

电网技术

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

12
2017

第41卷12期
Vol.41 No.12

七星电气
7Stars

18年环网柜生产专家

股票代码: 839644

国际一流的设备
打造国内一流环网柜加工基地

选择七星电气的3大理由

- 1
- ★ 国家电网A档供应商
 - ★ 南方电网A档供应商
 - ★ 21个省电力公司中标企业

- 2
- ★ SF₆气体柜——年产可达7万单元
 - ★ 固体环网柜——可靠运行已超5年
 - ★ 环保气体柜——技术领先性价比高

- 3
- ★ 国际3大知名厂家合作伙伴
 - ★ 国内知名厂家长期代加工基地

钣金生产车间实景展示



环网柜、开闭所流水线车间实景展示



七星电气股份有限公司

☎ 4001-177-199

地址: 福建泉州鲤城区江南技术电子园区七星电气

联系人: 戴先生

手机: 13959907198

电话: 0595-28106999

网址: www.qzssec.com

邮箱: 532109984@qq.com

电话: 0595-28106988

ISSN 1000-3673



万方数据



国家电网公司 主办

《电网技术》

编辑委员会

主 任：刘振亚

委 员 (按姓氏笔画排序)：

Wei-Jen Lee 丁 明 尹积军 文福拴
王 敏 王成山 王相勤 王益民
Haifeng Wang (王海风) 韦 化
帅军庆 伍 萱 刘广迎 刘开俊
刘开培 刘玉田 刘建明 印永华
孙 昕 汤 涌 纪延超 吴 云
吴玉生 Qinghua Wu (吴青华)
张文亮 张丽英 张启平 张运洲
张春城 张智刚 李卫东 李文毅
李向荣 李庆林 李成榕 李群湛
杜至刚 杨 庆 肖世杰 肖立业
陈 峰 陈月明 周 浩 郑宝森
K L Lo (罗国麟) 段献忠 赵庆波
Wilsun Xu (徐文远) 索南加乐
栾 军 郭剑波 康重庆 曹一家
曹均正 曹志安 黄 强 程浩忠
舒印彪 葛正翔 路书军 廖瑞金
穆 钢 鞠 平

顾问委员会

主 任：陆延昌

副主任：周孝信 郑健超

委 员 (按姓氏笔画排序)：

马伟明 王锡凡 卢 强 孙才新
朱英浩 严陆光 余贻鑫 宋永华
Felix Wu (吴复立) 杨奇逊 汪槩生
沈国荣 邱爱慈 陆佑楣 陈清泉
赵遵廉 唐任远 顾国彪 黄其励
程时杰 韩祯祥 潘家铮 薛禹胜

目 次

· 特约专稿 ·

复杂电网自律协同无功电压优化控制：关键技术与未来展望

..... 孙宏斌, 张智刚, 刘映尚, 郭庆来, 许涛, 王轶禹, 胡荣, 张伯明 (3741)

· 国家重点研发计划 ·

基于大数据技术调度端电网模型管理和分析架构

..... 赵林, 张令涛, 马仲佳, 郭子明, 张浩, 李新鹏, 沈国辉 (3750)

基于随机集理论的电力系统运行风险评估

..... 侯赞, 刘宝柱, 张爽 (3757)

柔性配电网的安全域模型

..... 肖峻, 刚发运, 邓伟民, 黄仁乐, 何妍妍, 伊丽达 (3764)

电动公交车光储充电站日运行随机优化策略

..... 李睿雪, 胡泽春 (3772)

基于等网损微增率的主动配电网分布式无功优化方法

..... 王勇, 陈明, 张明, 嵇文路, 孙昕杰, 罗兴, 兰岚, 顾伟 (3780)

基于 RT-LAB 的直驱风电场振荡仿真分析技术

..... 田元治, 赵向阳, 于钊, 李光辉, 何国庆, 汪海蛟 (3789)

