



BUNKER

用户手册

BUNKER User Manual



文档版本

编号	版本	日期	修改人	审核人	备注
1	1.0	2023/03/17	谢瑞亲		文件创建

重要安全信息

Important Safety Information

本章包含重要的安全信息，在机器人第一次通电前，任何个人或者机构在使用设备之前必须阅读并理解这些信息。有任何相关使用的疑问都可以联系我们 support@agilex.ai 必须遵守并执行本手册其他章节中的所有组装说明和指南，这一点非常重要。应特别注意与警告标志相关的文本。

本手册中的信息不包含设计、安装和操作一个完整的机器人应用，也不包含所有可能对这一完整的系统的安全造成影响的周边设备。该完整的系统的设计和使用需要符合该机器人安装所在国的标准和规范中确立的安全要求。

BUNKER 的集成商和终端客户有责任确保遵循相关规定和切实的法律法规，确保完整的机器人应用实例中不存在任何重大危险。这包括但不限于以下内容：

1. 有效性和责任

- 对完整的机器人系统做一个风险评估。
- 将风险评估定义的其他机械的附加安全设备连接在一起。
- 确认整个机器人系统的外围设备包括软件和硬件系统的设计和安装准确无误。
- 本机器人不具备一个完整的自主移动机器人具备的包括但不限于自动防撞、防跌落、生物接近预警等相关安全功能，相关功能需要集成商和终端客户遵循相关规定和切实可行的法律法规进行安全评估，确保开发完成的机器人在实际应用中不存在任何重大危险和安全隐患。
- 收集技术文件中的所有文档：包括风险评估和本手册。
- 在操作和使用设备之前已经知晓可能存在的安全风险。

2. 环境

- 首次使用，请先仔细阅读本手册，了解基本操作内容与操作规范。
- 遥控操作，选择相对空旷区域使用，车上本身是不带任何自动避障传感器。
- 在-10°C~45°C的环境温度中使用。
- 如果车辆非单独定制 IP 防护等级，车辆防水、防尘能力为 IP22。

3. 检查

- 确保各设备的电量充足。
- 确保车辆无明显异常。

- 检查遥控器的电池电量是否充足。
- 使用时确保急停开关已经被释放。

4. 操作

- 保证操作时周围区域相对空旷。
- 在视距内遥控控制。
- BUNKER 最大的载重为 70KG，在使用时，确保有效载荷不超过 70KG。
- BUNKER 安装外部扩展时，确认扩展的质心位置，确保在旋转中心。
- 当设备电压低于 48V 时请及时充电。
- 当设备出现异常时，请立即停止使用，避免造成二次伤害。
- 当设备出现异常时，请联系相关技术人员，请勿擅自处理。
- 请根据设备的 IP 防护等级在满足防护等级要求的环境中使用。
- 请勿直接推车。
- 充电时，确保周围环境温度大于 0°C。

5. 保养

- 定期检查悬挂履带的张紧情况，每作业 150~200H 就要给履带张紧。
- 每作业 500 小时后，需对车身各部分螺栓螺母固定情况进行检查，如有松动，需立即紧固。
- 为保证电池的蓄电能力，电池应带电存放，长时间不使用也要定时充电。

目录

1 BUNKER 简介 Introduction

BUNKER 是一款全能型行业应用的履带式底盘车。它具有操作简单灵敏，开发空间大，适应多种领域开发应用，独立悬挂系统，重载避震，爬坡能力强，可爬楼梯等特点，可用于巡检勘探、救援排爆、特种拍摄、特种运输等特种机器人开发，解决机器人移动方案。

1.1 产品列表

名称	数量
BUNKER 机器人本体	X1
电池充电器(AC 220V)	X1
航空插头公头 (4Pin)	X1
富斯遥控器(选配)	X1

USB 转 RS232	X1
USB 转 CAN 通讯模块	X1

1.2 性能参数

参数类型	项目	指标
尺寸	外形尺寸	1023mm*778mm*400mm
	底盘高度	90mm
	履带宽度	150mm
	接地长度	560mm
重量	自重	约 130kg
	载重	70kg
电池	类型	锂电池
	容量	30AH
	电压	48V
性能参数	最大爬坡	30°
	最大速度	1.5m/s
	最小转弯半径	可原地自转
	最大越障	170mm
	电机参数	2×650W 无刷伺服电机
	码盘参数	1024 线
	工作温度	-10~45°C
	减速比	1: 15

