

# 微特电机

## 2015 8

Wei Te Dianji 1973年创刊

中国电子科技集团公司第二十一研究所主办

中文核心期刊 中国科技核心期刊 中国期刊方阵双百期刊 全国优秀期刊 科学文摘收录期刊



### 本格 江苏本格自动化科技有限公司 NIDE Jiangsu Nide Automation Technology Co., Ltd.

### 专业电机设备制造商



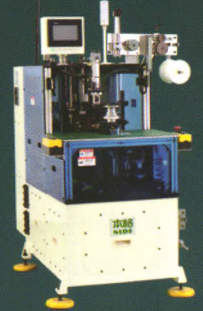
四头八工位绕线机



插纸机



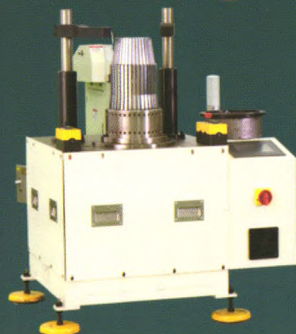
大功率绕线机



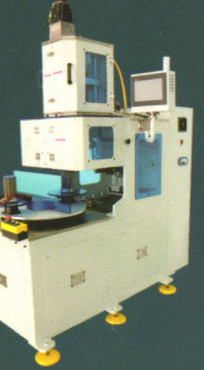
双面绑线机



伺服嵌线机



半自动嵌线机



立式绕线机

江苏本格自动化科技有限公司

JIANGSU NIDE AUTOMATION TECH CO., LTD

工厂/Factory 地址: 江苏省苏州市吴中区胥口镇惠安路8号惠民工业园6幢

联系人: 孙健 传真: 0512-66571815 电话: 0512-66571812

手机: 13913107752

http://www.benge-auto.com

E-mail: admin2@benge-auto.com

外贸部/Foreign Trade Department

地址: 浙江宁波高新区翔云路100号科贸中心东14-5

联系人Contact: Ms. Xue Juan

电话Tel: 0086-(0) 574-87295639

传真Fax: 0086-(0) 574-87295637

手机Mobile: 0086 13738869026

E-mail: sales@nide-international.com



# 微特电机

月刊公开发刊

1973年9月创刊

2015年第43卷第8期总第295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

主管单位: 中国电子科技集团公司

主办单位: 中国电子科技集团公司第二十一研究所

出版单位: 《微特电机》编辑部

地址: 上海市徐汇区虹漕路30号

邮编: 200233

主编: 谢宇静

副主编: 何春来

电话: 021-64367300-242, 64704564

传真: 021-64083946

网址: www.emotoren.com

电子邮件: wtdj@vip.163.com

印刷: 上海丽佳制版印刷有限公司

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: 8.00元(全年定价: 96.00元)

出版日期: 2015年8月28日

版权所有, 未经许可, 不得转载、翻印

万方数据

# 目次

WEITE DIANJI

2015年第8期

## 理论研究

1 SMA丝驱动的仿生水母伞体推进器设计

李健, 袁岳胜, 桑学夫, 赵晓明

5 磁通切换型双凸极永磁同步电机研究与分析

郭新军, 孔婉琦, 耿都, 骆继明, 黄明明

## 设计分析

9 高效永磁同步电动机空载杂散损耗计算及分析

安忠良, 吕顺

14 永磁同步电机损耗分离方法研究

于明湖, 张玉秋, 乔正忠, 张波, 郑军洪

19 极槽接近表贴式永磁同步电机齿磁密解析计算

周羽, 李槐树, 周石, 曹晴

24 无槽永磁直线同步电动机的设计研究

刘豪

27 轴向永磁涡流联轴器导体盘的结构分析

李中, 李延民, 苏宇锋

32 两自由度直驱感应电机运动耦合分析

冯星辉, 艾立旺, 张新良, 朱艺锋, 司纪凯

36 电磁耦合器矢量控制优化方法的研究

宋长源, 王超

40 基于场路耦合的双余度永磁同步电动机特性仿真分析

周颢, 陈益广

45 双绕组永磁容错电机优化设计

王霞, 朱景伟, 曹林柏, 李小庆

49 风机用永磁同步电动机振动和噪声的分析

杨国龙, 黄开胜, 肖庆优, 赖文海, 蔡黎明, 郑景东

53 无刷旋转变压器的磁路设计及仿真分析

李立娜, 李大超, 袁永杰

### 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: 上海市都会路2338号9号楼  
邮编: 201108  
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

### 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磁环。

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

芜湖凯元电子有限公司  
地址: 芜湖高新技术开发区新湖工业园  
电话: 0553-2246655 2246699 传真: 0553-2245522  
网址: www.canyon-magnet.com 邮箱: canyon@canyon-magnet.com

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  
 中国科技核心期刊  
 (中国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

