

电网技术

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

4
2019

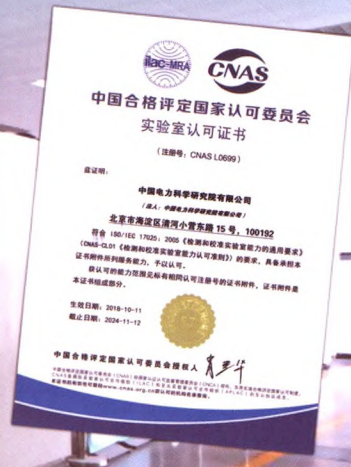
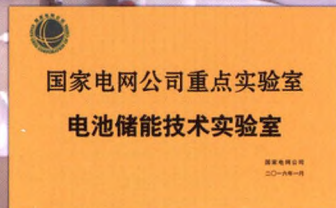
第43卷4期
Vol.43 No.4



中国电力科学研究院有限公司

电池储能检测及并网适应性评价综合实验平台

依托中国电力科学研究院有限公司储能与电工新技术研究所建设和管理运行的电池储能检测及并网适应性评价综合实验平台,已开展了面向储能设备供应商、应用单位以及管理单位的技术咨询、检测认证等业务,为电化学储能工程应用提供了坚实的技术和平台支撑,项目成果将引导储能行业向着标准化、规范化的方向健康发展。中国电科院是中国电机工程学会电力储能专业委员会秘书处单位,是全国电力储能标准化技术委员会秘书处单位,拥有新能源与储能运行控制国家重点实验室和电池储能技术国家电网公司重点实验室,在电力储能领域已具备完善的CMA/CNAS试验检测资质,具备储能电池、储能变流器、储能系统并网的全体系统试验检测与认证评价能力。



国家电网
STATE GRID

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

单位: 中国电力科学研究院有限公司

地址: 北京清河小营东路15号

邮编: 100192

电话: (010) 82812114



国家电网公司 主办

万方数据

《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 伍莹 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 汪植生
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 ·

巴西电网失步解列情况分析及启示

刘云 (1111)

· 交直流互联电网仿真 ·

MMC-UPFC 电磁-机电混合仿真技术研究

叶小晖, 汤涌, 刘文焯, 宋新立, 李霞, 吴国阳 (1122)

电力系统机电-电磁混合仿真边界解耦算法研究

徐得超, 张星, 何飞, 穆清, 金一丁, 李亚楼, 郭泉, 祖光鑫 (1130)

基于 HYPERSIM 的大规模电网电磁暂态实时仿真实现技术

王薇薇, 朱艺颖, 刘翀, 董鹏, 胡涛, 李柏青, 李亚楼, 何飞, 张怡 (1138)

基于超算的大电网数字并行仿真系统构建及应用

张星, 徐得超, 李亚楼, 叶俭, 陈勇, 王虹富 (1144)

· 国家重点研发计划 ·

含直流馈入输电网中类调相机优化配置研究

赵博石, 胡泽春, 宋永华 (1151)

基于需求响应的电-热-气耦合系统综合直接负荷控制协调优化研究

艾欣, 陈政琦, 孙英云, 周树鹏, 王坤宇, 杨莉萍 (1160)

部分元件 N-1 下的配电网供电能力与安全域

肖峻, 伊丽达, 余步鑫, 张宝强 (1170)

考虑需量管理的用户侧储能优化配置

丁逸行, 徐青山, 吕亚娟, 李淋 (1179)

基于电压源型换流器的多端直流配电系统降阶小信号模型

李鲁阳, 裴玮, 孔力 (1187)

组合式虚拟同相柔性供电装置的直接功率控制

杨皓, 熊成林, 吴瑕杰, 黄路, 雷海, 宋智威 (1196)

一种新型的能量路由器结构及其控制策略的研究

艾欣, 荣经国, 吕正, 李云凝, 王坤宇 (1202)

基于三相多功能逆变器的微电网电能质量综合治理策略

孙广宇, 李永丽, 新伟, 高岩 (1211)

