

TK4100A 系列便携式电量（波形）仿真记录分析仪介绍

一、综述

TK4100A 系列便携式电量（波形）记录分析仪是在 TK4000A 系列的基础上集成融合了发频、硬件测频及模拟量输出功能，是一种通用性较好的高性能电力系统仿真测试及数据记录分析仪器，包含 TK4124A、TK4120A、TK4116A、TK4112A 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。仪器既可以单独通过以太网与电脑配合使用，也可以多台仪器组网并联使用，并联使用保证各台仪器同步采集。TK4100A 全系标准配置 2 路频率输出通道、2 路硬件测频输入通道、两路模拟量信号输出通道及若干具有程控 4 量程的改进型 TK-4xxxA 模拟信号输入处理插件。发频、测频通道的误差都小于 0.002Hz，模拟量输出信号精度为 0.1 级，所有模拟输入通道都具有独立程控的 4 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）。

TK4100A 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，对现场信号适应性较好，同步采集速度高达 409.6kHz，且软件分析计算及统计功能强大，是一款适应性较强的电力系统仿真测试及数据记录分析仪器，适合作为电力系统电气专业、调速专业及热控专业的通用性仿真测试及数据记录与分析仪器。

由于仪器具有频率及模拟量（电压与电流）的仿真输出功能，特别适合作为电力系统发电厂调速专业的仿真测试及数据记录与分析仪器，也可以作为新能源场站（风电场、光伏电站）快速频率响应试验的仿真测试及数据记录与分析仪器。

TK4100A 全系均提供以太网 104 通讯协议，在进行 AGC、AVC 等性能测试时，能方便的与现场的控制系統接口并获得调度或本地发送的有功、无功、电压等设定值，并与实际测量的电压、电流、功率等信号同步绘制在统一画面中，可以极大的提高 AGC、ACV 等性能测试的时间精确性及数据记录的便捷性与直观性。

二、仪器适用场合

TK4100A 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仿真测试及数据记录与分析；

- 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 AGC、AVC 性能测试的数据记录与分析；
- ⑧ 电能质量监测与统计分析；
- ⑨ 调相机组 SFC 启动试验的数据记录与分析；
- ⑩ 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 1 分钟、10 分钟功率变化量测试（含变化量、正向变化量及负向变化量）；
- ② 各 10%功率区间 10 分钟、1 分钟数据序列的自动抓取及统计；
- ③ 电能质量监测并自动按 10%功率区间统计与分析；
- ④ AGC、AVC 性能测试（可获取功率及电压设定值并与实测量同步记录与显示）；
- ⑤ 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）
- ⑥ 高穿、低穿性能测试的数据记录与分析；
- ⑦ 快速频率响应测试的频率仿真及数据记录与分析；
- ⑧ 储能系统性能测试的数据记录与分析；
- ⑨ 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 电能质量监测与统计分析；
- ③ 其他常规电气试验并可作为移动式故障录波器使用

TK4100A 系列便携式电量（波形）记录分析仪具有脱机故障录波、脱机长期监测功能，但电能质量监测与统计功能不能脱机进行，只能联机进行电能质量分析记录与统计工作。仪器具有完全按我国新能源场站入网测试相关规程要求编写的分析计算与统计功能，比较适合作为新能源场站入网测试的数据记录与分析仪器，可以极大的简化相关试验的现场工作及试验后期的数据处理工作，提高试验效率、节省人力成本。

三、仪器基本参数

TK4100A 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：Intel® Atom™ E3825 双核 1.33 GHz
 - (2) 内存：2GB DDR3 1066MHz
 - (3) 硬盘：128GB SSD 固态硬盘
 - (4) 以太网口：1 个 10/100/1000Mbps 自适应以太网接口
- 2、频率输出通道：2 路双极性方波输出+2 路正弦波输出

