

# 微特电机

## 2014 10

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



**SCHENCK**  
THE ART OF ROTATION

申克-全球平衡  
和诊断系统的领导者  
Balancing & Diagnostic Systems

平衡

Balancing

测量

校正

Measurement

Correction



### 全自动五工位电枢平衡机

- 德国原装测量系统
- 高精度
- 自动平衡修正
- 智能化人机对话

[www.schenck.cn](http://www.schenck.cn)

The **DÜRR** Group

客服热线: 400 880 9308

# 微特电机

月刊公开发行

1973年9月创刊

2014年第42卷第10期总第285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

ISSN 1004-7018

中国标准连续出版物号：

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：2014年10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

2014年第10期

### 理论研究

1 组合转子电机稳定性和负载性能比较研究

陈学珍, 陈旭武, 刘俊

4 基于气隙磁场测定的永磁球形电动机位置检测方法研究

马 娟, 李国丽, 钱 喆, 王群京, 过希文, 刘阿娟

### 设计分析

8 双转子永磁电动机有限元分析

王淑红, 吕 航, 武 潇, 赵晓春

13 基于模型的SRC输出功率仿真分析

刘勇智, 盛增津, 王 宇, 朱晨承, 张广显

17 电动车再生制动试验台设计与研究

费蓝冰, 崔 方, 刘芳华

22 六轮电驱驱动平台基本运动性能仿真及试验验证

张豫南, 闫永宝, 张 健, 张舒阳

27 电动汽车电机用电工钢疲劳性能测试技术研究

杜丽影, 周桂峰, 刘 静, 石文敏, 邱保文, 刘 冬, 吴立新, 李荣锋

30 异步起动永磁同步电动机分析与设计

高 响, 王步来, 沈业成, 张 帆, 黄真真

33 无电流环永磁同步电动机控制器设计

张文炬, 黄安宁, 黄根春

### 驱动控制

35 机载平台下功率级驱动及PWM死区控制的研究

周俊鹏, 李 焱

39 定子磁链辨识的无轴承同步磁阻电动机解耦控制

翁会清, 朱焜秋

44 内插式永磁同步电动机无传感器控制

李 运, 李 岩, 盛正印


47 多级滤波的永磁同步电动机无位置传感器控制

王添美, 林荣文

52 永磁同步电动机控制系统的FPGA设计实现

谷爱昱, 徐茂盛

### 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4-270,2015年全年邮局订阅价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:2014年96元(含邮资);2015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。

## 会议通知

第十九届中国(国际)小电机技术研讨会——2014微特电机创新发展论坛将于2014年11月12日~13日在上海华夏宾馆三楼举行,会议涉及行业科技创新,机器人、车辆、航空用电机,以及直线电动机、混合励磁电机、无刷电动机、超声波电动机等技术与发展。欢迎广大读者参加。详情见 <http://emotorcn.com>。

# 目次

WEITE DIANJI

2014年第10期

- 55 基于模糊PID控制的轴向磁通双凸极电机调速系统  
 张家祯,张广明,梅磊,王德明
- 59 全数字无刷直流电动机伺服控制系统设计  
 陈墨,胡昌华,张伟,方世鹏
- 63 基于遗传算法的无刷直流电动机自适应模糊控制  
 侯春杰,张雷,孟令瑞
- 67 基于FCM8531控制的无刷直流电动机分析与试验  
 黄松柏,田燕飞
- 71 啮合式电动机经济型反馈控制系统研究  
 赵乾麟,柳文
- 75 基于不完全微分PID的斥力型磁悬浮平台控制系统研究  
 仇志坚,戴军,陈小玲

