PCAN-Diag FD 简介及其应用

——手持式 CAN/CAN FD 总线诊断设备

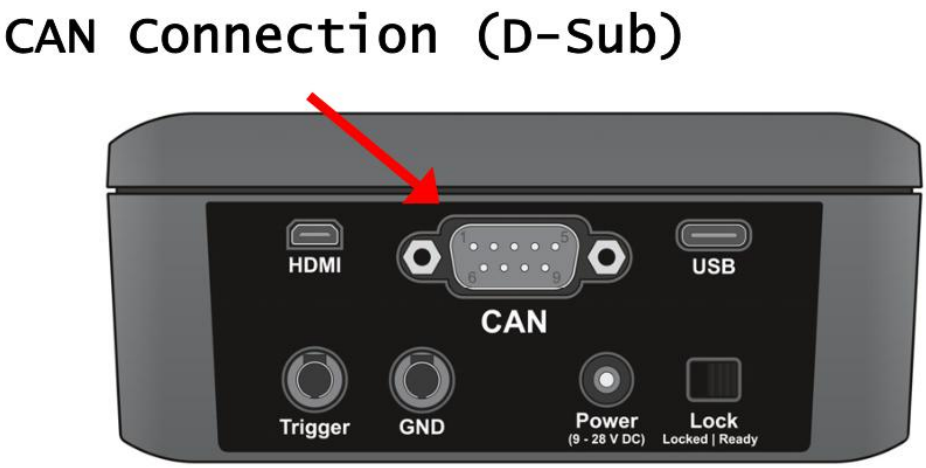
广州虹科电子科技有限公司

版权所有

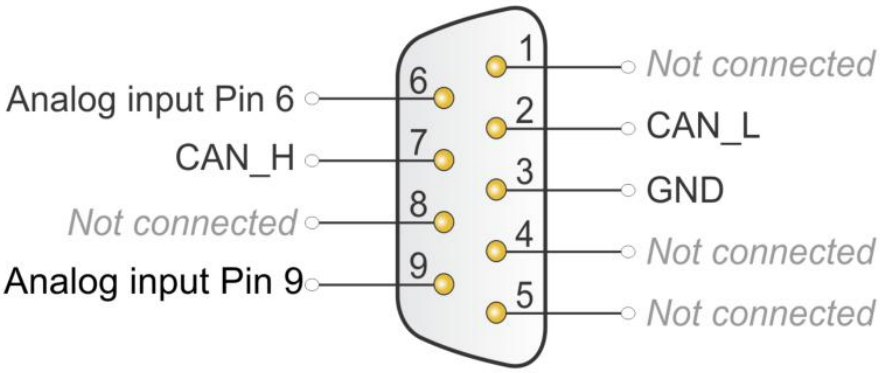
1. PCAN-Diag FD 简介

PCAN-Diag FD 是一个手持式的 CAN/CAN FD 总线检测设备，适用于现场诊断 CAN/CAN FD 总线的故障。

PCAN-Diag FD 可以监控 CAN/CAN FD 总线的通信情况，可以**检测总线波特率**，测量**总线负载**、**终端电阻值**、CAN_H 和 CAN_L 的电压；支持**数据库解析报文**；集成了 CAN 总线记录的功能，因此也可以作为一个 **CAN 记录仪**来使用；也具有**示波器**的功能，可以触发和捕捉 **CAN/CAN FD 的波形**。



CAN connector (D-Sub) on the rear of the device



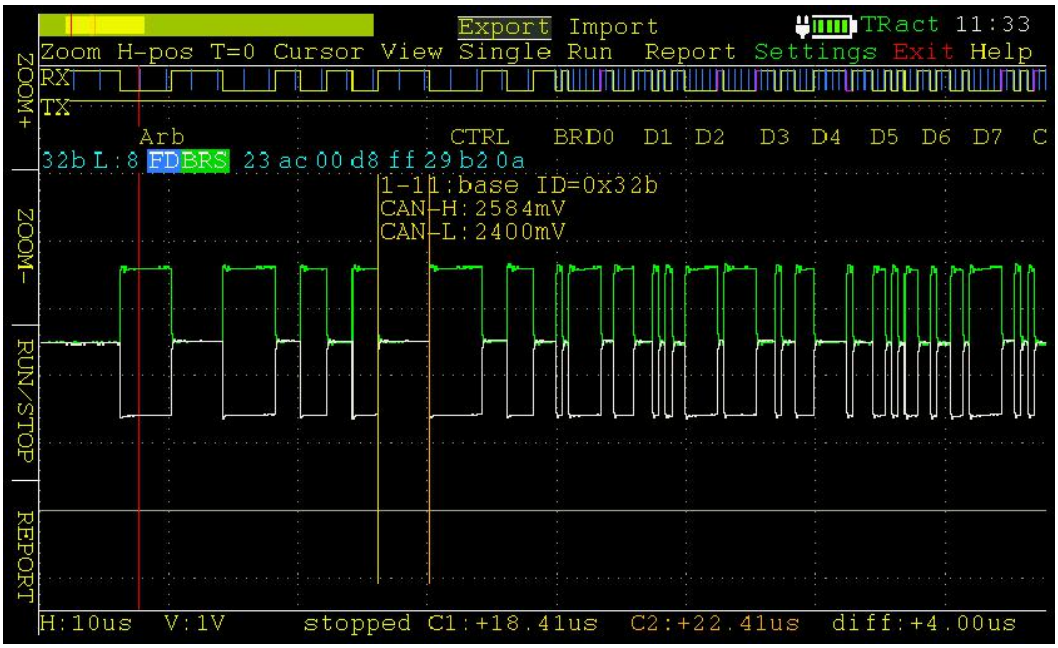
2. 检测波特率

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，对异常的 CAN 总线进行测试，首先都要测试波特率的准确性。波特率偏差主要发生在如下情况：使用了非整数值的晶振（比如 11.0592MHZ）、极端温度导致晶振偏差、CAN 控制器内部波特率发生器偏差。

