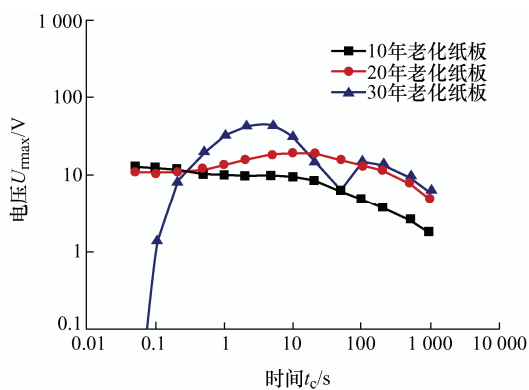


## 1 基于介电响应特性的油浸式电力变压器绝缘状态评估研究进展

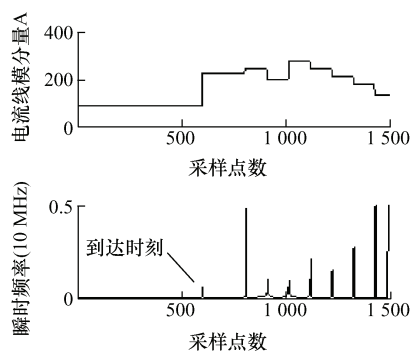
余浩 黄彦钦 尹钧毅 孟国栋 成永红



**摘要:** 油浸式电力变压器绝缘状态的可靠评估关乎整个电力系统的安稳运行, 变压器油纸绝缘的介电响应特性具有测量简便、受环境干扰小、携带绝缘信息丰富、对绝缘问题灵敏性强等优点, 国内外专家学者将其应用于变压器绝缘状态的无损评估中, 并展开了大量研究工作。基于此, 阐述了介电响应特性测量方法和原理, 重点在介电响应曲线随变压器绝缘状态变化规律的定性分析、新介电响应特征参数的提取和多维介电响应特征的融合这几方面成果进行了总结, 指出了现有研究的问题和不足, 并根据如今智能电网的发展, 展望了未来基于介电响应特性在变压器绝缘状态评估应用的研究方向。

## 18 基于 Hilbert-Huang 变换的配电馈线接地故障测距

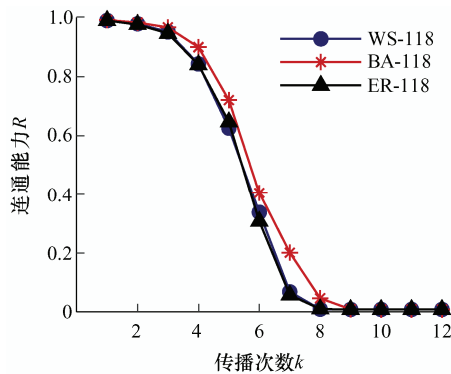
王艳松 徐海亮 衣京波 梁硕



**摘要:** 快速、准确地定位配电线路故障点对提高供电可靠性、实现智能电网具有重要的意义。提出一种新的接地故障行波信号时频分析方法, 对故障电流的线模分量和零模分量进行经验模态分解(Empirical mode decomposition, EMD), 得到多阶平稳的固有模态函数(Intrinsic mode function, IMF), 第一阶 IMF 含有较高的频率分量, 能反映信号的突变, 对第一阶 IMF 进行 Hilbert-Huang 变换, 得到信号的瞬时频率。由时频图中的瞬时频率检测出行波波头的到达时刻, 通过线模和零模波头之间的时间差计算出故障距离。仿真分析表明, 该算法能准确检测故障距离, 不受接地过渡电阻、短路时刻的影响。

