

# 团 体 标 准

T/SZMS 0005—2024

## 工业观片灯校准规范

Calibration Specification for Industrial Film Viewers

2024-12-16 发布

2025-01-01 实施

深圳市计量测试学会 发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 概述 .....	1
5 计量特性 .....	2
5.1 屏亮度最低要求 .....	2
5.2 屏的散射系数 .....	2
5.3 屏亮度的均匀性 .....	2
5.4 屏亮度的稳定性 .....	2
6 校准条件 .....	2
6.1 环境条件 .....	2
6.2 标准器及其他设备 .....	2
7 校准项目和校准方法 .....	3
7.1 校准项目 .....	3
7.2 校准方法 .....	3
8 校准结果表达 .....	4
9 复校时间间隔 .....	5
附录 A （资料性）工业观片灯原始记录参考格式 .....	6
附录 B （资料性）工业观片灯校准证书（内页）格式 .....	7
附录 C （资料性）工业观片灯屏幕亮度测量结果不确定度评定（示例） .....	8

## 前 言

本文件根据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由深圳市计量测试学会提出并归口。

本文件起草单位：深圳市计量质量检测研究院、深圳天溯计量检测股份有限公司、东莞市帝恩检测有限公司、华测计量检测有限公司、深圳市鲁科航科技有限公司、广西壮族自治区计量检测研究院、深圳中恒检测技术有限公司、深圳市东华计量检测技术有限公司、深圳市华中航技术检测有限公司。

本文件主要起草人：杜岚、石霞、张应思、耿虎、熊信志、黄梦、周妮、黄彦玮、罗逸龙、钟妮、叶乾引、张玉琼、刘亚玲、杨国吉、李向召、许志辉、李铖、陈斌华、陈克辉、曾海洋、蔡蝶、鲁宾瀚、张佩存、陈霞、甘美玲。

本文件为首次发布。

# 工业观片灯校准规范

## 1 范围

本文件规定了工业观片灯的计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果表达和复校时间间隔。

本文件适用于新制造、使用中和维修后的工业观片灯的校准。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 19802—2005/ISO 5580:1985 无损检测 工业射线照相观片灯最低要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**均匀系数 Uniformity Coefficient**

表征观片灯亮度均匀性的参数，定义为亮度最小值与亮度最大值的比值，用  $g$  表示。

[来源：GB/T19802—2005，3.2，有修改]

### 3.2

**散射系数 Scattering Coefficient**

表征观片灯散射特性的参数，定义为与屏的法线成  $45^\circ$ 、 $20^\circ$  的亮度和与 2 倍的  $5^\circ$  上亮度值的比值，用  $\sigma'$  表示，散射系数的物理表达式为公式（1）。

$$\sigma' = \frac{L_{45} + L_{20}}{2L_5} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\sigma'$  —— 散射系数，单位为 1；

$L_{45}$  —— 与屏的法线成  $45^\circ$  方向上的亮度，单位为  $\text{cd}/\text{m}^2$ ；

$L_{20}$  —— 与屏的法线成  $20^\circ$  方向上的亮度，单位为  $\text{cd}/\text{m}^2$ ；

$L_5$  —— 与屏的法线成  $5^\circ$  方向上的亮度，单位为  $\text{cd}/\text{m}^2$ ；

[来源：GB/T19802—2005，3.1，有修改]

### 3.3

**稳定性系数 Stability Coefficient**

表征观片灯光源亮度随时间漂移的参数，用  $R$  表示。

## 4 概述

工业观片灯是用于无损检测行业中使用广泛的仪器。它是用于评定照相底片的附属设备，使用亮度不够的观片灯，会影响评片质量，造成误判、漏判。

观片灯光源有冷光源和热光源。热光源是利用热能激发的光源，发光亮度高，但热能损耗较高，相同的亮度产生热量高，长时间使用容易烤坏底片，使用寿命较短。冷光源是利用化学能、电能、生物能激发的光源，工作时产生的热量低，使用寿命长。

