

中国电力

2

2018

ELECTRIC POWER



秦皇岛华电测控设备有限公司
QINHUANGDAO HUADIAN MEASUREMENT & CONTROL EQUIPMENT CO.,LTD.

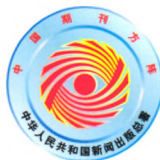
华电测控您的朋友

- 高效准确、节能环保、您来见证
- 锅炉原煤仓综合管理系统
- 锅炉汽包水位精准测量专家



地址：河北省秦皇岛市海港区北环路108号
电话：0335-5300192 5300122
客服：400-811-8908 800-911-3000
传真：0335-5300199
网址：<http://www.hdsc.net/> 邮编：066000
E-mail：hdsc_kfb@126.com

ISSN 1004-9649



万方数据

中国电力

ZHONGGUO DIANLI

第 51 卷第 2 期 2018 年 2 月



目次

《中国电力》编辑委员会

名誉主任委员 舒印彪

主任委员 张运洲

副主任委员

陈维江 陈小良 蒋敏华 王成山
叶 泽 康重庆 朱法华

顾问委员 (按姓氏笔画排序)

王志轩 卢 强 史玉波 刘吉臻
杜祥琬 周孝信 黄其励 韩祯祥
潘自强 薛禹胜

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁 明 王继业 王锡凡 王耀华
文福拴 甘德强 司马文霞 刘建明
孙献斌 汤广福 李若梅 李明节
李庚银 邱忠涛 何金良 余 军
余贻鑫 辛耀中 汪小刚 沈 沉
宋永华 张伯明 张保会 岳光溪
胡兆光 姚 强 姚良忠 徐 政
郭剑波 曹一家 程时杰 程浩忠
瞿永平 穆 钢

国际顾问 (以姓名英文字母为序)

Kevin DU (Canada) Laili LAI (UK)
Wei-jen LEE (USA) Hao LIU (Canada)
Kwok Lun LO (UK) Jianhui WANG (USA)
Xiaofeng ZHANG (USA) Henry ZHAO (USA)
Suyan ZHOU (France)

主 编 王耀华

副 主 编 李 琼

本期执行主编 李 博

责任编辑 杨 静 李秀平 张重实 韩 峰
张 燕 张子龙 辛培裕 杨 娜
刘 明

发行广告 孙 洁 李蔚君

电网

输电线路斜置角锥装配式基础承载性能试验研究

张强,郑卫锋,赵庆斌 (1)

复合绝缘子积污腐蚀表面泄漏电流分析

赵美云,吴阳,赵新泽,彭文昱,习森明 (7)

GIS 隔离开关触头温升多场耦合数值计算与分析

周甜,李自品,沈泉宇,舒乃秋,吴远超 (13)

新型局部放电检测系统的开发与应用

黄向信,孔明,刘振山,史志明 (21)

高压输电线路航拍图像目标边缘检测

赵江曼,孟建良 (27)

SF₆ 电气设备的 SO₂ 在线监测装置研究

韦景,莫小向,程凤芝,丁五行 (33)

基于多源数据融合的电网故障综合分析与智能告警技术研究与应用

阎博,张昊,郭子明,王东升,刘蒙 (39)

500 kV 统一潮流控制器在苏州南部电网的工程应用

杨林,蔡晖,汪惟源,宋鹏程,徐政,陈刚,窦飞 (47)

基于关联模糊神经网络和改进型蜂群算法的负荷预测方法

赵芝璞,高超,沈艳霞,陈杰 (54)

考虑地区差异的电网设备运行效率评估

关玉衡,汪隆君,孙川,张跃,张俊潇 (61)

信息与通信

智能电网增值业务的调研分析及个性化服务制定

王凯军,郑伟民,孙可,靳康萌,张沛 (67)

基于 WEB 服务的高压直流输电基础设计软件的架构

赖秋菊,徐政,陈东,吴方劼,薛英林 (75)

变电站机器人智能巡检系统设计及应用

彭向阳,金亮,王柯,钱金菊,岳卫兵 (82)

“国家期刊奖”获奖期刊
中文核心期刊
中国期刊方阵期刊
中国科学引文数据库(CSCD)核心期刊
中国科技核心期刊
RCCSE 中国核心学术期刊(A)
英国《科学文摘》(SA,INSPEC)收录期刊
俄罗斯《文摘杂志》(AJ of VINITI)收录期刊
美国《剑桥科学文摘》(CSA)收录期刊
中国科技论文统计源期刊
中国科技文献数据库收录期刊
中文科技期刊数据库收录期刊
中国期刊网收录期刊
中国电力报刊协会优秀期刊

