

# TANK RC 远距离无线手柄

## 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 signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.

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.

©2020 Mind Silicon Technologies all rights reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written permission of the copyright holder.

免责声明

感谢您购买使用该产品，在使用之前，请仔细阅读本声明，一旦使用，即被视为对本声明全部内容的认可和接受。请严格遵守手册、产品说明和相关法律法规、政策、准则安装和使用该产品。在使用产品过程中，用户承诺对自己的行为以及因此而产生的所有后果负责。因用户不当使用、安装、改装造成的任何损失，我方将不承担法律责任。

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。

关于免责声明的最终解释权，归 Mind Silicon 所有。

©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。

目录

TANK RC 远距离无线手柄.....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.....4

        2.1 通道介绍.....4

        2.2 常用功能.....5

        2.3 接收机介绍.....6

        2.4 电气参数.....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 接收机设置.....12

5.2 手柄设置.....13

6、 升级固件.....13

6.1 驱动安装.....13

6.2 升级手柄固件.....15

6.3 升级接收机固件.....16

1、 产品特性

Tank RC 无线手柄是一款专门为机器人项目开发的 2.4G 非标无线手柄，通信协议透明，用户可以轻松读懂通信数据内容及其含义。用户也可以使用手柄发送和接收自定义的任意数据内容。

- 16 路数字通道，4 路模拟通道，双向无线通信，支持数据回传。
- 内置 32 位 ARM 处理器，72MHz 运行频率，处理能力出色，5 毫秒超低延迟。
- 内置 100mW 无线模块，空旷无干扰区域实测通信距离大于 500 米。
- 2.4G 频段，通信频率可以设置，126 可选频道。
- 40 位地址可设置，可以通过设置地址和频率实现无线配对。
- USB 接口，可对接上位机软件通过无线收发数据，或升级固件，波特率 115200，8N1N。
- 2 路不同震感的振动电机，1 路无源蜂鸣器，4 路 LED 指示灯，提供丰富的反馈提醒。
- 内置可充电锂电池，低电量提醒，电量过低自动关机。充满电后，使用时间大于 3 小时。

## 2、功能介绍



### 2.1 通道介绍

手柄中的按键为数字通道，16 个按键组成了 16 个数字通道。

**数字通道为：**左侧的上、下、左、右键，即 LU (Left Up)、LD (Left Down)、LL (Left Left)、LR (Left Right)，左前方的 L1 键和 L2 键。

右侧的△、×、□、○键，分别为 RU (Right Up)、RD (Right Down)、RL (Right Left)、RR (Right Right)，左前方的 R1 键和 R2 键。

中间的 Select 为 SE 键，ST 为 Start 键。左侧和右侧的摇杆可以向下方按动，分别为 L 键和 R 键。

**模拟通道为：**手柄左侧摇杆的水平方向为第一个模拟通道，垂直方向为第二个模拟通道。右侧摇杆的水平方向为第三个模拟通道，垂直方向为第四个模拟通道。

## 2.2 常用功能

**电源键：**图中 P3 键为电源键，长按电源键可以开机或者关机。

**振动电机：**内置两个不同震感的振动电机，可以通过回传数据触发震动，来提醒用户。

**指示灯：**手柄前侧总共有 4 个指示灯。从左侧开始，依次为：

第一个红色指示灯为充电指示，充电时亮起，电量充满后熄灭。

第二个红色指示灯为电源指示，开机后亮起。

第三个蓝色指示灯为系统指示，手柄正常工作时亮起。

第四个蓝色指示灯为无线指示，手柄数据成功发送到接收机，并收到接收机的应答后闪烁一次。信号正常时为快速闪烁，如果闪烁缓慢，表示信号弱，数据有丢失。当接收机和手柄距离过大，或者受到障碍物遮挡时，信号会变弱，此时可减小距离或者避开障碍物。

