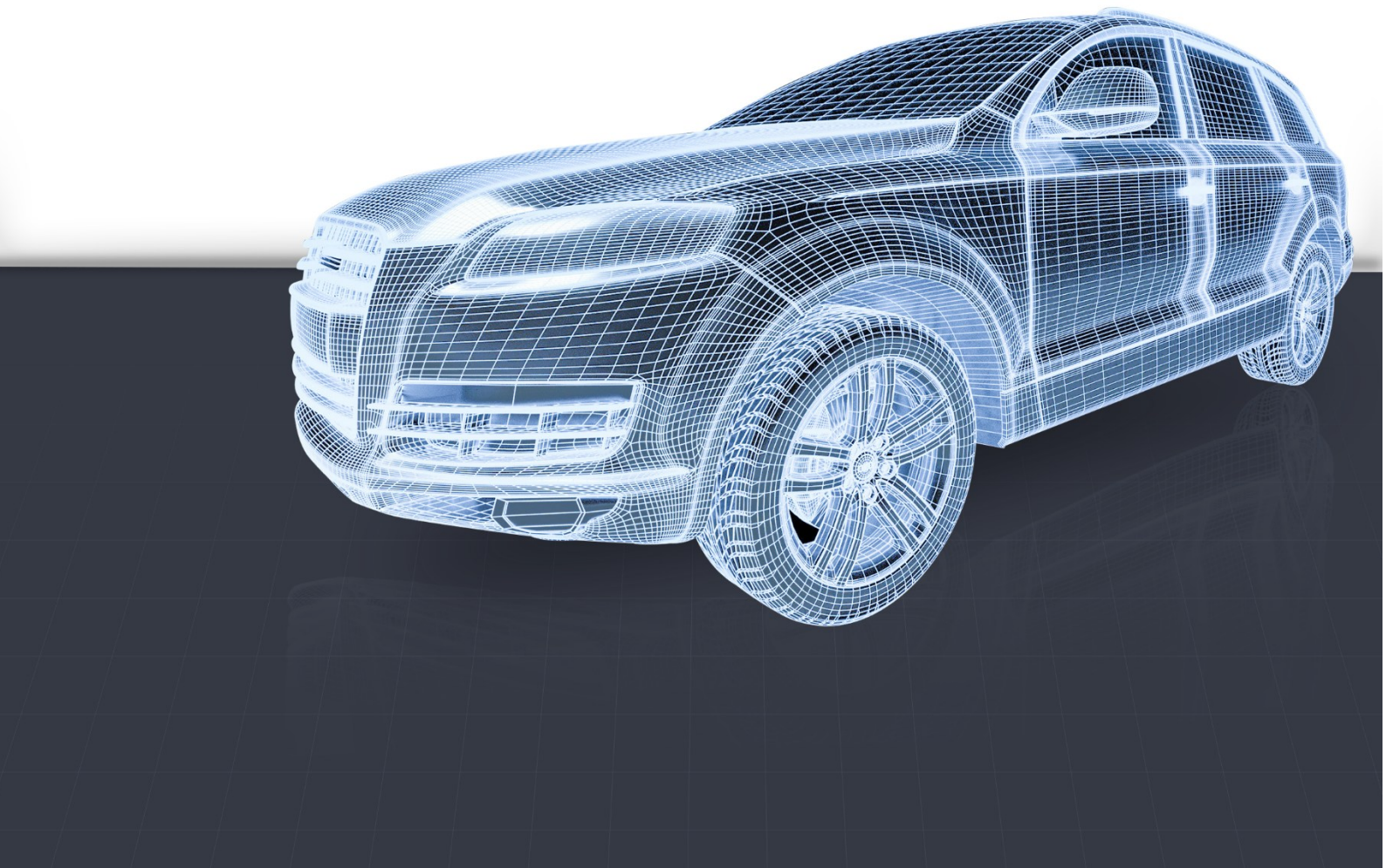
UNI-T

汽车总线协议分析

CAN\CAN-FD\LIN\FlexRay\SENT



引言

随着汽车工业的发展，汽车各系统的控制逐步向自动化和智能化转变，汽车电气系统变得日益复杂。许多车辆设计使用 CAN、CAN-FD、LIN、FlexRay 或 SENT 在电子控制单元(ECU)之间以及 ECU 与传感器，执行器和显示器之间进行通信。这些 ECU 之间的通信允许车辆各个系统协同工作，提供各种功能和服务。常见的如 CAN 总线用于空调、显示、故障诊断。LIN 总线多用于灯光、座椅等传输速率不高的领域，SENT 总线则多用于传感器、电控等系统中，车载通信作为智能网联的血液，为智能电动汽车与城市、道路之间的协同增添更多可能。

汽车总线也会受噪声、电路板布局等因素影响，传输中可能包含过多的总线错误和判定，对于汽车总线的协议分析，配备协议解码功能的示波器可以用来观察解码后的总线信息及信号质量，这使得示波器成为排查故障的最佳选择。

本文主要介绍：

- 介绍 CAN\CAN-FD\LIN\FlexRay\SENT 协议的物理层和帧结构，
- 如何使用示波器分析汽车总线信号。
- 提供了完整的细节分析帮助排除汽车总线故障
- 解释如何配置汽车总线的解码和触发
- 为汽车协议工作人员提供强大的总线分析功能

CAN 总线

控制局域网总线（CAN，Controller Area Network）最初出现在 80 年代末的汽车工业中，由德国 Bosch 公司最早提出，是一种用于实时应用的串行通信协议总线。由于汽车电子的发展，使得电子装置之间的通信越来越复杂，同时意味着需要更多的信号连接线。提出 CAN 总线的最初动机就是为了解决现代汽车中庞大的电子控制装置之间的通信，减少不断增加的信号线。

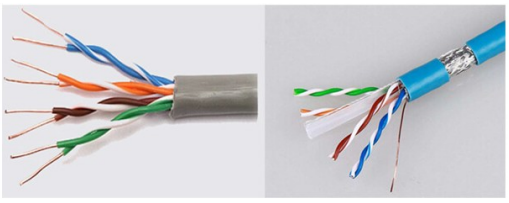
1993 年，CAN 已成为国际标准 ISO11898（高速应用）和 ISO11519（低速应用）。如今，由于 CAN 出色的错误检测能力和高数据传输速率被广泛认可，并广泛应用于工业自动化、船舶、医疗设备和工业设备等方面。

CAN 协议的帧

CAN 总线上的节点没有地址的概念，传输主要是以帧为单位传输，且通信时是半双工的，即总线不能同时发送和接收，在多个节点竞争发送时，通过 ID 的优先级进行仲裁，竞争胜出者继续发送，竞争失败者转入接收状态。帧消息主要是以下几种类型：

CAN 工作模式

CAN 总线是一种差分 2 线接口，通过屏蔽双绞线（STP）、非屏蔽双绞线（UTP）或带状电缆运行，由开环/闭环两种总线结构，通过差分信令进行传输，没有时钟同步信息与 UART 的异步通信方式类似，低速远距离的 CAN 网络，最高通信速率 125Kbit/s。在 40Kbit/s 速率时，总线长度可达 1000m。高速短距离的 CAN 网络，最高通信速率可达 1Mbit/s，总线长度达 40m。



非屏蔽类双绞线　　屏蔽类双绞线

通过两根信号线 CAN_H 和 CAN_L 的电压差来传递信息，消息被广播到网络上的所有节点，多个节点可同时发送和接收数据，非破坏性仲裁机制确保消息传输的有序性，也因为其硬件实现的仲裁机制，无需额外的主机处理器，大大减小了成本和复杂性

CAN2.0A 和 CAN2.0B 的数据帧和远程帧

	SOF	Arbitration field	Control Field	Data Field	CRC Field	ACK Field	End of Frame
CAN 2.0A	1bit	11bits	6bits	0-8Bytes	16bits	2bits	7bits
CAN 2.0B	1bit	29bits	6bits	0-8Bytes	16bits	2bits	7bits

帧类型	描述	
数据帧	用于发送单元向接收单元传送数据	根据 CAN2.0A 和 CAN2.0B 标准，数据帧和远程帧有标准格式和扩展格式，这 2 种格式都具有相同的帧结构，都包括七个部分：帧起始，仲裁段，控制段，数据段，CRC 段，ACK 段，帧结束
远程帧	用于接收单元向具有相同 ID 的发送单元请求数据的帧	
错误帧	总线上检测到错误的任何节点都会发送一个错误帧，导致总线上的所有节点将当前消息视为不完整，并且通知发送节点重新发送消息	
过载帧	由接收设备发起，用于接收单元通知其尚未做好准备接收数据。	
帧间空闲	用于将数据帧、遥控帧与前后的帧分隔开	

帧起始（SOF）：表示帧开始的段，1 个位的显性位。

仲裁段（Arbitration Field）：表示数据的标识符（Identifier ID）的段，该段确定信息发送的优先级。CAN2.0A 标准中总裁段为 11 位，CAN2.0B 标准中仲裁位为 29 位。

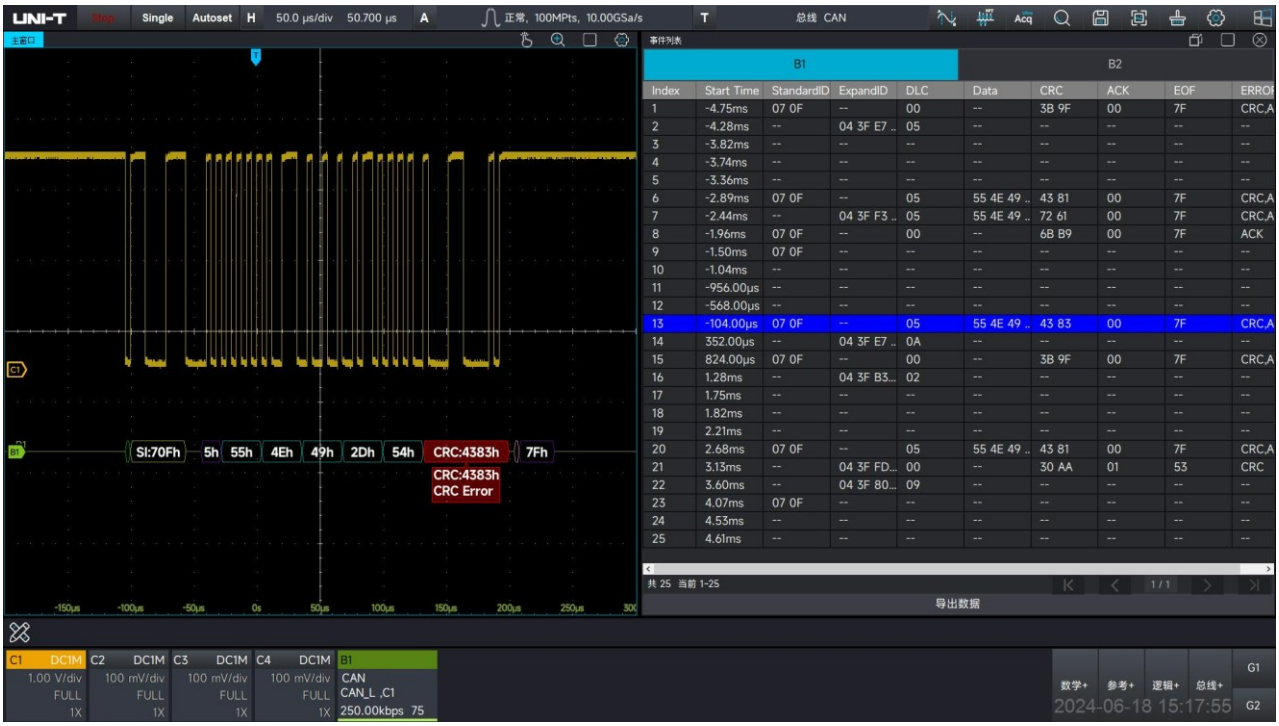
控制段（Control Field）：由 6 位组成。包括标识符扩展(IDE)位，用于区分 CAN 2.0A(11 位标识符)标准帧和 CAN 2.0B(29 位标识符)扩展帧。控制段还包括数据长度代码(DLC)。DLC 是数据帧数据字段中的字节数或远程帧请求的字节数的 4 位指示。

数据段（Data Field）：由数据帧中的发送数据组成，包含 0-8 个字节的数据，每个字节包含 8 个位，从 MSB（最高位）开始发送。

CRC 段：由 15 个位的 CRC 序列和 1 个位的 CRC 界定符（用于分割位）组成，其中 CRC 界定符恒为隐性。

应答段（ACK Field）：应答段由应答槽（ACK Slot）和应答界定符（ACK Delimiter）2 个位组成，用来确认是否正常接收。

帧结束（End of Frame）：表示该帧的结束符，由 7 个位的隐性位构成。



设置 CAN 总线解码

在配备 CAN 解码和触发的 MSO7000X 示波器上，按下前面板 BUS 按钮或点击屏幕右下角总线 + 标签进入协议分析功能，再次点击下方 B1 通道标签进入解码设置，为了示波器能正确理解输入的总线信息，需要输入信号类型的一些基本参数。