· 可再生能源发电与综合消纳技术 ·

风电场柔性并网辅助系统及其优化模型

张哲原, 李凌, 丁苏阳, 林湘宁, 卓毅鑫, 李正天, 陈冲, 汪致洵 (1220)

基于改进的 Adaboost 算法的光伏发电机组智能孤岛检测方法

贾科, 朱正轩, 杨哲, 方煜, 毕天姝 (1227)

一种考虑风电场并网的电力系统在线同调识别策略

刘扬, 唐飞, 施浩波, 刘漆尘, 张立波, 刘佳乐, 王飞飞 (1236)

双馈风电场外送系统的中频振荡机理及其影响因素分析

薛安成, 吴雨, 王子哲, 李景一, 毕天姝 (1245)

考虑气象相似性与数值天气预报修正的海上风功率预测

符杨, 郑紫宸, 时帅, 米阳, 刘栋 (1253)

基于可再生能源不确定性的多能源微网调度优化模型研究

李美成, 梅文明, 张凌康, 白保华, 赵充, 蔡丽莉 (1260)

含高比例户用光伏低压配电网集中-就地两阶段电压-无功控制

蔡永翔, 唐巍, 张博, 李天锐, 王照琪, 高博 (1271)

风机故障后有功控制对系统暂态功角失稳的影响机理

周明, 董哲, 李洪宇, 李庚银, 杨丙权 (1280)

基于类噪声小波分解的风电场次同步振荡辨识
.....马俊杰, 刘芳, 吴敏, 陈崇刚 (1294)

· 2018 年全国高电压与放电等离子体会议优秀论文 ·

真空断路器开断并联电抗器过电压抑制措施
.....陈嵩, 杨庆, 魏钢, 孙晓勇, 刘航, 曾湘隆 (1301)

电极类型对封闭容器内部短路燃弧特性及压力升的影响
.....黎鹏, 屈莹莹, 吴田, 李冠南, 普子恒, 方春华, 丁琛 (1308)

硅橡胶表面硬度的激光诱导击穿光谱分析
.....陈凭, 王希林, 周伟才, 刘丙财, 吕启深, 贾志东, 王黎明 (1315)

不同材质的引雷塔引雷能力模拟实验研究
.....彭向阳, 文习山, 王锐, 王羽, 文豹, 黄强, 邓治强 (1322)

基于随机森林的高压电缆局部放电特征寻优
.....王干军, 李锦舒, 吴毅江, 彭小圣, 李黎, 刘泰蔚 (1329)

· 电力系统 ·

主动配电网分布式鲁棒优化调度方法
.....梁俊文, 林舜江, 刘明波, 宋雨浓, 范官盛, 何森, 蒋浩 (1336)

用户节电的大数据分析及应用
.....陈海文, 王守相, 梁栋, 苏运 (1345)

基于灰色-三参数威布尔分布模型的继电保护装置可靠性参数估计
.....王嘉琦, 徐岩, 彭雅楠, 叶远波 (1354)

电力系统机电扰动传播研究综述
.....夏成军, 华夏, 谢家正 (1361)

水轮机调速器参数对电力系统超低频振荡的影响
.....邓伟, 王德林, 魏蒙希, 周鑫, 吴水军, 和鹏, 康积涛 (1371)

线性自抗扰技术在 LCL 逆变器并网电流控制及有源阻尼中的应用
.....杨林, 曾江, 黄仲龙 (1378)

基于自适应变分模态分解的电力系统机电振荡特征提取
.....王丽馨, 蔡国伟, 杨德友, 孙正龙 (1387)

多时态的三相相地增量电流矢量关系特征及选线应用
.....宗伟林, 杨丽丽, 李龙洋, 连超, 周俊晗, 邹运, 杨天宇, 骆德昌 (1396)

基于灰色关联分析和改进神经网络的 10 kV 配电网线损预测
.....张义涛, 王泽忠, 刘丽平, 邓春宇, 孙云超, 王新迎, 韩笑 (1404)

用户侧友好互动探究
.....陈刚, 杨晓梅, 王建国, 卫志农, 李虎成 (1411)

