

# 锻压技术®

ISSN 1000-3940

CN 11-1942/TG

CODEN:DUJID9

**DUANYA JISHU / Vol.48 No.5**  
**FORGING & STAMPING TECHNOLOGY**



主办单位：中国机械总院集团北京机电研究所有限公司 中国机械工程学会塑性工程分会

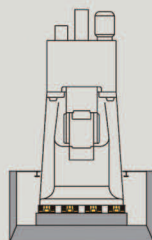


## 管材成形技术专辑

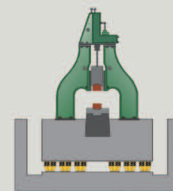


# 全球隔振减振技术引领者

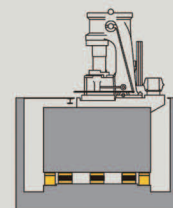
## 锻造设备隔振



模锻锤

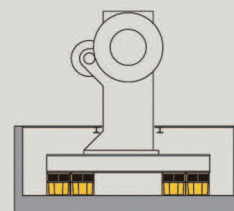
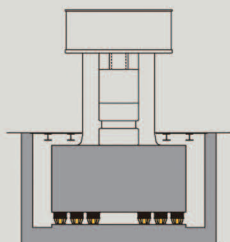


自由锻锤



热模锻压力机

螺旋压力机



ISSN 1000-3940



05&gt;

9 771000 394239

· 以上数据和资料由隔而固(青岛)振动控制有限公司提供

广告查询编号: 0467

哪里有振动干扰，哪里就需隔而固

Vibrations can be controlled – wherever they occur

隔而固公司于1908年在德国柏林成立，现已成为国际振动控制领域技术领先的方案和产品提供商，其隔振减振技术和产品已应用到了工业、电力、轨道交通和建筑桥梁等各行各业，完成了许多世界知名的振动控制工程项目。

隔而固(青岛)振动控制有限公司  
 GERB (Qingdao) Vibration Control Co., Ltd.

地址：青岛市城阳区河东路15号

邮编：266108

电话：0532-87716801 87716802

传真：0532-87723330

info@gerb.com.cn

www.gerb.com

1958年创刊

《锻压技术》收录情况:

中文核心期刊

中文核心期刊要目总览 (北京大学)

中国科学引文数据库 (核心版, CSCD)

中国科技期刊引证报告 (核心版, CJKR)

中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)

RCCSE中国核心学术期刊

中国学术期刊文摘数据库 (核心版, CSAD-C)

中国学术期刊文摘数据库 (英文版)

中国学术期刊综合评价数据库

中国学术期刊 (光盘版)

中国知网

万方数字化期刊群

美国剑桥科学文摘(CSA)

美国化学文摘 (CA)

日本科学技术振兴机构数据库 (JST)

俄罗斯文摘杂志(AJ)

优先数字出版: 中国学术期刊(光盘版)电子杂志社

《锻压技术》编委会

主 任: 胡正寰<sup>院士</sup>

常务副主任: 陆 辛

副主任: 刘 玠<sup>院士</sup> 谢建新<sup>院士</sup> 张凯锋 李亚军

编 委: (按姓氏笔划为序)

