

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1154- 2006

四轮定位仪校准规范

Calibration Specification for Four-wheel alignmeter

2006 -05-23 发布

2006 -08-23 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

四轮定位仪校准规范
Calibration Specification for
Four-wheel alignmeter

JJF 1154- 2006

本规范经国家质量监督检验检疫总局 2006 年 05 月 23 日批准,并自 2006 年 08 月 23 日起施行。

归口单位: 全国几何量工程参量计量技术委员会

主要起草单位: 辽宁省计量科学研究院

中国测试技术研究院

参加起草单位: 青岛市计量测试所

黑龙江省计量科学研究院

本规范由全国几何量工程参量计量技术委员会负责解释

主要起草人：张遥远 （辽宁省计量科学研究院）

刘美生 （中国测试技术研究院）

参加起草人：苗春发 （青岛市计量测试所）

王 杰 （黑龙江省计量科学研究院）

孙 达 （辽宁省计量科学研究院）

邓 平 （辽宁省计量科学研究院）

车 轩 （辽宁省计量科学研究院）

山毓俊 （辽宁省计量科学研究院）

目 录

1 范围	1
2 引用文献	1
3 术语和定义	1
3.1 四轮定位仪.....	1
3.2 单轮前束角.....	1
3.3 车轮外倾角.....	1
3.4 主销后倾角.....	1
4 概述	1
5 计量特性	2
5.1 夹具卡爪形成的平面与安装测量头轴的垂直度	2
5.2 零值漂移	2
5.3 示值误差	3
6 校准条件	3
6.1 环境条件	3
6.2 校准用标准装置	3
7 校准项目和校准方法	3
7.1 校准项目.....	3
7.2 校准方法.....	3
7.3 单轮前束角示值误差	5
7.4 车轮外倾角示值误差	5

7.5 主销后倾角示值误差	6
8 校准结果的表达	6
9 复校时间间隔	6
附录 A 转盘的计量性能及校准方法	7
附录 B 四轮定位仪示值误差测量结果不确定度的评定.....	8
附录 C 四轮定位仪校准记录	11
附录 D 校准证书或校准报告内容	12
附录 E 校准结果内页格式	<u>13</u>

四轮定位仪校准规范

1 范围

本规范适用于光学式、电子式和机械式四轮定位仪的校准。

2 引用文献

本规范引用以下文献：

JJF1001-1998 通用计量术语及定义

JJF1059-1999 测量不确定度评定与表示

JJF1094-2002 测量仪器特性评定

GB/T3730.3-1992 汽车和挂车的术语及其定义

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和定义

3.1 四轮定位仪 Four-wheel alignmenter

用于测量汽车四轮定位参数的仪器。

3.2 单轮前束角 Individual wheel toe-in

每一车轮的旋转平面相对汽车纵向轴线（几何中心线）的内夹角称为单轮前束角（ θ ），车轮前端偏向纵向轴线方向为正，反之为负。

3.3 车轮外倾角 Camber

车轮中心平面与汽车垂直平面的夹角，当车轮顶部向汽车外部倾斜时角度为正，反之为负。

3.4 主销后倾角 Camber biff

悬架上球头或支柱顶端与下球头的连线与铅垂线，且从汽车的侧面观察的夹角。上球头在铅垂线的后方为正，反之为负。

4 概述

四轮定位仪是对汽车前束角、车轮外倾角、主销后倾角等四轮定位参数进行测量的仪器。其前束角的测量原理是：将待校汽车置于通过拉线、光线照射或反射方式形成的封闭

直角四边形中,由安装在车轮上的光学镜面或传感器检测前束角;主销后倾角的测量是由四轮定位仪和转盘所组成的测量系统完成的(转盘的技术性能和校准方法见附录 A)。按传感器的工作原理可分为光学式、电子式和机械式等类型,四轮定位仪主要由数据通讯及处理系统、传感器机头和夹具三部分组成。四轮定位仪示意图见图 1。

