

CAN(FD)转 nRF24L01+

CAN(FD)转 USB

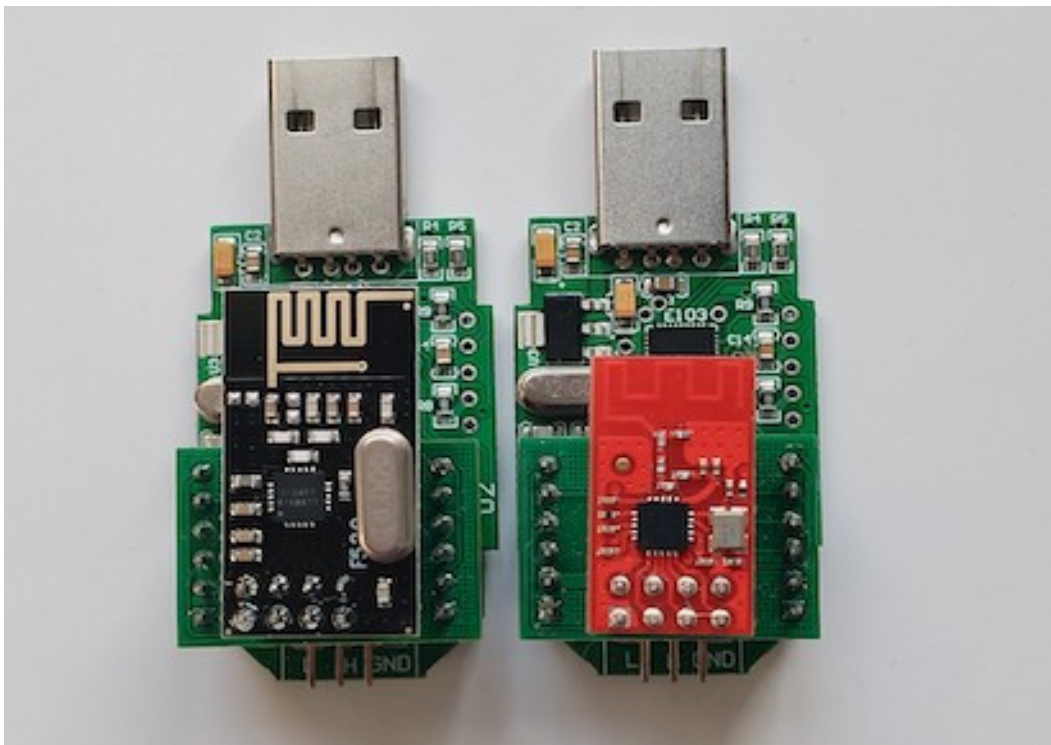
CAN(FD)转 TTL

nRF24L01+转 USB

nRF24L01+转 TTL

五合一模块使用说明书(v5.0)

(学习型)



TTCANopen 工作室

目 录

*. 产品升级及重要说明	3
1. 产品介绍	4
2. 接口和主要指标	6
3. 设备接口说明	8
4. 转换器种类切换	12
5. 无线模组接入配置	13
6. 无线模组转 USB 点对点随机通讯举例.....	17
7. CAN(FD)转无线模块.....	22
8. CAN(FD)转无线模块接入中心监控举例.....	25
免责声明.....	28

产品升级及重要说明

1) 2026 年 1 月 1 日，本品直接从 v5.0 起始，对标 CANFD 转 USB 最新版本 v5.0

(注：在不影响用户理解的前提下，新版本的使用说明书沿用了旧版本的部分插图)

1. 产品介绍

本品支持 CAN 和 CANFD，可做为 CAN(FD)转 nRF24L01+、CAN(FD)转 USB、CAN(FD)转 TTL 串口模块使用，也可以做为 nRF24L01+转 USB 和 nRF24L01+转 TTL 串口使用，模块状态切换自如，可最大限度的适配用户的应用场景。

当取下 nRF24L01+模组后，模块主板不用重新刷固件就可以直接做为 CAN(FD)转 USB 或 CAN(FD)转 TTL 串口使用。

关于 CAN(FD)转 USB 的内容请参考《CAN(FD)转 USB 使用说明书 v5.0》。

关于 CAN(FD)转 TTL 串口的内容请参考《CAN(FD)转 TTL 串口使用说明书 v5.0》。

本说明书后续主要介绍 nRF24L01+转 USB 和 CAN(FD)转 nRF24L01+的相关内容。

(注：在实际应用中 nRF24L01+通常会被国产 Si24r1 平替，说明书后续非必要将以“无线模组”或“无线”统称)

无线模组通常是需要成对使用的，当前模块主要应用于点对点随机通信。自研通信协议对有效字节流进行了加密处理，并提供了类 TCP 握手协议，以确保通讯信息的正确与完整性。

无线模组转 USB 模块主要用于 PC 端，提供数据透传功能，

USB 端口为虚拟串口形式，支持多种操作系统并免驱。

CAN(FD)转无线模块主要用于将 CAN 或 CANFD 网络数据通过无线模组 2.4G 无线端口使用自研协议传送至上位机 PC 端（无线模组转 USB），也可用于将无线端传感器控制器信息传送至 CAN（FD）网络。其广泛应用于汽车电子，工业自动化监控，医疗仪器，机器人，纺织机械，安防系统，水文气象等领域的数据传输和监控。

无线模组转 USB 模块组成。

模块由 GD32E(C)103TBU6 单片机主板通过 SPI 过渡板对接 nRF24L01+模组（或 Si24r1 模组）构成。

其中 GD32E(C)103TBU6 单片机主板端的 USB 接口为 CDC 类虚拟串口形式，支持 WIN、LINUX、IMAC、安卓和鸿蒙系统并免驱（WIN7 除外）。（本模块测试是在 WIN10 上进行的）。