## 27 电力信息耦合网络电力侧对信息侧鲁棒性影响研究

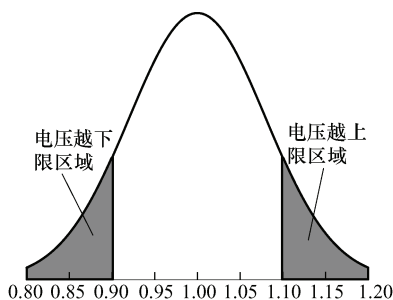
李 琰 吴妍瑜 徐天奇



**摘要:** 为研究耦合网络单侧网络拓扑结构对另一侧网络鲁棒性的影响, 首先基于复杂网络理论对电力信息耦合网络进行建模, 其次建立级联失效传播模型, 分析电力信息耦合网络电力侧网络拓扑结构特性对信息侧鲁棒性的影响, 最后针对单侧电力网的拓扑结构特点, 分别提出基于介数删边策略、保护高介数节点策略和基于最短路径加边策略。仿真结果表明, 无论在随机节点攻击模式下还是高度数节点攻击下, BA-118 耦合网络单侧信息网都表现出强于 WS-118 和 ER-118 的单侧信息网的鲁棒性, 并且基于介数删边策略、保护高介数节点策略和基于最短路径加边策略在对应耦合网络单侧信息网中都能提高其鲁棒性。

## 35 含非故障状态下风险评价的配电网自愈性综合评价

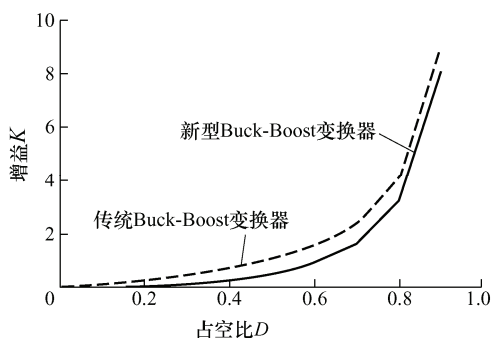
张 籍 蔡 勇 桑子夏 鄢 晶 沈玉兰 陈艳波



**摘要:** 全社会对供电可靠性的要求越来越高, 这就要求配电网具有良好的自愈性。在配电网自愈性评价方面, 已有研究往往忽视了对非故障状态下配电网自我消除故障隐患的评价。为全面评价配电网的自愈水平, 既考虑了故障之后的配电网自愈情况, 也考虑了非故障状态下的配电网风险评价。为定量评估配电网在非故障状态下面临的风险, 基于风险理论提出了线路过载风险、电压越限风险以及丢失负荷风险三个定量指标; 而在故障后的配电网自愈评价方面, 分别从用户、电网公司和社会的需求出发提出了自愈速度、自愈率、自愈控制操作复杂度、电压/电流恢复率、切负荷率、自愈投入费用与效果比、平均停电频率以及平均停电持续时间共八个定量指标, 从而构建了配电网自愈评价综合指标体系。针对以上指标体系的特点, 采用基于拓展加权平均算子的改进层次分析法对配电网自愈性进行全面评价, 最后通过仿真算例验证了所提方法的有效性。

## 45 一种新型 Buck-Boost 变换器

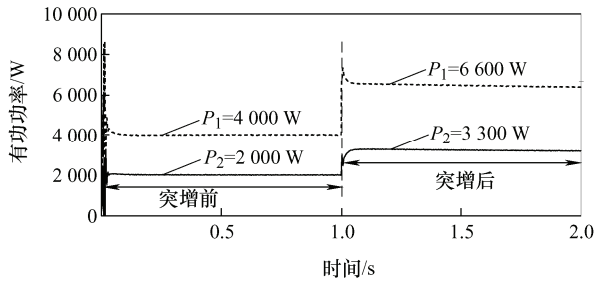
房绪鹏 蔡中明 王晴晴 题晓东



**摘要:** 针对传统 Buck-Boost 变换器的输出电压能力有限, 输出稳定性较差以及可调占空比范围不足等问题, 提出了一种新型 Buck-Boost 变换器拓扑, 对该变换器的工作原理进行了分析, 并推导了该变换器的输出和输入电压关系以及电容的电压应力表达式。与传统 Buck-Boost 变换器相比, 该变换器工作在更合理的占空比范围内, 实现了更好的降压效果。仿真的结果验证了理论分析的正确性。试验的结果表明, 该新型 Buck-Boost 变换器是可行的。