基于概率潮流的 10 kV 配电网合环操作安全性评估
.....周自强, 张焰, 郭强, 冯楠 (1421)

售用双方协同优化的家庭柔性负荷管理策略
.....贾雁冰, 杨阳方, 刘继春, 阮振, 饶华 (1430)

一种适用于小干扰分析的在线负荷建模方法
.....李尚远, 冯雨, 张同尊, 甘德强, 汪震, 张林, 金黎明 (1439)

基于孤立森林算法的电力调度流数据异常检测方法
.....李新鹏, 高欣, 阎博, 陈春旭, 陈斌, 李军良, 徐建航 (1447)

适应清洁供暖交易的新能源调度控制策略研究
.....施贵荣, 孙荣富, 丁华杰, 蓝海波, 王靖然 (1457)

第 24 届国际供电会议研究成果综述——微电网的规划与运行
.....李宏仲, 吕梦琳, 胡列翔, 范明天, 张祖平 (1465)

电网设备缺陷文本的质量评价与提升方法
.....邵冠宇, 王慧芳, 何奔腾 (1472)

· 高电压技术 ·

10 kV 线路用多腔室间隙防雷装置工频续流遮断能力选择建议
.....沈海滨, 雷挺, 贺子鸣, 殷嵩, 康鹏, 张博宇, 姚尧, 齐小军, 阎国涛 (1480)

高海拔地区电晕放电对染污复合绝缘子表面憎水性的影响
.....胡钰骁, 刘轩东, 李亚伟, 孙文健 (1487)

《工程索引》(EI) 收录核心期刊

2015 和 2017 年度中国“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 43 卷 第 4 期 (总第 425 期)

主 管: 国家电网公司

主 办: 国家电网公司

编 辑: 中国电科院期刊中心

《电网技术》编辑部

出 版: 《电网技术》杂志社有限公司

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 岫 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: 91862+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

期刊基本参数: CN 11-2410/TM * 1957 * M * A4 * 384 * zh * P * ¥80.00 * 20000 * 46 * 2019-04 版权所有 未经许可不得转载及上网

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

2019, Vol. 43 No. 4 (Ser. 425)