基于长短期记忆网络的风电场发电功率超短期预测

..... 朱乔木, 李弘毅, 王子琪, 陈金富, 王博 (3797)

基于随机生产模拟的风电优先调度对发电企业的外部性量化研究

..... 李泓泽, 陆昊, 李兵抗 (3803)

模块化多电平换流阀运行试验回路电流闭环控制方法研究

..... 许彬, 高冲, 杨俊, 王秀环, 王高勇, 周军川 (3809)

MMC 预充电模块电容电压均衡特性仿真建模

..... 李静怡, 齐磊, 赵翠宇, 易荣, 赵艇 (3816)

基于线性自抗扰的微电网平滑切换控制策略

..... 袁晓冬, 楼冠男, 陈亮, 李强, 柳丹, 顾伟 (3824)

半波长输电线路短路故障后的故障方向特性

..... 雷傲宇, 董新洲, 冯腾, 汤兰西 (3832)

HVDC 阳极饱和电抗器阻尼弹性体降振降噪试验研究

..... 张鹏宁, 李琳, 纪锋, 张娟娟, 刘洋 (3839)

· 直流输电与直流电网 (特约专栏主编 汤广福) ·

基于直流输电无功控制的多直流馈出电网交流系统过电压最优抑制策略

..... 滕予非, 汤涌, 张鹏, 庞广恒, 严磊 (3846)

适用于含大量子模块的 MMC 快速电容电压均衡策略

..... 王坤, 刘开培, 胡志鹏, 罗剑波, 李威, 秦亮 (3854)

基于开关函数的 LCC-HVDC 换流站动态模型及小干扰稳定性

..... 郭春义, 宁琳如, 王虹富, 赵成勇, 刘炜 (3862)

换流变压器励磁涌流的特殊性分析

..... 李晓华, 张冬怡, 吴立珠, 吴嘉琪, 蔡泽祥, 丁晓兵, 田庆 (3869)

· 可再生能源发电与综合消纳技术

(特约专栏主编 陈皓勇、李方兴) ·

冷热电联供微网能量流的解耦计算方法

..... 杨智斌, 林舜江, 王雅平, 卢苑, 刘明波 (3876)

直流微电网虚拟惯性控制及其稳定性分析

..... 朱晓荣, 谢志云, 荆树志 (3884)

微电网三相四柱组合式双向变流器双模式控制

..... 刘钊, 孙新程, 谭迪, 吉小鹏, 叶曙光, 黄向奔 (3892)

跨省互联水电站群长期多目标联合优化调度
..... 孙立飞, 申建建, 张俊, 郭锋, 吴慧军, 程春田 (3901)

应用直流调制改善水电能源基地交流电网运行特性
..... 王菲, 刘建琴, 韩丰, 张怡, 盖振宇 (3911)

考虑空间容量饱和的分布式光伏时空分布预测
..... 符杨, 田灿, 李振坤, 季亮, 金山红, 张静炜 (3917)

宽功率范围内采用电流临界连续状态+恒频控制的光伏微逆变器
..... 阎加荣, 吴云亚, 谢少军, 汤雨, 吴冬春 (3926)

· 电力系统 ·

英国谐波标准 G5 的发展及现状
..... 张毅威, 丁超杰, 闵勇, 刘军成, 卫述蓉, 王乐乐 (3934)

考虑多源-荷-储协同优化的能源局域网系统能量管理研究
..... 张福兴, 张涛, 王锐, 郑晓坤, 张彦 (3942)

多 FACTS 协调控制数模混合仿真试验
..... 刘翀, 王薇薇, 朱艺颖, 周俊, 胡涛, 董鹏, 高磊 (3951)

考虑负荷聚集商参与的源荷互动双层优化模型
..... 文刚, 翁维华, 赵岩, 蒋传文 (3956)

基于区间线性规划的区域综合能源系统日前优化调度
..... 白牧可, 王越, 唐巍, 吴聪, 张博 (3963)

