

# NPU

## 系统使用手册

# 目录

<b>简介</b> .....	<b>1</b>
使用范围 .....	1
NPU 系统组件 .....	1
机械尺寸 .....	2
<b>系统接线</b> .....	<b>3</b>
接口示意图 .....	3
系统连接示意图 .....	4
<b>系统使用</b> .....	<b>5</b>
使用前准备 .....	5
APP 界面介绍 .....	5
操作流程 .....	6
APP 连接 .....	7
参数设置 .....	7
地图构建及保存 .....	10
智能导航 .....	11
<b>硬件特性</b> .....	<b>15</b>
电气特性 .....	15
接口特性 .....	15
编码器接口 .....	15
电机驱动器接口 .....	16
串口接口 .....	16

## 简介

NPU 系统包含了系统组件以及系统控制软件 APP，NPU 系统组件直接搭架于机器人底盘上，用户只需要将其与激光雷达、路由器、电机及其驱动器、电源、电脑等外部设备按指示连接，通过 APP 即可快速操作机器人实现自主导航的功能，也可以通过调用 API 接口开发用户自定义的机器人，有效地降低了带自主导航功能的机器人的开发难度并缩短开发周期。

## 使用范围

NPU 系统适用于以激光雷达作为主要导航传感器，以电机作为底盘驱动元件，以编码器作为里程计（电机自带编码器或外置编码器均可）的两轮差速驱动式的移动机器人。机器人底盘上可以配置有若干传感器，如超声波传感器，红外传感器，碰撞传感器等。