Contents

· Special Paper ·	
Analysis on Out-of-step Separation in Brazilian Power Grid and Its Inspiration.....	Liu Yun (1111)
· Topics of AC / DC Interconnected Power Grids Simulation ·	
Research on MMC-UPFC Electromagnetic-electromechanical Hybrid Simulation Technology	Ye Xiaohui, Tang Yong, Liu Wenzhuo, Song Xinli, Li Xia, Wu Guoyang (1122)
Research on Power System Electromechanical-electromagnetic Hybrid Simulation Algorithm Based on Boundary Decoupling	Xu Dechao, Zhang Xing, He Fei, Mu Qing, Jin Yiding, Li Yalou, Guo Niao, Zu Guangxin (1130)
Realization of Electromagnetic Real-time Simulation of Large-scale Grid Based on HYPERSIM	Wang Weiwei, Zhu Yiying, Liu Chong, Dong Peng, Hu Tao, Li Baiqing, Li Yalou, He Fei, Zhang Yi (1138)
Construction and Application of Large-scale Power Grid Digital Parallel Simulation System Based on Supercomputing Technology	Zhang Xing, Xu Dechao, Li Yalou, Ye Jian, Chen Yong, Wang Hongfu (1144)
· National Key Research and Development Program of China ·	
Optimal Planning of Quasi Synchronous Condenser for Power Transmission System With Infeed HVDC	Zhao Boshi, Hu Zechun, Song Yonghua (1151)
Study on Integrated DLC Coordination Optimization of Electric-thermal-gas Coupling System Considering Demand Response	Ai Xin, Chen Zhengqi, Sun Yingyun, Zhou Shupeng, Wang Kunyu, Yang Liping (1160)
Total Supply Capability and Distribution System Security Region Considering Certain Components $N-1$	Xiao Jun, Yi Lida, She Buxin, Zhang Baoqiang (1170)
Optimal Configuration of User-side Energy Storage Considering Power Demand Management	Ding Yixing, Xu Qingshan, Lü Yajuan, Li Lin (1179)
Reduced-order Small Signal Model of Voltage Source Converter Based Multi-terminal Distribution Network	Li Luyang, Pei Wei, Kong Li (1187)
Direct Power Control of Combined Virtual Co-phase Power Supply System	Yang Hao, Xiong Chenglin, Wu Xiajie, Huang Lu, Lei Hai, Song Zhiwei (1196)
Research on Structure and Control Strategy of a Novel Energy Router	Ai Xin, Rong Jingguo, Lü Zheng, Li Yunning, Wang Kunyu (1202)
A Comprehensive Power Quality Control Strategy for Microgrid Based on Three-phase Multi-function Inverters	Sun Guangyu, Li Yongli, Jin Wei, Gao Yan (1211)
· Renewable Energy Generation and Integration ·	
Modeling and Operation Strategy Research on Flexible Wind Farm Grid-connection Auxiliary System	Zhang Zheyuan, Li Ling, Ding Suyang, Lin Xiangning, Zhuo Yixin, Li Zhengtian, Chen Chong, Wang Zhixun (1220)
Intelligent Islanding Detection Method for Grid-connected Photovoltaic Power System Based on Improved Adaboost Algorithm	Jia Ke, Zhu Zhengxuan, Yang Zhe, Fang Yu, Bi Tianshu (1227)
An Online Coherency Identification Strategy for Power System Considering Wind Farm Integration	Liu Yang, Tang Fei, Shi Haobo, Liu Dichen, Zhang Libo, Liu Jiale, Wang Feifei (1236)
Mechanism and Influencing Factor Analysis of Medium Frequency Oscillation in Sending Power System Connected With DFIG Wind Farms.....	Xue Ancheng, Wu Yu, Wang Zizhe, Li Jingyi, Bi Tianshu (1245)
Offshore Wind Power Forecasting Considering Meteorological Similarity and NWP Correction	Fu Yang, Zheng Zichen, Shi Shuai, Mi Yang, Liu Dong (1253)
Research on Multi-energy Microgrid Scheduling Optimization Model Based on Renewable Energy Uncertainty	Li Meicheng, Mei Wenming, Zhang Linggang, Bai Baohua, Zhao Chong, Cai Lili (1260)
A Two-stage Volt-var Control in LV Distribution Networks With High Proportion of Residential PVs	CAI Yongxiang, TANG Wei, ZHANG Bo, LI Tianrui, WANG Zhaoqi, GAO Bo (1271)
Impacts of Post-fault Active Power Controls of DFIGs on Rotor Angle Instability	Zhou Ming, Dong Zhe, Li Hongyu, Li Gengyin, Yang Bingquan (1280)
Wind Farm Sub-synchronous Oscillation Mode Identification Based on Wavelet Decomposition of Ambient Noise Signals	Ma Junjie, Liu Fang, Wu Min, Chen Chonggang (1294)
· 2018 National Conference on High Voltage and Discharge Plasmas ·	
Research on Measures Suppressing Overvoltage Caused by Switching-off Shunt Reactor With Vacuum Circuit Breaker	Chen Song, Yang Qing, Wei Gang, Sun Xiaoyong, Liu Hang, Zeng Xianglong (1301)
Influence of Electrode Types on Arcing Characteristics and Pressure Rise Due to Internal Short-circuit Arcing in a Closed Container.....	Li Peng, Qu Yingying, Wu Tian, Li Guannan, Pu Ziheng, Fang Chunhua, Ding Can (1308)