2.4G 无线通信由无线模组完成，提供 125 个无线通道，其空中通讯速率支持 2M、1M 和 250kbps 三种。通过自研类 TCP 协议，其实际有效字节通讯速率对应为 45KB/s、32KB/s 和 12KB/s 左右。

CAN(FD)转无线模块组成。

其与无线模组转 USB 模块组成相同，只是其主板端 USB 接口仅为供电端口，CANFD 接口由主板上 GD32E(C)103 单片机和非隔离 CAN 接口芯片构成。

CAN 总线协议 2.0A、2.0B 和 ISO11891-1:2015 CANFD 规范。

本着“开放，共享”的应用理念，本品准许用户非商业性 DIY，提供资料中包含设备的“电路逻辑图”“PCB 印制板图”和“ISP 装载固件”，用户可以根据这些文件非常方便的复制出一模一样的作品，从而解除了用户应用的后顾之忧。

2. 接口和主要指标 (学习型)

USB 端口通讯: USB2.0 全速(12M)，虚拟串口，A 型链接器

供电: 采用 USB 端口+5V 供电

TTL 端口：三线 TTL (3V) 串口, 无流控

TTL 串口配置：波特率：256k，奇偶校验：无，

数据位：8，停止位：1

CAN 端口链接器: 单排 3P 插针 (2.54mm)

CAN 收发器: QBD1044

终端电阻: 平衡式终端电阻

CAN 通讯速率 bps: 10k 至 1M (分档)

CANFD 数据速率 bps: 10k 至 6M (分档)

2.4G 无线接口：nRF24L01+模组 或 Si24r1 模组

无线空中通道：125 个，2400 至 2525MHz，1M 带宽

无线调制方式：GFSK/PSK

无线空中速率：支持 2Mbps、1Mbps 和 250kbps

无线通讯方式：半双工通讯方式实现点对点随机通讯

无线通讯协议：nRF24L01+应答模式+自研类 TCP 协议

最高发射功率：nRF24L01+模组 为 0 dbm

Si24r1 模组 为 +7 dbm

与主底板接口：四线 SPI 接口 (最高 10Mbps)

有效通讯距离：5 米 ~ 20 米，更换高功模组和天线可达 500 米

核心 ARM 芯片: GD32E(C)103TBU6

外观尺寸: 60×28×28 mm

模块集成: 集成五类转换器

1. CAN(FD)转无线
2. CAN(FD)转 USB
3. CAN(FD)转 TTL
4. 无线模组转 USB
5. 无线模组转 TTL

前三类转换器支持 CAN 和 CANFD，并集成有五种子模块

- 1).普通调试模块
- 2).普通工作模块
- 3).TTCANopen 调试模块
- 4).TTCANopen 工作模块
- 5).TTCANopen 心跳器模块

3. 设备接口说明

1) ISP 固件加载更新接口

本品为用户提供了 ISP 固件加载更新接口，见图 1 所示，用户可以从 www.ttcnopen.com 网站获取产品的最新升级版本，使用 ISP 下载器将最新的固件安装到设备上（当然用户也可以将自己研发的固件安装到设备上）。

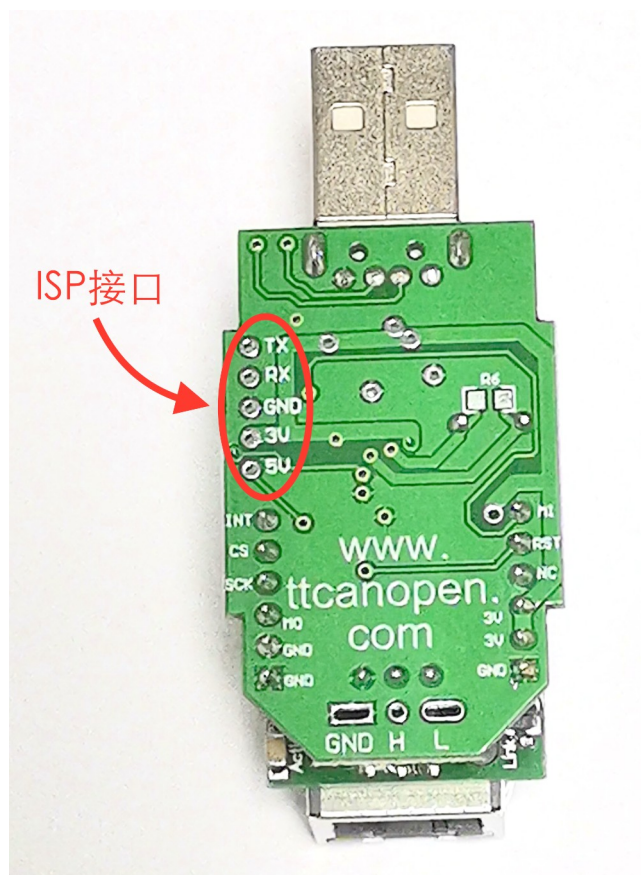


图 1 设备 ISP 固件更新接口

ISP 接点从上至下分别为：TX、RX、GND、3.3V、5V。

下载资料中包含 ISP 运行程序，解压后可以直接运行，请不要擅自更改 ISP 串口配置参数。

用户可以使用市面上多数 ISP 下载器安装设备固件，使用时请注意插针的排序，连接不当可能会损毁设备。

用户也可以到 TTCANopen 淘宝网店购买设备专用的 ISP 下载器，其使用非常方便，只需将专用 ISP 下载器的 5 根插针直接从背面插入到设备的对应 ISP 接口上即可，见图 2 所示。

