

数字电路测试



研究与教育行业解决方案

SO2406-A0014CN01

版权和声明

版权

深圳市鼎阳科技股份有限公司版权所有

商标信息

SIGLENT 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标

声明

- 本公司产品受已获准及尚在审批的中华人民共和国专利的保护
- 本公司保留改变规格及价格的权利
- 本手册提供的信息取代以往出版的所有资料
- 未经本公司同意，不得以任何形式或手段复制、摘抄、翻译本手册的内容

产品认证

SIGLENT 认证本产品符合中国国家产品标准和行业产品标准，并进一步认证本产品符合其他国际标准组织成员的相关标准。

联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

地址：广东省深圳市宝安区 68 区安通达工业园一栋&四栋&五栋

服务热线：400-878-0807

E-mail: support@siglent.com

网址: <https://www.siglent.com>

1 概述

数字电路测试是数字电路设计的重要环节，用于验证数字电路功能是否按照所期望的方式工作。在数字电路测试中，通常使用示波器进行数字电路输出信号的检测，从而进行故障查找或确定电路性能和参数，不同的示波器具有不同的带宽和采样率，可以为多种类型的电路提供合适的测量解决方案。本文将为大家介绍如何使用示波器进行典型数字电路的调试。

2 意义

随着科学技术的进步与发展，电子电路的设计逐步复杂化，从而导致数字电子电路的测试越来越困难，而科学合理的测试方案无疑在电路设计和制造过程中具有重要意义，主要体现在以下几个方面：

- **验证电路功能：**通过输入特定的信号并观察输出，可以确保电路在各种工作条件下都能正确执行其功能，这对于确保产品的可靠性和性能至关重要。
- **发现设计缺陷：**在测试过程中，可能会发现电路设计中存在的缺陷或错误，例如逻辑错误或元件故障，通过及时发现并修复这些错误，可以避免在产品发布后出现严重问题，从而提高产品质量。
- **优化电路设计：**通过测试，可以获得电路的实际性能数据，如功耗、速度、稳定性等。这些数据可以用于评估电路性能，并为优化电路设计提供依据。

3 解决方案

3.1 异常事件和特定事件的捕获

示波器在设计和调试数字电路的过程中，可以帮助工程师迅速发现问题，捕获异常波形信号，搜索关心的特定事件，从而方便工程师分析电路特点并解决问题。

想要找到和看到问题，首先需要一台能够轻松捕获到低概率异常事件的示波器，它可以让您在几秒内看到毛刺或者其他偶发瞬态事件，揭示电路问题的真正特点，除此之外，鼎阳示波器具有余辉显示功能，余辉开启后，示波器用新采集的波形更新显示，但并不立即清除之前采集的波形，已采集的波形将以亮度较低的颜色显示，而新采集的波形则以正常颜色和亮度显示，结合高波形刷新率和余辉功能，某些情况下您无须进行复杂的触发设置，即可在较短的时间内发现波形中的异常，提高测试效率。若您还需要了解异常信号相对于正常信号发生的频次，可开启色温功能，波形出现的频率越大，颜色越暖，出现的频率越小，颜色越冷，以此判断异常信号出现的概率。

