

# 电能质量监测和监测仪器讲座

## 第五讲 暂态电能质量监测

葛毅达<sup>1</sup>,王鸿钰<sup>2</sup>

(1.美国福禄克公司上海办事处,上海 200070; 2 上海仪器仪表研究所,上海 200082)

摘要: 介绍相关标准对电压暂降、短时中断和过电压等暂态指标的定义,对测量仪器的基本要求及监测实例。

关键词: 过电压;电压暂降;电能质量;记录仪

中图分类号: TM933

文献标识码: B

文章编号: 1006 - 2394(2006)02 - 0063 - 03

### 1 定义

前面四讲介绍了对电压偏差、频率偏差、三相不平衡度、电压闪变和谐波的监测,涉及到的都是电能质量的稳态指标。本讲介绍暂态电能质量监测,涉及到的指标有电压暂降、电压骤升和电压短时中断等。

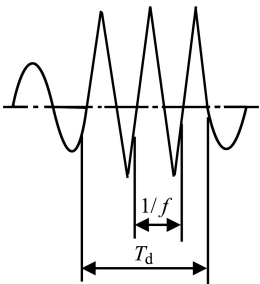
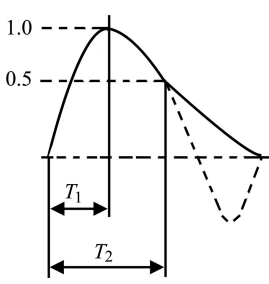
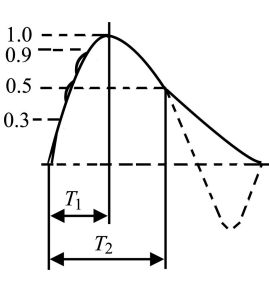
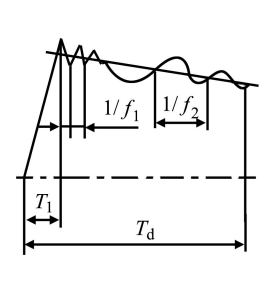
电压暂降指供电电压有效值在短时间内突然下降又回升恢复的现象。IEC将其定义为下降到额定值的90%~1%,持续时间为10ms~1min的现象;而IEEE将其定义为快速下降到额定值的90%~10%,然后回升到正常值附近。

电压短时中断指供电电压有效值快速降低到接近

于零后又回升恢复的现象。IEC规定的持续时间 < 3min,“接近于零”定义为低于额定值的1%(IEEE为低于额定值的10%)。

按照GB/T18481-2001规定,峰值超过系统最高相对地电压峰值或最高相电压峰值的任何波形的相对地或相间电压分别为相对地或相间过电压。它分为暂时过电压和瞬态过电压,前者是给定安装点上持续时间较长的不衰减或弱衰减(以工频或其一定的倍数、分数)振荡的过电压;后者是持续时间数毫秒或更短,通常带有强阻尼的振荡或非振荡且可以叠加在暂时过电压之上的一种过电压。作用在电气设备上的各类过电压的典型波形见表1。

表 1

分类	暂时过电压	瞬态过电压		
		缓波前	快波前	陡波前
电压波形				
范围	10Hz < f < 500Hz 0.03s < Td < 3600s	20μs < T1 < 5000μs T2 < 20ms	0.1μs < T1 < 20μs T2 < 300μs	3ns < T1 < 100ns 0.3MHz < f1 < 100MHz 30kHz < f2 < 300kHz Td < 3ms

注:陡波前的标准试验波形及耐受试验在考虑中

### 2 对测量仪器的基本要求

按GB/T18481-2001要求,为监测系统运行中出现的暂时过电压(工频过电压、谐振过电压)和瞬态过电压(操作过电压、雷电压),应安装过电压波形或幅值的自动记录装置,并妥为收集实测结果。即,应使用记录仪器进行监测。

对电压暂降也有类似要求,因为它是一种突发性的小概率事件,要求仪器能长时间可靠记录,应能连续测量每半个周波的有效值,应能测出电压暂降的深度和持续时间并具有一定的测量精度,如测量深度的误差不超过0.5%额定值(第一类仪器)或2%额定值(第二类仪器)等。