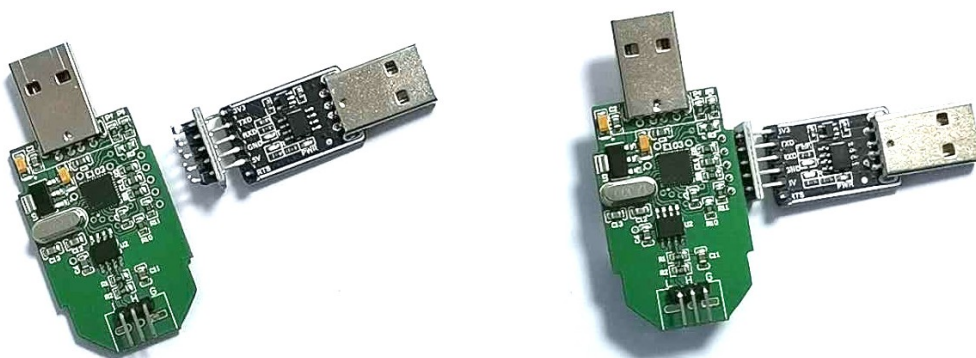


图 2 专用 ISP 下载器的连接

当产品工作在 CAN(FD)转 TTL 串口时 (即：不插接无线模组和不连接 USB 接口)，设备复用了 ISP 接口的 TX, RX, 和 GND 做为 TTL 串行通讯接口；复用了 ISP 接口的 3.3v、GND 做为设备供电电源接口 (当然也可以继续使用 USB 接口供电，二者选一)。

2) 无线模组安装接口 SPI

本品 2.4G 无线通讯是使用 nRF24L01+ (或 Si24r1) 模组完成的。通过一个过度板上的两个单排 6p 插排和一个双排 8p 插座接到 GD32 底板 SPI 接口上，见图 3 所示。



图 3 无线模组的安装接口

在插接时，需要特别当心插接方向，且插针不能错位，否则，上电后容易损毁设备。

3) CAN(FD)端口

模块 CAN(FD)接口有三个接线端子，见图 4 所示，分别是 CAN_L (左)、CAN_H (中) 总线信号和 GND (右) 地线，通常总线信号线为双绞线，地线可选 (多为屏蔽地)。

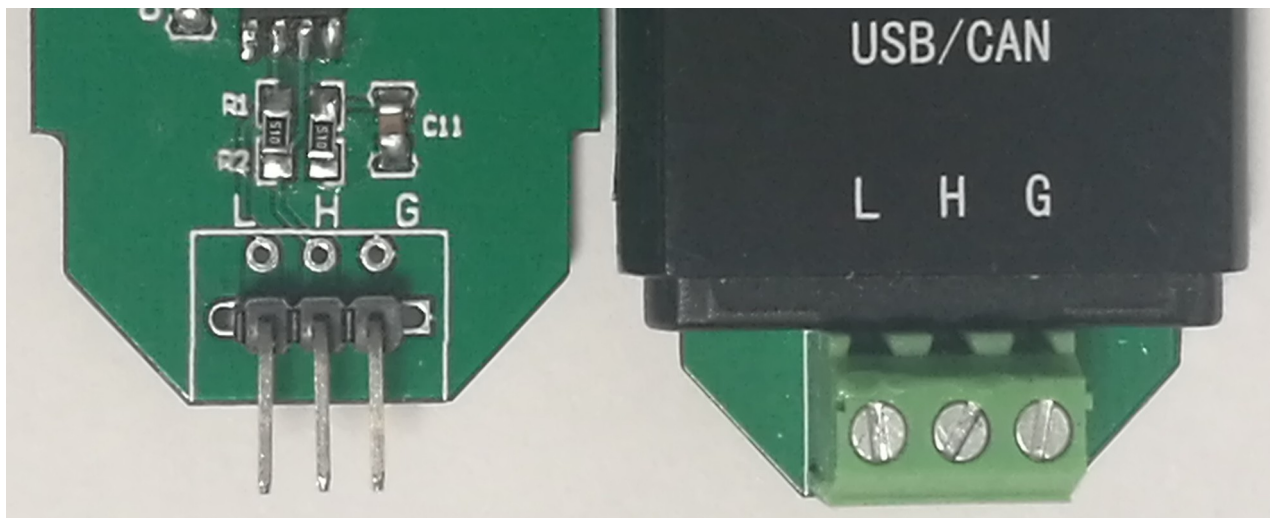


图 4 CAN 端口接线端子

4. 转换器种类切换

1) 当 USB 端口仅做为供电接口使用时，设备上电默认为 CAN(FD)转无线模块。

2) 当 USB 端口插入 PC 机，不打开串口，设备默认仍为 CAN(FD)转无线模块。

3) 当 USB 端口插入 PC 机，并打开串口，设备会自动切换为无线模组转 USB。

4) 当设备复用 ISP 端口的 3.3v 和 GND 供电，复用 ISP 端口的 TX, RX, GND 做为 TTL 串行通讯接口，设备上电会自动配置为无线模组转 TTL 串口。。

5) 当取下无线模组后（模块主板不用重新刷固）USB 端口插入 PC 机，就可以直接做为 CAN(FD)转 USB 使用。

6) 当取下无线模组后（模块主板不用重新刷固）设备复用 ISP 端口的 3.3v 和 GND 供电，复用 ISP 端口的 TX、RX、GND 做为 TTL 串行通讯接口，设备自动配置为 CAN(FD)转 TTL 串口。

CAN(FD)设备上电后，CAN(FD)端口默认为“静听状态”，CAN 速率为 1000K，FD 速率为 2000K。用户需要修改这个配置，以使其与当前应用 CAN 环境相匹配。

5. 无线模组接入配置

1) 无线模组通常需要用户配置 3 个主要参数，其它参数由单片机进行默认配置。这三个参数分别为：

“空中位速率” (250K、1M、2M bps 取一)

