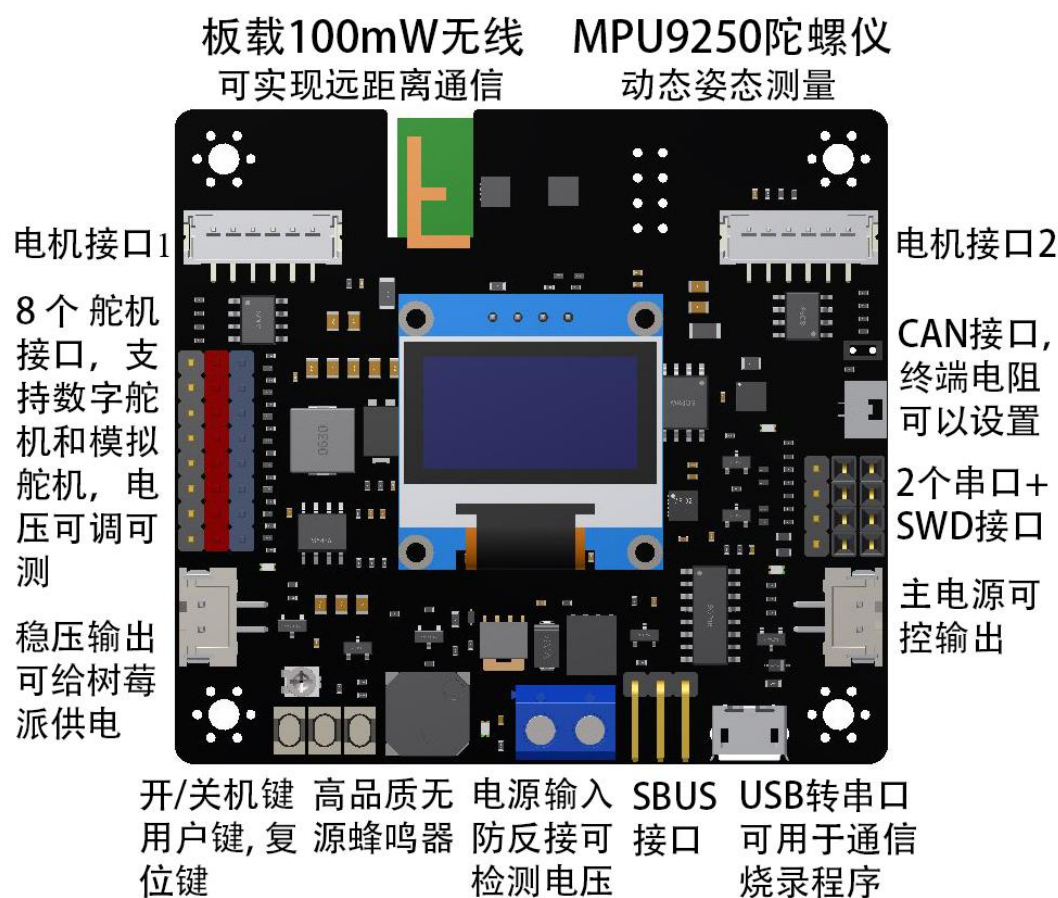


TANK_DUAL 开发板

用户手册



Important Notice

Mind Silicon products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".

Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic

All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Mind Silicon as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Mind Silicon.

免责声明

该产品禁止在任何因故障或失效可能导致人员伤亡、人身伤害或者财产损失的系统或设备中使用，此类使用被视为“不安全使用”，所有不安全使用造成的任何损失由用户承担。不安全使用包括但不限于：用于外科手术的医疗设备，原子能控制设备，飞机或宇宙飞船仪器，车辆的动力控制，制动或安全系统，交通信号设备，所有类型的安全装置以及旨在支持或维持生命的其他应用。

