



WHEELTEC
轮 趣 科 技

运动底盘 设计原理简述

CONTENT

目 录

01

运动底盘基本组成

02

电池

03

电机

04

控制器与驱动器

05

控制器与运动底盘状态数据

06

运动学分析与轮子

07

运动学分析公式

1.运动底盘基本组成

- 电源电池

提供能源。

- 控制器、驱动器

控制器负责接收控制命令，产生控制信号，以及外发底盘运动状态数据。

驱动器负责放大控制信号以驱动电机。

可以驱控一体设计。

- 电机、舵机

电能转化为动能的装置。

- 轮子

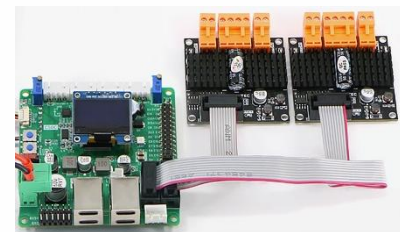
连接电机，根据应用需求选择不同的轮子。

- 运动底盘

以上4部分安装到车架上即可组成一个运动底盘。



电源电池



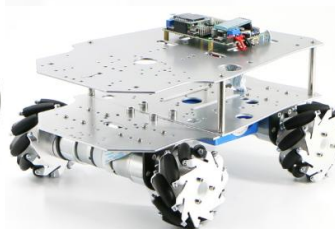
控制器、驱动器



电机、舵机



轮子



运动底盘

2. 电池

关键参数介绍与选型参考

• 电芯类型

常用的有碳酸锂铁与三元锂电池，两种电芯各有特点，两者对比，三元锂能量密度更高、耐低温、充电更慢、成本更高等等。

大家选择主要参考以下电压、电流、体积、容量、保护等参数选择即可。

三元锂的剩余电量与电压成正比，碳酸锂铁则是阶梯式的（90%-10%电量期间电压基本不变）。

• 电压、电流

电池是由多个电芯并联或串联组成的。

电芯标称电压：磷酸铁锂电芯3.2V、三元锂电芯3.7V。

电芯串联提高电压，并联提高容量。右图4款电池依次为7串1并、6串2并、6串4并、6串8并。

电压*电流=功率，两者共同决定电池的供电能力。**运动底盘电池的电压电流要求一般来自电机。**

假设需要4个MD36NP27_24电机在额定功率下运行，电池电压要求 $\approx 24V$ ，电池放电性能要求 $\geq 2.3 * 4 = 9.2A$ 。

电池名称	24V 6100mAh 磷酸铁锂电池	24V 5000mAh 三元锂电池	24V 10000mAh 三元锂电池	24V 20000mAh 三元锂电池
电池组	22.4V 6100mAh	22.2V 5000mAh	22.2V 10000mAh	22.2V 20000mAh
电芯材质	磷酸铁锂	三元锂		
截止电压	16.5V	18v		
满电电压	25.55V	25.2V		
充电电流	3A	2A		
外壳材质	全金属	环氧板+热缩膜		
放电性能	15A持续放电		30A持续放电	60A持续放电
插头	DC3.5*1.35MM母座(充电) XT60U-F母头(放电)	DC5521母座插头(充电) T型插头(放电)		
尺寸	152*42*146.3mm	124*71*42mm	124*71*71mm	155*124*71mm
重量	1.71kg	0.66kg	1.25kg	2.4kg
电池保护	短路、过流、过充、过放保护，支持边充边用，内置安全阀，阻燃板			

电池参数示例

电机型号	额定电压	空载转速	额定转速	额定扭矩	空载电流	额定电流
MD36NP27_24V	24V DC	325±30rpm	230±20rpm	13.5KG.cm	0.3A	2.3A
MD36NP27_12V	12V DC	325±30rpm	230±20rpm	13.5KG.cm	0.9A	6.9A