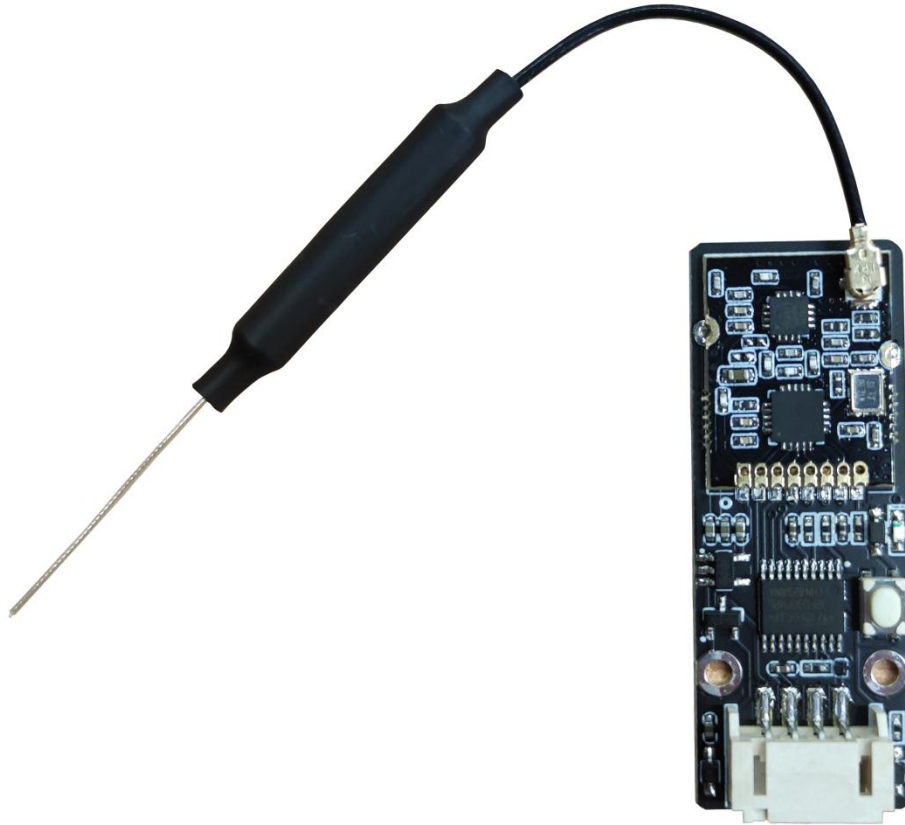
**蜂鸣器：**无源蜂鸣器可以播放开关机音乐，低电量提示音乐（红尘情歌），无线数据丢包或者断开时会发出嘟嘟声。

**低电量提醒：**手柄内置可充电锂电池。当电池电量即将耗尽时，蜂鸣器会播放音乐（红尘情歌），此时用户应当尽快收回受控设备。当电量低于保护电压时，手柄会自动关机，避免过放损坏电池。

**无线丢包提醒：**无线数据丢包或者无线断开时，蜂鸣器会发出“嘟嘟声”，用户可据此判断遥控距离是否过远。无线丢包提示比较敏感，当数据有丢失时会立刻发声提示用户，但此时无线可能并未完全断开，用户仍然可以操作，应尽快缩短距离避免失控。如果蜂鸣器持续发出提示音，意味着无线已经完全断开。当接收机没有开机时，打开手柄也会发出“嘟嘟声”。

**USB 接口：**可以用于和上位机通信，充电（仅限 5V），或者更新固件。

## 2.3 接收机介绍



接收机通信接口共有四个信号，分别是 TX，RX，5V，GND，通过背面丝印可以看到。接收机和被控制设备的串口接线顺序为：

- 接收机 TX 接被控制设备的 RX
- 接收机 RX 接被控制设备的 TX
- 接收机 5V 接被控制设备的 5V
- 接收机 GND 接被控制设备的 GND

