



RoboMasters 比赛中，参赛队员需使用 DJI 官方提供的 2.4GHz 遥控系统，具体型号为 DT7 和 DR16 详细信息如下所示：

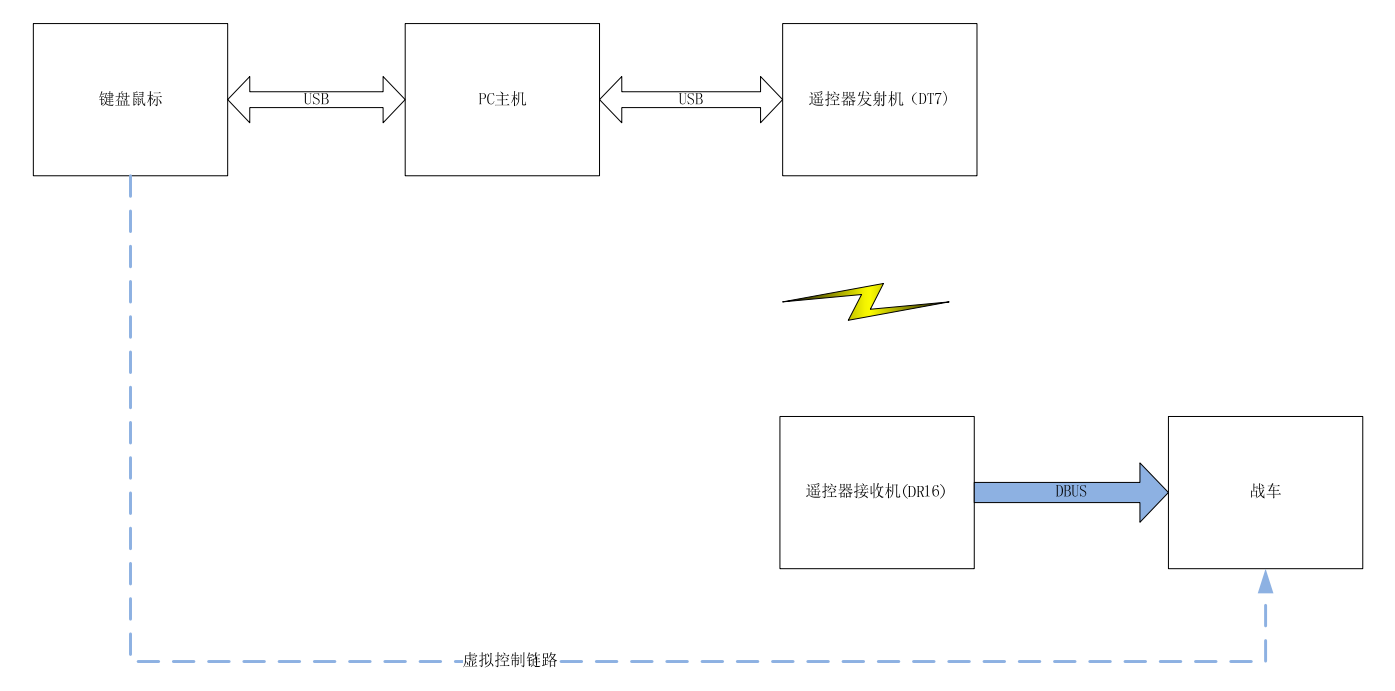
官方产品主页	http://www.dji.com/cn/product/dt7-dr16-rc-system
遥控器驱动	http://download.dji-innovations.com/downloads/dt7/cn/DT7&DR16_RC_System_User_Manual_v1.00_cn.pdf
使用手册	http://download.dji-innovations.com/downloads/driver/DJI_WIN_Driver_Installer.exe

特别注意：

- 1： 仅仅装 DT7 驱动软件，不要安装 DT7&DR16 调参软件
- 2： RoboMasters 提供的遥控系统是 DJI 特别定制的，不要随意升级遥控器固件，否则会造成遥控器无法使用

