

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



功率电子 测试与测量解决方案

器件测试、产品设计、生产和一致性测试

宣传单 | 版本 02.00



您的挑战

现在的功率电子面临的最大挑战是对使用了碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)等宽禁带(WBG)半导体的系统进行测试。电源转换器等功率设备使用这些宽禁带材料后,工作频率、电压和温度会更高。这给转换器设计带来了诸多优点,提高了功率效率,减少了尺寸和重量,还降低了制造成本。许多注重功率密度和尺寸的设备早已使用WBG材料,包括太阳能设施、电动车(EV)、电动车充电器和消费类电子设备。

有一点需要注意,尽管SiC和GaN材料具有许多优点,测试采用这些技术的电路时会面临一些特殊的挑战:

- ▶ 电磁干扰:
开关频率、边沿斜率和电压变得更高,加剧了过冲和振铃,从而产生更大的频率谐波。转换器设计中会由此出现更严重的传导和辐射发射。
- ▶ 寄生效应:
无源器件的寄生特性在高频下会降低功率设备的性能,需要正确识别这些寄生效应。
- ▶ 动态范围:
功率电子设备的电流和电压量程较大,难以准确测量。
- ▶ 量化损耗:
快速斜率变化给估计晶体管的开关损耗带来了挑战。寄生效应、传播延迟和测试与测量设备的带宽等因素都会影响损耗的计算。

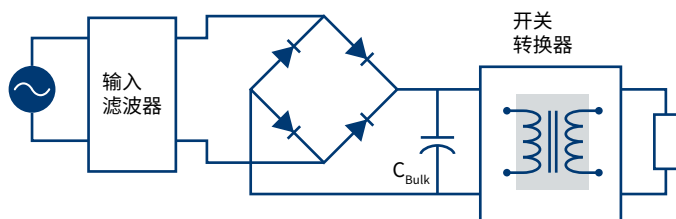
除了需要应对使用WBG材料带来的新挑战之外,设计工程师还需要进行各种测试来验证功率设备能否用作开关电源(SMPS)。这些测试包括效率、纹波、启动和关闭行为、电能质量、浪涌电流、输入谐波、模拟实际场景(例如电动车中的电池单元)和稳定性等。

除此之外,工程师还需要进行详细的电池建模和模拟,这对于预测电池在实际应用时的性能和使用寿命非常重要。这些模拟能够提供有用数据来优化电池设计和开发有效的电池管理系统(BMS)。

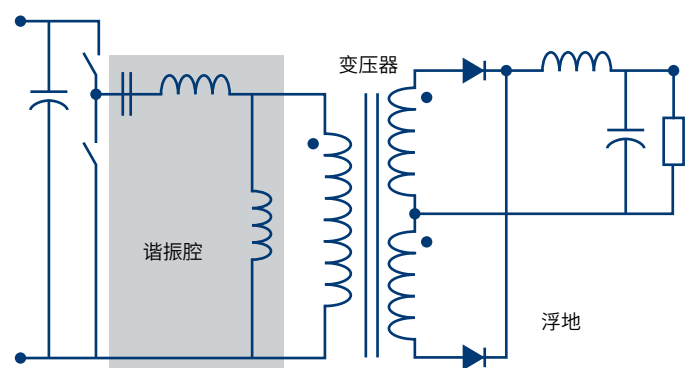
监测设备的功耗在整个开发过程中也有着重要作用。这些信息有益于评估设备效率,确保设备符合监管要求。

所有这些测试带来了不同的挑战,在从调试原型到验证SMPS的所有设计阶段,都需要使用合适的测试与测量设备来获取准确可靠的结果。

升压转换器



LLC转换器



我们的解决方案

罗德与施瓦茨提供高质量的测试与测量(T&M)设备,涵盖功率电子设备测量的所有阶段。我们的产品涵盖从设计到交付的所有环节,包括整个设备服务和维护期间的无源和有源器件测试。

我们提供不同的解决方案,满足使用WBG材料的功率设备的测试要求。这些解决方案旨在解决使用SiC或GaN材料的电源转换器或SMPS在设计过程中遇到的主要挑战。

首先,罗德与施瓦茨提供满足EMC测量要求的解决方案,包括从早期开发阶段的初始EMI测量到完整的EMC一致性测量。罗德与施瓦茨示波器提供快速强大的FFT功能,非常适合在早期设计阶段调试EMI问题,同时还节约了成本。验证了原型设计的性能后,就可以使用罗德与施瓦茨的频谱分析仪和EMI接收机进行一致性测量。

在早期开发阶段选择合适的无源和有源器件并识别其寄生元件时,可以使用LCR表。LCR表可以模拟电路的实际工作条件(例如频率、电压/电流电平和直流偏置),进而评估器件性能。这可以减轻因高频下的寄生效应而导致转换器行为不确定的问题,让测量结果更接近模拟情况。

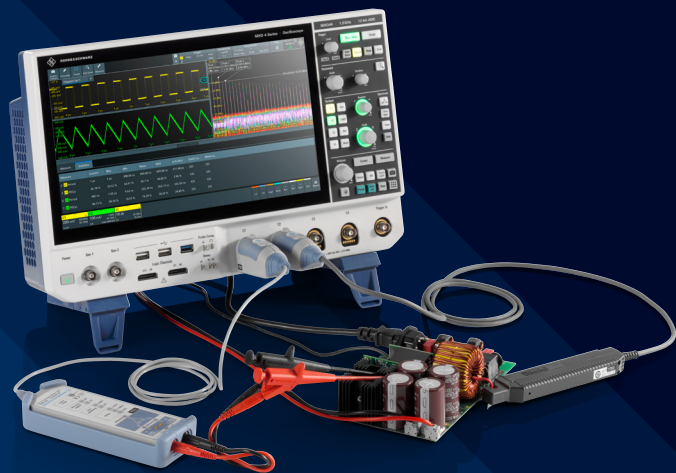
此外,罗德与施瓦茨示波器和高压差分探头具有宽动态范围,能够准确测量大偏置范围内的小信号。测量转换器的高输出电压时,非常适合使用这两款仪器组合来测量低纹波。罗德与施瓦茨示波器的功能非常有用,能够非常准确地测试原型设计并获得主要参数,例如开关损耗、效率、纹波和半导体特性等。

