

2025 年度电子天平检定装置全省 计量比对总结报告



目录

1.比对概述	1
1.1 任务来源及意义.....	1
1.2 主导实验室.....	2
1.3 参比实验室.....	3
1.4 比对过程.....	3
1.5 比对路线.....	3
2.比对依据	4
3.传递标准	5
3.1 传递标准的基本信息.....	5
3.2 传递标准的筛选试验.....	5
4.参考值的确定	8
5.比对数据的汇总	8
6.比对结果的评价	10
7.比对中存在问题及结果分析.....	17
8.比对结论及建议	17
附件 1： 测量结果不确定度评定.....	19
附件 2： 比对数据及测量不确定度汇总.....	24

1. 比对概述

1.1 任务来源及意义

依据吉林省市场监督管理厅的部署和工作安排，组织开展 2025 年度吉林省计量比对项目。其中由吉林省计量科学研究院作为主导实验室实施“电子天平检定装置计量比对”(项目编号为 JLBD2025-01)。2025 年 2 月，吉林省市场监督管理厅下达了计量比对的任务，并组织吉林省内法定计量检定机构及授权机构报名，经主导实验室统计，共有 15 家法定计量检定机构及授权机构报名，其中有两家单位由于已建计量标准开展检定项目范围未能覆盖此次比对样品准确度等级，未能参加比对，其建标情况后续通知其组织考核单位。符合报名要求并参加本次计量比对共有 13 家市（州）、县级法定计量检定及授权机构机构，其中有 3 家县级法定检定机构，1 家授权机构报名参加。

特种准确度级①电子天平是采用电磁力平衡原理的精密称量仪器。主要用于实验室精密称量、医药企业及科研领域的高精度质量检测，其用途涵盖物质称量、质量分析及标准化检测。通过此次电子天平的全省计量比对工作开展，了解各参比实验室针对电子天平校准过程中的测量方法、仪器设备、人员操作等方面的状况，对其测量能力进行了评估，能客观反映了各参比实验室对电子天平的校准水平和综合能力，对全省电子天平的检定能力和量值传递的准确性、一致性进行了验证，同时反映了对计量器具的测量方法、数据处理、不确定度评定等专业方面的问题。充分发挥了计量比对在保障法定计量检定机构及授权机构测量量值的一致性和计量标准的可靠性等方面的重要作用，为计量监管和提升法定计量检定机构检定能力提供了强有力的

支撑。

1.2 主导实验室

主导实验室：吉林省计量科学研究院。

任务分工：李家如负责编写比对实施方案，规划现场试验，对各参比实验室数据进行处理并编写比对总结报告；王倩负责各参比实验室资料的收集、核对以及现场试验；叶雨鑫负责各参比实验室标准器审核和现场试验。

备注：纸质版比对报名表和参比实验室上交的比对数据资料由主导实验室留存三年。

我院主持和参加多项目国家级计量比对工作，结果皆为满意。多次参加全国砝码计量比对工作，结果皆为满意；参加全国非自动衡器型式评价实验室和数字指示秤计量比对工作，结果满意；我院多次组织本专业领域全省计量比对工作，全部圆满完成，获得省厅好评。

该实验室建立有 E₁ 等级砝码计量标准装置，是全省最高等级计量标准，负责全省砝码（1 mg ~ 2000 kg）量值传递工作，建立全省最大秤量的非自动衡器检定装置，具备 4 台检衡车辆。建立国家非自动衡器型式评价实验室、省级烘干法水分测定仪型式评价实验室，建立了天平检定装置并取得计量标准考核证书和社会公用计量标准，通过 CNAS 实验室校准/检测认可，在电子天平测量范围、校准能力、设备配置和人员资质方面均处于国内领先水平，实验室计量技术支撑能力雄厚，其中有 1 人被聘为全国衡器技术委员会委员，该项目检定员全部为一级计量师，研究生占比三分之一，拥有一批经验丰富、技能扎实的专业技术人员。具有高精度恒温恒湿实验室，完全满足电子天平的检定/校准环境要求。

主导实验室从2月起，购买比对样品、制定比对实施细则并对比对样品进行重复性、稳定性试验，按计划召开比对首次会议，讨论比对实施细则，并确定比对实施细则；7月到8月，组织参比实验室在主导实验室恒湿恒温实验室进行比对试验，收集参比实验室提交的比对材料；9月份主导实验室对比对数据进行处理，编写比对总结报告。10月份，对比对总结报告征求意见，召开比对总结会。

1.3 参比实验室

计量比对共有13家法定检测机构及授权机构报名参加，其中3家为县级法定检测机构、1家法定授权机构。

参比实验室能按比对实施细则规定的时间完成比对试验，并提交比对原始数据、测量结果、不确定度评定等相关材料。参比实验室计量比对的代码和计量标准信息如表1所示。

1.4 比对过程

参比实验室配备的标准器满足规程要求，能按时间要求给予标准器的放置和实施比对试验，能够较好的对比对样品进行检查和交接，能按照比对实施细则和《电子天平》检定规程对比对样品进行试验，试验过程和数据处理基本符合《电子天平》检定规程。

1.5 比对路线

因电子天平独特性且需要修正重力加速度，故本次比对采取固定地点（吉林省计量科学研究院恒温恒湿实验楼）的比对方式。

表 1. 参比实验室计量标准信息统计表

实验室代码	参比实验室	参比实验室计量考核证书编号	计量标准名称、测量范围、准确度等级
A001	长春市计量检定测试技术研究院	[2006]吉量标法证字第 001034 号	E ₂ 等级砝码组标准装置；1 mg~20 kg；E ₂ 等级
A002	吉林市计量测试技术研究院	[2001]吉量标法证字第 002033 号	E ₂ 等级克组砝码标准装置；1 mg~500 g；E ₂ 等级
A003	延边朝鲜族自治州计量检定测试所	[2005]吉量标法证字第 003041 号	E ₂ 等级砝码组标准装置；500 g~1 mg；E ₂ 等级
A004	通化市计量检定测试所	[2002]吉量标法证字第 005027 号	E ₂ 等级砝码组标准装置；500 g~1 mg；E ₂ 等级
A005	梅河口市产品质量计量检测所	[2016]吉量标法证字第 011007 号	天平检定装置；500 g~1 mg；1 kg~20 kg；E ₂ , F ₂
A006	辽源市计量检定测试所	[2002]吉量标法证字第 007026 号	E ₂ 等级砝码组标准装置；1 mg~500 g；E ₂ 等级
A007	镇赉县产品质量计量检测所	[2012]白量标法证字第 017 号	E ₂ 等级砝码组标准装置；1 mg~200 g；E ₂ 等级
A008	中国第一汽车股份有限公司检测服务中心	[2018]长质量标长企证字第 0098 号	E ₂ 等级砝码；1 mg~500 g；E ₂ 等级
A009	洮南市产品质量计量检测中心	[2012]白量标法证字第 006 号	E ₂ 等级砝码组标准装置；500 g~1 mg；E ₂ 等级
A010	四平市计量检定测试所	[2002]吉量标法证字第 004020 号	E ₂ 等级砝码组标准装置；2 kg~1 mg；E ₂ 等级
A011	松原市产品质量计量检验检测所	[2007]吉量标法证字第 008031 号	E ₂ 等级克组砝码标准装置；1 mg~500 g；E ₂ 等级
A012	通榆县食品检验检测中心	[2020]白量标法证字第 004 号	E ₂ 等级砝码组标准装置；500 g~1 mg；E ₂ 等级
A013	白城市计量检定测试所	[2006]吉量标法证字第 006038 号	E ₂ 等级砝码组标准装置；500 g~1 mg；E ₂ 等级