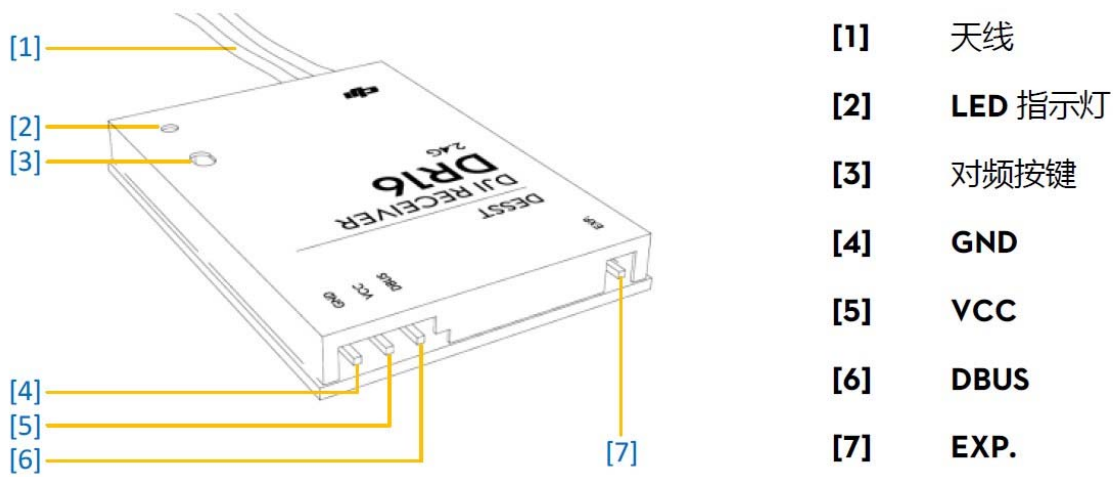
遥控器接收机输出信号为标准 DBUS 协议数据，同时 RoboMasters 官方为了便于 PC 控制战车，在原有遥控器的工程

上，增加了额外的键盘鼠标控制信息，控制链路如下所示



接下来，本文重点介绍图中的蓝色单向 DBUS 控制帧

遥控器接收机



这里重点关注 4/5/6 三根控制线，4 是地线，5 是 VCC 用于为接收机供电，电压范围为 4-8.4V，6 是 DBUS 数据输出线

当接收机和发射机建立连接后，接收机会每隔 7ms 通过 DBUS 发送一帧数据（18 字节），DBUS 的通信参数如下

DBUS 参数	数值
波特率	100Kbps
单元数据长度	8
奇偶校验位	偶校验
结束位	1
流控	无

注：DBUS 信号控制电平符合 TTL，但是和普通 UART 信号是相反的，所以需要在 MCU 端需要增加三极管取反电路，MCU 才能正常识别出 UART 信号

控制帧的结构如下所示

表 1 遥控器信息

域	通道 0	通道 1	通道 2	通道 3	S1	S2
偏移	0	11	22	33	44	46
长度（bit）	11	11	11	11	2	2
符号位	无	无	无	无	无	无
范围	最大值 1684 中间值 1024 最小值 364	最大值 1684 中间值 1024 最小值 364	最大值 1684 中间值 1024 最小值 364	最大值 1684 中间值 1024 最小值 364	最大值 3 最小值 1	最大值 3 最小值 1
功能	无符号类型 遥控器通道 0 控制信息	无符号类型 遥控器通道 1 控制信息	无符号类型 遥控器通道 2 控制信息	无符号类型 遥控器通道 3 控制信息	遥控器发射机 S1 开关位置 1：上 2：下 3：中	遥控器发射机 S2 开关位置 1：上 2：下 3：中

