

电网技术

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

4
2018

第42卷4期
Vol.42 No.4

Aikko低压开关柜 脱胎换骨 格局使然



万控的又一力作
Aikko低压开关柜已应运而生
她带着使命而来
脱胎换骨 格局使然
这一次的超越，是再一次的领航



行业新创铰口封闭型材，命名Aikko（阿口）型材

发明专利 **4项** | 实用新型 **42项** | 外观设计 **15项**

外观造型 · 工业之美 | 框架结构 · 阳刚之强 | 抽屉结构 · 可靠之变 | 机构模块 · 有容之灵 | 转接单元 · 融合之简

ZL201520995548.4 ZL201521049735.X ZL201410214654.4……

万控集团全资子公司

万控智造浙江电气有限公司

地址：浙江省乐清市温州大桥工业区
网址：www.wecome.com.cn

400-009-8878

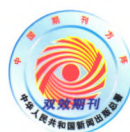


万控

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 汪轶生
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

• $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电技术

（特约专栏主编 高克利、李鹏）•

$\pm 1100\text{ kV}$ 特高压直流工程主接线与主回路参数研究

..... 刘泽洪，余军，郭贤珊，乐波，赵峥（1015）

$\pm 1100\text{ kV}/12\,000\text{ MW}$ 特高压直流输电工程成套设计研究

..... 刘泽洪，郭贤珊，乐波，付颖，祝全乐（1023）

$\pm 1100\text{ kV}$ 特高压直流杆塔间隙放电特性

..... 丁玉剑，律方成，李鹏，周非凡，姚修远，高海峰（1032）

电晕空间电荷对特高压直流输电线路地线雷电屏蔽性能的影响

..... 何慧雯，陈彬彬，贺恒鑫，邹妍晖，余军，陈维江，肖冕（1039）

• 高比例可再生能源并网（特约专栏主编 康重庆）•

基于分层区间数可能度排序的不确定静态安全分析

..... 鲁广明，谢昶，吕颖，严剑峰，毛学魁，丁涛，孙宏斌，李方兴（1048）

结合随机规划和序贯蒙特卡洛模拟的风电场储能优化配置方法

..... 吴玮坪，胡泽春，宋永华（1055）

降低硫磺排放的含储热热电联产机组与风电联合调度策略

..... 崔杨，杨志文，仲悟之，叶小晖（1063）

高比例可再生能源电力系统的马尔科夫短期负荷预测方法

..... 张涛，顾洁（1071）

考虑储能参与的含高比例风电互联电力系统分散式调度模型

..... 任建文，许英强，董圣孝（1079）

大规模高压直流输电系统闭锁故障下送端风电场高电压穿越的控制策略

..... 韩平平，张海天，丁明，张炎，陈凌琦，李宾宾（1086）

考虑风电爬坡事件的储能配置..... 王思渊，江全元，葛延峰（1093）

PQ 控制策略下多逆变型电源的故障等值方法

..... 洪树斌，范春菊，陈实，苏建军，孙树敏，李广磊（1101）

基于混沌-RBF 神经网络的光伏发电功率超短期预测模型

..... 王育飞，付玉超，孙路，薛花（1110）

• 国家重点研发计划 •

柔性直流输电系统振荡现象分析与控制方法综述

..... 尹聪琦，谢小荣，刘辉，王潇，王志冰，迟永宁（1117）

售电市场环境下的电力用户选择售电公司行为研究

..... 孙云涛，宋依群，姚良忠，严正（1124）

考虑天气因素的区域配网扰动事件预估..... 肖斐，艾芊（1132）

考虑大规模集中接入风电功率波动相关性的在线概率安全评估

..... 吕颖，鲁广明，谢昶，戴红阳，于之虹，严剑峰（1140）

串联混合型有源电力滤波器的无源滤波器简化设计

..... 罗运松，胡晶，宋萌，李达义（1149）

采用变压器量测无功分析 GIC-Q 扰动的方法

..... 刘连光，陈剑，王茂海，刘春明（1157）

• 电力市场（特约专栏主编 李永刚、张粒子）•

能源低碳转型的顶层制度设计：可再生能源配额制

..... 赵新刚，梁吉，任领志，张玉琢，徐杰彦（1164）

基于双层粒子群算法求解电力市场均衡
.....谢畅, 王蓓蓓, 赵盛楠, 谈健, 黄俊辉, 谢珍建 (1170)

