

# 四轮定位仪及其在汽修厂的应用

文/江苏 高惠民 北京 袁伟

现代汽车的操纵稳定性直接影响了汽车的安全行驶性能、转向性能和制动性能, 其中一项重要的技术指标就是四轮定位参数。汽车出厂时都设置有合理的四轮定位角度, 这样才能保证车辆安全稳定地行驶。但是, 汽车在使用过程中悬架及转向系元件的磨损、变形、损坏等, 会使汽车四轮定位参数发生变化而失准, 进而导致车辆操纵稳定性的下降, 当出现以下情况时, 就有必要对四轮定位的角度进行检测与校正。

- ① 车辆行驶超过10000km或半年后(如有条件新车则在3000km后)。
- ② 车辆更换新轮胎或轮胎出现异常磨损。
- ③ 车辆直行时方向盘不正、抖动或跑偏。
- ④ 车辆行驶中车身出现蛇行、漂浮和晃动。
- ⑤ 车辆转向时出现异常手感。
- ⑥ 车辆行驶时过度颠簸与冲击。
- ⑦ 车辆更换悬架或转向系统更换新零件后。
- ⑧ 车辆发生碰撞事故进行维修后。

## 一、四轮定位的概念

四轮定位是立体几何学在工程实践中的应用, 它整合了转向节、悬架、车桥和车轮构件之间的所有几何参数, 包括车轮外倾角、车轮前束角、主销内倾角、主销后倾角、推力角等(定义和功能如表1所示), 使汽车在各种复杂道路上行驶或转向时, 车轮都能保持正确的角度和轨迹。

## 二、汽车行驶故障与定位参数的关系

汽车四轮定位参数是汽车操纵稳定性的关键参数, 一旦四轮定位参数与标准值发生变化, 就会造成一系列的行驶故障(见表2、表3)。

表1 四轮定位概念及功能

定位角度	概念	功能
主销后倾角	从车的侧面看转向轴中心线与垂直线所成的夹角, 向后为正, 向前为负(见图1)	使转向轮产生可自动回正并保持车辆直线行驶的力矩
主销内倾角	由车前方看转向轴中心线与垂直线所成的夹角(见图2)	减小转向操纵力, 在前轮受到外力影响偏离直线行驶时能够自动回正
车轮外倾角	由车前方看轮胎中心线与垂直线所成的角夹, 向外为正, 向内为负(见图3)	改变轮胎与地面的接触点及施力点, 提高前轮载荷的安全性和转向操纵的轻便性
车轮前束角	由车上方看左右两个轮胎所成的角度, 向内为正, 向外为负(见图4)	抵消因车轮外倾角引起的车轮运动时向两边滚开的趋势, 减少轮胎磨损及滚动阻力
后轮推进角	后轮总前束的夹角平分线(推进线)和前桥中心线(汽车几何中心线)所成的夹角, 向右为正, 向左为负(见图5)	让前车轮以后轮推力线为定位基准, 使四个车轮保持平行, 保证汽车直线行驶的稳定。减少后轮在行驶中的侧滑, 以最大限度地延长后轮使用寿命

