



第50卷 第5期

Small & Special Electrical Machines

ISSN 1004-7018  
CN 31-1428/TM

# 微特电机

2022 **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

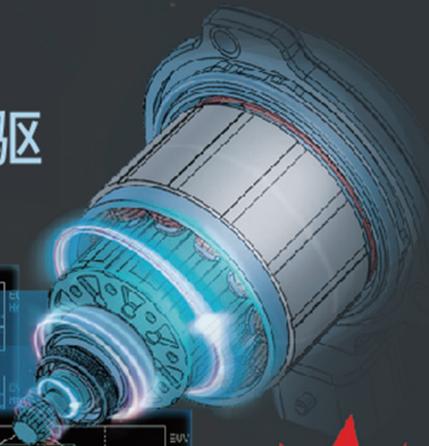
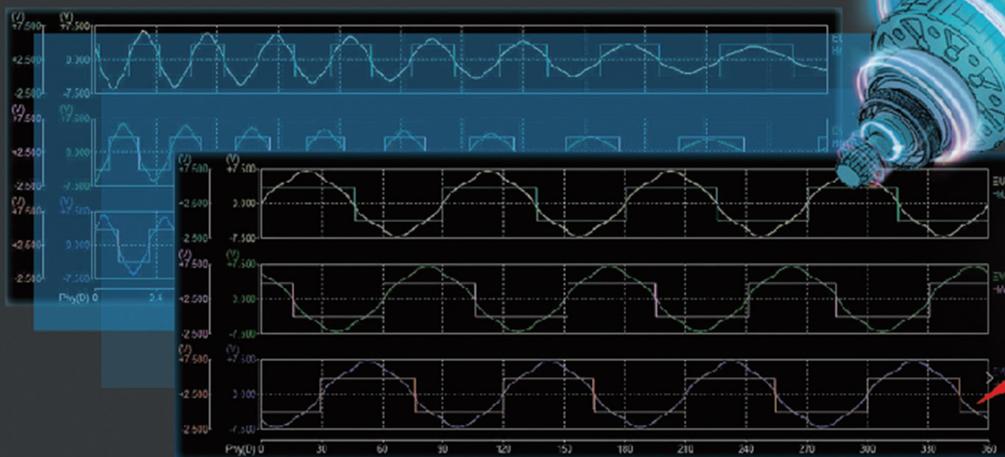
科学文摘收录期刊



## Aoboer

### 永磁无刷电机精准快测

- 免对轴反拖，快速便捷
- 不需配套驱动器，测试机电驱



**新发明**  
专利技术

- 反电势测试及波形分析
- 霍尔传感器测试及波形分析
- 旋变传感测试及波形分析
- 磁阻传感器测试及波形分析

## 选 奥波仪器

## 出 精品电机



www.aoboer.com

# 微特电机

月刊公开发行

1973年9月创刊

2022年第50卷第5期总第376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：中国电子科技集团有限公司

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

电话：021-64704564

网址：www.wdj21.com/ssmj

电子邮件：wtj@vip.163.com

印刷：上海新开宝商务印刷有限公司

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  
CN 31-1428/TM

国际刊名代码CODEN：WEDIE9

每期定价：8.00元(全年定价：96.00元)

