

Compendex 核心期刊

交直流混合微电网关键设备与运行控制技术专题

July 2020 Vol.46, No.7

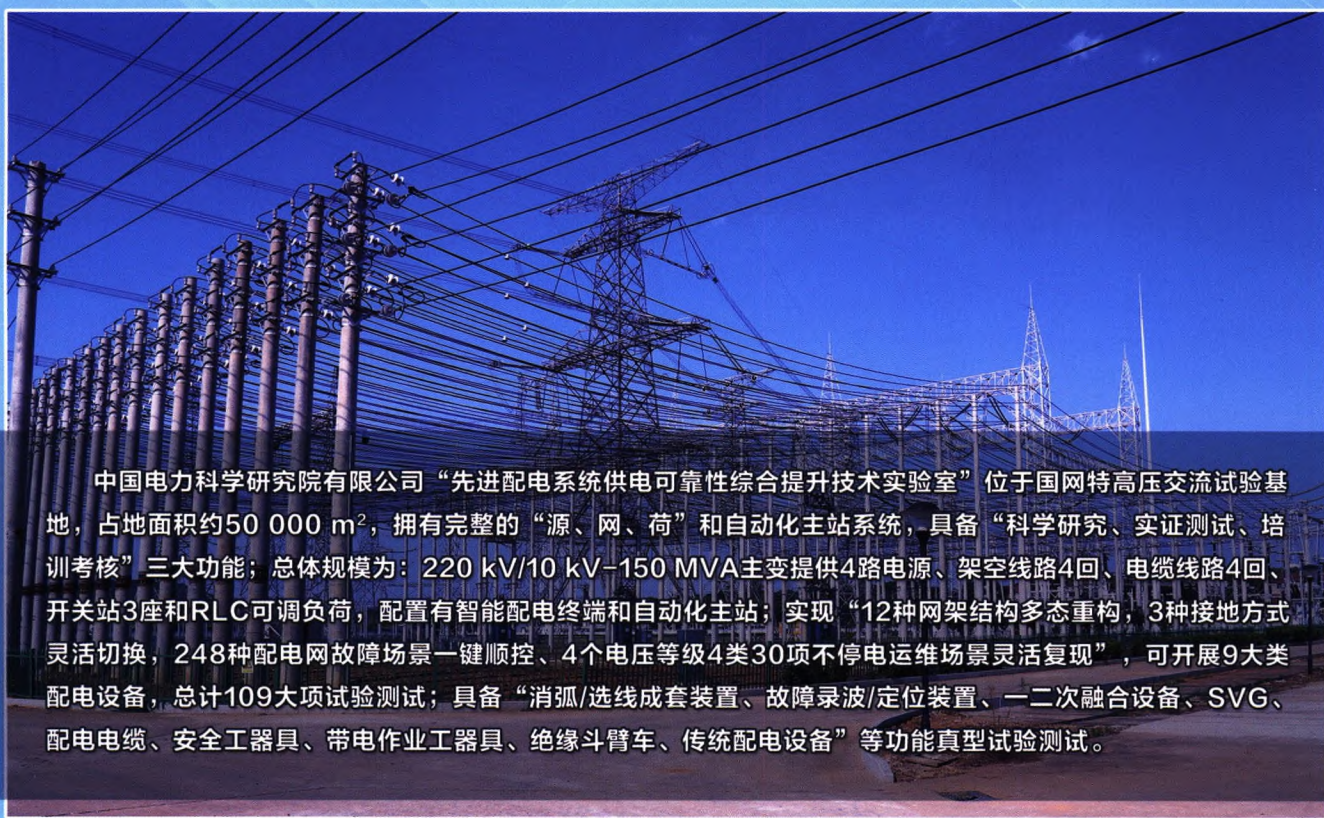


国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

中国电力科学研究院有限公司

先进配电系统供电可靠性综合提升技术实验室



中国电力科学研究院有限公司“先进配电系统供电可靠性综合提升技术实验室”位于国网特高压交流试验基地，占地面积约50 000 m²，拥有完整的“源、网、荷”和自动化主站系统，具备“科学研究、实证测试、培训考核”三大功能；总体规模为：220 kV/10 kV-150 MVA主变提供4路电源、架空线路4回、电缆线路4回、开关站3座和RLC可调负荷，配置有智能配电终端和自动化主站；实现“12种网架结构多态重构，3种接地方式灵活切换，248种配电网故障场景一键顺控、4个电压等级4类30项不停电运维场景灵活复现”，可开展9大类配电设备，总计109大项试验测试；具备“消弧/选线成套装置、故障录波/定位装置、一二次融合设备、SVG、配电电缆、安全工器具、带电作业工器具、绝缘斗臂车、传统配电设备”等功能真型试验测试。



地址：湖北省武汉市江夏区五里界蔡王村国网特高压交流试验基地配电网实验室

联系电话：李辉 027-59258264 杜砚 027-59258247

ISSN 1003-6520



国家高电压计量站 主办
中国电机工程学会

2020-7



万方数据

目次

交直流混合微电网关键设备与运行控制技术专题

直流微电网故障保护技术研究综述	年 珩, 孔 亮(2241)
直流微网接地综述与基于控保协同的保护方法研究初探	薛士敏, 李 蒸, 刘存甲, 万 洁, 李飞雄, 朱晓帅(2255)
计及随机模糊双重不确定性的交直流混合微网优化运行	李 鹏, 蔡永青, 韩肖清, 王子轩, 杨小款, 陈 博(2269)
Boost+LLC 级联型直流变压器统一阻抗建模方法	刘 闯, 吕 莹, 朱 帝, 郭东波, 裴忠晨, 袁宇波(2278)
