

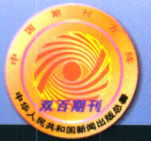
# 微特电机

## 2013 2

Wēi Tè Diàn Jī 1973年创刊

全国优秀期刊 电子精品科技期刊

电工技术类中文核心期刊 中国期刊方阵双百期刊 中国科技论文统计源期刊 科学文摘收录期刊



## 扬锻股份 电机行业冲压设备全套解决方案

SINCE 1958



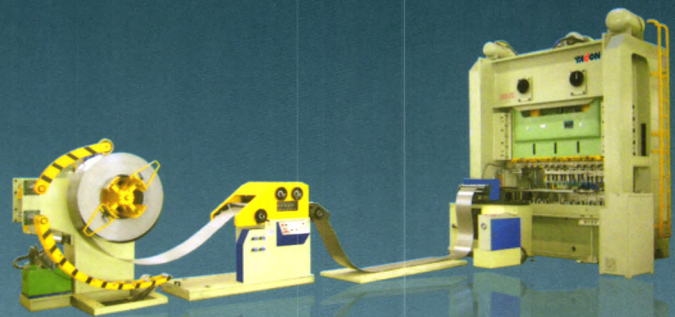
YSH300数控高速精密冲压生产线  
YSH300 NC High-speed Precision Stamping Line



J76系列闭式双点高速精密压力机冲压线  
J76 Series Punching Line of Straight Side High-Speed Double-crack Precision Press



J31G系列闭式高速压力机冲压生产线  
J31G Series Punching Line of Straight Side High-Speed Press



**YIDON** 扬州锻压机床股份有限公司  
YANGZHOU METALFORMING MACHINE TOOL CO.,LTD.

地址：中国江苏省扬州市邗江经济开发区华钢路2号

邮编 PC: 225128

Add: No.2, Huagang Rd., Hanjiang Industrial Zone, Yangzhou City, Jiangsu Province, China

电话 Tel: 0514-8784 9888 8784 9988

传真 Fax: 0514-8784 9136

邮箱 E-mail: yz@duanya.com.cn

[www.duanya.com.cn](http://www.duanya.com.cn)

# 微特电机

月刊公开发刊

1973年9月创刊

2013年第41卷第2期总第265期

编辑委员会主任：施进浩

国内编委：唐任远 赵淳生 王宗培

陆永平 陈永校 金如麟

江建中 程树康 李忠杰

詹琼华 袁海林 陈忠

海外编委：陈清泉 诸自强 朱建国

米春亭

主管：中华人民共和国工业和信息化部

主办：中国电子科技集团公司第二十一研究所

编辑出版：微特电机编辑部

地址：上海市虹漕路30号

邮编：200233

主编：施进浩

副主编：谢宇静

电话：021-64367300-242、64704564

传真：021-64083946

网址：www.emotoren.com

电子邮件：wt dj@vip.163.com

印刷：上海美雅延中印刷有限公司

国内发行：上海市报刊发行处

国外发行：中国国际图书贸易总公司

订 阅：全国各地邮局及本刊编辑部

邮发代号：4-270

国外代号：M1227

中国标准连续出版物号：ISSN 1004-7018  
CN31-1428/TM

国际刊名代码CODEN：WEDIE9

广告经营许可证：沪工商广字3101044000040

每期定价：6.00元(全年定价：72.00元)

