



全国大学生智能汽车竞赛

渡众车车对抗赛

SmartMaster 硬件操作指南

序言

全国大学生智能汽车竞赛渡众车车对抗赛比赛用车(SmartMaster)全套教程包括：“SmartMaster 基础学习手册”，“SmartMaster 硬件操作指南”，“Smart Master 软件操作指南”，“SmartMaster 裁判系统操作指南”。本手册主要介绍 SmartMaster 所采用的硬件详细性能及参数，以及本身的机械特性。

目录

序言	
1、硬件介绍及性能	1
1.1 机械部件	1
1.2 电气部件	3
1.2.1 计算核心	3
1.2.2 电机控制器	6
1.2.3 裁判硬件	7
1.2.4 其余硬件参数信息	9
2、硬件连接示意图	17
2.1 供电线路图	17
2.2 内部接线图	17
3、SmartMaster 硬件操作指南	19
3.1 开机与关机	19
3.2 遥控器控制	19
3.3 充电	21
3.4 DZVCU 显示器内容解析	22
4、安全操作说明	23
4.1 车辆使用环境限制	23
4.2 车辆使用注意事项	23
4.3 车辆维护保养注意事项	24
免责声明	25
修订历史	27

1、硬件介绍及性能

1.1 机械部件

SmartMaster 机械部件包含但不限于外壳均为自主设计制作如图 1-1,图 1-2 所示, 为满足耐用及实用性核心全部采用钣金件:



图 1-1 SmartMaster 教学版 (带外壳)

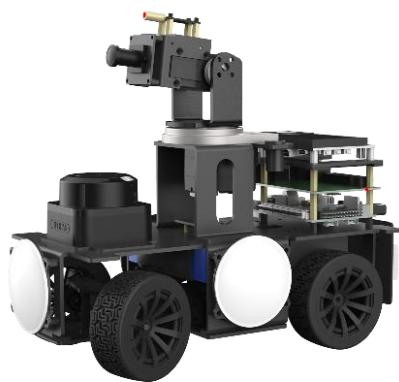


图 1-2 SmartMaster 竞赛版 (非外壳)

目前比赛采用非外壳的 SmartMaster 竞赛版, 下表 1-1 为目前机械性能:

表 1-1 SmartMaster 性能参数表待补充

名称	参数
重量(kg)	~
长度(mm)	278
宽度(mm)	140
高度(mm)	227
轴距(mm)	150
轮距(mm)	110
接近角(°)	16
离去角(°)	16
最大转角(°)	30±2
最小转弯半径(mm)	240~260
最小离地间距(mm)	11
爬坡角度(°)	35
最高速度(m/s)	1
充电电压(V)	12
充电时长(h)	6
续航时长(h)	4

注意事项：该数据均为机械图纸计算与人工测量，由于机械安装与测量过程存在部分误差，仅供参考。

SmartMaster 采用标准的阿克曼结构机械底盘。阿克曼结构本身起源于汽车应用，是实现汽车转向的一种方式。阿克曼转向系统的核心设计目标是确保在转弯时，所有车轮沿着各自的圆弧轨迹行驶，而不会引入滑移或侧向摩擦。为实现这一点，转向几何设计要求每个车轮的轨迹圆心集中在车辆后轴的延长线上。

阿克曼主要的结构为梯形结构，其中转向横拉杆位于底盘前轴中间，用于连接和协调两侧车轮的转向角度，转向节臂连接车轮与转向横拉杆，通过摆动来调整车轮方向，转向机构通常是齿轮齿条或蜗轮蜗杆，通过驾驶员的方向盘转动提供力矩。依据阿克曼几何设计，梯形四连杆的长度和角度分布决定了内外车轮的转向角差异，使内侧车轮转向角始终大于外侧车轮约 2~4 度。这种设计确保了车辆在转弯时能沿无侧滑的路径行驶。

尽管理论上阿克曼转向几何是理想设计，但实际车辆制造中，考虑到轮胎性能、车辆负载、制造误差及其他因素，转向几何可能并不完全遵循理论模型。例如：

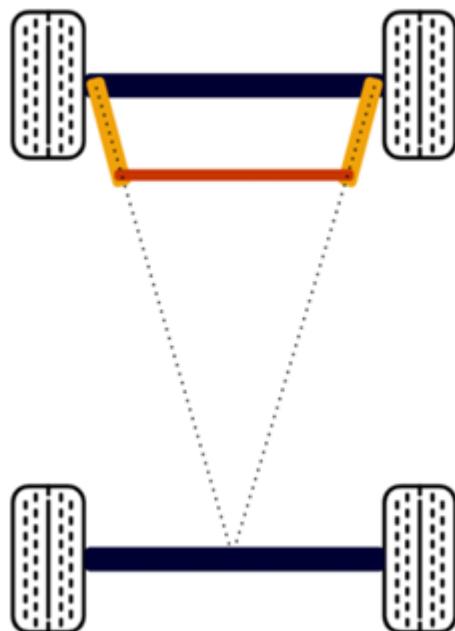
- 1) 前轮前束角：即前轮平面在水平面上略向内收，以改善车辆的直线行

驶稳定性。

- 2) **前轮内倾角:** 前轮平面在垂直方向上略向车内倾斜, 能提高车辆转弯时的抓地性能和悬架的承载能力。
- 3) **实际阿克曼偏差:** 在某些高速车辆或运动机器人设计中, 阿克曼几何设计可能会被有意调整, 以优化特定场景下的操控性能。

阿克曼结构机械原理简化图如下图 1-1 所示, 底盘的前两轮通过一个连杆连接, 用于控制车轮运行的方向。

图 1-1 阿克曼结构机械原理简化图



当机器人直行、左转、右转时, 阿克曼底盘前轮分别呈现如图 1-2 中三种状态:

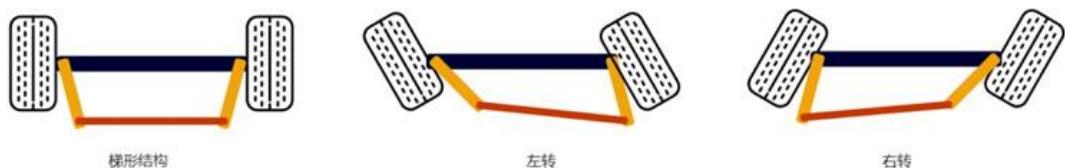


图 1-2 阿克曼结构机械原理简化图

1.2 电气部件

1.2.1 计算核心

近年来硬件资源迅速发展, 算法计算单元有: Nvidia Jetson 系列、Raspberry Pi 系列、地平线系列, OrangePi 系列等。SmartMaster 为实现智能功能, 搭载国产高算力主控平台对传感器信息进行处理, 附带 RTC 电源, 对小车进行运动控制。

