

类别	内容
关键词	CAN 总线分析仪、故障诊断、可靠性测试
摘要	CANScope 系列 CAN 总线分析仪是一款具有排除干扰、定位故障和可靠性测试的测试设备，可以帮助用户一站式解决 CAN 总线的相关问题。

修订历史

版本	日期	原因
V1.00	2011/09/01	创建文档
V1.10	2012/11/08	修改文档（软件版本号 1.3.19.5677）
V1.20	2012/12/12	修改文档（软件版本号 1.3.20.5703）
V1.30	2013/12/10	修改文档（软件版本号 1.4.1.6207）
V1.40	2014/10/10	修改文档（软件版本号 1.4.1.6344）
V1.50	2015/06/08	增加 CANScope-Basic 型号
V1.60	2016/06/08	修改装箱单
V1.70	2017/06/28	修改公司名称
V1.80	2019/03/21	更新文档页眉页脚、“销售与服务网络”内容和新增“免责声明”内容
V1.90	2019/09/09	修改 CANTester 自动化测试软件内容
V2.00	2021/07/22	CANTester 测试项解释内容修改及此章节细节修改
V2.10	2022/08/19	手册模板更新

目 录

1. 关于本文档.....	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. 常规安全须知.....	2
2.1 简介.....	2
2.2 安全操作.....	2
2.3 正确使用.....	2
2.4 标准质保期.....	2
2.5 套件保护限值.....	2
2.6 电源额定限值.....	2
2.7 电气连接.....	3
2.8 维护与维修.....	3
3. 产品简介.....	4
3.1 关于本章.....	4
3.2 系统框图.....	4
3.3 产品外观.....	4
3.3.1 接线端（背面接口）.....	4
3.3.2 端口（正面接口）.....	5
3.4 配件介绍.....	6
3.4.1 M12 通信电缆与 M12-ODB 车身诊断电缆.....	6
3.4.2 PORT 插头介绍.....	7
3.4.3 CANScope-StressZ 模拟测量与干扰扩展板（选配）.....	7
3.5 功能列表.....	10
3.6 货物清点.....	12
4. 设备安装.....	13
4.1 软件安装.....	13
5. 菜单介绍.....	17
5.1 开始菜单.....	17
5.2 高级菜单.....	17
5.3 报文菜单.....	18
5.4 测试菜单.....	22
5.5 共享菜单.....	22
5.6 波形菜单.....	23
5.7 眼图菜单.....	24
5.8 示波器菜单.....	26
5.9 PORT 板菜单.....	29
6. 界面说明.....	31

6.1	界面样式.....	31
6.2	窗口排列.....	31
6.2.1	显示窗口.....	31
6.2.2	默认布局.....	32
6.2.3	平铺窗口.....	32
6.2.4	浮动窗口.....	33
6.2.5	其它.....	34
6.3	界面布局.....	34
6.3.1	界面四周的图标.....	34
6.3.2	拖动到某个窗口范围内.....	35
6.3.3	拖动到多个窗口之间.....	37
7.	视图区快捷菜单.....	38
7.1	CAN 报文视图区右键菜单.....	38
7.2	CAN 波形视图区快捷菜单.....	39
7.3	CAN 眼图和 CAN 示波器快捷菜单.....	40
7.4	CAN 波形视图区内部工具条.....	41
7.5	CAN 报文视图区内部工具条.....	41
8.	功能介绍.....	43
8.1	基本物理层和链路层分析测试.....	43
8.1.1	自动侦测波特率与自定义波特率.....	43
8.1.2	实时示波器测量分析.....	45
8.1.3	眼图分析.....	50
8.1.4	CAN 报文收发与统计.....	56
8.1.5	CAN 波形记录与分析.....	61
8.1.6	CAN 报文重播（录播）.....	69
8.1.7	FFT 共模干扰频谱分析.....	70
8.1.8	传输延迟分析与导线等效长度预估.....	74
8.1.9	波形边沿斜率与带宽分析.....	77
8.2	高级物理层和链路层分析测试.....	80
8.2.1	CANScope-StressZ 模拟干扰与导线长度模拟.....	80
8.2.2	CAN 传输阻抗测量.....	89
8.2.3	波形对称性测试.....	91
8.2.4	错误干扰测试（仅专业版）.....	91
8.2.5	事件标记存储波形（仅专业版）.....	101
8.2.6	软件眼图追踪错误根源（仅专业版）.....	102
8.3	传输层分析测试.....	115
8.3.1	总线利用率与流量分析.....	115
8.3.2	报文周期统计.....	117
8.3.3	总线流量压力测试.....	118
8.3.4	网络共享.....	119
8.3.5	VC/VB/C#二次开发.....	120
8.3.6	Labview 二次开发.....	123
8.4	应用层分析测试.....	126
8.4.1	报文协议解析列表（可导入 DBC 文件）.....	126

8.4.2	自定义分析（DBC 导入与自定义）	129
8.4.3	CANopen/J1939/DeviceNet/iCAN 协议分析	139
8.4.4	帧比较分析	139
8.4.5	触发发送（节点和网络仿真）	141
8.4.6	规则发送（节点和网络仿真）	142
8.4.7	C 脚本编程（节点和网络仿真）	144
9.	CANTester 自动化测试软件	148
9.1	快速入门	148
9.1.1	硬件连接	148
9.1.2	软件操作	149
9.2	软件介绍	152
9.2.1	标题栏	152
9.2.2	主菜单栏	153
9.2.3	事件列表	153
9.2.4	属性视图	154
9.2.5	报文视图	157
9.2.6	进度条	158
9.2.7	测试项显示区	158
9.2.8	系统设置	159
9.3	测试项解释	161
10.	技术规格	166
10.1	设备主机	166
10.2	高级功能	168
10.3	标配收发器	168
10.4	选配件	169
11.	免责声明	170

1. 关于本文档

1.1 运输与存放

1.1.1 运输

- ✧ 将设备放在其原始包装内运输。
- ✧ 运输途中避免设备受热和受潮：不要超过 0°C 至+50°C 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，以后运输或设备返修时可能需要。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 0°C 至+50°C 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. 常规安全须知

2.1 简介

本产品的使用涉及到高压，为防止电击或其它危险造成的人员伤亡，在安装、使用或维修本产品之前，请务必仔细阅读、并完全理解“常规安全须知”章节的相关内容。

2.2 安全操作

确保使用本设备的所有人均已阅读并完全理解操作手册和安全须知。

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。

2.3 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。

2.4 标准质保期

设备无故障运行的保质期为自购买日起一年。

2.5 套件保护限值

CAT II (300V)IEC 测量 II 类，输入可连接到归属到 II 类过电压条件下的电源(最大 300VAC)。

香蕉插头：CAT II 1000V/Max.32A

测试钩：CAT III 1000V/Max.10A

鳄鱼夹：CAT II 300V V/Max.15A

测试探头：CAT III 1000V/Max.10A

为避免仪器损坏和电击危险，请勿超过以上定义的所有保护限值。保护限值指不超过保护限值的情况下，分析仪所提供的保护电路，可以防止仪器损坏和电击危险。为了确保安全操作，请勿超过相关的保护限值。

警告

如果未按照广州致远电子股份有限公司指定的方式使用测试套件，套件提供的保护功能将会削弱。另外，已损坏或磨损的测试套件可能会导致仪器损坏或人身伤害，请勿使用。

2.6 电源额定限值

(输入) I/P: 100-240V ~ 50-60Hz, 0.55A

(输出) O/P: 12V, 2A

警告

请使用广州致远电子股份有限公司的标配电源适配器或者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，请务必保证接地良好。

2.7 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干净且能够正常工作。

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。

2.8 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，请联系广州致远电子股份有限公司进行处理。

3. 产品简介

3.1 关于本章

本章节对 CANScope 的接线端和端口进行概述，其中包含通信电缆和测试套件。

3.2 系统框图

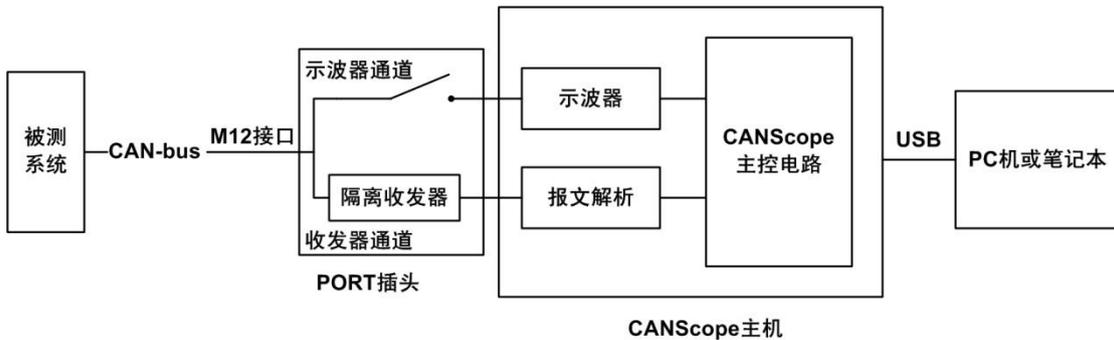


图 3.1 系统连接示意图

- ◇ USB 连接: A 口接至电脑主机 USB 端口, B 口接至 CANScope 主机背部 USB 端口。
- ◇ PORT 插头: 排插口接至 CANScope 主机 PORT 口, 电缆连接端接 M12 通信电缆线。
- ◇ M12 通信电缆连接: M12 插座接至 Port 插头的电缆连接端, 测试夹(CANH、CANL、系统地)接被测信号, 即 M12 通信电缆的 CAN_H 信号线与被测系统的 CAN_H 信号线相连, CAN_L 信号线与被测系统的 CAN_L 信号线相连。

电源适配器接好后, 打开 CANScope 主机背后的开关按钮 ON, 这时“Power”指示灯亮。长按 CANScope 前面的软开关 2-3 秒, 听到“嘀、嘀”两声, 即启动 CANScope 硬件。

打开 CANScope 软件, 查看如图 3.2 所示。红色框线位置是否显示为“CANScope 在线”, 如果显示为“CANScope 离线”, 则要检查 CANScope 驱动是否安装成功或者电源是否打开。



图 3.2 检查 CANScope 状态

3.3 产品外观

3.3.1 接线端（背面接口）

如图 3.3 所示为 CANScope 背面的接线端。表 3.1 为接线端说明列表。

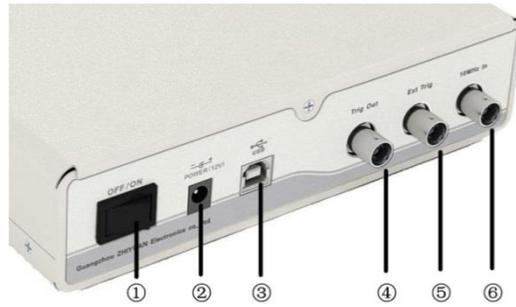


图 3.3 接线端

表 3.1 接线端说明

	说明	备注
1	电源开关	ON（打开）和 OFF（关闭）
2	电源接口	Power 12V DC（内正外负）
3	USB 接口	连接设备与 PC 机
4	触发输出	多仪器同步触发（工厂校准使用）
5	外部触发输入	接收外部触发信号（工厂校准使用）
6	时钟输入	外部 10MHz 时钟源（工厂校准使用）

3.3.2 端口（正面接口）

图 3.4 所示为 CANScope 正面。表 3.2 为正面说明列表。

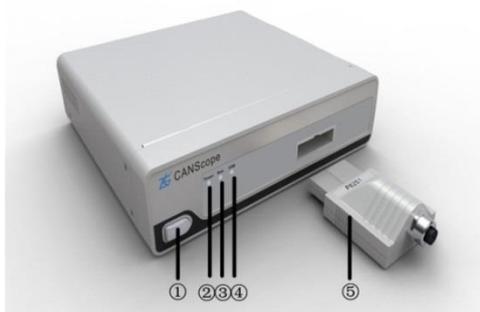


图 3.4 CANScope 正面

表 3.2 正面端口

编号	说明	备注
1	软开关按钮	长按该按钮开机或关机，开机后该按键灯呈红色，若按键灯快速闪烁，表明供电电压不足。 当使用软开关关机时，需要在设备和电脑连接的状态下，进行操作。
2	Power 电源指示灯	接通电源后，Power 红色灯亮

续上表

编号	说明	备注
3	Run 运行指示灯	PC 机软件启动后，处于监听状态或工作状态时，Run 黄色灯亮
4	USB 指示灯	USB 通讯时，蓝色灯闪。若长亮则表明仪器 USB 通讯有故障。
5	PORT 插头	内置不同标准的 CAN 收发器，连接 M12 通信电缆。选配的 CANScope-StressZ 模拟扩展板可用于替换此插头。

3.4 配件介绍

3.4.1 M12 通信电缆与 M12-ODB 车身诊断电缆

图 3.5 所示为 M12 通信电缆（受供货批次的不同，实物与图片可能会有差别）。表 3.3 为测试套头功能定义。



图 3.5 M12 通信电缆（标配）

表 3.3 测试套头

编号	说明	备注
1	黄色香蕉头	CAN-bus 信号线——CANH
2	绿色香蕉头	CAN-bus 信号线——CANL
3	黑色香蕉头	信号地——GND
4	红色香蕉头	保留，不需要连接
5	蓝色香蕉头	屏蔽，系统电缆屏蔽层（强干扰场合需要接到屏蔽地）

如果客户需要将 CANScope 快捷地接入车身诊断口，可以选配 M12-ODB 车身诊断电缆，如图 3.6 所示。



图 3.6 M12-OB2 车身诊断电缆（选配）

3.4.2 PORT 插头介绍

CANScope 系列产品为了兼容 ISO11898-1/2/3/4/5 标准，设计了 4 款 PORT 头，分别支持 4 种不同的 CAN 收发器，客户可以根据实际系统选择不同 PORT 头。如图 3.7 所示：



图 3.7 PORT 头

PORT 头型号如表 3.4 所列：

表 3.4 PORT 插头型号说明

编号	型号	说明
1	CANScope-P8251T（标配）	通用 CAN 收发器 PORT 头，波特率为 5K-1Mbps
2	CANScope-P1040T（标配）	高速 CAN 收发器 PORT 头，用于大于 20Kbps 波特率的系统，最高可达 1Mbps
3	CANScope-P1055T（选配）	容错 CAN（又称低速 CAN）收发器 PORT 头，波特率小于 125Kbps，注意使用此 PORT 头，必须将黑色香蕉头的信号地与被测系统的信号地相连
4	CANScope-P7356（选配）	单线 CAN 收发器 PORT 头，波特率小于 83.3Kbps，注意使用此 PORT 头，必须将黑色香蕉头的信号地与被测系统的信号地相连

3.4.3 CANScope-StressZ 模拟测量与干扰扩展板（选配）

为了增强对 CAN-bus 模拟测量与干扰功能，广州致远电子在 CANScope 系列基础上研发了一款扩展板，如图 3.8 所示：

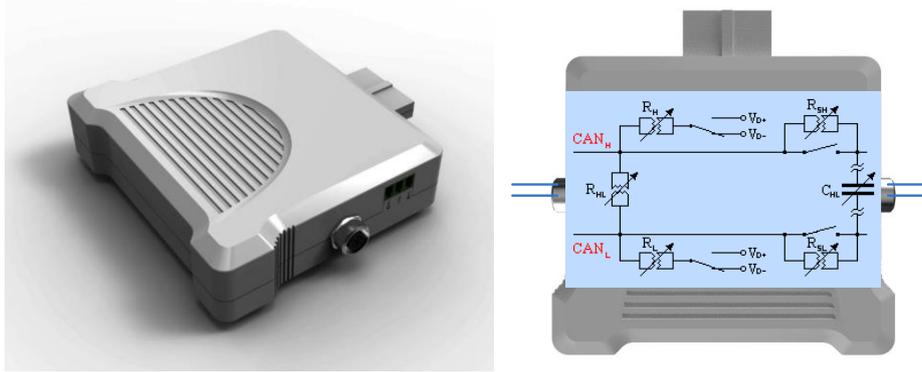


图 3.8 CANScope-StressZ 模拟测量与干扰扩展板（选配）

CANScope-StressZ 内部集成了 CAN 总线压力测试模块和网络线缆分析模块。

※**压力测试模块**包括模拟干扰（数字干扰在 CANScope-Pro 已标配），CAN-bus 应用终端的工作状态模拟及错误能力模拟。可以在物理层上进行 CAN 总线短路、总线长度模拟、总线负载变化以及终端电阻匹配等多种测试，可以有效地评估出一个系统在信号干扰或失效的情况下是否仍能稳定可靠地工作。

※**网络线缆分析模块**具有无源二端网络的阻抗测量分析能力。可以测试导线在不同频率下的匹配电阻、寄生电容。

两个模块联合使用可以帮助用户快速而准确地发现并定位错误，完成对节点的性能评估与验证，大大缩短开发周期，方便实现网络系统稳定性、可靠性、抗干扰测试和验证等复杂工作，并且内部已经集成了高速 CAN 收发器和容错 CAN 收发器，可以轻松完成对应 CAN 系统的模拟测量与干扰工作，是 CAN-bus 网络测试工程师的好帮手。如图 3.9 所示，是 CANScope-StressZ 与 CANScope 设备连接后的测量连接图。



图 3.9 CANScope-StressZ 接线图

其端口功能说明，如表 3.5 所列：

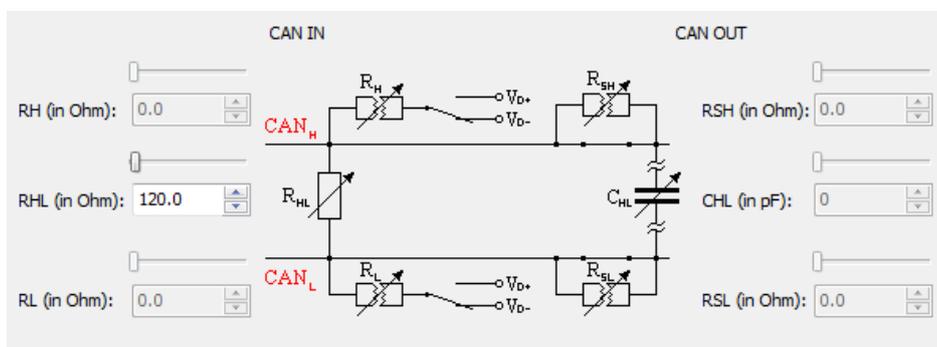
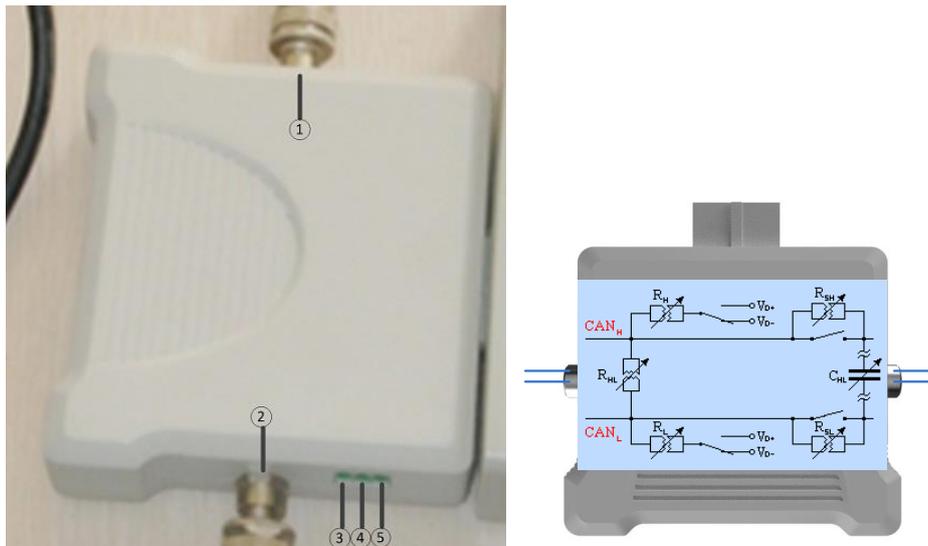


表 3.5 CANScope-StressZ 功能说明

编号	说明	备注
1	CAN IN	测量接入点。即软件中 CAN _H 和 CAN _L 位置
2	CAN OUT	被测系统接入点。即软件中 CAN OUT 位置
3	Vdis-	外部负电压干扰接入点。即软件中 V _D -或者 Vdis-位置
4	GND	信号地。与 CANScope 信号地连接，此时的被测设备信号地要连接在此处，M12 线上的信号地无效
5	Vdis+	外部正电压干扰接入点。即软件中 V _D +或者 Vdis+位置

3.5 功能列表

表 3.6 CANScope 标准版与专业版产品型号功能列表

模块	功能项	CANScope-Basic 基本版	CANScope-Standard 标准版	CANScope-Pro 专业版
硬件基本功能	测量通道	1 个	1 个	1 个
	USB 通信接口	480Mbps	480Mbps	480Mbps
	示波器采样率	-	100MHz	100MHz
	示波器存储容量	-	2K	8K
	波形存储容量	-	512MB	512MB
	垂直测量范围	-	1V-50V	1V-50V
	实时示波器	-	支持	支持
	数学差分	支持	支持	支持
	硬件差分（隔离）	支持	支持	支持
	报文发送	支持	支持	支持
	任意序列发送	支持	支持	支持
	终端电阻开关	支持	支持	支持
	自动量程调整	-	支持	支持
	只听与应答模式切换	支持	支持	支持
	自动侦测波特率	支持	支持	支持
硬件扩展功能	硬件眼图	-	支持	支持
	网络阻抗分析	-	不支持	支持（需要模拟扩展板）
	内部外部模拟干扰	-	不支持	支持（需要模拟扩展板）
	数字干扰	不支持	不支持	支持
	事件标记	不支持	不支持	支持
	采样点测试	不支持	不支持	支持

续上表

模块	功能项	CANScope-Basic 基本版	CANScope-Standard 标准版	CANScope-Pro 专业版
硬件扩展功能	位宽度容忍测试	不支持	不支持	支持
	对称性测试	不支持	不支持	支持
	终端电阻可调	不支持	不支持	支持（需要模拟扩展板）
	模拟电阻电容可调 （线缆长度模拟）	不支持	不支持	支持（需要模拟扩展板）
软件功能	SDK 二次编程开放	支持	支持	支持
	帧统计	支持	支持	支持
	FFT 统计	支持	支持	支持
	延时统计	支持	支持	支持
	流量分析	支持	支持	支持
	数据比较	支持	支持	支持
	触发发送	支持	支持	支持
	C 脚本编程	支持	支持	支持
	数据导出	支持	支持	支持
	总线利用率	支持	支持	支持
	报文重播	支持	支持	支持
	高层协议分析	支持	支持	支持
	自定义协议分析	支持	支持	支持
	网络共享	支持	支持	支持
	DBC 文件导入解析	支持	支持	支持
软件眼图	-	不支持	支持	

3.6 货物清点

在使用分析仪之前，请盘点表 3.7 下列的清单，确保货物完整。

表 3.7 标配件

序号	名称	数量	单位	备注
1	CANScope 主机	1	台	标准版为 CANScope-Standard 专业版为 CANScope-Pro
2	P8251T Port 插头	1	只	通用 CAN、支持 5K 以上波特率
3	P1040T Port 插头	1	只	高速 CAN、支持 20K 以上波特率 (车辆专用)
4	12V, 2A 开关电源适配器	1	只	内正外负
5	M12 通信电缆	1	条	
6	M12 连接线	1	条	
7	2mm 测试勾	5	个	
8	USB 通讯电缆	1	条	
9	自制鳄鱼夹 DC 电源线	1	条	
10	产品光盘	1	张	
11	《售后服务指南》	1	份	
12	合格证	1	张	
13	干燥剂	1	包	
14	国标电源线	1	条	
15	校准证书	1	份	

4. 设备安装

4.1 软件安装

1. 启动安装程序

获取安装文件，用鼠标“双击”安装文件图标如图 4.1 所示，启动安装程序，如图 4.2 所示。



图 4.1 CANScope 软件安装文件



图 4.2 CANScope 安装向导_开始安装

单击【下一步】按钮，出现设置安装目录界面，如图 4.3 所示。

2. 设置安装目录

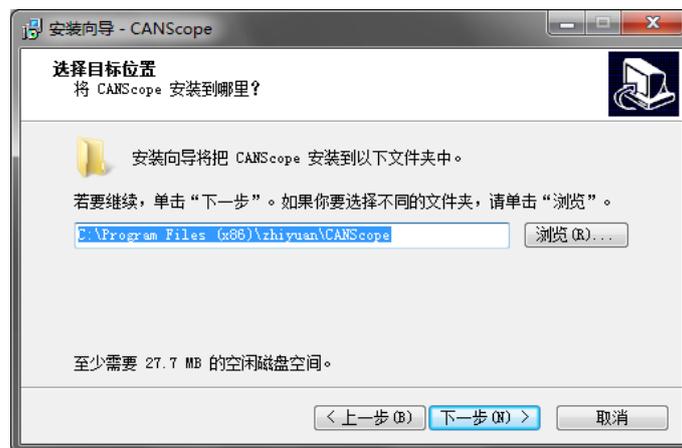


图 4.3 CANScope 安装向导_安装目录

默认安装目录为“C:\Program Files \zhiyuan\CANScope”，可以自定义安装目录，设置好安装目录后，单击【下一步】按钮，出现如图 4.4 所示窗口。

3. 设置开始菜单

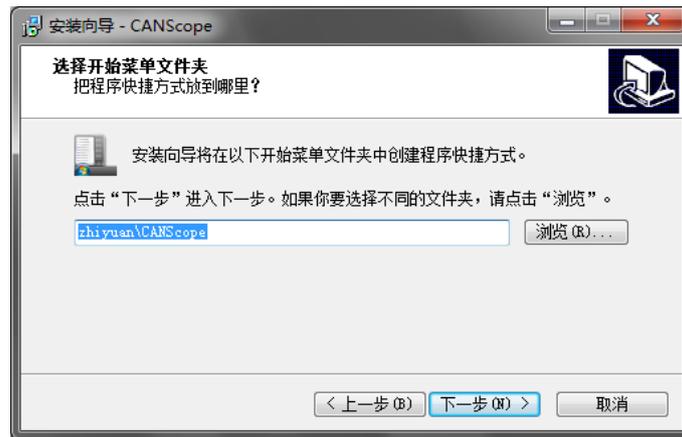


图 4.4 CANScope 安装向导_开始菜单

设置软件附加在“开始菜单”的位置，默认位置为“zhiyuan\CANScope”，可以自定义开始菜单位置，然后单击【下一步】按钮，出现如图 4.5 所示窗口。

4. 设置桌面图标



图 4.5 CANScope 安装向导_桌面图标

勾选【创建桌面图标】按钮，可在桌面添加访问软件的快捷方式图标，然后单击【下一步】按钮，出现如图 4.6 所示窗口。

5. 准备安装



图 4.6 CANScope 安装向导_准备安装

窗口中列出了安装信息，可以通过单击【上一步】按钮对安装信息进行更改，设置完安装信息后，单击【下一步】按钮，出现如图 4.7 所示窗口。

6. 开始安装

等待软件安装完成，将出现如图 4.8 所示的安装完成界面，这时单击【完成】按钮即可完成软件的安装。

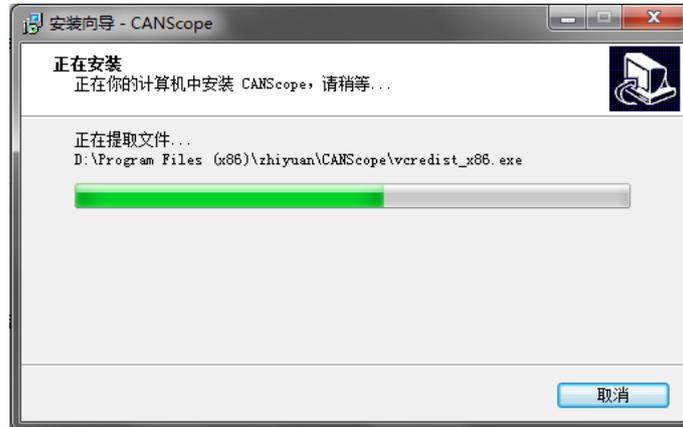


图 4.7 CANScope 向导_正在安装



图 4.8 CANScope 向导_安装完成

如果在安装完成界面（如图 4.8 所示），双击桌面上的 CANScope 图标，运行软件；或直接勾选【运行 CANScope】按钮，自动运行软件，其主界面如图 4.9 所示。

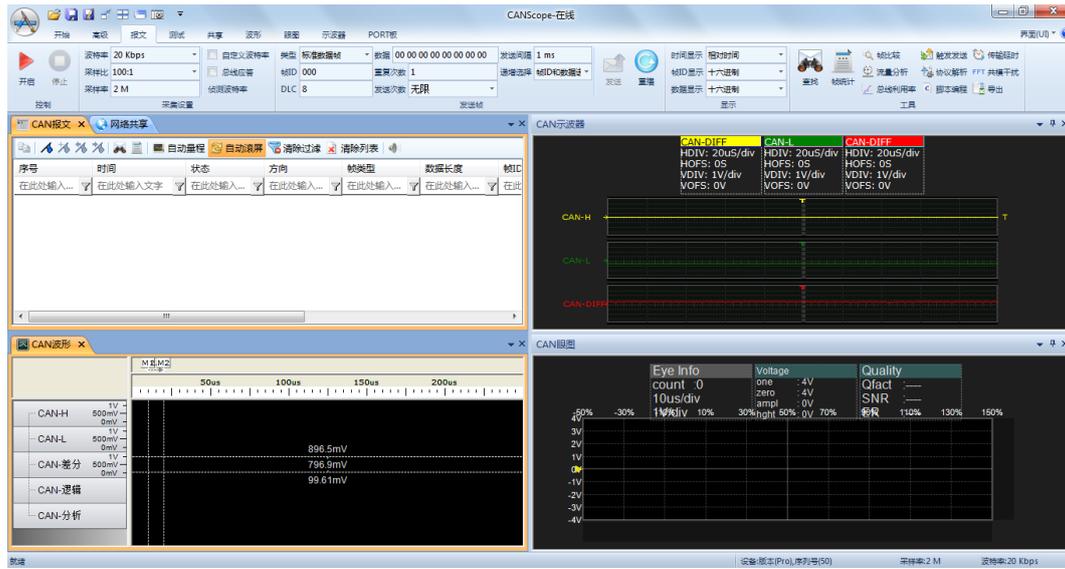


图 4.9 CANScope 安装完成界面

5. 菜单介绍

5.1 开始菜单

开始菜单包括文件、窗口、帮助 3 大模块，如图 5.1 所示。

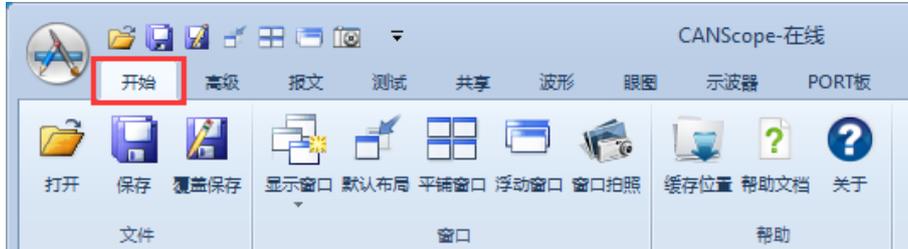


图 5.1 开始菜单

- ◇ 打开：打开之前保存好的工程文件；
- ◇ 保存：将当前的测试数据保存为工程文件；
- ◇ 覆盖保存：覆盖保存当前工程；
- ◇ 显示窗口：显示/隐藏窗口；
- ◇ 默认布局：恢复默认窗口布局；
- ◇ 平铺窗口：平铺所有的窗口；
- ◇ 浮动窗口：浮动显示当前的窗口；
- ◇ 窗口拍照：对窗口拍照，并保存成图片；
- ◇ 缓存位置：设置文件缓冲存放位置，使用系统临时目录或自定义目录；
- ◇ 帮助文档：点击此处可打开 CANScope 的用户手册；
- ◇ 关于：点击可显示 CANScope 软件的版本号、设备类型、设备序列号、固件版本等设备信息。

5.2 高级菜单

高级菜单包括协议分析、报文解析列表、自定义分析、仪表演示、J1939 演示及规则发送 6 个协议分析工具，如图 5.2 所示。



图 5.2 高级菜单

- ◇ 协议分析：打开协议分析工具，可以对 DeviceNet、iCAN、CANopen、J1939 高层协议进行解析；
- ◇ 报文解析列表：对接收或者重播的数据进行应用层解析，可以导入 DBC 文件，主要用于汽车电子的 CAN 数据解码；

- ◇ 自定义分析：打开自定义协议解析套件，其包含两个应用程序“自定义协议编辑器”和“自定义协议解析”；
- ◇ 仪表演示：自定义分析实例程序；
- ◇ J1939 演示：仪表演示实例，可对标准 J1939 协议进行仪表演示；
- ◇ 规则发送：配置 CANScope 自动发送内容的规则，包括帧 ID 规则、数据规则、帧间隔规则等，主要用于将 CANScope 模拟一个节点或者一个网络。

5.3 报文菜单

报文菜单包括控制、采集设置、发送帧、显示、工具 5 大模块，如图 5.3 所示。

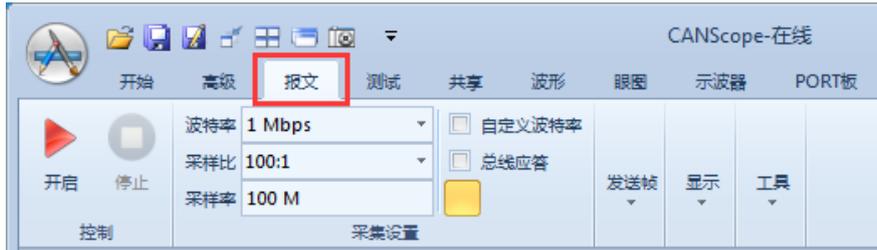


图 5.3 报文菜单

1. 控制/采集设置

CAN 报文“控制/采集设置”菜单界面，如图 5.4 所示。

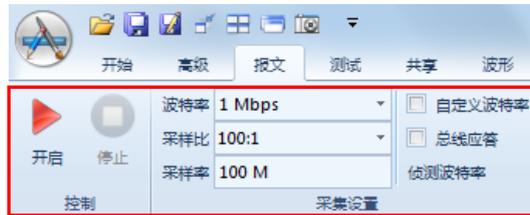


图 5.4 控制/采集设置界面

表 5.1 控制/采集设置菜单说明

功能菜单	设定	说明
控制设置	开启	启动 CAN 报文与波形存储功能（联动启动网络共享功能、自动波特率、示波器自动量程）。
	停止	停止 CAN 报文与波形存储功能。
采集设置	波特率	设置标准波特率，范围 5Kbps~1Mbps。
	采样比	示波器采样率/波特率，范围 5000: 1~50: 1，采样比越高，波形越细腻，根据软件已给的进行选择即可。
	采样率	设置示波器采样率，范围 100M~1M。
	自定义波特率	可计算出非标准波特率，或者用于调整波特率采样点位置和 SJW 同步跳转宽度。

续上表

功能菜单	设定	说明
采集设置	总线应答	勾选后，CANScope 将作为标准 CAN 节点进行工作，可对接收到的正确数据进行 ACK，或者对错误报文发出错误帧；如果不勾选，则 CANScope 作为只听模式，不影响总线。
	侦测波特率	点击使能后，将在开启后自动侦测波特率，并且自动配置波特率。在第一次打开软件时，默认使能侦测波特率。

2. 发送帧

设置发送帧的内容，设置说明如下：

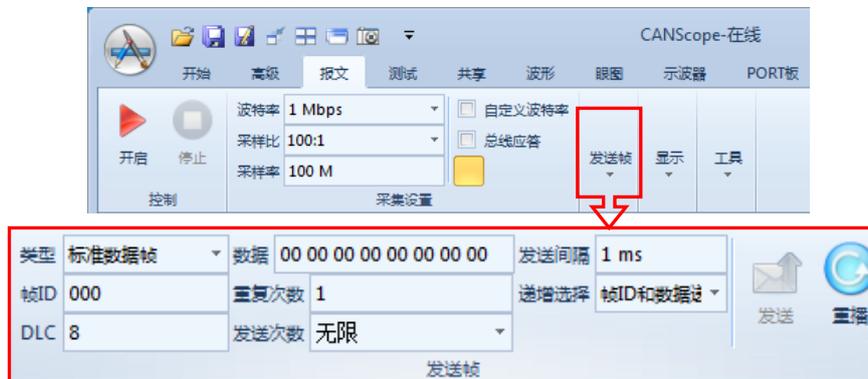


图 5.5 报文菜单-发送帧

表 5.2 发送帧设置菜单说明

功能菜单	说明
类型	设置帧类型，可选择标准数据帧、标准远程帧、扩展数据帧和扩展远程帧
帧 ID	以十六进制方式设置帧 ID。标准帧：11 位(0~7FFH)，扩展帧：29 位(0~1FFFFFFFH)
DLC	设置帧数据长度：0~8 可设定
数据	0~FF FF FF FF FF FF FF FF，数据 1~数据 8，字节间以空格分隔
重复次数	一帧报文发送的重复次数，CANScope-Pro 版本设置范围：1-16777215；其它基础型号设置范围：1-255 次
发送次数	总发送批次次数，可选择软件已给的无限、1、10、100、1000，也可手动输入需要发送的次数
发送间隔	设置两个帧之间的发送间隔时间，最小 1ms
递增选择	每次发送递增方式，可选择不递增、帧 ID 递增、数据递增、帧 ID 和数据递增
发送	启动开始发送（图标会切换成“停止”再次点击后停止发送）
重播	将保存的数据，按记录的时间间隔，发送出去，也称为录播

备注：

帧 ID：标准帧的帧 ID 为 11 位，扩展帧的帧 ID 为 29 位。

数据：帧数据最多为 8 个字节；有效数据的字节数由数据长度决定，数据长度有可能大于 8 字节，长度大于 8 字节时有效的帧数据依然为 8 个字节。

3. 显示方式

通过设置显示方式，可改变 CAN 报文列表中的数据 display。



表 5.3 报文菜单-显示

功能菜单	说明
时间显示	相对时间：按帧启动时刻为 0 开始标记时间 系统时间：按电脑系统时间来标记时间 增量时间：按帧尾与上一帧尾的间隔时间来标记时间
帧 ID 显示	二进制、八进制、十进制和十六进制
数据显示	二进制、八进制、十进制、十六进制和字符

在报文列表窗口，右击鼠标，可以看到帧 ID 显示的扩展显示功能，如图 5.6 所示，对应说明如表 5.4 所列。

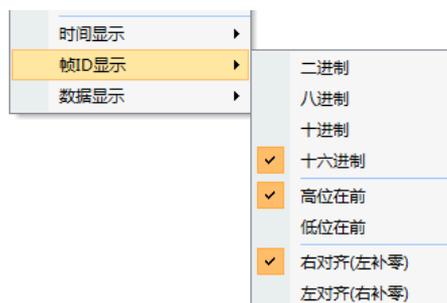


图 5.6 帧 ID 显示扩展功能

表 5.4 帧 ID 显示扩展功能

功能菜单	说明
高位在前	帧 ID 高位->低位从左往右排列
低位在前	帧 ID 低位->高位从左往右排列
右对齐	帧 ID 显示靠右对齐, 左高位补零, 用于正常显示
左对齐	帧 ID 显示靠左对齐, 右低位补零, 用于 SJA1000 等控制器显示

4. 工具

“工具”模块包括查找、帧统计、流量分析、总线利用率、导出等 11 个工具，如图 5.7 所示。



图 5.7 报文菜单-工具

表 5.5 报文菜单-工具功能说明

功能菜单	说明
查找	在报文列表区根据查找框中设置的条件查找需要的对象
帧统计	统计报文列表中的接收及发送数量、正确帧及错误帧所占比例等
帧比较	将目前软件中的报文数据与存储的报文数据进行比较, 列出不在存储报文数据中的帧
流量分析	将接收到的帧按时间轴一字排开, 观察传输逻辑, 与流量突发之处
总线利用率	观测实时的总线负载状况
触发发送	通过设定触发条件, 可以实现 CANScope 收到某些特定报文时, 自动发送预设的报文
协议解析	可导入 DBC 文件, 从而在菜单高级中使用报文解析列表来观测应用数据
脚本编程	用户可以自行使用 C 语言脚本编程, 设定 CANScope 自动发送接收规则
传输延时	对接收到的报文延时情况进行统计, 筛选后, 报文按延时最大到最小排列
共模干扰	对接收到的报文的共模干扰进行 FFT 分析, 并且进行统计, 筛选后, 报文按被干扰信号的幅值, 最大到最小排列
边沿统计	对保存下来的波形的边沿测量进行统计, 对波形边沿斜率和带宽进行分帧排序。

续上表

功能菜单	说明
报文周期	对保存下来的报文进行周期统计，筛选出周期异常的报文
信号质量	对报文帧对应的差分波形的幅值、扰动、斜率的质量进行评估，结果以百分制分数在软件显示
导出	可将报文数据导出为 CSV、TXT 格式

5.4 测试菜单

测试菜单如图 5.8 所示。



图 5.8 测试菜单

表 5.6 测试菜单功能说明

功能菜单	说明
事件标记	可以在接收数据时，对特定数据进行标记，这些被标记过的帧波形固定保存，不会随着帧刷新而被覆盖。比如对错误帧进行标记，可以长时间记录时查看到错误帧的波形。
错误与干扰	可主动发送错误波特率、错误帧、对总线进行干扰，也可以对接收的特定报文进行某些位的特定干扰
软件眼图	对保存下来的波形做眼图分析，通过查看异常位置，设置特定模板进行碰撞，从而反溯找出对应的报文，从而可以查找出错误产生的原因
对称性测试	对被测总线或者节点的实时波形进行 CANH 和 CANL 对称性测试，标定是否偏离规范要求的范围
采样点测试	对被测节点进行采样点测试，标定被测节点采样点范围是否符合规范
位宽度容忍度测试	对被测节点进行波特率位宽度范围测试，标定出被测节点的波特率范围与位宽度范围是否符合规范
CAN 测试仪	CANScope 自动化测试专用软件，可以自动进行相关的测试项测试

5.5 共享菜单

共享菜单包括服务器设置、连接到服务器 2 大模块，如图 5.9 所示。



图 5.9 共享菜单

1. 服务器设置

“服务器设置”菜单，如图 5.10 所示。接入 CANScope 现场测试的 PC 需要开启。



图 5.10 共享_服务器设置

- ◇ 服务端口：设置服务器端口，即本机 Socket 服务器端口；
- ◇ 最大连接：设置服务器端的最大连接数，即最多有几个链接共享；
- ◇ 连接密码：设置服务器端的连接密码；
- ◇ 开启服务、停止服务：启动或停止服务。

2. 连接到服务器

“连接到服务器”菜单，如图 5.11 所示。其它要获取数据的 PC 需要连接服务器。



图 5.11 网络共享-连接到服务器

- ◇ 服务器 IP：设置所要连接到的服务器的 IP 地址，默认为本机 IP 地址；
- ◇ 连接端口：设置所要连接到的服务器的端口；
- ◇ 连接密码：设置连接密码，需要与服务器端设置的连接密码相匹配；
- ◇ 开启连接，断开连接：开启或断开与服务器端的连接。

5.6 波形菜单

波形菜单包括模式、缩放、位置、视图及波形设置五大模块，如图 5.12 所示。



图 5.12 波形菜单

1. 模式/缩放/位置

模式/缩放/位置模块主要是对 CAN 波形区域的波形进行观察时的操作，如图 5.13 所示。



图 5.13 波形菜单-波形操作

2. 视图

视图是 CAN 波形区域中主要的分析工具，包括水平和垂直的栅格、电压测量、内部工具条、FFT 分析仪、边沿测量、传输延迟测量等七种操作功能，其每个功能对应说明如表 5.7 所列。



图 5.14 波形菜单-视图

表 5.7 波形菜单-视图功能说明

功能菜单	说明
水平	显示出水平的栅格
垂直	显示出垂直的栅格
电压测量	勾选可光标测量波形电压值
内部工具条	勾选后，在 CAN 波形区域显示模式/缩放/位置模块的快捷操作 
FFT 分析	对 CAN 波形区域的波形进行 FFT 快速傅里叶变换，并且进行各种频率的幅值分析
边沿测量	对 CAN 波形区域的波形进行边沿参数的测量，包括上升时间、下降时间、斜率、带宽
传输延迟测量	对 CAN 波形区域的波形进行传输延迟测量，测试出本报文被应答的最少时间和最大时间

3. 导出

将本波形的每个采集点的电压数据，通过 CSV 或者其它格式导出，用于用户分析。

4. 属性

波形解码的阈值设置与显示查看，通常用户只需要操作显示查看即可。

5.7 眼图菜单

眼图菜单包括控制、数据源配置、眼图模板、测量及缩放五大模块，如图 5.15 所示。



图 5.15 CAN 眼图_菜单区

1. 控制/数据源配置

“控制/数据源配置”菜单界面，如图 5.16 所示。



图 5.16 CAN 眼图_控制菜单

- ◇ 启动：启动“CAN 眼图”功能；
- ◇ 停止：停止“CAN 眼图”功能；
- ◇ 清空：清空“CAN 眼图”视图，即清空当前所有的眼图数据；
- ◇ 通道：配置眼图的数据源，包括 CAN_H、CAN_L、CAN_DIFF 和 CAN-SW（在生成软件眼图时的对应通道）四种；
- ◇ 范围：数据源在垂直方向的电压档位；
- ◇ 偏移：数据源的偏置电压幅值。

2. 眼图模板

“眼图模板”菜单界面如图 5.17 所示。



图 5.17 CAN 眼图_眼图模板

- ◇ 载入模板：载入系统自带的标准眼图模板；
- ◇ 编辑模板：允许用户编辑自定义眼图模板；
- ◇ 命中统计：统计触碰到眼图模板的命中次数及命中率，并以列表的形式显示；
- ◇ 显示模板：通过勾选或不勾选，可在 CAN 眼图区显示或隐藏模板；
- ◇ 命中模板：通过红圆圈，将所有触碰到模板的点，全部圈出来；
- ◇ 顶点数值：显示模板所有顶点的坐标值，包括时间位置和电压位置。

3. 测量/缩放

“测量/缩放”菜单界面如图 5.18 所示。



图 5.18 CAN 眼图_测量/缩放菜单

- ◇ 时间测量：在视图区显示垂直测量线，卡位时间、眼宽等；
- ◇ 电压测量：在视图区显示水平测量线，卡眼高、过冲等；
- ◇ 采样点：通过底色分区，用户可以从眼图状况获知最佳采样点的时间位置；
- ◇ 眼图轮廓：显示眼图的主要分布，去除了一些杂波影响；
- ◇ 自动测量：通过垂直测量线和水平测量线，自动给出眼宽和眼高的测量值；
- ◇ 全屏/缩小/放大：视图区域大小显示操作按键。

5.8 示波器菜单

示波器菜单包括控制、CAN-H、CAN-L、CAN-DIFF、水平系统、触发、显示、FFT、校准测试七大模块，如图 5.19 所示。



图 5.19 示波器菜单

1. 控制

“控制”菜单，如图 5.20 所示。



图 5.20 示波器_控制

- ◇ 开启：启动 CAN 示波器功能（默认自动开启）；
- ◇ 停止：停止 CAN 示波器功能；
- ◇ 自动量程：自动调整当前视图区的波形测量参数，使得比较容易观看和测量。

2. CAN-H/CAN-L/CAN-DIFF/水平系统

“CAN-H/CAN-L/CAN-DIFF/水平系统”菜单，如图 5.21 所示。



图 5.21 示波器_波形显示调节区域

- ◇ 范围：垂直档位设置，即视图区域中垂直方向每格的电压值，档位可选择 0.125/0.25/0.5/1/2.5/6.25 v/div 六档；
- ◇ 偏移：波形的偏置电压值，即波形的水平起点线离屏幕水平中心基准线的电压差值；
- ◇ 耦合：用户可根据耦合方式滤除不需要的信号，耦合方式分为 DC（直流）、AC（交流）两种：DC 耦合即被测信号的直流分量和交流分量均可通过；AC 耦合即被测信号的直流分量被阻隔；为了保证现场测试的实际波形，建议使用 DC 耦合方式；
- ◇ 时基：水平档位设置，即视图区域中水平方向每格的时间值，可设置范围为 1us ~ 1s；
- ◇ 偏移：在水平方向的偏置值，即波形垂直起始位置离屏幕垂直中心基准线时基差值。

3. 触发

“触发”菜单，如图 5.22 所示。



图 5.22 示波器_触发菜单

- ◇ 信源：触发源，包括 CAN-H、CAN-L、CAN-Diff、CAN RXD、CAN TXD、帧起始和外部；
- ◇ 类型：触发类型，包括上升沿、下降沿、双边沿、正脉冲和负脉冲；
- ◇ 方式：“普通”选项是指在满足触发条件时显示波形，不满足触发条件时保持原有波形显示，并等待下一次触发；“自动”选项是指不论是否满足触发条件都有波形显示，无信号输入时显示一条水平线；
- ◇ 灵敏程度：触发比较的高电平与低电平的差值，包括“默认、加强”两个选项；
- ◇ 自动时间：在自动触发模式下，指无触发时的等待时间；
- ◇ 触发电平：设置触发电平；
- ◇ 比较符号：当触发类型选择为正脉冲和负脉冲时，该设置有效。触发比较符号包括“>、<和=” 3 种，分别是指，当脉宽大于时间参数时触发、当脉宽小于时间参数时触发、当脉宽等于时间参数时触发；
- ◇ 时间参数：用于设置触发时的时间参数，及设置脉宽上下限值。

4. 显示

“显示”菜单，如图 5.23 所示。



图 5.23 CAN 示波器_显示菜单

- ✧ CAN-H: 勾选可在 CAN 示波器区显示 CAN-H 波形;
- ✧ CAN-L: 勾选可在 CAN 示波器区显示 CAN-L 波形;
- ✧ CAN-DIFF: 勾选可在 CAN 示波器区显示 CAN-DIFF 波形;
- ✧ 时间测量: 勾选可进行水平时间测量;
- ✧ 电压测量: 勾选可进行垂直电压测量;
- ✧ 测量: 切换测量窗口, 可在 CAN-H、CAN-L、CAN-DIFF 窗口内切换;
- ✧ 窗口: 窗口类型有两种, 包括“分别窗口”和“共用窗口”, 即将 CAN 示波器视图区的波形显示在三个窗口中, 或显示在同一个窗口中。

5. FFT

“FFT”菜单，如图 5.24 所示。

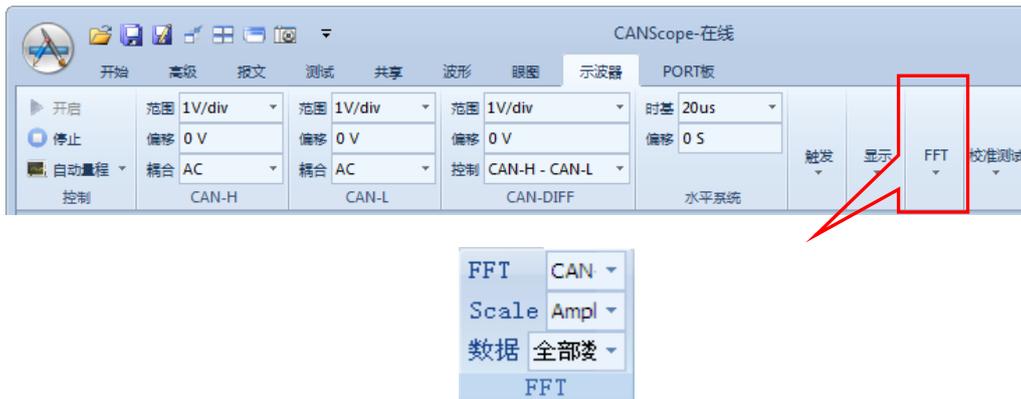


图 5.24 示波器_FFT

- ✧ FFT: 包括无、CAN-H、CAN-L、CAN-DIFF 4 个选项, 分别指不开启 FFT 功能、对 CAN-H、CAN-L 或 CAN-DIFF 信号源做 FFT 快速傅里叶变换频谱分析;
- ✧ Scale: 设置 FFT 频谱图的显示模式, 分别可设置 dB: 以分贝毫瓦方式显示 FFT 结果; Rms: 显示电压有效值, 即均方根值; Amplitude: 显示 FFT 的真实幅值;
- ✧ 数据: 包括全部数据和当前窗口 2 种, 即对全部数据或当前窗口的数据做 FFT 分析。

6. 校准测试 (用户禁止擅自操作, 或者在厂家指导下进行操作, 否则后果自负)

“校准测试”菜单，如图 5.25 所示。



图 5.25 示波器_校准测试

5.9 PORT 板菜单

“PORT 板”菜单，如图 5.26 所示。



图 5.26 PORT 板菜单

1. 基本控制

“基本控制”菜单，如图 5.27 所示。



图 5.27 PORT 板_基本控制

- ◇ 启用示波器：勾选可使能示波器功能，否则将会硬件关闭示波器通道；
- ◇ 启用终端电阻：勾选可启用 PORT 头自带的 120 欧姆终端电阻，即将该终端电阻并联到 CANH 和 CANL 之间，如果用户接入的是 CANScope-StressZ 扩展板，则此功能无效；
- ◇ 数学差分/硬件差分：数学差分是指将 CAN_H 对 GND 的电压，和 CAN_L 对 GND 的电压相减，得到差分波形 CAN_DIFF，供触发判断和眼图叠加使用；硬件差分是通过内部硬件实现的，它是将 CAN_L 作为参考基准，差分波形 CAN_DIFF 是 CAN_H 与 CAN_L 的电压差。在硬件差分时，会有一个“隔离外部地”的勾选项，如图 5.28 所示，如果勾选后，则切断示波器信号地与外部地的通道，实现抗干扰效果。

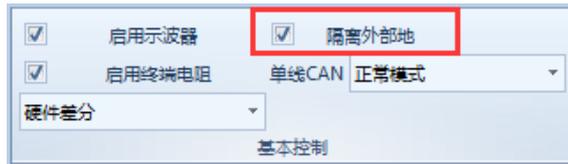


图 5.28 隔离外部地

- ◇ 单线 CAN: 如果用户接入的 PORT 头是 P7356 单线 CAN 适配器, 则此功能有效, 用于设置单线 CAN 的工作模式, 有正常模式、高速模式、高压唤醒模式、睡眠模式, 如图 5.29 所示。

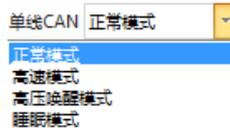


图 5.29 单线 CAN 模式

2. 控制面板 Stress

“控制面板 Stress” 菜单, 如图 5.30 所示。



图 5.30 控制面板 Stress

打开控制面板菜单后, 出现 CANStress 界面, 如图 5.31 所示。此界面在用户选配 CANScope-StressZ 时, 操作设置有用。具体功能将在 8.2.1 章节中详细叙述。

