



中华人民共和国工业和信息化部
电子计量技术规范

JJF(电子)XXXX—20XX

二维彩色亮度计校准规范

Calibration Specification for Two-dimensional Color Luminance Meter

(报批稿)

0000-00-00发布

0000-00-00实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

二维彩色亮度计校准规范

Calibration Specification for Two-dimensional
Color Luminance Meter

JJF (电子) XXX—20XX

归口单位：中国电子技术标准化研究院

主要起草单位：中国电子技术标准化研究院

参加起草单位：清华大学

苏州市计量测试院

本规范委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

褚 楚（中国电子技术标准化研究院）
王文娟（中国电子技术标准化研究院）
王洪远（清华大学）

参加起草人：

刘玉龙（苏州市计量测试院）
宋文（中国电子技术标准化研究院）
王宇航（中国电子技术标准化研究院）

目录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	1
4.1 亮度	1
4.2 色品坐标	1
4.3 亮度测量不均匀性	2
4.4 色品坐标测量不均匀性	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 外观及工作正常性检查	3
6.2 亮度	3
6.3 色品坐标	4
6.4 亮度测量不均匀性	5
6.5 色品坐标测量不均匀性	5
7 校准结果表达	6
8 复校时间间隔	7
附录 A 原始记录格式	8
附录 B 校准证书内页格式	10
附录 C 测量不确定度评定示例	12
附录 D 均匀性选点及常见靶标示例	14

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》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编制工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

二维彩色亮度计校准规范

1 范围

本规范适用于亮度测量范围(0.1-100000)cd/m²、色度范围为全色域的二维彩色亮度计的校准；其他具有亮度、色度测量能力的工业相机、显示器缺陷检测设备可参照执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 211-2021 《亮度计》。

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

二维彩色亮度计通常由光学镜头、中性衰减片、彩色滤光片、二维探测器阵列、信号放大与处理系统等部分组成，如图1所示。由于被测量的数据量较大，二维彩色亮度计通常将测量数据传输至计算机进行显示、处理与分析。

二维彩色亮度计是一种用于同时测量物体表面亮度和色度分布的光学仪器。它主要应用于液晶显示器（LCD）、有机发光二极管显示器（OLED）、发光二极管显示器（LED）等显示器件亮度、色度等参数的测试，用于评估显示器件亮度均匀性、色度均匀性、低温均匀性以及缺陷分析等。其工作原理是光源经光学镜头、中性衰减片、彩色滤光片成像于二维探测器阵列上，分别获取每个像素点的三刺激值或亮度响应，经数据处理后得到整幅图像的亮度、色度分布。

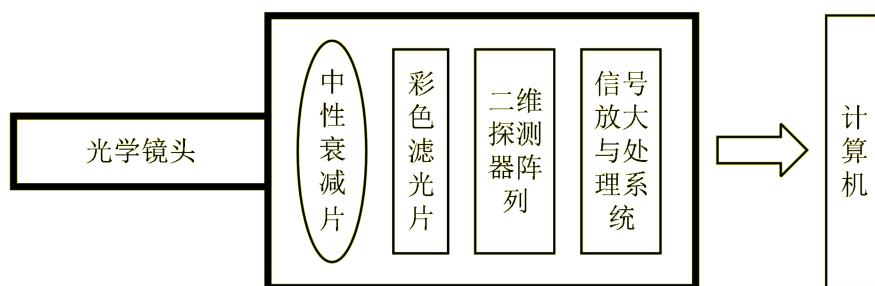


图1 二维彩色亮度计工作原理示意图

4 计量特性

4.1 亮度

(0.1-100000)cd/m²；最大允许误差：±5%（白色、绿色），±8%（红色、蓝色），±10%（其他）；

注：使用漫射面光源时，仅考虑白色或光源自身颜色。

4.2 色品坐标

全色域；最大允许误差：±0.02（白色、绿色），±0.03（红色、蓝色），±0.04（其他）；

注：使用漫射面光源时仅考虑白色或漫射面光源自身颜色。

4.3 亮度测量不均匀性

$\leq 3\%$;

