HM35C 三相电能质量分析仪

说

明

书

武汉国电华美电气设备有限公司

武汉国电华美电气有限公司

电话：027-84661332　84663808　13807134534　　邮　　箱：hmxz@gdhmdq.com

技术：027-84622681　13720173504　　官　　网：www.gdhmdq.com

地址：武汉市汉南区华顶工业园 A25-1　　统一热线：4000-935-230

目　　录

1．概述 2
2．主要用途及执行标准 2
3．主要功能及特点 3
4．技术指标 4
5．面板布置说明 4
6．操作方法 5
6.1 工作电源 5
6.2 工作接线（关键操作） 5
6.3 开机 5
6.4 参数设置 6
6.5 参量测量 7
6.6 谐波测量 11
6.7 谐波功率 13
6.8 间谐波 14
6.9 间谐波功率 16
6.10 电压波动和闪变 16
6.11 电压电流不平衡 18
6.12 暂态事件记录 18
6.13 数据管理 19
6.14 声音报警 21
6.15 电池充电 21
7．注意事项 22
8．产品保证 22
9．装箱清单 22
10．电能质量管理分析软件简介 22
附录 1 电能质量 三相电压允许不平衡度 24
附录 2 电能质量 公用电网谐波 25
附录 3 电能质量 电力系统频率允许偏差 28
附录 4 电能质量 供电电压允许偏差 29
附录 5 电能质量 电压波动与闪变 30

武汉国电华美电气设备有限公司

1．概述

理想的电力系统向用户提供的应该是一个恒定工频的正弦波形电压，而随着电力电子技术的发展，直流输电、大功率单相整流技术在工业部门和用电设备上被广泛应用，如大功率可控硅器件、开关电源、变频调速等，这些典型非线性负荷将从电网吸入或注入谐波电流，从而引起电网电压畸变，使电网波形受到污染，供电质量恶化，附加损失增加，传输能力下降，成为影响电能质量的重要因素。

在电网中，三相负荷不平衡、电力系统谐振接地等会产生负序，大功率整流和非线性设备等会产生谐波。负序和谐波严重影响了供电质量，它们首先影响了电力设备安全运行。谐波可能引起谐振，谐振高压加在电容器两端，因为高次谐波对电容器阻抗很小，所以电容器易过负荷而击穿；高次谐波电流流入变压器，铁芯损耗增加；高次谐波电流流入电动机，不仅铁芯损耗增加，而且使转子发生振动，严重影响加工质量；高次谐波使保护设备误动作，使系统损失加大；高次谐波使电力系统发生电压谐振，在线路上引起过电压，会击穿设备绝缘。负序和谐波对发电机不仅有热效应，产生局部发热，而且会使发电机组产生振动，并伴有噪音，严重威胁机组的安全稳定运行。

我公司推出的电能质量分析仪是一台高性能的多功能电能测试分析仪器。采用 DSP+ARM+CPLD 内核，5.5”大屏幕彩色液晶(320×480 点阵)显示屏，使结构更紧凑，功能更强大，显示更方便。电能质量分析仪是具有高速采样、计算、分析、统计、通讯和显示等功能相结合的电能质量监测设备。可实时监测电网的高达 63 次的谐波含有率、谐波总畸变率、三相电压不平衡度、闪变、电压偏差、电压波动、频率、各次谐波有功功率、无功功率、真功率因数、相移功率因数、真有效值、正负序等电能质量指标。后台管理分析软件，功能丰富，操作方便。

2．主要用途及执行标准

2.1 测量分析公用电网供到用户端的交流电能质量，其测量分析：电网谐波、频率偏差、电压偏差、三相电压允许不平衡度。

2.2 应用小波变换测量分析非平稳时变信号的谐波。

2.3 负荷波动监视：可以定时记录和存储电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、频率、相位等电力参数的变化趋势。

2.4 电力设备调整及运行过程动态监视，帮助用户解决电力设备调整及投运过程中出现的问题。

2.5 测试分析电力系统中断路器动作、变压器过热、电机烧毁、自动装置误动作等故障原因。

2.6 测试分析电力系统中无功补偿及滤波装置动态参数并对其功能和技术指标作出定量评价。

2.7 便携式、多参数、大容量、高精度及近代信号分析理论的应用等特点，使电能质量分析仪可广泛地应用于输配电、电力电子、电机拖动等领域。

2.8 执行标准

《GB/T 15945-2008 电能质量 电力系统频率允许偏差》

《GB/T 12325-2008 电能质量 供电电压允许偏差》

《GB/T 15543-2008 电能质量 三相电压允许不平衡度》

《GB/T 18481-2001 电能质量 暂时过电压和瞬态过电压》

《GB/T 14549-93 电能质量 公用电网谐波》

《GB 12326-2008 电能质量 电压波动与闪变》

《GB 24337-2009 电能质量公用电网间谐波》

《GB/T 19862-2005 电能质量监测设备通用要求》

【注】如上述相关标准修订或修改，产品将执行现行最新标准

武汉国电华美电气设备有限公司

3. 主要功能及特点

3.1 安全可靠

电压输入采用高电压隔离模块(2000V、响应时间＜2μS)，电流输入采用交电流钳(0～50KHz,0～5Arms)使输入信号和测量系统安全隔离。这样不仅使电能质量分析仪在使用上安全、可靠和方便，而且大大提高了电能质量分析仪的抗干扰能力。

3.2 使用方便

便携式结构，尺寸小、重量轻、一个人即可携带仪器到现场测试；内置高性能锂电池，在无外接电源的情况下可连续工作十小时。

3.3 精度高

数据采集通道采用单通道单A/D 设计，每个通道独享一个16 位并行A/D，所有通道完全同步采样，精度更高、速度更快，且任何一路A/D 损坏都不影响其它通道数据的正常采集。

3.4 软件功能强

采用 DSP+ARM+CPLD 内核，处理速度快，软件功能丰富，使电能质量分析仪适用于复杂的测试工作和数据处理工作，大大提高了测试效率和水平。装置面板上带有大屏幕彩色显示器，以图形方式显示主要电能质量监测指标的实时数据。

3.5 通讯接口

测试仪提供 USB 接口，便于数据存储、并与电脑进行通讯传输数据。

3.6 时实打印

电力谐波测试仪配置微型热敏打印机，能够随时打印现场时实测试数据。

3.7 测试参数多

1） 基本测量量

电网频率；电压、电流有效值；总的有功、无功功率、功率因数。

2） 基本监测指标

a) 三相基波电压、电流有效值，基波功率、功率因数、相位等；

b) 电压偏差；

c) 频率偏差；

d) 三相电压不平衡度、三相电流不平衡度、负序电压、电流；

e) 谐波（2～63次）。包括电压、电流的总谐波畸变率、各次谐波含有率、幅值、相位；

各次谐波的有功、无功功率等；

3） 高级监测指标

a) 间谐波；

b) 电压波动、闪变；

c) 电压骤升、骤降、短时中断；

3.8 大容量存储

U盘接口以分钟为单位存储数据（间隔可以设置），可以连续历史数据。同时本机可以就地对基本监测指标和高级监测指标实时保存，统计时间间隔可设置（5秒钟-2小时间隔），数据在装置上最长保存时间为1年以上，之后按”先进先出”原则更新。本机数据可以导出到U盘上。

3.9 GPS 对时功能（扩展功能）

装置具有 GPS 硬对时接口，可以接受 IRIG-B 码对时或者秒脉冲对时信号，保持与远方管理中心的时钟一致。

3.10 后台管理分析软件

电能质量分析仪 Pro管理分析软件是一套专用的后台管理分析软件，运行于WIN9X/2000/XP/NT操作系统，界面友好，具有图形及曲线分析功能，同时配备相关的信息查询、国标查询等内容。具有对主要监测指标的在线统计功能，可统计一个时间段内监测指标的最大值、最小值、平均值、95％概率大值等。

4. 技术指标

4.1 频率测量

测量范围：45～55Hz，中心频率 50Hz，测量条件：信号基波分量不小于 80%F.S.

