

中文核心期刊·中国科技核心期刊·RCCSE中国核心学术期刊(A)·中国学术期刊(光盘版)收录期刊
美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊·英国《科学文摘》(SA, INSPEC数据库)收录期刊
美国《剑桥科学文摘》(CSA)收录期刊·《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊

ISSN 1001-1390
CN 23-1202/TH
CODEN DYYIA7

月刊

11
2021

第58卷 第11期
Vol.58 No.11



电测与仪表

Electrical Measurement & Instrumentation

NARI 南瑞集团有限公司
NARI GROUP CORPORATION

国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司
WUHAN NARI LIMITED LIABILITY COMPANY OF STATE GRID ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

变压器综合监测系统

产品简介

可自动、连续或周期性采集设备状态监测信息、向后台传送标准化数据分析结果和预警信息、接收下传控制命令；

具备特征参量实时显示功能、支持单一参量趋势分析、阈值及趋势报警、历史数据查询、报表生成等功能,支持阈值设定、数据召唤参数设置等远程控制功能；

具备特征参量可组态、多参量同步实时显示功能,评估诊断,可实现定制化预警功能；

支持IEC61850、Modbus-RTU、Modbus-TCP、MQTT等接口和协议。

配置方案

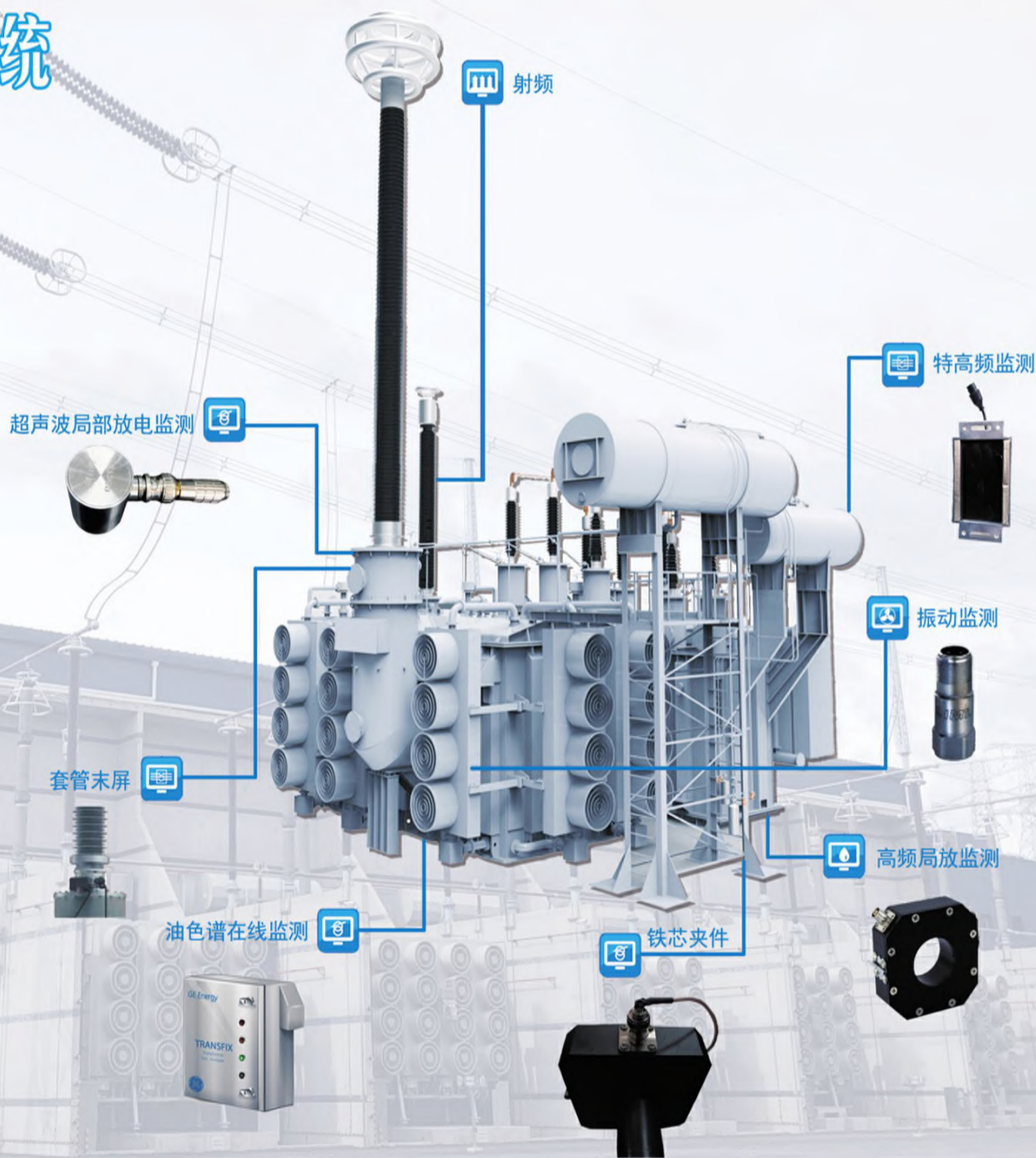
系统采用模块化结构设计,可根据用户需求进行灵活配置,以满足不同应用场景的具体需求,按照需求等级可分为标准款、高级款、全方位监测款以及重点区域加强款。

