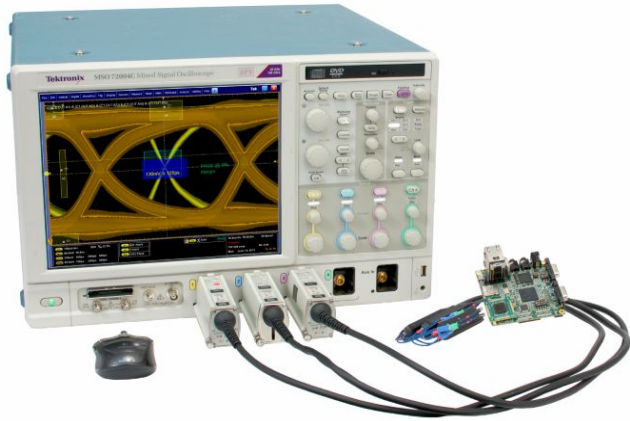


内存接口电气验证和调试

DDRA 和 DDR-LP4 产品技术资料



DDR 分析软件是泰克高性能数字示波器（DPO7000C 或 DPO/MSO70000C/DX/SX 系列）的专用标准解决方案工具。DDRA/DDR-LP4 软件包括一致性测量，可以实现全新的生产力、效率和测量可靠性。

主要功能

- 测试范围：DDRA 和 DDR-LP4 内存验证测试解决方案为支持多个内存标准（包括 DDR4 和 LPDDR4）的最全面 DDR 解决方案。用户可以通过自定义极限编程来配置自定义数据速率以执行 JEDEC 规范范围之外的测试和验证。
- 自动配置向导：轻松设置测试配置，以执行电气验证。
- 自动读写突发隔离：泰克提供独有的高级搜索和标记 (ASM) 功能来帮助自动隔离内存读写突发。ASM 根据 DQ 和 DQS 之间的相位关系自动标记内存读写。此功能允许用户在长记录长度上进行 JEDEC 测量。DDRA 也提供其他突发隔离方法，例如使用命令信号、前置码型匹配 (LPDDR4/4X) 方法。
- 多队列内存测试：DDRA/DDR-LP4 中集成的可视触发允许用户针对关心的事件，迅速设置可视触发定义，并使用这个定义选择 DDRA/DDR-LP4 执行的测量。
- 反嵌：迅速选择及应用来自 DDRA/DDR-LP4 内部的反嵌滤波器，反嵌插补器和探头效应，准确地表示信号。
- 灵活地选择测试：选择内存规范和速度等级，有针对性地进行分析。
- 识别周期类型：导航并在所有采集的读周期和写周期上打上时间标记。

- 测试时间：用户可以通过一次采集在多个边沿、多个读或写突发上进行多次 JEDEC 测量。用户也可以通过一次采集提供统计分析。
- 统计分析：DDRA 应用供用户捕获长记录长度，自动识别读写突发，在整个记录长度上进行多次测量并执行统计分析。
- 调试：DPOJET 抖动和眼图分析工具与 DDRA 应用紧密集成在一起，允许用户通过一键点击在一致性与 DPOJET 调试工具之间进行切换。调试环境与 DDRA 使用相同的设置、波形和测量库。用户可以配置各种参数和绘图，用于根本原因分析。
- 缩放调试一词：DDRA 一致性软件可将用户导航至在当前采集中失败的波形。这样，用户可以在测试运行时查看波形的问题部分，而不必保存波形。
- 报告：自动生成全面的报告，其中包括所有测量屏幕截图的过或失败结果以及光标。
- 地址/命令总线捕获：MSO5000 或 MSO70000 系列混合信号示波器上的数字通道可用于精确判断不同类型 DDR 总线周期的时序。
- 可编程接口：用于开发内存测试的远程客户端支持。
- 信号接入：对于大多数设计师来说，探测内存 BGA 组件都是最具挑战性的工作。泰克提供广泛的内存标准内存插器以及一流的探头，可满足信号完整性要求。泰克解决方案合作伙伴 Nexus 提供边沿内插器（Nexus 专利）、插座内插器（Nexus 专利）、直连内插器和带转接卡的内插器，可满足内存验证中的探测要求。

应用

泰克提供最完善的解决方案，以便满足为服务器、计算机、图形系统、手机和嵌入式系统设计 DDR 芯片的工程师以及根据 DDR 内存一致性测试规范验证物理层一致性的工程师的需求。