测量误差：≤0.01Hz；

4.2 输入电压量程：10V～450V（特殊量程可以定制）

4.3 输入电流量程：10A（其他量程按用户要求选配）

4.4 基波电压和电流幅值：基波电压允许误差≤0.2%；基波电流允许误差≤0.2%

4.5 基波电压和电流之间相位差的测量误差：≤0.5°

4.6 谐波：符合 GB/T 14549-1993 中的 A 级要求；

4.7 间谐波：符合 GB/T 24337-2009 中的 A 级要求；

4.8 三相电压不平衡度：≤0.2%

4.9 三相电流不平衡度：0.5%；

4.10 电压偏差误差：≤0.2%

4.11 功率、功率因数：≤0.5%

4.12 闪变：5%；

4.13 电压波动：5%。

4.14 装置接口（扩展功能）：GPS 硬对时，IRIG-B 码对时或者秒脉冲对时信号。

4.15 工作时间：内部电池可以连续工作 10 小时

4.16 外形尺寸（mm）：300×225×135（长×宽×高）

4.17 重量：1.5kg

5. 面板布置说明

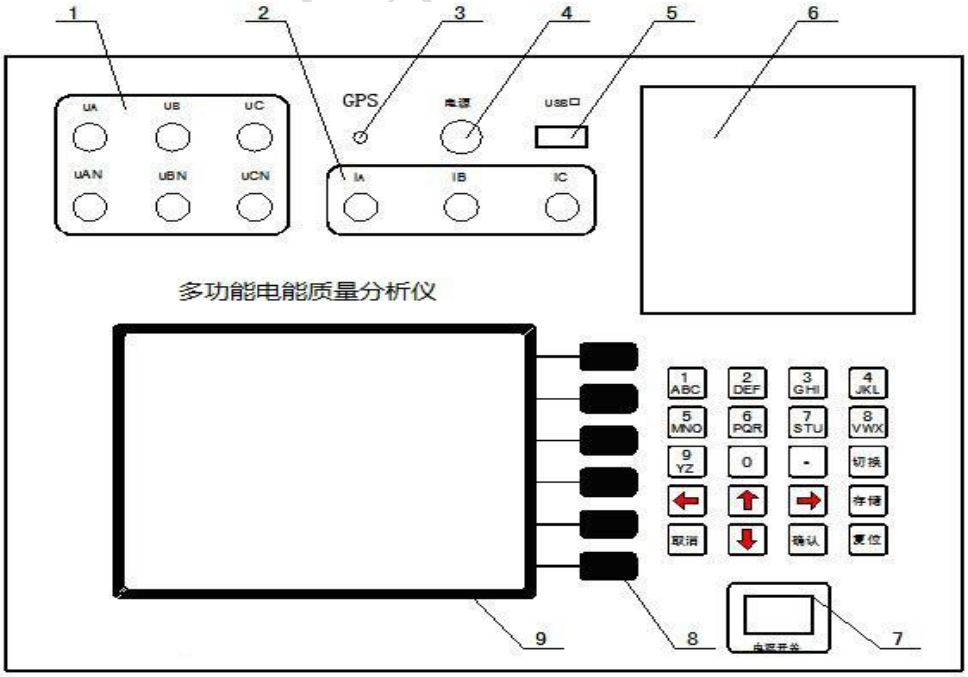

图 1 面板布置图

（1）电压输入端子：接电压测试线，具体接线见 6.2.1 接线说明；
（2）钳表输入：接 10A 钳表，A、B、C 三相一一对应；
（3）GPS 天线：连接 GPS 天线，对时用。
（4）充电接口：外接充电器给装置内部电池充电，充电器红灯亮表示正在充电，绿灯亮表示待充或充满。
（5）USB 接口：用于输出数据。
（6）打印机：打印现场时实报表数据。
（7）电源开关：用于打开或关闭装置电源。
（8）键盘：输入字符和数字。
（9）液晶：显示数据及波形。

6. 操作方法

6.1 工作电源

本仪器采用电池供电，无需要外部电源，仪器就可以工作。

6.2 工作接线（关键操作）

6.2.1 电压接线

（1）三元件△接线方式（三相三线制△接法）：先用短路线把仪器电压接线端子首尾相接（UA 接 UBN、UB 接 UCN、UC 接 UAN），然后用电压测试线将仪器的 UA、UB、UC 接线端子分别接到现场 A、B、C 三相电压上。

（2）三元件 Y 接线方式（三相四线制 Y 接法）：先用短路线把仪器 UAN、UBN 和 UCN 短接，然后用电压测试线将仪器的 UA、UB、UC 和 UAN 接线端子分别接到现场 A、B、C、N 三相电压和零线上。

（3）两元件接线方式（V 接法）：先用短路线把仪器 UAN 和 UCN 短接（UB、UBN 空闲），然后用电压测试线将仪器的 UA 接现场 A 相电压、仪器的 UC 接现场 C 相电压、仪器的 UAN 接现场 B 相电压。

6.2.2 钳表接线

三只钳表（10A）对应插入电流输入插座中，并锁紧，以保证良好接触。

6.3 开机

按照说明书中说明的接线方法进行接线，确认无误后方可接通电源。打开电源进入欢迎画面（如图 2a）：

武汉国电华美电气设备有限公司

图 2a　欢迎界面

图 2b　主菜单

在主菜单共分九项，按键盘上相应的数字键会进入相应的菜单操作。

6.4 参数设置

进入主菜单，按数字 1 键选择“参数设置”项，进入参数设置菜单。参数设置包括“参数设置”和“GPS 设置”两个菜单，设置完成后，按“确认”键保存参数设置，按“取消”键退出。

按“↑”“↓”键选择项目，“←”“→”键更改参数，按数字键更改数字或字符。

参数设置				参数设置
接线方式	三元件Y	测 试 点	公共点	
存储方式	U盘	存储间隔	1　分	GPS 设置
额定电压	220V	PT　变比	1.000	
额定电流	5A	CT　变比	1.000	
标准电压	0.38KV	短路容量	10　MVA	
供电容量	----　MVA	协议容量	----MVA	
站　　号	000001	测 试 人	张三	
用户名称	保定供电局			
时钟设置	2012年 1月30 日12 时30分12秒			

图 3 a　参数设置

GPS 状态	已连接	参数设置
GPS 对时	09年07月05日21时35分45秒	GPS 设置
经　　度	东经　0°00′00.00″	
纬　　度	北纬　0°00′00.00″	

图 3 b　GPS 设置

接线方式：三元件（Y）表示现场接线为星形接法，三元件（△）表示现场接线为三角形接法，两元件表示现场接线为 V 形接法。

测 试 点：被测点是“公共点”或“用户”；

存储方式：分为浏览、本机、U 盘和快速四种方式。浏览方式仅查看不存储数据；本机方式是把测量数据按设定的存储保存到本机；U 盘方式是把测量数据按设定的存储保存到 U 盘，方便后台软件进行管理；快速存储方式以 5 秒钟间隔把数据存储在本机。

存储间隔：0.5 分钟-2 小时，通过“←”“→”键更改。

额定电压：现场被测试系统的电压，分 57.7V、100V、220V、380V。

额定电流：钳表的量程，分两档：5A、50A、100A、200A、500A 和 1000A。必须输入正确，否则影响参数计算的精度。

PT、CT 变比：为 1 表示现场测量 P T 、 C T 二次电压、电流和功率等参量，要反算 PT、CT 一次电压、电流和功率等参量，必须设定现场实际的变比。可输入小数。

标准电压：被测点的电压等级，分 0.38kV、6kV、10kV、35kV、66kV、110kV，220kV；必须正确输入，否则影响谐波电压的国标允许值，造成越限判别错误。

短路容量：被测量系统公共连接点的最小短路容量，需要正确输入否则影响谐波电流的国标允许值，造成越限判别错误。可输入小数。

站　　号：6 位字符，被测站的代码。可输入数字和大小写字符。按“切换”键选择大小写。

供电容量：公共连接点的供电容量，只在测试点为“用户”时需要正确输入，否则影响谐波电流的国标允许值，造成越限判别错误。可输入小数

协议容量：用户用电容量，只在测试点为“用户”时需要正确输入，否则影响谐波电流的国标允许值，造成越限判别错误。可输入小数。

用 户 名：4 个汉字，指被测用户的名称。按“切换”键可选择拼音输入法或手写输入法。

测 试 人：14 个汉字，指测试人的名称或代码。按“切换”键可选择拼音输入法或手写输入法。

时钟设置：设置仪器的日期和时间。

6.5 参量测量

6.5.1 基本参量测量

主要测量现场的三相电压、电流、相角、功率因数和频率等电参量。

基本参量				基本参量
电压U(V)		电流I(A)		
Ua	0.000	Ia	0.000	功　率
Ub	0.000	Ib	0.000	
Uc	0.000	Ic	0.000	相 量 图
功率因数COS		相角φ(°)		波 形 图
COSa	+0.000	∠UaIa	+0.000	
COSb	+0.000	∠UbIb	+0.000	
COSc	+0.000	∠UcIc	+0.000	
COSΦ	+0.000	频率	f= 50.000 Hz	系统校准

