

CAN 总线分析仪干扰功能介绍

同时具备排除干扰、定位故障和可靠性测试功能的全球唯一解决方案

UM12121201 V1.04 Date: 2014/06/04

产品操作手册



类别	内容
关键词	CAN 总线分析仪、故障诊断、可靠性测试、干扰注入
摘要	CANScope 系列 CAN 总线分析仪是同时具备排除干扰、定位故障和可靠性测试的全球唯一解决方案。帮助用户一站式解决 CAN 总线的所有问题。

北京海洋兴业科技有限公司

北京市西三旗东黄平路 19 号龙旗广场 4 号楼 906

电 话：010-62176775 62178811 62176785

企业 QQ：800057747

官方网站：www.oitek.com.cn

邮编：100096

传真：010-62176619

邮箱：info.oi@oitek.com.cn



扫描二维码关注我们
查找微信企业号：海洋仪器



致力于电子测试、维护领域!

修订历史

版本	日期	原因
VOL01	2014/06/04	创建文档



致力于电子测试、维护领域!

目 录

1. 规格参数.....	23
1.1 设备简介.....	23
1.2 系统组成:	23
1.3 产品技术标准.....	23
1.4 供货范围与数量.....	23
1.5 产品样本(实物照片):	23
1.6 功能范围.....	25
1.7 技术参数.....	25
1.8 提供的资料.....	29
1.9 货物装箱单.....	30
1.10 标准附件与易损件清单.....	
1.11 产品制造标准.....	31
1.12 产品安装标准.....	31
1.13 产品验收标准.....	31
1.14 保证和承诺.....	31
2. 干扰注入与分析功能介绍.....	32
2.1 模拟干扰功能介绍.....	32
2.1.1 干扰参数概念.....	32
2.1.2 干扰布局.....	33
2.1.3 终端电阻测试.....	33
2.1.4 负载电容测试.....	36
2.1.5 内部或者外部输入干扰.....	40
2.1.6 导线长度模拟.....	41
2.2 数字干扰功能介绍.....	42
2.2.1 自定义发送错误波特率.....	43
2.2.2 启用发送错误帧.....	43
2.2.3 启用发送干扰.....	44
2.2.4 启用接收干扰.....	49
2.3 全自动 CAN 干扰注入评测插件.....	52
2.3.1 系统设置.....	53
2.3.2 节点恢复判断方式.....	54
2.3.3 错误波特率压力测试.....	55
2.3.4 抗干扰能力测试.....	55
2.3.5 总线短路测试.....	56
2.3.6 总线断路测试.....	57
2.3.7 容抗增加压力测试.....	58
2.3.8 对正负电源或者地短路测试.....	59
2.3.9 终端电阻变化压力测试.....	60
3. 免责声明.....	62

致力于电子测试、维护领域!

1. 规格参数

1.1 设备简介

CANScope 系列 CAN 总线分析仪是 海洋仪器科技 有限公司推出的 CAN 总线开发、故障诊断、节点网络测试标定与可靠性测试工具,基于本公司多年 CAN 总线分析仪器的研发经验,它不仅具有成熟稳定的 CAN 高层协议分析处理能力,同时还集成了数字示波器的核心功能,使用户在获取 CAN 报文信息的同时,还可以实时对应观测物理层上的模拟波形,从而帮助用户快速而准确地发现并定位错误,极大地提升了 CAN 总线的开发与维护效率。

CANScope 不但可以测量不同的线缆类型、线缆长度以及外界环境、终端电阻等物理因素对总线信号的影响,还可以收发和解析报文,帮助用户定位高层协议中存在的问题。借助 100M 采样率的高速示波器技术、512MBytes 的超大缓存空间、可编程的模拟通道以及高端 FPGA 的控制配合, CANScope 可以实时完成眼图叠加、波形显示等复杂功能。

CANscope 配合模拟测量与测试扩展后,还可以进行干扰注入与评估的测试。检验被测系统与节点的鲁棒性。

1.2 系统组成:

产品加配件: CANScope-Pro 专业版 CAN 分析仪主机与配套软件、CANScope-stressZ 模拟测量与测试扩展板、Mobilepower 移动电源。

1.3 产品技术标准

按 CAN 总线国际标准——ISO11898-1、ISO11898-2、ISO11898-3 设计。详细技术标准见广州致远电子股份有限公司生产的 CAN 总线分析仪 CANScope 的用户手册中。

注: 所有标准参考最新版本用户手册。

1.4 供货范围与数量

序号	名称	国别与制造厂	数量
1	CANScope-Pro 专业版主机 CAN 分析仪配套软件	中国, 广州致远电子股份有限公司	1 套
2	CANScope-stressZ 模拟测量与测试扩展板	中国, 广州致远电子股份有限公司	1 套
3	Mobilepower 移动电源	中国, 广州致远电子股份有限公司	1 套

1.5 产品样本 (实物照片):



图 1.1 CANScope-Pro 专业版主机与 Port 接头



致力于电子测试、维护领域!



图 1.2 CANScope-stressZ 测量与测试扩展板



图 1.3 产品组合实物图

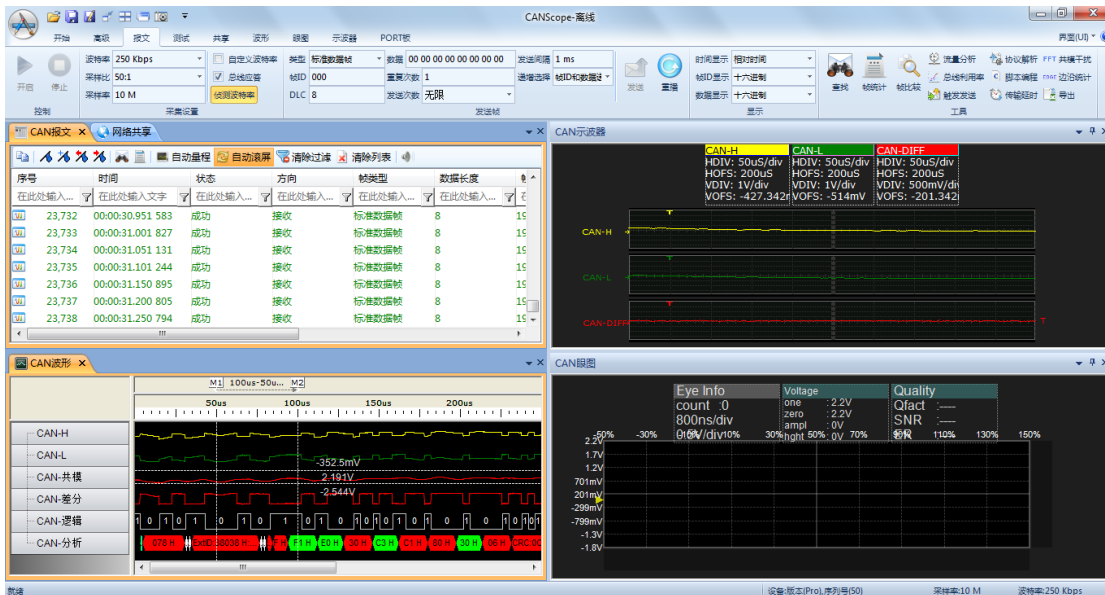


图 1.4 CAN 分析仪配套软件

致力于电子测试、维护领域!

1.6 功能范围

1. CAN 总线协议分析
2. CAN 总线故障诊断、节点网络的测试标定与干扰注入
3. 可二次开发应用

1.7 技术参数

表 1.1 技术参数

类别	功能项	参数
所需电脑的最低配置	电脑的硬件配置	1.6 GHz 以上 CPU (推荐双核以上 CPU)
		1G Bytes RAM (推荐 2G Bytes 以上)
		1GBytes 以上的用户目录硬盘空余空间
		USB2.0/USB3.0 主机控制器
	电脑的操作系统	Windows XP/Windows Vista/Windows 7/ Windows 8 操作系统
主机硬件参数	供电电压	+12V (标配 220V50Hz 转 12V 电源适配器)
	消耗功率(Max)	10W
	消耗电流(Max)	800mA@12V
	存储温度	0°C~55°C
	工作环境	全精度 0°C~55°C, 5%误差 -25°C~55°C 80% R.H., 无结水
	物理尺寸	18.9cm 宽×4.7cm 高×17.7cm 深
	USB 传输速率(Max)	USB2.0 High Speed 480Mbps (高速模式)
	开发语言	Microsoft Visual C++
硬件基本功能	CAN 测量通道数量	1 个 (可测试 CAN-H、CAN-L、CAN-DIFF)
	通信接口	M12 连接器, 符合 DeviceNet 和 CANopen 标准
	通信线缆	5 芯标准 CANbus 线缆 1 条, 带安全插座
	测试夹具	测试表笔, 带挂钩, 5 个; 高精度鳄鱼夹, 5 个
	CAN 收发器	标配 P1040T (NXP TJA1040T) 与 P8251T (NXP PCA82C251T); 可选配 P1055T(NXP TJA1055T 容错收发器)或者 P7356(ON NCP7356 单线收发器)
	CAN 协议支持	支持 CAN2.0A/CAN2.0B 协议, 符合 ISO/DIS 11898 标准
	CAN 波特率范围	0kbps~1Mbps
	CAN 测量通道与主机电源外壳隔离耐压	2500VDC (不启用示波器)、不隔离 (启用示波器)
	CAN 测量承受的最高电压	±36V (不超过 30s), ±200V (不超过 100ns)
	示波器通道数	2 个
	示波器实时采样率(Max)	最高 100MSa/s (每通道)
	示波器存储容量	8Kpts

续上表

模块	功能项	参数
硬件基本功能	波形存储容量	512MBytes
	波形记录帧数	13000 帧 (100MSa/s)、26000 帧(50MSa/s), 能保存成离线文件进行分析
	模拟带宽(-3dB)	60MHz
	示波器垂直测量范围	1V-50V
	示波器垂直分辨率	8 位
	示波器交流耦合	3.5Hz~60MHz
	上升时间计算值(0.35/带宽)	~8.75ns
	示波器输入阻抗	1MΩ±1%
	示波器垂直灵敏度 (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 可调
	示波器输入电容	~20pF
	示波器耦合方式	交流或者直流
	静电放电容差	±2kV (启用示波器)、±6kV (不启用示波器)、
	示波器扫描范围 (s/div)	1μs/div -1/div (1-2-5 步进)
	示波器水平工作模式	主模式
	示波器触发模式	自动模式、正常模式
	示波器触发源	CAN-H、CAN-L、CAN-DIFF、CAN-RXD、CAN-TXD、帧起始、外部
	示波器触发类型	上升沿、下降沿、双边沿、正脉宽、负脉宽
	示波器触发方式	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
	FFT 数据范围	全部数据、窗口显示范围
	FFT 竖坐标单位选择	对数、有效值、幅值
	光标测量	支持电压及时间测量
	CAN 报文接收	支持 CAN-bus 最高流量 15000 帧/秒, 支持任意报文筛选过滤
	CAN 报文发送	发送速度可达 CAN-bus 最高流量 15000 帧/秒
	任意序列报文发送	支持任意单/多帧报文发送、触发发送
	终端电阻开关	120Ω (可选端接或断开)
	自动侦测波特率	支持 0kbps~1Mbps 自动适应
	硬件 ACK 应答设置	可设置应答或者不应答
	自动测量	支持波形时基与电压自动量程调整; 位宽度与幅值自动测量
	硬件眼图数据源	CAN-H、CAN-L、CAN-DIFF
硬件眼图叠加速率	500,000UI/s (由信号速率决定)	
硬件眼图垂直灵敏度 (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 可调	

