

电网技术

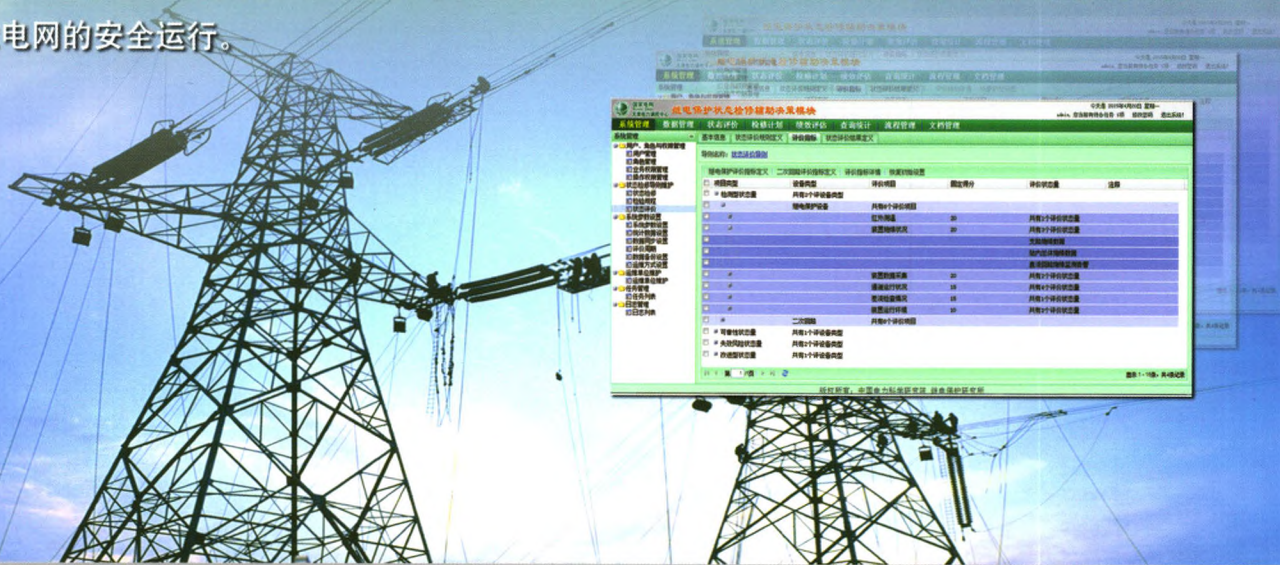


POWER SYSTEM TECHNOLOGY

第39卷7期
Vol.39 No.7

中国电力科学研究院 继电保护状态检修辅助决策系统

由中国电力科学研究院继电保护研究所自主开发完成的“继电保护状态检修辅助决策系统”已在国调中心及多家省电力公司实现应用。该系统作为继电保护状态检修工作的技术平台，可实现继电保护状态检修信息的维护与管理，依据继电保护设备状态检修策略制定检修计划并闭环管理，对继电保护设备的健康状态进行预警和综合分析评价，并可对状态检修工作进行综合绩效考评与管理。该系统的应用可有效支撑继电保护状态检修工作的开展，提高保护设备可靠性，保障大电网的安全运行。



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

单位：中国电力科学研究院

邮编：100192

传真：(010) 62913126

地址：北京清河小营东路15号

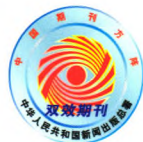
电话：(010) 82812114

网址：www.epri.sgcc.com.cn

ISSN 1000-3673



9 771000 367158
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 汪柁生
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 ·

欧洲 3-20 日食对含大规模光伏发电的电网运行影响及启示
..... 刘纯, 马烁, 董存, 黄越辉, 王跃峰, 张节潭, 等 (1765)

· 直流输电与直流电网 (特约栏目主编 汤广福) ·

哈郑直流受端华中电网基于响应的交直流协调控制措施
..... 徐式蕴, 吴萍, 赵兵, 孙华东, 易俊, 陈占明, 等 (1773)

模块化多电平换流器附加直流电压控制策略设计
..... 李海峰, 刘崇茹, 李庚银, 洪国巍 (1779)

