

迎接 DDR5 内存验证和调试挑战

白皮书



迎接 DDR5 内存验证和调试挑战

世界正经历生成的数据量呈爆发增长之势，随着新技术在更广泛的范围内实现，这一趋势预计将进一步加快。典型的实例包括：5G 形式的下一代无线通信，领域不断扩展的人工智能和机器学习，物联网 (IoT)，加密货币，虚拟现实，甚至汽车等诸多领域。在整个 2021 年，预计生成的数据达到了 44 万亿 GB (440 万亿字节)，估计地球上每人每秒生成了 1.7MB 数据¹。这么庞大的数据量都需要比以往更快的速度进行存储、访问和分析，这就要求系统拥有更高的带宽，更高的存储密度，更高的整体性能。

推动性能发展需要更快的内存

为应对生成的数据量越来越高，必需提高内存性能，来存储、传送和处理所有这些信息。这个流程的主要瓶颈是内存能够访问和传送数据的速度。内存访问时间较慢，会导致整体系统性能拖后腿，而且数据吞吐量本身也受限于内存的传送速率。在历史上，高性能、快速访问内存的主导形式一直是双数据速率同步动态随机访问内存 (DDR SDRAM)。DDR SDRAM 是上个世纪 90 年代作为标准推出的，问世后得到极快速发展，2014 年推出了第四代标准——DDR4。DDR4 是一种内存接口，初期的数据传送速率为 1600 MT/s，随着标准走向成熟，最后达到了 3200 MT/s。这在电脑处理器只有 8 核时足够了，但当今 28–64 核多核处理器的问世 (未来可望达到 80 – 96 核)，则很明确，我们需要的内存性能已经超出了 DDR4 的能力范围。

为了帮助满足这一需求，业内正从 DDR4 迁移到下一代 DDR 内存标准——DDR5。DDR5 将接替上一代标准，成为占主导地位的快速增长的标准。DDR5 将在 DDR4 基础上，在初期提供 3,200 MT/s 的传送速率，最高可达 6,400 MT/s，预计未来将扩展到高达 8,400 MT/s。

客户挑战

DDR5 带来了一系列全新的挑战，在实现和检验时必须克服这些挑战。更高的数据速率会扩大要求的测试设备带宽，要求新的流程来测量之前的方法测量不了的抖动，要求接收机均衡形式的全新 DDR 单元，甚至要引入新的采用夹具的标准化测试，这些都是 DDR5 验证面临的重大挑战。

1: [Domo.com](https://www.domo.com)

迎接 DDR5 内存验证和调试挑战

解决方案

泰克示波器和 TEKEXPRESS DDR TX 软件

DDR5 改进了性能，意味着要求更高性能的设备，来分析和测试 DDR5 赋能的器件。为满足这一性能需求，泰克开发了一种深入的解决方案，利用高带宽示波器和探头硬件，如 **DPO71604SX** 和 **P7716**，同时采用全新的软件自动化平台。

泰克 TekExpress DDR 发射机 (Tx) 软件 是一种专门设计的自动测试应用，可以根据 **JEDEC** (联合电子器件工程委员会) 规范中规定的参数验证和调试 DDR5 器件。泰克选项 DDR5SYS (TekExpress DDR Tx) 包括以下全部测试覆盖范围和多种调试工具：

- DRAM 元件
- 数据缓冲器 /RCD 元件
- 系统电路板
- 嵌入式系统
- 服务器和客户端 / 桌面

TekExpress DDR Tx 支持根据 DDR5 JEDEC 规范测量 50 多种 DDR5 电气和定时参数。它内置多种强大的工具，协助进行表征和调试，如多选通功能、DDR5 DFE 分析软件及用户可以全面控制测试条件的用户自定义采集模式。

泰克 TekExpress DDR Tx 解决方案拥有多种独特的创新功能，减少了测试中花费的工作量，加快了 DDR 系统和器件测试流程。TekExpress DDR Tx 提供了一个简单的分步操作的简便易用的界面，加快了测试过程。

测试和内存电路中采用的步骤

客户可以使用以下步骤，检验产品是否满足 DDR5 规范：

1. 把一只高阻抗泰克探头焊接到要测试的 DDR 子系统上，允许访问关心的电信号。
2. 泰克 TekExpress DDR Tx 软件分析探测到的信号，与 DDR5 规范进行对比。可以使用示波器上运行的其他软件，执行各种测试，如绘制眼图，测量相关电气参数。