- 协议选择：CAN
- 信号类型：CAN_H 或 CAN_L
- 信号输入：模拟通道 C1-C4，数字通道 D0-D15。
- 信号速率：CAN 信号传输速率
- 信号阈值：判断 1 或 0 的阈值电平
- 采样点：占比特时间的百分比

设置 CAN 总线触发

CAN 总线触发器可以触发基于特定事件的条件采集，当触发设置正确后，示波器将捕获与指定事件相同条件的所有输入信号。



- 帧起始：在所有 SOF 位上触发
- 帧类型：数据帧、远程帧、错误帧、超载帧
- ID：定义读/写反向的标准/扩展的特定 ID 触发
- 数据：触发任何用户自定义的 CAN 总线数据。
- ID 和数据：ID 和数据同时满足时触发。
- 帧结尾：在所有结束符上触发。
- 错误：检测到响应失败或位填充错误时触发。

解析 CAN 总线消息

解析 CAN 总线信息时，示波器采用带颜色的编码图形表示 CAN 消息的信息。

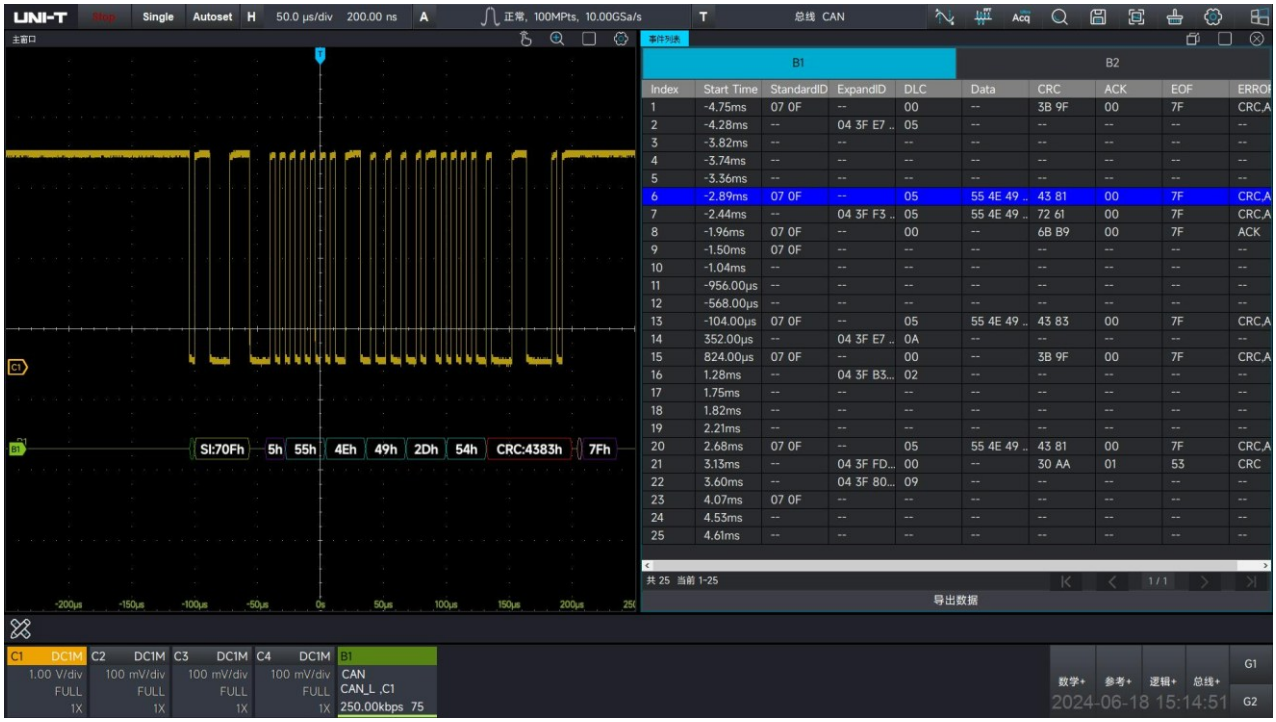
由于帧长度的影响，编码图形无法一次将全部的消息信息展示，可以通过点击对应颜色的编码图形，将隐藏的信息完全展示，此外，消息信息内包含了对错误编码的自检，一旦发现错误，它将自动标识出来。

编码图形	消息	描述
S	SOF	帧由此开始，绿色
SI:70Fh	仲裁段	数据标识符，黄色
5h	数据长度	传输的数据长度，紫色
Data:55h	数据	具体的数据，淡绿色
CRC:4381h	CRC 段	校验位结果，红色
	ACK 段	应答位，酱色
EOF:7Fh	帧结束段	包结束位，紫色



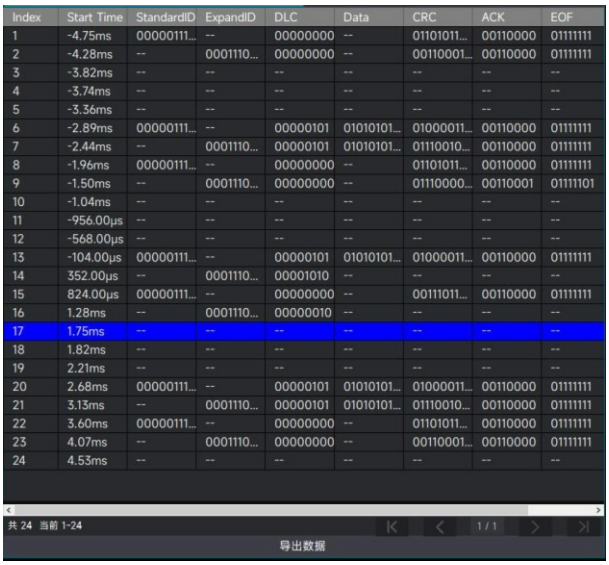


对于固件工程师来说，快速的 Debug 是行之有效的手段，事件列表可以帮助您在大量的报文消息中寻找到关键的信息，这种带有时间戳的事件解析列表可以记录从开始到时间结束的总线活动，你可以点击某一时间点的事件，跳转到对应链接波形，还可以使用协议搜索功能，搜索出预想的总线事件。

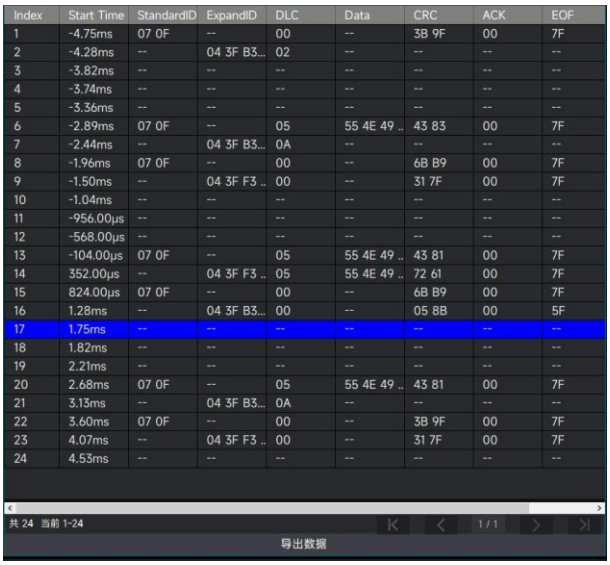


解析 CAN 总线消息

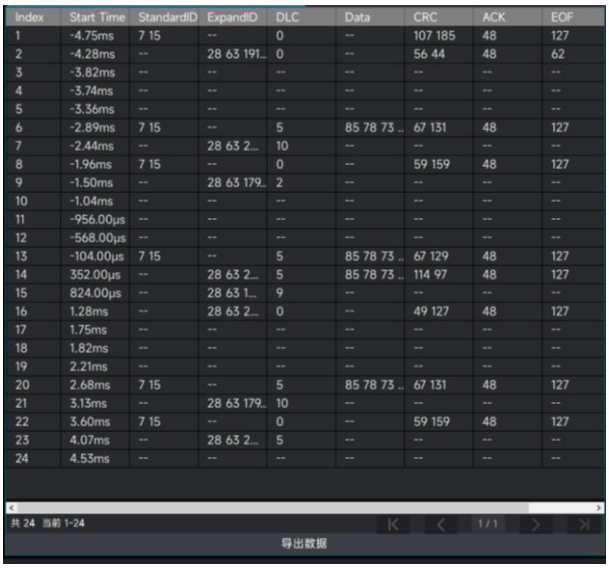
您不必注重对 CAN 总线解码过程的复杂格式转化，对编码译码中繁琐的转化工作可以交给示波器来完成。比如，您可以使用大家都易懂的 ASCII 编码来确定传输数据正确性，一旦错误，可以记下这个时间戳，将译码转化为 16 进制或二进制的方式去定位机器编码的故障。在这个阶段，事件列表很容易将错误的信息记录，您可以导出译码数据表分析二进制数据的传输和波形的关系。



二进制数据表



十六进制数据表



十进制数据表



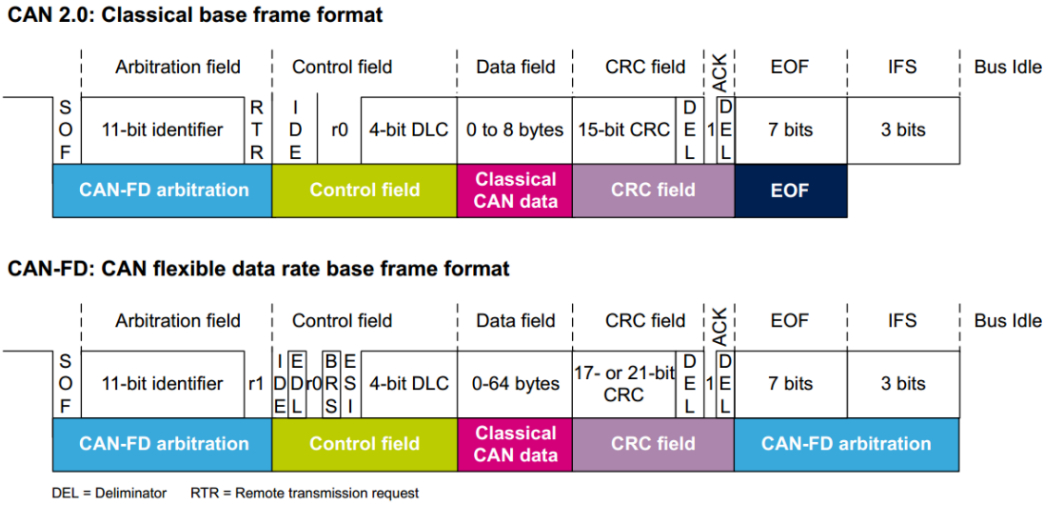
ASCII 码表

CAN-FD 总线

随着汽车功能的增多，各 ECU 之间的信息交互也越来越频繁，导致总线负载持续走高，CAN2.0 报文只有约 40%-50%带宽实际用于数据传输，响应机制易受车内布线的物理特性限制，如广播延迟、导线延迟等，CAN 的局限性也逐渐暴露。

为有效解决 CAN 总线的局限性，2015 年 ISO11898-1 标准中将 CAN-FD 加入进来。CAN-FD 是 CAN with Flexible Data Rate 的缩写，意为可变速率的 CAN。 CAN-FD 的出现有效解决了 CAN 协议传输速率和负载率走高问题。

CAN 与 CAN-FD 比较



- 传输速率不同

  CAN 协议最大传输速率为 1Mbps，在一般的工程中比较常用的是 500kbps 的通信速率，速率越低，通信距离越远。CAN-FD 的速率可变，从控制场中的 BRS 位到 ACK 场之前（含 CRC 分界符）为可变速率，其余部分与 CAN 相同，仲裁比特率最高 1Mbps，最高数据速率可达 8Mbps。

- 数据域长度不同

  CAN 的数据域场地，一帧数据最长为 8 字节。CAN-FD 数据域长度。一帧数据最长为 64 字节。CAN-FD 可以传输更多的数据，在传输中由 2 种传输速率完成，一种是标称的 CAN 总线速率，另一种是数据域传输速率。

