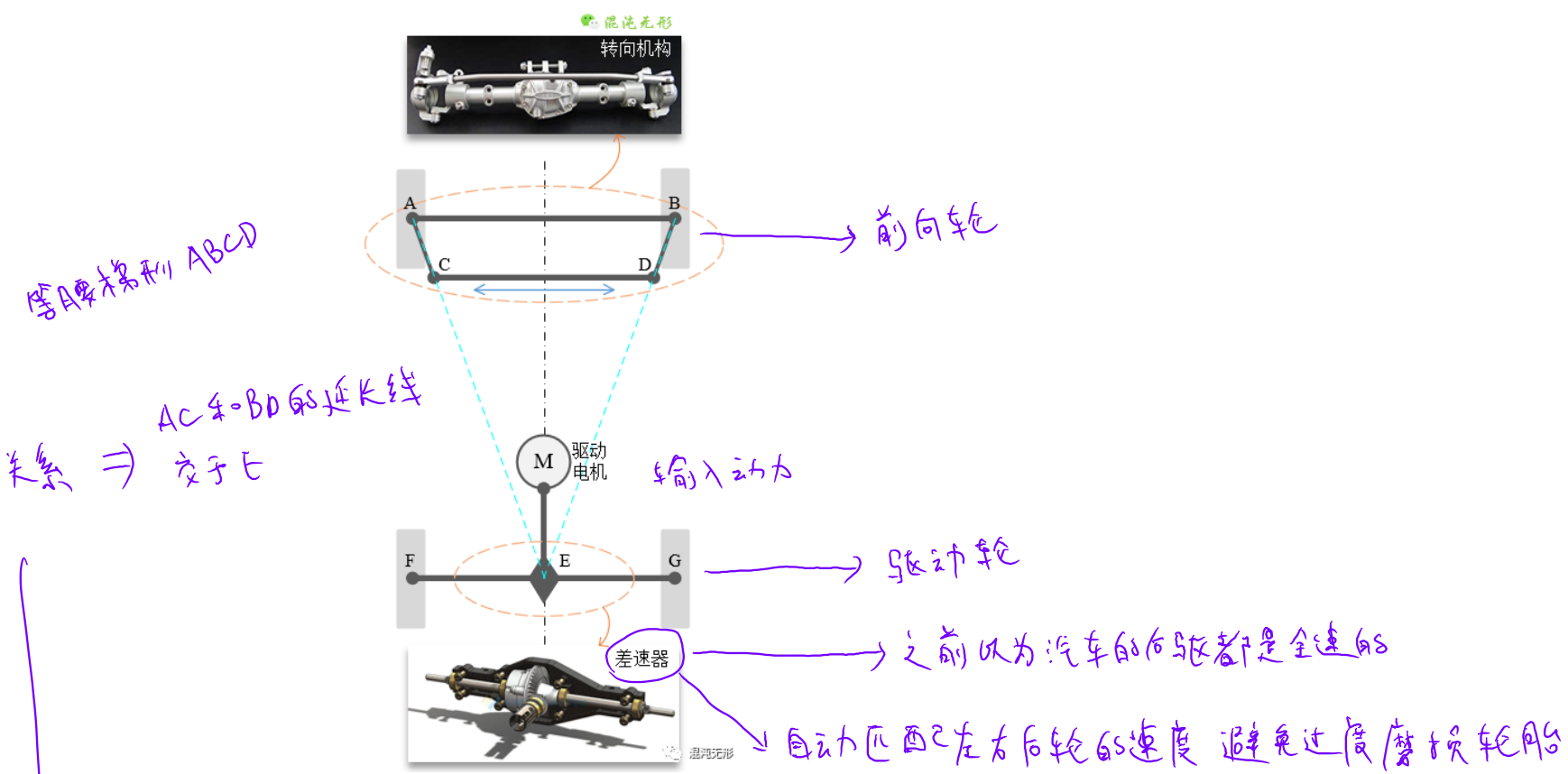