一旦波特率有所偏差就会导致出错的概率大大增加，重发的无效数据次数增多，数据传输延迟等现象，降低了 CAN 重同步纠错能力。所以保证准确的波特率是 CAN 通讯中最重要的因素。

诊断仪支持基于一个固定值列表自动探测比特率，这个固定值列表可以是由 14 个预设值和已定义的用户自定义值（最多 8 个）组成。另外，总线上有数据流才能检测波特率。

另外，诊断仪集成双通道示波器功能，支持分辨率达到 50ns 的时间测量，用户通过测量 CAN 信号最窄波形时间段值（位宽度）获知通讯波特率。波特率是位宽度的倒数。



解决措施：

1）将总线上每个节点单独上电，自动探测比特率，或者使用诊断仪集成的示波器单独测量位宽度，找到故障节点，亦对其程序中的位定时寄存器或者晶振进行修正为正确位时间。

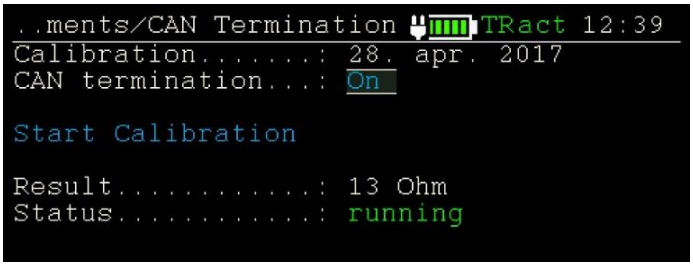
2） 如果无法修改故障节点的程序，或者已经是同样的波特率还是无法正常通讯。这时需要考虑到可能是采样点不一致导致。所以建议修改正常节点的程序。需要提高正常节点波特率寄存器中的同步跳转宽度 SJW 值（加大到 3 个单位时间），则可以加大位宽度和采样点的容忍度。

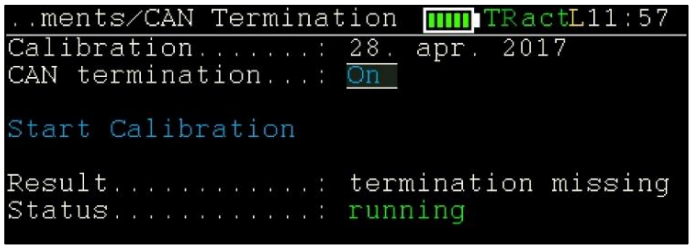
3. 测量终端电阻

高速 CAN 总线（ISO11898-2）必须在 CAN 线 CAN_L 和 CAN_H 之间的两端使用 120 欧姆电阻进行终止。这项措施将防止在电缆两端信号反射并且保证并联到 CAN 总线的 CAN 收发器工作正常。

两个终端电阻并联得到 60 欧姆的总阻值，总电阻的测量提供了有关正确的 CAN 总线终止信息。

诊断仪内置 120 欧姆终端电阻，可启用和关闭终端电阻，可重复测量，支持系统运行中测量。



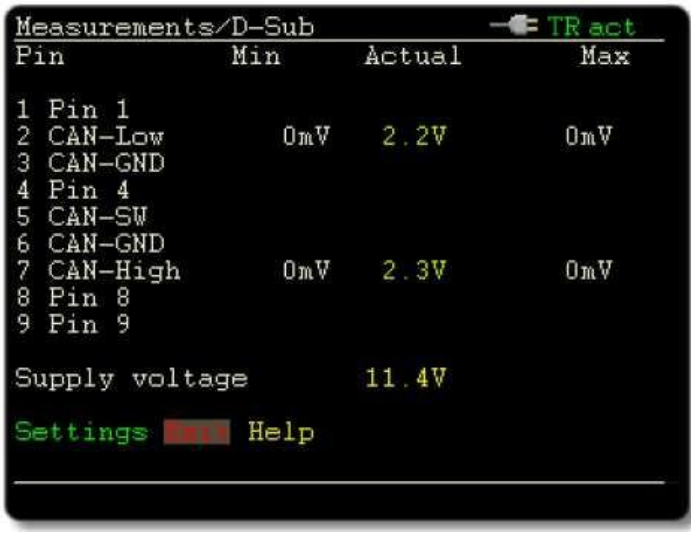


解决措施：

测量	解读
约 60 Ohm	通过测量，确定总线的终止是良好的。 确保终端电阻被放置在总线的末端，而不是其它位置。
missing	CAN 总线没有终端电阻，或使用电阻过大，请按照上述设定一个正确的终止。
约 120 Ohm	只有一个终端电阻存在。 在缺失终端电阻的总线末端安装一个 120 欧姆电阻。
< 45 Ohm	太多的终端电阻存在于 CAN 总线。 其中可能的原因是，在一个总线末端有两个独立的终端电阻，或一个有内置终端电阻的 CAN 节点又被外配了一个终端电阻。

4. 测量引脚电压

诊断仪的 CAN 接口是 D-Sub 9 针连接器，引脚电平测量功能支持测量出 D-Sub 连接器每个引脚的电压值



如上图，选择测量 CAN_L 和 CAN_H 两个引脚的电平。当一个高速 CAN 收发器处于空闲状态（无 CAN 流量），信号线 CAN_H 和 CAN_L 上的电压大约 2.5V。如果所测量的电压差异显著，则电缆连接或 CAN 节点的 CAN 收发器可能存在问题。