开发电源转换器和逆变器,所用测试与测量设备需要灵活且准确。除了示波器和LCR表之外,罗德与施瓦茨电源同样可以模拟功率设备的实际工作条件,例如模拟不同的输入和负载场景。对于需要电源和电子负载的应用,可以首选支持双象限操作的台式电源。这可以简化设置,节约成本和空间。

我们的电源产品有基础型号和高性能型号可选,能够满足不同被测设备(DUT)和应用的要求。此外,罗德与施瓦茨还提供专业型电源,专为模拟电池管理系统等特定应用量身定制。

罗德与施瓦茨示波器和功率分析仪非常适合生产环境。这些仪器还可用于常见家用电器的常规制造验证测试。它们的自动测量功能便于轻松快速地表征SMPS的特性。

在安装和服务方面,罗德与施瓦茨提供具有实验室级性能的手持式示波器,能够满足所有外场测试的要求。



器件表征

无源器件

无源器件的实际特性会显著影响功率电子的设计和可实现的性能。选择在生产应用中使用的设备时，验证器件特性是一个重要步骤。尤其需要表征器件在高频下的寄生行为，特别是在使用WBG半导体的时候。

验证无源器件的实际特性

电容器的有效电容在很大程度上取决于工作期间的直流偏置电压，而电感器的有效电感则取决于从电感器中流过的平均直流电流。此外，无源器件的特性会随着频率而变化。因此，需要使用LCR表来控制这些参数，保证为目标应用提供合适的参数范围。

R&S®LCX100/LCX200 LCR表可以测量无源器件中与频率相关的复阻抗，从而准确提供该器件的等效电路图数值。这样可以在直流偏置电压或电流下测试器件。

关键特性

- ▶ 基本精度达到0.05%
- ▶ 频率范围为4 Hz至10 MHz
- ▶ 直流偏置范围高达10 V/200 mA (内部) 或40 V (外部)
- ▶ 多种测试夹具，可根据器件要求进行选择

R&S®LCX200 LCR表



罗德与施瓦茨使用苏黎世仪器的MFIA阻抗分析仪完善了自己的产品组合。这款阻抗分析仪的测量范围为1 mΩ至1 TΩ，非常适合测量等效串联电感(ESL)/等效串联电阻(ESR)较低的设备，例如直流支撑电容器。

苏黎世仪器的MFIA阻抗分析仪



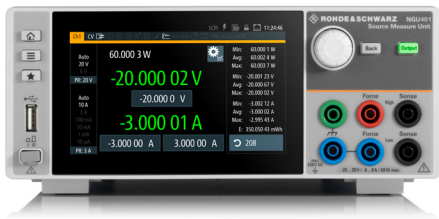
半导体

和晶体管一样，两端半导体同样广泛用于功率电子应用。这种半导体可用于功率因数校正电源中，例如SiC肖特基二极管、使用续流二极管的其他转换器、LED和太阳能电池。

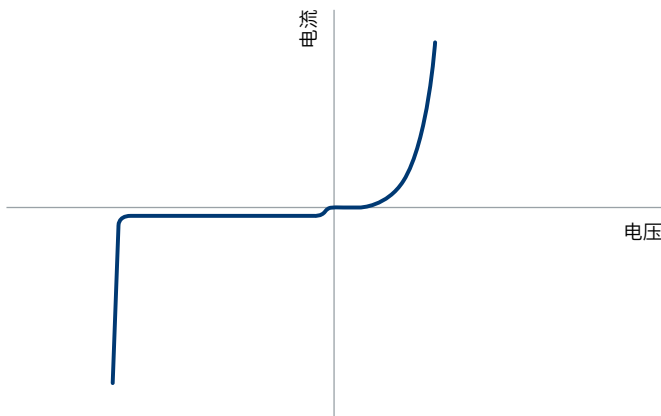
为了确定这些半导体的关键特性，需要了解并表征它们的行为。这通常需要测量这些半导体的I/V曲线，并以此推导出各种参数。

R&S®NGU源测量单元(SMU)可以准确测量从亚微安到安培范围的电流。R&S®NGU具备扫描工具、任意波功能和快速记录功能，能够准确进行I/V扫描，提供关于半导体特性的有用信息。

R&S®NGU411源测量单元



半导体I-V特性曲线



电池模拟

电池单元模拟

双向转换器可以和电池一起使用,从而提高输电效率,简化充电和放电过程。因此,所用测试与测量设备需要能够重现电池行为,进而在实际条件下测试双向转换器。

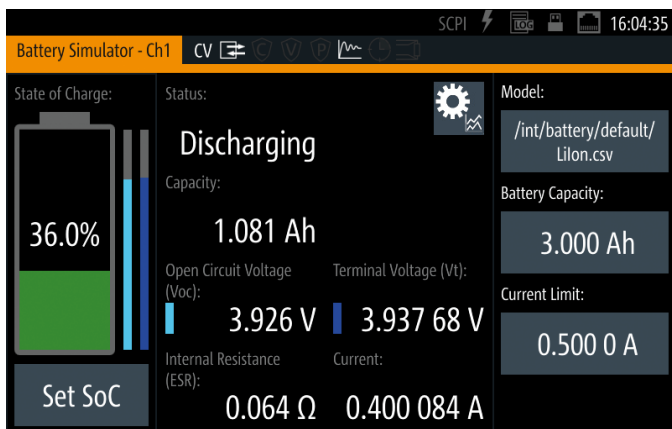
借助电池模拟功能, R&S®NGM200电源系列能够模拟真实的电池输出性能。可以根据所选电池型号进行测试。可以将电池容量、荷电状态(SoC)和开路电压(Voc)设置为任意状态,以便测试特定条件下的设备特性。还可以模拟电池的充电行为,这对于电池充电器设计尤为重要。

如何选择合适的电池型号:

1. 使用仪器中可用的一个预定义型号
2. 根据制造商数据或测量结果单独编写型号
3. 使用电池建模工具

此选项可以根据充电/放电条件动态模拟实际电池的开路电压、等效串联电阻(ESR)和荷电状态等变化。

电池模拟: 在一个显示屏中汇总显示表示电池状况的主要参数。



电池管理系统

大电池通常由多个电池单元串联和并联而成。由于所有电池单元中流过的充电和放电电流相同,因此各个单元在电池容量、自放电和老化等方面的差异会逐渐导致荷电状态(SoC)出现不同,进而限制电池的容量和寿命。电池管理系统(BMS)能够主动监测、控制和管理多种电池单元参数。

