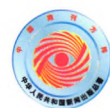


高电压技术



Compendex 核心期刊

±1100 kV特高压直流输电技术和应用专题

October 2017 Vol.43, No.10



国家高电压计量站

National Center for High Voltage Measurement



国家高电压计量站始建于1974年，现挂靠中国电力科学研究院，主要负责保存和维护国家高电压、大电流基准和国家最高标准，依法在全国范围内开展量值传递工作；承担政府裁等工作；开展计量新技术的研究和推广应用；负责高电压、大电流领域计量技术法规的起草。

电网环境保护国家重点实验室
国家高电压计量站

业务电话:027-59834606 59834608 邮箱:hvc@epri.sgcc.com.cn 地址:武汉市洪山区珞喻路143号

ISSN 1003-6520



国家高电压计量站 主办
中国电机工程学会

2017-10

目 次

±1 100 kV 特高压直流输电技术和应用

“±1 100 kV 特高压直流输电技术和应用”专题特约主编寄语	徐 政(3137)
±1 500 kV 特高压直流输电技术前期研究	李 鹏, 谷 琛, 陈 东, 何慧雯, 黄瑞平, 谢 莉, 陈秀娟, 丁玉剑, 谢 龙(3139)
±1 100 kV 特高压直流输电线路带电作业电位转移特性	刘夏清, 李 稳, 姜赤龙, 邹德华, 牛 捷, 刘从法(3149)
1 100 kV 特高压变压器瓷套管地震作用破坏试验与分析	谢 强, 何 畅, 杨振宇, 文嘉意(3154)
基于数值仿真与多源聚类的 GIS 局部放电诊断与回归分析	邵先军, 何文林, 刘浩军, 徐 华, 朱明晓, 王绍安(3163)
±1 100 kV 特高压直流穿墙套管交、直流局部放电试验净空区域优化	汤 浩, 申泽军, 张书琦, 李金忠, 吴 超, 吴广宁(3173)
±1 100 kV 输电线路 Y 型绝缘子串间隙放电特性及污闪特性分析	刘 琴, 霍 锋, 周 魁, 李 健, 叶奇明, 李瑶琴(3182)
±1 100 kV 特高压换流站支柱绝缘子屏蔽球参数优化设计	陈 东, 乐 波, 郭贤珊, 付 颖, 金 硕, 田 雨(3189)
±1 100 kV 换流站内避雷器抗震及减震研究	林 森, 程永锋, 卢智成, 孟宪政, 郭贤珊, 付 颖(3198)
雨水分布状态对±1 100 kV 平波电抗器表面电场的影响	王 平, 赵映宇, 律方成, 王 鑫, 丁玉剑, 毛 艳(3208)
特高压直流穿墙套管-阀厅体系地震响应及抗震性能提升措施	何 畅, 谢 强, 杨振宇, 卓 然, 王晓游(3215)
1 100 kV 复合外绝缘套管地震模拟振动台试验研究	孙宇晗, 程永锋, 卢智成, 林 森, 王晓宁, 乔振宇(3224)
特高压直流分层接入方式下受端换流母线静态电压稳定性研究	刘天宇, 王渝红, 龚 鸿, 张文韬(3231)
±1 100 kV 直流换流站典型接地过电压研究	刘羿辰, 朱晓光, 邓军波, 余 芳, 郭 浩, 李江涛(3238)
±1 100 kV 换流站高频干扰源模型的研究	罗晨曦, 徐 政, 陆韶琦, 乐 波(3248)