算法计算单元的外观与结构如图 1-3 所示，其设计简洁、接口丰富，能够满足多样化的开发需求，是智能车开发领域的一款理想选择。

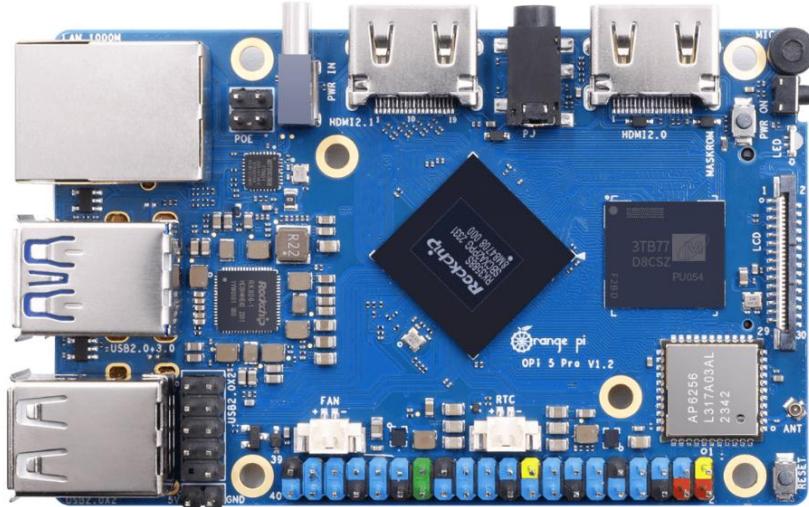


图 1-3 算法计算单元正视图

SmartMaster 采用的主要硬件规格参数如表 1-2 所示：

表 1-2 算法计算单元主要硬件规格参数

名称	参数
CPU	4*Cortex-A76 + 4*Cortex-A55
GPU	Mali-G610
NPU	6 Tops
RAM	LPDDR5 16GB
USB	USB3.1 Gen1*1 / USB2.0*3 排针 USB2.0*2
HDMI	HDMI2.1 / HDMI 2.0 / MIPI 4 Lane
INTERNET	10/100/1000Mbps
WIFI\BT MODEL	WIFI5+BT 5.0/BLE MODEL:AP6256
POWER	Type-C 5V @ 5A
OS	OrangePi OS (Droid)、OrangePi OS (Arch)、OrangePi OS (OH)、Ubuntu、Debian、Android12

算法计算单元采用了瑞芯微 RK3588S 新一代八核 64 位 ARM 处理器，具体为四核 A76 和四核 A55，采用的三星 8nmLP 制程工艺，大核主频最高可达 2.4GHz，集成 ARMMali-G610MP4GPU，内嵌高性能 3D 和 2D 图像加速模块，内置高达 6Tops 算力的 AI 加速器 NPU，拥有 4GB/8GB/16GB（LPDDR5）内存，具有高达 8K 显示处理能力。OrangePi 引出了相当丰富的接口，包括 HDM