R&S®NGL200和R&S®NGM200支持双象限操作,可以用作电源和负载。所有输出完全对地隔离。输出可以串联以根据单个电池单元模拟电池盒,最大对地电压为250 V。可调节的输出阻抗可以设置为-50 mΩ至100 Ω。电源输出的电流和电压测量提供高分辨率测量值。这些功能能够以出色的时间分辨率准确模拟和改变一段时间内的电池单元属性。



功率电子设计

验证电源转换器的特性

设计电源转换器的时候，需要在设计和生产阶段进行大量测试。这一般涉及平衡考量相互冲突的设计目标。效率通常是一个主要考虑因素，但确保符合不同标准也非常重要。安全也是一个重要因素：有时候必须利用危险电压执行测试，在测量过程中需要遵守严格的安全规定。

为了解决这些难题，罗德与施瓦茨以示波器功能为基础提供适用于电源转换器的解决方案，涵盖从设计到一致性和生产测试的所有开发阶段。

自动测量

罗德与施瓦茨示波器的电源分析软件选件提供分析功率电子设备的必要测量功能，包括浪涌电流、输出频谱和安全工作区功能。测量向导包含详细说明，指导用户完成测试设置。示波器可自动配置并快速提供结果。

测量功能：

- ▶ 电流谐波
- ▶ 输入 (电能质量)
- ▶ 输出 (纹波)
- ▶ 电源通路 (效率)

只需按下按钮，即可将分析结果添加到测试报告。该报告中记录了当前设置和配置。

多通道测量

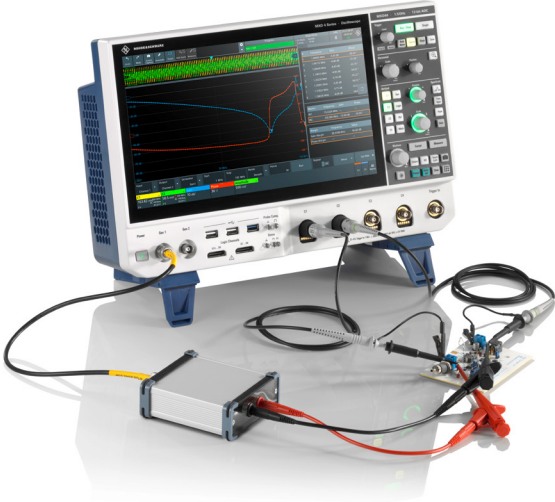
八通道示波器非常便于测量功率电子设计。考虑到功率设备可以分成多级结构 (例如输入滤波器、整流器、直流链路、直流-直流开关电源和逆变器)，需要测量多个信号来验证整体设计性能。例如，分析转换器的启动过程时需要验证电源时序是否符合预期，并确定不同级之间是否存在时序问题。

对于包含三相信号的应用，非常适合使用诸如MXO 5的八通道示波器。只需使用一台示波器，即可测量三相系统中的多个信号。



控制环路响应

控制环路是电源转换器或逆变器的核心,可确保输出电压保持稳定,不会受到输入电压变化或输出端负载跳跃的影响。在设计过程中需要验证控制环路在不同系统操作条件下的稳定性。这可以直接使用R&S®RTx-K36频率响应分析(波特图)选件和示波器,该选件具有多种重要功能,例如直接绘制相位和增益裕量图与幅度分布。



高压和电流测量

使用示波器进行准确测量,需要根据应用选择合适的探头。R&S®RT-ZHD高压差分探头系列具有最高200 MHz的带宽、高共模抑制比、低偏移和低噪声。罗德与施瓦茨的无源高压探头非常适合接地参考测量。R&S®RT-ZCxx钳式电流探头能够针对多种参数进行电流测量。



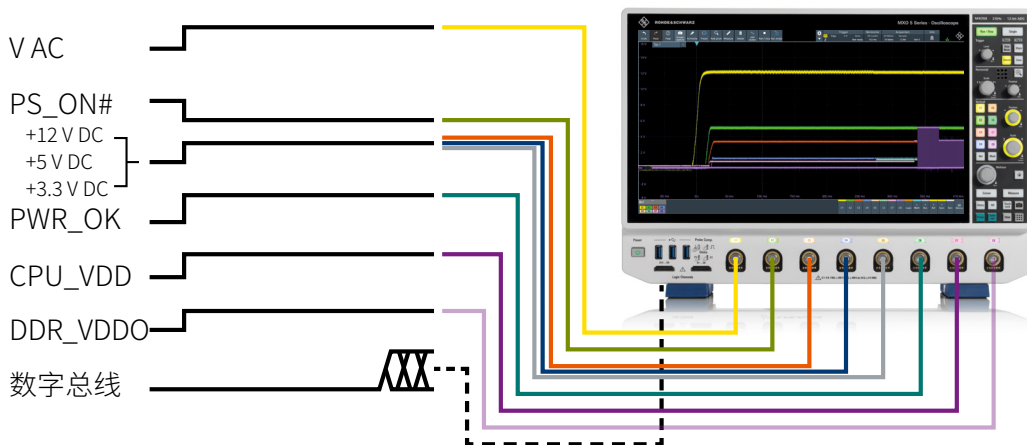
隔离测量系统

新WBG技术的开关速度快,需要使用快速高压探头来捕获上升沿和下降沿的所有变化细节。R&S®RT-ZISO隔离探测系统提供了合适的解决方案,在1 GHz频率范围内实现高达60 kV的共模抑制范围。因此,它非常适用于广泛的应用,例如high-side侧栅极测量、隔离三相逆变器噪声和使用Shunt方式快速测量电流。



电源时序和完整性

MXO系列示波器能够准确测量电源轨的电压上升和下降。示波器具备高级功能,可以将电源时序事件和其它系统活动关联起来。MXO 5具有八个通道,能够测量多个电源轨。附加的16个逻辑通道提供关键时序信号以作进一步分析。深存储确保示波器在持续数十毫秒的整个时序中保持足够的带宽。



开关分析

测量转换器的开关行为

为提高电源转换器的性能和效率，一种常见做法是增加开关频率。提高电源设计的开关速度时，必须考虑时间特性、high-side侧和low-side侧晶体管之间的相互作用以及直通或电磁干扰过度等意外结果。

