

半导体功率器件动态参数测试系统

DYNAMIC PARAMETER TESTING SYSTEM FOR POWER SEMICONDUCTOR DEVICES

DPT1000A



Tektronix
So/ution Partner

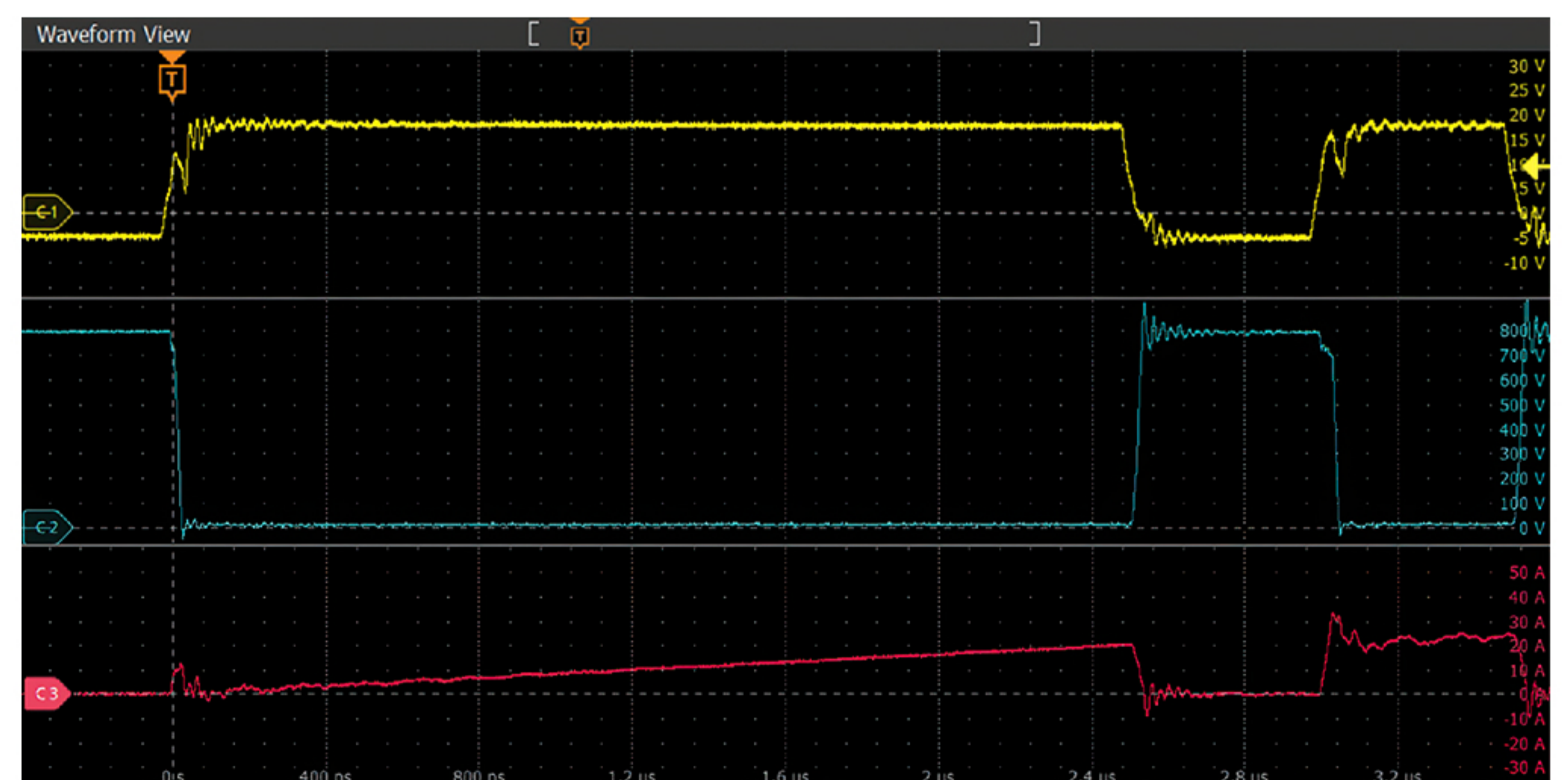
产品介绍

PRODUCT INTRODUCTION

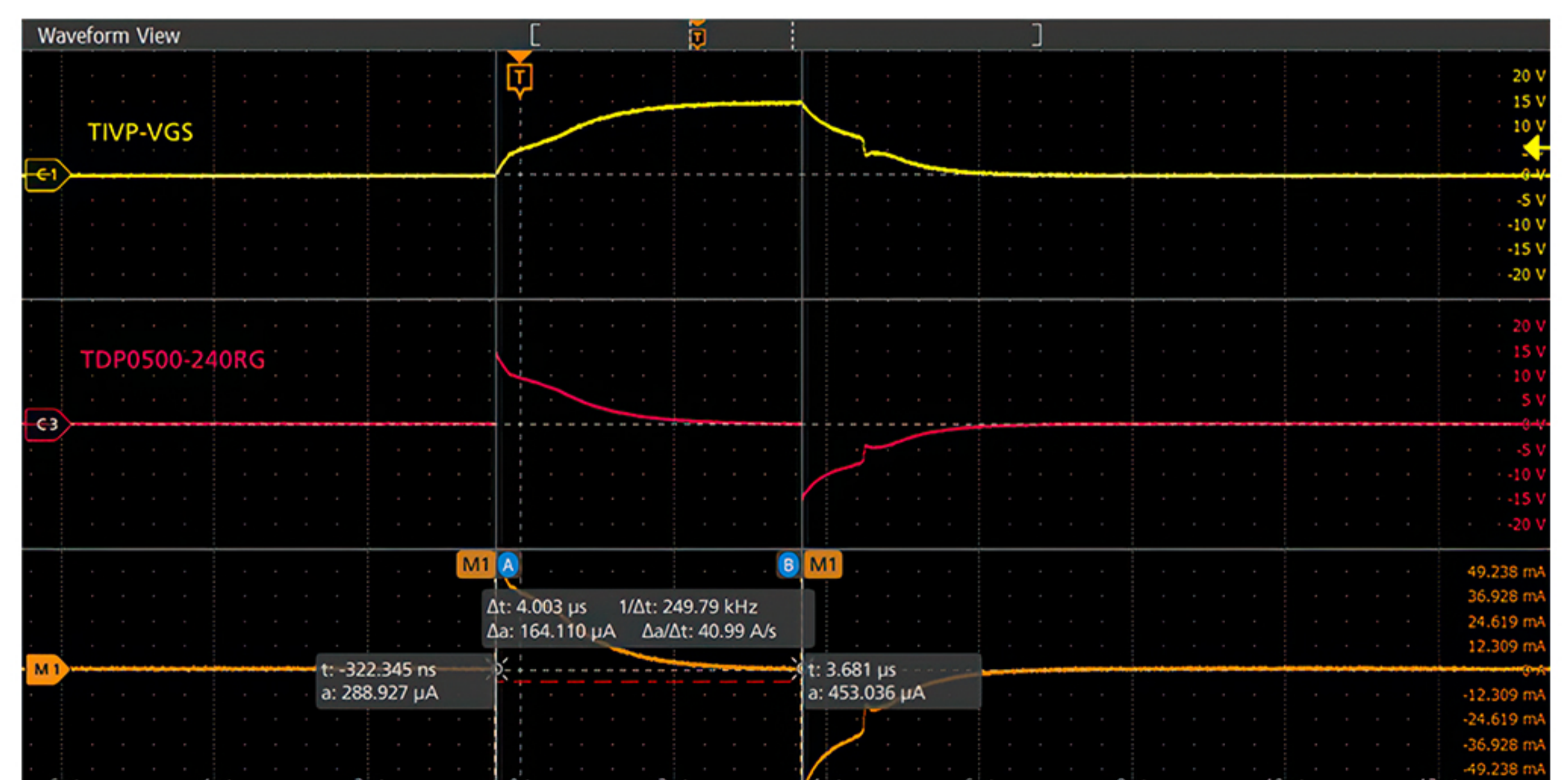
DPT1000A功率器件动态参数测试系统由泰克科技领衔开发，专门用于针对三代半导体功率器件的动态特性分析测试，旨在解决客户在功率器件动态特性表征中常见的疑难问题，包括如何设计高速工作的驱动电路，如何适配多种芯片封装形式，如何选择和连接探头进行信号测试，如何优化和抑制测试过程中的噪声和干扰。同时系统具备良好的开放性，支持客户对测试硬件进行二次开发，帮助客户在研发设计、失效分析、进厂检测和试产阶段快速评估器件性能，更快应对市场需求改善产品性能。也帮助客户快速验证自研驱动电路，加速应用端解决方案落地。

