



中华人民共和国工业和信息化部 军工民品计量技术规范

JJF（军工民品）XXXX—20XX

管道内窥镜校准规范

Calibration Specification for pipeline Endoscope
(报批稿)

2026 - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

管道内窥镜校准规范

Calibration Specification for pipeline
Endoscope

JJF（兵工民品） XXXX—20XX

归口单位：中国兵器工业标准化研究所

主要起草单位：内蒙古北方重工业集团有限公司

参加起草单位：国防科技工业 1511 区域计量站

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

李云玲（内蒙古北方重工业集团有限公司）

任绍卿（内蒙古北方重工业集团有限公司）

白 鑫（国防科技工业 1511 区域计量站）

参加起草人：

王卫东（内蒙古北方重工业集团有限公司）

刘科虹（内蒙古北方重工业集团有限公司）

马朋昆（国防科技工业 1511 区域计量站）

目 录

1 范围 1

2 引用文件 1

3 概述 1

4 计量特性 2

4.1 照度 2

4.2 分辨力 2

4.3 尺寸测量误差 2

4.4 重复性 2

5 校准条件 2

5.1 环境条件 2

5.2 校准用设备 2

6 校准项目和校准方法 3

6.1 校准项目 3

6.2 校准方法 3

7 校准结果的表达 4

8 复校时间间隔 5

附录 A 标准缺陷样管加工示意图 6

附录 B 尺寸测量误差的测量不确定度评定示例 7

附录 C 校准证书内页格式 9

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

管道内窥镜校准规范

1 范围

本规范适用于带表面缺陷测量功能的管道内窥镜（以下简称内窥镜）的校准。

2 引用文件

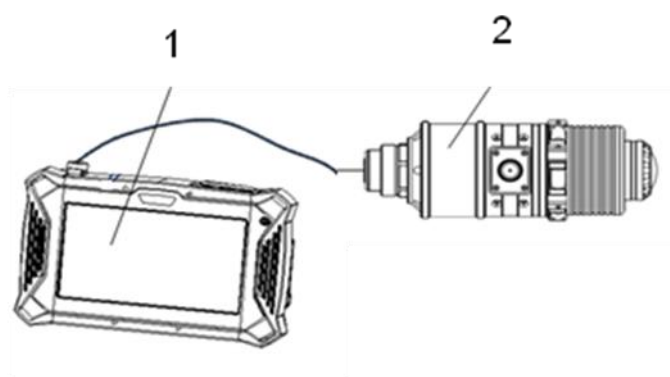
本规范引用了下列文件：

JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》

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）适用本规范。

3 概述

管道内窥镜主要应用于汽车行业、机械行业、石油化工行业、电子行业、航空航天行业等，应用十分广泛，具有动态录影、照相、测量缺陷长度、深度等数据的功能。在实际使用时，将内窥镜置于被测样品内，通过屏显、数据采集处理模块进行观测或数据处理，带测量功能的电子式内窥镜和光纤式内窥镜如图 1、图 2。



1-屏显、数据采集处理模块， 2-内窥镜组、相机

图 1 带测量功能的电子内窥镜示意图



1-屏显、数据采集处理模块， 2-光纤探管

图 2 带测量功能的光纤内窥镜示意图

4 计量特性

4.1 照度

照度不小于 2000lx。

4.2 分辨力

分辨力不小于 5lp/mm。

4.3 尺寸测量误差

景深范围内，平面尺寸测量误差不超过 $\pm(0.20+L/100)$ mm， L 为测量长度，单位 mm；深度尺寸测量误差不超过 ± 0.3 mm。

4.4 重复性

重复性不超过 0.1mm。

5 校准条件

5.1 环境条件

a) 环境温度： (20 ± 5) ℃；相对湿度： $\leq 75\%$ 。

b) 校准室内应无影响测量的强光、振动以及较强磁场的影响。

5.2 校准用设备

校准用设备应经过计量技术机构检定或校准，满足校准使用要求，并在有效期内。校准用设备见表 1。

表 1 校准用设备

序号	名称	技术要求
1	摄像机测试图	11 级，水平清晰度对应值 ≥ 1100 TVL； 有清晰的图像轮廓、线条及色彩
2	光源照度计	测量范围： $(0\sim 20000)$ lx；最大允许误差： $\pm 5\%$
3	分辨力板	国标 A1 分辨力板，间距最大允许误差： ± 0.048 mm
4	标准缺陷样管	a. 常见管道钢材样管，样管口径范围 $\Phi(30\sim 155)$ mm，根据实际需要定制，样管长度不小于 500mm，管壁厚度不小于 15mm，内管壁应有清晰的纹理。 b. $\Phi(30\sim 76)$ mm 样管口部 200mm 处取 20mm $\times$ 15mm 模拟缺陷试块； $\Phi(76\sim 155)$ mm 样管口部 200mm 处取 30mm $\times$ 40mm 模拟缺陷试块。 c. 在缺陷试块内壁取长、宽、深不大于 10mm $\times$ 10mm $\times$ 3mm、5mm $\times$ 5mm $\times$ 1mm 缺陷（根据实际需求加工），缺陷长、宽、深的公差均为 ± 0.05 mm。（加工示意图见附录 A）