出版日期：2022年5月28日

版权所有，未经许可，不得转载、翻印

## 目 次

WEITE DIANJI

2022年第5期

### 理论研究

- 1 基于分形盒维数和 GA-SVM 的 PMSM 动态偏心故障  
诊断方法研究

薛 赛,贺青川,潘 骏,黄晓诚

- 7 一种混合励磁无轴承电机数学建模及特性分析

何佳佳,周扬忠,刘汪彤

### 设计分析

- 14 有限转角力矩电机设计及优化

周 力,唐 庆,谭慧萍,周探洲,  
王 欣,邱亚博,陈 辉

- 22 基于流固耦合的高速永磁电机多物理场仿真分析

许海波,胡 岩,刘泽宇,曹 力

- 27 基于定子错位的轴向磁通永磁电机齿槽转矩削弱方法

闫 伟,彭 兵,庄小雨

- 31 高强度电工钢在新能源汽车高转速驱动电机上的应用  
研究

李 冲,李建平,王 斌,李广林,  
黄耀鹏,吴照明,安冬洋

- 36 大功率机车水冷永磁直驱牵引电机研制

周立安,晏才松,余 超,李会兰,刘苛扬

中国期刊方阵双百期刊  
全国优秀期刊  
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

2022 年杂志请至当地邮局订阅。《微特电机》订阅代号 4-270, 邮局订阅价格 2022 年全年 96 元。

#### 2. 编辑部订阅

通过银行汇款至我部, 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: 021-64704564

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

2022 年第 5 期

## 驱动控制

### 42 基于 PSO 的模型预测速度控制权重系数自整定

梅容魁, 于新红

### 47 永磁同步电机多参数自适应补偿弱磁控制策略

项柏潭, 梅三冠, 时 帅

### 52 基于线性扩张状态观测器的 PMSM 无位置传感器控制

曾香平, 赵世伟, 尹华杰, 肖盼盼

### 57 基于渐近趋近律的永磁同步电机滑模控制研究

潘雄杰, 赵世伟, 杨向宇, 肖盼盼

### 62 基于卡尔曼滤波器的永磁同步电机自抗扰控制

朱德明, 张 军, 白晨光

## 专利快讯

### 68 一种不均匀气隙的方形电机等 6 则

## 广告索引

广告 8 本期广告索引

# 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

Editorial Office Telephone: 0086-21-64704564

Website: www.wdj21.com/sssemj

E-mail: wtdj@vip.163.com

Printworks: Shanghai Newcobal Business  
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:  $\frac{\text{ISSN } 1004-7018}{\text{CN } 31-1428/\text{TM}}$

International Magazine Name Code: WEDIE9

Single Issue Price: ¥ 8.00 (Year Price ¥ 96.00)

Publishing Date: May 28, 2022

期刊基本参数: CN 31-1428/TM\*1973\*m\*A4\*68\*zh\*P\* ¥ 8.00\*5\*2022-12\*n

## MAIN CONTENTS

### *Theory Research*

- 1 Research on Eccentricity Fault Diagnosis Method of Permanent Magnet Synchronous Motor Based on Fractal Box Dimension and GA-SVM  
*XUE Sai, HE Qingchuan, PAN Jun, et al.*
- 7 Mathematical Modeling and Characteristic Analysis of Hybrid Excitation Bearingless Motor  
*HE Jiajia, ZHOU Yangzhong, LIU Wangtong*

### *Design and Analysis*

- 14 Design and Optimization of Limited Angle Torque Motor  
*ZHOU Li, TANG Qing, TAN Huiping, et al.*
- 22 Multiphysics Simulation Analysis of High-speed Permanent Magnet Motor Based on Fluid-structure Coupling  
*XU Haibo, HU Yan, LIU Zeyu, et al.*
- 27 Effect of Stator Dislocation on Cogging Torque of Axial Flux Permanent Magnet Machines  
*YAN Wei, PENG Bing, ZHUANG Xiaoyu*
- 31 Application Research of High Strength Electrical Steel in High Speed Drive Motor of Electrical Vehicle  
*LI Chong, LI Jianping, WANG Bin, et al.*
- 36 Development of Water-cooled Permanent Magnet Direct Drive Traction Motor for High-power Locomotive  
*ZHOU Li'an, YAN Caisong, YU Chao, et al.*

### *Drive and Control*

- 42 Self-tuning of Weight Coefficients for Model Predictive Speed Control Based on PSO  
*MEI Rongkui, YU Xinhong*
- 47 Multi-parameter Adaptive Compensation Flux-weakening Control Strategy for Permanent Magnet Synchronous Motor  
*XIANG Baitan, MEI Sanguan, SHI Shuai*
- 52 Sensorless Speed Control of PMSM Based on Linear Extended State Observer  
*ZENG Xiangping, ZHAO Shiwei, YIN Huaqie, et al.*
- 57 Research on Sliding Mode Control of PMSM Based on Asymptotic Reaching Law  
*PAN Xiongjie, ZHAO Shiwei, YANG Xiangyu, et al.*
- 62 Active Disturbance Rejection Control with Kalman Filter for Permanent Magnet Synchronous Motor  
*ZHU Deming, ZHANG Jun, BAI Chenguang*

Monthly, Established in September 1973  
Vol.50 No.5 2022 Accumulative No.376