泰克选项 DDRA (DDR1/2/3/4、GDDR3/5 和 LPDDR2/3) 和 LP4 (LPDDR4) 包括以下一致性和调试解决方案：

- DRAM 组件
- 数据缓冲器/RCD 组件
- 系统电路板
- 嵌入式系统

- 汽车内存验证
- 显卡内存验证

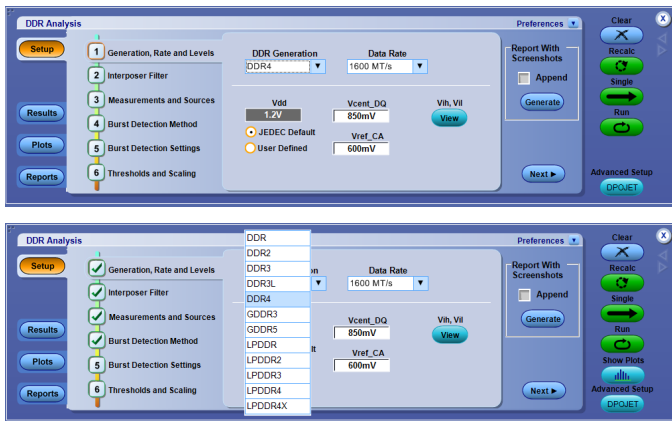
泰克选项 DDRA 和 LP4 应用包括 DDR 一致性应用、DDR 一致性自动化解决方案以及基于泰克 DPOJET 的 DDR 抖动和眼图分析工具，在一个软件包中提供了调试解决方案。

泰克选项 DDRA 和选项 LP4 应用可以兼容泰克 DPO/MSO70000 系列示波器，旨在迎接下一代内存标准挑战。这些示波器具有业界领先的垂直噪声性能及同类示波器中最高的有效位数 (ENOB) 和最平坦的频响。

DDRA 一致性测试

泰克选项 DDRA 和选项 LP4 的 DDR 发射机一致性自动化解决方案凭借多种独特创新功能减少了测试工作并加快了 DDR 系统和器件的一致性测试速度。

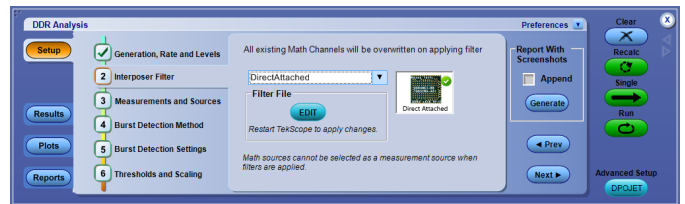
DDRA 配置向导提供了简单且使用方便的分步界面来加快测试过程。用户可以选择感兴趣的内存技术、速度等级和测量组 (读取、写入、时钟、地址/命令信号)，组内各个测量提供不同的突发检测方法。



配置向导

反嵌滤波器

通过在 DDRA/DDR-LP4 标准内应用适当的反嵌滤波器，轻松反嵌内插器和探头效应。DDRA/DDR-LP4 还提供应用自定义滤波器的选项。



反嵌滤波器

全方位测量

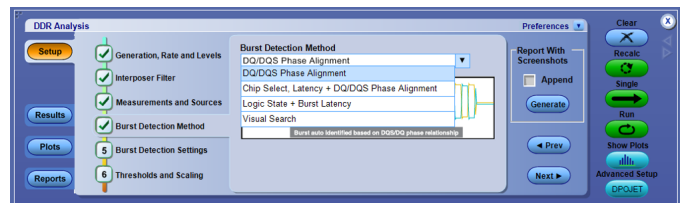
选项 DDRA 在 DPOJET 中一套现有、丰富的通用抖动、定时和信号质量测量中增加了针对不同内存标准的一长串 JEDEC 特定测量功能。DDRA 应用涵盖符合下表所述 JEDEC 标准的电气测量、时序测量和眼图测量：

内存类型	JEDEC 规范
DDR	JESD79E
DDR2	JESD79-2F
DDR3	JESD79-3F
DDR3L	JESD79-3-1
DDR4	JESD79-4A
LPDDR	JESD209B
LPDDR2	JESD209-2E
LPDDR3	JESD209-3B
LPDDR4/LPDDR4X	JESD209-4
GDDR5	JESD212

