User Manual

ZPS-CANFD 分析仪用户手册

ZPS 汽车电子测试平台

类别	内容
关键词	用户手册
摘要	ZPS-CANFD是一款CAN FD、CAN、LIN总线的测量及测试仪器，支持总线数据的发送和接收，高层协议解析及诊断，能对CAN FD、CAN总线物理层电气信号实时采集和记录，并附带有高速模拟通道、通用数字IO通道及模拟IO通道，通过提供的硬件接口及软件功能，用户能够便捷地构建总线信号测量与分析、节点功能仿真及测试、网络可靠性诊断及评估的自动化系统。

修订历史

版本	日期	原因
V1.0	2020/09/17	创建文档
V1.1	2020/12/24	更新技术参数及测量线
V1.2	2022/04/13	图片修改、功能添加等（软件版本号：0.0.1.262）
V1.3	2023/12/14	更新文档页眉页脚、“免责声明”内容等（软件版本号：0.0.1.262）
V1.4	2024/07/30	参数/功能说明添加、图片修改等（软件版本号：0.0.1.422）
V1.5	2026/05/15	新功能说明及相关参数细节描述添加、增加新的硬件型号支持等（软件版本号：0.0.1.463）

目 录

1. 注意事项 1
1.1 运输与存放 1
1.1.1 运输 1
1.1.2 存放 1
1.2 维护 1
1.3 停用和处置 1
1.4 回收和处置 1
2. 安全须知 2
2.1 安全操作 2
2.2 正确使用 2
2.3 标准质保期 2
2.4 电源额定限值 2
2.5 电气连接 2
2.6 维护与维修 2
2.7 安规信息 2
2.7.1 测量类别介绍 3
3. 产品介绍 4
3.1 功能列表 4
3.2 产品外观 6
3.2.1 前面板 6
3.2.2 后面板 7
3.3 配件介绍 8
3.3.1 CAN 测试线 A/B 8
3.3.2 DB9-OPEN4 端子 8
3.3.3 双头硅胶测试线 9
3.4 出货清单 10
4. 软件安装与升级 11
4.1 系统要求 11
4.2 软件安装 11
4.3 软件升级 12
5. 快速入门 14
5.1 硬件连接 14
5.2 软件连接 14
5.3 CAN 报文采集 15
5.3.1 属性设置 15
5.3.2 报文发送 16
5.3.3 报文接收 16
5.3.4 数据导出 17
5.4 高速模拟通道采集 17
5.4.1 通道设置 18
5.4.2 数据采集 18

6. 软件界面 19
6.1 主菜单栏 19
6.1.1 文件 20
6.1.2 设置 21
6.1.3 分析 23
6.1.4 工具 24
6.1.5 窗口 26
6.1.6 帮助 27
6.2 状态栏 27
6.3 工作区 28
6.3.1 设备 28
6.3.2 报文发送窗口 40
6.3.3 报文接收窗口 42
6.3.4 报文解码窗口 46
6.3.5 DSO 控制面板窗口 48
6.3.6 多通道数据展示窗口 50
7. 基础功能 51
7.1 报文发送 51
7.1.1 普通发送 51
7.1.2 列表发送 51
7.1.3 触发发送 52
7.1.4 发送干扰 53
7.1.5 随机发送 55
7.1.6 DBC 发送 56
7.2 报文重播 58
7.2.1 右键菜单及快捷按钮 59
7.3 报文过滤条件 59
7.4 DBC 文件加载 60
7.5 DBC 信号展示 61
7.5.1 快捷按钮 63
7.6 被动接收干扰 63
7.6.1 协议位干扰 64
7.6.2 自定义干扰 64
7.6.3 实现结果 66
7.7 物理层扰动控制面板 67
7.7.1 状态介绍 68
7.7.2 参数介绍 69
7.7.3 参数调节范围 69
7.8 CAN1 核心控制面板 69
7.9 CAN 总线信号扫描 70
7.10 全局变量管理 71
7.11 趋势展示 73
7.11.1 右键菜单及快捷按钮 73

7.12 全局标签 73
8. 分析测量功能 75
8.1 总线信号质量评估 75
8.1.1 参数介绍 75
8.2 总线信号眼图 77
8.2.1 参数介绍 77
8.2.2 按钮介绍 78
8.3 总线电平测量 78
8.3.1 参数介绍 80
8.4 总线边沿测量 81
8.4.1 参数介绍 82
8.5 总线位时间测量 83
8.5.1 参数介绍 84
8.6 节点采样点测量 85
8.6.1 参数介绍 87
8.7 收发器时序特性测量 88
8.7.1 参数介绍 90
8.8 系统传播延迟评估 91
8.8.1 参数介绍 93
8.9 错误状态自动化分析 95
8.9.1 参数介绍 96
8.10 FFT 分析 97
8.10.1 参数介绍 98
8.10.2 按钮介绍 99
8.11 帧统计 100
8.12 报文间隔分析 101
8.12.1 参数介绍 102
8.13 总线负载率 103
8.13.1 右键菜单及快捷按钮 104
8.13.2 属性设置 104
9. 产品技术规格 106
9.1 通用技术规格 106
9.2 CAN/CANFD/LIN 协议技术规格 106
9.3 CAN/CANFD 逻辑干扰技术规格 107
9.4 DSO 高速模拟通道技术规格 107
9.5 数字/模拟通道技术规格 108
9.6 产品尺寸 110
10. 免责声明 111

1. 注意事项

1.1 运输与存放

1.1.1 运输

- ✧ 将设备放于原始包装内运输。
- ✧ 运输途中避免设备受热和受潮：不要超过-10ºC 至+70ºC 的温度范围和 85%的最大湿度。
- ✧ 不要让设备受到撞击和重压。

1.1.2 存放

- ✧ 保存好原始包装，以便后续运输或设备返修时需要。只有原始包装才能保证设备得到妥当保护，避免其受到机械碰撞。
- ✧ 将设备存放在干燥的房间内；温度范围在-10ºC 至+70ºC 之间，且最大湿度不可超过 85%。
- ✧ 保护好设备，使它免于阳光直射、受热、受潮和机械碰撞。

1.2 维护

确保通风孔不受阻挡。在其它正常情况下，本设备无需维护。

1.3 停用和处置

- ✧ 关闭 Power 开关。
- ✧ 断开主电源和测试输入。
- ✧ 将插头从电源插座中拔出。
- ✧ 移除所有连接的设备。
- ✧ 确保设备安全，避免意外启动。

1.4 回收和处置

- ✧ 始终遵守关于回收和废弃物处置的适用法定条例。
- ✧ 外壳：设备外壳由金属制成，可以回收。

2. 安全须知

2.1 安全操作

确保使用本设备的所有人均已阅读并完全理解注意事项和安全须知。

只能在特定的环境条件下使用本设备。确保实际的周围环境条件符合“技术参数”部分所述的容许条件。

在操作期间，确保通风孔不受阻挡。

始终遵守第 1 章关于“运输和存放”的说明。

2.2 正确使用

确保被测信号的电压值在额定范围以内，除了测试规定信号类型以外，不可将设备用于任何其它用途。详见本章“技术参数”部分。

设备使用不当所导致的设备损坏不在保修范围之内。

2.3 标准质保期

设备无故障运行的保质期为自购买日起一年。

2.4 电源额定限值

（输入）I/P：80 ~ 264VAC 113 ~ 370VDC，47~63Hz，1A / 230VAC(tpy)

（输出）O/P：12VDC，5A

警告

请使用广州致远仪器有限公司的标配电源适配器以及标准的国标电源线和电源插座，保证给仪器输入一个合适的供电电压值，否则会损害仪器，并且用户可能有电击危险。为了仪器的安全和防止电击，请务必按设备要求保证接地良好。

2.5 电气连接

确保本设备所使用的电源线、USB 连接线和通信电缆，以及与设备一起使用的所有配件清洁且能够正常工作。

安装设备时要确保其电源线始终可以伸及，以便断开连接。

如果设备外壳或某个操作原件损坏，请勿使用设备。

2.6 维护与维修

请勿打开设备外壳，只有经过培训的合格维修人员才可以拆除仪器外壳。

请勿擅自修理和更换设备中的任何零部件。

受损或故障设备，请联系广州致远仪器有限公司进行处理。

2.7 安规信息

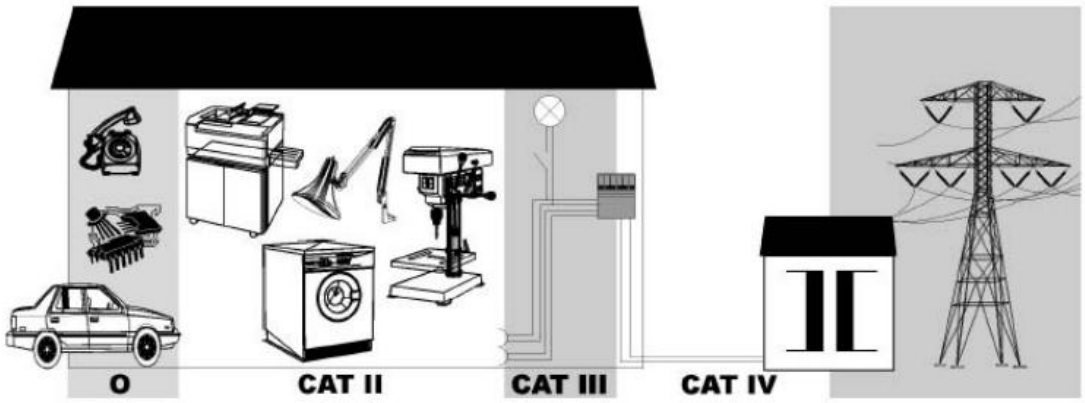
ZPS 安规符号如表 2.1 所示：

表 2.1 ZPS 安规符号

	此仪器符合 WEEE 指令（2002/96/EC）要求，切勿将此产品丢弃在生活垃圾中，需做分类回收。		CE 认证
		DSO 通道输入电阻为 1MΩ，输入电容为 16pF，信号输入端额定为 CAT I 60 V rms，即最大输入电压不得超过 60 V（RMS）。	

2.7.1 测量类别介绍

测量类别有 O、CAT II、CAT III 和 CAT IV，主要的介绍如下所示：



测量类别	测量类别显示	说明	备注
I	O	为适用于在不直接与电网电源连接的电路上进行的测量。	在不由电网电源供电的电路上和作了特殊保护由电网供电的电路上的测量
II	CAT II	为适用于在直接与低压设施连接的电路上进行的测量。	在家用电器上、便携式工具上和类似设备上的测量。
III	CAT III	为适用于在建筑物设施中进行的测量。	在配电板上、断路器上、布线上包括电缆、汇流条上、接线盒上、开关上、固定设施的输出插座上、工业用设备上以及其他设备上，例如与固定设施永久连接的驻立式电动机上的测量。
IV	CAT IV	适用于在低压设施的源端处进行的测量。	在初级过流保护装置上和纹波控制单元上的测量

注：引用标准 IEC/EN61010-2-030 CAT I 被替换为 O，O 指在没有直接连接到主电源的电路上进行测量。例如，对没有从主电源导出的电路，特别是受保护（内部）的主电源导出的电路进行测量。在后一种情况下，瞬间应力会发生变化。因此，用户应了解设备的瞬间承受能力。

3. 产品介绍

ZPS-CANFD 是一款 CAN FD、CAN、LIN 总线的测量及测试仪器，支持总线数据的发送和接收，高层协议解析及诊断，能对 CAN FD、CAN 总线物理层电气信号实时采集和记录，并附带有高速模拟通道、通用数字 IO 通道及模拟 IO 通道。通过提供的硬件接口及软件功能，用户能够便捷地构建总线信号的测量与分析、节点的功能仿真及测试等。

3.1 功能列表

ZPS-CANFD 分为三个型号，其对应支持的功能如表 3.1 所列：

表 3.1 ZPS 不同型号对应功能列表

模块	功能项	ZPS-CANFD-S1	ZPS-CANFD-A1	ZPS-CAN-A1
硬件	支持协议	CAN FD CAN2.0A/B LIN2.X	CAN FD CAN2.0A/B LIN2.X	CAN2.0A/B LIN2.X
	通用数字输入输出	支持	不支持	不支持
	通用模拟输入输出	支持	不支持	不支持
	高速模拟数据通道	支持	支持	支持
	物理层故障模拟	支持	支持	支持
	CAN 总线数字干扰	支持	支持	支持
	外部干扰源输入	支持	支持	支持
	通信接口	USB3.0、LAN	USB3.0、LAN	USB3.0、LAN
	供电	9~36VDC	9~36VDC	9~36VDC
软件	CAN 报文收发	支持	支持	支持
	CANFD 报文收发	支持	支持	不支持
	LIN 报文监听	支持	支持	支持
	CAN 波形采集	支持	支持	支持
	CANFD 波形采集	支持	支持	不支持
	CAN 波形解码	支持	支持	支持
	CANFD 波形解码	支持	支持	不支持
	CAN 物理层收发器逻辑信号实时采集及解码	支持	支持	支持
	CANFD 物理层收发器逻辑信号实时采集及解码	支持	支持	不支持

续上表

模块	功能项	ZPS-CANFD-S1	ZPS-CANFD-A1	ZPS-CAN-A1
软件	虚拟数字示波器	支持	支持	支持
	波特率自动侦测	支持	支持	支持
	报文间隔分析	支持	支持	支持
	总线负载率	支持	支持	支持
	报文重播	支持	支持	支持
	自定义报文过滤	支持	支持	支持
	帧统计	支持	支持	支持
	信号质量评估	支持	支持	支持
	眼图分析	支持	支持	支持
	总线电平测量	支持	支持	支持
	总线边沿测量	支持	支持	支持
	总线位时间测量	支持	支持	支持
	采样点测量	支持	支持	支持
	收发器时序特性测量	支持	支持	支持
	系统传播延迟评估	支持	支持	支持
	FFT 分析	支持	支持	支持
	二次开发接口	支持	支持	支持
	DBC 信号展示	支持	支持	支持
	DBC 发送	支持	支持	支持
	短路/断路/交叉故障模拟	支持	支持	支持
	电阻/电容负载模拟	支持	支持	支持
	错误状态自动化分析	支持	支持	支持

3.2 产品外观

ZPS-CANFD 设备外观如图 3.1 所示。



图 3.1 ZPS-CANFD 外观图

3.2.1 前面板

ZPS-CANFD 前面板如图 3.2 所示，相关接口介绍如表 3.2 所列。

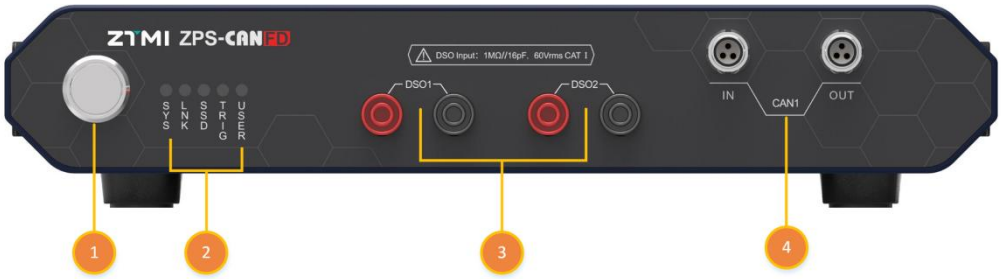


图 3.2 ZPS-CANFD 前面板

表 3.2 前面板介绍

序号	名称（标识）	描述
①	按钮开关	开启和关闭设备电源，注：关机时需长按 3s。
②	指示灯	显示设备运行的状态，指示灯介绍如表 3.2 所述。
③	DSO1/ DSO2	两组差分信号输入香蕉插座，红色为正端，黑色为负端，用于高速模拟信号的接入。
④	CAN1 (IN/OUT)	CAN1 通道的两个信号输入接口，可通过 CAN 测量线 A/B 接入 CAN 信号。两个接口接任意一个均可，CAN OUT 接口能够在“物理层扰动控制面板”上完全控制脱离外部总线 CANH、CANL 信号的连接。

1. 指示灯

指示灯介绍如表 3.3 所列：

表 3.3 指示灯介绍

名称	状态	指示灯描述
SYS	熄灭	设备初始化过程中
	闪烁	设备正常运行
LNK	熄灭	设备无远程连接
	常亮	设备远程连接
	闪烁	设备远程通信
SSD	熄灭	固态硬盘不执行数据存储
	闪烁	固态硬盘正在执行数据存储
TRIG	熄灭	设备等待外部触发状态
	常亮	设备已触发状态
USER	熄灭	处于默认状态，通过二次开发接口由用户控制所需状态

3.2.2 后面板

ZPS-CANFD 后面板如图 3.3 所示，相关接口介绍如表 3.4 所列：

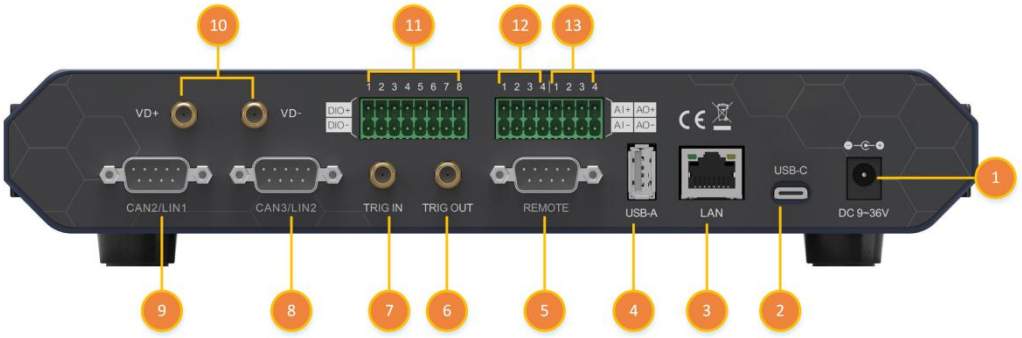


图 3.3 ZPS-CANFD 后面板

表 3.4 后面板接口介绍

序号	标识	描述
①	DC 9~36V	设备电源输入端，标准音叉插座，2.1×5.5×11mm(内径×外径×深)
②	USB-C	USB3.0 接口，用于连接远程主机，如计算机
③	LAN	以太网接口，用于连接远程主机
④	USB-A	USB3.0 主机接口，用于设备端连接，如 U 盘
⑤	REMOTE	设备间远程通信接口，设备可以是 CAN FD、RS232，含一对通用 IO
⑥	TRIG OUT	触发输出端，用于对外部产生触发信号

续上表

序号	标识	描述
⑦	TRIG IN	触发输入端，用于外部的触发信号输入
⑧	CAN3/LIN2	CAN3、LIN2 通道复合 DB9 接口，用于 CAN 或 LIN 信号的接入
⑨	CAN2/LIN1	CAN2、LIN1 通道复合 DB9 接口，用于 CAN 或 LIN 信号的接入
⑩	VD±	对 CAN 总线进行信号注入的 SMA 插座
⑪	DIO±[1…8]	8 通道数字输入输出端子插座，负端“-”通道间共地
⑫	AI±[1…4]	4 通道通用模拟输入端子插座，每通道均为独立的差分输入
⑬	AO±[1…4]	4 通道通用模拟输出端子插座，负端“-” 通道间共地

3.3 配件介绍

3.3.1 CAN 测试线 A/B

产品提供两组 CAN 测试连接线缆，图 3.4 所示为 CAN 测量线 A，用于 CAN1 通道接入被测 CAN 信号，接口定义介绍如表 3.5 所列。



图 3.4 CAN 测量线

表 3.5 测试头定义

编号	说明	备注
1	黄色测试勾	CANH
2	绿色测试勾	CANL
3	黑色测试勾	CAN-GND

注：CAN 测量线 B 与 CAN 测量线 A 均用于 CAN1 通道，长度分别是 35cm 和 100cm，优先使用短测试线或者总线首/末端接入，尽可能地减少总线的支线长度。

3.3.2 DB9-OPEN4 端子

图 3.5 所示为 DB9-OPEN4 端子，是 CAN2/LIN1、CAN3/LIN2 通道的转接端子，用于被测信号的接入。接口定义介绍如表 3.6、表 3.7 所列。

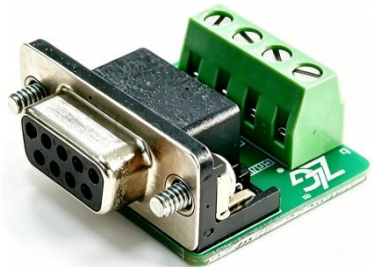
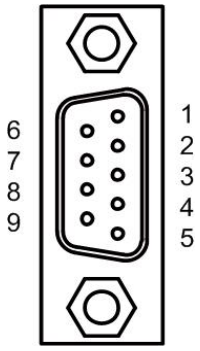


图 3.5 DB9-OPEN4 端子

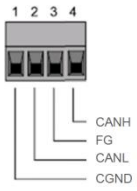
1. DB9 针型插座介绍

表 3.6 DB9 针型插座引脚信号定义

引脚	信号	描述	图片
1	NC	未用	
2	CAN_L	CANL 信号线	
3	GND	CAN-GND/LIN 电源负	
4	NC	未用	
5	CAN_SHIELD	屏蔽线	
6	CAN_GND	未用	
7	CAN_H/LIN	CANH/LIN 信号线	
8	NC	未用	
9	NC	LIN 电源正	

2. OPEN4 连接器介绍

表 3.7 OPEN4 连接器定义

引脚	信号	描述	图片
1	CGND	CAN-GND/LIN 电源负	
2	CANL	CANL 信号线	
3	FG	未用	
4	CANH	CANH/LIN 信号线	

3.3.3 双头硅胶测试线

图 3.6 所示为双头硅胶测试线，用于 DSO 通道的信号接入。在将测试线接入到 DSO 通道时，注意测量线插座上的标志，即标有▲的一端对应插入 DSO 通道的红色端子。



图 3.6 DSO 通道测量线

3.4 出货清单

在使用设备之前，请盘点表 3.8 所列的清单，确保货物完整。

表 3.8 出货清单

序 号	名 称	数 量	单 位	备 注
1	ZPS-CANFD-S1 主机	1	台	
2	电源适配器	1	只	
3	国标电源线	1	条	
4	CAN 测试线 A	1	条	L=100cm
5	CAN 测试线 B	1	条	L=35cm
6	USB Type-C 连接线	1	条	
7	以太网通讯电缆	1	条	
8	双头硅胶测试线	2	条	
9	端子插头	4	个	ZPS-CANFD-S1 专用
10	DB9-OPEN4 端子	2	个	
11	BNC 插头转香蕉插头	2	个	
12	BNC 转 BNC 线，1m	2	条	
13	合格证	1	张	
14	干燥剂	1	包	
15	校准证书	1	份	

注：ZPS-CANFD、ZPS-CAN 主机内部的 M2 硬盘及清单中的线缆配件属于损耗件，请注意保护。

4. 软件安装与升级

本章介绍软件的安装环境、安装步骤、以及升级方法。为便于演示，文中操作界面和步骤以 ZPS-CANFD-S1 硬件为例进行说明，其它型号硬件的安装与升级流程基本相同，可参照本章内容操作。

4.1 系统要求

为确保正确安装及使用 ZCANView 软件，安装此软件的电脑应遵循最低要求并拥有下列操作系统之一：

- CPU：1GHz 以上处理器；
- 内存：可用内存 4G 以上；
- 显示器：VGA 或更高分辨率的监视器（建议分辨率采用 1024×768 以上）；
- 硬盘：10G 以上的可用硬盘空间（推荐固态硬盘）；
- 网卡：100M 以上网卡；
- 操作系统：支持 x64/x86 架构，Windows 7 或更高版本的 Windows 系统。

4.2 软件安装

ZPS-CANFD-S1 需配套对应的上位机 ZCANView 软件使用，软件安装步骤如下：

第一步：双击 ZCANView 安装图标，进入如图 4.1 界面，然后根据提示点击“下一步”；

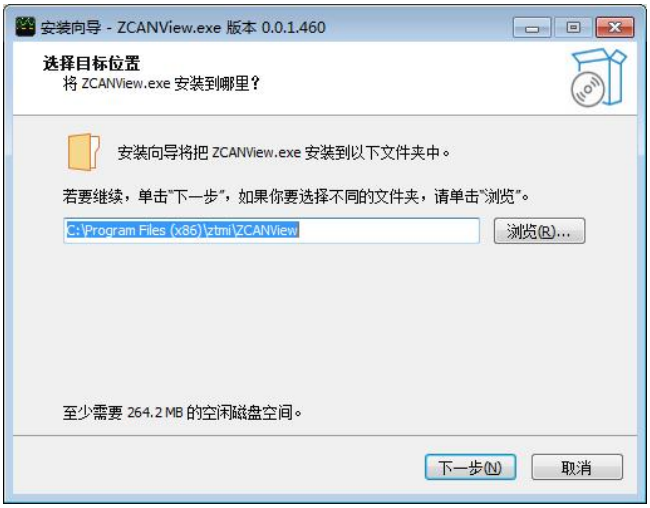


图 4.1 第一步

第二步：点击“安装”进行软件安装，过程如图 4.2 所示；

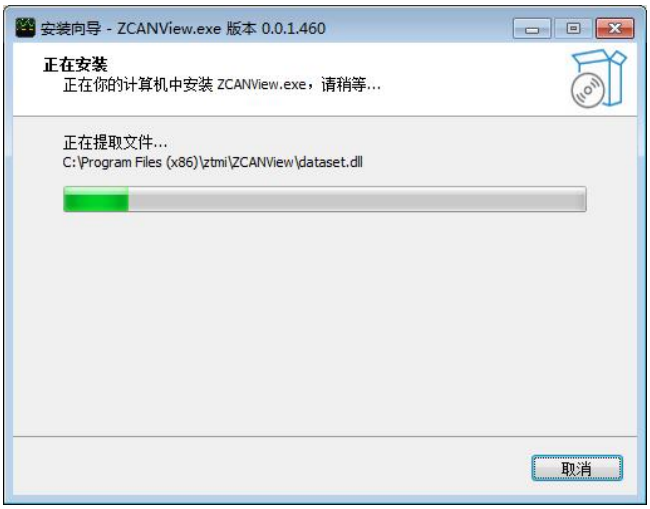


图 4.2 第二步

第三步：安装完成后，点击“完成”可以完成 ZCANView 软件安装，如图 4.3 所示。



图 4.3 第三步

4.3 软件升级

打开 ZCANView 软件后，点击菜单“帮助”，然后点开“关于我们”界面，可查看软件的版本，若版本不是最新的，会提示版本更新，点击即可进行软件升级，具体界面如图 4.4 所示。


ZTMI
新一代电力电子测试测量解决方案提供商
ZPS汽车电子测试平台
设备型号: ZPS-CANFD-S1
序 列 号: 1234566543212022126
固件版本: 1.2.10.2252137
FPGA版本: 2.1.1.07301
硬件版本: 1.1.20.10.31
软件版本: 0.0.1.406
版本更新(有新版本)
服务热线: 400-888-4005转2再转8
邮箱地址: service@zlg.cn
ZTMI
版权所有2021-2023 广州致远仪器有限公司

图 4.4 软件升级

5. 快速入门

5.1 硬件连接

在使用 ZPS-CANFD 进行测试时，需先搭建好硬件环境，下面以接入 CAN/CAN FD 信号为例，对应的硬件测试连接框图如图 5.1 所示：



图 5.1 ZPS 硬件测试连接框图

5.2 软件连接

ZCANView 软件可通过 USB3.0 或以太网通信接口访问 ZPS-CANFD 硬件，如用 USB 接口连接为例，启动软件，可看到软件右下角处，设备处于在线状态，如图 5.2 所示。