I 输出、Wi-Fi5、M.2PCIe2.0x1、千兆网口、支持 PoE+（需要 PoE+HAT）、USB2.0、USB3.1 接口和 40pin 扩展排针等。

SmartMaster 采用的 OriangePI 接口详情如图 1-4、图 1-5、图 1-6 所示：

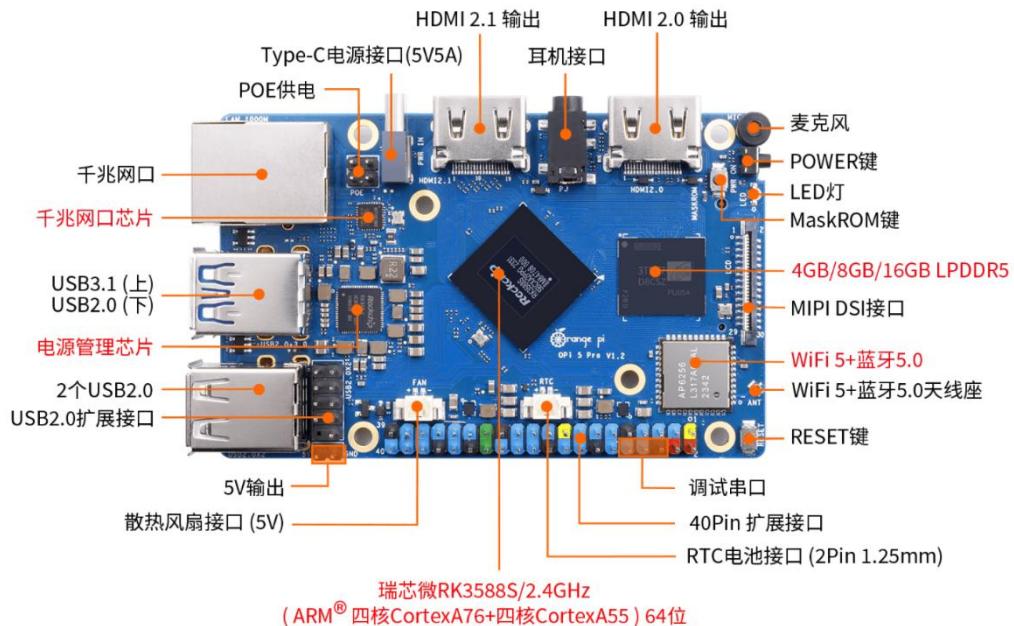


图 1-4 算法计算单元正面接口图

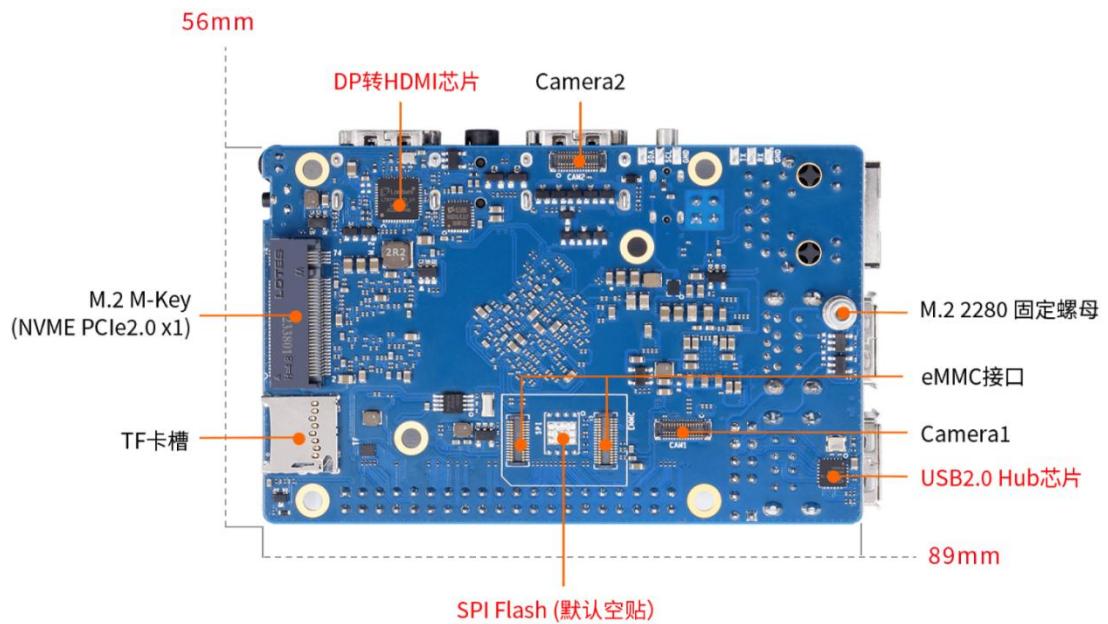


图 1-5 算法计算单元背面接口图

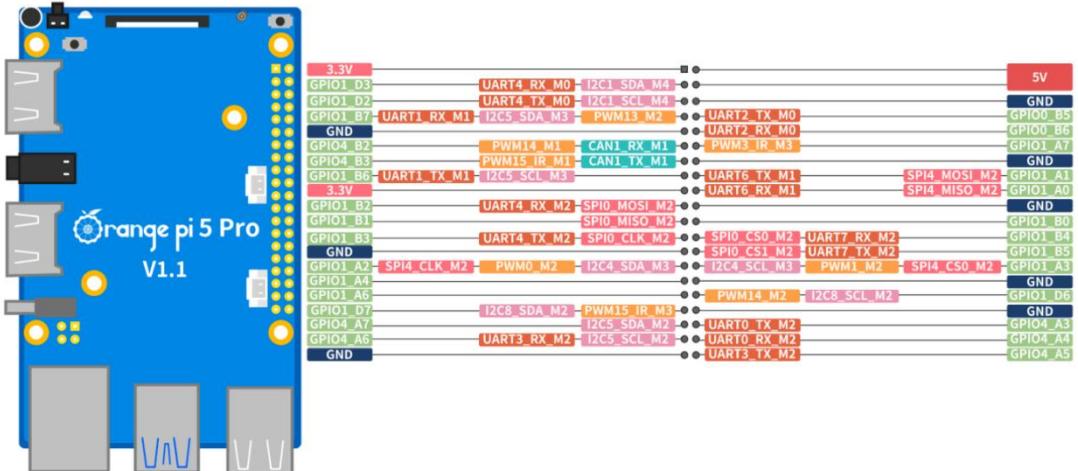


图 1-6 算法计算单元引脚接口图

1.2.2 电机控制器

SmartMaster 在算法计算单元与底盘元件之间放置了一个电机控制器（DZ VCU），如图 1-7 所示。该底层控制板均为自主设计制作，使用高算力芯片，其主要作用是向各部件供电、收集轮速信息、IMU 信息、控制电机转速、舵机转动角度、控制云台转动等。

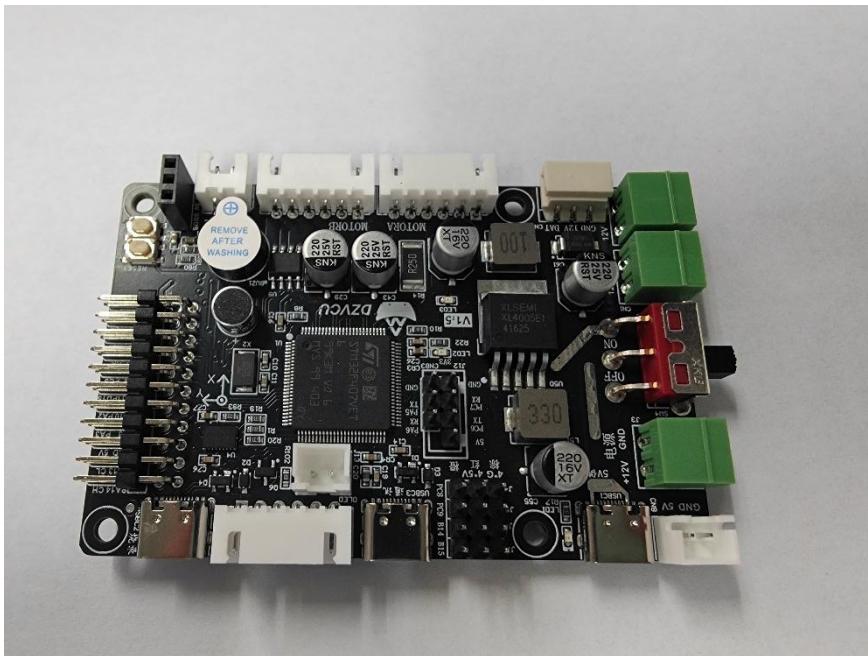


图 1-7 DZVCU 正视图

SmartMaster 配置的 IMU 为板载式模块，位于底层控制板中，使用的是高精度传感器。该传感器具有出色的抗振性和抑制能力，其集成了三轴 16 位加速度计和三轴 16 位陀螺仪，该传感器加速度计量程位±24g，陀螺仪量程为±200 0° /s，零点漂移量加速度计为±20mg，陀螺仪±1° /s，低温度系数飘逸加速度计为±0.2mg/K。陀螺仪±0.015° /s/K，分辨率加速度计为 0.09mg，陀螺仪为 0.004° /s，可选输出频率为 12.5Hz~2KHz。