## 52 微网中逆变器并联控制功率分配的研究

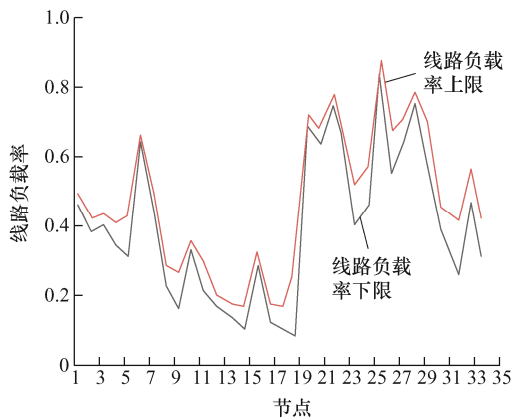
赵凯 由蕤 韩东旭 刘鑫



**摘要:** 微网中的分布式电源以逆变器为接口接入电网, 随着可再生能源接入比例的增加, 逆变器的并联运行控制成为一项关键技术, 此时无需通信互联线的下垂控制方法在微网系统中得到了广泛应用。针对逆变器并联控制系统, 分析了传统下垂控制方法的基本原理, 在该控制方法下由于输电线路的阻抗不同, 导致无功功率的精确分配受到影响。为此提出一种基于(Proportional integral, PI)调节器的改进下垂控制方法。利用 Matlab/Simulink 软件进行仿真, 仿真结果验证了所提控制方法的正确性和有效性。

## 59 基于仿射理论的配电网供电能力的研究

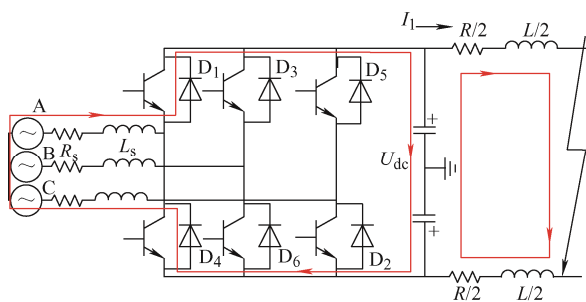
贾光耀 蔡福天



**摘要:** 为了解决风光等分布式电源并网对电力系统稳定性的影响, 处理好分布式电源出力波动带来的电力系统故障, 利用仿射数学理论的方法建立了光伏和风机出力不确定性的区间模型, 研究了复仿射潮流算法, 最后结合粒子群算法进行了最大供电能力的寻优。算例验证表明, 分布式电源的接入对电力系统供电能力产生了较大的影响, 复仿射潮流算法下可以给出系统节点电压、负载率区间, 以及最大供电能力区间, 该方法为分布式电源并网对电力系统的影响提供了定量分析的依据。

## 65 基于混合型柔性限流器直流配网故障暂态特性研究

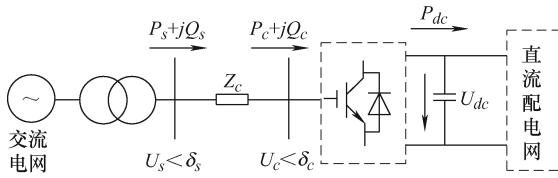
李清波 林佳壕



**摘要:** 针对直流配电网极间短路故障, 提出一种基于桥型电路的混合型柔性限流策略。限流装置由超导限流器和整流器控制的自激式限流器构成。系统正常运行时, 桥型电路通过二极管电流关系将中间支路旁路, 限流装置不接入系统, 不影响系统运行状态。系统出现极间短路故障时, 桥型电路的桥臂电流发生变化, 自然换路将限流装置接入系统。通过电阻型超导失超, 增加故障回路中的阻值大小; 自激式限流器中的限流电感在故障回路中形成反向的钳位电压, 减小放电回路的电压。并通过控制回路改变受控电感的钳位电压, 实现对故障电流大小的柔性控制。最后, 通过 Matlab/Simulink 仿真平台搭建配电网模型, 验证文中所提限流策略的可行性和有效性。