高压测量也是一个重要方面，需要准确测量高电压，验证系统在规格范围内工作，保证操作安全。

罗德与施瓦茨为功率电子工程师提供解决方案，支持他们测试、测量和分析低压、中压与高压转换器的开关行为。

MXO 4和MXO 5系列示波器非常适合这些任务。这些示波器满足所需的带宽、分辨率、存储深度、噪声、偏置和触发要求，能够进行全方位的开关分析。

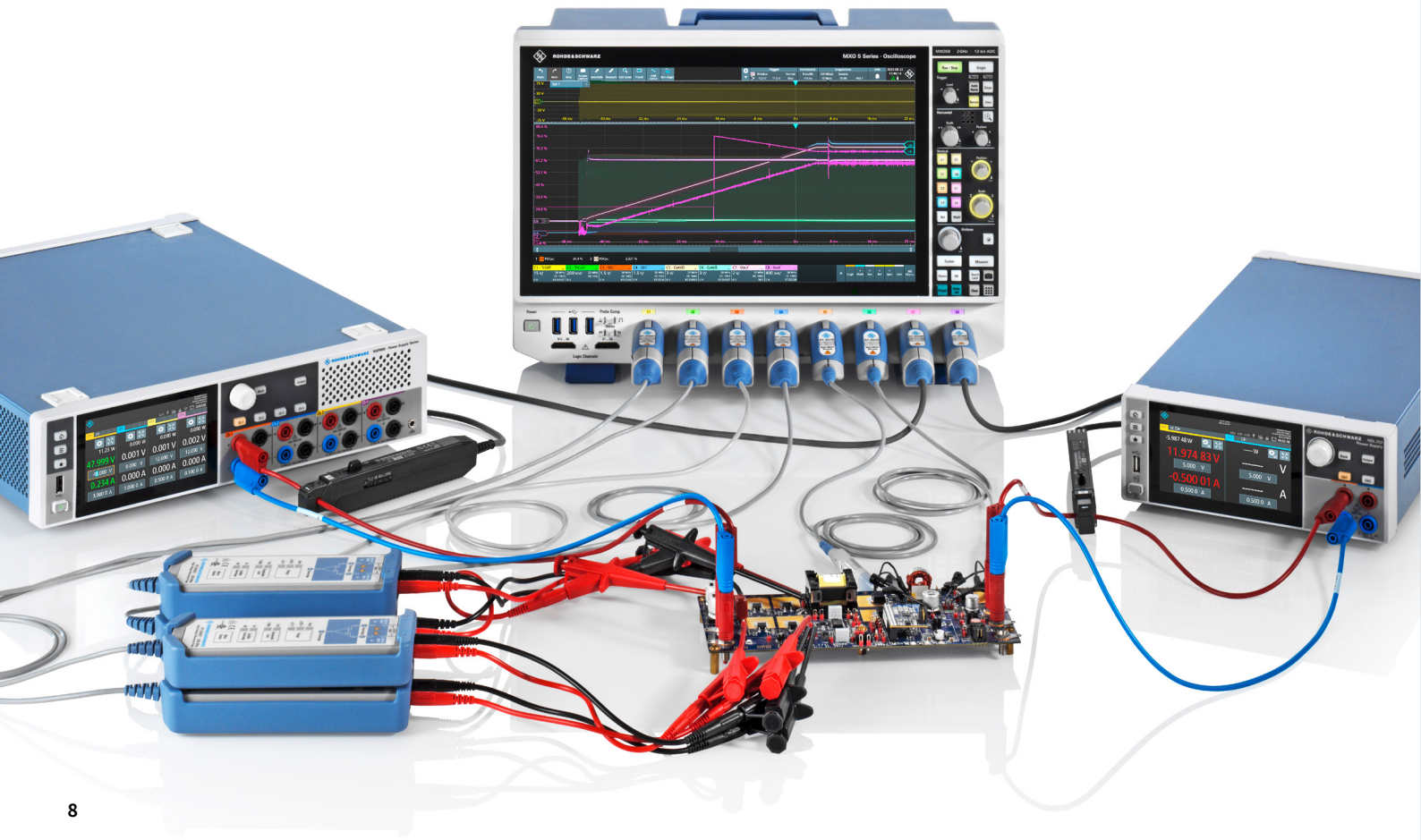
R&S®RT-ZHD探头能够在最高6000 V的范围内进行准确测量。R&S®RT-ZISO隔离探测系统在高达1 GHz的频率范围内实现出色的CMRR，能够满足隔离和快速开关环境中的测量要求。这些探头带宽高，负载影响低，能够准确测量高电压，同时不会影响被测电路的正常操作。

罗德与施瓦茨为工程师提供这些先进的工具，帮助他们深入分析设计，应对WBG半导体带来的相关挑战。

双脉冲测试

设计电源转换器的时候，需要了解功率半导体设备的开关行为。双脉冲测试可以测量开关时间和开关损耗，保证设备的开关行为正常。

罗德与施瓦茨联合PE-Systems推出一款解决方案，有助于更加简单地表征功率半导体的动态开关行为。该解决方案集成必备硬件和软件，能够提供准确且可重复的测量结果。