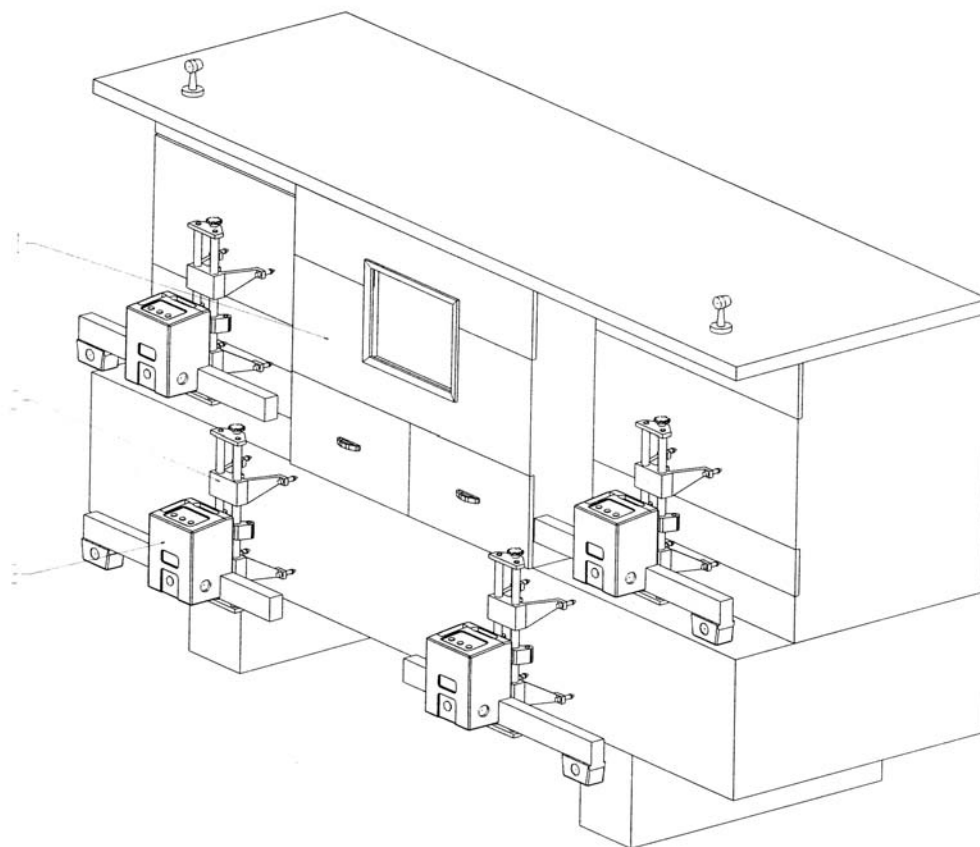


图 1 四轮定位仪的示意图

1-数据通讯、处理系统 2-夹具 3-传感器机头

5 计量特性

5.1 夹具卡爪形成的平面与安装测量头轴的垂直度

夹具卡爪形成的平面与安装传感器机头轴的垂直度不大于 $2'$ ($0.1\text{mm}/180\text{mm}$)。

注:带有偏心补偿功能的四轮定位仪可不作此项校准。

5.2 零值漂移

零值漂移 30min 内不大于 $3'$ 。

5.3 示值误差

示值的最大允许误差见表 1。

表 1 四轮定位仪的示值最大允许误差

定位参数名称	测量范围	最大允许误差
单轮前束角	$-3^{\circ} \sim 3^{\circ}$	$\pm 3'$
车轮外倾角	$-10^{\circ} \sim 10^{\circ}$	$\pm 5'$
主销后倾角	$-15^{\circ} \sim 15^{\circ}$	$\pm 10'$

注：校准不判定合格与否，上述各项性能要求仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 校准时，室内温度应为 $(20 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ ，温度变化每小时不超过 2°C 。

6.1.2 校准时，相对湿度不大于 80%。

6.2 校准用标准装置

四轮定位仪校准装置（测量范围：单轮前束角 $\pm 10^{\circ}$ ，外倾角/主销后倾角 $\pm 15^{\circ}$ ；示值最大允许误差 $\pm 1'$ ；分辨力 $\pm 0.06'$ ）。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目（见表 2）。