©2020 Mind Silicon Technologies 保留所有权利。未经版权所有者的事先书面许可，禁止全部或部分复制。

TANK_DUAL 开发板.....	1
用户手册.....	1
Important Notice.....	1
免责声明.....	2
1、 产品特性.....	3
2、 功能介绍.....	5
2.1 接口说明.....	5

2.2 无线介绍.....	7
3、 注意事项.....	7
4、 通信协议.....	7
4.1 通信数据格式.....	7
4.2 通信示例.....	9
5、 设置和校准.....	11
5.1 无线设置.....	12
5.2 手柄设置.....	13
6、 USB 烧录.....	13
6.1 驱动安装.....	13
6.2 烧录固件.....	15
7、 尺寸说明.....	17

1、 产品特性

Tank Dual 开发板是一款专门为机器人项目开发的 STM32 多功能控制板，可以同时控制 8 个舵机和 2 个编码电机，板载 MPU9250 姿态传感器，自带 100mW 无线可实现远距离遥控、通信，支持 CAN 通信，USB 烧录/通信，串口通信等。稳压输出可以对外给树莓派供电，控制外部负载。

- 主控：STM32F103RCT6，72MHz，ARM-Cortex M3 内核，主流学习平台。
- 无线：板载 100mW 无线模块，频段 2.4GHz，可设置地址和频道。自带 PCB 天线距离轻松超过 200 米，可接外置天线距离可达 500 米，可本店手柄配套使用。
- 9 轴传感器：MPU9250（3 轴陀螺仪+3 轴加速度+3 轴磁力计）
- 舵机接口：8 路硬件 PWM 舵机接口，5A 大电流稳压芯片，可调电压。
- 电机接口：2 路直流有刷电机接口，支持正交编码器，每路 3A 大电流，支持 12/24V 电机。
- OLED 屏幕：0.96 寸 OLED，可以显示信息，播放开关机动画。
- USB 转串口：板载 1 路 USB 转串口电路，可以与电脑或树莓派 USB 通信，可以通过 USB 烧录程序。

- 串口：2 路串口（1 路可以用作 SBUS，与航模 SBUS 接收机通信）。
- CAN 通信：1 路 CAN 接口（带跳线电阻）。
- 存储：板载 W25Q64 闪存芯片，内置文件系统，方便保存数据。
- 声光提示：无源蜂鸣器，可以播放音乐，1 路系统 LED，3 路电源 LED。
- 按键：开机/关机键，复位键，1 个用户自定义按键。
- 电源输入：6~24V 供电，支持对外 3A 可控输出，可测量电压。
- 稳压输出：支持对外 3A 稳压输出，与舵机共用稳压电源，开关可控，可测量电压，可以给树莓派供电。（舵机和稳压输出总和不可超过 5A）。
- 调试接口：SWD 接口。

2、功能介绍

2.1 接口说明

从下往上3个焊盘依次为A、B、C焊盘，电感默认焊在A和B焊盘上，用于导通PCB天线

外置天线接口，默认使用板载PCB天线，如果PCB天线被遮挡，可在此处接外置天线，但需将射频电感从A、B焊盘处拆下，断开PCB天线，重新焊到B、C焊盘处，使外置天线导通

