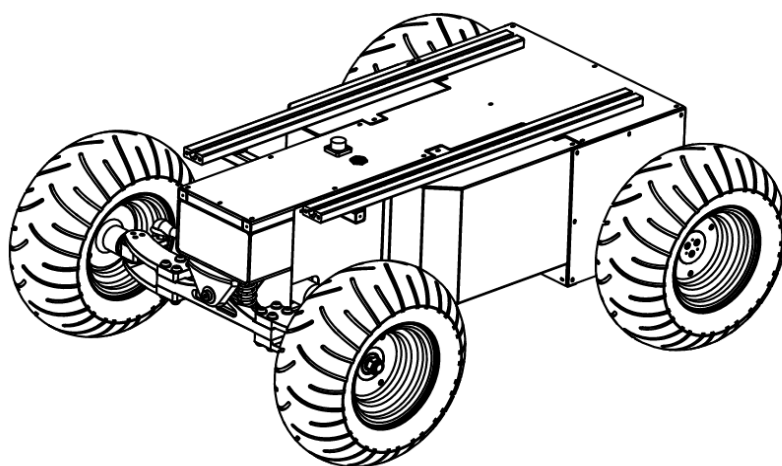




## 松灵机器人产品 HUNTER 用户手册

AgileX Robotics Team

Version 1.2 Release



# 目录

<b>1 HUNTER 简介 Introduction.....</b>	<b>3</b>
1.1 产品列表 .....	3
1.2 性能参数 .....	3
1.3 开发所需 .....	4
<b>2 基本介绍 The Basics .....</b>	<b>5</b>
2.1 状态指示 .....	6
2.2 电气接口说明 .....	6
2.2.1 顶部电气接口说明 .....	6
2.2.2 尾部电气接口说明 .....	8
2.3 DJI 遥控说明 .....	9
2.3 控制指令与运动说明 .....	11
<b>3 使用与开发 Getting Started .....</b>	<b>12</b>
3.1 使用与操作 .....	12
3.2 充电 .....	13
3.3 开发 .....	13
3.3.1 CAN 接口协议 .....	13
3.3.2 CAN 线的连接 .....	18
3.3.3 CAN 指令控制的实现 .....	19
<b>4 注意事项 Attention .....</b>	<b>21</b>
4.1 HUNTER 电池注意事项 .....	21
4.2 HUNTER 使用环境注意事项 .....	21
4.3 HUNTER 电气外部扩展注意事项 .....	22
4.4 HUNTER 机械负载注意事项 .....	22
4.5 其他注意事项 .....	22
<b>5 常见问题与解决 Q&amp;A .....</b>	<b>23</b>

## **6 产品尺寸 Product Dimensions ..... 24**

6.1 产品外形尺寸说明图 ..... 24

6.2 顶部扩张支架尺寸说明图 ..... 25

# 1 HUNTER 简介 Introduction

HUNTER 是一款阿克曼模型可编程 UGV (Unmanned Ground Vehicle)，它是一款采用阿克曼转向设计的底盘，具有和汽车类似的特征，在普通水泥、柏油路上优势明显。相对于四轮差速底盘，HUNTER 具有更高的载重能力，能达到更高的运动速度，同时对结构和轮胎的磨损更小，适合长时间的工作。HUNTER 虽不是为全地形设计，但是装备了摇摆臂悬挂，能够通过减速带等常见障碍物。立体相机、激光雷达、GPS、IMUs、机械手等设备可选择加装至 HUNTER 作为扩展应用。HUNTER 可被应用到无人巡检、安防、科研、勘探、物流等领域。

## 1.1 产品列表

名称	数量
HUNTER 机器人本体	X 1
钥匙锁	X 1
电池充电器(AC 220V)	X 1
航空插头公头 (4Pin)	X 2
DJI 遥控器(选配)	X 1

## 1.2 性能参数

参数类型	项目	指标
机械参数	长 x 宽 x 高 (mm )	980 X 718 X 330
	轴距 (mm)	650
	前 / 后轮距 (mm)	578
	车体重量 (Kg)	45~50
	电池类型	锂电池 24V 20aH
	动力驱动电机	直流无刷 2 X 200W
	转向驱动电机	直流无刷 200W
	减速箱	1: 32
	驱动形式	后轮驱动
	转向	前轮阿克曼
	最大转向角度	30°
	转向精度	0.5°

性能参数指针	空载最高车速 (m/s)	1.65
	最小转弯半径 (mm)	1700
	最大爬坡能力	20°
	最小离地间隙 (mm)	105
控制参数	控制模式	遥控控制 控制指令模式
	遥控器	2.4G / 极限距离 1Km
	通讯接口	CAN / RS232

## 1.3 开发所需

HUNTER 出厂时可选配 DJI/FS 遥控器，用户可以通过遥控器控制 HUNTER 移动机器人底盘，完成移动和转向控制操作；HUNTER 配备了 CAN 和 RS232，用户可以通过 CAN 和 RS232 接口进行二次开发。

## 2 基本介绍 The Basics

本部分内容将会对 HUNTER 移动机器人底盘作一个基本的介绍，便于用户和开发者对于 HUNTER 底盘有一个基本的认识。如下图 2.1 与 2.2 所示，为整个移动机器人底盘的一个概览视图。

