

JJF (沪苏浙皖)

沪苏浙皖地方计量校准规范

JJF (沪苏浙皖) 4020—2026

管道潜望镜校准规范

Calibration Specification for Pipe Periscopes

2026—07—20 发布

2027—01—20 实施

上海市市场监督管理局

江苏省市场监督管理局发布

浙江省市场监督管理局

安徽省市场监督管理局

管道潜望镜校准规范

Calibration Specification for

Pipe Periscopes

JJF（沪苏浙皖）4020—2026

归口单位：上海市市场监督管理局

江苏省市场监督管理局

浙江省市场监督管理局

安徽省市场监督管理局

主要起草单位：合肥市计量测试中心

安徽省计量科学研究院

安徽建工检测科技集团有限公司

参加起草单位：深圳市施罗德工业集团有限公司

本规范委托安徽省几何量计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

谢春江（合肥市计量测试中心）

曹 磊（安徽省计量科学研究院）

车 义（安徽建工检测科技集团有限公司）

李 志（合肥市计量测试中心）

杨 昊（安徽建工检测科技集团有限公司）

参加起草人：

方 尧（深圳市施罗德工业集团有限公司）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
4.1 测距误差	(2)
4.2 测距重复性	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 测量标准及其他设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 测距误差	(2)
6.2 测距重复性	(3)
7 校准结果的表达	(3)
8 复校时间间隔	(3)
附录 A 测距误差校准结果的测量不确定度评定示例	(4)
附录 B 校准证书内页参考格式	(6)

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

管道潜望镜校准规范

1 范围

本规范适用于检测管道内水面以上状况的管道潜望镜的校准，管段内观测长度不宜大于 30 m。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 966—2010 手持式激光测距仪

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

管道潜望镜是一种通过控制杆携带摄像头放入管道或容器内部，能清晰显示管道及容器内部结构性缺陷和功能性缺陷的快速检测设备。其工作原理是利用摄像头采集远程视频，并回传到采集控制器进行图像分析。管道潜望镜在检测过程中，可实时录制并保存被检测对象的内部影像，在录制过程中可快捷抓取、保存缺陷图像，广泛应用于容器罐体内部检查、市政排水管道快速勘察、隧道涵洞内部空间检测、槽罐车内部检测等。

管道潜望镜一般由采集控制器、控制杆、照明光源、摄像头和测距装置等组成，常见的管道潜望镜结构见图1。

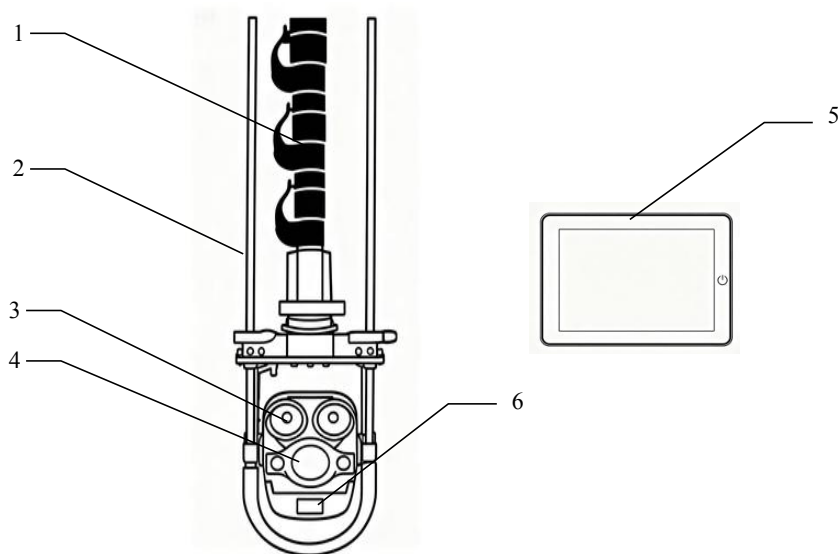


图1 管道潜望镜结构示意图

1—控制杆；2—支撑杆；3—照明光源；4—摄像头；5—采集控制器；6—测距装置

4 计量特性

4.1 测距误差

测距误差不超过 ± 0.02 m。

4.2 测距重复性

测距重复性不超过 0.01 m。

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

校准时，环境温度为 (20 ± 5) ℃，相对湿度小于 85%，且不应有影响测量准确度的振动和磁场等干扰因素。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备技术要求见表 1。

表 1 测量标准及其他设备技术要求

序号	校准项目	测量标准及其他设备技术要求
1	测距误差	手持式激光测距仪：MPE： $\pm (1.5\text{mm}+5\times 10^{-5}D)$
		长度导轨：长度不小于 30 m；直线度 ≤ 0.5 mm/m
		反射板：反射面积不小于 147 mm $\times$ 105 mm；平面度 ≤ 0.2 mm
2	测距重复性	长度导轨：长度不小于 30 m；直线度 ≤ 0.5 mm/m
		反射板：反射面积不小于 147 mm $\times$ 105 mm；平面度 ≤ 0.2 mm

注：可采用满足技术要求的其他测量标准进行校准。

6 校准项目和校准方法

校准前，首先对管道潜望镜的外观及各部分相互作用进行检查，确定没有影响计量特性的因素后再进行校准。

6.1 测距误差

将管道潜望镜安装在导轨基座上，再把反射板安装在滑动平台上，沿导轨移动到距离管道潜望镜约 30 m 处，打开管道潜望镜测距装置，借助导轨基座和仪器调整机构将测距装置激光光轴正对反射板，并与导轨轴线基本平行，然后把手持式激光测距仪（以下简称激光测距仪）放置在管道潜望镜测距装置的前端，保持激光测距仪的后基准面与管道潜望镜测距装置的基准面对齐接触，并使管道潜望镜测距装置的光斑与激光测距仪的光斑分别照射在反射板的同一位置。此时以后基准测量模式读取激光测距仪的测量值