2015年杂志征订已经开始,请至当地邮局订阅。  
 《微特电机》订阅代号4-270,邮局订阅价格2015年全年96元。

#### 2. 编辑部订阅

通过邮局汇款至我部,邮编:200233,地址:上海市虹漕路30号编辑部。订阅费用:2015年全年120元(含邮资)。

如有任何疑问,欢迎电洽微特电机编辑部。

服务专线:021-64367300×242,412

服务时间:星期一至星期五8:30~16:30

### 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

2015年第8期

## 驱动控制

- 57 基于场路联合仿真BSG的最大转矩电流比控制  
 李新华,徐竞成,余朝
- 61 无刷直流电动机转矩脉动抑制的空间矢量电流控制策略  
 程辉,杨克立
- 65 基于二阶滑模观测器的永磁同步电动机无传感器控制  
 刘江
- 69 优化灰色预测补偿永磁同步电动机转速控制  
 张蓉,骆光照,张莎,涂文聪
- 73 基于MATLAB与CCS联合控制的无轴承永磁薄片电机  
 周昱英,丁强
- 77 基于PWM ON反电势检测法的BLDCM控制系统设计  
 孙旭霞,胡少一,高沁源
- 81 双馈风力发电机无速度传感器控制研究  
 李金杰,张继勇,柏龙青,郭鑫
- 84 单相三电平电机驱动器中点平衡控制算法  
 钱月娥,沙友涛,戴亮,施杨华,王真
- 88 直驱式全功率变频器机侧无传感器控制策略研究  
 顾凯,魏海峰,张懿
- 90 基于神经网络模糊PID的步进电动机控制系统  
 张琪琪,储春华
- 95 基于负载观测器的步进电动机滑模位置控制  
 董雷,杨向宇,赵世伟
- 99 基于电流预测控制的电动汽车用PMSM控制器设计  
 洪俊杰,陈思哲,郭壮志,李惜玉,黄旭珍

## 广告索引

广告14 本期广告索引



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、电声行业、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,从橡胶、铁氧体到软磁、钕铁均在客户提供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  
 TEL: 0574-88349578 13957889099  
 FAX: 0574-82093272  
 E-mail: ke111@263.net  
 Website: www.magnetizer.cn www.canmag.cn



**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

## SMALL & SPECIAL

# ELECTRICAL MACHINES

Competent Authority: China Electronics Technology  
Group Corporation

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

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

Address: 30 Hongcao Road, Shanghai, PRC

Postalcode: 200233

Editor-in-Chief: XIE Yu-jing

Vice Editor-in-Chief: HE Chun-lai

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 Pica Colour Separation &  
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: ¥8.00 (Year Price ¥96.00)

Publishing Date: August 28, 2015

期刊基本参数: CN31-1428/TM\*1973\*m\*A4\*102\*zh\*P\*¥8.00\*25\*2015-08\*n

## MAIN CONTENTS

### Theory Research

- 1 Design of Bionic Jellyfish Umbrella Body Thruster Driven by SMA Wires *LI Jian, YUAN Yue-sheng, SANG Xue-fu, et al.*
- 5 Research and Analysis of Flux Switching Permanent Magnet Synchronous Machine *GUO Xin-jun, KONG Wan-qi, GENG Du, et al.*

### Design and Analysis

- 9 Analysis and Calculation on No-Load Stray Loss of High Efficiency PMSM *AN Zhong-liang, LÜ Shun*
- 14 Research on Loss Separation Method of Permanent Magnet Synchronous Motor *YU Ming-hu, ZHANG Yu-qiu, QIAO Zheng-zhong, et al.*
- 19 Calculating Tooth Magnetic Field of Surface-Mounted Permanent Magnet Synchronous Machines with Similar Number of Poles and Slots *ZHOU Yu, LI Huai-shu, ZHOU Shi, et al.*
- 24 Study on Design of Slotless Permanent Magnet Linear Synchronous Motor *LIU Hao*
- 27 Analysis of Parameters of Conductive Plate Structures for Axial Permanent Magnet Eddy-Current Coupling *LI Shen, LI Yan-min, SU Yu-feng*
- 32 Analysis on Motion Coupling of 2-DOF Direct Drive Induction Motor *FENG Xing-hui, AI Li-wang, ZHANG Xin-liang, et al.*
- 36 Research on Optimization Method of Vector Control of Electromagnetic Coupling *SONG Chang-yuan, WANG Chao*
- 40 Simulation Analysis on Performance of Dual Redundancy Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Field-Circuit Coupling *ZHOU Xie, CHEN Yi-guang*
- 45 Optimization Design of Dual-Winding Fault-Tolerant Permanent Magnet Motor *WANG Xia, ZHU Jing-wei, CAO Lin-bai, et al.*
- 49 Analysis of Vibration and Noise of Permanent Magnet Synchronous Motor for Fan *YANG Guo-long, HUANG Kai-sheng, XIAO Qing-you, et al.*
- 53 Research on Design and Simulation of Brushless Resolver *LI Li-na, LI Da-chao, YUAN Yong-jie*

