

TK1000A 系列便携式电量（波形）记录分析仪介绍

一、综述

TK1000A 系列便携式电量（波形）记录分析仪是在原 TK1000 系列的基础升级改进的，定位于专业应用性的基础型电力系统数据记录分析仪器，包含 TK1024A、TK1020A、TK1016A、TK1012A 等多个型号，全系列产品均采用分体式铝合金机箱，使用时需与笔记本电脑及配套的 TK2.0 版监控分析软件配合使用。仪器只能通过以太网与电脑配合单独使用，不可以多台仪器组网并联使用。TK1000A 全系均配置具有程控 2 量程的改进型 TK1-4xxxA 模拟信号输入处理插件，所有模拟输入通道都具有独立程控的 2 个量程，综合采集精度全部为 0.1 级（误差小于 $0.1\%FS+0.05\%RD$ ）。

TK1000A 系列便携式电量（波形）记录分析仪可选的输入信号插件类型较多，可输入信号范围较宽，能较好的适应同一专业测试项目各种现场信号，同步采集速度可达 51.2kHz，且软件分析计算功能强大，是一款具有较好专业适应性的电力系统数据记录分析仪器，适合作为电气专业、调速专业及热控专业的专业专用性数据记录与分析仪器。

二、仪器适用场合

TK1000A 系列可以很好的完成以下各项试验的数据记录与分析工作（跟具不同专业要求配置不同的模拟信号处理插件）：

1、常规电厂试验项目（火电厂、水电厂、燃气电厂、核电厂、调相机组、抽水蓄能电站、生物质风电场、垃圾燃烧电厂等）

- ① 发电机开路及短路特性试验（特性曲线及气隙线绘制、非饱和电抗 X_d 及短路比 K_c 的计算）、进相试验、甩负荷（一次调频）试验、电话谐波因数测试等；
- ② 励磁系统（含 PSS）性能考核试验、建模及参数测试等各种静态及动态试验；
- ③ 调速系统各种静态及动态试验的数据记录与分析；
- ④ 同期、UPS 及变频调速装置的性能测试的数据记录与分析；
- ⑤ 热控 SOE 测试及各种动静态试验的数据记录与分析；
- ⑥ 高电压穿越、低电压穿越性能测试的数据记录与分析；
- ⑦ 调相机组 SFC 启动试验的数据记录与分析；
- ⑧ 其他常规电气试验的数据记录与分析并可作为移动式故障录波器使用；

2、新能源场站（风电场、光伏电站及储能系统等）

- ① SVG、SVC 动态特性试验（具有动态响应特性极好的瞬时功率及有效值算法）；
- ② 高穿、低穿性能测试、快速频率响应测试；
- ③ 其他常规电气试验并可作为移动式故障录波器使用；