对于自主设计的 DZVCU 其接口详情如图 1-8、图 1-9 所示：

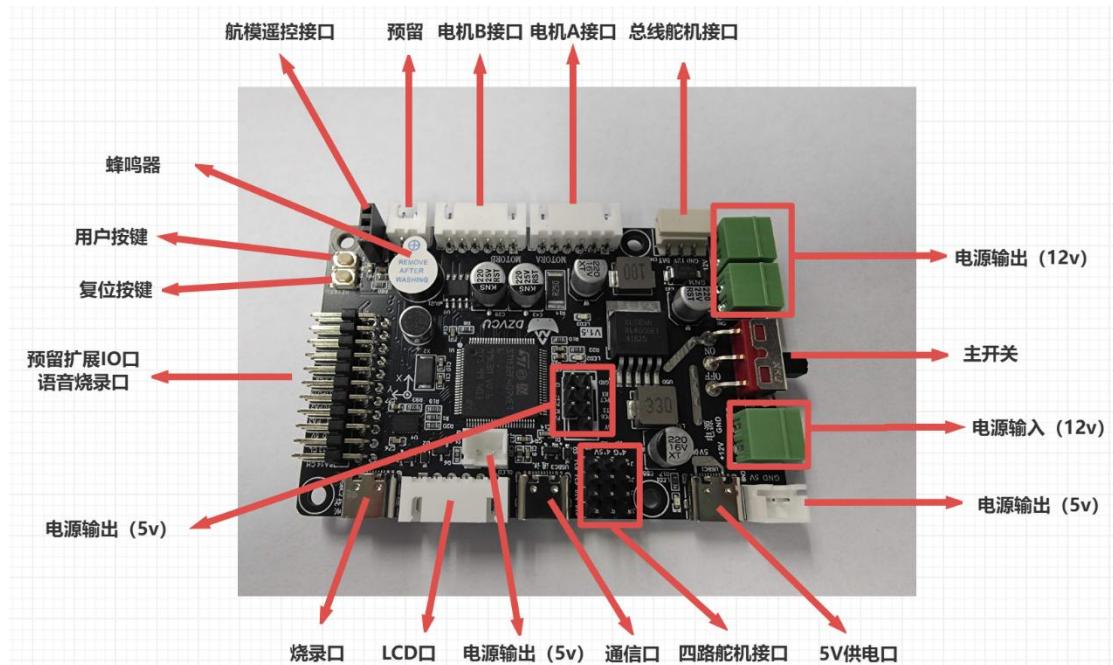


图 1-8 DZVCU 正面接口图

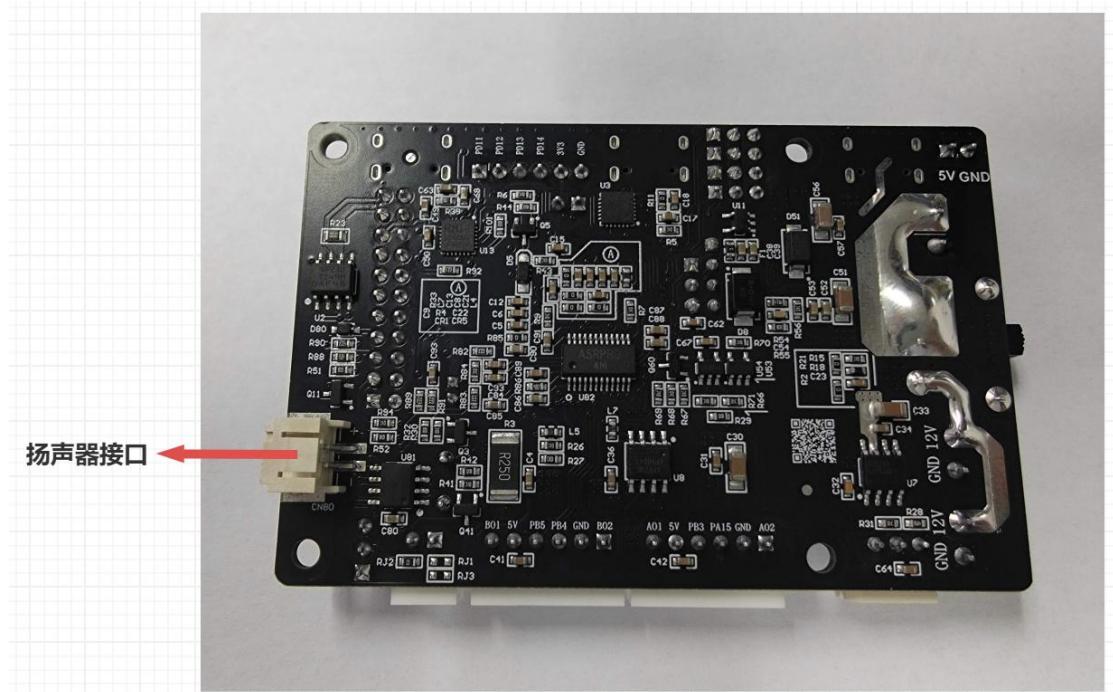


图 1-9 DZVCU 背面接口图

1.2.3 裁判硬件

SmartMaster 搭载了自主研发的裁判硬件，分为三大部分：主裁判硬件、独立受激靶标、激光发射模块。裁判系统及硬件均不开源不提供原理图

主裁判硬件采用带 WIFI 的主控芯片，支持 802.11 B/G/N WIFI 以及 BLUE TOOTH 5/MESH。主裁判硬件预留电源、靶标接口、激光发射接口、Type-c 接口以及四个独立的功能按键，并搭载了血条显示以及状态显示屏幕，能够满足

不同比赛方案下的各种裁判需求。

独立受激靶标采用单独设计，能够与主控裁判硬件联通，主动反馈受击信号。激光发射模块仅位激光发射载板，此处不再对裁判硬件过多展开描述，esp 32 主裁判硬件接口详情如图 1-10 所示，靶标外观与接口详情如图 1-11 所示，激光发射模块外观与接口如图 1-12 所示。