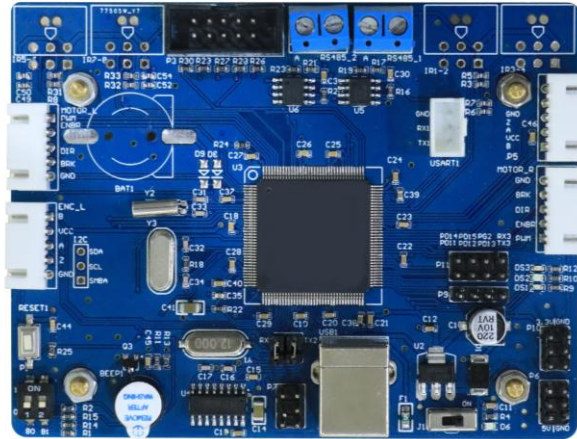
## NPU 系统组件

◇ NPU (Navigation Processing Unit) 核心导航模块



NPU 核心导航模块主要用于处理激光雷达测量数据，实现同步定位与地图构建，根据导航需求规划导航路径，完成导航任务。

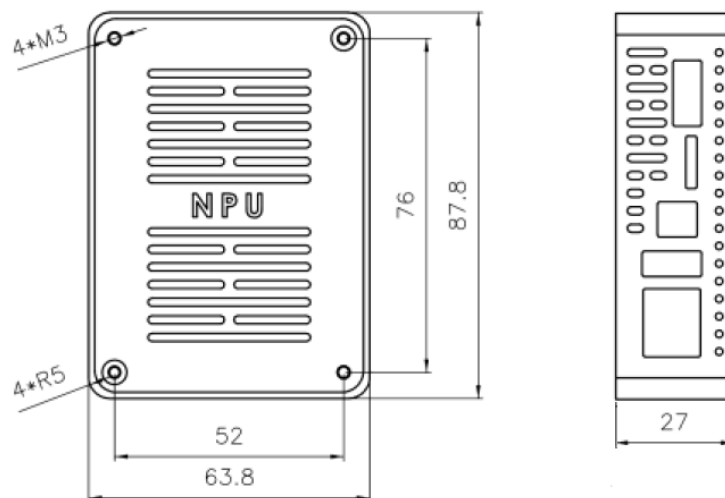
◇ BCU (Basic Controlling Unit) 底层控制模块



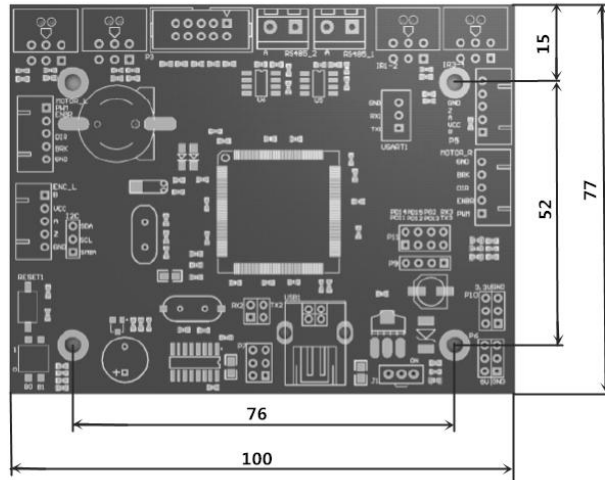
BCU 底层控制模块主要用于采集机器人底盘轮组电机状态，下发电机运动控制指令，驱动电机转动，从而使机器人按导航需求运动。

