

团 体 标 准

T/JYBZ 025—2022

中小学教室光环境测量方法

Test method for luminous environment of primary & secondary school
classroom

2022-08-18 发布

2022-10-01 实施

中国教育装备行业协会 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 一般要求	3
5 测量仪器	3
6 照明测量	5
7 采光测量	7
8 教学多媒体测量	9
9 材料光学性能测量	12
10 测量记录	12
附录 A（规范性）眩光计算方法	14



前 言

本文件按照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。

本文件由中国建筑科学研究院有限公司提出。

本文件由中国教育装备行业协会归口。

本文件起草单位：中国建筑科学研究院有限公司、建科环能科技有限公司、国家广播电视产品质量检验检测中心、重庆大学、北京工业大学、中教能源研究院（北京）有限公司、惠州雷士光电科技有限公司、杭州远方光电信息股份有限公司、厦门立达信照明有限公司、哈尔滨工大光电科技有限公司、欧普照明股份有限公司、深圳创硕光业科技有限公司。

本文件主要起草人：罗涛、张滨、宋萌、梁树英、李倩、吴蔚华、薛鹏、陈玉嫦、刘东升、吴晔、孙海莉、赵俊、荀成、贾政焱、陈亮、张武广。

本文件为首次发布。



中小学教室光环境测量方法

1 范围

本文件规定了中小学教室光环境的术语和定义、一般要求、照明测量、采光测量、教学多媒体测量、材料光学性能测量和测量记录。

本文件适用于中小学教室的照明、采光及教学多媒体的光环境测量，其他室内教学场所可参考使用。

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 5699 采光测量方法

GB/T 20148 日光的空间分布 CIE一般标准天空

GB/T 26270—2010 数字电视接收设备标准测试信号

JGJ/T 119 建筑照明术语标准

JJG 211 亮度计

JJG 245 光照度计

JJG 780 交流数字功率表

3 术语和定义

JGJ/T 119界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

(光)照度 illuminance

入射在包含该点的面元上的光通量 ($d\Phi$) 除以该面元面积 (dA) 之商，单位为勒克斯 (lx)。

[来源：JGJ/T 119—2008，2.1.19]

3.2

照度均匀度 (U_0) uniformity ratio of illuminance

规定表面上的最小照度与平均照度之比。

[来源：JGJ/T 119—2008，3.2.10]

3.3

亮度 luminance

由公式 $L = d^2\Phi / (dA \cdot \cos\theta \cdot d\omega)$ 定义的量，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)。

式中：

$d\Phi$ ——由指定点的光束元在包含指定方向的立体角 $d\omega$ 内传播的光通量，单位为流明（lm）；

dA ——包括给定点的光束截面积，单位为平方米（ m^2 ）；

θ ——光束截面法线与光束方向间的夹角，单位为度（ $^\circ$ ）；

$d\omega$ ——指定方向的立体角，单位为球面度（sr）。

[来源：JGJ/T 119—2008，2.1.18]

3.4

反射比 reflectance

在入射光线的光谱组成、偏振状态和几何分布指定条件下，反射的光通量与入射光通量之比。

[来源：JGJ/T 119—2008，7.1.18]

3.5

显色指数 colour rendering index

光源显色性的度量。用被测光源下物体颜色和参考标准光源下物体颜色的相符合程度来表示。

[来源：JGJ/T 119—2008，2.3.28]

3.6

一般显色指数 general colour rendering index

光源对国际照明委员会（CIE）规定的八种标准颜色样品特殊显色指数的平均值。

[来源：JGJ/T 119—2008，2.3.30]

3.7

采光系数 daylight factor

在室内参考平面上的一点，由直接或间接地接收来自假定和已知天空亮度分布的天空漫射光而产生的照度与同一时刻该天空半球在室外无遮挡水平面上产生的天空漫射光照度之比。

[来源：JGJ/T 119—2008，6.3.2]

3.8

采光均匀度 uniformity ratio of daylighting

参考平面上的采光系数最低值与平均值之比。

[来源：JGJ/T 119—2008，6.3.8]

3.9

统一眩光值（UGR） unified glare rating

用于度量处于室内视觉环境中的照明装置发出的光对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量。

[来源：JGJ/T 119—2008，2.2.25]