4.4 色品坐标测量不均匀性

≤ 0.005 。

注：以上技术指标仅供参考，不作为符合性判定依据。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;

5.1.2 相对湿度： $\leq 75\%$;

5.1.3 电源要求： $(220 \pm 22)\text{V}$ 、 $(50 \pm 1)\text{Hz}$;

5.1.4 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动;

5.1.5 校准房间应为暗室，并采取措施屏蔽杂散光干扰，暗室照度 $< 1\text{ lx}$ 。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 光谱辐射亮度计：

波长范围： $380\text{ nm} \sim 780\text{ nm}$ ，最大允许误差： $\pm 1\text{ nm}$;

亮度： $(0.1 \sim 100000)\text{cd/m}^2$ ，最大允许误差： $\pm 3\%$;

色度：全色域；最大允许误差： ± 0.005 ;

5.2.2 参考显示器：

可采用如 LCD、LED、OLED、QLED、miniLED、MicroLED 等符合要求的参考显示器；

亮度应连续可调并具有亮度输出显示功能；

亮度稳定性： $\leq 1\%/ \text{小时}$;

工作区域亮度均匀性： $\geq 98\%$;

色品坐标不稳定性： $\leq 0.001/ \text{小时}$;

工作区域色品坐标不均匀性： ≤ 0.001 ;

5.2.3 漫射面光源：

包括 A 光源、校准用氙灯光源、各类 LED 光源等符合要求的积分球型或者平板型漫射面光源；

亮度应连续可调并具有亮度输出显示功能；

亮度稳定性： $\leq 1\%/ \text{小时}$;

工作区域亮度均匀性： $\geq 98\%$;

色品坐标不稳定性： $\leq 0.001/ \text{小时}$;

工作区域色品坐标不均匀性： ≤ 0.001 ;

5.2.4 透射式色板：

透射式色板由一套用有色玻璃加工成的红、橙、黄、绿、蓝、紫滤光片组成，特性参数见 JJG 211-2021《亮度计检定规程》附录 D。

6 校准项目和校准方法

校准项目如表 1 所示。

表 1 校准项目一览表

序号	校准项目	校准方法条款
1	外观及工作正常性检查	6.1
2	亮度	6.2
3	色品坐标	6.3
4	亮度测量不均匀性	6.4
5	色品坐标测量不均匀性	6.5

6.1 外观及工作正常性检查

6.1.1 被校二维彩色亮度计产品名称、制造厂家、仪器型号和编号等均应有明确标记；
6.1.2 被校二维彩色亮度计应外形结构应完好，面板标识字符应正确、清晰，各功能开关、旋钮和按键等应灵活可靠，装置的开关、旋钮、按键、接口等控制和调节机构应有明确标识，标志符合国家相关技术文件规定，显示字符完整、清晰可读。不应有任何影响仪器计量特性及使用功能的缺陷，并记录于附录 A 的表 A.1 中。

6.2 亮度

将二维彩色亮度计安装在调整装置上，通过调整使得二维彩色亮度计处于工作距离，其成像的中心位置对准参考显示器或标准漫射面光源的中心位置，可以使用十字靶标或同心圆靶标等辅助定位。预热参考显示器或标准漫射面光源 30 分钟，待发光稳定后进行测量。使用二维彩色亮度计对显示器或标准漫射面光源进行预测试并调整测量参数（光圈、曝光时间、测量档位等），使得二维彩色亮度计具有良好的测量响应度。记录此时二维彩色亮度计的测试距离和参数设置。

使用二维彩色亮度计测量时，通常选择一个圆形区域，区域应覆盖足够大视场，一般选取等效 1° 以上视场角的区域，取区域内的平均值作为测量结果，色品坐标测量可参照执行。