图 4a 三元件（Y）接线方式的基本电参量

基本参量				基本参量
电压U(V)		电流I(A)		
Uab	0.000	Ia	0.000	功　率
Ubc	0.000	Ib	0.000	
Uca	0.000	Ic	0.000	相 量 图
功率因数COS		相角φ(°)		波 形 图
COSa	+0.000	∠UabIa	+0.000	
COSb	+0.000	∠UbcIb	+0.000	
COSc	+0.000	∠UcaIc	+0.000	
COSΦ	+0.000	频率	f= 50.000 Hz	系统校准

图 4b 三元件（△）接线方式的基本电参量

基本参量				基本参量
电压U(V)		电流I(A)		
Uab	0.000	Ia	0.000	功　率
Ucb	0.000	Ic	0.000	相 量 图
功率因数COS		相角φ(°)		波 形 图
COSa	+0.000	∠UabIa	+0.000	
COSc	+0.000	∠UcbIc	+0.000	
COSΦ	+0.000	频率	f= 50.000 Hz	系统校准

图 4c 两元件接线方式的基本电参量

6.5.2 主要测量现场的有功功率、无功功率、视在功率等电参量。其中 P 表示有功功率，Q 表示无功功率，S 表示视在功率。

功　率					基本参量
有功P(W)		无功(var)			
Pa	0.000	Qa	0.000		功　率
Pb	0.000	Qb	0.000		
Pc	0.000	Qc	0.000		相 量 图
视在(VA)		合计			波 形 图
Sa	0.000	ΣP	+0.000	W	
Sb	0.000	ΣQ	+0.000	var	
Sc	0.000	ΣS	0.000	VA	
					系统校准

图 5a 三元件（Y）接线方式的功率

功　率					基本参量
有功P(W)		无功(var)			
Pab	0.000	Qab	0.000		功　率
Pbc	0.000	Qbc	0.000		
Pca	0.000	Qca	0.000		相 量 图
视在(VA)		合计			波 形 图
Sab	0.000	ΣP	+0.000	W	
Sbc	0.000	ΣQ	+0.000	var	
Sca	0.000	ΣS	0.000	VA	
					系统校准

图 5b 三元件（△）接线方式的功率

功　率					基本参量
有功P(W)		无功(var)			
Pab	0.000	Qab	0.000		功　率
Pcb	0.000	Qcb	0.000		相 量 图
视在(VA)		合计			波 形 图
Sab	0.000	ΣP	+0.000	W	
		ΣQ	+0.000	var	
Scb	0.000	ΣS	0.000	VA	
					系统校准

图 5c 两元件接线方式的功率

6.5.3 主要测量并显示现场电压电流相量图。

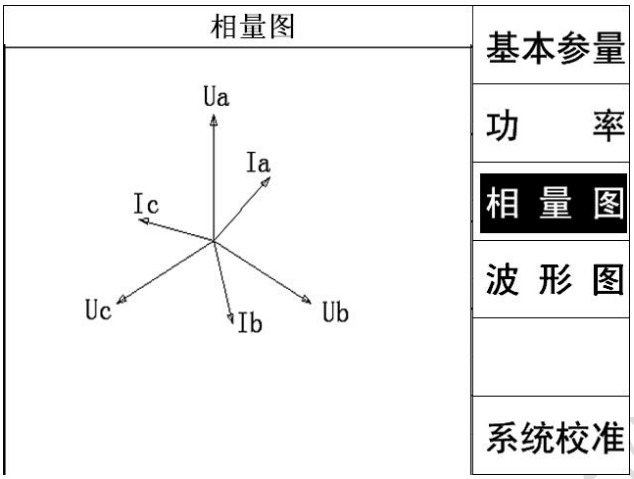

图 6a 三元件（Y）接线方式的相量图

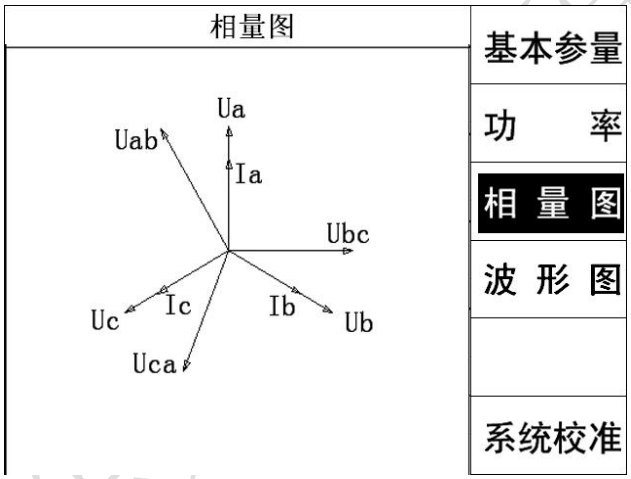

图 6b 三元件（△）接线方式的相量图

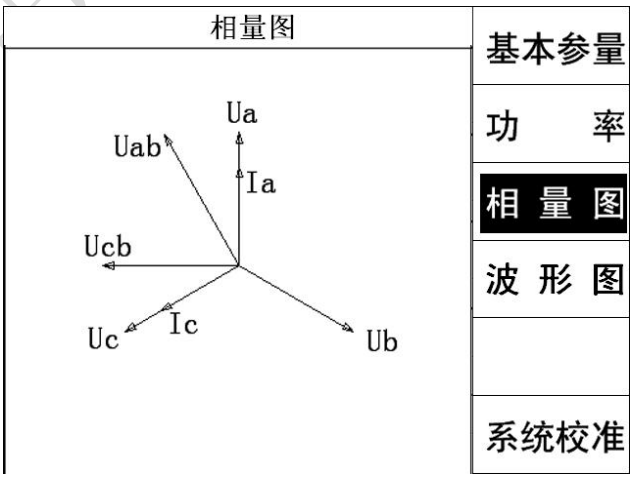

图 6c 两元件接线方式的相量图

6.5.4 波形显示，实时显示三路电压和三路电流的波形，以 A 相电压为基准通道，显示一个完整周期。为了获得好的显示效果，波形的偏移和跨距都作了调整。

按屏幕右侧的功能键查看相应项目的波形图。

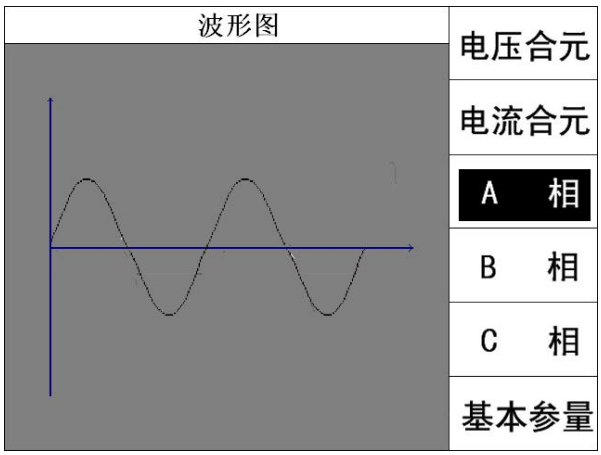

图 6d 波形图

6.5.5 系统校准用于制造厂家对仪器进行调试和校准，仪器的使用者务必不要进入该界面。

6.6 谐波测量

谐波（Harmonic）即对周期性的变化量进行傅里叶级数分解，得到频率为大于 1 的整数倍基波频率的分量，它是由电网中非线性负荷而产生的。

谐波准确度：A 级

级别	被测量	条件	最大允许误差	相角误差
A	电压	$U_h \geqslant 1\% U_N$	5%Uh	≤±5° 或 h×±1
		$U_h < 1\% U_N$	$0.05\% U_N$	
	电流	$I_h \geqslant 3\% I_N$	$5\% I_h$	≤±5° 或 h×±1
		$I_h < 3\% I_N$	$0.15\% I_N$	

