路之生科技

电能质量远程测试箱

（2019 版）

用

户

手

册

重庆路之生科技有限责任公司

声　明

本公司担保在正常使用和保养的情况下，其产品没有材料和工艺上的缺陷，但不承担运送途中发生的损坏。一年的担保期由产品发货之日算起。如需要保修服务，请与本公司售后服务中心联系。

如果经售后认定产品故障是由于疏忽、误用、污染、修改、意外或不当操作或处理状况而产生，包括未在产品规定的额定值下使用引起的过压故障；或是由于机件日常使用损耗，则本公司会估算修理费用，在获得买方同意后再进行修理。

在准备安装、操作、服务或维护前，请认真阅读本手册。

版权所有，未经本公司之书面许可，本手册中任何段落、章节内容均不得被摘抄、拷贝或以任何形式复制与传播，否则一切后果由违者承担。本公司保留一切法律权利。本公司保留对本手册所描述之规格进行修改的权利，恕不另行通知。订货前，请垂询本公司或当地代理商以获悉本产品的最新信息。

目 录

1 产品简介 1
1.1 概述 1
1.2 应用 4
2 技术指标 5
2.1 工作环境 5
2.2 工作电源 5
2.3 电压输入回路 5
2.4 电流输入回路 5
2.5 精度指标 5
2.6 电气绝缘性能 6
2.7 机械性能 7
2.8 电磁兼容性能 7
3 功能介绍 7
3.1 测量功能 7
3.2 电能质量监测功能 10
3.2.1 电压偏差 10
3.2.2 频率偏差 11
3.2.3 谐波、间谐波监测 11
3.2.4 电压不平衡和序分量测量 14
3.2.5 电压闪变 14
3.2.6 电压暂升暂降及中断 14
3.2.7 瞬态过电压捕捉 15
3.2.8 快速电压变动捕捉 16
3.2.9 冲击电流监测功能 18
3.2.10 信号电压监测功能 18
3.2.11 标记功能 19
3.2.12 EN50160 统计功能 19
3.3 暂降源定位功能 19
3.4 电能计量 20
3.4.1 基本电能计量 20
3.4.2 电能脉冲输出 20
3.4.3 分时计量（TOU）功能 21
3.4.4 增量电能 22
3.5 需量 23
3.5.1 实时需量 23
3.5.2 预测需量 24
3.5.3 最大需量 25
3.6 越限监测功能 25
3.7 突变量检测功能 27
3.8 波形记录功能 27
3.9 扰动记录功能 27
3.10 统计定时记录功能 29
3.11 事件记录 29

3.11.1 监测事件 30
3.11.2 操作日志 32
3.11.3 事件计数功能 32
3.12 ITIC/SEMI F47 曲线 33
3.13 模拟表头 33
3.14 对时功能 34
3.15 存储功能 35
4 操作使用 36
4.1 按键 36
4.2 显示菜单及操作 36
5 安装调试说明 51
5.1 安装结构图 51
5.1.1 外形尺寸图 51
5.1.2 附件尺寸图 51
5.2 交流回路接线方式 52
6 售后服务承诺 54
6.1 质量保证 54
6.2 软件升级 55
6.3 质保范围 55
7 联系我们 56

1 产品简介

1.1 概述

电能质量远程测试箱是重庆路之生科技有限责任公司，利用先进的硬件设计技术和数字信号处理技术，并结合用户的实际需求研制的新一代电能质量远程测试装置。

该装置具有高精度的测量和计量功能、定时记录及分时计费功能；丰富的电能质量监测功能，遵循最新的电能质量七项国家标准和电能质量监测设备通用要求的国家标准，集谐波分析、不平衡度测量、闪变监测、电压暂升/暂降及短时中断记录、快速电压变动捕捉、波形的瞬态捕捉、波形采样、事件记录等多功能为一体，满足电能质量监测 A 级标准；准确的故障诊断及定位功能，针对供用电系统局部异常或局部故障，准确地记录大量波形信息及事件信息，对潜在的、瞬时的、或者持续性的局部故障进行灵敏识别和准确判断，快速诊断事故发生源、故障源方向、故障源的位置，保障用户供用电系统的安全、可靠运行。

电能质量远程测试箱采用全新的双核架构，以 32 位浮点 ARM 和 DSP 为核心，构建了重庆路之生新一代的高端智能电能质量监控平台系统。装置每周波采样为 512 点，高测量精度，全电量测量，具有超大容量数据存储和记录，记录数据可保存半年以上，大屏幕高分辨率 TFT 彩屏液晶显示，采用铝合金高档金属外壳，外观精致美观。同时，可通过 GPRS 通讯，实现 24 小时电能质量远程测试，打开手机 APP 或 PC 软件随时随地都能掌握现场电能质量的情况.保持测试数据的完整性。

电能质量远程测试箱按以下标准执行：

表 1-1 电能质量远程测试箱执行标准列表

标准号	标准内容
GB/T 18216.12-2010	交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全防护措施的试验、测量或监控设备 第 12 部分：性能测量和监控装置(PMD)
GB/T 17215.211-2006	交流电测量设备_通用要求、试验和试验条件_第 11 部分：测量设备
GB/T 17215.322-2008	交流电测量设备_特殊要求_第 22 部分：静止式有功电能表（0.2S 级和 0.5S 级）
GB/T 12325-2008	电能质量 供电电压偏差
GB/T 12326-2008	电能质量 电压波动和闪变
GB/T 14549-93	电能质量 公用电网谐波
GB/T 15543-2008	电能质量 三相电压不平衡
GB/T 15945-2008	电能质量 电力系统频率偏差
GB/T 18481-2001	电能质量 暂时过电压和瞬态过电压
GB/T 24337-2009	电能质量 公用电网间谐波
GB/T 17626.7-2008	供电系统及相连设备的谐波、谐间波的测量和测量仪器导则
GB/T 19862-2005	电能质量监测设备通用要求
DL/T 1053-2007	电能质量技术监督规范
IEC-61000-4-7-2009	Part 4-7: Testing and measurement Techniques－General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply

	systems and equipment connected thereto
IEC-61000-4-15-2010	Part 4-15:Testing and measurement techniques－Flickermeter－Functional and design specifications
IEC-61000-4-30-2008	Part 4-30:Testing and measurement techniques－Power quality measurement methods

电能质量远程测试箱的基本功能见表 1-2：

表 1-2　电能质量远程测试箱基本功能表

基本功能		说明
测量通道	电压通道数	4
	电流通道数	4
基本测量	电压、电流	■
	有功、无功、视在功率	■
	功率因数	■
	频率	■
电能计量	全波电能	■
	基波电能	■
	正向/反向谐波电能	2~63 次
需量功能	实时需量	滑动需量/同步需量
	预测需量	滑动需量/同步需量
	需量最值	本月（本次）/上月（上次）需量最值
TOU/增量电能	分时计量	可设置 12 个计费季，20 种费率表，12 个日时段，4 种计费日类型，90 个特殊日，8 种费率 计费季、日时段、特殊日均有两套方案 可存储 12 个月的 TOU 历史数据
	增量电能	■
电能质量分析	波形采样率	512 点/周波
	谐波	63 次
	间谐波	63 次
	电压偏差	■
	频率偏差	■
	不平衡度测量	■
	序分量	■
	闪变分析	■
	电压暂升/暂降及中断监测	■
	瞬态捕捉	40μs

	快速电压变动	■
	信号电压监测	3 组
	冲击电流	■
	突变量	■
	标记功能	■
统计功能	EN50160	■
	ITIC/SEMI F47 曲线	■
故障诊断与定位	暂降源定位	■
越限监测与控制	普通定值越限（秒级）	24 个
	高速定值越限（周波级）	16 个
数据和事件记录	统计定时记录	4 组
	普通事件记录（1ms）	1024 条
	PQ 事件记录（1ms）	1024 条
	PQ 事件计数	■
	波形记录	可记录 128 条波形，录波格式：512 点/周波×20 周波、256 点/周波×40 周波、128 点/周波×80 周波、64 点/周波×160 周波、32 点/周波×320 周波、16 点/周波×640 周波
	暂态录波	共 128 条
显示	液晶显示	彩屏
	分辨率（像素）	640×480
	实时波形	装置界面可显示实时波形
	模拟表头	电压/电流表头，显示实时电流/电压趋势曲线
	趋势图	■
	面板 SOE 和 PQ Log 关联查看波形	装置界面可直接查看录波波形
	相序颜色设置	可支持显示界面的的相序颜色的编辑设置
I/O	开关量输入（DI）	8 路，24VDC 内激励
	继电器输出（RO）	4 路
	光耦输出（DO）	2 路
通信	RS-485 通信口	2 个，Modbus RTU 规约
	以太网口（10/100M 自适应）	1 个，Modbus TCP/RTU / Gateway / IEC-61850*
	IEC-61850 规约	*
	web server	■
	告警邮件（SMTP）	■
对时	GPS 差分对时	■
	SNTP 对时	■

	IRIG-B	■
	DI（GPS 空节点）	■
	Modbus	■

1.2 应用

电能质量远程测试箱可测试电力系统各种规模和电压等级的变电站、发电厂，石化、冶金、电气化铁路、电子制造、医疗、数据中心、通信等企业用户，以及电力系统电网调度中心等场所，主要有：

- 电力系统

  稳定性负荷模型校核

  电压稳定监视和控制

  运行方式实时分析

  动态和暂态稳定性监视

- 发电厂

  发电厂电气 DAS 系统

  发电机组空载和短路测试过程自动记录

  发电机组故障录波

  发电机组定子高阻接地监视

  谐波监视和不对称运行监视

- 变电站

  变电站综合自动化系统的单元式监控装置

  大用户进线电能质量监视和故障录波

  高压线路和变压器监控

  作为配网自动化的 FTU

  高次谐波测量和越限监视

  电源电压波动和瞬变过程记录

- 大型企业

  大型变压器的监控

  整流机组的监控

  谐波监测和不对称运行监视

  故障录波和事件记录

- 其它应用

  大容量 UPS 动态和瞬态波动监视和记录

  柴油发电机组出厂测试

  变压器出厂测试

  备用电源自投

2 技术指标

2.1 工作环境

运行温度： -25℃～+70℃

存储温度： -40℃～+85℃

相对湿度： 5％～95％ 无冷凝

大气压力： 70 kPa～106 kPa

海拔高度： ＜2500 米

2.2 工作电源

工作范围： 95～250V AC/DC，允许范围±10％，47～440Hz

功率消耗： ＜8W

2.3 电压输入回路

电压输入范围：0～400V（400VLN/690VLL ）

功率消耗： ＜0.1VA/相

精度范围： 10V～1.2Un

启动值： 4V

频率： 42～58Hz @50Hz 系统

50～70Hz @ 60Hz 系统

过载能力： 1.2 倍额定电压，连续工作

4 倍额定电压，允许 1s

2.4 电流输入回路

额定电流： 6000A、5A

功率消耗： ＜0.5VA/相 @6000A

＜0.1VA/相 @1A

精度范围： 0.001 In～4In

启动值： 30A @6000A

5mA @5A

过载能力： 4 倍额定电流，连续工作

10 倍额定电流，允许 1s

2.5 精度指标

基本电量的技术指标见表 2-1。

表 2-1　基本电量的技术指标

参数	精度	分辨率
电压	±0.1%	0.01V
电流	±0.1%	0.001A
有功功率	±0.2%	0.001W
无功功率	±0.2%	0.001var
功率因数	±0.5%	0.001
频率	±0.005Hz	0.001Hz
电压偏差	±0.1%	0.01%
频率偏差	±0.005Hz	0.001Hz
三相电压不平衡度	±0.1%	0.01%
三相电流不平衡度	±0.5%	0.01%
谐波	A 级	0.001
闪变	±5%	0.001
有功电能	0.2S 级	0.1kWh
无功电能	2 级	0.1kvarh

➢ 备注：装置实际显示有效位数为 4 为，分辨率会根据数据单位的变化而变化。

2.6 电气绝缘性能

（1）　绝缘电阻

装置的绝缘要求满足表 2-2。

表 2-2　装置绝缘要求

测试部位	兆欧表（V）	技术要求
电源回路对地	1000	＞100MΩ
交流电流回路对地	1000	
开入量、GPS 输入回路对地	500	＞10 MΩ
电流、电压、电源、开出量回路之间	1000	＞100 MΩ

（2）　绝缘强度

装置绝缘强度要求见表 2-3。

表 2-3　装置绝缘强度

试验部位	耐压水平（工频）	技术要求
电源回路对地	2.0kV，1 分钟	试验期间应不发生击穿或闪络现象，以及泄漏电流明显增大或电压下降。
交流回路对地		
交流电流、电压、电源、开出量回路之间		
开入量、GPS 回路对地	500V，1 分钟	

（3） 冲击电压试验

装置冲击电压要求见表 2-4。

表 2-4 装置冲击电压

试验部位	冲击电压峰值（1.2/50us）	技术要求
电源回路对地	6kV	试验期间不应出现电弧、放电、击穿和损坏。试验后存储数据应无变化，功能和准确度应满足要求。
交流回路对地		
交流电流、电压、电源、开出量回路之间		
开入量、GPS 回路对地	1kV	

2.7 机械性能

机械性能要求见表 2-5。

表 2-5 机械性能要求

项目		技术要求
振动	响应	符合 GB/T11287-2000 标准规定，2 级
	持久性	符合 GB/T11287-2000 标准规定，1 级
冲击	响应	符合 GB/T14537-1993 标准规定，1 级
	持久性	符合 GB/T14537-1993 标准规定，1 级
碰撞		符合 GB/T14537-1993 标准规定，1 级

2.8 电磁兼容性能

电磁兼容性能要求见表 2-6。

表 2-6 电磁兼容性能要求

项目	技术要求
静电放电抗扰度	符合 GB/T 17626.2-2006（IEC 61000-4-2:2001）标准规定，4 级
射频电磁场抗扰度	符合 GB/T 17626.3-2006（IEC 61000-4-3:2002）标准规定，3 级
电快速瞬变脉冲群抗扰度	符合 GB/T 17626.4-2008（IEC 61000-4-4:2004）标准规定，4 级
浪涌（冲击）抗扰度	符合 GB/T 17626.5-2008（IEC 61000-4-5:2005）标准规定，4 级
工频磁场抗扰度	符合 GB/T 17626.8-2006（IEC 61000-4-8:2001）标准规定，4 级

3 功能介绍

3.1 测量功能

（1）测量参数

电能质量远程测试箱的实时数据测量功能包括基本测量功能和高速测量功能。基本测量功能的数据可通过显示或通信读取。高速测量功能的基本测量数据为半周波数据，高速测量量主要用于高速定时记录和高速越限。基本测量数据和高速测量数据包括下列数据：

1）基本测量数据

表 3-1　基本测量数据

类型	描述	A	B	C	总和	平均	零序	更新周期
电压	相电压	√	√	√		√	√	50cyc@50Hz 60cyc@60Hz
	线电压	√	√	√		√		50cyc@50Hz 60cyc@60Hz
	相角	√	√	√				50cyc@50Hz 60cyc@60Hz
电流	电流	√	√	√		√	√	50cyc@50Hz 60cyc@60Hz
	相角	√	√	√				50cyc@50Hz 60cyc@60Hz
功率	有功功率	√	√	√	√			50cyc@50Hz 60cyc@60Hz
	无功功率	√	√	√	√			50cyc@50Hz 60cyc@60Hz
	视在功率	√	√	√	√			50cyc@50Hz 60cyc@60Hz
功率因数	功率因数	√	√	√	√			50cyc@50Hz 60cyc@60Hz
频率	频率（A 相电压）	√						1s

