

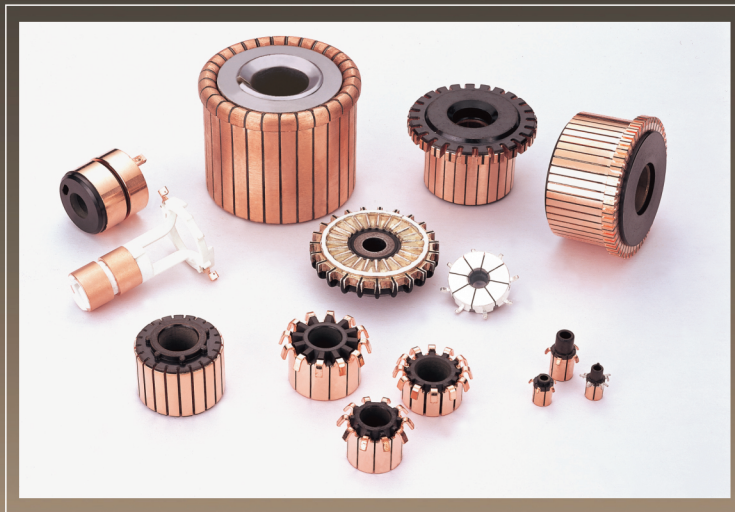
# 微特电机

# 2018 1

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

# 微特电机

月刊公开发刊

1973年10月创刊

2018年第46卷第1期总第324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.ssemj.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：2018年1月28日

版权所有，未经许可，不得转载、翻印

## 目 次

WEITE DIANJI

2018年第1期

### 理论研究

- 1 基于能量法的单相无刷直流电动机齿槽转矩研究  
袁子聪,彭颖卿,王 孟,尹华杰
- 5 基于电流追踪的开关磁阻电机转矩脉动抑制研究  
张崇娇,沈小林


### 设计分析

- 9 V型内置式永磁同步电机齿槽转矩参数化分析  
武文皓,于大国
- 13 基于Ansoft的磁电机建模与仿真分析  
崔天翔,庄圣贤,周 娟,李小龙
- 16 夹心式柱状换能器组合结构双足超声波电动机  
周详宇
- 20 60°坐标系下三电平逆变器SVPWM算法研究  
童 军,张 倩,路 尧,王侠辉
- 24 永磁同步电动机定子槽尺寸的优化分析  
周胜梅,赵龙涛,窦钟森

### 驱动控制

- 26 基于模糊逻辑的PMSM转矩谐波反馈控制  
帅海燕,邹必昌
- 32 基于ADRC与SMO的PMSM无位置传感器控制  
李成才,云献睿,周肖飞,何凤有
- 36 分数阶滑模趋近率在SMVS-DTC中的应用  
诸德宏,欧阳中萃

### 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火炬一路30号  
电话：0553-3022299 3027229 传真：0553-3029159  
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

2018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2018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: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

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。

## 温州北斗磁业有限公司

日月北斗星 乾坤北斗磁



通过ISO9001质量管理体系认证

董事长:杨永 13587725838 18958890820  
 地址:温州市瓯北镇安丰工业园  
 ADD: WENZHOU SHI OUBEIZHEN ANFENG GONGYEYUAN  
 TEL: 0577-87988888 FAX: 0577-87322998  
 QQ: 292849598 HTTP: WWW.bdoly.com

4000081188

# 目次

WEITE DIANJI

2018年第1期

- 41 基于滑模观测器永磁同步电机迭代学习控制  
李 晖,刘德艳,田拥军,兰永红
- 45 直流微电机位置伺服控制器及其FPGA实现  
周 磊,刘庆想,王邦继,李相强,张健穹
- 49 基于改进PSO算法的横动伺服控制系统PID参数优化  
曹 薇,谢天驰
- 52 一种低成本高性能的低速电动汽车控制系统  
李 浩,黄文新,邱 鑫,卜飞飞
- 56 一种新型循迹小车的研制  
王利平,黄 健
- 59 基于恒定频率转矩控制器的感应电机直接转矩控制  
梅柏杉,刘晶晶
- 63 永磁同步电机伺服系统高精度自抗扰FCS-MPC  
许伟奇,张 斌,李坤奇
- 68 摆角电机伺服驱动器设计  
胡 浩,罗东辉
- 71 弱电网下三相LCL光伏并网逆变器控制策略研究  
杨溪源,李彦哲