解决措施：

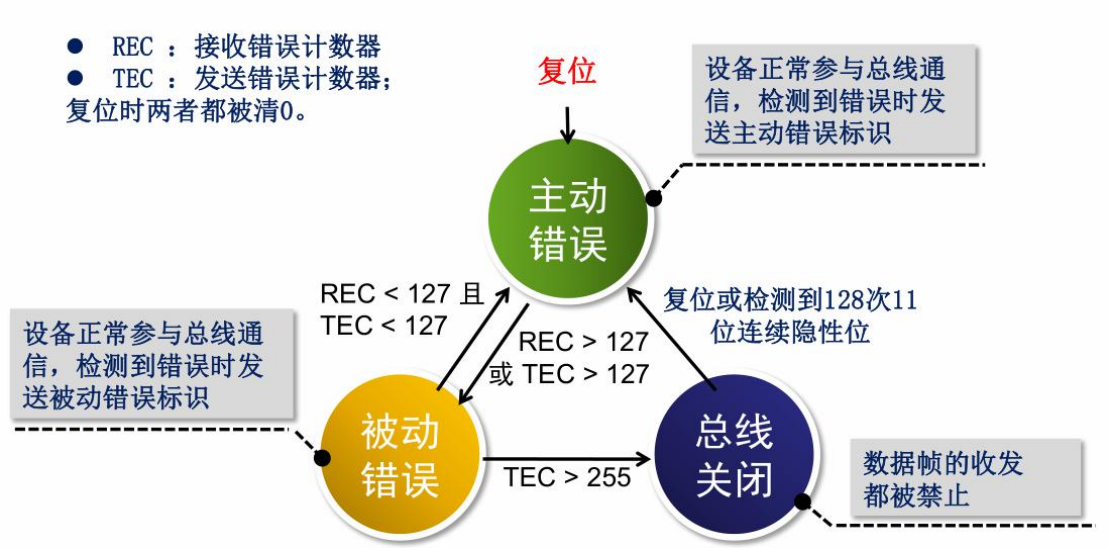
查看电缆连接或 CAN 节点的 CAN 收发器是否存在问题。

5. 总线状态查看

图标	解读
	CAN 网络：T=发送，R=接收 闪烁：接收或者发送 CAN 报文 绿：通道正常 黄或红：总线上有错误
	通知总线状态（主动，被动，总线关闭），当进入总线关闭状态时，由于过多的总线错误，总线上会停止传输 CAN 报文。这种情况下，在修复总线问题后（例如波特率错误），应该执行一次 CAN 控制器复位。
	设备运行于只听模式

错误状态和计数值的关系：

单元错误状态	发送错误计数值（TEC）		接收错误计数值（REC）
主动错误状态	0～127	且	0～127
被动错误状态	128～255	或	128～255
总线关闭态	256～		—

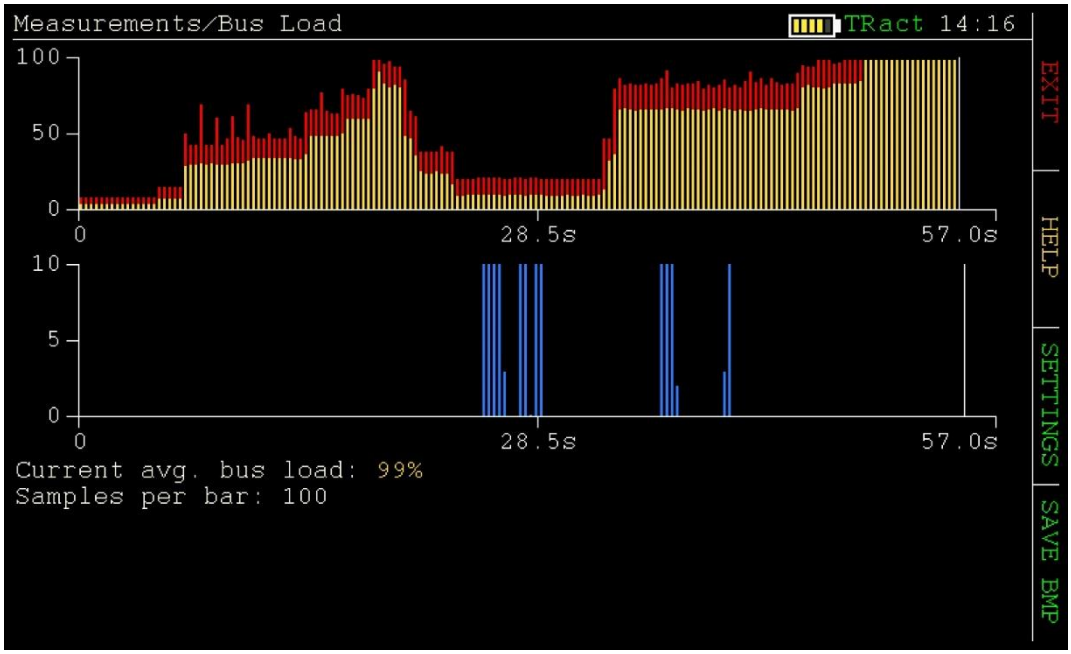


6. 测试总线负载

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他节点无法发送数据。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。

拥堵的还有一个重要的危害就是发生报文竞争，导致仲裁。在仲裁结束时，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。