表 2 四轮定位仪校准项目表

序号	校准项目
1	夹具卡爪形成的平面与安装测量头轴的垂直度
2	零值漂移
3	单轮前束角示值误差

4	车轮外倾角示值误差
5	主销后倾角示值误差

7.2 校准方法

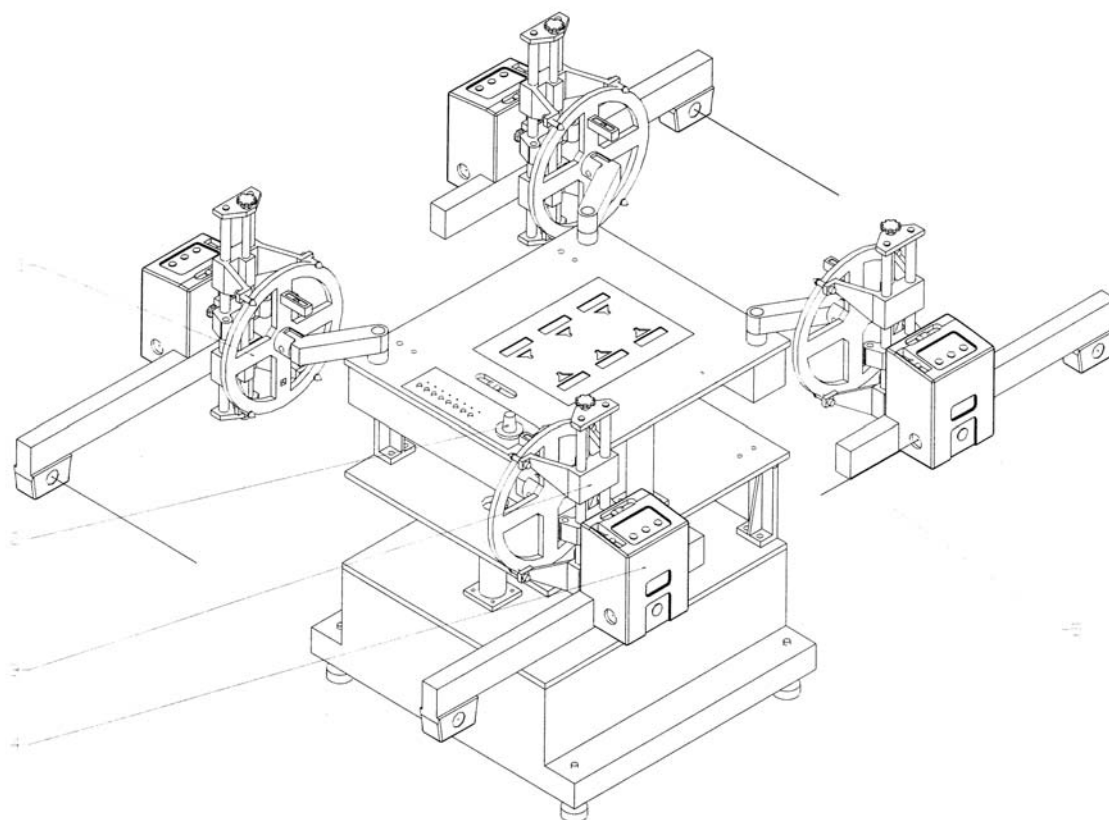
首先检查外观，确定没有影响计量特性的因素后再进行校准。

7.2.1 夹具卡爪形成的平面与安装测量头轴的垂直度

将夹具卡爪装卡到四轮定位校准装置的模拟轮毂上，传感器机头与夹具连接，先把校准装置上的水准泡调至零位，再旋动模拟轮毂上的顶杆使得模拟轮毂上的水准泡处在零位，将仪器置零。调整车轮外倾角旋钮，直至把传感器机头上的横向水准泡调至零位，读取校准装置上的外倾角示值，将夹具分别卡在模拟轮毂处于约 30° 和 -30° 两个方位各测一次，取三次读数中的最大值作为校准结果。