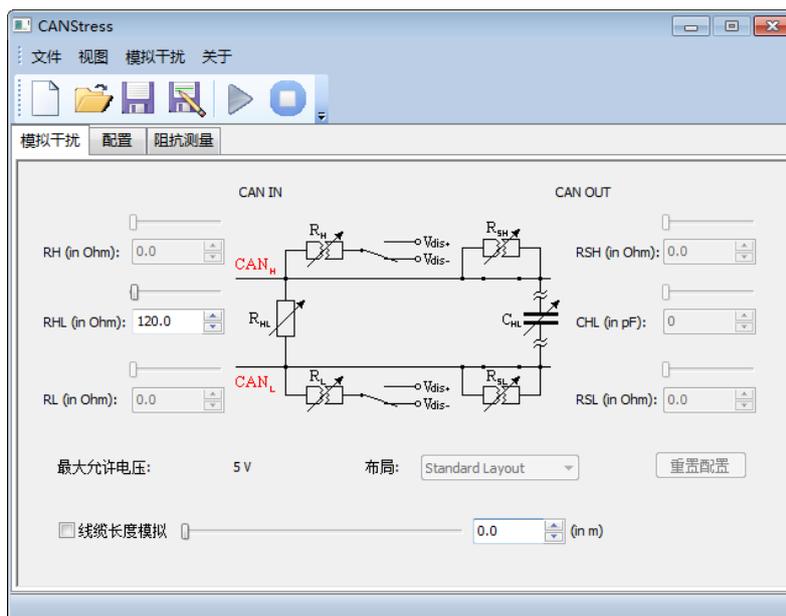


图 5.31 CANScope-StressZ 界面

6. 界面说明

6.1 界面样式

单击软件主界面右上角的【界面】菜单，将弹出子菜单，如图 6.1 所示。

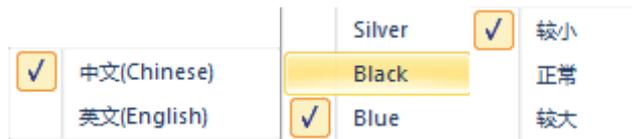


图 6.1 界面设置菜单

- ◇ 语言：设置软件显示的文字为中文或英文；
- ◇ 皮肤颜色：设置软件界面颜色为 Blue、Black 或 Silver，默认颜色为 Silver；
- ◇ 字体大小：设置软件中的字体为较小、正常或较大，默认字体为“较小”；
- ◇ 无干扰模式：切换到该模式下，可一键关闭 CANScope 相关的发送功能，避免 CANScope 干扰到总线。

6.2 窗口排列

“窗口”模块可从主界面的“开始”菜单中进入，窗口模块包含“显示窗口、默认布局、平铺窗口、浮动窗口和窗口拍照”5 个按钮，如图 6.2 所示。



图 6.2 开始菜单-窗口排列

6.2.1 显示窗口

单击窗口模块中的【显示窗口】按钮，可打开子菜单，勾选其子菜单项，可显示或隐藏对应的窗口。

“显示窗口”子菜单，如图 6.3 所示。

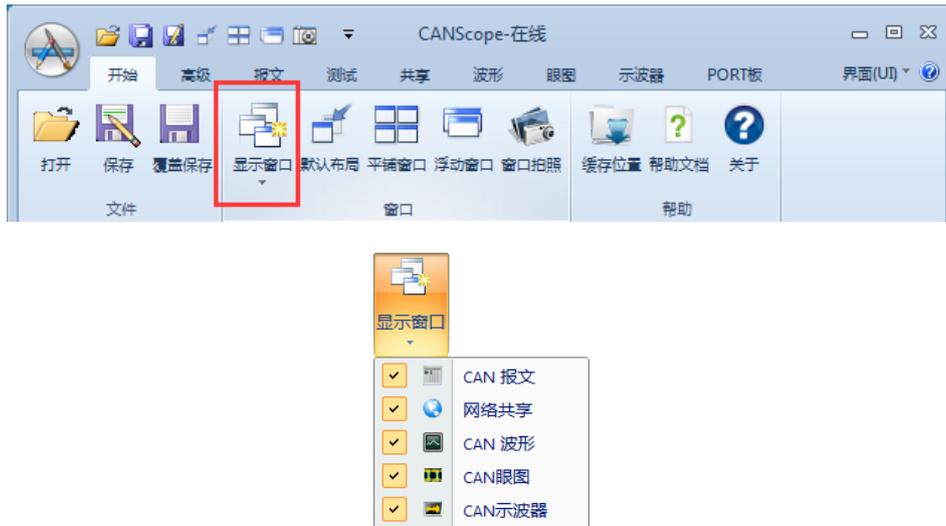


图 6.3 显示窗口菜单

6.2.2 默认布局

单击窗口菜单中的【默认布局】按钮，可将当前已打开的所有窗口叠加显示，如图 6.4 所示。

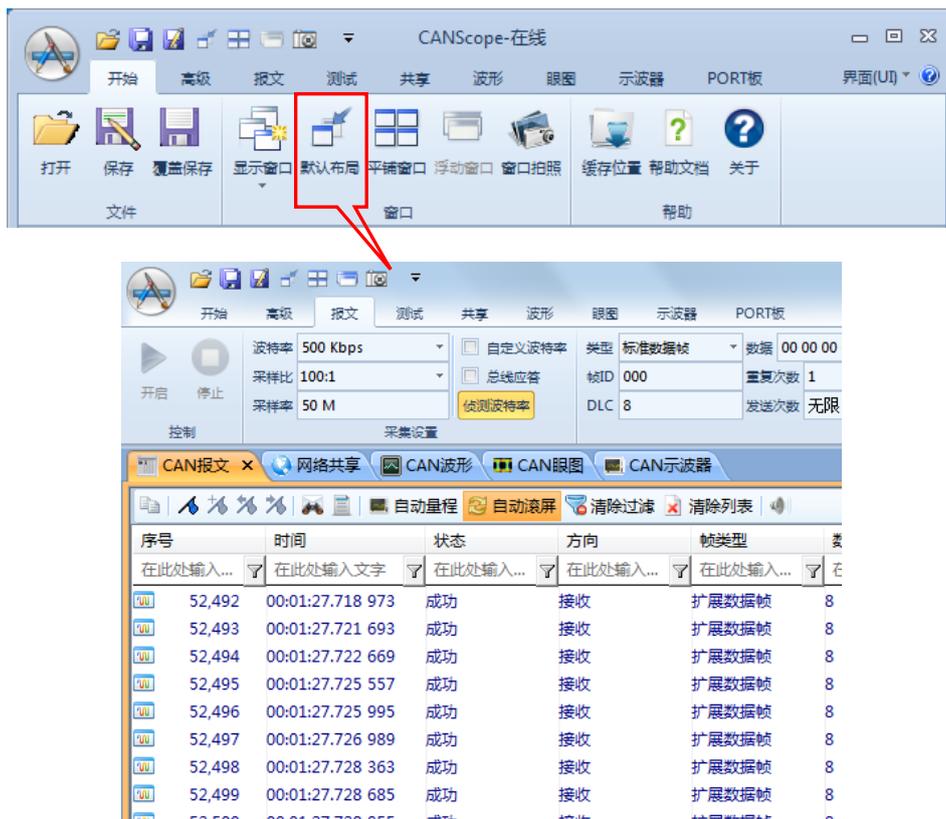


图 6.4 默认窗口

6.2.3 平铺窗口

单击窗口菜单中的【平铺窗口】按钮，可将当前已打开的所有窗口平铺显示，如图 6.5 所示。

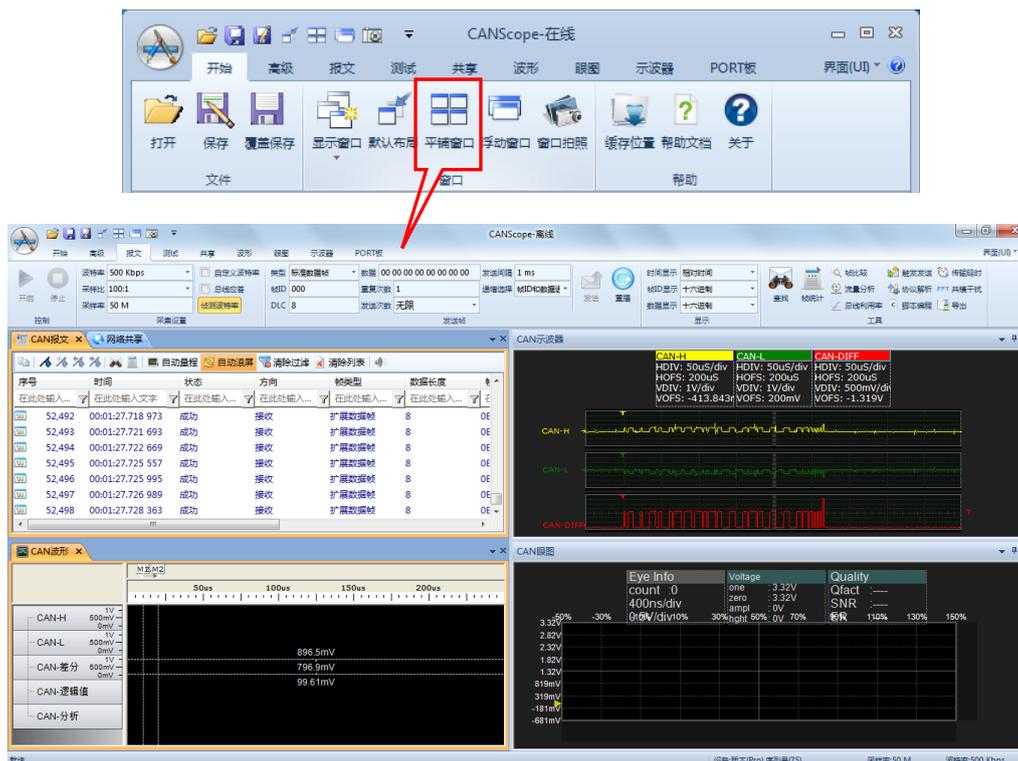


图 6.5 平铺窗口

6.2.4 浮动窗口

单击窗口菜单中的【浮动窗口】按钮，可将当前窗口浮动显示，如图 6.6 所示。

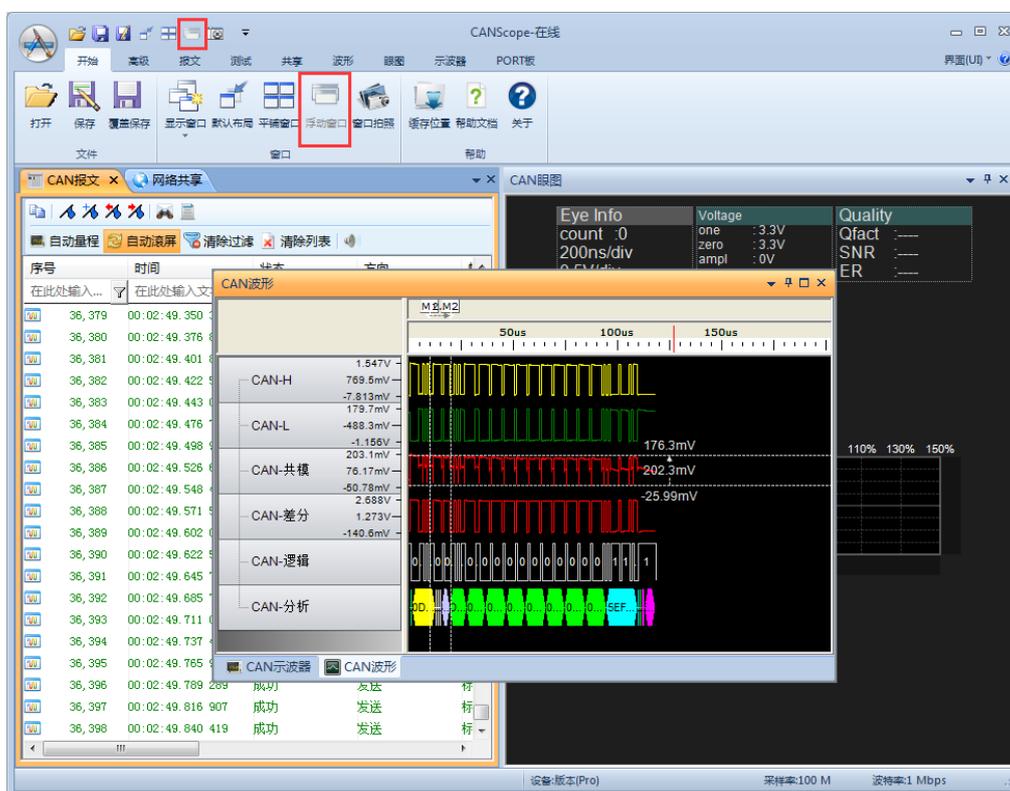


图 6.6 浮动窗口

6.2.5 其它

1. 界面左上角菜单

如图 6.7 所示，为主界面左上角的快捷菜单，其中红色矩形框中的两个按钮分别为【平铺窗口】和【浮动窗口】快捷按钮，与窗口菜单中的这两个按钮对应。



图 6.7 界面左上角菜单

2. “关于”窗口

如图 6.8 所示，是 CANScope 软件的“关于”窗口，打开可显示软件版本的相关信息，也可单击主界面右上角的  按钮打开版本信息。

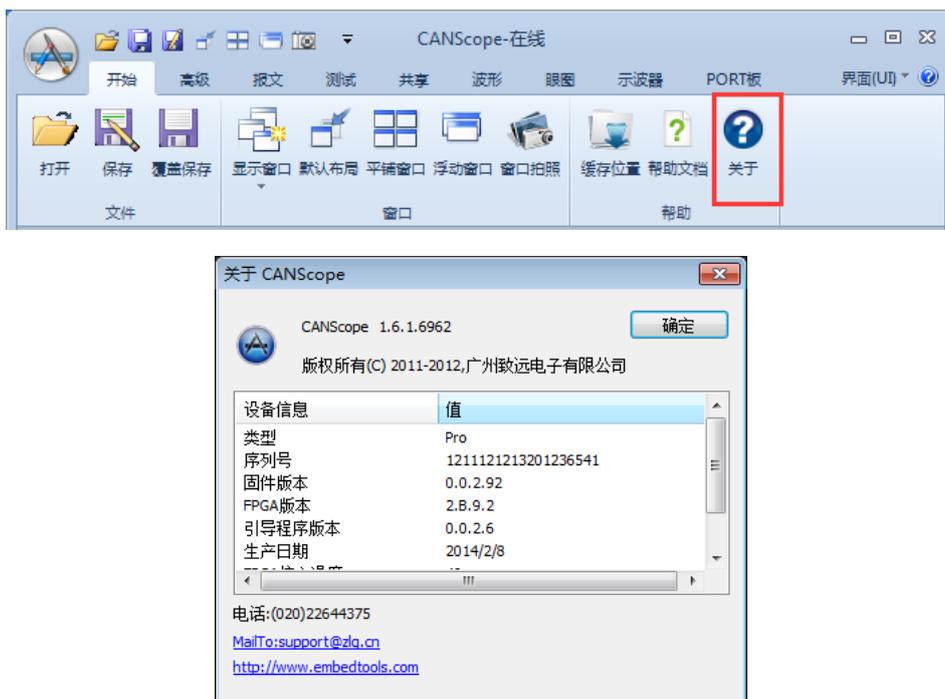


图 6.8 “关于”窗口

6.3 界面布局

CANScope 软件提供自定义窗口布局功能。首先，通过单击窗口菜单的【平铺窗口】或【浮动窗口】按钮，使窗口脱离选项卡；然后，将鼠标放在要拖动的窗口的标题栏，并按住鼠标左键拖动鼠标，这时界面上出现拖动图标，拖动图标有三种样式：

6.3.1 界面四周的图标

界面四周的拖动图标有四种样式，如图 6.9 中红色矩形框所示。

将鼠标移动到四周的小图标上（这里移动到顶部的小图标上），然后松开鼠标，可将窗

口放置在相对于主界面的顶部，如图 6.9 中黄色矩形框所示区域。

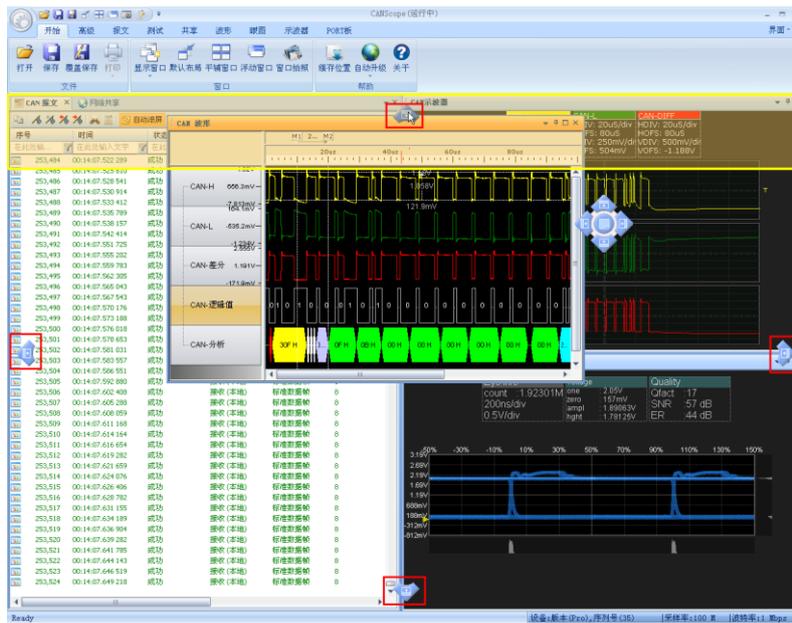


图 6.9 拖动窗口到主界面的顶部

其功能描述如表 6.1 所示。

表 6.1 拖动图标

图标样式	功能描述
	将窗口放置到当前窗口的顶部
	将窗口放置到当前窗口的底部
	将窗口放置到当前窗口的左侧
	将窗口放置在当前窗口的右侧

6.3.2 拖动到某个窗口范围内

当将窗口拖动到某个窗口范围内时，在这个窗口中间位置会出现拖动图标，如图 6.10 所示。



图 6.10 拖动图标_拖动到本窗口范围内

拖动图标的五个按钮，分别表示将“被拖窗口”放置在本窗口的上、下、左、右位置。

1. 拖动窗口到某个窗口的四周

将鼠标移动到拖动图标的上、下、左、右四个按钮上，可将窗口拖动到某个窗口的四周。

例如：如图 6.11 黄色矩形框所示，是将被移窗口放置到本窗口的顶部。

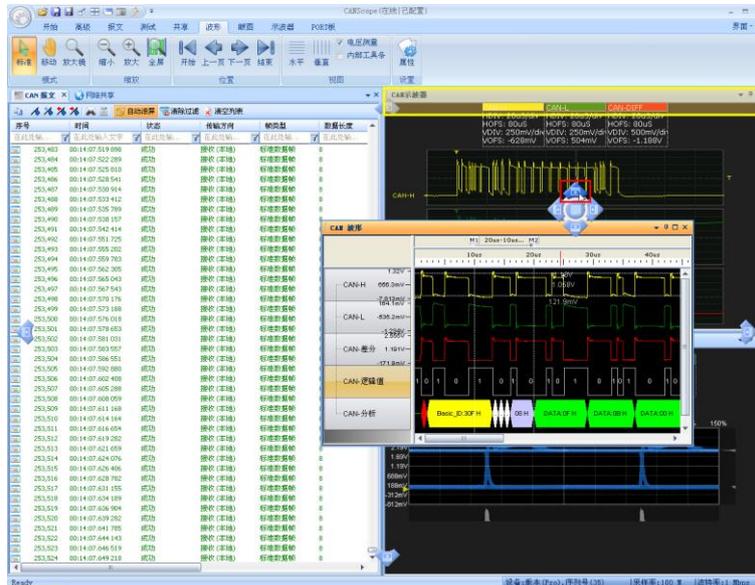


图 6.11 拖动窗口到本窗口的顶部

2. 拖动窗口与某个子窗口叠加

将鼠标移动到拖动图标的中间按钮上，可将被拖窗口与某个窗口叠加，如图 6.12 所示。

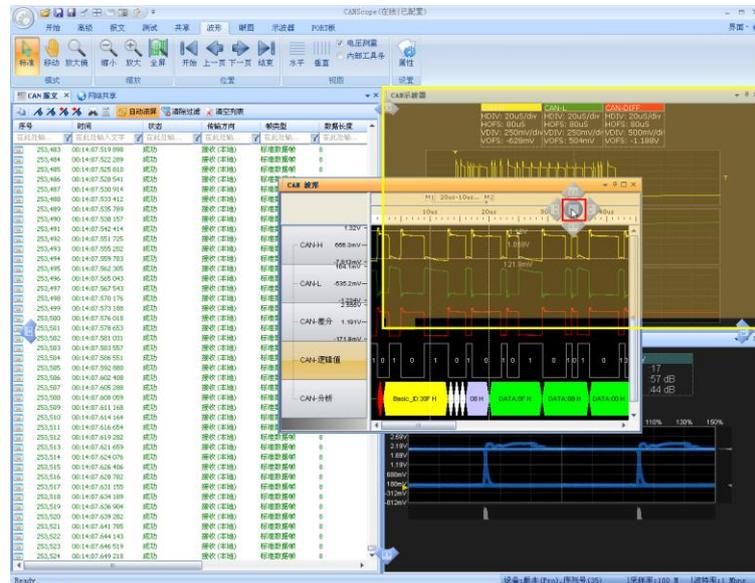


图 6.12 拖动窗口与另一个窗口叠加

3. 将叠加的窗口分离

如图 6.13 所示，“黄色矩形框”所示窗口为通过拖动叠加的窗口，现在要把它从叠加的窗口中分离出来，只需要将鼠标放在图中底部的“红色矩形框”区域，按住鼠标左键拖动鼠标，并在合适位置松开鼠标即可。

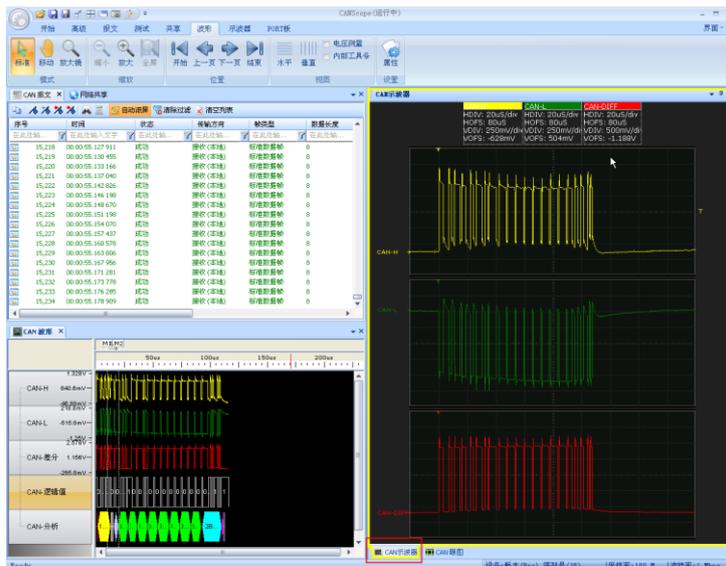


图 6.13 通过拖动叠加的窗口

6.3.3 拖动到多个窗口之间

当拖动窗口到多个窗口之间时，出现如图 6.14 所示的图标，其四个方向的小图标分别表示，将窗口放置在由这多个窗口组合成的区域的上、下、左、右四个位置上。



图 6.14 拖动图标_多个窗口之间

备注：当窗口处于选项卡状态时，不支持拖动；只有当窗口处于“浮动”状态，或者“平铺”状态时才支持拖动。

7. 视图区快捷菜单

7.1 CAN 报文视图区右键菜单

在报文视图区内，右键可打开快捷菜单，菜单说明如下：

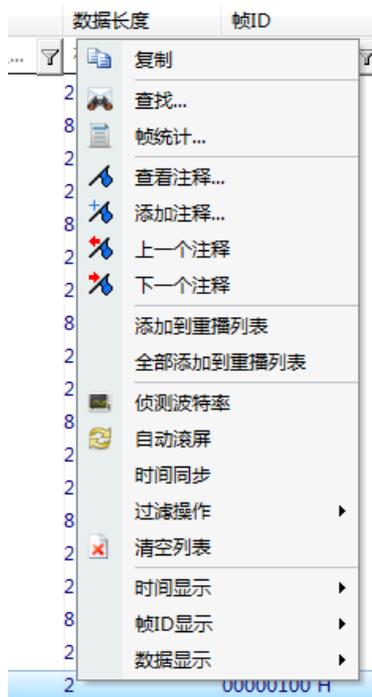


图 7.1 CAN 报文右键菜单界面

表 7.1 CAN 报文右键菜单说明

功能	说明
复制	复制当前选择的报文数据到剪切板
查找	打开“查找”窗口
帧统计	打开“帧统计”窗口
查看注释	打开“注释”窗口并查看注释详情
添加注释	打开“注释”窗口并添加新注释
上一个注释	自动跳转到上一个注释
下一个注释	自动跳转到上一个注释
添加到重播列表	将当前选中的数据添加到重播列表
全部添加到重播列表	将当前报文区中的所有数据添加到重播列表
侦测波特率	立即启动自动侦测波特率
自动滚屏	使能自动刷新/停止刷新采集的数据
时间同步	可用于多台 CANScope 的同步采集
过滤操作	清除过滤：清除数据过滤区输入的所有过滤条件； 过滤条件“与”：每个筛选框条件间进行“与”； 过滤条件“或”：每个筛选框条件间进行“或”
清空列表	清空数据视图区中的数据

续上表

功能	说明
时间显示	系统时间、相对时间、增量时间
帧 ID 显示	二进制、八进制、十进制和十六进制； 高位在前、低位在前； 左对齐（右补零）、右对齐（左补零）。
数据显示	二进制、八进制、十进制、十六进制和字符

备注：“系统时间”指计算机系统时间，“相对时间”指设置采集时间，“增量时间”指本帧头与前一帧头的
时间差。

过滤条件“与”和过滤条件“或”指筛选框之间的逻辑关系，比如用户需要看到 ID 为 0x001 和错误帧，则
在帧 ID 的筛选框中输入“001”，然后在状态的筛选框中输入“错误”，然后右击报文窗口，选择过滤操作为
过滤条件“或”即可。

7.2 CAN 波形视图区快捷菜单

如图 7.2、表 7.2 所示为波形视图内的右键快捷菜单和标签右键快捷菜单。

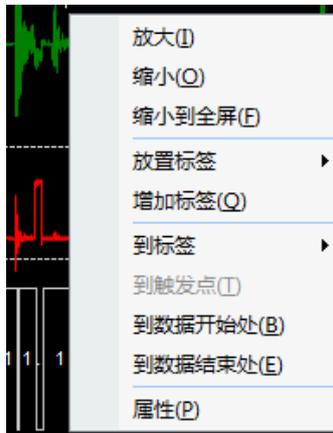


图 7.2 波形视图内的右键菜单

表 7.2 波形视图内的右键快捷菜单说明

功能菜单	说明
放大	放大波形
缩小	缩小波形
缩小到全屏	全屏显示波形
放置标签	在光标所在位置放置标签
增加标签	增加新的标签
到标签	转换到特定标签
到触发点	转换到触发点
到数据开始处	转换到数据开始位置
到数据结束处	转换到数据结束位置
属性	波形显示设置（正常情况下不需要点击， 如果需要波形叠加查看，则进行配置）

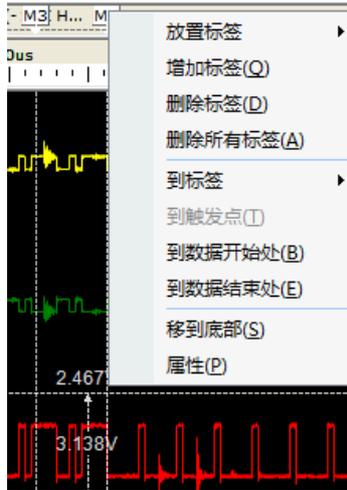


图 7.3 标签右键快捷菜单

表 7.3 标签右键快捷菜单说明

功能菜单	说明
放置标签	在光标所在位置放置标签
增加标签	增加新的标签
删除标签	删除选择的标签
删除所有标签	删除所有的标签
到标签	转换到特定标签
到触发点	转换到触发点
到数据开始处	转换到数据开始位置
到数据结束处	转换到数据结束位置
移到底部	将当前标签移动到底层, 当有多个标签重叠在一起时, 用来显示被覆盖的标签
属性	波形显示设置 (正常情况下不需要点击, 如果需要波形叠加查看, 则进行配置)

7.3 CAN 眼图和 CAN 示波器快捷菜单

如图 7.4 所示为 CAN 示波器和 CAN 眼图视图内的右键快捷菜单快捷菜单。

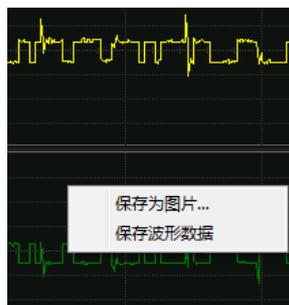


图 7.4 示波器、眼图视图内的右键菜单

表 7.4 示波器、眼图右键快捷菜单说明

功能菜单	说明
保存为图片	将波形或者眼图保存为图片
保存波形数据	将波形保存为 CSV 等格式

7.4 CAN 波形视图区内部工具条

CAN 波形视图区内的内部工具条，包括模式、缩放、位置、视图、位置这五大模块。



图 7.5 波形内部工具条

内部工具条功能说明如表 7.5 所示。

表 7.5 内部工具条说明

按钮图标	按钮名称	对应菜单按钮	功能描述
	标准模式	标准	该模式下鼠标为指针形状
	阅读模式	移动	该模式下鼠标为手形状，按住鼠标左键在视图区移动鼠标，可拖动波形视图
	放大镜模式	放大镜	该模式下滑动鼠标可放大和缩小小波形视图
	缩小	缩小	单击该按钮可按固定比例缩小小波形
	放大	放大	单击该按钮可按固定比例放大小波形
	全屏	全屏	单击该按钮可将波形视图缩小到全屏显示
	到数据开始位置	开始	跳转到视图的开始位置
	上一页	上一页	转到与当前视图相邻的上一页视图
	到触发位置	-	转到数据的触发位置
	下一页	下一页	转到与当前视图相邻的下一页视图
	到数据结束位置	结束	跳转到视图的结束位置
时间偏移	-	-	设置时间偏移量

7.5 CAN 报文视图区内部工具条

CAN 报文视图区内的内部工具条，如图 7.6 所示。



图 7.6 波形内部工具条

内部工具条功能说明如表 7.6 所示。

表 7.6 内部工具条说明

按钮图标	按钮名称	对应菜单按钮	功能描述
	复制	复制	复制当前选择的行数据到剪切板
	查看注释	查看注释	打开“注释”窗口并查看注释详情
	添加注释	添加注释	打开“注释”窗口并添加新注释
	上一个注释	上一个注释	自动跳转到上一个注释
	下一个注释	下一个注释	自动跳转到上一个注释
	查找	查找	打开“查找”窗口
	帧统计	帧统计	打开“帧统计”窗口
	自动量程	自动量程	自动将示波器参数调整到方便观察和测量位置
	自动滚屏	自动滚屏	使能自动刷新/停止刷新采集的数据
	清除过滤	清除过滤	清除数据过滤区输入的所有过滤条件
	清除列表	清除列表	清空数据视图区中的数据
	录音标记	-	点击后，按空格开始录音

8. 功能介绍

本章将详细介绍软件各个功能模块及基本操作等。软件主界面如图 8.1 所示。

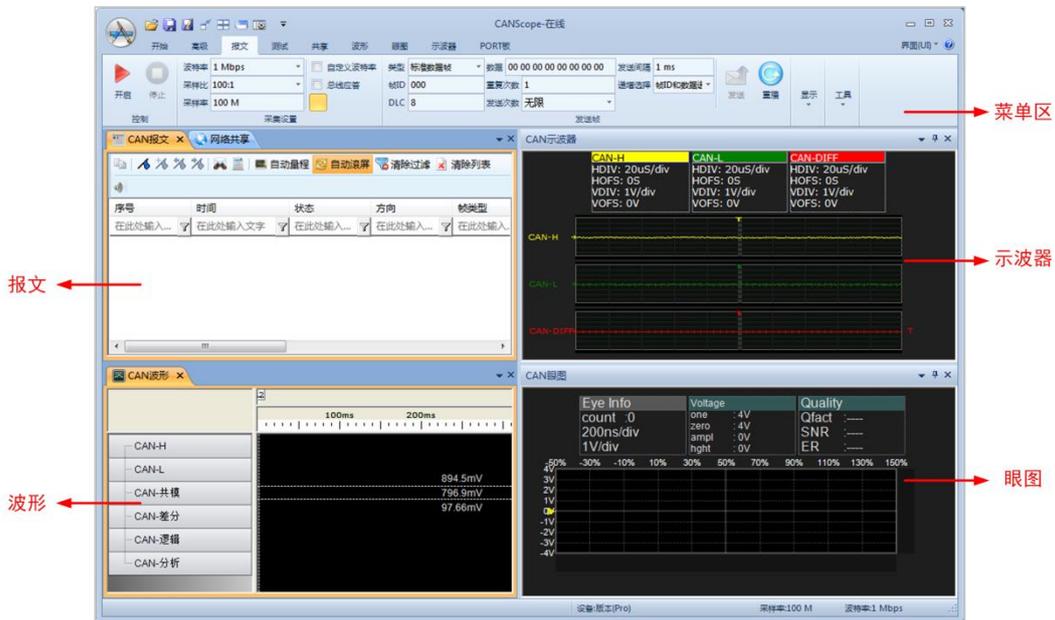


图 8.1 CANScope 主界面

8.1 基本物理层和链路层分析测试

8.1.1 自动侦测波特率与自定义波特率

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，如图 8.2 所示，为 125K 波特率下，在 CANScope 的 CAN 示波器中，菜单点击“时间测量”，即可在示波器中拖出光标，测量最小的脉宽时间，1 除以这个时间，就是波特率。



图 8.2 CAN 示波器上测量最小脉宽获得波特率

如果波特率不匹配或者波特率有所偏差，会导致识别信号的错误，造成无法通讯或者通讯异常。所以任何情况下，对 CAN 总线测试，首先都要测试波特率的准确性。

1. 自动侦测波特率

为了方便用户获得实际波特率，CANScope 包含自动匹配的功能，可以直观地反映总线上的真实波特率状况。

将 CANScope 的 CANH、CANL 接入总线，打开软件，在 CAN 报文界面，选中“侦测波特率”开关，开关变土黄色，这时点击“开启”，设备就开始自动匹配波特率，等待一段时间，CANScope 将自动统计出来的波特率结果填入波特率框，如图 8.3 所示，反映出实际的波特率为 125.4Kbps，说明和标准的 125K 有所偏差。



图 8.3 自动匹配波特率

2. 自定义波特率

某些情况下，采样点位置和 SJW 同步跳转宽度比较特殊，这时，如果直接采用默认的波特率，会导致 CANScope 接收的报文错误帧增多，所以需要进行波特率的自定义计算。勾选“自定义波特率”后，可根据计算工具得出的 BTR0、BTR1 值，设置图 8.4 中 BTR0、BTR1 值，在设置 BTR0、BTR1 值时，要去掉侦测波特率的使能，否则设置无效。



图 8.4 自定义波特率

如图 8.5 所示是计算界面，填入要计算的目标波特率值，再点击“Calculate”，即可在左边框中获得一系列的波特率寄存器值。

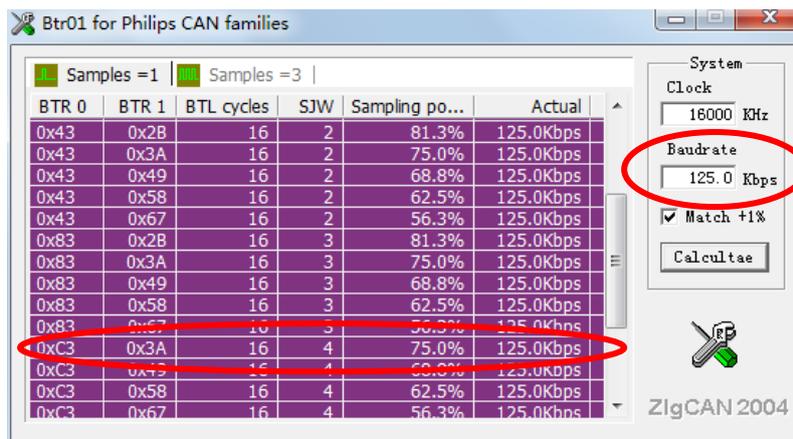


图 8.5 自定义波特率计算器

比如，选择了 SJW 为 4，采样点为 75% 的波特率值——0xC3,0x3A。就可以将这个值填入 CANScope 的 BTR0 和 BTR1 的框中，点击开启，即可以按照这个自定义波特率来运行。如图 8.6 所示。



图 8.6 自定义波特率配置

8.1.2 实时示波器测量分析

CANScope 的实时示波器是一款通用的双通道 100MHz 虚拟示波器，不但可以看 CAN 信号波形，其它信号的波形也可以观察。

用鼠标单击主界面上的“CAN 示波器”选项卡，可打开界面，如图 8.7 所示。CAN-H 为示波器测量 CANH 的波形，CAN-L 为示波器测量 CANL 的波形，CAN-DIFF 为差分后的波形 ($V_{CAN-H} - V_{CAN-L}$)。

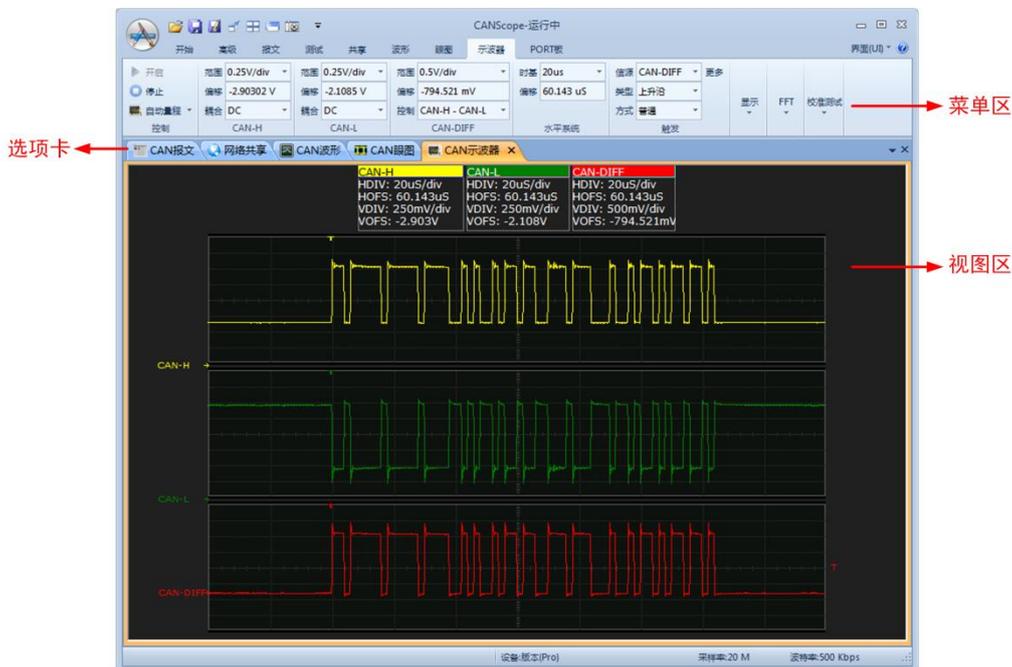


图 8.7 CAN 示波器界面

1. 波形信息介绍

如图 8.8 所示，为波形视图区当前显示的波形的基本信息。

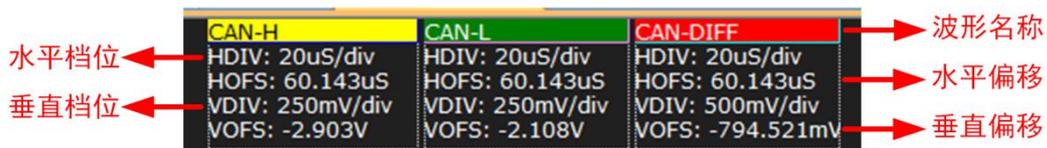


图 8.8 波形视图区基本信息

- ◇ 波形名称：显示对应波形通道的名称；
- ◇ 水平档位：显示水平系统的时基，表示水平每栅格所对应的时间长度，其对应菜单

区中“水平系统”子菜单的【时基】；键盘 Ctrl+鼠标左键可放大波形，键盘 Ctrl+鼠标右键可缩小波形。

- ◇ 垂直档位：显示波形的电压范围，表示垂直每栅格所对应的电压幅值，对应菜单区中“CAN-H、CAN-L 和 CAN-DIFF”子菜单的【范围】；
- ◇ 水平偏移：显示水平系统的偏移时间，对应菜单区中“水平系统”子菜单的【偏移】；
- ◇ 垂直偏移：显示波形的垂直偏移，对应菜单区中“CAN-H、CAN-L 和 CAN-DIFF”子菜单的【偏移】；

2. 调整耦合方式

在示波器的菜单中，CAN-H 和 CAN-L 中，都有耦合方式的调整，如图 8.9 所示。

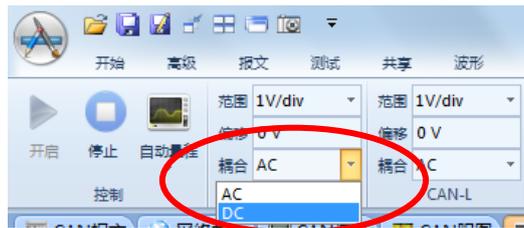


图 8.9 调整耦合方式

- ◇ AC：被测信号的直流分量被阻隔，可使用更高的灵敏度显示信号的 AC 分量；
- ◇ DC：被测信号的直流分量和交流分量可通过，在分析实际 CAN 波形电压时，建议使用 DC 耦合方式。

3. 调整触发位置

为了方便观测波形，需要先确定触发的位置。点击菜单“触发”中的信源，选择某个触发量，如图 8.10 所示。

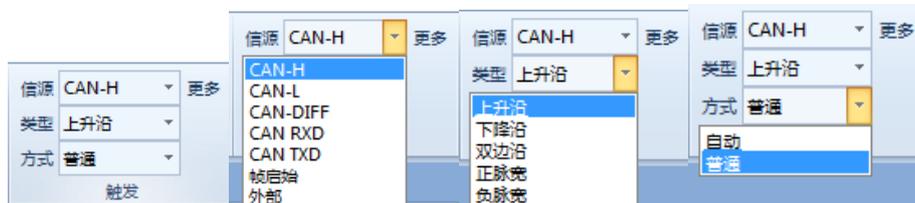


图 8.10 调整触发位置

- ◇ 信源：选择某个通道作为触发源，如果选择“帧起始”，就是自动识别帧起始位置开始触发，默认是 CAN-DIFF。
- ◇ 类型：选择触发的条件，默认是上升沿，如果信源是 CAN-L，类型要选择为下降沿。
- ◇ 方式：“普通”选项是指在满足触发条件时显示波形，不满足触发条件时保持原有波形显示，并等待下一次触发；“自动”选项是指不论是否满足触发条件都有波形显示，无信号输入时显示一条水平线；
- ◇ 触发电平调整：通过信源波形视图区右侧的“T”按钮来调整触发位置，如图 8.11 所示，为 CAN-H 为信源时，将鼠标放在“T”按钮上，这时鼠标指针变为上下方向的白色箭头，按住鼠标左键上下拖动鼠标即可（在拖动的过程中有一条横向的黄色线条表明当前位置）。

备注：当黄色线条拖出波形范围时，触发位置将失效，整个波形界面处于禁止状态。

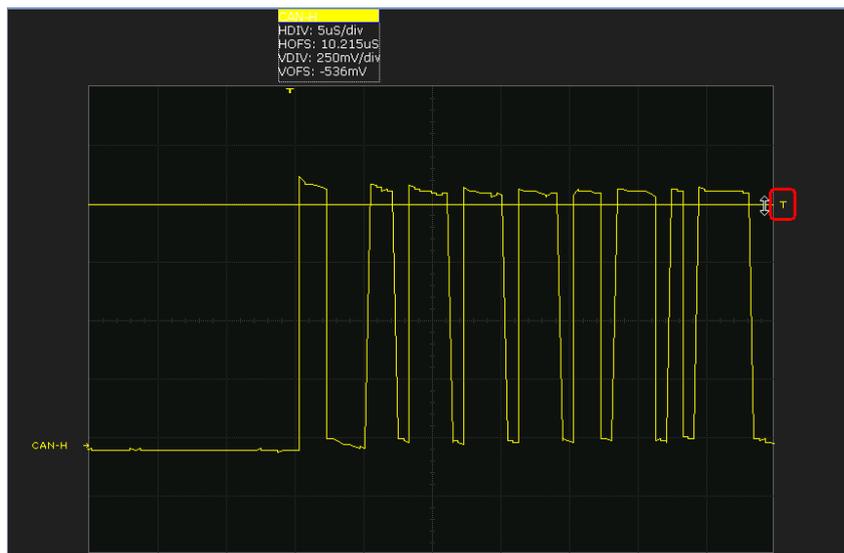


图 8.11 触发电平位置

4. 调整水平系统偏移

调整水平系统的偏移可从整体上改变波形的位置，可通过拖动视图区顶部的“T”形按钮来实现，如图 8.12 所示；或者也可以直接从菜单区的“水平系统”子菜单中的【时基】选项进行设置。

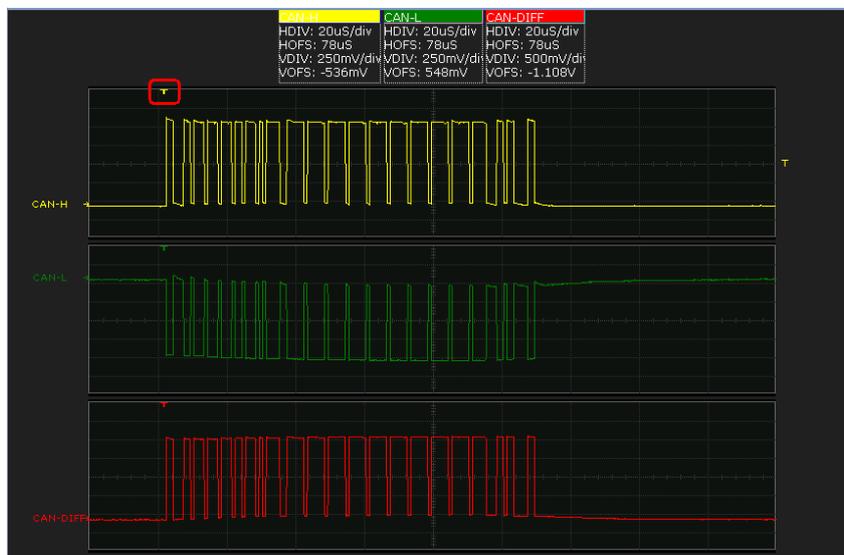


图 8.12 水平系统偏移调整之前

调整后的波形如图 8.13 所示。

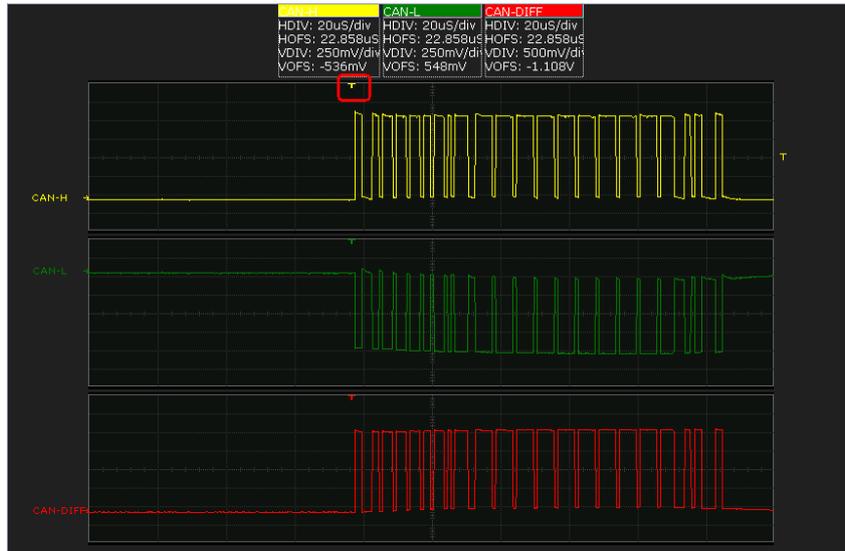


图 8.13 水平系统偏移调整之后

5. 时间测量和电压测量

在菜单区的显示模块中将“时间测量”和“电压测量”勾选上，分别显示“测量”选中的信号之垂直测量线和水平测量线。如图 8.14 所示。

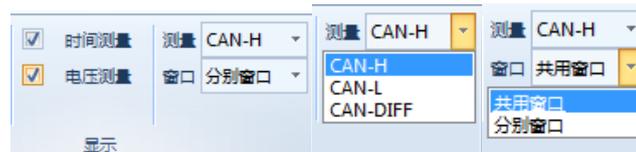


图 8.14 测量窗口

通过移动测量线来量测被测信号，量测值可显示在上方信息栏中，如图 8.15 所示。

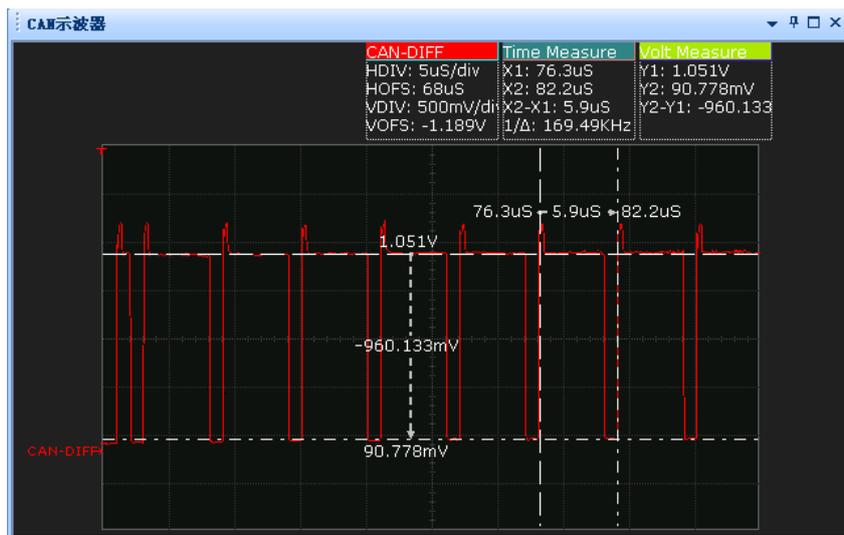


图 8.15CAN 示波器_时间测量和电压测量

窗口：共用窗口是指所有波形在同一个窗口出现，一般只用于 DC 耦合时，有共同的参考。默认是分别窗口。

6. 保存波形

在波形视图区单击鼠标右键，从弹出的快捷菜单中选择【保存为图片...】按钮，可将当前波形保存为 BMP、JPEG、GIF、TIFF 和 PNG 等格式的图片，如图 8.16 所示。

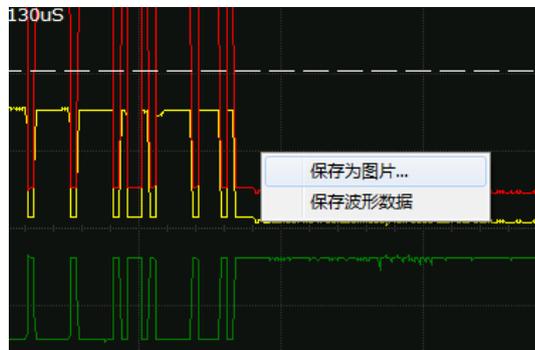


图 8.16 保存波形

7. 终端电阻启用与去除

由于 CANScope 接入总线的位置与角色不同，所以是否启用终端电阻并入总线就需要根据实际情况，通常来说，如果对一个已有的系统进行测试，则需要去除终端电阻；如果对于一个被测节点进行测试，则需要启用终端电阻。如图 8.17 所示。



图 8.17 终端电阻启用与去除

但是如果一条 CAN 总线上一个 120 欧终端电阻都没有，也是无法通讯的，对比图 8.18 的波形，可以看到 120Ω 终端电阻主要起到显性->隐性电平的加速放电作用，还有减小波形过冲的作用，这说明终端电阻起到了一定的阻抗匹配作用。

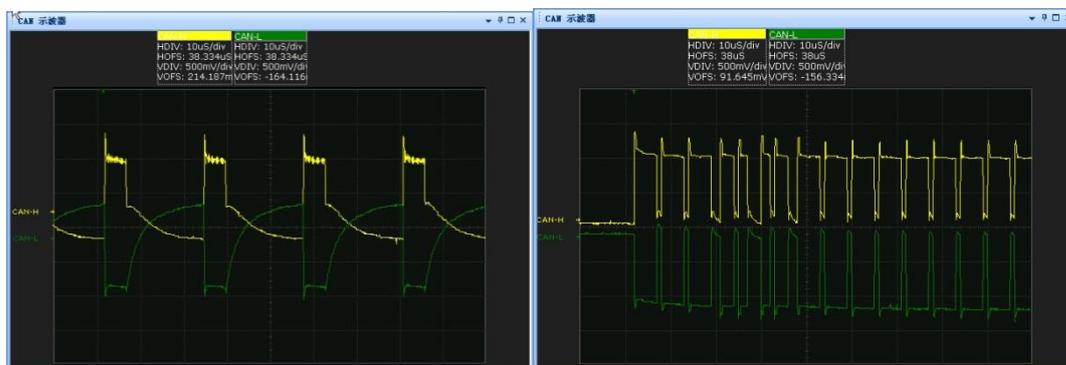


图 8.18 终端电阻不连接与连接的 CAN 总线波形对比

8. 硬件差分 and 数学差分

在测试现场，外部测试环境可能比较复杂，所以 CANScope 特别具备了硬件差分的功能，主要是在被测系统干扰比较严重，或者其参考地与 CANScope 供电的参考地不等的情况下

使用，如图 8.19 所示。软件默认是数学差分。

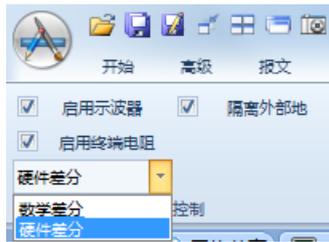


图 8.19 硬件差分和数学差分

8.1.3 眼图分析

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，观测信号畸变程度的一种统计方法。

CAN 总线上可能同时挂接多个 CAN 节点，而不同的 CAN 节点可能会使用不同的收发器和不同的波特率计算方法，而不同 CAN 节点的距离又不一定相同等原因，都有可能导致信号畸变，从而影响到信号的正确接收，所以需要使用眼图分析的方法来查看传输的信号是否符合，是否有风险。

例如 CAN-bus 的 ISO11898-1 规定显性逻辑的差分输入电压要大于 0.9V。如图 8.20 眼图所示，如果要让 CAN 总线正常通信，眼图中灰色区域的幅值最小值不能小于 0.9V，而图中测量到的眼高为 1.75V，是符合通讯要求的。