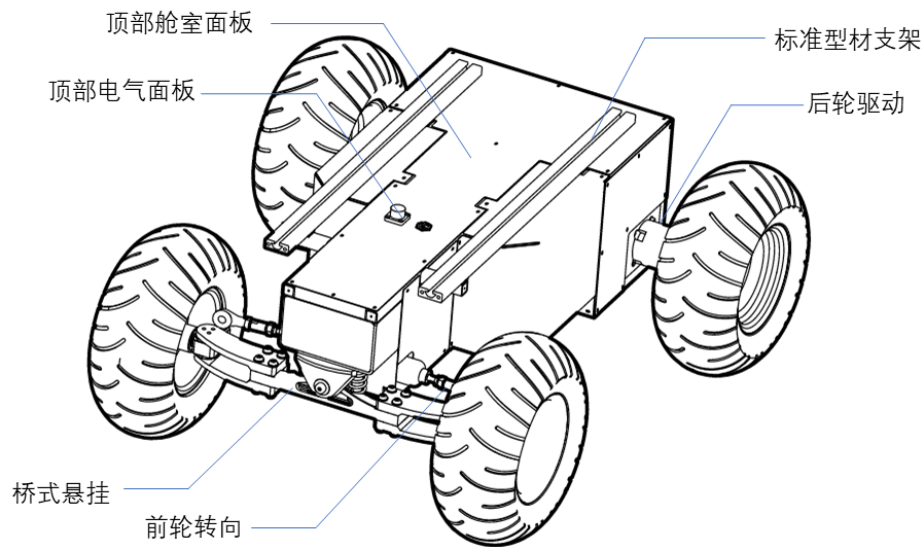


图 2.1 前部概览视图

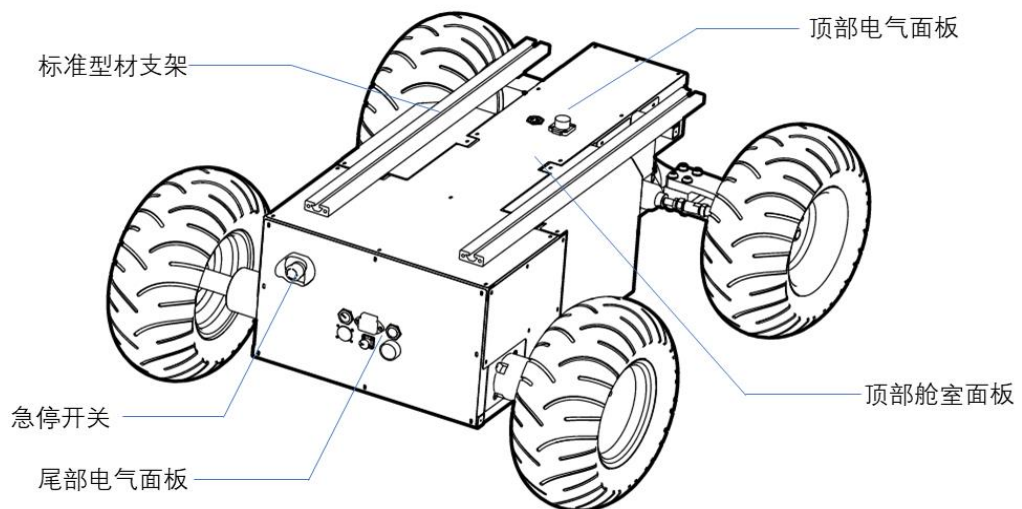


图 2.2 尾部概览视图

HUNTER 整体上采用了模块化和智能化的设计思想，在动力模块上采用充气胶轮与独立悬挂的复合设计，再加上动力强劲的直流无刷伺服电机，使得 HUNTER 机器人底盘开发平台具有很强的通过性和地面适应性，可在不同的地面灵活运动。

车体尾部安装了急停开关，使得在发生紧急情况时可快速进行紧急停车操作，避免发生安全事故，降低或避免不必要的损失。

在汽车的尾部和顶部均配置了开放的电气接口和通讯接口，方便客户进行二次开发，电气接口在设计选型上采用了航空防水接插件，一方面利用客户的扩展和使用，另外一方面使得机器人平台可以在一些严苛的环境种使用。

## 2.1 状态指示

用户可以通过安装在 HUNTER 上的电压表、蜂鸣器以及灯光来确定车体的状态。具体可以参考表 2.1。

表格 2.1 车体状态说明表

状态	描述
当前电压	当前电池电压可通过尾部电气面板中的电压表查看，精确到 1V
低电压报警	当电池电压低于 22V，车体会发出“滴-滴-滴”刺激的声音进行提示。当检测到电池电压低于 21.5V 时，HUNTER 为了防止电池损坏，会主动切断外部扩展供电和驱动器供电，此时底盘将无法进行运动控制和接受外部指令控制。
上电显示	前后灯光亮起

