

ZQWL-USBCANFD 二次开发通讯协议 V1. 05

修订历史

版本	日期	原因
V1.01	2023.04.03	发布文档

目 录

1. 功能介绍	1
1.1 型号说明	1
1.2 产品特性	2
1.3 典型应用	2
2. 通讯协议	3
2.1 USB 硬件描述符	3
2.2 参数配置	3
2.3 心跳包	9
2.3.1 单双通道心跳包格式	9
2.3.2 4 通道心跳包格式	9
2.3.3 心跳包参数含义	10
2.4 CAN(FD)数据收发指令	10

1. 功能介绍

1.1 型号说明

本文档适用以下型号：

序号	型号	规格	外观
1	ZQWL-UCANFD-100C	1 通道 CANFD，兼容 CAN	
2	ZQWL-UCAN-101C	1 通道 CAN	
3	ZQWL-UCANFD-100E	1 通道 CANFD，兼容 CAN	
4	ZQWL-UCAN-101E	1 通道 CAN	
5	ZQWL-UCANFD-200C	2 通道 CANFD，兼容 CAN	
6	ZQWL-UCAN-201C	2 通道 CAN；	
7	ZQWL-UCANFD-200U	2 通道 CANFD，兼容 CAN；电气隔离	
8	ZQWL-UCAN-201U	2 通道 CAN；电气隔离	
9	ZQWL-UCANFD-400U	4 通道 CANFD，兼容 CAN；电气隔离	
10	ZQWL-UCAN-401U	4 通道 CAN；电气隔离	

ZQWL-CAN(FD)系列产品，USB 通讯采用 CDC 类实现，可以在 PC 机上虚拟出一个串口，串口参数 N,8,1 格式，波特率可以根据需要设置（范围 9600~48000000bps），硬件自动匹配。本文档介绍二次开发的参数配置，数据收发等协议。

智嵌物联 ZQWL 开发的一系列高性能 USBCAN(FD)接口卡，具有类型多，安装方式灵活，方便易用，功能强大等特点。接口卡支持 XP/Win7/Win10/Win11 等操作系统。

其中，ZQWL-UCANFD-200U、ZQWL-UCAN-201U、ZQWL-UCANFD-400U、ZQWL-UCAN-401U 等型号，CAN(FD)通道均采用电气隔离设计，可以适用于电磁环境恶劣的场合。

1.2 产品特性

- USB 接口符合 USB2.0 高速规范；CAN 接口支持 CAN2.0A、B 协议，符合 ISO11898-1 规范；
- CAN 和 CANFD 协议可选；CANFD 支持 ISO 标准和 Non-ISO 标准；
- 每个通道可以独立设置波特率，系统不仅预置了常用波特率列表，而且支持自定义波特率；支持的波特率范围：CAN:5Kbps~1Mbps，CANFD:100Kbps~5Mbps；
- 最大流量测试：

测试项目	速率	测试条件
CAN 通道发送	≥8800 帧/秒	协议选 CAN,波特率 1000kbps，标准帧，ID 为 0x555，数据长度为 8，数据内容全部为 0x55
CAN 通道接收	≥8900 帧/秒	协议选 CAN,波特率 1000kbps，标准帧，ID 为 0x555，数据长度为 8，数据内容全部为 0x55
CANFD 通道收发 1	≥27200 帧/秒	协议选 CANFD,波特率 1000kbps，标准帧，ID 为 0x555，数据长度为 0
CANFD 通道收发 2	≥20220 帧/秒	协议选 CANFD,加速，仲裁域波特率 1000kbps，数据域波特率 5000kbps，标准帧，ID 为 0x555，数据长度为 8，数据内容全部为 0x55
CANFD 通道收发 3	≥7140 帧/秒	协议选 CANFD,加速，仲裁域波特率 1000kbps，数据域波特率 5000kbps，标准帧，ID 为 0x555，数据长度为 64，数据内容全部为 0x55

