

HUSKY

无人地面车辆

用户手册

目录

1 简介.....	1
1.1 装箱清单.....	1
1.2 扩展功能.....	1
2 基础.....	1
2.1 状态显示面板.....	2
2.2 坐标系参考.....	3
2.3 引脚参考.....	3
3 系统规格.....	4
3.1 车速公式.....	5
4 安全.....	5
4.1 一般警告.....	5
4.2 急停和锁定.....	5
4.3 电气系统.....	6
4.4 运输.....	6
4.5 性能.....	7
5.快速入门.....	7
5.1 板载 PC 设置.....	7
5.2 连接板载 PC.....	7
5.3 移动 PC.....	8
5.4 连接电源.....	9
5.5 用户托架电源连接.....	10
5.6 验证.....	10
6 使用 ROS.....	11
6.1 节点.....	11
6.2 工作空间.....	12
6.3 有效负载.....	13
7 电池和维护.....	14
7.1 充电.....	14

7.2 电池保养.....	14
7.3 轮子.....	15
7.4 底盘.....	15
8 提示和故障排除.....	16
8.1 机械提示.....	16
8.2 故障排除.....	16
9 产品尺寸.....	17
10 服务与支持.....	17

1 简介

Husky 是加拿大 Clearpath 机器人公司生产，武汉京天电器有限公司为亚太地区教育行业唯一代理。

Husky 是一种坚固且易于使用的无人地面车辆，它适用于教学研究和实际应用。本指南介绍了 Husky 的设置、操作和维护信息等。

详情请咨询武汉京天电器有限公司。联系方式：amy@jingtianrobots.com

1.1 装箱清单

您的 Husky 货物中包含以下组件：

- Husky
- 24V 密封铅酸电池组
- 电池门盖
- 充电器
- 钥匙 x2
- 电源连接器（3 个）

注：在使用 Husky 之前，您需要准备一台能安装有机机器人操作系统 (ROS) 的计算机，以及适用于 Husky 的相应 ROS 软件包和其他配置。

1.2 扩展功能

要扩展 Husky 的功能，请考虑武汉京天电器有限公司提供的以下产品：

- 备用电池
- IMU
- 激光雷达
- 网络摄像机
- GPS

2. 基础

本章介绍了 Husky 平台的主要规格，图 1 展示了 Husky 的关键组件。

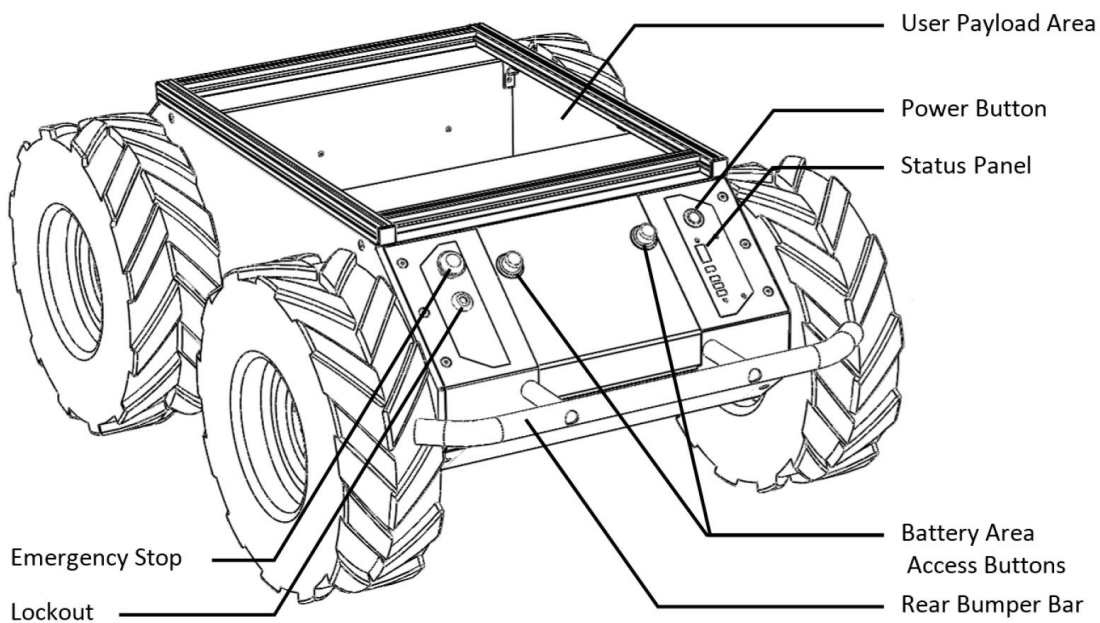
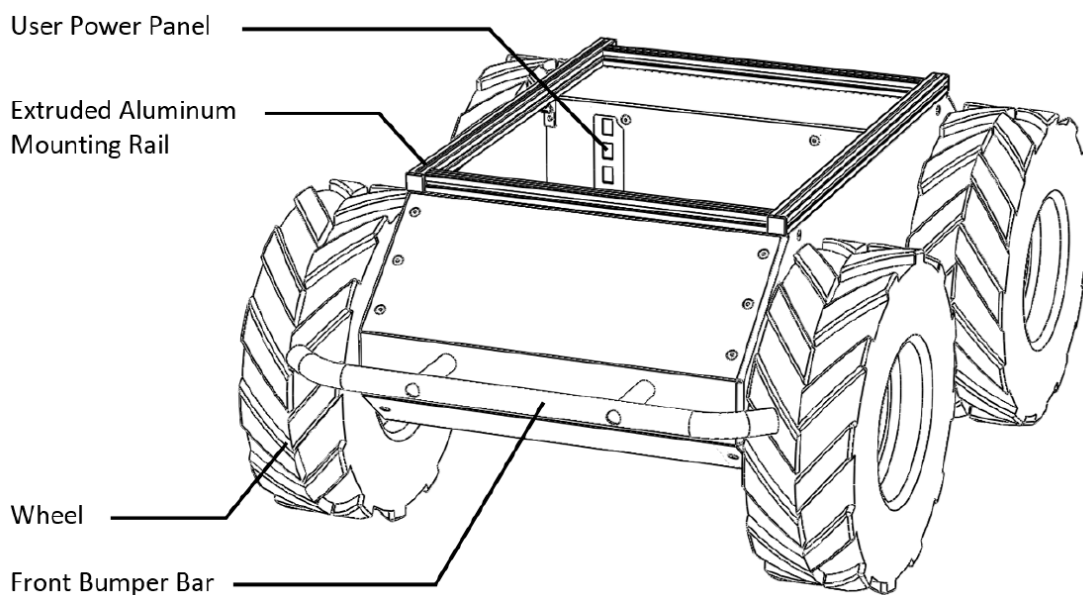