基于双重激励协同博弈的含电动汽车微电网优化调度策略	李咸善, 陈敏睿, 程 杉, 陈奥博(2286)
基于 ADRC 的直流微电网混合奇数阶非线性下垂控制	茅靖峰, 张珍梦, 吴爱华, 张旭东, 武 剑(2296)
混合微电网虚拟联合谐波抑制器控制策略	李占凯, 岳怀瑜, 张福民, 李 炬, 吴启亮, 宗川皓(2307)
直流微网储能单元的灵活类虚拟同步发电机控制	田艳军, 彭 飞, 朱晓荣, 王 毅(2316)
基于多智能体的交直流混合微电网监控设计与分层控制研究	杨清志, 蒋 伟, 许春雷(2327)
基于电力电子变压器负荷灵敏度辨识的直流微网切负荷方法	孙玉巍, 马 敏, 付 超(2340)
虚拟电厂参与的交直流混合微网双层多目标鲁棒优化调度	李笑竹, 王维庆, 王海云, 武家辉, 徐其丹, 崔 翔(2350)
融合多场景分析的交直流混合微电网多时间尺度随机优化调度策略	魏 斌, 韩肖清, 李 雯, 郭玲娟, 于 浩(2359)

大功率电力电子与智能输配电

面向微电网时序多态不确定性的选择性数据驱动	宋晓通, 徐文悦, 周京华, 孙 艺, 郑伟杰(2370)
基于改进 RLS 算法的时变幂函数负荷模型参数辨识	陈 涵, 郝瑞祥, 刘颖英, 王 慧, 王同勋, 李大路(2380)
交直流混杂环境下 Y/Δ 变压器铁芯振动研究	潘 超, 苏 昊, 蔡国伟, 李 响(2388)
交流电网电压负序分量影响铁路功率调节器运行特性的机理研究	张建辉, 许莹莹(2398)

新能源装备及其并网

双馈式变速抽水蓄能电厂的机电暂态建模及模型预测控制	刘开培, 朱 蜀, 冯 欣, 邓长虹, 陈 满, 李定林(2407)
基于改进光滑样条的风电机组功率曲线建模方法	沈小军, 付雪姣(2418)
光照不均时独立输入串联输出型光伏升压 DC-DC 变流器组合电平法均压稳流控制	田艳军, 高皓楠, 王 毅, 陈映妃, 冀 茂(2425)
非隔离型级联双降压并网逆变器及其漏电流抑制	代云中, 张荣飞, 谢开汶, 王宇洁, 何俊杰(2434)