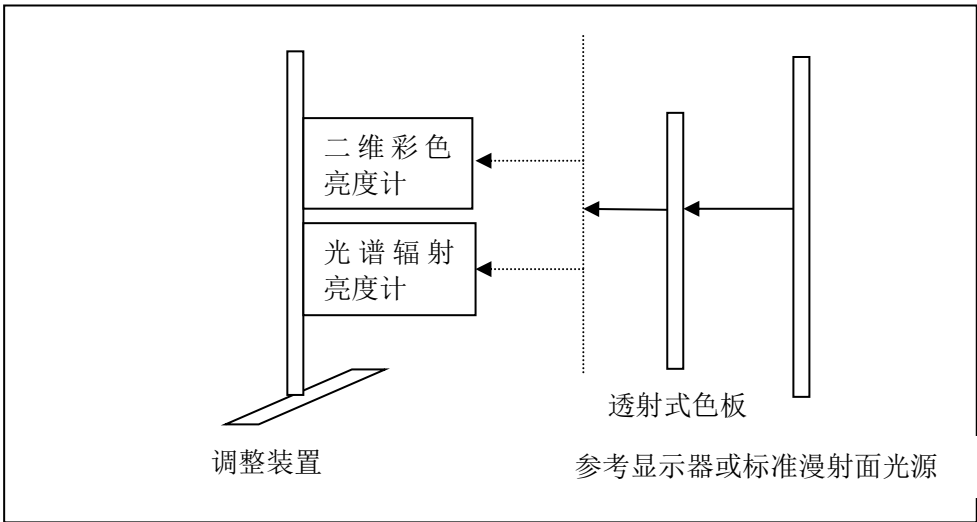


图 2 二维彩色亮度计校准连接示意图

仪器连接如图 2 所示。

注:

被校二维彩色亮度计主要用于照明领域测量时,对其校准建议采用漫射面光源法,若二维彩色亮度计主要用于显示器件测量时,对其校准建议采用参考显示器法;

在采用参考显示器进行校准时,建议选择与被校二维彩色亮度计实际应用时相同类型的显示器作为参考显示器;

透射式色板仅在色品坐标校准时置于二维彩色亮度计物镜前。

6.2.1 漫射面光源法

(1) 使用光谱辐射亮度计和二维彩色亮度计分别对标准漫射面光源中心区域进行测量;

(2) 分别读出此时的标准亮度值 L_0 和二维彩色亮度计的亮度值 L_x , 记录在附录 A 的表 A.2 中。

(3) 依据公式 (1) 计算亮度相对示值误差, 并记录在附录 A 的表 A.2 中。

6.2.2 参考显示器法

(1) 在全白场画面下预热参考显示器至稳定;

(2) 将参考显示器调整至全白场画面, 等待 10 s 以上至画面稳定;

(3) 使用光谱辐射亮度计和二维彩色亮度计分别对参考显示器中心区域进行测量, 分别读出此时的标准亮度值 L_0 和二维彩色亮度计的亮度值 L_x , 记录在附录 A 的表 A.2 中。

(4) 将参考显示器分别调整为全红场、全绿场、全蓝场画面或其他灰阶画面, 或根据需求增加其他画面, 按照步骤 3 进行操作;

(5) 依据公式 (1) 计算亮度相对示值误差, 并记录在附录 A 的表 A.2 中。

亮度相对示值误差计算见公式(1):

$$\delta L = \frac{L_x - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

δL ——亮度相对示值误差, %;

L_x ——被校二维彩色亮度计亮度指示值, cd/m^2 ;

L_0 ——光谱辐射亮度计亮度标准值, cd/m^2 。

6.3 色品坐标

仪器连接如图 2 所示。

6.3.1 漫射面光源法

(1) 使用光谱辐射亮度计和二维彩色亮度计分别对标准漫射面光源中心区域进行测量, 分别读出此时的标准色品坐标值 (x_0, y_0) 和二维彩色亮度计的色品坐标值 (x_s, y_s), 测量时可通过调节光源的亮度输出使得二维彩色亮度计在测量不同颜色时得到较好的响应度;

(2) 使用积分球式标准 A 光源和透射式色板校准色品坐标时, 需要在被校二维彩色亮度计镜头前增加透射式色板, 校准不同颜色下的色品坐标, 按照步骤 1 进行操作;

(3) 依据公式 (2) 计算色品坐标示值误差, 并记录在附录 A 的表 A.3 中。

6.3.2 参考显示器法

(1) 在全白场画面下预热参考显示器至稳定;

