

深圳市万博仪器仪表有限公司

www.szwanbo.com

半导体器件及材料测试和试验方案

专业的测试测量服务、软件开发、
技术咨询及半导体测试方案、系统集成

INTRODUCTION

简介

深圳市万博仪器仪表有限公司（简称：万博仪器）是由行业资深及专业的人员，根据国内行业发展的测试需要而成立的，旨在为国内客户提供更专业的产品测试解决方案。

万博仪器掌握了国内外丰富的产品、技术和系统资源，保持了和各级工程师的密切交流，本着诚信、专业和服务的态度，帮助国内的行业客户选择正确的、合适的测试方案或系统，提供增值的服务保障，并和行业客户共同成长。

万博仪器和多个著名国际品牌合作，开发出符合半导体检测、试验的系统，服务于半导体的产业测试需求，及科研教育的试验系统。同时，国产化也是重要的考虑因数。针对客户的具体要求，我们会专业提供符合要求的方案。

万博仪器的方案涵盖：



半导体的测试



汽车电子测试



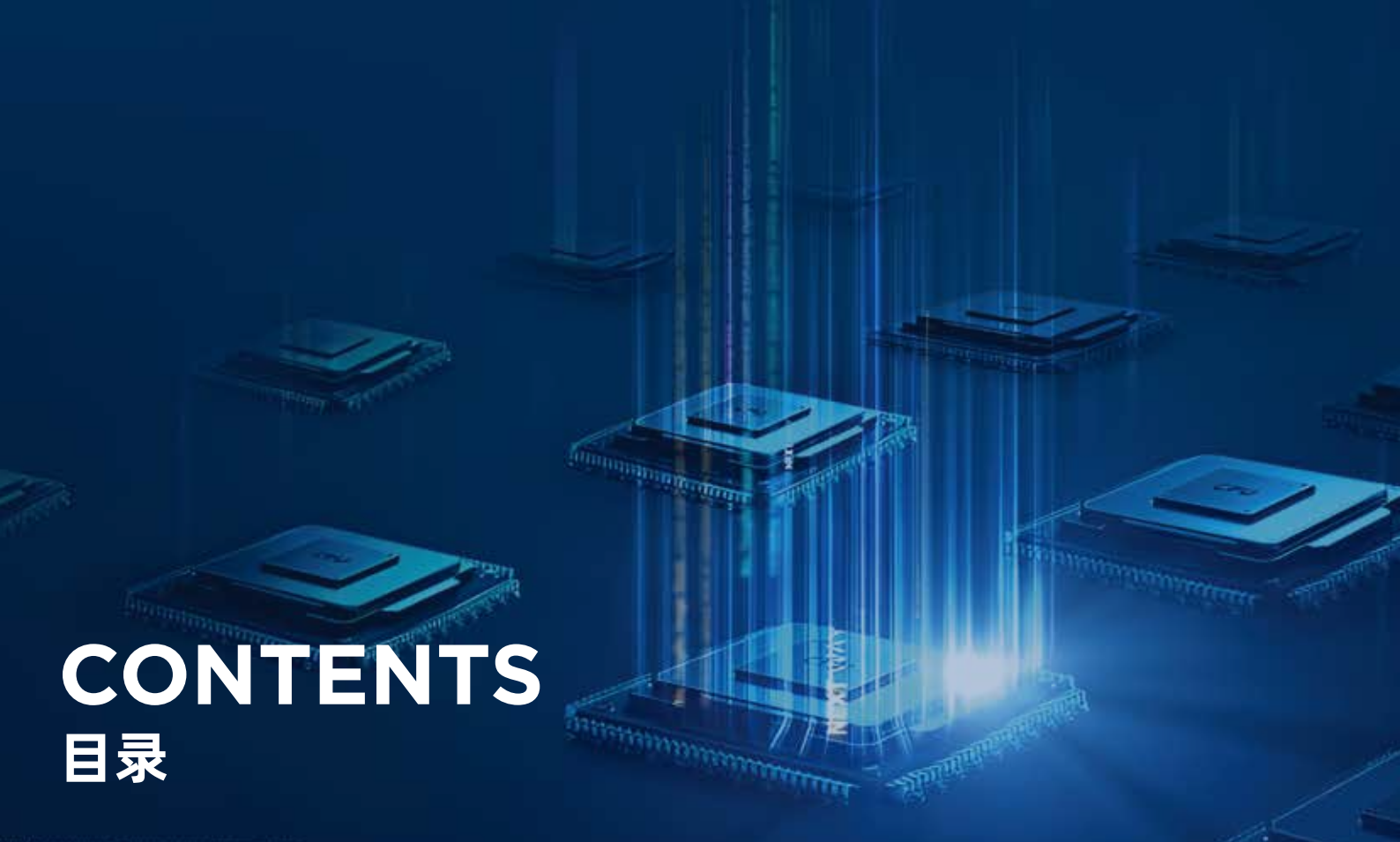
科研教育的实验



医疗电子测试



电力电子测试



CONTENTS

目录

公司简介	01
01. 材料和器件的特性表征及评估分析	03 — 10
02. 半导体器件设计验证及WAT测试	11 — 11
03. 半导体器件可靠性及老化测量系统	12 — 13
04. 半导体器件雪崩测量及功率循环试验系统	14 — 14
05. 半导体器件的参数定义及测试方案	15 — 16
06. 半导体动态参数测量系统的关键点—电压和电流探头	17 — 17
07. 半导体器件应用端的设计验证及器件评估	18 — 26
08. 电流的测试专业方案	27 — 29
09. 功率参数的测试及校准专业方案	30 — 30
10. 半导体试验和测试电源	31 — 31
11. 不可忽略的不同种类的测试附件	32 — 32

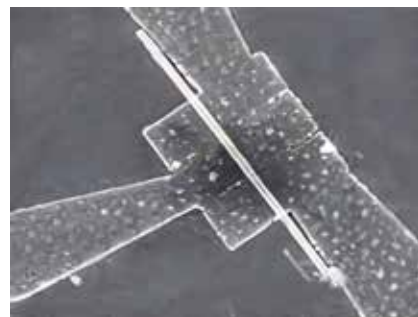
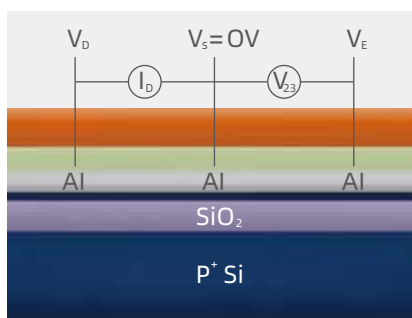
材料和器件的特性表征及评估分析

为什么要进行材料和器件的特性分析

- 半导体器件的特性取决于基础材料的电学特性。
- 电学特性分析提供了一种测试手段能够了解材料或者器件的基础特性
- 为极大利用材料和器件的最佳特性开发和设计终端应用提供参考指标。

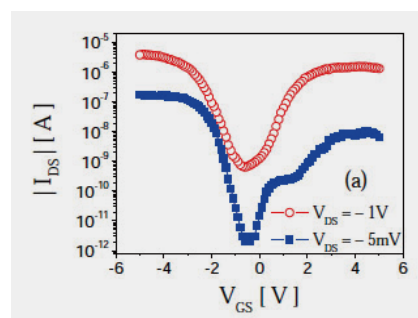
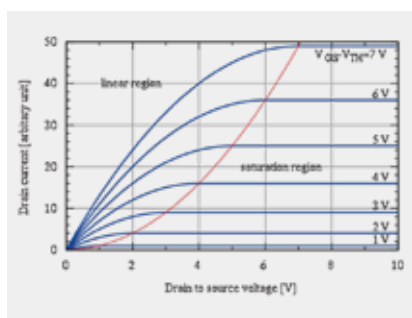
材料特性包括：

- 电容：Capacitance
- 电导率：Conductivity
- 电阻率：Resistivity
- 介电常数：Dielectric constant,
- Permittivity



半导体器件主要参数：

- Carrier doping density,
- Carrier mobility
- Interface quality
- Oxide trap density
- Bulk defect density
- Contact and parasitic resistance
- Oxide integrity
- And more