## 75 基于保留非线性算法的直流配电网潮流计算

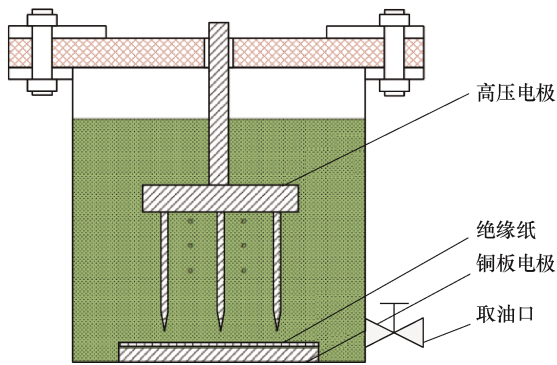
刁守斌 于涛 王建建 安鹏 李辛鹏



**摘要:** 随着直流负荷、直流电源的增加,直流供用电系统将成为未来配电系统的发展方向。为计算直流配电网的潮流分布,分析了电压源换流器的稳态模型及控制方式,建立了DC-DC变换器的统一稳态非理想模型,并在此基础上提出了基于保留非线性算法的直流配电网潮流计算。为解决保留非线性算法对初值要求高的问题,提出了一种利用线性潮流算法的解作为初值的方法,大大减少了迭代次数,所提算法在保证计算精度的同时提高了潮流计算速度。以30节点直流配电网模型为算例进行分析,并与牛顿拉夫逊算法计算结果对比,验证了保留非线性算法在计算速度上的优势。

## 85 电晕-热联合作用的油纸绝缘加速老化试验研究

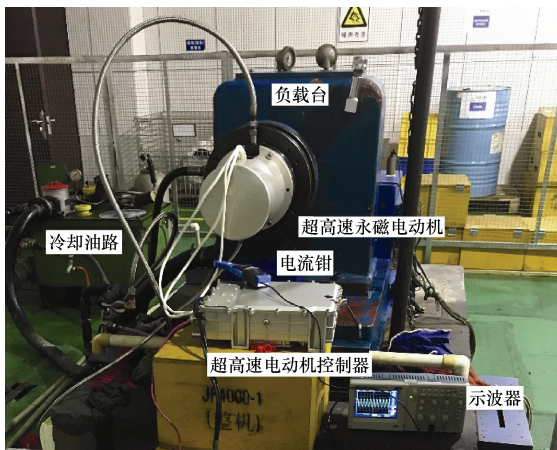
庄金康 兰生 黄明亮



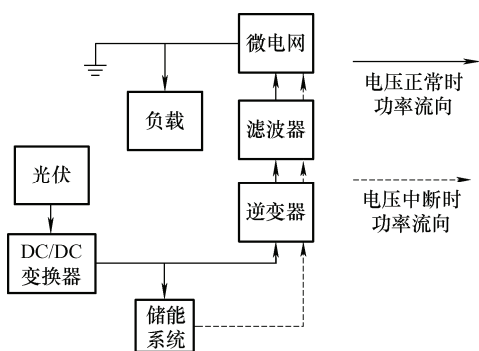
**摘要:** 为了研究油纸绝缘受到电晕-热联合应力作用下发生的老化问题,通过搭建电晕-热联合老化试验系统,进行了单应力热老化、电晕-热联合老化的双应力作用的对比试验,并对油纸绝缘的试验产物进行了测试分析。试验结果表明,两种老化都会加速油的分解和绝缘纸的老化,但是电晕-热联合老化使绝缘纸的老化速度更快,从而绝缘纸的聚合度下降更快并且糠醛含量的增加也更多。电晕放电热加速老化所产生的气体含量也多于单应力热老化。结果表明,电晕-热联合作用下,对绝缘纸的老化加速作用尤其明显,此研究为油纸绝缘加速老化试验方面提供一个新的研究方法,为实际油纸绝缘的电晕老化研究提供参考。