直流潮流控制器对直流电网的影响及其选址
..... 李国庆, 龙超, 孙银锋, 庞辉, 安婷, 辛业春, 等 (1786)

含潮流控制器的直流电网潮流计算方法
..... 姜舒婷, 齐磊, 崔翔, 安婷, 吴亚楠, 龙超 (1793)

MMC-MTDC 系统协调启动控制策略
..... 裘鹏, 杨美娟, 章姝俊, 黄晓明, 陆翌, 姚为正 (1800)

利用电压倾斜控制的 VSC-MTDC 稳定性分析
..... 韩民晓, 熊凌飞, 丁辉 (1808)

基于模糊控制的变斜率 VDCOL 控制器设计
..... 刘磊, 王渝红, 李兴源, 张彪 (1814)

一种新型 HVDC 直流限流器拓扑设计与分析
..... 李春华, 赵成勇, 刘羽超, 郭春义, 许韦华, 等 (1819)

MMC-HVDC 系统直流断线故障特性分析
..... 行登江, 吴金龙, 王先为, 姚为正 (1825)

· 低碳电力技术 (特约栏目主编 康重庆) ·

促进风电消纳的区省两级电力系统调度模型
..... 王秀丽, 李骏, 黄滨, 李焰 (1833)

计及多类型需求响应的风电消纳随机优化调度模型
..... 鞠立伟, 秦超, 吴鸿亮, 何璞玉, 于超, 谭忠富 (1839)

考虑风电随机性的电力系统厂/网双层分解协调经济调度方法
..... 赵文猛, 刘明波, 朱健全 (1847)

基于经典场景集的风光水虚拟电厂协同调度模型
..... 邹云阳, 杨莉 (1855)

考虑多个风电机组接入配电网的多目标无功优化
..... 汪文达, 崔雪, 马兴, 汪颖翔, 刘会金 (1860)

基于天气分类的风电场群总体出力特性分析
..... 李湃, 管晓宏, 吴江, 郑晗旭 (1866)

大规模风电汇集系统动态无功补偿装置运行现状及提升措施
..... 崔正湃, 王皓靖, 马锁明, 刘辉, 刘海涛 (1873)

双馈异步发电机风电场聚合模型研究
..... 夏安俊, 鲁宗相, 闵勇, 阮佳阳, 赵俊屹, 杨超颖 (1879)

DFIG 风电场在附加变桨控制下的三维综合静态模型研究
..... 金宇清, 曹静, 鞠平, 曾平良, 吴峰, 张彦涛 (1886)

考虑定桨距和变桨距风机联合控制的风电场有功功率控制策略
..... 陈曦寒, 高赐威 (1892)

基于广义状态分析的水电站群长期优化调度
..... 肖胜贤, 伍永刚, 章国勇, 胡斌奇, 成涛 (1900)

基于虚拟子微网的独立微电网快速稳定控制策略
..... 杨湛晔, 马红伟, 毛建容, 周逢权 (1907)

· 电力系统 ·

- 考虑分布式电源及储能配合的主动配电网规划-运行联合优化
.....沈欣炜, 朱守真, 郑竞宏, 韩英铎, 李庆生, 农静 (1913)
- 旋转潮流控制器稳态特性研究
.....谭振龙, 张春朋, 姜齐荣, 秦晓辉, 周勤勇, 等 (1921)
- 基于风险量化的事故备用容量协调分配方法
.....周霞, 李威, 唐静, 王琦, 于继来, 张潮海 (1927)
- 电网间同期并列复合系统控制策略
.....刘家军, 刘昌博, 徐银凤, 薛美娟 (1933)
- 多电平电流源变流器研究综述.....严千贵, 钟诚, 苑春明 (1940)
- 多功能固态限流器自故障诊断与恢复
.....邹福筱, 帅智康, 涂春鸣, 沈征 (1948)
- 高铁车网耦合系统电压低频振荡现象机理研究
.....张桂南, 刘志刚, 向川, 姚书龙 (1956)
- 基于随机前沿模型的智能电网效率评估方法
.....韩冬, 严正, 李磊 (1963)
- 特高压混合无功补偿空载线路合闸过电压幅频特性
.....刘洪顺, 吕婷婷, 韩明明, 李斌, 王冠, 李清泉 (1970)
- 含分布式电源配电网的短路电流计算方法研究
.....杨杉, 同向前, 刘健, 张小庆 (1977)
- 基于遗传模拟退火算法的 SEDC 与 SSDC 控制参数的协调优化
.....徐振宇, 李树鹏, 苏靖棋, 张旭, 王银, 孟江雯 (1983)
- 基于级联延时信号消除-锁相环算法的配电网静止同步补偿器
控制策略.....姜子健, 杨欢, 沈建辉, 曹海洋, 徐兴华 (1989)