3.10

窗不舒适眩光指数（DGI） daylight discomfort glare index

用于度量处于采光窗对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量。

3.11

图像对比度 image contrast ratio

多媒体屏幕或幕布显示同一幅图像的亮区与暗区的亮度之比。

3.12

色品坐标 chromaticity coordinates

每个三刺激值与其总和之比。在X、Y、Z色度系统中，由三刺激值可算出色品坐标 x 、 y 、 z 。

[来源：JGJ/T 119—2008，2.3.17]

3.13

色品 chromaticity

用国际照明委员会（CIE）标准色度系统所表示的颜色性质。由色品坐标定义的色刺激性质。

[来源：JGJ/T 119—2008，2.3.18]

3.14

频闪比 percent flicker

在某一频率下，输出光通最大值与最小值之差比输出光通最大值与最小值之和，用百分比表示。

3.15

（光）闪变指数 (P_{st}^{LM}) short-term flicker indicator of illuminance

短期内低频（80 Hz以内）光输出闪烁影响程度的度量。

3.16

频闪效应可视度 (SVM) stroboscopic effect visibility measure

光输出频率范围为80 Hz~2 000 Hz时，短期内频闪效应影响程度的度量。

3.17

光泽 gloss

表面的外观模式，由于表面的方向选择性，感觉到物体的反射亮光好像重叠在该表面上。

4 一般要求

- 4.1 应在教室正常使用和排除室内家具或人员遮挡等不利影响的情况下进行光环境测量。
- 4.2 光环境测量所用的检测仪器应在校准有效期内。
- 4.3 操作人员应熟悉检测仪器的操作，并严格遵守仪器操作规程。
- 4.4 操作人员应着深色服装，并远离光接收器，避免对接收器产生遮挡和反射。

5 测量仪器

5.1 （光）照度计

应满足下列要求：

- a) 精度要求不应低于一级；
- b) 量程应满足 $0.1 \text{ lx} \sim 1.0 \times 10^5 \text{ lx}$ ；
- c) 校准应按 JJG 245 进行。

5.2 亮度计

应满足下列要求：

- a) 精度要求不应低于一级；
- b) 宜采用光电式亮度计或其它符合精度要求的亮度计；
- c) 量程应满足 $0.1 \text{ cd/m}^2 \sim 1.0 \times 10^5 \text{ cd/m}^2$ ；
- d) 图像亮度计应满足测量视场角的要求；
- e) 校准应按 JJG 211 进行。

5.3 光谱辐射计

应满足下列要求：

- a) 波长范围：380 nm～780 nm；
- b) 测光重复性：≤1%；
- c) 可直接测量物体的三刺激值和色品坐标；
- d) 对 A 光源的测量允差： $\pm 0.0015 x$ ， $\pm 0.0015 y$ 。

5.4 频闪分析仪

应满足下列要求：

- a) 采样频率不低于 20 kHz；
- b) 具有光谱光（视）效率 $V(\lambda)$ 修正。

5.5 色差仪

应满足下列要求：

- a) 波长范围：400 nm～700 nm；
- b) 分辨率：≤0.01；
- c) 反射比测量范围：0.01～0.99；
- d) 重复性：色度值标准偏差 $\Delta E_{ab}^* \leq 0.02$ 。

5.6 光泽仪

应满足下列要求：

- a) 测量角度宜有多个，且应包含 60°；
- b) 光泽测量范围：0.1～1000 光泽单位（GU）；
- c) 光泽测量分辨率：≤0.1 GU(≤200 GU)，≤1 GU(>200 GU)；
- d) 光泽测量重复性：≤0.2 GU(≤200 GU)，≤0.4%(>200 GU)。

5.7 频谱分析仪

应满足下列要求：

- a) 频率范围：0.1 Hz～1 GHz；

- b) 频率允差: $\leq 0.1 \text{ Hz}$;
- c) 动态范围: $\leq -90 \text{ dBm}$ 。

5.8 功率计

应满足下列要求:

- a) 准确度不低于 1.5 级;
- b) 可自动记录电压、电流、电能量、功率和功率因数等数据;
- c) 量程范围应根据测试对象进行选择, 示值宜控制在最大量程的 1/3~2/3 范围内;
- d) 校准应按 JJG 780 进行。

6 照明测量

6.1 测量项目

照明测量项目应包括照度、照度均匀度、色温、显色指数、统一眩光值、频闪和照明功率密度。

6.2 测量要求

6.2.1 测量时, 应排除天然光和其它非被测光源影响。

6.2.2 应在照明系统正常工作条件下进行照明测量。

6.3 教室照度测量

6.3.1 教室测量点布置应满足下列要求:

- a) 应按如下方法确定测量区域: 平行于书写板且与其水平距离 2.2 m 画一条直线, 以此直线为基准线向后排每隔 1.0 m 划一条直线, 直到不足 1.0 m 为止; 竖线第一条线距左墙面的距离是教室宽度值小数部分的 1/2, 以此直线为基准线向右每隔 1.0 m 划一条直线, 直到不足 1.0 m 为止。划出的 1.0 m \times 1.0 m 的正方形网格为测量区域, 网格中心位置为测量点, 见图 1。

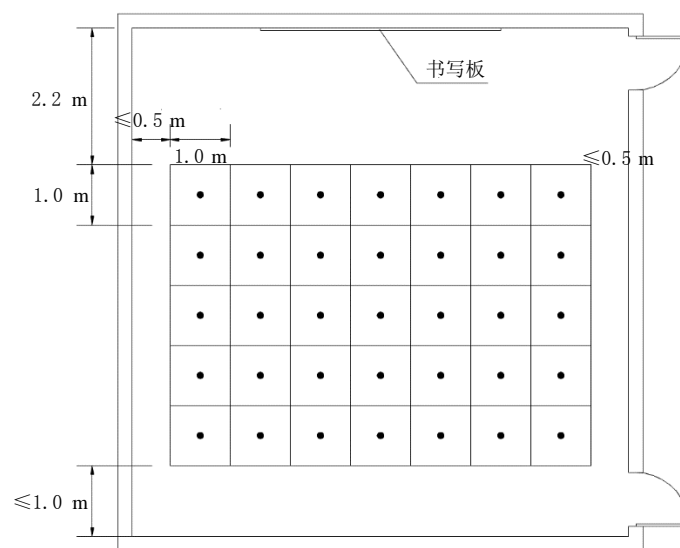


图1 教室照度测量布点图

- b) 测量应取距地面 0.75 m 高的水平面或实际课桌面为参考平面。

6.3.2 照度均匀度应按公式（1）计算：

$$U_0 = E_{\min} / E_{\text{av}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- U_0 ——照度均匀度；
- E_{\min} ——照度最低值，单位为勒克斯（lx）；
- E_{av} ——平均照度，单位为勒克斯（lx）。