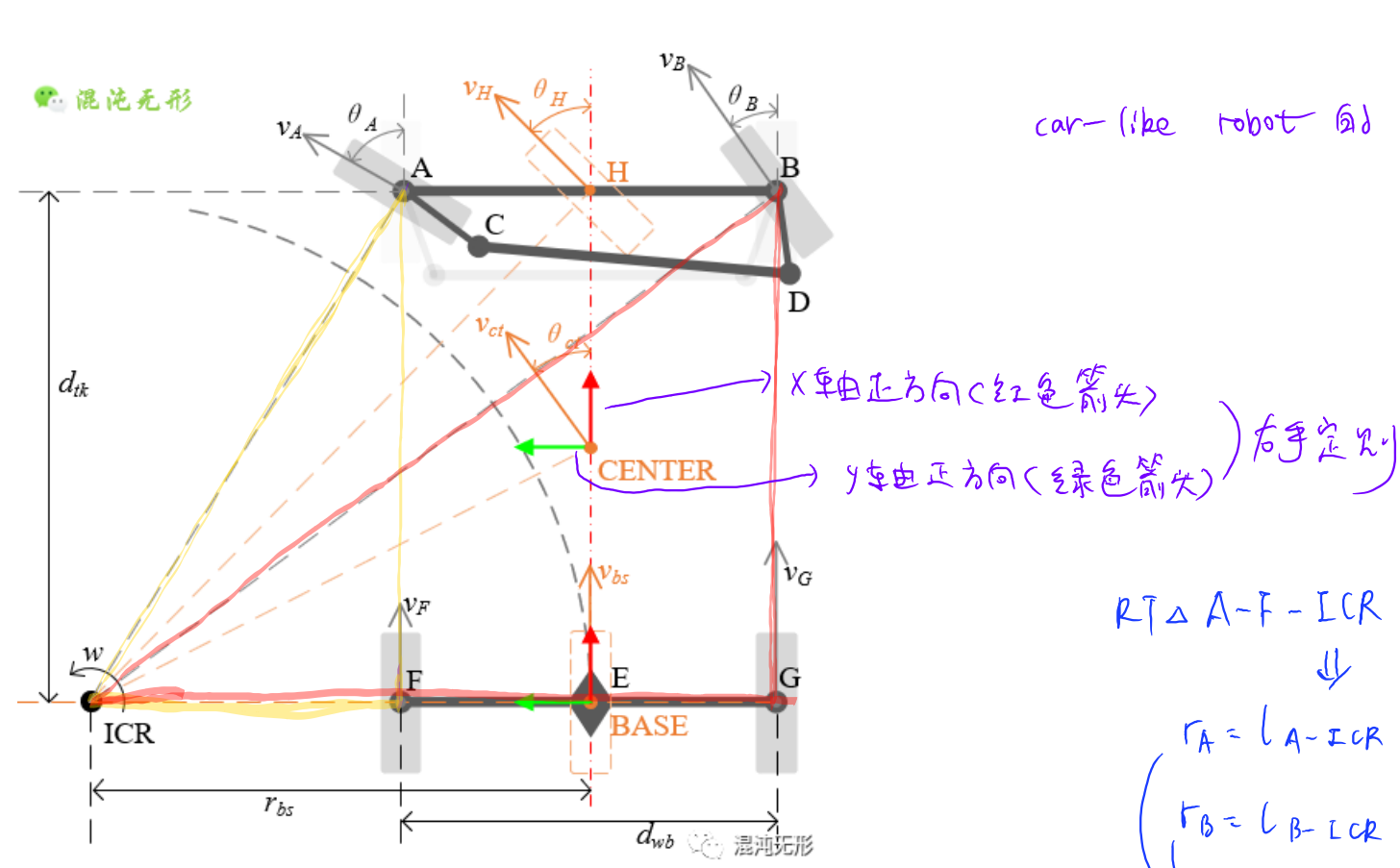