图 1: Husky 组件介绍图

2.1 状态显示面板

状态面板位于机箱背面的 LED 指示灯显示器上，提供有关 Husky 当前状态的信息。指标见表 1:

表 1: Husky 状态面板图标及含义

图标	含义
	电池状态: 4 个 LED 灯显示了电池大概量
	通讯状态: LED 灯为绿色时, Husky 正在接收格式正确的运动命令流, 并准备启动。黄色显示时, Husky 正在接收命令, 但用于紧急停止或其他错误而不会启动。当显示红色时, 串行通信当前超时。
	一般错误状态: 当 Husky 由于错误状态无法驾驶时呈红色亮起。 此类状态包括紧急停止、电池电量不足或未指定的软件错误。
	急停状态: 当 Husky 由于紧急停止而无法驾驶时, 对应的 LED 灯显示红色
	充电指示灯状态: 当 Husky 用户电源从外部供电时, 对应的 LED 灯显示红色

2.2 坐标系参考

武汉京天电器有限公司的地面车辆使用的参考系均基于 ISO 8855, 如图 2 所示。当以正平移速度 (向前) 发出指令时, 车轮沿正 x 轴方向运动。

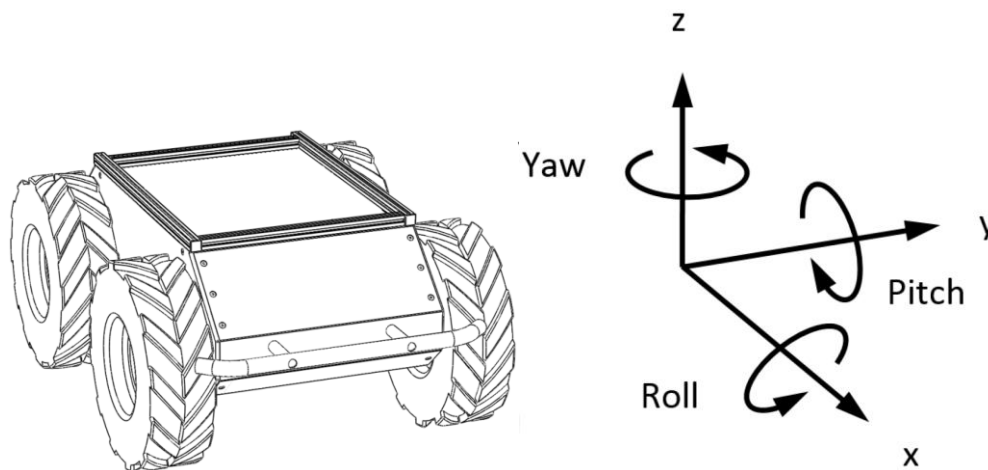
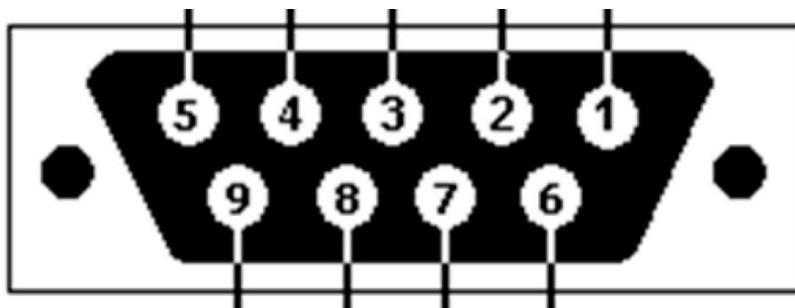