测量总线负载，通过时间负载图的方式显示，可选独立显示错误帧的总线负载。如下图，黄色曲线图是总线负载平均值、红色曲线图是总线负载最大值。



如果总线平均负载都没有超过 30%，则说明总线流量较好，没有明显的拥堵情况； 如果总线最大负载超过 70%，则说有堵塞情况，建议进行流量分析整改。

如果总线平均负载都在 70%以上，则说明总线严重拥堵，必须进行流量分析整改

解决措施：

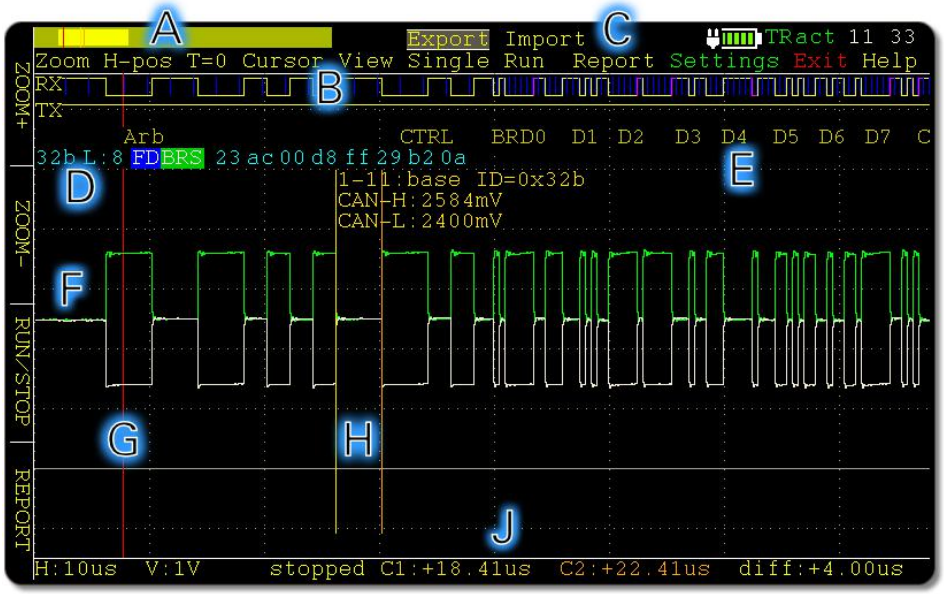
流量分析整改，针对传统的 CAN2.0 可以采取以下措施应对高总线负载情况：

- 提高总线上的所有 CAN 节点的通讯波特率（注意会缩短通讯距离，有可能导致通讯异常），
- 增加 CAN 网络内报文发送的周期时间，从而减少它们的出现（每个周期时间内更少的 CAN 报文）

如果是新开发 CAN 总线节点，可以考虑使用 CAN FD。

7. CAN/CAN FD 电平测量

使用诊断仪 Scope 功能测量 CAN 信号电平，可测 CAN-H、CAN-L 和 CAN-Diff 信号的电平值。如下图，直接从 Scope 显示区查看 CAN 波形的电平值。显示区通过游标可以显示出每个每个位置 CAN_H 和 CAN_L 的。



CAN 总线上面的信号值是接收节点能正确识别逻辑信号的保证。一般来说差分电平 CAN diff=CAN_H-CAN_L 的幅值只有大于 0.9V 才能被 100%识别为显性电平，同理如果幅值低于 0.9V 就有被识别出隐形电平的可能。

差分电平	识别成的逻辑值
>0.9V	显性电平（0）
0.5~0.9V	不确定区域
<0.5V	隐形电平（1）

上表中 0.5V~0.9V 是不确定区域，这个根据不同收发器而异，与温度也有关系。

ISO11898 规定了 CAN 电平的范围：

	高速 CAN		容错 CAN	
逻辑	隐性（1）	显性（0）	隐性（1）	显性（0）
CANH （单位 V）	Min:2.00 Nom:2.50 Max:3.00	Min:2.75 Nom:3.50 Max:4.50	Min:1.60 Nom:1.75 Max:1.90	Min:3.85 Nom:4.00 Max:5.00
CANL （单位 V）	Min:2.00 Nom:2.50 Max:3.00	Min:0.50 Nom:1.50 Max:2.25	Min:3.10 Nom:3.25 Max:3.40	Min:0.00 Nom:1.00 Max:1.15
CANdiff （单位 V）	Min:-0.5 Nom:0 Max:0.05	Min:1.5 Nom:2.0 Max:3.0	Min:-0.3 Nom:-1.5 Max:0	Min:0.3 Nom:3.00 Max:5.00

与 ISO11898 规范进行对照，标定节点的 CAN_H、CAN_L 和 CAN_diff 是否在 ISO-11898 规范规定的范围内。当然这个幅值与终端电阻有着密切的关系，如下表。

120 欧终端电阻个数	单节点 CAN-diff 幅值正常范围
1	2.5V
2	2 V
3	1.5~1.7 V
4	1.1~1.3 V
5	0.9~1.1 V

解决方案：

1、 测试结果如果幅值超过规定范围，先确认终端电阻是否没加或者只加了 1 个。确定已经有 2 个 120 欧，则说明节点的 CAN 收发器供电过高，导致输出幅值过高。这个原因有可能是给 CAN 收发器供电的 DC-DC 输出过高（一般隔离 DC-DC 为了保证带负载能力，都会输出高一点电压），可以通过在 DC-DC 输出并联负载电阻的方式降低供电电压。

2、 如果幅值过低，则可能是供电电源过低，比如 5V 的 CAN 收发器却用 3.3V 供电。或者总线的终端电阻过小，或并得过多终端电阻。

8. CAN 错误检测

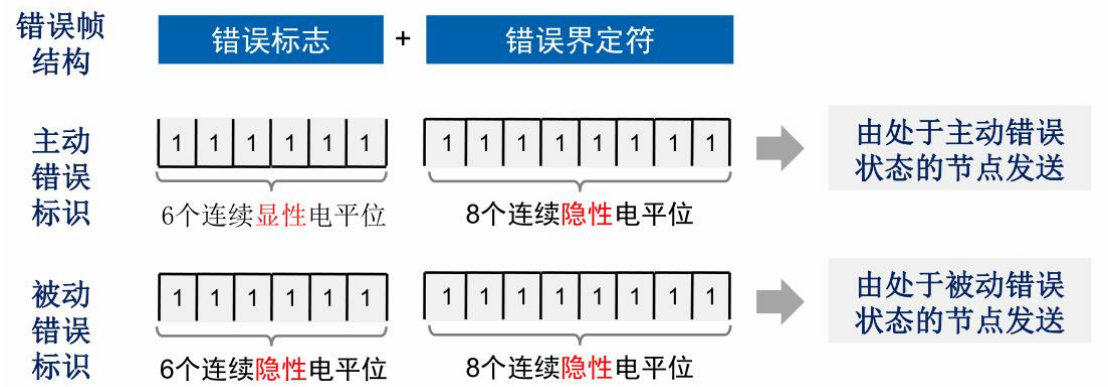
先可以在总线状态那里查看当前网络是否有错误。如果总线有错误，则可以使用诊断仪的 Scope 功能捕捉错误帧，深入查看 CAN error。当然，也支持直接在接收显示区中标红显示接收的错误帧。

