

# 四轮定位仪与前束调整台的应用

文/河南 高献奎

四轮定位仪和前束调整台是汽车检测线中常用的设备。四轮定位可对汽车主销倾角、轮胎倾角、前束等参数进行综合检测，配合调整参数，其测量精度较高，主要用于中高档汽车检测线中。前束调整台可对汽车前束进行检测，动态调整参数，其测量精度较低，主要用于低端车检测线中。前束调整台相对于四轮定位仪成本较低，在低端车生产中，用前束调整台代替四轮定位仪是较为普遍的现象。本文对四轮定位仪及前束调整台的测量原理、类别分别做了初步介绍。

## 一、四轮定位仪

### 1. 概述

四轮定位仪是一种对整车方向性进行检测调整的设备。车辆经过四轮定位仪检测调整后，在行驶过程中，车轮行走轨迹会在一定范围内保持直线，并具有良好的着地性和操控性，不会出现跑偏现象。这关系到车辆行驶，特别是高速行驶车辆的可控制性和安全性，并会减少轮胎磨损，所以四轮定位检测调整是保证整车生产质量的关键环节。

四轮定位仪一般可以对以下项目进行检测调整。

①前束：测试和调整前束，包括前轮前束、前轮总前束、后轮前束和后轮总前束等。

②外倾：测试和调整车轮外倾角，包括前轮外倾和后轮外倾等。

③主销倾角：由于轿车没有主销，这个主销是虚拟的，可以测试主销后倾角和主销内倾角。

④最大车轮转向角。

⑤推力角：反应整车中轴线和前进方向一致性的参数。

⑥方向盘水平调整。

目前，在汽车总装检测线使用的四轮定位仪，主要测试前后轮的前束、外倾，并计算推力角，同时校正方向盘。在需要时，可以选择测试主销倾角和最大转向角。

### 2. 四轮定位参数的定义

汽车定位是按以下参照线(图1)为基准来进行定位的。

①车轮中心线：轮胎与地面接触形成的

一条直线，垂直于这条线的直线即为车轮中心线。

②车轮接触点：车轮中心线与车轮旋转轴的交点。

③几何轴线(推力线)：后轴总前束的中心线，对于前轮的测量与此轴有关，它同时也是汽车直线行驶的延伸的轴线。后轴的前束是以前面中心对称面为基准测出的。几何轴线由后轴前束决定，也是车辆行驶时的推力线，也是前轮前束的测量基准。

④车辆中心对称面：这是汽车几何中心平面，它垂直于行驶平面并通过前后轴的轮距中点，是后轮前束的测量基准。

### 3. 四轮定位仪的基本测量机构

#### (1) 四轮定位仪测量的分类

四轮定位仪的精度主要取决于测试方法和测试机构，且二者有密切的关联。按照测量结构和测量方式的不同，四轮定位仪大致有以下几种分类。

①接触式测量：使用探头式差动变压器，测量车轮的端面高度变化。

②非接触式线激光传感器：使用线激光加CCD图像分析，测量车轮的端面高度变化。

③3D激光测量单元：采用3D激光、摄像测试技术。

非接触式激光传感器和3D激光测量单元是目前流行的测量方式。

#### (2) 非接触式线激光传感器测量原理

①二传感器形式：两个传感器测量车轮的X、Y方向位置信息。先是在水平位置进行

一次检测，然后传感器支架回转90°，再测量Y方向。两次测量的结果作为车辆调整的依据。调整结束后，将再次用同样方法检测车辆轮胎，不合格再次调整，直到合格为止。

②三传感器形式：用三个传感器进行测量，传感器成品字形布置，分别处于钟表9点、12点、3点钟位置。3点、9点传感器用来测量X方向的轮胎位置数据，上面的12点传感器和底下两个的中点连线，用来测量轮胎Y方向的位置数据。