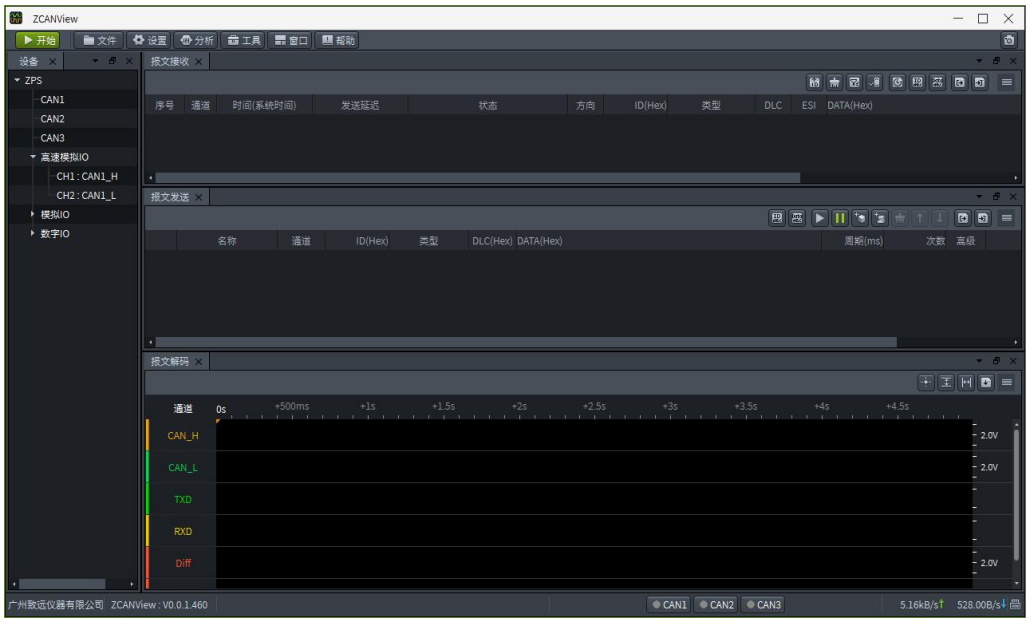


图 5.2 检查软件是否在线

注：1、当启动软件后，若设备不在线，可打开设备管理器，查看电脑是否识别到了 ZPS 设备，若未识别到，图 5.3 处可能显示感叹号，此时可右键更新驱动。

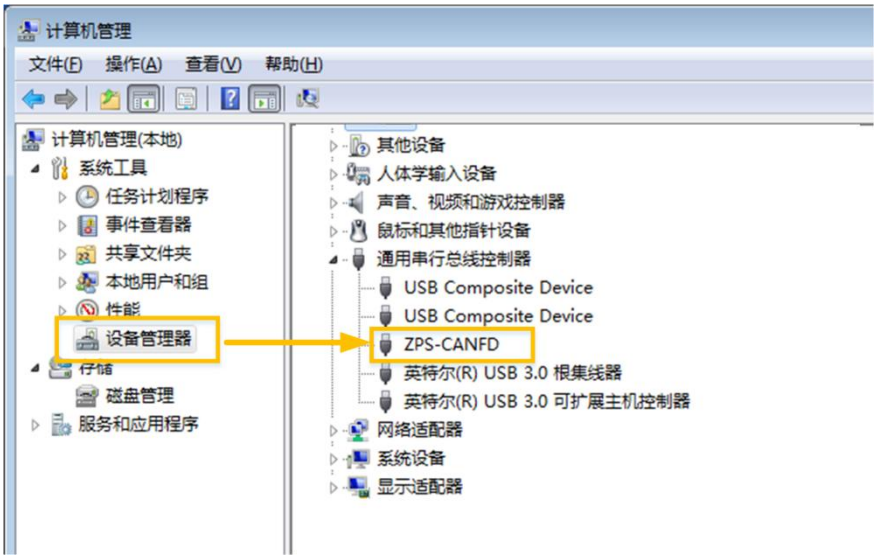


图 5.3 设备管理器

2、若第一次使用以太网通信接口连接设备，ZPS 软件需在 USB 连接在线的情况下给 ZPS 硬件设置 IP 地址（和远程主机的 IP 地址前三段一致），将设置的 IP 地址记住后，后续就可以直接用网线连接设备了。



图 5.4 IP 设置

5.3 CAN 报文采集

ZPS-CANFD 的 CAN 报文收发是其基础的功能，即实现对 CAN 总线数据信息的发送和接收。可以实现此功能的通道共有 3 个，其中通过 CAN1 通道采集的报文，点击标有图标的报文帧，可在报文解码窗口看到对应的波形和解码结果，下面以 CAN1 通道采集为例进行相关的介绍。

5.3.1 属性设置

如图 5.5 所示，在进行报文收发之前，需先设置波特率、终端电阻、工作模式等参数。



图 5.5 CAN1 通道参数设置

为使采集到的报文数据有对应的波形，需对 DSO 两通道中的 “输入信号源”参数进行设置，如图 5.6 所示。



图 5.6 输入信号源设置

5.3.2 报文发送

点击报文发送窗口中的按钮，添加单帧数据，然后点击执行按钮可进行报文发送。

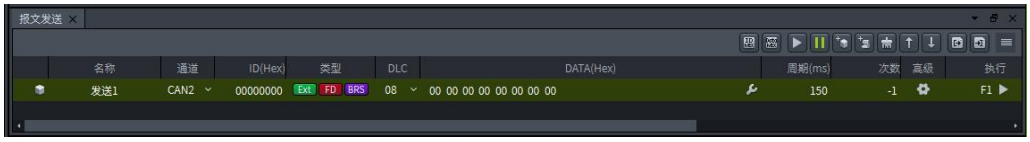


图 5.7 发送窗口

5.3.3 报文接收

点击“开始”按钮或右下角的“CAN1”按钮，即可进行报文数据的采集，如图 5.8 中的报文接收列表所示。

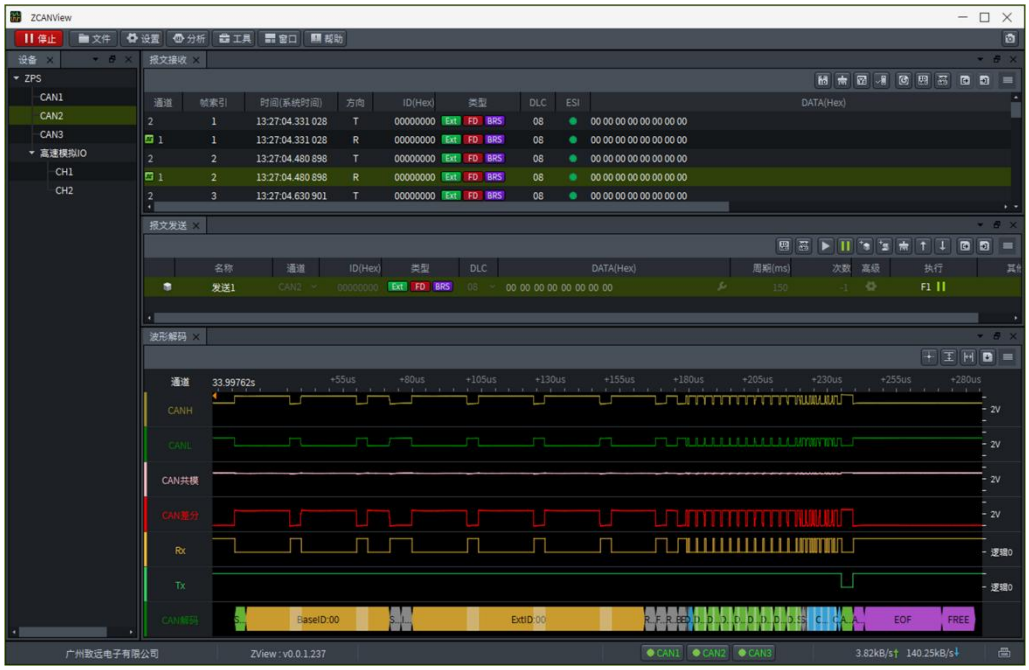


图 5.8 报文接收窗口

注意，在使用多个 CAN 通道进行报文采集时，若使用“开始”按钮，需提前设置菜单中的“设置”→“系统”，勾选需启动的通道，如图 5.9 设置界面。

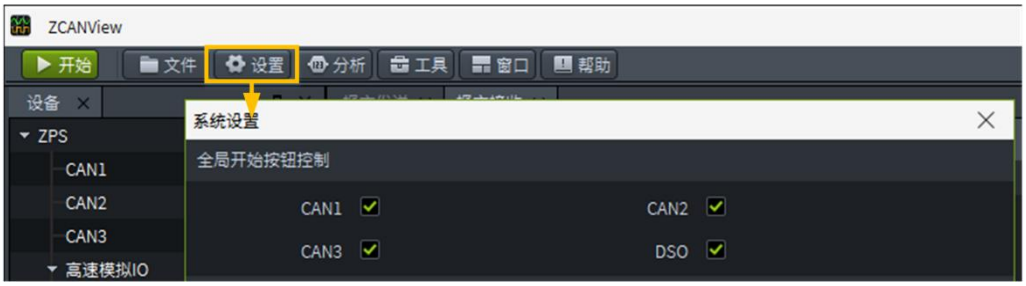


图 5.9 “开始”按钮控制通道设置

5.3.4 数据导出

点开【文件】菜单，选择“保存工程”，即可进行工程数据的保存。



图 5.10 保存工程

5.4 高速模拟通道采集

高速模拟通道，即示波器通道，可作为示波器进行信号的采集，然后对采集到的波形数据进行分析。高速模拟通道有两个，分别是 DSO1、DSO2，以下相关的介绍以 DSO2 通道接入 1kHz 的方波信号为例。

5.4.1 通道设置

如图 5.11 所示，“通道使能”选择 ON ，“输入信号源”选择 DSO_2，然后其它参数根据需要设置即可。



图 5.11 DSO 通道参数设置

5.4.2 数据采集

点击“开始采集”，即可进行波形采集，如图 5.12 所示即为接入的 1kHz 方波信号。



图 5.12 数据采集

6. 软件界面

ZPS-CANFD 上位机软件界面如图 6.1 所示，功能简介如表 6.1 所列。

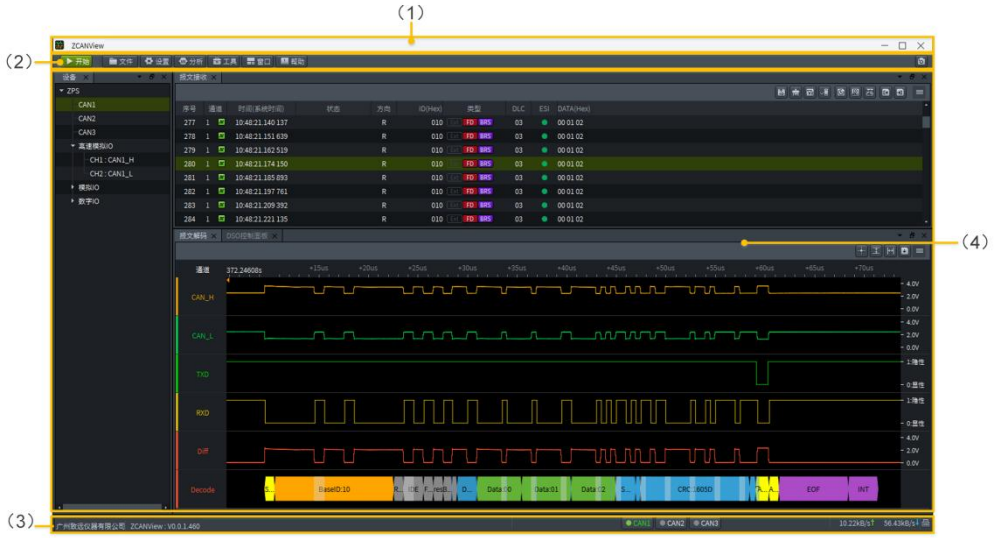


图 6.1 ZCANView 软件界面

表 6.1 软件界面功能简介

序号	名称	说明
（1）	标题栏	软件名称及缩放工具区。当打开工程文件时，工程文件名称也会在此区域显示。
（2）	主菜单栏	常用功能菜单区，点击可进行对应功能界面的操作。
（3）	状态栏	CAN 通道控制按钮、设备是否在线显示及设备通信时的速率显示等。
（4）	工作区	设备参数设置、报文发送、报文接收、报文解码、DSO 控制面板等窗口展示区。

6.1 主菜单栏

主菜单栏中包括开始、文件、设置、分析、工具、窗口、帮助菜单及截图按钮，对应的说明如表 6.2 所列：

表 6.2 主菜单栏介绍

图标	名称	说明
	开始/停止	通过此按钮，可开始/停止报文数据的收发、波形数据的采集等。
	文件	通过此菜单，可导入、导出工程文件。

续上表

图标	名称	说明
	设置	通过此菜单，可进行启动模块设置、LAN 设置及临时文件存储路径的设置等。
	分析	通过此菜单，可打开总线电平测量、节点采样点测量、总线信号质量评估等功能窗口。
	工具	通过此菜单，可打开报文接收、报文发送、报文解码、物理层扰动控制面板、DSO 控制面板、被动接收干扰等功能窗口。
	窗口	通过此菜单，可恢复软件界面的默认布局、可保存或加载软件界面布局。
	帮助	通过此菜单，可进行相关版本信息的查看及软件升级。
	截图按钮	点击可保存当前的软件界面，图片为.png 格式。

6.1.1 文件

文件菜单中包含两部分，分别是打开工程和保存工程，对应功能描述如表 6.3 所列：



图 6.2 文件菜单

表 6.3 文件菜单介绍

名称	功能描述
打开工程	打开保存的工程文件（.zview）进行再次分析。
保存工程	将采集到的数据保存为工程文件（.zview），便于下次分析。

保存工程时，可根据需要设置需要保存的报文样本数量及其关联的波形数据，也可根据需要选择保存 DSO、DIO、AIO 界面中的波形数据，或者根据需要保存需要的错误帧数据。工程保存界面默认勾选如图 6.3 所示：



图 6.3 工程保存设置

6.1.2 设置

设置菜单中包含两部分，分别是系统设置和设备参数设置，对应功能描述如表 6.4 所列：



图 6.4 设置菜单

表 6.4 设置菜单介绍

名称	功能描述
系统	系统相关的设置界面，如全局开始按钮控制通道设置、网络 IP 设置、临时文件存储路径设置等。
设备	通道参数设置界面，如 CAN1、CAN2、CAN3、DSO 等通道参数的设置。每个通道具体参数的介绍详见 6.3.1 章节。

在系统设置界面，可以进行全局开始按钮控制通道设置、网线连接时的 IP 设置、临时文件存储路径设置等，具体参数描述如表 6.5 所列：



图 6.5 系统设置

表 6.5 系统设置参数描述

参数名称	描述
全局开始按钮控制	
CAN/DSO/AI/DI	勾选，即表示在点击“开始/停止”按钮时，会启动/停止所勾选通道的数据采集。
LAN 设置	
IP 地址	上位机软件 ZCANView 通过以太网通信接口访问 ZPS-CANFD 硬件时，需要将此 IP 地址的前三段设置和电脑的一样。默认 IP：192.168.138.110。
端口号	默认端口号 5025。
重新连接	点击重新连接按钮，可将 IP 设置成功。
临时文件存储设置	
文件路径	选择在测试过程中产生的临时文件存储的路径。注：修改路径后需重启软件生效。
设备时钟设置	
自动同步	当发现报文接收窗口中显示的系统时间与电脑系统时间不同步时，可勾选自动同步，目的是让软件下发自动同步指令给硬件，然后再重启硬件，即可完成时钟的同步。

续上表

参数名称	描述
显示设置	
缩放比例	通过选择比例，可让软件界面根据电脑屏幕大小、分辨率自动放大或缩小。
设备开关机设置	
重启	软件在线时，点击此按钮，可通过上位机软件控制将 ZPS-CANFD 硬件重启。
关机	软件在线时，点击此按钮，可通过上位机软件控制将 ZPS-CANFD 硬件关机。
上电自启动	设置设备上电是否自启动，勾选后，代表再次给设备上电时，设备会自动启动，若不勾选，给设备上电后，需再按开机按钮设备才会启动。
恢复出厂设置	点击此按钮，可将设备的基本设置参数恢复到默认值，如波特率、终端电阻等。

6.1.3 分析

分析菜单下的功能，主要是对 CAN FD/CAN 数据进行测量的项目，如总线电平测量、节点采样点测量、总线信号质量评估、收发器时序特性分析等，如图 6.6 所示。

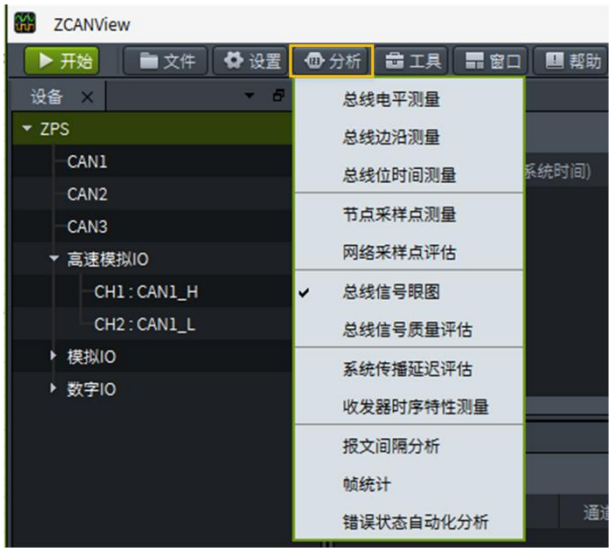


图 6.6 分析菜单

表 6.6 分析菜单介绍

名称	功能描述
总线电平测量	对报文接收窗口或过滤窗口中的数据对应波形进行电平测量，如对顶部值、底部值的测量，从而得出 CANDIFF、CANH、CANL 及信号对称性的显隐性电平结果。
总线边沿测量	对报文接收窗口或过滤窗口中的数据对应波形，按照设定的阈值进行上升下降时间的测量，从而得出 CANDIFF、CANH、CANL 上升下降时间结果。
总线位时间测量	对报文接收窗口或过滤窗口中的数据对应波形，按照设定的测量区间进行仲裁域或数据域位时间的测量。
节点采样点测量	使用 ZPS 发送某一位从后往前逐步被干扰脉冲干扰后的报文，直到 DUT 一直发送错误帧来判断出现了采样错误，进而根据 DUT 的 RX 波形数据来计算它的采样点位置。
网络采样点评估	使用 ZPS 发送某一位从后往前逐步被干扰脉冲干扰后的报文，直到网络中有节点一直发送错误帧来判断出现了采样错误，进而根据差分波形数据来评估此网络的采样点位置。
总线信号眼图	对报文接收窗口或过滤窗口中的数据对应波形进行眼图分析，进而观察波形边沿、幅值的好坏。
总线信号质量评估	对报文接收窗口或过滤窗口中的数据对应波形进行信号质量评估，即从边沿速率、稳定幅值、反射失真三个因素的质量进行评分，结果以百分制分数显示。
系统传播延迟评估	对报文接收窗口或过滤窗口中的数据对应波形进行 ACK 延迟时间测量，进而估算线缆的长度。ACK 延迟时间包含了发送节点的收发器及其附件延迟、两倍的线缆延迟、接收节点的收发器及其附件延迟和接收节点的控制器延迟。
收发器时序特性测量	收发器时序特性测量，即是测量收发器的 TX 到总线的延迟时间、总线到 RX 的延迟时间、TX 到 RX 的延迟时间等。
报文间隔分析	对报文接收窗口或过滤窗口中的数据，按照 ID 分类，以列表、箱体图、直方图的方式展示周期统计结果。
帧统计	统计报文接收列表中的接收及发送数量、正确帧及错误帧所占比例等。
错误状态自动化分析	对报文接收窗口中错误帧的标志位特征进行解析，实现主动/被动错误状态的自动分类。

6.1.4 工具

通过工具菜单，可以打开报文接收、报文发送、物理层扰动控制面板、被动接收干扰等功能，每个功能的描述如表 6.7 所列。



图 6.7 工具菜单

表 6.7 工具菜单介绍

名称	功能描述
报文接收	CAN FD、CAN、LIN 报文显示窗口，通过此窗口可以观察到报文接收的时间、状态、帧类型等信息。
报文解码	CAN FD、CAN 报文关联波形的显示窗口，通过此窗口可以观察到 CANH、CANL、CAN 差分、TX、RX 等波形以及对应的解码结果。
总线负载率	实时统计单位时间内，报文接收窗口中有效报文帧时间占单位时间的百分比，进而评估总线的拥堵情况。
报文发送	ZPS 的报文发送功能，可支持普通发送、列表发送、触发发送、错误发送和随机发送。
报文重播	将保存的报文数据，按记录的时间间隔，发送出去，也称为录播。
DBC 文件加载	选择加载一个或多个 DBC 文件，然后用于关联 DBC 发送或 DBC 信号展示等功能的使用。
DBC 信号展示	按照 DBC 文件中的定义解析 CAN 消息，展示每个消息内部的信号，包括信号的名称、物理值、单位、状态等信息。

续上表

名称	功能描述
CAN1 核心控制面板	发送错误计数器 TEC 以及接收错误计数器 REC 的设置，能够实时观察该计数的变化以及锁定或者配置其运行中的数值。
主动发送干扰	ZPS 发送带有干扰脉冲的报文帧给被测设备，使其达到错误状态，进而观察被测设备的错误响应机制是否符合相关标准。此功能操作路径：报文发送窗口→高级→发送干扰。
被动接收干扰	使能此功能时，ZPS 可将接收到报文的某一位或某几位干扰成相反的位，使其达到错误状态，进而观察被测设备的错误响应机制是否符合相关标准。
物理层扰动控制面板	通过此面板的相关设置，可往总线上添加电阻/电容负载，也可进行总线短路/断路/交叉故障模拟。
DSO 控制面板	高速模拟信号采集显示界面，用于展示高速通道采集到的波形数据以及对通道的控制配置。
CAN 总线信号扫描	侦测 CAN FD/CAN 的波特率功能，并可将侦测到的波特率应用到 CAN 的参数设置界面。
多通道数据显示	通用模拟/数字信号采集显示界面。
总线状态	实时统计的 CAN 总线状态显示，如帧速率、正确帧数量、错误帧数量的显示等。若重启 CAN 通道，此界面的内容将重新统计。
全局变量管理	查看系统的全局变量内容，并能将选定内容添加到趋势展示界面。
趋势展示	通过此界面可展示 DBC 信号的变化趋势、CAN 通道发送/接收错误计数的变化趋势等。
全局标签	管理在报文接收、报文解码、总线负载率、趋势展示窗口添加的标签。

6.1.5 窗口

ZCANView 软件的窗口布局比较灵活，在工作区可随意拖动，界面操作如图 6.9 所示。如需保存拖动好的布局，以便下次使用，可通过“窗口”菜单下的保存/加载布局实现，若想恢复默认布局，点击“窗口”菜单下的默认布局即可。



图 6.8 窗口菜单

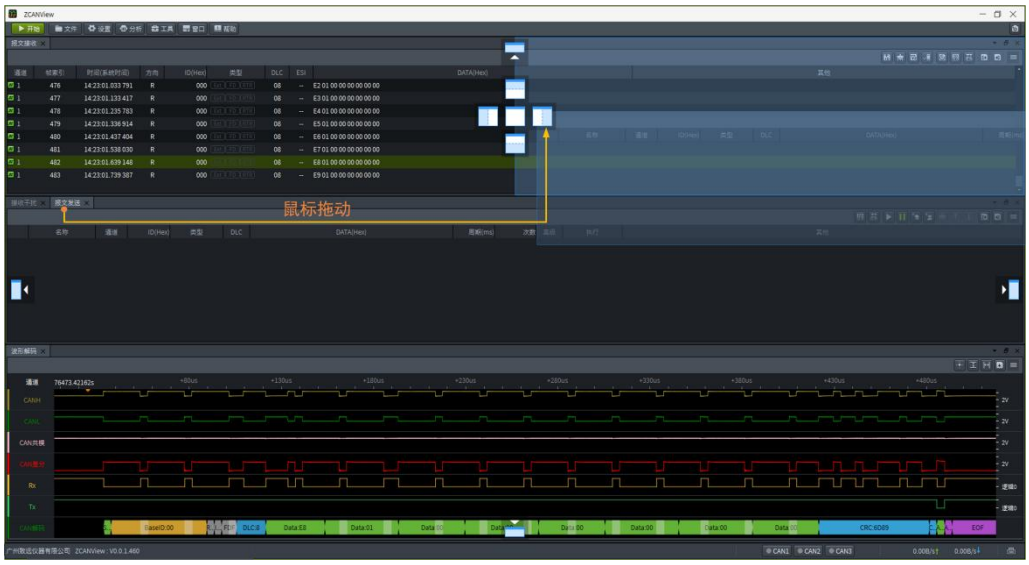


图 6.9 窗口布局拖动

6.1.6 帮助

点击“帮助”菜单，可进行相关版本信息查看、软件版本更新等。如图 6.10 所示，若当前软件或固件的版本不是最新的，会提示版本更新，点击即可进行升级。



图 6.10 版本信息

6.2 状态栏

该栏可执行 CAN 通道启动按钮、显示当前软件的版本号、设备在线与否和设备在线之后上位机与硬件之间通信交互速度，如图 6.11 所示。



图 6.11 监视栏

6.3 工作区

工作区域内可进行相关功能的操作与展示，且功能窗口可灵活拖动，如设备、报文发送、报文接收、报文解码、DSO 控制面板、多通道数据展示窗口等，都会在此区域展示。

6.3.1 设备

通过该区域可以对 CAN、高速模拟 IO、模拟 IO、数字 IO 通道的参数进行设置。软件默认显示所有通道，若需关闭相关通道的显示，可双击 ZPS，在弹出“设备配置”界面不勾选对应的通道即可，该界面还可修改 CANFD 解析标准，如图 6.12 所示。



图 6.12 通道显示开启

表 6.8 设备配置界面参数描述

参数名称	描述
模块显示	
CAN1/CAN2/CAN3/高速模拟 IO	勾选，表示在界面上显示对应通道；不勾选，表示隐藏对应通道。
CANFD 标准	
Non-ISO	ZPS 的 CAN FD 解析默认按照 ISO 标准解析，若被测设备的 CAN FD 协议依据 Non-ISO 标准设定的，可在此处切换。

1. CAN 通道配置

在应用 CAN 通道进行通信前需要对采集设备的波特率、采样点、终端电阻等进行配置。CAN 通道的对应界面及参数介绍如下：

(1) CAN1 通道参数介绍



图 6.13 CAN1 通道参数界

表 6.9 CAN1 通道参数描述

参数名称	描述
总线参数设置	
仲裁域波特率	仲裁域波特率及采样点设置，除了已给出的值可选择外，还可自定义设置。
数据域波特率	当接入 CAN FD 信号时，需进行数据域波特率和采样点的设置，当可选值不能满足需求时，可自定义设置。
自定义	当需测试的被测设备的采样点位置和 SJW 同步跳转宽度比较特殊时，可通过自定义中的波特率计算工具计算，然后选择需设置的波特率和采样点，最后点击确认即可。
CAN 总线信号扫描	自动侦测 CAN FD/CAN 的波特率功能，并可将侦测到的波特率应用到 CAN 的参数设置界面。
终端电阻设置	
终端电阻	根据被测设备的终端电阻大小，选择是否需要 ZPS 设备添加终端电阻。CAN1 通道的终端电阻，除了可选择 120Ω、60Ω外，还可到物理层扰动控制面板中修改 RHL 的大小。

续上表

参数名称	描述
工作模式设置	
工作模式	正常模式：选择此模式时，ZPS 作为一个 CAN 节点，当接收到被测设备发送的报文时，会对被测设备进行应答及错误响应； 只听模式：选择此模式时，ZPS 只起监听设备的作用，即只接收总线上的数据，不回应数据到总线；注，选择只听模式时，ZPS 不能发送报文。 自发自收模式：选择此模式时，ZPS 发送的数据会被自己接收回来（无应答也当成是成功通信，不会产生错误）； 只听应答模式：ZPS 设备特有的测试模式，选择此模式时，ZPS 在监听的同时会应答，但不会回应任何错误。
发送策略	失败继续：指当前帧发送错误后，一直不断重发当前帧，在进入 Bus-off 后会在识别到 128 次 11 个隐性位后退出 Bus-off 并重新发送该帧数据； 失败停止：指当前帧发送错误后，若错误是应答位错误，当前帧重发 129 次后停止，若错误是其它错误，将会进入 Bus-off，停止发送。
总线允许	ON：CAN 参数配置界面配置完成后，点击确定会自动开启右下角中的 CAN1 通道按钮，代表 CAN 控制器进入对应的工作模式，参与总线活动。 OFF：CAN 参数配置界面配置完成后不会自动开启右下角中的 CAN1 通道按钮，代表 CAN 控制器进入静默待机模式，不参与总线活动。
波形记录设置	
触发模式	帧触发：选择该触发模式时，在满足存储逻辑情况下的报文帧的波形均会触发并存储； 错误帧触发：选择该触发模式时，只有错误帧报文的波形会触发并存储； 正确帧触发：选择该触发模式时，只有正确帧且满足特定的触发条件的报文波形会触发并存储。特定的触发条件，例如满足某个 ID 时，才会存储对应的波形；
帧前位数	波形触发前的采样位数。
帧后位数	波形触发后的采样位数。
采样比	采样比=采样率/波特率，在设置时，建议将其设置到最大。注：采样比可选择的最大值会受仲裁域/数据域波特率设置的制约。
RXTX 设置	
采集 RXTX	ON：在采集数据时，保存 CAN1 通道的 TXRX 波形数据。 OFF：在采集数据时，不保存 CAN1 通道的 TXRX 波形数据。
开启总线负载	ON：开启“总线负载率”窗口中的 CAN1Bitmap（占位图）的实时统计。 OFF：不开启“总线负载率”窗口中的 CAN1Bitmap（占位图）的实时统计。

注：1、仅有 CAN1 通道可进行 CAN 或 CAN FD 波形的存储；

- 自定义波特率

波特率（也称位定时，就是信号位的最小脉宽）是 CAN 总线通讯的最基本要素，所以对 CAN 总线测试，首先要确认波特率的大小，并在 ZPS 软件的对应位置设置，以避免因波特率不匹配造成的通讯异常。

在某些情况下，采样点位置和 SJW（同步跳转宽度）比较特殊，ZPS 直接采用默认的波特率配置参数与被测设备进行通信，可能会出现通信错误，所以此时需要进行波特率的自定义计算，并选择与被测设备匹配的波特率参数。操作步骤：打开“CAN 总线信号扫描”界面，输入波特率、采样点范围，勾选 CANFD，然后点击计算，最后选择一组和被测设备参数匹配的数据，再点击确定即可。如图 6.14 所示。