“无线通道” (1 ~ 125 中取一)

“设备地址” (1 ~ 125 中取一)

2) 设备初始上电后，会读取 CPU 的序列号，生成一个字节的“设备号”，取值范围为：1 ~ 125。这样每一个设备都会有一个自己的固定设备号。这个“设备号”，我们会将其写在产品的背面，给用户注明。

设备上电后默认会用这个“设备号”去配置“无线通道”和“设备地址”两个参数，例如：“设备号” = 0x1C，那么该设备上电时默认使用的“无线通道”为 0x1C (28) 频道，“设备地址”也是 0x1C (28)。

设备上电默认“空中位速率”为 250Kbps。

3) 修改配置参数，目前有两种方法。

其一：使用 USB 虚拟串口参数配置无线模组

当用户启用无线模组转 USB 工作方式时，打开 USB 虚拟串口时，需要配置串口参数，在模块内部已经将这些串口参数转向用于配置无线模组，即用“串口波特率”配置“无线通道”和“设备地址”；用“串口数据位”选项配置“空中位速率”；用“串口停止位”选项配置“发射功率” (Si24r1 有效)。

具体方法：

用“串口波特率”的前 4 位（十进制）配置“无线通道”；

用“串口波特率”的后 2 位（十进制）配置“设备地址”；

用“串口数据位”选项配置“空中位速率”；

用“串口停止位”选项配置“模块发射功率”（Si24r1 有效）

“串口波特率”前 4 位的取值范围为：2401mn ~ 2525mn，

对应“无线通道”的 1 ~ 125 个频道。

“串口波特率”后 2 位（mn）的取值范围为：01 ~ 99，

对应“设备地址”的 01 ~ 99 地址。

（注意：上述参数为十进制参数）

“串口数据位”选 8 位、7 位、6 位，

分别对应“空中位速率”的 2M、1M、250kbps。

“串口停止位”选 1 或 2，（只对 Si24r1 模组有效）

分别对应 Si24r1 模组的发射功率 +4dbm、+7dbm。

nRF24L01+模组始终为 0 dbm。

举例：当“串口波特率”配置为 241122，“串口数据位”选择 7 位，“停止位”选择 2 时，

对应的无线模组配置参数为：

“空中位速率” = 1Mbps

“无线通道” = 11 频道

“设备地址” = 22

“发射功率” = 0 dbm (对 nRF24L01+模组)

“发射功率” = +7 dbm (对 Si24r1 模组)

这样我们就可以非常方便的用串口参数修改无线模组配置参数，如果我们需要使用两个无线模组转 USB 实现两台 PC 机之间的通讯，只要按照上述规则将两台 PC 的虚拟串口参数配置成一样就可以了，借助普通串口调试工具就可以实现两台 PC 间的数据互传啦，二次开发也是很容易的事情，您只要会在各种主流操作系统使用各种语言进行串口编程即可。

其二：使用“变通道量子”配置无线模组

准确的说这是一个修改无线模组配置参数的指令串，它由 7 个十六进制字节组成，EB 90 uv xy mn 14 6F。

其中：EB 90 是帧头，14 6F 是帧尾，

uv 取值：低半字节 v 取值为 0、1、2。

分别对应“空中位速率”的 250k、1M、2M bps

高半字节 u 取值为 0、1 对应不同的发射功率，

u=0 时，nRF24L01+模组发射功率为 0dbm；

Si24r1 模组发射功率为+4dbm；

u=1 时，nRF24L01+模组发射功率为 0dbm；

Si24r1 模组发射功率为+7dbm；

xy 取值：0x01 ~ 0x7D

对应“无线通道”的 1 ~ 125 个频道

mn 取值：0x01 ~ 0x7D

对应“设备地址”的 1 ~ 125 个地址

当通讯的两个无线模组在非匹配通讯的状态下（不能通讯），其中一个模组在发送数据串末端出现了上述“变通道量子”，其只能改变模块自身的配置参数。

当通讯的两个无线模组在匹配通讯的状态下（可以正常通讯），其中一个模组在发送数据串末端出现了上述“变通道量子”，其不仅能改变模块自身的配置参数，通讯对方收到该“变通道量子”也会照此参数修改自身的配置参数，从而实现“协同换道通讯”。

注：在使用“变通道量子”时，其后续不能有多余字节传输，直到参数转换完毕。

在我们的应用和二次开发过程中，“变通道量子”是一个非常便捷和易用的工具指令。

4) 在这里再次强调点对点随机通讯的两个无线模组，其“空中位速率”“无线通道”“设备地址”必须一致，才能通讯。系统默认“空中位速率”为 250kbps，“空中位速率”越高其通讯距离越短。用户可以选择购买兼容带 LNA 和功放的无线模组以提高通讯距离。

6. 无线模组转 USB 点对点随机通讯举例

为了操作和观察方便，我们在同一台 win10 笔记本电脑左右两侧的 USB 接口上，各接入一个无线模组转 USB 模块（Si24r1），打开两个 AccessProt 串口调试工具分别对应两个模块。