控制参数	控制模式	遥控控制/指令控制
	遥控器	2.4G /极限距离 200m
	通讯接口	CAN

1.3 开发所需

BUNKER 出厂配置 FS 遥控器，用户可以通过遥控控制 BUNKER 移动机器人底盘，完成移动和旋转操作；BUNKER 配备了 CAN 接口，用户可通过 CAN 接口进行二次开发。

2 基本介绍 The Basics

本部分内容将会对 BUNKER 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 BUNKER 底盘有一个基本的认识。

2.1 电气接口说明

尾部电气接口如图 2.1 所示，其中 Q1 为 CAN 和 48V 电源航空接口，Q2 电源开关，Q3 为充电接口，Q4 为天线，Q5 为驱动器调试接口，Q6 为急停开关，Q7 为电源显示交互。

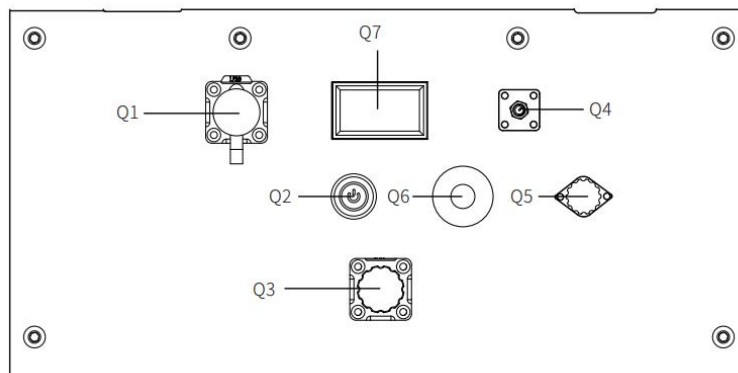
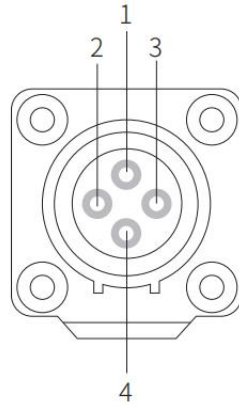


图 2.1 尾部电气接口

Q1 的通讯及电源接口定义如图 2-2 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 46~54v,最大电流 10A
2	电源	GND	电源负
3	CAN	CAN_H	CAN 总线高
4	CAN	CAN_L	CAN 总线低

图 2.2 尾部航空扩展接口引脚定义图

2.2 遥控说明

富斯遥控器为 BUNKER 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 BUNKER 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 2.3。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 BUNKER 前进和后退；S2 控制旋转，POWER 为电源按钮，同时按住即可开机，需要注意的是，遥控器开机时 SWA、SWB、SWC，SWD 都需要处于最上。



Bunker: 车型
 Vol: 电池电压
 Car: 底盘状态
 Batt: 底盘电量百分比
 P: 驻车
 Remoter: 遥控器电量
 Fault Code: 错误信息
 (参考故障信息说明表)

