

YUHESEN

FR-07 Pro 阿克曼线控底盘

用户使用手册

User manual V1.0



深圳煜禾森科技有限公司
Shenzhen yuhesen Technology Co., Ltd.

目录

1. 前言 Foreword	1
重要安全信息 Safety Information	2
2. 产品概述 Introduction	4
2.1. 产品清单	4
2.2. 性能参数	5
3. 产品介绍 Product presentation	7
3.1. 状态指示	9
3.2. 电气接口说明	10
3.3. WFLY 遥控说明	12
4. 使用与开发 Getting Started	16
4.1. 使用与操作	16
4.2. 充电	17
4.3. 开发	18
5. 注意事项 Attention	34
5.1. 电池使用注意事项	34
5.2. 充电注意事项	34

5.3.	使用环境注意事项.....	35
5.4.	遥控操作注意事项:	35
5.5.	电气外部扩展注意事项.....	36
5.6.	其他注意事项.....	36
6.	常见问题与解决 Q&A.....	37
7.	产品尺寸图 Specifications.....	38

1. 前言 Foreword

- (1) 非常感谢您购买我司产品，本用户手册适用于 FR-07 Pro 阿克曼线控底盘（以下简称“FR-07 Pro”）。
- (2) 使用之前请务必先认真阅读本使用手册及注意事项，并严格遵守本说明，正确使用。
- (3) 在严重违反本使用说明的情况下使用本产品造成的损失我司将不承担相关责任。
- (4) 请妥善保管本说明书以便于您操作时随时翻阅参照使用。
- (5) 应请专业人员对底盘设备进行调试、连接、安装，避免造成不可挽回的损失。
- (6) 请勿在带电情况进行安装、移除或更换设备线路。如确实需要带电调试本产品，请选用绝缘良好的专用调试工具。
- (7) 请在法律法规允许的条件下使用本产品，不会影响到公共财产和生命安全。
- (8) 我司对该产品将会不定期更新迭代，更新的内容将会在新版手册中加入，恕不另行通知。
- (9) 本手册可能包含技术上不准确的地方或与产品操作不相符的地方，如果您按照本手册使用时遇到无法解决的问题，请与我司客服或技术支持部门取得联系。
- (10) 关于本手册内容我们力保正确无误，如您发现有不妥或错误，请与我们联系确认，谢谢！

重要安全信息 Safety Information

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。FR-07 Pro 的集成商和终端客户有责任确保遵循相关国家的切实可行的法律法规，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：

■ .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自动防撞、防跌落、生物接近预警等相关安全功能但不局限于上述描述，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。

■ .环境：

- 首次使用，请先仔细阅读本手册，了解基本操作内容 with 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-20℃~60℃的环境温度中使用。
- 车辆非单独定制 IP 防护等级，车辆防水、防尘能力为 IP44。

■ .检查：

- 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。

■ . 操作:

- 保证操作时周围区域相对空旷。在视距内遥控控制。
- FR-07 Pro 最大的载重为 100KG，在使用时，确保有效载荷不超过 100KG。
- 当设备低电量报警时请及时充电。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℃。

■ . 保养:

- 轮胎磨损严重，请及时更换。
- 如果长时间不使用电池，满电情况下需要按照每个月对电池进行周期性充电。
- 电池一个月之内至少进行一次充电。

2. 产品概述 Introduction

FR-07 Pro 是一款全能型机器人线控移动平台，它采用阿克曼结构，驱动后置，相对于差动结构的底盘，在普通路面上 FR-07 Pro 具有更快速的行走能力和较强的负载能力，同时对轮胎的磨损也更小，搭配整体桥式悬挂，能够通过减速带等常见障碍物，更适合长时间室外运行；并且，该底盘是基于 VCU 整车控制构建的底层控制系统，采用 CAN 总线管理，具有高精度、模块化等特点；通过搭载激光雷达、GPS、机械臂等模块和导航系统广泛应用于自动驾驶、无人巡检、物流、运输配送、科研以及各种新的需要移动底盘的应用探索中。

2.1. 产品清单

到货之后，请认真确认产品清单：

底盘本体 ×1



遥控器 × 1



充电器 (48V) ×1



产品手册×1



2.2. 性能参数

表 2-1 FR-07 Pro 性能参数表

参数类型	性能	参数
结构尺寸与重量	设计尺寸	1320*765*490mm
	整车质量	125kg
	结构形式	前转后驱,阿克曼转向
	悬挂	整体桥式悬挂
	底盘主要材质	Q235
	离地间隙	115mm
	轴距	660mm
	轮距	645mm
	轮胎型号/直径	120/70-10, 420mm
基础配置	驱动电机	500W, 直流无刷
	转向电机	400W, 有刷伺服
	电池	48V/20AH 磷酸铁锂电池带 BMS CAN 通讯
	充电时间	≤4h
	充电方式	48V/5A 充电器手动充电
	对外供电	48V/10A-24V/15A-12V/15A
	制动方式	电机制动
	驻车方式	电磁抱闸
	转向灯	√
	喇叭	√
	制动灯/减速指示灯/故障指示灯	√
	轮速传感器	√
安全措施	急停开关	√
	前后防撞条	√
	指令校验	√
安全措施	心跳保护	√
	转向系统故障处理	√
	驱动系统故障处理	√
	紧急掉电驻车保护	√
	电池故障监控保护	√
	整车 CAN 节点在线检测	√
	整车故障等级划分处理	√
	车辆故障报警	√
	车辆急减速提示	√
	遥控器掉线处理	√
	充电安全监控和保护	√
VCU 配置	主频	168MHz

	硬件浮点加速	√
	通信接口	CAN 接口
	通讯协议	CAN2.0B
	运动学解析	√
性能参数	遥控距离	100m
	垂直负载(水平路面)	100kg
	运行速度	0-8km/h (可调速)
	续航里程	20km(空载)
	最小转弯半径	2m
	涉水深度	80mm
	最大爬坡角度	10° (满载)
	跨越宽度	200mm (满载)
	越障高度	60mm (满载)
	转向精度	≤0.5°
性能参数	防护等级	IP44
	工作温度	-20℃~60℃
	存储温度	0℃~40℃

3. 产品介绍 Product presentation

本部分内容对 FR-07 Pro 阿克曼线控底盘作一个基本的介绍,便于用户和开发者对于 FR-07 Pro 底盘有一个基本的认识。如下图 3-1 与 3-2 所示,为整个阿克曼线控底盘的前后概览视图。