(2) 将参考显示器调整至全白场画面, 等待 10 s 以上至画面稳定;

(3) 使用光谱辐射亮度计和二维彩色亮度计分别对参考显示器中心区域进行测量, 分别读出此时的标准色品坐标值 (x_0, y_0) 和二维彩色亮度计的色品坐标值 (x_s, y_s),

记录在附录 A 的表 A.3 中。测量时可通过调节光源的亮度输出使得二维彩色亮度计在测量不同颜色时得到较好的响应度；

(4) 将参考显示器分别调整为全红场、全绿场、全蓝场画面或其他灰阶画面，或根据需求增加其他画面，按照步骤 3 进行操作；

(5) 依据公式 (2) 计算色品坐标示值误差，并记录在附录 A 的表 A.3 中。

色品坐标示值误差计算见公式(2)：

$$\begin{aligned}\Delta x &= x_s - x_0 \\ \Delta y &= y_s - y_0\end{aligned}\quad (2)$$

式中：

Δx 、 Δy ——色品坐标示值误差；

x_s 、 y_s ——被检仪器色品坐标指示值；

x_0 、 y_0 ——光谱辐射亮度计色品坐标标准值。

6.4 亮度测量不均匀性

仪器连接如图 2 所示。

6.4.1 漫射面光源法

(1) 调整二维彩色亮度计测试距离使得光源有效区域可以充满仪器的整个测量视场，其中有效区域为亮度均匀性大于 98% 的区域；

(2) 根据二维彩色亮度计视场的形状在测量区域内均匀布 9 个点，测量并记录 9 个点的亮度值。若有效区域大小无法满足上述要求，可以通过移动二维彩色亮度计或光源使被校二维彩色亮度计中心点依次对准附录 D 中 D.1 所示的 9 个点，分别测量并记录 9 个点的亮度值；

(3) 依据公式 (3) 计算亮度测量不均匀性，并记录在附录 A 的表 A.4 中。

6.4.2 参考显示器法

(1) 在全白场画面下预热参考显示器至稳定；

(2) 将参考显示器调整至全白场画面，等待 10 s 以上至画面稳定；

(3) 调整二维彩色亮度计测试距离使得参考显示器有效区域可以充满仪器的整个测量视场，其中有效区域为亮度均匀性大于 98% 的区域；

(4) 根据二维彩色亮度计视场的形状在测量区域内均匀布 9 个点，测量并记录 9 个点的亮度值。若有效区域大小无法满足上述要求，可以通过移动二维彩色亮度计或参考显示器使被校二维彩色亮度计中心点依次对准附录 D 中 D.1 所示的 9 个点，分别测量并记录 9 个点的亮度值；

(5) 依据公式 (3) 计算亮度测量不均匀性，并记录在附录 A 的表 A.4 中。

亮度测量不均匀性计算：

$$S_L = \frac{\sum_{i=1}^8 |L_i - L_0|}{8 L_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

S_L ——亮度测量不均匀性，%；

L_i ——除中心点外其他点的亮度值， cd/m^2 ；

L_0 ——中心点的亮度值， cd/m^2 。

6.5 色品坐标测量不均匀性

仪器连接如图 2 所示。

6.5.1 漫射面光源法

(1) 调整二维彩色亮度计测试距离使得光源有效区域可以充满仪器的整个测量视场, 其中有效区域为亮度均匀性大于 98% 的区域。

(2) 根据二维彩色亮度计视场的形状在测量区域内均匀布 9 个点, 测量并记录 9 个点的色品坐标值。若大小无法满足上述要求, 可以通过移动二维彩色亮度计或光源使被校二维彩色亮度计中心点依次对准附录 D 中 D.1 所示的 9 个点, 分别测量并记录 9 个点的色品坐标值;

(3) 依据公式 (4) 计算色品坐标测量不均匀性, 并记录在附录 A 的表 A.5 中。

6.5.2 参考显示器法

(1) 在全白场画面下预热参考显示器至稳定;