续上表

模块	功能项	参数
硬件基本功能	硬件眼图水平范围	由示波器模块水平时基决定
	硬件眼图测量方式	光标（电压时间）、鼠标、自动测量
	硬件眼图模板	系统标准模板、用户自定义模板，可设定电平超出设定值时可自动捕捉超限值信号波形
硬件扩展功能 (StressZ 模拟扩展板)	扩展板通信接口	M12 连接器，符合 DeviceNet 和 CANopen 标准
	扩展板通信线缆	5 芯标准 CANbus 线缆 1 条，带安全插座
	扩展板测试夹具	测试表笔，带挂钩，5 个； 高精度鳄鱼夹，5 个
	终端电阻调节范围	0Ω ~ 10.24kΩ，（不包括 10.24kΩ），步进 2.5Ω
	模拟导线电阻调节范围	0Ω ~ 10.24kΩ，（不包括 10.24kΩ），步进 2.5Ω
	电源干扰电阻调节范围	0Ω ~ 10.24kΩ，（不包括 10.24kΩ），步进 2.5Ω
	网络负载电容调节范围	0nF ~ 15.75nF，步进 250pF
	内部干扰电压范围	-5V ~ 5V
	外部输入干扰电压范围	-8V ~ 40V（Udis+和 Udis-之间最大电压差 48V）
	网络阻抗测量分析	支持 4kHz~100kHz 阻抗测量，等效 RC 模型
	容错收发器（低速 CAN）	支持 ISO11898-3 标准的低速容错 CAN 标准
	容错收发器电阻可调	500 欧、1000 欧、1500 欧可调
	自校准	支持
硬件选配	便携移动电源	用于 CAN 分析仪方便在现场测试，最大工作时间 1 小时
	M12-OBID	汽车 OBD 接头，可接入汽车标准的诊断口
软件基本功能	帧记录	支持长时间存储帧数据（根据用户硬盘大小与缓冲区设置）、建议不超过 300000000 帧； 波形存储 13000 帧~26000 帧（可通过事件标记选择性存储），能保存成离线文件进行分析
	采样率调整	支持 10M~100M 调整
	时间显示	相对时间、绝对时间、增量时间
	ID 显示	二进制、八进制、十进制、十六进制； 高位在前或者低位在前；靠左对齐或者靠右对齐
	数据显示	二进制、八进制、十进制、十六进制、字符
	添加注释	可进行文字注释或者语音注释
	时间同步	当 PC 接入 2 台 CANScope 进行测试时，可以进行时间同步，同时比较 2 路 CAN 的时序关系
	波形查看与测量	可显示 CANH、CANL、CAN-DIFF、CAN 共模波形，支持波形放大/缩小、时间测量、幅值测量
	波形解码	通过波形可以进行 CAN 解码
	帧查找	支持帧类型、帧 ID、帧数据、状态、事件标记查找
	帧统计	统计发送/接收帧数量、帧 ID 类型与数量、帧数据、正确/错误帧数量、帧周期、错误帧位置
流量分析	按时间轴水平测量帧密度与帧间隔、统计突发流量	

续上表

模块	功能项	参数
软件基本功能	总线利用率	支持所有流量情况下的总线利用率实时分析
	报文重播	支持对正确报文的记录重播，完全符合被测时序，还原被测节点或者网络的通讯实情
	帧比较	对 2 个记录的文件进行比较，查找出不同的帧
	触发发送	支持按帧类型、帧 ID、帧数据进行触发发送单帧或者多帧
	FFT 共模干扰分析与统计	可对所记录的帧波形进行 FFT 共模干扰分析与统计，查找出共模干扰频率和其幅值，用于排除其他设备对 CAN 系统的干扰
	边沿测量与统计	可对所记录的帧波形（CANH、CANL、CAN-DIFF、CAN 共模）的上升沿或者下降沿斜率分析，与带宽分析；能进行统计，查找出上升沿/下降沿斜率、带宽的最大值、最小值、平均值
	传输延迟测量与统计	可对所记录的帧波形进行传输延迟测量，能统计出最大延时时间，并且等效为导线长度
	导线长度测量	通过传输延迟统计出最大值，可以等效出导线长度
	C 脚本编程	可通过 C 语言编辑脚本，进行数据收发
	报文协议解析	支持帧分类显示、CANopen 协议解析、J1939 协议解析、国标车载充电机与 BMS 系统协议解析，可导入任意 DBC 文件解析
	高层协议分析	支持 CANopen、J1939、DeviceNet、iCAN 协议
	自定义协议分析	支持导入自定义 DBC，可自定义协议生成 CPP 协议文件，支持图形化分析界面，导入表盘显示或者进行趋势显示
	规则发送（虚拟硬件）	可通过设置收发规则将 CANScope 仿真为一个实际的节点或者一个实际网络
	网络共享	支持 10~255 个客户端接入分享数据
	自动测试软件	CANtester 支持 17 种 CAN 必测的可靠性测试项目，如可测试 CAN 信号显性电平、隐性电平、差分电平最大值、最小值，并可设定上述电平正常幅值范围；可设定 CAN 信号显性电平、隐性电平、差分电平正常时间范围，测试信号上升或下降沿时间超出设定值时可自动捕捉超限值信号波形； 支持自动生成测试报告
	导出	可选择性导出记录的报文与波形
	对称性测试	分析共模信号（CANH+CANL）/2 值、测试 CANH 和 CANL 的对称程度
	眼图模板	系统标准模板、用户自定义模板
屏幕截屏	支持一键截屏	
软件自动升级	终身免费升级	
SDK 二次开放	支持 VC++、VB、C#等常用的开发语言	

续上表

模块	功能项	参数
软件增强功能 (Pro 专业版)	错误波特率干扰	5Kbps~1Mbps
	帧结构错误干扰	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	可选择性干扰 (帧类型、帧 ID 匹配、数据匹配、干扰位置)
	采样点测试	测试节点采样点位置与范围 (50%~100%)
	位宽度容忍测试	测试节点位宽度适应范围与波特率范围
	帧 ID 事件标记	支持标准帧 ID 11 位、扩展帧 ID 29 位任意标记与选择性接收
	帧数据事件标记	支持数据域 64 位任意标记与选择性接收
	帧错误事件标记	支持所有帧错误事件标记与选择性接收
	软件眼图叠加速率	1 万 UI/s (和电脑配置有关)
	软件眼图帧类型	标准/扩展数据帧、标准/扩展远程帧
	软件眼图数据长度	最大 8 字节
	软件眼图事件标记	帧 ID、帧数据、眼图模板
软件扩展功能 (StressZ 模拟扩展板)	导线长度仿真	可仿真长度: 0~20000m (1.5mm ² 线径)
	总线阻抗测量	4kHz~100kHz, 步进 0.1Hz, 单点扫描次数 1~2047, 生成阻抗与相位曲线, 并且能等效 RC 模型
	终端电阻变化压力测试	测试节点或者网络能承受的终端电阻范围
	对正负电源或地短路测试	测试节点或者网络与电源或者地短路时的通讯情况, 以及恢复时间
	容抗增加压力测试	测试节点或者网络能承受的网路容抗范围
	总线短路测试	测试节点或者网络在总线短路后的恢复时间
	总线断路测试	测试节点或者网络在总线断路后的恢复时间

1.8 提供的资料

表 1.2 提供的资料

序号	名称	数量	单位	备注
1	CANScope 软件	1	套	随机光盘中, 支持联网自动更新到最新版本, 或者通过服务人员手动更新
2	《CAN 总线分析仪 CANScope 用户手册 2013VOL04》	1	本	提供纸质与电子版
3	《CAN 总线故障诊断与解决(专家版) V004》	1	本	提供纸质与电子版
4	《CAN 节点的测试与标定(专家版) V002》	1	本	提供纸质与电子版
5	《CANScope 验收流程》	1	本	提供电子版用于验收
6	《CANScope-StressZ 验收流程》	1	本	提供电子版用于验收

1.9 货物装箱单

表 1.3 CANScope-Pro 总线协议分析仪装箱单

序号	名称	数量	单位	备注
1	CANScope-Pro 主机	1	台	
2	P8251T Port 插头	1	个	
3	P1040T Port 插头	1	个	
4	DC12V/2A 电源适配器	1	只	
5	M12 通信电缆	1	条	
6	鳄鱼夹 DC 电源线	1	条	
7	鳄鱼夹	1	套	黄、绿、黑、红、蓝
8	测试钩	1	套	黄、绿、黑、红、蓝
9	测试探头	1	套	黄、绿、黑、红、蓝
10	USB 通讯电缆/L=1.5m	1	条	A-B 双磁环
13	产品光盘	1	张	
14	无纺布袋	1	个	
15	《售后服务指南》	1	本	
16	合格证	1	张	
17	干燥剂	1	包	

表 1.4 CANScope-StressZ 模拟测量与测试扩展板装箱单

序号	名称	数量	单位	备注
1	CANScope-StressZ 扩展板	1	台	
2	M12 通信电缆	1	条	
3	鳄鱼夹	1	套	黄、绿、黑、红、蓝
4	测试钩	1	套	黄、绿、黑、红、蓝
5	测试探头	1	套	黄、绿、黑、红、蓝
6	《售后服务指南》	1	本	
7	合格证	1	张	
8	干燥剂	1	包	

表 1.5 Mobilepower 移动电源装箱单

序号	名称	数量	单位	备注
1	Mobilepower 移动电源	1	台	
2	《售后服务指南》	1	本	
3	合格证	1	张	
4	干燥剂	1	包	

1.10 产品制造标准

严格按照《CAN 总线分析仪 CANScope 用户手册 2013VOL04》中的性能参数制造。

1.11 产品安装标准

严格按照《CAN 总线分析仪 CANScope 用户手册 2013VOL04》进行安装调试。

1.12 产品验收标准

按照《CAN 总线分析仪 CANScope 用户手册 2013VOL04》的参数功能为标准,以《CANScope 验收流程》与《CANScope-StressZ 验收流程》所述流程进行验收。

1.13 保证和承诺

保证所销售的产品及其配件严格符合本技术规格书的标准。

北京海洋兴业科技有限公司

北京市西三旗东黄平路 19 号龙旗广场 4 号楼 906

电 话 : 010-62176775 62178811 62176785

企业 QQ : 800057747

官方网站 : www.oitek.com.cn

邮编 : 100096

传真 : 010-62176619

邮箱 : info.oi@oitek.com.cn



扫描二维码关注我们
查找微信企业号 : 海洋仪器

2. 干扰注入与分析功能介绍

2.1 模拟干扰功能介绍

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，可以完整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。

