

# 机动车检测专用轴（轮）重仪 计量比对总结报告

组织单位：全国法制计量管理计量技术委员会

主导实验室：浙江省计量科学研究院

## 目 录

1. 概况
  2. 比对实施进程介绍
  3. 参比实验室及现场比对时间
  4. 比对技术方案
    - 4.1 比对的依据
    - 4.2 比对前的准备工作
    - 4.3 比对样品的传递方式
    - 4.4 各参比实验室所用的仪器设备
    - 4.5 汇集整理数据
    - 4.6 参考值的确定和比对结果的评定
  5. 比对结果
    - 5.1 按照全部参比实验室进行评定
    - 5.2 按照各花瓣内参比实验室进行评定
  6. 结论
    - 6.1 存在的问题
    - 6.2 建议
- 附件： 1、 比对结果图示  
2、 主导实验室的不确定度分析

## 1. 概况

本次比对由国家质检总局下达任务，全国法制计量管理计量技术委员会立项、组织《机动车检测线在用计量器具量值比对》，确定对“机动车检测专用轴（轮）重仪”进行计量检定能力的比对。

机动车检测专用轴（轮）重仪（以下简称轴（轮）重仪）是一种通过对机动车轴载荷（或轮载荷）质量的称量，以确定机动车各轴载荷（或轮载荷）分布状况的衡器。是机动车安全技术检验机构必备、重要的检验设备，对机动车安全技术性能的检验起着关键作用。根据《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》规定，质量技术监督部门负责对机动车安全技术检验设备进行检定。目前全国各省计量院（所）均已开展轴（轮）重仪的检定工作，为了客观、公正、科学地反映全国各省计量院（所）对轴（轮）重仪检定的现状，以及检定人员使用标准装置的准确性及操作技能的正确性，考察并提高检定人员技术水平，了解各实验室的设备状况和真实测量能力，确保检定结果的统一、准确和可靠，经国家质量监督检验检疫总局批准全国法制计量管理计量技术委员会安排，于2010年4月12日~4月19日组织全国各省计量院（所）进行“轴（轮）重仪”计量检定能力的比对，全国30家计量院（所）按照比对方案的要求按时完成现场的比对工作并及时把比对报告和不不确定度分析汇总到比对的组织方，整个比对工作井然有序。

此次比对的专家组成员由高朝楷、鲍国华、李庆宗3位老师组成，专家组在整个比对过程中，给予了技术上的大力帮助和指导，保证比对工作顺利开展。浙江江兴汽车检测设备有限公司无偿提供了比对的场地和比对样品，为比对工作提供了必要的物质保障。

## 2. 比对实施进度介绍

本次比对的实施进度安排如下：

表1.进度安排表

序号	时间	进度
1	2009年9月~2010年3月	主导实验室负责比对样品的选型、定值及重复性、稳定性考核；召开首次会议，确定比对方案等前期准备工作。
2	2010年4月12日~2010年4月19日	各参比实验室赴实验室现场进行比对。
3	2010年5月	主导实验室负责汇总比对结果、处理数据。

4	2010年7月~8月	主导实验室编写比对报告初稿，征求各参比实验室的意见。
5	2010年11月	主导实验室负责组织各参比实验室召开比对末次会议，确定比对结果最终报告。

### 3. 参比实验室及现场比对时间

本次比对范围是全国省级（自治区、直辖市）计量院（所）的实验室，共有30家，全部参加了此次比对。

表2. 参比实验及比对时间表

序号	比对实验室	现场比对时间
1	浙江省计量科学研究院	2010年4月12日
2	黑龙江省计量科学研究院	
3	吉林省计量科学研究院	
4	辽宁省计量科学研究院	
5	北京市计量检测科学研究院	2010年4月13日
6	海南省计量测试院	
7	山西省计量监督检定测试所	
8	浙江省计量科学研究院（闭环）	2010年4月14日
9	内蒙古自治区计量测试研究院	
10	新疆计量测试研究院	
11	河北省计量监督检测院	
12	甘肃省计量研究院	2010年4月15日
13	青海省机动车辆检测设备计量站	
14	宁夏计量测试院	
15	陕西省计量科学研究院	
16	河南省计量科学研究院	2010年4月16日
17	湖北省计量测试技术研究院	
18	浙江省计量科学研究院（闭环）	
19	湖南省计量检测研究院	2010年4月17日
20	安徽省计量科学研究院	
21	山东省计量科学研究院	
22	上海市计量测试技术研究院	
23	江西省计量测试研究院	2010年4月18日
24	福建省计量科学技术研究所	
25	广东省计量科学研究院	
26	云南省计量测试技术研究院	
27	浙江省计量科学研究院（闭环）	
28	广西计量检测研究院	

29	贵州省计量测试院	2010年4月19日
30	重庆市计量质量检测研究院	
31	天津市计量监督检测科学研究院	
32	中国测试技术研究院	
33	江苏省计量科学研究院	
34	浙江省计量科学研究院（闭环）	

#### 4. 比对技术方案

##### 4.1 比对的依据

JJG 1014-2006 《机动车检测专用轴（轮）重仪检定规程》

JJF 1117-2004 《测量仪器比对规范》

JJF 1059-1999 《测量不确定度评定与表示》

JJF 1069-2007 《法定计量检定机构考核规范》

##### 4.2 比对的准备

###### 4.2.1 比对实施方案

主导实验室根据比对工作的要求，编写了“2010年度全国省级（自治区、直辖市）计量院（所）“机动车检测专用轴（轮）重仪计量检定能力比对工作实施方案”，征求了各方面的意见和建议。2009年12月16日在杭州组织召开了比对首次工作会议，规定了主导实验室和参比实验室的任务、职责和要求，确定了比对日程安排和具体实施方案等，经参比实验室和专家组认真讨论后定稿。

###### 4.2.2 比对样品的选择

浙江江兴汽车检测设备有限公司生产的SDZ-100K型轴（轮）重仪作为比对样品。经过半年的稳定性和重复性考核确定编号为3208的轴（轮）重仪为比对样品，编号为3207的轴（轮）重仪为备样。稳定性和重复性数据见下表：