图 3-1 前部概览视图



图 3-2 尾部概览视图

FR-07 Pro 整体上采用模块化设计思路，有着较高的安全度和可靠度，在结构上采用前阿克曼转向结构，后整体桥式悬挂加非承载式车身设计，车身刚度高，有较强的抗冲击力和抗颠簸的性能，具有很强的通过性，可通过较复杂的地面环境。

车体尾部加装急停开关，在紧急情况拍下时能够紧急制动，达到控制整车的效果，同时急停开关支持功能性检测，如急停开关损坏或没有连接时 VCU 控制车辆驱动器不进行上电；前后防碰撞保险杠设计，多重保护，保障车辆安全行驶。

底盘一体化集成控制，VCU 对车辆信号进行统一的分析和判断，形成闭环控制，能进行故障诊断并及时进行相应的安全保护处理，可靠地实现远程车辆无人化状态监控。在车体顶部配置了开放的 48V、24V、12V 电气接口和通讯接口，并搭载了标准型材固定支架，用户可快速进行二次开发。

3.1. 状态指示

用户可以通过遥控器上的电压显示以及启动声音来确定车体的状态。具体可以参考表 3-1。

表 3-1 车体状态描述

状态	描述
电池电压	当前电池电压可通过遥控器上的车辆底盘电压显示查看（图 3-3），剩余容量百分比可通过查表 3-2 得知
故障指示灯	根据制动灯非驻车状态和制动状态下闪烁频率确定整车故障状态，1S 一次为一级故障报警；1S 两次为二级故障报警；1S 三次为三级故障报警

注：

故障等级划分处理方式：

1 级故障：CAN 信号和指示灯报警；

2 级故障：CAN 信号、指示灯报警和整车降功率；

3 级故障：CAN 信号、指示灯报警和驱动器下电处理。



图 3-3 遥控器车辆电压监视界面

车辆电池电压与剩余容量百分比对照表										
电压 (V)	51.03	49.8	49.75	49.74	49.68	49.63	49.52	49.29	49.17	48.97
SOC (%)	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55
电压 (V)	48.96	48.95	48.91	48.82	48.65	48.45	48.19	47.83	47.53	42.65
SOC (%)	50	45	40	35	30	25	20	15	10	7（停止输出）

表 3-2 车辆电池电压与 SOC 对照表

3.2.电气接口说明

3.2.1. 顶部电气接口说明

FR-07 Pro 在顶部设置有一个 D-SUB 13W6 电气接口，电气接口配置了三组不同电源以及一组 CAN 通讯接口，并已将线引出，便于使用者给不同的扩展设备提供电源，以及通讯使用。其具体位置如图 3-4 顶部电气位置示意图。

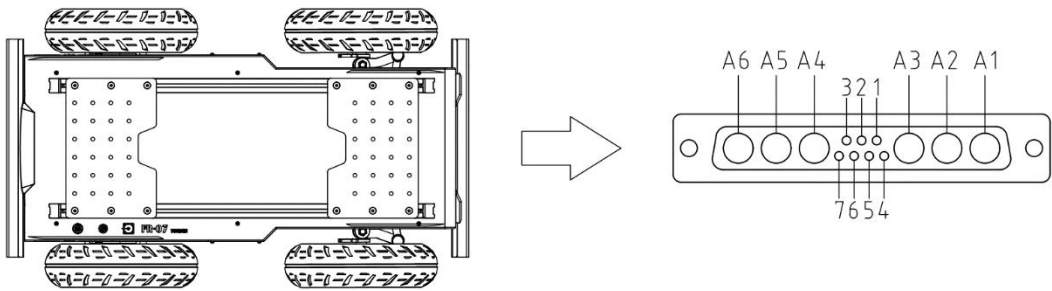


图 3-4 顶部电气位置示意图

顶部电气接口具体引脚定义如下表 3-3

引脚	类型	定义	备注
1	CAN	CAN_H	CAN 总线高
3		CAN_L	CAN 总线低
A1	电源	12+	12V/15A 供电正极
A2		12-	12V 供电负极
A3		24+	24V/15A 供电正极
A4		24-	24V 供电负极
A5		48+	48V/20A 供电正极
A6		48-	48V 供电负极

表 3-3 顶部电器接口引脚定义

需要注意的是，这里的扩展电源受内部控制，当电池电压过低时 BMS 会进行保护停止电池放电，用户在使用过程中注意充电。

3.2.2. 顶部电气板说明

顶部的电气板如图 3-5 所示，其中 B1 为充电接口；B2 为启动开关；B3 为急停开关；

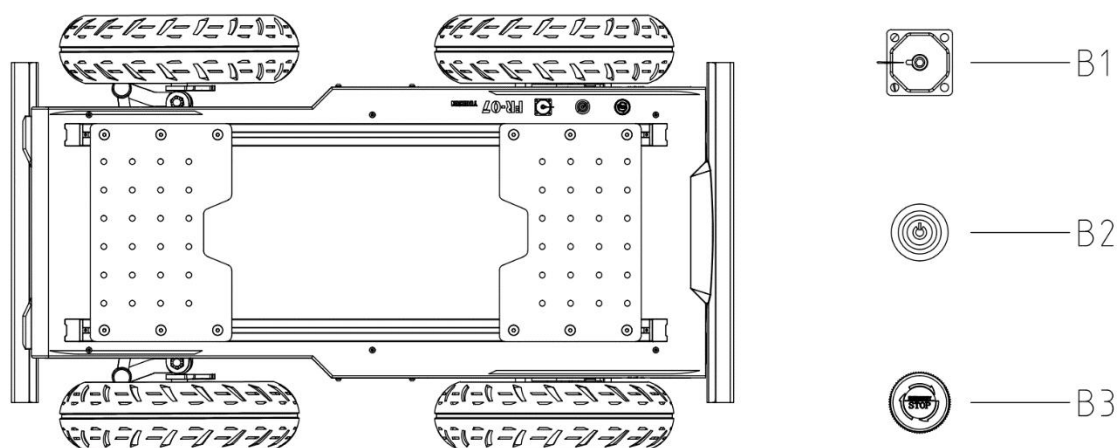


图 3-5 尾部视图及电气面板

3.3.WFLY 遥控说明

遥控器在产品出厂前均已经对码成功，无需改动设置。随意改动遥控器设置可能导致控制混乱，失控等问题，请勿轻易改动遥控器设置；如参数设置有问题，请与我司客服或技术支持取得联系。如要进行改动，应当请专业技术人员对该遥控器进行设置操作。

3.3.1. WFLY 遥控控制说明

每台 FR-07 Pro 配备一个 WFLY ET07 遥控器，用户使用遥控器可以轻松控制 FR-07 Pro，在本产品中的 WFLY ET07 遥控器我们采用右手前后油门左右转向的设计。其定义及其功能可参考图 3-6