- 2.1、频率输出通道幅度：26V/50mA（ $\pm 13\text{V}/50\text{mA}$ ）
- 2.2、频率输出调节范围：1Hz~65.5Hz
- 2.3、频率输出精度及分辨率：误差小于 0.002Hz，分辨率 0.001Hz
- 2.4、频率输出控制方式：定频率输出、阶跃、定变化率增大或减小、定变化率震荡、自定义频率序列输出、频率回放输出。
- 2.5、具有外部短路及过载保护功能
- 2.6、具有外部窜入信号的过压保护功能（保护范围为 DC250V/AC175V 之内）
- 3、频率输入通道：2 路（相互电气隔离）
 - 2.1、频率测量幅值范围：脉冲 $\pm 0.1\text{V}$ ~ $\pm 250\text{V}$ （AC 70mV~175V）
 - 2.2、频率测量范围：1Hz~1000Hz
 - 2.3、频率输入测量精度：误差小于 0.001Hz
 - 2.4、频率信号输入方式：外部输入或内部反馈可选。
 - 2.5、频率输入通道内阻：400k Ω
- 4、模拟量输出通道：2 路 $\pm 10\text{V}$ 输出+2 路 $\pm 40\text{mA}$ 输出
 - 4.1、电压输出通道幅度：DC $\pm 10\text{V}/50\text{mA}$
 - 4.2、电流输出通道幅度：DC $\pm 40\text{mA}/12\text{V}$
 - 4.3、电压及电流输出通道精度：0.1 级
 - 4.4、电压及电流输出控制方式：定幅值输出、阶跃、定变化率增大或减小、定变化率震荡。
 - 4.5、具有外部短路及过载保护功能
 - 4.6、具有外部窜入信号的过压保护功能（保护范围为 DC250V/AC175V 之内）
- 5、总模拟通道数量：24、20、16、12 可选
- 6、适用的模拟量输入插件及量程范围如下
 - ① TK-4U01A 交直流电压插件：
DC $\pm 2000\text{V}$ 、 $\pm 1000\text{V}$ 、 $\pm 200\text{V}$ 、 $\pm 20\text{V}$ 程控 4 量程 4 路
AC 1400V、700V、140V、14V 程控 4 量程 4 路
 - ② TK-4U02A 交直流电压插件：
DC $\pm 200\text{V}$ 、 $\pm 20\text{V}$ 、 $\pm 2\text{V}$ 、 $\pm 200\text{mV}$ 程控 4 量程 4 路
AC 140V、14V、1.4V、140mV 程控 4 量程 4 路
 - ③ TK-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 TK-4IA 电压电流插件：
DC $\pm 20\text{mA}$ 、 $\pm 500\text{mV}$ 、 $\pm 100\text{mV}$ 、 $\pm 20\text{mV}$ 程控 4 量程 4 路
AC 14mA、1H、0.2H、0.04H 程控 4 量程 4 路（H 为配套钳形 CT 额定值）
 - ⑤ TK-4UI4A 电压电流插件：
DC $\pm 200\text{V}$ 、 $\pm 20\text{V}$ 、 $\pm 500\text{mV}$ 、 $\pm 100\text{mV}$ 程控 4 量程 4 路

AC 140V、14V、1H、0.2H 程控 4 量程 4 路 (H 为配套钳形 CT 额定值)

⑥ TK-4UI3A 电压电流插件：

DC ±250V、±50V、±10V、±20mA 程控 4 量程 4 路

AC 180V、35V、7V、14mA 程控 4 量程 4 路

- 7、开关量输入通道数量：8 路
- 8、光电继电器输出节点：8 路
- 9、辅助电源输出：2 路或 1 路 24V/450mA+1 组 ±12V/450mA 电源输出
- 10、各模拟通道量程数：独立程控 4 量程
- 11、最高同步采集速度：409.6kHz，支持全同步或 3 速异频同步采集
- 12、模入通道信号带宽：15kHz
- 13、模入通道采集精度：优于 0.1%FS
- 14、模入通道抗共模干扰能力：不小于 80db
- 15、软件测量频率精度：工频系统误差小于 0.001Hz
- 16、相位角测量精度：工频系统误差小于 0.1°
- 17、隔离耐压水平：2000VAC/1min
- 18、输入电源频率范围：DC 或 47Hz~63Hz
- 19、输入电源电压范围：AC 90V~260V 或 DC 130V~370V
- 20、仪器尺寸：
TK4124A 与 TK4120A：470mm × 150mm × 340mm（宽 × 高 × 深）
TK4116A 与 TK4112A：360mm × 150mm × 340mm（宽 × 高 × 深）
- 21、仪器净重：不大于 7.5kg