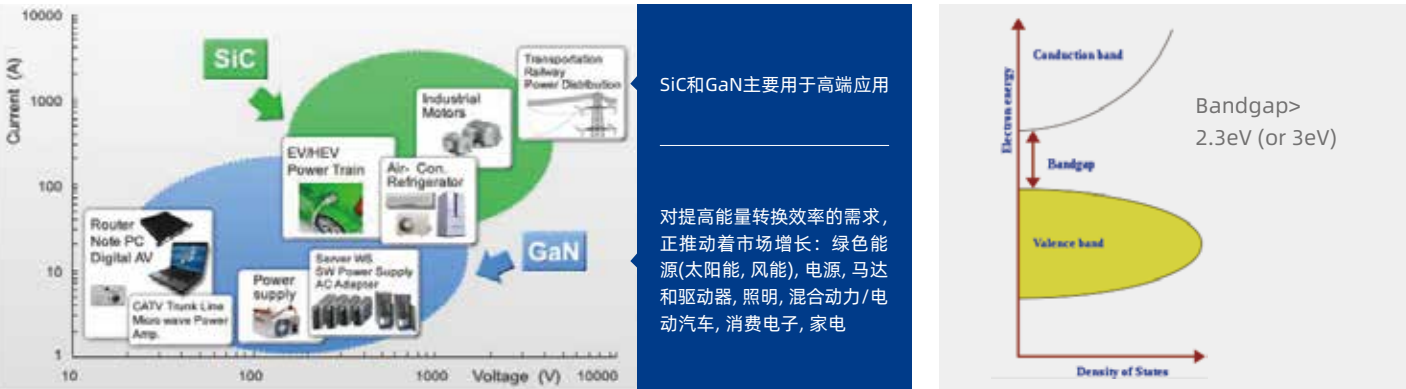
必须使用的分析方案：



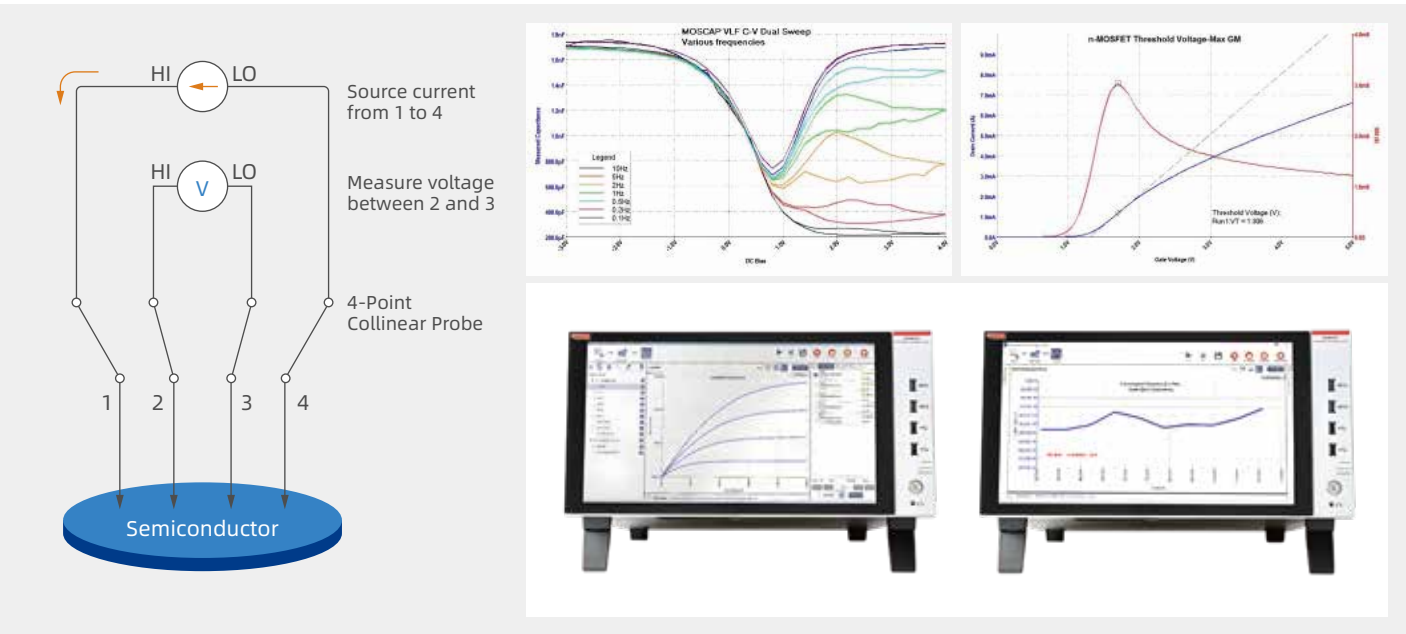
方案配置：26XXB+探针台+专业软件

“新”材料：Ga_N, SiC：宽带隙(WBG)材料

宽带隙(WBG)材料，如SiC和Ga_N，代表着推动研发投资的新材料技术的拐点



必须使用的分析方案：



■ 方形电阻（薄膜）测试系统

电阻率是决定半导体材料电学特性的重要参数，为了表征工艺质量以及材料的掺杂情况，需要测试材料的电阻率。半导体材料电阻率测试方法有很多种，其中四探针法具有设备简单、操作方便、测量精度高以及对样品形状无严格要求的特点。因此，目前检测半导体材料电阻率，尤其对于薄膜样品来说，四探针是最常用的方法。

四探针技术要求使用四根探针等间距的接触到材料表面。在外边两根探针之间输出电流的同时，测试中间两根探针的电压差。最后，电阻率通过样品的几何参数，输出电流源和测到的电压值来计算得出。

■ 材料或器件的IV/CV、P-IV测试系统

直流I-V测试是表征微电子器件、工艺及材料特性的基石。通常使用I-V特性分析，或I-V曲线，来决定器件的基本参数。新材料和器件对I-V测试设备提出了更高的要求，要求具备更低的测试分辨率，更宽的功率范围，具备四象限操作能力，以及更快的测试速度等。交流C-V测试可以揭示材料的氧化层厚度，晶圆工艺的界面陷阱密度，掺杂浓度，掺杂分布以及载流子寿命等，通常使用交流C-V测试方式来评估新工艺，材料，器件以及电路的质量和可靠性等。流C-V测试要求测试设备满足宽频率范围的需求，同时连线简单，系统易于搭建，并具备系统补偿功能，以补偿系统寄生电容引入的误差。



■ 失效FA分析系统

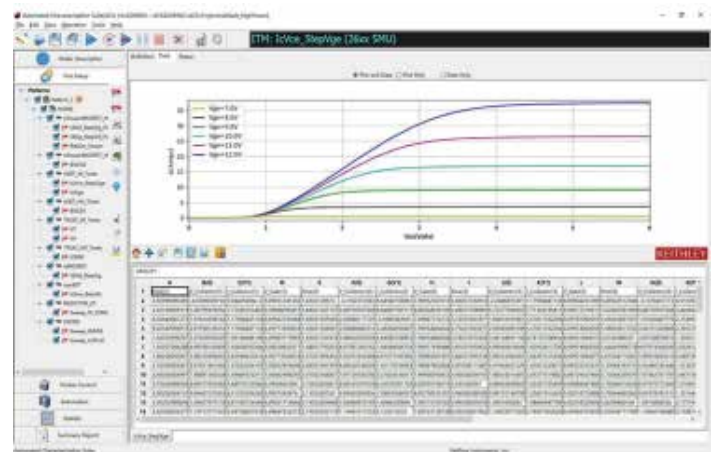
半导体失效分析在提高集成电路的可靠性方面有着至关重要的作用。随着集成度的提高，工艺尺寸的缩小，失效分析所面临的困难也逐步增大。因此，失效分析必须配备相应的先进、准确的设备和技术，配以具有专业半导体知识的分析人员，精确定位失效位置。也就是说元器件的失效分析是借助各种测试技术和分析方法明确元器件的失效过程，分辨失效模式或机理，确定最终的失效原因。常见的失效分析的手段或方法需要借助专业设备及系统如：光镜检查、电性能的测试、非电性能的测试、开封等。设备表现为扫描电镜、各类显微镜、X-RAY、质谱仪、探针台、半导体参数分析仪等。

参数分析仪（参数测试仪）加快各类材料、半导体器件和先进工艺的开发，完成制程控制、可靠性分析和故障分析。4200A-SCS是业内性能领先电学特性参数分析仪，提供同步电流电压曲线测试（I-V曲线测试）、电容-电压曲线测试（C-V曲线测试）和超快脉冲 I-V曲线测量。



探头系统是开放的，易于使用和成本效益，但高度准确。这些系统专为精确分析高达150,200和300mm的基板和晶圆而设计。它们可以配置为支持各种应用，如失效分析，设计验证/IC工程，晶圆级可靠性，大功率，器件表征，MEMS和信号完整性。

扫描电子显微镜(SEM) 与EDS组合，进行元素成分定性、定量分析；可应用于材料高分辨成像、电子产品如PCB板/FPC、半导体，光电材料、通讯行业材料形貌/腐蚀/微污染分析，微区元素打点分析/特定元素沿深度方向的线扫描，元素的面分布。表征范围：微观形貌、颗粒尺寸、微区组成、元素分布、元素价态和化学键、晶体结构、相组成、结构缺陷、晶界结构和组成等。



半导体的一些热特性可以使用在线的方案实时动态的记录温度特性，进而分析不同条件下的热特性。

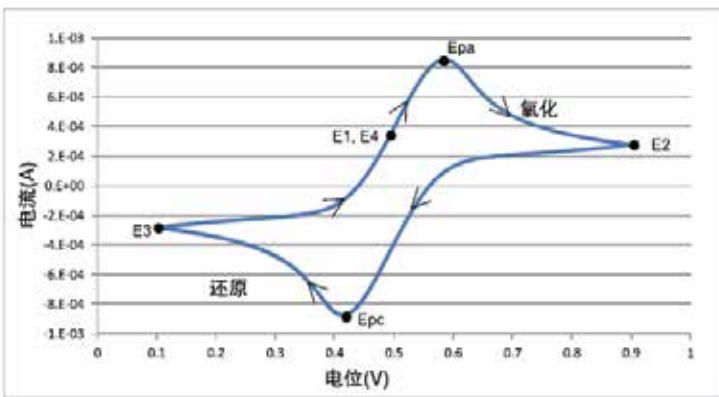
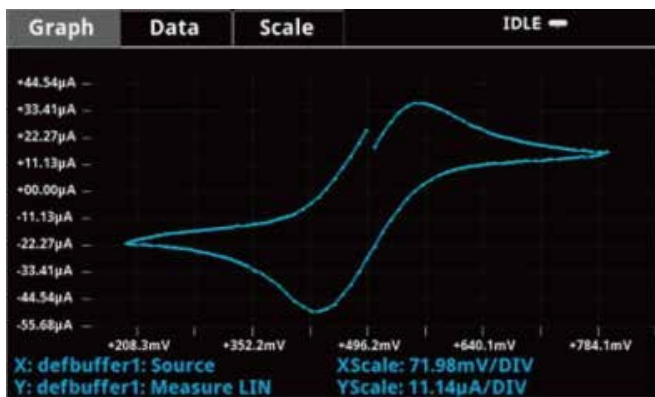


采用大面积非接触式温度传感器，快速获取热特性，提供高达640×480（307,200像素）分辨率和±2°C精度。温度范围：-20至175°C，175至1000°C。



■ 电化学分析系统

电化学是研究化学能与电能相互转换的科学。在新材料、新能源的开发应用中受到越来越多的重视。基本电化学实验室研究、检定新一代材料和电解质、新型储能装置以及更快更小巧传感器的研究和开发。这些稳压器包含电化学测试过程所需的一切功能，包括循环、方波或者电流伏安法、计时安培分析法和计时电势分析法。



更多的材料或器件分析系统

- 电输运特性测试，量子材料、超导材料、半金属材料、异质结构材料，物性表征测试方案
- 新一代高速存储单元及类脑计算、神经网络测试方案：
- 忆阻器单元基础研究测试方案
- 忆阻器单元性能研究测试方案
- 低维神经网络阵列测试方案
- 三端器件节点神经网络阵列测试方案
- 神经网络阵列测试方案
- 微机电系统MEMS 测试方案
- 宽禁带半导体材料及功率半导体器件测试方案
- 碳基半导体材料及电子器件测试方案
- 碳基半导体材料及电子器件测试
- 纳米材料测试方案概述
- 纳米材料微小电阻测试方案
- 纳米发电测试方案
- 二维/石墨烯材料电阻率测试方案
- 基于FET 结构的生物传感器(BioFET) 测试方案
- 有机半导体材料及有机电子器件电性能测试方案
- 柔性半导体材料及电子器件电性能测试方案
- 薄膜类及表面材料的电阻率测试方案
- 绝缘材料电性能表征测试方案

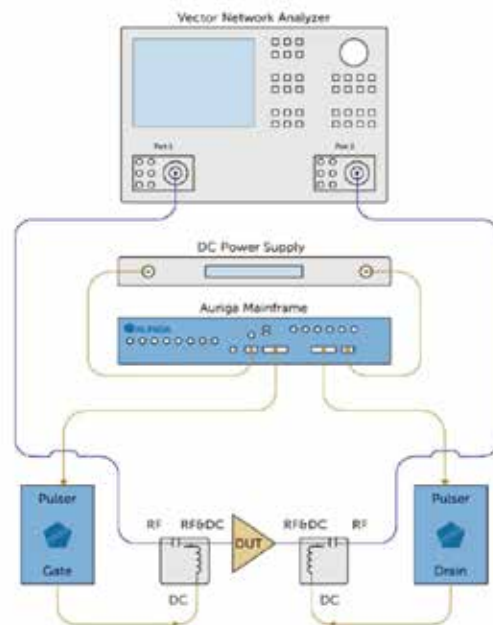
材料测试平台主要提供材料电学特性的测试方案。电学特性是许多材料研究的重点，常见的测试参数：

- 包括电阻率，方阻，载流子浓度，载流子迁移率等
- 常用的测试方法是四探针法，范德瓦耳堡法，霍尔效应

RF IC的设计验证系统

射频IC的设计过程不仅要选择合适的工艺，而且要考虑芯片在应用过程中的键合、外围元件与电路等的片外敏感部分的实际影响，因此，芯片的设计要经过初始设计、测试验证、修正设计的多轮反复过程。

RF芯片通常采用在基板测试，芯片通过键合线连接到PCB板，同时连接片外元件后，及构成芯片测试板，芯片在基板测试需要完成：直流工作点测试、小信号S参数测试、大信号功率线性测试。



混合IC及RF IC的在片设计测试方案

- 连续波S参数测试功能
- 脉冲S参数测试功能
- 等功率圆测试功能
- 等效效率圆测试功能
- 二维增益压缩测试功能
- 互调参数测试功能
- 最佳输出阻抗测试功能
- 在片TRL校准等功能
- 谐波负载牵引功能
- 毫米波扩频功能