图 1 是使用探头接入器件，执行系统级 TX 测试的一个实例。在这个实例中，片上系统 (SOC) 与被测器件 (DRAM/RCD/DB) 通信，通过 DDR 总线传送双向业务。用户使用焊接在 DRAM 下面的内插器接入接口，使用高阻抗探头放大器探测接口。TekExpress DDR Tx 软件为测量各种参数提供了必要的工具，如时钟抖动、读 / 写定时、甚至眼图。

迎接 DDR5 内存验证和调试挑战

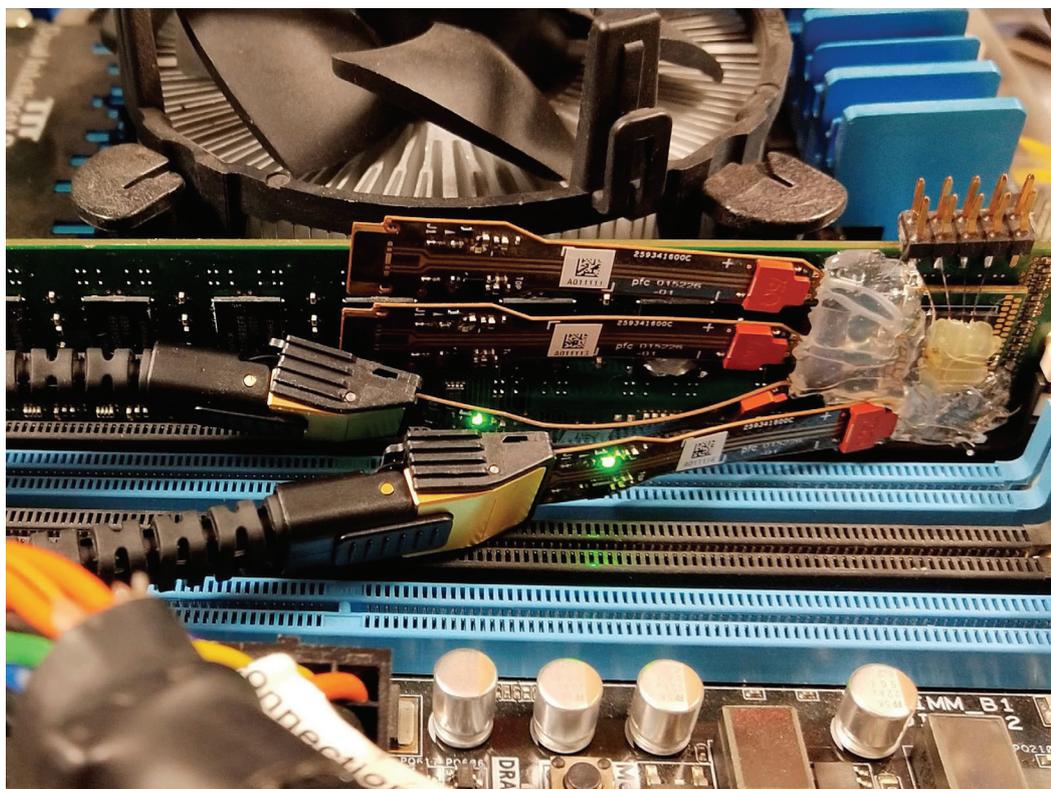


图 1. 系统级 TX 测试。

3. 测试结束时，会生成一份测试通过 / 未通过报告，提供与被测器件、物理设置、被测参数与 JEDEC 规范对比等详细信息。
4. 如果某项指标未通过测试，或发生非预期的结果，可以进一步使用 TekExpress DDR 软件解决方案调试结果。

使用泰克 SDLA64 进行 DFE 接收机均衡和信号反嵌

信号传送速度不断提高和外形体积不断缩小，给下一代多千兆位设计和测试方法带来了多个挑战。外形越小，信号接入越难，得到的探测点会不理想，进而导致采集信号损耗和反射，因为理想的测量位置不存在阻抗断点。