## 综述

- 78 胸鳍波动推进仿生机器鱼研究进展与分析  
 谭进波,王扬威,顾宝彤,赵东标

## 读者园地

- 83 基于A4982的步进电动机细分驱动控制系统  
 岳振力,焦国太,王建平,梁国强
- 86 基于步进电动机的智能电动窗帘设计与实现  
 冯娟,李燕君

## 国内外动态

- 89 磁粒子离合器等5则

## 专利快讯

- 90 一种圆周均布模块的定子永磁型游标电机等5则

## 广告索引

- 广告12 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、电机行业、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、铁氧体到钕铁硼、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: ¥ 6.00 (Year Price ¥ 72.00)

Publishing Date: Oct 28, 2014

## MAIN CONTENTS

### Theory Research

- 1 Compare the Operating Performance of Combined Rotor Machine  
*CHEN Xue-zhen, CHEN Xu-wu, LIU Jun*
- 4 Position Detection Method for Spherical Motor Based on the Air  
Gap Magnetic Field Measurement  
*MA Shan, LI Guo-li, QIAN Zhe, et al.*

### Design and Analysis

- 8 Finite Element Analysis of Dual-Rotor Permanent Magnet Motor  
*WANG Shu-hong, LÜ Hang, WU Xiao, et al.*
- 13 Simulation and Analysis of SRG Output Power by Model-Based  
Approach  
*LIU Yong-zhi, SHENG Zeng-jin, WANG Yu, et al.*
- 17 Design and Research on Regenerative Braking Test Platform for  
Electric Vehicle  
*FEI Lan-bing, CUI Fang, LIU Fang-hua*
- 22 Simulation and Experimental Validation of Mainly Motion  
Performance of a Six-Wheel Electric Drive Combat Platform  
*ZHANG Yu-nan, YAN Yong-bao, ZHANG Jian, et al.*
- 27 The Study on Fatigue Test Technology of Electrical Steel of  
Electric Vehicle Motor  
*DU Li-ying, ZHOU Gui-feng, LIU Jing, et al.*
- 30 Analysis and Design of Line Start Permanent Magnet Synchronous  
Motor  
*GAO Xiang, WANG Bu-lai, SHEN Ye-chen, et al.*
- 33 Design of PMSM Controller Without Current Loop  
*ZHANG Wen-ju, HUANG An-ning, HUANG Gen-chun*

### Drive and Control

- 35 Study of Drive Power Stage and PWM Dead Zone Control on  
Airborne Platform  
*ZHOU Jun-peng, LI Yan*
- 39 Decoupling Control of Bearingless Synchronous Reluctance Motor  
Based on Stator Flux Observer  
*WENG Hui-qing, ZHU Huang-qiu*
- 44 Sensorless Control for Interior Permanent Magnet Synchronous  
Motor  
*LI Yun, LI Yan, SHENG Zheng-Yin*
- 47 Position Sensorless Control System of PMSM with Multi-Stage  
Filter  
*WANG Tian-xian, LIN Rong-wen*
- 52 Design and Implement of Control System for PMSM Based on FPGA  
*GU Ai-yu, XU Mao-sheng*
- 55 Doubly Salient Permanent Motor with Axial Flux Speed Control  
System Based on Fuzzy-PID Control  
*ZHANG Jia-zhen, ZHANG Guang-ming, MEI lei, et al.*
- 59 Design of Digital BLDCM Servo Control System  
*CHEN Mo, HU Chang-hua, ZHANG Wei, et al.*
- 63 The Adaptive Fuzzy Control of Brushless DC Motor Based on  
Genetic Algorithm  
*HOU Chun-jie, ZHANG Lei, MENG Ling-rui*
- 67 Analysis and Experiment of the Brushless DC Motor Based on  
FCM8531  
*HUANG Song-bai, TIAN Yan-fei*
- 71 Study on Economic Feedback Control System for Geared Motor  
*ZHAO Qian-lin, LIU Wen*
- 75 Research of the Repulsion Type Magnetic Levitation Platform  
Control System Based on the Incomplete Differential PID  
*QIU Zhi-jian, DAI Jun, CHEN Xiao-ling*

