

基于转向几何试验的主销轴线角度和位置的解算

管欣 逢淑一 詹军 姬鹏

(吉林大学汽车动态模拟国家重点实验室, 长春 130022)

摘要 悬架几何布置未知的情况下, 结合悬架 K & C 试验台的转向几何试验数据, 对主销轴线位置和角度进行了分析和推导。根据四轮定位的原理, 计算出主销内倾角和主销后倾角的初值; 通过分析车轮转动时轮心相对于主销轴线的运动, 推导出主销横向偏移距及主销纵向偏移距的算法; 通过主销横向、纵向偏移距以及主销内倾角和主销后倾角, 计算出内倾拖距和后倾拖距。

关键词 四轮定位 主销轴线 主销横向偏移距

中图分类号 U463.33; **文献标志码** A

主销定位包括主销的角度定位和位置定位, 主销的角度定位即主销内倾角和主销后倾角, 主销的位置定位是主销在横向和纵向的偏移距, 通过主销的两个偏移距可以计算内倾拖距和后倾拖距。

悬架几何布置已知的情况下, 上述主销定位量可以通过几何关系计算得到, 但在没有悬架几何尺寸时, 或者在建立基于总成特性的模型时, 不需要知道悬架具体结构, 此时主销定位的计算是一个难点。

利用悬架 K&C 试验台的试验数据, 对主销定位进行了推导并计算。悬架 K&C 试验台可以进行轮跳加载, 侧向力纵向力加载, 以及回正力矩加载, 由于该试验台能够精确测量车轮的定位参数, 一般将转向几何等试验也放在该台架上进行, 利用 ABD 悬架试验台 (SPMM) 上的转向几何试验数据进行分析计算的。

1 主销后倾角初值

主销后倾角及主销内倾角的初值是根据汽车四轮定位的原理计算的^[1]。主销后倾角的求解通过转向几何试验, 方向盘左右分别转某个角度(图



图1 ABD公司悬架试验台(SPMM)

中以向左转为例), 测量得到车轮外倾角的变化, 如图2所示, 黄色实线表示主销轴线, 红色实线是轮心到主销的垂线, 阴影为轮胎。a为左视图, b为正视图(忽略主销内倾角对后倾角初值计算的影响), 方向盘左转动时, 可以理解为车轮绕主销转动, 若车轮绕主销转动90度, 如图c所示, 车轮外倾角的变化等于主销后倾角初值, 四轮定位正是利用车轮外倾角随车轮转角变化规律计算主销后倾角。当车轮转动小角度时(图2d), 一般转10度, 利用下列公式计算主销后倾角初值, 为提高测量精度, 减少主销内倾角对主销后倾角测量的影响, 可采用相对测量法:

$$\beta = \left| \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\sin(\delta_2) - \sin(\delta_1)} \right| \quad (1)$$

式(1)中 β 为主销后倾角, γ_1, γ_2 为左右转动方向盘时车轮外倾角, δ_1, δ_2 为左右转动方向盘时的车轮转角。

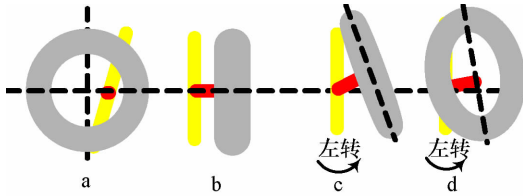


图2 主销后倾角计算原理图

2 主销内倾角初值

主销内倾角初值也是通过转向几何试验计算得到的。图3中黄色实线表示主销,红色实线表示轮心到主销的垂线,蓝色实线表示车轮上的水平线,阴影为轮胎。a为左视图,b为正视图(忽略主销后倾角对内倾角初值计算的影响),方向盘左转动时,可以理解为车轮绕主销转动,若车轮绕主销转动90度,如图c所示,车轮上标注的水平虚线也发生转动,该角度的变化与主销后倾角变化相同。当车轮转动小角度时(图3d),利用下列公式计算主销内倾角初值,为提高测量精度,减少主销后倾角对主销内倾角测量的影响,可采用相对测量法,公式如下:

$$\varphi = \left| \frac{\beta_2 - \beta_1}{\sin(\delta_2) - \sin(\delta_1)} \right| \quad (2)$$