- 帧格式不同

  CAN-FD 没有远程帧，新增了 FDF、BRS、ESI 位。

  FDF:表示报文是 CAN 报文还是 CAN-FD 报文；

  BRS：表示位速率转换，该位为隐性时，速率可变（BSR 到 CRC 使用转换速率传输），该位为显性时，以正常的 CAN-FD 总线速率传输；

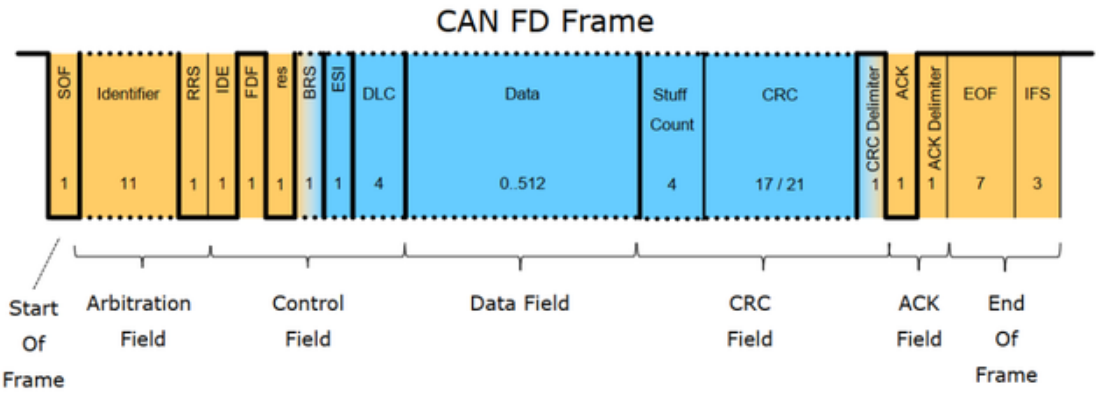
  ESI：表示发送节点状态。用来告知其余节点，发送方的错误状态。ESI=1，Tx Node 处于被动错误状态；ESI=0，Tx Node 处于主动错误状态。

- ID 长度不同

  CAN-FD 标准帧 ID 长度可扩展至 12bit，CAN 标准帧 ID 为 11bit。

CAN-FD 帧结构

CAN-FD 节点可以正常收发 CAN 报文，但 CAN 节点不能正确收发 CAN-FD 报文。与 CAN 一样，CAN-FD 一共具有，帧起始 SOF，仲裁段，控制段，数据域，CRC 域，ACK 域，帧结束，共七个部分。



帧起始：CAN 和 CAN-FD 使用相同的 SOF 标志位来标志报文的起始，由 1 个显性位构成，标志报文的开始，在总线中起同步作用。

仲裁段：CAN-FD 取消了远程帧的支持，用 RRS 位替换了 RTR 位，为常显性。IDE 用于区分标准帧和扩展帧。

控制段：CAN-FD 与 CAN 有相同的 IDE,RES,DLC 位。同时增加了 FDF、BRS、ESI 三个 bit 位。FDF 为隐性时，表示 CAN-FD 报文。

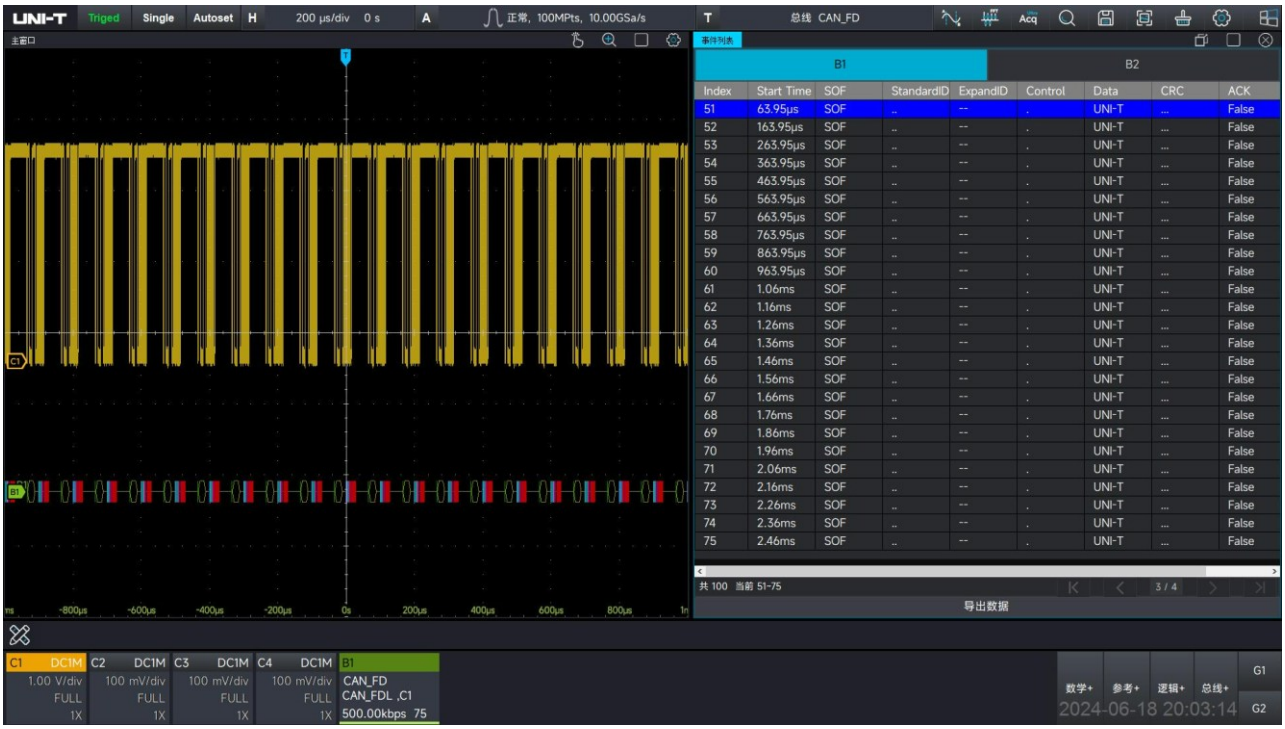
数据域：CAN-FD 兼容 CAN 的数据格式，同时最大还能支持 12、16、20、24、32、48、64byte。

CRC 域：CAN-FD 对 CRC 算法进行了改进，CRC 场扩展至 21 位。

ACK 域：ACK 紧跟着 CRC 结束标志位，CAN-FD 支持 2bits 的 ACK 识别。

帧结束：CAN-FD 与 CAN 一样为连续 7 位的隐性位。

	SOF	Arbitration field	Control Field	Data Field	CRC Field	ACK Field	End of Frame
CAN	1bit	11bits（标准） 29bits（扩展）	6bits	0-8Bytes	16bits	2bits	7bits
CAN-FD	1bit	12bits（标准） 32bits（扩展）	8 或 9bits	0-64Bytes	18 或 22bits	2bits	7bits



设置 CAN-FD 总线解码

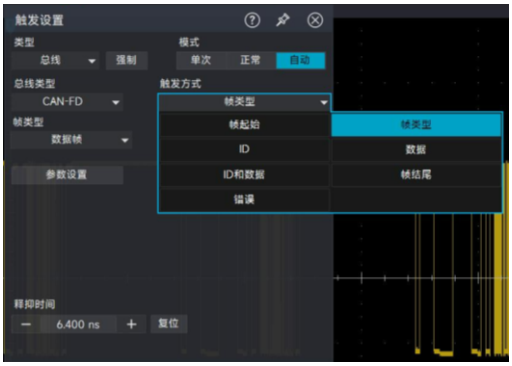
在配备 CAN-FD 解码和触发的 MSO7000X 示波器上，按下前面板 BUS 按钮或点击屏幕右下角总线 + 标签进入协议分析功能，再次点击下方 B1 通道标签进入解码设置，为了示波器能正确理解输入的总线信息，需要输入信号类型的一些基本参数。



- 协议选择：CAN-FD
- 信号类型：CAN-FD_H 或 CAN-FD_L
- 信号输入：模拟通道 C1-C4，数字通道 D0-D15。
- FD 信号速率：CAN-FD 可变信号传输速率
- SD 信号速率：CAN 标准信号传输速率
- 信号阈值：判断 1 或 0 的阈值电平
- 采样点：占比特时间的百分比

设置 CAN-FD 触发

CAN-FD 与 CAN 一致，但比 CAN 多了变速帧



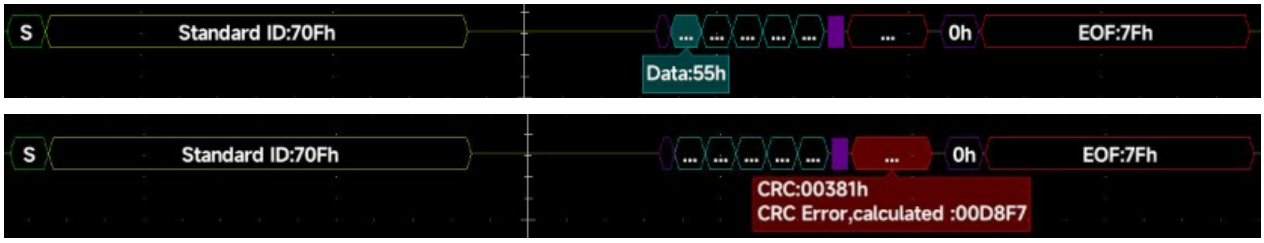
- 帧起始：在所有 SOF 位上触发
- 帧类型：数据帧、远程帧、变速帧、错误帧、超载帧
- ID：定义读/写反向的标准/扩展的特定 ID 触发
- 数据：触发任何用户自定义的 CAN 总线数据。
- ID 和数据：ID 和数据同时满足时触发。
- 帧结尾：在所有结束符上触发。
- 错误：检测到响应失败或位填充错误时触发。

解析 CAN-FD 总线消息

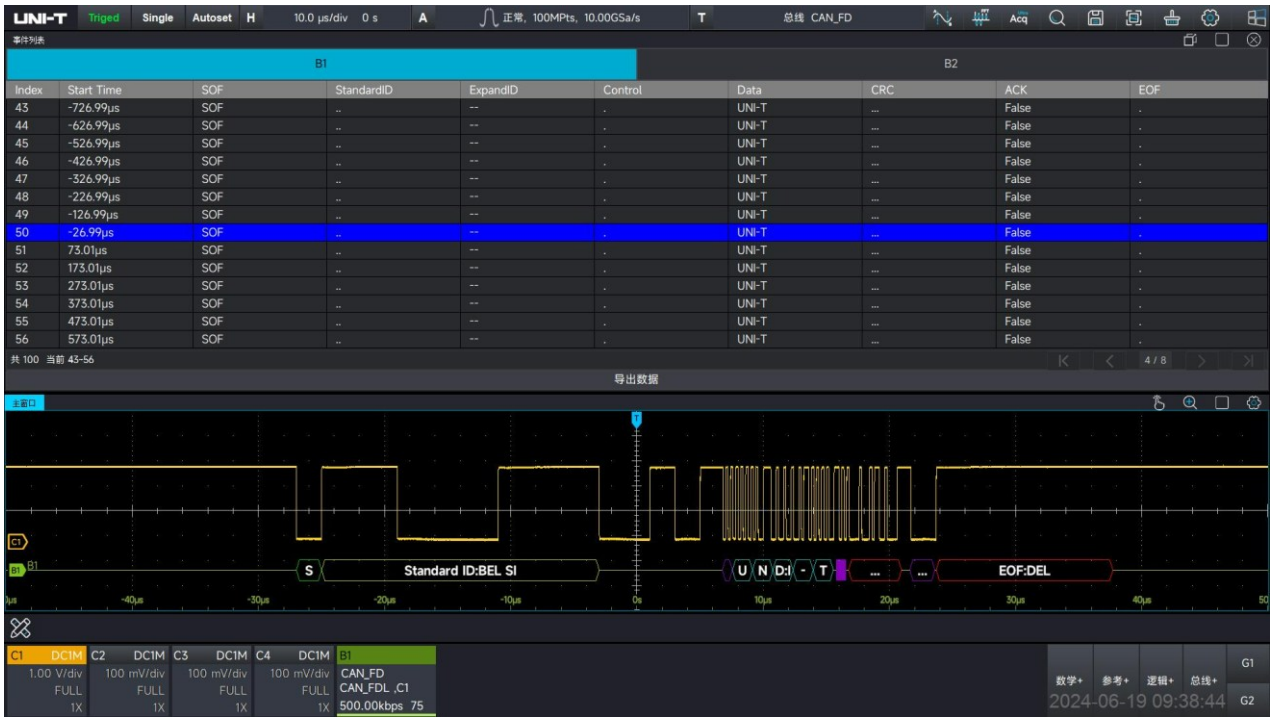
解析 CAN-FD 总线信息时，示波器采用带颜色的编码图形表示 CAN-FD 消息的信息。

由于帧长度的影响，编码图形无法一次将全部的消息信息展示，可以通过点击对应颜色的编码图形，将隐藏的信息完全展示，此外，消息信息内包含了对错误编码的自检，一旦发现错误，它将自动标识出来。

编码图形	消息	描述
S	SOF	帧由此开始，绿色
Standard ID:70Fh	仲裁段	数据标识符，黄色
	数据长度	传输的数据长度，紫色
...	数据	具体的数据，淡绿色
	CRC 段	Stuff Count，紫色
...	CRC 段	校验位结果，红色
0h	ACK 段	应答位，紫色
EOF:7Fh	帧结束段	包结束位宽，红色

