

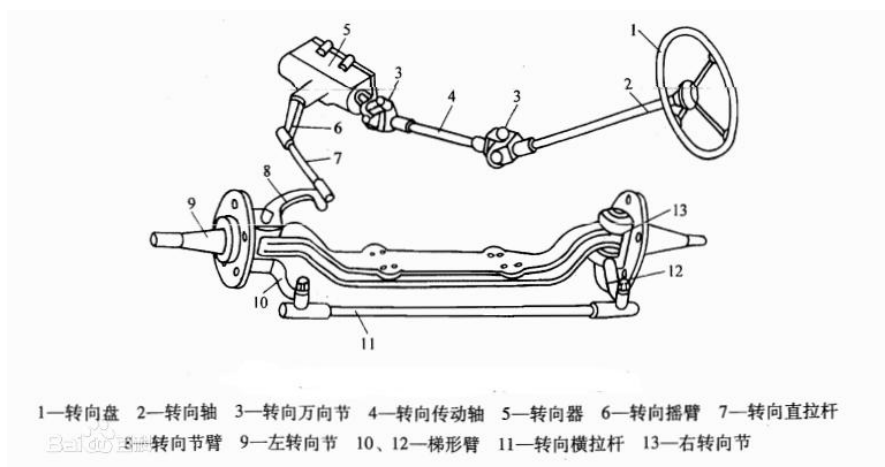
电控转向系统简介

来源:湖南爱力

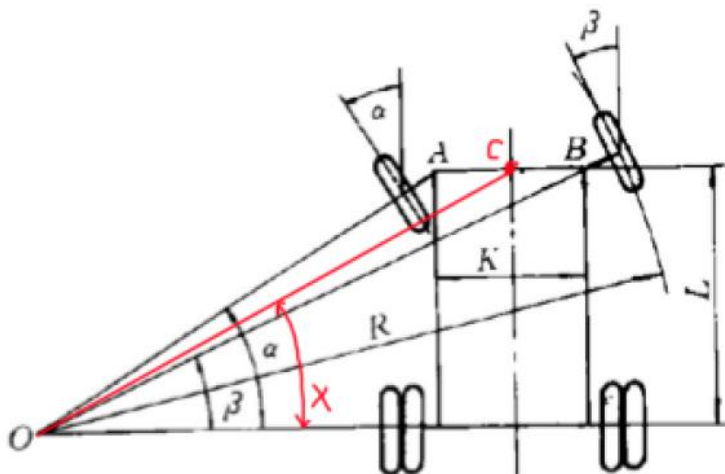
作者: 赵宇威

1. 传统机械转向介绍

用来改变或保持汽车行驶或倒退方向的一系列装置称为汽车转向系统(steering system)。汽车转向系统的功能就是按照驾驶员的意愿控制汽车的行驶方向。汽车转向系统对汽车的行驶安全至关重要,因此汽车转向系统的零件都称为保安件。汽车转向系统和制动系统都是汽车安全必须要重视的两个系统。