## 机械尺寸

◇ NPU 核心导航模块机械尺寸图



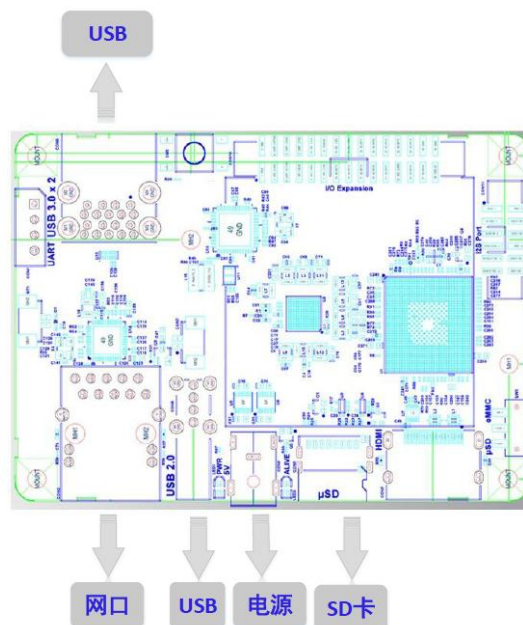
◇ BCU 底层控制模块机械尺寸图



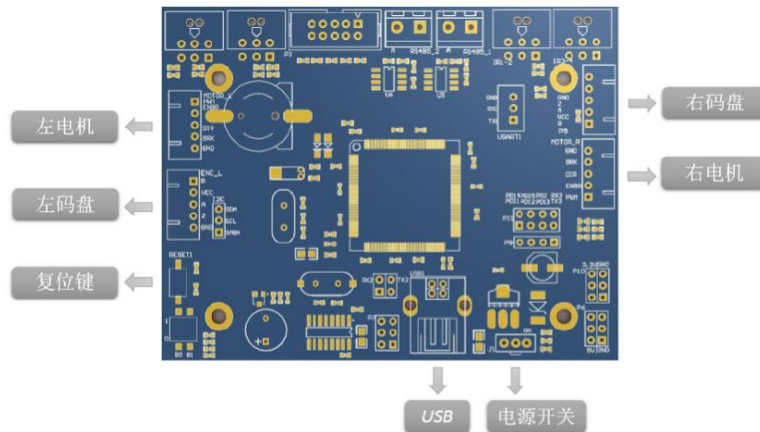
## 系统接线

### 接口示意图

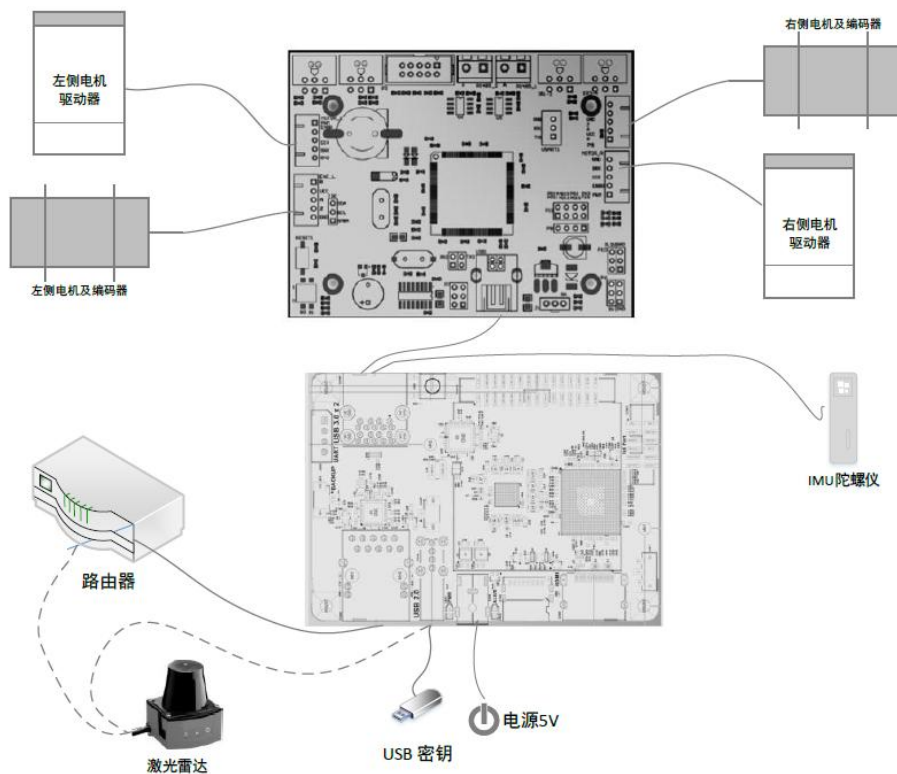
◇ NPU 核心导航模块接口示意图



◇ BCU 底层控制模块接口示意图



系统连接示意图



NPU 系统提供 NPU 核心导航模块，BCU 底层控制模块，IMU 陀螺仪以及 USB 密钥，其余部分由用户自行搭建。

NPU 核心导航模块使用 5V 电源进行供电（建议 NPU 核心模块单独供电），通

过网线与路由器相连（路由器端应连接非 WLAN 口）。IMU 陀螺仪，USB 密钥及 BCU 底层控制模块分别通过 USB 接口与 NPU 核心导航模块相连。若激光雷达接口为网线接口，则将激光雷达连接至路由器；若激光雷达接口为 USB 接口，则通过添加 USB HUB 的方式连接至 NPU 核心导航模块。

BCU 底层控制模块左侧接口(MOTOR\_L, ENC\_L)分别接入左侧电机驱动器及左侧编码器，右侧接口(MOTOR\_R, ENC\_R)分别接入右侧电机驱动器及右侧编码器，并通过串口转 USB 线与 NPU 导航模块相连。

## 系统使用

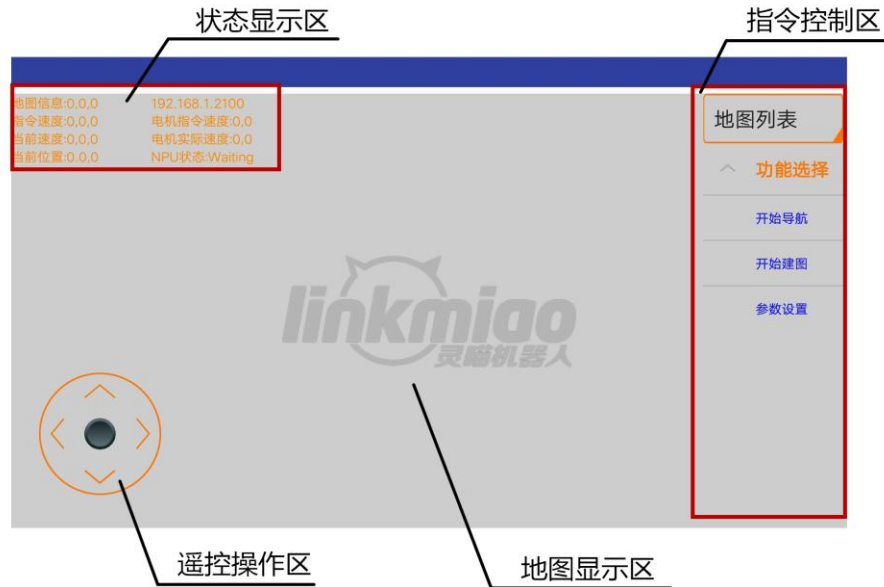
### 使用前准备

- 确认硬件接线无误；
- 确认激光雷达安装位置前方 180° 视野内无遮蔽物；
- 首次启动系统前，将底盘架空，确保主动轮处于悬空状态；
- 下载系统控制软件 APP 安装包（安卓版）到手机或平板电脑上并进行安装。