基于鲁棒优化的风电企业日前申报策略
.....赵会茹, 高婧瑶, 王玉玮, 郭森 (1177)

· 电力系统 ·

我国需求响应信息交换标准化现状及发展趋势
.....张志昌, 陈京生, 李彬, 田世明, 董明宇, 朱伟义, 祁兵, 孙毅 (1183)

AMI 量测用于配电网在线状态估计的可信度建模及分析
.....林佳颖, 梁文鹏, 余贻鑫, 秦超 (1191)

多微网智能配电系统协同自律运控模式初探.....赵毅, 于继来 (1200)

提高配电网状态估计精度的智能配电单元优化布点方法
.....徐航, 鞠力, 董树锋, 何仲潇, 刘丁华, 任雪桂 (1210)

计及分布式电源随机出力的三相配电网可调鲁棒无功优化
.....曹益奇, 白晓清, 王婷婷, 崔志威 (1217)

特高压交流变压器选相合闸技术研究及工程应用
.....班连庚, 郑彬, 周佩朋, 韩彬, 项祖涛, 孙岗, 王晓彤, 等 (1226)

横向风对特高压交直流混合线路地面电场与离子流场分布特性的影响
.....乔骥, 路遥, 刘增训, 邹军 (1234)

多端柔性直流输电中换流站的同步切换控制策略
.....付强, 杜文娟, 王海风, 郑凯元 (1241)

利用测量波阻抗相位特征的高压直流输电线路纵联保护
.....李小鹏, 汤涌, 朱清代, 庞广恒, 张鹏, 甄威 (1251)

基于负荷趋势判断的无功优化精细化控制方法及求解策略
.....陈光宇, 张仰飞, 郝思鹏, 边二曼, 李亚平, 邓勇 (1259)

含充放储一体化电站的电网供电能力评估
.....吴万禄, 周江昕, 余浩斌, 国宗 (1266)

高速机械开关单元多场耦合仿真优化设计
.....田阳, 田宇, 李志兵, 董恩源, 刘北阳, 徐晓东 (1273)

一种耦合点隔离型模块化有源电力滤波器
.....周娟, 孙宁, 张海军, 徐青源, 董浩, 段雪滢 (1281)

并联型有源滤波器精细化补偿方案
.....赵鑫涛, 袁智峰, 于晶荣, 李勇刚, 桂卫华 (1290)

单相多电平电流源变流器混合调制与控制技术
.....姚钢, 李俊刚, 周荔丹 (1300)

入网电压控制型逆变器的功率传输特性分析
.....高家元, 赵晋斌, 陈晓博, 屈克庆, 李芬 (1308)

加权消去树建模方法及其在电网计算矩阵排序性能评价中的应用
.....郭健, 周京阳, 李强, 罗雅迪, 李静, 张印, 郎燕生 (1316)

· 高电压技术 ·

架空输电线路山火同步卫星广域监测与杆塔定位
.....刘毓, 陆佳政, 罗晶, 章国勇, 何立夫 (1322)

雷电下转动风机叶片接闪特性模拟试验研究
.....蓝磊, 姒天军, 王羽, 屈路, 徐剑伟, 文习山 (1328)

复合绝缘子酥朽发热老化的原因分析
.....卢明, 张中浩, 李黎, 刘泽辉, 华奎, 杨晓承 (1335)

