

# 电机与控制应用

DIANJI YU KONGZHI YINGYONG

1959 年创刊(月刊)公开发行

在线投稿: www.motor-abc.cn

2023年第7期(第50卷 总第403期)

2023年7月10日出版

主管单位 上海市经济和信息化委员会  
主办单位 上海电器科学研究所(集团)有限公司  
编辑出版 《电机与控制应用》编辑部  
主编 王建辉  
副主编 陈漫 王辉  
编委会

名誉主任委员 唐任远  
名誉副主任委员 陆永平 秦和 陈伟华  
名誉委员 贺益康 金如麟 陶生桂 黄国治  
主任委员 邹孟奇  
副主任委员 程明 黄苏融 金惟伟 刘国林  
王群京 赵争鸣  
委员 蔡旭 柴建云 程启明 方攸同  
郝双晖 何怡刚 胡虔生 黄守道  
姜淑忠 李辉 李立毅 李永东  
李争 梁得亮 刘旭 卢刚  
罗建 吕艳玲 马静 马立新  
潘再平 秦宏波 沈安文 宋文胜  
孙玉田 谭顺乐 王爱元 王军  
王建辉 王维越 王晓远 王秀和  
伍小杰 徐殿国 杨俊友 杨淑英  
叶云岳 易灵芝 张波 张希  
张序星 张永昌 张卓然 章跃进  
赵朝会 赵海森 赵文祥 周腊吾  
周理兵 鲍晓华

地址 上海市武宁路505号  
邮政编码 200063  
编辑部电话 021-62574990-574、462  
编辑 靳晓杨  
广告部电话 021-62574990-416  
广告部经理 汪自梅  
传真 021-32230809  
电子邮箱 编辑部 eec@seari.com.cn  
广告部 wangzm@seari.com.cn  
网址 www.motor-abc.cn  
国内总发行 上海市报刊发行局  
国内邮发代号 4-199  
国内订购 全国各地邮政公司  
中国标准连续出版物号 ISSN 1673-6540  
CN 31-1959/TM  
定 价 15.00 元/册  
印刷单位 上海长鹰印刷厂

## 目 次

### 研究与设计

- 四线圈原型电机模型及其空间矢量数学表征  
钟再敏, 杨明磊, 王业勤, 陈鸿(1)  
柔性 PCB 绕组径向磁通微型永磁电机设计  
吕佳徽, 董婷(13)

### 控制与应用技术

- 电流控制型储能变流器控制稳定性分析与谐波谐振抑制  
技术研究 李智, 李长喜, 陈剑庭,  
刘明波, 巩宇, 张中华, 张扬帆(21)  
一种双三相永磁同步电机的多矢量模型预测转矩控制  
张倩茹, 王爽(29)  
基于高频电压注入的带辅助齿 SPMSM 转子机械角度无传感  
器辨识策略 朱红庆, 钟思恒, 陈祥林, 林晓刚, 解伟(35)  
基于定转子开窗的混合励磁双定子 BSRM 振动抑制  
项倩雯, 彭振德, 欧钰, 孙玉坤, 袁野(43)  
基于快速原型的感应电机电源激励系统开发  
孙春阳, 骆皓, 肖一凡, 朱坤硕, 陈遗志(51)

- 考虑电容充放电延迟的永磁起动/发电系统模式切换策略  
刘剑宇, 董婷(59)

- 辐条式磁齿轮电机齿槽转矩抑制  
郭培遥, 梁建伟, 王昕华, 尹利英(66)  
基于 SOGI-FLL 的伺服传动系统谐振频率检测方法  
梅子帆, 李长兵, 徐仕深(74)

### 新能源发电与局域电网

- 计及权系数影响的区域电网时段多目标调度优化策略  
吴鑫, 曹帅, 安天瑜, 郑芳芳(81)  
光储联合发电系统调度优化控制策略  
曹帅, 吴鑫, 刘锦玉, 张译锋(89)

# ELECTRIC MACHINES AND CONTROL APPLICATION

No.7, Vol.50, Serial No.403, July 10, 2023

(Founded 1959) Monthly

## Competent Authority

Shanghai Economic and Information  
Technology Commission

## Sponsor

Shanghai Electrical Apparatus  
Research Institute (Group) Co., Ltd.

## Editor and Publisher

Editorial Department of Electric  
Machines and Control Application

## Editor-in-Chief

WANG Jianhui

## Associate Editors-in-Chief

CHEN Man WANG Hui

## Add

505 Wuning Road, Shanghai, China

## Post Code

200063

## Tel

(86-21) 62574990-574, 462  
(86-21) 62574990-416

## Advertising Manager

WANG Zimei

## Fax

(86-21) 32230809

## E-mail

ecc@seari.com.cn  
wangzm@seari.com.cn

## Website

www.motor-abc.cn

## Domestic Distributor

Distributor of Newspapers and  
Periodicals, Shanghai

## Domestic Periodical Code

4-199

## China Standard Serial Numbering

ISSN 1673-6540  
CN 31-1959/TM

## Main Contents

### Research and Design

- A Four-Coil Unified Model of Electrical Machinery and Its Space Vector Mathematic Description *ZHONG Zaimin, YANG Minglei, WANG Yeqin, CHEN Hong( 1 )*  
Design of Radial Flux Permanent Magnet Micromotor with Flexible PCB Winding *LÜ Jiahui, DONG Ting( 13 )*

### Control and Application Technique

- Control Stability Analysis and Research on Harmonic Resonance Suppression Technolgy of Current-Control Type Energy Storage Converter *LI Zhi, LI Changxi, CHEN Chuangting, LIU Mingbo, GONG Yu, ZHANG Zhonghua, ZHANG Yangfan( 21 )*  
Multi-Vector Model Predictive Torque Control for a Dual Three-Phase Permanent Magnet Synchronous Motor *ZHANG Qianru, WANG Shuang( 29 )*  
Sensorless Identification Strategy of SPMSM Rotor Mechanical Angle with Auxiliary Teeth Based on High-Frequency Voltage Injection *ZHU Hongqing, ZHONG Siheng, CHEN Xianglin, LIN Xiaogang, XIE Wie( 35 )*  
Vibration Suppression of Hybrid Excitation Double-Stator BSRM Based on Stator-Rotor Fenestrating *XIANG Qianwen, PENG Zhende, OU Yu, SUN Yukun, YUAN Ye( 43 )*  
Development of Induction Motor Current Source Excitation System Based on Rapid Prototyping *SUN Chunyang, LUO Hao, XIAO Yifan, ZHU Kunshuo, CHEN Yizhi( 51 )*  
Mode Switching Strategy of Permanent Magnet Starting/Generating System Considering Capacitor Charging and Discharging Delay *LIU Jianyu, DONG Ting( 59 )*  
Cogging Torque Suppression of Spoke Magnetic Gear Motor *GUO Peiyao, LIANG Jianwei, WANG Xinhua, YIN Liying( 66 )*  
Resonance Frequency Detection Method of Servo Drive System Based on SOGI-FLL *MEI Zifan, LI Changbing, XU Shishen( 74 )*

### New Energy Power Generation and Local Power Grid

- Multi-Objective Scheduling Optimization Strategy of Regional Power Grid Considering the Influence of Weighting Factors *WU Xin, CAO Shuai, AN Tianyu, ZHENG Fangfang( 81 )*  
Scheduling Optimization Control Strategy of PV-and-Storage Combined Power Generation System *CAO Shuai, WU Xin, LIU Jinyu, ZHANG Yiduo( 89 )*