S参数测量

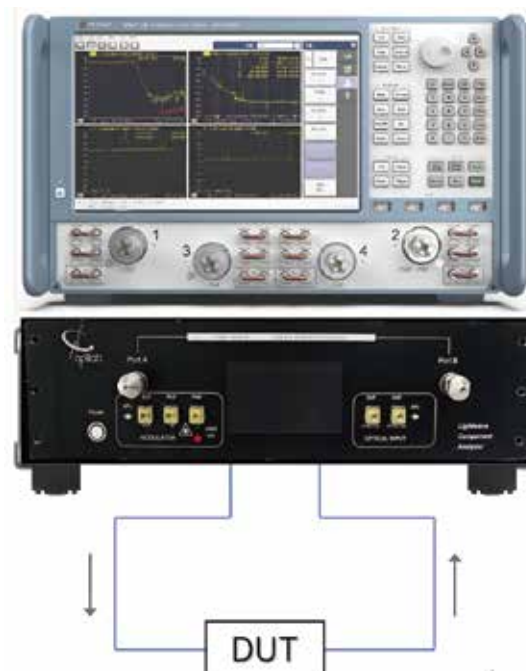
- S参数测试频率范围：10MHz ~ 67GHz；
- 脉冲过渡时间：≤30ns；
- 中频带宽：1Hz ~ 5MHz；

负载牵引测试指标

- 负载牵引频率范围：10MHz ~ 67GHz；
- 负载牵引谐波阶数：≥3阶；
- Smith圆图（反射系数）调谐范围：0.99；



- 激光波长：1550 nm (customizable)
- 激光输出功率 50 mW (adjustable)
- 激光线性带宽 ≤ 1 MHz (customizable)
- SMSR ≥ 40 dB
- RIN ≤ -150 dB/Hz
- 调制带宽 ≥ 60 GHz
- 调制回损 ≤ -10 dB
- 调制输入阻抗 50 Ω typical
- 调制 RF V_π
- 3.0 V typical @ 10 GHz
- 6.5 V typical @ 60 GHz
- 调制输出功率 ≥ 5 mW
- PD 波长 1200 nm to 1650 nm
- PD 带宽 ≥ 60 GHz
- PD 响应 0.5 A/W typical
- PD S₂₂ ≤ -10 dB
- PD 暗电流 @ 25°C, -5V 10 nA typ. 100 nA ma

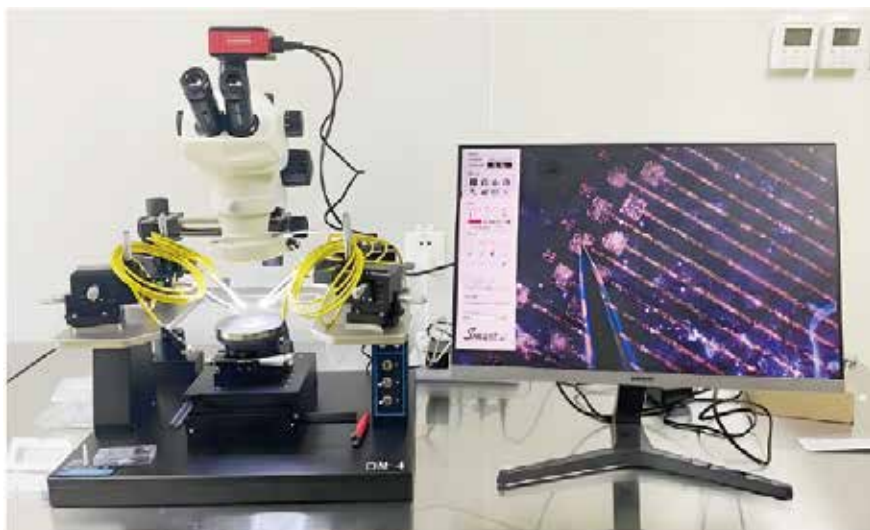


■ 射频材料测量系统

- 频率范围介于 9 kHz 至 67 GHz
- 最高 140 dB 的宽动态范围
- 扫描时间短暂，扫描 401 个点仅需 4 ms
- 98 dB 的较宽功率扫描范围



丰富的探针台满足科研、试验及教学的需要4~12寸手动探针台、高压大功率探针台、真空高低温探针台，半自动探针台，全自动探针台等，可以完成I-V/C-V，PIV，RF，等测试。专业的设计人员可以按客户的要求量身定制，在常规探针台功能上进行延伸拓展来满足不同客户的测试需求。



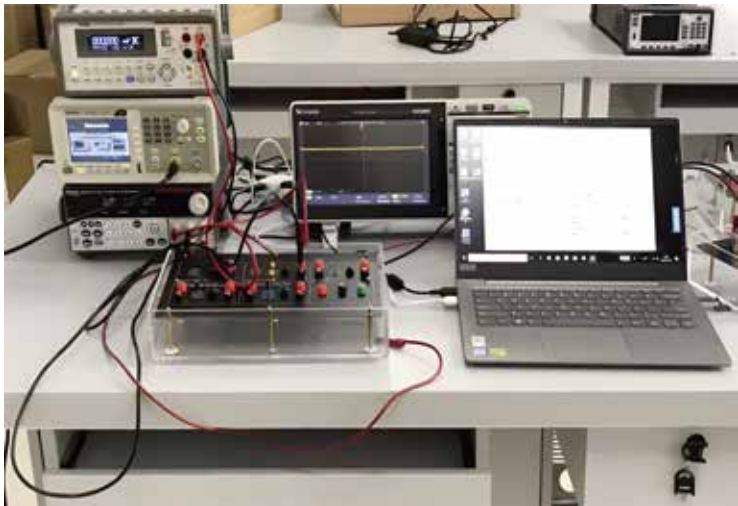
■ 集成电路及微电子教学实验方案

高等教育的模式和实践的改变和提升，已经成为国家及高校的重点，针对企业的发展要求和人才培养的结合，开发的方案如下：

- 集成电路设计实验平台
- 版图设计实训平台
- 原型验证与仿真实验平台
- 集成电路制造封装工艺实验平台
- 集成电路测试实验平台
- 芯片及功率器件测试实验平台



这些实验方案平台既可以采用国际先进的仪器实现，如下



也可以实现国产化的搭建，下面是可以满足实训的实验内容说明

实验名称	测试参数
MOSFET动态特性测试	MOS开通时间、MOS关断时间
MOSFET静态特性测试	输入特性曲线、输出特性曲线、集电极-基极反向电流、发射极-基极、反向电流、反向击穿电压
MOSFET电容特性分析测试	输入电容（Ciss）、输出电容（Coss）、反向传输电容（Crss）
光耦特性测试	正向电压VF、反向电流（漏电流）IR、C极-E极间电压VCEO、电流转换比（CTR）
集成基准电压源	不同输入电压下的稳压值
VCO特性测试	不同输入电压下的震荡频率
集成运放特性参数测试	输入失调电压测试、输入失调电流测试、转移速率测试、开环差模电压增益和最大不失真输出电压测试、共模抑制比
逻辑芯片IO口特性测试	VOL、VOH测试、IOH、IOL测试、IIL、IIH测试
三极管放大特性测试	放大特性曲线
逻辑IC功能和参数测试	FPGA程序编译、烧录



国产替代

测试平台所有仪器和模组
均采用国产方案



同步产业

同步产业的测试平台
提升学生的工程实践能力



贴合教学

测试实验案例，贴合集成电路
相关课程资源和理论教学



匹配软件（选配）

可匹配软件系统便于操作
为实验网络化提供支持



多种测试

支持多种半导体器
件和试模组的测试



定制服务

针对科研、本科及高职教学
提供定制化解决方案

半导体器件设计验证 及WAT测试

产线

- 快速发布新工艺
- 快速提高产量
- 快速晶元分选
- 可靠性监测

实验室

- 快速开发新工艺和器件
- 快速发布产品系列
- 工艺优化，减小TAT和成本

- 新技术或者新制程量产之前均要进行大量的可靠性和失效分析及建模。
- 半导体可靠性分析通过参数测试收集数据以分析引起器件失效的机制和原因。
- 晶圆级别可靠性测试缩短测试周期和器件上市的周期。
- 晶圆级可靠性测试施加一系列边界应力给晶圆的特制结构同时测量因应力引起的器件失效。

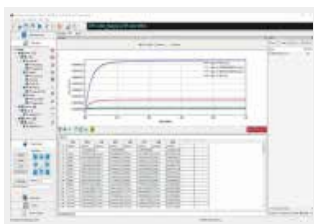
DC 测量	功能	SPOT, SWEEP, PULSE BIAS, PULSE SWEEP
	量程	MP: 10fA--100mA, 2uV--100V
		HP: 10fA--1A, 2uV--200V
C-V 测量	功能	C/G, C/G-V
	频率	1KHz, 10KHz, 100KHz, 1MHz
	量程	1fF--10nF, 0.1nS--7.5mS
	偏压	±40V
差分电压	量程	1uV--100V
高频脉冲	周期	350ns---10s
	宽度	50ns to (period -50) ns
	电平	±40V

- 测试框图

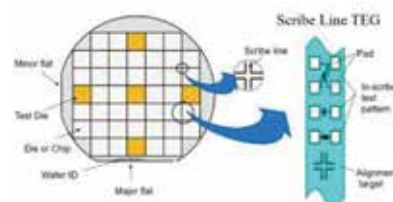
测试系统硬件

DC源、CV及脉
冲源

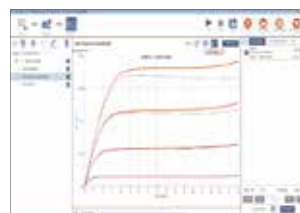
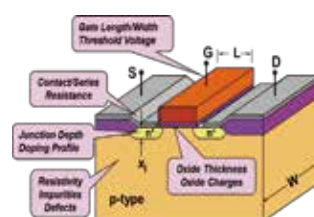
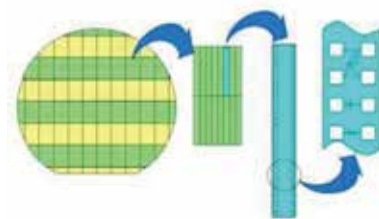
测试系统软件



What to measure - Wafer in Production



What to Measure - Wafer in R&D LAB



器件

连接

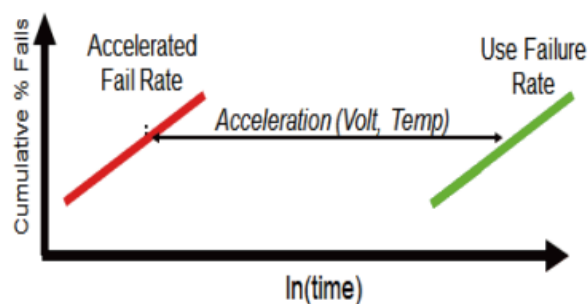
测试

半导体器件可靠性 及老化测量系统

功率器件、模块的可靠性，是指器件在一定时间内、一定条件下无故障的运行的能力，是功率模块最重要的品质特性之一。要满足现代技术和生产的需要，获得更高的经济效益，必须使用高可靠性的产品，这样设计的产品才具有更高的市场竞争力。

在可靠性测试过程中，必须对测试前、测试中、测试后的器件参数进行测量和对比。在半导体器件中，常见的一些加速因子为温度、湿度、电压和电流。在大多数情况下，加速测试不改变故障的物理特性，但会改变观察时间。加速条件和正常使用条件之间的变化称为“降额”。

