



TC4016 产品手册

版本：V1.0 | 中文

版权信息

上海同星智能科技有限公司

上海市嘉定区嘉松北路 1288 号 9 号楼（总部）

曹安公路 4849 弄 14-17 栋（上海研究院）

本着为用户提供更好服务的原则，上海同星智能科技有限公司（下称“同星智能”）在本手册中将尽可能地为用户呈现详实、准确的产品信息。但鉴于本手册的内容具有一定的时效性，同星智能不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。

本手册中的信息和数据如有更改，恕不另行通知。为了得到最新版本的信息，请您访问[同星智能官方网站](#)或者与同星智能工作人员联系。感谢您的包容与支持！

未经同星智能书面许可，不得以任何形式或任何方式复制本手册的任何部分。

@版权所有 2024，上海同星智能科技有限公司。保留所有权利。

为什么需要基于 SENT、PSI5 的 ECU 仿真节点？

在汽车电子系统快速发展的今天，传感器与 ECU（电子控制单元）之间的高效通信已成为确保系统性能和可靠性的关键。SENT（Single Edge Nibble Transmission）和 PSI5（Peripheral Sensor Interface 5）作为新一代传感器接口协议，因其高精度、高速度和强抗干扰能力，逐渐成为汽车行业的主流选择。然而，如何在研发和测试阶段高效地验证 ECU 与传感器的通信性能，成为一个亟待解决的问题。

基于 SENT、PSI5 的 ECU 仿真节点，如 TC4016，正是为满足这一需求而设计的。它能够模拟真实的传感器环境，帮助研发人员快速验证 ECU 的性能，从而缩短开发周期，提高产品质量。

基于 SENT、PSI5 的 ECU 仿真节点设备能做什么？

- 匹配不同波特率的 CAN/CAN FD 网络；
- 支持 DID0、AIA0；
- 支持 PSI5、SENT，可接收各种 SENT 和 PSI5 接口的传感器数据；
- 支持多硬件时间同步；
- ...

目录

- 1.关于手册 4
 - 1.1 免责声明 4
 - 1.2 版权信息 4
- 2.TC4016 5
 - 2.1 产品概述 5
 - 2.2 功能特征 6
 - 2.3 技术参数 7
 - 2.4 电气参数 8
 - 2.5 机械尺寸 8
 - 2.6 发货清单 9
 - 2.7 硬件接口说明 11
 - 2.8 LED 指示灯说明 14
 - 2.9 可选配件 15
- 3.使用指南 16
 - 3.1 系统连接 16
 - 3.2 驱动安装 16
 - 3.3 TC4016 配合上位机 17
 - 3.4 使用示例 18
- 4.检查和维护 23

1.关于手册

1.1 免责声明

本文档提供的信息仅供参考，同星智能不构成任何形式的保证或承诺。同星智能保留对文档内容和数据的修改权利，恕不另行通知。同星智能对文档的正确性或因使用文档而产生的损害不承担任何责任。同星智能非常感激您指出错误或提出改进建议，以便我们能够在未来为您提供更加高效的产品。

1.2 版权信息

同星智能保留本文档及其内容的所有权利。未经同星智能的明确书面许可，禁止复制、分发、传输、散布、重新出版或以任何方式使用本文档的任何部分。

2.TC4016

2.1 产品概述

TC4016 是一款基于 SENT (Single Edge Nibble Transmission) 和 PSI5 (Peripheral Sensor Interface 5) 的 ECU (Electronic Control Unit) 仿真节点, 该设备可接收各种 SENT 和 PSI5 接口的传感器数据。该设备同时集成了两路 CAN/CAN FD、四路数字输入/输出 (DIDO) 以及三路模拟输入/输出 (AIAO)。

TC4016 通过以太网与 PC 连接, 可以很方便地监控、分析、仿真 SENT、PSI5 数据和 CAN/CAN FD 总线数据, 为研发和测试人员提供可靠的数据环境, 帮助加速产品开发周期。

可用于 Windows 和 Linux 的二次开发 API, 可支持各类开发环境, 如 C++、C#、LabView、Python 等, 方便集成到各种测试系统中, 高效易用。



2.2 功能特征

- ✓ us（微秒）级硬件报文时间戳，满足高阶需求；
- ✓ Windows 系统免驱设计，具备极佳的系统兼容性；
- ✓ 20 路 SENT（前 10 路通道支持 SPC 模式）；
- ✓ 16 路 PSI5；
- ✓ 2 路 CAN/CANFD；
- ✓ 支持 DID0*4 和 AIA0*3；
- ✓ CAN 通道波特率 125Kbps-1Mbps 可调，CAN FD 最大支持 8Mbps；
- ✓ CAN 内置 120Ω 终端电阻可软件配置；
- ✓ CAN 支持 Self-ACK 自应答配置；
- ✓ 支持多设备硬件时间同步；
- ✓ 提供基于 API 接口的示例工程，便于二次开发。

