

使用示波器调试 SENT 汽车总线

应用指南



引言

汽车设计正日益采用单一边沿蚕食传输 (SENT) 协议，来实现高分辨率数据的低成本异步点到点传输。

SENT 总线精心制订，功能强健，集成简便，但其通信可能会受到噪声、电路板布线、复位问题、实现方式的细微差异等影响。这些问题有时会导致总线错误和系统故障。

与基础协议分析仪不同，配备协议解码功能的示波器可以用来查看解码后的总线业务以及信号质量。这种查看总线信号和解码后的业务的能力，使得示波器成为查看整体系统操作的最佳选择。可能更重要的是，示波器可以用来在系统级调试问题。汽车依赖于传感器、激励器和显示器组成的全面网络，许多问题涉及相对于 I/O 事件或取值的总线定时。示波器特别适合查看相同时点上的 I/O 信号和总线业务。由于这种功能，它们成为了首选的系统级调试仪器。

本应用指南

- 简要介绍 SENT 的物理层和包结构，同时为帮助您调试问题提供足够的细节
- 阐述怎样在配备 SENT 解码功能的示波器上进行解码设置
- 阐述怎样在配备 SENT 解码功能的示波器上理解快速和低速通道包数据
- 阐述配备 SENT 串行触发和分析功能的示波器上有哪些触发和搜索选项

通过选配串行触发和分析功能，泰克示波器摇身一变，变成了开发 SENT 总线的嵌入式系统设计人员可以仰仗的得力工具。在本应用指南中，我们使用 5 系列 MSO 来演示 SENT 串行总线解码和触发。¹

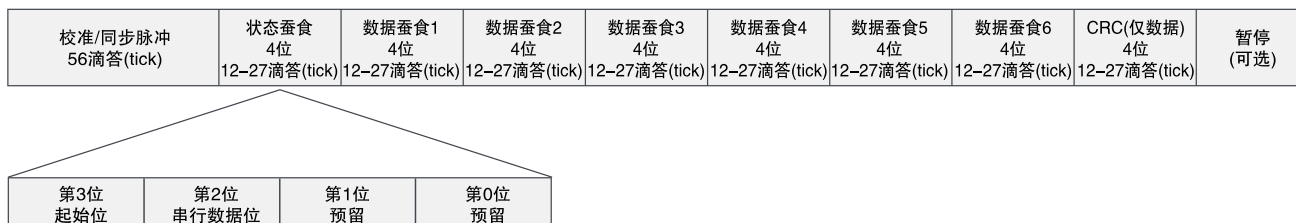
¹ 对串行总线标准的支持情况视示波器型号变化。如果想了解泰克不同的示波器支持哪些总线，敬请访问：
www.tektronix.com。

SENT

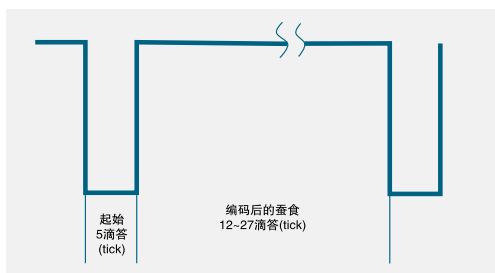
SENT 也称为 SAE J2716，用于动力系传感器和电子控制单元 (ECU) 之间的通信。SENT 提供的精度要高于模拟 PWM 技术，它的数据速率为 30 kb/s，高于 LIN。

工作方式

典型的 SENT 传输如下：



SENT 接口的物理层由一个信号线、一个 +5V 供电电压线和一个接地组成。信号线逻辑电平为低电平 $< 0.5V$ ，高电平 $> 4.1V$ 。



SENT 在两个下降沿之间用 4 位蚕食 (nibble) 传输数据，因而得名“Single Edge Nibble” (单一边沿蚕食)。SENT 总线的定时单位是滴答 (tick)，1 滴答 (tick) 一般宽 $3 \mu s$ 。每个蚕食开头都有一个最少 5 滴答 (tick) 的逻辑低周期，然后是长度可变的逻辑高周期，表示编码后的数据值。二进制数据值 0000 用 12 滴答的逻辑高持续时间表示。二进制数据值 0001 用 13 滴答的逻辑高持续时间表示，依此类推，二进制数据值 1111 用 27 滴答的逻辑高持续时间表示。

SENT “快速通道”消息开头是一个同步脉冲，后续下降沿之间的时间为 56 个时钟滴答。SENT 消息长 32 位，由以下部分构成：

- 4 位状态 / 通信信息 (12-27 滴答)
- 6 个 4 位数据蚕食 (表示一条或两条测量通道，每个蚕食 12-27 滴答)
- 4 位 CRC，用于错误检测 (12-27 滴答)