该系统由功率器件开关测试板（高压/中压/低压开关测试板可选），雪崩测试板（可选），转接适配器，高压防护罩，芯片温控系统，泰克高分辨率示波器，光隔离探头，双脉冲信号源，高压电源，上位机电脑和自动化测试软件组成。以机柜系统形式交付客户，可以通过上位机软件配置测试设备和测试项目，获取测试结果并生成数据报告。系统具备极高的测试灵活性，可以根据需求定制驱动电路板设计，更改栅极电阻，负载电感，驱动芯片等关键器件参数。在保证安全的前提下，对功率器件的动态参数进行全面精准的测试评估。同时使用了泰克公司最新推出的新五系高分辨率示波器和专门用于高共模信号条件下上管信号测试的光隔离探头，为三代半导体器件动态特性表征

更高测试精度。泰克MSO58B示波器可以最高支持8通道同时测量，对于半桥结构双脉冲测试电路，可以同时上下管信号进行同步测试。光隔离探头提供了极高的共模抑制比，可以在上管测试中提供更准确的波形数据。针对系统中高速电流的测试，使用高精度、高带宽电流传感器，帮助用户得到更准确的电流波形。同时系统还提供了动态导通电阻测试功能，可以在高速开关状态下对器件的动态导通电阻进行评估，帮助客户更准确的了解器件动态特性。系统同时具备器件控温功能，加热温度最高为200°C，温度控制精度： $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，可以测试和比较不同温度条件下的器件特性。