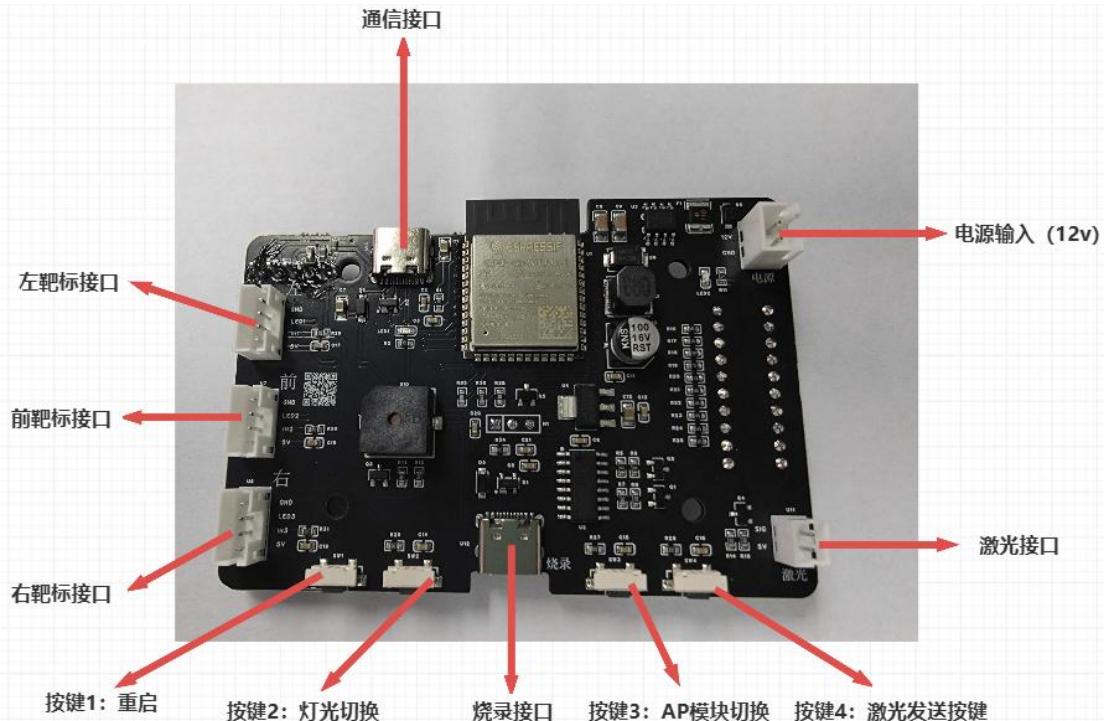


图 1-10 裁判系统背面接口图

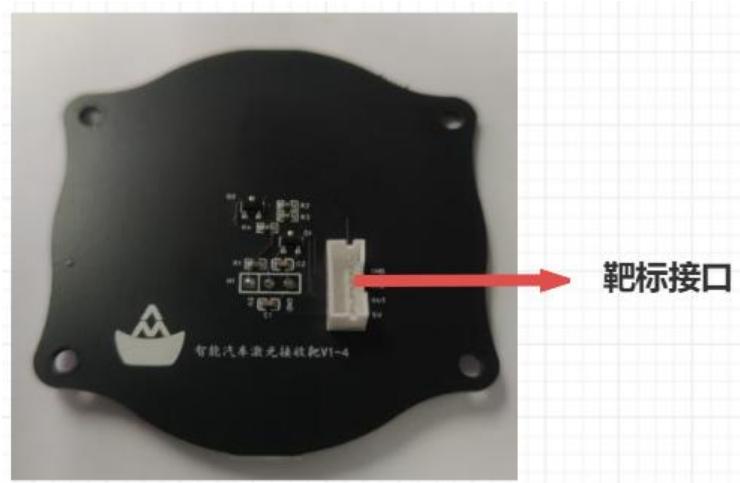


图 1-11 靶标接口图



图 1-12 激光模块接口图

1.2.4 其余硬件参数信息

1.2.4.1 电池



图 1-13 定制电池

表 1-3 电池规格参数

名称	参数
容量	8000mAh
输出电压	DC 10~12.6V
输入电压	DC 12.6V
持续工作电流	10A
最大放电电流	20A

1.2.4.2 转向舵机



图 1-14 转向舵机

表 1-4 转向舵机参数

名称	参数
工作电压	4.8~8.4V
可控角度	180°
驱动方式	PWM
脉宽范围	200~2500μsec
控制精度	3μsec

1.2.4.3 后轮电机

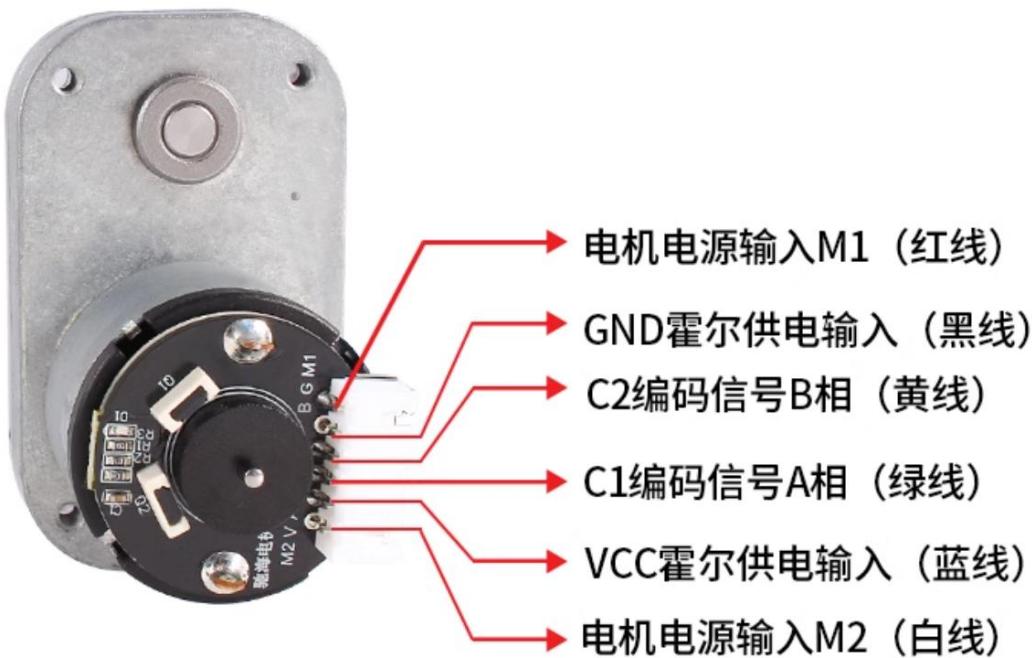


图 1-15 后轮电机

表 1-5 后轮电机规格参数

名称	参数
轴经	6mmD 字型
输出轴长	14.5mm
工作电压	DC 3~12V
重量	170g 左右
接线规格	XH 2.54
编码器	AB 双相增量式磁性霍尔编码器 13 线
减速比	1: 29
基础脉冲数	13PPR

1.2.4.4 云台电机



图 1-16 云台舵机

表 1-6 后轮电机规格参数

名称	参数
尺寸	45.2×24.7×35mm
编码器	12 位磁编码
额定电流	0.8A
额定功率	6W
额定转速	52rpm
转动角度	360°
额定重量	30Kg
防护等级	IP54
额定电压	12V

1.2.4.5 喇叭



图 1-17 喇叭

表 1-7 喇叭规格参数

名称	参数
尺寸	28×31×15.1mm
产品阻抗	4±15% Ω
产品功率	3W

1.2.4.6 云台相机



图 1-18 云台舵机

表 1-8 云台相机规格参数

名称	参数
Sensor 规格	1/2.6 inch
像素大小	Pixel Size 3μm×3μm
帧率	90fps/s(720P 以下 120fps/s)
信噪比	38dB
工作电压	5V
工作电流	250mA
分辨率	320*240/640*480/800*600/1280*720/1920*1080/1920*1200
低照度	0.11Lux
曝光时间	10ms
输出格式	MJPEG/YUY2(默认 MJPG)
接口	USB2.0 免驱
FOV 角度	60°
焦距	5mm

