

变压器和断路器远程在线监视系统的设计与应用

陈文睿¹, 陈创¹, 廖晓春²

(1. 广州供电局有限公司, 广州 510620; 2. 武汉华电顺承科技有限公司, 武汉 430071)

摘要: 针对变压器和断路器运维存在的过度依赖人工前往变电站现场的低效问题, 介绍了故障录波器在变电站一次设备就地监视的特殊优势, 阐述了通过录波数据提取变压器和断路器状态参数的技术原理。提出了基于调度数据网对变压器和断路器设备信息进行远程在线监视、采集、评估和发布一体化集成平台的设计方案, 实现了面向运维策略的广域监视、信息分拣、特征识别、故障研判及状态评估等功能, 引入了具备自学习能力的规则特征库长效机制, 保证系统决策的科学性和适用性。在广州供电局的运行效果验证了系统对设备故障研判的时效性和潜在缺陷预测的准确性, 增强了变压器和断路器的状态评估能力, 提高了设备运行维护水平。

关键词: 一次设备; 运维策略; 录波数据; 调度数据网

中图分类号: TM73

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2018)01-0132-07

Design and Application of Remote Online Monitoring System for Transformer and Circuit Breaker

CHEN Wenrui¹, CHEN Chuang¹, LIAO Xiaochun²

(1. Guangzhou Power Supply Bureau, Guangzhou 510620;

2. Wuhan Huadian Shuncheng Science Technology Co., Ltd., Wuhan 430071)

Abstract: Aiming at the over-reliance on the inefficient operation of transformers and circuit breakers in the field of substation, introduced the special advantages of fault wave recorder on-site monitoring of substation primary equipment, and expounded the technical principle of extracting transformer and circuit breaker state parameters by wave recording data. This paper presented a design scheme of remote on-line monitoring, acquisition, evaluation and distribution of integrated platform for transformer and circuit breaker equipment based on dispatching data network, and realized the wide area monitoring, information sorting, feature recognition, fault research and status evaluation, and introduced the long-term mechanism of regular feature library with self-learning ability to ensure the scientific and applicability of system decision-making. The operation effect of Guangzhou Power Supply Bureau has verified the accuracy of system failure judgment and potential defect prediction, and enhanced the state evaluation ability of transformer and circuit breaker, and raised the level of operation and maintenance of high equipment.

Key words: primary equipment; operation and maintenance strategy; fault wave recording data; power dispatch data network

变压器和断路器作为变电站最昂贵和最重要的设备, 其自身健康状态直接关系到电网运行可靠性, 因此对其进行科学合理的运维非常关键, 一旦出现故障应及时诊断^[1]并加以控制。目前运维方

式^[2]的缺点首先在于依靠人力下站勘察, 耗时费工; 其次是勘察时机呈现周期性, 盲目被动。随着自动化和计算机运用技术的提高, 近年来出现一些就地监视系统^[3], 通过记录和测量设备相关电气信号来提高运维效率, 不仅造成额外投资, 也未从根本上改变过度依赖人工前往现场的局面。

故障录波器是我国电力系统主网高压变电站的标配, 电网扰动或故障^[4]时对断路器、变压器施加

收稿日期: 2017-11-23 修回日期: 2017-11-23

基金项目: 广州供电局科技项目“基于录波数据的变压器冲击电流与断路器开断电流统计评估系统的研发与应用”(GZM2015-1-0014)

的任何细微影响都能从故障录波器侧反映出来,包括电压量、电流量、开关位置、跳闸信号、冲击电流和开断电流等。优点如下:

1)覆盖范围广。我国 220 kV 及以上系统变电站的录波器已实现 100% 配置,110 kV 系统配置率超过 85%。

2)记录能力强。能够对断路器和变压器的电气负荷进行精准、不间断监视,自动变频、变长、无死区记录,监视通道数多、采样率高。

3)灵敏度好。丰富的单个/组合启动元件,故障和非故障情况下电网扰动都能触发录波器启动元件自动进行电压、电流及开关状态信号的全程记录。

4)适用性强。不仅能记录采样值,还能进行相关推导量在线计算,包括矢量、序量、谐波、功率、差流、潮流、电能等,满足多场景灵活需求。

上述优点为变压器和断路器设备的远程在线监视和状态评估^[5-8]提供了绝佳条件。基于录波器开展对断路器和变压器的远程在线监视、分析、统计和评估工作,取代人工前往现场抄记,能杜绝过去易发生的重抄、估抄、漏抄等情况,消除现场抄记容易引起的数据^[9]分散、信息割裂等现象,开展该领域的研究对增强变压器、断路器的状态评估能力及提高设备运行可靠性^[10]意义重大。

