

# 微特电机

## 2015 6

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



## 气「动世界」



**AiTAC** 亞德客國際集團  
AirTAC INTERNATIONAL GROUP

华人同业之首批上市公司 高效的垂直整合产业流程  
绵密的市场营销服务网络 宁波/广州/中国台北/中国台南四大生产基地

400-1088-999 • www.airtac.com • 股票代码/1590.tw



# 微特电机

月刊公开发行

1973年9月创刊

2015年第43卷第6期总第293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：wt dj@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6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6期

## 理论研究

1 异步起动永磁辅助式磁阻同步电动机研究

李新华,黄贤蕾,刘伟,张勇

5 直线压缩机磁路分析方法的研究

李志海

## 设计分析

9 塔架抽油机用低速永磁力矩电机的转矩特性分析

李勇,黄盈亮,赵伟

12 表面-内置式永磁同步电机优化与特性分析

张露锋,司纪凯,刘志凤,张展,曹文平

16 定子焊槽对永磁电机空载反电势的影响

裴锋,薛勇

20 控制器控制方式对永磁电机电磁场影响的研究

姜少义,李伟力,李琳,李栋

24 永磁体失磁对永磁伺服电机性能的影响研究

孔汉,刘景林

30 内置式单相永磁同步电动机齿槽转矩的削弱

明国锋,黄开胜,陈贤阳,陈文敏,宁邵明

33 双定子单转子旋转型行波超声电动机转子的优化设计

纪跃波,王涛

37 六相永磁同步发电机整流系统的数学模型

陈丽,孙宇光,黄子果,魏银

41 磁悬浮直线开关磁阻电机的磁力分析

孙振刚,孔莲芳,赵世伟

48 单相和三相开关磁阻电动机的比较分析

王旭,瞿遂春,邱爱兵,张允彪

50 电动汽车用永磁同步电机的选型研究

李周清,李婷婷,纪小庄

55 基于兼容度准则的电动汽车电机系统评价研究

张春香,王再宙,宋强,张承宁

### 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磁内、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
- 多极分布均匀
- 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潮工业园  
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:021-64367300x242,412

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6期

## 驱动控制

- 58 基于回声状态网络的开关磁阻电动机转子位置估计  
司利云,余强,王铁勇
- 62 基于非线性滑模面的多PMSM变结构同步控制  
曹玲芝,王宏,谢晓磊
- 66 永磁同步柴油发电机组转速控制策略  
周奇勋,曹世宏,宁涛
- 70 基于RTX的直流电动干扰伺服控制系统  
刘峰,刘忠超,石阁,赵松庆
- 74 步进电动机细分精度自动补偿的研究  
罗东辉
- 77 横向磁场永磁电机方波控制及仿真  
钱儿,钱月娥,章君达,徐丹,张东宁

## 读者园地

- 80 换向器镀钌在微电机中的应用  
王健,邹莉,严亮,王维昆
- 83 基于步进电动机的智能窗户控制系统设计  
宰文姣,汪华章

## 国内外动态

- 87 基于开源控制软件的youBot小型移动机器人等2则

## 专利快讯

- 88 高温伺服电机脉冲器等5则

## 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

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充磁电容,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,从平面多极到径向喷射,从橡胶、铁氧体到钛铁磁、钕钕均可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: June 28, 2015

期刊基本参数: CN31-1428/TM\*1973\*m\*A4\*88\*zh\*P\*¥8.00\*22\*2015-06\*n

## MAIN CONTENTS

### Theory Research

- 1 Study of Line-Start Permanent Magnet Assisted Synchronous Reluctance Motor  
*LI Xin-hua, HUANG Xian-lei, LIU Wei, et al.*
- 5 Research on Magnetic Circuit Analysis Methods of Linear Compressor  
*LI Zhi-hai*