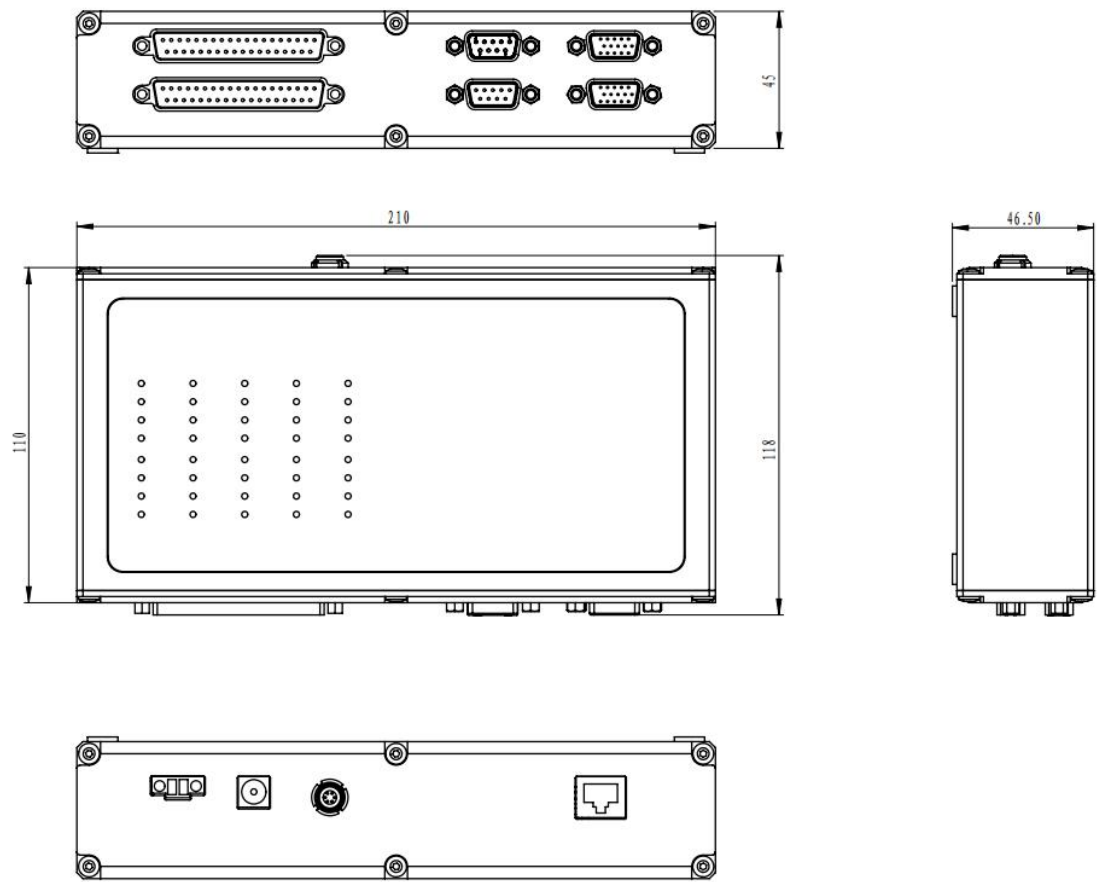
2.3 技术参数

通道	2 * CAN/CAN FD 4 * DIDO 3 * AIAO 20 * SENT (前 10 通道支持 SPC 模式) 16 * PSI5
PC 接口	千兆以太网
驱动	Windows 系统免驱设计, 具备极佳的系统兼容性
软件	TSMaster
终端电阻	内置 120 欧终端电阻可软件配置
时间戳精度	1us, 硬件报文时间戳, 满足高阶需求
每秒发送报文	最大 20000 帧/秒
每秒接收报文	最大 20000 帧/秒
隔离	CAN 通道 DC2500V 隔离, 静电等级接触放电±8KV, 空气放电±15KV
DIDO	DI 量程范围: 0~39.5V DI 阈值可调: 内置迟滞比较器及可调 Vref 电压, Vref (可软件设置): 0~3.28V DI 阈值范围: $VAH = (330 + 499 * Vref) / 1098$; $Val = 0.455 * Vref$ DO 输出电平: 低电平 0V, 高电平 5V/12V (不支持带负载使用)
AIAO	AI 量程范围: 0~39.5V AO 输出范围: 0~29.5V (不支持带负载使用)
SENT	空闲极性: 高电平 节拍时间范围: 3~50us 半字节数范围: 0~8 Nibble 数据类型: 快通道数据 & 慢通道数据
PSI5	通道模式: 同步模式/异步模式 总线维持电压: 5.15V/6.65V/7.70V 比较器阈值电流: 13mA/26mA 波特率: 125kbps/189kbps 单个槽位最大长度: 33bit 单个槽位时间范围: 0~480us 校验方式: 奇偶校验/CRC 校验
供电	9~32V DC 供电
功耗	5W (不外接传感器)
外壳材质	铝制品
尺寸	约 110*70*36mm
重量	约 150g (无包装) / 约 368g (含包装、配件)
工作温度	-40°C~80°C
工作湿度	10% ~ 90% (无凝露)
工作环境	远离腐蚀性气体