两个 USB 虚拟串口配置一致，皆为：波特率 241122；数据位 7；停止位 1，见图 5。

上述配置含义：无线通道=11；设备地址=22；空中速率=1M；发射功率=+4dbm。

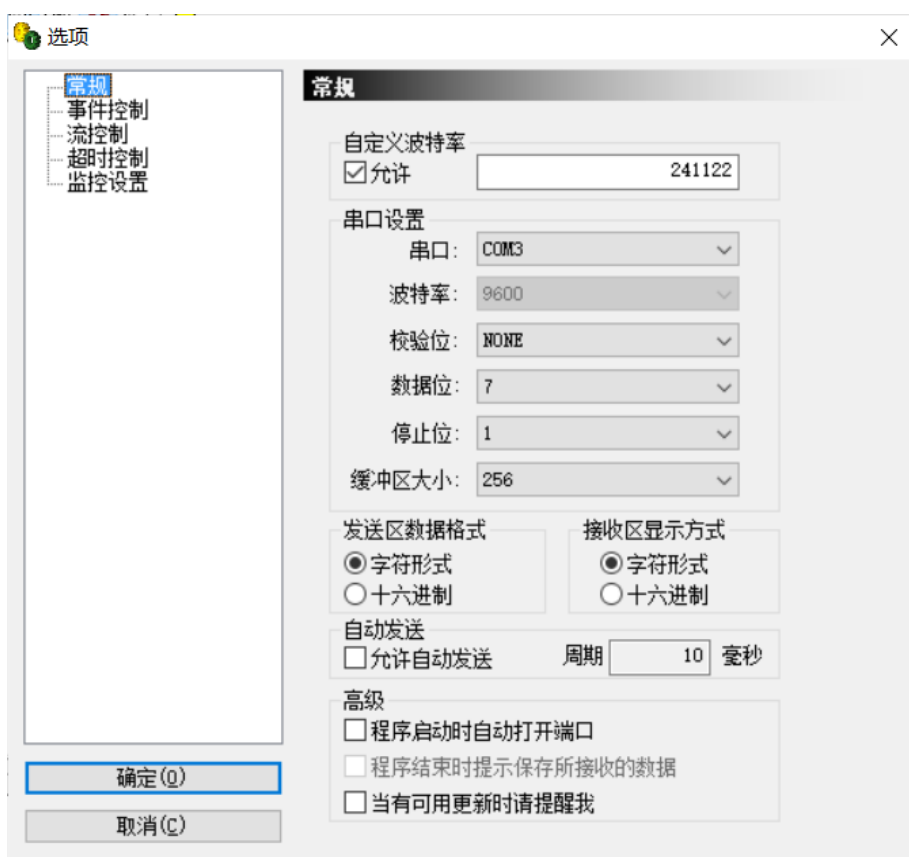


图 5 随机点对点通讯虚拟串口配置举例

配置完串口参数后，我们就可以在串口调试工具下端发送窗口，配置为字符串发送，左边窗口输入：I love you！ 点击发送。右边窗口输入：Me too！ 点击发送。收发正常，见图 6。

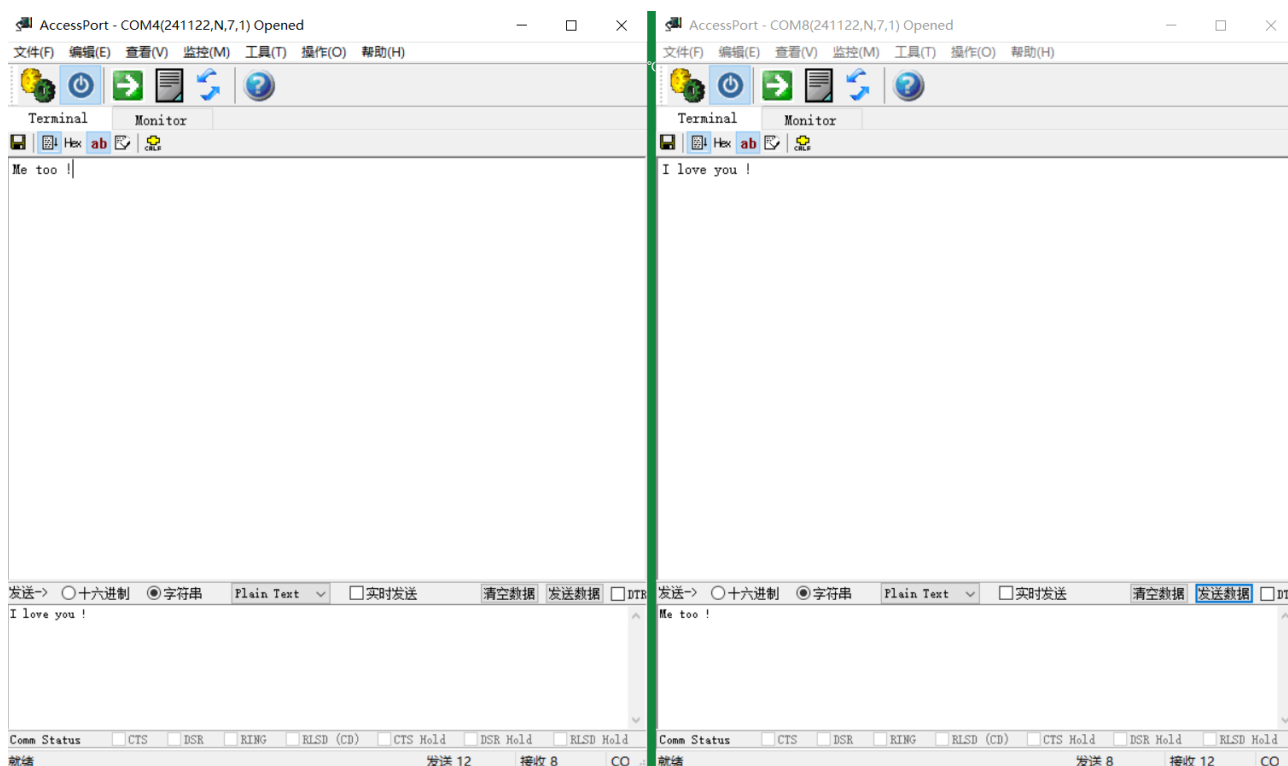


图 6 随机点对点通讯串口通讯举例

然后，我们清屏和清零收发计数。左右两边都选择文件发送，选择合适大小的文件（大约几十 K），左右两边同时点击文件发送，看看两个文件通过无线通道对传的结果。见图 7。