1.2.4.7 HDMI 显示器

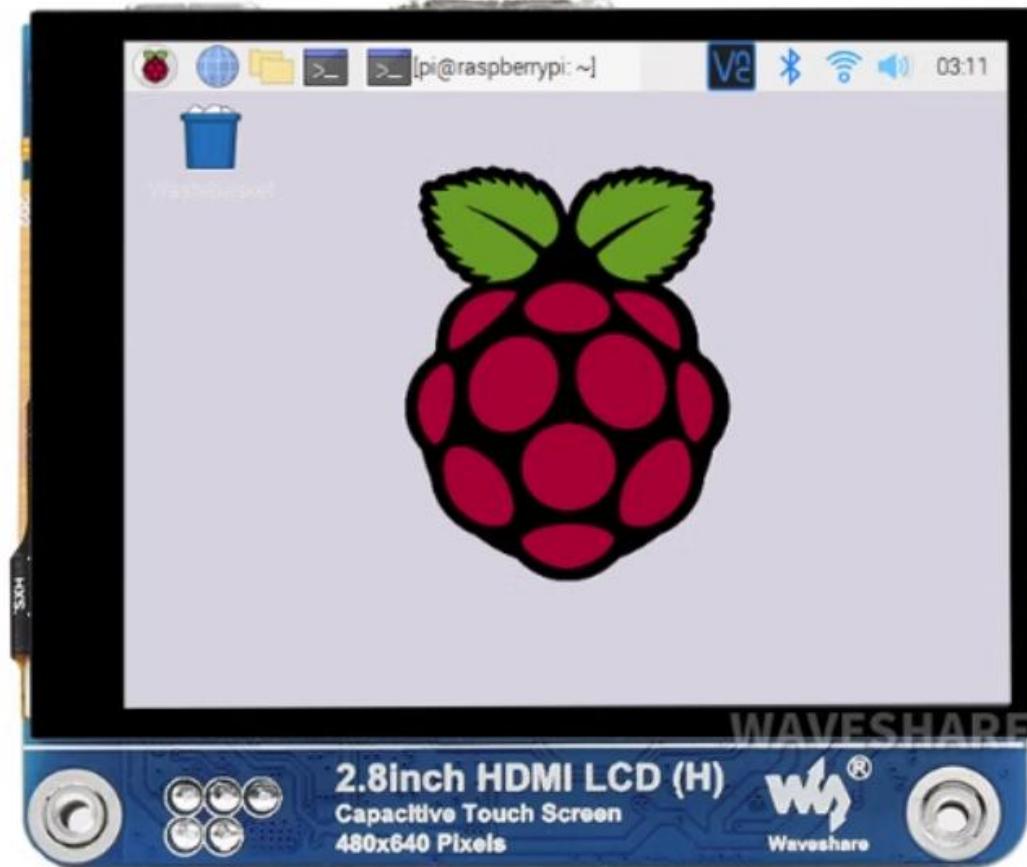


图 1-19 HDMI 显示器

表 1-9 云台相机规格参数

名称	参数
显示尺寸	2.8inch
分辨率	480×640
触控类型	电容触摸
触控点数	5
显示接口	HDMI
显示面板	IPS
可视角度	160°
背光控制	调节背光亮度
设备及支持	树莓派支持 Raspberry Pi OS/Ubuntu/Kali/Retropie；Jetson Nano 支持 Ubuntu 搭配计算机： 支持 Windows 11/10/8/8.1/7

1.2.4.7 DZVCU 显示器



图 1-20 DZAVCU 显示器

表 1-10 DZVCU 显示器规格参数

名称	参数
显示尺寸	0.96inch
分辨率	128*64
工作电压	3.3V
尺寸	27.6×27.3mm
显示接口	IIC
显示面板	OLED

1.2.4.8 激光雷达



图 1-21 定制激光雷达

表 1-11 定制激光雷达规格参数

名称	参数
尺寸	55.6×55.6×41.3mm
测量半径	0.05-40m(70%反射率)
工作电压	12V
测量盲区	0.05m
扫描频率	10Hz~20Hz
角度分类率	0.1125°~0.225°(取决于扫描频率)
通信接口	网口
测量分辨率	10mm
测量精度	±30mm