接收机上的按钮在升级固件时将会用到，详细介绍在后边章节。注意给接收机提供的工作电流不应低于 350mA，否则将导致接收异常。

## 2.4 电气参数

- 手柄和接收机工作电压均为 5V，手柄最高充电电压不可以超过 5.5V，接收机最高供电电压不得超过 5.2V，否则将造成不可逆的损坏。
- 接收机工作电流 350mA，供电电流不足将导致接收异常。
- 接收机 TX 和 RX 信号兼容 3.3V 和 5V 电平。
- 手柄 USB 口和接收机串口，波特率均为 115200，8N1N。
- 无线发射功率 100mW，频段 2400 ~ 2525MHz。

## 3、注意事项

手柄内置锂电池，正常情况下电池充电完成后会自动停止充电，放电完毕后会自动关机。充电指示灯熄灭表示充电完成，电池充电时间最长不会超过 4 小时。但用户应当避免长时间给手柄充电，这将影响电池寿命。

请勿拆机、刺穿或者投入火中，请远离易燃易爆物品存放。内含细小配件，不适合 14 岁以下人群，请放置在儿童无法接触到的位置。

使用过程中，禁止用手触摸接收机电路，以免影响无线正常工作。

## 4、通信协议

### 4.1 通信数据格式

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：AA AA 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。

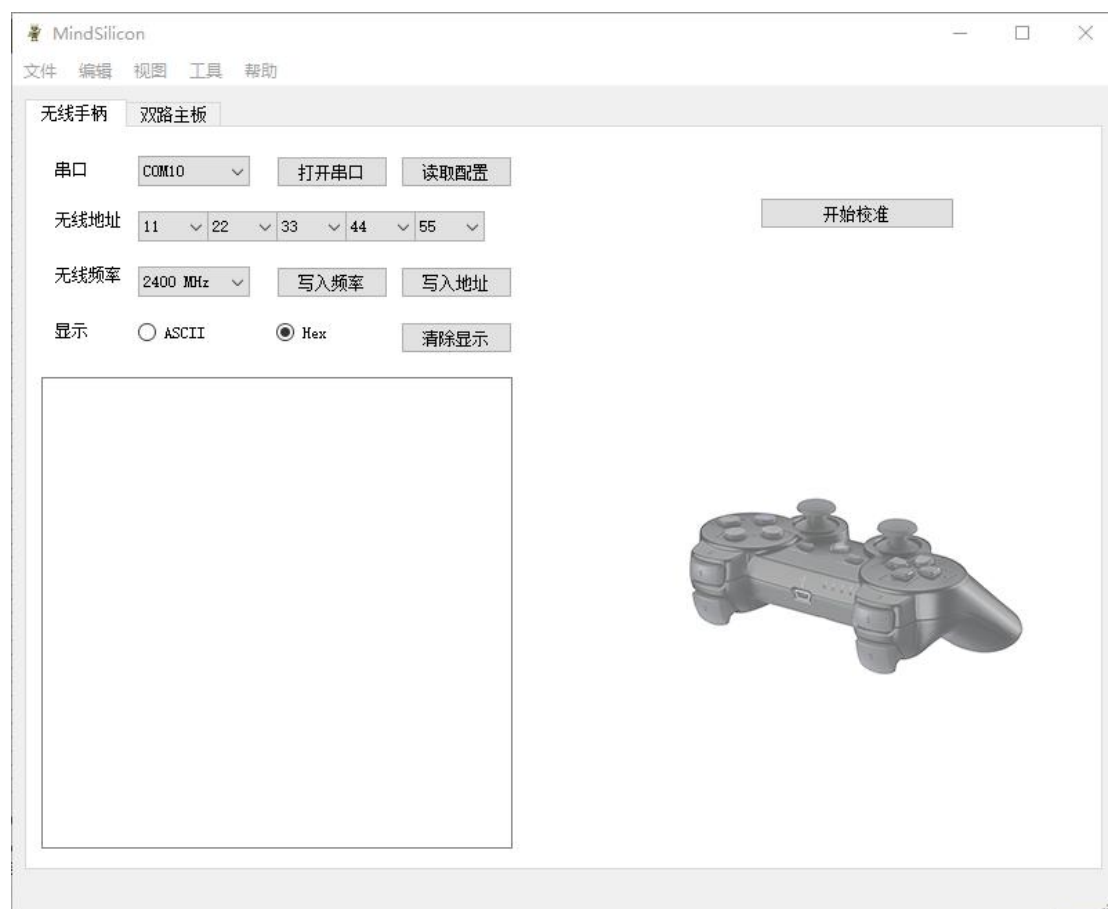
如果要修改地址和频率，请先在 [www.mindsilicon.com](http://www.mindsilicon.com) 下载手柄配置软件（仅限 windows 系统）。请先将接收机设置到目标地址和频率，然后把手柄设置到相同的地址和频率，重启手柄和接收机，即可完成配对。

