

# 微特电机

## 2018 8

微特电机 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



### 钕钴磁铁 SmCo MAGNET

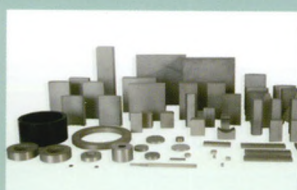


# NGYC

## 宁波宁港永磁材料有限公司



Professional  
SmCo Magnets Manufacturer  
专业生产  
钕钴磁铁厂家



宁波宁港永磁材料有限公司创建于1987年，专业从事开发与生产烧结1:5, 2:17钕钴磁性材料，经过二十几年的创业发展，公司已拥有先进的生产、加工、检测设备和技術。公司占地面积25000平方米，厂房25000平方米，固定资产亿元以上。2012年销售额超过2亿元人民币，年生产能力已达1500吨，是专业生产钕钴磁铁规模较大，档次较全的企业之一。

宁波永磁 (NGYC) 为高新技术企业，能批量生产国内高水平的钕钴永磁材料，产品质量均达到国内外先进水平，保证以较快的交期提供优质的钕钴永磁材料及元器件。宁港拥有工程技术中心，注重科研，自主研发的低温度系数1:5, 2:17钕钴永磁被广泛应用在航天航空、国防军事、传感器等领域；能生产磁偏角 $\leq \pm 2^\circ$ 的产品；能生产1:5纯钕钴产品；能生产不同形状，不同性能的全系列元件产品，还可以为用户定制特殊性能的钕钴磁铁，并不断研发提供新的性能牌号。

公司严格运行ISO 9001:2008, ISO/TS 16949: 2009质量管理体系，同时公司严格遵循环境体系ISO14001:2004要求，建立了过程检验、控制、分析、持续改进等一系列质量管理体系，保证了产品的交付一次合格。公司被列为宁波市出口产品质量保证企业。

本着“质量保障，信誉至上”的宗旨，我司一如既往地以优良的品质和极具竞争力的价格向国内外的新老朋友提供各种形状及性能的钕钴永磁产品，同时还可按用户的图纸加工不同性能的永磁元器件，提供选材及应用方面的技术服务。我司真诚欢迎国内外各界人士惠顾、联系、洽谈及建立各种形式的合作关系。

### 宁波宁港永磁材料有限公司

地址：宁波鄞州区投资创业中心启明路505号  
电话总机：0574-88169555 13306680266

电话：0574-88169416 0574-88169518  
传真：0574-88169415 0574-88169517

网址：www.ngyc.com  
邮箱：sales@ngyc.com



# 微特电机

月刊公开发行

1973年9月创刊

2018年第46卷第8期总第331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.ssenj.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: 2018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

2018年第8期

### 理论研究

#### 1 改进型混合式永磁调速器的优化设计

高庆忠, 袁波, 陈鹏, 吕鹏飞, 李晟宇, 邱力伟

#### 7 基于改进差分进化的车用驱动电机智能设计

罗子良, 裴同豪, 单丰武, 陈红

### 设计分析

#### 12 一种无人机电磁弹射电机法向受力分析与仿真

王智仁, 吴峻, 杨峰

#### 16 面向导弹电磁弹射的双边感应直线电动机研究

沙赵明, 于存贵, 王小召

#### 19 Halbach圆筒型永磁直线电动机的性能分析

刘春元

#### 22 近极槽永磁电机绕组配置和不等齿宽的研究

王艾萌, 李梦媛

#### 27 高速开关磁阻电动机用非晶定子铁心及磁性能

李立军, 卢志超, 李山红, 李准, 李广敏, 李德仁

#### 31 永磁同步电动机失磁故障电磁参数分析

张志艳, 秦鹏, 孙玉胜, 徐金涛, 刘华

#### 35 采用霍尔传感器的无刷直流电机DTC系统研究

张兰红, 唐慧雨, 何坚强, 孙星

#### 40 多自由度永磁电机磁热固耦合场分析

李争, 陈晴, 王群京

#### 45 盘式无铁心永磁发电机温度场分析和冷却方式研究

闫羽佳, 赵锦成

### 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 中文电子期刊人编  
 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:021-64367300×242

