

# 微特电机

2018 5

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

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



## 引领压装在线检测技术

### KD 系列精密伺服压装机

- ★ 保证产品的零缺陷
- ★ 消除电机轴向间隙提高产品质量
- ★ 剔除潜在质量问题产品（如运转脱落与裂纹）
- ★ 节能，环保，低噪



# KQL<sup>®</sup>

深圳市凯强利试验仪器有限公司  
SHENZHEN KAIQIANGLI TESTING INSTRUMENT CO.,LTD.

地址：深圳市宝安区石岩街道园岭村石场路3号  
电话：(0755) 27602988 27182262 13823100396  
网址：www.kaiqiangli.com

# 微特电机

月刊公开发刊

1973年10月创刊

2018年第46卷第5期总第328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：wtmj@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5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5期

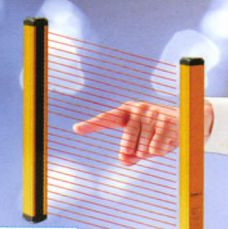
### 理论研究

- 1 基于Halbach阵列可控磁通电机的安全控制研究  
杨德良,王心坚
- 6 电动汽车混合永磁辅助磁阻同步电机研究  
李新华,刘光华,崔舜宇,马霖昊

### 设计分析

- 9 混合励磁同步电动机转矩脉动分析与优化  
夏永洪,蒋华胜,仪轩杏
- 14 基于ARM的高性能交流伺服电机系统设计  
张燕红,王磊,吴璇,张建生,吴政涛
- 19 低转矩波动无刷直流电动机提前导通控制方法  
杨艳,胡明桦,郭鸿浩
- 24 基于有限元法的开关磁阻电机转矩脉动优化  
成佳,井立兵,孙威,柳霖
- 28 开关磁阻电动机结构参数优化设计研究  
孔庆奕,李艳超,容焯,张辉,金宗辉,韩叶
- 31 霍尔传感器电机测速综合改进技术研究  
张斯其
- 35 逆变器供电永磁同步电机铁耗和永磁体损耗分析  
何彪,张琪,陈世军,黄苏融
- 39 无刷双馈电机转子优化的最优点参数解耦法  
夏野,边涛,朱景伟
- 44 基于RBF神经网络的无刷直流电动机故障诊断  
王炜,钟书辉
- 48 电动舵机用永磁容错电机的设计研究  
陈立,高小龙,周育茹,滕霖

### 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:021-64367300×242

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5期

## 驱动控制

- 52 非对称六相永磁同步电机的故障容错控制  
刘林阴,李杰
- 58 永磁同步电机的积分反推-滑模转角控制  
彭妍洁,王海涛,陈玉峰,徐明
- 62 基于高频注入的永磁同步电动机直轴正方向判定  
薛迎春
- 66 一种改进的开关磁阻电动机直接转矩控制方法  
陈飞,瞿遂春,邱爱兵,沈世焜
- 70 基于CAN总线的伺服系统参数在线装订方法  
刘海山,王恒,丁怀龙,焦震,樊茜

## 读者园地

- 73 一种提高步进电动机细分精度的设计方法  
李雨,谭金奎,宁剑建,吕强,宋振民,朱志强
- 76 人工心脏单自由度悬浮控制仿真研究  
孙传余,肖楠,曹茂永,徐特,李井凯

## 专利快讯

- 34 一种具有低电压穿越性能的永磁直驱同步风力发电机等2则

## 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源,驱动能力强,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:黄可可  
 TEL: 0574-88349578 13957869099  
 FAX: 0574-82093272  
 E-mail: ke111@263.net  
 Website: www.magnetizer.cn www.canmag.cn



## 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

4000081188

董事长: 姚杰 13687725838 18058806820  
 地址: 温州市瓯北镇安丰工业区  
 ADD: WENZHOU SHI OUBEIZHEN ANFENG GONGYEYUAN  
 TEL: 0577-87985888 FAX: 0577-87312256  
 QQ: 292849508 HTTP: WWW.BDCLY.COM



## 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-jiing

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: Mai 28, 2018

期刊基本参数: CN31-1428/TM\*1973\*m\*A4\*78\*zh\*P\* ¥ 8.00\*19\*2018-05\*n

## MAIN CONTENTS

### Theory Research

- 1 Research on Safety Control Based on Halbach Array Controllable-  
Flux Motor YANG De-liang, WANG Xin-jian  
6 Research on Hybrid Permanent Magnet Assisted Synchronous  
Reluctance Motor for Electric Vehicle  
LI Xin-hua, LIU Guang-hua, CUI Shun-yu, et al.