从 CANScope 软件主界面的“PORT 板”选项中进入，如图 2.1 所示。

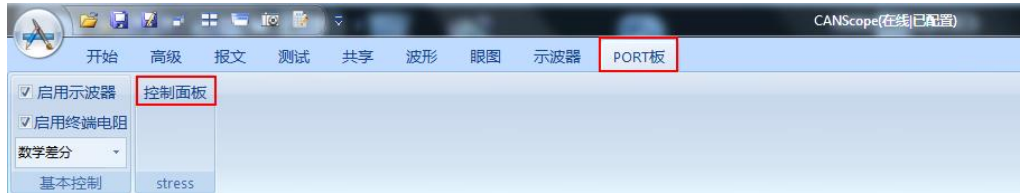


图 2.1 启动 CANScope-StressZ 模拟测试板

单击菜单区“stress”模块中的“控制面板”按钮，弹出“CANStress”窗口，如图 2.2 所示。点击红色三角为开启按钮。

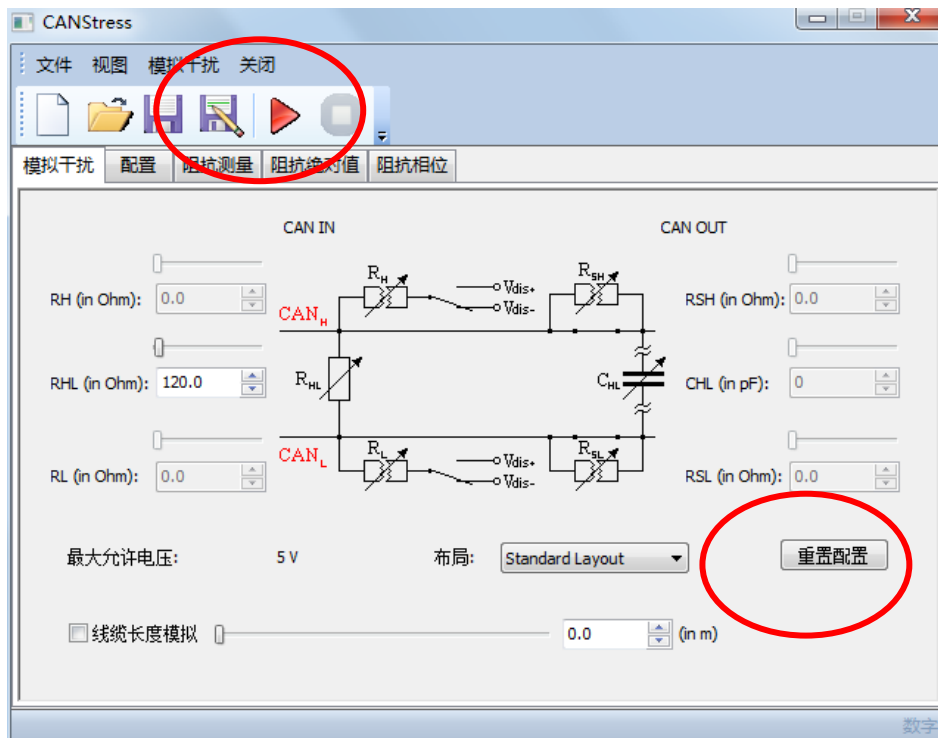


图 2.2 “CANStress”窗口

2.1.1 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，其他干扰都禁止。

2.1.2 干扰布局

如图 2.3 所示，是干扰布局图（左图）以及干扰布局组合列表（右图）：

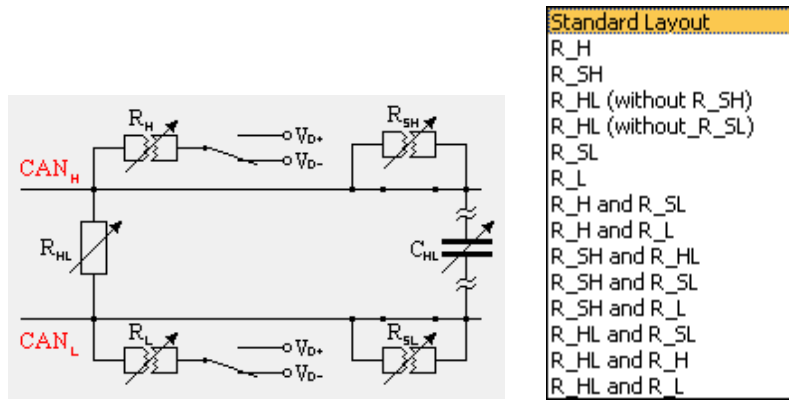


图 2.3 干扰布局图（左图）、 干扰布局组合列表（右图）

连接状态图如图 2.4 所示，是连接状态图说明：

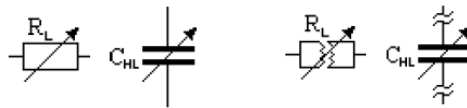


图 2.4 连接状态（左图）、 断开状态（右图）

R_SH/R_SL 状态图如图 2.4 所示，为 R_SH 和 R_SL 的状态图：

表 2.1 R_SH 和 R_SL 的状态图

状态	图形
CAN 总线线缆电阻 R_H (R_L) 正常运作	
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	

2.1.3 终端电阻测试

基本操作：

进入 CANStress 窗口，Layout 为默认或者单击选择 R_HL(without R_SH)；

设置 RHL 阻值，阻值设为 120 欧姆，如图 2.5 所示；

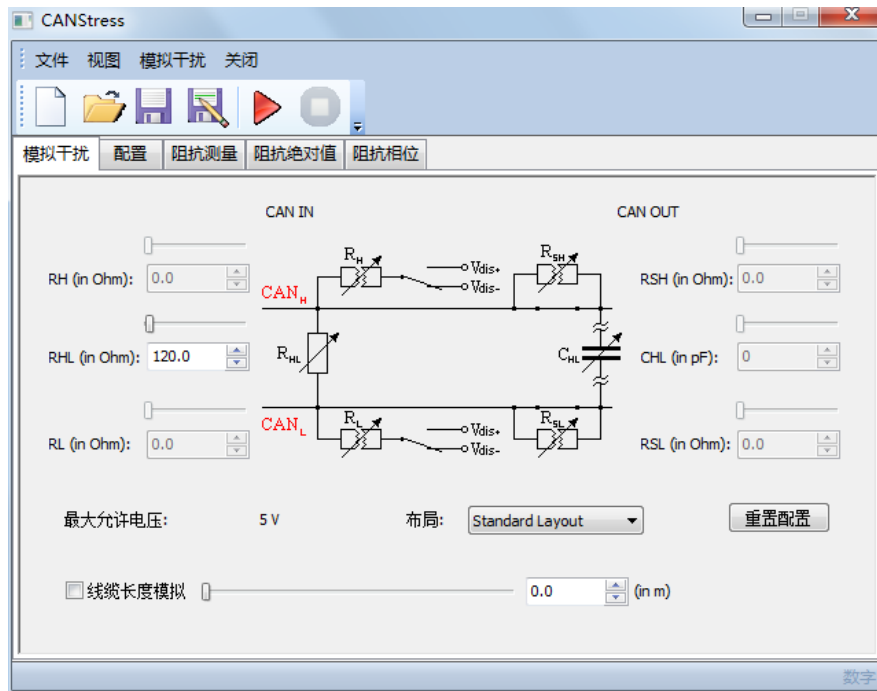


图 2.5 “CANStress”窗口_配置 R_HL 阻值为 120 欧姆

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 2.6 所示。

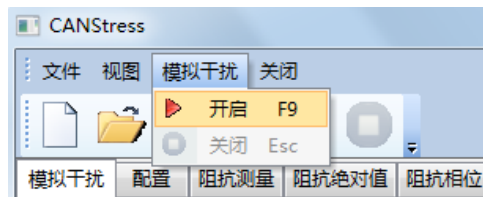


图 2.6 开启干扰

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 2.7 所示。

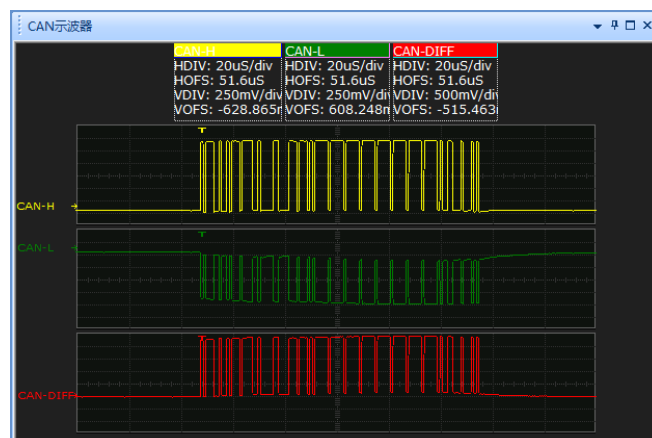


图 2.7 “CAN 示波器”_R_HL (120 欧姆) 测试结果

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 2.8 所示。



图 2.8 “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 2.9 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 2.9 CAN 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 2.10 所示，终端电阻为 30 欧姆时，电压幅值只有 1.1V 的眼图画面。

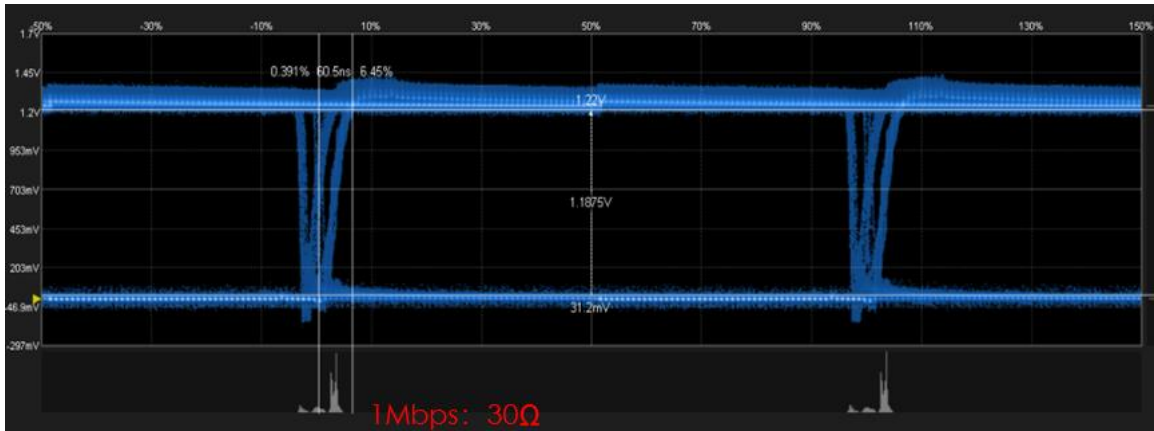


图 2.10 终端电阻过小

终端电阻过大会导致电平幅值增加，但是波形下降沿变缓，即放电时间加长。最终位宽度识别错误。如图 2.11 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：但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。

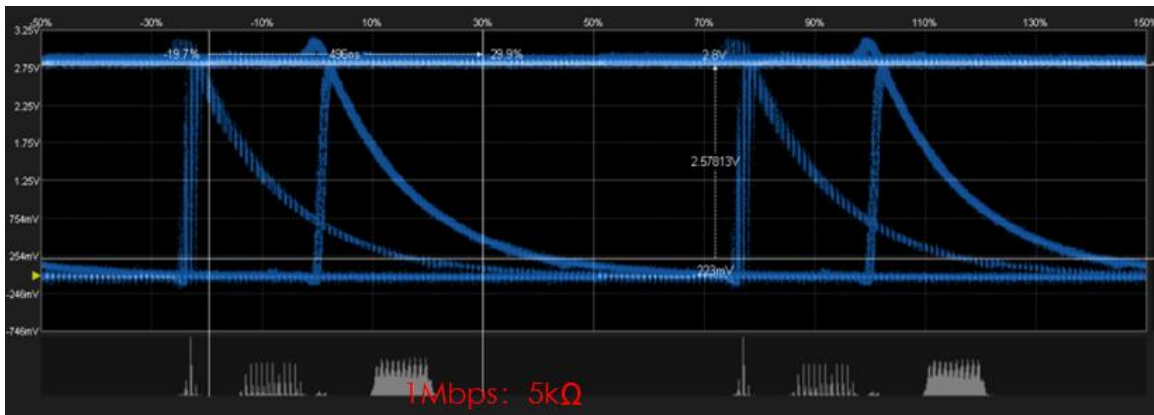


图 2.11 终端电阻过大

如表 2.2 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 2.2 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

2.1.4 负载电容测试

基本操作：

进入 CANStress 窗口，点击 C_{HL} 的电容图标，使其连接。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 2.12 所示。