- 每个通道均有 14 组硬件滤波器；每组滤波器可以设置滤波 ID 以及掩码。
- 支持连续循环发送、组发送、定时发送等；
- 支持波特率探测，支持合并相同帧 ID，支持总线异常统计，支持收发速率统计；
- 双通道 CAN(FD)接口卡支持中继功能；
- 200U、201U、400U、401U 的 CAN(FD)-bus 电路采用 DC 2500V 电气隔离,具有强大的抗电磁干扰的能力；
- 工作温度：-40~+85℃；

1.3 典型应用

- 车载通讯系统、电力通讯系统；
- 煤矿远程通讯；
- 工业现场控制/；
- 远程监控与数据采集；

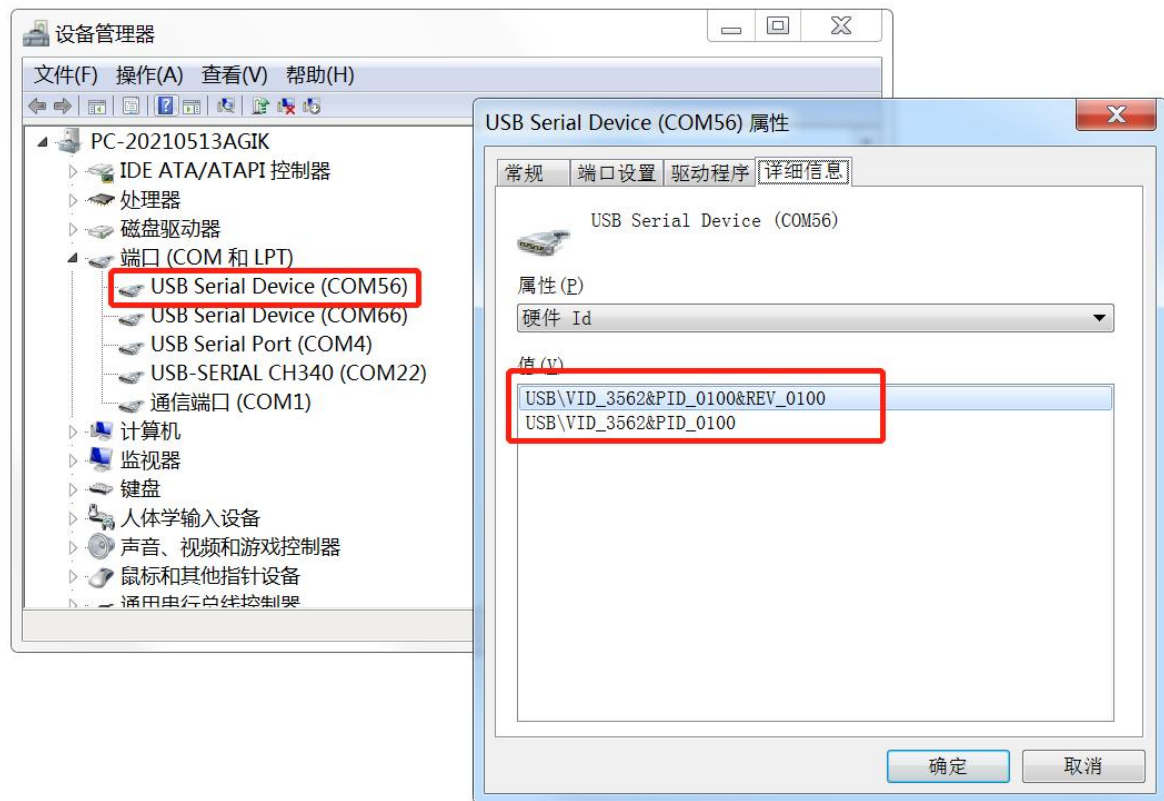
2. 通讯协议

2.1 USB 硬件描述符

通过 USB 的硬件 ID（VID 和 PID）来识别该系列设备，特征如下：

序号	USB-VID	USB-PID	设备类型
1	0x3562	0x0100	2 通道 CANFD
2	0x3562	0x0101	1 通道 CANFD
3	0x3562	0x0102	2 通道 CAN
4	0x3562	0x0103	1 通道 CAN
5	0x3562	0x0104	4 通道 CAN
6	0x3562	0x0105	4 通道 CANFD