图 2.3 富斯遥控器按键示意图

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 2.4 的坐标参考系。

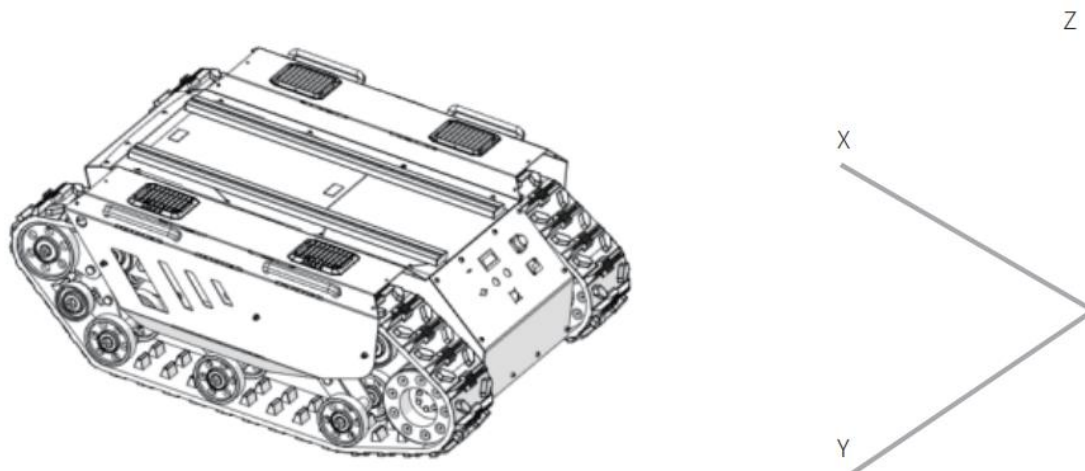


图 2.4 车身参考系示意图

正如 2.4 所展示的，BUNKER 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 正方向运动速度最大，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 左右控制车体的旋转运动，S2 往左推动车体则由 X 轴正方向往 Y 轴正方向旋转，S2 往右推动车体则由 X 轴正方向往 Y 轴负方向旋转，S2 往左推动至最大值时，逆时针方向旋转线速度最大，S2 往右推动至最大值时，顺时针旋转线运动速度最大。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，角速度的负值表示车体由 X 轴正方向往 Y 轴负方向运动。

3 使用与开发

Getting Started

本部分主要介绍 BUNKER 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

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。确认尾部 Q6 急停按钮处于释放状态；
- 初次使用时确认尾部电气面板中 Q2（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；

启动

- 按下电源开关(电气面板中 Q2)，正常情况下，电源开关的灯会亮起，电压表正常显示电池电压；
- 检查电池电压，如电压大于 48V，表示电池电压正常，若电量低，请充电；

关闭操作

按下电源开关，即可切断电源；

急停

按下 BUNKER 车体尾部的急停开关即可；

遥控控制基本操作流程

正常启动 BUNKER 机器人底盘后，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 BUNKER 平台运动。

3.2 充电

BUNKER 产品默认随车配备一个标准充电器，可满足客户的充电需求。

充电具体操作流程如下：

- 确保 BUNKER 底盘处于停机断电状态。充电前请确认尾部电气控制台中 Q2(电源开关)处于关闭状态；将充电器的插头插入车尾电气控制面板中 Q3 充电接口；
- 将充电器连接电源，将充电器开关打开，即可进入充电状态。
- 默认充电时，底盘没有指示灯，具体是否正在充电需要看充电器的状态指示。

3.3 开发

BUNKER 产品针对用户的开发提供了 CAN 接口，用户可通过该接口对车体进行指令控制。

BUNKER 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；BUNKER 会实时反馈当前的运动状态信息以及 BUNKER 底盘的状态信息等。

协议包含系统状态回馈帧、运动控制回馈帧、控制帧，协议内容具体如下：

系统状态回馈指令

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

表格 3.1 BUNKER 底盘系统状态回馈帧

指令名称	系统状态回馈指令			
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	0x211	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	
			0x02 系统异常	
			0x00 待机模式	

byte [1]	模式控制	unsigned int8	0x01 CAN 指令控制模式
			0x03 遥控控制模式
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]	保留	--	0×00
byte [5]	故障信息	unsigned int8	详见故障信息说明表
byte [6]	保留	--	0×00
byte [7]	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

故障信息说明表

表格 3.2 故障信息说明表

故障信息说明		
字节	位	含义
byte [5]	bit [0]	电池欠压故障
	bit [1]	电池欠压警告
	bit [2]	遥控器失联保护 (0: 正常, 1: 遥控器失联)
	bit [3]	驱动 1 通讯故障(0: 无故障, 1: 故障)
	bit [4]	驱动 2 通讯故障(0: 无故障, 1: 故障)
	bit [5]	预留, 默认 0
	bit [6]	预留, 默认 0
	bit [7]	预留, 默认 0

运动控制回馈帧指令

运动控制回馈帧指令包含了当前车体的运动线速度、运动角速度回馈，协议具体内容如表 3.3 所示。

表格 3.3 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	0x221	20ms	无
数据长度	0x08			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0] byte [1]	移动速度高八位 移动速度低八位	signed int16	实际速度 X 1000 (单位 0.001m/s)	
byte [2] byte [3]	旋转速度高八位 旋转速度低八位	signed int16	实际内转角 X 100 (单位 0.001rad/s)	
byte [4]	保留	-	0X00	
byte [5]	保留	-	0X00	
byte [6]	保留	-	0X00	
byte [7]	保留	-	0X00	