- 高温反偏测试主要用于验证长期稳定情况下芯片的漏电流，考验对象是IGBT边缘结构和钝化层的弱点或退化效应。
- 测试标准：IEC 60747-8/9
- 测试条件为：1000个小时，95% VCE(max)，125
- 在测试中，需持续监测门极的漏电流和门极开通电压，若这两项参数超出指定规格，则模块将不能通过此项测试。
- 高温门极反偏测试主要用于验证栅极漏电流的稳定性，考验对象是器件的栅极氧化层。
- 测试标准：IEC 60747-8/9
- 测试条件为：1000个小时，VGE=±20V（+/-方向都需测试，各一半测试样品），Tj=Tj(max)
- 在测试中，需持续监测门极的漏电流和门极开通电压，若这两项参数超出指定规格，则模块将不能通过此项测试



■ 实现HTRB/HTGB/HTOL等的试验方案及规格

试验系统的电气参数及功能	满足的试验标准	满足的试验器件类型
• 漏电流范围：10nA~1A(HTRB、H3TRB)	• IESD51-1	• 二极管
• 漏电流范围：1nA~2mA(HTGB)	• AEC-Q101	• MOSFET
• 试验电压：10V~6000V(HTRB、HTOL)	• GJB128A	• IGBT
• 试验电压：±30V~200V(HTGB、H3TRB)	• MIL-STD-750	• CMOS
	• JESD22A-108	• IPM 等功率器件
	• JESD22A-10	• 各类IGBT 模块



动态的HTRB/HTGB试验要求及方案可以有效的评估及试验半导体器件，特别是WBG器件的Vth,dV/dt,及Rdson等可靠性问题

Test description	Abbr.	Conditions	Total device hours	Fails
Dynamic reverse biasing	DRB	$V = V_{max}$, 10 kHz	598,000 (2.15e13 switching cycles)	0
Dynamic reverse biasing	DRB	$V = V_{max}$, 100 kHz	70,000 (2.52e13 switching cycles)	0

- 试验温度 室温+10~200℃
- 最大工位数 640
- 漏电流范围 0.01uA~50mA (HTRB)
- 漏电流范围 1uA~100mA (HTGB)
- 漏电流范围 1uA~1A (HTOL)
- 试验电压 0~650V (HTRB/HTOL)
- 试验电压 -40~+40V (HTGB)
- 脉冲频率 5kHz~500kHz
- 占空比 20%~80% (可以单独设置成100%)
- 上升沿、下降沿 ≤100ns



■ 半导体器件可靠性及老化测量系统

老化测试主要是模拟产品在现实使用过程中的各种恶劣条件的高强度测试，同时根据使用的要求，合理地预测产品使用寿命，高温老化测试也就是用来确定产品在高温气候环境条件下储存、运输、使用的适应性。试验的严苛程度取决于高温的温度和曝露持续时间。

目的：高温老化试验是提高产品稳定性、可靠性的重要实验设备、是提高产品质量和竞争性的重要生产流程。

一般的高温箱要求

高温老化测试的标准通常由三个因素组成：环境温度、温度升降速率和老化时间。环境温度指的是测试环境中测试元器件的温度，一般范围在-40℃~125℃，具体温度可以根据测试元器件的特性进行调整；温度升降速率指的是测试元器件从室温到测试温度时的升温或降温速率，一般范围在3℃/min~5℃/min，如果采用更快的温度升降速率，会使测试元器件的热损伤加剧；老化时间指的是测试元器件在高温环境下的持续时间，一般范围在24h~168h，也可以根据测试元器件的特性进行调整。

高低温检验标准

- 高温测试检验标准：GB/T 2423.2, IEC60068-2-2, IEA 364, MIL-STD-810F
- 低温测试检验标准：GB/T2423.1, IEC60068-2-1, EIA 364, MIL-STD-810F
- 温度范围：-70℃~150℃，温差：±0.5℃
- 湿度范围：20~98%RH，湿差：±2.5%RH

芯片可靠性验证 (RA)：

- 芯片级预处理(PC) & MSL试验、J-STD-020 & JESD22-A113；
- 高温存储试验(HTSL), JESD22-A103；
- 温度循环试验(TC), JESD22-A104；
- 温湿度试验(TH / THB), JESD22-A101；
- 高加速应力试验(HTSL / HAST), JESD22-A110；
- 高温老化寿命试验(HTOL), JESD22-A108；

HT-201

测试环境条件	环境温度为±25℃、试验箱内无试样无换气条件下
测试方法	GB/T 5170.2-2008 温度试验设备
温度范围	(环境温度+20)℃~200℃
温度波动度	≤100℃时：0.4℃（如按GB/T5170.2-1996表示，则为±0.2℃） ≤200℃时：0.8℃（如按GB/T5170.2-1996表示，则为±0.4℃）
温度偏差	≤100℃时：±2.0℃ ≤200℃时：±2.0℃
升温时间(min)	(环境温度+20)℃~200℃不大于60min
满足试验方法	GB/T 2423.2-2008 高温试验方法试验Bb GJB 150.3A-2009 高温试验



半导体器件雪崩测量 及功率循环试验系统

功率循环对各种功率器件进行功率循环老化试验，模拟器件在不同功率工况下的退化情况，通过加热与冷却过程的控制，对封装、沟道或者内部键合丝进行热疲劳试验。

功率循环试验系统适用范围：适用于各种封装的IGBT模块、SiC模块、二极管模块等进行PCsec、PCmin、K Factor、Rth/Zth、SOA、瞬态热阻曲线试验。

- 测试通道：12
- 最大测试电流 1800A
- 最大电压 48V
- 最大试验温度 200°C
- 栅极控制电压 $\pm 15V$
- 测试电流分辨率 10m



雪崩特性是MOS 在关断状态下，能承受瞬时过压能力的指标，一般用单脉冲最大雪崩能力EAS表示。

雪崩特性测试，又称单脉冲非钳位电感开关测试（Single Pulse Unclamped Inductive Switching），即UIS测试。

- 电源电压：20-3000V
- 雪崩电流：0.01A-200A
- 电感：50uH~100mH
- 电压波形：方波
- 脉冲宽度：100uS-800mS
- 测试频率：单次/重复



半导体器件的参数定义 及测试方案

■ 静态参数主要是指本身固有的，与其工作条件无关的相关参数，参数主要有：

- 门极开启电压、
- 门极击穿电压、
- 集电极发射极间耐压、
- 集电极发射极间漏电流、
- 寄生电容：
- 输入电容、
- 转移电容、
- 输出电容，以及以上参数的相关特性曲线的测试。



■ 半导体参数测量系统



支持器件 二极管、三极管、MOSFET、IGBT、SCR、IGBT模组

主要测试参数 Id-Vg、Id-Vd、Ic-Vc、击穿、Id-Vds、Rds-Id、Id-Vgs、电容、Ic-Vce、Ic-Vge、Vce等

设置功率 800W

峰值电压 3000V

峰值电流 2200A

电流分辨率 10fA

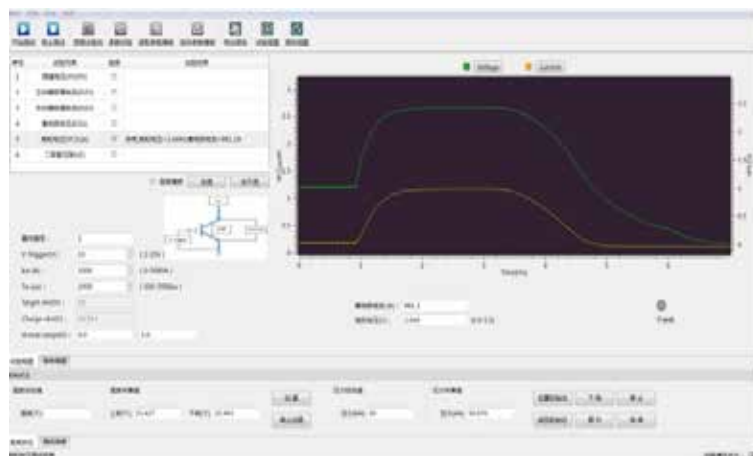
可升级峰值电压 10000V

基本驱动模式 低压模式：±60V，±20A，分辨率：5uV，10fA
中压模式：±200V，±1A，分辨率：20uV，10fA

HC高流模式 范围：±2200A，分辨率：5mA，范围：±60V，分辨率：200uV

HV高压模式 范围：±3000A，分辨率：2mA，范围：±10mA，分辨率：10fA

脉宽时间 300us-40ms



一键上传

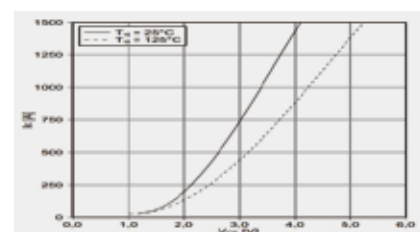
实时存储

记录波形

云端
存储

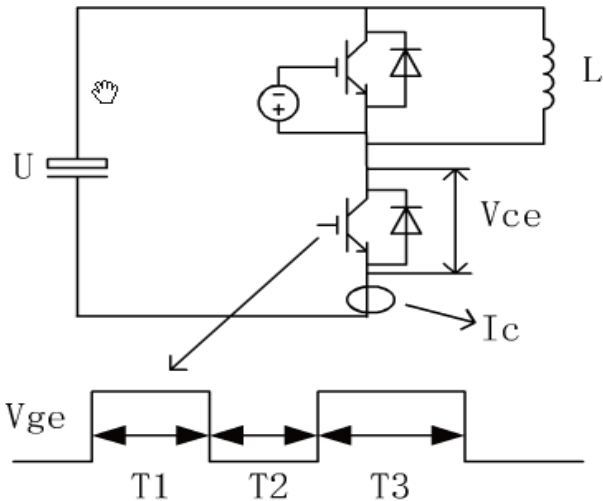


测试
数据



■ **动态参数:**指开关过程中的相关参数，这些参数会随着开关条件如电压，工作电流，驱动电压，驱动电阻等的改变而变化，相关参数有

- 栅极电荷、
- 导通延迟时间、
- 上升时间、
- 关断延迟时间、
- 下降时间、
- 开通损耗、
- 关断损耗、
- 反向恢复电流、
- 反向恢复时间以及反向恢复能量等。



■ **半导体开关参数测量系统**



类别	项目	项目
采样	测试采样频率	6.25GS/s
	示波器测量带宽	1GHz
	电流测试最高带宽	400MHz（可升级到1GHz）
	电压测试最高带宽	500MHz（可升级到1GHz）
测试能力	最大测试电压	HV:2000V 或 MV:1000V或LV:150V
	最大测试电流	92A@2000V； 252A@1000V 465A@150V
	最大短路电流	200A@2000V； 600A@1000V 800A@2000V
	测试电感	10-200uH（可定制）
门级驱动	负载电阻	1、2、5、10、20、50Ω
	开通电压	5V~30V
	关断电压	-15V~0V
	最大电流	10A
器件类型	驱动电阻	0-255Ω（手动调整）
	测试器件类型	碳化硅MOS、硅IGBT/MOS、Diode
温度	测试封装类型	TO-247-3/4、TO-220、TO-263、 TO-252、SOT223、SOP8、DFN8x8、 DFN5x6、DFN3x3、TOLL、LFPAK88、 DPAK、D2PAK等（可定制）
	测试设备工作温度	15-40℃
	测试温度范围	室温-200℃