表中 1．Un 为标称电压，Uh 为谐波电压测量量；In 为额定电流，Ih 为谐波电流测量量。

2．A 级仪器频率测量范围为 0～2500Hz，用于较精确的测量，仪器的相角测量误差小于等于±5° 或±1×h°

本仪器提供 63 次以内的谐波分析功能。主要分电压、电流谐波报表显示、电压、电流谐波频谱图。

6.6.1 电压谐波

电压谐波最多测量和记录 63 次谐波，并计算 A、B、C 三相电压总谐波畸变率。谐波是电压、电流或功率正弦波周期性失真。电压谐波以表格的形式显示 1-63 次谐波的含量，电压谐波的数值以基波的百分比形式表示。按“↑”“↓”键翻页，按存储键保存。

按“←”“→”键在 A 相电压、B 相电压、C 相电压通道之间反复切换。

武汉国电华美电气设备有限公司

电压谐波				电压谐波
Ua	实测值	国 标	结果	
基波(V)	0.000			电流谐波
总畸变率(%)	0.000	5.0	✓	
2 次(%)	0.000	2.0	✓	电压频谱
3 次(%)	0.000	4.0	✓	
4 次(%)	0.000	2.0	✓	电流频谱
5 次(%)	0.000	4.0	✓	
6 次(%)	0.000	2.0	✓	谐波功率
7 次(%)	0.000	4.0	✓	
8 次(%)	0.000	2.0	✓	
9 次(%)	0.000	4.0	✓	

图 7a 电压谐波

6.6.2 电流谐波

电流谐波最多测量和记录 63 次谐波，并计算 A、B、C 三相电流总谐波畸变率。以表格的形式显示 1-50 次谐波的含量，电流谐波的数值以有效值形式表示。

按“↑”“↓”键翻页，按存储键保存。按“←”“→”键在 A 相电流、B 相电流和 C 相电流通道之间反复切换。

电流谐波				电压谐波
Ia	实测值	国 标	结果	
基波(A)	0.000			电流谐波
总畸变率(%)	0.000		✓	
2 次(A)	0.000	78.00	✓	电压频谱
3 次(A)	0.000	62.00	✓	
4 次(A)	0.000	39.00	✓	电流频谱
5 次(A)	0.000	62.00	✓	
6 次(A)	0.000	26.00	✓	谐波功率
7 次(A)	0.000	44.00	✓	
8 次(A)	0.000	19.00	✓	
9 次(A)	0.000	21.00	✓	

图 7b 电流谐波

6.6.3 电压频谱图

A 相电压、B 相电压、C 相电压以条形图的形式显示，直观清楚。最多显示 25 次谐波，并计算总谐波畸变率，如图 8a 所示。各谐波分量的条形高度是对满信号影响的百分比。无失真的信号应显示第一次谐波（=基波）在 100%而其他信号位于零，而实际不是这样，因为总是存在一定数量的失真而导致谐波较高。

按“←”“→”键在 A 相电压、B 相电压、C 相电压通道之间反复切换。

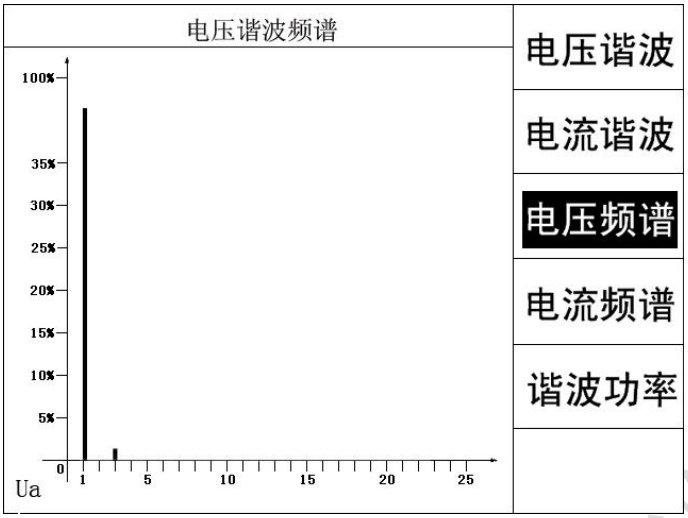

图 8a 电压频谱

6.6.4 电流频谱图

A 相电流、B 相电流和 C 相电流以条形图的形式显示，直观清楚。最多显示 25 次谐波，并计算总谐波畸变率，如图 8b 所示。各谐波分量的条形高度是对满信号影响的百分比。无失真的信号应显示第一次谐波（=基波）在 100%而其他信号位于零，而实际不是这样，因为总是存在一定数量的失真而导致谐波较高。

按“←”“→”键在 A 相电流、B 相电流和 C 相电流通道之间反复切换。

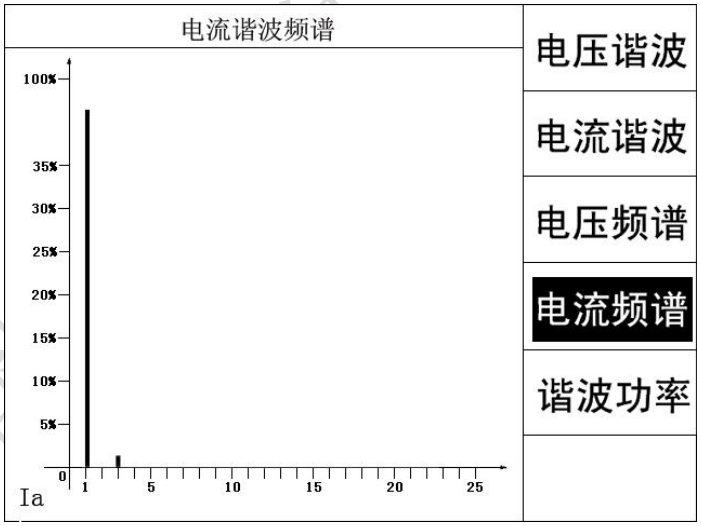

图 8b 电流频谱

6.7 谐波功率

A 相、B 相和 C 相的谐波功率及角度显示。最多显示 63 次谐波功率，如图 8c 所示。按“↑”“↓”键翻页,按“←”“→”在 A 相、B 相和 C 相通道之间反复切换。

谐波功率				电压谐波
UaIa	有功P(W)	无功Q(var)	相角φ(°)	
基波	0.000	0.000	0.00	电流谐波
2 次	0.000	0.000	0.00	
3 次	0.000	0.000	0.00	电压频谱
4 次	0.000	0.000	0.00	
5 次	0.000	0.000	0.00	电流频谱
6 次	0.000	0.000	0.00	
7 次	0.000	0.000	0.00	谐波功率
8 次	0.000	0.000	0.00	
9 次	0.000	0.000	0.00	
10次	0.000	0.000	0.00	

图 8c 谐波功率

6.8 间谐波

间谐波是指非整数倍基波频率的谐波，这类谐波可以是离散频谱的或连续频谱的。间谐波的测量根据国标《电能质量监测设备通用要求》的规定，装置对间谐波的测量采用标准 IEC 61000-4-30(7)规定，即：对工频 50Hz 系统，采样时间取 10 个周波（200ms）

本仪器提供 0.5、1.5、2.25、2.75、3.25、3.75、4.5、5.5、6.5、7.5、8.5、9.5、10.5、11.5、12.5 次以内的谐波分析功能。主要分电压、电流间谐波报表显示、电压、电流间谐波频谱图和间谐波功率。

6.8.1 电压间谐波

电压间谐波以表格的形式显示 0.5-12.5 次谐波的含量，电压谐波的数值以基波的百分比形式表示。按“↑”“↓”键翻页，按存储键保存。

按“←”“→”键在 A 相电压、B 相电压、C 相电压通道之间反复切换。

电压间谐波				电压谐波
Ua	实测值	国 标	结果	
基波(V)	0.000			电流谐波
总畸变率(%)	0.000	5.0	✓	
0.5 次(%)	0.000	0.200	✓	电压频谱
1.5 次(%)	0.000	0.200	✓	
2.25 次(%)	0.000	0.500	✓	电流频谱
2.5 次(%)	0.000	0.500	✓	
2.75 次(%)	0.000	0.500	✓	谐波功率
3.25 次(%)	0.000	0.500	✓	
3.75 次(%)	0.000	0.500	✓	
4.5 次(%)	0.000	0.500	✓	