直流输电及大功率电力电子

新型混合式统一潮流控制器及其调节特性分析	陈柏超, 费雯丽, 田翠华, 游奕弘, 袁佳歆, 赵庆源(3256)
适用于 MMC-MTDC 的自适应斜率平坦控制策略	宋平岗, 董 辉, 周振邦(3265)
孤岛微电网电压源型逆变器和 SVC 交互影响分析	杨洪耕, 赵 曦, 王 迪, 马晓阳(3273)
电网不平衡下基于内模观测器和无源控制器的 DFIG 网侧变换器控制方法研究	程启明, 谭冯忍, 程尹曼, 高 杰, 张 宇(3280)
高频 Z 源 DC/DC 变换器的非线性动力学行为分析	李 山, 崔 森, 陈 艳, 司文旭(3290)
大容量直流发生功率大扰动时送端风机暂态过电压快速分析方法研究	曹生顺, 张文朝, 王 蒙, 潘 艳, 郭秋婷, 刘 俊(3300)
采用纳米银焊膏烧结互连技术的中高压 IGBT 模块及其性能表征	梅云辉, 冯晶晶, 王晓敏, 陆国权, 张 朋, 林仲康(3307)
LC 滤波 H6 结构逆变器离散模型简化与动力学行为	代云中, 何凯瑞, 杜程茂, 周春华, 曾 蕊(3313)
功率前馈的准 Z 源光伏并网逆变器 Quasi-PR 控制	杜 强, 高峰阳, 乔 焱, 强国栋, 庄圣贤(3322)

电磁兼容与工程电磁场

海拔高度对交流线路无线电干扰水平的影响	裴春明, 何旺龄, 万保权, 蓝 磊, 陈豫朝, 包正红(3330)
非全屏蔽式动车辐射发射测试装置研究	曹鹤飞, 马策一, 任 杰(3337)
考虑高次模的孔缝腔体屏蔽效能计算方法	高雪莲, 马士杰, 杨 凯, 李 丹(3344)
螺栓安装方式对动车组高压隔离开关电场分布与闪络特性的影响	马建桥, 律方成, 汪佛池, 陈小强, 贾步超, 刘 鹏(3351)
基于非平均热源的油浸式变压器 2 维温度场分析	刘 刚, 靳艳娇, 马永强, 王连鹏, 池 骋, 李 琳(3361)
典型米波无线电引信电磁脉冲辐照效应	熊久良(3371)
纳秒级脉冲电流下铁氧体磁环饱和特性	秦 锋, 周 辉, 毛从光, 吴 刚, 崔志同(3381)
GIS 变电站开关操作引起的二次设备端口电磁骚扰模拟实验及分析	吴恒天, 焦重庆, 崔 翔, 刘骁繁, 嵇建飞(3387)
静电放电辐射场模拟及干扰预测	汪项伟, 万发雨, 冯超超, 范 盼(3396)

电网安全与运行

规模化光伏并网对暂态稳定影响及应对措施	郑 超, 李 媛, 吕 盼, 牛拴保, 葛 星, 摆世彬(3403)
---------------------	------------------------------------

双断口断路器均压电容对换流变励磁涌流的影响..... 陈 忠, 张冬怡, 李晓华, 吴立珠, 吴嘉琪(3412)

基于混合 LU 分解预处理 GMRES 的暂态稳定仿真并行算法..... 豆 朋, 马 明, 刘 东, 廖小兵(3419)

电力设备检测实验室专用微电网接入结构设计及功率控制方法..... 程富勇, 邓鹤鸣, 陈禹帆, 王洪林, 何晋伟, 孙海顺(3427)

基于动态 RCS 的风电机叶片多普勒特性..... 唐 波, 刘 任, 张建功, 刘兴发, 孙 睿, 江浩田(3435)

负荷冲击性对独立电力系统暂态特性的影响..... 刘正春, 朱长青, 王 勇, 刘金宁, 解 璞(3443)

含逆变型分布式电源配电网的新型纵联保护方案..... 韩博文, 王 钢, 李海锋, 曾德辉(3453)

电网输电能力与拓扑结构的关系及其影响因素..... 刘 行, 丁 剑, 何静波, 吕 熹, 吉 平, 王 璟(3463)