共享模式下的充电桩引导与充电价格研究
..... 李东东, 邹思源, 刘洋, 林顺富, 杨帆, 边晓燕 (3971)

基于负荷分布匹配与熵权法的配电网无功优化
..... 刘科研, 李玉琦, 陆凌芝, 何开元, 贾东梨, 耿光飞 (3980)

基于拓扑势均衡的配电网信息物理系统规划算法
..... 杨挺, 黄志勇, 盆海波, 张亚健, 牛宇卿 (3988)

基于商业园区源/储/荷协同运行的储能系统多目标优化配置
..... 杨锡运, 张璜, 修晓青, 付果, 李建林 (3996)

两种配电网线性潮流计算方法及其比较
..... 敖鑫, 王淳, 朱文广, 肖园 (4004)

采用虚拟惯性的 MMC-RPC 功率同步控制策略
..... 宋平岗, 周振邦, 董辉 (4014)

同相供电系统潮流控制器可靠性建模与冗余分析
..... 陈民武, 宋雅琳, 刘琛, 解绍锋, 朱远帆 (4022)

基于 SiC 功率器件的单相 APF 开关损耗分析及应用技术研究
..... 贾晨曦, 杨东, 蒲新征, 杨龙月 (4030)

灰色神经网络模型在线估算锂离子电池 SOH
..... 韦海燕, 陈孝杰, 吕治强, 王峥嵘, 潘海鸿, 陈琳 (4038)

· 自动化 ·

可消除过渡电阻影响的单相接地距离保护研究
..... 郑涛, 王可坛, 刘校销, 祁欢欢 (4045)

考虑直流分量的短路电流衰减实用计算方法研究
..... 曹炜, 陈春阳, 周明 (4054)

基于免疫克隆约束多目标优化方法的电网故障诊断
..... 王守鹏, 赵冬梅 (4061)

中性点不接地系统单相接地故障定位方法
..... 张利, 杨秀媛, 王丽婕, 李萍 (4069)

基于 MMC 的配电网电力电子变压器接地设计及故障特性分析
..... 周廷冬, 徐永海, 吕晓慧 (4077)

低气压下开关柜空气间隙工频放电特性
..... 张志劲, 韦冬洪, 蒋兴良, 舒立春, 洪敏 (4086)

第 41 卷 (2017) 总目次 (1)

General Catalogue of Vol.41, (2017) (12)

《工程索引》(EI) 收录核心期刊
2015 年度全国“百强报刊”
中国最具国际影响力学术期刊
中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
全国中文核心期刊
RCCSE 中国权威学术期刊
《科学文摘》(SA) 收录期刊
《文摘杂志》(AJ) 收录期刊
中国科学引文数据库 (CSCD)
中国期刊方阵双效期刊
电力行业优秀科技期刊

《电网技术》(月刊)

第 41 卷 第 12 期 (总第 409 期)

主 管: 国家电网公司

主 办: 国家电网公司

编 辑: 《电网技术》编辑部

出 版: 《电网技术》杂志社

主 编: 张文亮

副主编: 郭剑波 汤 涌

编辑部副主任: 李兰欣 010-82812543

广告部经理: 齐 华 010-58386112

发 行: 闫 頔 010-82812465

编 辑: 010-82812523/2672/2981/2982

网上投稿: <http://www.dwjs.com.cn>

电力系统内部电话: 91871+后四位

传 真: 010-82812980

地 址: 100192 北京清河小营东路 15 号
中国电力科学研究院有限公司内

印 刷: 北京科信印刷有限公司
北京市昌平区七北路马连店甲 6 号

总发行: 北京报刊发行局

国外发行: 中国国际图书贸易总公司

订 阅: 全国各地邮局

邮发代号: 国内 82-604 国外 1474M

中国标准连续出版物号: ISSN 1000-3673
CN 11-2410/TM

广告经营许可证号: 京海工商广字第 0168 号

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

2017, Vol. 41 No. 12 (Ser. 409)