③四传感器(图2)。

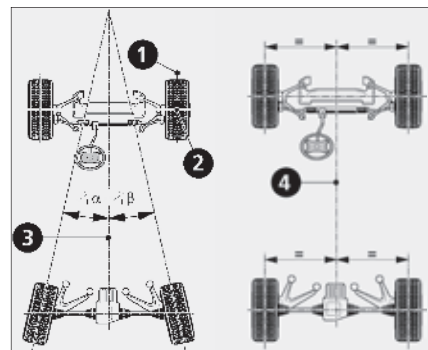


图1 四轮定位参照线示意图

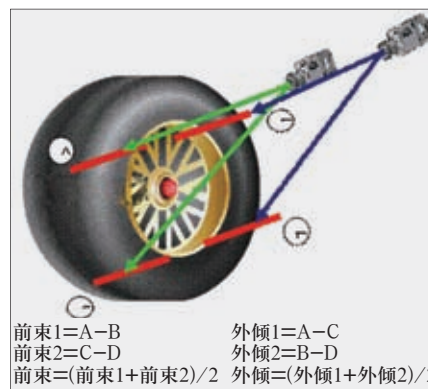


图2 四传感器式激光传感器结构示意图

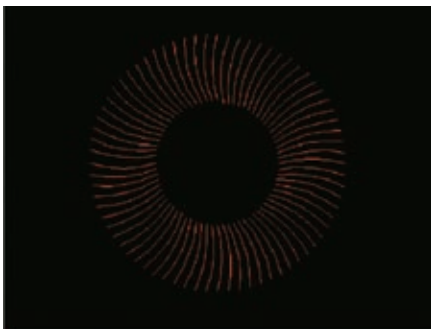


图3 3D激光传感器图像处理结果

### (3) 3D激光测量的原理

① 3D激光传感器。图像处理系统根据测量数据进行处理, 得出需要的数据(见图3)。

#### ② 轮胎轮廓线基本算法

系统需要根据所得图像得出轮胎轮廓线, 方法如下。

首先, 测取车轮轮胎轮廓线, 激光系统通过发射激光及接收激光的方式, 测量车轮轮廓。通过连续的光束, 读取并用计算机模拟出车轮轮胎轮廓。这个轮廓包括车轮边缘及车轮本身的毛刺、字迹等“扰动”成分, 这是必须处理的。

接着, 提取高点附近的计算区段。通过轮胎壁过滤算法(经过过滤平滑处理, 以消除轮胎变形、毛刺及字母影响)、轮胎边缘跳动补偿(去掉轮胎边缘及周期性的跳动)等处理方式, 提取高点附近的一个区段的十几个点的数据, 进行后续运算。

最后, 计算最高点, 从距离数据上筛选出最高点。

#### ③ 三线式前束、外倾的基本计算

首先计算前束: 假设L是高点到激光头的距离, D是轮胎测试圆直径,  $\text{Toe}$ 是前束,  $\text{Cam}$ 是外倾, “前”、“后”(9点钟、3点钟)指前后激光传感器。那么, 每次采集后计算的前束值可用公式表述为:  $\text{Toe}_0 = \arctan[(L_{\text{前}} - L_{\text{后}})/D]$ 。

如果方向盘转角 $\theta$ 不为零, 则还要根据传动比 $\lambda$ 把方向盘对前束的影响折合成一个角度 $\theta_0$ , 总前束的计算即:  $\theta_0 = \theta \cdot \lambda$ 。实际前束为:  $\text{Toe} = \text{Toe}_0 - \theta_0 = \text{Toe}_0 - \theta \cdot \lambda$ 。

接着计算外倾: 假设3、9点钟传感器测量到的轮胎高点连线的中间点平均距离

为L。那么,  $\text{Cam} = \arctan[2(L_{\text{下}} - L_{\text{上}})/D] = \arctan\{2[(L_{\text{前}} + L_{\text{后}})/2 - L_{\text{上}}]/D\}$ 。其中,  $L_{\text{下}} = (L_{\text{前}} + L_{\text{后}})/2$ 。

在工人调整时, 整个测量过程是动态的。测量结果可以动态显示在屏幕上, 直到操作者调整合格为止。

## 二、前束调整台

### 1. 概述

汽车前轮侧滑是保持汽车直线行使方向稳定、确保行驶安全、降低滚动阻力、减少轮胎磨损的一项重要技术参数。前束调整台通过调整车辆前束, 保证汽车前轮侧滑检测通过性。

前束调整台动态检测调整车辆前束, 按测量原理分为测力式和测位移式。随着应用的需要和技术的发展, 出现了测位移式改进型前束调整台。

### 2. 测力式

测力式前束动态调整试验台用于动态检测和调整汽车的前束和前轮外倾角。侧滑力的大小只与前束和外倾角的配合有关。在动态下调整前束, 理想的情况是调整前束或外侧角直到侧滑力为零。

现有较为有代表性的测力式前轮动态前束调整台, 可动态测试调整车轮前束和外倾。其结构描述如下:

左右分置两组滚筒, 由电机带动滚筒旋转, 转速2~5km/h左右; 滚筒组安装在左、右方向可滑动的滑动板上, 滑动板阻力很小; 通过设置在滑动板一端的拉、压传感器分别测量左右轮的侧滑力, 该侧滑力的大小只与前束和外倾的配合有关。

设备由左、右完全独立、对称的两部分组成, 该部分分为上下两层, 下层底架固定在地基上, 上层是相对它浮动的滚筒组件; 两层之间是四只滚轮, 保证上层的左、右浮动水平阻力很小。滚筒组件安装在框架上, 用以支撑被检汽车的轮胎; 其中一根滚筒内装电机, 带动汽车车轮滚筒上转动。两滚筒间设有气动刹车装置, 便于汽车进出。