双脉冲动态测试中, VGS, VDS与ID的波形图



栅极电荷QG的测试

特点与优势

CHARACTERISTICS AND ADVANTAGES

使用方便

符合人体工学的外观设计, 确保使用的舒适性。
简洁美观的软件设计, 操作简单易学。

高灵活度

多种驱动板配置, 覆盖高压/中压/低压器件测试和雪崩测试。

高精度

泰克专利的高共模抑制比的高压差分光隔离探头, 满足新一代SiC/GaN半导体器件更高母线电压和更快开关时间的测量挑战要求。

选用12bits垂直分辨率MSO58B示波器产品, 正确反映波形的细节, 获取特性参数的准确结果。

低回路电感设计 (<50nH寄生电感)。

测试方案完全符合IEC60747-8/9, JEDEC标准。

安全防护

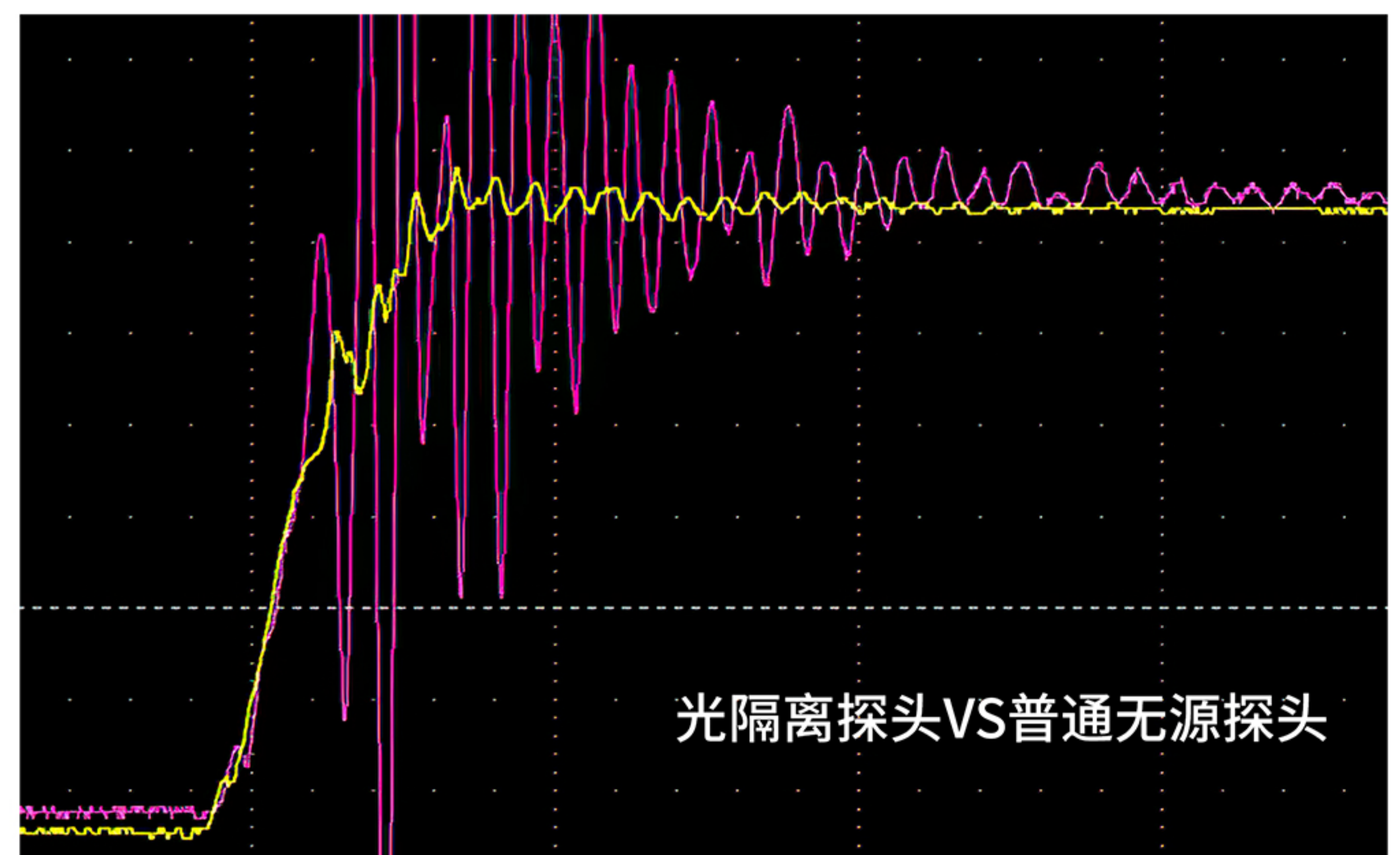
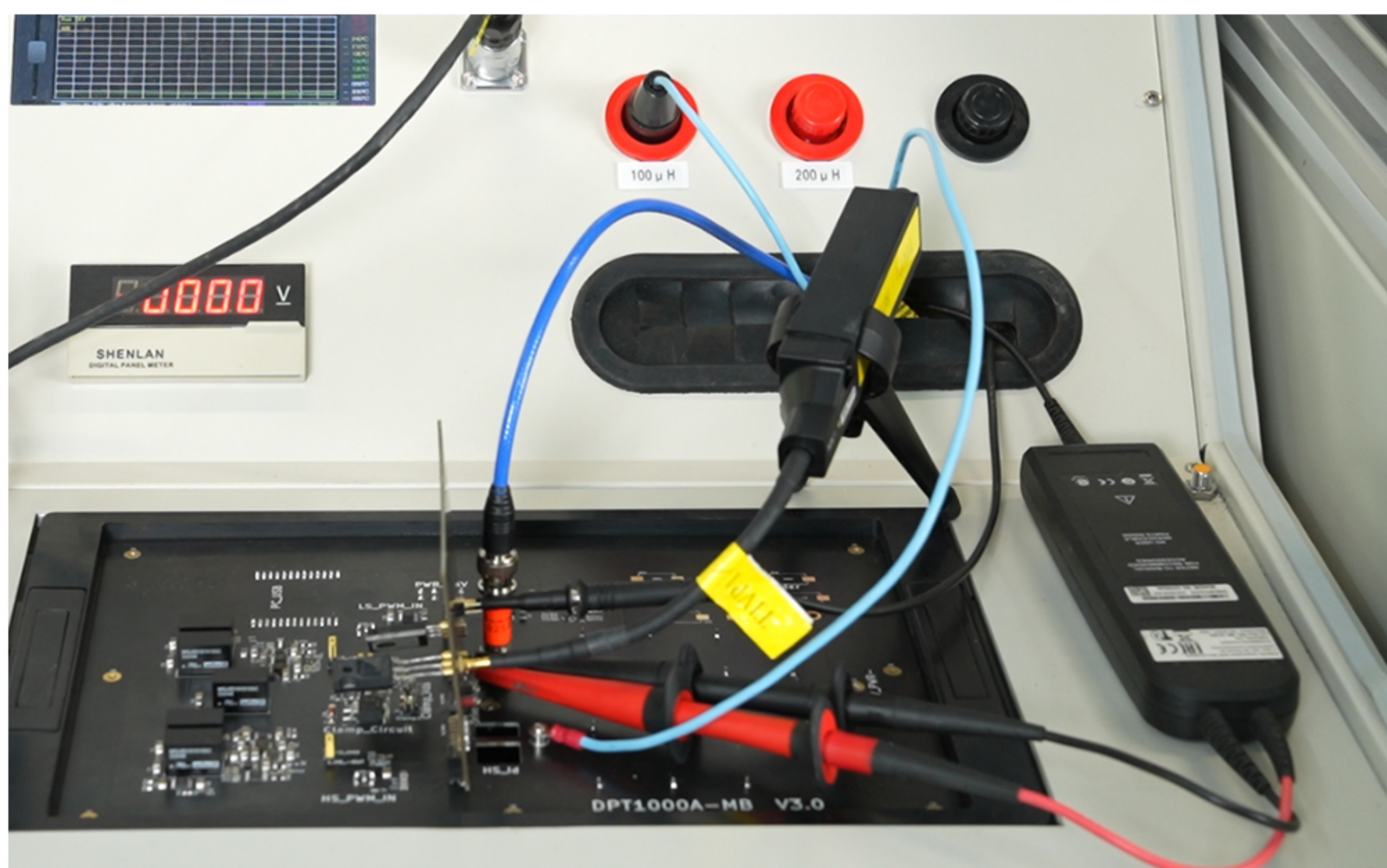
防爆、防触电、防烫伤、过流保护、过压保护。