诊断仪 Scope 功能，触发捕捉波形，可以波形查看错误帧的波形。并且，标示出错误类型和帧 ID。

诊断仪接收显示区和状态区，可显示接收的错误帧、错误类型、帧 ID、错误状态和错误计数值。

错误的种类：位错误、填充错误、CRC 错误、格式错误、ACK 错误。

错误帧：用于在接收和发送消息时检测出错误通知错误的帧。错误帧由错误标志和错误界定符构成。错误标志包括主动错误标志和被动错误标志两种。主动错误标志：6 个位的显性位。被动错误标志：6 个位的隐性位。错误界定符由 8 个位隐性位构成。如下图，错误帧的构成：



错误帧的输出：

检测出满足错误条件的单元输出错误标志通报错误。

处于主动错误状态的单元输出的错误标志为主动错误标志；处于被动错误状态的单元输出的错误标志为被动错误标志。

发送单元发送完错误帧后，将再次发送数据帧或遥控帧。错误标志输出时序如下表所示。

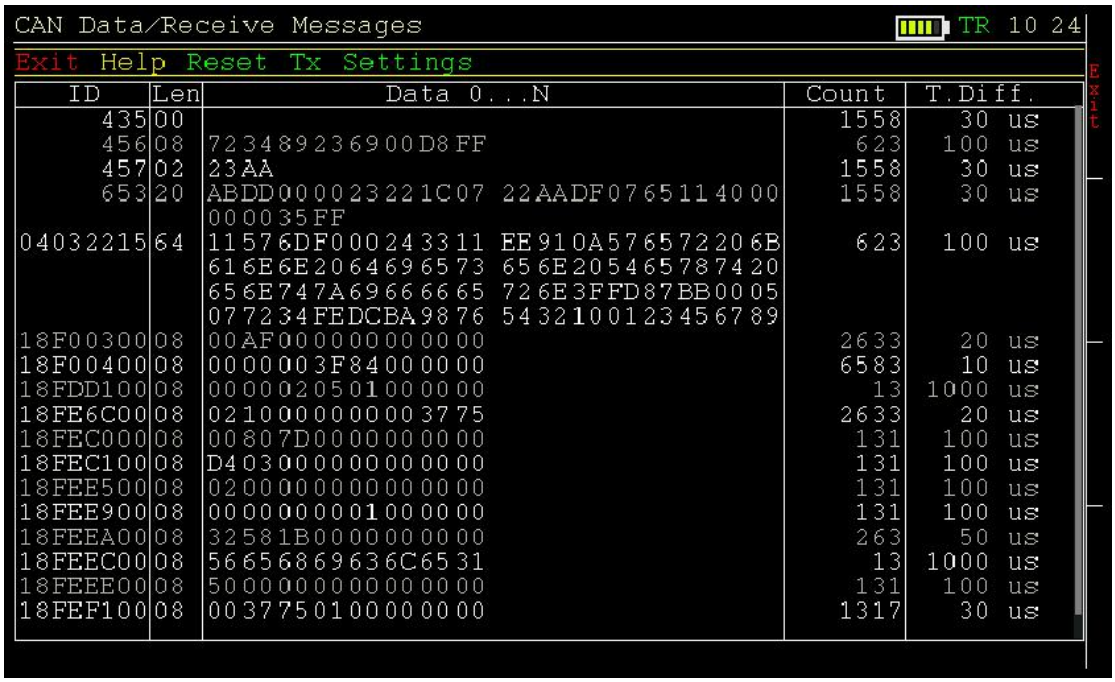
错误的种类	输出时序
位错误 填充错误 格式错误 ACK 错误	从检测出错误后的下一位开始输出错误标志。
CRC 错误	ACK 界定符后的下一位开始输出错误标志。

9. 监控和发送 CAN/CAN FD 报文

可以用 PCAN-Diag FD 设备用于 CAN/CAN FD 报文的接收和发送；

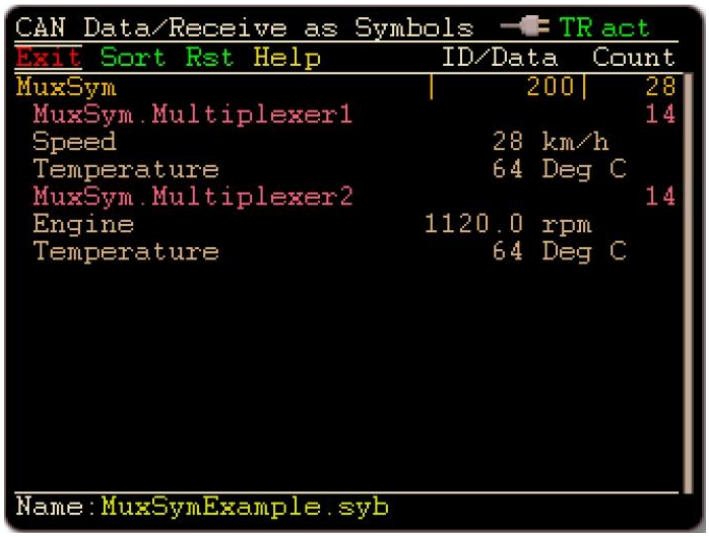
关于发送：可以手动发送，自动发送或者列表发送；

关于接收：正常显示是白色的，也可以标注特别关注的报文的颜色；如果显示红色的，就表示有 CAN 控制器报告的 CAN 总线错误



支持导入数据库文件，数据库文件解析接收的 CAN 报文为具体的物理量，数据库文件可以使.dbc 文件， 也可以是用户通过免费符号编辑软件编辑的符号文件 symbol 文件。