环境湿度对瓷质绝缘子串电压分布及红外热像检测的影响分析
.....张也, 彭子健, 付强, 郭良, 万亚玲, 李娜, 姚建刚 (1342)

变电站特高频局放监测的电磁干扰特征影响因素
.....唐志国, 蒋佟佟 (1350)

《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 42 卷 第 4 期 (总第 413 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 颀 010-82812465

编 辑: 010-82812523/2672/2981/2982

网上投稿: [http:// www.dwjs.com.cn](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

2018, Vol. 42 No. 4 (Ser. 413)

Contents

• **±1100kV UHVDC Transmission Technology** •

Study on Main Connection Line and Main Circuit Parameters of ±1100kV UHVDC
.....Liu Zehong, Yu Jun, Guo Xianshan, Yue Bo, Zhao Zheng (1015)

System Design of ±1100 kV/12 000 MW UHVDC Transmission Projects
..... Liu Zehong, Guo Xianshan, Yue Bo, Fu Ying, Zhu Quanle (1023)

Discharge Characteristics of ±1100 kV UHV DC Tower Air Gaps
..... Ding Yujian, Lü Fangcheng, Li Peng, Zhou Feifan, Yao Xiuyuan, Gao Haifeng (1032)

Influence of Corona Space Charge on Lightning Shielding Performance of Ground Wire of UHVDC Transmission Line
..... He Huiwen, Chen Shanshan, He Hengxin, Zou Yanhui, Yu Jun, Chen Weijiang, Xiao Mian (1039)

• **High Share of Renewable Energy Integration** •

Static Security Analysis With Uncertainty Using Hierarchical Probability Degree Ordering of Interval Numbers
..... Lu Guangming, Xie Chang, Lü Ying, Yan Jianfeng, Mao Xuekui, Ding Tao, Sun Hongbin, Li Fangxing (1048)

Optimal Sizing of Energy Storage System for Wind Farms Combining Stochastic Programming and Sequential Monte Carlo Simulation
..... Wu Weiping, Hu Zechun, Song Yonghua (1055)

A Joint Scheduling Strategy of CHP With Thermal Energy Storage and Wind Power to Reduce Sulfur and Nitrate Emission
..... Cui Yang, Yang Zhiwen, Zhong Wuzhi, Ye Xiaohui (1063)

Markov Short-Term Load Forecasting Method for Power System With High Proportion Renewable Energy
..... Zhang Tao, Gu Jie (1071)

A Decentralized Scheduling Model With Energy Storage Participation for Interconnected Power System With High Wind Power Penetration
..... Ren Jianwen, Xu Yingqiang, Dong Shengxiao (1079)

A Coordinated HVRT Strategy of Large-Scale Wind Power Transmitted With HVDC System
..... Han Pingping, Zhang Haitian, Ding Ming, Zhang Yan, Chen Lingqi, Li Binbin (1086)

Optimal Configuration of Energy Storage Considering Wind Ramping Events Wang Siyuan, Jiang Quanyuan, Ge Yanfeng (1093)

Research on Fault Equivalence Method for Multiple Inverter-Interfaced Distributed Generation Based on PQ Control Strategy
..... Hong Shubin, Fan Chunju, Chen Shi, Su Jianjun, Sun Shumin, Li Guanglei (1101)

Ultra-Short Term Prediction Model of Photovoltaic Output Power Based on Chaos-RBF Neural Network
..... Wang Yufei, Fu Yuchao, Sun Lu, Xue Hua (1110)

• **National Key Research and Development Program of China** •

Analysis and Control of the Oscillation Phenomenon in VSC-HVDC Transmission System
.....Yin Congqi, Xie Xiaorong, Liu Hui, Wang Xiao, Wang Zhibing, Chi Yongning (1117)

Study on Power Consumers’ Choices of Electricity Retailers in Electricity Selling Market
.....Sun Yuntao, Song Yiqun, Yao Liangzhong, Yan Zheng (1124)