半导体动态参数 测量系统的关键点 —电压和电流探头

电流测量的重点考虑

- 电流：0.01A to 100Arms
- 1000Arms for 10mS (根据型号)
- 频率范围：DC-100 MHz
- 扩展示波器、DMM和功率计的电流范围
- BNC, GR, UHF, N, HN 和C 连接器
- 绝缘外壳（选择）
- 溯源国际标准 NIST (USA)、UKAS (UK)

型号	电阻值	带宽MHz	上升时间nsec	E _{max} 焦耳	功率W	连接方式
SDN-414-01	0.01	400	1	6	2	BNC-铜线
SSDN-414-01	0.01	400	1	6	2	BNC-螺栓
SPT-414-01	0.01	400	1	6	2	铜线-铜线
SDN-414-025	0.025	1200	0.3	3	2	BNC-铜线
SSDN-414-025	0.025	1200	0.3	3	2	BNC-螺栓
SPT-414-025	0.025	1200	0.3	3	2	铜线-铜线
SDN-414-05	0.05	2000	0.18	2	2	BNC-铜线
SSDN-414-05	0.05	2000	0.18	2	2	BNC-螺栓
SPT-414-05	0.05	2000	0.18	2	2	铜线-铜线
SDN-414-10	0.1	2000	0.18	1	2	BNC-铜线
SSDN-414-10	0.1	2000	0.18	1	2	BNC-螺栓
SPT-414-10	0.1	2000	0.18	1	2	铜线-铜线

电压测量的难点—特别是上管的测量

差分电压测量的先进技术：光隔离，IsoVu 技术使用光纤供电和光模拟信号路径，以在测量系统和 DUT 之间实现完全光电隔离。这种隔离的重要优势是允许探头在共模电压下独立浮动。这种技术解决了现在器件发展特别是SiC/GaN测试所要求的带宽、CMRR、连接等影响准确表征参数的问题。

一般探头的引线长引起的
驱动脉冲振荡

型号	电阻值	带宽 MHz	上升时间 nsec	E _{max} 焦耳	功率 W	连接方式
SDN-414-01	0.01	400	1	6	2	BNC-铜线
SSDN-414-01	0.01	400	1	6	2	BNC-螺栓
SPT-414-01	0.01	400	1	6	2	铜线-铜线
SDN-414-025	0.025	1200	0.3	3	2	BNC-铜线
SSDN-414-025	0.025	1200	0.3	3	2	BNC-螺栓
SPT-414-025	0.025	1200	0.3	3	2	铜线-铜线
SDN-414-05	0.05	2000	0.18	2	2	BNC-铜线
SSDN-414-05	0.05	2000	0.18	2	2	BNC-螺栓
SPT-414-05	0.05	2000	0.18	2	2	铜线-铜线
SDN-414-10	0.1	2000	0.18	1	2	BNC-铜线
SSDN-414-10	0.1	2000	0.18	1	2	BNC-螺栓
SPT-414-10	0.1	2000	0.18	1	2	铜线-铜线

一般差分探头量程太大，不适合
测量小于20V的驱动电压

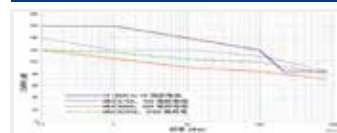


一般差分探头的CMRR不足，
造成驱动电压测量误差大

Key performance specifications

- Bandwidths up to 200 MHz

一般差分探头的带宽不够，
满足不了GaN/SiC的测量要求



较短的连接引线，能抑制
较大的驱动脉冲振荡

传感器端部电阻	差分输入电压范围
SMA 输入 (50Ω 阻抗)	±5 V
SMA 输入 (1MΩ 阻抗)	±5 V
TIVPMX10X	±50 V
TIVPMX50X	±250 V
TIVPSG100X	±500 V
TIVPW500X	±2.5 kV
TIVPMX1X	±5 V

1V、10V、100V、500V、1000V、
2500V多种量程的探针，满足V_{gs}、
V_{ds}的准确测量



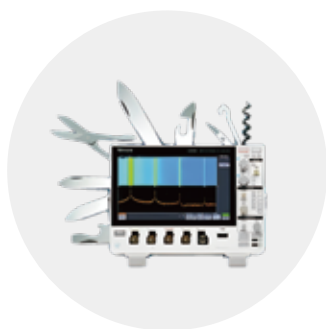
100M@100dB、200M@93dB、
500M@85dB高的CMRR，能减小
小高共模下的驱动电压测量误差

TIVP (带 TIVPMX50X 端部*)
高压测 V _{GS} ，高端 V _{DS} ， 宽禁带 (GaN 和 SiC) 检测，SMPS 优 化，温度测试 (使用 SMA 电缆)
200 MHz, 500 MHz, 1 GHz

光隔离差分探头可以提供
200MHz、500MHz、1GHz的
带宽选择

半导体器件应用端 的设计验证及器件评估

符合你要求的示波器



令人惊叹的多功能性



接触的洞察力



加速调试



超低噪音

特点	 3 系列 MDO	 4 系列 MSO	 新款! 5 系列 B MSO	 6 系列 B MSO
带宽	100 MHz, 200 MHz, 350 MHz, 500 MHz, 1 GHz	200 MHz, 350 MHz, 500 MHz, 1 GHz, 1.5 GHz	350 MHz, 500 MHz, 1 GHz, 2 GHz	1 GHz, 2.5 GHz, 4 GHz, 6 GHz, 8 GHz, 10 GHz
模拟通道	2 或 4	4 或 6	4, 6 或 8	4, 6 或 8
数字通道数 ¹	16	最多 48	多达 64	多达 64
采样率	高达 5 GS/s 所有通道	6.25 GS/s 所有通道	6.25 GS/s 所有通道	50 GS/s (2 通道) 25 GS/s (4 通道) 12.5 GS/s (6 或 8 通道)
垂直分辨率	8 位	12 位	12 位	12 位

还有丰富的探头可以选择，提供各种示波器探头和附件帮助您应对测量挑战：

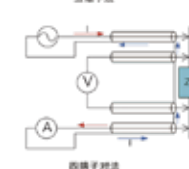
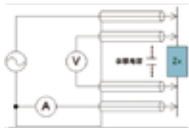
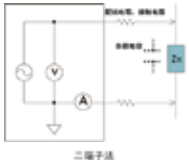
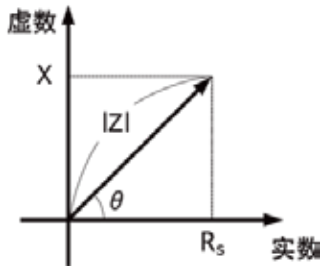
- 隔离探头
- 低/高带宽光探头
- 为滑轨探头供电
- 电流探头
- 低/高压差分探头
- 无源探头
- 低/高压单端
- 逻辑分析仪探头



■ 被动器件的LCR参数：采用自动平衡电桥法对器件的LCR参数进行测量，具体来说就是4端子或者五端子来测量，以弥补二端子带来的测量误差。

- 测量频率DC，4Hz~5/8MHz
- 测量时间：最快1ms
- 基本精度：±0.05% rdg
- 1mΩ以上的精度保证范围，也可安心进行低阻测量
- 可内部发生DC偏置测量

$$Z = R_s + jX = |Z| \angle \theta$$
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{X}{R_s} \right)$$
$$R_s = |Z| \cos \theta$$
$$X = |Z| \sin \theta$$
$$|Z| = \sqrt{R_s^2 + X^2}$$



- 测量频率：100kHz~300/600 /1300/3000MHz
- 测量时间：最快0.5ms
- 基本精度±0.72%rdg.
- 测量方式：RF I-V法

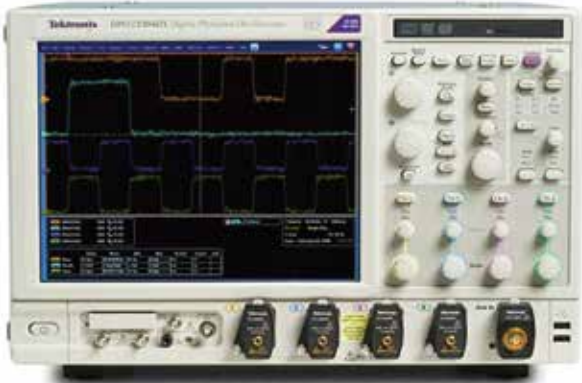


NCR8500系列阻抗分析仪规格参数					
型号	NCR8505	NCR8510	NCR8515	NCR8520	NCR8525
频率范围	10Hz-15MHz	10Hz-30MHz	10Hz-50MHz	10Hz-80MHz	10Hz-130MHz
测量电平	0.005-5Vrms(≤1MHz) 0.005-1Vrms(>1MHz)				
基本准确度	0.05%，具体见公司相关企业标准				
测量速度	快速：100次/秒、中速20次/秒、慢速6次/秒				
内部直流/偏置电压	-5V~+5V				
偏置选项	可选配±100mA、±40V偏置电压源				
量程方式	自动、保持				
触发方式	内部、手动、自动、外部、总线				
校准功能	开路/短路、扫频清零、点频清零				
等效电路	串联、并联				



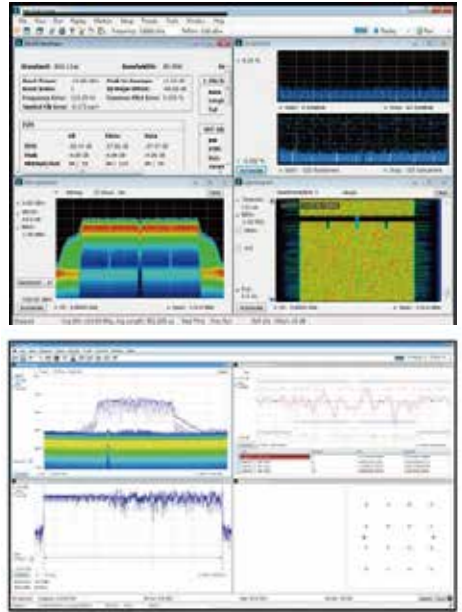
特点	3 系列 MDO	4 系列 MSO	新款！ 5 系列 B MSO	6 系列 B MSO
带宽	100 MHz、200 MHz、350 MHz、500 MHz、1 GHz	200 MHz、350 MHz、500 MHz、1 GHz、1.5 GHz	350 MHz、500 MHz、1 GHz、2 GHz	1 GHz、2.5 GHz、4 GHz、6 GHz、8 GHz、10 GHz
模拟通道	2 或 4	4 或 6	4、6 或 8	4、6 或 8
数字通道数	16	最多 48	多达 64	多达 64
采样率	高达 5 GS/s所有通道	6.25 GS/s所有通道	6.25 GS/s所有通道	50 GS/s (2 通道) 25 GS/s (4 通道) 12.5 GS/s (6 或 8 通道)
垂直分辨率	8 位	12 位	12 位	12 位
显示器	11.6 英寸高清 (1920x1080) 电容式触摸屏	13.3 英寸高清 (1920x1080) 电容式触摸屏	15.6 英寸高清 (1920x1080) 电容式触摸屏	15.6 英寸高清 (1920x1080) 电容式触摸屏
记录长度	10 M	31.25 M标配、62.5 M选配	62.5 M标配，选配125、250、500M	62.5 M标配，选配125、250、500、1000M
FastFrame™ 分段内存和历史模式	-	是	是	是
任意函数发生器	50 MHz	50 MHz	100 MHz	50 MHz
频谱分析	1 GHz 或 3 GHz 频谱分析仪	最高达仪器带宽的频谱视图	最高达仪器带宽的频谱视图	最高达仪器带宽的频谱视图
高级分析	功率分析	3 相功率分析 ^① 高级功率分析 ^② 模板和极限测试 ^③ 宽禁带双脉冲测试	高级功率分析 模板和极限测试 高级抖动和眼图分析 矢量信号分析 电源轨测量 LVDS 测量 汽车以太网信号完整性 逆变器、电机和驱动器分析 宽禁带双脉冲测试	高级功率分析 模板和极限测试 高级抖动和眼图分析 矢量信号分析 电源轨测量 LVDS 测量 汽车以太网信号完整性 逆变器、电机和驱动器分析 宽禁带双脉冲测试 DDR3/LPDDR3 调试和分析

