



QK2100140

广东电力

GUANGDONG ELECTRIC POWER

12
2020
Vol.33

2020年第33卷第12期
卷终

交直流混合配用电系统

Special Issue on AC-DC Hybrid Power Distribution System

专刊



近年来快速发展的可再生能源技术、电力电子技术、柔性配电技术、能源互联网技术、数字孪生技术等正不断地推动着交直流混合配用电系统的关键设备、运行控制方法和仿真分析手段的进步，丰富着交直流混合配用电的应用场景，显示出越来越有活力的发展趋势。《广东电力》编辑部特邀赵争鸣、张勇军、赵伟三位教授，共同组织了“交直流混合配用电系统”专题，重点收集了交直流配用电系统关键设备、系统优化控制技术、系统安全运行控制技术和系统仿真技术方面的一些最新成果，期望对我国电网的智能化和安全高效运行提供有益的参考。



广东电网公司电力科学研究院 主办
广东省电机工程学会

中国科技核心期刊

RCCSE 中国核心学术期刊

中国期刊方阵“双效”期刊
中国电力报刊协会优秀期刊

《CAJ-CD》执行优秀奖

第五届广东省优秀期刊

广东省科协精品期刊

广东省优秀科技期刊

广东省特色科技期刊

波兰《哥白尼索引》(IC)收录期刊

美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊

第六届编辑委员会

顾问: (按姓氏笔画为序)

刘吉臻 李立涅 宋永华 罗安
周孝信 郑健超 程时杰 薛禹胜

主任: 马辉

副主任: 杨晓东 陈祖勋

委员: (按姓氏笔画为序)

丁一 丁立健 丁磊 卫志农
马瑞 王黎明 毛承雄 卢建刚
叶林 刘云鹏 刘东 刘明波
孙力 严干贵 杜伯学 李卫东
李东东 李庚银 李建林 杨柯
肖先勇 吴广宁 何宏明 张乔根
张勇军 陈启卷 邵涛 和敬涵
周文俊 周强辅 段新辉 贾宏杰
夏晨阳 徐青山 徐政 高新华
涂春鸣 黄新波 康重庆 董旭柱
韩肖清 童亮 曾祥君 温步瀛
谢开贵 蔡冠中 蔡徽 黎灿兵

编辑部

主编: 何宏明

编辑部主管: 王朋

本期责任编辑: 彭艳

编辑: 王晓华 查黎 彭艳 霍鹏

翻译: 查黎

编辑助理: 罗朝宇

目次

“交直流混合配用电系统”专刊特约主编寄语 (1)

· 系统关键设备 ·

柔性互联配电网研究现状综述及其发展探索

..... 张勇军, 刘子文, 邓丰强(3)

应用于中压配电网的碳化硅电力电子技术

..... 姬世奇, 赵争鸣, 王飞(14)

面向能源互联网的电能路由器应用研究

..... 冯高辉, 赵争鸣, 袁立强(22)

面向 10 kV/20 kV 混合配电网的五端口电力电子变压器

..... 鲁思兆, 刘娅奇, 邓晓婷, 邵雨濛, 吴远密(31)

智能配电柔性多状态开关在主动配电网中的应用

..... 范心明, 孙广慧, 彭元泉, 李新, 宋安琪, 康成(40)

· 系统优化控制技术 ·

低压直流配用电技术在净零能耗建筑中的应用探索

..... 李雨桐, 郝斌, 赵宇明, 童亦斌, 陈文波, 冯威(49)

基于通用移相控制的 3L-DAB 变换器回流功率最小优化控制策略

..... 金莉, 陈晨(56)

一种改进的柔性直流功率变换单元和 MMC 阀段对冲试验方法

..... 喻松涛, 李巍巍, 许树楷, 李岩, 韦甜柳,

杨煜, 何智鹏(65)

含多端柔性多状态开关的有源配电网多阶段供电恢复方法

..... 黄国威, 彭元泉, 范心明, 刘益军, 季节, 简洁(73)





微信: gddl1988

第 33 卷第 12 期(总第 275 期)
2020 年 12 月 25 日出版

广东电力
(月刊, 1988 年创刊)

· 系统安全运行控制技术 ·

柔性直流配电系统过电流及过电压防护研究综述

…………… 韩永霞, 冯帅松, 高毓群, 郑文博, 张竞涵,
赵宇明, 韦甜柳, 李立涅(81)