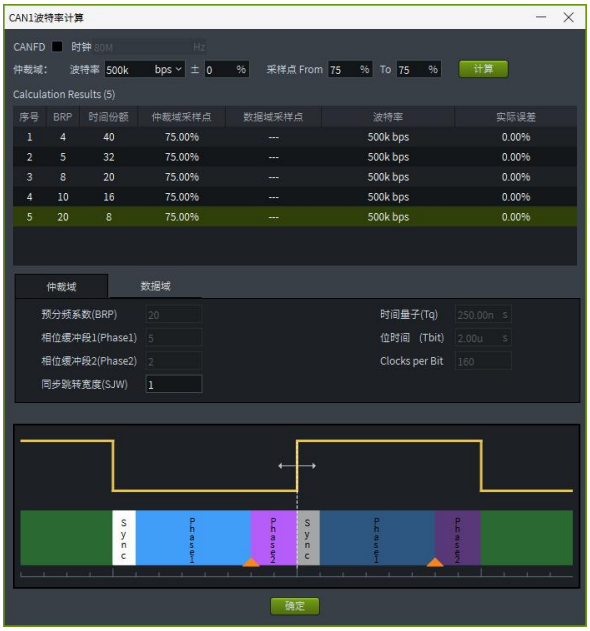


图 6.14 波特率计算工具

表 6.10 波特率相关参数介绍

参数名称	描述
BRP	预分频系数，通过调整预分频系数，可以改变 CAN 控制器的时钟频率，从而改变 CAN 总线的波特率。
位时间	一个位的持续时间，位时间=1/波特率。
时间份额	一个位时间有若干个时间份额组成。
时间量子	一个时间份额所占的时间称为时间量子（Tq）。
相位缓冲段 1	位时间的一部分，用于补偿边沿相位错误。它可能因重同步而加长。
相位缓冲段 2	位时间的一部分，用于补偿边沿相位错误。它可能因重同步而缩短。
同步跳转宽度	用于延长相位缓冲段 1 或缩短相位缓冲段 2 的时间量子最大数量。
Clocks per Bit	指一个位对应的系统时钟周期个数，即系统时钟/波特率。

(2) CAN2/CAN3 通道参数介绍



图 6.15 CAN 模式下参数设置界面

表 6.11 CAN 模式下的参数介绍

参数名称	描述
通道模式：CAN 模式	
通道功能选择	当 CAN2 或 CAN3 通道接入的是 CAN FD/CAN 信号时，需选择 CAN 模式，并对相关的参数进行设置。
总线参数设置	
仲裁域波特率	仲裁域波特率及采样点设置，除了已给出的值可选择外，还可自定义设置。
数据域波特率	当接入 CAN FD 信号时，需进行数据域波特率和采样点的设置，当可选值不能满足需求时，可自定义设置。
自定义	当需测试的被测设备的采样点位置和 SJW 同步跳转宽度比较特殊时，可通过自定义中的波特率计算工具计算，然后选择需设置的波特率和采样点，最后点击确认即可。
CAN 总线信号扫描	自动侦测 CAN FD/CAN 的波特率功能，并可将侦测到的波特率应用到 CAN 的参数设置界面。
终端电阻设置	
终端电阻	根据被测设备的终端电阻大小，选择是否需要 ZPS 设备添加终端电阻。CAN2/CAN3 通道只能接入 120Ω的终端电阻。

续上表

参数名称	描述
工作模式设置	
工作模式	正常模式：选择此模式时，ZPS 作为一个 CAN 节点，当接收到被测设备发送的报文时，会对被测设备进行应答及错误响应； 只听模式：选择此模式时，ZPS 只起监听设备的作用，即只接收总线上的数据，不回应数据到总线；注，选择只听模式时，ZPS 不能发送报文。 自发自收模式：选择此模式时，ZPS 发送的数据会被自己接收回来（无应答也当成是成功通信，不会产生错误）； 只听应答模式：ZPS 设备特有的测试模式，选择此模式时，ZPS 在监听的同时会应答，但不会回应任何错误。
发送策略	失败继续：指当前帧发送错误后，一直不断重发当前帧，在进入 Bus-off 后会在识别到 128 次 11 个隐性位后退出 Bus-off 并重新发送该帧数据； 失败停止：指当前帧发送错误后，若错误是应答位错误，当前帧重发 129 次后停止，若错误是其它错误，将会进入 Bus-off，停止发送。
总线允许	ON：CAN 参数配置界面配置完成后，点击确定会自动开启右下角中的 CAN2/CAN3 通道按钮，代表 CAN 控制器进入对应的工作模式，参与总线活动。 OFF：CAN 参数配置界面配置完成后不会自动开启右下角中的 CAN2/CAN3 通道按钮，代表 CAN 控制器进入静默待机模式，不参与总线活动。
RXTX 设置	
采集 RXTX	ON：在采集数据时，保存 CAN2/CAN3 通道的 TXRX 波形数据。 OFF：在采集数据时，不保存 CAN2/CAN3 通道的 TXRX 波形数据。
开启总线负载	ON：开启“总线负载率”窗口中的 CAN2/CAN3Bitmap（占位图）的实时统计。 OFF：不开启“总线负载率”窗口中的 CAN2/CAN3Bitmap（占位图）的实时统计。



图 6.16 LIN 模式下参数设置界面

表 6.12 LIN 模式下的参数介绍

参数名称	描述
通道模式：LIN 模式	
通道功能选择	当 CAN2 或 CAN3 通道接入的是 LIN 信号时，需选择 LIN 模式，并对相关的参数进行设置。
LIN 设置	
节点模式	监听模式：作为从机节点，只接收总线上的数据。
波特率	LIN 总线的波特率参数设置。
协议版本	根据被测设备的 LIN 协议版本，选择匹配的版本，可选择的版本有 LIN1.x 和 LIN2.x。
校验和	根据 LIN 协议规定，当协议版本选择 LIN1.x 时，校验和只能选择经典，当协议版本选择 LIN2.x 时，校验和可以选择经典、增强或自动，校验和类型选择的目的，是为了在接收 LIN 数据时进行校验判断，即需要和发送的校验和类型相同。
电源选择	LIN 接口有单独的电源供电接口，可选择内部电源供电（12V），也可选择外部电源供电。

2. 高速模拟 IO 通道配置

高速模拟 IO 通道，即是示波器通道，在使用 DSO1、DSO2 通道采集数据时，需先设置该通道下的相关参数，如图 6.17 所示，点击“高速模拟 IO”，可对水平参数和触发参数进行设置，点击“CH1”或“CH2”，可对垂直参数进行设置，其参数的介绍如表 6.12 所列：

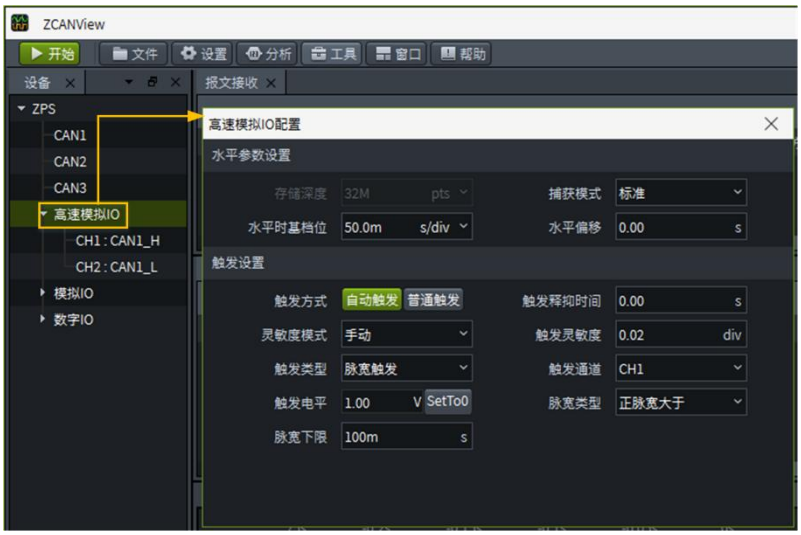


图 6.17 水平和触发参数设置界面

表 6.13 水平和触发参数描述

参数名称	描述
水平参数设置	
存储深度	存储深度是指 DSO 通道可以存储的数字化的点数，DSO 通道的最大存储深度为 32Mpts。注：此参数的修改需在 DSO 控制面板界面在采集的状态下。
水平时基档位	水平时基档位设置。
水平偏移	水平偏移大小设置。
捕获模式	捕获模式用于控制如何从采样点中获取波形点，其捕获方式包括： • 高分辨率：该模式采用一种超取样技术，对采样波形的邻近点平均，减小输入信号上的随机噪声并在屏幕上产生更平滑的波形； • 标准：该模式下，示波器按相等时间间隔对信号采样以重建波形。对于大多数波形来说，使用该模式可产生最佳的显示效果； • 峰值：该模式下，示波器采集采样间隔信号的最大值和最小值，以获取信号的包络或可能丢失的窄脉冲。使用该模式可避免信号混淆，但显示的噪声较大。
触发设置	
触发方式	• 自动触发：无论是否满足触发条件都会采集波形并刷新显示； • 普通触发：只有在满足触发条件时，才会采集并刷新显示波形。
触发释抑时间	指示波器模块重新启动下一次触发所等待的时间，在此时间段内，触发功能暂停。
灵敏度模式	• 自动：触发灵敏度值，按照默认值设置； • 手动：根据客户需要，手动设置触发灵敏度值。

续上表

参数名称	描述
触发设置	
触发灵敏度	指示波器模块对触发信号识别的敏感度，通过调整触发灵敏度，能有效滤除可能叠加在触发信号上的噪声，防止误触发。
触发类型	边沿触发：选择该触发类型后，需配置“边沿类型”，即上升沿触发、下降沿触发或双边沿触； 脉宽触发：选择该触发类型后，需配置“脉宽类型”及“脉宽限值”。
触发通道	选择触发源通道，即选择为 CANH 或 CANL。
触发电平	设置触发电平的大小。DetTo0 是指一键将触发电平设置到 0V。
边沿类型	当触发类型选择为边沿触发时，会出现该参数项，其类型包括以下三种，解释如下： 在输入信号下降沿且电压电平满足设定触发电平时触发； 在输入信号上升沿且电压电平满足设定触发电平时触发； 在输入信号上升沿或下降沿且电压电平满足设定触发电平时触发。
脉宽类型	负脉宽区间：当负脉冲在指定范围时触发； 负脉宽大于：当负脉冲宽度大于脉宽下限时触发； 负脉宽小于：当负脉冲宽度小于脉宽上限时触发； 正脉宽区间：当正脉冲宽度在指定范围时触发； 正脉宽大于：当正脉冲宽度大于脉宽下限时触发； 正脉宽小于：当正脉冲宽度小于脉宽上限时触发。
脉宽上限	设置满足条件的脉冲宽度最大值。
脉宽下限	设置满足条件的脉冲宽度最小值。



图 6.18 垂直参数设置界面

表 6.14 垂直参数描述

参数名称	描述
CH1/CH2	
通道标签	当前通道波形自定义名称。
输入信号源	根据信号接入的通道，选择对应的输入信号源，其分为如下四种： DSO1/DSO2：从 DSO 通道接入信号时，选择此信号源； CAN1_差分：从 CAN1 通道接入信号时，若需显示 CAN1 的差分波形，选择此信号源； CAN1_H：从 CAN1 通道接入信号时，若需显示 CAN1 的 CANH 波形，选择此信号源； CAN1_L：从 CAN1 通道接入信号时，若需显示 CAN1 的 CANL 波形，选择此信号源。
通道使能	选择是否开启当前通道。
垂直档位	垂直档位设置。
垂直偏移	垂直偏移大小设置。
耦合方式	交流耦合：被测信号的直流分量被阻隔； 直流耦合：被测信号的直流分量和交流分量均可通过； GND：被测信号的直流分量和交流分量均被阻隔。
探头类型	根据需要测试的电压或电流信号选择接入电压探头或电流探头，同时在此处设置对应的探头类型。
探头衰减比	根据不同衰减比的探头选择对应的探头衰减比。
输入阻抗	指终端匹配电阻，默认是 1MΩ。
20M 带宽限制	当开启时，是指将带宽限制打开并限制至 20MHz，被测信号大于所选的带宽限制值的高频分量将被衰减。
通道颜色	选择当前通道波形显示的颜色。

3. 模拟 IO 通道配置

在使用通用模拟输入输出通道时，需先对相关的参数进行设置，那么每个参数的描述，如表 6.14、表 6.15 所列。

(1) 模拟 IO 输入

表 6.15 AI 参数介绍

名称	描述
水平参数设置	
AI 采样率	采样率是指每秒从连续信号中提取并组成离散信号的采样个数，AI 通道的采样率最大是 100KSa/s。
其它配置	
通道颜色	通道颜色波形设置。
通道别名	当前通道波形自定义名称。
测量范围	12V：测量电压在-12V~12V 范围内的信号时选择； 60V：测量电压在-60V~60V 范围内的信号时选择。

(2) 模拟 IO 输出



图 6.19 AO 参数设置界面

表 6.16 AO 参数介绍

名称	描述
输出使能	输出通道使能与否设置。
信号类型	输出信号类型选择，这里可选择输出直流信号，正弦波、方波、锯齿波和三角波。
输出电压	当信号类型选择直流信号时，需要填写输出电压。
输出频率	输出信号频率设置，这里根据输出信号的类型，对应的最大输出频率不同，正弦波：20K；方波：10k；其他信号类型：5K。
输出峰峰值	输出峰峰值大小设置，最大可设置到 12V。
偏移量	输出偏置电压设置，其范围是：0~6V。

4. 逻辑 IO 通道配置

在使用逻辑输入输出通道时，需先对相关的参数进行设置，那么每个参数的描述，如表 6.16 所列。



图 6.20 DIO 参数设置界面

表 6.17 逻辑 IO 输入输出参数介绍

名称	描述
水平参数设置	
采样率	采样率是指每秒从连续信号中提取并组成离散信号的采样个数，DI 通道的采样率最大是 200KSa/s。
输出模式	可选择 HSD（高边驱动）和推挽模式。注：DIO 作为输入时，不能选择推挽模式。
DI	
通道颜色	通道波形颜色设置。
通道别名	当前通道波形自定义名称。
比较电平	被测信号通过比较器与此电平进行比较，高于该电平为逻辑“1”，低于低电平为逻辑“0”。
DO	
信号类型	选择输出直流信号或 PWM 信号。
输出电平	选择输出高电平或低电平。
PWM 输出有效电平	当信号类型选择 PWM 信号时，可设置输出高电平有效或低电平有效。用于触发下级电路。
PWM 输出频率	设置 PWM 输出频率。
PWM 占空比	信号或系统处于导通状态的时间占整体周期的比重，称为占空比，可根据需要设置。
PWM 输出周期数	指直接输出完整一个周期波形的个数。
输出使能	输出通道使能与否设置。

6.3.2 报文发送窗口

ZPS 可作为一个 CAN 节点，发送数据给被测设备，点击【工具】菜单，开启【报文发送】窗口，即可进行普通发送、列表发送、触发发送、随机发送及发送干扰。报文发送窗口如图 6.21 所示。其相关参数如表 6.17 所列。



图 6.21 报文发送窗口

表 6.18 发送设置参数描述

参数名称	描述
名称	显示添加的报文帧序号，可自定义。
通道	通过下拉列表可任意选择发送数据的通道。
ID	编辑输入十六进制（Hex）或十进制（Dec）数值： 标准帧：ID 长度为 11 位，ID 范围：0~0x7FF； 扩展帧：ID 长度为 29 位，ID 范围：0~0x1FFFFFFF。
类型	点击图标，选择对应的报文帧类型，选择的组合不同，代表的帧类型不同。当所有图标都显示灰色时，类型是指 CAN 标准数据帧。 RTR：远程帧 Ext：扩展帧 FD：CAN FD 帧 BRS：CAN FD 变速帧
DLC	通过下拉列表可任意选择发送数据的数据长度编码。
数据长度	帧数据场字节数，代表数据场实际的字节数。比如 DLC=9，CAN 帧数据字节为 8，CAN FD 帧数据字节为 12。
DATA	编辑输入十六进制或十进制数值，数值自动用空格隔开。也可点击右侧按钮后进行编辑。
周期	当添加单帧报文发送时，发送周期是指一帧报文开始位处到下一帧报文开始位处之间的时间。当添加组报文发送时，组内添加的单帧帧报文，发送周期是指发送延迟时间，即该帧报文延迟多久开始发出。
次数	设置发送报文的发送次数，-1 代表无限次发送。

续上表

参数名称	描述
高级	点击按钮，可选择实现 ID/DATA 自增/自减、发送干扰、触发发送、随机发送或 DBC 发送功能： • ID 自增/自减：每发送一帧，ID 加 1/减 1。 • DATA 自增/自减：每发送一帧，DATA 加 1/减 1，规则：从右往左增加或减小。 • 发送干扰：如标准帧 ID 错误、帧数据错误、CRC 错误、帧结束错误发送等，还可自定义发送特定位被干扰后的报文帧。注：此功能只有 CAN1 通道支持。 • 触发发送：根据设置的触发条件，ZPS 发送满足触发条件的对应帧。 • 随机发送：根据设置，发送随机频次或随机内容的报文帧。 • DBC 发送：通过加载 DBC 文件，并根据 DBC 文件中设定规则设置相应的参数，模拟将物理量转换为报文帧发送出去。
执行	单帧报文或组发发送/停止执行。

1. 右键菜单及快捷按钮

在报文发送界面，可通过快捷按钮和鼠标右键打开的快捷菜单，进行相关的设置，如图 6.22、图 6.23 所示。菜单和按钮说明如表 6.18 所列：



图 6.22 右键菜单



图 6.23 快捷按钮

表 6.19 右键菜单及快捷按钮介绍

菜单名称	按钮	描述
		选择 ID 以十六进制（Hex）或十进制（Dec）的格式显示。
		选择数据以十六进制或十进制的格式显示。
运行全部		发送报文发送界面的所有帧。
停止全部		停止发送报文发送界面的所有帧。
新建报文		添加单帧报文数据或在组数据中添加单帧的报文数据。
新建报文组		添加组数据。
新建报文...		添加全 FF 报文或随机报文数据。
删除		清除报文发送窗口中的选中报文数据。
删除所有数据		清除报文发送窗口中的所有报文数据。
拷贝单帧数据		选中某个单帧数据后，点击此菜单可添加一帧相同的数据。
拷贝组数据		选中某个组数据后，点击此菜单可添加一组相同的数据。
上移		通过此工具可将某个单帧数据或组数据向上移动。
下移		通过此工具可将某个单帧数据或组数据向下移动。
导出		将报文发送界面添加的报文保存为.xml 文件，便于再次使用。
导入		将保存的.xml 文件导入到报文发送界面。
		点击此按钮，可选择报文列的显示或隐藏。

6.3.3 报文接收窗口

ZPS 的 CAN 报文和 LIN 报文接收功能是其基础的功能，可实现对总线数据的收集。在进行报文采集前，需要先在属性设置中设置对应的参数，例如波特率、终端电阻等参数。注意被测设备和设备的接线如果不正确或相关参数设置不正确则报文无法正确接收。

点击【工具】菜单，开启【报文接收】窗口，可看到报文接收列表中每列显示的数据格式，如图 6.24 所示，其每个参数代表的意义如表 6.19 介绍。



图 6.24 报文接收窗口

表 6.20 报文接收界面参数描述

显示名称	参数描述
序号	报文接收窗口中报文数据的顺序编号。
通道	当前报文数据来源，对应 CAN1、CAN2/LIN1、CAN3/LIN2 通道。
帧索引	帧存储顺序编码，用于报文、波形以及测量分析结果的数据相互关联。
TEC	CAN、CAN FD 控制器发送错误计数显示。
REC	CAN、CAN FD 控制器接收错误计数显示。
时间	报文采集的时间显示，可以选择显示系统时间、相对时间或增量时间。
帧持续时间	每一帧报文从帧起始到帧间隔结束的持续时间。
发送延迟	指 ZPS 的控制器接收到发送请求命令的时刻，到这一帧数据发送成功的点的间隔，即实际延时时间+帧长度。
状态	错误帧类型的显示。
方向	显示当前报文帧是接收的或是发送的。T：指 ZPS 发送；R：指 ZPS 设备接收。
ID	在 CAN 报文帧中，ID 是报文帧仲裁字段的主要部分；在是 LIN 报文帧中，ID 标识了帧的类别和目的地，从机任务会根据帧头 ID 作出响应。
PID（Hex）	PID 是 LIN 报文帧结构中的一部分，是指受保护的 ID 段，它包括 ID（6 位）+2 个校验位。
类型	该列以图标的形式显示，当所有图标都显示灰色时，是指当前帧报文是 CAN 标准数据帧，若显示以下图标，对应类型的说明如下： RTR：远程帧； Ext：扩展帧； FD：CAN FD 帧； BRS：变速帧； Lin：LIN 帧。
DLC	CAN、CAN FD 协议的数据长度编码。

续上表

显示名称	参数描述
数据长度	帧数据场字节数，代表数据场实际的字节数。比如 DLC=9，CAN 帧数据字节为 8，CAN FD 帧数据字节为 12。
ESI	CAN FD 帧中的错误状态指示位 ESI， ESI=1：黄色指示灯，代表发送节点已经积累较多错误，处于错误被动状态；ESI=0：绿色指示灯，状态正常，处于错误主动状态。颜色指示灯的作用是能够快速发现定位网络上不健康的节点。
LIN 波特率	被测 LIN 信号的波特率。
LIN 校验和	LIN 校验和是 LIN 报文帧结构中的一部分，是按照当前节点设定的校验和类型计算的。
校验和类型	指 ZPS 作为监听节点时设定的检验类型。即按照当前的设定对接收到的 LIN 数据进行校验判断。
DATA	数据场，其包含数据帧发送的内容。

注：1、报文接收窗口中列表的显示，可点击此窗口下的按钮进行选择；

2、当报文接收窗口中显示的是 CAN FD/CAN 报文时，主要关注以下列表：序号、通道、帧索引、时间、发送延迟、状态、方向、ID、类型、DLC、数据长度、ESI、DATA；

3、当报文接收窗口中显示的是 LIN 报文时，主要关注以下列表：序号、通道、帧索引、时间、状态、方向、ID、PID、类型、数据长度、LIN 波特率、LIN 校验和、校验和类型、DATA。

1. 右键菜单及快捷按钮

在报文接收界面，可通过快捷按钮和鼠标右键打开的快捷菜单，进行相关的设置或分析，如图 6.25、图 6.26 所示。菜单和按钮说明如表 6.20 所列：



图 6.25 右键菜单



图 6.26 快捷按钮

表 6.21 右键菜单及快捷按钮介绍

菜单名称		按钮	描述
			ID 冻结按钮。启动 ID 冻结，相同 ID 的数据会被覆盖，列表展示的是最后一次更新的报文内容。注意，覆盖仅仅是显示效果，工程保存所有数据，表格视图能在 ID 冻结和非冻结模式下自由切换。
新建标签			对所选报文添加标记。
删除标签			删除添加的标记。
删除所有数据			清除报文列表中的所有数据。
新建快捷过滤			快速将报文接收窗口中的正确帧、错误帧、发送或接收数据过滤到新的窗口。
新建过滤			根据特定的需求建立报文过滤条件，然后根据条件，在新的窗口显示匹配条件后的报文。
显示方式			若选择为自动滚屏，报文界面会自动往下更新，若停止滚屏，报文界面将不会更新报文列表，需要往下拖进度条后，才能看到新的报文数据。
分析			打开总线电平测量、总线信号质量评估等窗口。若从当前报文窗口打开分析功能，分析功能的样本将默认是该窗口下的数据。
数据格式	ID		ID 以十六进制或十进制的格式显示。
	DATA		数据以十六进制或十进制的格式显示。
	时间格式化		相对时间：报文结束时刻相对 ZPS 硬件启动时刻的时差； 增量时间：当前报文结束时刻与上一帧的时差； 系统时间：报文相对时间转换成计算机的本地时间。
导出			将报文接收窗口中的报文数据导出为 CSV 或 ASV 文件。
导入			将导出的 ASV 文件导入到报文接收窗口。
添加全部到报文重播列表			将所有报文添加到报文重播窗口。
跳转到			输入列表序号或报文 ID，跳转到满足条件的报文（该报文会显示高亮）。

续上表

菜单名称	按钮	描述
上一帧错误		自动定位上一帧错误帧位置。
下一帧错误		自动定位下一帧错误帧位置。
		列表属性配置按钮。选择显示或隐藏报文接收窗口中的列表内容。

6.3.4 报文解码窗口

点击【工具】菜单，开启【报文解码】窗口，如图 6.27 所示。报文解码窗口用于展示对应报文的物理总线原始电压波形、数字逻辑以及协议解码数据。



图 6.27 报文解码窗口

报文解码窗口中的各通道介绍如表 6.21 所列：

表 6.22 报文解码窗口通道介绍

名称	描述
CAN_H/CAN_L	高速模拟通道 CH1 和 CH2 采集的波形，信号源选择不同，代表的波形不同，默认配置是 CAN1 通道的 CANH、CANL 电压波形。
Comm	CAN1 共模信号波形，即（CANH+CANL）/2 的电压波形。
Diff	CAN1 差分信号波形，即（CANH-CANL）的电压波形。
TXD/RXD	ZPS CAN1 通道的 CAN 控制器上的 TX、RX 逻辑信号波形。
TxDecode/RxDecode/Decode	对 TX、RX、Diff 通道波形按照 CAN FD 或 CAN 协议解码规则进行解码后的结果。

在垂直刻度区，通过键盘的 Ctrl+鼠标滚动轮，可垂直放大/缩小波形；在波形界面，通过键盘的 Ctrl+鼠标滚动轮或鼠标左、右键，可水平放大/缩小波形；在波形界面，通过鼠标左右拖动或滚动可移动波形。

1. 右键菜单及快捷按钮

报文解码窗口右键菜单及快捷按钮介绍如表 6.22 所列。



图 6.28 右键菜单



图 6.29 快捷按钮

表 6.23 右键菜单及快捷按钮介绍

菜单名称	按钮	描述
		十字光标按钮，打开后将光标放到当前界面的任意位置可同时显示电压和时间值。
水平光标		用于电压测量。
垂直光标		用于时间测量。
增加垂直标签		添加垂直标签，主要用来标注关注点，便于再次查找。
自适应窗口		自动调整报文解码窗口中的垂直量程和水平量程，使波形处于一个合适的位置。
导出		将波形数据保存为.csv 文件。
FFT 分析		FFT 分析，即傅里叶变换，把信号进行频域上面的分解，并且能滤除正常信号，这样就可以很方便地看出干扰频率。在报文解码窗口，选中 CAN_H、CAN_L、Diff 通道的波形时，可进行 FFT 分析。
设置		配置界面中所有通道的名称和颜色属性，也可以设置解码标准、解码阈值及自动测量位宽的阈值。

2. 自动测量标签

在报文解码窗口，将鼠标放到波形的某个位置上，可以自动测量电压和时间，如差分波形中某个位置的电压值、位宽及开始/结束时间，结果如图 6.30 所示。

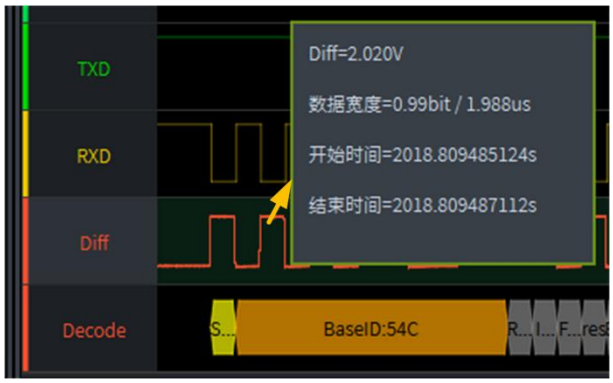


图 6.30 自动测量

6.3.5 DSO 控制面板窗口

点击【工具】菜单，开启【DSO 控制面板】窗口，如图 6.31 所示。该窗口是基于 ZPS 硬件中的示波器模块实现的，其带宽为 100M，最大存储深度为 32M，最大采样率为 250MSa/s，除了对 CAN FD、CAN 信号进行波形采集外，还可对满足带宽条件的其它信号进行波形采集。

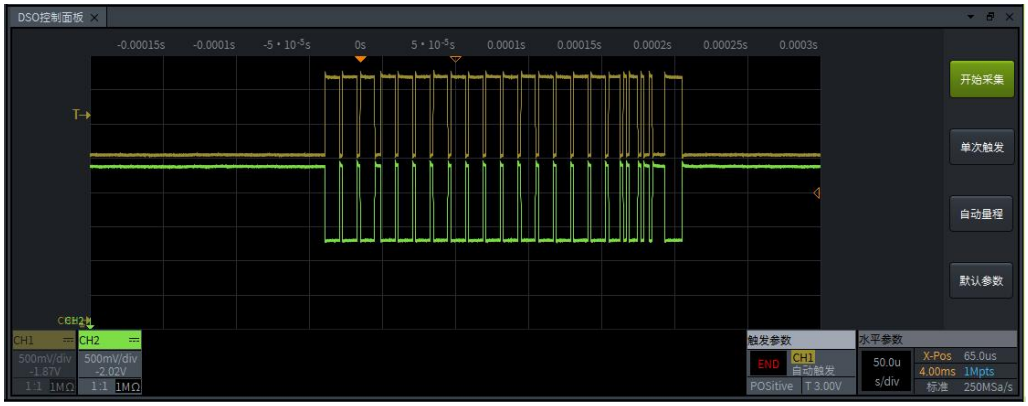


图 6.31 DSO 控制面板

1. 通道参数显示界面

DSO 控制面板中通道显示界面介绍如图 6.32、图 6.33 所示，参数描述详见 6.3.1 章节中的第 2 小节。



图 6.32 垂直参数显示界面

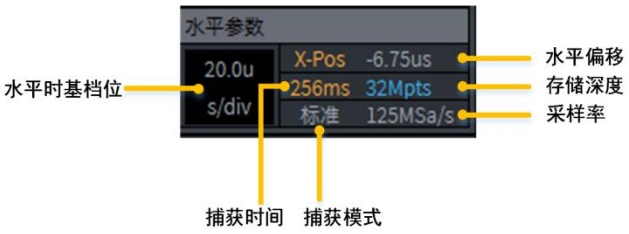


图 6.33 水平参数显示界面

捕获时间、采样率、存储深度三者关系：存储深度=采样率×捕获时间。

2. 触发参数显示界面

触发参数显示界面介绍如图 6.34，参数描述详见 6.3.1 章节中的第 2 小节。



图 6.34 触发参数显示界面

工作状态介绍如表 6.23 所列：

表 6.24 工作状态

工作状态	描述
PRE	预触发
WAIT	等待触发中
POS	后触发
ROLL	滚动采样
END	采样完成
IDLE	采样空闲

3. 功能按钮

用于启动或停止波形的采集，恢复 DSO 控制面板的默认设置等功能按钮。具体介绍如表 6.24 所列。



图 6.35 功能按钮

表 6.25 功能按钮描述

功能名称	描述
开始采集	该按钮控制波形采样的运行或停止。
单次触发	点击此按钮，DSO 控制面板界面将一直等待，直至出现符合触发条件的波形时，进行一次触发并记录存储波形，然后停止波形采样。
自动量程	点击此按钮，会自动设置相关参数，以产生适合观察的波形。
默认参数	点击此按钮，可恢复示 DSO 控制面板中基本设置参数的默认值，如：垂直参数、水平参数、触发参数等。
垂直光标	鼠标右键可选择是否打开垂直光标。
水平光标	鼠标右键可选择是否打开水平光标。
Ctrl+鼠标左/右键	水平放大或缩小波形。