图 2: Husky 参考系

2.3 引脚参考

Husky 提供了一个母 DE-9 连接器, 用于与主机设备进行通信。该连接器的引脚排列如图 3 所示。



Pin	Name	Dir	Description
2	RX	IN	Data from Platform
3	TX	OUT	Data to Platform
5	GND	N/A	Common Ground

图 3: Husky DE9 引脚排列

Husky 用户舱中使用的连接器是 Weidmüller's 6 位接线端子，您可以使用 Digi-key 281-1856-ND 来进行连接。

3 系统规格

Husky 的主要参数如表 2 所示：

尺寸	长：900 毫米（39 英寸）
	宽 670 毫米（26.4 英寸）
	高 390 毫米（14.6 英寸）
两轮中心距	555 毫米（21.9 英寸）
轴距	512 毫米（20.2 英寸）
重量	50 千克（110 磅）
最大有效负载	75 千克（165 磅）
全地形有效负载	20 千克（44 磅）
最大速度	1 米/秒（3.3 英尺/秒）
离地间隙	130 毫米（5 英寸）
爬坡	45°
横越	30°
工作环境温度	-10~30°C
工作时间	正常运行 3 小时，待机 8 小时

电池	24V, 20Ah (密封铅酸电池)
充电器	短路、过流、过压保护
充电时间	10 小时
用户电源	5V / 12V / 24V
通讯	RS-232 115200 波特
内部感应	电池状态、车轮里程计、电机电流

3.1 车速公式

车轮速度和平台速度之间的关系为：

$$v = \frac{v_r + v_l}{2} \quad \omega = \frac{v_r - v_l}{W}$$

v : 平台瞬时平移速度； ω : 平台瞬时转速； v_r : 左轮速度； v_l : 右轮速度；

W : 左右轮中间间距, 0.555m。

4 安全

Husky 致力于高标准的安全，包含多项保护用户安全和车辆完整性的功能。

4.1 一般警告

Husky 是一款坚固耐用的高性能无人地面车辆。为了您和他人的安全，请在车辆离地时进行初始实验和软件开发。把 Husky 下方放置一个木箱、一套锯木架或任何其他高度超过 6 英寸的坚固平坦结构，以保持车轮远离地面。

起步时，选择较慢的车轮速度。Husky 的控制回路可以准确地保持低至 0.1 m/s 的速度。操作 Husky 时，需要远离车轮，特别注意每个车轮与相应保险杠末端之间存在的夹伤危险。

4.2 急停和锁定

红色紧急停止按钮 (e-stop) 和锁定按钮位于 Husky 背面，在状态面板的对面，如图 4 所示。Husky 电机驱动器的电源由常开继电器控制，该继电器与急停开关串联连接。处于急停模式时，状态面板急停灯将呈红色亮起，Husky 不会运动。急停期间接收到的命令不能执行，Husky 将不会移动，释放急停后，Husky 将执行急停之间发送的命令。