2.4 电气参数

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	外部 DC 供电	CAN 全通道满负载发送、SENT、PSI5 全通道打开	9	12	32	V
工作电流	外部 DC 供电	CAN 全通道满负载发送、SENT、PSI5 全通道打开	—	0.4	—	A
功耗	外部 DC 供电	CAN 全通道满负载发送、SENT、PSI5 全通道打开	—	5	—	W
CAN/CAN FD 接口	总线引脚耐压	CAN_H、CAN_L	-58	—	+58	V
	隔离耐压	漏电流小于 1mA	2500	—	—	VD C

2.5 机械尺寸



2.6 发货清单

- ✓ TC4016 主设备



- ✓ 12V2A 电源适配器



- ✓ 六类千兆网线



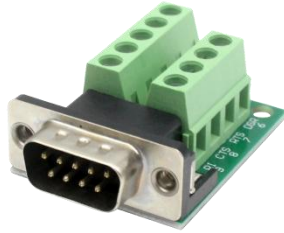
- ✓ 时间同步盒线束



- ✓ DB9 母一分二公头信号线



✓ DB9 实心免焊公头



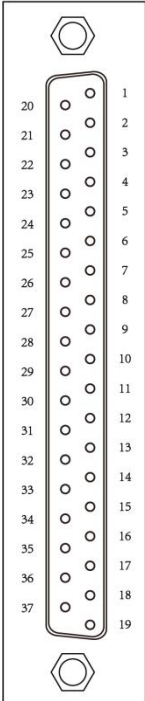
✓ 待补充(定制线束, SENT、PSI5)

2.7 硬件接口说明

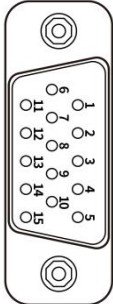


- 1000Base-T 接口（RJ45）；
- 时间同步接口；
- 电源接口（适配器圆孔）；
- 电源接口（凤凰端子）；

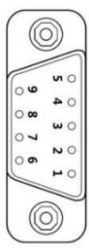
➤ DB37 Male * 2 (SENT) :

DB37 针脚	通道	引脚	定义	引脚	定义	引脚	定义
	SENT 1-10	PIN1	SENT1	PIN2	GND	PIN3	VCC_5V
		PIN4	SENT3	PIN5	GND	PIN6	VCC_5V
		PIN7	SENT5	PIN8	GND	PIN9	VCC_5V
		PIN10	SENT7	PIN11	GND	PIN12	VCC_5V
		PIN13	SENT9	PIN14	GND	PIN15	VCC_5V
		PIN16	NULL	PIN17	NULL	PIN18	NULL
		PIN19	NULL	PIN20	VCC_5V	PIN21	SENT2
		PIN22	GND	PIN23	VCC_5V	PIN24	SENT4
		PIN25	GND	PIN26	VCC_5V	PIN27	SENT6
		PIN28	GND	PIN29	VCC_5V	PIN30	SENT8
		PIN31	GND	PIN32	VCC_5V	PIN33	SENT10
		PIN34	GND	PIN35	NULL	PIN36	NULL
		PIN37	NULL				
	通道	引脚	定义	引脚	定义	引脚	定义
	SENT 11-20	PIN1	SENT11	PIN2	GND	PIN3	VCC_5V
		PIN4	SENT13	PIN5	GND	PIN6	VCC_5V
		PIN7	SENT15	PIN8	GND	PIN9	VCC_5V
		PIN10	SENT17	PIN11	GND	PIN12	VCC_5V
		PIN13	SENT19	PIN14	GND	PIN15	VCC_5V
		PIN16	NULL	PIN17	NULL	PIN18	NULL
		PIN19	NULL	PIN20	VCC_5V	PIN21	SENT12
		PIN22	GND	PIN23	VCC_5V	PIN24	SENT14
		PIN25	GND	PIN26	VCC_5V	PIN27	SENT16
		PIN28	GND	PIN29	VCC_5V	PIN30	SENT18
		PIN31	GND	PIN32	VCC_5V	PIN33	SENT20
		PIN34	GND	PIN35	NULL	PIN36	NULL
		PIN37	NULL				

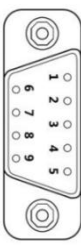
➤ DB15 Male * 2 (PSI5) :