3、电网系统（线路、变电站、直流换流站等）

- ① SVG、SVC 动态特性试验（具有动态响应特性极好的瞬时功率及有效值算法）

② 其他常规电气试验并可作为移动式故障录波器使用

TK1000A 系列便携式电量（波形）记录分析仪具有脱机故障录波功能，且故障录波触发方式众多，可作为移动式故障录波仪使用。

三、仪器基本参数

TK1000A 系列便携式电量（波形）记录分析仪的主要技术参数如下：

1、仪器结构：铝合金分体式仪器（需笔记本电脑配合使用）

(1) 内置 CPU 指数指标：AMD 低功耗 LX800 500MHz

(2) 内存：1GB DDR1 333MHz

(3) 硬盘：2GB CF 卡

(4) 以太网口：1 个 10/100Mbps 自适应以太网接口

2、总模拟通道数量：24、20、16、12 可选

3、适用的模拟量输入插件及量程范围如下

① TK1-4U01A 交直流电压插件：

DC $\pm 2000V$ (AC 1400V)、DC $\pm 200V$ (AC 140V) 程控 2 量程 4 路

② TK1-4U02A 交直流电压插件：

DC $\pm 20V$ (AC 14V)、 $\pm 200mV$ (AC 140mV) 程控 2 量程 4 路

③ TK1-4U03A 交直流电压插件：

1、2 通道同 TK-4U01A，3、4 通道同 TK-4U02A，共 4 路

④ TK1-4U04A 交直流电压插件：

DC $\pm 1000V$ (AC 700V)、 $\pm 200V$ (AC 140V) 程控 2 量程 4 路

⑤ TK1-4U05A 交直流电压插件：

DC $\pm 200V$ (AC 140V)、 $\pm 20V$ (AC 14V) 程控 2 量程 4 路

⑥ TK-4IACA 电压电流插件：

DC $\pm 500mV$ (AC 1H)、DC $\pm 100mV$ (AC 0.2H) 程控 2 量程 4 路(H 为配套钳形 CT 额定值)

⑦ TK-4UIDCA 电压电流插件：

DC $\pm 20V$ (AC 14V)、DC $\pm 20mA$ (14mA) 程控 2 量程 4 路

⑧ TK-4UIACA 电压电流插件：

DC $\pm 200V$ (AC 140V)、DC $\pm 500mV$ (AC 1H) 程控 2 量程 4 路(H 为配套钳形 CT 额定值)

4、开关量输入通道数量：8 路

5、光电继电器输出节点：8 路

6、辅助电源输出：2 路或 1 路 24V/450mA+1 组 $\pm 12V$ /450mA 电源输出

7、各模拟通道量程数：独立程控 2 量程

8、最高同步采集速度：51.2kHz，支持全准同步或 3 速异频准同步采集

- 9、模入通道信号带宽：15kHz
- 10、模入通道采集精度：优于 0.1%FS
- 11、模入通道抗共模干扰能力：不小于 80db
- 12、软件测量频率精度：工频系统误差小于 0.001Hz
- 13、相位角测量精度：工频系统误差小于 0.1°
- 14、隔离耐压水平：2000VAC/1min
- 15、输入电源频率范围：DC 或 47Hz~63Hz
- 16、输入电源电压范围：AC 90V~260V 或 DC 130V~370V
- 17、仪器尺寸：TK1024A:470mm x 150mm x 340mm;其它型号：:360mm x 150mm x 340mm
- 18、仪器净重：不大于 7kg

四、仪器主要功能

1、数据记录方式

- (1) 连续录波功能：采集并保存原始瞬时值数据，数据文件为单文件，支持手动触发及自动触发，适合于短时间（尽量不大于 1800S）的数据记录。
- (2) 特性试验（单组记录）功能：以表格与特性曲线方式记录特定稳态状态的计算后数据组，不再记录原始瞬时值数据，适合于各种特性试验。
- (3) 故障录波功能：具有联机故障录波与脱机故障录波两种模式；支持幅值越限、突变量越限、变化率越限、频率越限、波动量越限、谐波越限、开关状态或状态变化等多种触发方式，触发次数不限，采集并保存原始瞬时值数据，数据文件为单文件。
- (4) 长期监测功能：无。
- (5) 功率变化及电能质量测试功能：无。
- (6) 长期录波功能：无。

2、遥测数据获取与记录功能

无。

3、虚拟通道生成功能

仪器内含丰富的计算功能，利用直接测量的物理通道数据，可以同时计算出不大于 24 个虚拟通道（计算通道），如各种接线方式的有功功率、无功功率、功率因数、各交流通道的频率、三相系统的正序、负序、零序分量、三相系统的平均电流（电压）、交流量的基波有效值、全有效值、真有效值、脉动型直流信号的直流量提取、变频器输出的 PWM 交流波中变频正弦波电压电流信号的提取及真有效值的计算、自定义参数的通道合成功能等等，使得现场一些不易直接测量的信号变得容易测量。

4、仪器分析计算功能

仪器应具有丰富的分析计算功能，通过实测的数据可以分析计算众多的参数，并绘制出各种计算量通道的曲线，主要有如下分析计算功能：

- (1) 常规电气量计算：

交流量的基波有效值、真有效值、全有效值；单相及三相系统的基波有功功率、无功功率、功率因数；单相及三相系统的全有功功率、无功功率、功率因数；工频三相系统的瞬时有功功率、无功功率、功率因数、无功电流；任意频率三相系统有功功率、无功功率、功率因数；交流波形及脉动波形的频率；三相系统正序分量、负序分量、零序分量；三相系统六角图、任意数量交流量的矢量图；直流信号平均值、纹波峰峰值、纹波系数。