|                   |                   |                   |                   |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 丁明明               | 万 敏               | 马庆贤               | 王云飞               |
| 王以华               | 王秀凤               | 王忠金               | 王宝雨               |
| 王雷刚               | 王新云               | 方 刚               | 孔祥东               |
| 白秉哲               | 任广升               | 任学平               | 华 林               |
| 刘 玠 <sup>院士</sup> | 刘 钢               | 刘相华               | 闫 洪               |
| 阮 锋               | 孙友松               | 运新兵               | 李 军               |
| 李亚军               | 李志刚               | 李宏伟               | 李社钊               |
| 李明哲               | 李建军               | 李贺军 <sup>院士</sup> | 李淑慧               |
| 李森泉               | 李德群 <sup>院士</sup> | 吴玉坚               | 吴带生               |
| 何祝斌               | 余海燕               | 宋鸿武               | 宋湛蘋               |
| 张 华               | 张 金               | 张 建               | 张 涛               |
| 张士宏               | 张立文               | 张立斌               | 张凯锋               |
| 张治民               | 陆 辛               | 陈 军               | 陈 强               |
| 陈拂晓               | 苑世剑               | 林忠钦 <sup>院士</sup> | 金 红               |
| 金 森               | 周 杰               | 周贤宾               | 单德彬               |
| 郎利辉               | 赵 震               | 赵升吨               | 赵国群               |
| 胡正寰 <sup>院士</sup> | 钟志平               | 钟志华 <sup>院士</sup> | 侯红亮               |
| 聂绍珉               | 贾俐俐               | 夏巨湛               | 夏汉关               |
| 夏琴香               | 高俊峰               | 高铁军               | 郭 成               |
| 郭 灵               | 郭 斌               | 郭宝峰               | 海锦涛               |
| 黄庆学 <sup>院士</sup> | 黄志超               | 曹春晓 <sup>院士</sup> | 盛虹伟               |
| 彭颖红               | 蒋 鹏               | 蒋浩民               | 韩 飞               |
| 湛利华               | 谢 谈               | 谢水生               | 谢建新 <sup>院士</sup> |
| 詹 梅               | 詹艳然               | 蔡 念               | 管延锦               |

海外编委: (按英文字母为序)

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| A. N. Bramley (英) | D. Banabic (罗马尼亚)     |
| 傅铭旺 (新加坡)         | G. Palumbo (意)        |
| K. B. Nielsen (丹) | 林建国 <sup>院士</sup> (英) |
| 龙 慧 (英)           | ManSoo Joun (韩)       |
| M. Geiger (德)     | T. A. Dean (英)        |
| 堂田邦明 (日)          | V. Petrenko (白俄罗斯)    |
| 王志刚 (日)           | 杨 明 (日)               |
| 中川威雄 (日)          |                       |

# 锻压技术<sup>®</sup> DUANYA JISHU

## FORGING & STAMPING TECHNOLOGY

### 目 次

#### 管材成形技术专辑

##### 卷首语

管材成形技术创新赋能高端装备轻量化制造 ..... 刘 钢, 刘 伟 (I)

##### 成形性能表征及调控

NiAl 合金变截面管件热态气压成形 - 反应制备复合工艺

..... 刘 钢, 王 宝, 王东君, 等 (1)

预变形对 6011 铝合金薄壁管高温均匀变形的影响

..... 杨 松, 郑凯伦, 苑世剑 (7)

TA1/CFRP 燃料电池双极板微流道充液成形性能及尺寸效应

..... 王 耀, 郭 宏, 叶晓凯, 等 (16)

6061 铝合金薄壁管 - 法兰组合接头超低温局部胀 - 压连接规律

..... 程旺军, 张恒源, 刘 伟, 等 (25)

6063 铝合金管件双向轴压电磁胀形研究 ..... 孙晓明, 纪亚楠, 王 抒, 等 (31)

2219 铝合金曲面件局部热翻边成形性能 ..... 陈军龙, 凡晓波, 乔 科, 等 (39)

泡沫铝夹芯板预制坯热变形行为 ..... 徐文斌, 胡志力, 庞 秋 (44)

等温处理对 Mg-3Y-4Nd-1Ni-0.5Zr 合金半固态坯料件显微组织的影响

..... 张虹桃, 邓 涛, 鲁天慧, 等 (51)

一体化刚性加强结构尺寸对超塑成形减薄率的影响

..... 王会东, 谢洪志, 吕 伟, 等 (61)

##### 尺寸精度及性能控制

航空发动机钣金件先进成形技术 ..... 朱 宇, 张贺刚, 董红瑞, 等 (67)

铝合金管路快卸卡箍柔性连接技术 ..... 李光俊, 段晓艳, 杨景超, 等 (79)