例如（双通道 CANFD 类型）：



2.2 参数配置

每帧数据长度为 22 字节，十六进制格式：包括 2 个字节帧头（0x49,0x3B）、1 个字节功能码、1 个字节读/写标志、16 个字节数据和 2 个字节帧尾（0x45,0x2E）：

ZQWL-USBCANFD 二次开发通讯协议 V1.05

序号	命令名称	帧头1	帧头2	功能码	读/写	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	帧尾1	帧尾2
1	设备信息	0x49	0x3B	0x40	0x52	设备型号										固件版本						0x45	0x2E
1	设备序列号	0x49	0x3B	0x41	0x52	设备序列号										预留	预留	预留	预留	预留	预留	0x45	0x2E
2	CAN参数	0x49	0x3B	0x42	0x52/0x57	CAN通道号	自定义波特率标志	常用波特率码	仲裁域SJW	仲裁域TSEG1	仲裁域TSEG2	仲裁域数据域分频BRP	数据域SJW	数据域TSEG1	数据域TSEG2	数据域预分频BRP	滤波器总使能	预留	预留	预留	预留	0x45	0x2E
3	CAN滤波器	0x49	0x3B	0x43	0x52/0x57	CAN通道号	滤波器组号	组使能	滤波帧类型	滤波验收ID				滤波掩码				预留	预留	预留	预留	0x45	0x2E
4	系统控制	0x49	0x3B	0x44	0x57	参数生效	系统复位	CAN0开关	CAN1开关	CAN2开关	CAN3开关	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	0x45	0x2E

注意：

●当需要读参数，“读/写”填 0x52；当需要写参数时，“读/写”填 0x57；其中，“设备信息”和“设备序列号”命令只支持读命令（0x52）。

●CAN 通道号：取值为 0x00~0x03，分别对应 CAN0~CAN3；

●自定义波特率标志：0x00 为采用“常用波特率码”；0x01 为自定义波特率；当为自定义波特率时（**CAN3 仅支持“常用波特率码”**），实际波特率由 SJW、TSEG1、TSEG2 和 BRP 计算获得，计算方式：

$$\text{Baud} = 60000000 / (\text{SJW} + 1 + \text{TSEG1} + 1 + \text{TSEG2} + 1) / \text{BRP}。$$

其中 SJW 取值范围：0x00~0x03；

TSEG1 取值范围：0x00~0x0F；

TSEG2 取值范围：0x00~0x07；

BRP 取值范围：1~0x0400，BRP 是 2 字节长度，高字节在前，低字节在后。

采样点计算： $\text{SMP} = (\text{SJW} + 1 + \text{TSEG1} + 1) / (\text{SJW} + 1 + \text{TSEG1} + 1 + \text{TSEG2} + 1)。$

●常用波特率码：高 4 位是仲裁域波特率（CAN），低 4 位是数据域波特率（CANFD）

仲裁域波特率码对应表：

仲裁域常用波特率高 4 位值 (十六进制格式)	波特率值
0	1000kbps
1	800kbps
2	500kbps
3	400kbps
4	250kbps
5	200kbps
6	125kbps
7	100kbps
8	50kbps
9	40kbps
A	25kbps
B	20kbps
C	15kbps

D	10kbps
E	5kbps

数据域波特率码对应表：

数据域常用波特率低 4 位值 (十六进制格式)	波特率值
0	5000kbps
1	4000kbps
2	2000kbps
3	1000kbps
4	800kbps
5	500kbps
6	400kbps
7	250kbps
8	200kbps
9	125kbps
A	100kbps

●滤波器组号：每个通道均有 14 组硬件滤波器，组号取值范围 0~13；

组使能：0x00 为禁止该组；0x01 为开启该组；注意，设备从 0 组开始查询该位，遇到一个不为 0x01 的组时，退出查询，即便是后面再有使能的组也无效。

●滤波器帧类型：0x00 为标准帧；0x01 为扩展帧；

●滤波验收 ID 和掩码：

滤波验收 ID：用于比对 CAN(FD)接收到的帧 ID，以确定该帧是否被接收，十六进制。

掩码：用于屏蔽滤波验收 ID 里的某些位，以确定验收码某些位 (bit) 是否参与比对（对应位为 0 不参与比对，为 1 参与比对），十六进制。

举例 1：滤波帧类型选择“标准帧”；“滤波验收 ID”填 001，“掩码”填 7FF；

释义：由于标准帧 ID 只有 11 位，滤波验收 ID 和掩码最后 11 位有意义，掩码最后 11 位全是 1，所以滤波验收 ID 的后 11 位全部参与比对，因此上述设置可以让帧 ID 为 001 的标准帧通过。