图 9a 电压间谐波

6.8.2 电流间谐波

电流间谐波以表格的形式显示 0.5-12.5 次谐波的含量，电流谐波的数值以有效值形式表示。按“↑”“↓”键翻页，按存储键保存。

按键“←”“→”在 A 相电流、B 相电流和 C 相电流通道之间反复切换。

武汉国电华美电气设备有限公司

电流间谐波				电压谐波
Ia	实测值	国 标	结果	
基波(A)	0.000			电流谐波
总畸变率(%)	0.000	---	---	
0.5 次(A)	0.000	---	---	电压频谱
1.5 次(A)	0.000	---	---	
2.25 次(A)	0.000	---	---	电流频谱
2.5 次(A)	0.000	---	---	
2.75 次(A)	0.000	---	---	谐波功率
3.25 次(A)	0.000	---	---	
3.75 次(A)	0.000	---	---	
4.5 次(A)	0.000	---	---	

图 9b 电流间谐波

6.8.3 电压间谐波频谱图

A 相电压、B 相电压、C 相电压以条形图的形式显示，直观清楚。如图 9c 所示。各谐波分量的条形高度是对满信号影响的百分比。无失真的信号应显示第一次谐波（=基波）在 100%而其他信号位于零，而实际不是这样，因为总是存在一定数量的失真而导致谐波较高。

按“←”“→”键在 A 相电压、B 相电压、C 相电压通道之间反复切换。

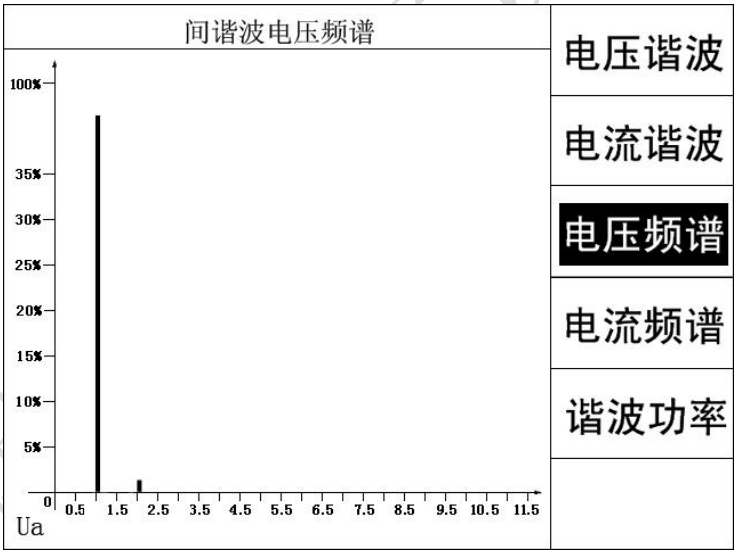

图 9c 电压间谐波频谱

6.8.4 电流间谐波频谱图

A 相电流、B 相电流和 C 相电流以条形图的形式显示，直观清楚。如图 9d 所示。各谐波分量的条形高度是对满信号影响的百分比。无失真的信号应显示第一次谐波（=基波）在 100%而其他信号位于零，而实际不是这样，因为总是存在一定数量的失真而导致谐波较高。

按“←”“→”键在 A 相电流、B 相电流和 C 相电流通道之间反复切换。

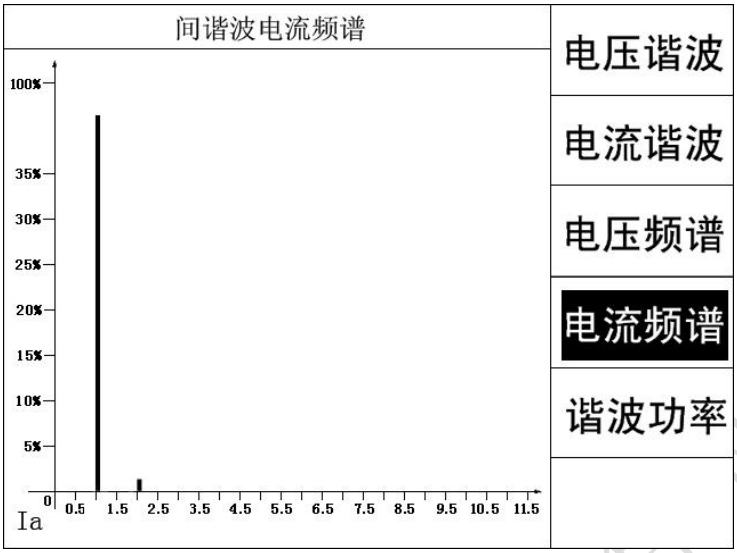

图 9d 电流间谐波频谱

6.9 间谐波功率

A 相、B 相和 C 相的谐波功率及角度显示。如图 9e 所示。按“↑”“↓”键翻页，按“←”“→”在 A 相、B 相和 C 相通道之间反复切换。

间谐波功率

UaIa	有 功P (W)	无 功Q (var)	相角φ (°)
基波	0.000	0.000	0.00
0.5 次	0.000	0.000	0.00
1.5 次	0.000	0.000	0.00
2.25 次	0.000	0.000	0.00
2.5 次	0.000	0.000	0.00
2.75 次	0.000	0.000	0.00
3.25 次	0.000	0.000	0.00
3.75 次	0.000	0.000	0.00
4.5 次	0.000	0.000	0.00

电压谐波
电流谐波
电压频谱
电流频谱
谐波功率

图 9e 间谐波功率

6.10 电压波动和闪变

电力系统的电压波动和闪变主要是由具有冲击性功率的负荷引起的，如变频调速装置、炼钢电弧炉、电气化铁路和轧钢机等。这些非线性、不平衡冲击性负荷在生产过程中有功和无功功率随机或周期性的大幅度变动，当其波动电流流过供电线路阻抗时产生变动的压降，导致同一电网上其它用户电压以相同的频率波动。这种电压幅值在一定范围内(通常为额定值的 90%～110%) 有规律或随机地变化，称为电压波动。

电压波动通常会引起许多电工设备不能正常工作，如影响电视画面质量、使电动机转速脉动、使电

子仪器工作失常、使白炽灯光发生闪烁等等。由于一般用电设备对电压波动的敏感度远低于白炽灯，为此，选择人对白炽灯照度波动的主观视感，即“闪变”，作为衡量电压波动危害程度的评价指标。

$$电压偏差（\%）=\frac{实测电压-系统标称电压}{系统标称电压}\times 100(\%)$$

频率偏差

ΔF＝F（实测）－F（额定）

波动闪变				波动闪变
	Ua	Ub	Uc	
视感度	0.000	0.000	0.000	不平衡度
电压变动(%)	0.000	0.000	0.000	
短时闪变	0.000	0.000	0.000	
长时闪变	0.000	0.000	0.000	
电压偏差(%)	0.00	0.00	0.00	
频率偏差	0.000 Hz			
电压变动统计时间10秒钟 短时闪变统计时间10分钟 长时闪变统计时间 2小时				

图 10a 三元件（Y）接线方式

波动闪变				波动闪变
	Uab	Ubc	Uca	
视感度	0.000	0.000	0.000	不平衡度
电压变动(%)	0.000	0.000	0.000	
短时闪变	0.000	0.000	0.000	
长时闪变	0.000	0.000	0.000	
电压偏差(%)	0.00	0.00	0.00	
频率偏差	0.000 Hz			
电压变动统计时间10秒钟 短时闪变统计时间10分钟 长时闪变统计时间 2小时				

图 10b 三元件（△）接线方式

波动闪变				波动闪变
	Uab		Ucb	
视感度	0.000	- - -	0.000	不平衡度
电压变动(%)	0.000	- - -	0.000	
短时闪变	0.000	- - -	0.000	
长时闪变	0.000	- - -	0.000	
电压偏差(%)	0.00		0.00	
频率偏差	0.000 Hz			
电压变动统计时间10秒钟 短时闪变统计时间10分钟 长时闪变统计时间 2小时				