Measurement of Surface Hardness of Silicone Rubber via Laser-induced Breakdown Spectroscopy	Chen Ping, Wang Xilin, Zhou Weicai, Liu Bingcai, Lü Qishen, Jia Zhidong, Wang Liming (1315)
Experimental Study on Lightning Triggering Ability of Lightning Towers With Different Materials	Peng Xiangyang, Wen Xishan, Wang Rui, Wang Yu, Wen Bao, Huang Qiang, Deng Yejiang (1322)
Random Forest Based Feature Selection for Partial Discharge Recognition of HV Cables	Wang Ganjun, Li Jinshu, Wu Yijiang, Peng Xiaosheng, Li Li, Liu Taiwei (1329)
• Power System •	
Distributed Robust Optimal Dispatch in Active Distribution Networks	Liang Junwen, Lin Shunjiang, Liu Mingbo, Song Yunong, Fan Guansheng, He Sen, Jiang Hao (1336)
Big Data Analysis Research of Power Saving in Consumer Side	Chen Haiwen, Wang Shouxiang, Liang Dong, Su Yun (1345)
Estimation of Reliability Parameters of Protective Relays Based on Grey-three-parameter Weibull Distribution Model	Wang Jiaqi, Xu Yan, Peng Yanan, Ye Yuanbo (1354)
A Review of Propagation of Electromechanical Disturbance in Power Systems	Xia Chengjun, Hua Xia, Xie Jiazheng (1361)
Influencing Mechanism Study on Turbine Governor Parameters Upon Ultra-low Frequency Oscillation of Power System	Deng Wei, Wang Delin, Wei Mengxi, Zhou Xin, Wu Shuijun, He Peng, Kang Jitao (1371)
Application of Linear Active Disturbance Rejection Technique in Grid-Connected Current Control and Active Damping of LCL Type Inverter	Yang Lin, Zeng Jiang, Huang Zhonglong (1378)
Extracting Modes From Electromechanical Oscillation Signals for Power System Based on Adaptive Variational Mode Decomposition	Wang Lixin, Cai Guowei, Yang Deyou, Sun Zhenglong (1387)
Vector relation Characteristics of Three-phase Phase-earth Increment Current in Multiple Time-state and Its Application in Fault Line Selection	Zong Weilin, Yang Lili, Li Longyang, Lian Chao, Zhou Junhan, Zou Yun, Yang Tianyu, Luo Dechang (1396)
A 10 kV Distribution Network Line Loss Prediction Method Based on Grey Correlation Analysis and Improved Artificial Neural Network	Zhang Yitao, Wang Zezhong, Liu Liping, Deng Chunyu, Sun Yunchao, Wang Xinying, Han Xiao (1404)
Exploration and Prospect of User Side Friendly Interaction	Chen Gang, Yang Xiaomei, Wang Jianming, Wei Zhinong, Li Hucheng (1411)
Security Assessment of Loop Closing Operation in 10 kV Distribution Network Based on Probabilistic Load Flow	Zhou Ziqiang, Zhang Yan, Guo Qiang, Feng Nan (1421)
Management Strategy for Domestic Flexible Load to Achieve Retailer-user Coordinated Optimization	Jia Yanbing, Yang Yangfang, Liu Jichun, Ruan Zhen, Rao Hua (1430)
An Online Load Modeling Approach for Small Signal Stability Analysis	Li Shangyuan, Feng Li, Zhang Tongzun, Gan Deqiang, Wang Zhen, Zhang Lin, Jin Liming (1439)
An Approach of Data Anomaly Detection in Power Dispatching Streaming Data Based on Isolation Forest Algorithm	Li Xinpeng, Gao Xin, Yan Bo, Chen Chunxu, Chen Bin, Li Junliang, Xu Jianhang (1447)
Research on Dispatch and Control Strategy for Renewable Generation Adapted to Clean Heating Trading	Shi Guirong, Sun Rongfu, Ding Huajie, Lan Haibo, Wang Jingran (1457)
Review of CIRED 2017 on Microgrid Planning and Operation	Li Hongzhong, Lü Menglin, Hu Liexiang, Fan Mingtian, Zhang Zuping (1465)
Quality Assessment and Improvement Method for Power Grid Equipment Defect Text	Shao Guanyu, Wang Huifang, He Benteng (1472)
• High Voltages •	
Parameter Selection Suggestion of Power Frequency Follow Current Interruption Capability for Multi-chamber Gap Lightning Protection Device Used in 10 kV Distribution Lines	Shen Haibin, Lei Ting, He Ziming, Yin Yu, Kang Peng, Zhang Boyu, Yao Yao, Qi Xiaojun, Yan Guotao (1480)
Research of Influence of Corona Discharge on Surface Hydrophobicity of Contaminated Composite Insulators in High Altitude Areas	Hu Yuxiao, Liu Xuandong, Li Yawei, Sun Wenjian (1487)