6.4 书写板照度测量

6.4.1 书写板测量点布置应满足下列要求：

选择整个书写板面进行布点，测试区域应为整个书写板面，均匀划分为 10（W）×3（H）的方形网格，网格中心位置为测量点，见图 2。

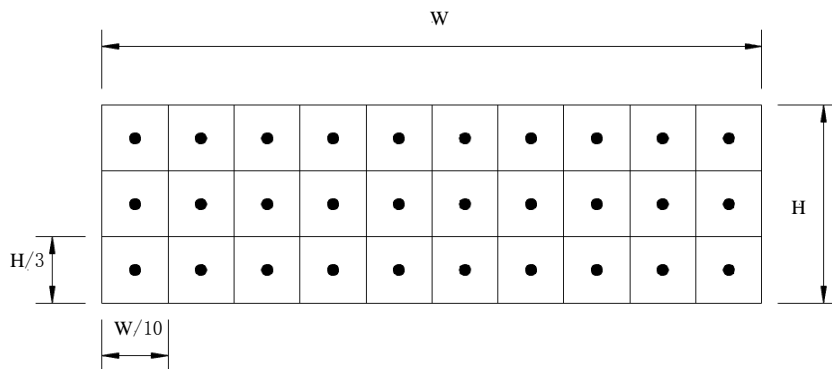


图2 书写板照度测量布点图

6.4.2 照度均匀度应按公式（1）计算。

6.5 色温和显色指数测量

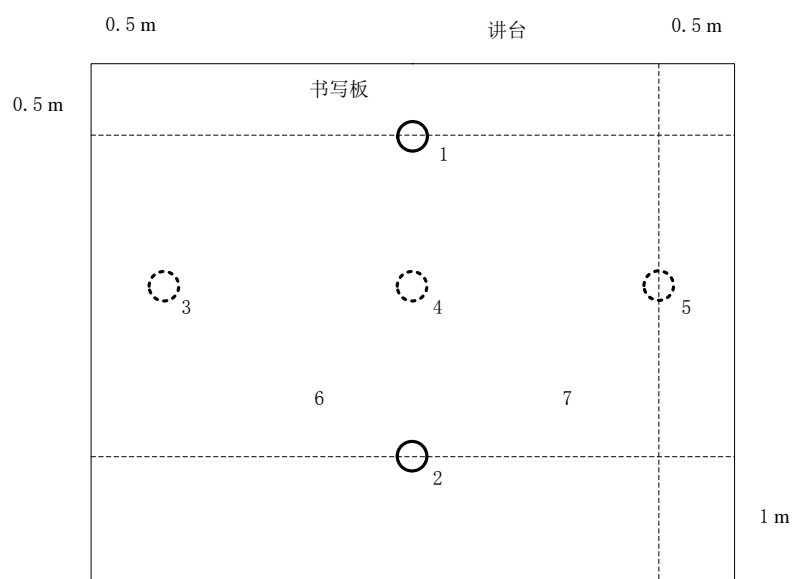
6.5.1 应使用光谱辐射计在教室内均匀分布的测量点上，且不应少于 9 个测量点。

6.5.2 显色指数和色温应为各测点上测量值的算术平均值。

6.6 统一眩光值（UGR）测量

6.6.1 教师位置的统一眩光值的测量点应为距教室前墙面中点 0.5 m 处，视线水平并垂直背向书写板方向，距讲台地面高度为 1.5 m。学生位置的统一眩光值的测量点应为距教室后墙面中点 1.0 m 处，视线水平并垂直指向书写板方向，距教室地面高度为 0.8 m-1.2 m*；在必要情况下，也可根据实际情况选择图 3 中的可选测量点进行测量，且应在测试报告中记录。