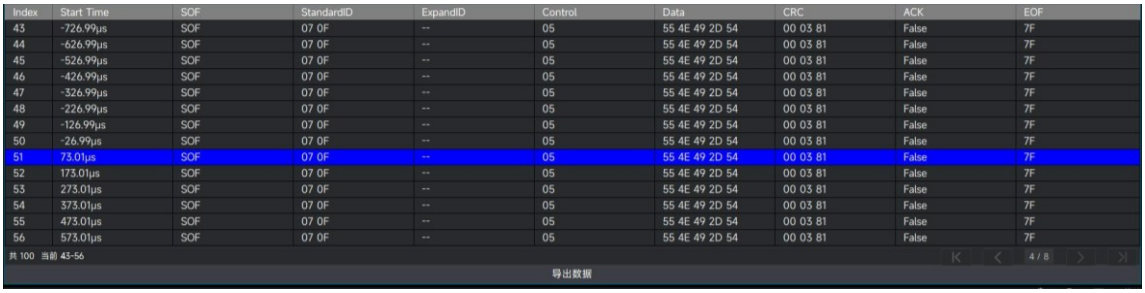


对于固件工程师来说，快速的 Debug 是行之有效的手段，事件列表可以帮助您在大量的报文消息中寻找到关键的信息，这种带有时间戳的事件解析列表可以记录从开始到时间结束的总线活动，你可以点击某一时间点的事件，跳转到对应链接波形，还可以使用协议搜索功能，搜索出预想的总线事件。



解析 CAN-FD 总线消息

您不必注重对 CAN-FD 总线解码过程的复杂格式转化，对编码译码中繁琐的转化工作可以交给示波器来完成。比如，您可以使用大家都易懂的 ASCII 编码来确定传输数据正确性，一旦错误，可以记下这个时间戳，将译码转化为 16 进制或二进制的方式去定位机器编码的故障。在这个阶段，事件列表很容易将错误的信息记录，您可以导出译码数据表分析二进制数据的传输和波形的关系。

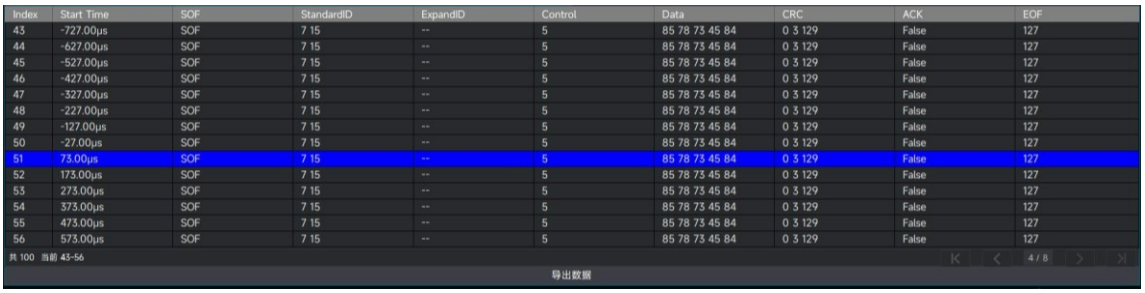


Index	Start Time	SOF	StandardID	ExpandID	Control	Data	CRC	ACK	EOF
43	-726.99µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
44	-626.99µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
45	-526.99µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
46	-426.99µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
47	-326.99µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
48	-226.99µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
49	-126.99µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
50	-26.99µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
51	73.01µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
52	173.01µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
53	273.01µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
54	373.01µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
55	473.01µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F
56	573.01µs	SOF	07 0F	--	05	55 4E 49 2D 54	00 03 81	False	7F

共 100 当前 43-56 4 / 8

导出数据

十六进制数据表

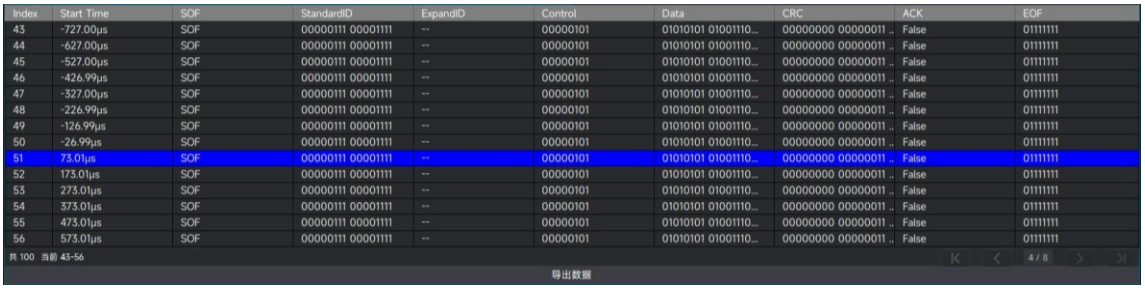


Index	Start Time	SOF	StandardID	ExpandID	Control	Data	CRC	ACK	EOF
43	-727.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
44	-627.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
45	-527.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
46	-427.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
47	-327.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
48	-227.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
49	-127.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
50	-27.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
51	73.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
52	173.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
53	273.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
54	373.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
55	473.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127
56	573.00µs	SOF	7 15	--	5	85 78 73 45 84	0 3 129	False	127

共 100 当前 43-56 4 / 8

导出数据

8 进制数据表

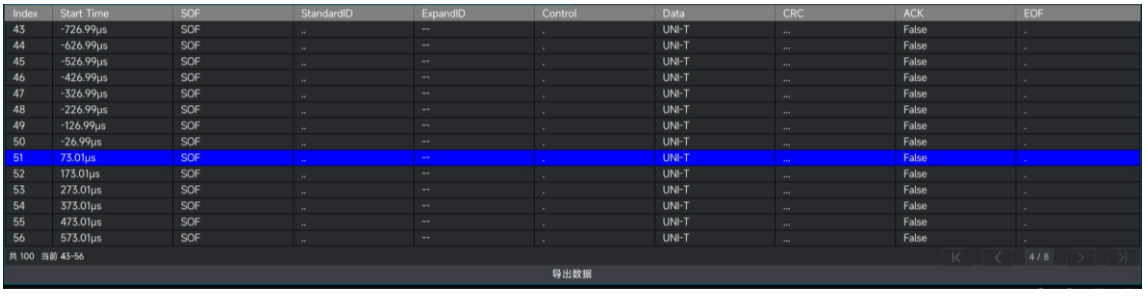


Index	Start Time	SOF	StandardID	ExpandID	Control	Data	CRC	ACK	EOF
43	-727.00µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
44	-627.00µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
45	-527.00µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
46	-426.99µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
47	-327.00µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
48	-226.99µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
49	-126.99µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
50	-26.99µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
51	73.01µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
52	173.01µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
53	273.01µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
54	373.01µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
55	473.01µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111
56	573.01µs	SOF	00000111 00001111	--	00000101	01010101 01001110...	00000000 00000011 ..	False	01111111

共 100 当前 43-56 4 / 8

导出数据

二进制数据表



Index	Start Time	SOF	StandardID	ExpandID	Control	Data	CRC	ACK	EOF
43	-726.99µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
44	-626.99µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
45	-526.99µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
46	-426.99µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
47	-326.99µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
48	-226.99µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
49	-126.99µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
50	-26.99µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
51	73.01µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
52	173.01µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
53	273.01µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
54	373.01µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
55	473.01µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.
56	573.01µs	SOF	..	--	.	UNI-T	...	False	.

共 100 当前 43-56 4 / 8

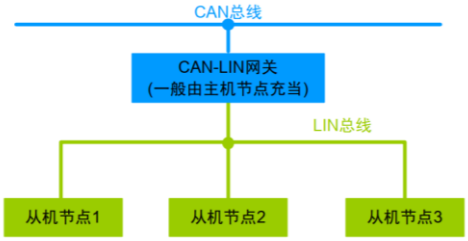
导出数据

ASCII 码表

LIN 总线

本地互联网络 LIN（Local Interconnect Network）自 1999 年开始开发，在 1998 年由 Motorola、Volvo、VCT 与多个汽车品牌合作成立 LIN 协会，作为 CAN 的低成本替代方案，LIN 总线被应用于传输速率不高的场合。如车窗控制、后视镜、大灯、雨刮控制等。

由于 CAN 总线的电气噪声容忍度，错误检测能力和高速率传输，LIN 总线至今无法取代 CAN 总线的地位，LIN 网络在汽车中一般不会独立存在，常与上层网络如 CAN 相连，因此，子网的概念也是上层的。



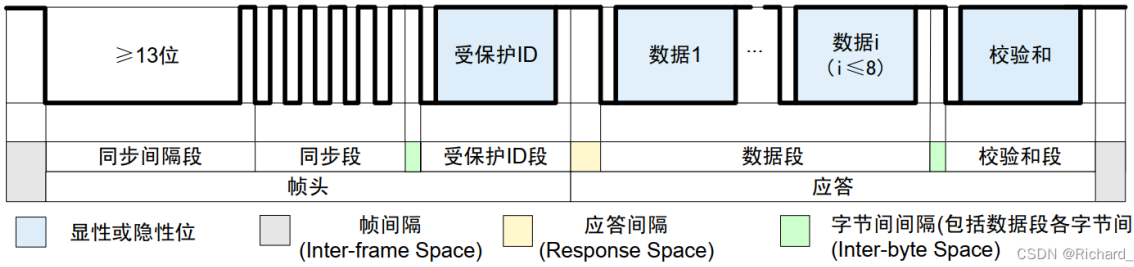
LIN 工作模式

LIN 总线由于物理层限制，一个 LIN 网络最多可以连接 16 个节点，典型应用一般都挂载 12 个节点以下，是一种单一主机多从机的单总线结构。LIN 的总线电平为 12V，最大传输速率为 20kbps。LIN 总线基于普通 UART/SCI 接口的低成本硬件实现，无需单独的硬件模块支持，虽然 LIN 总线的传输速率不快，但其信号传输具有确定性，以及可预测的 EMC 性能并最大限度减少了 EMI 以实现预期的功能，节约了大量的成本。

LIN 帧结构

包含帧头（Header）和应答（Response）两部分。主机负责发送帧头，从机接受帧头并对信息解析，然后决定是发送应答还是接收应答，或不做任何反应。

帧头包括同步间隔段、同步段以及 PID 段。应答包括数据段和校验和段



同步间隔段(Break Field)：用于区别串行通信（SCI\UART）数据帧，表示新帧的开始。同步间隔至少是持续 13 位的显性电平，当检测总线上持续出现 11 位显性电平时，认为是帧的开始。

同步段：用于确保所有从节点使用与主节点相同的波特率发送和接收数据，大小为 1 个字节，结构固定为 0x55，以产生一个方波信号给从节点做时钟同步。

PID 段：用于表示一帧 LIN 报文，指定执行操作的从设备。

数据段：用于主节点发送数据/命令或接受从节点的响应数据，长度为 1-8 个字节。

校验和段：用于校验接收的数据是否正确。LIN 标准的发展已经历经几个版本，其中经典校验在 LIN1.3 版本使用，仅校验数据段。增强校验在 LIN2.0 及以上版本使用，用于校验标识符段和数据段内容。



设置 LIN 总线解码

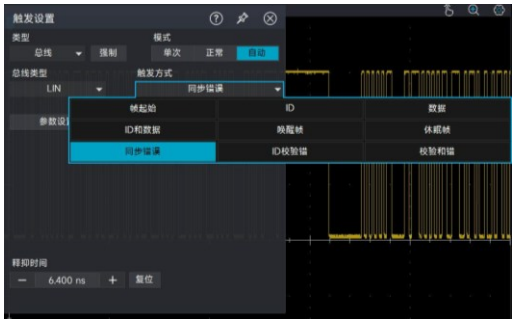
在配备 LIN 解码和触发的 MSO7000X 示波器上，按下前面板 BUS 按钮或点击屏幕右下角总线 + 标签进入协议分析功能，再次点击下方 B1 通道标签进入解码设置，为了示波器能正确理解输入的总线信息，需要输入信号类型的一些基本参数。



- 协议选择：LIN
- 源：模拟通道 C1-C4，数字通道 D0-D15。
- 信号标准：LIN1.0 或 LIN2.0
- 波特率：LIN 信号传输速率
- 阈值：判断 1 或 0 的阈值电平
- 字节数：判定数据传输的字节数
- 极性：正极性或负极性

设置 LIN 总线触发

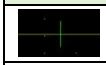
- 帧起始：在所有同步段上触发，结构固定为 0x55。
- ID：在用户自定义的 PID 位触发
- 数据：用户自定义的数据位上触发
- ID 和数据：ID 和数据同时满足时触发。
- 唤醒帧：在帧头最开始的上拉电平上触发。
- 休眠帧：在休眠帧的第一个字段末尾触发，第一个字段为 0，之后的字段全为 FF。
- 同步错误：检测到同步错误时，在错误的同步段上触发
- ID 校验错：检测到定义的 ID 错误时，在错误的 PID 位上触发。
- 校验和错：以选择的 LIN 标准校验校验和段，检测到校验和错，在错误的校验和段触发

