

JJF (皖)

安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 114—2022

雷氏夹及雷氏夹膨胀测定仪校准规范

Calibration Specification for Le Chatelier & Tester for

Determining Expansion of Le Chatelier Needles

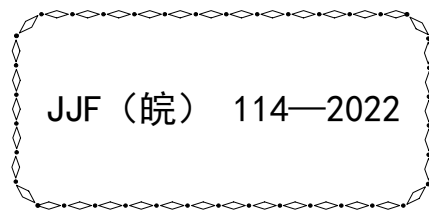
2022—01—04发布

2022—02—15实施

安徽省市场监督管理局 发布

雷氏夹及雷氏夹膨胀测定仪 校准规范

Calibration Specification for Le Chatelier & Tester
for Determining Expansion of Le Chatelier Needles



归口单位：安徽省几何量计量技术委员会

主要起草单位：中国计量大学

安徽省长江计量所

参加起草单位：安徽省计量科学研究院

亳州市计量检查测试所

浙江中乾计量校准有限公司

本规范委托安徽省几何量计量技术委员会解释

本规范主要起草人：

程银宝（中国计量大学）

王斌锐（中国计量大学）

童树之（安徽省长江计量所）

曹 磊（安徽省计量科学研究院）

靳向阳（亳州市计量检查测试所）

参加起草人：

代雪娇（浙江中乾计量校准有限公司）

丁忠展（浙江中乾计量校准有限公司）

吴 军（安徽省计量科学研究院）

目 录

| | |
|------------------------|------|
| 引 言..... | II |
| 1 范围..... | (1) |
| 2 引用文件..... | (1) |
| 3 概述..... | (1) |
| 3.1 雷氏夹..... | (1) |
| 3.2 雷氏夹膨胀测定仪..... | (1) |
| 4 计量特性..... | (2) |
| 4.1 雷氏夹的计量特性..... | (2) |
| 4.2 雷氏夹膨胀测定仪的计量特性..... | (3) |
| 5 校准条件..... | (3) |
| 5.1 环境条件..... | (3) |
| 5.2 测量标准器及其他设备..... | (3) |
| 6 校准项目和校准方法..... | (4) |
| 6.1 雷氏夹..... | (4) |
| 6.2 雷氏夹膨胀测定仪..... | (4) |
| 7 校准结果表达..... | (6) |
| 8 复校时间间隔..... | (6) |
| 附录 A 不确定度评定示例..... | (7) |
| 附录 B 校准记录格式..... | (10) |
| 附录 C 校准证书内容及内页格式..... | (12) |

引 言

本规范以 JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》和 JJF 1094《测量仪器特性评定》为基础性系列规范进行制定。

本规范的编写主要参考 JT/T 754—2009《雷氏夹及雷氏夹膨胀测定仪》。

本规范为首次发布。

雷氏夹膨胀测定仪校准规范

1 范围

本规范适用于雷氏夹及雷氏夹膨胀测定仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 1346—2011 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