注*：小学生教室的眩光测量点高度宜为 0.8 m-1.0 m，中学生教室的眩光测量点高度宜为 1.0 m-1.2 m，可根据使用者的平均身高而定。



注：○为必选测量点，⊙为可选测量点。

图3 UGR测点位置示意图

6.6.2 应使用亮度计对灯具和教室室内各表面亮度进行测试，并按附录 A 的规定计算统一眩光值。

6.7 频闪测量

应使用频闪分析仪进行测量，测量点不宜少于 6 个，且在教室内均匀分布。频闪测量的测量时长应符合表 1 的规定。

表1 频闪评价参数的测量时长要求

评价参数	频闪比	P_{st}^{LM}	SVM
测量时长(s)	≥ 1	≥ 180	≥ 1

6.8 照明功率密度计算

应使用功率计对教室一般照明的实际功率（不含书写板灯）进行测试，照明功率密度（LPD）可按公式（2）计算：

$$LPD=P/A \dots \dots \dots (2)$$

式中：

LPD——照明功率密度，单位为瓦每平方米（W/m²）；

P——一般照明的照明总功率，单位为瓦（W）；

A——教室的面积，单位为平方米（m²）。

7 采光测量

7.1 测量项目

采光测量项目应包括采光系数、采光均匀度和窗不舒适眩光指数。

7.2 测量要求

7.2.1 采光系数测量的天空条件应选择 GB/T 20148 中规定的标准全阴天天空，天空亮度分布应满足公式 (3) 的要求。

$$L_{\theta} = \frac{1+2\sin\theta}{3} L_Z \dots\dots\dots (3)$$

式中：

L_{θ} ——天空某点的亮度，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)；

θ ——天空某点的高度角，单位为度 ($^{\circ}$)；

L_Z ——天顶亮度，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)。

7.2.2 测量采光时，应关闭人工照明。

7.2.3 室外照度与室内照度的测量应同时进行。

7.2.4 照度测量应选在一天内照度相对稳定的时间内进行，即选取当地时间上午 10 时至下午 2 时。

7.3 采光系数测量

7.3.1 室外照度测量应选择无遮挡的区域进行，并应符合 GB/T 5699 的相关规定。

7.3.2 室内照度测点布置应符合 6.3.1 的规定。

7.3.3 室内某点的采光系数应按公式 (4) 计算：

$$C_i = \frac{E_n}{E_w} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

C_i ——该点的采光系数，用百分比 (%) 表示；

E_n ——室内该点的照度，单位为勒克斯 (lx)；

E_w ——与该点同时测量的室外漫射光照度，单位为勒克斯 (lx)。

7.3.4 采光系数平均值应按公式 (5) 计算：

$$C_{av} = \frac{1}{N} \sum C_i \dots\dots\dots (5)$$

式中：

C_{av} ——采光系数平均值，用百分比 (%) 表示；

C_i ——在第 i 个测点上的采光系数，用百分比 (%) 表示；

N ——测点数。

7.3.5 采光均匀度应按公式 (6) 计算：

$$U = \frac{C_{min}}{C_{av}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

U ——采光均匀度；

C_{min} ——参考平面上的采光系数最小值，用百分比 (%) 表示；

C_{av} ——参考平面上的采光系数平均值，用百分比 (%) 表示。

7.4 窗不舒适眩光指数 (DGI) 测量

7.4.1 窗亮度和背景亮度的测量应符合下列规定：

- a) 测量日应选择全晴天，同时进行窗亮度和背景亮度的测量；

- b) 观测位置可沿窗中轴线向内墙方向均匀布置，观测位置不宜少于3个。当侧面采光口为多个时，窗间墙的中轴线上也应布置观测位置，观测位置不宜少于3个；
- c) 亮度计的放置高度一般应以观察者的高度为准，通常站姿时为1.1 m-1.5 m，坐姿时为0.8 m-1.2 m，可根据使用者的平均身高而定；
- d) 室内各表面亮度测量应选择视野范围内无直射阳光照射的主要表面。

7.4.2 应根据各观测位置上测得的窗亮度和背景亮度及所处的几何位置，按附录 A 计算窗的不舒适眩光指数。

8 教学多媒体测量

8.1 测量项目

教学多媒体的现场测量项目应包括屏幕（或幕布）亮度、亮度均匀性、图像对比度和闪烁。

8.2 测量条件

8.2.1 环境条件应满足下列要求：

- a) 温度：15°C~35°C；
- b) 相对湿度：25%~75%；
- c) 气压：86 kPa~106 kPa。

8.2.2 测量应在被测设备开机默认设置状态下工作30 min后进行。

8.2.3 环境光条件应选取下列三种情况之一：

- a) 无天然光影响（夜晚或窗帘完全遮光），教室灯关闭，适用于自发光型教学多媒体和反射光型教学多媒体的测量；
- b) 有天然光影响下，教室灯全开，适用于自发光型教学多媒体的测量；
- c) 有天然光影响下，教室前排灯关闭，适用于反射光型教学多媒体的测量。

8.2.4 测量使用的测试信号图的格式应与被测设备的固有分辨率一致。

注：测试信号图包括以下三种：

- 100%全白场信号：测试图描述和示例见GB/T 26270—2010中5.4；
- 黑白窗口信号：测试图描述和示例见GB/T 26270—2010中5.8；
- 70%全灰场：测试图描述和示例见GB/T 26270—2010中5.4。

8.2.5 除特殊规定外，被测设备标准工作状态应按以下步骤进行调整：

- a) 在测量教学多媒体时其屏幕表面环境光照度不应大于500 lx，并在测试报告中记录现场环境光照度值及测试状态；
- b) 将被测设备设置为常亮状态。

8.3 测量位置

亮度计的放置高度一般应以观察者的高度为准，通常学生坐姿时的高度为0.8 m-1.2 m，可根据使用者的平均身高而定。选取图7中所示测量位置之一为亮度计放置位置。其中位置1为教室中心，位置2为第一排最左侧座位，位置3为第一排最右侧座位。测量过程中，亮度计的测量位置及高度不变。