Prediction of Regional Distribution Network Disturbance Events Considering Weather FactorXiao Fei, Ai Qian (1132)

Online Probabilistic Security Assessment Considering Centralized Integration of Large Scale Wind Power
..... Lü Ying, Lu Guangming, Xie Chang, Dai Hongyang, Yu Zhihong, Yan Jianfeng (1140)

Simplified Design of Passive Power Filters of Series Hybrid Active Power Filters
..... Luo Yunsong, Hu Jing, Song Meng, Li Dayi (1149)

Analysis of Reactive Power Loss Disturbance Caused by Geomagnetically Induced Current With Measured Reactive Power
..... Liu Lianguang, Chen Jian, Wang Maohai, Liu Chunming (1157)

• **Electricity Market** •

Top-Level Institutional Design for the Energy Low-Carbon Transition: Renewable Portfolio Standards
..... Zhao Xingang, Liang Ji, Ren Lingzhi, Zhang Yuzhuo, Xu Jieyan (1164)

Equilibrium Solution for Electricity Market Based on Bi-level Particle Swarm Optimization Algorithm
..... Xie Chang, Wang Beibei, Zhao Shengnan, Tan Jian, Huang Junhui, Xie Zhenjian (1170)

Day-Ahead Offering Strategy for a Wind Power Producer Based on Robust Optimization
..... Zhao Huiru, Gao Jingyao, Wang Yuwei, Guo Sen (1177)

• **Power System** •

Present Situation and Development Tendency of Standardization Demand Response Information of Exchange in China
.....Zhang Zhichang, Chen Jingsheng, Li Bin, Tian Shiming, Dong Mingyu, Zhu Weiyi, Qi Bing, Sun Yi (1183)

Credibility Modelling and Analysis of AMI Measurements for On-line Distribution State Estimation
..... Lin Jiaying, Luan Wenpeng, Yu Yixin, Qin Chao (1191)