JT/T 754—2009 雷氏夹及雷氏夹膨胀测定仪

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

3.1 雷氏夹

雷氏夹由电镀铜合金环模和焊接在其上的两根指针组成，其工作原理是通过指针的分离程度指示环模内水泥净浆的体积变化。其结构示意图见图 1。

单位：mm

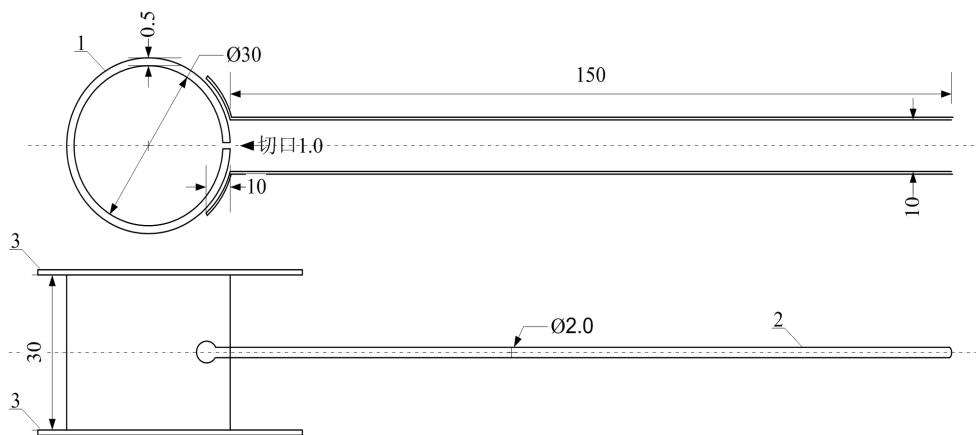


图 1 雷氏夹结构示意图

1—环模；2—指针；3—玻璃板

3.2 雷氏夹膨胀测定仪

雷氏夹膨胀测定仪是对水泥安定性试验用雷氏夹进行校准的专用仪器，其工作原理是通过雷氏夹膨胀测定仪测量雷氏夹指针膨胀值，正确反映水泥等材料的物理性能。其结构

示意图见图 2。

单位：mm

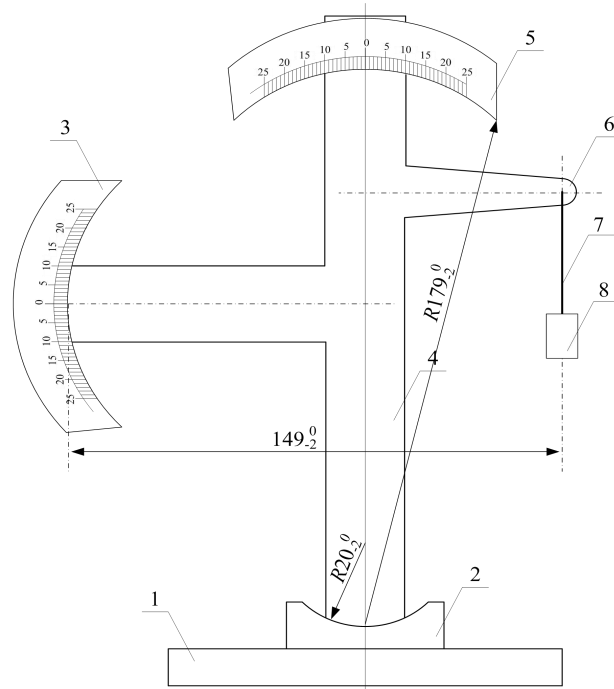


图 2 雷氏夹膨胀测定仪结构示意图

1—底座；2—模座；3—弹性标尺；4—立柱；5—膨胀值标尺；6—悬臂；7—悬丝；8—砝码

4 计量特性

4.1 雷氏夹的计量特性

4.1.1 弹性

自然状态下雷氏夹两根指针间距离：10 mm，MPE：±1 mm。

一根指针的根部先悬挂在悬丝上，另一根指针的根部再挂上砝码时，两指针针尖的距离的增加值：17.5 mm，MPE：±2.5 mm。

去掉砝码后针尖的距离能恢复至挂砝码前的状态。

4.1.2 指针

指针直径：2.0 mm，MPE：±0.2 mm；

长度：150 mm，MPE：±1 mm。

4.1.3 环模

壁厚：0.5 mm，MPE：±0.05 mm；

高度：30 mm，MPE：±1 mm；

内径：30 mm，MPE：±1 mm；

开口缝宽：不大于1 mm；

环模与指针联结焊弧弧长：12 mm，MPE：±1 mm。

4.2 雷氏夹膨胀测定仪的计量特性

4.2.1 膨胀值标尺

测量范围：不小于±25 mm，分度值：0.5 mm；

示值误差：不超过±2%；

基线圆弧半径：179 mm，MPE：-2 mm。

4.2.2 弹性标尺

测量范围：不小于±25 mm，分度值：0.5 mm；

示值误差：不超过±2%；

悬孔中心线到弹性标尺基线零刻度的距离：149 mm，MPE：-2 mm。

4.2.3 模座

模座圆弧半径：20 mm，MPE：+2 mm。

4.2.4 悬丝

悬丝直径：小于 0.4 mm。

4.2.5 砝码

砝码质量：300 g，MPE：±0.1 g。

5 校准条件

5.1 环境条件

常温条件下，实验室应光线充足，无振动、无腐蚀气体。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 1。