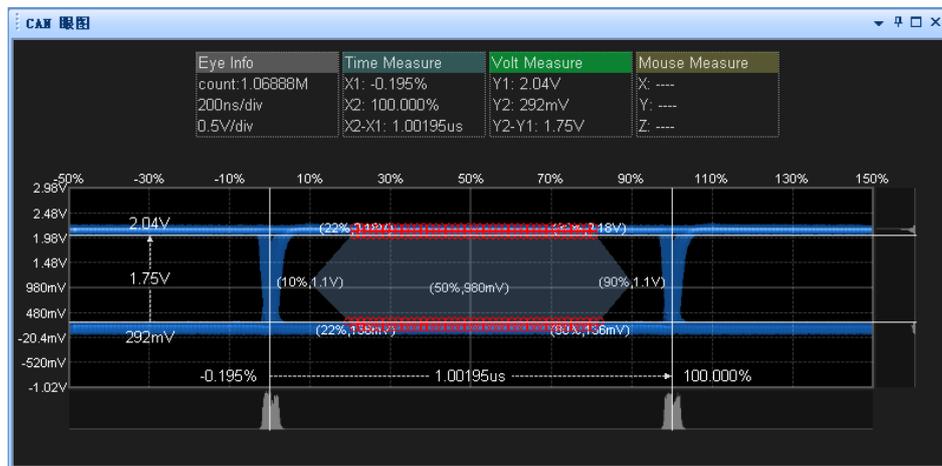


图 8.20 眼图分析

而在实际现场的眼图，由于每个节点的距离不同，导线分压等原因造成传输到测试点的幅值不同，所以产生了很多条亮线。如图 8.21 所示。

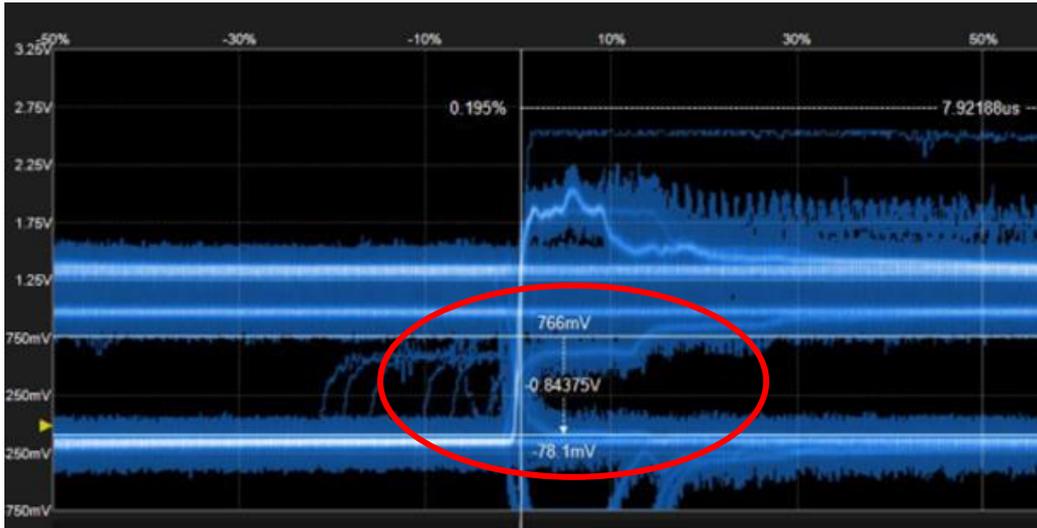


图 8.21 远距离传输的眼图

从图中可以测得最小的眼高为 0.84375V，小于最小的 0.9V 限值，说明这个总线传输是有问题的，至少存在不能被识别的隐患，现象就是错误帧增多，数据传输延迟。

用鼠标单击主界面上的“CAN 眼图”选项卡，可打开“CAN 眼图”界面，如图 8.22 所示。



图 8.22CAN 眼图界面

1. 保存眼图

在视图区单击鼠标右键，从弹出的快捷菜单中选择“另存为图片”命令，可将当前眼图保存为 bmp 格式的图片。

2. 眼图信息

如图 8.23 所示为视图区的眼图信息：

Eye Info	Voltage	Quality
count :303.28K	one :2.72V	Qfact :1
200ns/div	zero :0V	SNR :0.47 dB
1V/div	ampl :2.71875V	ER :63 dB
	hght :0.0625V	

图 8.23 CAN 眼图_眼图信息

- ◇ Count: 当前已叠加的位个数;
- ◇ 200ns/div: 水平时基档位为 200ns/格;
- ◇ 1V/div: 垂直电压范围为 1V/格;
- ◇ One: 高电平值, 上边的亮线;
- ◇ zero: 低电平值, 下边的亮线;
- ◇ ampl: 眼幅度, 即 one-zero;
- ◇ hght: 眼高, 眼幅度减去上下的模糊边界, 只保留中心黑色区域;
- ◇ Qfact: 质量因子, 眼幅度/(眼幅度-眼高), 值越小表示信号抖动越大;
- ◇ SNR: 信噪比, 即 $SNR = 20 * \log(qfactor)$;
- ◇ ER: 消光比, 即 $ER = 10 * \log(\text{pow}(10, \text{one}) / \text{pow}(10, \text{zero}))$, $\text{pow}(10, \text{one})$ 等于 10 的 one 次方, $\text{pow}(10, \text{zero})$ 等于 10 的 zero 次方。

如图 8.24 所示, 为常见的眼图测量参数。

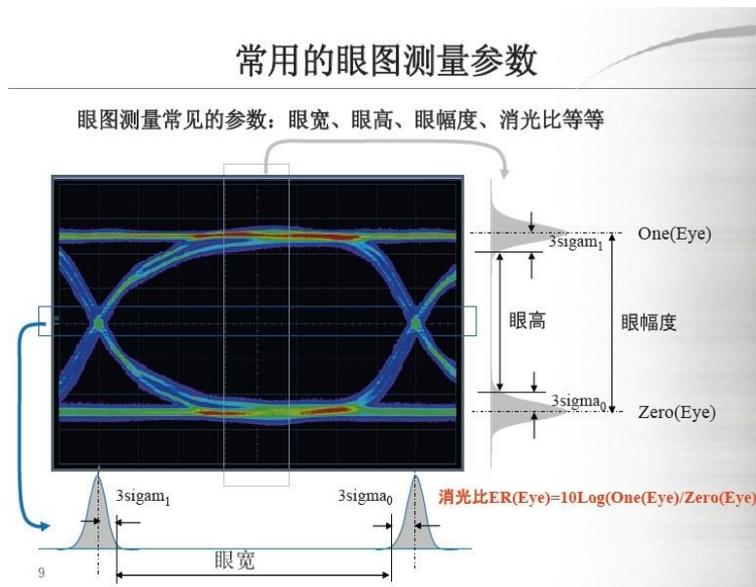


图 8.24 常用眼图测量参数

注: 只有 CAN 示波器自动量程完成后, 才能启动 CAN 眼图, 否则可能超出了边界而看不见眼图。

3. 载入模板

眼图模板用于检验和分析眼图的质量, 查找碰撞到模板的电平和对应帧, 从而查找出故障的源头。在菜单区的“眼图模板”模块中, 单击【载入模板】按钮, 可打开“眼图模板”窗口, 如图 8.25 所示, 在“眼图模板”窗口中, 可以导入系统自带的标准模板, 还可以导入自定义模板。

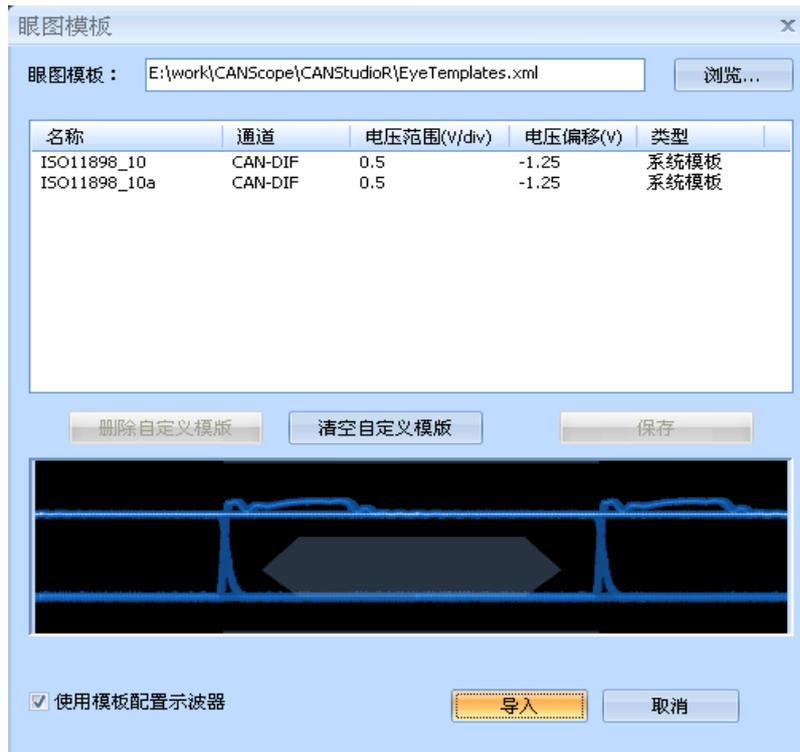


图 8.25CAN 眼图_载入模板

注：系统标准模板不可以删除，自定义模块可清空或删除。

4. 编辑模板

编辑模板功能允许用户编辑自定义眼图模板。设置自己规定的“禁区”。查找出异常波形的对应帧。

在菜单区的“眼图模板”模块中，单击【编辑模板】按钮，展开右侧的编辑栏，如图 8.26 红色框所示。如果再次单击【编辑模板】按钮，则可以将编辑栏收起来。编辑栏有【导出模板】、【添加多边形】以及【删除多边形】3 个按钮。



图 8.26CAN 眼图_编辑模板

单击【添加多边形】按钮，在打开的“多边形”窗口里编辑，包括模板的时间位置和电压位置。编辑完成后，单击【确定】即可，如图 8.27 所示。

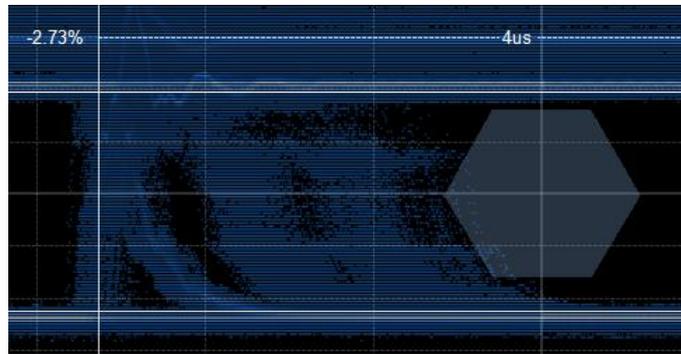


图 8.27CAN 眼图_添加多边形

或者直接使用鼠标，在眼图上面拖动左键，绘制出一个矩形的模板，如图 8.28 所示。框住一个区域，然后设置模板即可。

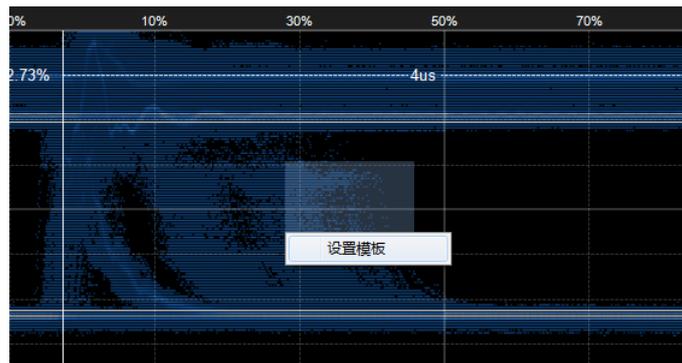


图 8.28 鼠标拖动左键设置矩形模板

单击【导出模板】按钮，可以将编辑完成的自定义模板保存下来。

5. 自动测量

自动测量是通过垂直测量线和水平测量线，自动给出眼宽和眼高的测量值。

在菜单区的“显示”模块中，单击【自动测量】按钮，可以显示垂直和水平两组测量线。垂直测量线自动给出眼宽的值，水平测量线自动给出眼高的值，如图 8.29 所示。当眼图很

杂乱时，不建议使用自动测量，因为系统已经无法自动判断，这时直接勾选前面的时间测量和电压测量，进行手动测量。

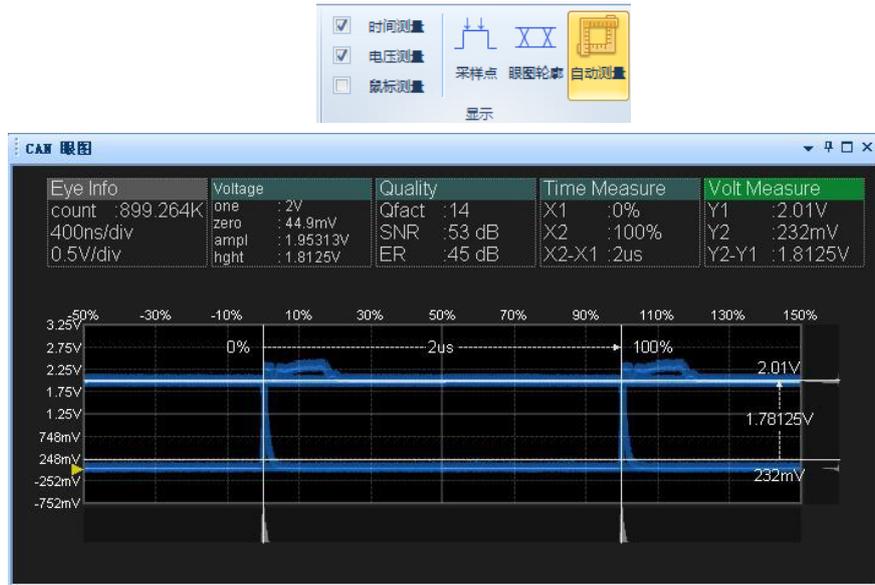


图 8.29CAN 眼图_时间测量和电压测量

6. 采样点位置评估

通过采样点位置评估，找到最佳采样点。在菜单区的“显示”模块中，单击【采样点】按钮，自动给出最佳采样点与同步段的时间位置，并通过不同底色来分区，凸显出眼图的最佳抽样区域，如图 8.30 所示。

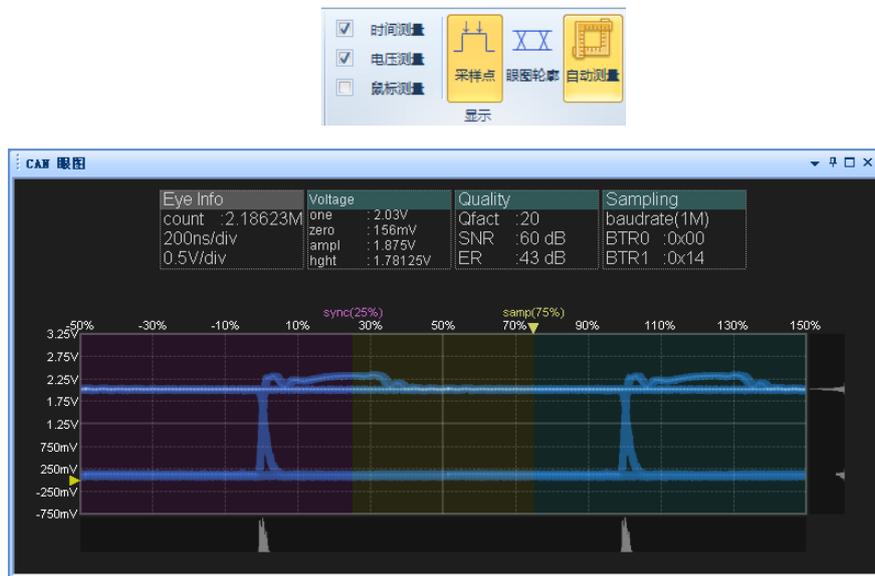


图 8.30CAN 眼图_显示采样点

可以通过鼠标拖动采样点位置，结合眼图，查找出最合适的采样点位置。

7. 眼图轮廓

通过眼图轮廓，可以在干扰很强的眼图中查找出大部分点分布的区域，方便测量。在菜单区的“显示”模块中，单击【眼图轮廓】按钮，如图 8.31 所示。

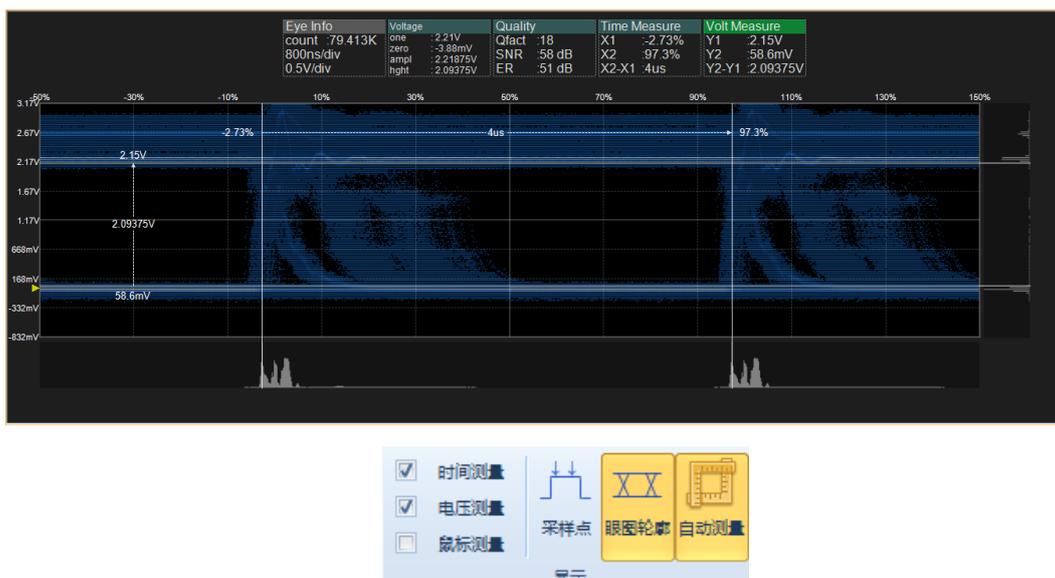


图 8.31 启动眼图轮廓功能

然后眼图自动进行统计学筛选，将出现最多的点保留下来。如图 8.32 所示。

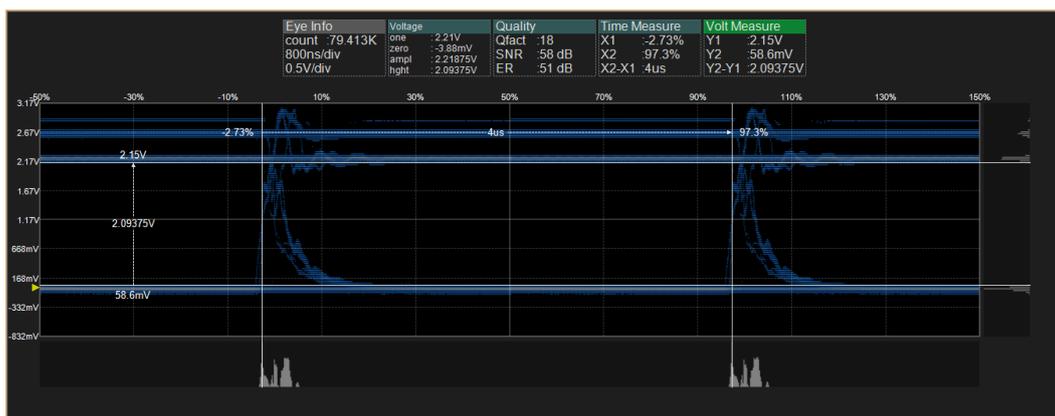


图 8.32 眼图轮廓效果

8.1.4 CAN 报文收发与统计

单击主界面上的“CAN 报文”选项卡，可打开“CAN 报文”界面，如图 8.33 所示。

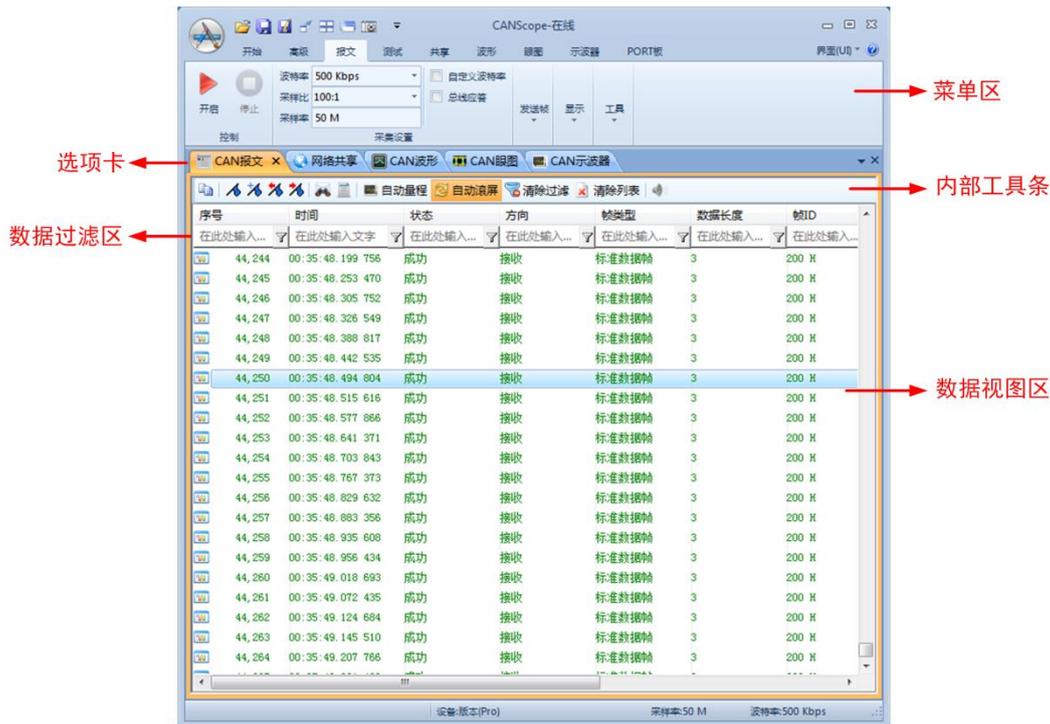


图 8.33 CAN 报文窗口

1. CAN 报文收发

CANScope 的 CAN 报文收发是其最基础的功能,即实现对 CAN 总线数据信息的收集。CANScope 记录报文为实时存储到 PC 硬盘,最大存储容量与用户 PC 硬盘大小有关,推荐记录不超过 3 亿帧。用户打开 CANScope,将设备测量线接头接入被测系统(设备),注意接线如果不正确则无法正确收发。环境连接好之后,CANScope 会默认进行自动的波特率匹配,并且将匹配好的波特率,自动填入波特率配置框中,如图 8.34 所示。

如果不想自动匹配波特率,或者自动匹配波特率与实际的不符合,则需要将“侦测波特率”点击成禁止状态(不变橙色),然后用户可以在波特率配置框中选择所需要的波特率,如果需要自定义波特率,则勾选“自定义波特率”进行计算,如图 8.4 所示。



图 8.34 开机自动匹配波特率

在 CAN 报文界面点击“开启”,这时 CANScope 默认进行一次示波器“自动量程”,保证存储的波形是可以被正确观测的。这个自动量程时间内 CANScope 不存储任何波形,用户可以切换到 CAN 示波器界面,观看匹配过程,等待自动量程结束后,接收的报文左侧出现波形标志,即表示匹配结束,如图 8.35 所示。如果用户发现 CAN 示波器中的波形位置不好观测,则可以再次点击“自动量程”进行调整。

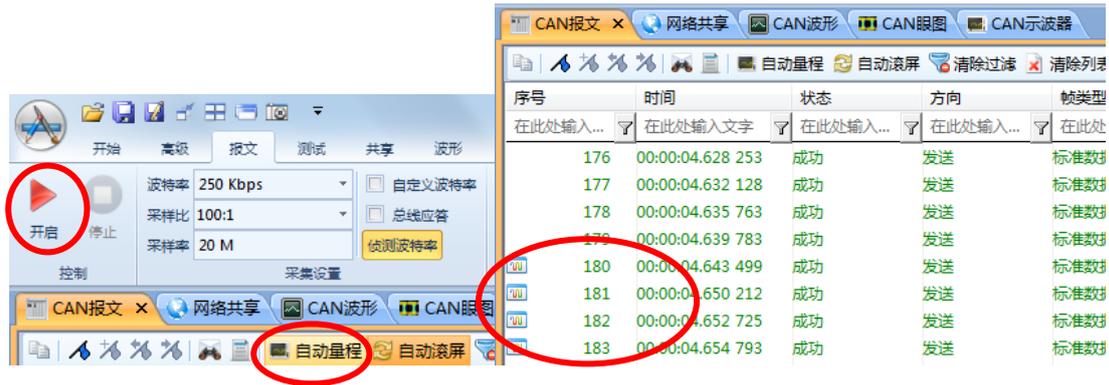


图 8.35 开启报文接收

如果用户需要发送数据，则可以在发送帧的框中，选择所要发送的帧内容，点击“发送”即可，如图 8.36 所示。如果需要触发发送或者规则发送，则在本文 8.4 节中有详细描述。

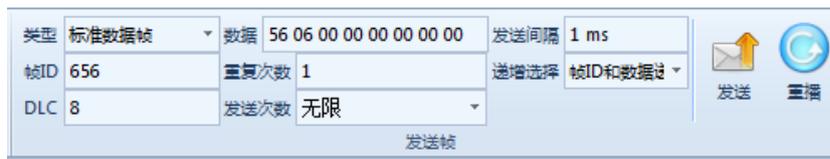


图 8.36 发送报文

注：如果开启接收报文后，全部显示错误报文（红色），有可能是总线 CANH 和 CANL 接反，或者是 PORT 头的终端电阻没有使能，或者是使用 CANScope-StressZ 时没有恢复成初始状态（只有 120 欧使能，并且启动 CANScope-StressZ）。

2. 报文统计分析

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。CANScope 软件为了方便这样的分析，专门在报文的工具栏中设置了“帧统计”功能，用户可以非常方便地进行数据统计。

首先需要点击报文“停止”按钮，确定要分析的对象样本，然后点击报文界面右上角的“帧统计”功能，即出现帧统计框，对所有收到的报文进行分类统计，如图 8.37 所示，并且可以“导出”成 EXCEL 报表。

注：为了保证数据正确性（因为自动匹配或者接线时可能会有异常数据），所以需要保证接线正确、自动匹配之后，点击“停止”，然后再“开启”报文接收，以清除异常数据。记录一定时间的报文，推荐记录 1 万-10 万帧作为一个评价基数。然后点击停止，进行下面的统计工作。

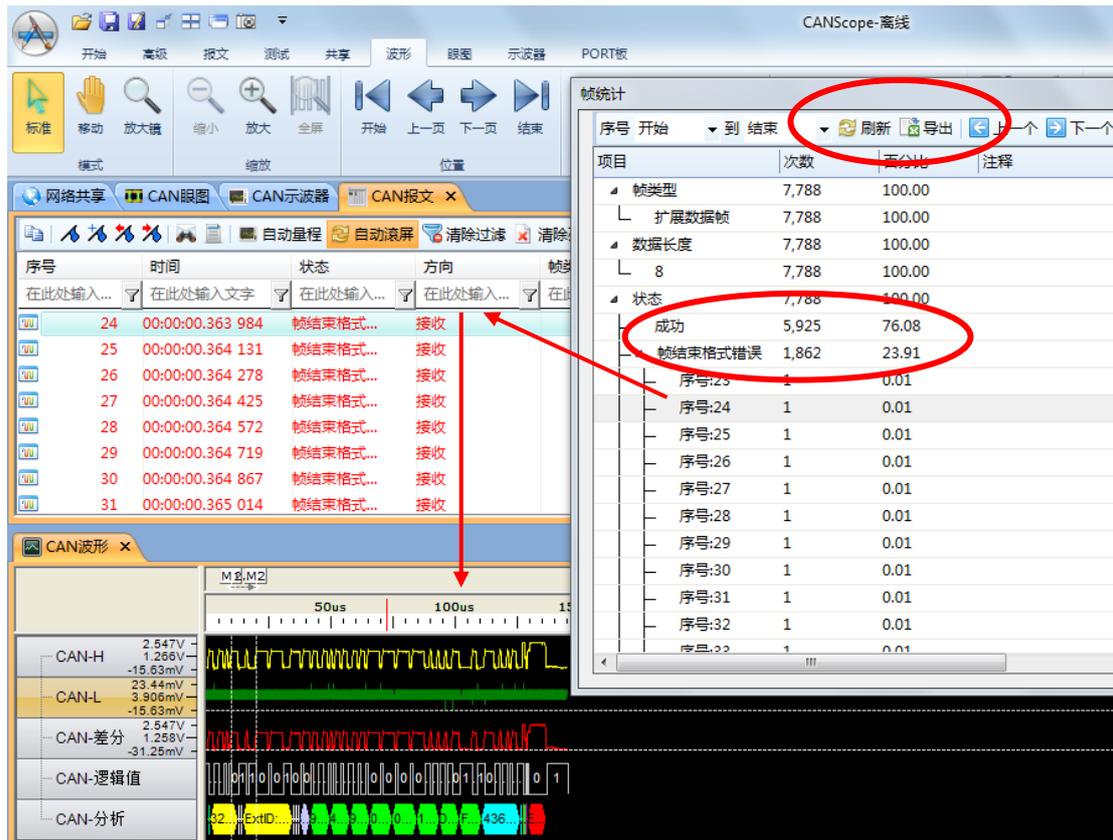


图 8.37 帧统计框

根据帧统计结果可知，成功 CAN 帧占 76.08%，其它的都是错误帧，每种错误类型和百分比都一目了然。并且可以通过展开错误统计列表，双击错误报文的序号，定位到所对应报文的位置，点击对应报文即可查看对应 CAN 波形，进行错误原因分析。

CAN 状态成功率的统计结果分析，如表 8.1 所列。

表 8.1 总线成功率评价标准

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）

注：由于 CAN 的校验机制，保证了错误不会被 CAN 节点接收，但错误的报文也会占用总线时间，导致正确的报文延时或者总线堵塞，所以提高传输成功率就是保证系统工作正常。

3. 过滤数据

过滤数据功能用于过滤从设备采集回来的报文数据，即在报文视图区显示的数据。

如图 8.38 所示，可对采集数据进行过滤，每个过滤条件下方有一个对应的输入框“在此处输入文字”，在这个输入框中输入过滤条件，可在报文视图区查看过滤结果。

序号	时间	状态	传输方向	帧类型	数据长度	帧ID	帧数据	事件标记	注释
在...	在此...	在...	在此处...	在此...	在此...	在此...	在此...	在此...	在...

图 8.38 数据筛选控制区

其中“序号、数据长度”使用完全匹配的方式，即输入的过滤条件必须和数据完全一样才能匹配，例如：在序号过滤框中输入“1815”，则只能匹配序号=1815 的数据；

其它的使用非完全匹配的方式，即输入的过滤条件和数据的前面部分匹配即可，例如：帧 ID 过滤框中输入“2e”，则可以匹配所有包含“2e”开头的报文，如图 8.39 所示。

方向	帧类型	数据长度	帧ID	帧数据	事件标
在此处输入...	在此处输入...	在此处输入...	2e	在此处输入文字	在此处
接收	扩展数据帧	8	OCA2E006 H	99 49 92 00 00 08 2...	
接收	扩展数据帧	8	OCA2E006 H	99 49 92 00 00 08 2...	
接收	扩展数据帧	8	OCA2E006 H	99 49 92 00 00 08 2...	
接收	扩展数据帧	8	OCA2E006 H	99 49 92 00 00 08 2...	
接收	扩展数据帧	8	OCA2E006 H	99 49 92 00 00 08 2...	
接收	扩展数据帧	8	OCA2E006 H	99 49 92 00 00 08 4...	
接收	扩展数据帧	8	OCA2E006 H	99 49 92 00 00 08 4...	
接收	扩展数据帧	8	OCA2E006 H	99 49 92 00 00 08 4...	
接收	扩展数据帧	8	OCA2E006 H	99 49 92 00 00 08 4...	
接收	扩展数据帧	8	OCA2E006 H	99 49 92 00 00 08 4...	

图 8.39 数据筛选

4. 查找数据

查找数据功能用于对采集的数据进行查找，在“查找”窗口中配置，如图 8.40 所示，打开“查找”窗口有两种方式：一是在报文的“工具”模块中，单击【查找】按钮；二是在数据视图区右击打开的快捷菜单中，单击【查找...】命令。



图 8.40 查找窗口

在“查找”窗口中设置查找条件，设置完成后，单击【上一个】或者【下一个】按钮，软件将自动从数据视图区中查找数据，如果有找到符合条件的项，会出现提示信息，如图 8.40 红色矩形区域所示，返回视图区，查找到的报文会高亮显示，如果没有找到，将给出“没有找到下一个”的提示。

8.1.5 CAN 波形记录与分析

波形记录的意义就在于可以“回家再分析”，就是说现场只要记录即可，不需要在现场进行分析。单击主界面上的“CAN 波形”选项卡，可打开“CAN 波形”界面，如图 8.41 所示。

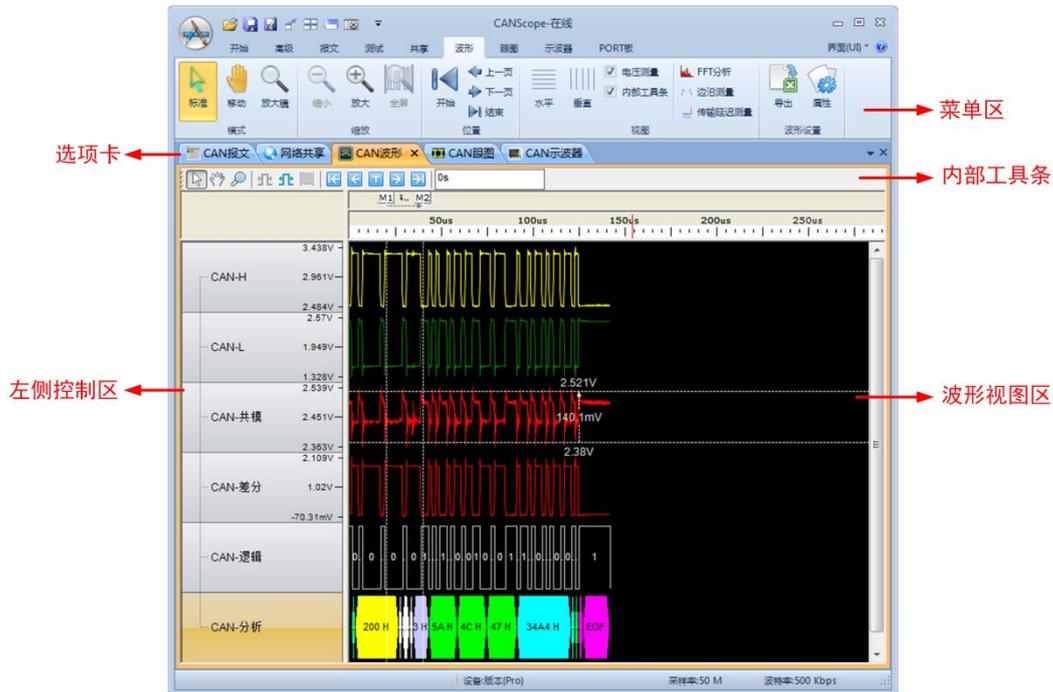


图 8.41 CAN 波形界面

1. CAN 波形记录与保存

CANScope 默认开启波形记录功能，如果用户将图 8.42 中的“PORT 板”的“启用示波器”的勾选去掉，则波形记录就失效，所记录的波形为乱码。



图 8.42 启用示波器与波形记录

通常为了方便报文与波形对照查看，可以在选项卡右边右击鼠标，选择新建水平选项卡组，如图 8.43 所示。

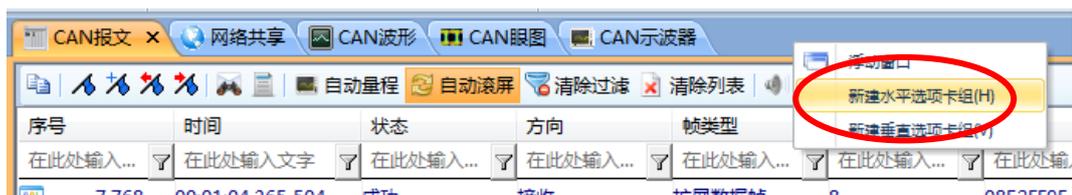


图 8.43 新建水平选项卡

然后就可以点击有波形标准的报文，对应查看波形，如图 8.44 所示。

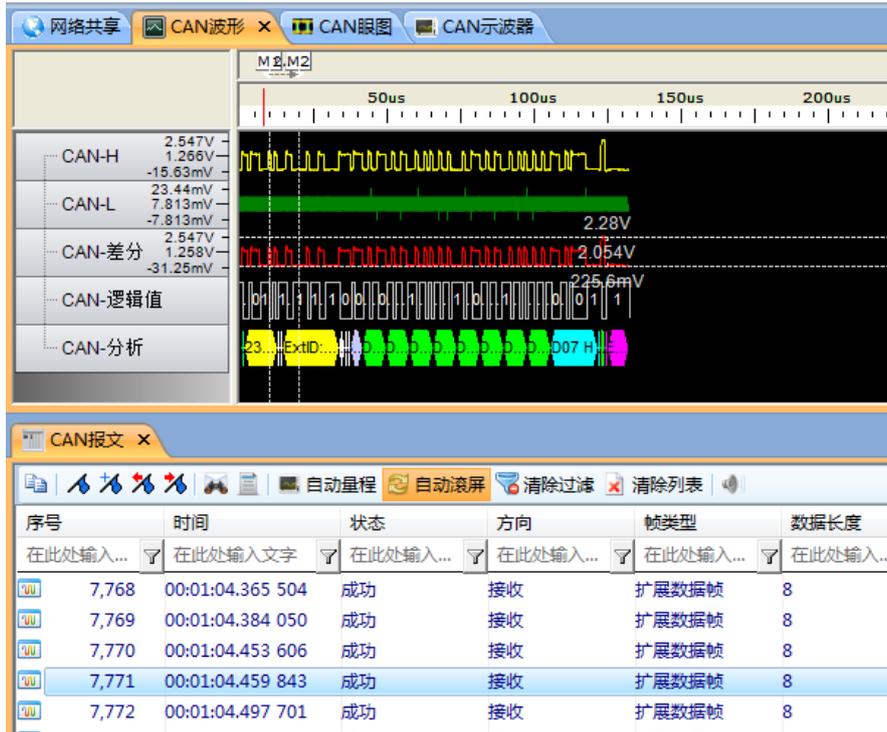


图 8.44 报文与波形对应查看

由于波形数据量比较庞大，以 USB2.0（480M）的速度，也不能实时全部传到 PC 机，故在运行时，波形数据全部存于 CANScope 设备中，只有当用户点击某一个带波形的报文，才上传这一报文的波形，或者用户点击【报文】选项卡中的“停止”，然后再点击“保存”，勾选“保存波形数据”方可将全部波形数据从 CANScope 设备中传到 PC 保存。

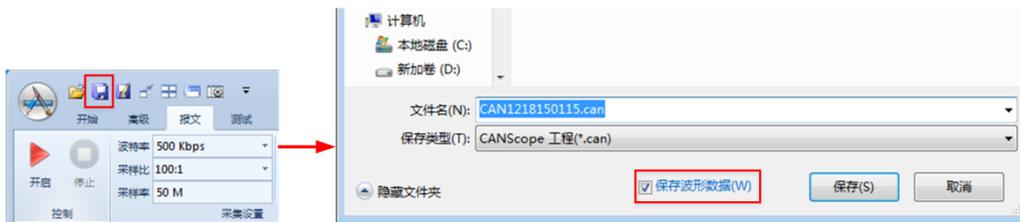


图 8.45 波形保存

2. CAN 波形查看

在波形界面中，默认的是 CANH、CANL、CAN 差分、CAN 逻辑、CAN 分析 4 个展示方式，如图 8.46 所示。



图 8.46 CAN 波形展示

用户可以点击“波形设置”菜单，如图 8.47 所示。



图 8.47CAN 波形_属性设置

- ◇ 属性：单击可打开波形属性窗口，如图 8.48 所示，在 CAN 波形“波形视图区”，右键快捷菜单中选择“属性”也可以打开该窗口。

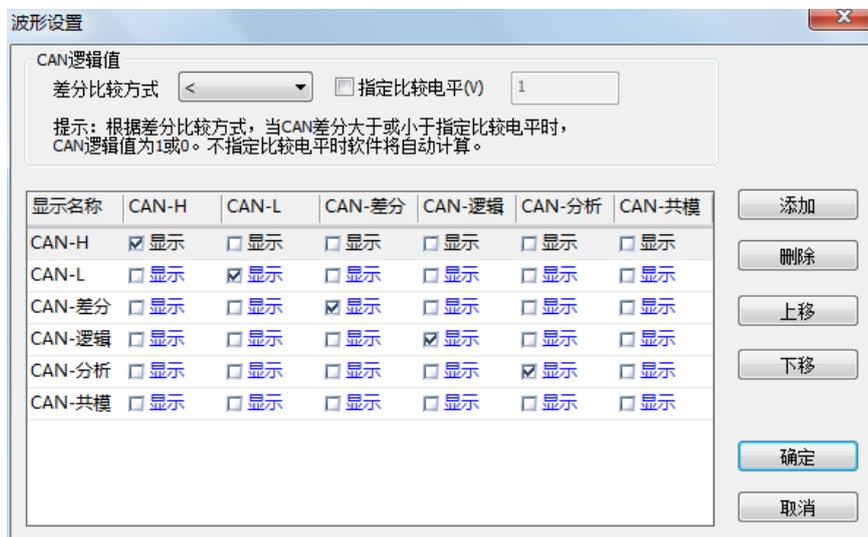


图 8.48CAN 波形_波形属性窗口

波形显示默认有五组波形通道，显示名称为：CAN-H、CAN-L、CAN-差分、CAN-逻辑、CAN-分析，波形默认显示为本身对应的波形。

每一路通道可以显示五种类型的波形，可以自由配置需要显示的波形。例如：在 CAN-差分通道中勾选“CAN-H”和“CAN-差分”，那么将在波形视图区 CAN-差分通道中显示“CAN-H”和“CAN-差分”两种波形。设置完成后，返回 CAN 波形窗口，在 CAN-差分通道已经可以看到“CAN-H”和“CAN-差分”叠加后波形，如图 8.49 中红色矩形区所示。

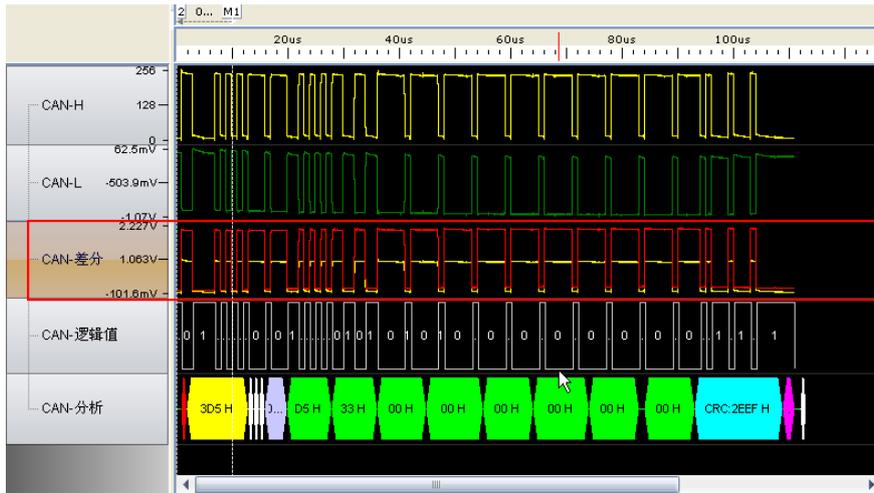


图 8.49 CAN 波形_波形显示

一般来说，如果 CAN 示波器中使用 DC 耦合方式，记录下来的波形才有进行叠加对比的意义，否则只是对比峰峰值。

如果将属性中的“CAN 共模”选中，则可以在波形界面的最后出现 CAN-共模的波形，这是叠加在两线上的 CAN 共模信号，主要用于分析干扰信号频率和特征，如图 8.50 所示。

显示名称	CAN-H	CAN-L	CAN-差分	CAN-逻辑	CAN-分析	CAN-共模
CAN-H	<input checked="" type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示
CAN-L	<input type="checkbox"/> 显示	<input checked="" type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示
CAN-差分	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input checked="" type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示
CAN-逻辑	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input checked="" type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示
CAN-分析	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示	<input checked="" type="checkbox"/> 显示	<input type="checkbox"/> 显示
CAN-共模	<input type="checkbox"/> 显示	<input checked="" type="checkbox"/> 显示				



图 8.50 CAN-共模波形

3. CAN 波形测量

CANScope 提供了非常灵活的波形测量手段，可以通过鼠标停留，测量出当前鼠标停留处波形的幅值与所处逻辑电平的位置，如图 8.51 所示。

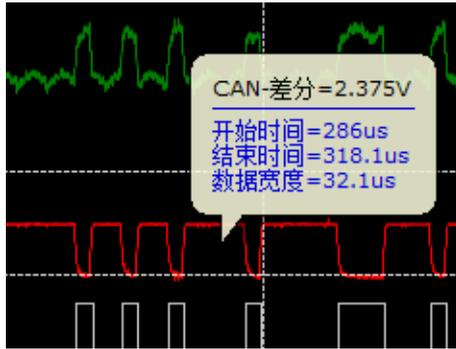


图 8.51 鼠标测量

或者可以通过移动电压幅值和时间脉宽测量线，测量出所需要的信息。如图 8.52 所示

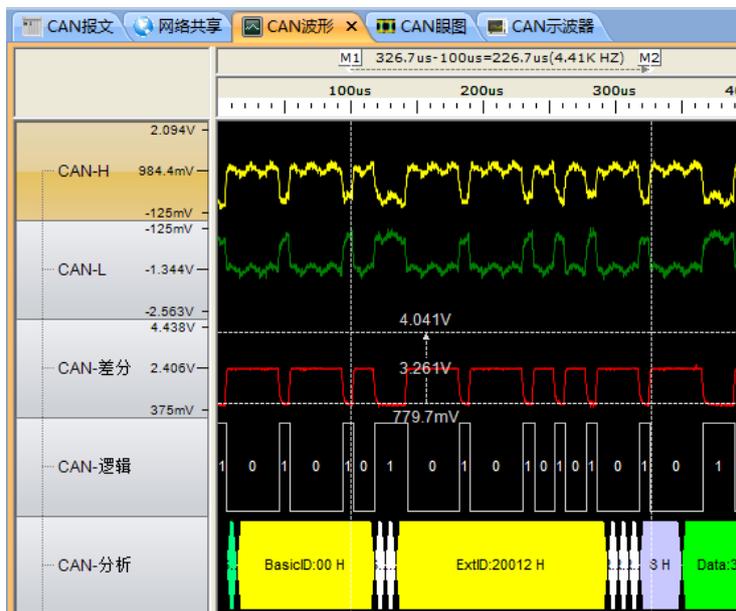


图 8.52 电压和幅值测量

可通过键盘的 **Ctrl**，然后点击鼠标左键，放大波形，如果点击鼠标右键，即缩小小波形。鼠标滚轮向前，窗口即往波形帧头移动，鼠标滚轮向后，窗口即往波形帧尾移动。

在波形测量前，需要确定 CAN 示波器的测量的耦合是 AC 耦合还是 DC 耦合，如图 8.53 所示，为同样节点发出报文的 CANH 波形，由于耦合方式不同，左图为 AC 耦合（CANH 变化的幅值，隐性电平平时 CANH 电压为参考），电压测量为 1.466V；右图为 DC 耦合（对信号地位参考），电压测量为 3.62V。

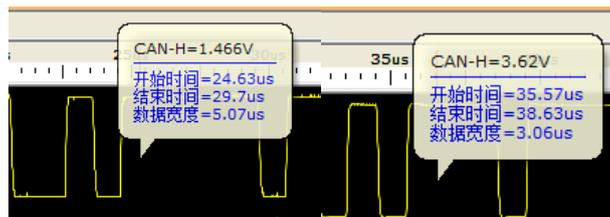


图 8.53 AC 耦合和 DC 耦合设置

到标签：从波形区域的右键快捷菜单中选择命令“到标签”，从其子菜单中选择要转到的标签即可。如果子菜单中没有找到想要的标签，可以选择“更多标签...”命令，打开标签窗口，从中选择标签，如图 8.56 所示。

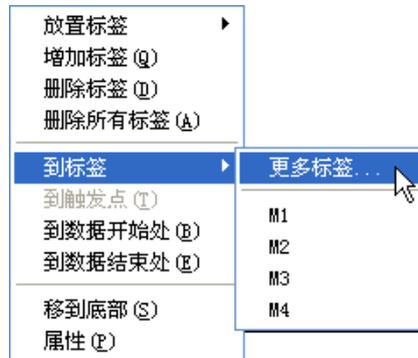


图 8.56 “到标签”命令

◇ 底层标签

当同一个位置有多个标签重叠时，可在标签上单击鼠标右键，从快捷菜单中选择“移到底部”命令将当前标签移动到底层，从而使下一层标签移到顶层变为可视状态。示例：标签 M1 和 M2 重叠在一起，如图 8.57 所示。

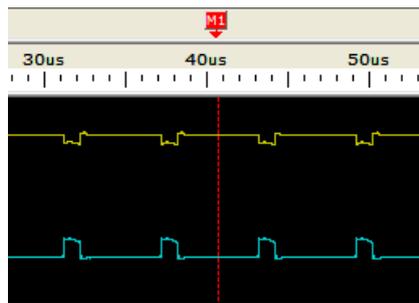


图 8.57 重叠的标签

如图 8.58 所示，将鼠标放在标签上，此时鼠标变为白色双向箭头，单击鼠标右键，从弹出的快捷菜单中选择“移到底部”命令。

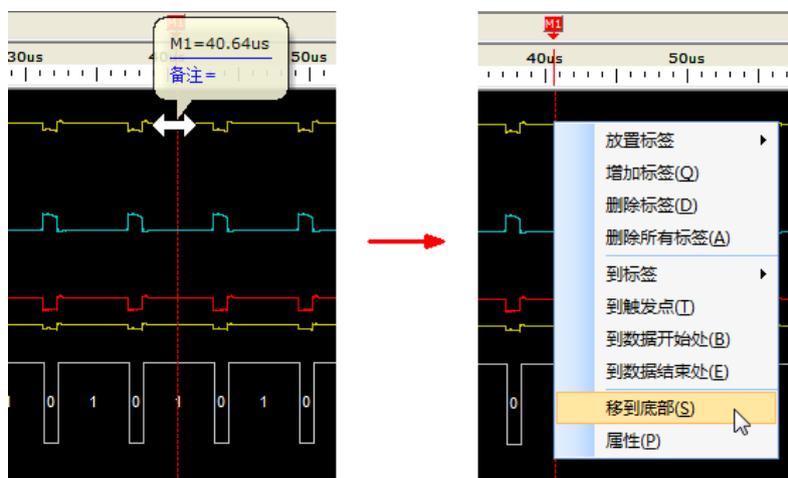


图 8.58 将标签移到底部的操作过程

可以观察到标签 M1 被移到底部, 原来在 M1 下一层的标签 M2 显示出来成为当前标签, 如图 8.59 所示。

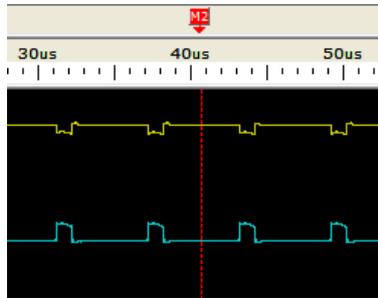


图 8.59 移到底部操作成功

◇ 移动标签

将鼠标放在标签上, 这时光标变为白色双向箭头, 按住鼠标左键左右移动鼠标即可。

如果鼠标在波形区域, 那么按下鼠标左键移动鼠标时会出现十字标识符: , 释放鼠标标签将转换到标识符所在位置。

◇ 具体波形块

在波形视图区, 按下鼠标左键拖动鼠标, 可看到鼠标移过之处出现一个透明的矩形, 如图 8.60 所示, 随着鼠标的移动, 矩形随之变化, 当释放鼠标左键时, 将出现一个快捷菜单, 选择菜单中的命令可对矩形区进行操作。

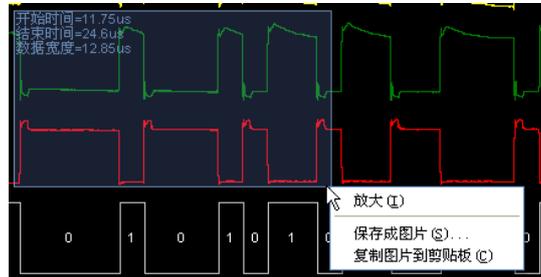


图 8.60 在波形视图区拖动鼠标

◇ 电压测量

在菜单区内的“视图”模块中, 将“电压测量”前面的勾选框勾选上, 在波形视图区会出现两条水平测量线, 默认位置为 CAN-DIFF 波形通道处, 量测电压时, 将鼠标放到测量线上, 会出现一个双向箭头, 按住鼠标左键上下拖动测量线, 可以在视图区任意水平位置内拖动, 在拖动的同时, 测量线的电压值也会随着变化, 如图 8.61 所示。

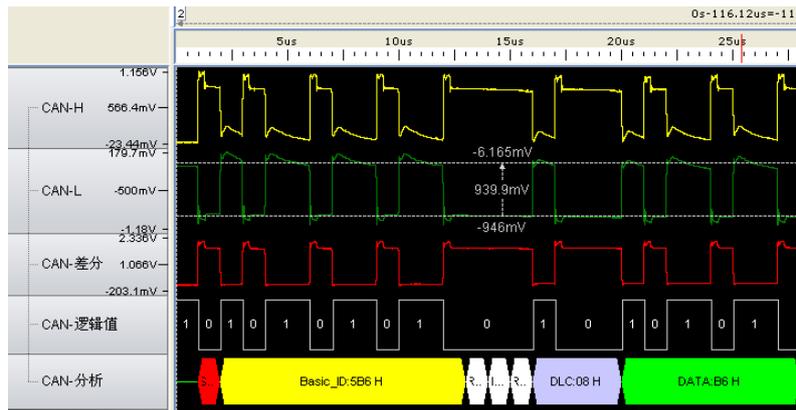


图 8.61 CAN 波形_电压测量

8.1.6 CAN 报文重播（录播）

CANScope 分析仪具有报文重播功能，即可以将现场 CAN 系统或者设备发送出来的现场数据进行完整“录像”，然后在实验室模拟 CAN 系统或者设备将报文数据完整地发送到 CAN 网络。

这个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，通常需要先将其记录下来，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。