## 91 氢燃料电池高速空压机控制器设计

黄其 罗玲 薛利昆 曹朝晖 王晟

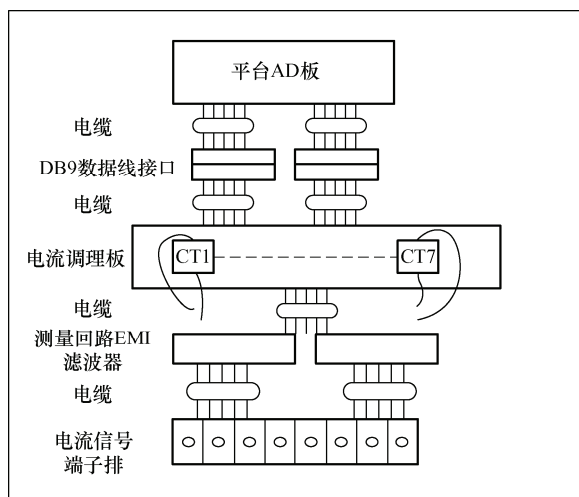


**摘要:** 氢燃料电池汽车对环境零污染,续航里程长,加上氢气燃料的来源非常丰富,是新能源汽车的一个重要发展方向。空压机是燃料电池的重要组成部分,离心式涡轮增压器采用高速永磁电动机直接驱动涡轮,无增速齿轮和润滑油,体积小、结构紧凑。针对氢燃料电池空压机,设计了一台高速永磁电动机控制器,软件上采用滑模观测器估算转子的位置和转速,“三段式”启动;硬件上采用集成电动机控制处理器的双核芯片,单电流传感器采样,普通IGBT功率器件。生产样机并搭建试验平台,对启动性能和调速性能进行测试。该控制器方案结构简单、成本低、性能稳定。



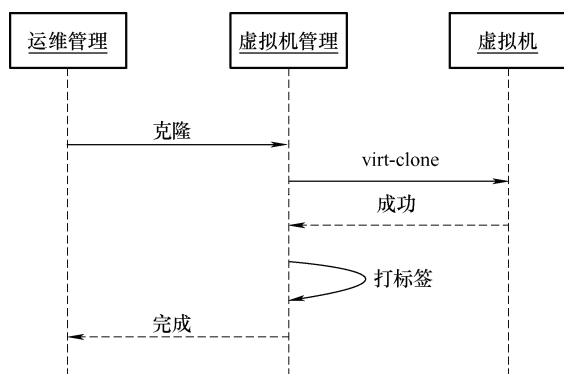
**摘要:** 针对微电网电压暂降问题, 设计了一种基于蓄电池-超级电容器混合储能的动态电压恢复器(Dynamic voltage restorer, DVR)系统。构造了一种大容量长寿命的混合储能 DVR 拓扑; 在电网电压正常及发生电压暂降时, 提出对 DVR 分别采用微电源下垂控制策略和复合控制补偿策略, 改善电压质量并提高设备利用率, 同时在电网电压中断情况下, DVR 还可发挥不间断电源(Uninterruptible power system, UPS)功能为负荷供电。利用 Matlab/Simulink 搭建了系统仿真模型, 仿真结果验证了所提 DVR 系统的有效性和正确性。

106 超高压串补测量系统接触类故障深入性研究



**摘要:** 在继电保护领域中, 测量系统电气二次回路接触类问题是导致设备故障的一个主要因素, 面对这类问题电力系统一线检修工作者大多通过表象和经验推断出结论, 然后进行回路排查, 直至问题解决。这种工作模式虽然也可以解决实际问题, 但缺乏对回路接触不良问题具体的现象归纳、原因分析、试验验证以及故障排查效果的后继跟踪, 只能做到一事一议。结合国内某超高压串补平台上测量系统一个接触类故障处理的全过程, 深入分析和研究非典型接触性故障的根源。通过对非典型接触类故障处理全过程的分析和总结, 有助于提高串补整体的运维检修技术。将该研究成果推广应用到电力系统继电保护领域运维检修工作中, 可以直接提高运维检修工作效率, 乃至区域电网的安全稳定运行水平。

114 变电站安全运维装置技术方案

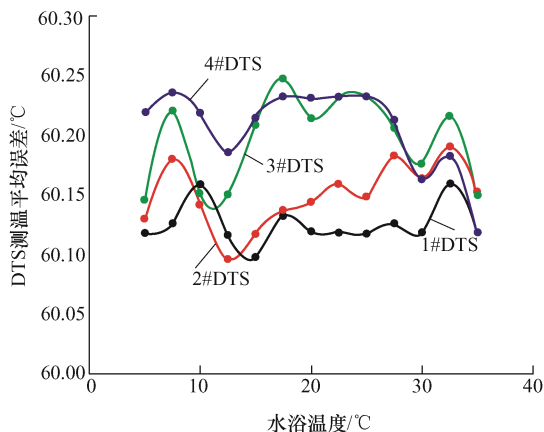


**摘要:** 当前在变电站内无论是生产设备运维还是生产系统运维, 都需要外部计算机或 U 盘的介入, 这给变电站运维带来极大的不安全性及管理难度, 为此提出一种安全运维解决方案, 使用一台移动计算机设备满足变电站内所有的运维工作。变电站内的运维场景多种多样, 从应用层完全覆盖较为困难, 针对这一问题, 技术偏向更为底层的虚拟化技术, 结合一整套管理方法, 对变电站运维的基础设施进行管理, 有效分割各个运维环境, 并且在运维当中优化操作流程, 减少运维人员对底层技术的关注。虚拟机的管理对使用人员相对透明, 使得变电站内运维更加安全、易用、可控和高效, 并通过一个试点项目, 验证了运维装置可行且易用。