## 2.2 电气接口说明

### 2.2.1 顶部电气接口说明

HUNTER 提供了两组 4 引脚航空外部扩展接口以及一组 DB9（RS232）通信控制接口（当前版本可以用于固件升级，不支持控制）。

顶部航空接口位置如图 2.3 所示。

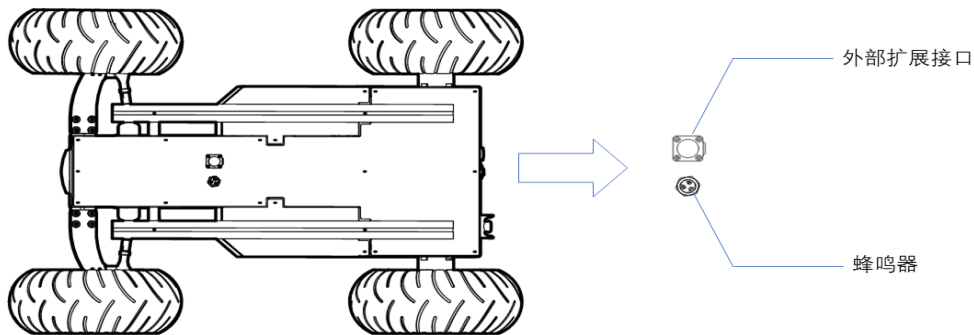
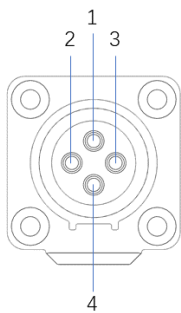


图 2.3 HUNTER 顶部电气界面示意图

HUNTER 顶部以及尾部均设置有一个航空扩展接口，航空扩展接口配置了一组电源以及一组 CAN 通讯接口。便于使用者可给扩展设备提供电源，以及通讯使用。其具体引脚定义图 2.4。

这里需要注意的是，这里的扩展电源受内部控制，当电池电压低于安全电压会主动切断供电，所以客户需要注意，在达到临界电压前 HUNTER 平台会发出低电压报警通知，用户在使用过程中注意充电。



引脚编号	引脚类型	功能及定义	备注
1	电源	VCC	电源正，电压范围 23~29.2V,最大电流10A
2		GND	电源负
3	CAN	CAN_H	CAN总线高
4		CAN_L	CAN总线低

图 2.4 顶部航空扩展接口引脚定义图



### 2.2.2 尾部电气接口说明

尾部的扩展接口如图 2.4 所示，其中 Q1 为钥匙开关，是电气部分总开关；Q2 为充电界面；Q3 驱动系统供电开关；Q4 为 DB9 串口（**当前版本可以用于固件升级，不支持控制**）；Q5 为 CAN 和 24V 电源扩展接口；Q6 为电源显示交互。

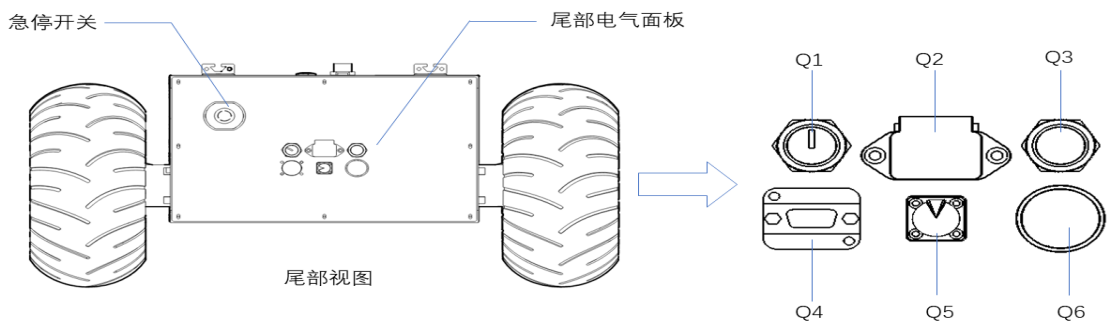


图 2.4 尾部视图

关于 Q4 的其具体引脚定义如图 2.5 所示。

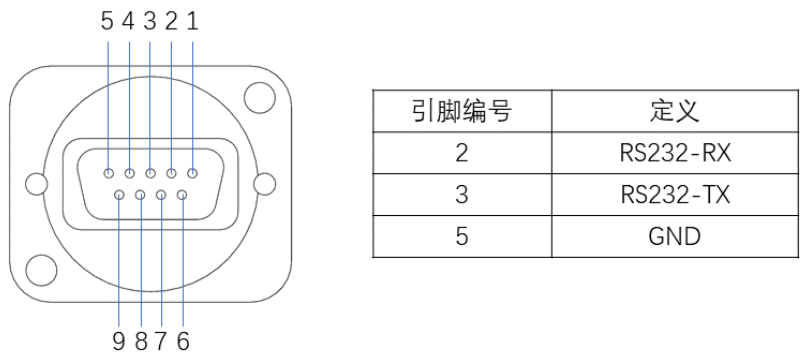
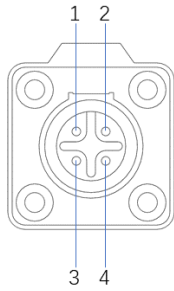


图 2.5 Q4 引脚说明图

尾部配备了和顶部一致的 CAN 通信接口和 24V 电源接口，在内部他们是导通的。其线序的具体定义如图 2.6 所示。



引脚编号	引脚类型	功能及定义	备注
1	电源	VCC	电源正, 电压范围 23~29.2V,最大电流5A
2		GND	电源负
3	CAN	CAN_H	CAN总线高
4		CAN_L	CAN总线低

图 2.6 尾部航空接口引脚说明图

## 2.3 DJI 遥控说明

### 2.3.1 DJI 遥控控制说明

DJI DT7 遥控器为 HUNTER 产品选配配件, 客户可根据实际需求选配, 使用遥控器可以轻松控制 HUNTER 通用机器人底盘, 在本产品中我们采用左手油门的设计。其定义及其功能可参考图 2.7。