### Design and Analysis

- 9 Analysis of Torque Characteristics for Low Speed Permanent Magnet Torque Motors Used in Tower Pumping Unit  
*LI Yong, HUANG Ying-liang, ZHAO Wei*
- 12 Optimization and Analysis of the Surface-Mounted and Interior Permanent Magnet Synchronous Motor  
*ZHANG Lu-feng, SI Ji-kai, LIU Zhi-feng, et al.*
- 16 Influence of Stator Core Welding Slots on PM Motor's No-Load of Back EMF  
*PEI Feng, XUE Yong*
- 20 Influence of Control Strategies on Electromagnetic Field of Permanent Magnet Servo Motor  
*JIANG Shao-yi, LI Wei-li, LI Lin, et al.*
- 24 Influence of Permanent Magnet Demagnetization on Performance of Permanent Magnet Servo Motor  
*KONG Han, LIU Jing-lin*
- 30 Reducing Cogging Torque in Built-in Single-phase Permanent Magnet Synchronous Motor  
*MING Guo-feng, HUANG Kai-sheng, CHEN Xian-yang, et al.*
- 33 Optimal Design of Rotor of the Ultrasonic Motor with Double Stators and Single Rotor  
*JI Yue-bo, WANG Tao*
- 37 Mathematical Model of 6-Phase High-Speed Permanent-Magnet Synchronous Generator with Controlled Rectifier System  
*CHEN Li, SUN Yu-guang, HUANG Zi-guo, et al.*
- 41 Magnetic Force Analysis for a Magnetic Levitation Switched Reluctance Motor System  
*SUN Zhen-gang, KONG Lian-fang, ZHAO Shi-wei*
- 48 Comparative Analysis of Single-Phase and Three-Phase Switched Reluctance Motors  
*WANG Xu, QU Sui-chun, QIU Ai-bing, et al.*
- 50 Research on the Permanent Magnet Synchronous Motor for Electric Vehicle  
*LI Zhou-qing, LI Ting-ting, JI Xiao-zhuang*
- 55 Research Evaluation System of Electric Vehicle Motor Based on the Compatible Degree  
*ZHANG Chun-xiang, WANG Zai-zhou, SONG Qiang, et al.*

### Drive and Control

- 58 Rotor Position Detention of Switched Reluctance Motor Based on Echo State Network  
*SI Li-yun, YU Qiang, WANG Tie-yong*
- 62 Sliding Mode Variable Structure Synchronous Control for Permanent Magnet Synchronous Machines Based on Nonlinear Sliding Surface  
*CAO Ling-zhi, WANG Hong, XIE Xiao-lei*
- 66 Speed Control Strategy of Permanent Magnet Synchronous Diesel Generator Set  
*ZHOU Qi-xun, CAO Shi-hong, NING Tao*
- 70 Interference Servo Control System of DC Motor Based on RTX  
*LIU Feng, LIU Zhong-chao, SHI Ge, et al.*
- 74 Auto-Compensation of Subdivision Precision of Stepper Motors  
*LUO Dong-hui*
- 77 Square Wave Control and Simulation of TFFPM  
*QIAN Er, QIAN Yue-e, ZHANG Jun-da, et al.*

### Reader's Home

- 80 Application of Palladium Plating on Commutator of Electric Machine  
*WANG Jian, ZOU Li, YAN Liang, et al.*
- 83 Design of Intelligent Window Control System Based on Stepper Motor  
*ZAI Wen-jiao, WANG Hua-zhang*

Monthly, Established in September 1973

Vol.43 No.6 2015 Accumulative No.293



# 微特电机



## 2015 6

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



### BALANCE 佰伦仕 深圳市佰伦仕机电设备有限公司

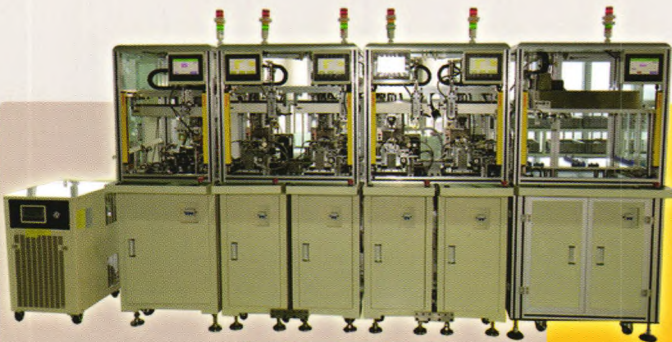
深圳市佰伦仕机电设备有限公司位于深圳市宝安区沙井，是一家集科研、生产为一体的高科技现代企业。

佰伦仕成立后，十分重视引进国内外先进技术，广纳高端自动化设备研发人才，实现了集全自动化转子减料平衡机、换向器精车机、点焊机、马达性能综合测试机等多种马达设备及相关马达的开发、生产、销售和技术咨询服务的一体化公司。

佰伦仕将及时总结经验：以一流的生产设备、一流的技术人才、一流的营销服务、为您打造一流的品牌。我们本着“同等质量价格最低，同等价格质量最优”的服务宗旨，竭诚欢迎国内外广大新老客户光临指导，携手共创辉煌。



## 品質 服務 誠信



全自动转子生产



HC-04A 三伺服换向器精车机



BLS-61A 无刷精密排线绕线机



BLS-01A 动平衡测试机



BMS-03A 双工位转子减料平衡机



BLS-R01B 全自动芯片入轴机

深圳市佰伦仕机电设备有限公司  
ShenZhen Balance Electronics Equipment Co. Ltd.

地址：深圳市宝安区沙井街道南浦路531号五楼  
电话：0755-27271620 / 23321255

邮箱：mwdu123@163.com  
传真：0755-89495761