1 技术原理

电网故障时,运行人员往往面临两难选择,一方面应迅速果断切除和隔离故障点,另一方面又不能轻率随意关停带负荷设备。通过对变压器和断路器等核心设备建立科学、健全的状态评估机制,快速、准确的为设备检修策略提供技术指导和数据支持是解决问题的关键。

断路器的核心指标是短路开断电流冲击次数及幅值大小,前者直接影响设备寿命,后者则关乎其选型同电网运行方式的匹配性及是否构成一次性报废。变压器核心指标是各侧冲击电流大小,尤其是出口短路叠加重合闸失败类型的故障电流对变压器伤害极大,可通过各侧的断路器设备动稳定、热稳定电流等数据反映出来。亦即是说,变压器冲击电流的监视相当于同时开展变压器各侧断路器开断电流的监视。

通过故障录波数据记录的相关电气量及辅助节

点状态信息,可以直接归算和提炼断路器的负荷电流、开断电流、动稳定电流、热稳定电流及持续时间、跳闸时刻、分闸时刻、固有分闸时间、燃弧时间、熄弧时间等,进而统计累计开断次数、累计操作次数、累计最大开断电流、平均/极限分闸时间、燃弧时间、平均/极限固有分闸时间等重要指标,比对断路器额定参数和生命周期数据,评估断路器健康状态,提供设备检修时机、策略及辅助决策支持。各主要指标参数在故障录波图上对应关系如图 1 所示。

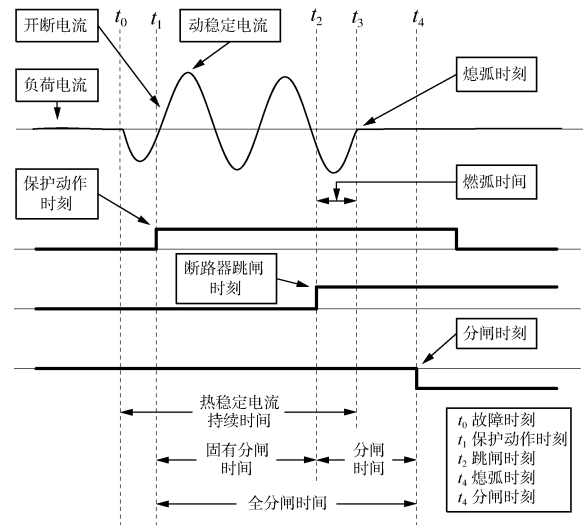


图 1 基于录波数据提取的参数指标

Fig. 1 Parameter index based on wave recording data extraction

2 系统设计

2.1 系统构成

系统由四大模块组成,分别为监视系统、采集系统、评估系统和发布系统,其中监视系统部署在厂站内,其余部署在调控中心的自动化通信机房内并构成故障录波信息采集管理平台^[11-12],厂站内系统同管理平台的采集系统通过电力调度数据网进行双向远程通信交互,如图 2 所示。

监视系统:由厂站内的故障录波器和各变压器、断路器等设备组成。每台录波器监视的模拟量通道数标配为 64 路,对应至少 2 台变压器,或 10 组断路器电流及相关电压量,变压器和断路器负荷扰动触发录波器启动元件,进而记录扰动前后电压、电流及开关位置等信息,生成满足 DL/T 553 技术条件的标准格式文件,并存储于录波器上位机。

采集系统：由调度侧通信机房内的通信服务器、存储服务器及部署其中的相应软件组成。通信服务器采用双击冗余配置方式提升可靠性，通过调度数据网远程采集故障录波器上位机的文件数据，无损放置于本地存储服务器。