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：具有联机长期监测与脱机长期监测两种模式；以多文件方式自动记录并保存计算后数据，不再记录原始瞬时值数据，适合于各种需要长时间记录数据的趋势类试验。
- (5) 功率变化及电能质量测试功能：具有联机功率变化及电能质量测试与脱机功率变化测试两种模式（不具备脱机电能质量监测功能）；以多文件方式自动记录并保存计算后数据，不

再记录原始瞬时值数据，可以作为电能质量测试及新能源入网测试的数据记录与分析仪器。

(6) 长期录波功能：具有联机长期录波与脱机长期录波两种模式；以多文件方式自动记录并保存原始瞬时值数据。

2、遥测数据获取与记录功能

仪器提供以电力电网 104 通讯协议，在进行 AGC、AVC 等性能测试时，能方便的与现场的控制系統接口并获得调度或本地发送的有功、无功、电压等设定值，并与实际测量的电压、电流、功率等信号同步记录并绘制在统一画面中，可以极大的提高 AGC、ACV 等性能测试的时间精确性及数据记录的便捷性与直观性。

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) 电能质量测试功能：

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；
频率偏差、电压波动及闪变（含短时闪变及长时闪变）、电压偏差、电压不平衡度、电流不平衡度、各次谐波及间谐波的测量及统计。

(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) 新能源场站并网测试功能:

1分钟有功变化量、10分钟有功变化量、各功率区间10分钟序列的自动抓取及统计、1分钟有功最大变化量、10分钟有功最大变化量、按国标进行电能质量（包含频率偏差、闪变、电压偏差、电压不平衡度、电流不平衡度、各次谐波及间谐波）的分析计算及按各10%功率区间进行统计。

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，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。

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。

8、频率仿真输出功能

仪器具有 2 路双极性方波频率输出及 2 路正弦波频率输出通道，每路频率输出通道可以采用定频率输出、频率阶跃输出、定变化率增大或减小输出、定变化率震荡输出、自定义频率序列输出、频率回放输出等多种方式。可以方便的仿真频率的各种变化模式。

9、模拟量仿真输出功能

仪器具有 2 路±10V 电压输出通道及 2 路±40mA 电流输出通道，每路模拟量输出通道可以采用定幅值输出、阶跃输出、定变化率增大或减输出、定变化率震荡输出、自定义幅值序列输出、电压（电流）回放输出等多种方式。可以方便的仿真电压（电流）的各种变化模式。

五、仪器主要技术参数

表 1、TK4100A 系列电量（波形）记录分析仪技术参数表

序号	仪器型号		TK4124A	TK4120A	TK4116A	TK4112A
	项目名称					
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仿真测试及数据记录与分析； 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 高穿、低穿、AGC、AVC 性能测试的数据记录与分析； ⑦ 电能质量监测与统计分析； ⑧ 调相机组 SFC 启动试验的数据记录与分析； ⑨ 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）	① 1 分钟、10 分钟功率变化量测试（含变化量、正向变化量及负向变化量）； ② 各 10% 功率区间 10 分钟、1 分钟数据序列的自动抓取及统计； ③ 电能质量监测并自动按 10% 功率区间统计与分析； ④ AGC、AVC 性能测试（可获取功率及电压设定值并与实测量同步记录与显示）； ⑤ 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） ⑥ 高穿、低穿性能测试的数据记录与分析 ⑦ 快速频率响应测试的仿真测试及数据记录与分析； ⑧ 储能系统性能测试的数据记录与分析； ⑨ 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）	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 电能质量监测与统计分析； 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			
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 10/100/1000Mbps 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	470mm × 150mm × 340mm（宽×高×深）		360mm × 150mm × 340mm（宽×高×深）	
4	仪器净重	7.5kg	7kg	6.5kg	6kg	
智能采集卡参数	1	内置 CPU 指数指标	Intel® Atom™ E3825 双核 1.33 GHz			
	2	内存	2GB			
	3	硬盘	128GB SATA 固态硬盘			
	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	409.6kHz			
	4.3	可选同步采集速度	0.8kHz、1.6kHz、3.2kHz、6.4kHz、12.8kHz、25.6kHz、51.2kHz、102.4kHz、204.8kHz、409.6kHz 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、TK4100A 系列电量（波形）记录分析仪技术参数表（续表 1）