电介质与电气绝缘

等离子体氟化纳米 SiC/环氧复合涂层对环氧树脂闪络特性的影响	律方成, 刘春博, 詹振宇, 郝留成, 阮浩鸥, 朱全胜(2444)
环氧树脂在 SF ₆ /N ₂ 混合气体下的热分解	张晓星, 杨紫来, 文 豪, 伍云健, 胡国雄, 唐 炬(2453)
绝缘电介质薄膜中空间电荷分布测量技术的研究进展	郑飞虎, 张冶文(2460)
高压气体绝缘输电设备用功能梯度材料研究进展	李 进, 王泽华, 陈 允, 崔博源, 梁虎成, 杜伯学(2471)
金属材料对 SF ₆ 火花放电分解产物生成特性的影响	朱 宁, 唐 炬, 刘 欣, 曾福平, 姚 强, 苗玉龙(2478)
导线横断面结构对直流输电线路正极性电晕放电的影响	张新春, 曹应平, 王增基, 王 峰(2487)
57 m/s 风洞中动车组车顶环氧树脂绝缘子伞裙边缘蚀损分析	马建桥, 王稳稳, 王向飞, 耿江海, 陈 坤, 包艳艳(2496)
高频脉冲下电-热应力对聚酰亚胺绝缘寿命的耦合作用分析	刘 涛, 董国静, 李庆民, 任瀚文, 王 健, 王忠东(2504)

电气装备及其智能运维

风力发电机叶片雷击接闪特性研究综述	文习山, 邓冶强, 王 羽, 蓝 磊, 屈 路, 王 健(2511)
基于 SVM SMOTE 的电力变压器故障样本均衡化方法	刘云鹏, 和家慧, 许自强, 王 权, 李 哲, 高树国(2522)
基于时间序列和支持向量机的变压器故障预测	黄新波, 蒋卫涛, 朱永灿, 田 毅(2530)
基于图像处理技术的真空开关分闸速度检测	董华军, 马丽婷, 李 杰, 郭兴宇, 郭方准(2539)
基于隧穿磁阻效应的宽频微小量程电流传感器设计及噪声分析	胡 军, 王 博, 盛新富, 赵 根, 赵 帅, 何金良(2545)

具有电压自动调整功能的供电型电压互感器误差来源分析及补偿.....李 璿, 丁嘉靖, 刘西超, 吴士普, 黄 华, 刘苏婕(2554)

基于 Himawari-8 静止气象卫星的输电线路山火监测与告警技术.....周 游, 隋三义, 陈 洁, 周恩泽, 黄 勇, 王 彤(2561)

基于 ToF 技术的高压输电线路带电作业安全监测方法邹德华, 严 宇, 王 伟, 何芷航, 阮华平(2570)

脉冲功率与放电等离子体

不同电极激光触发真空开关高频开断能力研究.....廖敏夫, 董华庆, 陈占清, 范忠宪, 邹积岩, 张虎波(2578)

水中铜丝电爆炸激光阴影及流体模拟研究.....汪 倩, 李晓蔚, 阴国锋, 范云飞, 石桓通, 李兴文(2586)

高频交流 SDBD 约化场强对等离子体粒子演化的影响陈庆亚, 聂万胜, 车学科, 陈 川(2593)

富燃条件下等离子体活性粒子对乙烯点火影响机理分析.....郑 直, 聂万胜, 吴海龙, 车学科(2602)

Z-800 装置的全电路仿真及优化设计周 全, 李雨泰, 王新新, 邹晓兵(2610)

广告索引..... (2616)