## 121 电缆分布式光纤测温装置校验及温度补偿方法研究

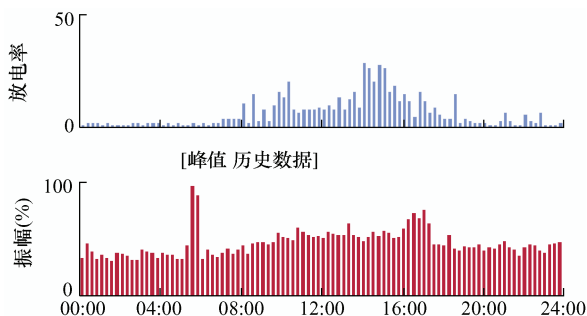
刘佳鑫 郎业兴 韦德福 唐红



**摘要:** 针对高压电缆分布式光纤测温装置无法系统化开展仪器校验与性能评估的问题,提出了一种电缆分布式光纤测温装置校验方法。基于该方法,研究开发了一套基于自动化温度控制与采集的智能校验平台,利用可编程的循环恒温水浴搭建了分布式光纤测温装置校验环境,同时对系统的温度测量准确度等主要技术指标进行校验。文中采用该校验平台对四台相同配置的电缆分布式光纤测温装置开展测温准确度校验,各台装置测温准确度均小于 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。通过改变环境温度获得了各台装置的温漂数据,采用三次拟合方法得到了各台装置在 $5\sim 35^\circ\text{C}$ 范围内的温度补偿公式。应用温度补偿后,各台DTS装置平均误差下降36%,最大误差下降85%,四台装置测温结果的准确性和一致性明显提高,温漂最大误差对比环境稳定时下降约33%,测温数据稳定性更高。

## 128 面向智能运维的新一代集约化智能环网柜研究与设计

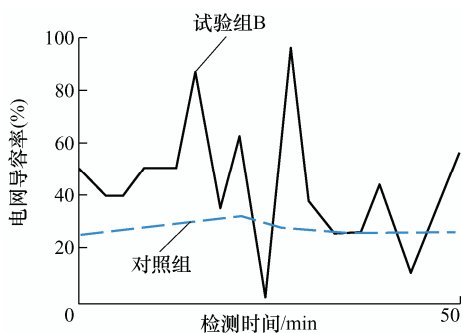
张耀宇 孔祥轩 刘振祥 蔡广林



**摘要:** 针对传统环网柜智能化程度不高、设备运行状态信息缺乏以及运维效率低下等问题,开展了面向智能运维的新一代集约化智能环网柜的研究,并形成了环网柜智能化建设设计方案。具体将 $\text{SF}_6$ 全绝缘环网柜在架构上分为、设备层、感知层和终端层,对各层进行数据流定义并结合物联网通信技术,从横向上实现设备之间的层内数据交互,在纵向上实现传感器、一次设备、终端以及主站间的层间智能协同,以此最大限度地整合环网柜的各类信息,为环网柜实现状态监测、运行控制、故障预判和智能运维等高级应用提供了技术支撑。