出版日期：2013年2月28日

版权所有，未经许可，不得转载、翻印

# 目 次

WEITE DIANJI

2013年第2期

## 理论研究

1 基于气隙磁场谐波分析的汽车发电机爪极优化选择

刘谋志, 鲍晓华, 吴 锋, 等

5 高速永磁电机转子系统临界转速仿真研究

关 栋, 杨小辉, 刘 更, 等

## 设计分析

8 无刷直流起动/发电系统的设计与实现

李 颖, 简 韬, 邵兴齐, 等

13 力矩电动机控制系统测试评估仪设计

姚奉嘉, 李 锐, 李洪祚

17 基于高频注入法的无轴承同步磁阻电动机径向位移自检测技术

周令康, 冯冬梅, 刁小燕, 等

21 无刷直流电动机PWM斩波方式分析

白利飞, 马瑞卿, 张庆超

24 基于直流调速和实时组态的风力机模拟器设计

张计科, 王生铁, 刘广忱

28 永磁偏置轴向径向磁悬浮轴承的研究

王德明, 葛贝贝, 张广明, 等

31 高速无轴承永磁薄片电机转子径向偏移及转角检测研究

陈 超, 陈小元

## 驱动控制


35 基于CPLD的对转无刷直流电动机换相逻辑研究

单友辉, 焦振宏, 杨 阳, 等

38 基于迭代学习的PID控制器在直流电机控制中的应用

陈建强, 徐洪泽

### 传感器专家 中沪电子



- 光幕传感器
- 光电传感器
- 接近传感器
- 光纤传感器
- 计时计数器
- 多功能仪表

保护人机安全 防止人身伤害 NA安全光幕传感器

三十余年专注于传感器研发与制造，为您提供高品质产品。

## ZONHO

上海中沪电子技术研究设计所  
上海中沪电子有限公司

总部：上海市龙吴路398弄9号  
邮编：200232  
电话：021-64393203 54363635  
传真：021-54353161  
Http://www.zonho.com.cn  
Email: info@zonho.com.cn

技术服务热线：400-820-1600

ISO9001 ISO14001  
OHSAS18001 CE

## JP

上海剑平动平衡机制造有限公司  
Shanghai Jianping Dynamic Balancing Machine Manufacturing Co., Ltd.

Quality Dynamic Balance Machine Supplier  
[优质的·动平衡机供应商]

联系人 程先生  
销售热线 021-39972959  
13681849878  
传 真 021-39972969

公司地址：上海市沪太路7488弄111号  
http://www.jpdp.com www.jp-balancer.com



● 自动定位平衡机

## 专业生产 软、硬支承动平衡机

提供专业动平衡设备  
升级改造各种动平衡机

联系电话 0519-85562127  
18915033380

地址 常州市汉江东路136号

### 常州金泰电子技术应用厂

中国期刊方阵双百期刊  
 全国优秀期刊  
 中文核心期刊  
 电子精品科技期刊  
 科技论文统计源期刊  
 上海市优秀期刊  
 中国学术期刊光盘版期刊  
 英国 INSPEC (SA) 数据库收录  
 美国《剑桥科学文摘:材料信息》收录  
 台湾华艺 CEPS 中文电子期刊入编  
 乌利希期刊指南收录

### 如何订阅《微特电机》

#### 1. 邮局订阅

订阅代号 4-270, 烦请到当地邮局订阅, 2013 年《微特电机》邮局订阅费用: 全年 72 元。

#### 2. 编辑部订阅

通过邮局汇款至我部, 地址: 上海市虹漕路 30 号, 邮编: 200233, 订阅费用: 全年 96 元 (包括邮寄包装费用)。

如有任何疑问, 欢迎电洽微特电机编辑部。

服务专线: 021-64367300x242

服务时间: 星期一至星期五 8:00 ~ 16:30

### 著作权许可声明

本刊已许可中国知网、万方数据平台、维普网、台湾华艺中文电子期刊等数据库产品以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。上述著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意上述声明。