举例 2：滤波帧类型选择“标准帧”；“滤波验收 ID”填 010，“过滤屏蔽码”填 7F0
释义：同例 1，标准帧只有 11 位有效，掩码的最后 4 位是 0，表示滤波验收 ID 的最后 4 位不参与对比，因此上述设置可以让帧 ID 从 010 到 01F 的一组标准帧通过。

举例 3：滤波帧类型选择“扩展帧”；“滤波验收 ID”填 00 03 04 01，“掩码”填 1F FF

FF FF;

释义：扩展帧有 29 位，掩码的后 29 位全为 1，表示滤波验收 ID 的后 29 位全部参与比对，因此上述设置可以让帧 ID 为 00 03 04 01 的扩展帧通过。

举例 4：滤波帧类型选择“扩展帧”；“滤波验收 ID”填 00 03 04 00，“掩码”填 1F F0 FF FF；

释义：根据上述设置可以让帧 ID 从 00 00 04 00 到 00 0F 04 00 的一组扩展帧通过(注意只是标红色的 0 到 F 变化，04 00 为固定)。

●系统控制命令

可以通过这个命令实现将设置好的参数写入到设备里（即断电不丢失）。

生效参数：0x00 为不生效（断电参数丢失），0x01 为生效（保存到 flash 中，断电不丢失）；

系统复位：0x00 为系统不复位，0x01 为系统复位；

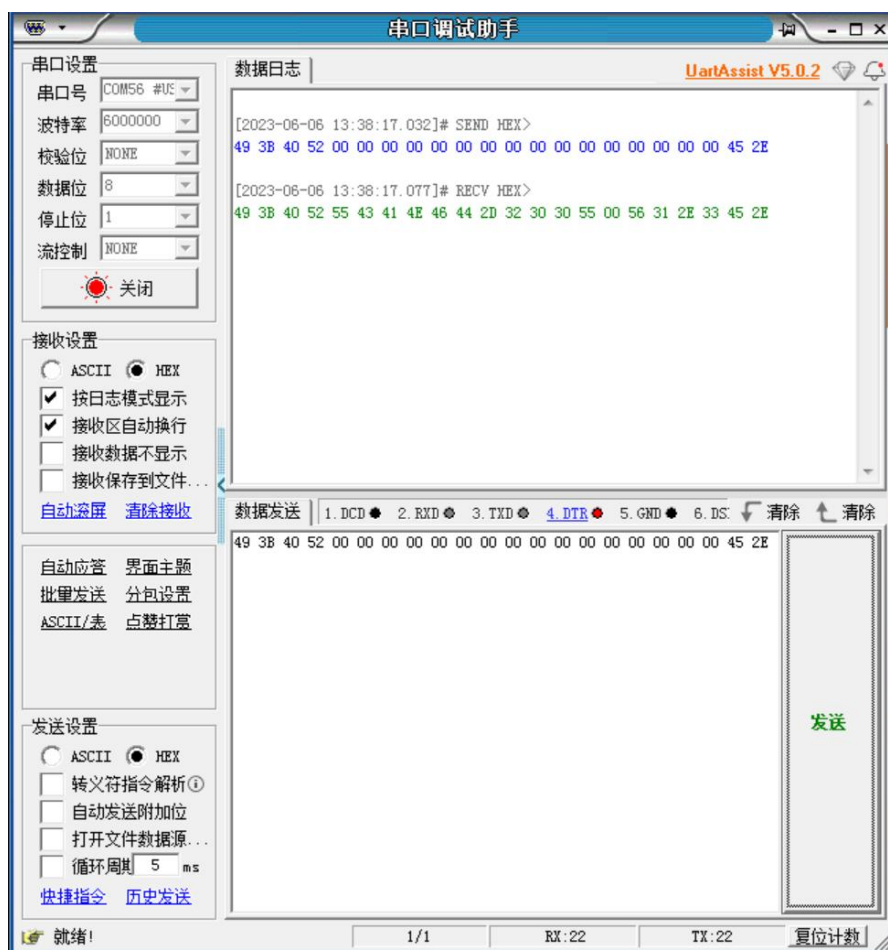
CAN0 开关：0x00 为关闭 CAN0, 0x01 为开启 CAN0；

CAN1 开关：0x00 为关闭 CAN1, 0x01 为开启 CAN1；

举例说明（用串口助手作为上位机）：

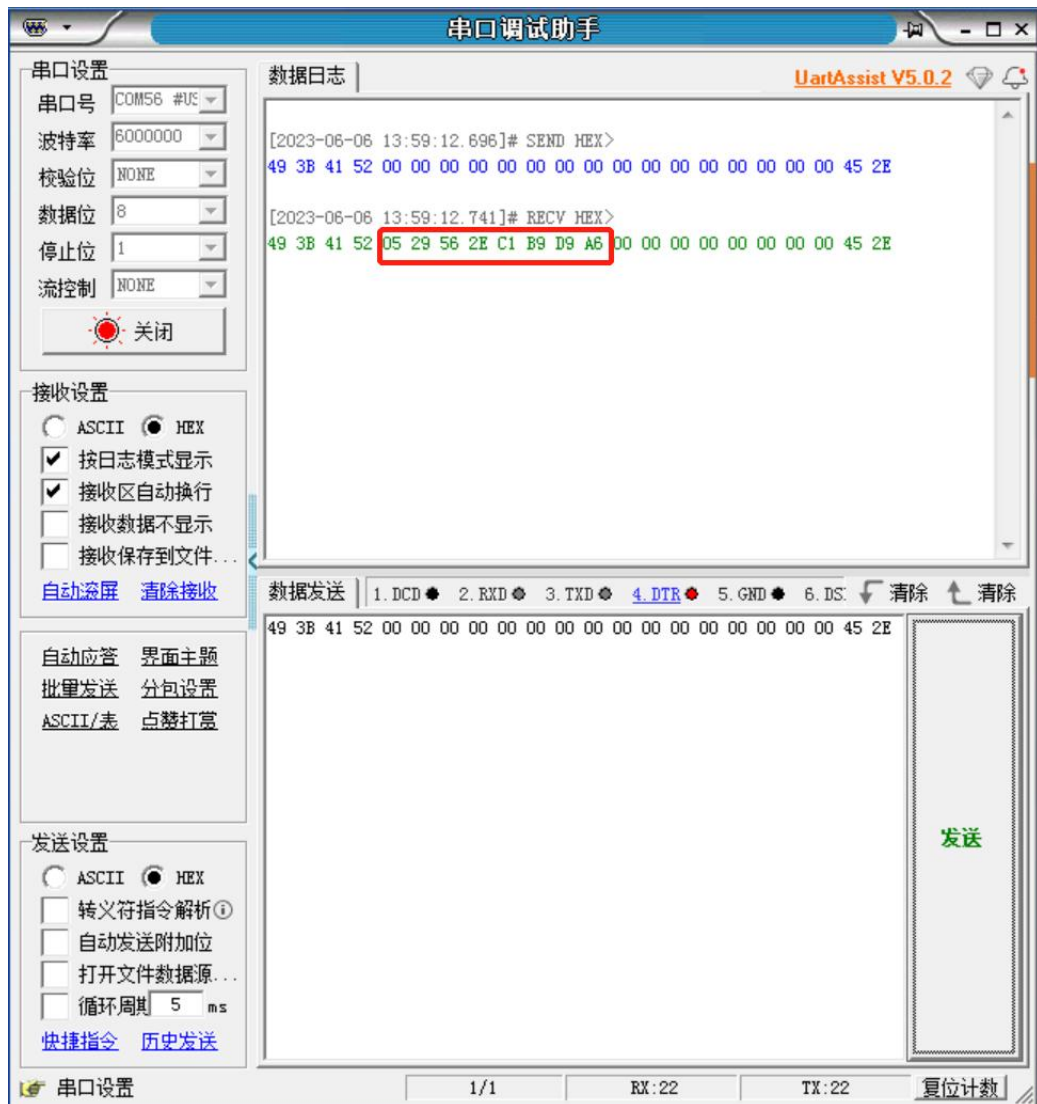
①读取设备信息

上位机发送（Hex 格式）：49 3B 40 52 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 45 2E