④电机接口1，从左侧开始依次为：电机负极M-，5V负极GND，编码器B相，A相，5V正极VCC，电机正极M+

⑥舵机接口，每行3个针为一个舵机口，从下往上共8行，依次是1到8号舵机，外侧黑色针脚为负极，中间红色为正极，内侧蓝色为PWM信号

⑨稳压输出指示灯，有输出则点亮

⑩稳压输出，受程序控制，上侧负极，下侧正极，由舵机电源引出，电流 < 3A，舵机电源总电流 < 5A

⑦舵机电压调节旋钮，顺时针增大，逆时针减小

⑫开/关机键，长按开/关机，对应原理图SW3

⑬用户键，对应原理图SW2

⑭复位键NRST，对应原理图SW1

无源蜂鸣器

⑤电机接口2，从左侧开始依次为：电机负极M-，5V负极GND，编码器B相，A相，5V正极VCC，电机正极M+

⑪CAN终端电阻跳线设置

⑩CAN接口，上侧CAN_L，下侧CAN_H

⑯SWD接口，从下往上，依次是3V3，GND，SWCLK，SWDIO

⑰UART4，从下往上，依次是5V，GND，RX，TX

⑱UART5，从下往上，依次是5V，GND，RX，TX

③主电源输出指示灯，有输出时点亮

②主电源输出，受程序控制，上侧正极，下侧负极，负载电流应 < 3A

⑮micro USB，USART1通过CH340C转换而成，可用于烧录程序和通信

⑲SBUS接口（复用UART5），左GND，中5V，右DATA

①电源输入，左侧负极，右侧正极

⑳系统5V供电指示灯

上图中需要注意的是：

- ⑫开/关机键，长按可以开/关机，对应原理图 SW3。在 USB 和主电源同时供电时，程序会自动运行，但仍需通过按键开机后主电源才会启动，电机和舵机才会得到电力供应。
- ⑬用户键，对应原理图 SW2，可通过程序来实现自定义功能。
- ⑭复位键 NRST，对应原理图 SW1，按下后使 STM32 复位。程序执行异常，或者通过 SWD 下载程序出错时可以尝试通过复位排除问题。
- ①主电源接口为整个系统的供电接口，**左侧负极，右侧正极**，支持 2~6S 电池输入。
- ②主电源输出接口电压与主电源接口输入电压相同，接口类型为 XH2.54-2P，上侧正极，

下侧负极，负载电流应 $< 3A$ ，输出受程序控制。只能输出，不可用于输入。

- ③主电源输出指示灯，当主电源输出口有输出时点亮。
- ④⑤电机接口为 PH2.0-6P 接口，线序为 M-、5V-、B、A、VCC、M+，在连结电机时请确保线序正确。电机驱动电压与主电源接口输入电压相同。、
- ⑥舵机接口，每行 3 个针为一个舵机口，从下往上共 8 行，依次是 1 到 8 号舵机，外侧黑色针脚为负极，中间红色为正极，内侧蓝色为 PWM 信号。为了匹配不同电压规格的舵机，舵机口的电压是可以通过⑦调节的。
- ⑦电压调节旋钮，可以调节⑥舵机接口和⑧稳压输出电压，顺时针增大，逆时针减小。
- ⑧稳压输出接口，接口类型为 XH2.54-2P，输出受程序控制，上侧负极，下侧正极。负载电流应 $< 3A$ ，可以用于给树莓派供电。由于稳压输出是从舵机电源中引出，它的电压同样受⑦控制，且和舵机电源总电流应 $< 5A$ 。**给树莓派供电时，请务必注意使稳压输出电压 $\leq 5V$ ，且确认好正、负极接线正确，否则将烧坏树莓派。**
- ⑨稳压输出指示灯，当稳压输出口有输出时点亮。
- ⑩CAN 接口，接口类型为 GH1.25-2P，上侧 CAN_L，下侧 CAN_H。
- ⑪CAN 终端电阻跳线设置，跳线帽为 2.0 毫米规格。
- ⑮micro USB，USART1 通过 CH340C 转换而成，可用于烧录程序和通信。当无法通过 SWD 下载程序时，也可以通过 USB 下载程序。
- ⑯SWD 接口，从下往上，依次是 3V3，GND，SWCLK，SWDIO。此处的 3V3 即 3.3V，只可用于编程器烧录，不可对外供电。
- ⑰UART4，从下往上，依次是 5V，GND，RX，TX，此处的 5V 外接负载电流应 $< 50mA$ 。
- ⑱UART5，从下往上，依次是 5V，GND，RX，TX，此处的 5V 外接负载电流应 $< 50mA$ 。
- ⑲SBUS 接口（复用 UART5），左 GND，中 5V，右 DATA，此处的 5V 外接负载电流