S1 定义为功能选择按钮, S2 未使用; C1 为油门按钮, 控制 HUNTER 前进和后退; C2 控制前轮的转向。



图 2.7 遥控器示意图

### 2.3.2 FS\_i6\_S 遥控说明

富斯遥控器为 HUNTER 产品选配配件，客户可根据实际需求选配，使用遥控器可以轻松控制 HUNTER 通用机器人底盘，在本产品中我们采用左手油门的设计。其定义及其功能可参考图 2.9。



图 2.9 富斯遥控器按键示意图

按键的功能定义为：SWA、SWC、SWD 暂时未被启用，其中 SWB 为控制模式选择按钮，拨至最上方为指令控制模式，拨至中间为遥控控制模式；S1 为油门按钮，控制 HUNTER 前进和后退；S2 控制前轮的转向，POWER 为电源按钮，同时按住即可开机。

## 2.3 控制指令与运动说明

我们将地面移动车辆根据 ISO 8855 标准建立如图 2.8 的坐标参考系。

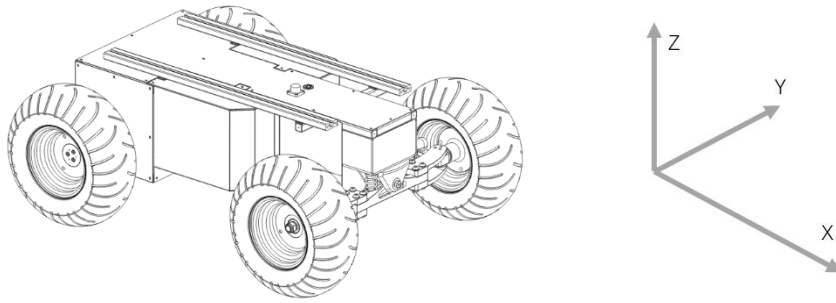


图 2.8 车身参考坐标系示意图

正如 2.8 所展示的，HUNTER 车体与建立的参考坐标系 X 轴为平行状态。

在遥控器控制模式下，遥控器摇杆 S1 往前推动则为往 X 正方向运动，S1 往后推动则往 X 负方向运动，S1 推动至最大值时，往 X 方向运动速度最大，S1 推动至最小值时，往 X 方向负方向运动速度最大；遥控器摇杆 S2 左右控制车体前轮的转向运动，S2 望左推，小车往左转向，推至最大，此时转向角度最大，S2 往右推，小车往右转，推至最大，此时右转向角度最大。

在控制指令模式下，线速度的正值表示往 X 轴正方向运动，线速度的负值表示往 X 轴负方向运动；角速度的正值表示车体由 X 轴正方向往 Y 轴正方向运动。

## 3 使用与开发 Getting Started

本部分主要介绍 HUNTER 平台的基本操作与使用，介绍如何通过外部 CAN 口，通过 CAN 总线协议来对车体进行二次开发。

### 3.1 使用与操作

启动操作基本操作流程如下：

- **检查**

- 检查车体状态。检查车体是否有明显异常；如有，请联系售后支持；
- 检查急停开关状态。确认两个急停按钮均处于释放状态；
- 取下尾部电气面板盖板，可看见尾部电气面板；
- 初次使用时确认尾部电气面板中 Q3（驱动电源开关）是否被按下，如按下，请按下后释放，则处于释放状态，此时驱动器处于断电状态；

- **启动**

- 旋转钥匙开关(电气面板中 Q1)，正常情况下，电压表正常显示电池电压，前后尾灯均正常亮起；
- 检查电池电压，如未有“滴-滴-滴…”连续蜂鸣器声音，表示电池电压正常，若电量低，请充电；
- 按下 Q3（驱动电源开关按钮）；

- **关闭操作**

- 旋转钥匙开关，即可切断电源；

- **急停**

- 按下 HUNTER 车体左右两侧的急停开关即可；

#### 遥控控制基本操作流程

正常启动 HUNTER 移动机器底盘后，启动遥控器，将控制模式选择为遥控控制模式，即可通过遥控器控制 HUNTER 平台运动。

## 3.2 充电

HUNTER 产品默认随车配备一个 10A 的充电器，可满足客户的充电需求。

充电具体操作流程如下：

- 确保 HUNTER 底盘处于停机断电状态。充电前请确认尾电气控制台中 Q1(钥匙开关)处于关闭状态；
- 将充电器的插头插入车尾电气控制面板中 Q2 充电界面中；
- 将充电器连接电源，将充电器中开关打开，即可进入充电状态。

注意：当前电池从 22V 充满电状态大约需要 3~5 小时，电池充满电电压约为 29.2V；充电时间计算  $30\text{ aH} \div 10\text{ A} = 3\text{ h}$

## 3.3 开发

HUNTER 产品针对用户的开发提供了 CAN 和 RS232（**当前版本未开放**）的接口，用户可选择其中一种接口对车体进行指令控制。

### 3.3.1 CAN 接口协议

HUNTER 产品中 CAN 通信标准采用的是 CAN2.0B 标准，通讯波特率为 **500K**，报文格式采用 Motorola 格式。通过外部 CAN 总线接口可以控制底盘的移动的线速度以及旋转的角速度；HUNTER 会实时反馈当前的运动状态信息以及 HUNTER 底盘的状态信息等。

