

# 中华人民共和国地方计量技术规范

JJF (冀) 3029-2023

## 医用（硬性）内窥镜校准规范

Calibration Specification for Medical Rigid Endoscopes

2023-05-31 发布

2023-07-01 实施

河北省市场监督管理局 发布

# 医用（硬性）内窥镜校准规范

JJF(冀) 3029-2023

Calibration Specification for Medical Rigid Endoscopes

归口单位：河北省市场监督管理局

主要起草单位：河北省计量监督检测研究院

北京市计量检测科学研究院

天津市计量监督检测科学研究院

参与起草单位：石家庄市第二医院

河北昂普医疗科技有限公司

本规范委托河北省计量监督检测研究院负责解释

**本规范主要起草人：**

蔡宗霖（河北省计量监督检测研究院）

丁猛（河北省计量监督检测研究院）

范培蕾（北京市计量检测科学研究院）

蒋君杰（天津市计量监督检测科学研究院）

**参加起草人：**

赵特（河北省计量监督检测研究院）

孙泽楠（石家庄市第二医院）

吴利华（河北省计量监督检测研究院）

郝蒙（河北省计量监督检测研究院）

徐树兴（河北省计量监督检测研究院）

闫琳峰（河北昂普医疗科技有限公司）



# 目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(2)
4 概述	(2)
5 计量特性	(3)
5.1 入瞳视场角	(3)
5.2 角分辨力	(3)
5.3 边缘均匀性	(3)
5.4 边缘与中心亮度比	(3)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 测量标准器及其他设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(4)
7.1 入瞳视场角	(4)
7.2 角分辨力	(5)
7.3 边缘均匀性	(6)
7.4 边缘与中心亮度比	(7)
8 校准结果表达	(7)
9 复校时间间隔	(8)
附录 A 原始记录推荐格式	(9)
附录 B 证书内页推荐格式	(10)
附录 C 医用(硬性)内窥镜边缘均匀性测量结果的不确定度评定示例	(11)
附录 D 医用(硬性)内窥镜角分辨力测量结果的不确定度评定示例	(13)
附录 E 角分辨力测标	(15)

# 引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范的基础性规范。

本规范参照了 YY 0068.1-2008《医用内窥镜 硬性内窥镜 第1部分：光学性能及测试方法》、YY 0068.4-2009《医用内窥镜 硬性内窥镜 第4部分：基本要求》技术文件。

本规范为首次发布。

## 医用（硬性）内窥镜校准规范

### 1 范围

本规范适用于医用（硬性）内窥镜的校准。

### 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JB/T 9328-1999 《分辨力板》

YY 0068.1-2008 《医用内窥镜 硬性内窥镜 第1部分：光学性能及测试方法》

YY 0068.4-2009 《医用内窥镜 硬性内窥镜 第4部分：基本要求》

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 术语和计量单位

#### 3.1 术语

JJF 1001-2018、YY 0068.1-2008 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