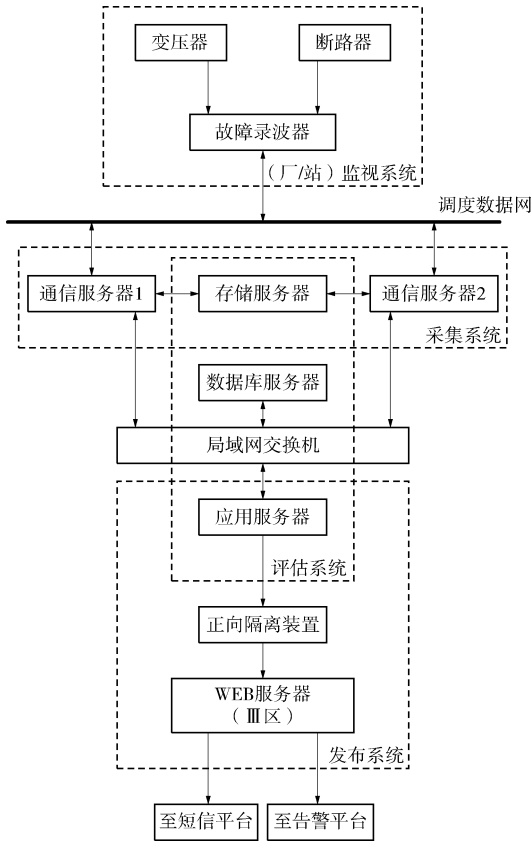


图2 系统构成

Fig. 2 System structure diagram

评估系统：由应用服务器和数据库服务器、存储服务器及部署其中的相应软件组成。负责对存储服务器的数据进行同步解构、分析和特征研判，完成变压器和断路器设备的在线状态评估。

发布系统：由应用服务器和正向隔离装置、WEB服务器及部署其中的相应软件组成。发布系统跨越电网安全防护的II区和III区^[13]，WEB服务器部署在III区^[13]，其余部署在II区^[13]，应用服务器通过正向隔离装置单向往WEB服务器同步信息，实现评估结果的多渠道接口实时发布，包括短信平台及告警平台等。

厂站内的每台录波器对应一个监视点，调控中心的采集系统连接网内所有监视点，进行一站式录波数据采集和分析处理。此设计符合我国电网“集

中管控，减员增效”的规划思路，轻松实现局、省和网级所有设备的全时段远程在线集中监视和状态评估。

设备状态的监视与评估过程如下：

1)部署于变电站端的监视系统灵敏反映变压器、断路器在故障和非故障状态下的冲击电流、开断电流信号及相关采样数据，转制成标准格式文件，并在上位机就地存储。

2)采集系统通过调度数据网同厂站内录波器上位机连接，完成录波数据的远程实时采集和海量无损存储。

3)基于录波器的厂商、型号和通信规约差异，由采集系统进行规约自适应，参照DL/T 667或DL/T 860标准执行。对于少数陈旧、不满足规范的设备，可兼容其私有规约。

4)评估系统在设备模型和台账信息的基础上完成录波信息的精确分拣、特征识别和归集统计，测算变压器及断路器主要技术参数，推演设备寿命周期、绝缘强度、机械强度等性能指标，从而完成设备的状态评估，给出科学合宜的检修时机及策略。

5)根据设备缺陷及检修时机，对应的设备状态评估分类为一般、严重和危急三档，指导内容从检修时间、检修类别、检修内容和整体决策四个方面开展，检修决策提供整体情况、状态量描述、诊断结果、原因分析及检修决策内容五项。评估结果经发布系统由WEB网页、短信平台、智能告警平台等渠道，实时递送到运行管理者手中，为设备隐患有效预控和电网安全稳定运行提供决策支持。

2.2 软件实现

系统软件由录波器就地监视分析、远程通信采集、信息精确分拣、特征识别及研判和状态评估五大部分组成，如图3所示。

录波器就地监视分析：通过部署于厂站内的故障录波器对变压器冲击电流、断路器开断电流进行24 h不间断监视及录波，录波数据通过调度数据网远程上送到调控中心，使用DL/T 667或DL/T 860标准通信规约，以保证系统的严谨性和开放性。

远程通信采集：通过标准规约对各监视点进行在线远程数据采集，完成录波数据校验、归档和存储。在硬件上采用双通信服务器冗余配置的方式提高系统可靠性，在软件设计上采用随机空闲轮询而非定点集中轮询的方式错峰调取各监视点录波数