图 10c 两元件（V）接线方式

6.11 电压电流不平衡

不平衡度指三相电力系统中三相不平衡的程度用电压和电流负序分量与正序分量的方均根百分比表示，分为电压不平衡和电流不平衡。偏差指三相电压和频率的偏差，表示测量值和额定值的差与额定值的百分比。

不平衡度		波动闪变
电压不平衡		
电压正序(V)	电压负序(V)	不平衡度
0.000	0.000	
中性线电压(V)	不平衡度(%)	
0.000	0.00	
电流不平衡		
电流正序(A)	电流负序(A)	
0.000	0.000	
中性线电流(A)	不平衡度(%)	
0.000	0.00	

图 11 不平衡度

6.12 暂态事件记录

暂态事件包括电压骤降、瞬态过电压以及电压短时中断问题。

电压骤降是指工频条件下电压均方根值减小到到 10%至 90%，持续时间为 10ms 至 1 min 的短时间电压波动现象。

电压暂升 在电力系统某一点的电压突然骤然到 1.1～1.8p.u，持续时间通常在 10ms～1min。

电压短时中段是指供电电压消失一段时间(电压降到 0.1p.u.以下)，一般不超过几分钟。短时中断可以认为是 100%幅值的电压暂降。

本仪器在测量期间，顺序记录发生的暂态事件，按“↑”“↓”键翻页查看。

暂态事件记录				总记录数: 1	
序号	类型	相别	发生时间	持续时间(ms)	极值(V)
1	电压暂降	A相	10-12-31 12:15:26	31	80.30

图 12 暂态事件

6.13 数据管理

6.13.1 打印数据

本仪器配置微型热敏打印机可以实现实时数据的打印，打印内容以报表形式实现，方便快捷。按数字键选择要打印的项目，打印各测量数据。

图 13a 三元件（Y）打印数据画面

图 13b 三元件（△）打印数据画面

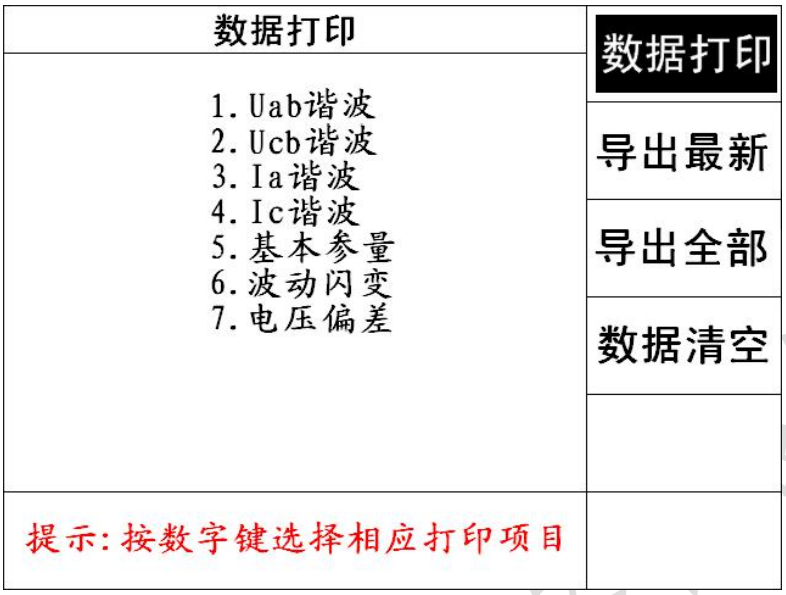

图 13c 两元件（V）打印数据画面

6.13.2 导出最新记录

此功能把保存在本机的最新记录导出的 U 盘中，上次已经导出的记录不在导出。

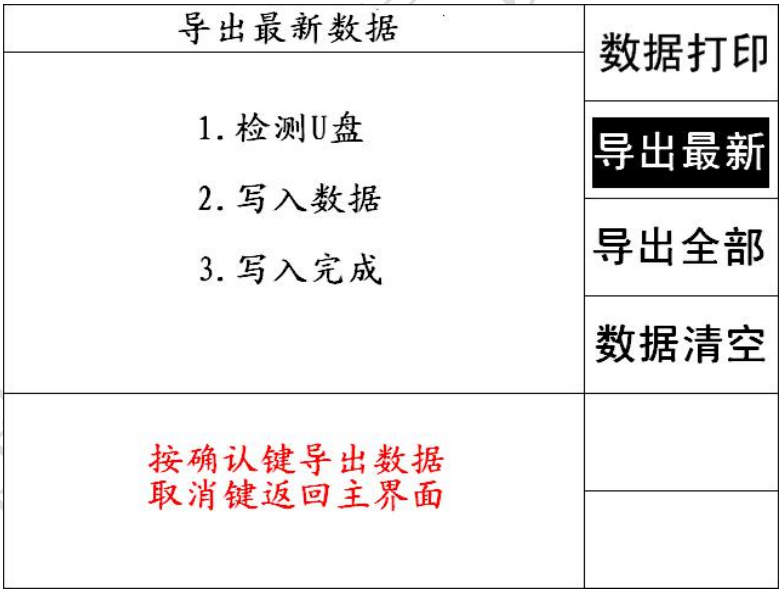

图 13d 导出数据画面

6.13.3 导出全部记录

此功能把保存在本机的全部记录导出的 U 盘中。

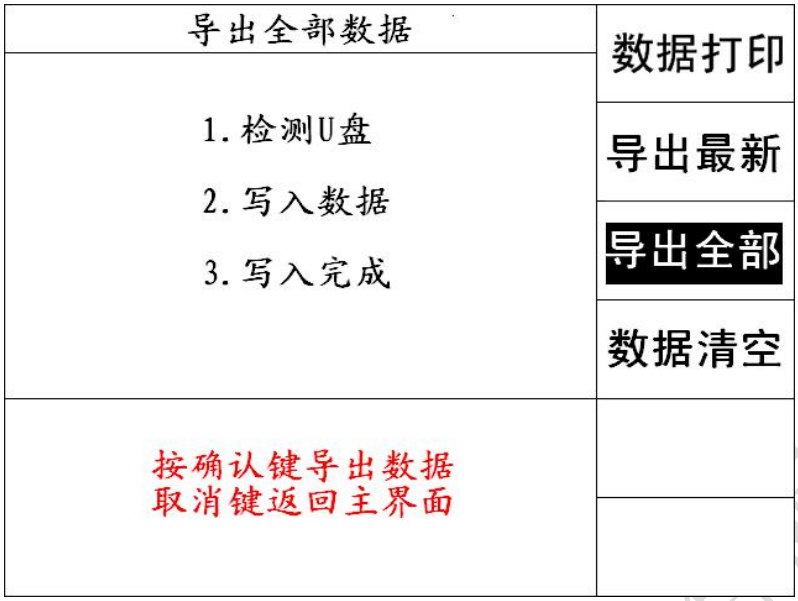

图 13e 导出全部数据画面

6.13.4 数据清空

清除测试仪内置存储器的历史记录。在此画面下，按确认键清除历史数据，清除完毕后，画面显示“数据删除成功“，按取消键返回。

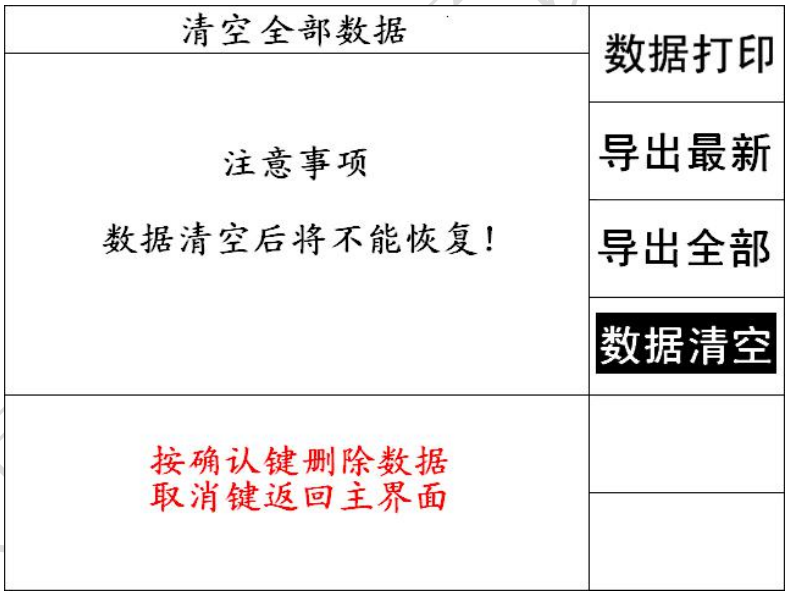

图 13f 数据清空画面

6.15 声音报警

1.存储模式设置为 U 盘，而未检测到 U 盘时
2.存储模式设置为本机，而没有可用存储可用空间时
3.没有可用事件存储空间时

6.15 电池充电

充电最好先关闭仪器，然后把充电器的直流输出端插入仪器的充电插座，另一端接市电 AC220V，这时充电器的指示灯为“红色”，表示正在充电。当指示灯变“绿色”，表示电池充满。

