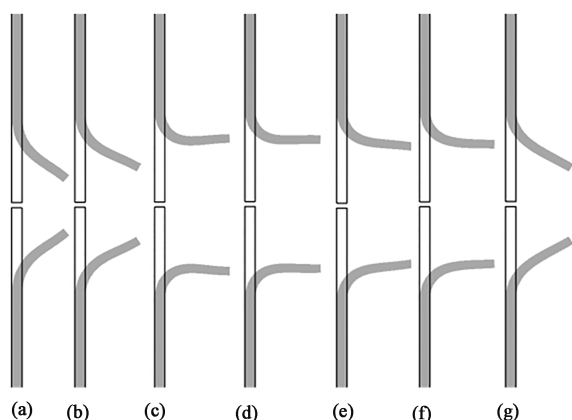


图8 不同驱动线圈高度下双管件最终翻边效果图

(a) 18.2 mm (b) 22.8 mm (c) 27.4 mm (d) 32.0 mm
(e) 36.6 mm (f) 41.2 mm (g) 45.8 mm

Fig. 8 Final flanging effect diagrams for double-tube parts under different driving coil heights

终翻边效果随驱动线圈高度的增加呈现先好后差的趋势,与图7所示的变化规律保持一致,其中,在驱动线圈高度为27.4 mm时,管件的翻边角度最大,两管件的翻边角度均达到了90°。

3 双管件电磁翻边与传统单管件电磁翻边对比分析

通过2.2章节研究的驱动线圈高度对双管件电磁翻边效果的影响,得到在本文参数下,双管件电磁翻边效果最好的驱动线圈高度为27.4 mm。通过相同的方法对单管件电磁翻边进行研究,得到单管件电磁翻边的最佳驱动线圈高度为18.2 mm。本节将从双管件电磁翻边和传统单管件电磁翻边中管件所受电磁力、变形位移与速度及能耗3个方面进行对比分析。

3.1 电磁力

图9为不同加载模式下管件所受的径向电磁力和轴向电磁力随时间的变化图,由于时间超过400 μs后管件所受电磁力几乎不存在,故图9与图10均为时间在400 μs前的情况。图10为不同加载模式下管件翻边效果随时间的变化图,其中,箭头代表管件电磁翻边过程中所受的电磁力矢量。虽然单管件电磁翻边的径向电磁力较大,但由于双管件电磁翻边能提供更大且持久的轴向电磁力,故单管件电磁翻边方式在电磁力作用150 μs后管件已基本定型,而双管件电磁翻边方式在电磁力作用250 μs后仍有轴向电磁力维持管件翻边,使得管件的翻边效果得到了显著提高。

3.2 变形位移与速度

A点的位移与速度随时间的变化规律如图11所示。由于双管件电磁翻边相较于单管件电磁翻边能提供更大的轴向电磁力,故双管件电磁翻边比单管件电磁翻边的轴向位移大了3倍,且管件的轴向变形速度也提高了1倍。虽然双管件电磁翻边的径向电磁力较小,但由于管件径向位移也受轴向电磁力的影响,所以双管件电磁翻边反而比单管件电磁翻边的径向位移大了3.5 mm,且管件的径向变形速度也得到了提高。图12为不同加载模式下管件的最终翻边效果图。

3.3 能耗对比

表3为在不同放电电压下双管件电磁翻边A点的径向位移分布规律。随着放电电压的降低,径向位移也随之变小,这是因为驱动线圈中的电流随着放电电压的降低而减小,进而降低了驱动线圈在管件中的感应涡流密度,导致管件的翻边效果变差,径向位移随之减小。由图10可知,单管件电磁翻边A点的径向位移为10.09 mm,为了分析双管件电磁翻