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

2018年第8期

## 49 钕铁硼永磁磁阻同步电机及其仿真分析

李新华,汪思敏,易梦云,马霖昊

## 驱动控制

### 52 负载周期波动永磁同步电动机前馈补偿控制

童怀,陈坚波,朱骁,徐鹏,赖志勇

### 57 基于反馈线性滑模控制的双PWM变换器研究

张文博,王辉,柏睿,李晟,黄杨

### 62 基于负载转矩观测器的永磁同步电机积分滑模控制

金鹏飞,谢源,王杰,肖立健

### 65 考虑电压饱和的感应电机复矢量电流解耦控制

邱晨,吕广强

### 70 基于双模过调制的PMSM控制系统研究与实现

凌涛,刘细平,罗振华,李亚,刘章麒

### 75 单相集成车载充电器的充电控制

刘陵顺,葛宝川,吕兴贺,孔德彪

### 79 基于MSP430和ZigBee的跟日运动控制系统设计

许芬,梁雪辉,吴正旺

### 84 无刷直流电动机无位置传感器闭环控制研究

张劲恒,杨扬

## 综述

### 88 多自由度平面感应电机发展综述

吴伟,司纪凯,岳帅军,刘群坡,封海潮,李应生

## 生产技术

### 93 自动小型电机绕线机的设计

马质璞,刘宏伟,张抗,冉中阳

## 广告索引

广告8 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、电力行业、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、充磁罐机采用专门设计的高压脉冲无感电容,放电能力很强,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、钕钴均可在客户提供图纸后短时间内供货。近年来公司自主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.magnetizer.cn www.canmag.cn

万方数据



**SENHUA INTERNATIONAL**  
 2008.9

Intellectual Property  
 Http://www.cn-sh.cc  
 E-mail: senhua@cn-sh.cc  
 +86-21-69203707/708  
 +86-188-01838808 姚先生

**上海森华专利代理事务所**  
**上海森大律师事务所**  
 总部:上海松江区长兴路288弄1幢3A01-08室

诉讼代理	专利代理	知识产权	网店转让
维权代理	商标代理	技术转移	疑难商标
法律顾问	版权代理	项目申报	商标买卖

森华国际位于上海,自2008年成立以来专业从事以商标、专利、著作权为基础的各项知识产权业务,具有各个领域的专利老师、专职律师,从初期知识产权布局到后期的法律服务,可以为您的企业打造360°无死角的知识产权壁垒,期待您的光临。



## 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: 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, 2018

期刊基本参数: CN31-1428/TM\*1973\*m\*A4\*96\*zh\*P\*¥ 8.00\*22\*2018-08\*n

## MAIN CONTENTS

### Theory Research

- 1 Optimization Design of an Improved Hybrid Adjustable Permanent Magnetic Coupler  
GAO Qing-zhong, YUAN Bo, CHEN Peng, et al.
- 7 Intelligent Optimization Method for Vehicle Drive Motor Based on Improved Differential Evolution  
LUO Zi-liang, PEI Tong-hao, SHAN Feng-wu, et al.