电机参数示例

2. 电池

关键参数介绍与选型参考

- 电量、续航、充电电流、体积、重量与接口插头

6100mAh电量代表电池可以持续输出6.1A电流1小时，恒定电流输出下的续航

计算公式：续航时间（ h ）= $\frac{\text{电量 (mAh)}}{\text{电流 (A)}}$ ， $A = 1000mA$ ，充电时间同理。

大电量一般代表大体积，根据预算与运动底盘结构要求选择。

接口插头自行评估是否适合自身已有设备，如不合适需要另外采购转接头。

- 保护

短路、过流、过充、过放保护，支持边充边用，内置压力安全阀，阻燃板。

电池名称	24V 6100mAh 磷酸铁锂电池	24V 5000mAh 三元锂电池	24V 10000mAh 三元锂电池	24V 20000mAh 三元锂电池
电池组	22.4V 6100mAh	22.2V 5000mAh	22.2V 10000mAh	22.2V 20000mAh
电芯材质	磷酸铁锂	三元锂		
截止电压	16.5V	18v		
满电电压	25.55V	25.2V		
充电电流	3A	2A		
外壳材质	全金属	环氧板+热缩膜		
放电性能	15A持续放电		30A持续放电	60A持续放电
插头	DC3.5*1.35MM母座(充电) XT60U-F母头(放电)	DC5521母座插头(充电) T型插头(放电)		
尺寸	152*42*146.3mm	124*71*42mm	124*71*71mm	155*124*71mm
重量	1.71kg	0.66kg	1.25kg	2.4kg
电池保护	短路、过流、过充、过放保护，支持边充边用，内置安全阀，阻燃板			

电池参数示例

电机型号	额定电压	空载转速	额定转速	额定扭矩	空载电流	额定电流
MD36NP27_24V	24V DC	325±30rpm	230±20rpm	13.5KG.cm	0.3A	2.3A
MD36NP27_12V	12V DC	325±30rpm	230±20rpm	13.5KG.cm	0.9A	6.9A

电机参数示例

3.电机

电机是把电能转化为动能的装置。本节以**直流电机**为例讲解一般电机的构成：电机、编码器和减速器。

直流电机把电能转换为动能的原理为通电导线在磁场中会受到洛伦兹力的作用，电流越大，受力越大。所以提高输入电压，可以加大电流，提高扭矩、转速。

编码器的作用是检测电机的转速，编码器的**AB**线会产生与转速成比例的脉冲，例如**13**线霍尔编码器，电机转子转一圈编码器的**AB**线各产生**13**个脉冲。转速检测用于实现电机的速度、位置闭环控制。

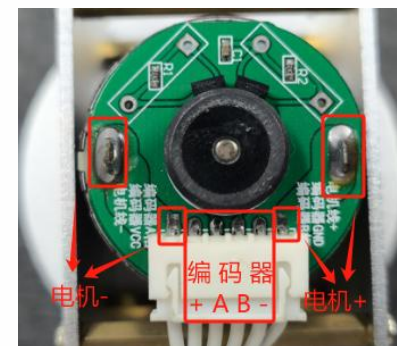
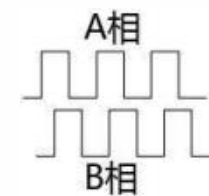
减速器的作用是提高扭矩，但是会降低转速。电机原始扭矩较小，扭矩不足容易导致堵转损坏电机，故需要减速器。假设电机使用减速比为**27**的减速器，那么电机转子转**27**圈，电机最终输出轴转**1**圈。

电机的功率、体积、价格，基本成正比例关系，需要底盘设计者根据项目实际需求权衡选择。

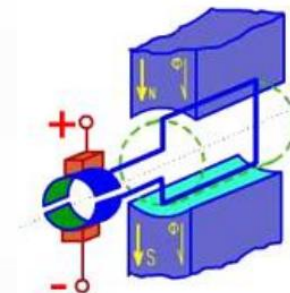
舵机可以认为是一种特殊的电机，一般用于阿克曼底盘的前轮转向结构和机械臂上。

电机型号	额定电压	空载转速	额定转速	额定扭矩	空载电流	额定电流
MD36NP27_24V	24V DC	325±30rpm	230±20rpm	13.5KG.cm	0.3A	2.3A
MD36NP27_12V	12V DC	325±30rpm	230±20rpm	13.5KG.cm	0.9A	6.9A