备注：更新周期 10/12cyc、50/60cyc、150/180cyc、10min、2h 可选，默认 50/60cyc。其中频率更新周期 1s、3s、10s 可选，默认 1s。数据更新周期可通过显示界面或通信设置，参数修改后基本测量数据的显示数据及通信数据相应地更新。

2）高速测量参数

表 3-2　高速测量数据

类型	描述	A	B	C	总和	平均	零序	更新周期
电压	相电压	√	√	√		√	√	0.5cyc
	线电压	√	√	√		√		0.5cyc
电流	电流	√	√	√		√	√	0.5cyc
功率	有功功率	√	√	√	√			0.5cyc
	无功功率	√	√	√	√			0.5cyc
	视在功率	√	√	√	√			0.5cyc
功率因数	功率因数	√	√	√	√			0.5cyc

频率	频率（A 相电压）	√						1cyc

角形接线系统，各相的相电压/有功功率/无功功率/视在功率/功率因数均无意义。

（2）频率测量

装置的频率测量精度为±0.005Hz，在额定频率为 50Hz 时精度范围为 40Hz 到 60Hz，在额定频率为 60Hz 时精度范围为 48Hz 到 72Hz，可实现电力系统频率的在线监视，同时可设置越限报警和记录。

（3）相角测量

相角测量功能测量三相电压或电流之间角度关系，星形接线方式时，三相电压、三相电流的角度以 UA 的角度为基准；角形接线方式时，三相电压、三相电流的角度以 UAB 的角度为基准。如星形接线，PF=0.5L 时，三相电压角度分别为 0°、240°、120°，三相电流角度分别为 300°、180°、60°。

星形接线时，如果 UA 为零，则以 UB 的角度为基准；如果 UB 也为零，则以 UC 的角度为基准；角形接线时，基准优先顺序分别是 UAB、UBC、UCA。

（4）电流相位反向功能

装置提供 IA、IB、IC 的方向设置功能。当电流方向参数设置为正向时，电流方向与实际进入装置的方向一致；当电流方向参数设置为反向时，电流方向与实际进入装置的方向相反。例如进入装置的 A 相电流的相位为 60°，当 IA 的电流方向设置为正向时则装置测量得到的 A 相相位为 60°，当 IA 的电流方向设置为反向时则装置测量得到的 A 相相位为 240°。

（5）功率因数定义方法

功率因数的符号有三种定义方法：IEC 定义、IEEE 定义以及-IEEE 定义，采用何种定义方法可以通过通信整定。IEC 与 IEEE 两种功率因数符号的定义如图 3-1 所示， -IEEE 的符号定义与 IEEE 的相反。

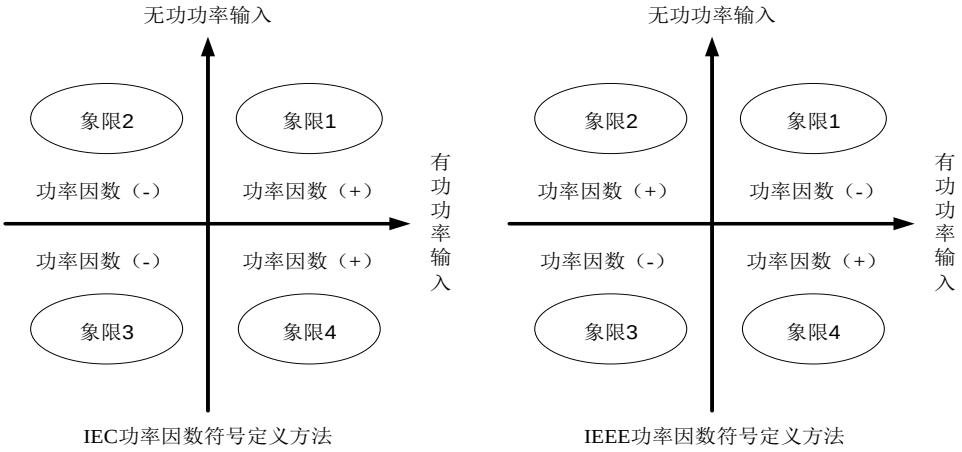


图 3-1　功率因数的定义方法

（6）总视在功率计算方法

装置提供两种总视在功率计算方法：标量法和矢量法。采用何种方法可以通过通信整定，两种计算方法公式如下：

矢量法：

$$kVA_{total} = \sqrt{kW_{total}^{2} + kvar_{total}^{2}}$$

标量法：

$$kVA_{total} = kVA_{a} + kVA_{b} + kVA_{c}$$

注意：

1）星形接线时，用户可根据需要设置矢量法或标量法计算总视在功率；角形接线时，无分相功率，应设置采用矢量法计算总视在功率。

2）选择不同的总视在功率计算方法，会导致不同的总功率因数计算结果和视在电能累计结果。

3）以上公式中，kVAtotal 表示总视在功率，kWtotal 表示总有功功率，kvartotal 表示总无功功率，kVAa/kVAb/kVAc 分别表示 A/B/C 相的视在功率。

3.2 电能质量监测功能

3.2.1 电压偏差

供电系统在正常运行下，某一节点的实际电压与系统标称电压之差对系统标称电压的百分数，称为该节点的电压偏差，电压偏差分为电压上偏差和电压下偏差。数学表达式为：

（1）电压偏差：

$$\text{电压偏差（\%）} = \frac{\text{实际电压} - \text{系统标称电压}}{\text{系统标称电压}} \times 100\%$$

（2）电压上偏差：

$$U_{over}(\%) = \frac{\sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n} U_{rms-over,i}^{2}}{n}} - U_{din}}{U_{din}} \times 100\%$$

其中，$U_{rms-over,i}$ 为第 i 个 10 周波有效值。

$$U_{rms-200ms,i} < U_{din}，\text{则}，U_{rms-over,i} = U_{din}$$

$$U_{rms-200ms,i} \geq U_{din}，\text{则}，U_{rms-over,i} = U_{rms-200ms,i}$$

（3）电压下偏差：

$$U_{under}(\%) = \frac{U_{din} - \sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n} U_{rms-under,i}^{2}}{n}}}{U_{din}} \times 100\%$$

其中，$U_{rms-under,i}$ 为第 i 个 10 周波有效值。

$$U_{rms-200ms,i} > U_{din}，则，U_{rms-under,i} = U_{din}$$

$$U_{rms-200ms,i} \le U_{din}，则，U_{rms-under,i} = U_{rms-200ms,i}$$

35kV 及以上供电电压的正负偏差的绝对值之和不超过标称电压的 10%，10kV 及以下三相供电电压允许偏差为标称电压的±7%，220V 单相供电电压允许偏差为标称电压的＋7%，-10%。

一般来讲，影响电压偏差的原因有：

- 供电距离超过合理的供电半径；
- 供电导线截面选择不当，电压损失过大；
- 线路过负荷运行；
- 用电功率因数过低，无功电流大，加大了电压损失；
- 冲击性负荷、非对称性负荷的影响；
- 调压措施缺乏或使用不当，如变压器分接头摆放位置不当等；
- 用电单位装用的静态电容器补偿功率因数没采用自动补偿；

总之，无功功率的余、缺状况是影响供电电压偏差的重要因素。

电能质量远程测试箱依据 GB/T12325-2008 要求，获得电压有效值的基本测量时间窗口为半周波，且不重叠连续测量并计算电压有效值的平均值，最终计算得到电压偏差。装置的电压测量精度为 0.1%，可实现电力系统电压偏差的在线监视，同时可设置越限报警和记录。

3.2.2 频率偏差

电力系统在正常运行条件下，系统频率的实际值与标称值之差称为系统的频率偏差，表达式为：

频率偏差 = 实际频率 － 标称频率

我国电力系统的正常频率偏差允许值为±0.2Hz，当系统容量较小时，频率偏差值可以放宽到±0.5Hz；系统有功功率不平衡是产生频率偏差的根本原因。

电能质量远程测试箱的频率测量精度为±0.005Hz，可实现电力系统频率的在线监视，同时可设置越限报警和记录。

3.2.3 谐波、间谐波监测

（1）谐波、间谐波

理想的公用电网所提供的电压应该是单一而固定的频率以及规定的电压幅值。谐波电流和谐波电压的出现，对公用电网是一种污染，它使用电设备所处的环境恶化。近几十年来，各种电力电子装置的迅速发展使得公用电网的谐波污染日趋严重，由谐波引起的各种故障和事故也不断发生，谐波危害的严重性才引起人们高度的关注。谐波使电能的生产、传输和利用的效率降低，使电气设备过热、产生振动和噪声，并使绝缘老化，使用寿命缩短，甚至发生故障或烧毁。谐波可引起电力系统局部并联谐振或串联谐振，使谐波含量放大，造成电容器等设备烧毁。谐波还会引起继电保护和自动装置误动作，使电能计量出现混乱。

对于电力系统外部，谐波对通信设备和电子设备会产生严重干扰。

间谐波往往由较大的电压波动或冲击性非线性负荷所引起，所有非线性的波动负荷，如电弧焊、电焊机、各种变频调速装置、同步串级调速装置及感应电动机等均为间谐波波源，电力载波信号也是一种间谐波。间谐波源的特点是放大电压闪变和音频干扰，影响电视机画面及增大收音机噪音，造成感应电动机振动及异常。对于由电容、电感和电阻构成的无源滤波器电路，间谐波可能会被放大，严重时会使滤波器因谐波过载而不能正常运行，甚至造成损坏。间谐波的影响和危害等同整数次谐波电压的影响和危害。

谐波、间谐波的标准定义如下：

谐波：对周期性交流量进行傅立叶级数分解，得到频率为基波频率大于 1 整数倍的分量；

间谐波：对周期性交流量进行傅立叶级数分解，得到频率不等于基波频率整数倍的分量。

电能质量远程测试箱完全按照 IEC 61000-4-7 标准，在每周波采样 512 点的同时，在额定频率为 50Hz 时以 10 个周波为时间窗口做一次频谱分析，在额定频率为 60Hz 时以 12 个周波为时间窗口做一次频谱分析，频率分辨率为 5Hz，可提供表 3-3 的谐波分析数据。

表 3-3　谐波分析数据

	UA	UB	UC	U4	IA	IB	IC	I4
2~63 次谐波幅值	√	√	√	√	√	√	√	√
2~63 次谐波含有率	√	√	√	√	√	√	√	√
谐波总畸变率	√	√	√	√	√	√	√	√
奇次谐波总畸变率	√	√	√	√	√	√	√	√
偶次谐波总畸变率	√	√	√	√	√	√	√	√
1~63 次间谐波幅值	√	√	√	√	√	√	√	√
1~63 次间谐波含有率	√	√	√	√	√	√	√	√
总间谐波畸变率	√	√	√	√	√	√	√	√
奇次间谐波畸变率	√	√	√	√	√	√	√	√
偶次间谐波畸变率	√	√	√	√	√	√	√	√
次谐波幅值	√	√	√	√	√	√	√	√
次谐波畸变率	√	√	√	√	√	√	√	√
电流 K 因子	--	--	--	--	√	√	√	√
谐波总有功功率	√	√	√	--	√	√	√	--
谐波总无功功率	√	√	√	--	√	√	√	--
2-63 次谐波有功功率	√	√	√	--	√	√	√	--
2-63 次谐波无功功率	√	√	√	--	√	√	√	--
2-63 次谐波视在功率	√	√	√	--	√	√	√	--

表 3-3 中的谐波间谐波的幅值和畸变率不是同时提供，通过电压分次谐波计算方法参数和电流分次谐波计算方法参数在谐波和间谐波的幅值和畸变率之间切换。例如当电压分次谐波计算方法参数选择为幅值而电流分次谐波计算方法参数选择为畸变率时则提供 UA、UB、UC、U4 的谐波和间谐波的幅值和 IA、IB、

IC 的谐波和间谐波的畸变率；当电压分次谐波计算方法参数选择为畸变率而电流分次谐波计算方法参数选择为幅值时则提供 UA、UB、UC、U4 的谐波和间谐波的畸变率和 IA、IB、IC 的谐波和间谐波的幅值。

谐波和间谐波的畸变率算法有两种方式，可通过谐波畸变率计算模式参数进行设置。当谐波畸变率计算模式参数设置为有效值占比（%有效值）时，电压电流谐波、间谐波畸变率为

$$HD_{U_K}=\frac{U_K}{U_{rms}}\times 100\%, HD_{I_K}=\frac{I_K}{I_{rms}}\times 100\%$$

当谐波畸变率计算模式参数设置为基波占比（%基波）时，电压电流谐波、间谐波畸变率为

$$HD_{U_K}=\frac{U_K}{U_{FD}}\times 100\%, HD_{I_K}=\frac{I_K}{I_{FD}}\times 100\%$$

当计算谐波畸变率时 HD_{U_K}, HD_{I_K} 为电压、电流 K 次谐波畸变率，U_K, I_K 为电压、电流的 K 次谐波幅值，U_{rms}, I_{rms} 为电压电流有效值，U_{FD}, I_{FD} 为电压电流的基波幅值。

当计算间谐波畸变率时 HD_{U_K}, HD_{I_K} 为电压、电流 K 次间谐波畸变率，U_K, I_K 为电压、电流的 K 次间谐波幅值，U_{rms}, I_{rms} 为电压电流有效值，U_{FD}, I_{FD} 为电压电流的基波幅值。

（2）基波监测

电能质量远程测试箱为用户提供了完备的基波数据，以此满足用户对系统运行情况的分析。

表 3-4　基波数据

	A 相	B 相	C 相	均值	总和	零序
相电压	√	√	√	√		√
线电压	√	√	√	√		
电流	√	√	√	√		√
有功功率	√	√	√		√	
无功功率	√	√	√		√	
视在功率	√	√	√		√	
功率因数	√	√	√		√	

（3）K 因子

当系统中存在谐波时，谐波电流注入变压器，加大了变压器的铁耗，而且随着谐波频率的增高，铁耗更大。所以高次谐波比低次谐波更能引起变压器的发热，引起的损耗更大。同时，谐波电流还会引起变压器外壳、外层硅钢片和某些紧固件的发热。

在电能质量的技术指标中， K 因子主要是反映非线性负荷引起的谐波的频率对变压器损耗的影响。K 因子的定义主要是在假定由谐波电流引起的变压器涡流损耗与谐波次数的平方成比例。计算公式为：

$$k=\frac{\sum_{h=1}^{\infty} I_h^{\ 2} h^2}{\sum_{h=1}^{\infty} I_h^{\ 2}}=\frac{\sum_{h=1}^{h=h_{\max}} I_h^{\ 2} h^2}{\sum_{h=1}^{h=h_{\max}} I_h^{\ 2}}$$

其中， h 是谐波次数，I_h 是第 h 次谐波电流有效值。$h_{\max}$ 是所要考虑的谐波电流的最高次数。

装置提供的 K 因子测量数据，详见表 3-3。

3.2.4 电压不平衡和序分量测量

在理想的三相电源供电系统中 ABC 三相电压和电流幅值相等，相位相差 120°。当实际系统偏离上述情况时，就产生了不平衡问题及相应的电源利用效率降低的问题。如发电机和大型电动机，负荷不平衡造成设备的不对称运行，产生负序分量，会引起设备过热和损耗，缩短设备的使用寿命。