1.2.4.9 遥控



图 1-22 遥控器

表 1-12 遥控器规格参数

名称	参数
频率范围	2, 5GHz ISM 波段 (2.4005-2.483.5GHz)
通道个数	8
屏幕类型	LCD

重量	304g
遥控距离	地面约 300m 空中约 800m
响应速度	PWM: $\leq 20\text{ms}$

1.2.4.10 遥控接收机

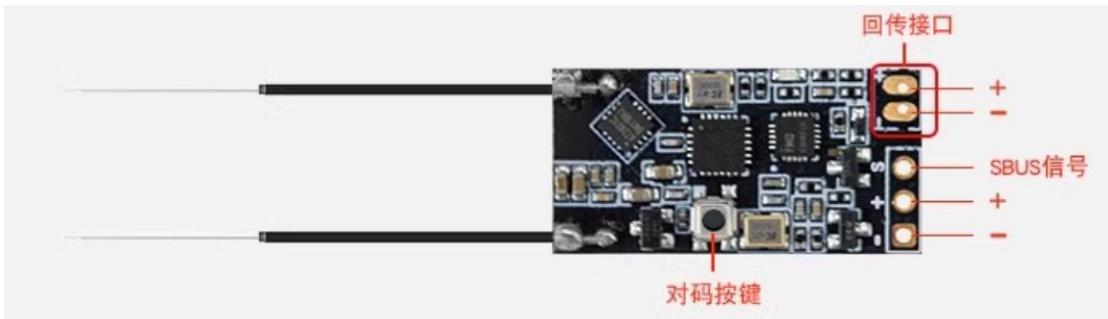


图 1-23 遥控器接收机

表 1-14 遥控器接收机规格参数

名称	参数
电流	30~50mA
重量	1.6g
尺寸	28×14×1mm
对码方式	按键对码

2、硬件连接示意图

2.1 供电线路图

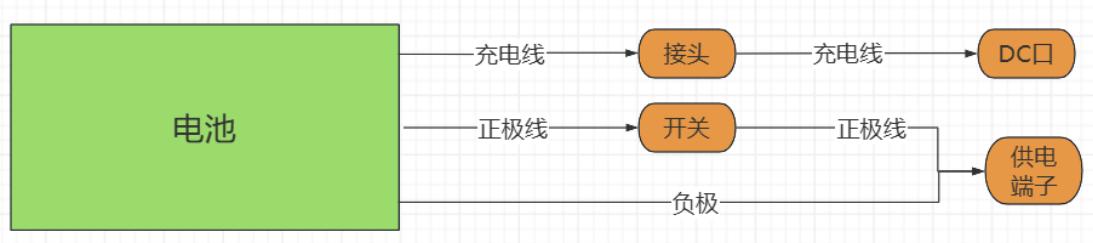


图 2-1 供电线图示意图

2.2 内部接线图

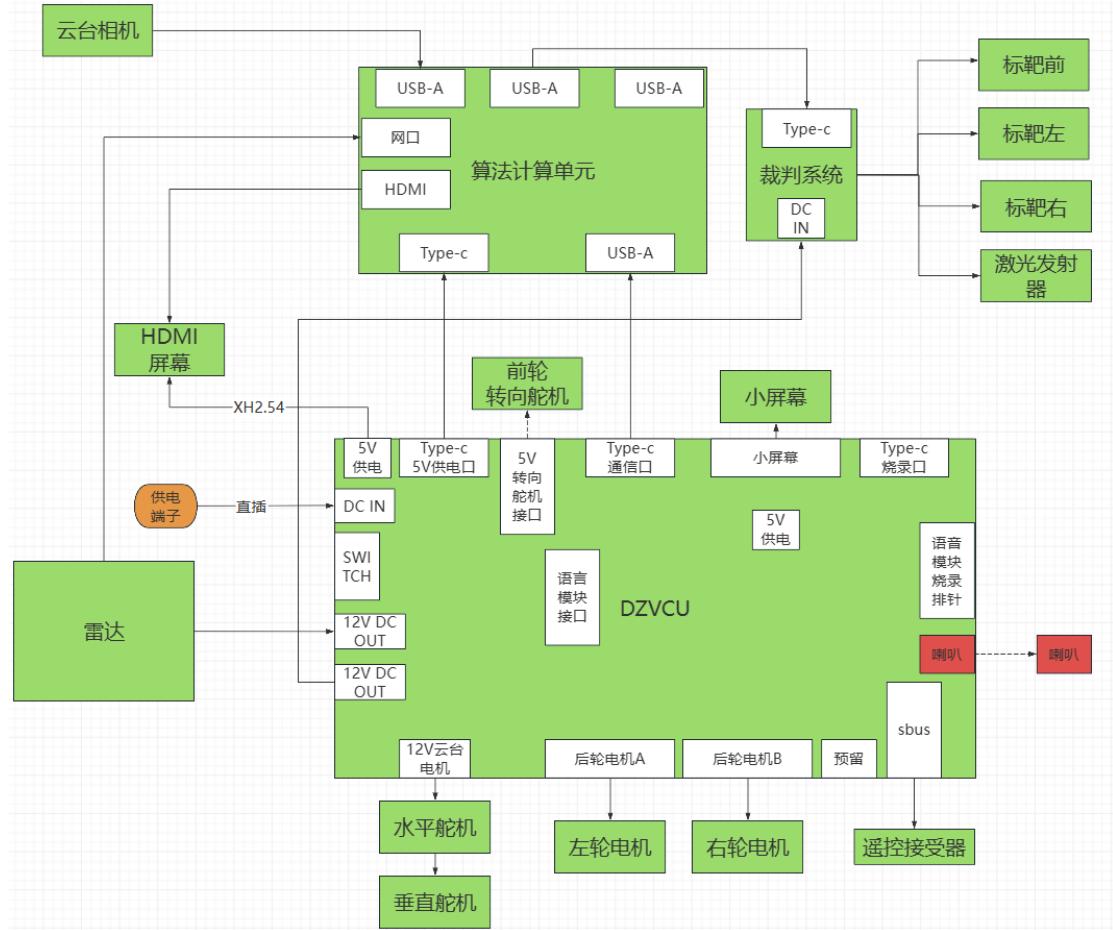


图 2-2 内部接线图示意图

图 2-2 描述了内部各模块的接线示意图（该图仅为示意并不对应物理位置），对于 DZVCU 和算法计算单元具体各接口位置请参考第一章第二节电气部件中 1.2.1 计算核心、1.2.2 电机控制器、1.2.3 裁判硬件。图 2-2 中红色喇叭接口在 DZVCU 背面接口。硬件连接为满足各部件的算力和适配接口大量采用了

定制线材，定制线材均经过严格测试，非必要情况下请勿对硬件进行修改。

对于 SmartMaster 外壳版，使用和预留的接口例如算法计算单元中预留的 USB-A 接口，HMDI 接口等均通过外壳设计可通过拆卸设备仓盖进行扩展。对于 STM32 中预留的 Type-c 烧录口，12V DC OUT 需通过拆卸外壳进行接入

3、SmartMaster 硬件操作指南

3.1 开机与关机

请注意开机时云台附件没有器件阻碍运动，以免云台损坏。如图 3-1 中所示，开机时请按下自锁开关，SmartMaster 将进入初始化与自检状态，此时 SmartMaster 中 DZVCU 显示器将显示底层状态，同时 HDMI 显示器将显示算法计算单元正在启动界面，当算法计算单元启动完成后，该小车启动结束。

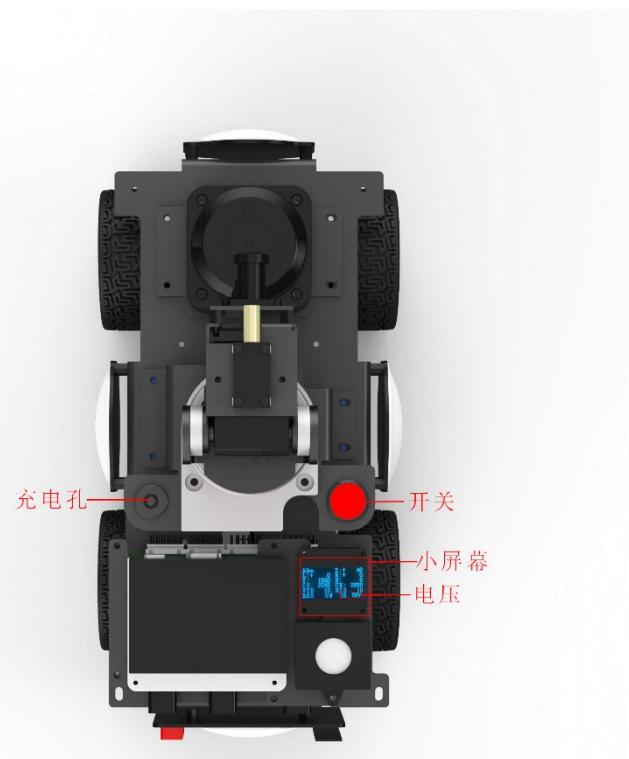


图 3-1 小车按键示意图

关机时请直接按下自锁开关，此时车辆断电关机。

注意：开机后若本章第四节 3.4 中图 3-6 显示的电压小于 10V，车辆电量不足将无法控制

3.2 遥控器控制

SmartMaster 到货后遥控器与 SmartMaster 遥控接收器无需对频，出厂之前已完成对频操作，打开 SmartMaster 电源和遥控器电源后，遥控器可以直接接管小车，控制小车的行驶。

其中 SmartMaster 遥控器各个按钮如图 3-2 所示对应不同的操作，使用过程

中除已表明的按键外请勿触碰其它按键。



图 3-2 遥控器按键示意图

电源开关：长按电源进行遥控器开关机

该遥控器按功能进行划分左半边为云台控制，右半边为车辆控制，各按键功能均对称分布，如图中车辆遥控/串口程序驱动模式切换为遥控器控制与程序下发控制的切换，云台遥控/串口程序驱动模式切换同理。

如果更换遥控器或其他原因需要重新让遥控器和小车的接收机重新对频，请按以下操作步骤：



图 3-3 遥控器按键示意

- 1) 先打开小车电源开关（此时接收机的绿灯慢闪，表示接收机无信号）。
- 2) 再按下接收机【BING】按键，直到接收机的绿灯快闪，表示进入对频状态后松开。、