标准配置方案

油中溶解气体监测、铁芯夹件接地电流监测、高频局放监测、超声局放监测、振动监测。

可选配置

特高频局放监测、射频局放监测、套管状态监测、红外测温。



地址 (ADD) : 湖北省武汉市洪山区珞喻路143号
电话 (TEL) : 027-59834888 (营销咨询) 400-00 95598 (客服热线)
网址 (Web) : <http://www.sgepri.sgcc.com.cn>

邮编 (POST) : 430074
传真 (FAW) : 027-59834777
邮箱 (E-Mail) : whnr@sgepri.sgcc.com.cn

ISSN 1001-1390



万方数据

哈尔滨电工仪表研究所有限公司
中国仪器仪表学会
电磁测量信息处理仪器分会

主办



电测与仪表[®]

DIANCE YU YIBIAO

(月刊 1964 年创刊)

第 58 卷 第 11 期

2021 年 11 月

(总第 760 期)

主管单位：哈尔滨电工仪表研究所有限公司

主办单位：哈尔滨电工仪表研究所有限公司
中国仪器仪表学会电磁测量信息
处理仪器分会

社 长：刘 文

主 编：刘献成

执行主编：王艳丽

本期责编：王克祥

英文编辑：金 鑫

编辑出版：哈尔滨金河电测与仪表杂志出版
有限公司

通信地址：哈尔滨市松北区
创新路 2000 号

邮政编码：150028

户 名：哈尔滨金河电测与仪表杂志出版
有限公司

开 户 行：中国银行股份有限公司哈尔滨新
区分行

账 号：172746320870

联 行 号：104261004009

在线投稿：<http://www.emijournal.net>

编辑部：0451-86611021

邮 箱：dcyb@vip.163.com

广告部：0451-86693434

广告邮箱：dcyyb_wjl@163.com

广告联系：王家隆

广告设计：朱月娇

排 版：哈尔滨金河电测与仪表杂志出版
有限公司

印 刷：哈尔滨华德印务有限公司

国内发行：哈尔滨市邮局

邮发代号：14-43

订 购 处：全国各地邮局

国外发行：中国国际图书贸易集团有限公司

国外代号：M4150

刊 号：ISSN 1001-1390
CN 23-1202/TH

国际刊名代码 (CODEN)：DYIYA7

出刊日期：每月 15 日

国内定价：30 元 / 期

目 次

低碳与综合能源技术专题

- 01 碳中和及其对电磁测量技术的新需求
..... 祝毛宁, 张蓬鹤, 赵伟, 杨文强
- 08 双碳目标下考虑源荷不确定性多能互补系统优化运行模型
..... 宋雪莹, 陈杰, 刁利, 谭忠富, 李伯婧
- 16 面向双碳行动目标的配电传感技术提升策略
..... 花之蕾, 贾璐瑞, 樊冰
- 23 碳中和目标下基于需求响应的用户特性优化研究
..... 李鹏, 王世谦, 谢安邦, 祖文静
- 32 计及供气充裕性的电-气互联综合能源系统低碳经济调度
..... 白云, 贾燕冰, 陈浩, 刘若河, 田丰, 李朝阳
- 39 碳交易在综合能源系统规划与运行中的应用及展望
..... 万文轩, 冀亚男, 尹力, 吴恒
- 49 考虑热动态和碳交易的电-气-热综合能源系统协调调度