另外，启用不同的数据库文件，查看不同的报文，可用作过滤查看。

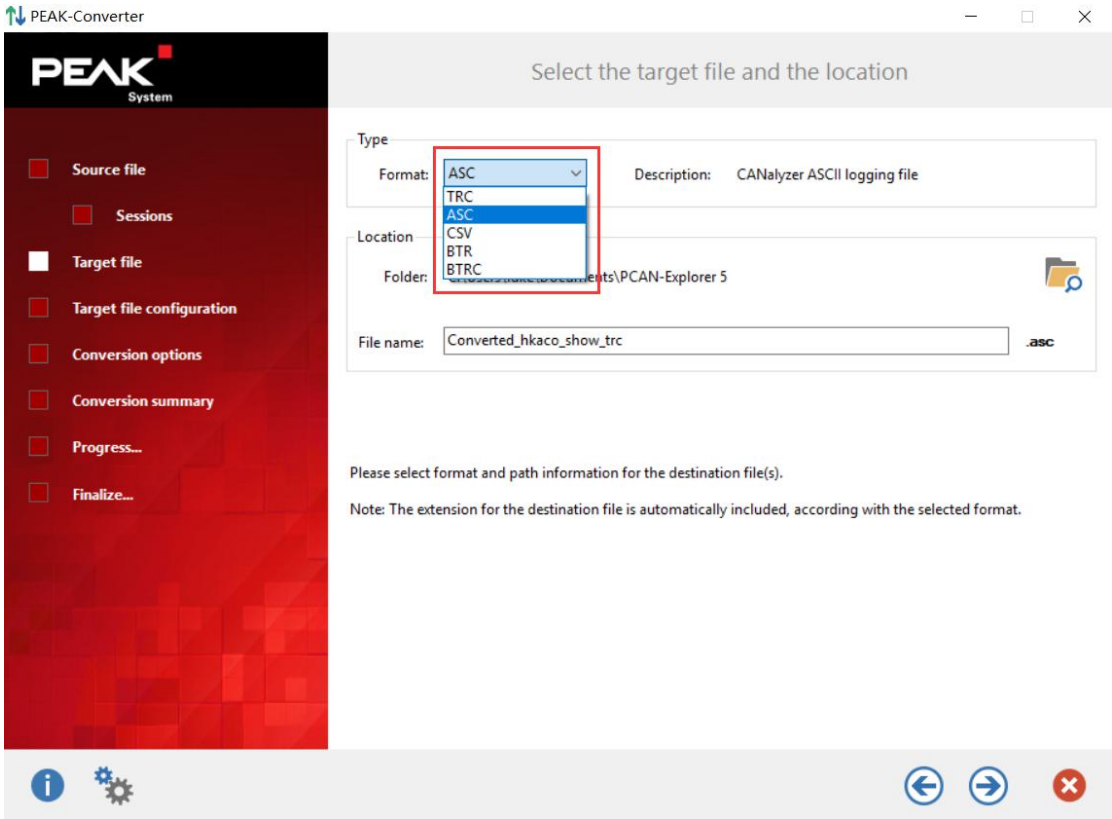


10. 记录和回放

所有接收到的 CAN 报文，包括 RTR 帧和错误帧都可以存储到设备的内存卡中，内置的 4G 内存卡大概可以保存 4 亿条。

也支持将之前记录的文件回放到所连接的 CAN 总线上，会按照记录的文件保存期间的 CAN 时间戳来回放。

记录文件默认的是 trc 格式，在电脑上可以用文本打开，也可以用 PEAK 的相关软件如 PCAN-View 和 PCAN-Explorer 来打开或者分析；使用我们提供的格式转换工具，也可转换成.CSV 和.ASC 格式文件供第三方软件打开查看和分析。



三种格式的文件的特点和作用：

PCAN-Trace（.trc）：基于文本的 PEAK-System 的跟踪文件。可以在 PCAN-Explorer（CAN 报文分析软件）中查看数据或者在 PCAN-Trace 程序中回放 CAN 报文。建议：与 PCAN-Diag 有关的跟踪文件，我们推荐使用格式版本 1.1，因为 PCAN-Diag 的记录只有一个通道，而且这个格式版本适用于 PEAK-System 的所有程序。