由于汽车车轮的前束和车轮的外倾角的存在, 车轮将对滚筒产生向外(内)的横向水平力。实际上这种横向水平力(以下简称侧

滑力)大小与前束和外倾角的综合效果有直接关系。通过设置滚筒组件底下的滑板与下层底架之间的力传感器测出侧滑力, 通过调整前束或外侧角减小它直至为零。当侧滑力为零(或接近零点)时, 说明前束和外倾角的配合处于最佳状态。

这种设备安装时左右两部分分开, 中间为地沟, 便于工作人员在车下调试。在车轮转动过程中, 根据所显示的测滑力动态调整前束, 此为动态在线调试, 适用于批量生产。

### 3. 测位移式

测量单元结构示意图如下。电机驱动滚筒以一定速度旋转, 滚筒再带动车轮旋转, 由于车轮前束的存在, 使车轮在旋转的过程中对滚筒有一个向内(车身中心线)的力, 滚筒由于安装在浮动盘上, 浮动盘可以转动, 该前束产生的侧向力使滚筒和浮动盘一起转动一个微小的角度, 通过位移传感器测量出浮动盘某一半径上的位移量, 则可算出前束角度, 根据角度显示适当调整车轮同步拉杆, 可使该角度左右比较均匀且较小, 并将该角度控制在规定范围内, 此时则前束合格。

当汽车前轮在一定速度下运转时其方向具有基本的回正能力, 在此情况下调整前束在规定的范围。由于不是在方向盘对正以后再调整前束(与四轮定位仪的原理不同), 并且试验台前轮部没有对中车辆的对中装置, 因此该设备不具备方向盘对正功能, 只能保证在试验台上调整前束后侧滑量在规定的范围内(因为侧滑量还和车轮外倾角有关)。

① 电机: 滚筒转动动力源, 电机驱动滚筒旋转, 滚筒再带动车轮旋转。

② 位移传感器: 浮动盘在车辆前束的作用下会发生微小角度偏转, 该偏转角度通过一定臂长转换为弧长(由于偏转角度很小, 通常在 $1^\circ$ 以内, 故此弧长与弦长近似相等), 通过位移传感器测量该弦长, 则可算出前束角。所以该传感器也称位移、角度传感器。

③ 举升气囊: 方便车辆安全平稳驶入(出)检测台。

④ 滚筒滑板制动汽缸: 前束台右侧安装滑板下方安装导轨, 左侧无此导轨, 可使其

在前后方向做轻微移动, 该汽缸使前束台在测试时滑板不移动。

⑤导向轮: 引导车轮准确驶入滚筒中央位置, 如果台前时车辆开偏, 则车轮撞击导向轮, 使左右台架同步移动或者车轮左右移动, 使前轮开上台架时刚好位于滚筒左右中心位置。

⑥转盘夹紧汽缸: 车辆在驶入(出)测试台时, 需要防止浮动盘转动, 方便入(出)车, 该汽缸就用于锁止浮动盘, 让其不能转动。

⑦浮动盘转动限位装置: 车辆前束角度一般很小, 在 $1^\circ$ 以内, 该限位装置则限制浮动盘偏转角度在 $\pm 3^\circ$ 以内, 对传感器实行限量程保护。