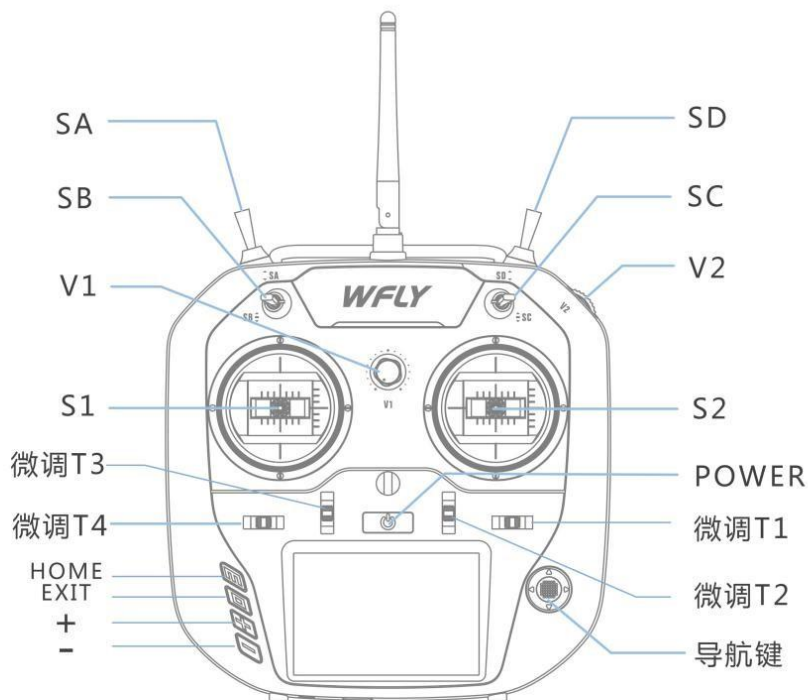


图 3-6 WFLY ET07 遥控器按键示意图

遥控器参数在出厂前均已经设置好，请不要私自修改遥控器系统设置，否则可能会导致机器人失控、控制混乱等问题，如有问题，建议返厂维修；遥控器详细操作说明如下：

- (1) SA 为控制模式切换拨杆，两档位，以遥控器正面向上为例：SA 拨杆向下时为遥控器控制模式，SA 拨杆向上时为指令控制模式；
- (2) SB 为档位切换拨杆，三档位，拨杆在中间时，车体处于 N 档，不接收前后运动控制信号；拨杆往上时切换至 D 档，底盘才能接收 S2 油门摇杆发送的前进运动控制信号，往前运动；拨杆往下切换至 R 档，底盘才能接收 S2 油门摇杆发送的后退运动控制信号，往后运动；
- (3) SD 为喇叭控制拨杆，自动回位，拨动一次拨杆，喇叭鸣一次；
- (4) V2 为驻车请求拨盘，拨盘往上拨时发送驻车请求，启动驻车制动装置；拨盘往下拨时发送解除驻车请求，松开驻车制动装置。
- (5) S2 前后为油门控制，控制 FR-07 前进和后退；S2 左右控制前轮的转向；
- (6) V1 为 S2 油门摇杆高车速控制，以前进档为例：逆时针旋转降低最高车速，顺时针旋转增加最高车速；
- (7) 微调 T1 为转向角度微调键，微调值为-1000~1000，当 T1 为正时，轮胎则向左偏移，并且值越大轮胎向左偏移的角度越大；当 T1 为负时，轮胎则向右偏移，并且值越小轮胎向右偏移的角度越大；
- (8) 微调 T2 为油门控制微调键，微调值为-1000~1000；当 S2 处于中间位置时，档位处于前进档、T2 值为正，随着 T2 值增大，前进车速逐渐增大；当 S2 处于中间位置时，档位处于后退档、T2 值为负，随着 T2 值减小，后退车速逐渐增大；
- (9) POWER 为电源按钮，长按进行开关机操作。
- (10) 导航键上下左右为方向按键，中键短按为确认键，长按为参数复位键。

(11) 显示待机界面说明如下：

1) 遥控器型号

2) WFLY: 点击进入主菜单

3) 普通定时器: 长按复位, 单机开始/暂停

4) 模式定时器: 长按复位, 状态由【定时器】菜单设置

5) 电压: 底盘内部信号接收机电压, 外部电池电压

6) 微调监视器: 实时显示微调状态

7) 开机时间: 开机后时间的累计, 关机重置

8) 模型名称: 点击进入模型选择界面

9) 机型: 点击进入当前机型菜单界面

10) 用户名: 点击进入自定义命名

11) 微调状态: 显示 T1-T4 微调状态

12) 电量: 遥控器电量电压显示

13) 底盘内部信号接收机信号强度

14) 控制模式 (油门锁定、普通、特技 1、特技 2)

15) 混控: 混控功能开启后显示

16) 工作模式: 显示启用的模式 (教练、模拟器、学员)

17) 锁屏状态 (EXIT 键长按 2 秒切换)

The screenshot shows the standby interface of the FR-07 Pro remote control. It features a black background with white text and icons. At the top, it displays 'ET07' and a lock icon. Below this, there are two large digital displays showing '00:00.0'. To the right of these displays is a helicopter icon and the text 'User Name'. At the bottom, it shows 'Rx: 5.0V' and 'Ext: 12V'. The interface is surrounded by numbered callouts 1 through 17, which correspond to the list of functions provided on the left.

3.3.2. 遥控器蜂鸣器警告说明

低电压报警	当电量低于自定义电压时, 蜂鸣器响, 显示屏右上角电压值闪烁, 并显示警告界面, 按“是”可正常使用, 报警声长鸣, 按“否”则关机。
开关位置报警	开机时若油门 SA/SB/SC 拨杆不是在默认档位时, 将会出现报警界面(显示对应开关), 所有开关在复位则界面消失。
关机报警界面	遥控器关机时会检测接收器是否通讯, 通讯则弹出警告界面并且需要经过确认才能关机。
微调提示音	微调键微调值达到中点或端点时, 蜂鸣器长响一声。

表 3-4 遥控器报警状态说明

3.3.3. 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 3-7 的坐标参考系。



图 3-7

正如图 3-7 所展示的，FR-07 Pro 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，SB 拨杆切换为前进档，遥控器摇杆 S2 往前推动则为往 X 正方向运动，SB 拨杆切换为后退档，S2 往后推动则往 X 负方向运动，S2 推动至最大值时，往 X 方向运动 V1 设置的最大速度，S2 推动至最小值时，往 X 负方向运动至 V1 设置最大速度；遥控器摇杆 S2 左右控制车体前轮的转向运动，S2 往左推，小车往左转向，推至最大，此时左转向速度最大，S2 往右推，小车往右转，推至最大，此时右转向速度最大。

