



中国电力

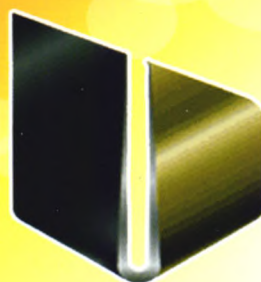
3

2018

ELECTRIC POWER

ENEXIO

WINS THE
GERMAN BRAND
AWARD 2017



german
brand
award
17
winner

2014年10月,原GEA集团热交换器事业部全球业务正式通过资本运营,被德国最大私募股权投资公司Triton收购(www.Triton-partners.com)。原热交换器事业部包括三个部门:电力冷却部门,空气处理部门以及热交换系统部门。电力冷却部门将会以一个全新的独立品牌出现在冷却行业,更加专注、更加有效但同样专业地服务于市场。

我们很高兴向大家宣布我们的全新品牌:ENEXIO(英能科)。

2016年9月ENEXIO在中国的分公司——“北京基伊埃能源技术有限公司”更名为:“英能科能源技术(北京)有限公司”。

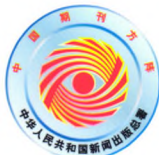
ENEXIO 代表了 Energy (能源), Engineering (工程), Excellence (卓越)。ENEXIO 冷却系统产品广泛,涵盖了所有干式冷却系统、海勒系统 (Heller-System®), 湿式冷却塔系统和干式/湿式混合式冷却系统以及增设蒸发式冷却方案。ENEXIO 有着广泛的产品线,除核心业务冷却系统外,我们还提供冷却塔、水处理和废水利用系统的相关设备,用以高度确保系统操作的安全性和环保性。如 Circumix 工艺,即电站灰渣和废水的环境无害化处理工艺,是应用于燃煤电站灰渣和废水利用的综合处理方案。

我们所有的业务员随时等待为您提供服务,所以不论您在何时何地有任何问题,都请与我们联系,我们会为您提供最专业的咨询与解答。

想了解更多信息,请登录网站www.enexio.cn

北京办事处:北京市朝阳区东三环北路8号亮马河大厦2座2101室。
电话:010-65907049

ISSN 1004-9649



万方数据

第51卷第3期 2018年3月 中国 北京

Vol.51 No.3 Mar. 2018 Beijing, China

中国电力

ZHONGGUO DIANLI
第 51 卷第 3 期 2018 年 3 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
翟永平 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 张重实

责任编辑 杨 静 李秀平 李 博 韩 峰
张 燕 张子龙 辛培裕 杨 娜

刘 明

发行广告 孙 洁 李蔚君

发电

IGCC 燃机入口合成气温度低导致跳机问题分析及解决措施

..... 丁建博,赵雁鹏,王健 (1)

真空法启动降低锅炉蒸汽侧金属表面氧化膜温差试验研究..... 何文波

(7)

变负荷下超(超)临界机组过热器壁温预测

..... 邓博,徐鸿,郭鹏,张乃强,倪永中 (13)

基于模型自适应汽轮机调节门流量特性优化研究及应用

..... 雷志伟,张兴,陈涛,陈胜利,武海澄,张剑 (21)

660 MW 机组汽泵电泵并列运行的给水控制及 RB 策略

..... 邢智炜,岳涛,刘磊 (29)

电网

一种基于视频图像识别的输电线路屏蔽环振动频率监测方法

..... 张宇娇,杨骐,姜岚,徐天勇,董晓虎 (35)

110 kV 全户内智能变电站接地网优化设计

..... 王平,贾立莉,李守学,李抗,律方成 (42)

± 800 kV 线路中导线耐张串荷载对弧垂、张力的影响

..... 周贺,黄健,牛林华 (49)

抽蓄机组调相运行对宾金直流无功电压支撑的仿真研究

..... 吴跨宇,卢岑岑,袁亚洲 (54)

GIS 一体化局部放电缺陷模拟装置研制与应用

..... 刘衍,李琼,周友武,史志明 (62)

液氮温区超导复合绝缘材料沿面放电特性

..... 郑重,于志诚,杜赫,黄晓华 (69)

基于简单通信的双端行波测距新方法

..... 李振兴,吴李群,谭洪,程宜兴,李振华 (74)

技术经济

电网工程核心物理架构经济映射..... 吴鸿亮,游维扬,董楠

(80)