带长直段小弯曲半径管可控内压推弯研究 ..... 徐 勇, 贺腾飞, 解文龙, 等 (87)

超高强钢管件热胀成形特性与 A 柱样件开发 ..... 程 超, 韩 非, 石 磊 (95)

越野车身前支梁内高压成形精度与性能 ..... 崔晓磊, 杨 松, 韩 聪 (103)

2219 时效强化铝合金隧道管成形工艺 ..... 祝世强, 王永铭, 沈汝洵, 等 (111)

充压胀形对先进高强钢弯曲管状件回弹的控制效果

..... 林才渊, 简翰鸣, 寇晗涛, 等 (117)

钛合金薄壁弯管热胀工艺变形行为 ..... 付坤宁, 杨小克, 杨 波, 等 (123)

渐进冲击液压载荷下 T 型管的成形规律 ..... 赵鑫牛, 刘建伟, 张文袖, 等 (130)

不锈钢无缝管无中间退火连续环辊旋轧成形工艺

..... 许德巍, 李绍禄, 赵 军, 等 (137)

管翅式散热器液压胀接回弹行为的研究 ..... 陈 凯, 何玉林, 马建平, 等 (147)

2219 铝合金差厚球壳梯度超低温拉深成形规律

..... 凡晓波, 刘 洋, 郭方兴, 等 (155)

钛合金 Kagome 点阵 SPF/DB 成形工艺及结构优化

..... 武 永, 吴迪鹏, 陈明和 (162)

2023年 第48卷 第5期 (总第332期) (月刊) 5月25日出版

客座主编: 刘 钢  
责任编辑: 马倩倩、魏 巍



## 目 次

电磁斜孔翻边的板料结构设计和变形规律研究

.....崔晓辉, 张 磊, 陈 浩, 等 (168)

基于颗粒介质胀形的仿生蛋壳体质量研究 .....孙志莹, 施正贤, 申明廷 (176)

碳纳米管增强铝基复合材料薄壁椭圆件旋压成形实验

.....冯苏乐, 余小鹏, 李志强, 等 (183)

2A12 铝合金大曲率半径钣金件热变形 - 淬火复合成形回弹规律

.....吴鹏程, 金晓月, 陈 维, 等 (188)

大径厚比超薄铝合金构件 3D 增量成形规律.....李 岩, 张 瑶, 庞 秋, 等 (193)

## 建模仿真及工艺优化

薄壁铝合金管机器人弯曲成形起皱调控优化.....郭训忠, 许祥勇, 刘春梅, 等 (205)

芯轴导向结构对薄壁管轴向剪切加载的影响 .....王小松, 张书宁, 刘 钢 (221)

铝合金弹 - 塑性蠕变时效形性演变建模分析 .....周文彬, 甘宛妮, 杨小克, 等 (227)

Y 形管内高压成形过程数值模拟与实验研究 .....冯莹莹, 孙晓倩, 贾 越, 等 (236)

基于磁场变换器的管件电磁压缩电磁力分布及变形均匀性分析

.....邱 立, 何 琴, 刘洪池 (245)

小径厚比金属波纹管无模成形工艺 .....张自成, 戴文龙, 童腾腾, 等 (254)

基于有限元的多层波纹管成形数值模拟及应用

.....简翰鸣, 宋 珂, 袁 杏, 等 (260)

汽车变速器轴轻量化设计与旋转锻造仿真.....张 琦, 田天泰, 张 毓, 等 (266)

基于 Dynaform 的球底筒形件充液成形回弹有限元模拟

.....张泉达, 孙福臻, 吉日格勒, 等 (275)

大型复杂多腔挤压件校形工艺数值模拟与实验研究

.....王清峰, 孙 磊, 初冠南 (282)

双金属衬里复合管内衬塌陷失稳三维有限元研究

.....谷天平, 练章华, 王 斌, 等 (287)