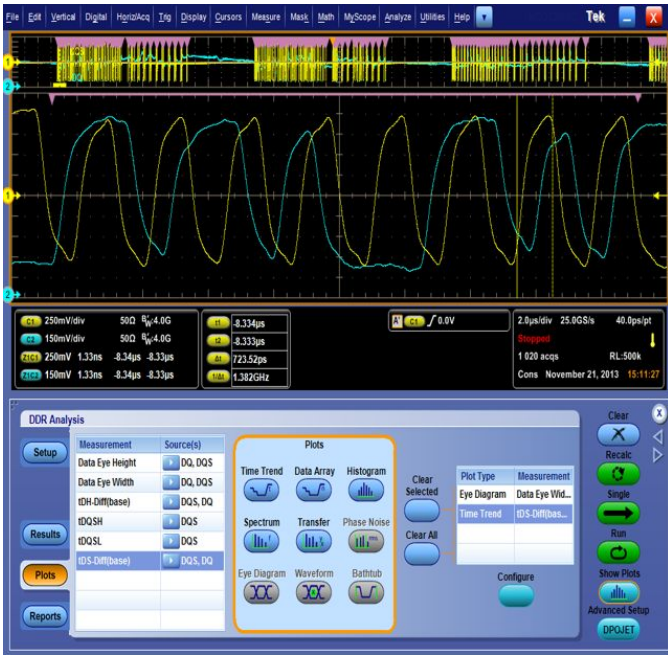
自动读写突发检测

DDRA/DDR-LP4 提供不同方法来检测进行测量时所使用的突发周期：

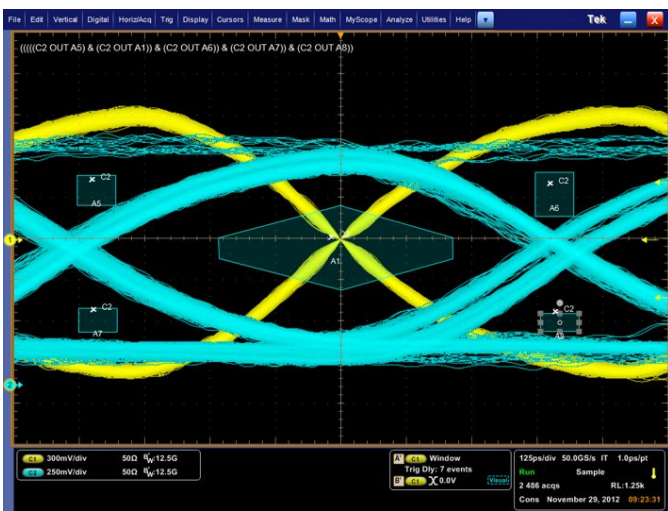
- 内置算法基于 DQ/DQS 相位差识别读/写周期。使用片选进行判断，针对特定队列进行分析。
- 基于 MSO 数字通道的命令识别功能，检测读/写
- 定义可视触发区域，识别和筛选测量关心区域