### Design and Analysis

- 12 An Analysis and Simulation of the Normal Force of Electromagnetic Launch Linear Motor for UAV  
WANG Zhi-ren, WU Jun, YANG Feng
- 16 Research on Double-Sided Linear Induction Motor of Electromagnetic Catapult of Missile  
SHA Zhao-ming, YU Cun-gui, WANG Xiao-zhao
- 19 Performance Analysis of Tubular Permanent Magnet Linear Motor With Array Halbach Magnetization  
LIU Chun-yuan
- 22 Performance Comparison of Winding Configuration and Unequal Teeth Width on PM Machines With Similar Slot and Pole Number  
WANG Ai-meng, LI Meng-yuan
- 27 Magnetic Properties of Amorphous Stator Core for High Speed Switched Reluctance Motor  
LI Li-jun, LU Zhi-chao, LI Shan-hong, et al.
- 31 Electromagnetic Parameters Analysis of PMSM Demagnetization  
ZHANG Zhi-yan, QIN peng, SUN Yu-sheng, et al.
- 35 Research of Brushless DC Motor DTC System Using Hall Position Sensor  
ZHANG Lan-hong, TANG Hui-yu, HE Jian-qiang, et al.
- 40 Analysis of Magnetic-Thermal-Solid Coupling Fields of Multi-Degree-of-Freedom Permanent Magnet Motor  
LI Zheng, CHEN Qing, WANG Qun-jing
- 45 Thermal Analysis and Cooling Approach Design of Disc Type Coreless Permanent Generator  
YAN Yu-jia, ZHAO Jin-cheng
- 49 Simulation Analysis of NdFeB Permanent Magnet Reluctance Synchronous Motor  
LI Xin-hua, WANG Si-min, YI Meng-yun, et al.

### Drive and Control

- 52 Torque Pre-Compensation Strategy of PMSM with Periodic Fluctuation of Load Torque  
TONG Huai, CHEN Jian-bo, ZHU Xiao, et al.
- 57 Research on Dual PWM Converters Based on Feedback Linear and Sliding Mode Control  
ZHANG Wen-bo, WANG Hui, BAI Rui, et al.
- 62 Sliding Mode Control of Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Load Torque Observer  
JIN Peng-fei, XIE Yuan, Wang Jie, et al.
- 65 Complex Vector Current Decoupling Control for Induction Motor Considering Voltage Saturation  
QIU Chen, LYU Guang-qiang
- 70 Research and Realization of PMSM Control System Based on Dual-Mode Over-modulation  
LING Tao, LIU Xi-ping, LUO Zhen-hua, et al.
- 75 Research and Realization of PMSM Control System Based on Dual-Mode Over-modulation  
LIU Ling-shun, GE Bao-chuan, LYU Xing-he, et al.
- 79 Design of a Sun-Tracking Motion Control System based on MSP430 and ZigBee  
XU Fen, LIANG Xue-hui, WU Zheng-wang
- 84 Research on Sensorless Closed Loop Control System of Brushless DC Motor  
ZHANG Jing-heng, YANG Yang

### Technical Review

- 88 An Overview on Development of Multi-Degree-of-Freedom Planar Induction Motor  
WU Wei, SI Ji-kai, YUE Shuai-jun, et al.

### Production Technology

- 93 Design of Small-Sized Automatic Motor Winding Machines  
MA Zhi-pu, LIU Hong-wei, ZHANG Kang, et al.

Monthly, Established in September 1973  
Vol.46 No.8 2018 Accumulative No.331



# 微特电机

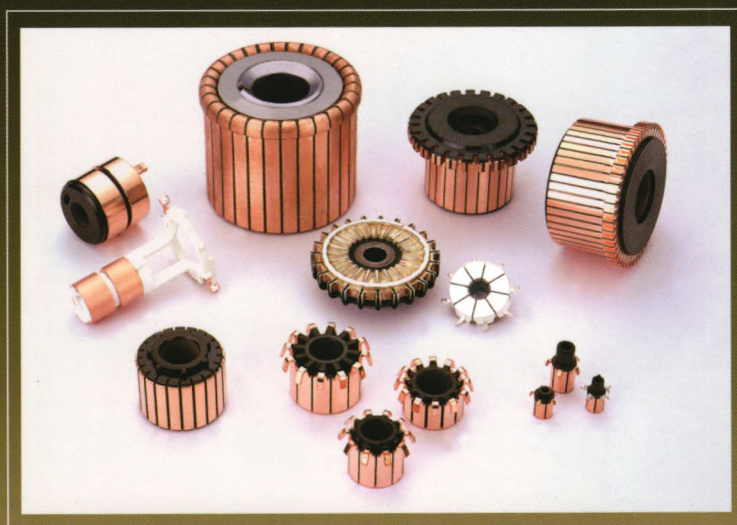


## 2018 8

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