7.2.2 零值漂移

把四个夹具和传感器机头按实际校准位置分别安装在四轮定位仪校准装置的模拟轮毂上，安装方式见图 2，并将校准装置各定位参数调至零位。然后转动传感器机头，使



1-模拟轮毂 2-旋钮 3-夹具 4-传感器机头 5-四轮定位仪校准装置

图 2 四轮定位仪与校准装置连接示意图

它上面的纵向水准泡调至零位后将其锁紧。接通被校四轮定位仪电源、进入测量程序（另外，对于模拟轮距和模拟轴距变小使得信号过强而不能进入测量程序的，应在光路间加上弱光板）。

分别读取单轮前束角、车轮外倾角、主销后倾角的零位示值，在 30min 内每隔 10min 读取示值一次，共读取四次，取偏离零位的最大漂移量作为零值漂移的校准结果。

7.3 单轮前束角示值误差

安装调试方法与 7.2 相同。在全量程内均匀选取 5 个校准点 α_j （包括零点和极值点，如： 3° 、 1.5° 、 0° 、 -1.5° 、 -3° ），依次调整校准装置上的前束角至各校准点，并读取被校四轮定位仪显示器上该校准点的前束角示值 α_{ij} ，重复进行正反方向各两次测量（共 4 次），按公式（1）计算出单轮前束角示值误差。

$$\Delta\alpha_j = \frac{\sum_{i=1}^4 \alpha_{ij}}{4} - \alpha_j \quad (1)$$

式中： $\Delta\alpha_j$ —被校四轮定位仪在第 j 校准点的单轮前束角示值误差，（ $^\circ$ ）；

α_{ij} —被校四轮定位仪在第 i 次测量的第 j 个校准点示值，（ $^\circ$ ）；

（ $i = 1, 2, 3, 4$ ； $j = 1, 2, 3, 4, 5$ ）

α_j —校准装置在第 j 校准点上的前束角值，（ $^\circ$ ）。

取 $\Delta\alpha_j$ 中绝对值最大的作为单轮前束角示值误差的校准结果。

7.4 车轮外倾角示值误差

安装调试方法与 7.2 相同。在全量程内均匀选取 5 个校准点 β_j （包括零点和极值点，如： 10° 、 5° 、 0° 、 -5° 、 -10° ），依次调整校准装置上的车轮外倾角至各校准点，并读取被校四轮定位仪显示器上该校准点的车轮外倾角示值 β_{ij} ，重复进行正反方向各两次

测量（共 4 次），按公式（2）计算出车轮外倾角示值误差。

$$\Delta\beta_j = \frac{\sum_{i=1}^4 \beta_{ij}}{4} - \beta_j \quad (2)$$

式中： $\Delta\beta_j$ —被校四轮定位仪在第 j 校准点的车轮外倾角示值误差，（°）；

β_{ij} —被校四轮定位仪在第 i 次测量的第 j 个校准点示值，（°）；

（ $i = 1, 2, 3, 4$ ； $j = 1, 2, 3, 4, 5$ ）

β_j —校准装置在第 j 校准点上的车轮外倾角值，（°）。

取 $\Delta\beta_j$ 中绝对值最大的作为车轮外倾角示值误差的校准结果。

7.5 主销后倾角示值误差

安装调试方法与 7.2 相同。在全量程内均匀选取 5 个校准点 γ_j （包括零点和极值点，如：15°、7.5°、0°、-7.5°、-15°），依次调整校准装置上的主销后倾角至各校准点，并读取被校四轮定位仪显示器上该校准点的主销后倾角示值 γ_{ij} ，重复进行正反方向各两次测量（共 4 次），按公式（3）计算出主销后倾角示值误差。

$$\Delta\gamma_j = \frac{\sum_{i=1}^4 \gamma_{ij}}{4} - \gamma_j \quad (3)$$

式中： $\Delta\gamma_j$ —被校四轮定位仪在第 j 个校准点的主销后倾角示值误差，（°）；

γ_{ij} —被校四轮定位仪在第 i 次测量的第 j 个校准点示值，（°）；

（ $i = 1, 2, 3, 4$ ； $j = 1, 2, 3, 4, 5$ ）

γ_j —校准装置在第 j 校准点上的主销后倾角值，（°）。

取 $\Delta\gamma_j$ 中绝对值最大的作为主销后倾角示值误差的校准结果。

8 校准结果的表达

校准后的四轮定位仪填发校准证书或校准报告，其内容见附录 D 和附录 E。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由送校单位根据实际使用情况自主决定，建议不超过一年。