可以发送一个 20 位消息 (其中 12 个数据位表示一条测量通道)，后面是一个暂停脉冲，得到的整体消息速率相同。

例如，在使用两条 122 位快速通道时，传输类似于：

同步	状态	FC1 MSN	FC1 MidN	FC1 LSN	FC2 LSN	FC2 MidN	FC2 MSN	CRC 蚕食	暂停 (可选)
----	----	------------	-------------	------------	------------	-------------	------------	-----------	------------

SENT 标准还支持“低速通道”消息，其中通过 16 条或 18 条后续快速通道消息中的 4 位状态/串行通信蚕食中的第 2 位和第 3 位，一次 1-2 位传输数据。这些位累积起来，构成低速通道消息。

例如，“采用 12 位数据和 8 位 ID 格式的增强串行消息”通过初始码型“11111100”识别，传送一个 8 位 ID 值、一个 6 位 CRC 和一个 12 位数据值：

SNET消息	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
状态位3	1	1	1	1	1	1	0	0	ID位7-4				0	ID位3-0				0
状态位2	CRC (6位)						数据(12位)											

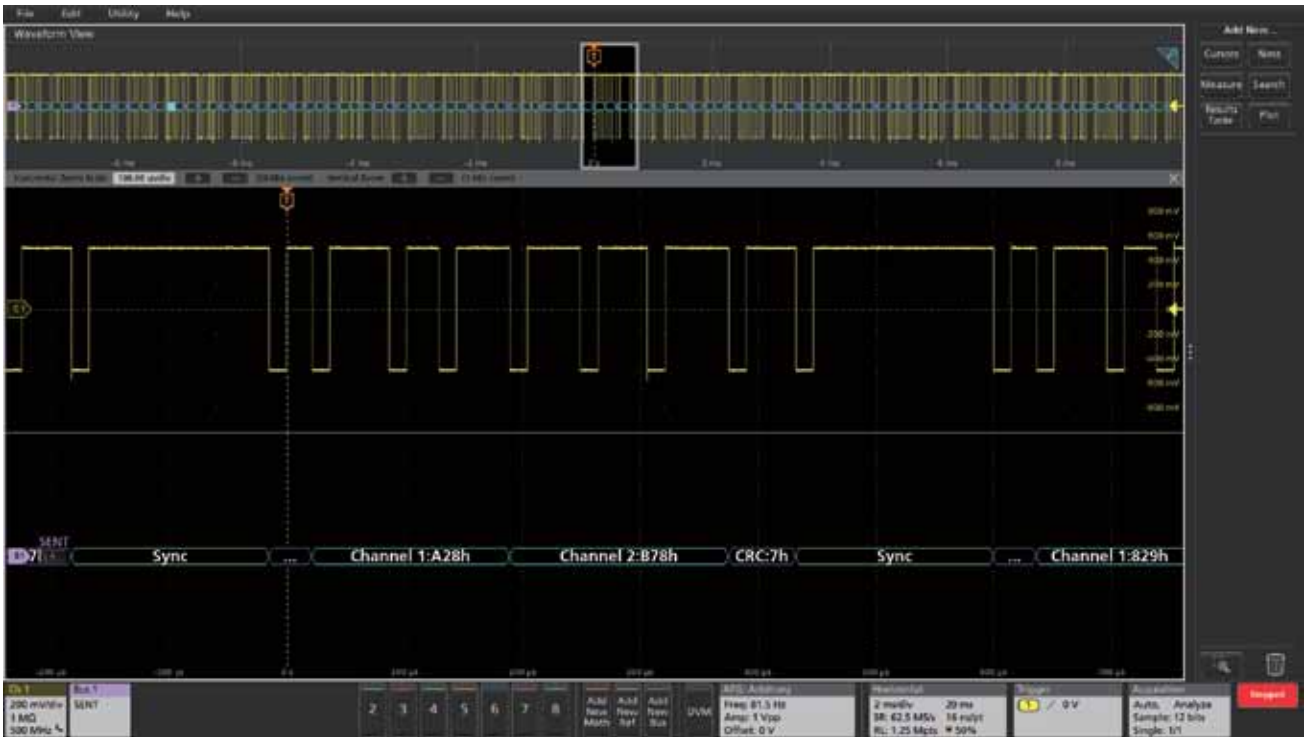


设置 SENT 总线解码

在配备 SENT 解码和触发功能的泰克示波器上，在前面板上按 Bus 按钮，可以把到示波器的输入定义为一条总线。为了让示波器解码包数据，需要输入一些基本参数，包括：