前轮转向 后轮驱动  
car-like robot 构型  
存在非全向约束 仅通过线速度和角速度  $[V, \omega]$  来描述 car-like robot 的运动



以 E 为原点的 BASE 坐标系  
两个坐标系  
以机器人几何中心 (AG 和 BF 的中点) 为原点的 CENTER 坐标系



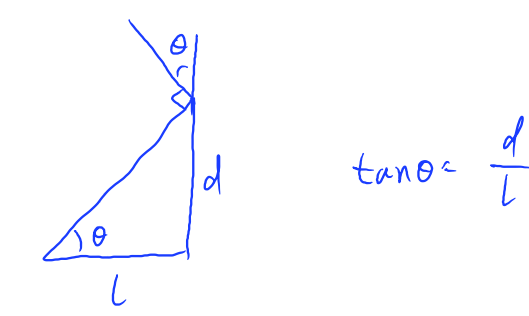
以质心为中心和以几何中心的计算方式不一样  
car-like robot 的旋转中心 几何中心 质心 一般不重合  
(E) (CENTER) (在 CENTER 附近)  
动力学模型需要使用质心  
car-like robot 一般处于低速运动

RT  $\Delta$  A-F-ICR 和 RT  $\Delta$  B-G-ICR  
↓  
$$\begin{cases} r_A = l_A - ICR = dtk / \sin \theta_A \\ r_B = l_B - ICR = dtk / \sin \theta_B \end{cases} \quad (1)$$
  
dtk 轴间距



$$\begin{cases} V_A = \omega l_A - ICR = \omega dtk / \sin \theta_A \\ V_B = \omega l_B - ICR = \omega dtk / \sin \theta_B \end{cases} \quad (2)$$
  
ω 转弯状态时的角速度都一样  
左前轮和右前轮的线速度  $V = \omega \cdot r$

$$\begin{cases} l_F - ICR = dtk / \tan \theta_A \\ l_G - ICR = dtk / \tan \theta_B \end{cases} \quad (3)$$
  
$$dwb = l_G - ICR - l_F - ICR$$
  
左右轮间距  
代入可得 
$$\frac{1}{\tan \theta_B} - \frac{1}{\tan \theta_A} = \frac{dwb}{dtk} \quad (4)$$