在控制指令模式下，目标档位指令下 04 值表示往 X 轴正方向运动，02 值表示往 X 轴负方向运动。

4. 使用与开发 Getting Started

本部分主要介绍 FR-07 Pro 平台的基本操作与使用，介绍如何通过 CAN 总线协议来对车体进行二次开发。

4.1. 使用与操作

遥控操作基本操作流程如下：

车辆检查

- (1) 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；
- (2) 检查急停开关状态，确认顶部急停开关均处于释放状态；
- (3) 检查遥控器的所有档位均处于空挡位置；

车辆启动

- (1) 按下 B2（启动开关）
- (2) 查看遥控器车辆电池电压，查看电池电压是否正常，若电压低于 47.5V，请先充电；
- (3) 车辆解开制动和驻车，切换到遥控驾驶模式下观察制动灯是否闪烁车辆是否存在故障，如果存在故障可连接 CAN 卡读取车辆故障状态和故障信号，然后联系售后人员进行解决。

关闭车辆

再次按下 B2（启动开关），释放开关，即可关闭电源；

车辆急停

拍下 FR-07 Pro 车体尾部电器面板中的急停开关即可；

4.2. 充电

FR-07 Pro 移动机器人底盘默认配备一个 48V/5A 的充电器，可满足用户的充电需求。

充电具体操作流程如下：

- 1) 充电前请确保 FR-07 Pro 处于停机断电状态，确认尾电气板中 B2(启动开关)处于关闭状态；
- 2) 先将充电器的输出插头插入尾部电气板中 B1 充电接口中；再将充电器的 AC 插头插入 220V 交流电插座。
- 3) 充电结束之后反之，先拔 AC 插头，再拔输出端插头。
- 4) 充电器工作状态指示如表 4-1。

表 4-1 充电器状态 LED 指示灯说明

LED 指示灯状态	充电器状态
LED1 亮红色	充电器输入线接头已经通电
LED2 亮红色	表示充电器正在充电
LED2 亮绿色	表示电池已充满电

- 5) 若充电环境过高，则充电器可能进入温度保护状态，请将充电器移至阴凉或通风处使用，当充电器内部温度至 60℃恢复正常充电。充电器保护状态说明如表 4-2：

表 4-2 充电器保护状说明

保护功能	功能描述
过热保护	当充电器内部温度达到过温保护点时，充电器自动停止充电。
输出短路保护	当充电器输出意外发生短路时，充电器自动关闭输出。
输出反接保护	当电池反接时，充电器会切断内部电路与电池的连接。
输出过压保护	当充电器输出出现过压时，充电器自动关闭输出。

注：

车辆充电状态下，VCU 会进行整车充电状态保护，如果上电状态下进行充电，为保证充电安全车辆会使能电磁抱闸驻车制动，同时控制驱动器进行高压下电，断开充电状态后自动恢复，同时 CAN 信号有进行相应充电标志位发送和如果需要解除充电下电可发送相应指令进行解除。

4.3.开发

FR-07 Pro 产品针对用户的开发提供了 CAN 接口，用户可用 CAN 接口对车体进行指令控制。

4.3.1. CAN 接口协议

FR-07 Pro 产品中通信采用的是 CAN2.0B 扩展帧，报文格式采用 Intel 格式，波特率为 500K。通过外部 CAN 总线接口可以控制底盘移动的车体速度、转向角度、驻车请求；FR-07 Pro 会实时反馈当前的运动状态信息以及 FR-07 Pro 底盘的系统状态信息等。

协议内容具体如下：

运动指令控制帧包含了档位控制、车体速度控制、转向角度控制、驻车请求以及检验等，其具体协议内容如表 4-3 所示；接线说明请参考 4.3.2，CAN 通讯发送要求和测试示例请参考 4.3.3。

注意：CAN 接口为非隔离接口，在使用过程中请防止 CAN 线接错或者 CAN 总线与各种电源进行短接，如果短接有可能烧毁 VCU。

CAN 协议如下：

波特率：500K

表 4-3 指令控制帧及系统回馈帧

底盘控制指令									
报文名称			ID				周期 (ms)		(Byte) 报文长度
ctrl_cmd			0x18C4D2D0				10		8
信号描述	排列 格式	起始 字节	起 始 位	信 号 长 度	数据 类型	精度	偏 移 量	单位	信号值描述
目标档位	Intel	0	0	4	Unsigned	1	0		00: disable 01: P 档 02: R 档 03: N 档 04: D 档
目标车体速度	Intel	0	4	16	Unsigned	0	0	m/s	0.001m/s/bit;
目标车体转向角	Intel	2	20	16	signed	0.01	0	°	0.01°/bit;
Alive Rolling Counter 心跳信号 (循环计数器)	Intel	6	52	4	Unsigned	1	0		每发一帧，数值加 1，达到最大值后从 0 开始重新计数，用于检测是否丢包和掉线状况

Check BCC 消息异或校验	Intel	7	56	8	Unsigned	1	0		Checksum = Byte0 XOR Byte1 XOR Byte2 XOR Byte3 XOR Byte4 XOR Byte5 XOR Byte6
底盘 I/O 口控制指令									
报文名称			ID				周期 (ms)		(Byte) 报文长度
io_cmd			0x18C4D7D0				50		8
信号描述	排列 格式	起始 字节	起 始 位	信 号 长 度	数据 类型	精度	偏 移 量	单位	信号值描述
I/O 控制使能	Intel	0	0	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
转向灯开关	Intel	1	10	2	Unsigned	1	0		0 = 全关 1 = 开启左转向灯 2 = 开启右转向灯
示廓灯开关	Intel	1	13	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
扬声器开关	Intel	2	16	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
充电强制上电标志 位	Intel	5	40	1	Unsigned	1	0		充电状态下强制使 能该标志位可以控 制车辆 48V 高压上 电, 车辆恢复行使控 制, 该标志位使能和 充电状态下车辆不 能后退