2. 比对依据

JJF 1059.1-2012 《测量不确定评定与表示》；

JJF 1117-2010 《计量比对》；

JJG 1036-2022 《电子天平》检定规程。

《2025 年吉林省计量比对项目电子天平检定装置计量比对实施方案》

3.传递标准

3.1 传递标准的基本信息

本次计量比对样品由主导实验室提供，比对样品如图 1 所示

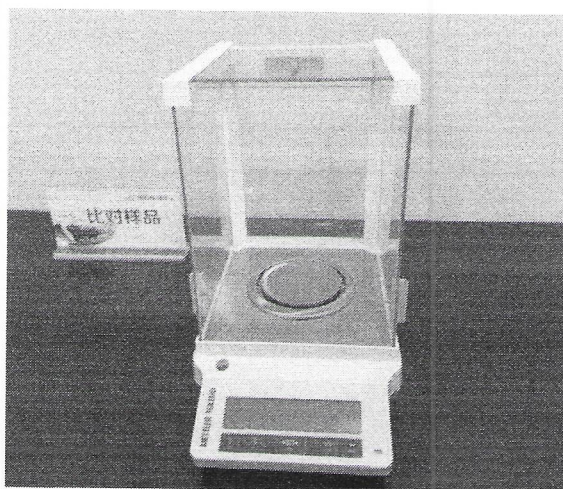


图 1. 比对样品实物图

比对样品的参数信息如表 2 所示。

表 2. 比对样品的参数

序号	名称	产品编号	规格型号	准确度等级	制造厂
1	电子天平	C316005526	ME204/02	①	梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司
2	电子天平	C316005525	ME204/02	①	梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司

3.2 传递标准的筛选试验

主导实验室选取了 2 台电子天平作为本次计量比对的样品，对比对样品（50g、100g、220 g）称量点进行性能测试，并考核其稳定性，选择其中最稳定的电子天平（产品编号为 C316005526）作为本次比对的传递样品，余一台为备用样品，保证本次计量比对顺利进行。

试验的电子天平对应称量点（50g、100g、220 g）示值误差的最大差值不超过其示值最大允许误差的 1/2(参照国家相关比对方案)，

认为比对样品的稳定性合格。比对样品稳定性试验结果见表 3 所示。

电子天平的稳定性试验每组做了 3 次，共计 13 组。

表 3. 比对样品稳定性试验结果

比对日期	比对样品编号：C316005526									
	修正误差 E_C (mg)									
	载荷 $L(g)$	第一次		第二次		第三次		最大差值		1/2 最大允许 误差 (mg)
		↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	
2025.05.26	50.0000	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.25
	100.0000	0.1	0.1	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	0.3	0.2	0.50
	220.0000	-0.1	/	0.1	/	-0.1	/	0.2	/	0.75
2025.05.29	50.0000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.25
	100.0000	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.50
	220.0000	0.2	/	0.3	/	-0.2	/	0.5	/	0.75
2025.06.03	50.0000	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.25
	100.0000	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.50
	220.0000	-0.2	/	0.0	/	0.1	/	0.3	/	0.75
2025.06.05	50.0000	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.25
	100.0000	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.50
	220.0000	0.0	/	0.3	/	0.2	/	0.3	/	0.75
2025.06.09	50.0000	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.25
	100.0000	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.50
	220.0000	0.2	/	0.1	/	0.2	/	0.1	/	0.75
2025.06.10	50.0000	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.25
	100.0000	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.50
	220.0000	0.0	/	0.2	/	0.3	/	0.3	/	0.75
2025.06.13	50.0000	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.25
	100.0000	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.50
	220.0000	0.3	/	0.2	/	0.2	/	0.1	/	0.75
2025.06.17	50.0000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.25
	100.0000	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.50
	220.0000	0.3	/	0.1	/	-0.1	/	0.4	/	0.75
2025.06.20	50.0000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.25
	100.0000	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	0.2	0.0	0.50
	220.0000	0.3	/	-0.1	/	-0.1	/	0.4	/	0.75
2025.06.24	50.0000	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.25
	100.0000	-0.2	-0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.3	0.4	0.50
	220.0000	0.1	/	0.3	/	0.0	/	0.3	/	0.75
2025.06.25	50.0000	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.25
	100.0000	0.2	0.1	0.0	-0.2	0.1	0.0	0.2	0.3	0.50

	220.0000	-0.1	/	-0.2	/	-0.2	/	0.1	/	0.75
2025.06.27	50.0000	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.25
	100.0000	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.50
	220.0000	-0.3	/	-0.1	/	0.0	/	0.3	/	0.75
2025.07.01	50.0000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.25
	100.0000	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.50
	220.0000	0.1	/	0.1	/	0.1	/	0.0	/	0.75

续表

比对日期	比对样品编号: C316005525									
	修正误差 E_C (mg)									
	载荷 $L(g)$	第一次		第二次		第三次		最大差值		1/2 最大允许 误差 (mg)
		↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	
2025.05.26	50.0000	-0.3	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	0.2	0.2	0.25
	100.0000	0.3	0.2	-0.2	-0.1	0.3	0.2	0.5	0.3	0.50
	220.0000	-0.4	/	0.3	/	-0.3	/	0.7	/	0.75
2025.05.29	50.0000	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.25
	100.0000	0.4	0.2	0.3	0.1	-0.1	0.1	0.5	0.1	0.50
	220.0000	0.2	/	0.3	/	-0.2	/	0.5	/	0.75
2025.06.03	50.0000	0.2	0.2	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	0.25
	100.0000	0.2	0.1	-0.1	0.0	0.2	0.1	0.3	0.1	0.50
	220.0000	-0.2	/	-0.2	/	0.2	/	0.4	/	0.75
2025.06.05	50.0000	0.2	0.3	0.2	0.2	-0.1	0.1	0.3	0.2	0.25
	100.0000	0.4	0.2	0.3	0.1	-0.1	0.1	0.5	0.1	0.50
	220.0000	0.2	/	0.3	/	-0.2	/	0.5	/	0.75
2025.06.09	50.0000	-0.3	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	0.2	0.2	0.25
	100.0000	0.3	0.2	-0.2	-0.1	0.3	0.2	0.5	0.3	0.50
	220.0000	-0.2	/	0.2	/	-0.3	/	0.5	/	0.75
2025.06.10	50.0000	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	0.0	-0.2	0.2	0.2	0.25
	100.0000	0.3	0.2	-0.2	-0.1	0.3	0.2	0.5	0.3	0.50
	220.0000	-0.2	/	0.2	/	-0.3	/	0.5	/	0.75
2025.06.13	50.0000	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.1	0.2	0.25
	100.0000	-0.2	-0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.3	0.4	0.50
	220.0000	0.1	/	0.3	/	0.0	/	0.3	/	0.75
2025.06.17	50.0000	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.25
	100.0000	0.1	0.1	0.2	0.1	-0.3	-0.2	0.5	0.3	0.50
	220.0000	0.3	/	0.2	/	-0.2	/	0.5	/	0.75
2025.06.20	50.0000	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.25
	100.0000	0.2	0.3	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	0.4	0.4	0.50
	220.0000	0.4	/	-0.1	/	-0.1	/	0.5	/	0.75
2025.06.24	50.0000	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.1	0.25