应 $< 50\text{mA}$ 。

- ②⑩系统 5V 供电指示灯。

2.2 无线介绍

- 无线发射功率 100mW，频段 2400 ~ 2525MHz。
- 可通过上位机软件设置无线地址和频道，见下文。

3、注意事项

- 控制板可以通过 SWD 接口或 USB 接口烧录程序，SWD 烧录速度快且支持调试，USB 接口可以在没有编程器（ST-Link 或 JLink）的情况下完成烧录工作。
- SWD 烧录可以直接在 Keil 中完成，烧录时需要通过 USB 供电，如果用主电源供电，则需要按住开机键不要松开。
- SWD 烧录中，如果 Keil 提示内部异常、内部错误，一般是由于 STM32 没有响应编程器的复位指令，需要手动按住板子上的复位键，同时点击 Keil 中的下载按钮（或者按下 F8），然后迅速松开复位键，程序即可下载到芯片中。
- 开/关机动画保存在外置 Flash 芯片 W25Q64 中，不会因为重新烧录程序而丢失。格式化外置 Flash 芯片或者删除芯片中的资源文件，将导致开/关机动画丢失，但不会影响其他功能。

4、通信协议

4.1 通信数据格式

该通信协议适用于手柄、控制板和上位机三者之间的通信，可以由上位机通过控制板的 USB

口向控制板发送此通信数据，控制板会像响应手柄指令一样做出相同响应。

手柄，接收机，上位机软件，受控设备之间，所有通信内容均用 16 进制表示，单次通信数据长度不可超过 32 字节。

格式：帧头 + 通信代码 + 帧长度 + 数据 + 校验

其中具体含义为：

- **帧头**：2 字节，固定为 0xAAAA，用于表示一次通信的开始，或者区分不同数据帧。
- **通信代码**：1 字节，用来区分通信的类型，详见表 4.1。
- **帧长度**：1 字节，本次通信数据帧长度，指包含帧头、通信代码、帧长度、数据和校验在内的总长度。
- **数据**：若干字节，数据载荷，长度可变。
- **校验**：16 位 CRC 校验值，MODBUS 格式。详见表 4.2。

表 4.1 通信代码说明

通信代码	说明
0x01	遥控指令，这是一条从手柄发往接收机的指令。手柄通过这条指令将摇杆、按键、手柄电量在内的所有信息发送给接收机，接收机再通过串口输出。发送频率为 50Hz。
0x09	反馈指令，这是一条从接收机发往手柄的指令，用来触发手柄震动。用户通过接收机的串口把这条指令发送给接收机，然后接收机通过无线发送给手柄，手柄发出震动。没有发送频率限制，用户可以根据需要去触发手柄震动。
0x15	下行透传指令，上位机通过 USB 把指令发送给手柄，手柄将指令发送给接收机，然后接收机通过串口输出。注意：长度不可以超过 26 字节。

0x1D	上行透传指令，用户通过接收机的串口把这条指令发送给接收机，然后接收机通过无线发送给手柄，手柄通过 USB 接口输出该指令。注意：长度不可以超过 26 字节。
------	--------------------------------------------------------------------------------

表 4.2 CRC 算法说明

CRC 算法	多项式公式	宽度	多项式	初始值	异或值	输入反转	输出反转
MODBUS	$x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$	16	8005	0xFFFF	0x0000	true	true

CRC 算法的参考程序，见例程或校准软件。

4.2 通信示例

0x01 指令：该指令是所有指令中最重要指令，只有理解它的含义，才可以弄清楚手柄是如何控制其他设备的。指令中所有数据均为 16 进制，下边给出 0x01 指令的具体示例：

示例：AA AA 01 0D DF 7F 7F 7F 7F 00 00 D7 51

第 1、2 字节 0xAA，0xAA 为帧头，标志着一帧数据的开始。

第 3 字节 0x01 为命令代码。

第 4 字节 0x0D 为帧长度，这条指令长度为 13 个字节，用 16 进制表示就是 0x0D。

第 5 字节 0xDF 表示手柄电池此时的电压，计算公式： $(0xDF + 200) \div 100 = 4.23V$ ，此时手柄电池电压为 4.23V，其它值时以此类推。手柄低电量提醒电压为 3.8V，自动关机电压为 3.75V。