为了满足实时监测和记录的要求,监测仪可用图

1所示的双 CPU 系统实现。CPU1 采集、处理和记录电网参数, CPU2 作为人机接口, 接收键盘的输入 (包括参数设置), 驱动液晶显示模块, 在液晶屏上显示测量和计算分析求得的各电参量的值和电压电流波形。两个 CPU 通过双口 RAM 通信。图中 PT 互感器 /CT 互感器和电平转换电路用来隔离电力电路的三相电压、三相电流, 并将它们转换成 A/D 转换器所能接收的电平; A/D 转换器可设置在 CPU1 外部或利用 CPU1 内含的电路实现。为了监控暂态变化, 要求 A/D 转换的速度较高, 如几十 ns, 并可采用多种方式触发启动。每次触发后依次对被测电压电流采样, 并将采样和处理结果存入大容量存储器和外部双口 RAM。图中大容量记录存储器内含在 CPU1 中。若选用的 CPU 的存储容量不够, 可外接大容量存储器。记录仪与上位 PC 机的通信通常也由 CPU1 实现。为了提高采样精度, 记录仪采用硬件测频电路检测频率, 并经锁相倍频后作为采样保持和 A/D 转换的触发信号。

机中。进一步运行 EventView 软件, PC 机可以“事件表”、“条形图”的形式列出记录到的事件, 也可以以“事件描述图”的形式给出被记录的波形。

图 2 是一张典型的“事件表”(可贮存 4000 个事件)。图中事件号栏 (Event#) 显示每个事件的编号。最近的事件先显示。使用窗口右边的滚动条可检视记录器已记录的所有事件。0 号事件是开态事件, 即从记录器上下载时仍在进行的事件。

Event#	StartTime	Event	Extreme	End Time/Duration/Degree
0	11/15/97 12:15:44 PM	Outage	0 Vrms	Open Event
18	11/15/97 12:15:44 PM	9 N-G Transients	-469 Vp	271°
17	11/15/97 12:15:36 PM	9 H-N Transients	+414 Vp	91°
16	10/25/97 8:51:36 AM	Outage	0 Vrms	11/15/97 12:15:28 PM
15	10/25/97 8:51:20 AM	Outage	0 Vrms	00:00:08
14	10/25/97 8:46:40 AM	Low Frequency	58.6 Hz	0.5 cycles
13	10/25/97 8:44:08 AM	Outage	0 Vrms	00:02:32
12	10/25/97 8:44:00 AM	Outage	0 Vrms	7.5 cycles
11	10/25/97 8:43:52 AM	N-G Swell	26 Vrms	22.0 cycles
10	10/25/97 8:43:44 AM	H-N Sag	86 Vrms	17.5 cycles
9	10/25/97 8:43:44 AM	H-N Swell	141 Vrms	16.0 cycles
8	10/25/97 8:43:44 AM	1 N-G Transient	+414 Vp	330°
7	10/25/97 8:43:36 AM	1 N-G Transient	+405 Vp	266°
6	10/25/97 8:43:36 AM	1 N-G Transient	+423 Vp	111°
5	10/25/97 8:43:36 AM	1 H-N Transient	-1049 Vp	278°
4	10/25/97 8:43:36 AM	1 H-N Transient	+561 Vp	259°
3	10/25/97 8:43:28 AM	1 H-N Transient	+979 Vp	100°

图 2

开始时间栏 (StartTime) 显示一个事件开始的时间。记录器内时间计的分辨率为 8s。如果一个瞬变从 12 00 00 开始, 每秒发生 1 次, 头 8 个瞬变将全部报告为同样的时间: 12 00 00。下 8 个瞬变也将报告为同样的时间: 12 00 08。如果完全相同的信息从一个记录器下载两次, 这两个“完全相同”的事件的显示出现 8s 的时间差。

事件栏 (Event) 显示所发生事件的类型。

瞬变事件 (TransientEvents) 记录在火—中和火—地线上检测到的短至 1μs 的正负瞬变。如果电压在半个周期内超过瞬变偏离阈值, 一个瞬变事件将被记录下来。一个瞬变事件内可能含有发生在同一半个周期内的一个或多个瞬变。事件栏将显示记录器能够记下的瞬变数目。例如, 在上面显示的 Event tab 内, #8 事件含 1 个瞬变, #18 则由 9 个瞬变组成。多重瞬变事件的极值记录在 Extreme 栏内。