协议包含系统状态反馈帧、运动控制反馈帧、控制帧，协议内容具体如下：

系统状态反馈指令包含了当前车体状态反馈、控制模式状态反馈、电池电压反馈以及故障反馈，协议内容如表 3.1 所示。

表格 2.1 HUNTER 底盘系统状态反馈帧

指令名称	系统状态反馈指令			
发送节点	接收节点	ID	周期 (ms)	接收超时(ms)
线控底盘	决策控制单元	0x151	20ms	无
数据长度	0x08			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0]	当前车体状态	unsigned int8	0x00 系统正常 0x01 紧急停车模式 (未启用) 0x01 系统异常	
byte [1]	模式控制	signed int8	0x00 遥控模式 0x01 指令控制模式	
byte [2]	电池电压高八位	unsigned int16	实际电压 X 10 (精确到 0.1V)	
byte [3]	电池电压低八位			
byte [4]	故障信息高八位	unsigned int16	详见备注 <sup>[**]</sup>	
byte [5]	故障信息低八位*			
byte [6]	计数校验 (count)	unsigned int8	0~255 循环计数, 每发送一条指令计数加一次	
byte [7]	校验位(checksum)	unsigned int8	校验位	

故障信息说明		
字节	位	含义
byte [4]	bit [0]	CAN 通信控制指令校验错误 (0:无故障 1: 故障)
	bit [1]	前轮转向编码器异常 (0: 无故障 1: 故障)
	bit [2]	遥控器失联保护 (0: 无故障 1: 故障) <sup>[1]</sup>
	bit [3]	预留, 默认 0
	bit [4]	预留, 默认 0
	bit [5]	预留, 默认 0
	bit [6]	预留, 默认 0
	bit [7]	预留, 默认 0
byte [5]	bit [0]	电池欠压故障 (0:无故障 1: 故障)
	bit [1]	电池过压故障 (0:无故障 1: 故障)
	bit [2]	电机 1 通讯故障 (0:无故障 1: 故障)
	bit [3]	电机 2 通讯故障 (0:无故障 1: 故障)
	bit [4]	电机 3 通讯故障 (0:无故障 1: 故障)
	bit [5]	电机 4 通讯故障 (0:无故障 1: 故障)
	bit [6]	电机驱动过温故障 (0:无故障 1: 故障)
	bit [7]	电机过流故障 (0:无故障 1: 故障)

注[1]遥控器失联保护仅支持富士遥控器, DJI 遥控器不支持, 且为手动模式下生效。

运动控制反馈帧指令包含了当前车体的运动线速度、运动角速度反馈，协议具体内容如表 3.2 所示。

表格 3.2 运动控制反馈帧

指令名称	运动控制反馈指令			
发送节点	接收节点	ID	周期 (ms)	接收超时(ms)
线控底盘	决策控制单元	0x131	20ms	无
数据长度	0x08			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0]	移动速度高八位	signed int16	实际速度 X 1000 (精确到 0.001m/s)	
byte [1]	移动速度低八位			
byte [2]	转向内转角高八位	signed int16	实际速度 X 1000 (精确到 0.001rad)	
byte [3]	转向内转角高八位			
byte [4]	保留	-	0x00	
byte [5]	保留	-	0x00	
byte [6]	计数校验 (count)	unsigned int8	0~255 循环计数，每发送一条指令计数加一次	
byte [7]	校验位(checksum)	unsigned int8	校验位	

控制帧包含了模式控制、故障清除指令、线速度控制开度、角速度控制开度以及检验和，其具体协议内容如表 3.3 所示。

表格 3.3 运动控制指令控制帧

指令名称	控制指令			
发送节点	接收节点	ID	周期 (ms)	接收超时(ms)
决策控制单元	底盘节点	0x130	20ms	无
数据长度	0x08			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0]	控制模式	unsigned int8	0x00 遥控模式 0x01 指令控制模式 <sup>[1]</sup>	
byte [1]	故障清除指令	unsigned int8	详见备注 2*	
byte [2]	线速度百分比	signed int8	最大速度 1.50.m/s,值域为 (-100, 100)	
byte [3]	内转角角度百分比	signed int8	最大内转角 (-43°, 43°) 值域为 (-100, 100)	
byte [4]	保留	-	0x00	
byte [5]	保留	-	0x00	
byte [6]	计数校验 (count)	unsigned int8	0~255 循环计数，每发送一条指令计数加一次	
byte [7]	校验位(checksum)	unsigned int8	校验位	



**注1， 控制模式说明**

HUNTER 在遥控器不上电的情况下，控制模式默认是指令控制模式，即可以直接通过指令控制底盘，但是即使底盘处于指令模式下，如果要成功执行指令中的速度指令，在指令中的控制模式依然需要设为 0x01。若在打开遥控器，遥控器具有最高权限，可以屏蔽指令的控制，可以切换控制模式。

**注 2，故障清除指令信息：**

- 0x00 无故障清除指令
- 0x01 清除电池欠压故障
- 0x02 清除电池过压故障
- 0x03 清除电机 1 通讯故障
- 0x04 清除电机 2 通讯故障
- 0x05 清除电机 3 通讯故障
- 0x06 清除电机 4 通讯故障
- 0x07 清除电机驱动过温故障
- 0x08 清除电机过流故障