EMI调试

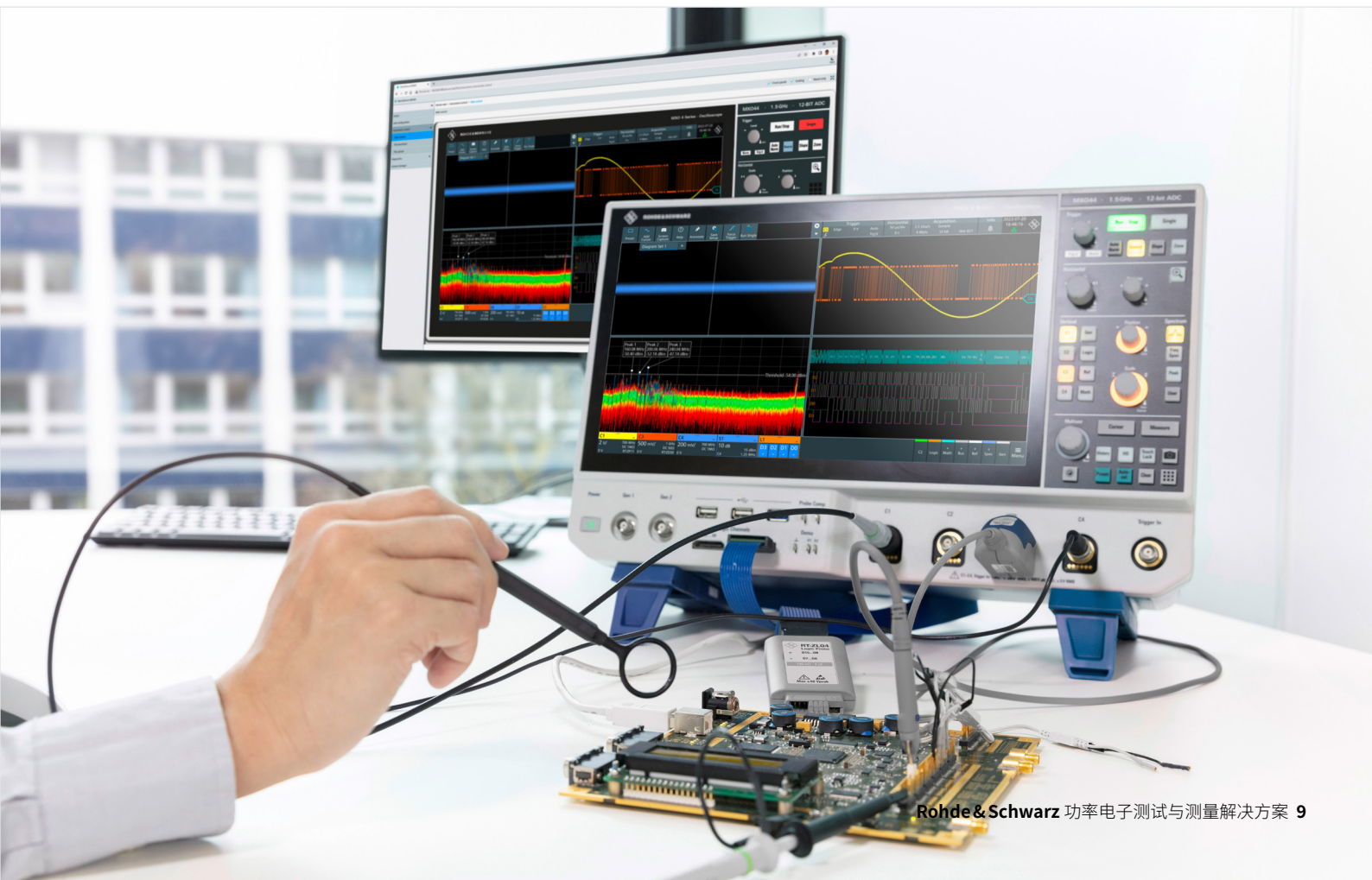
在产品的早期概念阶段，必须考虑符合电磁干扰(EMI)标准。在设计阶段越晚考虑EMI一致性问题，采取相应举措的成本就越高。

罗德与施瓦茨提供各种测试与测量工具，支持设计阶段的EMI调试、原型设计的预一致性测量和开发后期的完整一致性测试。

罗德与施瓦茨示波器具备快速响应且使用简单的FFT分析功能，能够测量频率分量的幅度。用户可以同时查看时域相关信号，从而将无用频谱发射与时域事件相关联。由此，示波器可用作功能强大的独立式仪器，在功率电子的早期设计过程中执行发射测试。

MXO 4、MXO 5和R&S®RTO6示波器采用新型用户界面，只需在大触摸屏上点触几次，即可设置和更改FFT。这些仪器支持频谱波形的区域触发，在业内独树一帜，能够有效查找EMI杂散事件。与近场探头和高压差分探头或电流探头结合使用时，无需使用其他测试工具即可全方位优化功率电子电路。这可以在设备设计阶段加快功率电子的开发速度，有助于设备通过EMC认证测试。

这尤其有益于研发实验室中无EMI接收机等专用设备的情况，为设计阶段的预一致性测试提供支持。



验证和生产测试

从早期的原型设计阶段、性能验证到生产前测试，都是实现大规模生产的必要环节。罗德与施瓦茨为这些应用提供通用型和专用型测试设备。

电源转换器验证和生产测试

交流-直流或直流-直流电源转换器的验证和生产测试要求测试设备具备高垂直分辨率、深存储和专用的分析功能。MXO 5和MXO 5C示波器非常适合这些测试。

主要优势

- ▶ 标配12位ADC分辨率，ENOB超过10位
- ▶ 最大1 Gsample存储深度
- ▶ 硬件输入灵敏度高达0.5 mV/div
- ▶ 先进的分析功能

MXO 5 (上) 和MXO 5C (下) 示波器



常见家用电器的效率和一致性测试

消费电子耐用品进行标准测试时，必须验证能源效率、电流谐波和浪涌电流。

R&S®NPA功率分析仪系列是一种一体化解决方案，能够根据IEC 62301、EN 50564或IEC EN 61000-3-3等标准进行测试。

主要优势

- ▶ 测量范围: 50 μ W至12 kW，基本精度为0.05%
- ▶ 100 kHz带宽
- ▶ 根据EN和IEC标准进行合格/不合格生产测试和自动化规范测试
- ▶ 数据记录、波形视图和能量计功能

R&S®NPA功率分析仪系列



R&S®NPA-Zx电源适配器有欧盟、英国、中国/澳大利亚和美国四种版本。

标准实验室设备

电源

无论是在工作台还是测试系统中使用，我们的多功能直流电源产品组合都能提供广泛的额定功率、功能和准确度水平，为应用提供合适之选。

主要优势

- ▶ 多个独立输出具有不同的功率和特性，节省了工作台或系统机架的成本和空间
- ▶ 并联后电流更大，串联后电压更高，应用范围更广
- ▶ 通过多种接口支持远程控制
- ▶ 直观的操作概念，提供高分辨率大触摸屏
- ▶ 可编程安全功能，保护被测设备和仪器
- ▶ 电池模拟、输出延迟、远端回读和数据记录等各种高级功能可以加快日常测量速度