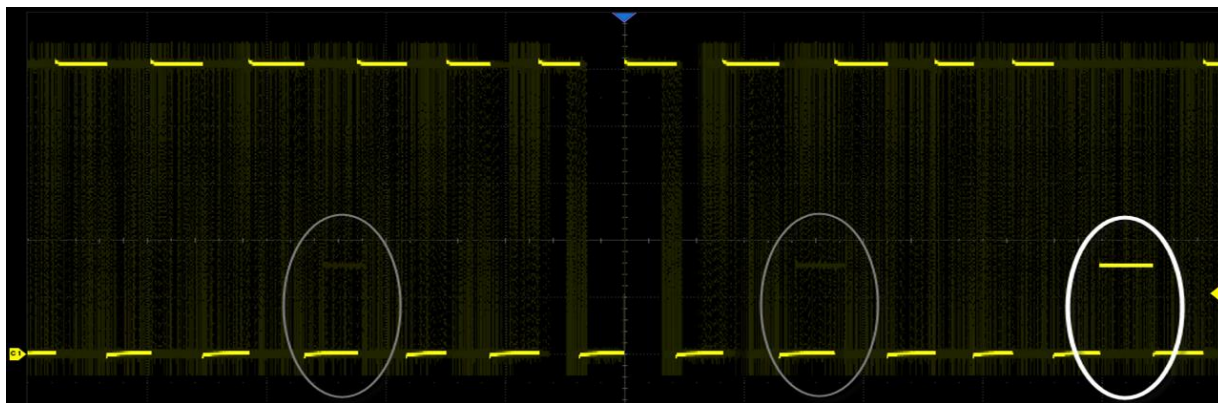


图 1: 快速捕获异常信号

若您想要在长波形记录中找到一个特定事件，可开启搜索和导航功能。通过指定条件，对波形进行自动搜索，并把符合条件的事件用白色三角符号标识出来，结合导航功能，快速定位到感兴趣的事件，省去了手动搜索的耗时和不便。

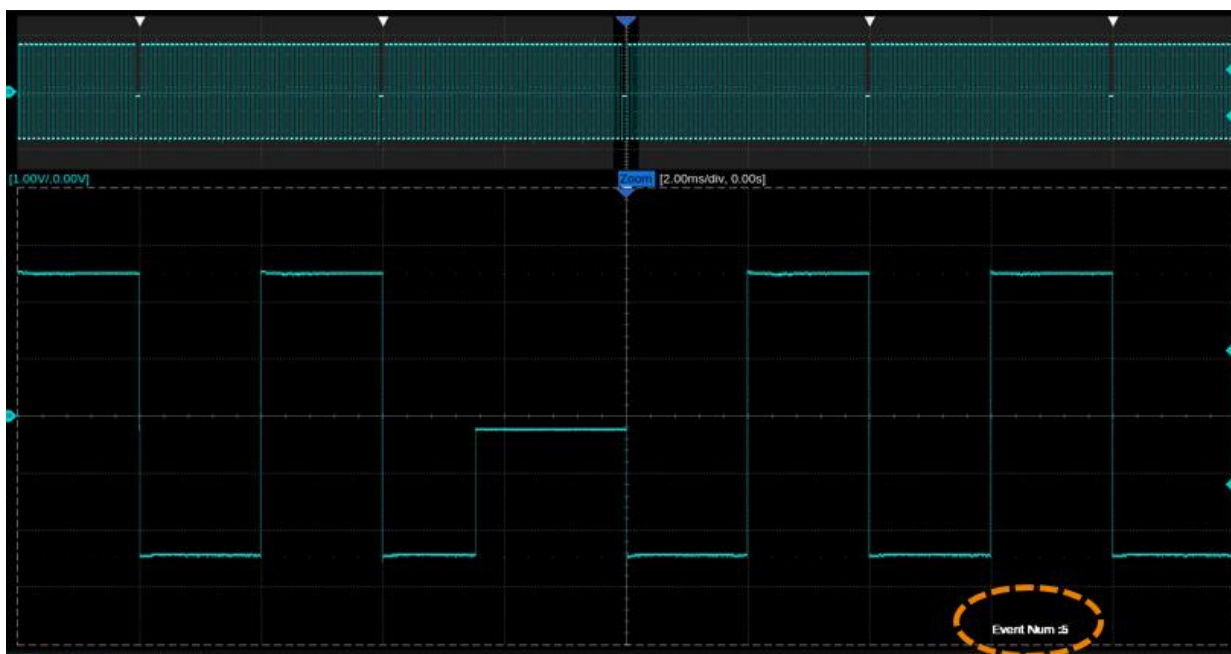


图 2: 快速找到关注事件并进行标记

3.2 多路数字信号测量

在复杂的数字电路中，您可能需要捕获多个串行或并行数字信号，观测被测信号的时序关系，鼎阳科技多款示波器可搭配 SPL2016 逻辑探头实现 16 路数字通道的采集功能，16 路数字信号可分为两组，每组可自定义命名，两组信号在逻辑分析仪探头中可独立设置阈值电平，这样用户可以使用同一个探头同时观察两种不同的数字逻辑电平信号。