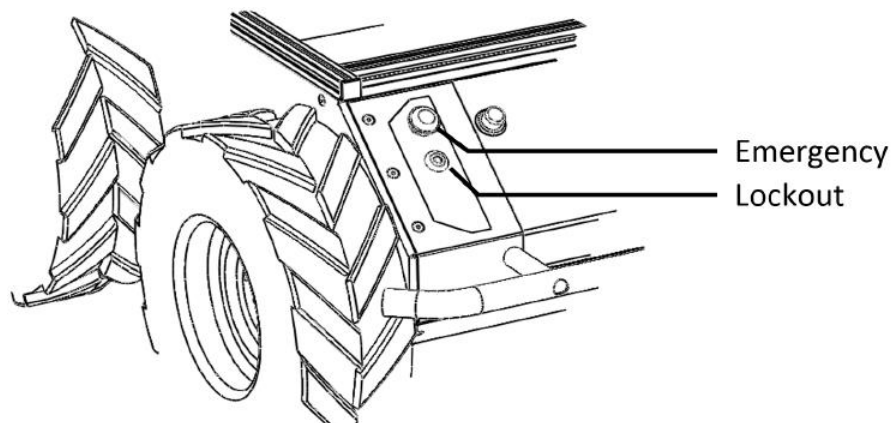


图 4: Husky 紧急停止和锁定

始终确保紧急停止按钮随时可用，同时避免有效负载挡住急停按钮。锁定提供了一种防止 Husky 进行任何运动的方法。在锁定模式下，机器人仍会通电，但电机不会驱动。

4.3 电气系统

Husky 由单个 24V 密封铅酸电池供电，电池能够提供 1800W 的功率，这让 Husky 的电机性能出色，同时也请遵守以下注意事项：

- 请勿篡改连接在电池上的插头。
- 除了检查和更换保险丝以及连接和断开电池插头外，请勿篡改保险丝面板。
- 不要在电池盖未就位的情况下操作 Husky。

电池在没有门的情况下不受约束，会松动，损坏保险丝面板。

- 只能使用原装充电器为电池充电。
- 请妥善处理电池。

4.4 运输

为了用户的安全和最大限度地延长 Husky 的使用寿命，运输 Husky 时请注意以下事项：

- Husky 应由两个人抬起，牢牢抓住前后保险杠。可以卸下电池以减轻手动运输的负担。

- 确保 Husky 在短距离运输时紧急停止，在长距离运输时关闭。
- 注意：不建议推动 Husky，这会损坏电机。

4.5 性能

Husky 中包含用于保护车辆的本机软件，建议使用 `/status` 和 `/diagnostics` 话题，查看使用过程中的系统状态。这些话题提供了有关电压、电流、温度和系统总体状况的有用信息。

总电流消耗为 MCU 和用户电源端口消耗的电流，不包括电机驱动器。Husky 电机的额定电流为 8A，但在穿越崎岖地形和原地转弯时，电流会提升很多。

温度是在电机驱动器和电机外壳上测量出来的，无法测量电机外壳内的线圈的温度。因此，在电机外壳上测得的温度是外壳内部线圈温度传导过去的。系统工作的温度不高于 50 C°，如果达到此限制，系统将自动关闭。在较长时间的运行中监测这些磁场可以让您确保不会对赫斯基的电机造成过度磨损。

5.快速入门

本章详细介绍了如何让 Husky 运行起来。首先，按照安全部分的说明将 Husky “放在木块上”——确保车轮离开地面。

对于 Husky 设置，将有一个直接连接到 Husky 的板载 PC 和一个用于控制 Husky 和收集数据的远程 PC，首先必须将这两台 PC 设置为相互通信。

5.1 板载 PC 设置

如果您从本公司购买了带有 Husky 的板载 PC，则它已经安装、连接并通电。这台 Husky 上提供了官方支持的 ROS 软件，可用于 Husky、遥操作和购买的相关传感器。

您也可以在以下网站上参考设置板载 PC.

<http://wiki.ros.org/Robots/Husky>

5.2 连接板载 PC

Husky 的串行端口位于靠近用户电源面板附近，如图 5 所示。

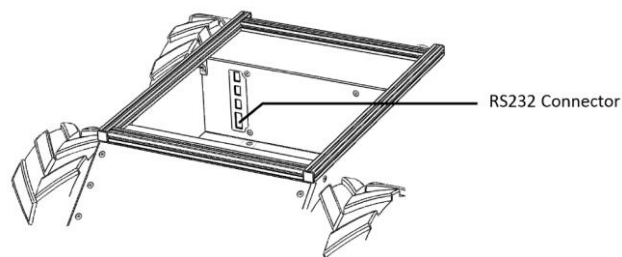


图 5: Husky RS232 连接器

该连接器是一个母头 DE9, 适合直接连接到 USB 串行适配器, 或通过直通调制解调器电缆连接到 PC 串行端口。

5.3 移动 PC

将板载 PC 连接到安装了 ROS 的 Husky 后, 建议设置远程 PC。

首先将远程 PC 直接插入 Husky 的路由器, 或连接到与 Husky 配置的同一无线网络。

现在可以通过设置 ROS 主环境或使用 SSH 与 Husky 通信。SSH 可直接访问板载 PC 和执行软件更新。

要访问板载 PC, 您可以通过 SSH, 执行以下命令连接到 Husky:

```
ssh administrator@ <IP_OF_ONBOARD_PC >
```

然而, 有些功能无法通过 SSH 使用, 因此建议设置 ROS 主环境。如果您使用的是本公司提供的板载 PC, 或者在您自己的板载 PC 上使用 Clearpath ISO, 那么 Husky 将已经被配置为 ROS 主控。

在您的远程 PC 上, 需要将板载 PC 主机名连同其 IP 地址一起添加到您的 /etc/hosts 文件中, 以便您的远程 PC 可以通过其主机名与 Husky 通信。

Husky 的主机名 (板载 PC) 要么由 Clearpath 设置, 要么由用户在安装过程中定义, 您可以使用以下命令验证 Husky 的主机名和 IP 地址。

```
hostname
```

```
hostname -i
```

将 Husky 的主机名和 IP 地址添加到 /etc/hosts 后, 确保远程 PC 可以通过主机名与 Husky 通信:

```
ping HUSKY'S HOSTNAME
```

如果两台电脑都可以互通, 则在远程 PC 上设置 ROS 环境变量:

```
export ROS_MASTER_URI=http://<HUSKY'S HOSTNAME>:11311
```

```
export ROS_HOSTNAME=<REMOTE PC'S HOSTNAME>
```