序号	仪器型号		TK4124A	TK4120A	TK4116A	TK4112A
	项目名称					
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 4 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	越限报警+过压保护			
	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 TK-4U01A、TK-4U03A、TK-4IA、TK-4UI4A、TK-4UI3A 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	辅助电源输出	2 路 24V/450mA+1 组 ±12V/450mA		1 路 24V/450mA+1 组 ±12V/450mA		
硬件测频及仿真输出	1	硬件测频通道	2 路电气隔离，识别范围：脉冲 ±0.1V~±250V 或 AC 70mV~175V			
	1.1	频率信号输入方式	外部输入或内部反馈可选，输入阻抗：400k Ω			
	1.2	频率测量范围及精度	1Hz~1000Hz 误差小于 0.001Hz			
	2	频率输出通道	带短路过载保护及过压保护功能的 2 路双极性方波输出+2 路正弦波输出，			
	2.1	信号幅度、范围及精度	幅度 ±13V/50mA，调节范围：1Hz~65.5Hz，误差小于 0.002Hz，分辨率 0.001Hz			
	2.2	频率输出控制方式	定频输出、阶跃、定变化率增减、定变化率震荡、频率序列输出、频率回放			
	3	模拟量输出通道	带短路过载保护及过压保护功能的 0~±10V 输出及 0~±40mA 输出各 2 路			
3.1	带载能力及精度	DC ±10V/50mA、DC ±40mA/12V，通道精度：0.1 级				
3.2	模拟量输出控制方式	定幅值输出、阶跃、定变化率增大或减小、定变化率震荡				

表 1、TK4100A 系列电量（波形）记录分析仪技术参数表（续表 2）

序号	仪器型号		TK4124A	TK4120A	TK4116A	TK4112A
	项目名称					
仪器 常规 记录 与 分析 处理 功能	1	电力 104 协议遥测功能	内置电力 104 规约，AGC、AVC 等性能测试时可获取有功、无功、电压等设定值			
	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长期监测方式：以多文件方式自动记录并保存计算后数据，不再记录原始瞬时值数据，适合于各种需要长时间记录数据的趋势类试验。 ⑤功率变化及电能质量测试模式：以多文件方式自动记录并保存计算后数据，不再记录原始瞬时值数据，适合于电能质量测试及新能源并网测试。 ⑥长期录波方式：以多文件方式自动记录并保存原始瞬时值数据。			
	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 1.6kHz、3.2kHz、6.4kHz、12.8kHz、25.6kHz、51.2kHz、102.4kHz、204.8kHz、409.6kHz 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遥测信号：有功设定值、无功设定值、电压设定值等等 ⑦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 Xd、短路比 Kc 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、TK4100A 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	TK4124A	TK4120A	TK4116A	TK4112A
1	常规电能质量监测与统计分析		① 谐波子群及间谐波子群（或谐波及间谐波群）：实时数据及趋势曲线、指定时间段内的最大值、95%概率大值、方均根值；			
			② 闪变：包含短时闪变及长时闪变，各项短时闪变及长时闪变的最大值；			
2	风电场及光伏电站并网测试专用功能		③ 不平衡度：包含电压及电流的负序及零序不平衡度，实时数据及趋势曲线、指定时间段内的最大值；			
			④ 频率及频率偏差：实时数据及趋势曲线，指定时间段内的最大值；			
3	辅助功能		⑤ 电压偏差：实时数据及趋势曲线、指定时间段内的正、负偏差最大值；			
			⑥ 1 分钟及 10 分钟功率变化量（包含变化量、正向变化量、负向变化量）			
4	图形编辑功能		⑦ 各 10%功率区间的 10 分钟序列自动抓取及统计；			
			⑧ 谐波子群及间谐波子群：实时数据及趋势曲线、指定时间段内及各 10%功率区间的最大值、95%概率大值、方均根值；			
5	输出功能		⑨ 闪变：按各 10%功率区间统计的短时闪变及短时闪变最大值；			
			⑩ 不平衡度：按指定时间段及各 10%功率区间统计的电压、电流负序及零序不平衡度的最大值；			
6	关于向量图功能		⑪ 频率偏差：实时数据及趋势曲线，指定时间段内及各 10%功率区间统计的最大值；			
			⑫ 电压偏差：指定时间段内及各 10%功率区间统计的正、负偏差最大值；			
7	示波器功能		⑬ 各 10%功率区间的 1 分钟序列自动抓取及统计；			
			⑭ AGC、AVC 性能测试（可获取功率及电压设定值并与实测量同步记录与显示）；			
8	图形编辑功能		⑮ 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）			
			⑯ 高电压穿越性能测试、低电压穿越性能测试；			
9	输出功能		⑰ 快速频率响应性能测试；			
			⑱ 储能系统并网测试；			
10	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。			
11	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			<p>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、二次值或标幺值显示；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。</p> <p>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对比一目了然</p>			
输出功能			<p>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</p>			