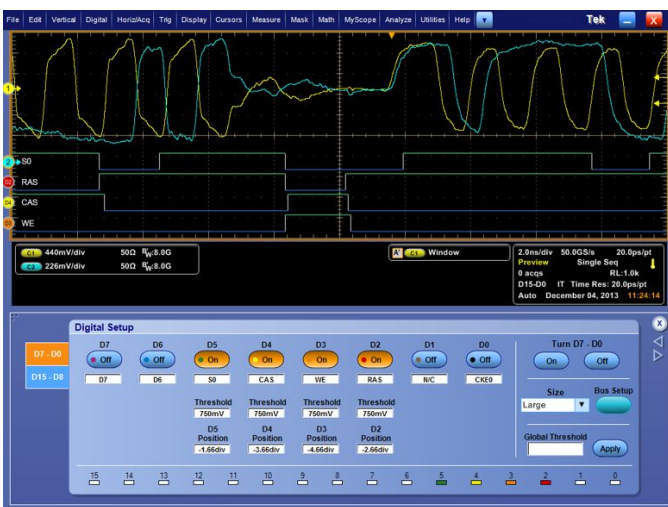
突发检测



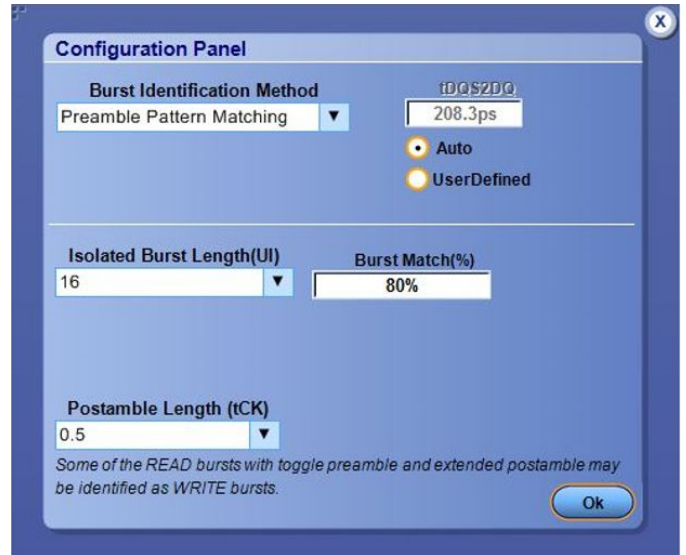
长记录上的自动读写突发检测



可视触发



使用 MSO 通道进行读写突发检测

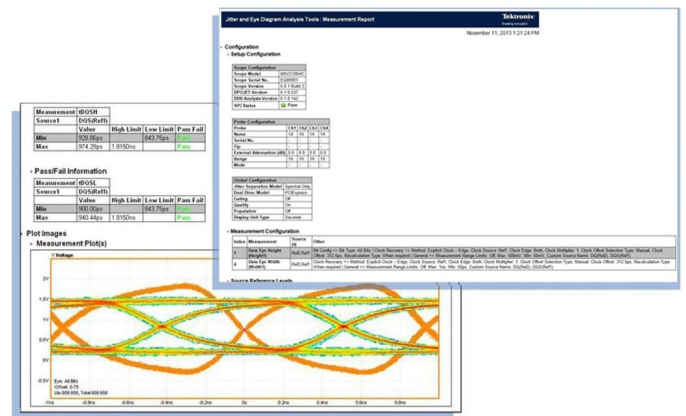


使用前置码匹配进行读写突发检测

波形结果和报告

对选择的测量，根据内存规范和选择的速度等级，自动应用测量配置和 JEDEC 通过/失败极限。结果报告包括 DDR 测量统计数据、测量绘图和含光标的波形截图。

报告内的超链接用于在不同部分中进行导航。



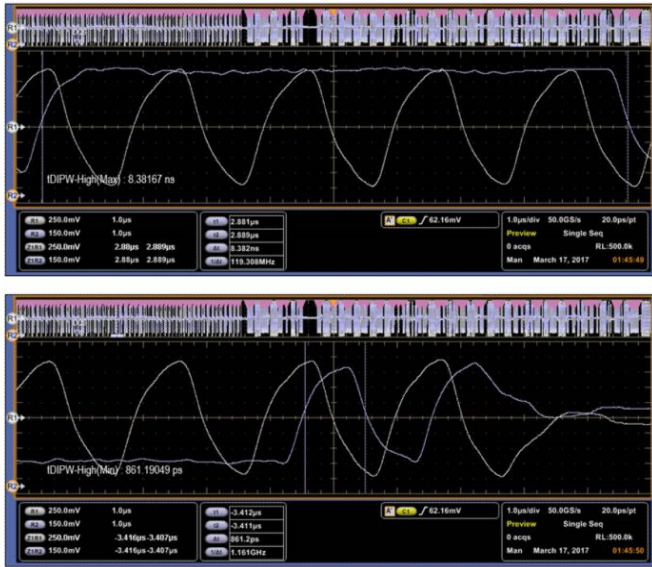
DDRA/DDR-LP4 报告

Measurement Results

Description	Mean	Std Dev	Max	Min	High Limit	Low Limit	High Margin	Low Margin	p-p	Population	Max. cap	Min. cc	Pass/Fail
tDQS-DM-UI	1.7355ns	1.1815ns	4.3877ns	0.0000ns	4.0000ns	Min: 480.00ps	Max: 333.00ps	1.7355ns	1.7355ns	1500	1.7355ns	1.7355ns	Pass
Current Acquisition	1.7355ns	1.1815ns	4.3877ns	0.0000ns	4.0000ns	Min: 480.00ps	Max: 333.00ps	1.7355ns	1.7355ns	1500	1.7355ns	1.7355ns	Pass
tDQS-DM-UI	1.6488ns	1.1485ns	4.5595ns	0.0000ns	4.0000ns	Min: 480.00ps	Max: 333.00ps	1.6488ns	1.6488ns	1500	1.6488ns	1.6488ns	Pass

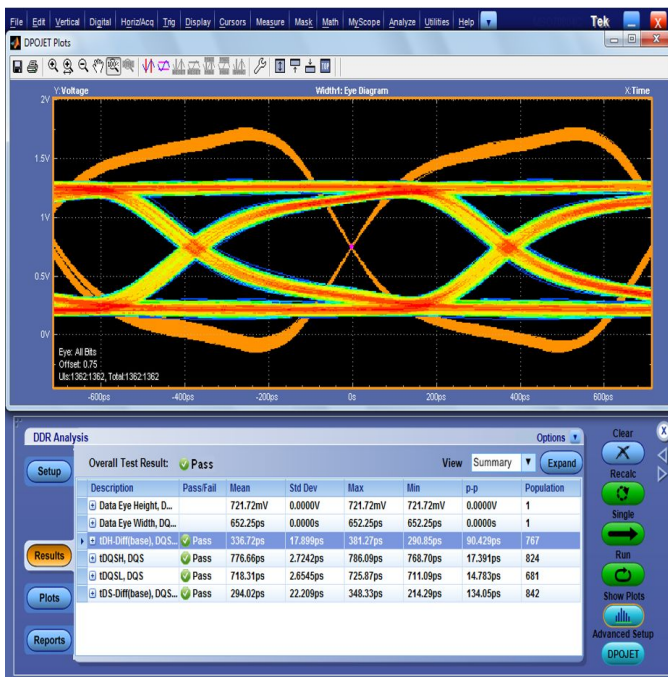
测量结果

Screen shots



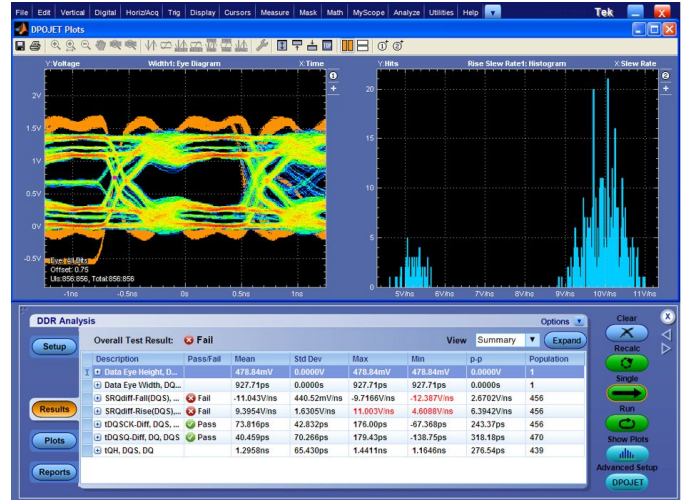
统计分析

泰克 DDRA 解决方案可以捕获长记录，根据所选测量自动隔离读写突发并在多个读或写突发上执行测量。用户可以通过编程多个运行或连续运行来运行多个运行，以便进行统计分析。用户可以极限失败时停止以进行调试。