##### 3.1.1 内窥镜 endoscopes [YY 0068.1-2008, 3.1]

通过自然孔道或者为医疗目的而创建的外科切口进入人体腔内，拥有观察手段的医疗器械。

##### 3.1.2 硬性内窥镜 rigid endoscopes [YY 0068.1-2008, 3.2]

内窥镜进入人体部分无法顺着自然孔道或者创建的外科切口或者其他器械通道弯曲的内窥镜。

##### 3.1.3 硬性光学内窥镜 rigid optical endoscopes [YY 0068.1-2008, 3.3]

光学镜

一个含有传输照明光路和光学成像系统的硬性内窥镜，外部照明光可由照明光路带入人体腔内，人体腔可通过成像系统在外腔成像或直接目视观察。

##### 3.1.4 光学工作距 working distance [YY 0068.1-2008, 3.7], $d$

被观察物体和光学镜末端之间的距离。

##### 3.1.5 视场 field of view [YY 0068.1-2008, 3.8]

通过光学镜观察到的物体视场尺度。

##### 3.1.6 入瞳视场角 object pupil field angle [YY 0068.1-2008, 3.12], $w_p$

物体到光学镜成像系统入瞳中心的主光线与视轴的夹角的绝对值(如图3所示)。

##### 3.1.7 视轴 axis of view [YY 0068.1-2008, 3.16]

光学镜入瞳中心与物方视场中心的连线。

### 3.1.8 视向角 direction of view [YY 0068.1-2008, 3.17], $\theta$

光学镜的视轴对光学镜镜体主轴所构成的夹角。

### 3.1.9 角分辨力 angular resolution [YY 0068.1-2008, 3.18], $r_a(d)$

光学镜的入瞳中心对给定的光学工作距处的最小可分辨等距条纹宽的极限分辨角的倒数。

### 3.1.10 景深 depth of field

景象平面上所获得的成像清晰的物空间深度。

## 3.2 计量单位

3.2.1 照度单位的名称：勒克斯；单位的符号：lux 或 lx。

3.2.2 亮度单位的名称：坎德拉每平方米；单位的符号：cd/m<sup>2</sup>。

3.2.3 入瞳视场角单位的名称：度；单位的符号：(°)。

3.2.4 角分辨力单位的名称：周/度；单位的符号：C/°。

## 4 概述

医用（硬性）内窥镜是一种常用的医疗仪器，经人体的天然孔道或者是手术做的小切口进入人体内，对人体体腔和脏器内部进行直接观察、诊断、治疗的医用光学装置。使用时将内窥镜导入被检查的器官，可直接窥视有关部位的变化。

医用（硬性）内窥镜由两大系统组成，分别为光学成像系统和照明系统。被观察物经物镜所成的倒像，通过传像系统将倒像以正像形式传输到目镜，再由目镜放大后，为人眼所观察，如图 1 所示。

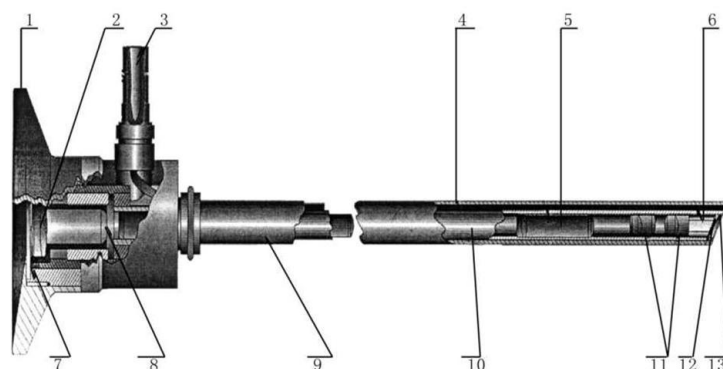


图 1 医用（硬性）内窥镜示意图

注：1. 目镜罩 2. 目镜 3. 光锥 4. 照度光纤 5. 棒状镜 6. 视向角棱镜 7. 目镜窗 8. 视场光阑  
9. 外镜管 10. 内镜管 11. 物镜 12. 负透镜 13. 保护片。



## 5 计量特性

### 5.1 入瞳视场角

最大允许误差为±15%。

### 5.2 角分辨力

视场中心角分辨力允许误差为-10%（上限不计）。

### 5.3 边缘均匀性

表 1 边缘均匀性要求

标称视向角范围	边缘均匀性 $U_L$
$\theta \leq 30^\circ$	$\leq 25\%$
$30^\circ < \theta \leq 50^\circ$	$\leq 35\%$
$50^\circ < \theta$	$\leq 45\%$

### 5.4 边缘与中心亮度比

边缘与中心亮度比不低于 0.8。

注：以上技术要求不用于合格性判定，仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

环境温度：(20±10)℃；

相对湿度：不大于85%；

无影响测量结果的电磁干扰、振动。

### 6.2 测量标准器及其他设备

#### 6.2.1 角分辨力测标

范围为(1~100)lp/mm，线宽为(10~80)μm，最大允许误差：±1μm。

#### 6.2.2 照度计

符合二级光照度计要求。

#### 6.2.3 色彩亮度计

亮度测量范围(0.01~19.99×10<sup>4</sup>)cd/m<sup>2</sup>，最大允许误差：±5%。

#### 6.2.4 钢直尺

测量范围(0.01~200)mm，分度值：1mm，最大允许误差：±0.10mm。

#### 6.2.5 光具座

a) 可测内窥镜直径范围：(2~20)mm；

b) 可测内窥镜长度范围：(0~650)mm，最大允许误差±0.5mm；

- c) 可旋转标靶云台，支持  $(0\sim 90)^\circ$  任意视向角的内窥镜；
- d) 末端的光具座具有测标夹持器；
- e) 工作白板白度值应大于 80，表面平整、清洁、颜色均匀。