遥控器的通道和控制开关如下所示

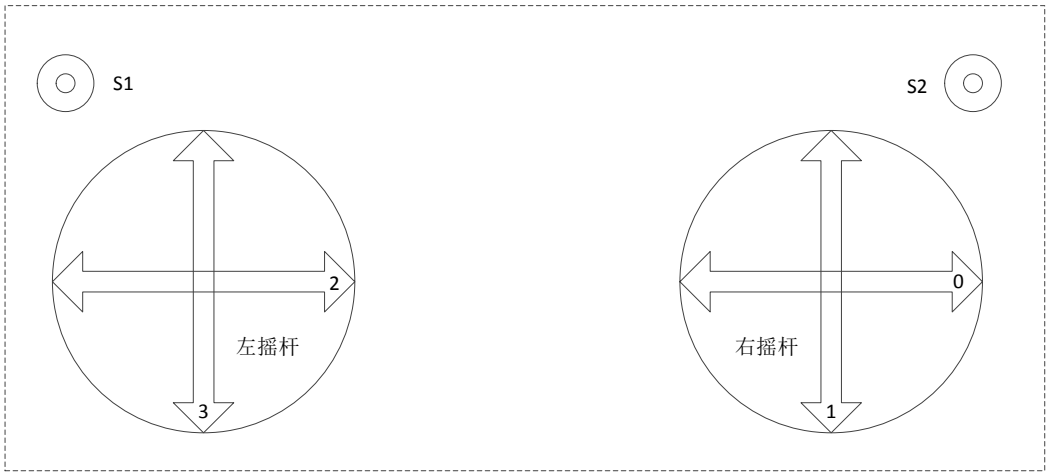


表 2，鼠标信息

域	鼠标 X 轴	鼠标 Y 轴	鼠标 Z 轴	鼠标左键	鼠标右键
偏移	48	64	80	86	94
长度	16	16	16	8	8

符号位	有	有	有	无	无
范围	最大值 32767 最小值-32768 静止值 0	最大值 32767 最小值-32768 静止值 0	最大值 32767 最小值-32768 静止值 0	最大值 1 最小值 0	最大值 1 最小值 0
功能	鼠标在 X 轴的移动速度 负值标识往左移动 正值标识往右移动	鼠标在 Y 轴的移动速度 负值标识往左移动 正值标识往右移动	鼠标在 Z 轴的移动速度 负值标识往左移动 正值标识往右移动	鼠标左键是否按下 0 --- 没按下 1 --- 按下	鼠标右键是否按下 0 --- 没按下 1 --- 按下

表 3， 键盘信息

域	按键	保留字段
偏移	102	
长度	16	
符号位	无	
范围	位值标识	
功能	每个按键对应一个 bit， 如下所示 Bit0 ----- W 键 Bit1 ----- S 键 Bit2 ----- A 键 Bit3 ----- D 键 Bit4 ----- Q 键 Bit5 ----- E 键 Bit6 ----- Shift 键 Bit7 ----- Ctrl 键	

对应的数据帧结构如下所示

```
#pragma pack(1)
typedef union
{
    struct
    {
        struct
        {
            uint8_t  ch0_h:8;           //!< Byte 0

            uint8_t  ch0_l:3;           //!< Byte 1
            uint8_t  ch1_h:5;

            uint8_t  ch1_l:6;           //!< Byte 2
            uint8_t  ch2_h:2;

            uint8_t  ch2_m:8;           //!< Byte 3

            uint8_t  ch2_l:1;           //!< Byte 4
            uint8_t  ch3_h:7;

            uint8_t  ch3_l:4;           //!< Byte 5
```

```

        uint8_t  s1:2;
        uint8_t  s2:2;
    }rc;

    struct
    {
        int16_t x;           //!< Byte 6-7
        int16_t y;           //!< Byte 8-9
        int16_t z;           //!< Byte 10-11
        uint8_t press_l;     //!< Byte 12
        uint8_t press_r;     //!< Byte 13
    }mouse;

    struct
    {
        uint16_t v;          //!< Byte 14-15
    }key;

    uint16_t resv;           //!< Byte 16-17
};
uint8_t buf[18];           //!< Union --> Byte<0-17>
}RC_Ctl_Define_t;