Alive Rolling Counter 心跳信号 (循环计数器)	Intel	6	52	4	Unsigned	1	0		每发一帧, 数值加1, 达到最大值后从0开始重新计数, 用于检测是否丢包和掉线状况
Check BCC 消息异或校验	Intel	7	56	8	Unsigned	1	0		Checksum = Byte0 XOR Byte1 XOR Byte2 XOR Byte3 XOR Byte4 XOR Byte5 XOR Byte6
底盘控制反馈指令									
报文名称			ID				周期 (ms)		(Byte) 报文长度
ctrl_fb			0x18C4D2EF				10		8
信号描述	排列格式	起始字节	起始位	信号长度	数据类型	精度	偏移量	单位	信号值描述
目标档位	Intel	0	0	4	Unsigned	1	0		00: disable 01: P 档 02: R 档 03: N 档 04: D 档
当前车体速度反馈	Intel	0	4	16	Unsigned	0	0	m/s	0.001m/s/bit;
当前车体转向角反馈	Intel	2	20	16	signed	0.01	0	°	0.01°/bit;
当前车辆运行模式反馈	Intel	5	44	2	Unsigned	1	0		0x0: auto 0x1: remote 0x2: stop
Alive Rolling Counter 心跳信号 (循环计数器)	Intel	6	52	4	Unsigned	1	0		每发一帧, 数值加1, 达到最大值后从0开始重新计数, 用于检测是否丢包和掉线状况

Check BCC 消息异或校验	Intel	7	56	8	Unsigned	1	0		Checksum = Byte0 XOR Byte1 XOR Byte2 XOR Byte3 XOR Byte4 XOR Byte5 XOR Byte6
左后轮信息反馈									
报文名称			ID				周期 (ms)		(Byte) 报文长度
lr_wheel_fb			0x18C4D7EF				10		8
信号描述	排列 格式	起始 字节	起 始 位	信 号 长 度	数据 类型	精度	偏 移 量	单位	信号值描述
当前左后轮速度反 馈	Intel	0	0	16	signed	0	0	m/s	0.001m/s/bit;
当前左后轮脉冲数 反馈	Intel	2	16	32	signed	1	0	1	轮子单圈 400 个脉 冲
Alive Rolling Counter 心跳信号 (循环计数 器)	Intel	6	52	4	Unsigned	1	0		每发一帧, 数值加 1, 达到最大值后从 0 开始重新计数, 用 于检测是否丢包和 掉线状况
Check BCC 消息异或校验	Intel	7	56	8	Unsigned	1	0		Checksum = Byte0 XOR Byte1 XOR Byte2 XOR Byte3 XOR Byte4 XOR Byte5 XOR Byte6

右后轮信息反馈									
报文名称			ID				周期 (ms)		(Byte) 报文长度
rr_wheel_fb			0x18C4D8EF				10		8
信号描述	排列 格式	起始 字节	起 始 位	信 号 长 度	数据 类型	精度	偏 移 量	单位	信号值描述
当前右后轮速度反馈	Intel	0	0	16	signed	0	0	m/s	0.001m/s/bit;
当前右后轮脉冲数反馈	Intel	2	16	32	signed	1	0	1	轮子单圈 400 个脉冲
Alive Rolling Counter 心跳信号 (循环计数器)	Intel	6	52	4	Unsigned	1	0		每发一帧, 数值加 1, 达到最大值后从 0 开始重新计数, 用于检测是否丢包和掉线状况
Check BCC 消息异或校验	Intel	7	56	8	Unsigned	1	0		Checksum = Byte0 XOR Byte1 XOR Byte2 XOR Byte3 XOR Byte4 XOR Byte5 XOR Byte6
底盘 I/O 口状态反馈									
报文名称			ID				周期 (ms)		(Byte) 报文长度
io_fb			0x18C4DAEF				50		8
信号描述	排列 格式	起始 字节	起 始 位	信 号 长 度	数据 类型	精度	偏 移 量	单位	信号值描述
I/O 控制使能状态反馈	Intel	0	0	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
转向灯开关状态反馈	Intel	1	10	2	Unsigned	1	0		0 = 全关 1 = 开启左转向灯 2 = 开启右转向灯
制动灯开关状态反馈	Intel	1	12	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开

示廓灯开关状态反馈	Intel	1	13	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
扬声器开关状态反馈	Intel	2	16	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
前中防撞条开关状态反馈	Intel	3	25	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
后中防撞条开关状态反馈	Intel	3	28	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
充电强制上电标志位	Intel	5	40	1	Unsigned	1	0		充电状态下强制使能该标志位可以控制车辆 48V 高压上电, 车辆恢复行使控制, 该标志位使能和充电状态下车辆不能后退
Alive Rolling Counter 心跳信号 (循环计数器)	Intel	6	52	4	Unsigned	1	0		每发一帧, 数值加 1, 达到最大值后从 0 开始重新计数, 用于检测是否丢包和掉线状况
Check BCC 消息异或校验	Intel	7	56	8	Unsigned	1	0		Checksum = Byte0 XOR Byte1 XOR Byte2 XOR Byte3 XOR Byte4 XOR Byte5 XOR Byte6
底盘里程计反馈									
报文名称			ID				周期 (ms)	(Byte) 报文长度	
odo_fb			0x18C4DEEF				10	8	
信号描述	排列格式	起始字节	起始位	信号长度	数据类型	精度	偏移量	单位	信号值描述
累计里程	Intel	0	0	32	signed	0	0	m	0.001m/bit
累计角度 (预留)	Intel	4	32	32	signed	0	0	rad	0.001rad/bit
底盘 BMS 信息反馈									
报文名称			ID				周期	(Byte)	

							(ms)		报文长度
bms_Infor			0x18C4E1EF				100		8
信号描述	排列格式	起始字节	起始位	信号长度	数据类型	精度	偏移量	单位	信号值描述
当前电池电压	Intel	0	0	16	Unsigned	0.01	0	V	0.01V/bit;
当前电池电流	Intel	2	16	16	signed	0.01	0	A	0.01A/bit;
当前电池剩余容量	Intel	4	32	16	Unsigned	0.01	0	Ah	0.01Ah/bit;
Alive Rolling Counter 心跳信号 (循环计数器)	Intel	6	52	4	Unsigned	1	0		每发一帧, 数值加1, 达到最大值后从0开始重新计数, 用于检测是否丢包和掉线状况
Check BCC 消息异或校验	Intel	7	56	8	Unsigned	1	0		Checksum = Byte0 XOR Byte1 XOR Byte2 XOR Byte3 XOR Byte4 XOR Byte5 XOR Byte6
电池 BMS 标志状态反馈									
报文名称			ID				周期 (ms)		(Byte) 报文长度
bms_flag_Infor			0x18C4E2EF				100		8
信号描述	排列格式	起始字节	起始位	信号长度	数据类型	精度	偏移量	单位	信号值描述
当前剩余电量百分比	Intel	0	0	8	Unsigned	1	0	%	1%/bit;
单体过压保护	Intel	1	8	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
单体欠压保护	Intel	1	9	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
整组过压保护	Intel	1	10	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开