②读取设备序列号

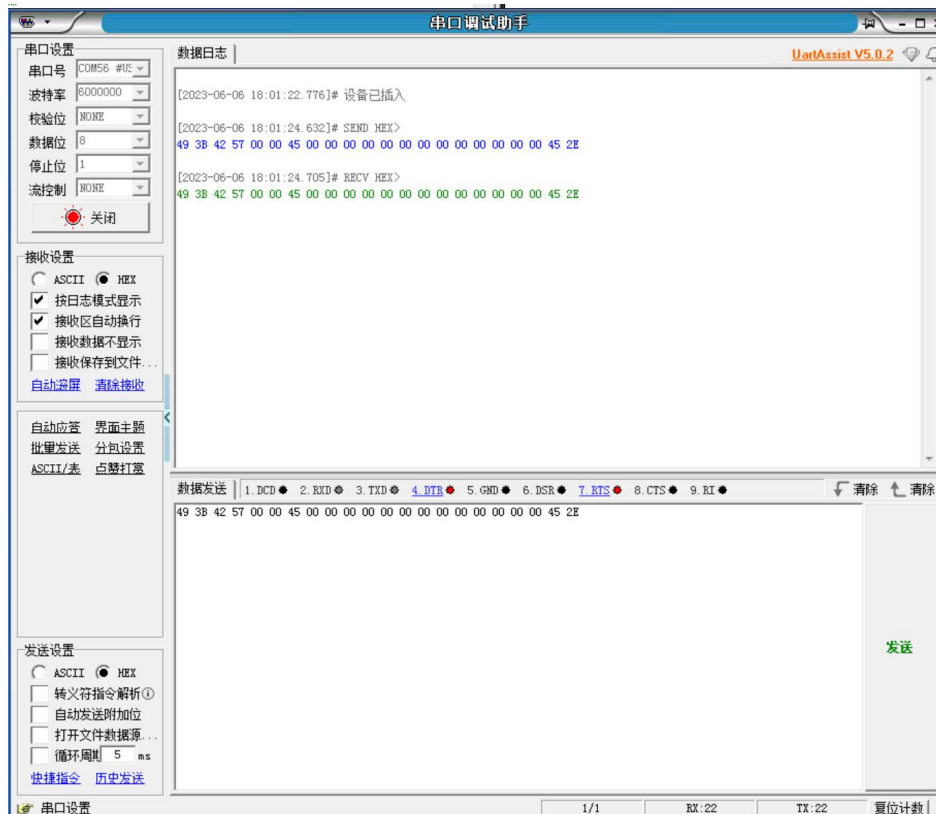
上位机发送（Hex 格式）：49 3B 41 52 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 45 2E