	100.0000	-0.2	-0.2	0.2	0.2	0.0	-0.1	0.3	0.4	0.50
	220.0000	0.2	/	0.3	/	-0.1	/	0.4	/	0.75
2025.06.25	50.0000	0.2	0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.3	0.2	0.25
	100.0000	0.2	0.1	0.0	-0.2	0.1	0.0	0.2	0.3	0.50
	220.0000	0.1	/	-0.2	/	-0.3	/	0.4	/	0.75
2025.06.27	50.0000	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.25
	100.0000	0.2	0.3	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	0.4	0.4	0.50
	220.0000	0.4	/	-0.1	/	-0.3	/	0.7	/	0.75
2025.07.01	50.0000	0.2	0.1	0.3	-0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.25
	100.0000	0.3	0.2	0.2	-0.1	-0.2	-0.1	0.5	0.3	0.50
	220.0000	0.3	/	-0.1	/	-0.1	/	0.4	/	0.75

4.参考值的确定

主导实验室所用标准器为 E₁ 等级标准砝码对编号为 C316005526 电子天平进行试验。主导实验室在现场比对试验开始前对电子天平的 50g、100g、220 g 三个称量点进行多次测量，得到电子天平的示值误差平均值，以此示值误差平均值作为本次比对的参考值，各示值误差的不确定度为本次比对参考值的扩展不确定度。

主导实验室参考值和不确定度如表 4 所示。

表 4. 主导实验室的参考值和不确定度

载荷 L (g)	参考值修正误差 E_C (mg)		扩展不确定度 U (mg), $k=2$	
	↓	↑	↓	↑
50	0.05	0.04	0.09	0.09
100	0.07	0.03	0.13	0.13
220	0.06	/	0.27	/

5.比对数据的汇总

各参比实验室提交的比对结果，如表 5 所示，表中参比实验室以实验室代码代表。

表 5. 参比实验室提交的比对结果数据

实验室代码	载荷 L (g)	修正误差 E_c (mg)		扩展不确定度 U (mg), $k=2$	
		↓	↑	↓	↑
A001	50	-0.1	0.2	0.3	0.3
	100	-0.1	0.2	0.3	0.3
	220	-0.1	/	0.6	/
A002	50	0.0	-0.1	0.2	0.2
	100	-0.1	0.1	0.3	0.3
	220	0.0	/	0.5	/
A003	50	0.0	0.1	0.2	0.2
	100	-0.1	0.1	0.3	0.3
	220	-0.1	/	0.4	/
A004	50	0.0	0.0	0.3	0.3
	100	-0.1	-0.1	0.3	0.3
	220	-0.4	/	0.6	/
A005	50	0.0	0.2	0.22	0.22
	100	0.1	0.3	0.28	0.28
	220	0.1	/	0.54	/
A006	50	0.20	0.10	0.32	0.32
	100	0.20	0.10	0.40	0.40
	220	0.30	/	0.66	/
A007	50	0.1	0.2	0.13	0.13
	100	0.1	0.2	0.20	0.20
	220	0.1	/	0.5	/
A008	50	0.0	-0.2	0.3	0.3
	100	0.1	0.2	0.3	0.3
	220	-0.1	/	0.5	/
A009	50	0.1	0.2	0.2	0.2
	100	0.1	0.0	0.3	0.3
	220	0.1	/	0.6	/
A010	50	0.1	0.0	0.2	0.2
	100	0.0	0.2	0.3	0.3
	220	0.1	/	0.6	/
A011	50	0.2	0.0	0.22	0.22
	100	0.1	0.1	0.28	0.28
	220	0.2	/	0.54	/
A012	50	-0.1	-0.1	0.3	0.3
	100	-0.1	0.0	0.3	0.3
	220	-0.2	/	0.5	/
A013	50	0.0	0.1	0.2	0.2

	100	-0.1	0.1	0.3	0.3
	220	0.1	/	0.5	/

6. 比对结果的评价

依据 JJF 1117-2010《计量比对》，用归一化偏差 E_n 值评价各参比实验室给出的比对结果。

$$E_n = \frac{Y_{ji} - Y_{ri}}{k \cdot \mu_i} = \frac{Y_{ji} - Y_{ri}}{k \cdot \sqrt{\mu_{ji}^2 + \mu_{ri}^2 + \mu_{ei}^2}}$$

式中： E_n —本次比对的归一化偏差；

Y_{ji} —第 j 个实验室在第 i 个测量点上的测量结果；

Y_{ri} —第 i 个测量点的参考值；

k —覆盖因子， $k=2$ ；

μ_i —第 i 测量点在 $Y_{ji} - Y_{ri}$ 的标准不确定度；

μ_{ri} —第 i 个测量点上参考值的不确定度；

μ_{ji} —第 j 个实验室在第 i 个测量点上测量结果标准不确定度；

μ_{ei} —传递标准在第 i 个测量点上在比对期间的不稳定性对测量结果的影响。

比对结果一致性评判原则：

$|E_n| \leq 1$ 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。

主导实验室对各参比实验室的数据进行了汇总、计算处理，比对结果如表 6 所示。

表 6. 比对结果

实验室 代码	载荷 L (g)	比对结果 $Y_{ji} - Y_{ri}$ (mg)		$k \cdot \mu_i$		$ E_n $	
		↓	↑	↓	↑	↓	↑
A001	50	0.15	0.16	0.32	0.32	0.5	0.5
	100	0.17	0.17	0.33	0.33	0.5	0.5
	220	0.16	/	0.66	/	0.2	/
A002	50	0.05	0.14	0.22	0.22	0.2	0.6
	100	0.17	0.07	0.33	0.33	0.5	0.2
	220	0.06	/	0.57	/	0.1	/
A003	50	0.05	0.06	0.22	0.22	0.2	0.3
	100	0.17	0.07	0.33	0.33	0.5	0.2
	220	0.16	/	0.49	/	0.3	/
A004	50	0.05	0.04	0.32	0.32	0.2	0.1
	100	0.17	0.13	0.33	0.33	0.5	0.4
	220	0.46	/	0.66	/	0.7	/
A005	50	0.05	0.16	0.32	0.32	0.2	0.5
	100	0.03	0.27	0.33	0.33	0.1	0.8
	220	0.04	/	0.66	/	0.1	/
A006	50	0.15	0.06	0.41	0.41	0.4	0.1
	100	0.13	0.07	0.43	0.43	0.3	0.2
	220	0.24	/	0.75	/	0.3	/
A007	50	0.05	0.16	0.22	0.22	0.2	0.7
	100	0.03	0.17	0.24	0.24	0.1	0.7
	220	0.04	/	0.57	/	0.1	/
A008	50	0.05	0.24	0.32	0.32	0.2	0.8
	100	0.03	0.17	0.33	0.33	0.1	0.5
	220	0.16	/	0.57	/	0.3	/
A009	50	0.05	0.16	0.22	0.22	0.2	0.7
	100	0.03	0.03	0.33	0.33	0.1	0.1
	220	0.04	/	0.66	/	0.1	/
A010	50	0.05	0.04	0.22	0.22	0.2	0.2
	100	0.07	0.17	0.33	0.33	0.2	0.5
	220	0.04	/	0.66	/	0.1	/
A011	50	0.15	0.04	0.32	0.32	0.5	0.1
	100	0.03	0.07	0.33	0.33	0.1	0.2
	220	0.14	/	0.66	/	0.2	/
A012	50	0.15	0.14	0.32	0.32	0.5	0.4
	100	0.17	0.03	0.33	0.33	0.5	0.1
	220	0.26	/	0.57	/	0.5	/