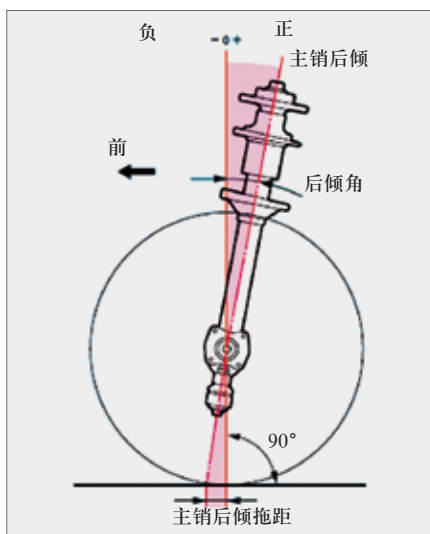


图1 主销后倾角示意图

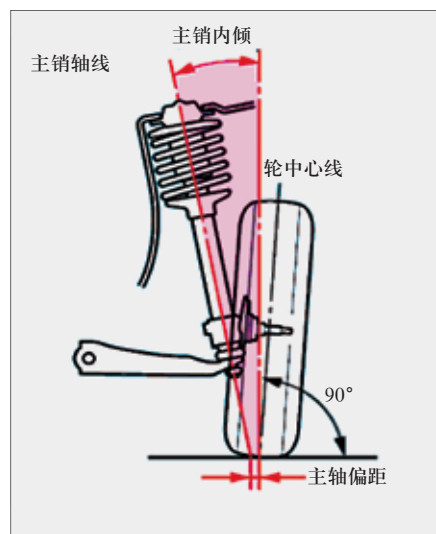


图2 主销内倾角示意图

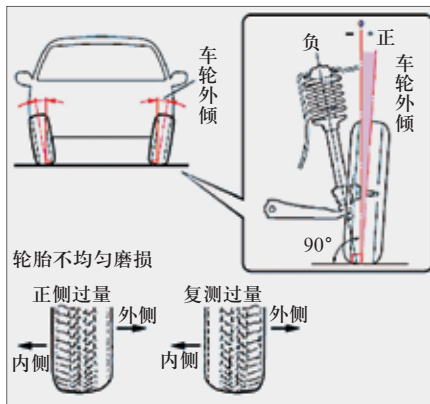


图3 车轮外倾角示意图

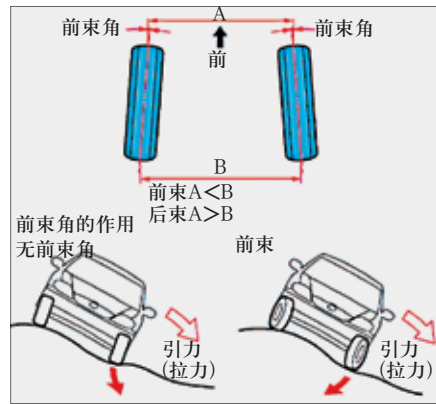


图4 前束角示意图

## 三、四轮定位检测技术与四轮定位仪

### 1. 四轮定位参数的检测方法

四轮定位参数的检测一般有动态检测和静态检测两种检测方法。

#### (1) 动态检测

动态检测在侧滑试验台上完成。检测

过程中车辆以一定的车速行进并通过检测设备, 测量出车轮产生的侧向力或由侧向力所引起的侧滑量, 以确定车轮定位参数。但这种检测方法只能检测车轮外倾角和车轮前束之间的调整关系是否合理, 不能确定车轮的定位参数是否在车辆出厂时的规定范围内, 因此其不能满足轿车完全车轮定位的要求。