工业观片灯主要由光源、观察屏窗口、遮光罩、亮度调节等部件组成。常用的观片灯光源类型包括钨丝灯、荧光灯、发光二极管（LED）等。

## 5 计量特性

### 5.1 屏亮度最低要求

观察屏亮度的要求，取决于照相底片的密度，表 1 列出了屏亮度的最低要求。

表 1 观片灯屏亮度最低要求

底片密度	亮度最低要求/cd/m <sup>2</sup>
1	300
1.5	1000
2	3000
2.5	10000
3	10000
3.5	30000
4	100000
4.5	300000

### 5.2 屏的散射系数

观片灯屏的散射系数 $\sigma'$ 应大于 0.7。

### 5.3 屏亮度的均匀性

观片灯屏的均匀系数 $g$ 应大于 0.5。

### 5.4 屏亮度的稳定性

观片灯屏 10 min 的稳定性系数 $R$ 应不大于 5%。

注：以上指标不用于合格性判别，仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 校准环境温度（23±5）℃，相对湿度不大于 85%。

6.1.2 校准应在暗室中进行，周围无强烈机械振动和电磁干扰，环境应清洁无尘，通风良好。

### 6.2 标准器及其他设备

6.2.1 成像式亮度计，测量范围：（100~1000000）cd/m<sup>2</sup>，满足 JJG211 一级光亮度计要求。

注 1：如亮度计测量范围受限，可采用亮度计+衰减片的形式进行测量，衰减片需根据 JJF2046 出具积分透射值。

注 2：为避免强光照射，损伤校准人员眼睛，建议配备护目衰减眼镜。

6.2.2 角度尺，测量范围：（0~90）°，最大允许误差±0.2°。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

工业观片灯的校准项目包括：

- a) 屏亮度
- b) 屏的散射系数
- c) 屏亮度的均匀性
- d) 屏亮度的稳定性

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 校准前检查

用目视方法对被校仪器进行外观检查。仪器上应有下列标识：名称、型号、制造厂名、出厂编号或产品序列号等，显示屏清晰，无明显划痕。

仪器应标明所使用的电源电压和频率，仪器电源线、信号线等插接紧密，各开关、旋钮、按键等功能正常，不应有影响其电气和光学性能的机械损伤，通电后光源正常点亮。

#### 7.2.2 屏亮度

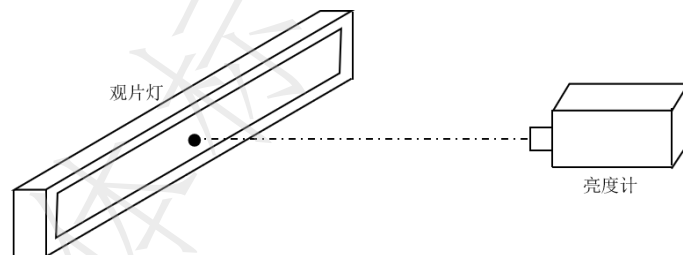


图1 亮度计校准观片灯屏亮度示意图

按照说明书要求预热，将屏幕亮度调至最大（无亮度调节功能的仪器直接打开），待仪器稳定后，使亮度计测量轴垂直于观片灯屏的平面，通过亮度计目镜，使得亮度计光轴对准观片灯中心位置，并调节物镜至清晰成像。连续测量 3 次，取平均值作为观片灯屏的亮度值。

$$L = \frac{\sum_{i=1}^3 L_i}{3} \dots\dots\dots (2)$$

式中：L——观片灯的屏的亮度，单位 cd/m<sup>2</sup>。

L<sub>i</sub>——第 i 次测量的亮度值，单位 cd/m<sup>2</sup>。

#### 7.2.3 屏的散射系数

在一个以观片灯屏中心为圆心和以近似于观察屏最大尺寸（至少 50 cm）为直径的半圆上测量亮度。亮度计感光面与半圆弧线相切（见图 2）。

将观片灯屏幕的亮度调至合适亮度，利用角度尺，一侧与观片灯屏的法线重合，另一侧确定角度成 45°、20°、和 5° 的位置，将亮度计的光轴与角度尺每个角度位置平行，并在该角度下进行亮度测量，