《 高电压技术 》编辑委员会

主 任 委 员 陈维江

副 主 任 委 员 汤广福 荣命哲 廖瑞金 曾 嵘

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁立健	马为民	王成山	王伟胜	王新新	王黎明	文习山	文劲宇	卢新培	司马文霞	吕运强	邬 雄	刘云鹏
刘进军	刘尚合	齐 磊	江秀臣	汲胜昌	许树楷	阮 羚	阮江军	杜伯学	杨迎建	李 剑	李 鹏	李立涅
李成榕	李庆民	李兴文	李建林	李盛涛	李清泉	严 萍	吴 锴	吴广宁	吴云喜	何金良	何俊佳	邱爱慈
谷山强	迟永宁	张乔根	张晓星	陆佳政	陈小良	陈庆国	邵 涛	周 凯	周远翔	郑健超	胡 毅	胡家兵
赵 鹏	赵争鸣	律方成	饶 宏	贺之渊	党智敏	徐 政	殷 禹	高克利	唐 炬	梅生伟	盛万兴	盛戈峰
董旭柱	蒋兴良	程时杰	雷 民	雷清泉	路书军	蔡 旭	蔡 炜	潘 垣	薛禹胜			

Chengke Zhou(UK) E. Gockenbach(Germany) J. J. Smit(Holland) K. Hidaka(Japan) L. A. Dissado(UK) M. Farzaneh(Canada)

M. Muhr(Austria) S. M. Gubanski(Sweden)

青 年 委 员

王 鹏	方 志	刘定新	齐 波	杜 雄	杨 庆	李 化	李 琦	何晋伟	余占清	辛焕海	宋 强	张 波
张书琦	张春朋	陈 武	陈向荣	陈来军	林 磊	胡建林	查俊伟	郭春义	高 宇	高国强	唐 波	黄兴溢
黄道春	章 程	裴 玮	戴 栋									

单 位 编 委

上海电气输配电集团有限公司 宁波东方电缆股份有限公司 苏州工业园区海沃科技有限公司

国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司 长缆电工科技股份有限公司

高电压技术 (月刊, 1975 年创刊)

《工程索引》(Ei) 核心期刊	《科学文摘》(SA, INSPEC) 收录期刊	《化学文摘》(CA) 收录期刊
《文摘杂志》(AJ) 收录期刊	日本科学技术社数据库 (JST) 收录期刊	《剑桥科学文摘》(CSA) 收录期刊
中国科学引文数据库(CSCD)核心期刊	RCCSE 中国权威学术期刊	中文核心期刊要目总览收录期刊
中国科技核心期刊		

主 管 单 位: 国家电网有限公司	地 址: 湖北省武汉市珞喻路 143 号
主 办 单 位: 国家高电压计量站	邮 政 编 码: 430074
中国电机工程学会	网 址: http://hve.epri.sgcc.com.cn
编 辑 出 版: 中国电科院期刊中心《高电压技术》编辑部	电 子 信 箱: hve@epri.sgcc.com.cn
主 编: 赵 鹏	印 刷: 武汉市宏达盛印务有限公司
副 主 编: 高克利 李 鹏 胡 毅 何金良 文劲宇 李盛涛	国 内 发 行: 中国邮政集团公司湖北省分公司
专 题 主 编: 裴 玮 年 珩	邮 发 代 号 38-24
编 辑 部 主 任: 严 梦	国 外 发 行: 中国国际图书贸易总公司 代号 M982
责 任 编 辑: 陈 蔓 程子丰	国 内 定 价: 90.00 元/期
组 稿 编 辑: 程子丰	中国标准连续出版物号: ISSN 1003-6520
编 辑 部: (027) 59258041	CN 42-1239/TM
广 告 发 行 部: (027) 59258042	国际刊名代码 (CODEN): GAJIE5
传 真: (027) 59835529	广告发布登记编号: 鄂广登准字[2019]420000029

期刊基本参数: CN42-1239/TM * 1975 * m * A4 * 368 * zh * P* ¥90.00 * 6600 * 41 * 2020-07

High Voltage Engineering

(Monthly, since 1975)

Vol. 46. No.7 (Ser. 332)