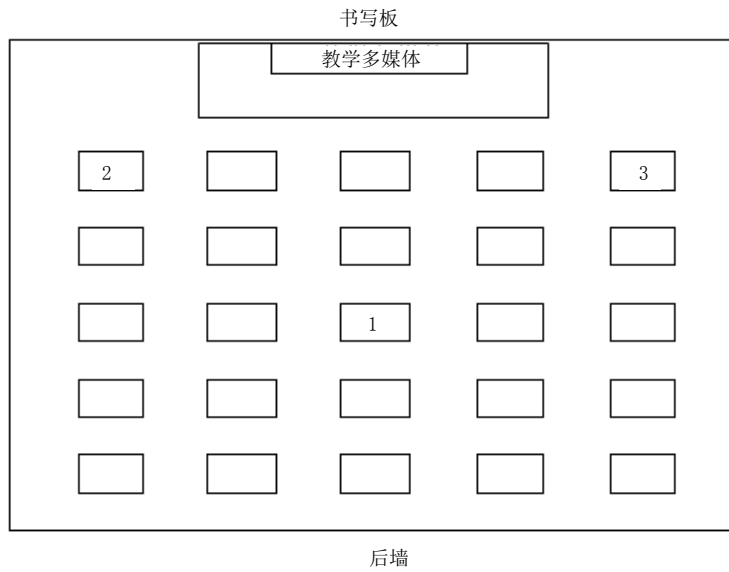


图4 教学多媒体测量位置示意图

8.4 屏幕（或幕布）亮度和亮度均匀性测量

8.4.1 屏幕（或幕布）亮度测量应按下列步骤进行：

- a) 将被测设备调整到8.2.5规定的标准工作状态；
- b) 根据被测设备类型，选取8.2.3中所规定的相应环境光条件并记录该条件下被测设备屏幕表面的环境光照度；
- c) 显示全白场信号，在8.3规定的测量位置用亮度计测量图8所规定的 P_0 点的亮度值 L_0 ；

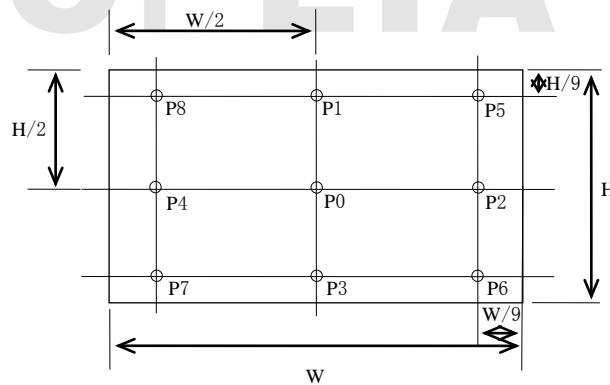


图5 亮度及亮度均匀性测试点位置图

- d) 测量结果取3个位置的最低值，用坎德拉每平方米 (cd/m^2) 表示。

8.4.2 亮度均匀性测量应按下列步骤进行：

- a) 将被测设备调整到8.2.5规定的标准工作状态；
- b) 根据被测设备类型，选取8.2.3中所规定的相应环境光条件，并记录该条件下被测设备屏幕表面的环境光照度；
- c) 显示全白场信号，在8.3规定的测量位置用亮度计测量图8所规定的 $P_0\sim P_8$ 各个点的亮度值分别为 $L_0\sim L_8$ ；

d) 亮度均匀性按公式 (7) 计算:

$$P_i = (1 - \frac{|L_0 - L_i|}{L_0}) \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

式中:

P_i ——亮度均匀性;

L_0 —— P_0 点亮度值;

L_i —— P_i 点亮度值, i 为 (1...8) 点中的任意一个点数。

e) 测量结果取 3 个位置的最低值, 用百分数 (%) 表示。

8.5 图像对比度测量

图像对比度测量应按下列步骤进行:

a) 将被测设备调整到 8.2.5 规定的标准工作状态;

b) 根据被测设备类型, 选取 8.2.3 中所规定的相应环境光条件, 并记录该条件下被测设备屏幕 (或幕布) 表面的环境光照度;

c) 显示黑白窗口信号, 在 8.3 规定的测量位置用亮度计分别测量白色窗口和 4 个黑色窗口的亮度值, 分别记为 L_0 、 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 ;

d) 用公式 (8) 计算对比度 C_r :

$$C_r = \frac{L_0}{L_{bw}} \dots \dots \dots (8)$$

式中:

L_{bw} —— L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 的平均值。

e) 测量结果应分别给出图 7 中 3 个位置的图像对比度, 用倍表示。

8.6 闪烁测量

闪烁的测量应按下列步骤进行:

a) 将被测设备调整到 8.2.5 规定的标准工作状态;

b) 根据被测设备类型, 选取 8.2.3 中所规定的环境光条件 a), 并记录该条件下被测设备屏幕表面的环境光照度;

c) 显示 70% 全灰场信号, 在 8.3 规定的测量位置将亮度计镜头对准教学多媒体显示屏中心, 将亮度计的模拟输出连接到频谱分析仪的输入端口上;

d) 利用频谱分析仪, 测量 DC 电平值 $V(0)$;

e) 利用频谱分析仪, 测量 AC 电平值 $V(f_{max})$, 即从 0 Hz 向后最大峰值电平幅度, 并记下该峰值电平出现的频率 f ;

f) 用公式 (9) 计算闪烁 E :

$$E = 20 \lg \left[\frac{2 \cdot V(f_{max})}{V(0)} \right] \dots \dots \dots (9)$$