### 6.2.6 入瞳视场角测标

视场角测标上有一组同心圆，两圆直径分别为 50 mm 和 25 mm（见图 2），最大允许误差： $\pm 3 \mu\text{m}$ 。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 入瞳视场角

7.1.1 入瞳视场角测标图是一组同心圆，两圆直径分别为 50 mm 和 25 mm，入瞳视场角测标见图 2。

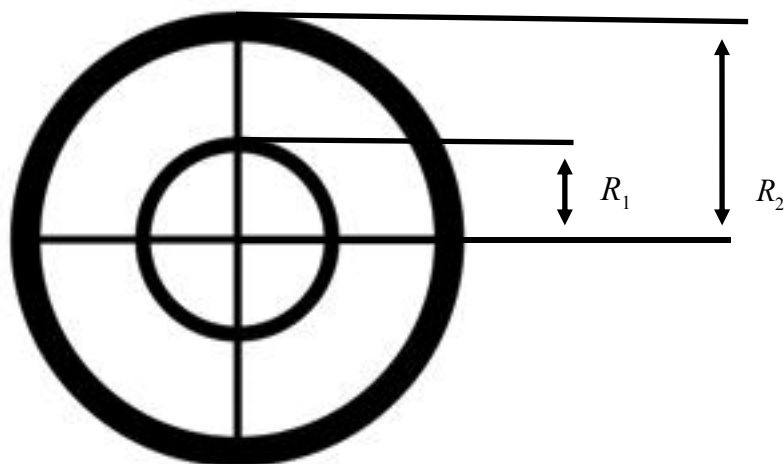


图 2 入瞳视场角测标图

7.1.2 按下列步骤测量入瞳视场角

a) 把被测的内窥镜安装在光具座或等效的设备上，可支撑光学内窥镜进行试验，并可以调节视场中心轴与视场角测标靶面中心重合；

b) 内窥镜镜头端面在垂直方向上距离标有角度的同心圆测标中心点距离  $(50.0 \pm 0.5)$  mm 处测量视场角；

c) 移动内窥镜镜头或者测标使测量靶标中半径为  $R_2$  的外圆和半径为  $R_1$  的内圆分别占满视场，测量其在导轨上移动的相对距离  $D$ ，如图 3 所示；

d) 按上述步骤对被检内窥镜做 3 次重复测量，求取 3 次测量的算术平均值。

7.1.3 按公式 (1) 计算入瞳视场角：

$$w_p = \arctan \frac{12.5}{D} \quad (1)$$

式中：

$w_p$ ——入瞳视场角，单位： $(^\circ)$ ；

$D$ —— 导轨上移动的相对距离, 单位: mm。

计算得到入瞳视场角, 按公式 (2) 计算入瞳视场角相对示值误差:

$$\Delta w_p = \frac{w_0 - w_p}{w_p} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

$\Delta w_p$ —— 入瞳视场角相对示值误差, %;

$w_0$ —— 入瞳视场角标称值, 单位: ( $^\circ$ );