• 更高性能的示波器支持高速信号的一致性测试

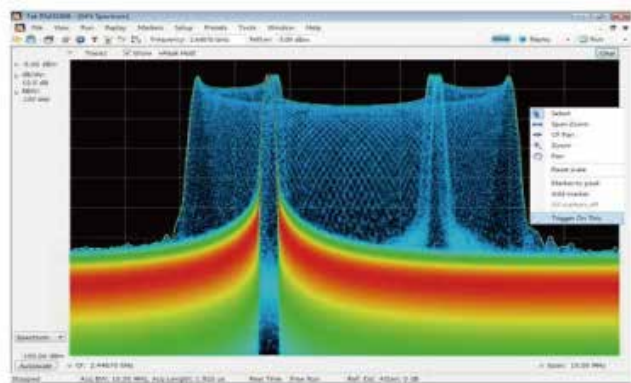


PCBA板级的信号诊断和验证/ 频域信号测量及验证

	RSA306B	RSA500	RSA600	RSA5100B	RSA7100
应用	轻便, 适合现场和实验室使用	现场分析、干扰搜寻、网络管理	实验室使用, 包括 EMI 和无线设计验证	高性能、高级信号分析	高性能的先进雷达、电子战、通信和频谱管理
电源	USB 3.0	电池或线路	工频	工频	工频
最大频率范围	9 kHz - 6.2 GHz	9 kHz - 7.5 GHz	9 kHz - 7.5 GHz	1 Hz - 26.5 GHz	16 kHz — 14/26.5 GHz
最大采集带宽	40 MHz	40 MHz	40 MHz	可选择 165 MHz	可选择 800 MHz
噪底 (1 GHz 下的 DANL, 前置放大器开, dBm/Hz)	-163	-164	-164	-167	-167
跟踪发生器	是	选项是	选项是	是	是
实时全特性频谱分析	选项	选项	选项	选项	选项
调制、脉冲、无线标准分析	选项	选项	选项	选项	选项
参考频率精度, ppm	± 3	± 1 0.003, 带 GPS 锁	± 1	± 1 ± 0.1, PFR 选项	± 0.05
最大输入	+ 23 dBm ± 40 VDC	+ 33 dBm ± 40 VDC	+ 33 dBm ± 40 VDC	+ 30 dBm ± 5 VDC	+ 30 dBm ± 40 VDC
幅度精度, 95% 置信度到 3 GHz	±0.8 dB	±0.2 dB	±0.2 dB	±0.3 dB	± 0.4 dB
三阶拦截, 2 GHz, dBm	14	15	15	17	24
无杂散动态范围 (SFDR)	<-60 dBc 至 2.7 GHz <-50 dBc 2.7-6.2 GHz	<-70 dBc	<-70 dBc 至 3 GHz	<-75 dBc, <-80 dBc HDR	<-80 dBc 至 3.6 GHz <-65 dBc 至 26.5 GHz
最短信号持续时间, 100% 拦截概率	100 μ s	100 μ s	100 μ s	可选择 0.434 μ s	0.419 μ s
EVM 开启1	1.10%	0.80%	0.80%	0.35%	0.35%
MSymbol/sec QPSK 802.11n 上的 EVM	-35 dB	-39 dB	-39 dB	-48 dB	-49 dB



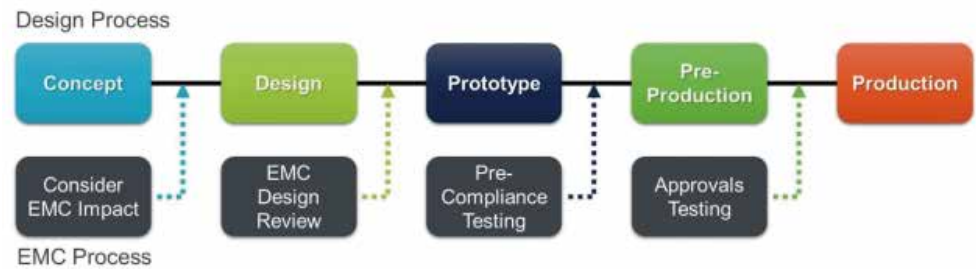
• 可以提供广泛的频谱分析仪来满足频域的各类方案及系统测量



■ EMC的预认证诊断和整改及符合性测试

针对目前国际和国内的电磁兼容认证测试系统，工厂预测试、研发过程中的测试，以及射频环境监测等测试要求，我们有相应的解决方案，测试系统可以应用于如下方面：

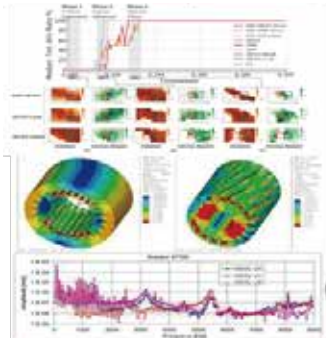
- 配套产品检验
- 产品研发和定型
- 生产线检验
- 认证测试系统
- 环境监测



如果在设计初期阶段即引入出色的 EMC 设计技术，将不难实现良好的产品要求。但是，如果要在设计后期进行修改以满足 EMC 要求，则十分困难。因此预测试变的越来越重要了。

- 及早发现可能会延迟产品上市和增加开发成本的潜在 EMI/EMC 问题
- 降低 EMI/EMC 相关成本
- 在将产品提交给测试机构前提升自己对产品的信心
- 即时提供关于设计变更的影响的反馈
- 根据您的计划灵活地测试

我们在每个阶段都可以提供最佳的EMC测试要求，满足产品的不同阶段的优化和整改，完成良好的产品设计。

EMC Design	Pre-EMC Test	Compliance EMC Test	EMC Troubleshooting
			

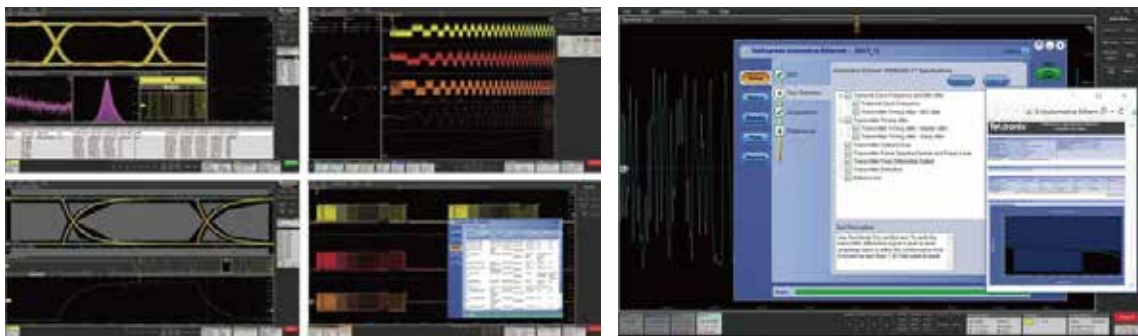
EPL1000 完全符合 CISPR16-1-1 标准。快速时域扫描功能一次即可扫描整个 CISPR 频段 A 或 B。内置预选器保证出色的动态范围，并支持采集短脉冲。R&S®EPL1000 提供瀑布图、中频分析和其他功能，可进行详尽的分析。自动化操作简化了测量，保证测试序列具有出众的可重复性。借助这些功能和更多其他功能，R&S®EPL1000 非常适合传导电压和电流测量。典型应用包括依据 IEC、EN、CISPR 和 FCC 标准的预一致性、预认证和认证测量。



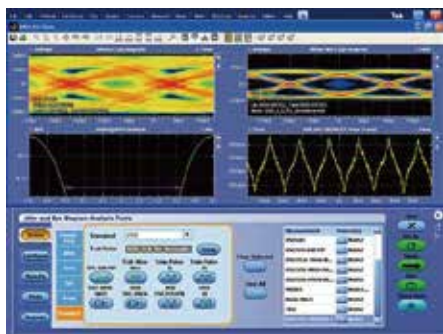
■ 信号完整性的测试和分析

信号完整性仿真重点分析有关高速信号的3个主要问题：信号质量、串扰和时序。对于信号质量，目标是获取具有明确的边缘，且没有过度过冲和下冲的信号。通常，可以通过添加某种类型的端接以使驱动器的阻抗与传输线的阻抗相匹配来解决这些问题。对于多点分支总线，并非总能匹配阻抗，因此，需要将端接和拓扑的长度变化相结合来控制反射，使得它们不会对信号质量和时序产生不利影响。

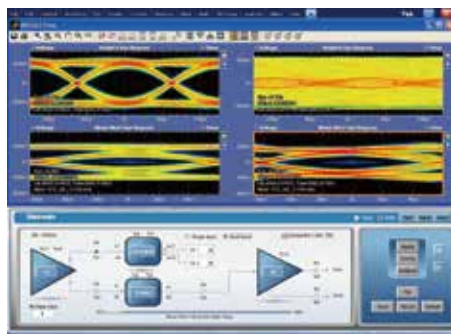
- 波形测试
- 眼图测试
- 抖动测试
- TDR测试
- 时序测试
- 频谱测试
- 频域阻抗测试
- 传输线损耗测试
- 误码测试



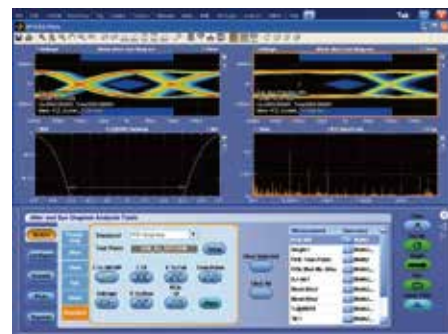
数字接口标准会突破如今的一致性和调试工具的极限。MSO/DPO70000 系列的自动测量套件可加快 PHY 验证周期，并保证一致性。当一致性测量未通过时，可使用协议解码、可视化触发等强大工具来缩短调试时间。在串扰或其他多通道噪声耦合中确定抖动和噪声。Express 软件自动化架构是为高速串行数据标准的自动化一键式测试设计的。TekExpress 能为诸如 SATA、SAS、MIPI C-PHY、MIPI D-PHY、MHL、MIPI M-PHY、PCI Express、USB 3.0、DisplayPort 和 10GBASE-T 以太网等许多串行标准高效地执行所需测试。



DPOJET 抖动和眼图分析 - 使用 DPOJET 软件，简化识别信号完整性问题、抖动及其相关问题的过程。DPOJET 为实时示波器提供了最高的灵敏度和精度。



SDLA - 串行数据链路分析可视化工具（选件 SDLA64）- 能够仿真串行数据通道、反嵌夹具、电缆或探头，以及增加或去除均衡。选件 SDLA64 还为波形处理提供了 IBIS-AMI 接收器均衡或者 CTLE、FFE 和/或 DFE 均衡。DPOJET 提供对生成波形的高级测量和抖动分析。