DDR5 的出现，使得 DDR 测试和调试以前采用的工具变得不够了。设计采用更高的数据速率，负载要求更加严格，顺利访问信号不能说不可能，但肯定会变得异常困难。解决这些问题的有效方法之一，是采用泰克串行数据链路分析 (SDLA) 软件包。通过 SDLA 功能，用户可以通过反嵌流程，消除测试设置（探头、内插器、电缆）的负载影响。不管是反射、插损、交叉耦合还是其他损伤，SDLA 都提供了强大的功能，可以有效分析信号，就像这些效应不存在一样。这可以大大提高获得的测量的有效性和准确性，甚至会直接决定器件能否通过测试。

迎接 DDR5 内存验证和调试挑战

泰克 DFE 分析软件

DDR 中第一次以 4 阶 DFE (判定反馈均衡) 的形式引入接收机均衡。在访问和分析 DDR5 信号时, 这带来了额外的挑战。例如, 即使在反嵌后, 生成的眼图可能仍会闭上 (图 2)。为了让眼图进一步张开, 必需实现 DFE 均衡。

泰克开发了各种工具, 帮助解决 DFE 在测试过程中引入的问题。可以使用 SDLA, 分析来自器件的连续数据流, 从而训练 DFE 增益和价值。然后可以使用 DFE 特点, 输入 TekExpress DDR Tx 自动化软件, 在突发信号上生成应用 DFE 之后的眼图。另外还可以使用独立式 DFE 应用 (TekExpress DDR Tx 标配), 在自动化框架以外应用 DFE 均衡后, 用户可以手动生成和查看 DDR 信号。

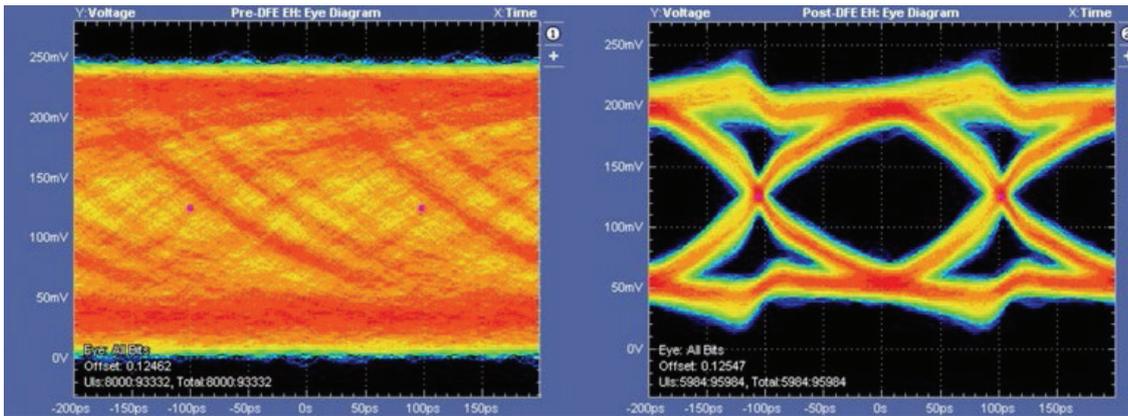


图 2. 使眼图中的眼睛张开的实例。

抖动噪声校准

DDR5 对 CLK、DQS 和 DQ 提出了新的 Rj/DJ 抖动测量要求。此外, Rj 指标大约在 0.5ps (非常严格)。泰克开发了一种新的抖动噪声校准技术, 可以在泰克示波器上直接使用这种技术。该工具提供了一个选项, 可以在噪声校准过程中包括探头、探头尖端和反嵌过滤器文件, 考虑额外生成或放大的噪声。该工具全面集成示波器分析软件 (DPOJET), 从测量结果中消除示波器的噪声抖动。



泰克官方微信

如需所有最新配套资料，请立即与泰克本地代表联系！

或登录泰克公司中文网站：www.tek.com.cn

泰克中国客户服务中心全国热线：400-820-5835

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

泰克香港办事处

香港九龙尖沙咀弥敦道132号
美丽华大厦808-809室
电话：(852) 3168 6695
传真：(852) 2598 6260

更多宝贵资源，敬请登录：WWW.TEK.COM.CN

© 泰克公司版权所有，侵权必究。泰克产品受到已经签发及正在申请的美国专利和外国专利保护。本文中的信息代替所有以前出版的材料中的信息。本文中的技术数据和价格如有变更，恕不另行通告。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克公司的注册商标。本文中提到的所有其它商号均为各自公司的服务标志、商标或注册商标。

122221 SBG 55C-73866-0