表3. 比对样品稳定性、重复性数据表（编号：3208）

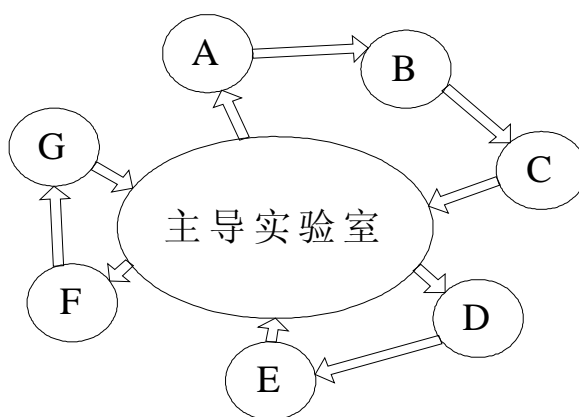
标准 值 (kg)	09.9. 28	09.10. 29	2009. 11.19	2009. 12.9	2010. 1.21	2010. 2.25	稳定性 $\delta_{\max} - \delta_{\min}$ (%)	单次测 量标准 差 $S_{\max}$ (kg)
	28℃ 68% RH	20℃ 73% RH	14℃ 65% RH	13℃, 80%RH	9℃, 78% RH	23℃, 62% RH		
	$\delta_1$ (%)	$\delta_2$ (%)	$\delta_3$ (%)	$\delta_4$ (%)	$\delta_5$ (%)	$\delta_6$ (%)		
500	0.13	0.13	0.13	0.07	0.07	0.27	0.14	/
1000	0.17	0.13	0.17	0.03	0.13	0.13	0.14	1.85
2500	0.20	0.09	0.07	0.09	0.13	-0.01	0.21	/

表 4. 比对样品稳定性、重复性数据表（编号：3207）

标准值 (kg)	09.9. 28	09.10. 29	2009. 11.19	2009. 12.9	2010. 1.21	2010. 2.25	稳定性 $\delta_{\max} - \delta_{\min}$ (%)	单次测量标准差 $S_{\max}$ (kg)
	28°C 68% RH	20°C 73% RH	14°C 65% RH	13°C, 80%RH	9°C, 78% RH	23°C, 62% RH		
	$\delta_1$ (%)	$\delta_2$ (%)	$\delta_3$ (%)	$\delta_4$ (%)	$\delta_5$ (%)	$\delta_6$ (%)		
500	0.20	0.33	0.07	0.07	0.00	0.00	0.33	/
1000	0.20	0.27	0.20	0.17	0.07	-0.07	0.34	0.70
2500	0.28	0.32	0.28	0.24	0.08	-0.08	0.40	/

### 4.3 比对样品的传递方式

本次比对采用花瓣式传递试验的方式，各参比实验室携带正常开展检定工作的标准器和辅助设备到指定地点进行比对。比对方式的采取花瓣式，花瓣式由若干个小的环式所组成，每个环的参比实验室数量不大于 8 个，在按环式进行比对后，主导实验室对比对样品进行复校。由此，可在比对过程中验证比对样品示值的变化情况。如下图：



### 4.4 各参比实验室的所用仪器设备

表 5. 各参比实验室所提供的仪器设备检定证书汇总表

序号	代码	设备名称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	生产单位
1	A1	电子测力仪	(0.5~5.0)tf	0.5 级	成都新普传感器有限公司
2	A2	砝码	(500~1000)kg	F2 等级	/
3	B1	标准测力仪	(0~4595)kg	0.3 级	梅特勒-托利多（常山）称重设备有限公司

4	B2	压力传感器	(1000~5000)kg	0.3级	宁波柯力电气制造有限公司
5	B3	数字测力仪	(1~50)kN	0.3级	长春春风传感器厂
6	B4	标准测力仪	(5~50)kN	0.3级	吉林孝修计量科技有限公司
7	C1	标准测力仪	(5~50)kN	0.3级	长春孝修计量科技有限公司
8	C2	汽车轴重标定仪	(5~50)kN	0.5级	国家汽车检测设备计量站
9	C3	标准测力仪	(10~50)kN	0.3级	捷力新宇
10	C4	标准负荷测量仪	(5~50)kN	0.3级	北京毅弘基源
11	D1	标准测力仪	(5~50)kN	0.3级	TEDEA
12	D2	数显测力仪	(5~50)kN	0.5级	上海市汽车运输科学技术研究所
13	D3	轴轮重仪检定装置	(0~50)kN	0.3级	浙江江兴汽车检测设备有限公司
14	D4	力学传感器及显示仪	(0~100)kN	0.2级	上海西派埃公司
15	E1	标准测力仪	(5~50)kN	0.3级	莆田市鸿飞传感器有限公司
16	E2	轴轮重仪检定仪	200kgf~5000kgf	0.5级	杭州传感器有限公司
17	E3	测力计	10kN~100kN	0.3级	长春市春风传感器厂
18	E4	应变式标准测力仪	(5~50)kN	0.3级	杭州传感器总厂
19	F1	标准测力仪	(200~5000)kg	0.3级	长沙中南仪器厂
20	F2	标准测力仪	(500~5000)kg	0.3级	梅特勒-托利多测量技术有限公司
21	F3	轴重测量仪	(1000~50000)N	0.3级	中国计量院
22	F4	力传感器及显示器	(10~100)kN	0.1级	TOLEDO
23	G1	标准测力仪	(2~50)kN	0.1级	江苏联能电子技术有限公司
24	G2	标准测力仪	(5~50)kN	0.3级	METTLER TOLE00
25	G3	标准测力仪	(5~50)kN	0.3级	莆田鸿飞传感器有限公司
26	G4	轴重标定仪	(2~50)kN	0.3级	莆田鸿飞传感器有限公司
27	H1	标准测力仪	(500~4000)kg	0.3级	红山试验机厂
28	H2	测力仪	(5~50)kN	0.3级	托利多
29	H3	标准测力仪/称重传感器	(5000~100000)N	0.3级	莆田市鸿飞传感器有限公司
30	H4	数显测力仪	(5000~50000)N	0.3级	长春孝修计量科技有限公司