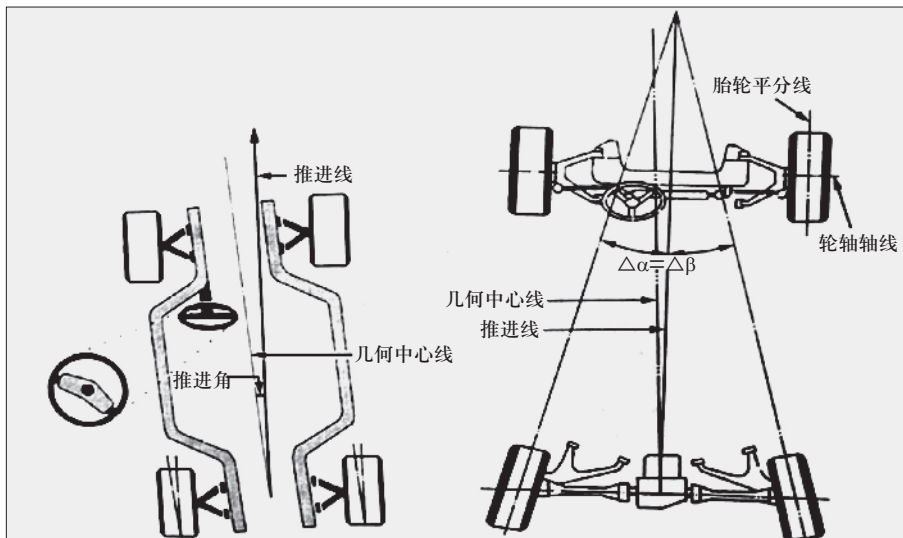


图5 推进角示意图

### (2)静态检测

静态检测就是通过车轮定位仪检测。汽车在静止的状态下,用定位仪确定车轮的定位参数值及其相互关系,尤其是现在的乘用车大多都采用承载式车身,四个车轮都分别具有独立的悬架系统,因而由后轮定位故障所引起的车辆跑偏、轮胎磨损等故障日益增多。仅依靠做前轮定位已无法维持车辆行驶良好的技术状况,车辆的后轮定位参数也必须予以调整,这就需要四轮定位技术。

## 2.四轮定位技术的发展过程

四轮定位技术发展经历了三个阶段。

### (1)几何中心线定位阶段

第一阶段为几何中心线定位阶段,即以几何中心线为参考对前轮作定位。这是一种沿用多年的前轮定位方式,对于现代采用独立悬架的乘用车而言,其缺点是忽略了后轮定位参数的变化。当后轮定位不准确时,车辆几何中心线与其推力线形成一定的夹

角,就会导致车辆跑偏、转向偏离、吃胎等多种问题。

### (2)推力线定位阶段

第二阶段为推力线定位阶段,即通过测量后轮找到推力线,以推力线为参考,确定两前轮的角度。这种定位方式在推力线与车辆几何中心线重合时,可以使方向盘在车辆行驶时保持在中间位置。但没有考虑到推力线与车辆几何中心线偏离的问题,若两者间不是平行关系却仍以推力线参考定位前轮的话,车辆四个车轮滚动的方向与汽车行驶方向则会不一致,不仅造成严重的偏向,还会加速前轮胎磨损。

### (3)完全四轮定位阶段

第三阶段是完全四轮定位阶段,即首先作单独后轮定位,检测出两个后轮的单独前束,调节好后轮前束,使推力角为0°(实际操作中在±0.25°范围内),这样调节后的推力线应与车辆几何中心线重合。前轮前束调整用重合的推力线和几何中心线作为

参考。新型乘用车两后轮设计成独立悬架式,可以独立调整后轮前束,这就是完全四轮定位。通过完全四轮定位后的汽车,前后轮都与汽车几何中心线平行,并且行驶时后轮运动沿着前轮的轨迹,方向盘也保持在中间位置,使得车辆各悬架和车轮能在良好技术状况下运行。

## 3.主流四轮定位仪的种类

现代计算机控制的车轮定位仪都具有完全四轮定位功能。随着对车辆定位检测技术要求的不断提高,定位仪测量传感器的运用技术也在不断更新,目前市场上广泛采用的是集机械、光学、电子、计算机技术为一体的CCD和3D成像四轮定位仪。

### (1)CCD四轮定位仪

CCD汽车四轮定位仪的重要组件为数据采集部分的四个测量探头。每个测量探头中的两个CCD(Charge Coupled Devices)电荷耦合半导体器件分别感应与其相对的测量探头上的红外发射管的光线坐标,光线照射到CCD像敏单元上产生信号电荷,信号电荷经有线传输或无线发射器传输到机柜,再经工控机中的COM口传输到电脑主机上,进行运算与处理。由于测量探头上的CCD传感器反映了其自身与相对应的测量探头上的红外发射管的相互位置关系,而测量探头又是通过4个轮夹与汽车轮辋相连,所以通过8个CCD传感器可以测出4个轮辋的相互关系,从而确定车轮的定位参数。CCD像敏单元分布均匀,其线性度好,因此,这种测量方式的测量精度较高。但是测量探头通过4个轮夹安装在车辆的4个轮辋上,所以在四轮定位测量前必须进行轮辋补偿作业,增加了定位作业操作的复杂性。

