



Mecanum wheel 以其横向运动的特性而闻名。通过适当控制每个车轮的角速度，实现了与 Mecanum wheel 的全方位运动。根据每个单独的车轮旋转方向和速度，组合车轮在所需方向产生一个总运动，而不改变车轮方向。

当然，mecanum wheel 不仅适用于横向运动。如果所有的轮子都在相同的方向上以相同的角速度旋转，就可以实现车辆的前进或后退运动。通过使一侧的轮子向一个方向转动，另一侧的轮子向另一个方向转动，可以绕垂直于表面的框架原点的轴线旋转。在这里，我们给出了平台的简化工作原理（图 1）。如果对动态分析方程感兴趣可继续向下深入了解。

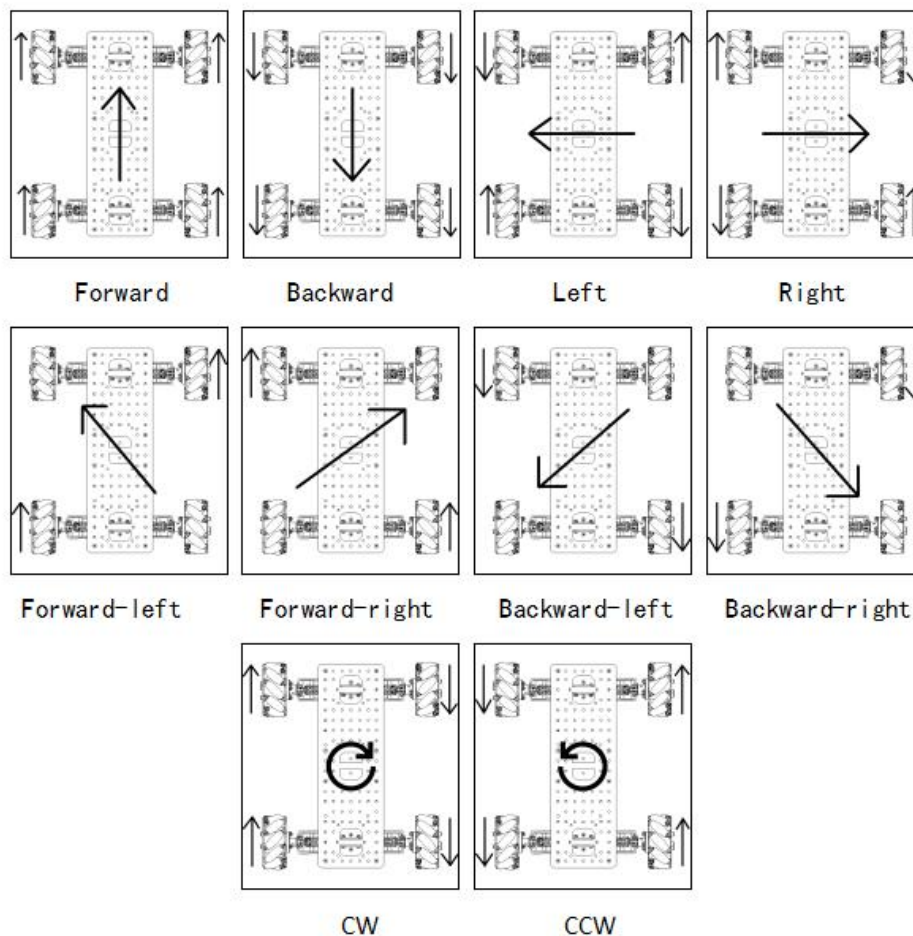


图 1：根据车轮方向对装有 mecanum 车轮的车辆运动

Direction of Movement	Wheel Actuation
Forward	All wheels forward same speed
Backward	All wheels backward same speed
Left	Wheels 2、3 forward; 1、4 backward
Right	Wheels 1、4 forward; 2、3 backward
Forward-left	Wheels 2、3 forward
Forward-right	Wheels 1、4 forward
Backward-right	Wheels 1、3 backward



Backward-left	Wheels 2、4 backward
CW	Wheels 1、3 forward; 2、4 backward
CCW	Wheels 2、4 forward; 1、3 backward