- 输入通道
- 电压阈值
- 信号极性
- 快速通道数量和通道格式
- 低速通道数量和通道格式
- 暂停脉冲

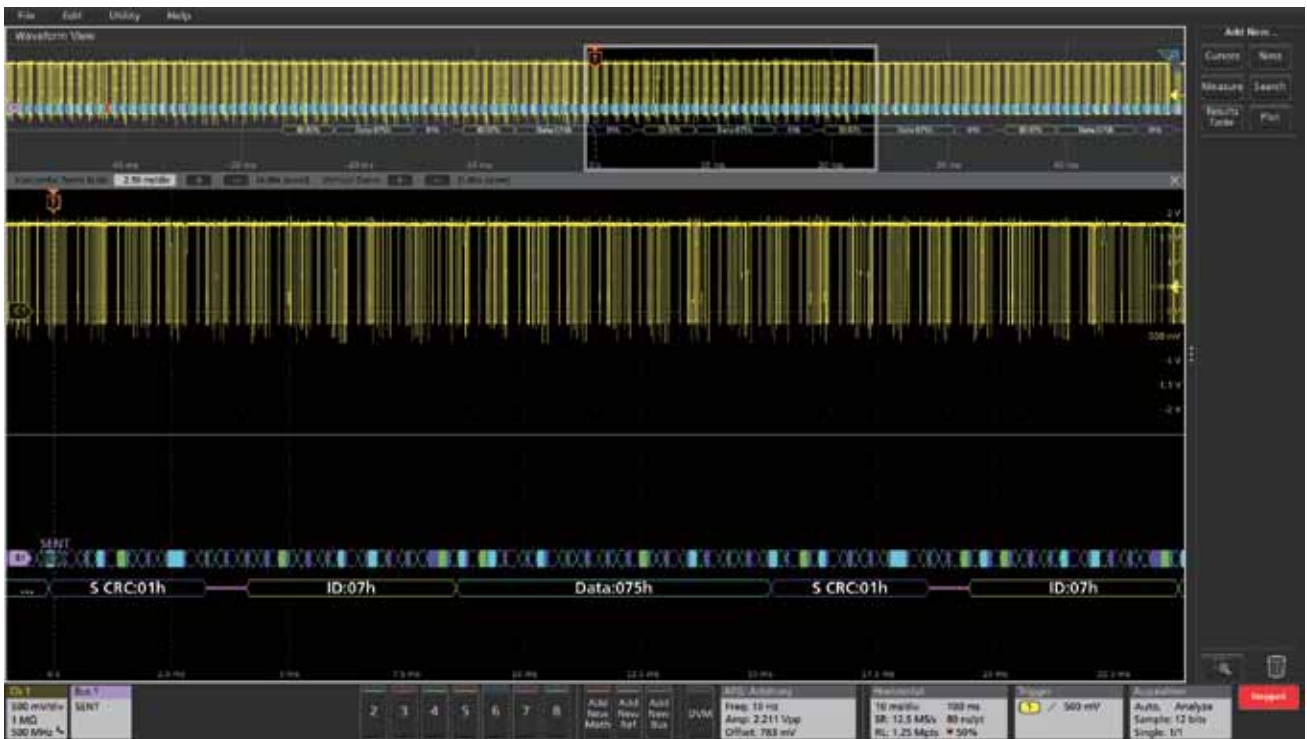
SENT 总线是一种单端参考地电平信号。尽管示波器可以使用标准单端探头采集和解码总线，但使用差分探头可以改善信号保真度和抗噪声能力。



