

摆锤敲入仪校准规范
数据验证报告

武汉市计量测试检定（研究）所

目 录

一、验证实验目的	3
二、验证实验设计	3
1、项目技术要求和校准方法	3
2、验证所用标准器具	3
3、被校对象	4
4、实验条件	4
5、实验分组与设计	4
三、验证结果与分析	6
1、被测对象验证	6
2、校准人员验证	7
3、校准时间（校准结果复现性）验证	9
4、实验室间对比验证	10
四、实验验证结论	11
五、附录	12
1、实验 1 原始记录:	12
2、实验 2 原始记录:	13
3、实验 3 原始记录:	14
4、实验 4 原始记录:	15
5、实验 5 原始记录:	16
6、实验 6 原始记录:	17

一、验证实验目的

设计不同条件的实验，在不同条件下对摆锤敲入仪进行校准，验证该校准规范的正确性和可行性。

二、验证实验设计

1、项目技术要求和校准方法

校准项目技术要求参考了 T/CECS 552《摆入法检测砖与筑砂抗压强度技术规程》、T/CECS 678《摆锤敲入法检测蒸压加气混凝土砌块与砂浆抗压强度技术规程》、T/CECS 964《摆锤敲入法检测钢材屈服强度技术规程》、T/CECS 965《摆锤敲入法检测木材强度技术规程》、T/CECS 1090《摆锤敲入法检测混凝土抗压强度技术规程》中的要求，对各项校准项目的技术要求进行汇总得到表 1。

各参数校准方法主要参考了该参数相关专业的国家规程规范。对应本规范具体条款见表 1。

表 1 校准项目技术要求及校准方法一览表

序号	验证项目	验证方法	技术要求
1	锤头质量	按照本规范中 7.2 条	(2 ± 0.02) kg
2	摆杆直径	按照本规范中 7.3 条	(10 ± 0.1) mm
3	轴承中心到锤头中心的距离	按照本规范中 7.4 条	(223 ± 2) mm
4	摆动角度	按照本规范中 7.5 条	$(175 \pm 1)^\circ$
5	最大摆动速度	按照本规范中 7.6 条	不小于 1.94m/s

2、验证所用标准器具

标准器的选用主要依据规范 6.2 条要求进行选择。标准器技术性能要求的设定主要依据 T/CECS 552《摆入法检测砖与筑砂抗压强度技术规程》、T/CECS 678《摆锤敲入法检测蒸压加气混凝土砌块与砂浆抗压强度技术规程》、T/CECS 964《摆锤敲入法检测钢材屈服强度技术规程》、T/CECS 965《摆锤敲入法检测木材强度技术规程》、T/CECS 1090《摆锤敲入法检测混凝土抗压强度技术规程》中的要求。满足最大允许误差或不确定度或准确度等级优于被检参数的 1/3。同时充分考虑了现场适应性强、经济实用、性能可靠等因素。本次验证使用标准器见表 2：

表 2 验证所用标准器一览表

名称	型号	编号	厂家	测量范围	准确度等级或最大允许误差或不确定度
电子天平	BP34000P-M	40009282	Sartorius	2g~34kg	⑩级
游标卡尺	(0~500)mm	4306100041	成都成量工具集团有限公司	(0~500)mm	MPE: $\pm 0.05\text{mm}$
数显倾角仪	$2\times 180^\circ$	--	Level Box	$2\times 180^\circ$	$U=0.1^\circ$, $k=2$
速度测量仪	SD-1	160201	西安市帅奇电器有限公司	--	$U=0.02\text{mm}$, $k=2$ $U=0.00007\text{mm}$, $k=2$

3、被校对象

结合目前摆锤敲入仪的使用状况,选取市场上较为常见的几种摆锤敲入仪进行实验,所选取被校对象见表 3:

表 3 验证实验被校对象一览表

样品	设备名称	型号	设备编号	制造厂
1	摆锤敲入仪	HC-BC880	18424030305	北京海创高科科技有限公司
2	摆锤敲入仪	LR-BC880	23009	济南朗睿检测技术有限公司