验证与调试

DDRA/DDR-LP4 可提供不同内存标准的全面 JEDEC 测量。此外，它还可以提供对 DPOJET 高级抖动和定时分析引擎的访问，从而灵活地重新配置现有测量或使用用户指定的新测试极限来执行 JEDEC 规范未定义的新测量。此外，DPOJET 提供了日志、滤波、直方图和时间趋势等功能。用户也可以在调试模式和一致性模式之间进行切换。



DPOJET 中的内存接口分析

DDRA 应用允许用户导航至测量值最小的波形；这可以使用户调试最小测量值。

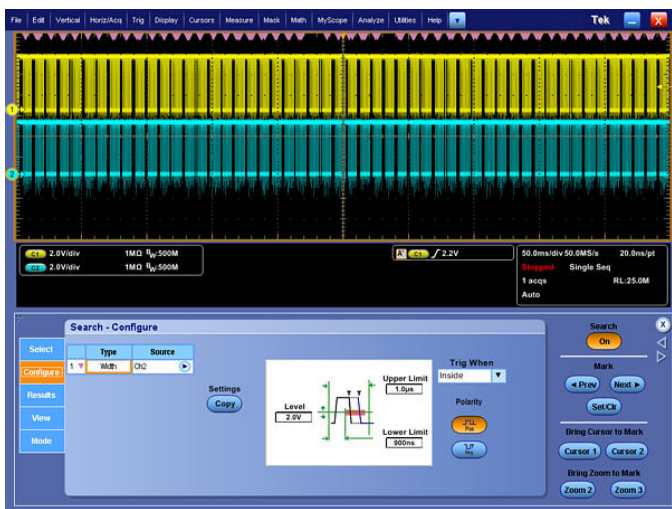


示波器触发和波形识别

泰克 Pinpoint® 触发系统提供了业内最完善的高性能触发系统。Pinpoint 触发系统包括门限相关触发和定时相关触发、双 A 事件和 B 事件触发、逻辑判定触发、窗口触发和复位触发。

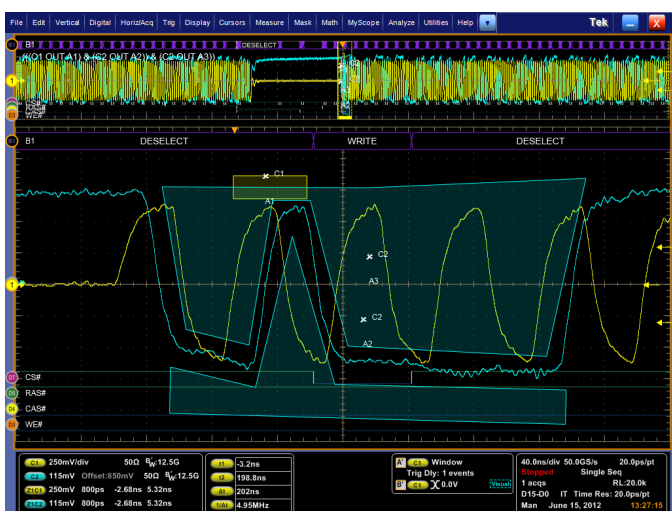
泰克 MSO/DPO5000、DPO7000 和 MSO/DPO70000 系列示波器上的高级搜索和标记功能可以在波形中查找独特的事件。它扫描采集的波形数据，找到一个事件的多个发生时间并标记每个发生时间。

搜索和标记功能与 Pinpoint 触发系统关系密切，因为它们都可以用于分辨信号特点。搜索和标记功能包括 Pinpoint 触发系统的信号形状辨别功能，并把这些功能扩展到实时通道、已存储数据和数学波形中。



Pinpoint 触发

通过扫描所有采集的模拟波形，并对比这些波形与显示画面上的几何形状，可视触发可以迅速简便地识别所需的波形事件。通过丢弃不满足图形定义的采集的波形，可视触发把示波器的触发功能扩展到传统硬件触发系统之外。



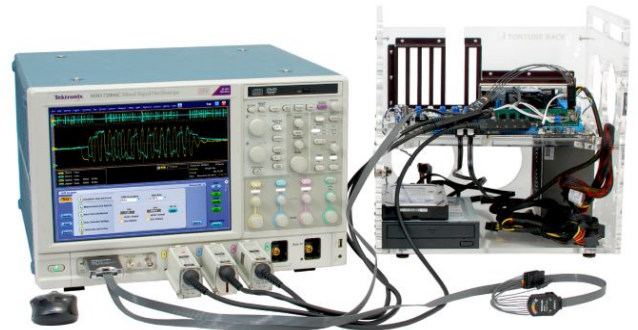
采用可视触发的图形触发功能

示波器的这些功能在调试过程中特别有用，DDRA/DDR-LP4 在分析过程中也广泛使用这些功能。

采用高性能混合信号示波器的其它功能

混合信号示波器可以在内存总线和触发器上探测更多信号和查看特定总线事件。通过泰克 MSO5000 或 MSO70000 系列示波器，可以使用多达 16 条数字通道来查看命令和地址信号的逻辑状态，如 RAS、CAS、WE、CE 或 CS。