```

附录： 参考代码（STM32F4 平台）

```
// #pragma pack(1)
// typedef union
// {
//     struct
//     {
//         struct
//         {
//             uint8_t  ch0_h:8;           //!< Byte 0
//
//             uint8_t  ch0_l:3;           //!< Byte 1
//             uint8_t  ch1_h:5;
//
//             uint8_t  ch1_l:6;           //!< Byte 2
//             uint8_t  ch2_h:2;
//
//             uint8_t  ch2_m:8;           //!< Byte 3
//
//             uint8_t  ch2_l:1;           //!< Byte 4
//             uint8_t  ch3_h:7;
//
//             uint8_t  ch3_l:4;           //!< Byte 5
//             uint8_t  s1:2;
//             uint8_t  s2:2;
//         }rc;
//
//         struct
//         {
//             int16_t x;                 //!< Byte 6-7
//             int16_t y;                 //!< Byte 8-9
//             int16_t z;                 //!< Byte 10-11
//             uint8_t press_l;           //!< Byte 12
//             uint8_t press_r;           //!< Byte 13
//         }mouse;
//
//         struct
//         {
//             uint16_t v;                 //!< Byte 14-15
//         }key;
//
//             uint16_t resv;              //!< Byte 16-17
//         };
//         uint8_t buf[18];               //!< Union --> Byte<0-17>
//     }RC_Ctl_Define_t;

/* ----- RC Channel Definition----- */
#define RC_CH_VALUE_MIN      ((uint16_t)364 )
#define RC_CH_VALUE_OFFSET   ((uint16_t)1024)
#define RC_CH_VALUE_MAX      ((uint16_t)1684)

/* ----- RC Switch Definition----- */
#define RC_SW_UP              ((uint16_t)1)
#define RC_SW_MID             ((uint16_t)3)
#define RC_SW_DOWN            ((uint16_t)2)

/* ----- PC Key Definition----- */
#define KEY_PRESSED_OFFSET_W   ((uint16_t)0x01<<0)
#define KEY_PRESSED_OFFSET_S   ((uint16_t)0x01<<1)
#define KEY_PRESSED_OFFSET_A   ((uint16_t)0x01<<2)
#define KEY_PRESSED_OFFSET_D   ((uint16_t)0x01<<3)
#define KEY_PRESSED_OFFSET_Q   ((uint16_t)0x01<<4)
#define KEY_PRESSED_OFFSET_E   ((uint16_t)0x01<<5)
#define KEY_PRESSED_OFFSET_SHIFT ((uint16_t)0x01<<6)
#define KEY_PRESSED_OFFSET_CTRL ((uint16_t)0x01<<7)

/* ----- Data Struct ----- */
typedef struct
{
```

```

struct
{
    uint16_t ch0;
    uint16_t ch1;
    uint16_t ch2;
    uint16_t ch3;
    uint8_t s1;
    uint8_t s2;
}rc;

struct
{
    int16_t x;
    int16_t y;
    int16_t z;
    uint8_t press_l;
    uint8_t press_r;
}mouse;

struct
{
    uint16_t v;
}key;
}RC_Ctl_t;

/* ----- Internal Data ----- */
volatile unsigned char sbus_rx_buffer[25];
static RC_Ctl_t RC_Ctl;

/* ----- Function Implements ----- */

/*****
 * @fn      RC_Init
 *
 * @brief    configure stm32 usart2 port
 *          - USART Parameters
 *          - 100Kbps
 *          - 8-N-1
 *          - DMA Mode
 *
 * @return   None.
 *
 * @note     This code is fully tested on STM32F405RGT6 Platform, You can port it
 *           to the other platform.
 */
void RC_Init(void)
{
    /* ----- Enable Module Clock Source ----- */
    RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOA | RCC_AHB1Periph_DMA1, ENABLE);
    RCC_APB1PeriphClockCmd(RCC_APB1Periph_USART2, ENABLE);
    GPIO_PinAFConfig(GPIOA, GPIO_PinSource3, GPIO_AF_USART2);

    /* ----- Configure GPIO ----- */
    {
        GPIO_InitTypeDef gpio;
        USART_InitTypeDef usart2;

        gpio.GPIO_Pin   = GPIO_Pin_3 ;
        gpio.GPIO_Mode   = GPIO_Mode_AF;
        gpio.GPIO_OType  = GPIO_OType_PP;
        gpio.GPIO_Speed  = GPIO_Speed_100MHz;
        gpio.GPIO_PuPd   = GPIO_PuPd_NOPULL;
        GPIO_Init(GPIOA, &gpio);

        USART_DeInit(USART2);
        usart2.USART_BaudRate           = 100000;
        usart2.USART_WordLength         = USART_WordLength_8b;
        usart2.USART_StopBits           = USART_StopBits_1;
        usart2.USART_Parity              = USART_Parity_Even;
        usart2.USART_Mode                = USART_Mode_Rx;
    }
}