6.3.6 多通道数据展示窗口

多通道数据展示窗口，用于通用模拟输入 AI 以及通用数字输入 DI 的数据展示。

点击【工具】菜单，开启【多通道数据展示】窗口，通过窗口中的“通道源选择”，可打开 AI 或 DI 通道，然后设置该通道对应的参数，点击“开始采集”即可进行数据的采集，如图 6.36 所示。

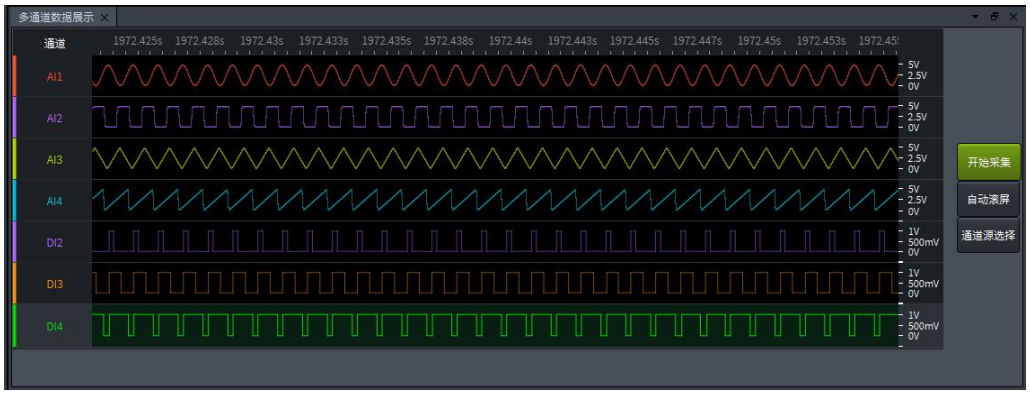


图 6.36 多通道数据展示窗口

7. 基础功能

7.1 报文发送

ZPS 的报文发送模块支持普通发送、列表发送、触发发送、发送干扰、随机发送及 DBC 发送功能，点击【工具】菜单，开启【报文发送】窗口，即可进行相关设置，如图 7.1 所示。



图 7.1 报文发送

7.1.1 普通发送

点击报文发送窗口中的按钮，添加单帧数据并修改对应的数据，然后点击按钮即可进行常规报文的发送，实现结果如图 7.2 所示。

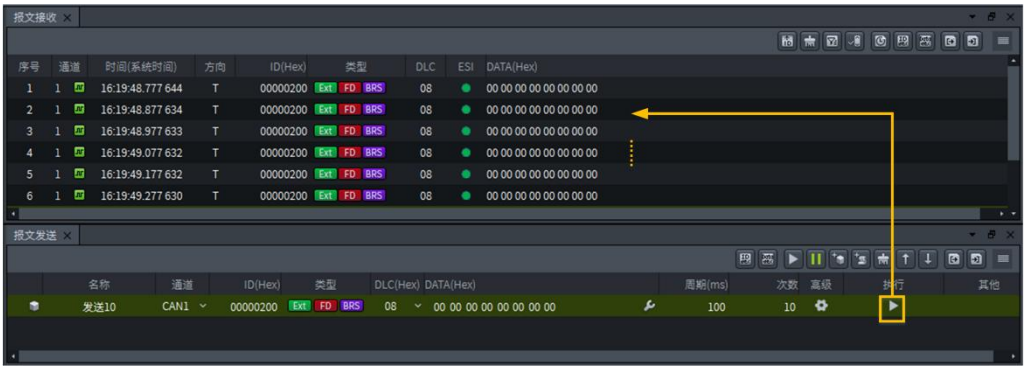


图 7.2 普通发送

7.1.2 列表发送

点击报文发送窗口中的按钮，添加组数据，然后在该组下添加多个单帧数据并修改对应的数据，然后点击按钮即对数据组内容进行顺序发送，实现结果如图 7.3 所示。

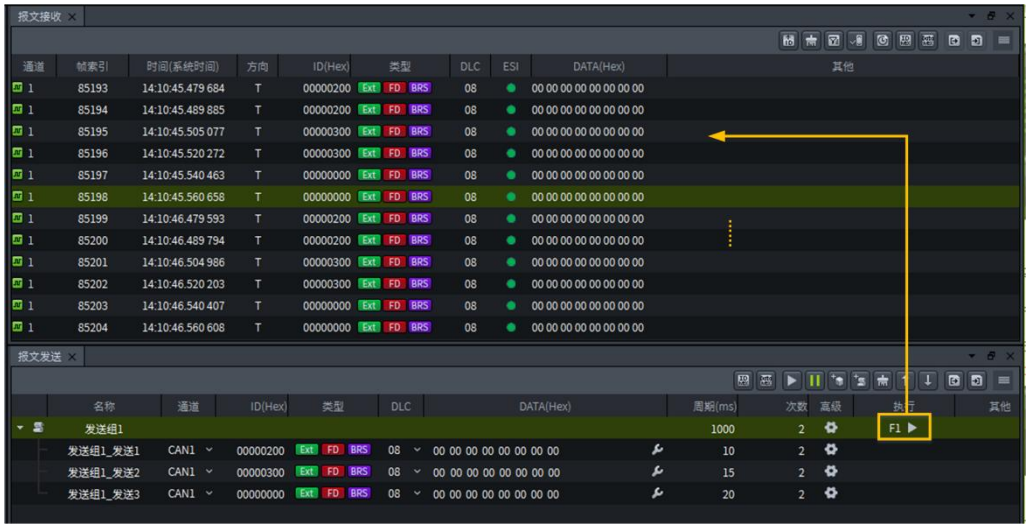


图 7.3 列表发送

7.1.3 触发发送

触发发送主要用于应用层节点或者网络仿真，比如 ZPS 模拟一个节点或一个网络，对发送节点进行回复。使用步骤如下：

(1) 点击或按钮，添加满足触发条件后需发送的单帧报文或多帧报文，如图 7.4 所示：

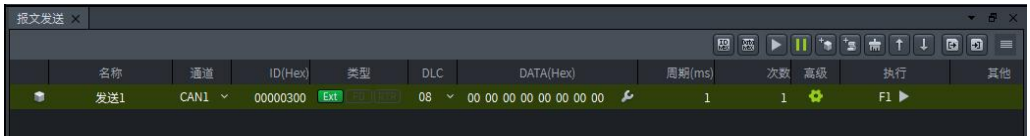


图 7.4 添加满足触发条件后待发送的帧

(2) 在添加的发送帧中，点击高级按钮，如图 7.5 所示，添加触发条件。注意，在设置好 ID、帧类型及 DATA 后，还需设置掩码，才能只针对该触发条件进行回发报文，若不设置掩码，那么接收通道下接收到的任意报文，都会回发报文。

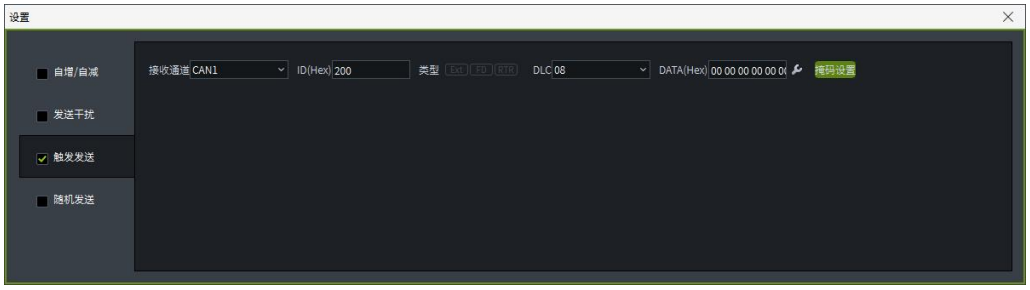


图 7.5 添加触发条件

触发条件参数介绍如下：

- 接收通道：是指被测设备接入到 ZPS 的通道，这里的接收通道和发送列表中选择

的通道不一定一样，例如，发送列表中通道选择 CAN2，这里接收通道设置为 CAN1，是指当 CAN1 接收到满足触发条件的数据后，CAN2 发送特定的报文给被测设备；

- 掩码设置：点击掩码设置后，可设置需要匹配的位置，如图 7.6 所示，位设置为 0，表示不需要匹配，代表对收到的所有报文都会触发，位设置为 1，表示需要匹配，代表只对满足匹配条件的数据进行触发。



图 7.6 掩码设置

(3) 设置好以上条件后，开启软件左上角的“开始”按钮，进行报文的接收，即可在报文接收窗口看到对应的数据。以步骤 1/2 图中设置的参数为例，其实现结果如图 7.7 所示：

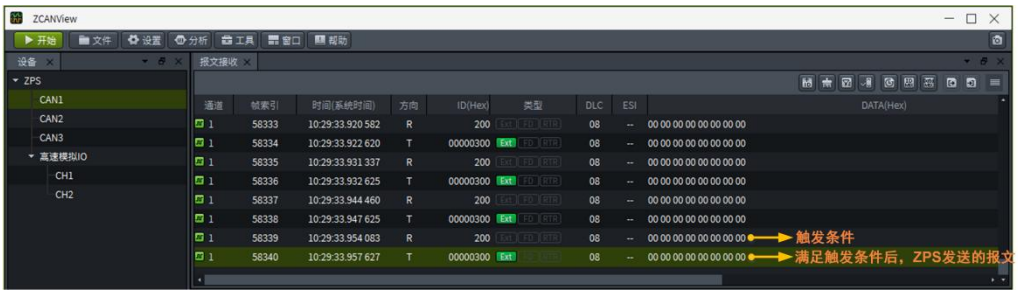


图 7.7 实现结果

7.1.4 发送干扰

发送干扰功能，可以对某个节点或网络发送带有干扰脉冲的错误帧，从而验证这个节点或网络的鲁棒性（可恢复性）。

错误发送功能的实现是通过产生错误的逻辑序列对总线进行干扰的，即当已经配置好的干扰被激发后，特定的干扰脉冲破坏 CAN 报文的位逻辑信号，从而导致 CAN 控制器识别错误。使用步骤介绍如下：

(1) 点击按钮，添加发送帧，如图 7.8 所示：



图 7.8 添加发送帧

(2) 在添加的发送帧中，点击按钮，然后选择干扰位置或自定义干扰位置，如图 7.9、图 7.10 所示。



图 7.9 已知错误发送干扰位置

干扰位置中的相关选项说明如下：

- 标准 ID：发送对标准 ID 位干扰后的报文帧，其干扰规则是：将标准 ID 位的第一个位干扰为相反的位。与此类干扰规则相同的干扰有如下选择：扩展 ID、数据长度编码、帧数据、CRC、帧结束；
- RTR：发送对 RTR 位干扰后的报文帧，其干扰规则是：将 RTR 位干扰为相反的位。与此类干扰规则相同的干扰有如下选择：SRR、RRS、BRS、ESI、CRC 定界符、应答位，应答定界符；
- 自定义：发送对自定义干扰位置干扰后的报文帧，可以选择对一个位的某个区域（可跨位）进行干扰，也可以选择对多个位进行干扰，其干扰规则是：将光标选中的干扰位置干扰为相反的位。

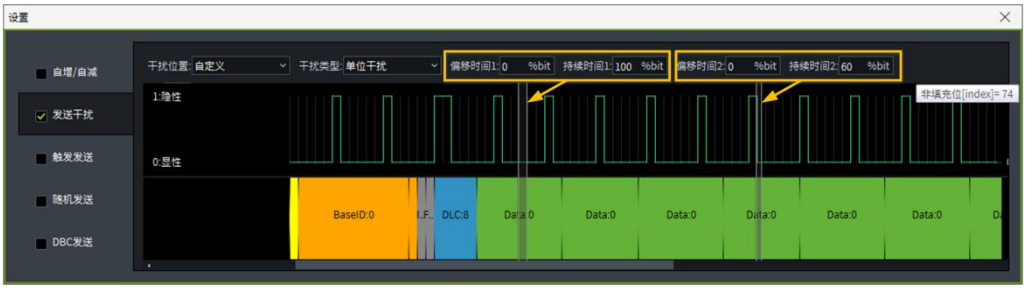


图 7.10 自定义错误发送干扰设置

自定义干扰参数介绍如下：

- 干扰类型：可选择单位干扰和多位干扰。单位干扰，可以选择干扰一个位置或两个位置的某个区域（可跨一个位）；多位干扰，可以选择干扰连续的多个位；
- 偏移时间 1/2：干扰位置的起始时间；
- 持续时间 1/2：干扰持续的时间；
- 干扰光标：在自定义发送干扰界面，移动光标可设定发送帧的干扰位置，同偏移时间、持续时间目的一样。在选择干扰类型为单位干扰时，界面会跳出两个干扰光标，左键双击可切换光标 1 的位置，右键双击可切换光标 2 的位置。偏移时间和持续时间均为 0 时可取消光标的显示。

(3) 例如发送标准 ID 干扰，其实现结果如图 7.11 所示，可看到发送数据的标准 ID 位的第一位被干扰成了隐性位。

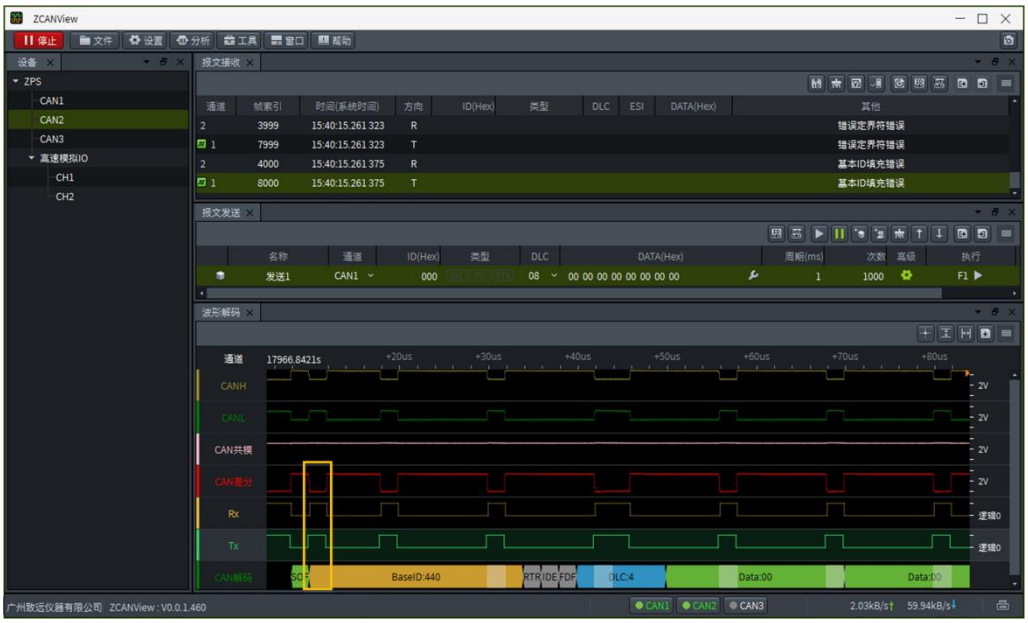


图 7.11 错误发送实现结果

7.1.5 随机发送

随机发送功能，即是按照设定的参数，发送在参数范围内的随机数据。使用步骤介绍如下：

(1) 点击或按钮，添加单帧报文或组报文，如图 7.12 所示，此时添加的帧中，只有通道、次数有效。



图 7.12 添加单帧或组报文

(2) 在添加的帧中，点击高级按钮，勾选随机发送，然后设置随机发送报文的内容，如图 7.13 所示。



图 7.13 随机发送设置界面

随机发送内容介绍如下：

表 7.1 随机发送设置参数介绍

分类	参数名称	描述
频次	随机周期	设置随机发送报文的周期范围。
	随机释放量	设置随机发送报文的重复次数范围。
帧 ID	ID 范围	设置随机发送报文的 ID 范围。
	随机 ID	勾选后，随机发送 ID 范围内的任意 ID 报文。
	扫描 ID	勾选后，发送在 ID 范围内递增的报文。
帧类型	随机 Ext	勾选后，随机发送扩展帧。
	随机 FDF	勾选后，随机发送 CAN FD 帧。
	随机 BRS	勾选后，随机发送变速 CAN FD 帧。
数据	DLC	固定发送设定 DLC 的报文。
	随机 DLC	勾选后，随机发送 DLC 范围内的任意报文。
	随机 Data	勾选后，发送随机数据的报文。

(3) 开启“CAN1”通道，点击发送报文窗口的开始按钮，其实现结果如图 7.14 所示，报文接收窗口显示了 3 次满足随机发送条件的报文。



图 7.14 实现结果

7.1.6 DBC 发送

DBC 发送功能，用于发送基于 DBC 文件中定义信号的消息，即是通过加载 DBC 文件，然后根据 DBC 文件中的设定规则，模拟将物理量转换为报文帧发送出去。用户可以选择发送单条消息或多条消息，还可以修改消息中的信号值，以满足特定的测试需求。使用步骤介绍如下：

(1) 通过【工具】菜单，打开 DBC 文件加载功能，加载需要的 DBC 文件；

(2) 打开报文发送窗口，点击或按钮，添加单帧报文或组报文，如图 7.15 所示，此时添加的帧中，只有设置的通道、周期和次数有效，其它参数操作完步骤（3）会自动更新，届时会生成对应的消息。



图 7.15 添加单帧或组报文

注：当需要发送多个消息时，需要选择添加组报文。

(3) 在添加的帧中，点击高级按钮，勾选 DBC 发送，然后从消息列表中添加信号，如图 7.16 所示。



图 7.16 DBC 发送界面

DBC 发送设置参数介绍如下：

表 7.2 DBC 发送设置参数介绍

	参数名称	描述
消息选择	消息列表	从加载的 DBC 文件消息选择列表中添加消息至发送列表。
	ID	添加完消息后显示的 ID 值，显示格式为十六进制。
消息信号列表	序号	对添加在消息列表中的信号进行排序。
	信号名	信号的名称。
	实际值	可设定的物理值，物理值=变换比例×原始值+变换偏移
	原始值	信号存在于消息数据部分的起始数据。
	单位	信号所代表的物理值的单位
	变换比例	从报文的数据段中提取出原始值后，进行数据变换时的乘数。
	变换偏移	从报文的数据段中提取出原始值后，进行数据变换时的加数。
	起始位	信号存在于消息数据部分的起始位，以位（bit）为单位。
	位宽	信号存在于消息数据部分的宽度，以位（bit）为单位。
	注释	对该序号下的信号进行解释。

(4) 开启“CAN1”通道，点击发送报文窗口的开始按钮，其实现结果如图 7.17 所示。



图 7.17 实现结果

7.2 报文重播

报文重播功能，能将现场接收的报文数据，严格按照接收时刻的时序要求，重新发送到 CAN 总线上。该功能主要用于当被测系统或者对象报文的逻辑关系还是未知情况下，通常需要先将其录下来，然后按照其规则再反复重播，掌握其规律，可以用于分析 CAN 应用层协议，或者是在加入新节点前所进行的网络仿真。

使用报文重播功能时，可通过【工具】菜单，打开【报文重播】窗口，导入.ASC 文件，然后再点击窗口中的按钮，即可以将记录数据发送到 CAN 总线上，如图 7.19 所示。



图 7.18 报文重播

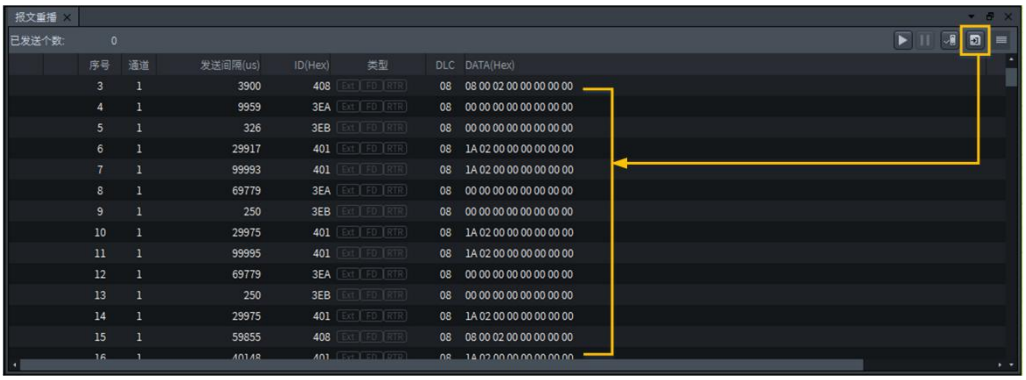


图 7.19 报文重播功能操作

也可通过报文接收窗口中的右键菜单“添加到报文重播列表”打开报文重播窗口，并开始发送数据。

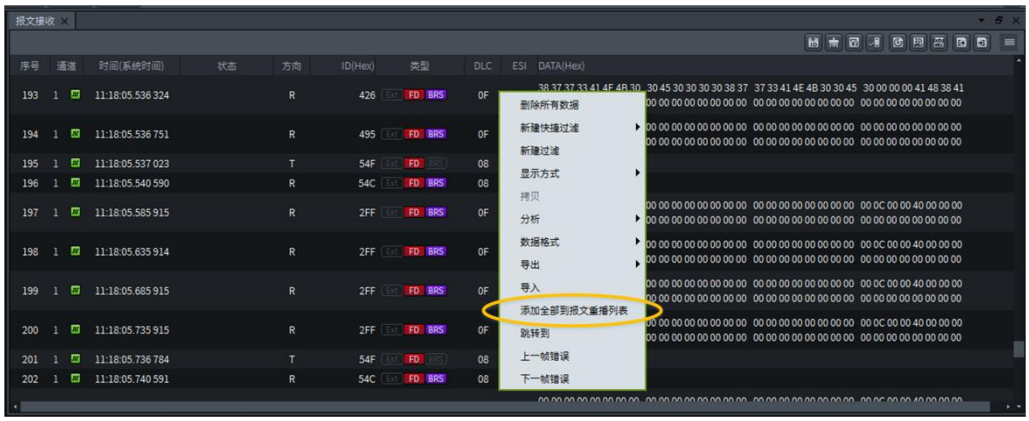


图 7.20 添加全部到报文重播列表

7.2.1 右键菜单及快捷按钮

报文重播界面右键菜单及快捷按钮介绍如表 7.3 所列。

表 7.3 右键菜单及快捷按钮介绍

菜单名称	按钮	描述
		开始/停止报文重播，每点击一次都是从头开始重播。
		暂停报文重播。
		继续报文重播。
		若选择为自动滚屏，界面中的数据会自动往下更新，若停止滚屏，界面中的数据将不会更新。
		导入.ASC 文件到当前界面，也即是将需要重播的报文导入。
		点击此按钮，可选择显示或隐藏报文重播窗口中的列表。
删除所有数据		点击可删除报文重播界面的所有数据。
跳转到发送位置		当滚动按钮显示状态时，报文重播界面开启后数据不会自动滚动，若需找到重播的报文位置，可点击此菜单操作。
设置/取消断点		选择在界面中的某帧报文处设置断点后，每次开启重播，仅会重播断点前的报文。
单步调试		在某帧报文处设置断点后，若需对之后的报文继续重播，可点击单步调试，指单次发送。

7.3 报文过滤条件

根据不同的过滤条件，可将【报文接收】窗口中满足过滤条件的报文数据展示到新的窗口，然后再根据需要对新窗口中的数据进行分析。比如错误帧过滤，可通过“新建快捷过滤”

选择错误帧过滤，如图 7.21 所示。

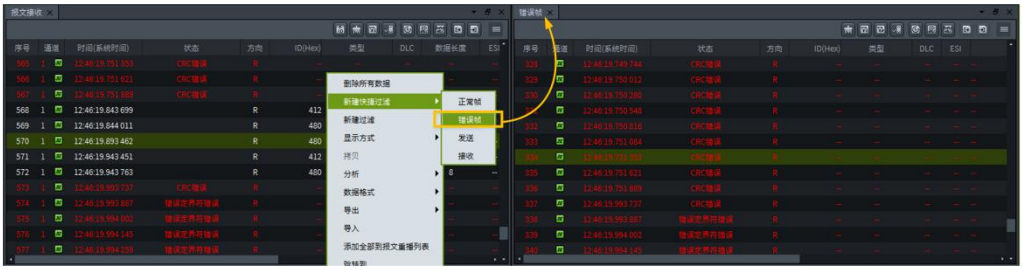


图 7.21 错误帧过滤

如果有其它更复杂的过滤条件需求，可通过“新建过滤”窗口设置，过滤窗口中编辑器的相关参数介绍如下：

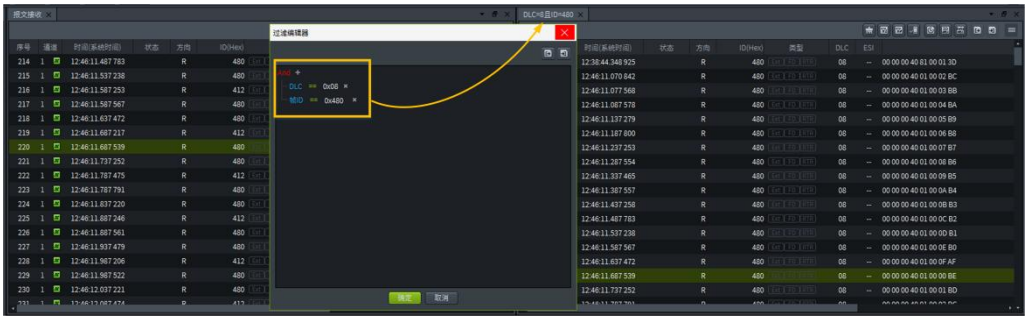


图 7.22 过滤编辑器

表 7.4 过滤名称描述

名称	描述
And	与的逻辑，只有每帧报文满足子目录下的所有过滤条件时，才会有新的窗口产生。
Or	或的逻辑，满足子目录下任何一个过滤条件时，就会有新的窗口产生。
Not And	非与的逻辑，满足子目录下所有过滤条件的报文被排除掉，剩余的报文被过滤到新的窗口。
Not Or	非或的逻辑，满足子目录下任何一个过滤条件的报文被排除掉，剩余的报文被过滤到新的窗口。
Add Group	添加新的子条件组。
Clear All	删除所有子条件组。

7.4 DBC 文件加载

点击【工具】菜单下的【DBC 文件加载】功能，选择加载一个或多个 DBC 文件，然后用于 DBC 发送或 DBC 信号展示等功能的使用。

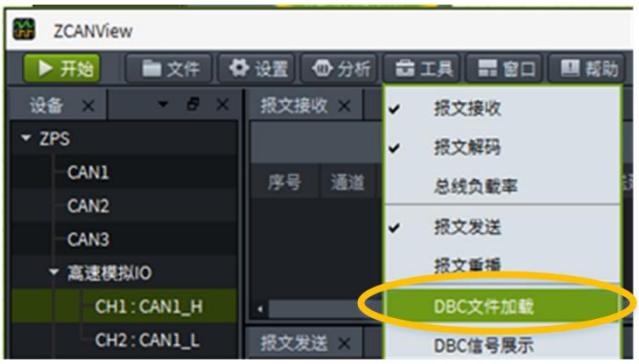


图 7.23 DBC 文件加载

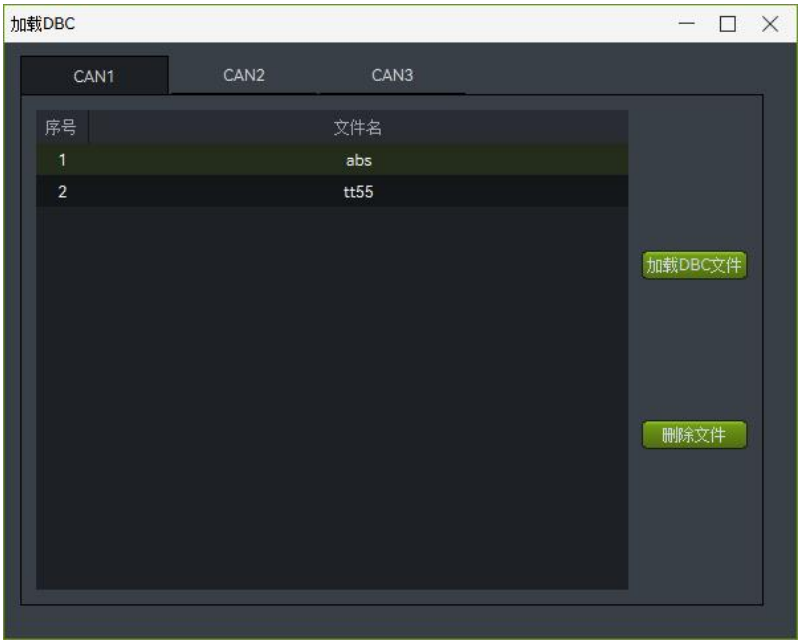


图 7.24 DBC 文件加载

7.5 DBC 信号展示

DBC 文件是用于定义和描述 CAN 总线上的通信数据的文件，它详细描述了每个消息内部的信号，包括信号的名称、物理值、单位、状态等信息。DBC 信号展示工具就是为了能够读取这些信息，并根据其中的定义解析 CAN 消息，将报文数据以直观的信号值的方式呈现给用户。