July 31, 2020

CONTENTS

Key Equipment and Operation Control Technology of AC/DC Hybrid Microgrid

- Review on Fault Protection Technologies of DC Microgrid.....NIAN Heng, KONG Liang(2241)
- Review of DC Microgrids Grounding and Study on Protection Methods Based on Control and Protection Cooperation.....XUE Shimin, LI Zheng, LIU Cunjia, WAN Jie, LI Feixiong, ZHU Xiaoshuai(2255)
- Optimization Operation of AC/DC Hybrid Microgrid Considering Random Fuzzy Double Uncertainties.....LI Peng, CAI Yongqing, HAN Xiaoqing, WANG Zixuan, YANG Xiaokuan, CHEN Bo(2269)
- Unified Impedance Modeling Method of Cascaded DC Transformer Based Boost+LLC.....LIU Chuang, LÜ Ying, ZHU Di, GUO Dongbo, PEI Zhongchen, YUAN Yubo(2278)
- Research on Optimal Scheduling Strategy of Microgrid with Electric Vehicles Based on Dual Incentive Cooperative Game.....LI Xianshan, CHEN Minrui, CHENG Shan, CHEN Aobo(2286)
- Research on Hybrid Odd-order Nonlinear Droop Control for DC Microgrids Based on ADRC.....MAO Jingfeng, ZHANG Zhenmeng, WU Aihua, ZHANG Xudong, WU Jian(2296)
- Control Strategy of Virtual United Harmonic Suppressor in Hybrid Microgrid.....LI Zhankai, YUE Huaiyu, ZHANG Fumin, LI Ju, WU Qiliang, ZONG Chuanhao(2307)
- Flexible Analogous Virtual Synchronous Generator Control for Energy Storage Units in DC Microgrid.....TIAN Yanjun, PENG Fei, ZHU Xiaorong, WANG Yi(2316)
- Monitoring Design and Research on Hierarchical Control of AC/DC Hybrid Microgrid Based on Multi-agent.....YANG Qingzhi, JIANG Wei, XU Chunlei(2327)
- Load-cutting Method of DC Microgrid Based on PET Load Sensitivity Identification.....SUN Yuwei, MA Min, FU Chao(2340)
- Bi-level and Multi-objective Robust Optimal Dispatching of AC/DC Hybrid Microgrid with Virtual Power Plant Participation.....LI Xiaozhu, WANG Weiqing, WANG Haiyun, WU Jiahui, XU Qidan, CUI Xiang(2350)
- Multi-time Scale Stochastic Optimal Dispatch for AC/DC Hybrid Microgrid Incorporating Multi-scenario Analysis.....WEI Bin, HAN Xiaoqing, LI Wen, GUO Lingjuan, YU Hao(2359)

High-power Electrical Electronics and Intelligent Transmission and Distribution

- Selective Data-driven Algorithm Proposed for Reliability Evaluation of Microgrid with Sequential Multi-state Uncertainties.....SONG Xiaotong, XU Wenyue, ZHOU Jinghua, SUN Yi, ZHENG Weijie(2370)
- Parameter Identification of Time-varying Exponential Load Model Based on Improved RLS Algorithm.....CHEN Han, HAO Ruixiang, LIU Yingying, WANG Hui, WANG Tongxun, LI Dalu(2380)
- Research on Core Vibration of Y/ Δ Transformer Under AC/DC Hybrid Environment.....PAN Chao, SU Hao, CAI Guowei, LI Xiang(2388)
- Research on Influence Mechanism of Negative-sequence Voltage of Power System on the Operating Characteristics of Railway Power Conditioner.....ZHANG Jianhui, XU Yingying(2398)

Development and Grid Entry of New Energy Equipments

- Electromechanical Transient Modeling and Model Predictive Control of Doubly-fed Variable-speed Pumped Storage Power Plant.....LIU Kaipei, ZHU Shu, FENG Xin, DENG Changhong, CHEN Man, LI Dinglin(2407)
- Modeling of Wind Turbine Power Curve Based on Improved Smoothing Spline.....SHEN Xiaojun, FU Xuejiao(2418)
- Voltage Balance and Current Smoothing Modulation for Independent Input Serial Output Photovoltaic Boost DC-DC Converter Control Under Uneven Illumination.....TIAN Yanjun, GAO Haonan, WANG Yi, CHEN Yingfei, JI Mao(2425)
- Analysis of Non-isolated Cascaded Dual-buck Grid-connected Inverter and Its Leakage Current Suppression.....DAI Yunzhong, ZHANG Rongfei, XIE Kaiwen, WANG Yujie, HE Junjie(2434)