式(2)中 φ 为主销内倾角, β_1, β_2 为左右转动方向盘时主销后倾角, δ_1, δ_2 为左右转动方向盘时的车轮转角。

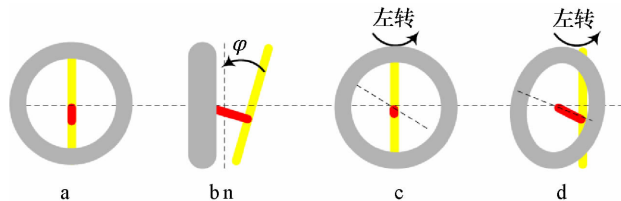


图3 主销内倾角计算原理图

3 主销横向偏移距

主销横向偏移距(Spindle Offset)是轮心在正视

图上到主销轴线的距离^[2]。忽略各部件弹性及外倾角初值,当车轮转动时,轮心相对于主销运动的轨迹是一段圆弧,如图4所示,当车轮转角较小时,轮心的纵向位移与弧长近似相等,轮心纵向位移 x 随车轮转角 α 变化关系可以近似为 $x = l * \alpha$, l 为主销横向偏移距在俯视图上的长度。图5是在K&C试验台上测量到的轮心纵向位移随车轮转角变化的曲线。

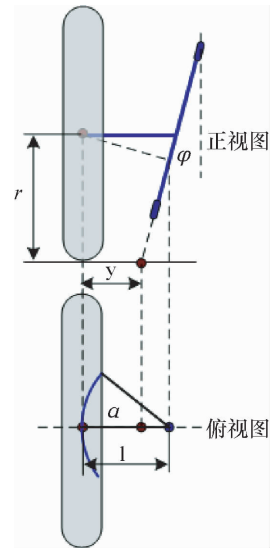


图4 转向时轮心的运动分析

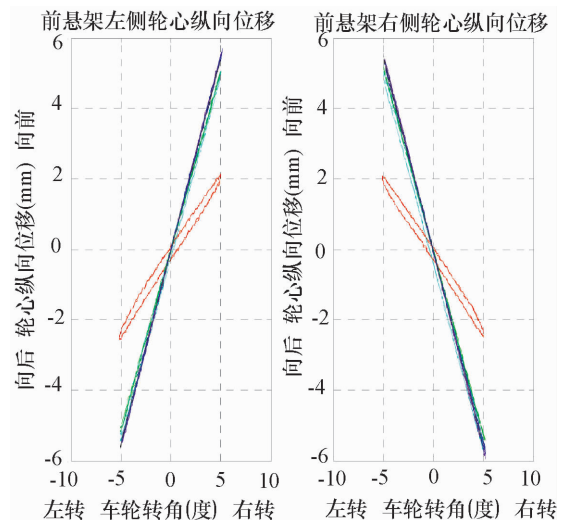


图5 轮心纵向位移与车轮转角

在正视图上,内倾拖距 y 可以通过车轮半径 r 、主销内倾角 φ 计算得到,公式如下: $y = l - r \tan \varphi$ 。

4 主销纵向偏移距

车轮转动时,轮心绕主销转动的圆心 C,如图 6 所示,圆心 C 在车轴的前方时,以左悬架为例,车轮左转时侧向位移较大,右转则较小,可以用左右转动时轮心侧向位移的差值计算张开的角度 θ 。

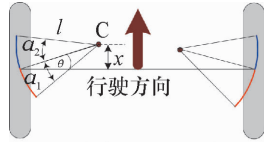


图 6 轮心绕主销转动点的位置计算

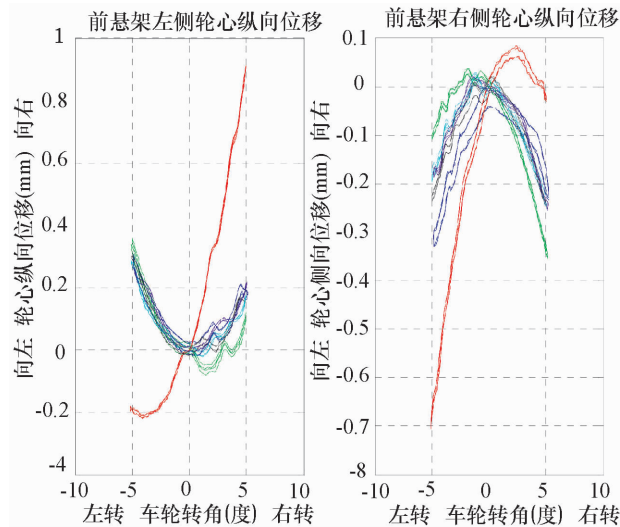


图 7 轮心侧向位移与车轮转角

首先尽量选择产生侧向位移大的一侧,如图 7 中的红色实线所示,左侧悬架选车轮左转的轨迹,右侧悬架选车轮左转的轨迹,这样引入的误差较小。计算以左侧悬架左转为例:

$$l \cos \theta - l \cos (\alpha_1 + \theta) = \Delta \quad (3)$$

式(3)中, α_1 为车轮左转角度, Δ 轮心侧向位移,直接从图 7 的 K&C 报告中读取。角度 θ 计算公式:

$$\theta = -\varphi + \arcsin \left(\frac{\Delta}{l \sqrt{(1 - \cos \alpha_1)^2 + \sin^2 \alpha_1}} \right) \quad (4)$$

式(4)中 $\varphi = \arctan \frac{1 - \cos \alpha_1}{\sin \alpha_1}$; 可以计算主销纵向偏移距 $x = l \sin \theta$ 。因此后倾拖距 $X = x + r \tan \beta = l \sin \theta + r \tan \beta$, β 为主销后倾角。

对国产五款 A 级车及一款 B 级车进行计算得到:主销横向偏移距 l 在 (59.5 ~ 64.6) mm, 内倾拖距 y 在 (-10.2 ~ -1.7) mm, 负值为主销穿地点在轮胎接地点外侧;主销纵向偏移距 x 在 (0.12 ~ 1.25) mm, 后倾拖距 X 在 (17.6 ~ 41.5) mm。

5 结论

该方法在悬架几何布置未知的情况下,通过 ABD 悬架试验台 (SPMM) 测得的转向几何试验数据,对主销轴线的角度和位置进行了分析和推导,计算出主销内倾角、后倾角、主销横向偏移距以及纵向偏移距,从而确定出主销轴线的角度和位置。因此悬架试验台上进行的转向几何试验不仅能计算阿克曼几何和转向传动比,也可以计算主销轴线的角度和位置。

参 考 文 献

- 1 郑凌云. 汽车转向轮定位参数的静态检测. 公路与汽运, 2005; (1): 8—10
- 2 郭孔辉. 汽车操纵动力学. 吉林: 吉林科学技术出版社, 1991
- 3 Reimpell J. The automotive chassis: engineering principles. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001
- 4 Matschinsky W. Road vehicle suspensions. London, UK: Professional Engineering Pub, 2000
- 5 Pacejka H B. Tyre and vehicle Dynamics. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002
- 6 F. Milliken W F, Milliken D L. Race car vehicle dynamics. SAE: 1995

(下转第 6600 页)

Temperature Observation and Simulation Analysis during Construction Period for Base Plate of Dock

LI Qiang, Yao Liang¹, Min Jun²

(China Shipbuilding NDRI engineering Co., Ltd, Shanghai 200063, P. R. China; Henan Hydraulic Research Institute¹; Zhengzhou 450003; P. R. China; Research Institute of Water Resources and Hydropower of Yunnan Province², Kunming 650228, P. R. China)

[Abstract] Using RT-1 thermometers, the real-time temperature of base plate of dock during construction period is monitored, which provides foundation of understanding the variations of hydration heat and temperature. By the secondary development with APDL in ANSYS, the simulation analysis of the temperature field is made and the variations of temperature field are derived, meanwhile the comparison of results between calculating and testing is made.

[Key words] base plate of dock temperature observation temperature field ANSYS simulation analysis

(上接第 6595 页)

The Calculation of the Angle and Position of the Kingpin Axis Based on Steering Geometric Test

GUAN Hsin, PANG Shu-yi, ZHAN Jun, JI Peng

(State Key Laboratory of Automobile Dynamic Simulation, Jilin University, Changchun 130022, P. R. China)

[Abstract] As the geometric of suspension unknown, the combination of suspension K & C test bench test data, angle and location of the kingpin axis are analyzed and deduced. According to the principle of four-wheel positioning, kingpin inclination and caster's initial value can be calculated; Through the analysis of the rotation of the wheel center round the kingpin axis, spindle offset and longitudinal kingpin offset algorithm are derived. Then through spindle offset and longitudinal kingpin offset, as well as kingpin inclination and caster, kingpin offset and caster trail can be calculated.

[Key words] four-wheel positioning kingpin axis spindle offset