#### 4.5 汇集整理数据

参比实验室在比对实验现场提交下述文件：

(1) 计量标准考核证书复印件、计量标准装置有效溯源性文件复印件和检定员证复印件；

(2) 比对实验原始记录原件

参比实验室在现场比对实验结束后15个工作日内提交下述文件，在规定时间内没有上交比对结果的，则该结果在比对报告中不予考虑。

(1) 不确定度分析报告及电子版本

(2) 单位盖章的比对结果报告

主导实验室汇集各单位的报告,处理数据,评判各参比实验室比对结果的满意度。 比对样品测量结果满意度的判定根据En值方法。

#### 4.6 参考值的确定和比对结果的评价

本次比对采用花瓣式传递试验的方式，每个环的参比实验室数量不大于8个，主导实验室对比对样品共进行了5次比对实验（包括4次闭环实验），实验数据如下：

表 6. 主导实验室比对数据表

标准值 (kg)	4月 12日	4月 13日	4月 15日	4月 17日	4月 19日	稳定性 $\delta_{\max} - \delta_{\min}$ (%)	1000kg 单次测量 标准差 $S_{\max}$ (kg)
	16℃, 84 %RH	14℃, 50% RH	10℃, 65% RH	24℃, 25% RH	16℃, 84% RH		
	$\delta_1$ (%)	$\delta_2$ (%)	$\delta_3$ (%)	$\delta_4$ (%)	$\delta_5$ (%)		
500	0.0%max	0.0%max	+0.02% max	0.0%max	0.0%max	0.02%max	/
1000	+0.1	+0.1	+0.1	0.0	0.0	0.1	0.79
2500	+0.1	+0.1	+0.2	0.0	0.0	0.2	/

由上表数据可见，样品的稳定性很好，本次比对参考值也可采用全部参比实验室量值的加权平均确定参考值。

##### 4.6.1 参考值的确定

参考值采用全部参加比对实验室量值的加权平均确定参考值，计算公式如下：

$$Y_{ri} = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{Y_{ji}}{u_{ji}^2}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}} \quad (1)$$



式中： $Y_{ji}$ ——第  $j$  个实验室上报的在第  $i$  个测量点上的测量结果；  
 $Y_{ri}$  ——第  $i$  个测量点的加权算术平均值，即该测量点的参考值；  
 $u_{ji}$ ——第  $j$  个实验室宣称的在第  $i$  个测量点上测量结果的标准不确定度；

$n$  ——参加比对的实验室数量。

参考值的不确定度计算公式如下：

$$u_{ri} = \sqrt{\frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}}} \quad (2)$$

#### 4.6.2 比对结果的评价

比对结果的有效性用  $E_n$  值进行评价， $E_n$  值的计算公式如下：

$$E_n = \frac{Y_{ji} - Y_{ri}}{k \sqrt{u_{jk}^2 + u_{ri}^2 + u_{ei}^2}} \quad (3)$$

式中： $k$  ——覆盖因子，一般情况  $k=2$ ；

$u_{ri}$  ——第  $i$  个测量点上参考值的标准不确定度；

$u_{ei}$  ——第  $j$  个实验室在第  $i$  个测量点上测量结果的标准不确定度；

$u_{jk}$  ——比对样品在第  $i$  个测量点上在比对期间的不稳定性。

比对结果一致性的评判原则：

$|E_n| \leq 1$  参加实验室的测量结果与参考值之差在合理的预期之内，  
 比对结果可接受。

$|E_n| > 1$  参加实验室的测量结果与参考值之差没有达到合理的预期，  
 应分析原因。

### 5. 比对结果

参比实验室按比对实施方案的要求，使用各自的标准器对比对样品进行检定，并对检定点为1000kg测量结果评定不确定度。根据参考值的确定和比对结果的评价方法，主导实验室通过汇总各参比实验室的数据从而评判各参比实验室的测量结果的满意度。

#### 5.1 按照全部参比实验室进行评价（图示见附录1）

本次比对共有30家参比实验室，其中29家采用传感器进行比对，1家采用砝码法进行比对，以下为按照全部采用传感器法的参比实验室进行评价

根据公式（1）计算参考值如下：

$$Y_{ri} = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{Y_{ji}}{u_{ji}^2}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}} = 0.12\%$$

根据公式（2）计算参考值的不确定度如下：

$$u_{ri} = \sqrt{\frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}}} = 0.03\%$$

$u_{jk}$  值的确定：

$u_{jk}$  为比对样品在 1000kg 测量点上在比对期间的不稳定性，根据表 5 主导实验室比对期间的数据， $\delta_{\max} - \delta_{\min} = 0.1\%$ ，按照正态分布计算如下：

$$u_{jk} = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{3} = 0.03\%$$

表 7. 大闭环测量结果及结果评价（检定点：1000kg）

实验室代码	测量平均值 (daN)	示值误差 (%)	扩展不确定度	标准不确定度 (%)	En	结果判定
A1	995	-0.5	$U_{rel}=0.75\%$ $k=2.27$	0.33	1.0	满意
B1	1001	0.1	$U_{rel}=0.44\%$ $k=2$	0.22	0.2	满意
B2	1005	0.5	$U_{rel}=0.6\%$ $k=2.01$	0.31	0.5	满意
B3	1001	0.1	$U_{rel}=0.4\%$ $k=2$	0.18	0.2	满意
B4	1003	0.3	$U_{rel}=0.36\%$ $k=2$	0.18	0.3	满意
C1	1002	0.2	$U_{rel}=0.4\%$ $k=2$	0.20	0.0	满意
C2	1004	0.4	$U_{rel}=0.50\%$ $k=2$	0.25	0.4	满意
C3	1007	0.7	$U_{rel}=0.8\%$ $k=2$	0.39	0.7	满意
C4	1001	0.1	$U_{rel}=0.92\%$ $k=2.14$	0.43	0.1	满意
D1	1004	0.4	$U_{rel}=0.39\%$ $k=2.04$	0.19	0.6	满意
D2	1005	0.5	$U_{rel}=0.7\%$ $k=2$	0.35	0.4	满意
D3	1002	0.2	$U_{rel}=0.46\%$ $k=2.01$	0.23	0.0	满意
D4	1002	0.2	$U_{rel}=0.33\%$ $k=2.04$	0.16	0.1	满意
E1	1002	0.2	$U_{rel}=0.38\%$ $k=2$	0.19	0.0	满意
E2	1004	0.4	$U_{rel}=0.64\%$ $k=2$	0.32	0.3	满意
E3	1001	0.1	$U_{rel}=0.36\%$ $k=2$	0.18	0.2	满意
E4	1001	0.1	$U_{rel}=0.66\%$ $k=2$	0.33	0.1	满意
F1	998	-0.2	$U_{rel}=0.6\%$ $k=2$	0.30	0.6	满意
F2	1003	0.3	$U_{rel}=0.55\%$ $k=2.26$	0.24	0.2	满意