整组欠压保护	Intel	1	11	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
充电过温保护	Intel	1	12	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
充电低温保护	Intel	1	13	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
放电过温保护	Intel	1	14	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
放电低温保护	Intel	1	15	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
充电过流保护	Intel	2	16	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
放电过流保护	Intel	2	17	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
短路保护	Intel	2	18	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
前端检测 IC 错误	Intel	2	19	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
软件锁定 MOS	Intel	2	20	1	Unsigned	1	0		0 = 关闭 1 = 打开
充电标志位	Intel	2	21	1	Unsigned	1	0		0 = 放电 1 = 充电
当前电池最高温度	Intel	3	28	12	signed	0.1	0	°C	0.1°C/bit;
当前电池最低温度	Intel	4	40	12	signed	0.1	0	°C	0.1°C/bit;
Alive Rolling Counter 心跳信号 (循环计数器)	Intel	6	52	4	Unsigned	1	0		每发一帧, 数值加1, 达到最大值后从0开始重新计数, 用于检测是否丢包和掉线状况
Check BCC 消息异或校验	Intel	7	56	8	Unsigned	1	0		Checksum = Byte0 XOR Byte1 XOR Byte2 XOR Byte3 XOR Byte4 XOR Byte5 XOR Byte6
车辆故障状态反馈									
报文名称			ID			周期 (ms)		(Byte) 报文长度	
Veh_fb_Diag			0x18C4EAEF			10		8	

信号描述	排列格式	起始字节	起始位	信号长度	数据类型	精度	偏移量	单位	信号值描述
整车故障等级	Intel	0	0	4	Unsigned	1	0		0: 无故障 1: 1 级故障 2: 2 级故障 3: 3 级故障 其他无效
Auto 控制 CAN 通信错误	Intel	0	4	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
Auto IO 控制 CAN 通信错误	Intel	0	5	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
EPS 掉线故障	Intel	1	8	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
EPS 故障	Intel	1	9	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
EPS MOSFET 过温	Intel	1	10	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
EPS 报警故障	Intel	1	11	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
EPS 工作故障	Intel	1	12	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
EPS 超流故障	Intel	1	13	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
驱动电机控制器掉线故障	Intel	4	32	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
驱动电机控制器过热故障	Intel	4	33	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
驱动电机控制器过压故障	Intel	4	34	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
驱动电机控制器欠压故障	Intel	4	35	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
驱动电机控制器短路故障	Intel	4	36	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
驱动电机控制器急停故障	Intel	4	37	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障
驱动电机霍尔传感器故障	Intel	4	38	1	Unsigned	1	0		0 = 正常 1 = 故障

驱动电机控制器 MOSFET 故障	Intel	4	39	1	Unsigned	1	0	0 = 正常 1 = 故障
驱动器失控故障	Intel	4	40	1	Unsigned	1	0	0 = 正常 1 = 故障
BMS CAN 通信掉 线故障	Intel	5	44	1	Unsigned	1	0	0 = 正常 1 = 故障
急停故障	Intel	5	45	1	Unsigned	1	0	0 = 打开 1 = 闭合
遥控器关闭警告	Intel	5	46	1	Unsigned	1	0	0 = 正常 1 = 故障
遥控器接收机掉线 故障	Intel	5	47	1	Unsigned	1	0	0 = 正常 1 = 故障
Alive Rolling Counter 心跳信号 (循环计数 器)	Intel	6	52	4	Unsigned	1	0	每发一帧, 数值加 1, 达到最大值后从 0 开始重新计数, 用 于检测是否丢包和 掉线状况
Check BCC 消息异或校验	Intel	7	56	8	Unsigned	1	0	Checksum = Byte0 XOR Byte1 XOR Byte2 XOR Byte3 XOR Byte4 XOR Byte5 XOR Byte6

4.3.2. CAN 线的连接

FR-07 Pro 的 CAN 线均已焊接引出并做好标注,用户可根据标注直接连接,如下图 4-1 所示



图 4-1 CAN 线位置示意图

红色为 CAN_H; 黑色为 CAN_L

4.3.3. VCU 常用协议使用说明

1. 测试过程中注意事项:

- 1.1 发送过程中注意 AliveCounter 需要连续变化循环发送。
- 1.2 发送 AliveCounter 过程中特别注意 AliveCounter 占据的为 52 至 55 四个位。

- 1.3 BYTE[7]校验位为前 7 个 Byte 的异或校验:Checksum = Byte0 XOR Byte1 XOR Byte2 XOR Byte3 XOR Byte4 XOR Byte5 XOR Byte6
- 1.4 以下例程为使用 USB CAN 进行下发时简易控制指令, 请控制车辆时按照通信协议进行控制下发指令。
- 1.5 测试过程中遥控器切换到自动驾驶模式或关闭遥控器。
- 1.6 使用电脑连接 CAN 卡测试过程中由于可能测试车辆运动等情况, 测试过程中请架起车辆, 等车辆测试稳定后用程序测试时放下车辆。
- 1.7 落地测试过程中由于遥控器优先级最高, 最好开启遥控器测试, 方便测试过程中随时切换到遥控模式。

2. 车辆控制指令说明 ctrl_cmd

车体控制指令需要同时发送对应指令、心跳信号和校验位。

(1) 目标档位请求 ctrl_cmd_gear

ctrl_cmd_gear 命令为目标档位信号, 物理值范围为: 01 至 04, 默认档位位置为 01 驻车 P 档; 目标档位给定 03 时为空挡 N; 目标档位给定 02 时为后退档位 R; 目标档位给定 04 时为前进档位 D; 目标档位给定 01 时为驻车档位 P 档。

例: 目标档位请求为前进档时-04 0x04

ID	D[0]	D[1]	D[2]	D[3]	D[4]	D[5]	D[6]	D[7]
0x18C4D2D0	0x04	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x10	0x14
0x18C4D2D0	0x04	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x20	0x24
0x18C4D2D0	0x04	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x30	0x34

注: 以上三帧信号间隔 10ms 循环下发, 可控制档位切换为 D 档。

返回：

ID	D[0]	D[1]	D[2]	D[3]	D[4]	D[5]	D[6]	D[7]
0x18C4D2EF	0x04	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x04

注：校验和和 Alivecounter 循环变化

(2) 目标车速请求 ctrl_cmd_velocity

ctrl_cmd_velocity 命令为驱动车辆车速的目标值，CAN 通信物理值范围为 0 至 65.535m/s（13 速比、420mm 车轮直径最高车速为 5m/s），目标车速由车速精度（0.001m/s/bit）决定。驱动车辆的目标车速 = 0.001*总线信号。车辆前进后退配合档位使用。