在 CAN 报文中先导入保存的工程，然后在报文区，右击选择“全部添加到重播列表”，如图 8.62 所示。

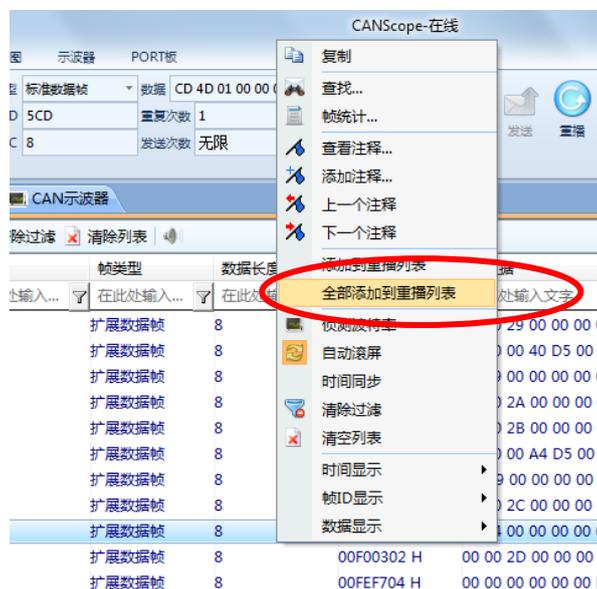


图 8.62 添加报文到重播列表

然后，再点击“重播”弹出框中选择“播放”，这些记录数据即从 CANScope 发出到 CAN 总线上。这些报文的时间间隔是严格按照先前接收的时间顺序排列，如图 8.63 所示。用户可以选择全部播放或者在帧前面勾选部分进行播放，也可以输入发送次数。

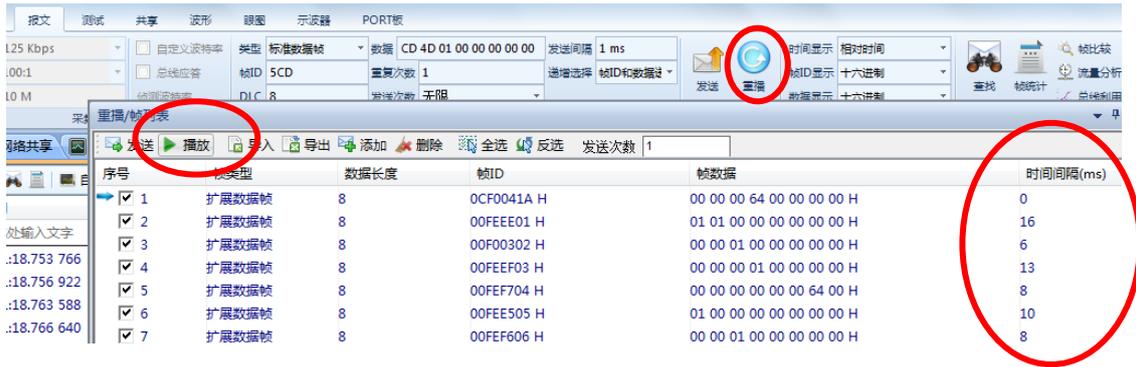


图 8.63 重播操作

如果用户需要在重播列表中添加新的发送帧，可以选中需要发送时刻之前的重播帧，然后点击菜单上面的“添加”，可以设置帧 ID、类型、数据信息、与前一帧的时间间隔等参数，如图 8.64 所示。

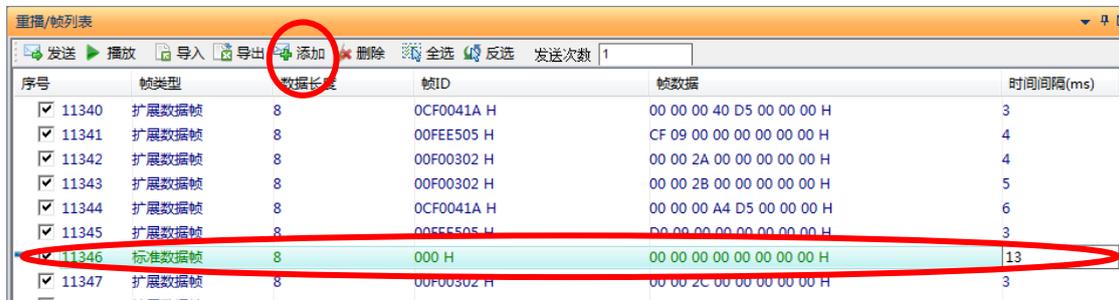


图 8.64 重播添加新帧

8.1.7 FFT 共模干扰频谱分析

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 总线通讯异常的必需步骤。一般干扰分为正弦频率干扰与周期脉冲干扰。针对前者 CANScope 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，这个多发生在有电磁阀、继电器、或者电流周期通断的场合，在变化的时候产生很强的耦合信号导致 CAN 通讯中断。

CANScope 提供了 2 种 FFT 分析方法：

1. CAN 示波器实时 FFT 分析干扰频率

将 CANScope 连接到 CAN 网络，打开 CAN 示波器，菜单中“FFT”选择一个测量通道，比如这里选择 CAN-DIFF，如图 8.65 所示。

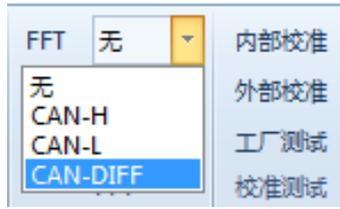


图 8.65 实时 FFT 分析

然后在波形图中，即可查看到当前的 FFT 分析的情况，图 8.66 所示是没有人加入干扰频率的差分信号 CAN_DIFF 的波形及其 FFT 分析结果，当在 CAN_H 信号线人为加入频率为 400KHz 的干扰信号，差分信号 CAN_DIFF 的波形及其 FFT 分析如图 8.67 所示，在 400KHz、800KHz 等位置可以看出存在干扰。



图 8.66 无干扰频率的差分信号 CAN_DIFF 的波形及其 FFT 分析



图 8.67 加入干扰频率的差分信号 CAN_DIFF 的波形及其 FFT 分析

为了方便查看 FFT 干扰频率，CANScope 将幅值最强的 4 种频率在 FFT 左上方显示出

来，如图 8.68 所示。



图 8.68 实时 FFT 幅值排列

2. CAN 波形记录 FFT 分析干扰频率

通常情况下，在现场进行实时 FFT 分析准确度难以保证，所以使用存储的 CAN 波形记录进行 FFT 分析是最常用的手段。因为这个分析必需要有波形，而 CANScope 最多存储 1.3 万帧波形，所以建议是在整个系统满负荷工作情况下，再启动 CANScope，这样取得 1.3 万帧的波形比较有代表意义。

如果是单帧分析，即点击 CAN 报文中波形的任意一帧，然后切换到 CAN 波形中（或者使用新建水平窗口），即可看到这帧的波形，点击右上方的“FFT 分析”，如图 8.69 所示。

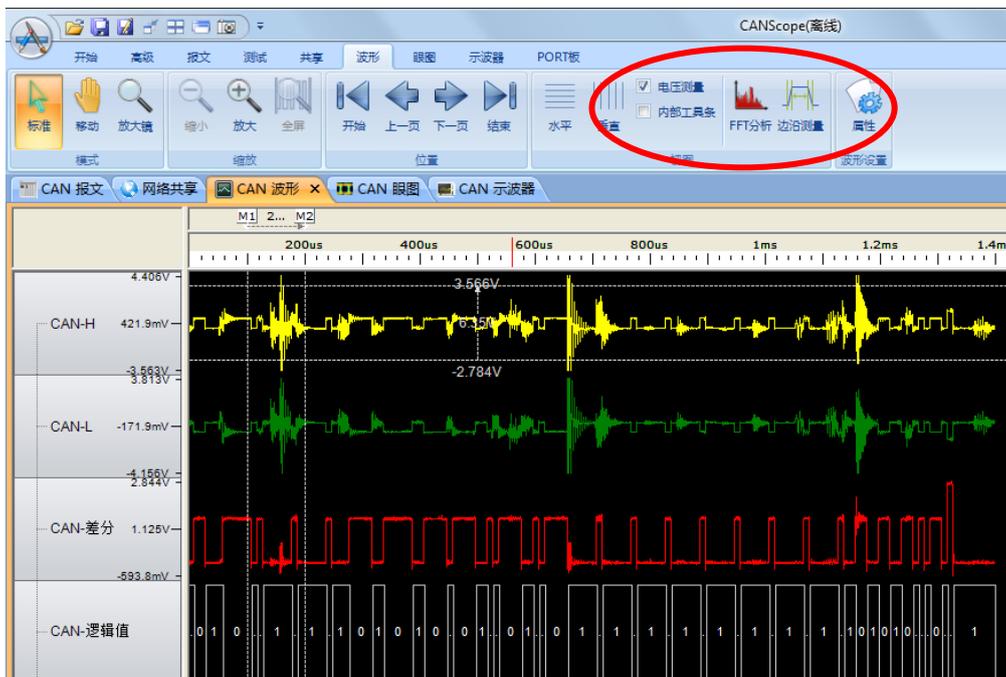


图 8.69 单帧 FFT 分析

随即弹出分析结果，选择“CAN 共模”的方式，可以滤除正常信号，让干扰信号水落石出，右边表格排列的是干扰频率的排名，只需关心幅值最高的频率即可，如图 8.70 所示。

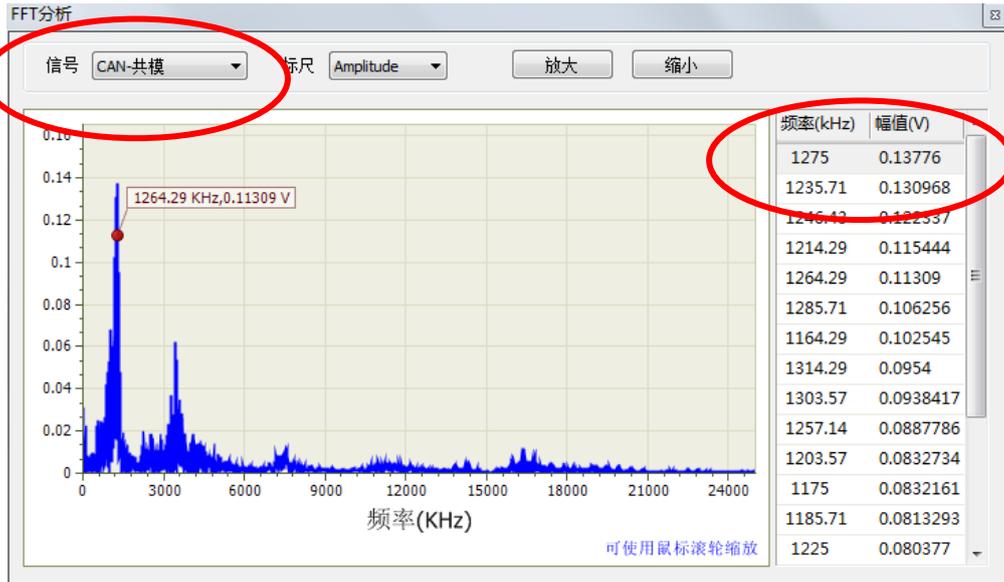


图 8.70 波形记录 FFT 分析

但对于现场排查故障的工作来说，单帧分析无法全面了解干扰的情况，所以在 CAN 报文界面的工具栏中，有“FFT 共模干扰”的统计分析，如图 8.71 所示。



图 8.71 FFT 共模干扰工具

点击后，即出现“共模干扰统计”框，设置好干扰幅度门限（默认为 0.2V），点击开始统计即可，软件自动将干扰幅值从大到小进行排序，用户也可以双击进行对应帧查看，同时将最有可能的干扰频率显示出来，如图 8.72 所示。



图 8.72 共模干扰统计结果

可见，这个波形主要受到 1.2422MHz 左右的正弦频率干扰，幅值可高达 222mV，一般来说如果超过 200mV 即有影响正常通讯的风险（CAN 显性电平为 0.9V，一般需要高于 1.1V 才能保证基本的通讯）。找到干扰频率后，我们需要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。

如果是周期脉冲性干扰，在 FFT 变化后，由于不是正弦的信号，所以大部分能量还是集中在 0HZ，所以这个情况下需要人工进行测量，如图 8.73 所示，这个周期性的脉冲是 20KHZ，但用 FFT 的结果是看不出来的。



图 8.73 周期性脉冲干扰 FFT 无法分析

8.1.8 传输延迟分析与导线等效长度预估

CAN 总线主要制约其传输距离的，就是总线传输延迟，因为导线通常延时为 5ns/m，还有隔离器件的延时，所以导致应答位破坏了发送节点所预定的应答界定符，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，所以制约了通讯距离，如图 8.74 为总线延迟的危害。



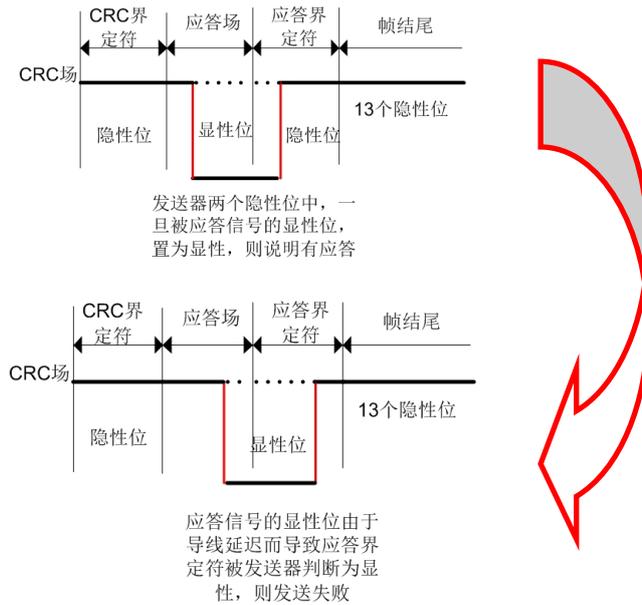


图 8.74 总线延迟的危害

延时有各方面的原因，如导线材质（镀金的0.2平方毫米线相当于1.0平方毫米的铜线）、CAN 收发器与隔离器件（比如光耦的延时高达 25ns，而磁隔离只有 3-5ns）。

如图 8.75 所示即为一个由于延时导致的错误。由于 ACK 界定符被前面的应答场严重压缩，导致被某个节点识别为显性（原本是隐性），所以这个识别错误的节点后面发出了错误帧，进行全局通知，让发送节点重新发送。因此控制延迟，留有裕量是保证 CAN 通讯质量中很重要的因素。

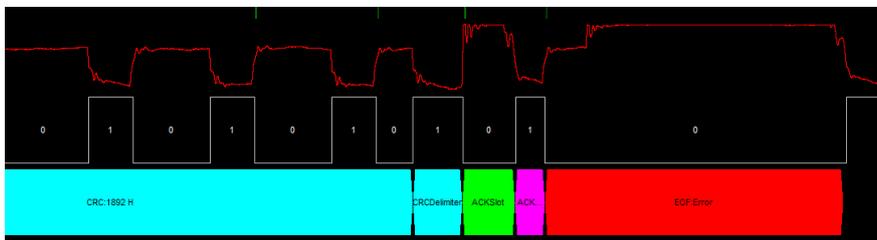


图 8.75 传输延迟导致的错误

CANScope 软件中提供了传输延迟测量的功能，可以进行单帧的延迟测量，也可以进行所有波形的延时统计，同样，本分析需要对波形先进行记录。

1. 单报文传输延迟测量

点击 CAN 报文中波形中的任意一帧，然后切换到 CAN 波形中（或者使用新建水平窗口），即可看到这帧的波形，点击右上角的“传输延迟测量”，如图 8.76 所示。



图 8.76 单帧传输延迟测量

随即弹出分析结果，传输延迟包括了导线延迟和收发器（隔离器件）的延迟。其范围为最小延迟~最大延迟，如图 8.77 所示。

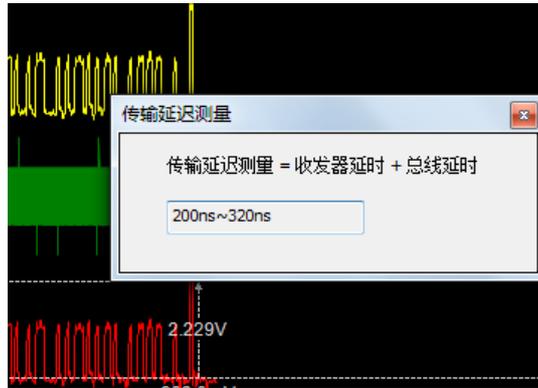


图 8.77 单帧传输延迟测量结果

2. 所有报文延时统计

在记录好的 CAN 报文界面中的工具栏中，找到“传输延时”的统计分析，点击即可进行延时分析，如图 8.78 所示。



图 8.78 传输延时统计

统计完毕后，会得到一个延迟列表（延时从大到小排列），如图 8.79 所示，可以点击对应的序号定位到对应的帧。

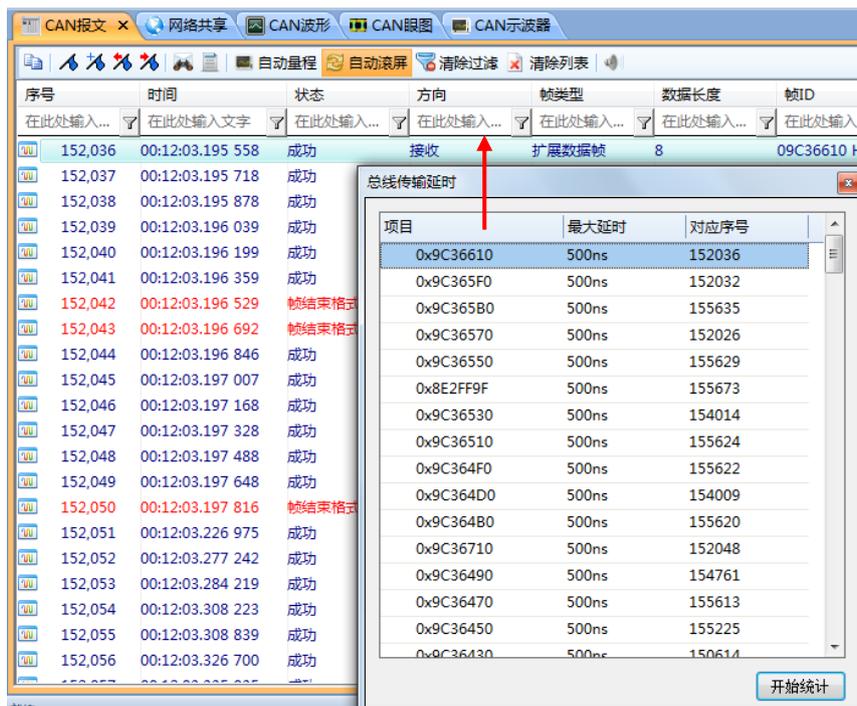


图 8.79 传输延时统计结果

这个范围中，最大延时是指在此测量点测到的最大延迟节点的传输延迟，要控制小于 0.245 倍位时间，比如 1M 波特率，要控制最大值小于 245ns，否则会有应答错误风险。

0.245 这个值的计算方法是：因为传输是来回，所以 CAN2.0B 协议规定，传输延迟如果达到 0.5 倍的位时间，这时的传输距离是理论上的最大传输距离，为了保证可靠，我们要控制在 70% 的理论传输距离，但现在我们一般在每个节点上面都加了隔离，所以即使发送节点发出来的报文，就已经带有延时了，所以计算就要 $0.5 \times 0.7 \times 0.7 = 0.245$ ，才能保证一个稳定运行状态。

由于总线上面挂接的节点距离测试点都不同，所以引起的延时都不一样。为了检测出总线最大的延迟，通常建议测试点放在总线最远两端，测试的对象也是总线最远两端的两个节点发出来的报文，如图 8.80 所示。

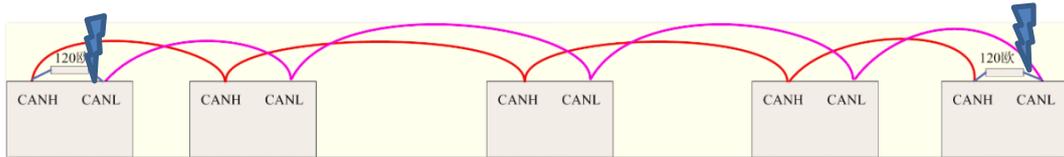


图 8.80 最远端测量总线延迟

这样可以研究到总线的最大延迟。例如：假定测量延时的这个帧，是最左边节点发出的，测量点如果在发送节点这端，则最大应答延迟为整体导线延迟+最远端节点（即最右端）的电路延迟（包括隔离器件与收发器延迟）；测量点如果在最右端，则最大应答延迟只包含这个最右端节点的电路延迟（包括隔离器件与收发器延迟）。

所以用这个方法也可以测量某个节点的电路延迟。或者可以通过延迟测量出导线的等效长度，即最大延迟 ÷ $(2 \times 5\text{ns/m})$ ，图 8.81 框选的导线等效长度即是根据此公式计算的。根据波特率计算的最长等效传输距离公式： $(\text{位时间} \times 0.2) / (5\text{ns/m})$ 。

项目	最大延时	对应序号
0x09C36610	500ns	152036
0x09C365F0	500ns	152032
0x09C365B0	500ns	155635
0x09C36570	500ns	152026
0x09C36550	500ns	155629
0x08E2FF9F	500ns	155673
0x09C36530	500ns	154014
0x09C36510	500ns	155624
0x09C364F0	500ns	155622
0x09C364D0	500ns	154009
0x09C364B0	500ns	155620
0x09C36710	500ns	152048
0x09C36490	500ns	154761

>此系统的导线长度等效为50米，包括隔离器件与收发器延时等效的导线长度，按5ns/m计算规则。
>此波特率的实用最长等效传输距离为40米。

开始统计

图 8.81 延时测量出等效导线长度

8.1.9 波形边沿斜率与带宽分析

测试 CAN 节点信号边沿的上升/下降时间，上升/下降斜率，以及带宽，是表征信号波形质量好坏的重要指标。

斜率太小导致位宽度畸变，影响通讯质量，如图 8.82 所示，原本 100us 的位宽，由于边沿太缓，变成了 93us。

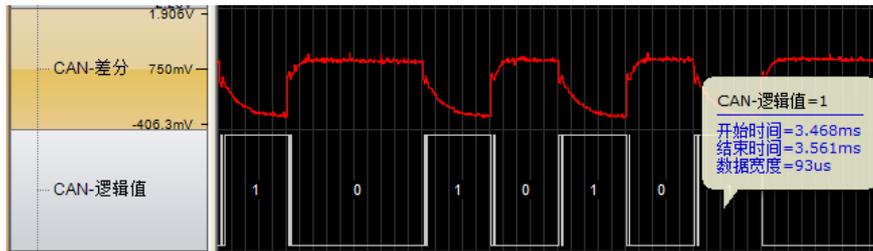


图 8.82 斜率过小导致波形畸变

而斜率太大会造成信号反射，波形失真，导致收发器采样出错，然后在汽车电子等产品在做 CE、3C、整车厂等认证时，EMI（辐射）指标无法通过，如图 8.83 所示。



图 8.83 斜率过大导致 EMI 超标

所以对 CAN 波形的边沿斜率测量有着重要的实用意义。

1. 单波形边沿测量

信号边沿测量主要针对的是波形进行测量，所以也需要先记录一定量的数据和波形，然后点击某个报文，切换到单独的波形界面，点击“边沿测量”，如图 8.84 所示。本测试要保证总线两端各加有一个 120 欧终端电阻，否则测试结论无效。

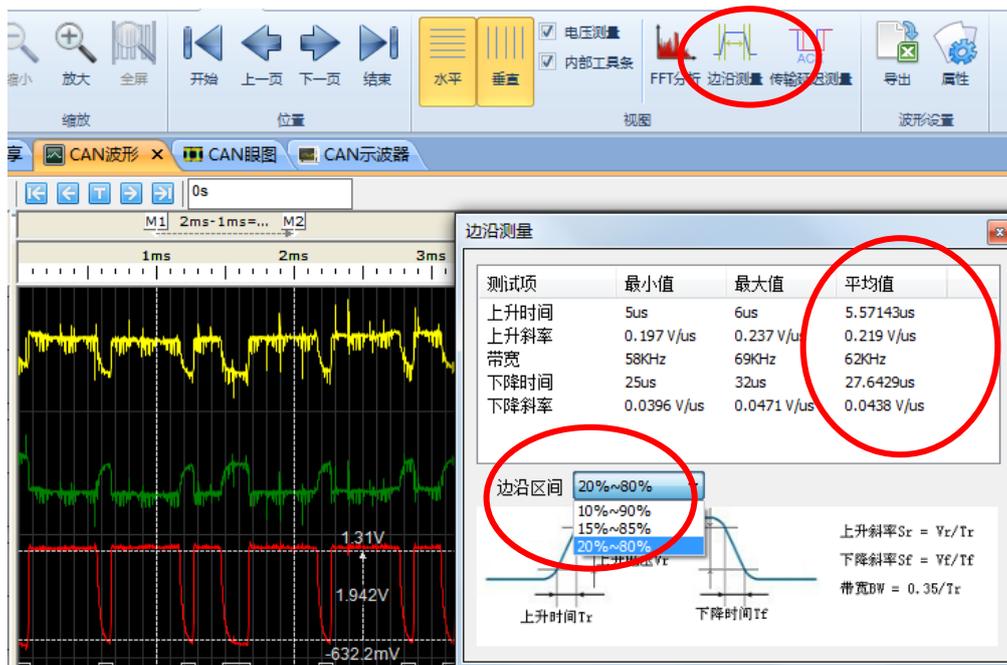


图 8.84 边沿测量

由于考虑到不同机构的标准，边沿区间可以进行对应的选择，默认 20%~80%，即边沿计算斜率的时间，是波形电压的 20%~80% 这个区间，也可改成 10%~90%，即如图 8.85 所示。

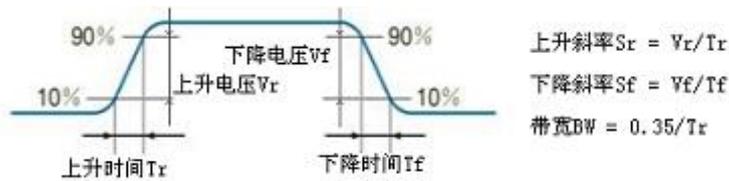


图 8.85 边沿区间

2. 边沿统计

为了体现出整体总线的波形边沿情况，CANScope 在“CAN 报文”界面的“工具”栏中添加了“边沿统计”功能，如图 8.86 所示。



图 8.86 边沿统计功能

即对所有存储的波形进行统计，然后可以进行按带宽、上升时间、上升斜率、下降时间、下降斜率和帧 ID 进行排序，如图 8.87 所示。以此可以统计出本总线的极限值，与其对应的报文。

帧ID	上升时间	上升斜率	下降时间	下降斜率	带宽
0x09C36...	101ns	8.91 V/us	113ns		3.47328M
0x09C36...	101ns	8.92 V/us	113ns		3.47328M
0x09C36...	101ns	8.99 V/us	113ns	8 V/us	3.47518M
0x09C36...	101ns	9.02 V/us	115ns	7.91 V/us	3.47682M
0x09C36...	100ns	9.02 V/us	111ns	8.13 V/us	3.48605M
0x09C36...	100ns	8.99 V/us	112ns	8.05 V/us	3.48605M
0x09C36...	100ns	8.86 V/us	113ns	7.85 V/us	3.48605M
0x09C36...	100ns	8.93 V/us	114ns	7.87 V/us	3.48605M
0x09C36...	100ns	8.9 V/us	113ns	7.87 V/us	3.48659M
0x09C36...	100ns	8.94 V/us	111ns	8.07 V/us	3.48659M
0x09C36...	100ns	8.76 V/us	114ns	7.72 V/us	3.48754M
0x09C36...	100ns	8.89 V/us	116ns	7.71 V/us	3.5M
0x09C36...	100ns	8.9 V/us	114ns	7.78 V/us	3.5M

图 8.87 边沿统计排序

边沿的情况还可以用带宽方式体现，方便工程人员快速判断问题进行定位。

从 EMI 方面考察，各大汽车厂商规定上升和下降斜率不得大于 16V/us。所以我们标定一个节点的斜率是否符合规范，可以采用这个标准。

所以在信号质量方面，广州致远电子股份有限公司设定的边沿标准保证了信号质量不会

由于边沿问题导致通讯问题，如表 8.2 所示。

表 8.2 边沿与带宽测量标定标准

差分电平	良好	合格	很差
上升时间（20%-80%）	<0.070*位时间	(0.07~0.12)*位时间	>0.12*位时间
下降时间（20%-80%）	<0.070*位时间	(0.070~0.12)*位时间	>0.12*位时间
最小带宽	>5 倍波特率	3~5 倍波特率之间	<3 倍波特率

对于边沿问题的原因，有如表 8.3 的总结。

表 8.3 边沿问题的原因

上升沿过陡	1.确保 CANH 和 CANL 没有偏置电阻； 2.某些具备 RS 电阻斜率控制的收发器应将电阻调整到 47K。
下降沿过缓	1.单节点 CANH 和 CANL 分别对信号地的容性器件（电容、ESD 器件、钳位二极管）总和电容值，单线不得大于 68pF； 2.CANH 和 CANL 之间禁止加容性器件，包括电容、双端 ESD 器件、钳位二极管。

8.2 高级物理层和链路层分析测试

高级物理层与链路层分析测试主要针对比较复杂的测试项目，大部分项目需要专业版 CANScope-Pro 才能支持，主要涉及到测试功能、定点记录功能和干扰功能。

8.2.1 CANScope-StressZ 模拟干扰与导线长度模拟

CANScope-StressZ 是配套 CAN 总线分析仪 CANScope 来使用的，它可以在物理层上进行 CAN 总线短路、断路以及模拟总线长度等多种测试，可以很好的评估出一个系统在信号干扰或失效的情况下是否仍能稳定可靠地工作。

从 CANScope 软件主界面的“PORT 板”选项中进入，如图 8.88 所示。



图 8.88 启动 CANScope-StressZ 模拟测试板

单击菜单区“stress”模块中的“控制面板”按钮，弹出“CANStress”窗口，如图 8.89 所示。

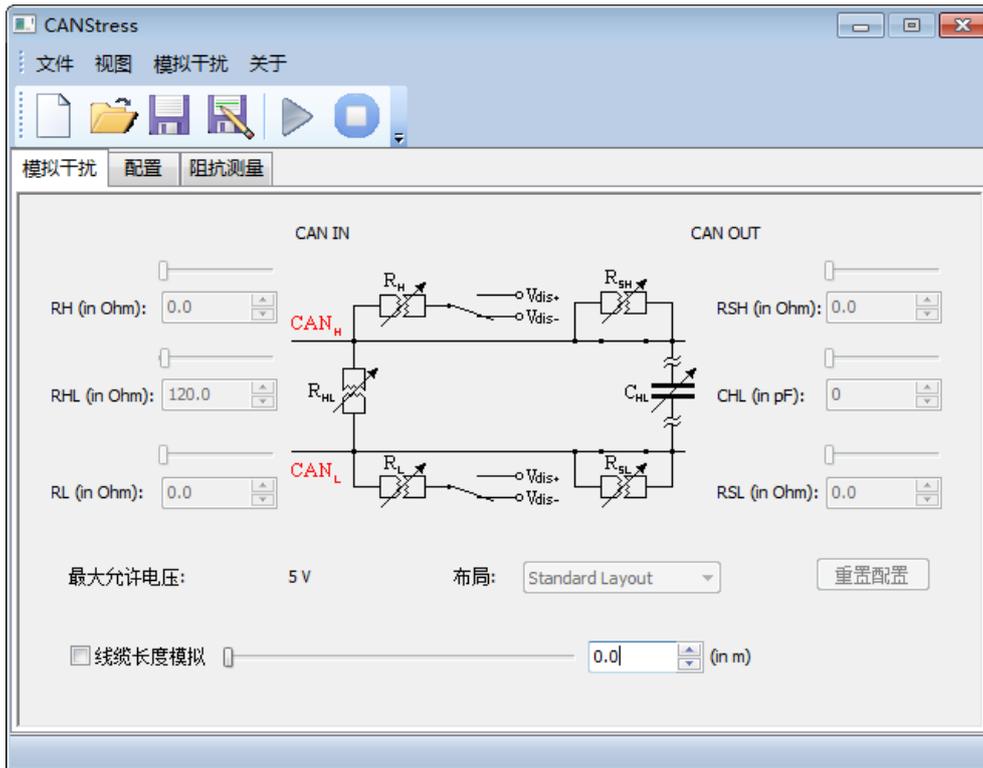


图 8.89“CANStress”窗口

1. 干扰参数概念

可用于配置干扰状态的干扰参数如下：

- ✧ RHL: 总线上的终端电阻调整（终端匹配）（如果设置为 0，则为短路测试）；
- ✧ 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；
- ✧ RSH/ RSL: 用来模拟线缆的电阻与断线情况；
- ✧ CHL: 用来模拟长线缆的寄生或负载电容；
- ✧ 重置配置: 用于恢复默认状态，即 120 欧终端电阻使能之外，其它干扰都禁止。

2. 干扰布局

如图 8.90 所示，是干扰布局图（左图）以及干扰布局组合列表（右图）：

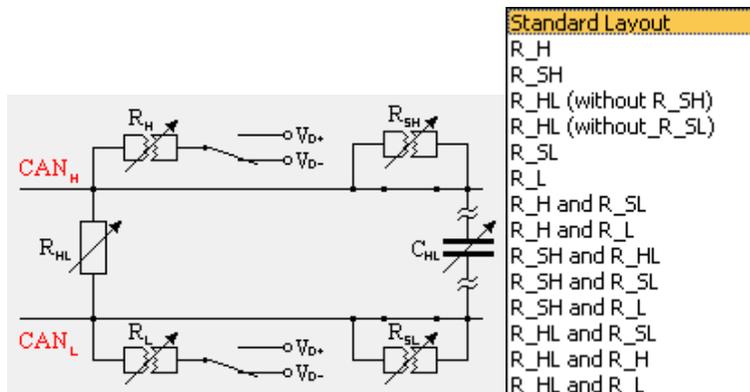


图 8.90 干扰布局图（左图）、干扰布局组合列表（右图）

连接状态图如图 8.91 所示：

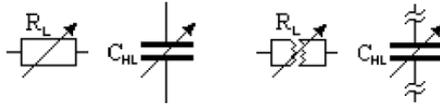


图 8.91 连接状态（左图）、断开状态（右图）

R_SH/R_SL 状态图如表 8.4 所列：

表 8.4 R_SH 和 R_SL 的状态图

状态	图形
CAN 总线线缆电阻 R_H (R_L) 正常工作	
关闭开关 R_SH (R_SL)不起作用、开关关闭	
CAN 总线断开 R_SH (R_SL)不起作用、开关打开	

3. 终端电阻使用

当总线的终端电阻未达到 60Ω 时，此时需要打开 CANStress 窗口，配置 RHL 阻值，使总线达到 60Ω ，RHL 阻值设置完成后，单击开启红色键或者进入菜单点击“模拟干扰”下面的开启，如图 8.92 所示，即可配置成功。

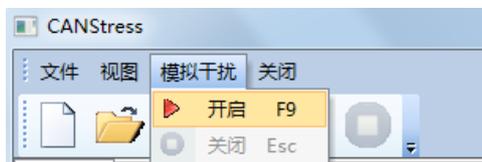


图 8.92 开启干扰

配置好终端电阻后，返回 CAN 示波器，查看 CAN 总线电平信号状态，可见电平信号状态非常良好，如图 8.93 所示。

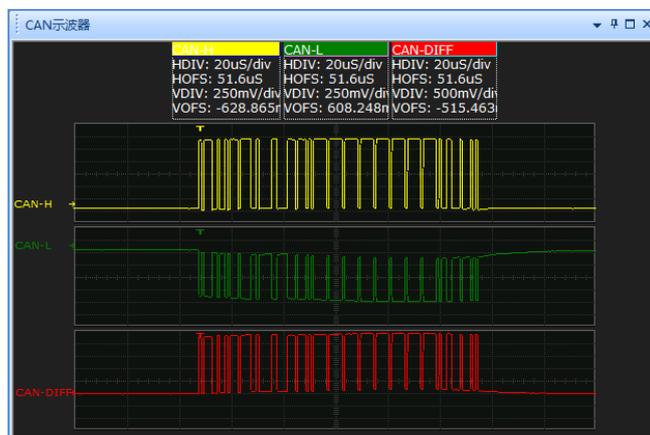


图 8.93“CAN 示波器”_R_HL（120 欧姆）测试结果

继续配置 R_{HL} 阻值，测试总线的最大负载值，当阻值为 1200 欧姆时，CAN 总线状态依然正常，继续匹配，设置阻值为 1300 欧姆，如图 8.94 所示。

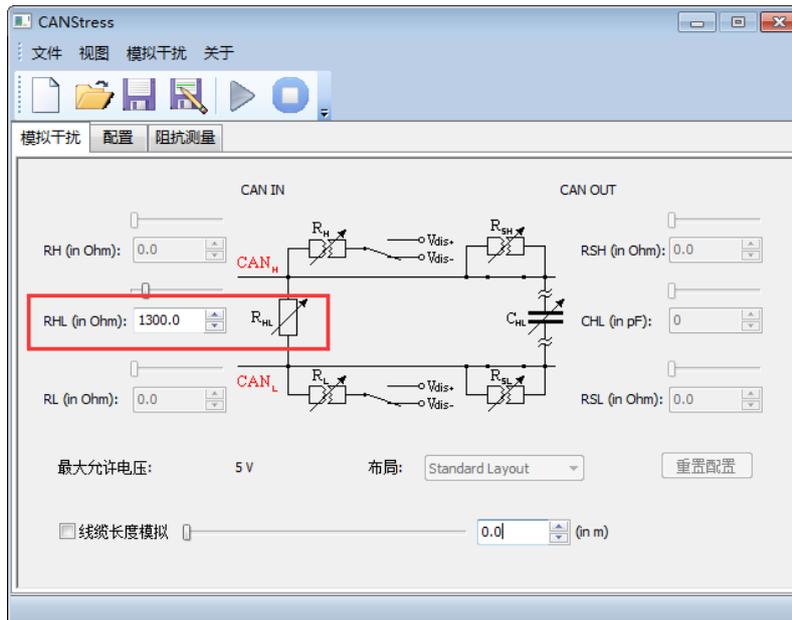


图 8.94“CANStress”窗口_配置 R_{HL} 阻值为 1300 欧姆

返回 CAN 报文界面，检测数据的正确性以及查看 CAN 电平信号状态，可以看到所有的报文已经出错，CAN 电平信号也极其不规范，如图 8.95 所示。可见合理终端电阻匹配值对于信号传输有着重要的作用。

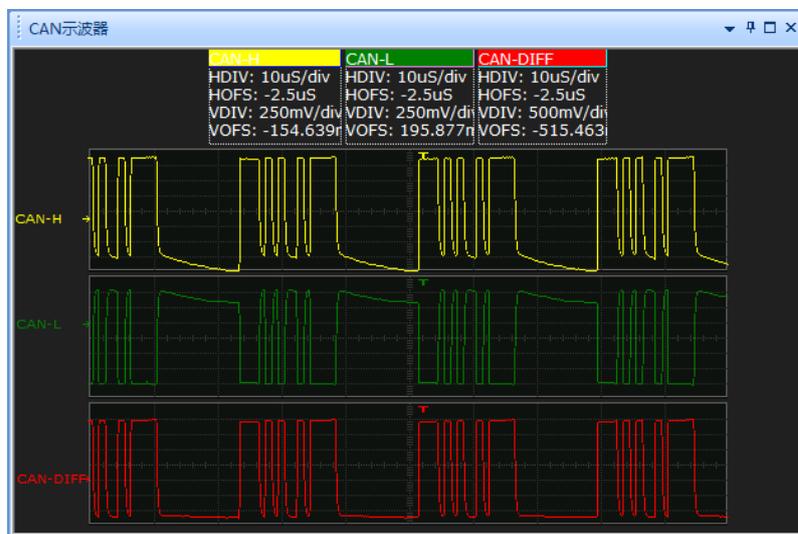


图 8.95CAN 示波器_ R_{HL} (1300 欧姆) 测试结果

终端电阻过小会导致电平幅值降低，导致信号识别问题，如图 8.96 所示，终端电阻为 30 欧时，电压幅值只有 1.1V 的眼图画面。

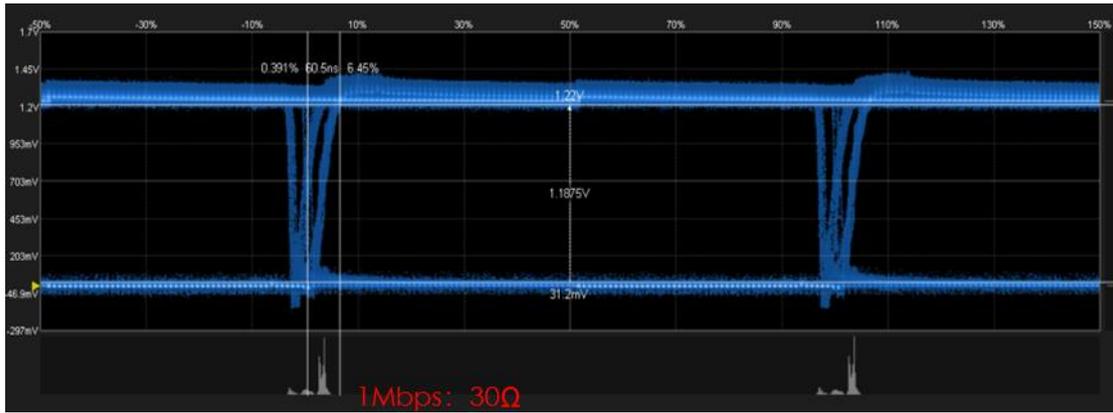


图 8.96 终端电阻过小

终端电阻过大会导致电平幅值增加，但波形下降沿变缓，即放电时间加长，最终位宽度识别错误。如图 8.97 所示，下降沿已经很缓了，导致 ACK 延迟加大（双眼图的原因）。

注意，在长距离走线的情况下，线缆的阻抗会和终端电阻分压，导致幅值降低，所以适当增大终端电阻，可以提高幅值，保证电平幅值满足 1.3V 的最低要求。比如 10KM 的情况下，单线阻抗已达 128 欧，所以终端电阻应为 390 欧。

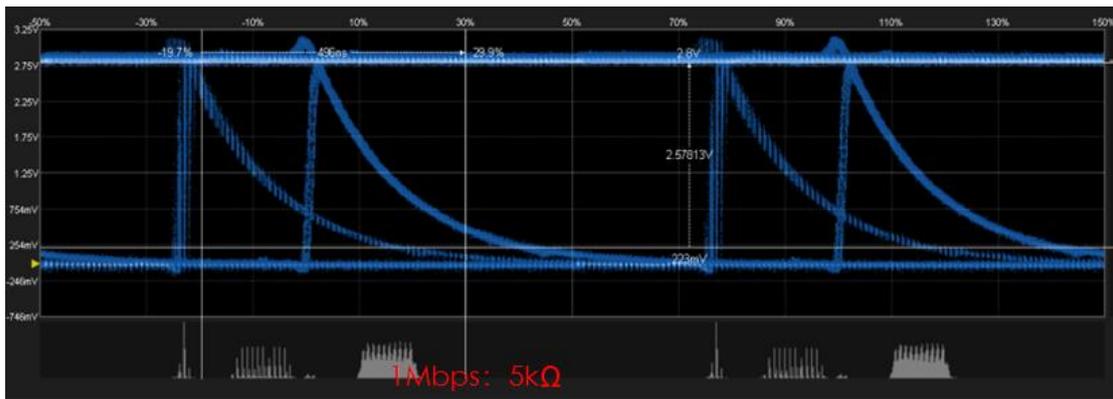


图 8.97 终端电阻过大

如表 8.5 所示，为测试标定结果。10~10kΩ，参考特征值为显性电平幅值电压。

表 8.5 终端电阻范围

终端电阻标值	10Ω	30Ω	60Ω	120Ω	240Ω	600Ω	1kΩ	5kΩ	10kΩ
125Kbps:	报错	1.09V	1.43V	1.94V	2.17V	2.39V	2.48V	2.61V	2.66V
250Kbps:	报错	1.16V	1.52V	2.03V	2.27V	2.50V	2.56V	2.72V	2.75V
500Kbps:	报错	1.17V	1.53V	2.09V	2.31V	2.55V	2.63V	2.77V	2.61V
1Mbps:	报错	1.19V	1.58V	2.11V	2.36V	2.58V	2.67V	2.58V	报错

4. 负载电容使用

基本操作：进入 CANStress 窗口，点击 C_{HL} 的电容图标，使其能连接，在 CHL 设置栏中输入需要测试的电容值，此处电容值设为 1000pF，如图 8.98 所示。

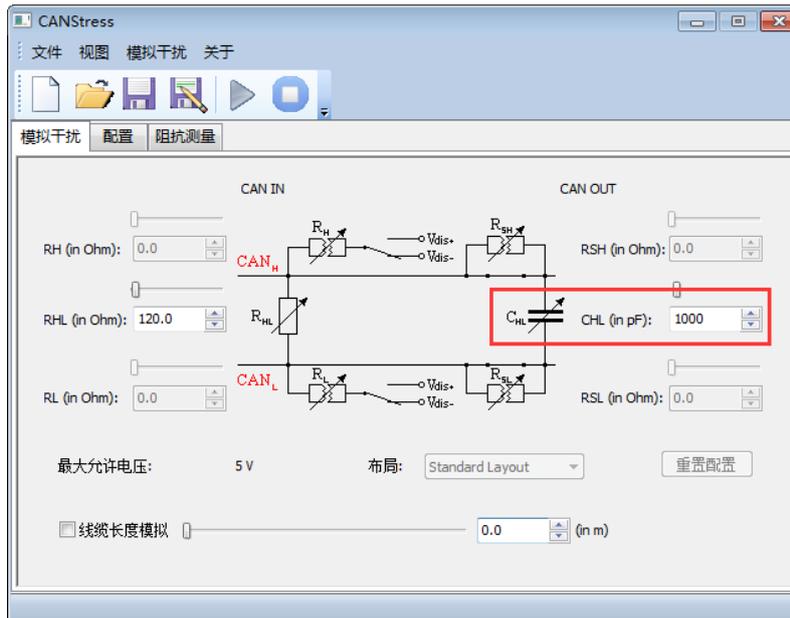


图 8.98“CANStress”窗口_配置 CHL 容值为 1000pf

C_{HL} 容值设置完成后，启动模拟干扰。返回 CAN 报文界面，报文数据状态为成功，查看 CAN 示波器电平信号状态，可见电平信号状态非常良好，如图 8.99 所示。

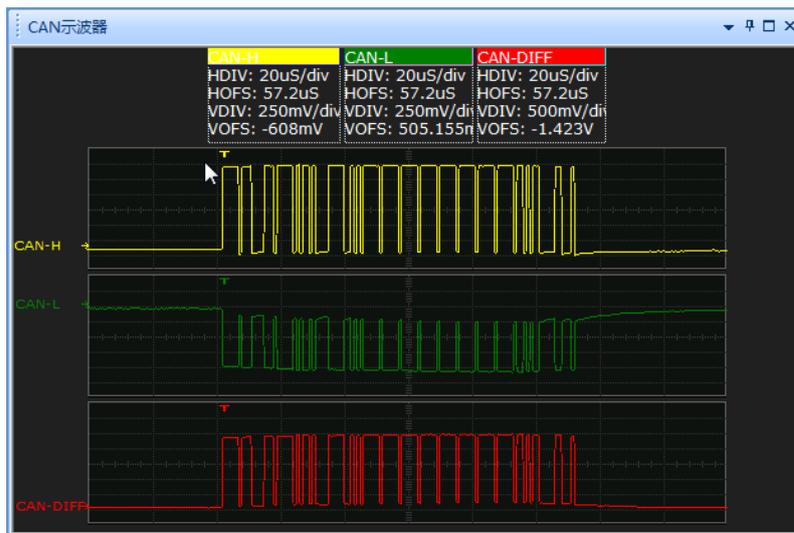


图 8.99CAN 示波器_ CHL (1000pf) 测试结果

继续配置 C_{HL} 电容值，测试负载的最大电容值，不断上调电容值，当设置电容值为 4000pF 时，如图 8.100 所示。

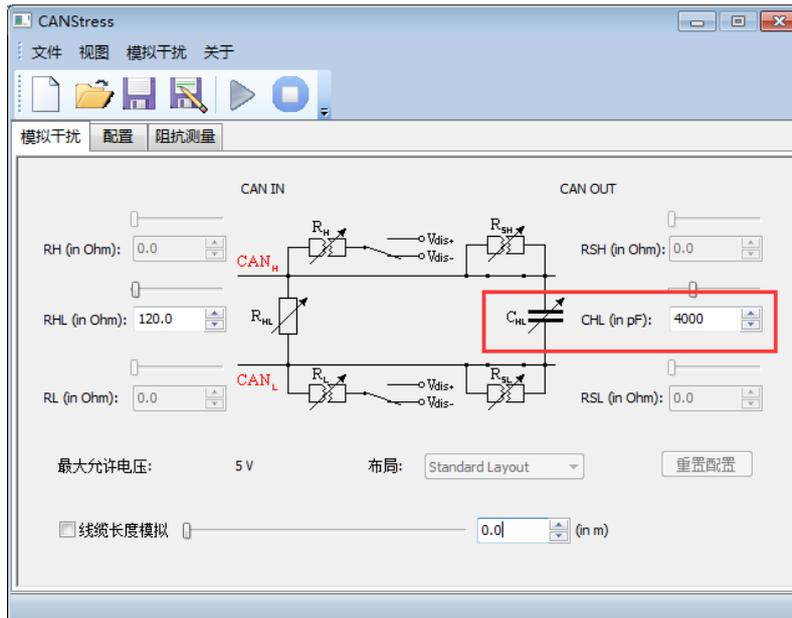


图 8.100“CANStress”窗口_配置 CHL 容值为 4000pf

返回 CAN 报文界面，检测数据的正确性以及查看 CAN 示波器电平信号状态，可以看到所有的报文已经出错（图 8.101），CAN 电平信号也极其不规范（图 8.102）。

序号	时间	状态	传输方向	帧类型	数据长度	帧ID
4,308,657	00:29:52.166 406	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,658	00:29:52.166 421	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,659	00:29:52.166 436	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,660	00:29:52.166 451	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,661	00:29:52.166 466	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,662	00:29:52.166 481	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,663	00:29:52.166 496	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,664	00:29:52.166 511	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,665	00:29:52.166 526	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,666	00:29:52.166 541	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,667	00:29:52.166 556	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,668	00:29:52.166 571	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,669	00:29:52.166 586	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,670	00:29:52.166 601	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,671	00:29:52.166 616	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,672	00:29:52.166 631	未知错误(0x...)	接收 (本地)			
4,308,673	00:29:52.166 646	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,674	00:29:52.166 661	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,675	00:29:52.166 676	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,676	00:29:52.166 691	定界符格式...	接收 (本地)			
4,308,677	00:29:52.166 706	定界符格式...	接收 (本地)			

图 8.101CAN 报文_ CHL (4000pf) 测试结果



图 8.102 CAN 示波器_ CHL (4000pf) 测试结果

可见导线的容抗会对总线信号传输造成非常严重的影响

如图 8.103 所示的三个图片可以看出，随着电容增大，波形下降沿时间逐渐增大，位宽度逐渐缩小。

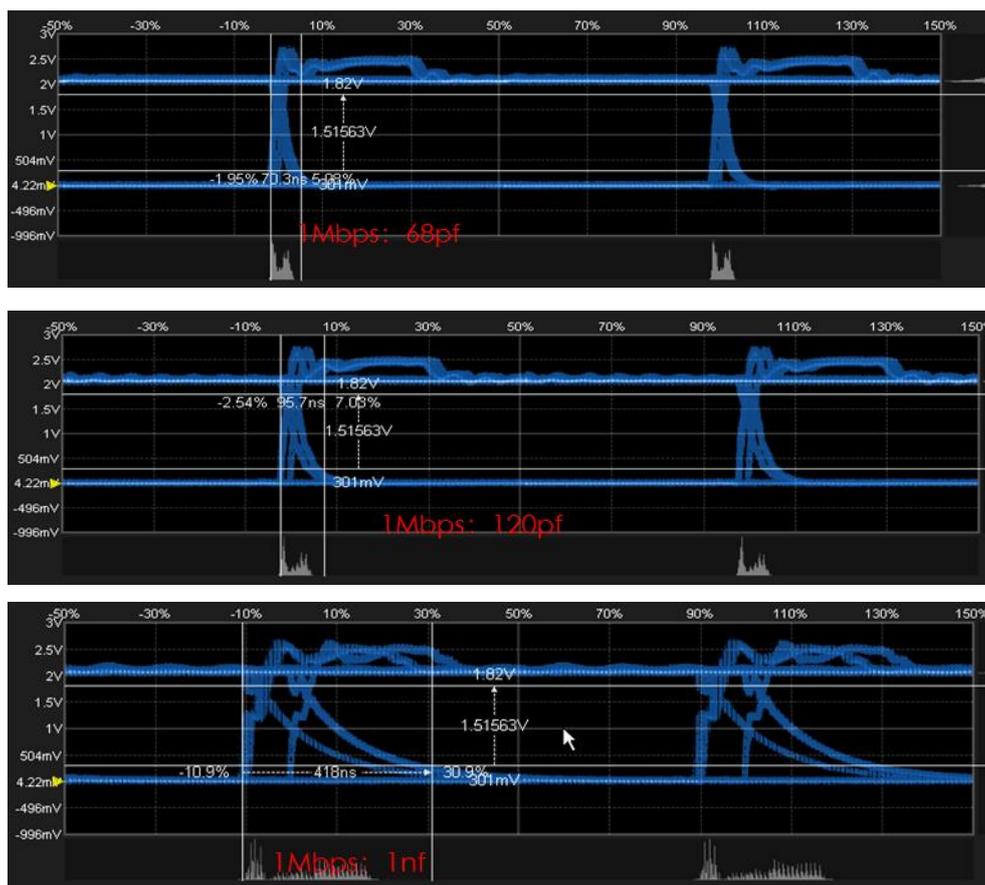


图 8.103 负载电容变化的眼图

如表 8.6 所列，为某个被测节点的测试标定结果。为 0pF~1nF，参考特征值为位下降沿时间。

表 8.6 负载电容适用范围

电容标值	不接	68pf	98pf	120pf	150pf	820pf	1nf	4.7nf	22nf
实测值	不接	66pf	96.5pf	119.7pf	155.2pf	783pf	0.875nf	5.01nf	19.14nf
125Kbps:	78.1ns	93.8ns	109ns	125ns	156ns	438ns	484ns	3us	报错
250Kbps:	70.3ns	109ns	117ns	133ns	148ns	422ns	484ns	报错	报错
500Kbps:	58.6ns	74.2ns	82ns	97.6ns	105ns	359ns	391ns	报错	报错
800Kbps:	48.8ns	70.2ns	85.4ns	95.2ns	107ns	364ns	417ns	报错	报错
1Mbps:	48.8ns	70.3ns	84ns	95.7ns	105ns	363ns	418ns	报错	报错

结合各大车厂与工控企业的组网标准，需要控制单个节点的容抗特征的标准，如表 8.7 所示。

表 8.7 单个节点容抗值

待接入的网络中 CAN 节点数量	单个 CAN 节点电容最大值（对地电容或两线间电容）
<5	100pF
5~10	68pF
10~20	30pF
20~30	22pF
30~70	11pF
70~110	至多 70 个节点有装配电容，其它节点不得装配电容

