

电工技术 官方微信

主管/主办单位: 重庆西南信息有限公司

(原科技部西南信息中心)

编辑出版:《电工技术》编辑部 协办单位: 重庆市电源学会

> 社长: 陈 伟 总编: 徐书令

编委会(按姓氏拼音排列)

丰编·

李 剑

委员:

曹永兴 董张卓 杜 雄 房兆源 侯兴哲 汲胜昌 李 勇 刘健 李 辉 吕干云 梅生伟 朴昌浩 谭向宇 唐震 王志新 杨国华 杨仕友 张晓星 张志劲 郑涛

执行委员:

郝 建 李军徽 邓军 刘继权 李永福 刘刚 马志钦 陶 果 彭庆军 工小华 注 可 干洪彬 王小宇 谢旭琛 能连松 杨涛 张施令 张镱议

朱孟兆

执行主编: 何 欣 (023)67039621 **编辑部主任:** 陈 胜 (023)67039613 编辑部: (023)63502993 E-mail: diangong@chinaet.net

市场部: (023)67039610 F-mail: matrevhx@sina.com 发行部: (023)63501714

地址: 重庆市渝北区洪湖西路18号

邮编: 401121

网址: www.chinaet.net

印刷: 重庆紫石东南印务有限公司 发行: 重庆市邮政局(国内外公开发行)

订阅: 全国各地邮局

邮发代码: 78-61 每期定价: 15.00元 \$5.00

国际标准连续出版物号: ISSN 1002-1388 国内统一连续出版物号: CN 50-1072/TM 广告经营许可证: (渝新两江)广准字(19)第007号

版权所有 不得转载

本刊常年法律顾问: 重庆百君律师事务所 刘凡强

律师办公电话: (023)67621818

地址, 重庆市渝北区洪湖东路财富大道2号财富A座7楼

凡发表在本刊的文章,若没有特殊声明,均视作者同意将信息网 络传播权及转授权授予本刊

如有质量问题, 请与重庆紫石东南印条有限公司联系退换 地址, 重庆市北碚区蔡家岗镇嘉德大道99号(盈田 蔡家丁谷27-2) 邮编: 400707

电力电气 电工技术 **DIAN GONG JI SHU**

半月刊 1980年创刊

总第531期 2020年11月10日出版

次

闫 并网变流器主动支撑电网稳定运行的关键技术

特邀编审 杜雄教授(重庆大学) 李勇教授(湖南大学) 熊连松副教授(南京工程大学)