Dielectric and Electrical Insulation

- Effect of Plasma Fluorinated Nano-SiC/Epoxy Composite Coating on the Flashover Characteristics of Epoxy Resin.....LÜ Fangcheng, LIU Chunbo, ZHAN Zhenyu, HAO Liucheng, RUAN Haoou, ZHU Quansheng(2444)
- Thermal Decomposition of Epoxy Resin Under SF₆/N₂ Mixed Gas.....ZHANG Xiaoxing, YANG Zilai, WEN Hao, WU Yunjian, HU Guoxiong, TANG Ju(2453)
- Progress in Research on Space Charge Distribution Measurements in Solid Dielectric Thin Films.....ZHENG Feihu, ZHANG Yewen(2460)
- Research Progress on Functionally Graded Materials for High Voltage Gas Insulated Transmission Apparatus.....LI Jin, WANG Zehua, CHEN Yun, CUI Boyuan, LIANG Hucheng, DU Boxue(2471)
- Influence of Metal Materials on Generation Characteristics of Decomposition By-products of Sparked SF₆.....ZHU Ning, TANG Ju, LIU Xin, ZENG Fuping, YAO Qiang, MIAO Yulong(2478)
- Effects of Cross Section Geometry on the Positive Corona Discharges in the DC Transmission Conductors.....ZHANG Xinchun, CAO Yingping, WANG Zengji, WANG Feng(2487)
- Analysis of Sheath Edge Corrosion of EMU Roof Epoxy Resin Insulator in 57 m/s High Speed Wind Tunnel.....MA Jianqiao, WANG Wenwen, WANG Xiangfei, GENG Jianghai, CHEN Kun, BAO Yanyan(2496)
- Coupling Effect of Electrical and Thermal Stresses on Insulation Life of Polyimide Under High Frequency Impulses.....LIU Tao, DONG Guojing, LI Qingmin, REN Hanwen, WANG Jian, WANG Zhongdong(2504)

Development, Intelligent Operation and Maintenance of Power Equipments

Review of Research on Lightning Striking Performance of Wind Turbine Blade..... WEN Xishan, DENG Yeqiang, WANG Yu, LAN Lei, QU Lu, WANG Jian(2511)

Equalization Method of Power Transformer Fault Sample Based on SVM SMOTE..... LIU Yunpeng, HE Jiahui, XU Ziqiang, WANG Quan, LI Zhe, GAO Shuguo(2522)

Transformer Fault Prediction Based on Time Series and Support Vector MachineHUANG Xinbo, JIANG Weitao, ZHU Yongcan, TIAN Yi(2530)

Opening Speed Detection of Vacuum Switch Based on Image Processing Technology..... DONG Huajun, MA Liting, LI Jie , GUO Xingyu, GUO Fangzhun(2539)

Design and Noise Analysis of Weak Current Sensor with Broadband Based on Tunneling Magnetoresistance Effect.....HU Jun, WANG Bo, SHENG Xinfu, ZHAO Gen, ZHAO Shuai, HE Jinliang(2545)

Error Source Analysis and Compensation of Power Voltage Transformer with Automatic Voltage Regulation Function..... LI Xuan, DING Jiajing, LIU Xichao, WU Shipu, HUANG Hua, LIU Sujie(2554)

Monitor and Alarm Technology of Wildfire Occurrences in Transmission Lines Corridors Based on Himawari-8 Geostationary Meteorological Satellite..... ZHOU You, SUI Sanyi, CHEN Jie, ZHOU Enze, HUANG Yong, WANG Tong(2561)