电能质量远程测试箱可测量电压、电流的正序、负序和零序幅值及相位，并计算和分析电压、电流不平衡度，包括负序不平衡度和零序不平衡度：

（1） 电压、电流负序不平衡度

$$u_2=\frac{\text{电压负序分量}}{\text{电压正序分量}}\times 100\% \qquad i_2=\frac{\text{电流负序分量}}{\text{电流正序分量}}\times 100\%$$

（2） 电压、电流零序不平衡度

$$u_0=\frac{\text{电压零序分量}}{\text{电压正序分量}}\times 100\% \qquad i_0=\frac{\text{电流零序分量}}{\text{电流正序分量}}\times 100\%$$

3.2.5 电压闪变

闪变，一般理解为人对白炽灯明暗变化的感觉，包括电压波动对电工设备的影响和危害，但不能以电压波动来代替闪变，因为闪变是人对照度波动的主观视感。

闪变的主要决定因素如下：

- 供电电压波动的幅值、频度和波形；
- 照明装置。以对白炽灯的照度波形影响最大，而且与白炽灯的瓦数和额定电压等有关；
- 人对闪变的主观视感。由于人们视感的差异，需对观察者的闪变视感做抽样调查。

电能质量远程测试箱对于闪变的计算，是按照 IEC61000-4-15 的推荐模型来进行的，分为 120V-50Hz、230V-50Hz、120V-60Hz、230V-60Hz 四种模型，当前监测模型根据闪变电压等级和系统频率两个参数确定。

3.2.6 电压暂升暂降及中断

电力系统负荷调整，正常操作（如补偿电容器的投切）以及远距离的短路故障，可能引起电压暂升暂降、电压短时中断，这是工业用户设备不正常工作的主要原因。工业用户内部的大型设备操作，如大型电

动机启停、大型变压器投退、大型轧钢机启停，也会给用户自身造成电压的不稳定现象，严重会危及用户自身的计算机控制系统，变频设备，PLC 的正常运行。

电能质量远程测试箱能够满足国标 GB/T 18481-2001 和 IEC61000-4-30 标准，其针对电压暂升暂降、电压短时中断的具体功能如下：

- 每相电压均可启动暂升/暂降、中断事件；
- 记录每一次电压暂升/暂降和中断发生时刻、持续时间、深度等详细数据；
- 每次电压暂升暂降事件关联 ITIC/SEMI F47 曲线进行事件分析。

电能质量远程测试箱暂态相关的参数设置有：

- 投退：暂态可设置投入或者退出，默认投入；
- 暂态参考电压：额定电压/滑动参考电压；
- 电压暂升限值：101%～200%参考电压；
- 电压暂降限值：1%～99%参考电压；
- 电压中断限值：0～50%参考电压；
- 暂态迟滞值：　0.1%~100%参考电压；
- 触发动作类型：RO/DO 出口、波形记录、扰动记录等。

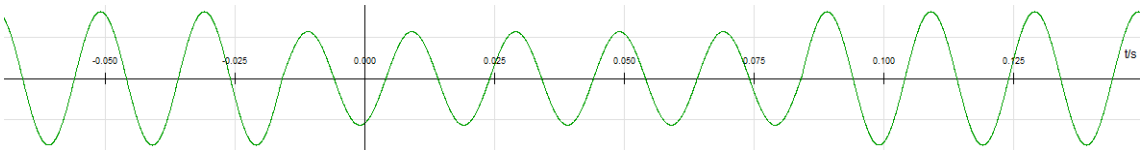


图 3-2　暂降波形截图

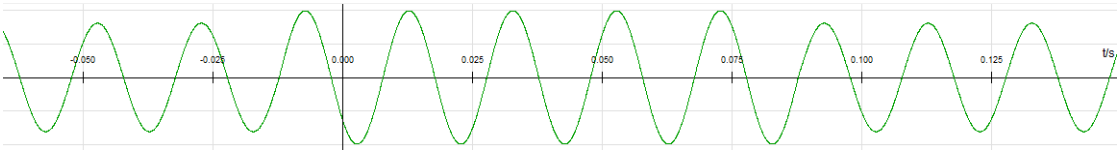


图 3-3　暂升波形截图

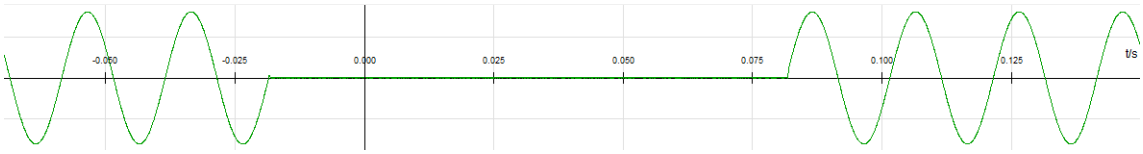


图 3-4　中断波形截图

3.2.7　瞬态过电压捕捉

电能质量远程测试箱具有较强的瞬态捕捉能力，捕捉小于 0.5 周波的电压瞬变：

A） 可捕捉最短达 40μs 的子周波瞬变；

B） 记录每一次电压瞬变发生时刻、瞬变的幅值和持续时间等详细数据

C） 每次捕捉到瞬变，可触发两个输出，输出包括 RO/DO 出口、波形记录、暂态录波、告警邮件。

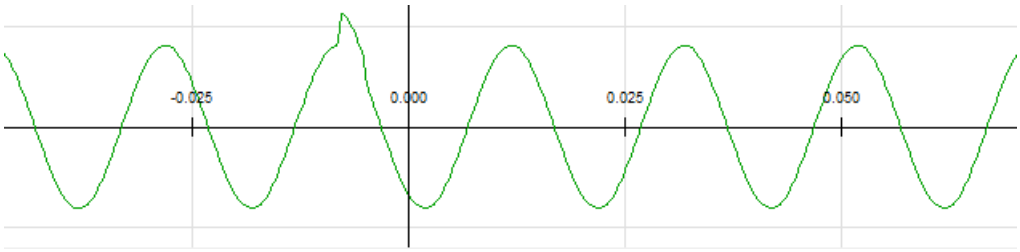


图 3-5　瞬态波形截图

3.2.8　快速电压变动捕捉

用电设备工作电流的变动而造成配电网电压变动或波动，可能导致照明闪烁的现象。快速电压变动是 RMS 电压在两个稳态之间（不超过暂升暂降阈值）的快速转换。

电能质量远程测试箱提供快速电压变动捕捉功能。快速电压变动反映了电压有效值在两个稳态之间，电压幅值的变化情况。快速电压变动是在稳定电压容差、稳定时间、所检测到的最小步长，及最小变化速度（%/s）的基础上捕获。图 3-6 对此做出解释。当电压变化超过暂升暂降的阈值时，它被视为暂升或暂降，而不是快速电压变动。根据 Norwegian FoL 中快速电压变动的定义，通过电压阶跃（Vstep），最大电压变化（Vmax），以及电压变化速率来检测。当电压阶跃（Vstep）、电压变化速度均大于限值，并且电压变化不超过暂态阈值时认为发生了快速电压变动。快速电压变动事件存入 PQ Log，记录电压阶跃变化及变化持续时间以及相对于标称电压的最大电压变化 Vmax。

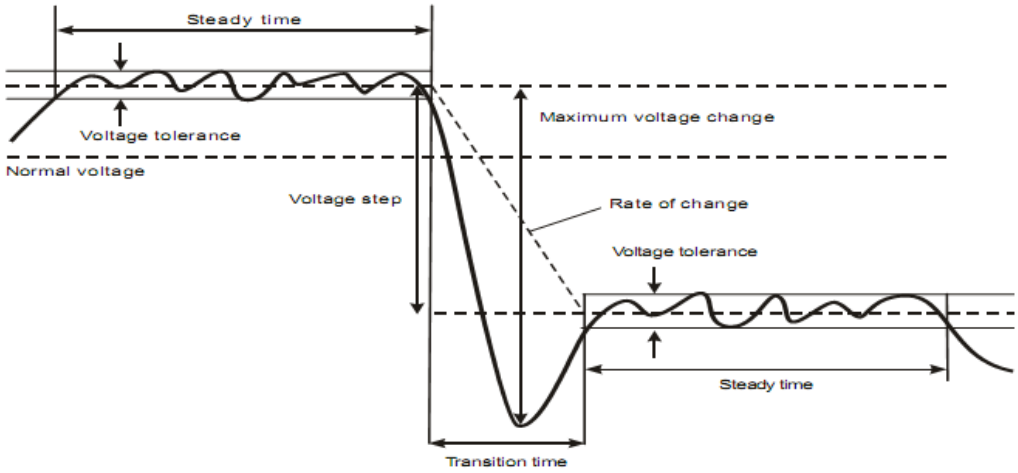


图 3-6　快速电压变动

（1）电压容差（voltage tolerance）

判断一段时间内电压是否达到稳态的限值，电压容差（voltage tolerance）一般表示为额定电压的百分比形式。例如额定电压为 100V，角形接线，电压容差为 0.5%，则在一个电压稳态中线电压允许的波动范围为

$$\Delta U_{\max} = \delta * U_{rate} = 100 \times 0.005 = 0.5$$

其中 $\Delta U_{\max}$ 为允许的最大电压波动值，δ 为电压容差，U_{rate} 为额定电压。

（2）电压稳态

在稳态时间（Steady time）内电压有效值的波动在电压容差（Voltage tolerance）范围内则认为是一个电压稳态。即在稳态时间(Steady time)内满足：

$$\frac{ABS(U_{\max}-U_{\min})}{U_{rate}}<\delta$$

其中$U_{\max},U_{\min}$为稳态时间（Steady time）内电压有效值的最大最小值，U_{rate}为额定电压，δ为电压容差（Voltage tolerance）。例如稳态时间为 5s，额定电压为 100V，星形接线，电压容差为 0.5%，稳态时间内电压最大和最小值分别为 57.2V、57V。由于为星形接线则额定电压应该换算为$\frac{100}{\sqrt{3}}$即 57.74V。根据稳态判断公式：

$$\frac{ABS(57.2-57)}{57.74}<0.005$$

认为在这段时间内电压达到一个稳态。

（3）电压阶跃（voltage step）

在一次快速电压变动中前次稳态电压值与当前稳态电压值之差。电压阶跃通常表示为稳态电压变化之差占额定电压的百分比。例如在星形接线中，额定电压为 100V，前次稳态电压为 55V，当前稳态电压为 60V，则电压阶跃为：

$$\Delta U_{step}=\frac{ABS(U_{lastSteady}-U_{steady})}{U_{rate}}\times 100\%=\frac{ABS(55-60)}{57.74}\times 100\%=8.66\%$$

（4）电压变化速率（Rate of change）

在一次快速电压变动中电压由前次稳态转变为当前稳态的速率。电压变化速率通常表示为超出前次稳态的第一个点与进入第二个稳态前的最后一个点之差的绝对值占额定电压的百分比与快速电压变动转变时间（Transition time）的比值。快速电压变动转换时间为超出前次稳态的第一个点所对应的时间与进入第二个稳态前的最后一个点所对应的时间之差。例如在电压变化为 10%，转变时间为 1s，则电压变化速率为

$$\frac{dU}{dt}=\frac{\Delta U}{t_{transition}}=\frac{10\%}{1s}=10\%/s$$

其中$\frac{dU}{dt}$为电压变化速率(Rate of change)，$t_{transision}$为快速电压变动转变时间（Transition time）。

（5）最大电压变化（Maximum voltage change）

在快速电压变动过程中，电压相对于前后两次稳态电压的最大变化值占额定电压的百分比称为最大电压变化（Maximum voltage chang）。例如星形接线下，额定电压为 100V，上次稳态电压为 55V，本次稳态电压为 62V，在变化过程中最大电压变化点的电压为 65V，最小电压变化点的电压为 50V，则最大电压变化为：

$$\Delta U_{\max} = \frac{ABS(MAX(MAX((U_{\max Change} - U_{lastSteady}),(U_{\min Change} - U_{lastSteady})), MAX((U_{\max Change} - U_{steady}),(U_{\min Change} - U_{steady}))))}{U_{rate}} \times 100\%$$

$$= \frac{ABS(50-62)}{57.735} \times 100\% = 20.78\%$$

其中$\Delta U_{\max}$为最大电压变化(Maximum voltage change)，$U_{\max Change}$为最大变化点的电压值，U_{rate}为额定电压。

（6）快速电压变动捕捉条件

- 电压阶跃大于电压阶跃参数值/最大电压变化大于电压阶跃参数值（基于不同的探测模式）
- 电压变化速率大于电压变化速率参数值
- 快速电压变动过程中电压值不超过暂态阈值，否则认为发生了暂升暂降事件。
- 快速电压变动可同时触发两个输出，输出包括：RO/DO 出口、波形记录、暂态录波、告警邮件。

3.2.9 冲击电流监测功能

冲击电流一般出现在电机启动期间，可能导致电压暂降，引起断路器突然跳闸。

电能质量远程测试箱依据 IEC 61000-4-30 标准，提供对冲击电流的测量与评估。冲击电流测量采用半周波有效值，计算公式如下：

$$I_{half_cyc_rms} = \sqrt{\frac{1}{T/2}\int_0^{T/2} i^2(t)dt}$$

当半周波 RMS 电流高达预设的冲击电流阈值时，冲击电流开始；当半周波 RMS 电流低至冲击电流阈值减去用户设定的迟滞值后，冲击电流结束。

冲击电流相关参数设置有：

- 投退：投入/退出，默认退出；
- 冲击电流阈值：100%~500%的额定电流；
- 迟滞：0.1%~100%的额定电流；
- 触发动作：RO/DO 出口、波形记录、扰动记录、实时量定时记录等。

3.2.10 信号电压监测功能

配电系统通常传送控制信号来远程开启和关闭设备（也称为脉动控制）。这些控制信号的频率要高于常规的 50 或 60Hz 工频，最高可达约 3kHz。其振幅远远小于标称电压的振幅。

电能质量远程测试箱依据 IEC 61000-4-30 标准，能实时监测 3 组频率的信号电压。当测量值超过检测阈值时，开始信号电压发信，记录三相信号电压的最大值。

装置能提供满足如下要求的信号电压监测功能：

- 实时监测三相信号电压的 3s 有效值；
- 记录三相信号电压的最大值；

设置参数如下：

信号电压监测使能：使能/不使能，默认退出；

信号电压监测频率：60~3000Hz@50Hz（70~3000Hz@60Hz）；

信号电压门槛值：（0.3%~100%）Un，默认为 5%Un；

信号电压记录时间：1~120 秒。

3.2.11 标记功能

电能质量远程测试箱依据 IEC 61000-4-30 标准，在发生电压暂降事件、电压暂升事件或电压中断事件时，对该时刻的实时测量数据做出红色标记。对被标记的数据，可以设置是否纳入统计定时记录、EN50160 等的统计范围，默认为纳入统计范围。

图 3-7　电压标记显示示例

3.2.12 EN50160 统计功能

电能质量远程测试箱满足 EN50160 标准对频率、供电电压变化、闪变严重程度、供电电压不平衡、谐波电压、供电电压上的信号电压、快速电压变动、暂时工频过电压、瞬态过电压、电压暂降、供电电压短时中断、供电电压长时中断等进行统计分析。可设置三套独立的适用于高、中、低压的参数，每周在设定日期的零点生成一条报告，存储容量长达 1 年，掉电不丢失。