注意：为防止电池的容量降低，您每月至少将电池充电一次。

7．注意事项

7.1 使用仪器时请按本说明书接线和操作。

7.2 测试开始前请输入正确的设置参数，仪器内部的校正运算都要依赖于输入的设置参数。

7.3 测试菜单项选择和实际测试项目及接线要一致。

7.4 仪器出现故障，请及时和本公司联系，不要自行开机拆卸。

8．产品保证

8.1.本产品自售出之日起一年之内，由于产品质量问题而出现的故障负责免费维修。

8.2.本公司对售出仪器终身负责维修，只收成本费。

９．装箱清单

9.1 主机	一台
9.2 充电器	一个
9.3 钳表（10A）	三只
9.4 电压测试线	一套
9.5 短路线	三条
9.6 U 盘	一个
9.7 测试包	一个
9.8 打印纸	二卷
9.9 产品使用说明书	一份
9.10 产品合格证	一份
9.11 产品保修卡	一份
9.12 出厂检测报告	一份

10．电能质量管理分析软件简介

10.1 数据处理功能

- 对历史数据调用，按照统计、分析条件形成综合统计报表；
- 存贮 U 盘保存的数据，并根据选定测试数据筛选条件进行进一步分析处理。

10.2.图形输出功能

- 基波电压、基波电流长期趋势曲线；
- 电压、电流总畸变率长期趋势曲线；
- 电压、电流各次谐波长期趋势曲线；
- 电压三相不平衡度趋势曲线；

武汉国电华美电气设备有限公司

- 功率趋势曲线；
- 电网频率趋势曲线。

10.3.报表输出功能

- 基波及谐波电压、电流报表；
- 基波及谐波功率报表：包括有功功率、视在功率；
- 谐波电压、电流，电网频率、电压偏差、统计报表，包括 95%概率大值，最大值、最小值、平均值。

武汉国电华美电气设备有限公司

附录 1 电能质量 三相电压允许不平衡度

1. 不平衡度 ε

指三相电力系统中三相不平衡度的程度，用电压或电流负序分量与正序分量的方均根值百分比表示。电压或电流不平衡度分别用 εu 或 εi 表示。

2. 电压不平衡度允许值

2.1 电力系统公共连接点正常电压不平衡度允许值为 2%，短时不得超过 4%。

2.2 接于公共接点的每个用户，引起该点正常电压不平衡度允许值一般为 1.3%，根据连接点的负荷状况，邻近发电机、继电保护和自动装置安全运行要求，可作适当变动，但必须满足 2.1 条的规定。

武汉国电华美电气设备有限公司

附录 2 电能质量 公用电网谐波

1. 术语

1.1 公用连接点

用户接入公用电网的连接处。

1.2 谐波测波量点

对电网和用户的谐波就行测量之处。

1.3 基波（分量）

对周期性交流量进行付立叶级数分解，得到的频率与工频相同的分量。

1.4 谐波（分量）

对周期性交流量进行付立叶级数分解，得到频率为基波频率大于 1 整数倍的分量。

1.5 谐波次数（*h*）

谐波频率与基波频率的整数比。

1.6 谐波含量（电压或电流）

从周期性交流量中减去基波分量所得的量。

1.7 谐波含有率(*HR*)

周期性交流量中含有的第 h 次谐波分量的方均根植于基波分量的方均根植之比（用百分数表示）第 h 次谐波电压含有率以 HRU_h 表示。第 h 次谐波电流含有率以 HRI_h 表示。

1.8 总谐波畸变率(*THD*)

周期性交流量中的谐波含量的方均根植与基波分量的方均根植之比（用百分数表示）。电压总谐波畸变率以 THDu 表示，电流总谐波畸变率以 THDi 表示。

1.9 谐波源

向公用电网注入谐波电流或在公用电网中产生谐波电压的电气设备。

1.10 短时间谐波

冲击持续的时间不超过 2s，且两次冲击之间的间隔不小于 30s 的电流所含有的谐波及其引起的谐波电压。

2. 谐波电压限值

公用电网谐波电压（相电压）限值见表 1。

表 1

电网标称电压 KV	电压总谐波畸变率 %	各次谐波电压含有率%	
		奇次	偶次
0.38	5.0	4.0	2.0
6	4.0	3.2	1.6
10			
35	3.0	2.4	1.2
66			
110	2.0	1.6	0.8

3. 谐波电流允许值

公共连接点的全部用户向该点注入的谐波电流分量（方均根值）不超过表 2 中规定的允许值。

武汉国电华美电气设备有限公司

表 2 注入公共连接点的谐波电流允许值

标准电压 KV	基准短路容量 MVA	谐波次数及谐波电流允许值，A											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0.38	10	78	62	39	62	26	44	19	21	16	28	13	24
6	100	43	34	21	34	14	24	11	11	8.5	16	7.1	13
10	100	26	20	13	20	8.5	15	6.4	6.8	5.1	9.3	4.3	7.9
35	250	15	12	7.7	12	5.1	8.8	3.8	4.1	3.1	5.6	2.6	4.7
66	500	16	13	8.1	13	5.4	9.3	4.1	4.3	3.3	5.9	2.7	5.0
110	750	12	9.6	6.0	9.6	4.0	6.8	3.0	3.2	2.4	4.3	2.0	3.7

表 2 （续）

标准电压 kV	基准短路容量 MVA	谐波次数及谐波电流允许值，A											
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0.38	10	11	12	9.7	18	8.6	16	7.8	8.9	7.1	14	6.5	12
6	100	6.1	6.8	5.3	10	4.7	9.0	4.3	4.9	3.9	7.4	3.6	6.8
10	100	3.7	4.1	3.2	6.0	2.8	5.4	2.6	2.9	2.3	4.5	2.1	4.1
35	250	2.2	2.5	1.9	3.6	1.7	3.2	1.5	1.8	1.4	2.7	1.3	2.5
66	500	2.3	2.6	2.0	3.8	1.8	3.4	1.6	1.9	1.5	2.8	1.4	2.6
110	750	1.7	1.9	1.5	2.8	1.3	2.5	1.2	1.4	1.1	2.1	1.0	1.9

注：220kV 基准短路容量取 2000MVA

4. 谐波术语的数学表达式

4.1 第 *h* 次谐波电压含有率 *HRUh*

$$HRU_h = \frac{U_h}{U_1} \times 100(\%)$$

式中： U_h——第 h 次谐波电压（方均根值）；

U_1——基波电压（方均根值）；

4.2 第 *h* 次谐波电流含有率 *HRIh*

$$HRI_h = \frac{I_h}{I_1} \times 100(\%)$$

式中： U_h——第 h 次谐波电流（方均根值）；

U_1——基波电流（方均根值）；

4.3 谐波电压含量 *UH*

$$U_h = \sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} (U_h)^2}$$

4.4 谐波电流含量 *IH*

武汉国电华美电气设备有限公司

$$I_h = \sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} (I_h)^2}$$

4.5 电压总谐波畸变率 *THDu*

$$THD_u = \frac{U_H}{U_1} \times 100(\%)$$

4.6 电流总谐波畸变率 THDi

$$THD_i = \frac{I_H}{I_1} \times 100(\%)$$

5.谐波的基本计算式

在公共连接点处第 I 个用户的第 h 次谐波电流允许值（I_{hi}）按下式计算：

$$I_{hi} = I_h (S_i / S_t)^{1/a}$$

式中：Ih——第 h 次谐波电流允许值，A；
Si——第 i 个用户的用电协议容量，MVA；
St——公共连接点的供电设备容量，MVA；
α——相位叠加系数，按表 3 取值。