$w_p$ —— 入瞳视场角测量值, 单位: ( $^\circ$ )。

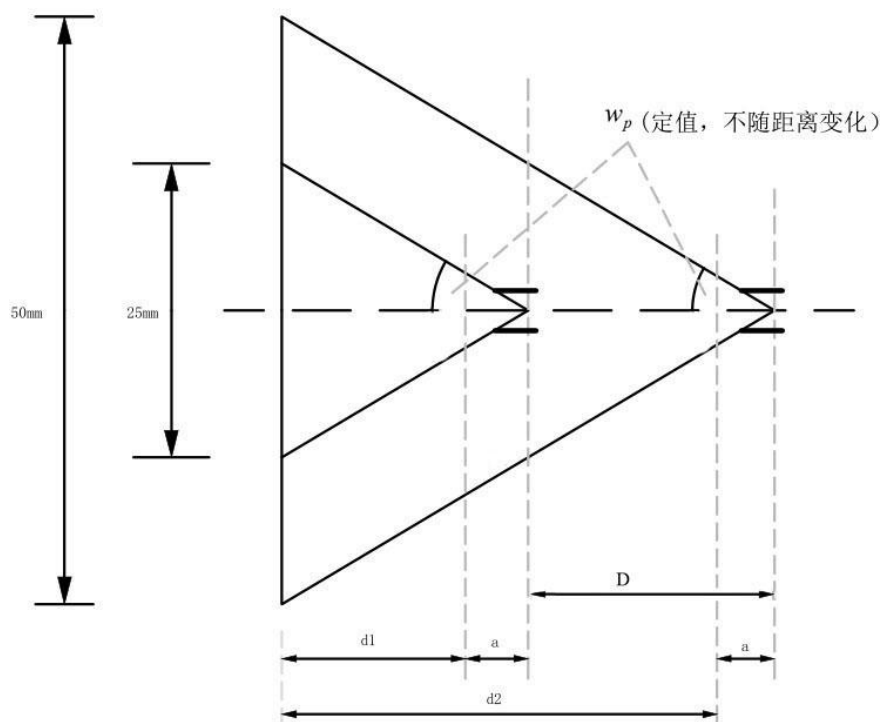


图3 入瞳视场角测量方法示意图

注: 测量靶标中半径为  $R_2$  的外圆和半径为  $R_1$  的内圆分别占满视场时的工作距分别为  $d_1$  和  $d_2$ , 内窥镜末端到入瞳的距离为  $a$ 。

## 7.2 角分辨率

将内窥镜固定于光具座的支架上, 将角分辨率测标放在内窥镜设计的光学工作距处, 并使测标面垂直视轴固定于内窥镜末端前。通过内窥镜或监视器观察, 横向、纵向调节内窥镜或分辨测标, 使测标与视场重合, 角分辨率测标示意图见图 4。

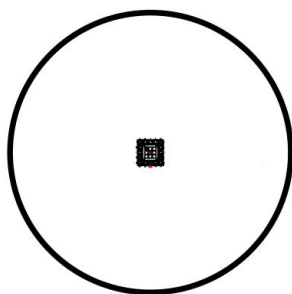


图4 角分辨率测标示意图

测标与内窥镜距离在工作距离处，上下左右调节测标使最小的可分辨线对居于正中央。轴上角分辨率计算公式(3)如下：

$$r_a(d) = 1 / \arctan \frac{1}{(d+a) \cdot r(d)} \quad (3)$$

式中：

$r_a(d)$ ——角分辨率，单位： $C/^\circ$ ；

$r(d)$ ——每毫米极限可辨线对数，单位： $lp/mm$ ；

$a$ ——内窥镜末端到入瞳的距离，单位： $mm$ ；

$d$ ——光学工作距，单位： $mm$ 。

计算得到角分辨率，按公式(4)计算角分辨率相对示值误差：

$$\Delta r_a(d) = \frac{r_a(d)' - r_a(d)}{r_a(d)} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$\Delta r_a(d)$ ——角分辨率相对示值误差，%；

$r_a(d)'$ ——角分辨率标称值，单位： $C/^\circ$ ；

$r_a(d)$ ——角分辨率测量值，单位： $C/^\circ$ 。

### 7.3 边缘均匀性

环境照度不大于 $1\ lx$ 条件下，在有效景深范围内选择一个光学工作距（不小于 $50mm$ ），在该工作距的垂轴平面上确定入瞳视场角的90%对应的视场带，用照度计测量该视场带所划圆锥的四个正交方位的照度值。

照度量值分别记录为 $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 、 $E_4$ ，边缘均匀性计算按式(5)：

$$U_L = \frac{\text{Max}(E_i - E_j)}{2E_i} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

$U_L$ ——边缘均匀性，%；

$E_i$ 、 $E_j$ ——照度测量值，单位：lx；

$i$ 、 $j$  可选范围为 1, 2, 3, 4。

四个正交方位的示意图见图 5，如果视场形状非圆形，正交位置在对角线上，见图 6，测量点为四个小圆位置。

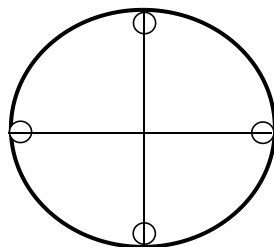


图 5 正交方位的示意图

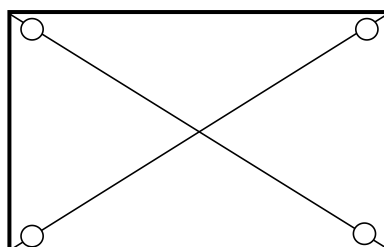


图 6 非圆形正交方位的示意图

#### 7.4 边缘与中心亮度比

在有效景深范围内选择一个光学工作距（不小于 50mm），并在该工作距的垂轴平面上放入工作白板确定入瞳视场角的 90% 对应的视场带，用亮度计测量该视场带所成像区域的四个正交方位的亮度值，同时测得中心点亮度值，按公式（6）计算边缘中心亮度比。