万用表

精度、速度和可用性是万用表的最重要特性。罗德与施瓦茨提供功能强大的R&S®HMC8012数字万用表，分辨率可达5¾位，适合在实验室中使用。

主要优势

- ▶ 测量范围为DC至100 kHz
- ▶ 每秒可测量200次
- ▶ 基本精度高达0.015%
- ▶ 最多可同时显示三个测量功能，例如DC + AC + 统计



电源产品线一览



	基础型			高性能型
	R&S®NGE102B/103B	R&S®NGC101(-G)/ NGC102(-G)/NGC103(-G)	R&S®NGA101/102/141/142	R&S®HMP2020/2030
电气参数				
输出通道数	2/3	1/2/3	1/2	2/3
最大输出功率	66 W/100 W	100 W	40 W/80 W	188 W
每个通道的最大输出功率	33.6 W	100 W/50 W/33 W	40 W	80 W, 除R&S®HMP2020外, CH1:160 W
每个通道的输出电压	0 V至32 V	0 V至32 V	R&S®NGA101/102:0 V至35 V R&S®NGA141/142:0 V至100 V	0 V至32 V
每个通道的最大输出电流	3 A	10 A/5 A/3 A	R&S®NGA101/102:6 A R&S®NGA141/142:2 A	5 A, 除R&S®HMP2020外, CH1:10 A
电压纹波和噪声(RMS) (20 Hz至20 MHz)	< 1.5 mV (典型值)	R&S®NGC101:< 1 mV (测量值); R&S®NGC102/103:< 450 μ V (测量值)	R&S®NGA101/102:< 0.5 mV (测量值); R&S®NGA141/142:< 1.5 mV (测量值)	< 1.5 mV (测量值)
电流纹波和噪声(RMS) (测量值) (20 Hz至20 MHz)	< 2 mA	R&S®NGC101:< 1.5 mA; R&S®NGC102/103:< 1 mA	< 500 μ A	< 1 mA
负载恢复时间 ¹⁾ (测量值)	< 200 μ s	< 1 ms	R&S®NGA101/102:< 100 μ s; R&S®NGA141/142:< 50 μ s	< 1 ms
编程/回读分辨率				
电压	10 mV	1 mV	编程: R&S®NGA101/102:1 mV R&S®NGA141/142:10 mV 回读:1 mV	1 mV
电流	1 mA	< 1 A:0.1 mA (R&S®NGC101:0.5 mA); ≥ 1 A:1 mA	回读:10 μ A 低电流测量量程:1 μ A	< 1 A:0.1 mA (10 A CH:0.2 mA); ≥ 1 A:1 mA
回读准确性 (± (输出的% + 偏移))				
电压	< 0.1% + 20 mV	< 0.05% + 2 mV	R&S®NGA101/102:0.02% + 5 mV R&S®NGA141/142:0.02% + 10 mV	< 0.05% + 5 mV
电流	< 0.1% + 5 mA	R&S®NGC101:< 0.2% + 10 mA; R&S®NGC102:< 0.1% + 5 mA; R&S®NGC103:< 0.05% + 2 mA	< 0.05% + 500 μ A 低电流测量量程: < 0.15% + 40 μ A	< 0.1% + 2 mA
特殊功能				
测量功能	电压、电流、功率	电压、电流、功率、能量	电压、电流、功率	电压、电流
保护功能	OVP, OCP, OPP, OTP	OVP, OCP, OPP, OTP	OVP, OCP, OPP, OTP	OVP, OCP, OTP
FuseLink功能	●	● (R&S®NGC102/103)	● (R&S®NGA102/142)	●
Fuse延迟功能	●	●	●	●
远端回读	—	●	●	●
负载模式	—	—	—	—
输出延迟	—	● (R&S®NGC102/103)	—	—
触发输入/输出	o/o	●/—	o/o	—
任意波功能	● (CH1:EasyArb)	● (EasyArb)	● (CH1:EasyArb)	● (EasyArb)
模拟/调制接口	—	●	—	—
通道融合	—	—	●	—
数据记录	—	● (标准模式)	● (标准模式)	—
显示屏和接口				
显示屏	3.5" QVGA	3.5" QVGA	3.5" QVGA	240像素× 64像素LCD
后面板连接	—	16引脚连接器插头块	8引脚连接器插头块	每个通道4引脚连接器插头块
远程控制接口	标配:USB; 可选:LAN	标配:USB、LAN; R&S®NGC10x-G型号, 采用IEEE-488 (GPIB)	标配:USB、LAN	可选:USB、LAN、IEEE-488 (GPIB)、 RS-232
通用数据				
尺寸(宽×高×深)	222 × 97 × 310 mm	222 × 97 × 291 mm	222 × 97 × 448 mm	285 × 93 × 405 mm
重量	4.9 kg/5.0 kg	2.6 kg (R&S®NGC10x-G型号:2.7 kg)	6.6 kg/7.0 kg/6.9 kg/7.3 kg	7.8 kg/8.0 kg
机架适配器	R&S®HZC95选件	R&S®HZC95选件	R&S®HZN96选件	R&S®HZ42选件