DB15 针脚	通道	引脚	定义	引脚	定义	引脚	定义
	PSI5 1-8	PIN1	PSI5_1	PIN2	DGND	PIN3	DGND
		PIN4	DGND	PIN5	PSI5_5	PIN6	PSI5_2
		PIN7	DGND	PIN8	DGND	PIN9	DGND
		PIN10	PSI5_6	PIN11	PSI5_3	PIN12	PSI5_4
		PIN13	DGND	PIN14	PSI5_8	PIN15	PSI5_7
	通道	引脚	定义	引脚	定义	引脚	定义
	PSI5 9-16	PIN1	PSI5_9	PIN2	DGND	PIN3	DGND
		PIN4	DGND	PIN5	PSI5_13	PIN6	PSI5_10
		PIN7	DGND	PIN8	DGND	PIN9	DGND
		PIN10	PSI5_14	PIN11	PSI5_11	PIN12	PSI5_12
		PIN13	DGND	PIN14	PSI5_15	PIN15	PSI5_16

➤ DB9 Female 接口 (I/O) :

DB9 针脚	通道	引脚	定义
	I/O	PIN1	DID01
		PIN2	DID03
		PIN3	DGND
		PIN4	AIA01
		PIN5	AIA03
		PIN6	DID02
		PIN7	DID04
		PIN8	AGND
		PIN9	AIA02

➤ DB9 Male 接口 (CAN/CAN FD) :

DB9 针脚	通道	引脚	定义
	CANFD 1/2	PIN2	CAN 1_L
		PIN3	DGND
		PIN4	CAN 2_L
		PIN5	Shield
		PIN7	CAN 1_H
		PIN8	CAN 2_H

2.8 LED 指示灯说明

指示灯实物图：



- Sent 1
- Sent 2
- Sent 3
- Sent 4
- Sent 5
- Sent 6
- Sent 7
- Sent 8
- Sent 9
- Sent 10
- Sent 11
- Sent 12
- Sent 13
- Sent 14
- Sent 15
- Sent 16
- Sent 17
- Sent 18
- Sent 19
- Sent 20
- PSI5 1
- PSI5 2
- PSI5 3
- PSI5 4
- CANFD 1
- PSI5 5
- PSI5 6
- PSI5 7
- PSI5 8
- CANFD 2
- PSI5 9
- PSI5 10
- PSI5 11
- PSI5 12
- Link
- PSI5 13
- PSI5 14
- PSI5 15
- PSI5 16
- Power

指示灯说明：

指示灯	定义
Power	电源指示灯
Link	连接指示灯
CANFD 1-2	CANFD 通道指示灯
PSI5 1-16	PSI5 通道指示灯
SENT 1-20	SENT 通道指示灯

指示灯颜色说明：

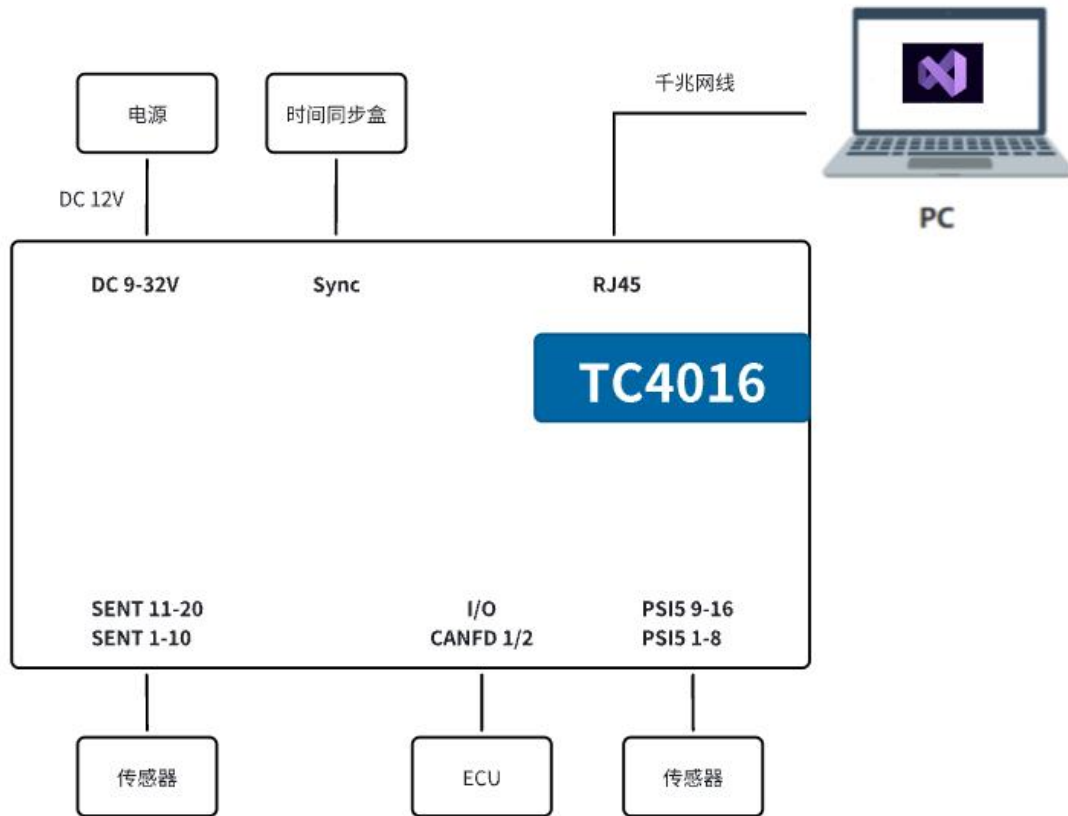
颜色	描述
Power 绿灯	通电后亮起
Link 绿灯	与上位机连通后亮起
CANFD 1-2 绿灯/红灯	CANFD 通道数据帧发送或者接收正确/错误
PSI5 1-16 绿灯/红灯	PSI5 通道数据帧发送或者接收正确/错误
SENT 1-20 绿灯/红灯	SENT 通道数据帧发送或者接收正确/错误