数据管理

实时保存测试结果 (CSV), 可选择同时保存波形数据, 自动生成测试报告。

高效率

可进行开关参数/动态栅极电荷/动态导通电阻/短路/雪崩测试, 单次测试即可完成开关特性和反向恢复特性测试。



系统规格

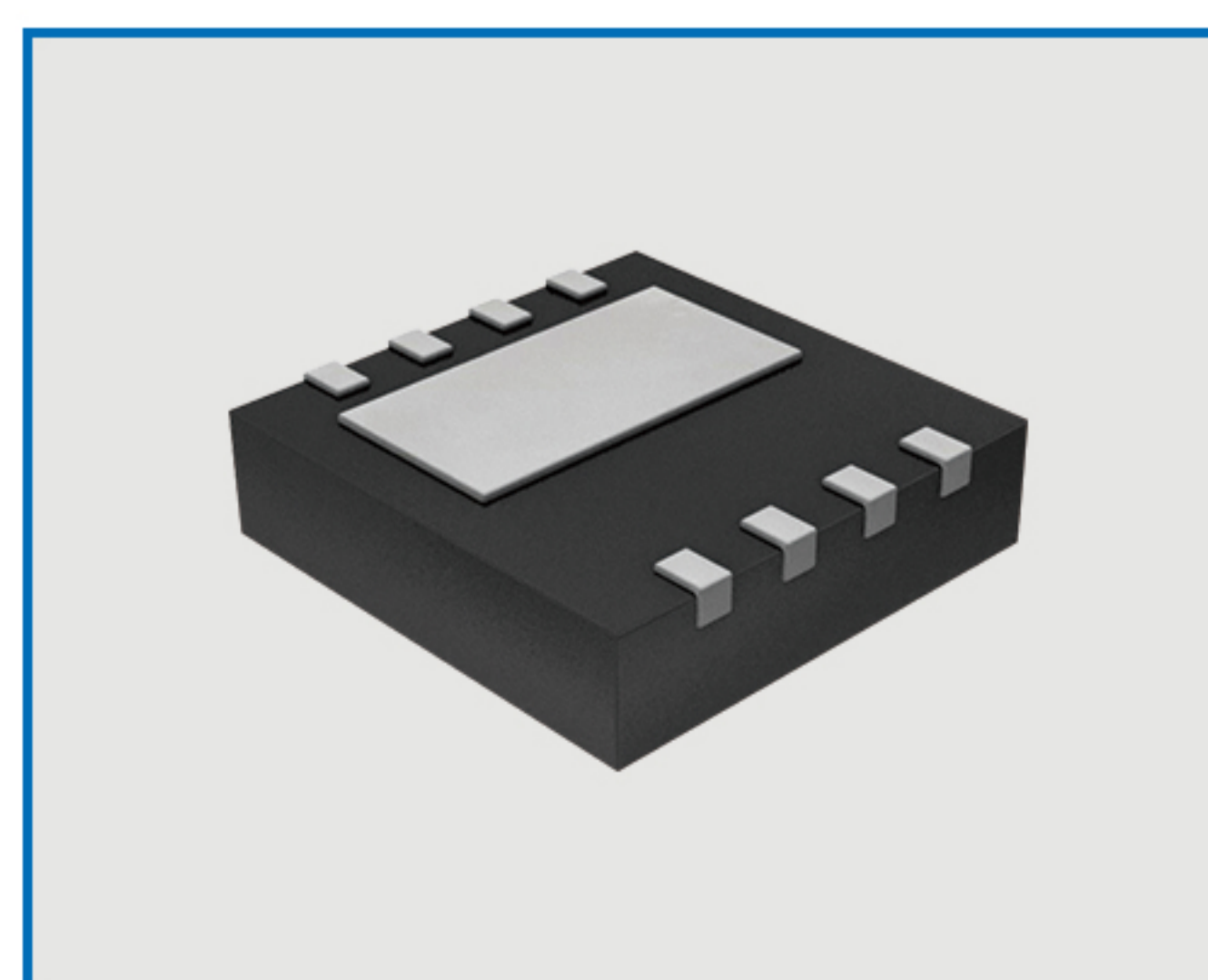
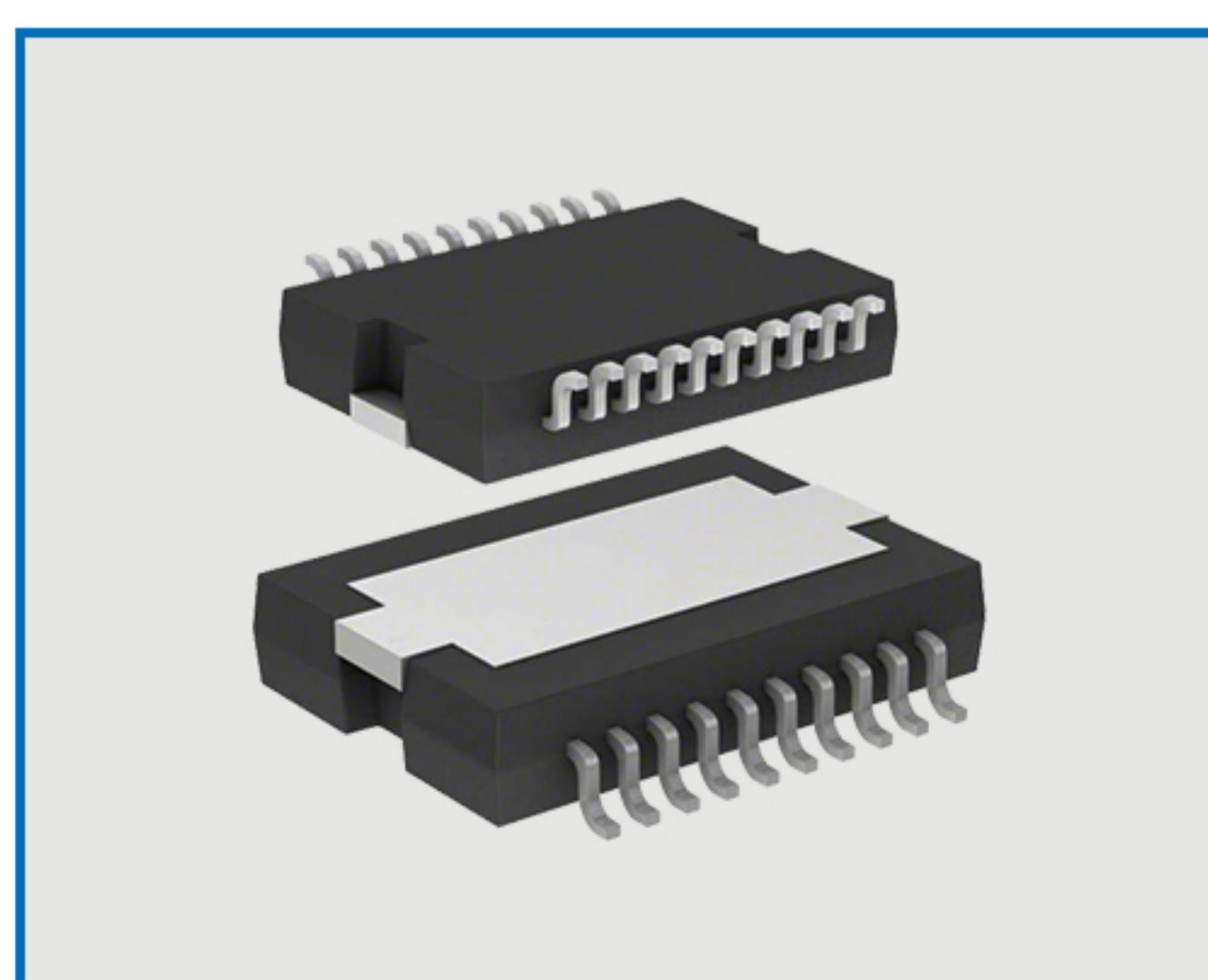
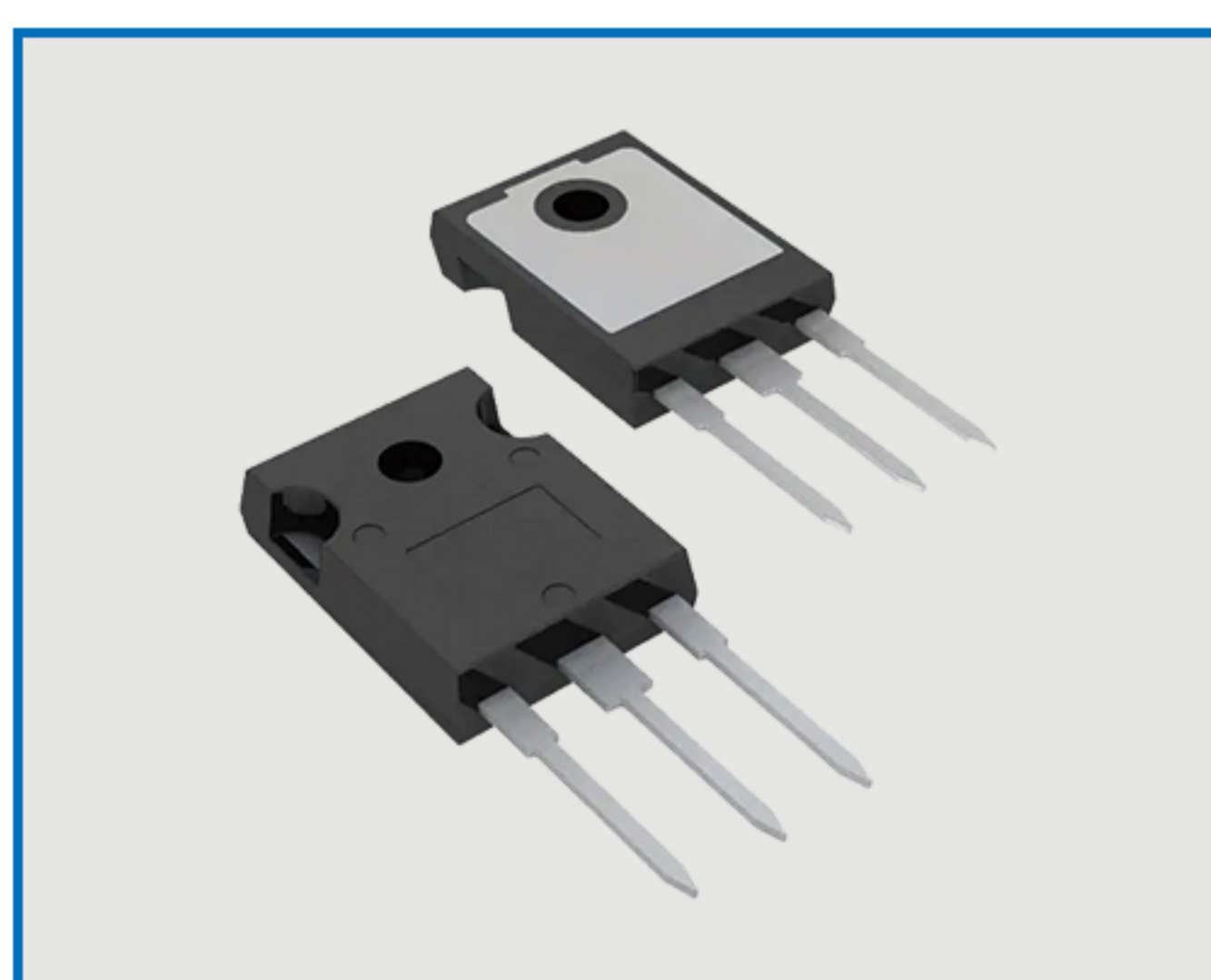
SYSTEM SPECIFICATION