(2) 励磁系统(调速系统)参数:

动态过程的初始稳态值、峰值、终了稳态值、超调量、调节时间、上升时间、下降时间、时间常数、振荡次数、响应时间、顶值倍数、阻尼比。

(3) 谐波分析功能:

交流量的各次谐波（100次以下）幅值及含量、波形畸变率、电压谐波因数；

(4) 频谱分析功能:

可以对任意信号的任意分量（包含瞬时值、交流量有效值、SPWM信号等效波形、交流信号基波频率、直流信号滤波后值、各种通过计算生成的虚拟量）进行指定频率范围（包含起始频率与结束频率）、频率分辨率的频谱分析，最终可以按频谱分析数据表、频谱图、幅频特性图、相频特性图等方式显示并输出频谱分析结果。

5、仪器图形处理及编辑功能

仪器记录的波形曲线可进行各种快捷的缩放、拖动、漫游，截取变化量及跟踪显示所有波形曲线各时刻的对应值。波形可分别按工程一次值、二次值或标么值显示；交流信号可以按交流瞬时值、基波有效值、全有效值及真有效值几种方式显示；直流量可以按直流瞬时值或经滤波后的直流值方式显示；PWM 信号（变频器输出信号）可以按 PWM 原始波形、滤波后交流波形、真有效值几种方式显示。

仪器成套提供数据合并比较软件，可以简单方便的将多次试验的数据曲线合并放置到同一画面中进行分析比对。使得不同参数时的试验曲线比对一目了然

6、仪器试验结果输出功能:

仪器记录的记录数据可以按 EXCEL、COMTRADE、MAT、TXT、JPG 格式输出以便于数据用于其他分析软件；图形、分析结果及试验备注的输出可以直接打印或直接生成多种格式的图形文档，便于直接插入试验报告文档中。

7、仪器辅助功能

(1) 关于向量图:

为方便试验时检查系统接线的正确性，在如何试验模式下，仪器都能实时在线显示任意各交流量的向量图。

(2) 示波器

为方便试验时检查系统接线的正确性，在如何试验模式下，都能实时在线显示输入模拟通道的瞬时值波形。

五、仪器主要技术参数

表 1、TK1000A 系列电量（波形）记录分析仪技术参数表

序号	项目名称	仪器型号	TK1024A	TK1020A	TK1016A	TK1012A
仪器擅长的试验场合	1	常规发电厂（火电厂、水电厂、常规抽水蓄能电站、核电厂、燃气电厂、生物质电厂、垃圾燃烧电厂、调相机组）	①发电机开路及短路特性试验（特性曲线及气隙线绘制、非饱和电抗 X_d 及短路比 K_c 的计算）、进相试验、甩负荷（一次调频）试验、电话谐波因数测试等； ②励磁系统（含 PSS）性能考核试验、建模及参数测试等各种静态及动态试验； ③调速系统各种静态及动态试验的数据记录与分析； ④同期、UPS 及变频调速装置的性能测试； ⑤热控 SOE 测试及各种动静态试验的数据记录与分析； ⑥高穿、低穿性能测试的数据记录与分析； ⑦调相机组 SFC 启动试验的数据记录； ⑧其他常规电气试验的数据记录与分析并可作为移动式故障录波器使用；			
	2	新能源场站（光伏电站、风电场、储能系统等）	①SVG、SVC 动态特性试验（具有动态响应特性极好的瞬时功率及有效值算法） ②高穿、低穿性能测试、快速频率响应测试的数据记录与分析； ③其他常规电气试验的数据记录与分析并可作为移动式故障录波器使用			
	3	电网系统（线路、变电站、换流站）	①SVG、SVC 动态特性试验（具有动态响应特性极好的瞬时功率及有效值算法） ②其他常规电气试验的数据记录与分析并可作为移动式故障录波器使用；③			
仪器总体结构及参数	1	仪器结构	分体式（数据采集器与监控分析设备分离）			
	1.1	箱体结构	铝合金分体式仪器（需笔记本电脑配合使用）			
	1.2	以太网口	1 个 10/100Mbps 自适应以太网接口			
	2	仪器电源及功耗	插件式，功耗不大于 50W			
	2.1	输入电源电压范围	AC 90V~260V 或 DC 130V~370V			
	2.2	输入电源频率范围	DC 或 47Hz~63Hz			
	3	仪器尺寸	47cm × 15cm × 34cm	36cm × 15cm × 34cm（宽×高×深）		
	4	仪器净重	7kg	6.5kg	6kg	5.5kg
智能采集卡参数	1	内置 CPU 指数指标	AMD 低功耗 LX800 500MHz			
	2	内存	1GB			
	3	硬盘	2GB CF 卡			
	4	使用 AD 数量	24	20	16	12
	4.1	AD 深度（位数）	16 位			
	4.2	AD 同步采集最高频率	51.2kHz			
	4.3	可选同步采集速度	0.8kHz、1.6kHz、3.2kHz、6.4kHz、12.8kHz、25.6kHz、51.2kHz 之中任意选择			
	4.4	多通道 AD 采集方式	任意组合同步采集，并支持 3 速同步异频采集方式			