直流电机参数示例



编码器与电机引脚



直流电机



减速器

4.控制器与驱动器

控制器

负责接收速度控制命令，产生控制信号，以及外发底盘运动状态数据。

编码器转速反馈，是为了控制电机的转速更接近速度控制命令的要求。

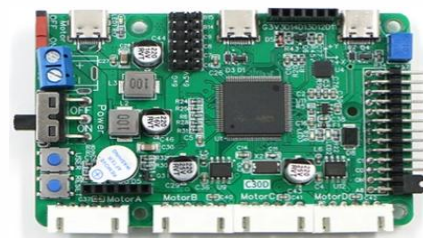
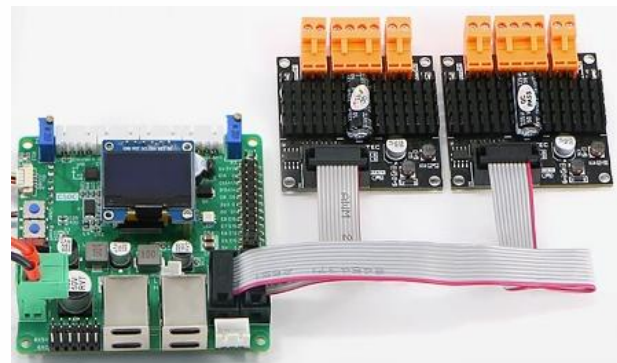
驱动器