了解 SENT 总线

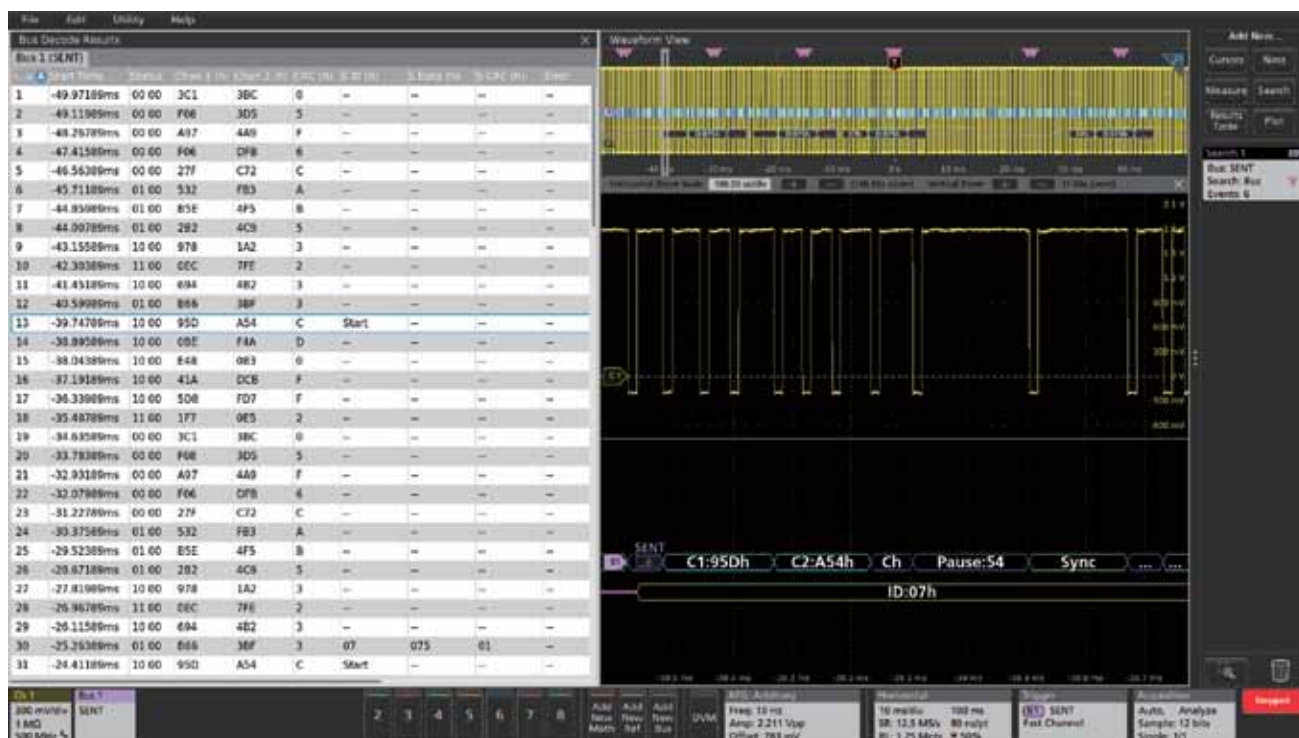
对许多硬件工程师来说，时间相关的波形和总线解码画面既熟悉又实用。解码后的总线波形指明了 SENT 快速通道消息的构成要素。

SENT FAST CHANNEL BUS ELEMENT	INDICATED BY
Sync (56 ticks wide)	Sync
Status	01 00
Data	Data:075h
CRC	S CRC:01h
Pause	Pause



解码后的 SENT 总线可以在一个波形画面中显示快速和低速通道包，低速通道包显示在快速通道包的下面。

SENT SLOW CHANNEL BUS ELEMENT	INDICATED BY
Identifier	ID:07h
Data	Data:075h
CRC	S CRC:01h



对固件工程师，Results Table 格式可能会更实用。这种总线活动画面带有时间标记，可以简便地与软件列表进行对比，可以简便地计算执行速度。

在 SENT 总线同时包含快速通道数据和低速通道数据时，Results Table 提供了两条数据通道的对照读数。注意由于低速通道数据分布到 18 个后续快速通道包中，低速通道数据消息从开始到结束有 18 条快速通道消息。

Results Table 还提供了返回波形画面的链接。您可以触击表格显示画面上的一条线，示波器会自动放大对应的总线信号和得到的解码后的总线波形，显示在屏幕的下方。



触发 SENT 总线

在调试基于一条或多条串行总线的系统时，示波器的主要功能之一是使用总线触发功能隔离和捕获特定事件。在总线触发功能正确设置时，示波器将捕获所有输入信号，指定的一个总线事件将定位在触发点上。这个实例演示了触发二进制状态值 0000、快速通道 1 数据值 0x27F 和快速通道 2 数据值 0xC72。

触发	说明
包头	在检测到同步脉冲时触发。
快速通道	在发生指定状态 / 通位码型和指定快速通道数据值时触发。
错误	在 CRC 不正确时触发。



搜索 SENT 总线

在泰克示波器上，您可以使用自动 Wave Inspector 自动搜索功能，查找满足搜索标准的事件，确定发生了多少个事件。其设置与总线触发设置类似，示波器可以搜索和标记所有指定的总线事件。在这个实例中，自动搜索功能会查找指定的快速通道数据值。这个数据码型在采集的波形中发生了 12 次，指定串行数据包的位置用粉红色的括号显示。



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

北京市海淀区花园路4号
通恒大厦1楼101室
邮编：100088
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C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) 2585 6688
传真：(852) 2598 6260

WWW.TEK.COM.CN 为您提供更多宝贵资源。

© 泰克科技公司版权所有，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国外专利保护。本文中的信息代替所有以前出版的材料中的信息。技术数据和价格如有变更，恕不另行通告。TEKTRONIX 和泰克徽标是泰克公司的注册商标。本文提到的所有其他商号均为各自公司的服务标志、商标或注册商标。

01/18 EA 55C-61326-0