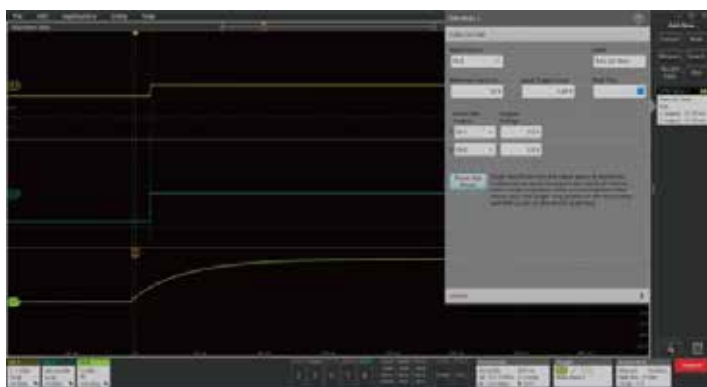
PCI Express® 发射机一致性和调试（选件 PCE3、PCE4 和 PCE5）- 分析 PCIExpress® Rev 1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 设计的性能，提供全面的测试支持。使用 DPOJET、选项 PCE3、PCE4 和 PCE5 可执行符合 PCI-SIG 标准的测试。

■ 电源完整性的评估

电源完整性即PI (Power Integrity), 快速而准确的仿真电源完整性至今仍然是一个待突破的难题。对于高速数字电路和系统, PI的研究对象是电源分配网络PDN (Power Distribution Network)。要测量PDN性能, 首先需要用示波器测试CPU和IC管脚的电源纹波和噪声。但是要精确衡量PDN的性能, 还需要测试PDN的输出阻抗(随频率变化的阻抗)和PDN的传输阻抗(也是随频率变化的阻抗), 就像表征一个单端口网络或双端口网络一样去表征PDN。由于现在的PDN大都是开关电源结构, 还需要测量PDN或关键DC到DC转换器件的环路增益。

主要测量内容包括四部分:

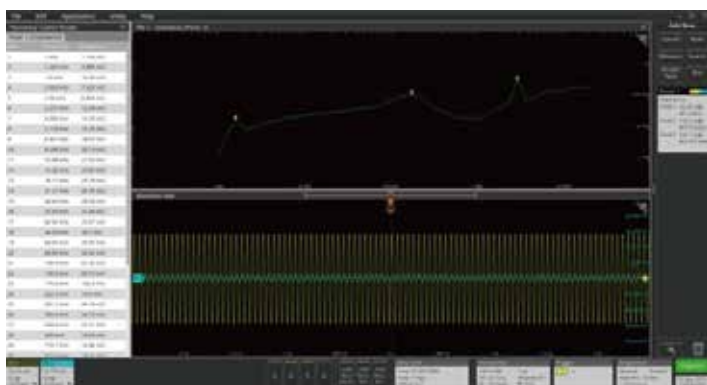
- 纹波和噪声的测量;
- 输出阻抗的测量;
- 环路增益的测量;
- 滤波器件(电容/磁珠等)性能参数的测量。



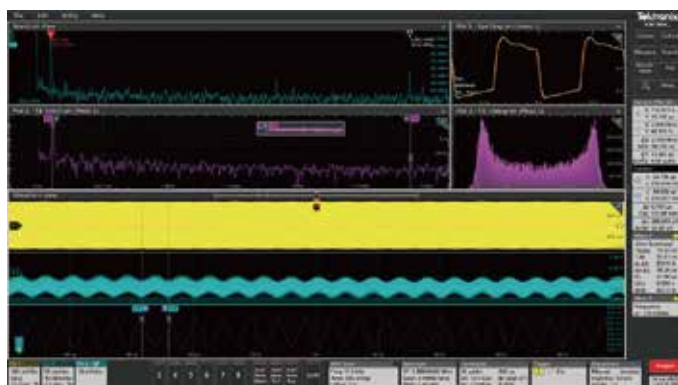
设计人员可以测量电源纹波探头的开机顺序, 确保在要求的时间范围内达到开机和关机状态。自动进行这些测试有助于在不同的负载条件下实现一致准确的结果。



通过波特图和增益/相位裕量测量, 设计人员可以确定电源控制环路的稳定性。控制环路不稳定, 会导致振动和效率下降。滤波器设计人员还使用幅度和相位示图测试滤波器设计。



2 端口阻抗测量使设计人员能够在指定的频率范围内验证其配电网 (PDN) 的阻抗。



电源轨噪声影响时钟和数据信号抖动电力轨道上的噪声常常转化为高速数据线上的抖动。抖动和功率完整性需要在时域和频域进行分析。将TIE频谱中的周期性抖动(PJ)频率与功率纹波频谱中的杂散频率进行比较, 是一种快速、准确地识别配电网信号完整性问题的方法。这种类型的分析要求示波器具有良好的频谱分析能力以及良好的抖动分析能力。

■ 产品定型的生产测试

- 高精度测量待机功率、工作时功率
- $\pm 0.15\%$ 的较高基本精度
- 1mA量程 ~ 20A量程 (最大30A保证精度)
- DC、和0.1Hz~100kHz和宽频带
- 谐波测量标配、对应IEC62301等各种测量标准

- 高精度测量待机功率、工作时功率
- $\pm 0.15\%$ 的较高基本精度
- 1mA量程 ~ 20A量程 (最大30A保证精度)
- DC、和0.1Hz~100kHz和宽频带
- 谐波测量标配、对应IEC62301等各种测量标准

8 通道功率测量

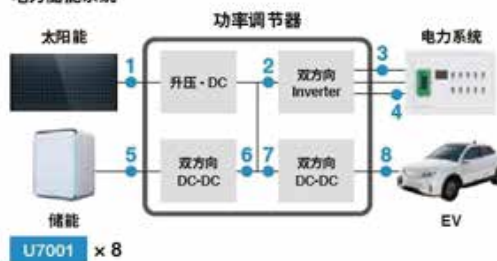
2 种输入单元自由组合，最多可搭载 8ch



EV 双变频器



电力储能系统



- PA2640具有MU选项(多单元选项),
- 可连接多达50个单元,
- 可用于对三相输入/三相输出功率转换设备进行同步效率测量提供1-4个同步通道-
- 所有测量Vrms, Vpk, Arms, Apk, Acf, A浪涌, PF, W, VA, VAR, THD, THD+N, V谐波, A谐波
- 允许输入/输出效率和功率损耗...
- 例如测试变速驱动器,
- 电气照明和电源是航空电子设备的理想选择
- 它是准确的波形失真(准确与非正弦波形)
- DC-1MHz带宽
- 0.03%基本精度
- 彩色显示图形/条形图/图/数据记录



■ 射频参数的测试及标定

矢量网络分析仪SP800系列

- 频率范围：900 Hz ~ 9/20/26.5/50/67 GHz
- 频率分辨率1Hz
- 频率准确度：±25ppb
- 最大系统动态范围（典型值）：141 dB (10 Hz IFBW)
- 最大功率电平（典型值）：20 dBm
- 功率分辨率0.01dB
- 幅度迹线噪声（典型值）：0.0002 dB r.m.s. (1 KHz IFBW)
- 相位迹线噪声（典型值）0.009° r.m.s. (1 KHz IFBW)
- 温度稳定度0.01dB/°C
- 扫描速度252ms (IFBW=1KHz,201点,未校准)
- IF带宽范围1Hz~30MHz
- 测试接口：2/4个端口，2.4mm阳性连接器，50Ω（标称值）



信号发生器SP200系列



产品型号	SP206	SP220	SP240
频率范围	9KHz~6GHz	9KHz~20GHz	9KHz~6GHz
电平精度	± 0.3dB(6GHz,0dBm)	± 0.7dB(20GHz,0dBm)	± 0.8dB(40GHz,0dBm)
谐波	-35dBc(1GHz)	-55dBc(10GHz)	-55dBc(10GHz)
非谐波（1GHz）	-96dBc	-95dBc	-95dBc
次谐波（1GHz）	-86dBc	-75dBc	-75dBc
AM 速率	直流至50KHz	直流至100KHz	直流至100KHz
FM偏差（最大值）	20MHz	128MHz	128MHz

信号分析仪：SP900系列



产品型号	频率范围	最大分析宽带	功率(1GHz,10KHz频偏)	1GHz时的DANL
SP902P(526)	2Hz~26.5GHz	2GHz	-136dBc/Hz	-174dBm
SP902P(550)	2Hz~50GHz	2GHz	-136dBc/Hz	-174dBm
SP903P	2Hz~3.6GHz	40 MHz	-131dBc/Hz	-174dBm
SP913P	2Hz~13.6GHz	510 MHz	-131dBc/Hz	-174dBm
SP926P	2Hz~26.5GHz	510 MHz	-131dBc/Hz	-174dBm
			-136dBc/Hz(DDS选件)	
SP903P	2Hz~50GHz	510 MHz	-131dBc/Hz	-174dBm
	(可扩展到1.1THz)		-136dBc/Hz(DDS选件)	

电流的测试 专业方案

■ 交流转换器 - 交流电流探头 - 交流电流传感器

ATH电流转换器可以将直流或交流电流转换为隔离电压或电流环路输出。

- 输入量程：100mA / 200mA / 1A / 2A / 5A / 10A rms AC/DC.
- Operational from 10% - 125% of range
- 输出：50mV, 100mV, 1V, 5V, 10V, 4-12-20mA
- 电源：5V/9-36V/48/110/230 Vdc or Vac.
- 响应时间：<200uS (no filtering).
- 频率范围：DC-10kHz

CTA3ph柔性电流互感器：是世界上第一个5A输出的柔性探头转换器，与现有的5A测量电路兼容。

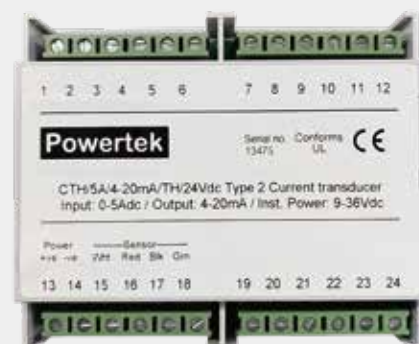
- 单相或三相系统应用
- 测量输出，兼容0-5Arms 测量
- 精度：< 0.5% accuracy
- 平坦频响 25Hz --- 500Hz

CTA柔性电流探头：是世界上第一个5A输出的柔性探头，与现有的5A测量电路兼容。

- 线圈直径 100mm, 150mm, 200mm, 300mm
- 电流测量范围：100A-10000A

CTV Rogowski电流探头：是世界上第一个0.333V和5V（可选）输出的柔性探头，与现有的0.333V和5V测量电路兼容。

- 适用单相或三相系统
- 柔性线圈直径 100mm or 160mm
- 格力测量输出
- 输出电压：0.333V, 0-5V and 0-10V
- 精度：< 0.5%
- 平坦频响：20Hz to 5000Hz



IRF电流感应探头：支持快速安全的安装，是电流监测和反复安装的理想选择。

- 电流范围：100Apk to 120,000Apk
- 灵敏度：± 6 volts 输出(e.g. 1.0mV/A for ± 6000A peak).
- 可选输出：1A or 5A
- 电压输出选项：0-100mV, 0-1V, 0-5V, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA and 5-25mA
- 带宽：1Hz to 1MHz
- 线圈直径及长度：(直径8.5mm)，长度of 300, 500, 700, 1000 and 1500mm
- 可选：3.5mm 直径，100mm, 200mm or 300mm 长度
- 隔离电压：10kV
- 电缆长度 2.5m. 可选 4 m