运动控制反馈指令

控制帧包含了线速度控制开度、角速度控制开度以及检验和，其具体协议内容如表 3.4 所示。

表格 3.4 运动控制帧

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	0x111	20ms	无
数据长度	0x08			
位置	功能	数据类型	说明	

byte [0] byte [1]	线速度高八位 线速度低八位	signed int16	车体行进速度, 单位 mm/s, 值域[-1500,1500]
byte [2] byte [3]	角速度高八位 角速度低八位	signed int16	车体旋转角速度, 单位 0.001rad/s, 值域[-1000,1000]
byte [4]	保留	-	0X00
byte [5]	保留	-	0X00
byte [6]	保留	-	0X00
byte [7]	保留	-	0X00

示例数据, 以下数据仅供测试使用(测试前需要先把控制模式设定在指令模式)

1. 小车以 0.15/S 的速度前进

byte [0]	byte [1]	byte [2]	byte [3]	byte [4]	byte [5]	byte [6]	byte [7]
0x00	0x96	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

2. 小车以 0.2RAD/S 旋转

byte [0]	byte [1]	byte [2]	byte [3]	byte [4]	byte [5]	byte [6]	byte [7]
0x00	0x00	0x00	0xc8	0x00	0x00	0x03	0x00

模式设定帧

模式设定帧用于设定终端的控制接口, 其具体协议内容如表 3.5 所示

表格 3.5 控制模式设定帧

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	0x421	20ms	500ms
数据长度	0x01			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0]	CAN 控制使能	unsigned int8	0x00 待机模式 0x01 CAN 指令模式	

注[1]控制模式说明

BUNKER 在遥控器不上电的情况下, 控制模式默认是待机模式, 需要切换到指令模式才能发送运动控制指令。若打开遥控器, 遥控器拥有最高权限, 可以屏蔽指令的控制。当遥控器切换到指令模式时, 还是需要先发送控制模式设定指令才能响应速度指令。

状态置位帧

状态置位帧用于清除系统错误, 其具体协议内容如表 3.6 所示。

表格 3.6 状态置位帧

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	0x441	无	无
数据长度	0x01			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0]	错误清除指令	unsigned int8	0x00 清除全部错误 0x01 清除 1 号电机错误 0x02 清除 2 号电机错误	

电机数据和传感器数据

除了底盘的状态信息会进行反馈以外，底盘反馈的信息还包括电机数据和传感器数据

电机数据

表格 3.7 电机转速电流位置信息反馈

指令名称		电机驱动器高速信息反馈帧		
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	0x251~0x254	20ms	无
数据长度	0x08			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0] byte [1]	电机转速高八位 电机转速低八位	signed int16	电机当前转速 单位 RPM	
byte [2]	保留	-	0x00	
byte [3]	驱动器温度低八位	-	单位 1°C	
byte [4]	保留	-	0x00	
byte [5]	驱动器状态	-	详见表 3-9	
byte [6] byte [7]	保留	-	0x00 0x00	

表格 3.8 电机温度电压及状态反馈

指令名称	电机驱动器低速信息反馈帧			
发送节点	接收节点	ID	周期 (ms)	接收超时(ms)
线控底盘	策控制单元	0x261~0x264	无	无
数据长度	0x08			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0]	保留	--	0x00 0x00	
byte [1]	保留			
byte [2]	驱动器温度高八位	signed int16	单位 1°C	
byte [3]	驱动器温度低八位			
byte [4]	保留	-	0x00	
byte [5]	驱动器状态	unsigned int8	详见表 3.9	
byte [6]	保留	-	0X00	
byte [7]	保留	-	0X00	

表格 3.9 驱动器状态

字节	位	含义
byte[5]	bit[0]	电源电压是否过低 (0: 正常 1: 过低)
	bit[1]	电机是否过温 (0: 正常 1: 过温)
	bit[2]	保留
	bit[3]	保留
	bit[4]	保留
	bit[5]	保留
	bit[6]	保留
	bit[7]	保留

里程计数据

表格 3.10 里程计反馈帧

指令名称	里程计信息反馈
------	---------

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	0×311	20ms	无
数据长度	0×08			
字节	描述	数据类型	说明	
byte [0] byte [1] byte [2] byte [3]	左轮里程计最高位 左轮里程计次高位 左轮里程计次低位 左轮里程计最低位	signed int32	底盘左轮里程计反馈, 单位: mm	
byte [4] byte [5] byte [6] byte [7]	右轮里程计最高位 右轮里程计次高位 右轮里程计次低位 右轮里程计最低位	signed int32	底盘右轮里程计反馈, 单位: mm	