· 自动化 ·

- 特高压直流线路自适应行波保护
.....郑伟, 武秉阳, 李海锋, 王钢 (1995)
- 基于行波固有频率一、二次频差的 HVDC 输电线路纵联保护
方法.....高杉, 林圣, 何正友 (2002)
- 基于电压相位比较的单相接地距离保护方案
.....马静, 马伟, 闫新, 刘畅 (2010)
- 利用动态四边形分析的配电网励磁涌流识别方法
.....闫富平, 段建东, 李笑, 张宏光 (2017)
- 基于峭度系数的变压器励磁涌流识别方法
.....刘鹏辉, 黄纯, 江亚群, 邹津海 (2023)
- 分布式电源对 380 V 低压配电网熔断器保护的影响研究
.....王文焕, 杨国生, 王德林, 周泽昕, 刘宇, 等 (2029)
- 沉浸式变电站仿真培训系统的设计与实现
.....陈永波, 林昌年, 李军锋, 熊山, 高峰, 王国平, 等 (2034)
- 限流式 UPFC 保护电路的设计与验证
.....陈峰, 江道灼, 郭易木, 范宇, 吴兆麟 (2040)

· 高电压技术 ·

- 252 kV GIS 中特快速瞬态过电压和特快速瞬态电流特性试验研究
.....段韶峰, 李志兵, 詹花茂, 李成榕, 赵承楠, 等 (2046)
- 典型架空输电线路地线电磁取能等效电路的分析
.....蒋兴良, 谢彦斌, 胡建林, 曹永兴, 范松海, 等 (2052)
- 110kV 输电线路电容降压取电系统雷电过电压分析
.....李青山, 皇甫羽飞, 张帅, 程凤鸣, 袁正华, 等 (2058)
- 重覆冰地区超大伞裙结构复合绝缘子的仿真及优化设计
.....江全元, 晏鸣宇, 周志宇, 陆佳政, 蒋正龙 (2064)
- 2015 年中国电机工程学会直流输电与电力电子专委会学术
年会征文启事..... (1772)
- “能源互联网”专题征稿启事..... (1778)
- “配用电大数据技术”专题征稿启事..... (1813)
- 声明..... (1872)

《工程索引》(EI) 收录核心期刊
中国最具国际影响力学术期刊
《科学文摘》(SA) 收录期刊
《文摘杂志》(AJ) 收录期刊
全国中文核心期刊
中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国期刊方阵双效期刊
中国优秀科技期刊
电力行业优秀科技期刊

《电网技术》(月刊)

第 39 卷 第 7 期 (总第 380 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

编辑部主任: 宋书芳 010-82812532

副主任: 刘浩芳 010-82812536

广告部经理: 齐 华 010-58386112

发 行: 闫 嶝 010-82812465

编 务: 010-82812980

编 辑: 010-82812523/2543/2981/2982

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

E-mail: pst@epri.sgcc.com.cn

地 址: 100192 北京清河小营东路 15 号

中国电力科学研究院内

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

2015, Vol. 39 No. 7 (Ser. 380)

Contents

• Special Paper •

Review and Experiences of the European Solar Eclipse's Impact on Power Grid Operation With Significant PV Generation Liu Chun, Ma Shuo, Dong Cun, Huang Yuehui, Wang Yuefeng, Zhang Jietan, DuBois Andreas (1765)