参数 ^{1,2}		
测试类型	符号	参数 / 特性表征
双脉冲测试(上、下管)	td(on)	第二次开通延时时间
	tr	第二次开通上升时间
	ton	第二次开通时间
	Eon	第二次开通能量损耗
	td(off)	第一次关断延时时间
	tf	第一次关断下降时间
	toff	第一次关断时间
	Eoff	第一次关断能量损耗
	Vdsmax	第一次关断电压尖峰
	di/dt(on)	第二次开通电流斜率
	dv/dt(off)	第一次关断电压斜率
	Vgs vs. t	开关特性
	Vds vs.t	开关特性
	Id vs. t	开关特性
反向恢复测试(上、下管)	trr	反向恢复时间
	Qrr	反向恢复电荷
	Err	反向恢复能量损耗
	Irrm	二极管反向恢复电流最大值
	Vrrm	二极管反向恢复电压最大值
	-dirr/dt	二极管反向恢复电流斜率最大值
	dv/dt(Diode)	二极管反向恢复电压斜率最大值
	Vsd	二极管导通电压
	二极管Id vs. t	开关特性
	二极管Vds vs. t	开关特性
栅极电荷(下管) ³	Qg	总栅极电荷
	Vgs vs. t	栅极电荷曲线
	Ig vs. t	开关特性

1. 基于IEC60747和JESD24标准。

2. 第一次导通时间可由系统自动计算;时间越长,负载电感电流越大。

3. 栅极电荷的计算需要检测栅极电流和栅极电压。较大的栅极电阻(大于100Ω推荐)有助于更准确的测量栅极电荷。



技术规格

TECHNICAL SPECIFICATIONS

技术规格						
分类	类型	名称	指标	规格		
电气特性	通用		采样率	6.25 Gsa/s		
			采样精度	12 ppb + 75 ppb/年		
			时延校准精度	200 ps(典型值)		
	漏极/集电极	源		最大电压	高压板2000V ¹ 中压板1000V ² 低压板150V ³ 低压PMOS板-150V ³	
				最大电流	高压板 190 A @ 1500 V, 100 uH 负载, 2%电压跌落 中压板 200 A @ 800 V, 100 uH 负载, 2%电压跌落 低压板 450 A @ 100 V, 20 uH 负载, 2%电压跌落 低压PMOS板 450 A @ -100 V, 20 uH负载, 2%电压跌落	
		测量		电压精度	±2% 读数 (典型值)	
				电流精度	±2% 读数 (典型值)	
				采样电阻带宽	400 MHz、1.2 GHz(可选)	
		栅极	HV高压板		开通驱动电压范围	24V/4.5V
					关断驱动电压范围	-1 V/-20 V或0V
					电压分辨率	0.1V (典型值)
					最大电流	12A
			MV中压板		开通驱动电压范围	24V/4.5V
					关断驱动电压范围	-1 V/-20 V或0V
					电压分辨率	0.1V (典型值)
	最大电流				12A	
	LV低压板			开通驱动电压范围	24V/4.5V	
				关断驱动电压范围	-1 V/-20 V或0V	
				电压分辨率	0.1V (典型值)	
				最大电流	12A	
				开通驱动电压范围	-1 V/-20 V	

技术规格

TECHNICAL SPECIFICATIONS

技术规格				
分类	类型	名称	指标	规格
电气特性	栅极	LV PMOS 低压板	关断驱动电压范围	4.5V/24V或0V
			电压分辨率	使用可调电阻手动调节
			最大电流	12A
		测量	电压精度	±2% 读数 (典型值)
			电流精度	±2% 读数 (典型值)
		驱动信号	第一脉冲宽度	0.1~200 us (典型值)
			第一次关断时间最大值	30us
			第一次关断时间最小值	0.1us
			第二次开启时间最大值	10us
			第二次开启时间最小值	0.1us
	其他附件	负载空心电感	20uH/50uH/100uH/200uH (可定制)	
		母线电容	高压板 (HV, 2000V)	40 uF (典型值)
			中压板 (MV, 1000V)	160 uF (典型值)
			低压版 (LV, 150V)	12 mF (典型值)
DUT	单管	MOSFET, IGBT, 二极管		
	材料	Si, SiC		
	封装	标配支持TO-247-3/4、TO-220, 可选配支持TO-263、TO-263-7、TO-252、SOT23-6L、SOT23-3L、SOP8、DFN8x8、DFN5x6、DFN3x3、DFN3.3x3.3、SOP8、TOLL (其他封装可定制)		

- 1.最大直流供电电压2000 V, 推荐用于1200 V 至1700 V器件测试, 可达到最佳效果。
- 2.最大直流供电电压1000 V, 推荐用于2000 V至1200 V器件测试, 可达到最佳效果。
- 3.最大直流供电电压150 V, 推荐用于0至150 V器件测试, 可达到最佳效果。
- 4.最大直流供电电压 -150 V, 推荐用于0至-150 V器件测试, 可达到最佳效果。
- 5.负载电感决定了被测器件导通时电流的上升速度, 根据公式, 可知当选择更大电感时, 电流上升斜率变小, 达到设定电流值所需要的时间更长。因此在母线电压和板载电容固定的条件下, 为了建立更大的测试电流, 可以适当选择更小的电感负载, 加快电流上升斜率。同理, 当需要在小电流测试时, 可以选择较大的电感值, 拉长电流建立时间, 以得到更稳点的电流输出波形。根据公式, 可以估算所需要的电感值范围, 其中 T_{p1} 为第一个脉冲宽度, I_{set} 为测试所需要的电流值, 为了得到稳定的测试波形, 建议 T_{p1} 为1us~10us。
- 6.板载电容和工作电压决定了当前测试条件下所能达到的最大脉冲电流值, 根据公式, 其中 C_{bus} 为板载电容值, L 为负载电感值, I_{set} 所需要的电流值, V_{set} 为母线电压值, K_v 为可以接受的母线电压下降比例。例如中压板板载电容为79uF, 在100uH条件下, 800V电压时, 如果允许电压跌落2%, 可以达到的最大电流为142A。依据公式可知, 当母板固定时, 所设定的母线电压越低, 能提供的测试电流就越小, 因此高压母板不适合做低压器件测试, 因为在低压时, 母板电容所提供的电流非常小。实际电流输出能力理论值可参见附录A。但由于母线电容值偏差与线路寄生参数影响, 实际电流输出能力与理论值可能存在少许偏差。