Method of Live Working Safety Inspection for High Voltage Transmission Lines Based on ToF Technology ZOU Dehua, YAN Yu, WANG Wei, HE Zhihang, RUAN Huaping(2570)

Pulsed Power, Discharge and Plasmas

Research on High-frequency Interruption Capacity of LTVS with Different Electrodes..... LIAO Minfu, DONG Huaqing, CHEN Zhanqing, FAN Zhongxian, ZOU Jiyan, ZHANG Hubo(2578)

Underwater Electrical Explosion of a Cu Wire: Study via Laser Shadowgraph and Hydrodynamic ModelWANG Qian, LI Xiaowei, YIN Guofeng, FAN Yunfei, SHI Huantong, LI Xingwen(2586)

Influence of SDBD Reduced Electric Field on the Evolution of Plasma Species Using High-frequency AC Actuation CHEN Qingya, NIE Wansheng, CHE Xueke, CHEN Chuan(2593)

Mechanism Analysis of Plasma Active Particles Effects on Ethylene Ignition Under Rich Burn Condition ZHENG Zhi, NIE Wansheng, WU Hailong, CHE Xueke(2602)

Full Circuit Simulation and Optimization Design for Z-800..... ZHOU Quan, LI Yutai, WANG Xinxin, ZOU Xiaobing(2610)

Chairman of Editorial Committee		CHEN Weijiang				
Vice Chairmen of Editorial Committee		TANG Guangfu	RONG Mingzhe	LIAO Ruijin	ZENG Rong	
Members of Editorial Committee						
DING Lijian	MA Weimin	WANG Chengshan	WANG Weisheng	WANG Xinxin	WANG Liming	WEN Xishan
WEN Jinyu	LU Xinpei	SIMA Wenxia	LÜ Yunqiang	WU Xiong	LIU Yunpeng	LIU Jinjun
LIU Shanghe	QI Lei	JIANG Xiuchen	JI Shengchang	XU Shukai	RUAN Ling	RUAN Jiangjun
DU Boxue	YANG Yingjian	LI Jian	LI Peng	LI Licheng	LI Chengrong	LI Qingmin
LI Xingwen	LI Jianlin	LI Shengtao	LI Qingquan	YAN Ping	WU Kai	WU Guangning
WU Yunxi	HE Jinliang	HE Junjia	QIU Aici	GU Shanqiang	CHI Yongning	ZHANG Qiaogen
ZHANG Xiaoxing	LU Jiazheng	CHEN Xiaoliang	CHEN Qingguo	SHAO Tao	ZHOU Kai	ZHOU Yuanxiang
ZHENG Jianchao	HU Yi	HU Jiabing	ZHAO Peng	ZHAO Zhengming	LÜ Fangcheng	RAO Hong
HE Zhiyuan	DANG Zhimin	XU Zheng	YIN Yu	GAO Keli	TANG Ju	MEI Shengwei
SHENG Wanxing	SHENG Gehao	DONG Xuzhu	JIANG Xingliang	CHENG Shijie	LEI Min	LEI Qingquan
LU Shujun	CAI Xu	CAI Wei	PAN Yuan	XUE Yusheng		
Chengke Zhou(UK)	E. Gockenbach (Germany)	J. J. Smit (Holland)		K. Hidaka (Japan)		L. A. Dissado (UK)
M. Farzaneh (Canada)	M. Muhr (Austria)	S. M. Gubanski (Sweden)				

Young Members of Editorial Committee

WANG Peng	FANG Zhi	LIU Dingxin	QI Bo	DU Xiong	YANG Qing	LI Hua
LI Qi	HE Jinwei	YU Zhanqing	XIN Huanhai	SONG Qiang	ZHANG Bo	ZHANG Shuqi
ZHANG Chunpeng	CHEN Wu	CHEN Xiangrong	CHEN Laijun	LIN Lei	HU Jianlin	ZHA Junwei
GUO Chunyi	GAO Yu	GAO Guoqiang	TANG Bo	HUANG Xingyi	HUANG Daochun	ZHANG Cheng
PEI Wei	DAI Dong					