## 5.1 接收机设置

请先准备一个串口转 USB 模块，将接收机和串口转 USB 模块连接，插入电脑。接收机与串口转 USB 模块接线顺序为：

- 接收机 TX 接串口模块 RX
- 接收机 RX 接串口模块 TX
- 接收机 5V 接串口模块 5V
- 接收机 GND 接串口模块 GND

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、升级固件

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

### 6.1 驱动安装

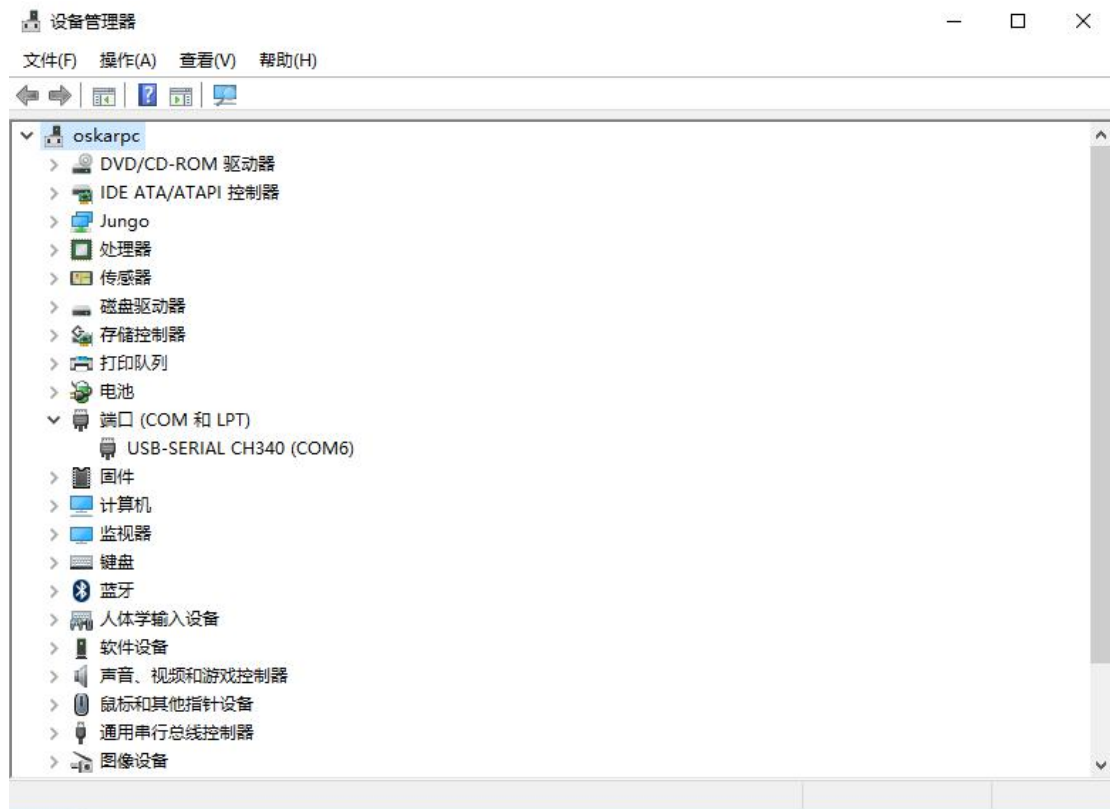