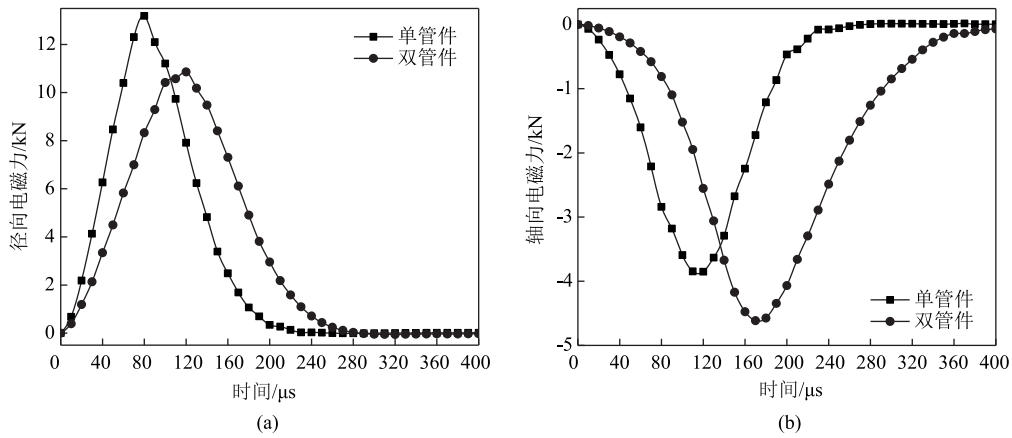


图 9 不同加载模式下电磁力随时间变化图

(a) 径向 (b) 轴向

Fig. 9 Variation diagrams of electromagnetic force with time under different loading modes

(a) Radial direction (b) Axial direction

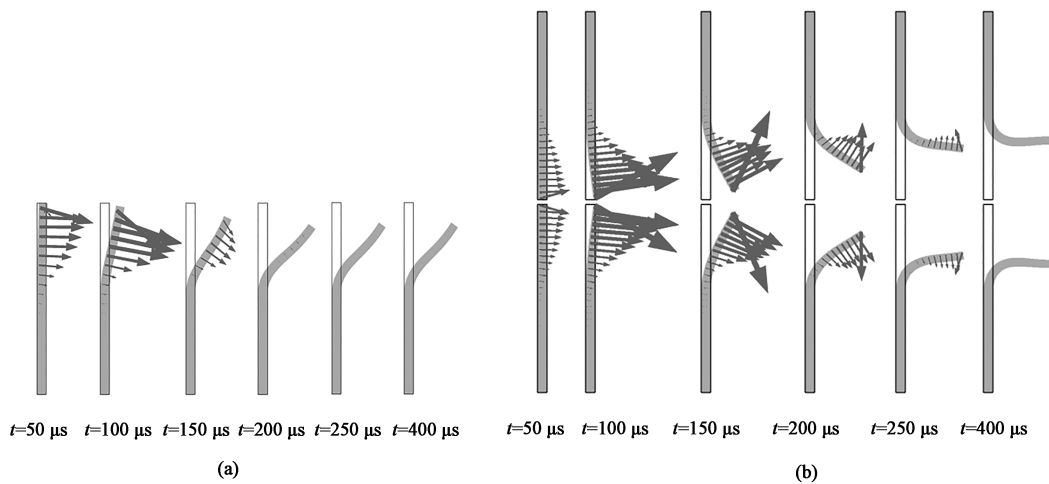


图 10 不同加载模式下管件翻边效果随时间变化图

(a) 单管件 (b) 双管件

Fig. 10 Variation diagrams of tube part flanging effect with time under different loading modes