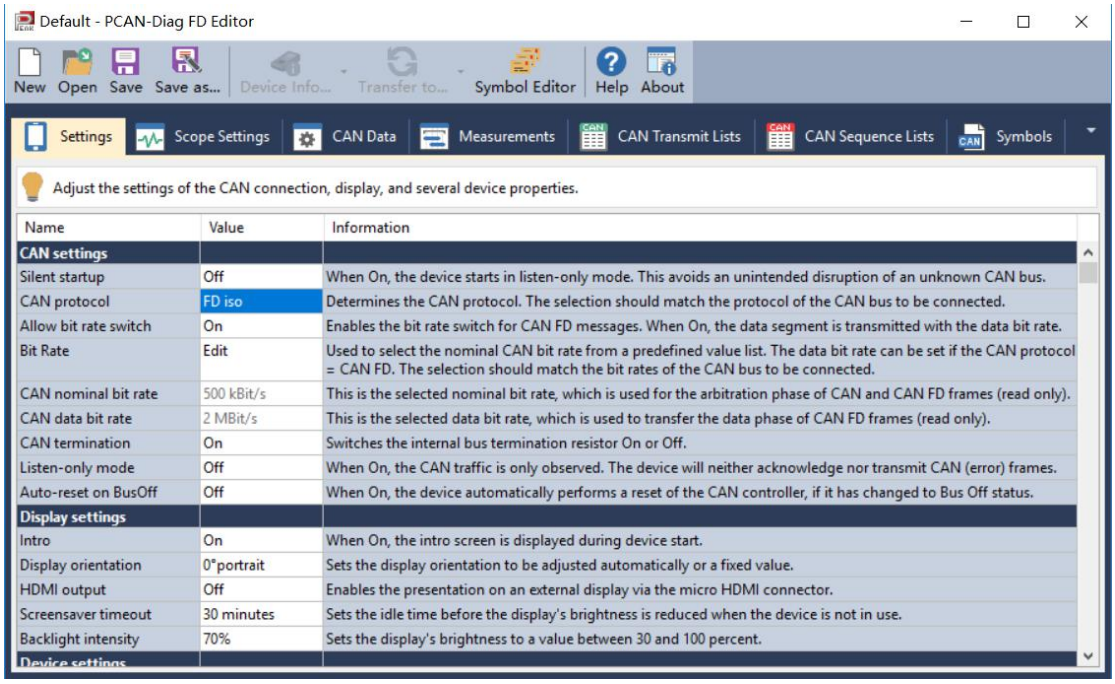
Vector ASC Trace（.acs）：Vector 公司的基于文本的跟踪格式，也可用于很多第三方程序。

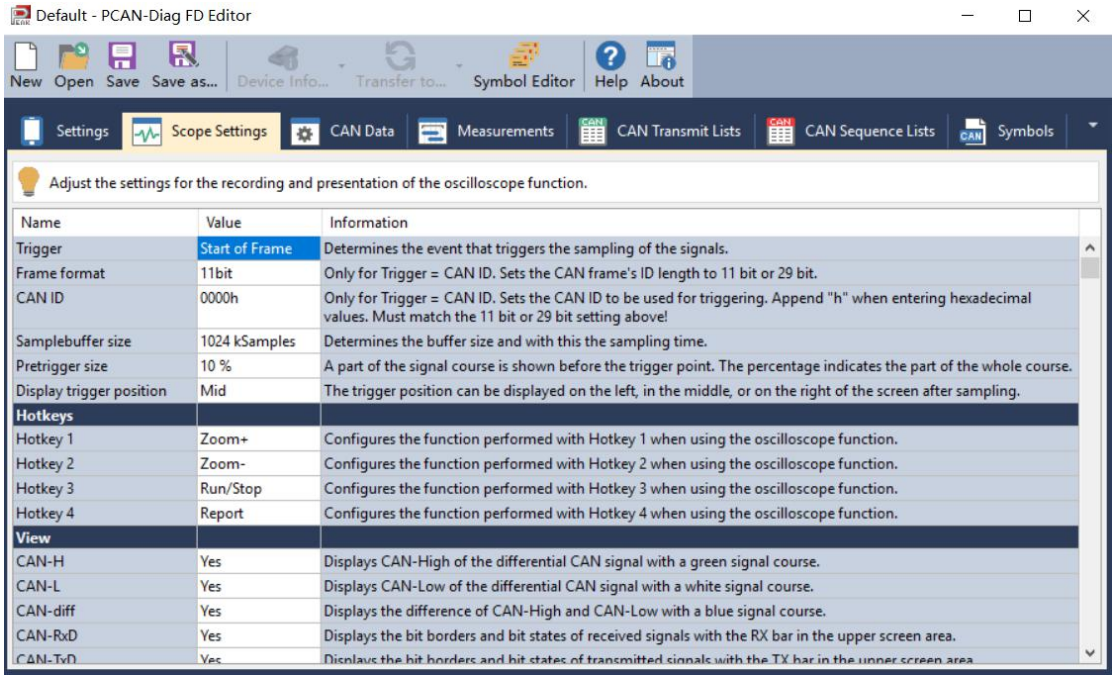
Character Separated Values (CSV)（.csv）：一种常见的基于文本的格式，用于导入电子表格（分号作为分隔符），这种格式的文件可以直接用 excel 打开。

11. 方便快捷的配置工具

通过我们提供的 PC 端配置软件来配置设备，PCAN-Diag FD 可以更快的适用于不同的应用。工程由 PCAN-Diag FD Editor 创建和修改，然后直接传到 PCAN-Diag 的内存卡中。如图所示为 PCAN-Diag Editor 的界面，在图中方框中各个标签下调整我们的设置。同时可以创建一个或多个 CAN 发送列表。比如创建一条 ID=123，data=11h 22h 33h 44h 55h 66h 77h 88h；将创建好的工程导入内存卡之后，可以看到我们创建发送报文。

另外还可以在 Symbols 标签下添加一个用于工程的符号文件。在 Scope Settings 标签下，可以快速的设置示波器功能的记录和显示方式，比如将示波器当前的图形保存为 BMP 格式、Data 格式、或者两种格式同时保存。





虹科云课堂——在线加油您的未来

2020 年 2 月 21 日，虹科云课堂首次与大家见面，带来的第一节《CAN 总线基础之物理层篇》课程，就得到了各位工程师朋友们的热情支持与参与，当晚观看人数 4900+。我们非常感恩，愿不负支持与鼓励，致力将虹科云课堂打造成干货知识共享平台。