虚拟多工具渐进成形仿真及试验验证.....王雅欣, 许 鹏, Sattar Ullah, 等 (296)

真空固溶态 FGH4096 高温合金的热变形行为及本构模型

.....刘剑箫, 翟月雯, 姜 超, 等 (306)

肋板对吸能构件耐撞性的影响及优化设计 .....马 箫, 苗诗梦 (314)

## 信息

第十三期“锻压企业质量工程师”培训班(模锻工艺与标准)在盐城成功举办 (6)  
欢迎订阅《锻压技术》杂志(月刊) (24) 警惕不法网站, 保障投稿安全 (60)  
关于中国机械工程学会塑性工程分会发展会员的通知 (116) 《锻压技术》读者  
信息反馈卡声明、《锻压技术》郑重声明 (129) 《锻压技术》杂志征稿简则 (136、  
265) 关于举办“全国锻压技术与装备高级研修班”的通知 (154) QC 检测网  
(187) 关于举办“2023 上海锻压技术与装备展”的通知 (244) 《锻压技术》杂志  
广告征订 (253) 欢迎关注“锻压技术杂志”微信公众号 (274) 欢迎关注“塑性  
工程学报”微信公众号 (286) 欢迎订阅《塑性工程学报》杂志 (305)

主管单位: 中国机械工业联合会

主办单位: 中国机械总院集团北京机电研究所有限公司

中国机械工程学会塑性工程分会

编辑出版: 《锻压技术》编辑部

主 编: 陆 辛

常务副主编: 金 红

编辑部主任: 魏 巍

广告主管: 林玉婷

英文编辑: 王秀凤(兼)

编辑部地址: 北京市海淀区学清路18号

邮政编码: 100083

电话: (010) 62920652 82415085

电子信箱: fst@263.net (稿件)

fst\_linyutong@163.com (广告)

网址: www.fstjournal.net

印刷: 北京科信印刷有限公司

出版日期: 每月25日

国际标准连续出版物号: ISSN 1000-3940

CODEN: DUJID9

国内统一连续出版物号: CN 11-1942/TG

广告发布登记号: 京海工商广登字20170021号

国内邮发代号: 2—322

总发行处: 北京报刊发行局

国内订阅: 全国各地邮电局

国内定价: 25.00元

国外发行代号: BM5549

海外总发行: 中国国际图书贸易集团有限公司

国外定价: 10美元

刊名商标注册证号: 第7054460号



锻压技术网站



锻压技术微信

# 锻压技术® DUANYA JISHU

## FORGING & STAMPING TECHNOLOGY

### CONTENTS

#### SPECIAL ISSUE OF TUBE FORMING TECHNOLOGY

##### ○ PREFACE

Innovation on tube forming technology for lightweight manufacturing of high end equipment..... Liu Gang, Liu Wei(1)

##### ○ FORMABILITY CHARACTERIZATION AND REGULATION

Compound process on hot gas pressure forming and reaction preparation for NiAl alloy tubular components with variable cross-section

..... Liu Gang, Wang Bao, Wang Dongjun, et al(1)

Effect of pre-deformation on high temperature uniform deformation for AA6011 aluminum alloy thin-walled tubes

..... Yang Song, Zheng Kailun, Yuan Shijian(7)

Hydro-formability and scale effect of TA1/CFRP fuel cell bipolar plate microchannels

..... Wang Yao, Guo Hong, Ye Xiaokai, et al(16)

Joining law of local bulging and extrusion at ultra-low temperature of thin-walled tube and flange composite joint for 6061 aluminum alloy

..... Cheng Wangjun, Zhang Hengyuan, Liu Wei, et al(25)

Study on bidirectional axial compression electromagnetic bulging of 6063 aluminum alloy tube..... Sun Xiaoming, Ji Yanan, Wang Shu, et al(31)

Formability of 2219 aluminum alloy curved components in local warm flanging

..... Chen Junlong, Fan Xiaobo, Qiao Ke, et al(39)