D_0 作为标准值。然后移开激光测距仪, 读取管道潜望镜测距装置 3 次测量值, 取其平均值 $\overline{D_i}$ 作为该点测量值, 按公式 (1) 计算 $\overline{D_i}$ 与 D_0 之差, 作为该测量点的测距误差 e_i 。

$$e_i = \overline{D_i} - D_0 \quad (1)$$

式中:

e_i ——测距误差, m;

$\overline{D_i}$ ——测距装置 3 次测量值的平均值, m;

D_0 ——激光测距仪后基准测量模式的测量值, m。

按上述方法, 在 30 m 的测量范围内均匀布置 3 个测量点, 反射板由远到近进行测量, 分别计算各测量点的测距误差。

6.2 测距重复性

将管道潜望镜安装在导轨基座上, 再把反射板安装在滑动平台上, 沿导轨移动到距离管道潜望镜约 10 m 处, 打开管道潜望镜测距装置, 借助导轨基座和仪器调整机构将测距装置激光光轴正对反射板, 并与导轨轴线基本平行, 以单次测量方式测距 10 次, 并读取读数 D_i 。测距重复性按公式 (2) 计算。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \overline{D})^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中:

s ——测距重复性, m;

D_i ——第 i 次读数值, m;

$\overline{D}$ —— n 次读数平均值, m;

n ——测距次数, $n=10$ 。

7 校准结果的表达

经过校准的管道潜望镜出具校准证书, 校准证书应符合 JJF 1071—2010 中 5.12 的要求。测距误差校准结果的测量不确定度评定示例见附录 A, 校准证书内页参考格式见附录 B。

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。建议不超过 1 年。

附录 A

测距误差校准结果的测量不确定度评定示例

A.1 测量方法

按照本文测距误差校准方法,以分辨力 0.001 m 的管道潜望镜,间距约为 10 m 的测量点测距误差为例,进行测量结果不确定度评定。

A.2 测量模型

测距误差为

$$e_i = \overline{D}_i - D_0$$

式中:

e_i ——测距示值误差, m;

$\overline{D}_i$ ——测距装置 3 次测量值的平均值, m;

D_0 ——激光测距仪后基准测量模式的测量值, m。

A.3 方差和灵敏系数

考虑各分量彼此独立,有:

$$u_c(e) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2}$$

灵敏系数:

$$c_1 = \partial e / \partial \overline{D} = 1; c_2 = \partial e / \partial D_0 = -1$$

A.4 标准不确定度的评定

A.4.1 测距结果引入的标准不确定度 u_1 A.4.1.1 测距重复性引入的标准不确定度 u_{11} 。

重复性条件下,在间距为 9.992m 的测量点处重复测量 10 次,测量结果如下 (m):

9.986, 9.981, 9.986, 9.985, 9.979, 9.983, 9.978, 9.982, 9.985, 9.983

单次实验标准差为: $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \overline{D})^2}{n-1}} = 2.9 \text{ mm}$

测距结果取 3 次测量值的平均值: $u_{11} = s / \sqrt{3} = 1.7 \text{ mm}$

A.4.1.2 测距分辨力引入的标准不确定度 u_{12}

测距装置的分辨力为 0.001 m,由分辨力引入的标准不确定为:

$$u_{12} = 0.3 \text{ mm}$$

测距重复性引入的标准不确定度也反映了数字显示的量化误差影响, 所以取 u_{11} 与 u_{12} 中较大者参与计算, 在此处取 u_{11} 。

A.4.1.3 测距装置基准面与激光测距仪后基准面对齐摆放引入的标准不确定度 u_{13}

测距装置基准面与激光测距仪后基准面摆放间隙可控制在 1 mm, 按均匀分布, 则:

$$u_{13} = \frac{1 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.6 \text{ mm}$$

A.4.1.4 测距装置与长度导轨阿贝误差引入的标准不确定度 u_{14}

测距装置与激光测距仪的测距光斑, 在反射板上不重合的距离可控制在 5 mm 以内, 在测距为 10 m 时, 水平距离的影响量约为 1.2 mm, 按均匀分布, 则:

$$u_{13} = \frac{1.2 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.7 \text{ mm}$$

以上影响因素彼此独立, 测距结果引入的标准不确定度 u_1 为:

$$u_1 = \sqrt{u_{11}^2 + u_{13}^2 + u_{14}^2} = 1.9 \text{ mm}$$

A.4.2 激光测距仪测量值引入的标准不确定度 u_2

激光测距仪的最大允许误差为: $\pm (1.5\text{mm} + 5 \times 10^{-5} D)$, 测量间距在 10 m 时, 示值误差应不超过 $\pm 2.0 \text{ mm}$, 按均匀分布, 其引入的标准不确定度为:

$$u_2 = \frac{2.0 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 1.2 \text{ mm}$$

A.5 合成标准不确定度 $u_c(e)$

$$u_c(e) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2} = 2.3 \text{ mm}$$

A.6 扩展不确定度 U

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度

$$U = k u_c(e) = 2 \times 2.3 \text{ mm} = 0.005 \text{ m}$$

附录 B

校准证书内页参考格式

序号	校准项目	校准结果/m						
1	测距误差	标准值	测距装置测量值				测距误差	U ($k=2$)
			1	2	3	平均值		
2	测距重复性	测量次数	1	2	3	4	5	重复性
		测量值						
		测量次数	6	7	8	9	10	
		测量值						

校准员：

核验员：