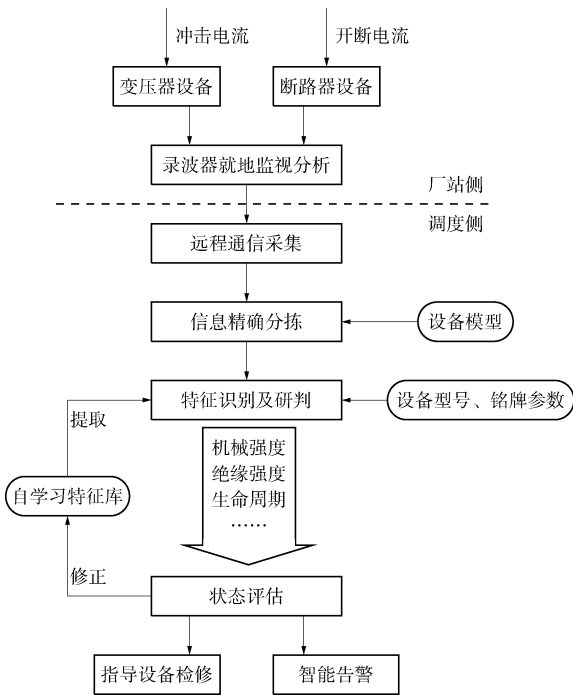


图 3 软件模块

Fig. 3 Software module diagram

据, 避开一次性大批量同时访问和采集数据, 以最大程度使用网络带宽, 及均衡通信服务器的 CPU 负荷率。

信息精确分拣: 针对通信采集系统的海量数据, 进行分类、分层和分级处理, 组合出后期针对单个变压器、断路器分析出相匹配的整组信息。考虑到电网基建、扩容和改造可能引发的设备监视环境变动影响, 引入一次设备模型对组合过程进行信息联动, 一次设备模型由调控中心专人维护, 也可同设备生命周期监视系统信息共享, 与现场实际配置一致且同步更新, 以提升系统信息分拣的精确性。

特征识别及研判: 对分拣后的信息进行分析测算, 在线计算和归集变压器冲击电流、断路器开断电流的幅值、持续时间、相应电压、开关位置等信息。基于电压器和断路器的物理配置和电气特征区别, 引入设备型号、铭牌参数等基础信息, 实现对单台设备进行量身定制的特征解构和研判, 归集设备机械强度、绝缘强度、生命周期等参量。分析的目标对象不同则提取的基础特征数据也不同, 变压器需提供检修时机和策略数据, 断路器则还需要提供方式调整所需的短路数据、开关检修数据等, 差

异化处理以提高系统的严谨性和适用性。

状态评估: 通过特征识别及研判的结果, 设备相关性及其对应参数, 分类计算权重。在设备模型和台账信息的基础上完成录波信息的精确分拣、特征识别和分析统计, 测算变压器短路冲击电流、持续时间、冲击频次等, 及断路器累计操作次数、累计短路开断次数、最大短路电流、开断电流、动稳定电流、热稳定电流、关合电流等, 据此推演设备寿命、绝缘强度、机械强度等性能指标, 从而完成设备的状态评估。状态评估将对设备检修提供数据支撑、方案优化和检修指导等全方位的支持, 可通过 WEB、短信平台和告警平台等多个渠道向运维管理人员及时发布信息。如图 4 所示。

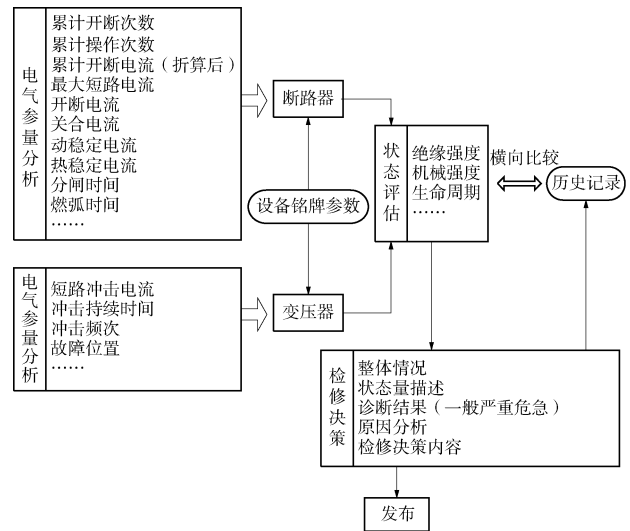


图 4 状态评估流程

Fig. 4 Status evaluation flowchart

2.3 自学习规则特征库

在保证系统的智能化方面, 结合一次设备台账及铭牌参数信息, 开发了具有自学习功能的特征库。

1) 通过人工预置, 将常用规则输入作为基础信息。

2) 然后通过试运行情况与实际设备状态进行对比, 对基础规则进行丰富完善。

3) 引入线性机制和神经网络算法^[14-15], 将单点规则进行有序逻辑关联, 以适应真实场景的组合特征信息抽取和快捷比对。

4) 建立动态规则扩充和修正信息链, 系统在运行过程自行根据运算和评估结果, 对规则信息进行

延伸和调整。

基于规则点表内核驱动机制的特征库，能够对系统的分析评估提供在线、精确的决策支持，系统运行时间越长，修正的次数越多，特征库的内容就越丰满，算法也越科学，对断路器和变压器的检修指导也更趋有效。