然后，您可以使用以下方法验证您的连接：

```
rostopic list
```

```
rostopic echo /tf
```

如果 Husky 连接的无线网与移动 PC 连接的不是同一子网，则您必须设置静态路由才能与 Husky 通信。您可以使用路由器内置接口或第三方应用程序找到 Husky 路由器的 IP 地址。

```
sudo route add -net <IP OF HUSKY> netmask 255.255.255.255 gw <ADDRESS  
OF EXTERNAL RADIO>
```

5.4 连接电源

Husky 的电池已充满电并已安装，但在运输过程中为安全起见已断开连接。重新连接电池：

1. 确保 Husky 的主电源按钮处于外部“关闭”位置且急停按钮已激活。
2. 抓住电池门闩锁，用拇指按压闩锁按钮，然后将电池门从机箱中取出。
3. 小心地将电池插头连接到保险丝面板中的配对连接器，如图 6 所示，确保其牢固就位并卡入到位。
4. 盖上电池门盖，确保电池卡入到位并与后面板齐平。

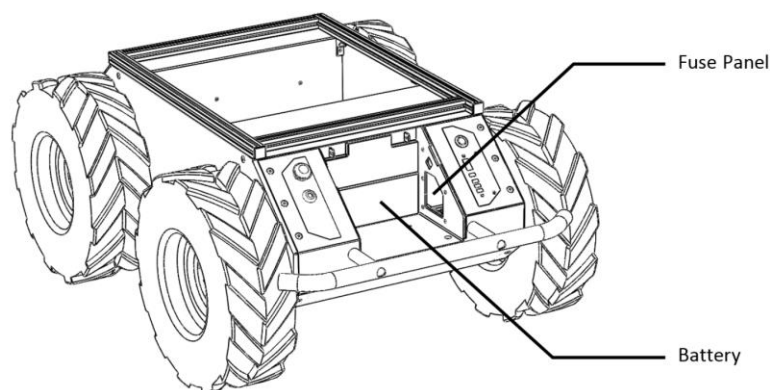


图 6: Husky 电池区域

启动 Husky，请用力按下状态面板上方的电源按钮。它将呈蓝色亮起，状态面板灯将显示测试模式。通信状态指示灯将变为红色，因为 PC 尚未与 Husky 通

信。

如果按下急停按钮，停止状态灯将呈红色。如果不是，请按下急停按钮并确认停车灯亮起。让 Husky 处于急停状态，直到它成功接收到命令。

5.5 用户托架电源连接

用户电源能够为 Husky 提供 5V、12V 、 24V 电压和 5A 电流。首先，从有效载荷电源线露出大约 5 毫米的裸线。电源连接器的每个引脚顶部都有两个开口：一个方孔和一个圆孔。将 2 毫米宽的平头螺丝刀插入方孔以“打开”相邻的圆孔，如图 7 所示。将电源线滑入圆孔，然后取下螺丝刀将电线锁定到位。