系统配置信息

SYSTEM CONFIGURATION INFORMATION

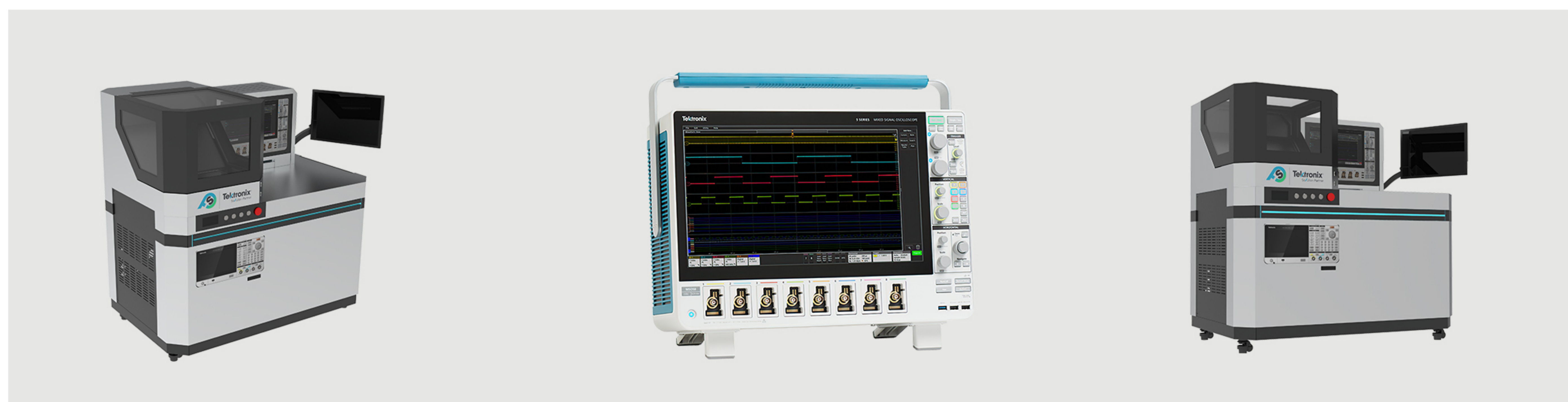
系统信息

描述	DPT1000A标准配置	DPT1000A高阶配置
应用领域	功率器件开关参数检测 反向恢复测试	功率器件开关参数测试 反向恢复测试 上管驱动和串扰测试
混合信号示波器	标配 MSO54B5-BW-500 通道数:4 带宽:500 MHz 采样率:6.25 GHz 垂直分辨率:12 bit TPP1000 探头	标配 MSO58B5-BW-1000; 道数:8; 带宽:1GHz; 采样率:6.25GHz; 垂直分辨率:12bit;
光隔离探头(上管栅极信号测试, Qg测试, Vds测试)	选配	标配 TIVP05; 带宽:500MHz; 差分电压:±50V/±2500V;
高带宽单端探头(下管栅极测试)	标配 TPP1000 带宽:1GHz 增益:2X, 10X 寄生电容:<4pF	示波器标配8根TPP1000探头
高压差分探头(Vds测试)	标配 THDP0200 带宽:200 MHz 差分电压:50X: ±150 V, 500X: ±1500 V 选配 THDP0100 带宽:100 MHz 差分电压:100X: ±600 V, 1000X: ±6000 V	标配 THDP0200 带宽:200 MHz 差分电压:50X: ±150 V, 500X: ±1500 V 选配 THDP0100 带宽:100 MHz 差分电压:100X: ±600 V, 1000X: ±6000 V
低压差分探头(Qg测试)	标配 TDP0500; 带宽:500MHz; 差分电压:±42; 30Vrms;	复用光隔离探头TIVP05
电流探头(Id测试)	标配TRCP0300; 峰值电流:300A; 带宽:30MHz; 最小电流:250mA	标配TRCP0300; 峰值电流:300A; 带宽:30MHz; 最小电流:250mA
高带宽电流传感器(Id测试)	400MHz带宽电流传感器和测试连接线, 50欧/1M欧阻抗匹配器及高带宽连接线缆	1.2GHz带宽电流传感器和测试连接线, 50欧/1M欧阻抗匹配器及高带宽连接线缆
双脉冲信号发生器	标配 AFG31102; 通道:2; 带宽:100MHz;	标配 AFG31252; 通道:2; 带宽:250MHz;
直流电源	标配 2230-30-1; 最大输出电压:30V; 最大输出电流:1.5A;	标配 2230-30-1; 最大输出电压:30V; 最大输出电流:1.5A;
高压直流电源	标配 XR2000-1; 最大输出电压:2000V; 最大输出电流:1A或2260B-800-1(可 配合中压板/低压板使用); 最大输出电压:800V; 最大输出电流:1.44A; 功率:360W;	标配 XR2000-1; 最大输出电压:2000V; 最大输出电流:1A或2260B-800-1(可 配合中压板/低压板使用); 最大输出电压:800V; 最大输出电流:1.44A; 功率:360W;
机柜和硬件系统集成	立式机柜, 包含机柜导轨, 设备上架套件, 前面板盖板, 机柜风扇, 试验箱抽拉抽屉, PSU等; 19英寸显示器和支撑固; 上电控制和紧急制动断电控制; 以太网交换机和仪表控制连接线; 工控机: Intel i5, 4G RAM, 1T硬盘, 鼠标键盘;	卧式机柜, 包含机柜导轨, 设备上架套件, 前面板盖板, 机柜风扇, 试验箱抽拉抽屉, PSU等; 19英寸显示器和支撑固定; 上电控制和紧急制动断电控制; 以太网交换机和仪表控制连接线; 工控机: Intel i5, 4G RAM, 1T硬盘, 鼠标键盘;