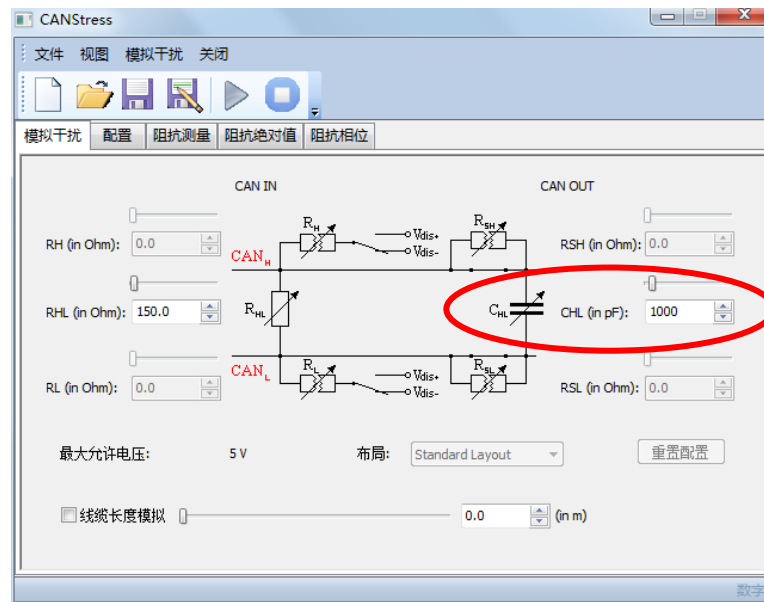


图 2.12 “CANStress”窗口_配置 CHL 容值为 1000pf

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 2.13 所示。

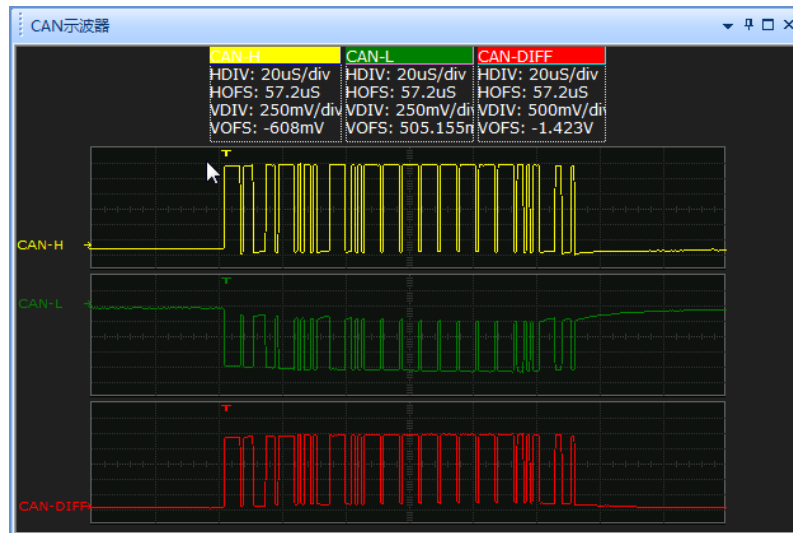


图 2.13 CAN 示波器_ CHL (1000pf) 测试结果

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 4000 欧姆，如图 2.14 所示。

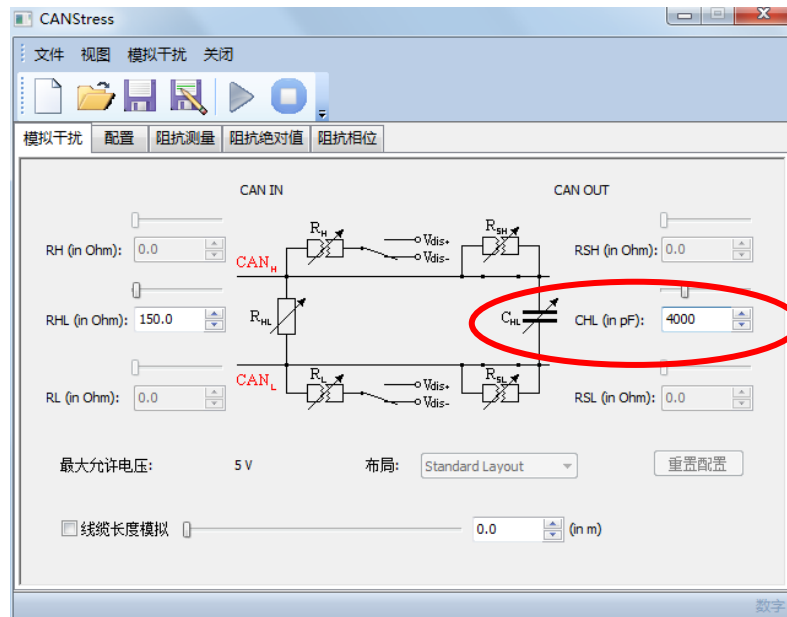


图 2.14 “CANStress”窗口_配置 CHL 容值为 4000pf

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 2.15），CAN 电平信号也极其不规范（图 2.16）。

The screenshot shows the 'CAN 报文' window with a table of received messages. The table has columns for '序号' (Sequence Number), '时间' (Time), '状态' (Status), '传输方向' (Transmission Direction), '帧类型' (Frame Type), '数据长度' (Data Length), and '帧ID' (Frame ID). The messages are as follows:

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 2.15 CAN 报文_CHL (4000pf) 测试结果



图 2.16 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 2.17 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。

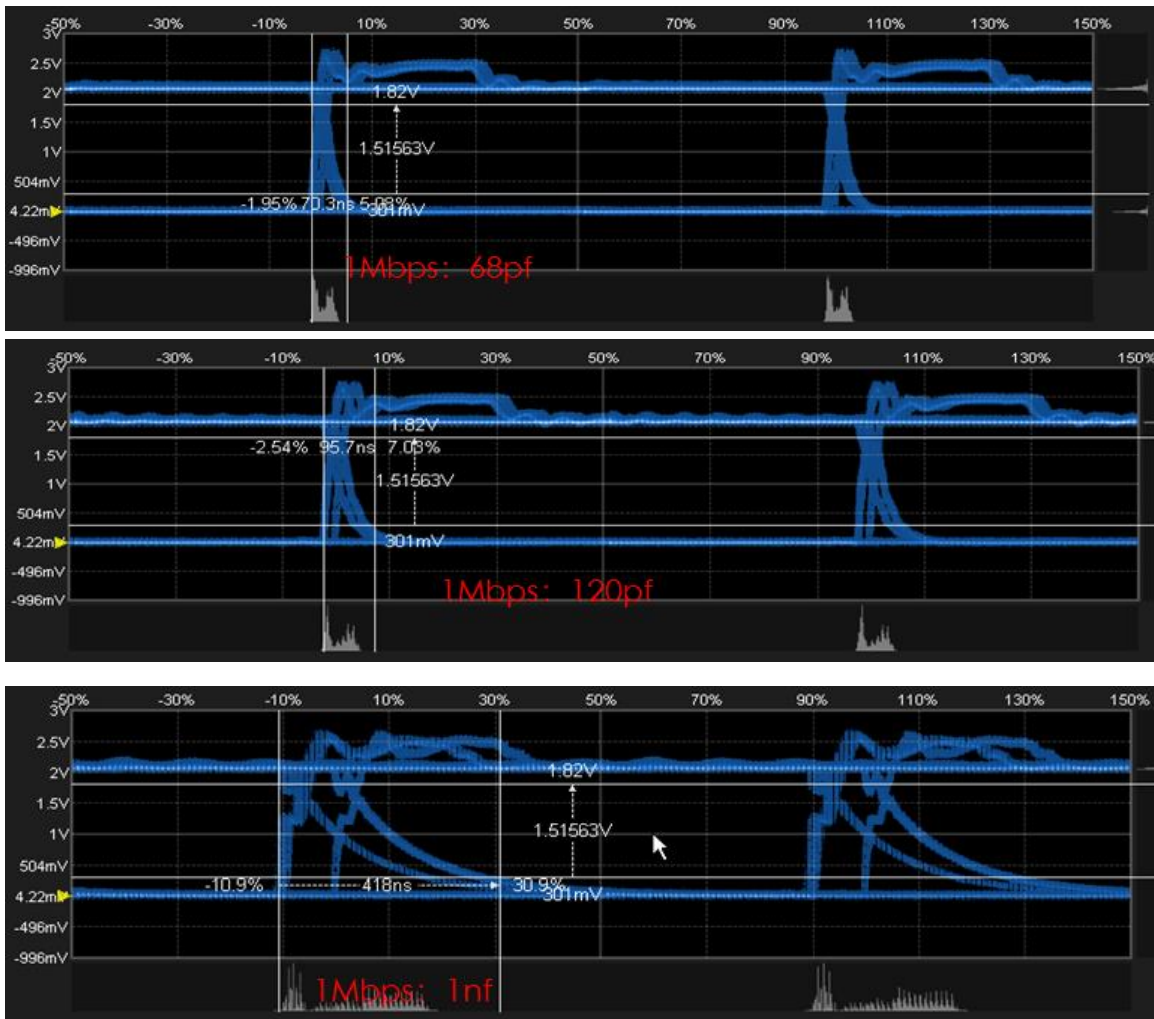


图 2.17 负载电容变化的眼图

如表 2.3 所示，为某个被测节点的测试标定结果。0pF~1nF，参考特征值为位下降沿时间

表 2.3 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 2.4 所示。

表 2.4 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，其他节点不得装配电容

2.1.5 内部或者外部输入干扰

CANScope-StressZ 可以输入外部干扰或者内部电源干扰，通过“配置”中的干扰源来切换。如图 2.18 所示。

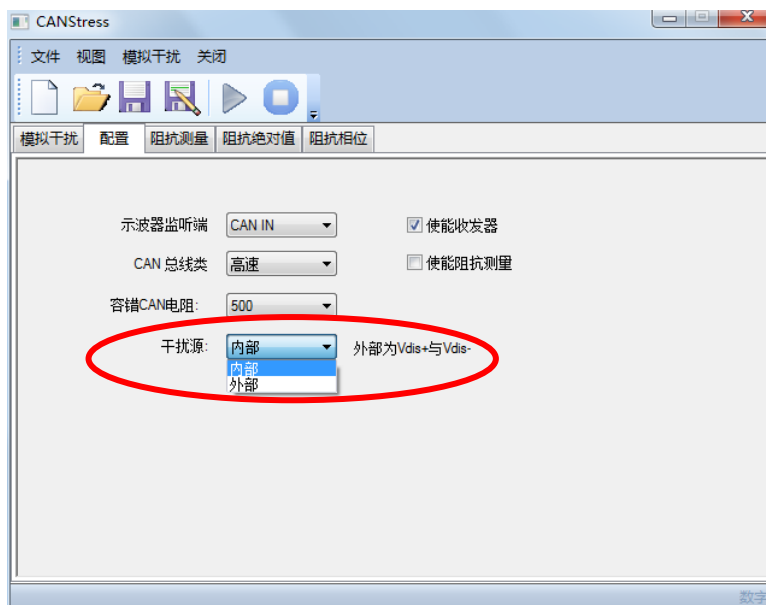


图 2.18 选择干扰源

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 2.19 所示。

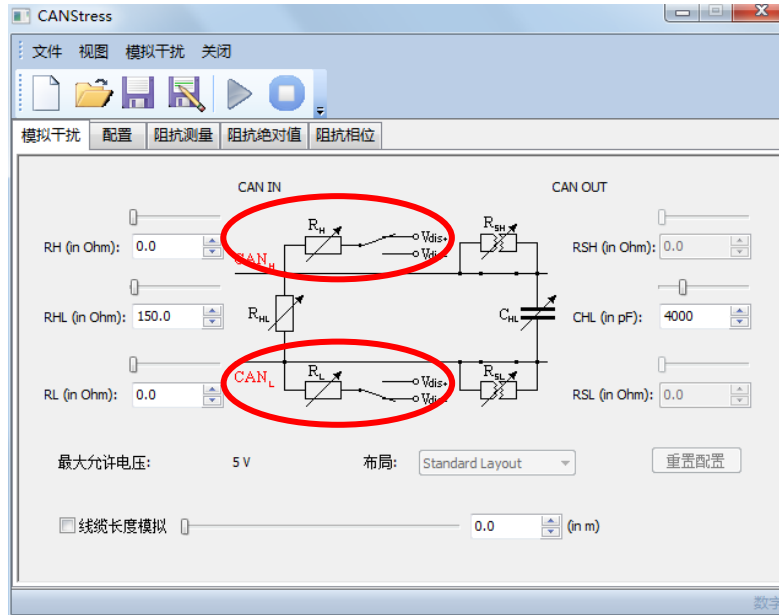


图 2.19 选择干扰源的输入

如果是外部干扰：Vdis+为外部 Vdis+的接线端子输入的干扰信号，Vdis-为外部 Vdis-的接线端子输入的干扰信号。

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

2.1.6 导线长度模拟

可以使用 CANStress 模拟导线长度，只需勾选**导线长度模拟**，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 2.20 所示，为模拟 6520 米的导线长度。