点击【工具】菜单，可开启【DBC 信号展示】窗口，然后点击设置按钮，添加需要展示的 DBC 信号，即可在报文采集过程中，实时对加载的 DBC 文件以列表的方式进行解析。



图 7.25 DBC 信号展示

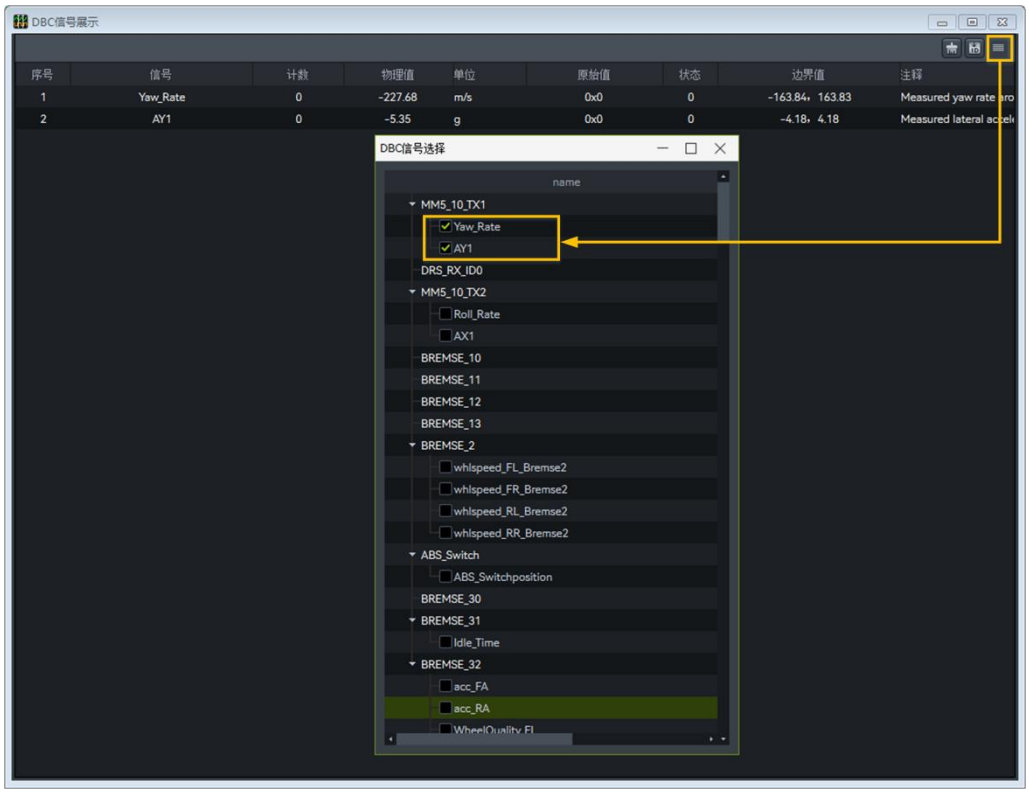


图 7.26 DBC 信号展示界面

对于图 7.26 中的展示列表，相关介绍如下：

- 序号：对添加在 DBC 信号展示界面中的信号进行排序。
- 信号：信号的名称。
- 计数：对每个信号对应解析的消息数量进行统计。
- 物理值：信号所代表的物理值显示，物理值=变换比例×原始值+变换偏移。
- 单位：信号所代表的物理值的单位显示。
- 原始值：信号存在于消息数据部分的起始值。
- 状态：判断物理值是否在设定边界值范围内的显示，若物理值在边界值范围内，则显示 1，反之则显示 0。

- 边界值：DBC 文件中对每个信号的物理值设定好的最大最小值。
- 注释：是指 DBC 文件中对当前信号的定义解释。

7.5.1 快捷按钮

DBC 信号展示功能界面相关按钮介绍如表 7.5 所列。

表 7.5 快捷按钮介绍

按钮	描述
	清除 DBC 信号展示界面中的滚动显示效果下的数据。
	点击此按钮，可选择冻结显示信号或滚动显示信号。 冻结显示：按照信号分类显示，展示相同信号下的物理值跳变； 滚动显示：展示每一条消息对应的信号相关信息。**注：此模式下，单击信号，可关联到对应的消息（报文）。**
	设置按钮，点开可添加 DBC 文件中需要展示的信号。

7.6 被动接收干扰

被动接收干扰功能，可在总线通信过程中针对 DUT 发送的指定或全部报文，精准注入可控的数字逻辑干扰，模拟总线通信中常见的错误场景，用于验证 DUT 的容错能力、异常处理机制及通信可靠性。

被动接收干扰功能可注入协议位干扰或自定义位的干扰，其干扰规则是：选定干扰位置，对 ZPS 接收到的报文对应位置进行取反。

点击【工具】菜单，开启【被动接收干扰】窗口，进行相关匹配信息的设置及干扰位置的选择，然后点击“启用干扰”，即可实现该功能。详细的干扰设置如下章节。

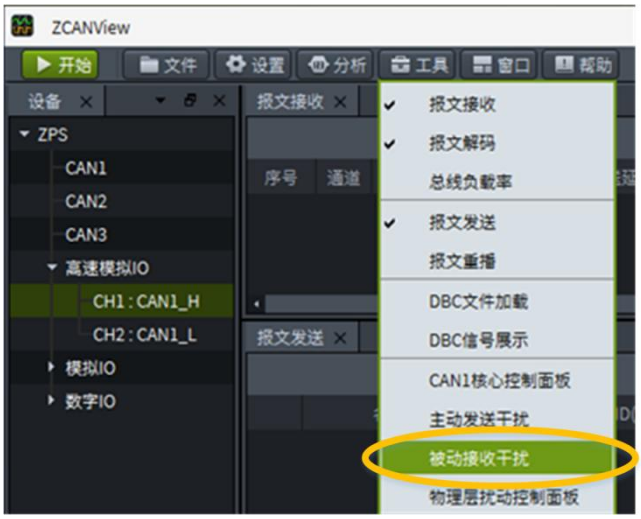


图 7.27 被动接收干扰

7.6.1 协议位干扰

选择协议位干扰，可对 CAN/CANFD 报文中指定协议位进行精准翻转（显性或隐性），如 CRC 定界符干扰，即将隐性干扰成显性。



图 7.28 协议位干扰界面

协议位干扰中的相关选项说明如下：

- 类型：标准 ID，其干扰规则是：将接收报文中的标准 ID 位的第一个位干扰为相反的位，与此类干扰规则相同的干扰有如下选择：扩展 ID、数据长度编码、帧数据、CRC、帧结束；RTR，其干扰规则是：将接收报文中的 RTR 位也就是格式位干扰为相反的位。与此类干扰规则相同的干扰有如下选择：FDF、RRS、BRS、ESI、CRC 定界符、应答位，应答定界符；
- 干扰类型：需根据前面的类型选择，来选择干扰的类型。例如数据长度编码的第一位为显性位，需选择干扰类型为“隐性干扰成显性”，其它同理。

7.6.2 自定义干扰

选择自定义干扰，可设置对 DUT 发送的任意位进行干扰。自定义干扰设置界面如图 7.29 所示。



图 7.29 自定义干扰界面

1. 模板、匹配掩码设置区

设置报文参数，确定模板显示区，设置匹配掩码，确定是否仅对满足当前设置报文参数的数据进行干扰。

- 报文参数设置：设置帧类型及 ID、DLC、DATA 参数，以确定模板显示区。
- 干扰位置：选择对填充位干扰，或是对非填充位干扰，以确定模板显示区。
- 匹配掩码：点击匹配掩码参数后的设置按钮，设置需要匹配的位置，如图 7.30 所示，位设置为 0，表示不匹配，代表对接收到的报文都会进行干扰，位设置为 1，表示匹配，代表只对满足匹配条件的报文帧进行干扰。



图 7.30 匹配掩码

注：若 DUT 发送的报文都是扩展数据帧，且要对所有的帧进行干扰，那此区域中的报文参数只设置帧类型为扩展数据帧即可确定模板显示区。

2. 模板显示区

通过模板、匹配掩码设置区的设置，确认了模板显示区，移动该区域的干扰光标，可选择需要干扰的位置。注：设置匹配掩码后，干扰光标只能选择匹配后的位进行干扰。

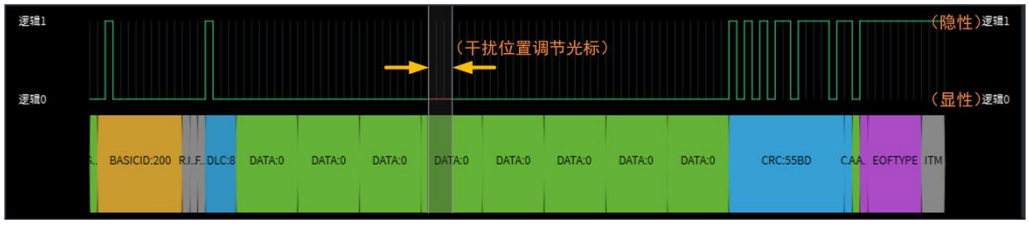


图 7.31 模板显示区介绍

3. 干扰光标宽度设置区

此区域的设置，和干扰光标的宽度设置有关，它的宽度除了可以手动拖动，还可通过编辑偏移时间和持续时间的数值进行修改。

- 偏移时间：干扰光标开始的位置设置；
- 持续时间：干扰光标持续的宽度设置。

4. 干扰类型设置区

若干扰位置选择的是“非填充位”，则需要设置干扰类型，即根据干扰光标选择的位置来选择“显性干扰成隐性”或“隐性干扰为显性”。例如图 7.31 所示的光标位置，是显性位，要想实现将此位干扰为相反的位，干扰类型选择“显性干扰成隐性”。

5. 功能开启区

以上区域的相关参数设置完成后，在软件启动的状态下，点击“启用干扰”即可实现接收干扰功能。但是“启用干扰”后干扰生效的次数和时间受干扰次数和干扰时机相关参数的影响，即干扰时间支持三种方式，分别是持续干扰、固定周期干扰和随机周期干扰，三种实现方式的对应设置介绍如下：



图 7.32 干扰时间设置参数

1) 持续干扰

干扰时机选择持续，是指启用干扰后，对接收到的报文持续按照设置的干扰次数进行干扰。此种方式下如果需要延缓干扰生效，可设置延迟参数。

- 延迟：指手动点击“启用干扰”后，延迟多久干扰开始生效。

- 干扰次数：指执行干扰动作的次数。

2) 固定周期干扰

干扰时机选择周期，是指启用干扰后，对接收到的报文按照固定周期的方式进行干扰。此种方式下需设置周期和持续时间，另如果需要延缓干扰生效，可设置延迟参数。

- 延迟：指手动点击“启用干扰”后，延迟多久干扰开始生效。
- 周期：固定周期设置。
- 持续时间：干扰持续的时间。
- 干扰次数：指在持续时间设定内执行干扰动作的次数。

例如周期设置为 10000ms，持续时间设置为 5000ms，延迟设置为 0ms，干扰次数设置为-1，实现结果如图 7.33 所示，代表启用干扰后，干扰立即生效，且干扰只持续 5000ms，然后按照 10000ms 的周期循环生效。



图 7.33 固定周期干扰实现

3) 随机周期干扰

干扰时机选择随机周期，是指启用干扰后，对接收到的报文按照随机周期的方式进行干扰。此种方式下需设置随机周期范围和持续时间，另如果需要延缓干扰生效，可设置延迟参数。

- 延迟：指手动点击“启用干扰”后，延迟多久干扰开始生效。
- 随机范围：随机周期范围设置。
- 持续时间：干扰持续的时间。
- 干扰次数：指在持续时间设定内执行干扰动作的次数。

7.6.3 实现结果

以对接收报文中的 CRC 界定符位持续干扰为例，其实现结果如图 7.34 所示，可看到报文解码界面的 CRC 界定符被干扰为相反的位，同时报文接收界面亦显示了对应的错误。



图 7.34 实现结果

7.7 物理层扰动控制面板

通过物理层扰动控制面板窗口，可以实现 CAN FD/CAN 总线电阻/电容负载的模拟、开路/短路/交叉开关故障的模拟及外部干扰源的接入。点击【工具】菜单，开启【物理层扰动控制面板】窗口，其界面显示如图 7.35 所示。

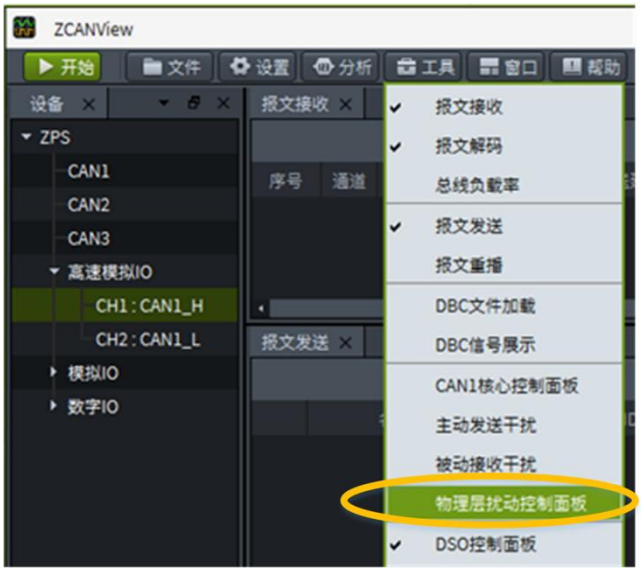


图 7.35 物理层扰动控制面板

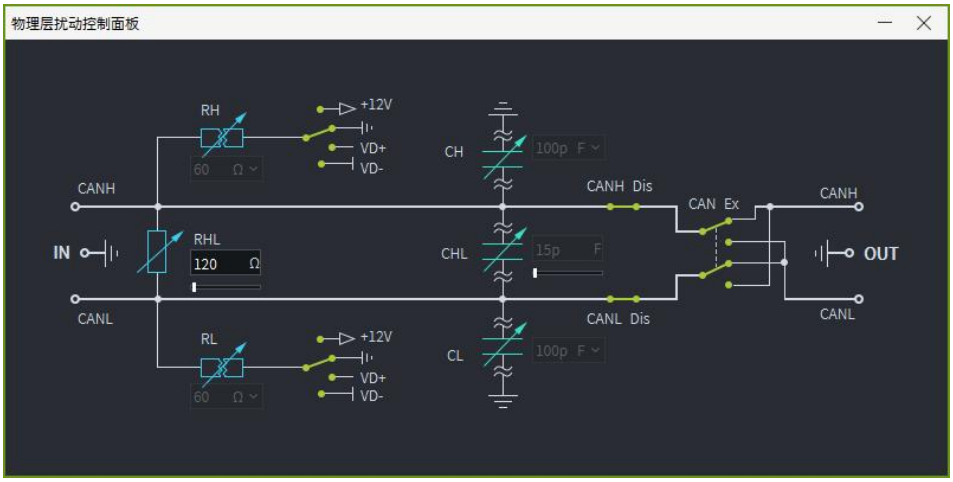


图 7.36 物理层扰动控制面板窗口

7.7.1 状态介绍

可根据需要，对电路中的参数进行断开或连接设置，相关连接状态如表 7.6 所列。

表 7.6 连接、断开状态

图形	状态描述
	电阻处于连接状态，可设置对应的值。
	电容处于连接状态，可设置对应的值。
	电阻处于断开状态。
	电容处于断开状态。
	总线处于连接状态。
	总线处于断开状态。
	总线 H、L 对应连接状态。
	总线 H、L 反接状态。
	内部干扰源选择开关。对内部 12V 电压短接选择。
	内部干扰源选择开关。对内部信号地短接选择。
	外部干扰源选择开关。对外接电压源短接选择。
	外部干扰源选择开关。对外接电压源短接选择。

7.7.2 参数介绍

可用于调整总线上的干扰参数，对应介绍如下：

- RHL：总线上的终端电阻调整（终端匹配）（如果设置为 0，则为短路状态）；
- RH/ RL：用来模拟总线与干扰电压（内部或者外部）之间的接触电阻；
- CH/CL/CHL：用来模拟长线缆的寄生电容或负载电容。

注：外部干扰源端口和 RH/RL 之间有保险丝，其电阻范围是 1.6Ω~15Ω，典型值 6Ω。

7.7.3 参数调节范围

物理层扰动控制面板中，电阻、电容可设置范围介绍如下：

表 7.7 电阻/电容可调范围

参数	可调范围
RHL	0~4.755kΩ，仅可设定此范围内预设的固定值，设备内置 8 组基础预设阻值，分别为 5Ω、10Ω、50Ω、120Ω、240Ω、680Ω、1.25kΩ及 2.4kΩ，通过对这 8 组基础预设阻值进行任意数量组合，共有 255 个阻值可设置。
RH/RL	0Ω、60Ω、1kΩ、10kΩ。
CHL	15pF~8.553nF，仅可设定此范围内预设的固定值，设备内置 8 组基础预设容值，分别为 15pF、30pF、68pF、200pF、540pF、1.1nF、2.2nF 及 4.4nF，通过对这 8 组基础预设容值进行任意数量组合，共有 255 个容值可设置。
CH/CL	100pF、1.1nF、4.8nF。

7.8 CAN1 核心控制面板

通过 CAN1 核心控制面板界面，可以锁定 ZPS CAN1 通道的发送、接收错误计数器在某个值，也可以固定它从某个值开始计数，另还可以实时展示通信过程中 CAN1 通道下的 TEC、REC 计数值。

点击【工具】菜单，开启【CAN1 核心控制面板】窗口，其界面显示如图 7.37 所示。相关应用的操作介绍如下：

- TEC/REC 初始值设置功能：先在④处输入某个值，然后点击⑤处的设置按钮即可将 TEC/REC 的初始值设置为该值；
- TEC/REC 值锁定功能：先在④处输入某个值，然后点击⑤处的设置按钮，最后勾选①处的锁定，即可将 TEC/REC 值锁定在该值（计数器不会累加）；
- TEC/REC 状态显示功能：②处可实时展示 CAN1 错误计数器累计值，进而判断当前所处的错误状态，例如是否进入了 Bus-off 状态。点击③处的复位，错误计数器值可从 0 开始累计。



图 7.37 CAN1 核心控制面板



图 7.38 CAN 核心控制面板窗口

7.9 CAN 总线信号扫描

波特率（也称位定时，就是信号位的最小脉宽）是 CAN 总线通讯的最基本要素，所以对 CAN 总线测试前，首先要确认波特率的大小，并在 ZPS 软件的对应位置配置，以避免因波特率不匹配造成的通讯异常。

当不清楚被测设备的波特率时，点击【工具】菜单，开启【CAN 总线信号扫描】功能，然后根据向导窗口选择待侦测的 CAN 通道，再点击“开始侦测”即可以自动侦测波特率，结果如图 7.39 所示。

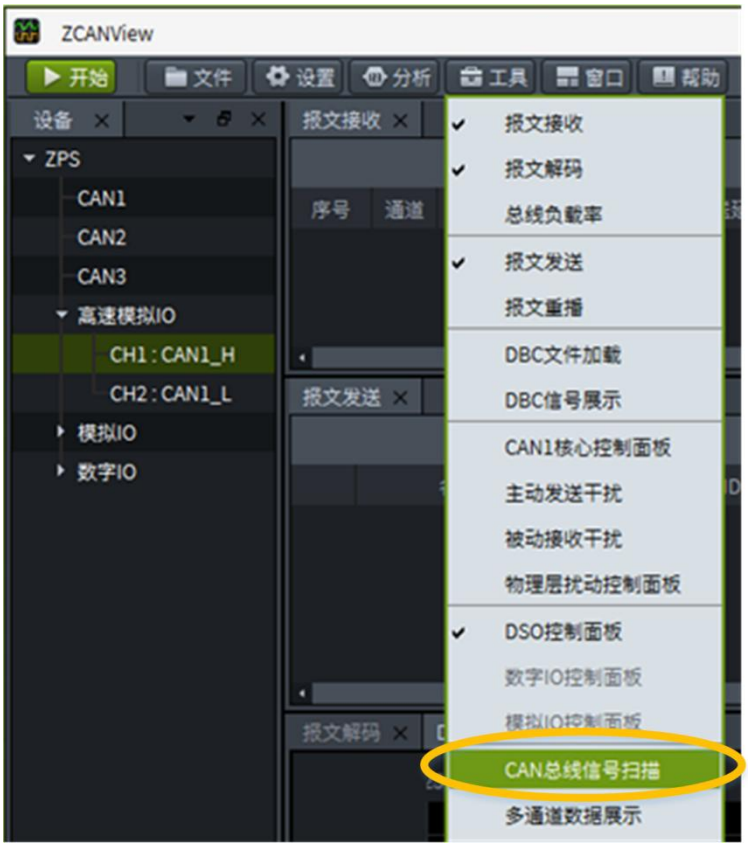


图 7.39 CAN 总线信号扫描



图 7.40 自动侦测波特率结果

7.10 全局变量管理

点击【工具】菜单，打开【全局变量管理】功能界面，可实时统计报文接收窗口中的报文数量、错误帧数量等，也可将相关变量添加到“趋势展示”界面，然后观察分析对应变量的趋势变化。



图 7.41 全局变量管理窗口

表 7.8 全局变量描述

变量		定义
CAN1/CAN2/CAN3	Frame Count	实时统计总线上传输的所有帧数量。
	Tx Frames	实时统计总线上 ZPS 发送的帧数量。
	Rx Frames	实时统计总线上被测设备发送的帧数量。
	Error Frames	实时统计总线上所有的错误帧数量。
	TEC	ZPS 对应 CAN 通道的发送错误计数。
	REC	ZPS 对应 CAN 通道的接收错误计数。
	Busload_CAN1	总线负载率变量。
	Busload_CAN1Err	总线错误率变量。
	DBC	DBC 消息变量，添加方法：打开 DBC 信号展示功能界面→点击 FileLoad 按钮加载 DBC 文件→点击 按钮，勾选需要展示的消息即可将 DBC 消息变量添加到此界面。
AI	AI 1~4	AI 通道变量。
DI	DI 1~8	DI 通道变量。

7.11 趋势展示

点击【工具】菜单，打开【趋势展示】功能界面，可展示通过“全局变量管理”窗口添加的相关变量趋势，如图 7.42，展示的是 DBC 信号的趋势图。

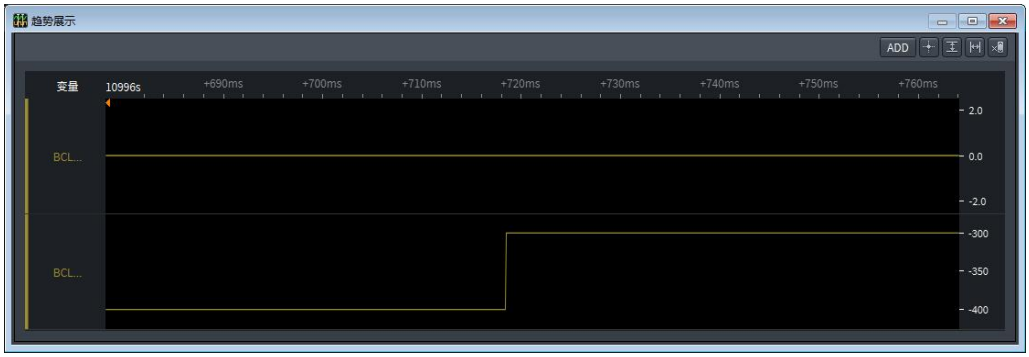


图 7.42 趋势展示窗口

7.11.1 右键菜单及快捷按钮

趋势展示界面右键菜单及快捷按钮介绍如表 7.9 所列。

表 7.9 右键菜单及快捷按钮介绍

菜单名称	按钮	描述
	ADD	点击在趋势展示界面添加全局变量。
		十字光标，打开后，将光标放到趋势展示界面任意位置可同时显示纵轴和横轴数值。
水平光标		打开后可测量相应变量的纵轴数值。
垂直光标		打开后可测量相应变量的时间。
		若选择为自动滚动，趋势展示界面会自动往前更新，若停止滚动，趋势展示界面将不会更新，需要往后拖动进度条后，才能看到新的展示数据。
新建标签		添加垂直标签到界面。
自适应窗口		将纵轴和横轴的量程调整到合适的大小。

7.12 全局标签

点击【工具】菜单，打开【全局标签】功能界面，可将报文接收、报文解码、总线负载率、趋势展示窗口中添加的标签展示在该界面并进行管理，如对标签进行重命名和注释编辑等，更重要的是能够直接鼠标双击进行全局标签位置的跳转快速定位关键位置。


全局标签
序号
名称
注释
窗口
时间
1
M1
控制板启动时刻
报文接收
241746915996634
2
M2
被干扰波形
报文解码
241747518677008
3
M3
趋势展示
241746646187532
4
M4
负载率较高位置
总线负载
241747482515592

图 7.43 全局标签

8. 分析测量功能

8.1 总线信号质量评估

总线信号质量评估功能是基于波形中的边沿、幅值及反射三个主要的指标自动测试节点或网络的发送信号质量，其评分结果的展示使得能迅速定位电信号较差的节点，进而为网络整改确定方向和目标。

点击【分析】菜单，开启【总线信号质量评估】窗口，然后点击按钮，即可对采集到的报文帧对应差分波形的边沿速率、稳定幅值、反射失真三个元素进行评分，从而判断信号质量的好坏，评分结果如图 8.2 所示。



图 8.1 总线信号质量评估

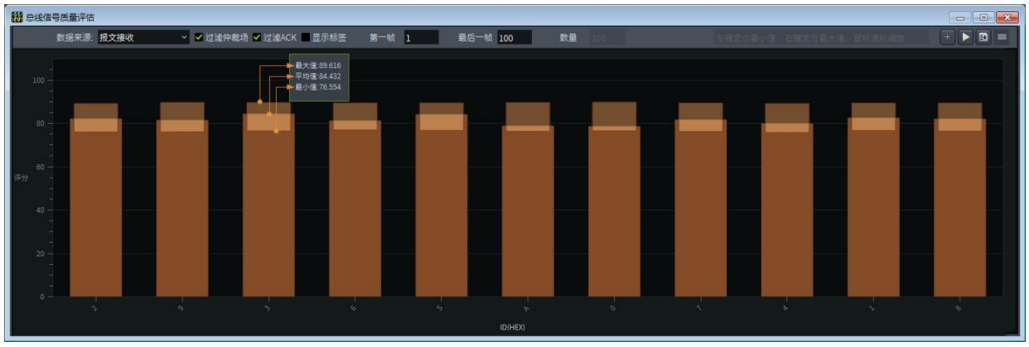


图 8.2 总线信号质量评分结果

在评分结果中，鼠标滚轮可对结果界面进行缩放，左键可定位最小值对应的波形数据，右键可定位最大值对应的波形数据。

8.1.1 参数介绍

1. 设置项目

设置项目介绍如下：

- 过滤仲裁场：勾选后不对每一帧数据波形中的仲裁场区域进行信号质量评估，此设置需在生成评分结果前选择是否勾选。
- 过滤 ACK：勾选后不对每一帧数据波形中的 ACK 位进行信号质量评估，此设置需

在生成评分结果前选择是否勾选。

- 显示标签：勾选后可在评分结果界面显示每个 ID 数据下的最高分、平均分和最低分。
- 数据来源：选择对报文接收窗口或过滤窗口的数据进行信号质量评估。
- 第一帧、最后一帧、数量：样本区间的设置。

2. 评分计算公式

点击总线信号质量评估界面右上角的按钮，可根据需要对三个元素的评分占比进行修改，如单独对某一元素进行质量评估，可将对应的权重修改为 100，其它元素的权重修改为 0。



图 8.3 权重设置

评分计算公式中各元素的介绍如下：

- 边沿速率评分：是对信号边沿的陡峭程度进行评估，从而判断信号质量的好坏。
- 稳定幅值评分：是对无干扰电压范围与幅值常见值的接近程度进行评估，从而判断信号质量的好坏；
- 反射失真评分：是对出现的预冲和过冲现象进行的评估，也即是对无干扰电压范围与峰峰值电压之间的关系进行评估，从而判断信号质量的好坏。