2.9 可选配件

无

3.使用指南

3.1 系统连接



为 TC4016 通过电源适配器接口或凤凰端子接口 DC 12V 供电，将设备的 RJ45 网线接口连接 PC，客户根据需求，将 SENT，CAN/ CAN FD，DIDO，AIAO，PSI5 对应的接口连接传感器或 ECU，即可在 PC 端控制 TC4016。

3.2 驱动安装

TOSUN 硬件均采用免驱设计，具备极佳的系统兼容性，无需安装驱动即可在各种操作系统上（Windows7/8/10/11，Linux）直接使用。

3.3 TC4016 配合上位机

详见 TC4016 的例程。

3.3.1 设备使用

1. 初始化上下文；
2. 创建库句柄；
3. 获取设备信息并打开设备；
4. 对设备进行操作：
 - (1) IO 操作；
 - (2) CAN 操作；
 - (3) SENT 操作；
 - (4) PSI5 操作；
5. 关闭句柄。

3.3.2 IO 操作

1. 注册回调函数；
2. 将结构体 `tsdev_dev_io_cmd_resp` 的 `cmd0_resp0.cmd` 设置为 `tsdev_dev_dido_set_glb_par` 上报信息；
3. 配置结构体信息并发送配置请求；
4. 配置具体操作，发送操作请求，可操作功能包括：
 - (1) 设置高电平为 12V/5V；
 - (2) 桥接：DIDO 通道 1、通道 2 为一组，DIDO 通道 3、通道 4 为一组，两两一组的通道中在桥接模式下只要有一个通道为高电平，那么两个通道就都为高电平；
 - (3) DI 采集、DIDO 输出并回采；
 - (4) AI 采集、AIAO 输出并回采。

3.3.3 CAN 操作

1. 注册回调函数；
2. 配置结构体信息如波特率，终端电阻等，并发送配置请求；
3. 配置具体操作，一般为发送的 CAN/CAN FD 报文信息，并发送操作请求。

3.3.4 SENT 操作

1. 注册回调函数；
2. 配置结构体信息并发送配置请求；
3. 关注回调函数传回的 SENT 数据。

3.3.5 PSI5 操作

1. 注册回调函数；
2. 配置结构体信息并发送配置请求；
3. 关注回调函数传回的 PSI5 数据。

3.4 使用示例

3.4.1 CAN 使用示例

1. 设备上电后，将 TC4016 的 CAN/CAN FD 引脚与其他 CAN/CAN FD 设备相连接；
2. 配置相应的 CAN/CAN FD，TC4016 将收发的 CAN/CAN FD 数据会通过以太网上报到 PC 端；
3. 配置 CAN/CAN FD 通讯双方的参数，例如：
120 欧姆终端电阻：使能
仲裁段波特率（Kbps）：500
数据段波特率（Kbps）：2000
控制器模式：正常模式
4. 完成配置后，CAN 总线上各节点可与 TC4016 互相通讯；
5. 可在相关 api 获取 TC4016 收发数据情况，如下图：

```
can frame cnt 288: tx at ch 0, dlc 8, is_error 0, usr_arg: 0, data[0]: 0x1d  
can frame cnt 289: tx at ch 0, dlc 8, is_error 0, usr_arg: 0, data[0]: 0x1d  
can frame cnt 290: tx at ch 0, dlc 8, is_error 0, usr_arg: 0, data[0]: 0x1e  
can frame cnt 291: tx at ch 0, dlc 8, is_error 0, usr_arg: 0, data[0]: 0x1e  
can frame cnt 292: tx at ch 0, dlc 8, is_error 0, usr_arg: 0, data[0]: 0x1e  
can frame cnt 293: tx at ch 0, dlc 8, is_error 0, usr_arg: 0, data[0]: 0x1e  
can frame cnt 294: tx at ch 0, dlc 8, is_error 0, usr_arg: 0, data[0]: 0x1e  
can frame cnt 295: tx at ch 0, dlc 8, is_error 0, usr_arg: 0, data[0]: 0x1e
```