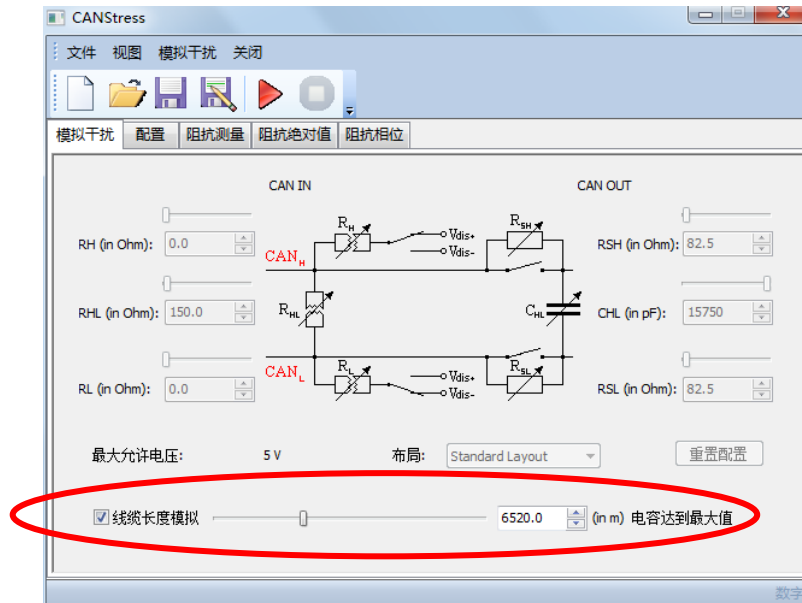


图 2.20 模拟导线长度

2.2 数字干扰功能介绍

CANScope-Pro 专业版 CAN 分析仪具备施放错误干扰的功能，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，所以所施放的错误干扰均为“**数字式**”。即当已经配置好的干扰将被激发。**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。**其能量均为正常的 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。

注意：错误与干扰只能将隐性电平干扰成显性，而不能将显性干扰成隐性。

从 CANScope 软件主界面的“测试”选项中“错误与干扰”进入，如图 2.21 所示。



图 2.21 测试_错误与干扰

弹出“错误与干扰”窗口，如图 2.22 所示。

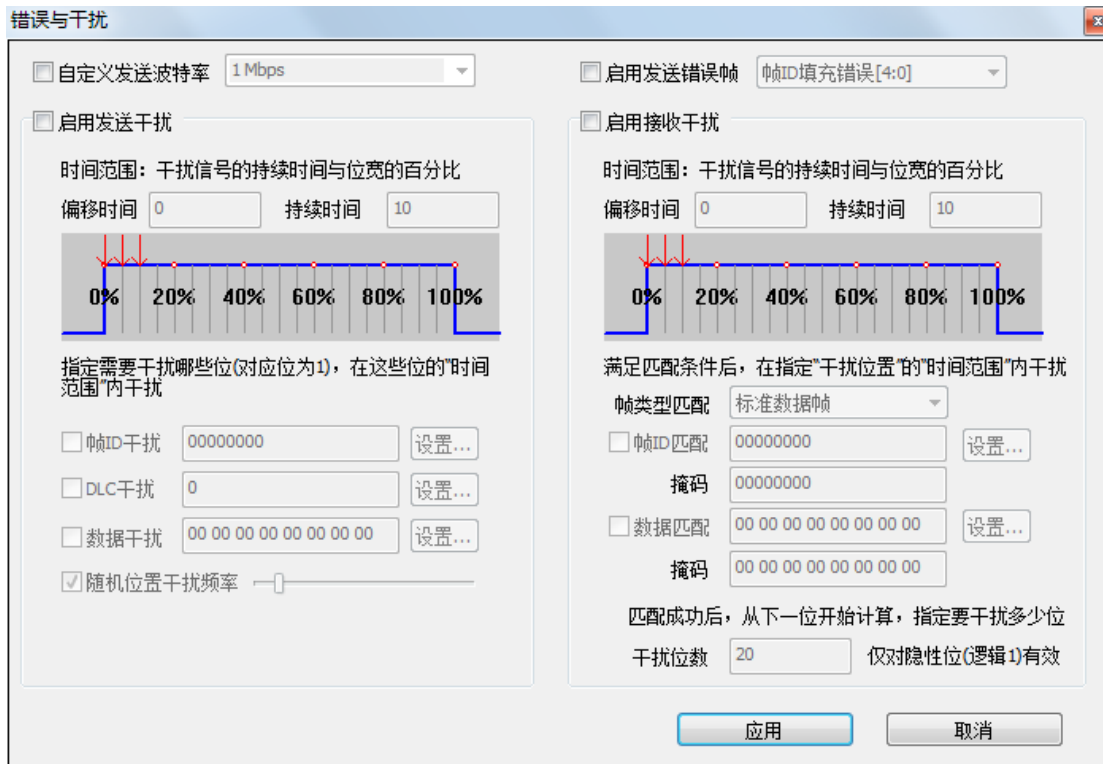


图 2.22 “错误与干扰”窗口

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。

2.2.1 自定义发送波特率

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 2.23 所示。



图 2.23 “自定义发送波特率”窗口

设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“启用”，以启用设置。

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 2.24 所示。

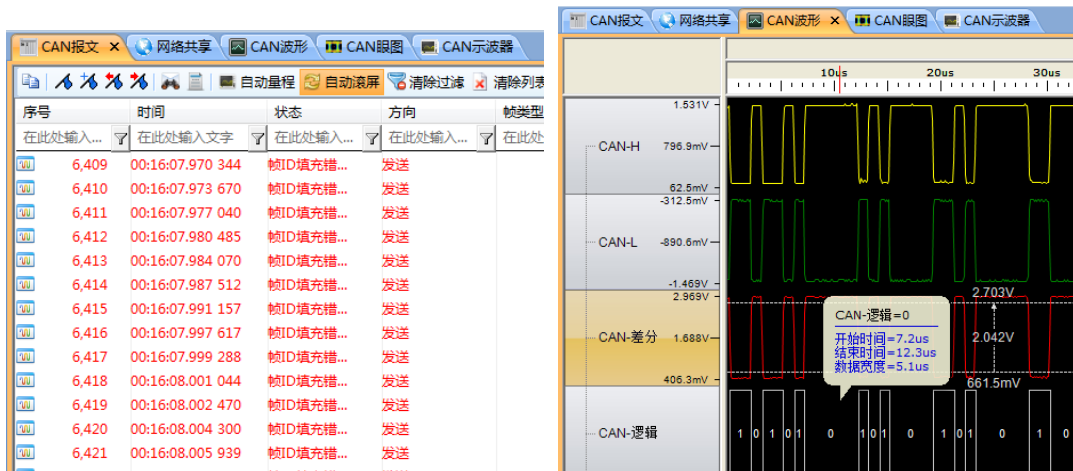


图 2.24 自定义发送波特率错误

注意：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。

2.2.2 启用发送错误帧

打开“错误与干扰”窗口，勾选“启用帧结构错误”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 2.25 所示。

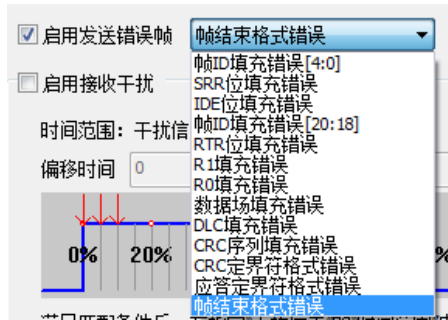


图 2.25 “启用发送错误帧”窗口

设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“启用”，以启用设置。

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 2.26 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 2.26 启用发送帧错误

2.2.3 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 2.27 所示。

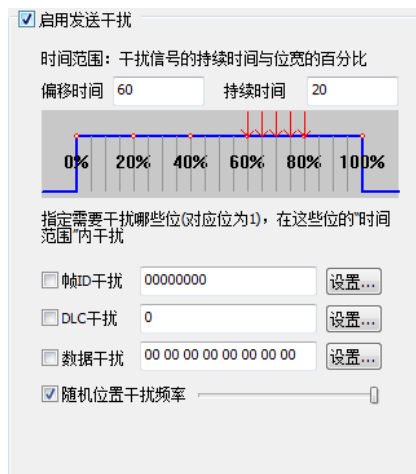


图 2.27 “发送数字干扰”窗口

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，将这个位的那个区域变成显性电平。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 2.28 所示。

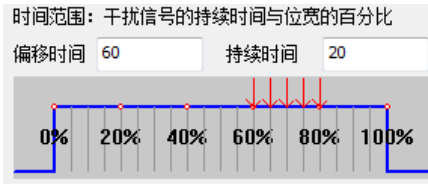


图 2.28 干扰位置

- 帧 ID 干扰：对发送帧 ID 进行干扰；

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 2.29 所示：

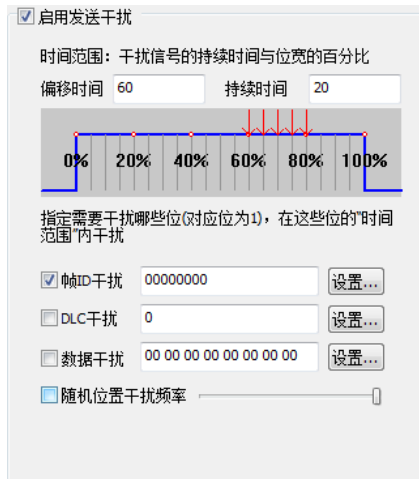


图 2.29 勾选“帧 ID 干扰”

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 00000003，表示第 0 位和第 1 位会被干扰成显性。
2. 或者单击输入框右侧的【设置】按钮，打开“位设置”窗口，如图 2.30 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 2.31 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 2.30 “位设置”窗口



图 2.31 “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 2.32 红色框所示。设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“启用”，以启用设置。

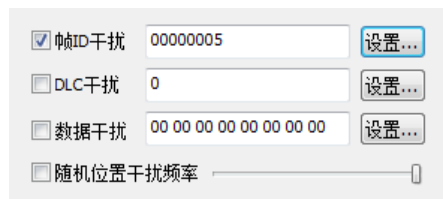


图 2.32 “帧 ID 干扰”_单击确定

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 2.33。

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 2.33 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 2.34 所示，可以看到帧 ID 在第 0 位和第 3 位的 60%开始有持续时间为 20%的干扰信号，导致帧错误。

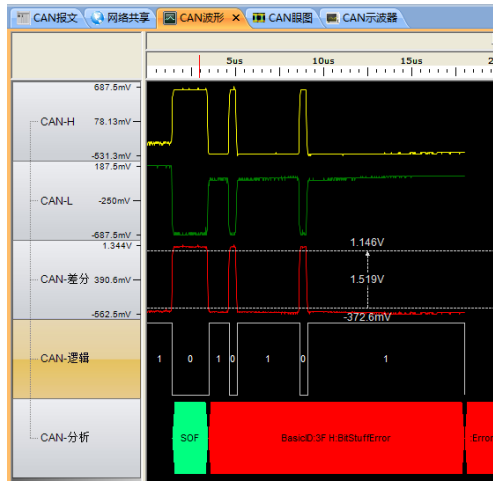


图 2.34 查看帧 ID 干扰结果

- **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 2.35 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“**启用**”, 以启用设置。