超低频振荡机理分析与研究* 魏蒙希 邓 伟 王 旭 1

5 双向变流器在双馈风力发电系统中并网主动支撑技术的探讨 王卫国

新型光伏并网逆变器及其漏电流分析 8 唐炜祺 庄圣贤

基于改进差分进化算法的VSG控制策略 12 张 庆 王锡淮 陈 彬

风水协同模式下系统调频能力评估方法研究*

王卿卿 张志文 邵 霞 筝

非谐振单相双有源桥式DC-DC转换器的调制和控制策略概述 21 常波峰

基于信号短时延迟算法单相电压暂降检测方法*

黎劲松 陈建东 杨宝起 筝

光伏发电系统的渗透率对抑制电网机电振荡的研究 31

> 柴 华 张 仪 唐 震 筝

恒电压控制下DFIG与SVG对电网电压的支撑研究

廖佳思 盛师贤 王德林

应用SVG提升交直流混联电网电压稳定性研究* 40

> 吴伟杰 葛 杲 筝

44 一种单相五电平逆变器及其控制策略

张向军

筝

理论研究

52

基于细粒度用电数据的用电消费行为特征分析

田 欣 王克南 宁 蒙 筝

中压大容量传动系统的直流母线谐振建模及抑制方法研究 鲁哲别 李一粟 吴 汉

57 基于智能电表的回路阻抗测算和评估技术研究

> 筝 阵 雷 王黎明 喻 伟

丛 一种低谐波绕组设计方法 60 刘 王金宇 陈晓斌 筝

关于超级电容的基于电压型控制的Buck-Boost均衡控制电路研究

宇 张 筝 好 仲 宇

65 电动乘用车日充电负荷特性研究 黄凤娇 吕干云

电力负荷数据典型特征提取 69 周自强 赵 淳 范 鹏

应用附加阻尼抑制风电接入后电网的低频振荡策略研究*

杨蕾 盛师贤 郭 成 筝

输配电工程

175 某水电厂500 kV智能变电站过程层组网分析

178 核电站主泵区域新型火灾探测方式的设计及应用

输配电工程	
78 10 kV配电网相间短路故障定位措施 80 城市配网无功补偿优化配置方案探讨	姜超骏 明国锋
82 配网图模质量分析及统计方法技术研究	任庭昊 毛 杰
85 500 kV变电站超规模扩建主变系统性研究	陈 晨 宋景博 齐道坤 等
88 ±500 kV禄高肇三端直流输电工程闭锁分析	孙靖铷 孙 豪
92 探讨超高压输电线路风偏故障及防范措施	蒋正华 段新杏 李 显 等
94 基于广域行波信息的配电网故障定位方法	张文轩 李 京 陈 平 等
99 海上油气田群岸电技术工程应用探讨	万光芬 胡意茹 李 强 等
102 基于输配电线路的智能巡检技术的研究与应用	李 杨
电气设备	
104 环保型预装式成套开关设备的应用	张团结 周 鹏 武兴坛 等
107 基于等效变换原理实现主变不拆引流线快速试验的方法	龚钦耀
109 220 kV断路器合闸保持不稳定事件分析	郭国胜 吴君平 杨海亭 等
111 高速机械开关多断口同步性研究	姚 宁 吴中友 王智勇 等
115 主变有载分接开关吊芯大修作业平台的研制及应用	邓涛夏强峰夏晗等
119 航空高压直流电源系统LLC变换器设计	殷成彬 周洁敏 潘恒昌 等
123 新一代大型双水内冷调相机监造要点	郑景文 陈念斌 郭 雨 等
127 GPS打标分段标定测定电缆长度新方法	黄天喜 李 斌 伍绍鹏 等
131 一种带电接引线装置的引线夹持方法*	冯玉吴凯褚坤等
高压与绝缘技术	
133 特高压换流站常见漏气故障及分析	吕品优 王之赫 俞晓盛 等
135 某大型水电站500 kV GIS设备大修和问题处理	陆建宏 李国正 张 卓
138 特高压变压器夹件接地电流异常的分析与处理	吴 斌 徐庆峰 董俊友 等
140 绝缘支柱内部裂纹实时检测仪	陈佳鹏 王振宇 邵心元 等
142 氮化硼填充量对高压灭弧喷嘴性能的影响	卢银花 侯亚峰 董保莹 等
145 昆柳龙直流换流站直流系统二次隔离措施研究与分析	黄剑湘 王加磊 孙 豪 等
148 换流变压器温升试验中补偿电容器的研究与设计*	王理丽 包正红 王生杰 等
150 500 kV HGIS断路器击穿故障分析	吴一帆 冯家铨 罗光辉 等
153 甲基硅树脂超疏水涂层的凝露特性及防污闪性能探讨	吴佳峻 任婷婷
电机	
156 水电站水轮机小容量增容分析	王 伟 张志勇
159 水轮发电机定子端部过热故障分析与诊断	王团结 张少鹏
162 永磁体形状对伺服电机性能的影响	杨奕
165 核岛中电机保护配置分析及设计改进	唐海燕
168 高压大功率异步电机启动方式研究	常志拓 高 浩
电厂	
171 核电厂主给水泵再循环流量调节阀控制策略优化	谭德超 王 权 康 凯
172 火力发电厂生活污水处理的调试及运行	符文祥
	د. حد د د د سه مد

肖 闯 周静位 梁 刚

周焕关悦

ELECTRIC ENGINEERING

(Electric Power) No.21

CONTENTS

Key Technologies of Grid-connected Converters for Actively Supporting the Stable Operation of Power System