2. 阿克曼转角公式



首先介绍一些名词概念

内轮: 转向时在内侧的车轮, 往左转时左轮为内轮, 往右转时右轮为内轮

外轮: 与内轮对应

轮距 K: 车轮间距

轴距 L: 车轴之间距离

左前轮转向中心 A: 车轮转向的中心点

右前轮转向中心 B: 车轮转向中心点

转向中心线: 后轮的转向中心连接起来的线

转向中心点 O: 车子转向时绕着 O 点旋转

内轮转角 α : 内轮转角

外轮转角 β : 外轮转角

曲率角 X: AB 的中点 C 与 O 点的连线与转向中心线的角度

内外轮转向角的关系为: 内轮与外轮的垂线, 永远交于一点 O, O 位于转向中心线上, 车辆绕着转向中心旋转。

即如图所示的转向状态, AO 垂直于内轮, BO 垂直于外轮, O 位于转向中心线上。

对于四轮车来说转向中心线一定位于后轮的轴线上。

为满足上述要求, 德国工程师 Lankensperger 于 1817 年提出公式

$$\frac{1}{\tan(\beta)} - \frac{1}{\tan(\alpha)} = \frac{K}{L}$$

即知道了轴距轮距, 就可以算出来转向轮的对应转角

转向机构即设计一套满足此公式的机构, 在方向盘转动的时候转向机构驱使车轮转到对应角度, 并且传统的机械转向左右轮是通过转向机构连接在一起, 无法独立转向。

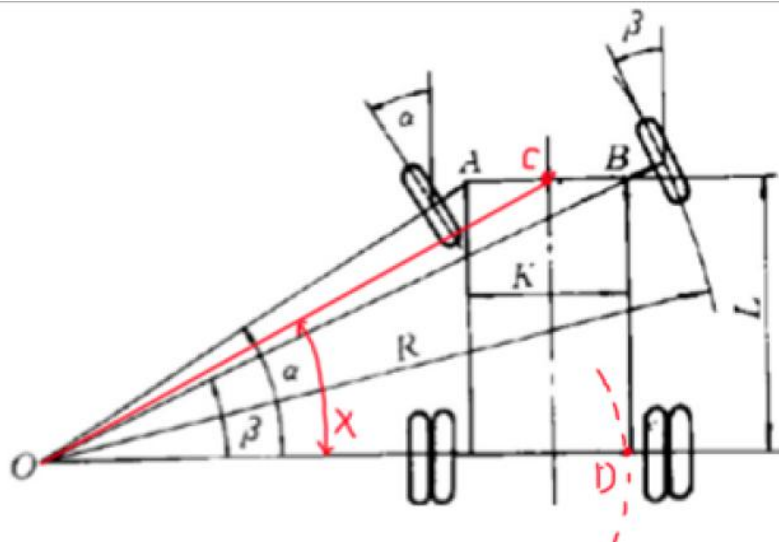
3. 电控转向

由于 $AO \neq BO$, 转向中心 O, 所以外轮的速度是大于内轮的, 并且速度的比值即 BO 与 AO 的比值, 但是传统的汽车动力来源于发动机, 不需要单独对车轮的速度进行调节, 只需一个差速器即可使左右轮车速按照对应角度进行运动 (额外提一句, 差速器的结构设计极其巧妙有兴趣可以去了解一下)。前驱车直接驱动前轮运动, 后轮顺带着一起运动, 后驱车相反。

但是若对于四轮电驱的转向系统, 没有机械转向机构, 此时前轮的转速与转角需要通过阿克曼转角定理进行计算。

4. 计算方式

由于左右轮转角不一致, 我们需要采用一个新的转向量来表示转角, 曲率角 X, 虽然左右轮转角不一致, 所以我们取 AB 的中点 C 与 O 的连线与转向中心线之间角度来表示当前转角, 即曲率角 X, 根据 X 就可以计算出当前各个轮的角度与转速。



$$\frac{1}{\tan(\beta)} - \frac{1}{\tan(x)} = \frac{K}{2L}$$

$$\frac{1}{\tan(x)} - \frac{1}{\tan(\alpha)} = \frac{K}{2L}$$

$$V_b = V_d \times \cos \beta$$

$$V_a = V_b \times \sin \beta / \sin \alpha$$

公式如上图（可通过阿克曼转角公式自行推）

电控控制时，可以先设定一个后轮的车速 V_d （两个后轮车速一样），再设定曲率值 X ，根据 V_d 与 X 即可算出转向车轮的车速与转角，再通过控制器对转向电机与走行电机进行控制即可。

5. 注意事项

计算中可自定一个方向，例如向右转为正，此时 X ， α ， β 都是正，向左转均为负来计算。

一般的车辆最大外轮转角不会超过 45° 。

四轮车的转向中心线一定在后轮轴线上，但是对于多轴车轮，转向中心线可能位于车辆中间，因为车体较长不可能以后轮为基准转向，一般情况是五轴以上的车可能带有后轮转向功能，并且仍然满足阿克曼角度公式（此内容较少用到，如有需要可自行推算）