3.3 暂降源定位功能

电压暂降是影响电能质量的主要原因之一。近年来，电压暂降问题越来越被重视，暂降发生后关于责任如何分担、如何公平合理的解决相关争议和纠纷，也是用户关注的主要问题。要解决这些问题，就需要能够确定电压暂降的方位。准确地判断电压暂降源的位置，有助于评估区域配电系统和选择合理的治理措施，而且可以作为电力市场环境下协调电力部门与用户之间纠纷的重要依据，同时有助于相关电能质量问题的顺利解决。

电能质量远程测试箱提供暂降源定位功能，用以确定引发电压暂降的扰动发生在监测装置的哪一侧。如图 3-10 所示，参照基波有功潮流方向，如果扰动发生在 A 处，则称为上游方向，如果发生在 B 处，则称为下游方向。

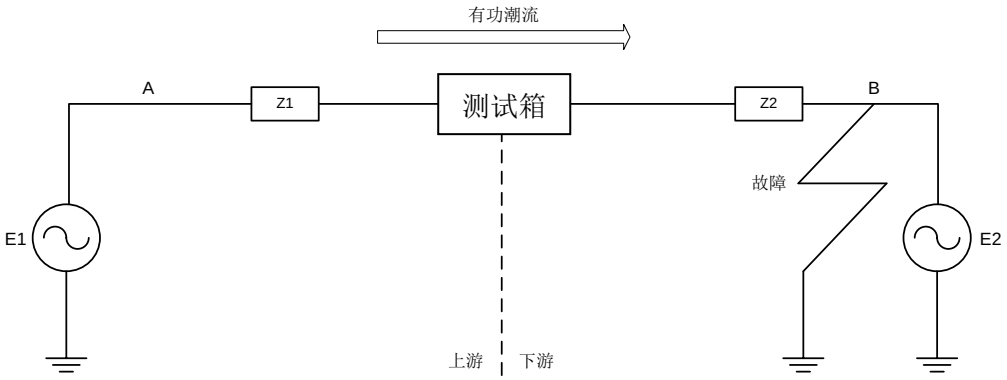


图 3-8　暂降源定位模型

暂降开始时，开启暂降源定位功能，通过分析暂降发生期间的电量特征，确定扰动方向，进行暂降源定位结果分析，并记录 PQ 事件，提供暂降源定位结果。

3.4 电能计量

3.4.1 基本电能计量

电能质量远程测试箱提供丰富的电能计量数据便于用户分析系统的能耗。装置提供的电能数据如下。

表 3-6　电能计量数据

	正向	反向	净值	总和
全波有功	√	√	√	√
全波无功	√	√	√	√
全波视在				√
基波有功	√	√		
基波无功	√	√		
总谐波有功	√	√		
总谐波无功	√	√		
2~31 次谐波有功	√	√		
2~31 次谐波无功	√	√		

电能质量远程测试箱能够记录的最大电能值为 99,999,999,999,999，当电能大于最大可记录电能时，则进行电能的翻转重新进行电能的累计。通过面板和通信可以进行电能的清零，通过通信可进行电能底值的设置。

3.4.2 电能脉冲输出

电能质量远程测试箱同时支持光电和接点脉冲输出，提供 2 路 LED 光电脉冲输出，2 路接点脉冲输出，并且每路脉冲输出可根据需要分别设置作为电能脉冲输出。

通过通信将 DO 接点脉冲输出、有功 LED 电能脉冲、无功 LED 电能脉冲关联到相关的电能即可投入电能脉冲输出功能。

电能脉冲常数可设置：1000、3200、5000、6400、12800（imp/kWh）。

电能脉冲输出参数见下表。

表 3-7 电能脉冲输出设置

脉冲输出方式		电能脉冲输出
光电脉冲输出	有功光电脉冲 LED	不投入； 全波有功电能 基波有功电能 谐波有功电能
	无功光电脉冲 LED	不投入； 全波无功电能 基波无功电能 谐波无功电能
接点脉冲输出	接点脉冲 DO1	遥控/告警出口； 1:全波有功正向 2:基波有功正向 3:谐波有功正向 4:全波有功反向 5:基波有功反向 6:谐波有功反向
	接点脉冲 DO2	遥控/告警出口； 1:全波无功正向 2:基波无功正向 3:谐波无功正向 4:全波无功反向 5:基波无功反向 6:谐波无功反向

3.4.3 分时计量（TOU）功能

电力系统中，节假日和工作日的电价不同，负荷峰值期间和非峰值期间的电价也不同。电能质量远程测试箱的分时计量功能也可称为复费率计量功能，是为适应峰谷分时电价的需要而提供的一种电能计量方式，可根据预先设定的计费时段及费率，分别计算累计各分时费率的用电量，从而实现对不同时段的用电量采用不同的电价。

电能质量远程测试箱的分时计量（TOU）功能可设置 8 个费率，12 个计费季，12 个日时段，20 个日费率表，90 个特殊日，3 种计费日类型。一年可最多划分为 12 个计费季，每个计费季可将一周 7 天设置为 3 种工作日/非工作日计费日类型，并分别设置对应的日费率表；日费率表以 1min 为步长将 1 天 24 小时划分为多个时段，最多可分为 12 个时段，每个时段对应唯一费率。对于计费季中一些如节假日的费率有差异，需要单独设置时，可通过设置特殊日指定特殊日日期及对应费率表来进行区分。

装置可设置两套独立的复费率方案，每套复费率方案的参数分别独立设置，可设置两套方案自动切换或手动切换，自动切换方式时，设定切换时间到，自动进行方案切换。

TOU 功能可实现正反向有功/无功/视在电能的分时计量，并提供各费率时段的需量最值及其产生时间。

各费率时段可记录的最大电能值为 99,999,999,999.999，超出最大值后电能值将翻转为 0，重新开始计量。

表 3-8 TOU 记录参数

电能	正向、反向有功电能 正向、反向无功电能 视在电能
需量	最大正向有功、无功需量
	最大反向有功、无功需量

装置可存储 12 个月的 TOU 增量电能和需量最值的历史数据。每到 TOU 数据转存时间或抄表时间，装置自动记录自上次转存/抄表后到本次转存或抄表这段时间的 TOU 电能增量和需量最值数据，此数据与本次抄表时间标签形成一条完整的记录，转存为上月电能，同时当月的需量最值自动复零重新统计。

装置提供手动触发 TOU 数据记录功能，当收到记录命令时，立即记录当前时刻 TOU 电能和需量最值数据。此外，装置还具有 TOU 数据清除功能，可在设置菜单中进行相关操作。

相关参数如下：

- 计费季：1~12 个计费季，计费季 1 起始时间为 1 月 1 日；
- 计费日类型：Weekday1、Weekday2、Weekday3，每个计费日单独指定费率表；
- 特殊日：0~90 个特殊日，每个特殊日单独指定费率表；
- 日费率表：20 个日费率表，每个日费率表可设置 12 个日时段，每个时段单独指定费率；
- 费率：8 个费率，T1~T8；
- 费率方案切换时间：两套费率方案的自动切换时间，设置为 FFFFFFFF 时，为不自动切换，需手动触发进行转换；
- 定时记录时间：可设置每月固定时刻保存 TOU 数据，可保存 12 个月的历史数据。
- 手动触发：支持手动触发费率方案切换、数据瞬时记录、TOU 增量电能数据保存。

3.4.4 增量电能

电能质量远程测试箱具有增量电能功能模块，可记录包括：正向/反向有功电能、有功电能总和；正向/反向无功电能、无功电能总和、总视在电能；正向/反向基波有功电能、正向/反向基波无功电能；正向/反向总谐波有功电能，正向/反向总谐波无功电能。

数据上传系统后，可由后台灵活配置生成分时计费数据，也可以计算出每个时段的功率需量，进而找出最大功率需量等。

记录的电能数据的定时间隔可设置，可存储 65535 条记录，可设置循环存储或记录空间满停止记录。循环存储方式下，当记录存满后覆盖最早存储的数据；记录空间满停止记录方式下，当记录存满 65535 条后停止记录。增量电能数据可清零。 相关参数设置有：

- 记录模式：不记录、循环存储或者满停止，默认不记录；
- 电能数据：增量电能数据可设置为电能增量或电能实时值；

- 记录间隔：1~65535 min；
- 启动时间：可设置增量电能开始记录的时间日期（年-月-日-时-分-秒）。

3.5 需量

电力系统中常根据用户的电能消耗（以有功电能的形式）和峰值用电水平（以有功功率形式）来收取费用。需量的定义为一定时间间隔（通常 15 分钟）内的均值。

装置除了提供常见的有功需量外，对电压、电流、功率因数、频率、不平衡度、THD 等实时参数都提供了需量计算，包括实时需量及预测需量，同时还可记录电流、功率的当前和上次需量最大值。

3.5.1 实时需量

（1） 实时需量数据

装置提供以下数据的实时需量：

- VA, VB, VC, Vln Avg., V4, VAB, VBC, VCA, Vll Avg.
- IA, IB, IC, I Avg.,I4
- Pa, Pb, Pc, P 总和
- Qa, Qb, Qc, Q 总和
- Sa, Sb, Sc, S 总和
- PFa, PFb, PFc, PF 总和
- 频率
- 三相电压偏差，频率偏差
- 电压、电流负序和零序不平衡度
- 三相电流，零序电流 K 因子
- VA, VB, VC, V4, IA, IB, IC, I4 的总谐波畸变率，奇次谐波总畸变率，偶次谐波总畸变率
- VA, VB, VC, V4, IA, IB, IC, I4 的 2~63 次谐波含有率

（2） 需量计算模式

实时需量计算模式有两种：滑动需量、DI 同步需量。两种模式都提供预测需量的计算。

➢ 滑动需量模式

滑动需量是从任意时刻起，按小于需量周期的时间递推测量需量的方法，所测得的需量叫滑动需量。依次递推测量需量的间隔时间叫滑差时间。滑差时间一般采用 1 分钟，需量周期一般是采用 15 分钟。

滑动需量模式相关参数如下：

需量计算模式：滑动需量；

需量子周期（滑差时间）：设置范围为 1～60min。

需量子周期个数：设置范围 1～15。

如选择需量子周期为 1min，需量子周期个数为 15，则需量周期为 1×15=15min。

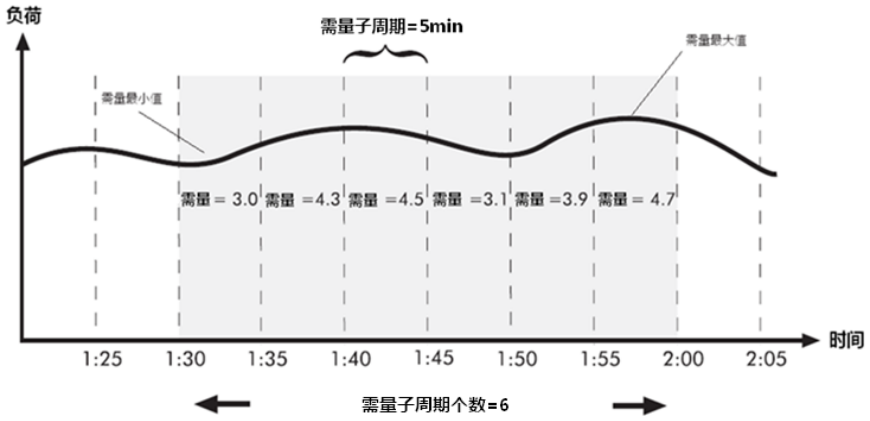


图 3-9　需量计算示意图

如图 3-4 对滑动需量如何计算需量值进行了示意说明。如图，设置需量子周期为 5min，需量子周期个数为 6，1:30 到 2:00 之间的 6 个子周期的平均需量已计算出来，则 2:00～2:05 之间的滑动需量值应为：

$$\frac{3.0+4.3+4.5+3.1+3.9+4.7}{6}=3.92$$

即实时需量值计算是取最后 6 个 5min 间隔的子周期需量值求和取平均值。

➢ DI 同步需量模式

装置可接收外部 DI 输入闭合作为同步脉冲，这样同一系统内的装置可以使用相同的计算周期计算需量。在实际应用中，电力部门的测量仪表可以和用户的仪表同步计算，便于比较。iMeter 8 可以将任意一个 DI 设置为同步脉冲输入。

DI 同步需量模式相关参数如下：

- 需量计算模式：DI 同步需量。
- 需量子周期个数：1～15。

3.5.2 预测需量

预测需量根据当前需量值与实时测量值计算下一次更新需量的预测值。一些电力系统中采用最大需量进行收费，预测需量与定值越限相配合，可提前一个需量子周期进行预警，用户可采取措施降低系统的功率消耗，这对于降低生产成本是十分有利的。

装置提供以下数据的预测需量：

- VA, VB, VC, Vln Avg., V4
- VAB, VBC, VCA, Vll Avg.
- IA, IB, IC, I Avg.,
- Pa, Pb, Pc, P 总和
- Qa, Qb, Qc, Q 总和
- Sa, Sb, Sc, S 总和
- PFa, PFb, PFc, PF 总和
- 频率

影响预测需量计算值参数有：预测需量灵敏度，整定范围为 70～99。

预测需量灵敏度：反映当前实时值的变化对预测需量影响的灵敏程度。预测需量灵敏度值越大，则预测需量值大小随时实值大小变化越明显。

3.5.3 最大需量

装置提供本次、上次最大需量记录，记录最大需量值及其产生时间，装置提供以下参数的最大需量：

- IA, IB, IC, 基波 IA, 基波 IB, 基波 IC
- 正向/反向有功功率
- 正向/反向无功功率
- 视在功率

通过转存时间可设置本次最大需量转存为上次最大需量的方式，转存后本次最大需量记录清零，重新统计记录最大需量值。转存时间可设置为：月末或固定每月 xx 日 xx 时自动转存、手动清除转存。

当设置为月末或每月固定时间转存时，转存时间到，则本次最大需量转存为上次最大需量；当设置为手动清除转存时，进行最大需量清除操作时，本次最大需量转存为上次最大需量记录。在自动转存方式时，进行最大需量的清除操作，仅清除本次最大需量值及其产生时间，不会进行最大需量转存。

3.6 越限监测功能

电能质量远程测试箱的定值越限系统只能通过通信由上位机软件进行整定，最多可设置 40 组越限参数，其中 1～24 组为标准定值越限，25～40 组为高速定值越限，每组参数包括以下内容：

（1）触发方式：越上限/越下限。

（2）监测对象，包括：

表 3-9 定值越限监测参数

越限类型	越限监测对象
标准越限	相电压、线电压、相电流、零序电压、零序电流、频率偏差、总有功功率、总无功功率、总视在功率、功率因数、DI1～DI8、总有功功率实时需量、总无功功率实时需量、总视在功率实时需量、功率因数实时需量、总有功功率预测需量、总无功功率预测需量、总视在功率预测需量、功率因数预测需量、电压总谐波畸变率、电流总谐波畸变率、电压偶次谐波畸变率、电流偶次谐波畸变率、电压奇次谐波畸变率、电流奇次谐波畸变率、电压负序不平衡度、电压零序不平衡度、电流负序不平衡度、电流零序不平衡度、电压偏差、逆相序、2~63 次电压电流谐波（根据参数选择可以为谐波的幅值或者含有率）。
高速越限	相电压、线电压、相电流、零序电压、零序电流、频率偏差、总有功功率、总无功功率、总视在功率、功率因数、DI1～DI8