• HVDC Transmission & HVDC Grid •

Coordinated Control Strategy of Interconnected Grid Integrated With UHVDC Transmission Line From Hami to Zhengzhou Xu Shiyun, Wu Ping, Zhao Bing, Sun Huadong, Yi Jun, Chen Zhanming, Bu Guangquan (1773)

Design of Additional DC Voltage Control Strategy for Modular Multilevel Converter Li Haifeng, Liu Chongru, Li Gengyin, Hong Guowei (1779)

Impact and Location Analysis of DC Power Flow Controller on DC Grid Li Guoqing, Long Chao, Sun Yinfeng, Pang Hui, An Ting, Xin Yechun, Qi Lei (1786)

Power Flow Algorithm Method for DC Grid With Power Controller Jiang Shuting, Qi Lei, Cui Xiang, An Ting, Wu Yanan, Long Chao (1793)

Coordinated Start-up Strategy for MMC-MTDC System Qiu Peng, Yang Meijuan, Zhang Shujun, et al (1800)

Stability Analysis of VSC-MTDC With Voltage Droop Control Han Minxiao, Xiong Lingfei, Ding Hui (1808)

Design of Variable Slope VDCOL Controller Based on Fuzzy Control Liu Lei, Wang Yuhong, Li Xingyuan, Zhang Biao (1814)

Analysis and Design of Topological Structure for A New HVDC Current Limiter Li Chunhua, Zhao Chengyong, Liu Yuchao, Guo Chunyi, Xu Weihua, Yang Yuexi (1819)

Analysis on Characteristic of DC Transmission Line Breakage Fault in Modular Multilevel Converter Based HVDC Transmission System Xing Dengjiang, Wu Jinlong, Wang Xianwei, Yao Weizheng (1825)

• Low-Carbon Electricity •

A Two-Stage Optimal Dispatching Model for Provincial and Regional Power Grids Connected With Wind Farms to Promote Accommodation of Wind Power Wang Xiuli, Li Jun, Huang Bin, Li Yan (1833)

Wind Power Accommodation Stochastic Optimization Model With Multi-type Demand Response Ju Liwei, Qin Chao, Wu Hongliang, He Puyu, Yu Chao, Tan Zhongfu (1839)

A Bi-level Decomposition and Coordination Economic Dispatch Method for Power Plants/Network Considering Stochastic Wind Generation Zhao Wenmeng, Liu Mingbo, Zhu Jianquan (1847)

Synergetic Dispatch Models of a Wind/PV/Hydro Virtual Power Plant Based on Representative Scenario Set Zou Yunyang, Yang Li (1855)

Multi-Objective Optimal Reactive Power Flow of Distribution Network With Multiple Wind Turbines Wang Wenda, Cui Xue, Ma Xing, Wang Yingxiang, Liu Huijin (1860)

Analyzing Characteristics of Aggregated Wind Power Generation Based on Weather Regime Classification Li Pai, Guan Xiaohong, Wu Jiang, Zheng Hanxu (1866)

Operation Situation Analysis and Improvement Measure Study for Dynamic Reactive Compensation Equipment Applied in Large-Scale Wind Power Systems Cui Zhengpai, Wang Haojing, Ma Suoming, Liu Hui, et al (1873)

An Aggregated Model of Wind Farm Composed of Doubly Fed Induction Generators Xia Anjun, Lu Zongxiang, Min Yong, Ruan Jiayang, Zhao Junyi, Yang Chaoying (1879)

3D Synthesized Static Model of DFIG Based Wind Farm With Additional Pitch Angle Control Jin Yuqing, Cao Jing, Ju Ping, Zeng Pingliang, Wu Feng, Zhang Yantao (1886)

Active Power Control Strategy for Wind Farm Considering Fixed and Variable Pitch Wind Turbines Combined Control Chen Xihan, Gao Ciwei (1892)

Long-Term Optimal Scheduling of Multi-Reservoir Plants With Generalized State Analysis Xiao Shengxian, Wu Yonggang, Zhang Guoyong, Hu Binqi, Cheng Tao (1900)

Transient Stability Control Strategy of Island Micro-Grids Based on Virtual Sub Micro-Grid Yang Zhanye, Ma Hongwei, Mao Jianrong, Zhou Fengquan (1907)