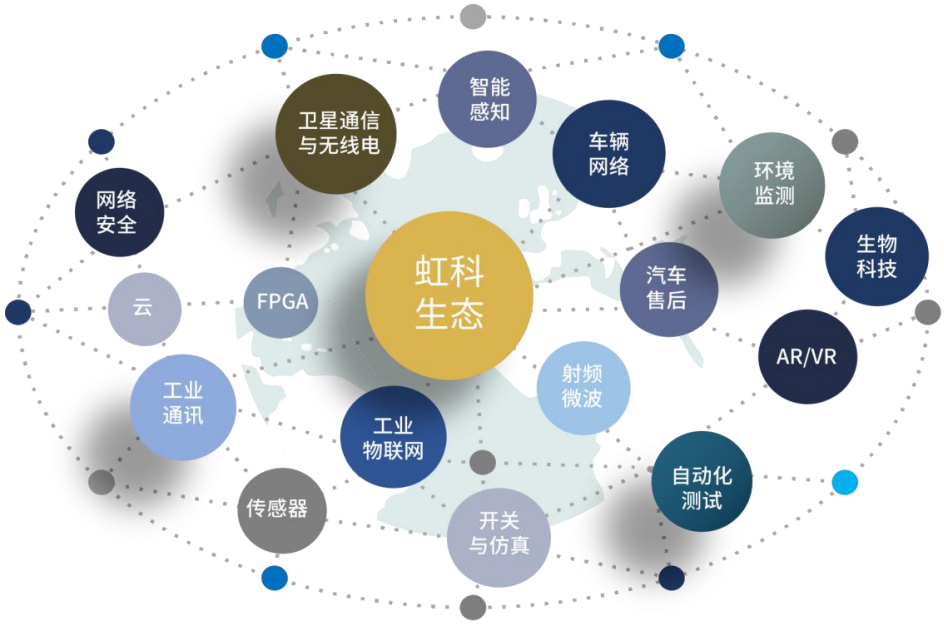
目前虹科云课堂的全部课程已经超过 200 节，如下表格是我们汽车相关的部分课程列表，大家通过微信扫描二维码关注公众号，点击免费课程直接进入观看，全部免费。

微信扫码左侧二维码
关注车用总线公众号
菜单栏点击免费课程

虹科云课堂部分课程	
CAN 总线基础之物理层篇	TSN 时间敏感型网络技术综述
CAN 数据链路层详解篇	总线开发的流程及注意事项
CAN FD 协议基础	UDS 诊断及 ISO27145
汽车 LIN 总线基本协议概述	OBD 诊断及应用（GB3847）
汽车 LIN 总线诊断及节点配置规范	BMS 电池组仿真测试方案
CAN 总线一致性测试基本方法	1939 及国六排放
LIN 总线一致性测试基本方法	远程诊断
CAN 测试软件(PCAN-Explorer6)基本使用方法	CCP 标定技术
CAN 测试软件(PCAN-Explorer6)高级功能使用	汽车云诊断及工具的发展与实施
LIN 自动化测试软件(LINWorks)基本使用方法	智能汽车 OTA 系统的产品演进方向
LIN 自动化测试软件(LINWorks)高级功能使用	第三代 CAN-CAN XL 来了
基于 PCAN 的二次开发方法	基于 UDS 的 ECU 刷写
最新 CAN FD 产品与应用方案	汽车维修诊断大师系列-如何选择示波器
基于 CANLIN 总线的汽车零部件测试方案	车用总线深入解析
CAN 总线的最新发展：CAN FD 与 CAN XL	汽车维修诊断大师系列-巧用示波器
UDS 诊断基础	LIN 线控制的车窗玻璃如何下降
基于 TSN 的汽车实时数据传输网络解决方案	CAN 线的各种故障模式波形分析
从汽车网络角度来谈 TSN 技术	汽车维修诊断-振动异响（NVH）诊断方案

关于虹科

广州虹科电子科技有限公司（前身是宏科）成立于 1995 年，总部位于中国南方经济和文化中心-广州。在上海、北京、台湾、美国硅谷设有分公司，在西安、成都、武汉、深圳、香港设有办事处。同时，也正在积极筹备南京、苏州、重庆、青岛办事处。



虹科每年发布了超过业内平均水平的专利数量，并先后评为科技创新小巨人、高新技术、守合同重信用等企业。我们积极参与行业协会的工作，为推广先进技术的普及做出了重要贡献。近几年，虹科高速发展，我们已经成为所在领域的知名公司，并多次获得行业大奖。

车辆网络事业部在汽车总线行业经验超过 10 年，与世界知名的 CAN、LIN 总线供应商 PEAK-System、Lipowsky、IHR 等合作 10 年之久，提供领域内顶尖水平的 CAN/LIN 分析仪和测试方案，同时也提供汽车以太网，时间敏感网络（TSN）的仿真测试工具和方案。虹科自主研发的 EOL 测试软硬件系统已经在业内完成多次安装和测试，事业部所有成员都受过国内外专业培训，并获得专业资格认证，五位工程师平均 5 年+技术经验和水平一致赢得客户极好口碑。

联系我们

广州虹科电子科技有限公司

Hongke Technology Co., Ltd

www.hkaco.com

广州市黄埔区科学城神舟路 18 号润慧科技园 C 栋 6 层　邮编 510663

联系我们：广州|上海|北京|西安|成都|香港|台湾

车辆网络事业部

CAN/CAN FD 仿真测试分析工具、CAN 总线诊断仪/干扰仪

对标 CANoe 的汽车总线仿真、测试、诊断软件 CANeasy

PEAK CAN 卡、CAN/CAN FD 网关和记录仪、CAN 低成本数采

LIN 总线仿真分析工具 Baby-LIN 系列

车载以太网/TSN 的 IP 核、交换机、网关等

实时通信架构的建模，仿真和自动配置工具 RTaW-Pegase

一致性测试服务：包括 CAN/LIN/CANFD 一致性测试服务

下线测试（EOL）服务，基于 PCAN 的二次开发以及 UDS 诊断；

全国（除华东区外）销售

罗伟光

电话/微信：1351276172

QQ：3241694634

邮箱：lwg@hkaco.com

华东区销售

宁昆

电话/微信：18302181471

QQ：2863189071

邮箱：ning.kun@hkaco.com