（3）动作上限/动作下限：越限触发的动作值及返回值。

越上限时，监测对象测量值大于动作上限值时越限动作，测量值小于动作下限值时越限返回；

越下限时，监测对象测量值小于动作下限值时越限动作，测量值大于动作上限值时越限返回。

监测对象为开关量输入时，动作上限/动作下限设置无效，不需要设定动作上限/动作下限。

（4）动作延时：检测到越限后延时动作的时间。

对于标准越限，动作延时时间 0～9999s 可设置；对于高速越限，延时时间 0～9999 周波可设置。

（5）返回延时：越限返回后延时返回的时间。

对于标准越限，返回延时时间 0～9999s 可设置；对于高速越限，延时时间 0～9999 周波可设置。

（6）触发类型：越限触发动作

所有越限动作或返回都会产生 SOE 记录，并可设置触发两个输出，输出动作包括 RO/DO 出口、定时记录、波形记录、暂态录波、邮件告警。

定值越限的触发方式可被设定为越上限、越下限，以下对越上限及越下限的判断逻辑进行说明：

图 3-10 描述了越上限的情形，以越限触发继电器动作为例。当被测参数超过动作上限并且持续时间超过动作延时时间时，越限触发继电器动作；当被测参数小于动作下限并且持续时间超过返回延时时间时，继电器返回。

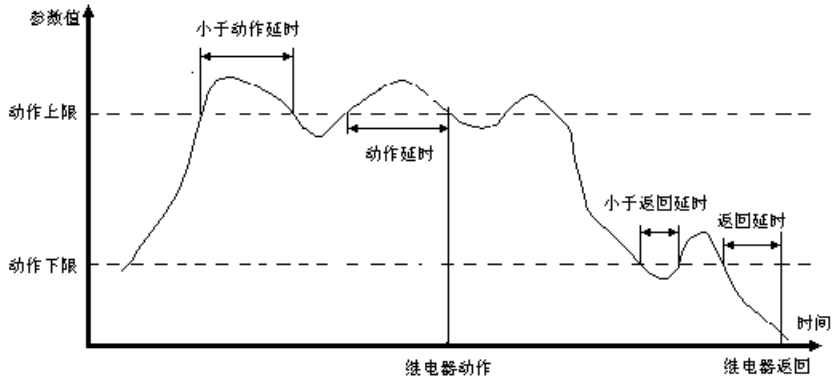


图 3-10　越上限

图 3-11 描述了越下限的情形，以触发继电器动作为例。当被测参数低于动作下限并且持续时间超过动作延时时间时，越限触发继电器动作；当被测参数高于动作上限并且持续时间超过返回延时时间时，继电器返回。

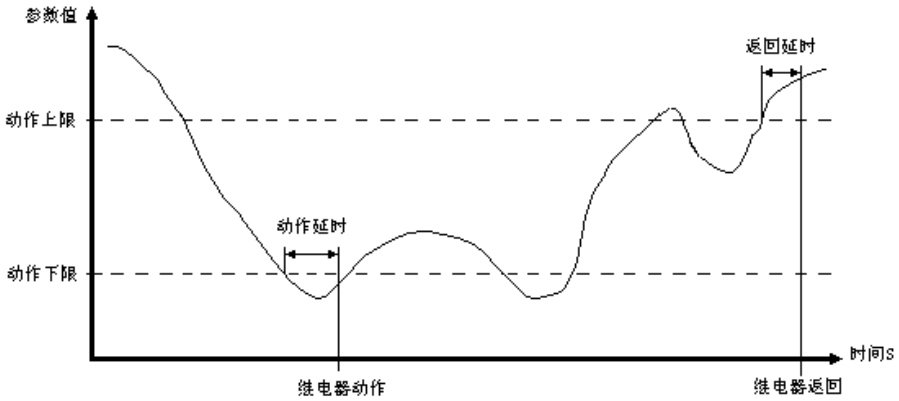


图 3-11　越下限

3.7 突变量检测功能

装置提供电压突变量、电流突变量检测功能，用于监测电压、电流运行时参数突变故障告警，快速响应动作，可根据实际情况需要分别设置电压突变量、电流突变量的功能投退及动作限值。

突变量事件动作记入 SOE 事件，记录发生时间、动作相别及突变量变化值，并可设置触发波形记录、扰动记录，触发事件也记录 SOE 中。相关设置参数如下：

电压/电流突变量投退：投入/退出

电压突变量限值（ΔU）：0.57~100.00V

电流突变量限值（ΔI）：0.10~5.00A

突变量触发动作：波形记录、扰动记录、DO/RO 动作。

3.8 波形记录功能

电能质量远程测试箱具有波形记录功能，可由暂态扰动、瞬态扰动、冲击电流扰动、快速电压变动、越限事件、DI 变位、通信条件触发，以 COMTRADE 格式以及 PQDIF 格式存储，掉电不丢失。

装置可存储 128 条录波数据，循环存储，录波存满后，新的录波数据覆盖最老的数据。录波数据带日期和时间标志存入装置文件系统中，通过监控计算机读取和显示录波图形。

装置还可支持连续录波，最多可设置连续记录 7 条波形记录。

波形记录录波格式及录波触发前周波数可设置，设置范围见下表：

表 3-10　波形记录参数

录波格式	触发前周波数
512 点/周波×20 周波	2~12 周波可设置
256 点/周波×40 周波	2~24 周波可设置
128 点/周波×80 周波	2~48 周波可设置
64 点/周波×160 周波	2~96 周波可设置
32 点/周波×320 周波	2~192 周波可设置
16 点/周波×640 周波	2~384 周波可设置

3.9 扰动记录功能

电能质量远程测试箱提供扰动记录功能，可记录至少包含一个完整的故障过程，把故障事件分 6 个阶段，记录包括故障起始前后、故障持续过程及故障结束时各个时段的录波。各段录波记录如下图所示：

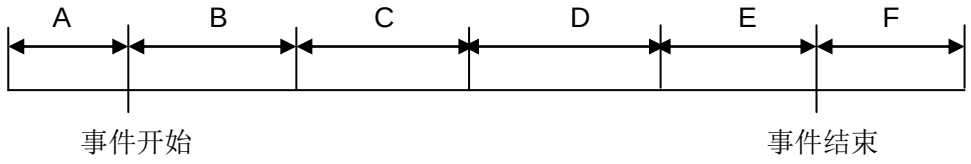


图 3-12　暂态录波分段

事件发生前后到事件结束后各时段记录的数据说明如下：

表 3-11　扰动记录事件时段

事件时段	记录说明	记录时间	采样率
A 时段	记录系统事件开始前的波形数据	5~10 个周波	256 点/周波
B 时段	记录系统事件开始后初期的波形数据	25~30 个周波	256 点/周波
C 时段	记录系统事件开始后的原始波形数据	0~150 个周波	16 点/周波
D 时段	记录系统事件持续期的周波峰值数据	0~18000 个周波	1 点/周波
E 时段	记录系统所有事件结束前的波形数据	2 个周波	256 点/周波
F 时段	记录系统所有事件结束后的波形数据	13 个周波	256 点/周波

注：C、D 时段记录数据的采样率根据事件持续时间的长短自动变化：

1）如果 C 段的持续时间小于 150 周波，则 D 段为 0；

2）如果 C 段记满 150 周波，则开始记录 D 段；

3）当 D 段记满 18000 周波时，则不再记录 D 段数据；持续时间超过 10min 后，继续记录 E、F 段数据。

扰动记录数据记录三相电压、三相电流、U4、I4 波形，以及 14 个数字量通道数据。

- 可由暂态扰动、瞬态扰动、快速电压变动、越限事件、DI 变位、通信条件触发；
- 提供通信触发暂态录波的功能；
- 触发前周波数可整定：2~10 周波；

系统内部最多保存 128 条扰动记录数据，当记录满再产生新的扰动记录事件时，最新的扰动记录数据覆盖最老的数据，扰动记录文件采用类 COMTRADE 故障录波方式存储，掉电不丢失。

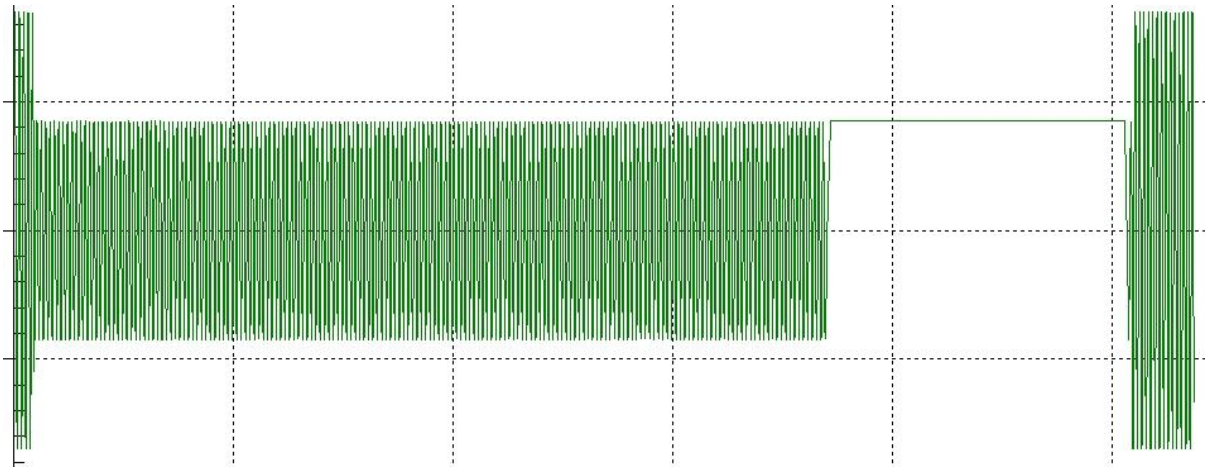


图 3-13　扰动记录整体效果图

3.10 统计定时记录功能

电能质量远程测试箱具有超强的统计定时记录功能，可对实时测量值按照整定的间隔时间进行统计计算并记录统计值，包括间隔时间内的最大值、最小值、平均值、95%概率值。

装置提供 4 组统计定时记录功能，各组定时记录分别独立，可分别进行整定。每组统计定时记录最多可设置记录 64 个变量，记录间隔时间为 0~60min 可设置。当记录间隔时间为 3min 时，可保存 90 天的统计数据，掉电数据不丢失。数据存储方式可设置循环记录或记录空间满停止记录。循环记录方式下，当记录存满后覆盖最早的记录数据；记录空间满停止记录方式下，当存满后停止记录。

定时记录相关的参数设置有：

- 记录间隔：0~60min，0 表示不记录；
- 存储方式：循环记录、满停止记录；
- 数据源个数：0～64，0 表示无；
- 记录参数：可设置记录实时测量参数、电能质量参数等。

4 组统计定时记录共可记录多达 256 个参数，用户可根据实际应用需要分别设置每组记录参数。

可设置的记录参数如下：

- 系统频率 f：有效值、偏差；
- Ua、Ub、Uc、U4：有效值和基波有效值，2～63 次谐波含有率/有效值/相角，次谐波、1～63 次间谐波含有率/有效值；
- Ia、Ib、Ic：有效值和基波有效值，2～63 次谐波含有率/有效值/相角，次谐波、1～63 次间谐波含有率/有效值；
- A 相、B 相、C 相：2～63 次谐波有功功率/无功功率/视在功率/功率因数；
- Uab、Ubc、Uca：真有效值；
- Ua、Ub、Uc：偏差、上偏差、下偏差、电压波动、闪变；
- Ia、Ib、Ic：K 因子，峰值因子；
- Ua、Ub、Uc：峰值因子；
- 零序、正序、负序电压 U_0、U_1、U_2，以及 U_0、U_2 不平衡度；
- 零序、正序、负序电流 I_0、I_1、I_2，以及 I_0、I_2 不平衡度；
- 总谐波/间谐波畸变率、奇次谐波/间谐波畸变率、偶次谐波/间谐波畸变率；
- 总有功功率、总无功功率、总视在功率，以及基波有功功率、基波无功功率、基波视在功率；
- 总功率因数，以及基波功率因数。

3.11 事件记录

电能质量远程测试箱可顺序记录装置产生的各类事件，记录这些事件发生的时间、类型、持续时间和典型值，时间分辨率为 1ms。事件记录数据停电不丢失，记录满后，将从最早事件开始覆盖。所有事件记录可通过显示面板和通信口读取及进行清除。

电能质量远程测试箱的事件记录分为监测事件和操作日志，可分别最多保存 1024 条记录。

3.11.1 监测事件

监测事件包含以下记录内容：

表 3-12 监测事件记录

事件描述		事件记录详情	
		特征值	内容
普通越限事件	xx（监测对象）越上限	动作值	数据值
		最大值	
		返回值	
		持续时间	单位为‘s’，数值保留 3 位小数，如 0.000 s
		波形	波形记录、扰动记录
	xx（监测对象）越下限	动作值	数据值
		最小值	
		返回值	
		持续时间	单位为‘s’，数值保留 3 位小数，如 0.000 s
		波形	波形记录、扰动记录
高速越限事件	xx（监测对象）高速越上限	同 xx（监测对象）越上限	
	xx（监测对象）高速越下限	同 xx（监测对象）越下限	
开关量（I/O）事件	DI*闭合	波形	波形记录、扰动记录
	DI*打开	波形	波形记录、扰动记录
	DO*（RO*）动作	动作原因	普通越限动作/高速越限动作/遥控/联动/突变量启动/暂态启动/瞬态启动/快速电压变动启动/冲击电流启动/硬件告警/面板控制
	DO*（RO*）返回	返回原因	普通越限返回/高速越限返回/遥控/联动/突变量结束/暂态结束/瞬态结束/快速电压变动结束/冲击电流结束/硬件告警解除/面板控制
手动触发波形记录		波形	波形记录、扰动记录
手动触发扰动记录		波形	波形记录、扰动记录
实时量定时记录事件	第*组普通实时量定时记录启动	启动原因	DI 变位/普通越限/高速越限/暂态/冲击电流
	第*组普通实时量定时记录停止	停止原因	DI 变位/DI 参数变化/普通越限/普通越限参数变化/高速越限/高速越限参数变化/暂态/暂态参数变化/冲击电流/冲击电流参数变化

	第*组高速实时量定时记录启动	同第*组普通实时量定时记录启动	
	第*组高速实时量定时记录停止	同第*组普通实时量定时记录停止	
暂态扰动	A 相（AB 线）电压暂升	残余电压	220.00V，220.00V，220.00V
		持续时间	单位为‘ms’，数值保留 3 位小数，如 0.000 ms
		波形	波形记录、扰动记录
		评估曲线	ITIC
	A 相（AB 线）电压暂降	残余电压	同暂升
		持续时间	
		暂降源定位	上游（可信度高）
		波形	波形记录、扰动记录
		评估曲线	ITIC、SEMI F47
	A 相（AB 线）电压中断	残余电压	同暂升
		持续时间	
		波形	波形记录、扰动记录
		评估曲线	ITIC、SEMI F47
瞬态扰动	电压瞬态扰动	扰动值	同暂升
		持续时间	
		波形	波形记录、扰动记录
冲击电流	A 相冲击电流	扰动值	0.000A
		扰动期间有效值	0.000A
		持续时间	单位为‘ms’，数值保留 3 位小数，如 0.000 ms
		波形	波形记录、扰动记录
快速电压变动	A 相（AB 线）电压快速变动	扰动方向	向上/向下
		变化时间	单位为‘ms’，数值保留 3 位小数，如 0.000 ms
		稳态电压变化率	百分比
		最大电压变化率	百分比
		波形	波形记录、扰动记录
信号电压	xxxkHz 信号电压	触发通道	A 相/AB 线
		最大电压值(%Un)	A:*** B:*** C:***
	A 相（AB 线）/零序电压突变量	电压变化值	220.00V