附录 A

转盘的计量性能及校准方法

A.1 计量性能

转盘示值的最大允许误差见表 A.1。

表 A.1 转盘示值的最大允许误差

转盘类型	测量范围	分辨力	最大允许误差
机械式	$-45^{\circ} \sim 45^{\circ}$	0.5°	$\pm 0.5^{\circ}$
电子式		0.1°	$\pm 0.1^{\circ}$

A.2 校准方法

A.2.1 将经纬仪安置在被校转盘上，在调整好经纬仪水平的同时使经纬仪的竖轴中心与转盘中心重合。

A.2.2 调整转盘零点，使经纬仪望远镜处于水平状态（即垂直度盘示值为 $0^{\circ}0'$ ）瞄准，固定目标 A。

A.2.3 在 $\pm 20^{\circ}$ 的测量范围内选取 6 个校准点： $\pm 10^{\circ}$ 、 $\pm 15^{\circ}$ 、 $\pm 20^{\circ}$ ，将转盘旋转到

第 i 校准点 θ_i 后（经纬仪随转盘一起转动）固定不动，反向转动经纬仪望远镜再次瞄准固定目标 A 点，读取经纬仪水平度盘示值 θ_{Ai} ，按公式 (A.1) 计算示值误差。

$$\Delta\theta_i = \theta_i - \theta_{Ai} \quad (\text{A.1})$$

式中： $\Delta\theta_i$ —被校转盘在第 i 个校准点示值误差，(°)；

$$(i = 1, 2, 3, 4, 5, 6)$$

取 $\Delta\theta_i$ 中绝对值最大的作为转盘示值误差的校准结果。

附录 B

四轮定位仪示值误差测量结果不确定度的评定

B.1 测量方法

用本规范图 2 所示的四轮定位仪校准装置与被校四轮定位仪传感器接头连接，测量方法如正文 7.2 和 7.4 所述。

注：本规范以车轮外倾角的示值误差测量结果不确定度的评定为例，单轮前束角和主销后倾角示值误差测量结果不确定度的评定与此相同。

B.2 数学模型

$$\Delta\beta_j = \overline{\beta_j} - \beta_j \quad (\text{B.1})$$

式中： $\Delta\beta_j$ —被校四轮定位仪在第 j 校准点的车轮外倾角示值误差；

$\overline{\beta_j}$ —被校四轮定位仪在第 j 校准点 4 次测量示值的算术平均值；

β_j —四轮定位仪校准装置第 j 校准点示值。

B.3 方差和灵敏系数

因为各输入量彼此独立。依不确定度传播率： $u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n [c_i u(x_i)]^2$

由 (B.1) 式得方差： $u_c^2(\Delta\beta_j) = c_1^2 u^2(\overline{\beta_j}) + c_2^2 u^2(\beta_j)$

式中： $u(\overline{\beta_j})$ —被校四轮定位仪示值的不确定度分量；

$u(\beta_j)$ —四轮定位仪校准装置示值的不确定度分量。

灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta\beta_j)}{\partial(\overline{\beta_j})} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial(\Delta\beta_j)}{\partial(\beta_j)} = -1$$

故： $u_c^2(\Delta\beta_j) = u^2(\overline{\beta_j}) + u^2(\beta_j)$

B.4 不确定度分量

本测量主要有两项不确定度分量，即由校准装置示值误差引入的不确定度 $u(\beta_j)$ 和仪器的测量重复性引入的不确定度 $u(\overline{\beta_j})$ ，其它的不确定度来源可忽略不计。

B.4.1 四轮定位仪校准装置示值误差引入的不确定度 $u(\beta_j)$

由于未给出四轮定位仪校准装置具体示值误差值，故按其最大允许误差 $\pm 0.017^\circ$ ，并以接近正态分布的 t 分布估算，置信概率约为 95%，则：

$$u(\beta_j) = \frac{0.017^\circ}{t_{95}} = \frac{0.017^\circ}{1.96} = 0.0085^\circ$$