..... 杨秀, 柴梓轩, 刘方, 田英杰, 王皓靖, 徐耀杰

理论与实验研究

- 59 基于大数据分析的电力信息系统安全状态监测技术研究
..... 丁斌, 袁博, 郑焕坤, 邢志坤, 王帆
- 67 基于图像处理的继电保护装置定值自动核对方法
..... 常俊晓, 应宇鹏, 廖小兵, 黄镇
- 74 基于 LMD 边际谱能量熵与 FWA-SVM 的变压器绕组松动诊断
..... 颜锦, 马宏忠, 朱昊, 张勇, 李勇, 许洪华
- 81 基于斯塔伯格博弈的多利益主体需求响应策略
..... 谢雄, 崔雪, 刘洋, 周斌, 唐佳, 刘海棠
- 89 针对虚拟电池的 HIL 仿真平台研究
..... 齐洪峰, 王轶欧, 何锡添, 张言茹, 王占国

能源互联网

- 93 基于 LSTM 的智能电网链路质量置信区间预测
..... 向征
- 101 基于卷积神经网络与多维度电力大数据的信用评估系统
..... 林晓静, 刘文, 甘超飞, 简燕红, 肖郑海
- 107 联合工业及中小型用户需求响应的日前调度优化研究
..... 杨昆, 杨涵庚, 夏能弘, 苟庆林
- 113 抽水蓄能机组孤网运行稳定特性分析
..... 陈煌, 黄汉昌, 黎值源, 陈超, 龚若飞

目次

测量与控制

- 121** 基于 CNN 和 LightGBM 的新型风电功率预测模型
..... 张爱枫, 段新宇, 何泉峰
- 128** 双管件电磁约束成形的电磁分布与均匀性变形研究
..... 邱立, 何晨骏, 张望
- 136** 基于大数据的数字化电能计量误差分析
..... 田园, 张梅, 保富, 原野
- 142** 基于压缩感知的稀疏度自适应超高次谐波检测算法
..... 刘建锋, 励晨阳, 余光正, 田野, 张甜
- 150** 考虑不平衡责任的奖罚性电能计量新方法
..... 脱长军, 田铭兴, 孙立军
- 157** 输电线路移动式不间断自主智能巡检技术研究
..... 许保瑜, 赵毅林, 陈庆宁, 吴圆波

仪器仪表

- 164** 基于智能电能表误差检测的非侵入式电网故障定位及运维调度
..... 刘婧, 苏良立, 陈昊, 乔亚男, 刘浩宇
- 170** 基于属性一致性理论的电能表软件可靠性测试结果处理及评估研究
..... 刘光界, 李翔, 陈叶, 王恩, 金琦皓, 赵振刚
- 179** 面向开关柜状态监测的多感知集成智能传感终端设计与实现
..... 李超, 谢辰璐, 徐铖, 朱裕庆
- 186** 基于改进优化隶属度函数的便携式电量计量装置综合评估方法
..... 张月, 赵罡, 胡春光, 顾文彬
- 194** 基于 Thevenin 模型的蓄电池内阻监测装置的现场校验方法研究
..... 李晶, 陈轲娜, 罗洋, 刘益岑

- 中文核心期刊
- 中国科技核心期刊
- RCCSE 中国核心学术期刊(A)
- 中国期刊方阵双效期刊
- 中国学术期刊(光盘版)收录期刊
- 美国《剑桥科学文摘》(CSA)收录期刊
- 美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊
- 英国《科学文摘》(SA,INSPEC 数据库)收录期刊
- 《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊

《电测与仪表》 编辑委员会

顾问委员会 (按姓氏笔画排序)

尤政(院士) 叶声华(院士)
庄松林(院士) 吴澄(院士)
张广军(院士) 张钟华(院士)
李天初(院士) 李同保(院士)
房建成(院士) 金国藩(院士)
姜会林(院士) 高洁(院士)
谭久彬(院士)

编辑委员会

主任委员

张钟华(院士)

副主任委员

赵伟 贺青 刘文

委员 (按姓氏笔画排序)

于晓洋 王立欣 王有元
王学伟 王雪 王群京
王磊 公茂法 付志红
冯庆东 白凤山 刘开培
刘金权 刘国海 刘建锋
刘健 刘献成 孙金玮
曲延滨 余涛 张彤
张革 张国荣 张峰
李仁发 李开成 李红斌
李辉 杜新纲 杨俊华
肖勇 陆以彪 陈玉
陈向荣 陈向群 周宗发
孟宗 陆祖良 郑建勇
赵永平 徐永海 钱政
高云鹏 章欣 黄琦
雷民 谭志强 魏国



Electrical Measurement & Instrumentation
 (Monthly, Founded in 1964)
 Vol. 58 No.11 (Ser. 760) November, 2021

Competent Authority:
 Harbin Research Institute of Electrical
 Instrumentation Co., Ltd.

Sponsor:
 Harbin Research Institute of Electrical
 Instrumentation Co., Ltd.
 Electromagnetic Measuring and
 Information Processing Instruments
 Branch of China Instrument and
 Control Society

Prisident: Liu Wen
Editor in Chief: Liu Xiancheng
Executive Editor in Chief: Wang Yanli
Responsible Editor: Wang Kexiang
English Editor: Jin Xin

Editing & Publishing:
 Harbin Jinhe Electrical Measurement &
 Instrumentation Magazine Publishing
 Co., Ltd.

Address:
 No.2000, Chuangxin Road, Songbei
 District, Harbin, China

Zip Code: 150028

Online Contribution:

<http://www.emijournal.net>

Editorial Office: 0451-86611021

Email: dcyb@vip.163.com

Advertisement Office: 0451-86693434

Advertisement Email: dcyb_wjl@163.com

Advertisement Contact: Wang Jialong

Advertisement Design: Zhu Yuejiao

Printing:
 Harbin Huade Printing Co., Ltd.

Domestic Distributor: Harbin Post Office

D. P. Code: 14-43

Subscription: Post Offices in China

General Foreign Distributor:
 China International Book Trading Group
 Co., Ltd.

F. P. Code: M4150

CSSN: ISSN 1001-1390
 CN 23-1202/TH

CODEN: DYYIA7

Publication Date: 15th per month

Domestic Price: RMB 30 per issue

CONTENTS

Low Carbon & Integrated Energy Technology Column

- 01** Carbon neutrality and its new demand for electromagnetic measurement technology
 Zhu Maoning, Zhang Penghe, Zhao Wei, et al
- 08** Optimal operation model of multi-energy complementary system considering source-load uncertainty under double carbon target
 Song Xueying, Chen Jie, Diao Li, et al
- 16** Power-distribution-sensing technology promoting strategy oriented for peak emission and carbon neutrality
 Hua Zhilei, Jia Lurui, Fan Bing
- 23** Research on optimization of user characteristics based on demand response under carbon neutral goal
 Li Peng, Wang Shiqian, Xie Anbang, et al
- 32** Low-carbon economic dispatch of electric-gas interconnection systems considering gas supply adequacy
 Bai Yun, Jia Yanbing, Chen Hao, et al
- 39** Application and prospect of carbon trading in the planning and operation of integrated energy system
 Wan Wenxuan, Ji Ya'nan, Yin Li, et al
- 49** Coordinated scheduling of electricity-gas-heat integrated energy system considering thermal dynamics and carbon trading
 Yang Xiu, Chai Zixuan, Liu Fang, et al