3.4.2 IO 使用示例

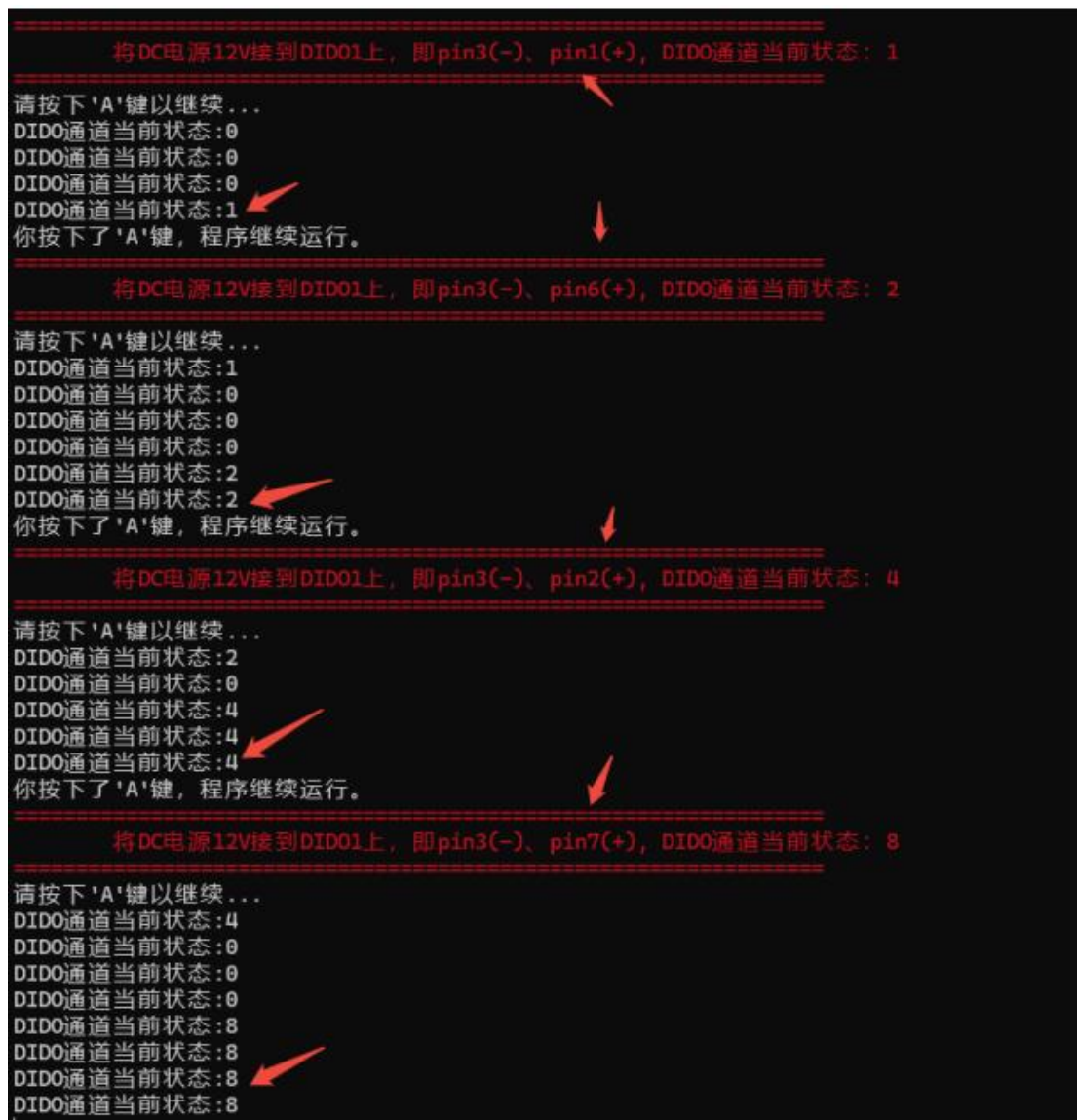
1. 设备上电后，将 TC4016 的 CAN/CAN FD 引脚与其他 CAN/CAN FD 设备相连接；
2. 配置 IO 接口的相关参数，例如：
DIDO 通道写入模式：write；