驱动电机需要较大功率的电压电流，一般控制器的无大功率输出能力。

所以需要驱动器放大控制信号以驱动电机。

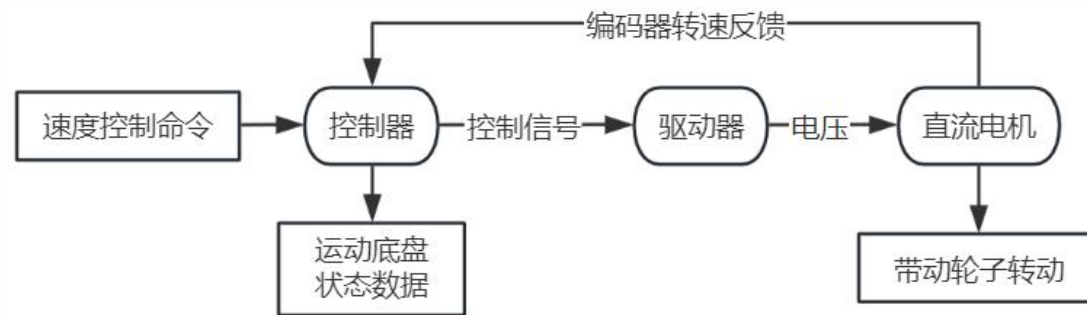
驱控一体设计

如果电机的功率要求不高，那么控制器和驱动器是可以集成到一个较小的控制板上的，如右图所示。



驱控一体控制板

控制器（左）与驱动器（右）



控制器与驱动器工作流程图

5.控制器与运动底盘状态数据：里程计、IMU

控制器需要负责外发底盘运动状态数据，这里最重要的数据就是里程计和IMU，它们的作用都是用于机器人定位的，即用于确认机器人目前所在的物理位置。

里程计的推导流程如右图所示，其中运动学分析部分是运动底盘控制器需要做的工作。

轮式底盘的XYZ三轴里程计数据为：X-前后方向的位移、Y-左右方向的位移、Z-旋转的角度（航向角）。

IMU数据可以来自运动底盘自身板载的IMU芯片，也可以来自外置的IMU模块。我司的运动底盘一般都有板载IMU。

其工作流程如右图所示，控制器只需要负责发送IMU数据，解算为姿态角部分由上层决策部分（ROS）处理。

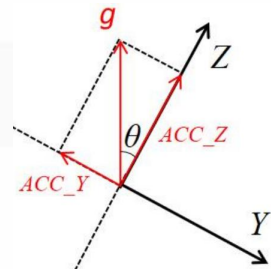
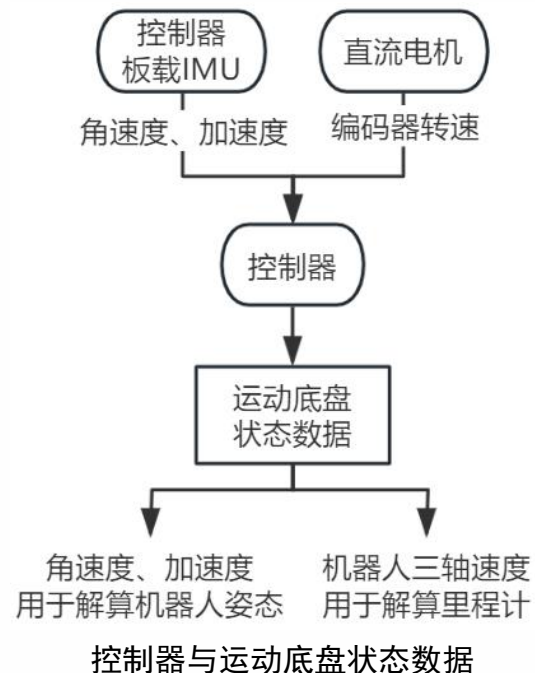
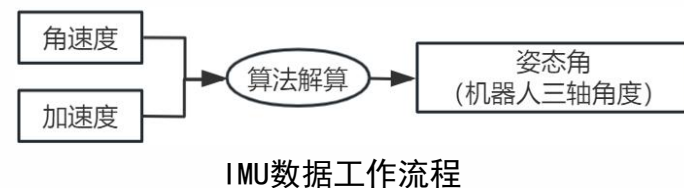
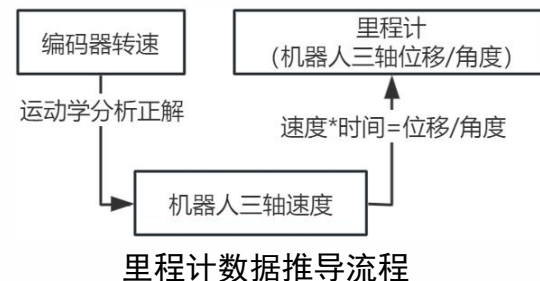
扩展内容

IMU的角速度可以通过时间积分（速度*时间）计算三轴姿态角。

IMU的加速度可以通过特定公式计算除Z轴航向角外的XY两轴姿态角，IMU的加速度通过时间积分计算三轴位移。

里程计提供了XY两轴位移和Z轴航向角。

XYZ三轴位移、XYZ三轴姿态角，有两个或以上的数据来源，就可以融合计算出相对更准确的位姿数据。



$$\theta = \tan^{-1} \text{ACC_Y} / \text{ACC_Z}$$

加速度数据计算X轴角度

6.运动学分析与轮子

不同类型的轮子、底盘结构决定了运动底盘的运行场景与特点，也决定了其运动学分析公式。
 不同类型的运动底盘的特点在前面的视频【ROS机器人系统性介绍】已经介绍过，因此本节视频主要介绍运动学分析的内容。

运动学分析正解：根据各个轮子的当前线速度求出机器人当前的三轴速度。（对应控制器向外发送机器人三轴速度用于计算里程计）

运动学分析逆解：根据三轴目标速度求出各个轮子的目标线速度。（对应控制器接收速度控制命令，然后向驱动器发送控制信号以控制电机转动）

轮子的线速度（m/s）=电机转速（圈/s）*2*π*轮子半径

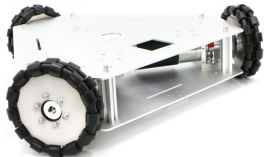


轮子

底盘类型与特点	可以前后移动	可以左右横移	可以零半径转弯 (自旋转)	负载能力 (复杂结构负载能力较低)	转向摩擦力 (转向摩擦)
麦轮	是	是	是	相对较低	相对较低
全向轮	是	是	是	相对较低	相对较低
两轮差速	是	否	是	相对较低	相对较低
四驱	是	否	是	相对较高	相对较高
履带	是	否	是	相对较低	相对较高
阿克曼	是	否	否	相对较高	相对较低