(2) 将参考显示器调整至全白场画面, 等待 10 s 以上至画面稳定;

(3) 调整二维彩色亮度计测试距离使得参考显示器有效区域可以充满仪器的整个测量视场, 其中有效区域为亮度均匀性大于 98% 的区域;

(4) 根据二维彩色亮度计视场的形状在测量区域内均匀布 9 个点, 测量并记录 9 个点的色品坐标值。若大小无法满足上述要求, 可以通过移动二维彩色亮度计或光源使被校二维彩色亮度计中心点依次对准附录 D 中 D.1 所示的 9 个点, 分别测量并记录 9 个点的色品坐标值。

(5) 依据公式 (4) 计算色品坐标测量不均匀性, 并记录在附录 A 的表 A.5 中。

色品坐标测量不均匀性计算:

$$S_{x,y} = \max \left\{ \frac{\sum_{i=1}^8 |x_i - x_0|}{8x_0}, \frac{\sum_{i=1}^8 |y_i - y_0|}{8y_0} \right\} \quad (4)$$

式中:

$S_{x,y}$ ——色品坐标测量不均匀性, %;

x_0, y_0 ——中心点的色品坐标值;

x_i, y_i ——除中心点外其他点的色品坐标值

7 校准结果表达

二维彩色亮度计校准后, 出具校准证书。校准证书应至少包含以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点 (如果与实验室的地址不同);
- 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) 被校准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说明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，建议不超过 1 年。

附录 A

原始记录格式

A.1 外观及工作正常性检查

表 A.1 外观及工作正常性检查

项目	检查结果
外观及工作正常性检查	

A.2 亮度

表 A.2 二维彩色亮度计亮度记录表

光源类型：

测试画面或颜色	标准值	示值	误差	测量不确定度 $U(k=2)$

A.3 色品坐标

表 A.3 二维彩色亮度计色品坐标记录表

光源类型：

测试画面或颜色	标准值		示值		误差		测量不确定度 $U(k=2)$
	x	y	x	y	x	y	

A.4 亮度不均匀性

表 A.4 二维彩色亮度计亮度不均匀性记录表

光源类型： 颜色：

校准点	亮度测得值
1	
2	
3	
4	

校准点	亮度测得值
5	
6	
7	
8	
9	
亮度测量不均匀性:	
测量不确定度 $U(k=2)$	

A.5 色品坐标不均匀性

表 A. 5 二维彩色亮度计色品坐标不均匀性记录表

光源类型: 颜色:

校准点	x 测得值	y 测得值
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
色品坐标测量不均匀性:		
测量不确定度 $U(k=2)$		

附录 B

校准证书内页格式

B.1 外观及工作正常性检查

表 B.1 外观及工作正常性检查

项目	检查结果
外观及工作正常性检查	

B.2 亮度

表 B.2 二维彩色亮度计亮度记录表

光源类型：

测试画面或颜色	标准值	示值	误差	测量不确定度 $U(k=2)$

B.3 色品坐标

表 B.3 二维彩色亮度计色品坐标记录表

光源类型：

测试画面或颜色	标准值		示值		误差		测量不确定度 $U(k=2)$
	x	y	x	y	x	y	

B.4 亮度不均匀性

表 B.4 二维彩色亮度计亮度不均匀性记录表

光源类型： 颜色：

校准点	亮度测得值
1	
2	
3	
4	
5	

校准点	亮度测得值
6	
7	
8	
9	
亮度测量不均匀性:	
测量不确定度 $U(k=2)$	

B.5 色品坐标不均匀性

表 B.5 二维彩色亮度计色品坐标不均匀性记录表

光源类型: 颜色:

校准点	x 测得值	y 测得值
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
色品坐标测量不均匀性:		
测量不确定度 $U(k=2)$		

附录 C

测量不确定度评定示例

C.1 亮度不确定度评定

C.1.1 测量模型

亮度相对示值误差计算见公式(1):

$$\delta L = \frac{L_x - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

δL ——亮度相对示值误差, %;

L_x ——被校二维彩色亮度计亮度指示值, cd/m^2 ;