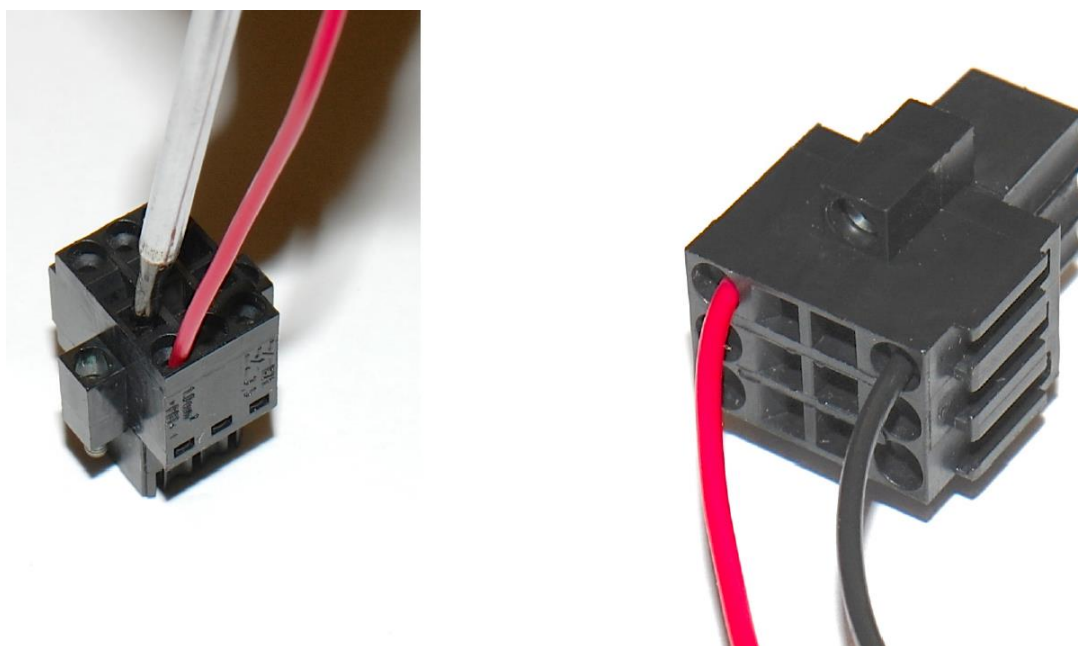


图 7：可拆卸的电源连接器

连接有效负载时，请务必遵守用户托架内侧标记的正确极性。不要超过最大 5A 的电流限制，否则可能会损坏 Husky。

有关电源连接器及其相应配对连接器的更多技术信息，请访问：

<http://www.digikey.com/product-search/en?vendor=0&keywords=281-1856-ND&cur=USD>

5.6 验证

如果您的 PC 是与 Husky 一起购买的，它将被设置为在启动时自动连接。开机 60-90 秒后，Husky 通讯灯会由红色变为绿色（或黄色，视急停状态而定），

表示 ROS 已启动并已与 Husky 建立通讯。

要远程控制 Husky，请将 USB 操纵杆插入随附的板载 PC，然后释放紧急停止按钮。几秒钟后，ROS 应该识别操纵杆并开始将命令传递到移动平台。按下启用按钮（通常是按钮 1），然后使用主操纵杆轴或左拇指杆来驱动 Husky。

也可以使用 Python 或 C++ 接口直接控制，API 可在以下网站查阅：

<http://www.clearpathrobotics.com/husky/downloads>

6 使用 ROS

机器人操作系统 (ROS) 是用于控制和使用机器人系统的可扩展框架，建议将 ROS 与 Husky 结合使用。

如果您是第一次使用 ROS，强烈建议您运行 ROS101 系列教程来学习 ROS 的基础知识：<http://support.clearpathrobotics.com>。

用户可以访问：<http://wiki.ros.org/Robots/Husky> 来设置板载 PC。

6.1 节点

您可以使用 `rostopic list` 查看默认情况下在 Husky 计算机上运行的所有节点。如表 3 所示：

Node	Description
<code>/husky_node</code>	提供 Husky 平台和 ROS 之间的控制和通信。接受速度命令并提供有关 <code>/status</code> 的系统反馈。
<code>/robot_state_publisher</code>	订阅 <code>/joint_states</code> 并将机器人的状态发布到 <code>tf</code> 。
<code>/bluetooth_teleop</code>	将操纵杆的速度命令发布到 <code>/twist_mux</code> 。
<code>/twist_mux</code>	接收多个速度命令源，并优先考虑实际发送到控制器的内容。
<code>/ekf_localization</code>	机器人定位包，有关此包的更多信息可以在： http://wiki.ros.org/robot_localization 。

表 4: Husky 话题

Topic	Message type	Description
««««< HEAD / bluetooth _ teleop/joy	sensor_msgs/Joy	接收操纵杆命令，回显此主题以验证您的控制器正在发布
/tf	tf2_msgs/TFMessage	坐标系之间的转换，不停的发布，是一个很好测试 ROS 连接的话题
/status	husky_msgs/HuskyStatus	显示系统状态信息
/estop	std_msgs/Bool	显示停止状态
/odometry/filtered	nav_msgs/Odometry	/ekf_localization 的机器人里程计估计
===== bluetooth_teleop/joy	sensor_msgs/Joy	接收操纵杆命令，回显此主题以验证您的控制器正在发布
/tf	tf2_msgs/TFMessage	坐标系之间的转换，不停的发布，是一个很好测试 ROS 连接的话题
/status	husky_msgs/HuskyStatus	显示系统状态信息
/estop	std_msgs/Bool	显示停止状态
/odometry/filtered	nav_msgs/Odometry	/ekf_localization 的机器人里程计估计

6.2 工作空间

扩展 Husky 的预期模型是在用户的主目录中创建一个新的 ROS 工作区，并在那里添加包。您可以 roslaunch 其他节点，而无需停止或启动任何其他操作。有关更多详细信息，请参阅 ROS wiki 上的 [Overlays](#) 页面：

表 5: Husky 运动话题

««««< HEAD Motion Topics	twist_mux Priority	Description
husky_velocity_controller/ cmd_vel	-	根据优先级 twist_mux 接收运动命令
joy_teleop/cmd_vel	10	操纵杆遥控输入
twist_marker_server/cmd_vel	8	交互式标记遥测输入
move_base/cmd_vel	2	自主运动输入, 适用于 Hsky 导航包
cmd_vel	1	其他外部输入
===== Motion Topics	twist_mux Priority	Description
husky_velocity_controller/ cmd_vel	-	根据优先级 twist_mux 接收运动命令
joy_teleop/cmd_vel	10	操纵杆遥控输入
twist_marker_server/cmd_vel	8	交互式标记遥测输入
move_base/cmd_vel	2	自主运动输入, 适用于 Hsky 导航包
cmd_vel	1	其他外部输入

http://wiki.ros.org/catkin/Tutorials/workspace_overlaying

当需要在 Husky 上启动代码时, 请编辑位于 `/etc/ros/setup.bash` 中的默认工作区设置文件。将最后一行从默认值更改为源您自己的工作区。完成后, 将启动文件复制到位于 `/etc/ros/hydro/husky-core.d` 的 `robots_upstart` 文件夹中。重新启动 Husky 后台服务, 节点应该会提供 Husky 的其余部分:

```
sudo service husky-core restart
```