(a) Single-tube part (b) Double-tube part

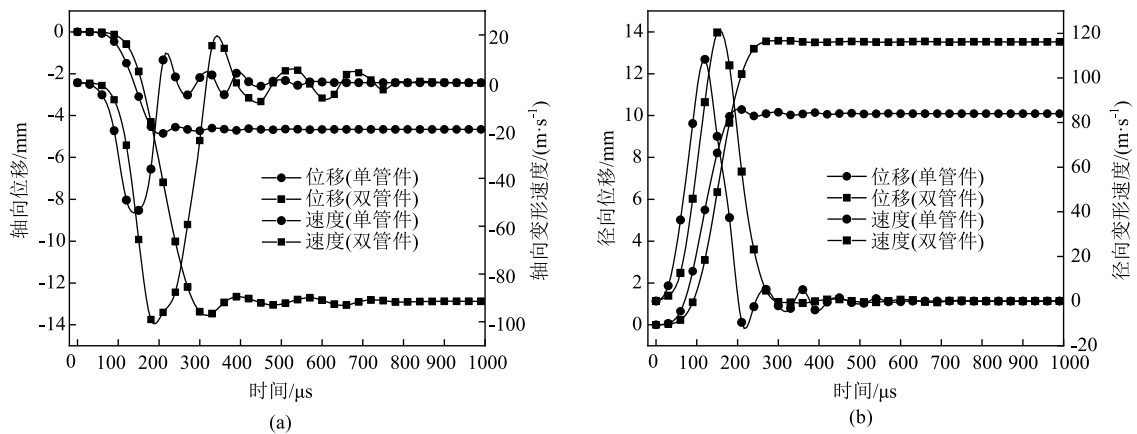


图 11 A 点位移与速度随时间变化图

(a) 轴向 (b) 径向

Fig. 11 Variation diagrams of displacement and velocity of point A with time

(a) Axial direction (b) Radial direction

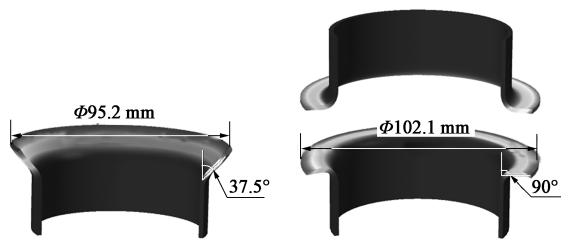


图 12 不同加载模式下最终翻边效果图
(a) 单管件 (b) 双管件
Fig. 12 Final flanging effect diagrams under different loading modes
(a) Single-tube part (b) Double-tube part

表 3 不同放电电压下双管件电磁翻边径向位移
Table 3 Radial displacement of electromagnetic flanging for double-tube parts under different discharge voltages

| 放电电压/kV | 径向位移/mm |
|---------|---------|
| 3.10 | 13.52 |
| 3.00 | 12.19 |
| 2.95 | 11.05 |
| 2.91 | 10.09 |
| 2.90 | 8.95 |

边与单管件电磁翻边的能耗对比，需要找到双管件电磁翻边达到相同径向位移时所需的放电电压值。由表 3 可知，当放电电压为 2.91 kV 时，双管件电磁翻边 A 点的径向位移为 10.09 mm。由电能公式 $W=1/2CU_0^2$ (W 为电容中储存的能量) 计算可得，单管件电磁翻边加载两个管件所需能量为 3.08 kJ，双管件电磁翻边加载两个管件所需能量为 1.35 kJ。即在达到相同翻边角度时，双管件电磁翻边消耗能量仅为单管件电磁翻边的 43.83%，双管件电磁翻边显著降低了能耗。

4 结语

针对传统单管件电磁翻边角度不足 90°和电磁翻边能量利用效率低的问题，本文提出一种采用单线圈同时加载双管件电磁翻边的方法以改善电磁翻边效果和提高能量利用效率。由于传统单管件电磁翻边提供的轴向电磁力较小且持续时间不长，导致传统单管件电磁翻边角度不足，而双管件电磁翻边能提供更大且持久的轴向电磁力，通过选定合适的驱动线圈高度，可使管件的翻边角度达到 90°，且管件电磁翻边的速度和能量利用率也得到了显著提高，为电磁翻边技术的发展提供了一种新思路。

参考文献：

[1] Qiu L, Li Y T, Yu Y J, et al. Numerical and experimental investigation in electromagnetic tube expansion with axial compression [J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2019, 104 (5-8): 3045-3051.