$$L_{sv} = \frac{\sum_{i=1}^4 L_i / 4}{L_c} \quad (6)$$

式中：

$L_{sv}$  —— 边缘与中心亮度比；

$L_i$  —— 正交方位的亮度值（ $i$  可选范围为 1, 2, 3, 4），单位：cd/m<sup>2</sup>；

$L_c$  —— 中心亮度值，单位：cd/m<sup>2</sup>。

## 8 校准结果表达

校准记录格式参见附录 A，校准证书内页格式参见附录 B，校准证书应至少包括以下内容：

- a) 标题，“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

- d) 证书的唯一性标识（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。

## 9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。

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。

## 附录 A

## 原始记录推荐格式

记录编号:

证书编号:

第 1 页 共 1 页

客户名称			器具名称		
规格型号			出厂编号		
生产厂家					
校准地点					
校准依据					
环境条件	温度	℃	相对湿度	%	环境照度 lx
标称视向角 (°)					
移动距离 $D$ (mm)					
入瞳视场角 (°) 实测值					平均值
入瞳视场角 (°) 标称值			入瞳视场角相对示值误差 %		
$(d+a)$ (mm)			线对数 $r(d)$ (lp/mm)		
角分辨率 [C/°] 标称值			角分辨率 [C/°] 实测值		
角分辨率相对示值误差 %					
正交方位照度值 (lx)					
边缘均匀性					
正交方位亮度值 (cd/m <sup>2</sup> )					平均值
中心亮度值 (cd/m <sup>2</sup> )			边缘与中心亮度比		

入瞳视场角测量结果的不确定度: \_\_\_\_\_;

角分辨率测量结果的不确定度: \_\_\_\_\_;

边缘均匀性测量结果的不确定度: \_\_\_\_\_;

边缘与中心亮度比测量结果的不确定度: \_\_\_\_\_。

校准员:

核验员:

校准日期

## 附录 B

## 证书内页推荐格式

证书编号: ××××-××××

## 校 准 结 果

校准项目	测量值	相对示值误差	测量结果的扩展 不确定度
入瞳视场角			
角分辨力			
边缘均匀性			
边缘与中心亮度比			

注: 标称视向角\_\_\_\_\_

第×页 共×页



## 附录 C

## 医用（硬性）内窥镜边缘均匀性测量结果的不确定度评定示例

## C.1 概述

医用（硬性）内窥镜边缘均匀性测量结果的不确定度主要是由照度计、读数分散性部分组成。

C.1.1 环境条件：温度 22.5℃；相对湿度：48%。

C.1.2 标准装置：照度计，符合二级光照度计要求。

C.1.3 被测对象：内窥镜摄像系统 HD3 南京迈瑞生物医疗电子有限公司。

C.1.4 测量方法：参照本规范 7.3。

## C.2 建立数学模型，列出不确定度传播规律

## C.2.1 测量模型

$$U_L = \frac{\text{Max}(E_i - E_j)}{2E_i} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中：

$U_L$ ——边缘均匀性；

$E_i$ 、 $E_j$ ——照度测量值，单位：lx；

$i, j$  可选范围为 1, 2, 3, 4。

## C.2.2 方差与灵敏系数

式 (C.1) 各个输入量间相互独立，灵敏系数绝对值为 1，所以方差可表示为式 (C.2)。

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n c_i^2 u_c^2(y_i) = \sum_{i=1}^n u_c^2(y_i) \quad (\text{C.2})$$

## C.3 标准不确定度的来源及评定

C.3.1 标准装置测量重复性给出的不确定度分量，4mm 口径内窥镜探头 10 次测得的照度值，具体数据见表 C.1。

表 C.1 照度测量数据表

lx

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
照度测量值	1721	1723	1728	1743	1710	1782	1738	1743	1752	1763

$$\text{平均值 } \bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^{10} E_i}{10} = 1741.4 \text{ (lx)}$$