第 6 字节为模拟通道 1，对应手柄左侧摇杆的水平方向，取值范围为 0x00~0xFF，中值为 0x7F。摇杆往左打极限值为 0xFF，往右打极限值为 0x00。

第 7 字节为模拟通道 2，对应手柄左侧摇杆的垂直方向，取值范围为 0x00~0xFF，中值为 0x7F。摇杆往下打极限值为 0xFF，往上打极限值为 0x00。

第 8 字节为模拟通道 3, 对应手柄右侧摇杆的水平方向, 取值范围为 0x00~0xFF, 中值为 0x7F。

摇杆往左打极限值为 0xFF, 往右打极限值为 0x00。

第 9 字节为模拟通道 4, 对应手柄右侧摇杆的垂直方向, 取值范围为 0x00~0xFF, 中值为 0x7F。

摇杆往下打极限值为 0xFF, 往上打极限值为 0x00。

第 10、11 字节, 这两个字总共 16 位, 对应手柄的 16 个通道。从最高位第 16 位到第 1 位, 依次是: L2、L1、LU、LL、LD、LR、SE、ST、RL、RD、RR、RU、R1、R2、R-KEY、L-KEY。其中 R-KEY 和 L-KEY 为摇杆往下按对应的按键。

第 12、13 字节为校验值, 计算前 11 个字节的 CRC16 校验值得到 0x51D7, 按照小端模式, 低字节 0xD7, 高字节 0x51 依次排列。

0x09 指令: 接收机发往该指令给手柄, 用于触发手柄震动。

示例: AAAA 09 07 01 0E 32

第 1、2 字节 0xAA, 0xA 为帧头, 标志着一帧数据的开始。

第 3 字节 0x09 为命令代码。

第 4 字节 0x07 为帧长度, 这条指令长度为 7 个字节。

第 5 字节 0x01 表示触发手柄左侧电机振动, 如果要触发右侧电机则应为 0x02。该字节只能取 0x01 或者 0x02。

第 6、7 字节为校验值, 计算前 5 个字节的 CRC16 校验值得到 0x320E, 按照小端模式, 低字节 0x32, 高字节 0x0E 依次排列。