麦轮底盘



全向轮底盘



阿克曼底盘



两轮差速底盘



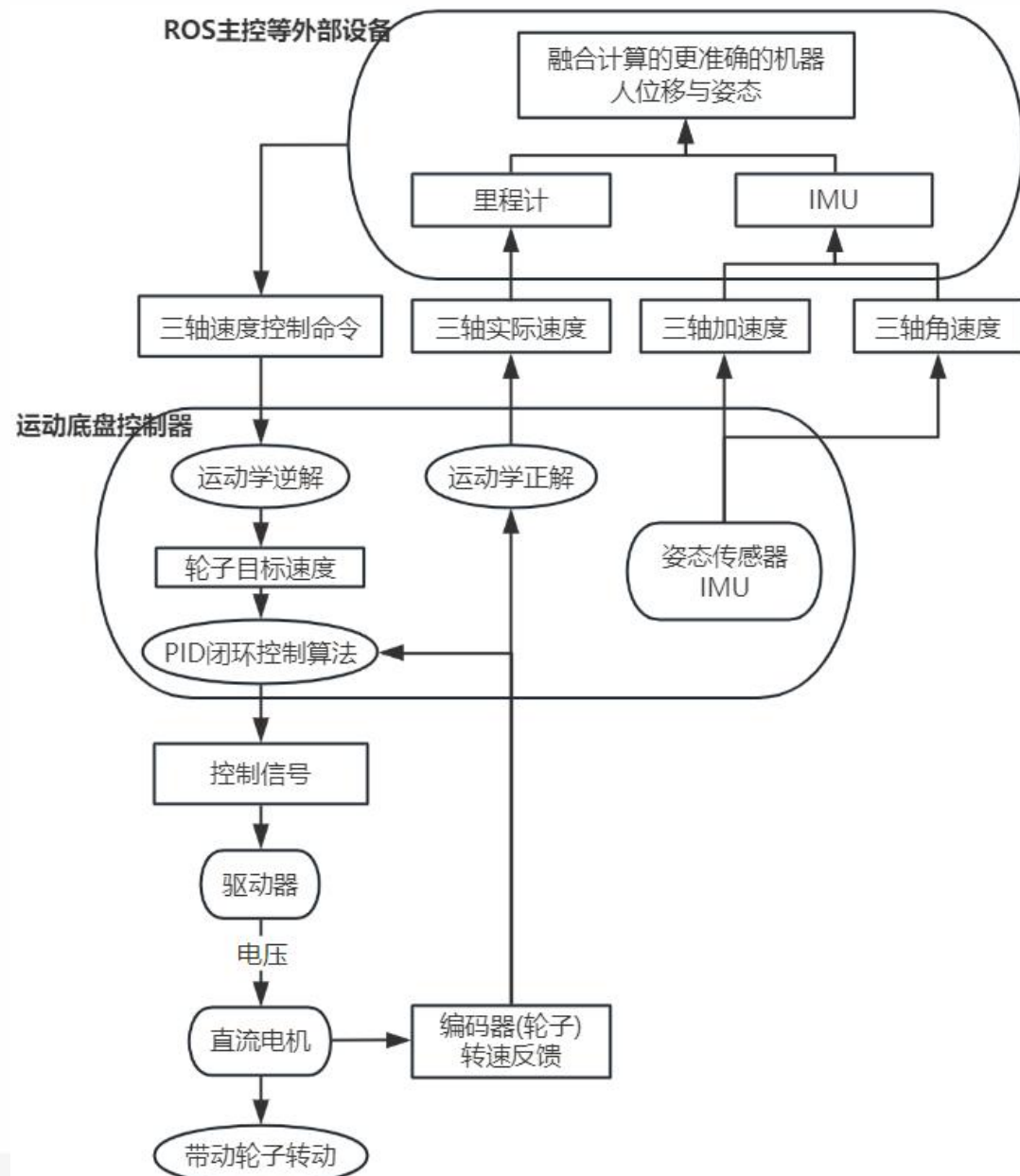
四驱底盘



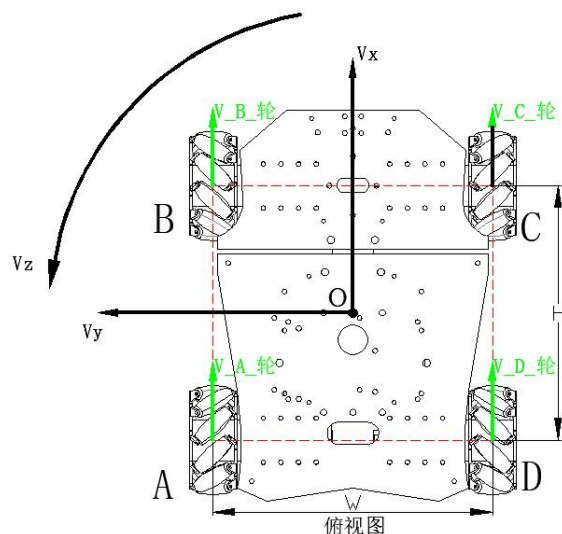
履带底盘

6.运动学分析与轮子

右图是对前面内容的总结，从轮子、电机、到控制器，其中核心是控制器，控制器负责对外界的控制命令进行响应和反馈。



7.运动学分析公式



麦轮/四驱车底盘

$$V_x = \frac{V_{A\text{轮}} + V_{B\text{轮}} + V_{C\text{轮}} + V_{D\text{轮}}}{4}$$