[2] Xiong Q, Zhao X, Zhou H, et al. A triple-coil electromagnetic two-step forming method for tube fitting [J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2021, 116 (11): 3905-3915.

[3] 李成祥, 杜建, 周言, 等. 电磁脉冲板件焊接设备研制及镁/铝合金板焊接实验研究 [J]. 电工技术学报, 2021, 36 (10): 2018-2027.

Li C X, Du J, Zhou Y, et al. Development of electromagnetic pulse welding equipment for plates and experimental research on magnesium/aluminum alloy welding [J]. Transactions on China Electrotechnical Society, 2021, 36 (10): 2018-2027.

[4] Kiliclar Y, Demir O K, Engelhardt M, et al. Experimental and numerical investigation of increased formability in combined quasi-static and high-speed forming processes [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2016, 237: 254-269.

[5] Qiu L, Xiao Y, Deng C Z, et al. Electromagnetic structural analysis and improved loose coupling method in electromagnetic forming process [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, 89 (1-4): 1-10.

[6] 邱立, 李彦涛, 苏攀, 等. 电磁成形中电磁技术问题研究进展 [J]. 电工技术学报, 2019, 34 (11): 2247-2259.

Qiu L, Li Y T, Su P, et al. Research on electromagnetic problems in electromagnetic forming process [J]. Transactions on China Electrotechnical Society, 2019, 34 (11): 2247-2259.

[7] Xiong Q, Huang H, Xia L Y, et al. A research based on advance dual-coil electromagnetic forming method on flanging of small-size tubes [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2019, 102: 4087-4094.

[8] 张望, 王于东, 李彦涛, 等. 基于双向电磁力加载的管件电磁翻边理论与实验 [J]. 电工技术学报, 2021, 36 (14): 2904-2911.

Zhang W, Wang Y D, Li Y T, et al. Theory and experiment of tube electromagnetic flanging based on bidirectional electromagnetic force loading [J]. Transactions on China Electrotechnical Society, 2021, 36 (14): 2904-2911.

[9] 张无名, 邱立, 张望, 等. 放电时序对双向加载式管件电磁翻边的影响 [J]. 精密成形工程, 2021, 13 (5): 84-91.

Zhang W M, Qiu L, Zhang W, et al. Influence of discharge timing on electromagnetic flanging of tube with bidirectional loading [J]. Journal of Netshape Forming Engineering, 2021, 13 (5): 84-91.

[10] 邱立, 余一杰, 聂小鹏, 等. 管件电磁胀形过程中的材料变形性能问题与电磁力加载方案研究 [J]. 电工技术学报, 2019, 34 (2): 212-218.

Qiu L, Yu Y J, Nie X P, et al. Study on material deformation performance and electromagnetic force loading in electromagnetic tube

- expansion process [J]. Transactions on China Electrotechnical Society, 2019, 34 (2): 212-218.
- [11] Cao Q L, Han X T, Lai Z P, et al. Effects of current frequency on electromagnetic sheetmetal forming process [J]. IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 2013, 24 (3): 1-4.
- [12] Qiu L, Wang B, Abu Siada A, et al. Research on forming efficiency in double-sheet electromagnetic forming process [J]. IEEE Access, 2020, 8: 19248-19255.
- [13] 熊奇, 杨猛, 周丽君, 等. 双线圈吸引式板件电磁成形过程中的涡流竞争问题 [J]. 电工技术学报, 2021, 36 (10): 2007-2017.
- Xiong Q, Yang M, Zhou L J, et al. The problem of eddy current competition in the electromagnetic forming process of double-coil attracted sheet metal [J]. Transactions on China Electrotechnical Society, 2021, 36 (10): 2007-2017.
- [14] Li Z, Abu Siada A, Zhu H Y, et al. Study on the efficiency of simultaneous tube compression and expansion electromagnetic forming [J]. IEEE Access, 2021, 9: 30035-30042.
- [15] 邱立, 李玉田, 张望, 等. 基于匀压力驱动管加载的管件电磁胀形电磁力与成形特性分析 [J]. 塑性工程学报, 2022, 29 (5): 98-108.
- Qiu L, Li Y T, Zhang W, et al. Analysis of electromagnetic force and forming characteristics in tube electromagnetic bulging based on uniform pressure driving tube loading [J]. Journal of Plasticity Engineering, 2022, 29 (5): 98-108.
- [16] Liu X L, Huang L, Li J J, et al. An electromagnetic incremental forming (EMIF) strategy for large-scale parts of aluminum alloy based on dual coil [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2019, 104 (5): 1-21.
- [17] 李彦涛. 基于径向-轴向电磁力加载式管件电磁翻边成形研究 [D]. 宜昌: 三峡大学, 2020.
- Li Y T. Research on Electromagnetic Flanging Forming of Pipe Fitting Based on Radial and Axial Electromagnetic Force Loading [D]. Yichang: Three Gorges University, 2020.