③设置 CAN 参数

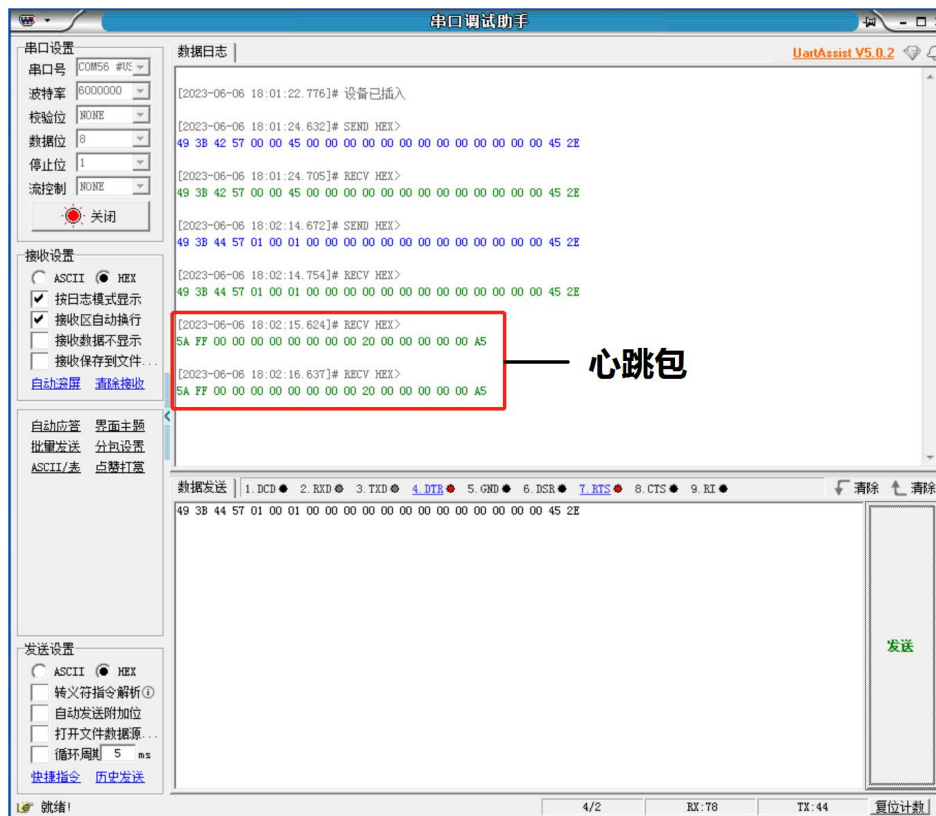
设置 CAN0 参数：仲裁域波特率 250kbps，数据域波特率 500kbps

上位机发送（Hex 格式）：49 3B 42 57 00 00 45 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 45 2E



注意，设置完后，还要发送生效参数并开启 CAN0 命令：

49 3B 44 57 01 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 45 2E



开启任一 CAN 通道后，设备开始向上位机发心跳包。

2.3 心跳包

根据设备的 CAN(FD)的通道数量，心跳包分为 2 种格式：单双通道设备心跳包和 4 通道设备心跳包。

2.3.1 单双通道心跳包格式

单双通道心跳包为设备向上位机发送的数据包，心跳包长度为 17 字节，含义如下：

单双通道心跳包	帧头	功能码	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	帧尾
	0x5A	0xFF	CAN0 发送速率			CAN0 接收速率			CAN1 发送速率			CAN1 接收速率			设备状态	预留	0xA5

●功能码为 0xFF（注意 4 通道功能码是 0xFE）。

●设备状态：1 个字节，定义如下：

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
预留	预留	CAN0 开启标志	CAN1 开启标志	CAN0 总线状态		CAN1 总线状态	

开启标志：0 为未开启，1 为开启；

总线状态：

00：总线正常；

01：总线警告

10：总线被动错误

11：设备离线（此时已不能再发送 CAN(FD)报文）

2.3.2 4 通道心跳包格式

4 通道心跳包为设备向上位机发送的数据包，心跳包长度为 32 字节，含义如下：

4通道心跳包	帧头	功能码	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	帧尾
	0x5A	0xFE	CAN0 发送速率	CAN0 接收速率	CAN1 发送速率	CAN1 接收速率	CAN2 发送速率	CAN2 接收速率	CAN3 发送速率	CAN3 接收速率	CAN0~1 设备状态	CAN2~3 设备状态	预留	预留	CAN0 发送错误计数器	CAN0 接收错误计数器	CAN1 发送错误计数器	CAN1 接收错误计数器	CAN2 发送错误计数器	CAN2 接收错误计数器	CAN3 发送错误计数器	CAN3 接收错误计数器	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	预留	0xA5

●功能码为 0xFE（注意单双通道功能码是 0xFF）。

●CAN0~1 设备状态：1 个字节，定义如下：

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
预留	预留	CAN0 开启标志	CAN1 开启标志	CAN0 总线状态		CAN1 总线状态	

●CAN2~3 设备状态：1 个字节，定义如下：

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
预留	预留	CAN2 开启标志	CAN3 开启标志	CAN2 总线状态		CAN3 总线状态	