2.4 预测算法及其鲁棒性分析

基于自学习特征库的预测算法综合了极值限定法、趋势评估法和相似推定法等手段，因时制宜的进行变压器和断路器故障预测，并保证算法在各场景下的鲁棒性。

1) 极值限定法。根据各设备出厂铭牌参数，对各监视量及推导电气量进行极值设定，系统运行时不断进行相关监视量在线运算和极值比较，一旦发生极值越限则立即提示告警。如断路器开断电流超过额定值、累计开断次数达到出厂寿命值等，某断路器分闸时间越界(正常范围: 3~12 ms)而告警的情况如表1所示，经查为断路器操作机构二次控制回路故障。

表1 某断路器分闸时间越界告警

Tab. 1 Breaking time of a circuit breaker breakout alarm

开断次数	开断电流/kA	动稳定电流/kA	热稳定电流/kA	热稳定持续时间/ms	分闸时间/ms
1	17.26	24.54	15.17	59	7
2	21.07	29.46	18.36	57	7
3	18.43	26.54	15.78	62	8
4	24.76	33.43	20.37	55	10
5	8.19	16.64	5.54	75	23

注: 带框部分为判定越界数据。

2) 趋势评估法。对同一个设备的相关电气量进行连续跟踪记录，若某电气量发生同向波动且有增强迹象，可认为其运行环境经受不可逆破坏，应提示告警。某断路器热稳定持续时间增大而告警的情况如表2所示，经查为断路器触头烧损产生凹坑造成灭弧能力下降。

3) 相似推定法。对同一个监测点设备的相关电气量进行特征组合连续记录分析，并同其历史故障时一系列特征进行组合比对，如各特征量相似度极高则告警并提示疑似故障位置。台风季某变压器中压侧线路发生电网出口短路后，经自动装置重合成功，125 s后再次故障后重合失败的特征记录情况如表3所示。系统自动比对和匹配出往年类似电网

故障时的各特征记录情况如表4所示。对比可见，两次记录均为出口短路故障，具有短路电流过高、冲击频次较大、数值相当等相似性，因往年为短路冲击导致变压器绕组变形令绝缘强度降低，系统据此告警并提示，经查该变压器的确出现中压侧绕组变形和绝缘破坏等现象。

表2 某断路器热稳定持续时间持续增大告警

Tab. 2 A circuit breaker thermal stability continued to increase the alarm

开断次数	开断电流/kA	动稳定电流/kA	热稳定电流/kA	热稳定持续时间/ms	分闸时间/ms
1	9.33	15.16	7.72	57	7
2	11.15	18.02	9.11	59	6
3	13.65	19.74	10.97	60	8
4	8.27	13.82	7.03	73	9
5	7.42	11.51	6.01	88	9

注: 带框部分为判定增大数据。

表3 某变压器连续三次出口短路故障时的开断记录

Tab. 3 A transformer three consecutive short-circuit the export of the fault record

开断次数	开断电流/kA	动稳定电流/kA	热稳定电流/kA	故障位置/km	间隔时间/s
1	16.56	21.23	12.72	1.13	超过1 d
2	26.77	34.53	19.11	1.13	125
3	23.42	30.87	17.97	1.13	72

注: 带框部分为判定组合相似数据。

表4 某变压器往年连续三次出口短路故障时的开断记录

Tab. 4 A transformer in the past three consecutive exports short-circuit fault record

开断次数	开断电流/kA	动稳定电流/kA	热稳定电流/kA	故障位置/km	间隔时间/s
1	21.35	27.51	18.66	1.35	超过1 d
2	20.43	26.02	15.54	1.35	119
3	21.06	26.69	16.21	1.35	81