A013	50	0.05	0.06	0.22	0.22	0.2	0.3
	100	0.17	0.07	0.33	0.33	0.5	0.2
	220	0.04	/	0.57	/	0.1	/

各参比实验室的测量结果及 E_n 值图形如图 2-图 11 所示。

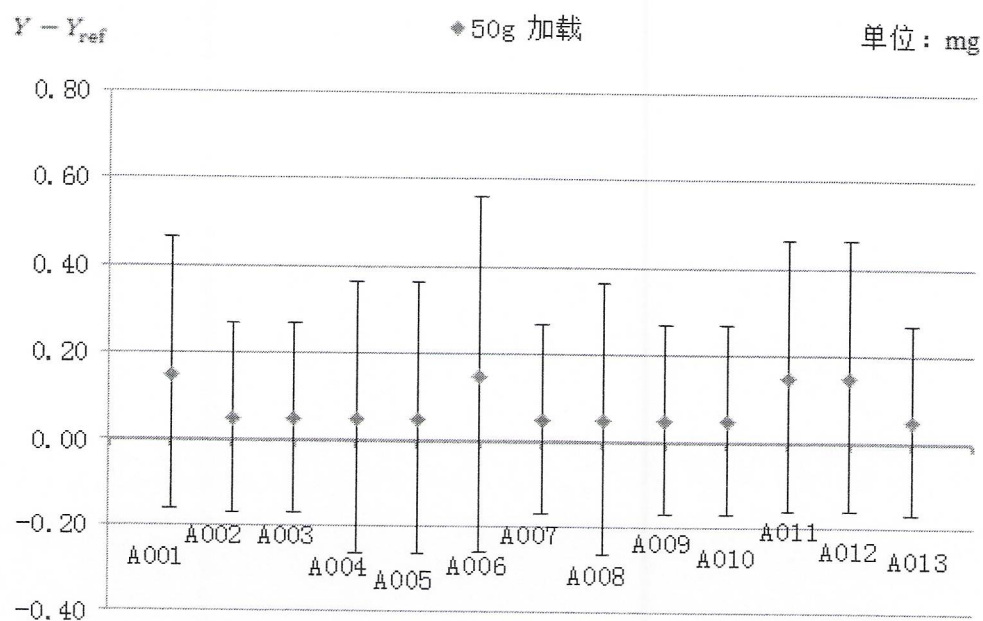


图 2. 50 g 加载比对结果图

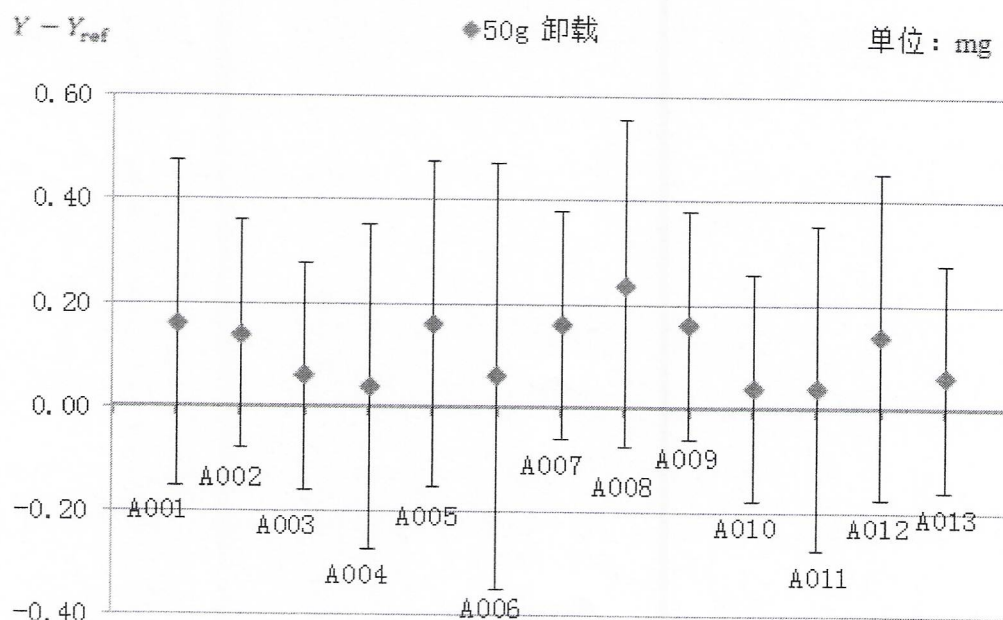


图 3. 50 g 卸载比对结果图

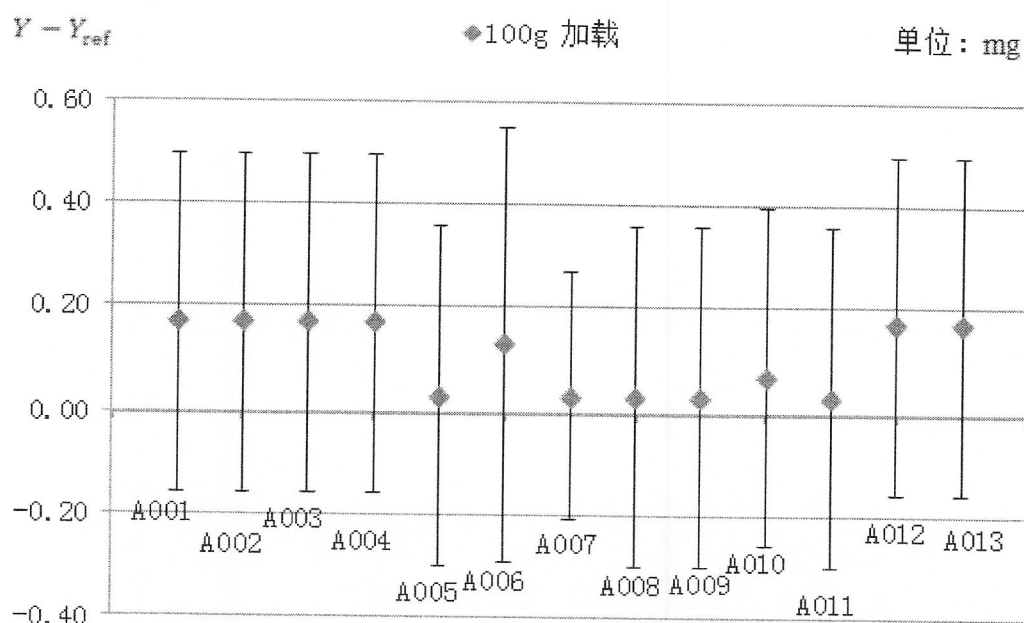


图 4. 100 g 加载比对结果图