暂降 (Sag) 与过压事件 (SwellEvents) 指线电压的下降与上升超过阈值至少一个满周期。过压可能发生在火—中线或中—地线上。暂降则只在火—中线上测量。

中断事件 (OutageEvents), 按 VR101 定义, 当记录器记下一低于 70Vrms 长于 1s 的暂降信号时, 则将该事件显示为中断。记录器进入自供电模式 (电池供电), 并且每 8s 对电压进行采样 (记录的最短中断将为 8s)。

高 (High) 与低频率事件 (LowFrequencyEvents) 记录频率越过频率阈值时的事件。

极值栏 (Extreme) 显示事件发生过程中测下的最

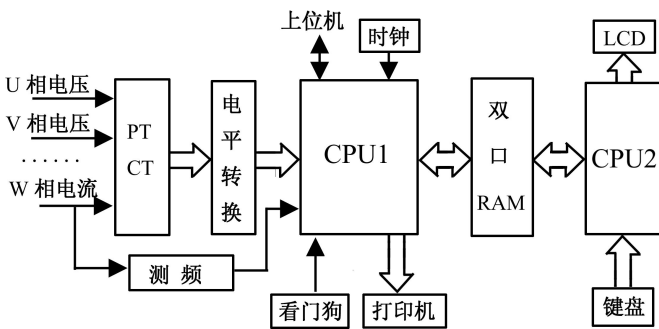


图 1

### 3 暂态电能质量监测实例

以时间、地点和故障性质看, 电压暂降、短时中断和过电压的发生往往带有随机性; 它们发生的频度和公用电网/用户内部电网的质量、结构、地理气象条件、运行维持水平等因素有关, 而影响大小又与用电负荷性质有关, 因此, 只有长期监测、统计, 才能根据具体用户提出协议控制指标和具体的解决方案。

#### 3.1 用 VR101 电压事件记录设备记录

VR101 电压事件记录设备是美国 Fluke 公司生产的一种记录电力线路暂降、短时中断、过电压和频率变化的设备。

将 EventView 软件安装到 PC 机上, 利用光接口电缆将电压记录装置接 PC 机的 COM 口。通过运行 EventView 程序, 设置记录装置的火线—中线的电压阈值、中线—地线的电压阈值及频率的阈值等。然后, 将记录装置插入标准的供电插座, 就可以监测、记录电压了。

监测时间到后, 重新用光接口电缆将记录装置接到 PC 机上, 则可将记录装置记录到的事件下载到 PC

大值。

终结时间/持续时间/角度栏 (EndTime/Duration/Degree) 显示事件的持续时间、终结时间或 (在单一瞬变的情况下) 事件在正弦波上的位置 (以度数计)。信息显示的方式取决于事件的长度。

短于 1s 的事件显示周期数。

1 至 119s 的事件以秒显示。长至 16s 的中断以 0.5 周期的分辨率记录, 其他中断的分辨率为 8s。

2min 至 24h 的事件显示为小时、分钟、秒 (如 07:51:24, 代表 7h, 51min, 24s)。

持续时间长于 24h 的事件显示其终结时间 (日期和时间)。

图 3 是 VR101 以图形形式显示单一瞬变的波形图。此图用事件的幅度、方向和相位显示火线—中线或中线—地线之间的单次瞬变。实际操作时, 在“事件表”(Events tab) 状态让“SiteReport”窗口打开, 在欲作图的单次瞬变事件上点两下即可 (瞬变波形图还可使用其他方法打开)。