¹⁾ 在设置电压的±20 mV范围内, 负载变化10%至90%。

²⁾ 在最灵敏的测量范围内。

				
R&S®HMP4030/4040	R&S®NGP802/822/804/814/824	高精度电源		
R&S®NGL201/202	R&S®NGM201/202	R&S®NGU201/411/401		
3/4	2/4	1/2	1/2	1
384 W	400 W/800 W	60 W/120 W	60 W/120 W	60 W/20 W/60 W
160 W	200 W	60 W	60 W	60 W/20 W/60 W
0 V至32 V	0 V至32 V (32 V通道) ; 0 V至64 V (64 V通道)	0 V至20 V	0 V至20 V	R&S®NGU201: 0 V至20 V R&S®NGU411/401: -20 V至+20 V
10 A	20 A (32 V通道) ; 10 A (64 V通道)	≤ 6 V输出电压: 6 A; > 6 V输出电压: 3 A	≤ 6 V输出电压: 6 A; > 6 V输出电压: 3 A	≤ 6 V输出电压: 8 A; (R&S®NGU411: ≤ 10 V: 2 A) > 6 V输出电压: 3 A (R&S®NGU411: > 10 V: 1 A)
< 1.5 mV (测量值)	< 3 mV (测量值)	< 500 μV (测量值)	< 500 μV (测量值)	< 500 μV (测量值)
< 1 mA	< 3.5 mA	< 1 mA	< 1 mA	< 1 mA
< 1 ms	< 400 μs	< 30 μs	< 30 μs	< 30 μs
1 mV	1 mV	1 mV/10 μV	1 mV/5 μV ²⁾	50 μV/1 μV ²⁾
< 1 A: 0.2 mA; ≥ 1 A: 1 mA	0.5 mA	0.1 mA/10 μA	0.1 mA/10 nA ²⁾	100 nA/100 pA ²⁾
< 0.05% + 5 mV	< 0.05% + 5 mV (32 V通道) ; < 0.05% + 10 mV (64 V通道)	< 0.02% + 2 mV	< 0.02% + 500 μV ²⁾	< 0.02% + 500 μV ²⁾
< 0.1% + 2 mA	< 0.1% + 5 mA	< 0.05% + 250 μA	< 0.05% + 15 μA ²⁾	< 0.025% + 15 nA ²⁾
电压、电流	电压、电流、功率、能量	电压、电流、功率、能量	电压、电流、功率、能量	电压、电流、功率、能量
OVP、OCP、OTP	OVP、OCP、OPP、OTP	OVP、OCP、OPP、OTP	OVP、OCP、OPP、OTP	OVP、OCP、OPP、OTP
●	●	● (R&S®NGL202)	● (R&S®NGM202)	–
●	●	●	●	●
●	●	●	●	●
–	–	●	●	●
–	●	● (R&S®NGL202)	● (R&S®NGM202)	–
–	o/o	o/o	o/o	o/o
● (EasyArb)	● (QuickArb)	● (QuickArb)	● (QuickArb)	● (QuickArb)
–	o	–	–	R&S®NGU411/401: 调制接口
–	–	–	–	–
–	● (标准模式)	● (标准模式)	● (标准模式和快速模式)	● (标准模式和快速模式)
240像素×128像素LCD	TFT 5" 800像素×480像素WVGA触摸屏	TFT 5" 800像素×480像素WVGA触摸屏	TFT 5" 800像素×480像素WVGA触摸屏	TFT 5" 800像素×480像素WVGA触摸屏
每两个通道8引脚连接器插头块	每两个通道8引脚连接器插头块	每个通道8引脚连接器插头块	每个通道8引脚连接器插头块	8引脚连接器插头块
可选: USB、LAN、IEEE-488 (GPIB)、RS-232	标配: USB、LAN; 可选: IEEE-488 (GPIB)	标配: USB、LAN; 可选: IEEE-488 (GPIB)	标配: USB、LAN; 可选: IEEE-488 (GPIB)	标配: USB、LAN; 可选: IEEE-488 (GPIB)
285 × 136 × 405 mm	362 × 100 × 451 mm	222 × 97 × 436 mm	222 × 97 × 436 mm	222 × 97 × 436 mm
12.4 kg/12.8 kg	7.5 kg/8.0 kg	7.1 kg/7.3 kg	7.2 kg/7.4 kg	7.1 kg
R&S®HZN96选件	R&S®ZZA-GE23选件	R&S®HZN96选件	R&S®HZN96选件	R&S®HZN96选件
所有数据在仪器预热30分钟后, 在+23°C (–3°C/+7°C)条件下有效。				
● 是 – 否 o 可选				
Rohde & Schwarz 功率电子测试与测量解决方案 13				

示波器产品线一览



	R&S®RTH1000	R&S®RTC1000	R&S®RTB2000	R&S®RTM3000
垂直系统				
带宽 ¹⁾	60/100/200/350/500 MHz	50/70/100/200/300 MHz	70/100/200/300 MHz	100/200/350/500 MHz/1 GHz
通道数量	2 + DMM/4	2	2/4	2/4
垂直分辨率； 系统架构	10位；16位	8位；16位	10位；16位	10位；16位
V/div, 1 MΩ	2 mV至100 V	1 mV至10 V	1 mV至5 V	500 μV至10 V
V/div, 50 Ω	–			500 μV至1 V
数字通道	8	8	16	16
水平系统				
每通道的采样率 (Gsample/s)	1.25 (四通道型号)； 2.5 (双通道型号)； 5 (所有通道交织模式)	1；2 (双通道交织模式)	1.25；2.5 (双通道交织模式)	2.5；5 (双通道交织模式)
最大存储 (每路通道；单通道激活)	125 kpoints (四通道型号)； 250 kpoints (双通道型号)； 500 kpoints	1 Mpoints；2 Mpoints	10 Mpoints；20 Mpoints	40 Mpoints；80 Mpoints
分段存储	标配, 50 Mpoints	–	选件, 320 Mpoints	选件, 400 Mpoints
波形捕获率 (波形/秒)	50,000	10,000	50,000 (在快速分段存储模式下 可达300,000 ²⁾)	64,000 (在快速分段存储模式下可达2,000,000 ²⁾)
触发				
类型	数字	模拟	模拟	模拟
灵敏度	–	–	1 mV/div时:> 2 div	1 mV/div时:> 2 div
分析				
模板测试	模板容许偏差	模板容许偏差	模板容许偏差	模板容许偏差
数学运算	初级	初级	基本 (叠加运算功能)	基本 (叠加运算功能)
串行协议触发和解码 ¹⁾	I²C, SPI, UART/RS-232/RS-422/ RS-485, CAN, LIN, CAN FD, SENT	I²C, SPI, UART/RS-232/RS-422/ RS-485, CAN, LIN	I²C, SPI, UART/RS-232/RS-422/ RS-485, CAN, LIN	I²C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, I²S, MIL-STD-1553, ARINC 429
应用 ^{1),2)}	高分辨率频率计, 高级频谱分析, 谐波分析, 自定义脚本	数字电压表(DVM), 部件测试仪, 快速傅里叶变换(FFT)	数字电压表(DVM), 快速傅里叶变 换(FFT), 频率响应分析	电源分析, 数字电压表(DVM), 频谱分析 和瀑布图, 频率响应分析
一致性测试 ^{1),2)}	–	–	–	–
显示器和操作				
尺寸和分辨率	7"触摸屏, 800像素×480像素	6.5", 640像素×480像素	10.1"触摸屏, 1280像素×800像素	10.1"触摸屏, 1280像素×800像素
通用数据				
尺寸(宽×高×深,单位:mm)	201 × 293 × 74	285 × 175 × 140	390 × 220 × 152	390 × 220 × 152
重量(kg)	2.4	1.7	2.5	3.3
电池	锂离子, 续航超过4小时	–	–	–