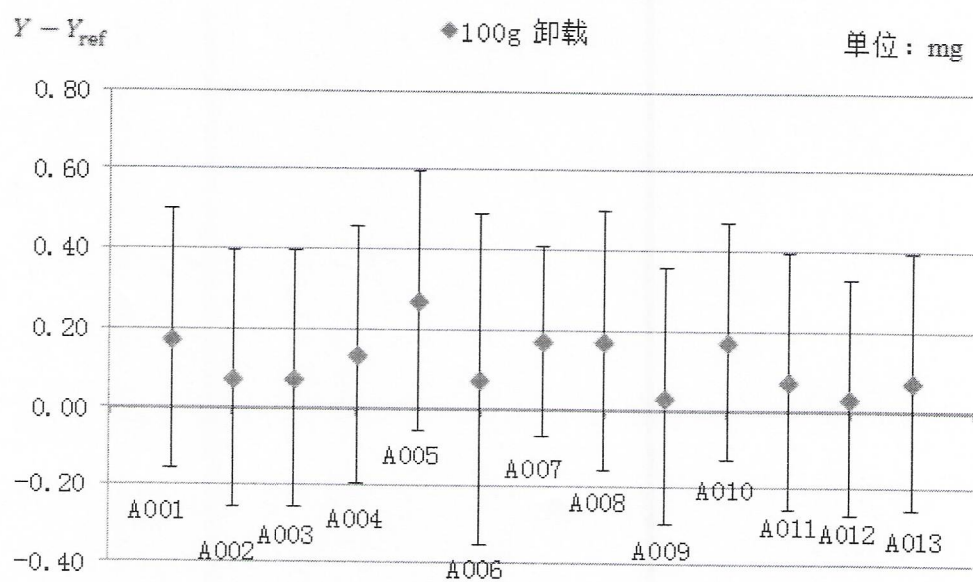


图 5. 100 g 卸载比对结果图

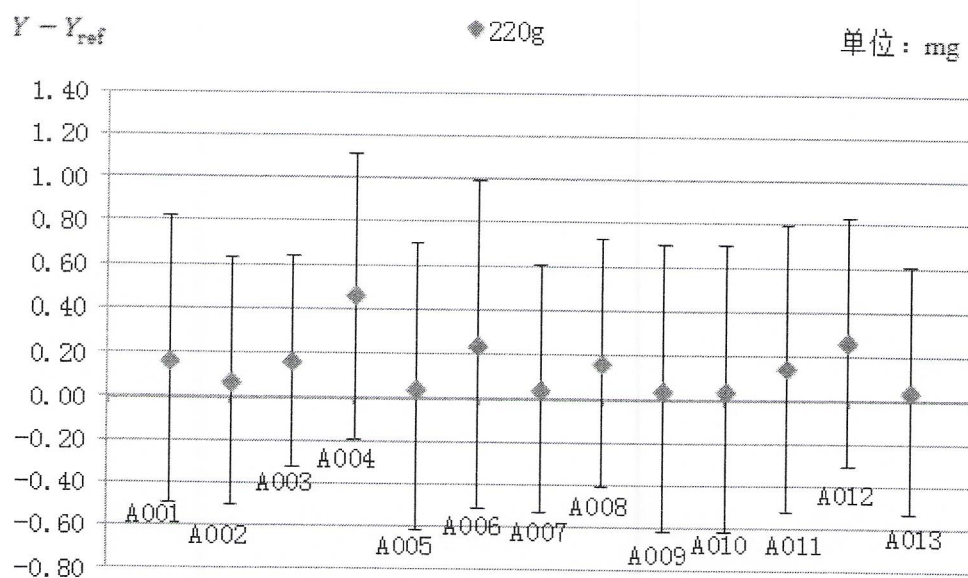


图 6. 220 g 卸载比对结果图

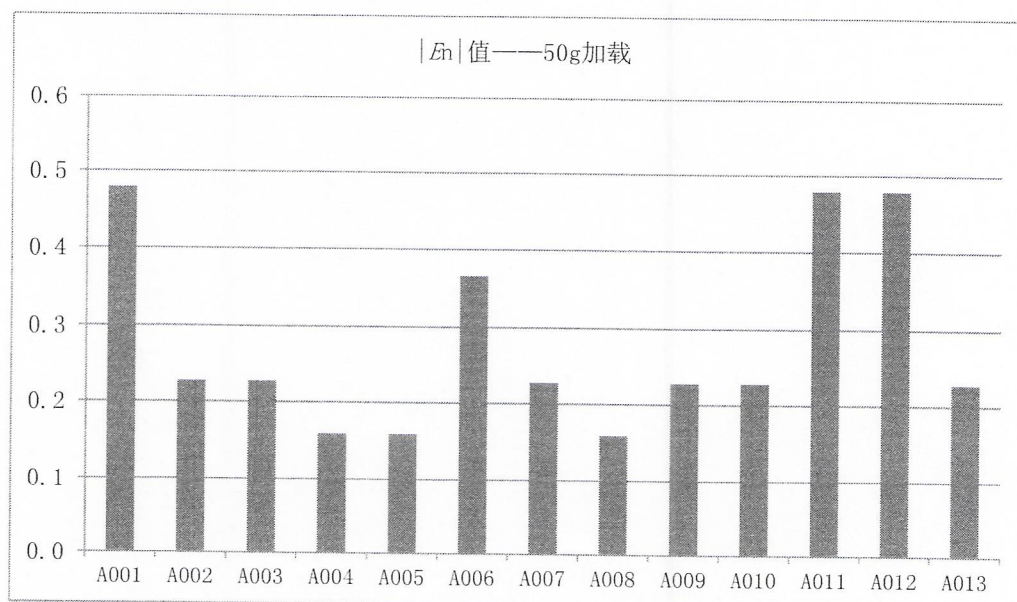


图 7. 50 g 加载 $|E_n|$ 值柱形图

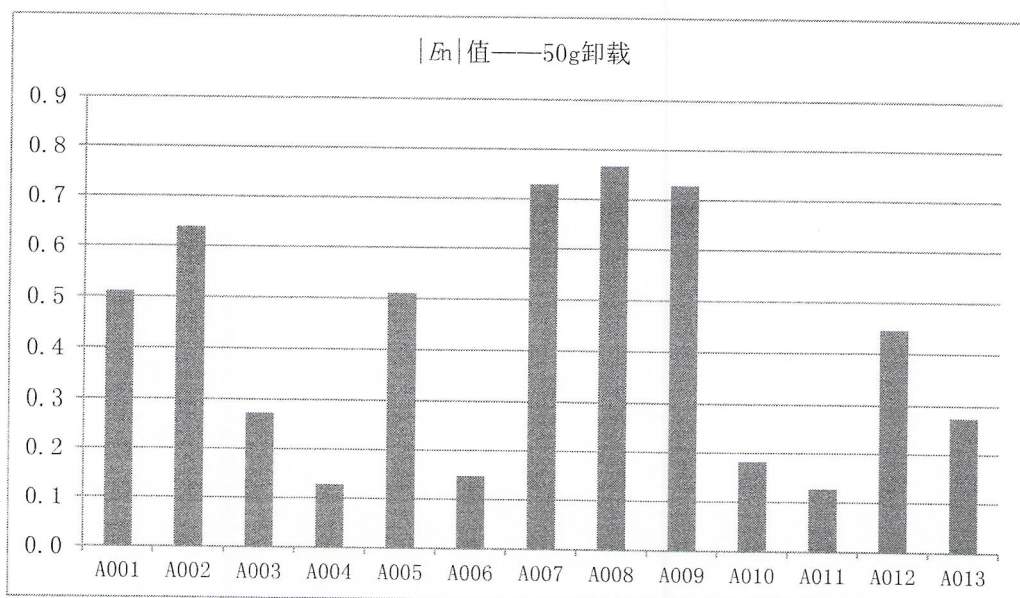


图 8. 50 g 卸载 $|E_n|$ 值柱形图

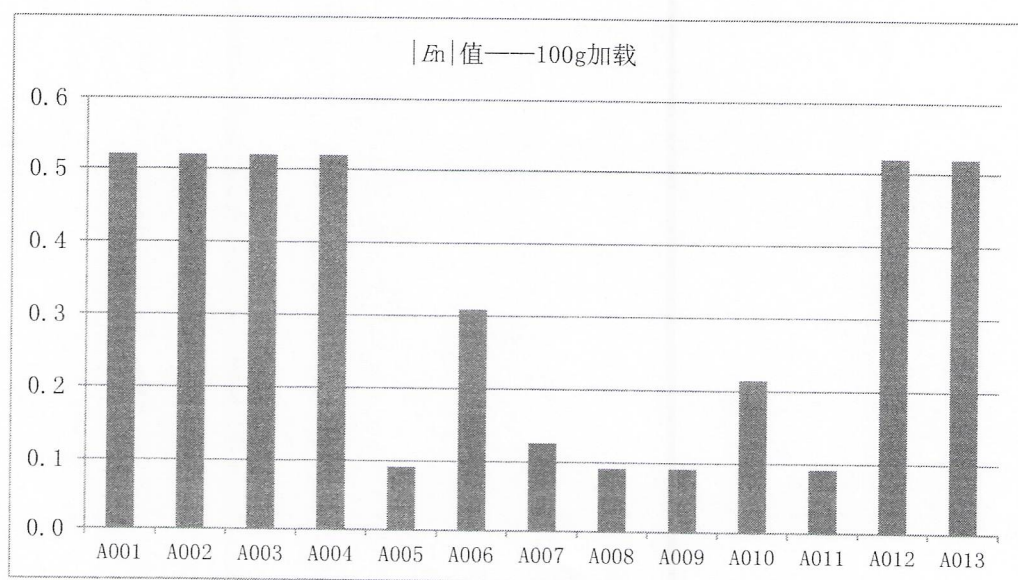