表2 四轮定位不良引起的行驶故障

定位角度	原因	故障状况
主销后倾角	太大	转向时方向盘沉重
	太小	直行时方向盘摇摆不定; 转向后方向盘不能自动归正
	不等	直行时车子往小后倾角边拉
车轮外倾角	太大	轮胎外缘磨损; 悬架构件磨损
	太小	轮胎内缘磨损; 悬架构件磨损
	不等	直行时车子往大外倾角边拉
前束角	太大	两前轮外缘磨损, 且整个轮胎胎面呈锯齿状磨损; 方向盘飘浮不定
	太小	两前轮内缘磨损, 且整个轮胎胎面呈锯齿状磨损; 方向盘飘浮不定

表3 行驶故障及可能原因

行驶故障	可能的原因
方向盘太重	后倾角太大
方向盘发抖	车轮静态或动态不平衡; 车轮中心点偏心产生凸轮效应; 发动机不平衡发抖; 制动盘厚薄不均
偏向行驶	左右后倾角或外倾角不相等; 车身高度左右不等; 左右轮胎气压不等; 左右轮胎尺寸或花纹不相同; 轮胎变形或不良; 转向系统发卡; 制动片发卡
方向盘不正	后轮前束不良, 造成歪的推进线; 转向系统不正
轮胎块状磨损	车轮静态不平衡; 后轮前束不良
轮胎单边磨损	外倾不良
轮胎锯齿状磨损	前束不良
凹凸波状磨损	车轮动态不平衡; 后轮前束不良

### (2)3D四轮定位仪

3D四轮定位仪是3D数码影像四轮定位仪的简称,其采用世界上最先进的完全四轮定位技术,如图6所示是采用美国亨特技术生产的国产品牌YH3D-6002动态四轮定位仪。四个目标反光板安装在车辆的4个轮圈上,滚动车轮,由摄像机对目标反光板上的几何图形进行连续拍摄。通过计算机对几何图形的变化进行分析运算,得出车轮及底盘等的相应定位参数,再由显示屏进行显示。该技术主要采用物理透视学的基本原理与计算机信息处理技术,其具有以下优势。

①精度更高,功能更强大。其精度可以精准到0.1mm/0.01°。功能除可实现所有传统参数外,还可测出轮偏等距离参数。

②操作更简便。其测量不受平台水平度影响,即使车身倾斜,精度也不受影响,仅需推动汽车或滚动车轮即可完成所有参数测量。

③故障率低。目标反光板仅起图像反光作用,所以无需电池供电及数据传输。目标反光板的主体支架为金属支架,横梁多为铸体,抗腐抗压性强。高端配置的计算机用于超大数据处理,性能更稳定。两个高精度数码相机安装在高处,连续不断地监控每个车轮上的目标反光板,避免了移动损坏。