F3	1001	0.1	$U_{rel} = 0.72\% \quad k = 2$	0.36	0.1	满意
F4	1002	0.2	$U_{rel} = 0.2\% \quad k = 2$	0.08	0.1	满意
G1	1001	0.1	$U_{rel} = 0.4\% \quad k = 2$	0.16	0.2	满意
G2	1001	0.1	$U_{rel} = 1.0\% \quad k = 2$	0.50	0.1	满意
G3	1001	0.1	$U_{rel} = 0.84\% \quad k = 2.08$	0.41	0.1	满意
G4	1003	0.3	$U_{rel} = 0.7\% \quad k = 2$	0.34	0.2	满意
H1	1002	0.2	$U_{rel} = 0.52\% \quad k = 2$	0.26	0.0	满意
H2	1001	0.1	$U_{rel} = 0.7\% \quad k = 2$	0.33	0.1	满意
H3	1001	0.1	$U_{rel} = 0.73\% \quad k = 2.26$	0.32	0.1	满意
H4	1001	0.1	$U_{rel} = 0.7\% \quad k = 2$	0.34	0.1	满意
B1(闭环)	1000	0	$U_{rel} = 0.44\% \quad k = 2$	0.22	0.5	满意
A2	999	-0.1	$U_{rel} = 0.15\% \quad k = 2.21$	0.07	/	满意

5.2 按照各花瓣内参比实验室进行评价（图示见附录1）

5.2.1 BC闭环花瓣参比实验室测量结果及结果评价（检定点：1000kg）

根据公式（1）计算参考值如下：

$$Y_{ri} = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{Y_{ji}}{u_{ji}^2}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}} = 0.21\%$$

根据公式（2）计算参考值的不确定度如下：

$$u_{ri} = \sqrt{\frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}}} = 0.07\%$$

$u_{jk}$  值的确定：

$u_{jk}$  为比对样品在 1500daN 测量点上在比对期间的不稳定性，根据表 5 主导实验室比对期间的数据， $\delta_{max} - \delta_{min} = 0.1\%$ ，按照正态分布计算如下：

$$u_{jk} = \frac{d_{max} - d_{min}}{3} = 0.03\%$$

表 8. BC 闭环测量结果及结果评价（检定点：1000kg）

实验室代码	测量平均值 (daN)	示值误差 (%)	扩展不确定度	标准不确定度 (%)	En	结果判定
B1	1001	0.1	$U_{rel} = 0.44\% \quad k = 2$	0.22	0.3	满意
B2	1005	0.5	$U_{rel} = 0.6\% \quad k = 2.01$	0.31	0.5	满意
B3	1001	0.1	$U_{rel} = 0.4\% \quad k = 2$	0.18	0.3	满意
B4	1003	0.3	$U_{rel} = 0.36\% \quad k = 2$	0.18	0.2	满意

C1	1002	0.2	$U_{rel}=0.4\% k=2$	0.20	0.0	满意
C2	1004	0.4	$U_{rel}=0.50\% k=2$	0.25	0.4	满意
C3	1007	0.7	$U_{rel}=0.8\% k=2$	0.39	0.6	满意
C4	1001	0.1	$U_{rel}=0.92\% k=2.14$	0.43	0.1	满意
B1(BC闭环)	1001	0.1	$U_{rel}=0.44\% k=2$	0.22	0.3	满意

5.2.2 DE闭环花瓣参比实验室测量结果及结果评价（检定点：1000kg）  
根据公式（1）计算参考值如下：

$$Y_{ri} = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{Y_{ji}}{u_{ji}^2}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}} = 0.20\%$$

根据公式（2）计算参考值的不确定度如下：

$$u_{ri} = \sqrt{\frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}}} = 0.06\%$$

$u_{jk}$  值的确定：

$u_{jk}$  为比对样品在 1000kg 测量点上在比对期间的不稳定性，根据表 5 主导实验室比对期间的数据， $\delta_{max} - \delta_{min} = 0.1\%$ ，按照正态分布计算如下：

$$u_{jk} = \frac{d_{max} - d_{min}}{3} = 0.03\%$$

表 9. DE闭环测量结果及结果评价（检定点：1000kg）

实验室代码	测量平均值 (daN)	示值误差 (%)	扩展不确定度	标准不确定度 (%)	En	结果判定
B1(BC 闭环)	1001	0.1	$U_{rel}=0.44\% k=2$	0.22	0.2	满意
D1	1004	0.4	$U_{rel}=0.39\% k=2.04$	0.19	0.5	满意
D2	1005	0.5	$U_{rel}=0.7\% k=2$	0.35	0.4	满意
D3	1002	0.2	$U_{rel}=0.46\% k=2.01$	0.23	0.0	满意
D4	1002	0.2	$U_{rel}=0.33\% k=2.04$	0.16	0.0	满意
E1	1002	0.2	$U_{rel}=0.38\% k=2$	0.19	0.0	满意
E2	1004	0.4	$U_{rel}=0.64\% k=2$	0.32	0.3	满意
E3	1001	0.1	$U_{rel}=0.36\% k=2$	0.18	0.3	满意
E4	1001	0.1	$U_{rel}=0.66\% k=2$	0.33	0.1	满意
B1(DE 闭环)	1001	0.1	$U_{rel}=0.44\% k=2$	0.22	0.2	满意

### 5.2.3 FG闭环花瓣参比实验室测量结果及结果评价（检定点：1000kg）

根据公式（1）计算参考值如下：

$$Y_{ri} = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{Y_{ji}}{u_{ji}^2}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}} = 0.14 \%$$

根据公式（2）计算参考值的不确定度如下：

$$u_{ri} = \sqrt{\frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}}} = 0.06\%$$

$u_{jk}$  值的确定：

$u_{jk}$  为比对样品在 1000kg 测量点上在比对期间的不稳定性，根据表 5 主导实验室比对期间的数据， $\delta_{\max} - \delta_{\min} = 0.1\%$ ，按照正态分布计算如下：

$$u_{jk} = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{3} = 0.03\%$$

表 10. FG闭环测量结果及结果评价（检定点：1000kg）

实验室代码	测量平均值 (daN)	示值误差 (%)	扩展不确定度	标准不确定度 (%)	En	结果判定
B1(DE 闭环)	1001	0.1	$U_{rel}=0.44\% k=2$	0.22	0.1	满意
F1	998	-0.2	$U_{rel}=0.6\% k=2$	0.30	0.6	满意
F2	1003	0.3	$U_{rel}=0.55\% k=2.26$	0.24	0.3	满意
F3	1001	0.1	$U_{rel}=0.72\% k=2$	0.36	0.1	满意
F4	1002	0.2	$U_{rel}=0.2\% k=2$	0.08	0.3	满意
G1	1001	0.1	$U_{rel}=0.4\% k=2$	0.16	0.1	满意
G2	1001	0.1	$U_{rel}=1.0\% k=2$	0.50	0.0	满意
G3	1001	0.1	$U_{rel}=0.84\% k=2.08$	0.41	0.1	满意
G4	1003	0.3	$U_{rel}=0.7\% k=2$	0.34	0.2	满意
B1(FG 闭环)	1000	0	$U_{rel}=0.44\% k=2$	0.22	0.4	满意