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表 2。

表 2 校准项目

序号	校准项目	校准用设备
1	外观及视场	目测
2	各部分相互作用	目测
3	成像质量	摄像机测试图
4	照度	光源照度计
5	分辨力	分辨力板
6	尺寸测量误差	标准缺陷样管
7	重复性	标准缺陷样管

6.2 校准方法

被校仪器及校准用设备在室内平衡温度的时间不少于 2 小时。

6.2.1 外观及视场

a) 目力观察，在整套仪器的各工作面上不应有锈迹、碰伤、显著的划痕以及影响准确度的其它缺陷。

b) 开机观察，在正常工作距离处，在被测端放置一张白纸，用内窥镜自带光源照明，从目镜或监视器中用肉眼观察，照明光斑应充满视场，无明显的亮暗区域，无油迹、灰尘、水渍、霉点、擦痕以及影响检测的其他缺陷。

6.2.2 各部分相互作用

目力观察和试验，各部分的配合应松紧适度，活动部分的转动应平稳方便，紧固螺钉作用应有效。

6.2.3 成像质量

在内窥镜的成像系统中应清晰观察到摄像机测视图的线条、图块颜色、图块轮廓，图文成像应清晰，色彩还原真实。

6.2.4 照度

保持校准实验室无光源照射，开启内窥镜光源并调至最亮档位，预热 5min，将光源照度计放置在距离内窥镜探头端部 10mm 处对准视轴中心，确保照明光充满照度计探头，待照度计示值稳定后读取数值，重复测量 3 次取平均值 E 作为照度测量结果。

$$E = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3} \quad (1)$$

6.2.5 分辨力

将物镜探头前端固定，将国标 A1 号分辨力板放置在观察光学系统前的规定工作距离处，观察目镜或监视器的视场中心及边缘，在分辨力板上能清晰观察到同一组中的四个方向的最佳明暗条纹，该单元号对应的分辨力即为内窥镜的分辨力。

6.2.6 尺寸测量误差

将内窥镜探头部分置于标准缺陷样管内，对标准缺陷样管中缺陷的长、宽、深分别进行成像并测量尺寸。测量所得到的测量值与标准缺陷样管中缺陷的标准值相比较，两者的差值即为测量误差，将缺陷长、宽的测量误差的绝对值最大的测量误差作为平面尺寸的测量误差，各边深度尺寸测量误差的绝对值最大的测量误差为深度尺寸测量误差。

6.2.7 重复性

在进行尺寸测量误差校准时，对同一标准缺陷的最大测量点重复测量 10 次，计算 10 次测量结果的实验标准差，以表征重复性。

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中：

- n ——测量次数；
- x_i ——第 i 次的测量值；
- $\bar{x}$ —— i 次测量值的平均值。

7 校准结果的表达

校准结束后应出具校准证书。校准证书应准确、客观地报告校准结果，校准结果以校准数据形式给出，并根据 JJF 1059.1-2012 给出测量不确定度，测量不确定度评定示例见附录 A、B。校准证书内页格式见附录 C。校准证书至少包含以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- 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) 送交单位的名称和地址；
- 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，应对抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的辨识，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以及签发日期；
- 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，不得部分复制证书或报告的声明。