Theory & Experimental Research

- 59** Research on security state monitoring technology of power information system based on big data analysis
 Ding Bin, Yuan Bo, Zheng Huankun, et al
- 67** The automatic checking method of setting value for relay protection device based on image processing
 Chang Junxiao, Ying Yupeng, Liao Xiaobing, et al
- 74** Diagnosis for transformer winding looseness based on LMD marginal spectrum energy entropy and FWA-SVM
 Yan Jin, Ma Hongzhong, Zhu Hao, et al
- 81** Multi-stakeholder demand response strategy based on Stackelberg game
 Xie Xiong, Cui Xue, Liu Yang, et al
- 89** Research on hardware-in-the-loop simulation platform for virtual battery
 Qi Hongfeng, Wang Yiou, He Xitian, et al

Energy Internet

- 93** Link quality confidence interval prediction of smart grid based on LSTM
 Xiang Zheng

CONTENTS



电测 计量 检定 校验

南昌市新海通实业有限公司

Nanchang New Sea Passes Lnaustry Pment Co.,Ltd

BS2001J型 多表位全自动电压监测仪检定装置

触摸屏 / 交流标准源

0.1级
0.05级

输出与测量
MAX: 450V
负载 50VA
谐波 31次



装置具有全自动检定：电压基本和综合误差，时钟误差（超上下限时间），报警电压测定，灵敏度测试，频率和谐波影响，负载、功耗、失真度测量，闭环控制、软件校准、自我保护，档案统计管理等功能；彩色触摸屏液晶显示，中文菜单方式；设有232、485和USB接口，支持鼠标操作和U盘存储数据。

系列产品【交流标准源】

▲BS6003B型多功能变频电量分析仪	▲BS2003型多功能仪表检定装置
▲BS2003D型多功能电能表检定装置	▲BS2003J型三相交流采样检定装置

BS2103型 三相多功能仪表检定装置

交直流标准源

0.1级
0.05级

MAX:
AC 800V
DC 1000V
AC 40A
DC 30A



★电阻：10Ω~20MΩ

装置的核心技术是ARM+FPGA；高速高精度D/A转换器与直接数字合成技术（DDS）；高精度大功率精密运放；双重输出保护，高保真、高抗冲击能力。产品融交流采样器、交直流指示仪表、多功能电能表、万用表四大检定功能为一体。

系列产品【交直流标准源】

▲BS2101H型交直流毫安毫伏表检定装置	▲BS2200型多功能直流标准源
-----------------------	------------------

BS5100型 交流采样变送器仪表检定装置

交流采样 / 变送器 / 交直流仪表 / 电能表四合一检定功能

0.1级
0.05级

MAX:
AC 800V
DC 1000V
AC 20A
DC 30A



变送器测量
直流电压：±1、±5、±10、±20
直流电流：±1、±2.5、±5、±10、±20

系列产品【源表一体】

▲BS5100A型变送器仪表电能表检定装置	▲BS5101A型多功能万用表检定装置
▲BS5101J型绝缘电阻表（兆欧表）检定装置	▲BS5003型大功率电能表检定装置

BS3003B型三相变频电量分析仪

频率测量：3Hz~120Hz（可定制扩展）
误差：≤±0.002Hz

0.1级
0.05级

MAX:
AC 1500V
AC 100A



有功、无功功率测量：0W~±120000W（每相）
量程：电压、电流量程任意组合。

特点：该分析仪符合国家JG1559-2016《变频电量分析仪标准规范》；高速同步采样达50kHz，单次测量300ms/次；特有的数字频率转换，数字移相，精确计算有功、无功功率；对采样波形进行失真度和0~63次谐波计算数字分析；量程自动识别、自动切换；不开盖内部精密基准定期自校准。