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



——值得信赖的电力系统价值伙伴

益和电气集团股份有限公司始于1985年，公司占地面积200000平方米，注册资金1.1亿元，员工1000余人。现发展成为集智能研发、智能制造、智能科技、智慧服务、清洁能源、资本运作等为一体的现代化企业集团。可为客户提供电力工程的EPC（一站式）业务，投资承建工商业分布式光伏电站。

主要产品为126-252kV组合电器、40.5kV及以下高低压开关柜、12-40.5kV户内及户外断路器、箱式变电站、环网柜及智能配套组件等系列产品。



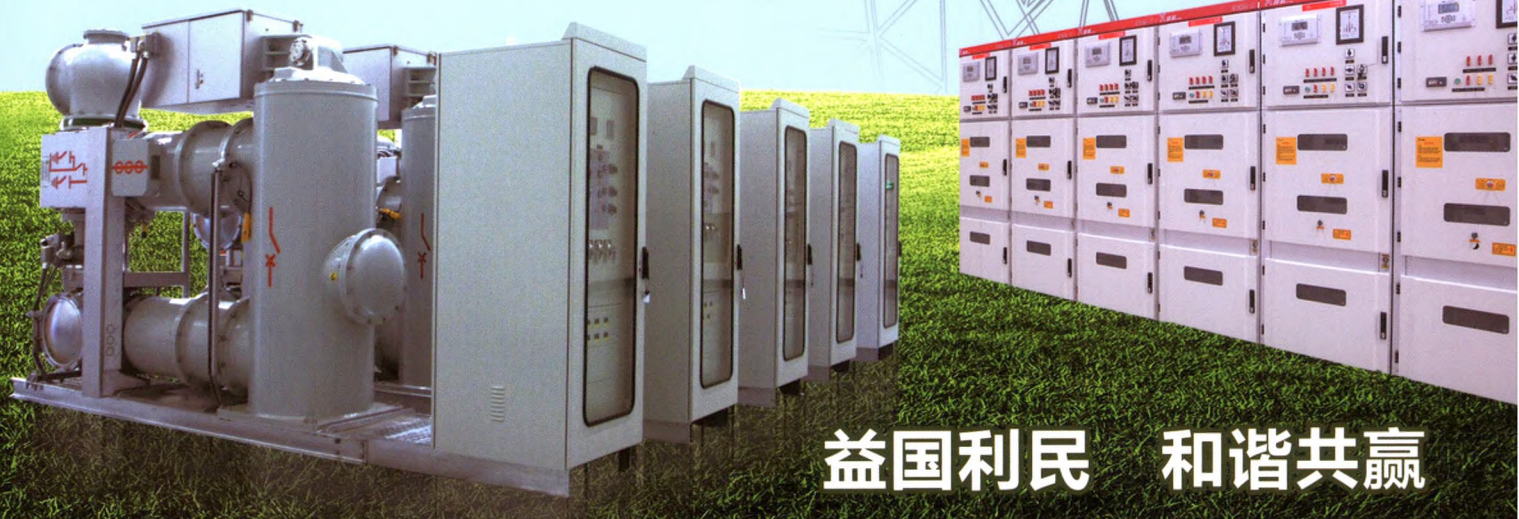
板材智能化加工系统



开关柜智能化生产线



用户变电站电能远控中心



益国利民 和谐共赢

益和电气集团股份有限公司

地址：山东省青岛市西海岸新区淮河西路717号

邮编：266510

电话：0532-58517159

<http://www.yihe.cn>

邮箱：yihedianqijituan@126.com