### 5.2.4 HA闭环花瓣参比实验室测量结果及结果评价（检定点：1000kg）

根据公式（1）计算参考值如下：

$$Y_{ri} = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{Y_{ji}}{u_{ji}^2}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}} = 0.06\%$$

根据公式（2）计算参考值的不确定度如下：

$$u_{ri} = \sqrt{\frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_{ji}^2}}} = 0.06\%$$

$u_{jk}$  值的确定：

$u_{jk}$  为比对样品在 1000kg 测量点上在比对期间的不稳定性，根据表 5 主导实验室比对期间的数据， $\delta_{\max} - \delta_{\min} = 0.1\%$ ，按照正态分布计算如下：

$$u_{jk} = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{3} = 0.03\%$$

表 11. HA 闭环测量结果及结果评价（检定点：1000kg）

实验室代码	测量平均值 (daN)	示值误差 (%)	扩展不确定度	标准不确定度 (%)	En	结果判定
B1(FG 闭环)	1000	0	$U_{rel}=0.44\%$ k =2	0.22	0.1	满意
H1	1002	0.2	$U_{rel}=0.52\%$ k =2	0.26	0.4	满意
H2	1001	0.1	$U_{rel}=0.7\%$ k=2	0.33	0.2	满意
H3	1001	0.1	$U_{rel}=0.73\%$ k =2.26	0.32	0.2	满意
H4	1001	0.1	$U_{rel}=0.7\%$ k=2	0.34	0.2	满意
A1	995	-0.5	$U_{rel}=0.75\%$ k =2.27	0.33	0.7	满意
B1(HA 闭环)	1000	0	$U_{rel}=0.44\%$ k =2	0.22	0.1	满意
A2	999	-0.1	$U_{rel}=0.15\%$ k =2.21	0.07	/	满意

## 6. 结论

本次计量检定能力比对工作，主导实验室和大多数参比实验室都给予了充分重视，事前做了大量准备，比对过程中也非常认真仔细。比对实验从 2010年 4 月 12 日开始到 4 月 19 日结束，30 家参比实验室都顺利的完成了各自的比对实验。实验工作结束后，绝大多数实验室都能在规定时间内提交比对原始数据、比对报告、不确定度的评定报告、计量标准考核证书及主要标准器检定、校准证书等相关资料。

本次计量检定能力比对规定，使用经主导实验室考核合格的机动车检测专用轴（轮）重仪作为比对样品，各参比实验室对的比对样品进行计量

检定，并评定（检定点位1000kg）测量结果的不确定度。通过各参比实验室提供的检定数据和测量不确定度，采用  $E_n$  值进行判断。

通过分别计算大闭环各参比实验室的  $E_n$  值和各花瓣内参比实验室的  $E_n$  值，得出共同的计算结果：按大闭环计算，29家使用传感器法的参比实验室  $E_n$  值全部  $\leq 1$ ，1家使用砝码法的参比实验室未做  $E_n$  值计算，所有参比实验室符合均满意标准；按各花瓣计算，29家使用传感器法的参比实验室  $E_n$  值全部  $\leq 1$ ，1家使用砝码法的参比实验室未做  $E_n$  值计算，所有参比实验室符合均满意标准。上述数据显示，所有的参比实验室的检测能力或评定的不确定度满意，表明国内各省级计量院所对机动车检测专用轴（轮）重仪的检定能力符合要求，但是在比对过程中也发现了一些问题。

### 6.1 存在的问题

#### (1) 规程理解有误

本次比对的检定点为500kg、1000kg、2500kg。其中500kg为满量程10%，按JJG 1014-2006 机动车检测专用轴（轮）重仪规定载荷  $m \leq 10\% \text{Max}$  时，最大允许误差： $\pm 0.2\% \text{Max}$ ，部分参比实验室处理该点误差时未按满量程 (Max) 计算，对规程理解不到位。

#### (2) 不确定度评定

a、测量结果重复性引入的标准不确定度，此次比对不确定度报告中有7家单位采用了3次测量平均值的方式，4家单位采用了10次测量平均值的方式，作为最后测量结果重复性引入的标准不确定度，按规程要求应以一次测量的不确定度为测量结果重复性引入的标准不确定度。

b、在此次比对的不确定度报告中，有很多家参比单位引入了反力架平行度的标准不确定度，基本估算都在  $3^\circ$  以上，经实际多次测量，该角度在比对过程中实际不超过  $0.5^\circ$ 。

### 6.2 建议

针对以上情况，主导实验室提出以下建议：

(1) 各参比实验室应对本次比对工作进行全面总结，找出本单位存在的问题，加以改进和提高；

(2) 对检定人员进行比对程序、不确定度评定等计量知识的培训，避免低级错误。

(3) 定期组织规程研讨会，加强检定员对规程的理解。



附件1、 比对结果图示

1. 全部采用传感器法德参比实验室（大闭环）进行评价的比对结果图示  
图1:

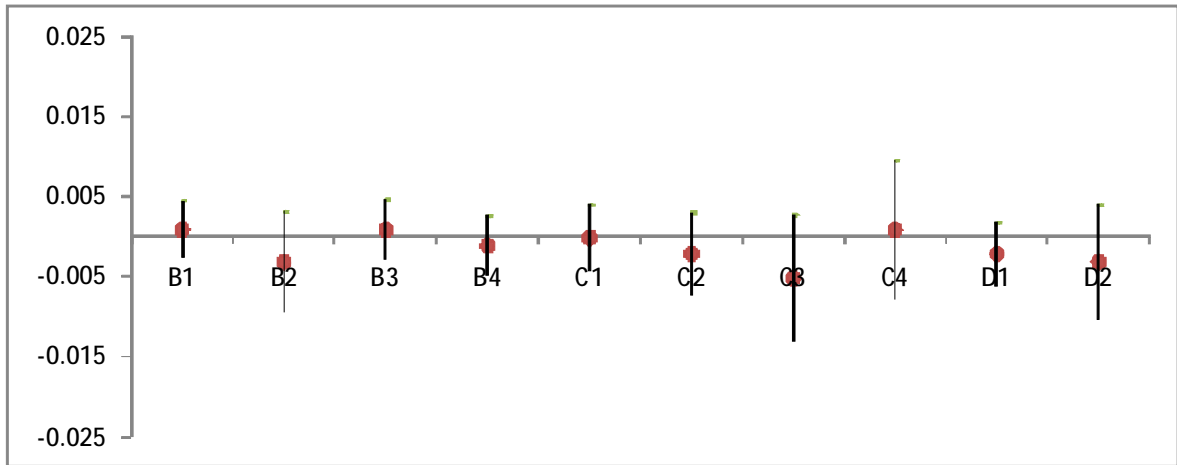


图2:

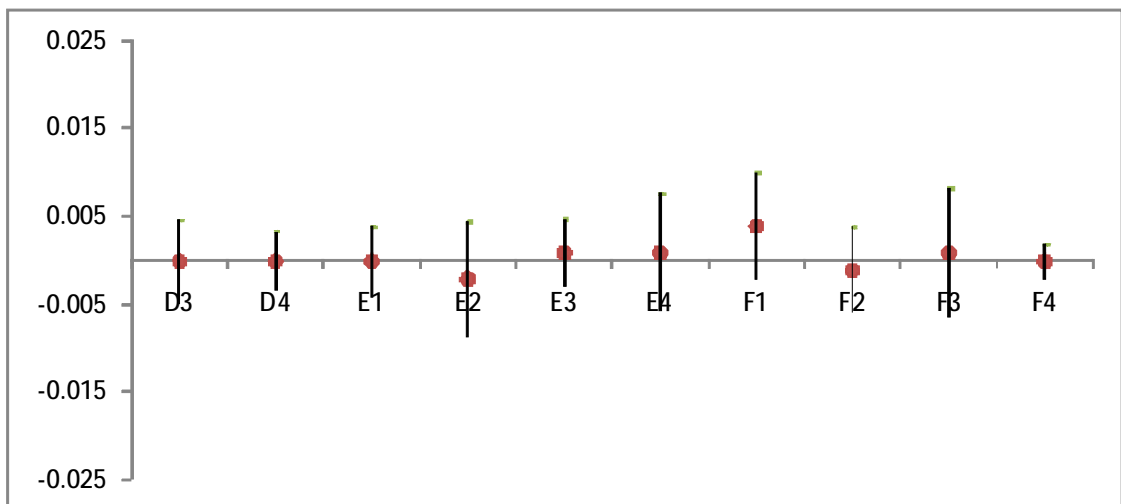
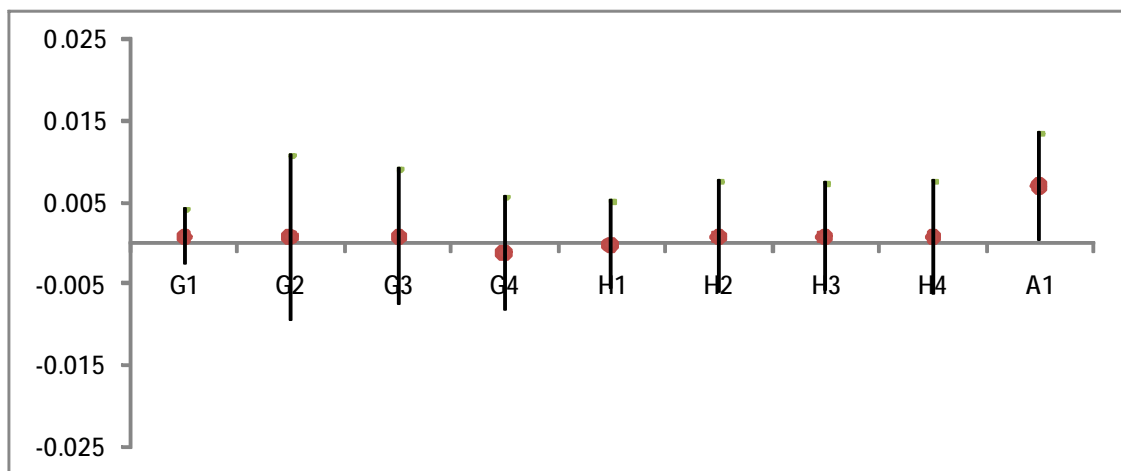


图3:



2. 按照各花瓣内参比实验室进行评价的比对结果图示

图4: BC闭环花瓣参比实验室的比对结果图示

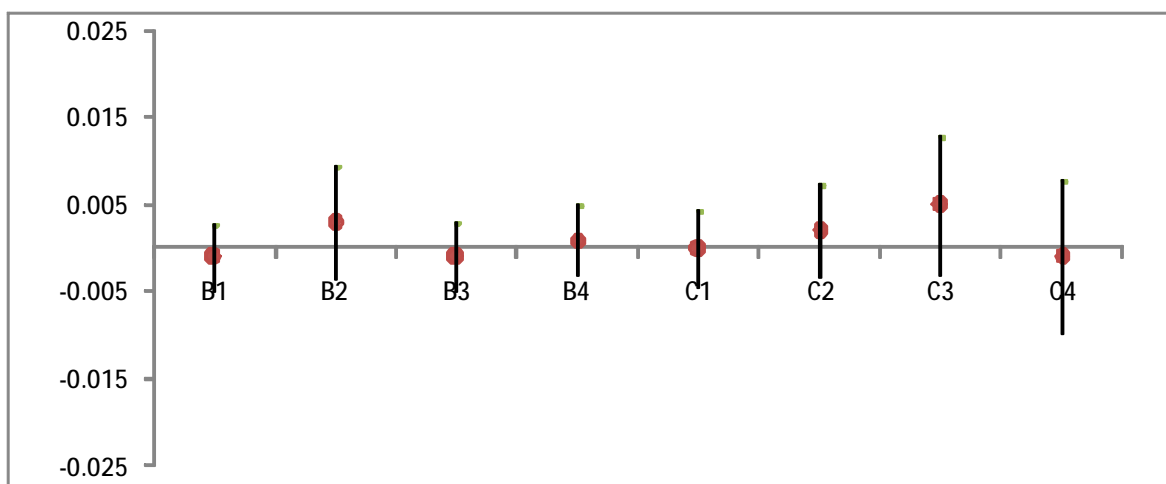


图5: DE闭环花瓣参比实验室的比对结果图示

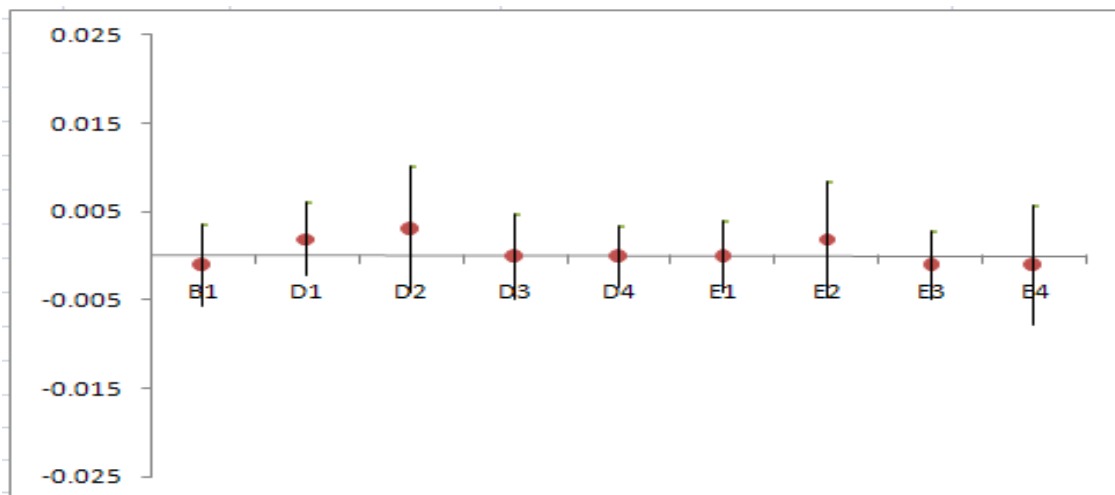


图6: FG闭环花瓣参比实验室的比对结果图示

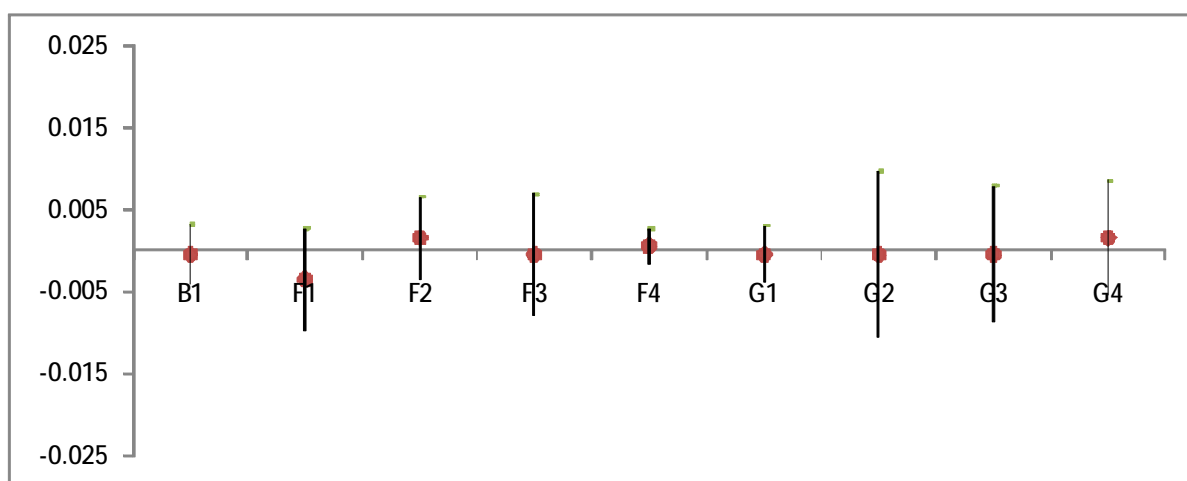
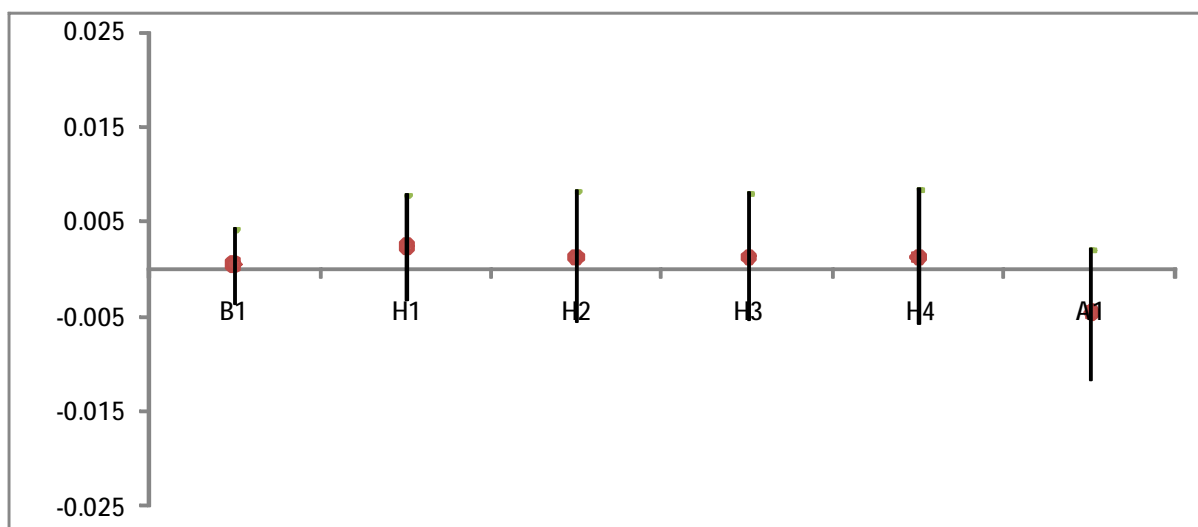