新能源

基于免疫 PSO 的新能源配电网无功多目标模糊优化
..... 司徒友,吴杰康,郭清元,吴长元,王正卿, 徐宏海 (90)
风蓄联合系统的抽水蓄能容量优化..... 易琛,任建文,于佳 (99)
辽宁省太阳能资源评估及 NASA 数据适用性分析
..... 龚强,徐红,蔺娜,朱玲,顾正强,晁华,汪宏宇,尚敏帅 (105)
海上风电机组台风技术研究..... 谭茂强,杨源,贾斌,李聪 (112)
含微网配电网的综合优化规划研究..... 王艳松,孙明鸿 (118)
不同电价下含储能系统的微电网经济调度
..... 李刚,李峰,孔亮,宋宗勋 (125)

节能与环保

SCR 脱硝催化剂实际运行性能分析
..... 杜振,王志东,晏敏,江建平,朱跃 (133)
脱硝反应器内烟气与飞灰分布差异的数值模拟
..... 庄柯,姚杰,吴碧君,马修元,沈勇,杜梦,钟萍 (137)
SCR 脱硝系统超低排放运行优化技术研究
..... 方朝君,卢承政,白晓龙 (143)
四塔合一式脱硫除尘设施在 600 MW 机组中的应用
..... 成新兴,李帅英,武宝会,牛国平 (149)
SCR 脱硝装置大颗粒灰拦截技术试验研究
..... 金理鹏,谢新华,黄飞,卢承政,周健,宋玉宝 (156)

发电

暖风器集箱系统并联管组流量偏差因素的研究
..... 徐党旗,侯逊,姬海民,张知翔,周飞,邹小刚,赵治平 (162)
1 000 MW 超超临界二次再热机组一次调频方式分析
..... 徐星,谭锐,李永生,蔡培,黄启龙,马晓峰 (169)
自然循环双压燃气轮机余热锅炉动态特性分析
..... 王亚欧,陶谦,陈波,管诗骅,张恩先 (176)

中国电力

(月刊,1956 年创刊)
第 51 卷第 2 期(总第 591 期)
2018 年 2 月 5 日出版

主管单位:国家电网公司
主办单位:国网能源研究院有限公司
中国电机工程学会
编辑出版:《中国电力》编辑部
地 址:北京市昌平区北七家镇未来科学城滨河大道 18 号“国家电网公司”园区 B315
邮政编码:102209
电 话:010-66603808(编辑部)
010-66603801(广告、发行)
传 真:010-66603578
电子信箱:ZGDL@sgeri.sgcc.com.cn
网 址:www.chinapower.org
印 刷:北京科信印刷有限公司
总 发 行:北京市报刊发行局
订 购:全国各邮局
国内邮发代号:2-427
国内定价: 50.00 元/期
600.00 元/年
国外发行代号:M-276
国外总发行:中国国际图书贸易总公司
(北京 399 信箱)
中国标准连续出版物号: ISSN 1004-9649
CN 11-3265/TM
广告经营许可证号:京宣工商广字第 8004 号

声明

本刊已与相关数据库合作,许可在其数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文,该数据库著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意本刊上述声明。