• Power System •

Active Distribution Network Planning-Operation Co-optimization Considering the Coordination of ESS and DG Shen Xinwei, Zhu Shouzhen, Zheng Jinghong, Han Yingduo, Li Qingsheng, Nong Jing (1913)

Study on Steady State Characteristics of Rotary Power Flow Controller Tan Zhenlong, Zhang Chunpeng, Jiang Qirong, Qin Xiaohui, Zhou Qinyong, Yin Yonghua, Dong Yifeng (1921)

Risk Quantification Based Coordinative Allocation of Emergency Reserve
..... Zhou Xia, Li Wei, Tang Jing, Wang Qi, Yu Jilai, Zhang Chaohai (1927)

Control Strategies for Compound System of Power Grid Synchronization
..... Liu Jiajun, Liu Changbo, Xu Yinfeng, Xue Meijuan (1933)

Review of Multi-Level Current Source Converters Research Yan Gangui, Zhong Cheng, Yuan Chunming (1940)

Self-Fault Diagnosis and Recovery for Multi-Function Solid-State Fault Current Limiter
..... Zou Fuxiao, Shuai Zhikang, Tu Chunming, Shen John (1948)

Mechanism on Voltage Low Frequency Oscillation of High-Speed Railway Traction Network and EMU Coupling System
..... Zhang Guinan, Liu Zhigang, Xiang Chuan, Yao Shulong (1956)

An Evaluation Method for Efficiency of Smart Grids Based on Stochastic Frontier Model
..... Han Dong, Yan Zheng, Li Lei (1963)

Overvoltage Amplitude and Frequency Characteristics of Energizing Unloaded UHV Transmission Line With Hybrid Reactive Compensation Liu Hongshun, Lü Tingting, Han Mingming, Li Bin, Wang Guan, et al (1970)

Short-Circuit Current Calculation of Distribution Network With Distributed Generation
..... Yang Shan, Tong Xiangqian, Liu Jian, Zhang Xiaoqing (1977)

Genetic and Simulated Annealing Algorithm Based Coordinated Optimization of Parameters of Supplementary Excitation Damping Controller With Parameters of Sub-Synchronous Oscillation Damping Controller
..... Xu Zhenyu, Li Shupeng, Su Jingqi, Zhang Xu, Wang Yin, Meng Jiangwen (1983)

DSTATCOM Control Strategy Based on Cascaded Delayed Signal Cancellation-Phase Locked Loop Algorithm
..... Jiang Zijian, Yang Huan, Shen Jianhui, Cao Haiyang, Xu Xinghua (1989)

• **Automation** •

Research on Adaptive Travelling Wave Based Protection for UHVDC Transmission Line
..... Zheng Wei, Wu Jiyang, Li Haifeng, Wang Gang (1995)

A HVDC Transmission Line Pilot Protection Method Based on Frequency Difference Between Dominant Natural Frequency and Secondary Natural Frequency of Traveling Wave Gao Shan, Lin Sheng, He Zhengyou (2002)

Voltage Phase Comparison Based Single-Phase Grounding Distance Protection Scheme
..... Ma Jing, Ma Wei, Yan Xin, Liu Chang (2010)

Identification Method of Inrush Current in Distribution Network Based on Analysis of Dynamic Quadrilateral
..... Yan Fuping, Duan Jiandong, Li Xiao, Zhang Hongguang (2017)

An Approach to Identify Inrush Current of Transformers Based on the Kurtosis Coefficient
..... Liu Penghui, Huang Chun, Jiang Yaqu, Zou Jinhai (2023)

Analysis of the Impact of DG on Fuse Protector of 380V Low-Voltage Distribution Network
..... Wang Wenhuan, Yang Guosheng, Wang Delin, Zhou Zexin, Liu Yu, Li Wei, Zhang Zhi (2029)

Research and Development of Immersive Simulation Training System
..... Chen Yongbo, Lin Changnian, Li Junfeng, Xiong Shan, Gao Feng, Wang Guoping, Wei Wenhui, et al (2034)