5. 内部或外部干扰源

CANScope-StressZ 外部可输入内部电源干扰或外部电源干扰，软件通过“配置”中的干扰源来切换，如图 8.104 所示。

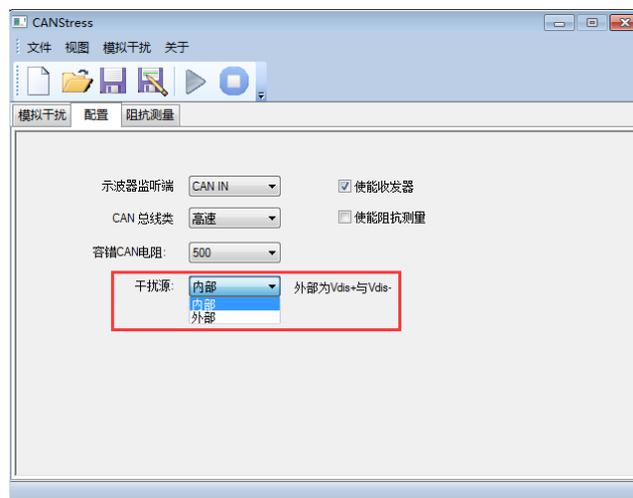


图 8.104 选择干扰源

然后，即可使能 RH 和 RL，通过点击单刀双掷开关，来选择干扰源。并且可以调整 RH 和 RL 的电阻值，来设定干扰的限流电阻，如图 8.105 所示。

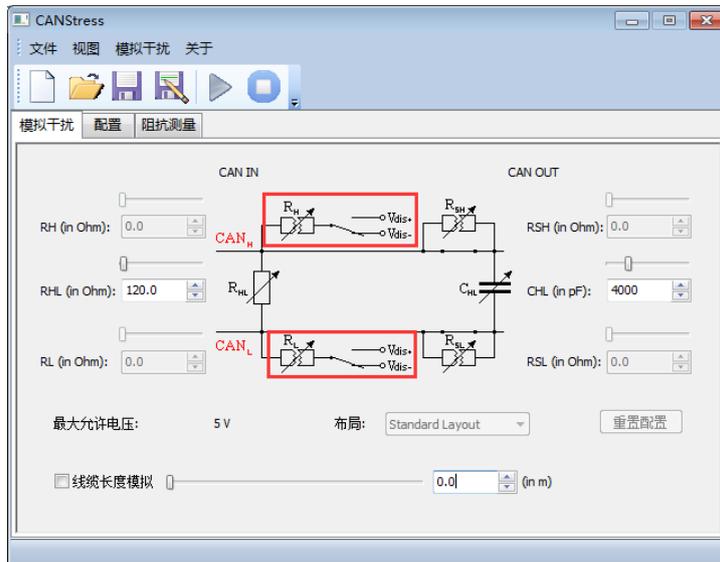


图 8.105 选择干扰源的输入

如果是外部干扰：Vdis+为外部 Vdis+接线端子接入的外部干扰电源正，Vdis-为外部 Vdis-接线端子接入的外部干扰电源负。**注意，这里接入的外部干扰源电压最大 24V，当需要接入外部干扰源时，需先将软件中的干扰源设置为外部，否则会导致 Stress 扩展板烧坏。**

如果是内部干扰：Vdis+为内部的 VCC (5V)，Vdis-为内部的 GND (0V)。

6. 导线长度模拟

可以使用 CANStress 模拟导线长度，只需勾选线缆长度模拟，然后输入要模拟的导线长度，即可完成导线长度模拟功能，如图 8.106 所示，为模拟 6520 米的导线长度。

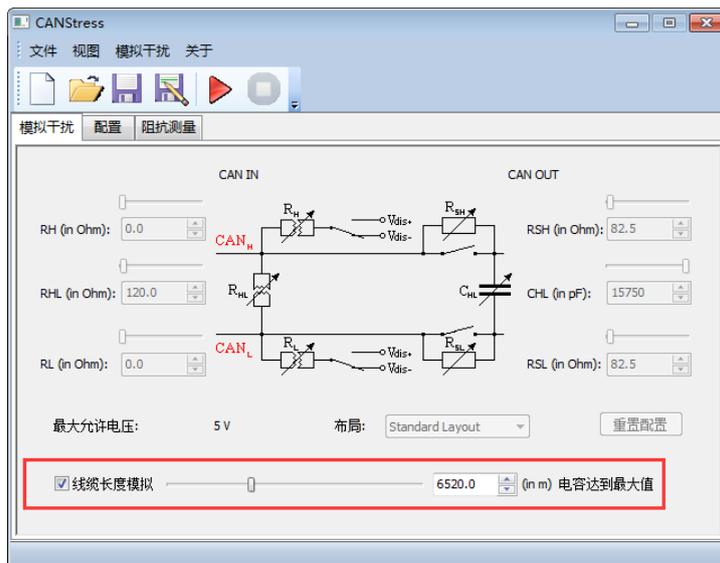


图 8.106 模拟导线长度

8.2.2 CAN 传输阻抗测量

测定网络的终端电阻特征，可以很方便地获知目前总线的终端电阻配置正确与否。对于

一个节点来说，测量标定节点的阻抗特征，对于系统集成方来说可以很方便地获知购买的设备参数信息，而不需要看电路或者询问厂家。

由于测量的是物理参数，所以节点不需要上电。接好线缆，打开 CANStress。然后在保证 R_{HL} 断开， C_{HL} 断开的情况下，开启模拟干扰。这样就不会将 CANScope 的终端电阻引入，导致测试结果不正确，如图 8.107 所示。



图 8.107 阻抗容抗测量前准备

切换到阻抗测量界面，在未接被测设备时，进行校准，然后再接好被测设备开始测试，即可得到测量结果，如图 8.108 所示。



图 8.108 阻抗容抗测量

CAN 设备接口电路设计不规范，或者跨行业使用电路，容易导致现场一系列问题，所以从根源上面对节点进行标定可以很有效地防止现场问题的发生。比如某个 CAN 节点焊了 120 欧终端电阻，但并没有在说明书中说明，如果使用者总线上面又加了 2 个，就会导致幅值降低。

所以使用 CANScope 对每个需要挂上总线的节点进行标定，可以很好地预防这些问题。控制好每个节点的阻抗是保证网络稳定运行的前提，如表 8.8 所列。

表 8.8 阻抗匹配规则

阻抗过小	如果阻抗小于 200 Ω ，就需要进行调整了，因为其已经可以影响总线幅值，建议不得小于 500 Ω 。
------	---

8.2.3 波形对称性测试

波形对称性是指 CANH 和 CANL 波形的对称性，就是指 CANH 和 CANL 在总线上的波形位宽、幅值是否对称，如果不对称就会导致差模干扰，影响正常的逻辑识别。点击“测试”中的“对称性测试”，然后点击“自动设置”调整电压偏移范围，点击“开始测试”，稍后可得到测试结果，如图 8.109 所示。

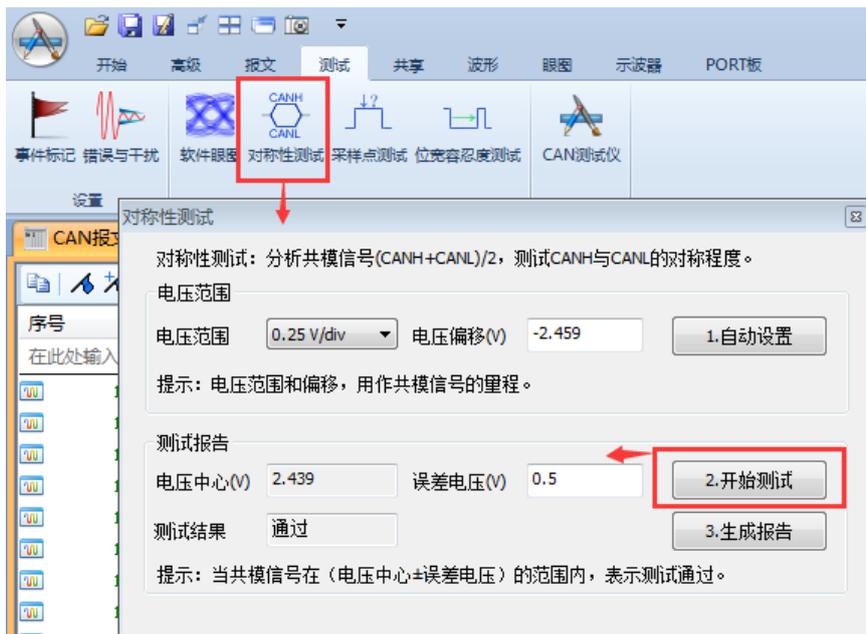


图 8.109 对称性测试

点击“生成报告”，可生成如图 8.110 所示的报告。

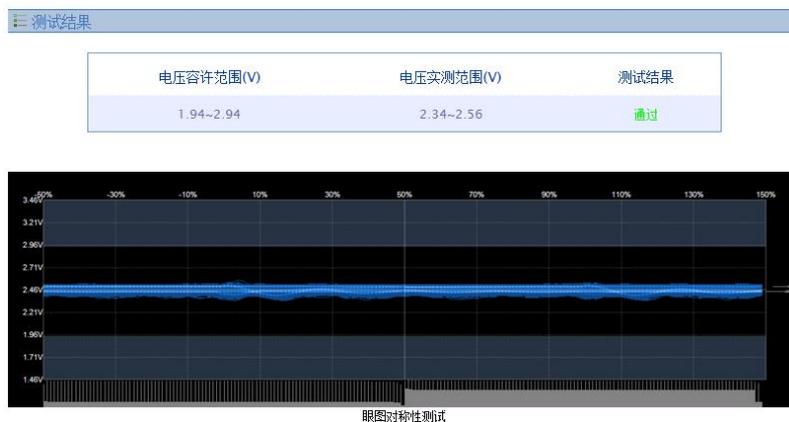


图 8.110 对称性测试报告

8.2.4 错误干扰测试（仅专业版）

CANScope-Pro 专业版 CAN 分析仪具备错误与干扰的功能，可以对某个节点或者某个网络进行错误干扰，以验证这个节点或者系统的鲁棒性（可恢复性）。

由于 CANScope 设备本身不是大功率干扰仪，所以错误与干扰功能产生的是“数字式”的干扰，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，导致 CAN 控制器识别错误。由于能量均为正常的 CAN 电压范围（5V 以内），所以不会导致设备损坏。

如果用户需要进行模拟信号干扰，比如模拟电机耦合或者雷击浪涌，则需要使用大功率的模拟信号发生器，接入 CANScope-StressZ 扩展板的外部干扰输入端子，从而进行模拟干扰，当然输入的外部干扰信号电压不能超过 24V，否则会导致 CANScope-StressZ 扩展板烧坏。

从 CANScope 软件主界面的“测试”选项中打开“错误与干扰”功能，如图 8.111 所示。

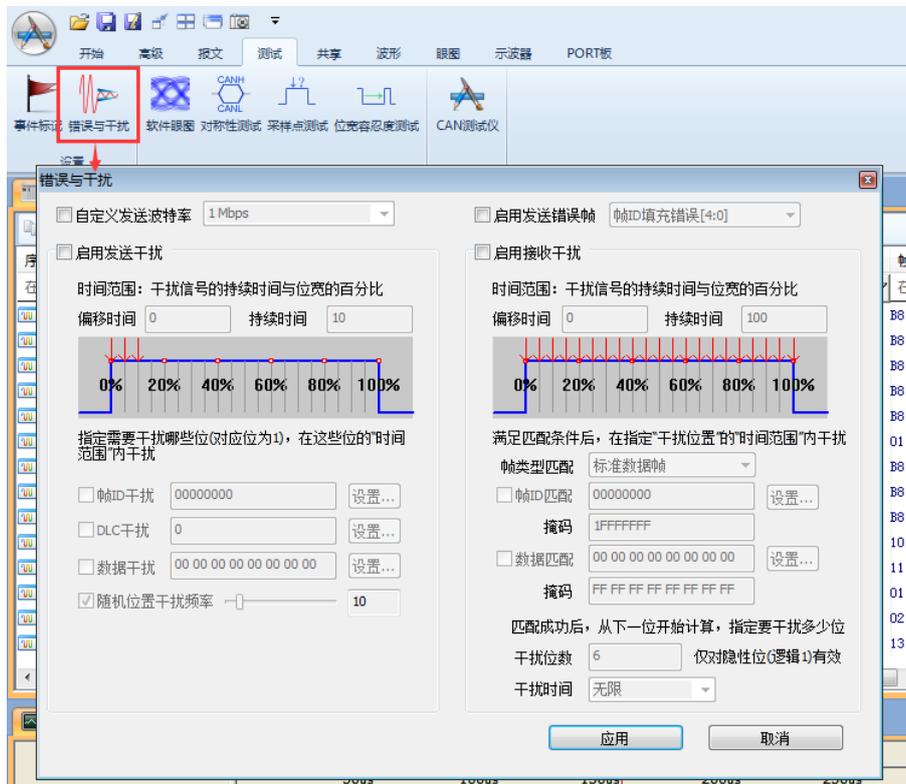


图 8.111 测试_错误与干扰

上图“错误与干扰”功能说明如下：

- ✧ 自定义发送波特率：以错误的波特率发送数据，验证被测节点或者系统是否能自恢复（注意启用后需要在报文界面点击发送报文）；
- ✧ 启用发送错误帧：在发送或者接收 CAN 帧的特定位置产生填充错误或者位错误，从而导致错误帧（注意启用后需要在报文界面点击发送报文）；
- ✧ 启用发送干扰：对由 CANScope 发送的报文进行干扰，导致被测的接收节点由于接收错误计数器达到 255，而进入总线关闭（注意启用后需要在报文界面点击发送报文）；
- ✧ 启用接收干扰：对 CANScope 接收的报文进行干扰，导致被测的发送节点由于发送错误计数器达到 255，而进入总线关闭。

1. 自定义发送错误波特率

打开“错误与干扰”窗口，勾选“自定义发送波特率”前面的框，右边的下拉按钮由灰变亮，单击下拉按钮，选择对应的波特率，或者在输入栏中手动输入，如图 8.112 所示。设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“应用”，以启用设置。

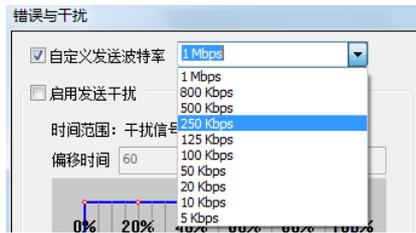


图 8.112“自定义发送波特率”窗口

返回 CAN 报文界面，此时如果发送报文，则以错误与干扰中设置的波特率为准，而接收还是以实际波特率为准，点击发送后，报文框中会出现许多错误，切换到波形界面，可以发现假设总线上的 100Kbps 的波特率，都被 1Mbps 所干扰，如图 8.113 所示。



图 8.113 自定义发送波特率错误

自定义发送波特率产生的错误率与用户发送速度有关，假设总线上出现的报文流量比较高，而发送错误波特率的速度比较慢，就不会导致被测节点或者网络总线关闭，用户可以在发送时将“重复次数”加大到 255，以加快发送。

2. 启用发送错误帧

打开“错误与干扰”窗口，勾选“启用发送错误帧”前面的框，右边的下拉按钮由灰变亮，单击下拉按钮，选择对应的帧错误类型，如图 8.114 所示。设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“应用”，以启用设置。

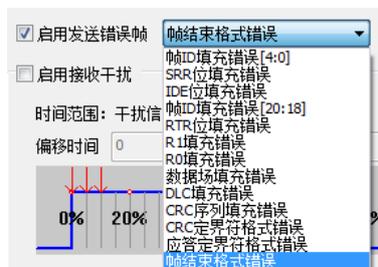
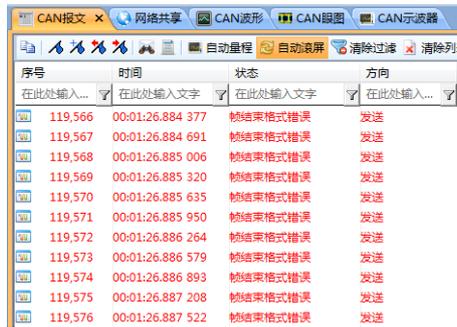


图 8.114“启用发送错误帧”窗口

返回 CAN 报文界面，此时如果发送报文，在 CAN 报文视图区内查看数据的实时发送

状态，如图 8.115 所示。可以看到捕捉到的数据错误状态与前面设置的帧错误类型相匹配。



序号	时间	状态	方向
119,566	00:01:26.884 377	帧结束格式错误	发送
119,567	00:01:26.884 691	帧结束格式错误	发送
119,568	00:01:26.885 006	帧结束格式错误	发送
119,569	00:01:26.885 320	帧结束格式错误	发送
119,570	00:01:26.885 635	帧结束格式错误	发送
119,571	00:01:26.885 950	帧结束格式错误	发送
119,572	00:01:26.886 264	帧结束格式错误	发送
119,573	00:01:26.886 579	帧结束格式错误	发送
119,574	00:01:26.886 893	帧结束格式错误	发送
119,575	00:01:26.887 208	帧结束格式错误	发送
119,576	00:01:26.887 522	帧结束格式错误	发送

图 8.115 启用发送帧错误

3. 启用发送干扰

打开“错误与干扰”窗口，勾选“启用发送干扰”前面的框，开启所有设置选项，如图 8.116 所示。

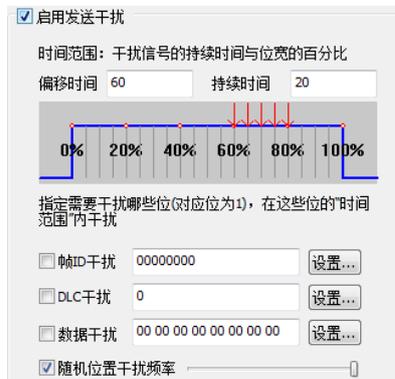


图 8.116“发送数字干扰”窗口

上图“启用发送干扰”功能说明如下：

- ◇ 时间范围：定义了干扰的位置，即干扰时，将这个位的某个区域变成相反的电平。这个某个区域，使用“偏移时间”和“持续时间”来约束，比如干扰的节点波特率采样点为 70%，则干扰位置必须覆盖采样点位置，否则干扰无效，如图 8.117 所示。

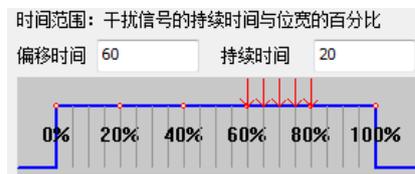


图 8.117 干扰位置

- ◇ 帧 ID 干扰：对发送帧 ID 进行匹配干扰；

勾选“帧 ID 干扰”，去掉“随机干扰强度”（软件默认为勾选），若保留“随机干扰强度”，则在指定干扰的同时，还有系统随机生成的、不定位置的干扰信号，如图 8.118 所示；

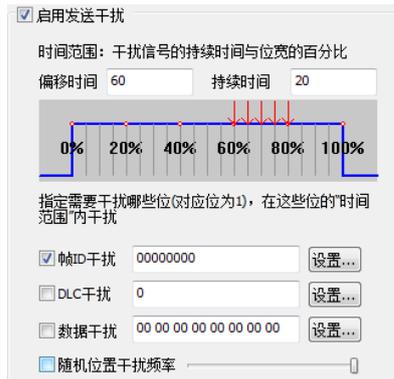


图 8.118 勾选“帧 ID 干扰”

设置干扰位置掩码，即指定 ID 中哪些位需要被干扰。位设置有两种方式，如下：

1. 在输入框要求十六进制输入，比如 00000005，表示第 0 位和第 2 位的干扰区域会被干扰成相反的位。
2. 或者单击输入框右侧的【设置】按钮，打开“位设置”窗口，如图 8.119 所示。在指定的位置内，单击对应的方框，x 变为 1（x 表示不干扰；1 表示干扰）。例如：需要指定帧 ID 的第 0、2 位为干扰目标，则设置第 0、2 位掩码，如图 8.120 红色框所示，单击【确定】按钮即可。

备注：标准帧 ID 有 11 位，扩展帧 ID 有 29 位。



图 8.119“位设置”窗口



图 8.120“位设置”窗口-设置位置掩码

回到“错误与干扰”窗口，可以在输入栏中查看到数字 00000005，如图 8.121 红色框所示。设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“应用，以启用设置。”

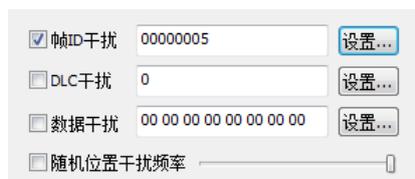


图 8.121“帧 ID 干扰”_单击确定

返回 CAN 报文界面，如果点击发送，在 CAN 报文视图区内单击选中某一条报文，如图 8.122。

序号	时间	状态	方向	帧类
29,897	00:01:11.139 159	CRC定界符格式错误	发送	
29,898	00:01:11.139 414	CRC定界符格式错误	发送	
29,899	00:01:11.139 668	CRC定界符格式错误	发送	
29,900	00:01:11.139 706	帧ID填充错误[20:18]	接收	
29,901	00:01:11.139 956	定界符格式错误	发送	
29,902	00:01:11.140 211	CRC定界符格式错误	发送	
29,903	00:01:11.140 465	CRC定界符格式错误	发送	
29,904	00:01:11.140 504	帧ID填充错误[20:18]	接收	
29,905	00:01:11.140 754	定界符格式错误	发送	
29,906	00:01:11.141 008	CRC定界符格式错误	发送	
29,907	00:01:11.141 263	CRC定界符格式错误	发送	

图 8.122 帧 ID 干扰某一帧报文

切换到 CAN 波形界面，可以查看报文对应的波形和解析结果，如图 8.123 所示，可以看到帧 ID 在第 0 位和第 2 位的 60% 开始有持续时间为 20% 的干扰信号，导致帧错误。

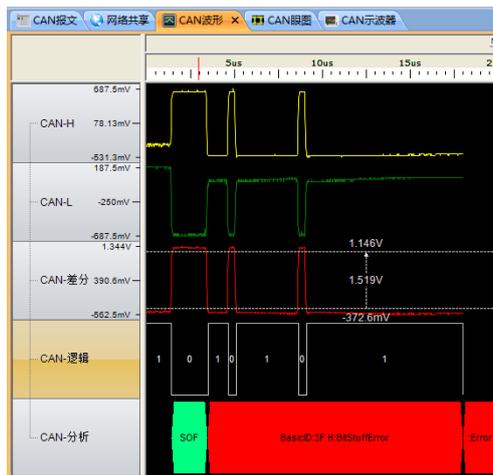


图 8.123 查看帧 ID 干扰结果

◇ DLC 干扰：对指定的数据长度进行干扰；

DLC 干扰和上一小节的帧 ID 干扰的操作步骤基本相同，唯一不同的是 DLC 的位长度是 4 位，如图 8.124 所示，假设设置掩码为 6，就是干扰第 1 位和第 2 位，设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“应用”，以启用设置。



图 8.124 DLC 干扰_位设置

返回 CAN 报文界面，点击发送，单击选中某一条报文，切换到 CAN 波形界面，可以查看报文对应的波形和解析结果，如图 8.125 所示，可以看到 DLC 帧的第 1、2 位有对应的

干扰。

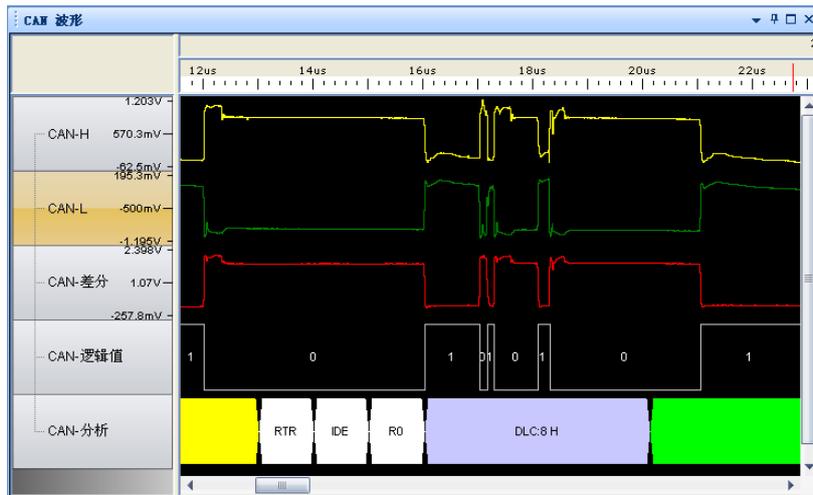


图 8.125 DLC 干扰结果

◇ 数据干扰：对指定的数据域进行干扰；

数据干扰和上两小节的帧 ID 干扰、DLC 干扰的操作步骤基本相同，唯一不同的是数据的位长度是 64 位（8 个字节），设置第 2、4、7 位为掩码，干扰第 1 个字节的 2、4、7 位，如图 8.126 所示。



图 8.126 数据干扰_位设置

返回到“错误与干扰”窗口，可以看到数据干扰输入栏中数据为 94 00 00 00 00 00 00 00，如图 8.127 所示。设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“应用”，以启用设置。

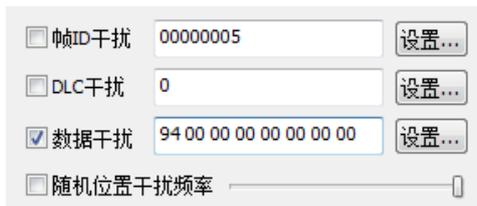


图 8.127“错误与干扰”_数据干扰

返回 CAN 报文界面，点击发送，单击选中某一条报文。再切换到 CAN 波形界面，可以查看报文对应的波形和解析结果，如图 8.128 所示，可以看到数据帧的第 2、4、7 位有对应的干扰。

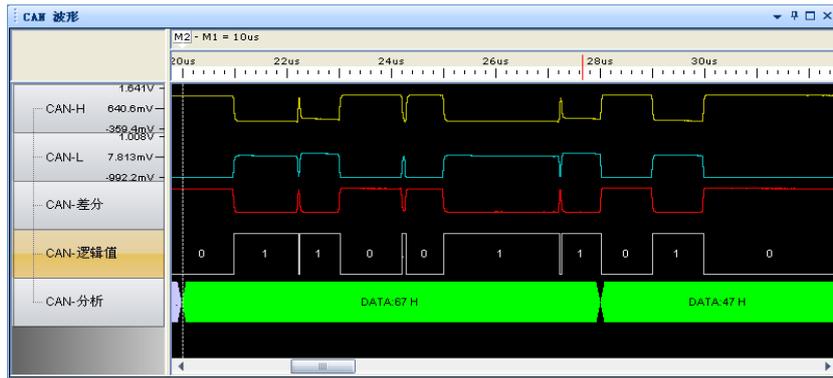


图 8.128 查看数据干扰结果

- ◇ 随机干扰强度：根据设置的随机干扰频率，对 CANScope 发送帧随机干扰，干扰强度可控。用户可以拖动干扰频率的强度条，来确定干扰强度，如图 8.129 所示。

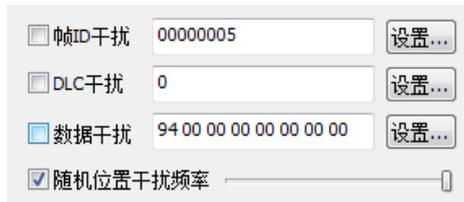


图 8.129 随机干扰强度

4. 启用接收干扰

“启用接收干扰”与上一节的“启用发送干扰”功能一样，不同点是前者需要在发送报文上施加干扰，而后者是在接收到的报文上施加干扰，即在接收到外部发送过来的报文之后，进行匹配，匹配完成后，对符合匹配条件的报文进行干扰。

打开的“错误与干扰”窗口中，勾选“启用接收干扰”，开启匹配设置选项，如图 8.130 所示。

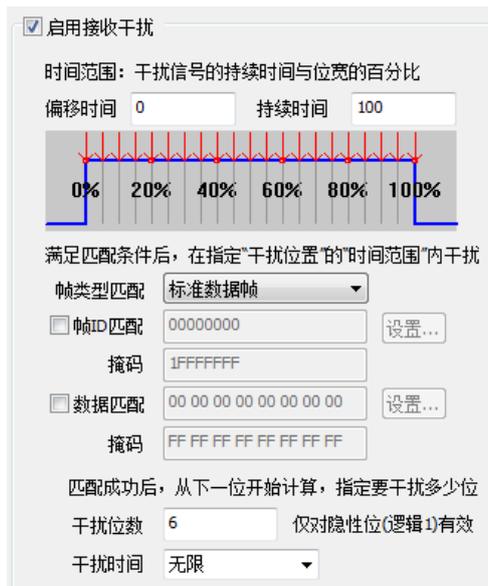


图 8.130“错误与干扰”_启用接收干扰

时间范围：定义了干扰的位置，即干扰时，将这个位的干扰区域变成显性电平，使用“偏移时间”和“持续时间”来约束，比如干扰的节点波特率采样点为 70%，则干扰位置必须覆盖采样点位置，否则干扰无效，如图 8.131 所示。

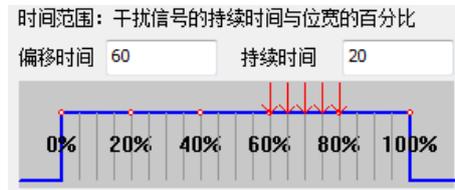


图 8.131 干扰位置

不过即便如此，CAN 有着很强的自我调整能力，所以为了保证每帧必然被干扰到，推荐将偏移时间设置为 0，持续时间设置 100，即整位干扰，保证干扰强度，如图 8.132 所示。

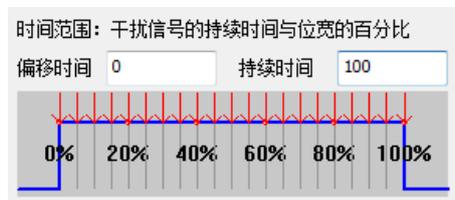


图 8.132 整位干扰提高强度

匹配条件包括帧类型、帧 ID、数据 3 种，设置方式如下：

- ✧ 帧类型：单击下拉按钮来打开列表，列表内容有标准数据帧、标准远程帧、扩展数据帧、扩展远程帧 4 个选项，单击对应的类型即可。
- ✧ 帧 ID 匹配：

有两个输入栏，第一个输入栏为需匹配的帧 ID 值，第二个输入栏为需匹配的掩码值。若帧类型为扩展帧，则帧 ID 位数默认为 29 位，若为标准帧，则帧 ID 位数默认为 11 位。勾选“帧 ID 匹配”前面的框，在两个输入栏中，分别手动输入十六进制的帧 ID 值和掩码值，或者单击掩码输入框右侧的【设置】按钮，打开“位设置”窗口，如图 8.133 所示。在打开的窗口内，单击小方块，单击一次，x 为 1，在数字 1 上面再单击一次，1 变为 0，在数字 0 上面再单击一次，0 重新变回 x。(x 表示不匹配；1 表示匹配值为 1；0 表示匹配值为 0)。例如：需要匹配帧 ID 的第 0、1、2、3 位为，匹配值为 2，则分别设置第 0、1、2、3 位掩码为 0、1、0、0，如图 8.133 红色框所示，单击【确定】按钮即可。



图 8.133 帧 ID 匹配_位设置

返回“错误与干扰”界面，可以看到帧 ID 值为 00000002，掩码为 0000000F，如图 8.134 所示，设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“应用”，以启用设置。

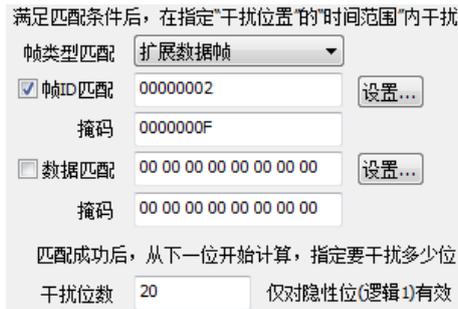


图 8.134“错误与干扰”_帧 ID 匹配

回到 CAN 报文界面，开始接收数据，找到错误帧（ID 匹配的基本都是 DLC 填充错误，因为 ID 匹配后进行干扰，首当其冲的就是 DLC），单击选中某一条。如图 8.135 所示。

序号	时间	状态	方向	帧类型
70,018	01:02:11.226 013	成功	接收	扩展数据帧
70,019	01:02:11.226 300	成功	接收	扩展数据帧
70,020	01:02:11.226 432	DLC填充错误	接收	
70,021	01:02:11.226 564	DLC填充错误	接收	
70,022	01:02:11.226 848	成功	接收	扩展数据帧
70,023	01:02:11.227 132	成功	接收	扩展数据帧
70,024	01:02:11.227 416	成功	接收	扩展数据帧
70,025	01:02:11.227 706	成功	接收	扩展数据帧

图 8.135 ID 匹配接收干扰

再切换到 CAN 波形界面，可以查看报文对应的波形和解析结果。如图 8.136 所示，可以看到数据帧 ID 为 0x0013352，由于最后是“2”所以被干扰了。而且持续干扰了 20 个位时间。



图 8.136CAN 波形_帧 ID 匹配

有两个输入栏，第一个输入栏为需匹配的帧数据值，第二个输入栏为需匹配的掩码值。勾选“数据匹配”前面的框，在两个输入栏中，分别手动输入十六进制的数据值和掩码值，或者单击掩码输入框右侧的【设置】按钮，打开“位设置”窗口，如图 8.137 所示。在打开的窗口内，单击小方块，单击一次，x 为 1，在数字 1 上面再单击一次，1 变为 0，在数字 0 上面再单击一次，0 重新变回 x。(x 表示不匹配；1 表示匹配值为 1；0 表示匹配值为 0)。例如：需要匹配数据的第 1 个字节为 0x94，则分别设置第 0~7 位掩码为 0、0、1、0、1、0、0、1，如图 8.137 所示，单击【确定】按钮即可。



图 8.137 接收干扰_数据匹配

返回“错误与干扰”界面，可以看到数据值为 94 00 00 00 00 00 00 00，掩码为 FF 00 00 00 00 00 00 00，如图 8.138 所示。设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“应用”，以启用设置。

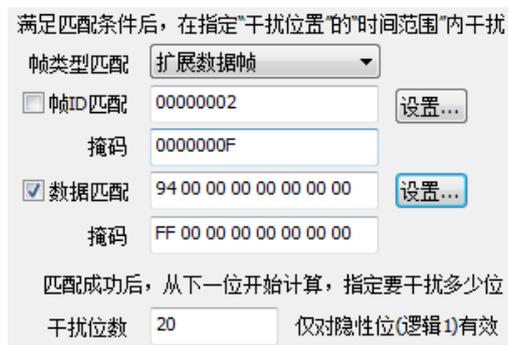


图 8.138 数据匹配干扰_位位置

以上 3 中匹配类型，可以任意组合。

干扰位数：表示开始干扰后，持续干扰的位数，这个是干扰强度的设定，默认值是 20，表示干扰产生后，持续 20 个位。最大可以设置为 255，其强度足以让一个发送节点进入总线关闭，如图 8.139 所示。

干扰时间：表示持续干扰的时间，其单位是 ms。该设置可手动输入，也可在软件上已给的几个时间选择。

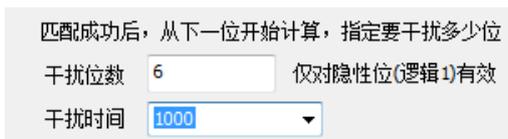


图 8.139 干扰位数

8.2.5 事件标记存储波形（仅专业版）

在长期记录时，或者在排查偶发故障时，13000 帧波形记录就显得有些少了，而有的用户一般只关心错误报文的波形，而不需要正常的波形，所以 CANScope-Pro 专业版定义了“事件标记”功能，即对报文或者错误进行匹配，然后再存储波形，如图 8.140 所示



图 8.140 事件标记功能

- ◇ 使用帧 ID 和使用帧数据的设置匹配方法，在 8.2.44 有详细叙述；
- ◇ 使用眼图模板：即存储与眼图模板碰撞的报文波形；
- ◇ 使用帧错误标记：即存储出错的报文波形。

一旦匹配以上某个设置，记录对应的波形不会被覆盖，但一旦标记的波形被存满 13000 帧，则不会继续存储。

8.2.6 软件眼图追踪错误根源（仅专业版）

由于硬件眼图的查看是实时的，但有时在现场无法当场分析数据，此时可以先把波形记录下来，保存到 PC 上面，回到驻地再使用软件眼图的方法，重构现场情况，来追踪故障节点，也就是说软件眼图是离线分析的重要方法，软件眼图是 CANScope-Pro 专业版特有的功能。

打开 CANScope 软件，进入“测试”菜单，单击【软件眼图】按钮，可打开“软件眼图”窗口，如图 8.141 所示。



图 8.141 软件眼图界面

表 8.9 软件眼图界面说明

窗口	功能	说明
选项卡	参数配置、眼图预览	不同窗口切换
视图区	显示参数配置结果、统计眼图碰撞结果	眼图碰撞
操作步骤区	三大操作步骤，从添加配置、生成眼图到查看眼图	三大操作步骤
参数配置区	修改、删除、清空、导入、导出配置	基本配置

1. 添加配置

如图 8.142，单击【第一步：添加配置】，打开“添加眼图设置”窗口，如图 8.143 所示。

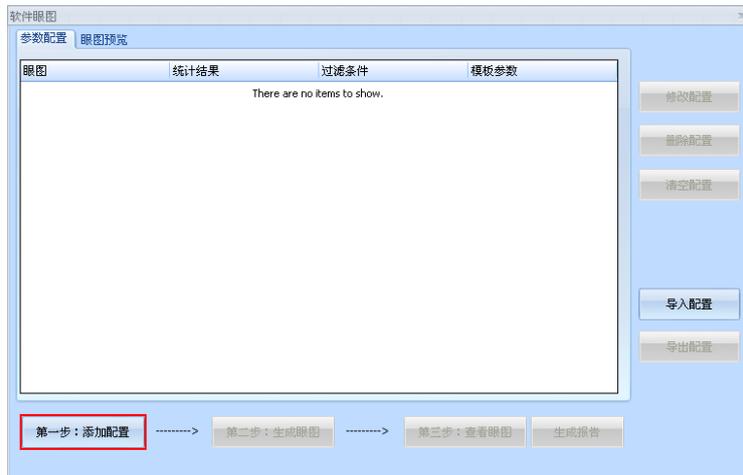


图 8.142 单击【第一步：添加配置】按钮

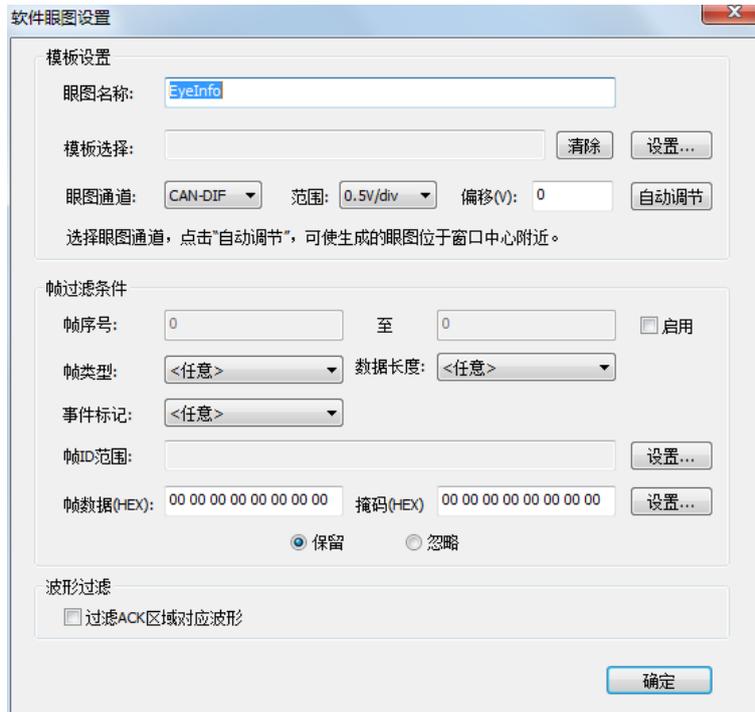


图 8.143 打开“添加眼图设置”窗口

添加眼图设置窗口包括模板设置、帧过滤条件、波形过滤三大设置模块,分别介绍如下:

◇ 模板设置

眼图名称: 对眼图命名, 当生成多个眼图时, 不同的名称可以方便识别;

模板选择: 导入模板, 做软件眼图中需要对自定义模板进行导入;

眼图通道: 对哪一个信号量做眼图, 默认是 CAN 差分通道;

范围: 生成软件眼图后的视图垂直量程;

偏移: 为了使软件眼图生成后方便观看, 对眼图位置进行的调整, 通常需要先点击其右边的自动调节。

◇ 过滤条件设置

帧过滤条件包括帧序号、帧类型、数据长度、事件标记、帧 ID 范围、帧数据。通过对以上六个匹配选项的任意组合, 可筛选出任意需要生成软件眼图的帧波形。

帧序号:

帧序号可以在 0 至 13000 帧内设置, 当不启用时, 默认是所有帧序号, 如图 8.144 所示。



图 8.144 软件眼图_帧序号

帧类型:

帧类型包括任意、标准数据帧、标准远程帧、扩展数据帧、扩展远程帧, 默认是<任意>项, 如图 8.145 所示。

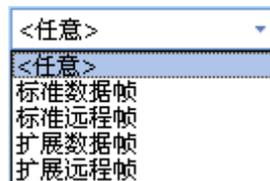


图 8.145 软件眼图_帧类型

数据长度:

数据长度包括任意、0、1、.....8, 默认是<任意>项, 如图 8.146 所示。比如选择 7, 则只会筛选出 7 个数据长度的波形。

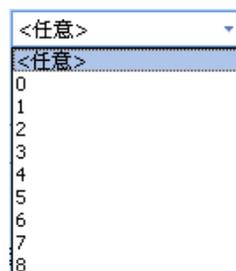


图 8.146 软件眼图_数据长度

事件标记:

事件标记包括任意、帧 ID、帧数据、眼图模板, 默认是<任意>项, 如图 8.147 所示。

比如选择帧错误，则只会对错误的帧波形做眼图。

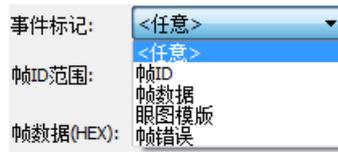


图 8.147 软件眼图_事件标记

帧 ID 范围:

帧 ID 范围可选，单击【设置...】可打开“帧 ID 范围”窗口，如图 8.148 所示。帧 ID 中将所有带波形的 CAN 帧 ID 都列举出来。



图 8.148 软件眼图_帧 ID 范围

如果需要对某一个或者某些帧 ID 做软件眼图，只需选中对应的帧 ID，单击【确定】即可。如果不设置帧 ID，则默认对所有的帧 ID 做眼图。

帧数据:

可在 0~63 位之间任意匹配，默认是不匹配。



图 8.149 软件眼图_帧数据

对数据的匹配有以下三种状态:

- X: 对该位数据不进行匹配;
- 0: 若该位数据是 0，则匹配;
- 1: 若该位数据是 1，则匹配。

通过单击对应的位，可以在 X、0、1 三种状态之间切换。

保留和忽略：

保留：以上被筛选出来的条件为必须的。

忽略：以上被筛选出来的条件为排除的。

波形过滤：

由于 CAN 的 ACK 位为多个节点同时应答，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，开启过滤 ACK 区域对应波形；

2. 生成眼图

眼图配置完成后，返回视图区，单击【第二步：生成眼图】按钮。通过窗口底部的进度条，可查看当前生成的进度，如图 8.150 所示。这个步骤可能比较长，需要使用处理器速度比较好的 PC，加快生成速度。

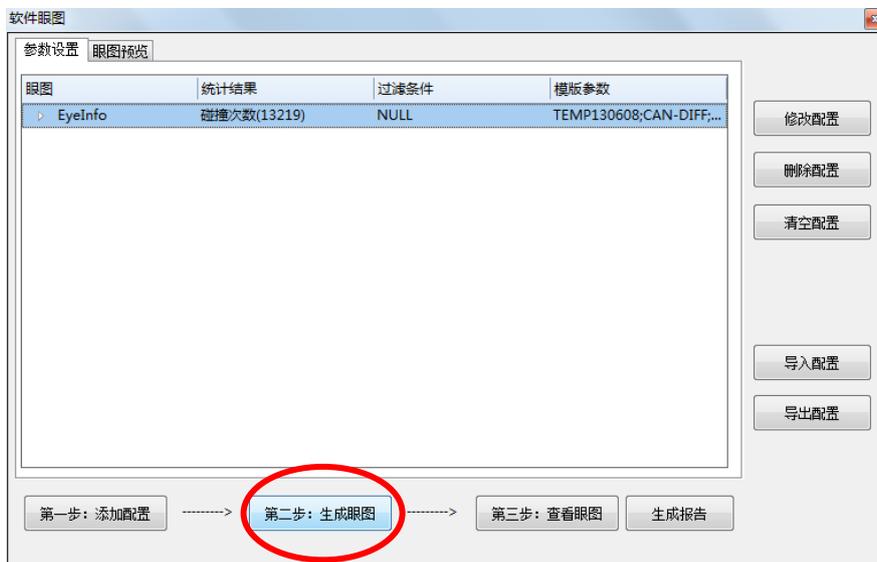


图 8.150 【第二步：生成眼图】

3. 查看眼图

眼图生成完成后，返回软件眼图视图区查看眼图与模板碰撞的统计结果，如图 8.151 所示。

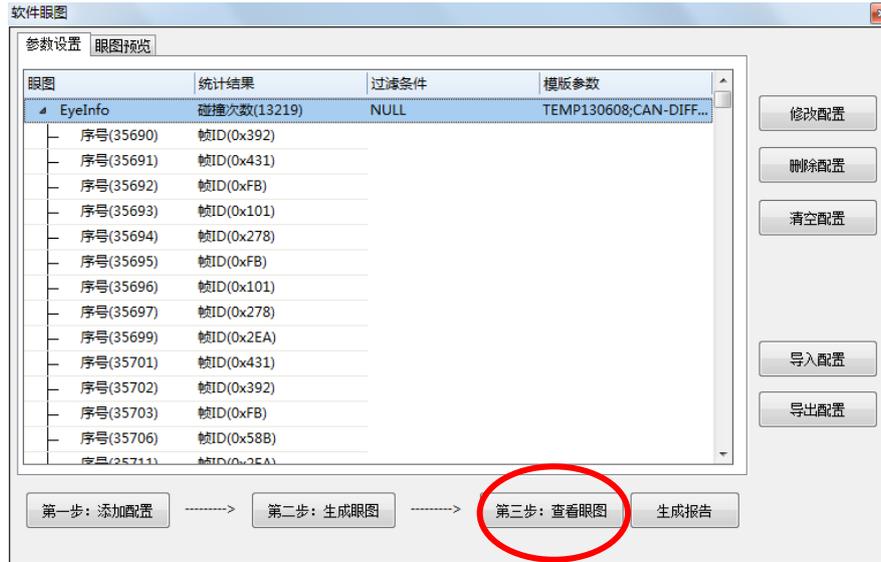


图 8.151 眼图模板碰撞统计

点击第三步：查看眼图，即可回到 CAN 眼图界面查看眼图结果（注意软件眼图的界面就是 CAN 眼图界面，只是通道变成了 CAN-SW），如图 8.152 所示。

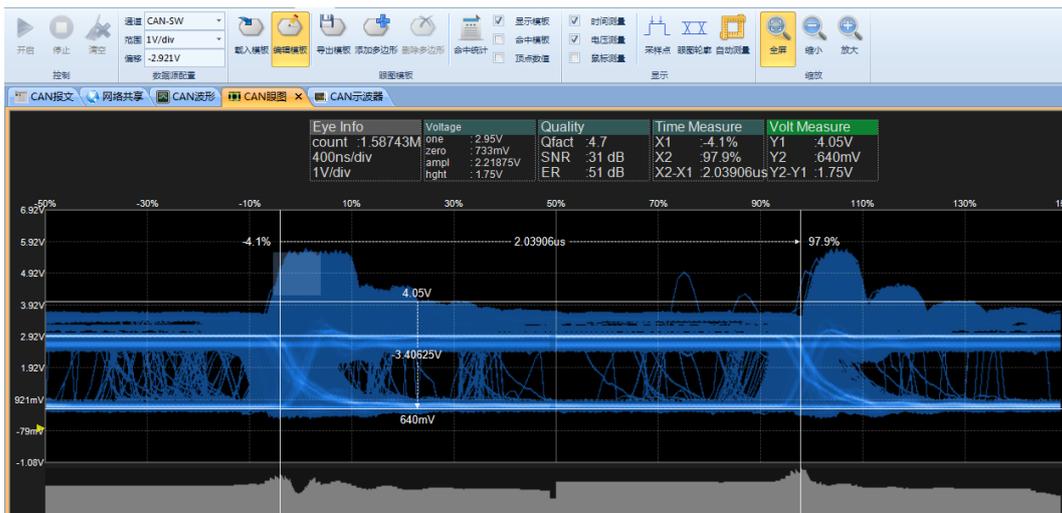


图 8.152 【第三步：查看眼图】

4. 配置说明

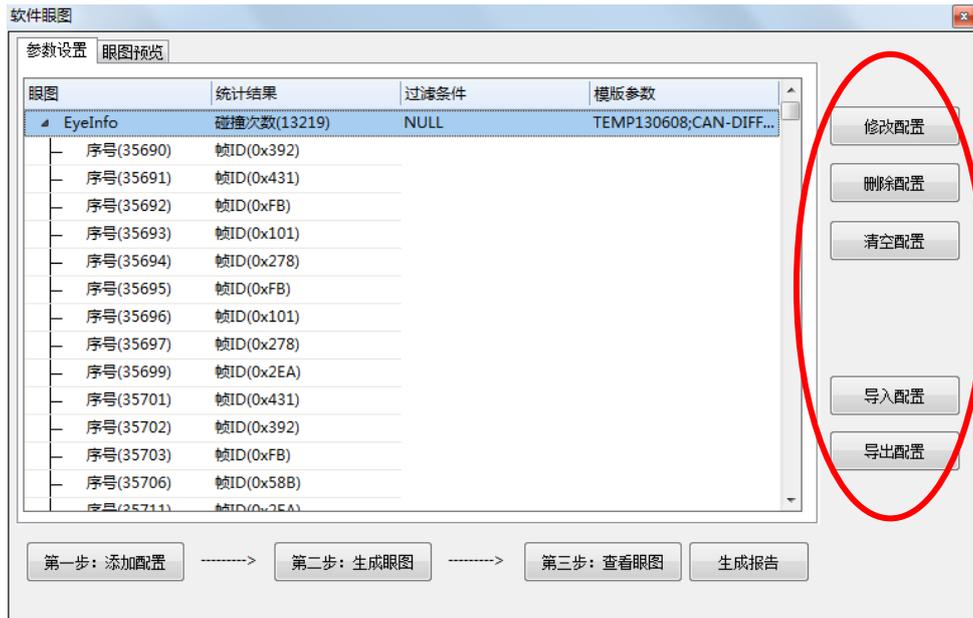


图 8.153 软件眼图_修改配置

修改配置:

单击【修改配置】按钮，可打开“修改眼图配置”窗口，对选中的眼图重新进行配置。
修改配置窗口界面和添加配置的一样。

删除配置:

单击【删除配置】按钮，可将选中的眼图配置从软件眼图视图区中删除。

清空配置:

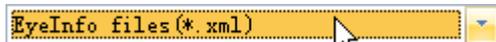
单击【清空配置】按钮，可将所有的眼图配置从软件眼图视图区中删除。

导入配置:

单击【导入配置】按钮，可导入旧的配置文件，在旧配置文件的基础上继续编辑与使用。

导出配置:

单击【导出配置】按钮，可将当前选中的眼图配置以 xml 的文件格式保存下来，方便下次调入，继续配置使用。

**5. 实操测试步骤:****步骤 1: 采集报文和波形**

将总线上的信号采集回来，并且进行保存波形，回到实验室后，使用软件打开工程。

步骤 2: 对原始的波形做眼图

点击“测试”中的“软件眼图”，如图所示。



图 8.154 打开软件眼图

然后弹出软件眼图的设置框，点击添加配置。

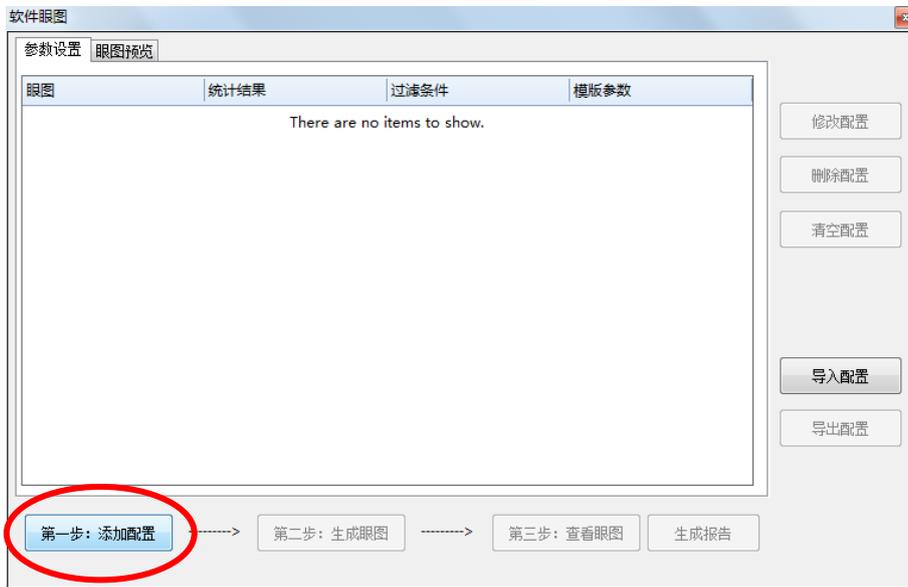


图 8.155 软件眼图实操_添加配置

在眼图设置中，先点击“自动调节”与勾选“过滤 ACK 区域对应的波形”，因为 ACK 一般幅值很高而且有延时。如图 8.156 所示。

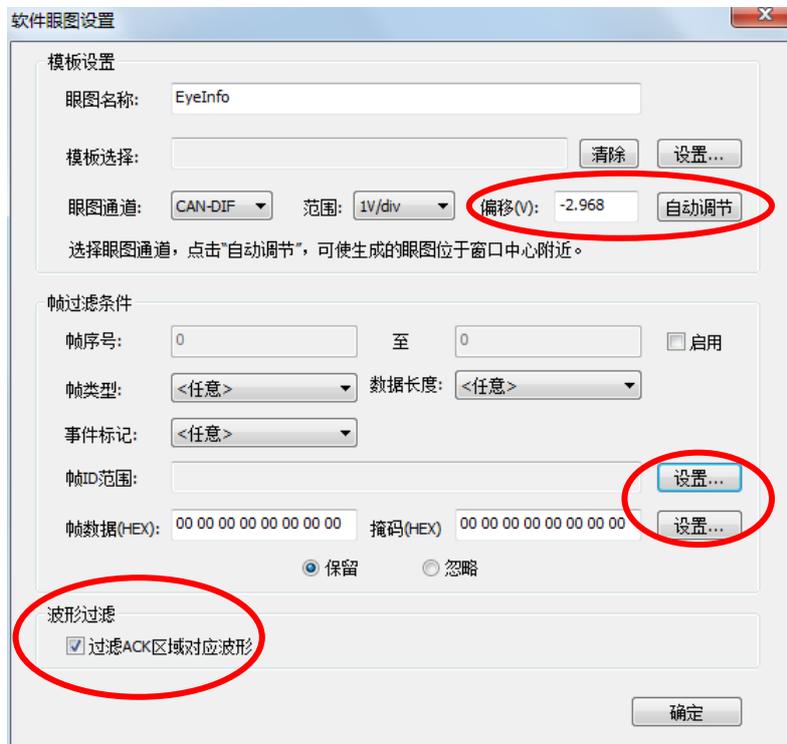


图 8.156 设置自动调节与波形过滤

这时，需要对要做眼图的对象进行过滤。如果按照默认，则对所有的波形进行做眼图，主要用于快速定位故障节点，如果指定某个 ID 的波形做眼图，则是观察发送这个 ID 的节