4、实验条件

温度 (0~40) °C, 相对湿度不大于 85%。校准过程中应无影响校准结果的振动等影响因素。

5、实验分组与设计

规范所确定的校准方法多为已有且较为成熟可靠的校准方法。质量参数采用衡器多次称量取平均值的方式,此种方法在质量领域属于常见、成熟且可靠的方法,可保证锤头质量参数测量的准确性。摆杆直径采取游标卡尺直接测量的方法,测量位置上选择不同位置、不同角度多次测量,保证摆杆直径参数符合要求。轴承中心到锤头中心的距离采用游标卡尺分段间接测量的方法,先用游标卡尺测量锤头外侧至轴承远端的距离,然后用游标卡尺测量轴承直径和锤头内侧至锤头外侧的距离,最后通过计算得到轴承中心到锤头中心,此种方式可以避免拆卸摆锤敲入仪主体结构,经验证操作性和可行性较好。摆锤敲入仪摆动角度由于摆锤敲入仪的结构特殊性,数显角度尺、万能角度尺的角度测量仪器均无法适用于该参数的测量,数显倾角仪能较好地适用其结构特征,经验证,使用数显倾角仪测量锤敲入仪摆动角度的可行性和准确性较高。最大摆动速度采取线速度测量仪直接的测量的方式,满足 JJF1801—2020 要求的非接触式线速度测量仪可较好地

适用于摆锤敲入仪的结构特征，经验证此方法的操作性和可行性较高，且可以保证测量结果的准确性。

以上方法成熟可靠、实用性和可操作性较好，可较好地校准摆锤敲入仪各项参数，且标准器配置经济性较高，故不对各项参数进行规范外其他方法的验证。

本实验报告从被测对象、校准人员、校准时间（校准结果复现性）、实验室间对比四个方面进行实验验证，设计并进行以下 8 次不同条件下的校准实验（见表 4）：

- 1) 被测对象验证：对比相同校准人员、使用相同标准器、相同校准方法，对不同被校对象的校准结果，从而对校准规范进行验证。（实验 1、2 对比）
- 2) 校准人员验证：对比相同被校对象、使用相同标准器、相同校准方法，不同校准人员进行校准的校准结果，从而对校准规范进行验证。（实验 2、3、4 对比）
- 3) 校准时间（校准结果复现性）验证：对比相同被校对象、使用相同标准器、相同校准方法，相同校准人员在不同时间进行校准的校准结果，从而对校准规范进行验证。（实验 1、5 对比）
- 4) 实验室间对比验证：不同单位的实验室校准人员使用各自的标准器，依据相同的校准方法对同一台被校对象进行校准，比较其校准结果，从而对校准规范进行验证。（实验 2、6 对比）

表 4 验证实验分组与设计

实验分组	被校对象	校准单位	校准人员	校准次数
实验 1	样品 1	武汉计量所	葛陈	1
实验 2	样品 2	武汉计量所	葛陈	1
实验 3	样品 2	武汉计量所	李林子	1
实验 4	样品 2	武汉计量所	何方宜	1
实验 5	样品 1	武汉计量所	葛陈	1
实验 6	样品 2	湖北省计量院	陈宇晖	1

三、验证结果与分析

1、被测对象验证

对比相同校准人员、使用相同标准器、相同校准方法，对不同被校对象的校准结果，实验 1、实验 2 的校准原始记录见附录 1、2，对其校准结果进行汇总与统计，得到下表 5：

表 5 被测对象验证-校准结果汇总表

校准项目	被校对象 1（实验 1）		被校对象 2（实验 2）	
	校准结果	不确定度 U ; $k=2$	校准结果	不确定度 U ; $k=2$
锤头质量 (kg)	2.0140	0.0006	1.9898	0.0006
摆杆直径 (mm)	9.92	0.04	9.94	0.04
轴承中心到锤头中 心的距离 (mm)	224.48	0.40	222.05	0.40
摆动角度 (°)	174.4	0.2	175.3	0.2
最大摆动速度 (m/s)	1.9588	4.6×10^{-2}	1.9658	4.6×10^{-2}