《高电压技术》编辑委员会

名誉主任委员 郑宝森

主任委员 张文亮

副主任委员 郭剑波 汤 涌 关志成 李成榕 廖瑞金

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁立健 马为民 王成山 王庆国 王新新 王黎明 文习山 文劲宇 卢新培 包家立 司马文霞 邬 雄 刘云鹏
 刘尚合 刘泽洪 江秀臣 闫克平 阮 羚 阮江军 杨迎建 李 剑 李 鹏 李立涅 李兴文 李庆民 李若梅
 李建林 李盛涛 杜伯学 严 萍 吴 锴 吴广宁 何金良 何俊佳 邱爱慈 邹积岩 陆佳政 陆家榆 陈小良
 陈庆国 陈维江 张芝涛 张乔根 邵 涛 周 浩 周远翔 郑健超 胡 毅 郝艳捧 赵 鹏 赵鸿飞 律方成
 饶 宏 徐 政 高克利 唐 炬 梅生伟 崔 翔 宿志一 董旭柱 蒋兴良 程时杰 曾 嵘 雷 民 雷清泉
 蔡 炜 潘 垣 薛禹胜

Chengke Zhou(UK) E. Gockenbach(Germany) J. J. Smit(Holland) K. Hidaka(Japan) L. A. Dissado(UK) M. Farzaneh(Canada)

M. Muhr(Austria) S. Grzybowski(USA) S. M. Gubanski(Sweden)

特 约 顾 问

伍志荣 李勇伟 李锐海 杨黎明 张 勤 吴根范 周文俊 梁曦东 舒立春

单 位 编 委

上海华普电缆公司 宁波东方电缆股份有限公司 江苏启源雷宇电气科技有限公司 苏州工业园区海沃科技有限公司
 国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司 塞迪维尔玻璃绝缘子中国区

高电压技术 (月刊, 1975 年创刊)

《工程索引》(Ei) 核心期刊

《文摘杂志》(AJ) 收录期刊

中国科学引文数据库(CSCD)核心期刊

中文核心期刊要目总览收录期刊

《科学文摘》(SA, INSPEC) 收录期刊

日本科学技术社数据库 (JST) 收录期刊

中国精品科技期刊

中国科技核心期刊

《化学文摘》(CA) 收录期刊

《剑桥科学文摘》(CSA) 收录期刊

RCCSE 中国权威学术期刊

主 管 单 位: 国家电网公司

主 办 单 位: 国家高电压计量站

中国电机工程学会

编 辑 出 版: 中国电力科学研究院期刊中心《高电压技术》编辑部

主 编: 郭剑波

副 主 编: 胡 毅 赵 鹏 高克利

专 题 主 编: 徐 政

编辑部副主任: 严 梦

编 辑 部: (027) 59835528

责 任 编 辑: 程子丰 陈 蔓

广 告 发 行 部: (027) 59835518

专 题 组 稿 编 辑: 陈 蔓

传 真: (027) 59835529

地 址: 湖北省武汉市珞喻路 143 号

邮 政 编 码: 430074

网 址: <http://hve.epri.sgcc.com.cn>

电 子 信 箱: hve@epri.sgcc.com.cn

印 刷: 武汉市宏达盛印务有限公司

国 内 发 行: 中国邮政集团公司湖北省分公司
 邮发代号 38-24

国 外 发 行: 中国国际图书贸易总公司 代号 M982

国 内 定 价: 69.00 元/期

中国标准连续出版物号: ISSN 1003-6520
 CN 42-1239/TM

国际刊名代码 (CODEN): GAJIE5

广告发布登记编号: 鄂工商广登[2017]25 号

微信二维码:



期刊基本参数: CN42-1239/TM * 1975 * m * A4 * 336 * zh * P * ¥69.00 * 6600 * 41 * 2017-10