表1 测量标准及其他设备

| 序号 | 设备名称 | 技术要求 |
|----|--------|---------------------------------------|
| 1 | 读数显微镜 | 测量范围：(0~6) mm；MPE：±0.01 mm。 |
| 2 | 卡尺 | 测量范围：(0~200) mm；MPE：±0.03 mm，有深度测量功能。 |
| 3 | 线纹钢直角尺 | 测量范围：(0~200) mm；MPE：±0.3 mm。 |
| 4 | 半径样板 | 半径尺寸：18<R≤25，MPE：±0.042 mm。 |
| 5 | 塞尺 | 塞尺厚度：(0.02~1.00) mm；MPE：±0.016 mm。 |

表1 (续)

| 序号 | 设备名称 | 技术要求 |
|----|------|---------------------|
| 6 | 钢卷尺 | 量程: (0~2) m; II级 |
| 7 | 电子天平 | 测量范围: 不小于 400 g, ⑩级 |

6 校准项目和校准方法

校准前先目测观察, 被校样品应保持清洁, 电镀应光洁、无剥落, 边缘焊缝和针尖无毛刺。雷氏夹的指针应平直、对称, 端部为扁尖状。雷氏夹膨胀测定仪的机架表面镀层应光亮、无剥落, 标尺平整、刻线清晰、均匀。确定没有影响计量特性的因素后再进行校准。

6.1 雷氏夹

6.1.1 弹性

将雷氏夹竖直放在雷氏夹膨胀测定仪的模座上, 从膨胀值标尺上读出两根指针针尖的距离, 重复测量 3 次, 取平均值 d_1 。再将雷氏夹一根指针的根部悬挂在雷氏夹测定仪的悬丝上, 另一根指针的根部挂砝码, 测量此时的两根指针针尖距离, 重复测量 3 次, 取平均值 d_2 。去掉砝码后再测量两根指针针尖距离, 重复测量 3 次, 取平均值 d_3 。 d_1 与 d_3 应相等。

雷氏夹受力后两根指针针尖距离增加值 ΔD 按公式 (1) 计算:

$$\Delta D = d_2 - d_1 \quad (1)$$

式中:

ΔD ——雷氏夹受力后两根指针针尖距离的增加值, mm;

d_1 ——雷氏夹受力前两根指针针尖距离的平均值, mm;

d_2 ——雷氏夹受力后两根指针针尖距离的平均值, mm。

6.1.2 指针直径和长度

在指针上均匀选取 3 个位置, 用卡尺分别各测量 1 次直径, 取 3 个位置的平均值作为指针直径的校准结果; 指针长度用卡尺直接测量 1 次, 取测量值作为校准结果。

6.1.3 环模壁厚、高度和内径

在相应特征上均匀选取 3 个位置, 用卡尺分别各测量 1 次特征值, 取 3 个位置的平均值作为相应特征的校准结果。

6.1.4 环模开口缝宽

用塞尺直接测量, 以能通过的最大塞尺厚度尺寸作为校准结果。

6.1.5 环模与指针联结焊弧弧长

用钢卷尺测量。将卷尺沿焊弧紧贴圆环放置，在卷尺上直接读出焊弧起点到终点距离。

6.2 雷氏夹膨胀测定仪

6.2.1 标尺相对示值误差

在膨胀值标尺（弹性标尺）上均匀选取左、中、右 3 个测量范围不小于 5 mm 的区域，将读数显微镜放置在其上，沿标尺内缘选定 1 个测量区域，直接读出该测量区域标尺的测量值，然后根据公式（2）计算出该测量区域的标尺相对示值误差。

$$\delta = \frac{L_0 - L}{L} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