车速反馈分为三种车速反馈方式，分别为：

- 1) 当前车速反馈：该车速反馈时始终为正。
- 2) 左右轮速车速反馈：为当前左右轮分别对应的车速，前进时车速为正，后退时车速为负。
- 3) 左右轮脉冲数反馈：前进是脉冲数累加，后退是脉冲数累减。

例：给定 5m/s 的前进车速请求则总线信号就等于 5000 0x1388

ID	D[0]	D[1]	D[2]	D[3]	D[4]	D[5]	D[6]	D[7]
0x18C4D2D0	0x84	0x38	0x01	0x00	0x00	0x00	0x00	0xBD
0x18C4D2D0	0x84	0x38	0x01	0x00	0x00	0x00	0x10	0xAD
0x18C4D2D0	0x84	0x38	0x01	0x00	0x00	0x00	0x20	0x9D

注：以上三帧信号间隔 10ms 循环下发，可控制车辆以 5m/s 的车速前进。

返回：

ID	D[0]	D[1]	D[2]	D[3]	D[4]	D[5]	D[6]	D[7]
0x18C4D2EF	0x84	0x38	0x01	0x00	0x00	0x00	0x00	0xBD

注：校验和和 Alivecounter 循环变化，由于运行车速自动调节可能反馈不是绝对的 5m/s。

左轮车速和左轮脉冲反馈 ID 为: 0x18C4D7EF

右轮车速和右轮脉冲反馈 ID 为: 0x18C4D8EF

(3) 目标转向角 ctrl_cmd_steering

ctrl_cmd_steering 命令为目标转向角度请求, CAN 通信物理范围为 (-40.96) 度至 (40.95) 度, 车辆内部软限位转角为 (-25) 度至 (+25) 度, 左转向为正, 右转向为负。

目标转向角度由精度 0.01 °/bit 决定的。目标转向角度 = 总线信号*0.01

例: 给定-25 度目标转向角度则总线信号就等于-2500 0XF63C

ID	D[0]	D[1]	D[2]	D[3]	D[4]	D[5]	D[6]	D[7]
0x18C4D2D0	0x00	0x00	0XC0	0x63	0x0F	0x00	0x00	0xAC
0x18C4D2D0	0x00	0x00	0XC0	0x63	0x0F	0x00	0x10	0xBC
0x18C4D2D0	0x00	0x00	0XC0	0x63	0x0F	0x00	0x20	0x8C

注: 以上三帧信号间隔 10ms 循环下发, 可将转向角度请求为-25 度

返回:

ID	D[0]	D[1]	D[2]	D[3]	D[4]	D[5]	D[6]	D[7]
0x18C4D2EF	0x00	0x00	0XC0	0x63	0x0F	0x00	0x00	0xAC

注: 校验和和 Alivecounter 循环变化。

3. 辅件控制指令说明

以示廓灯使能为例举例说明, 其他辅件控制同示廓灯使能控制。IO 口使能控制需要发送使能标志位、心跳信号和校验位同时发送。(如果 IO 控制不使能所有灯光控制由 VCU 进行控制)

例：io_cmd_clearance_lamp 示廓灯使能控制 0x01

ID	D[0]	D[1]	D[2]	D[3]	D[4]	D[5]	D[6]	D[7]
0x18C4D7D0	0x01	0x20	0X00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x21
0x18C4D7D0	0x01	0x20	0X00	0x00	0x00	0x00	0x10	0x31
0x18C4D7D0	0x01	0x20	0X00	0x00	0x00	0x00	0x20	0x01

注：以上三帧信号间隔 50ms 循环下发，可以请求远光灯点亮。

返回：

ID	D[0]	D[1]	D[2]	D[3]	D[4]	D[5]	D[6]	D[7]
0x18C4DAEF	0x01	0x20	0X00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x21

注：校验和和 Alivecounter 循环变化。

辅件使能控制支持示廓灯控制和左右转向灯控制；喇叭控制在 IO 口使能信号置 1 或 0 时均能够进行控制；制动灯不受 CAN 信号进行控制完全由 VCU 进行控制反馈是否使能信号。

5. 注意事项 Attention

本部分包含一些使用，存储和开发 FR-07 Pro 的应该注意的一些事项。

5.1. 电池使用注意事项

▲ FR-07 Pro 产品出厂时电池有可能不是满电状态，具体情况可通过 FR-07 Pro 遥控器车辆底盘电压显示或者 CAN 总线通信接口读取，充电时间以充电器亮绿色指示灯表示充电完毕；

▲ 请不要在电池使用殆尽以后再进行充电，当电池电压过低时请及时充电；

▲ 电池在放电条件下的工作温度是为-20℃~60℃，电池在规定的温度范围内能正常工作，容量损失在误差范围内：

▲ 电池在使用过程中禁止过量放电，以免损坏电池；

▲ 避免对蓄电池造成过度冲击，超出规格的冲击可能会损坏蓄电池这可能导致电池泄漏、发热、冒烟、着火或爆炸；

▲ 如果发现电池出现明显异常，请立即停止使用电池！

5.2. 充电注意事项

▲ 必须使用配套的电池专用充电器进行充电，请勿随意使用非原厂标配的电池、电源、充电器；

▲ 仅在 10℃~45℃ 环境下进行充电。在此温度范围之外充电可能会导致蓄电池泄漏、发热或导致严重损坏它也可能导致电池的性能和寿命恶化；

▲ 充电时，如果充电器或电池出现不正常或损坏，请立即拔除充电器输入电源线和输出电源线；

▲ 如果不能在规定时间内完成充电过程，则应当停止充电过程。否则电池可能产生热量、烟雾、着火（或爆炸）；

▲ 严禁在雷雨天气给车体电池充电；

▲ 严禁在潮湿、雨淋水浸的地方给车体电池充电；

▲ 严禁在热源、太阳直射等温度高度额地方给车体电池充电；

▲ 应在通风无粉尘的地方进行充电；

▲ 充电时严禁遮挡充电器的进出风口，至少留有 10cm 的空间；

5.3. 使用环境注意事项

▲ FR-07 Pro 工作温度为-20℃~60℃，请勿在温度低于-20℃、高于 60℃环境中使用；

▲ FR-07 Pro 的最佳存储温度为 0℃~25℃；

▲ 请勿在存在腐蚀性、易燃易爆性气体的环境中存储或使用；

▲ 使用和存储过程中请远离热源和火源；

▲ 除特别定制版（IP 防护等级定制），FR-07 Pro 防水功能有限，请勿随意在积水过深环境使用；

5.4. 遥控操作注意事项：

▲ 开机前确认所有拨码开关置于中位（OFF 档）；急停开关松开；油门遥杆归零位，即：底盘速度为 0 状态；

▲ 遥控端 S2 遥杆前推控制车辆前进时，若需要对车体进行后退操作，应先把 S2 遥杆回中归零后，再进行后退操作，禁止-推时直接快速拨到后退挡；左右转弯控制的操作同理，左右换向时均需回中归零再换向；