“第十八届全国塑性工程学术年会暨第十届全球华人塑性技术研讨会” 征文通知

“第十八届全国塑性工程学术年会暨第十届全球华人塑性技术研讨会”(以下简称“年会”)将于2023年10月20-22日在武汉市举行,大会主题为“提高自主创新能力 扎实推进产业基础再造工程”。本届年会将邀请国内外高等院校、科研院所和知名企业的资深专家做主旨报告,同时,还将安排分组学术交流。

热忱欢迎海内外广大同仁踊跃投稿、积极参会。报名通道将于近期开通,请关注会议官网。

一、组织单位

指导单位:中国机械工程学会、中国机械科学研究总院集团有限公司

主办单位:中国机械工程学会塑性工程分会

承办单位(排名不分先后):中国机械总院集团北京机电研究所有限公司、武汉理工大学、华中科技大学、太原理工大学、山东大学、精密成形国家工程研究中心

协办单位(排名不分先后):汽车用钢开发与应用技术国家重点实验室(宝钢)、陕西省高性能精确成形技术与装备重点实验室、极端服役性能精准制造全国重点实验室、燕山大学国家冷轧板带装备及工艺工程技术研究中心、燕山大学先进锻压成形技术与科学教育部重点实验室、航空结构件成形制造与装备安徽省重点实验室、西北工业大学轻金属加工研究团队、新拓三维技术(深圳)有限公司、重庆西重特种铝业有限公司、金属成形与重型装备全国重点实验室、武汉理工大学湖北省现代汽车零部件技术湖北省重点实验室、武汉理工大学湖北省材料绿色精密成形工程技术研究中心(征集中)

支持媒体:《塑性工程学报》、《锻压技术》杂志

二、征文范围

- | | | | |
|-------------|--------------|--------------|------------------|
| ● 金属塑性成形理论 | ● 塑性成形技术与装备 | ● 模具设计与制造技术 | ● 材料与成形性能 |
| ● 工业加热技术及设备 | ● 锻后热处理技术及设备 | ● 摩擦与润滑 | ● 测试技术与装备 |
| ● 增材制造 | ● 智能制造 | ● 计算机模拟及仿真应用 | ● 其他与塑性工程相关或交叉领域 |

三、论文提交时间及方式

网上投稿截止时间:2023年7月31日 投稿网址: <https://conference.cstp-cmes.org.cn/?siteid=10241>

四、展览

年会期间,将举办塑性工程领域新技术、新工艺、新装备展。届时,参展单位也可在年会资料袋及年会程序册、《年会论文集》(电子版)、《论文摘要集》(纸质版)和年会现场进行企业宣传和产品推介。欢迎有意向的企业、科研院所及高校积极报名参加展览助力大会成功举办。

五、塑性工程分会秘书处联系方式

地 址:北京市海淀区学清路18号711房间 邮 编:100083 电 话:010-62920654, 82415084

联系人:秦思晓(15201461873),周 林(13811919643),金 红(13911560582)

中国机械工程学会塑性工程分会