图 3: 16 路逻辑分析仪探头 SPL2016

数字通道与模拟通道相结合，以实现混合信号采集与分析功能，快速解决模数混合信号的设计与分析等问题。在数字通道参数区，可快捷设置数字通道波形显示区域的高度范围和位移。

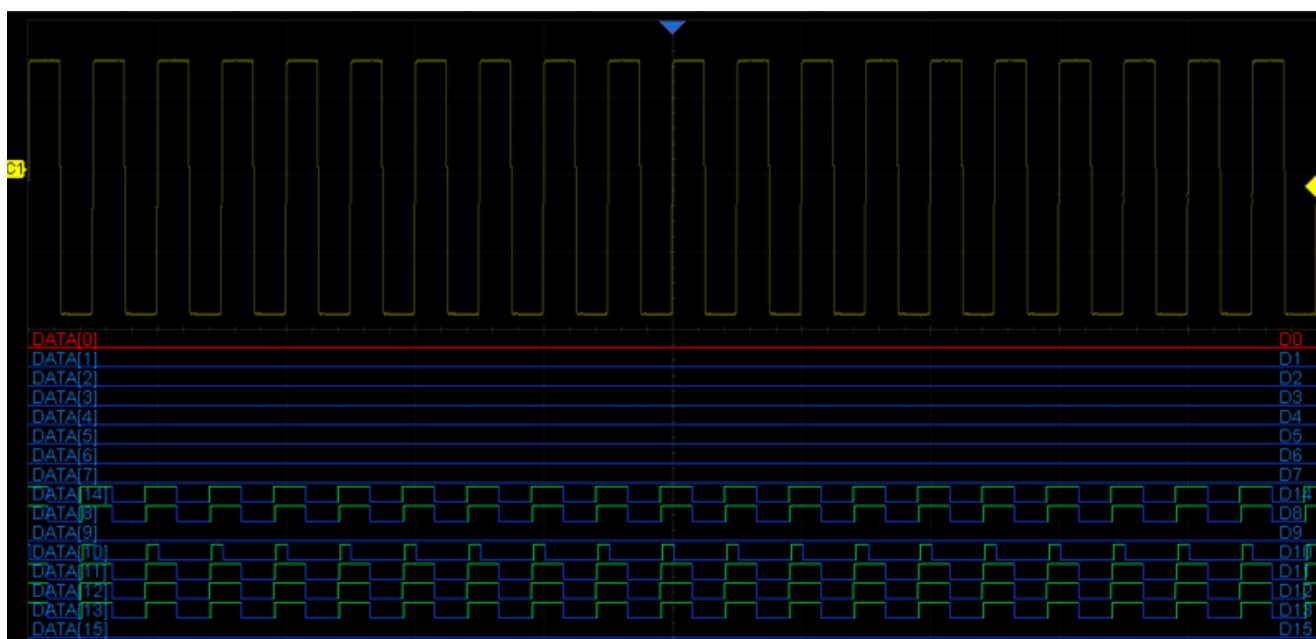


图 4: 数字通道与模拟通道同时显示

3.3 数字信号的测量分析

数字信号是用来传达特定数字值的信号，最简单、常见的是二进制信号，示波器判定过程为低于门限的值表示为“0”，高于门限的值表示为“1”，门限电平决定着怎样判决输入信号。