```

```

    usart2.USART_HardwareFlowControl = USART_HardwareFlowControl_None;
    USART_Init(USART2, &usart2);

    USART_Cmd(USART2, ENABLE);
    USART_DMACmd(USART2, USART_DMAReq_Rx, ENABLE);
}

/* ----- Configure NVIC ----- */
{
    NVIC_InitTypeDef nvic;

    nvic.NVIC_IRQChannel          = DMA1_Stream5_IRQn;
    nvic.NVIC_IRQChannelPreemptionPriority = 1;
    nvic.NVIC_IRQChannelSubPriority   = 1;
    nvic.NVIC_IRQChannelCmd          = ENABLE;
    NVIC_Init(&nvic);
}

/* ----- Configure DMA ----- */
{
    DMA_InitTypeDef dma;

    DMA_DeInit(DMA1_Stream5);
    dma.DMA_Channel          = DMA_Channel_4;
    dma.DMA_PeripheralBaseAddr = (uint32_t)&(USART2->DR);
    dma.DMA_Memory0BaseAddr   = (uint32_t)sbus_rx_buffer;
    dma.DMA_DIR               = DMA_DIR_PeripheralToMemory;
    dma.DMA_BufferSize        = 18;
    dma.DMA_PeripheralInc      = DMA_PeripheralInc_Disable;
    dma.DMA_MemoryInc          = DMA_MemoryInc_Enable;
    dma.DMA_PeripheralDataSize = DMA_PeripheralDataSize_Byte;
    dma.DMA_MemoryDataSize     = DMA_MemoryDataSize_Byte;
    dma.DMA_Mode               = DMA_Mode_Circular;
    dma.DMA_Priority           = DMA_Priority_VeryHigh;
    dma.DMA_FIFOMode           = DMA_FIFOMode_Disable;
    dma.DMA_FIFOThreshold      = DMA_FIFOThreshold_1QuarterFull;
    dma.DMA_MemoryBurst        = DMA_Mode_Normal;
    dma.DMA_PeripheralBurst    = DMA_PeripheralBurst_Single;
    DMA_Init(DMA1_Stream5, &dma);

    DMA_ITConfig(DMA1_Stream5, DMA_IT_TC, ENABLE);
    DMA_Cmd(DMA1_Stream5, ENABLE);
}
}

/*****
 * @fn      DMA1_Stream5_IRQHandler
 *
 * @brief    USART2 DMA ISR
 *
 * @return   None.
 *
 * @note     This code is fully tested on STM32F405RGT6 Platform, You can port it
 *           to the other platform.
 */
void DMA1_Stream5_IRQHandler(void)
{
    if(DMA_GetITStatus(DMA1_Stream5, DMA_IT_TCIF5))
    {
        DMA_ClearFlag(DMA1_Stream5, DMA_FLAG_TCIF5);
        DMA_ClearITPendingBit(DMA1_Stream5, DMA_IT_TCIF5);

        RC_Ctl.rc.ch0 = (sbus_rx_buffer[0] | (sbus_rx_buffer[1] << 8)) & 0x07ff;    //!< Channel 0
        RC_Ctl.rc.ch1 = ((sbus_rx_buffer[1] >> 3) | (sbus_rx_buffer[2] << 5)) & 0x07ff;    //!< Channel 1
        RC_Ctl.rc.ch2 = ((sbus_rx_buffer[2] >> 6) | (sbus_rx_buffer[3] << 2) |
                        (sbus_rx_buffer[4] << 10)) & 0x07ff;    //!< Channel 2
        RC_Ctl.rc.ch3 = ((sbus_rx_buffer[4] >> 1) | (sbus_rx_buffer[5] << 7)) & 0x07ff;    //!< Channel 3
        RC_Ctl.rc.s1 = ((sbus_rx_buffer[5] >> 4) & 0x000C) >> 2;    //!< Switch left
        RC_Ctl.rc.s2 = ((sbus_rx_buffer[5] >> 4) & 0x0003);    //!< Switch right
    }
}

```



```

RC_Ctl.mouse.x = sbus_rx_buffer[6] | (sbus_rx_buffer[7] << 8);          //!< Mouse X axis
RC_Ctl.mouse.y = sbus_rx_buffer[8] | (sbus_rx_buffer[9] << 8);          //!< Mouse Y axis
RC_Ctl.mouse.z = sbus_rx_buffer[10] | (sbus_rx_buffer[11] << 8);        //!< Mouse Z axis
RC_Ctl.mouse.press_l = sbus_rx_buffer[12];                               //!< Mouse Left Is Press ?
RC_Ctl.mouse.press_r = sbus_rx_buffer[13];                               //!< Mouse Right Is Press ?

RC_Ctl.key.v = sbus_rx_buffer[14] | (sbus_rx_buffer[15] << 8);          //!< KeyBoard value
}
}

```