3. 协助分析工具

为了便于观察评分的高低，可将评分结果按照帧 ID、最大值、最小值或平均值的方式进行排序，点击总线信号质量评估界面右上角的按钮，可进行排序方式的选择。



图 8.4 评分排序方式

4. 评估报告导出

点击按钮，可导出信号质量评估报告，如图 8.5 所示。

信号质量评估报告				
测试时间:2024-03-27 15:18:27				
边沿速率	稳定幅值	反射失真	仲裁场过滤	ACK过滤
100	100	100	是	是
帧ID(HEX)	平均质量	最大分数	最小分数	
2FF	86.35945129	87.16805267	85.56092835	
426	86.60826874	87.03167725	86.01161194	
495	86.53261566	87.01625824	85.73005676	
54C	87.14530182	87.82402802	86.3895874	
54F	86.14242554	86.34738159	85.79748535	

图 8.5 信号质量评估报告

8.2 总线信号眼图

眼图是逻辑脉冲的重叠，用于测量信号质量。通俗点，就是把所有的“0”和“1”叠加到一起，观测信号波形畸变程度的一种统计方法。它在高速数字传输系统的设计、调试、生产测试等各个环节发挥着关键作用，是提高系统可靠性和一致性的重要手段。

点击【分析】菜单，开启【总线信号眼图】窗口，然后点击按钮，即可对采集到的数据进行眼图分析，结果如图 8.7 所示。

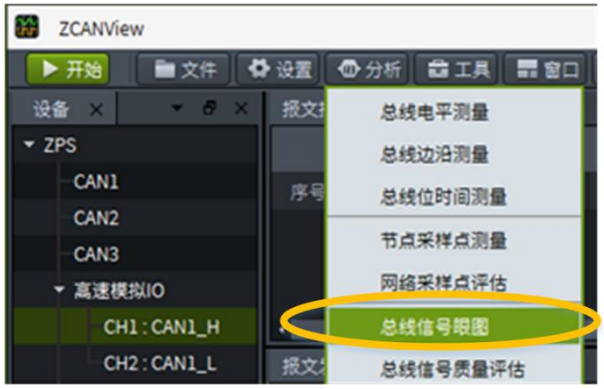


图 8.6 总线信号眼图

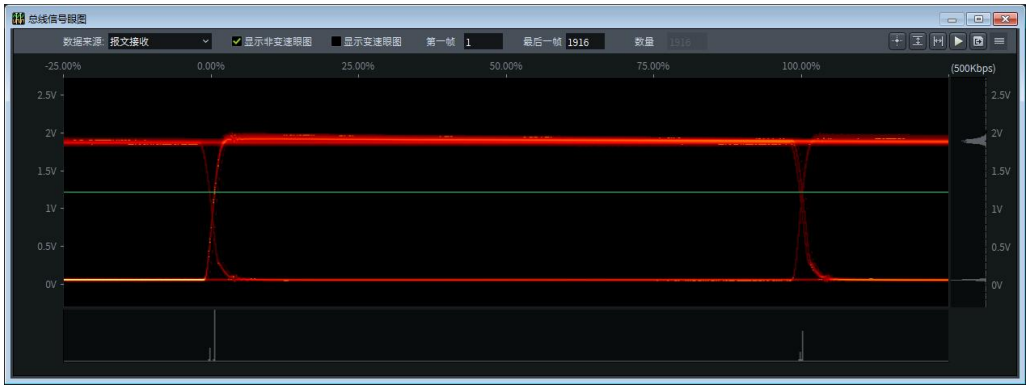


图 8.7 总线信号眼图结果

注：为了保证眼图结果的精确度，需在采集报文及波形数据前，将 CAN1 配置参数下的采样比参数设置到最大。

8.2.1 参数介绍

- 数据来源：眼图分析，是对已采集到的报文波形数据进行的分析。其可以选择“报文接收”窗口数据，也可以选择“报文接收-过滤 n”窗口作为数据来源进行分析；
- 通道：可选择对 CANH、CANL 或 CAN 差分通道的波形数据进行眼图分析；
- 显示非变速眼图：勾选后，可显示 CAN 信号眼图或 CAN FD 信号的非变速区域眼图。在不设置过滤条件的情况下，当对 CAN 帧和非变速 CAN FD 数据进行眼图分析时，非变速眼图结果是指对样本数据中的所有位进行分析的结果；当对变速 CAN FD 帧进行眼图分析时，非变速眼图结果，统计的是样本中的 SOF~BRS+CRC 界定符~EOF 位。
- 显示变速眼图：勾选后，可显示变速 CAN FD 信号的变速区域眼图，统计的是样本中的 ESI+DLC+DATA+CRC 场。
- 第一帧、最后一帧、数量：样本区间的设置。

8.2.2 按钮介绍

- ：十字光标按钮，点开可作为一个尺子，可以更清晰地了解图形之间的相互关系；
- ：电压测量光标按钮，通过手动移动光标，可以测量 CANH、CANL 和 CAN 差分信号的显隐性电压；
- ：时间测量光标按钮，通过手动移动光标，可以测量 CAN 信号的位时间；
- ：导出按钮，可将眼图结果以.bmp 的格式导出；
- ：设置按钮，点开可设置眼图生成前信号源和过滤条件。由于 CAN、CAN FD 的仲裁场和 ACK 场是有多个节点叠加产生的，所以其幅值会比较高，会影响正常标准的判断，所以通常情况下需要勾选。



图 8.8 过滤条件设置

8.3 总线电平测量

总线电平测量，是 CAN FD/CAN 的物理层一致性基础测试项目之一，是 CAN 节点接入网络前需要保证的最低要求，应用于常规节点的测量能初步排除物理层存在的缺陷，然后帮助用户早期发现存在的问题并提高系统总线通信的质量。

总线电平测量原理，是通过对报文接收窗口或过滤窗口中的数据对应波形，按照设定的测量算法，对 CANH、CANL、CANDIFF 及信号对称性的显、隐性电平进行测量。

点击【分析】菜单，开启【总线电平测量】窗口，然后根据测量向导先设置相关参数，再点击开始测量按钮，即可进行自动化测量并得出结果，如图 8.10 所示。

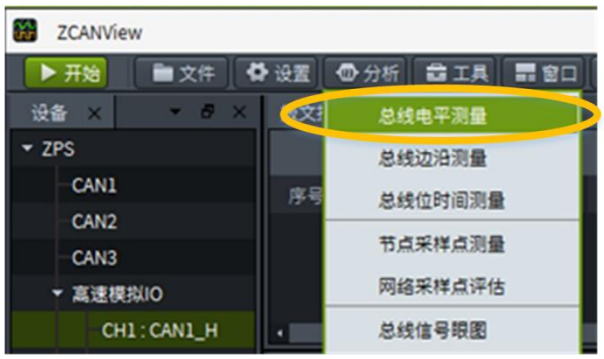


图 8.9 总线电平测量



图 8.10 结果展示

对于图 8.10 中的测量结果，相关介绍如下：

① 单帧过程测量数据：该区域中的每行测量结果，是根据测量算法，得出的每一帧中 CANDIFF、CANH、CANL 及信号对称的显隐性电平结果。

- 双击测量结果，可关联到对应的报文和波形。
- 单击表头，可对对应的列进行排序。

② 多帧统计数据：该区域中显示的值，是从单帧过程测量数据中拿到的 N 行值后求得的平均值。该区域展示的图形，是指总线电平测量的原理图。

注：1、单帧过程测量数据中的总线显隐性电平的测量，统计的是一帧报文波形中的有效帧区间，不包含空闲区域。

8.3.1 参数介绍

在开始测量前，需要对图 8.11 界面中的参数进行设置，如数据源、测试对象，是为了确定对报文接收窗口或过滤窗口中的哪些样本进行测量。其它相关参数介绍如下：

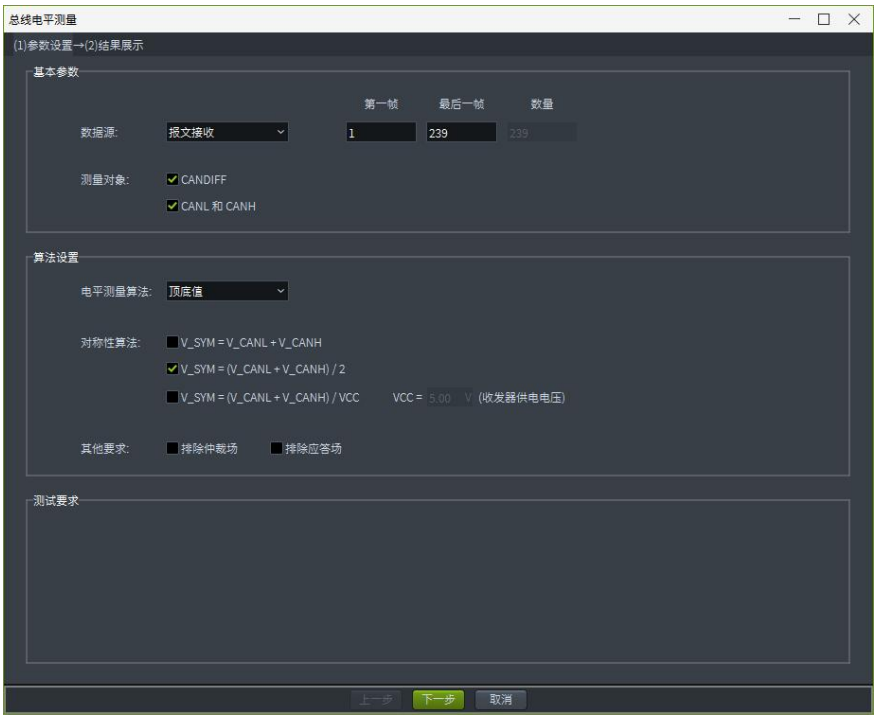


图 8.11 参数设置

- **基本参数**
  - 数据源：自定义选择报文接收窗口或过滤窗口中待测量的样本数。
  - 测量对象：选择对样本数据中的 CANDIFF、CANL/CANH 波形进行电平测量。
- **算法设置**
  - 电平测量算法：关于总线电平测量的算法有三种选择，分别是顶底值、无扰动值、算术均值。

①顶底值算法，是根据顶部值、底部值的计算原理，来确认 CAN 信号的显隐性电平。即：CANH 顶部值为显性电平，底部值为隐性电平；CANL 顶部值为隐性电平，底部值为显性电平；CANDIFF 顶部值为显性电平，底部值为隐性电平。

②无扰动值算法，是通过将正/负脉宽中的前后部分（一个位分为 64 份）波形过滤掉，然后只统计中间部分（40 份）的电压，进而分别求得显性、隐性电平的平均值。

③算术均值算法，是根据固定的阈值，阈值在 80%以上的点，求一次平均值，阈值在 20%以下的点，再求一次平均值，然后得出对应的显隐性电平结果。

  - 对称性算法：信号对称性常见的三个测量公式分别是：
    ① V_SYM=V_CANL+V_CANH
    ② V_SYM=(V_CANL+V_CANH)/2
    ③ V_SYM=(V_CANL+V_CANH)/VCC（VCC 指收发器的供电电压）
  - 其他要求：当勾选时，总线电平测量算法将不对 ID 及之前的波形数据、ACK 及之

后的波形数据进行统计。

8.4 总线边沿测量

总线信号边沿的上升/下降时间，是表征信号波形质量好坏的重要指标之一。若信号上升/下降边沿缓慢，会造成信号波形一定程度的失真，从而导致 CAN 的采样出错。所以它也是 CAN FD/CAN 的物理层一致性基础测试项目之一，可以帮助用户初步排除物理层存在的缺陷，然后早期发现存在的问题并提高系统总线通信的质量。

总线边沿测量原理，是通过对报文接收窗口或过滤窗口中的数据对应波形，按照设定的阈值进行上升下降时间的测量，从而得出 CANDIFF、CANH、CANL 上升下降时间结果。

点击【分析】菜单，开启【总线边沿测量】窗口，然后根据测量向导先设置相关参数，再点击开始测量按钮，即可进行自动化测量并得出结果，如图 8.13 所示。

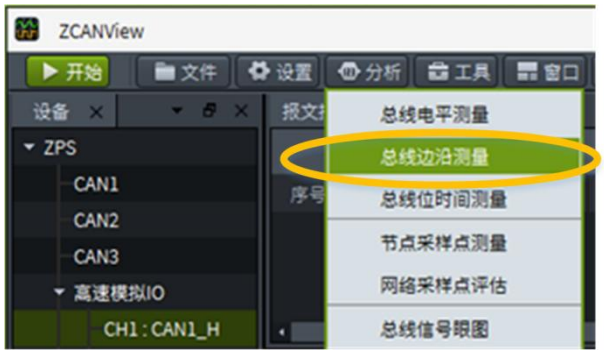


图 8.12 总线边沿测量



图 8.13 结果展示

对于图 8.13 中的测量结果，相关介绍如下：

① 单帧过程测量数据：该区域中的每行测量结果，是根据测量原理，测量出每一帧中 CANDIFF、CANH、CANL 上升下降时间的最小值、最大值和平均值，并统计出每一帧报文波形的边沿个数。

- 双击测量结果，可关联到对应的报文和波形。
- 单击表头，可对对应的列进行排序。排序按照降序（从大到小）排列时，是对每列中的 Max 值进行排序，按照升序（从小到大）排列时，是对每列中的 Min 值进行排序。

② 多帧统计数据：该区域中显示的值，是从单帧过程测量数据中拿到的 N 行值后求得的平均值。该区域展示的图形，是指总线边沿测量的原理图。

注：为了保证测量结果的精确度，需在采集报文及波形数据前，将 CAN1 配置参数下的采样比参数设置到最大。

8.4.1 参数介绍

在开始测量前，需要对图 8.14 界面中的参数进行设置，如数据源、测试对象，是为了确定对报文接收窗口或过滤窗口中的哪些样本进行测量。其它相关参数介绍如下：

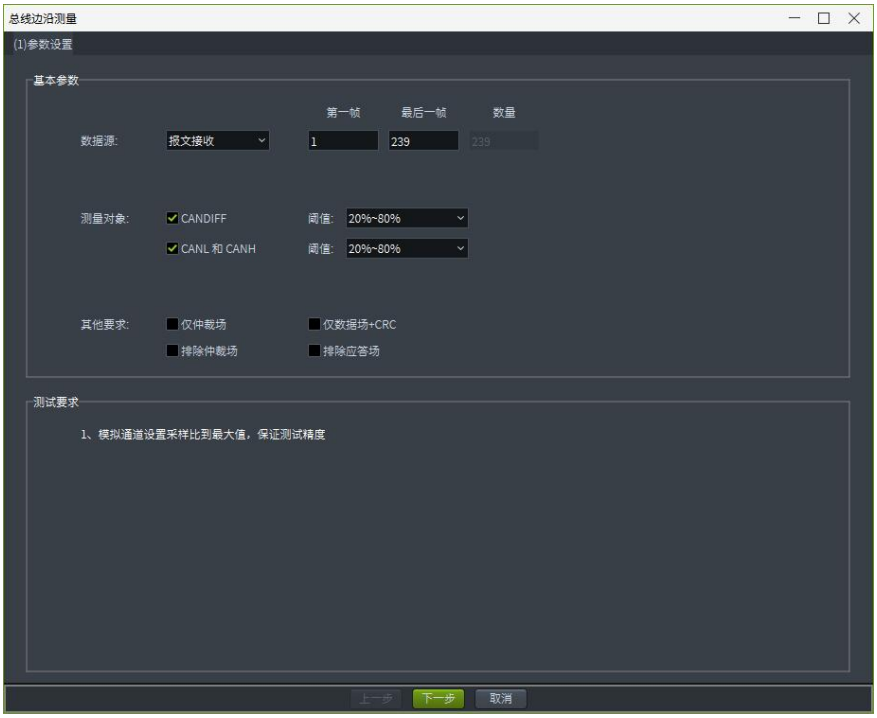


图 8.14 参数设置

- **基本参数**
  - 数据源：自定义选择报文接收窗口或过滤窗口中待测量的样本数。
  - 测量对象：选择对样本数据中的 CANDIFF、CANL/CANH 波形进行上升下降时间测量。
  - 阈值：上升下降时间测量时，选择的测量区间。
  - 仅仲裁场：勾选后，代表仅对样本数据中 ID 及之前的数据进行边沿测量。
  - 仅数据场+CRC：勾选后，代表仅对样本数据中的数据位+CRC 位进行边沿测量。
  - 排除仲裁场、排除应答场：当勾选时，总线边沿测量算法将不对 ID 及之前的波形边沿、ACK 及之后的波形边沿进行统计。

8.5 总线位时间测量

汽车 CAN 总线设计规范对于 CAN FD/CAN 节点的位时间（即波特率）有着严格的规定，同一网络上的每个节点的位时间要保持较高的一致性，否则当各节点接入同一网络时可能产生错误帧从而导致网络无法正常通信。如果有些节点的系统时钟出现漂移情况以及极其少数的 PLL 时钟跳变情况，通过总线位时间测量功能可以帮助用户快速定位此问题。

总线位时间测量原理，是通过对报文接收窗口或过滤窗口中的差分数据对应波形，按照设定的测量区间及测量阈值进行仲裁域、数据域位时间的测量。

点击【分析】菜单，开启【总线位时间测量】窗口，然后根据测量向导先设置相关参数，再点击开始测量按钮，即可进行自动化测量并得出结果，如图 8.16 所示。



图 8.15 总线位时间测量

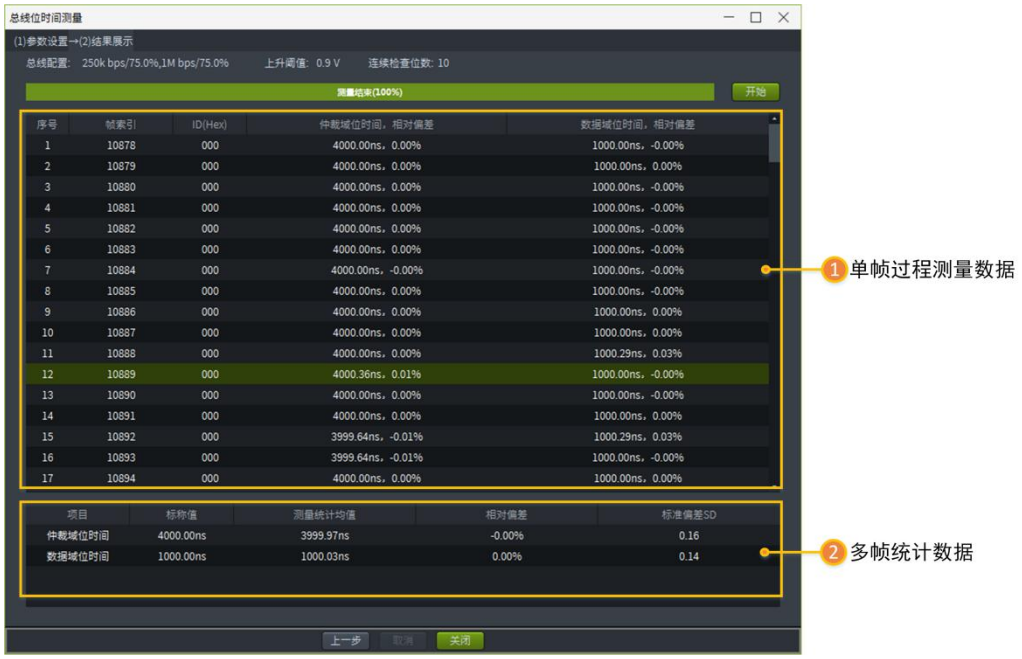


图 8.16 结果展示

对于图 8.16 中的测量结果，相关介绍如下：

① 单帧过程测量数据：该区域中的每行测量结果，是根据测量原理，从起始位、ESI 位开始找到一个符合原理的测量区间，测量出每一帧的仲裁域位时间、数据域位时间及对应的相对偏差。

- 双击测量结果，可关联到对应的报文和波形。

- 单击表头，可对对应的列进行排序。
- 相对偏差：相对偏差=（单帧位时间测量值-标称值）/标称值。

② 多帧统计数据：该区域中显示的值，是从单帧过程测量数据中拿到的 N 行值后求得的平均值。

- 相对偏差：相对偏差=（测量统计均值-标称值）/标称值。
- 标准偏差 SD：标准差是一组数据平均值分散程度的一种度量。一个较大的标准差，代表大部分数值和其平均值之间差异较大，一个较小的标准差，代表这些数值较接近平均值。

注：1、当测试标准 CAN 的位时间精度时，只有仲裁域位时间精度一列有结果；

2、当测试变速 CAN FD 帧时，由于 CAN FD 仲裁场的位数不足默认的测量位数，所以仲裁域位时间精度一列会没有结果，若需测量出结果，可将参数设置界面的“连续检查位数不小于”参数修改小一些。

8.5.1 参数介绍

在开始测量前，需要对图 8.17 界面中的参数进行设置，如数据源、测量位置，是为了确定对报文接收窗口或过滤窗口中的哪些样本进行测量。其它相关参数介绍如下：

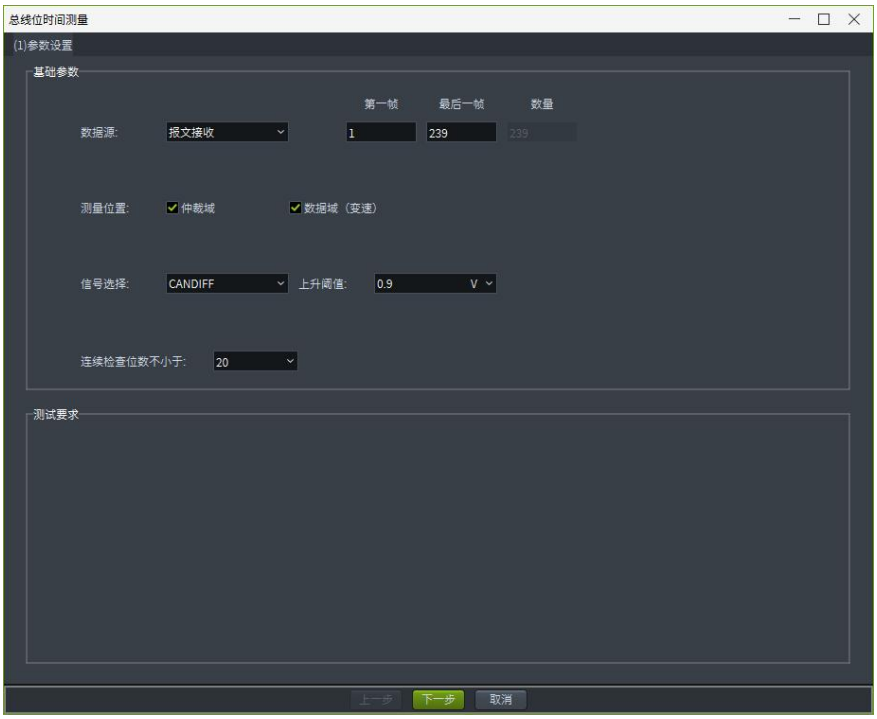


图 8.17 位时间精度参数设置界面

- **基本参数**
  - 数据源：自定义选择报文接收窗口或过滤窗口中待测量的样本数。
  - 测量位置：选择测量的位置是在仲裁域或是数据域，对于普通 CAN 的测试，默认勾选仲裁域即可，对于变速 CAN FD 的测试，因为有两个位时间需要测量，所以需要同时勾选仲裁域和数据域。
  - 信号选择：选择对样本数据中的 CANDIFF 波形进行位时间的测量。
  - 上升阈值、连续检查位数不小于：根据位时间的测量原理，需要确认上升阈值和连

续检查位数，从而来确认测量区间。按照《GMW14241 JUL 2014》对位时间测量区间的要求，被测数据中可选择的测量区间必须拥有 20 位用于计算平均位时间，所以连续检查位数默认是 20。

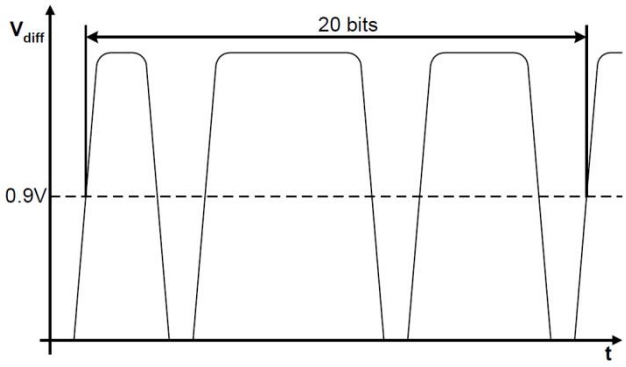


图 8.18 《GMW14241 JUL 2014》要求的位时间测量区间及阈值

8.6 节点采样点测量

采样点是 CAN 通信中位时间参数的重要组成部分，正确的采样点位置是满足通信距离理论预期的保证。采样点位置无直接检出的办法，ZPS 通过间接的方法进行嗅探并推算出采样点，用于确保设计与预期或者产品与要求的一致。

节点采样点测量原理，是以 DUT 作为接收节点，使用 ZPS 发送某一位从后往前逐步被干扰脉冲干扰后的报文，直到 DUT 发送错误帧来判断出现了采样错误，进而计算 DUT 的采样点位置，也就是从错误帧波形（DUT-RX）数据中找到被干扰的位，然后测量出这个位未被干扰部分的脉宽作为分子，位时间作为分母，然后计算出结果，最后经过统计的方法得出采样点的位置。

$$采样点' = \frac{未被干扰脉宽}{位时间}$$

点击【分析】菜单，开启【节点采样点测量】窗口，然后根据测量向导先设置相关参数，再点击开始测量按钮，即可进行自动化测量并得出结果，如图 8.20 所示。

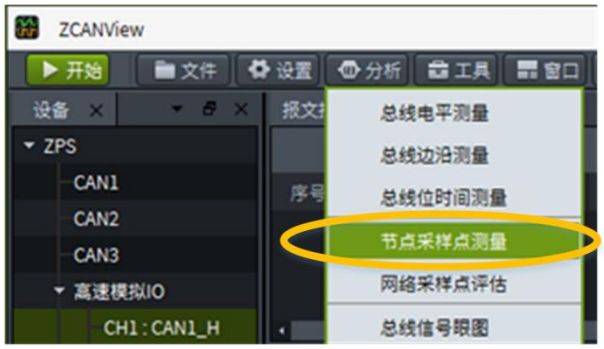


图 8.19 节点采样点测量

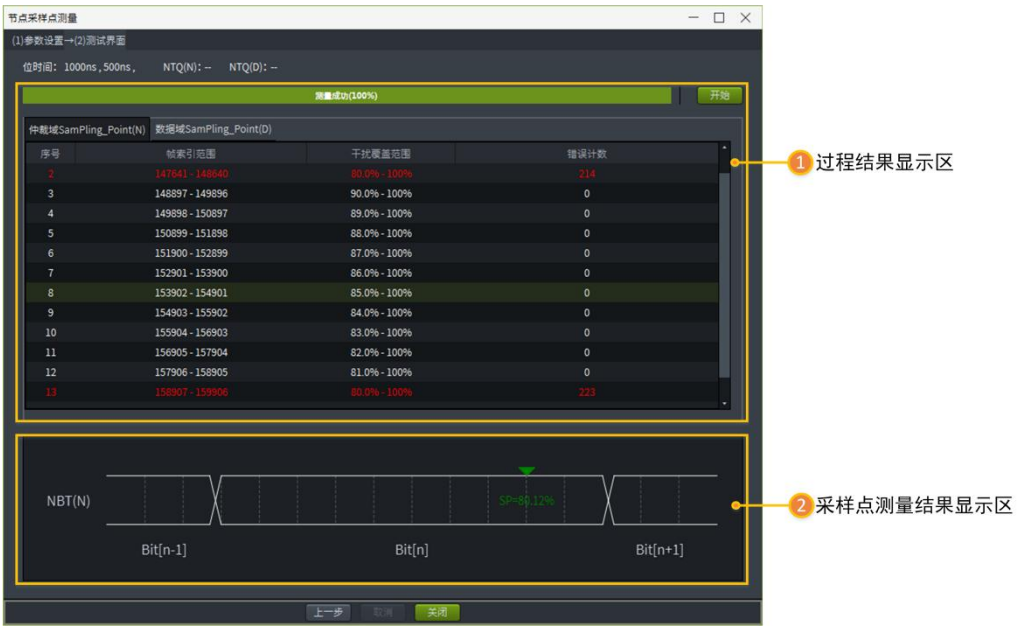


图 8.20 结果展示

对于图 8.20 中的测量结果，相关介绍如下：

① 过程结果显示区

- 切换仲裁域 SamPling_Point(N)和数据域 SamPling_Point(D)，然后点击“开始”可分别对仲裁域采样点和数据域采样点进行测试；
- 干扰覆盖范围：指 ZPS 发送的干扰帧中，干扰脉冲的宽度；
- 帧索引范围：指某一干扰覆盖范围下 ZPS 发送的所有样本帧数，范围中总帧数的多少，受参数设置界面的“单点重复测试次数”设置的影响；
- 错误计数：在当前的干扰覆盖范围内，出现了多少帧错误帧；
- 结果展示界面的每一行过程结果，单击均可关联到帧索引范围内的报文，然后点击报文接收窗口中的报文，又可以关联到对应的波形。如果帧索引范围内的报文无错误帧，那么此时报文接收窗口中显示的报文从帧索引范围的第一帧开始，如果帧索引范围内的报文有错误帧，那么此时报文接收窗口中显示的报文从帧索引范围的第一帧错误帧开始。

② 采样点测量结果显示区

- Bit【n】指干扰位，中间的网格，代表干扰位被分了多少个 TQ，即 NTQ（N）或 NTQ（D）。
- 采样点测量结果在此区域显示，如 SP=80.12%；
- 采样点测量结果的计算方法，取决于参数设置界面中测试算法的选择。不同测试算法下，采样点测量结果的计算方法如下：
- ZPS 最小步进暴力搜索算法