Contents

• Special Paper •

Autonomous-Synergic Voltage Control for Complicated Power Systems: Key Technologies and Prospects

..... Sun Hongbin, Zhang Zhigang, Liu Yingshang, Guo Qinglai, Xu Tao, Wang Yiyu, Hu Rong, Zhang Boming (3741)

• National Key Research and Development Program of China •

Management and Analysis Framework of Power Grid Models Based on Big Data Technology in Dispatching Center

..... Zhao Lin, Zhang Lingtao, Ma Zhongjia, Guo Ziming, Zhang Hao, Li Xinpeng, Shen Guohui (3750)

Power System Operational Risk Assessment Based on Random Set Theory

..... Hou Zan, Liu Baozhu, Zhang Shuang (3757)

Security Region Model for Flexible Distribution Network

..... Xiao Jun, Gang Fayun, Deng Weimin, Huang Renle, He Yanyan, Yi Lida (3764)

Stochastic Optimization Strategy for Daily Operation of Electric Bus Charging Station With PV and Energy Storage

..... Li Ruixue, Hu Zechun (3772)

Distributed Reactive Power Optimization for Active Distribution Network Based on Equal Incremental Rate of Network Loss

..... Wang Yong, Chen Ming, Zhang Ming, Ji Wenlu, Sun Xinjie, Luo Xing, Lan Lan, Gu Wei (3780)

Oscillation Simulation Analysis of Direct Driven Wind Farm Based on RT-LAB

..... Tian Yuanye, Zhao Xiangyang, Yu Zhao, Li Guanghui, He Guoqing, Wang Haijiao (3789)

Short-Term Wind Power Forecasting Based on LSTM

..... Zhu Qiaomu, Li Hongyi, Wang Ziqi, Chen Jinfu, Wang Bo (3797)

Quantitative Research on Externalities Brought by Wind Power Priority Scheduling to Power Generation Enterprises Based on Probabilistic Production Simulation

..... Li Hongze, Lu Hao, Li Bingkan (3803)

Research on Close-Loop Current Control Method of Operational Test Circuit for MMC Valves

..... Xu Bin, Gao Chong, Yang Jun, Wang Xiuhuan, Wang Gaoyong, Zhou Junchuan (3809)

Simulation and Modeling of Pre-Charging Voltage Balancing Among MMC Sub-Modules

..... Li Jingyi, Qi Lei, Zhao Cuiyu, Yi Rong, Zhao Ting (3816)

Control Strategy for Microgrid Seamless Switching via Linear Active Disturbance Rejection

..... Yuan Xiaodong, Lou Guannan, Chen Liang, Li Qiang, Liu Dan, Gu Wei (3824)

Study of Fault Direction Characteristic of Half-Wave-Length AC Transmission Lines

..... Lei Aoyu, Dong Xinzhou, Feng Teng, Tang Lanxi (3832)

Test Study on Reduction of Vibration and Noise to Damping Elastomer in HVDC Anode Saturable Reactor

..... Zhang Pengning, Li Lin, Ji Feng, Zhang Juanjuan, Liu Yang (3839)

• HVDC Transmission & HVDC Grid •

An Optimum Strategy for Suppressing AC Overvoltage in Systems With Multiple HVDC Links Based on HVDC Reactive Power Control

..... Teng Yufei, Tang Yong, Zhang Peng, Pang Guangheng, Yan Lei (3846)

A Fast Capacitor Voltage Balancing Strategy for MMC With Large Number of Sub-modules

..... Wang Kun, Liu Kaipei, Hu Zhipeng, Luo Jianbo, Li Wei, Qin Liang (3854)

Switching-Function Based Dynamic Model of LCC-HVDC Station and Small Signal Stability Analysis

..... Guo Chunyi, Ning Linru, Wang Hongfu, Zhao Chengyong, Liu Wei (3862)