CONTENTS

±1 100 kV UHVDC Transmission Technology and Application

Special Section on ±1 100 kV UHVDC Transmission Technology and Application the Guest Editor's Letter	XU Zheng(3137)
Development of Technologies in ±1 500 kV UHV DC Transmission Research	LI Peng, GU Chen, CHEN Dong, HE Huiwen, HUANG Ruiping, XIE Li, CHEN Xiujuan, DING Yujian, XIE Long(3139)
Transient Characteristics of Potential Transfer of Live Working on ±1 100 kV UHVDC Transmission Line	LIU Xiaqing, LI Wen, JIANG Chilong, ZOU Dehua, NIU Jie, LIU Congfa(3149)
Tests and Analyses on Failure Mechanism of 1 100 kV UHV Transformer Porcelain Bushing	XIE Qiang, HE Chang, YANG Zhenyu, WEN Jiayi(3154)
Partial Discharge Diagnosis and Regression Analysis on GIS Based on Numerical Simulation and Multiple Sources Clustering	SHAO Xianjun, HE Wenlin, LIU Haojun, XU Hua, ZHU Mingxiao, WANG Shao'an(3163)
Optimization of Clearance Test Area for ±1 100 kV UHVDC Wall Bushing in AC and DC Partial Discharge Measurement	TANG Hao, SHEN Zejun, ZHANG Shuqi, LI Jinzhong, WU Chao, WU Guangning(3173)
Analysis on Air-gaps Discharge and Pollution Flashover Characteristics of Y-type Insulator Strings for ±1 100 kV Transmission Lines	LIU Qin, HUO Feng, ZHOU Kui, LI Jian, YE Qiming, LI Yaoqin(3182)
Optimal Design of Shielding Ball Parameters for Post Insulator of ±1 100 kV UHV Converter Station	CHEN Dong, YUE Bo, GUO Xianshan, FU Ying, JIN Shuo, TIAN Yu(3189)
Investigation on Seismic Performance and Shock Absorption of Arrester in ±1 100 kV Converter Station	LIN Sen, CHENG Yongfeng, LU Zhicheng, MENG Xianzheng, GUO Xianshan, FU Ying(3198)
Effect of Rain Distribution on Surface Electric Field of ±1 100 kV Smoothing Reactor	WANG Ping, ZHAO Yingyu, LÜ Fangcheng, WANG Xin, DING Yujian, MAO Yan(3208)
Seismic Responses and Retrofitting Countermeasures for UHVDC Wall Bushing-valve Hall System	HE Chang, XIE Qiang, YANG Zhenyu, ZHUO Ran, WANG Xiaoyou(3215)
Study on Earthquake Simulation Shaking Table Test of 1 100 kV Composite External Insulation Bushing	SUN Yuhan, CHENG Yongfeng, LU Zhicheng, LIN Sen, WANG Xiaoning, QIAO Zhenyu(3224)
Study on Static Voltage Stability at Receiving Converter Bus of UHVDC Hierarchical Connection System	LIU Tianyu, WANG Yuhong, GONG Hong, ZHANG Wentao(3231)
Typical Grounding Overvoltage in ±1 100 kV HVDC Converter Station	LIU Yichen, ZHU Xiaoguang, DENG Junbo, YU Fang, GUO Jie, LI Jiangtao(3238)
Analysis of Equivalent High Frequency Interference Characteristics of ±1 100 kV Converters	LUO Chenxi, XU Zheng, LU Shaoqi, YUE Bo(3248)

HVDC Transmission and High-power Electronics

Novel Hybrid Unified Power Flow Controller and Regulation Performance Analysis	CHEN Baichao, FEI Wenli, TIAN Cuihua, YOU Yihong, YUAN Jiabin, ZHAO Qingyuan(3256)
Adaptive Droop Flatness Control Strategy for MMC-MTDC	SONG Pinggang, DONG Hui, ZHOU Zhenbang(3265)
Analysis on Interactive Influences Between Voltage Source Inverter and SVC in an Islanded Micro-grid	YANG Honggang, ZHAO Xi, WANG Di, MA Xiaoyang(3273)
Research on DFIG Grid-side Converter Based on Internal Model Observer and Passivity-based Controller Under Unbalanced Grid Voltage Condition	CHENG Qiming, TAN Fengren, CHENG Yinman, GAO Jie, ZHANG Yu(3280)
Nonlinear Chaotic Behavior Analysis of DC/DC Converter with High Frequency Z-source	LI Shan, CUI Sen, CHEN Yan, SI Wenxu(3290)
Study on Fast Analysis Method Transient Fundamental Frequency Overvoltage of Wind Turbine Generators in Sending System when Serious Power Disturbances Occur in Large-capacity UHVDC	CAO Shengshun, ZHANG Wenchao, WANG Meng, PAN Yan, GUO Qiuting, LIU Jun(3300)
Medium and High Voltage IGBT Module Using Nanosilver Paste Sintering Technology and Its Performance Characterization	MEI Yunhui, FENG Jingjing, WANG Xiaomin, LU Guoquan, ZHANG Peng, LIN Zhongkang(3307)
Discrete Model Simplification and Dynamic Behavior of LC-filter-based Inverter with H6-type	DAI Yunzhong, HE Kairui, DU Chengmao, ZHOU Chunhua, ZENG Rui(3313)
Quasi-PR Control Strategy for Quasi-Z Source PV Grid-connected Inverter Based on Power Feed-forward	DU Qiang, GAO Fengyang, QIAO Yao, QIANG Guodong, ZHUANG Shengxian(3322)