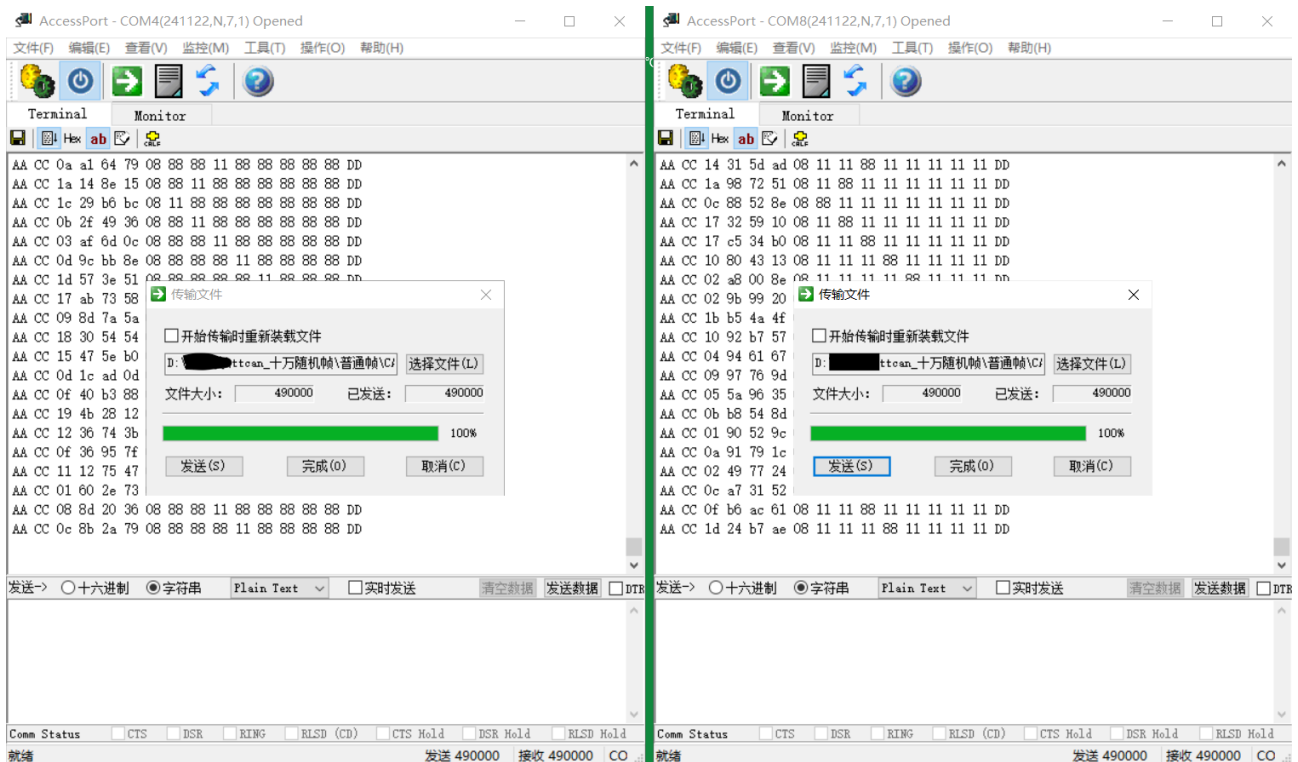


图 7 随机点对点通讯文件对传测试

左右两边都完整的接收到了对方发送的文件，一个字节都没有丢失。传输总字节数 49000x2，用时 27 秒。（同样的测试，可以放在两台电脑之间，不断的增大无线通讯距离，查看通讯结果）

接下来，我们来测试一下“变通道量子”。将两个串口调试工具下端的发送窗口配置为十六进制发送，在左边输入：EB 90 00 55 66 14 6F；在右边输入：EB 90 02 66 77 14 6F。我们先点击左边的发送，看到两个模块都修改了配置为：无线通道=0x55，设备地址=0x66，空中位速率=250k。见图 8。