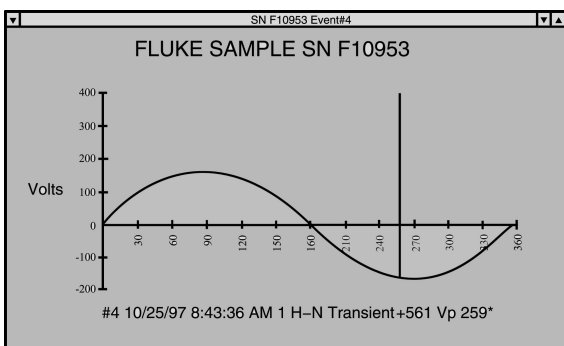


图 3

### 3.2 用 Fluke 43B 记录

Fluke 43B 可在 Sags&Swells 模式和 Record 模式下记录电气量以时间为坐标的变化曲线。在 Sags&Swells 模式下, 仪器绘制电压和电流曲线, 在 Record 模式下, 仪器可以绘制更多的电气量。记录时间可以在 4min 到无穷长之间选择。记录时间越短, 记录间隔也越短, 分辨率也越高。43B 的采样速率比记录间隔高, 所以仪器可以在同一记录点监测不同值。

Sags&Swells 在记录间隔内测量每周波的电压和电流的真有效值。例如, 对于 1s 的记录间隔, 将测量 50 个周波。在每一测量间隔结束时, 记录最小有效值、最大有效值和记录间隔内所有周波的平均值。

Record 模式基本上每隔 250ms (0.25s) 测量一次。在每一记录间隔结束时, 也同样记录这一间隔内的最大值、最小值和平均值 (如果不使用光标, 平均值就是整个记录区间的平均值)。

Sags&Swells 模式和 Record 模式都可以把记录时间设为“Endless”。在这种方式下, 绘图采用了压缩算法: 首先采用 4min 记录, 然后压缩每分钟记录, 4min

结束后, 采用 8min、16min, 一直到 16 天的记录长度记录。通过比较相邻两个记录间隔的最大值/最小值, 并保留比较得到的最大/最小值。这样, Fluke 43B 则保留了每个记录时间内的最大值、最小值。这对于不知道要监测多长时间的情况提供了很好的解决方法。

采用 Fluke 43B 记录、绘制的一组参数曲线见图 4。左图光标指示位置的电压最大值为 151.1V, 最小值为 150.5V, 平均值为 150.7V; 电流最大值为 5.64A, 最小值为 5.56A, 平均值为 5.59A。右图光标指示位置的有功功率最大值、最小值和平均值都为 0.73kW; 无功功率的最大值、最小值和平均值都为 0.99kVAR。

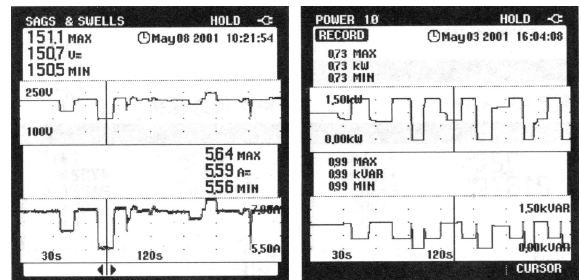


图 4

### 参考文献:

- [1] Fluke 公司. 电能质量与谐波测量应用文集 (二) [Z]. 2001.
- [2] Fluke 公司. VR101S Voltage Event Recorder System [Z]. 1998.
- [3] 林海雪. 电力系统中电压暂降和短时断电 [J]. 供用电, 2002, 19(1).
- [4] GB/T18481 - 2001. 电能质量暂时过电压和瞬态过电压 [S].

(黄丽丽编发)

### 全新 Signal Express 软件泰克版本

Signal Express 软件泰克版本是一个基于 PC 的交互式测量软件。采用这一软件, 设计和测试工程师无需编程, 即可快速采集、分析并在台式仪器上存档测量结果。使用 Signal Express 软件泰克版本之后, 可以将独立的仪器与 PC 连接起来, 完成即时的控制、测量分析和存档任务, 在实验室内进行台式测量和在线分析的时候, 极大地提高测量效率。通过 USB 即插即用的性能, 该软件可以迅速检测到泰克 DPO4000 系列示波器和 AFG3000 系列波形发生器, 只需轻击鼠标, 就可以在实时显示采集到的波形数据和产生信号的同时, 配置好仪器通讯。此外, 还可以通过完成更多在线数据采集、测量分析和存档, 使用直观的拖-放式配置环境, 极大地增加测量效率, 从总体上缩短测量时间。