表 1、TK1000A 系列电量（波形）记录分析仪技术参数表（续表 1）

序号	项目名称	仪器型号	TK1024A	TK1020A	TK1016A	TK1012A
仪器输入输出通道配置及硬件性能指标	1	模拟信号输入通道数量	24	20	16	12
	1.1	模拟输入信号插件数量	6	5	4	3
	1.2	各模拟输入通道量程数量	独立程控 2 量程			
	1.3	模拟输入通道幅值测量精度及线性度	①交直流电压：综合测量精度优于 0.1 级、线性度优于 0.05% ②交流电流（通过专用交流钳形互感器测量）：综合测量精度优于 0.1 级、线性度优于 0.05% ③20mA 直流电流（直接测量或通过 20mA 电流/电压转换器测量）：综合测量精度优于 0.1 级、线性度优于 0.05% ④通过交直流传感器测量交直流电流：综合测量精度取决于传感器的精度。			
	1.4	工频系统频率测量精度	误差小于 0.001Hz（采集频率不低于 25.6kHz 时）			
	1.5	工频系统相位角测量精度	误差小于 0.1 度（采集频率不低于 6.4kHz）			
	1.6	模拟输入通道信号带宽	大于 15kHz（-3dB）			
	1.7	模拟输入通道共模抑制比	大于 80dB			
	1.8	模拟输入通道隔离耐压	对地及相互间均不低于 AC 2000V/1min			
	1.9	模拟输入通道保护功能	过压保护及报警			
	1.10	模拟输入通道接口形式	中心距离为 19mm 的两个 4mm 标准测试插孔			
	1.11	交直流电压信号输入方式	直接输入			
	1.12	交流电流输入方式	通过配套的交流电流钳形互感器或罗氏线圈转换后输入			
	1.13	直流电流输入方式	通过配套的交流直流电流钳形传感器转换后输入			
	1.14	DC 20mA 电流输入方式	通过 20mA 量程直接输入或通过配套的直流小电流钳形传感器转换后输入			
	1.15	可选模拟输入信号插件	表 2 所列的 TK1-4U01A、TK1-4U02A、TK1-4U03A、TK1-4U04A、TK1-4U05A、TK1-4IACA、TK1-4UIACA、TK1-4UIDCA 等			
	2	开关量输入通道数量	8 路			
	3.1	可接入信号类型	有源、无源节点兼容输入			
	3.2	可输入最高电压	DC 250V			
	3.3	开入通道隔离耐压	不低于 DC1000V/1min			
	3.4	开入通道最高分辨率	2.5 微秒			
	4	开关量输出通道数量	8 路			
	4.1	输出节点类型	固态继电器节点			
	4.2	节点带载能力	DC 350V/120mA			
	4.3	输出时间误差	小于 10 微秒			
	4.4	开关量输出通道隔离耐压	不低于 DC 1500V/1min			
	5	发、测频及模拟量输出	无			
	5.1	硬件测频通道	无			
	5.2	频率输出通道	无			
	5.3	模拟量输出通道	无			
	6	辅助电源输出	2 路 24V/450mA +1 组 ±12V/450mA		1 路 24V/450mA+1 组 ±12V/450mA 电源输出	