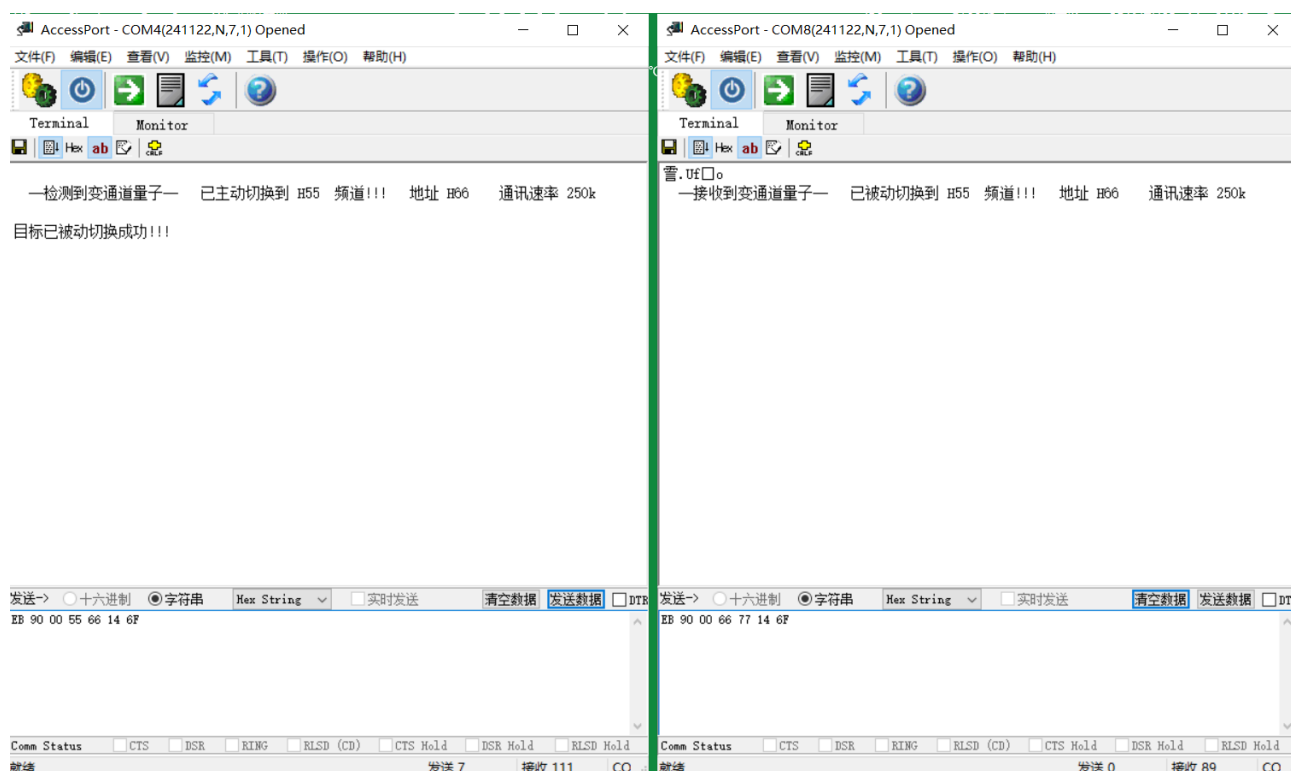


图 8 使用“变通道量子”配置无线参数

然后按上述进行文件对传操作，看看对传结果，统计一下对传时间。点击右边发送，重复上述操作，进行观察。

一个完美的无线模组随机点对点通讯展现在您面前。

在上述测试中，如果只用 USB 端口作为供电，将模块底板的三线 TTL 串口引出，就能够实现两个串口设备之间的 Si24r1 模组随机点对点通讯。

三线 TTL 串口配置：波特率：256k；奇偶校验：无

数据位：8；停止位：1

由于此时串口是真实的 TTL 串口，不是 USB 虚拟串口，不能使用串口配置参数去配置无线模组参数，而只能使用“变通道量子”指令。

需要特别提醒的是：TTL 三线串口是没有流控的，通讯时其各个节点都不能超出该节点的流量上限。

(注：USB 虚拟串口是有流控机制的，可以自动调节流量，避免超限丢失数据)

7. CAN(FD)转无线模块

当模块仅使用 USB 端口作为供电，上电后，模块自动配置为 CAN(FD)转无线模块。

上电后模块的默认配置：

空中位速率 = 250k

无线通道 = CPU 序列号生成的设备号 (1 ~ 125)

设备地址 = CPU 序列号生成的设备号 (1 ~ 125)

发射功率 = 0dbm (nRF24L01+) ； +4dbm (Si24r1)

(注：设备号已经写在模块背面)

CAN 总线工作在静听模式

CANFD 指令域速率为 1M，数据域 2M

模块不会主动修改这些配置参数，而是需要与之对接的无线模块主动参与匹配。但模块可以被动接收“变通道量子”对本机无线参数进行同步修改。

无线通道匹配连通后，模块可以从无线通道接收“配置 CAN 参数指令” (指令格式详见《CANFD 转 USB 使用说明书》第 8 章) 对本机 CAN 进行参数配置，使之与当前接入的 CAN 网络相匹配。例：
配置 CAN 参数指令：AA 66 FF 00 06 01 01 02 24 AA 00 DD。

CAN(FD)转无线的两个典型应用场景

1) 作为 CAN 总线与中心监控主机的无线链路通道

在某些中低速 CAN 总线应用场景，CAN 总线无法使用有线方式接入中心监控主机，如：密闭或有毒环境，无人机，遥控车等。

我们可以使用两个模块，一个作为 CAN(FD)转无线模块，一个作为无线模块转 USB 模块，将 CAN 总线信息通过无线通道接入中心监控计算机。见图 9。

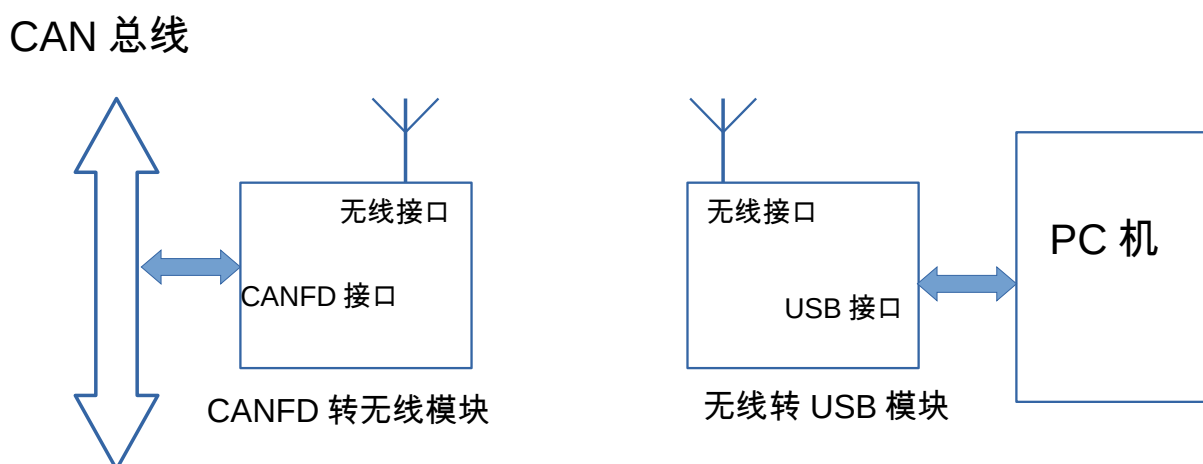


图 9 将 CAN 总线通过无线通道接入中心监控计算机

2) 传感器无线接入 CAN 总线

在 CAN 总线采集数据的过程中，有些传感器不易通过有线方式接入 CAN 总线，如：有毒密封环境，移动传感器等布线困难的场景。

我们可以使用两个模块一个作为 CAN(FD)转无线模块，一个作为无线模块转 TTL 串口模块，传感器将信息以指定格式通过 TTL 串口并由无线通道传递到 CAN 总线上。（为了防止大量 CAN 总线数据堵塞无线通道和 TTL 串口，CAN(FD)转无线模块需设置过滤器。）见图 10。