Power System

- Experimental Study on the Load Bearing Capability of Oblique Pyramid Eccentric Assembled Foundation in Transmission Line ZHANG Qiang, ZHENG Weifeng, ZHAO Qingbin (6)
- Analysis on the Leakage Current on the Composite Insulator Surface with Corrosion Product Fouling ZHAO Meiyun, WU Yang, ZHAO Xinze, PENG Wenyu, XI Senming (53)
- The Numerical Analysis on Temperature Rise Multiphysics Coupling of GIS Disconnecter Contacts ZHOU Tian, LI Zipin, SHEN Quanyu, SHU Naiqiu, WU Yuanchao (20)
- Development and Application of A New Partial Discharge Detection System HUANG Xiangxin, KONG Ming, LIU Zhenshan, SHI Zhiming (26)
- Target Edge Detection of Aerial Photography for High-Voltage Transmission Lines ZHAO Jiangman, MENG Jianliang (32)
- Research on SO₂ Online Monitoring Device of SF₆ Electrical Equipment WEI Jing, MO Xiaoxiang, CHENG Fengzhi, DING Wuxing (38)
- Research and Application of Power Grid Fault Integrated Analysis and Smart Alarm Based on Multi-Data Source Fusion YAN Bo, ZHANG Hao, GUO Ziming, WANG Dongsheng, LIU Meng (46)
- Application of 500 kV UPFC in Suzhou Southern Power Grid YANG Lin, CAI Hui, WANG Weiyuan, SONG Pengcheng, XU Zheng, CHEN Gang, DOU Fei (53)
- A Method for Load Forecasting Based on Correlated Fuzzy Neural Network and Improved Artificial Bee Colony Algorithm ZHAO Zhipu, GAO Chao, SHEN Yanxia, CHEN Jie (60)
- Utilization Evaluation of Power Grid Equipment Considering Regional Differences GUAN Yuheng, WANG Longjun, SUN Chuan, ZHANG Yue, ZHANG Junxiao (66)

Information and Communication

- Smart Grid Value-Added Business Survey and Customized Service WANG Kaijun, ZHENG Weimin, SUN Ke, JIN Kangmeng, ZHANG Pei (74)
- Architecture of HVDC Transmission Design Software Based on WEB Service LAI Qiuju, XU Zheng, CHEN Dong, WU Fangjie, XUE Yinglin (81)
- Design and Application of Robot Inspection System in Substation PENG Xiangyang, JIN Liang, WANG Ke, QIAN Jinju, YUE Weibing (89)

New Energy

- Multi-Objective Fuzzy Optimization for Reactive Power of Distribution Network Based on Immune Particle Swarm Optimization Algorithm SITU You, WU Jiekang, GUO Qingyuan, WU Changyuan, WANG Zhengqing, XU Honghai (98)
- Research on Capacity Optimization of Pumped-Storage Power Station with Wind Farm YI Chen, REN Jianwen, YU Jia (124)
- Solar Radiation Resources Estimation and Reliability Analyzing of NASA Data in Liaoning Province GONG Qiang, XU Hong, LIN Na, ZHU Ling, GU Zhengqiang, CHAO Hua, WANG Hongyu, SHANG Minshuai (111)
- Anti-Typhoon Technology Research of Offshore Wind Turbine TAN Maoqing, YANG Yuan, JIA Bin, LI Cong (117)
- Research on Comprehensive Optimization for Distribution Network with Micro-Grid WANG Yansong, SUN Minghong (124)
- Economic Dispatch of Microgrid with Energy Storage under Different Price Policies LI Gang, LI Feng, KONG Liang, SONG Zongxun (132)

Energy Conservation and Environmental Protection

- Analysis on Actual Operation Performance of SCR Denitration Catalyst DU Zhen, WANG Zhidong, YAN Min, JIANG Jianping, ZHU Yue (155)
- Numerical Simulation of the Distribution Discrepancies between Flue Gas Flow Field and Fly Ash Concentration Field in SCR De-NO_x Reactor ZHUANG Ke, YAO Jie, WU Bijun, MA Xiuyuan, SHEN Yong, DU Meng, ZHONG Ping (142)
- Study on Operation Optimization of SCR Denitrification with Ammonia-Injection for Ultra-Low Emission FANG Zhaojun, LU Chengzheng, BAI Xiaolong (148)
- Application of the Four in One Type Desulfurization and Dust Removal Equipment in a 600 MW Unit CHENG Xinxing, LI Shuaiying, WU Baohui, NIU Guoping (155)
- Experimental Study on the Technology of Large Particle Ash Interception for SCR De-NO_x Equipment JIN Lipeng, XIE Xinhua, HUANG Fei, LU Chengzheng, ZHOU Jian, SONG Yubao (168)

Generation Technology

- Study on the Factors for Parallel Pipeline Flow Deviation in the Air Heater Collecting Headers XU Dangqi, HOU Xun, JI Haimin, ZHANG Zhixiang, ZHOU Fei, ZOU Xiaogang, ZHAO Zhiping (168)
- Analysis on Primary Frequency Regulation of 1 000-MW Double-Reheat Ultra-Supercritical Units XU Xing, TAN Rui, LI Yongsheng, CAI Pei, HUANG Qilong, MA Xiaofeng (175)
- Dynamic Characteristics Analysis on a Dual-Pressure Natural-Circulation Gas Turbine Heat Recovery Steam Generator WANG Yaou, TAO Qian, CHEN Bo, GUAN Shipian, ZHANG Enxian (184)