注: 带框部分为判定组合相似数据。

基于计算机的多线程支持，各种预测算法能够同时支撑系统运行，在特征库的支持下快速比对，提出评估依据，良好适应了远程条件下各型设备故障的自动告警需求，有利于运行人员及时发现故障，制定检修策略，合理作出更换设备或调整电网运行方式的决策。

3 应用分析

项目在广州供电局开展基于故障录波主站的全

网设备状态远程在线监视评估试点运用,系统部署一年来,累计发布故障点警报24次。其中21次与巡检故障重合,发布时效性由过去的小时级提升为秒级;3次为不易察觉的设备内部隐患预警,经现场勘察检修后隐患排除,实现了提前干预的效果。

此外,系统在施工、测试、运行等方面展示了全方位的优势:

1) 系统建设期对发电厂、变电站改动最小,对原有设备运行无任何影响。

2) 现场施工少。一站式建设,覆盖全网全部设备,大幅降低投资规模和建设周期,见效快。

3) 自动化程度高。终结了之前人工多点、盲目巡查的历史,提供持续不间断的多点集中状态监视,效率高。

4) 检修决策准。自学习功能的状态评估决策支持系统,改变了当前依靠人工经验判别设备缺陷的滞后筛查机制,建立了多场景、跨专业协作的平台级科学评估体系,提高了检修时机、检修内容等指标精度,提升了决策效率。

5) 维护故障录波信息采集管理平台一套系统即可,不需要前往分布各地的变电站监控室及设备现场。

6) 延伸了信息发布渠道。过去的检修信息需人工抄送和电话、邮寄上报,现在改为WEB、短信甚至APP推送。

系统采用集中评估机制,自动统计和归集设备信息及历史状态,支撑各种组合查询、归类统计和横向纵向比对分析,对过去同类业务进行了极大拓宽,设备运维由过去的“到期就修”提升为“当修则修”,社会和经济效益明显提升。

4 结论

本文提出了通过在调控中心侧实时采集各厂站侧录波器相关电气量和开关节点信号开展一次设备在线监视评估的系统设计方案,在线分析短路电流冲击下录波数据各特征量反映出来的变压器和断路器运行状态,以实现网/省/地层面面对全网一次设备远程非侵入式、高覆盖率的监视评估。系统充分依托电力系统自动化和信息化优势,克服了变电站一次设备运维长期存在的过度依赖人工现场抄录和信息孤岛缺点,构建了稳定可持续性的综合评估体系,在广州供电局的应用情况表明,系统对录波数

据中一次设备特征量的辨识和提取既快又准,对实际运维的支撑作用非常明显。

本文解决了大电网背景下规模化一次设备在线评价的渠道建设和数据采集问题,符合当前“节能低碳、减员增效”的电网管理理念,而围绕本系统进行调控中心侧录波数据的融合分析及高阶维度的算法挖掘,提出更精细化的设备运维检修策略,将是下一步研究的重点方向。

参考文献:

- [1] 董明,张勇,张岩,等.含电气量信息的电力系统故障诊断解析模型[J].电力系统自动化,2013,37(6):55-62.
DONG M, ZHANG Y, ZHANG Y, et al. An analytic model for power system fault diagnosis employing electrical data [J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(6): 55-62.
- [2] 姚碧玉,谢国财.面向运维的电网运行数据分析系统开发[J].广东电力,2016,29(10):92-96.
YAO J Y, XIE G C. Development of operational data analysis system for operation and maintenance of power grid [J]. Guangdong Electric Power, 2016, 29(10): 92-96.
- [3] 严胜.智能电网变电站集中监控告警专家处理系统的研究与应用[J].中国科技信息,2009(17):25-27.
YAN S. Study and application of alarm expert handling systems for smart grid substation centralized monitoring [J]. China Science and Technology Information, 2009(17): 25-27.
- [4] LEE H J, AHN B S, PARK Y M. A fault diagnosis expert system for distribution substations [J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2000, 15(1): 92-92.
- [5] 侯雨仲,王秀丽,刘杰,等.基于拟蒙特卡罗方法的电力系统可靠性评估[J].电网技术,2015,39(3):744-750.
HOU Y S, WANG X L, LIU J, et al. A quasi Monte Carlo based power system reliability evaluation [J]. Power System Technology, 2015, 39(3): 744-750.
- [6] 翟瑞聪,谢善益,高雅,等.电力设备在线监测装置一致性测试评价体系[J].广东电力,2016,29(1):83-86+91.
ZHAI R C, XIE S Y, GAO Y, et al. Testing and evaluation system for consistency of power equipment online monitoring device [J]. Guangdong Electric Power, 2016, 29(1): 83-86+91.
- [7] 刘问宇,崔晨.电力系统通信设备状态评价方法[J].南方能源建设,2015,2(增刊1):147-150.
LIU W Y, CUI C. Evaluation approach of communication facilities in power grid [J]. Southern Energy Construction, 2015, 2 (Supp. 1): 147-150.
- [8] 豆朋,王红斌,杜双育.变压器生产厂家产品质量评价模型[J].广东电力,2016,29(1):119-123+130.
DOU P, WANG H B, DU S Y. Product quality evaluation model for transformer manufacturer [J]. Guangdong Electric