点是否有问题，这里以前者为例，点击帧 ID 范围的设置，全部选择，如图 8.157 所示。

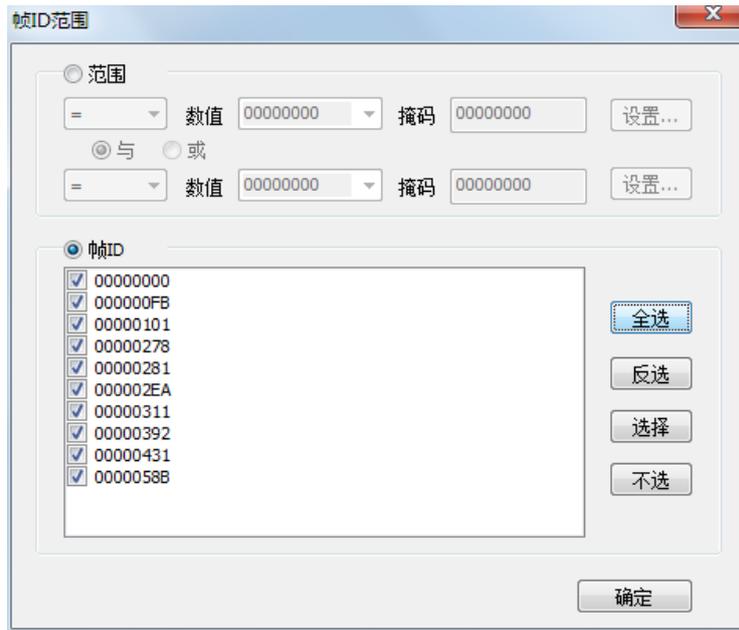


图 8.157 选择帧 ID 范围

点击“确定”后，回到软件眼图设置界面，再点击“确定”。

步骤 3: 生成眼图

可以看到刚才的配置以及被添加到软件眼图视图框中，如图 8.158 所示，点击生成眼图。出现进度条，这个过程比较长。

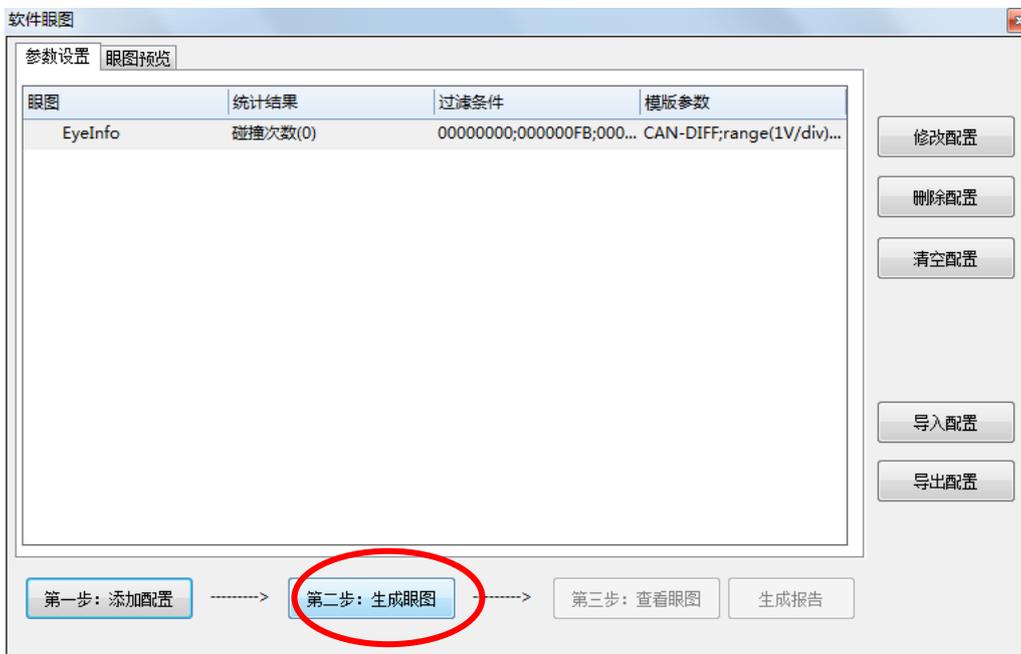


图 8.158 生成眼图

步骤 4: 新建自定义模板

生成眼图完毕后，点击查看眼图，如图 8.159 所示。

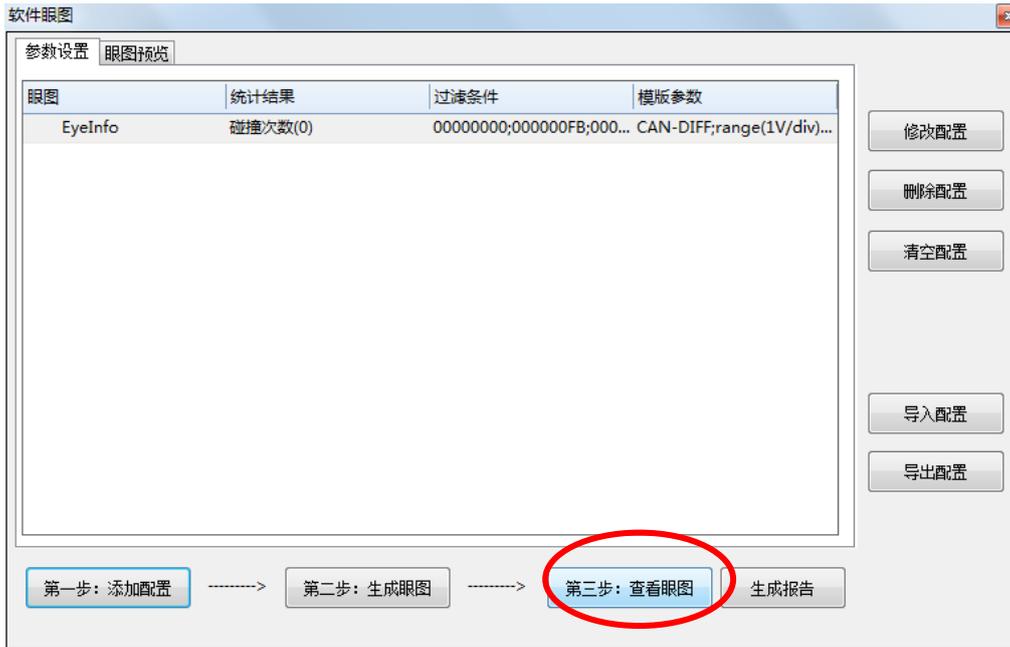


图 8.159 查看眼图

然后在 CAN 眼图的界面中，看到生成的眼图，发现在 70% 位置有个异常的突起，所以我们现在要研究是哪个帧产生了它。故点击编辑模版。使用鼠标左键或者添加多边形，将这个突起框起来，点击设置模板。如图 8.160 所示。

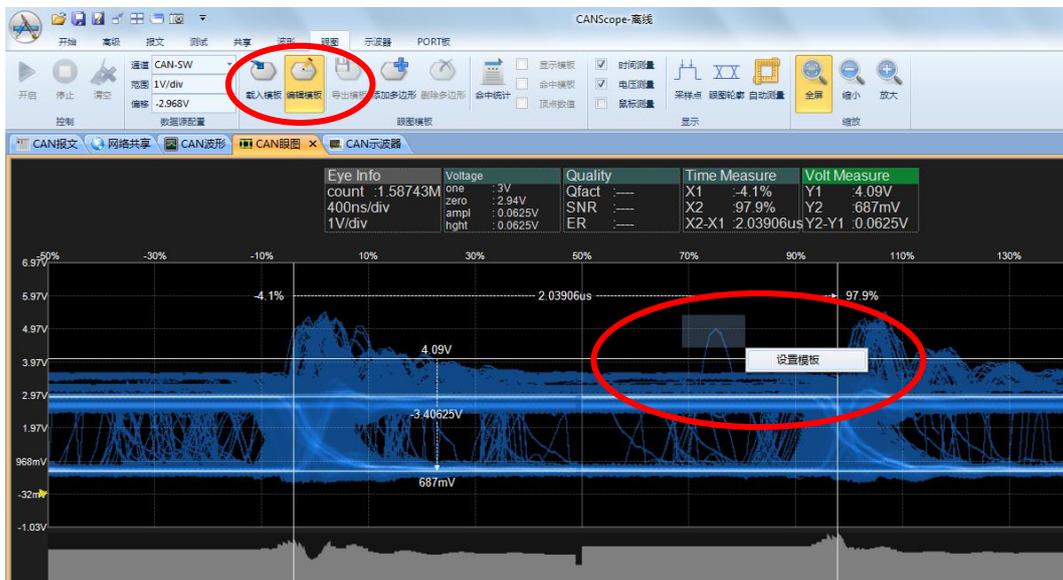


图 8.160 框住异常电平设置模板

然后点击菜单栏上的导出模板，起个名字点击确定，如图 8.161 所示。



图 8.161 导出模板

步骤 5: 导入自定义模板再次生成眼图

返回软件眼图，点击修改配置，如图 8.162 所示。

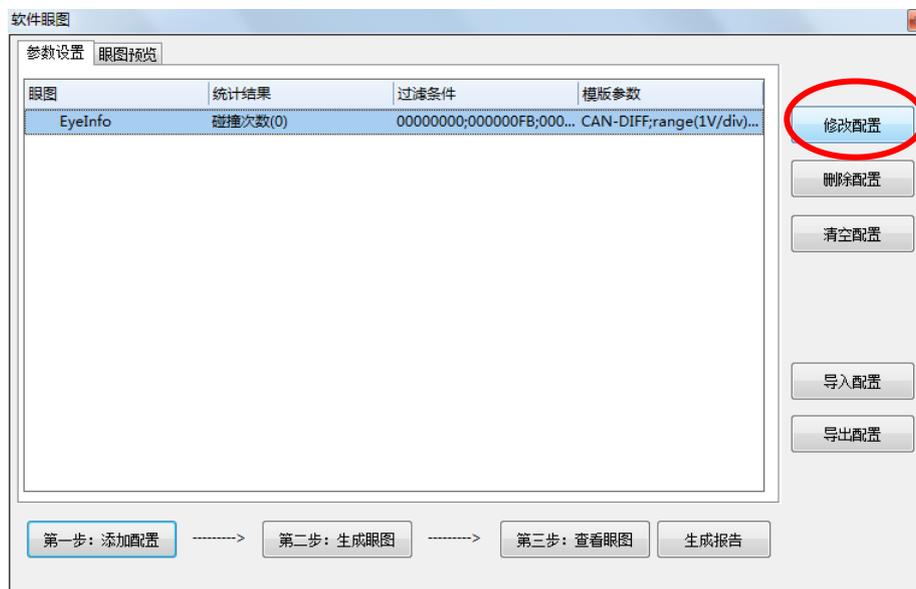


图 8.162 修改配置

然后在模板选择右边选择设置，选中刚才保存的模板，点击导入。如图 8.163 所示。

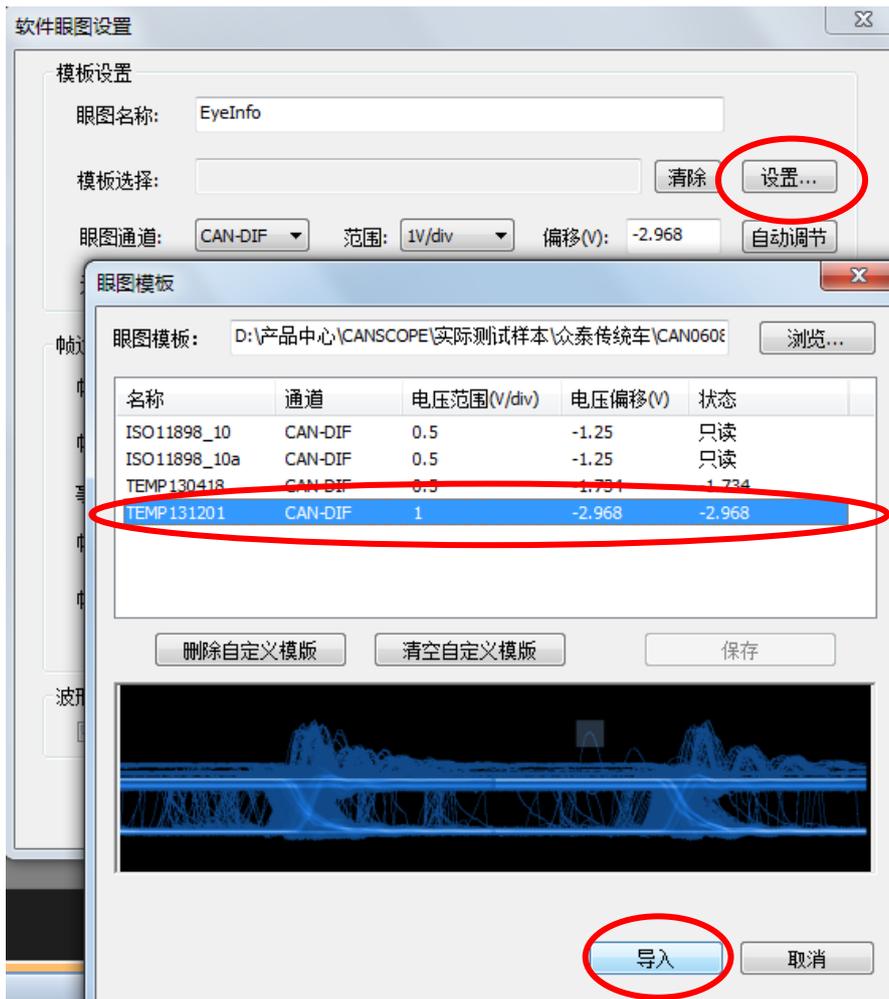


图 8.163 导入自定义模板

其它配置不做改动，然后点击确定。再次点击生成眼图。如图 8.164 所示。

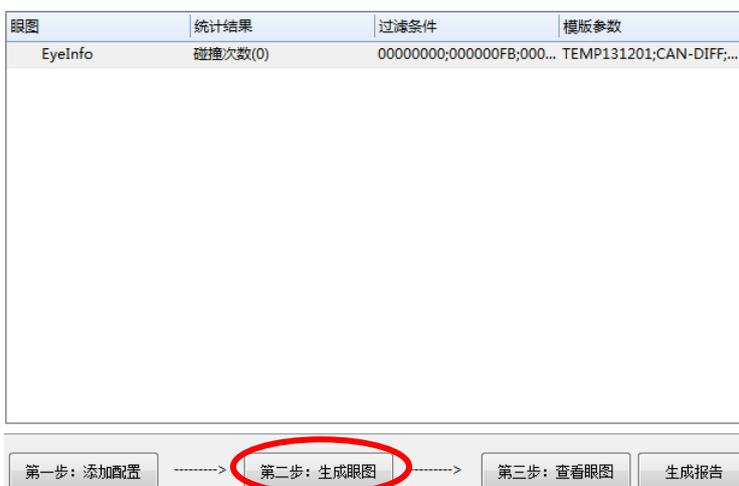


图 8.164 再次生成眼图

步骤 6: 查看异常波形的源头

生成完毕，可以看到软件眼图视图中的碰撞结果，如图 8.165 所示。为 ID: 0x392 这个

报文产生了这个异常。

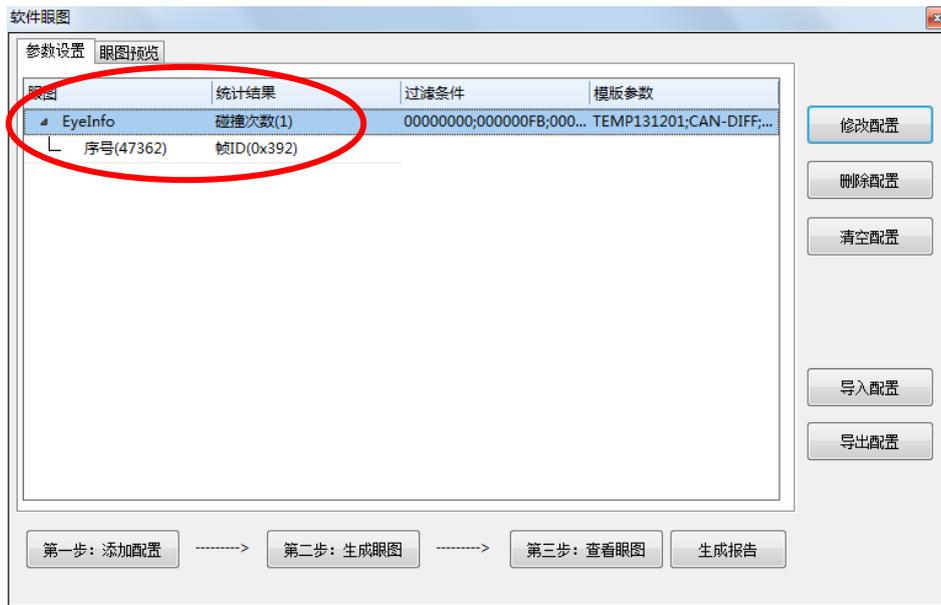


图 8.165 眼图碰撞结果

双击这个帧 ID，CAN 报文界面可以定位到这个帧。用户可以获知产生这个帧的具体发生时间和数据情况。如果切换到 CAN 波形，还可以看到具体异常的位置，如图 8.166 所示。

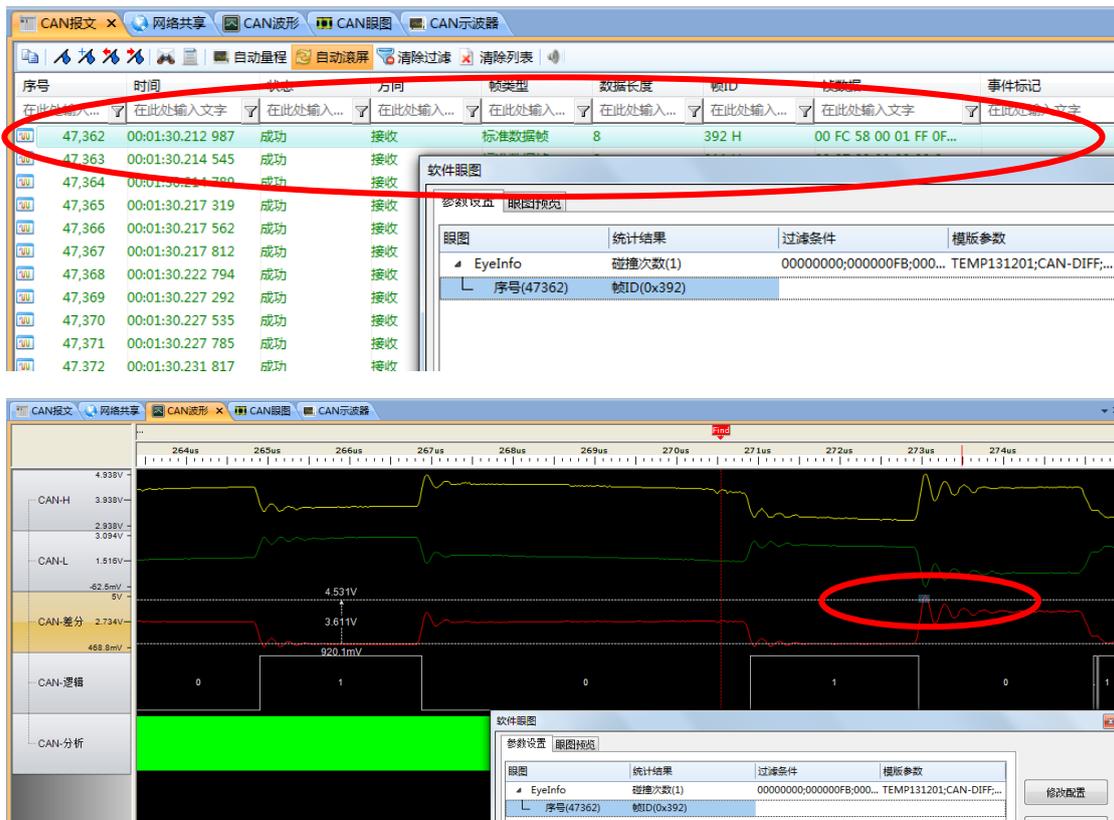


图 8.166 定位 CAN 报文与波形

小结：CANScope 软件眼图功能具备还原现场物理状况的能力，主要用于：

1. 异常波形反溯找出对应的 CAN 报文（CAN 节点），确定其发生的时间和原因；
2. 某一个 CAN 报文的眼图，测量其幅值、位宽等特性。

8.3 传输层分析测试

CAN 的传输层一般指在报文传输过程中的协议规则，由于 CAN 也属于半双工通信，所以其通信规则是保证数据能及时可靠传输的保证，而 CANScope 的传输层分析测试，正是验证该点的可靠性工具。

8.3.1 总线利用率与流量分析

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，但如果高优先级一直占用总线，导致低优先级的节点就无法发出数据，这就是堵塞现象，所以控制流量，防止堵塞是总线健康正常通讯的基本要素。

1. 总线利用率

操作 CANScope 能正常接收报文后，然后打开 CAN 报文中工具的总线利用率，即可获得目前总线的基本流量概况，如图 8.167 所示。

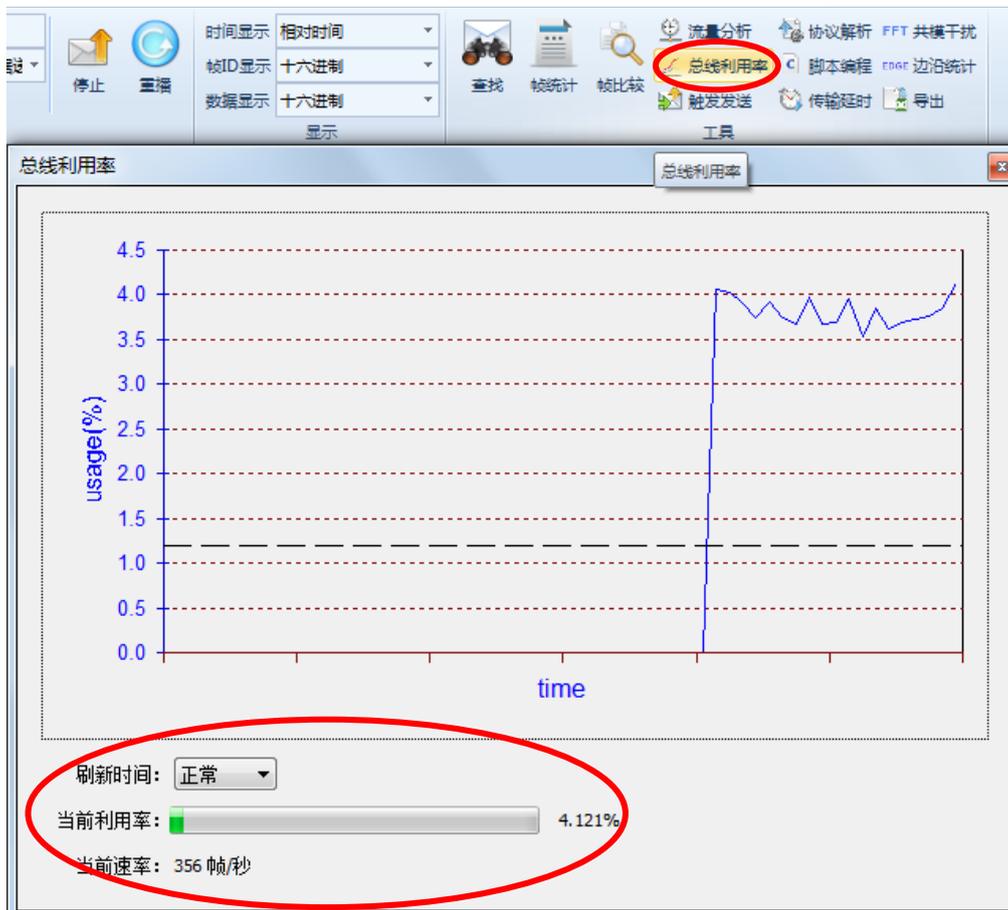


图 8.167 总线利用率

点击刷新时间，改为较快，观察一段时间：

如果利用率都没有超过 30%，则说明总线流量较好，没有明显的拥堵情况；

如果有利用率突发超过 70%，则说有堵塞情况，建议进行下面第二步流量分析的排查；

如果平均利用率都在 70% 以上，则说明总线严重拥堵，必须进行流量分析整改。

2. 流量分析

先取得 1 万-10 万帧的评价基数，然后停止运行，点击 CAN 报文中工具的流量分析，在 CAN 报文下面生成以时间轴排列的 CAN 报文时序图，如图 8.168 所示。



图 8.168 流量分析

这样我们就可以发现有拥堵的位置，如图 8.169 所示。

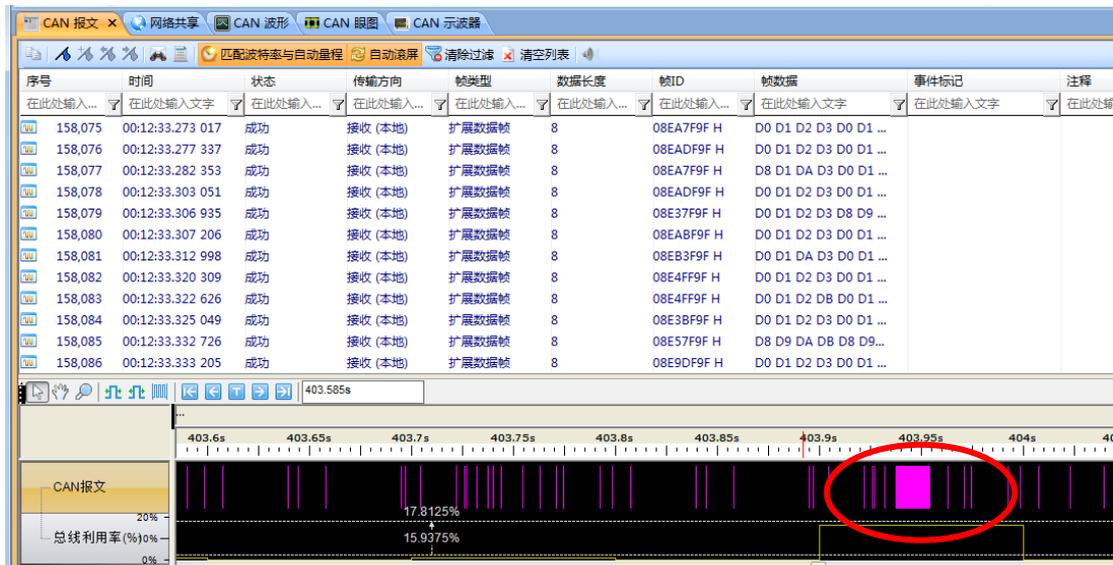


图 8.169 拥堵位置

按住 CTL，鼠标左键放大查看对应区域，观察哪些 ID 导致了堵塞，如图 8.170 所示。

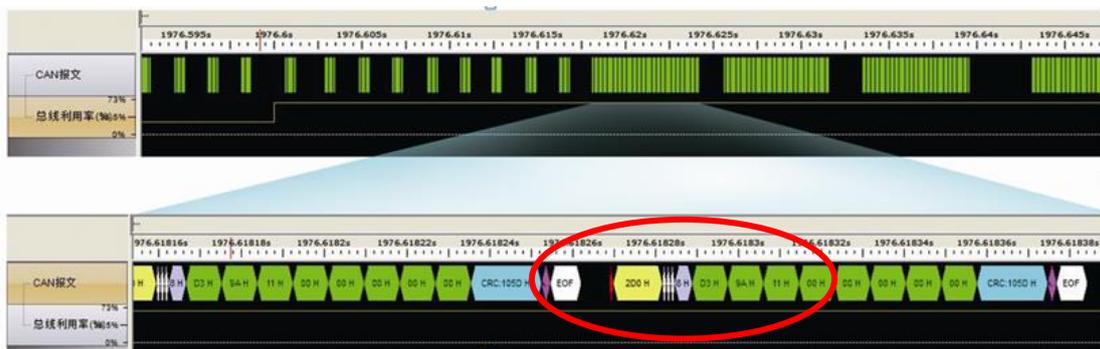


图 8.170 造成拥堵的 CAN 报文

可以将鼠标停在帧之间，可以自动测量帧间隔宽度，如图 8.171 所示。

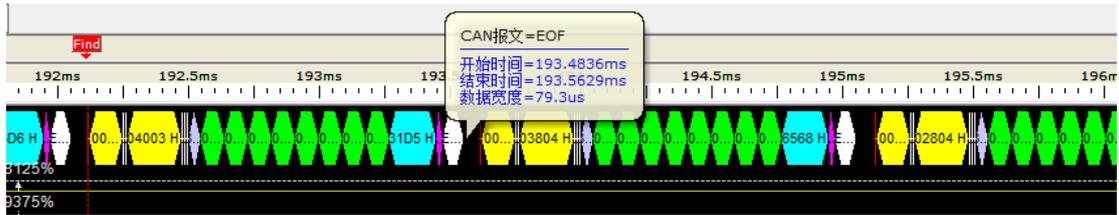


图 8.171 测量帧间隔时间

CAN 虽然以 ID 仲裁发送为特色，但仲裁结束时，容易产生尖峰脉冲，有导致位翻转的隐患，特别是在容抗较大场合，容易导致位错误，如图 8.172 所示。所以减少拥堵，可以提高可靠性。

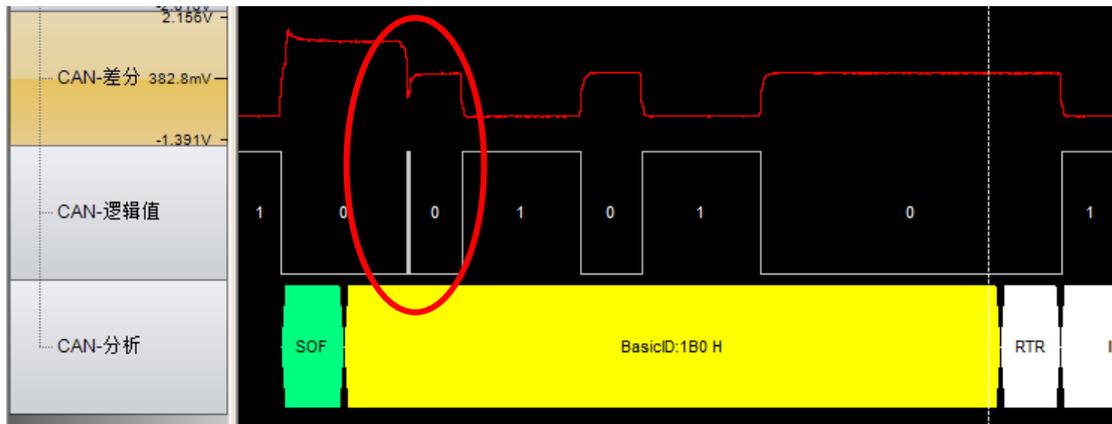


图 8.172 ID 仲裁的风险

8.3.2 报文周期统计

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，所以测试 CAN 总线报文周期的准确性，对于应用来说有着非常重要的意义。

报文周期统计功能操作比较简单，先记录一定时间的报文作为测试样本，比如记录 10 万帧，这样参考价值比较大，然后点击 CAN 报文中工具的报文周期，如图 8.173 所示。



图 8.173 报文周期统计功能

打开报文周期统计的界面后，选择报文周期最大误差率，即报文周期容忍的偏差度，再点击开始统计，即可将当前接收到的报文进行周期分析，筛选出偏离误差率的 CAN 报文。如图 8.174 所示。

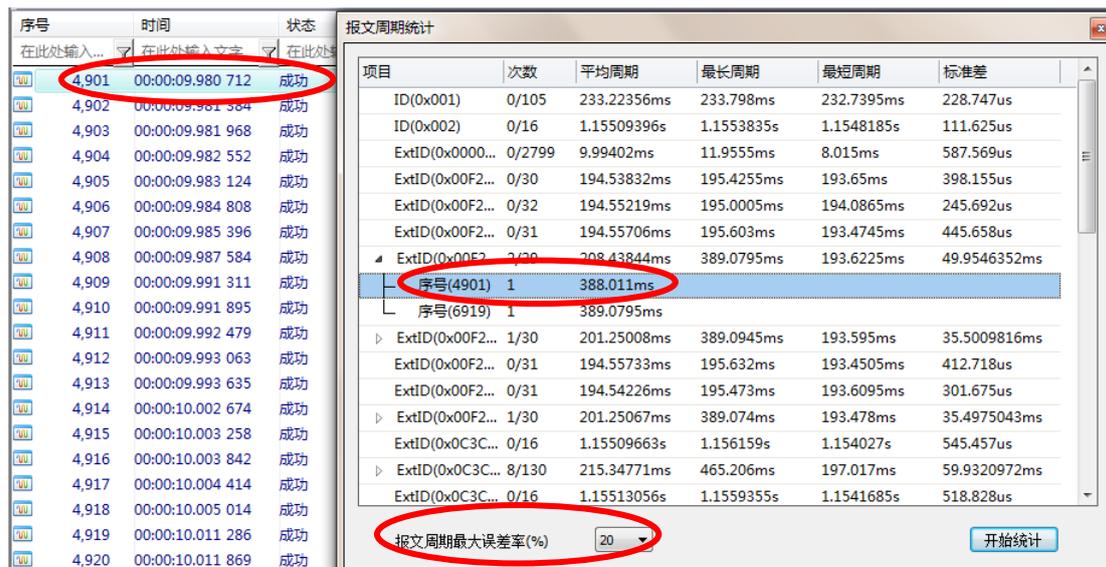


图 8.174 报文周期统计工具

图中报文周期最大误差率从 10%~100% 可选, CAN-bus 行业应用的通用规范一般是 20% 的偏差, 所以默认为 20%。统计结果是将所有的报文的平均周期、最长周期、最短周期、标准差统计出来。然后次数中包含了“偏离个数/总帧数”, 比率一目了然。注意这里的周期是指某个 ID 的 CAN 帧, 与上一次同一个 ID 的 CAN 帧间的时间间隔。

单击有偏差的报文, 展开后, 可以见其实际的偏差数值。双击对应的报文, 可查看其发生的时刻。便于定位问题出现的时间。

8.3.3 总线流量压力测试

为了检验被测节点数据接收能力, 用该波特率下最高的流量去冲击, 如果节点接收程序处理不当, 就会导致缓冲溢出, 最终产生超载帧。

选定被测节点所能识别的 CAN 报文, 以重复次数 255, 发送次数无限, 发送间隔 0ms, 勾选总线应答, 递增选择不递增, 发送即可达到最高负荷。如图 8.175 为 1M 波特率下, CANScope 以 7000 帧/秒的流量冲击被测节点。

测试按 1 分钟为一个测试周期, 如果点击帧统计, 没有发现有错误帧, 即表示通过测试。如果发现有错误帧, 即表明有超载情况发生, 需要改进接收程序。

表 8.10 接收程序处理方法

程序段	处理方法
中断程序	只接收数据, 压入软件缓冲区, 而不对数据进行处理。
主程序	从软件缓冲区中取出数据, 进行数据处理。

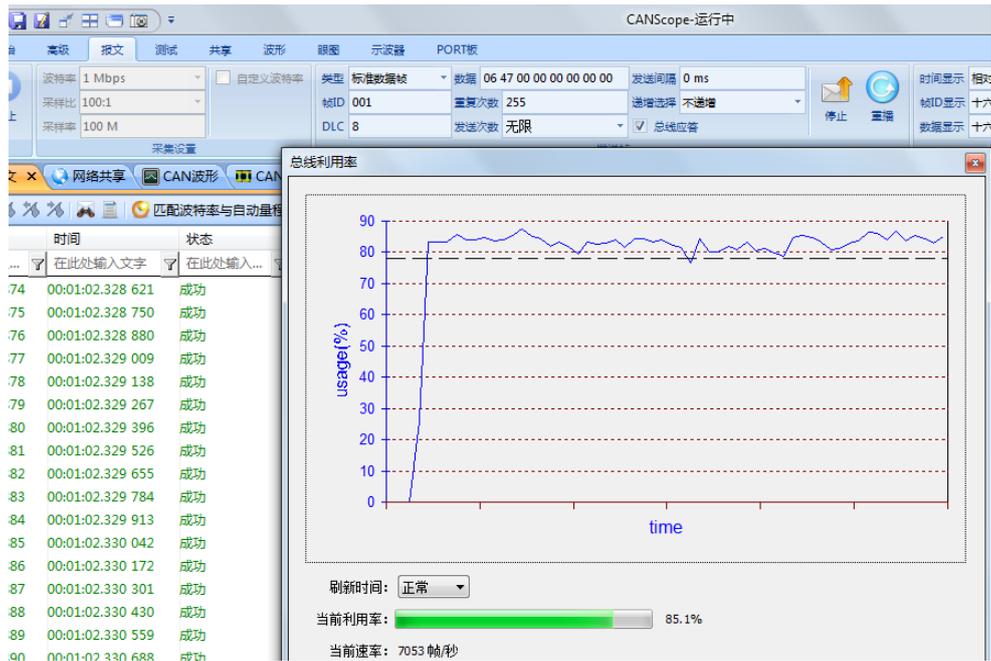


图 8.175 总线流量压力测试

8.3.4 网络共享

CANScope 分析仪利用以太网通信实现数据的共享，用户只需要一台 CANScope 硬件来采集报文数据，多台电脑打开 CANScope 软件，建立好连接便可同时分析同一数据(无波形)。

同时本机其它应用软件可以以 Socket 套接字的编程方式连接 CANScope 软件，实现数据的二次开发。

鼠标单击主界面上的“网络共享”选项卡，可打开“网络共享”界面，如图 8.176 所示。

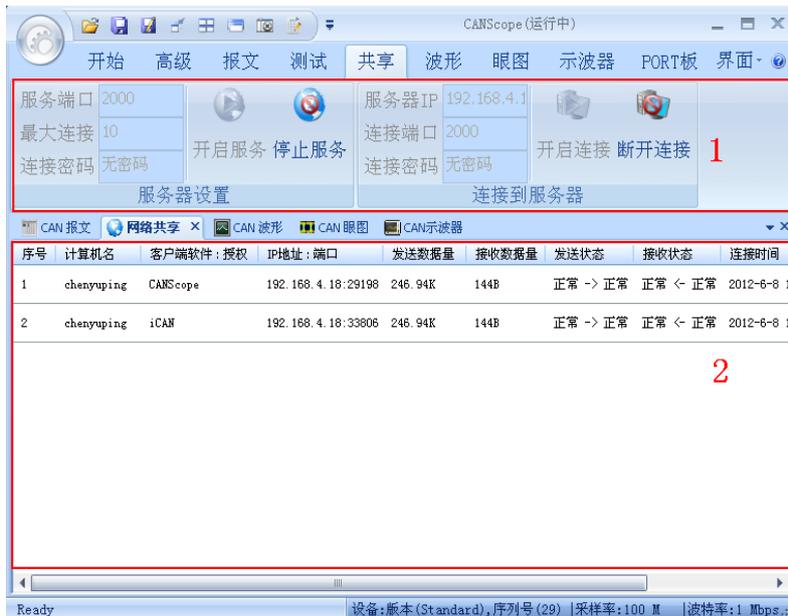


图 8.176 网络共享界面

网络共享功能将数据共享到服务器（本机），其它用户通过与服务器建立连接来访问共享的数据。

网络共享窗口：

- ①服务器设置：连接 CANScope 的 PC，如果需要别人连接来传输数据，则需要设置被连接的端口和最大连接数量，然后点击开启服务，如果不需要共享，则点击停止服务；
- ②连接到服务器：要得到数据的 PC，需要填入要连接 PC 的 IP 和端口，然后点击开启连接，如果需要断开则点击断开连接。

连接视图：

如图 8.177 所示为连接视图，可查看已建立连接的详细信息。

序号	计算机名	客户端软件	IP地址:端口	发送数据量	接收数据量	发送状态	接收状态	连接时间
1	HUANGMLNSI	CANScope	192.168.1.103:12740	0B	144B	正常 -> 正常	正常 <- 正常	2013-12-1 21:48:1

图 8.177 网络共享_连接视图

CANScope 中的高级中的各种应用层分析，都是需要进行网络共享来获取数据的。所以当点击高级中的某个功能时，软件会自动启动网络共享。

8.3.5 VC/VB/C#二次开发

使用 CANScope 的网络共享，用户可以在自己的程序中调用我们给出的动态库，实现二次开发。在 CANScope 软件的安装目录下，有各种编程例子，如图 8.178 所示。

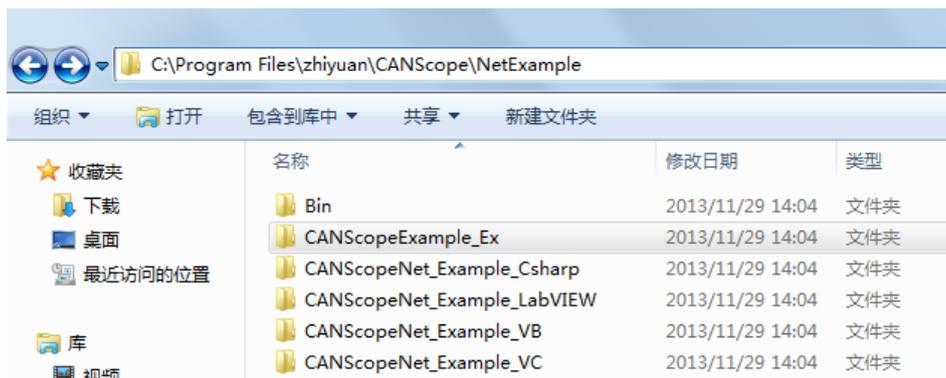


图 8.178 二次开发编程例子

(1) 发送与接收报文格式：

接收报文格式结构体

```
typedef struct _FRAME
{
    DWORD num; //序号
    DWORD timeH; //时间戳: (timeH<<16)|timeL, 10 纳秒为单位
    USHORT timeL;
    DWORD waveStart; //波形起始地址, 内部使用
    DWORD waveEnd; //波形结束地址, 内部使用
    BYTE errorCode; //bit5 表示方向 0-接收, 1-发送
    FRAME_WRAPPER wrapper;
}FRAME,*PFRAME;
```

发送报文格式结构体:

```
typedef struct _FRAME_WRAPPER{
    BYTE dataLen:4; //数据长度: 取值范围为 0~8
    BYTE source:1; //数据来源: 0-本地; 1-其它
    BYTE reserved0:1; //保留
    BYTE frameType:2; //帧类型: 00-标准数据帧;01-标准远程帧;10-扩展数据帧;11-扩展远程帧
    union{
        //标准帧
        struct{
            //使用(ntohs(frameID)>>5)可转换成实际的帧 ID
            USHORT frameID; //高位{frameID[7:0],frameID[15:13]}低位
            BYTE data[8]; //帧数据
            BYTE reserved[2]; //保留
        }standard;

        //扩展帧
        struct{
            //使用(ntohl(frameID)>>3)可转换成实际的帧 ID
            DWORD frameID; //高位{frameID[7:0],frameID[15:8],frameID[23:16],frameID[31:27]}低位
            BYTE data[8];
        }extend;
    }frame;
}FRAME_WRAPPER,*PFRAME_WRAPPER;
```

(2) 接口函数说明:

Connect

- 函数原型: HRESULT STDMETHODCALLTYPE Connect(BSTR addrIP,USHORT port,VARIANT otherData);
- 函数功能: 与服务器建立连接;
- 参数说明: addrIP **【in】** 服务器 IP 地址;
Port **【in】** 服务器监听端口号;
otherData **【in】** 连接密码, SafeArray 型变量
- 返回值: 成功返回 S_OK, 否则返回 S_FAILED;
- 补充说明: 可使用函数 GetLaseError()获取最后一次失败的错误号。

Stop

- 函数原型: HRESULT STDMETHODCALLTYPE Stop(void);
- 函数功能: 断开与服务器的连接;
- 参数说明: 无;
- 返回值: 成功返回 S_OK, 否则返回 S_FAILED;
- 补充说明: 可使用函数 GetLaseError()获取最后一次失败的错误号。

SendData

- 函数原型: HRESULT STDMETHODCALLTYPE SendData(BYTE dataType,VARIANT

bufData);

- 函数功能：发送数据；
- 参数说明：dataType 【in】数据类型；
bufData 【in】待发送数据，SafeArray 型值；
- 返回值：成功返回 S_OK，否则返回 S_FAILED；
- 补充说明：可使用函数 GetLaseError()获取最后一次失败的错误号。

RecvData

- 函数原型：HRESULT STDMETHODCALLTYPE RecvData(BYTE *dataType, VARIANT *bufData, LONG timeWait);
- 函数功能：接收数据；
- 参数说明：dataType 【out】数据类型；
bufData 【out】接收到的数据，SafeArray 类型值；
timeWait 【in】等待时间
- 返回值：成功返回 S_OK，否则返回 S_FAILED；
- 补充说明：若等待时间为-1，则已阻塞方式调用接收函数，知道有数据到达函数才返回。
若等待时间为 0，则异步调用接收函数，无论有无数据函数均直接返回。
若等待时间值大于 0，函数会等待指定时间，若仍无数据到达，则函数返回。
可使用函数 GetLaseError()获取最后一次失败的错误号。

GetDataSize

- 函数原型：HRESULT STDMETHODCALLTYPE GetDataSize(ULONG *dataSize, LONG timeWait);
- 函数功能：获取待接收数据大小；
- 参数说明：dataSize 【out】数据大小值；
timeWait 【in】等待时间；
- 返回值：成功返回 S_OK，否则返回 S_FAILED；
- 补充说明：参见
- **RecvData** 补充说明。

GetLastError

- 函数原型：HRESULT STDMETHODCALLTYPE GetLastError(ULONG *errorNum);
- 函数功能：获取最后一次错误的代码；
- 参数说明：errorNum 【out】错误代码；
- 返回值：成功返回 S_OK，否则返回 S_FAILED；
- 补充说明：错误代码含义

- 0, //连接成功
- 1, //客户端已连接到服务器，不可以再次连接
- 2, //连接失败
- 3, //密码错误
- 4, //已达到最大连接数
- 5, //不存在连接

- 6, //没有数据到达
- 7, //连接发生错误
- 8, //客户端对象没有创建成功

(3) 使用说明:

接口依赖:

“CANScopeNet.dll”位于软件安装目录下的 NetExample\Bin 目录中，同目录中另存在“NetClient.dll”，“NetProtocol.dll”，“Security.dll”三个动态链接库，使用时应确保此四个 DLL 处于同一目录下，否则网络接口不能正常工作。

“CANScopeNet.dll”为 COM 接口，使用前需要对该接口进行注册。否则接口无法使用，测试程序也无法正确运行。开发者可以自行调用 regsvr32 命令进行注册，也可双击 NetExample\Bin 目录下提供的“Install.bat”及“Uninstall.bat”进行注册及注销“CANScopeNet.dll”组件。

使用说明:

使用“CANScopeNet.dll”接口与 CANScope 主程序进行数据通信时，需要先调用 Connect() 函数，传入待连接 CANScope 软件所在计算机的 IP 地址及监听端口，若存在连接密码，可将密码从最后一个参数传入。连接结果可使用 GetLastError() 获得。

连接成功后可使用 SendData() 函数发送数据，使用 RecvData() 函数接收数据，若只希望获得待接收数据的大小，可调用 GetDataSize() 获取该值。

数据收发完成后，应调用 Stop() 函数断开与服务器的连接。

以下是经过实际测试，通过二次开发的软件与 canscope 标准软件的报文进行对比，其中时间戳精度为 10us，波形字段数据为波形起始结束地址仅内部使用，暂未开放。

02 00 00 00 (序号) 18 AC 00 00 (时间高位) AF 94 (时间低位) 20 1E 9A 01 E0 67 9A 01
(波形) 00 (错误码) 08 (数据长度/帧信息) 0000 (ID) 00 01 02 03 04 05 06 07 00 00

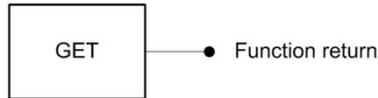
2	00:00:28.872 920	成功	接收(本地)	标准数据帧	8	000 H	00 01 02 03 04 05 06 07 H
04 00 00 00 06 C9 1F 00 23 38 58 F4 9A 01 F8 3A 9B 01 00 08 23 01 00 01 02 03 04 05 06 07 00 00							
4	00:22:45.166 141	成功	接收(本地)	标准数据帧	8	123 H	00 01 02 03 04 05 06 07 H
06 00 00 00 F5 F3 22 00 7F FF D0 CD 9B 01 D0 22 9C 01 00 88 45 23 01 00 00 01 02 03 04 05 06 07							
6	00:25:01.218 732	成功	接收(本地)	扩展数据帧	8	00012345 H	00 01 02 03 04 05 06 07 H
07 00 00 00 71 A8 28 00 59 AE 78 71 9C 01 38 57 9C 01 00 88 78 56 34 12 00 01 02 03 04 05 06 07							
7	00:29:06.247 143	成功	接收(本地)	扩展数据帧	8	12345678 H	00 01 02 03 04 05 06 07 H

8.3.6 Labview 二次开发

包含 6 个导出函数，用于实现客户程序与 CANScope 主软件间的数据通信。为了方便用户使用 LabVIEW 进行开发，特提供了 6 个导出函数的子 VI 版本，位于程序安装目录下 NetExample\CANScopeNet_Example_LabVIEW\Sub VI 目录中，下面详细介绍各子 VI 的功能。

1. 子 VI 说明

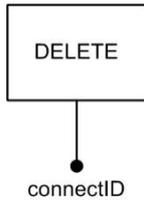
Get Connect ID:



创建连接 ID: 返回一个唯一的连接 ID, 用于标志一个连接, 其它所有子 VI 都将用到这个 ID 值。

Function return : 连接 ID, I32 型值。

Delete Connect ID:

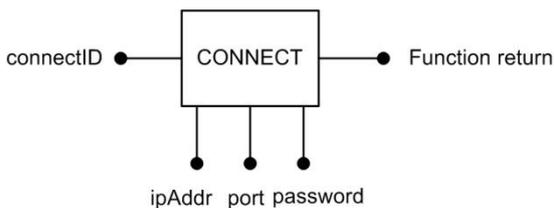


删除连接 ID: 删除指定的连接 ID, 回收该连接所使用的所有资源。

Function return: 函数执行结果, I32 型值。

ConnectID: 连接 ID 值。

Connect:



建立连接: 通过该函数, 用户可以与 CANScope 主软件建立连接。

Function return: 函数执行结果, I32 型值。

ConnectID: 连接 ID 值。

ipAddr: CANScope 主软件所在计算机的 IP 地址。

port: 监听端口号。

password: 连接密码。

Stop:

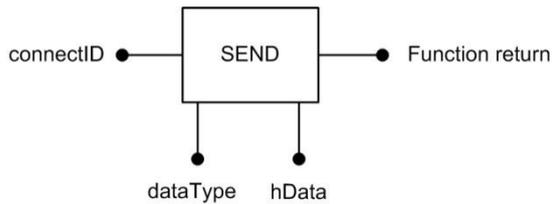


断开连接: 断开与 CANScope 主软件的连接

Function return: 函数执行结果, I32 型值。

ConnectID: 连接 ID 值。

Send:



发送数据：用户使用该函数向 CANScope 主软件发送 CAN 报文数据。

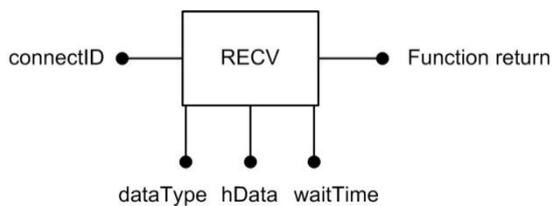
Function return：函数执行结果，I32 型值。

connectID：连接 ID 值。

dataType：发送的数据类型，目前只支持 CAN 报文数据，填入 0。

hData：存储待发数据的 u8 数组。

Recv:



接收数据：使用该函数从 CANScope 主软件接收报文数据。

Function return：函数执行结果，I32 型值。

connectID：连接 ID 值。

dataType：接收到的数据类型。

hData：用于存储接收数据的 u8 数组。

waitTime：若当前无数据到达，需要等待时间（ms），-1：阻塞方式调用，知道接收到数据才返回，0：若无数据则直接返回，大于 0：若无数据到达，则等待当前数值的时间后返回。

2. 返回值说明

除了获取和删除连接 ID 的两个子 VI，其它 4 个子 VI 都会通过 Function return 返回执行的结果。该字段为 32 位有符号整型数据。其值所代表的含义见表 8.11 所示。

表 8.11 返回值含义说明

返回值	含义
0	操作成功
1	连接已存在
2	操作失败
3	服务器已达到最大连接数
4	不存在连接
5	没有数据到达
6	连接发生错误
7	客户端对象没有创建成功，缺少必须模块时引发
3	服务器已达到最大连接数

3. 使用说明

依赖组件：



如果使用 CANScope 提供的子 VI 进行开发，必须确保“CANScopeNet_LabVIEW.dll”，“NetClient.dll”，“NetProtocol.dll”，“Security.dll”四个动态链接库同时存在于执行目录中。

使用说明：

使用接口进行开发可遵循如下几个步骤：

1. 调用 Get Connect ID 子 VI 创建一个连接 ID；
2. 调用 Connect 子 VI，并传入上步中创建的连接 ID，CANScope 主软件所在计算机的 IP 地址，监听端口号及连接密码（没有密码可留空），与之建立连接，Founction return 返回连接操作的结果，具体返回值意义见表 8.11 所示；
3. 若上步连接建立成功，可使用 Send 及 Recv 函数进行数据通信；
4. 通信结束，使用 Stop 子 VI 断开当前的连接；
5. 调用 Delete Connect ID 子 VI，删除当前连接 ID，回收资源。

具体使用参阅位于“NetExample\CANScopeNet_Example_LabVIEW”目录下的实例代码“CANScopeNet_Example_LabVIEW.vi”。

8.4 应用层分析测试

CANScope 虽然在物理层和链路层分析方面有着无与伦比的能力，但在应用层分析方面也非常强大，可以帮助客户灵活分析协议，导入标准的 DBC 文件进行分析，还可以进行自定义协议分析。