指令名称	功能设定指令			
发送节点	接收节点	ID	周期 (ms)	接收超时(ms)
决策控制单元	底盘节点	0x210	无	无
数据长度	0x08			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0]	设定当前位置为零点	unsigned int8	0x00 无效 0xAA 设置当前位置为零点	
byte [1]	保留	-	0x00	
byte [2]	保留	-	0x00	
byte [3]	保留	-	0x00	
byte [4]	保留	-	0x00	
byte [5]	保留	-	0x00	
byte [6]	计数校验 (count)	unsigned int8	0~255 循环计数，每发送一条指令计数加一次	
byte [7]	校验位(checksum)	unsigned int8	校验位	

指令名称	功能设定反馈指令			
发送节点	接收节点	ID	周期 (ms)	接收超时(ms)
决策控制单元	底盘节点	0x211	无	无
数据长度	0x08			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0]	设置零点状态反馈	unsigned int8	0x00 无效 0xAA 设置当前位置为零点成功	
byte [1]	保留	-	0x00	
byte [2]	保留	-	0x00	
byte [3]	保留	-	0x00	
byte [4]	保留	-	0x00	
byte [5]	保留	-	0x00	
byte [6]	计数校验 (count)	unsigned int8	0~255 循环计数, 每发送一条指令计数加一次	
byte [7]	校验位(checksum)	unsigned int8	校验位	

注 3: 示例数据, 以下数据仅供测试使用

1. 小车以 0.15m/s 的速度前进

byte [0]	byte [1]	byte [2]	byte [3]	byte [4]	byte [5]	byte [6]	byte [7]
0x01	0x00	0x0a	0x00	0x00	0x00	0x00	0x44

2. 小车前轮转向 4.3°

byte [0]	byte [1]	byte [2]	byte [3]	byte [4]	byte [5]	byte [6]	byte [7]
0x01	0x00	0x00	0x0a	0x00	0x00	0x00	0x44

3. 小车静止, 切换控制模式为指令模式 (遥控器不开启的情况下测试)

byte [0]	byte [1]	byte [2]	byte [3]	byte [4]	byte [5]	byte [6]	byte [7]
0x01	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x3a

注 4: 数据校验位为每一帧 CAN 消息的数据段最后一个有效字节, 其校验和的计算方法  $\text{checksum} = (\text{ID\_H} + \text{ID\_L} + \text{data\_length} + \text{can\_msg.data}[0] + \text{can\_msg.data}[1] + \text{can\_msg.data}[2] + \text{can\_msg.data}[3] + \text{can\_msg.data}[4] + \dots + \text{can\_msg.data}[n]) \& 0xFF$ :

- ID\_H 与 ID\_L 为 ID 分别是帧 ID 的高八位和低八位。比如 ID 为 0x540, 那么对应的 ID\_H 为 0x05, ID\_L 为 0x40;
- Data\_length 为数据长度为一帧 CAN 消息中数据段有效数据长度, 包含校验和这个字节;

- can\_msg.data[n]为有效数据段中具体每个字节的具体内容, 计数校验位是需要参与校验和计算的, 校验和本身不参与计算。

```
/**
 * @brief CAN message checksum example code
 * @param[in] id : can id
 * @param[in] *data : can message data struct pointer
 * @param[in] len : can message data length
 * @return the checksum result
 */
static uint8 Agilex_CANMsgChecksum(uint16 id, uint8 *data, uint8 len)
{
    uint8 checksum = 0x00;
    checksum = (uint8)(id & 0x00ff) + (uint8)(id >> 8) + len;
    for(uint8 i = 0 ; i < (len-1); i++)
    {
        checksum += data[i];
    }
    return checksum;
}
```

图 3.1 CAN 消息校验算法

### 3.3.2 CAN 线的连接

HUNTER 随车发货提供了两个航空插头公头如图 3.2, 客户需要自己焊接将线引出。线的定义可参考表 2.2。



图 3.2 航空插头公头示意图

**注:** 当前 HUNTER 版本对外扩展接口仅顶部接口开放。此版本中电源最大可提供 5A 的电流。

### 3.3.3 CAN 指令控制的实现

正常启动 HUNTER 移动机器人底盘，打开 DJI 遥控器，然后将控制模式切换至指令控制，即将 DJI 遥控器 S1 模式选择拨至最上方，此时 HUNTER 底盘会接受来自 CAN 接口的指令，同时主机也可以通过 CAN 总线回馈的实时数据，解析当前底盘的状态，具体协议内容参考 CAN 通讯协议。

## 3.4 固件升级

为了方便解决客户对 HUNTER 所使用的固件版本进行升级，给客户带来更加完善的体验，HUNTER 提供了固件升级的硬件接口以及与之对应的客户端软件。其客户端界面如图 3.3 所示。

#### 升级准备

- 串口线 X 1
- USB 转串口 X 1
- HUNTER 底盘 X 1
- 电脑(Windows 操作系统) X 1

#### 升级过程

- 连接前保证机器人底盘电源处于断开状态；
- 使用串口线连接至 HUNTER 底盘尾部串口；
- 串口线连接至电脑；
- 打开客户端软件；
- 选择端口号；
- HUNTER 底盘上电，立即点击开始连接（HUNTER 底盘会在上电前 6 等待，如果时间超过 6S 则会进行进入应用程序）；若连接成功，会在文本框提示“连接成功”；
- 加载 Bin 文件；
- 点击升级，等待升级完成的提示即可；
- 断开串口线，底盘断电，再次通电即可。