Power, 2016, 29(1): 119-123 +130.

- [9] 王德文, 肖凯, 肖磊. 基于 Hive 的电力设备状态信息数据仓库 [J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(9): 125-130.
WANG D W, XIAO K, XIAO L. Data warehouse of electric power equipment condition information based on Hive [J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(9): 125-130.
- [10] BOWLES J B. Commentary-caution: constant failure-rate models may be hazardous to your design [J]. IEEE Trans on Reliability, 2002, 51(3): 375-377.
- [11] 张琳波, 李本瑜, 翟海燕, 等. 电网故障录波主站系统的设计 [J]. 云南电力技术, 2015, 43(5): 89-91.
ZHANG L B, LI B Y, ZHAI H Y, et al. Design of high-performance main system of fault recording in power grid [J]. Yunnan Electric Power, 2015, 43(5): 89-91.
- [12] 黄翔, 陈志刚. 智能电网大数据信息平台研究 [J]. 南方能源建设, 2015, 2(1): 17-21.
HUANG X, CHEN Z G. Research on big data information platform for smart grid [J]. Southern Energy Construction, 2015, 2(1): 17-21.
- [13] 郭创新, 陆海波, 俞斌, 等. 电力二次系统安全风险研究综述 [J]. 电网技术, 2013, 37(1): 112-117.
GUO C X, LU H B, YU B, et al. A survey of research on security risk assessment of secondary system [J]. Power System Technology, 2013, 37(1): 112-118.
- [14] XIONG G, SHI D, CHEN J, et al. Divisional fault diagnosis of large-scale power systems based on radial basis function neural network and fuzzy integral [J]. Electric Power Systems Research, 2013(105): 9-19.
- [15] 张文涛, 王成山. 基于概率神经网络的电压暂态扰动分类 [J]. 电力系统自动化, 2007, 31(18): 34-38.

ZHANG W T, WANG C S. Classification of the voltage transient disturbances based on probabilistic neural networks [J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(18): 34-38.

作者简介:



CHEN W R

陈文睿

1984-, 男, 海南海口人, 工程师, 本科, 主要从事变电站继电保护和自动化现场维护工作 (e-mail) chen_wr@sina.com。



CHEN C

陈创

1975-, 男, 广东信宜人, 高级工程师, 本科, 主要从事变电站继电保护和自动化现场维护管理工作 (e-mail) jiycc@139.com。



LIAO X C

廖晓春

1976-, 男, 湖北武汉人, 高级工程师, 工学博士, 主要从事智能电网、电力系统信息集成类技术研发工作 (e-mail) wh-sckj@139.com。

(责任编辑 高春萌)

订 阅

《南方能源建设》的办刊宗旨立足于为能源行业尤其是电力行业工程建设提供技术支持和信息服务, 推广新理论、新技术的工程应用, 提高我国能源建设质量和技术水平。主要面向全国能源行业尤其是电力行业设计、建设、制造等企业、以及相关的研究机构 and 高等院校的广大工程技术人员、管理人员、专家学者等。本刊设有能源资讯、专家论坛、规划咨询、勘测设计、施工建设、装备制造、工程管理、投资运营、运行维护、案例分析、简讯等栏目, 将优先报道低碳环保、节能减排等技术研究和工程应用以及风能、太阳能、生物质能、海洋能等可再生能源的技术研究及工程建设。

出版周期: 季刊(季末25号)

订阅年价: 60元

国内刊号: CN 44-1715/TK

国际刊号: ISSN 2095-8676

联系电话: 020-32116043

传 真: 020-32118078

期刊网站: <http://energy.gedi.com.cn>

微 信 号: ceec-gedi