突变量		关联波形	波形记录、扰动记录
	A 相/零序电流突变量	电流变化值	5.000A
		关联波形	波形记录、扰动记录

3.11.2 操作日志

操作日志包含以下记录内容：

运行维护人员修改装置设定的参数后，装置将自动记录这一事件，记录包含操作的内容和操作的时间，这些记录不能被修改，掉电不丢失，与越限事件、暂态事件记录、故障录波等一起作为事故分析的依据。

装置操作日志包含如下内容：

- 上掉电记录
- 修改系统参数
- 校时
- 清除操作
- 触发 TOU 记录
- 设置 TOU 电能底值
- 切换 TOU 费率方案
- 装置自检信息

3.11.3 事件计数功能

电能质量远程测试箱提供事件计数功能。当有相应的新事件产生后，计数器+1，可统计各类事件发生的次数。包括电压暂升、暂降、中断、瞬态、快速电压变动、信号电压 1/2/3、冲击电流等电能质量事件分别计数及所有 PQ 事件的总计数。

事件计数最大可记录 2^{32} 次，计数累计到最大值后，再次产生事件则翻转为 0，重新开始计数。

各事件计数器可通过面板和通信方式分别进行清零。

表 3-13　PQ 事件计数

序号	事件计数类别
1	电压暂降
2	电压暂升
3	电压中断
4	电压瞬态
5	快速电压变动
6	冲击电流
7	信号电压 1
8	信号电压 2
9	信号电压 3
10	事件总数

3.12 ITIC/SEMI F47 曲线

ITIC 和 SEMI F47 曲线规定了设备必须具备的承受供电电源电压扰动能力，其意义是电力设备对电压干扰耐受能力、评估供电系统电压扰动水平的基准。

电能质量远程测试箱显示 ITIC 曲线界面的横轴为电压暂态事件持续时间，纵轴为电压的百分比（相对于标称电压），上方曲线代表设备对电压暂升的耐受力，下方曲线表示设备对电压骤降的耐受力，曲线中间区域表示正常运行范围。如下图，该界面展示单次暂态事件幅值-持续时间的分布。

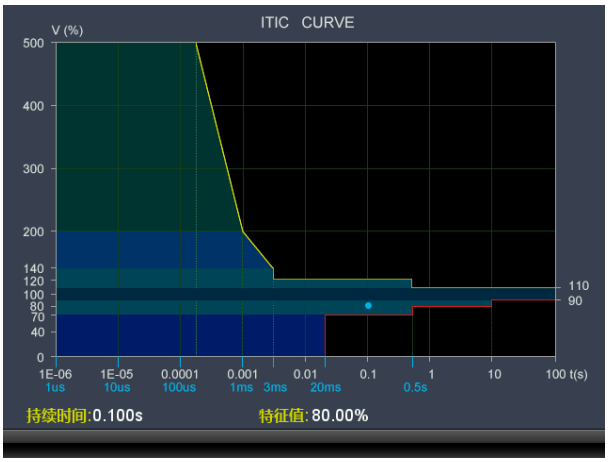


图 3-14　ITIC 电压容限曲线

装置显示 SEMI F47 曲线界面的横轴为电压暂态事件持续时间，纵轴为电压的百分比（相对于标称电压）。规范制定了设备对电压暂降的耐受时间，红色实线上方区域代表设备须保证此干扰下可正常持续运行。设备在 0%标称值是持续运行 0.02s，50%标称值是持续运行 0.2s，70%标称值时持续 0.5s，80%时持续 1s，90%标称值时持续 10s。如下图，该界面展示单次暂态事件幅值-持续时间的分布。

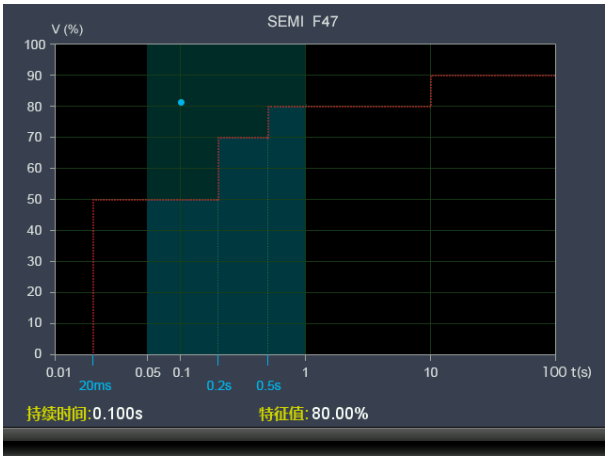


图 3-15 SEMI F47 曲线

3.13 模拟表头

电能质量远程测试箱具有很高的采样率和强大的计算及存储能力，再配合大液晶显示，可以很好地综合模拟表和数字表的优点，方便技术操作人员实时准确掌握电流和电压变化情况。

图 3-16 模拟表头

装置提供模拟表头功能，液晶界面可显示电压、电流模拟表头和实时电流、电压趋势曲线。

1) 模拟表头界面实时显示内容：电压表头，电流表头，电压趋势图，电流趋势图。

2) 电压表头

   a) 显示数据:10/12 周波一次侧电压数据；

   b) 量程：通过电压量程参数设定；

   c) 过压倍数：过载倍数为量程的 2 倍；

3) 电流表头

   a) 显示数据：10/12 周波一次侧电流数据；

   b) 量程：通过电流量程参数设定；

4) 电压趋势图

   a) 记录数据：10/12 周波一次侧三相电压有效值；

   b) 显示时间长度：1 分钟；

   c) 电压趋势图量程按照电压量程参数确定。

5) 电流趋势图

   a) 记录数据：10/12 周波一次侧三相电流有效值；

   b) 显示时间长度：1 分钟；

   c) 电流趋势图量程按照电流量程参数确定。

3.14 对时功能

装置支持软件对时和硬件脉冲对时。

软件对时支持 SNTP 网络对时和 Modbus 通讯对时。SNTP 网络对时是装置自动从网络时间服务器获取高精度时间，其中 SNTP 广播对时还要求装置与授时源的时差在 5 分钟以内（单播对时无此限制）。Modbus 通信对时是上位机通过 Modbus 协议对装置进行对时。

硬件对时功能支持 IRIG-B 对时、GPS 硬件脉冲对时、DI 秒脉冲对时。

3.15 存储功能

电能质量远程测试箱拥有 2G 的内存容量，主要用来保存波形记录、定时记录、电能账单记录、EN50160 记录、SOE 记录、PQ 记录等文件。

4 操作使用

电能质量远程测试箱采用 TFT 彩色液晶屏，分辨率为 640×480，色彩模式为 RGB。人机界面实现了菜单化，操作方便简洁。装置的整体效果图如下所示：

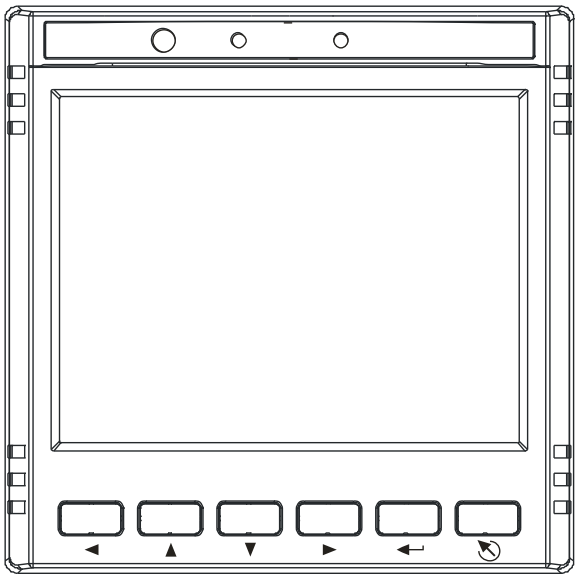


图 4-1　电能质量远程测试箱前面板图

4.1 按键

电能质量远程测试箱的前面板共设计 6 个按键：上，下，左，右 4 个方向键、确认键、退出键。各个键功能如下：

表 4-1　按键功能说明

按键	功能说明
“▲”键	向上移动光标；或光标所在位置的数字加 1。
“▼”键	向下移动光标；或光标所在位置的数字减 1。
“◀”键	向左移动光标；或向左翻页。
“▶”键	向右移动光标；或向右翻页。
“↵”键	进入下一级菜单；或确认输入值。
“⊘”键	退出到上一级菜单；或取消输入值。

4.2 显示菜单及操作

装置上电，则开始初始化页面，初始化完成，则进入默认主菜单页面。

共分为 5 个菜单，包括“表计”，“电能质量”，“PQ Insight”，“事件”，“设置”。如下所示：

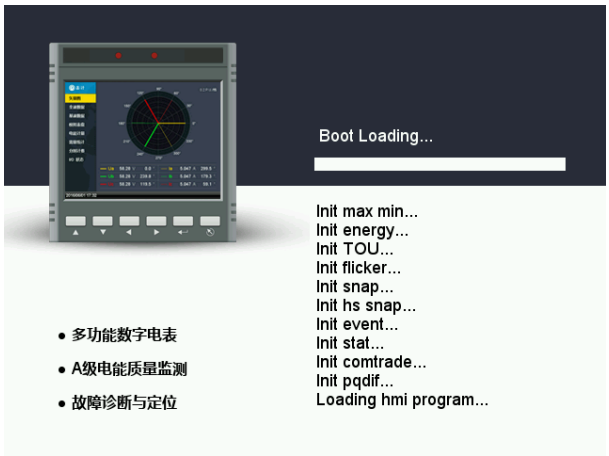


图 4-3　启动画面

图 4-4　主菜单

（1）表计

“表计”菜单包含 8 个子菜单：矢量图、全波数据、基波数据、模拟表盘、电能计量、需量统计、分时计费、I/O 状态，通过“▲”、“▼”方向键可切换子菜单页面。

a)　矢量图

“矢量图”界面显示三相电压、电流矢量图，以及三相电压、电流的幅值和相角。如下图所示：

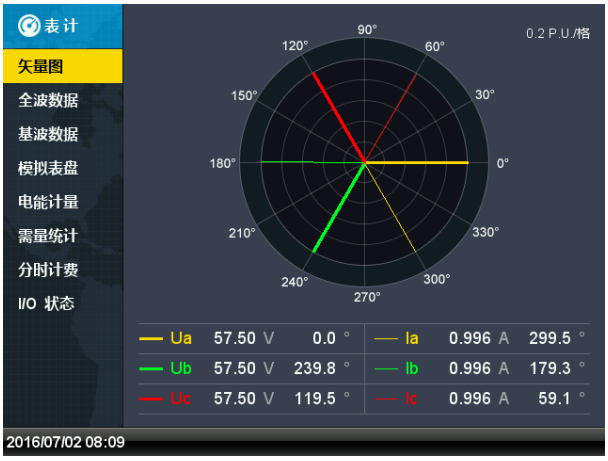


图 4-5 矢量图显示界面

b)　全波数据

“全波数据”界面显示实时电压、电流、有功、无功、功率因数、频率、相角等基本测量量；使用“↵”键可暂停实时数据刷新。如下图所示：

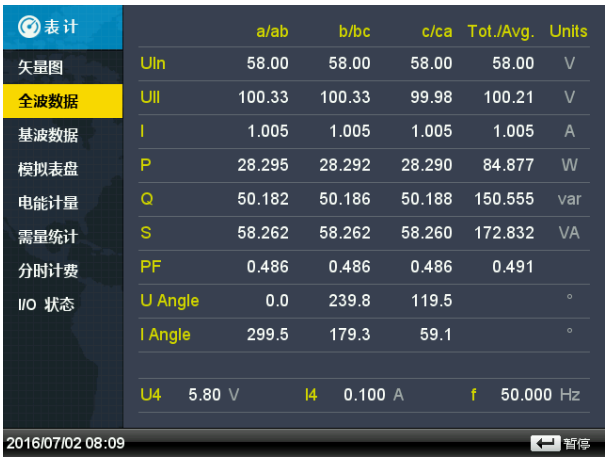


图 4-6　全波数据显示界面

c)　基波数据

“基波数据”界面显示基波电压、基波电流、基波有功、基波无功、基波功率因数等基波测量量；使用“↵”键可暂停实时数据刷新。如下图所示：

图 4-7　基波数据显示界面

d)　模拟表盘

“模拟表盘”界面显示三相电压、电流模拟表头和实时电流、电压趋势曲线，通过“◀”“▶”方向键可切换各相电压、电流显示。在演示模式下，使用“↵”键可触发模拟电机启动过程。如下图所示：

图 4-8　模拟表盘显示界面

图 4-9　模拟电机启动界面

e) 电能计量

“电能计量”界面包含总电能、基波电能、谐波电能三个电能菜单；通过“◀”“▶”方向键可切换三个三级菜单。

“总电能”界面显示正向、反向有功电能，有功电能总和，有功电能净值，正向、反向无功电能，无功电能总和，无功电能净值，视在电能；

“基波电能”界面显示正向、反向有功电能，有功电能总和，有功电能净值，正向、反向无功电能，无功电能总和，无功电能净值；

“谐波电能”界面显示正向、反向有功电能，有功电能总和，有功电能净值，正向、反向无功电能，无功电能总和，无功电能净值；通过“↵”键可全屏查看各分次谐波电能。

图 4-10 总电能显示界面

图 4-11 基波电能显示界面

图 4-12 谐波电能显示界面

图 4-13 分次谐波电能显示界面

f) 需量统计

“需量统计”界面包含实时&预测需量、本次最大需量、上次最大需量三个三级菜单；通过“◀”“▶”方向键可切换三个菜单。

“实时&预测需量”界面，显示正向、反向总有功功率，正向、反向总无功功率，总视在功率，总功率因数以及三相电流的实时需量和预测需量数据；

“本次最大需量”和“上次最大需量”界面，分别显示正向、反向总有功功率，正向、反向总无功功率，总视在功率，总功率因数以及三相电流的本次和上次最大需量及对应时标，以及本次和上次最大需量记录的起始时间。

注：本次最大需量为上一次需量最值清除后的最大需量，进行需量最值清除操作后当前最大需量则转存为上次最大需量。

图 4-14　实时&预测需量显示界面

图 4-15　本次最大需量显示界面

图 4-16　上次最大需量显示界面

g)　分时计费

“分时计费”界面包含实时分时计费和上次分时计费两个三级菜单；通过“◀”“▶”方向键可进行切换。

“实时分时计费”界面，显示 8 种费率对应的实时正向、反向有功和无功电能、视在电能，最大正向、反向有功需量，最大正向、反向无功需量；通过“↵”键可全屏查看详细数据；

“上次分时计费”界面，显示上次记录的 8 种费率对应的正向、反向有功和无功电能、视在电能，最大正向、反向有功需量，最大正向、反向无功需量；通过“↵”键可全屏查看详细数据。