根据贝塞尔公式，测量重复性引入的相对标准不确定度分量

$$u_{1\text{rel}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (E_i - \bar{E})^2}{10-1}}}{\bar{E}} \times 100\% = 1.2\%$$

### C.3.2 照度计引入的标准不确定度分量

根据溯源证书可知其扩展不确定度  $U_{\text{rel}} = 1.2\%$ ，包含因子  $k = 2$ ，所以照度计引入的不确定度  $u_{2\text{rel}} = 0.6\%$ 。

### C.4 环境温度、湿度变化引入的标准不确定度

在仪器的正常使用环境条件下，由于内窥镜和照度计均处于相同温度、湿度条件，测量照度值不受温度、湿度变化影响，故该项可以忽略不计。

C.5 标准不确定度分量见表 C.2。

表 C.2 标准不确定度分量数据表

不确定度分量	不确定度来源	不确定度量值
$u_{1\text{rel}}$	测量重复性	1.2%
$u_{2\text{rel}}$	照度计	0.6%

### C.6 合成标准不确定度

$$u_{\text{c rel}} = \sqrt{u_{1\text{rel}}^2 + u_{2\text{rel}}^2} = 1.4\%$$

### C.7 扩展不确定度，取 $k = 2$

$$U_{\text{rel}} = 2.8\%$$

## 附录 D

## 医用（硬性）内窥镜角分辨力测量结果不确定度评定示例

## D.1 概述

医用（硬性）内窥镜角分辨力测量结果的不确定度主要是由钢直尺、读数分散性部分组成。

D.1.1 环境条件：温度 22.5℃；相对湿度：48%。

D.1.2 标准装置：角分辨力测标，钢直尺（最小分度值 1mm）。

D.1.3 被测对象：内窥镜摄像系统 HD3 南京迈瑞生物医疗电子有限公司。

D.1.4 测量方法：参照本规范 7.2。

## D.2 建立数学模型，列出不确定度传播规律

## D.2.1 测量模型

$$r_a(d) = 1 / \arctan \frac{1}{(d+a) \cdot r(d)} \quad (\text{D.1})$$

式中：

$r_a(d)$ ——角分辨力，单位：C/°；

$r(d)$ ——每毫米极限可辨线对数，单位：lp/mm；

$a$ ——内窥镜末端到入瞳的距离，单位：mm；

$d$ ——光学工作距，单位：mm。

## D.2.2 方差与灵敏系数

式 (D.1) 各个输入量间相互独立，灵敏系数绝对值为 1，所以方差可表示为式 (D.2)。

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n c_i^2 u_c^2(y_i) = \sum_{i=1}^n u_c^2(y_i) \quad (\text{D.2})$$

## D.3 标准不确定度的来源及评定

D.3.1 标准装置测量重复性给出的不确定度分量，每次独立、重复测量 10 次的角分辨力值，具体数据见表 D.1。

表 D.1 角分辨力测量数据表

C/°

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
角分辨力	3.37	3.43	3.43	3.43	3.43	3.38	3.43	3.43	3.40	3.38
$\overline{r_a(d)} = 3.41$										

用贝塞尔公式计算，单次实验标准偏差

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (r_a(d)_i - \overline{r_a(d)})^2}{(10-1)}} = 0.03 \text{ C}/^\circ$$