Thermal deformation behavior on aluminium foam sandwich preformed blank

..... Xu Wenbin, Hu Zhili, Pang Qiu(44)

Influence of isothermal treatment on microstructure of Mg-3Y-4Nd-1Ni-0.5Zr alloy semi-solid billet ..... Zhang Hongtao, Deng Tao, Lu Tianhui, et al(51)

Influence of integrated rigid reinforcement structure dimension on thinning rate of superplastic forming ..... Wang Huidong, Xie Hongzhi, Lyu Wei, et al(61)

##### ○ DIMENSIONAL ACCURACY & PERFORMANCE CONTROL

Advanced forming technology on sheet metal parts in aero-engines

..... Zhu Yu, Zhang Hegang, Dong Hongrui, et al(67)

Flexible connection technology on quick-release clamp for aluminum alloy pipeline ..... Li Guangjun, Duan Xiaoyan, Yang Jingchao, et al(79)

Research on controllable internal pressure push bending for tube with long straight section and small bending radius

..... Xu Yong, He Tengfei, Xie Wenlong, et al(87)

Hot metal gas forming characteristics of ultra-high strength steel tube and development of A-pillar specimens ..... Cheng Chao, Han Fei, Shi Lei(95)

Tube hydroforming precision and performance on front support beam for off-road vehicle body..... Cui Xiaolei, Yang Song, Han Cong(103)

Forming process on 2219 aging strengthened aluminum alloy tunnel tube

..... Zhu Shiqiang, Wang Yongming, Shen Ruxun, et al(111)

Control effect of hydro-forging on springback for advance high-strength steel bending tube component

..... Lin Caiyuan, Jian Hanming, Kou Hantao, et al(117)

Deformation behavior of titanium alloy thin-walled bent tube during hot gas bulging process ..... Fu Kunming, Yang Xiaoke, Yang Bo, et al(123)

Forming laws of T-shaped tube under incremental impact hydraulic loads

..... Zhao Xinniu, Liu Jianwei, Zhang Wenxiu, et al(130)

Continuous ring-roller spinning process on stainless steel seamless tube without intermediate annealing ..... Xu Yiwei, Li Shaolu, Zhao Jun, et al(137)

Study on springback behavior for tube-fin radiator hydroforming

..... Chen Kai, He Yulin, Ma Jianping, et al(147)

**Responsible Department:** China Machinery Industry Federation

**Sponsor:** Beijing Research Institute of Mechanical & Electrical Technology Co., Ltd. CAM

Society for Technology of Plasticity, CMES

**Edited by:** Editorial Office of Forging & Stamping Technology

**Chief Editor:** Lu Xin

**Vice Chief Editor:** Jin Hong

**Address:** No.18 Xueqing Road, Beijing, P.R.China

**Post Code:** 100083

**Tel:** (010) 62920652 82415085

**E-mail:** fst@263.net

fst\_linyutong@163.com

**Http://**www.fstjournal.net

**Printed by:** Beijing Kexin Printing Co., Ltd.

**Published Date:** 25th Monthly

**Publication Number:** ISSN 1000-3940  
CN 11-1942/TG

**CODEN:** DUJID9

**Overseas Distributor:** China International Book Trading Corporation

**Price:** 10 USD

*The journal resolutely resists all academic misconduct, once found, the paper will be withdrawn immediately.*



