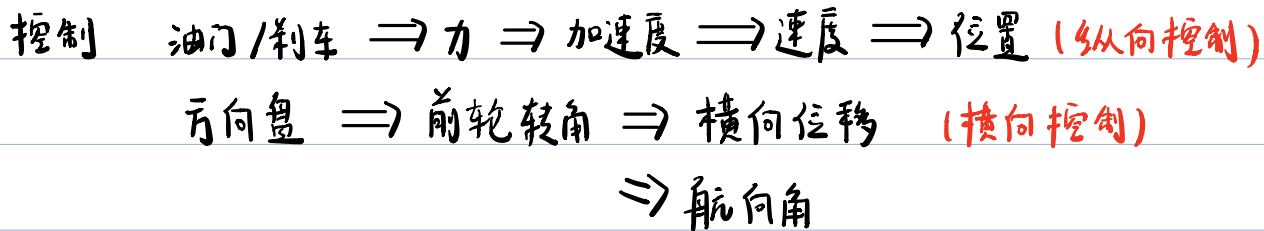


控制的前提是路径规划,默认已有路径规划

控制的前提是路径规划,默认已有路径规划



控制 油门/刹车 \Rightarrow 力 \Rightarrow 加速度 \Rightarrow 速度 \Rightarrow 位置 (纵向控制)

方向盘 \Rightarrow 前轮转角 \Rightarrow 横向位移 (横向控制)