式中:

$V(f_{max})$ ——最大峰值电平幅度;

$V(0)$ ——0 Hz 位置的电平值。

g) 测量结果应分别给出 3 个位置的测量值, 用 dB 表示。

9 材料光学性能测量

9.1 测量项目

材料光学性能测量应包括：

- a) 室内墙面、顶棚、地面等饰面材料和书写板等主要设施的反射比；
- b) 饰面材料光泽；
- c) 材料的颜色。

9.2 反射比的测量

9.2.1 选择不受直射光影响的具有代表性的漫反射表面，将标准白板紧贴在该区域的某一位置，使用亮度计测量白板的亮度 L_w ，然后移走白板，再使用亮度计测量同一位置的被测表面的亮度 L ，并按公式（10）计算反射比：

$$\rho = \rho_w \frac{L}{L_w} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- ρ ——室内表面的反射比；
- ρ_w ——标准白板的反射比；
- L ——被测表面的亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）；
- L_w ——标准白板的亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）。

9.2.2 室内各表面的反射比也可用色差计或光谱辐射计直接测量。

9.2.3 每个被测表面宜均匀选取 3~5 个测点，然后求其算术平均值，作为该被测面的反射比。

9.3 光泽测量

宜采用光泽仪对饰面材料光泽直接进行测量，测量角度应符合产品或设计标准的规定。

9.4 材料颜色测量

材料颜色的测量应符合下列规定：

- a) 室内各表面、书写板和桌面材料的颜色特性用色品坐标表示，色品坐标可用色差计或光谱辐射计测量；
- b) 每个被测表面一般可选取 3~5 个测量点，取其算术平均值作为被测表面的色品坐标。

10 测量记录

10.1 测量记录内容

应包括基本情况、采光测量、照明测量、教学多媒体测量和材料光学性能等内容。

10.2 基本情况记录

应包括以下各项：

- a) 测量场所名称；
- b) 测量场所的平面图、剖面图以及方位(包括采光口)；

- c) 采光窗、照明灯具和教学多媒体设施的型号、规格、数量以及布置图；
- d) 被测教室的清洁情况；
- e) 测量所用仪器型号和编号、校准或检定日期；
- f) 测量环境条件。

10.3 采光测量记录

应包括以下各项：

- a) 测量场所名称；
- b) 测量时的天空条件；
- c) 测量高度和测点布置；
- d) 照度计型号和编号；
- e) 室内外照度和采光系数、采光均匀度和窗不舒适眩光指数；
- f) 测量日期、起止时间和测量人。

10.4 照明测量记录

应包括以下各项：

- a) 测量场所名称；
- b) 观测位置及测点布置示意图；
- c) 仪器型号和编号；
- d) 照度、照度均匀度、色温、显色指数、统一眩光值、频闪和照明功率密度；
- e) 测量日期、起止时间和测量人。

10.5 教学多媒体测量记录

应包括以下各项：

- a) 测量场所名称；
- b) 观测位置及测点布置示意图；
- c) 仪器型号和编号；
- d) 屏幕（或幕布）亮度、亮度均匀性、图像对比度和闪烁；
- e) 测量日期、起止时间和测量人。

10.6 材料光学性能测量记录

应包括以下各项：

- a) 测量场所名称；
- b) 仪器的型号和编号；
- c) 材料反射比、光泽和色品坐坐标；
- d) 测量日期、起止时间和测量人。

附录 A
(规范性)
眩光计算方法

A.1 窗的不舒适眩光指数 (DGI) 可按下列公式进行计算:

$$DGI = 10 \lg \sum G_n \dots\dots\dots (A.1)$$

$$G_n = 0.478 \frac{L_s^{1.6} \Omega^{0.8}}{L_b + 0.07 \omega^{0.5} L_s} \dots\dots\dots (A.2)$$

$$\Omega = \int \frac{d\omega}{p^2} \dots\dots\dots (A.3)$$

$$p = \exp[(35.2 - 0.31889\alpha - 1.22e^{-2\alpha/9})10^{-3}\beta + (21 + 0.26667\alpha - 0.002963\alpha^2)10^{-5}\beta^2] \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

G_n ——眩光常数;