Particularity Analysis of Converter Transformer Inrush Current

..... Li Xiaohua, Zhang Dongyi, Wu Lizhu, Wu Jiaqi, Cai Zexiang, Ding Xiaobing, Tian Qing (3869)

• Renewable Energy Generation and Integration •

A Decoupling Method for Energy Flow Calculation of Microgrids With Combined Cooling, Heating and Power

..... Yang Zhibin, Lin Shunjiang, Wang Yaping, Lu Yuan, Liu Mingbo (3876)

Virtual Inertia Control and Stability Analysis of DC Micro-Grid

..... Zhu Xiaorong, Xie Zhiyun, Jing Shuzhi (3884)

Dual Mode Control of Combined Three-Phase Four-Limb Bi-Directional Converter

..... Liu Zhao, Sun Xincheng, Tan Di, Ji Xiaopeng, Ye Shuguang, Huang Xiangben (3892)

Research on Long-Term Multi-Objective Optimal Operation for Trans-Provincial Hydropower Plants

..... Sun Lifei, Shen Jianjian, Zhang Jun, Guo Feng, Wu Huijun, Cheng Chuntian (3901)

Application of DC Modulation to Improving Operation Characteristics of Hydropower Base Grid

..... Wang Fei, Liu Jianqin, Han Feng, Zhang Yi, Gai Zhenyu (3911)

Temporal and Spatial Forecasting of Distributed PV Considering Spatial Capacity Saturation

..... Fu Yang, Tian Can, Li Zhenkun, Ji Liang, Jin Shanhong, Zhang Jingwei (3917)

PV Micro-Inverter With Constant Frequency and Current BCM Control Strategy Within Wide Power Range	Kan Jiarong, Wu Yunya, Xie Shaojun, Tang Yu, Wu Dongchun (3926)
• Power System •	
Evolution and Status of UK Harmonics Standard G5	Zhang Yiwei, Ding Chaojie, Min Yong, Liu Juncheng, Wei Shurong, Wang Lele (3934)
System Energy Management Research of Energy Local Area Network Based on Cooperative Optimization of Multiple Generation-Load-Storage	Zhang Fuxing, Zhang Tao, Wang Rui, Zheng Xiaokun, Zhang Yan (3942)
Hybrid Digital-Analog Simulation of Coordinated Multiple FACTS Control	Liu Chong, Wang Weiwei, Zhu Yiyang, Zhou Jun, Hu Tao, Dong Peng, Gao Lei (3951)
A Bi-Level Optimal Dispatching Model Considering Source-Load Interaction Integrated With Load Aggregator	Wen Gang, Weng Weihua, Zhao Yan, Jiang Chuanwen (3956)
Day-Ahead Optimal Dispatching of Regional Integrated Energy System Based on Interval Linear Programming	Bai Muke, Wang Yue, Tang Wei, Wu Cong, Zhang Bo (3963)
Research on Charger Selection and Charging Price Under Shared Mode	Li Dongdong, Zou Siyuan, Liu Yang, Lin Shunfu, Yang Fan, Bian Xiaoyan (3971)
Reactive Power Optimization in Distribution Network Based on Load Distribution Matching and Entropy Weight Method	Liu Keyan, Ji Yuqi, Lu Lingzhi, He Kaiyuan, Jia Dongli, Geng Guangfei (3980)
Planning Algorithm of Cyber Physical System for Distribution Networks Based on Topological Potential Equilibrium	Yang Ting, Huang Zhiyong, Pen Haibo, Zhang Yajian, Niu Yuqing (3988)
Multi-Objective Optimal Configuration of Energy Storage Systems Based on Coordinated Operation of Source/Storage/Load in Commercial Park	Yang Xiyun, Zhang Huang, Xiu Xiaoqing, Fu Guo, Li Jianlin (3996)
Derivation and Comparison of Two Versions of Linear Power Flow Method for Distribution Networks	Ao Xin, Wang Chun, Zhu Wenguang, Xiao Yuan (4004)
Power Synchronization Control Strategy With Virtual Inertia of MMC-RPC	Song Pinggang, Zhou Zhenbang, Dong Hui (4014)
Reliability Modeling and Redundancy Analysis of Power Flow Controller in Co-Phase Power Supply System	Chen Minwu, Song Yalin, Liu Chen, Xie Shaofeng, Zhu Yuanfan (4022)
Switching Loss Analysis and Application of Single-Phase APF Based on SiC Power Device	Jia Chenxi, Yang Dong, Pu Xinzheng, Yang Longyue (4030)
Online Estimation of Lithium-Ion Battery State of Health Using Grey Neural Network	Wei Haiyan, Chen Xiaojie, Lü Zhiqiang, Wang Zhengzheng, Pan Haihong, Chen Lin (4038)
• Automation •	
Research on Single Phase Grounding Distance Protection Against Transition Resistance	Zheng Tao, Wang Ketan, Liu Xiaoxiao, Qi Huanhuan (4045)
Study on Practical Calculation Method of Attenuated Short-Circuit Current With the DC Component Considered	Cao Wei, Chen Chunyang, Zhou Ming (4054)
Power Grid Fault Diagnosis Based on Immune Clonal Constrained Multi-Objective Optimization Method	Wang Shoupeng, Zhao Dongmei (4061)
Fault Location of Single-Phase-to-Ground in Neutral Point Ungrounded System	Zhang Li, Yang Xiuyuan, Wang Lijie, Li Ping (4069)
Grounding Design and Fault Characteristic Analysis of MMC Based Power Electronic Transformer in Distribution Network	Zhou Tingdong, Xu Yonghai, Lü Xiaohui (4077)
AC Flashover Performance of Air Gaps in Switchgear at Low Air Pressure	Zhang Zhijin, Wei Donghong, Jiang Xingliang, Shu Lichun, Hong Min (4086)