开启标志：0 为未开启，1 为开启；

总线状态：

00：总线正常；

01：总线警告

10：总线被动错误

11：设备离线（此时已不能再发送 CAN(FD)报文）

2.3.3 心跳包参数含义

- 发送速率：每秒发送的 CAN（FD）报文个数。
- 接收速率：每秒接收的 CAN（FD）报文个数。
- 错误计数器：

包括发送错误计数器和接收错误计数器，这些状态直接反映了总线的通畅情况，当接收错误计数器值大于 127 时，总线几乎已经瘫痪。当出现错误值较高的情况（40 以上），表示总线的通讯出现比较严重的阻塞，此时就有必要调整 CAN(FD)网络的波特率值或增加 CAN(FD)网桥，以提高 CAN(FD)总线质量。当总线通信良好时，错误计数器一般都能维持在 0。

在没有数据向 CAN（FD）发送时，心跳包每隔 1 秒向上位机发送一次，当有数据向 CAN(FD)发送时，设备立即向上位机发送一条心跳包。

2.4 CAN(FD)数据收发指令

通过该命令可以实现 CAN(FD)报文的发送和接收，报文格式如下：

	BYTE0	BYTE1	BYTE2	BYTE3	BYTE4	BYTE5	BYTE6	BYTEn	
CAN (FD) 数据包	帧头	帧信息1	帧信息2	CAN (FD) ID				CAN (FD) 数据，长度等于DLC	帧尾
	0x5A	CAN通道和DLC	发送类型、帧格式、帧类型	ID. 24~29	ID. 16~23	ID. 8~15	ID. 0~7	帧数据	0xA5

- BYTE0：帧头固定为 0x5A；
- BYTE1:帧信息 1，包含 CAN 通道和 CAN(FD)报文数据长度 DLC；

该字节的每个 bit 位的含义如下：

位	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
含义	CAN 通道号最低位(与 BYTE2 的 Bit3 和 Bit4 一起组成通道号)			CAN(FD)帧数据长度 DLC。				

当为 CAN 帧时，DLC 的取值范围是 0~8；

当为 CANFD 帧时，DLC 取值为 0~8、12、16、20、24、32、48、64。

注意，BYTE1 为 0xFF 或 0xFE 时为设备发向上位机的心跳包，接收数据时需要注意。

- BYTE2：帧信息 2，包含发送类型、帧格式、帧类型和是否加速等信息，含义定义如下：

位	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
含义	发送类型 00：正常发送 01：单次发送		预留	CAN 通道号的高 2 位（与 BYTE1 的 Bit7 一起组成通道号）		帧格式 0：标准帧 1：扩展帧	帧类型 0：数据帧 1：远程帧	加速标志（BRS） 0：CANFD 不加速 1：CANFD 加速

注意：CAN 通道号有 3 个 bit 构成，从高位到低位分别是：BYTE2 的 Bit4、Bit3、BYTE1 的 Bit7。取值为 0x00~0x07，分别对应 CAN0~CAN7 通道。

正常发送: 在 ID 仲裁丢失或发送出现错误时, CAN 控制器会自动重发, 直到发送成功, 或发送超时 (超时时间 1 秒), 或总线关闭。

单次发送: 在一些应用中, 允许部分数据丢失, 但不能出现传输延迟时, 自动重发就没有意义了。在这些应用中, 一般会以固定的时间间隔发送数据, 自动重发会导致后面的数据无法发送, 出现传输延迟。使用单次发送, 仲裁丢失或发送错误, CAN 控制器不会重发报文。

●BYTE3~6:CAN(FD)帧 ID, 一共 4 个字节。标准帧时, 只有 BYTE5~6 的低 11bit 有效; 扩展帧时, 29bit 有效。

注意, BYTE3 的最高位 (Bit7) 是 CAN 协议类型标志:

0: CAN 帧;

1: CANFD 帧;

●帧数据: 长度为 DLC。

●帧尾: 一个字节, 固定为 0xA5

当上位机向设备发送 CAN(FD)数据包时, 设备收到后会立即返回一条心跳包。