0x15 指令: 上位机通过手柄透传给接收机的数据, 然后通过接收机的串口输出。

示例: AAAA 15 07 00 0E 34

第 1、2 字节 0xAA, 0xA 为帧头, 标志着一帧数据的开始。

第 3 字节 0x15 为命令代码。

第 4 字节 0x07 为帧长度, 这条指令长度为 7 个字节。

第 5 字节 0x00 上位机发出的数据, 字节长度可变, 但不可超过 26 字节。因为一次通信最多发送 32 字节数据, 其他部分已占据 6 字节。

第 6、7 字节为校验值, 计算前 5 个字节的 CRC16 校验值得到 0x340E, 按照小端模式, 低字节 0x34, 高字节 0x0E 依次排列。

0x1D 指令: 用户通过接收机的串口把这条指令发送给接收机, 然后接收机通过无线发送给手柄, 手柄通过 USB 口输出给上位机。

示例: AAAA 1D 07 00 8F F6

第 1、2 字节 0xAA, 0xA 为帧头, 标志着一帧数据的开始。

第 3 字节 0x1D 为命令代码。

第 4 字节 0x07 为帧长度, 这条指令长度为 7 个字节。

第 5 字节 0x00 接收机透传给上位机的数据, 字节长度可变, 但不可超过 26 字节。因为一次通信最多发送 32 字节数据, 其他部分已占据 6 字节。

第 6、7 字节为校验值, 计算前 5 个字节的 CRC16 校验值得到 0xF68F, 按照小端模式, 低字节 0x8F, 高字节 0xF6 依次排列。

5、设置和校准

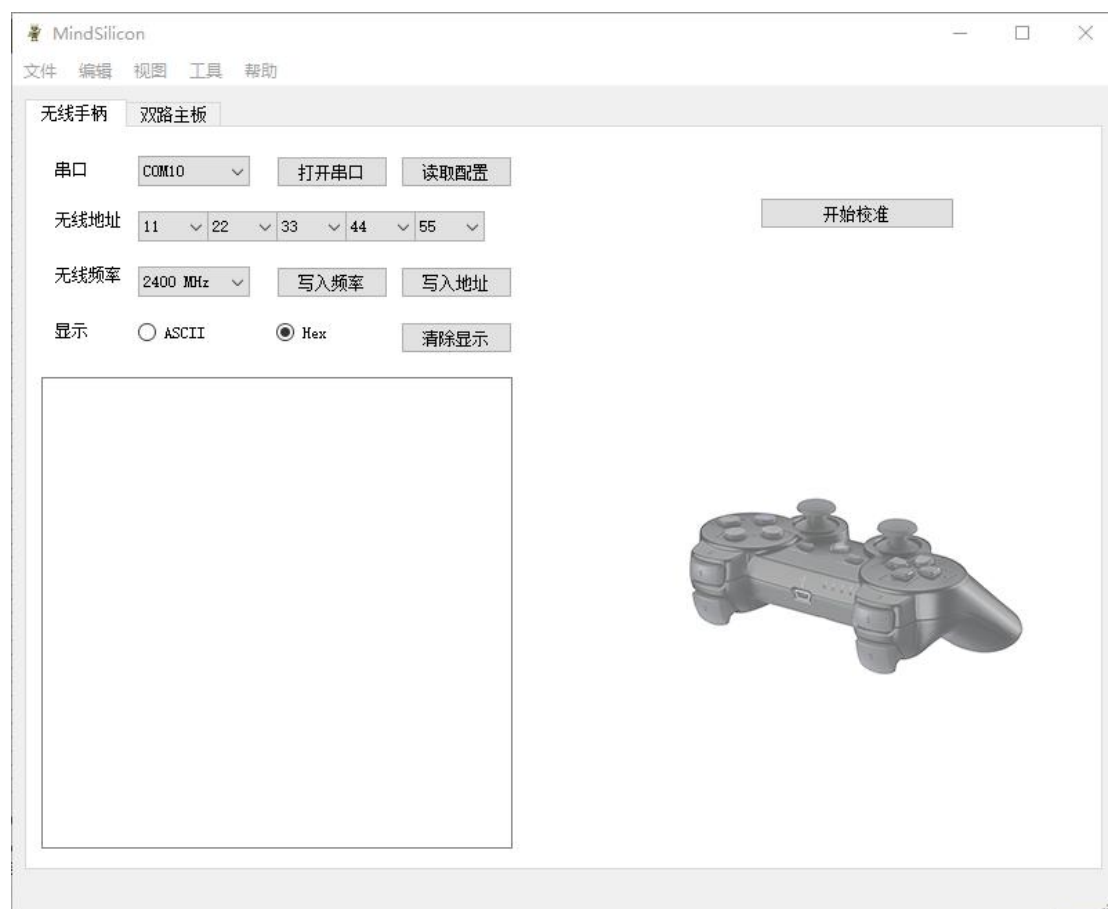
手柄和接收机在出厂前已完成配对和校准。无线地址由 5 个字节组成, 出厂默认地址为 0x11, 0x22, 0x33, 0x44, 0x55, 默认频率为 2400MHz。

如果要修改地址和频率，请先在 www.mindsilicon.com 下载手柄配置软件（仅限 windows 系统）。请先将接收机设置到目标地址和频率，然后把手柄设置到相同的地址和频率，重启手柄和接收机，即可完成配对。