经验证，针对不同的被校设备，以上各校准项目均能顺利完成校准工作，且校准结果均能满足校准规范计量特性要求。由此可见，规范选用的标准器和校准方法适用性较好、可行性较高，可以适用于市面上各类被检设备，保证规范后期可以较好地实施。

2、校准人员验证

对比相同被校对象、使用相同标准器、相同校准方法，不同校准人员进行校准的校准结果，实验 2、实验 3、实验 4 的校准原始记录见附录 2、3、4，对其校准结果进行汇总与统计，得到下表 6：

表 6 校准人员验证-校准结果汇总表

校准项目	葛陈（实验 2）		李林子（实验 3）		何方宜（实验 4）	
	校准结果	不确定度 U ; $k=2$	校准结果	不确定度 U ; $k=2$	校准结果	不确定度 U ; $k=2$
锤头质量 (kg)	1.9898	0.0006	1.9898	0.0006	0.9899	0.0006
摆杆直径 (mm)	9.94	0.04	9.96	0.04	9.95	0.04
轴承中心到锤头 中心的距离 (mm)	222.05	0.40	222.10	0.40	222.04	0.40
摆动角度 (°)	175.3	0.2	175.2	0.2	175.2	0.2
最大摆动速度 (m/s)	1.9658	4.6×10^{-2}	1.9620	4.8×10^{-2}	1.9780	4.6×10^{-2}

对 3 次实验结果中校准数据进行验证，验证其是否满足 $|y_{\text{lab}} - \bar{y}| \leq \sqrt{\frac{n-1}{n}} U_{\text{lab}}$ ，得到下表 7：

表 7 校准人员验证-数据验证结果汇总表

校准项目	平均值	葛陈（实验 2）			李林子（实验 3）			何方宜（实验 4）		
		$ y_{\text{lab}} - \bar{y} $	$\sqrt{\frac{n-1}{n}} U_{\text{lab}}$	验证结论	$ y_{\text{lab}} - \bar{y} $	$\sqrt{\frac{n-1}{n}} U_{\text{lab}}$	验证结论	$ y_{\text{lab}} - \bar{y} $	$\sqrt{\frac{n-1}{n}} U_{\text{lab}}$	验证结论
锤头质量 (kg)	1.9898	0.0000	0.0005	合格	0.0000	0.0005	合格	0.0001	0.0005	合格
摆杆直径 (mm)	9.95	0.01	0.03	合格	0.01	0.03	合格	0.00	0.03	合格
轴承中心到锤头中心的距离 (mm)	222.06	0.01	0.33	合格	0.04	0.33	合格	0.02	0.33	合格
摆动角度 (°)	175.2	0.07	0.16	合格	0.03	0.16	合格	0.03	0.16	合格
最大摆动速度 (m/s)	1.9686	0.0028	0.0376	合格	0.0066	0.0392	合格	0.0094	0.0376	合格

经验证，3 次实验中每项计量特性校准结果均能满足校准规范计量特性要求，且不同校准人员所做的校准结果间均能满足 $|y_{\text{lab}} - \bar{y}| \leq \sqrt{\frac{n-1}{n}} U_{\text{lab}}$ ，数据验证无误。由此可见，规范的可读性良好，易于校准人员理解与操作，可较好指导校准人员完成摆锤敲入仪各项参数的校准工作。

3、校准时间（校准结果复现性）验证：

对比相同被校对象、标准器和校准方法，相同校准人员在不同时间进行校准的校准结果，实验 1、实验 5 的校准原始记录见附录 1、5，对其校准结果进行汇总与统计，并对 2 次实验结果中校准数据进行验证，验证其是否满足 $|y_1 - y_2| \leq \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$ ，得到下表 8：