1）从过程结果列表中的最后一行（标红的一行），关联到前 10 帧错误帧，并测量到每一帧干扰位置的非干扰宽度，然后求 10 个 非干扰宽度/位时间 的平均值 AVG1；

2）从过程结果列表中的倒数第二行，关联到前 10 帧方向为 T 的正确帧，同理计算平均值 AVG2；

3）然后计算采样点，采样点=（AVG1+AVG2）/2 。

- 指定 TQ 数量智能推算

1）从过程结果列表中的倒数第二行，关联到前 10 帧方向为 T 的正确帧，并测量到每一帧干扰位置的非干扰宽度，然后求 10 个 非干扰宽度/位时间 的平均值 AVG；

2）根据求得的 AVG 值，然后再往前一个 TQ 黏合，即为采样点的位置。

注：1、当计算的“帧索引范围”内的总帧数和参数设置界面的“单点重复测试次数”设置值不一致时，是因为帧索引范围内包含了 DUT 发送的数据；

2、ZPS 的采样点设置时，建议设置和 DUT 的采样点一致，尤其是测试变速 CAN FD 帧时，避免因通信错误，导致的采样点测试无法进行。另外采样点设置一致，在报文解码时，可以以 DUT 的采样点进行解码，更好分析错误帧；

3、采样点测量结果计算方法介绍中，10 帧错误帧或正确帧的“10”取决于参数设置界面中的“单点抽取样本数量”。

8.6.1 参数介绍

在开始测量前，需要对图 8.21 界面中的参数进行设置，如 RX 数据源，是为了确保拿到 DUT 的 RX 数据，来进行采样点结果的计算。其它相关参数介绍如下：

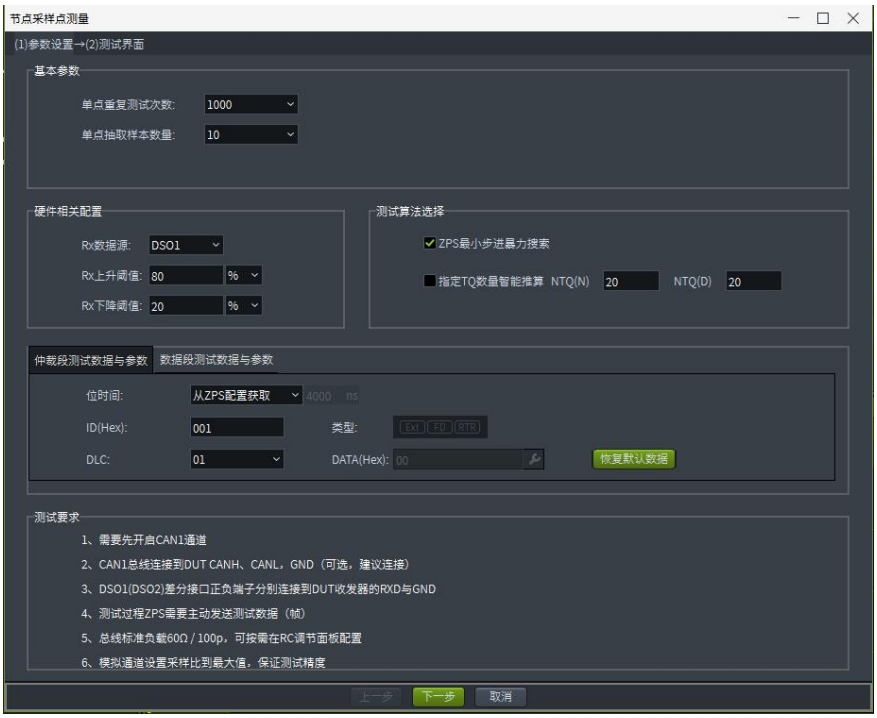


图 8.21 节点采样点测试参数设置

- **基本参数**
  - 单点重复测试次数：指每个干扰覆盖范围下，ZPS 发送的干扰帧个数。
  - 单点抽取样本数量：指计算采样点结果时，抽取的样本数量，如单点重复测试次数是 1000，单点抽取样本数据是 10，那么采样点结果的判断就会拿这 1000 帧样本中的前 10 帧进行计算。
- **硬件相关配置**
  - RX 数据源：选择 DUT 控制器的 RX 所接的 DSO 通道。DUT 控制器的 RX 可以接

入到 DSO1 通道，也可以接入到 DSO2 通道，RX 数据源参数对应设置即可。

➢ Rx 上升/下降阈值：对于不同的控制器，RX 上升/下降阈值可能要求不一样，具体如何设置，需要查看对应的控制器手册。对于控制器，RX 阈值是指输入电压，所以上升阈值对应手册中的 VIH（min），下降阈值对应手册中的 VIL（max）。

- **测试算法选择**

选择不同的测试算法，会影响到最终采样点结果的计算方法。

➢ ZPS 最小步进暴力搜索：干扰脉宽从干扰位的尾端往前步进，首先每次步进 10%，直到发现错误帧，然后回退一个 10%，再每次步进 1%，继续测试，直到再发现错误帧，如果步进值未达到最小精度，再次回退直到测试出现错误帧，最后进行采样点的计算。

➢ 指定 TQ 数量智能推算：干扰脉宽从干扰位的尾端往前步进，第一次步进 TQ/2，然后每次步进 TQ，直到步进到出现错误帧，然后进行采样点的计算。

① NTQ（N）：指控制器程序设计中仲裁场的每个位时间分了多少个 TQ，即一个位分了多少格；

② NTQ（D）：指控制器程序设计中数据场的每个位时间分了多少个 TQ，即一个位分了多少格。

- **仲裁段/数据段测试数据与参数**

基于测试原理要求，当测试仲裁域采样点时，ZPS 发送带有干扰脉冲的 CAN 帧，当测试数据域采样点时，ZPS 发送带有干扰脉冲的 CAN FD 帧，一般此处的参数使用默认值即可。

8.7 收发器时序特性测量

收发器时序特性测量，是一项在线评估收发器及其附件传输延迟的测量项目，为物理层选型验证或评估提供量化数据支持。

收发器时序特性测量原理，ZPS 通过实时发送或接收数据，然后再对报文接收窗口或过滤窗口中数据对应的波形，找到前面有 5 个连续显性位的隐性填充位，作为测量位置，最后再根据测量阈值进行相关测量项目的测量。

点击【分析】菜单，开启【收发器时序特性测量】窗口，然后根据测量向导先设置相关参数，再点击开始测量按钮，即可进行自动化测量并得出结果，如图 8.23 所示。



图 8.22 收发器时序特性测量



图 8.23 结果展示

对于图 8.23 中的测量结果，相关介绍如下：

① 单帧测量结果显示区

- 该区域中的每行的测量项目对应结果，是根据测量原理，在当前帧数据中找到所有符合条件的隐性位，然后求得的平均值。
- 双击测量结果，均可关联到对应的报文和波形。
- 单击表头，可对对应的列排序。

② 多帧测量结果显示区

- 该区域中显示的每个测试项目的测量结果，是从单帧测量结果显示区中拿到的 N 行值后求得的平均值。

③ 测量原理图显示区

- 点击多帧测量结果显示区的某一行，每个测量项目对应的测量方法及结果均在测量原理图中展示。
- tLoop：指 TXD 到 RXD 的延迟时间，即收发器的延迟时间，包括 tLoop1 和 tLoop2 两个测量项目，前者测量的是 TXD 下降沿 30%处到 RXD 下降沿 30%处的时间，后者测量的是 TXD 上升沿 70%处到 RXD 上升沿 70%处的时间。
- tBit(Bus)：指总线从 TXD 接收数据中满足测量要求的一个位的位时间，测量的是 CANDIFF 下降沿 0.5V 处到上升沿 0.9V 处的时间。
- tBit(RXD)：指 RXD 从总线上接收到的数据中满足测量要求的一个位的位时间，测量的是 RXD 上升沿 70%处到下降沿 30%处的时间。
- ΔtRec：指 tBit(RXD)和 tBit(Bus)的差值，即ΔtRec= tBit(RXD)- tBit(Bus)。
- tpHL_Tx：指 TXD 到 CANDIFF 隐性的延迟时间，测量的是 TXD 上升沿 70%处到 CANDIFF 下降沿 0.5V 处的时间。
- tpLH_Tx：指 TXD 到 CANDIFF 显性的延迟时间，测量的是 TXD 下降沿 30%处到 CANDIFF 上升沿 0.9V 处的时间。

- tpLH_Rx：指 CANDIFF 隐性到 RXD 的延迟时间，测量的是 CANDIFF 下降沿 0.5V 处到 RXD 上升沿 70%处的时间。
- tpHL_Rx：指 CANDIFF 显性到 RXD 的延迟时间，测量的是 CANDIFF 上升沿 0.9V 处到 RXD 下降沿 30%处的时间。

注：1、收发器时序特性分析结果可以导出为.xml 文件，然后用于传播延迟功能中线缆长度的估算；

2、测试过程中如果出现“超时”提示，需检查下 DUT 发送的数据是否满足 5 位后有 1 个隐性填充位的测试要求，若不满足，可选择“非 ISO 标准”进行测量。

8.7.1 参数介绍

在开始测量前，需要对图 8.24 界面中的相关参数进行设置，例如对某 DUT 进行收发器时序特性测量，需要将参数设置界面的收发器选择为“外部收发器”，同时 TX、RX 的上升/下降阈值需根据 DUT 的收发器手册要求设置，以确保测量结果的准确性。相关参数介绍如下：



图 8.24 收发器时序特性分析参数设置

- **基本参数**
  - 收发器选择：可选择内部收发器和外部收发器；当选择内部收发器时，被测对象是 ZPS，当选择外部收发器时，被测对象是 DUT。
  - 测试超时限制：指测试时间设置，当在测试时间内一直没有满足测试条件的数据或没有数据时，会结束测试同时弹出超时提示框。
  - 测试样本数：指测试过程中统计的样本数量，默认统计 10 帧报文。
  - 非 ISO 标准：不勾选时，测试结果的测量位置按照 ISO11898-2-2016 标准要求（需要在一帧数据中找到前面有 5 个连续显性位的隐性位作为测量位置）选择；勾选时，只要一帧数据中有隐性位，即可作为测量位置对其进行相关测量项目的测试。

- **发送测试数据设置**

当选择内部收发器时，需要 ZPS 发送数据，这里可对发送数据的 ID、类型、DLC、以及 DATA 进行自定义设置，也可使用默认参数。

- **上升/下降阈值设置**

上升/下降阈值，是指判断显隐性电平的临界值。对于差分信号，上升阈值是指显性电平判断的最小值，下降阈值是指隐性电平判断的最大值；对于 TX/RX 信号，下降阈值是指显性电平判断的最大值，上升阈值是指隐性电平判断的最小值。

➢ 差分上升/下降阈值：根据 ISO11898-2 标准定义，隐性电平判断的最大值为 0.5V，显性电平判断的最小值为 0.9V，所以差分上升阈值默认为 0.9V，差分下降阈值默认为 0.5V；

➢ TX、RX 上升/下降阈值：对于不同的收发器，TX、RX 上升/下降阈值可能要求不一样，具体如何设置，需要查看对应的收发器手册。对于收发器，TX 阈值是指输入电压，所以上升阈值对应手册中的 V_{IH}（min），下降阈值对应手册中的 V_{IL}（max），RX 阈值是指输出电压，所以上升阈值对应手册中的 V_{OH}（min），下降阈值对应手册中的 V_{OL}（max）。

8.8 系统传播延迟评估

CAN 总线主要制约其传输距离的，就是总线传播延迟，它包括线缆延时（通常延时为 5ns/m）、收发器及其附件延时、控制器延时，当延时过大，可能会导致应答位破坏发送节点所预定的应答界定符位，从而导致位错误，或者是因为延时导致重同步失败，导致 CRC 校验错误。而系统传播延迟评估功能，通过测量 ACK 偏移时间，再结合已知的收发器及其附件延时、控制器延时，进而评估线缆的延时和长度。

点击【分析】菜单，开启【系统传播延迟评估】窗口，然后根据测量向导先设置相关参数，再点击开始测量按钮，即可进行自动化测量并得出结果，如图 8.26 所示。



图 8.25 系统传播延迟评估



图 8.26 结果展示

结果展示界面的每一行结果，双击可关联到对应的报文和波形，单击和双击可打开 ACK 偏移对应的箱体图和直方图，用于展示 ACK 偏移时间的分布特征，单击列表的表头，可对相应的列进行排序。

对于图 8.26 中相关测量项目说明如下：

- ACK 偏移：$|\Delta T| - \mathrm{n}T_{\mathrm{bit}}$

① 当使用主动发送模式时，ZPS 的 RX 最后一个上升沿到 ACK 前的 TX 的最后一个下降沿的时间，如图 8.27 所示。



图 8.27 主动发送模式下的ΔT

② 当使用被动接收模式时，ΔT指 ZPS 的 RX 最后一个上升沿到 ACK 前的最后一个下降沿的时间，如图 8.28 所示。

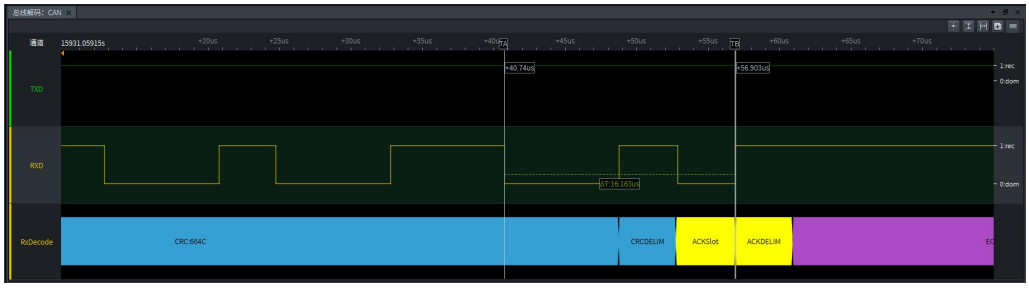


图 8.28 被动接收模式下的ΔT

注：当 ACK 偏移时间中出现负值时，属于正常现象，原因是接收节点收到的最后一个同步下降沿时，不一定刚好和它的计数器同步段 0 时刻重叠，所以这里会有个浮动时间{0~TQ}，正是因为是浮动时间，所以无法算出每一帧的这个时间，所以 ACK 偏移时间计算时无法排除这个时间，是按照 nT_{bit}计算的。负值结果不会影响到以下测量项目。

- 收发器在线平均延迟：指通信回路中的收发器平均延迟时间。计算公式如下：

  ① 主动发送模式计算公式

$$\text{收发器平均延迟时间} = \frac{\text{ZPS 端发送器 tpLH} + \text{远端接收器 tpHL} + \text{远端发送器 tpHL} + \text{ZPS 端接收器 tpLH}}{2}$$

  ② 被动接收模式计算公式

$$\text{收发器平均延迟时间} = \frac{\text{远端发送器 tpLH} + \text{ZPS 端接收器 tpHL} + \text{远端发送器 tpHL} + \text{ZPS 端接收器 tpLH}}{2}$$

- 最大传播延迟（tpTotal）：指 CAN 通信回路中单向的最大传播延迟时间。计算公式如下：

  ① 主动发送模式

$$\text{tpTotal} = \frac{\text{ACK 偏移时间最大值}}{2}$$

  ② 被动接收模式

$$\text{tpTotal} = \frac{\text{ACK 偏移时间最大值} + \text{远端发送器 tpLH} + \text{ZPS 端接收器 tpHL}}{2}$$

- 传播段长度配置参考（PROP_SEG）：传播段长度，是位时间组成部分之一，应是两倍的最大传播延迟时间。
- 线缆延迟估算（tpWire）：根据给定的系统在线参数估算传输线缆的延迟时间。计算公式如下：

$$\text{tpWire} = \text{最大传播延迟} - \text{收发器在线平均延迟} - \text{远端控制器应答延迟}$$

- 线缆长度估算（lenWire）：通过线缆延迟时间估算线缆长度。计算公式如下：

$$\text{lenWire} = \frac{\text{tpWire}}{\text{每米线缆延迟}}$$

8.8.1 参数介绍

在开始测量前，需要对图 8.29 界面中的参数进行设置，例如 ZPS 系统在线延迟参数和远端系统在线延迟参数，会参与到测量结果中的收发器在线平均延迟时间和线缆延迟时间的估算，所以参数要设置正确。这两组参数来源，可通过收发器时序特性分析中的内部、外部

功能实测出结果并导出，然后再把结果导入。其它相关参数介绍如下：

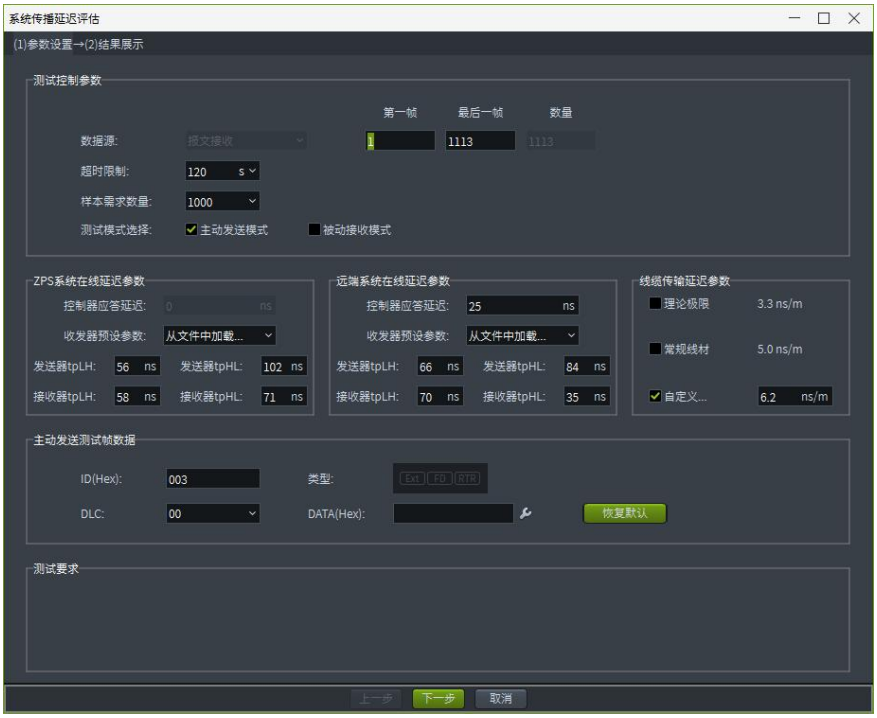


图 8.29 系统传播延迟参数介绍

- **测试控制参数**

➢ 数据源：数据源默认为报文接收窗口，若第一帧默认设置为-1 时，代表测试过程对实时采集数据分析，若第一帧和最后一帧设置了具体的值，代表测试过程对该区间内的历史数据进行分析。

➢ 超时限制：指测试时间设置，当在测试时间内一直没有满足测试条件的数据或没有数据时，会结束测试同时弹出超时提示框。

➢ 样本需求数量：指测试时，需要分析的样本数量，即，结果展示列表中，对应结果的报文帧数。

➢ 测试模式选择：ZPS 传播延迟测试方法，可支持两种模式，分别是主动发送模式和被动接收模式。

① 主动发送模式：是指 ZPS 作为发送节点，发送报文给被测设备，然后统计被测设备回应 ACK 的偏移时间，进而估算线缆长度等测量项目；

② 被动接收模式：是指 ZPS 作为接收节点或处于监听状态，然后根据报文接收列表中采集到的被测设备发送的数据，来统计 ACK 偏移时间。

- **ZPS 系统在线延迟参数**

➢ 控制器应答延迟：指 ZPS 控制器的 RX 通知 TX 应答的时间，此参数在传播延迟项目中不需要用到，了解即可；

➢ 收发器预设参数：指 ZPS 收发器延迟时间参数的设置。参数设置方法包含以下几种：预设-快速收发器、预设-慢速收发器、预设-置 0、从文件中加载（内部收发器时序特性分析结果）或用户自定义（比如将收发器手册中的这几个参数对应值输入）。相关参数介绍如下：

① 发送器 tpLH：指 ZPS 收发器的 TX 下降沿到 CANDIFF 上升沿的延迟时间；

② 发送器 tpHL：指 ZPS 收发器的 TX 上升沿到 CANDIFF 下降沿的延迟时间；

③ 接收器 tpLH：指 CANDIFF 下降沿到 ZPS 收发器的 RX 上升沿的延迟时间；

④ 接收器 tpHL：指 CANDIFF 上升沿到 ZPS 收发器的 RX 下降沿的延迟时间。

- **远端系统在线延迟参数**

  - 控制器应答延迟：指被测设备中，最远端节点控制器的 RX 通知 TX 应答的时间；
  - 收发器预设参数：指被测网络中最远端节点收发器延迟时间参数的设置。参数设置方法包含以下几种：预设-快速收发器、预设-慢速收发器、预设-置 0、从文件中加载（外部收发器时序特性分析结果）、用户自定义（比如将收发器手册中的这几个参数对应值输入）；

① 发送器 tpLH：指被测设备最远端节点收发器的 TX 下降沿到 CANDIFF 上升沿的延迟时间；

② 发送器 tpHL：指被测设备最远端节点收发器的 TX 上升沿到 CANDIFF 下降沿的延迟时间；

③ 接收器 tpLH：指 CANDIFF 下降沿到被测设备最远端节点收发器的 RX 上升沿的延迟时间；

④ 接收器 tpHL：指 CANDIFF 上升沿到被测设备最远端节点收发器的 RX 下降沿的延迟时间。

- **线缆传输延迟参数**

根据测试环境中实际线缆的延迟/m 规格，设置合适的延迟时间。

- **主动发送测试帧数据**

当选择测试模式为“主动发送模式”时，需设置此区域的参数，即设置 ZPS 发送帧的 ID、类型、DLC 及 DATA。

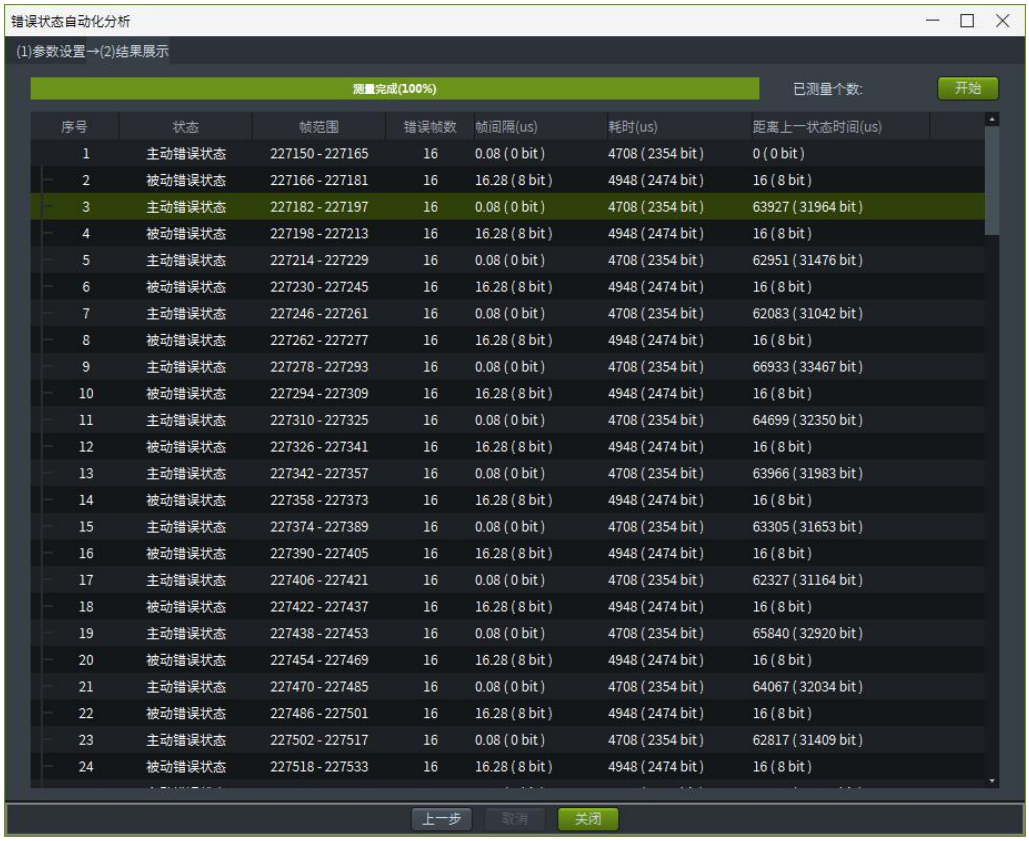
8.9 错误状态自动化分析

ZPS 的错误状态自动化分析功能以 CAN 总线协议规范为基础，通过对错误帧类型、状态切换时序的自动化捕获与解析，为技术人员提供 Bus-off、NO ACK 等典型应用场景的深度分析支持。

点击【分析】菜单，开启【错误状态自动化分析】窗口，然后根据测量向导先设置相关参数，再点击开始测量按钮，即可进行自动化测量并得出结果，如图 8.31 所示。



图 8.30 错误转态自动化分析



序号	状态	帧范围	错误帧数	帧间隔(us)	耗时(us)	距离上一状态时间(us)
1	主动错误状态	227150 - 227165	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	0 (0 bit)
2	被动错误状态	227166 - 227181	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
3	主动错误状态	227182 - 227197	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	63927 (31964 bit)
4	被动错误状态	227198 - 227213	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
5	主动错误状态	227214 - 227229	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	62951 (31476 bit)
6	被动错误状态	227230 - 227245	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
7	主动错误状态	227246 - 227261	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	62083 (31042 bit)
8	被动错误状态	227262 - 227277	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
9	主动错误状态	227278 - 227293	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	66933 (33467 bit)
10	被动错误状态	227294 - 227309	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
11	主动错误状态	227310 - 227325	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	64699 (32350 bit)
12	被动错误状态	227326 - 227341	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
13	主动错误状态	227342 - 227357	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	63966 (31983 bit)
14	被动错误状态	227358 - 227373	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
15	主动错误状态	227374 - 227389	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	63305 (31653 bit)
16	被动错误状态	227390 - 227405	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
17	主动错误状态	227406 - 227421	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	62327 (31164 bit)
18	被动错误状态	227422 - 227437	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
19	主动错误状态	227438 - 227453	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	65840 (32920 bit)
20	被动错误状态	227454 - 227469	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
21	主动错误状态	227470 - 227485	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	64067 (32034 bit)
22	被动错误状态	227486 - 227501	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)
23	主动错误状态	227502 - 227517	16	0.08 (0 bit)	4708 (2354 bit)	62817 (31409 bit)
24	被动错误状态	227518 - 227533	16	16.28 (8 bit)	4948 (2474 bit)	16 (8 bit)

图 8.31 结果展示

结果展示界面中的每一行结果，双击均可关联到对应的报文和波形。结果展示界面中相关参数及测量项目说明如下：

- 状态：对错误帧的错误状态的统计结果，即主动错误状态、被动错误状态的统计；
- 帧范围：统计的错误状态对应的帧范围；
- 错误帧数：对应错误状态下的错误帧数量；
- 帧间隔（us）：指帧范围内所有帧之间的平均帧间隔；
- 耗时（us）：指帧范围内第一帧到最后一帧所经历的总时间；
- 距离上一状态时间（us）：如当前状态是被动错误状态，上个状态就是主动错误状态，被动错误状态的第一帧开始时间与主动错误状态的最后一帧的结束时间的差值，即为该时间。

8.9.1 参数介绍

错误状态自动化分析统计的结果，是基于参数设置界面的基础参数设置进行统计的，它即可以支持实时测量，也可以支持对历史数据进行统计。



图 8.32 错误状态自动化分析参数界面

- **基础参数**

  - 数据源：数据源、第一帧、最后一帧参数设置具体值时，在错误状态自动化分析时，可对设置区间内的历史数据进行统计；

  - 是否开启干扰：勾选开启干扰，并设置类型和干扰类型，在错误状态自动化分析时，即可实时添加接收干扰，并对干扰后的错误帧进行统计。如 Bus-off 现象分析的应用选用此模式。

8.10 FFT 分析

CAN 总线虽然有强大的抗干扰和纠错重发机制，但我们要认识到，由于最早 CAN 是被应用于汽车行业，而汽车内部的电磁环境并不恶劣，最高电压很少超过 36V，但目前 CAN 被大量应用于其它很多行业，比如轨道交通、医疗、煤矿、电机驱动等，而这些场合的电磁环境则恶劣许多，所以目前 CAN 的非汽车现场应用中，被干扰导致的异常占 30%之多。

所以排查干扰是我们检查和评估 CAN 总线通讯异常的必要步骤。一般干扰分为正弦频率干扰与周期脉冲干扰。针对前者 ZPS 提供 FFT 分析，即傅里叶变换，把信号进行频域上面的分解，并且能滤除正常信号，这样就可以很方便地看出干扰频率。如果是周期脉冲干扰需要人工在波形中发现与测量，这种干扰多发生在有电机、电驱、电磁阀、继电器、或者电流周期通断的场合。

在【报文解码】窗口，鼠标右键可对 CANH、CANL、Diff 通道下的波形进行【FFT 分析】，分析结果如图 8.34 所示，通过频谱表，观察幅值最高对应的频率，进而查看系统中哪些部件是这个频率，这样我们可以针对性做解决方案。