5.1 无线设置

请先将开发板通过 USB 连接到电脑上，确认电脑已经安装过 CH340 驱动程序，驱动安装见后边章节。

然后打开配置软件，如下图所示。选择接收机所对应的串口，点击“打开串口”，点击“读取配置”可以读取接收机的地址和频率。在下拉框中可以选择要设定的地址和频率，点击“写入频率”和“写入地址”完成配置。重启接收机即可生效配置。



5.2 手柄设置

手柄的无线地址和频率设置与接收机相同，可以参考上边步骤，重启手柄后新的无线设置即可生效。接收机摇杆可以通过上边的软件进行校准。

6、USB 烧录

固件升级软件和驱动程序，可以在 www.mindsilicon.com 下载（仅限 windows 系统）。

6.1 驱动安装

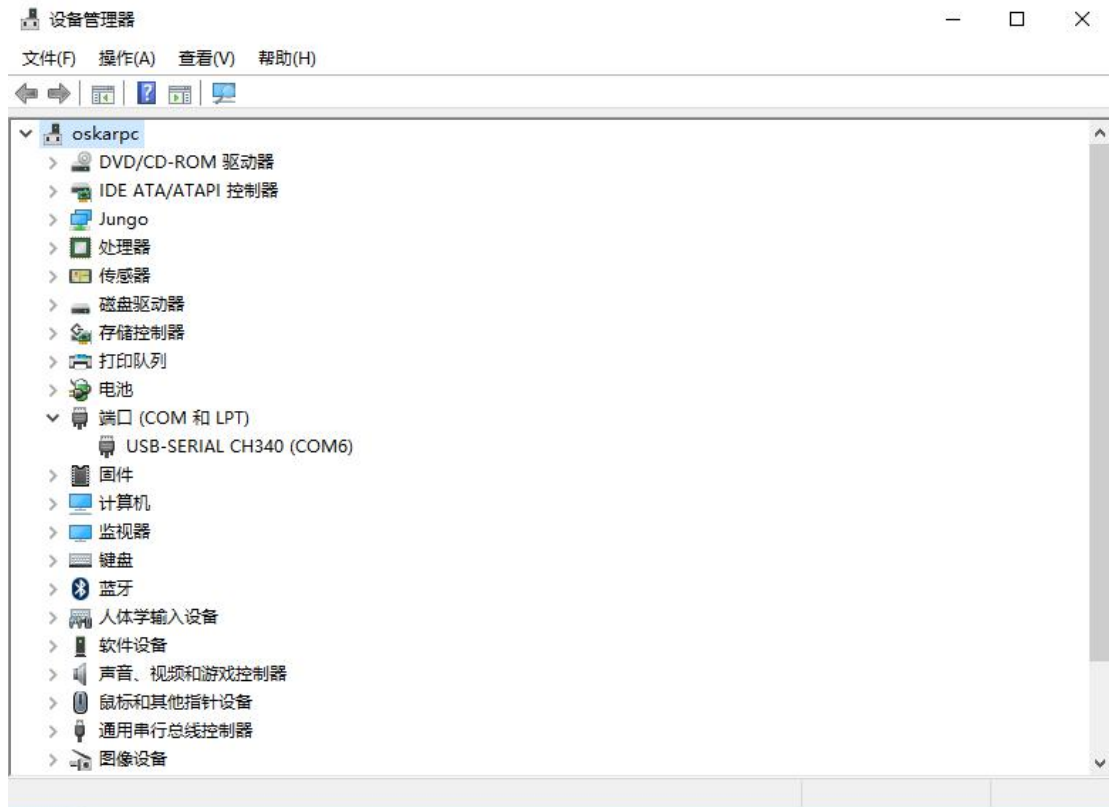
双击 CH341SER.EXE 启动安装程序



选择安装，等待安装完成。