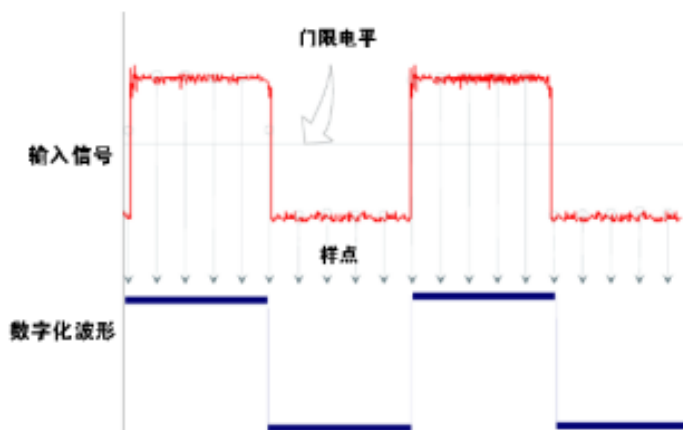


图 5: 数字信号判决过程

鼎阳科技示波器产品系列的数字通道功能可进行自定义逻辑门限设置，除此之外，可设置的逻辑电平包括 TTL、CMOS、LVCMOS 3.3V、LVCMOS 2.5V。

捕获了数字信号后，您需要分析信号，更好地了解底层原因，鼎阳科技多款示波器的自动测量、统计和光标等波形分析工具可以帮助您快速了解事件特点、诊断问题。

3.4 串行总线解码

在数字电路测试中，解码是将捕获的数字信号转换为可读的信号表示形式的过程，这有助于工程师更好地理解电路中的数据传输和处理方式，进而对电路的功能和性能进行分析和评估。示波器在数字电路测试中扮演着关键角色，它不仅能够捕获电路中的数字信号，还能通过内置的解码功能将信号转换为可读的格式，这大大简化了工程师对信号的分析过程，提高了测试效率。

鼎阳科技示波器可提供多种总线协议的触发与解码功能，例如 I2C、SPI、UART、CAN、LIN 协议等，其能够准确地捕获接口总线上的电信号，并以波形的方式直观展示出来，可同时观察多个信号线的总线系统，进行信号间的时序关系分析，更加深入地了解接口总线的通信情况，确保接口的稳定性和性能达到设计要求。