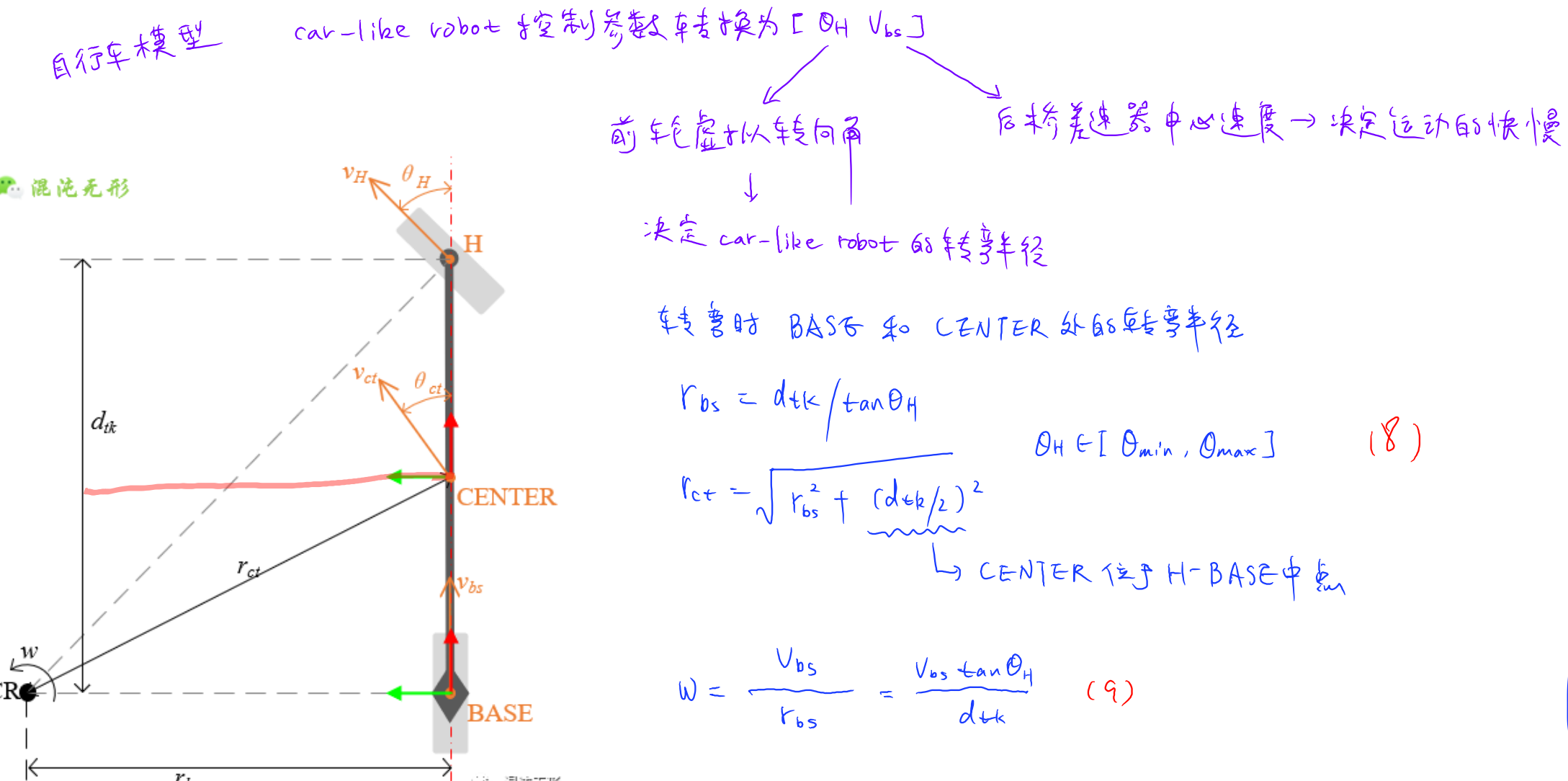
后轮驱动情况 → 差速器可将功率自动分配至左右后轮  
↓  
$$V_{bs} = (V_F + V_G) / 2 \quad (5)$$
  
由差速器保证约束  
E 点速度

左右后轮的线速度  $[V_F, V_G]$  由前轮转向角决定 (两前轮 → ICR 的位置 → 两后轮的线速度大小比例)  
$$\omega = \frac{V_F}{r_{bs} - dwb/2} = \frac{V_G}{r_{bs} + dwb/2} \quad (6)$$
  
E 的旋转半径

(5) + (6)  $\Rightarrow [V_F, V_G]$

$\theta_A$  和  $\theta_B$  之间大小关系与 dwb 和 dtk 的比值存在非线性约束关系

驱动轮  
后轮  
car-like robot 是有最小转弯半径 (这是与两轮差速驱动机器人最大不同)  
不能自旋  
可以自旋  
即使按照要求设计梯形转向机构  
也只能近似维持公式 (5) 的约束关系



正运动学模型是基于  $[\theta_H, V_{bs}]$  来计算几何中心 CENTER 的速度  
综合 (8-9) 公式和三角变化公式

$$\begin{bmatrix} V_{ct} \\ \omega_{ct} \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{cases} \begin{bmatrix} V_{bs} dtk \tan \theta_H \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{\tan^2 \theta_H}} \\ \arctan(\tan \theta_H / 2) \\ V_{bs} \tan \theta_H / dtk \end{bmatrix}, & \theta_H \neq 0 \\ \begin{bmatrix} V_{bs} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, & \theta_H = 0 \end{cases} \quad (10)$$

$\omega_{ct}$  为  $V_{ct}$  与主轴 H-BASE 的夹角

逆运动学模型是基于几何中心点 CENTER 的速度分解出控制参数  $[\theta_H, V_{bs}]$

$$\begin{bmatrix} \theta_H \\ V_{bs} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \arctan(2 \tan \theta_{ct}) \\ V_{ct} \tan \theta_{ct} \end{bmatrix} \quad (11)$$

同样满足  $\omega_{ct} = 0$  的情况

二者的应用见正文