交直流混合配电网控制保护技术研究与应用

…………… 王一, 侯成, 程旭, 肖立军, 刘树(90)

交直流混合配电网直流故障限流器拓扑及工作原理综述

…………… 葛雪峰, 张亮, 李丹栋, 史明明,
袁宇波, 永恒华, 尹靖元(102)

基于柔性限流器的直流配电网方向纵联保护

…………… 陈卫中, 李清波, 王东鹏, 栗静男, 林佳壕, 郑峰(109)

· 系统仿真技术 ·

数字孪生技术在交直流配电网的应用研究

…………… 汤清权, 陈冰, 邓文扬, 江金群(118)

基于边缘计算的交直流配电网信息物理系统

…………… 孔令生, 王志远, 范心明, 彭元泉, 曾庆辉(125)

基于改进遗传算法的含 VSC-MTDC 交直流混联系统最优无功潮流
计算方法

…………… 陈刚, 区允杰, 孙景涛, 张鑫, 李伟(132)

· 其他 ·

广告目次 …………… (13)

主管单位: 广东电网公司
主办单位: 广东电网公司电力科学研究院
广东省电机工程学会

编辑出版: 《广东电力》编辑部
编辑部地址: 广州市东风东路水均岗 8 号
邮政编码: 510080
电 话: (020)85125659
传 真: (020)87609562
(020)87651346(广告)
电子信箱: gddl_01@163.com
gd-dj@126.com(广告)
投稿网址: <https://gddl.gddky.csg.cn>

发行范围: 国内外发行
印刷单位: 广州星河印刷有限公司
国内发行: 《广东电力》编辑部
国内定价: 10.00 元 / 册, 120.00 元 / 年
国外发行: 中国国际图书贸易集团有限公司
国外发行代号: M7743

版权声明

本刊对所发表的文章支付稿酬, 其中预付了文章电子版的使用费。为了扩大文章的传播范围, 提高其影响力, 本刊与作者约定: 本刊有权与有关数据库及电子出版物出版者合作, 使用文章电子版的部分内容或者全文而不再向作者支付使用费。作者向本刊供稿的行为视为已经了解和同意上述声明和约定。

CONTENTS

• System Key Equipment •

Review on Research Status and Development of Flexible Interconnected Distribution Networks

..... ZHANG Yongjun, LIU Ziwen, DENG Fengqiang (3)

Silicon Carbide Based Power Electronics in Medium Voltage Distribution Grids

..... JI Shiqi, ZHAO Zhengming, WANG Fei (14)

Research on Application of Electric Energy Router for Energy Internet

..... FENG Gaohui, ZHAO Zhengming, YUAN Liqiang (22)

Five-port Power Electronic Transformer for 10 kV/20 kV Hybrid Distribution Network

..... LU Sizhao, LIU Yaqi, DENG Xiaoting, SHAO Yumeng, WU Yuanmi (31)

Application of Flexible Distribution Switch in Active Distribution Network

..... FAN Xinming, SUN Guanghui, PENG Yuanquan, LI Xin, SONG Anqi, KANG Cheng (40)

• System Optimization & Control Technology •

Application of Low Voltage DC Power Distribution Technology in Net Zero Energy Consumption Buildings

..... LI Yutong, HAO Bin, ZHAO Yuming, TONG Yibin, CHEN Wenbo, FENG Wei (49)

Optimal Control Strategy for Minimum Reflux Power of 3L-DAB Converter Based on General Phase Shift Control

..... JIN Li, CHEN Chen (56)

An Improved Back to Back Power Test Method for Flexible DC Converter Modules and MMC Valve Sections

..... YU Songtao, LI Weiwei, XU Shukai, LI Yan, WEI Tianliu, YANG Yu, HE Zhipeng (65)

Multi-step Power Restoration of Active Distribution Networks with Multi-terminal Soft Open Point Integration

..... HUANG Guowei, PENG Yuanquan, FAN Xinming, LIU Yijun, JI Jie, JIAN Jie (73)

GUANGDONG ELECTRIC POWER (Monthly) Vol. 33, No. 12, 2020 (Ser. No. 275)

Competent Authority: Guangdong Power Grid Corporation

Sponsor: Electric Power Research Institute of Guangdong Power Grid Corporation;
Guangdong Electric Engineering Society