图 2.35 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 2.36 所示, 可以看到 DLC 帧的第 1、2 位有对应的干扰。

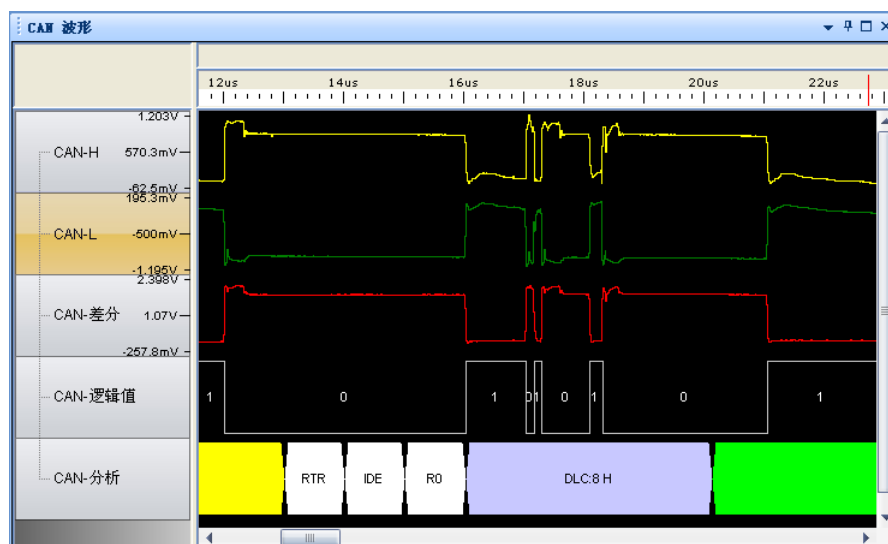


图 2.36 DLC 干扰结果

- 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 2.37 所示。



图 2.37 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 2.38 所示。设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“启用”，以启用设置。

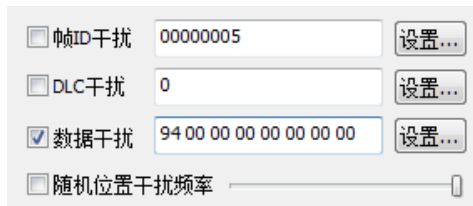


图 2.38 “错误与干扰”_数据干扰

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 2.39 所示，可以看到数据帧的第 2、4、7 位有对应的干扰。

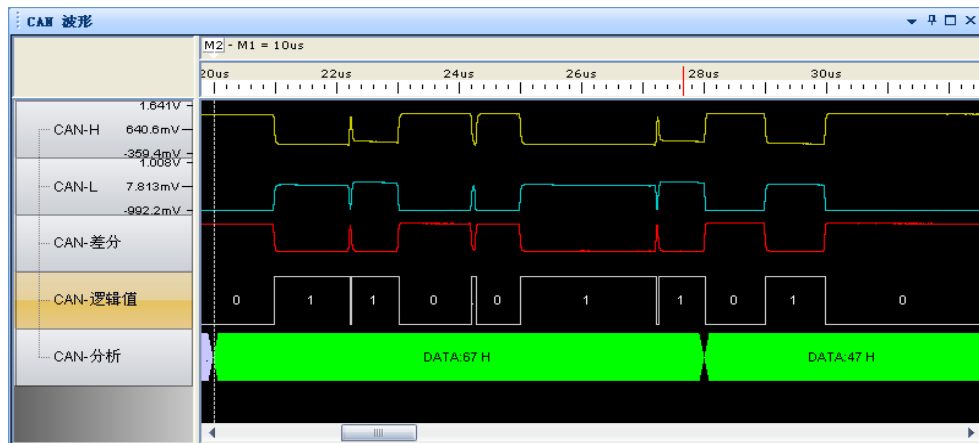


图 2.39 查看数据干扰结果

- 随机干扰强度：系统发送随机位置的干扰，干扰强度可控。操作方式与前面 3 种相同。用户可以拖动干扰频率的强度条，来确定干扰强度，如图 2.40 所示。

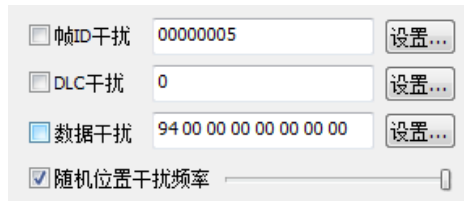


图 2.40 随机干扰强度

以上 4 种干扰类型，可以任意组合。

2.2.4 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，不同点是前者需要发送报文上施加干扰，而后者是往接收到的报文上施加干扰。可以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。**如果不匹配则全部接收报文都进行干扰。**

在打开的“错误与干扰”窗口中，勾选“启用接收干扰”前面的复选项，开启匹配设置选项，如图 2.41 所示。

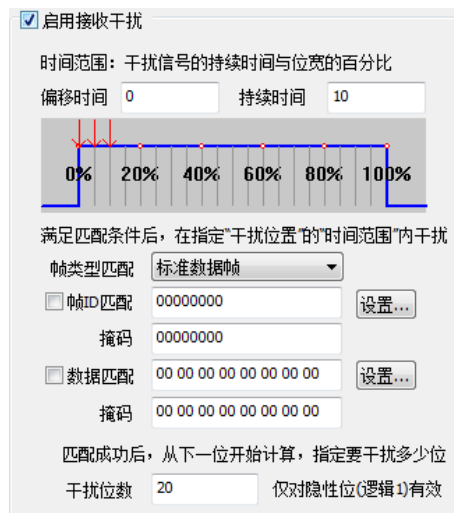


图 2.41 “错误与干扰”_启用接收干扰

时间范围：定义了干扰的位置，即干扰时，将这个位的那个区域变成显性电平。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 2.28 所示。

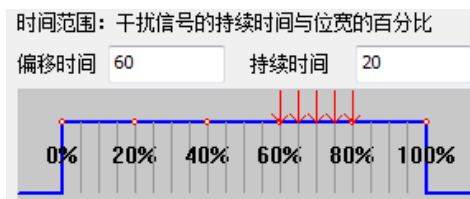


图 2.42 干扰位置

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 2.43 所示。

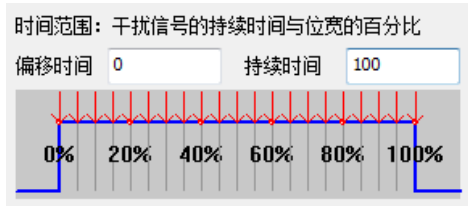


图 2.43 整位干扰提高强度

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 2.44 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 2.44 红色框所示，单击【确定】按钮即可。



图 2.44 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 2.45 所示。设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“启用”，以启用设置。

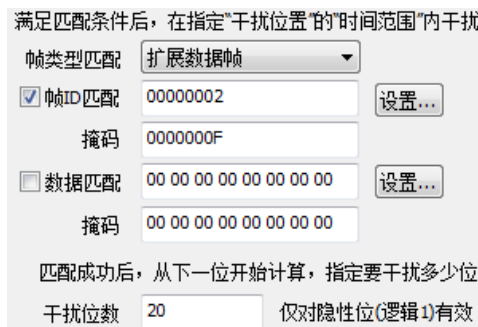


图 2.45 “错误与干扰”_帧 ID 匹配

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 2.46 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 2.46 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 2.47 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。

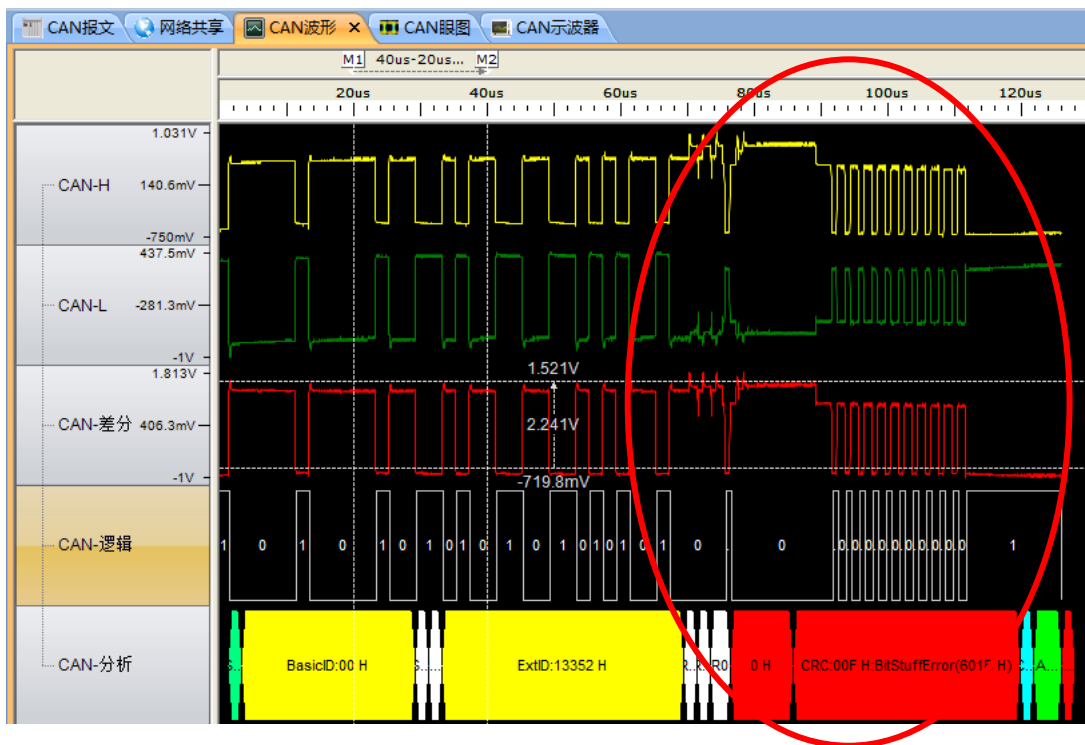


图 2.47 CAN 波形_帧 ID 匹配

- 数据匹配:

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 2.48 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 2.48 所示，单击【确定】按钮即可。



图 2.48 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 2.49 所示。设置完毕后，点击错误与干扰窗口右下方的“启用”，以启用设置。

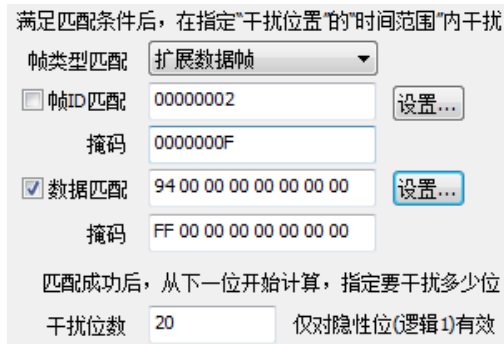


图 2.49 数据匹配干扰_位位置

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，持续干扰的时间，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 2.50 所示。

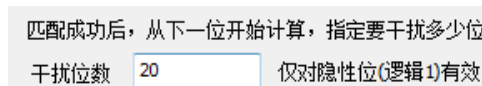


图 2.50 干扰位数

2.3 全自动 CAN 干扰注入评测插件

为了将 CAN 总线测试规范化、标准化。让测试人员水平不再成为 CAN 测试的门槛。所有使用 CANScope 的用户都可以变成 CAN 专家。

CANScope 特别制作了自动测试软件——CANTester，将所有的 CAN 总线测试项目放在同一界面进行操作。用户通过点击测试菜单中的 CAN 测试仪，便可打开自动测试软件界面。如图 2.52 所示。