### Drive and Control

- 57 Study of Maximum Torque per Ampere Control for BSG Machine Based on Field-Circuit Combined Simulation *LI Xin-hua, XU Jing-cheng, YU Zhao*
- 61 Space-Vector Current Control for Torque Ripple Attenuation of Brushless DC Motors *CHENG Hui, YANG Ke-li*
- 65 Sensorless Control of Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Second Order Sliding Mode Observer *LIU Jiang*
- 69 Optimized Grey Predictive Compensation of Speed Control for PMSM *ZHANG Rong, LUO Guang-zhao, ZHANG Sha, et al.*
- 73 Combined-Control of Bearingless Permanent-Magnet Slice Motor Based on MATLAB and CCS *ZHOU Yu-ying, DING Qiang*
- 77 Design of Control System of BLDCM Based on PWM ON Back-EMF Detection Scheme *SUN Xu-xia, HU Shao-yi, Gao Qing-yuan*
- 81 Study on Control of Doubly-Fed Wind Power Generator without Speed Sensor *LI Jing-jie, ZHANG Ji-yong, BAI Long-qing, et al.*
- 84 A Control Strategy of the Neutral-Point Potential Balance for Signal-Phase Three-Level Motor Driver Based on SPWM *QIAN Yue-e, SHA You-tao, DAI Liang, et al.*
- 88 Sensorless Control Strategies for Full-Power Direct-Drive Generator-Side Converter *GU Kai, WEI Hai-feng, ZHANG Yi*
- 90 Analysis of Stepper Motor Control System Based on the Neural Net-work Fuzzy PID Controller *ZHANG Qi-qi, CHU Chun-hua*
- 95 Research on Sliding Mode Position Control of Stepping Motor Based on Load Torque Observer *DONG Lei, YANG Xiang-yu, ZHAO Shi-wei*
- 99 Design of Controller of PMSM Used in EV Based on Current Predictive Control *HONG Jun-jie, CHEN Si-zhe, GUO Zhuang-zhi, et al.*

Monthly, Established in September 1973  
Vol.43 No.8 2015 Accumulative No.295

# 微特电机

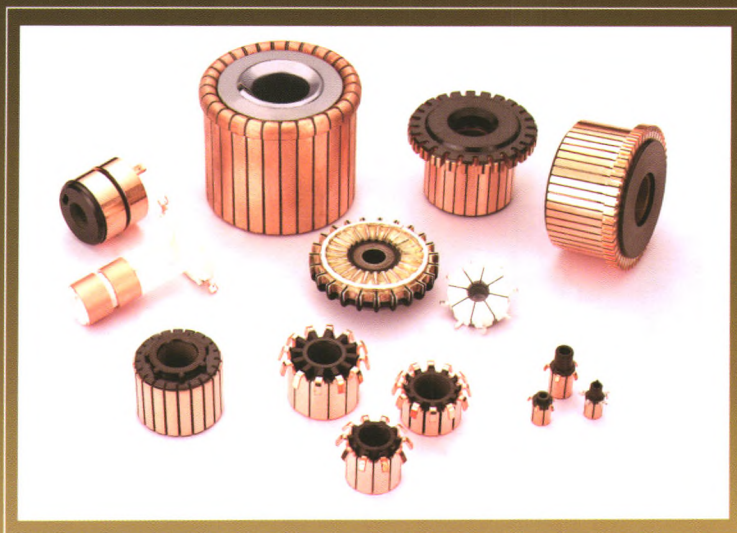


## 2015 8

Wei Te Dianji 1973年创刊

中国电子科技集团公司第二十一研究所主办

中文核心期刊 中国科技核心期刊 中国期刊方阵双百期刊 全国优秀期刊 科学文摘收录期刊



### Automotive Industry

- Wiper Motor
- Seat Motor
- Power Window
- Starter Motor
- ABS Motor
- Cooling Fan
- Fuel Pump

### Household Appliance

- Washing Machine
- Vacuum Cleaner
- Mixer and Blender
- Wax Machine
- Hairdryer
- Coffee Maker
- Exhaust Fan

### Power Tools

- Drill
- Circular Saw
- Lawn Mower
- Leaf Blower
- Oil Sprayer
- Belt Sander
- Hedge Trimmer

### Office Equipment

- Fax Machine
- Printer
- Card Reader
- Camera Zoom
- Camera Strobe
- Projector
- Scanner

## 世界众多著名电机客户的合作伙伴

Choice Already Made by Lots of World Well-known Motor Customers

ISO/TS16949

ISO 14001

深圳市凯中电机整流子厂  
Kaizhong Commutator Manufacturer

深圳市凯中实业有限公司  
Kaizhong Electrical Company Ltd.

地址: 中国广东省深圳市宝安区沙井镇新桥芙蓉工业区  
Add: Furong Industrial Zone, Xinqiao Shajing Baoan,  
Shenzhen Guangdong, China 518125  
Tel: +86-755-27255619 Fax: +86-755-27255617  
Email: sales@kaizhong.com Http://www.kaizhong.com