EMC and Electromagnetic Field

Altitude on Radio Interference of AC Power Lines	PEI Chunming, HE Wangling, WAN Baoquan, LAN Lei, CHEN Yuchao, BAO Zhenghong(3330)
--------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Research on Non-full Shielding Enclosure Test Equipment for Radiation Emission Test of Electric Multiple Units	CAO Hefei, MA Ceyi, REN Jie(3337)
Method for Shielding Effectiveness of Enclosure with Apertures Including High-order Mode	GAO Xuelian, MA Shijie, YANG Kai, LI Dan(3344)
Influence of Bolt Installation Method on Electric Field Distribution and Flashover Characteristics for Isolating Switch in Electric Multiple Units	MA Jianqiao, LÜ Fangcheng, WANG Fochi, CHEN Xiaoqiang, JIA Buchao, LIU Peng(3351)
Two-dimensional Temperature Field Analysis of Oil-immersed Transformer Based on Non-uniformly Heat Source	LIU Gang, JIN Yanjiao, MA Yongqiang, WANG Lianpeng, CHI Cheng, LI Lin(3361)
Irradiation Effect of EMP on Typical Metric Wave Radio Fuze	XIONG Jiuliang(3371)
Saturation Characteristics of Ferrite Beads Impacted by the Nanosecond's Current Pulse	QIN Feng, ZHOU Hui, MAO Congguang, WU Gang, CUI Zhitong(3381)
Analysis and Simulated Experiment for Port Disturbance Voltage Due to Switching Operation in GIS Substation	WU Hengtian, JIAO Chongqing, CUI Xiang, LIU Xiaofan, JI Jianfei(3387)
Radiation Field Simulation and Interference Prediction of Electrostatic Discharge	WANG Xiangwei, WAN Fayu, FENG Chaochao, FAN Pan(3396)

Operation and Security of Power Grid

Influence of Large-scaled Photovoltaic Grid Connected on the Transient Stability and Countermeasures	ZHENG Chao, LI Yuan, LÜ Pan, NIU Shuanbao, GE Xing, BAI Shibin(3403)
Influence of Grading Capacitor of Double-break Circuit Breaker on Inrush Current of Converter Transformer	CHEN Zhong, ZHANG Dongyi, LI Xiaohua, WU Lizhu, WU Jiaqi(3412)
Parallel Algorithm for Transient Stability Simulation Based on GMRES Method Preconditioned by Hybrid LU Decomposition	DOU Peng, MA Ming, LIU Dong, LIAO Xiaobing(3419)
Access Structure Design and Power Control Algorithm of Specialized Microgrid in Electric Power Equipment Testing Laboratory	CHENG Fuyong, DENG Heming, CHEN Yufan, WANG Honglin, HE Jinwei, SUN Haishun(3427)
Doppler Characteristics of Wind Turbine Blade Based on Dynamic RCS	TANG Bo, LIU Ren, ZHANG Jiangong, LIU Xingfa, SUN Rui, JIANG Haotian(3435)
Influence of Impact Load on Transient Characteristics of Isolated Power System	LIU Zhengchun, ZHU Changqing, WANG Yong, LIU Jinning, XIE Pu(3443)
Novel Pilot Protection Scheme for Distribution Networks with Inverter-interfaced Distributed Generators	HAN Bowen, WANG Gang, LI Haifeng, ZENG Dehui(3453)
Influence Factors of Transmission Capacity and the Relationship Between Transmission Capacity and Power Network Topology	LIU Xing, DING Jian, HE Jingbo, LÜ Xi, JI Ping, WANG Jing(3463)