### Technical Review

- 78 Research Advances and Analysis of Biomimetic Robot Fish  
Propelled by Undulating Pectoral Fin  
*TAN Jin-bo, WANG Yang-wei, Gu BAO-tong, et al.*

### Readers' Home

- 83 The Stepper Motor Subdivision Drive Control System Based on  
A4982  
*YUE Zhen-li, JIAO Guo-tai, WANG Jian-ping, et al.*
- 86 Design and Implementation of Intelligent Electric Curtain Based on  
Stepper Motor  
*FENG Juan, LI Yan-jun*

Monthly, Established in September 1973

期刊基本参数: CN31-1428 / TM\*1973\*m\*A4\*90\*zh\*P\*¥ 6.00\*23\*2014-10\*n Vol.42 No.10 2014 Accumulative No.285

# 微特电机



2014 10

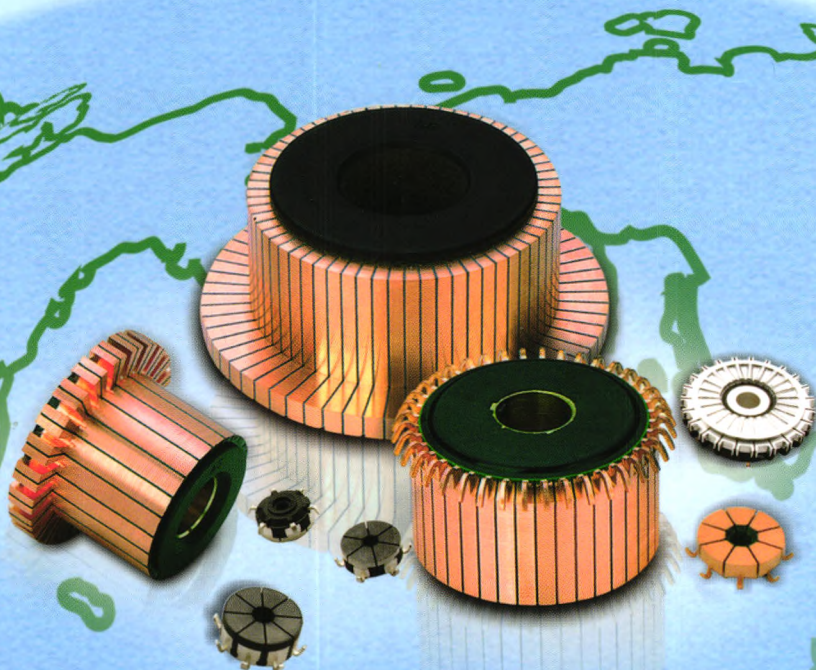
Wei Te Dianji 1973年创刊

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



## 亚洲超大型 换向器制造基地



请访问我们的网站  
<http://www.angu.com>

30多年换向器制造经验；年换向器生产能力12000万只；  
70%产品销往西欧、北美、日本、东南亚等国家和地区；  
通过ISO9001:2000和ISO/TS16949质量体系认证。



安固集团有限公司

China ANGU Group Co., Ltd.

地址(Add): 浙江省瑞安市沿江西路509号

电话(Tel): 0577-65672862, 65663757

传真(Fax): 0577-65665949

电邮(E-mail): [angu@vip.163.com](mailto:angu@vip.163.com)



苏州安固电器有限公司

Suzhou ANGU Electric Appliances Co., Ltd.

地址(Add): 苏州工业园区东旺路6号

电话(Tel): 0512-62653669, 62653559

传真(Fax): 0512-67414881

电邮(E-mail): [angu@angu.com](mailto:angu@angu.com)

上海代表处 (Shanghai Office)

电话 (TEL): 13801747131 13801811217

传真 (FAX): 021-54350549

邮箱 (E-mail): [hxx311@aliyun.com](mailto:hxx311@aliyun.com)

[shanghai@angu.com](mailto:shanghai@angu.com)