标签：变频电量测试仪器、变频功率标准表
功率测试仪、多功能校验仪

系列产品

▲BS3103型单、三相交流多功能标准表	▲BS3200型直流数字多功能标准表
▲BS3003Z型单、三相中频多功能标准表	▲BS3001P型高精度多功能频率表

- 101** Corporate credit assessment system based on convolutional neural network and multi-dimensional power big data
..... Lin Xiaojing, Liu Wen, Gan Chaofei, et al
- 107** Research on day-ahead scheduling optimization considering the demand response of industry and small and medium-sized users
..... Yang Kun, Yang Hangeng, Xia Nenghong, et al
- 113** Analysis on the stability characteristics of isolated network of the pumped storage unit
..... Chen Huang, Huang Hanchang, Li Zhiyuan, et al

Measurement & Control

- 121** A new wind power prediction model based on CNN and LightGBM
..... Zhang Aifeng, Duan Xinyu, He Xiaofeng
- 128** Study on electromagnetic force distribution and axial uniform deformation of dual-tube electromagnetic constraint forming
..... Qiu Li, He Chenjun, Zhang Wang
- 136** Analysis of digital electric energy metering error based on big data
..... Tian Yuan, Zhang Mei, Bao Fu, et al
- 142** Supraharmonics detection algorithm based on CS-SAMP
..... Liu Jianfeng, Li Chenyang, Yu Guangzheng, et al
- 150** A novel method of rewarding and punishing electric energy metering considering unbalanced responsibility
..... Tuo Changjun, Tian Mingxing, Sun Lijun
- 157** Research on mobile uninterrupted autonomous intelligent inspection technology for transmission line
..... Xu Baoyu, Zhao Yili, Chen Qingning, et al

Instrument & Meter

- 164** Non-intrusive fault location and operation scheduling of power grid based on error detection of smart meters
..... Liu Jing, Su Liangli, Chen Hao, et al
- 170** Reliability test results processing and evaluation research of embedded software of electricity meter based on attribute consistency theory
..... Liu Guangjie, Li Xiang, Chen Ye, et al
- 179** Design and implementation of multi-sensing integrated smart sensor terminal for state monitoring of switchgear
..... Li Chao, Xie Chenlu, Xu Cheng, et al
- 186** Comprehensive evaluation method of the portable electricity metering devices based on the improved optimization of membership functions
..... Zhang Yue, Zhao Gang, Hu Chunguang, et al
- 194** Field calibration method of battery-internal-resistance monitoring device based on Thevenin model
..... Li Jing, Chen Kena, Luo Yang, et al



方维电子

保定方维电子科技有限公司



三相电能表现场校验仪（平板式）

- 特点：平板触控
- 精度：0.02/0.05



电能质量分析仪（平板式）

- 特点：平板触控
- 功能：谐波、频谱、波形、闪变、骤升骤降、录波



平板矢量分析仪

- 8路电压、8路电流矢量同屏显示
- 主变差动矢量分析
- 母线差动矢量分析
- 计量装置接线分析



变压器变比测试仪

- 角度测试，可测试各种类型变压器
- 两组低压测试回路
- 三卷变高/中、高/低同时测量，效率加倍
- 速度快，6秒完成测试



多功能标准表

- 高精度：可达0.01级
- 宽量程：500V/100A
- 谐波分析：2-64次



有源变压器容量--特性测试仪

- 任意规格变压器容量、空负载测试
- 7寸彩屏 橡胶按键 操作简单
- 自带高效能锂电池，一次充电可连续测试500台次



无线二次压降及负荷测试仪

- 非GPS同步模式，无需寻星，无线同步
- 压降、比差、角差、负荷测试
- 谐波测试、波形图显示、矢量图显示



电能电质综合测试仪

- 电能表现场校验
- 电能质量分析
- 电能走字
- 矢量分析
- 波形显示



电流互感器现场校验仪

- 精度：0.05级
- 单机即可完成CT的校验
- 完全替代传统方式的六大部件
- 测量PT的变比和极性

地址：保定市高新区北二环路5699号大学科技园2号楼4层
 电话：0312-5909802

传真：0312-5883929

网址：www.bdyw.com

邮箱：baodingyw@163.com

刊号：ISSN 1001-1390
 CN 23-1202/TH

邮发代号：国内14-43
 国外M4150

国内定价：30.00元/期
 360.00元/年