# 目次

WEITE DIANJI

2013 年第 2 期

#### 42 两相混合式步进电动机动态多细分驱动器设计

杨斐, 刘景林, 董亮辉

#### 45 超声波电动机非线性全系数自适应转速控制

尤冬梅, 史敬灼

### 综述

#### 48 家电领域用永磁无刷电动机

龚春雨, 袁海林, 陈宝

### 生产技术

#### 51 碳纳米管增强树脂/石墨碳刷的制备与性能研究

晏义伍, 曹海琳

#### 54 稀土永磁多极磁环的制备及其应用

李俊, 孙青海, 唐晓东, 等

#### 57 激光切割在铁心试制中的应用探讨

忻雪青, 李伟冬

### 读者园地

#### 60 基于 C8051F500 的开关磁阻电动机控制系统设计

姬起群, 施火泉

### 国内外动态

#### 63 混合式步进电动机全球市场发展简况等 2 则

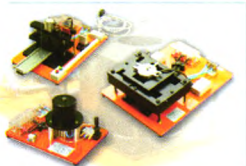
### 专利快讯

#### 64 一种气-气双侧冷却型电动汽车用动力电机冷却系统等 6 则

## CANMAG Ningbo Canmag Technology Co., Ltd.

宁波兴隆磁性技术有限公司 (原宁波兴隆电子有限公司) 专业生产、开发、研究磁性材料充磁设备、测试设备等, 公司创建于 1994 年 4 月 (兴隆电子), 目前已与多个世界 500 强企业及跨国公司建立合作关系, 产品应用于磁性材料生产企业、电机行业、电源行业、汽车、航空、微波通讯等多个领域, 并通过 CE 认证和 ISO9001 质量管理体系认证。

生产的充磁机、充/退磁机采用专门设计的高压脉冲无感电容, 放电能力极强, 先进的控制线路, 智能化的保护技术, 使机器稳定可靠, 适合连续工作, 采用计算机辅助设计各种规格的充磁头, 从平面多极到径向辐射, 从磁型、铁氧体到钕铁硼、钕钐均可在客户提供的图纸后短时间内供货。近年来公司着重研发自动化充磁设备及自动测试装置, 目前已得到广泛应用。



地址: 宁波市鄞州区云龙镇石桥工业区  
 联系人: 黄可可  
 TEL: 0574-88349578 13957889099  
 FAX: 0574-82093272  
 E-mail: ke111@263.net  
 Website: www.magnitizer.com www.canmag.cn

## 台州市义正机电检测设备有限公司

### 测功机专业制造商 为机电产品提供各种专业的检测设备

详情请登录 [www.zjtzyz.com](http://www.zjtzyz.com)

或来电索取产品样本。

地址: 浙江省台州市椒江区马住工业区 138 号  
 电话: (0576) 88669278、88856080 传真: (0576) 88664518

E-mail: tzthink@163.com 联系人: 林建华、王日进



## 专业从事注塑磁体生产

## CANYON

注塑铁氧体和注塑钕铁硼生产的产品主要用于:

各种直流无刷电机用多极磁体内、外转子;  
 各种电机传感器用多极信号磁环。

- 形状复杂
- 尺寸精度高
- 多级分布均匀
- 磁性面的稳定
- 节能效果显著



## 芜湖凯元电子有限公司

地址: 芜湖高新技术产业开发区新湖工业园  
 电话: 0553-2246655 2246699 传真: 0553-2245522  
 网址: [www.canyon-magnet.com](http://www.canyon-magnet.com) 邮箱: [canyon@canyon-magnet.com](mailto:canyon@canyon-magnet.com)

万方数据

## 扬州锻压机床集团有限公司

YANGZHOU METALFORMING MACHINE GROUP CO., LTD.



厂址: 中国扬州市·邗江经济开发区  
 华钢路 2 号 邮编: 225127  
 电话: 0514-87849888 87849888  
 传真: 0514-87849136  
 网址: [www.duanyu.com.cn](http://www.duanyu.com.cn)  
 E-mail: [yz@duanya.com.cn](mailto:yz@duanya.com.cn)