## 138 分布式多电源开环接线的不同模式的可靠性分析

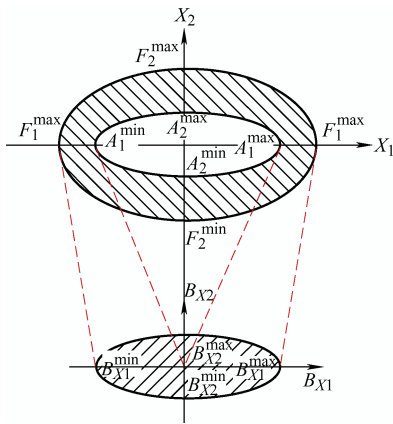
李响 王宝巍 欧阳卫年 喻翔



**摘要:** 为有效协调电网环境中的配置容量,针对不同模式分布式多电源开环接线法的可靠性展开研究。利用多电源滑模控制器协调分布式转矩间的电流比数值,进而计算电动机结构体的开环曲率,完成步进两相混合接线模式设计。重构配电网环境中的所有分布式节点,按照多级优化准则,计算开环馈线量的具体数值,完成双层配网规划接线模式设计。试验分析结果表明,该模式设计适应电网调度能力较强,与“一字”型开环接线法相比,应用步进两相混合接线模式后的电网容量超过 $100\text{ TW}\cdot\text{h}$ ,应用双层配网规划接线模式后的电网导容率达到90%,电网环境中的配置容量得到妥善协调,分布式多电源的应用可靠性出现明显上升趋势。

### 144 基于健康度和重要度的电力设备风险评估

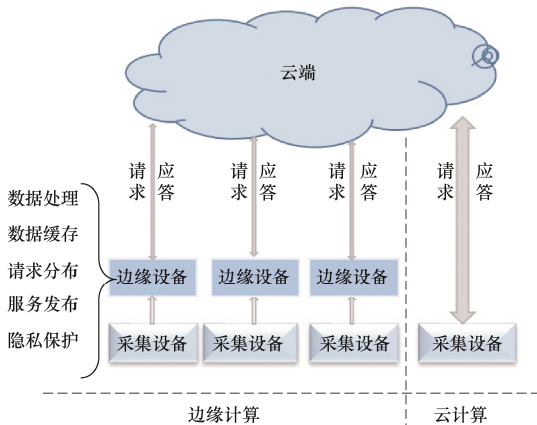
马青山 孙玉玮 邓伟超 俞鑫春 朱建宝 王中一



**摘要:** 由于电网事故发生的不确定性和事故造成的严重后果, 需要建立风险模型及评估体系以实现电力设备风险评估。为了给安全风险管控提供有用的设备运行信息, 提出基于健康度和重要度的电力设备运行风险评估方法。首先, 在电力设备电气量\非电气量参数、运行状态和运行限值的基础上构建设备健康度模型, 提出设备参数健康指标和综合健康指标。然后, 由设备运行涉及到的各个重要因子组成的重要度模型来表征设备异常运行后果的严重度, 综合电力设备运行的健康度和重要度, 完善风险评估体系。最后, 以某变电站系统为例进行仿真试验, 利用设备数据来验证所提出方法的适用性, 试验结果证明该方法能够有效评估设备潜在的风险, 提高供电的可靠性和安全性。

### 153 论电力基建业务中边缘计算的应用与实践

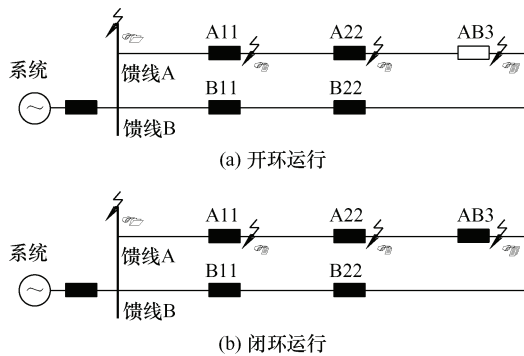
李兴 侯伟 杨宇 王鹏 苏海军 付铭明



**摘要:** 电力基础设施建设业务作为经济的发展基石, 对于提高经济高质量发展具有重要意义。相对于传统的电力基建, 新型电力基础设施建设的技术性和专业性更强, 同时更加趋向智能化。以线路基建现场中异常物体检测在边缘计算中的应用为例, 阐述了前端智能感知设备在新型基础设施建设的重要作用。与传统的云平台处理方式相比, 边缘计算设备更靠近数据源头, 响应更及时, 可靠性更高, 因此更加适合部署在网络环境不稳定, 响应要求高的业务场景。