表 1、TK1000A 系列电量（波形）记录分析仪技术参数表（续表 2）

序号	项目名称	仪器型号	TK1024A	TK1020A	TK1016A	TK1012A
仪器 常规 记录 与 分析 处理 功能	1	电力 104 协议遥测功能	无			
	2	支持的数据记录方式	①连续录波方式：采集并保存原始瞬时值数据，数据文件为单文件，支持手动触发及自动触发，适合于短时间（尽量不大于 1800S）的数据记录。 ②特性试验（单组记录）方式：以表格与特性曲线方式记录特定稳态状态的计算后数据组，不再记录原始瞬时值数据，适合于各种特性试验。 ③故障录波方式：支持幅值超限、突变量超限、变化率超限、频率超限、波动量超限、谐波超限、开关状态或状态变化等多种触发方式，触发次数不限，采集并保存原始瞬时值数据，数据文件为单文件。 ④长期监测方式：不支持。 ⑤功率变化及电能质量测试模式：不支持。 ⑥长期录波方式：不支持。			
	3	数据采集方式	仪器支持同频或异频两种同步采集数据方式。支持多通道同时采用同一频率采集记录数据或采用高、中、低 3 种（或 2 中）不同采集频率记录数据			
	4	同步采集频率	任意数量通道同步采集频率 1.6kHz、3.2kHz、6.4kHz、12.8kHz、25.6kHz、51.2kHz 之间可选。			
	5	可直接测量信号类型及其直接派生量（直接测量信号与其派生量同时存在并可以切换显示）	①工频及非工频交流信号：交流瞬时值波形、有效值波形、频率波形、谐波 ②直流信号：瞬时值波形、滤波后等效直流量波形 ③工频及非工频脉冲信号：瞬时值波形、频率波形、转速波形 ④SPWM 变频电压信号：瞬时值波形、等效基波波形、有效值、频率、谐波 ⑤变频电流信号：瞬时值波形、有效值波形、频率波形、谐波 ⑥开关状态信号			
	6	通过直接测量信号可以组合生成的常规虚拟通道及特性参数的计算功能	①各种接线方式的单相及三相系统有功、无功及视在功率、功率因数、有功及无功电流； ②三相系统的正序、负序、零序分量 ③高动态响应特性的瞬时功率及电压、电流瞬时有效值算法 ④两个交流信号之间的滑差及相位差 ⑤自定义参数的多通道合成功能：瞬时值合成、矢量合成、代数合成 ⑥直流励磁同步发电机相关参数：转子交流阻抗、发电机功角、电话谐波因数、气隙线、非饱和电抗 X_d 、短路比 K_c ⑦任意通道之间的关系曲线（特性曲线） ⑧矢量图：三相系统六角图、任意数量交流量的矢量图； ⑨动态过程的初始稳态值、峰值、终了稳态值、时间常数、上升或下降时间、响应时间、超调量、调节时间、振荡次数、阻尼比等			
	7	频谱分析功能	可以对任意信号的任意分量（包含瞬时值、交流量有效值、SPWM 信号等效波形、交流信号基波频率、直流信号滤波后值、各种通过计算生成的虚拟量）进行指定频率范围（包含起始频率与结束频率）、频率分辨率的频谱分析，最终可以按频谱分析数据表、频谱图、幅频特性图、相频特性图等方式显示并输出频谱分析结果。			