图7：HA闭环花瓣参比实验室的比对结果图示



## 附件 2、主导实验室的不确定度分析

机动车检测专用轴（轮）重仪示值误差测量结果不确定度

### 1. 数学模型及灵敏系数

#### 1.1 数学模型

检定轴（轮）重仪示值误差  $d$  时，采用标准测力仪作为主标准器，标准测力仪的示值为  $A$ 。相应的轴（轮）重仪示值  $x$  为被测值。轴（轮）重仪的示值误差的数学模型为

$$d = x - A \quad (1)$$

式中： $d$ —示值误差（kg）；  
 $x$ —轴（轮）重仪示值（kg）；  
 $A$ —标准测力仪示值（kg）；

#### 1.2 方差

式（1）中  $x$ 、 $A$  各变量相互独立，

$$\text{得 } u_c^2(d) = c_1^2 u^2(x) + c_2^2 u^2(A) \quad (2)$$

式中： $u(x)$ ：被检轴（轮）重仪引入的标准不确定度分量；  
 $u(A)$ ：检定装置引入的标准不确定度分量。

#### 1.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial d}{\partial x} = 1 \quad (3)$$

$$c_2 = \frac{\partial d}{\partial A} = -1 \quad (4)$$

由（2）、（3）、（4）式得：

$$u_c^2(d) = u^2(x) + u^2(A) \quad (5)$$

### 2. 输入量不确定度来源

- |                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| 2.1 由被检轴（轮）重仪引入的不确定分量 $u(x)$     | $1 \times u(x) = u_1$    |
| 2.1.1 由数字量化误差引入的不确定度分量 $u_1(x)$  | $1 \times u_1(x) = u_2$  |
| 2.1.2 由测量重复性引入的不确定度分量 $u_2(x)$   | $1 \times u_2(x) = u_3$  |
| 2.2 由检定装置引入的不确定度分量 $u(A)$        | $-1 \times u(A) = u_4$   |
| 2.2.1 由标准测力仪引入的标准不确定度 $u_1(A)$   | $-1 \times u_1(A) = u_5$ |
| 2.2.2 由检定装置分辨力引入标准不确定度 $u_2(A)$  | $-1 \times u_2(A) = u_6$ |
| 2.2.3 由千斤顶引入的标准不确定度 $u_3(A)$     | $-1 \times u_3(A) = u_7$ |
| 2.2.4 由反力架不平行度引入的标准不确定度 $u_4(A)$ | $-1 \times u_4(A) = u_8$ |

2.2.5 由重力加速度 $g$ 引入的标准不确定度 $u_5(A)$   $-1 \times u_5(A) = u_9$

### 3. 输入量的标准不确定度评定

3.1 由被检轴（轮）重仪引入的标准不确定度 $u(x)$

3.1.1 由被检轴（轮）重仪示值 $x$ （测量重复性）的标准不确定度 $u_1(x)$

以 1000kg 测量点为例，在相同条件下，对被检制动台独立测量 10 次，计算重复性引入的标准不确定度分量：

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 (kg)	1001	1000	1000	1000	1000	1000	1002	1001	1001	1001
平均值 (kg)	1000.6			标准差			$s = 0.7\text{kg}$			

一次测量的不确定度  $u_1(x) = s = 0.7\text{kg}$

3.1.2 由被检轴（轮）重仪示值 $x$ （数显量化误差）的标准不确定度 $u_2(x)$

数显式轴（轮）重仪的分辨力是 1 kg，其量化误差以等概率分布（矩形分布）落在宽度为  $(1 \text{ kg}) / 2 = 0.5\text{kg}$  的区间内。考虑其引入的标准不确定度为

$$u_2(x) = 0.5\text{kg} / \sqrt{3} = 0.3 \text{ kg}$$

由被检轴（轮）重仪引入的标准不确定度 $u(x)$ 为：

$$u(x) = \sqrt{u_1^2(x) + u_2^2(x)} = 0.8 \text{ kg}$$

3.2 由检定装置引入的标准不确定度 $u(A)$

3.2.1 由标准测力仪引入的标准不确定度 $u_1(A)$

依据上级计量部门给出的检定证书，该标准测力仪为 0.3 级，标准测力仪引入的标准不确定度分量 $u_1(A)$ ，符合均匀分布

$$u_1(A) = 0.3\% / \sqrt{3} \times 1000\text{kg} = 1.7 \text{ kg}$$

3.2.2 由检定装置分辨力引入标准不确定度 $u_2(A)$

检定装置分辨力是 0.5 kg，其量化误差以等概率分布（矩形分布）落在宽度为  $(0.5 \text{ kg}) / 2 = 0.25\text{kg}$  的区间内。考虑其引入的标准不确定度为：

$$u_2(A) = 0.25\text{kg} / \sqrt{3} = 0.2 \text{ kg}$$

3.2.3 由千斤顶引入的标准不确定度 $u_3(A)$

千斤顶在检定过程中起着“力源”的作用。因为千斤顶的底板面或加力芯柱顶端面与压千斤顶加力轴线不垂直，都会给压力传感器的受力带来

误差。估计倾斜不超过 $3^\circ$ ，按反正弦分布计，则：

$$u_3(A) = \frac{(1 - \cos 3^\circ) \times 1000 \text{kg}}{\sqrt{2}} = 1.0 \text{kg}$$

### 3.2.4 由反力架不平行度引入的标准不确定度 $u_4(A)$

经水平仪反复测量，承载横梁产生倾斜度不超过 $0.5^\circ$ ，故不考虑该不确定度分量。

### 3.2.5 由重力加速度 $g$ 引入的标准不确定度 $u_5(A)$

由于被检轴（轮）重仪及标准装置引入的重力加速度均为浙江地区的重力加速度，故不考虑该不确定度分量。

检定装置引入的标准不确定度  $u(A)$  为：

$$u(A) = \sqrt{u_1^2(A) + u_2^2(A) + u_3^2(A)} = 2.0 \text{kg}$$

## 4. 输出量的标准不确定度分量一览表

序号	输入量估计值的标准不确定度评定			输出量估计值的相对标准不确定度分量		
	来源	符号	数值	符号	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u(x)$
1	被检仪器	$u(x)$	0.8kg	$u_1$	1	0.8kg
	重复性	$u_1(x)$	0.7kg	$u_2$		0.7kg
	数显量化	$u_2(x)$	0.3kg	$u_3$		0.3kg
2	检定装置	$u(A)$	1.5kg	$u_4$	-1	2.0kg
	标准测力仪	$u(A)$	1.7kg	$u_5$		1.7kg
	分辨力	$u(A)$	0.2kg	$u_6$		0.2kg
	千斤顶	$u(A)$	1.0kg	$u_7$		1.0kg

## 5. 合成标准不确定度的评定

由于各标准不确定度分量相互无关，故

$$u_c(d) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 2.2 \text{kg}$$

## 6. 扩展不确定度的评定

取包含因子  $k=2$ ，故扩展不确定度应当为

$$U = u_c(d) \times k = 2.2 \text{kg} \times 2 = 4.4 \text{kg}$$

$$U_{\text{rel}} = u_c(d) \times k \div 1000 \text{kg} \times 100\% = 0.44\%$$

## 7. 测量不确定度的报告

上述分析及计算按 JJG 1059-1999 “测量不确定度评定与表示” 进行。得到滚筒反力式制动检验台示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = 0.44\% , k=2$$