δ —— 测量区域标尺相对示值误差，%；

L_0 —— 测量区域标尺的标称值，mm；

L —— 测量区域标尺的测量值，mm。

取左、中、右 3 个测量区域标尺相对示值误差的最大值作为校准结果。

6.2.2 膨胀值标尺基线圆弧半径

用卡尺直接测量模座圆弧最低端分别到膨胀值标尺基线的两端和中间位置共 3 处的基线圆弧半径，取平均值作为校准结果。

6.2.3 悬孔中心线到弹性标尺基线零刻度的距离

将线纹钢直角尺平面紧贴立柱正面，其中一条直角边竖直对准悬丝孔的内侧，另一条直角边对准弹性标尺的零刻度，然后用卡尺沿线纹钢直角尺的直角边测量悬丝孔内侧至弹性标尺零刻度基线的水平距离，重复测量 3 次，取平均值 S_1 ，再用卡尺测量悬丝孔直径，重复测量 3 次，取平均值 d ，悬丝孔中心线至弹性标尺零刻度基线距离 S 的校准结果按公式（3）计算。

$$S = S_1 + \frac{d}{2} \quad (3)$$

式中：

S —— 悬丝孔中心线至弹性标尺零刻度基线的距离，mm；

S_1 —— 悬丝孔内侧至弹性标尺零刻度基线的水平距离，mm；

d —— 悬丝孔直径，mm。

6.2.4 模座圆弧半径

用半径样板直接测量。半径样板与雷氏夹膨胀测定仪模座圆弧相靠，并完全吻合，所

用半径样板的数值即为被测模座圆弧的半径。

6.2.5 悬丝直径

在悬丝上均匀选取 3 个测量点，用卡尺分别各测量 1 次直径，取平均值作为校准结果。

6.2.6 砝码质量

用电子天平直接测量 3 次，取平均值作为校准结果。

7 校准结果表达

经校准的雷氏夹及雷氏夹膨胀测定仪出具校准证书，校准证书内容及内页格式见附录 C。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，一般建议为 1 年。

附录 A

雷士夹膨胀测定仪标尺相对示值误差测量结果的不确定度评定示例

A.1 校准方法

在标尺上均匀选取左、中、右 3 个测量范围不小于 5 mm 的区域，将读数显微镜放置在标尺上，沿标尺内缘选定 1 个测量区域，直接读出该测量区域标尺的测量值，然后计算出该测量区域的标尺相对示值误差。取左、中、右 3 个测量区域标尺相对示值误差的最大值作为校准结果。

A.2 测量模型

雷氏夹膨胀测定仪标尺相对示值误差的测量模型见式 (A.1)：

$$\delta = \left(\frac{L_0}{L} - 1 \right) \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中：

δ —— 测量区域标尺相对示值误差，%；

L_0 —— 测量区域标尺的标称值，mm；

L —— 测量区域标尺的测量值，mm。

A.3 测量区域标尺的测量值 L 的测量不确定度评定

A.3.1 不确定度来源

测量区域标尺的测量值 L 的测量不确定度主要来源于测量重复性引入的不确定度 u_1 、读数显微镜分辨力引入的不确定度 u_2 和读数显微镜示值误差引入的不确定度 u_3 。

A.3.2 标尺测量重复性引入的标准不确定度 u_1

以标称值为 5 mm 的标尺测量区域为例，重复测量 10 次，测量结果见表 A.1。

表 A.1 重复 10 次测量结果

| | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|
| 第 i 次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测量值/mm | 5.02 | 4.99 | 5.02 | 5.00 | 5.01 |
| 第 i 次测量 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值/mm | 4.98 | 5.01 | 5.00 | 5.02 | 5.02 |