- 3) 最后打开遥控器电源开关，此时会听到“叮”的一声，同时接收机的绿灯常亮，表示遥控器与小车的接收机连接成功。
- 4) 遥控器的切换为遥控控制，此时遥控器进入接管小车模式，可以控制小车行驶。



图 3-4 遥控器 LCD 面板示意

遥控器显示屏如图 3-4 所示，可显示遥控器本身状态和车辆状态，本车极少需要用到或调整遥控器显示。

3.3 充电

充电环境应保持干燥通风，车辆及充电设备周围安全。当处于充电中，充电指示灯常红；当充电完成后，充电指示灯常绿，充电过程如下：

- 1) 关闭整车电源
- 2) 连接充电器与 SmartMaster 的 DC 充电口（如下图 3-5 所示）
- 3) 小车充电器连接 220V 电源
- 4) 观察充电器充电指示灯



图 3-5 充电器指示灯示意图

- 5) 充电中 (充电器指示灯常红)
- 6) 充电完成 (充电器指示灯常绿)

3.4 DZVCU 显示器内容解析

DZVCU 显示器外观请参考第一章第二节 1.2.4.7。该屏幕默认显示的内容如图 3-6 所示



图 3-6 DZVCU 显示器内容示意图

DZVCU 显示内容为 DZVCU 程序控制， 默认显示的内容解析见表 3-1.

表 3-1 DZVCU 显示内容解析

名称	解析	名称	解析
AKM	控制模式	DZVCU	名称
LN	左轮当前编码值	RN	右轮当前编码值
LT	左轮期望编码值	RT	右轮期望编码值
Y	转向舵机中值	H	遥控传输杆量值
CV	垂直云台位置反馈	CH	水平云台位置反馈
ROS	是否为上位机控制	11.86V	电压

注意事项：DZVCU 显示内容仅供参考。

在显示内容中特别说明：默认 Y 值为 1500；遥控器连接后，在转向摇杆未动的情况下，默认 H 值为 992；上电后 CV 与 CH 值默认为 2047（由于机械原因会有所偏差属于正常现象）。

4、安全操作说明

SmartMaster 属于高精度、高集成化电子产品，当您阅读安全操作说明时，请您足够重视，请以认真负责的态度阅读本说明书中的任何一项条款。正常的操作流程会给您带来更好的生产效益，不当的操作很可能引发安全事故或造成一定财产损失。

4.1 车辆使用环境限制

沙盘小车不能在完全脱离人员监管的情况下使用，禁止在超出本产品使用范围的环境下使用本产品。

- 请在沙盘等安全封闭区域运行此产品。
- 由于不具备照明设备，请避免在黑暗环境中使用。
- 夏天天气炎热气温高，为保证车辆安全，请勿将车辆长期放置在高温环境下，请选择停放在通风效果好的地方。
- 请勿在室外雨雪、冰雹、扬尘天气使用车辆。
- 若地面积水严禁启动车辆。
- 冬季天气寒冷低温，车辆动力电池的效率较低，建议使用车辆后，应立即对车辆进行充电，以提高保护电池充放电效率。
- 请勿在崎岖不平的路面行驶。

4.2 车辆使用注意事项

在使用本产品之前请详细阅读产品使用说明书或参加相关培训，严禁将车辆交予未经操作培训的人员独自操作使用：

- 人工驾驶模式下操作者请时刻保持车辆处于视线范围以内，同时密切关注车辆运行环境变化。
- 车辆处于自动驾驶模式时请务必提前确认运行路线畅通，及时排除有可能导致安全事故以及导致车辆异常的因素。
- 如果车辆出现任何异常问题，如制动失效、转向失效等故障必须立即停止车辆使用，严禁车辆带故障运行。
- 启动前，检查上电开关接通时各项指示灯的工作状况。
- 按规定的周期和规格定期对车辆进行维护，否则可能会损坏您的车辆。
- 按照规定的续航时间进行充放电，防止过充过放。
- 在电池电量低于 10% 低电量情况下请及时充电，避免过放。
- 安全起见，遥控驾驶时请注意周边情况，随时做好紧急制动准备，正

常测试时控制遥控器需有专人负责。

4.3 车辆维护保养注意事项

- 严禁带电操作，如：插拔线束或用手触摸其他机械电气部件；如有特殊需求，请联系售后人员。
- 请不要随意加装更改电路，如有特殊需求，请联系售后人员。
- 请勿自行拆卸或更换电器系统任何部件，对车辆部件的任何变更，可能影响车辆性能。
- 如果车上电线裸露或破损，请立即切断电源开关，以防短路造成财产损失。
- 若发生异常事故或火灾时，使用干粉灭火器进行扑救。
- 底盘及车壳如有灰尘或是污渍，可以用湿布进行擦拭。
- 传感器器件若进行清洁请勿使用湿布，请使用湿巾等不沥水、非磨砂材质进行擦拭。
- 请勿随意使用酒精、汽油、煤油或其他具有腐蚀性、挥发性的溶剂对各个部位进行清洁。这些物质可能会损坏机械电器部件。
- 在进行清洁前，请确保车辆已经正确断电（断开电池电源开关或电池已取下）。
- 不使用时，请将车辆放在阴凉、干燥的位置，并用防尘罩进行遮蔽。请不要将车长时间存放在户外，过冷和过热都会对器件的寿命产生影响。
- 未经厂家及非专业人士，禁止拆装电池；
- 不要将电池组放置在超过 40°C 的高温或低于 -5°C 的低温环境中。
- 长时间存放时为避免电池过放，每隔 1 个月对电池进行充放电。

提示：禁止拆开电池本体，否则可能因电击或短路导致严重安全事故！电池如有问题，请及时联系售后人员。

免责声明

- 1) 为保护用户的合法权益,请您在使用本产品前务必仔细阅读我们随附本产品提供的说明书。小车提供商保留对上述文档进行更新的权利。请您务必按照说明书和安全须知操作本产品。
- 2) 本产品不适合未满 18 周岁及其他不具备完全民事行为能力的人士使用,请您避免上述人士接触本产品,在有上述人士出现的场合操作时请您格外注意。
- 3) 一旦开始使用本产品,即视为您已阅读、理解、认可和接受本产品的说明书、免责声明的全部条款和内容。使用者承诺对自己的行为及因此而产生的所有后果 负责。
- 4) 在使用本产品的过程中,请您务必严格遵守并执行包括但不限于说明书里的要求。
- 5) 用户使用本产品直接或间接发生的任何违反法律规定的行为,本公司将不承担任何责任。

修订历史

日期	版本	描述	修订人
2025-01-09	V0.1	硬件描述与操作初次发布	贺瑞
2025-02-26	V0.2	补充内容 修正错误信息	贺瑞
2025-03-06	V1.0	补充内容 修订发布	贺瑞
2025-03-18	V1.1	更改 2.2 节接线示意图 修订发布	贺瑞