测量重复性引入的相对标准不确定度

$$u_{1\text{rel}} = \frac{s}{r_a(d)} \times 100\% = 0.8\%$$

#### D. 3.2 钢直尺分辨力引入的标准不确定度分量

根据钢直尺最小分度值 1mm，按照均匀分布，可知其不确定度为 0.29 mm，钢直尺引入的相对不确定度  $u_{2\text{rel}} = 0.1\%$ 。

#### D. 4 环境温度、湿度变化引入的标准不确定度

在仪器正常使用的环境条件下，由于内窥镜处于相同温度、湿度条件，测量值不受温度、湿度变化影响，故该项可以忽略不计。

#### D. 5 标准不确定度分量见表 D. 2。

表 D. 2 标准不确定度分量数据表

不确定度分量	不确定度来源	不确定度量值
$u_{1\text{rel}}$	测量重复性	0.8%
$u_{2\text{rel}}$	最小分度值	0.1%

#### D. 6 合成标准不确定度

$$u_{c\text{rel}} = \sqrt{u_{1\text{rel}}^2 + u_{2\text{rel}}^2} = 0.81\%$$

#### D. 7 扩展不确定度，取 $k = 2$

$$U_{\text{rel}} = 1.7\%$$

## 附录 E

## 角分辨力测标

A 型分辨力板的图案由线宽递减的 25 个线条组合单元、菱形图案，以及两对短线标记组成(见图 E. 1)。

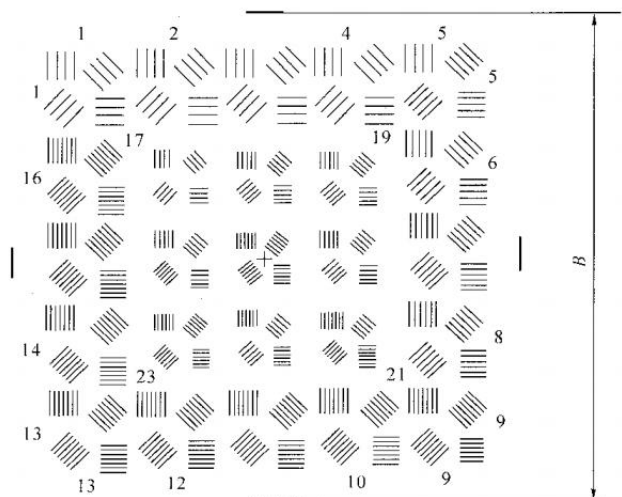


图 E.1 分辨力板图案

A 型分辨力板相邻两单元的线条宽度的公比为  $1/\sqrt[3]{2}$  (近似 0.94)，分辨力板的每一线条组合单元，均由相邻互成  $45^\circ$  的 4 组明暗相间的平行线条组成。

明线线条宽度与暗线线条宽度相同。相邻两明(或暗)线条中心间距，称为线条中心距。线条中心距等于线条宽度的 2 倍。分辨力板上两对彼此平行且距离相等的短线标记，称为基线。每对基线中心的距离，称为基线间距  $B$ 。

一套 A 型分辨力板由编号为 A1~A7 七块分辨力板组成，分辨力板明(暗)线条的宽度与长度见表 E. 1

表 E. 1

分辨力板号		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
单元号	每一组的明暗线条总数	线条宽度/ $\mu\text{m}$						
1	7	160	80.0	40.0	20.0	10.0	7.50	5.00
2	7	151	75.5	37.8	18.9	9.44	7.08	4.72
3	7	143	71.3	35.6	17.8	8.91	6.68	4.45
4	7	135	67.3	33.6	16.8	8.41	6.31	4.20
5	9	127	63.5	31.7	15.9	7.94	5.95	3.97
6	9	120	59.9	30.0	15.0	7.49	5.62	3.75
7	9	113	56.6	28.3	14.1	7.07	5.30	3.54
8	11	107	53.4	26.7	13.3	6.67	5.01	3.34
9	11	101	50.4	25.2	12.6	6.30	4.72	3.15
10	11	95.1	47.6	23.8	11.9	5.95	4.46	2.97
11	13	89.8	44.9	22.4	11.2	5.61	4.21	2.81
12	13	84.8	42.4	21.2	10.6	5.30	3.97	2.65
13	15	80.8	40.0	20.0	10.0	5.00	3.75	2.50
14	15	75.5	37.8	18.9	9.44	4.72	3.54	2.36
15	15	71.3	35.6	17.8	8.91	4.45	3.34	2.23
16	17	67.3	33.6	16.8	8.41	4.20	3.15	2.10
17	11	63.5	31.7	15.9	7.94	3.97	2.98	1.98
18	13	59.9	30.0	15.0	7.49	3.75	2.81	1.87
19	13	56.6	28.3	14.1	7.07	3.54	2.65	1.77
20	13	53.4	26.7	13.3	6.67	3.34	2.50	1.67
21	15	50.4	25.2	12.6	6.30	3.15	2.36	1.57
22	15	47.6	23.8	11.9	5.95	2.97	2.23	1.49
23	17	44.9	22.4	11.2	5.61	2.81	2.10	1.40
24	17	42.4	21.2	10.6	5.30	2.65	1.99	1.32
25	19	40.0	20.0	10.0	5.00	2.50	1.88	1.25
线条长度 /mm	1~16 单元	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075	0.0562	0.0375
	17~25 单	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.0375	0.025