在 MSO70000 上，可以使用 iCapture™ 复用功能分析这 16 个输入的信号完整性，从而在内部将任意数字输入信号传入示波器四条模拟通道中的一条通道上。此外，还可以使用 MSO 和 DDRA/DDR-LP4 软件的总线解码功能来分析涉及命令总线周期的测量。



MSO70000 系列示波器探测命令信号

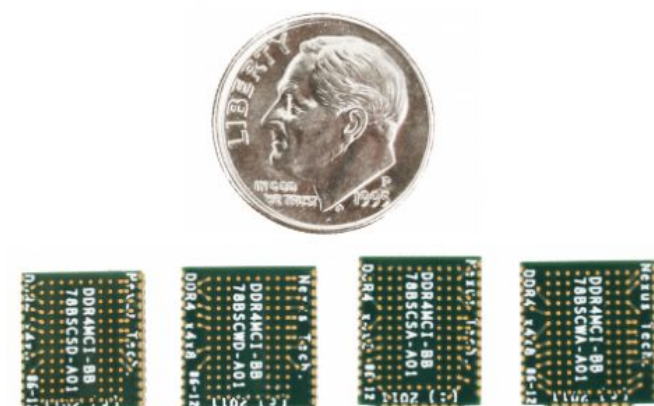
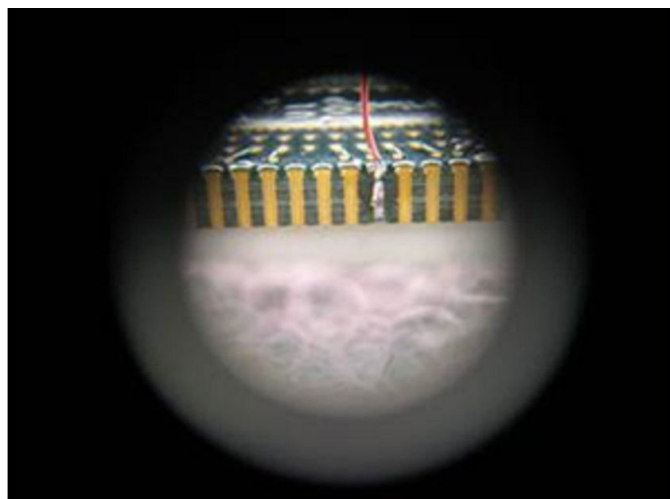
探测

为了在内存总线上执行分析，接入信号发挥着重要作用。JEDEC 规范要求在内存器件的 BGA 焊球上探测信号。

泰克与 Nexus Technology 合作提供各种探测选项，如支持各种外形的不同内存器件的 BGA 内插器。内插器包括一个内嵌尖端电阻，放在距 BGA 焊盘非常近的地方。

引入内插器和示波器探头可能会改变信号的特点。使用反嵌滤波器消除信号路径中内插器和探头的效应, 以便在探测点上准确地表示信号。

技术	软件包/外形
DDR5	即将上市 ¹
DDR4	边沿探头 - 78 个焊球/96 个焊球/144 个焊球 带插座的内插器 - 78 个焊球/96 个焊球 适用于 MSO 的 DIMM 和 SODIMM 内插器
DDR3	带插座的内插器 - 78 个焊球/96 个焊球 边沿探头 - 78 个焊球/96 个焊球 焊接式内插器 - 78 个焊球/96 个焊球 适用于 MSO 的 DIMM 和 SODIMM 内插器
DDR2	带插座的内插器 - 60 个焊球/84 个焊球 焊接式内插器 - 60 个焊球/84 个焊球
LPDDR4 / LPDDR4X	带插座的内插器 - 200 个焊球/272 个焊球 边沿探头 - 272 个焊球/366 个焊球
LPDDR3	带插座的内插器 - 216 个焊球/211 个焊球 焊接式内插器 - 178 个焊球/211 个焊球
LPDDR2	带插座的内插器 - 136 个焊球/168 个焊球/216 个焊球/240 个焊球
LPDDR	带插座的内插器 - 60 个焊球
GDDR5	带插座的内插器 - 170 个焊球 焊接式内插器 - 170 个焊球



DDR4 边沿探头组件内插器 (尺寸与美元硬币相当)