## SMALL & SPECIAL

# ELECTRICAL MACHINES

**Competent Authority:** Ministry of Industry and  
Information Technology, PRC

**Sponsor:** China Electronics Technology Group  
Corporation No.21 Research Institute

**Editor and Publisher:** Editorial Office of Small &  
Special Electrical Machines

**Address:** 30 Hongcaoyuan Road, Shanghai, PRC

**Postalcode:** 200233

**Editor-in-Chief:** SHI Jin-hao

**Subeditor:** XIE Yu-jing

**Editorial Office Telephone:** 0086-21-64367300-242  
0086-21-64704564

**Fax:** 0086-21-64083946

**Website:** www.china-micro-motor.com

**E-mail:** wtdj@vip.163.com

**Printworks:** Shanghai Meiya - Yanzhong Printing Co., LTD.

**Domestic Distributor:** Shanghai Post Office &  
Publishing Department

**General Distributor for Foreign Subscribers:**

China International Books Trading General Company

**Subscription:** All the Post Offices of China or Directly  
Order from Our Editorial Office

**Post office Distribution Code:** 4-270

**Distribution Code Abroad:** M1227

**China Standard Serial Numbering:** ISSN 1004-7018  
CN31-1428/TM

**International Magazine Name Code:** WEDIE9

**Advertising License:** Shanghai Industrial and Commercial  
Advertisement No.3101044000040

**Single Issue Price:** ¥ 6.00 (Year Price ¥ 72.00)

**Publishing Date:** February 28, 2013

## MAIN CONTENTS

### Theory Research

- 1** Claw Size Selection of Automobile Generator Based on Harmonic Analysis of the Air-Gap Magnetic Field  
*LIU Mou-zhi, BAO Xiao-hua, WU Feng, et al.*
- 5** Simulation Study on Critical Speed of the Rotor for High-Speed PM Motors  
*GUAN Dong, YANG Xiao-hui, LIU Geng, et al.*

### Design and Analysis

- 8** Design and Realization of Starter/Generator System Based on Brushless DC Machines  
*LI Ying, LIN Tao, SHAO Xin-qi, et al.*
- 13** Design of Testing and Evaluating Apparatus for Torque Motor Control System  
*YAO Feng-jia, LI Rui, LI Hong-zuo*
- 17** Radial Displacement Self-Test Technology Based on High Frequency Signal Injection for Bearingless Synchronous Reluctance Motor  
*ZHOU Ling-kang, FENG Dong-mei, DIAO Xiao-yan, et al.*
- 21** Analysis of Pulse Width Modulation for Brushless DC Motor  
*BAI Li-fei, MA Rui-qing, ZHANG Qing-chao*
- 24** Design of Wind Turbine Simulator Based on DC Speed Control System and Real-Time Configuration Software  
*ZHANG Ji-ke, WANG Sheng-tie, LIU Guang-chen*
- 28** The Research of the Permanent Magnet Biased Axial Radial Magnetic Bearing  
*WANG De-ming, GE Bei-bei, ZHANG Guang-ming, et al.*
- 31** Rotor Radial Offset and Angle Detection for High-Speed Bearingless Permanent Magnet Slice Motor  
*CHEN Chao, CHEN Xiao-yuan*

### Drive and Control

- 35** Commutation Logic Research of Counter-Rotating Permanent Magnet BLDCM Based on CPLD  
*SHAN You-hui, JIAO Zhen-hong, YANG Yang, et al.*
- 38** Application of PID Controller Based on Iterative Learning in the Control of DC Motor  
*CHEN Jian-qiang, XU Hong-ze*
- 42** Design of Dynamic Multi-Subdivision Stepper Motor Controller Based on CPLD  
*YANG Fei, LIU Jing-lin, DONG Liang-hui*
- 45** Nonlinear Entire Coefficient Adaptive Speed Control of Ultrasonic Motor  
*YOU Dong-mei, SHI Jing-zhuo*

### Technical Review

- 48** Permanent Magnet Brushless Motors Applied in Home Appliance  
*GONG Chun-yu, YUAN Hai-lin, CHEN Bao*

### Production Technology

- 51** Preparation and Properties of CNTs Reinforced Resin-Graphite Brush  
*YAN Yi-wu, CAO Hai-lin*
- 54** Preparation and Application of Rare Earth Permanent Magnet Multi-Pole Magnetic Ring  
*LI Jun, SUN Qing-hai, TANG Xiao-dong, et al.*
- 57** The Discussion of Laser Cut Used in Core's Trial Production  
*XIN Xue-qing, LI Wei-dong*

### Readers' Home

- 60** Design of Switched Reluctance Motor Control System Based on C8051F500  
*JI Qi-qun, SHI Huo-quan*

Monthly Publish Openly

First Published in September 1973

Vol.41 No.2 2013 Accumulative No.265

期刊基本参数: CN31-1428/TM\*1973\*m\*A4\*64\*zh\*P\*¥6.00\*18\*2013-2