④可以选择多种参考平面。实时参考平面以目标反光板作为参考平面。固定参考平面以举升机平面作为参考平面。

⑤铝合金表面以及外壳内置缓冲的目标反光板具有抗腐蚀、防撞击变形、防破碎的功能。目标反光板上无电子部件,无需连接电缆,无需标定、维护。

⑥便于使用。视野范围宽广,车辆可举升到便于调整作业的高度。



图6 3D数码影像四轮定位仪示意图

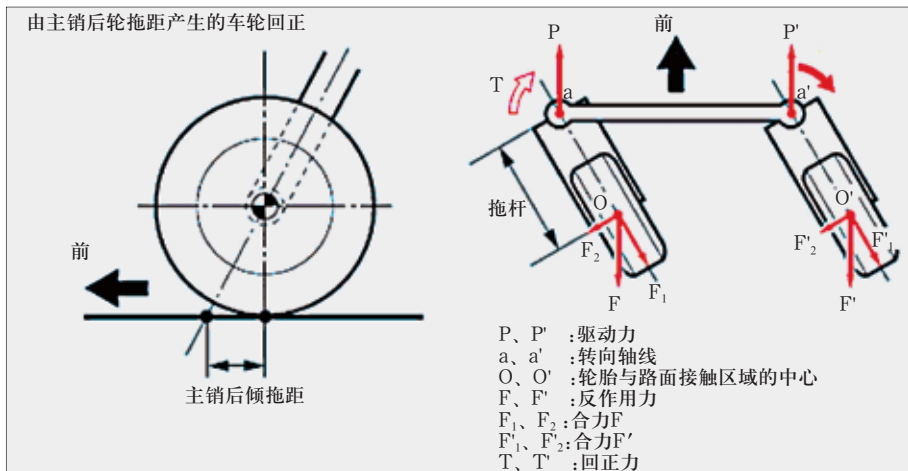


图7 主销后倾角拖距产生的车轮回正力矩示意图

## 四、四轮定位故障案例分析

### 1.故障现象

2010年生产的丰田锐志,行驶里程30000km,客户反映方向盘向右打到底,其回位速度慢且不能回位到中间位置。

### 2.故障修理

路试此车,车速为15km/h,将方向盘向右打到底,然后轻扶方向盘,让其自动回位,发现方向盘不能及时回位到中间位置,车辆继续向右偏行。考虑到此车装备了电动方向机,用诊断仪进行方向机扭矩校正,但故障现象依然存在。将车辆举升,检查轮胎气压正常,轮胎也无严重磨损,前悬架与车身、方向机连接构件无松动,但发现右侧车轮钢圈上有撞击的痕迹。因此,用YH3D-6002四轮定位仪检测,定位数据如表4所示。

从四轮定位数据发现右侧的主销后倾角明显小于标准值,继续检查右前的悬架构件,发现右前悬架下叉臂与转向节球销连接孔处有撞击脱漆的痕迹,因此怀疑是右前悬架下叉臂变形,导致右侧主销后倾角变小,于是更换右前悬架下叉臂,再做四轮定位。

表4 丰田锐志故障车四轮定位数据

定位角度	左	右	标准数据
前轮外倾角	-0° 23'	-0° 26'	0° 00'+/-0° 45'
前轮前束	2.9mm	3.6mm	0.5mm+/-1.0mm
前轮总前束	6.5mm		1.0mm+/-2.0mm
主销后倾角	7° 08'	5° 24'	6° 55'+/-0° 45'
主销内倾角	9° 09'	9° 16'	9° 00'+/-0° 45'
后轮外倾角	-1° 00'	-0° 50'	-0° 51'+/-0° 44'
后轮前束	-1.00mm	1.6mm	1.5mm+/-1.0mm
后轮总前束		0.6mm	3.0mm+/-2.0mm
几何推进角	-0° 06'		0° 00'

结果主销外倾角恢复至标准值范围内(主销后倾角:左侧为7° 11'、右侧为6° 40'),并且将前轮前束调整到左侧为0.5mm,右侧为0.4mm,总前束为0.9mm。路试车辆,结果方向盘向左、向右打到底后都能及时回位到正常的中间位置。

### 3.维修总结

丰田锐志前悬架采用的是上下不等长的双叉臂悬架结构,这种前悬架在车辆上下运动时能自动调节车轮的外倾角度,减小轮距变化,从而减少轮胎的磨损,并且车辆能自动适应行驶路面,轮胎贴地性好。此车故障是由于右前悬架下叉臂变形使右侧的主销后倾角变小,导致方向盘向右打到底后不能自动回位。汽车转向轮回正主要依靠主销后倾拖距的作用,设计主销后倾角转向主销延长线与路面的交点就在轮胎路面接触区中心点的前方。因此,车轮是从前方被拉着前进,这个拉力减小了车轮的干扰力,从而使车辆能保持直线稳定行驶。在直行过程中,当车轮由于转向或干扰而偏转时,就会产生侧向力(F<sub>2</sub>和F'<sub>2</sub>)。由于主销后倾拖距,这些侧向力具有围绕转向主销轴线的旋转力的作用,这些旋转力试图使轮胎回到原来的位置,即回正力(见图7)。主销后倾拖距越长,转向轮回正力矩就越大,车辆直线行驶性能就越好。如果主销后倾角变小,主销后倾拖距缩短,转向轮回正力矩也相应变小,使方向盘的回位变慢,而且方向盘不能回位到中间直行位置。所以,依靠四轮定位仪检测是诊断车辆行驶故障的主要手段。M