DIDO 迟滞比较器：200mV；

DIDO 通道采集模式：read；

- 通过设备配备的 DB9 公头，可在外部将电源接入到 TC4016 的 IO 通道上，并获取到采集值，如下图：

将十进制数据转换为二进制数据，对应 bit 位为 1/0 即为对应通道采集到的高/低电平。



3.4.3 SENT 使用示例

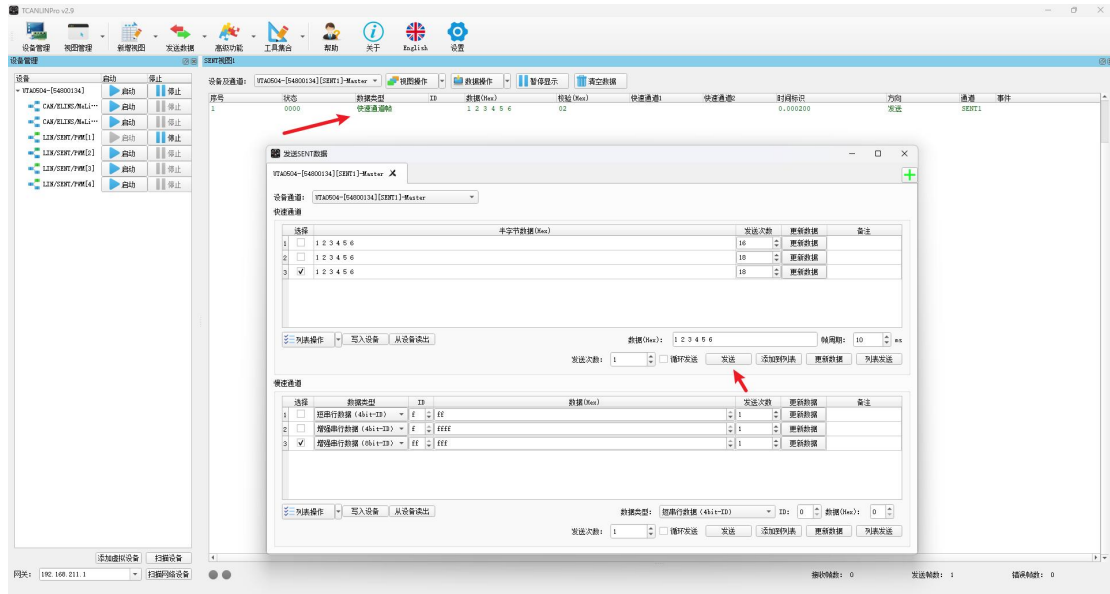
- 设备上电后，将 SENT 传感器连接到对应的引脚；
- 配置相应的 SENT，TC4016 接收到传感器数据会通过以太网上报到 PC 端；
- 使用图莫斯 SENT 工具模拟传感器，发送数据给 TC4016；
- 配置 TC4016 的 SENT 通道参数，例如：

通道：0；

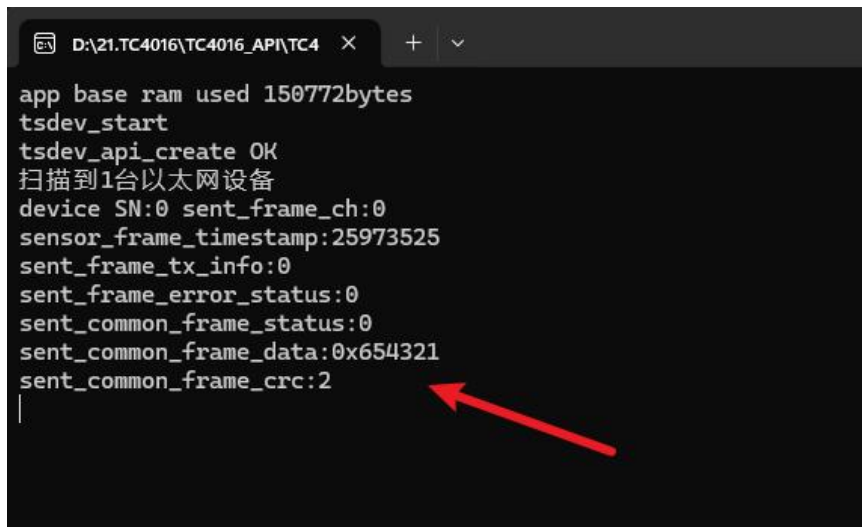
节拍时间：3us；

半字节数范围：6；

5. 配置完成后使用图莫斯 SENT 工具向 TC4016 发送数据，如下图：



6. 可以在 PC 端收到 TC4016 上报的 SENT 数据，如下图：



3.4.4 PSI5 使用示例

1. 设备上电后，将 PSI5 传感器连接到对应的引脚；
2. 配置相应的 PSI5，TC4016 接收到传感器数据会通过以太网上报到 PC 端；
3. 使用英飞凌 TLE4999I3 线性霍尔传感器，其 PSI5 通信格式为 P10P-400/4H，发送数据给 TC4016；
4. 配置 TC4016 的 PSI5 通道参数，例如：
通道：0；