▲ 车辆正常行驶过程中请勿关闭遥控端电源，当遥控端电量耗尽，通讯中断会启动保护程序，底盘在 3 秒钟后停止行走；遥控端重新上电后自动恢复通讯，正常使用。

5.5. 电气外部扩展注意事项

▲ 顶部扩展电源电流应严格按照所选用的电池电压电流合理使用，不可过载使用；

▲ 当系统检测到电池电压低于安全电压以后，会启动保护程序，如果外部扩展设备涉及到重要数据的存储且无掉电自动存储功能时，请及时充电。

5.6. 其他注意事项

- ▲ 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；
- ▲ 遥控端终端长期不使用应把电池取下；
- ▲ 轮胎应视胎面花纹磨损情况及时更换。

6. 常见问题与解决 Q&A

Q: FR-07 Pro 启动正常，使用遥控器控制车体不移动？

A: 首先确认尾部急停开关是否被释放；再检查 SA 摇杆状态是否为遥控控制模式，再检查遥控器 S1 摇杆是否处于制动状态下，再检查 SB 档位切换拨杆是否和控制指令一致；然后检查 V1 旋钮是否处于逆时针最后位置。

Q: FR-07 Pro 遥控没电车体停止运行后怎么办？

A: 请立即给遥控器接入电源充电，遥控器上电后立即恢复正常通讯。

Q: 充电器 led1 和 led2 指示灯均不亮

A: 请先检查充电器的输入线接口是否连接正确牢固；再检查是否有交流电输入。

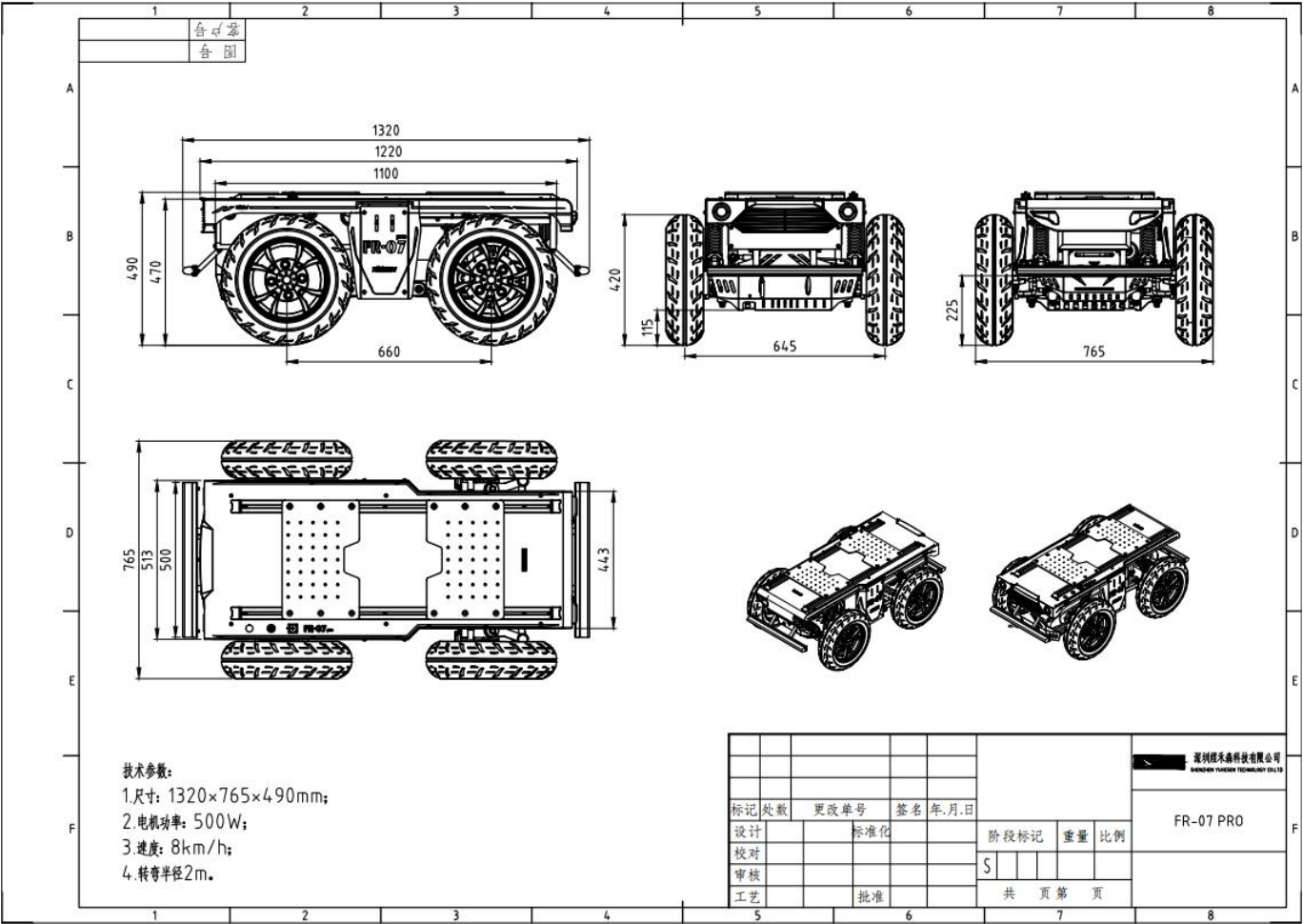
电池是否长期未使用，过度放电或是否损坏；

重新插拔输入输出线插头、间隔时间大于 10 秒，判断充电器是否处于保护状态。

Q: 底盘直行过程中往左（右）偏航严重是什么原因？

A: 底盘直行过程中发生偏航现象可能是由于遥控操作过程中误碰到微调键 T4，导致底盘的转向角度发生变化，请在遥控器显示器界面查看微调监视器的值是否为 0，若不是，请将微调值调至为 0。

7. 产品尺寸图 Specifications



电话：0755-28468956

传真：0755-28468956

网址 www.yuhesen.com 邮件： sales01@yuhesen.com

地址：深圳市龙岗区宝龙六路 1 号创维群欣科技园 1 栋 5 楼

The logo for YUHESEN, featuring the company name in a bold, blue, italicized sans-serif font.

深圳煜禾森科技有限公司
Shenzhen yuhesen Technology Co., Ltd.