### 专利快讯

- 76 一种具有低电压穿越性能的永磁直驱同步风力发电机等6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充磁电容,放电能力强,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、铁氧体到软铁磁、钕磁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: 黄可可  
 TEL: 0574-88349578 13957890999  
 FAX: 0574-82093272  
 E-mail: ke111@263.net  
 Website: www.magnetizer.cn www.canmag.cn



## 温岭市先导电机技术研究所

国家中小企业公共服务示范平台

高性价比的**动平衡机**  
 实用主义者的选择

(专业研制泵与电机全套检测设备)

地址: 浙江省温岭市开发区二期(城东)  
 电话: 13806569806 0576-86144122  
 网址: <http://www.zjxiandao.com>

# 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.ssemj.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:  $\frac{\text{ISSN } 1004-7018}{\text{CN31-1428 / TM}}$

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: January 28, 2018

## MAIN CONTENTS

### Theory Research

- 1 Cogging Torque Analysis Based on Energy Method for Single-Phase  
Brushless DC Motor  
*YUAN Zi-cong, PENG Ying-qing, WANG Meng, et al.*
- 5 Research on Torque Ripple Suppression Control of Switched  
Reluctance Motor  
*ZHANG Chong-jiao, SHEN Xiao-lin*

### Design and Analysis

- 9 Parametric Analysis of the Cogging Torque Based on V-Type  
Internal Permanent Magnet Synchronous Motor  
*WU Wen-hao, YU Da-guo*
- 13 Modeling and Simulation Analysis of Magneto Based on Ansoft  
*CUI Tian-xiang, ZHUANG Sheng-xian, ZHOU Juan, et al.*
- 16 Reseach of Two Feet Ultrasonic Motor with Combined Sandwich  
Type Bar Shape Transducers  
*ZHOU Xiang-yu*
- 20 Study of Three-Level Inverter SVPWM Algorithm for 60°  
Coordinate System  
*TONG Jun, ZHANG Qian, LU Yao, et al.*
- 24 Analysis and Optimization the Stator Slot Size of the PMSM  
*ZHOU Sheng-mei, ZHAO Long-tao, DOU Zhong-sen*

### Drive and Control

- 26 Harmonic Feedback Control for PMSM Torque Ripple Based on  
Fuzzy Logic  
*SHUAI Hai-yan, ZOU Bi-chang*
- 32 PMSM Sensorless Control Based on ADRC and SMO  
*LI Cheng-cai, YUN Xian-rui, ZHOU Xiao-fei, et al.*
- 36 Application of Fractional Order Reaching Law in the Direct Torque  
Control based on the Sliding Mode Variable Structure  
*ZHU De-hong, OUYANG Zhong-cui*
- 41 The Iterative Learning Control of PMSM Based on Sliding Mode  
Observer  
*LI Hui, LIU Si-yan, TIAN Yong-un, et al.*
- 45 Position Servo Controller for DC Micro Motor and Its Realization  
Based on FPGA  
*ZHOU Lei, LIU Qing-xiang, WANG Bang-ji, et al.*
- 49 PID Parameter Optimization of Transverse Servo Control System  
Based on Improved PSO Algorithm  
*CAO Wei, XIE Tian-chi*
- 52 A Low-Cost and High Performance Control System for Low-Speed  
Electric Vehicle  
*LI Hao, HUANG Wen-xin, QIU Xin, et al.*
- 56 Research on A New Tracking Car  
*WANG Li-ping, HUANG Jian*
- 59 Direct Torque Control of Induction Motor Based on Constant  
Frequency Torque Controller  
*MEI Bai-shan, LIU Jing-jing*
- 63 High Accuracy Active Disturbance Rejection Finite-Control-Set  
Model Predictive Control for PMSM Servo System  
*XU Wei-qi, ZHANG Bin, LI Kun-qi*
- 68 Design of Position Servo Driver for Swing Motor  
*HU Hao, LUO Dong-hui*
- 71 Research on Control Strategy of Three Phase LCL Photovoltaic  
Grid-Connected Inverter under Weak Grid  
*YANG Xi-yuan, LI Yan-zhe*