有关此过程的更多详细信息, 请参阅有关 ROS wiki 页面:

http://wiki.ros.org/robot_upstart

6.3 有效负载

您可以在 ROS Wiki 页面上找到受支持的软件包列表相关文档:

<http://wiki.ros.org/ClearpathRobotics>

7 电池和维护

Husky A200 专为坚固耐用的长期使用而打造。以下是进一步维护和延长平台寿命的步骤：

7.1 充电

Husky A200 的电池可以在机外充电，也可以在 Husky 内部充电。如果在安装时充电，您需要打开电池区域的检修门，并断开电池与保险丝面板中的连接器的连接：

1. 将直流输出电缆从充电器连接到电池端子连接器。
2. 将充电器电源线插入充电器，然后插入壁式插座。
3. 充电器上的 POWER LED 和 CHARGING LED 灯将亮起。
4. 当电池充满电时，CHARGING LED 灯将熄灭。
5. 拔下充电器，然后将其与电池断开。

7.2 电池保养

Husky 的电源是一个密封的 24 V 铅酸电池组 (VRLA)，可提供充电 20 安时。这些提示可以帮助您的 Husky 铅酸电池保持最佳状态。通过适当的维护，电池在使用后任然可以保持其大部分容量。

对铅酸电池最具破坏性的是一种称为硫酸盐化的现象。当铅酸电池长时间处于未充电状态时，硫酸盐晶体会凝固在电池的电极上。这种影响可能是永久性的，并且会导致容量过早减少。因此，无论剩余容量如何，请在使用完后立即将电池充满电。

Husky 附带了一个三级电池充电器，可为 Husky 电池完全充电。充电分三个阶段进行：恒流、顶充和浮充。第一阶段可冲进大部分电量 (70%)。将电池充满以帮助维持电池的使用寿命。初始阶段需要 5-7 小时，完全充满可能需要长达 14 小时。

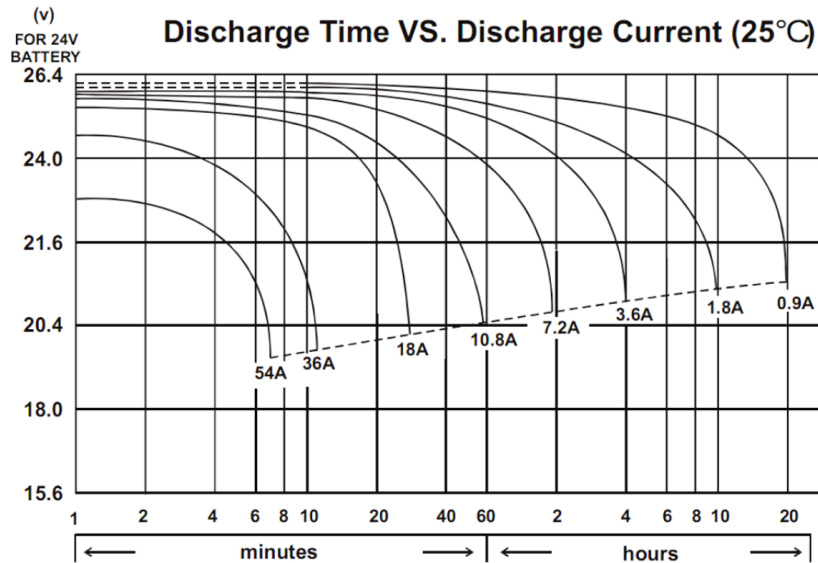


图 8: Husky 电池电压特性

遵循这些提示将有助于最大限度地延长电池的使用寿命：

- 请务必在使用完电池后立即将其充满电。
- 在室温下为电池充电。切勿在 35 摄氏度以上的温度下为铅酸电池充电。
- 在通风良好的地方给电池充电。
- 不要让电池冻结，切勿为冻结的电池充电。
- 储存的电池应每月充电一次，每 4-6 个月对电池进行一次完全循环。
- 在放电率为 50 之后，容量会明显降低。
- 定期将电池放电至低于 50 容量。

7.3 轮子

轮胎压力可能随温度变化，应定期用压力表检查。检查轮胎、泄压和给轮胎充气都是通过轮胎的充气杆完成的。轮胎压力不应超过 20psi，根据地形要求可能需要较低的压力。

如果必须拆除轮胎，首先松开将车轮连接到轮毂的四颗 M5 内六角有头螺钉，然后将其从车轴上滑下。更换轮胎时，应以 3.7 英尺磅 [5 牛米] 的扭矩拧紧螺钉。

7.4 底盘

Husky 是一款全地形机器人，但不防水。应注意主机架的任何部分都不得浸入水中。当机箱变湿或变脏时，请用湿布擦拭并用毛巾擦干。

如果怀疑有水进入 Husky A200 机箱，请取出电池并让 Husky 完全干燥至少 24 小时。

8 提示和故障排除

8.1 机械提示

Husky 的车轮可以应对各种不同的地形，充气到适当的压力时效果最佳。较低的轮胎压力（例如 10 psi）可确保在可能遇到岩石或其他障碍物的崎岖多变的地形中获得更好的牵引力。但这可能降低传动系统效率和减少电池电量的不利影响，因此在平坦表面上行驶时请使用高达 20 psi 的高压。