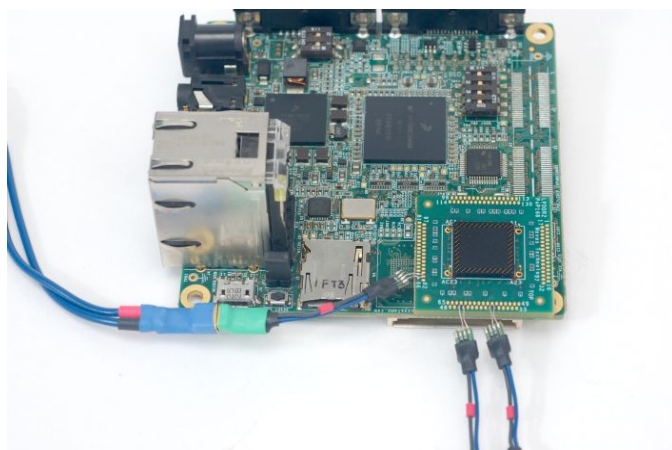
边沿探头

Nexus Technology 的专利 EdgeProbe™ 设计可以在 DDR3、DDR4、LPDDR2、LPDDR3、LPDDR4、闪存和 NAND 产品上使用。此技术支持命令、地址、读取和写入数据的模拟采集。Nexus Technology 的专利 EdgeProbe 设计消除机械间隙问题, 因为内插器与内存组件尺寸相同。内插器中的嵌入式电阻器将示波器探头端部电阻器放在距离 BGA 焊盘很近的位置, 从而可以在所有信号中提供集成示波器探测。



P7500 系列 Trimode™ 探头系统, 带附件

¹ 有关更多详情, 请联系泰克。



LPDDR2 元件综合封装内插器

逻辑调试和协议分析

在要求全面分析协议或探测整个内存总线时，逻辑分析仪可以提供这种功能。TLA7000 系列逻辑分析仪还可以与泰克示波器连接起来，使用 iCapture 工具提供综合测试设置。

这消除了双重探测需求，可以全面模拟地捕获逻辑分析仪探测的任何信号。此外，iView™ 显示界面可以将示波器数据传送到逻辑分析仪显示画面上，从而在显示屏上针对来自两台仪器的数据进行分析和时间调整。泰克提供了各种类型的探测解决方案，可以支持不同的外形。



TLA 逻辑分析仪和探头，支持多通道信号捕获



进行内存分析时的示波器带宽考虑因素

(类别) 技术规范

内存技术	DDR2	DDR2	DDR3	DDR3	DDR3L	LPDDR3	LPDDR4	LPDDR4X	DDR4	DDR5
速度	最高 400MT/s	最高 800MT/s	最高 1600MT/s	最高 2400MT/s	最高 1600MT/s	最高 1600MT/s	最高 4266MT/s	最高 4266MT/s	最高 3200MT/s	即将上市 ²
最大转换速率	5	5	10	12	12	8	18	18	18	
典型电压摆幅	1.25	1.25	1	1	0.9	0.6	0.3	0.25	0.8	
20-80 上升时间 (ps)	150	150	60	50	45	45	27	27	27	
同等边沿带宽	2.7	2.7	6.7	8.0	8.9	8.9	15.0	15.0	15.0	
推荐示波器带宽 (最大性能) ³	3.5	4.0	12.5	12.5	12.5	12.5	16	16	16	
推荐示波器带宽 (典型性能) ⁴	2.5	3.5	8.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	

2 有关更多详情，请联系泰克。

3 在较快的转换速率上提供最高精度。

4 转换速率约是最大指标的 80%。只有 MSO/DPO70000C/DX/SX 型号才支持 DDR3L、DDR4 和 LPDDR3。

订货信息

型号

DDRA	DDR 内存总线电气验证和分析示波器软件
DDR-LP4 ⁵	LPDDR4 内存总线电气验证和分析示波器软件

订购新的 DPO/MSO5000、DPO7000 和 DPO/MSO70000 系列：

选项 DDRA	在新的 DPO5000 ⁶ 、MSO5000 ⁶ 、DPO7000 ⁶ 、DPO70000 ⁶ 或 MSO70000 ⁶ 系列示波器中预装
DPOFL-DDRA	DDR 内存总线电气验证和分析示波器软件 – 浮动许可
选项 DDR-LP4 ⁵	在新的 DPO70000 ⁶ 或 MSO70000 ⁶ 系列示波器中预装
DPOFL-DDR-LP4 ⁵	LPDDR4 ⁶ 内存总线电气验证和分析示波器软件 – 浮动许可

升级现有 DPO/MSO5000、DPO7000、DPO/MSO70000 系列：

DPO-UP DDRA	升级到选项 DDRA ⁶ (需要选项 ASM 和 DJA)
DPO-UP DDR-LP4 ⁵	升级到选项 DDR-LP4 ⁶ (需要选项 ASM、DJA 和 DDRA)
DPO-UP DJAE	使用 DPOJET 抖动和眼图分析软件 (选项 DJA) 升级 MSO/DPO5000 系列
DPO-UP DJAM	使用 DPOJET 抖动和眼图分析软件 (选项 DJA) 升级 DPO7000
DPO-UP DJAH	使用 DPOJET 抖动和眼图分析软件 (选项 DJA) 升级 DPO70404 – DPO70804 或 MSO70404 – MSO70804
DPO-UP DJAU	使用 DPOJET 抖动和眼图分析软件 (选项 DJA) 升级 DPO71254 – DPO73304 或 MSO71254 – MSO72004
DPO-UP DJUP	DJA DPOJET 示波器软件, 带 TDSJIT3 和 TDSRTE 许可