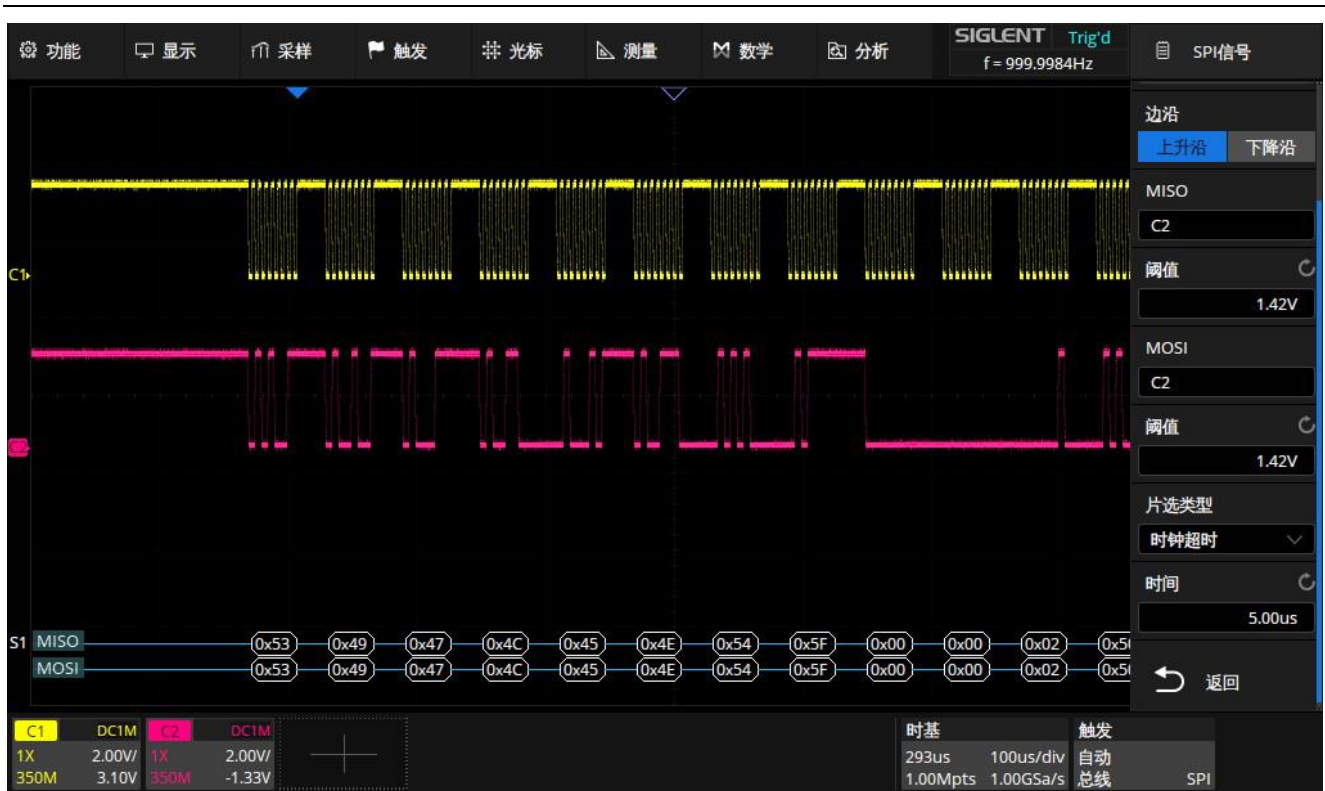


图 6: SPI 解码结果

3.5 数字电路设计中的抖动测量

抖动(Jitter)是信号沿相对其理想位置的偏移量，在高速数字电路测量中，通常关心的是高频 Jitter，抖是数字信号，特别是高速数字信号非常重要的一个概念，越是高速的信号，其周期越短，对于抖动的要求就越严格，对于复杂的数字信号来说，除了关心其抖动的 RMS 值以及峰峰值以外，还会关心该抖动的不同组成成分，因为不同成分的抖动对于数字电路的影响是不一样的，相应的应对手段也不一样，比如很多高速总线都会对高速数字信号的随机抖动成分、周期性抖动、数据相关抖动等进行进一步的分解和研究。

鼎阳科技部分示波器产品系列可提供抖动分析选件，可以对数字信号的多种抖动参数进行测量，并且基于 TIE 数据对抖动进行分解，对各种抖动分量进行时域和频域上的解析。

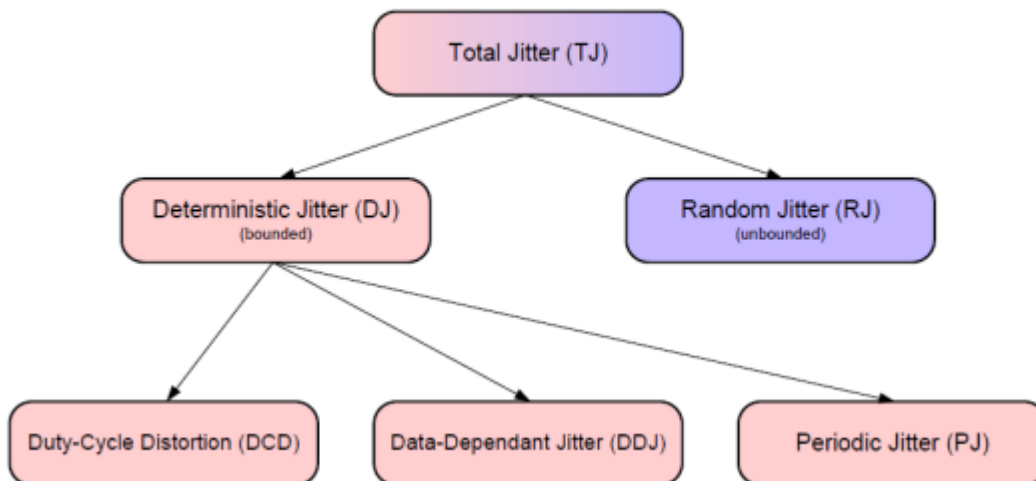


图 7: 抖动的分解

抖动分解完成后，在对 RJ 估计正确的情况下，可以通过有限样本的抖动测量值来估计任意误码率下的 TJ，以节省测试时间；对各组成分量的形成原因的分析，可以在测量到某分量时反推到形成原因，有利于快速定位问题。