系统配置信息

SYSTEM CONFIGURATION INFORMATION

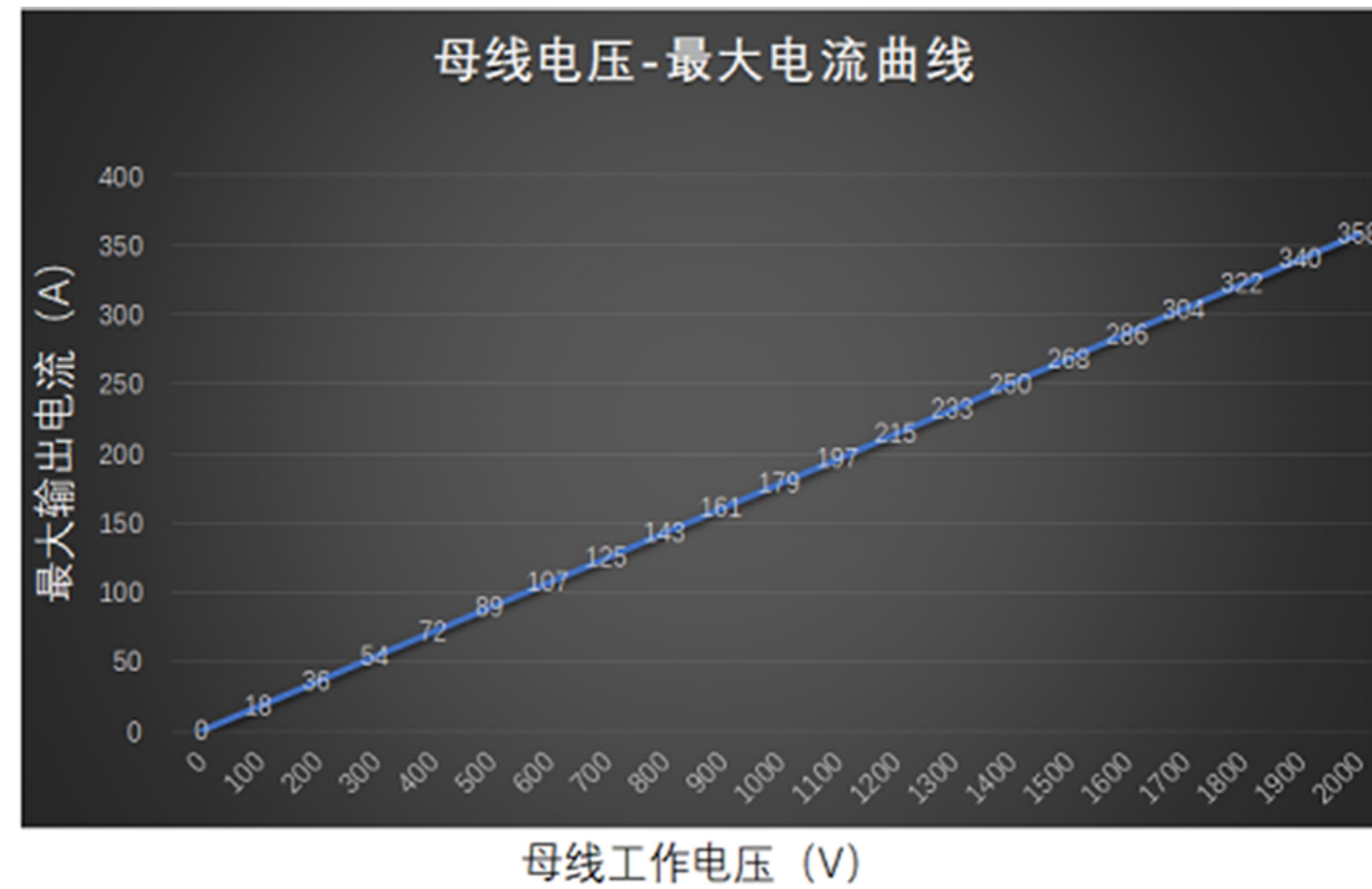
系统信息		
描述	DPT1000A标准配置	DPT1000A高阶配置
功率器件测试板	标配功率器件测试板一套(主板+驱动板), HV(2000 V)/MV(1000 V)/LV(150 V)/LV PMOS(-150V)中可选一套提供控制和测试外围接口	标配功率器件测试板一套(主板+驱动板), HV(2000 V)/MV(1000 V)/LV(150 V)/LV PMOS(-150V) /雪崩测试板中可选一套提供控制和测试外围接口
自动化动态特性测试软件	仪器设备查询和连接控制 符合IEC60747-8/-9, JC70.1/2 常规动态参数测试, 计算和报告生成 支持在线和离线数据分析 开关参数测试 反向恢复参数测试 栅极电荷测试	仪器设备查询和连接控制 符合IEC60747-8/-9, JC70.1/2 常规动态参数测试, 计算和报告生成 支持在线和离线数据分析 开关参数测试 反向恢复参数测试 栅极电荷测试
负载空心电感	20/50/100/200uH可调; 精度±5uH;	20/50/100/200uH可调; 精度±5uH;
功率器件控温模组	功率器件温控器, 具备温度调节功能 室温~200°C温度范围内对功率器件进行温度控制, 显示分辨率:0.1°C, 精度:±1°C 功率器件控温夹具 (支持常规直插封装器件, 如TO-247, TO-220等)	功率器件温控器, 具备温度调节功能 室温~200°C温度范围内对功率器件进行温度控制, 显示分辨率:0.1°C, 精度:±1°C 功率器件控温夹具 (支持常规直插封装器件, 如TO-247, TO-220等)
机柜	尺寸:140 cm(W) x 80 cm(D) x 1550 cm(H) 重量:220 kg	尺寸:130 cm(W) x 82 cm(D) x 131 cm(H) 重量:350 kg
操作环境	操作温度:0 °C~50 °C 操作湿度:5% ~ 90% RH 低于40 °C, 无冷凝 操作海拔:高至3000米 预热时间:1小时 储存温度:-20 °C ~ +60 °C	操作温度:0°C~50 °C 操作湿度:5% ~ 90% RH 低于40 °C, 无冷凝 操作海拔:高至3000米 预热时间:1小时 储存温度:-20 °C ~ +60 °C
线路功率	电压:100 ~ 240 VACRMS, ±10%, 50/60 Hz 功率:3000VA	电压:100 ~ 240 VACRMS, ±10%, 50/60 Hz 功率:3000VA
安全保护	标配:紧急制动按键, 安全防护罩 过温保护:仪器自带	标配:紧急制动按键, 安全防护罩 过温保护:仪器自带
通信接口	LAN/USB	LAN/USB