“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

基于 LCOE 的分布式光伏发电并网效益分析 孙建梅, 陈璐 (88)

新能源

海洋能发电技术发展现状及发展路线图..... 张雅洁, 赵强, 褚温家 (94)
中国东中部地区风电发展前景分析..... 谢国辉, 何永胜, 王卿然 (100)
基于几何加权移动平均滤波算法的改进储能平滑控制策略
..... 李辉, 郭忠涵, 李肇汉, 邱首东 (105)
面向能源互联网的用户侧分布式储能价值评估
..... 洪博文, 胡静, 王建国, 黄碧斌, 刘佳宁, 周婧婧 (113)
大型光伏电站谐波谐振机理研究..... 朱武, 刘雅娟 (121)

信息与通信

智能电网信息通信架构演进探讨
..... 周静, 孙媛媛, 胡紫巍, 卢利锋, 刘国军 (131)
变压器独立监测装置统一数据读取和通信方法 张琦, 熊海军 (136)

节能与环保

火电机组碳排放特性研究及管理建议
..... 孙友源, 郑张, 秦亚琦, 郭振, 任健 (144)
低低温电除尘器绝缘装置设计与分析..... 沈家栋, 赵海宝 (150)
富氧燃烧气氨石灰石溶解特性研究
..... 史晓宏, 刘毅, 仲兆平, 张锴, 赵凯 (155)
SCR 脱硝催化剂寿命管理研究
..... 傅玉, 陆强, 唐诗洁, 庄柯, 胡笑颖, 董长青 (163)
燃煤烟气中零价汞的催化氧化理论研究进展
..... 赵莉, 刘宇, 吴洋文, 庄柯, 陆强 (170)
燃煤烟气超低排放全流程协同削减三氧化硫效果分析
..... 陶雷行, 翁杰, 李晓峰, 岳春妹, 王剑, 艾春美, 董飞英 (177)

中国电力

(月刊, 1956 年创刊)
第 51 卷第 3 期(总第 592 期)
2018 年 3 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: $\frac{50.00 \text{ 元/期}}{600.00 \text{ 元/年}}$
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: $\frac{\text{ISSN } 1004-9649}{\text{CN } 11-3265/\text{TM}}$
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。

ELECTRIC POWER

Vol.51 No.3 Mar. 2018

MAIN CONTENTS

Generation Technology

- Analysis on IGCC Unit Trip Caused by Low Temperature at Gas Turbine Inlet and Its Solutions DING Jianbo, ZHAO Yanpeng, WANG Jian (6)
- Experimental Study on Reducing Thermal Stress of Steam-Side Oxide Scales by Vacuum Method HE Wenbo (12)
- Prediction of Superheater Tube Wall Temperature in Supercritical/Ultra-Supercritical Boilers for Different Loading DENG Bo, XU Hong, GUO Peng, ZHANG Naiqiang, NI Yongzhong (20)
- Optimization on Valve Flow Characteristics of Steam Turbine Based on Model Self-Adaptation and Its Application LEI Zhiwei, ZHANG Xing, CHEN Tao, CHEN Shengli, WU Haicheng, ZHANG Jian (28)
- Control Strategy and RB Logic of the Feed-Water System with Steam-Driven and Motor-Driven Pumps in Parallel for 660-MW Units XING Zhiwei, YUE Tao, LIU Lei (34)

Power System

- Vibration Frequency Identification and Analysis for UHV Line Shield Ring ZHANG Yujiao, YANG Qi, JIANG Lan, XU Tianyong, DONG Xiaohu (41)
- Optimal Design of Grounding Grid for 110 kV Whole-Indoor Intelligent Substation WANG Ping, JIA Lili, LI Shouxue, LI Kang, LV Fangcheng (48)
- Influence of Wire Tension Insulator String's Load to Conductor Sag and Tension in ± 800 kV Transmission Line ZHOU He, HUANG Jian, NIU Linhua (61)
- Simulation Analysis of Voltage Support to Binjin HVDC Provided by Pumped Storage Unit's Synchronous Condenser Operation WU Kuayu, LU Cencen, YUAN Yazhou (61)
- Development and Application of GIS Integrated Real Type Partial Discharge Defect Simulation Device LIU Yan, LI Qiong, ZHOU Youwu, SHI Zhiming (162)
- Characteristics of Surface Discharge on the Interface of Solid Insulation and Liquid Nitrogen in Superconducting Applications ZHENG Zhong, YU Zhicheng, DU He, HUANG Xiaohua (73)
- A Novel Method for Double Terminal Traveling Wave Fault Location Based on Simple Communication LI Zhenxing, WU Liqun, TAN Hong, CHENG Yixing, LI Zhenhua (79)