### APP 界面介绍

NPU 系统控制 APP 与 NPU 核心导航模块通过无线网络进行连接及通信，可实现地图构建与同步定位、智能导航、路径规划以及运动控制等功能。本 APP 界面主要包含状态显示区，指令控制区，遥控操作区及地图显示区，可将机器人当

前环境的场景地图与机器人当前实际环境进行映射,通过地图操作实现对机器人的导航控制。



- 状态显示区：显示地图信息，机器人 IP 地址信息，连接信号状态，指令速度，当前实际速度，电机指令转速，电机当前实际转速，机器人实时位置坐标以及 NPU 系统当前状态信息；
- 指令控制区：包含地图构建与导入，导航方式选择，导航过程中初始点及目标点设置，运动路径设置以及参数设置等指令；
- 遥控操作区：可以通过按住中心圆钮进行移动以实现对机器人运动的遥控，按住圆钮上下左右方向的移动分别对应于控制机器人前进、后退、左转以及右转运动；
- 地图显示区：对场景地图及机器人当前位置姿态进行显示，可实现缩放、平移功能，并可以对地图中的点进行拾取及设置。

## 操作流程



## APP 连接

打开手机或平板电脑的无线网络连接设置，将手机或平板电脑连接至无线局域网，打开 APP 后将会自动与 NPU 核心导航模块连接，此时界面中间将显示“正在连接 NPU”，连接成功后弹出“NPU 连接成功”并显示所连接的无线网络名称，否则弹出“NPU 连接失败”的对话框，重新设置无线网络连接后可以在 APP 中长按屏幕中间进行重新连接。

Tips: 确保手机或平板电脑与 NPU 核心导航模块连接在同一局域网内。

## 参数设置

点击指令控制区“功能选择”下拉按钮展开菜单栏，点击“参数设置”按钮进入参数设置界面。参数设置包含底盘基本参数，导航参数，传感器参数以及控制显示参数的设置。

### 1. 基本参数设置

The screenshot shows the 'Basic Parameters' (基本参数) section of the LinkMiao APP. It includes various configuration options for the robot's hardware and control. The interface is organized into several sections with input fields and dropdown menus.

**Motor Parameters:**

- 电机数量: 2
- 电机方向: +- (toggle)
- 最高转速: 1400 RPM
- 减速比: 10.0
- 码盘线数: 102
- PWM频率: 15000 Hz

**Chassis Parameters:**

- 底盘形状: POLYGON
- 底盘类型: DIFFDRV
- 传感器位置: CENTER
- 减速比: 2.26
- 轮子半径: 0.08 m
- 两轮间距: 0.31 m
- 最大线速度: 0.3 m/s
- 最大角速度: 15.0 deg/s
- 机器人半径: 0.2 m
- 长: 0.4 m
- 宽: 0.5 m

**Control Parameters:**

- 刹车类型: SOFT\_BRK
- 刹车电平: LOW\_VALID
- 使能电平: LOW\_VALID
- 方向电平: LOW\_VALID
- PWM电平: LOW\_VALID

**Navigation Parameters Table:**

序号	轮廓角点X/m	轮廓角点Y/m
1	0.71	0.24

**Buttons:** 设置 (Settings), 删除 (Delete), 添加 (Add), 读取 (Read).

基本参数设置包含底盘电机参数，驱动器参数以及底盘机械尺寸参数等设置。

初次设置时需要在左上角“Name”的文本框中输入底盘代号(ID)，点击“添加”按钮，底盘代号将保存在列表中，再次设置时只需要从左上角的下拉框中选择相应的底盘代号，点击“设置”即可对所选择的底盘进行参数设置。

根据底盘的电机具体参数完成电机参数设置，包括电机数量，方向（左、右电机正反转方向，正号表示发送前进指令时电机正转，负号表示发送前进指令时电机反转），电机最高转速，电机减速比，编码器线数及 PWM 频率。