图 9. 100 g 加载 $|E_n|$ 值柱形图

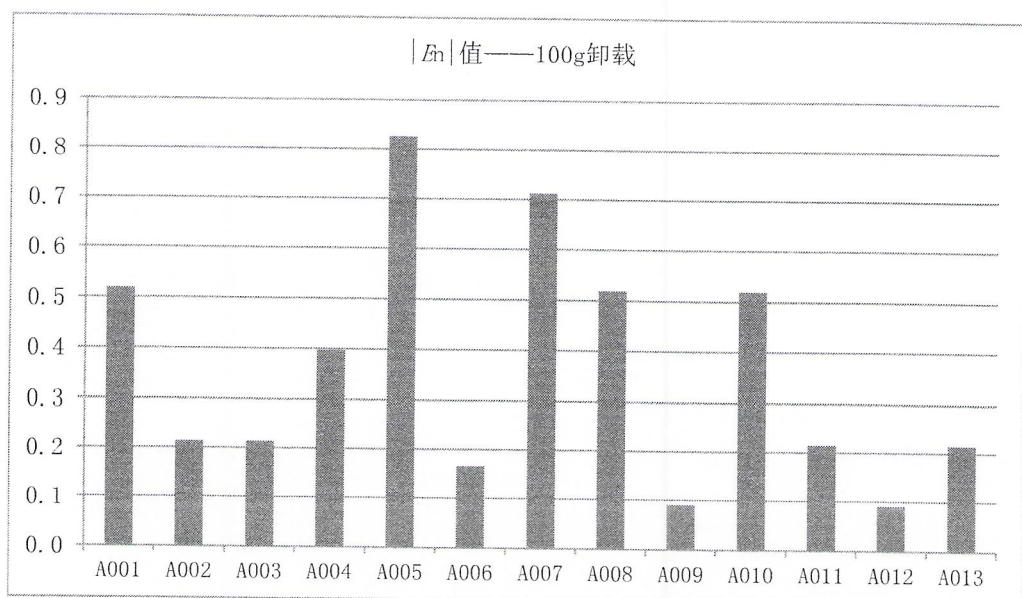


图 10. 100 g 卸载 $|E_n|$ 值柱形图

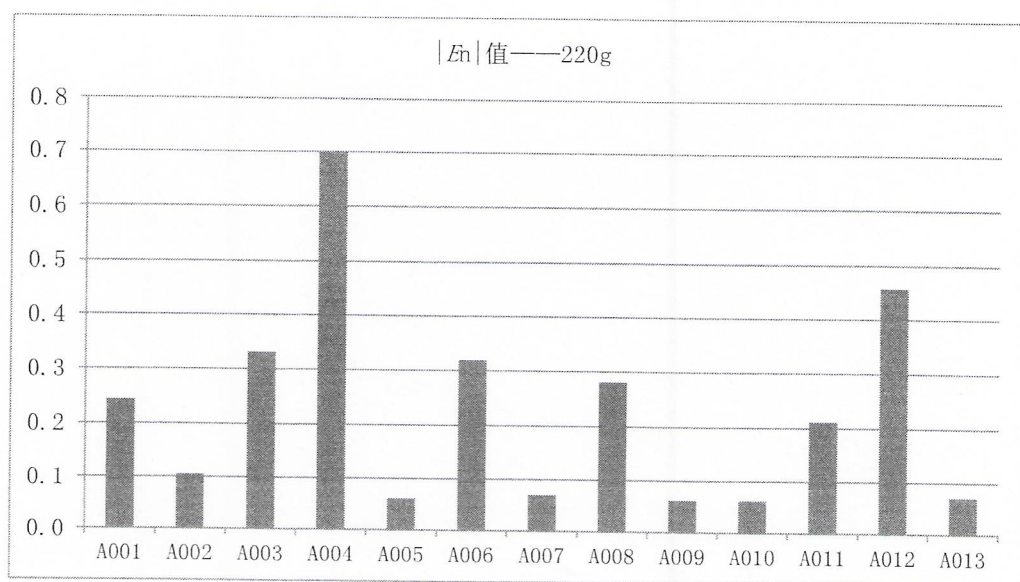


图 11. 220 g 加载 $|E_n|$ 值柱形图

7 比对中存在问题及结果分析

主导实验室从测量方法、测量装置和测量人员等方面对比对结果出现问题的原因进行了分析。

针对参比实验室现场试验分析,比对过程中人员的操作过程和原始记录中公式计算及保留有效位是造成比对结果出现偏差的原因,同时也不排除标准器出现计量性能不稳定等因素。

比对过程中存在的问题主要有:

(1) 参比实验室提交的比对结果报告单中, 比对结果中的扩展不确定度有效位数不合理, 例如 A005、A006、A007、A011;

(2) 记录中修正误差计算错误, 例如 A012;

(3) 偏载引入的不确定度计算数据错误, 例如 A005、A007、A009;

(4) 砝码引入的不确定度掌握不熟悉, 例如 A006、A011;

(5) 比对结果中扩展不确定度有效位数保留不合理, 例如 A003、A004、A008、A012;

此次比对结果分析不能只参考 E_n 值, 应综合考虑参比实验室的测量结果与参考值的差值及其扩展不确定度等因素。已对存在风险的参比实验室进行了相关提示。

8 比对结论及建议

本次计量比对各参比实验室给予充分的重视, 参比实验室从 2025 年 7 月 2 日到 2025 年 7 月 24 日完成对比对样品的试验, 13 家参比实验室完成本次比对工作。本次比对采取固定地点的比对方式, 参比实验室携带标准装置在主导实验室开展比对现场试验。比对现场试验工作结束后, 参比实验室均能在规定时间内提交比对原始记录、比对结果报告单和不确定度的评定报告等相关资料, 比对试验按预定计划

圆满完成。

主导实验室对各参比实验室提供的测量结果及其扩展不确定度进行比对结果的分析和判定。13 家参比实验室参加比对，比对结果均为满意 ($|E_n| < 1$)。依据 JJF 1033-2023《计量标准考核规范》中 7.5 计量标准的监督条款，此比对结果在该计量标准复查考核时可以不安排现场考评；依据 JJF 1069-2012《法定计量检定机构考核规范》中 10.3.2 计量比对和能力验证结果的应用条款，此比对结果作为政府计量行政部门对该机构授权的依据。

为更好的提升该项目的校准工作质量。提出以下建议：

(1) 各参比实验室提交的比对报告单中，修正误差和扩展不确定度数据有效位数保持一致；

(2) 不确定度报告中计量单位符合正、斜体应符合 JJF 1059.1-2012《测量不确定评定与表示》，例如计量单位不需要斜体的要保持正体；

(3) 对于 $|E_n|$ 接近 1 的参比实验室应主动查找测量过程、测量设备以及自身体系管理等方面存在的问题，加强本次比对使用的标准器溯源的管理，保证量值准确、可靠。

(4) 现场试验方面：

- a) 示值误差试验前要进行置零；
- b) 示值误差、偏载试验过程中不要出现“空载”现象；
- c) 示值误差、偏载试验过程中，砝码在天平承载器上轻拿轻放；
- d) 在偏载试验过程中，砝码摆放的位置要符合规程要求；
- e) 重复性试验中，可进行置零操作；

编写人： 杨如

审核人： 冯欣

批准人： 孙良峰

附件 1: 测量结果不确定度评定

电子天平比对不确定度评定方法（参考）

数学模型

采用直接比较法，将标准砝码放置电子天平上，通过电子天平的示值与标准砝码的标称值（约定质量值）进行比较，得出电子天平的示值误差。公式如下：

$$E = I - L$$

式中： E —示值误差，mg；

L —载荷，g；

I —示值，g；

1. 不确定度来源

1.1 标准砝码引入的标准不确定度

校准过程中使用标准砝码校准证书中给出的砝码的约定质量值、扩展不确定度 U 和覆盖因子 k ，其标准不确定度为：

$$u_L = \frac{U}{k}$$

式中： u_L —标准砝码的不确定度；

U —砝码的扩展不确定度；

k —包含因子

$$U_{50g} = 0.03 \text{ mg}, u_L(50 \text{ g}) = 0.015 \text{ mg}$$

$$U_{100g} = 0.05 \text{ mg}, u_L(100 \text{ g}) = 0.025 \text{ mg}$$

$$U_{220g} = 0.124 \text{ mg}, u_L(220 \text{ g}) = 0.062 \text{ mg}$$

1.2 重复性引入的标准不确定度;

在 200 g 载荷点下重复性数据如表 2 所示:

表 2 电子天平重复性数据

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值 (g)	199.9999	199.9998	199.9998	199.9999	199.9999	199.9997	199.9999	199.9998	199.9997	199.9998

通过计算可得:

$$s_p = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2} = 0.079 \text{ mg}$$

$$u_p = s_p = 0.079 \text{ mg}$$

1.3 电子天平分辨力引入的标准不确定度;

$$u_d = \frac{d}{2\sqrt{3}} = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.029 \text{ mg}$$

式中: u_d 一分辨力引入的标准不确定度;

d —电子天平的实际分度值, mg。

1.4 电子天平偏载引入的标准不确定度;

$$u_e = \frac{I|\Delta I_e|_{\max}}{2I_e\sqrt{3}}$$

$$\Delta I_e = I_{\text{偏}} - I_{\text{中心}}$$

式中: u_e —偏载引入的标准不确定度, mg;

I —被校准点的显示值, g;

I_e —偏载试验所用载荷标称值, g;

$I_{\text{偏}}$ —载荷在不同位置的显示值, g;

$I_{\text{中心}}$ —载荷在中心位置的示值, g。

根据表 3 偏载试验数据可得:

称量试验	载荷 L (g)	↓ 示值 ↑	
	50.0000	50.0001	50.0000
	99.9999	100.0000	99.9999
	219.9999	220.0000	/
偏载试验	载荷 L (g)	位置	示值 I (g)
	99.9999	中心	100.0000
		1	100.0001
		2	100.0002
		3	100.0001
		4	100.0000

$$|\Delta I_e|_{\max} = |I_{\text{偏}} - I_{\text{中心}}| = 0.2 \text{ mg}$$

在加载过程中, 50 g、100 g 和 220 g 称量点偏载引入的不确定度为:

(1) 50 g 称量点

$$u_e(50 \text{ g}) = \frac{50.0001 \text{ g} \times 0.2 \text{ mg}}{2 \times 100 \text{ g} \times \sqrt{3}} = 0.029 \text{ mg}$$

(2) 100 g 称量点

$$u_e(100 \text{ g}) = \frac{100.0000 \text{ g} \times 0.2 \text{ mg}}{2 \times 100 \text{ g} \times \sqrt{3}} = 0.058 \text{ mg}$$

(3) 220 g 称量点

$$u_e(220 \text{ g}) = \frac{220.0000 \text{ g} \times 0.2 \text{ mg}}{2 \times 100 \text{ g} \times \sqrt{3}} = 0.127 \text{ mg}$$

在卸载过程中, 50 g、100 g 称量点偏载引入的不确定度为:

(1) 50 g 称量点

$$u_e(50 \text{ g}) = \frac{50.0000 \text{ g} \times 0.2 \text{ mg}}{2 \times 100 \text{ g} \times \sqrt{3}} = 0.029 \text{ mg}$$