⑧滚筒: 车轮的直接承载载体, 滚筒带动车轮旋转, 相当于车辆以一定速度在路面上行驶。

⑨后轮摆正器: 用于拨动车辆后轮, 使车身中心线与设备中心线重合。

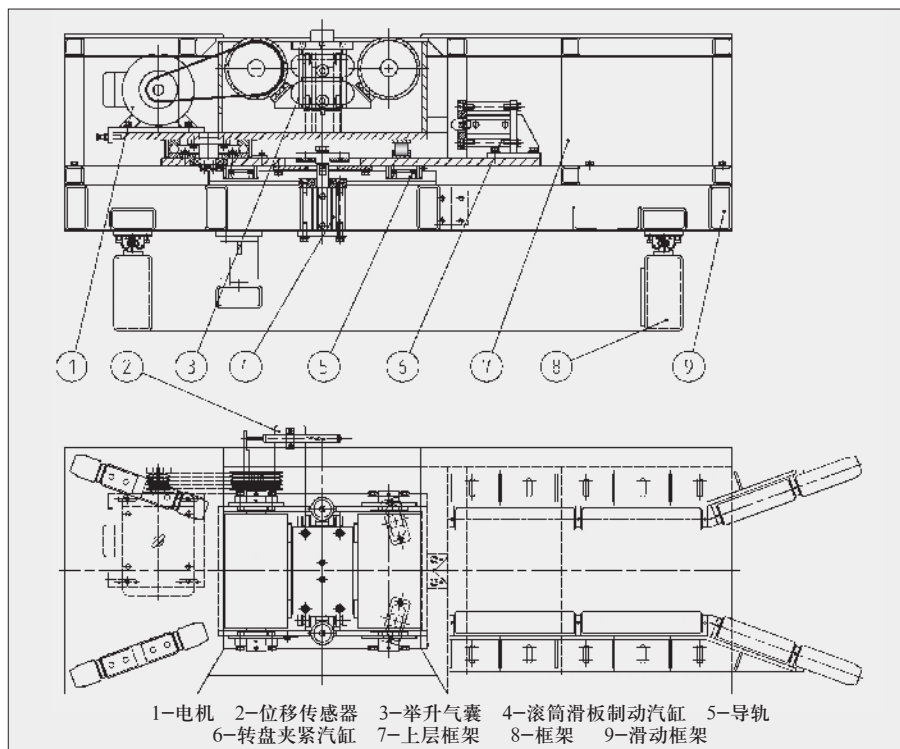


图4 测位移式前束测量单元总成

#### 4. 测位移式改进型

四轮定位仪调整前束和前束台调整前束对方向盘的位置要求是不同的。四轮定位仪需要先对中车辆, 调整或转动方向盘到水平位置(误差还可通过前束补偿)后进行前束调整, 可以保证车辆的直线行驶和方向盘在正确的位置。因此对四轮定位仪来说方向盘水平仪是必须配置的, 是进行前束调整的前提。

前束台由于没有车辆强制对中机构, 只有后轮摆正器对中, 前轮是依靠动态运转过程中的方向自动回正能力, 在动态下调整前束。也就是说, 前束调整时方向盘处在自然对中状态(需要固定位置)而不能强制在水平位置。方向盘的位置调整需要在前束调整完成后进行(只能调整安装位置), 一般是在路试时进行, 在节拍能满足的情况下也可在前束调完后在前束台上完成。

由于前束台只配置有后轮摆正器, 前轮依靠动态下的自动回正能力, 因此不能保证所有车辆均处于对中状态。如果给前轮加上机械强制对中装置, 无疑可以提高测量精度和重复性, 并且可以调整方向盘水平。

前轮机械对中装置会明显增加设备复杂性和成本, 如果通过距离传感器监测前轮的位置进行人工辅助回正对中, 可以起到较

好的效果。

改进型的前束台在配置距离传感器进行人工辅助回正对中, 车辆对中后按照四轮定位仪的测试流程, 调整或转动方向盘到水平位置(在配置方向盘水平仪后误差还可通过前束补偿)并固定, 再进行前束调整, 可以保证车辆的直线行驶和方向盘在正确的位置(但不能反馈后轮推力线)。由于是动态调整, 为防止调整过程中车辆偏离中线(因无机械强制对中装置), 需要左右轮分别转动调整前束。

### 三、方向盘不正的原因和后轮前束调整的重要性

#### 1. 方向盘不正

当车辆在平直的路面上行驶时, 如果不转动方向盘, 车辆应沿正前方直线行驶, 如果车辆朝某一方偏转, 则车辆具有偏向行驶故障, 应先行排除才能纠正方向盘零位不正的毛病; 如果车辆直线行驶, 但方向盘不正, 则是方向盘零位不正, 有时候它是由零件的损坏或安装不当引起的, 通常情况下, 方向盘零位不正是由于不正确的定位角度引起的。

#### 2. 方向盘不正的调整

在调整前轮定位时, 如果前束正确, 但是方向盘不正, 则应先把方向盘向右打正, 锁住。这时, 两轮的前束角全变了, 再转动两边的调整套, 使左轮横拉杆调长, 把右轮横拉杆调短, 使两轮前束重新恢复标准。当然, 如果方向盘偏右, 应先将方向盘向左打正、锁住。然后再旋转两边的调整套, 使左边的横拉杆缩短, 右边的横拉杆变长, 使左右两边的车轮前束角合乎标准。这是指横拉杆在前轮轴线后边的汽车而言。如果横拉杆布置在汽车的前桥轴线前边, 两侧横拉杆伸长缩短情况则相反。

如果只检测和调整前轮定位, 但是后轮前束失准, 同样会造成轮胎偏磨、跑偏和方向盘不正。因此后轮前束的调整不容忽视。只要是后轮前束可以调整的汽车, 应当首先调整好前束, 然后再调整前束和其他角度。这是车速较高的乘用车(轿车)采用四轮定位仪调整前束的主要原因。

如果不调整后轮前束角或后轮前束角不可调, 四轮定位仪将调整前束角来补偿不为零的推进角。M

(作者单位为海马轿车有限公司)