表 2、TK4100A 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 3		量程 4	
			量程值	内阻	量程值	内阻	量程值	内阻	量程值	内阻
1	TK-4U01A	4 路交直流电压	±2000V	10M Ω	±1000V	10M Ω	±200V	1M Ω	±20V	1M Ω
2	TK-4IA	4 路交直流电流	±20mA	40 Ω	1H ±500mV	25k Ω	0.2 H ±100mV	25k Ω	0.04H ±20mV	25k Ω
3	TK-4U03A	2 路交直流电压	±2000V	10M Ω	±1000V	10M Ω	±200V	1M Ω	±20V	1M Ω
		2 路交直流电压	±200V	1M Ω	±20V	1M Ω	±2V	1M Ω	±200mV	25k Ω
4	TK-4UI4A	4 路电压、电流	±200V	1M Ω	±20V	1M Ω	1H ±500mV	25k Ω	0.2 H ±100mV	25k Ω
5	TK-4UI3A	4 路电压\电流	±250V	1M Ω	±50V	1M Ω	±10V	1M Ω	±20mA	40 Ω
6	TK-4U02A	4 路交直流电压	±200V	1M Ω	±20V	1M Ω	±2V	1M Ω	±200mV	25k Ω

表 3、TK4100A 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							备注
			模拟插件配置							
			插件 1	插件 2	插件 3	插件 4	插件 5	插件 6		
1	TK4112A	12 路	TK-4U01A	TK-4IA	TK-4U03A	----	---	----	励磁专业	
			TK-4U01A	TK-4IA	TK-4UI4A	----	---	----	电网专业	
			TK-4UI4A	TK-4UI3A	TK-4UI3A	----	---	----	非电专业	
2	TK4116A	16 路	TK-4U01A	TK-4IA	TK-4U03A	TK-4UI4A	---	----	发电专业	
			TK-4U01A	TK-4IA	TK-4UI4A	TK-4UI4A	---	----	电网专业	
			TK-4U01A	TK-4IA	TK-4UI3A	TK-4UI3A			非电专业	
3	TK4120A	20 路	TK-4U01A	TK-4IA	TK-4U03A	TK-4IA	TK-4UI4A	----	发电专业	
			TK-4U01A	TK-4IA	TK-4U01A	TK-4IA	TK-4UI4A	----	电网专业	
			TK-4U01A	TK-4IA	TK-4U03A	TK-4UI3A	TK-4UI3A		兼顾励磁与调速	
			TK-4U01A	TK-4IA	TK-4UI3A	TK-4UI3A	TK-4UI3A		非电专业	
4	TK4124A	24 路	TK-4U01A	TK-4IA	TK-4U03A	TK-4IA	TK-4UI4A	TK-4UI4A	发电专业	
			TK-4U01A	TK-4IA	TK-4U01A	TK-4IA	TK-4UI4A	TK-4UI4A	电网专业	
			TK-4U01A	TK-4IA	TK-4U03A	TK-4IA	TK-4UI3A	TK-4UI3A	兼顾励磁与调速	
			TK-4U01A	TK-4IA	TK-4UI3A	TK-4UI3A	TK-4UI3A	TK-4UI3A	非电专业	

备注：TK4100A 系列所有型号都标准配置一块 TK-6FUI 发测频及模拟量输出插件