L_s ——窗亮度, 通过窗所看到的天空、遮挡物和地面的加权平均亮度, 单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2);

L_b ——背景亮度, 观察者视野内各表面的平均亮度, 单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2);

ω ——窗对计算点形成的立体角, 单位为球面度 (sr)。如图 A.1 所示:

Ω ——考虑窗位置修正的立体角, 单位为球面度 (sr);

p ——古斯位置指数;

α ——窗户对角线与窗户垂直方向的夹角, 单位为度 ($^\circ$);

β ——观测者眼睛与窗户中心点的连线与视线方向的夹角, 单位为度 ($^\circ$)。如图A.1所示。

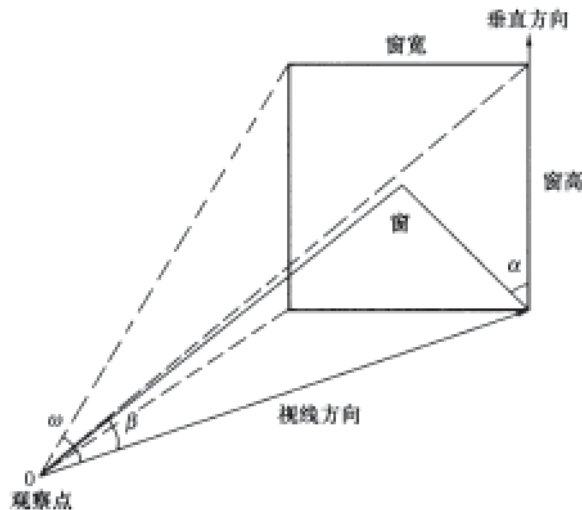


图 A.1 窗的不舒适眩光计算的各角度示意图

A.2 统一眩光值 (UGR) 应按下列公式进行计算:

$$UGR = 8 \lg \frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L_a^2 \cdot \omega}{p^2} \dots\dots\dots (A.5)$$

$$L_b = \frac{E_i}{\pi} \dots\dots\dots (A.6)$$

$$L_a = \frac{I_a}{A_p} \dots\dots\dots (A.7)$$

$$\omega = \frac{A_p}{r^2} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中： L_b ——背景亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）；

ω ——每个灯具发光部分对观察者眼睛所形成的立体角，单位为球面度（ sr ），如图 A.2 a 所示；

p ——古斯位置指数，可按式（A.4）计算；

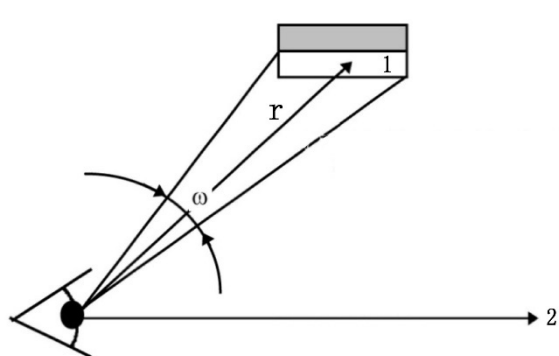
L_a ——灯具在观察者眼睛方向的亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ），如图 A.2 b 所示；

E_i ——观察者眼睛方向的间接照度，单位为勒克斯（ lx ）；

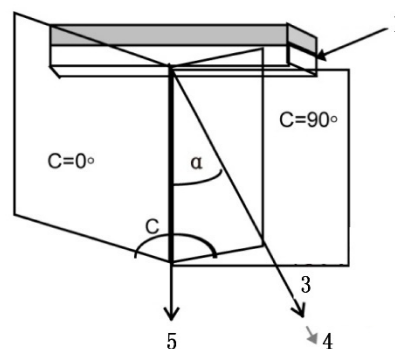
I_a ——灯具发光中心与观察者眼睛连线方向的灯具发光强度，单位为坎德拉（ cd ）；

A_p ——灯具发光部分在观察者眼睛方向的表观面积，单位为平方米（ m^2 ）；

r ——灯具发光部分中心到观察者眼睛之间的距离，单位为米（ m ）。



(a) 灯具与观察者关系示意图



(b) 灯具发光中心与观察者眼睛连线方向示意图

说明：

1——灯具发光部分；

2——观察者眼睛方向；

3——灯具发光中心与观察者眼睛连线；

4——观察者眼睛位置；

5——灯具发光表面法线。

图 A.2 统一眩光值计算参数示意图