Sponsor: State Grid Corporation of China
In Cooperation with: China Electric Power Research Institute (CEPRI)
Chairman of Editorial Committee: Liu Zhenya
Editor-in-Chief: Zhang Wenliang
Editor and Publisher: Power System Technology Press
Associate Director of Editorial Board: Li Lanxin
Publication Number: ISSN 1000-3673
CODEN: DIJIES **Devey#:** 621.31

Address: China Electric Power Research Institute, Qinghe, Beijing 100192, China
Tel/Fax: 86-10-82812980
E-mail: pst@epri.sgcc.com.cn <http://www.dwjs.com.cn>
Agent of Subscriptions Abroad: China International Book Trading Corporation (GUOJISHUDIAN) P.O.Box 399, Beijing, China

Smart Link
Better Life

智能电网

——长飞特种光纤产品解决方案

长飞光纤光缆股份有限公司是全球实力雄厚的特种光纤光缆供应商之一,在电力电网领域,我们致力于提供特高压直流输电、柔直输电、交流串补及风电控制用全系列特种光纤光缆组件;同时,针对电网运行状态监测需求,长飞提供特高压电流监测、分布式光纤测温及变电站、发电厂等场景周界安防等综合解决方案。在该领域已服务多年,不断推进和实现国家电力电网自主创新和关键性元器件国产化。

未来,长飞光纤光缆股份有限公司将不断致力于为智能、安全、清洁、坚强的电力电网工程贡献坚实力量。

我们的产品服务:

- 输电换流阀:

电力阀用触发光纤(ETT、LTT、柔直阀等)

- 串补工程:

交流串补用特种光纤



- 风电:

风电控制光缆组件



- 特高压电流监测:全光纤电流互感器

- 温度监测:分布式光纤电流监测系统

- 周界安防:变电站、发电厂等周界安防



长飞光纤光缆股份有限公司

www.yofc.com 电话:027-67887348 邮箱:xiongping@yofc.com

YOFCC 长飞

股票代码 06869.HK