根据电机驱动器的具体参数完成驱动器参数的设置，包括刹车类型、刹车有效电平、使能有效电平、方向有效电平及 PWM 有效电平的参数设置。

根据底盘机械结构的具体参数完成机械尺寸的设置，包括底盘形状、底盘驱动类型、传感器位置（激光雷达安装位置）、主动轮与电机输出端减速比、主动轮半径、主动轮安装间距、理论最大线速度、理论最大角速度以及底盘半径、长、宽等尺寸的设置。

## 2. 导航参数设置

导航参数设置包含导航过程中机器人的位置偏差冗余度，角度偏差冗余度，速度及加速度等参数的设置。

4G 0.1K/s 15:18 94%

Ccp: 0.3

PF:  急转弯 两点间距: 0.5 停位距离: 1.2 位置冗余: 0.1 角度冗余: 5.0

lin: 0.2 0.05 ang: 15.0 5.0 acc: 3.0 dec: 2.0

最大VEL: 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

最小VEL: 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

最大ACC: 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

位置误差: 0.0 方向误差: 0.0 平滑器: 0.0

设置 读取

基本参数 导航参数 传感器参数 控制显示

此外,导航参数设置中还可以进行地图显示的长、宽、分辨率及刷新频率的设置,

### 3. 传感器参数设置

传感器参数设置中可以进行雷达参数、超声波/红外传感器参数、IMU 惯性导航单元参数的设置。传感器的安装位置设置需要根据具体安装的机械尺寸进行设置,其中 X/Y/Z 分别为传感器安装位置距底盘中心的距离。

激光雷达

雷达型号: RPLIDAR 雷达接口: ETHERNET 雷达串口ID: Name

雷达IP: 0.0.0.0  雷达降噪 雷达安装位置 (x,y,yaw): 0.0 m 0.0 m 0.0 rad

超声波传感器

序号	最小距离/m	最大距离/m	扫描频率/Hz	视角/度	安装位置X	安装位置Y	安装位置Z
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

基本参数 导航参数 传感器参数 控制显示

雷达参数的设置可以根据雷达的具体信息设置雷达型号,接口(USB 接口, 网线接口),串口 ID, 雷达 IP 参数以及雷达的最大扫描距离,最小扫描盲区距离,扫描频率,视角等参数,并根据具体安装的机械尺寸填入具体的安装位置距离。

超声波/红外传感器的设置包含超声波/红外传感器的最大测量距离,最小测量距离,视角以及具体安装位置。

IMU 惯性导航单元的设置主要为 IMU 的安装位置参数设置。

### 4. 控制显示

控制显示的设置主要包括 PID 参数的设置,勾选 PID 使能的选择则表示在控制时启用 PID 控制,否则为关闭 PID 控制。

PID使能:

kp+ :  kp- :

ki+ :  ki- :

kd+ :  kd- :