表 8 校准时间（校准结果复现性）验证-校准结果及数据验证结果汇总表

校准项目	7 月（实验 1）		8 月（实验 5）		结果验证		
	校准结果	不确定度 U ; $k=2$	校准结果	不确定度 U ; $k=2$	$ y_1 - y_2 $	$\sqrt{U_1^2 + U_2^2}$	验证结论
锤头质量 (kg)	2.0140	0.0006	2.0138	0.0006	0.0002	0.0008	合格
摆杆直径 (mm)	9.92	0.04	9.93	0.04	0.01	0.06	合格
轴承中心到 锤头中心的 距离 (mm)	224.48	0.40	224.40	0.40	0.08	0.57	合格
摆动角度 (°)	174.4	0.2	174.6	0.2	0.20	0.28	合格
最大摆动速 度 (m/s)	1.9588	4.6×10^{-2}	1.9620	4.6×10^{-2}	0.0032	0.0651	合格

经验证，2 次实验中每项计量特性校准结果均能满足校准规范计量特性要求，且 2 次实验中每项计量特性的校准结果均能满足 $|y_1 - y_2| \leq \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$ ，数据验证无误。由此可见，依据规范的校准方法开展摆锤敲入仪的校准工作，校准结果的复现性较好，可使被校设备的数据准确性得到保证。

4、实验室间对比验证：

邀请湖北省计量院实验室计量专业人员与我所计量专业人员共同对同一被校对象进行校准，双方使用符合规范要求的、各自单位的标准器，依据规范的校准方法开展校准工作。实验 2、实验 6 的校准原始记录见附录 2、6。对其校准结果进行汇总与统计，并对 2 次实验结果中校准数据进行验证，验证其是否满足 $|y_1 - y_2| \leq \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$ ，得到下表 9：

表 9 实验室间对比验证-校准结果及数据验证汇总表

校准项目	武汉计量（实验 2）		湖北省计量院（实验 6）		结果验证		
	校准结果	不确定度 U ; $k=2$	校准结果	不确定度 U ; $k=2$	$ y_1 - y_2 $	$\sqrt{U_1^2 + U_2^2}$	验证结论
锤头质量 (kg)	1.9898	0.0006	1.9899	0.0006	0.0001	0.0008	合格
摆杆直径 (mm)	9.94	0.04	9.94	0.04	0.00	0.06	合格
轴承中心到 锤头中心的 距离 (mm)	222.05	0.40	222.12	0.40	0.07	0.57	合格
最大摆动速 度 (m/s)	1.9658	4.6×10^{-2}	1.9457	4.8×10^{-2}	0.0201	0.0665	合格

由于标准器配置有限，此项验证仅进行以上主要参数，经验证，2 次实验中每项计量特性校准结果均能满足校准规范计量特性要求，且 2 次实验中每项计量特性的校准结果均能满足 $|y_1 - y_2| \leq \sqrt{U_1^2 + U_2^2}$ ，数据验证无误。由此可见，当不同计量机构选择满足规范要求的不同标准器时，都可以按照规范的方法完成校准过程，保证摆锤敲入仪各项数据准确，本规范具备较好的实施条件。

四、实验验证结论

经过不同的分组对比实验，表明本规范具备普适性，可行性较高，可适用于各类被校设备；规范可读性良好，实用性和可操作性较好，可较好地指导计量专业人员完成项目校准工作，顺利完成相应指标的测量。

根据后期的实验数据分析，使用符合规范预定要求的标准器具对被校设备进行校准，所得校准结果均能满足规范对于被校设备的计量特性要求，各分组实验间的校准数据均能满足验证要求，表明规范的方法能够较好地反映被检设备的计量性能与状态，保证摆锤敲入仪的计量性能准确可靠。

此外，规范预定的标准器具均为技术成熟可靠、配置成本低、使用简洁方便的标准设备，有利于后期各计量机构根据本规范实施项目校准工作。

验证时间：2024年9月

五、附录

1、实验 1 原始记录:

摆锤敲入仪校准记录

记录编号:

委托单位 _____ 委托单位地址 _____

制造厂名 北京海创高科科技有限公司 型号规格 HC-BC880 出厂编号 18424030305

主标准器名称	规格型号	出厂编号	准确度等级/不确定度	证书号	有效期
电子天平	BP34000P-M	40009282	⑩级	23LY923036411-001	2024. 8. 27
游标卡尺	(0~500)mm	4306100041	MPE: $\pm 0.05\text{mm}$	23CD923042491-001	2024. 12. 21
数显倾角仪	$2 \times 180^\circ$	--	$U=0.1^\circ, k=2$	24CD924011723-001	2025. 7. 14
速度测量仪	SD-1	160201	$U=0.02\text{mm}, k=2$ $U=0.00007\text{mm}, k=2$	24CD924011903-001 24DY924010809-001	2025. 7. 2 2025. 6. 24

校准依据 JJF (鄂) $\times \times \times \times$

校准日期 2024 年 7 月 15 日 校准温度 21.9 $^\circ\text{C}$ 湿度 54.2 %RH

校准员 葛陈 核验员 何方宜 校准地点 B112 室

序号	校准项目	技术要求	单位	校准结果						
				1	2	3	平均值	不确定度 $U; k=2$		
1	锤头质量	2 ± 0.02	(kg)	1	2	3	平均值	不确定度 $U; k=2$		
				2.0140	2.0141	2.0140	2.0140	0.0006		
2	摆杆直径	10 ± 0.1	(mm)	位置一		位置二		位置三		不确定度 $U; k=2$
				0°	90°	0°	90°	0°	90°	
				9.95	9.98	9.94	9.97	9.92	9.95	0.04
3	轴承中心到锤头中心的距离	223 ± 2	(mm)	l_1	l_2	d	l	不确定度 $U; k=2$		
				260.54	60.14	11.99	224.48	0.40		
4	摆动角度	175 ± 1	$(^\circ)$	1	2	3	平均值	不确定度 $U; k=2$		
				174.5	174.5	174.0	174.4	0.2		
5	最大摆动速度	不小于 1.94	(m/s)	1	2	3	平均值	不确定度 $U; k=2$		
				1.9556	1.9556	1.9651	1.9588	4.6×10^{-2}		

以下空白

2、实验2原始记录:

摆锤敲入仪校准记录

记录编号:

委托单位 _____ 委托单位地址 _____

制造厂名 济南朗睿检测技术有限公司 型号规格 LR-BC880 出厂编号 23009

主标准器名称	规格型号	出厂编号	准确度等级/不确定度	证书号	有效期
电子天平	BP34000P-M	40009282	⑩级	23LY923036411-001	2024.8.27
游标卡尺	(0~500)mm	4306100041	MPE: ±0.05mm	23CD923042491-001	2024.12.21
数显倾角仪	2×180°	--	$U=0.1^\circ, k=2$	24CD924011723-001	2025.7.14
速度测量仪	SD-1	160201	$U=0.02\text{mm}, k=2$ $U=0.00007\text{mm}, k=2$	24CD924011903-001 24DY924010809-001	2025.7.2 2025.6.24

校准依据 JJF(鄂)××××

校准日期 2024 年 8 月 26 日 校准温度 21.3 °C 湿度 60.6 %RH

校准员 葛陈 核验员 何方宜 校准地点 B112室

序号	校准项目	技术要求	单位	校准结果						
				位置一		位置二		位置三		不确定度 $U; k=2$
1	锤头质量	2 ± 0.02	(kg)	1	2	3	平均值	0.0006		
				1.9898	1.9898	1.9899	1.9898			
2	摆杆直径	10 ± 0.1	(mm)	位置一		位置二		位置三		0.04
				0°	90°	0°	90°	0°	90°	
				9.97	9.96	9.94	9.96	9.94	9.95	
3	轴承中心到锤头中心的距离	223 ± 2	(mm)	l_1	l_2	d	l	0.40		
				257.03	60.14	9.83	222.05			
4	摆动角度	175 ± 1	(°)	1	2	3	平均值	0.2		
				175.3	175.3	175.3	175.3			
5	最大摆动速度	不小于1.94	(m/s)	1	2	3	平均值	4.6×10^{-2}		
				1.9651	1.9747	1.9658	1.9685			

以下空白

3、实验3原始记录:

摆锤敲入仪校准记录

记录编号:

委托单位 _____ 委托单位地址 _____

制造厂名 济南朗睿检测技术有限公司 型号规格 LR-BC880 出厂编号 23009

主标准器名称	规格型号	出厂编号	准确度等级/不确定度	证书号	有效期
电子天平	BP34000P-M	40009282	⑩级	23LY923036411-001	2024.8.27
游标卡尺	(0~500)mm	4306100041	MPE: ±0.05mm	23CD923042491-001	2024.12.21
数显倾角仪	2×180°	--	$U=0.1^\circ, k=2$	24CD924011723-001	2025.7.14
速度测量仪	SD-1	160201	$U=0.02\text{mm}, k=2$ $U=0.00007\text{mm}, k=2$	24CD924011903-001 24DY924010809-001	2025.7.2 2025.6.24

校准依据 JJF(鄂)××××

校准日期 2024 年 8 月 26 日 校准温度 21.3 °C 湿度 60.6 %RH

校准员 李林子 核验员 葛陈 校准地点 B112室

序号	校准项目	技术要求	单位	校准结果						不确定度 $U; k=2$
				位置一		位置二		位置三		
1	锤头质量	2 ± 0.02	(kg)	1	2	3	平均值		0.0006	
				1.9899	1.9898	1.9898	1.9898			
2	摆杆直径	10 ± 0.1	(mm)	位置一		位置二		位置三		不确定度 $U; k=2$
				0°	90°	0°	90°	0°	90°	
				9.97	9.97	9.96	9.98	9.96	9.97	0.04
3	轴承中心到锤头中心的距离	223 ± 2	(mm)	l_1	l_2	d	l		不确定度 $U; k=2$	
				257.07	60.13	9.82	222.10	0.40		
4	摆动角度	175 ± 1	(°)	1	2	3	平均值		不确定度 $U; k=2$	
				175.2	175.2	175.1	175.2	0.2		
5	最大摆动速度	不小于1.94	(m/s)	1	2	3	平均值		不确定度 $U; k=2$	
				1.9558	1.9747	1.9651	1.9620	4.8×10^{-2}		

以下空白

4、实验4原始记录:

摆锤敲入仪校准记录

记录编号:

委托单位 _____ 委托单位地址 _____

制造厂名 济南朗睿检测技术有限公司 型号规格 LR-BC880 出厂编号 23009

主标准器名称	规格型号	出厂编号	准确度等级/不确定度	证书号	有效期
电子天平	BP34000P-M	40009282	⑩级	23LY923036411-001	2024.8.27
游标卡尺	(0~500)mm	4306100041	MPE: ±0.05mm	23CD923042491-001	2024.12.21
数显倾角仪	2×180°	--	$U=0.1^\circ, k=2$	24CD924011723-001	2025.7.14
速度测量仪	SD-1	160201	$U=0.02\text{mm}, k=2$ $U=0.00007\text{mm}, k=2$	24CD924011903-001 24DY924010809-001	2025.7.2 2025.6.24

校准依据 JJF(鄂)××××

校准日期 2024 年 8 月 26 日 校准温度 21.3 °C 湿度 60.6 %RH

校准员 何方宜 核验员 李林子 校准地点 B112室

序号	校准项目	技术要求	单位	校准结果						
				位置一		位置二		位置三		不确定度 $U; k=2$
1	锤头质量	2 ± 0.02	(kg)	1	2	3	平均值	0.0006		
				1.9899	1.9899	1.9899	1.9899			
2	摆杆直径	10 ± 0.1	(mm)	位置一		位置二		位置三		0.04
				0°	90°	0°	90°	0°	90°	
				9.97	9.98	9.95	9.97	9.95	9.97	
3	轴承中心到锤头中心的距离	223 ± 2	(mm)	l_1	l_2	d	l	0.40		
				257.01	60.14	9.81	222.04			
4	摆动角度	175 ± 1	(°)	1	2	3	平均值	0.2		
				175.3	175.2	175.1	175.2			
5	最大摆动速度	不小于1.94	(m/s)	1	2	3	平均值	4.6×10^{-2}		
				1.9747	1.9747	1.9845	1.9780			

以下空白

5、实验5原始记录:

摆锤敲入仪校准记录

记录编号:

委托单位 _____ 委托单位地址 _____

制造厂名 北京海创高科科技有限公司 型号规格 HC-BC880 出厂编号 18424030305

主标准器名称	规格型号	出厂编号	准确度等级/不确定度	证书号	有效期
电子天平	BP34000P-M	40009282	⑩级	23LY923036411-001	2024.8.27
游标卡尺	(0~500)mm	4306100041	MPE: ±0.05mm	23CD923042491-001	2024.12.21
数显倾角仪	2×180°	--	$U=0.1^\circ, k=2$	24CD924011723-001	2025.7.14
速度测量仪	SD-1	160201	$U=0.02\text{mm}, k=2$ $U=0.00007\text{mm}, k=2$	24CD924011903-001 24DY924010809-001	2025.7.2 2025.6.24

校准依据 JJF(鄂)××××

校准日期 2024 年 8 月 26 日 校准温度 21.3 °C 湿度 60.6 %RH

校准员 葛陈 核验员 何方宜 校准地点 B112室

序号	校准项目	技术要求	单位	校准结果						
				位置一		位置二		位置三		不确定度 $U; k=2$
1	锤头质量	2 ± 0.02	(kg)	1	2	3	平均值	0.0006		
				2.0138	2.0138	2.0139	2.0138			
2	摆杆直径	10 ± 0.1	(mm)	位置一		位置二		位置三		0.04
				0°	90°	0°	90°	0°	90°	
				9.95	9.96	9.94	9.97	9.93	9.96	
3	轴承中心到锤头中心的距离	223 ± 2	(mm)	l_1	l_2	d	l	0.40		
				260.46	60.11	12.01	224.40			
4	摆动角度	175 ± 1	(°)	1	2	3	平均值	0.2		
				174.5	174.6	174.6	174.6			
5	最大摆动速度	不小于1.94	(m/s)	1	2	3	平均值	4.6×10^{-2}		
				1.9558	1.9651	1.9558	1.9620			

以下空白

6、实验6原始记录:

摆锤敲入仪校准记录

记录编号:

委托单位 _____ 委托单位地址 _____

制造厂名 济南朗睿检测技术有限公司 型号规格 LR-BC880 出厂编号 23009

主标准器名称	规格型号	出厂编号	准确度等级/不确定度	证书号	有效期
电子天平	PTX-6102	2201610203	④级	2024CG031000790	2025. 8. 06
数显卡尺	(0~300)mm	K22G050826	MPE: $\pm 0.04\text{mm}$	2024CD038201804	2025. 8. 25
速度测量仪	SD-1	161102	$U = (0.02\text{ms} \sim 0.003\text{s}), k=2$	2024DW035400465	2025. 8. 29

校准依据 JJF (鄂) $\times \times \times \times$

校准日期 2024 年 9 月 3 日 校准温度 22.6 °C 湿度 58 %RH

校准员 陈宇晖 核验员 _____ 校准地点 千斤顶检测室

序号	校准项目	技术要求	单位	校准结果						
				1	2	3	平均值	不确定度 $U; k=2$		
1	锤头质量	2 ± 0.02	(kg)	1	2	3	平均值	不确定度 $U; k=2$		
				1.9900	1.9899	1.9899	1.9899	0.0006		
2	摆杆直径	10 ± 0.1	(mm)	位置一		位置二		位置三		不确定度 $U; k=2$
				0°	90°	0°	90°	0°	90°	
				9.94	9.96	9.94	9.97	9.95	9.97	0.04
3	轴承中心到锤头中心的距离	223 ± 2	(mm)	l_1	l_2	d	l	不确定度 $U; k=2$		
				257.09	60.15	9.80	222.12	0.40		
4	摆动角度	175 ± 1	(°)	1	2	3	平均值	不确定度 $U; k=2$		
				--	--	--	--	--		
5	最大摆动速度	不小于1.94	(m/s)	1	2	3	平均值	不确定度 $U; k=2$		
				1.9561	1.9458	1.9356	1.9457	4.8×10^{-2}		

以下空白