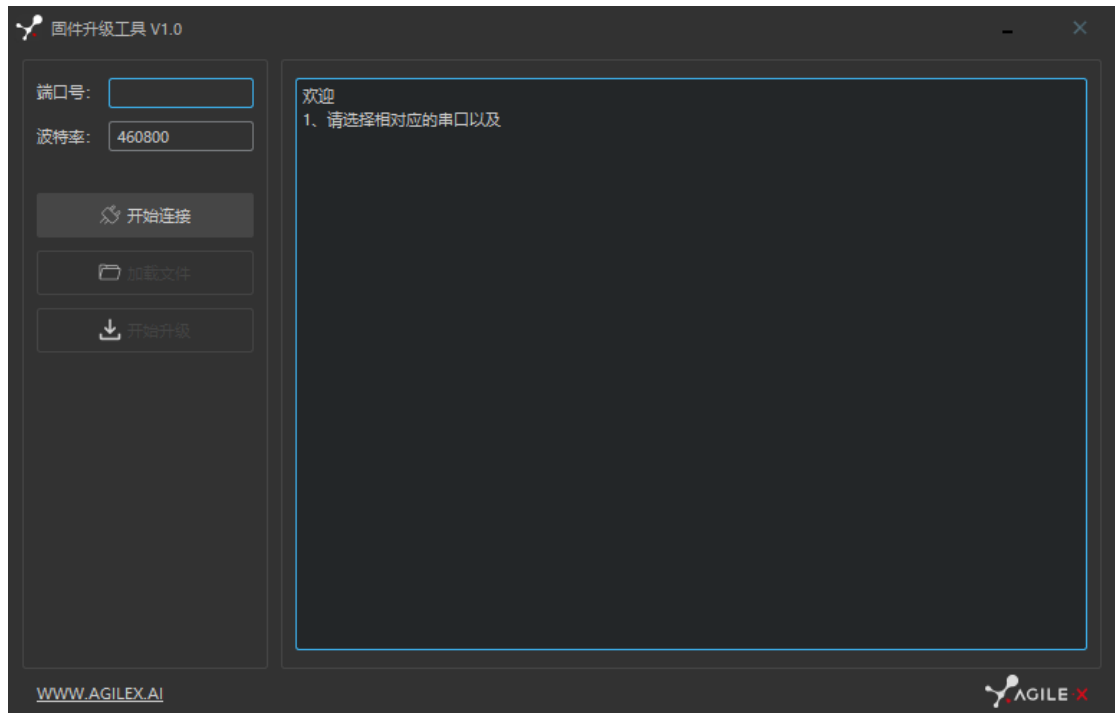


图 3.3 固件升级客户端界面

## 4 注意事项 Attention

本部分包含一些使用和开发 HUNTER 的应该注意的一些事项。

### 4.1 电池注意事项

- HUNTER 产品出厂时电池并不是满电状态的，具体电池电量可以通过 HUNTER 底盘尾部电压显示表显示或者 CAN 总线通信接口读取得到，充电时间以充电器亮绿色指示灯表示充电完毕，但是绿灯亮起后电池依然会以 0.1A 的电流缓慢充电，可以再充 30 分钟左右；
- 请不要在电池使用殆尽以后再进行充电，在 HUNTER 提示电量低的情况下请及时充电；
- 静态存放条件：存储的最佳温度为 -20℃~60℃，电池在不使用的情况下存放，必须是 2 个月左右充放电一次，然后使电池处于满电压状态进行存放，请勿将电池放入火中，或对电池加热，请勿在高温下存储电池；
- 充电：必须使用配套的锂电池专用充电器进行充电，请勿在 0℃以下给电池充电，请勿使用非原厂标配的电池、电源、充电器。

### 4.2 使用环境注意事项

- HUNTER 室外工作温度为 -10℃~45℃，请勿在室外温度低于 -10℃、高于 45℃环境中使用；
- HUNTER 室内工作温度为 0℃~42℃，请勿在室内温度低于 0℃、高于 42℃环境中使用；
- HUNTER 的使用环境的相对湿度要求是：最大 80%，最小 30%；
- 请勿在存在腐蚀性、易燃性气体的环境或者靠近可燃性物质的环境中使用；
- 不要存在在加热器或者大型卷线电阻等发热体周围；
- 除特别定制版（IP 防护等级定制），HUNTER 不具有防水功能，请勿在有雨、雪、积水的环境使用；
- 建议使用环境海拔高度不超过 1000m；
- 建议使用环境昼夜温差不超过 25℃；

## 4.3 电气外部扩展注意事项

- 顶部扩展电源电流不超过 6.25A,总功率不超过 150W;
- 尾部扩展电源电流不超过 5A,总功率不超过 120W;
- 当系统检测到电池电压低于安全电压以后,外部电源扩展会被主动切换,所以如果外部扩展设别涉及到重要数据的存储且无掉电保护,建议用户注意。

## 4.4 机械负载注意事项

## 4.5 其他注意事项

- HUNTER 前后为塑料件,请勿直接捶打,否则容易损坏;
- 搬运时以及设置作业时,请勿落下或者倒置;
- 非专业人员,请不要私自拆卸。

## 5 常见问题与解决 Q&A

**Q:** HUNTER 启动正常，使用遥控器控制车体不移动？

**A:** 首先确认驱动供电是否正常，驱动器的电源开关是否被按下，急停开关是否被释放；然后确认遥控器的左侧上方模式选择开关选择的控制模式是否正确。

**Q:** HUNTER 遥控控制正常，底盘状态、运动信息反馈正常，下发控制帧协议，车体控制模式无法切换，底盘不响应控制帧协议？

**A:** 正常情况下，HUNTER 若可以通过要遥控器控制正常情况下，说明底盘运动控制正常，可以接受到底盘的反馈帧，说明 CAN 扩展链路正常。请检查发送的 CAN 控制帧，看数据校验是否正确，控制模式中是否置为指令控制 模式，可以通过底盘反馈的状态帧中错误位中校验错误标志的状态情况。