(2) 100 g 称量点

$$u_e(100\text{ g}) = \frac{99.9999\text{ g} \times 0.2\text{ mg}}{2 \times 100\text{ g} \times \sqrt{3}} = 0.058\text{ mg}$$

2. 合成标准不确定度和扩展不确定度

$$u_c = \sqrt{u_L^2 + u_p^2 + u_e^2}$$

加载过程中, 50 g、100 g 和 220 g 称量点合成标准不确定度:

(1) 50 g 称量点

$$u_c(50\text{ g}) = \sqrt{(0.015)^2 + (0.079)^2 + (0.029)^2} = 0.085\text{ mg}$$

(2) 100 g 称量点

$$u_c(100\text{ g}) = \sqrt{(0.025)^2 + (0.079)^2 + (0.058)^2} = 0.101\text{ mg}$$

(3) 220 g 称量点

$$u_c(220\text{ g}) = \sqrt{(0.062)^2 + (0.079)^2 + (0.127)^2} = 0.162\text{ mg}$$

卸载过程中, 50 g 和 100 g 称量点合成标准偏差:

(1) 50 g 称量点

$$u_c(50\text{ g}) = \sqrt{(0.015)^2 + (0.079)^2 + (0.029)^2} = 0.085\text{ mg}$$

(2) 100 g 称量点

$$u_c(100\text{ g}) = \sqrt{(0.025)^2 + (0.079)^2 + (0.058)^2} = 0.101\text{ mg}$$

3. 扩展不确定度

$$U = k \times u_c, \quad k = 2$$

加载过程中, 50 g 和 100 g 载荷点扩展不确定度:

$$U_{50\text{ g}} = k \times u_c = 0.085\text{ mg} \times 2 = 0.2\text{ mg}, \quad k = 2.$$

$$U_{100\text{ g}} = k \times u_c = 0.101\text{ mg} \times 2 = 0.3\text{ mg}, \quad k = 2.$$

$$U_{220\text{ g}} = k \times u_c = 0.162\text{ mg} \times 2 = 0.4\text{ mg}, k = 2。$$

卸载过程中, 50 g 和 100 g 称量点扩展不确定度:

$$U_{50\text{ g}} = k \times u_c = 0.085\text{ mg} \times 2 = 0.2\text{ mg}, k = 2。$$

$$U_{100\text{ g}} = k \times u_c = 0.101\text{ mg} \times 2 = 0.3\text{ mg}, k = 2。$$

附件 2：比对数据及测量不确定度汇总

表 2.1. 参比实验室提交的比对结果数据

实验室代码	载荷 L (g)	修正误差 E_C (mg)		扩展不确定度 U (mg), $k=2$	
		↓	↑	↓	↑
A001	50	-0.1	0.2	0.3	0.3
	100	-0.1	0.2	0.3	0.3
	220	-0.1	/	0.6	/
A002	50	0.0	-0.1	0.2	0.2
	100	-0.1	0.1	0.3	0.3
	220	0.0	/	0.5	/
A003	50	0.0	0.1	0.2	0.2
	100	-0.1	0.1	0.3	0.3
	220	-0.1	/	0.4	/
A004	50	0.0	0.0	0.3	0.3
	100	-0.1	-0.1	0.3	0.3
	220	-0.4	/	0.6	/
A005	50	0.0	0.2	0.22	0.22
	100	0.1	0.3	0.28	0.28
	220	0.1	/	0.54	/
A006	50	0.20	0.10	0.32	0.32
	100	0.20	0.10	0.40	0.40
	220	0.30	/	0.66	/
A007	50	0.1	0.2	0.13	0.13
	100	0.1	0.2	0.20	0.20
	220	0.1	/	0.5	/
A008	50	0.0	-0.2	0.3	0.3
	100	0.1	0.2	0.3	0.3
	220	-0.1	/	0.5	/
A009	50	0.1	0.2	0.2	0.2
	100	0.1	0.0	0.3	0.3

	220	0.1	/	0.6	/
A010	50	0.1	0.0	0.2	0.2
	100	0.0	0.2	0.3	0.3
	220	0.1	/	0.6	/
A011	50	0.2	0.0	0.22	0.22
	100	0.1	0.1	0.28	0.28
	220	0.2	/	0.54	/
A012	50	-0.1	-0.1	0.3	0.3
	100	-0.1	0.0	0.3	0.3
	220	-0.2	/	0.5	/
A013	50	0.0	0.1	0.2	0.2
	100	-0.1	0.1	0.3	0.3
	220	0.1	/	0.5	/

表 2.2. 比对结果

实验室 代码	载荷 L (g)	比对结果 $Y_{ji} - Y_{ri}$ (mg)		$k \cdot \mu_i$		$ E_n $	
		↓	↑	↓	↑	↓	↑
A001	50	0.15	0.16	0.32	0.32	0.5	0.5
	100	0.17	0.17	0.33	0.33	0.5	0.5
	220	0.16	/	0.66	/	0.2	/
A002	50	0.05	0.14	0.22	0.22	0.2	0.6
	100	0.17	0.07	0.33	0.33	0.5	0.2
	220	0.06	/	0.57	/	0.1	/
A003	50	0.05	0.06	0.22	0.22	0.2	0.3
	100	0.17	0.07	0.33	0.33	0.5	0.2
	220	0.16	/	0.49	/	0.3	/
A004	50	0.05	0.04	0.32	0.32	0.2	0.1
	100	0.17	0.13	0.33	0.33	0.5	0.4
	220	0.46	/	0.66	/	0.7	/
A005	50	0.05	0.16	0.32	0.32	0.2	0.5
	100	0.03	0.27	0.33	0.33	0.1	0.8
	220	0.04	/	0.66	/	0.1	/
A006	50	0.15	0.06	0.41	0.41	0.4	0.1
	100	0.13	0.07	0.43	0.43	0.3	0.2
	220	0.24	/	0.75	/	0.3	/
A007	50	0.05	0.16	0.22	0.22	0.2	0.7
	100	0.03	0.17	0.24	0.24	0.1	0.7
	220	0.04	/	0.57	/	0.1	/
A008	50	0.05	0.24	0.32	0.32	0.2	0.8
	100	0.03	0.17	0.33	0.33	0.1	0.5
	220	0.16	/	0.57	/	0.3	/
A009	50	0.05	0.16	0.22	0.22	0.2	0.7
	100	0.03	0.03	0.33	0.33	0.1	0.1
	220	0.04	/	0.66	/	0.1	/
A010	50	0.05	0.04	0.22	0.22	0.2	0.2
	100	0.07	0.17	0.33	0.33	0.2	0.5
	220	0.04	/	0.66	/	0.1	/
A011	50	0.15	0.04	0.32	0.32	0.5	0.1
	100	0.03	0.07	0.33	0.33	0.1	0.2
	220	0.14	/	0.66	/	0.2	/

A012	50	0.15	0.14	0.32	0.32	0.5	0.4
	100	0.17	0.03	0.33	0.33	0.5	0.1
	220	0.26	/	0.57	/	0.5	/
A013	50	0.05	0.06	0.22	0.22	0.2	0.3
	100	0.17	0.07	0.33	0.33	0.5	0.2
	220	0.04	/	0.57	/	0.1	/