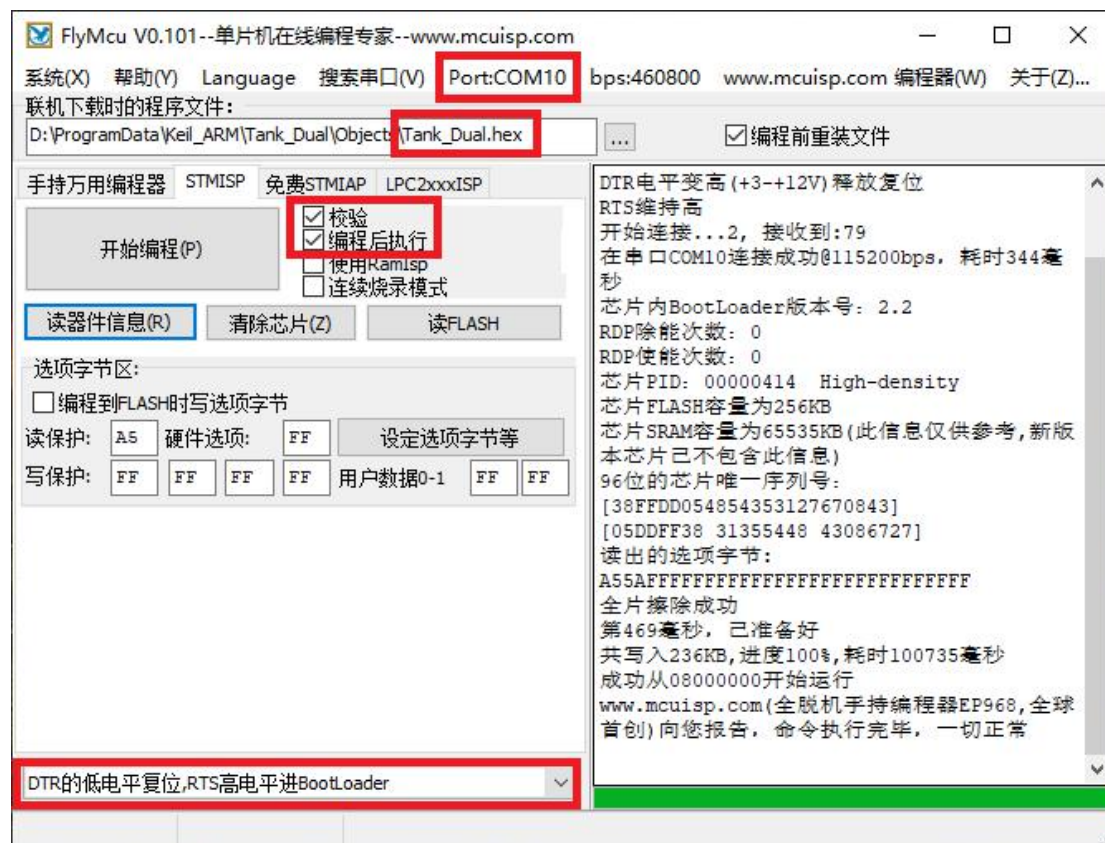
驱动安装成功后，在设备管理器可以看到会有一个端口出现。



如果驱动已经安装过，但对应端口旁有叹号提示，可以右击更新驱动，然后浏览已经安装好的驱动，选择正确驱动即可，如下图。



6.2 烧录固件



操作流程:

- 1、用 miniUSB 线将手柄连接到电脑上,选择正确的端口,这里是 COM10,波特率 115200。
如果不确定是哪个端口,可以打开设备管理器查看。如果没有找到对应端口,请检查驱动程序是否安装正确,驱动安装见上一章节。
- 2、浏览到需要升级的固件 (hex) 文件。
- 3、选择 STMISP, 然后勾选“校验”和“编程后执行”。
- 4、选择“DTR 的低电平复位, RTS 高电平进 BootLoader”。
- 5、用手按住手柄上的电源键“P3 键”不要松开, 点击“开始编程”, 直到程序下载完成。

控制板升级固件后, 无线配置全部恢复默认设置。

7、尺寸说明