每个角度测量 1 次，记录亮度值，按照公式（3）计算屏的散射系数。

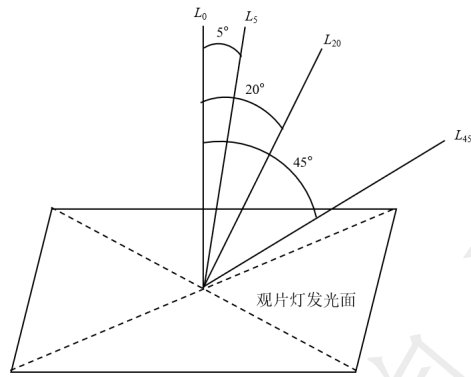


图2 观片灯屏散射系数测量示意图

$$\sigma' = \frac{L_{45} + L_{20}}{2L_5} \dots\dots\dots (3)$$

式中： $\sigma'$ ——观片灯屏的散射系数。

$L_{45}$ ——与屏法线成  $45^\circ$  角度上测量的亮度值， $\text{cd/m}^2$ 。

$L_{20}$ ——与屏法线成  $20^\circ$  角度上测量的亮度值， $\text{cd/m}^2$ 。

$L_5$ ——与屏法线成  $5^\circ$  角度上测量的亮度值， $\text{cd/m}^2$ 。

7.2.4 屏亮度的均匀性

将观片灯屏幕的亮度调至合适亮度，把观片灯屏幕平均分成  $n$  等份( $n \geq 8$ )，分别测量每等份的中心点亮度，每个点测量 1 次。找出 4 个最大和 4 个最小亮度值，并分别求出亮度的算数平均值  $L_{\max}$  和  $L_{\min}$ 。按照公式（4）计算其均匀系数。

$$g = \frac{L_{\min}}{L_{\max}} \dots\dots\dots (4)$$

式中： $g$  ——观片灯屏的均匀系数。

$L_{\min}$ ——观片灯平均  $n$  等份后 4 个最小亮度的平均值。

$L_{\max}$ ——观片灯平均  $n$  等份后 4 个最大亮度的平均值。

7.2.5 屏亮度的稳定性

将观片灯屏幕的亮度调至适当的亮度，用亮度计对准屏幕中心点，每隔 2 min 测量一次，测量 10 min，记录 6 次测量值，按照公式（5）计算出稳定性系数。

$$R = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{\frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 L_i} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中： $R$  ——观片灯屏的稳定性系数，%。

$L_{\max}$ ——6 次测量结果的最大亮度值， $\text{cd/m}^2$ 。

$L_{\min}$ ——6 次测量结果的最小亮度值， $\text{cd/m}^2$ 。

8 校准结果表达

校准结果以校准证书（或校准报告）的形式给出。校准证书至少应包括下列信息：

- 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或应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 对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；  
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

根据观片灯的使用情况，复校时间间隔由用户自行决定，建议不超过 1 年。



附录 A  
(资料性)  
工业观片灯原始记录参考格式

送校单位:				单位地址:			
型号规格:			出厂编号:			资产编号:	
制造厂:			温度:			相对湿度:	
校准日期:			校准地点:				
1.外观检查							
2.屏亮度							
亮度值 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )	测量次数			平均值 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )			
	1	2	3				
3.屏的散射系数							
亮度值 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )	$L_{45}$		$L_{20}$		$L_5$		散射系数 $\sigma'$
4.屏亮度的均匀性							
四个最大亮度值 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )			四个最小亮度值 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )				均匀系数 $g$
最大亮度平均值 $L_{\max}$			最小亮度平均值 $L_{\min}$				
5.屏亮度的稳定性							
时间/min	0	2	4	6	8	10	平均值
亮度( $\text{cd}/\text{m}^2$ )							
稳定性系数 $R$							
校准员:				核验员:			