双击 CH341SER.EXE 启动安装程序



选择安装，等待安装完成。



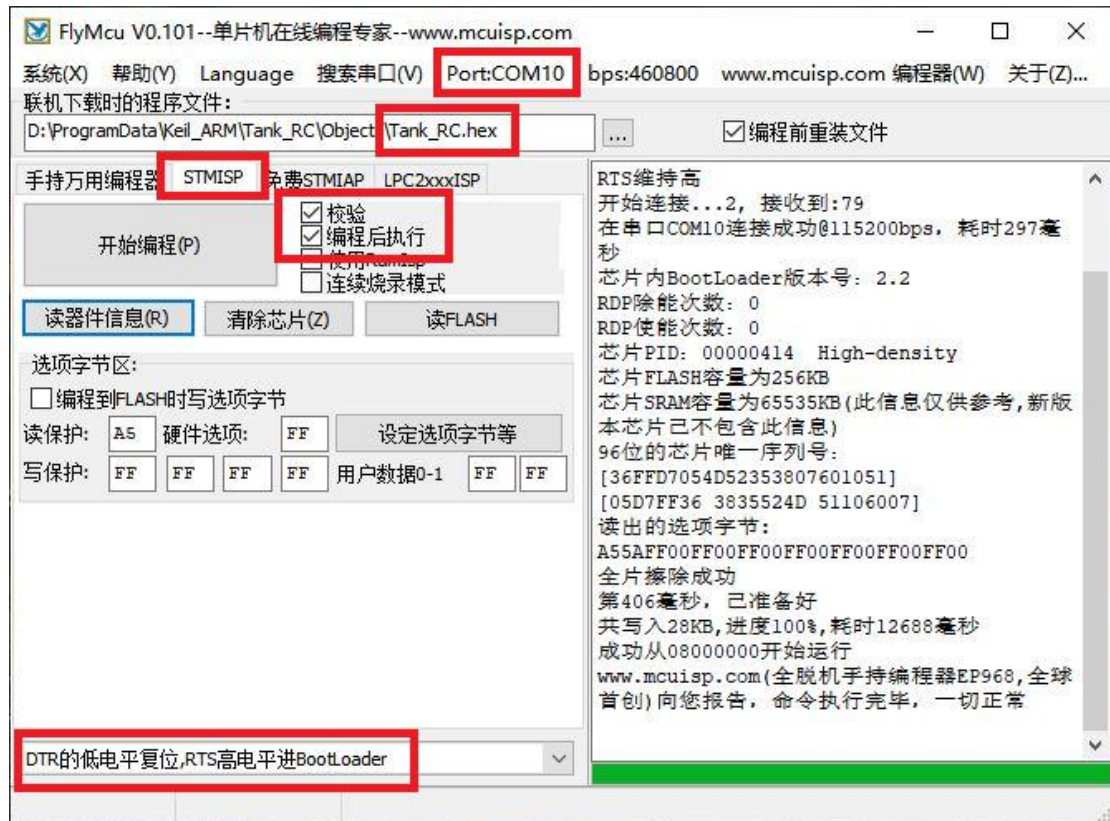
驱动安装成功后，在设备管理器可以看到会有一个端口出现。



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 升级手柄固件



### 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。

手柄升级固件后, 摇杆需要重新校准, 否则无法使用, 摇杆校准请参考前边章节。

手柄升级固件后, 无线配置全部恢复默认设置。

## 6.3 升级接收机固件