图 4-17　实时分时计费显示界面

图 4-18　正向/反向有功和无功电能显示界面

图 4-19　上次分时计费显示界面

图 4-20　开关量输入显示界面　　图 4-21　开关量输出显示界面

（2） 电能质量

“电能质量”菜单包含 7 个子菜单：谐波、间谐波、偏差、不平衡度、闪变、电压波动、EN50160，通过“▲”“▼”方向键可切换子菜单页面。

图 4-22　电能质量显示界面

a) 谐波

“谐波”界面显示 2~63 次的电压、电流谐波的棒图，总谐波畸变率，总奇次、偶次谐波畸变率，峰值因子和 K 因子；通过“↵”键可以全屏查看各次谐波的含有率、有效值和相角。如下图所示：

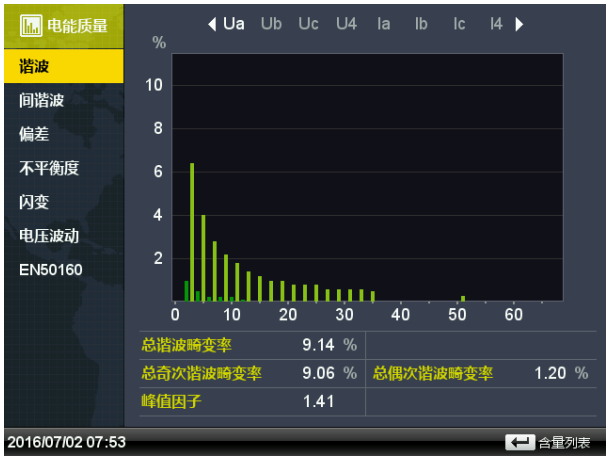


图 4-23 谐波显示界面

图 4-24 谐波列表显示界面

b) 间谐波

“间谐波”界面显示 2~63 次的电压、电流间谐波的棒图，总间谐波畸变率，总奇次、偶次间谐波畸变率；通过“↵”键可以全屏查看各次间谐波的含有率和有效值。

c) 偏差

“偏差”界面显示相电压和线电压的上/下偏差，以及频率偏差。如下图所示：

图 4-25 偏差显示界面

d) 不平衡度

“不平衡度”界面显示正序、负序、零序电压和电流值，及负序、零序电压和电流不平衡度。如下图所示：

图 4-26　不平衡度显示界面

e)　闪变

“闪变”界面显示三相电压的短时闪变和长时闪变值。如下图所示：

图 4-27　闪变显示界面

f)　电压波动

“电压波动”界面显示三相电压的波动值和波动频次。如下图所示：

图 4-28　电压波动显示界面

g) EN50160

“EN50160”界面显示显示 EN50160 报告的评估参数及对应结论；通过“▲”“▼”方向键可移动光标切换不同的参数，“◀”“▶” 方向键可进行翻页，“↵”键可以全屏查看详细评估报告。如下图所示：

图 4-29 EN50160 显示界面

次数 h	限值 %	CP95值 % Ua	CP95值 % Ub	CP95值 % Uc	容限 %	合格率 % Ua	合格率 % Ub	合格率 % Uc	结论
THD	8.0	9.14	9.14	9.14	95.0	0.00	0.00	0.00	✗
奇次谐波（非3的倍数）									
H05	6.0	4.00	4.00	4.00	95.0	100.00	100.00	100.00	✓
H07	5.0	2.80	2.80	2.80	95.0	100.00	100.00	100.00	✓
H11	3.5	1.80	1.80	1.80	95.0	100.00	100.00	100.00	✓
H13	3.0	1.40	1.40	1.40	95.0	100.00	100.00	100.00	✓
H17	2.0	1.00	1.00	1.00	95.0	100.00	100.00	100.00	✓
H19	1.5	1.00	1.00	1.00	95.0	100.00	100.00	100.00	✓
H23	1.5	0.80	0.80	0.80	95.0	100.00	100.00	100.00	✓
H25	1.5	0.80	0.80	0.80	95.0	100.00	100.00	100.00	✓
奇次谐波（3的倍数）									
H03	5.0	6.40	6.40	6.40	95.0	0.00	0.00	0.00	✗

图 4-30 谐波电压评估报告界面

（3）PQ Insight

“PQ Insight”菜单显示三相电压、电流和 U4、I4 的实时波形；通过方向键可以选择任意波形通道，点击暂停/刷新按钮还可以切换波形动态显示或停止。

可显示最近一次的事件记录及时标，移动光标至“最近事件”处，还可通过“↵”键查看对应的事件记录详情和波形。

在 PQ Insight 界面，还可触发各类暂态事件和波形记录，包括：电压暂升、电压暂降、电压中断、瞬态电压、波形记录、扰动记录。

当发生暂态和瞬态事件时，实时波形会捕捉变化瞬间的波形并保持一段时间（5s 左右）。

图 4-31 PQ Insight 显示界面

图 4-32 实时波形显示界面

（4）事件

“事件”菜单主要显示装置产生的监测事件、装置日志和事件计数。通过“↵”键可查看对应的事件记录详情和波形。如下图所示：

图 4-33　事件显示界面

图 4-34　监测事件显示界面

图 4-35　事件记录详情界面

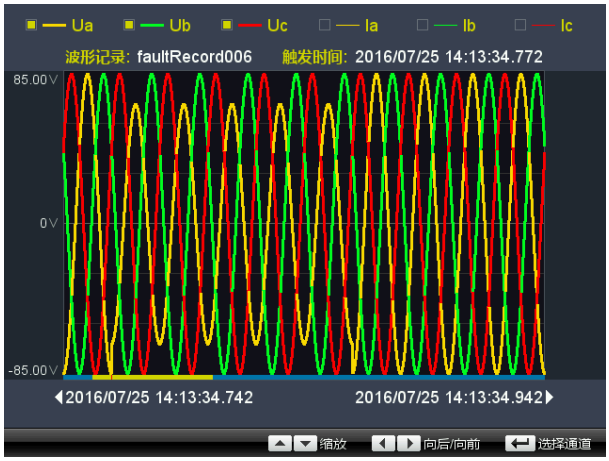


图 4-36　事件对应波形记录界面

图 4-37　装置日志显示界面

图 4-38　事件计算显示界面

（5）　设置

在正常使用电能质量远程测试箱前，必须先设置好装置的运行参数及显示菜单内容。装置的运行参数决定了装置如何与测量线路连接并测量系统的数据以及如何联网工作。在装置的参数设置中，很多设置是

通过选择一些列表选项来进行的。选择时可以通过方向键来选中所要选的项目，然后按“↵”键确定。修改任何参数设置时，都需要输入用户密码，出厂默认密码是“000000”。

“设置”菜单分为 8 个子菜单：基本设置、通信设置、电能质量设置、时钟设置、密码设置、其他设置、装置操作和装置信息。如下图所示：

图 4-39　设置显示界面

a)　基本设置

“基本设置”界面显示基本设置参数，包括接线方式、额定电压/电流、PT/CT 的设定等。如下图所示：

图 4-40　基本设置菜单

基本参数设置如下：

表 4-4　基本参数设置表

设置寄存器	出厂默认值	功能/范围
接线方式	四线星形	系统接线方式：四线星形 / 三线星形 / 角形接线 / 演示模式
额定电压	100V	为二次线电压：范围 1V～700V
额定电流	5A	系统电流：1A～20A

一次电压	100	一次额定线电压：1～1000000V
二次电压	100	二次额定线电压：1～690V
一次电流	5	一次额定电流：1～30000A
二次电流	5	二次额定电流：1～5A
一次 U4	100	一次零序电压：1～1000000V
二次 U4	100	二次零序电压：1～400V
一次 I4	5	一次零序电流：1～30000A
二次 I4	5	二次零序电流：1～5A

b) 电能质量设置

“电能质量设置”界面显示 PQ 设置参数，包括暂态和瞬态相关参数的设定。如下图所示：

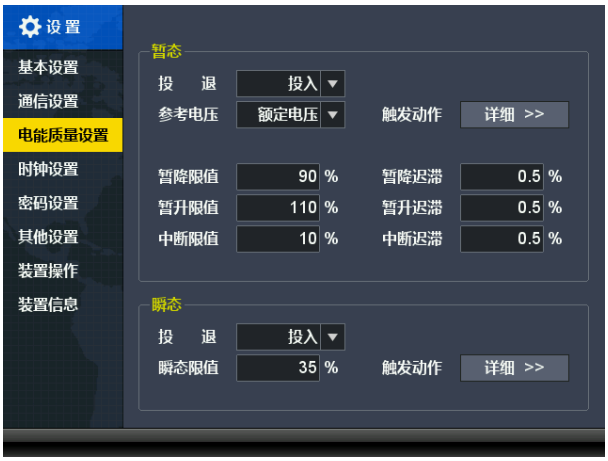


图 4-42 电能质量设置菜单

PQ 参数设置如下：

表 4-6 PQ 参数表

设置寄存器	出厂默认值	功能/范围
暂态参数		
电压暂态投退	投入	投入 / 退出
暂态参考电压	额定电压	额定电压 / 滑动参考电压
触发动作	波形记录	RO1~RO4 / DO1~DO2 / 扰动记录 / 波形记录
电压暂降限值	90%	1%～99%
电压暂降迟滞值	0.5%	0~100%
电压暂升限值	110%	101%～200%
电压暂升迟滞值	0.5%	0~100%
电压中断限值	10%	0～50%
电压中断迟滞值	0.5%	0~100%
瞬态参数		
瞬态功能投退	退出	投入 / 退出
瞬态限值	135%	5%~500%
瞬态触发动作 1	波形记录	扰动记录 / 波形记录

c) 时钟设置

“时钟设置”界面显示时钟和校时等参数的设置，如下图所示：

图 4-43　时钟设置菜单

时钟参数设置如下：

表 4-7　时钟参数设置表

设置	默认值	功能
时钟		
日期	无	设置装置显示日期：年（2000～2037）、月（1～12）、日（1～31）
时间	无	设置装置显示时间：时（00～23）、分（00～59）、秒（00～59）
校时		
时钟源	RTC	RTC / DI / GPS / SNTP / IRIG-B
IRIG-B 时区	GMT+00:00	0~32 时区（详见规约时区列表）
SNTP 服务器	192.168.0.100	满足 IP 要求，可以为 0
SNTP 校时间隔（分）	60	10~1440
其他		
时区	GMT+08:00	0~32 时区（详见规约时区列表）
日期格式	年/月/日	设置：年/月/日、月/日/年、日/月/年

d)　密码设置

“密码设置”界面可设装置输入密码，如下图所示：

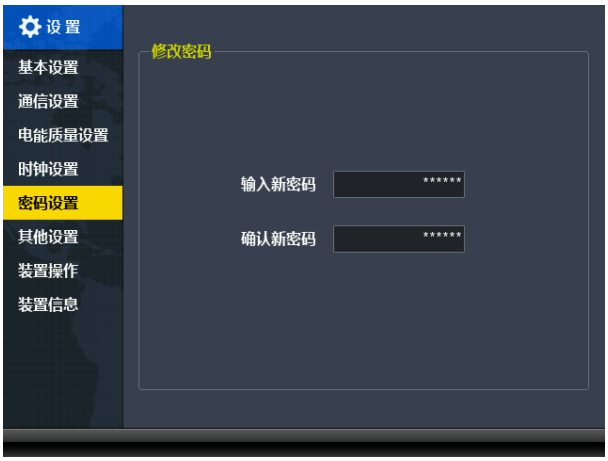


图 4-44　普通密码设置菜单

密码参数设置如下：

表 4-8　密码设置表

设置寄存器	出厂默认值	功能
密码	000000	设置普通密码：6 位数字，每位 0～9

e)　其他设置

“其他设置”界面可设装置 LCD 背光超时和亮度，以及电压、电流模拟表的量程。如下图所示：

图 4-45　LCD 和模拟表头设置菜单

LCD 和模拟表头参数设置如下：

表 4-9　LCD 和模拟表头设置表

设置寄存器	出厂默认值	功能
LCD 背光延时	3	0～60 分钟
LCD 背光亮度	90%	10%～100%
电压模拟表量程	100V	1~10000V
电流模拟表量程	5A	1~1000000A

f) 装置操作

“装置操作”界面可设置装置 RO/DO 状态和清除操作。清除操作可清除全部事件、全部需量、所有 DI 计数、EN50160 记录、全部 PQ 事件计数和电能数据。如下图所示：

图 4-46 RO/DO 和清除操作界面

RO/DO 参数设置如下：

表 4-10 RO/DO 参数和清除设置表

设置寄存器	出厂默认值	功能
RO/DO 遥分/遥控面板操作	正常	打开 / 闭合 / 正常

g) 装置信息

“装置信息”界面显示装置基本信息、版本信息及自检信息，其中，基本信息通过通信可设置，通过显示可查看；自检信息中可显示 AD 状态、DSP 状态和存储卡存储状态。如下图所示：

图 4-47 装置信息界面

5 安装调试说明

5.1 安装结构图

5.1.1 外形尺寸图

电能质量远程测试箱整体外观图：

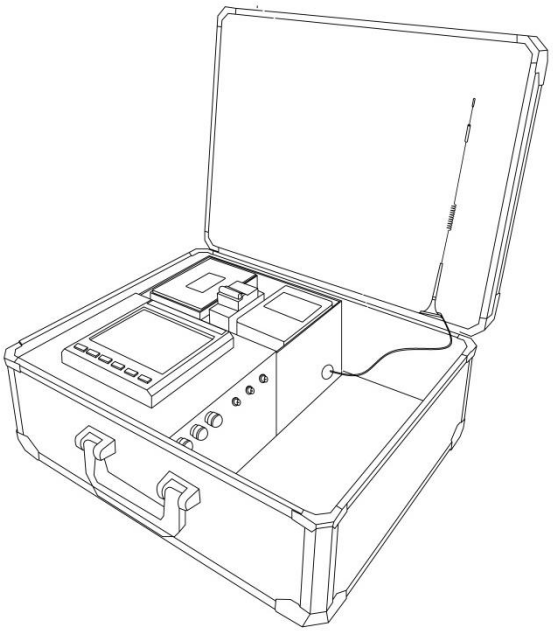
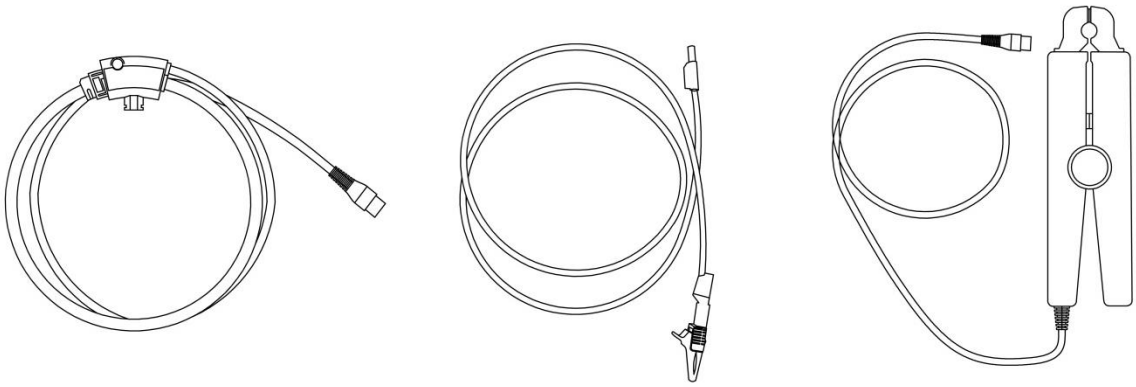