8.2 故障排除

本节列出了一些可能遇到的问题：

- 按下电源按钮时，电源按钮周围的蓝灯不显示。确保电池已充电并正确连接，使用万用表检查电池端子上的电压。
 - 通讯灯保持红色/闪烁。程序可能不会以高于 10Hz 的速度发送运动命令。如果连接质量不佳，可能会丢失某些命令。因此可能需要增加发送命令的频率，可发送的最大频率命令为 50Hz。
 - 急停灯亮起。扭动红色急停按钮将其松开，并确认机器人没有被锁定。
 - 电池指示灯闪烁。电池电压太低，Husky 无法驱动电机，为电池充电并重试。
 - ROS 包未启动。验证 upstart 日志，`/var/log/upstart/husky_core.log` 以查看是否有任何错误。
 - Husky 短暂的通讯中断，可能已达到热限制或电流限制。最大电流限制设置为 18.3A。但是，由于电机的额定电流仅为 8A 连续电流，任何高于 8A 电流最终都会触发电流限制，高于此限制值越高，触发速度越快。如果您不确定是否是这种情况，请随时联系：cr@jingtianrobots.com，公司将为您提供系统的 rosbag。
- 如果您遇到此处未列出的设置问题，或者建议的解决方案无效，请与我们的支持团队联系，以便我们提供帮助：cr@jingtianrobots.com

9 产品尺寸

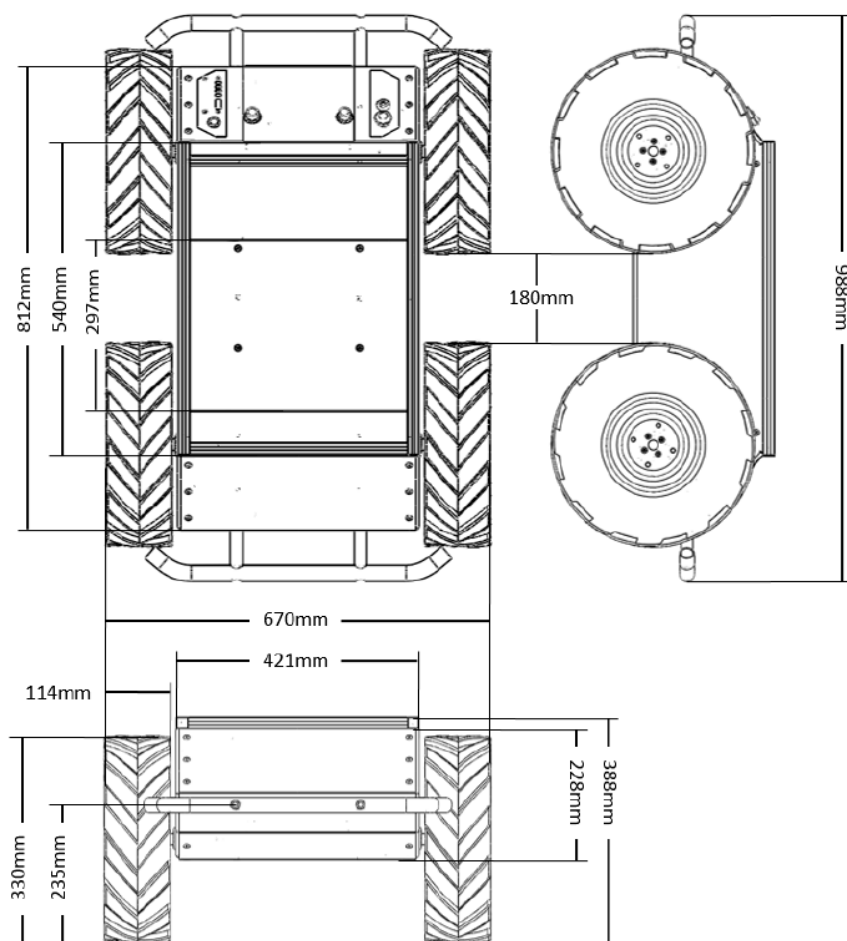


图 9: Husky 尺寸图

10 服务与支持

武汉京天电器致力于帮助您与 Husky 合作取得成功，请与我们联系：

cr@jingtianrobots.com

如需就 Husky 或其他 Clearpath Robotics 产品与我们的销售团队取得联系，请发送电子邮件至：amy@jingtianrobots.com

如果您有一个专门关于 ROS 的问题，可以在 ROS 社区上进行讨论，answers.ros.org.