RCTi单相和RCTi三相：可以将AC电流转换为0-5V隔离电压或4-20mA电流回路。TA5V-5A兼容现有的1A或5A CT测量电路。

- 适用单相或三相
- 电流范围：100A—10000A
- 线圈长度 300, 500 or 700mm
- 隔离测量输出
- 输出：0-5V (7.07pk) into 1kohm or 4-20mA outputs
- 精度<1%
- 带宽 0.6Hz to 1MHz

DCflex直流柔性电流探头：能够测量1000A-100000A的直流大电流的轻量便携环绕式直流电流探头。

- 电流范围：1000A—100000A
- 线圈长度：1000mm (~310mm dia) or 2000mm (~630mm dia)
- 电缆长度：1.5 m
- 绝缘2kV

CTH系列直流电流传感器，转换器，探头

- 应用：EV检测、工业测量、仪器测量
- 功能：将dc和ac电流转换为单独的0-100mV, 0-1V, 0-2V, 0-5V, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA, 4-12-20mA, 5-25mA
- 接口：RS485, CAN
- 电流范围：1A—40000A（根据类型而不同）
- 频响：DC—400Hz/1KHz/10KHz/100KHz（根据类型而不同）

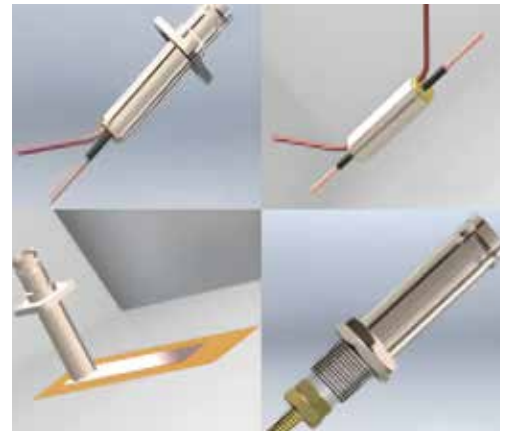
CTH模拟求和转换器

- 求和转换器，千瓦求和放大器，安培求和转换器，拥有3个输入端口，1个输出端口。



CVR系列无感分流器专为宽频工作而设计，非常适用于测试交流和直流功率系统的上升时间，特别是在考虑相角的功率校准系统下。对于增加或拓展频响分析仪和万用表的电流量程非常有用。CRV可以和相角表一起使用，例如需要测量电压-电压，电压-电流或电流-电流之间的相角，非常适合相位保护，及功率表，瓦特计，能量计和电流互感器的校准。

- 连续电流：0.01A to 100Arms continuous
- 脉冲电流：1000Arms for 10mS
- 连续电流带宽：DC-100 MHz
- 脉冲带宽：DC—400MHz/1200MHz/2000MHz



CWT Rogowski电流探头，是坚固的环式柔性线圈宽带电流探头，采用Rogowski线圈技术，能进行宽频的测量和电流到电压的转换，用来配合示波器，数据记录器，瞬态记录器，功率表和功率分析仪使用。

- 带宽：1Hz to 16 MHz
- 电流范围：0.5A - 1200kA Amps
- 精度：0.2%
- 绝缘：10kV



CWT Mini HF - 采用了高性能Rogowski线圈传感器，它足够细（典型截面3.5mm）适合非常狭窄的空间，常被用于半导体电源开关设备的引脚之间。

- 电流范围：0.03, 0.06, 0.15, 0.3, 0.6, 3.0, 6.0, 12, 30, 60, 120, 300
- 带宽：0.1Hz to 30MHz
- 精度：读数 2%
- 线圈尺寸100mm 或200mm



CWT Mini 50HF - 50MHz 是最新的高性能Rogowski线圈传感器，具有拓展带宽，它足够细（典型截面3.5mm）适合非常狭窄的空间，常被用于半导体电源开关设备的引脚之间。

- 电流范围：0.03, 0.06, 0.15, 0.3, 0.6, 3.0, 6.0 kA
- 带宽：0.1Hz to 50MHz
- 精度：2%



CWT Ultra Mini 1.7mm 厚型电流探头 30MHz。CWT微型电流探头采用了非常细的Rogowski线圈传感器（典型截面1.7mm）适用于T0220半导体开关设备引脚。

- 截面直径1.7mm 适合 T0220封装
- 电流范围：30Apk to 6000Apk
- 带宽：30MHz
- 精度：0.2%



I-Probe - IP520 非接触式电流探头是一种非接触式/非钳式的电流探头，可以快速简单的测量PCB走线和地线的电流。它通过将探头的绝缘尖端放在PCB轨道上来观察和测量轨道上的电流。

- 非接触式测量探头
- 适用于观察和测量器件引线或地线及PCB走线的电流
- 电流范围10mA to 20A pk to pk
- 带宽 DC to 5MHz
- 低噪声 < 6mA rms 全带宽



功率参数的测试 及校准专业方案

■ 相角测试，增益相位和频响分析仪

PAV1010A PAV相角电压表，采用傅里叶离散变换算法，PAV1010A让所有PAV测量结果在同一个界面清晰展示，例如振幅，幅度，比例，输出电压，基本原理。非常适合同步，解析器和LVDT/RVDT市场，该仪器可以非常直观的进行相角测量，同相测量，正交分量（90°分量）测量。所有的测量结果同时展示在一个明亮的多功能显示器上。

- 电源范围：5mV to 500Vpk
- 2个电隔离通道
- 带宽：0.5Hz to 140kHz, 500kHz
- 空仪表，波形显示和THD

MC133单相电压，电流，功率和能量校准器，它可以为被测设备提供精确的相移校准后的单相电压和电流，同时附加DC电压和电流。

- 电压范围：1V to 280V phase-neutral at 300mA
- 三相电压：2V to 560V phase to phase
- DC/AC电流 8mA to 30A / 5V
- 功率因数：-1 to +1
- 谐波，间谐波失真调制
- 频率范围：15Hz to 1kHz

MC133C三相紧凑型电力和能源校准器，它能为被测设备提供精确的相移校准后的单相交流电压和电流，同时附加DC电压和电流。

- 电压范围 1V to 280V AC or DC
- 电流范围 8mA to 30A AC or DC
- 分辨率 5 1/2 digit
- 频率范围 15Hz to 1000Hz

MC151电流校准器，是一个精确的电流源，能够提供0-120A的直流电流至1kHz。典型的用途包括用于电流传感器，电流探头，钳式电流探头，电流互感器，分流器，电流表，万用表等的校准，或作为开发和测试的稳定电流源。

- 电流范围：8 mA ... 120 A (AC/DC)
- 频率范围：DC, 15 Hz ... 1kHz
- 内置多用表功能
- 接口 GPIB, USB, RS232
- 可以并联以提高电流能力



半导体试验 和测试电源

■ NHV系列性价比电源

直流高压电源。该系列电源最高额定电压可达 $\pm 4\text{kV}$ ，在同类型产品中性能优异。该系列电源可广泛应用于各种电子元器件老化系统、各类测试仪器以及电子应用实验室等领域。



选型规格	电压	电流	功率	接口
NHV1000-2	1000.0V	2.000A	2000W	CAN、RS485
NHV1500-1.3	1500.0V	1.300A	2000W	CAN、RS485
NHV2000-1	2000.0V	1.000A	2000W	CAN、RS485
NHV4000-0.7	4000.0V	0.750A	3000W	CAN、RS485

HY-HV系列是集高电压、高功率、高精度的可编程直流高压电源。输出电压最大 5kV ，单机最大 10kW ，电源工作模式：恒压 CV、恒流 CC，CC / CV 优先。电压、电流的上升和下降斜率可调。适用于半导体参数、变压器研发测试、磁性材料研发测试、传感器测试，压电陶瓷测试等电力电子科学研究测试。



型号	输出电压	输入电流	输出功率
HY-HV 2kV-1000	2kV	1000mA	2kW
HY-HV 3kV-667	3kV	667mA	2kW
HY-HV 4kV-750	4kV	750mA	3kW
HY-HV 5kV-600	5kV	600mA	3kW
HY-HV 6kV-500	6kV	500mA	3kW
HY-HV 8kV-500	8kV	500mA	4kW
HY-HV 10kV-400	10kV	400mA	4kW
HY-HV 20kV-250	20kV	250mA	5kW

• XR系列

2U XR系列通过在 2 kW ， 4 kW ， 6 kW ， 8 kW ， 8 kW 和 10 kW 的2U封装中提供高电压（大于 1500 VDC ）和高电流（大于 250 ADC ）模型。XR系列具有Magna-Power产品产品中最高的电压范围，最多 $10,000\text{ VDC}$ 和高电流型号高达 600 dC ，所有这些型号都利用了公司的签名电流喂养的功率处理来提供强大的电源转换。此外，高精度编程和监视水平使电源测量值有信心，从而消除了对外部电力计的需求。



电压	2kW	2kW	2kW	2kW	2kW	纹波 (mVrms)	效率
			最大电流				
2000	1	2	3	4	5	500	93%
3000	0.6	1.3	2	2.6	3.3	600	93%
4000	0.5	1	1.5	2	N/A	6500	93%
6000	0.33	0.66	1	1.33	N/A	7500	93%
8000	0.25	0.5	0.75	1	N/A	8500	93%
10000	0.2	0.4	0.6	0.8	N/A	9500	93%

不可忽略的 不同种类的测试附件

■ 半导体可靠性测试板和老化座

- 高温老化试验板是指在200°C左右、相对湿度低于50%的环境下使用的老化试验板。
- 高低温老化试验板是指在 - 55°C ~ +175°C之间、相对湿度低于50%的环境下循环使用的老化试验板。
- 为保证老化试验板的可靠性和使用寿命，所有型号的高温老化试验板和高低温老化板均采用耐高温和低温的焊接以及聚酰胺底板材料制作
- 所列老化板可以适用于HTRB、HTGB、HTOL、HT3RB等可靠性设备
- 器件的封装支持：TO247、TO-3P/220、TO-92、TO-252、TO-263等常见的，也可以定制。



射频的电缆和适配器：影响测试常常是这些不可忽略的测试附件，重要性不言而喻。下面仅列出部分产品，更多的请致电我们。

Test Cable	Max. Frequency	Flexibility	Stability	Armored/Unarmored	Attenuation
Clarity 18	18 GHz	Very Good	Excellent	Both	Excellent
Clarity 26	26.5 GHz	Very Good	Excellent	Both	Excellent
Clarity 40	40 GHz	Very Good	Excellent	Both	Excellent
Clarity 50	50 GHz	Very Good	Very Good	Armored	Very Good
Clarity 70	70 GHz	Excellent	Excellent	Armored	Excellent
Clarity 110	110 GHz	Excellent	Excellent	Armored	Very Good
Silverline	26.5 GHz	Very Good	Very Good	Both	Very Good
Silverline XF	26.5 GHz	Very Good	Excellent	Unarmored	Very Good

型号	说明	频率
TMC-3191-6331	N MALE TO N MALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6094	N FEMALE TO N FEMALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6332	N MALE TO N FEMALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6266	N MALE TO SMA MALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6267	N MALE TO SMA FEMALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6333	N FEMALE TO SMA FEMALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6334	N FEMALE TO SMA MALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6335	N MALE TO 3.5mm MALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6336	N MALE TO 3.5mm FEMALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6095	N FEMALE TO 3.5mm MALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6263	N MALE TO 3.5mm FEMALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6264	SMA MALE TO SMA MALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6265	SMA FEMALE TO SMA FEMALE,ADAPTER	DC to 18GHz
TMC-3191-6330	SMA MALE TO SMA FEMALE,ADAPTER	DC to 18GHz