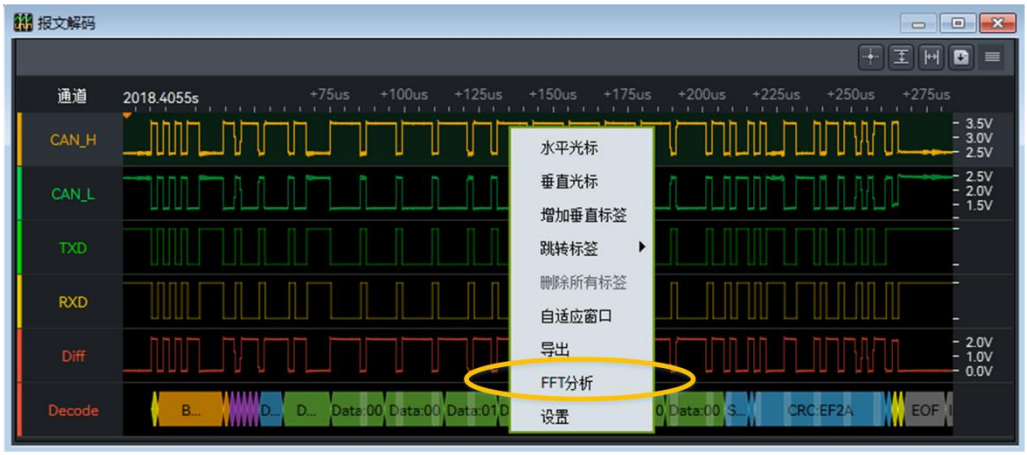


图 8.33 FFT 分析

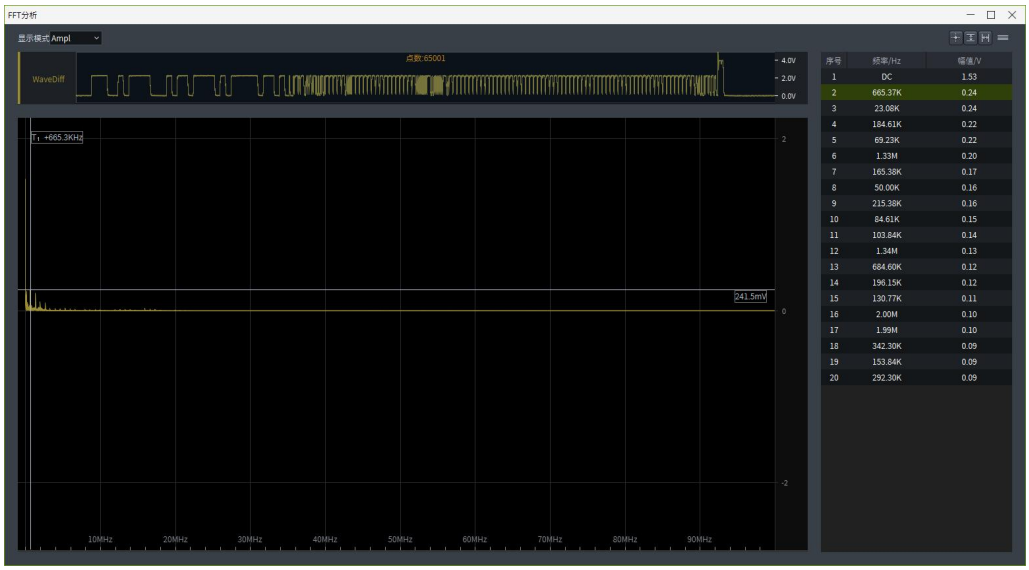


图 8.34 FFT 分析结果

双击频谱表中的结果可定位对应结果在频谱图中的位置。

8.10.1 参数介绍

- **显示模式**

FFT 频谱图的显示模式可选择以下几种，对应介绍如下所述：

- Ampl：显示 FFT 的真实幅值，一个周期内信号的最大绝对值，且 Vrms= Ampl/ √2；
- dBm：以分贝毫瓦方式显示 FFT 结果，计算公式 dBm = 20 log (Vrms / Vref)，其中，Vrms 为电压有效值，Vref 为参考电压，Vref = sqrt (1mW ×50Ω)；
- Vrms：显示电压有效值，即均方根值；
- PSD：显示功率谱密度。$PSD = 10\log(Vrms^2/Vref^2 \times \Delta f)$，△f 为频谱分辨率。

- **属性设置**

- 窗口函数

使用窗函数可以有效的减小频谱的泄露，默认为“矩形窗”，选择窗函数如图 8.35 所示。

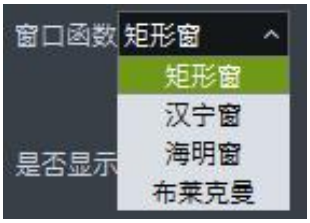


图 8.35 窗函数选择

FFT 分析研究的是从信号开始到结束时的时域与频域的关系，当用 ZPS 对信号进行 FFT 分析时，当前屏幕只会显现一段信号波形，由于截取周期可能具有不完整性，则首尾波形能量会分散到整个频谱范围内，不同的窗函数对这种能量的分散抑制能力是不同的（但不能消除），用户可根据自己的需求来选择合适的窗函数。

窗函数包括 4 种模式，对可选择的窗函数说明如表 8.1 所列。

表 8.1 FFT 窗函数特点介绍

FFT 窗函数	特点	使用场合
Rectangle（矩形窗）	矩形窗属于时间变量的零次幂窗。 **优点：**主瓣比较集中 **缺点：**旁瓣较高，并有负旁瓣，导致变换中带进了高频干扰和泄露，甚至出现负谱现象	➢ 适合应用于对频率分辨率要求较高的场合； ➢ 暂态或短脉冲，信号电平在此前后大致相等； ➢ 频率非常相近的等副正弦波； ➢ 具有波普变化比较缓慢的宽带噪声。
Hanning（汉宁窗）	又称升余弦窗。 **优点：**主瓣加宽并降低，旁瓣则显著减小，减小泄露 **缺点：**分析带宽加宽，频率分辨率下降	➢ 适合应用于分析窄宽信号，且有较强的干扰噪声的信号； ➢ 正弦、周期和窄带随机噪声。 ➢ 被测信号有多个频率分量，频谱表现很复杂，且多关注频率点而非能量的大小
Hamming（海明窗）	改进的升余弦窗。 **优点：**第一旁瓣衰减比汉宁窗大 **缺点：**旁瓣衰减速度慢	➢ 适合应用于区分主瓣、第一旁瓣幅值。 ➢ 暂态或短脉冲，信号电平在此前后相差很大。
Blackman（布莱克曼窗）	**优点：**幅度衰减在以上窗中是最出色的 **缺点：**主瓣最宽，即分辨率最差	➢ 适合应用于单频信号，寻找更高此谐波。

注：窗函数计算公式如下

矩形窗：$w(n) = 1$;

海明窗：$w(n) = 0.53836 - 0.46164\cos(2\pi n/(N-1))$;

汉宁窗：$w(n) = 0.5(1 - \cos(2\pi n/(N-1)))$;

布莱克曼窗：$w(n) = 0.42 - 0.5\cos(2\pi n(N-1)) + 0.08\cos(4\pi n/(N-1))$;

其中：n 表示当前点数，N 表示总采集点数。

- 是否显示列表：勾选后，在 FFT 分析界面可显示频谱表。
- 列表显示数量：频谱表中显示结果数量设置。

8.10.2 按钮介绍

- ：十字光标按钮，点开可作为一个尺子，可以更清晰地了解图形之间的相互关系；
- ：电压测量光标按钮，通过手动移动光标，可以测量 CANH、CANL 和 CAN 差分信号的显隐性电压；
- ：时间测量光标按钮，通过手动移动光标，可以测量 CAN 信号的位时间；

- ：属性设置按钮，点开之后，可以设置窗口函数等。

8.11 帧统计

在测试任务中，最基础的工作就是对接收到的报文进行分析，以便于获知总线工作情况和数据内容概貌。ZPS 为了方便这样的分析，添加了“帧统计”功能，用户可以非常方便地进行数据统计。

点击【分析】菜单，开启【帧统计】窗口，然后点击开始统计按钮，即可对报文接收窗口中所有的报文进行分类统计，统计结果如图 8.37 所示。

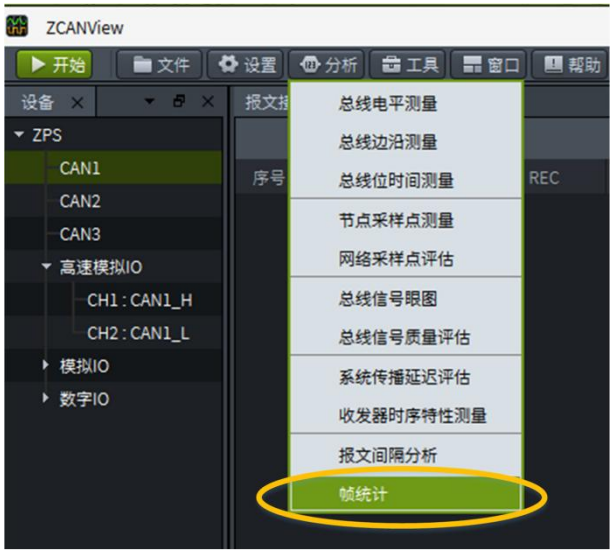


图 8.36 帧统计

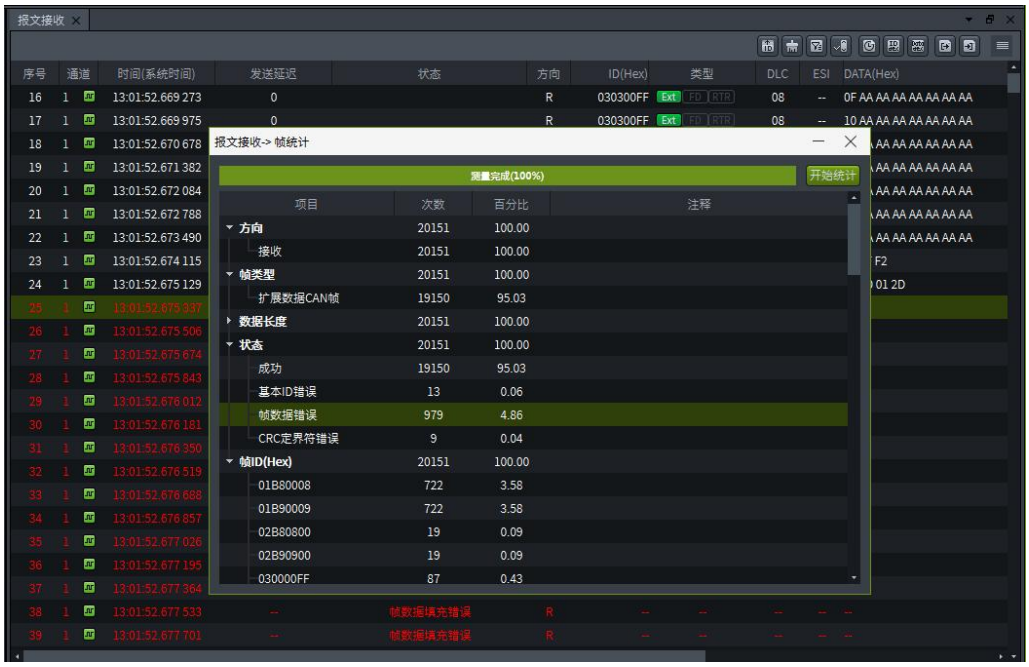


图 8.37 帧统计结果

根据帧统计结果可知，成功 CAN 帧占 95.03%，其它的都是错误帧，每种错误类型和百分比都一目了然。

CAN 状态成功率的统计结果分析，如表 8.2 所列。

表 8.2 总线成功率评价参考

成功率	状态
80%以下	工作状况不良（信号延迟、丢失等情况非常严重）
80%-90%	亚健康待整改（信号经常有延迟、丢失等情况）
90%-95%	可工作（信号偶尔有延迟、丢失等情况）
97%以上	工作状况较好（总线错误对通讯影响较小）

8.12 报文间隔分析

CAN 总线通信协议中，最常见的就是定时的报文发送，比如汽车的传感器基本都是定时发送数据，越关键性的信息，发送周期越小，比如速度信息更新一般为 10ms，油量信息更新为 250ms，所以统计和分析 CAN 总线报文周期的正确与稳定性，对于应用来说有着非常重要的意义。

报文间隔分析功能操作比较简单，先记录一定时间的报文作为测试样本，然后点击【分析】菜单下的“报文间隔分析”打开对应窗口，如图 8.38 所示。



图 8.38 报文间隔分析

打开报文间隔分析界面后，点击“开始”统计，即可看到报文周期的统计结果及按照 ID 分类后的箱体图和直方图，协助用户分析报文周期与实设值的偏差情况。展示界面如图 8.39 所示。

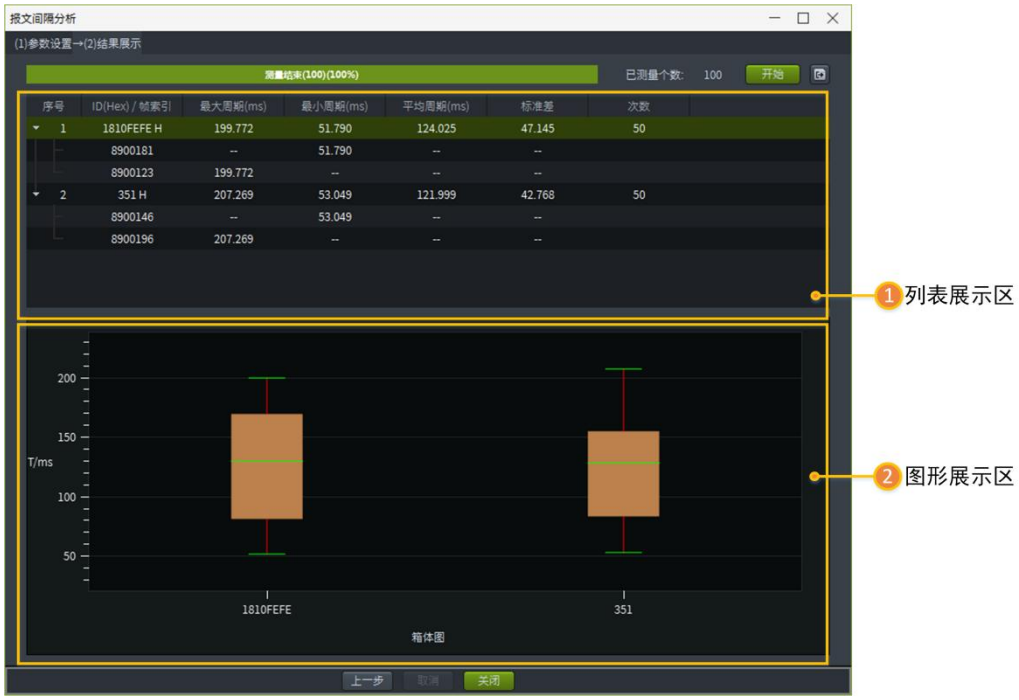


图 8.39 报文间隔分析结果

对于图 8.39 中的分析结果，相关介绍如下：

① 列表展示区：按照 ID 分类，通过列表的方式展示对应的报文周期统计结果。

- ID/帧索引：该列下的主目录代表 ID，子目录代表帧索引；
- 最大周期/最小周期/平均周期/标准差：指对应 ID 的所有数据中的报文周期最大、最小、平均和标准差值；
- 次数：指对应 ID 的数据个数；
- 单击任意行，可打开箱体图；
- 双击任意行，可打开对应 ID 报文周期统计结果的直方图；
- 子目录结果代表对应 ID 数据中的最大、最小报文周期，双击可关联对应的报文和波形。

② 图形展示区：按照 ID 分类，通过箱体图和直方图的方式展示对应的报文周期分布特征。

- 箱体图：展示每个 ID 数据的报文周期集中趋势和离散程度。横坐标代表 ID，纵坐标代表报文周期；
- 直方图：双击对应 ID 的箱体图，可以展示它的直方图。直方图是通过条形的高度来表示报文周期的频率分布，清晰地显示报文周期的集中程度和形状。横坐标代表报文周期，纵坐标代表报文周期出现的频率。

8.12.1 参数介绍

在开始测量前，需要对图 8.40 界面中的参数进行设置，如数据源，是为了确定对报文接收窗口或过滤窗口中的哪些样本进行分析。相关参数介绍如下：



图 8.40 参数设置

- **基本参数**
  - 数据源：自定义选择报文接收窗口或过滤窗口中待测量的样本数；
  - 连续传输过滤允许、连续传输最大间隔：勾选并设置连续传输最大间隔，代表在进行报文间隔分析时，将传输间隔小于连续传输最大间隔的对应报文过滤掉。

8.13 总线负载率

CAN 总线本质上还是半双工通讯，就是“单行道”，即一个节点发送的时候其它节点无法发送数据，虽然 CAN 报文 ID 有优先级的区分，但如果高优先级的节点一直占用总线，就会导致低优先级的节点无法发出数据，这就会出现拥堵现象，所以控制流量，防止拥堵是总线健康通讯的基本要素。

在报文接收窗口采集到数据后，点击【工具】菜单下的“总线负载率”统计功能可以对总线负载率和拥堵情况进行观察，如图 8.42 所示。

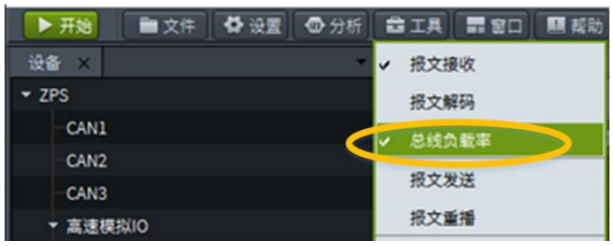


图 8.41 总线负载率统计功能

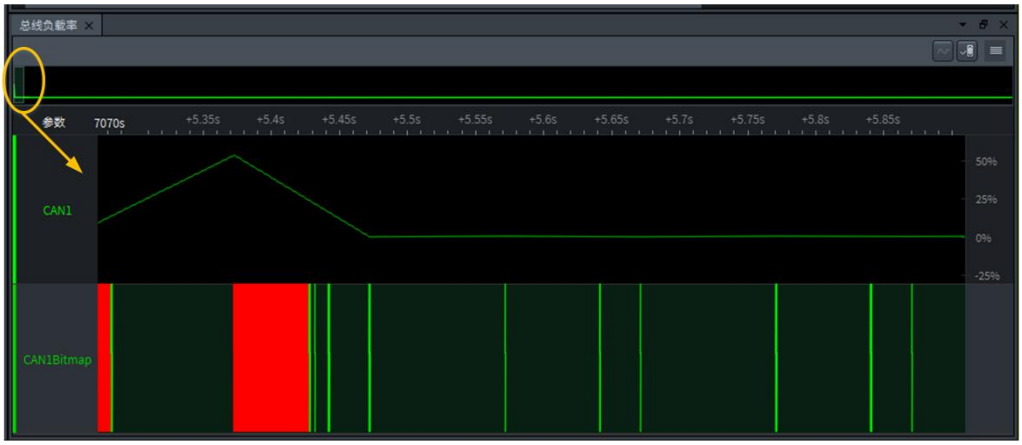


图 8.42 总线负载率统计结果

CAN1 通道的结果，是指总线负载率结果，计算公式：分析单位时间内的所有报文帧的时间/分析单位时间。“CAN1Bitmap”通道是指，以时间轴排列的 CAN 报文时序图，通过时序图，可以很快的找到拥堵的位置，然后双击拥堵区域，可查看关联的报文。

8.13.1 右键菜单及快捷按钮

总线负载率统计功能界面，相关按钮和菜单介绍如表 8.3 所列。

表 8.3 右键菜单及快捷按钮介绍

菜单名称	按钮	描述
		点击可打开/关闭 Zoom 窗口。
		点击可切换 Zoom 窗口的自动滑动。
		属性设置按钮，点开可设置分析单位时间和打开相关的通道。
水平光标		打开后可对总线负载率结果测量。
垂直光标		打开后，可测量帧间隔、Bus-off 后的快慢恢复时间等。
十字光标		打开后，将光标放到 CAN1/CAN2/CAN3 通道的任意位置可同时显示时间和总线负载率结果。
自适应窗口		可根据总线负载率统计结果将垂直量程调整到合适的大小。

8.13.2 属性设置

属性设置界面的参数，主要影响总线负载率的统计结果及时序图的展示，具体介绍如表 8.4 所列。



图 8.43 属性设置界面

表 8.4 属性参数介绍

参数名称	描述
基础参数	
分析单位时间	指按照多久统计一次总线负载率结果。
当前/最大/最小值展示	勾选后，可在总线负载率窗口展示总线负载率的当前/最大/最小值。
列显示与隐藏	
CAN1/CAN2/CAN3	各个 CAN 通道的总线负载率结果展示。
CAN1Err/CAN2Err/CAN3Err	各个 CAN 通道错误帧数据的总线负载率结果展示。
CAN1Bitmap/CAN2Bitmap/CAN3Bitmap	将报文数据以时序图的形式展示。

9. 产品技术规格

9.1 通用技术规格

表 9.1 普通技术规格

电源	参数说明
供电电压	9V~36VDC
消耗功率	25W（典型值）
连接	**参数说明**
USB3.0	USB 3.0 5Gbps Type-C 设备接口+ Type-A 主机接口
LAN	1Gbps 或(10/100Mbps)快速以太网自动配置
存储温度	-10℃ ～+70℃
工作温度	0℃ ～+45℃
环境湿度	10%～85% RH，无冷凝
操作高度	2000 米
尺寸	宽×高×深 = 265mm × 54mm ×195mm
重量	净重：约 2kg

9.2 CAN/CANFD/LIN 协议技术规格

表 9.2 CAN 总线通道技术参数

特性 \ 型号	ZPS-CANFD-S1	ZPS-CANFD-A1	ZPS-CAN-A1
CAN1			
通道模式	CAN FD、CAN	CAN FD、CAN	CAN
CAN 波特率	10k~1Mbps	10k~1Mbps	10k~1Mbps
CAN FD 波特率	10k~5Mbps	10k~5Mbps	-
支持功能	数据收发 总线模拟数据采集 物理层 TXD/RXD 逻辑记录分析 总线电阻/电容负载调节 总线开路/短路/交叉开关调整 支持外部干扰源输入		
VD+、VD-输入电压范围	单端注入最大±48V 差分注入最大±48V （内部回路限流 100mA）		
CAN2/CAN3			
通道模式	CAN FD、CAN	CAN FD、CAN	CAN
CAN 波特率	10k~1Mbps	10k~1Mbps	10k~1Mbps
CAN FD 波特率	10k~5Mbps	10k~5Mbps	-
支持功能	数据收发 物理层 TXD/RXD 逻辑记录分析		

续上表

特性 \ 型号	ZPS-CANFD-S1	ZPS-CANFD-A1	ZPS-CAN-A1
LIN1/LIN2			
协议类型	LIN2.x		
支持功能	物理层 TXD/RXD 逻辑记录分析		

9.3 CAN/CANFD 逻辑干扰技术规格

表 9.3 CAN 逻辑干扰特性

指标	说明
发送干扰能力	
干扰位置	任意显性、隐性位
干扰脉宽范围	单位干扰：1bit×1%~2bit 多位干扰：1bit~Nbit（N 为设定的模版帧中最大位数）
干扰步进	1bit×1%（≤6.25ns 时，按照 6.25ns 步进）
接收干扰能力	
干扰位置	除 SOF 位的任意显性、隐性位
干扰脉宽范围	1bit~（N-1）bit（N 为设定的模版帧中最大位数）
干扰步进	1bit
触发干扰延迟时间	125ns
采样点	
测量误差	仲裁域：1%；数据域：8ns/位时间

9.4 DSO 高速模拟通道技术规格

表 9.4 DSO 高速模拟通道特性

特性	说明
垂直系统	
输入通道	2 通道
模拟带宽(-3dB)	DC-100MHz
垂直分辨率	12 bit
输入耦合	DC、AC、GND
输入阻抗	1MΩ±1%‖16pF±4pF
输入灵敏度范围	50mV/div～10V/div，1-2-5 步进
电压输入范围	-50V~ + 50V
水平系统	
时间档位	4ns/div～50s/div，1-2-5 步进
时基精度	50ppm ± 5ppm/年(老化)
时基模式	Y-T

续上表

特性	说明
采样系统	
采样方式	实时采样
采样率	250MSa/s
存储深度	1kpts、10kpts、100kpts、1Mpts、10Mpts、32Mpts
峰值检测	所有扫描速度的取样毛刺窄至 4ns
触发系统	
触发模式	自动、普通
触发释抑范围	0ns 至 16s
触发灵敏度	自动：0.1div 手动：0.02div 到 2div
触发电平范围	距屏幕中心±5 div

9.5 数字/模拟通道技术规格

本项技术规格仅适用于 ZPS-CANFD-S1 型号设备。

表 9.5 通用模拟通道（AI）特性

特性	说明
输入通道	4 通道
模拟带宽(-3dB)	10kHz
采样率	100kSa/s
垂直分辨率	16bit
输入耦合	DC
输入阻抗	4MΩ（差分）
电压输入范围	-60V~ + 60V
测量方式	差分输入

表 9.6 通用模拟通道（AO）特性

特性	说明
输出通道	4 通道
更新率	100kSa/s
输出建立时间	10us（1V 至 10V 输出，10kΩ负载）
输出频率	正弦波：20kHz 方波：10kHz 其他：5kHz
垂直分辨率	16bit
输出电压范围	0~12V
偏置电压范围	0~6V
输出电流	单通道 Max.±20mA

表 9.7 通用数字通道（DIO）特性

特性	说明
DI	
输入通道	8 通道
采样率	200kSa/s
输入电压范围	0V~36V
门限电压范围	1V~32V
迟滞电压	15mV
输入阻抗	80kΩ//22pF
功能	PWM 测量、频率输入测量
DO	
输出通道	8 通道
更新率	数据更新率为 100 kSa/s（在输出 PWM 信号时，如果要求相位精度不劣于 1%，则 PWM 信号的周期不能大于 1kHz）
输出模式	HSD（高边驱动）、推挽模式
输出类型	直流信号、PWM
PWM 输出频率	10kHz
PWM 占空比	1%～99%（输出频率 i≤1kHz） i%～（99-i）%（1kHz＜输出频率 i≤10kHz）
输出电压	12V
驱动电流	HSD（高边驱动）模式：所有通道总的拉电流 Max.0.1A 推挽模式：所有通道总的拉电流 Max.0.1A 单通道灌电流 Max. 0.4A

9.6 产品尺寸

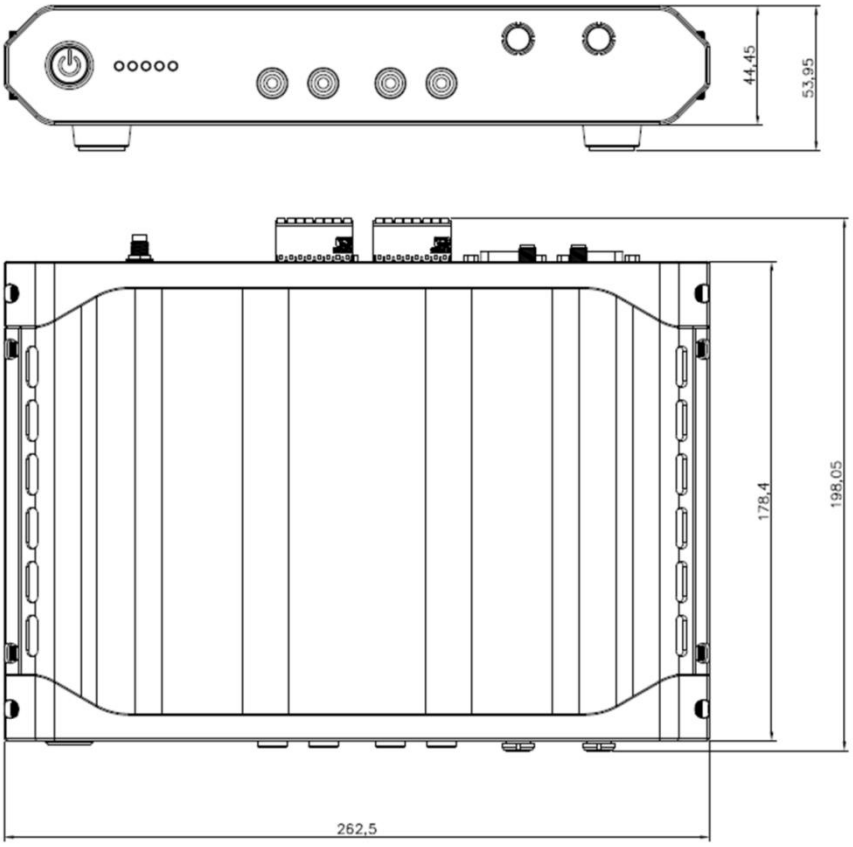


图 9.1 产品尺寸

10. 免责声明

本着为用户提供更好服务的原则，广州致远仪器有限公司（下称“致远仪器”）在本手册中将尽可能地为用户呈现详实、准确的产品信息。但介于本手册的内容具有一定的时效性，致远仪器不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。致远仪器有权在没有通知的情况下对本手册上的内容进行更新，恕不另行通知。为了得到最新版本的信息，请尊敬的用户定时访问致远仪器官方网站或者与致远仪器工作人员联系。感谢您的包容与支持！

赋能高效测试， 共创美好生活

Empower efficient testing, co-create a better life

广州致远仪器有限公司

更多详情请访问
www.zlgtmi.com

欢迎拨打全国服务热线
400-888-4005