L_0 ——光谱辐射亮度计亮度标准值, cd/m^2 。

C.1.2 标准不确定度评定

C.1.2.1 光谱辐射亮度计不准引入的不确定度

光谱辐射亮度计亮度最大允许误差为 $\pm 3\%$, 按均匀分布, 则光谱辐射亮度计不准引入的相对不确定度分量: $u_1 = 1.5\% (k=2)$

C.1.2.2 参考显示器或漫射面光源的短期不稳定性引入的不确定度

预热后 1 小时内亮度变化率 $\leq 1\%$, 按均匀分布处理, 则短期不稳定性引入的相对不确定度分量: $u_2 \approx 0.58\% (k=2)$

C.1.2.3 被校二维彩色亮度计重复性引入的不确定度

在相同条件下, 对同一亮度点重复测量 10 次, 算数平均值作为本次测量结果, 重复性测试数据见表 C.1:

表 C.1 亮度重复性测试数据表

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值(cd/m^2)	99.7	99.9	99.0	99.8	99.7	99.1	98.8	99.9	99.2	99.2
$\bar{x}$ (cd/m^2)	99.43									
$S_n(x)$ (cd/m^2)	0.42									

则重复性引入的相对不确定度分量: $u_3 = 0.5\% (k=2)$

C.1.3 合成标准不确定度

以上各项标准不确定度分量互不相关, 所以合成标准不确定度:

$$u_{c \text{ rel}} = 1.7\% (k=2)$$

扩展不确定度 U_{rel} 为: $U_{\text{rel}} = 3.4\% (k=2)$

C.2 色品坐标不确定度评定

C.2.1 测量模型

色品坐标示值误差计算见公式(2):

$$\Delta x = x_s - x_0$$

$$\Delta y = y_s - y_0 \quad (2)$$

式中:

Δx 、 Δy ——色品坐标示值误差;

x_s 、 y_s ——被检仪器色品坐标指示值;

x_0 、 y_0 ——光谱辐射亮度计色品坐标标准值。

C.2.2 标准不确定度评定

C.2.2.1 光谱辐射亮度计不准引入的不确定度

光谱辐射亮度计色品坐标最大允许误差为 ± 0.005 ,按均匀分布,则光谱辐射亮度计不准引入的不确定度分量: $u_1=0.0025(k=2)$

C.2.2.2 参考显示器或漫射面光源的短期不稳定性引入的不确定度

预热后 1 小时内色品坐标变化率不超过 ± 0.001 ,按均匀分布处理,则短期不稳定性引入的不确定度分量: $u_2 \approx 0.00058(k=2)$

C.2.2.3 被校二维彩色亮度计重复性引入的不确定度

在相同条件下,对同一色品坐标点重复测量 10 次,算数平均值作为本次测量结果,重复性测试数据见表 C.2:

表 C.2 色品坐标重复性测试数据表

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	0.6087	0.6081	0.6084	0.6083	0.6089	0.6090	0.6088	0.6080	0.6089	0.6080
$\bar{x}$	0.60851									
$S_n(x)$	0.0005									

则重复性引入的不确定度分量: $u_3=0.0005(k=2)$

C.2.3 合成标准不确定度

以上各项标准不确定度分量互不相关,所以合成标准不确定度:

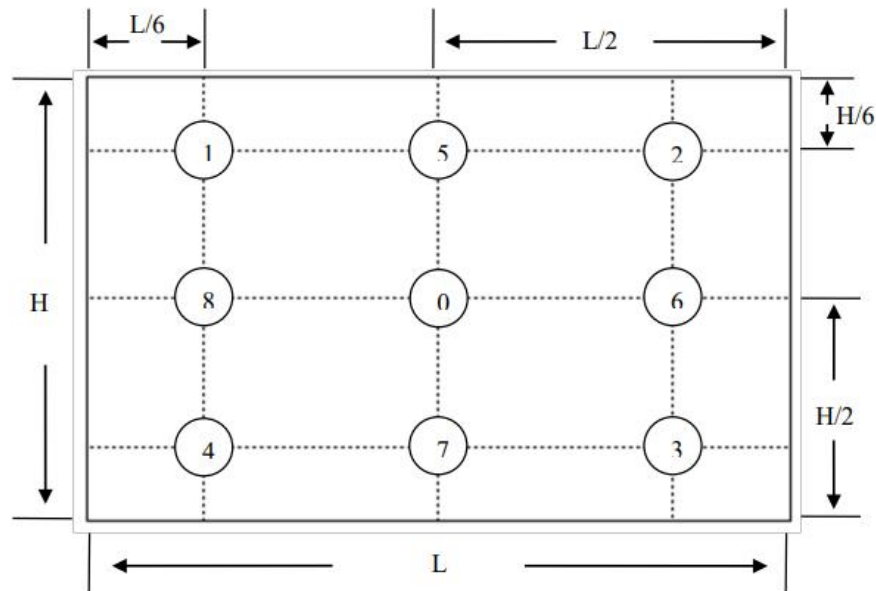
$$u_c = 0.0026(k=2)$$

扩展不确定度 U 为: $U=0.006(k=2)$

附录 D

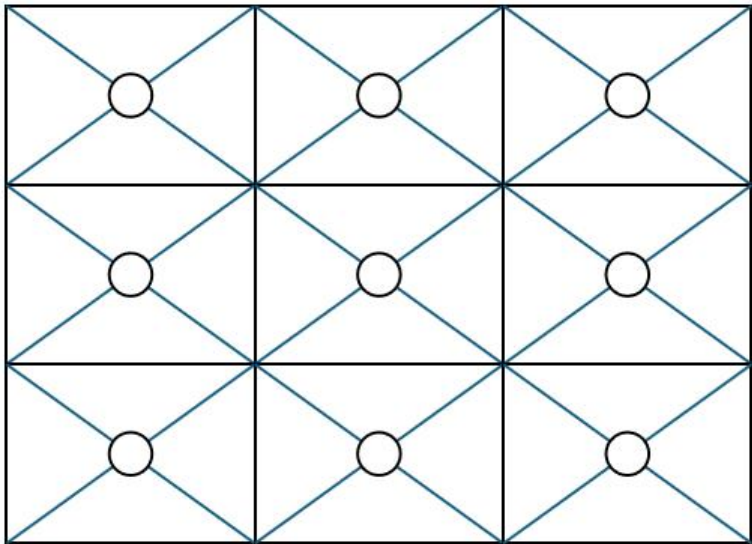
均匀性选点及常见靶标示例

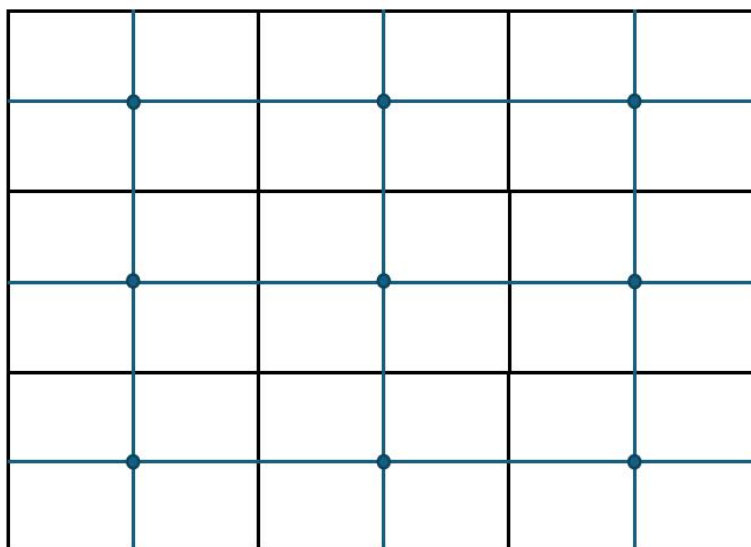
D.1 均匀性校准选点示例



其中 L 为测试区域的长度， H 为测试区域的宽度

D.2 十字靶标（九宫格十字靶标）示例





D.3 同心圆靶标（九个位置同心圆）示例