5 DDR-LP4 在支持 LPDDR4/4X 的 DPO/MSO5000 和 7000 系列示波器上不可用。

6 只有 MSO/DPO70000C/DX/SX 型号才支持 DDR3L、DDR4、LPDDR3 和 LPDDR4/LPDDR4X。

在现有 DPO/MSO5000、DPO7000、DPO/MSO70000 系列上订购浮动许可：

DPOFL-DDRA	DDRA ⁶ 软件包 – 浮动许可
DPOFL-DDR-LP4 ⁵	LPDDR4 ⁶ 内存总线电气验证和分析示波器软件 – 浮动许可
DPOFL-DJA	DPOJET 抖动和眼图分析 – 浮动许可

推荐附件

P7500 系列	TriMode™ 差分探头
020-2955-xx	P7500 系列探头的微型同轴电缆端部 (TriMode)
020-3022-xx	P7500 系列探头的微型同轴电缆端部 (TriMode) ⁷
020-2954-XX	P7500 系列探头的插座电缆
020-3131-xx	P7500 系列探头的长距离焊接端部 (带 75 Ω 端部电阻器)
020-3135-xx	P7500 系列探头的长距离焊接端部 (带 0 Ω 端部电阻器)
P7300 系列	Z-Active™ 差分探头 (P7313、P7340A、P7360A 或 P7380A)
020-2600-xx	P7300 系列探头的短软线、小型电阻端夹组件
020-2602-xx	P7300 系列探头的中软线、小型电阻端夹组件
020-2604-xx	P7300 系列探头的长软线、小型电阻端夹组件
006-3415-xx	P7300 系列探头的防静电腕带
P6780	MSO70000 系列示波器的差分逻辑探头
TDP3500	MSO/DPO5000 和 DPO7000 系列示波器的差分探头

BGA 内插器，根据内存标准

DDR2	x4、x8、x16 带插座的内插器和焊接式内插器
DDR3	x4、x8、16 边沿内插器、带插座的内插器、焊接式内插器和直连内插器
DDR4	x4、x8、16 边沿内插器、带插座的内插器、焊接式内插器和直连内插器
LPDDR2	BGA、PoP 和边沿内插器
LPDDR3	BGA、PoP 和边沿内插器
LPDDR4/LPDDR4X	PoP 和边沿内插器
GDDR5	焊接式内插器和带插座的内插器

有关内插器产品的更多信息，请联系泰克。

⁷ 仅适用于 BGA 内插器。

DDRA 和 DDR-LP4 产品技术资料



泰克经过 SRI 质量体系认证机构进行的 ISO 9001 和 ISO 14001 质量认证。



产品符合 IEEE 标配 488.1-1987、RS-232-C 及泰克标配规定和规格。

东盟/澳大拉西亚 (65) 6356 3900
比利时 00800 2255 4835*
中东欧和波罗的海 +41 52 675 3777
芬兰 +41 52 675 3777
香港 400 820 5835
日本 81 (3) 67143086
中东、亚洲和北非 +41 52 675 3777
中华人民共和国 400 820 5835
韩国 +822-6917-5084, 822-6917-5080
西班牙 00800 2255 4835*
台湾 886 (2) 2656 6688

澳大利亚 00800 2255 4835*
巴西 +55 (11) 3759 7627
中欧和希腊 +41 52 675 3777
法国 00800 2255 4835*
印度 000 800 650 1835
卢森堡 +41 52 675 3777
荷兰 00800 2255 4835*
波兰 +41 52 675 3777
俄罗斯和独联体 +7 (495) 6647564
瑞典 00800 2255 4835*
英国和爱尔兰 00800 2255 4835*

巴尔干、以色列、南非和其他国际电化学会成员国 +41 52 675 3777
加拿大 1 800 833 9200
丹麦 +45 80 88 1401
德国 00800 2255 4835*
意大利 00800 2255 4835*
墨西哥、中南美洲和加勒比海 52 (55) 56 04 50 90
挪威 800 16098
葡萄牙 80 08 12370
南非 +41 52 675 3777
瑞士 00800 2255 4835*
美国 1 800 833 9200

* 欧洲免费电话号码。如果打不通，请拨打 +41 52 675 3777

了解详细信息。 Tektronix 拥有并维护着一个由大量的应用说明、技术简介和其他资源构成的知识库，同时会不断向知识库添加新的内容，帮助工程师解决各种尖端的技术难题。敬请访问 cn.tek.com。

版权所有 © Tektronix, Inc. 保留所有权利。Tektronix 产品受美国和外国专利权（包括已取得的和正在申请的专利权）的保护。本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。保留更改产品价格和价格的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。所有提及的其他商标为其各自公司的服务标志、商标或注册商标。



23 Jun 2017 55C-22329-15

cn.tektronix.com

Tektronix[®]