### 161 典型配电网接线方式及组网方案的综合比较

黄学劲 庾力维 蔡昭群 陈中平



**摘要:** 针对当前中压配电网接线模式的研究方式及对比因素不全面问题, 提出对典型接线不同组网方案的综合比较。基于当前配电网各类典型接线, 以东莞电网实际参数为基础构建理想区域作组网研究, 采用故障遍历法计算由于故障引起的可靠性指标, 基于负荷密度分布的线损改进计算, 以PSD-SCCP 短路计算程序分析环网接线开/闭环方式短路水平, 基于净现值法分析的经济性指标以及各组网接线适应性等角度综合比较各组网方案应用情况。应用东莞实际混合线路环网组, 模拟电网建设初期及城市化进程下模式进行比较计算, 对比结果验证了论文对典型接线方式综合比较的可行性。基于典型接线方式的组网方案综合比较对地区配电网规划人员具有一定的启示和实际指导。

- 1 Review Progress on Insulation Condition Assessment of Oil Immersed Power Transformer Based on Dielectric Response Characteristics**  
YU Hao HUANG Yanqin YIN Junyi MENG Guodong CHENG Yonghong
- 18 Distribution Feeder Grounding Fault Location Based on Hilbert-Huang Transform**  
WANG Yansong XU Hailiang YI Jingbo LIANG Shuo
- 27 Research on the Robustness of the Information System Influenced by the Power System Based on the Cyber-physical Coupling System**  
LI Yan WU Yanyu XU Tianqi
- 35 Comprehensive Evaluation of Self-healing Ability of Distribution Network with Risk Assessment Under Non-fault State**  
ZHANG Ji CAI Yong SANG Zixia YAN Jing SHEN Yulan CHEN Yanbo
- 45 A New Buck-Boost Converter**  
FANG Xupeng QI Zhongming WANG Qingqing TI Xiaodong
- 52 Research on Power Distribution for Parallel Inverters in Micro-grids**  
ZHAO Kai YOU Rui HAN Dongxu LIU Xin
- 59 Research on Power Supply Capability of Distribution Network Based on Affine Theory**  
JIA Guangyao CAI Futian
- 65 Study on Fault Transient Characteristics of DC Distribution Network Based on Hybrid Flexible Current Limiter**  
LI Qingbo LIN Jiahao
- 75 Power Flow Calculation of DC Distribution Network Based on the Retaining-nonlinearity Algorithm**  
DIAO Shoubin YU Tao WANG Jianjian AN Peng LI Xinpeng
- 85 Experimental Study on Accelerated Aging of Oil-paper Insulation with Combined Effect of Corona and Heat**  
ZHUANG Jinkang LAN Sheng HUANG Mingliang
- 91 Design of Controller of High Speed Air Compressor for Hydrogen Fuel Cell**  
HUANG Qi LUO Ling XUE Likun CAO Zhaohui WANG Sheng
- 99 Research on Dynamic Voltage Restorer of Microgrid Based on Hybrid Energy Storage**  
HU Bo ZHAO Xingyong



- 106 In-depth Study on the Contact Fault of Ultra-high Voltage SC Measurement System**  
QI Baocai LI Yongbin MA Shunxu LI Bin YU Jinsong DA Kechao
- 114 Technical Scheme of Substation Safety Operation and Maintenance Device**  
LI Jin ZHANG Ximing XIE Xinglang LI Heng
- 121 Research on Calibration and Temperature Compensation of Distributed Optical Fiber Temperature Sensing Device for High Voltage Cable**  
LIU Jiaxin LANG Yexing WEI Defu TANG Hong
- 128 Research and Design of a New Generation of Intensive Intelligent Ring Main Unit for Intelligent Operation and Maintenance**  
ZHANG Yaoyu KONG Xiangxuan LIU Zhenxiang CAI Guanglin
- 138 Reliability Analysis of Different Modes of Distributed Multi-power Open Loop Wiring**  
LI Xiang WANG Baowei OUYANG Weinian YU Xiang
- 144 Power Equipment Risk Assessment Based on Health and Importance**  
MA Qingshan SUN Yuwei DENG Weichao YU Xinchun ZHU Jianbao WANG Zhongyi
- 153 On the Application and Practice of Edge Computing in Infrastructure**  
LI Xing HOU Wei YANG Yu WANG Peng SU Haijun FU Mingming
- 161 Comprehensive Comparison of Typical Distribution Network Wiring Modes and Networking Plans**  
HUANG Xuejin YU Liwei CAI Zhaoqun CHEN Zhongping