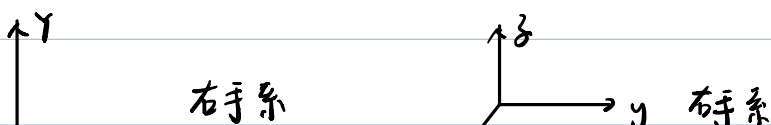
\Rightarrow 航向角

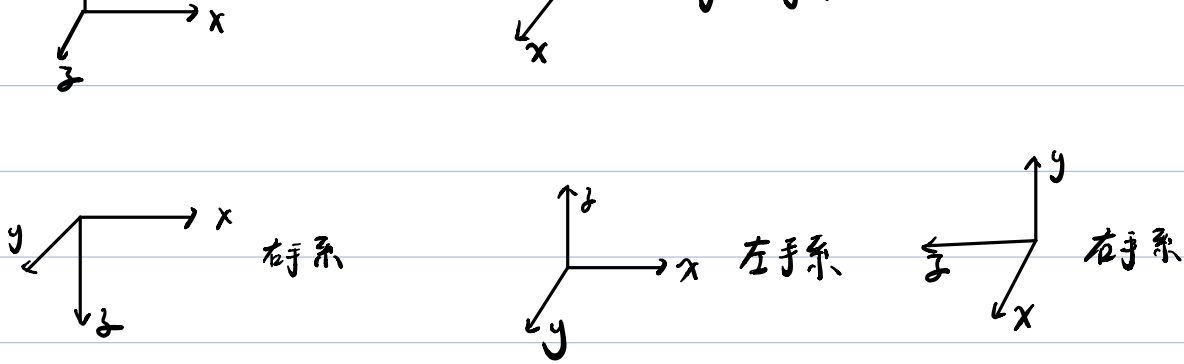
(x, y) 车身坐标系

本教程一律采用右手系



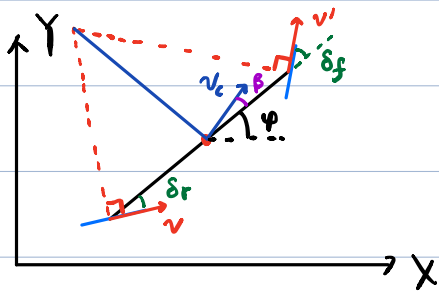
符号：左手 . . \ \ — — — — — . ⇒ 左手系





一般数学, 物理学都是右手系

一般计算机图形/视觉 左手系

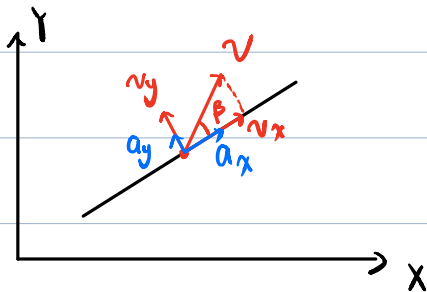


φ : 横摆角, 车的轴线与 \bar{X} 的夹角 绝对

β : 质心侧偏角 质心速度与 \bar{X} 的夹角 车身

$\varphi + \beta$: 航向角 质心速度与 \bar{X} 的夹角 绝对

δ_f : "前轮转角" δ_r : "后轮转角" 车身



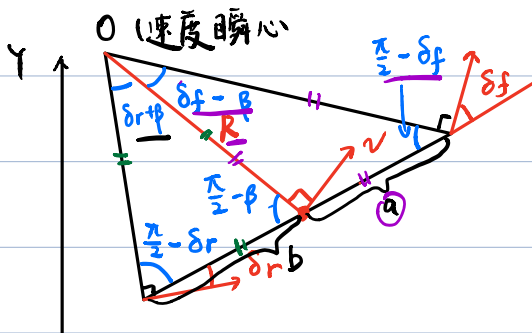
v_x : 纵向车速 a_x : 纵向加速度

v_y : 侧向车速 a_y : 侧向加速度 车身

建立 微分方程 几何关系 运动学模型

牛顿力学 动力学模型

运动学模型



$$\dot{X} = v \cos(\beta + \varphi)$$

正弦定理

$$\dot{Y} = v \sin(\beta + \varphi)$$

$$\dot{\varphi} = \frac{v}{R}$$

$$\frac{a}{\sin(\delta_f - \beta)} = \frac{R}{\sin(\frac{\pi}{2} - \delta_f)}$$

$$\frac{b}{\sin(\delta_r + \beta)} = \frac{R}{\sin(\frac{\pi}{2} - \delta_r)}$$

$$\frac{a}{R} = \frac{\sin(\delta_f - \beta)}{\sin(\frac{\pi}{2} - \delta_f)} = \frac{\sin \delta_f \cos \beta - \sin \beta \cos \delta_f}{\cos \delta_f} = \tan \delta_f \cos \beta - \sin \beta$$

$$\frac{b}{R} = \frac{\sin(\delta_r + \beta)}{\sin(\frac{\pi}{2} - \delta_r)} = \frac{\sin \delta_r \cos \beta + \sin \beta \cos \delta_r}{\cos \delta_r} = \tan \delta_r \cos \beta + \sin \beta$$

$$\frac{a+b}{R} = (\tan \delta_f + \tan \delta_r) \underbrace{(\cos \beta)}_{\cos \beta \approx 1} \frac{1}{R} = \frac{\tan \delta_f + \tan \delta_r}{L} \quad L = a+b \text{ 为车的轴距}$$

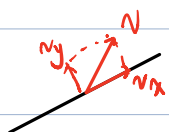
运动学方程

$$\dot{X} = v \cos(\varphi + \beta)$$

$$\dot{Y} = v \sin(\varphi + \beta)$$

$$\dot{\varphi} = \frac{v}{R} = \frac{v(\tan \delta_f + \tan \delta_r)}{L}$$

在低速条件下, 认为车不会发生侧向滑动(漂移) $v_y \approx 0$



$$\Rightarrow \beta = \arctan \frac{v_y}{v_x} = 0$$

一般后轮不转向, 在低速条件下, $\delta_r \approx 0$

运动学方程:

$$\begin{cases} \dot{X} = v \cos \varphi \\ \dot{Y} = v \sin \varphi \\ \dot{\varphi} = \frac{v \tan \delta_f}{L} \end{cases} \quad \because \beta = 0 \therefore \text{横摆角} \approx \text{航向角}$$

其中 φ 横摆角, v 质心速度