Preliminary Research on Operation and Control Model of Coordination and Self-Discipline for Smart Distribution System With Multi Microgrids	Zhao Yi, Yu Jilai (1200)
Optimization of Intelligent Distribution Unit Placement to Improve Accuracy of Distribution Network State Estimation	Xu Hang, Ju Li, Dong Shufeng, He Zhongxiao, Liu Dinghua, Ren Xuegui (1210)
Adjustable Robust Reactive Power Optimization Considering Random Distributed Power Integration in Three-Phase Distribution Network	Cao Yiqi, Bai Xiaoqing, Wang Tingting, Cui Zhiwei (1217)
Research and Engineering Application of Phase Selection Closing Technology for UHV AC Transformers	Ban Liangeng, Zheng Bin, Zhou Peipeng, Han Bin, Xiang Zutao, Sun Gang, Wang Xiaotong, et al (1226)
Influence of Transverse Wind on Ground-Level Electric Field and Ion Flow Profiles of Hybrid HVAC/HVDC Transmission Lines	Qiao Ji, Lu Yao, Liu Zengxun, Zou Jun (1234)
Synchronous Switching Control Strategy for VSC Station in MTDC Network	Fu Qiang, Du Wenjuan, Wang Haifeng, Zheng Kaiyuan (1241)
Pilot Protection for HVDC Transmission Lines Utilizing Phase Features of Measured Surge Impedance	Li Xiaopeng, Tang Yong, Zhu Qingdai, Pang Guangheng, Zhang Peng, Zhen Wei (1251)
Refined Controlling Method and Solving Strategy of Reactive Power Optimization Based on Bus Load Trend Estimation	Chen Guangyu, Zhang Yangfei, Hao Sipeng, Bian Erman, Li Yaping, Deng Yong (1259)
Power Supply Capability Evaluation of Power Grid Containing Integrated Charging-Discharging-Storage Station	Wu Wanlu, Zhou Jiangxin, Yu Haobin, Guo Zong (1266)
Multi-field Coupling Simulation Optimization of High-Speed Mechanical Switch Unit	Tian Yang, Tian Yu, Li Zhibing, Dong Enyuan, Liu Beiyang, Xu Xiaodong (1273)
A Modular Active Power Filer Based on Point of Common Coupling Isolated	Zhou Juan, Sun Ning, Zhang Haijun, Xu Qingyuan, Dong Hao, Duan Xueying (1281)
Research of Refined Compensation Method on Shunt Active Power Filter	Zhao Xintao, Qiu Zhifeng, Yu Jingrong, Li Yonggang, Gui Weihua (1290)
Hybrid Modulation and Control Technology of Single Phase Multilevel Current Source Converter	Yao Gang, Li Jungang, Zhou Lidan (1300)
Analysis of Power Transmission Characteristics of Grid-Connected Voltage-Controlled Inverter	Gao Jiayuan, Zhao Jinbin, Chen Xiaobo, Qu Keqing, Li Fen (1308)
Weighted Elimination Tree Modeling Method and Its Application in Power Grid Matrix Ordering Performance Evaluation	Guo Jian, Zhou Jingyang, Li Qiang, Luo Yadi, Li Jing, Zhang Yin, Lang Yansheng (1316)
• High Voltages •	
Synchronous Satellite Wide Area Monitoring for Overhead Transmission Line Wildfire and Tower Location	Liu Yu, Lu Jiazheng, Luo Jing, Zhang Guoyong, He Lifu (1322)
Experimental Study on LightningDischarge Characteristic of Wind Turbine's Rotating Blades	Lan Lei, Si Tianjun, Wang Yu, Qu Lu, Xu Jianwei, Wen Xishan (1328)
Reason Analysis of Decay-Like Aging for Composite Insulator	Lu Ming, Zhang Zhonghao, Li Li, Liu Zehui, Hua Kui, Yang Xiaocheng (1335)
Analysis of Environment Humidity Influence on Voltage Distribution and Infrared Thermal Image Detection of Porcelain Insulator Strings	Zhang Ye, Peng Zijian, Fu Qiang, Guo Liang, Wan Yaling, Li Na, Yao Jiangang (1342)
Research on Influencing Factors of Electromagnetic Interferences for UHF PD Detection in Substations	Tang Zhiguo, Jiang Tongtong (1350)

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



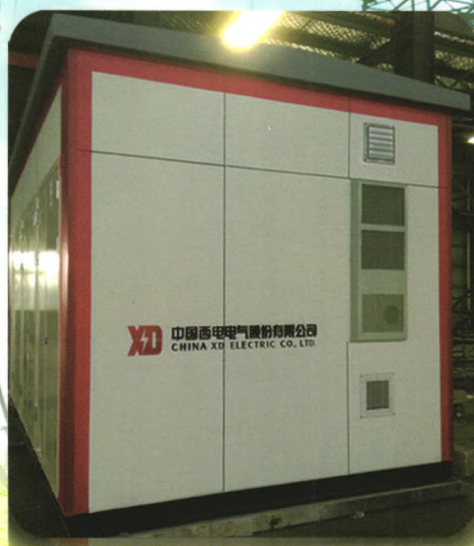
西安西电高压开关有限责任公司
XI'AN XD HIGH VOLTAGE APPARATUS CO.,LTD

丰富的电力系统设计经验

完善的新能源领域解决方案

专业的预装舱生产制造能力

预装式变电站



专业、高效、便捷

西安西电高压开关有限责任公司（简称西开有限）预装式变电站严格遵循国家相关制造标准，通过国家专业机构检测认证，满足盐雾、高海拔、湿热等各类自然环境的使用要求。

西开有限竭诚为用户提供专业的变电站系统解决方案，全站实行模块化设计，各模块整体运输、吊装，满足用户快速建站需求。

地址：西安市凤城12路95号

电话：(+86) 2986195188 86195168

传真：(+86) 2986195308