8 复校时间间隔

复校时间间隔根据实际使用的具体情况确定，建议一般不超过 12 个月。

附录 A

标准缺陷样管加工示意图

A.1 标准缺陷样管加工示意图

标准缺陷样管加工示意图见图 A. 1，具体技术规格见 5.2 表 1。（单位：mm）

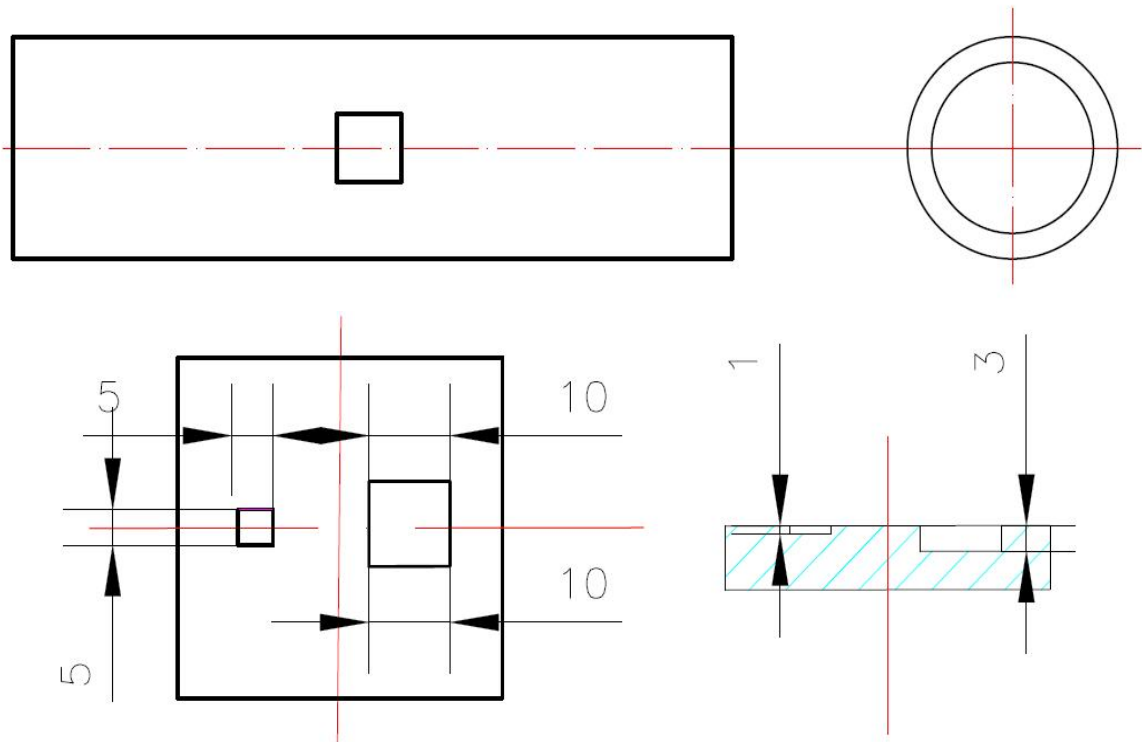


图 A.1 缺陷样管及标准缺陷

附录 B

尺寸测量误差的测量不确定度评定示例

B.1 概述

测量方法：依据《管道内窥镜校准规范》，利用被校内窥镜对标准缺陷进行尺寸测量。测量所得到的测量值与标准值相比较。两者的差值即为该点的尺寸测量误差，取各点绝对值最大的测量结果为尺寸测量误差。

B.2 测量模型

$$\Delta L = L_0 - L_s$$

式中：

ΔL —内窥镜的尺寸测量误差（mm）；

L_0 —内窥镜测量标准缺陷尺寸（mm）；

L_s —标准缺陷标准值（mm）。

B.3 测量不确定度分量及计算

B.3.1 标准缺陷最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_1

由规范对标准缺陷要求得,其最大允许误差为 $\pm 0.07\text{mm}$ ，按均匀分布， $k=\sqrt{3}$

$$u_1 = 0.07 \div \sqrt{3} = 0.040\text{mm}$$

B.3.2 由重复性引入的标准不确定度分量 u_A

在重复性测量条件下，测量标准缺陷 10mm 点 10 次，重复测量结果为：

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测得值(mm)	10.03	10.02	10.00	10.03	10.02	10.02	10.01	10.03	10.00	10.02
算术平均值 $\bar{x}$ (mm)	$\bar{x} = 10.018$									
实验标准偏差 $s(x)$ (mm)	$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.011$									

$$u_A = s(x) = 0.011\text{mm}$$

B.3.3 管道内窥镜分辨率引入的标准不确定度分量 u_2

管道内窥镜的分辨率为 0.01mm，按均匀分布；

$$u_3=0.01\div2\sqrt{3}=0.003\text{mm}$$

B.3.4 环境条件引入的不确定度分量 u_3

环境条件影响主要表现为室温变化以及光照强度，因校准过程在实验室中进行，室温及光照强度均较为稳定，不会出现过大波动，只要在校准规范规定的环境条件下进行校准，以上因素的影响均可忽略不计。

B.3.5 工作距离偏差引入的不确定度分量 u_4

在保证内窥镜成像质量符合要求的前提下进行尺寸测量误差校准，此时工作距离偏差引入的不确定度分量可以忽略不计。

B.3.6 合成不确定度

由于管道内窥镜分辨率引入的分量与重复性分量相关，取值较大者，即重复性引入的分量，其他各分量不相关：

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_A^2}=0.041\text{mm}$$

B.3.7 扩展不确定度

$$U=ku_c=0.09\text{ mm} \quad (k=2)$$

附录 C

校准证书内页格式

C.1 推荐的管道内窥镜校准证书的内页格式如下：

校准项目		校准结果
外观及视场		
各部分相互作用		
成像质量		
照度		
分辨力		
尺寸测量误差	平面尺寸	
	深度尺寸	
重复性		

尺寸测量误差的测量不确定度： $U=$ （ $k=$ ）

中华人民共和国工业和信息化部

兵工民品计量技术规范

管道内窥镜校准规范

JJF (兵工民品) XXXX—20XX

版权所有 不得翻印