PROJECT INTRODUCTION

国电荃阳煤电一体化有限公司
水分级利用及污染防治改造项目介绍

项目背景

国电荃阳煤电一体化有限公司一期工程2×630MW超临界机组，由于原循环水排污水（排放量约为450m³/h）、含煤废水、生活污水等未经处理直接外排。

2016年3月由国电环境保护研究院完成可行研究，2016年9月由北京朗新明环保科技有限公司对全厂水系统进行水分级利用及污染防治工程改造。

COMPANY PROFILE

公司介绍

北京朗新明环保科技有限公司成立于2001年3月，为国电科环集团全资子公司。2017年11月国电集团与神华集团合并重组为国家能源集团，通过对原国电集团系统内水处理业务的整合，朗新明公司现为国家能源集团专业从事水处理工程和水务投资、建设、运营为主的环保型科技公司，注册资金5亿元，总资产规模近40亿元。

朗新明公司经过在环保领域将近二十年的深耕与发展，拥有水环境行业完备的高等级资质，具有自主知识产权的发明和实用新型专利110余项、专有技术10余项，完成EPC工程总承包项目近300个，拥有自主运营的污水处理厂（站）30余座（处理能力145万吨/天），可提供工程设计、工程施工、设备成套、系统调试、技术培训、运维服务、委托运营等全流程工程服务。在电力、市政、煤化工、石化等多个领域，特别是在电厂水岛及零排放、煤化工行业废水处理及回用、市政污水处理厂的运营运营等方面优势明显，建立了先进的技术典范。

公司的发展定位：建设成为集产业投资、创新驱动、技术引领、水务运营、工程建设为一体的国家能源集团唯一综合型智慧水务集团。

项目介绍

（1）节水减排及梯级利用，通过处理和回收利用全厂水系统的废水，并根据各系统取水的水质、水量，实现水资源的分级、分质梯级利用，提高全厂水资源的重复利用率，在电厂水资源全面调配和充分梯级利用的基础上，实现全厂废水零排放。

（2）智能水务管理，通过全厂实时在线监测系统进出口水质、水量，智能分析、判断各系统用水情况及故障情况，实现全厂水系统的动态平衡，使电厂的用水达到合理使用和智能管理，实现无人值守、少人管理，实现水资源全面调配和分级、分质梯级利用，为电厂节能、环保、安全、稳定运行创造条件，是智能电厂的重要组成部分。



社会价值经济效益

改造完成后，每年可节省水资源费749万元，排污费624万元；共计节省费用1373万元，每年节省新鲜水465万吨，减少废水外排457万吨，解决了电厂一直面临的巨大环保压力，具有非常大的社会和经济效益。

荃阳电厂全厂废水梯级利用及零排放工程示范的完成，实现了国内首例火电厂全厂废水的分级、分质梯级利用，水资源、盐资源充分回收利用，实现了真正意义上的废水零排放。是集团内首个实现智能水务管理全厂废水零排放的电厂，可对全厂水系统进行智能化管理，并可实时远程监控电厂水系统运行。

核心技术介绍

Tube Membrane Filter预处理系统：化学软化+管式膜过滤，高效去除硫酸废水中的悬浮物、钙镁离子。

水-盐一体化解决方案：纳滤系统（NF+高压反渗透系统（DTRO），实现分盐和硫酸废水浓缩减量。

副产物处理解决方案：结晶盐产品达到日晒工业盐二级要求，氯化钠纯度>92%，含水率≤6%，硫酸盐含量<1%；产水指标达到化工企业回用标准。

智能水务管理平台：通过对电厂各系统取水、排水、耗水的监测、测定，实现全厂实时在线的水质、水量监测，智能分析、判断各系统用水情况，实现系统的动态平衡，使电厂的用水达到合理使用和科学、智能、自动化管理。

智能水务管理



北京市海淀区西四环中路16号院1号楼6层 电话：010-57658383 公司主页：<http://www.china-lucency.com>

中国标准连续出版物号：ISSN 1004-9649
CN 11-3265/TM

国内邮发代号：2-427
国外发行代号：M-276

国内定价：50.00元/期
600.00元/年

广告经营许可证号：京宣工商广字第8004号