通道模式：同步模式；

波特率：189kbps；

比较器阈值电流：26mA；

槽数：4；

同步信号周期：65535us；

同步信号延时：0；

总线维持电压：5.15V；

总线出发信号电压：4.8V；

槽位 1 校验方：无校验；

槽位 1 长度：13bit；

槽位 1 时间长度：96us；

槽位 2 校验方：无校验；

槽位 2 长度：13bit；

槽位 2 时间长度：96us；

槽位 3 校验方：无校验；

槽位 3 长度：13bit；

槽位 3 时间长度：96us；

槽位 4 校验方：无校验；

槽位 4 长度：13bit；

槽位 4 时间长度：96us；

5. 配置完成后查看 TC4016 上报给上位机的传感器数据，如下图：

```
D:\21.TC4016\TC4016_API\TC4  X  +  v

psi5 ch::0
sensor_frame_timestamp:50594406
sensor_frame_id:3
sensor_frame_m:4091
sensor_frame_s:4091

psi5 ch::0
sensor_frame_timestamp:50660003
sensor_frame_id:0
sensor_frame_m:4090
sensor_frame_s:4

psi5 ch::0
sensor_frame_timestamp:50725639
sensor_frame_id:1
sensor_frame_m:4092
sensor_frame_s:4095

psi5 ch::0
sensor_frame_timestamp:50791253
sensor_frame_id:2
sensor_frame_m:4090
sensor_frame_s:3

|
```

4.检查和维护

TC4016 产品的主要电气部件是半导体元件，尽管它有很长的寿命，但在不正确环境下也可能加速老化，使寿命大打折扣。因此，在设备使用过程中应该进行定期检查，以保证使用环境保持所要求的条件。推荐每 6 个月到一年，至少检查一次。在不利的环境条件下，应该进行更频繁的检查。如下表，如果在维护过程中遇到问题，请阅读下面的内容，以便找到问题可能的原因。如果仍无法解决问题，请联系上海同星智能科技有限公司。

项目	检查	标准	行动
电源供应	在电源供应端检查电压波动	电源端口+12V DC	使用电压表在电源输入端检查源。采取必要措施使电压波动在范围之内
周围环境	检查周围环境温度 (包括封闭环境的内部温度)	-40°C~+80°C	使用温度计检查温度并确保环境温度保持在允许范围内
	检查环境湿度 (包括封闭环境的内部湿度)	相对湿度必须在 10%~90%	使用湿度计检查湿度并确保环境湿度保持在允许范围内
	检查灰尘、粉末、盐、金属屑的积累	没有积累	清洁并保护设备
	检查水、油或化学喷雾碰撞到设备	没有喷雾碰到设备	如果需要清洁保护设备
	检查在设备区域中易腐蚀或易燃气体	没有易腐蚀或易燃气体	通过闻或使用一个传感器检查
	检查震动和冲击水平	震动和冲击在 规定范围内	如果需要, 安装衬垫或其它减震装置
安装接线	检查设备附近的噪声源	没有重要噪声信号源	隔离设备和噪声源或保护设备
	检查外部接线中的压接连接器	在连接器间有足够 的空间	肉眼检查如果有必要则调节
	检查外部接线的损坏	没有损坏	肉眼检查和如果有必须则 替换接线

软件 TSMMASTER

UDS诊断 / ECU刷写 / CCP/XCP标定

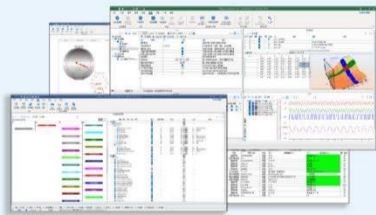
嵌入式代码生成 / 应用发布/加密发布 / 记录与回放

图形化编程 / 剩余总线仿真 / C/Python脚本

总线监控/发送 / SOME/IP和DoIP / 自动化测试



扫码关注
获取软件下载链接



硬件

1/2/4/8/12通道CAN FD/CAN转USB/PCIe工具

1/2/6通道LIN转USB/PCIe工具

多通道FlexRay/CAN FD转USB/PCIe工具

多通道车载以太网/CAN FD转USB/PCIe工具

车载以太网介质转换工具(T1转Tx)

多通道CAN FD/Ethernet/LIN记录仪

TTS测试系统(通信板卡、数字/模拟量板卡等)

CAN

CAN

lin

FlexRay



解决方案

总线一致性 / 网络自动化测试系统 / 充电测试系统

EMB标定测试设备 / 信息安全解决方案

FCT/EOL测试设备 / 线控底盘测试解决方案

汽车“四门两盖”试验解决方案

电机性能 / 耐久试验解决方案



关于我们

同星智能的核心软件TSMaster及配套硬件设备，
具备嵌入式代码生成、汽车总线分析、仿真、测试及诊断、标定等核心功能，
覆盖了汽车整车及零部件研发、测试、生产、试验、售后全流程。

国际组织
ASAM, CiA

质量保证
ISO9001:2015

CE认证

愿景

解决一切工程难题！

联系我们

021-59560506
marketing@tosunai.cn

访问官网

www.tosunai.com