## CONTENTS

- Gradient ultra-low temperature deep drawing law of 2219 aluminum alloy spherical shell with differential thickness .....Fan Xiaobo, Liu Yang, Wu Fangxing, et al(155)
- SPF/DB forming process and structural optimization on titanium alloy Kagome lattice .....Wu Yong, Wu Dipeng, Chen Minghe(162)
- Research on sheet structural design and deformation law for electromagnetic oblique hole flanging.....Cui Xiaohui, Zhang Lei, Chen Hao, et al(168)
- Study on quality of bionic egg-shaped shell based on granular medium bulging .....Sun Zhiying, Shi Zhengxian, Shen Mingting(176)
- Spinning test for thin-walled hemispherical shell part of CNTs/Al composites .....Feng Sule, Yu Xiaopeng, Li Zhiqiang, et al(183)
- Springback law of 2A12 aluminum alloy sheet metal part with a large curvature radius in hot forming-quenching integrated process .....Wu Pengcheng, Jin Xiaoyue, Chen Wei, et al(188)
- 3D incremental forming law of ultra-thin aluminum alloy components with large diameter-thickness ratio.....Li Yan, Zhang Yao, Pang Qiu, et al(193)
- **MODELING, SIMULATION & PROCESS OPTIMIZATION**
- Control and optimization of wrinkling during robotic bending for thin-walled aluminum alloy tube .....Guo Xunzhong, Xu Xiangyong, Liu Chunmei, et al(205)
- Influence of mandrel guide structure on axial shear loading for thin-walled tubes .....Wang Xiaosong, Zhang Shuning, Liu Gang(221)
- Modelling and analysis of evolution for deformation and property in elastic-plastic creep ageing of aluminium alloy .....Zhou Wenbin, Gan Wannan, Yang Xiaoke, et al(227)
- Numerical simulation and experimental study on hydroforming process for Y-shaped tube.....Feng Yingying, Sun Xiaoqian, Jia Yue, et al(236)
- Analysis on electromagnetic force distribution and deformation uniformity for tube electromagnetic compression based on magnetic field converter ..... Qiu Li, He Qin, Liu Hongchi(245)
- Dieless forming process of metal bellows with small radius-to-thickness ratio ..... Zhang Zicheng, Dai Wenlong, Tong Tengpeng, et al(254)
- Numerical simulation and application on multi-layer bellows forming based on finite element ..... Jian Hanming, Song Ke, Yuan Xing, et al(260)
- Lightweight design and rotary swaging simulation for automobile transmission shaft.....Zhang Qi, Tian Tiantai, Zhang Yu, et al(266)
- Finite element simulation on springback during hydroforming for cylindrical parts with spherical bottom based on Dynaform ..... Zhang Quanda, Sun Fuzhen, Ji Rigele, et al(275)
- Numerical simulation and experimental study on correction process for large complex multi-cavity extruded parts ..... Wang Qingfeng, Sun Lei, Chu Guannan(282)
- 3D finite element study on collapse instability for liner in bimetallic lined composite pipe ..... Gu Tianping, Lian Zhanghua, Wang Bin, et al(287)
- Simulation and experimental validation on virtual multi-tool incremental forming ..... Wang Yaxin, Xu Peng, Sattar Ullah, et al(296)
- Thermal deformation behavior and constitutive equation on superalloy FGH4096 in vacuum solid solution state .....Liu Jianxiao, Zhai Yuewen, Jiang Chao, et al(306)
- Influence of ribs on impact resistance for energy-absorbing components and optimal design .....Ma Xiao, Miao Shimeng(314)

## 广告索引

- 隔而固(青岛)振动控制有限公司 (封面)
- 中国机械总院集团北京机电研究所有限公司-  
AFDEX (封二)
- 2023年上海锻压技术与装备展 (封三)
- 中机锻压江苏股份有限公司 (封底)
- 杰梯唏精密机电(上海)有限公司 (彩插1)
- 中国机械总院集团北京机电研究所有限公司  
(彩插2、3)
- 《锻压技术》读者信息反馈卡 (彩插4、5)
- 公益广告 (彩插6)
- 锻压技术 (彩插7)
- 中国机械总院集团北京机电研究所有限公司  
(侧条)

本刊已加入中国学术期刊网络出版总库、CNKI系列数据库、中国期刊网、万方数据资源系统等。本刊一次性支付给作者的稿酬中包括电子版和网络版的著作权使用费。如作者不同意将文章收入此类数据库, 请做出书面声明, 本刊将作适当处理。