基本参数

导航参数

传感器参数

控制显示

在 PID 参数设置文本框下方中点击“获取”按钮，即可从显示框中获取当前 PID 参数，在文本框中输入修改的 PID 参数，点击设置即可完成 PID 参数整定。

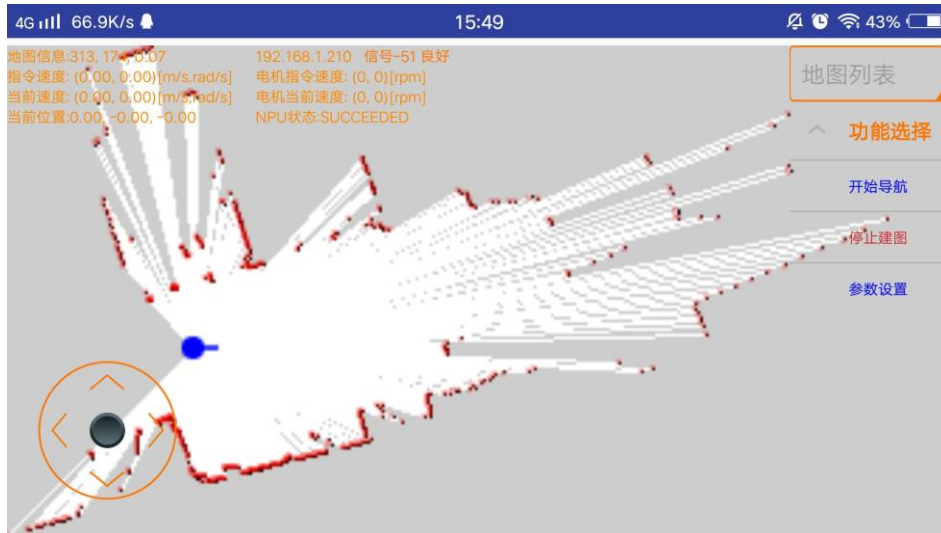
Tips: 1. 参数设置的每部分都可以上下滑动以阅览全部设置内容；

2. 参数设置在初次设置成功后可直接保存并随时进行修改或调用。

## 地图构建及保存

在指令控制区中点击“开始建图”按钮，APP 中将弹出建图模式选择的对话框，建图模式包含“粒子滤波”及“图优化”两种优化算法模式（粒子滤波算法适用于大面积环境下的地图构建，推荐优先使用图优化算法），选择相应的建图模式后即可进入地图构建过程，此时按钮文本变更为“停止建图”，地图显示区将显示激光雷达当前所扫描区域的地图以及激光雷达当前的位置及姿态。

在地图构建状态下，操作左下角的遥控方向转轮可以遥控机器人前进后退及转弯，通过遥控机器人在场景中运动，激光雷达可以获得途经的场景的地图信息。完成地图构建后，点击“停止建图”按钮，APP 中将弹出地图保存对话框，输入地图代号后可以对当前地图进行保存（地图代号可以包含数字、字母、点号及下划线，不可以含有特殊字符）。



Tips: 除了在地图构建或导航状态下，其余时候遥控操作功能处于不可用状态；首次使用时将底盘主动轮悬空，通过遥控功能观察主动轮转动状态是否与控制状态相同，如果存在异常则重新检查硬件接线是否正确，确保运动控制正常后方可将底盘置于地面上。

## 智能导航

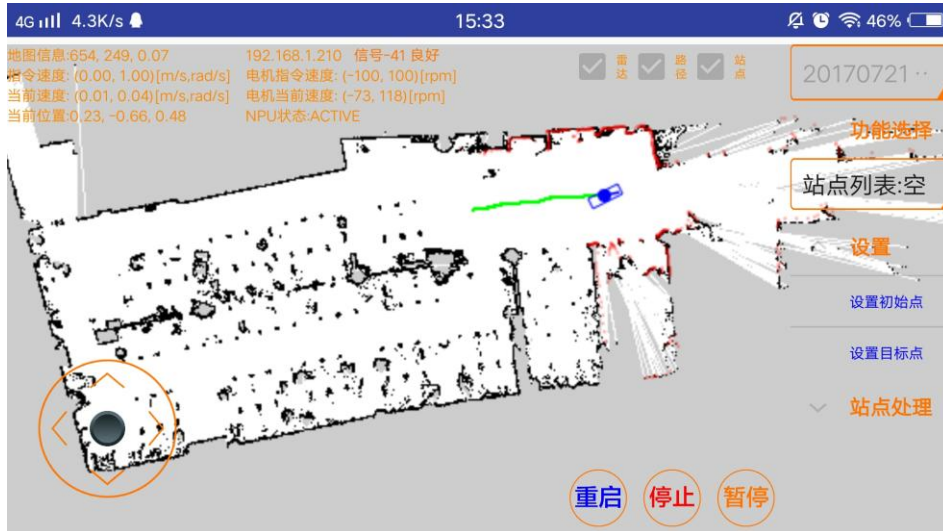
导航模式包含自由导航及循迹导航两种导航模式：自由导航为点对点导航，即在地图中指定目标点，NPU 系统将自动规划路径并驱动机器人沿规划的路径运动至目标点；循迹导航分为路径跟踪及区域覆盖两种模式，路径跟踪模式下 NPU 系统将以地图上的多个目标点连线作为运动路径，并严格按照设定的路径进行轨迹跟踪运动，区域覆盖则是在指定的区域内进行弓形线规划并沿弓形线进行区域覆盖运动。