**Q:** HUNTER 在运行中发出“滴-滴-滴…”的声音，改如何处理？

**A:** 若 HUNTER 发出连续的“滴-滴-滴…”表明电池已经处于警报电压状态，请及时充电。

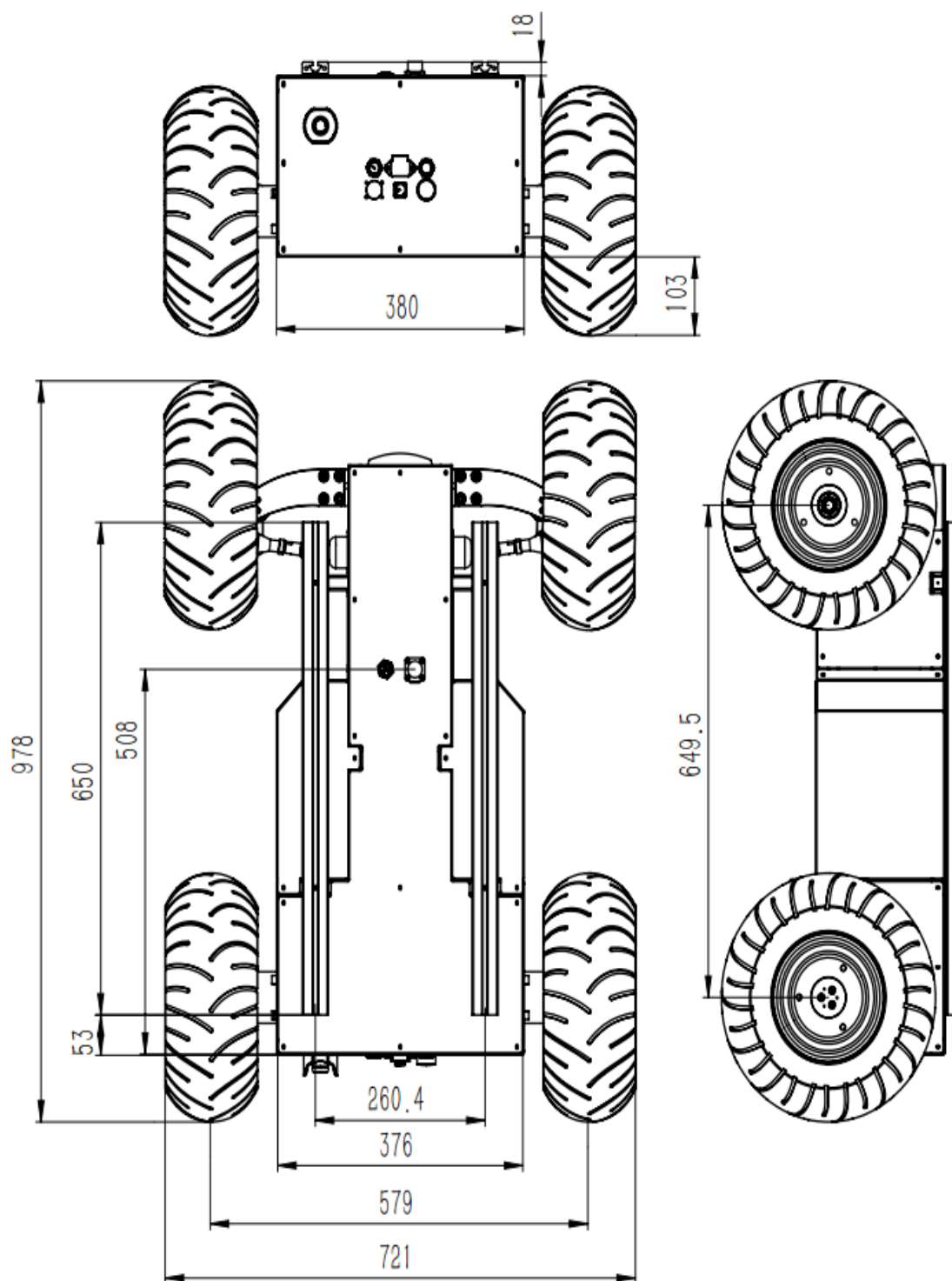
**Q:** HUNTER 在运行过程中出现轮胎磨损情况是属于正常现象嘛？

**A:** HUNTER 在运行过程中出现轮胎磨损属于正常现象。由于 HUNTER 采用的是四轮差速转向的设计，在车体旋转的过程中会出现滑动摩擦和滚动摩擦并存的情况，如果地面不光滑，表面粗糙，这个时候对轮胎表面存在磨损情况。为了减少磨损或者减缓磨损的过程，可以采用小角度转弯的形式，尽量减少原地旋转的形式。



## 6 产品尺寸 Product Dimensions

### 6.1 产品外形尺寸说明图



## 6.2 顶部扩张支架尺寸说明图