图 2.51 CAN 测试仪

打开 CANTester 界面后, 可以看到所有的测试项目, 这些项目是以汽车电子 CAN 总线测试项目为基础, 增加了轨道交通、煤矿、工程机械 CAN 总线可靠性测试标准。形成**完整的 CAN 总线可靠性测试方案**。如图 2.52 所示。并且可以**导出测试报告**。

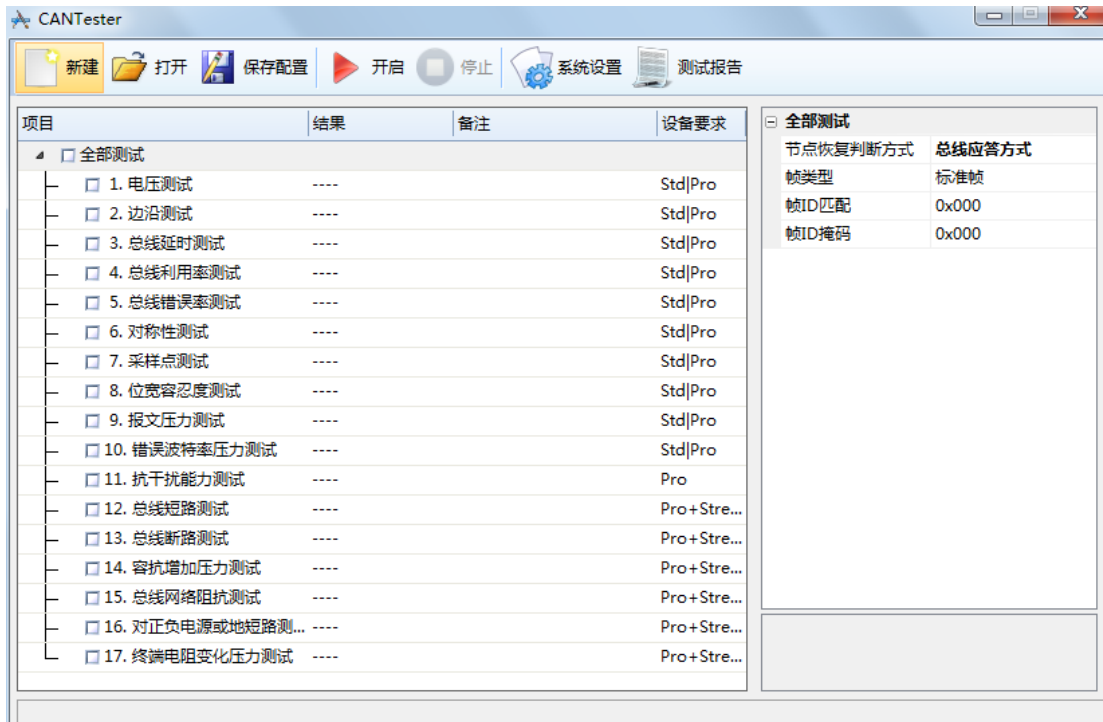


图 2.52 自动化测试软件

菜单说明:

新建: 新建测试工程;

打开: 打开保存的测试工程;

保存配置: 保存测试工程;

开启: 开启测试;

停止: 停止测试;

系统设置: 设置设备参数, 主要是波特率参数;

测试报告: 测试完毕后, 可以导出 html 或者 xls 格式的测试报告。

2.3.1 系统设置

首先需要进行**系统设置**, 如图 2.53 所示。可以选择侦测, 但如果被测对象没有发送报文出

来，则无法自动侦测。所以**建议直接指定波特率或者输入目标波特率**，自动计算出定时器值。选择 BTL 为 16，SJW 为 4，采样点（Sample point）为 75%的寄存器，双击配置。

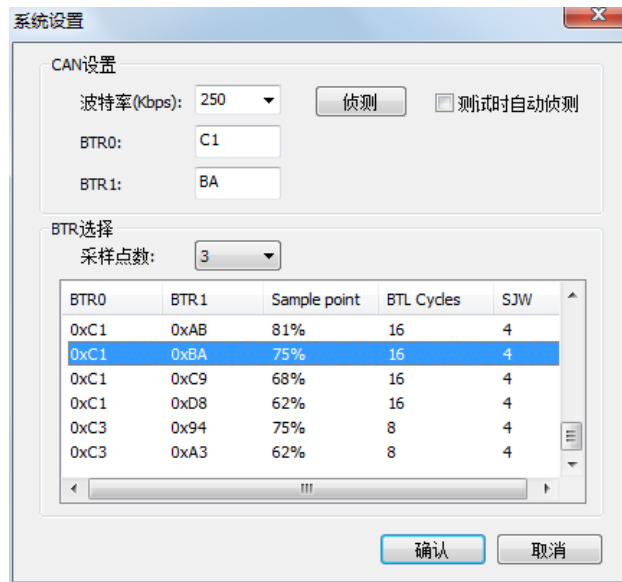


图 2.53 自动测试软件_系统设置

2.3.2 节点恢复判断方式

其次，必须设置测试时节点恢复的判断依据，因为许多测试项目将使节点进入总线关闭状态，而**节点从总线关闭中恢复的判断标准**包括**控制器有应答（总线应答方式）**，和**帧回应（帧 ID 方式）**。如图 2.54 所示。点击项目下面的全部测试，即可在右边栏中设置。

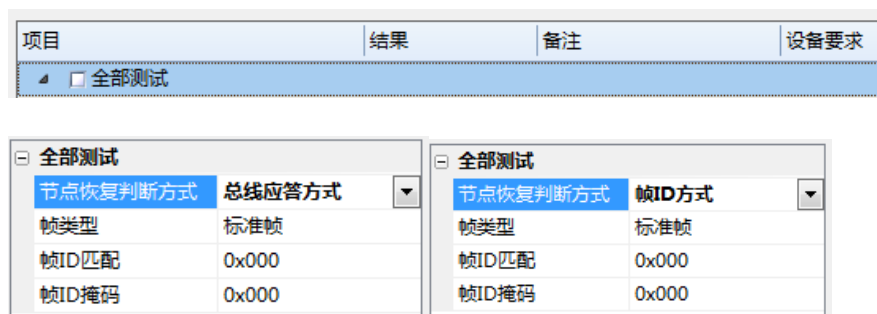


图 2.54 节点总线关闭恢复判断

总线应答方式: 被测节点总线关闭后，CANScope 将主动发送预设好的帧（默认 ID 为 0x000 的标准帧，用户可以自行设置），如果被测节点的 CAN 控制器成功接收，并且发出 ACK，则表示节点从总线关闭中恢复。**默认以总线应答方式。**

帧 ID 方式: 被测节点总线关闭后，CANScope 将等待被测节点发出预设好的帧（默认 ID 为 0x000 的标准帧，用户可以自行设置），如果 CANScope 接收到被测节点发出的预设帧，则表示节点从总线关闭中恢复。

下面就可以进行测试工作了。

注意：由于每个测试项目需要的被测系统状况有所不同，所以**建议每项单独勾选测试，不要全部勾选测试。**

2.3.3 错误波特率压力测试

错误波特率压力测试是测试被测节点或者网络在错误的波特率干扰的情况下，被测节点和网络自我恢复能力。默认按 Bosh 汽车电子规范，施加 100 毫秒的错误波特率干扰，恢复的最大时间为 100 毫秒，如图 2.55 所示。

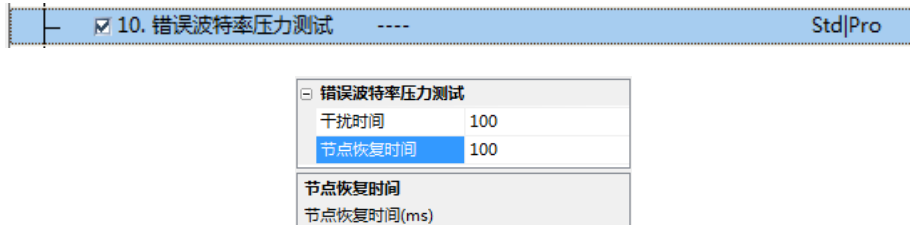


图 2.55 错误波特率压力测试

测试条件：被测 CAN 节点或者网络，是否有报文发送不影响测试；

测试通过标准：被测 CAN 节点或者网络在错误波特率压力测试 100ms 后，在 100ms 内能自我恢复。用户可以根据本行业规范设置合适的错误波特率干扰时间与节点恢复时间。

测试未通过原因与整改措施：

(1) **被测节点或者网络没有做总线关闭处理程序：**如果被测 CAN 节点或者网络的 CAN 错误处理程序中没有对总线关闭这个状态进行处理，则会导致无法恢复。整改方案：在节点总线关闭后，复位 CAN 控制器，清空错误计数器，然后重新初始化，进入正常状态。

测试报告范例：

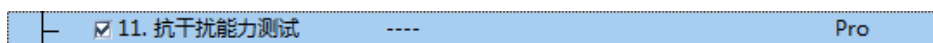
测试统计	
项目	结果
错误波特率压力测试	通过

错误波特率测试项测试信息	
测试项	结果
错误波特率压力测试	节点恢复(17ms)

图 2.56 错误波特率压力测试报告范例

2.3.4 抗干扰能力测试

抗干扰测试是测试被测节点或者网络在干扰的情况下，被测节点和网络自我恢复能力。默认按 Bosh 汽车电子规范，施加 100 毫秒的接收干扰（默认）或者发送干扰，恢复的最大时间为 100 毫秒，如图 2.57 所示。此测试为错误干扰测试的自动方式，其具体设置请见 2.2。（专业版 CANScope 方可进行此测试）。



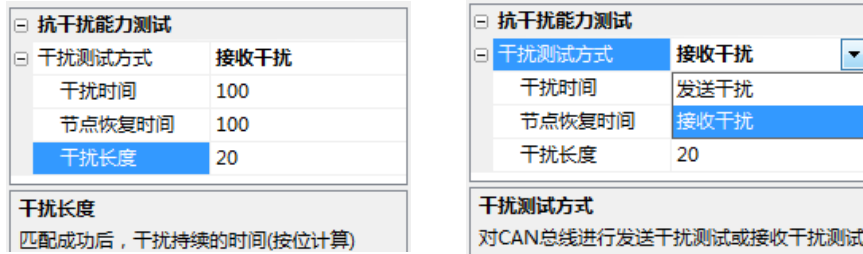


图 2.57 抗干扰能力测试

测试条件: 如果选择接收干扰, 被测 CAN 节点或者网络, 需要有报文发送, 如果选择发送干扰, 被测 CAN 节点或者网络, 不需要有报文发送;

测试通过标准: 被测 CAN 节点或者网络在干扰测试 100ms 后, 在 100ms 内能自我恢复。用户可以根据本行业规范设置合适的干扰方式、干扰时间和节点恢复时间。

测试未通过原因与整改措施:

(1) **被测节点或者网络没有做总线关闭处理程序:** 如果被测 CAN 节点或者网络的 CAN 错误处理程序中没有对总线关闭这个状态进行处理, 则会导致无法恢复。整改方案: 在节点总线关闭后, 复位 CAN 控制器, 清空错误计数器, 然后重新初始化, 进入正常状态。

测试报告范例:



图 2.58 抗干扰能力测试报告范例

2.3.5 总线短路测试

总线短路测试是测试被测节点或者网络在总线短路一段时间后, 被测节点和网络自我恢复能力。默认按 Bosh 汽车电子规范, 施加 20 毫秒的总线短路 (CANH 和 CANL 短路), 恢复的最大时间为 100 毫秒, 如图 2.59 所示。(专业版 CANScope 加上 CANScope-StressZ 扩展板方可进行此测试)。