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差 $s(L_i)$ ：

$$s(L_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (L_i - \bar{L})^2}{n-1}} \approx 0.014 \text{ mm} \quad (\text{A.2})$$

式中:

L_i ——第 i 次测量结果, mm;

\bar{L} ——10 次测量结果的平均值, mm;

n ——测量次数。

以单次测量的最大值作为测量结果, 故测量重复性引入的不确定度为:

$$u_1 = s(L_i) = 0.014 \text{ mm} \quad (\text{A.3})$$

A.3.3 读数显微镜分辨力引入的标准不确定度 u_2

读数显微镜的分度值为 0.01 mm, 因此分辨力的区间半宽为 0.005 mm, 按均匀分布, 则:

$$u_2 = \frac{0.005 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.003 \text{ mm} \quad (\text{A.4})$$

显然, $u_1 \gg u_2$, 二者取其中较大值 u_1 作为不确定度分量计算合成标准不确定度。

A.3.4 读数显微镜示值误差引入的不确定度分量 u_3

使用测量范围 (0~6) mm, 分度值为 0.01mm 的读数显微镜测量标尺示值误差。查读数显微镜检定规程可知, 其最大允许误差为 $\pm 0.01 \text{ mm}$, 区间半宽为 0.01mm, 按均匀分布, 则:

$$u_3 = \frac{0.01 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.006 \text{ mm} \quad (\text{A.5})$$

A.3.4 标准不确定度一览表

标准不确定度见表 A.2

表 A.2 标准不确定度分量一览表

| 标准不确定度 u_i | 不确定度来源 | 标准不确定度值/mm |
|--------------|------------------|------------|
| u_1 | 标尺测量重复性引入的不确定度 | 0.014 |
| u_2 | 读数显微镜分辨力引入的不确定度 | 忽略 |
| u_3 | 读数显微镜示值误差引入的不确定度 | 0.006 |

A.3.5 合成标准不确定度 $u_{\text{crel}}(L)$

各输入量之间相互独立, 互不相关, 故: $u_c(L) = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} = \sqrt{0.014^2 + 0.006^2} = 0.015 \text{ mm}$
有:

$$u_{\text{crel}}(L) = \frac{u_c(L)}{L} = \frac{0.015}{5.01} = 0.3\% \quad (\text{A.6})$$

A.4 标尺相对示值误差的测量不确定度

雷氏夹膨胀测定仪标尺相对示值误差测量结果的不确定度取决于测量区域标尺的测量值 L 的测量不确定度, 根据以上分析, 雷氏夹膨胀测定仪标尺相对示值误差的合成标准不确定度为:

$$u_{\text{crel}}(\delta) = u_{\text{crel}}(L) = 0.3\% \quad (\text{A.7})$$

取 $k=2$, 得标尺相对示值误差测量结果的扩展不确定度 U_{rel} :

$$U_{\text{rel}}(\delta) = k \cdot u_{\text{crel}}(\delta) = 0.6\% \quad (\text{A.8})$$

附录 B

校准记录格式

B.1 雷氏夹校准记录格式见表 B.1。

表 B.1 雷氏夹校准记录格式

| | | | | | |
|-------------|-------|------|-------------|----------------------|------|
| 委托单位 | | | 记录(证书)编号 | | |
| 单位地址 | | | 被校器具名称 | | |
| 校准地点 | 温度 | 湿度 | 规格/型号 | 器具编号 | 生产厂商 |
| | | | | | |
| 校准日期 | 校准人员 | | | 核验人员 | |
| 依据文件 | | | | | |
| 使用的主要计量标准器具 | 型号/规格 | 器具编号 | 溯源机构及溯源证书编号 | 准确度等级/最大允许误差/测量不确定度等 | 有效期 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 校准项目 | | | 校准结果 | | |
| 弹性 | | | d_1 | | 平均值 |
| | | | d_2 | | |
| | | | d_3 | | |
| | | | ΔD | | |
| 指针 | | | 直径 | | 平均值 |
| | | | 长度 | | |
| 环模 | | | 壁厚 | | 平均值 |
| | | | 高度 | | |
| | | | 内径 | | |
| | | | 开口缝宽 | | |
| 环模与指针联结焊弧弧长 | | | | | |
| 测量不确定度: | | | | | |