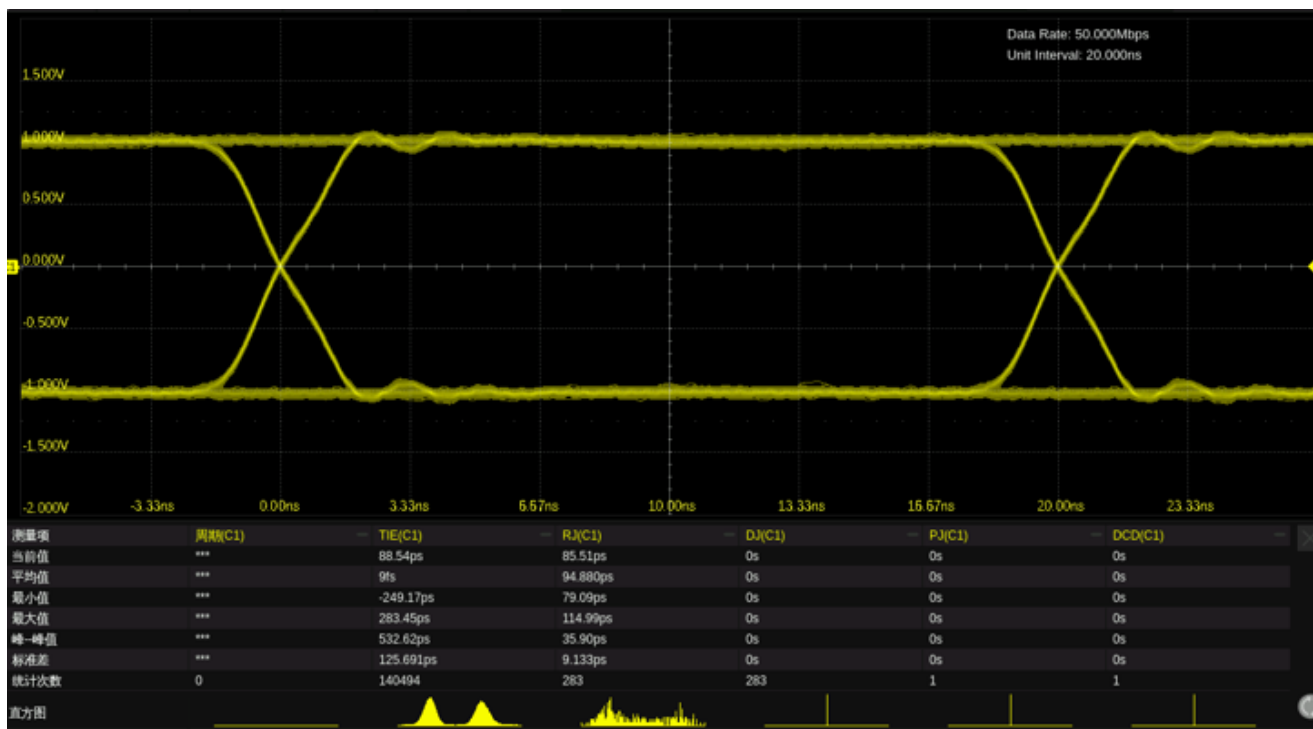


图 8: 示波器抖动分析界面

4 小结

鼎阳科技示波器在数字电路测试中可以发挥重要作用，特别是高带宽、高采样率产品，即使在测量高频信号时，也能保证信号的真实还原，捕获高速瞬态信号，从而快速、准确地发现和定位问题。能够捕获和分析异常事件和特定事件、同时测量多路数字信号、分析数字信号参数以及解码串行总线信号，能够分析和评估数字通信系统中信号的抖动特性，提高系统性能，通过合理设置示波器的参数和使用其高级功能，可以大大提高数字电路测试的效率和准确性。



关于鼎阳

鼎阳科技 (SIGLENT) 是通用电子测试测量仪器领域的行业领军企业，A股上市公司。

2002年，鼎阳科技创始人开始专注于示波器研发，2005年成功研制出鼎阳第一款数字示波器。历经多年发展，鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载等基础测试测量仪器产品，是全球极少数能够同时研发、生产、销售数字示波器、信号发生器、频谱分析仪和矢量网络分析仪四大通用电子测试测量仪器主力产品的厂家之一，国家重点“小巨人”企业。同时也是国内主要竞争对手中极少数同时拥有这四大主力产品并且四大主力产品全线进入高端领域的厂家。公司总部位于深圳，在美国克利夫兰、德国奥格斯堡、日本东京成立了子公司，在成都成立了分公司，产品远销全球80多个国家和地区，SIGLENT已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。

联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司
全国免费服务热线：400-878-0807

网址：www.siglent.com