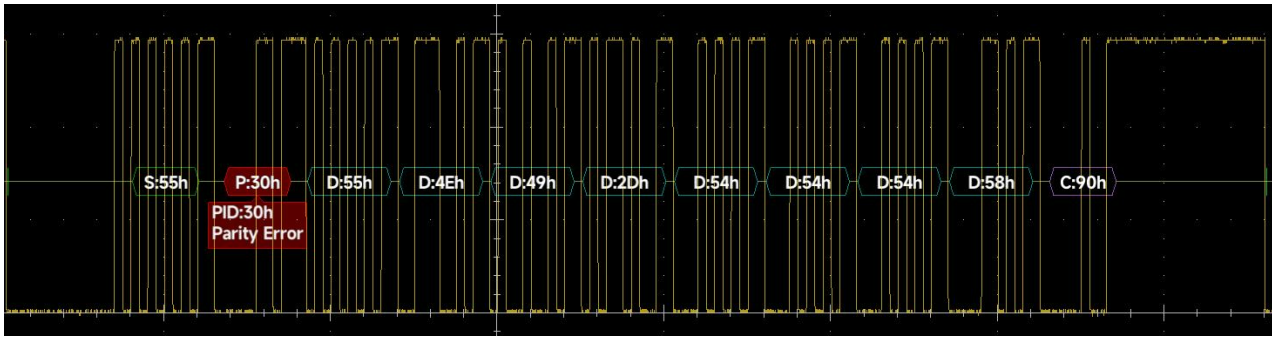


解析 LIN 总线消息

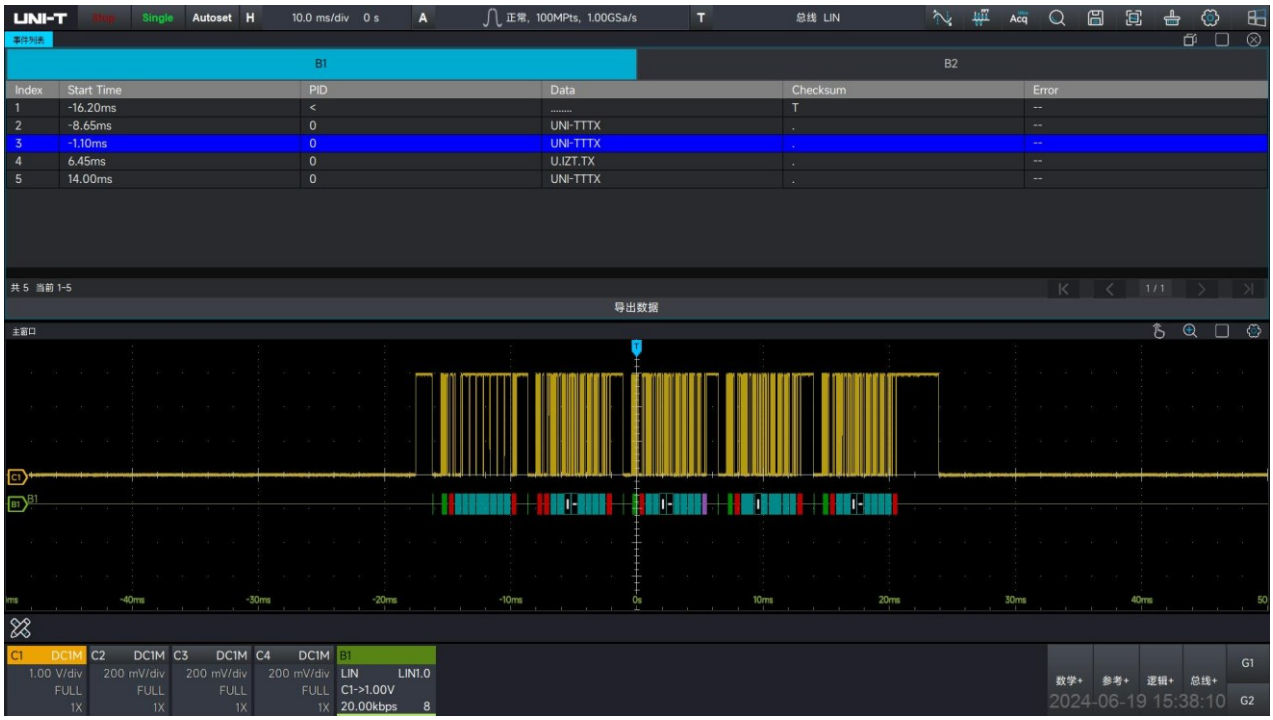
解析 LIN 总线信息时，示波器采用带颜色的编码图形表示 LIN 消息的信息。

由于帧长度的影响，编码图形无法一次将全部的消息信息展示，可以通过点击对应颜色的编码图形，将隐藏的信息完全展示，此外，消息信息内包含了对错误编码的自检，一旦发现错误，它将自动标识出来。

编码图形	消息	描述
	同步段空闲	以一个绿色标识开始
	同步段	固定 0x55，绿色
	PID 段	指定的从设备，红色
	数据段	具体的数据，淡绿色
	校验和段	不同的 LIN 标准校验和段不同，紫色



对于固件工程师来说，快速的 Debug 是行之有效的手段，事件列表可以帮助您在大量的报文消息中寻找到关键的信息，这种带有时间戳的事件解析列表可以记录从开始到时间结束的总线活动，你可以点击某一时间点的事件，跳转到对应链接波形，还可以使用协议搜索功能，搜索出预想的总线事件。

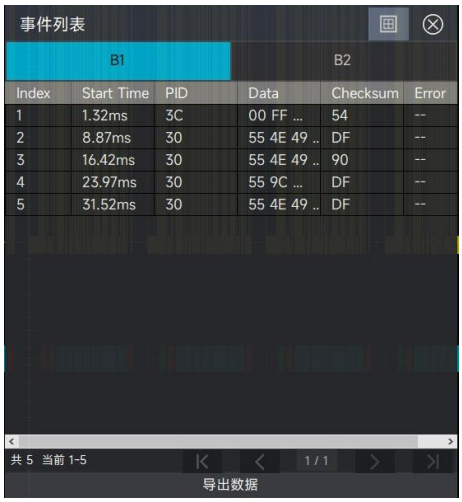


解析 LIN 总线消息

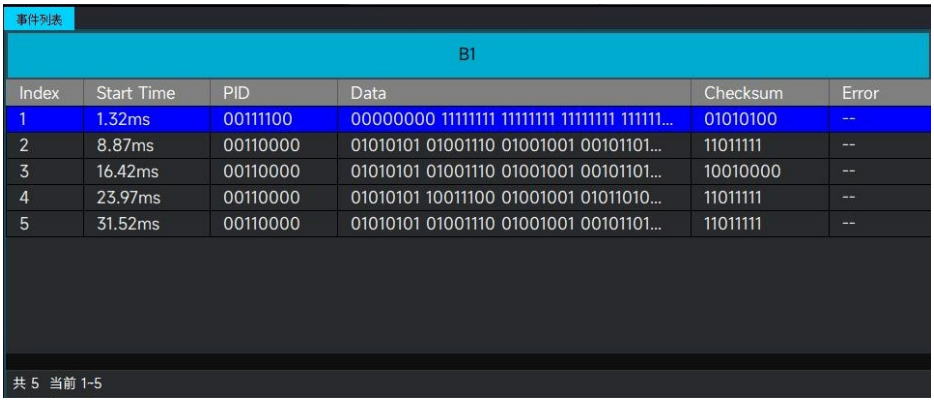
您不必注重对 LIN 总线解码过程的复杂格式转化，对编码译码中繁琐的转化工作可以交给示波器来完成。比如，您可以使用大家都易懂的 ASCII 编码来确定传输数据正确性，一旦错误，可以记下这个时间戳，将译码转化为 16 进制或二进制的方式去定位机器编码的故障。在这个阶段，事件列表很容易将错误的信息记录，您可以导出译码数据表分析二进制数据的传输和波形的关系。



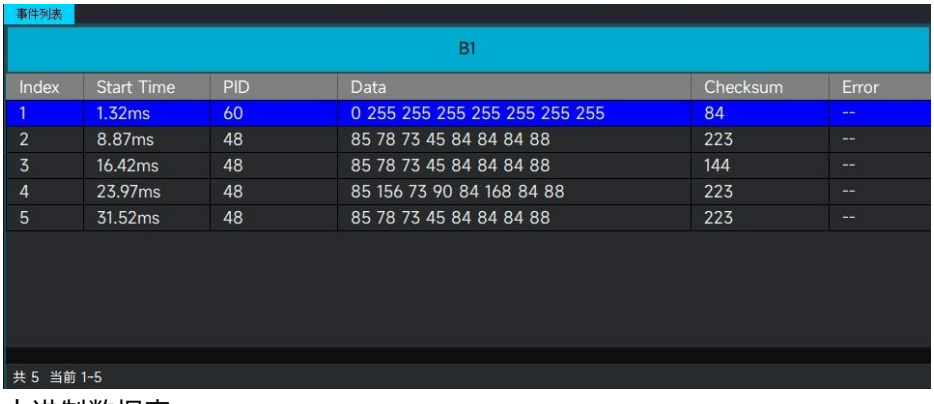
ASCII 码表



16 进制数据表



二进制数据表



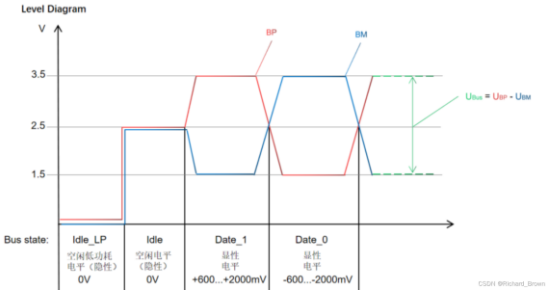
十进制数据表

FlexRay 总线

随着汽车智能化发展，汽车增加安全性和舒适体验的功能增多，用于实现这些功能的传感器、ECU 的数量也在持续上升，严重阻碍了线控技术的发展，常用的 CAN、LIN 等总线由于缺少同步性、确定性和容错性不能满足汽车线控系统（X-by-Wire）的要求。因此汽车制造商们成立了 FlexRay 联盟，联盟致力于推广 FlexRay 总线成为高级动力总成、底盘、线控系统的标准协议。并在 2013 年发布了 ISO17458 标注规范。在未来，主流机械和液压系统将被高度可靠的电子设备取代，这些智能电子的功能如高性能动力总成、线控、主动悬架、自适应巡航控制等将给乘客更高的舒适性和安全性。

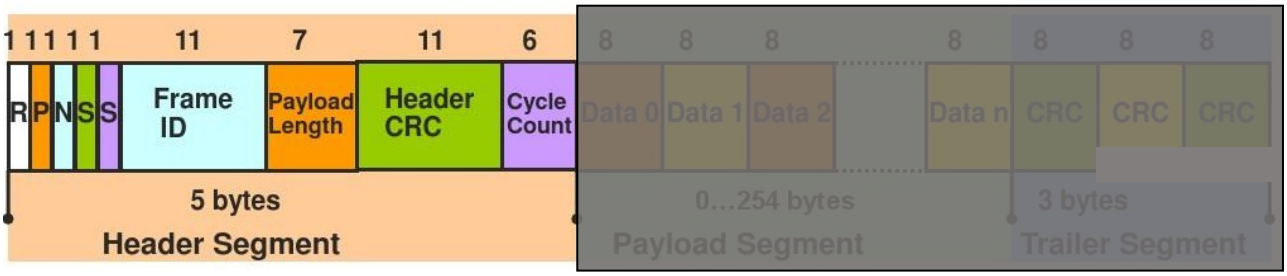
FlexRay 工作模式

FlexRay 总线和 CAN 一样，也采用屏蔽或不屏蔽的双绞线进行传输，每个通道有两根导线，分别是总线正（BP）和总线负（BM），可通过测量 BP 和 BM 之间的电压差来判断总线状态，这样的方式可以有效减小外部干扰对总线信息的影响，因为当干扰同时作用在两根导线上时可相互抵消。FlexRay 在每条通道上都需要使用 80-110Ω的终端电阻，用于将不同的电压加载到一个通道的两条到线上，这使得总线将有四种状态：Idle_Lp、Idle、Data_1 和 Data_0。



FlexRay 帧结构

FlexRay 是一种配置三个连续段（起始段、有效负载段和结束段）的差分串行总线。它将事件触发和时间触发两种方式结合起来，包含静态和动态帧的通信周期，结合了先前同步和异步协议的优点，具有高效的网络利用率和系统灵活性。