B.2 雷氏夹膨胀测定仪校准记录格式见表 B.2。

表 B.2 雷氏夹膨胀测定仪校准记录格式

| | | | | | | | | |
|--------------------|-------|------|-------------|----------------------|------|------------|----------|--|
| 委托单位 | | | 记录(证书)编号 | | | | | |
| 单位地址 | | | 被校器具名称 | | | | | |
| 校准地点 | 温度 | 湿度 | 规格/型号 | 器具编号 | 生产厂商 | | | |
| | | | | | | | | |
| 校准日期 | | 校准人员 | | 核验人员 | | | | |
| 依据文件 | | | | | | | | |
| 使用的主要计量标准器具 | 型号/规格 | 器具编号 | 溯源机构及溯源证书编号 | 准确度等级/最大允许误差/测量不确定度等 | 有效期 | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 校准项目 | | | 校准结果 | | | | | |
| 膨胀值标尺相对示值误差 | | | 左 | $L_0=$ | $L=$ | $\delta =$ | 最大相对示值误差 | |
| | | | 中 | $L_0=$ | $L=$ | $\delta =$ | | |
| | | | 右 | $L_0=$ | $L=$ | $\delta =$ | | |
| 弹性标尺相对示值误差 | | | 左 | $L_0=$ | $L=$ | $\delta =$ | 最大相对示值误差 | |
| | | | 中 | $L_0=$ | $L=$ | $\delta =$ | | |
| | | | 右 | $L_0=$ | $L=$ | $\delta =$ | | |
| 标尺基线圆弧半径 | | | 1 | | | | 平均值 | |
| | | | 2 | | | | | |
| | | | 3 | | | | | |
| 悬孔中心线到弹性标尺基线零刻度的距离 | | | S_1 | | | | 平均值 | |
| | | | d | | | | | |
| | | | S | | | | | |
| 模座圆弧半径 | | | | | | | | |
| 悬丝直径 | | | 1 | | | | 平均值 | |
| | | | 2 | | | | | |
| | | | 3 | | | | | |
| 砝码质量 | | | 1 | | | | 平均值 | |
| | | | 2 | | | | | |
| | | | 3 | | | | | |
| 测量不确定度: | | | | | | | | |

附录 C

校准证书内容及内页格式

C.1 校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- 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和应用有关时，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，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 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) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

C.2 推荐的校准证书内页格式见表 C.1。

表 C.1 校准证书内页格式

证书编号：

| | | | | |
|------------|---------------------------|------|-----------|-----------|
| 校准环境 条件 | 温 度：_____℃ 相对湿度：_____% | | 地 点：_____ | 其 他：_____ |
| 序号 | 校准项目 | | 校准结果 | 测量不确定度 |
| 1 | 弹性 | | | |
| 2 | 指针 | 直径 | | |
| | | 长度 | | |
| 3 | 环模 | 壁厚 | | |
| | | 高度 | | |
| | | 内径 | | |
| | | 开口缝宽 | | |
| 4 | 环模与指针联结焊弧弧长 | | | |
| 5 | 膨胀值标尺相对示值误差 | | | |
| 6 | 弹性标尺相对示值误差 | | | |
| 7 | 标尺基线圆弧半径 | | | |
| 8 | 悬孔中心线到弹性标尺基线零刻度的距离 | | | |
| 9 | 模座圆弧半径 | | | |
| 10 | 悬丝直径 | | | |
| 11 | 砝码质量 | | | |

校准员：

核验员：