	able operation of rower system
1 5	Analysis and Research on Ultra-low Frequency Oscillation Mechanism* WEI Mengxi DENG Wei WANG Xu Discussion on the Active Support Technology of Grid-connected Bidirectional Converter in Doubly-fed Wind Power Generation System
8	Novel Photovoltaic Grid-connected Inverter and Leakage Current AnalysisTANG Weiqi ZHUANG Shengxian
12	VSG Control Strategy Based on Improved Differential Evolution Algorithm ZHANG Qing WANG Xihuai CHENG Bin
16	Research on Evaluation Method of System Frequency Modulation Ability under Wind Power and Hydropower Cooperation Mode*
21	Overview of Modulation and Control Strategies of Non-resonant Single-phase Dual Active Bridge DC-DC Converters CHANG Bofeng
27	Single-phase Voltage Sag Detection Method Based on Signal Short-Time Delay Algorithm*
31	Research on the Influence of the Penetration Rate of Photovoltaic Power Generation System on Suppressing the Electromechanical Oscillation of Power Grid CHAI Hua ZHANG Yi TANG Zhen et al
35	Research on Grid Voltage Support of DFIG and SVG Under Constant Voltage Control LIAO Jiasi SHENG Shixian WANG Delin
40	Research on Using SVG to Improve the Voltage Stability of AC-DC Hybrid Power Grid*
44	A Single-phase Five-level Inverter and Its Control Strategy
Tł	neoretical Research
48	Characteristic Analysis of Electricity Consumption Behavior Based on Fine-grained Electricity Consumption Data ····· TIAN Xin WANG Kenan NING Meng et al
52	Research on Resonance of Bus Capacitor and Cable Inductor in Medium Voltage High Power Drive System
57	Research on Measurement and Evaluation Technology of Loop Impedance Based on Smart Meter
60 62	A Design Method of Low Harmonic WindingLIU Cong WANG Jinyu CHEN Xiaobin et al Research on Buck-Boost Balance Control Circuit Based on Voltage Control for Super Capacitor
65	Research on Daily Charging Load Characteristics of Electric Passenger Vehicle
69	Typical Feature Extraction of Power Load DataZHOU Ziqiang ZHAO Chun FAN Peng
72	Research on Low Frequency Oscillation Suppression Strategy of Grid Connected with Wind Power by Additional Damping* ————————————————————————————————————
Po	ower Transmission and Distribution Engineering
78	Locating Measures for Interphase Short Circuit Fault in 10 kV Distribution Network······JIANG Chaojun
80	Discussion on Optimal Configuration Scheme of Reactive Power Compensation in Urban Distribution Network
82	Research on Quality Analysis and Statistical Methods of Distribution Grid Graphics and Models
85	Systematic Study on the Super-scale Expansion of Main Transformer in 500 kV Substation
88 92	Block Analysis of ±500 kV Lu-Gao-Zhao Three DC Transmission Project
	The state of the s

94	Fault Location Method of Distribution Network Based on Wide-area Traveling Wave Information
99	Discussion on Engineering Application of Shore Power Technology in Offshore Oil and Gas Fields
102	Discussion on Engineering Application of Shore Power Technology in Offshore Oil and Gas Fields
	LI Yang
Ele	ectrical Equipment
107	Application of Environmental Protection Pre-installed Switchgear ZHANG Tuanjie ZHOU Peng WU Xingtan et al Fast Test Method of Main Transformer without Removing the Leading Wire Based on Equivalent Transformation Principle
109	Analysis of Unstable Events of 220 kV Circuit Breaker Closing and Holding
111	Research on Synchronization of High-speed Mechanical Switches with Multiple Fractures
115	Development and Application of Main Transformer On-load Tap-changer Lifting Core Overhaul Platform DENG Tao XIA Qiangfeng XIA Han et al
119	Design of LLC Converter for Aviation High Voltage DC Power Supply System
	Key Points for the Supervision of the New Generation of Large-scale Dual Internal Water Cooling Cameras
127	A Novel Method for Measuring Cable Length by GPS Marking and Segmenting Calibration
131	A Lead Clamping Method for Live Connected Leading Line Device*FENG Yu WU Kai CHU Kun et al
Hi	gh Voltage and Insulation Technology
133 135	Common Air Leakage Fault and Analysis of UHV Converter Station ···· LV Pinyou WANG Zhihe YU Xiaosheng et al Overhaul and Problems Solving of 500 kV GIS in a Large Hydropower Station ···········LU Jianhong LI Guozheng ZHANG Zhuo
138	Analysis and Treatment of an Abnormal Ground Current of UHV Transformer Clamp
140	Real-time Detection System for Internal Crack of Insulation Pillar
142	Effect of Boron Nitride Filling Amount on Performance of High Pressure Arc Extinguishing NozzleLU Yinhua HOU Yafeng DONG Baoying et al
145	Research and Analysis of Secondary Isolation Measures for DC System in Kunliulong DC Converter Station
148	Research and Design of Compensation Capacitor in the Temperature Rise Test of Converter Transformer*
	Analysis on Breakdown of 500 kV HGIS Circuit BreakerWU Yifan FENG Jiaquan LUO Guanghui et al
153	Disscusion on Condensation Characteristics and Anti-pollution Flashover Performance of Methyl Silicone Superhydrophobic Coating
Mo	otor
159 162 165	Analysis of Small Capacity Increase of Turbine in a Hydropower Station
Po	wer Plant
171	Optimization of Control Strategy for Recirculation Control Valve of Main Feed Water Pumps in Nuclear Power Plant ··
	Commissioning and Operation of Domestic Sewage Treatment in Thermal Power Plant ····· FU Wenxiang Analysis of Process-level Networking of a 500 kV Smart Substation in a Hydropower Plant ····
178	Design and Application of a Novel Fire Detection Method in the Main Pump Area of a Nuclear Power Plant