Competent Authorities	State Grid Corporation of China	Publication Number	ISSN 1003-6520
Sponsors	National Center for High Voltage Measurement Chinese Society for Electrical Engineering	CODEN	GAJIE5
Editor and Publisher	High Voltage Engineering Editorial Department of CEPRI	Add	Wuhan 430074, China
Editor in Chief	ZHAO Peng	Web Site	http://hve.epri.sgcc.com.cn
Director	YAN Meng	E-mail	hve@epri.sgcc.com.cn
Editor in Charge	CHEN Man	Tel	86-27-59258041, 59258042
		Fax	86-27-59835529

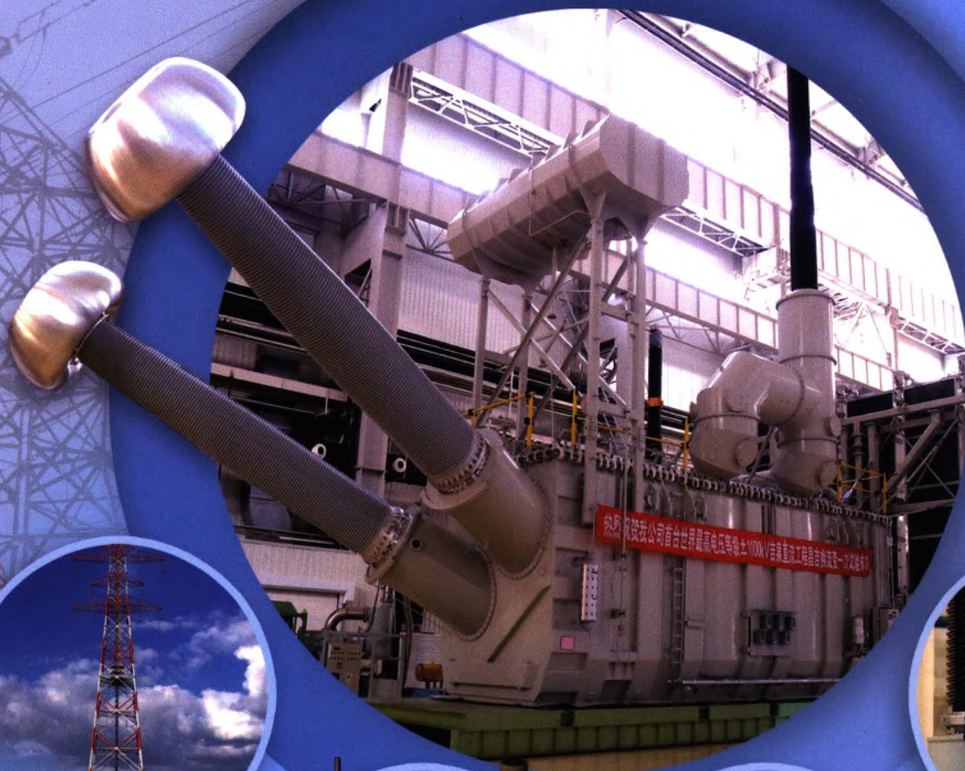


国家电网
STATE GRID

山东电工电气集团有限公司

SHANDONG ELECTRICAL ENGINEERING & EQUIPMENT GROUP CO., LTD.

变压器业务



铁塔业务



线缆业务



组合电器 (GIL) 业务



运维检修业务

以高品质的电力装备
以整体解决方案，支撑电力建设

山东电工电气集团有限公司是国内优秀的电力装备及整体解决方案供应商，拥有先进的变压器生产基地和高压开关、铁塔、线缆生产线，主营产品包括全系列变压器和电抗器、铁塔、线缆、组合电器（GIS/GIL）、配网设备、智能装备等板块，可提供综合能源、运维检修、电力工程设计及总承包等业务。

地址：山东省济南市市中区英雄山路101号
电话：0531-67790227
邮箱：marketing@sdee.sgcc.com.cn
网址：http://www.sdee.sgcc.com.cn