表 1、TK1000A 系列电量（波形）记录分析仪技术参数表（续表 3）

序号		项目名称 仪器型号	TK1024A	TK1020A	TK1016A	TK1012A
辅助功能	1	关于向量图功能	为方便试验时检查系统接线的正确性，在如何试验模式下，仪器都能实时在线显示任意各交流量的向量图。			
	2	示波器功能	为方便试验时检查系统接线的正确性，在如何试验模式下，都能实时在线显示输入模拟通道的瞬时值波形。			
图形编辑功能	仪器记录的波形曲线可进行各种快捷的缩放、拖动、漫游，裁取变化量及跟踪显示所有波形曲线各时刻的对应值。 波形可分别按工程一次值、二次值或标么值显示；交流信号可以按交流瞬时值、基波有效值、全有效值及真有效值几种方式显示；直流量可以按直流瞬时值或经滤波后的直流值方式显示；PWM 信号（变频器输出信号）可以按 PWM 原始波形、滤波后交流波形、真有效值几种方式显示。 仪器成套提供数据合并比较软件，可以简单方便的将多次试验的数据曲线合并放置到同一画面中进行分析比对。使得不同参数时的试验曲线比对一目了然					
输出功能	仪器记录的记录数据可以按 EXCEL、COMTRADE、MAT、TXT、JPG 格式输出以便于数据用于其他分析软件；图形、分析结果及试验备注的输出可以直接打印或直接生成多种格式的图形文档，便于直接插入试验报告文档中					

表 2、TK1000A 系列常用模拟信号输入插件技术参数表

序号	插件名称	通道配置	量程范围及各量程内阻			
			量程 1		量程 2	
			量程值	内阻	量程值	内阻
1	TK1-4U01A	4 路交直流电压	±2000V	10M Ω	±200V	10M Ω
2	TK1-4IACA	4 路交直流电流	1H ±500mV	25k Ω	0.2H ±100mV	25k Ω
3	TK1-4U04A	4 路交直流电压	±1000V	10M Ω	±200V	10M Ω
4	TK1-4U05A	4 路交直流电流	±200V	1M Ω	±200V	1M Ω
5	TK1-4U03A	2 路交直流电压	±2000V	10M Ω	±200V	10M Ω
		2 路交直流电压	±20V	1M Ω	±200mV	10k Ω
6	TK1-4UIDCA	4 路电压、电流	±20V	1M Ω	±20mA	40 Ω
7	TK1-4U02A	4 路电压\电流	±20V	1M Ω	±200mV	10k Ω
8	TK1-4UIACA	4 路电压、电流	±200V	10M Ω	1H ±500mV	25k Ω

表 3、TK1000A 系列各型号模拟插件推荐配置表

序号	产品规格型号	模入通道总数	模拟输入通道配置						
			模拟插件配置						备注
			插件 1	插件 2	插件 3	插件 4	插件 5	插件 6	
1	TK1012A	12 路	TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4U03A	----	---	----	励磁专业
			TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4UIACA	----	---	----	电网专业
			TK1-4UIACA	TK1-4IDCA	TK1-4IDCA	----	---	----	非电专业
2	TK1016A	16 路	TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4U03A	TK1-4UIACA	---	----	发电专业
			TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4U05A	TK1-4UIACA	---	----	电网专业
			TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4IDCA	TK1-4IDCA	---	----	非电专业
3	TK1020A	20 路	TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4U03A	TK1-4IACA	TK1-4UIACA	----	发电专业
			TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4UIACA	----	电网专业
			TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4U03A	TK1-4IDCA	TK1-4IDCA	----	兼顾励磁与调速
			TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4IDCA	TK1-4IDCA	TK1-4IDCA	----	非电专业
4	TK1024A	24 路	TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4U03A	TK1-4IACA	TK1-4UIACA	TK1-4UIACA	发电专业
			TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4UIACA	TK1-4UIACA	电网专业
			TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4U03A	TK1-4IDCA	TK1-4IDCA	TK1-4IDCA	兼顾励磁与调速
			TK1-4U04A	TK1-4IACA	TK1-4IDCA	TK1-4IDCA	TK1-4IDCA	TK1-4IDCA	非电专业