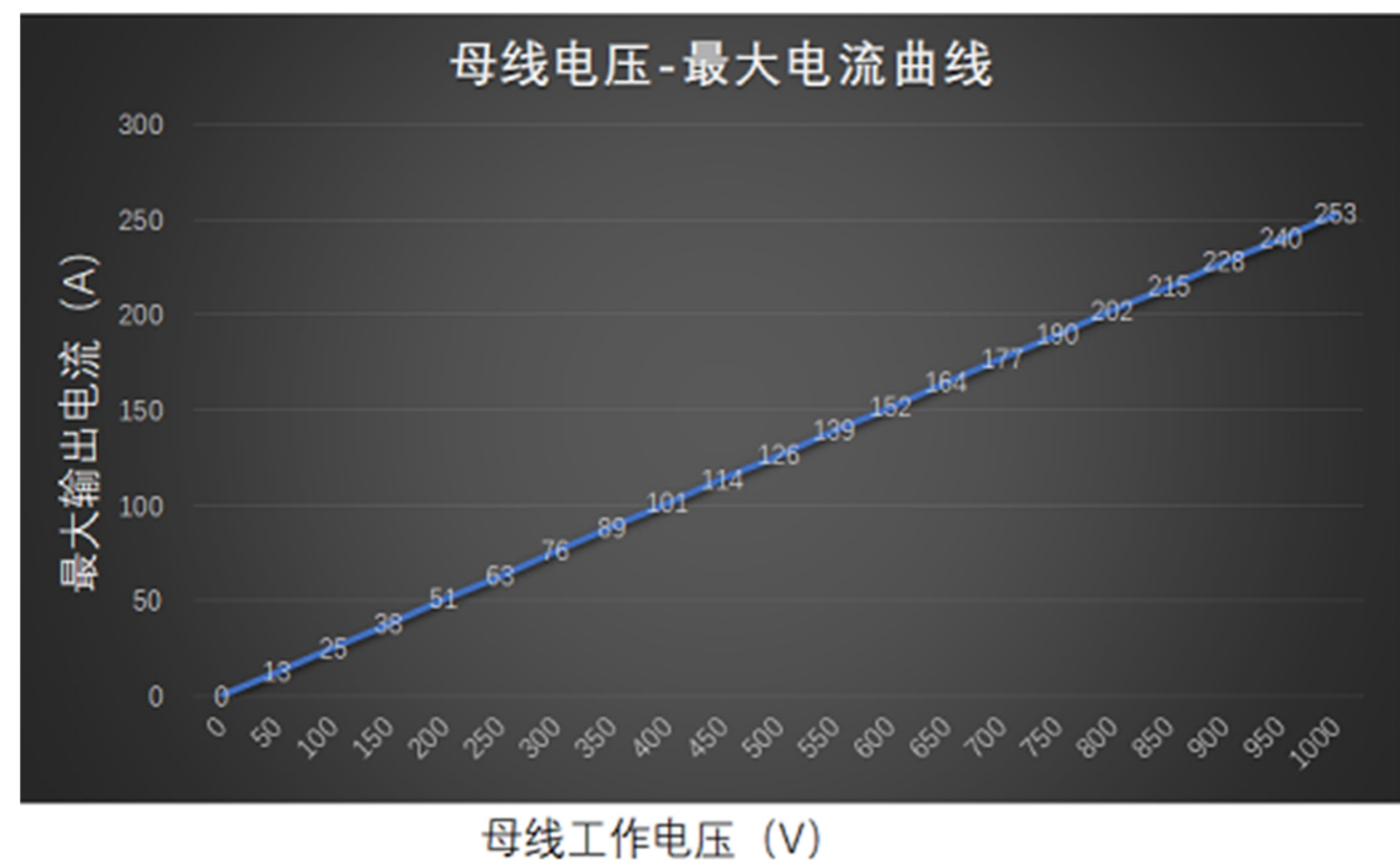
附录A: 驱动板母线电压与电流关系

APPENDIX A: RELATIONSHIP BETWEEN DRIVE BOARD BUS VOLTAGE AND CURRENT

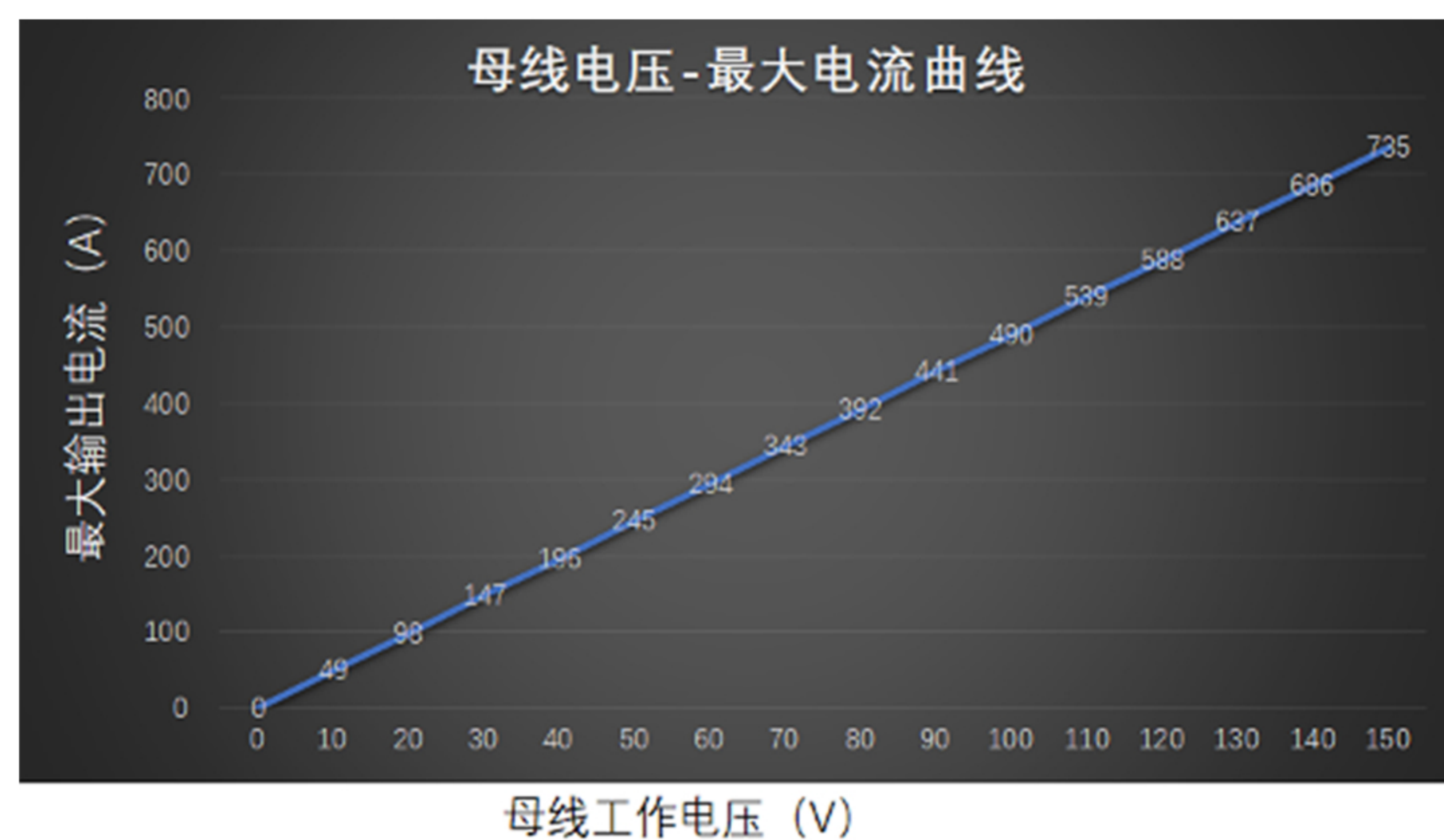
1、高压板母线电压与最大输出电流关系图如下所示(100uH负载时, 母线电压波动小于2%):



2、中压板母线电压与最大输出电流关系图如下所示(100uH负载时, 母线电压波动小于2%):



3、低压板母线电压与最大输出电流关系图如下所示(20uH负载时, 母线电压波动小于2%):





泰克科技(中国)有限公司

上海市浦东新区川桥路1227号
邮编:201206
电话:(86 21) 5031 2000
传真:(86 21) 5899 3156

泰克北京办事处

北京市朝阳区酒仙桥路6号
院电子城·国际电子总部二期
七号楼2层203单元
邮编:100015
电话:(86 10) 5795 0700
传真:(86 10) 6235 1236

泰克上海办事处

上海市长宁区福泉北路518
号9座5楼
邮编:200335
电话:(86 21) 3397 0800
传真:(86 21) 6289 7267

泰克深圳办事处

深圳市深南东路5002号信兴广
场地王商业大厦3001-3002室
邮编:518008
电话:(86 755) 8246 0909
传真:(86 755) 8246 1539

泰克成都办事处

成都市锦江区三色路38号
博瑞创意成都B座1604
邮编:610063
电话:(86 28) 6530 4900
传真:(86 28) 8527 0053

泰克西安办事处

西安市二环南路西段88号
老三届世纪星大厦26层L座
邮编:710065
电话:(86 29) 8723 1794
传真:(86 29) 8721 8549

泰克武汉办事处

武汉市洪山区珞喻路726号
华美达大酒店702室
邮编:430074
电话:(86 27) 8781 2760

如需最新配套资料,请立即与泰克本地联系或登录泰克中文网站:www.tek.com.cn
泰克中国客户服务中心全国热线:400-820-5835