遥控器数据

表格 3.11 遥控器信息反馈

指令名称		遥控器信息反馈		
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	0x241	20ms	无
数据长度	0x08			
位置	功能	数据类型	说明	
byte [0]	遥控 SW 反馈	unsigned int8	bit[0-1]: SWA : 2-上档 3-下档 bit[2-3]: SWB: 2-上档 1-中档 3-下档 bit[4-5]: SWC: 2-上档 1-中档 3-下档 bit[6-7]: SWD: 2-上档 3-下档	
byte [1]	右边拨杆左右	unsigned int8	值域: [-100,100]	
byte [2]	右边拨杆上下	unsigned int8	值域: [-100,100]	
byte [3]	左边拨杆上下	unsigned int8	值域: [-100,100]	
byte [4]	左边拨杆左右	unsigned int8	值域: [-100,100]	
byte [5]	左边旋钮 VRA	unsigned int8	值域: [-100,100]	
byte [6]	保留	--	0x00	
byte [7]	计数校验	unsigned int8	0-255 循环计数	

3.3.2 CAN 线的连接

BUNKER 随车发货提供了一个航空插头公头如图 3.2，线的定义 黄色为 CANH、蓝色为 CANL、红色为电源正、黑色为电源负。

注：当前 BUNKER 版本对外扩展接口仅尾部接口开放。此版本 中电源最大可提供 10A 的电流。



图 3.2 航空插头公头示意图

3.3.3 CAN 指令控制的实现

正常启动 BUNKER 移动机器人底盘，打开 FS 遥控器，然后将控制模式切换至指令控制，即将 FS 遥控器 SWB 模式选择拨至最上方，此时 BUNKER 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

为了方便用户对 BUNKER 所使用的固件版本进行升级，给客户带来更加完善的体验，BUNKER 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
- BUNKER 底盘 X 1
- 电脑(WINDOWS 操作系统) X 1

固件升级软件

https://github.com/agilexrobotics/agilex_firmware

升级准备

- 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 BUNKER 底盘升级串口(需拆卸后电气板)；
- 串口线连接至电脑；
- 打开客户端软件；
- 选择端口号；
- BUNKER 底盘上电，立即点击开始连接（BUNKER 底盘会在上电前 6S 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

3.5 BUNKER ROS Package 使用示例

ROS 提供一些标准操作系统服务，例如硬件抽象，底层设备控制，常用功能实现，进程间消息以及数据包管理。ROS 是基于一种图状架构，从而不同节点的进程能接受，发布，聚合各种信息（例如传感，控制，状态，规划等等）。目前 ROS 主要支持 UBUNTU。

开发准备

硬件准备

- CANlight can 通讯模块 X1
- Thinkpad E470 笔记本电脑 X1
- AGILEX BUNKER 移动机器人底盘 X1
- AGILEX BUNKER 配套遥控器 FS-i6s X1

- AGILEX BUNKER 顶部航空插座 X1

使用示例环境说明

- Ubuntu 16.04 LTS (此为测试版本, 在 Ubuntu 18.04 LTS 测试过)

- ROS Kinetic (后续版本亦测试过)

- Git

硬件连接与准备

- 将 BUNKER 顶部航空插头或者尾部插头 CAN 线引出, 将 CAN 线中的 CAN_H 和 CAN_L 分别与 CAN_TO_USB 适配器相连;

- 打开 BUNKER 移动机器人底盘旋钮开关, 检查来两侧的急停开关是否释放;