8.4.1 报文协议解析列表（可导入 DBC 文件）

在 CAN 报文界面，所有报文都是以时间顺序往下刷新，这样即使进行筛选也是很方便的，无法实时考察报文种类与数据变化。特别是在协议解析时，无从下手，所以 CANScope 在“高级”的“分析工具”功能中包含了“报文协议解析列表”，如图 8.179 所示。



图 8.179 报文解析列表

1. 分类动态显示解析协议

当 CANScope 的 CAN 报文界面开始接收数据后，就可以点击打开“报文协议解析列表”，然后可以看到这个软件自动连接网络共享，解析数据，如图 8.180 所示。

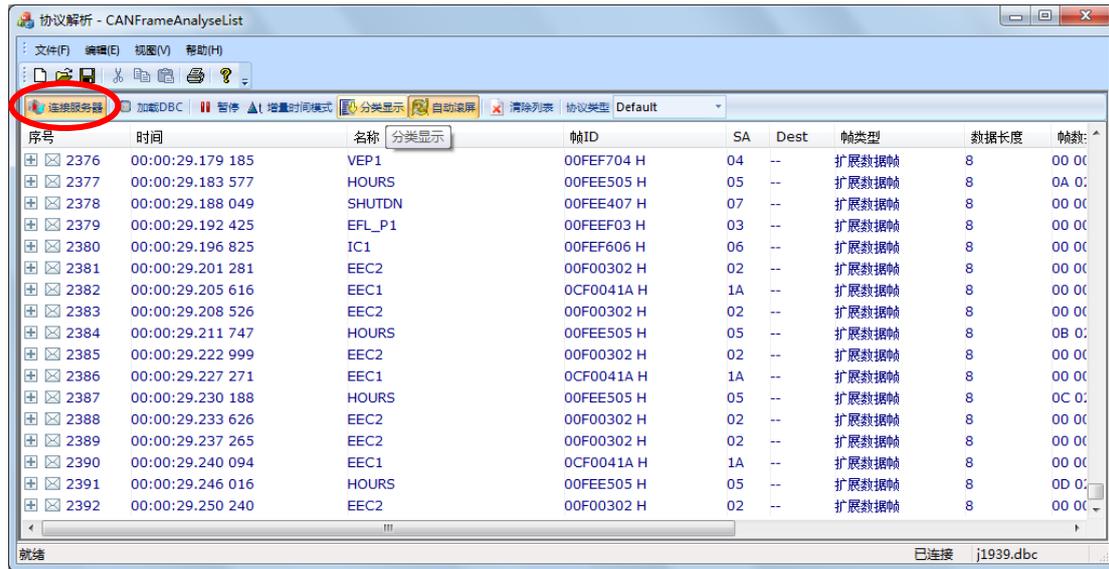


图 8.180 协议解析

当服务器未连接好时，点击菜单栏上面的“连接服务器”，会弹出对应的连接框，如图 8.181 所示，点击“连接”即可。如果报文解析列表没有数据刷新，需要做以下检查：

- (1) CANScope 主程序网络共享服务器是否启用，密码是否一致（默认是空），然后再次点击协议解析框中的“连接服务器”；
- (2) 连接的 IP 地址是否正确，一般来说以网卡的 IP 地址，比如自动获取 IP 时，而没有插网线，这时 IP 为 127.0.0.1
- (3) CANScope 主程序是否有报文接收，如果没有则不会有显示。



图 8.181 连接服务器

若直接观察数据，可能会觉得眼花缭乱，所以此时可以使用界面中的“分类显示”功能，如图 8.182 所示。所有的报文按 ID 来进行分类刷新，而数据段中，有发生变化的数据标记红色，这样用户就可以很方便地获知正在动作的某个功能所对应的帧 ID，这为解析协议（特别是汽车协议）提供非常大的方便。

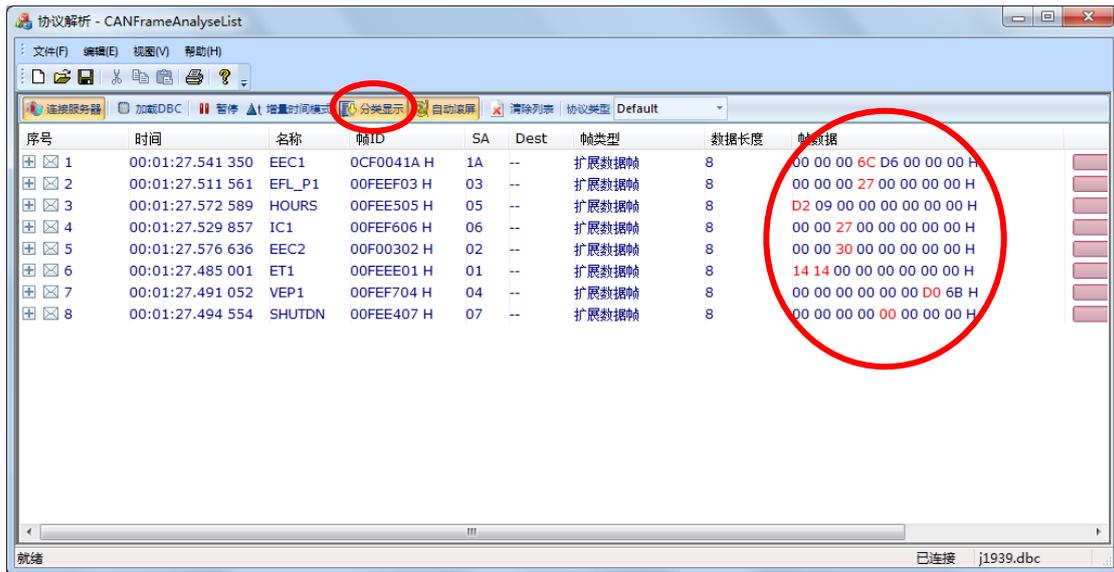


图 8.182 协议解析分类显示

解析协议技巧：分类显示后，假设我们想知道什么 ID 和哪个字节的数据代表汽车方向盘位置信息，可以让司机左右动一下方向盘，然后观察帧数据变化（标红色），如果变化规律和方向盘运动规律一致的，则可以断定这条报文中的这个数据代表方向盘位置。

2. 导入标准 DBC 文件解码 CAN 通讯

汽车电子用户都非常熟悉 DBC 文件，因为这个是任何汽车电子设备都必须具备的协议文件，其描述了设备所发送接收报文的含义，比如发动机转速、油温、油压等。被汽车电子用户俗称为“解码”。报文协议解析列表也可以“加载 DBC”文件，可以轻松进行“解码”工作，如图 8.183 所示，为加载标准的 J1939 协议（柴油机和电动车的标准协议）。

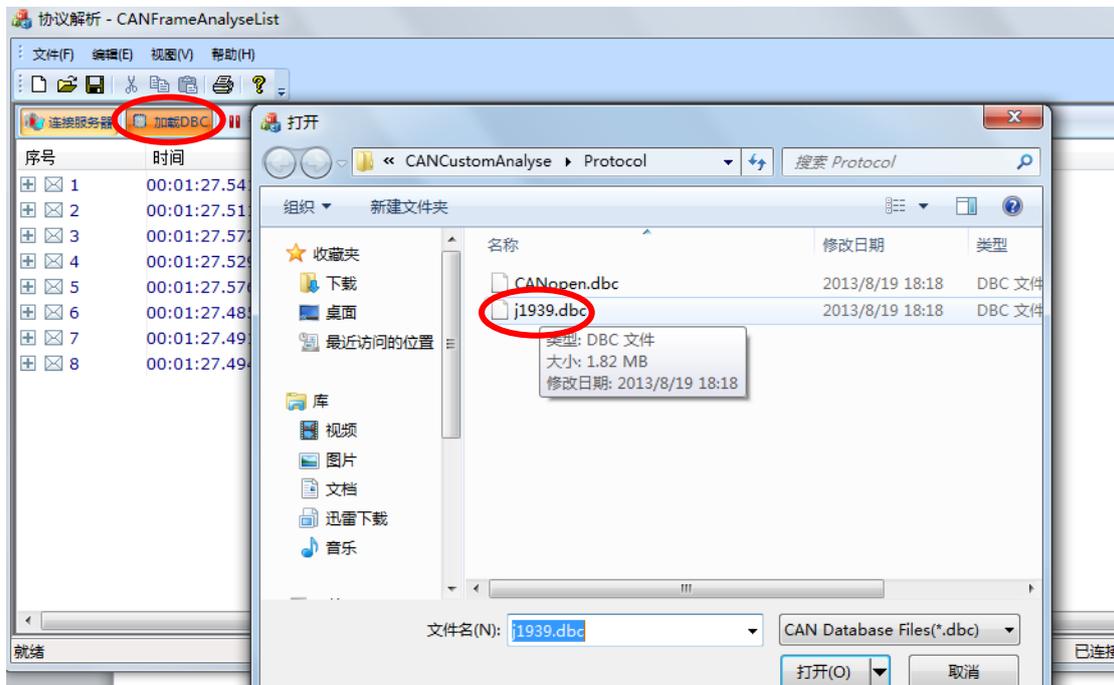


图 8.183 加载 DBC 文件

加载 DBC 文件之后，用户可以点开任意一个报文，其应用层解析一目了然，如图 8.184 所示，0x00FEEEE01 这个 ID 的报文中包含了发动机冷却液温度、发动机燃气温度、发动机润滑油温等信息。



序号	时间	名称	帧ID	帧类型	数据长度	帧数据
1	00:01:27.541 350	EEC1	0CF0041A H	扩展数据帧	8	00 00 00 6C D6 00 00 00 H
2	00:01:27.511 561	EFL_P1	00FEEF03 H	扩展数据帧	8	00 00 00 27 00 00 00 00 H
3	00:01:27.572 589	HOURS	00FEE505 H	扩展数据帧	8	D2 09 00 00 00 00 00 00 H
4	00:01:27.529 857	IC1	00FEF606 H	扩展数据帧	8	00 00 27 00 00 00 00 00 H
5	00:01:27.576 888	EEC2	00F00302 H	扩展数据帧	8	00 00 30 00 00 00 00 00 H
6	00:01:27.485 001	ET1	00FEEEE01 H	扩展数据帧	8	14 14 00 00 00 00 00 00 H
1		EngCoolantTemp	-20deg C			
2		EngFuelTemp1	-20deg C			
3		EngIntercoolerTemp	-40deg C			
4		EngIntercoolerThermosta...	0%			
5		EngOilTemp1	-273deg C			
6		EngTurboOilTemp	-273deg C			
7	00:01:27.491 052	VEP1	00FEF704 H	扩展数据帧	8	00 00 00 00 00 00 D0 6B H
8	00:01:27.494 554	SHUTDN	00FEE407 H	扩展数据帧	8	00 00 00 00 00 00 00 00 H

图 8.184 DBC 解析应用层协议

用户如果需要保存分析结果，可以点击“暂停”，然后再点击“保存”即可，如图 8.185 所示。



图 8.185 保存数据

- ◇ 增量时间模式：将时间显示改为增量时间；
- ◇ 自动滚屏：当非分类显示方式时，自动滚屏；
- ◇ 清除列表：将下面的列表框数据清除；
- ◇ 协议类型：默认的几个应用层解析协议。

DBC 文件也包含 CANopen 等工业协议，CANScope 软件自带。

8.4.2 自定义分析（DBC 导入与自定义）

当用户需要更加直观观测数据（仪表盘方式），或者需要自定义协议时，可以使用“高级”中的“自定义分析”功能，如图 8.186 所示。



图 8.186 自定义分析

用户在这个界面中，可以拖动左边的仪表盘、分度表、数字控件、文本控件等功能到面板上面，然后绑定变量进行直观显示。或者拖动变量进行趋势分析。如图 8.187 所示。

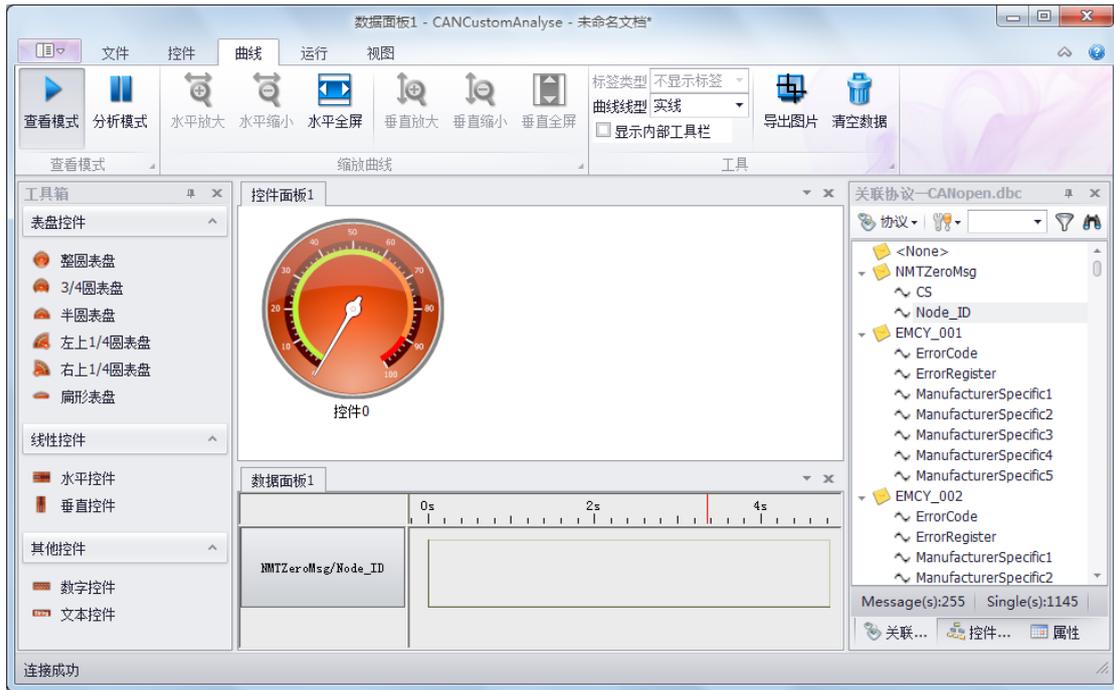


图 8.187 自定义数据面板

具体的菜单与功能介绍，请点击“文件”菜单中的“帮助”，可打开对应的用户手册。如图 8.188 所示。



图 8.188 自定义数据面板菜单介绍

1. DBC 导入分析

同样，这个表盘组态界面也可以导入 DBC 文件，通过控件直接绑定变量进行直观显示。如图 8.189 所示，在工具箱中选择需要的控件，拖动到控件面板中，双击图形控件，或者右击图形控件选择属性，则右边栏可以显示这个控件的参数，其中 Data 就是这个表盘指针数值要绑定的变量，可以点击 Data 右边框中，即弹出一个“关联数据”框，选择加载协议（DBC 文件）或者选择已经预保存好的协议。

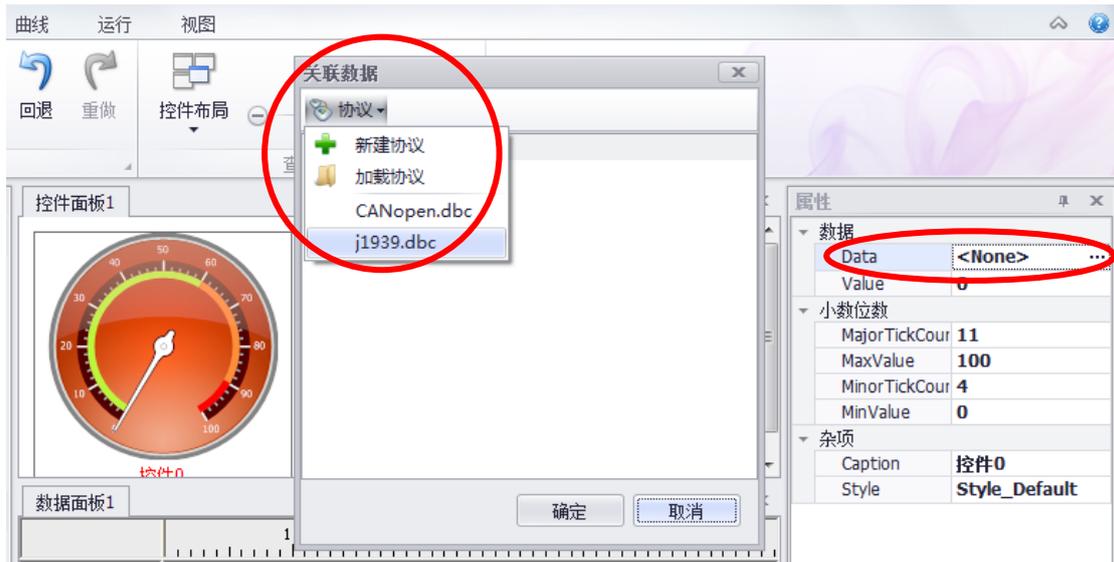


图 8.189 加载 DBC 文件到控件指针

假设加载了 j1939.dbc，则将 J1939 协议的所有映射都加载进来，这时我们需要将 ET1 的发动机冷却剂温度绑定，则在关联数据的搜索栏中输入“Engcoolanttemp”（不分大小写），点击  进行搜索，然后双击目标进行绑定变量，则这个表盘的值就和实际物理量绑定。即可进行直观显示。如图 8.190 所示。

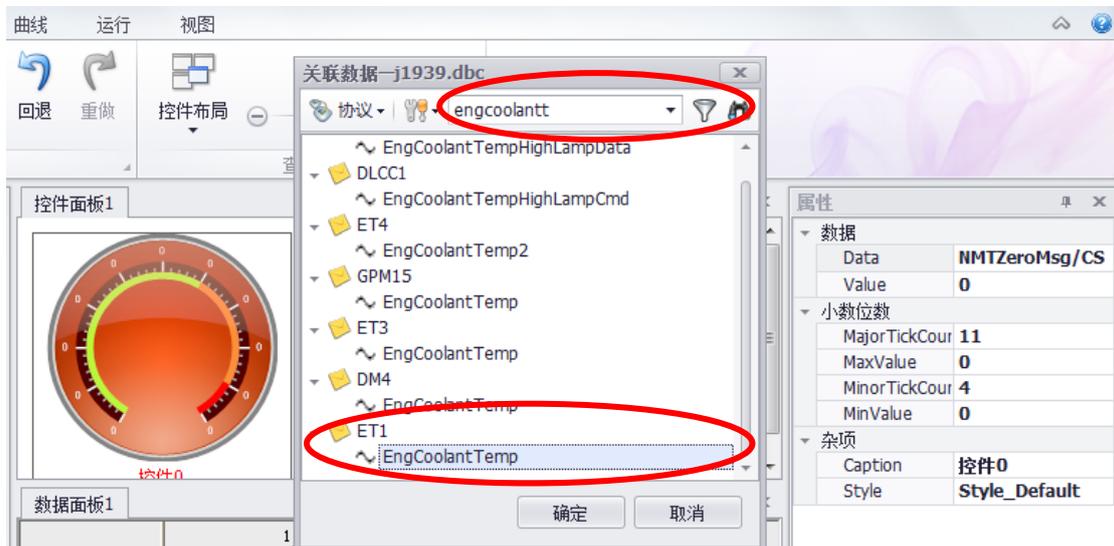


图 8.190 绑定实际物理量

如图 8.191 所示，即为绑定后的效果，属性栏中参数一般不需要修改：

- (1) Value 表示表盘初始值（这里是 0℃）；
- (2) MajorTickCount 表示主刻度分割数；
- (3) MaxValue 表示最大刻度值（这里是 210℃）；
- (4) MinorTickCount 表示副刻度分割数；
- (5) MinValue 表示最小刻度值（这里是 -40℃）。



图 8.191 加载发动机冷却水温度

如果需要看历史趋势变化，可以将右边栏切换成关联协议，然后找到 EngCoolantTemp 将其拖动到“数据面板 1”的左边栏，运行后即可有趋势变化曲线。如图 8.192 所示。

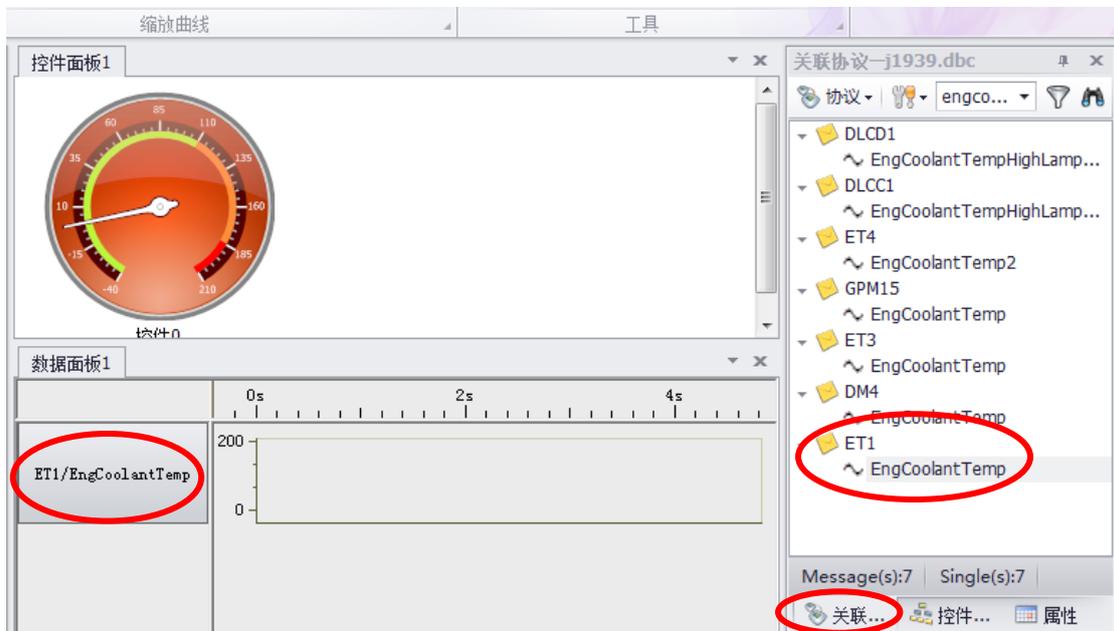


图 8.192 历史趋势分析

点击运行中的连接，如图 8.193 所示，即可关联运行。表针所指就是目前的发动机冷却水温度，下面的数据面板的趋势图就是现实冷却水温度变化趋势。

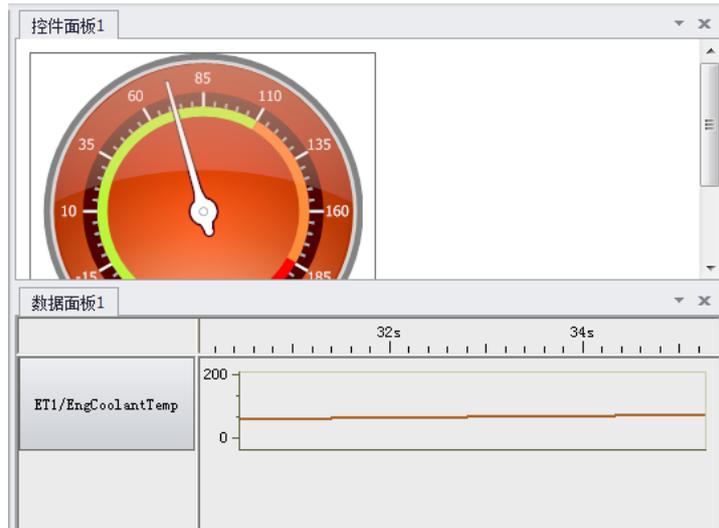


图 8.193 连接运行

分析小技巧:

- (1) 通过控件菜单中的网格宽度可以调节控件大小，如图 8.194 所示。



图 8.194 调节控件大小

- (2) 点击数据面板中某个变量，然后点击曲线菜单中的分析模式，可以对这个变量的历史趋势进行查看和测量分析，通过鼠标左键可以左右移动历史趋势图。如图 8.195 所示。

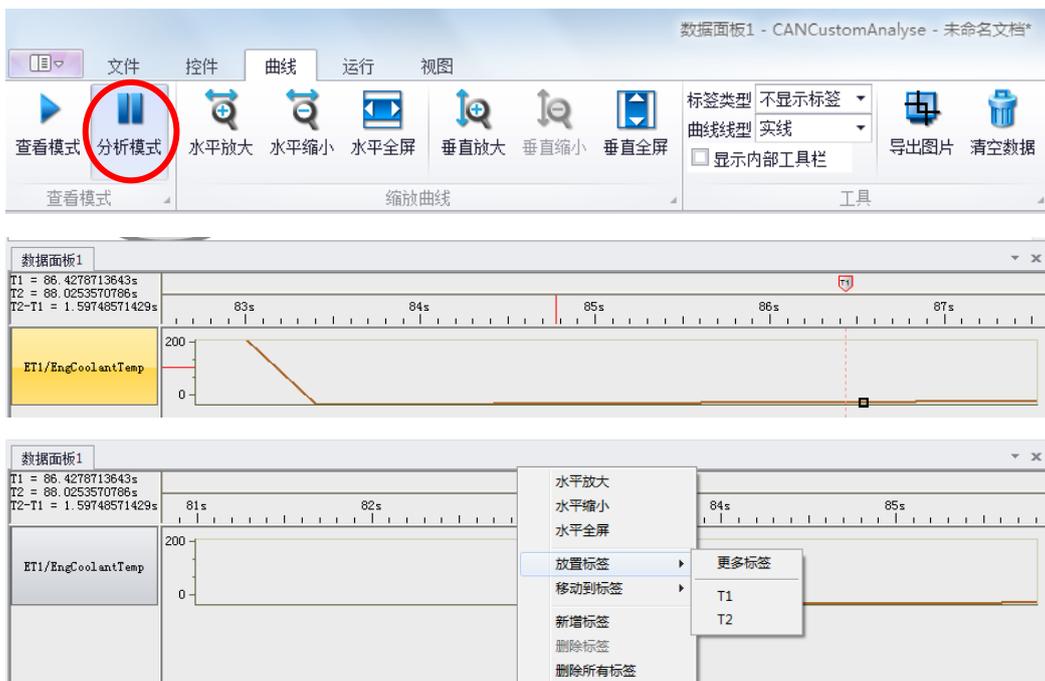


图 8.195 历史趋势分析

用户在这个界面上可以进行各种测量和导出图片、清空数据之类操作，具体见本数据面板的帮助。

2. 自定义协议分析

用户如果需要自定义相关协议，可以在关联协议中点击“新建协议”，如图 8.196 所示。

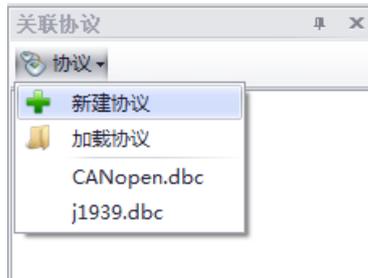


图 8.196 新建协议

弹出“自定义协议编辑器”，用户可以进行协议编辑，如图 8.197 所示。



图 8.197 自定义协议编辑器

这个协议编辑器包含几个部分：

- (1) 消息：定义需要处理的报文信息。CANScope 接收到定义的报文，然后才进行协议处理。用户可以右击新建消息，如图 8.198 所示。

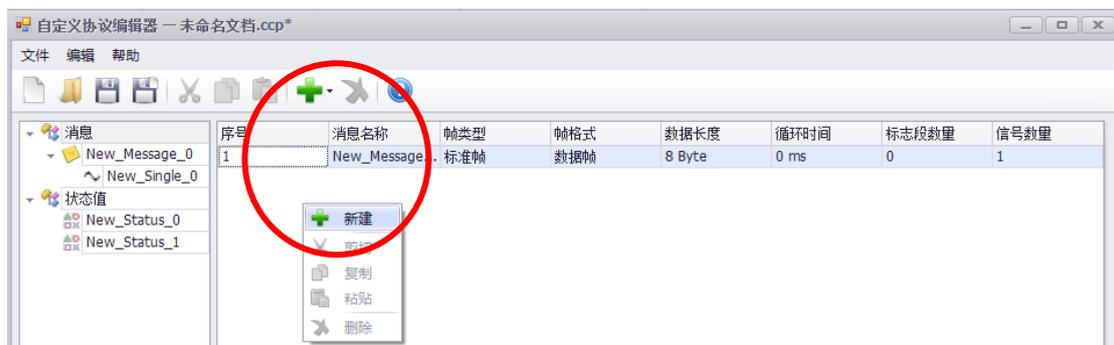


图 8.198 自定义协议_消息

- (2) 消息基本信息：定义某条消息的帧类型与数据长度，并且定义了协议处理的循环时间，默认是 0ms，即收到相关匹配的帧，就进行协议处理。如图 8.199 所示。

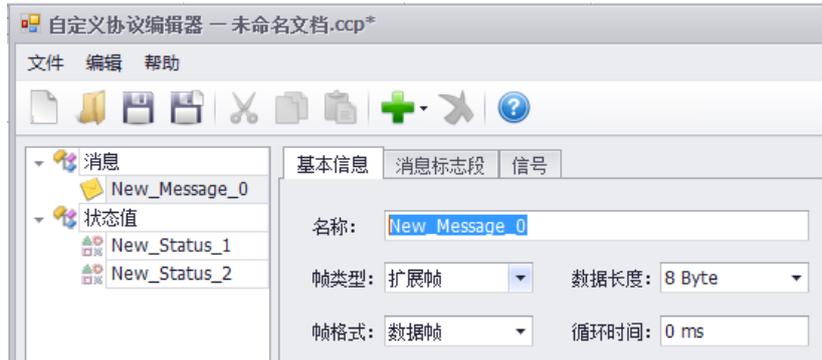


图 8.199 自定义协议_基本信息

(3) 消息标志段: 定义了某条消息帧是按 ID(或者数据段)中的哪几位来识别, 来触发消息, 如图 8.200 所示, 为定义了 J1939 协议中 ID 为 0xXXFEEEXX 的消息标志段, 选择段关联位置为帧 ID, 段宽为 16 位 (16Bit), 段起始位序号 8Bit (靠左对齐, 左为 0Bit), 段值为 0xFEEE。这样如果收到报文中的 8-23 位为 0xFEEE 时, 就触发这个消息。



图 8.200 自定义协议_消息标志段

如果用户要使用数据触发, 则需要将段关联设置为帧数据, 然后同样是设置匹配段, 如图 8.201 所示, 为设置数据段 DATA2 和 DATA1 为 0xFE 和 0xEE。然后触发消息。

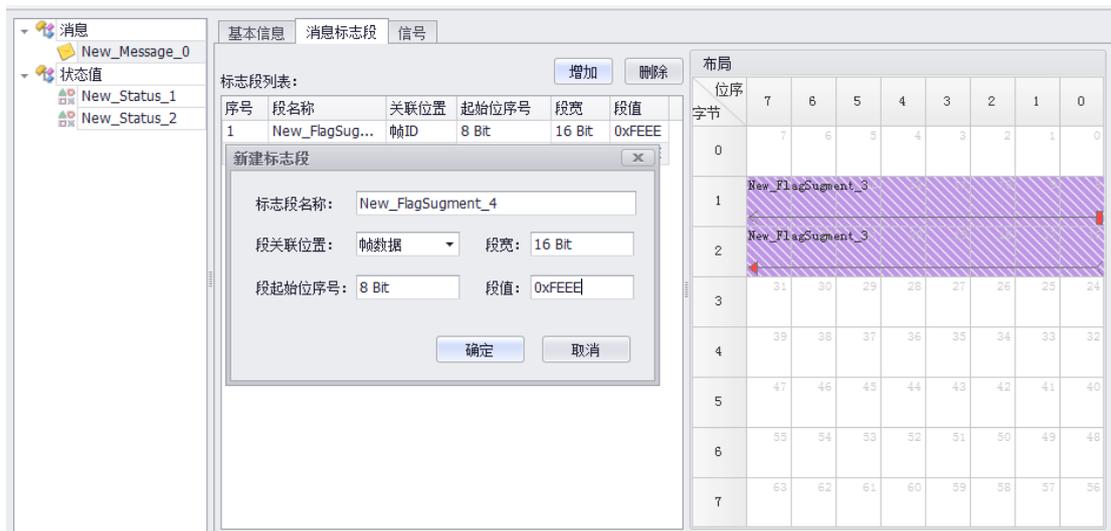


图 8.201 自定义协议_消息标志段 2

同一个消息可以定义多个消息标志段，任意一条触发均可。

- (4) 信号：当这个消息被触发后，报文中的哪些信息将被使用。如图 8.202 所示，按 J1939 协议的定义发动机冷却水温度，为 0xXXFEEEXX 的第一个字节，范围为-40℃~210℃。所以我们可以新建信号。这样我们就得到了一个可以应用的变量——EngCoolantTemp。变量的最终值=报文中原始数值×变换比例+变换偏移。变换偏移可以是负值。

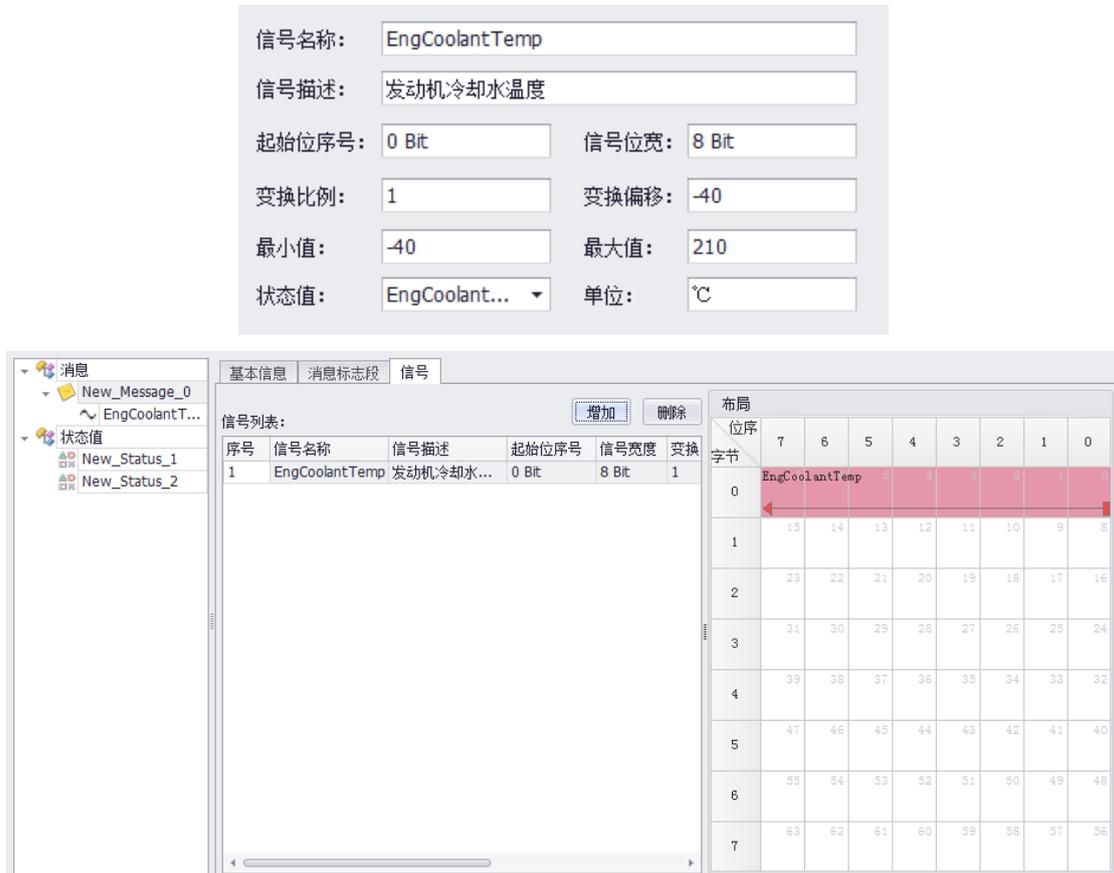


图 8.202 自定义协议_新建信号

当然用户可以在一个消息里面定义多个信号。

- (5) 状态值：预先设置好，用于定义信号时，进行状态描述。如图 8.203 所示。

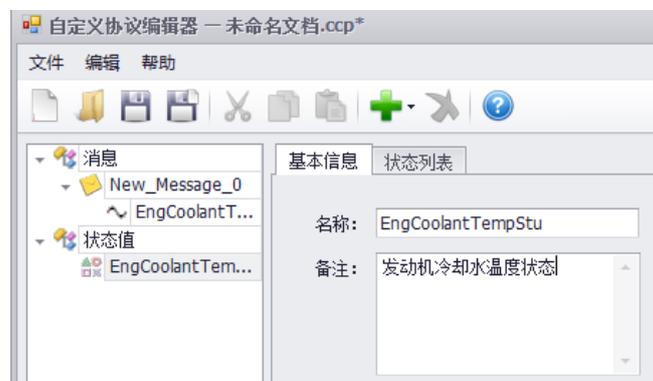


图 8.203 自定义协议_状态值设定

可以添加状态值列表，如图 8.204 所示，定义 0x0 为-40 摄氏度，0x14 为-20 摄氏度。

然后通过消息信号来绑定这个状态值，即信号如果等于某个状态值，则表示其对应的描述。

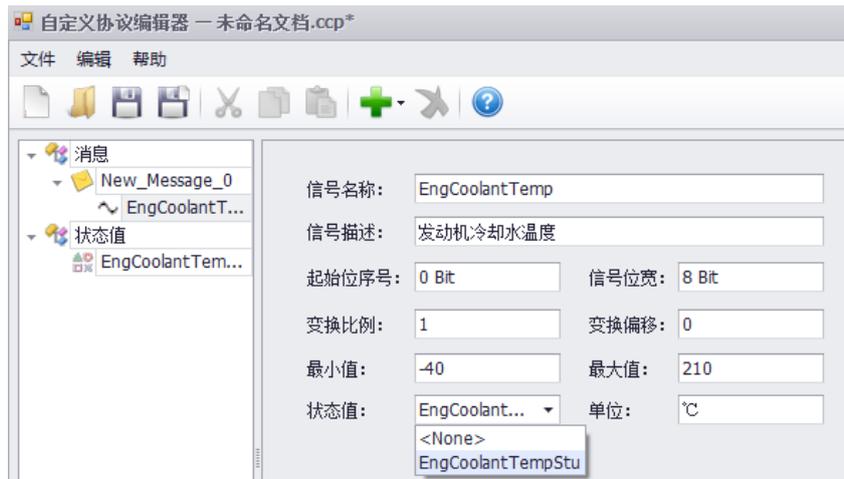


图 8.204 自定义协议_状态值设定 2

配置完毕后，点击保存，将这个协议保存起来。回到数据面板界面，选择协议，加载协议，就可以将自定义的协议导入，拖动信号到对应的控件，就可以用于数据显示与趋势分析。如图 8.205 所示。



图 8.205 自定义协议导入与消息添加

验证完毕后，点击数据面板上面的文件，保存成工程文档，下次需要使用时直接打开加载工程文档即可。

小技巧：为了做出的控件比较美观，可以点击杂项的 **Style**，选择合适的表盘外观，如

图 8.206 所示。

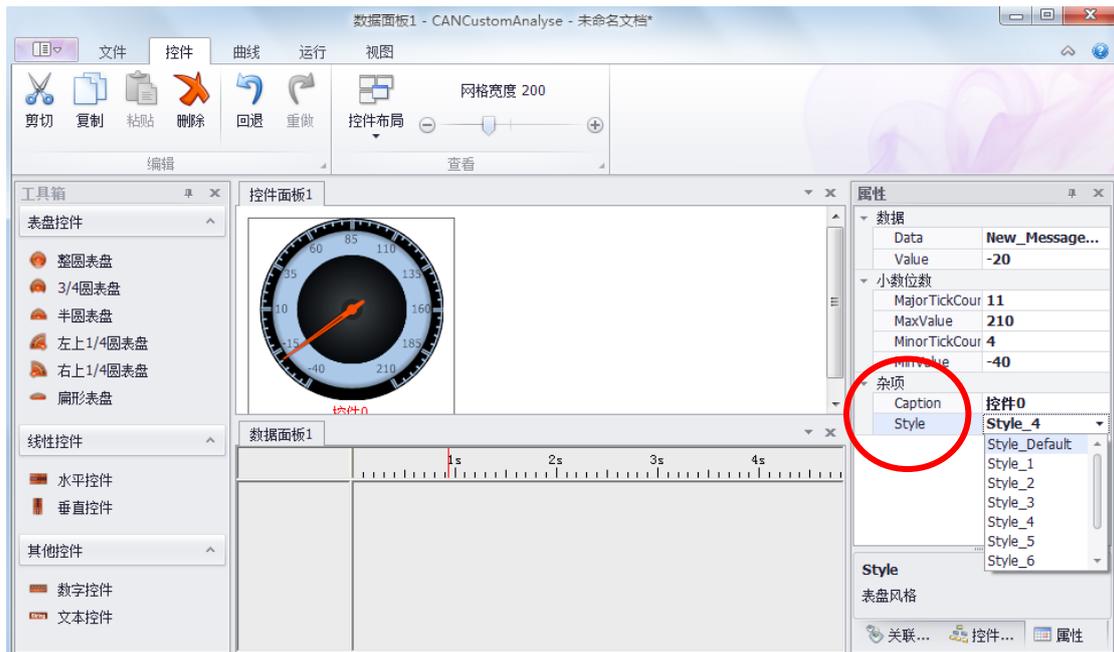


图 8.206 控件外观改变

如图 8.207 所示，为使用自定义协议做出来的 J1939 协议演示界面。



图 8.207 J1939 分析演示

如果需要显示状态值（状态描述），则需要将信号绑定到文本控件。如图 8.208 所示。

当信号值与状态值匹配，则显示状态描述。



图 8.208 状态值显示

8.4.3 CANopen/J1939/DeviceNet/iCAN 协议分析

本功能为广州致远电子股份有限公司生产的 CANalyst-II 高层协议解析器的软件 CANPro 移植而来。后续 CANScope 版本将直接调用 CANPro 软件，使用共享数据的方式实现数据传递分析。如图 8.209 所示，由于功能较多，故详细功能描述请见 CANPro 用户手册。

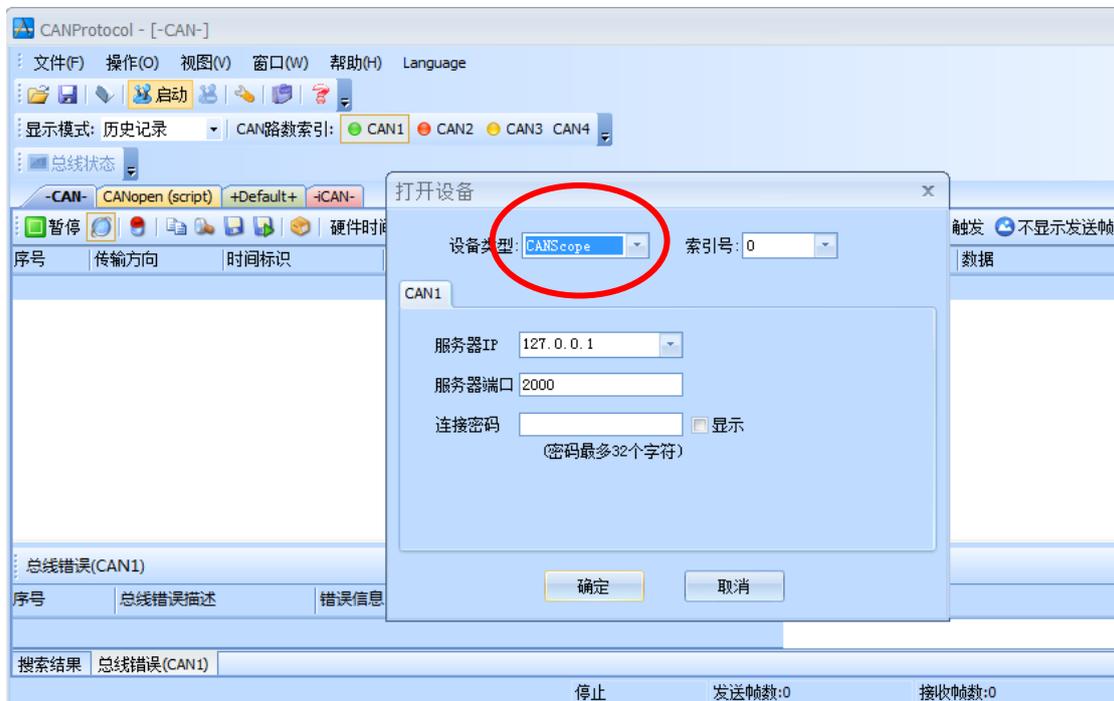


图 8.209 CANPro 协议分析

8.4.4 帧比较分析

当用户在使用某些设备时，经常会遇到 CAN 应用协议不断更新的问题，比如辛辛苦苦

写好了操作程序，而厂家突然声明设备协议更新了，所有工作还要推到重来。所以 CANScope 内嵌了“帧比较”的功能，用于对比两个工程文件之间的报文差异。

用户先打开当前收集到的工程，然后打开 CAN 报文菜单“工具”然后弹出“帧比较”，如图 8.210 所示。

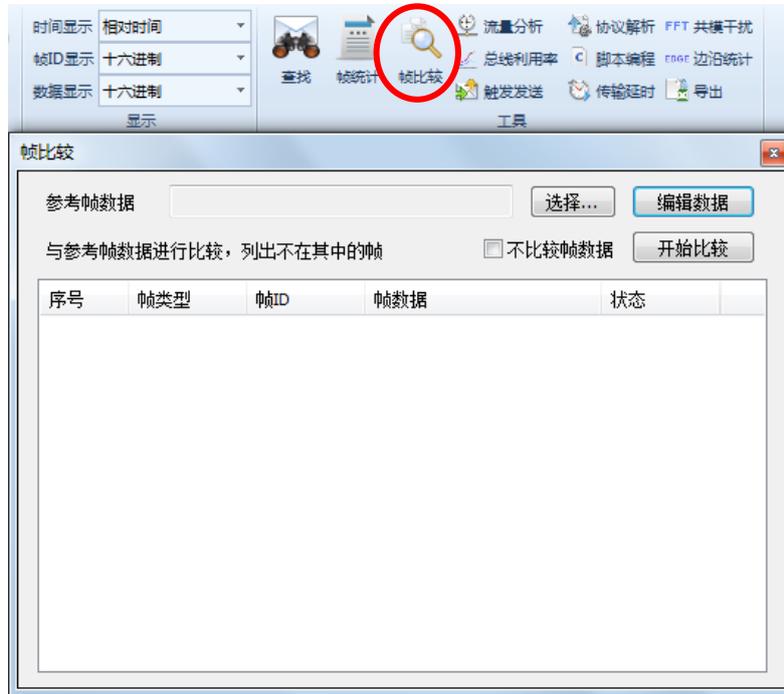


图 8.210 帧比较

然后点击“选择”，选中需要比较的工程文件，如图 8.211 所示为比较的数据。

序号	时间	状态	方向	帧类型	数据长度	帧ID	帧数据
1	00:00:20.966 699	成功	发送	标准数据帧	8	111 H	D5 76 01 00 00 00 0...
2	00:00:20.966 699	成功	接收	标准数据帧	8	111 H	D5 76 01 00 00 00 0...
2	00:00:23.731 544	成功	发送	标准数据帧	8	111 H	D5 76 01 00 00 00 0...
2	00:00:23.731 544	成功	接收	标准数据帧	8	111 H	D5 76 01 00 00 00 0...
3	00:00:25.372 345	成功	发送	标准数据帧	8	111 H	D5 76 01 00 00 00 0...
3	00:00:25.372 345	成功	接收	标准数据帧	8	111 H	D5 76 01 00 00 00 0...
4	00:00:26.975 858	成功	发送	标准数据帧	8	111 H	D5 76 01 00 00 00 0...
4	00:00:26.975 858	成功	接收	标准数据帧	8	111 H	D5 76 01 00 00 00 0...
5	00:00:28.724 711	成功	发送	标准数据帧	8	111 H	D5 76 01 00 00 00 0...
5	00:00:28.724 711	成功	接收	标准数据帧	8	111 H	D5 76 01 00 00 00 0...