Design and Verification of Protection Circuit for UPFC-FCL
..... Chen Feng, Jiang Daozhuo, Guo Yimu, Fan Yu, Wu Zhaolin (2040)

• **High Voltages** •

Experimental Study on the Characteristics of VFTO and VFTC in 252 kV GIS
..... Duan Shaofeng, Li Zhibing, Zhan Huamao, Li Chengrong, Zhao Chengnan, Wang Hao, Yan Xianglian, et al (2046)

Analysis of Equivalent Circuit for Tapping Electromagnetic Power From Overhead Ground Wires of Typical Transmission Lines Jiang Xingliang, Xie Yanbin, Hu Jianlin, Cao Yongxing, Fan Songhai, et al (2052)

Lighting Over-Voltage Analysis of 110kV Transmission Line Capacitor Step-Down Power System
..... Li Qingshan, Huangfu Yufei, Zhang Shuai, Cheng Fengming, Yuan Zhenghua, Di Jingyuan, Li Weiguo (2058)

Numerical Simulations and Optimal Design of Composite Insulator With Extra Large Sheds Under Heavy Icing Condition Jiang Quanyuan, Yan Mingyu, Zhou Zhiyu, Lu Jiazheng, Jiang Zhenglong (2064)

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

Director of Editorial Board: Song Shufang

Associate Director of Editorial Board: Liu Haofang

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

触动未来 网罗天下



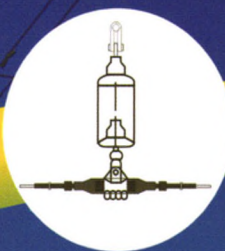
全介质自承式光缆及普通光缆 (ADSS)
All Dielectric Self-Supporting Fiber Optic Cable And Fiber Optic Cable (ADSS)
光纤复合低压电缆
Optical Fiber Composite Low-Voltage Cable (OPLC)

光纤复合架空地线 (OPGW)
Optical Fiber Composite Overhead Ground Wire (OPGW)
光纤复合架空相线 (OPPC)
Optical Fiber Composite Overhead Phase Conductor (OPPC)



架空导线、地线(铝包钢绞线、特种导线):
Overhead Conductors, Ground Wire (al-clad steel wire special wire):

- 铝绞线系列
Aluminum wire series
- 铝合金绞线系列
Aluminum alloy wire series
- 铝合金芯铝绞线系列
Aluminum alloy core aluminum wire series
- 钢芯铝绞线系列
Steel core aluminum wire series
- 钢芯铝合金绞线系列
Steel core aluminum alloy wire series
- 钢芯耐热铝合金绞线系列
Steel core refractory aluminum alloy wire series
- 铝包钢绞线系列
Al-clad steel wire series
- 铝包钢芯铝绞线系列
Al-clad steel core aluminum wire series
- 铝包钢芯铝合金绞线
Al-clad steel core aluminum alloy wire series
- 英雷耐热铝合金绞线系列
Invar refractory aluminum alloy wire series



OPGW相关金具
OPGW Relevant Hardware Fittings
单悬垂线夹
Single Hanging Clamp
耐张线夹
Strain Clamp
防震锤
Vibration Damper
引下线夹
Downlead Clamp

OPPC相关金具
OPPC Relevant Hardware Fittings
耐张金具
Tension Clamp
悬垂金具
Suspension Clamp



售后服务
After-Sales Service

售后服务项目: 盘测、施工指导、光纤熔接、带电施工、故障抢修等。
Service projects: reel test, construction supervision, fiber splicing, charged construction, fault repair.

服务响应时间: 接到客户要求服务的通知, 立即响应, 并提供24小时电话远程解答; 如需相关人员到现场处理的, 原则上6个小时内赶到现场, 边远地区12小时内赶到现场。
Service response time: user received a request for service notice, to respond immediately, and provides 24-hour telephone remote answer. For more personnel to the scene to deal with, in principle, within 6 hours, arrived on the scene rushed to the scene within 12 hours of the remote areas.

触动未来 网罗天下
TRIGGER THE FUTURE NET THE WORLD

藤仓亨通—— 全球智能电网系统服务商