起始段由 5 个字节（40 位）组成，包括状态位（5 位），帧 ID（11 位），有效载荷长度（7 位），头部 CRC（11 位），循环计数（6 位）。

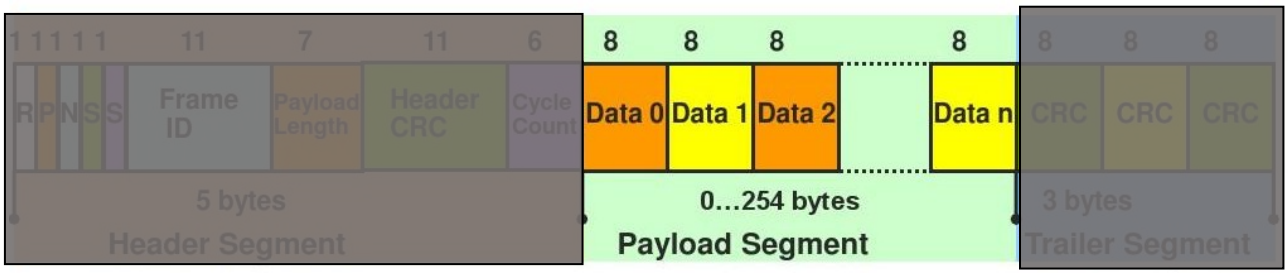
状态位分为：保留位（1 位）R：为以后扩展使用，净荷指示位（1 位）P：指明负载段的向量信息。空帧指示位（1 位）N：表示该帧是否是无效帧。同步帧指示位（1 位）S：表示该帧是否是一个同步帧。起始帧指示位（1 位）S：表示该帧是否是起始帧。

帧 ID：数据标识符，每个通道数据标识符唯一，用于事件触发帧进行优先级排序

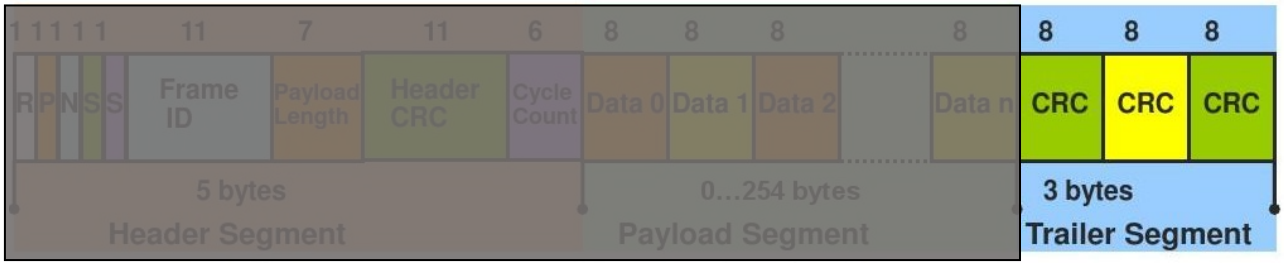
有效载荷长度：表示一帧中能传输的有效数据长度。在每个周期下的静态区中，每帧的数据长度是相同的，动态区长度不同。

头部 CRC：用于起始段冗余校验，检查传输中的错误。

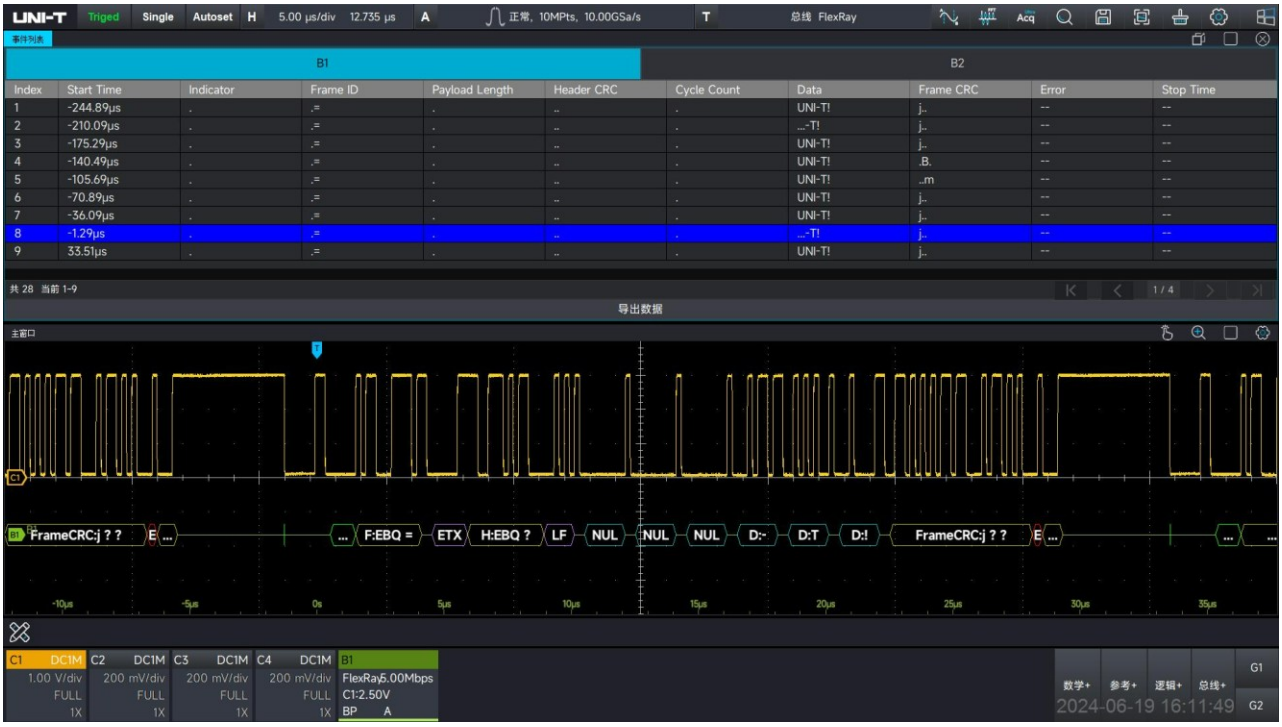
周期计数：循环计数器，通信一开始， 所有节点的周期计数器增 1。



有效负载段包含传输的实际数据。FlexRay 有效数据帧的长度最多 254 字节，比 CAN 长 30 多倍。



结束段包含三个用于检测错误的 8 位 CRC，由起始段和有效负载段计算得出的 CRC 校验码，计算 CRC 时，根据网络传输顺序从保留位到有效负载段的最后一位放到 CRC 生成器中进行计算。



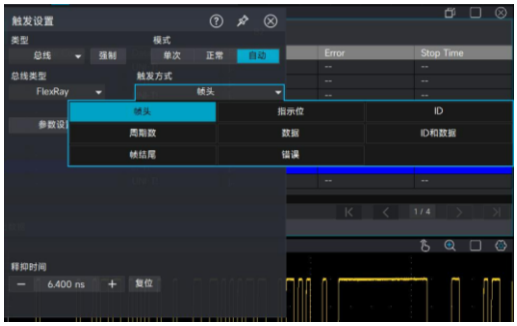
设置 FlexRay 总线解码

在配备 FLexRay 解码和触发的 MSO7000X 示波器上，按下前面板 BUS 按钮或点击屏幕右下角总线 + 标签进入协议分析功能，再次点击下方 B1 通道标签进入解码设置，为了示波器能正确理解输入的总线信息，需要输入信号类型的一些基本参数。

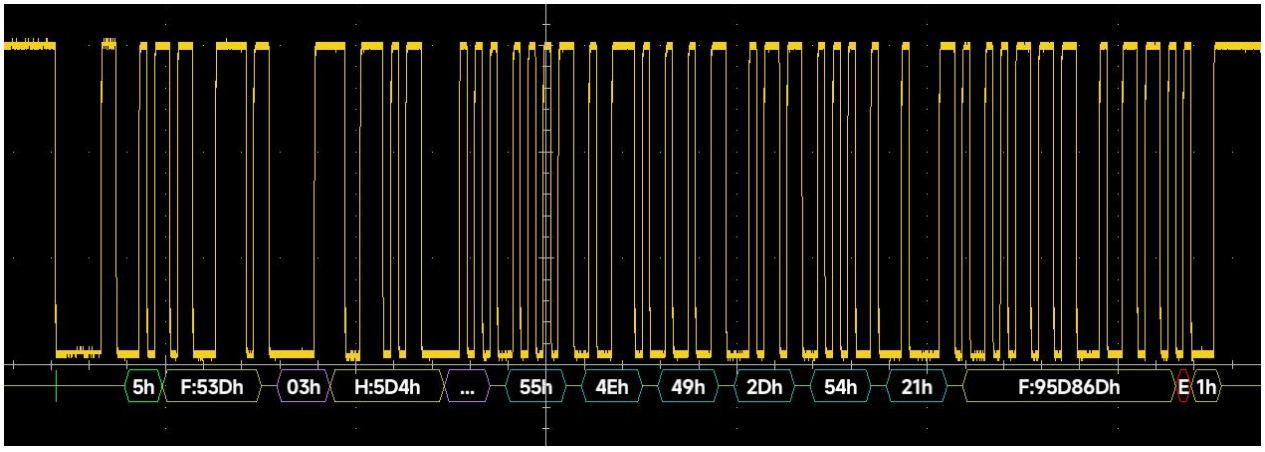


- 协议选择：FlexRay
- 源：模拟通道 C1-C4，数字通道 D0-D15。
- 源类型：BP 或 BM。
- 阈值：判断 1 或 0 的阈值电平
- 通道类型：A 或 B

设置 FlexRay 总线触发



- 帧头：触发在帧开始序列(FSS)后端
- 指示位：正常帧、净荷帧、空帧、同步帧、启动帧
- ID：触发在用户指定的 ID 上
- 周期数：触发在特定的周期数上
- 数据：触发最多 16 字节的数据，所需的数据可以指定为特定的值。
- ID 和数据：ID 和数据同时满足时触发
- 帧结尾：在静态帧、动态帧或所有帧的帧结尾触发
- 错误：触发不同类型的包错误。包括标头 CRC 错误、帧尾错误、空帧，静态错误、空帧，动态错误、同步帧错误、启动帧（无同步）错误。



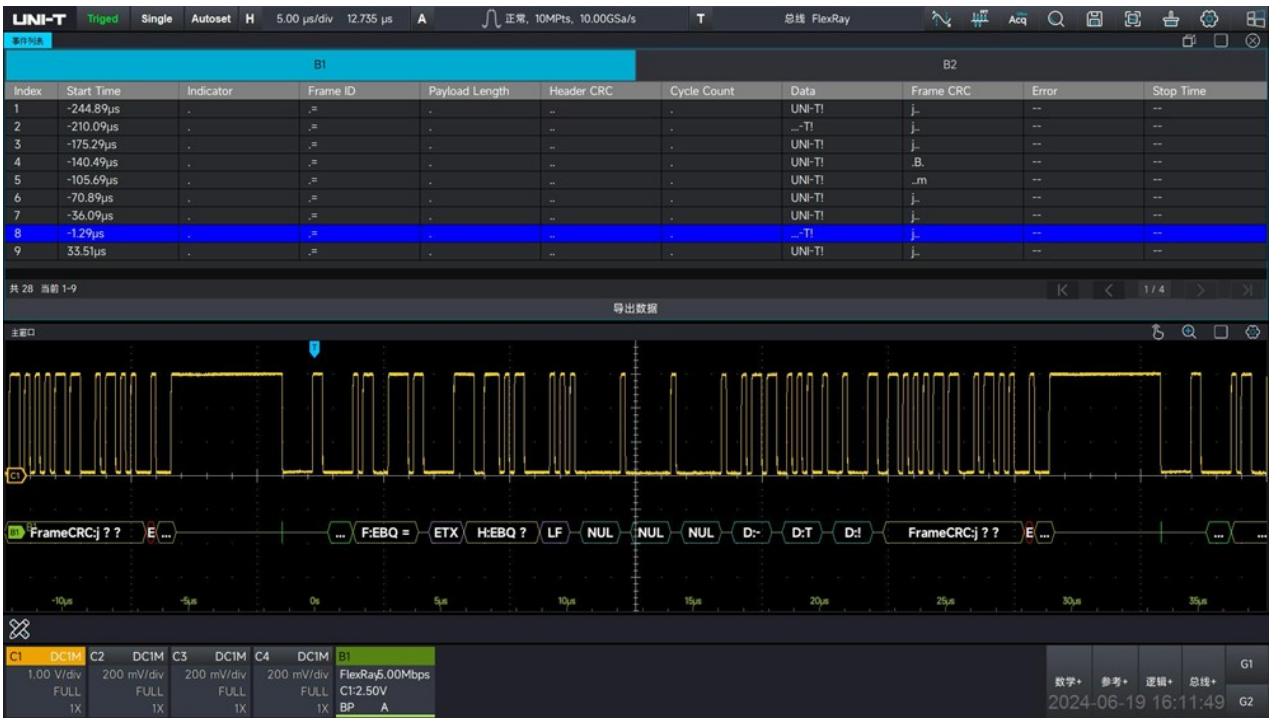
解析 FlexRay 总线消息

解析 FlexRay 总线信息时，示波器采用带颜色的编码图形表示 FlexRay 消息的信息。

由于帧长度的影响，编码图形无法一次将全部的消息信息展示，可以通过点击对应颜色的编码图形，将隐藏的信息完全展示，此外，消息信息内包含了对错误编码的自检，一旦发现错误，它将自动标识出来。