图 8.211 比较的数据

如图 8.212 所示，为被比较的数据，可见多出了 ID 为 222H 报文 2 条。

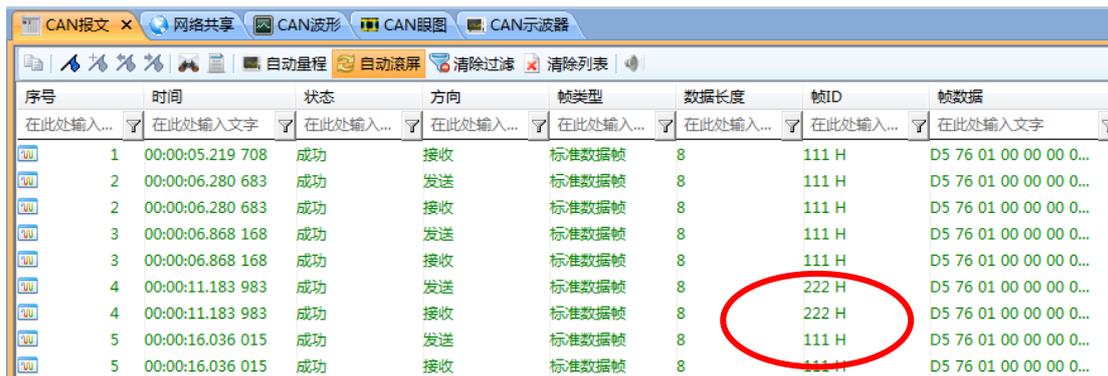


图 8.212 被比较的数据

然后点击“开始比较”。如图 8.213 所示，列表框中显示出 ID 为 222H 的 2 条报文，用户还可以双击这两条报文，定位到具体的帧位置，获取其出现的时间和逻辑关系。

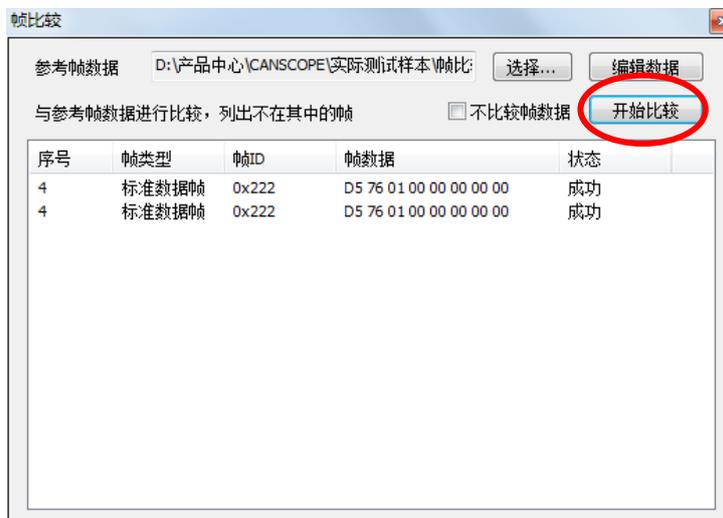


图 8.213 比较结果

“帧比较”框中，还有 2 个选项：

- (1) 编辑数据：其实就是重播功能，可以将被比较的数据进行导入重播框并且进行播放；
- (2) 不比较帧数据：对于帧数据不进行比较，只对帧 ID 进行比较。

8.4.5 触发发送（节点和网络仿真）

触发发送主要用于应用层节点或者网络仿真，比如 CANScope 模拟一个节点或者一个网络，对接收到的报文进行回复，如图 8.214 所示。点击 CAN 报文中工具的触发发送。



图 8.214 触发发送

先添加触发条件——收到某个特征的报文，然后添加这个触发条件下的发送数据（可添加多条），如图 8.215 所示，为收到 ID 为 0x00000001 的报文，就发送 ID 为 0x00000002 和

0x00000003 的报文，如果需要修改，可以点击修改并保存或者删除。

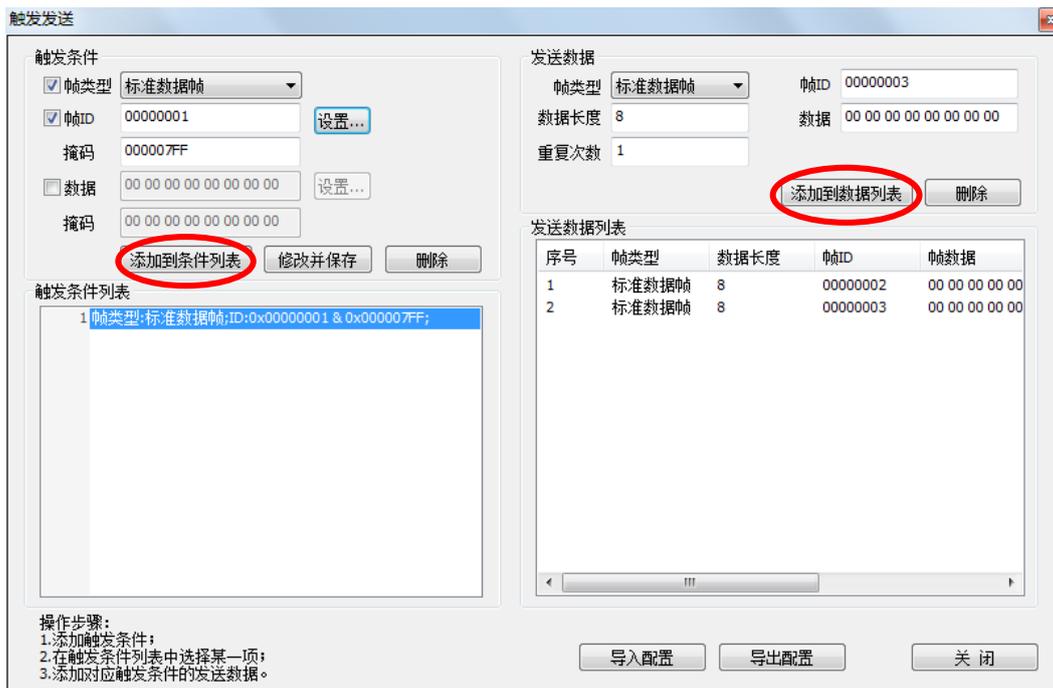


图 8.215 触发发送实例

注意：

- (1) 触发条件可以多条添加，每个触发条件都要单独添加发送数据的列表。
- (2) 帧 ID 和数据的掩码对应位为 1，则为“有关位”，就是说接收到报文的这个位必须和填入的帧 ID 或者数据匹配才能触发。如果掩码对应位为 0，则为“无关位”，就是说接收到报文的这个位无论是 0 还是 1 都可以被触发，
- (3) 发送数据可以设置重复发送的间隔时间，从触发后开始计时，如图 8.216 所示。



图 8.216 发送数据帧可以设置间隔时间

8.4.6 规则发送（节点和网络仿真）

当用户需要模拟节点比较复杂的发送时，比如一些数值计算和曲线变化。可以采用“规则发送”工具来发送报文。如图 8.217 所示。



图 8.217 规则发送

默认打开规则发送时，为简单模式，可以通过“转换为高级模式”切换到高级模式，如图 8.218 所示，用户可以定义发送帧格式与变化数值的规律，添加到发送列表进行发送，可以设置发送时间间隔与循环次数，但简单模式只能关联 1 个数值变化，即只有 1 个数据(Y)绑定一段数据段数值。

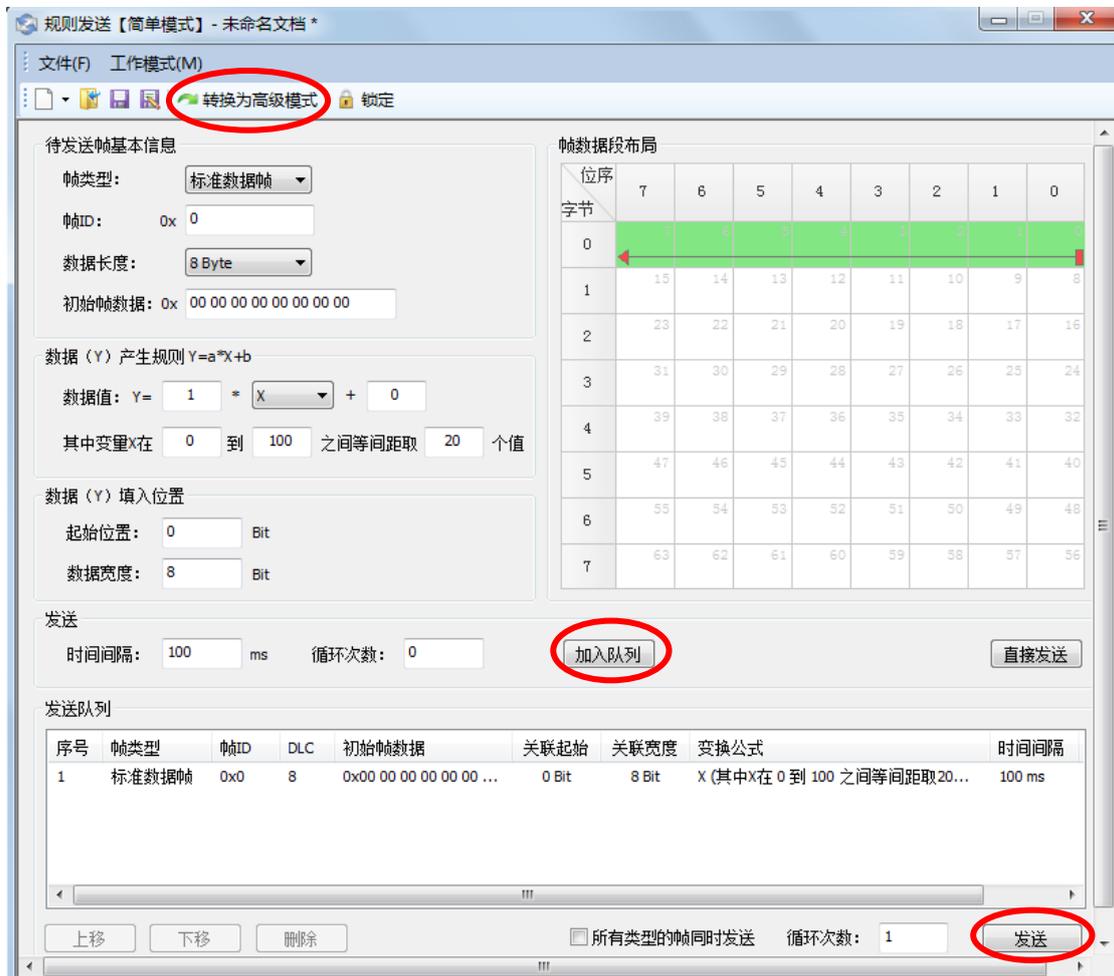


图 8.218 规则发送_简单模式

如果切换到高级模式，则可以关联多个变化的数据，可以同步进行变化，如图 8.219 所示。

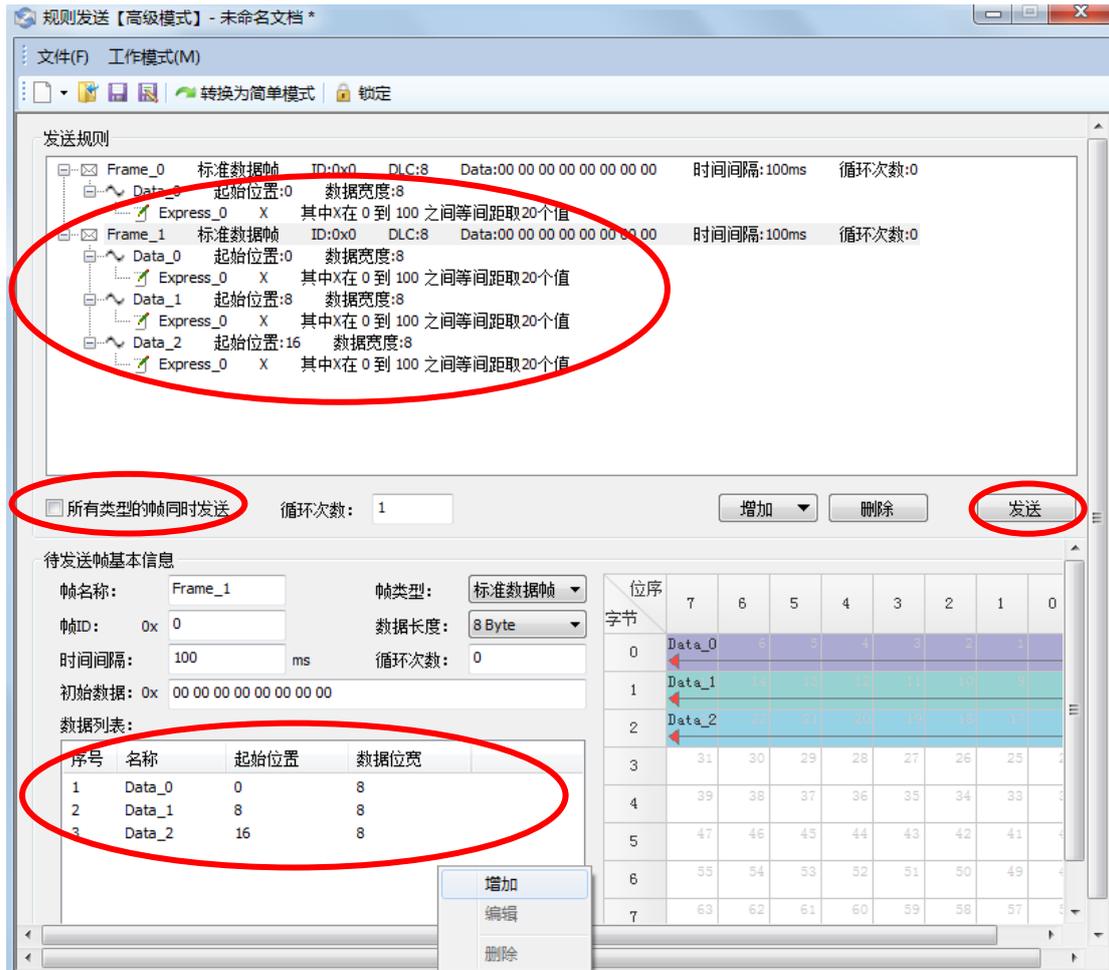


图 8.219 规则发送_高级模式

规则发送的操作比较简单，均为中文说明，而且操作风格与前面功能大同小异，故本文就不做展开叙述了，用户可以快速上手。

单帧中的循环次数是指本帧按时间间隔发送的次数，而整个规则发送的循环次数是指发送列表整体发送的循环次数。比如某个帧循环次数为 4 次，而规则发送的循环次数为 2 次，则总的发送次数为 2 批，各 4 次，从效果上看，就是发送了 8 次。

8.4.7 C 脚本编程（节点和网络仿真）

如果是更复杂的节点或者网络仿真规则，无法使用规则发送或者触发发送处理，则需要使用 C 脚本编程的方式，使用 C 语言编程来实现灵活的处理，如图 8.220 所示。



图 8.220 C 脚本编程

打开脚本编程的加载画面，点击浏览，找到 Simple.c 脚本模板，点击编辑脚本，如图 8.221 所示。默认启用脚本是勾选的，即表示如果点击编译并加载，脚本即运行，如果去掉启用脚本的勾选，则停止运行脚本。注意，浏览路径中不能有中文，否则不能正常打开。

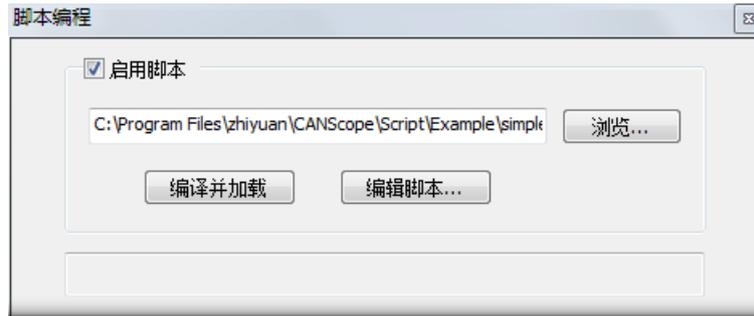


图 8.221 脚本编程

Simple.c 脚本模板将基本所有的回调函数都列出，用户可以基于这个模板进行修改，另存为自己的脚本，然后再通过脚本编程画面进行浏览，编译并加载运行，如图 8.222 所示。

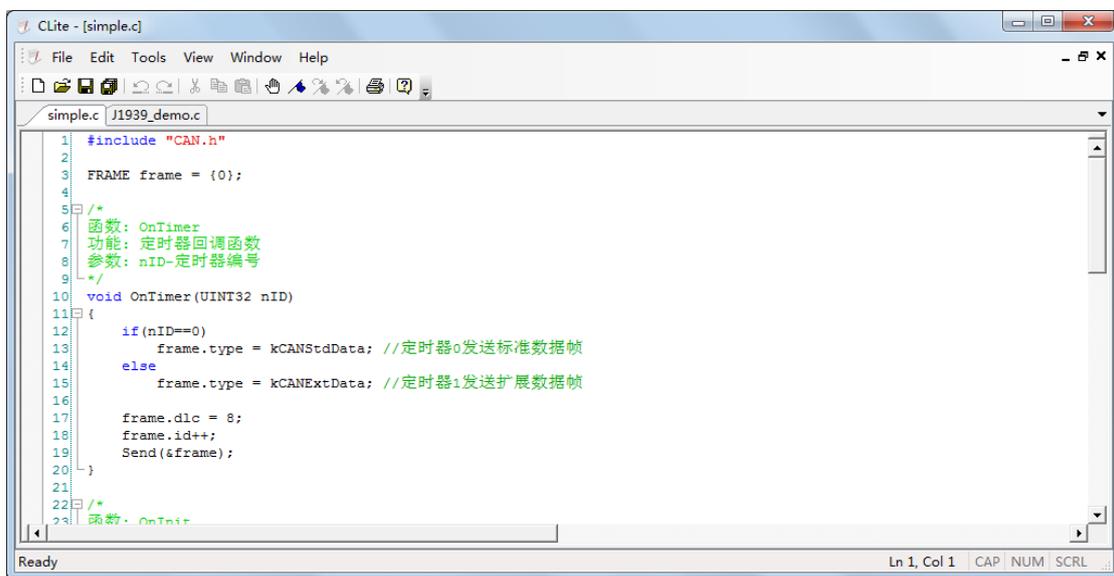


图 8.222 脚本模板

CAN.h 头文件结构体定义说明：

```
enum CANFrameType{
    kCANStdData = 0, //标准数据帧
    kCANStdRemote, //标准远程帧
    kCANExtData, //扩展数据帧
    kCANExtRemote, //扩展远程帧
};

//CAN 报文封装
typedef struct _FRAME{
    UINT32 type; //参见 CANFrameType 定义
    UINT32 id; //帧 ID
    UINT32 dlc; //数据长度
    UINT8 data[8]; //数据
}FRAME;

/*函数: TIMER_PROC
```



```

功能: 定时器回调函数
参数: nID-定时器编号*/
typedef void (*TIMER_PROC)(UINT32 nID);

/*函数名: SetTimer
功能: 设置定时器, 定时执行回调函数
参数: nID-定时器编号
参数: nElapse-执行周期(单位毫秒)
参数: proc-回调函数*/
void SetTimer(UINT32 nID,UINT32 nElapse,TIMER_PROC proc);

/*函数: KillTimer
功能: 取消定时器
参数: nID-定时器编号*/
void KillTimer(UINT32 nID);

/*函数名: Send
功能: 发送 CAN 报文
参数: frame-CAN 报文
返回值: TRUE 表示成功*/
BOOL Send(FRAME *frame);
#endif

```

Simple.c 脚本模板说明:

```

#include "CAN.h"
FRAME frame = {0};//定义 CAN 帧
/*函数: OnTimer
功能: 定时器回调函数
参数: nID-定时器编号*/
void OnTimer(UINT32 nID){
    if(nID==0)
        frame.type = kCANStdData; //定时器 0 发送标准数据帧
    else
        frame.type = kCANExtData; //定时器 1 发送扩展数据帧
    frame.dlc = 8;
    frame.id++;
    Send(&frame);
}
/*函数: OnInit
功能: 模块初始化函数, 加载时由系统调用*/
void OnInit(){
    SetTimer(0,10,OnTimer);//设置定时器 0, 执行周期为 10ms, 回调函数 OnTimer
    SetTimer(1,100,OnTimer);//设置定时器 1, 执行周期为 100ms, 回调函数 OnTimer
}
/*函数: OnInit

```

功能: 模块终止函数, 卸载时由系统调用*/

```
void OnFinal(){
    KillTimer(0); //取消定时器 0
    KillTimer(1); //取消定时器 1
}
```

/*函数: OnStart

功能: 开始采集时, 由系统调用*/

```
void OnStart(){
}
```

/*函数: OnStop

功能: 停止采集时, 由系统调用*/

```
void OnStop(){
}
```

/*函数: OnReceive

功能: 接收报文时, 由系统调用*/

```
void OnReceive(FRAME *frame){
    //接收的报文重新发送出去
    Send(frame);
}
```

脚本采用标准 C 语言编程, 使用者若有 C 语言基础, 编写难度不大, 故本文不做过多叙述, 用户可以自行查看脚本注释。

9. CANTester 自动化测试软件

CANTester 是一款主要针对 CAN 节点进行测试的自动化集成软件，可自动完成 CAN 节点总线性能测试、收发器性能测试和总线异常测试。如图 9.1 所示，点击测试菜单中的 CAN 测试仪，即可打开 CANTester 软件，CANTester 软件界面如图 9.2 所示。在自动测试完成之后，可将测试的数据保存为工程文件或导出报表，以便下次分析使用。



图 9.1 CAN 测试仪

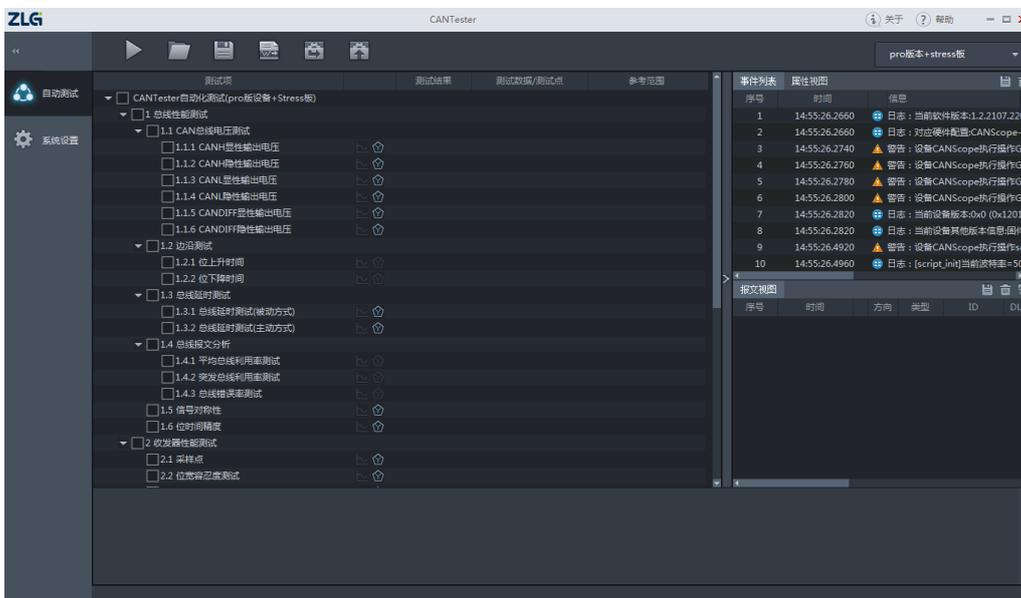


图 9.2 CANTester 自动化测试软件

9.1 快速入门

9.1.1 硬件连接

启动 CANTester 软件后，可根据 CANScope 的硬件配置，选择不同的脚本，如图 9.3 所示，即 pro 版本+port 头、pro 版本+stress 板、std 版本+port 头。若根据已有设备选择了 pro 版本+stress 板脚本，外部环境接线需注意 DUT 的 CAN-GND 需和 stress 板的绿色端子的 GND 连接，如图 9.4 所示。

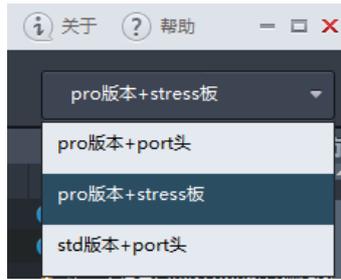


图 9.3 CANTester 软件对应硬件配置选择

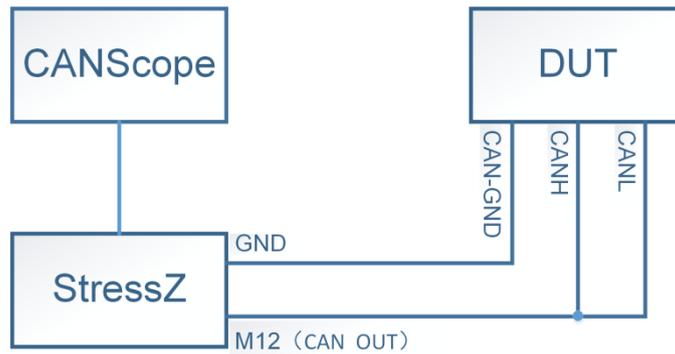


图 9.4 CANTester 测试硬件连接

9.1.2 软件操作

1. 软件在线检测

打开软件后，需先检查软件是否在线，点开软件右上角的“关于”即可查看。



图 9.5 系统自检

2. 被测设备参数配置

为了使 CANTester 软件能正确的采集到报文，需先配置被测设备的参数，假设被测设备的波特率为 500Kbps，自带的终端电阻为 60Ω，报文间隔为 100ms，可按照图 9.6 所示进行设置。



图 9.6 被测设备参数配置

3. 测试项选择

勾选需要测试的测试项，如图 9.7 所示。

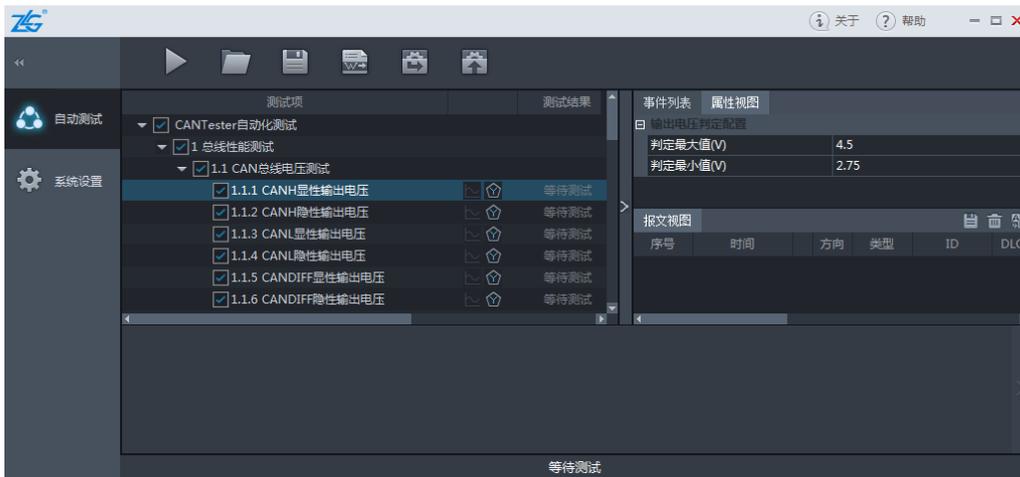


图 9.7 测试项选择

4. 测试项参考范围设置

对所勾选的测试项，进行属性视图中的参考范围及相关参数设置，如图 9.8 所示。关于属性视图中的参数描述，可参考表 9.6。



图 9.8 参考范围设置

5. 自动化测试开启

以上操作完成之后，点击图 9.9 按钮，可开启自动化测试。



图 9.9 开启测试按钮

6. 工程文件保存

点击图 9.10 中框选的按钮，可将测试后的数据保存为工程文件，方便再次在软件上打开分析。可直接通过  按钮打开保存的工程文件。

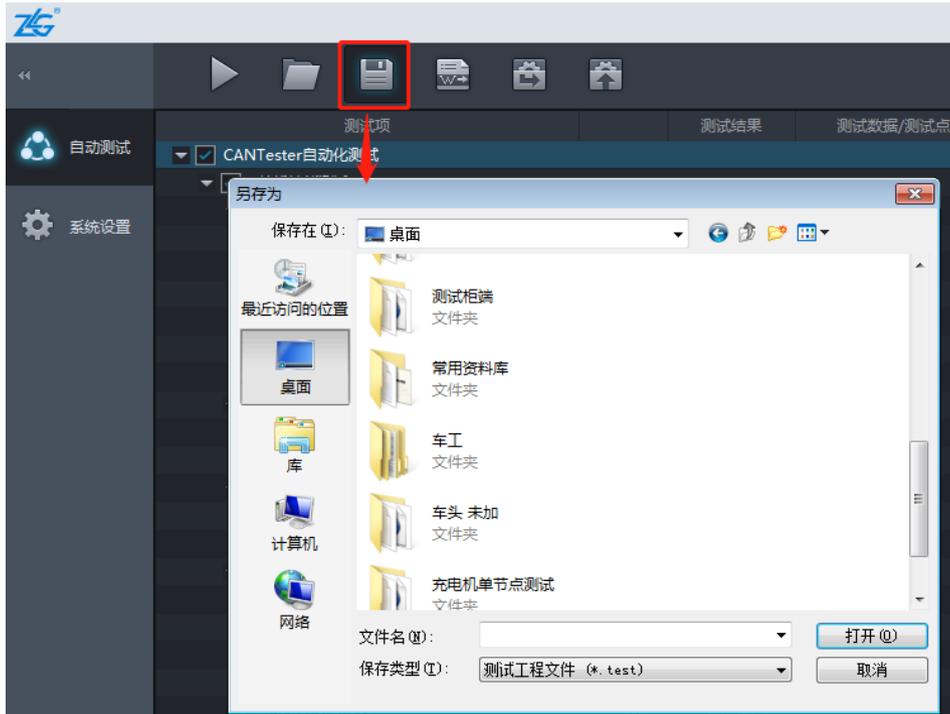


图 9.10 保存工程文件

7. 测试报表导出

点击图 9.11 中框选的按钮，可将测试后的数据导出为.doc 格式的文档。在报表导出前，请确认电脑已安装有 office 软件。

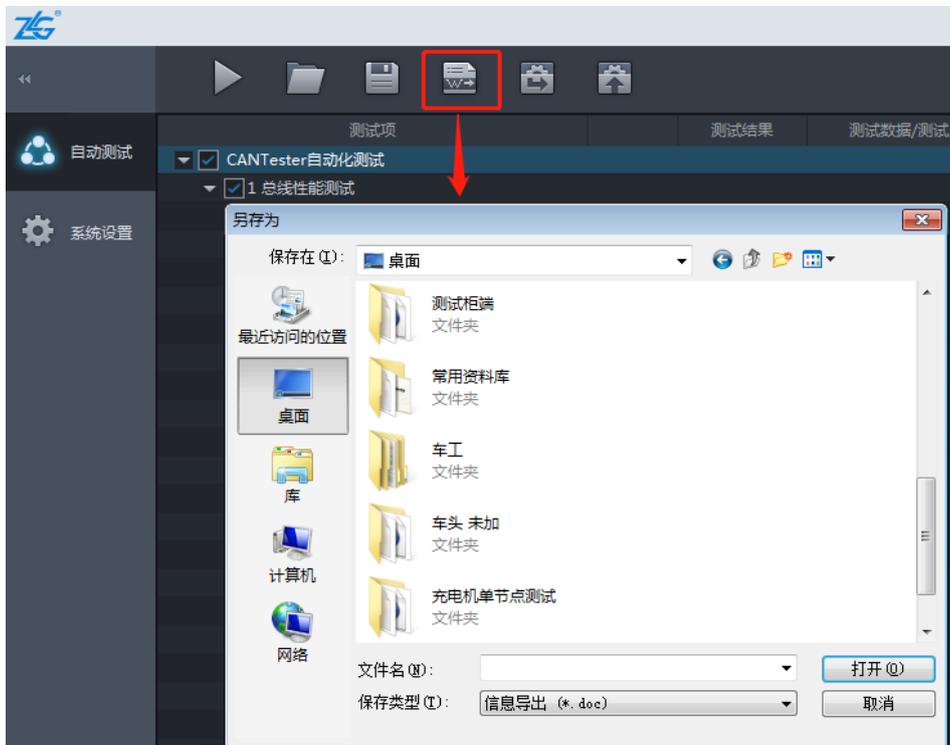


图 9.11 测试报表导出

9.2 软件介绍

CANTester 软件界面如图 9.12 所示，包括通用的主菜单及标题区、测试项显示区、事件列表、属性视图、CAN 报文区、进度条等，功能简介如表 9.1 所列。整个界面涵盖了 CANTester 软件所有的的基本操作。

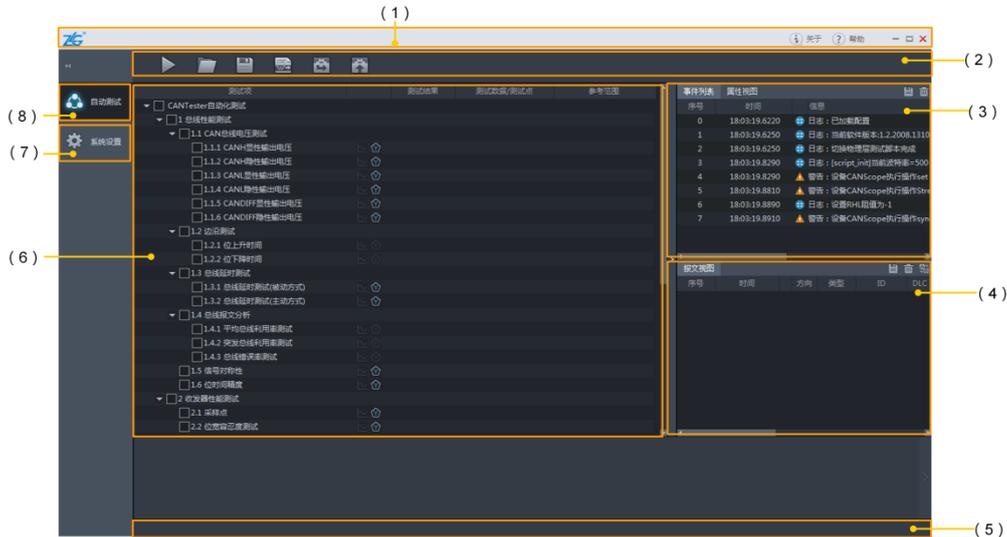


图 9.12 CANTester 软件界面

表 9.1 软件界面功能简介

序号	名称	说明
(1)	标题栏	辅助信息查看
(2)	主菜单栏	开始/停止、打开、保存工程文件、导出报表、保存配置及加载配置的菜单控制区
(3)	事件列表/属性视图显示区	整个测试过程中所发生的各个事件及消息，以及各测试项参考范围设置
(4)	CAN 报文视图区	整个测试过程中发送和接收的 CAN 帧
(5)	进度条	所有测试项的测试进度
(6)	测试项显示区	测试项显示区域
(7)	系统设置	设置被测设备以及提供软件相关功能
(8)	自动测试	根据选择好的测试项，进行自动化测试

9.2.1 标题栏

标题栏分为五部分，每部分的介绍如表 9.2 所列：

表 9.2 标题栏介绍

图标	说明
	公司 Logo 显示
	软件版本显示及各个硬件配置的版本相关信息

续上表

图标	说明
	点击此按钮打开帮助文件。
	最小化、最大化及关闭窗口按钮

9.2.2 主菜单栏

主菜单栏中涵盖了平常使用概率较高的功能键,可通过主菜单完成启动测试和保存导出等基本操作。具体功能说明如表 9.3 所列:

表 9.3 常用菜单介绍

图标	名称	说明
	开始/停止按钮	开始/停止运行测试项
	打开工程	打开.test 格式的工程文件
	保存工程	将当前工程所包含的数据以二进制的形式保存为.test 格式文档
	导出报表	将测试结果导出到 doc 文件中
	保存配置	保存被测设备的参数信息及测试项对应的属性参数
	加载配置	加载被测设备的参数信息及测试项对应的属性参数

注: 1、报表导出只支持 Microsoft Office 软件,若使用其它软件,如 WPS,将会导致报表导出出错。

9.2.3 事件列表

事件消息显示区主要是对在整个测试过程中发生的一些消息进行显示,这些消息可以帮助测试人员查看某个测试项在测试过程中所发生的一些事件或者相关参数等调试数据。

具体如图 9.13 所示,具体按钮功能说明如表 9.4 所列,标签说明如表 9.5 所列。

序号	时间	信息
0	07:43:10.9540	日志: 已加载配置
1	07:43:10.9590	日志: 切换物理层测试脚本完成
2	07:43:11.1640	日志: 设置CANScope的波特率为:500K
3	07:43:11.2230	日志: 设置RHL阻值为-1
4	07:43:15.8430	日志: 已加载配置
5	07:43:15.8440	日志: 切换到CANTester系统自检脚本完成
6	07:43:19.4120	消息: 启动测试
7	07:43:19.4120	消息: 启动测试项>>> CANScope在线检测
8	07:43:19.6120	事件: 测试项正确>>> CANScope在线检测
9	07:43:19.6310	消息: 测试结束
10	07:43:24.0520	日志: 已加载配置
11	07:43:24.0560	日志: 切换物理层测试脚本完成
12	07:43:24.2610	日志: 设置CANScope的波特率为:500K

图 9.13 事件列表

表 9.4 按钮功能说明

图标	名称	说明
	导出按钮	将整个事件消息区所包含的所有内容导出到一个 csv 文档中
	清空按钮	将整个事件消息区内容清空

表 9.5 标签说明

名称	说明
序号	每个消息的序号
时间	消息发生的时间
信息	消息的具体内容

9.2.4 属性视图

属性视图主要显示测试项的参数设置信息，如图 9.14 所示。当测试项后面的 图标不为灰色时，对应有属性视图，即可设置相关的参数，点击相关测试项后，再点开属性视图即可进行参数设置。

名称	值
显性最大值(V)	4.5
显性最小值(V)	2.75

图 9.14 属性视图

1. 属性视图中的参数描述

属性视图中的参数描述如表 9.6 所列，当测试数据在参考范围之内时，测试结果为测试通过，反之，测试不通过。

表 9.6 参数描述

测试项目	参数名称	参数默认值	参数描述
CANH 显性输出电压	判定最大值	4.5V	CAN 信号显隐性输出电压参考范围的最大/最小值设置，用于测试数据与之比较，得到测试结果
	判定最小值	2.75V	
CANH 隐性输出电压	判定最大值	3V	
	判定最小值	2V	
CANL 显性输出电压	判定最大值	2.25V	
	判定最小值	0.5V	
CANL 隐性输出电压	判定最大值	3V	
	判定最小值	2V	
CANDIFF 显性输出电压	判定最大值	3V	
	判定最小值	1.5V	
CANDIFF 隐性输出电压	判定最大值	0.05V	
	判定最小值	-0.5V	
边沿测试	边沿区间	10%~90%	信号上升/下降沿测量区间选择，可选择的区间范围有：10%~90%、15%~85%、20%~80%
	边沿最小值	15ns	信号上升/下降时间参考范围的最大/最小值设置，用于测试数据与之比较，得到测试结果
	边沿最大值	300ns	
总线延时测试（被动测试）	最大延时	20%	总线传输延时是指 DUT 应答位的延时，最大延时设置，用于测试数据与之比较，得到测试结果
总线延时测试（主动测试）			
总线报文分析	突发统计周期	50ms	用户需设置的突发总线利用率的统计时间窗口
	平均总线利用率最大值	30%	根据突发统计周期作为每个时间窗口，统计每个窗口内接收到报文的总线利用率后求平均，即为平均总线利用率，平均总线利用率最大值，用于测试数据与之比较，得到测试结果

续上表

测试项目	参数名称	参数默认值	参数描述
总线报文分析	突发总线利用率最大值	70%	根据突发统计周期作为每个时间窗口，统计每个窗口内接收到报文的总线利用率后取最大值，即为突发总线利用率，突发总线利用率最大值，用于测试数据与之比较，得到测试结果
	总线错误率最大值	0%	侦测一定时间内的报文错误帧比率，总线错误率最大值，用于测试数据与之比较，得到测试结果
信号对称性	信号对称性上限值	2.9V	信号对称性参考范围的最大/最小值设置，用于测试数据与之比较，得到测试结果。信号对称性值，即 $V_{sym}=(V_{CANH}+V_{CANL})/2$
	信号对称性下限值	2.1V	
位时间精度	最大允许误差	0.4%	位时间精度 $=[(1/btr1-1/btr2)/(1/btr2)] \times 100\%$ ，btr1 为 CANScope 侦测到的 DUT 波特率，btr2 为 DUT 标称波特率，最大允许误差即参考的最大位时间偏差值，用于测试数据与之比较，得到测试结果
采样点	采样点基准值	87.5%	DUT 程序中设置的采样点值
	采样点误差范围	±3%	测试的采样点结果需在设置的采样点误差范围内，用于测试数据与之比较，得到测试结果
位宽容忍度测试	误差值	±3%	DUT 能适应的波特率参考范围，用于测试数据与之比较，得到测试结果
报文压力测试	压力测试时间	30s	CANScope 按照设置的总线利用率发送的报文时间
	总线利用率	70%	将压力测试时间内每一帧报文的传输时间累加起来 除以 总时间，即可得到总线上的利用率
	报文错误率	0.1%	在设置的总线利用率时间内，错误帧报文占总报文的百分比，用于测试数据与之比较，得到测试结果
终端电阻压力测试	终端电阻最小值（步进 2.5Ω）	30Ω	在保证总线正常通信的状态下，CANScope 配置的最小/最大终端电阻值，用于测试数据与之比较，得到测试结果
	终端电阻最大值（步进 2.5Ω）	160Ω	

续上表

测试项目	参数名称	参数默认值	参数描述
容抗压力测试	终端容抗最大值（步进 250pF）	1000pF	在保证总线正常通信的状态下，CANScope 配置的最大终端电容值，用于测试数据与之比较，得到测试结果
总线异常测试（需点击对应的单个测试项，属性视图才可看到相关参数）	故障持续时间	5000ms	该参数是指故障开始到结束的时间
	恢复参考时间	2000ms	故障结束后，DUT 恢复到正常通信的参考时间，用于测试数据与之比较，得到测试结果
	DUT 恢复最大等待时间	5s	故障结束后，软件允许 DUT 恢复到正常通信时的最大等待时间，当 DUT 的故障恢复时间超过该参数时，无法得到测试结果。可根据 DUT 特性修改该参数，以便得到测试结果

9.2.5 报文视图

报文视图包括整个测试过程接收和发送的 CAN 报文，如图 9.15 所示，各个按钮的含义如表 9.7 所列，标签说明如表 9.8 所列。

序号	时间	方向	类型	ID	DLC	数据
109684	00:06:57.0359	← 接收	标准数据帧	0x200	3	5A 4C 47
109685	00:06:57.0568	← 接收	标准数据帧	0x200	3	5A 4C 47
109686	00:06:57.1105	← 接收	标准数据帧	0x200	3	5A 4C 47
109687	00:06:57.1728	← 接收	标准数据帧	0x200	3	5A 4C 47
109688	00:06:57.2250	← 接收	标准数据帧	0x200	3	5A 4C 47
109689	00:06:57.2879	← 接收	标准数据帧	0x200	3	5A 4C 47
109690	00:06:57.3088	← 接收	标准数据帧	0x200	3	5A 4C 47
109691	00:06:57.3625	← 接收	标准数据帧	0x200	3	5A 4C 47
109692	00:06:57.4247	← 接收	标准数据帧	0x200	3	5A 4C 47
109693	00:06:57.4770	← 接收	标准数据帧	0x200	3	5A 4C 47

图 9.15 报文视图

表 9.7 按钮说明

图标	名称	说明
	导出按钮	将整个协议区所包含的所有内容导出到一个 csv 文档中
	清空按钮	将协议区内容全部清空
	数据切换	帧信息视图切换到帧数据视图（该功能暂时无）

表 9.9 测量项显示说明

名称	说明
测试项	显示本软件所支持的所有测试项
测试结果	显示某个测试项通过、不通过、中止测试、等待测试或取消测试
实测数据	显示测量项对应数值的实际值
参考范围	显示测量项对应数值的有效参考范围

1. 测试项选择说明

每个测试项在选择的时候处于 2 种不同的状态说明如表 9.10 所列,当测量项被选中时,测试结果为等待测试,某些测试项还存在一个作为参考的标准范围。

表 9.10 测试项被选择状态

图标	功能	备注
	未选中	支持的测试项但未选中,不测试
	选中	将要被测试的测试项

2. 测试结果说明

每个测试项在测试结束后可能处于的几种状态,如表 9.11 所列:

表 9.11 结果说明

测试结果	备注
测试通过	本测试项测试通过
测试不通过	本测试项测试不通过
测试中止	本测试项中止测试
等待测试	本测试项还在等待测试
取消测试	本测试项无意义

9.2.8 系统设置

1. 系统设置

测量模式和错误策略的具体说明见表 9.12、表 9.13 及表 9.14 所列。

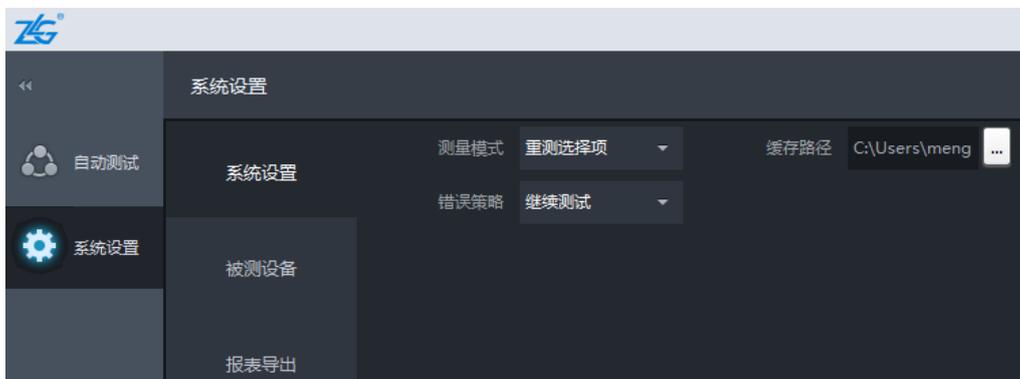


图 9.18 系统设置

表 9.12 设置项目说明

参数	意义
测量模式	选择测试系统在测试完成之后又启动测试后该进行怎样的操作, 测量模式说明如表 9.13 所列
错误策略	选择测试系统在某个测试项遇到测试失败时, 测试系统将进行的操作, 错误策略说明如表 9.14 所列
缓存路径	缓存路径选择, 用于存放测试中生成的过程数据文件

表 9.13 测量模式说明

测量模式	说明
重测选择项	再次测试时, 保留未被选择的已测测试项的测试结果, 清空选择的测试项结果, 并再次测试
重新测试	再次测试时, 清空所有已测结果, 重新测试
继续测试	再次测试时, 保留已测测试项结果, 继续测试未测试过的测试项
重测错误项	再次测试时, 保留已测测试项结果, 重新测试上次测试未通过的测试项和未测试过的测试项

表 9.14 错误策略说明

错误策略	说明
继续测试	某个测试项失败后继续测试可测试的测试项
错误停止	某个测试项测试失败后直接停止测试

2. 被测设备

被测设备信息设置如图 9.19 所示, 分为厂家信息和参数信息, 其介绍如下:

- 厂家信息: 设置被测设备的生产厂家、产品型号和产品序列码;
- 参数信息: 参数具体说明如表 9.15 所列。



图 9.19 被测设备信息设置

表 9.15 被测设备参数信息

参数信息	说明
波特率	设置被测设备的波特率
终端电阻类型	该设置项是要求输入被测设备自带的终端电阻值，然后软件根据被测设备的终端电阻值，配置总线最终通信的电阻为 60Ω
报文时间周期	设置 DUT 设备的报文发送时间间隔，即发送一帧开始到下一帧报文开始的时间，这里，我们需要设置所有周期内的最大的一个周期
DUT 报文类型	设置 DUT 的报文类型
测试报文 ID	设置 CANScope 发送的报文 ID 大小

3. 报表导出

报表导出信息用于设置输出到报表首页的相关信息，具体内容如图 9.20 所示：



图 9.20 报表导出设置

9.3 测试项解释

CANTester 软件中的每个测试项解释如表 9.16 所列：

表 9.16 测试项解释

总线性能测试			
总线电压测试	CANH 显性输出电压	显性状态时，CANH 对地电压的顶部值	基本测试要求： > 测试时 DUT 持续发送报文； > 终端电阻为 60Ω。 注：对于第 2 点要求，只要在系统设置正确输入 DUT 的终端电阻阻值即可，CANTester 会根据 DUT 的终端电阻参数使 CANScope 和 DUT 的通信链路的终端电阻为 60Ω
	CANH 隐性输出电压	隐性状态时，CANH 对地电压的底部值	
	CANL 显性输出电压	显性状态时，CANL 对地电压的底部值	
	CANL 隐性输出电压	隐性状态时，CANL 对地电压的顶部值	
	CANDIFF 显性输出电压	显性状态时，CANDIFF 对地电压的顶部值	
	CANDIFF 隐性输出电压	隐性状态时，CANDIFF 对地电压的底部值	

续上表

总线性能测试			
边沿测试	位上升时间	在 DUT 总线上添加最小电容和最大电容负载, 测试其位上升边沿时间, 判断其边沿时间在不同极限电容负载条件下, 是否符合标准规定。	基本测试要求: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 测试时 DUT 持续发送报文; ➢ 被测总线仅一个节点。 注: 根据一些主流车企测试标准, 在测试过程中需要增加不同的电容负载, 设备不支持该功能, 测试时如果需要请依据该标准增加相应电容到测试环境中。
	位下降时间	在 DUT 总线上添加最小电容和最大电容负载, 测试其位下降边沿时间, 判断其边沿时间在不同极限电容负载条件下, 是否符合标准规定。	
总线延时测试	总线延时测试 (被动方式)	CANScope 接收 DUT 发送的报文, 测试 DUT 发送的 CAN 报文到 CANScope 的传输延时时间, 该测试项针对多节点测试。	基本测试要求: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 测试时 DUT 持续发送报文且总线上存在节点能够对其应答。
	总线延时测试 (主动方式)	CANScope 主动向 DUT 发送报文, 测试 CANScope 发送报文到 DUT 的最大延时时间, 该测试针对单节点测试。	基本测试要求: <ul style="list-style-type: none"> ➢ DUT 能够对总线进行应答。
总线报文分析	平均总线利用率测试	测试 DUT 或 CAN 总线传输的 CAN 报文的平均流量是否超标, 以避免总线堵塞情况。	基本测试要求: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 被测对象为一个完整总线系统 ➢ 被测总线具有主动发送报文的能力, 且处于持续发送报文的状况
	突发总线利用率测试	测试 DUT 或 CAN 总线在 CAN 报文突发情况下, 报文流量是否超标, 以避免总线堵塞情况。	
	总线错误率测试	总线错误率测试是测试 DUT 或 CAN 总线传输报文中, CAN 错误报文占全部报文的比例, 以评测目前总线的运行情况	
信号对称性		测试 DUT 或 CAN 总线的共模电压的波动范围, 以评测目前总线的受到共模干扰的程度	基本测试要求: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 测试时 DUT 持续发送报文
位时间精度		测试 DUT 报文位时间是否符合标准规定。	

续上表

收发器性能测试		
采样点	测试 DUT 的采样点适应范围，以评测其采样点设置的正确性和兼容性	基本测试要求： <ul style="list-style-type: none"> ➤ DUT 能够对其它节点发送的报文进行应答，在检测错误时能够产生错误帧。
位宽容忍度	测试 DUT 的位宽度的适应范围（或者是波特率适应范围），以评测其位宽度（波特率）的兼容性。	基本测试要求： <ul style="list-style-type: none"> ➤ DUT 能够对其它节点发送的报文进行应答，在检测错误时能够产生错误帧。
报文压力测试	测试 DUT 或 CAN 总线在大量报文冲击的情况下，是否会发生错误（过载帧也是一种错误），检验 DUT 或 CAN 总线接收处理数据的能力	基本测试要求： <ul style="list-style-type: none"> ➤ 测试时 DUT 持续发送报文 ➤ DUT 能够对其它节点发送的报文进行应答，在检测错误时能够产生错误帧。
终端电阻压力测试	测试 DUT 或 CAN 总线的终端电阻适应范围	基本测试要求： <ul style="list-style-type: none"> ➤ 测试时 DUT 持续发送报文 ➤ DUT 没有自带的终端电阻
容抗压力测试	测试 DUT 或 CAN 总线在总线容抗增加时的极限通讯能力。	基本测试要求： <ul style="list-style-type: none"> ➤ 测试时 DUT 持续发送报文

续上表

总线异常测试			
总线短路测试	CANH 与 CANL 短路测试	测试 DUT 或 CAN 总线, 在总线短路一段时间后, DUT 或 CAN 总线自我恢复能力。	基本测试要求: <ul style="list-style-type: none"> ➤ DUT 能够对其它节点发送的报文进行应答, 在检测错误时能够产生错误帧。 ➤ 当通信链路的短路故障去除后 DUT 能够自行恢复通信
	CANH 接电源短路测试	测试 DUT 或 CAN 总线在 CANH 对电源短路后的恢复能力。	
	CANL 接电源短路测试	测试 DUT 或 CAN 总线在 CANL 对电源短路后的恢复能力。	
	CANH 接地线短路测试	测试 DUT 或 CAN 总线在 CANH 对地短路后的恢复能力。	
	CANL 接地线短路测试	测试 DUT 或 CAN 总线在 CANL 对地短路后的恢复能力。	
	CANH 与 CANL 同接电源短路测试	测试 DUT 或 CAN 总线在 CANH 和 CANL 同时对电源短路后的恢复能力。	
	CANH 与 CANL 同接地线短路测试	测试 DUT 或 CAN 总线在 CANH 和 CANL 同时对地短路后的恢复能力。	
	CANH 接电源、CANL 接地线短路测试	测试 DUT 或 CAN 总线在 CANH 对电源短路和 CANL 对地短路后的恢复能力。	
	CANH 接地线、CANL 接电源短路测试	测试 DUT 或 CAN 总线在 CANH 对地短路和 CANL 对电源短路后的恢复能力。	
总线断路测试	测试 DUT 或 CAN 总线, 在总线断路一段时间后, DUT 或 CAN 总线的自我恢复能力。	基本测试要求: <ul style="list-style-type: none"> ➤ DUT 能够对其它节点发送的报文进行应答, 在检测错误时能够产生错误帧。 ➤ 当通信链路的断路故障去除后 DUT 能够自行恢复通信 	

续上表

总线异常测试		
错误终端电阻	测试 DUT 或 CAN 总线在错误的终端电阻 (30Ω) 的情况下, DUT 或 CAN 总线的自我恢复能力。	<p>基本测试要求:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ DUT 能够对其它节点发送的报文进行应答, 在检测错误时能够产生错误帧 ➤ 当恢复正常的通信终端电阻后 DUT 能够自行恢复通信 ➤ DUT 不能自带终端电阻
发送干扰测试	对 DUT 或 CAN 总线进行错误干扰, 以验证这个节点或者系统的鲁棒性 (可恢复性)。	<p>基本测试要求:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ DUT 能够对其它节点发送的报文进行应答, 在检测错误时能够产生错误帧。 ➤ 当干扰结束后 DUT 能够自行恢复通信
错误波特率	测试 DUT 或 CAN 总线在错误的波特率干扰的情况下, DUT 或 CAN 总线自我恢复能力。	<p>基本测试要求:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ DUT 能够对其它节点发送的报文进行应答, 在检测错误时能够产生错误帧。 ➤ 当干扰结束后 DUT 能够自行恢复通信

10. 技术规格

10.1 设备主机

表 10.1 CANScope 主机技术参数

CANScope Standard 版/Pro 版主机			
电脑最低配置	硬件配置	1.6 GHz 以上 CPU(推荐双核 CPU)	
		1G Bytes RAM(推荐 2G Bytes)	
		1GBytes 以上的用户目录硬盘空余空间	
		USB2.0/USB3.0 主机控制器	
	操作系统	Windows XP/Vista/ 7/ 8/10	
主机硬件参数	供电电压	+12V	
	消耗功率(Max)	10W	
	工作温度	-5~55℃	
	存储温度	-20~75℃	
	物理尺寸	宽×高×深=190mm×48mm×190mm	
	重量	净重: 1.05Kg	
	USB 传输速率(Max)	480Mbps (高速模式)	
硬件眼图	数据源	CAN-H、CAN-L、CAN-DIFF	
	叠加速率	500,000UI/s (硬件—由信号速率决定)	
	垂直灵敏度 (V/div)	0.125 V/div 、0.25 V/div 、0.5 V/div 、1 V/div、 2.5 V/div、 6.25 V/div	
	水平范围	由示波器模块水平时基决定	
	测量方式	光标 (电压时间)、鼠标、自动测量	
	模板	系统标准模板、用户自定义模板	
示波器	采集	通道数	2
		实时采样率(Max)	100MSa/s (每通道)
		垂直分辨率	8 位

续上表

CANScope Standard 版/Pro 版主机			
示波器	垂直系统	输入阻抗	1MΩ±1%
		垂直灵敏度 (V/div)	0.125 V/div、0.25 V/div、0.5 V/div、 1 V/div、2.5 V/div、6.25 V/div
		输入电容	~20pF
		耦合方式	交流、直流
		静电放电容差	±2kV
	水平	扫速范围 (s/div)	1μs/div -1s/div (1-2-5 步进)
		工作模式	主模式
	触发系统	触发模式	自动模式、正常模式
		触发源	CAN-H、CAN-L、CAN-DIFF、 CAN-RXD、CAN-TXD、帧起 始、外部
		触发类型	上升沿、下降沿、双边沿、正 脉宽、负脉宽
		触发方式	自动、普通
		外部触发电压	-10V~+10V
	FFT	点数	1024 (Standard 版)、4096 (Pro 版)
		FFT 数据源	CAN-H、CAN-L、CAN-DIFF
		数据范围	全部数据、窗口显示范围
		竖坐标单位选择	对数、有效值、幅值
	测量特性	光标	支持电压及时间测量

10.2 高级功能

表 10.2 CANScope-Pro 高级功能参数

CANScope PRO 高级功能参数		
模拟干扰 StressZ 模块	5 组电阻调节范围	0Ω ~ 10.24kΩ, (不包括 10.24kΩ), 步进 2.5Ω
	1 组电容调节范围	0nF ~ 15.75nF, 步进 250pF
	外部输入干扰电压范围	-36V ~ 36V (Udis 对地不超±36V, Udis 间压差不超±48V)
数字干扰	错误波特率	5Kbps~1Mbps
	帧结构错误	基本帧 ID、SRR、RTR、R1、R0、DLC、CRC 序列填充错误等
	发送干扰	帧 ID 干扰、DLC 干扰、数据干扰、随机干扰
	接收干扰	帧类型、帧 ID 匹配、数据匹配、干扰位置
测试功能	采样点测试	测试节点采样点位置
	位宽度容忍测试	测试节点位宽度适应范围与波特率范围
事件标记	帧 ID	标准帧 ID 11 位、扩展帧 ID 29 位
	帧数据	64 位
	眼图模板	系统标准模板、用户自定义模板
软件眼图	叠加速率	1 万 UI/s (软件—和电脑配置有关)
	帧类型	标准数据帧、标准远程帧、扩展数据帧、扩展远程帧
	数据长度	最大 8 字节
	事件标记	帧 ID、帧数据、眼图模板

10.3 标配收发器

表 10.3 标配收发器参数

技术参数	收发器 (标配)	
	CANScope-P8251T	CANScope-P1040T
终端电阻	120Ω (可选端接或断开)	
隔离电压	2500V	
瞬间电压	-200V~200V	
通信接口	M12 连接器, 符合 DeviceNet 和 CANopen 标准	
协议支持	支持 CAN2.0A/CAN2.0B 协议, 符合 ISO/DIS 11898 标准	

续上表

技术参数	收发器 (标配)	
	CANScope-P8251T	CANScope-P1040T
数据传送速率	5Kbps~1Mbps	20Kbps~1Mbps
CANH、CANL 可承受电压	-36 V ~+36 V	-27V~40V
显性差分电平	1.5V~3.0V	1.5V~3.0V
隐性差分电平	-0.1V~1.0V	-50mV~50mV
差分门限电压	—	0.5V~0.9V
显性 CANH 电平	3.0V~4.5V	3.0V~4.25V
显性 CANL 电平	0.5V~2.0V	0.5V~1.75V
隐性 CANH 电平	2V~3V	2V~3V
隐性 CANL 电平		
共模输入阻抗	5k~25kΩ	15k~35kΩ
差分输入电阻 (120Ω 断开)	25k~75kΩ	20k~100kΩ
CANH 短路电流	100mA(CANH 接-36V)	95mA (CANH 接 0V)
CANL 短路电流	200mA(CANL 接 36V)	100mA (CANL 接 40V)

10.4 选配件

表 10.4 选配件

选配件	类型	说明
CANScope-StressZ 模拟测量与干扰扩展板	硬件	1、5 芯标准 CANbus 线缆 1 条，带安全插座；
		2、测试表笔，带挂钩。5 个
		3、高精度鳄鱼夹。5 个
	软件	1、模拟干扰测试插件。
2、网络终端电阻测试插件。		
3、阻抗相位插件。		
4、总线长度，容抗，阻抗模拟插件		
便携移动电源	硬件	便携式电源，可以用于 CAN 分析仪与逻辑分析仪选配，方便在现场测试。
CANScope-P1055T	硬件	容错 CAN 适配器，可接入汽车容错 CAN 网络进行测试
CANScope-P7356	硬件	单线 CAN 适配器，可接入汽车单线 CAN 网络进行测试
M12-OBD	硬件	汽车 OBD 接头，可接入汽车标准的诊断口

11. 免责声明

本着为用户提供更好服务的原则，广州致远电子股份有限公司（下称“致远电子”）在本手册中将尽可能地向用户呈现详实、准确的产品信息。但鉴于本手册的内容具有一定的时效性，致远电子不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。致远电子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电子官方网站或者与致远电子工作人员联系。感谢您的包容与支持！

诚信共赢，客户为先，专业专注，只做第一

广州致远电子股份有限公司

更多详情请访问
www.zlg.cn

欢迎拨打全国服务热线
400-888-4005