CAN 总线

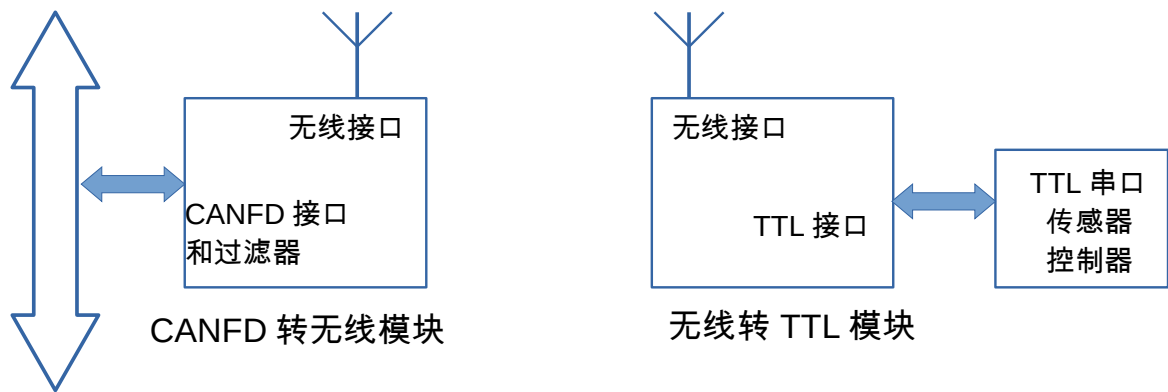


图 10 传感器通过无线通道接入 CAN 总线

为了接纳更多的无线传感器和有更远的作用距离，我们另外还开发了 CAN(FD)转 SX1278，其采用扩频方式，支持多点通讯，工作于 400MHz 无线频段。

8. CAN(FD)转无线模块接入中心监控举例

我们取一个设备号为 0x26 的模块作为 CAN(FD)转无线模块，将其接入以准备好的 CANFD 总线（指令域速率 250k，数据域速率 250k），然后从模块的 USB 供电，设备上电后，模块默认：

空中位速率 = 250k

无线通道 = 0x26 （ 38 ）

设备地址 = 0x26 （ 38 ）

发射功率 = +4dbm （ Si24r1 ）

CANFD 为静听模式

CANFD 指令域速率 = 1Mbps

CANFD 数据域速率 = 2Mbps

我们再取一个设备号是 0x35 的模块作为无线模组转 USB 使用，将其插入中心监控 PC 机的 USB 接口。配置 USB 虚拟串口参数，使其与上面的无线参数相匹配：

波特率 = 243838 （ 无线通道和设备地址 都是 38=0x26 ）

数据位 = 6 （ 空中位速率 250k ）

停止位 = 1 （ 发射功率 +4dbm ）

两个无线模组之间的可视距离约 5 米左右，现在我们已经建立了正确的无线通讯链路。由于默认的 250k 空中位速率，不能满足 250k

CANFD 总线满载时的通讯流量需求，我们需要将其提高到 1Mbps，这时我们就可以使用“变通道量子”来修改无线参数，包括无线通道、设备地址和发射功率，我们在中心机输入：EB 90 11 33 55 14 6F 并发送，这条“变通道量子”指令将本地无线模组的无线参数修改为：

空中位速率 = 1M

无线通道 = 0x33

设备地址 = 0x55

发射功率 = +7dbm (Si24r1)

并将“变通道量子”发送至 CAN(FD)转无线模块，CAN(FD)转无线模块收到该指令后，会同步修改其无线参数，以保持一致，由此就建立了一条新的无线通讯链路。

此时，我们就可以通过中心监控主机发送配置 CAN 参数指令给 CAN(FD)转无线模块，使其与接入 CAN 总线参数一致。

配置 CAN 参数指令：

AA 66 FF 00 06 01 01 02 16 AA 00 DD

这样中心监控就可以通过无线链路，接入 CAN 总线，完成数据的接收与发送。

(注：您可以使用普通串口调试工具调试 CAN 网络，也可以使用我们开发的 MyCANFD_v5.0 调试工具。)

**无线模块建立通讯后，后续操作如同“CAN(FD)转 USB”
或“CAN(FD)转 TTL 串口”相同，为了节省篇幅敬请大家参阅：**
《CAN(FD)转 USB 使用说明书 v5.0》
《CAN(FD)转 TTL 串口使用说明书 v5.0》

免责声明

本着对用户负责的精神，说明书尽可能翔实正确的对产品功能和指标进行描述，但不能保证没有遗漏和错误。另外，随着产品不断升级和完善，说明书内容也具有一定的时效性和适用性，可能会在没有特别通知的情况下，进行修改和补充。（学习型模块仅限于大学生和初学者学习交流使用，不建议用于工程。）

请用户及时关注 www.ttcnopen.com 网站中相关信息。感谢您的包容与支持。

补充说明：

1，GD 公司现已经将带有 CANFD 功能的 GD32E103 系列，更改为 GD32C103 系列。

更多内容请关注：www.ttcnopen.com