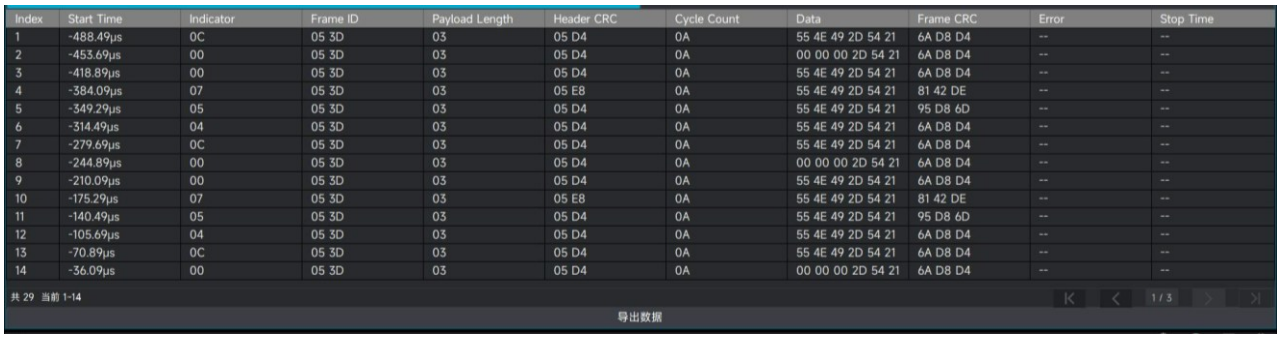
编码图形	消息	描述
		帧由此开始，绿色
	标志位	表示帧传输类型，绿色
	帧 ID	用于事件排序，暗黄色
	有效载荷长度	表示数据的有效传输长度，紫色
	头部 CRC	用于检查传输中的错误，暗黄色
	数据	具体的数据，淡绿色
	帧校验	由起始段和有效负载段计算得出，淡黄色
	END	帧结束，红色
	动态帧尾检测字段	动态帧独有，防止总线过早检测到信道空闲

对于固件工程师来说，快速的 Debug 是行之有效的手段，事件列表可以帮助您在大量的报文消息中寻找到关键的信息，这种带有时间戳的事件解析列表可以记录从开始到时间结束的总线活动，你可以点击某一时间点的事件，跳转到对应链接波形，还可以使用协议搜索功能，搜索出预想的总线事件。



解析 FlexRay 总线消息

您不必注重对 FlexRay 总线解码过程的复杂格式转化，对编码译码中繁琐的转化工作可以交给示波器来完成。比如，您可以使用大家都易懂的 ASCII 编码来确定传输数据正确性，一旦错误，可以记下这个时间戳，将译码转化为 16 进制或二进制的方式去定位机器编码的故障。在这个阶段，事件列表很容易将错误的信息记录，您可以导出译码数据表分析二进制数据的传输和波形的关系。



Index	Start Time	Indicator	Frame ID	Payload Length	Header CRC	Cycle Count	Data	Frame CRC	Error	Stop Time
1	-488.49µs	0C	05 3D	03	05 D4	0A	55 4E 49 2D 54 21	6A D8 D4	--	--
2	-453.69µs	00	05 3D	03	05 D4	0A	00 00 00 2D 54 21	6A D8 D4	--	--
3	-418.89µs	00	05 3D	03	05 D4	0A	55 4E 49 2D 54 21	6A D8 D4	--	--
4	-384.09µs	07	05 3D	03	05 E8	0A	55 4E 49 2D 54 21	81 42 DE	--	--
5	-349.29µs	05	05 3D	03	05 D4	0A	55 4E 49 2D 54 21	95 D8 6D	--	--
6	-314.49µs	04	05 3D	03	05 D4	0A	55 4E 49 2D 54 21	6A D8 D4	--	--
7	-279.69µs	0C	05 3D	03	05 D4	0A	55 4E 49 2D 54 21	6A D8 D4	--	--
8	-244.89µs	00	05 3D	03	05 D4	0A	00 00 00 2D 54 21	6A D8 D4	--	--
9	-210.09µs	00	05 3D	03	05 D4	0A	55 4E 49 2D 54 21	6A D8 D4	--	--
10	-175.29µs	07	05 3D	03	05 E8	0A	55 4E 49 2D 54 21	81 42 DE	--	--
11	-140.49µs	05	05 3D	03	05 D4	0A	55 4E 49 2D 54 21	95 D8 6D	--	--
12	-105.69µs	04	05 3D	03	05 D4	0A	55 4E 49 2D 54 21	6A D8 D4	--	--
13	-70.89µs	0C	05 3D	03	05 D4	0A	55 4E 49 2D 54 21	6A D8 D4	--	--
14	-36.09µs	00	05 3D	03	05 D4	0A	00 00 00 2D 54 21	6A D8 D4	--	--

共 29 当前 1-14　　1 / 3

导出数据

十六进制数据表



Index	Start Time	Indicator	Frame ID	Payload Length	Header CRC	Cycle Count	Data	Frame CRC	Error	Stop Time
1	-488.49µs	5	5 61	3	5 212	10	85 78 73 45 84 33	149 216 109	--	--
2	-453.69µs	4	5 61	3	5 212	10	85 78 73 45 84 33	106 216 212	--	--
3	-418.89µs	12	5 61	3	5 212	10	85 78 73 45 84 33	106 216 212	--	--
4	-384.09µs	0	5 61	3	5 212	10	0 0 0 45 84 33	106 216 212	--	--
5	-349.29µs	0	5 61	3	5 212	10	85 78 73 45 84 33	106 216 212	--	--
6	-314.49µs	7	5 61	3	5 232	10	85 78 73 45 84 33	129 66 222	--	--
7	-279.69µs	5	5 61	3	5 212	10	85 78 73 45 84 33	149 216 109	--	--
8	-244.89µs	4	5 61	3	5 212	10	85 78 73 45 84 33	106 216 212	--	--
9	-210.09µs	12	5 61	3	5 212	10	85 78 73 45 84 33	106 216 212	--	--
10	-175.29µs	0	5 61	3	5 212	10	0 0 0 45 84 33	106 216 212	--	--
11	-140.49µs	0	5 61	3	5 212	10	85 78 73 45 84 33	106 216 212	--	--
12	-105.69µs	7	5 61	3	5 232	10	85 78 73 45 84 33	129 66 222	--	--
13	-70.89µs	5	5 61	3	5 212	10	85 78 73 45 84 33	149 216 109	--	--
14	-36.09µs	4	5 61	3	5 212	10	85 78 73 45 84 33	106 216 212	--	--

共 29 当前 1-14　　1 / 3

导出数据

十进制数据表

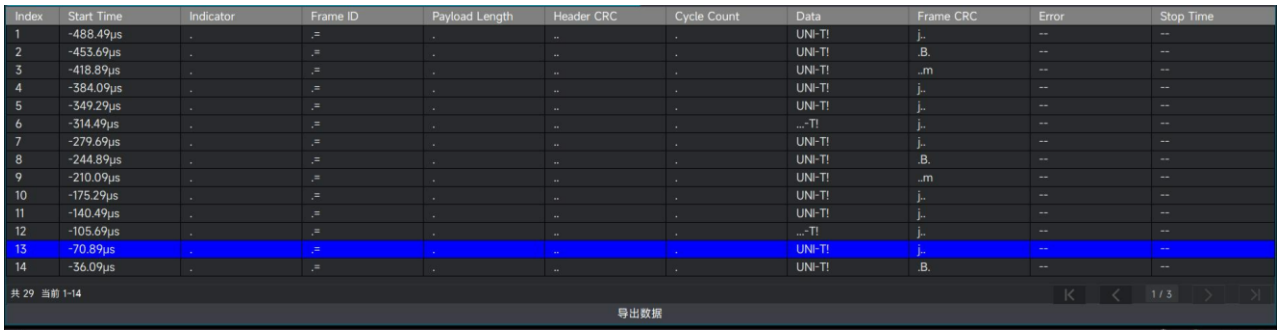


Index	Start Time	Indicator	Frame ID	Payload Length	Header CRC	Cycle Count	Data	Frame CRC	Error	Stop Time
1	-488.49µs	00001100	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	01010101 010011...	01101010 11011000 ...	--	--
2	-453.69µs	00000000	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	00000000 000000..	01101010 11011000 ...	--	--
3	-418.89µs	00000000	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	01010101 010011...	01101010 11011000 ...	--	--
4	-384.09µs	00000111	00000101 00111101	00000011	00000101 11101000	00001010	01010101 010011...	10000001 010000...	--	--
5	-349.29µs	00000101	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	01010101 010011...	10010101 11011000 ...	--	--
6	-314.49µs	00000100	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	01010101 010011...	01101010 11011000 ...	--	--
7	-279.69µs	00001100	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	01010101 010011...	01101010 11011000 ...	--	--
8	-244.89µs	00000000	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	00000000 000000..	01101010 11011000 ...	--	--
9	-210.09µs	00000000	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	01010101 010011...	01101010 11011000 ...	--	--
10	-175.29µs	00000111	00000101 00111101	00000011	00000101 11101000	00001010	01010101 010011...	10000001 010000...	--	--
11	-140.49µs	00000101	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	01010101 010011...	10010101 11011000 ...	--	--
12	-105.69µs	00000100	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	01010101 010011...	01101010 11011000 ...	--	--
13	-70.89µs	00001100	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	01010101 010011...	01101010 11011000 ...	--	--
14	-36.09µs	00000000	00000101 00111101	00000011	00000101 11010100	00001010	00000000 000000..	01101010 11011000 ...	--	--

共 29 当前 1-14　　1 / 3

导出数据

二进制数据表



Index	Start Time	Indicator	Frame ID	Payload Length	Header CRC	Cycle Count	Data	Frame CRC	Error	Stop Time
1	-488.49µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	j..	--	--
2	-453.69µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	.B.	--	--
3	-418.89µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	..m	--	--
4	-384.09µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	j..	--	--
5	-349.29µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	j..	--	--
6	-314.49µs	.	.=	.	..	.	...-T!	j..	--	--
7	-279.69µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	j..	--	--
8	-244.89µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	.B.	--	--
9	-210.09µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	..m	--	--
10	-175.29µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	j..	--	--
11	-140.49µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	j..	--	--
12	-105.69µs	.	.=	.	..	.	...-T!	j..	--	--
13	-70.89µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	j..	--	--
14	-36.09µs	.	.=	.	..	.	UNI-T!	.B.	--	--

共 29 当前 1-14　　1 / 3

导出数据

ASCII 码表

SENT 总线

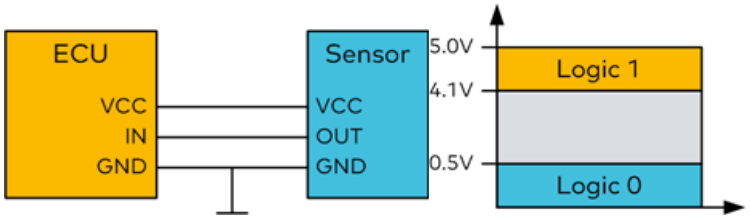
SENT(Single Edge Nibble Transmission）总线是汽车电子中常用于传感器信号的一种数字信号接口，其有特定的协议，是单向通信，是汽车电子中一种低成本通信的实现方式。因为其精简的结构、高传输速率、低成本实现，是一种相比 CAN 或 LIN 更便捷、可靠、经济的车载数据通讯解决方案。

随着车载传感器数量的增加和对测量精度要求的提升，GM 公司根据这种需求，首先制定了 SENT 标准，后来成为 SAE J2716 标准。随后一些公司在动力系统中逐渐采用该标准，并应用在整车传感器、执行器及 Drive-by-wire 线控等子系统中。目前越来越多的传感器都已支持 SENT 类型的信号。

SENT 工作模式

SENT 物理接口由一个信号线、一个 + 5V 供电电压线和一个接地组成

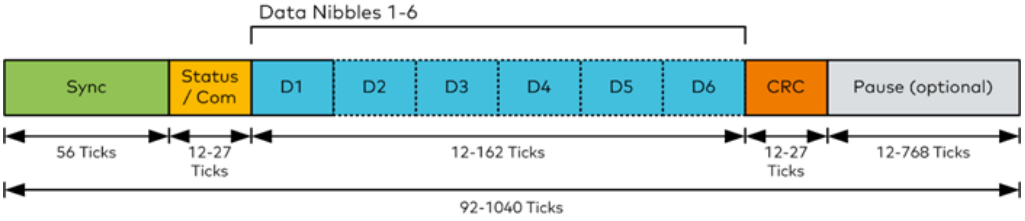
高低信号的电平要求： 0~0.5V 为逻辑电平 0，4.1~5V 为逻辑电平 1。