点击指令控制区的地图列表框，选择相应的场景地图即可完成地图导入，点击地图右上角的“×”号即可将该地图进行删除。

在选择相应的场景地图后，点击“功能选择”下拉框中的“开始导航”按钮，在弹出的对话框中选择“自由导航”或“循迹导航”模式即可开启相应的智能导航

方式。

## 1. 自由导航



选择“自由导航”模式进入自由导航界面后，点击“设置初始点”，观察地图与实际环境的映射关系，在地图中拾取机器人当前所在位置的映射点及方向，点击“确定”将该点设置为初始点。

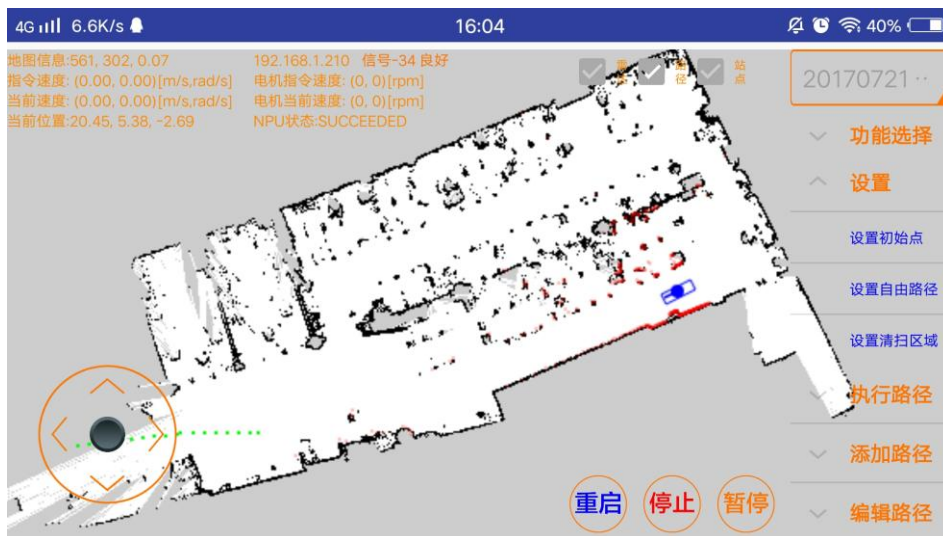
点击“设置目标点”按钮，在地图上选择目标点的位置坐标及姿态朝向，点击“确定”即可完成目标点的设置，此时 NPU 系统将自动规划前往目标点的运动路径并在地图中显示导航路径，然后驱动机器人沿导航路径运动至目标点。在底盘运动过程中，NPU 系统将对当前路径下雷达扫描到的实时障碍物信息进行采集分析，并在遇到障碍物时重新规划导航路径，实现动态避障功能。

点击“站点处理”按钮展开下拉框，可以对站点进行添加、删除以及前往站点的操作。点击“添加站点”按钮可以将当前位置设置为站点并输入站点代号进行保存，在站点列表中选择相应的站点代号可以对站点进行删除或到达站点的操作，点击“到达站点”按钮，机器人将以当前位置作为起点，相应的站点位置作为目标点，规划运动路径并驱动机器人沿导航路径运动至指定站点。



- Tips: 1. 对地图上的点进行拾取时，可以通过缩放及平移地图以方便选取点；
2. 设置初始点时，若地图中所显示的机器人位置与当前实际位置的映射重合时，可以省略设置初始点的步骤；
  3. 设置初始点或目标点时，可以通过遥控按钮更改初始点的方向；
  4. 设置初始点后可以通过遥控底盘前进一小段距离，再后退一小段距离，重复1-3次，可以实现底盘初始位置的校准；
  5. 在设置初始点或目标点的过程中，可以通过长按地图的方式对设置点进行取消。

## 2. 循迹导航



选择“循迹导航”模式进入循迹导航界面后，点击“设置初始点”，观察地图与实际环境的映射关系，在地图中拾取机器人当前所在位置的映射点及方向，点击“确定”将该点设置为初始点。