表 3

h	3	5	7	11	13	9|>13|偶次
α	1.1	1.2	1.4	1.8	1.9	2

武汉国电华美电气设备有限公司

附录 3 电能质量 电力系统频率允许偏差

1. 频率偏差

系统频率的实际值和标称值之差。

2. 频率变动

频率变化过程中相邻极值频率之差。

3. 频率偏差允许值

3.1 电力系统正常频率偏差允许值为 0.2Hz。当系统容量较小时，偏差值可以放宽到±0.5Hz。

3.2 用户冲击负荷引起的系统频率变动一般不得超过±0.2Hz，根据冲击负荷性质和大小以及系统的条件也可以适当变动限值，但应保证近区电力网、发电机组和用户的安全、稳定运行以及正常供电。

武汉国电华美电气设备有限公司

附录 4 电能质量 供电电压允许偏差

1.供电电压允许偏差

1.1 35KV 及以上供电电压正、负偏差的绝对值之和不超过额定电压的 10%。

注：如供电电压上下偏差同号（均为正或负 ）时，按较大的偏差绝对值作为衡量依据。

1.2 10KV 及以下三相供电电压偏差为额定电压的±7%。

1.3 220V 单相供电电压允许偏差为额定电压的+7%、-10%。

注：①用电设备额定工况的电压允许偏差仍由各自标准决定，例如旋转电机按 GB755 《旋转电机 基本技术要求》规定。

②对电压有特殊要求的用户，供电电压允许偏差由供用电协议确定。

武汉国电华美电气设备有限公司

附录 5 电能质量 电压波动与闪变

1. 术语

1.1 波动负荷

生产（或运行）过程中从供电网中取用快速变动功率的负荷。例如：炼钢电弧炉、轧机、电弧焊机等。

1.2 电压波动特性 d(t)

电压方均根植变动的时间函数，以系统标称电压的百分数表示。

1.3 电压变动 d

电压变动特性 d(t)上，相邻两个极值电压之差。

1.4 闪变时间 tf

一个有时间量纲的值，表示电压变动的闪变影响，和波形、幅值以及频度均有关。

1.5 电压波动

电压方均根植一系列的变动或连续的改变。

1.6 闪变

灯光照度不稳定造成的视感。

1.7 短时间闪变值 P_{st}

衡量短时间（若干分钟）内闪变强度的一个统计量值（见附录 A）。P_{st} =1 为闪变引起视感刺激性的通常限值。

1.8 长时间闪变值 P_{lt}

由段时间闪变值 P_{st} 推算出，反映长时间（若干小时）闪变强弱的量值（见附录 A）。

2. 电压变动和闪变的限值

2.1 电力系统公共连接点，由波动负荷产生的电压变动限值和变动频度、电压等级有关，见表 1。

表 1　电压变动限值

r, h^{-1}	d%	
	LV，MV	HV
r≤1	4	3
1<r≤10	3	2.5
10<r≤100	2	1.5
100<r≤1000	1.25	1

注

1　很少的变动频率度 r（每日少于一次），电压变动限值 d 还可以放宽，但不在本标准中规定。

2　对于随机性不规则的电压波动，依 95%概率大值衡量，表中标有“*”的值为限值。

3　本标准中系统标称电压 Un 按以下划分：

低压（LV）　Un≤1KV

中压（MV）　1KV≤Un≤35KV

高压（HV）　35KV<Un≤220KV

2.2 电力系统公共连接点，有波动负荷引起的短时间闪变值 P_{LT} 应满足表 2 所列的限值。

表 2　各级电压下的闪变限值

系统电压等级	LV	MV	HV
P_{ST}	1.0	0.9(1.0)	0.8
P_{LT}	0.8	0.7(0.8)	0.6

注

1 本标准种 P_{st} 和 P_{lt} 每次测量周期分别取为 10min 和 2h(下同)

2 MV 括号中的值仅适用于 PCC 连接的所有用户为同电压级的用户场合。

2.3 任何一个波动负荷用户在电力系统公共连接点单独引起的电压变动和闪变值一般应满足下列要求。

2.3.1 电压变动的限值如表 1 所列。

2.3.2 闪变限值根据用户负荷大小、其协议用电容量占供电容量的比例、以及系统电压，分别按三级作不同的的规定和处理。

2.3.2.1 第一级规定。满足本级规定，可以不经闪变核算，允许接入电网。

a)对于 LV 和 MV 用户，第一级限值见表 3。

表 3 LV 和 MV 用户第一级限值

r^{-1}，min	K=(△S/ Ssc)max，%
r <10	0.4
10≤r≤200	0.2
200<r	0.1

注：

1.表中△S 为波动负荷是在功率的变动 S_{SC} 位 PCC 短路容量

2.已通过 IEC6100-3-3 和 IEC6100-3-5 的 LV 设备均是为满足第一级规定。

b) 对于 HV 用户，满足(△S/ S_{sc})max<0.1%。

2.3.2.2 第二级规定。须根据用户闪变的发生值和限值比较后确定。

每个用户按其协议用电容量 S_i （S_i=Pi/cosφi)和供电容量 S 之比，考虑商以及对下一级闪变传递的影响（夏以及对上一级的传递一般忽略）等因素后确定闪变限值，不同电压等级之间闪变传 递系数 T 如表 4 所列

表 4 不同电压等级间闪变传递系数

	HV---MV THM	HV---MV THL	HV---MV TML
范围	0.8～1.0	0.8～1.0	0.95～1.0
一般取值	0.9	0.9	1.0

用户闪变值的计算如下：

a) 对于 MV 和 LV 单个用户，首先求出接于 PCC 的全部负荷产生闪变的总限值 G:（以 MV 用户为例写公式）

$$G_{mv}=\sqrt[3]{L^3_{MV}-T^3_{HM}L^3_{HV}} \qquad \cdots(1)$$

式中： L_{MV} 和 L_{HV} 分别 MV 和 HV 的闪变值（见表 2)。

T_{HM} 为 HV 对 MV 的闪变传递系数（见表 4）

则单个用户闪变限值 E_{imv} 为：

$$E_{imv} = G_{mv}\sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{MV}}\frac{1}{F_{MV}}} \qquad (2)$$

式中：F_{mv} 为波动负荷的同时系数，其典型值 F_{mv}=0.2～0.3（但必须满足 $S_i / F_{mv} \leqslant S_{MV}$）。式（1）、（2）中，如将下标作适当替换（例如 MV 换为 LV，T_{HM} 换为 T_{HL} 或者 T_{ML} 等）则可以用于 LV 用户的计算。式（1）、（2）对于短时间的闪变（P_{ST}）长时间的闪变（P_{LT}）均试用。

b) 对于 HV 单个用户，闪变限值计算式为

$$E_{iHV} = L_{HV} \sqrt[3]{\frac{S_i}{S_{tHV}}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad \cdots.(3)$$

式中：S_{THV} 为接 S_i 的 PCC 总供电容量，确定方法见附录 B。

c) 对于某些相对较小的用户，利用（2）、（3）求出的闪变值可能过严，如用户未超过表 5 规定的基本闪变值，则仍允许接网。

表 5 基本闪变值

E_{psti}	E_{plti}
0.35	0.25

3.电压变动和闪变的测量条件、取值

3.1 本标准电压变动值 d、短时间闪变值 P_{st} 和长时间闪变值 P_{LT} 指的是电力系统正常运行的较小方式下，波动负荷变化最大工作周期的

实测值。例如，炼钢电弧炉应在熔化期测量；轧机应在最大轧制负荷周期测量，三项负荷不平衡时应在三相测量值中取最严重的一相的值。

注：1 对于三相等概率波动的负荷可以任意选取一相测量。

2 设计所取得的短路容量可以用投产时系统最大短路容量乘系数 0.7。

3.2 对于随机性不规则的电压波动，电压变动实测值应不少于 50 个，以 95%概率大值作为判断依据。短时间闪变值测量周期取为 10min，每天（24h）不得超标 7 次（70min）；长时间闪变值测量周期取为 2h 每次均不得超标。

注：95%概率大值指的是将实测值按由大到小的次序排列，舍弃前面 5%的大值，取剩余的实测值中最大值。

武汉国电华美电气设备有限公司