$$V_y = \frac{V_{A\text{轮}} - V_{B\text{轮}} + V_{C\text{轮}} - V_{D\text{轮}}}{4}$$

$$V_z = \frac{-V_{A\text{轮}} - V_{B\text{轮}} + V_{C\text{轮}} + V_{D\text{轮}}}{2H + 2W}$$

正解

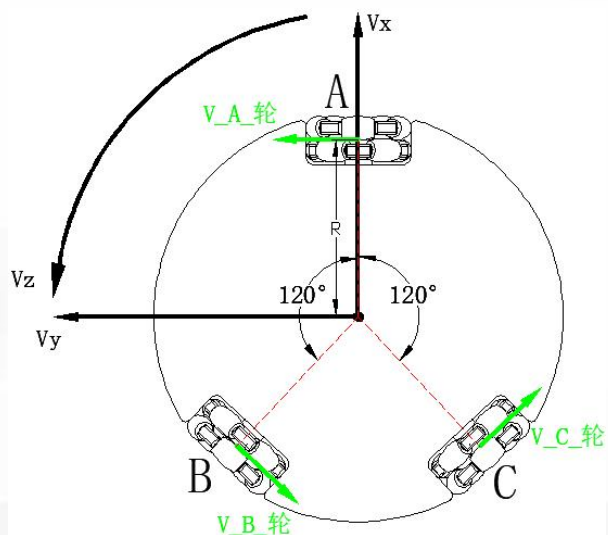
$$V_{A\text{轮}} = V_x + V_y - V_z * \left(\frac{H}{2} + \frac{W}{2}\right)$$