Honorary Chairman of Editorial Committee ZHENG Baosen

Chairman of Editorial Committee ZHANG Wenliang

Vice Chairmen of Editorial Committee GUO Jianbo TANG Yong GUAN Zhicheng LI Chengrong LIAO Ruijin

Members of Editorial Committee

DING Lijian	MA Weimin	WANG Chengshan	WANG Qingguo	WANG Xinxin	WANG Liming	WEN Xishan
WEN Jinyu	LU Xinpei	BAO Jiali	SIMA Wenxia	WU Xiong	LIU Yunpeng	LIU Shanghe
LIU Zehong	JIANG Xiuchen	YAN Keping	RUAN Ling	RUAN Jiangjun	YANG Yingjian	LI Jian
LI Peng	LI Licheng	LI Xingwen	LI Qingmin	LI Ruomei	LI Jianlin	LI Shengtao
DU Boxue	YAN Ping	WU Kai	WU Guangning	HE Jinliang	HE Junjia	QIU Aici
ZOU Jiyan	LU Jiazheng	LU Jiayu	CHEN Xiaoliang	CHEN Qingguo	CHEN Weijiang	ZHANG Zhitao
ZHANG Qiaogen	SHAO Tao	ZHOU Hao	ZHOU Yuanxiang	ZHENG Jianchao	HU Yi	HAO Yanpeng
ZHAO Peng	ZHAO Hongfei	LÜ Fangcheng	RAO Hong	XU Zheng	GAO Keli	TANG Ju
MEI Shengwei	CUI Xiang	SU Zhiyi	DONG Xuzhu	JIANG Xingliang	CHENG Shijie	ZENG Rong
LEI Min	LEI Qingquan	CAI Wei	PAN Yuan	XUE Yusheng		

Chengke Zhou(UK) E. Gockenbach (Germany) J. J. Smit (Holland) K. Hidaka (Japan) L. A. Dissado (UK)

M. Farzaneh (Canada) M. Muhr (Austria) S. Grzybowski (USA) S. M. Gubanski (Sweden)

Abstracted / Indexed in Ei Compendex Abstracts Journal
 Science Abstracts (INSPEC) Cambridge Scientific Abstracts
 Chemical Abstracts Japan Science & Technology Agency

Competent Authorities State Grid Corporation of China **Publication Number** ISSN 1003-6520

Sponsors National Center for High Voltage Measurement **CODEN** GAJIE5
 Chinese Society for Electrical Engineering **Add** Wuhan 430074, China

Editor and Publisher High Voltage Engineering Editorial Department of CEPRI **Web Site** <http://hve.epri.sgcc.com.cn>

Editor in Chief GUO Jianbo **E-mail** hve@epri.sgcc.com.cn

Director YAN Meng **Tel** 86-27-59835528, 59835518

Editor in Charge CHENG Zifeng **Fax** 86-27-59835529



HANHE 汉缆股份
HANHE CABLE

证券代码：002498



大截面特高压直流输电工程用导线
500 kV及以下超高压电力电缆及附件
500 kV及以下光电复合海底电力电缆

汉河电缆——为您提供电缆系统一体化解决方案

- 电缆与附件系统
- 状态检测设备及服务
- 输变电工程总包

地址：青岛市崂山区九水东路628号 邮编：266102
电话：0532-88817777 88817999 FAX：0532-88817558
<http://www.hanhe-cable.com> E-mail:hanhe2@hanhe-cable.com