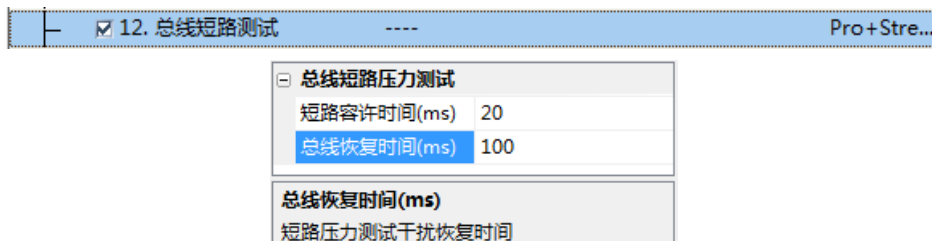


图 2.59 总线短路测试

测试条件: 被测 CAN 节点或者网络, 需要有报文发送;

测试通过标准: 被测 CAN 节点或者网络在总线短路 20ms 后, 在 100ms 内能自我恢复。用户可以根据本行业规范设置合适的短路时间和节点恢复时间。

测试未通过原因与整改措施:

(1) **被测节点或者网络没有做总线关闭处理程序:** 如果被测 CAN 节点或者网络的 CAN 错误处理程序中没有对总线关闭这个状态进行处理, 则会导致无法恢复。整改方案: 在节点总线关闭后, 复位 CAN 控制器, 清空错误计数器, 然后重新初始化, 进入正常状态。

测试报告范例:



图 2.60 总线短路测试报告范例

2.3.6 总线断路测试

总线断路测试是测试被测节点或者网络在**总线断路**一段时间后, **被测节点和网络自我恢复能力**。这时被测节点或者网络要接在 CANScope-StressZ 的 CAN OUT 端, 而 CAN IN 与原有的 CAN 网络连接。即 CANScope-StressZ 起到断开 CAN 网络的效果, 如图 2.61 所示。

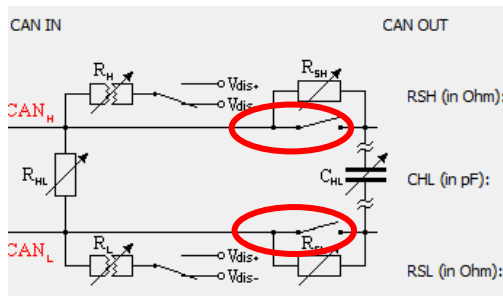


图 2.61 总线断路原理

默认按 Bosh 汽车电子规范, 施加 20 毫秒的总线断路, 恢复的最大时间为 100 毫秒, 如图 2.62 所示。(专业版 CANScope 加上 CANScope-StressZ 扩展板方可进行此测试)。

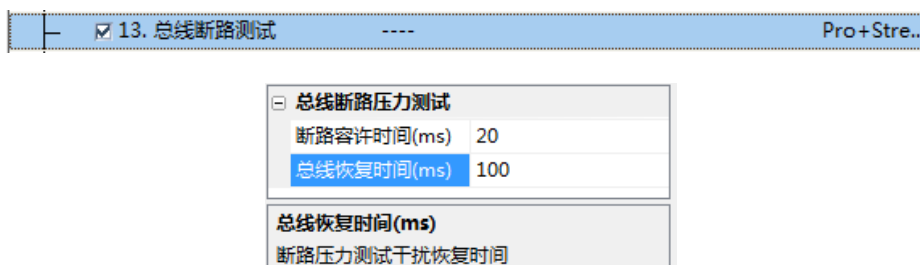


图 2.62 总线断路测试

测试条件: 被测 CAN 节点或者网络，需要有报文发送；

测试通过标准: 被测 CAN 节点或者网络在总线断路 20ms 后，在 100ms 内能自我恢复。用户可以根据本行业规范设置合适的断路时间和节点恢复时间。

测试未通过原因与整改措施:

(1) **被测节点或者网络没有做总线关闭处理程序:** 如果被测 CAN 节点或者网络的 CAN 错误处理程序中没有对总线关闭这个状态进行处理，则会导致无法恢复。整改方案：在节点总线关闭后，复位 CAN 控制器，清空错误计数器，然后重新初始化，进入正常状态。

测试报告范例:

测试统计		
项目	结果	
总线断路测试	通过	

总线断路测试		
断路容许时间	断路恢复时间	测试结果
20 ms	100 ms	通过

图 2.63 总线断路测试报告范例

2.3.7 容抗增加压力测试

容抗增加压力测试是测试被测节点或者网络在总线容抗增加的极限通讯能力。需要使用 CANScope-StressZ 起到增加 CAN 网络容抗的效果，如图 2.64 所示。

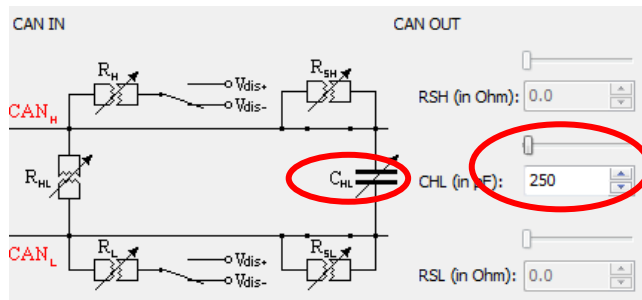


图 2.64 容抗增加原理

默认从 250pF 的总线间容抗值开始递增，直至无法正常通讯，如图 2.65 所示。(专业版 CANScope 加上 CANScope-StressZ 扩展板方可进行此测试)。

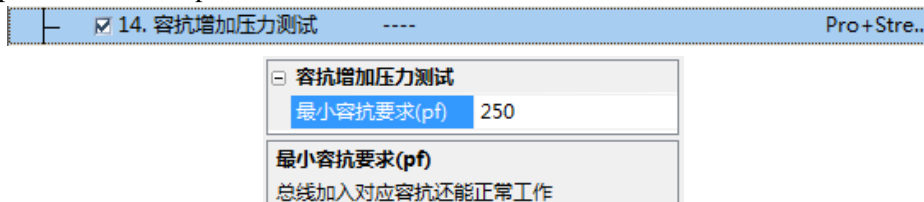


图 2.65 容抗增加压力测试

测试条件: 被测 CAN 节点或者网络, 需要有报文发送;

测试通过标准: 被测 CAN 节点或者网络在 250pF 的容抗条件下可以正常通讯。用户可以根据本行业规范设置合适的最小容抗要求。

测试未通过原因与整改措施:

(1) **未加终端电阻:** 如果被测节点或者网络未加终端电阻, 则极易不能通过, 因为终端电阻起到加速放电作用, 如果没有终端电阻, 或者终端电阻过小, 则波形从显性到隐性的下降沿时间过长, 导致位错误。整改方案: 总线上增加正确的终端电阻匹配。

(2) **自身容抗已经很大:** 如果被测节点或者网络自身的容抗已经很大, 那么如果加入测试容抗, 就可能无法通过。整改方案: 减小自身容抗, 如换小容抗的 TVS 管和滤波电容。

测试报告范例:



图 2.66 容抗增加压力测试报告范例

2.3.8 对正负电源或者地短路测试

对正负电源或者地短路测试是测试被测节点或者网络的在 CANH、CANL 分别对电源和地短路后的恢复能力。需要使用 CANScope-StressZ 的对 Vdis+和 Vdis-短路的功能, 如图 2.67 所示。CANScope-StressZ 提供的电压范围为 0~5V, 如果用户更大范围的电压, 则需要外接干扰源。

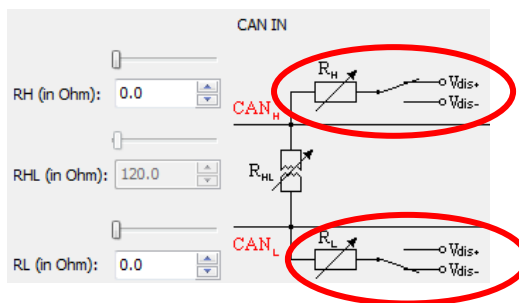


图 2.67 对正负电源或者地短路测试原理

默认按 Bosh 汽车电子规范, 用户需要选择**干扰类型**, 施加 10 毫秒相应干扰, 恢复的最大时间为 100 毫秒, 如图 2.68 所示。(专业版 CANScope 加上 CANScope-StressZ 扩展板方可进行此测试)。



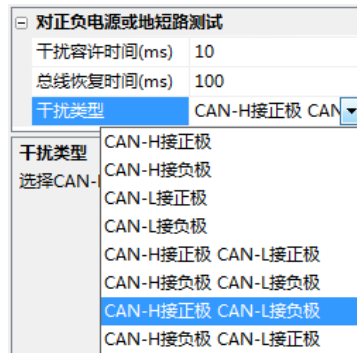


图 2.68 对正负电源或者地短路测试

测试条件: 被测 CAN 节点或者网络，需要有报文发送；

测试通过标准: 被测 CAN 节点或者网络在干扰 10ms 后，在 100ms 内能自我恢复。用户可以根据本行业规范设置合适的干扰容许时间和总线恢复时间。

测试未通过原因与整改措施:

(1) **被测节点或者网络没有做总线关闭处理程序:** 如果被测 CAN 节点或者网络的 CAN 错误处理程序中没有对总线关闭这个状态进行处理，则会导致无法恢复。整改方案：在节点总线关闭后，复位 CAN 控制器，清空错误计数器，然后重新初始化，进入正常状态。

测试报告范例:



图 2.69 对正负电源或者地短路测试

2.3.9 终端电阻变化压力测试

终端电阻变化压力测试是测试被测节点或者网络的**终端电阻适应范围**。需要使用 CANScope-StressZ 的终端电阻变化的功能，如图 2.70 所示。

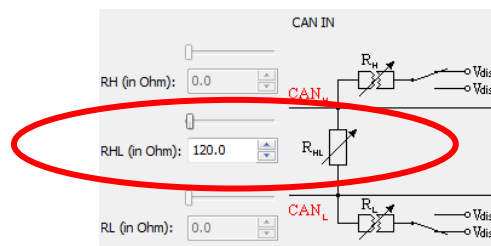


图 2.70 终端电阻变化压力测试原理

默认终端电阻从 50 欧姆变化到 1K 欧姆，变化结束后再恢复成默认的 120 欧姆，测试节点或者网络的恢复时间，如图 2.71 所示。(专业版 CANScope 加上 CANScope-StressZ 扩展板方可

进行此测试)。

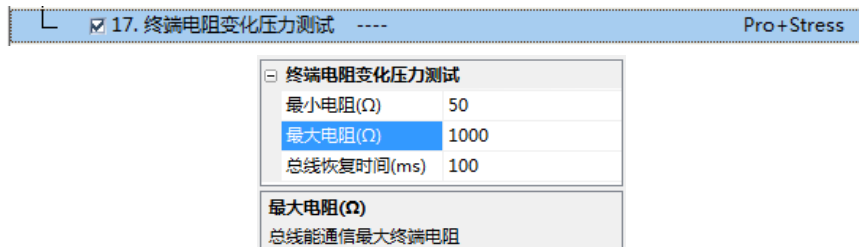


图 2.71 终端电阻变化压力测试

测试条件: 被测 CAN 节点或者网络，需要有报文发送；

测试通过标准: 被测 CAN 节点或者网络在终端电阻从 50 欧姆变化到 1K 欧姆，变化结束后再恢复成默认的 120 欧姆，如果这时总线关闭，节点在 100ms 内能自我恢复。用户可以根据本行业规范设置合适的电阻变化范围和总线恢复时间。

测试未通过原因与整改措施:

(1) **被测节点或者网络没有做总线关闭处理程序:** 如果被测 CAN 节点或者网络的 CAN 错误处理程序中没有对总线关闭这个状态进行处理，则会导致无法恢复。整改方案：在节点总线关闭后，复位 CAN 控制器，清空错误计数器，然后重新初始化，进入正常状态。

测试报告范例:



图 2.72 终端电阻变化压力测试报告范例