图 5-1 外形尺寸图

5.1.2 附件尺寸图

电能质量远程测试箱柔性电流圈子、电压鳄鱼夹、二次电流钳如下图所示：



柔性电流圈子　　电压鳄鱼夹　　二次电流钳

图 5-2 附件图

5.2 交流回路接线方式

电能质量远程测试箱具有 3 个 BNC 输入端供连接电流钳夹；还有 5 个香蕉输入端供连接电压。

（1） 380V 低压测量接线

当测量线路为星形系统时，首先将柔性电流圈子放置在 A 相、B 相、C 相的一次导线或铜排上。柔性电流圈子上标有箭头，用于指示正确的信号极性。

接下来，完成电压接线：先从接地（PE 线）连接开始，然后依次连接 N 相、A 相、B 相、C 相。要获得正确的测量结果，始终要牢记连接地线输入端。记住要复查连接是否正确。要确保电流钳牢固并完全钳在导线周围。

测试设备供电电源取自 A 相-N 相，无需另外供电电源。

对于单相测量，请使用电流输入端 A 相和电压输入 PE 相、N 相及 A 相。A 相是所有测量的基准相位。

配线图见图 5-3、图 5-4 所示。装置的接线方式应设为“星形接线”。

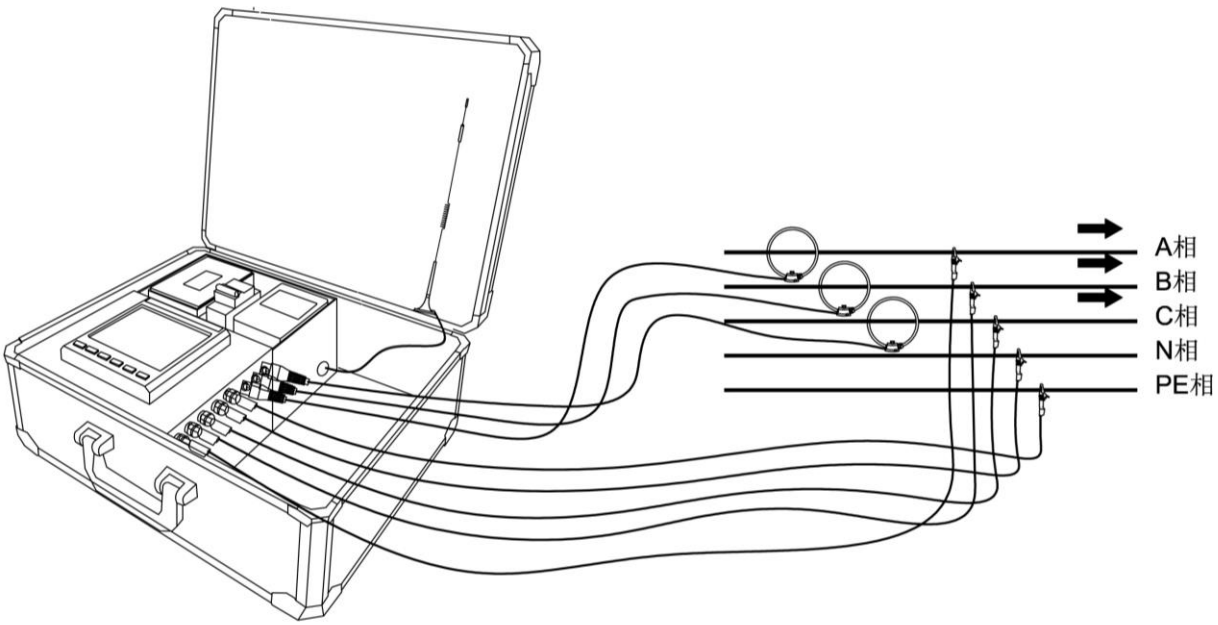


图 5-3　无 CT，无 PT 直接接线（380V 及以下电压等级）

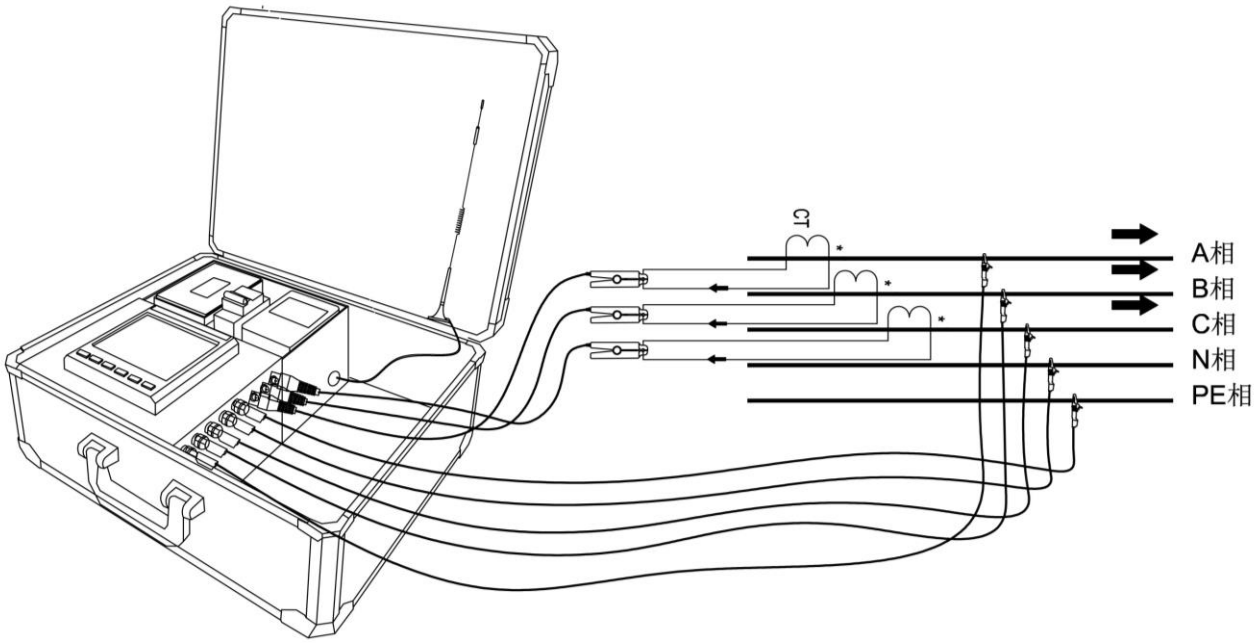


图 5-4　3CT，无 PT 接线（380V 以下电压等级）

（2） 10kV 及以上测量接线

以下是 10kV 常见的接线方式。电源插头连接 AC220V 市电，该电源供测量仪器使用，装置的接线方式应设为“角形接线”。

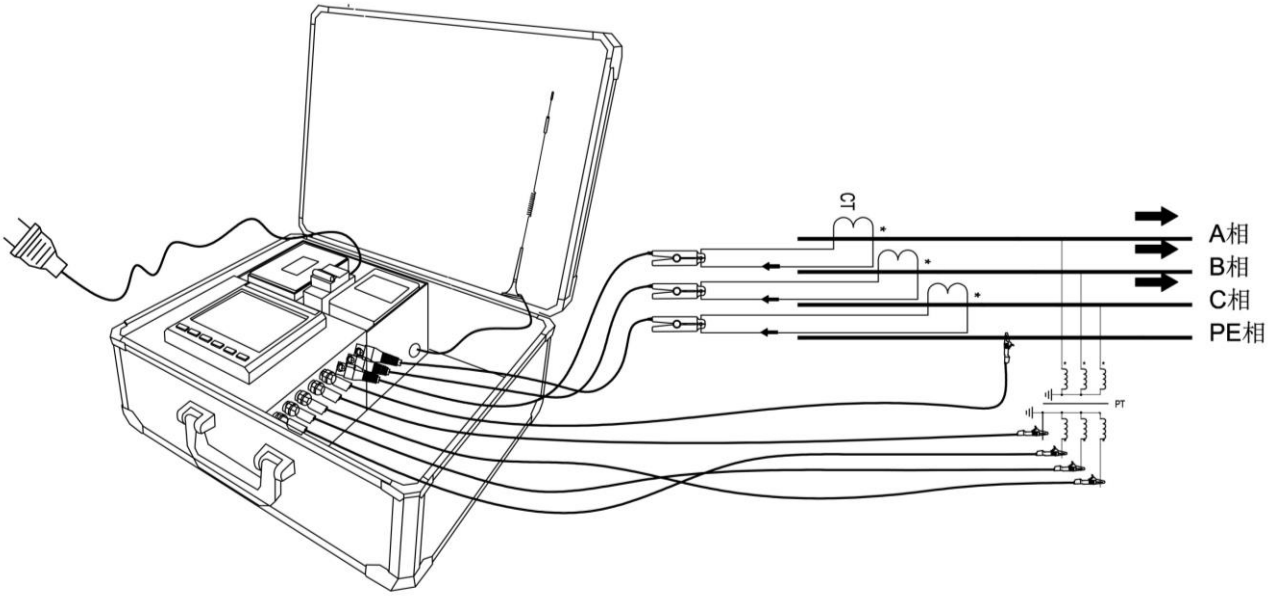


图 5-5　2CT，2PT 接线（380V/660VAC 以上电压等级）

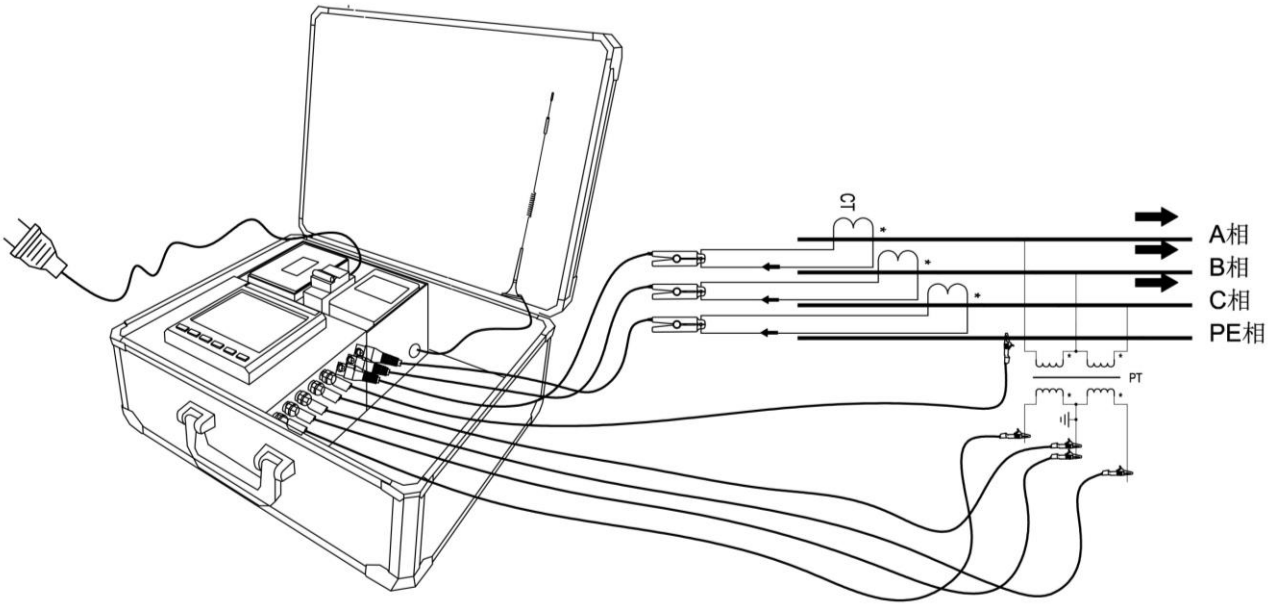


图 5-6 3CT，2PT 接线（380V/660VAC 以上电压等级）

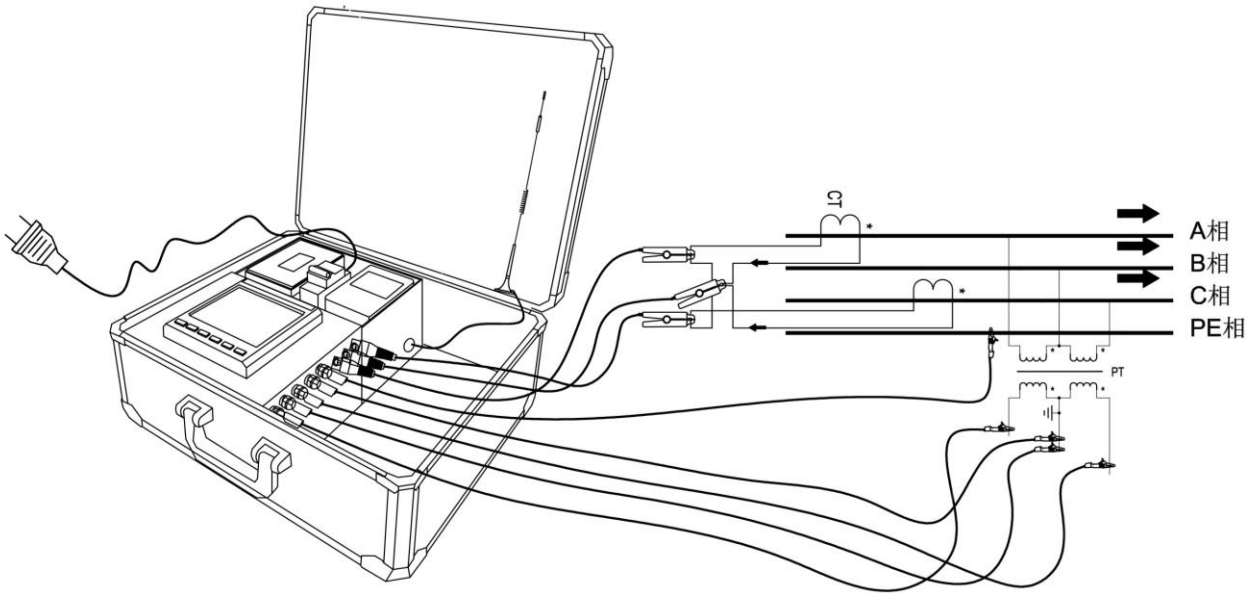


图 5-7 2CT，2PT 接线（380V/660VAC 以上电压等级）

6 售后服务承诺

6.1 质量保证

所有售给用户的新装置，在售给用户之日起保修期内，对其因设计、材料和工艺缺陷引起的故障实行

免费质量保证。如经认定产品符合上述质保条件，本公司将免费修复和更换。本公司可能要求用户将装置寄回生产厂，以确认该装置是否属于免费质保范围，并修复装置。

6.2 软件升级

所有新装置的用户，均可免费使用本装置的升级软件，本公司也会通过各种渠道来通知用户关于软件升级的信息。

6.3 质保范围

以下装置问题不属免费质保范围：

- 由于不正确的安装、使用、存储引起的损坏；
- 超出产品规定的非正常操作和应用条件；
- 由非本公司授权的机构或人修理了的装置；
- 超出免费质保年限的装置。

7 联系我们

重庆路之生科技有限责任公司

地址：联东 U 谷 • 重庆沙坪坝国际企业港

总机：86-023-65451176

传真：86-023-65451190

网址：www.cnlzs.com

微信二维码：