附 录 B  
(资料性)  
工业观片灯校准证书（内页）格式

证书编号：XXXXXXXXXX

第 X 页，共 X 页

1.外观检查	
2.校准结果	
项目	校准结果
屏亮度 $L(\text{cd}/\text{m}^2)$	
屏的散射系数 $\sigma'$	
屏亮度的均匀系数 $g$	
屏亮度的稳定性系数 $R$	

附注：

1、亮度测量结果的相对扩展不确定度为： $U_{\text{rel}}=$  , $k=2$ 

以下空白

## 附录 C

(资料性)

## 工业观片灯屏幕亮度测量结果不确定度评定 (示例)

## C.1 概述

C.1.1 测量方法:T/SZMS 0005-2024《工业观片灯校准规范》。

C.1.2 环境条件:温度(18~28)℃;湿度:相对湿度不大于 85%。

C.1.3 测量标准:亮度计,测量范围:(10~1000000)cd/m<sup>2</sup>,符合 JJG211 一级亮度计要求。

C.1.4 被测对象:观片灯。

C.1.5 测量方法:启动观片灯稳定后,使亮度计的目镜瞄准观片灯屏幕中心位置上并成像清晰,测量三次,记录仪器的示值,取 3 次测量结果的平均值作为仪器的亮度值。

## C.2 测量模型及不确定度传播率

$$L_C = L$$

式中:  $L_C$ ——观片灯的屏幕亮度, cd/m<sup>2</sup> $L$ ——实际测量的亮度值, cd/m<sup>2</sup>

## C.3 输入量标准不确定度评定

C.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1$  评定

以亮度满足底片密度为 4 亮度最低要求的工业观片灯为例,在重复性条件下,对工业观片灯中心屏幕亮度重复测量 10 次,数据见表 C.1。

表 C.1 重复性测量结果

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 cd/m <sup>2</sup>	133900	131922	134800	132511	135700	134301	131041	131475	130458	133457
平均值 cd/m <sup>2</sup>	132956									
标准试验偏差	1740									
相对试验标准偏差	1.4%									

实际测量时,测量 3 次取平均值,则重复性引入的标准不确定度为:

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.9\%$$

C.3.2 使用的标准器引入的不确定度分量评定  $u_2$  评定根据亮度计检定证书可查到,其扩展不确定度为  $U_{rel}=2.0\%$ ,  $k=2$ ,则标准器引入的不确定度分量:

$$u_2=2.0\%/2=1.0\%$$

C.3.3 观片灯屏幕亮度的不均匀性引入的不确定度分量评定  $u_3$  评定

根据经验,观片灯中心点附近均匀性约为 3%,按照均匀分布,则观片灯屏幕亮度的不均匀性引入的不确定度分量:

$$u_3 = \frac{3\%}{\sqrt{3}} = 1.7\%$$

## C.4 标准不确定度汇总表

表C.2 标准不确定度汇总表

标准不确定度 $u(x_i)$	不确定度来源	不确定度分量值
$u_1$	测量重复性	0.9%
$u_2$	标准器	1.0%
$u_3$	屏幕不均匀性	1.7%

## C.5 合成标准不确定度的评定

以上各项标准不确定度分量互不相关，合成标准不确定度为：

$$u_{\text{relc}} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 2.2\%$$

## C.6 扩展不确定度的评定

取包含因子  $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = k \times u_{\text{c}} = 2.2\% \times 2 = 4.4\% \approx 5\%$$

## C.7 不确定度报告

观片灯亮度测量结果相对不确定度为： $U_{\text{rel}} = 5\%$ ， $k=2$