¹⁾ 可升级。 ²⁾ 需要选件。



MXO 4	MXO 5/MXO 5C	R&S®RTO6	R&S®RTP
200/350/500 MHz/1/1.5 GHz	100/200/350/500 MHz/1/2 GHz	600 MHz/1/2/3/4/6 GHz	4/6/8/13/16 GHz
4	4/8	4	4
12位;18位	12位;18位	8位;16位	8位;16位
500 μ V至10 V	500 μ V至10 V	1 mV至10 V (HD模式:500 μ V至10 V)	
500 μ V至1 V	500 μ V至1 V	1 mV至1 V (HD模式:500 μ V至1 V)	2 mV至1 V (HD模式:1 mV至1 V)
16	16	16	16
2.5;5 (双通道交织模式)	5 (四通道);2.5 (八通道) (双通道交织模式)	10;20 (4 GHz和6 GHz型号双通道交织模式)	20;40 (双通道交织模式)
标配:400 Mpoints; 最大升级:800 Mpoints ²⁾	标配:500 Mpoints 最大升级:1 Gpoints ²⁾	标配:200 Mpoints/800 Mpoints; 最大升级:1 Gpoints/2 Gpoints	标配:100 Mpoints/400 Mpoints; 最大升级:3 Gpoints
标配:10,000个分段; 选件:1,000,000个分段	标配:10,000个分段; 选件:1,000,000个分段	标配	标配
> 4,500,000	> 4,500,000 (四通道)	1,000,000 (在超级分段存储模式下可达2,500,000)	750,000 (在超级分段存储模式下可达3,200,000)
高级 (包括区域触发), 数字触发 (15种触发类型)	高级 (包括区域触发), 数字触发 (15种触发类型)	高级 (包括区域触发), 数字触发 (15种触发类型), 高速串行码型触发 (包括5 Gbps时钟数据恢复 (CDR) ²⁾)	高级 (包括区域触发), 数字触发 (14种触发类型, 实时去嵌 ²⁾), 高速串行码型触发 (包括8/16 Gbps时钟数据恢复 (CDR) ²⁾)
0.0001 div, 全带宽, 用户可控制	0.0001 div, 全带宽, 用户可控制	0.0001 div, 全带宽, 用户可控制	0.0001 div, 全带宽, 用户可控制
		用户可配置, 基于硬件	用户可配置, 基于硬件
高级 (公式编辑器)	高级 (公式编辑器)	高级 (公式编辑器, Python接口)	高级 (公式编辑器, Python接口)
I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, CAN FD, CAN XL, LIN, SPMI, 10BASE-T1S, ARINC, QUAD-SPI	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, CAN FD, CAN XL, LIN, SPMI, 10BASE-T1S, 100BASE-T1, ARINC, QUAD-SPI	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, CAN, LIN, I ² S, MIL-STD-1553, ARINC 429, FlexRay™, CAN FD, MIPI RFFE, USB 2.0/HSIC, MDIO, 8b10b, Ethernet, Manchester, NRZ, SENT, MIPI D-PHY, SpaceWire, MIPI M-PHY/UniPro, CXPI, USB 3.1 Gen 1, USB-SSIC, PCIe 1.1/2.0, USB PD, Automotive Ethernet 100/1000BASE-T1	I ² C, SPI, UART/RS-232/RS-422/RS-485, SENT, CAN, LIN, CAN FD, MIL-STD-1553, ARINC 429, SpaceWire, USB 2.0/HSIC/PD, USB 3.1 Gen 1/Gen 2/SSIC, PCIe 1.1/2.0/3.0, 8b10b, MIPI RFFE, MIPI D/M-PHY/UniPro, Automotive Ethernet 100/1000BASE-T1, Ethernet 10/100BASE-TX, MDIO, Manchester, NRZ
电源分析, 数字电压表 (DVM), 频率响应分析	电源分析, 数字电压表 (DVM), 频率响应分析	电源分析, 高级频谱分析和瀑布图, 抖动和噪声分解, 时钟数据恢复 (CDR), I/Q数据和射频分析 (R&S®VSE), 去嵌, 嵌入, 均衡, PAM-N, TDR/TDT分析, 高级眼图	高级频谱分析和瀑布图, 抖动和噪声分解, 实时去嵌, 嵌入, 均衡, PAM-N, TDR/TDT分析, I/Q数据和射频分析 (R&S®VSE), 高级眼图
–		参见规格 (PD 5216.1640.22)	参见规格 (PD 3683.5616.22)
13.3"触摸屏, 1920像素×1080像素 (全高清)	仅限MXO 5:15.6"触摸屏, 1920像素×1080像素 (全高清)	15.6"触摸屏, 1920像素×1080像素 (全高清)	13.3"触摸屏, 1920像素×1080像素 (全高清)
414 × 279 × 162	MXO 5:445 × 314 × 154 MXO 5C:445 × 105 × 405	450 × 315 × 204	441 × 285 × 316
6	MXO 5:9 MXO 5C:8.7	10.7	18
–	–	–	–

罗德与施瓦茨的服务
你会得到很好的照顾

- ▶ 遍及全球
- ▶ 立足本地个性化
- ▶ 可订制而且非常灵活
- ▶ 质量过硬
- ▶ 长期保障

关于罗德与施瓦茨公司

作为测试测量、技术系统以及网络安全方面的行业先驱, Rohde & Schwarz科技集团通过先进方案为世界安全联网保驾护航。集团成立于90年前, 致力于为全球工业企业和政府部门的客户提供可靠服务。集团总部位于德国慕尼黑, 在全球70多个国家和地区设有分支机构, 拥有广阔的销售和服务网络。

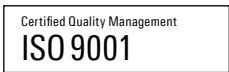
罗德与施瓦茨(中国)科技有限公司

www.rohde-schwarz.com.cn

罗德与施瓦茨公司官方微信 罗德与施瓦茨公司官方微信

可持续性的产品设计

- ▶ 环境兼容性和生态足迹
- ▶ 提高能源效率和低排放
- ▶ 长久性和优化的总体拥有成本



罗德与施瓦茨培训

www.training.rohde-schwarz.com

罗德与施瓦茨客户支持

www.rohde-schwarz.com/support