- 将 CAN_TO_USB 连接至笔记本的 usb 口。连接示意如图 3.4 所示。

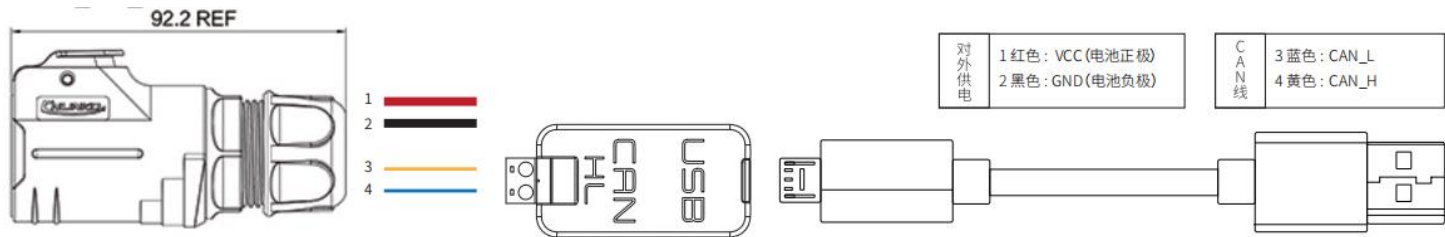


图 3.4 CAN 线连接示意图

ROS 安装和环境设置

安装具体可以参考 <http://wiki.ros.org/kinetic/Installation/Ubuntu>

测试 CANABLE 硬件与 CAN 通讯

设置 CAN-TO-USB 适配器

- 使能 gs_usb 内核模块

```
sudo modprobe gs_usb
```

- 设置 500k 波特率和使能 can-to-usb 适配器

```
sudo ip link set can0 up type can bitrate 500000
```

- 如果在前面的步骤中没有发生错误, 您应该可以使用命令立即查看 can 设备

```
ifconfig -a
```

- 安装并使用 can-utils 来测试硬件

```
sudo apt install can-utils
```

- 若此次 can-to-usb 已经和 BUNKER 机器人相连, 且小车已经开启的情况下, 使用下列指令可以监听来自 BUNKER 底

盘的数据了

```
candump can0
```

● 参考来源:

[1]https://github.com/agilexrobotics/agx_sdk

[2]https://wiki.rdu.im/_pages/Notes/Embedded-System/Linux/can-bus-in-linux.html

AGILEX BUNKER ROS PACKAGE 下载与编译

下载 ros 依赖包

```
sudo apt install ros-$ROS_DISTRO-teleop-twist-key-board
```

```
sudo apt install libasio-dev
```

克隆编译 bunker_ros 源码

```
mkdir -p ~/catkin_ws/src
```

```
cd ~/catkin_ws/src
```

```
catkin_init_workspace
```

```
git clone --recursive https://github.com/agilexrobotics/ugv_sdk.git
```

```
git clone https://github.com/agilexrobotics/BUNKER_ros.git
```

```
cd ..
```

```
catkin_make
```

```
source devel/setup.bash
```

参考来源: https://github.com/agilexrobotics/bunker_ros

启动 ROS 节点

● 启动基础节点

```
roslaunch bunker_bringup bunker_robot_base.launch
```

● 启动键盘远程操作节点

```
roslaunch bunker_bringup bunker_teleop_keyboard.launch
```

4 注意事项 Attention

本部分包含一些使用和开发 BUNKER 应该注意的一些事项。

4.1 电池注意事项

- BUNKER 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 BUNKER 底盘尾部电压显示表显示或者 CAN 总线通信接口读取得到；
- 请不要在电池使用殆尽以后再进行充电，在 BUNKER 尾部低电压显示低于 48V 的情况下请及时充电；

- 静态存放条件：存储的最佳温度为-10°C~45°C，电池在不用的情况下存放，必须是 1 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°C 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

- BUNKER 工作温度为-10°C~45°C，请勿在温度低于-10°C、高于 45°C 环境中使用；
- BUNKER 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），BUNKER 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°C；
- 定期检查和维护履带张紧轮。

4.3 电气外部扩展注意事项

- 尾部扩展电源电流不超过 6.25A，总功率不超过 300W

4.4 安全注意事项

- 使用过程中有疑问，请按照相关说明手册进行或者咨询相关技术人员；
- 使用设备操作前，注意现场情况，避免误操作导致人员安全问题发生；
- 遇到紧急情况，通过拍停急停按钮，断电设备；
- 请勿未经技术支持和允许，私自改装内部设备结构。

4.5 其他注意事项

- 搬运以及设置作业时，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: BUNKER 启动正常，使用遥控器控制车体不移动？

A: 首先确定电源开关是否被按下，急停开关是否被释放，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: BUNKER 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？