点击“设置自由路径”按钮，在地图中选择多个目标点的位置及姿态朝向，地图上将直接显示由各点连线组成的运动路径，点击“确定”即可完成轨迹跟踪路径的设置。

点击“执行路径”下拉按钮，可以选择路径执行方式，包括“连续循环执行”、“单次循环执行”以及“单条路径执行”。其中，连续循环执行及单次循环执行适用于环状运动路径。

点击“添加路径”下拉按钮，可以对路径及路径站点进行添加及保存。点击“自动添加路径”按钮，可以通过多个目标点的拾取确定路径并进行保存；点击“设为路径点”可以将当前位置设为路径点；点击“保存站点路径”可以对站点路径进行保存。

点击“编辑路径”下拉按钮，可以对所保存的路径进行编辑。点击“修改 XY 值”，可以通过长按目标点对路径中的目标点进行选择，然后通过点击遥控方向键对选中的目标点的位置进行修改；点击“修改角度”，可以通过长按目标点对路径中的目标点进行选择，然后通过操作遥控转轮对选中的目标点的角度进行修改；点击“删除路径”可以对路径列表中的当前路径进行删除。

循迹导航模式下还包含区域覆盖导航模式，可以通过点击“设置”下拉框中的“设置清扫区域”按钮开启区域覆盖导航模式。在地图中选择多个目标点位置，点击“确定”后地图上将直接显示由所选择的各点连线所确定的闭合区域，该区域即为覆盖区域，并在该区域内规划覆盖的弓形线，NPU 系统将驱动机器人沿规划的弓形线运动。

Tips: 1. 在设置路径或清扫区域时，可以通过长按地图的方式对当前路径或区域进行取消；

2. 设置清扫区域时，目标点至少为三个点；

3. 路径编辑只对保存的路径有效，因此在设置自由路径后不保存则无法对该路径进行编辑。



# 硬件特性

## 电气特性

符号	参数	额定值	最小值	最大值	单位
V <sub>DD</sub>	工作电压	5	4.75	5.25	V
V <sub>DD_IO</sub>	数字接口电压范围	3.3	3.2	3.3	V
V <sub>DIL</sub>	数字输入低电平	0	0	0.02	V
V <sub>DIH</sub>	数字输入高电平	3.3	3.2	3.3	V
V <sub>DOL</sub>	数字输出低电平	0	0	0.02	V
V <sub>DOH</sub>	数字输出高电平	3.3	3.2	3.3	V
T <sub>a</sub>	工作环境空气温度	20	-20	65	°C

## 接口特性

### 编码器接口

编号	位置	引脚	描述
1	ENC_L	GND	系统供电地线
2	ENC_L	Z	左侧电机编码器 Z 相信号
3	ENC_L	A	左侧电机编码器 A 相信号
4	ENC_L	V <sub>CC</sub>	系统电源 +5V
5	ENC_L	B	左侧电机编码器 B 相信号
6	ENC_R	GND	系统供电地线
7	ENC_R	Z	右侧电机编码器 Z 相信号
8	ENC_R	A	右侧电机编码器 A 相信号

9	ENC_R	Vcc	系统电源 +5V
10	ENC_R	B	右侧电机编码器 B 相信号

## 电机驱动器接口

编号	位置	引脚	描述
11	MOTOR_L	PWM	左侧电机调速 PWM 信号，高脉冲宽度占空比正比电机转速
12	MOTOR_L	ENBR	左侧电机使能信号
13	MOTOR_L	DIR	左侧电机方向信号
14	MOTOR_L	BRK	左侧电机刹车信号
15	MOTOR_L	GND	系统供电地线
16	MOTOR_R	PWM	右侧电机调速 PWM 信号，高脉冲宽度占空比正比电机转速
17	MOTOR_R	ENBR	右侧电机使能信号
18	MOTOR_R	DIR	右侧电机方向信号
19	MOTOR_R	BRK	右侧电机刹车信号
20	MOTOR_R	GND	系统供电地线

## 串口接口

编号	位置	引脚	描述
21	USART	GND	系统供电地线
22	USART	RX1	数据接收端口
23	USART	TX1	数据发送端口