Technology and Economics

- Economic Mapping of Core Physical Architecture of Power Projects WU Hongliang, YOU Weiyang, DONG Nan (87)
- Analysis on Grid-Connected Benefit of Distributed Photovoltaic Power Generation Based on LCOE Model SUN Jianmei, CHEN Lu (93)

New Energy

- Development and Technology Roadmap of Marine Power Generation System ZHANG Yajie, ZHAO Qiang, CHU Wenjia (99)
- Research on Development Prospect of Wind Power in Eastern and Central China XIE Guohui, HE Yongsheng, WANG Qingran (104)
- Improved Energy Storage Smoothing Control Strategy Based on Geometric Weighted Moving Average Filter Algorithm LI Hui, GUO Zhonghan, LI Zhaohan, QIU Shoudong (112)
- Energy Internet Oriented Evaluation of Distributed Energy Storage Utility in User-Side HONG Bowen, HU Jing, WANG Jianguo, HUANG Bibin, LIU Jianing, ZHOU Jingjing (130)
- Harmonic Resonance Mechanism Study of Large-Scale Photovoltaic Power Plants ZHU Wu, LIU Yajuan (130)

Information and Communication

- Discussion on Smart Grid Information & Communication Architecture Evolution ZHOU Jing, SUN Yuanyuan, HU Ziwei, LU Lifeng, LIU Guojun (135)
- A Unified Data Reading and Communication Method of Independent Transformer Monitoring Devices ZHANG Qi, XIONG Haijun (143)

Energy Conservation and Environmental Protection

- Study on Carbon Emission Characteristics and Suggestions on Carbon Emission Management of Coal-fired Power Plant SUN Youyuan, ZHENG Zhang, QIN Yaqi, GUO Zhen, REN Jian (169)
- Analysis and Design of Insulator on Low-low Temperature Electrostatic Precipitator SHEN Jiadong, ZHAO Haibao (154)
- The Characteristics of Limestone Dissolution under Oxy-firing Combustion Surroundings SHI Xiaohong, LIU Yi, ZHONG Zhaoping, ZHANG Kai, ZHAO Kai (162)
- Study on Life Management of the SCR Denitrification Catalyst FU Yu, LU Qiang, TANG Shijie, ZHUANG Ke, HU Xiaoying, DONG Changqing (169)
- Review on Theoretical Research of the Catalytic Oxidation of Hg^0 in Coal-Fired Flue Gas ZHAO Li, LIU Yu, WU Yangwen, ZHUANG Ke, LU Qiang (176)
- Analysis on Coordinated Reduction of SO_3 in Whole Process of Ultra - low Emission in Coal-Fired Flue Gas TAO Leixing, WENG Jie, LI Xiaofeng, YUE Chunmei, WANG Jian, AI Chunmei, DONG Feiyang (184)

ELECTRIC POWER (Monthly) Vol.51 No.3 (Ser.592) Mar. 2018

Competent Authorities: State Grid Corporation of China
Sponsors: State Grid Energy Research Institute Co., Ltd.
Chinese Society for Electrical Engineering
Editor and Publisher: Editorial Department of Journal
Editor-in-Chief: WANG Yaohua
Publication Number: ISSN 1004-9649
General Distribution: Beijing Office of Postal Service

Distributed Abroad: China International Book Trading Corporation,
P.O. Box 399 Beijing, China
Add: Tower B, SGCC, Future Science Park, Beijing 102209, China
Web Site: <http://www.chinapower.org>
E-mail: ZGDL@sgeri.sgcc.com.cn
Tel: +86-10-66603801
Fax: +86-10-66603578



PROJECT INTRODUCTION

国电荥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

国电荥阳煤电一体化有限公司一期工程2×630MW 2016年3月由国电环境保护研究院完成可行
超临界机组，由于原循环水排污水（排放量约为 研究，2016年9月由北京朗新明环保科技有限公司
450m³/h）、含煤废水、生活污水等未经处理直接 公司对全厂水系统进行水分级利用及污染防治
外排。 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价值。

荥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、用、排、耗水的监视、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，实现全厂用水的动态平衡，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