B.4.2 仪器的测量重复性引入的不确定度 $u(\overline{\beta_j})$

表 B.1 重复测量（10 次）四轮定位仪外倾角的结果。

表 B.1 四轮定位仪 5° (外倾角) 校准点测量结果

校 准 点 β_j	被校四轮定位仪示值									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.000°	5.01°	5.01°	5.00°	5.00°	5.01°	5.00°	5.01°	5.01°	5.01°	5.00°

由表 B.1 中得单次测量实验标准差： $s(\overline{\beta_j}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\beta_i - \overline{\beta_j})^2}{10-1}} = 0.00516^\circ$

在实际测量中，规定重复测量 4 次，以 4 次测量示值的算术平均值作为测量结果，所以： $u(\overline{\beta_j}) = \frac{0.00516}{\sqrt{4}} = 0.0026^\circ$

表 B.2 不确定度分量汇总表

不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	$c_i = \frac{\partial(y_i)}{\partial x_i}$	$ c_i u(x_i)$	分布及 评定类别
$u(\beta_j)$	标准器误差	0.0085°	-1	0.0085°	t 分布 B 类评定
$u(\overline{\beta_j})$	测量重复性	0.0026°	1	0.0026°	A 类评定
$u_c(\Delta\beta_j) = 0.0089^\circ$ $k = 2$ $U = 0.018^\circ$					

B.5 合成标准不确定度： $u_c(\Delta\beta_j) = \sqrt{u^2(\beta_j) + u^2(\overline{\beta_j})} = \sqrt{0.0085^2 + 0.0026^2} = 0.0089^\circ$

B.6 被测量概率分布情况的估计

从表 B.2 可知，B 类分量（标准器误差，为接近正态分布的 t 分布）在合成标准不确定度中起决定作用，故被测量接近于正态分布，取包含因子 $k = 2$ 。

B.7 扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c(\Delta\beta_j) = 2 \times 0.0089^\circ = 0.018^\circ = 1.1'。$$

附录 C

四轮定位仪校准记录

单位： 制造厂： 型号规格： 温度 ℃
 样品名称： 出厂编号： 标准器证书号： 相对湿度 %

项目	轮	标准值 (°)	左轮						右轮					
			实测值				平均值 (°)	示值 误差	实测值				平均值 (°)	示值 误差
			1	2	3	4			1	2	3	4		
前束	前	0												
		1.5												
		3												
		-1.5												
		-3												
	后	0												
		1.5												
		3												
		-1.5												
		-3												
外倾角	前	0												
		5												
		10												
		-5												
		-10												
	后	0												
		5												
		10												
		-5												
		-10												
主销后倾角		0												
		7.5												
		15												
		-7.5												
		-15												
零值 漂移	车轮前束 (°)						车轮外倾角 (°)				主销后倾角 (°)			
	前左	前右	后左	后右	前左	前右	后左	后右	前左	前右	前左	前右		

校准员

核验员：

校准日期

年

月

日

附录 D

校准证书或校准报告内容

- a) 标题, 如“校准证书”或“校准报告”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点 (如果不在实验室内进行校准);
- d) 证书或报告的唯一性标识 (如编号), 每页及总页的标识;
- e) 送校单位的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性的应用有关时, 应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应对抽样程序进行说明;
- i) 对校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识, 以及签发日期;
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- o) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书或报告的声明。

附录 E

校准结果内页格式
校准结果

序号	主要校准项目		校准结果及测量不确定度
1	夹具卡爪形成的平面与 安装测量头轴的垂直度	左前轮	
		右前轮	
		左后轮	
		右后轮	
2	零值漂移	左前轮	
		右前轮	
		左后轮	
		右后轮	
3	单轮前束角示值误差	左前轮	
		右前轮	
		左后轮	
		右后轮	
4	车轮外倾角示值误差	左前轮	
		右前轮	
		左后轮	
		右后轮	
5	主销后倾角示值误差	左前轮	
		右前轮	