SENT 协议的数据使用半个字节(Nibble)，即 4bit 来进行编码定义的，一个 Nibble 是通过 2 个下降沿之间的时间差来定义的。

SENT 帧结构

SENT 报文以一个同步脉冲开始，该脉冲与后续的下降沿之间的时间间隔等效于 56 个时钟节拍(Ticks)；同步脉冲之后，状态/通信半字节按照 SENT 格式传送；随后紧接着就是 6 个含有传感器数据的 Data Nibbles；在每条报文的尾部会提供一个检验脉冲并插入一个固定长度不超过 1ms 的暂停脉冲，因此 SENT 报文的长度会随着半字节的值而有不同。



SENT 协议以 Nibble 为基础单元进行编码，其基本组成有：

- Sync 为同步脉冲，数量为固定的 56Ticks
- Status/Com 为状态及通讯字段，数量为 12~27Ticks，即 1 个 Nibble（4bit）
- Data 为数据段，12~162Ticks，即 1~6 个 Nibble
- CRC 为校验字段，12~27Ticks，即 1 个 Nibble
- Pause 暂停脉冲，数量为 12~768Ticks。早期的 SENT 协议无此字段或者一个固定长度 Ticks，SENT2010 之后，部分通过此功能可以动态条件 Ticks 的个数，实现整个 SENT 协议是同一个固定长度 Ticks。



设置 SENT 总线解码

在配备 SENT 解码和触发的 MSO7000X 示波器上，按下前面板 BUS 按钮或点击屏幕右下角总线 + 标签进入协议分析功能，再次点击下方 B1 通道标签进入解码设置，为了示波器能正确理解输入的总线信息，需要输入信号类型的一些基本参数。



- 协议选择：SENT
- 信号输入：模拟通道 C1-C4，数字通道 D0-D15。
- 信号速率：SENT 信号传输速率
- 极性：正极性或负极性
- 阈值：判断 1 或 0 的阈值电平
- 暂停位：设定是否开启暂停判决
- 数据长度：设定 SENT 总线传输的数据长度
- CRC 校验：SENT2008 或 SENT2010

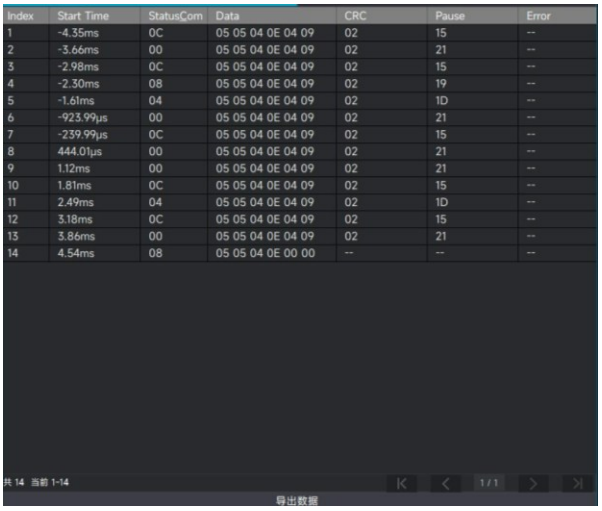
设置 SENT 总线触发



- 同步位：检测到同步脉冲时触发
- 帧起始：在 Status/Com 状态字节上触发
- 数据：触发特定的数据
- CRC 校验错：在 CRC 校验错误时触发

解析 SENT 总线消息

您不必注重对 SENT 总线解码过程的复杂格式转化，对编码译码中繁琐的转化工作可以交给示波器来完成。比如，您可以使用大家都易懂的 ASCII 编码来确定传输数据正确性，一旦错误，可以记下这个时间戳，将译码转化为 16 进制或二进制的方式去定位机器编码的故障。在这个阶段，事件列表很容易将错误的信息记录，您可以导出译码数据表分析二进制数据的传输和波形的关系。

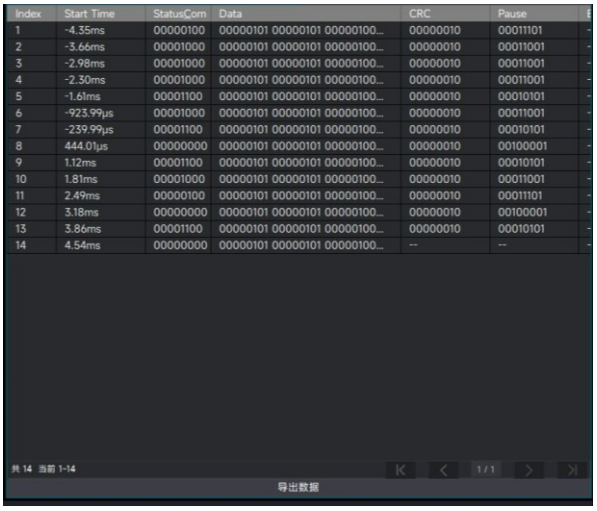


Index	Start Time	StatusCom	Data	CRC	Pause	Error
1	-4.35ms	0C	05 05 04 0E 04 09	02	15	--
2	-3.66ms	00	05 05 04 0E 04 09	02	21	--
3	-2.98ms	0C	05 05 04 0E 04 09	02	15	--
4	-2.30ms	08	05 05 04 0E 04 09	02	19	--
5	-1.61ms	04	05 05 04 0E 04 09	02	1D	--
6	-923.99µs	00	05 05 04 0E 04 09	02	21	--
7	-239.99µs	0C	05 05 04 0E 04 09	02	15	--
8	444.01µs	00	05 05 04 0E 04 09	02	21	--
9	1.12ms	00	05 05 04 0E 04 09	02	21	--
10	1.81ms	0C	05 05 04 0E 04 09	02	15	--
11	2.49ms	04	05 05 04 0E 04 09	02	1D	--
12	3.18ms	0C	05 05 04 0E 04 09	02	15	--
13	3.86ms	00	05 05 04 0E 04 09	02	21	--
14	4.54ms	08	05 05 04 0E 00 00	--	--	--

共 14 当前 1-14 1 / 1

导出数据

二进制数据表



Index	Start Time	StatusCom	Data	CRC	Pause
1	-4.35ms	00000100	00000101 00000101 00000100...	00000010	00011101
2	-3.66ms	00001000	00000101 00000101 00000100...	00000010	00011001
3	-2.98ms	00001000	00000101 00000101 00000100...	00000010	00011001
4	-2.30ms	00001000	00000101 00000101 00000100...	00000010	00011001
5	-1.61ms	00001100	00000101 00000101 00000100...	00000010	00010101
6	-923.99µs	00001000	00000101 00000101 00000100...	00000010	00011001
7	-239.99µs	00001100	00000101 00000101 00000100...	00000010	00010101
8	444.01µs	00000000	00000101 00000101 00000100...	00000010	00100001
9	1.12ms	00001100	00000101 00000101 00000100...	00000010	00010101
10	1.81ms	00001000	00000101 00000101 00000100...	00000010	00011001
11	2.49ms	00000100	00000101 00000101 00000100...	00000010	00011101
12	3.18ms	00000000	00000101 00000101 00000100...	00000010	00100001
13	3.86ms	00001100	00000101 00000101 00000100...	00000010	00010101
14	4.54ms	00000000	00000101 00000101 00000100...	--	--

共 14 当前 1-14 1 / 1

导出数据

十六进制数据表

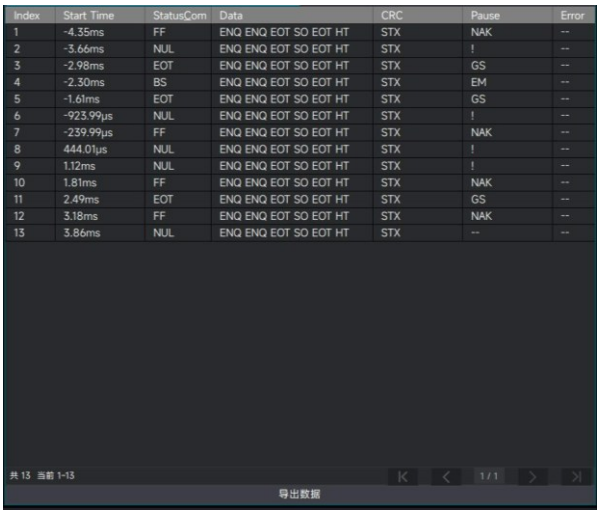


Index	Start Time	StatusCom	Data	CRC	Pause	Error
1	-4.35ms	12	5 5 4 14 4 9	2	21	--
2	-3.66ms	0	5 5 4 14 4 9	2	33	--
3	-2.98ms	4	5 5 4 14 4 9	2	29	--
4	-2.30ms	8	5 5 4 14 4 9	2	25	--
5	-1.61ms	4	5 5 4 14 4 9	2	29	--
6	-923.99µs	0	5 5 4 14 4 9	2	33	--
7	-239.99µs	12	5 5 4 14 4 9	2	21	--
8	444.01µs	0	5 5 4 14 4 9	2	33	--
9	1.12ms	0	5 5 4 14 4 9	2	33	--
10	1.81ms	12	5 5 4 14 4 9	2	21	--
11	2.49ms	4	5 5 4 14 4 9	2	29	--
12	3.18ms	12	5 5 4 14 4 9	2	21	--
13	3.86ms	0	5 5 4 14 4 9	2	--	--

共 13 当前 1-13 1 / 1

导出数据

十进制数据表



Index	Start Time	StatusCom	Data	CRC	Pause	Error
1	-4.35ms	FF	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	NAK	--
2	-3.66ms	NUL	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	!	--
3	-2.98ms	EOT	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	GS	--
4	-2.30ms	BS	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	EM	--
5	-1.61ms	EOT	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	GS	--
6	-923.99µs	NUL	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	!	--
7	-239.99µs	FF	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	NAK	--
8	444.01µs	NUL	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	!	--
9	1.12ms	NUL	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	!	--
10	1.81ms	FF	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	NAK	--
11	2.49ms	EOT	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	GS	--
12	3.18ms	FF	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	NAK	--
13	3.86ms	NUL	ENQ ENQ EOT SO EOT HT	STX	--	--

共 13 当前 1-13 1 / 1

导出数据

ASCII 码表



了解优利德示波器新品

图片	系列	通道	带宽	采样率	存储深度
	UPO70000 系列	4	13GHz/10GHz 每通道	40GSa/s 每通道	4Gpts 每通道
	MSO8000HDP 系列 12-bit	4+16	8GHz/6GHz 每通道	20GSa/s 每通道	4Gpts 每通道
	MSO8000HD 系列 12-bit	4+16	8GHz/5GHz	20GSa/s	2Gpts
	MSO7000HD 系列 12-bit	8+16	3GHz/2GHz	10GSa/s	1Gpts
	MSO6000HDP 系列 12-bit	4+16	2GHz/1GHz	10GSa/s	1Gpts
	MSO7000X 系列	4+16	1G/2G/2.5GHz	10GSa/s	1Gpts
	UPO7000L 系列	4	1G/2GHz	10GSa/s	1Gpts

	UPO6000LP 系列 12bit	4/8	1G/500MHz/350MHz	5GSa/s	500Mpts
	MSO5000HD 系列 12-bit	4+16	1G/500MHz/350MHz	5GSa/s	500Mpts
	MSO3000X 系列	4+16	250M/350M/500MHz	5GSa/s	500Mpts
	MSO3000HD 系列 12-bit	4+16	200M/350M/500MHz	2.5GSa/s	500Mpts
	MSO2000X 系列	4+16	100M/200M/300MHz	5GSa/s	100Mpts

销售网络

测试仪器华中区办事处：

武汉：湖北省武汉市东湖新技术开发区高新大道 668 号光谷金融中心 A 座 712-713 室

联系电话：18922986656

销售区域：河南、江西、湖南、湖北

测试仪器华东区办事处：

南京：南京市江宁区 富塘街 7 号深蓝中心 4 栋 2201、2202 室

苏州：苏州市苏州大道东 409 号国际金融中心 1 幢 2802 室

联系电话：18916111209

销售区域：江苏、浙江、安徽、上海

测试仪器华西区办事处：

成都：成都市高新西区西芯大道 3 号国腾科技园 1 栋 4 层 403 号

西安：西安市雁塔区城南南二环西段 88 号老三届世纪星 19 楼 19 号

联系电话：18922981286

销售区域：四川、贵州、重庆、云南、西藏、甘肃、陕西、青海、新疆、宁夏

测试仪器华北区办事处：

北京：北京市海淀区海淀北二街 8 号 中关村 SOHO 1215 室

联系电话：18922986036

销售区域：山西、河北、天津、北京、黑龙江、吉林、山东、内蒙古、辽宁

测试仪器华南区办事处：

东莞：广东省东莞市松山湖园区工业北一路 6 号

联系电话：13510557637

销售区域：广东、福建、广西、海南

全国技术支持热线：

400-876-7822

优利德公众号：