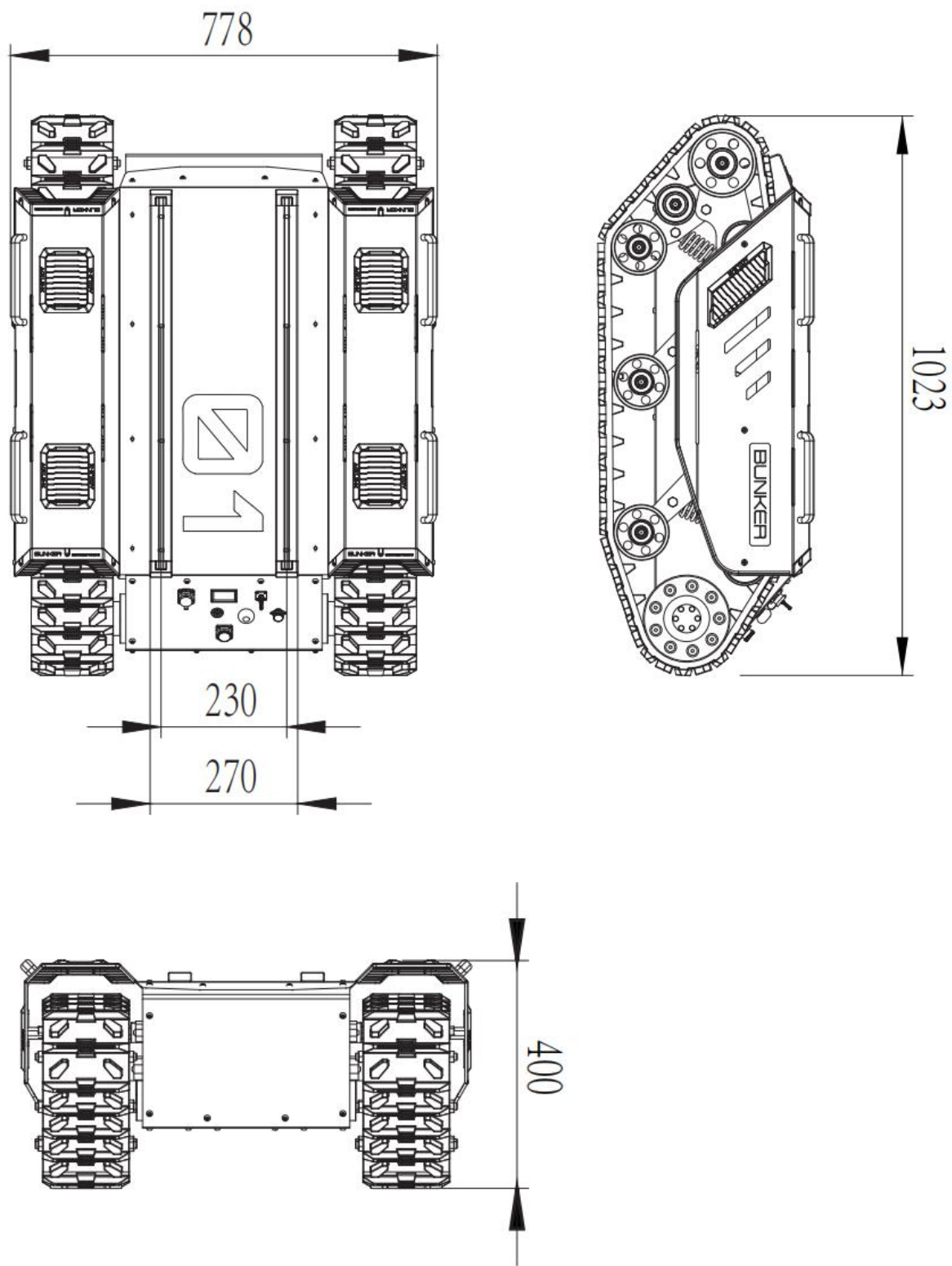
A: 正常情况下，BUNKER 若可以通过遥控器控制正常情况下，说明底盘运动控制正常，可以接收到底盘的反馈帧，说明 CAN 扩展链路正常。请检查是否指令切换到 can 控制模式。

Q: 通过 CAN 总线进行相关通讯时，底盘反馈指令正常，下发控制小车无响应？

A: BUNKER 的内部有通讯保护机制，底盘在处理来自外部的 CAN 控制指令时存在超时保护机制，假设小车收到一帧通讯协议以后，小车超过 500MS 未收到下一帧控制指令，小车会进入通讯保护，速度为 0，所以来自上位机的指令必须时周期性的发布。

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