### Design and Analysis

- 9 Analysis and Optimization of Torque Ripple for Hybrid Excited  
Synchronous Motor  
XIA Yong-hong, JIANG Hua-sheng, YI Xuan-xing  
14 Design of High-Performance AC Servo Motor System Based on  
ARM ZHANG Yan-hong, WANG Lei, WU Xuan, et al.  
19 A Phase Advanced Commutation Scheme with Low Torque Ripple  
for Brushless DC Motor  
YANG Yan, HU Ming-hua, GUO Hong-hao  
24 Optimization Design of Switched Reluctance Motor Torque Ripple  
Based on Finite Element Method  
CHENG Jia, JING Li-bing, SUN Wei, et al.  
28 The Influence of Structure Optimum Design of Switched  
Reluctance Motor KONG Qing-yi, LI Yan-chao, RONG Ye, et al.  
31 Research on Hall Sensor Motor Speed Improvement Technology  
ZHANG Si-qi  
35 Iron Loss and Permanent Magnet Loss Analysis Based on Inverter  
Power Supply HE Biao, ZHANG Qi, CHEN Shi-jun, et al.  
39 Decoupling Method for Optimal Point Parameters of Brushless  
Doubly Fed Machines Rotor Optimize  
XIA Ye, BIAN Tao, ZHU Jing-wei  
44 The Fault-Detection System with Brushless DC Motor Based on the  
Wavelet WANG Wei, ZHONG Shu-hui  
48 Design and Study of Fault-Tolerant Permanent Magnet Motor for  
Electromechanical Actuator  
CHEN Li, GAO Xiao-long, ZHOU Yu-ru, et al.

### Drive and Control

- 52 Fault Tolerant Control of Asymmetric Six-Phase Permanent  
Magnet Synchronous Motor LIU Lin-yin, LI jie  
58 Integral Backstepping-Sliding Mode Control for the Rotor Position  
of Permanent Magnet Synchronous Motor  
PENG Yan-jie, WANG Hai-tao, CHEN Yu-feng, et al.  
62 Direct Axis Positive Direction Determination of Permanent Magnet  
Synchronous Motor Based on High Frequency Injection  
XUE Ying-chun  
66 An Improved Direct Torque Control Method for Switched  
Reluctance Motor CHEN Fei, QU Sui-chun, QIU Ai-bing, et al.  
70 Parameters Online Binding Method of Servo System Based on CAN  
Bus LIU Hai-shan, WANG Heng, DING Huai-long, et al.

### Readers' home

- 73 A Design Method to Improve the Subdivision Precision of Stepping  
Motor LI Yu, TAN Jin-Xi, NING Jian-jian, et al.  
76 Single-Freedom Levitation Control Simulation of Artificial Heart  
SUN Chuan-yu, XIAO Nan, CAO Mao-yong, et al.

Monthly, Established in September 1973  
Vol.46 No.5 2018 Accumulative No.328

# 微特电机

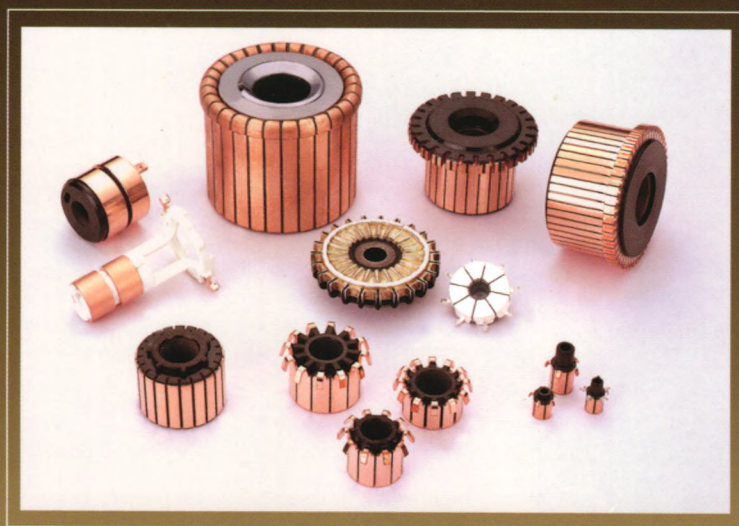


2018 5

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