Editor, Publisher & Distributor: Editorial Department of GUANGDONG ELECTRIC POWER

万方数据

• System Safety Operation Control Technology •

Review on Research of Overvoltage and Overcurrent Protection for Flexible DC Distribution System

..... HAN Yongxia, FENG Shuaisong, GAO Yuqun, ZHENG Wenbo, ZHANG Jinghan,
ZHAO Yuming, WEI Tianliu, LI Licheng (81)

Research and Application of Control and Protection Technology for AC-DC Hybrid Distribution Network

..... WANG Yi, HOU Cheng, CHENG Xu, XIAO Lijun, LIU Shu (90)

Review on Topology and Working Principle of DC Fault Current Limiter for AC-DC Hybrid Distribution Network

..... GE Xuefeng, ZHANG Liang, LI Dandong, SHI Mingming,
YUAN Yubo, SHUI Henghua, YIN Jingyuan (102)

Directional Pilot Protection of DC Distribution Network Based on Flexible Current Limiter

..... CHEN Weizhong, LI Qingbo, WANG Dongpeng, LI Jingnan, LIN Jiahao, ZHENG Feng (109)

• System Simulation Technology •

Application Research of Digital Twin Technology in AC-DC Distribution Network

..... TANG Qingquan, CHEN Bing, DENG Wenyang, JIANG Jinqun (118)

Cyber Physical System of AC-DC Distribution Network Based on Edge Computing

..... KONG Lingsheng, WANG Zhiyuan, FAN Xinming, PENG Yuanquan, ZENG Qinghui (125)

Optimal Reactive Power Flow Calculation Method of AC-DC Hybrid System with VSC-MTDC Based on Improved Genetic Algorithm

..... CHEN Gang, OU Yunjie, SUN Jingtao, ZHANG Xin, LI Wei (132)

Chief Editor: HE Hongming

Address: No. 8, Shuijungang, Dongfengdong Road, Guangzhou, China

Post Code: 510080 **Tel:** (8620) 85125659 **Fax:** (8620) 87609562

E-mail: gddl_01@163.com

Web Site: <https://gddl.gddky.csg.cn>



珠海电力设计院有限公司

ZHUHAI ELECTRIC POWER DESIGN INSTITUTE CO., LTD.



珠海220 kV南屏站户内GIS改造工程



220 kV团结变电站鸟瞰图

珠海电力设计院有限公司（以下简称珠海院）成立于1983年10月，拥有一支高素质的设计队伍，集中了一批复合型专业人才，是广东省高新技术企业。

珠海院具有电力行业送电、变电专业甲级设计资质，工程咨询甲级资信，工程勘察专业类（工程测量）乙级资质，工程造价咨询暂乙级资质，珠海院拥有中国电力规划设计协会AAA企业信用级，为中国电力规划设计协会常务理事单位、广东省工程咨询协会常务理事单位、珠海市勘察设计协会副会长单位、广东省“守合同重信用”企业。

珠海院于1998年9月建立并实施了符合ISO 9000族标准的质量体系，于2010年11月通过质量、环境、职业健康安全管理体系认证审核。

珠海院的业务范围为电力系统规划设计、220 kV及以上电压等级输变电工程咨询及勘察设计、110 kV及以下电压等级配电工程咨询及勘察设计、电能质量评估、节能评估、电缆隧道设计、电动汽车充电桩（站）设计、光伏发电设计及输变电工程设计评审。珠海院以“求实创新，精心设计”为宗旨，具有30多年从事电力工程勘察设计、咨询经历，积累了丰富的经验，质量优良，尤其在110~500 kV变电站实现综合自动化无人值守、智能变电站设计、智能配电网和智能运维设计实现无人化操作、无人化巡视、三维智能管控等方面成绩显著。

近年来，珠海院共完成110~500 kV输变电工程200余项，荣获国家级优秀工程咨询成果奖1项，荣获优秀工程设计奖、优秀工程咨询成果奖36项，荣获优秀科技成果奖24项。



藉此新春来临之际，珠海电力设计院有限公司向您和您的家人致以衷心的感谢和最诚挚的祝福，

祝2021新春愉快，
阖家幸福！



地址：珠海市香洲区紫荆路振国巷9号供电发展大厦8楼

邮编：519000

电话：0756-2862543

邮箱：zhdlsjy@163.com