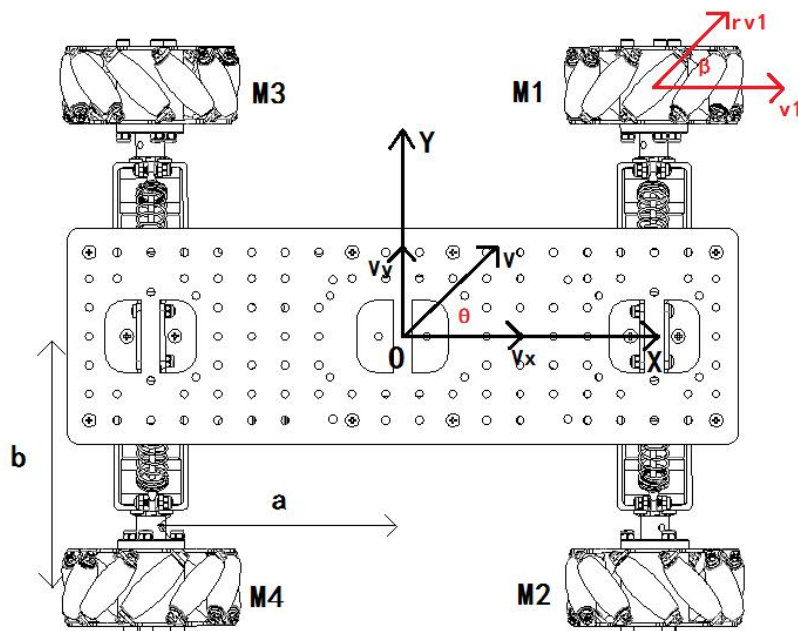


图 2：四轮驱动移动机器人的运动矢量和坐标系机器人平台

运动学模型

移动机器人的逆运动学模型来源于四轮驱动移动机器人平台的运动矢量。机器人速度 v 的矢量与平行方向 V_x 和 V_y 矢量分量的 x 坐标由下式导出：

$$v_x = v \cos \theta \quad (1)$$

$$v_y = v \sin \theta \quad (2)$$

其中 θ 是机器人运动的横向角度速度。机器人的角速度由 ω 定义移动机器人的中心点，表示左转或右转运动。机器人尺寸由身体中心机器人和 a_i 的轮轴之间的 a 和 b 的半径表示： $\{a, a, -a, -a\}$ 和 b_i ： $\{b, -b, b, -b\}$ 其中 i ： $\{1, 2, 3, 4\}$ 代表轮数。车轮的线速度矢量和速度每个车轮的测量辊方向由 V_i 和 rV_i 分别表示。 v 和 rv 之间的倾斜角度 β 是 45° 代表 β_i 的每个轮子的麦克纳姆角度： $\{\pi/4, -\pi/4, -\pi/4, \pi/4\}$ 。移动机器人的速度矢量方程可以通过计算坐标系组件：

$$v_i + rv_i \cos(\beta_i) = v_x - b_i \omega \quad (3)$$

$$rv_i \sin(\beta_i) = v_y + a_i \omega \quad (4)$$

使用 $\tan(\beta_i)$ 在 (3) 和 (4) 之间进行替换，可以获得每个车轮的线速度：



$$v_i = v_x - b_i \omega - \frac{v_y + a_i \omega}{\tan(\beta_i)} \quad (5)$$

$$* \tan \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta}$$

由于 $\tan(\beta_i)$ 在 (5) 中由 $\tan(\beta_i) : \{-1, 1, 1, -1\}$ 表示，因此 mecanum 轮的线速度为：

$$V_1 = V_x - V_y - (a + b)\omega \quad (6)$$

$$V_2 = V_x + V_y + (a + b)\omega \quad (7)$$

$$V_3 = V_x + V_y - (a + b)\omega \quad (8)$$

$$V_4 = V_x - V_y + (a + b)\omega \quad (9)$$

虽然角轮速度是 $v_i = wR$ 而 R 是四个麦克纳姆轮的半径，但是 Eq. (6) - (9) 可以修改为：

$$\begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{R} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -(a+b) \\ 1 & 1 & (a+b) \\ 1 & 1 & -(a+b) \\ 1 & -1 & (a+b) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega \end{bmatrix} \quad (10)$$

注：R 在此车模中为轮子半径， $R=37.5\text{mm}$ ； $a=106\text{mm}$ ， $b=104\text{mm}$

式 (10) 显示出了要实现的逆运动学的数学模型，以通过根据横向角度 θ 输入 V_x ， V_y 和 ω 的矢量分量来获得每个麦克纳姆轮的角速度，而不改变机器人面向某个方向。