$$V_{B\text{轮}} = V_x - V_y - V_z * \left(\frac{H}{2} + \frac{W}{2}\right)$$

$$V_{C\text{轮}} = V_x + V_y + V_z * \left(\frac{H}{2} + \frac{W}{2}\right)$$

$$V_{D\text{轮}} = V_x - V_y + V_z * \left(\frac{H}{2} + \frac{W}{2}\right)$$

逆解



全向轮底盘

$$V_x = \frac{V_{B\text{轮}} + V_{C\text{轮}}}{\sqrt{3}}$$

$$V_y = \frac{2V_{A\text{轮}} - V_{B\text{轮}} - V_{C\text{轮}}}{3}$$

$$V_z = \frac{V_{A\text{轮}} + V_{B\text{轮}} + V_{C\text{轮}}}{3R}$$

正解

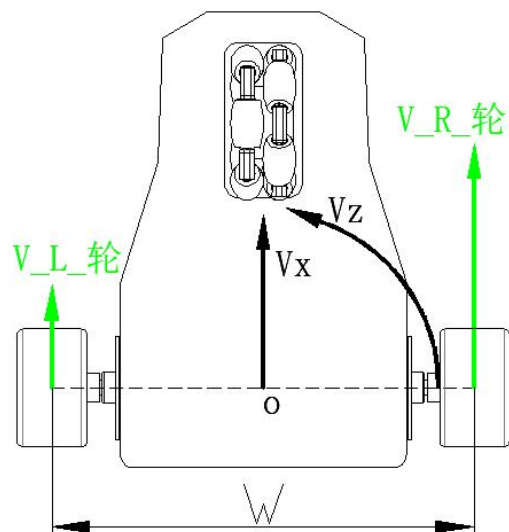
$$V_{A\text{轮}} = V_y + V_z * R$$

$$V_{B\text{轮}} = -\frac{\sqrt{3}}{2}V_x - \frac{1}{2}V_y + V_z * R$$

$$V_{C\text{轮}} = \frac{\sqrt{3}}{2}V_x - \frac{1}{2}V_y + V_z * R$$

逆解

7.运动学分析公式



两轮差速底盘（履带车/四轮两驱共用）

$$V_x = \frac{V_{L\text{轮}} + V_{R\text{轮}}}{2}$$

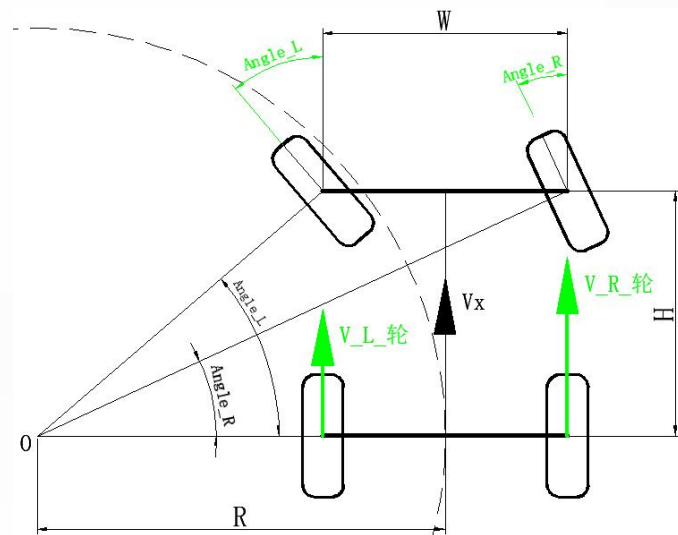
$$V_Z = \frac{V_{R\text{轮}} - V_{L\text{轮}}}{W}$$

正解

$$V_{L\text{轮}} = V_x - \frac{W}{2} * V_Z$$

$$V_{R\text{轮}} = V_x + \frac{W}{2} * V_Z$$

逆解



阿克曼底盘

$$V_x = \frac{V_{L\text{轮}} + V_{R\text{轮}}}{2}$$

$$V_Z = \frac{V_{R\text{轮}} - V_{L\text{轮}}}{W}$$

正解

$$R = \frac{V_x}{V_Z}$$

$$V_{L\text{轮}} = V_x \frac{R - 0.5W}{R}, \quad V_{R\text{轮}} = V_x \frac{R + 0.5W}{R}$$

$$\text{Angle}_L = \tan^{-1}\left(\frac{H}{R - 0.5W}\right), \quad \text{Angle}_R = \tan^{-1}\left(\frac{H}{R + 0.5W}\right)$$

逆解



WHEELTEC
轮 趣 科 技

THANK YOU

感谢聆听